نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹، ص ۳۴-۲۹

Journal of Plant Protection
Vol. 24, No. 1, Spring 2010, p. 29-34

ارزیابی باقیمانده حشره‌کش اتیون و کاهش آن با روش‌های مختلف در خیار گلخانه‌ای

نسرین حسن زاده[1*] – نادر بهرامی فر[2] – عباس اسماعیلی ساری[3] – هاشم مختاری[4]

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲۷
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۱

چکیده

مصرف بی‌رویه آفت‌کش‌ها منجر به آلودگی محصولات کشاورزی به باقیمانده آفت‌کش‌ها می‌شود. با توجه به استفاده فراوان از حشره‌کش اتیون در کشت خیار گلخانه ای، این تحقیق به بررسی تغییرات باقیمانده این حشره‌کش در یک دوره کارنس ۱۴روزه پس از سم‌پاشی در خیار گلخانه‌ای می‌پردازد. نمونه‌ها از شهرستان محمودآباد در استان مازندران تهیه و بعد از سم‌پاشی با اتیون، به صورت یک روز در میان به مدت ۱۴ روز برداشت شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه بلافاصله آماده‌سازی گردید. در هر بار آماده‌سازی، تعداد ۳ نمونه بدون اعمال تیمار،۳ نمونه با تیمار پوست کندن، ۳ نمونه با تیمار ذخیره سازی در یخچال به مدت ۴۸ ساعت و ۳ نمونه با تیمار شستشو با آب به مدت سه دقیقه آماده‌سازی گردید. برای اندازه‌گیری باقیمانده اتیون در نمونه استخراج شده، از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) استفاده شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که بیشترین غلظت باقیمانده اتیون در روزهای اول و دوم بعد از سم پاشی به ترتیب به میزان ۲/۵و ۱/۸۳ میلی‌گرم برکیلوگرم بود و در روزهای بعدی تا پایان دوره کارنس روند تغییر غلظت سیر نزولی داشت. غلظت باقیمانده اتیون در نمونه‌ها تا روز هفتم پس از سم‌پاشی بیشتر از استاندارد کدکس بود. بررسی تأثیرکاربرد سه تیمار نشان داد که تیمار پوست کندن، شستشو و ذخیره‌سازی در یخچال به ترتیب، بیشترین تأثیر را در کاهش اتیون از محصول داشت نتایج این بررسی نشان داد که برای ارائه محصول به بازار مصرف رعایت یک دوره زمانی ۷ روزه بعد از سم‌پاشی با اتیون به منظور اطمینان از عدم تجاوز باقیمانده آفت‌کش از استاندارد کدکس، برای ایمنی غذایی مصرف‌کنندگان لازم و ضروری است.

واژه های کلیدی: باقیمانده آفت‌کش، حشره‌کش اتیون، حداکثر غلظت مجاز، خیار گلخانه‌ای، استاندارد کدکس

مقدمه

امروزه امنیت غذایی یکی از مسائل مهم زندگی بشری است. درکشاورزی مدرن برای حفظ محصولات از آفات و بیماری‌ها هر ساله مقادیر زیادی آفت‌کش مصرف می‌شود. استفاده بی‌رویه از آفت‌کش‌ها باعث افزایش باقیمانده سموم[4] در محصولات کشاورزی می‌شود که علاوه بر آلودگی محیط زیست، سلامت مصرف کنندگان را نیز تهدید می‌کند (۶ و ۱۳). اغلب به دلیل کاربرد بی‌رویه آفت‌کش‌ها و عدم رعایت دوره کارنس آنها، محصولات کشاورزی حاوی مقادیر متفاوتی از بقایای آفت‌کش‌ها هستند که وجود این بقایا در میوه‌ها و سبزیجات به دلیل مصرف آنها به صورت خام و تازه، سبب بروز مشکلات عدیده‌ای برای سلامتی مصرف کنندگان می‌شود (۱۸).

کمیسیون غذایی کدکس[5] یک سازمان بین‌المللی است که به تعیین یک سری قوانین مربوط به حداکثر غلظت مجاز باقیمانده آفت‌کش‌ها در مواد غذایی پرداخته است (۶). مقدار حداکثر غلظت مجاز (MRL) [6] تعیین شده توسط این کمیسیون به صورت یک قانون کلی با توجه به شرایط کلی موجود در جهان وضع شده است و به عنوان یک راهنمای کلی برای کشورهایی که قوانین MRL را ندارند قابل استفاده می‌باشد. این معیار بر حسب میلی گرم سم بر کیلوگرم وزن میوه و سبزیجات تازه بیان می‌شود و عبارت از بیشترین غلظت آفت‌کش در مواد غذایی است که برای سلامتی انسان خطری ندارد (۱۸). حداکثر غلظت باقیمانده اتیون در میوه خیار که توسط کدکس تعیین شده است ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (۹ و ۱۷). در موضوعات مربوط به ایمنی و سلامت مصرف‌کنندگان و سم‌پاشی فرآورده‌های کشاورزی،توجه به مقدار حداکثر غلظت مجاز سم، تعیین دوره پیش از برداشت (PHI)[9] بسیار مهم می‌باشد. PHI عبارت است

۱، ۲ و۳- دانشجوی دکترای محیط زیست، استادیار و استاد دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
۴- مهندس تولیدات گیاهی
(* - نویسنده مسئول: (Email: nasrin_hassanzadeh@yahoo.com

4- Pesticide residue

5- Codex Alimentarious Commission
6- Maximum residue limit
9- Pre-harvest interval

از فاصله زمانی پس از سم‌پاشی تا زمان برداشت، به طوری‌که در این فاصله زمانی مقادیر باقیمانده آفت‌کش موجود در محصولات زراعی به مقدار MRL تعیین شده برسد. مدت PHI برای محصولات مختلف، آفت‌کش‌های مختلف، شرایط متفاوت سم‌پاشی و محیطی متفاوت است (۶ و ۱۸).

به مدد پیشرفت علم کشاورزی و گسترش کشت محصولات گلخانه‌ای، بسیاری از میوه‌ها و سبزیجات در چهار فصل سال قابل تولید و دسترسی هستند. محیط گلخانه به دلیل بسته بودن و وجود رطوبت بالا محل مناسبی برای رشد انواع عوامل بیماری‌زا و آفات گیاهی است که برای از آن‌ها، آفت‌کش‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد و برداشت این محصولات به فاصله کوتاهی بعد از سم‌پاشی صورت می‌گیرد. ارائه این محصولات به بازار و مصرف آن‌ها به صورت خام و تازه سلامت مصرف‌کنندگان را به طور جدی تهدید می‌کند. به طوری که محصولات گلخانه‌ای در مقایسه با محصولات تولید شده در مزارع کشاورزی دارای مقادیر بیشتری از بقایای آفت‌کش‌ها هستند (۷).

اتیون با فرمول بسته شیمیایی ($C_9H_{22}O_4P_2S_4$) یک حشره‌کش فسفره آلی با خاصیت مهارکنندگی استیل‌کولین استراز در سیستم عصبی موجودات زنده است و مصرف مواد غذایی آلوده به این آفت‌کش منجر به بروز خطرات زیادی برای انسان می‌شود (۱، ۱۳ و ۱۷) تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی انجام شده است.

لوزر و همکاران (۱۱) با بررسی دوره‌ای غلظت باقیمانده انواعی از آفت‌کش‌ها، روند کاهشی آفت‌کش‌ها را بررسی کردند و نشان دادند بهترین زمان برای برداشت محصولات سم‌پاشی شده نزدیک به پایان دوره کارنس می‌باشد. سنگیز و همکاران (۳) نشان دادند که کاربرد تیمار شستشو و پوست کندن منجر به کاهش بقایای حشره‌کش کپتان می‌شود. سینگ و همکاران (۱۷) به بررسی بقایای حشره‌کش اتیون در طی ۱۴ روز پس از سم‌پاشی محصول پرداختند و نشان دادند که غلظت باقیمانده اتیون در میوه خیار ۵ روز پس از سم‌پاشی به مقدار حد مجاز کدکس رسید.

در حال حاضر، سطح کل زیر کشت محصولات گلخانه‌ای در ایران، حدود ۵۳۰۰ هکتار است (۱۰). از بین محصولات گلخانه‌ای، خیار گلخانه‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به دلیل حساسیت این محصول به آفات مختلف، انواع آفت‌کش‌ها در تولید آن به کار می‌روند و اغلب محصولات، مدت زمان کمی پس از سم‌پاشی به بازار مصرف ارائه می‌شوند. با توجه به ارزش غذایی خیار در رژیم غذایی روزانه و افزایش کشت گلخانه‌ای این محصول، در تحقیق حاضر باقیمانده حشره‌کش اتیون در خیار گلخانه‌ای و روند تغییر غلظت آن از ساعات اولیه پس از سم‌پاشی تا پایان دوره کارنس بررسی گردید و با استاندارد جهانی کدکس مقایسه شد. در این مطالعه، تأثیر ۳ تیمار مختلف در تغییرات غلظت باقیمانده اتیون مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

نحوه نمونه‌برداری و کاربرد تیمارها

در این تحقیق خیار گلخانه‌ای از ۲ گلخانه در شهرستان محمود آباد (استان مازندران) انتخاب گردید. در هر گلخانه، سم‌پاشی کاملا مشابه و با غلظت ۲۰۰ میلی‌لیتر اتیون (EC ۵۰) در ۱۰۰ لیتر آب صورت گرفت. بعد از سم‌پاشی (از ساعت صفر سم‌پاشی) نمونه‌ها، به ترتیب در روزهای ۳،۱، ... و ۱۴) به صورت یک روز در میان به مدت ۱۴ روز از گلخانه برداشت شدند. در هر روز پس از برداشت، برای جلوگیری از تجزیه آفت‌کش، نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. در هر روز نمونه‌برداری، تعداد ۳ نمونه به صورت تصادفی از گلخانه برداشت شد. هر کدام از نمونه‌ها به ۴ بخش و هر بخش با ۳ تکرار تقسیم گردید (تعداد ۳۶ نمونه، در هر روز). بخش اول با تعداد ۴ نمونه بدون اعمال هیچ گونه تیماری به عنوان نمونه شاهد، آماده‌سازی شد. سه نمونه با تیمار شستشو به مدت ۳ دقیقه با آب تیمار شدند و نمونه‌های با تیمار پوست کندن با یک چاقو که از قبل با استون کاملا شسته شده بود، پوست گرفته شد. تیمار ذخیره‌سازی در یخچال از طریق ذخیره نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

روش آماده‌سازی نمونه‌ها جهت کروماتوگرافی گازی

روش آماده سازی نمونه‌ها طبق روش QuECHERS[10] انجام شد (۱۲ و ۱۵). بعد از کاربرد تیمارهای مختلف، مقدار ۱۰۰۰ گرم از نمونه‌ها با مخلوط‌کن کاملا خرد و همگن شدند. سپس مقدار ۱۰ گرم از نمونه به دقت وزن شد و با ۱۰ میلی لیتر استونیتریل مخلوط شد. ۱گرم کلرید سدیم و۴ گرم سولفات منیزیم بدون آب به مواد قبلی اضافه شد و با سرعت ۳۸۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. بعد از سانتریفیوژ کردن و جداسازی فاز بالایی مقدار ۱/۲ گرم GCB[11] برای جداسازی رنگدانه‌ها به مواد قبلی اضافه شد. فاز بالایی از کاغذ صافی عبور داده شد و فاز آلی جدا شده توسط جریان آرام گاز نیتروژن تغلیظ گردید. سپس مقدار ۱ میکرولیتر از این نمونه برای شناسایی و اندازه‌گیری به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق گردید. سپس از هر تیمار ۳ نمونه به دستگاه تزریق شد.

تجزیه دستگاهی

از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC 1000 DANI) مجهز به

10 -Quick, Easy, Cheap, Effect, Rugged, Safe Method
11- Graphite carbon black

آشکارساز NPD[12] و ستون کاپیلاری BP_5 به طول ۲۵ متر، قطر ۰/۳۳ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر برای آشکارسازی و شناسایی اتیون استفاده شد. استاندارد حشره‌کش اتیون از شرکت Riedel de Haen آلمان تهیه گردید و بعد از تهیه غلظت‌های مختلف از استاندارد اتیون و تزریق به دستگاه GC منحنی کالیبراسیون آن ترسیم شد (شکل ۱). شناسایی حشره‌کش اتیون موجود در نمونه‌ها از طریق مقایسه زمان بازداری پیک‌های مشاهده شده در کروماتوگرام حاصل از نمونه با کروماتوگرام حاصل از تزریق محلول استاندارد انجام پذیرفت (شکل ۲). غلظت اتیون نیز با استفاده از عدد سطح زیر پیک نمونه‌ها و قرار دادن آن در معادله منحنی کالیبراسیون استاندارد محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های به دست آمده با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه مورد آزمون قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون Tukey در سطح معنی داری ۱درصد انجام شد.

نتایج

نتایج مربوط به باقیمانده اتیون در نمونه‌های شاهد نشان داد که روند تغییر غلظت این حشره‌کش در طی ۱۴ روز به صورت نزولی است. با اعمال تیمارهای پوست کندن، شستشو و نگهداری در یخچال، مقادیر باقیمانده‌ی اتیون نسبت به نمونه شاهد کاهش محسوسی یافت. روند تغییر غلظت اتیون در نمونه‌های تیمار شده نیز، روندی نزولی بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس اثر معنی‌دار تیمارها را پس از سم‌پاشی بر میزان بقایای حشره‌کش نشان داد. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که در نمونه شاهد تا روز هفتم پس از سم‌پاشی مقادیر باقیمانده اتیون در میوه خیار بالاتر از استاندارد تعیین شده کدکس (۰/۵ میلی‌گرم بر گیلوگرم) می‌باشد. نتایج گروه‌بندی آزمون Tukey تفاوت معنی‌داری در روزهای مختلف پس از سم‌پاشی را نشان می‌دهد.

با توجه به این نتایج و با در نظر گرفتن حداکثر مجاز اتیون و زمان پیش از برداشت، حداقل یک دوره ۷ روزه پس از سم‌پاشی با اتیون برای ارائه محصولی با مقادیر مجاز باقیمانده اتیون به بازار مصرف مورد نیاز است. نتایج شکل ۳ در مورد درصد کاهش باقیمانده اتیون با ۳ تیمار مختلف نیز نشان می‌دهد. میزان درصد کاهش در هر تیمار از طریق مقایسه با نمونه شاهد در همان روز محاسبه شده است. کاربرد تیمارهای مختلف منجر به کاهش قابل توجهی از بقایای اتیون موجود درنمونه‌ها شد به طوری که اعمال تیمارها در مقایسه با نمونه شاهد منجر به کاهش مقادیر باقیمانده اتیون به میزان کمتر از حد مجاز کدکس می‌شود. همان طور که در شکل مشاهده می‌شود، کاربرد هر ۳ تیمار در روز ۱۴ منجر به حذف صد در صد بقایای اتیون شده است و درصد کاهش در این تیمارها به صورت ۱۰۰درصد است.

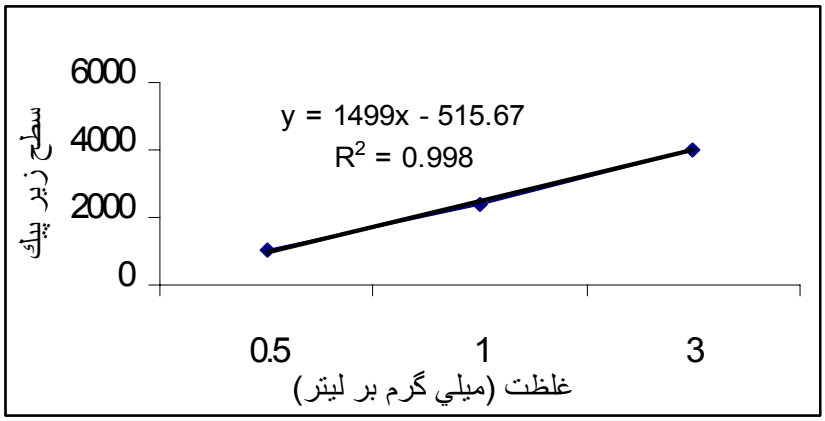
نتایج بیان‌گر این است که از بین ۳ تیمار اعمال شده پوست کندن خیار بیشترین تأثیر را در کاهش غلظت بقایای اتیون از نمونه دارد و با پوست کندن خیار در روزهای پایانی دوره کارنس غلظت باقیمانده اتیون به میزان ۱۰۰ درصد کاهش یافته است. تیمار شستشو نیز در کاهش بقایای اتیون موجود در نمونه‌ها نقش زیادی دارد. تیمار ذخیره‌سازی در یخچال نسبت به ۲ تیمار دیگر، تأثیر کمتری در کاهش بقایای آفت‌کش از میوه دارد. همچنین نتایج حاکی از آن است که در روزهای پایانی به دلیل کاهش باقیمانده اتیون در نمونه‌ها، کاربرد تیمارها منجر به حذف بیشتری از این بقایا می‌شود.

بحث

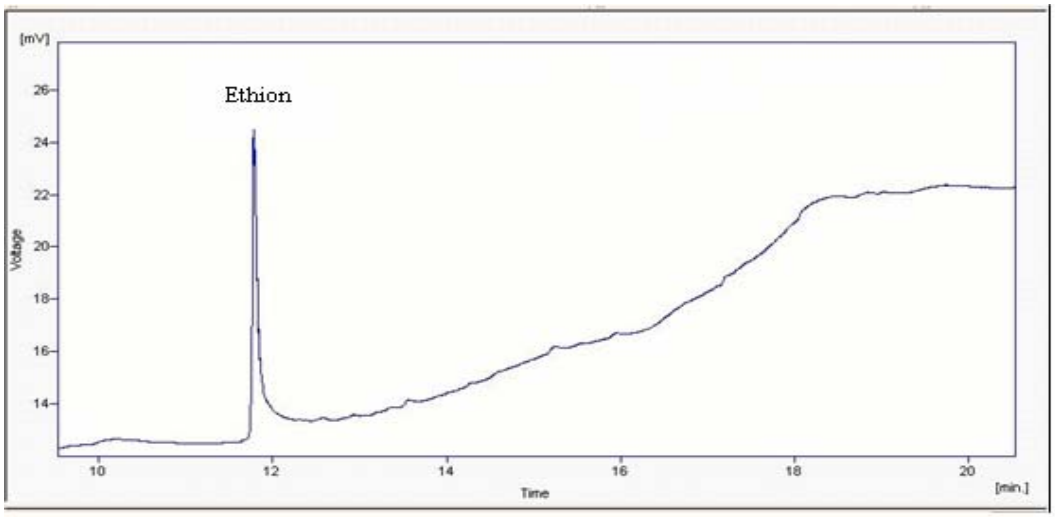
نتایج به دست آمده از مطالعه ۱۴ روزه بقایای اتیون در خیار گلخانه‌ای نشان داد که این حشره‌کش به دلیل دارا بودن فشار بخار بالا و پایین بودن ثابت هنری پایداری نسبتاً زیادی در گیاه دارد و در روزهای اول پس از سم‌پاشی مقادیر باقیمانده آن بیشتر از حداکثر مجاز کدکس می‌باشد و در پایان دوره کارنس مقدار آن در نمونه‌ها صفر نمی‌شود. اوزبی و همکاران و رادیسیک و همکاران نیز در نمونه‌های متفاوت وجود مقادیر بالاتر از حد مجاز آفت‌کش‌ها را در روزهای مختلف پس از سم‌پاشی اثبات کردند (۱۴ و ۱۶). بیش از نیمی از باقیمانده این حشره‌کش روز سوم بعد از سم‌پاشی کاهش می‌یابد. بنابراین نیمه عمر حشره‌کش اتیون در میوه خیار تقریبا سه روز است. سینگ و همکاران (۲۰۰۷) با دز سم‌پاشی متفاوت با تحقیق حاضر یک دوره ۵ روزه را پیشنهاد کردند (۱۷).

حشره‌کش اتیون از جمله حشره‌کش‌های تماسی و غیر سیستمیک است که قابلیت نفوذ زیادی در گیاه ندارد و در سطوح خارجی گیاه باقی می‌ماند (۱، ۲ و ۱۳). به دلیل تماسی بودن این آفت‌کش و عدم نفوذ به بافت‌های درونی گیاه، تیمارهای فیزیکی مثل پوست کندن و شستشو که بر لایه سطحی میوه اعمال می‌شوند منجر به کاهش قابل توجه از بقایای اتیون موجود در میوه خیار می‌شوند. نتایج تحقیق سنگیز و همکاران (۲۰۰۵)، چاواری و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که میزان کارآیی اعمال تیمارهای مختلف در کاهش باقیمانده آفت‌کش‌ها، با توجه به نوع محصول، نوع آفت‌کش و کیفیت اعمال تیمارها متفاوت است (۳ و ۵). اتیون به دلیل حلالیت در آب و خصوصیت قطبی بودن در آب که خود نیز یک ماده قطبی است به راحتی در آب حل می‌شود و بدین ترتیب با غوطه‌وری در آب، بقایای آن کاهش می‌یابد (۲ و ۱۳).

12- Nitrogen-Phosphor Detector



شکل ۱- منحنی کالیبراسیون محلول استاندارد اتیون



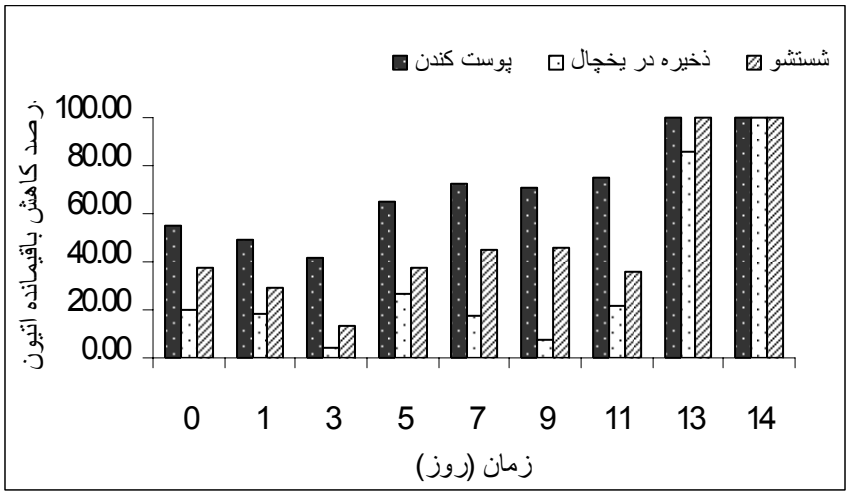
شکل ۲- کروماتوگرام مربوط به استاندارد اتیون شناسایی شده با GC

جدول ۱- SD + میانگین اتیون در نمونه‌های خیار شاهد و تیمار شده در طی ١٤ روز پس از سم‌پاشی بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم

روز	شاهد	شستشو	پوست کندن	ذخیره در یخچال
۰	۲/۵۰±۰/۲۰۰ A[1]	۱/۵۷±۰/۰۵۸ A	۱/۱۳±۰/۰۵۳ A	۲/۰۰±۰/۰۱۰ A
۱	۱/۸۳±۰/۱۱۵ B	۱/۳۰±۰/ ۰۳۰ B	۰/۹۳±۰/ ۰۵۸ A	۱/۵۰±۰/۱۰۳ B
۳	۱/۰۱±۰/۰۹۰ C	۰/۸۷±۰/۰۳۶ C	۰/۵۹±۰/۰۰۸ B	۰/۹۷±۰/۰۴۹ C
۵	۰/۸۲±۰/۰۰۶ CD	۰/۵۱±۰/ ۰۲۰ D	۰/۲۹±۰/۰۳۰ C	۰/۶۰±۰/۰۱۵ D
۷	۰/۵۲±۰/۰۱۶ DE	۰/۲۸±۰/۰۲۶ DE	۰/۱۴±۰/۰۰۵ CD	۰/۴۳±۰/۰۰۶ DE
۹	۰/۲۲±۰/۰۰۱ EF	۰/۱۲±۰/۰۱۵ E	۰/۰۶±۰/۰۰۶ CD	۰/۲۰±۰/۰۰۲ EF
۱۱	۰/۰۹±۰/۰۰۶ EF	۰/۰۶±۰/۰۱۰ E	۰/۰۲±۰/۰۰۶ D	۰/۰۷±۰/۰۰۶ F
۱۳	۰/۰۲±۰/۰۰۴ EF	ND[2]	ND	۰/۰۳±۰/۰۰۱ F
١٤	۰/۰۲±۰/۰۰۱ F	ND	ND	ND

۱- میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ستون با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند (آزمون توکی در سطح ۱ درصد)

۲ - غیر قابل اندازه‌گیری



شکل۳- درصد کاهش باقیمانده اتیون با تیمارهای مختلف در دوره زمانی ۱۴ روزه

فاکتور ضریب توزیع آب/ اکتانول (K_{ow}) برای هر ماده به عنوان عاملی برای جذب در فاز چربی محسوب می‌شود (۲). آفت‌کشی که دارای K_{ow} بیشتری است تمایل آن برای انحلال در فاز چربی نیز بیشتر است. در مورد گیاهان لایه کوتیکول سطحی که دارای خاصیت موم مانند است محل مناسبی برای تجمع آفت‌کش‌های با K_{ow} بالاست (۲، ۱۳ و ۱۸). اتیون با دارا بودن چنین خصوصیتی در لایه کوتیکول گیاه جذب می‌شود و به همین دلیل به راحتی توسط تیمار پوست کندن حذف می‌شود که این نتایج با تحقیق چاواری و همکاران (۲۰۰۴) در رابطه با حذف آفت‌کش با تیمار پوست کندن مطابقت دارد (۴) اما میزان کاهش با تیمار پوست کندن در تحقیق حاضر به دلیل تفاوت در اعمال تیمار پوست کندن مثل ضخامت پوست کندن و ... و نوع محصول با تحقیق این محقق اختلاف دارد. تیمار ذخیره‌سازی در یخچال به دلیل پایداری زیاد اتیون در درجه حرارت کم نسبت به دو تیمار قبل تأثیر کمتری در کاهش باقیمانده اتیون دارد (۲). فنول و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند که آفت‌کش‌های مختلف تحت تأثیر تیمار ذخیره‌سازی در یخچال به میزان متفاوتی کاهش می‌یابند که این کاهش به خصوصیات هر آفت‌کش و میزان پایداری در درجه حرارت‌های مختلف، بستگی دارد(۸). آگاهی از روند تغییر غلظت آفت‌کش‌ها پس از سم‌پاشی تا پایان دوره کارنس آن‌ها به انتخاب زمان مناسب برای برداشت محصولی که حاوی بقایای کمتری از آفت‌کش باشد، کمک می‌کند. مقایسه باقیمانده اتیون در روزهای مختلف پس از سم‌پاشی نشان داد که در روزهای اول باقیمانده این آفت‌کش بسیار بیشتر از حد مجاز تعیین شده می‌باشد که این موضوع لزوم توجه بیشتر به میزان سم‌پاشی و دفعات آن را مشخص می‌سازد. بهترین زمان لازم برای برداشت محصولات سم‌پاشی شده، در حالت ایده‌آل پایان دوره کارنس است اما با توجه به اینکه برداشت خیار گلخانه‌ای در فواصل زمانی کوتاه و به صورت ممتد انجام می‌شود توصیه می‌شود که برداشت بر طبق دوره کارنس هر آفت‌کش صورت پذیرد. با رعایت دز مناسب سم‌پاشی، زمان ارائه محصولات سم‌پاشی شده در فواصل طولانی بعد از سم‌پاشی و کاربرد تیمارهای خانگی ساده می‌توان خطرات ناشی از مواد غذایی آلوده به آفت‌کش‌ها را کاهش داد.

منابع

۱- شیخی گرجان ع. ۱۳۸۸. راهنمای آفت‌کش‌های ایران، انتشارات پایتخت، ص ۲۳۷.

2- Barcelo D. 1992. Trace determination of pesticide and their degradation products in water, Published by Elsevier science B.V, 541.p.

3- Cengiz M., Certel M., Karakas B., and Gasmen H. 2005. Residue contents of captan and procymidone applied on tomatoes grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre-harvest interval and post-harvest culinary applications , Food Chemistry,100:1611-1619.

4- Chavarri M., Herrera A., and Arino A. 2004. Pesticide residues in field-sprayed and processed fruits and vegetables, Journal of the Science of Food and Agriculture, 84:1253–1259.

5- Chavarri M., Herrera A., and Arino A. 2005. The decrease in pesticides in fruit and vegetables during commericial processing, International journal of food science and technology, 40: 205-211.

6- Cooper j. and Niglli U. 2002. Handbook of organic food safety and quality, Published by CRC Press

Boca Raton Boston New York Washington, DC, 25-26.p.
7- Ergonen A., Salacin S., and Ozdemir M., 2005. Pesticide use among greenhouse workers in Turkey, Journal of clinical forensic medicine, 12:205-208.
8- Fenoll J., Ruiz E., Hellin P., Lacasa A., and Flores P. 2009. Dissipation rates of insecticides and fungicides in peppers grown in greenhouse and under cold storage conditions, Food Chemistry, 113: 727–732.
9- Food Standards. 2008. Codex maximum residue limits of agricultural compounds, Published by the New Zealand Food Safety Authority, PO Box 2835, Wellington, 164.p.
10- Heidari H. 2003. Farmer field schools (FFS) slash pesticide use and exposure in Islamic Republic of Iran, Agro-Chemicals Report, 3: 23-26
11- Looser N., Kostelac D., Scherbaum E., Anastassiades M., and Zipper H. 2006. Pesticide residues in strawberries sampled from the market of the federal state of Baden-Württemberg in the period between 2002 and 2005, Journal of consumer protection and food safety, 21: 135-141.
12- Nguyen T., Yu J., Lee D., and Lee G. 2008. A multiresidue method for the determination of 107 pesticides in cabbage and radish using QuEChERS sample preparation method and gas chromatography mass spectrometry, Food Chemistry, 110:207–213.
13- Ohkawa H. 2008. Pesticide chemistry crop protection, public health, environmental safety, published by Wiley-VCH Verlag GMBH & CO. KGaA, 542.p.
14- Ozbey A., and Yugun U. 2007. Behavior of some organphosphorus pesticide residues in peppermint tea during the infusion process, Food Chemistry, 104:237-241.
15- Paya P., Anastassiades M., Mack D., Sigalova I., Tasdelen B., Oliva J., and Barba A. 2007. Analysis of pesticide residues using the Quick Easy Cheap Effective Rugged and Safe (QuEChERS) pesticide multiresidue method in combination with gas and liquid chromatography and tandem mass spectrometric detection, Analytical Bioanal Chemistry, DOI 10.1007/s00216-007-1610-7.
16- Radisic M., Grujic S., and Vasiljevic T. 2009. Determination of selected pesticides in fruit juices by matrix solid-phase dispersion and liquid chromatography–tandem mass spectrometry, Food Chemistry, 113: 712–719.
17- Singh G., Singh B., Battu R.S., Jyot G., Singh B., and Joia B.S. 2007. Persistence of ethion residues on cucumber, *cucumis sativus* (Linn.) using gas chromatography with nitrogen phosphorus detector, Bulletin Environmental Contamination and Toxicology, 79:437–439.
18- Tadeo L. 2008. Analysis of pesticides in food and environmental samples published by CRC Press Taylor & Francis Group an informa business, 382.p.