

## باقیمانده آفت‌کش‌های اندوسولفان (Endosolfan) و دیازینون (Diazinon) در مزارع گوجه‌فرنگی و خیار سبز استان کهگیلویه و بویراحمد

### بویراحمد

عباس صلاحی‌اردکانی<sup>۱\*</sup>، محسن مروتی<sup>۲</sup> و مهرناز انتصاری<sup>۳</sup>

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد

۲- موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

۳- شرکت زیست پژوهان خاور میانه

\* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: salahi\_abbas@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۹ - تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲۴)

### چکیده

#### واژه‌های کلیدی

اندوسولفان  
دیازینون  
باقیمانده آفت‌کش  
گوجه فرنگی  
خیار سبز  
تراریخته

اصرار بر عدم استفاده از مهندسی ژنتیک و محصولات تراریخته از سوی مدیران میانی در وزارت جهاد کشاورزی و سازمان حفاظت محیط زیست موجب استمرار روش‌های تولید غذا با تکیه بر سموم دفع آفات نباتی شیمیایی خطرناک شده است. به منظور تعیین باقی مانده سموم، مزارع خیارسبز و گوجه‌فرنگی در مناطق مختلف استان کهگیلویه و بویراحمد مورد بررسی قرار گرفت و ضمن نمونه برداری، میزان باقیمانده سموم اندوسولفان و دیازینون با استفاده از روش‌های استاندارد بین‌المللی در این مزارع مشخص شد. بیشترین مقدار باقیمانده مربوط به سم دیازینون در محصول خیارسبز بود. متوسط باقیمانده این سم در شهرستان‌های گچساران ۰/۴۶۲، بویراحمد ۰/۶۶۹ و کهگیلویه ۰/۲۰۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم (mg/kg) محصول تشخیص داده شد. مقدار مجاز باقیمانده این سم براساس استانداردهای جهانی، در خیارسبز ۰/۱ mg/kg است. متوسط مقدار باقیمانده سم دیازینون در گوجه‌فرنگی در شهرستان‌های گچساران و دنا نیز بیشتر از حد مجاز جهانی و مقدار آن‌ها به ترتیب ۰/۵۰۴ و ۰/۵۳۴ mg/kg تعیین شد. مقدار مجاز باقیمانده این سم در محصول گوجه‌فرنگی براساس استانداردهای جهانی ۰/۵ mg/kg است. براساس نتایج این تحقیق، متوسط باقیمانده سم دیازینون در میوه خیارسبز در کل استان حدود ۳/۵ برابر بیشتر از حد مجاز جهانی و مقدار آن ۰/۳۵۵ mg/kg بود. میزان باقیمانده سم اندوسولفان در گوجه‌فرنگی و خیارسبز نیز در اکثر مناطق استان بیشتر از حد مجاز جهانی تشخیص داده شد. نتایج این تحقیقات نشان داد که علاوه بر بالا بودن میزان باقیمانده سموم اندوسولفان و دیازینون در محصولات خیارسبز و گوجه‌فرنگی، فاصله مجاز بین آخرین سم‌پاشی تا برداشت محصولات (دوره کارنس)، تعداد مجاز دفعات سم‌پاشی، مصرف میزان مجاز سم و همچنین فاصله زمانی بین دو سم‌پاشی توسط اکثر کشاورزان رعایت نشده است. استمرار بر ممانعت از تولید محصولات تراریخته که بی‌نیاز از مصرف سموم شیمیایی هستند، موجب تزیق سموم اندوسولفان و دیازینون در سبد غذایی مصرف‌کنندگان ایرانی خواهد بود.

دهد.

حدود ۱۰۰۰ هکتار از زمین‌های استان کهگیلویه و بویراحمد به کشت محصولات خیار سبز و گوجه‌فرنگی اختصاص داشته (Agricultural statistics letter of Iran, 2009) و در سطح گسترده‌ای از سموم حشره‌کش، به‌ویژه اندوسولفان (Endosolfan) و دیازینون (Diazinon) جهت کنترل آفت‌ها در این مزارع استفاده می‌شود. چنانچه این سموم بیش از حد مجاز در بدن انسان تجمع پیدا کنند، ضمن ناهماهنگ کردن حرکات بدن، موجب تحریکات ماهیچه‌ای، تخریب کبد و غدد درون‌ریز، رعشه، تشنج و بالاخره مرگ سریع انسان می‌شوند (Van Emden and Peakall, 1996; Palikhe, 2002; Carson, 1962).

تاکنون حدود ۱۰ میلیون نوع ترکیبات شیمیایی به صورت مصنوعی ساخته شده است. دفتر اروپایی ثبت مواد شیمیایی، لیستی از ۱۱۰/۰۰۰ ترکیب شیمیایی را که بطور تجاری تولید می‌شوند تهیه کرده است و سالانه بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ ماده جدید به این لیست اضافه می‌شود. در سال ۱۹۸۴ شورای پژوهش‌های ملی آمریکا گزارش داده که فقط برای ۲ درصد از فرآورده‌های تجاری شیمیایی اطلاعات کافی به منظور ارزیابی کامل زیان‌های آن‌ها در دسترس است. ترکیبات آلی فسفره که بخش عمده‌ای از سم‌های حشره‌کش را شامل می‌شود در ردیف دوم فهرست سیاه قرار گرفته است (Van Emden and Peakall, 1996).

سم‌های آلی فسفره بر روی سیستم عصبی اثر گذاشته و فعالیت آنزیم استیل کولین استراز (Acetyl cholon esterase) را از بین می‌برند. تحریکات عصبی توسط استیل کولین از یک سلول عصبی به سلول دیگر منتقل و سپس استیل کولین توسط آنزیم استیل کولین استراز از بین می‌رود. سموم فسفره آلی با مختل کردن کار این آنزیم، باعث می‌شوند که استیل کولین از بین نرفته و به‌صورت مداوم باعث تحریک عصبی شود. در نتیجه، تحریک پی در پی عصبی باعث تشنج و مرگ می‌شود (Palikhe, 2002).

هدف کلی این پژوهش، تعیین میزان باقیمانده سموم اندوسولفان و دیازینون در خیار سبز و گوجه‌فرنگی در استان کهگیلویه و بویراحمد بود تا براین اساس بتوان به اهداف فرعی از قبیل تعیین اختلاف میزان باقیمانده سموم مذکور با استاندارد جهانی، تعیین مدت زمان آخرین سمپاشی تا برداشت محصول (دوره کارنس) و

در انتهای سال ۲۰۱۱ میلادی بیش از ۱۶۰ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی جهان به کشت محصولات تراریخته اختصاص یافت که ۶۴ میلیون هکتار آن به گیاهان تراریخته مقاوم به آفت‌ها اختصاص دارد (Adeli and Ghareyazie, 2012). به این ترتیب، با کاشت این نوع محصولات و با استفاده از راهبرد استفاده از گیاهان مقاوم به آفت‌ها، مصرف سموم شیمیایی دفع آفت‌های گیاهی به طور چشم‌گیری کاهش پیدا کرده و مهم‌تر از آن اینکه این محصولات به صورت طبیعی فاقد باقیمانده سموم بوده و ضمن تضمین سلامتی مصرف‌کنندگان از بازار صادراتی مناسبی نیز برخوردار خواهند بود. با وجود صراحت قانون ایمنی زیستی بر تولید، رهاسازی، کاشت و مصرف محصولات تراریخته و با وجود واردات چند میلیارد دلاری این نوع محصولات و مصرف آن در کشور، گروهی از مدیران میانی در کشور با انگیزه‌های مختلف مانع اجرای قانون و تولید این نوع محصولات شده‌اند. آن‌ها به طور عمده بر اثرهای احتمالی سو ناشی از مصرف محصولات تراریخته بر سلامتی انسان و مسائل زیست محیطی تکیه کرده و به این ترتیب با ایجاد هراس در بین مصرف‌کنندگان و مدیران ارشد کشور تا امروز مانع تولید محصولات تراریخته شده‌اند و این در حالی است که فناوری مهندسی ژنتیک توسط دانشمندان ایرانی بومی‌سازی شده و نام ایران به عنوان اولین کشور جهان که در سال ۱۳۸۳ برنج تراریخته مقاوم به آفت کرم ساقه‌خوار را به تولید انبوه رساند، در تاریخ ثبت شده است. اصرار مخالفین تولید محصولات تراریخته به ویژه آن دسته از مخالفینی که ادعای زیان‌آور بودن این نوع محصولات را دارند از دو جنبه قابل تامل است. اول اینکه تا کنون هیچ مدرکی مبنی بر وجود هر نوع اثر منفی در مورد گیاهان تراریخته ارائه نشده است. دوم اینکه عدم کشت محصولات تراریخته به منزله ادامه کشت محصولات حساس به آفت‌ها است که موجب استمرار مصرف سموم شیمیایی دفع آفت‌های گیاهی خطرناک می‌شود. سمومی که زیان‌آور بودن آن‌ها به ویژه به صورت باقیمانده سموم به استنادهای بی‌شماری به اثبات رسیده است. این مقاله در صدد است تا نتیجه اصرار بر عدم کشت محصولات مقاوم (تراریخته) را از جنبه باقیمانده سموم در استان کهگیلویه و بویراحمد نشان

ارتفاع از سطح دریا، سطح زیرکشت، نوع محصول، نوع آبیاری، تاریخ کاشت، تاریخ اولین سم پاشی، تعداد دفعات سم پاشی، نوع سموم مصرفی، میزان سموم مصرفی و فاصله بین آخرین سم پاشی تا برداشت محصول، در فرم های اطلاعاتی مخصوص ثبت شد. نمونه های بدست آمده را در کیسه های پلاستیکی مخصوص گذاشته و ضمن درج مشخصات مربوط به هر نمونه، آن ها را در ظروف حاوی یخ قرار داده و در حالت فریز شده به آزمایشگاه منتقل شدند. همچنین تعداد ۳ نمونه خیار سبز و ۳ نمونه گوجه فرنگی بصورت تصادفی از فروشگاه های عرضه محصولات کشاورزی در شهرهای یاسوج، دهدشت و گچساران، انتخاب شد. وزن هر کدام از این نمونه ها یک کیلوگرم و هر نمونه مخلوطی از ۴ نمونه تصادفی بود که از فروشگاه های عرضه محصولات کشاورزی خریداری شدند و ضمن درج اطلاعات مربوطه و نگهداری در شرایط فریز شده به آزمایشگاه منتقل شدند.

### عملیات آزمایشگاهی

تعیین میزان باقیمانده سموم دیازینون و اندوسولفان در آزمایشگاه: برای این منظور از روش ذیل که تنها روش استاندارد بین المللی بوده و در تمام نقاط جهان رایج است استفاده شد. این عمل در خصوص سم دیازینون، در آزمایشگاه باقیمانده سموم مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور و در خصوص سم اندوسولفان در آزمایشگاه وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و به کمک پرسنل و امکانات موجود در این آزمایشگاه ها انجام شد (Ciba, 1989; Baumann et al, 1996).

### آماده سازی نمونه ها

نمونه های خیار سبز و گوجه فرنگی، در شرایط استاندارد (بصورت یخ زده و در دمای پایین) به آزمایشگاه منتقل و در فریزر نگهداری شدند. سپس با استفاده از دستگاه همزن برقی، هر نمونه نیم کیلوگرمی آسیاب و ده گرم از آن جهت تعیین باقیمانده حشره کش انتخاب شد. مقدار فوق در داخل دستگاه همزن با ml ۶۰ استون مخلوط و بمدت ۲ دقیقه و ۲ بار مخلوط شد.

استخراج باقیمانده سموم به روش مایع به مایع (Liquid - liquid extraction): نمونه حاوی استون از قیف بوختر عبور

تعیین میزان و نحوه مصرف سموم دیازینون و اندوسولفان در محصولات خیار سبز و گوجه فرنگی در استان دست یافت. تا قبل از این پژوهش، هیچگونه پژوهشی در خصوص تعیین میزان باقیمانده سموم اندوسولفان و دیازینون در خیار سبز و گوجه فرنگی در استان کهگیلویه و بویراحمد صورت نگرفته است، بنابراین در سایر نقاط، پژوهشگران مختلفی میزان باقیمانده این دو سم را در محصولات مختلف اندازه گیری کرده اند (Hajjabadi et al, 2000; Dikshit et al, 1980; Frank et al, 1991; Verma, 1979; Rezvani et al, 2009)

### مواد و روش ها

#### عملیات صحرائی

نمونه برداری از میوه های خیار سبز و گوجه فرنگی در مزارع استان کهگیلویه و بویراحمد: از مناطق مختلف استان کهگیلویه و بویراحمد (شهرستان های بویراحمد، دنا، کهگیلویه و گچساران) که کشت خیار سبز و گوجه فرنگی در آن ها رایج بود بازدید شد. نمونه برداری از مزارع خیار سبز و گوجه فرنگی براساس سطح زیرکشت این محصولات در هر شهرستان به شرح جدول ۳ انجام گرفت. جامعه آماری خیار سبز و گوجه فرنگی در استان کهگیلویه و بویراحمد به ترتیب معادل ۵۰۳ و ۲۹۴ هکتار است که از جامعه مذکور ۵۳ مزرعه بعنوان جامعه نمونه برای نمونه برداری از محصول خیار سبز و ۲۴ مزرعه بعنوان جامعه نمونه برای نمونه برداری از محصول گوجه فرنگی انتخاب شد تا براساس استاندارد جهانی، نتایج حاصله از این پژوهش قابل تعمیم به کل استان باشد (Codex Stan CAC/GL 40/1993). انتخاب تعداد مزارع و همچنین تعداد نمونه برداری ها بر اساس سطح زیر کشت در هر شهرستان و با توجه به وجود دو شرایط اقلیمی سردسیری و گرمسیری در استان صورت گرفت. تعداد نمونه های انتخاب شده برای خیار سبز ۱۰۶ و برای گوجه فرنگی ۴۸ عدد بوده و برای هر نمونه ۰/۵ کیلوگرم از هر محصول برداشت شد. نمونه برداری بصورت کاملاً تصادفی و به روش کادراندازی با استفاده از کادرهای با ابعاد ۰/۵ × ۰/۵ متر (۰/۲۵ متر مربع) انجام گرفت. طی این بازدیدها، ضمن نمونه برداری از میوه های خیار سبز و گوجه فرنگی، اطلاعات مربوط به هر مزرعه شامل نام منطقه،

جدول ۱- سطح زیرکشت و جامعه آماری نمونه برداری از محصولات خیارسبز و گوجه‌فرنگی در استان کهگیلویه و بویراحمد

**Table 1-** Cultivated area and statistic society of cucumber and tomato products in Kohgyloyeh va Boyerahmad province

توضیحات Explanation	تعداد نمونه‌های انتخاب‌شده جهت تعیین باقیمانده سموم						نام شهرستان Name of country
	تعداد مزارع مورد بازدید		سطح زیرکشت (هکتار)		تعداد نمونه‌های انتخاب‌شده جهت تعیین باقیمانده سموم		
	گوجه فرنگی Tomato	خیار سبز Cucumber	گوجه فرنگی Tomato	خیار سبز Cucumber	گوجه فرنگی Tomato	خیار سبز Cucumber	
وزن تقریبی هر نمونه ۰/۵ کیلوگرم بوده‌است. Weight of each sample was around 0.5 kg	24	32	12	16	118	179	گچساران Ghachsaran
	40	32	20	16	102	65	کهگیلویه Kohgyloyeh
	4	16	2	8	10	15	دنا Dena
	18	30	9	15	64	244	بویراحمد Boyerahmad

طول ستون ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر استفاده شد. قطر پوسته:  $\mu\text{m}$  25/0، دمای اولیه ستون: ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد با توقف ۵ دقیقه و بعد با رمپ ۳ درجه در دقیقه به ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با زمان توقف ۱۰ دقیقه انتخاب شد. از انژکتور Splitless، دمای انژکتور: ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، آشکارساز NPД با دمای ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. از گاز حامل هیدروژن/هوا، میزان جریان ۳ میلی لیتر/دقیقه با زمان بازدارندگی  $R_t = 15.6$  استفاده شد.

برای آنالیز اندوسولفان از دستگاه Shimadzu, Japan Model: GC-2010 و ستون CPSIL 24CB با دمای ستون ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، طول ستون ۳۰ متر، قطر داخلی ستون ۰/۲۵ میلی متر، قطر پوسته  $\mu\text{m}$  ۰,۵، دمای اولیه ستون ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد با توقف ۵ دقیقه و بعد با رمپ ۳ درجه در دقیقه به ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با زمان توقف ۱۰ دقیقه استفاده شد. از انژکتور: Splitless، دمای انژکتور: ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، آشکارساز ECD، با دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و زمان بازدارندگی  $R_t = 21.5$  استفاده شد. از گاز حامل نیتروژن/هوا با جریان ۳۰ میلی لیتر/دقیقه و در صورت استفاده از ستون HP با طول ۳۰ متر از گاز حامل N<sub>2</sub> استفاده شد.

داده شد و داخل دستگاه دکانتور ریخته شد. سپس یکصد و پنجاه میلی‌لیتر سولفات سدیم ۲ درصد به این نمونه اضافه شد. چهار میلی‌لیتر دی‌کلرومتان به محلول فوق اضافه کرده و بشدت تکان داده شد. دی‌کلرومتان را داخل ظرف دیگری جمع‌آوری کرده و بار دیگر ۲۰ ml دی‌کلرومتان اضافه شد. دوباره پس از تکان دادن، فاز حامل دی‌کلرومتان به قبلی اضافه شد. برای بار سوم این عمل با ۲۰ ml دی‌کلرومتان دیگر تکرار شد. کل محتویات ظرف حامل دی‌کلرومتان را از قیف بوخنر (حاوی سولفات سدیم) عبور داده، نمونه را خشک کرده و بوسیله دستگاه تقطیر در خلا، تقطیر شد و تا زمان آنالیز در فریزر نگهداری شد. لازم به ذکر است که در صورت وجود ناخالصی و مواد اضافی در نمونه‌ها، باید محلول حاوی دی‌کلرومتان را از ستون فلورزیل عبور داد و محلول را تصفیه کرد.

تعیین میزان باقیمانده سموم بوسیله دستگاه آنالیز کننده: برای این کار از دستگاه گاز کروماتوگراف با دتکتورهای ECD<sup>۱</sup> و NPД استفاده شد.

برای آنالیز دیازینون از دستگاه: Shimadzu, Japan Model: GC-2010 با ستون: Cpb-5 و دمای ستون: ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و

- 1- Electron Capture Detector
- 2- Nitrogen Phosphor Detector

جدول ۲- متوسط مقدار باقیمانده سموم اندوسولفان و دیازینون در خیار سبز و گوجه‌فرنگی در چهار شهرستان و استان کهگیلویه و بویراحمد

**Table 2-** Averages of Endosulfan and Diazinon residue in cucumber and tomato at the four countries as well as the province

متوسط مقدار باقیمانده سم دیازینون (mg/kg)		متوسط مقدار باقیمانده سم اندوسولفان (mg/kg)				نام شهرستان Name of country
Averages of Diazinon residue (mg/kg)		Averages of Endosulfan residue (mg/kg)				
گوجه‌فرنگی Tomato	خیار سبز Cucumber	گوجه‌فرنگی Tomato		خیار سبز Cucumber		
		ایزومر $\beta$ $\beta$ isomer	ایزومر $\alpha$ $\alpha$ isomer	ایزومر $\beta$ $\beta$ isomer	ایزومر $\alpha$ $\alpha$ isomer	
0.504	0.462	0.284	0.325	0.443	0.352	گچساران Ghachsaran
0.195	0.205	0.216	0.130	0.271	0.167	کهگیلویه Kohgyloyeh
0.392	0.669	0.435	0.447	0.349	0.295	بویراحمد Boyrehmad
0.534	0.088	0.102	0.131	0.297	0.207	دنا Dena
0.406	0.355	0.259	0.258	0.341	0.255	استان Province

### نتایج و بحث

مقدار باقیمانده سموم اندوسولفان و دیازینون در مناطق مختلف

استان کهگیلویه و بویراحمد

نتایج حاصله از این پژوهش، شامل متوسط مقدار باقیمانده سموم در هر منطقه، تاریخ سم‌پاشی، تاریخ نمونه‌برداری، مقدار سم مصرفی، تعداد دفعات سم‌پاشی و متوسط زمان سم‌پاشی تا برداشت محصول، به تفکیک مناطق مورد بازدید ثبت شد. بر اساس این نتایج، در مناطق تنگاری، کوشک، تنگ تامرادی و سپیدار از توابع شهرستان بویراحمد و خیرآباد از توابع شهرستان گچساران، مقدار باقیمانده سم اندوسولفان در گوجه‌فرنگی بیشتر از حد مجاز جهانی بود. همچنین مقدار باقیمانده سم اندوسولفان در خیار سبز در مناطق تنگاری و دم‌کره از توابع شهرستان بویراحمد، ده‌وه، ده خلیفه و شامبراکان از توابع شهرستان گچساران، دلی‌رچ از توابع شهرستان دنا بیشتر از حد مجاز جهانی تشخیص داده شد. مقدار باقیمانده سم دیازینون در گوجه‌فرنگی

حد تشخیص و حد کمی کردن (LOD) and quantification (LOQ)

تعیین LOD و LOQ با دستگاه GC/ECD برای اندازه‌گیری اندوسولفان به ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۰۹ پی‌پی‌ام (قسمت در میلیون) و برای دستگاه GC/NPD و اندازه‌گیری دیازینون نیز این شاخص‌ها و با همین خصوصیات استفاده شد.

درصد بازیافت و روش محاسبه: برای سنجش میزان بازدهی روش کار، مقدار ۱۵، ۳۵ و ۷۵ میکروگرم از محلول ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم استاندارد دیازینون و اندوسولفان به منظور تهیه غلظت‌های ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱ mg/g، به ۱۵ گرم نمونه سمپاشی نشده (شاهد) اضافه گردید و کلیه مراحل استخراج مطابق با نمونه‌های قبلی انجام و تعیین شد.

غلظت‌های اندوسولفان و ایزومرهای آن: غلظت اندوسولفان در جداول بر اساس ایزومرهای آن به تفکیک تعیین و مجموع آن به عنوان اندوسولفان کل ارایه شد.

جدول ۳- متوسط مقدار باقیمانده سموم اندوسولفان و دیازینون در خیارسبز و گوجه‌فرنگی در بازار یاسوج، دهدشت و گچساران

**Table 3-** Averages of Endosulfan and Diazinon residue in cucumber and tomato at the markets of Yasouj, Dehdasht and Ghachsaran.

متوسط مقدار باقیمانده سم دیازینون (mg/kg) Averages of Diazinon residue (mg/kg)		متوسط مقدار باقیمانده سم اندوسولفان (mg/kg) Averages of Endosulfan residue (mg/kg)				نام منطقه Name of region
گوجه فرنگی Tomato	خیار سبز Cucumber	گوجه‌فرنگی Tomato		خیار سبز Cucumber		
		ایزومر $\beta$ $\beta$ isomer	ایزومر $\alpha$ $\alpha$ isomer	ایزومر $\beta$ $\beta$ isomer	ایزومر $\alpha$ $\alpha$ isomer	
0.030	0.121	0.006	Undetectable	Undetectable	Undetectable	بازار یاسوج Yasouj market
0.211	0.201	0.011	Undetectable	0.016	0.008	بازار دهدشت Dehdasht market
Undetectable	0.092	Undetectable	Undetectable	0.031	0.021	بازار گچساران Ghachsaran market

گوجه‌فرنگی بر اساس استانداردهای جهانی ۰/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم محصول است. بر اساس این نتایج متوسط باقیمانده سم دیازینون در خیار سبز در کل استان حدود ۳/۵ برابر بیشتر از حد مجاز جهانی و مقدار آن ۳۵۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن محصول بود (جدول ۲).

حاجی رزاق و همکاران در سال ۱۳۸۰ مقدار آلودگی رودخانه‌های کارون و دز به سموم شیمیایی اورگانوفسفره را که در کشاورزی استفاده می‌شود، بررسی کردند. در این بررسی مقدار باقیمانده ۱۵ سم مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که مقدار باقیمانده سموم در فصل بهار و تابستان بیشتر از سایر فصول سال و در مواردی نیز بالاتر از حد مجاز بوده است. نتایج از نظر درصد فراوانی سموم آزمایش شده نشان داد که سم دیازینون نسبت به سایر سموم آزمایش شده از فراوانی بیشتر برخوردار بوده است. آن‌ها علت این نتیجه‌گیری را مصرف زیاد سم دیازینون به عنوان یک حشره‌کش عمومی ذکر کردند. همچنین حاجی آبادی و همکاران در سال ۱۳۷۹ وضعیت آلودگی رودخانه بابلرود به سموم کشاورزی را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در این رودخانه باقیمانده چهار سم اورگانوفسفره را

در مناطق امامزاده جعفر، ده ناصر و خیرآباد از توابع شهرستان گچساران به ترتیب ۰/۵۱۶، ۰/۶۲۱ و ۱/۲۱۶ (mg/kg) و بهرام‌بیگی از توابع شهرستان دنا ۰/۵۳۴ (mg/kg) بود که این مقادیر بیشتر از حد مجاز جهانی است. در سایر مناطق استان، مقدار باقیمانده سموم اندوسولفان و دیازینون روی محصولات خیار سبز و گوجه‌فرنگی کمتر از حد مجاز تشخیص داده شد.

بیشترین مقدار باقیمانده سم در استان، مربوط به سم دیازینون در محصول خیار سبز بوده است. مقدار مجاز باقیمانده این سم در خیار سبز بر اساس استانداردهای بین‌المللی ۰/۱ میلی‌گرم در هر کیلوگرم محصول است، در صورتیکه متوسط مقدار باقیمانده این سم در شهرستان گچساران ۰/۴۶۲، در شهرستان بویراحمند ۰/۶۶۹ و در شهرستان کهگیلویه ۰/۲۰۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم محصول بود. در شهرستان دنا متوسط مقدار باقیمانده سم دیازینون کمتر از استاندارد جهانی و مقدار آن ۰/۰۸۷۵ تشخیص داده شد. متوسط مقدار باقیمانده سم دیازینون در گوجه‌فرنگی متغیر بود، به نحوی که در شهرستان‌های گچساران و دنا این مقدار بترتیب ۰/۵۰۴ و ۰/۵۳۴ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم گوجه‌فرنگی تشخیص داده شد. حد مجاز باقیمانده این سم در

متوسط مقدار مصرف این سم در استان برای خیار سبز ۵ و برای گوجه فرنگی ۴ لیتر در هکتار بود.

بر اساس دستور عمل شرکت سازنده سم دیازینون، حداقل فاصله زمانی بین آخرین سم پاشی تا برداشت محصول (دوره کارنس) ۱۰ روز اعلام شده است (FAO and WHO, 2008; Codex Alimentarius, 2003)، اما کشاورزان این استان بطور متوسط ۴ روز پس از سم پاشی، محصول خیار سبز خود را برداشت و روانه بازار مصرف می کرده اند. در مورد گوجه فرنگی این فاصله زمانی ۱۲ روز بود. همچنین حداقل فاصله زمانی بین آخرین سم پاشی تا برداشت محصول برای سم اندوسولفان ۱۵ روز اعلام شده، در صورتی که متوسط زمان آخرین سم پاشی تا برداشت محصول برای خیار سبز ۴ روز و برای گوجه فرنگی ۱۰ روز بود. از طرف دیگر، متأسفانه قبل از اینکه دوره کارنس برای سم پاشی اول به اتمام برسد، معمولاً سم پاشی های نوبت دوم و سوم نیز در مورد هر دو سم اندوسولفان و دیازینون توسط کشاورزان این استان انجام گرفته و این موضوع باعث می شود در تمام مدت برداشت محصول، مقداری باقیمانده سم در محصولاتی که روانه بازار می شوند وجود داشته باشد. در خصوص تعداد دفعات سم پاشی نیز ملاک و معیار خاصی در استان وجود نداشته و معمولاً به محض مشاهده چند آفت، سم پاشی توسط کشاورزان صورت گرفته است.

کشت متداول خیار و گوجه فرنگی در استان کهگیلویه و بویراحمد با مصرف بی رویه سموم خطرناک شیمیایی همراه شده است. کشاورزان در این استان و بر اساس مصاحبه با پژوهشگران در بسیاری از سایر استان ها) از سمومی که هرگز برای تولید این محصولات توصیه نشده است استفاده می کنند و در این راه حتی مقدار مصرفی این سموم برای محصولات مشابه را هم نادیده گرفته و تا دو و حتی سه برابر مقادیر توصیه شده برای سایر محصولات در گوجه فرنگی و خیار استفاده می کنند. عدم رعایت میزان مصرف سموم و عدم رعایت حداقل فاصله زمانی بین آخرین سم پاشی تا برداشت محصول (دوره کارنس) موجب افزایش باقیمانده سموم به دو تا ۵ برابر میزان مجاز استاندارد جهانی شده است. در سایر نقاط کشور نیز نتایج مشابهی به دست آمده است. تجزیه میزان سم در نمونه های خربزه مربوط به

شناسایی و تعیین کردند. این سموم به ترتیب اهمیت عبارت بودند از دیازینون، اتیون، فنیترا تیون و پاراتیون متیل. آن ها گزارش کردند که در بعضی موارد مقادیر بدست آمده بیش از حد مجاز جهانی در آب ها بوده است. اکثر حشره کش ها در تابستان غلظت بیشتری در مقایسه با بقیه فصول داشته و دیازینون به دلیل وفور مزارع برنج در منطقه و به علت مصرف گسترده ای که در مزارع دارد، در تمام فصول و در تمام ایستگاه های پژوهشی مشاهده شده است (Hajiabadi et al, 2000).

### مقدار باقیمانده سموم اندوسولفان و دیازینون در فروشگاه های عرضه محصولات کشاورزی

مقدار باقیمانده سم دیازینون روی خیار سبز در بازار یاسوج و دهدشت بیشتر از حد مجاز و مقدار باقیمانده سم اندوسولفان در خیار سبز و گوجه فرنگی در بازار یاسوج، دهدشت و گچساران کمتر از حد مجاز تشخیص داده شد (جدول ۳). پژوهش های پالیکه نشان داد که ۶۰ درصد کشاورزان نپال برای مدت ۵ سال به طور متناوب و بدون آیش گذاشتن زمین های زراعی، از آفت کش ها در فاصله های زمانی بسیار کم حتی کمتر از دو هفته قبل از برداشت محصول، استفاده کرده اند. او مصرف سم اندوسولفان در نپال را بسیار رایج ذکر کرده، در حالی که این سم برای موجودات آبیزی بخصوص ماهی بسیار سمی است (Palikhe, 2002).

### مقدار و نحوه مصرف سموم اندوسولفان و دیازینون روی خیار سبز و گوجه فرنگی و چگونگی برداشت محصول بعد از سمپاشی

با وجود اینکه استفاده از اندوسولفان در محصولات خیار سبز و گوجه فرنگی توصیه نشده است، بنابراین کشاورزان استان کهگیلویه و بویراحمد ضمن استفاده از سم مذکور، بطور متوسط به مقدار ۴/۲۵ سی.سی در لیتر جهت سم پاشی خیار سبز و گوجه فرنگی استفاده کرده اند و این در حالی است که حداکثر مقدار مجاز مصرف این سم در محصولات توصیه شده، ۲/۵ سی.سی در لیتر است. حد مجاز مصرف سم دیازینون برای کنترل مگس خربزه در جالیز ۱/۵ لیتر در هکتار است، در صورتی که

معایب تکیه بر روش‌های سنتی تولید غذا در ایران است که موجب افزایش هزینه تولید و عدم امکان رقابت با محصولات وارداتی نیز می‌شود. بنا براین ضعف آموزش و ترویج کشاورزی و فناوری هراسی مدیران میانی به ویژه در وزارت جهاد کشاورزی که موجب محرومیت کشور از فناوری سرنوشت ساز مهندسی ژنتیک و استفاده از محصولات تراریخته شده است، دو عامل اصلی وضعیت فعلی ارزیابی می‌شود، وضعیتی که مدیران معتقد به وجود اثرهای سو احتمالی محصولات تراریخته بر سلامت انسان باید پاسخگوی آن باشند. معلوم نیست چرا این قبیل مسئولان در وزارت بهداشت و وزارت جهاد کشاورزی نگران ادامه مصرف سموم شیمیایی، باقیمانده مصرف سموم و اثر سو اثبات شده آن بر سلامت انسان، دام و محیط زیست نیستند.

ترتیب جام و شیروان، نشان داد که باقیمانده سم دیازینون در خربزه ترتیب جام  $4/98$  برابر حد مجاز و در خربزه شیروان  $4/11$  برابر حد مجاز بود. باقیمانده دیازینون در خیار به جز در خیار مشهد، بیش از حد مجاز بود. میزان این سم، در خیار دزفول  $6/1$  برابر، در خیار رفسنجان  $4/4$  برابر، در خیار جیرفت  $4/2$  برابر، در خیار کرمان  $2/1$  برابر و در خیار شیروان  $1/8$  برابر حد مجاز بود، اما میزان سم در گوجه فرنگی و خیار کشت شده در مشهد کمتر از حد مجاز تعیین شد (Rezvani Moghadam et al, 2009).

اگرچه مصرف بهینه سموم و کاهش مقدار باقیمانده سموم و کاهش آثار مخرب زیست محیطی آن با استفاده از روش‌های پیشرفته آموزش و ترویج کشاورزی امکان دارد، اما همین نیاز به آموزش و ترویج برای کاهش اثرهای زیان‌بار سموم شیمیایی از

#### منابع

- Adeli N, Ghareyazie B. 2012. Comparison of Environmental, Human and Animal Safety Aspects Between the Traditional Agrochemical-Based Insect Control and the Use of Insect Resistant Biotech Crops. *Genetic Engineering and Biosafety Journal*, Vol. 1, No. 2.
- Agricultural statistics letter of Iran. 2009. Vol. 2. Online available at: <http://www.maj.ir> (In Farsi).
- Baumann R, Donseiffen J W, Van-den-Hoooven W, Hogendoom EA, Anson JTA, Kleter F, DeKok A, Quirijns JK, vanderSchee HA, Trooy WA, Tuinstra LGMTh, Verusoal W, VanZoonen p. 1996. *Analytical Methods for Pesticide Residues in Foodstuffs*. 6th Edition. 213 p.
- Carson R. 1962. *Silent Spring*, 40th anniversary edition. Houghton Mifflin, Boston.
- Ciba G. 1989. Gas Chromatographic Determination of Unpolar Pesticides. REM 119.01
- Codex Alimentarius. 2003. Pesticide Residues in Food and Animal Feed. 310 p.
- Codex Stan CAC/GL 40/1993. Guidelines on Good Laboratory Practice in Pesticide Residue Analysis
- Dikshit AK, Handa SK, Awasthi MD, Verma S. 1980. Note on the dissipation of endosulfan in or on tomato fruits, *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 50: 4, 367-369.
- FAO and WHO. 2008. Codex Alimentarius Commission. Available in: [http://www.codexalimentarius.net/mrls/pestdes/jsp/pest\\_q-e.jsp](http://www.codexalimentarius.net/mrls/pestdes/jsp/pest_q-e.jsp)
- Frank R, Braun He, Pitblado R. 1991. Residues of nine insecticides and two fungicides in raw and processed tomatoes, *Journal of Food Protection*, 54: 1, 41-46.
- Hajiabadi YL, Habibi J, Hajirazzagh N, Tajbakhsh M, Vaylian M. 2000. Determination of residue of Diazinon in Onion. Final project report. Iranian plant protection institute. 10 pp. (In Farsi).
- Palikhe BR. 2002. Challenges and options of pesticide use. In: the context of Nepal. *Landschafts okologie und umweltforschung*, 38: 130-141.
- Rezvani Moghadam P, Ghorbani R, Koocheki A, Alimoradi L, Azizi G, Siyamargooyi A. 2009. Evaluation of Pesticide Residue in Agricultural Products: A Case Study on Diazinon Residue Rate in Tomato (*Solanum lycopersicum*), Cucumber (*Cucumis Sativus*) and Melon (*Cucumis melo*). *Environmental Sciences* 6: 3, 63-72. (In Farsi).
- Van Emden HF, Peakall, DB. 1996. *Beyond Silent Spring*. Springer. 344 pp.
- Verma S. 1979. Differential dissipation rate of endosulfan on tomato crop (*Lycopersicon esculentum* Mill), *Journal of Entomological Research*, 3: 1, 119 – 121.