پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی/ جلد ۶ شماره ۴/ سال ۱۳۹۶

کنترل مینوز مرکبات *Phyllocnistis citrella* با استفاده از روغن معدنی در مازندران و تأثیر آن بر فیتوزئیده‌های شکارگر

زهرا کرد فیروزجایی[۱] و محمدرضا دماوندیان[۲*]

۱-دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد حشره شناسی ، گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۲-دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

*مسئول مکاتبه: m.r.damavandian@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۱۰

چکیده

در این بررسی تاثیر روغن معدنی و حشره کش ایمیداکلوپراید روی پروانه‌ی مینوز مرکبات، *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep: Gracillariidae) ، جمعیت کنه‌ی قرمز مرکبات *Panonychus citri* McGregor و کنه‌های شکارگر فیتوزئیده با یکدیگر مقایسه شدند. در آزمایش اول، میانگین تعداد دالان‌های بوجود آمده در هر برگ درختان مورد آزمایش توسط لارو مینوز مرکبات در تیمارهای روغن معدنی با غلظت ۷۰۰ میلی‌لیتر در یکصد لیتر آب، ایمیداکلوپرید (چهار سی‌سی در دو لیتر آب) و شاهد به ترتیب ۰/۲۷، ۰/۳۷ و۲/۹۵ عدد ، درصد مرگ و میر لاروها به ترتیب ۵۱/۸۵، ۳۷/۸۳ و۲۶/۱۰ درصد و درصد لاروهای تبدیل شده به شفیره به ترتیب ۴۷/۰۹، ۵۹/۴ و ۷۳/۸ درصد بود. میانگین تعداد دالان‌های ایجاد شده در هر برگ در تیمارهای روغن معدنی با غلظت ۹۰۰ میلی‌لیتر در یکصد لیتر آب، ایمیداکلوپراید (چهار سی‌سی در دو لیتر آب) و شاهد به ترتیب ۰/۰۹، ۰/۳ و۲/۹۶ عدد ، درصد مرگ و میر لاروها به ترتیب ۷۷/۵۷، ۶۰/۰۶ و۲۶/۱۰ درصد، درصد لاروهای تبدیل شده به شفیره به ترتیب ۱۱/۰۱ ، ۳۶/۲۳ و ۷۵/۳۲ درصد بود. در آزمایش دوم، میانگین تعداد تخم و مراحل مختلف رشدی *Panonychus citri* در سمپاشی با ایمیداکلوپراید در تمام تاریخ های نمونه‌برداری بطور چشمگیری بیشتر از روغن‌پاشی با روغن معدنی بود، از طرفی تعداد تخم و مراحل مختلف رشدی کنه‌های شکارگر فیتوزئیده در روغن‌پاشی با روغن معدنی بطور چشمگیری بیشتر از سمپاشی با ایمیداکلوپراید بود. نتایج نشان داد که روغن معدنی قادر به کنترل کافی مینوز مرکبات بوده و می‌تواند جایگزین آفت‌کش ایمیداکلوپراید در باغات مرکبات استان مازندران گردد.

واژه‌های کلیدی: روغن معدنی، ایمیداکلوپراید، کنه قرمز مرکبات، مینوز برگ.

مقدمه

مازندران به عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی کشور مطرح بوده و محصول مرکبات وسیله امرار معاش درصد بالایی از ساکنان این استان محسوب شده و از طرفی بخشی از صادرات غیرنفتی کشور را تشکیل می‌دهد. توجه به کشت مرکبات و تولید محصول آن از ضرورت خاصی برخوردار است. یکی از عوامل محدود کننده کشت و تولید مرکبات در شمال کشور آفات و بیماری‌ها هستند (دماوندیان و کیائیان موسوی ۲۰۱۴).

پروانه‌ی مینوز مرکبات *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep: Gracillariidae) از آفات عمده‌ی مرکبات در اکثر نقاط دنیا از جمله آفریقا، استرالیا، خاورمیانه، جزایر کارائیب، آمریکای مرکزی، شمالی و جنوبی است (لگاسبی و همکاران ۲۰۰۱). پروانه‌ی مینوز مرکبات از سال ۱۳۷۳ در باغات مرکبات مازندران مشاهده شد و در مدتی کمتر از یکسال به تمام نواحی مرکبات‌کاری شمال کشور انتشار یافت که علاوه بر سیر صعودی جمعیت، هر ساله بر دامنه‌ی فعالیت آن افزوده می‌شود (امیری بشلی ۲۰۰۸).

خسارت این آفت در اثر تغذیه‌ی لارو از برگ‌ها، سر شاخه‌های جوان و خشبی نشده و احیاناً میوه به وجود می‌آید. لاروهای جوان بلافاصله پس از تفریخ تخم شروع به تغذیه از پارانشیم بین دو اپیدرم برگ نموده و موجب بدشکلی و پیچیدگی آنها می‌شوند. هر چه وسعت این دالان‌های مارپیچ زیادتر باشد به همان میزان باعث کاهش ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها و افزایش حساسیت آنها به پاتوژن‌های گیاهی نظیر شانکر باکتریایی مرکبات *Xanthomonas axopodispv.citri* خواهند شد (شوبرت و سان ۱۹۹۶، گوتوالد و همکاران ۱۹۹۷، جیزز جونیور و همکاران ۲۰۰۶، لیو و همکاران ۲۰۰۶). این آفت بیشتر به نهالستان‌ها و سر شاخه‌های جوان خسارت زده و مانع گسترش برگ‌های جوان و گاهی ریزش آنها می‌شود (دیز و همکاران ۲۰۰۶). به طور متوسط وجود دو یا چند دالان در هر برگ می‌تواند میزان رشد نهال‌ها و عملکرد درختان به ویژه درختان زیر پنج سال را کاهش دهد (بیتی و اسمیت ۱۹۹۳).

تاکنون به منظور کنترل این آفت آفت‌کش‌های سنتتیک بسیاری مورد استفاده قرار گرفته‌اند (سارادا و همکاران ۲۰۱۴). استفاده مداوم و طولانی مدت از این آفت‌کش‌ها به سبب تاثیر پذیری کم و شیوع آفات دیگر (دماوندیان و کیائیان موسوی ۲۰۱۴) از یک طرف و آلودگی زیست محیطی و بر هم خوردن تعادل کنترل زیستی توسط دشمنان این آفت در نتیجه کاربرد آفت‌کش‌ها (دماوندیان ۲۰۰۷) از طرف دیگر سبب شده تا برخی از ترکیبات زیست سازگار با این حشره‌کش‌های سنتتیک جایگزین گردند تا درکنار حفاظت از دشمنان طبیعی بتوان کنترل موثری را در برابر این آفت بدست آورد.

روغن‌های معدنی بیش از یک قرن است که برای کنترل آفات در سطح وسیع به کار می‌روند (آگنلو ۲۰۰۲). امروزه این مواد را نسبت به آفت‌کش‌های سنتتیک با محیط سازگارتر دانسته و آنها را به عنوان بخش اصلی بسیاری از برنامه‌های مدیریت آفت (IPM) محصولات کشاورزی به شمار می‌آورند. از دلایل این امر می‌توان به غیرسمی بودن آنها برای مهره‌داران (بیتی و اسمیت ۱۹۹۳، دماوندیان ۲۰۰۷)، از بین رفتن نسبتاً سریع آنها در محیط (دیویدسون و همکاران ۱۹۹۱، بیتی و همکاران ۱۹۹۵) و عدم ایجاد مقاومت یا طغیان آفت ثانویه (بیتی و اسمیت ۱۹۹۳، فرناندز و همکاران ۲۰۰۵) اشاره کرد.

در سال‌های اخیر تحقیقات گسترده‌ای روی کاربرد روغن معدنی جهت کنترل آفات مرکبات انجام شده است. دماوندیان (۲۰۰۷) گزارش کرد که روغن معدنی با غلظت ۰/۸۵ درصد جمعیت *Panonychus citri* McGregor را کاهش می‌دهد. رجب‌پور و همکاران (۱۳۸۶) گزارش دادند که روغن‌های معدنی می‌توانند برای کنترل *Pulvinaria aurantii* Cockerell و *Phyllocopteruta oleivora* Ashmed به عنوان مهمترین آفات مرکبات در استان مازندران مورد استفاده قرار گیرند. دماوندیان (۱۳۸۵) میزان غلظت روغن معدنی را برای مرگ ۵۰ و ۹۰ درصد پوره‌های سنین دوم و سوم *P. aurantii* به ترتیب ۰/۵۹۳ و ۱/۰۱۳ لیتر در صد لیتر آب محاسبه کرد. دماوندیان و کیائیان موسوی (۲۰۱۴) بیان داشتند که غلظت ۰/۶۵ درصد و بیشتر روغن معدنی کاهش معنی‌داری را در خسارت مینوز مرکبات *P. citrella* موجب شد. در پژوهشی دیگر، دماوندیان (۲۰۱۶) گزارش کرد که اکثر آفات مهم مرکبات با غلظت روغن معدنی ۰/۸ درصد کنترل می‌شوند.

در حال حاضر برای کنترل *P. citrella* در باغ‌های مرکبات زیر پنج سال سمپاشی‌های مکرر با استفاده از انواع سموم سنتتیک رایج است. یکی از عوارض سمپاشی‌ها در باغ‌های مرکبات، طغیان آفات دیگر نظیر کنه قرمز مرکبات، *P. citri* می‌باشد که در سال‌های اخیر خود به معضل بزرگ تبدیل شده است (دماوندیان ۲۰۰۷). هدف این پژوهش استفاده از روغن‌های معدنی برای کنترل آفت مینوز مرکبات و همچنین تاثیر این روش کنترل بر جمعیت کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزئیده می‌باشد، تا بتوان با حفظ محیط زیست سالم موجب ایجاد کشاورزی پایدار و کاهش بیماری‌های خطرناک برای ساکنان استان مازندران شد.

مواد و روش‌ها

تعیین میزان تاثیر دو غلظت روغن معدنی در کنترل مینوز

این پژوهش در دو باغ مرکبات جدا از هم واقع در محدوده‌ی شهرستان بابل، استان مازندران انجام شد. درختان مرکبات ۴-۳ ساله و رقم آنها *Citrus sinensis* var novel (L.) بود. فاصله‌ی ردیف‌های درختان از یکدیگر چهار متر و فاصله درختان داخل هر ردیف حدوداً سه متر بود. درختان به طور جداگانه بررسی و آنهایی که به ظاهر بیمار یا ضعیف بودند، از آزمایش حذف شدند.

با توجه به مطالعات قبلی، غلظت‌های بیشتر از ۰/۶۵ درصد روغن معدنی سبب مهار *P. citrella* می‌شود، لذا با به منظور مقایسه کارایی روغن معدنی با سموم رایج، دو غلظت ۰/۷ و ۰/۹ درصد روغن معدنی با حشره‌کش ایمیداکلوپراید (چهار سی‌سی در دو لیتر آب به ازای هر درخت) در شرایط میدانی مقایسه شدند.

طرح کاملاً تصادفی برای هر دو آزمایش در نظر گرفته شد. در هر باغ ۳ تیمار شامل روغن معدنی ۸۰٪ O (ساخت شرکت آریا شیمی)، ایمیداکلوپراید ۳۵٪ SC (ساخت شرکت مشکفام پارس) ، شاهد و هر تیمار در سه تکرار آزمایش شد. هر تکرار شامل ۱۰ درخت مجاور هم در یک ردیف بود. تیمارها به طور تصادفی در ۹ ردیف و در هر ردیف سه تیمار قرار گرفتند. در دو مرحله ۲۵ اردیبهشت و ۱۰ خرداد ۱۳۹۰ به خاک هر درخت کود اوره (گرانول، ۴۵ درصد) به میزان ۴۰۰ گرم اضافه و دو مرحله آبیاری در هفته انجام شد تا درختان بطور یکنواخت سر شاخه‌های جدید تولید کنند.

محلول‌پاشی درختان توسط سمپاش موتوری یکصد لیتری Honda (GX120T1) انجام شد. برای تیمار درختان، سرشاخه‌ی درخت در دو جهت موافق و مخالف حرکت عقربه‌های ساعت شستشو داده شد. زاویه نازل با سطح افق ۴۵ درجه بود. با این روش به طور متوسط دو لیتر از ترکیب تهیه شده به هر درخت پاشیده می‌شد. پس از اتمام هر تیمار، داخل سمپاش، شلنگ و نازل کاملاً توسط آب شستشو شد تا تأثیری بر تیمار بعدی نداشته باشد.

آزمایش اول

قطعه باغ مورد استفاده در این پژوهش حدوداً ۳۰۰۰ متر مربع بود که ۹ ردیف و از هر ردیف ۱۰ درخت برای آزمایش انتخاب شد. در این آزمایش دو تیمار روغن معدنی ۰/۷ درصد (۷۰۰ میلی‌لیتر در یکصد لیتر آب)، ایمیداکلوپراید (چهار سی‌سی در دو لیتر آب به ازای هر درخت به روش خاکی) با یکدیگر و با شاهد مقایسه شدند. کنترل مینوز مرکبات توسط روغن معدنی با مشاهده اولین علائم خسارت در ۱۵ تیر ماه انجام و سپس در تاریخ‌های ۲۰، ۲۵ و ۳۰ تیرماه ۱۳۹۰ تکرار شد و تیمار ایمیداکلوپراید طبق توصیه شرکت سازنده در تاریخ ۱۳۸۹/۴/۱۶ به کار گرفته شدند. ده سرشاخه جوان از هر درخت و مجموعاً ۳۰۰ سرشاخه برای هر تیمار بررسی شد. هنگامی که یک درخت کمتر از ۱۰ سرشاخه جوان داشت، تمام سرشاخه‌ها علامتگذاری و بررسی شدند. نمونه‌برداری پس از چهار مرحله روغن-پاشی، زمانی که برگ‌ها تقریباً ضخیم شدند و از خسارت مینوز مصون ماندند، انجام شد. در نمونه-برداری، سر شاخه‌های علامت‌گذاری شده از هر درخت جدا، در یک کیسه پلاستیکی جداگانه قرار گرفته و در یخچال با دمای حدوداً پنج درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شدند. بررسی نمونه‌ها پس از چهار روز انجام شد و موارد ارزیابی شامل: تعداد دالان‌ها در هر برگ، تعداد لاروهای مرده و تعداد شفیره *P.citrella*، تعداد برگ‌های آلوده و سالم و همچنین علائم گیاه‌سوزی و یا لکه‌های مشابه برروی برگ‌ها نیز ثبت شد.

آزمایش دوم

این قطعه باغ حدوداً یک هکتار بود که همانند آزمایش اول ۹ ردیف و از هر ردیف ۱۰ درخت انتخاب گردید. در این آزمایش نیز دو تیمار روغن معدنی ۰/۹ درصد (۹۰۰ میلی‌لیتردر یکصد لیتر آب)، ایمیداکلوپراید با غلظت چهار سی‌سی در دو لیتر آب به ازای هر درخت به روش خاکی با یکدیگر و با شاهد مقایسه شدند. این آزمایش نیز در سه تکرار انجام شد. تاریخ‌های مبارزه، نمونه-برداری‌ها و شیوه ارزیابی مشابه آزمایش اول بود.

مقایسه‌ی اثر دو نوع مدیریت مینوز مرکبات بر فعالیت کنه قرمز مرکبات و کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزئیده

شیوه رایج برای کنترل مینوز مرکبات در استان مازندران استفاده از سموم سنتتیک است، که اولین مبارزه حدوداً در تیر ماه بعد از دیدن خسارت مینوز و با فاصله هر ۷-۱۲ روز انجام می‌گیرد و تا زمانی که مینوز فعالیت داشته باشد، معمولاً تا اواخر مهرماه مبارزه ادامه دارد.

در این پژوهش دو باغ مرکبات حدودا ۵-۴ ساله در منطقه‌ای از شهرستان بابل انتخاب شد. در یک باغ از حشره‌کش ایمیداکلوپراید برای مبارزه با مینوز و در صورت مشاهده کنه قرمز مرکبات *P.citri* از کنه‌کش اورتوس برای مبارزه با کنه قرمز استفاده شد. در باغ دیگر کلیه سموم سنتتیک حذف و فقط از روغن معدنی جهت کنترل مینوز مرکبات استفاده شد. سپس در طی ۹ مرحله نمونه‌برداری فراوانی جمعیت کنه قرمز و کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزئیده در هر دو باغ بررسی و با یکدیگر مقایسه شدند.

بدین منظور در هر باغ ۱۵ درخت به طور تصادفی انتخاب شده و طی هر مرحله نمونه‌برداری، دو برگ از هر درخت در جهت مخالف یکدیگر انتخاب و در داخل کیسه پلاستیکی قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. پلاستیک‌های حاوی نمونه ظرف ۲۴ ساعت پس از انتقال به آزمایشگاه به وسیله استریومیکروسکوپ به دقت مورد بررسی قرار گرفته و تعداد تخم کنه قرمز، تعداد مراحل مختلف رشدی کنه قرمز، تعداد تخم‌ها و مراحل مختلف رشدی کنه خانواده فیتوزئیده (کل گونه‌ها) روی برگ جداگانه ثبت شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

با توجه به توزیع نرمال و ثابت بودن واریانس متغیرهای وابسته در هر دو آزمایش، نیازی به تبدیل داده‌ها نبود و برای بررسی اثر تیمارها بر روی متغیرهای وابسته از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد. در صورت معنی‌دار بودن نتایج تجزیه واریانس، مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی انجام شد.

نتایج

اثر دو غلظت روغن معدنی برای کنترل *P.citrella*

آزمایش اول

نتایج مقایسه میانگین تعداد دالان‌های موجود روی هر برگ در هر تیمار در جدول ۱ ارائه شده است ($p=۰/۰۰۰۱$، $df=۲$، $F=۲۰/۲۲$). همانطور که مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد دالان‌های شمارش شده در هر برگ مربوط به شاهد است و کمترین تعداد دالان‌ها مربوط به روغن معدنی بود. تیمار روغن معدنی ۰/۷ درصد و ایمیداکلوپراید از نظر تعداد دالان اختلاف معنی‌داری نداشته در حالیکه هر دوی آنها با شاهد در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری داشتند ($p<۰/۰۵$).

براساس نتایج مقایسه میانگین در جدول ۱ ($p=۰/۰۰۰۱$، $df=۲$، $F=۵۴/۳۶$)، بیشترین درصد لاروهای مرده شمارش شده در هر برگ مربوط به درختان تیمار شده با روغن معدنی و کمترین درصد لاروهای مرده مربوط به درختان شاهد بود. البته تیمارهای روغن معدنی اختلاف کمی با تیمار ایمیداکلوپراید داشته و معنی‌دار نبود در صورتیکه اختلاف هر دو تیمار با شاهد معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$).

با توجه به نتایج ارائه شه در جدول ۱ ($p=۰/۰۰۰۱$، $df=۲$، $F=۵۴/۷۲$)، بیشترین درصد شفیره به ازای هر برگ در تیمار شاهد بدست آمد که با تیمار ایمیداکلوپراید در یک سطح آماری قرار گرفتند. همچنین کمترین درصد شفیره به ازای هر برگ در تیمار روغن معدنی حاصل شده است که با تیمارهای شاهد و ایمیداکلوپراید اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری داشته است ($p<۰/۰۵$).

آزمایش دوم

براساس نتایج مقایسه میانگین تعداد دالان‌های موجود روی هر برگ در هر تیمار در جدول ۲ ($p=۰/۰۰۰۷$، $df=۲$، $F=۳۰/۷۷$)، بیشترین تعداد دالان شمارش شده در هر برگ به مانند آزمایش اول متعلق به شاهد بوده و کمترین تعداد دالان مربوط به تیمار روغن

می‌باشد که با تیمار ایمیداکلوپراید از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشته است در حالیکه این دو تیمار با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند (p<۰/۰۵).

جدول ۱- مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد دالان، درصد لارو مرده و درصد شفیره به ازای هر برگ در آزمایش اول.

خصوصیات مورد بررسی	میانگین (±خطای استاندارد)		
	شاهد	ایمیداکلوپراید	روغن معدنی ۰/۷٪
تعداد دالان به ازای هر برگ	**۲/۹۵a**	**۰/۳۷b**	**۰/۲۷b**
درصد لارو مرده روی هر برگ	**۲۶/۱b**	**۳۷/۸۳a**	**۵۱/۸۵a**
درصد شفیره روی هر برگ	**۷۳/۸a**	**۵۹/۴a**	**۴۷/۰۹b**

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (p<۰/۰۵)

همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین درصد لاروهای مرده به ازای هر برگ در جدول ۲ (p=۰/۰۰۰۱، df=۲، F=۹۹/۶۹)، بیشترین درصد لاروهای مرده به ترتیب مربوط به تیمار روغن معدنی و ایمیداکلوپراید بوده و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، اختلاف بین تیمارهای روغن معدنی و ایمیداکلوپراید معنی‌دار نبوده در حالیکه هر دوی این تیمارها با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند (p<۰/۰۵).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد شفیره شمارش شده به ازای هر برگ در جدول ۲ (p=۰/۰۰۰۱، df=۲، F=۱۴۰/۲۹) نشان داده شده است که بیشترین درصد شفیره شمارش شده در هر برگ متعلق به تیمار شاهد بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشته (p<۰/۰۵) ، در حالیکه کمترین تعداد شفیره شمارش شده مربوط به تیمار روغن معدنی بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار کنفیدور نداشته است.

جدول ۲- مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد دالان، درصد لارو مرده و درصد شفیره به ازای هر برگ در آزمایش دوم

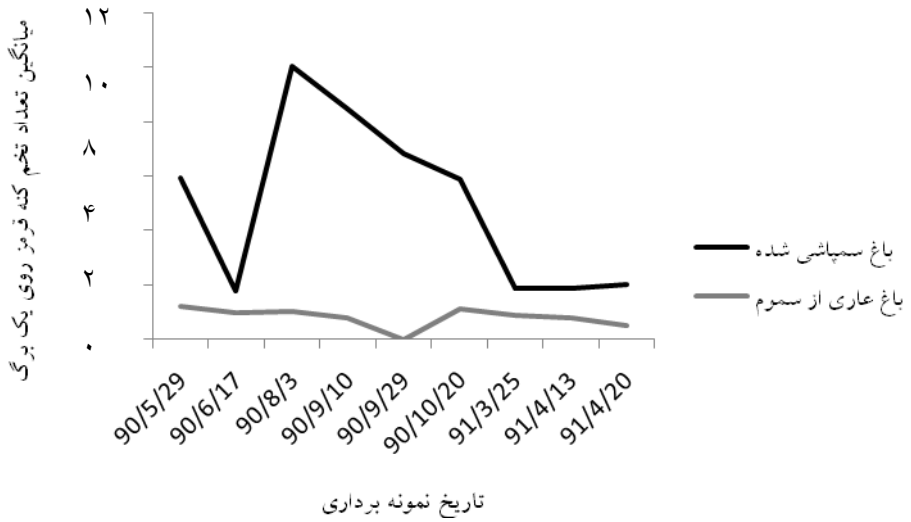
خصوصیات مورد بررسی	میانگین (±خطای استاندارد)		
	شاهد	ایمیداکلوپراید	روغن معدنی ۰/۹٪
تعداد دالان به ازای هر برگ	**۲/۹۶a**	**۰/۳b**	**۰/۰۹b**
درصد لارو مرده روی هر برگ	**۲۶/۱b**	**۶۰/۰۶a**	**۷۷/۵۷a**
درصد شفیره روی هر برگ	**۷۵/۳۲a**	**۳۶/۲۳b**	**۱۱/۰۱b**

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (p<۰/۰۵).

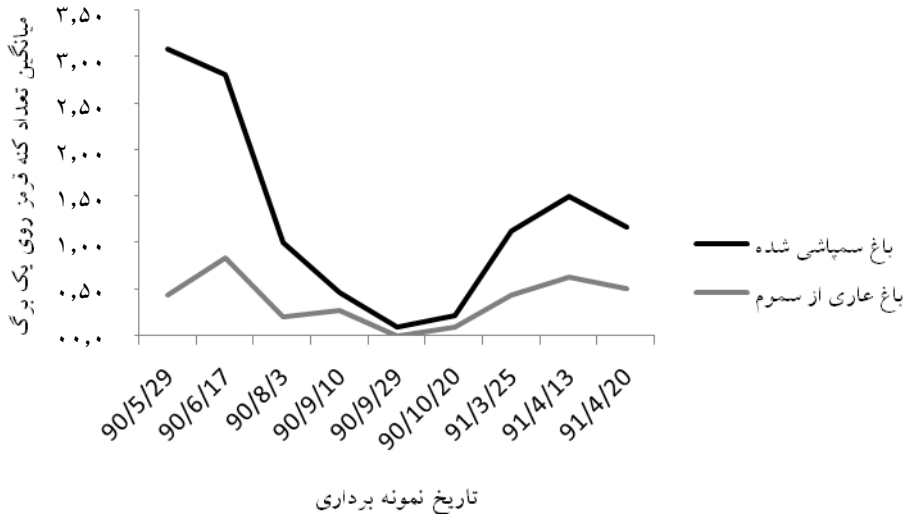
مقایسه‌ی اثر دو نوع مدیریت مینوز مرکبات بر فعالیت کنه‌ی قرمز و کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزئیده

همانطور که از شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، جمعیت کنه‌ی قرمز مرکبات و تعداد تخم‌های گذاشته شده در باغی که مینوز مرکبات توسط آفت‌کش ایمیداکلوپراید کنترل می‌شد، علی‌رغم دو مرحله سمپاشی با کنه‌کش اورتوس همواره زیادتر از باغی بود که برای کنترل مینوز مرکبات از آفت‌کش سنتتیک مذکور استفاده نشد. تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط کنه‌ی قرمز مرکبات در باغ‌های سمپاشی شده در ۹ مرحله نمونه-برداری به طور معنی‌داری بیشتر از باغ‌های عاری از آفت‌کش‌های سنتتیک (تیمار با روغن معدنی) بود (شکل ۱)، و جمعیت کنه‌ی قرمز مرکبات نیز در باغ های تحت

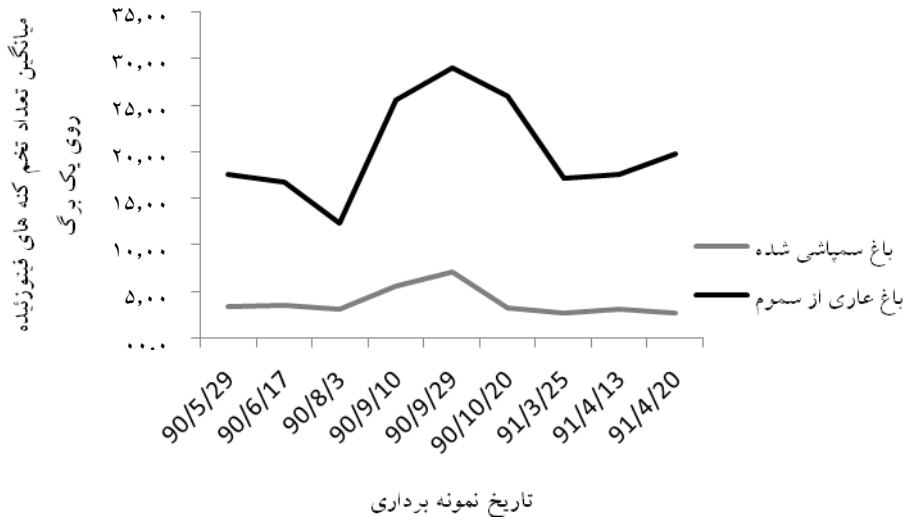
فشار آفت‌کش‌ها در ۹ تاریخ نمونه‌برداری بطور معنی‌دار و چشمگیری بیشتر از باغ‌های عاری از آفت‌کش‌ها بود (شکل ۲). جمعیت کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزئیده و تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط آنها در تمام تاریخ-های نمونه‌برداری در باغ عاری از آفت‌کش‌های سنتتیک همواره بیشتر از باغ تحت فشار سموم بود (شکل‌های ۳ و ۴) و در اکثر تاریخ‌های نمونه‌برداری اختلاف فراوانی آنها نیز معنی‌دار بود.



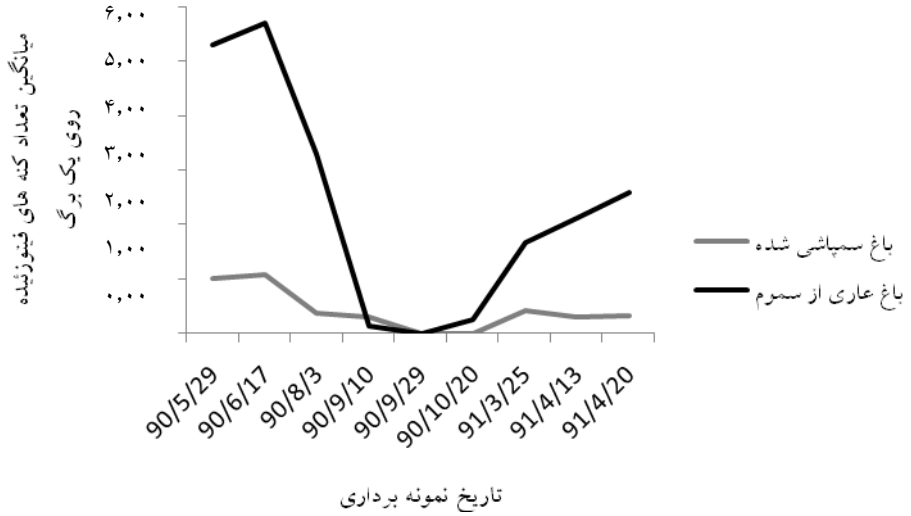
شکل ۱- تعداد تخم *P.citri* در باغ تحت فشار سموم سنتتیک و باغ عاری از سموم سنتتیک (تیمار با روغن معدنی).



شکل ۲- جمعیت *P.citri* (مراحل مختلف رشدی به جز تخم) در باغ تحت فشار سموم سنتتیک و باغ عاری از سموم سنتتیک (تیمار با روغن معدنی).



شکل ۳- تعداد تخم کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزئیده در باغ تحت فشار سموم سنتتیک و باغ عاری از سموم سنتتیک (تیمار با روغن معدنی).



شکل ۴- جمعیت کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزئیده در باغ تحت فشار سموم سنتتیک و باغ عاری از سموم سنتتیک (تیمار با روغن معدنی).

بحث

آفت *P.citrella* توسط هر دو تیمار روغن معدنی و حشره‌کش سنتتیک ایمیداکلوپراید به طور یکسان کنترل شد و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر به لحاظ تاثیر بر آفت نداشتند، در ضمن در تیمارهای مربوط به روغن معدنی هیچگونه علائم گیاه‌سوزی نیز مشاهده نشد. خطر گیاه سوزی هنگامی افزایش می‌یابد که روغن‌های معدنی بطور یکنواخت در آب پخش نشوند و یا اینکه درختان تحت فشار کم آبی و یا حرارت‌های بالا قرار گیرند (رائی و همکاران ۱۹۹۶). این بررسی نشان داد که تحت شرایط مساعد، چهار مرحله روغن‌پاشی به فاصله پنج روز با غلظت ۰/۹ درصد سبب گیاه‌سوزی نمی‌شود. طبق گزارش کیائیان موسوی (۱۳۹۰)، اثر روغن معدنی با

غلظت ۰/۹۵ درصد برای کنترل *P.citrella* تقریباً مشابه ایمیداکلوپراید و آبامکتین + روغن معدنی (۰/۵) درصد بود. نتایج این محقق با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

طبق گزارش دماوندیان (۲۰۱۶)، فراوانی و گسترش آفات در باغ‌های مرکباتی که مهار آفات توسط انواع آفت‌کش‌های سنتتیک انجام می‌شود به طور معنی‌داری بیشتر از باغ‌های مرکباتی بود که در آنها از آفت‌کش‌های سنتتیک استفاده نمی‌شود و چنانچه نیاز به مبارزه باشد فقط از روغن معدنی استفاده می‌شود. این نتایج نشان‌دهنده‌ی کنترل آفات مرکبات با کاربرد روغن معدنی می‌باشد. لازم به ذکر است که روش مهار آفات کلیدی و مهم درختان مرکبات همانند سپردار قهوه‌ای مرکبات، *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan (دماوندیان ۱۳۷۳، غفاری لشکناری و دماوندیان ۱۳۹۲)، شپشک مومی فلوریدا، *Ceroplastes floridensis* Comstock (دماوندیان ۱۳۸۲)، کنه‌ی نقره‌ای مرکبات، Ashmed *Phyllocoptrara oleivora* (دماوندیان ۱۳۸۴)، کنه‌ی قرمز مرکبات، *P.citri* (دماوندیان ۲۰۰۷)، بالشک مرکبات، *Pulvinaria aurantii* Cockerell (ملکی و دماوندیان ۲۰۱۵) توسط روغن معدنی، هر کدام به تنهایی طی سالیان متمادی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج نشان دادند که غلظت‌های بین ۰/۸ تا ۱/۴ درصد روغن معدنی قادر به کنترل آفات فوق بودند. نتایج مطالعه‌ی حاضر نیز نشان داد که غلظت‌های کنترل کننده‌ی مینوز مرکبات در محدوده‌ی غلظت فوق قرار دارد.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان دهنده‌ی تأثیر معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) دو غلظت ۰/۷ و۰/۹ درصد روغن معدنی در کاهش تعداد دالان‌های ایجاد شده توسط لاروهای مینوز مرکبات در مقایسه با شاهد است (جداول ۱ و ۲)، اگرچه تعداد دالان‌ها در هر دو تیمار روغن معدنی با ایمیداکلوپراید اختلاف معنی‌دار نداشت. با توجه به تعداد بسیار ناچیز تعداد دالان‌ها در هر دو تیمار روغن معدنی (۰/۷ و ۰/۹ درصد) به نظر می‌رسد که مصرف روغن معدنی با غلظت ۰/۷ درصد اقتصادی‌تر می‌باشد. همانطور که از جداول ۱ و ۲ مشخص می‌باشد، تیمار روغن معدنی در هر دو آزمایش بطور چشمگیری سبب مرگ و میر بیشتر لاروها نسبت به حشره‌کش ایمیداکلوپراید و شاهد شد. اگرچه بیتی و همکاران (۱۹۹۵) متذکر شدند که روغن‌های معدنی بطور مستقیم سبب مرگ و میر *P.citrella* نمی‌شود و علت کاهش خسارت آفت را به اثر دورکنندگی روغن‌های معدنی بر فعالیت پروانه مینوز و ممانعت از تخم‌گذاری آن ربط دادند ، بطور کلی روغن‌های معدنی از یک سو سبب دور شدن پروانه مینوز از میزبان شده (رائی و همکاران ۲۰۰۰، لویی و همکاران ۲۰۰۶) و از سوی دیگر طبق نتایج حاصله به داخل برگ نفوذ کرده و سپس سبب مرگ لاروها نیز می‌شود.

روغن‌های معدنی باعث خفه شدن حشرات کوچک و غیر متحرک نیز می‌شوند (ابلینگ ۱۹۵۹، دیویسون و همکاران ۱۹۹۱). اگرچه طبق گزارش نجار رودریگرز و همکاران (۲۰۰۸) هیچ علائمی از انباشته شدن روغن داخل تراشه‌های حشرات دیده نشد، اما نفوذ سریع روغن به داخل بدن حشره و تجمع آن در محل انتقال پیام‌های عصبی سبب اخلال در سیستم پیام رسانی بدن حشره شد. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که در مطالعه‌ی تاثیر نوع مدیریت بر جمعیت کنه‌ی قرمز مرکبات و کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزئیده، کنه قرمز مرکبات به دلیل تحرک بسیار کمتر نسبت به کنه‌های شکارگر بیشتر تحت تاثیر روغن معدنی قرار گرفته و توسط آن کنترل شدند. از طرف دیگر، بیتی و همکاران (۱۹۹۵) و هیلیر و همکاران (۲۰۰۳) بیان داشتند که کنه‌های شکارگر به دلیل تحرک بیشتر از صحنه مبارزه با آفات خارج شده و بدین وسیله آسیب کمتری می‌بینند. نتایج حاصل از این مطالعه در رابطه با جمعیت زیادتر کنه‌های شکارگر در باغ‌های روغن‌پاشی شده نسبت به باغ‌های سمپاشی شده تائیدکننده نتایج محققان فوق می‌باشند.

کنه‌های شکارگر متعددی از خانواده Phytoseiidae از باغ‌های مرکبات استان مازندران گزارش شده، که بعضی از آنها بسیار پلی‌فاژند (دماوندیان ۱۳۸۹). علی‌رغم تنوع گونه‌ای بسیار غنی کنه‌های شکارگر در باغ‌های مرکبات استان، مصرف سموم آفت‌کش با طیف وسیع سبب مرگ و میر آنها و سایر دشمنان طبیعی، از

بین رفتن تعادل زیستی و در نهایت منجر به طغیان انواع آفات در باغ‌های مرکبات استان شده است (خیرالدین و همکاران ۲۰۱۲).

طبق گزارش هیلیر و همکاران (۲۰۰۳) ، فیتوزئیدهای شکارگر نسبت به حشره‌کش‌های سنتتیک (پیروتروئید) حساس بوده و برای افزایش جمعیت کنه‌های شکارگر باید استفاده از چنین حشره‌کش‌هایی ممنوع شود. در مقابل هنگام استفاده از روغن‌های معدنی تعداد بسیار زیادی از کنه‌های شکارگر قادرند خود را از خطرات روغن معدنی حفظ کرده و هیچگونه آسیبی نبینند (بدفورد و همکاران ۱۹۹۸)، که در باغ های مورد بررسی در این پژوهش نیز چنین نتایجی مشاهده شد. در باغ‌های کنترل شده با روغن معدنی از یک سو همواره جمعیت کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزئیده در مقایسه با باغ‌های کنترل شده با حشره‌کش ایمیداکلوپراید بیشتر بود (شکل‌های ۳ و ۴)، و از سوی دیگر جمعیت کنه‌ی قرمز مرکبات همواره در باغ‌های عاری از آفت‌کش‌های سنتتیک (تیمار شده با روغن معدنی) بسیار ناچیز و تحت کنترل بود، در مقابل در باغ‌های سمپاشی شده با ایمیداکلوپراید جمعیت کنه‌ی قرمز دائماً زیاد بوده و نیاز به کنترل داشت (شکل‌های ۱ و ۲). این نتایج با یافته‌های دماوندیان (۲۰۱۶) مطابقت داشت.

روغن معدنی قادر به کنترل کافی مینوز مرکبات می باشد و می تواند جایگزین آفت کش های سنتتیک نظیر ایمیداکلوپرید شود که در باغات مرکبات استان مازندران به کار می روند. براساس بیشترین درصد بدست آمده از لاروهای مرده و شفیره‌ها بر روی برگ و تعداد دالان کمتر ایجاد شده در تیمارهای روغن معدنی (۰/۷ و ۰/۹ درصد) در مقایسه با دیگر تیمارها (ایمیداکلوپرید و آب)، روغن معدنی دارای کنترل مؤثرتر و کارامدتر مینوز مرکبات در مقایسه با دیگر تیمارها بوده است. همچنین در باغ‌های تیمار شده با روغن معدنی، جمعیت کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزئیده در مقایسه با باغ‌های سمپاشی شده با حشره‌کش ایمیداکلوپراید بیشتر بود و در مقابل جمعیت کنه‌ی قرمز مرکبات نیز در باغ‌های روغن‌پاشی شده بسیار ناچیز و تحت کنترل بود، در حالیکه در باغ‌های تیمار شده با ایمیداکلوپراید جمعیت کنه قرمز دائماً زیاد بوده و به کنترل نیاز داشت.

سپاسگزاری

از مسئولین محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به جهت تأمین اعتبار و از آقای کرد فیروزجایی به جهت در اختیار قرار دادن باغ مرکبات برای این پژوهش صمیمانه تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

دماوندیان م ر، ۱۳۷۳. بررسی بیواکولوژی سپردار قهوه‌ای مرکبات *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan (Homoptera: Diaspididae) در استان مازندران. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

دماوندیان م ر، ۱۳۸۲. زیست‌سنجی آزمایشگاهی روغن معدنی و محاسبه LC_{50} و LC_{90} برای پوره سن دوم سپردار مومی فلوریدا (Homoptera: Coccidae) *Ceroplastes floridensis* . مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، سال اول، شماره ۳. صفحه‌های ۶۴ تا ۷۱.

دماوندیان م ر، ۱۳۸۴. کنترل جمعیت کنه زنگ مرکبات *Phyllocoptruta oleivora* بدون استفاده از کنه‌کش‌های آلوده‌کننده محیط زیست. مجله محیط‌شناسی، جلد سی و یکم، شماره ۳۸. صفحه‌های ۱۰۳ تا ۱۰۸.

دماوندیان م ر، ۱۳۸۵. زیست‌سنجی آزمایشگاهی و محاسبه LC_{90} & LC_{50} روغن معدنی علیه پوره سن دوم، سوم و ماده بالغ بالشک مرکبات *Pulvinaria aurantii* Cockerell. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد سیزدهم، شماره چهارم. صفحه‌های ۱ تا ۷.

دماوندیان م ر، ۱۳۸۹. مقایسه حشره‌کش‌های رایج با روغن معدنی در کنترل *Pulvinaria aurantii* در باغ‌های مرکبات مازندران و اثر آنها بر کنه‌های فیتوزئید. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی، جلد هفتاد و هشتم، شماره ۱. صفحه‌های ۸۱ تا ۹۵.

رجب‌پور ع، سراج ع ا، دماوندیان م ر و شیشه‌بر پ، ۱۳۸۶. تاثیر کاربرد دو نوع روغن معدنی در کنترل باشک مرکبات *Pulvinaria aurantii* (Cock.) و کنه‌های شکارگر در باغات مرکبات شهرستان ساری. مجله علمی کشاورزی، جلد سی‌ام، شماره چهارم. صفحه‌های ۳۱ تا ۴۰.

غفاری لشکناری ی و دماوندیان م ر، ۱۳۹۲. زیست‌سنجی آزمایشگاهی و محاسبه LC_{50} & LC_{90} روغن معدنی برای ماده بالغ سپردار قهوه‌ای مرکبات *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan (Hemi: Diaspididae) . همایش ملی پدافند غیرعامل در بخش کشاورزی، شرکت تعاونی علم گستران پیشتاز ایرانیان، جزیره قشم. صفحه‌های ۱۹۵ تا ۱۹۸.

کیائیان موسوی س ف، ۱۳۹۰. مقایسه روغن‌های معدنی یا سموم رایج برای کنترل مینوز مرکبات *Phyllocnistis citrella* و مقایسه اثر دو نوع مدیریت آفات مرکبات بر فعالیت این آفت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

Agnello A, 2002. Petroleum-derived spray oils: chemistry, history, refining and formulation. Pp. 2–18 In: Beattie G, Watson D, Stevens M, Rae D and Spooner-Hart R (eds.) Spray Oils Beyond (2000) — Sustainable Pest and Disease Management, University of Western Sydney, Australia, Sydney.

Amiri-Besheli B, 2008. Efficacy of *Bacillus thuringiensis*, mineral oil, insecticidal emulsion and insecticidal gel against *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). Plant Protection Science 44(2):68-73.

Beattie GAC and Smith D, 1993. Citrus Leaf Miner. Agfact H2. AE. 4. 2nd ed. NSW Agriculture, Orange, Australia.

Beattie GAC, Liu ZM, Watson DM, Clift AD and Jiang L, 1995. Evaluation of Petroleum Spray Oils and polysaccharides for control of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). Austral Entomology 34: 349–353.

Bedford ECG, Van Den Berg MA and Villiers EA, 1998. Citrus Pests in the Republic of South Africa. 2nd ed. Agricultural Research Council, Republic of South Africa.

Damavandian MR, 2007. Laboratory and field evaluation of mineral oil spray for thecontrol of citrus red mite, *Panonychus citri* McGregor. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil and Plant Science 57: 92-96.

Damavandian MR, 2016. Comparison of mineral oil spray with current synthetic pesticides to control important pests in citrus orchards and their side effects. Arthropods 5(2): 56-64.

Damavandian MR and Kiaeian Moosavi SF, 2014. Comparison of mineral spray oil, confidor, dursban, and abamectin used for the control of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), and an evaluation of the activity of this pest in citrus orchards in northern Iran. Journal of Plant Protection Research 54(2): 156 – 163.

Davidson N, Dibble J, Flint M, Marer P and Guye A, 1991. Managing Insects and Mites with spray oils. Division of Agricultural and Natural Resources, University of California.

Diez PA, Pena JE and Fidalgo PF, 2006. Population dynamics of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in Tafi Viejo, Tucuman, Argentina. Florida Entomologist 89 (3): 328–335.

Ebeling W, 1959. Subtropical fruit pests. 2nd ed. University of California Press.

Fernandez DE, Beers EH, Brunner JF, Doerr MD and Dunley JE, 2005. Effects of seasonal mineral oil applications on the pest and natural enemy complexes of apple. Journal of Economic Entomology 98(5): 1630-1640.

Gottwald TR, Graham JH and Schubert TS, 1997. An epidemiological analysis of the spread of citrus canker in urban Miami, Florida, and synergistic interaction with the Asian citrus leaf miner. Fruits 52: 371 - 378.

Helyer N, Brown K and Cattlin ND, 2003. Bioglogical Control in Plant Protection. Manson publishing, Portland, USA.

Jesus Junior WC, Júnior JB, Amorim L, Christiano RSC, Parra JRP and Filho AB, 2006. Injuries caused by citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella*) exacerbate citrus canker (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) Infection. Fitopatologia Brasileira 31(3): 277 – 283.

Kheirodin A, Damavandian MR and Sarailoo MH, 2012. Mineral oil as a repellent in comparison with other control methods for citrus brown snail, *Caucasotacheal encoranea*. African Journal of Agricultural Research 7(42): 5701-5707.

Legaspi CL, French JV, Zuñiga AG and Legaspi BC, 2001. Population dynamics of the citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), and its natural enemies in Texas and Mexico. Biological Control 21: 84 - 90.

Liu ZM, Meats A and Beattie GC, 2006. Modification of host finding and oviposition behavior of the citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella*, by horticultural mineral oil. Entomologia Experimentaliset Applicata 121:243-251.

Maleki N and Damavandian MR, 2015. Determination of economic injury level for first and second generations of *Pulvinaria aurantii* (Hem: Coccidae) in Thomson navel orange orchards. Arthropods 4(1): 13-21.

Najar-Rodrígueza AJ, Lavidisd NA, Mensahb RK, Choyd PT and Waltera GH, 2008. The toxicological effects of petroleum spray oils on insects –Evidence for an alternative mode of action and possible new control options. Food and Chemical Toxicology 46: 3003–3014.

Rae DJ, Watson DM, Huang MD, Cen YJ, Wang BZ, Beattie GAC, Liang WG, Tan BL and Liu DG, 2000. Efficacy and phytotoxicity of multiple petroleum oil sprays on sweet orange (*Citrus sinensis*) and pummelo (*C. grandis* (L.)) in Southern China. International Journal of Pest Management 46(2): 125-140.

Rae DJ, Watson DM, Liang WG, Tan BL, Li M, Huang MD, Ding Y, Xiong JJ, Du DP, Tang J and Beattle GAC, 1996. Comparison of Petroleum Spray Oils, Abamectin, Cartap and Methomyl for Control of Citrus Leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in Southern China. Journal of Economic Entomology 89(2): 493-500.

Sarada G, Gopal k, Gouri Sankar T, Lakshmi LM, Gopi V, Nagalakshmi T and Ramana KTV, 2014. Leaf miner (*Phyllocnistis citrella* Stainton, Lepidptera: Gracillariidae): biology and management: a review. Journal of Agriculture and Allied Sciences 3(3): 38-39.

Schubert TS and Sun X, 1996. Bacterial citrus canker. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Plant Pathology Circular 377: 1–6.

Control of Citrus Leafminer Using Mineral Oil in Mazandaran and Its Effects on Predatory Phytoseiid Mites

Z Kord Firozjaee[1] and MR Damavandian[2*]

[1]Graduated Student, Department of Plant Protection, Faculty of Cultural Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
[2]Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Cultural Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
*Corresponding author: m.r.damavandian@gmail.com

Received: 13 march 2017 Accepted: 31 December 2017

Abstract

The effect of mineral spray oil (MSO) and imidacloprid were compared to control *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep: Gracillariidae) and *Panonychus citri* and Phytoseiid predatory mites populations. The first experiment, the average number of mines per leaf by citrus leaf miner larvae in MSO treatment with 700 ml per 100 litres of water, imidacloprid (4 cc/2litres of water) and control were 0.27, 0.37 and 2.95, respectively. Percent larval mortality were 51.85, 37.83 and 26.10% , respectively and Percent pupae were 47.09, 59.4 and 73.8, respectively. The average number of mines per citrus leaf miner larvae in MSO treatments with 900 ml per 100 litres of water, imidacloprid (4 cc/2litres of water) and control were obtained 0.09, 0.3 and 2.9, respectively. Percent larvae mortality were 77.57, 60.06 and 26.1%, respectively and Percent pupae were 11.01, 36.23 and 75.32%, respectively. The second experiment, average number of eggs and developmental stages of *Panonychus citri* in control using imidacloprid at all sampling dates was significantly higher than the MSO spraying. On the other hand, the number of eggs and developmental stages of Phytoseiid predatory mites in MSO spraying were significantly higher than control using imidacloprid. The results showed that mineral oil was able to control citrus leafminer sufficiently and could be replaced the imidaclopridic pesticide in citrus orchards of Mazandaran province.

Keyword: Imidacloprid, Leaf miner, Mineral oil, Citrus Red mite.