اندازه‌گیری تغییرات باقی‌مانده قارچ‌کش متالاکسیل در خیار تولید شده تحت شرایط گلخانه‌های صنعتی و سنتی

جواد کرامت[۱]، خلیل طالبی[۲] و لیلا مصفی[۱]

با توجه به این‌که سبزی‌ها در طول فصل رشد به طور مرتب در برابر آفات و بیماری‌ها مورد سم‌پاشی قرار می‌گیرند و محصولاتی همچون خیار گلخانه‌ای مرتباً پس از سم‌پاشی برداشت می‌گردند، اندازه‌گیری و بررسی میزان باقی‌ماندهٔ آفت‌کش‌ها و مقایسه آن با حداکثر میزان مجاز آنها از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. در این پژوهش مقدار باقی‌مانده متالاکسیل (قارچ‌کشی که به طول متداول در گلخانه‌ها مورد استفاده می‌باشد) در خیارهایی که در گلخانه‌های صنعتی و سنتی کشت شده بود مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بدین منظور بوته‌های خیار در بخشی از یک گلخانه صنعتی و یک گلخانه سنتی به طور جداگانه با محلول یک در هزار و دو در هزار قارچ‌کش متالاکسیل سم پاشی شد. از محصول بوته‌های خیار در روزهای اول، دوم، چهارم، هفتم، دهم، چهاردهم، بیست و یکم و بیست و هشتم پس از سم‌پاشی نمونه‌برداری گردید. باقی‌مانده قارچ‌کش از نمونه‌ها استخراج و توسط کروماتوگرافی لایه نازک تخلیص شد و محلول نهایی توسط کروماتوگرافی با کارایی بالا مورد تجزیه و اندازه‌گیری قرار گرفت. داده‌ها به طور آماری توسط آزمون مقایسه‌های جفت شده و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج نشان داد میزان متالاکسیل در میوه خیار برای هر دو دُز سم‌پاشی نخست روندی افزایشی دارد، به نحوی‌که ۴ روز پس از سم‌پاشی به بالاترین حد خود رسید، این مقدار برای دُز سم‌پاشی ۱ در هزار در خیار دارای پوست و بدون پوست بیش از ده برابر مقدار مجاز باقی‌مانده (۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود، سپس به تدریج کاهش یافت و ۲۱ روز پس از سم‌پاشی به کمتر از حداکثر مجاز (۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) رسید. این آزمایش هم چنین نشان داد آفت‌کش مذکور در غلظت پایین‌تر باقی‌مانده بیشتری در مقایسه با غلظت بالاتر در میوه برجای گذاشت. مقدار باقی‌مانده متالاکسیل در خیار بدون پوست و خیار با پوست در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت، بنابراین پوست‌گیری میوه خیار در مورد آفت‌کش فوق تأثیری در کاهش باقی‌مانده و میزان ورود آن به بدن نخواهد داشت. هم‌چنین نتایج به دست آمده از نمونه‌هایی که در گلخانه‌های صنعتی و سنتی تولید شده بودند، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ نداشتند. بنابراین در صورت سم‌پاشی با متالاکسیل، باید ابتدا کلیهٔ خیارها برداشت و پس از سم‌پاشی حداقل چهارده روز از برداشت محصول خودداری شود.

واژه‌های کلیدی: *متالاکسیل، باقی‌مانده قارچ‌کش، خیار گلخانه‌ای*

۱. به ترتیب استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. دانشیار گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.1.16.9]

مقدمه

افزایش محصولات گلخانه‌ای در سال‌های اخیر که در تمام فصول یافت می‌شود و نیز شرایط خاص گلخانه‌ها که لزوم کنترل آفات و بیماری‌ها را به طور پیوسته ایجاب می‌نماید، هم چنین برداشت محصولات گلخانه‌ای به فاصله زمانی کوتاهی پس از سم‌پاشی، اهمیت اندازه‌گیری باقی‌مانده آفت کش‌ها را نشان می‌دهد.

به منظور کنترل بیماری‌های قارچی حاصل از پرونوسپورال‌ها(Peronosporal) که موجب سوختگی دیرهنگام(Late blight)، سفیدک دروغی(Downy mildow) و فساد ریشه و ساقه بسیاری از گیاهان (از جمله خیار گلخانه‌ای) می‌گردند، قارچ‌کش‌های مختلفی همچون متالاکسیل، بنومیل(Benomyl)، تیوفانات متیل(Thiophanate - methyl) و کلروتالونیل(Chlorothalonil)، از سوی سازمان حفظ نباتات ایران و کشورهای توسعه یافته همچون آمریکا در سال‌های گذشته توصیه شده است (۱، ۲ و ۴). متالاکسیل قارچ‌کشی است که دارای اثر سیستمیک بوده و قابلیت بالایی جهت کنترل بیماری‌های مذکور دارد. این قارچ‌کش از راه برگ و ریشه جذب شده و سپس وارد میوه و غده می‌شود(۱۳).

الیسری و همکاران(۶) نشان دادند که اگر مزارع کاهو و بوته‌های خیار رویش یافته در گلخانه را با محلول ۲/۵ گرم در لیتر پودر وتابل ریدومیل ام-زد ۷۲٪ سم‌پاشی نمایند میزان باقی‌مانده در کاهو و خیار به ترتیب به فاصله ۱۷ و ۲۹ روز پس از سم‌پاشی به کمتر از حد مجاز قابل قبول خواهد رسید. گزارش دیگر (۱۱) معلوم نمود که اگر گیاه خردل را با محلول متالاکسیل سم‌پاشی کنند، بیشترین میزان باقی‌مانده (۹/۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) یک روز پس از سم‌پاشی خواهد ماند و سپس کاهش یافته و ۱۵ روز پس از سم‌پاشی هیچ‌گونه باقی‌مانده‌ای از خود باقی نخواهد گذاشت. هم چنین با قرار دادن دانه‌های گیاه آفتابگردان در محلول متالاکسیل قبل از کاشت معلوم شد که ۱۱ روز پس از کاشت میزان قارچ‌کش در برگ به بالاترین مقدار می‌رسد. پس از آن میزان باقی‌مانده کاهش یافته و در روز سی‌و چهارم به ۳۰ درصد مقدار اولیه خواهد رسید. با این وجود ۹۰ روز پس از کاشت هنوز باقی‌مانده قارچ‌کش در برگ‌ها قابل اندازه‌گیری می‌باشد. نحوه تغییرات باقی‌مانده قارچ‌کش در ساقه و ریشه نیز به همین ترتیب می‌باشد ولی با غلظتی بسیار کمتر از برگ‌ها (۹).

طالبی در سال ۱۳۸۰ (۳) اثر سم‌پاشی‌های پی در پی و به‌کار بردن فرمولاسیون‌های گوناگون روی انباشته شدن باقی‌مانده قارچ کش متالاکسیل در برگ و میوه خیار را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که مقدار باقی‌مانده قارچ کش در بوته‌هایی که با سوسپانسیون متالاکسیل سم‌پاشی شده بودند سریع‌تر از بوته‌هایی که توسط گرانول تیمار شده بودند، کاهش می‌یابد. هم چنین کاربرد پی در پی قارچ‌کش به صورت محلول و یا گرانول تأثیری در انباشته شدن باقی‌مانده آن در بوته خیار نخواهد داشت.

محققین تأثیر دُزهای متفاوت به کار برده شده این قارچ‌کش بر میزان باقی‌مانده آن را نیز مورد بررسی قرار داده‌اند. اندازه‌گیری باقی‌مانده متالاکسیل روی خیار در آفریقای‌جنوبی نشان داده است که مصرف این آفت‌کش به نسبت ۰/۰۴ کیلوگرم ماده خالص در هکتار، پنج روز پس از سم‌پاشی باقی‌مانده‌ای در حدود ۰/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم محصول برجای می‌گذارد، در حالی که اگر به نسبت ۰/۲۵ کیلوگرم در هکتار مصرف شود باقی‌مانده آن پس از گذشت همان مدت به ۰/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم خواهد رسید(۷).

هدف از انجام این آزمایش بررسی باقی‌مانده متالاکسیل در خیار به فواصل مختلف پس از کاربرد قارچ‌کش هم چنین تأثیر دُزهای گوناگون سم‌پاشی بر روی میزان انباشته شدن باقی‌مانده این قارچ‌کش در خیار بوده است.

مواد و روش‌ها

نحوه سم‌پاشی و نمونه‌برداری

بخشی از یک گلخانه صنعتی و یک گلخانه سنتی برای آزمایش در نظر گرفته شد به طوری که از باقی‌مانده سموم مصرف شده

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.1.16.9]

در فصل‌های قبل عاری باشند. دو تیمار برای سم‌پاشی توسط پودر وتابل ریدومیل ام- زد۷۲٪ انتخاب شد که یکی یک در هزار و دیگری دو در هزار بود. برای یک‌نواخت کردن نمونه‌ها قبل از سم‌پاشی میوه‌هایی که بیش از اندازه بزرگ بودند برداشت گردید. سم‌پاشی به وسیله یک دستگاه سم‌پاش دستی پلاستیکی ۱۰ لیتری صورت گرفت. برای هر دُز سم‌پاشی تعداد پانزده بوته در یک ردیف مورد سم‌پاشی قرار گرفت. در گلخانه صنعتی واریته امپراتور و در گلخانه سنتی واریته نسیم کشت شده بود. از هر دو گلخانه به فواصل زمانی ۱، ۲، ۴، ۷، ۱۰، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی نمونه‌های میوه خیار برداشت و باقی‌مانده متالاکسیل در آنها اندازه گرفته شد. نمونه‌برداری به صورت کاملاً تصادفی از بوته‌های مختلف و از هر بوته از قسمت پایینی، میانی و فوقانی انجام شد. در هر نوبت از دو تیمار یک در هزار و دو در هزار به طور جداگانه نمونه برداری شد که این نمونه‌ها برای گلخانه سنتی شامل زیر نمونه‌هایی به منظور تعیین باقی‌مانده آفت‌کش در خیار دارای پوست، خیار بدون پوست و پوست خیار نیز بود. از بوته‌های مربوط به هر تیمار در هر بار نمونه‌برداری حداقل ۳ کیلوگرم خیار بازار پسند (به طول ۱±۱۳/۵ و قطر ۰/۵±۲/۵) نمونه‌برداری شد.

خیارها توسط دستگاه مخلوط کن به یک مخلوط هموژن تبدیل شده و برای استخراج باقی‌مانده قارچ‌کش آماده گردید.

مواد و دستگاه‌ها

مواد شیمیایی به کار رفته در این پژوهش عبارت بودند از: اتیل استات، سولفات سدیم خشک، پترولیوم اتر، دی‌اتیل اتر و صفحات سیلیکاژل حاوی شناساگر فلوئورسنت که همه به استثنای اتیل استات از محصولات شرکت مرک(Merck) آلمان و اتیل استات از شرکت شیمیایی و دارویی کیان‌کاوه تهیه گردید. استاندارد ریدومیل نیز از شرکت سیبا-گایگی سوئیس تهیه شد.

دستگاه‌های مورد استفاده در این آزمایش عبارت بودند از: سم‌پاش دستی پلاستیکی با ظرفیت ۱۰ لیتر، ترازوی آزمایشگاهی ساخت شرکت آلمانی سارتوریوس(Sartorius)، شیکر ساخت شرکت جانک و کانکل(Ganke and Kunkle) سوئیس، دستگاه تبخیر در خلاء دوار ساخت شرکت هیدولف(Heidolf) آلمان، سرنگ میکرولیتری ساخت شرکت همیلتن(Hamilton) آمریکا، مخلوط‌کن ساخت شرکت سانیو(Sanyo) ژاپن، دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا ساخت شرکت شیمادزو(Shimadzu) ژاپن.

روش استخراج، خالص‌سازی و اندازه‌گیری باقی‌مانده قارچ‌کش متالاکسیل

روش‌های بسیاری برای استخراج باقی‌مانده متالاکسیل از نمونه‌های میوه و سبزی وجود دارد. ولی روش مورد استفاده در این بررسی بر پایه روش وویک و همکاران (۱۲) با تغییراتی بود، که خلاصه آن در زیر آمده است: برای استخراج باقی‌ماندهٔ متالاکسیل از نمونه‌ها (پوست خیار، خیار با پوست و خیار بدون پوست) ۱۰۰ گرم از هر نمونه که قبلاً توسط مخلوط‌کن خرد و همگن شده بود در یک ارلن ۵۰۰ میلی‌لیتری توزین شد و سپس ۲۰۰ میلی‌لیتر اتیل استات و ۲۵ گرم سولفات سدیم خشک به آن افزوده گردید و به مدت ۳۰ دقیقه توسط دستگاه هم‌زن(Shaker)، با سرعت ۳۰۰ دور در دقیقه به هم زده شد. پس از اتمام این مدت لایه اتیل استات به آرامی از سطح مخلوط جدا گردید. لایه زیرین یک بار دیگر با ۲۰۰ میلی لیتراتیل استات برای همان مدت به هم زده شد. اتیل استات جمع‌آوری شده از دو مرحله استخراج با هم مخلوط شد.

محلول حاصل از مرحله استخراج دارای مقداری آب است که باید جدا شود، بدین منظور ۴۰ گرم سولفات‌سدیم خشک روی صافی شیشه‌ای ریخته و محلول اتیل استات قطره قطره از آن عبور داده شد پس از جذب آب محلول حاصل در دستگاه تبخیر کننده دوار در دمای کمتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد تا حد خشک شدن تبخیر و باقی‌مانده آن در ۰/۵ میلی‌لیتر اتیل استات حل شد.

برای خالص سازی از صفحات سیلیکاژل فلورسنت ۲۵۴ F۶۰

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.1.16.9]

کروماتوگرافی لایه نازک استفاده شد. حجم معینی از عصاره تغلیظ شده توسط یک میکروسرنگ بر روی صفحه‌ها لکه‌گذاری شد. هم زمان با قرار دادن نمونه‌ها روی هر صفحه، از محلول استاندارد متالاکسیل برای مشخص کردن محل لکه‌های متالاکسیل بالا رفته بر روی صفحه‌ها استفاده شد. صفحات کروماتوگرافی آماده شده درون تانک شیشه‌ای محتوی حلال پترولیوم اتر و دی اتیل اتر (۵۰ :۵۰ حجمی) قرار گرفت و پس از بالا رفتن حلال به میزان معین، از داخل تانک خارج شد. صفحات در زیر نور یک لامپ ماورای بنفش (در طول موج ۲۲۰ نانومتر) بررسی و محل لکه‌های متالاکسیل مشخص شد. پس از تعیین محل آفت‌کش در روی صفحه، قسمت مورد نظر بریده و با حجم مناسبی از اتیل استات شستشو گردید. محلول اتیل استات به دست آمده حاوی باقی‌مانده متالاکسیل بود و توسط دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا اندازه‌گیری شد(۹). فاز متحرک شامل محلول آب و استونیتریل (۵۰:۵۰ حجمی) با سرعت یک میلی‌لیتر در دقیقه بود. ستون از نوع Shim-pack, CLC-ODS به ابعاد ۱۵۰×۴ میلی‌متر بود. دتکتور مورد استفاده اسپکتروفتومتر از نوع ماورای بنفش با طول موج ۲۲۰ نانومتر بود.

آزمایش‌های بازیافت پس از افزودن مقادیر ۰/۵ تا ۲/۵ پی‌پی‌ام استاندارد متالاکسیل به نمونه‌های همگن شده خیار مطابق روش ذکر شده در بالا انجام شد. بازده این آزمایش‌ها ۸۲ درصد بود.

به منظور بررسی تأثیر دُز سم‌پاشی بر میزان باقی‌ماندهٔ قارچ‌کش متالاکسیل در خیار و تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون مقایسه‌های جفت شده استفاده شد و جهت مقایسه میانگین باقی‌ماندهٔ این قارچ‌کش در سه تیمار خیار دارای پوست، بدون پوست و پوست خیار در زمان‌های نمونه‌برداری از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

در شکل‌های ۱ و ۲ کروماتوگرام‌های HPLC متالاکسیل استاندارد و متالاکسیل موجود در نمونه‌های خیار نشان داده شده است. نقطه فراز متالاکسیل استاندارد در دقیقه ۷/۴۶ مشخص شده است که بر نقطه فراز مربوط به متالاکسیل در نمونه‌های خیار منطبق است، در واقع دارای زمان ماندگاری(Retention time) یکسان هستند.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار باقی‌مانده متالاکسیل در نمونه‌های سم‌پاشی شده در زمان‌های مختلف پس از سم‌پاشی، با توجه به درصد بازده تعیین شده توسط آزمایش‌های بازیافت (۸۲٪) تصحیح شد.

جداول ۱ و ۲ به ترتیب مقدار باقی‌مانده قارچ‌کش متالاکسیل را در نمونه‌های خیار سم‌پاشی شده با دُزهای یک و دو در هزار در گلخانه‌های صنعتی و سنتی نشان می‌دهد.

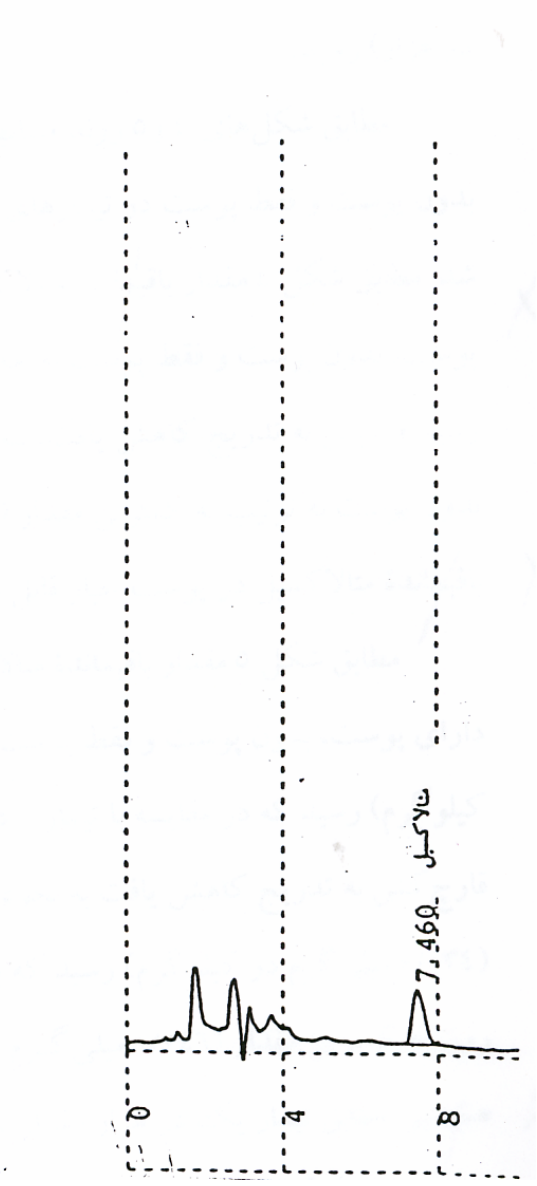
مطابق شکل ۳ مقدار باقی‌ماندهٔ متالاکسیل در محصول بوته‌های خیار سم‌پاشی شده در گلخانه صنعتی در روز چهارم پس از سم‌پاشی به حداکثر مقدار خود رسید(۴/۶۵ و ۴/۳۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خیار به ترتیب در تیمارهای ۱ و ۲ در هزار) و پس از این افزایش نسبتاً سریع، کاهش تدریجی باقی‌ماندهٔ قارچ‌کش دیده شد و ۲۸ روز پس از سم‌پاشی به کمترین مقدار(۰/۰۳۴ و ۰/۰۵۱میلی‌گرم در کیلوگرم خیار به ترتیب در تیمارهای ۱ و ۲ در هزار) رسید.

مطابق شکل‌های ۴ و۵ روند مشابهی در تغییرات مقدار باقی‌ماندهٔ متالاکسیل در خیار دارای پوست، خیار بدون پوست و فقط پوست در تیمارهای ۱ و ۲ در هزار محصول بوته‌های سم‌پاشی شده در گلخانه سنتی ملاحظه شد. مطابق شکل ۴ مقدار باقی‌مانده متالاکسیل در روز چهارم پس از سم‌پاشی با دُز ۱ در هزار در خیار دارای پوست، بدون پوست و فقط پوست به حداکثر مقدار (به ترتیب ۵/۶۱۹، ۵/۱۴۹ و ۲/۹۵۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) رسید و سپس به تدریج کاهش یافت، به نحوی که پس از گذشت ۲۸ روز از سم‌پاشی در خیار دارای پوست و بدون پوست به ترتیب به کمترین مقدار (۰/۰۳۴ و ۰/۱۴۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) رسید، در این روز مقدار باقی‌ماندهٔ متالاکسیل در پوست خیار قابل اندازه‌گیری نبود.

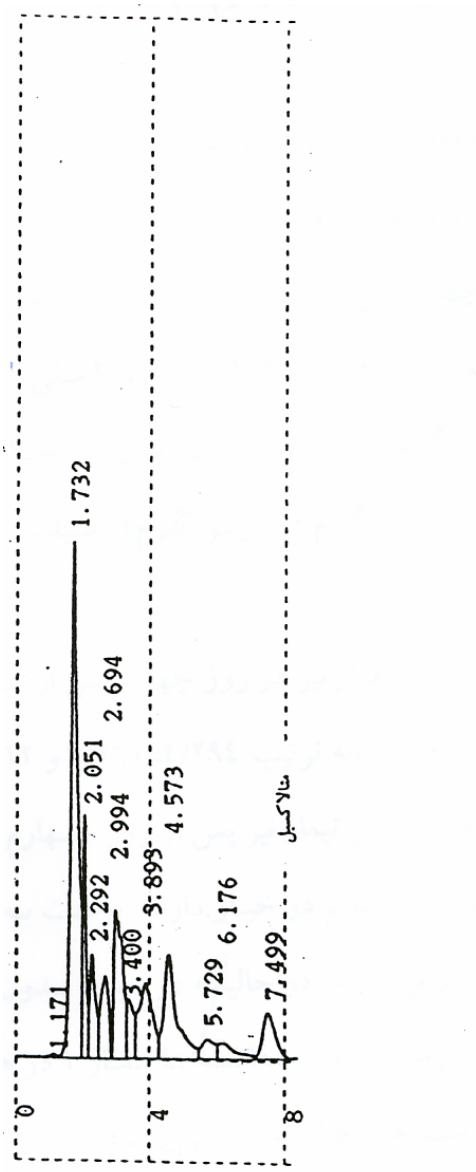
مطابق شکل ۵ مقدار باقی‌ماندهٔ متالاکسیل در تیمار ۲ در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.1.16.9]



شکل۱. کرماتوگرامHPLC متالاکسیل استاندارد



شکل۲. کروماتوگرام متالاکسیل موجود در نمونه‌های خیار مربوط به روز هفتم پس از سم‌پاشی

هزار نیز در روز چهارم پس از سم‌پاشی در خیار دارای پوست، بدون پوست و فقط پوست خیار به حداکثر مقدار (به ترتیب ۴/۲۹۴، ۳/۹۶۱ و ۱/۸۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) رسید که در مقایسه با تیمار ۱ در هزار کمتر بود. در این تیمار نیز پس از روز چهارم مقدار باقی‌ماندهٔ قارچ‌کش به تدریج کاهش یافت به نحوی که در روز بیست و هشتم در خیار دارای پوست، به کمترین مقدار (۰/۰۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) رسید که با تیمار ۱ در هزار برابر بود، در حالی‌که در خیار بدون پوست در این روز به کمترین مقدار (۰/۰۴۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) رسید که در مقایسه با تیمار ۱ در هزار کمتر بود. هم چنین مطابق تیمار یک در هزار مقدار باقی‌مانده در پوست خیار قابل اندازه‌گیری نبود.

نتایج فوق نشان می‌دهد که قارچ‌کش مورد استفاده از بخش‌های مختلف گیاه سم‌پاشی شده جذب و به طرف میوه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.1.16.9]

جدول ۱. مقدار باقی‌مانده قارچ‌کش متالاکسیل در نمونه‌های خیار سم‌پاشی شده با دُزهای ۱/۱۰۰۰ و ۲/۱۰۰۰ در گلخانه صنعتی

زمان پس از سم‌پاشی (روز)	باقی‌مانده متالاکسیل (mg/kg)	
	سم‌پاشی‌با دُز ۱/۱۰۰۰	سم‌پاشی‌با دُز ۲/۱۰۰۰
۱	۰/۷۵ f	۰/۷۵ e
۲	۲/۰۶ b	۲/۱۹۸ c
۴	۴/۶۵ a	۴/۳۰۲ a
۷	۳/۰۲ b	۳/۱۹ c
۱۰	۲/۶۰۲ b	۲/۰۲ c
۱۴	۲/۱۷ b	۱/۳۷ c
۲۱	۰/۱۸۲ d	۰/۲۷۱ f
۲۸	۰/۰۳۴ d	۰/۰۵۱ f

براساس آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن، اعداد با حروف مشابه (در ستون)، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند

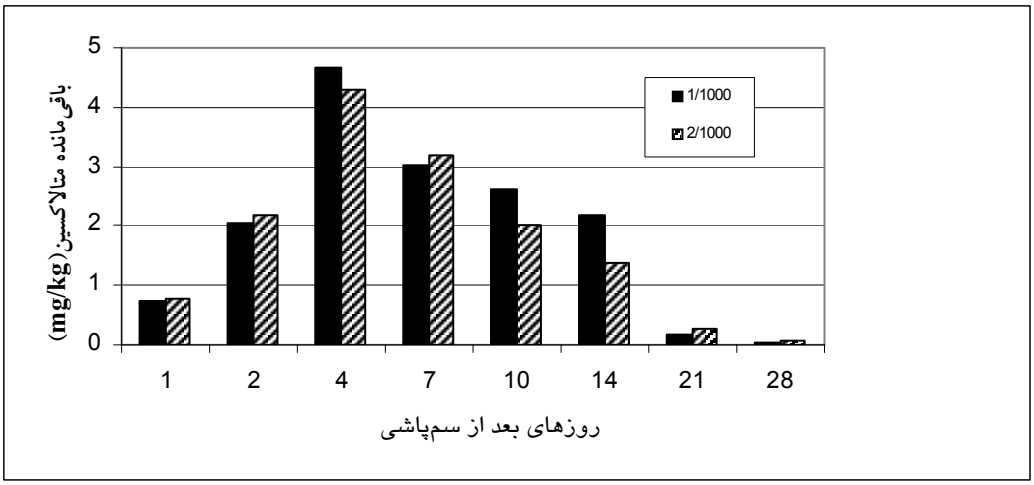
جدول ۲. مقدار باقی‌مانده قارچ‌کش متالاکسیل در نمونه‌های خیار سم‌پاشی شده با دُزهای ۱/۱۰۰۰ و ۲/۱۰۰۰ در گلخانه سنتی

زمان پس از سم‌پاشی (روز)	باقی‌مانده متالاکسیل (mg/kg)					
	سم‌پاشی با دُز ۱/۱۰۰۰			سم‌پاشی‌با دُز ۲/۱۰۰۰		
	پوست خیار	خیار بدون پوست	خیار با پوست	پوست خیار	خیار بدون پوست	خیار با پوست
۱	۰/۷۹۲bc	۰/۷۷۶cd	۱/۶۵cd	۰/۸۱۵b	۱/۷۷۶c	۱/۶۲b
۲	۱/۲۲۴b	۳/۶۸۱b	۴/۳۲۳b	۱/۵۶۷a	۲/۴۴bc	۳/۸۳a
۴	۲/۹۹۵a	۵/۱۴۹a	۵/۶۱۹a	۱/۸۱۲a	۳/۹۶۱a	۴/۲۹۴a
۷	۰/۹۳۲bc	۲/۲۴۵cd	۲/۰۹۷cd	۰/۹۹۱b	۱/۱۹۷c	۱/۷۴۲b
۱۰	۰/۸۵۷bc	۱/۹۰۸c	۱/۴۷۲cd	۰/۹۱۵b	۱/۰۷۶c	۱/۲۲bc
۱۴	۰/۶۷dbc	۱/۲۳۶ed	۱/۴۳۲cd	۰/۶۳۲bc	۰/۹۰۹c	۱/۰۷۵bc
۲۱	۰/۰۱۹dc	۰/۲۲۸f	۰/۱۱۸e	۰/۰۱۶c	۰/۱۷c	۰/۲۸۴c
۲۸	—	۰/۱۴۷f	۰/۰۳۴f	–	۰/۰۴۶c	۰/۰۳۴c

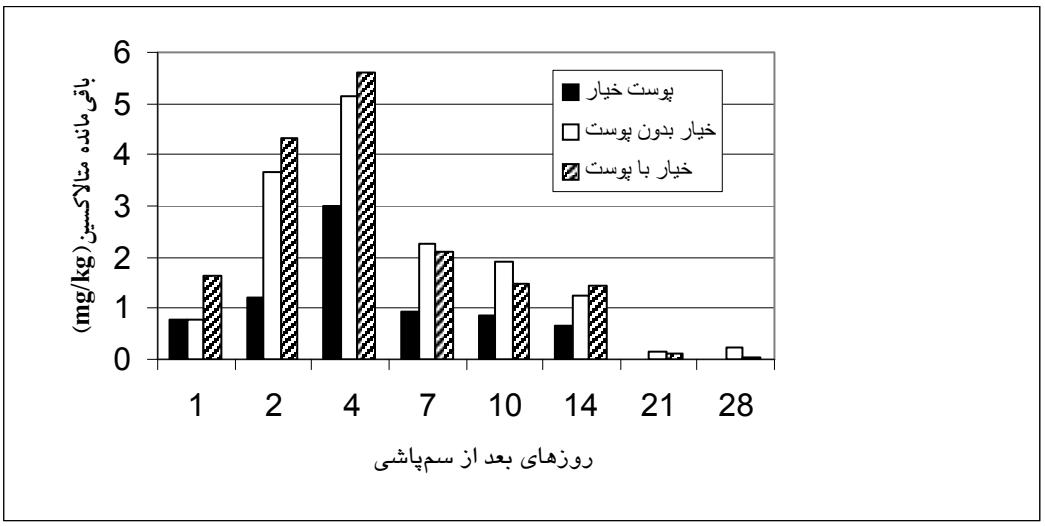
اعداد با حروف مشابه (در ستون) بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

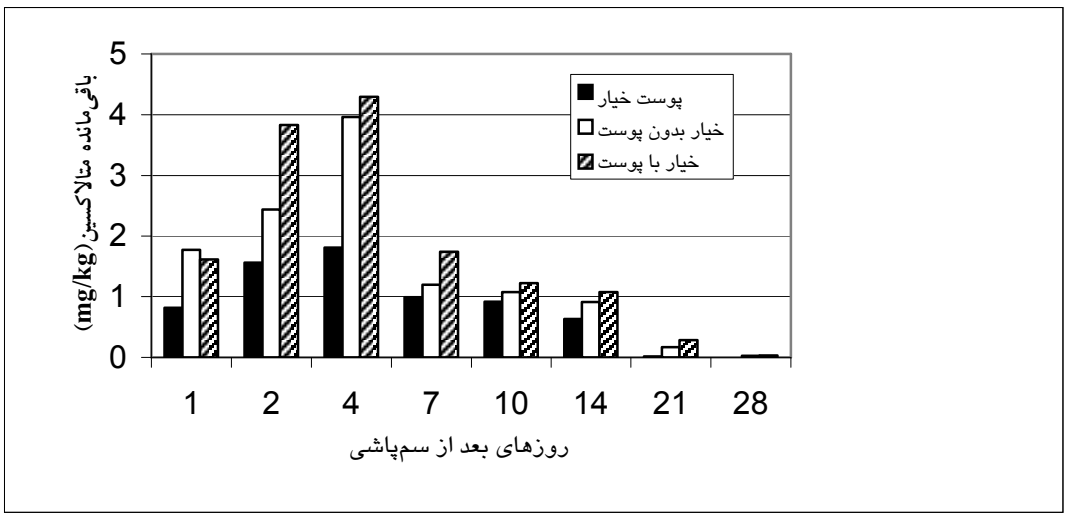
[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.1.16.9]



شکل۳. روند تغییرات باقی‌مانده متالاکسیل در میوه خیار سم‌پاشی شده با دُز ۱/۱۰۰۰ و ۲/۱۰۰۰ (گلخانه صنعتی)



شکل۴. روند تغییرات باقی‌مانده متالاکسیل در میوه خیار برای دُز سم‌پاشی ۱/۱۰۰۰ (گلخانه سنتی)



شکل۵. روند تغییرات باقی‌مانده متالاکسیل در میوه خیار برای دُز سم‌پاشی ۲/۱۰۰۰ (گلخانه سنتی)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.1.16.9]

جدول ۳. مقایسه میانگین تغییرات باقی‌مانده متالاکسیل در خیار برای بوته‌هایی که با دُز یک در هزار سم‌پاشی شده بود در مدت ۲۸ روز

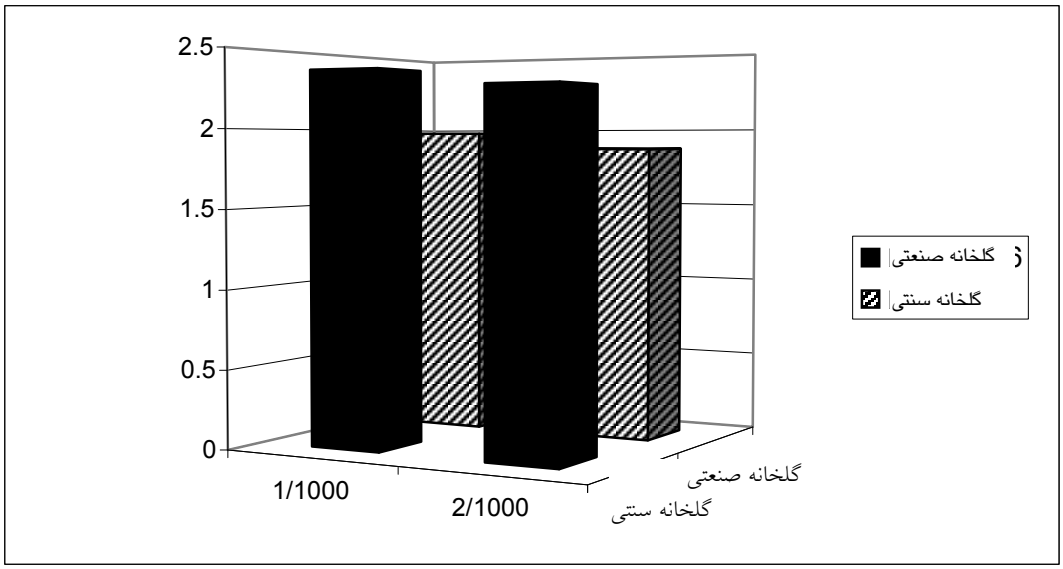
	میانگین باقی‌مانده متالاکسیل (mg/kg)	سطح آزمون دانکن
خیار دارای پوست	۱/۷۰۲	A
خیار بدون پوست	۱/۳۱۰۶	A
پوست	۰/۸۴۱	B

اعداد با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($p<0/05$).

جدول ۴. مقایسه میانگین تغییرات باقی‌مانده متالاکسیل در خیار برای بوته‌هایی که با دُز دو در هزار سم‌پاشی شده بود در مدت ۲۸ روز

	میانگین باقی‌مانده متالاکسیل (mg/kg)	سطح آزمون دانکن
خیار دارای پوست	۲/۱۵۴	A
خیار بدون پوست	۱/۹۶۱	A
پوست	۰/۸۵۸	B

اعداد با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند($p<0/05$).



شکل ۶. مقایسه میانگین باقی‌مانده متالاکسیل در خیار دارای پوست برای دُزهای سم پاشی ۱/۱۰۰۰ و ۲/۱۰۰۰ (در گلخانه‌های صنعتی و سنتی)

حرکت کرده به نحوی که پس از سم‌پاشی ظرف چهار روز به حداکثر مقدار خود در میوه می‌رسد. پس از این افزایش نسبتاً سریع، مقدار قارچ‌کش در میوه به تدریج کاهش می‌یابد. این نتایج و هم چنین علل کاهش مقدار باقی‌ماندهٔ این قارچ‌کش که به طور عمده ناشی از تبخیر از سطوح برگ و تبدیل باقی‌مانده سم به متابولیت‌های مختلف می‌باشد، با گزارش‌های میلگروم(Milgroom) (۱۰) و بوکوواک(Bukovac) (۵) و نارش(Naresh) (۱۱) مطابقت دارد. مطابق جداول ۳ و ۴ تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین میانگین باقی‌مانده متالاکسیل در دُزهای ۱ و ۲ در هزار در خیار دارای پوست و بدون

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.1.16.9]

پوست وجود نداشت و بنابراین پوست‌گیری نمی‌تواند در کاهش مقدار دریافتی قارچ‌کش از طریق مصرف خیار اثری داشته باشد.

مقایسهٔ میانگین‌های مقدار باقی‌ماندهٔ متالاکسیل در خیار دارای پوست (در گلخانه‌های صنعتی و سنتی) در تیمارهای ۱ در هزار (دُز توصیه شده) و ۲ در هزار (دُز بالا) مطابق شکل۶ نشان داد که مقدار باقی‌ماندهٔ متالاکسیل برای دُز یک در هزار بیشتر از دُز دو در هزار است. اگر چه ظاهراً به نظر می‌رسد که باید نتایج برعکس باشد، ولی طبق گزارش‌های مختلف، عوامل بسیاری مانند نوع آفت‌کش، فرمولاسیون و نوع گیاه در مقدار باقی‌ماندهٔ آفت‌کش‌ها در محصول مؤثر می‌باشد. به عنوان مثال نوع سورفکتانت‌ها و مقدار آنها بر میزان جذب آفت‌کش توسط گیاه و میزان باقی‌مانده آن در گیاه مؤثر می‌باشد. غلظت‌های کم سورفکتانت روی جذب آفت‌کش اثری ندارند ولی با افزایش غلظت میزان جذب کاهش می‌یابد و یا حتی ممکن است متوقف شود. علت این امر را بوکوواک در سال ۱۹۹۰ (۵)، احتمال بسته شدن منافذ جذب توسط سورفکتانت و یا افزایش نسبت انحلال آفت‌کش در فاز آلی و کاهش حلالیت آن در فاز آبی عنوان نمود.

هم‌چنین تفاوت معنی‌داری بین نتایج به دست آمده از انجام آزمایش در گلخانه‌های صنعتی و سنتی دیده نشد، بنابراین تفاوت شرایط محیطی در این دو نوع گلخانه تأثیری بر باقی‌ماندهٔ قارچ‌کش در محصول ندارد.

مطابق استانداردهای اعلام شده توسط سازمان‌های خواروبار و بهداشت جهانی(FAO and WHO) (۸) حداکثر باقی‌مانده مجاز((Maximum Residual Level (MRL) متالاکسیل در خیار ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد در حالی‌که مطابق نتایج به دست آمده در این تحقیق مقدار باقی‌ماندهٔ متالاکسیل در خیار دارای پوست و یا بدون پوست در روز چهارم پس از سم‌پاشی به بیش از ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم محصول رسیده که بیشتر از ده برابر مقدار مجاز باقی‌مانده می‌باشد. بنابراین درصورت سم‌پاشی با متالاکسیل، باید نخست کلیهٔ خیارها برداشت شود و پس از سم‌پاشی حداقل چهارده روز از برداشت محصول خودداری شود.

منابع مورد استفاده

۱. بهداد، ا. و ا. احیائی. ۱۳۶۴. مبارزه شیمیایی علیه بیماری‌های فیتوفترایی خیار در اصفهان. آفات و بیماری‌های گیاهی ۵۳(۱ و ۲): ۱-۹.

۲. سازمان حفظ نباتات. ۱۳۷۵. فهرست آفات و بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز و سموم توصیه شده علیه آنها. انتشارات سازمان حفظ نباتات، تهران.

۳. طالبی، خ. ۱۳۸۰. بررسی باقی‌مانده قارچ‌کش متالاکسیل در خیار. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۵(۴) : ۱۹۷-۲۰۷.

4. Bass, J. 1994. Pesticide use on Cucumber in Virginia in 1993.
5. Bukovac, M. J., P. Petracek, R. Fader and R. Morse. 1990. Sorption of organic compounds by plant cuticles. Weed Sci. 38: 289-298.
6. 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.
7. FAO / WHO. 1982. Pesticide Residues in Foods. FAO/WHO Pub., Rome.
8. FAO/ WHO. 1996. Food Standard Program. Codex Alimentarius Commission. Vol. 2B, Rome.
9. Marucchini, G., M. Patumi and A. Zazzerini. 1983. Uptake and persistence of metalaxyl in sunflower plants. J. Agric. Food Chem. 31:1123-1125.
10. Milgroom, M., C. Mcculloch and W. Fry. 1988. Distribution and temporal dynamics of metalaxyl in potato foliage. Phytopathol. 37:555-558.
11. Naresh, M., G. Saharan, T. Kathipa and N. Mehta. 1997. Absorption and degradation of metalaxyl in mustard plant (*Brasica juice*). Ecotoxicology and Environmental satety. 37(2): 119-124.
12. Vuik, J., B. W. rouwer, G. Krishnadat and D. Vasde Langemaat. 1989. Gas chromatographic determination of metalaxyl in lettuce. J. Agric. Food Chem. 37:88-90.
13. 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.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.1.16.9]