اندازه‌گیری باقیمانده و دوره کارنس حشره‌کش ایمیداکلوپرید روی خیار گلخانه‌ای در منطقه ورامین

محسن مروتی[۱*]، مینا ابراهیم نژاد[۲] و محمدرضا تاج بخش[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۱۱)

چکیده

کاربرد گسترده آفت‌کش‌های شیمیایی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه منجر به افزایش تولید محصول و کاهش ضایعات پس از برداشت محصول می‌شود که آثار سوء بالقوه بر سلامتی انسان به‌وجود آورده است. وقتی مقدار آفت‌کش‌ها از حد قابل قبول و مجاز بیشتر باشد، بایستی اقدامات مناسبی جهت کاهش کاربرد آنها صورت گیرد. برای مبارزه با آفات خیار گلخانه‌ای، معمولاً سم‌پاشی‌های متعددی توسط زارعین انجام می‌گیرد که خطرات باقیمانده آنها همواره سلامت افراد جامعه را تهدید می‌کند. با توجه به این مشکل، باقیمانده و دوره کارنس آفت‌کش ایمیداکلوپرید در تعدادی از گلخانه‌های منطقه ورامین بررسی شد. سم‌پاشی خیارهای گلخانه‌ای به منظور تعیین دوره کارنس آفت‌کش ایمیداکلوپرید در طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی شامل دو تیمار ایمیداکلوپرید و شاهد (بدون سم‌پاشی) در سه تکرار انجام گردید. نمونه برداری به ترتیب ۱، ۲، ۳، ۵، ۷، ۱۰ و ۱۴ روز پس ازسم‌پاشی انجام شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیدند و پس از عصاره‌گیری و خالص سازی، مقدار باقیمانده آفت‌کش در آنها اندازه‌گیری شد. طبق نتایج، باقیمانده ایمیداکلوپرید دو روز پس از سم‌پاشی به حد مجاز (۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) رسید. اما برای اطمینان بیشتر، روز سوم پس از سم‌پاشی به عنوان دوره کارنس در نظر گرفته شد. نمونه برداری‌های تعیین باقیمانده ایمیداکلوپرید در چهار گلخانه ورامین به طور تصادفی انجام شد. نتایج حاصل پس از آنالیز نشان داد که سطح باقیمانده ایمیداکلوپرید در این گلخانه‌ها بالاتر از میزان مجاز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آفت‌کش، حد مجاز، کنترل خسارت.

مقدمه

در سال‌های اخیر تقاضا برای سبزی و صیفی خارج از فصل افزایش یافته است. علت این افزایش تقاضا در درجه اول مربوط به بالا رفتن سطح زندگی و تغییر و تحولی است که در روش زندگی، کار و تغذیه مردم به وجود آمده است. با توجه به تقاضای روزافزون برای سبزی‌های خارج از فصل در ایران، هر گونه سرمایه‌گذاری در جهت تولید سبزی پیش‌رس قابل توصیه و در صورت به‌کار گرفتن تخصص و تکنیک، اقتصادی خواهد بود.

یکی از محصولاتی که در سال‌های اخیر کشت آن در گلخانه‌ها مرسوم گشته، خیار می‌باشد و با توجه به اینکه خیار گلخانه‌ای در ایران خارج از فصل زراعی معمول به بازار عرضه می‌شود و درآمد حاصل از آن نیز قابل توجه است، از این رو احداث گلخانه‌های خیار رو به گسترش می‌باشد.

۱. موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، بخش تحقیقات آفت کشها، اوین، تهران

۲. دانشگاه آزاد تهران، واحد علوم و تحقیقات

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m_morowati@yahoo.com

سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای ۶۲۸۶ هکتار می‌باشد که این محصولات شامل سبزی‌ها (خیار، گوجه‌فرنگی، فلفل دلمه‌ای)، گیاهان زینتی (رز، میخک، مریم، آنتریوم) و میوه‌ها (موز، توت فرنگی) می‌باشد. از این مقدار سطح، ۳۵۰۰ هکتار به کشت سبزی‌ها اختصاص دارد که ۸۵٪ از این سطح به کشت خیار گلخانه‌ای اختصاص دارد (۴). آفات مهم خیار گلخانه‌ای شامل مگس مینوز (*Liriomyza trifoli burges*)، تریپس (*Thrips tabaci lindeman*)، سفید بالک گلخانه (*Trialeurodes vaporarium*)، شته سبز هلو (*Myzus persicae*)، شته پنبه و جالیز (*Aphis gossipii*)، شته سیاه باقلا (*Aphis faba*) و کنه دو نقطه‌ای (*Tetranychus urticae*) می‌باشد (۱، ۲ و ۵). شهرستان ورامین که در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی تهران واقع شده با سطح زیر کشت حدود ۲۰۰ هکتار خیار گلخانه‌ای سهم عمده‌ای در تولیدات خیار گلخانه‌ای کشور دارد.

کشاورزان در طول کشت این محصول همواره با آفات بسیاری از جمله مگس سفید، تریپس، شته و کنه مواجه می‌باشند و لذا مهمترین دغدغه آنها کنترل خسارت این آفات می‌باشد. چون این گیاه مصرف خام‌خوری دارد، احتمال مسمومیت انسان توسط آفت‌کش‌ها از طریق مصرف خیار گلخانه‌ای وجود دارد.

از آنجایی که بخشی از تحقیقات گیاه‌پزشکی در ارتباط با آفت‌کش‌ها بوده و اثرهای باقیمانده آنها در چرخه حیات، به ویژه در زنجیره غذایی، می‌باشد و یکی از وظایف مهم گیاه‌پزشکی کاهش بقایای آفت‌کش‌ها و اثرهای جانبی آنها است، لذا باید بر آن شد که بخشی از تحقیقات را به سوی بررسی این موضوعات سوق داد تا مسائل بسیاری را در این زمینه حل کرد.

با توجه به اهمیت خیار گلخانه‌ای که از نظر اقتصادی برای کشور و کشاورزان دارای سود آوری بسیاری هم می‌باشد، مشکلات باقیمانده آفت‌کش‌ها روی این محصول در شهرستان ورامین با اندازه‌گیری باقیمانده آفت‌کش پرمصرف ایمیداکلوپرید روی این محصول بررسی شد. آفت‌کش ایمیداکلوپرید از گروه نئونیکوتینوئید به وسیله البرت و همکاران در سال ۱۹۹۰ گزارش شد (۱۲) و در سال ۱۹۹۱ به وسیله شرکت‌های بایر (Bayer AG) و نیهون توکوشو نویاکو سیزو (Nihon Tokushu Noyaku Seizo kk.) معرفی شد. این حشره‌کش به عنوان یک بازدارنده به وسیله نفوذ به گیرنده‌های نیکوتینی پس‌سیناپسی در سیستم عصبی مرکزی حشرات فعالیت می‌کند (۱۲و ۲۴). حداکثر میزان مجاز باقیمانده این آفت‌کش روی خیار در کدکس بین‌الملل و ملی یک میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین شده است (۱۰).

فهیم (۱۳) با سم‌پاشی ایمیداکلوپرید روی برگ و محصول بامیه با دُز ۴۹/۴ گرم ماده مؤثره در هکتار، میزان نیمه عمر این آفت‌کش را پس از ۱، ۳ و ۷ روز بررسی کرد و مدت آن را ۱/۹۵ روز محاسبه نمود. وی اعلام کرد که استفاده از این محصول حتی یک روز پس از سم‌پاشی بلامانع می‌باشد. در تحقیق دیگری توسط دیکشیت و پاچوری (۱۱) باقیمانده ایمیداکلوپرید روی گوجه‌فرنگی پس از استفاده از دو غلظت ۲۰ و ۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار اندازه‌گیری شد که به ترتیب ۰/۳۵ و ۲/۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم محاسبه گردید. در این تحقیق، میزان باقیمانده این آفت‌کش ۱۰ روز پس از سم‌پاشی قابل اندازه‌گیری نبوده است. در مطالعه دیگری، پس از سم‌پاشی برگ کلم با مقادیر ۲۰ و ۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار ایمیداکلوپرید، مقادیر ۱/۶۷ و ۲/۸۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بلافاصله پس از سم‌پاشی اندازه‌گیری شد. این میزان، یک روز پس از سم‌پاشی، به ترتیب ۱/۱۳ و ۱/۸۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و در روز هفتم پس از سم‌پاشی به ۰/۴۷ و ۰/۷۹ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش یافت (۲۰).

فرانک و همکاران (۱۴) میزان باقیمانده تعدادی از آفت‌کش‌های فسفره و کلره را روی ۱۶ محصول کشاورزی از جمله خیار در کانادا بررسی و با حداکثر میزان مجاز باقیمانده (Maximum residue level, MRL) توصیه شده مقایسه نموده‌اند. غلظت زیاد باقیمانده آفت‌کش‌های پروسیمیدون (Procymidone) و پروپارژیت (Propargite) در سبزی‌ها و میوه‌های گلخانه‌ای،

دلتامترین (Deltamethrin)، پرمترین (Permethrin)، دیکوفول (Dicofol) و پیرازوفوس (Pyrazophos) در گوجه‌فرنگی و خیار گلخانه‌ای، اندوسولفان (Endosulfan) در گوجه‌فرنگی، خیار و فلفل گلخانه‌ای در مقایسه با گیاهان کشت شده در مزرعه مشاهده شده است (۷، ۸ ۹، ۱۵ و ۲۱). هدف از تحقیق حاضر تعیین میزان باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپرید در محصول خیار گلخانه‌ای و دوره کارنس این آفت‌کش در شرایط گلخانه در شهرستان ورامین بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های تعیین دوره کارنس ایمیداکلوپرید در گلخانه‌ای واقع در روستای قلعه سین ورامین انجام شد. این آزمایش‌ها به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد که شامل دو تیمار ایمیداکلوپرید و شاهد در سه تکرار (بلوک) بود. بدین منظور، دو ردیف از گلخانه انتخاب که هر ردیف به دو تیمار ایمیداکلوپراید و شاهد تقسیم بندی و طول هر تیمار حدود ۱۰ متر و فاصله بلوک‌ها (تکرار) حدود یک متر از هم بود. قبل از سم‌پاشی، از تیمار شاهد (بدون سم‌پاشی) به‌منظور انجام آزمایش‌های ریکاوری نمونه برداری شد. سم‌پاش ابتدا واسنجی و میزان آب و حشره‌کش لازم اندازه‌گیری گردید. سپس، سم‌پاشی تیمار ایمیداکلوپرید (۳۵٪ SC)، ساخت شرکت شیمیایی مشکفام فارس با دُز یک در هزار انجام گردید. نمونه برداری یک ساعت پس از سم‌پاشی آغاز گردید و از هر تکرار یک نمونه (هر نمونه شامل ۱۰ عدد خیار) به‌طور تصادفی برداشته شد. نمونه‌ها را درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی قرار داده و مشخصات هر نمونه روی آن یادداشت شد. نمونه‌ها درون یخ، به آزمایشگاه حمل شد و در فریزر۲۰- درجه سلسیوس ذخیره گردید تا عملیات استخراج و آماده سازی در مورد آن انجام شود. نمونه برداری‌های بعدی به ترتیب ۱، ۲، ۳، ۵، ۷، ۱۰ و ۱۴ روز پس از سم‌پاشی انجام شد.

جهت اندازه‌گیری باقیمانده آفت‌کش ایمیداکلوپرید در گلخانه‌های منطقه، نمونه برداری از گلخانه‌های واقع در چهار روستای قلعه سین، قلعه خواجه، حبیب آباد و سناردک از توابع شهرستان ورامین انجام شد. نمونه‌ها از واحدهای مختلف هر گلخانه و از خیارهای در حال برداشت، به طور تصادفی برداشته شد. از هر گلخانه ۴ نمونه ۱۰ عددی گرفته شد. نام گلخانه‌ها و تاریخ‌های نمونه برداری عبارت بودند از: صابری (قلعه سین)، ۱۳۸۸/۸/۷، کبریایی (سناردک)، ۱۳۸۹/۳/۱۶، بختیاری (قلعه خواجه)، ۱۳۸۹/۳/۱۶ و اردستانی (حبیب آباد)، ۱۳۸۹/۳/۱۶.

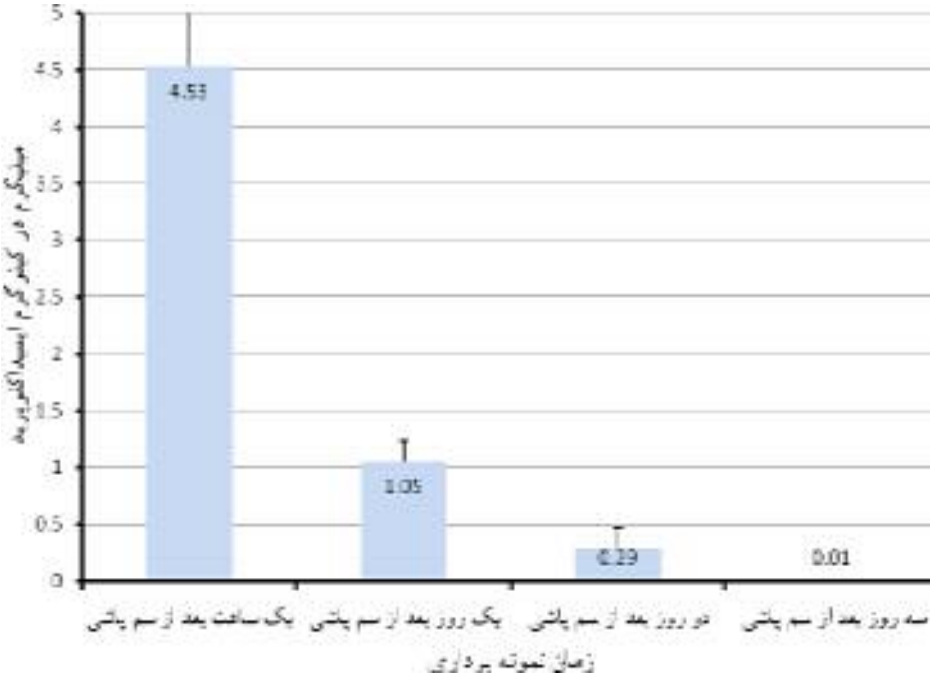
روش استخراج و اندازه‌گیری

روش‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری ایمیداکلوپرید با دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC) انجام گرفته که در این آزمایش از روش زیر بهره گرفته شد (۱۷، ۲۲ و ۲۵).

ده گرم از نمونه خرد شده خیار در بشر ۱۵۰ میلی‌لیتری قرار داده شده و به آن ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه کرده و به مدت ۲ دقیقه در حمام اولتراسونیک قرار داده می‌شود. سپس ۲۰ میلی‌لیتر متانول به آن اضافه نموده و به مدت ۱ دقیقه هموژن می‌گردد. محلول را با پمپ خلأ و کاغذ صافی فیلتر کرده و سپس به بالن ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل و با روتاری در دمای ۵۰ درجه تا حدود ۵-۱۰ میلی‌لیتر تغلیظ می‌گردد. به نمونه غلیظ شده، ۱ میلی‌لیتر مخلوط استونیتریل و آب مقطر (به نسبت ۳۰:۷۰) اضافه می‌گردد.

جهت پالایش، صرفاً از فیلتر سرسرنگی با مش ۰/۴۵ میکرون و قطر ۱۳ میلی‌متر استفاده می‌گردد.

مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از نمونه رقیق و پالایش شده به دستگاه HPLC با دتکتور ماورای بنفش (UV) جهت شناسایی تزریق می‌گردد. شرایط دستگاه کروماتوگرافی به شرح زیر می‌باشد: دستگاه کروماتوگرافی مایع شرکت شیمادزو (Schimadzu SCL-10A, uv-vis Detector)، دمای ستون ۴۰ درجه سلسیوس، فاز ثابت: ستون C_{18} ، فاز حامل: استو نیتریل: آب (۷۰٪ : ۳۰٪)، سرعت جریان (Flow rate): ۱/۵ میلی‌لیتر بر دقیقه، دتکتور: UV-vis، طول موج: ۲۶۰ نانومتر.



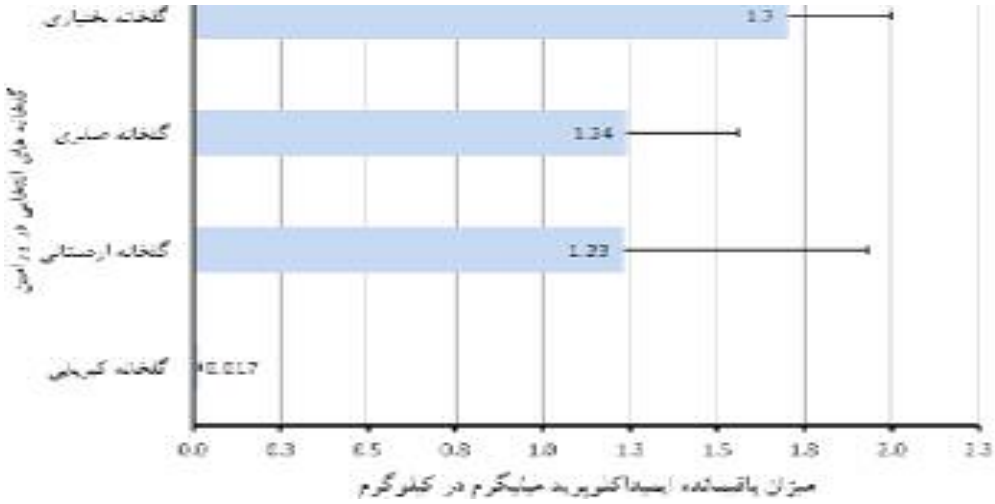
شکل ۱. میزان باقیمانده ایمیداکلوپرید در نمونه برداری‌های پس از سم‌پاشی جهت دوره کارنس

جهت انجام آزمایش‌های مربوط به بازیافت (Recovery)، محلول استاندارد مادر ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از حشره‌کش (ایمیداکلوپرید ۹۹٪) تهیه و سپس با رقیق کردن محلول استاندارد مادر، محلول‌های استاندارد با غلظت‌های متفاوت (۱، ۶ و ۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) تهیه گردید. برای سنجش میزان درصد بازدهی روش کار، آزمایش‌های بازیافت با غلظت‌های ۲۰، ۱۰ و ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم با استفاده از استانداردهای کاری مناسب جهت اضافه نمودن به ۱۰ گرم نمونه شاهد انجام شد. جهت اندازه‌گیری سم ایمیداکلوپرید نمونه‌های تغلیظ شده، هر یک در ۱ میلی‌لیتر مخلوط استونیتریل و آب مقطر (به نسبت ۳۰:۷۰) حل شده و ۱۰۰ میکرولیتر از آنها توسط میکروسرنگ طبق نمونه‌های تحت آزمایش به دستگاه تزریق شدند.

نتایج و بحث

نمونه برداری از تیمارهای اعمال شده در گلخانه‌های منطقه انجام گرفت و نمونه‌ها با شرایط مناسب به آزمایشگاه ارسال شدند. نتایج بررسی‌های آزمایشگاهی میزان باقیمانده سموم در شکل‌های ۱ و ۲ آورده شده است. مقادیر به‌دست آمده از نظر یکنواختی مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به نتایج، اثر تکرار معنی‌دار نشد و تکرارها یکنواخت تشخیص داده شدند. نتایج به دست آمده در دو سال آزمایش نیز مقایسه شدند و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین سال‌ها ملاحظه نگردید. بنابراین تکرارهای هر دو سال به صورت یکجا مورد بررسی آماری قرار گرفتند. میزان بازیافت بین ۷۲–۷۵ درصد بود که طبق عرف قابل قبول بین‌المللی بین ۱۲۰– ۷۰ درصد می‌باشد و نشان می‌دهد که روش مورد استفاده در این گستره‌ها معتبر می‌باشد. حد آشکارسازی (Limit of detection, LOD) روش طبق ریکاوری‌های انجام شده ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد.

با توجه به اینکه ایمیداکلوپرید حشره‌کشی است که پس از سم‌پاشی خیلی سریع تجزیه می‌شود و کلیه متابولیت‌های آن دارای ماده ۶–کلروپیکولیل (6-Chloropicolyl) می‌باشند که به روش HPLC شناسایی و اندازه‌گیری می‌شود، بنابراین باقیمانده بررسی شده در این مطالعات مجموع باقیمانده حشره کش ایمیداکلوپرید و متابولیت‌های آن می‌باشد (۲۳).



شکل ۲. میزان باقیمانده آفت‌کش ایمیداکلوپرید در نمونه‌های خیار گلخانه‌ای جمع آوری شده از چند گلخانه در منطقه ورامین

مقادیر به‌دست آمده از نظر یکنواختی مورد بررسی قرار گرفته و در طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه شدند. با توجه به نتایج، اثر تکرار معنی‌دار نشد و تکرارها یکنواخت بودند (F=۱/۴۳). همچنین مقادیر به‌دست آمده از نمونه برداری‌های ۳ روز پس از سم‌پاشی به منظور تعیین دوره کارنس توسط آزمون "t " با مقدار MRL کونفیدور برای خیار (۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مورد مقایسه قرار گرفتند و در سطح اطمینان ۹۵٪ تفاوت معنی‌داری دیده نشد.

باقیمانده ایمیداکلوپرید در گلخانه بختیاری در ۳ تکرار (۷۵٪) آشکار شد (در سطح بین ۳/۰۷-۱/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) که میانگین آن در این گلخانه بیشتر از حد مجاز (MRL=۱) می‌باشد. باقیمانده ایمیداکلوپرید در گلخانه صابری در هر ۴ تکرار (۱۰۰٪) آشکار شد (در سطح بین ۱/۸-۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) که میانگین آن در این گلخانه بیشتر از حد مجاز می‌باشد. باقیمانده ایمیداکلوپرید در گلخانه اردستانی در هر ۴ تکرار (۱۰۰٪) آشکار شد (در سطح بین ۳/۱- ۰/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) که میانگین آن در این گلخانه بیشتر از حد مجاز می‌باشد. باقیمانده ایمیداکلوپرید در گلخانه کبریایی در ۳ تکرار (۷۵٪) آشکار شد (در سطح بین ۰/۰۳-۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) که میانگین آن در این گلخانه کمتر از حد مجاز می‌باشد.

برای سنجش درصد بازدهی روش کار مورد استفاده جهت استخراج و اندازه‌گیری آفت‌کش ایمیداکلوپرید، از نمونه‌های خیار گلخانه‌ای آزمایش تعیین مقدار درصد بازیافت از آفت‌کش ذکر شده به ترتیب در گستره ۲-۰/۲ و ۴۴-۱ توسط روش شرح داده شده در مواد و روش‌ها استفاده گردید.

درمورد ایمیداکلوپرید، ابتدا مقادیر به‌دست آمده از ۲ روز پس از سم‌پاشی که کمتر از حد مجاز (۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود توسط آزمون t با MRL مقایسه شدند. اما چون حدود اطمینان خوبی به‌دست نیامد، مجدداً داده‌های ۳ روز بعد مورد آزمون و مقایسه با MRL قرار گرفت و برای اطمینان بیشتر، دوره کارنس ایمیداکلوپرید روی خیار گلخانه‌ای، ۳ روز پس از سم‌پاشی با دُز یک در هزار، تعیین شد.

براساس نتایج حاصل از آنالیز ۱۶ نمونه خیار نمونه برداری شده از ۴ گلخانه، آلودگی در ۱۴ نمونه آشکار شد (۸۷/۵٪ آلودگی). میانگین میزان باقیمانده در ۳ گلخانه بیشتر از میزان MRL بود، که پس از مقایسه میانگین گلخانه‌ها با میزان MRL، سطح باقیمانده ایمیداکلوپرید در خیار گلخانه‌ای ورامین بیشتر از حد مجاز به‌دست آمد. می‌توان نتیجه گرفت که این آفت‌کش به صورت بی‌رویه در سطح این گلخانه‌ها سم‌پاشی شده و توصیه سازمان حفظ نباتات رعایت نمی‌گردد (شکل ۲).

تنها مطالعه‌ای که در ایران روی روند تجزیه ایمیداکلوپرید در خیار انجام گردیده تحقیقات طالبی (۶) می‌باشد که در شرایط مزرعه انجام پذیرفته است. در این مطالعه، هنگامی که گیاه خیار به نسبت ۵۲/۵ گرم در هکتار، یک‌بار سم‌پاشی گردید، نتایج نشان داد که دو ساعت پس از سم‌پاشی میزان باقیمانده ۰/۱۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم، یک روز پس از سم‌پاشی ۰/۰۶۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و سه روز پس از آن به ۰/۰۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش یافت. حسن و همکاران (۱۸) پس از سم‌پاشی بادمجان با ایمیداکلوپرید، دوره کارنس آن را ۳ روز تخمین زدند که مطابق با نتایج تحقیقات فعلی نیز می‌باشد. در تحقیق دیگری، دوره کارنس ایمیداکلوپرید روی چای حدوداً ۷ روز محاسبه گردید (۱۶). در مطالعاتی جهت تعیین دوره کارنس حشره‌کش ایمیداکلوپرید روی خیار، انواع کلم، جعفری، کدو حلوایی، خردل و کاهو، این دوره معادل ۷ روز برآورد شد (۲۶).

تجزیه و اتلاف آفت‌کش‌ها به عواملی از جمله گونه گیاهی، فرمولاسیون شیمیایی ترکیب، روش کاربرد آنها، شرایط محیطی، پدیده‌های فیزیکی (عمدتاً فراریت) و تجزیه شیمیایی (که در آن نور خورشید نقش مهمی دارد) بستگی دارد. مطالعات نشان داده که برای مطالعه تجزیه آفت‌کش‌ها در یک گیاه زراعی، انجام آزمایش در شرایط خاصی که آن آفت‌کش مصرف می‌شود ضرورت دارد تا بتوان فاصله زمانی مورد نیاز برای رسیدن باقیمانده آفت‌کش‌ها به زیر حداکثر مجاز آن قبل از برداشت محصول مورد نظر را به‌دست آورد (۹). بنابراین، معمولاً در شرایط خاص و نوع محصول، دوره کارنس متغیر می‌باشد.

از عوامل مهم در زمینه بررسی ورود سم به بدن، جذب روزانه قابل قبول (Acceptable daily intake, ADI) می‌باشد. به‌طور مثال، ADI برای سم ایمیداکلوپرید ۰/۰۶ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. اگر متوسط وزن فردی ۶۰ کیلوگرم باشد، مقدار جذب روزانه قابل قبول معادل ۳/۶ میلی‌گرم و برای یک شخص ۳۰ کیلوگرمی مقدار جذب روزانه قابل قبول معادل ۱/۸ میلی‌گرم می‌باشد. بدین ترتیب، هر چه وزن بدن کمتر شود، مقدار مجاز جذب روزانه کاهش می‌یابد. بر اساس میزان مصرف روزانه هر محصول توسط افراد یک جامعه، مقدار سمی که توسط محصولات غذایی مختلف وارد بدن می‌شود با محاسبه حداکثر جذب روزانه تئوری (Theoretical maximum daily intake, TMDI) به‌دست می‌آید. با توجه به اینکه مصرف سرانه خیار در ایران معادل ۶۳/۲ کیلوگرم در سال می‌باشد، حداکثر جذب روزانه تئوری ایمیداکلوپرید معادل ۰/۰۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌شود. حال اگر جذب روزانه قابل قبول هر یک از سموم را با حداکثر جذب روزانه تئوری محاسبه شده آن مقایسه کنیم، در صورتی که حداکثر جذب روزانه تئوری سم کمتر از جذب روزانه قابل قبول باشد، MRL توصیه شده ملی و کدکس قابل قبول می‌باشد. به دلیل اینکه در ایران MRL توصیه شده و کدکس معادل یک میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد که بیشتر از میزان حداکثر جذب روزانه تئوری است، بنابراین مقدار MRL ملی و کدکس با توجه به محاسبات انجام شده قابل قبول است.

آفت‌کش‌های نئونیکوتینوئید دارای سمیت زیادی برای پستانداران می‌باشند و اگر دوره کارنس آنها رعایت نشود، سبب مسمومیت حاد در انسان می‌شود. اما اگر سم‌پاشی طبق توصیه صورت گیرد و دوره کارنس رعایت گردد، در صورت مصرف محصول چه به صورت تازه‌خوری و چه به صورت مصرف انباری (سردخانه‌ای)، باقیمانده آفت‌کش‌ها در آنها وجود نخواهد داشت، یا در حد مجاز قابل قبول می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱. اسماعیلی، م. ۱۳۷۵. آفات مهم درختان میوه. نشر سپهر، ۵۸۸ صفحه.

۲. بهداد، ا. ۱۳۷۶. آفات گیاهان زراعی ایران. نشر یادبود، اصفهان، ۶۱۸ صفحه.

۳. بی‌نام. ۱۳۸۹. آفت‌کش‌ها- مرز بیشینه مانده آفت‌کش‌ها- صیفی‌جات. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۲۵۸۳، چاپ اول، ۲۸ صفحه.

۴. بی‌نام. ۱۳۸۵. ستاد گلخانه‌های کشور. گزارش ۳ ماهه اول، معاونت باغبانی، ۷۱ صفحه.

۵. صابری، س. ۱۳۸۳. کشت و پرورش خیار گلخانه‌ای در شهرستان ورامین. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین.

۶. طالبی، خ. ۱۳۸۴. اندازه‌گیری باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپرید در خیار. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶(۶): ۱۳۱۷-۱۳۲۳.

7. Aplada-Sarlis, P., K.S. Liapis and G.E. Miliadis. 1994. Study of procymidone and propargite residue levels resulting from application to greenhouse tomatoes. J. Agric. Food Chem. 42: 1575-1577.
8. Blasco, C., M. Fernandez, P. Yolanda, G. Font and J. Manes. 2002. Simultaneous determination of imidacloprid, carbendazim, methiocarb and hexathiazox in peaches and nectarines by liquid chromatography-mass spectrometry. Anal. Chim. Acta 461: 109-116.
9. Brouwer, D.H., M. De Haan, L.H. Leenheers, S.A.F. De Vreede and J.J. Van Hemmen. 1997. Half-lives of pesticides on greenhouse crops. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 58: 976-984.
10. Codex Alimentarius Commission. 2008. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Geneva, Switzerland.
11. Dikshit, A. and D.C. Pachauri. 2000. Persistence and bioefficacy of beta-cyfluthrin and imidacloprid on tomato fruits. Plant Protec. Bull. 52: 1-3.
12. Elbert, A., H. Overbeck, K. Iwaya and S. Tsuboi. 1990. Imidacloprid, a novel systematic nitromethylene analogue insecticide for crop protection. Brighton Crop Protection Conf., Pests and Diseases, 1: 21-28.
13. Faheem, M. 2011. Degradation analysis of some synthetic and bio-insecticides sprayed on okra crop using HPLC. Ph.D. Thesis, Department of Agriculture and Agribusiness Management, University of Karachi, Karachi, Pakistan.
14. Frank, R., H.E. Braun and B.D. Riply. 1990. Residues of insecticides and fungicides on Ontario- grown vegetables. Food Addit. Contam. 7: 545-554.
15. Gonzalez-Rodriguez, R.M., R. Rial-Otero, B. Cancho-Grande and J. Simal-Gandara. 2008. Occurrence of fungicide and insecticide residues in trade samples of leafy vegetables. Food Chem. 107: 1342-1347.
16. Gupta, M., A. Sharma and A. Shanker. 2008. Dissipation of imidacloprid in Orthodoox tea and its transfer from made tea to infusion. Food Chem. 106: 158-164.
17. Guzsvány, V., L. Rajić, B. Jović, D. Orčić, J. Csanádi, S. Lazić and B. Abramović. 2009. Spectroscopic monitoring of photocatalytic degradation of the insecticide acetamiprid and its degradation product 6-chloronicotinic acid on TiO_2 catalyst. J. Environ. Sci. Health A. Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng. 47(12): 1919-1929.
18. Hassan, M., F. Ahmad, M. Sagheer, M.F. Iqbal and M. Tariq. 2005. Residual persistence of chloropyrifos, imidacloprid and acephate in brinjal fruit. Pak. Entomol. 27: 53-55.
19. Ishii, Y., I. Kobori, Y. Araki, S. Kurogochi, K. Iwaya and S. Kagabu. 1994. HPLC determination of the new insecticide imidacloprid and its behavior in rice and cucumber. J. Agric. Food Chem. 42: 2917-2921.
20. Kumar, R. and A.K. Dickshit. 2001. Assessment of imidacloprid in brassica environment. J. Environ. Sci. Health 36: 619-629.
21. MacDonald, L. and T. Meyer. 1998. Determination of imidacloprid and triadimefon in white pine by gas chromatography/mass spectroscopy. J. Agric. Food Chem. 46: 3133-3138.
22. Schuring, F. 1996. Analytical Methods for Pesticide Residues in Foodstuffs. General Inspectorate for Health Protection, Sixth Ed., Ministry of Public Health, Welfare and Sports, The Netherlands.
23. Sur, R. and A. Stork. 2003. Uptake, translocation and metabolism of imidaclopride in plants. Bull. Insectol. 56(1): 35-40.
24. Tomlin, C.D.S. 2003. The Pesticide Manual. British Crop Protection Council, 13th Edition, UK.
25. Vishwakarma, K., P. Samnani and S.Y. Pandey. 2008. Simple and sensitive method for determination of imidacloprid residue in soil and water by HPLC. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 86(5): 554-558.
26. Weinzierl, R. 2000. Insect pest management for commercial vegetable crops. Illinois Agricultural Pest Management Handbook, Department of Crop Sciences, Illinois, USA.