DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3070 Published by Vesnu Publications

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

فاطمه انصاری[1]، الهام جهانمرد[2] منصور فیضی[1]، زهرا اسفندیاری[3]

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 سموم 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 اندازه‌گیری هم‌زمان ۱۶ سم آفت‌کش مجاز در استاندارد ملی ایران شامل «بروموپروپیلات، پرمترین، پریمیکارب، تترادیفون، دلتامترین، دیازینون، دی‌کلروووس، دیمتوات، فاموکسادون، فنازاکوئین، فن‌پروپاترین، کاربازیل، کلرپیریفوس، کلروتالونیل، مالاتیون و متالاکسیل» با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی- اسپکترومتری جرمی (Gas chromatography-mass spectrometry یا GC-MS) 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 (Limit of Detection یا LoD) و حد تشخیص کمی‌سازی (Limit of Quantification یا LoQ) به ترتیب در فاصله مقداری ۱۴/۹۱-۳/۵۴ و ۴۹/۹۲-۱۱/۸۱ میکروگرم بر کیلوگرم بود. در ۶ نمونه از ۲۲ نمونه خیار مورد بررسی (۲۷ درصد)، آفت‌کش‌های دی‌کلروووس و کلرپیریفوس بالاتر از مرز حداکثر بیشینه مانده (Maximum Residue Levels یا MRLs) تعیین شده در استاندارد ملی ایران مشاهده شد که به ترتیب در فاصله غلظتی ۱۸۸/۷۵-۹۵/۰۰ و ۷۷۱-۲۳۰ میکروگرم بر کیلوگرم شناسایی گردید. مقدار دو آفت‌کش دیمتوات و متالاکسیل در همه نمونه‌ها در مقدار کمتر از MRLs بود و آلودگی به دیگر سموم نیز در نمونه‌ها مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: آفت‌کش‌های دی‌کلروووس و کلرپیریفوس 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 سموم 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 سموم آفت‌کش در ارگان‌های نظارتی و متولی سلامت صورت پذیرد.

واژه‌های کلیدی: سموم آفت‌کش، خیار، کروماتوگرافی گازی- اسپکترومتری جرمی

ارجاع: انصاری فاطمه، جهانمرد الهام، فیضی منصور، اسفندیاری زهرا. **ارزیابی میزان باقی‌مانده سموم آفت‌کش در نمونه‌های خیار مورد استفاده در واحدهای تولید سالاد شهر اصفهان.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۲): ۲۲۳-۲۱۸

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۱۴ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۲/۲

مقدمه

سموم 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، اورگانو فسفره، کاربامات، پایرتروئید و حشره‌کش‌های بیولوژیک» تقسیم‌بندی می‌شوند (۲). سموم آفت‌کش تأثیرات نامطلوبی بر سلامت می‌گذارند که از آن جمله می‌توان به سردرد، آلرژی، تهوع، مشکلات عصبی، اختلال در تولید مثل و سرطان اشاره کرد (۳). سبزیجات از محصولاتی هستند که سموم 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 (World Health Organization یا WHO) 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 یا MRLs) جهت به کارگیری سموم آفت‌کش مجاز توسط کشاورزان در غذای انسان و دام تعریف کرده‌اند. بنابراین، اندازه‌گیری مقدار آفت‌کش‌ها به عنوان یکی از معیارهای سلامت میوه و سبزیجات ضرورت و اهمیت می‌یابد (۷، 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 ۵۰۰۰-۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم تعریف شده است (۶).

۱- کارشناس ارشد، آزمایشگاه کنترل فرآورده‌های غذایی، آشامیدنی، آرایشی و بهداشتی، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشجوی دکتری، آزمایشگاه کنترل فرآورده‌های غذایی، آشامیدنی، آرایشی و بهداشتی، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- واحد تحقیق و توسعه، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: زهرا اسفندیاری
Email: research_esfandiary@mui.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3070]

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 می‌باشد و از این‌رو، جهت کنترل و پیشگیری از حمله آفات، در کشت این محصول سموم آفت‌کش به کار می‌رود. استفاده بیش از حد آفت‌کش‌ها ممکن است باعث وجود باقی‌مانده بیش از حد سموم در این محصول شود (۹). روش‌هایی مانند جوشاندن، سرخ کردن و بلانچ کردن، تأثیر زیادی در کاهش میزان باقی‌مانده آفت‌کش‌ها دارد، اما خیار محصولی است که اغلب به شکل خام در سالاد و دسر و یا به تنهایی مصرف می‌شود (۱۰).

شناسایی و اندازه‌گیری باقی‌مانده سموم آفت‌کش در محصولات کشاورزی با روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد (۱۳-۱۱). در این میان، روش کروماتوگرافی گازی- اسپکترومتری جرمی (Gas chromatography-mass spectrometry یا GC-MS) به همراه آماده‌سازی با روش سریع، آسان، ارزان، ایمن، کارا و با قدرت جداسازی بسیار بالا (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe یا QuEChERS) جهت شناسایی و تعیین کمیت سموم آفت‌کش در فرآورده‌های غذایی معرفی شده است (۱۶-۱۴، ۱).

مطالعاتی در ارتباط با تعیین مقدار آفت‌کش‌ها در خیار توزیع شده در سطح عرضه یا زمین کشاورزی در کشورهای مختلف دنیا و همچنین، در ایران صورت گرفته (۱۵، ۱۳، ۱۲، ۹، ۷، ۴)، اما تاکنون پژوهشی در ارتباط با ارزیابی سموم آفت‌کش در خیارهای به کار رفته در سالاد گزارش نشده است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان باقی‌مانده سموم آفت‌کش در نمونه‌های خیار شسته شده مورد استفاده در واحدهای تولید سالاد شهر اصفهان انجام شد.

روش‌ها

در این مطالعه، ۲۲ نمونه خیار به صورت تصادفی از کلیه واحدهای فعال تولید سالاد شهر اصفهان (سه واحد) در یک بازه زمانی شش ماهه جمع‌آوری گردید. خیارهای 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.

نمونه‌ها در فریزر با دمای ۱۸- درجه سلسیوس ذخیره‌سازی و و قبل از آنالیز، در مخلوط‌کن خرد و هموژن گردید. حدود ۱۰ گرم از نمونه‌های خیار با ۱۰ میکرولیتر محلول ۰/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تری‌فنیل متان به عنوان استاندارد داخلی، مخلوط شد. ۱۰ میلی‌لیتر 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 یخچال‌دار انتقال یافت و با سرعت ۴۵۰۰ دور در دقیقه و دمای ۵- درجه سلسیوس سانتریفوژ شد. ۷ میلی‌لیتر از محلول رویی برداشته شد و ۲ گرم سولفات منیزیم بی‌آب و ۰/۳۵ گرم پودر جاذب primary and secondary amine (PSA) به آن اضافه و به مدت ۱ 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 میلی‌لیتر از محلول به ویال‌های کهربایی درب‌دار منتقل و حلال آن‌ها تحت گاز ازت تبخیر شد و به جای آن، ۱ میلی‌لیتر تولوئن اضافه گردید و ۳ دقیقه هم زده شد. محلول استخراج شده به دستگاه GC-MS تزریق گردید. جهت آماده‌سازی نمونه‌های خیار و استخراج سموم آفت‌کش در مطالعه حاضر، از روش اصلاح شده QuEChERS برای اندازه‌گیری هم‌زمان تعداد زیادی از باقی‌مانده‌های سموم آفت‌کش استفاده شد (۱۷).

کلیه استانداردهای سموم آفت‌کش مورد استفاده در پژوهش حاضر با عناوین «بروموپروپیلات، پرمترین، پریمیکارب، تترادیفون، دلتامترین، دیازینون، دی‌کلروووس، دیمتوات، فاموکسادون، فنازاکوئین، فن‌پروپاترین، کاربریل، کلرپیریفوس، کلروتالونیل، مالاتیون و متالاکسیل» از شرکت ارنستروفر (آلمان) خریداری شد. محلول مادر سموم در حلال استونیتریل با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تهیه و در دمای ۱۸- درجه سلسیوس ذخیره‌سازی گردید. استونیتریل و تولوئن (با درجه خلوص تجزیه‌ای) از شرکت رامیل (ایتالیا) و سولفات سدیم بی‌آب و کلرید سدیم خالص نیز از شرکت مرک (آلمان) تهیه شد. دستگاه GC (مدل 7890A، شرکت اجیلانت، آمریکا) به همراه آشکارساز جرمی Single quadrupole (SQ) مجهز به اتوسمپلر و ستون کپیلاری HP-5 جهت آنالیز و جداسازی سموم در نمونه‌های خیار مورد استفاده قرار گرفت.

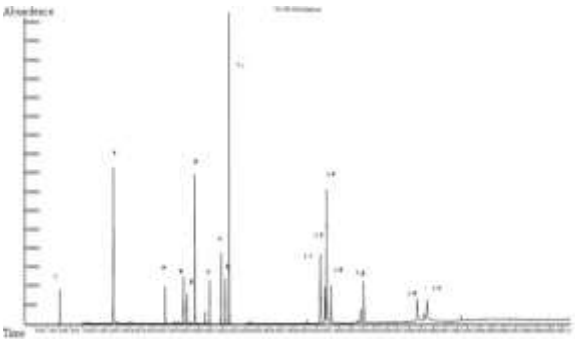
دستگاه GC در حالت Splitless با تنظیم دمای انژکتور بر روی ۲۵۰ درجه سلسیوس و دمای آون با شروع از ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ دقیقه و رساندن به دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس و در پایان به دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس در مدت ۱۱ دقیقه تنظیم گردید. مدت زمان کل روش، ۵۱/۸ دقیقه بود. گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر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

محلول‌های ذخیره سموم آفت‌کش با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در حلال استونیتریل تهیه و در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری گردید. سپس از محلول مجزای سموم، یک مخلوط تهیه و در دمای ۱۸- درجه سلسیوس ذخیره‌سازی شد. محلول مخلوط، حاوی ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر از هر یک از سموم بود. مقادیر ۵، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرولیتر از مخلوط سموم تهیه و به ۱۰ گرم نمونه خیار بلانک، Spike گردید. محلول ذخیره تری‌فنیل متان با غلظت ۰/۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر در حلال استونیتریل تهیه و ۱۰ میکرولیتر از آن به نمونه‌های Spike به عنوان استاندارد داخلی تزریق شد. مراحل استخراج و خالص‌سازی بر روی نمونه‌های Spike شده انجام گرفت و محلول سموم استخراج شده به دستگاه GC-MS تزریق گردید (۱۴، ۱). این عمل سه بار تکرار و ضریب همبستگی و معادله خط در نمودار کالیبراسیون سموم محاسبه گردید. در شکل ۱ کروماتوگرام محلول‌های استاندارد آفت‌کش مورد بررسی با غلظت ۵۰۰ میکروگرم بر لیتر ارایه شده است.

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

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3070]



شکل ۱. کروماتوگرام محلول‌های استاندارد آفت‌کش با غلظت ۵۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم در وضعیت SIM (Selected Ion Mass) با استفاده از استاندارد داخلی

۱- دی‌کلروووس، ۲- کاربباریل، ۳- دیمتوات، ۴- دیازینون، ۵- کلروتالونیل، ۶- پریمیکارب، ۷- متالاکسیل، ۸- مالاتیون، ۹- کلرپیریفوس، ۱۰- تری‌فنیل متان، ۱۱- بروموپروپیلات، ۱۲- فن‌پروپاترین، ۱۳- فنازاکوئین، ۱۴- تترادیفون، ۱۵- پرمترین، ۱۶- دلتامترین، ۱۷- فاموکسادون

یافته‌ها

در جدول ۱ محاسبات مربوط به ضریب همبستگی و معادله خط در نمودار کالیبراسیون سموم آفت‌کش نشان داده شده است. درصد بازیافت و انحراف معیار نسبی در سه سطح Spike شده با مقادیر ۱۵، ۶۰ و ۱۵۰ میکروگرم بر لیتر از آفت‌کش‌های مختلف در جدول ۲ ارایه شده است.

در مطالعه حاضر، ۶ نمونه از ۲۲ نمونه خیار مورد بررسی (۲۷ درصد)، دارای دو سم آفت‌کش دی‌کلروووس و کلرپیریفوس بیش از MRLs تعیین شده در استاندارد ملی ایران (۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم) بودند. آفت‌کش‌های ذکر شده به ترتیب در دو فاصله غلظتی با مقادیر ۱۸۸/۷۵-۹۵/۰۰ و ۷۷۱-۲۳۰ میکروگرم بر کیلوگرم و هر کدام در سه نمونه خیار (۱۳ درصد) شناسایی شدند (جدول ۳). آلودگی به سمومی مانند دیمتوات و متالاکسیل در کلیه نمونه‌ها با مقدار کمتر از MRLs مشاهده گردید. سموم بروموپروپیلات، پرمترین، پریمیکارب، تترادیفون، دلتامترین، دیازینون، فاموکسادون، فنازاکوئین، فن‌پروپاترین، کاربباریل، کلروتالونیل و مالاتیون در نمونه‌های خیار یافت نگردید.

بحث

در حال حاضر، استفاده از سموم آفت‌کش نقش مهمی در افزایش راندمان تولید در بخش کشاورزی دارد (۳). مقدار مورد استفاده از سموم آفت‌کش توسط کشاورزان باید به صورتی باشد که میزان مصرف و مقدار باقی‌مانده آن‌ها، با حد مجاز تعریف شده در استاندارد مورد نظر مطابقت داشته باشد. در واقع، آفت‌کش‌ها باید به صورت صحیح و منطبق با اصول کشاورزی مطلوب (Good Agriculture Practices یا GAP) و فقط در حد مورد نیاز مصرف شود. با توجه به افزایش رشد آفات و در نتیجه، استفاده گسترده از سموم، پایش این گروه از ترکیبات شیمیایی ضروری به نظر می‌رسد؛ چرا که باقی‌مانده این سموم در مقدار بیش از حد مجاز تعریف شده در استاندارد مربوطه، می‌تواند 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 سموم آفت‌کش

نام سم	معادله خط	ضریب همبستگی خط (r^2)
پرمترین	Y = ۰/۰۰۰۱x-۰/۰۰۰۶	۰/۹۹۹
پریمیکارب	Y = ۰/۰۰۰۵x-۰/۰۰۴۱	۰/۹۹۷
دلتامترین	Y = ۱E-۰۵x-۰/۰۰۰۲	۰/۹۹۰
دی‌کلروووس	Y = ۸E-۰۵x-۰/۰۰۰۵	۰/۹۹۷
دیمتوات	Y = ۵E-۰۵x-۰/۰۰۰۲	۰/۹۹۰
دیازینون	Y = ۰/۰۰۰۳x-۰/۰۰۳۴	۰/۹۹۵
فن‌پروپاترین	Y = ۰/۰۰۰۲x-۰/۰۰۲۲	۰/۹۹۵
کاربباریل	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
کلروتالونیل	Y = ۰/۰۰۰۳x-۰/۰۰۰۶	۰/۹۹۷
متالاکسیل	Y = ۰/۰۰۰۲x-۰/۰۰۱۴	۰/۹۹۸
بروموپروپیلات	Y = ۰/۰۰۰۶x-۰/۰۰۹۰	۰/۹۹۳
تترادیفون	Y = ۰/۰۰۰۳x-۰/۰۰۰۲	۰/۹۹۹
فنازاکوئین	Y = ۰/۰۰۰۸x-۰/۰۰۳۴	۰/۹۹۸

بر اساس استاندارد ملی ایران با عنوان «آفت‌کش‌ها، مرز بیشینه مانده آفت‌کش‌ها، صیفی‌جات»، حد مجاز باقی‌مانده آفت‌کش‌های کلروتالونیل ۵۰۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم؛ تترادیفون ۲۰۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم؛ بروموپروپیلات، پرمترین، پریمیکارب، فنازاکوئین و متالاکسیل ۵۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم؛ دلتامترین، فاموکسادون، فن‌پروپاترین و مالاتیون ۲۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم و دیازینون، دی‌کلروووس، دیمتوات، کاربباریل و کلرپیریفوس ۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم تعریف شده است (۶).

مطالعاتی در ارتباط با تعیین میزان آفت‌کش‌ها بر روی خیار در ایران و برخی از کشورهای جهان صورت گرفته است. نتایج مطالعه‌ای در چین نشان داد که دو سم آفت‌کش دیمتوات و متیل پاراتیون در نمونه‌های خیار به ترتیب با مقادیر ۲۰ و ۲۰۰ نانوگرم بر گرم، کمتر از MRLs تعریف شده در استاندارد اتحادیه اروپا می‌باشد (۱۸).

تحقیق دیگری در چین، هفت آفت‌کش با عناوین «آتارازین، پرمترین، پروپوکسور، توبوکونازول، سیاناترین، کاربوفوران و متولاکلر» را در ۱۰ نمونه خیار جمع‌آوری شده در سوپرمارکت پایش نمود. تنها دو سم توبوکونازول و کاربوفوران در نمونه‌های مورد بررسی یافت شد و مقادیر این سموم بیش از MRLs تعریف شده در این کشور (۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود (۱۲).

www.mui.ac.ir
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3070]

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

نام آفت‌کش	درصد بازیافت			درصد انحراف معیار نسبی		
	۱۵	۶۰	۱۵۰	۱۵	۶۰	۱۵۰
پرمترین	۱۱۸/۰	۱۱۵/۹	۱۱۷/۷	۱۰/۴۸	۱۶/۲۰	۱۱/۵۹
پریمیکارب	۱۰۹/۱	۹۳/۹	۹۵/۸	۲/۸۶	۹/۳۳	۳/۸۳
دلتامترین	۱۱۳/۵	۹۸/۲	۸۹/۵	۵/۸۶	۵/۳۵	۱۲/۸۹
دی‌کلروووس	۱۱۷/۵	۹۰/۳	۹۶/۰	۱۷/۱۵	۲۰/۲۲	۴/۴۴
دیمتوات	۱۱۹/۰	۸۶/۰	۸۸/۶	۱۷/۲۷	۱۹/۳۸	۱۸/۴۶
دیازینون	۱۱۶/۲	۹۰/۱	۹۴/۳	۴/۹۹	۱۴/۱۶	۴/۸۲
فن‌پروپاترین	۱۱۲/۹	۹۴/۴	۱۰۲/۸	۸/۸۷	۱۲/۹۵	۲۰/۰۹
کاربارایل	۱۱۳/۰	۹۶/۹	۹۴/۶	۶/۹۴	۷/۲۳	۴/۸۷
کلرپیریفوس	۱۱۴/۴	۹۰/۲	۹۳/۶	۶/۲۶	۱۱/۳۸	۲/۳۸
مالاتیون	۱۱۶/۲	۸۷/۲	۸۶/۶	۵/۲۳	۱۵/۷۷	۵/۶۱
فاموکسادون	۱۱۴/۰	۸۷/۲	۸۶/۱	۶/۲۳	۱۵/۶۸	۱۷/۹۲
کلروتالونیل	۱۱۸/۴	۸۹/۷	۸۷/۲	۵/۷۹	۶/۳۲	۱۵/۸۲
متالاکسیل	۱۱۲/۰	۹۶/۲	۹۶/۳	۷/۳۸	۹/۷۰	۳/۶۱
بروموپروپیلات	۱۱۷/۷	۸۶/۲	۸۹/۶	۱۵/۹۰	۱۱/۵۴	۱۷/۳۲
تترادیفون	۱۱۱/۵	۱۰۲/۷	۹۴/۴	۰/۵۳	۳/۶۴	۴/۲۷
فنازاکوئین	۱۱۵/۷	۹۴/۱	۹۴/۰	۱۵/۵۰	۱۴/۰۰	۸/۰۰

در ایران نیز میزان دیازینون و اکسی دی‌متون متیل در نمونه‌های خیار جمع‌آوری شده در گلخانه‌های شهر کرمان به ترتیب ۰/۵۸۲ و ۱/۹۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش گردید. مقادیر شناسایی شده از این دو سم ۱۱/۶۴ و ۱/۹۱ برابر بیش از MRLs تعریف 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–اندوسولفان، آزوکسی استروبین، بتا–اندوسولفان، بوسکالید، کاربندازیم، بنومیل، کلروپیریفوس، سیموکسانیل، دی‌کلروووس، دی‌متومورف، فاموکسادون، هگزی تیازوکس، ایمیداکلوپراید و ایپرودیون آلوده بودند. از میان این نمونه‌های آلوده، میزان آلودگی در ۲۸ نمونه 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 ۰/۱۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وجود داشت. مقدار این سم بیش از MRLs تعریف شده در اتحادیه اروپا (۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود (۴).

پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی همچون عدم وجود مطالعات مشابه ملی در زمینه سموم آفت‌کش تعریف شده در استاندارد ملی ایران بر روی خیار و عدم وجود گزارش‌های مشابه در خصوص نوع آفت‌کش در تحقیقات دیگر کشورها بود.

جدول ۳. غلظت سموم آفت‌کش یافت شده در مقادیر بیش از Maximum residue levels (MRLs)

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

MRLs: Maximum residue levels

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3070]

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که حدود یک سوم از نمونه‌های خیار مورد بررسی، دارای دو سم آفت‌کش دی‌کلروووس و کلرپیریفوس بیش از MRLs تعیین شده در استاندارد ملی ایران بودند. آلودگی نمونه‌ها، ضرورت پایش آفت‌کش‌ها را در محصولات کشاورزی تأکید می‌نماید و می‌تواند زنگ خطری برای ارگان‌های متولی سلامت و تهدیدی برای سلامت همه افراد به ویژه گروه‌های آسیب‌پذیر جامعه باشد. بنابراین، مدیریت و پایش منظم و پیوسته کنترل باقی‌مانده سموم آفت‌کش جهت پیشگیری از ورود نمونه‌های آلوده میوه و سبزیجات به رژیم غذایی افراد جامعه پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از نتایج طرح تحقیقاتی با شماره ۲۹۲۰۹۴، مصوب معاونت غذا و داروی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد که با حمایت مالی معاونت پژوهش و فن‌آوری این دانشگاه انجام گردید. بدین وسیله نویسندگان از تمام افرادی که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

References

1. 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.
2. Püssa T. Principles of food toxicology. Boca Raton, FL: CRC Press; 2007. p. 231-40.
3. Jallow MF, Awadh DG, Albaho MS, Devi VY, Thomas BM. Pesticide risk behaviors and factors influencing pesticide use among farmers in Kuwait. Sci Total Environ 2017; 574: 490-8.
4. 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.
5. 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].
6. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Pesticides- maximum residue limit of pesticides-fruit vegetables: No: 12581. Tehran, Iran: ISIRI; 2016. [In Persian].
7. 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.
8. Anonymous. Department of statistics and information. Ministry of Agri-Jihad. Tehran. Iran, 2010. [In Persian].
9. 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.
10. 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].
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3070]

DOI: *10.22122/jhsr.v13i2.3070* *Published by Vesnu Publications*

Journal of Health System Research Received: 02.02.2017

Vol. 13, No. 2, Summer 2017 Accepted: 22.04.2017

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

Fatemeh Ansari[1], Elham Jahanmard[2], Mansour Feizi[1], Zahra Esfandiari[3]

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 ≤ 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 µg/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_esfandiary@mui.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i2.3070]