دوازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

مقایسه اثر دورکنندگی گوگرد، مخلوط کائولین-تیمول و حشره‌کش مالاتیون در کنترل حشرات کامل مگس میوه مدیترانه ای ceratitis capitata(wiedemann) در شرایط باغی

فاطمه اندرواژ (نویسنده مسئول)[۱]، بهنام امیری بشلی[۲]، محمدرضا دماوندیان [۳]، ناد علی باقری[۴]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، ساری، ایران fatemeh.andarvazh.22@gmail.com

[۲] دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، ساری، ایران behnamamiri39@yahoo.com

[۳] دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، ساری، ایران damavandiyan@gmail.com

[۴] دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، ساری، ایران n.bagheri@sanru.ac.ir

چکیده

هدف این تحقیق ارزیابی تاثیر گوگرد، کائولین- تیمول، مالاتیون بر کنترل مگس میوه مدیترانه‌ای در مقایسه با شاهد (آب‌پاشی) می‌باشد. یک قطعه باغ نارنگی(نوع میاگاوا، پایه سیترنج) به مساحت یک هکتار شامل ۱۲۰۰ اصله درخت با فواصل کاشت یکسان در شهرستان ساری انتخاب شد. تیمارها شامل گوگرد مایع (با غلظت ۳ در هزار)، کائولین ۵٪ - تیمول (با غلظت ۱۰ در هزار)، مالاتیون با غلظت ۲ در هزار شاهد (آب‌پاش) بودند. بین هر تیمار فاصله مناسب برای جلوگیری از اثر تیمار مجاور، فاصله در نظر گرفته شد و هر تیمار تعداد ۱۵اصله درخت در نظر گرفته که به مدت ۵ هفته و هفته‌ای یکبار کار پایش انجام شد. در هر نوبت آماربرداری تعداد میوه‌های ریزش کرده پای درخت که علائم آلودگی به مگس میوه را داشتند و همچنین میوه‌های روی درخت که علائم تخم‌ریزی مگس میوه روی آن‌ها مشهود بود، شمارش و ثبت شدند. آزمایش درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با استفاده از نرم‌افزار spss و مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در تمامی هفته‌های نمونه‌برداری پس از اعمال تیمارها، تیمارهای به کار گرفته شده نسبت به شاهد از نظر تعداد میوه‌های آلوده و کاهش خسارت اختلاف معنی‌داری داشتند. کمترین تعداد میوه‌های آلوده در گوگرد با میانگین ۹/۷۲±۰/۳۳ عدد به ازای هر درخت شمارش شد. مقایسه کارایی ترکیبات مورد مطالعه حاکی از آن بودکه تیمار گوگرد با میزان۱۱/۳ درصد بیشترین کارایی و سپس تیمار کائولین- تیمول با میزان ۱۹/۹۸ درصد قرر داشت؛ بنابراین نتایج نشان داد که کائولین – تیمول می‌تواند به عنوان جایگزین آفت‌کش‌ها در برنامه کنترل مگس میوه مدیترانه‌ای قرار گیرد

واژه‌های کلیدی

مگس میوه مدیترانه‌ای، تیمول-کائولین، گوگرد، نارنگی

۱- مقدمه:

امروزه مرکبات به عنوان یکی از محصولات مهم باغبانی در سطح جهان مطرح است و نقش مهمی در اقتصاد کشورهای تولیدکننده دارند. در بین کشورهای عمده تولیدکننده،کشور چین، بیشترین سطح زیرکشت مرکبات را داراست (۲۷/۵ درصد سطح زیرکشت جهانی). پس از چین، کشور برزیل با دارا بودن ۹/۵ سطح زیرکشت مرکبات، در مقام دوم و کشور هند با دارا بودن ۸/۷ سطح زیرکشت در مقام سوم سطح زیرکشت مرکبات جهان قرار میگیرند (اردستانی،۱۳۹۳). ایران نیز با سطح زیرکشت حدود۲۴۰ هزار هکتار و تولید حدود ۴/۰۲ میلیون تن مرکبات در سال ، از نظر سطح زیر کشت رتبه نهم و از نظر تولید رتبه هفتم را دارا است(خوش تقاضا و تقی نژاد،۱۳۹۵). استان مازندران در بین استان های تولیدکننده رتبه‌ی اول تولید و سطح زیرکشت مرکبات را داراست، بیش از دو میلیون تن از تولید کل مرکبات کشوربه این استان تعلق دارد(شعبانیان و همکاران،۱۳۹۴).

مرکبات از جمله محصولات باغی می باشدکه از جایگاه بالایی در زمینه اشتغال، تولید ثروت و ارزآوری برخوردار است و علاوه برمصرف تازه‌خوری در صنعت فرآوری و تولید آب میوه نیز استفاده می‌شود(زارع،۲۰۰۶). یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده در تولید مرکبات وجود آفات است. مگس های خانواده تفریتییده از راسته دوبالان از مهمترین و زیان بارترین آفات میوه های گرمسیری و نیمه گرمسیری به شمار می آیند. بیشتر این مگس ها چندخوار هستند و توانایی تولیدمثل بالایی داشته و می توانند به سرعت در منطقه وسیعی پراکنده شوند و این امر آن ها را به عنوان تهدید جدی برای محصولات منطقه مطرح ساخته است، مگس های این خانواده از جمله مگس میوه مدیترانه ای با نام *ceratitis capitata(wiedemann)* جدی ترین گونه مگس میوه در جهان است. مبداء اصلی این آفت شرق آفریقا است و در سال ۱۸۲۹ میلادی به تدریج به سایر کشورها انتشار یافته است. این آفت به خصوص در کشورهای حاشیه دریای مدیترانه، استرالیا، نیوزیلند، آمریکای مرکزی، جنوبی و بخشی از آمریکای شمالی، اروپا، جزایر اقیانوس آرام و آسیا گسترش دارد (لیکویدو و همکاران، ۱۹۹۸). این آفت یکی از زیان بارترین و خطرناک ترین آفات انواع درختان میوه در جهان و ایران از جمله استان مازندران می باشد(عباس پور،۱۳۹۰) که قدرت سازگاری با شرایط مختلف آب هوایی را دارد(مافی پاشاکلائی،۱۳۹۹). اولین بار در سال ۱۳۵۴ از ایران گزارش شد اما در سال ۱۳۶۱ به دلیل سرمای هوا و طعمه پاشی همراه با حشره کش مالاتیون از بین رفت (سبزواری و جعفری،۱۹۹۱). این آفت در سال ۱۳۵۹ در استان مازندران (شهرستان ساری) ابتدا از روی نارنگی یافا و در سال ۱۳۶۱ در سایر شهرستان های استان و از روی میزبانهای دیگر جمع آوری گردید. از ویژگی‌های این گونه می‌توان به وجود لکه‌های کوچک یا خطوط تیره رنگ روی بالها، سپرچه دایره‌ای شکل با رنگ های زرد و سیاه بهم پیوسته دارای سر خاکستری مایل به زرد، چشم های مرکب درشت به رنگ آبی تیره و روی خرطوم یک نوار تیره دیده می‌شود (خزلی،۱۳۹۵). سیکل زندگی این آفت زمانی آغاز می شود که حشرات بالغ ماده میوه های رسیده یا در حال رسیدن را جست و جو می‌کنند و برای تخم گذاری روی سطح میوه های مناسب می نشینند، (تخم گذاری با توجه به رطوبت زیاد میوه و استفاده از محرک های بینایی و حسی در حشره ماده انجام می شود و بوی میوه نقش ثانویه را دارد). قبل از شروع تخم گذاری، حشرات ماده با نشان دادن رفتارهایی موسوم به رفتارهای پیش از تخم گذاری برای تخم‌ریزی روی سطح میوه آماده می‌شوند. مگس‌های ماده در ابتدا سطح میوه را با استفاده از خرطوم یا پنجه‌ی پاها و احتمالا به کمک گیرنده های بویایی خود بررسی می‌کنند. در مرحله بعد مکان مناسب و خوب برای تخمگذاری که اغلب در محل های زخمی سطح میوه است، انتخاب می‌کنند (پاپادوپولوس و همکاران،۲۰۰۶). در زمان تخم گذاری مگس های ماده ، نوک بالهای خود را به سطح میوه متصل کرده و با حرکات ناحیه شکم تخم ریز خود را بر سطح میوه عمود می کنند و تخم‌های خود را به صورت دسته گروه‌های ۲ الی ۳تایی در سوراخ‌های ایجاد شده داخل میوه های پوست نازک رسیده یا در زیر پوست میوه هایی‌که در حال رنگ گرفتن هستند در عمق یک میلی متری قرار می‌دهند (خزلی ،۱۳۹۵).

کائولین با فرمول شیمیایی $Al_2Si_2O_5(OH)_4$، یک ماده معدنی سفید رنگ حاوی سیلیکات آلومینیوم و قابل حل در آب می‌باشد (نایت و همکاران،۲۰۰۰) و فاقد اثرات مخرب زیست محیطی است (گلن و پوترکا،۲۰۰۵). کائولین برای محافظت از گیاهان در برابر انواع حشرات، پاتوژن‌ها و همچنین از آفتاب سوختگی و تنش های حرارتی به کار می‌رود (گلن و همکاران،۱۹۹۹ پوترکا،۲۰۰۳،,واند و همکاران.، ۲۰۰۶؛فرازمند, ۲۰۱۳). به علت خاصیت بازتابنده و پراکننده نور از آفتاب سوختگی محصولات نیز جلوگیری می‌کند. کائولین بر روی آفات و بیماری‌های مختلف گیاهان موثر عمل کرده است (معرفی و همکاران،۱۳۹۹). این ترکیب برای پستانداران، پرندگان و آبزیان کاملا غیر سمی است، بنابراین یک ماده مطمئن به جهت برنامه مدیریت تلفیقی دفع آفات می‌باشد (گلن و پوترکا،۲۰۰۵). بافت‌های گیاهی که با کائولین پوشانده می‌شوند با اثری که روی بینایی و لامسه حشرات می‌گذارند باعث تغیر رفتار آن‌ها می‌شوند (پوترکا و گلن،۲۰۰۵). ذرات کائولین می‌توانند طعم و بوی گیاه میزبان را نیز تحت تاثیر قرار دهند بر همین اساس علت اصلی تاثیر کائولین به علت اثر دورکنندگی و بازدارندگی آن می‌باشد. در تحقیقی که تاثیر پودر کائولین را در قالب طرح بلوک های تصادفی با ۴ تیمار شامل غلظت های ۳،۵و ۷ درصد پودر کائولین و شاهد(آب) در طی ۲ سال مورد ارزیابی قرار دادند، نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که کاربرد کائولین روی پسیل آسیایی مرکبات باعث کاهش ٪ ۷۵/۵ تخم و ۸۷/۰۶٪ جمعیت حشره کامل پسیل شد (محمدی پور و ناصری،۱۳۹۷). از طرفی در تونس، سه بار کاربرد ترکیب کائولین در باغ‌های مرکبات، در مقایسه با حشره کش مالاتیون و اسپینوساد بر علیه مگس میوه

مدیترانه‌ای تـأثیر بهتـری داشـته و خسارت میوه در تیمار کائولین بسیار کمتر بوده است. و علاوه بر آن اثر کنترلی آن نیز طولانی مدت می باشد (براهام،۲۰۰۷). کائولین بر روی میوه‌های شلیل، سیب و خرمالو در کنترل مگس میوه مدیترانه‌ای موثر بوده است(مازور و ارز،۲۰۰۴) . همچنین تحقیقات نشان از مؤثر بودن کائولین در کاهش جمعیت شته‌های بالدار در مزارع گوجه فرنگی و در نتیجه آن، کاهش انتقال بیماریهـای ویروسی توسط شته‌ها می‌دهد (مارکو، ۲۰۰۸). محلول‌پاشی درختان انار با کائولین فرآوری شده موجب کاهش خسارت کرم گلوگاه انار *Pass ceratoniae*، *Septoria* شته و کنه انار نیز میگردد (مشیری و همکاران،۲۰۰۹؛فرازمند،۲۰۱۲).

مالاتیون از مشتقات اسید فسفرو دی تیونیک که از قدیمی‌ترین و پرمصرف‌ترین حشره‌کش‌های گروه فسفره می‌باشد که در سال ۱۹۵۰ معرفی شده است، مالاتیون مایعی بی رنگ با بویی شبیه مرکاپتان و نقطه جوش ۱۵۷ درجه سلسیوس است که مانند سایر ارگانوفسفره‌ها بر روی سیستم عصبی اثر می‌گذارد و با بازداری عمل آنزیم کولین استراز باعث ایجاد مسمومیت می‌شود، همچنین این ترکیب حشره‌کشی تماسی با طیف اثر انتخابی است که به علت فعال شدن متابولیکی آن در بدن حشرات، سمیت کمی برای پستانداران دارد. مالاتیون جهت کنترل طیف وسیعی از حشرات سخت بالپوشان، ملخ‌ها، حشرات مکنده ،شته‌ها، شپشک‌ها، تریپس، مگس‌ها، زنجره‌ها و ...)، لارو پروانه‌ها روی محصولات مختلفی از جمله درختان میوه سردسیری دانه‌دار و هسته‌دار (سیب و گلابی، هلو، گیلاس، آلبالو و...)، انگور و در محصولاتی نظیر صیفی‌جات و جالیز و گیاهان صنعتی مانند چغندرقند، ذرت، پنبه، یونجه و گیاهان زینتی مصرف می گردد.همچنین این سم به صورت فرمولاسیون های مختلف مانند DP;WP;EC:UL و... تولید می گردد.

۲- مواد و روش‌ها:

این مطالعه در سال ۱۴۰۰ و در باغ نارنگی با سابقه آلودی به مگس مدیترانه‌ای واقع در دشت ناز شهرستان ساری به مساحت تقریبی ۱ هکتار و با در نظر گرفتن کلیه مسائل مربوط به اصول باغبانی از جمله یکسان بودن رقم کاشته شده (میاگاوا، پایه سیترنج)، نحوه کود دهی، سم‌پاشی و .... انتخاب شد. درختان به صورت جوی و پشته با فواصل کاشت یکسان ۵ متر روی پشته کشت شده اند و فاصله بین ۲ پشته حدود ۵/۵ متر می باشد، سن درختان ۱۰ سال و ارتفاع درختان ۲ متر بود. در این باغ آبیاری درختان به صورت قطره ای انجام می شود.

۲-۱ تیمارهای مورد بررسی:

تیمارهای مورد بررسی در این مطالعه شامل: تیمار شاهد (آب‌پاشی)، گوگرد مایع با غلظت ۳ در هزار، کائولین ۵٪+ تیمول با غلظت ۱۰ در هزار، مالاتیون با دز ۲ در هزار و شاهد مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۲ تیمار درختان:

جهت تخمین زمان مناسب سمپاشی ۳هفته قبل از شروع آزمایش در چند نقطه از باغ تله مکفیل به همراه تریمدلور نصب کرده و تعداد مگس‌های شکار شده را هر هفته ۲بار مورد بررسی قرار گرفت. فرومون‌های موجود در تله‌ها هر ۳۰ روز تعویض می‌شدند تا از نظر قدرت جلب‌کنندگی تله‌ها و وجود آفت در باغ اطمینان حاصل شود. به محض رسیدن تعداد مگس‌های بالغ به تعداد مورد نظر، محلولپاشی تیمارها را با دز توصیه شده توسط شرکت سازنده آغاز شد.

با توجه به تراکم درختان، باغ به ۳ بلوک مجزا شامل تیمارهای گوگرد، تیمول-کائولین، مالاتیوین و شاهد تقسیم شدند. بین هر تیمار فاصله مناسب برای جلوگیری از اثر تیمار مجاور بین هر تیمار در عرض و طول بلوک یک ردیف درخت و بین هر بلوک دو ردیف درخت به عنوان فاصله در نظر گرفته شد در هر تیمار تعداد 15 اصله درخت در نظر گرفته و به مدت ۵ هفته کار پایش انجام شد. درختان موردنظر جهت انجام محلول‌پاشی با اسپری در ۵ رنگ مختلف علامت گذاری شدند. برای عملیات پاشش از سمپاش موتوری لانس‌دار پس از کالیبره نمودن سمپاش استفاده شد. برای کاهش خطای تهیه محلول پس از هر بار تیمار در هر تکرار سمپاش را خالی کرده و مجددا محلول سمی برای تکرار بعدی با توجه به دز توصیه شده تهیه شد. در خصوص تیمار شاهد نیز آب پاشی مانند سایر تیمارهای حشره‌کش مورد مطالعه اعمال شد. میزان حجم آب مصرفی تیمار برای هر درخت با توجه به شاخ و برگ درخت متفاوت بود به گونه‌ای که کل سطح درخت تحت پوشش تیمار قرار گرفت.

۲-۳ نمونه برداری های پس از محلول پاشی

داده‌برداری به صورت هفته‌ای یکبار و از کل تیمارها و گروه‌ها به مدت ۵ هفته صورت گرفت. در هر نوبت آماربرداری تعداد سه درخت از هر تیمار و هر سه تکرار آن مورد بررسی قرار گرفت، بررسی‌ها بر اساس تعداد میوه‌های ریزش کرده پای درخت که علائم آلودگی به مگس میوه را داشتند و همچنین میوه‌های روی درخت که علائم تخم‌ریزی مگس میوه روی آن‌ها مشهود بود، شمارش و ثبت شدند.

۲-۴ تعیین درصد کارایی

برای بررسی کارایی تیمارها، یک روز قبل از سمپاشی و ۵ هفته پس از سمپاشی نمونه برداری انجام شد. که مطابق فرمول هندرسون-تیلتون(۱۹۹۹) محاسبه گردید:

$$\text{درصد کارایی} = (1-\frac{Ta}{Ca} \times \frac{cb}{Tb})$$

که در آن، Tb: آلودگی در کرت تیمار قبل از سمپاشی، Ta: آلودگی در تیمار بهد از سمپاشی، Ca: آلودگی در تیمار کرت شاهد بعد از سمپاشی و Cb: آلودگی در تیمار کرت شاهد قبل از سمپاشی

۲-۵ تجزیه و تحلیل آماری

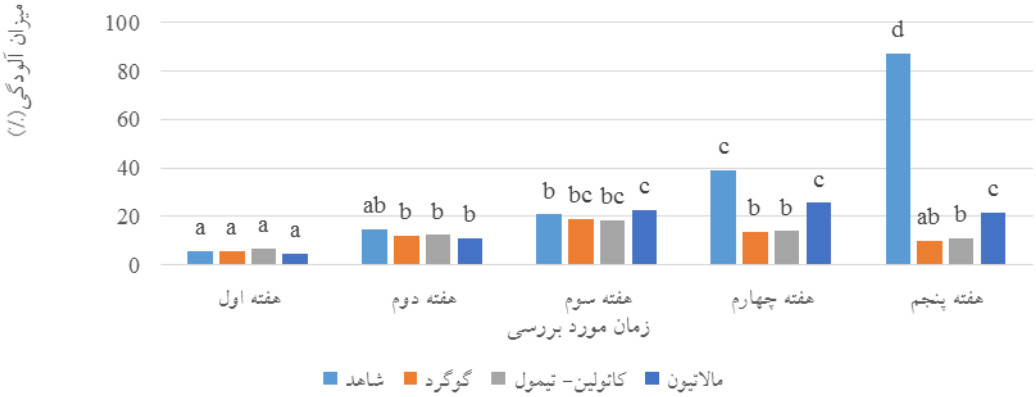
آزمایش بصورت بلوک کاملا تصادفی در قالب طرح کرت های خرد شده با ۵ تیمار و۳ تکرار با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین تیمارها نیز با کمک آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شده است.تکرار های مربوط به هر تیمار با استفاده از قرعه کشی به صورت تصادفی انتخاب شدند و نمودارهای مربوطه به کمک نرم افزار Excel رسم گردید.

۳- نتایج

۳-۱روند تغییرات اثر تیمارها بر تعداد میوه‌های آلوده در طی هشت پنج هفته نمونه‌برداری

نتایج این بررسی حاکی از آن بود که بین تیمارهای مورد بررسی در زمان‌های مختلف تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). به‌طوریکه کمترین و بیشترین میزان آلودگی مربوط به هفته اول و پنجم پس از سم‌پاشی متعلق بود؛ همچنین در هفته اول بین کلیه‌تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت در حالی‌که در هفته پنجم بعد از اعمال تیمار بر تعداد میوه‌های آلوده به مگس میوه مدیترانه‌ای بین تیمارهای مورد بررسی اختلاف آماری معنی‌داری در سطح مورد بررسی وجود داشت ($p<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که کمترین و بیشترین میزان آلوگی در این هفته به ترتیب مربوط به تیمار کائولین- تیمول (۱۰/۷۳) و تیمار شاهد (۸۷/۱۲)عدد میوه آلوده به ازای هر درخت بود. بنابراین می توان بیان داشت که در طول گذر زمان، روند درصد میوه‌های آلوده به مگس میوه مدیترانه‌ای افزایش داشت که این افزایش در تیمار شاهد در طی گذشت پنج هفته، افزایش معنی‌داری در سطح مورد بررسی داشت ($p<۰/۰۵$) (شکل۱).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های نمونه‌برداری پس از اعمال تیمار بر تعداد میوه‌های آلوده به مگس میوه مدیترانه‌ای در تیمارهای مورد بررسی، در شکل (۱)، نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با توجه به شکل، میزان آلودگی درختان در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری پس از اعمال تیمار، متفاوت و با یک شیب ملایم در حال تغییر بود. بنابراین با توجه به مقایسه میانگین حاصل ازجدول دانکن می‌توان بیان داشت که میزان آلودگی از هفته اول تا سوم پس از اعمال تیمار روند افزایشی و سپس تا انتهای دوره روندکاهشی داشت. به‌طوری‌که میزان آلودگی در هفته اول بعد از اعمال تیمار ۵/۴۵ عدد میوه آلوده به ازای هر درخت و در هفته سوم به اوج خود یعنی ۱۵/۸۹ عدد میوه آلوده به ازای هر درخت و در هفته پنجم به میزان ۸/۲۸ عدد میوه آلوده به ازای هر درخت در تیمارهای حاوی گوگرد رسید. قابل ذکر است که بین هفته‌های اعمال تیمار اختلاف آماری معنی‌داری دیده شد ($p<۰/۰۵$). قابل ذکر است که میزان آلودگی در طی ۵ هفته مورد بررسی در تیمار کائولین- تیمول نسبت به تیمار گوگرد و تیمار شاهد کمتر بود که این کاهش در سطح مورد بررسی معنی‌دار شد (۱۰/۷۳ در هفته پنجم پس از سم‌پاشی) ($p<۰/۰۵$). که احتمالا به دلیل این‌که کائولین با ایجاد لایه‌ای محافظ و رنگ سفید باعث عدم ترجیح میزبانی حشراتی چون مگس میوه می‌شود (خضری و همکاران، ۱۳۹۶). اثر سمی محصولات گوگرد به غلظت عنصری S مربوط نمی شود، بلکه به برخی از ویژگی های ذاتی خود ترکیب مربوط می شود (Beers et al., 2009)؛ که همین امر سبب آن شد که تیمار گوگرد نسبت به سایر تیمارها از نسبت دورشوندگی بهتری برخوردار باشدو بعد از آن تیمار کائولین- تیمول قرار داشت.



شکل (۱). مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های نمونه‌برداری پس از اعمال تیمار بر تعداد میوه‌های آلوده و ریزش یافته در تیمارهای مورد بررسی در طی پنج هفته

۳-۲ مقایسه روند تغییرات تیمارهای مختلف در طی دوره زمان‌های مورد بررسی

مقایسه روند تغییرات تأثیر تیمار گوگرد و کائولین- تیمول نشان می‌دهد که تغییرات تأثیر تیمارها و میزان آلودگی به استثنا هفته اول در سایر زمان‌ها تفاوت معنی‌داری داشت($p<۰/۰۵$)، اما تعداد میوه‌های آلوده شمارش شده برای تیمار گوگرد در تمامی زمان‌ها کمتر از تیمار کائولیت- تیمول و تیمار شاهد بوده که نشان دهنده تأثیر بیشتر آن در کاهش آلودگی در مقایسه با تیمار کائولین-تیمول است (جدول۱). نحوه تأثیر کائولین به این ترتیب است که این ماده روی گیاهان مورد نظر به صورت یک لایه پودر سفید رنگ قرار گرفته و موجب تغییر رفتار حشرات و پاتوژنها می‌شود. کائولین دارای خاصیت دورکنندگی، ممانعت از تغذیه و تخم‌ریزی بوده و منجر به کاهش بقای حشرات آفت می‌شود (Glenn et al. ,1999). از دیگر نکات بارز این ترکیب، شستوشوی آسان آن از روی محصول پس از برداشت می‌باشد (Glenn et al., 1999). فرمولاسیون Sourround که ماده موثره آن کائولین می‌باشد، علیه آفات و بیماری‌های مختلف موثر بوده است. بویژه کارایی این ترکیب طبیعی در مبارزه با مگس مدیترانه به اثبات رسیده است(saour, 2005). تیمول یک ترکیب فنولی منوترپنویی طبیعی با خاصیت دورکنندگی است که توسط گیرنده‌های بویایی حشره دریافت و منجر به عمل دور کنندگی حشره می‌شود؛ تفاوت به لحاظ ریخت شناختی سبب دریافت و درک محرکهای مختلف در حشره و در پی آن رفتار اختصاصی به منبع بو می‌شود. اندامهای حسی گیرندهٔ شیمیایی می‌توانند در پیدا کردن جفت در نرها و نیز موقعیت گیاه میزبان در ماده‌ها، ترکیبهای بویایی فرمونی و غیر فرمونی مانند ترکیبهای فرار گیاهی را تشخیص دهند (Bawin et al., 2017 .). محققان دیگری در نتایج بررسی‌های خود اذعان داشتند، شرایط محیطی و فیزیولوژیکی نیز در پاسخ رفتاری حشرات مؤثر هستند (Saveer et al., 2012؛ Anton et al., 2007). تحقیقات نشان می‌دهد که حشرات ماده تمایل به ترکیبات فرار گیاهی دارند، بنابراین احتمال می رود که استفاده از تیمول به همراه کائولین بتواند در جلب حشرات ماده نقش بسزایی داشته باشد؛ به علاوه تحقیقات نشان داده که استفاده از ترکیبات منوترپینی می‌تواند در عقیم سازی حشره نقش داشته باشد و این مورد نیز دلیل دیگری و خاصیت ئورکنندگی تیمول می‌باشد (Sadasivam and Thayumanavan, 2003؛ Saveer et al., 2012).Houghton و همکارانش در سال ۲۰۰۶ نشان دادند که مونوترپنوئیدها بوسیله‌ی بازدارندگی فعالیت آنزیم استیل کولین استراز باعث مرگ و میر حشرات می‌شوند.

علیزاده و همکاران (۱۳۹۷) سمیت و تأثیر بیوشیمیایی اثر تیمول را روی پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae Burckhardt and Lauterer* مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که محلول سم‌پاشی تیمول در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر دارای کارایی بهتری در کنترل پسیل معمولی پسته برخوردار بود و موجب کاهش جمعیت پورهای پسیل پسته به ترتیب ۹۵/۴۰، ۹۴/۱۲، ۸۲/۳۰، ۵۵/۵۱ و ۲۹/۴۸ درصد در زمان‌های ۱، ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از محلول‌پاشی شد. اکرمی و همکاران (۱۳۹۰) اثر اسانس آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus Boiss. & Hohen.*) و پونه (*Mentha longifolia L.*) را روی بازدارندگی تخم‌ریزی و دورکنندگی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculates F.* مورد مقایسه قرار دادند. اسانس‌های مورد مطالعه به طور معنی‌داری موجب کاهش تخم‌ریزی آفت شدند و ترتیب موجب ۸۶/۳۶ و ۸۷/۶۴ درصد بازدارندگی تخم‌ریزی در حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای شدند که با نتایج این مطالعه هم خوانی داشت.

لوپز و همکاران (۲۰۲۱) بیان داشت استفاده از تیمول در دوزهای بالا ($۱۰^{-۴}$-$۱۰^{-۳}$ میکروگرم) سبب تأخیر در واکنش نرها و جلب با واسطه فرمون نرها در حضور روغن تیمول مختل گردید.

لازاروبچ و همکاران (۲۰۲۰) اثرات سمیت، باردارندگی تخم‌ریزی و تنش اکسیداتیو روغن گیاهی (اسانس) آویشن *Thymus vulgaris* را علیه سوسک لوبیا را مورد بررسی قرار دادند و بیان داشتند استفاده از اسانس آویشن (حضور تیمول) بقاء و طول عمر حشرات بالغ را به طور معنی‌داری

کاهش داد. ماده‌ها به تیمار اسانس آویشن نسبت به نرها متحمل‌تر نشان دادند. غلظت‌های زیرکشنده اسانس بر بازدارندگی تخم‌ریزی تاثیرگذار بود و اثر بازدارندگی قویی بر ظهور حشرات بالغ داشت.

جدول (۱). مقایسه میانگین تیمار های مختلف جهت درصد دور شوندگی آفت مگس مدیترانه

Table ۱. Comparison of the average of different treatments for the removal percentage of the Mediterranean fly pest

زمان (هفته) / تیمار	۱	۲	۳	۴	۵
شاهد	۳/۵۴±۰/۹۴^{aA}	۱۶/۶۵±۱/۵^{bC}	۴۶/۶۱±۲/۹^{cB}	۵۸/۴۳±۱۰/۶۸^{dD}	۸۷/۱۲±۱۵/۸^{eD}
گوگرد	5/35±۰/۴۴^{aA}	۸/۹۶±۱/۸^{bA}	15/87±۰/۷۹^{cA}	۱۰/۲۷±۱/۶^{bcA}	9/72±۱/۴۸^{bA}
تیمول- کائولین	۴/۸۳±۰/۰۴^{aA}	۱۱/۸۹±۰/۵^{bB}	۱۸/۰۹±۰/۲۹^{cA}	۱۳/۷۵±۲/۵۸^{bcB}	۱۰/۷۳±۱/۴۲^{bB}
مالاتیون	۲/۹۳±۰/۷۹^{aA}	۶/۰۳±۰/۶۱^{aA}	۱۵/۴۶±۳/۰۳^{bA}	۲۶/۸۳±۱/۰۴^{cC}	۳۰/۲۷±۴/۰۳^{cdC}

±: انحراف حاصل از میانگین

A-C : حروف بالا نویس متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنا داری در سطح ۰/۰۵ است.

(a-e):حروف بالا نویس متفاوت در هر سطر نشان دهنده اختلاف آماری معنا داری در سطح ۰/۰۵ است.

اثر بلوک‌بندی در باغ بر تعداد میوه‌های آلوده به لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید. همچنین بین تیمارها از نظر تعداد میوه‌های آلوده به مگس میوه مدیترانه‌ای به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال مورد بررسی وجود داشت ($p<۰/۰۵$). به عبارت دیگر، درختان مرتبط با تیمارها در تکرارها از نظر آلودگی به این آفت متفاوت بودند (جدول۲).

جدول (۲). نتایج تجزیه واریانس درختان مورد مطالعه در تیمارها از نظر تعداد میوه‌های آلوده و ریزش یافته در طی پنج هفته

Table ۲. The results of the analysis of the variance of the studied trees in the treatments in terms of the number of infected and fallen fruits during five weeks

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون F	درجه معنی‌داری
تیمار	8933.424	4	2233.356	16.722	.000
زمان	8658.808	4	2164.702	16.208	.000
بلوک	783.808	2	391.904	2.934	.057
تیمار× زمان	21356.635	16	1334.790	9.994	.000
تیمار× بلوک	6699.713	8	837.464	6.271	.000
بلوک× زمان	2703.190	8	337.899	2.530	.015
خطای آزمایش	14290.412	107	133.555		
a. R Squared = .775 (Adjusted R Squared = .686)					

۳-۳ اثرات متقابل زمان در تیمار بر کنترل آلودگی مگس مدیترانه‌ای

در این بررسی اثرات ساده و متقابل مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاکی از آن بود که اثرات خطی یا ساده بر حذف آلودگی و اثرات متقابل تیمارهای مورد بررسی در طول زمان نیز بر کاهش آلودگی یا ریزش میوه های آفت زده تاثیر معناداری داشت به عبارتی می توان بیان داشت که تیمارهای مورد بررسی در طول زمان های مورد بررسی تاثیر قابل توجهی بر کاهش درصد آلودگی داشتند (جدول۳).

جدول (۳). اثر متقابل زمان در تیمارهای مورد بررسی بر میزان آلودگی به مگس مدیترانه‌ای

Table ۳. The interaction effect of time in the investigated treatments on the level of Mediterranean fly infestation

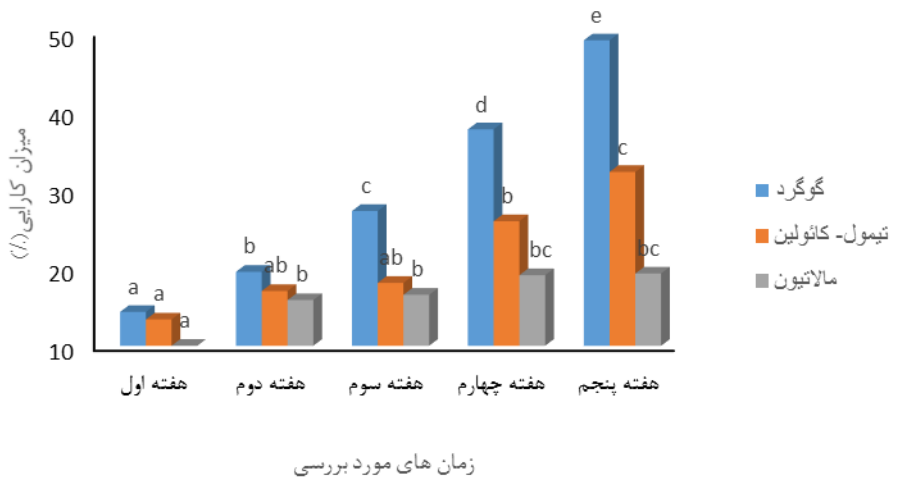
منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آزمون F	درجه

					معنی‌داری
تیمارهای مورد بررسی	8505.137	4	2126.284	1.132E3	.000
زمان	15245.511	4	3811.378	2.030E3	.000
تیمار× زمان	16374.192	16	1023.387	544.955	.000
خطای آزمایش	93.896	50	1.878		
a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .997)					

۳-۴ میزان کارایی

همانطور که مشاهده می‌شود، بین تیمارها از نظر کارایی در کنترل مگس میوه مدیترانه‌ای به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). مقایسه میانگین کارایی سه تیمار براساس آزمون فوق در پنج هفته مورد بررسی نیز در شکل(۲)، نشان داده شده است. همانطورکه مشخص است، بیشترین کارایی مربوط به تیمار گوگرد با میانگین ۲۹/۴۸ درصد و تیمار کائولین-تیمول ۲۱/۲۷ درصد و در حشره کش صنعتی مالاتیون ۱۴/۸۸ درصد در هفته پنجم بوده که اختلاف قابل توجهی با همدیگر داشتند. ترکیبات گوگردی دارای سمیت ۱۵ تا ۵۰ برابر بیشتر از سایر مواد فرار طبیعی هستند و این امر منجر به افزایش بازدارندگی تغذیه‌ای طولانی مدت می‌شود. از نظر رفتاری می‌توان بیان داشت که گوگرد احتمالا با برخی از گیرنده های موجود در حشرات ارتباط برقرار کرده و این ارتباط تداخلات رفتاری را به دنبال دارد و منجر به ایجاد یک حالت بی اشتهایی سمی ناشی از سمیت فیزیولوژیکی را ایجاد می کند (KOUL, 2004). آفت‌کش‌های حاوی گوگرد، برخلاف نقش‌های مفید مهم آن، مدت‌هاست که در کنترل یکپارچه کنه‌ها اختلال ایجاد می‌کنند (Thomson, 2020).

بررسی تأثیر کائولین بر گیاه میزبان نشان داد که کائولین با غلظت ۵٪ تأثیری بر میزان کلروفیل برگ و دمای مرکز درخت انار ندارد، اما میانگین اندازه محیط میوه‌هایی که با کائولین ۵٪ پوشش داده شده بودند، بیشتر از شاهد بود (خضری و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل(۲). مقایسه میانگین میزان کارایی تیمارهای مختلف مورد استفاده جهت دورشوندگی آفت در هفته‌های مورد بررسی

۴- نتیجه گیری کلی

با توجه به مقایسه میانگین حاصل از جدول دانکن و همچنین مقایسه میانگین حاصل از جدول آنالیزواریانس داده حاکی از معنی‌دار بودن سطوح تیمارهای مختلف در طول گذر زمان بود که در مورد تیمار گوگرد نسبت به سایر تیمارها بهتر بود و تیمار شاهد بیشترین میزان آلودگی را در طول زمان های مورد بررسی نشان داد. با توجه به مقایسه میانگین حاصل از جدول دانکن و آنالیز واریانس داده‌ها می توان بیان کرد که در بین تیمارهای

مورد بررسی تیمار شاهد با میزان آلودگی ۸۷/۱۳ درصد بیشترین و تیمار گوگرد با میزان آلودگی ۱۰/۹۲درصد و سپس تیمار کائولین-تیمول با میزان آلودگی ۱۱/۹۱ کمترین میزان آلودگی را در هفته پنجم به خود اختصاص دادند و بر اساس زمان های مورد بررسی نیز تیمار شاهد به میزان ۳۳/۲۴درصد بالاترین آلودگی را در بین تیمارهای مورد بررسی در هفته های مورد بررسی به خود اختصاص داد. قابل ذکر است که در بین تیمارهای مورد بررسی کمترین میزان درصد آلودگی مربوط به تیمار کائولین-تیمول به میزان (۱۱/۹۱ درصد) و حتی تیمار فوق نیز در طول گذر زمان نیز کمترین درصد آلودگی را به خود اختصاص داد (۱۴/۰۴) که بعد از تیمار گوگرد قرار داشت (با میزان درصد آلودگی۱۰/۹۲).

منابع

اردستانی، م. ۱۳۹۳. تحلیل بازار مرکبات در ایران وجهان ، موسسه پژوهش های برنامه ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، توسعه روستایی،وزارت جهاد کشاورزی

خضری، ا.، سلیمان نژادیان، ا.، گلدسته، پ.، فرازمند، ح. ۱۳۹۵. مقایسه کارایی دو روش کنترل مگس میوه ای روی انار در شیراز، فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره، ۷(۲)،۱۴۱-۱۳۱.

شعبانیان، ز.، فتاحی مقدم، ج.، علوی، س. ا. ح. ۱۳۹۴. بررسی امکان حفظ کیفیت میوه پرتقال تامسون‌ناول (*Citrus sinensis (cv). Thomson Navel*) با استفاده از تیمارهای پوششی در انبار معمولی، *نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۱(۴): ۴۷۰۵-۴۷۲۰.*

عباس پور، م.، مافی پاشاکلایی، ش. ع.، غلامیان، ع. ۱۳۹۰. زیست شناسی مگس میوه مدیترانه ای روی پنج رقم تجاری نارنگی در استان مازندران، فصلنامه گیاهزشکی، ۳(۴): ۳۱۳-۳۰۵ *capitata(Dip:Tephritidae) ceratitis*.

مافی پاشاکلایی، ش. ع. ۱۳۹۹. مقایسه کارایی تله ها و ترکیبات جلب کننده برای پایش مگس میوه مدیترانه‌ای (*Ceratitis capitata Tephritidae) Diptera*) در استان مازندران، فصلنامه *انجمن حشره شناسی ایران، ۴۰(۴): ۳۷۰-۳۵۹.*

محمدی پور، ع.، و ناصری، م. (۱۳۹۷). بررسی کارایی پودر کائولین در کاهش جمعیت پسیل آسیائی مرکبات *Diaphorina citri(Hem.: Liviidae)*، تحقیقات آفات گیاهی.۸(۲)،۱۳-۲۴.

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

Farazmand, H. (2013). Effect of processed kaolin on fruit sunburn in Saveh pomegranate. Journal of Plant Pests and Diseases, 80(2):184-173

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

Liquido, N.J., Shinoda, L.A. and Cunningham R.T. (1991). Host plants of Mediterranean fruit fly: An annotated world review. Miscellaneous Publications Entomological Society of America, 77: 1-52.

Mazor, M., and Erez, A. (2004). Processed kaolin protects fruits from Mediterranean fruit fly infestations. Crop Protection, 23: 47–51.

Moshiri, A., Farazmand, H. and Vafayi Shushtari, R., 2009. Preliminary study on kaolin effect on reduction of damages caused by Ectomyelois ceratoniae Zeller in Garmsar district (Lep., Pyralidae) Entomology Research Journal, 3(2):163- 171.

Papadopoulos, N.T., Kouloussis, N.A., and Katsoyannos, B.I. (2006). Effect of plant chemicals on the behavior of the Mediterranean fruit fly. Proceedings of the 7th International Symposium on fruit flies of Economic Importance, Salvador, Brasil, pp: 97-106.

Puterka, J., Glenn, D. M., Sekutowski, G., Unruh, T. R. and Jones, S. K. (2003). Progress toward liquid formulation of particle film for insect and disease control in pear, Environmental Entomology, 29: 329-339.

Sabzevari, A. and Jafari, M. E. (1991). Bio-ecological studies and eradication of the pest in Mazandaran«The last infested area in Iran». Bulletin of Plants Pest and Diseases Research Institute, 38 pp.