

بررسی پسماند آفت کش ها در گیاه *Berberis vulgaris* در ایران

آزاده صنعی^۱، مهسا هادیپور جهرمی^{۱*}، ستایش ابازری^۱

۱- مرکز تحقیقات فارماکولوژی گیاهان دارویی، دانشکده پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران

*ایمیل نویسنده مسئول: jahromymh@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۲۰

چکیده

پسماند آفت کش ها و مشتقاتشان در محصولات کشاورزی تهدیدی جدی برای سلامت مصرف کنندگان می باشد. هدف این مطالعه، ارزیابی میزان پسماند آفت کش ها در میوه *Berberis vulgaris* به دو روش استخراج و عصاره گیری در ایران است. بطور کلی نمونه های میوه زرشک از باغ های *Berberis vulgaris* از ۶ منطقه مختلف که در آن ها از ۳ آفت کش پر کاربرد دیازینون، فوزالون و کلروپایریفوس استفاده شده بود، مورد بررسی قرار گرفته اند. از روش مرسوم عصاره گیری هیدروآلکلی و روش عصاره گیری کیوچر (QuEChERS) (quick easy cheap effective rugged and safe multi-residue extraction) و به دنبال آن استفاده از طیف سنجی کروماتوگرافی-جرمی گازی (GC-MS) استفاده شد. پسماند حاصل از آفت کش ها در هیچ یک از نمونه های تهیه شده با شیوه ی اول قابل ردیابی نبودند، در حالی که نمونه های بدست آمده از روش دوم بیانگر آلودگی ۱۱٪ نمونه ها با دیازینون، ۵٪ با کلروپایریفوس و ۵٪ با فوزالون بودند. نتایج نشانگر میزان باقی مانده این سموم در میوه *Berberis vulgaris* در ایران بوده که به نظارت منظم بر آفت کش ها با استفاده از روش های به روز شده عصاره گیری نیازمند است.

کلمات کلیدی

" پسماند آفت کش ها "، " *Berberis vulgaris* "، " استخراج و خالص سازی "، " QuEChERS "

Evaluation of Pesticide Residue in *Berberis vulgaris* in Iran

Mahsa Hadipour Jahromy^{1*}, Azadeh Sonei¹, Setayesh Abazari¹

¹Herbal Pharmacology Research Center, Faculty of Medicine, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad university, Tehran, Iran

*E-mail Address: jahromymh@yahoo.com

Abstract

Pesticide residues and their derivatives in agricultural products are a serious threat to consumers' health. The aim of this study was to evaluate the amount of pesticide residues in *Berberis vulgaris* fruits by extraction and extraction methods in Iran. In general, barberry fruit samples from *Berberis vulgaris* gardens from 6 different regions were used in which 3 diazinon, fuzalone and chloropyraysus pesticides were used. In this study, two extraction and extraction methods were used. The conventional method of hydroalcoholic extraction and quaternary extraction method (QuEChERS) is a rapid, easy, efficient, reliable, and multi-residue extraction method) followed by GC-MS gas chromatography (GC-MS) spectrometry. Residues from pesticides were not detectable in any of the samples prepared by the first method, while the samples obtained from the second method indicated that 11% of the samples were contaminated with diazinon, 5% with chlorpyrifos and 5.5% Fuzalone. The results indicate the remaining amount of these pesticides in *berberis vulgaris* fruit in Iran, which requires regular monitoring of pesticides using updated extraction methods.

Keywords: "Pesticide residue", " *Berberis vulgaris* ", "extraction and purification", "QuEChERS"

۱- مقدمه

آفت کش ها از اجزاء حیاتی کشاورزی مدرن محسوب می شوند و نقش بسزایی در حفظ و افزایش بهره وری این صنعت دارند. بنابراین، در سیستم های تولید کشاورزی با میزان محصولات بالا، استفاده گسترده از آفت کش ها برای مهار آفات به عنوان یکی از راهکار های اساسی شناخته شده است (Tilman, 2002). با این حال، وابستگی زیاد به مصرف آفت کش ها به دلیل اثرات نامطلوب بر روی محیط زیست و علی الخصوص سلامت انسان غیر قابل توجیه است (Pimentel, 2005). پسماند های آفت کش ها در همه اکوسیستم های زراعی وجود دارند، اما قرار گرفتن در معرض پسماند ها در محصولات کشاورزی چه بصورت اولیه و یا مشتقاتشان اصلی ترین خطری است که سلامت انسان را تهدید میکند (Jeyaratnam, 1990). اثرات ناشی از این سموم بر سلامت انسان از عوارض کوتاه مدت مانند سردرد و حالت تهوع، تا مزمن مانند سرطان های مختلف، نقایص جنینی، ناباروری و اختلالات اندوکراین متغیر است (Cecchi, 2012). Alavanja, 2013). به طور ویژه کودکان در تماس کوتاه مدت و مزمن با آفت کش ها در معرض خطر بیشتری هستند (Lozowicka, 2015).

ایران همچون سایر کشورها برای تسهیل خودکفایی در تولید مواد غذایی، به سرعت در حال افزایش مصرف سموم کشاورزی، به ویژه در محصولات صیفی است (Jallow, 2017). استفاده بیش از حد آفت کش ها در محصولات گلخانه ای موجب افزایش سطح این پسماند ها نسبت به محصولات مشابه در مزارع آزاد می باشد (Allen, 2015). مصرف سالانه آفت کش ها در سال ۲۰۰۷ در ایران حدود ۴٫۵ کیلوگرم در سال بوده است (Bashour, 2008) و این میزان تا سال ۲۰۱۵ به ۱۲/۸ کیلوگرم در سال افزایش یافته است (Jallow, 2017). در مجموع ۷۶ ماده ی اولیه ی فعال آفت کش، از جمله پیرتروئید، ارگانوفسفره و کاربامات مورد استفاده قرار گرفتند که ۹٪ از این مواد در رده ی سمیت Ib (بسیار خطرناک) سازمان بهداشت جهانی (WHO) می باشند (Jallow, 2017). با این حال استفاده ی بیش از حد آفت کش ها نه تنها خطرناک تلقی میشود، بلکه تلفیق آن ها با یکدیگر نیز به طور کلی نامطلوب به نظر میرسند. کشاورزان به علت کمبود آگاهی لازم جهت به کارگیری صحیح و ایمن آفت کش ها تمایل به استفاده از این مواد را نزدیکی زمان برداشت دارند (Jallow, 2017)، که سبب آلوده شدن محصول قبل از رسیدن به بازار میشود. برخی باقیمانده ی سموم در برخی از سبزیجات و محصولات کشاورزی در ایران شناسایی شده است (Saeed, 2000). اگر چه بعضی از مقادیر

پسماند کمتر از حداکثر مجاز است، اما برخی از آنها بیش از محدودیت های تعیین شده برای این سموم در مواد غذایی است. به منظور اطمینان از سلامت و ایمنی مواد غذایی برای مصرف کنندگان، بسیاری از سازمان ها و کشورها در سراسر جهان، معیاری جهت سنجش حداکثر میزان مجاز آفت کش ها در محصولات غذایی یا MRL را معرفی کردند (European Commission, 2016). MRL حداکثر میزان مجاز پسماند یک آفت کش (بر حسب mg/kg) در مواد غذایی یا محصولات بدست آمده از حیوانات است. دولت ها برای نظارت بر رعایت MRL های مواد غذایی، مقررات قانونی و اجرایی را وضع کرده اند. اگر چه مقررات مربوط به MRL های مواد غذایی از جمله Codex Alimentarius Commission (Codex) به عنوان نقطه مرجع، در ایران وجود دارد، این مقررات اغلب به طور کامل اجرا نمی شوند. علاوه بر این، تاکنون هیچ شاخصی برای MRL زرشک اعلام نشده است. با توجه به استفاده بیش از حد آفت کش ها در باغ های این گیاه، تحقیقات سیستماتیک برای بررسی وضعیت فعلی باقیمانده ی سموم در محصولات کشاورزی بسیار ضروری به نظر میرسد. هدف از این مطالعه ارزیابی میزان سه پسماند آفت کش پرکاربرد در میوه ها *Berberis vulgaris* در ایران جهت استفاده به عنوان مرجع برای نظارت های آینده است. این اطلاعات همچنین برای توسعه اقدامات پیشگیرانه جهت جلوگیری از خطرات ناشی از این سموم در محصولات کشاورزی و مشتقاتشان، مهم است. آفت کش های مورد بررسی در این مطالعه براساس استفاده گسترده ی آنها در میوه *Berberis vulgaris* در ایران انتخاب شده اند؛ از جمله دیازینون، فوزالون و کلروپیریفوس. اگر چه این مواد در محیط زیست پایدار نیستند، اما ممکن است با ورود به خاک های کشاورزی (Weaver, 2012) و جذب شدن توسط گیاهان امکان راهیابی به زنجیره غذایی را نیز پیدا کنند (Florence, 2015) در نتیجه استعمال این مواد نیازمند نظارت مستمر است.

۲. مواد و روش ها

• مواد شیمیایی و معرف ها

استانداردهای مرجع (Pesticide reference standards) آفت کش های دیازینون، فوزالون و کلروپیریفوس از Sigma-Aldrich (سنت لوئیس، MO، ایالات متحده آمریکا) با غلظت خالص ۹۸ تا ۹۹ درصد خریداری شد. استونیتریل، متانل، محلول آمونیاک، کلرید سدیم، استیک اسید، ترفنیل فسفات (TPP) و آتروپروفوز از Merck (Darmstadt، آلمان) و سولفات منیزیم بدون آب، اسید بنزیل (امین اولیه و ثانویه، PSA particle size

جدول ۲- بررسی آفت کش ها در نمونه های زرشک. عدد داخل پرانتز نشان دهنده انحراف استاندارد نسبی (RSD)؛ LOD: b محدودیت تشخیص؛ c LOQ محدودیت اندازه گیری

Pesticide Fortification Levels (mg/kg)		% Recovery (RSD) a	
		LOD(mg/kg) b	LOQ (mg/kg) c
		0.01	0.05
Diazinon	85 (1.34)	0.0018- 0.0025	0.0096- 0.0184
	79 (4.51)		
Chlorpyrifos	106 (4.82)	0.0016- 0.0027	0.0057- 0.0098
	97 (8.23)		
Phozalone	95 (6.21)	0.0009- 0.0014	0.0036- 0.0075
	89 (6.18)		

جمع آوری خوشه زرشک های کشت شده از مناطق عاری از هرگونه سموم شیمیایی از چند باغ مختلف کشت زرشک در منطقه استان خراسان جنوبی انجام شد. نمونه برداری طبق روش بین المللی توصیه شده توسط کمیته کدکس (Codex Alimentarius, 2000) انجام پذیرفت. نمونه ها در کیسه های نایلونی مجزا قرار داده شد و در شرایط سرد به آزمایشگاه منتقل شدند. هر نمونه به تفکیک کد، مورد شناسایی قرار گرفت. نمونه های زرشک ارگانیک پرورش یافته در باغ محافظت شده که در آن هیچ گونه آفت کشی مورد استفاده قرار نگرفته بود، برای مطالعات بازیابی و آماده سازی استانداردهای کالبراسیون ماتریکس استفاده شدند. نمونه ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و عاری بودن آنها از آفت کش اثبات شد.

• استخراج نمونه و خالص سازی

اولین روش عصاره گیری هیدروالکلی بود. بدین ترتیب که مقدار ۲۰۰ گرم زرشک ها را درون دکانتور ۵۰۰ میلی لیتر ریخته و به آن ۳۰CC آب مقطر و ۷۰CC اتانول ۹۶٪ اضافه شد. مخلوط را در محل تاریکی قرار داده و ۷۲ ساعت پس از این مدت عصاره جمع آوری شد.

دومین روش استخراج و خالص سازی مورد استفاده در این مطالعه بر اساس روش آماده سازی چند پسماندی سریع، آسان، ارزان، مؤثر، توانمند و ایمن (QuEChERS) quick easy cheap multi-residue effective rugged and safe extraction) برای آفت کش ها بود. ۱۵ گرم از نمونه همگن در یک سانتریفیوژ ۵۰ میلی لیتر قرار داده شد و ۱۵ میلی لیتر استونیتریل اضافه شد. مخلوط به مدت یک دقیقه غوطه ور ماند، سپس ۴ گرم سولفات منیزیم و ۱ گرم کلرید سدیم اضافه شد. نمونه

(40_m) و گرافیت کربن سیاه GCB؛ Sigma-Aldrich (سنت لوئیس، MO، ایالات متحده آمریکا) تهیه شدند.

• جمع آوری نمونه ها

نمونه ها در مجموع از ۶ منطقه مختلف از باغات کشت زرشک استان خراسان جنوبی، از سپتامبر ۲۰۱۶ تا اوت ۲۰۱۷ برای تجزیه و تحلیل آفت کش ها جمع آوری شدند. (جدول ۱) نمونه ها تحت اثر ۳ نوع آفت کش بودند که به طور معمول در ایران مورد استفاده قرار می گیرند (جدول ۲).

جدول ۱- مناطق نمونه برداری berberis vulgaris از باغات زرشک خراسان جنوبی

نوع محصول	کد نمونه	منطقه جمع آوری	سطح زیر کاشت (هکتار)	تاریخ نمونه برداری
زرشک	۱	زیر کوه- قاین	۸۰	۹۵/۷/۳۰
	۲	زیر کوه- قاین	۸۰	۹۵/۷/۳۰
	۳	حاجی آباد-قاین	۷۰	۹۵/۸/۰۵
	۴	حاجی آباد-قاین	۷۰	۹۵/۸/۰۵
	۵	زهان- قاین	۵۰	۹۵/۸/۳۰
	۶	قاینات	۱۰۰	۹۵/۸/۳۰

منحنی کالیبراسیون هر کدام از آلودگی های مورد نظر مطابق دستورالعمل های کمیسیون اروپا انجام شد (European Commission, 2016). استانداردهای کالیبراسیون همبستگی ماتریکس در نمونه ها با GC-MS تهیه شد. مناطق تحت غلظت اوج در مقادیر مختلف با استفاده از رگرسیون خطی برای بدست آوردن معادله برای منحنی های استاندارد برای آفت کش ها مورد آزمایش قرار گرفتند. خطی بودن و سازگاری منحنی کالیبراسیون مطلوب بود ($r_2 > 0.94$).

عملکرد دو روش استخراج با انجام مطالعات بهبودی و ریکاوری ارزیابی شد (Berrada, 2010. Lehotay, 2010).

میزان بازیابی و دقت روش ها (به عنوان انحراف استاندارد نسبی (RSD %)) با استفاده از تجزیه و تحلیل نمونه های زرشک عاری از آفت کش، که در غلظت 0.01 یا 0.05 mg/kg برای هر یک از آفت کش ها تقویت شده بودند ارزیابی شد. حساسیت با تعیین حد تشخیص (LOD) و محدودیت اندازه گیری (LOQ) با استفاده از نسبت سیگنال به نویز (S/N) $10:1$ و $3:1$ مورد ارزیابی قرار گرفت. مقادیر بازیابی از 0.85% تا 1.06% (محدوده دقیق، 1.34% تا 6.8%) برای غلظت 0.01 mg/kg و از 0.79% تا 1.00% (محدوده دشواری، 2.04% تا 10.18%) برای غلظت 0.05 mg/kg متغیر بود (جدول ۲). LOD برای آفت کش ها از 0.0007 تا 0.0007 mg/kg و 0.2140 و LOQ از 0.0029 تا 0.4521 mg/kg (جدول ۲) متغیر بود. میزان LOD و LOQ تمام آفت کش ها کمتر از MRL های تعیین شده توسط Codex برای زرشک های نمونه برداری شده است.

۳- نتایج

• پسماند آفت کش ها در نمونه های

آزمایش شده

سطح پسماندهای آفت کش ها در نمونه های زرشک تعیین شد. پسماند آفت کش ها در هیچ یک از نمونه های بدست آمده از روش عصاره گیری هیدروالکلی شناسایی نشد. اما در روش کیوچرز آنها در 14 نمونه (0.77%) قابل تشخیص نبودند، در حالی که 4 نمونه (22%) حاوی مقدار قابل تشخیص پسماند بود (جدول ۳). در روش دوم پسماند 11 درصدی نمونه ها با دیازینون، 0.5% کلرپایریفوس و 5.5% فوزالون گزارش شد. (جدول ۳)

۴. نتیجه گیری

در این تحقیق، سطوح آفت کش ها در میوه های *Berberis vulgaris* در ایران مورد بررسی قرار گرفت. جهت تعیین میزان باقیمانده سموم آفت کشهای مورد مصرف در باغات زرشک از 450 هکتار سطح زیر کشت این محصول نمونه برداری انجام شد. با توجه به اینکه در منطقه جهت از بین بردن حشرات کامل شته ها و سم پاشی سطح خاک از سموم آفت کش دیازینون، کلروپایریفوس

سانتریفیوژ شد و مواد رویی supernatant را برداشته و پاکسازی شد. تصفیه توسط انتقال سوپرناتانت به یک لوله دیگر که حاوی 50 میلی گرم آمین اولیه و ثانویه (PSA)، 50 میلی گرم کربن گرافیت (GCB) و 150 میلی گرم سولفات منیزیم بود، انجام شد. پس از به هم خوردن و سانتریفیوژ شدن، حجم عصاره ی بدست آمده را با اضافه کردن متانل به 1 میلی لیتر رسانده و برای تجزیه و تحلیل طیف سنجی جرمی کروماتوگرافی گاز (GC-MS) آماده شد.

• استانداردها

محلول های استاندارد آفت کش (Standard pesticide mix) (1 میلی گرم در لیتر) در محلول های متانل برای GC-MS تهیه شد. محلول های حاوی چند نوع آفت کش (Multi-residue working solutions containing pesticides) که توسط GC-MS تجزیه و تحلیل شده بودند، در استونیترویل در غلظت 5 نانوگرم در لیتر تهیه شد. محلول 2% TPP در استونیتریل با اسید استیک 1% به عنوان کنترل کیفیت (QC) برای تجزیه و تحلیل GC-MS استفاده شد. یک محلول 5 نانوگرم در لیتر Ethoprophos در متانل به عنوان IS برای تعیین GC-MS تهیه شد.

• تجزیه و تحلیل کروماتوگرافی-جرمی

گاز (GC-MS)

یک دستگاه کروماتوگرافی گاز Shimadzu (QP 2010 GC-MS) مجهز به آشکارساز انتخابی جرم و یک ستون RTX-5MS (30 متر طول، قطر داخلی 0.25 میلی متر و ضخامت فیلم 0.25 میلی متر) برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. تزریق نمونه در حالت split less با دمای انژکتور 250 درجه سانتیگراد و دمای رابط (interface temperature) 250 درجه سانتیگراد انجام شد. دمای آون از ابتدا به مقدار 90 درجه سانتیگراد برای 2 دقیقه برنامه ریزی شد و به 160 درجه سانتیگراد با افزایش 15 C/min به مدت 10 دقیقه سپس به 250 درجه سانتیگراد با افزایش 20 C/min به مدت 15 دقیقه و در نهایت به دمای 270 درجه سانتیگراد با افزایش 20 C/min به مدت 20 دقیقه رسید. هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ثابت 0.75 میلی لیتر دقیقه در دقیقه استفاده شد. یونیزاسیون الکترونی در 70 EV در حالت نظارت بر یونهای انتخابی (SIM) و حالت های اسکن کامل بین 50 m/z و 500 m/z برای تشخیص آنالیت های مختلف مورد استفاده قرار گرفت. هر 3 نوع آفت کش و متابولیت های آنها با GC-MS مورد بررسی قرار گرفتند.

• کنترل کیفیت

شده است (Osman, 2011). از نتایج چنین استنتاج می شود که کشاورزان احتیاط های مورد نیاز جهت زمان بندی استعمال سموم در دوره های قبل از برداشت و دوز مصرفی را به انجام نرسانده اند. سطوح بالای سموم دفع آفات در برخی از نمونه ها نشان دهنده ی این است که این سموم به میزان بالا و بدون نظارت صحیح مورد استفاده قرار می گیرند که می تواند تبعات جسمی زیانباری نه تنها به کشاورزان بلکه به مصرف کنندگان عادی نیز تحمیل کند. گسترش و استفاده بیش از حد جهانی از آفت کش ها در کشاورزی، به ویژه در تولید صیفی جات گلخانه ای، مشکلی جدی است. کشاورزان به دلیل کمبود روش های جایگزین کنترل کننده در مواجهه با سلسله مشکلاتی که آفات به وجود میاورند، به سادگی از آفت کش استفاده می کنند. جالو و همکاران (Jallow, 2017) گزارش کردند که ۵۸ درصد کشاورزان مزارع کوچک سبزی در کویت، از سموم دفع آفات استفاده می کنند. فرکانس مصرف آفت کش ها در صیفی جات بسته به محصول از یک بار در هفته تا دو بار در ماه، متغیر است. [۷] این مشکل بیشتر با دانش محدود کشاورزان درباره ایمنی آفت کش ها تشدید می شود (Jallow, 2017).

بهترین راهکار برای اصلاح این مشکل آموزش کشاورزان برای استفاده ی مدبرانه و ایمن آفت کش ها و همچنین ترویج ضد آفت های جایگزین آفت کش های شیمیایی نظیر نوع بیولوژیکی آنهاست. استراتژی های مداخله ای توسط سازمان های نظارتی برای تقویت سازوکار اجرای قوانین آفت کش در سطح مزرعه و خرده فروشی برای اطمینان از استفاده ی صحیح آفت کش ها ضرورت دارد. دنبال کردن دستورالعمل های برچسب آفت کش، به ویژه قبل از برداشت ضروریست. همچنین آگاهی بخشی به عموم مردم در مورد خطر این مواد شیمیایی و چگونگی کاهش این خطر، از اهمیت بالایی برخوردار است. مصرف کنندگان باید از اقدامات عملی برای کاهش آلودگی آفت کش ها در محصولات کشاورزی تازه، به ویژه میوه ها و سبزیجات که ممکن است به صورت خام مصرف شوند، آگاه باشند. به عنوان مثال، مشاهده شده که شستشو، جوشاندن و به خصوص پوست کندن، میتواند میزان پسماند آفت کش ها را در میوه ها و سبزیجات کاهش می دهد. (Keikotlhaile, 2010). در مورد زرشک، به دلیل مصرف تازه خوری آن در ایران، تنها شستشو است که ممکن است بار آلودگی آفت کش ها را کاهش دهد.

در نهایت، با توجه به روند افزایشی استفاده از سموم دفع آفات، نظارت مستمر بر روی پسماند آفت کش ها در محصولات کشاورزی ضروری است تا ایمنی مصرف کنندگان تضمین شود. هنوز سطح MRL برای berberis در ایران گزارش نشده است. از دیدگاه سلامت عمومی، سطوح مشاهده شده از پسماند آفت کش

و فوزالن به وفور استفاده می شود، این سه آفت کش مورد بررسی و ردیابی قرار گرفتند (جدول ۳).

نتایج نشان داد که تعداد ۲۲ درصد از نمونه های زرشک جمع آوری شده از مناطق مختلف با پسماند آفت کش ها آلوده بودند. در ۳۳ درصد از نمونه ها، دیازینون که به عنوان یک آفت کش بسیار خطرناک طبقه بندی می شود، یافت شد.

این مطالعه نشان داد که استخراج QuEChERS به سرعت آفت کش ها را در زرشک در غلظت پایین و با دقت بسیار خوب و ریکاوری و RSD قابل قبول نشان می دهد و QuEChERS می تواند به عنوان روش مناسبی برای تعیین سطوح باقی مانده آفت کش ها در Barberry معرفی شود. در بررسی دو روش مختلف استخراج و خالص سازی بر روی زرشک عاری از آفت کش؛ زمان استخراج در عصاره گیری به روش هیدروالکلی حدود ۴۰۰۰ دقیقه و در QuEChERS حدود ۶۰ دقیقه برآورد گردید، بعلاوه نتایج نشان می دهد QuEChERS روشی دقیق تر در شناسایی مانده آفت کش ها در زرشک است. عصاره گیری به روش هیدروالکلی با وجود هزینه کمتر، اما مدت زمان بیشتر آزمایش و نتایج غیر قابل قبولی را در شناسایی مانده آفت کشهای مورد ردیابی نشان می دهد.

۵. بحث

کشور ایران بزرگترین تولید کننده زرشک بی دانه در دنیا است. استان خراسان جنوبی با در اختیار داشتن نزدیک به ۹۷٪ از اراضی زیر کشت این محصول، تولید بیش از ۹۰ درصد از زرشک کشور را در اختیار دارد. با توجه به استراتژیک بودن محصول زرشک که حجم بسیار بالایی از آن صادر گردیده و همچنین در مصارف داروهای گیاهی استفاده زیادی از آن می شود، لذا کنترل آفات موجود بر روی آن با روشی مناسب با حداقل میزان دز مصرفی سموم شیمیایی لازم و ضروری است و به جهت اینکه در بسیاری از موارد، طحخی بر روی زرشک صورت نپذیرفته و بصورت خام مورد مصرف قرار می گیرد، لذا اندازه گیری میزان باقیمانده سموم شیمیایی بر روی آن بسیار حائز اهمیت است. این مطالعه شواهدی از وجود باقی مانده های آفت کش در میوه های *Berberis vulgaris* در ایران را نشان می دهد. اندکی بیش از ۲۲٪ از نمونه های مورد بررسی شامل پسماند ۳ نوع آفت کش پر کاربرد هستند.

حضور چندین نوع پسماند در برخی از نمونه های مورد بررسی، احتمالاً ناشی از استفاده از انواع مختلف آفت کش ها برای محافظت از محصول در برابر آفات، حشرات و بیماری هاست، به ویژه محصولات گیاهی در محیط گلخانه ای که در آن میزان بروز آفات می تواند بسیار بالا باشد (Berlinger, 2002). با این حال، در این مطالعه پسماند آفت کش چندگانه یافت نشد. در برخی گزارش ها، آلودگی های متعدد و چندگانه برجسته شده و مورد بررسی واقع

تشکرات: بدینوسیله اعلام می‌گردد که این مقاله در قالب طرح پژوهشی تحت حمایت و تایید معاونت پژوهشی واحد علوم پزشکی تهران مصوب شماره ۵۰۸۵۵ انجام شده است که بدینوسیله تشکر می‌گردد.

ها، خطر بالقوه بهداشتی برای مصرف کنندگان ایجاد می‌کند. بنابراین، برای کاهش این خطر، علاوه بر اینکه آگاهی کشاورزان برای استفاده ی صحیح از آفت کش ها ضروری می باشد، نظارت بر پسماند آفت کش ها به طور مداوم توصیه می شود.

جدول ۳- میزان باقیمانده سموم آفت کش در نمونه های ۶ منطقه از باغات زرشک

میزان باقیمانده (mg ml ⁻¹)						%Recovery± RSD	LOQ (mg ml ⁻¹)	نام آفت کش
۶	۵	۴	۳	۲	۱			
BDL	BDL	BDL	BDL	۰/۱	۰/۱	۹۲/۳ ± ۱/۱۷	۰/۰۰۱	دیازینون
BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	۱/۳۷	۸۹/۸۸ ± ۱/۱	۰/۰۱	کلروپایریفوس
BDL	BDL	۰/۲۶	BDL	BDL	BDL	۷۹/۱۷ ± ۰/۱	۰/۰۱	فوزالون

منابع

1. Alavanja, M.C.R.; Ross, M.K.; Bonner, M.R. 2013. Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. *Cancer J. Clin.* 63, 120–142. [CrossRef] [PubMed]
2. Allen, G.; Halsall, C.J.; Ukpebor, J.; Paul, N.D.; Ridall, G.; Jason, J.; Wargent, J.J. 2015. Increased occurrence of pesticide residues on crops grown in protected environments compared to crops grown in open field conditions. *Chemosphere*, 119, 1428–1435. [CrossRef] [PubMed]
3. Anastassiades, M.; Lehotay, S.J.; Stajnbaher, D.; Schenck, F.J. 2003. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersivesolid-phase extraction” for the determination of pesticide residues in produce. *J. AOAC Int.* 86, 412–431. [PubMed]
4. Bashour, I. 2008. Pesticides, fertilizers and food safety. In *Arab Environment Future Challenges*; Tolba, M.K., Saab, N.W., Eds.; Arab Forum for Environment and Development: Beirut, Lebanon. pp. 137–145.
5. Berlinger, M.J.; Jarvis, W.R.; Jewett, T.J.; Lebiush-Mordechi, S. 2002. Managing the greenhouse, crop and crop environment. In *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*; Albajes, R., Lodovica Gullino, M., van Lenteren, J.C., Eds.; Kluwer Academic Publishers: New York, NY, USA. pp. 97–123.
6. Berrada, H.; Fernández, M.; Ruiz, M.J.; Moltó, J.C.; Mañes, J.; Font, G. 2010. Surveillance of pesticide residues in fruits from Valencia during twenty months (2004/05). *Food Control*, 21, 36–44. [CrossRef]
7. Cecchi, A.; Rovedatti, G.M.; Sabino, G.; Magnarelli, G. 2012. Environmental exposure to organophosphate pesticides: Assessment of endocrine disruption and hepatotoxicity in pregnant women. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 80, 280–287. [CrossRef] [PubMed]
8. Codex Alimentarius Commission. 2017. Pesticide Residues in Food and Feed. Plant Production and Protection Division. Available online: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/pestres/en>
9. European Commission. 2002. Establishing Community Methods of Sampling for the Official Control of Pesticide Residues in and on Products of Plant and Animal Origin and Repealing Directive. 187, 30–43.
10. European Commission. 2016. Health and Food Safety, Regulation. Available online: http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/max_residue_levels/eu_rules/index_en.htm
11. European Commission. 2016. Method Validation and Quality Control Procedures for Pesticide Residues Analysis in Food and Feed. Available online: http://ec.europa.eu/food/plant/protection/resources/qualcontrol_en.pdf
12. Florence, C.; Philippe, L.; Magalie, L.J. 2015. Organochlorine (chlordecone) uptake by rootvegetables. *Chemosphere*, 118, 96–102. [CrossRef] [PubMed]
13. Jallow, M.F.A.; Awadh, D.G.; Albaho, M.S.; Devi, V.Y.; Thomas, B.M. 2017. Pesticide Knowledge and safety practices among farm workers in Kuwait: Results of a survey. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 14, 340. [CrossRef] [PubMed]
14. Jallow, M.F.A.; Awadh, D.G.; Albaho, M.S.; Devi, V.Y.; Thomas, B.M. 2017. Pesticide risk behaviors and factors influencing pesticide use among farmers in Kuwait. *Sci. Total Environ.* 574, 490–498. [CrossRef][PubMed]
15. Jeyaratnam, J. 1990. Acute pesticide poisoning: A major global health problem. *World Health Stat. Q.* 43, 139–144. [PubMed]
16. Keikotlhaile, B.M.; Spanoghe, P.; Steurbaut, W. 2010. Effects of food processing on pesticide residues in fruits and vegetables: A meta-analysis approach. *Food Chem. Toxicol.*, 48, 1–6. [CrossRef] [PubMed]
17. Kuwait Agricultural Statistics. 2013–2014. A Survey on Behalf of Kuwait Central Statistics Bureau, Safat, Kuwait, Available online: http://www.csb.gov.kw/Socan_Statistic_EN.aspx?ID=42 (accessed on 16 December 2016).
18. Lehotay, S.J.; Son, K.A.; Kwon, H.; Koesukwiwat, U.; Fu, W.; Mastovska, K.; Hoh, E.; Leepipatpiboon, N. 2010. Comparison of QuEChERS sample preparation methods for the analysis of pesticide residues in fruits and vegetables. *J. Chromatogr. A*, 1217, 2548–2560. [CrossRef] [PubMed]
19. Lozowicka, B. 2015. Health risk for children and adults consuming apples with pesticide residue. *Sci. Total Environ.* 502, 184–198. [CrossRef] [PubMed]

20. Osman, K.A.; Al-Humaid, A.I.; Al-Rehiayani, S.M.; Al-Redhaiman, K.N. 2011. Estimated daily intake of pesticide residues exposure by vegetables grown in greenhouses in Al-Qassim region, Saudi Arabia. *Food Control*, 22, 947–953. [[CrossRef](#)]
21. Pimentel, D. 2005. Environmental and economic cost of the application of pesticides primarily in the United States. *Environ. Dev. Sustain.* 7, 229–252. [[CrossRef](#)]
22. Saeed, T.; Sawaya, W.; Ahmad, N.; Rajagopal, S.; Dashti, B.; Al-Awadhi, S. 2000. Assessment of the levels of chlorinated pesticides in breast milk in Kuwait. *J. Food Addit. Contam.* 12, 1013–1018. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
23. Sawaya, W.; Al-Awadhi, F.A.; Saeed, T.; Al-Omair, A.; Ahmad, N.; Husain, A.; Khalafawi, S.H.; Al-Omirah, B.; Dashti, H.; Al-Amiri, H.; et al. 1999. Kuwait total diet study: Dietary intake of organochlorine, carbamate, benzimidazole and phenylurea pesticide residues. *J. AOAC Int.*, 82, 1458–1465. [[PubMed](#)]
24. Shabeer, A.T.P. Kaushik, B. Manjusha, J. Rushali, G. Sagar, U. Sandip, H. Dasharath, O. 2015. Residue dissipation and processing factor for dimethomorph, famoxadone and cymoxanil during raisin preparation. *Food Chem.*, 170, 180–185. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)].
25. Tilman, D.; Cassman, K.G.; Matson, P.A.; Naylor, R.; Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, 671–677. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. United States Department of Agriculture. 2016. Maximum Residue Limit Database. Foreign Agricultural Service Department. Available online: <http://www.fas.usda.gov/maximum-residue-limits-mrl-database>
27. Weaver, T.B.; Ghadiri, H.; Hulugalle, N.R.; Harden, S. 2012. Organochlorine pesticides in soil under irrigated cotton farming systems in Vertisols of the Namoi Valley, north-western New South Wales, Australia. *Chemosphere*, 88, 336–343. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
28. World Health Organization. 2016. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification. Available online: <http://www.who.int/foodsafety/publications/classification-pesticides/en/>