

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 حشره‌شناسی، 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 تأثیر 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 موجود آمده در هر برگ درختان مورد آزمایش توسط لارو مینوز مرکبات در تیمارهای روغن معدنی با غلظت ۷۰۰ میلی‌لیتر در یکصد لیتر آب، ایمیداکلوپراید (چهار سی‌سی در دو لیتر آب) و شاهد به ترتیب ۰/۲۷، ۰/۳۷ و ۲/۹۵ عدد، درصد مرگ و میر لاروها به ترتیب ۵۱/۸۵، ۳۷/۸۳ و ۲۶/۱۰ 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 و ۲/۹۶ عدد، درصد مرگ و میر لاروها به ترتیب ۷۷/۵۷، ۶۰/۰۶ و ۲۶/۱۰ 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 تاریخ‌های 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

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 صعدی جمعیت، هر ساله بر دامنه‌ی فعالیت آن افزوده می‌شود (امیری بشلی ۲۰۰۸).

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).

سریع آنها در محیط (دیویدسون و همکاران ۱۹۹۱، بیٹی و همکاران ۱۹۹۵) و عدم ایجاد مقاومت یا طغیان آفت ثانویه (بیٹی 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 *Phyllocopteruta* و *Pulvinaria aurantii* Cockerell به *oleivora* Ashmed 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.

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 تفریح 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 (شوهرت و سان ۱۹۹۶، گوئوالد 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 (بیٹی 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 (آنگلو 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 (بیٹی و اسمیت ۱۹۹۳، دماوندیان ۲۰۰۷)، از بین رفتن نسبتاً

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 ۳-۴ 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 ۰/۸۰ (ساخت شرکت آریا شیمی)، ایمیداکلوپراید ۰/۲۵ (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.

محلول پاشی 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. نمونه برداری 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 بر روی 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 میلی‌لیتر در 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.

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 ($F=20/22$, $df=2$, $p=0/0001$). 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 ($p<0/05$).

براساس نتایج مقایسه میانگین در جدول ۱ ($F=54/36$, $df=2$, $p=0/0001$)، 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 ($p<0/05$).

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱ ($p=0/0001$)، $F=54/72$, $df=2$ ، 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 ($p<0/05$).

آزمایش دوم

براساس نتایج مقایسه میانگین تعداد دالان‌های موجود روی هر برگ در هر تیمار در جدول ۲ ($F=30/77$, $df=2$, $p=0/0007$)، بیشترین تعداد دالان شمارش شده در هر برگ به مانند آزمایش اول متعلق به شاهد بوده و کمترین تعداد دالان مربوط به تیمار روغن

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 حدوداً ۴-۵ 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

می‌باشد که با تیمار ایمیداکلوپراید از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشته است در حالیکه این دو تیمار با تیمار شاهد شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0/05$).

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

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

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($p < 0/05$)

نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد شفیره شمارش شده به ازای هر برگ در جدول ۲ ($p = 0/0001$)، درصد شفیره شمارش شده در هر برگ متعلق به تیمار شاهد بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشته ($p < 0/05$)، در حالیکه کمترین تعداد شفیره شمارش شده مربوط به تیمار روغن معدنی بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار کنفی‌دور نداشته است.

همچنین با توجه به نتایج مقایسه میانگین درصد لاروهای مرده به ازای هر برگ در جدول ۲ ($p = 0/0001$)، 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 دو این تیمارها با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند ($p < 0/05$).

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

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

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($p < 0/05$).

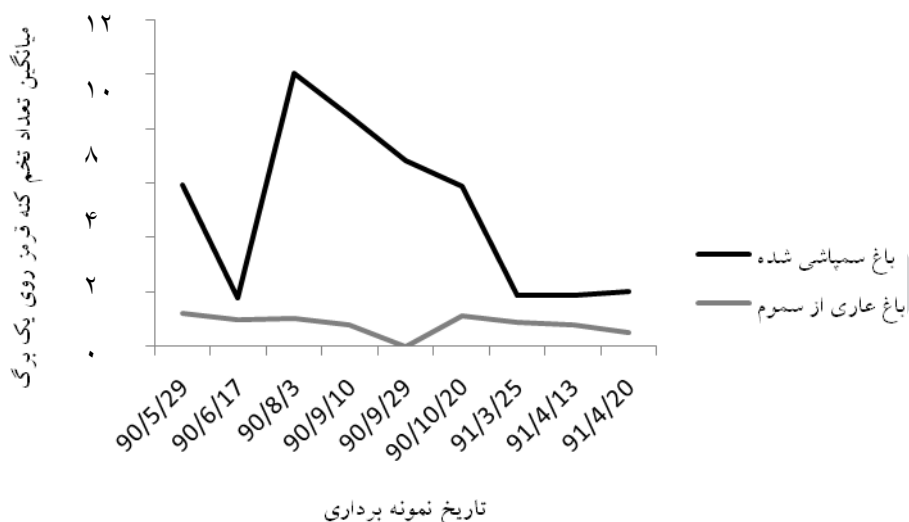
با کنه‌کش اورتوس همواره زیاده‌تر از باغی بود که برای کنترل مینوز مرکبات از آفت‌کش سنتتیک مذکور استفاده نشد. تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط کنه‌ی قرمز مرکبات در باغ‌های سمپاشی شده در ۹ مرحله نمونه- برداری به طور معنی‌داری بیشتر از باغ‌های عاری از آفت‌کش‌های سنتتیک (تیمار با روغن معدنی) بود (شکل ۱)، و جمعیت کنه‌ی قرمز مرکبات نیز در باغ‌های تحت

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

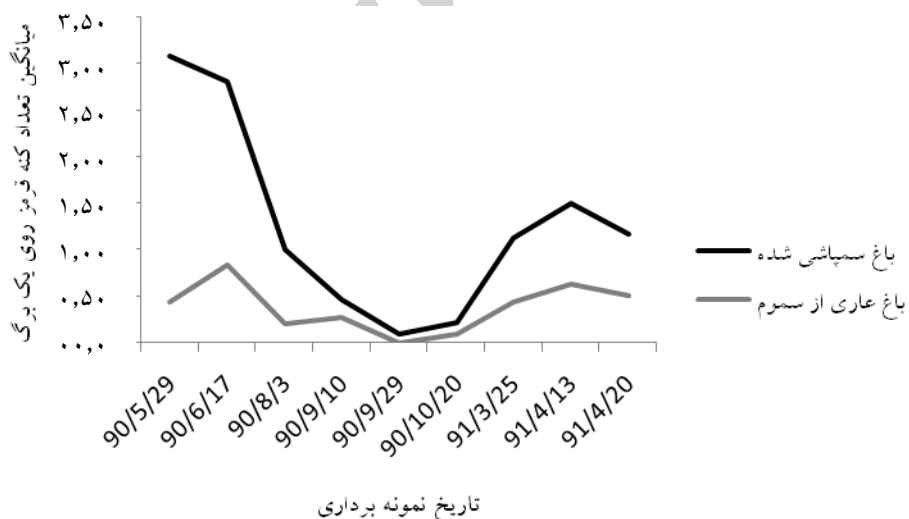
همانطور که از شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، جمعیت کنه‌ی قرمز مرکبات و تعداد تخم‌های گذاشته شده در باغی که مینوز مرکبات توسط آفت‌کش ایمیداکلوپراید کنترل می‌شد، علی‌رغم دو مرحله سمپاشی

های نمونه برداری در باغ عاری از آفت‌کش‌های سنتتیک همواره بیشتر از باغ تحت فشار سموم بود (شکل‌های ۳ و ۴) و در اکثر تاریخ‌های نمونه برداری اختلاف فراوانی آنها نیز معنی‌دار بود.

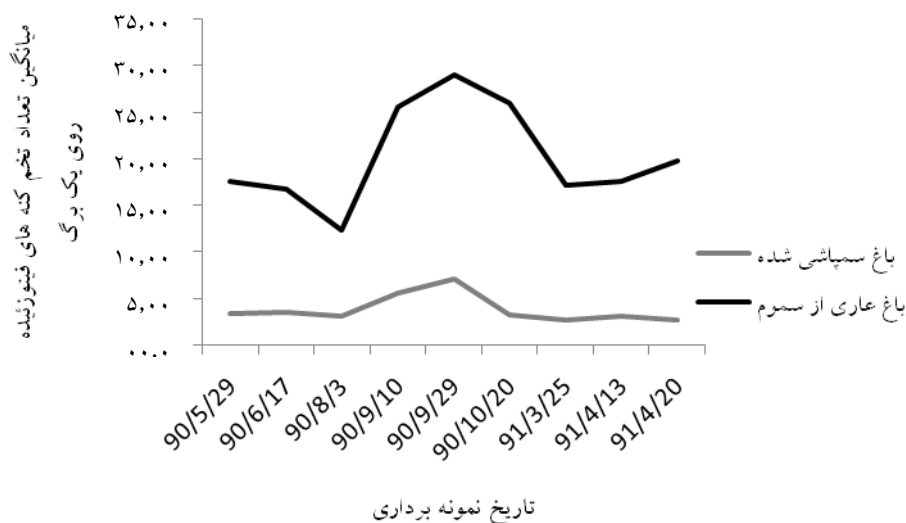
فشار آفت‌کش‌ها در ۹ تاریخ نمونه برداری بطور معنی‌دار و چشمگیری بیشتر از باغ‌های عاری از آفت‌کش‌ها بود (شکل ۲). جمعیت کنه‌های شکارگر خانواده فیتوزئیده و تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط آنها در تمام تاریخ-



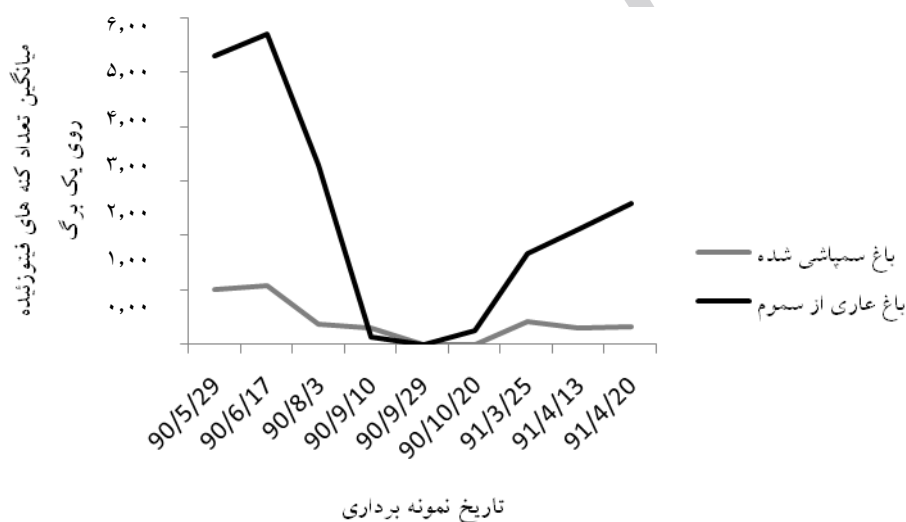
شکل ۱- تعداد تخم *P.citri* در باغ تحت فشار سموم سنتتیک و باغ عاری از سموم سنتتیک (تیمار با روغن معدنی).



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

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

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

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 رودریگز 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 اختلال 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 تأییدکننده 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). علی-رغم 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

غلظت ۰/۹۵ درصد برای کنترل *P. citrella* تقریباً مشابه ایمیداکلوپراید و آباکتین + 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* (دماوندیان ۱۳۸۴)، کنه‌ی قرمز مرکبات، *Phyllocoptrara oleivora* (دماوندیان ۱۳۸۴)، بالشک 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 کنترل‌کننده‌ی مینوز مرکبات در محدوده‌ی غلظت فوق قرار دارد.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان‌دهنده‌ی تأثیر معنی‌دار ($p < 0.05$) دو غلظت ۰/۷ و ۰/۹ 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

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 سفیره ها 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 کارآمدتر مینوز مرکبات در مقایسه با دیگر تیمارها بوده است. همچنین در باغ های تیمار شده با روغن معدنی، جمعیت کنه های شکارگر خانواده فیتوزئیده در مقایسه با باغ های سمپاشی شده با حشره کش ایمیداکلوپراید بیشتر بود و در مقابل جمعیت کنه های قرمز مرکبات نیز در باغ های روغن پاشی شده بسیار ناچیز و تحت کنترل بود، در حالیکه در باغ های 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 می شود.

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

طبق گزارش هیلیر و همکاران (۲۰۰۳)، فیتوزئیدهای شکارگر نسبت به حشره کش های سنتتیک (پیروتروئید) حساس بوده و برای افزایش جمعیت کنه های شکارگر باید استفاده از چنین حشره کش هایی ممنوع شود. در مقابل هنگام استفاده از روغن های معدنی تعداد بسیار زیادی از کنه های 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 باغ های کنترل شده با روغن معدنی از یک سو همواره جمعیت کنه های شکارگر خانواده فیتوزئیده در مقایسه با باغ های کنترل شده با حشره کش ایمیداکلوپراید بیشتر بود (شکل های ۳ و ۴)، و از سوی دیگر جمعیت کنه های قرمز مرکبات همواره در باغ های عاری از آفت کش های سنتتیک (تیمار شده با روغن معدنی) بسیار ناچیز و تحت کنترل بود، در مقابل در باغ های سمپاشی شده با ایمیداکلوپراید جمعیت کنه های قرمز دائماً زیاد بوده و نیاز به کنترل داشت (شکل های ۱ و ۲). این نتایج با یافته های دماوندیان (۲۰۱۶) مطابقت داشت.

منابع مورد استفاده

- دماوندیان م ر، ۱۳۷۳. بررسی بیواکولوژی سپردار قهوه ای مرکبات *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan (Homoptera: Diaspididae) در استان مازندران. پایان نامه ی کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- دماوندیان م ر، ۱۳۸۲. زیست سنجی آزمایشگاهی روغن معدنی و محاسبه LC_{50} و LC_{90} برای پوره سن دوم سپردار مومی فلوریدا *Ceroplastes floridensis* (Homoptera: Coccidae). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، سال اول، شماره ۳. صفحه های ۶۴ تا ۷۱.
- دماوندیان م ر، ۱۳۸۴. کنترل جمعیت کنه زنگ مرکبات *Phyllocoptruta oleivora* بدون استفاده از کنه کش های آلوده کننده محیط زیست. مجله محیط شناسی، جلد سی و یکم، شماره ۲۸. صفحه های ۱۰۳ تا ۱۰۸.
- دماوندیان م ر، ۱۳۸۵. زیست سنجی آزمایشگاهی و محاسبه LC_{50} & LC_{90} روغن معدنی علیه پوره سن دوم، سوم و ماده بالغ بالشتک مرکبات *Pulvinaria aurantii* Cockerell. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد سیزدهم، شماره چهارم. صفحه های 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 the control 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. *Biological 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 Experimentalis et 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-Rodríguez AJ, Lavidis NA, Mensah 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 Beattie 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, Lepidoptera: 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 Firozjaee¹ and MR Damavandian^{2*}

¹Graduated Student, Department of Plant Protection, Faculty of Cultural Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

²Associate 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.