

## ارزیابی میزان باقیمانده سوم آفتکش در نمونه‌های خیار مورد استفاده در واحدهای تولید سالاد شهر اصفهان

فاطمه انصاری<sup>۱</sup>، الهام جهانمرد<sup>۲</sup> منصور فیضی<sup>۱</sup>، زهرا اسفندیاری<sup>۳</sup>

### مقاله پژوهشی

#### چکیده

**مقدمه:** آفتکش‌ها نوعی از ترکیبات شیمیایی هستند که جهت کنترل یا حذف آفات در سبزیجات به کار می‌روند. هدف از انجام مطالعه حاضر، ارزیابی میزان سوم آفتکش در نمونه‌های خیار مورد استفاده در واحدهای تولید سالاد شهر اصفهان بود.

**روش‌ها:** در این پژوهش، ۲۲ نمونه خیار از سه واحد تولید سالاد شهر اصفهان نمونه‌برداری شد و اندازه گیری هم‌زمان ۱۶ سم آفتکش مجاز در استاندارد ملی ایران شامل «بروموپروپیلات، پرمترین، پرمیکارب، تترادیفنون، دلتامترین، دیازینون، دی‌کلورووس، دی‌متوات، فاموکسادون، فنازاكوئین، فن‌پروپیترین، کارباریل، کلرپیریفسوس، کلروتالوینیل، مالتاکسیل و متلاکسیل» با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی-اسپکترومتری جرمی (GC-MS Gas chromatography-mass spectrometry) صورت پذیرفت.

**یافته‌ها:** در مطالعه حاضر، بازیافت مطلوب در روش مورد استفاده جهت تشخیص آفتکش‌ها معادل ۱۱۹-۸۶ درصد و انحراف معیار نسبی کمتر از ۲۰/۲۲ بود. حد تشخیص روش (LoD Limit of Detection) و حد تشخیص کمی‌سازی (LoQ Limit of Quantification) به ترتیب در فاصله مقداری ۱۱/۸۱-۴۹/۹۲ و ۳/۵۴-۱۴/۹۱ میکروگرم بر کیلوگرم بود. در ۶ نمونه از ۲۲ نمونه خیار مورد بررسی (۲۷ درصد)، آفتکش‌های دی‌کلورووس و کلرپیریفسوس بالاتر از مرز حداکثر بیشینه مانده (Maximum Residue Levels) MRLs تعیین شده در استاندارد ملی ایران مشاهده شد که به ترتیب در فاصله غلطی ۷۵-۱۸۸ و ۷۷۱-۹۵/۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم شناسایی گردید. مقدار دو آفتکش دیمتوات و متلاکسیل در همه نمونه‌ها در مقدار کمتر از MRLs بود و آنودگی به دیگر سوم نیز در نمونه‌ها مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری:** آفتکش‌های دی‌کلورووس و کلرپیریفسوس در یک سوم از نمونه‌های خیار مورد بررسی با مقدار بیش از MRLs تعیین شده در استاندارد ملی ایران شناسایی گردید. با توجه به اهمیت استفاده از سبزیجات در سبد غذایی روزانه جامعه و همچنین، تأثیرات نامطلوب سوم آفتکش بر سلامت جامعه، پایش منظم این گروه از ترکیبات شیمیایی در سبزیجات ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزی لازم در خصوص پایش سوم آفتکش در ارگان‌های نظارتی و متولی سلامت صورت پذیرد.

**واژه‌های کلیدی:** سوم آفتکش، خیار، کروماتوگرافی گازی-اسپکترومتری جرمی

**ارجاع:** انصاری فاطمه، جهانمرد الهام، فیضی منصور، اسفندیاری زهرا. ارزیابی میزان باقیمانده سوم آفتکش در نمونه‌های خیار مورد استفاده در واحدهای تولید سالاد شهر اصفهان. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۶؛ ۱۳: ۲۲۳-۲۱۸.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۲/۰۲

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۱۴

#### مقدمه

سوم آفتکش، به ترکیب یا مخلوطی از چند ماده شیمیایی گفته می‌شود که با هدف حفاظت از محصولات کشاورزی و جلوگیری از زیان اقتصادی به صورت جلوگیری، کاهش یا دور کردن آفاتی مانند حشرات، جوندگان، نماتودها، قارچ‌ها، علف‌های هرز و میکروارگانیسم‌ها به کار می‌رود (۱). آفتکش‌ها بر اساس ترکیب و ساختار شیمیایی، به شش گروه اصلی «ترکیبات غیر آلی، اورگانوکلره، اورگانوفسفره، کاربامات، پایتروئید و حشره‌کش‌های بیولوژیک» تقسیم‌بندی می‌شوند (۲). سوم آفتکش تأثیرات نامطلوبی بر سلامت می‌گزارند که از آن جمله می‌توان به سردرد، آرزوی، تهوع، مشکلات عصبی، اختلال در تولید مثل و سرطان اشاره کرد (۳). سبزیجات از محصولاتی هستند که سوم آفتکش در آن‌ها جهت جلوگیری از حمله آفات استفاده می‌شود. این محصولات می‌توانند از جمله مسیرهای مهم مواجهه انسان با آفتکش‌ها محسوب شوند (۴)؛ سبزیجات

نقش مهمی را در تأمین مواد مغذی، فیبر و ویتامین در انسان‌ها ایفا می‌کنند و سازمان جهانی بهداشت (WHO World Health Organization) یا سازمان ارائه کنند. استفاده از این گروه مواد غذایی را به صورت روزانه توصیه می‌کند (۵). با توجه به اهمیت مصرف میوه و سبزیجات در سبد غذایی روزانه جامعه، سازمان‌های ارایه کننده استاندارد در حوزه کشاورزی و غذایی در سطح ملی و بین‌المللی، مقدار معینی را با عنوان مرز حداکثر بیشینه مانده (Maximum residue levels MRLs) معرفی می‌کنند. جهت به کارگیری سوم آفتکش مجاز توسط کشاورزان در غذای انسان و دام تعریف کرده‌اند. بنابراین، اندازه گیری مقدار آفتکش‌ها به عنوان یکی از معیارهای سلامت میوه و سبزیجات ضرورت و اهمیت می‌باشد (۶). به عنوان مثال، در استاندارد ملی ایران، به کارگیری حدود ۴۷ سم آفتکش در سبزیجات مجاز معرفی شده و MRLs در این محصولات در فاصله مقداری ۵۰-۵۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم تعریف شده است (۶).

- کارشناس ارشد، آزمایشگاه کنترل فرآورده‌های غذایی، آشامیدنی، آرایشی و بهداشتی، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
- دانشجوی دکتری، آزمایشگاه کنترل فرآورده‌های غذایی، آشامیدنی، آرایشی و بهداشتی، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
- واحد تحقیق و توسعه، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده مسؤول: زهرا اسفندیاری

Email: research\_esfandiary@mui.ac.ir

محلول استخراج شده به دستگاه GC-MS تزریق گردید. جهت آماده سازی نمونه های خیار و استخراج سوم آفت کش در مطالعه حاصل، از روش اصلاح شده QuEChERS برای اندازه گیری همزمان تعداد زیادی از باقی مانده های سوم آفت کش استفاده شد (۱۷).

کلیه استانداردهای سوم آفت کش مورد استفاده در پژوهش حاضر با عنوانین «بروموپروپیلات، پرمترین، پرمیکارب، ترا دیفنون، دلتامترین، دیازینون، دی کلوروس، دی متوات، فاموکساندن، فنازکوئین، فن پروپاترین، کارباریل، کلرپیریفسوس، کلرو تالونیل، مالتیون و متالاکسیل» از شرکت ارنستروفر (آلمان) خریداری شد. محلول مادر سوم در حلال استونیتریل با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر تهیه و در دمای ۱۸- درجه سلسیوس ذخیره سازی گردید. استونیتریل و تولوئن (با درجه خلوص تجزیه ای) از شرکت رامیل (ایتالیا) و سولفات سدیم بی آب و کلرید سدیم خالص نیز از شرکت مرک (آلمان) تهیه شد. دستگاه GC (مدل ۷۸۹۰A) شرکت اجیلانت، آمریکا) به همراه آشکارساز جرمی (SQ) Single quadrupole مجهز به اتوسیپلر و ستون کپیلاری HP-5 جهت آنالیز و جداسازی سوم در نمونه های خیار مورد استفاده قرار گرفت.

دستگاه GC در حالت Splitless با تنظیم دمای انژکتور بر روی ۲۵۰ درجه سلسیوس و دمای آون با شروع از ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ دقیقه و رساندن به دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس و در پایان به دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس در مدت ۱۱ دقیقه تقطیم گردید. مدت زمان کل روش، ۵۱/۸ دقیقه بود. گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۱ میلی لیتر بر دقیقه در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفت. جهت تعیین مقدار سوم، آشکارساز جرمی بر روی حالت SIM (Selected ion mass) تنظیم گردید.

محلول های ذخیره سوم آفت کش با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر در حلال استونیتریل تهیه و در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری گردید. سپس از محلول مجازی سوم، یک مخلوط تهیه و در دمای ۱۸- درجه سلسیوس ذخیره سازی شد. محلول مخلوط، حاوی ۱۰ میلی گرم بر لیتر از هر یک از سوم بود. مقادیر ۵، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرو لیتر از مخلوط سوم تهیه و به ۱۰ گرم نمونه خیار بلانک، Spike گردید. محلول ذخیره تری فنیل متان با غلظت ۵/۰ میلی گرم بر میلی لیتر در حلال استونیتریل تهیه و ۱۰ میکرو لیتر از آن به نمونه های Spike به عنوان استاندارد داخلی تزریق شد. مراحل استخراج و خالص سازی بر روی نمونه های Spike شده انجام گرفت و محلول سوم استخراج شده به دستگاه GC-MS تزریق گردید (۱۴). این عمل سه بار تکرار و ضریب همبستگی و معادله خط در نمودار کالیبراسیون سوم محاسبه گردید. در شکل ۱ کروماتوگرام محلول های استاندارد آفت کش مورد بررسی با غلظت ۵۰۰ میکرو گرم بر لیتر ارایه شده است.

روش مورد استفاده در تشخیص آفت کش ها دارای بازیافت مطلوب ۸۶-۱۱۹ درصد و انحراف معیار نسبی کمتر از ۲۰/۲۲ درصد بود. حد تشخیص روش (LoD Limit of Detection) یا (LoQ Limit of Quantification) به ترتیب در فاصله مقداری ۳/۵۴-۱۴/۹۱ و ۱۱/۸۱-۴۹/۹۲ میکرو گرم بر لیتر بود. دو فاکتور LoD و LoQ به ترتیب ۳ و ۱۰ برابر انحراف معیار بر شیب نمودار کالیبراسیون محاسبه گردید.

خیار یکی از سبزیجات مهمی است که بر اساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی ایران، میزان تولید آن در سال ۲۰۱۲، یک میلیون و ۶۰۰ هزار تن بوده است (۸). خیار بسیار مستعد حمله آفات می باشد و از این رو، جهت کنترل و پیشگیری از حمله آفات، در کشت این محصول سوم آفت کش به کار می رود. استفاده بیش از حد آفت کش ها ممکن است باعث وجود باقی مانده بیش از حد سوم در این محصول شود (۹). روش هایی مانند جوشاندن، سرخ کردن و بلانچ کردن، تأثیر زیادی در کاهش میزان باقی مانده آفت کش ها دارد، اما خیار محصولی است که اغلب به شکل خام در سالاد و دسر و یا به تهابی مصرف می شود (۱۰).

شناسایی و اندازه گیری باقی مانده سوم آفت کش در محصولات کشاورزی با روش های مختلفی صورت می گیرد (۱۱-۱۳). در این میان، روش کروماتوگرافی گازی- اسپکترومتری جرمی (Gas chromatography-mass spectrometry) یا همراه آماده سازی با روش سریع، آسان، ارزان، این، کارا و با قدرت جداسازی بسیار بالا (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged) (۱۴)، جهت شناسایی و تعیین کمیت سوم آفت کش در فرآورده های غذایی معرفی شده است (۱۵-۱۶).

مطالعه ای در ارتباط با تعیین مقدار آفت کش ها در خیار توزیع شده در سطح عرضه یا زمین کشاورزی در کشورهای مختلف دنیا و همچنین، در ایران صورت گرفته (۱۵، ۱۶، ۱۲، ۱۳، ۴)، اما تاکنون پژوهشی در ارتباط با ارزیابی سوم آفت کش در خیار های به کار رفته در سالاد گزارش نشده است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان باقی مانده سوم آفت کش در نمونه های خیار شسته شده مورد استفاده در واحد های تولید سالاد شهر اصفهان اجام شد.

## روش ها

در این مطالعه، ۲۲ نمونه خیار به صورت تصادفی از کلیه واحد های فعال تولید سالاد شهر اصفهان (سه واحد) در یک بازه زمانی شش ماهه جمع آوری گردید. خیار های مورد بررسی، پس از شستشو از خط تولید سالاد گرفته شد. از دو واحد، هفت نمونه خیار طی هفت بار مراجعه و از یک کارخانه نیز هشت نمونه خیار طی هشت بار مراجعه گرفته شد.

نمونه ها در فریزر با دمای ۱۸- درجه سلسیوس ذخیره سازی و قبل از آنلیز، در مخلوط کن خرد و هموزن گردید. حدود ۱۰ گرم از نمونه های خیار با ۱۰ میکرو لیتر محلول ۵/۰ میلی گرم بر میلی لیتر تری فنیل متان به عنوان استاندارد داخلی، مخلوط شد. ۱۰ میلی لیتر حلال استونیتریل به مخلوط اضافه و به مدت یک دقیقه هم زده شد. سپس ۱ گرم کلرید سدیم به ترکیب اضافه و به مدت ۱ دقیقه همگن گردید. مخلوط به سانتریفوژ یخچال دار انتقال یافت و با سرعت ۴۵۰۰ دور در دقیقه و دمای ۵- درجه سلسیوس سانتریفوژ شد. ۷ میلی لیتر از محلول رویی برداشته شد و ۲ گرم سولفات منیزیم بی آب و ۰/۳۵ گرم پودر جاذب مخلوط گردید. سپس محلول به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۴۵۰۰ دور در دقیقه مخلوط گردید. سپس محلول به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۴۵۰۰ دور در دقیقه و دمای ۵- درجه سلسیوس سانتریفوژ شد. در نهایت، ۴ میلی لیتر از محلول به ویال های کهربایی در بار متنقل و حلال آن ها تحت گاز ازت تبخیر شد و به جای آن، ۱ میلی لیتر تولوئن اضافه گردید و ۳ دقیقه هم زده شد.

سوم در مقدار بیش از حد مجاز تعریف شده در استاندارد مربوطه، می تواند خطر بزرگی برای سلامت به ویژه در افراد حساس جامعه مانند کودکان، افراد سالمند و زنان باردار باشد.

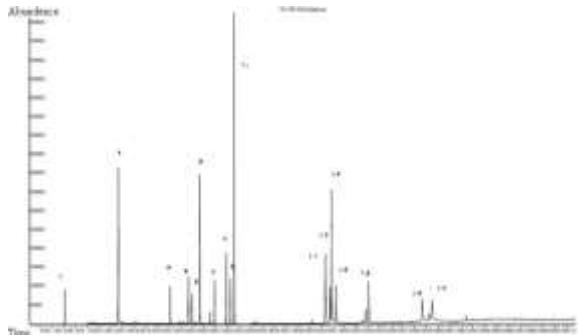
#### جدول ۱. ضریب همبستگی و معادله خط در نمودار کالیبراسیون سوم آفت کش

نام سم	معادله خط	ضریب همبستگی خط (r <sup>2</sup> )
پرمترین	Y = ۰/۰۰۰۱X-۰/۰۰۰۶	۰/۹۹۹
پرمیکارب	Y = ۰/۰۰۰۵X-۰/۰۰۴۱	۰/۹۹۷
دلاتمترین	Y = ۱E-۰۵X-۰/۰۰۲	۰/۹۹۰
دی کلرووس	Y = ۸E-۰۵X-۰/۰۰۵	۰/۹۹۷
دی متوات	Y = ۵E-۰۵X-۰/۰۰۲	۰/۹۹۰
دیازینون	Y = ۰/۰۰۰۳X-۰/۰۰۳۴	۰/۹۹۵
فن پروپاکترین	Y = ۰/۰۰۰۲X-۰/۰۰۲۲	۰/۹۹۵
کارباریل	Y = ۰/۰۰۱۳X-۰/۰۰۹۱	۰/۹۹۸
کلرپیریفوس	Y = ۰/۰۰۰۲X-۰/۰۰۲۳	۰/۹۹۷
مالاتیون	Y = ۰/۰۰۰۷X-۰/۰۰۱۵	۰/۹۹۶
فاموکسادون	Y = ۰/۰۰۱۳X-۰/۰۰۹۱	۰/۹۹۵
کلرو تالو نیل	Y = ۰/۰۰۰۳X-۰/۰۰۰۶	۰/۹۹۷
متالاکسیل	Y = ۰/۰۰۰۲X-۰/۰۰۱۴	۰/۹۹۸
برومو پروپیلات	Y = ۰/۰۰۰۶X-۰/۰۰۹۰	۰/۹۹۳
ترادیفون	Y = ۰/۰۰۰۳X-۰/۰۰۰۲	۰/۹۹۹
فنازاکوئین	Y = ۰/۰۰۰۸X-۰/۰۰۳۴	۰/۹۹۸

بر اساس استاندارد ملی ایران با عنوان «آفت کش ها، مرز بیشینه مانده آفت کش ها، صیفی جات»، حد مجاز باقی مانده آفت کش های کلرو تالو نیل ۵۰۰ میکرو گرم بر کیلو گرم؛ ترادیفون ۲۰۰۰ میکرو گرم بر کیلو گرم؛ برومو پروپیلات، پرمترین، پرمیکارب، فنازاكوئین و متالاکسیل ۵۰۰ میکرو گرم بر کیلو گرم؛ دلتامترین، فاموکسادون، فن پروپاکترین و مالاتیون ۲۰۰ میکرو گرم بر کیلو گرم و دیازینون، دی کلرووس، دی متوات، کارباریل و کلرپیریفوس ۵۰ میکرو گرم بر کیلو گرم تعریف شده است (۶).

مطالعاتی در ارتباط با تعیین میزان آفت کش ها بر روی خیار در ایران و برخی از کشورهای جهان صورت گرفته است. نتایج مطالعه ای در چین نشان داد که دو سم آفت کش دی متوات و متیل پاراتیون در نمونه های خیار به ترتیب با مقادیر ۲۰ و ۲۰۰ نانو گرم بر گرم، کمتر از MRLs تعریف شده در استاندارد اتحادیه اروپا می باشد (۱۸).

تحقیق دیگری در چین، هفت آفت کش با عنوانین «آترازین، پرمترین، پرومیکارب، توبوکوتازول، سیاناترین، کاربوفوران و متولاکلر» را در ۱۰ نمونه خیار جمع آوری شده در سوپرمارکت پایش نمود. تنها دو سم توبوکوتازول و کاربوفوران در نمونه های مورد بررسی یافت شد و مقادیر این سوم از MRLs تعریف شده در این کشور (۰/۰۰۰۵ میلی گرم بر کیلو گرم) بود (۱۲).



شکل ۱. کروماتوگرام محلول های استاندارد آفت کش با غلظت ۵۰۰ میکرو گرم بر کیلو گرم در وضعیت SIM (Selected Ion Mass) با استفاده از استاندارد داخلی ۱-دی کلرووس، ۲-کارباریل، ۳-دی متوات، ۴-دیازینون، ۵-کلرو تالو نیل، ۶-پرمیکارب، ۷-متالاکسیل، ۸-مالاتیون، ۹-کلرپیریفوس، ۱۰-تری فنیل متان، ۱۱-برومو پروپیلات، ۱۲-فن پروپاکترین، ۱۳-فنازاكوئین، ۱۴-ترادیفون، ۱۵-پرمترین، ۱۶-دلتمترین، ۱۷-فاموکسادون

#### یافته ها

در جدول ۱ محاسبات مربوط به ضریب همبستگی و معادله خط در نمودار کالیبراسیون سوم آفت کش نشان داده شده است. درصد بازیافت و انحراف معيار نسبی در سه سطح Spike شده با مقادیر ۱۵۰ و ۱۵۰ میکرو گرم بر لیتر از آفت کش های مختلف در جدول ۲ ارایه شده است.

در مطالعه حاضر، ۶ نمونه از ۲۲ نمونه خیار مورد بررسی (۲۷ درصد)، دارای دو سم آفت کش دی کلرووس و کلرپیریفوس بیش از MRLs تعیین شده در استاندارد ملی ایران (۵۰ میکرو گرم بر کیلو گرم) بودند. آفت کش های ذکر شده به ترتیب در دو فاصله غلظتی با مقادیر ۱۸۷۵ و ۹۵۰۰-۱۸۷۵ میکرو گرم بر کیلو گرم و هر کدام در سه نمونه خیار (۱۳ درصد) شناسایی شدند (جدول ۳). آنalogی به سومی مانند دی متوات و متالاکسیل در کلیه نمونه ها با مقدار کمتر از MRLs مشاهده گردید. سوم بروم پروپیلات، پرمترین، پرمیکارب، ترادیفون، دلتامترین، دیازینون، فاموکسادون، فن پروپاکترین، فنازاكوئین، کارباریل، کلرو تالو نیل و مالاتیون در نمونه های خیار یافت نگردید.

#### بحث

در حال حاضر، استفاده از سوم آفت کش نقش مهمی در افزایش راندمان تولید در بخش کشاورزی دارد (۳). مقدار مورد استفاده از سوم آفت کش توسط کشاورزان باید به صورتی باشد که میزان مصرف و مقدار باقی مانده آن ها، با حد مجاز تعریف شده در استاندارد مورد نظر مطابقت داشته باشد. در واقع، آفت کش های باید به صورت صحیح و منطبق با اصول کشاورزی مطلوب (GAP Good Agriculture Practices) فقط در حد مورد نیاز مصرف شود. با توجه به افزایش رشد آفات و در نتیجه، استفاده گسترده از سوم، پاییش این گروه از ترکیبات شیمیایی ضروری به نظر می رسد؛ چرا که باقی مانده این

جدول ۲. درصد بازیافت و انحراف معیار نسبی در سه سطح اسپایک ۱۵، ۶۰ و ۱۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم برای سوم آفتکش

درصد انحراف معیار نسبی			درصد بازیافت			نام آفتکش
۱۵۰	۶۰	۱۵	۱۵۰	۶۰	۱۵	
۱۱/۵۹	۱۶/۲۰	۱۰/۴۸	۱۱۷/۷	۱۱۵/۹	۱۱۸/۰	پرمترين
۳/۸۳	۹/۲۳	۲/۸۶	۹۵/۸	۹۳/۹	۱۰۹/۱	پريميكارب
۱۲/۸۹	۵/۳۵	۵/۸۶	۸۹/۵	۹۸/۲	۱۱۲/۵	دلتمترین
۴/۴۴	۲۰/۲۲	۱۷/۱۵	۹۶/۰	۹۰/۳	۱۱۷/۵	ديكرووس
۱۸/۴۶	۱۹/۳۸	۱۷/۲۷	۸۸/۶	۸۶/۰	۱۱۹/۰	ديمتووات
۴/۸۲	۱۴/۱۶	۴/۹۹	۹۴/۳	۹۰/۱	۱۱۶/۲	ديازينون
۲۰/۰۹	۱۲/۹۵	۸/۸۷	۱۰۲/۸	۹۴/۴	۱۱۲/۹	فن پوپاترين
۴/۸۷	۷/۲۳	۶/۹۴	۹۴/۶	۹۶/۹	۱۱۳/۰	كارباريل
۲/۳۸	۱۱/۳۸	۶/۲۶	۹۳/۶	۹۰/۲	۱۱۴/۴	كلريفيوس
۵/۶۱	۱۵/۷۷	۵/۲۳	۸۶/۶	۸۷/۲	۱۱۶/۲	مالاينون
۱۷/۹۲	۱۵/۶۸	۶/۲۳	۸۶/۱	۸۷/۲	۱۱۴/۰	فاموكسادون
۱۵/۸۲	۶/۲۲	۵/۷۹	۸۷/۲	۸۹/۷	۱۱۸/۴	كلروتالونيل
۳/۶۱	۹/۷۰	۷/۲۸	۹۶/۳	۹۶/۲	۱۱۲/۰	متالاكسيل
۱۷/۳۲	۱۱/۵۴	۱۵/۹۰	۸۹/۶	۸۶/۲	۱۱۷/۷	بروموبروبيلات
۴/۲۷	۳/۶۴	۰/۵۳	۹۴/۴	۱۰۲/۷	۱۱۱/۵	تراديوفون
۸/۰۰	۱۴/۰۰	۱۵/۵۰	۹۴/۰	۹۴/۱	۱۱۵/۷	فنازاكوئين

بیش از حد مجاز استاندارد ترکیه گزارش گردید (۷). نتایج تحقیقی در تایلند بر روی ۴ نمونه خیار جمع‌آوری شده در مزارع و سطح عرضه، نشان داد که آفتکش مونوکروتوفوس در سه نمونه (۷۵ درصد) با مقدار باقی‌مانده ۱۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وجود داشت. مقدار این سه بیش از MRLs تعريف شده در اتحادیه اروپا (۰/۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود (۴). پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی همچون عدم وجود مطالعات مشابه ملی در زمینه سوم آفتکش تعريف شده در استاندارد ملی ایران بر روی خیار و عدم وجود گزارش‌های مشابه در خصوص نوع آفتکش در تحقیقات دیگر کشورها بود.

در ایران نیز میزان دیازینون و اکسی دی‌متون متیل در نمونه‌های خیار جمع‌آوری شده در گلخانه‌های شهر کرمان به ترتیب ۵/۸۲ و ۱/۹۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش گردید. مقادیر شناسایی شده از این دو سه ۱۱/۶۴ و ۱/۹۱ MRLs تعريف شده در استاندارد ایران بود (۱۹). در تحقیق انجام شده در ترکیه، ۴۹ نمونه خیار از مجموع ۶۹ نمونه مورد بررسی، به آفتکش‌های استامی‌پراید، آلفا-اندوسلوفان، آزوکسی استروپین، بتا-اندوسلوفان، بوسکالید، کاربندازین، بنومیل، کلروپیریفوس، سیموکسانیل، دی‌کلرووس، دی‌متومورف، فاموكسادون، هگزی تیازوکس، ایمیداکلوباید و ایپرودیون آلوده بودند. از میان این نمونه‌های آلوده، میزان آلوودگی در ۲۸ نمونه

جدول ۳. غلظت سوم آفتکش یافته در مقادیر بیش از (MRLs) Maximum residue levels

شماره نمونه	عنوان سم آفتکش	مقدار آلوودگی (میکروگرم بر کیلوگرم)	MRLs در استاندارد ملی ایران (میکروگرم بر کیلوگرم)
۱	دی‌کلرووس	۱۸۸/۸	۵۰
۲	دی‌کلرووس	۱۶۰/۹	۵۰
۳	دی‌کلرووس	۹۵/۰	۵۰
۴	کلرپیریفوس	۲۳۰/۰	۵۰
۵	کلرپیریفوس	۷۷۱/۰	۵۰
۶	کلرپیریفوس	۴۷۹/۰	۵۰

MRLs: Maximum residue levels

سبزیجات به رژیم غذایی افراد جامعه پیشنهاد می شود.

### تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از تایپ طرح تحقیقاتی با شماره ۲۹۲۰۹۴، مصوب معاونت غذا و داروی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می باشد که با حمایت مالی معاونت پژوهش و فن آوری این دانشگاه انجام گردید. بدین وسیله نویسندها از تمام افرادی که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می آورند.

### نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که حدود یک سوم از نمونه های خیار مورد بررسی، دارای دو سم آفت کش دی کلورووس و کلریوفوس بیش از MRLs تعیین شده در استاندارد ملی ایران بودند. آلودگی نمونه ها، ضرورت پایش آفت کش ها را در محصولات کشاورزی تأکید می نماید و می تواند زنگ خطری برای ارگان های متولی سلامت و تهدیدی برای سلامت همه افراد به ویژه گروه های آسیب پذیر جامعه باشد. بنابراین، مدیریت و پایش منظم و پوسته کنترل باقی مانده سوم آفت کش جهت پیشگیری از ورود نمونه های آلوده میوه و

### References

- Jahanmard E, Ansari F, Feizi M. Evaluation of Quechers sample preparation and GC mass spectrometry method for the determination of 15 pesticide residues in tomatoes used in salad production plants. *Iran J Public Health* 2016; 45(2): 230-8.
- Püssa T. Principles of food toxicology. Boca Raton, FL: CRC Press; 2007. p. 231-40.
- Jallow MF, Awadh DG, Albahe MS, Devi VY, Thomas BM. Pesticide risk behaviors and factors influencing pesticide use among farmers in Kuwait. *Sci Total Environ* 2017; 574: 490-8.
- Sapbamrer R, Hongsibsong S. Organophosphorus pesticide residues in vegetables from farms, markets, and a supermarket around Kwan Phayao Lake of Northern Thailand. *Arch Environ Contam Toxicol* 2014; 67(1): 60-7.
- Ghazizadeh-Hashemi SH, Larijani B. National action plan for prevention and control of non communicable diseases and the related risk factors in the Islamic Republic of Iran, 2015-2025. Tehran, Iran: Aftab e Andisheh Publications; 2015. p. 47-65. [In Persian].
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Pesticides- maximum residue limit of pesticides-fruit vegetables: No: 12581. Tehran, Iran: ISIRI; 2016. [In Persian].
- Bakirci GT, Yaman Acay DB, Bakirci F, Otles S. Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey. *Food Chem* 2014; 160: 379-92.
- Anonymous. Department of statistics and information. Ministry of Agri-Jihad. Tehran. Iran, 2010. [In Persian].
- Liang Y, Wang W, Shen Y, Liu Y, Liu XJ. Dynamics and residues of chlorpyrifos and dichlorvos in cucumber grown in greenhouse. *Food Control* 2012; 26(2): 231-4.
- Nazemi F, Khodadadi I, Heshmati A. Effect of storage type and time and washing methods on dichlorvos residues in tomato. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2016; 26(141): 36-44. [In Persian].
- Mee Kin C, Guan Huat T. Headspace solid-phase microextraction for the evaluation of pesticide residue contents in cucumber and strawberry after washing treatment. *Food Chem* 2010; 123(3): 760-4.
- Wang J, Du Z, Yu W, Qu S. Detection of seven pesticides in cucumbers using hollow fibre-based liquid-phase microextraction and ultra-high pressure liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *J Chromatogr A* 2012; 1247: 10-7.
- Farajzadeh MA, Khoshmaram L. Air-assisted liquid-liquid microextraction-gas chromatography-flame ionisation detection: a fast and simple method for the assessment of triazole pesticides residues in surface water, cucumber, tomato and grape juices samples. *Food Chem* 2013; 141(3): 1881-7.
- Amirahmadi M, Yazdanpanah H, Shoeibi S, Pirali-Hamedani M, Ostad Gholami M, Mohseninia MF, et al. Simultaneous determination of 17 pesticide residues in rice by GC/MS using a direct sample introduction procedure and spiked calibration curves. *Iran J Pharm Res* 2013; 12(2): 295-302.
- Abdel-Ghany MF, Hussein LA, El Azab NF, El-Khatib AH, Linscheid MW. Simultaneous determination of eight neonicotinoid insecticide residues and two primary metabolites in cucumbers and soil by liquid chromatography tandem mass spectrometry coupled with QuEChERS. *J Chromatogr B* 2016; 1031: 15-28.
- Wang XC, Shu B, Li S, Yang ZG, Qiu B. QuEChERS followed by dispersive liquid-liquid microextraction based on solidification of floating organic droplet method for organochlorine pesticides analysis in fish. *Talanta* 2017; 162: 90-7.
- Anastassiades M, Lehotay SJ, Stajnbaher D, Schenck FJ. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and "dispersive solid-phase extraction" for the determination of pesticide residues in produce. *J AOAC Int* 2003; 86(2): 412-31.
- Liu W, Hu Y, Zhao J, Xu Y, Guan Y. Determination of organophosphorus pesticides in cucumber and potato by stir bar sorptive extraction. *J Chromatogr A* 2005; 1095(1-2): 1-7.
- Ganjeizadeh Rohani F, Mahdavi V, Aminaei MM. Investigation on diazinon and oxydemeton-methyl residues in cucumbers grown in Kerman greenhouses. *Environ Monit Assess* 2014; 186(7): 3995-9.

## Evaluation of Pesticide Residues in Cucumbers Used in Salad Production Plants in Isfahan City, Iran

**Fatemeh Ansari<sup>1</sup>, Elham Jahanmard<sup>2</sup>, Mansour Feizi<sup>1</sup>, Zahra Esfandiari<sup>3</sup>**

### Original Article

#### **Abstract**

**Background:** Pesticides are a group of chemical compounds which are used in vegetables to control or remove some pests. The purpose of this study was to evaluate the quantity of some pesticides in cucumbers used in salad production plants.

**Methods:** In this study, 22 cucumber samples were collected from 3 salad production plants in Isfahan City, Iran. Simultaneous determination of 16 permitted pesticides defined in Iranian national standard including bromopropylate, permethrin, pirimicarb, tetradifone, deltamethrin, diazinon, dichlorvos, dimethoate, famoxadone, fenazaquine, fenpropathrin, carbaryl, chlorpyrifos, chlorothalonil, malathion and metalaxyl were determined via gas chromatography-mass spectrometry.

**Findings:** This procedure showed satisfactory recovery (86-119 percent) with relative standard deviation (RSD) of  $\leq 20.22\%$ . The limits of detection (LOD) and limits of quantification (LOQ) were between 3.54-14.91 and 11.81-49.92 mg/l, respectively. Dichlorvos and chlorpyrifos detected over than maximum residue limits (MRLs) defined in Iranian national standard in 6 out of 22 cucumber samples (27%) in the range of 95-188.75 and 230-771  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , respectively. Dimethoate and metalaxyl were detected less than maximum residue limits in national standard in all samples. Contamination with other pesticides was not observed in the samples.

**Conclusion:** Pesticides including dichlorvos and chlorpyrifos were found in one third of cucumber samples of current study. Regarding the importance of vegetables consumption as well as the adverse effects of pesticides on human health, it is necessary to perform and manage the routine monitoring of pesticides in supervision organizations.

**Keywords:** Pesticides, Cucumber, Gas chromatography-mass spectrometry

**Citation:** Ansari F, Jahanmard E, Feizi M, Esfandiari Z. Evaluation of Pesticide Residues in Cucumbers Used in Salad Production Plants in Isfahan City, Iran. J Health Syst Res 2017; 13(2): 218-23.

1- Laboratory of Quality Control of Food, Beverage, Cosmetic, and Hygienic Products, Vice-Chancellery for Food and Drug, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- PhD Candidate, Laboratory of Quality Control of Food, Beverage, Cosmetic, and Hygienic Products, Vice-Chancellery for Food and Drug, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan Iran

3- Department of Research and Development, Vice-Chancellery for Food and Drug, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Corresponding Author:** Zahra Esfandiari, Email: research\_esfandiari@mui.ac.ir