

بررسی باقی مانده قارچ کش متلاکسیل در خیار

خلیل طالبی^۱

چکیده

در این پژوهش وجود باقی مانده متلاکسیل در خیار رقم دامینوس، که در مزرعه کاشته شده بود، بررسی گردید. بوته‌های خیار در قطعاتی یک تا سه بار با محلول ۲/۵ در هزار پودر وتابل متلاکسیل-مانکوزب محلول پاشی، و در قطعاتی دیگر یک تا دو بار با گرانول ۵٪ متلاکسیل به نسبت پنج گرم در متر مربع گرانول پاشی شد. از برگ و میوه خیار به فواصل یک روز تا چهار هفته پس از زمان سم پاشی نمونه برداری شد، و متلاکسیل موجود در آن به روش کروماتوگرافی اندازه‌گیری گردید.

نتایج نشان داد که میزان متلاکسیل در برگ بوته‌هایی که یک بار سم پاشی شده بود، به سرعت کاهش یافت، و بیش از ۵٪ باقی مانده در دو روز اول از بین رفت. در حالی که در نمونه‌های برگ که یک بار گرانول پاشی شده بود، باقی مانده طی سه هفته اول افزایش داشت، و سپس کاهش نشان داد. باقی مانده متلاکسیل در میوه خیار نمونه برداری شده از بوته‌هایی که یک بار سم پاشی شده بود، در سه روز اول زیاد بود، ولی مقدار آن پس از هفت روز به زیر حد مجاز (۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) کاهش یافت. در قطعات گرانول پاشی شده میزان باقی مانده موجود در میوه خیار در هفت روز اول افزایش نشان داد، و پس از ۲۰ روز به پایین‌تر از حد مجاز رسید. سرعت کاهش باقی مانده در بوته‌های سم پاشی شده با محلول، نسبت به بوته‌های گرانول داده شده متفاوت بود. این اندازه‌گیری نشان داد که سه بار سم پاشی و دو بار گرانول پاشی منجر به انباشته شدن باقی مانده سمی متلاکسیل در میوه خیار نمی‌گردد.

واژه‌های کلیدی: متلاکسیل، باقی مانده قارچ‌کش، خیار، پودر وتابل، گرانول، دوره پیش برداشت

مقدمه

اندازه‌گیری باقی مانده سموم، به ویژه در مورد آفت‌کش‌هایی که چند بار در یک فصل زراعی روی سبزی و جالیز به کار برده می‌شود، دارای اهمیت زیادی است. متلاکسیل قارچ‌کشی است که دارای اثر سیستمیک بوده و

امروزه مشکلات مربوط به وجود باقی مانده آفت‌کش‌ها در مواد غذایی مورد استفاده انسان، یک حقیقت انکارناپذیر است. در ایران، به علت مصرف چشم‌گیر میوه و سبزی، پژوهش در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد.

۱. استادیار گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

اگر سم پاشی به نسبت ۷۰۰ گرم در هکتار صورت گیرد، پس از گذشت همان مدت، میزان باقی مانده به ۱۶٪ قسمت در میلیون خواهد رسید.

فراوری محصولات کشاورزی می تواند تغییراتی در میزان باقی مانده متالاکسیل به وجود آورد. آب گیری از هویج و گوجه فرنگی باعث می شود که میزان باقی مانده در آب میوه کمتر از تفاله باشد (۴). هم چنین، اگر انگور را در آفتاب خشک کرده و به کشمش تبدیل کنند، میزان باقی مانده متالاکسیل به مقدار کمی تغییر کرده و از ۱۳٪ به ۱۰٪ قسمت در میلیون می رسد (۶). در ایران تاکنون روی باقی مانده این قارچ کش مطالعه ای صورت نگرفته است.

هدف از انجام این آزمایش بررسی باقی مانده متالاکسیل در خیار به فواصل مختلف پس از کاربرد قارچ کش بوده است. اثر سم پاشی های پی در پی و به کار بردن فرمولاسیون های گوناگون روی انباشته شدن باقی مانده این قارچ کش در خیار نیز بررسی شده است.

مواد و روش ها

یک قطعه زمین در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج انتخاب شد و در آن به دو روش ردیفی و کرتی خیار کشت گردید. خیار کشت شده از رقم دامینوس^۴ بود. برای آزمایش محلول پاشی، کشت خیار به روش ردیفی انجام شد. در این روش از سه قطعه که هر کدام شامل سه ردیف به طول ۱۵ متر و به فاصله ۵۰ سانتی متر از یکدیگر بود استفاده گردید.

هنگامی که بوته های خیار چهار برگی شدند توسط یک دستگاه سم پاش پشتی با محلول ۲/۵ در هزار پودر و تابل متالاکسیل- مانکوزب (ریدومیل ام- ۷۲٪) دارای ۸٪ متالاکسیل و ۶۴٪ مانکوزب به روش زیر سم پاشی گردید: در نوبت اول هر سه قطعه سم پاشی شد. قطعه های دوم و سوم پس از دو هفته مجدداً با محلول فوق سم پاشی گردید. سم پاشی

محافظت کننده گیاهان در برابر آمیست ها^۱ می باشد. ضمناً خاصیت معالجه کنندگی آن نیز در برخی از موارد به اثبات رسیده است (۱۸). در ایران پودر و تابل آن برای کنترل بیماری های سفیدک کرکی توتون، سیب زمینی و گوجه فرنگی، و نیز فرمولاسیون گرانول آن علیه بوته میری خیار (*Phytophthora drechsleri*) توصیه شده است (۱ و ۲). این قارچ کش از راه برگ و ریشه جذب گردیده و احتمالاً وارد میوه و غده می شود (۱۶ و ۱۷).

باسینلی و همکاران (۵) کاهو را به مدت دو روز در محلول غذایی محتوی ۱۰۰ قسمت در میلیون متالاکسیل قرار دادند، و نتیجه گرفتند که ۲۰ روز بعد، باقی مانده متالاکسیل در کاهو ۴/۹ قسمت در میلیون می باشد. هم چنین، پژوهش های انجام شده نشان می دهد که اگر گوجه فرنگی را به مدت ۲۴ ساعت در محلول چهار قسمت در میلیون متالاکسیل قرار دهند، میزان باقی مانده پس از دو هفته به ۲۵٪ قسمت در میلیون می رسد (۸). همین طور، در صورت مصرف آن در مرحله تشکیل میوه در خاک مزرعه گوجه فرنگی، باقی مانده متالاکسیل در میوه یافت خواهد شد، که نیمه عمری برابر ۱۲ روز دارد (۱۴).

میلگروم و همکاران (۱۳) نشان دادند که نهشت^۲ این قارچ کش در برگ سیب زمینی، در ۳۰ ساعت اول سریعاً کاهش یافته و به ۵٪ مقدار اولیه خواهد رسید. گزارش دیگر (۱۷) معلوم نمود که اگر سیب زمینی را با سوسپانسیون ریدومیل^۳ سم پاشی کنند، میزان باقی مانده در غده، به فاصله ۲۰ روز پس از سم پاشی ۰/۰۳-۰/۰۵ قسمت در میلیون خواهد بود. هم چنین، مصرف ریدومیل به نسبت ۲/۵ گرم در لیتر روی خیار در گلخانه (۹)، باعث می شود که باقی مانده پس از ۲۹ روز به کمتر از یک قسمت در میلیون برسد.

تأثیر دوزهای متفاوت به کار برده شده قارچ کش روی میزان باقی مانده نیز بررسی شده است. کابراس و همکاران (۷) گزارش نمودند که یک بار سم پاشی گوجه فرنگی به نسبت ۳۵۰ گرم ماده خالص در هکتار، باقی مانده ای حدود ۱/۱۸ قسمت در میلیون را پس از ۲۰ روز در میوه بر جای می گذارد. در حالی که

(۱۹) با تغییراتی بوده، که خلاصه آن در زیر آمده است: ۱۰۰ گرم خیار خرد و نرم شده توزین و به داخل یک ظرف درپنج دار منتقل شد. به این نمونه ۲۰۰ میلی لیتر اتیل استات و ۲۰ گرم سدیم سولفات اضافه گردید و در دستگاه به هم زن^۱ برای مدت ۳۰ دقیقه تکان داده شد. پس از تمام شدن این مدت لایه رویی جدا گردید. بخش زیرین دوباره با ۲۰۰ میلی لیتر اتیل استات برای همان مدت به هم زده شد. اتیل استات جمع آوری شده از دو مرحله استخراج با هم مخلوط، و برای خالص سازی آماده گردید. نمونه های برگ توسط قیچی به قطعات ریز خرد، و پس از توزین (۶۰) گرم به روش بالا، نخست با ۱۶۰ میلی لیتر اتیل استات همراه با ۱۰ گرم سدیم سولفات برای مدت ۳۰ دقیقه در ظرف درپنج دار به هم زده و استخراج شد. پس از جدا کردن لایه اتیل استات، یک بار دیگر عمل استخراج با ۱۰۰ میلی لیتر اتیل استات تکرار گردید. اتیل استات جمع آوری شده در دو مرحله با هم آمیخته شد و عملیات خالص سازی روی آن صورت گرفت.

محلول اتیل استات به دست آمده از مرحله استخراج دارای مقداری آب است که باید جذب شود. برای این کار، ۴۰ گرم سدیم سولفات خشک روی صافی شیشه ای ریخته و محلول اتیل استات قطره قطره از آن عبور داده شد، و پس از جذب آب، در بالن ته گرد جمع آوری گردید.

خالص سازی

۵۰ میلی لیتر از محلول به دست آمده از مرحله اول در دستگاه تبخیر کننده دوار^۲ تا حد خشک شدن تبخیر گردید، و باقی مانده آن در ۱۰۰ میکرو لیتر اتیل استات حل شد. برای خالص سازی، صفحات کروماتوگرافی ۲۰×۲۰ سانتی متر پوشیده شده از سیلیکا ژل^۴ به کار رفت. حجم معینی از محلول اتیل استات آماده شده از مرحله قبل توسط میکروپیپت روی صفحه نمونه گذاری شد. هم گام با قرار دادن نمونه ها روی صفحه، از محلول استاندارد برای مشخص کردن محل لکه های متالاکسیل

قطعه سوم دو هفته بعد با محلول قارچ کش تکرار شد. به این ترتیب قطعه اول یک بار، قطعه دوم دو بار، و قطعه سوم سه بار با محلول ریدومیل-مانکوزب سم پاشی گردید.

چون در برخی نقاط ایران خیار به صورت کرتی کشت می شود، یک قطعه زمین انتخاب و در شش کرت به ابعاد ۳×۳ متر، خیار کشت گردید. در تاریخ ۷۸/۴/۲۲ گرانول دهی به هر شش کرت به نسبت پنج گرم در متر مربع (گرانول ۵٪ متالاکسیل) انجام شد. بار دیگر در تاریخ ۷۸/۵/۱۲ در سه کرت از شش کرت فوق گرانول دهی با همان نسبت انجام گردید. بنابراین، در سه کرت یک بار، و در سه کرت دیگر دو بار گرانول پاشی صورت گرفت.

هر دو قطعه زمین هفته ای یک بار آبیاری می شد. آبیاری در کرت های محلول پاشی شده به صورت پیوسته، و در کرت هایی که گرانول داده شده بود به صورت بسته انجام می گردید. از هر دو قسمت به فواصل زمانی متفاوت نمونه های برگ و میوه خیار برداشت، و باقی مانده متالاکسیل در آنها اندازه گرفته شد. معمولاً نمونه های برگ تا چهار هفته، و میوه خیار نیز تا سه الی چهار هفته پس از سم پاشی مورد تجزیه قرار می گرفت. برای این کار، نمونه ها در کیسه های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل می گردید. هر نمونه خیار شامل ۳-۵ کیلو گرم بود.

خیارها از طول به چهار قسمت تقسیم، و یک قسمت آن در دستگاه مخلوط کن^۱ قرار می گرفت، تا به یک مخلوط هموژن تبدیل شده و برای استخراج باقی مانده قارچ کش آماده گردد. حداقل دو نمونه در هر تاریخ مورد آزمایش قرار گرفت.

استخراج

روش های بسیاری برای استخراج باقی مانده متالاکسیل از نمونه های میوه و سبزی وجود دارد. این روش ها شامل استخراج باقی مانده متالاکسیل از نمونه به کمک استون و دیکلرومتان (۱۵)، و یا اتیل استات و متانل (۵) می باشد. روش مورد استفاده در این بررسی بر پایه روش وویک و همکاران

1. Blender

2. Shaker

3. Rotary evaporator

4. Silica gel 60 F₂₅₄, Merck

استفاده گردید.

صفحه آماده شده درون تانک شیشه‌ای محتوی حلال اتردو پترول + دی اتیل اتر (۵۰:۵۰ حجمی) قرار گرفت، و پس از بالا رفتن حلال به میزان معین، از داخل تانک خارج گردید. با استفاده از لامپ ماورای بنفش، محل لکه‌های متالاکسیل مشخص شد. در مرحله بعد سیلیکاژل مربوط به لکه متالاکسیل از صفحه جدا گردید، و متالاکسیل موجود در آن به وسیله حجم کمی متانول شسته شد. متانول به دست آمده حاوی باقی مانده متالاکسیل است، که باید به وسیله دستگاه HPLC اندازه‌گیری شود (۱۲).

اندازه‌گیری

برای اندازه‌گیری از دستگاه HPLC شیماتزو مدل 6A استفاده گردید. فاز متحرک شامل محلول آب و استونیتریل (۵۰:۵۰ حجمی)، با سرعت دو میلی‌لیتر در دقیقه بود. ستون Shim-pack CLC-ODS به ابعاد 6×150 mm با روش فاز معکوس مورد استفاده قرار گرفت. دکتور از نوع ماورای بنفش با طول موج ۲۲۰ نانومتر بوده است. حجم تزریقی دو میکرولیتر بوده، و برای محاسبه مربوط به پیک‌ها از کنترل کننده سیستم و کروماتوپک^۱ مجهز به چاپگر استفاده گردید.

آزمایش‌های بازیافت^۲ به روش گفته شده در بالا انجام شد. بازده این آزمایش‌ها در سطوح ۲ و ۵ قسمت در میلیون بین ۸۸ تا ۹۷ در صد بود.

نتایج

باقی مانده متالاکسیل در برگ خیار سم‌پاشی شده در زمان‌های مختلف متفاوت بود (شکل ۱). دو ساعت پس از سم‌پاشی، برگ‌ها ۴۴/۸۵ میلی‌گرم متالاکسیل در کیلوگرم برگ داشتند، ولی روند کاهش میزان باقی مانده در چند روز نخست سریع بود، به طوری که دو روز پس از سم‌پاشی به حدود ۲۰ میلی‌گرم، و شش روز پس از سم‌پاشی به ۹/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید.

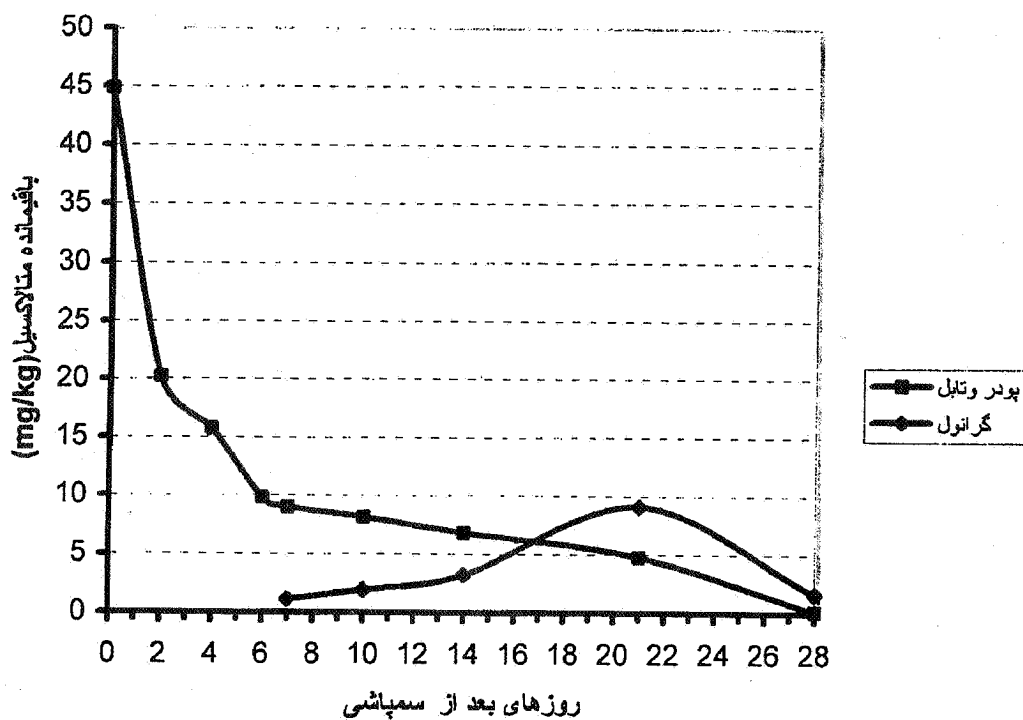
روند کاهش متالاکسیل از این به بعد کندتر شد، به نحوی که ۲۸ روز پس از سم‌پاشی به حدود ۰/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. تغییرات باقی مانده در برگ خیار بوته‌های گرانول داده شده روند متفاوتی داشت. میزان باقی مانده متالاکسیل هفت روز پس از گرانول دهی ۱/۱۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود، که روزهای بعد افزایش یافت. بیشترین مقدار باقی مانده در روز بیست و یکم دیده شد، که بیش از ۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. ولی این مقدار در روزهای بعد کاهش یافته و به ۱/۶۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز بیست و هشتم رسید.

نخستین برداشت خیار ۲۳ روز پس از سم‌پاشی صورت گرفت، که این نمونه در هر کیلوگرم ۰/۲۴ میلی‌گرم متالاکسیل داشت (شکل ۲). مقدار باقی مانده در روزها و هفته‌های بعد کاهش یافت. نمونه‌هایی که به فاصله ۲۸ و ۳۵ روز پس از سم‌پاشی تجزیه شد به ترتیب دارای ۰/۱۴ و ۰/۰۹ میلی‌گرم باقی مانده در هر کیلوگرم خیار بودند، ولی نمونه ۴۹ روزه باقی مانده قابل اندازه‌گیری نداشت.

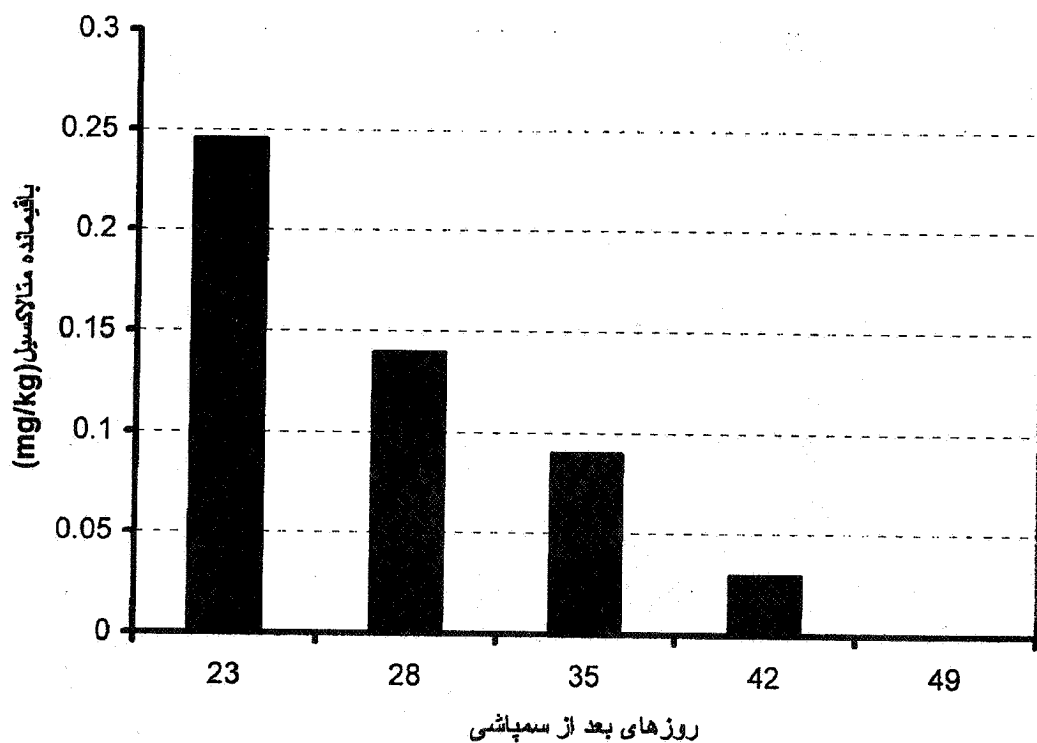
میزان باقی مانده در محصول خیار تیماری که دو بار سم‌پاشی شده بود، از ۰/۳۳ میلی‌گرم در روز هفتم بعد از سم‌پاشی به ۰/۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز چهاردهم کاهش یافت (شکل ۳). نمونه‌هایی که در فواصل ۲۱ و ۲۸ روز پس از سم‌پاشی تجزیه شد، از نظر مقدار متالاکسیل تفاوت چندانی نداشتند و حاوی باقی مانده‌ای در حدود ۰/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خیار بودند.

باقی مانده متالاکسیل در خیاری که سه بار سم‌پاشی شده بود، به فاصله سه روز پس از سم‌پاشی به ۱/۰۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید، که این مقدار به ۰/۱۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز هفتم کاهش یافت. میزان باقی مانده ۱۴ روز پس از سم‌پاشی ۰/۰۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود، ولی ۲۸ روز پس از سم‌پاشی باقی مانده قابل اندازه‌گیری در نمونه وجود نداشت (شکل ۴).

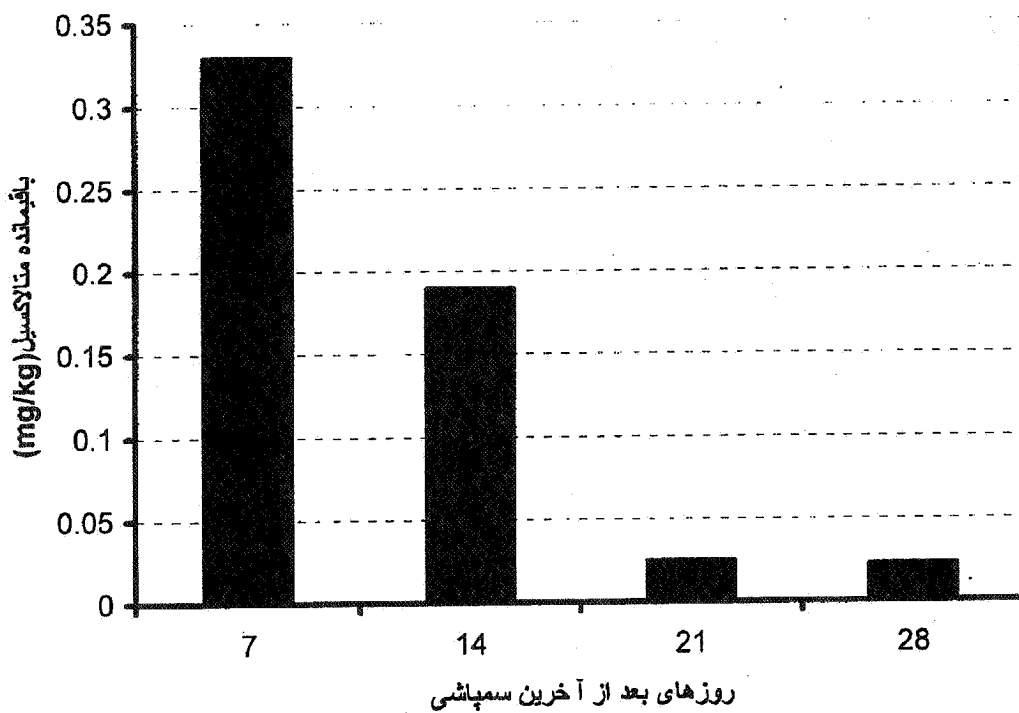
در کرت‌هایی که یک بار گرانول مصرف شده بود، مقدار متالاکسیل اندازه‌گیری شده در روز پنجم پس از سم‌پاشی



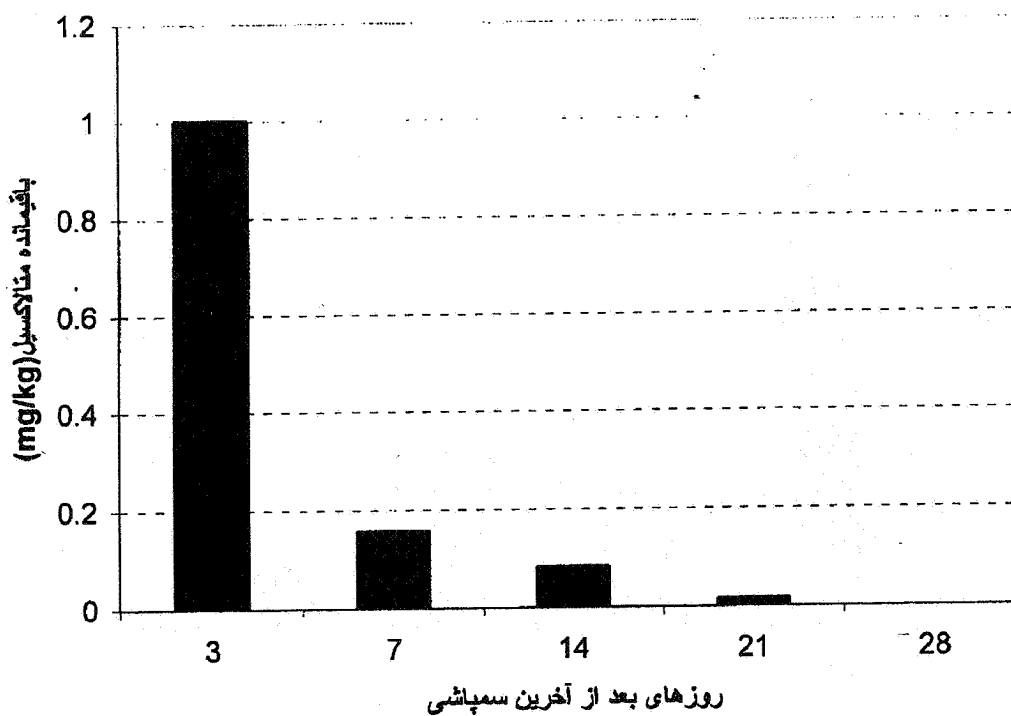
شکل ۱. تغییرات متلاکسیل در برگ خیار پس از مصرف پودر وتابل و گرانول



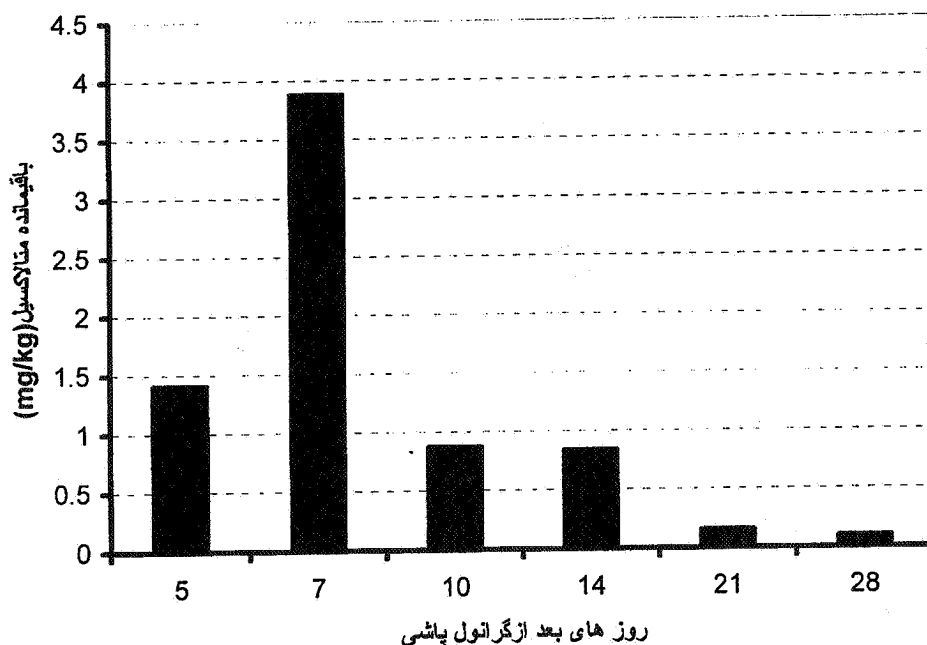
شکل ۲. باقی مانده متلاکسیل در میوه خیار پس از یک بار سمپاشی با سوسپانسیون پودر وتابل



شکل ۳. باقی مانده متالاکسیل در میوه خیارکی که دو بار سمپاشی شده است



شکل ۴. باقی مانده متالاکسیل در میوه خیارکی که سه بار سمپاشی شده است



شکل ۵. باقی مانده متلاکسیل در میوه خیار که یک بار گرانول پاشی شده است

شیب ملایمی کاهش می یابد. مهم ترین عامل در کاهش باقی مانده، زمان بعد از مصرف آفت کش است (شکل ۱).

گزارش برخی از پژوهشگران (۱۳)، گرچه مؤثر بودن عامل زمان را تأیید می کند. ولی کاهش سریع متلاکسیل را در روزهای نخست معلول تبخیر سریع آن از سطح برگها می داند، و عواملی مانند باران، دما و رطوبت را چندان مؤثر نمی داند. البته نوع فرمولاسیون و خواص سیستمیکی متلاکسیل هم از عوامل مؤثر در سرعت کاهش باقی مانده آن گزارش شده است (۷).

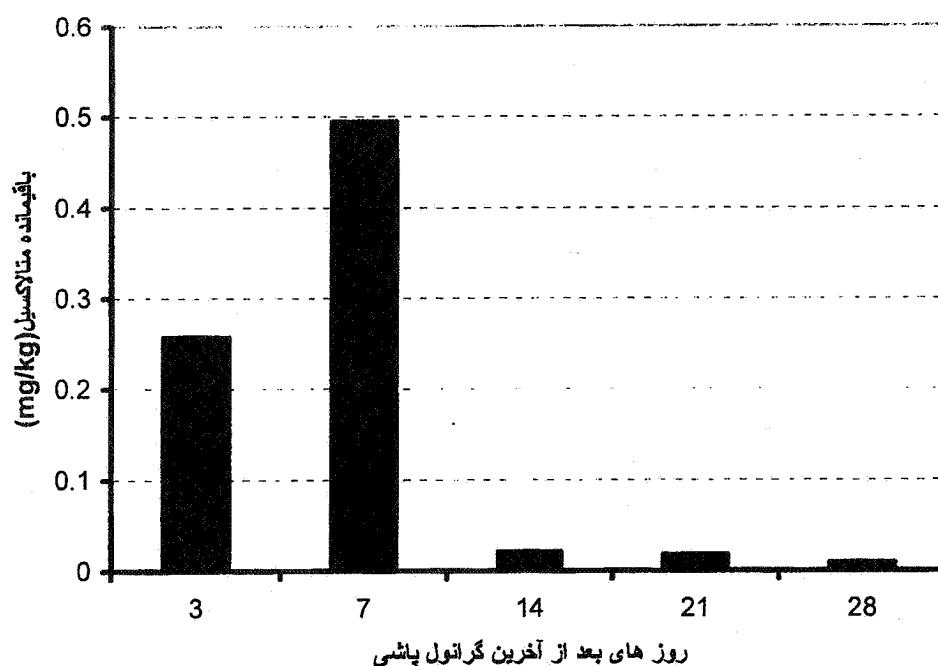
در این آزمایش اثر روش کاربرد و فرمولاسیون آفت کش در میزان باقی مانده به خوبی مشهود است. زیرا در تیمار گرانول پاشی تا سه هفته باقی مانده افزایش می یابد، و پس از آن کاهش به چشم می خورد. به نظر می رسد نور آفتاب در کاهش ذخیره سطحی گیاه مؤثر است، چون کاهش باقی مانده در مزرعه سریع تر از گلخانه صورت می گیرد (۹). البته در مورد گرانول پاشی، بایستی فاصله آبیاری تیمارهای آزمایشی را، که در این جا هفته ای یک بار بوده است، در نظر داشت، زیرا شکفته شدن

۱/۴۲ میلی گرم در کیلوگرم بود، که در روز هفتم به ۳/۸۹ میلی گرم در کیلوگرم افزایش یافت (شکل ۵). میزان باقی مانده در روزهای بعد کاهش یافت و به ۰/۸۸ میلی گرم در کیلوگرم در روز دهم رسید. روند کاهش در هفته های بعد نیز ادامه یافت، به طوری که در روزهای ۲۱ و ۲۸ به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۱ میلی گرم در کیلوگرم باقی مانده در نمونه ها اندازه گیری شد.

در تیماری که دو بار گرانول پاشی شده بود، باقی مانده یافت شده در روز سوم پس از گرانول پاشی ۰/۲۵ میلی گرم در کیلوگرم بود، ولی به حدود ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم در روز هفتم افزایش پیدا کرد (شکل ۶). در هفته های بعد باقی مانده اندازه گیری شده کاهش نشان داد، و در روز بیست و هشتم به ۰/۰۱ میلی گرم در کیلوگرم رسید.

بحث

باقی مانده متلاکسیل اندازه گیری شده در برگ خیار، در روش محلول پاشی و گرانول پاشی متفاوت است. میزان نهشت در برگ محلول پاشی شده در هفته اول با سرعت، و پس از آن با



شکل ۶. باقی مانده متالاکسیل در میوه خیار که دو بار گرانول پاشی شده است

سریع تر باقی مانده می شود، در تیماری هم که دو بار گرانول پاشی شده مشاهده گردید. به نظر می رسد که یکی از علل کاهش باقی مانده پس از هر نوبت تیمار کردن با قارچ کش، افزایش وزن اندام هوایی گیاه است، به طوری که توزیع آفت کش میان شاخ و برگ انبوه تر باعث کاهش نسبی باقی مانده آن می گردد. مورد اخیر به ویژه هنگامی اهمیت دارد که توجه شود گرانول مصرفی در هر نوبت برای هر متر مربع ثابت است، در حالی که گیاه نسبت به نوبت قبل رشد یافته است.

نخستین محلول پاشی در مرحله چهار برگی، که خیار فاقد گل و میوه بود، انجام شد. با این که اولین نمونه خیار در هنگام محلول پاشی وجود نداشت، ولی پس از تجزیه وجود باقی مانده متالاکسیل در آن مشاهده گردید. این مشاهده نشان می دهد که قارچ کش نام برده از برگ به طرف میوه حرکت می کند. در حقیقت حرکت محدود سمپلاستی متالاکسیل توسط هویت (۱۱) خاطر نشان شده است، ولی باید در نظر داشت که مسیر عمده حرکت این قارچ کش آپوپلاستی است (۱۶)، گرچه پژوهشگران دیگر هم حرکت سمپلاستی متالاکسیل را در برخی

گرانول به کمک رطوبت و انحلال ماده مؤثر در آب، شرط نخست جذب آفت کش توسط ریشه و انتقال به اندام هوایی است.

نخستین برداشت خیار که یک بار محلول پاشی شده بود، ۲۳ روز پس از تیمار شدن صورت گرفت (شکل ۲). تجزیه نمونه وجود متالاکسیل را در آن نشان داد (۰/۲۵ میلی گرم در کیلوگرم)، که در هفته های بعد کاهش یافت. این پژوهش هم چنین نشان داد که محلول پاشی پی در پی خیار توسط متالاکسیل باعث انباشته شدن باقی مانده قارچ کش در میوه نمی شود (شکل های ۳ و ۴). این نتیجه با بررسی مشابهی که توسط کابراس و همکاران (۷) در گوجه فرنگی صورت گرفته هم خوانی دارد، که نشان دادند پنج بار محلول پاشی به فواصل ۲۱ روز منجر به انباشته شدن متالاکسیل در میوه گوجه فرنگی نشده است. هم چنین، سرعت نسبی تجزیه باقی مانده متالاکسیل پس از هر بار محلول پاشی، در مقایسه با نوبت قبل، افزایش یافته است.

حالت افزایش سرعت تجزیه آفت کش، که منجر به کاهش

مرحله چهار برگی انجام گیرد، می توان انتظار داشت که در صورت رعایت زمان گرانول پاشی و دوره پیش برداشت^۲، باقی مانده موجود در خیار به حد مطلوب کاهش یابد.

سپاسگزاری

هزینه این پروژه از طریق طرح ملی تحقیقات شماره ۵۶۵۰، و با حمایت شورای علمی کشور تأمین گردیده است، که بدین وسیله قدردانی می شود.

گیاهان مانند سیب زمینی گزارش کرده اند (۳).

حد مجاز باقی مانده^۱ متالاکسیل در خیار ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم است (۱۰). بنابراین، با توجه به یافته های این پژوهش، می توان نتیجه گرفت که در محلول پاشی، حداکثر طی هفت روز باقی مانده متالاکسیل روی خیار به کمتر از حد مجاز می رسد. در مواردی که از گرانول استفاده می شود، حداقل سه هفته لازم است تا باقی مانده متالاکسیل در میوه خیار به کمتر از حد مجاز کاهش یابد. البته، با توجه به این که توصیه شده گرانول پاشی در

منابع مورد استفاده

۱. بهداد، ا. و ا. اخیانی. ۱۳۶۴. مبارزه شیمیایی علیه بیماری فیتوفترایی خیار در اصفهان. آفات و بیماری های گیاهی ۵۳ (۲۰۱): ۹-۱.
۲. سازمان حفظ نباتات. ۱۳۷۵. فهرست آفات و بیماری های گیاهی و علف های هرز و سموم توصیه شده علیه آنها. تهران
3. Barak, E., L. Edington and B. Ripley. 1984. Bioactivity of the fungicide metalaxyl in potato tubers against some species of *Phytophthora*, *Fusarium* and *Alternaria*, related to polyphenoloxidase activity. *Can. J. Plant Pathol.* 6: 304-308
4. Burchat, C., B. Ripley, D. Lieishman, G. Kakuda and G. Stephenson. 1998. The distribution of nine pesticides between the juice and pulp of carrots and tomatoes after home processing. *Food Additives and Contam.* 15: 61-71.
5. Businelli, M., M. Patumi and C. Marucchini. 1984. Identification and determination of some metalaxyl degradation products in lettuce and sunflower. *J. Agric. Food Chem.* 32: 644-647.
6. Cabras, P., A. Angioni, V. Garau, M. Melis, F. Pirsi, F. Cabitza and M. Pala. 1998. Pesticides residues in raisin processing. *J. Agric. Food Chem.* 46: 2309-2311.
7. Cabras, P., M. Meloni, F. Piris and F. Cabitza. 1985. Behavior of acylanilide and dicarboximidic fungicide residues on greenhouse tomato. *J. Agric. Food Chem.* 33: 86-89.
8. Dunsing, M., D. Grote and C. Buscsi. 1998. Research into the persistence and residue dynamics of metalaxyl in tomatoes in hydroponic culture with recirculating nutrient solution. *Nachrichtenblatt-fur-den- pflanzenschutz* 42: 173-176.
9. El-Yesery, I. and K. Al-Adil. 1991. Residues dissipation products of Ridomil in the field and greenhouse. *Arab. J. Plant Protec.* 9: 23-26.
10. FAO/WHO. 1996. Food Standard Program. Codex Alimentarius Commission. Vol. 2B, Rome.
11. Hewitt, H. 1998. Fungicides in Crop Protection. CABI, Cambridge.
12. Lopez, L., A. Lopez and M. Riba. 1989. HPLC method for simultaneous determination of fungicides: carbendazim, metalaxyl, folpet and propiconazole in must and wine. *J. Agric. Food Chem.* 37: 684-687.
13. Milgroom, M., C. McCulloch and W. Fry. 1988. Distribution and temporal dynamics of metalaxyl in potato foliage. *Phytopathol.* 78: 555-558.
14. Mohapatara, M., M. Awasthi and D. Sharma. 1998. Effect of combination treatment of carbofuran and

- metalaxyl on their residue persistence in soil and tomato fruit. *Pest. Res. J.* 10(1): 49-53.
15. Ramsteiner, K. and W. Hormann. 1987. Metalaxyl. PP. 153-159. *In*: H. Peter and H. Zeumer (Eds.), *Manual of Pesticide Residue Analysis*. VCH, Bonn.
 16. Sicbaldi, F., G. Sacchi, M. Trevisan and A. Del. 1997. Root uptake and xylem translocation of pesticides from different chemical classes. *Pest. Sci.* 50: 111-119.
 17. Singh, B., R. Bhargava, S. Roy, R. Arora, V. Sharma and G. Shekhavat. 1998. Metalaxyl residue in potato tubers. *J. Indian Potato Assoc.* 25: 73-75.
 18. Tomolin, C. 1994. *The Pesticide Manual*. BCPC, UK.
 19. Vuik, J., W. Brouwer, G. Krishnadat D. Van de Lagemaat. 1989. Gas chromatographic determination of metalaxyl in lettuce. *J. Agric. Food Chem.* 37: 88-90.