ارزیابی باقی‌مانده آفت‌کش‌ها (دیازینون، ایمیداکلوپرید، پریمیکارب و استامی پراید) در محصول سیب زمینی (واریته چیلی) در ایران

- **آناهیتا یزدان‌پاک**: گروه حشره شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
- **هادی استوان***: گروه حشره شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
- **شهرام حسامی**: گروه حشره شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
- **مهدی غیبی**: گروه حشره شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۷

چکیده

محصولات کشاورزی به‌خصوص سبزی‌ها و میوه‌ها، بدون اطلاع از تأثیر نهایی آفت‌کش‌ها، مکرراً سم‌پاشی می‌شوند و برخی از کشاورزان نیز دوره "پرهیز از مصرف" یعنی مدت زمان بین سم‌پاشی تا برداشت را رعایت نمی‌کنند. در گلخانه‌ها جهت مبارزه با آفات، حشره‌کش‌های دیازینون (EC ۶۰٪)، ایمیداکلوپرید (SC ۳۵٪)، پریمیکارب (WP ۵۰٪) و استامی‌پراید (SP ۲۰٪) مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این تحقیق میزان باقی‌مانده سموم ذکر شده در محصول سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) واریته چیلی، در روزهای مختلف پس از مورد بررسی قرار گرفته‌است. در این تحقیق نمونه‌برداری محصول تحت اثر سموم دیازینون، ایمیداکلوپرید، پریمیکارب و استامی‌پراید قرار گرفته بود، انجام پذیرفت. در این مرحله برای تعیین روند کاهش سم در روزهای مختلف پس از سم‌پاشی، نمونه‌برداری در بازه‌های زمانی ۲، ۵، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷ و ۲۱ روز پس از سم‌پاشی صورت گرفت. استخراج باقی‌مانده سموم از نمونه‌ها توسط حلال استونیتریل صورت گرفت و پس از خالص‌سازی ماده استخراج شده، میزان سم با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی‌مایع با کارائی بالا مجهز به آشکارساز فرابنفش و مرئی(HPLC-DAD)مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان دادند که میزان باقی‌مانده سموم دیازینون، ایمیداکلوپرید، پریمیکارب و استامی‌پراید سیب‌زمینی با نزدیک شدن به دوره کارنس کاهش یافت (به‌طور میانگین از ۶۵ تا ۷۸ درصد مقدار اولیه با میانگین بازدهی ۷۵٪< و P<۰/۰۵) و بهترین زمان برای برداشت این محصولات، انتهای دوره کارنس این سموم بود. فرآوری ماده‌غذایی نیز در کاهش این باقی‌مانده‌ها موثر بود(به‌طور میانگین از ۳۰ تا ۹۹ درصد مقدار اولیه با میانگین بازدهی ۷۵٪< و P<۰/۰۵) و از بین غلظت آفت‌کش‌ها، غلظت آفت‌کش ایمیداکلوپرید و پریمکارب بیش‌ترین میزان باقی‌مانده (۱/۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم پس از گذشت به‌ترتیب ۲۱ و ۱۷ روز را داشت و کم‌ترین میزان مربوط به دیازینون و استامی پراید به‌میزان ۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم پس از گذشت به‌ترتیب ۱۷ و ۲۱ روز بود این در حالی است که پایین‌ترین میزان در دو آفت‌کش ایمیداکلوپرید و پریمیکارب معادل ۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم پس از گذشت به‌ترتیب ۱۷ و ۲۱ است. براساس این تحقیق نشان می‌دهد که رعایت دوره کارنس این آفت‌کش‌ها کاهش اثرات زیان‌بار باقی‌مانده آن‌ها درپی خواهد داشت و موجب می‌شود که مصرف‌کنندگان در معرض خطر باقی‌مانده قرار نگیرند.

کلمات کلیدی: باقی‌مانده آفت‌کش، دیازینون، ایمیداکلوپرید، پریمیکارب، استامی‌پراید، کروماتوگرافی مایع با کارائی بالا

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ostovan2001@yahoo.com

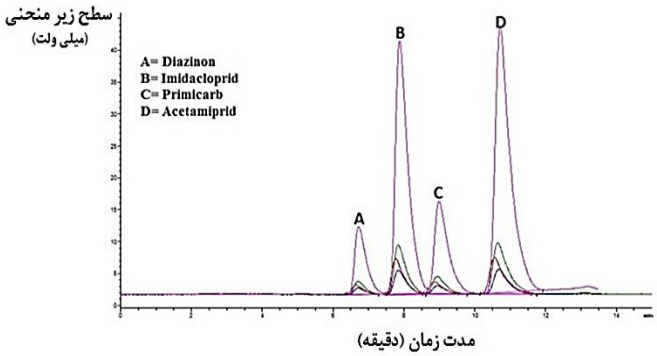
مقدمه

باقی‌مانده آفت‌کش‌ها درمحصولات خام کشاورزی که مصرف تازه خوری دارند، نگرانی‌های عمومی در ارتباط با پیامدهای بهداشتی و اقتصادی‌زا افزایش داده است. واحدهای تولیدی محصولات کشاورزی که در اغلب موارد به‌منظور پیشگیری و کنترل آفات، بدون‌رعایت دوره کارنس وسایرنکات فنی، اقدام به سمپاشی‌های بی‌رویه‌وخارج‌از نظارت فنی‌درطول یک‌فصل کشت‌محصول می‌کنند که‌درنهایت‌تهدید خطرات زیست‌محیطی و انسانی ناشی از اثرات زیان‌بار باقی‌مانده آفت‌کش‌ها را درپی خواهد داشت. در این راستا کنترل میزان باقی‌مانده سموم به ویژه آفت‌کش‌ها،امری‌ضروری به‌نظر می‌رسد(Gun و Kan، ۲۰۰۹). با این توضیحات‌لزوم‌تعیین‌باقی‌مانده‌آفت‌کش‌ها‌در‌محصولات‌کشاورزی که به‌عنوان مواد اولیه در صنعت غذا می‌باشند، روشن می‌گردد، زیرا اولین گام برای کاهش مصرف آفت‌کش‌ها، تعیین مقدار باقی‌مانده این مواد در محصولات مختلف کشاورزی می‌باشد تا بتوان براساس استنباط واقعی‌تر و شناخت بهتر از نقش این موادشیمیایی در چرخه محصولات کشاورزی برنامه‌ریزی‌های اجرایی کم ضررتر برای مبارزه با ناقلین و آفات را ارائه نمود (Jallow و همکاران ۲۰۱۷). از این‌رو سیاست‌هایی باید در جهت تضمین سلامت مواد غذایی خصوصاً درکشورهای‌در حال توسعه که آلودگی منابع غذایی آن‌ها به‌دلیل کاربرد بی‌رویه آفت‌کش‌ها زیاد است وضع گردند. فرآوری مواد غذایی به شکل خانگی یا صنعتی تقریباً یک وسیله خوب و مناسب برای مقابله با مواد غذای ناسالم و آلوده به این مواد شیمیایی می‌باشد (Kaushik و همکاران، ۲۰۰۸). با تحقیقاتی گسترده محققین دریافتند که آلودگی محیط‌زیست توسط آفت‌کش‌ها از نگرانی‌های بزرگ می‌باشد که دلیل آن هم تداوم طولانی مدت طبیعت‌چربی‌دوست و تمایل آن‌ها به تجمع‌در بافت‌های جانوری و گیاهی است (Kumar و همکاران، ۲۰۱۱). در تحقیقات به این نتیجه رسیدندکه آفت‌کش‌ها از نظرنحوه عمل، جذب توسط بدن، سوخت و ساز بدن، حذف از بدن و سمیت بالقوه متفاوتند(Barriada و همکاران، ۲۰۱۲). در تحقیقاتی نشان داده شد که سموم دفع آفات، می‌توانند در خاک و رسوبات، اثرات حاد و مزمن، ازجمله سرطان، آسیب عصبی، اختلال باروری، مهار سیستم ایمنی، نقص‌های مادرزادی، استرس و اخلال‌مشکوک‌غدد‌درون‌ریز ایجادنماید (Cervera و همکاران، ۲۰۱۲).

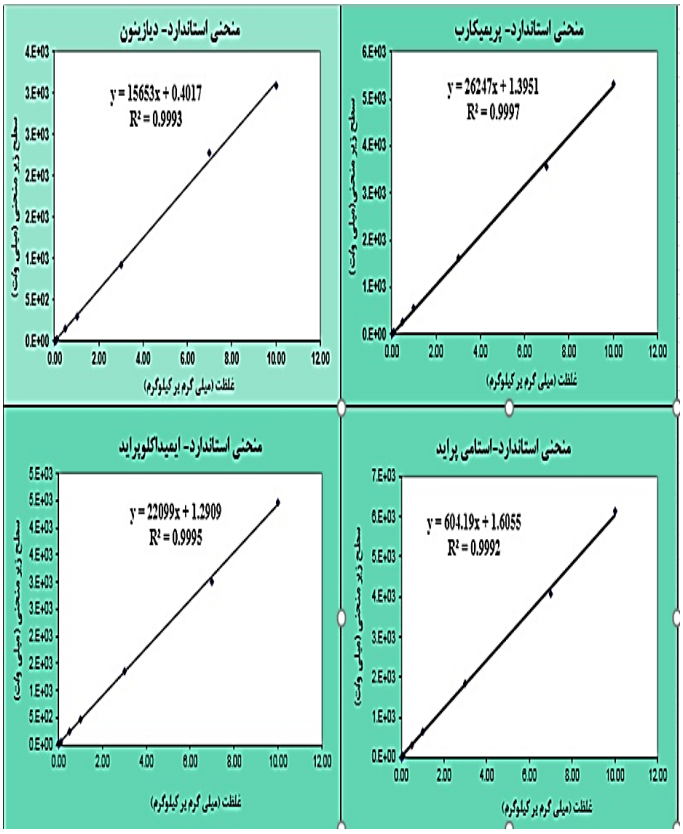
مواد و روش‌ها

در ابتدای کار چندمزرعه در منطقه کفترک شهرستان شیراز در استان فارس‌انتخاب‌گردید. بعداز هماهنگی‌های صورت‌گرفته، قطعاتی از زمین زراعی برای سم‌پاشی، انتخاب شدند. در مزارع سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) واریته چیلی، با رعایت دزهای توصیه شده مطابق‌با دستورالعمل‌های اجرایی‌سازمان‌حفظ‌نباتات‌وباروش کاربردی متداول کشاورزان منطقه، از سموم دیازینون (EC ۶۰٪) ۱ گرم در ۱ لیترآب،ایمیداکلوپرید(SC ۳۵٪) ۱گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب، پریمیکارب (WP ۵۰٪) ۰/۶ گرم در ۱۰۰۰ لیترآب و استامی‌پراید (SP ۲۰٪) ۰/۸ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب استفاده شد و در زمان‌بندی صورت گرفته (شامل نیمه دوره کارنس، پایان دوره کارنس، زمان برداشت و یک هفته بعد از برداشت) به‌صورت کاملاً تصادفی نمونه سیب‌زمینی از قسمت‌های مختلف مزرعه جمع‌آوری و پس از مخلوط‌سازی آن‌ها یک نمونه یک کیلوگرمی در پلاستیک‌های زیپ‌دار ریخته شده، در کنار بسته‌های یخ‌خشک، درجعبه مخصوص(دور از دما و نور مستقیم) و برای‌آنالیز فوراً به آزمایشگاه انتقال‌یافته‌و مراحل‌مختلف استخراج روی آن‌ها صورت می‌پذیرفت و تهیه و در فرآیند آماده‌سازی قرار می‌گیرد وبراساس‌روش کچرز(AOAC، ۲۰۰۵)و استاندارد ۱۷۰۲۶ مرز بیشینه آفت‌کش‌ها،مورد سنجش قرار می‌گیرد.درفرایندآماده‌سازی‌از محصول ۸ تا ۱۰ عدد برداشته شد. سپس نمونه‌ها به‌همراه پوست آن وزن گردیدند و متناسب با وزن آن همراه با مقدار معینی آب توسط دستگاه مخلوط‌کن به‌طور کامل هموژن شدند. از این مخلوط هموژن مقداری را در فالکون‌های پلی‌پروپیلن(PP= Poly Propylene) شفاف، به‌میزان ۱۰ گرم وزن و پس از بستن درب آن‌ها با پارافیلم کاملاً محفوظ و مابقی مخلوط هموژن نمونه‌ها را درکیسه‌های پلاستیکی‌زیپ‌دار و در فریزر و دمای ۱۸- سانتی‌گراد نگه‌داری شد. در این مرحله محلول‌های استانداردچهار سم‌دیازینون، ایمیداکلوپرید، پریمیکارب و استامی‌پراید با غلظت ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیترتهیه گردید و ۱۶ نمونه نیز برای سنجش توسط HPLC آماده‌سازی شدند. ۴ نمونه اول: (۱۰±۰/۰۰۱ گرم) گرم از نمونه‌های محصولات (۲ عدد، سیب‌زمینی)، عاری از سموم را طبق روش QuEChERS که قبلاً توضیح داده شد، آماده‌سازی و سپس نمونه‌ها خشک شدند. ۴ نمونه دوم: (۱۰±۰/۰۰۱ گرم) گرم از نمونه‌های محصولات (سیب زمینی ۲ عدد)، عاری از سموم را به‌همراه ۱۸۰ میکرولیتر محلول ۱۰۰ میکروگرم برمیلی‌لیتر از هرسم (که‌این‌مقدار معادل۱۸ میکروگرم بر گرم نمونه می‌باشد) آماده‌سازی و تغلیظ می‌گردد. ۴ نمونه سوم: (۱۰±۰/۰۰۱ گرم) گرم از نمونه‌های محصولات (سیب زمینی ۲ عدد)، عاری از سموم به‌همراه۱۰۰ میکرولیتر محلول ۱۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر از هر سم (که این مقدار معادل ۱۰ میکروگرم بر گرم نمونه می‌باشد) آماده‌سازی و تغلیظ می‌گردد. ۴ نمونه چهارم: (۱۰±۰/۰۰۱ گرم) گرم از نمونه‌های محصولات (سیب زمینی ۲ عدد)، عاری از سموم ۸۰ میکرولیتر محلول ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر از هر سم (که این مقدار معادل ۸ میکروگرم بر گرم نمونه می‌باشند) آماده‌سازی و تغلیظ و پس از اسپایک کردن سم‌ها در هر مرحله، نمونه اسپایک‌شده برای مدت ۹۴

ساعت در دمای اتاق نگه‌داری شده و سپس آن‌ها به‌صورت هموژه شده درآمدند. مقادیر کارایی استخراج به‌دست آمده در نمونه‌های بالا شامل محصول سیب‌زمینی، کاملاً مشابه‌بود. برای بررسی تعیین حد تشخیص و صحت دستگاه HPLC، غلظت‌های مختلف آفت‌کش به دستگاه تزریق شد و کروماتوگرام (شکل ۱) و منحنی کالیبراسیون استاندارد ۴ آفت‌کش (شکل ۲) ترسیم شد و مقادیر بازیافت آفت‌کش‌ها در نمونه سیب‌زمینی با استفاده از آفت‌کش استاندارد و نرم‌افزار دستگاه تعیین (جدول ۱) و در نهایت پارامترهای مربوط به حدتشخیص و حدکمی بودن چهار آفت‌کش در سیب‌زمینی مشخص گردید (جدول ۲).



شکل ۱: کروماتوگرام‌های چهار سم مورد آزمون به‌صورت مخلوط استاندارد



شکل ۲: منحنی کالیبراسیون استاندارد چهار آفت‌کش مورد آزمایش

جدول ۱: مقادیر بازیافت آفت‌کش‌ها در نمونه‌های سیب‌زمینی

نوع سم	درصد بازیافت (انحراف استاندارد نسبی) ترازهای غنی‌سازی (میلی‌گرم در کیلوگرم)		
	۲	۱	۰/۱
دیازینون	۸۹(۳/۵۴)	۹۴(۳/۱۴)	۸۷(۲/۱۸)
ایمیداکلوپرید	۹۲(۶/۱۸)	۹۰(۲/۱۶)	۹۳(۵/۱۱)
پریمیکارب	۹۷(۳/۲۱)	۹۶(۲/۶۳)	۹۰(۱/۶۲)
استامی‌پراید	۹۸(۲/۳۸)	۹۴(۳/۷۲)	۹۳(۳/۲۴)

جدول ۲: پارامترهای مربوط به حدتشخیص و حدکمی بودن چهار سم آفت‌کش در سیب‌زمینی

نوع سم	حد تشخیص (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	حد تعیین مقدار (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	حد مجاز (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
دیازینون	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۱
ایمیداکلوپرید	۰/۱	۰/۳	۰/۵
پریمیکارب	۰/۱	۰/۳	۰/۵
استامی‌پراید	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۳

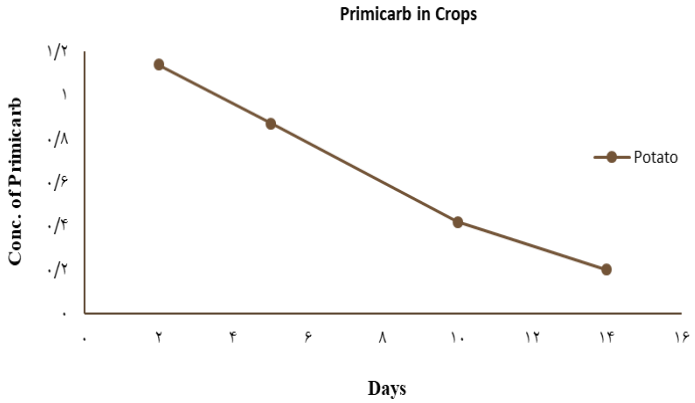
نتایج

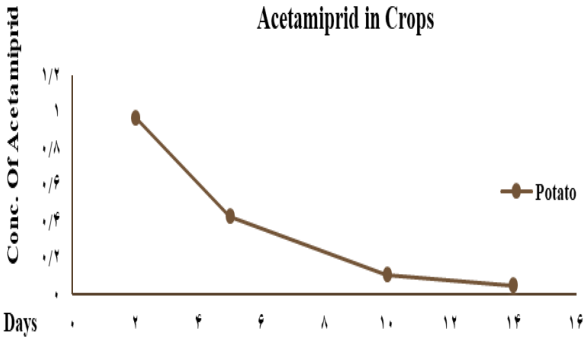
با توجه به افزایش جمعیت و نیاز مبرم به مواد غذایی و تولید محصولات کشاورزی بیش‌تر ناگزیر به استفاده از سموم دفع آفات به منظور کاهش خسارات هستیم، از طرفی دیگر در مبحث امنیت غذایی ارائه شده توسط سازمان خوار بار و کشاورزی جهانی (فائو) دسترسی همگان به غذای کافی، مغذی و سالم را مطرح می‌کند که علاوه بر کمیت توجه به کیفیت تولیدات و عاری از آلاینده بودن آن را در مورد توجه و اهمیت قرار می‌دهد. لذا با توجه به عوارضی که در طولانی مدت ممکن است در اثر مصرف محصولات آلوده به باقی‌مانده سموم به بار آید، بنابراین به‌کارگیری یک‌روش آنالیز در آزمایشگاه‌های کنترل کیفیت جهت آنالیز باقی‌مانده سموم لازم می‌باشد. روشی که ساده، ارزان قیمت و در دسترس باشد. آماده‌سازی نمونه به سادگی و در مدت زمان کوتاهی انجام گیرد و دارای فاکتور تغلیظ بالا و مصرف کم حلال می‌باشد. این پژوهش با استفاده از دستگاه HPLC و با روش کچرز انجام شده که علاوه بر دارا بودن ویژگی‌های فوق، در این آنالیز دقت و صحت خوبی، حدتشخیص، حدکمی بودن و دامنه خطی‌بودن روش برای آنالیز باقی‌مانده چهار سم دیازینون، ایمیداکلوپرید، پریمیکارب و استامی‌پراید در محصولات فوق را به‌صورت قابل قبول نشان داد و مشخص شد که غلظت آفت‌کش‌ها در بازه‌های زمانی مختلف در محصول سیب زمینی رقم چیلی سیر نزولی دارد (جدول ۳). این روند کاهشی میزان باقی‌مانده آفت‌کش پریمیکارب، استامی پراید، دیازینون و ایمیداکلوپرید

در سیب‌زمینی با شیب‌های مختلف در گراف‌های مربوطه کاملاً مشهود است (شکل‌های ۳، ۴ و ۵) که به‌خوبی بیانگر این مهم است که با رعایت اصول فنی و پیاده‌سازی عملیات خوب کشاورزی و استفاده از آفت‌کش‌های بی‌خطر (کلاس چهار براساس طبقه‌بندی آفت‌کش‌ها توسط سازمان سلامت جهانی) و اجرایی کردن برنامه‌های مدیریت تلفیقی محصولات خام کشاورزی می‌توان اثرات سوء پسمانی بسیاری از آفت‌کش‌ها را در محیط زیست و سلامت سبد غذایی خانوار به‌میزان چشمگیری کاهش داد.

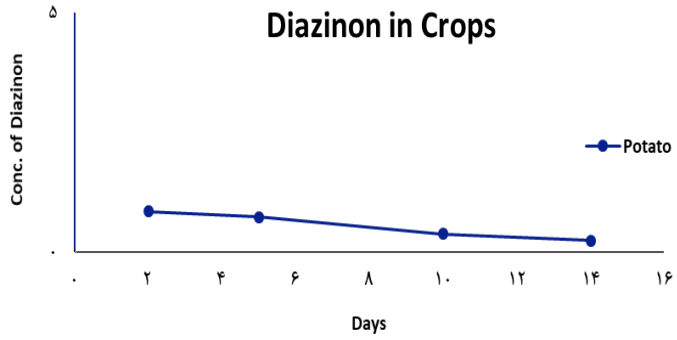
جدول ۳:غلظت آفت‌کش‌ها در بازه‌های زمانی مختلف در محصول سیب زمینی رقم چیلی

نوع آفت‌کش	روز	سیب زمینی
	۲	۰/۹۷
	۷	۰/۴۳
استامی پراید	۱۴	۰/۱۱
(میلی‌گرم بر کیلو گرم)	۲۱	۰/۰۵
	حد مجازMRLs	۰/۳
	P.value	۰/۰۳
	۲	۱/۱۴
	۷	۰/۶۹
ایمیداکلوپرید	۱۴	۰/۳۲
(میلی‌گرم بر کیلو گرم)	۲۱	۰/۲
	حد مجازMRLs	۰/۵
	P.value	۰/۰۳
	۲	۰/۶۲
	۵	۰/۲۱
دیازینون	۱۰	۰/۰۷
(میلی‌گرم بر کیلو گرم)	۱۷	۰/۰۵
	حد مجازMRLs	۰/۱
	P.value	۰/۰۱
	۲	۱/۱۴
	۵	۰/۸۷
پریمیکارب	۱۰	۰/۴۲
(میلی‌گرم بر کیلو گرم)	۱۷	۰/۲
	حد مجاز MRLs	۰/۵
	P.value	۰/۰۳

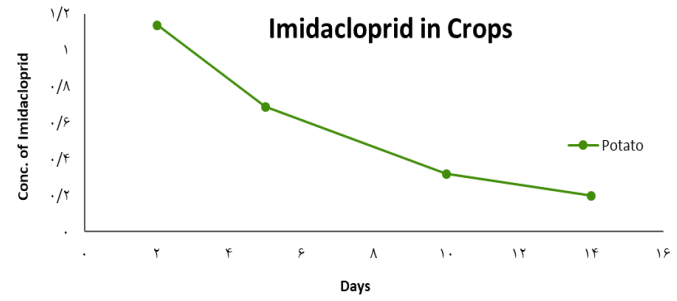




شکل۳: روند کاهشی میزان باقی‌مانده آفت‌کش پریمکارب و استامی پراید در سیب زمینی



شکل۴: روند کاهشی میزان باقی‌مانده آفت‌کش دیازینون درسیب زمینی



شکل۵: روند کاهشی میزان باقی‌مانده آفت‌کش ایمیداکلوپرید درسیب زمینی

بحث

در این پژوهش یک روش آنالیز موثر و تعیین مقدار باقی‌مانده سموم رایج دفع آفات کشاورزی (دیازینون، ایمیداکلوپرید، پریمیکارب و استامی‌پراید)در محصولات پرمصرف‌سبد خانوار (سیب‌زمینی) تدوین گردید، هم‌چنین مقدار باقی‌مانده این سموم در دوره‌های زمانی نیمه دوره کارنس،دوره کارنس، برداشت و یک‌هفته بعداز دوره کارنس مورد بررسی‌و ارزیابی قرارگرفت. در این روش ماتریس نمونه‌های محصولات مزبور، هیچ‌گونه تداخلی برای سنجش نمونه‌ها ایجاد نمی‌کند. حدتشخیص در این‌روش از ۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم تا ۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد که با توجه به حداکثر میزان باقی‌مانده (MRLs) که از طرف سازمان بهداشت جهانی اعلام شده است و برای چهار سم مورد آنالیز در محصولات مورد نظر از ۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم تا ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد، مناسب به‌نظر می‌رسد. این روش، روش مناسبی برای کنترل باقی‌مانده سموم رایج برای محصولات مشابه می‌باشد.

الف) دیازینون: نتایج به‌دست آمده در محصولات مورد آزمون نشان از کاهش غلظت سم دیازینون در بازه‌های زمانی مختلف و گذشت زمان می‌باشد. در ابتدای آنالیز غلظت سم دیازینون در سیب‌زمینی ۰/۶۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد که بعداز پنج روز با روند کاهشی به‌میزان ۰/۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. پس از طی ده روز بازهم روند کاهشی ادامه دارد. با توجه به این‌که روند کاهشی در محصولات مختلف یکسان نیست ولی نکته قابل توجه کاهش میزان سم دیازینون پس از طی مدت زمان ۱۰ روز به نزدیکی میزان MRLs می‌باشد که با توجه به روندکاهشی سم مذکور بعد از طی مدت‌زمان ۱۷ روز، سم قابل توجهی در محصولات مذکور قابل‌شناسایی و ردیابی نمی‌باشد. نتایج مذکور با نتایج مطالعاتی که در مورد باقی‌مانده سموم کلروپیریفوس، دی‌متوات و دیازینون روی گوجه فرنگی انجام شده است در موارد مشابه مطابقت دارد (Akoto و همکاران، ۲۰۱۵) و بیانگر این مساله است که با رعایت دوره کارنس میزان ریسک باقی‌مانده آفت‌کش دیازینون کاهش می‌یابد که با نتایج حاصل از پژوهش Cengiz و همکاران، ۲۰۰۶؛ ایمانی و همکاران، ۱۳۸۵؛ سبحان‌اردکانی و همکاران، ۱۳۹۵؛ حاجی‌رزاق و همکاران، ۱۳۷۸ مطابقت نشان می‌دهد.

ب) ایمیداکلوپرید: نتایج به‌دست آمده نشان از کاهش غلظت آفت‌کش ایمیداکلوپرید دربازه‌های زمانی مختلف و با گذشت زمان می‌باشد. در ابتدای آنالیز غلظت سم ایمیداکلوپرید در سیب‌زمینی ۱/۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد که بعد از هفت روز با روند کاهشی به‌میزان ۰/۶۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. پس از طی چهارده روز باز هم روند کاهشی ادامه دارد. نکته قابل توجه کاهش میزان سم ایمیداکلوپرید پس از طی مدت زمان ۱۴ روز به نزدیکی میزان MRLs می‌باشد که با توجه به روند کاهشی سم مذکور بعد از طی مدت زمان ۲۱ روز سم قابل توجهی در محصولات مذکور قابل شناسایی و ردیابی نمی‌باشد. نتایج مذکور که‌بیانگر روند کاهشی سموم موردبررسی است با تحقیقات انجام شده که نشان داد بهترین زمان برای برداشت محصولات سم‌پاشی شده پایان دوره کارنس سموم می‌باشد (Okihashi و همکاران، ۲۰۰۵؛ حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹) مطابقت دارد و نتایج با توجه به‌میزان بیشینه مجاز سموم طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۵۸۱ و ۱۲۵۸۲ و هم‌چنین با Codex (۱۹۹۷) مطابقت دارد.

ج) پریمیکارب: براساس نتایج حاصله نشان از کاهش غلظت سم پریمیکارب در بازه های زمانی مختلف و با گذشت زمان می‌باشد. در ابتدای آنالیز غلظت سم پریمیکارب در سیب‌زمینی ۱/۱۴ میلی گرم بر کیلو گرم می‌باشد که بعد از پنج روز با روند کاهشی به میزان ۰/۸۷ میلی گرم بر کیلو گرم است. پس از طی ده روز باز هم روند کاهشی ادامه دارد. با توجه به این نکته قابل توجه کاهش میزان سم پریمیکارب پس از طی مدت زمان ۱۰ روز به نزدیکی میزان MRLs می باشد که با توجه به روند کاهشی سم مذکور بعد از طی مدت زمان ۱۷ روز دیگری سمی در محصولات مذکور قابل شناسایی و ردیابی نمی‌باشد. نتایج مذکور با تحقیقات (معتمدزادگان و همکاران، ۲۰۰۶) و با توجه به میزان بیشینه مجاز سموم طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۵۸۱ و ۱۲۵۸۲ و هم‌چنین (۱۹۹۷,Codex) مطابقت دارد.

د) استامی‌پراید:نتایج به‌دست‌آمده نشان از کاهش غلظت سم استامی پراید در بازه‌های زمانی مختلف و با گذشت زمان می‌باشد. در ابتدای آنالیز غلظت سم پریمیکارب درسیب‌زمینی ۰/۹۷میلی‌گرم‌بر کیلوگرم می‌باشد که بعد از هفت روز با روند کاهشی به‌میزان ۰/۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. پس از طی چهارده روز باز هم روند کاهشی ادامه دارد. نکته قابل توجه کاهش میزان سم استامی‌پراید پس از طی مدت زمان ۱۴ روز (پایان دوره کارنس) سیر نزولی دارد. اما از آن‌جایی‌که استامی پراید در مقابل نور خورشید به سرعت تجزیه می‌شود (Photo Degradation) لذا یکی از راه‌های موثر در کاهش اثرات زیان‌بار باقی‌مانده آفت‌کش مذکور خشک کردن سیب‌زمینی و..در مقابل خورشید است که‌با نتیجه حاصل از تحقیق Athanasopoulos وهمکاران(۲۰۰۵) در کاهش سم بیترتانول در زردآلو به‌همین‌دلیل مشابهت دارد. کاهش میزان سم استامی‌پراید و نزدیکی به‌میزان MRLs می‌باشد که با توجه به روند کاهشی سم مذکور بعداز طی‌مدت زمان ۲۱ روز عملاً سم قابل توجهی در محصولات مذکور قابل شناسایی و ردیابی نمی‌باشد. نتایج مذکور با توجه به‌میزان بیشینه مجاز سموم طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۵۸۱ و ۱۲۵۸۲ و هم‌چنین (۱۹۹۷,Codex) مطابقت دارد.

درمجموع می‌توان نتیجه‌گرفت که استفاده از آفت‌کش به‌عنوان آخرین راهکار در مدیریت تلفیقی آفات، زمانی می‌تواند مفید واقع شود که در هنگام انتخاب و کاربرد ضمن توجه به افزایش کارایی، جنبه‌های

بهداشتی و زیست‌محیطی در کاهش ریسک آن‌ها، مورد توجه جدی قرار گیرد.

منابع

۱. **ایمانی، س.؛ طالبی، خ.؛ شجاعی، م. و کمالی، ک.، ۱۳۸۵.** اندازه‌گیری باقیمانده ۸ سم آفت‌کش بر روی گوجه فرنگی و خیار سبز گلخانه‌ای. هفدهمین کنگره حفاظت از گیاهان ایران، تهران.

۲. **حاجی‌رزاق، ن.؛ یادگاریان‌حاجی‌آبادی، ل. و حبیبی، ج.، ۱۳۷۸.** تعیین میزان باقی‌مانده و دوره کارنس سم دیازینون در گیلاس. سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی. شماره ۴۸۳.

۳. **حسن‌زاده، ن.؛ بهرامی‌فر، ن. و اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۹.** بررسی بقایای حشره‌کش ایمیداکلوپرید در دوره کارنس ۲۱ روزه و کاهش آن با روش‌های مختلف در خیار گلخانه‌ای. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۴، شماره ۴، صفحات ۴۱۳ تا ۴۱۸.

۴. **سبحان‌اردکانی، س.؛ یونسیان ، م. و جامه‌بزرگی، س.، ۱۳۹۵.** ارزیابی غلظت باقی‌مانده سم ارگانوفسفره دیازینون در محصولات گلخانه‌ای (مطالعه موردی: کدو سبز). مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۱۸، شماره ۳، صفحات ۱۴۱ تا ۱۴۶.

۵. **Akoto, O.; Gavor, S.; Appah, M.K. and Apau, J., 2015.** Estimation of human health risk associated with the consumption of pesticide-contaminated vegetables from Kumasi, Ghana. Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 187, No. 5, pp: 244-250.

۶. **AOAC. 2005.** Method 985.22 For Nonfatty Foods. Pesticide Analytical Manual (PAM). J. AOAC International. Vol. 1, No. 302, pp: 10-16.

۷. **Aprea, C.; Colosio, C.; Teresa, M.; Claudio, M. and Marco, M., 2002.** Biological monitoring of pesticide exposure: a review of analytical methods. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci. Vol. 769, No. 2, pp: 191-219.

۸. **Athanasopoulos, P.E.; Pappas, C.; Kyriakidis, N.V. and Thanos, A., 2005.** Degradation of methamidophos on soultanina grapes on the vines and during refrigerated storage. Food Chemistry. Vol. 91, pp: 235-240.

۹. **Barriada-Pereira, M.; Serodio, P.; Gonzalez-Castro, M.J. and Nogueira, J.M., 2012.** Determination of organ chlorine pesticides in vegetable matrices by stir bar sportive extraction with liquid desorption and large volume injection-gas chromatography-mass spectrometry towards compliance with European Union directives. J Chromatogr A. Vol. 1217, No. 1, pp: 119-126.

۱۰. **Cengiz, M.; Certel, M. and Gocmen, H., 2006.** Residue contents of DDVP (Dichlorvos) and diazinon applied on cucumbers grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre-harvest interval and post harvest culinary applications. Food Chemistry. Vol. 98, pp: 127-135.

۱۱. **Cervera, M.I.; Portolés, T.; Pitarch, E.; Beltrán, J. and Hernández, F., 2012.** Application of gas chromatography time-of-flight mass spectrometry for target and non-target analysis of pesticide residues in fruits and vegetables. Journal of Chromatography A. Vol. 1244, pp: 168-177.

۱۲. **Gun, S. and Kan, M., 2009.** Pesticide Use in Turkish Greenhouses: Health and environmental consciousness. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 18, No. 4, pp: 607-615.

۱۳. **Jallow, M.F.A.; Awadh, D.G.; Albaho, M.S.; Devi, V.Y. and Ahmad, N., 2017.** Monitoring of Pesticide Residues in Commonly Used Fruits and Vegetables in Kuwait. International Journal of Environmental Research and Public Health. Vol. 14, No. 8, pp: 833-840.

۱۴. **Kaushik, P.; Yadav, Y.K.; Dilbaghi, N. and K, G.V., 2008.** Enrichment of vermicomposts prepared from cow dung spiked solid textile mill sludge using nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. Environmentalist. Vol. 28, pp: 283-287.

۱۵. **Kumar, B.; Mukherjee, D.P.; Sanjay, K.; Meenu, M.; Dev, P.; Singh, S.K. and Sharma, C.S., 2011.** Bioaccumulation of heavy metals in muscle tissue of fishes from selected aquaculture ponds in east Kolkata wetlands. Annals of Biological Research. Vol. 2, No. 5, pp: 125-134.

۱۶. **Motamedzadegan, A.; Mortazavi, A.; Maghsoodloo, Y.; Amiri, B. and Esmailzadeh Kenari, R., 2006.** Evaluation of pesticide residues in melonssprayed three time with diazinon in Khorasan-Razavi province. Agricultural Science and Technology Journal. Vol. 2, pp: 13-19.

۱۷. **Okihashi, M.; Kitagawa, Y.; Akutsu, K.; Obana, H. and Tanaka, Y., 2005.** Rapid method for the determination of 180 pesticide residues in foods by gas chromatography/mass spectrometry and flame photometric detection. J Pest Sci. Vol. 30, No. 4, pp: 368-377.

۱۸. **Zhao, P.; Wang, L.; Zhou, L.; Zhang, F.; Kang, S. and Pan, C., 2012.** Multi-walled carbon nanotubes as alternative reversed-dispersive solid phase extraction materials in pesticide multi-residue analysis with QuEChERS method, Journal of Chromatography A. Vol. 1225, pp: 17-25.