نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۹، ص ۴۱۸-۴۱۳

Journal of Plant Protection
Vol. 24, No. 4, Winter 2011, p. 413-418

بررسی بقایای حشره‌کش ایمیداکلوپرید در دوره کارنس ۲۱ روزه و کاهش آن با روش‌های مختلف در خیار گلخانه‌ای

نسرین حسن زاده[۱*]- نادر بهرامی فر[۲]- عباس اسماعیلی ساری[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۶/۴
تاریخ پذیرش:۸۹/۱۰/۲۸

چکیده

با توجه به استفاده فراوان از حشره‌کش ایمیداکلوپرید در کشت خیار گلخانه ای، این تحقیق به بررسی تغییرات باقیمانده این حشره‌کش در یک دوره کارنس ۲۱ روزه پس از سم‌پاشی در خیار گلخانه‌ای می‌پردازد. نمونه‌ها از یک گلخانه تجاری شهرستان محمود آباد در استان مازندران، پس از سم‌پاشی با ایمیداکلوپرید و در پنج نوبت به مدت ۲۱ روز برداشت شد. تاثیر کاربرد سه تیمار پوست کندن، ذخیره سازی در یخچال به مدت ۴۸ ساعت و شستشو با آب نیز بررسی شد. برای اندازه‌گیری باقیمانده ایمیداکلوپرید در نمونه استخراج شده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا (HPLC) با بازیابی ۱۰۴ درصد و حد تشخیص ۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر لیتر استفاده شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که بیشترین غلظت باقیمانده ایمیداکلوپرید در چند روز اول بعد از سم پاشی بود که به تدریج و تا پایان دوره کارنس غلظت آن کاهش پیدا کرد. نیمه عمر این حشره‌کش ۲/۸ روز محاسبه شد. غلظت باقیمانده ایمیداکلوپرید در نمونه‌ها تا روز هفتم بعد از سم‌پاشی بیشتر از استاندارد کدکس بود. بررسی تاثیر کاربرد سه تیمار نشان داد که تیمار شستشو بیشترین تاثیر را در کاهش ایمیداکلوپرید از سطح محصول داشت. بر اساس نتایج این پژوهش، رعایت یک دوره زمانی ۷ روزه پس از سم‌پاشی با ایمیداکلوپرید برای ارائه محصول به بازار مصرف و اعمال روشهای ساده پوست کندن، شستشو و ذخیره در یخچال به منظور اطمینان از مقادیر باقیمانده این آفت‌کش به میزان کمتر از استاندارد کدکس، برای ایمنی غذایی مصرف کنندگان لازم و ضروری است.

واژه های کلیدی: باقیمانده ایمیداکلوپرید، حداکثر غلظت مجاز، خیار گلخانه‌ای، ایمنی غذایی

مقدمه

استفاده فراوان از آفت‌کش‌ها در تولید محصولات کشاورزی باعث افزایش باقیمانده سموم[۴] در محصولات کشاورزی می‌شود که خود به عنوان خطر جدی برای سلامتی انسان، امنیت غذایی و محیط زیست مطرح می‌باشد (۴ و۱۷). اغلب به دلیل مصرف بی‌رویه آفت‌کش‌ها و عدم رعایت دوره کارنس آنها، محصولات کشاورزی حاوی مقادیر متفاوتی از انواع آفت‌کش‌ها هستند که سبب بروز مشکلات عدیده‌ای برای سلامتی مصرف کنندگان می‌شود (۱۷). محیط گلخانه به دلیل بسته بودن و وجود رطوبت نسبی بالا محل مناسبی برای رشد انواع عوامل بیماری‌زا و آفات گیاهی است و برای از بین بردن آفات در گلخانه‌ها انواع مختلفی از آفت‌کش‌ها مصرف می شود. سم‌پاشی‌های مکرر در گلخانه‌ها، برداشت زود هنگام محصولات بعد از سم‌پاشی و ارائه آن به بازار و مصرف این محصولات به صورت خام و تازه سلامت مصرف کنندگان را به طور جدی تهدید می کند (۴). در حال حاضر، کل سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای در ایران، حدود ۵۳۰۰ هکتار است (۹) و در این بین خیار گلخانه‌ای (*Cucumis sativus L.*) از کشت وسیعی برخوردار است. ایمیداکلوپرید به عنوان یک حشره‌کش سیستمیک کاربرد زیادی در گلخانه های خیار دارد. (۱۶) و مصرف این حشره‌کش در گلخانه‌ها به عنوان موضوع مهمی برای سلامت انسان و محیط زیست مطرح می‌باشد. علائم ناشی از مسمومیت با غلظت‌های کم این ماده در مدت زمان طولانی شامل بی حسی، مشکلات تنفسی، عدم تعادل و مشکلات عصبی است (۲ و ۱۷).

در بحث سم‌پاشی، تعیین حداکثر باقیمانده آفت‌کش‌ها[۵] (MRL) در محصولات کشاورزی موضوعی مهم می‌باشد که این معیار به صورت غلظت سم بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن میوه و سبزیجات تازه بیان می شود و عبارت است از بیشترین غلظت مجاز آفت‌کش موجود در مواد غذایی که برای سلامتی انسان خطری

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و استاد دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
(*- نویسنده مسئول: Email:nasrin_hassanzadeh@yahoo.com)

4- Pesticide residue

5- Maximum residue limit

نداشته باشد (۶). حداکثر غلظت باقیمانده ایمیداکلوپرید در میوه خیار که توسط کدکس [1] تعیین شده است ۰/۵ میلی‌گرم برکیلوگرم می‌باشد (۶ و ۱۱).

امروزه، بررسی بقایای آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی به عنوان یک اولویت مهم، جهت تامین امنیت غذایی مصرف کنندگان مطرح می‌باشد و تاکنون تحقیقات زیادی در این زمینه انجام شده است. در برخی از تحقیقات روند تغییر غلظت بقایای حشره‌کش ایمیداکلوپرید در محصولات مختلف زراعی در دوره‌ی کارنس ۲۱ روزه بررسی شده است و زمان مناسب برای برداشت محصولات تعیین شده است (۱۲). همچنین برخی از محققان به بررسی تاثیر تیمارهای مختلف بر کاهش بقایای ایمیداکلوپرید پرداخته‌اند (۱۶).

با توجه به استفاده از ایمیداکلوپرید در مبارزه با آفات خیار گلخانه‌ای و به جهت اهمیت تحقیقات باقیمانده آفت‌کش‌ها در میوه‌ها در تحقیق حاضر باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپرید در خیار گلخانه ای و روند تغییر غلظت آن از ساعات اولیه پس از سم‌پاشی تا پایان دوره کارنس مورد بررسی قرار گرفت و با استاندارد جهانی کدکس مقایسه گردید. همچنین تاثیر روش‌های شستشو، ذخیره سازی در یخچال و پوست کندن در کاهش غلظت باقیمانده این حشره‌کش بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

شیوه نمونه‌برداری و کاربرد تیمارها

در این تحقیق نمونه‌های خیار گلخانه‌ای از یک گلخانه در شهرستان محمود آباد (استان مازندران) جمع‌آوری گردید. در این گلخانه مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر کونفیدور ۳۵ درصد ($C_9H_{10}C_8N_5O_2$) در ۱۰۰ لیتر آب برای سم‌پاشی استفاده شد. در زمان سم‌پاشی میانگین درجه حرارت گلخانه ۲۲ درجه سانتیگراد و مقدار طوبت نسبی آن ۶۳ درصد اندازه‌گیری شد. نمونه برداری به ترتیب در روزهای ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۳و ۲۱ بعد از سم‌پاشی انجام شد. پس از برداشت، برای جلوگیری از تجزیه آفت‌کش‌ها، نمونه‌ها سریعاً 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 به سه تکرار تقسیم گردید. بخش اول با تعداد سه نمونه بدون اعمال هیچ گونه تیماری آماده‌سازی شد. سه نمونه با تیمار شستشو به مدت ۱۰ دقیقه در آب غوطه‌ور 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 گرفت.

1- Codex Alimentarious Commission

روش آماده‌سازی نمونه‌ها جهت آنالیز با کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا (HPLC)

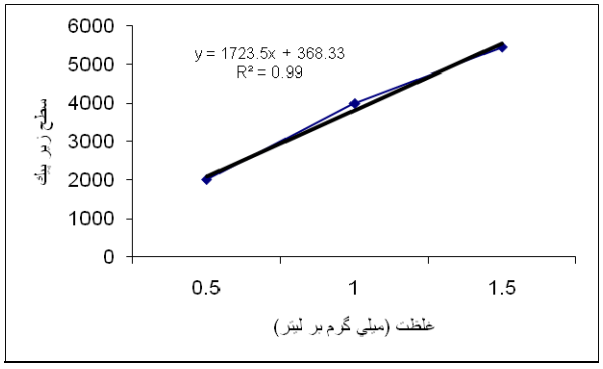
روش آماده سازی نمونه‌ها طبق روش QuECHERS [2] انجام شد (۱۴). در این تحقیق از استونیتریل HPLC grade با درجه خلوص۹۹/۹ درصد برای آماده‌سازی نمونه‌ها استفاده شد. بعد از اعمال تیمارهای مختلف مقدار ۱۰۰۰ گرم از نمونه‌ها با مخلوط کن کاملا خرد و همگن شدند. سپس مقدار ۱۰ گرم از نمونه به دقت وزن شد و با ۱۰ میلی لیتر استونیتریل مخلوط شد. یک گرم کلرید سدیم و ۴ گرم سولفات منیزیم بدون آب به مواد قبلی اضافه شد و با سرعت ۳۸۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. پس از جداسازی فاز بالایی مقدار ۱/۲ گرم GCB [3] برای جداسازی رنگدانه‌ها به مواد قبلی اضافه شد. فاز بالایی از کاغذ صافی عبور داده شد و فاز آلی جدا شده توسط جریان آرامی از گاز نیتروژن تغلیظ گردید. سپس مقدار ۲۰ میکرو لیتر از این نمونه برای شناسایی و اندازه‌گیری به دستگاه HPLC تزریق گردید.

تجزیه دستگاهی

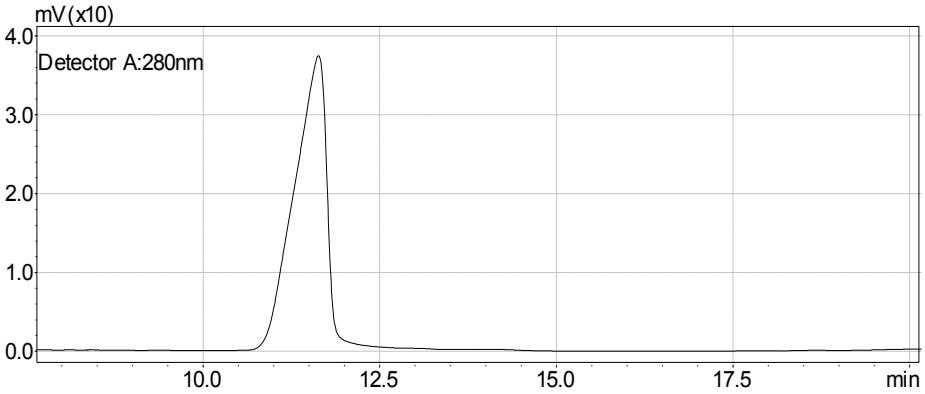
در این تحقیق از دستگاه HPLC ساخت شرکت Shimadzu ، با آون CTO-10 Ac VP و مجهز به آشکارساز ماوراء بنفش- مرئی (UV-Vis) (SPD-10A vp)، سیستم گاززدا [4] ، لوپ تزریق با حجم ۲۰ میکرولیتر و ستون تجزیه‌ای (۱۵۰*۳/۹ mm، ۵ µm) Nova-Pack C18 استفاده شد. از مخلوط دوتایی آب/ استونیتریل به نسبت ۶۰:۴۰ به عنوان فاز متحرک استفاده گردید. در این روش مقدار بازیابی [5] ۱۰۴ درصد، حد تشخیص [6] (LOD) ۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر لیتر و انحراف معیار نسبی [7] (RSD) ۱۲ درصد بدست آمد. مقدار بازیابی از طریق اضافه کردن سه غلظت متفاوت (۰/۲، ۰/۵ و ۰/۸ میلی گرم بر لیتر) از استاندارد ایمیداکلوپرید (شرکت Riedel de Haen آلمان) به نمونه‌های خیار و استخراج آن با روش ذکر شده در بالا به دست آمد. پس از تزریق محلول استاندارد ایمیداکلوپرید به دستگاه HPLC منحنی کالیبراسیون آن ترسیم شد. (شکل ۱) شناسایی حشره‌کش ایمیداکلوپرید موجود در نمونه‌ها از طریق مقایسه زمان بازداری پیک‌های مشاهده شده در کروماتوگرام حاصل از نمونه با کروماتوگرام حاصل از محلول استاندارد انجام پذیرفت. (شکل ۲)

غلظت ایمیداکلوپرید موجود در نمونه نیز با استفاده از عدد سطح زیر پیک نمونه‌ها و قرار دادن آن در معادله منحنی کالیبراسیون استاندارد ایمیداکلوپرید محاسبه شد.

2- Quick, Easy, Cheap, Effect, Rugged, Safe Method
3- Graphite carbon black
4- Degasser system
5- Recovery
6- Limit of detection
7- Relative standard deviation



شکل ۱- منحنی کالیبراسیون استاندارد ایمیداکلوپرید



شکل ۲- کروماتوگرام مربوط به استاندارد ایمیداکلوپرید

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های این تحقیق توسط نرم افزار SPSS 11.5 تجزیه و تحلیل شدند. با توجه به نرمال بودن داده‌ها، برای بررسی امکان وجود اختلاف‌های کلی و معنی‌دار بین گروه‌های مختلف از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد. مقایسه بین میانگین بقایای ایمیداکلوپرید در نمونه‌های بدون تیمار با نمونه‌های تیمار شده و برای مقایسه چندگانه میانگین‌ها از آزمون Tukey با سطح معنی‌داری ۹۹ درصد استفاده گردید. همچنین مقایسه بقایای ایمیداکلوپرید با استاندارد تعیین شده با آزمون One- Sample T test انجام پذیرفت.

نتایج

نتایج مربوط به غلظت بقایای ایمیداکلوپرید ردیابی شده در نمونه‌های بدون تیمار و تیمار شده در دوره زمانی ۲۱ روزه در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که روند تغییر غلظت این حشره‌کش در طول زمان در نمونه‌های بدون تیمار و تیمار شده به صورت نزولی است اما در پایان ۲۱ روز مقدار آن صفر نمی‌شود. با اعمال تیمارهای مختلف بقایای ایمیداکلوپرید موجود در نمونه‌ها نسبت به نمونه بدون تیمار کاهش محسوسی می‌یابد.

جدول ۱- باقیمانده غلظت ایمیداکلوپرید (خطای معیار± میانگین) در نمونه های بدون تیمار و تیمار شده بر حسب میلی گرم بر کیلو گرم

روز	نمونه بدون تیمار	تیمار شستشو	پوست کندن	ذخیره سازی در یخچال
۱	۱/۹۳±۰/۰۳۴[۱]	۱/۰۰±۰/۰۱۲	۱/۶۳±۰/۰۳۴	۱/۴۳±۰/۰۳۴
۳	۱/۰۰±۰/۰۲۰	۰/۸۳±۰/۰۳۳	۰/۹۳±۰/۱۰۲	۰/۶۳±۰/۱۲۳
۵	۰/۷۷±۰/۰۱۱	۰/۷۰±۰/۱۰۴	۰/۷۳±۰/۰۰۶	۰/۶۳±۰/۱۴۰
۷	۰/۵۴±۰/۱۲۳	۰/۵۲±۰/۰۲۱	۰/۵۱±۰/۰۰۴	۰/۴۸±۰/۰۶۵
۱۳	۰/۱۱±۰/۰۱۲	۰/۱۰±۰/۰۰۱	۰/۰۶±۰/۰۱۴	۰/۰۹±۰/۰۱۵
۲۱	۰/۰۱±۰/۰۰۴	ND	۰/۰۱±۰/۰۰۵	۰/۰۱±۰/۰۰۱

ND- غیر قابل مشاهده در نمونه‌ها

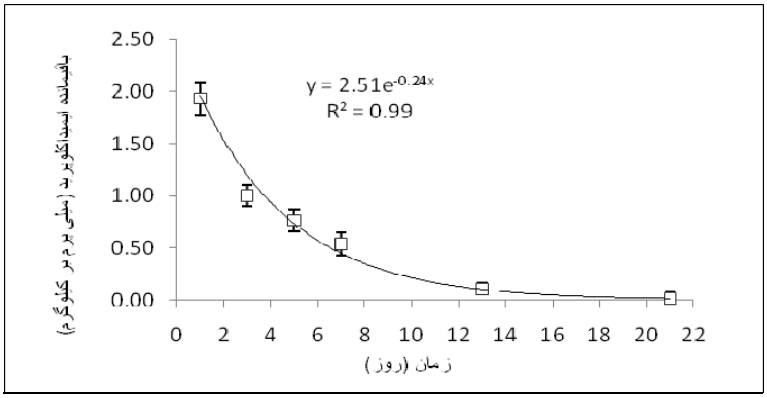
نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بودن اثر تیمارهای مختلف بر میزان بقایای ایمیداکلوپرید بر میوه خیار را نشان داد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی وجود تفاوت معنی دار آماری بین گروه‌های مختلف را نیز نشان داد. نتایج آزمون One- Sample T test جهت مقایسه با مقدار استاندارد نشان داد که در نمونه بدون تیمار تا روز هفتم پس از سم-پاشی بقایای ایمیداکلوپرید در میوه خیار بالاتر از استاندارد تعیین شده کدکس (۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود لذا با در نظر گرفتن حد مجاز ایمیداکلوپرید و زمان پیش از برداشت، حداقل یک دوره زمانی ۷ روزه پس از سم‌پاشی برای ارائه محصولی با مقادیر مجاز از باقیمانده ایمیداکلوپرید به بازار مصرف مورد نیاز است.

شکل ۳ کاهش بقایای ایمیداکلوپرید در طول زمان را نشان می‌دهد. نیمه عمر[1] این حشره‌کش ($t_{1/2}$) با استفاده از معادله منحنی درجه اول شکل ۳ ($C(t) = 2.5127 \times e^{-0.2481 \times t}$, $R^2 = 0.995$) و با استفاده از رابطه $\text{Degredation time}_{50} = \text{Ln}(2)/k$ محاسبه شد. K در این رابطه ضریب ثابت زمان در رابطه بالا (۰/۲۴۸۱) می‌باشد (۱۰).

بر طبق این رابطه نیمه عمر ایمیداکلوپرید ۲/۸ روز محاسبه شد که این زمان نشان دهنده مدت زمان لازم برای نصف شدن غلظت اولیه ایمیداکلوپرید در نمونه‌ها می‌باشد.

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون Tukey در سطح احتمال ۹۹ درصد نشان داد که میانگین غلظت ایمیداکلوپرید در روزهای مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌دار آماری دارند. همچنین میانگین غلظت ایمیداکلوپرید بین تیمارهای مختلف با یکدیگر تفاوت معنی داری را نشان داد. (جدول ۲)

نتایج نشان داد که شستشو بیشترین تاثیر را در کاهش غلظت بقایای ایمیداکلوپرید در نمونه‌ها داشت. بعد از تیمار شستشو به ترتیب تیمار ذخیره‌سازی در یخچال و پوست کندن در کاهش بقایای ایمیداکلوپرید موجود در نمونه‌ها اهمیت داشتند.



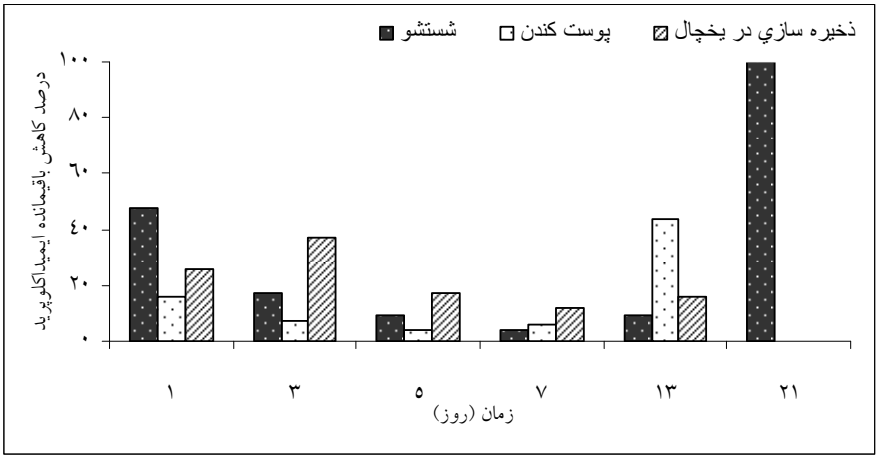
شکل ۳- نمودار باقیمانده ایمیداکلوپرید در نمونه بدون تیمار در طول زمان جهت تعیین نیمه عمر (± اشتباه معیار)

جدول ۲- مقایسه میانگین باقیمانده ایمیداکلوپرید در روزهای مختلف و با تیمارهای مختلف

روز	میانگین غلظت ایمیداکلوپرید (mg/kg)	تیمارها	میانگین غلظت ایمیداکلوپرید (mg/kg)
۱	۱/۴۹ [a1]	بدون تیمار	۰/۷۲ [a]
۳	۰/۸۴ [b]	شستشو	۰/۵۲ [d]
۵	۰/۷۰ [c]	پوست کندن	۰/۶۴ [b]
۷	۰/۵۱ [d]	ذخیره در یخچال	۰/۵۴ [c]
۱۳	۰/۰۹ [e]		
۲۱	۰/۰۱ [f]		

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند (آزمون توکی, $p<0/01$)

1- Half-life



شکل ٤- درصد کاهش باقیمانده ایمیداکلوپرید با تیمارهای مختلف نسبت به نمونه تیمار نشده در همان روز

بحث

این تحقیق نشان داد که غلظت بقایای ایمیداکلوپرید در نمونه‌ها در طول زمان کاهش می‌یابد. کارترو و همکاران (۲) نیز نشان دادند که ایمیداکلوپرید پس از سم‌پاشی در گیاه به دلیل تبخیر از سطح گیاه[1]، تجزیه به وسیله نور[2] و تاثیر آنزیم‌های گیاهی کاهش می‌یابد.

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، مقدار ایمیداکلوپرید در پایان دوره ۲۱ روزه کارنس به صفر نمی‌رسد و به صورت پایداری در گیاه باقی می‌ماند. این حشره‌کش با دارا بودن فشار بخار کم (۳×۱۰^{-۱۲} میلی‌متر جیوه) و همچنین تمایل کمتر به خروج از سطح گیاه و ورود به هوا (به دلیل پایین بودن عدد ثابت هنری) و فراریت کم به عنوان یکی از پایدارترین آفت‌کش‌ها به شمار می‌رود (۱۵). خای و همکاران (۱۱) نیز با بررسی خود پایداری ایمیداکلوپرید در محصولات سم‌پاشی شده را اثبات کردند. از طرف دیگر ایمیداکلوپرید از جمله حشره‌کش‌های سیستمیک و نفوذی است که قابلیت نفوذ زیادی در گیاه دارد و در سطوح خارجی گیاه باقی نمی‌ماند (۱، ۸، ۱۵). به همین دلیل اعمال تیمارهای فیزیکی منجر به کاهش مقادیر زیادی از بقایای آن در میوه خیار نمی‌شوند. نتایج تحقیق کوماری و همکاران (۱۳)، چاواری و همکاران (۳) و بینگ و همکاران (۱۸) در مورد تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف در کاهش باقیمانده آفت‌کش‌های سیستمیک نیز نشان داد که اعمال تیمارها با توجه به نوع محصول، نوع آفت‌کش و کیفیت اعمال تیمارها منجر به کاهش متفاوتی از بقایای آفت‌کش‌ها می‌شوند.

نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد تیمار شستشو تاثیر زیادی در کاهش غلظت ایمیداکلوپرید داشت. ایمیداکلوپرید به دلیل حلالیت زیاد در آب (۰/۵۱ گرم بر لیتر) و خصوصیت قطبی بودن به راحتی در آب حل می‌شود (۷ و ۱۵) و بدین ترتیب با غوطه‌وری خیار در آب، بقایای آن به مقدار زیادی کاهش یافت. سنیال و همکاران (۱۶) نیز در مورد تاثیر شستشو بر میزان کاهش بقایای ایمیداکلوپرید به نتایج مشابهی دست یافتند. تاثیر ناچیز تیمار پوست کندن در کاهش بقایای ایمیداکلوپرید احتمالا به دلیل سیستمیک بودن این حشره‌کش بوده است.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعات چاواری و همکاران (۳) در رابطه با کاهش بقایای آفت‌کش‌های سیستمیک در اثر تیمار پوست کندن از گوجه فرنگی، هلو و مارچوبه مطابقت دارد، اما میزان این کاهش به دلیل تفاوت در نوع اعمال تیمار و نوع محصول اختلاف دارد.

تیمار ذخیره‌سازی در یخچال نیز تاثیر کمی در کاهش باقیمانده ایمیداکلوپرید داشت. فنول و همکاران (۵) نیز نشان دادند که آفت‌کش‌های مختلف تحت تاثیر تیمار ذخیره‌سازی در یخچال با مقادیر متفاوتی کاهش می‌یابند که این کاهش به خصوصیات هر آفت‌کش و میزان پایداری در درجه حرارت‌های مختلف، بستگی دارد. آگاهی از روند تغییر غلظت آفت‌کش‌ها پس از سم‌پاشی تا پایان دوره کارنس آن‌ها به انتخاب زمان مناسب برداشت محصولی که حاوی بقایای کمتری از آفت‌کش باشد، کمک می‌کند (۳). نتایج این تحقیق نشان داد که باقیمانده ایمیداکلوپرید در خیار گلخانه‌ای تا ۷ روز بعد از سم‌پاشی بسیار بیشتر از حد مجاز تعیین شده بود که این موضوع لزوم توجه بیشتر به زمان برداشت محصول سم‌پاشی شده با این آفت‌کش را مشخص می‌سازد. بررسی تاثیر تیمارهای مختلف خانگی در کاهش بقایای ایمیداکلوپرید نشان داد که کاربرد این تیمارها قبل از مصرف محصول سم‌پاشی شده منجر به کاهش بقایا و ایمنی مصرف می‌گردد. با توجه به نقش مهم آفت‌کش‌ها در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی و لزوم استفاده از آنها علیرغم تاثیرات مضر روی محصولات زراعی، با رعایت دوز مناسب سم‌پاشی، رعایت دوره کارنس جهت برداشت محصول و ارائه آن به بازار و کاربرد تیمارهای

1- Volatilization
2- Photo degradation

ساده خانگی می‌توان خطرات ناشی از مصرف مـواد غـذایی آلـوده بـه آفت‌کش‌ها را کاهش داد.

منابع

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

2- Carretero A., Cruces-Blanco C., Perez Duran S., and Fernandez Gutierrez A. 2003. Determination of imidacloprid and its metabolite 6-chloronicotinic acid in greenhouse air by application of micellar electrokinetic capillary chromatography with solid-phase extraction, *Journal of Chromatography A*, 1003: 189–195.

3- 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.

4- Cooper j and Niglli U. 2002. Handbook of organic food safety and quality, CRC Press, Boca Raton Boston, New York, Washington, DC, 25-26.p.

5- 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.

6- Food Standards. 2008. Codex maximum residue limits (MRL) of agriculture compounds , <http://www.codexalimentarius.net/mrls/pestdes/jsp/pest_q-e.jsp>

7- Gupta M., Sharma A., and Shanker A. 2008 Dissipation of imidacloprid in Orthodox tea and its transfer from made tea to infusion, Food Chemistry, 106: 158–164.

8- Guzsvarny V., Madzigalj A., Trebsie P., Gaal G., and Franko M. 2007. Determination of selected neonicotinoid insecticides by liquid chromatography with thermal lens spectrometric detection, Environmental Chemical Letter, 5: 203–208.

9- Heidari H. 2003. Farmer field schools (FFS) slash pesticide use and exposure in Islamic Republic of Iran, Agro-Chemicals Report, 3: 23-26.

10- Juraske R., Anton A., Castells F. 2007. Estimating half-lives of pesticides in/on vegetation for use in multimedia fate and exposure models, *Chemosphere*, 28: 125-134.

11- Khay S., Aty A.M ., Cho S., Choi J ., Mamun M.I.R ., Gouda A., Shin h., and Shim J. 2008. Development of extraction procedures for the determination of imidacloprid: application to residue analysis and two formulations in Chinese cabbage , Biomedical Chromatography,14: 421-429.

12- Kumar R., and Dikshit A.K. 2001. Assessment of imidacloprid in Brassica environment, Journal of environmental science and health, 36:5, 619-629.

13- Kumari B. 2008. Effects of household processing on reduction of pesticide residue in vegetables, ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 3, no. 4.

14- 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.

15- Ohkawa H. 2008. Pesticide chemistry crop protection, public health, environmental safety, Wiley-VCH published by Verlag GMBH & CO. KGaA, 542.p.

16- Sanyal n., Hazra D., Pal R., and Chuwdhury A. 2006. Imidacloprid in processed tea and tea liquor, Universe Science, 7: 619-622.

17- Tadeo L. 2008. Analysis of pesticides in food and environmental samples CRC Press, 382.p.

18- Ying G., and Kookana R. 2004. Simultaneous determination of imidacloprid, ihiacloprid, and ihiamethoxam in soil and water by high-performance liquid chromatography with diode-array detection, Journal of Environmental Science and Health, 39: 737-746.