

Investigation of pesticides residues in grapes and grape juice in Iran: A systematic review and meta-analysis

Mohammad Paezi^{1,2} , Amin Bagheri¹ , Reza Gholamnia^{1,2} , Mahdi Gholizadeh^{1,2} ,
Reza Saeedi^{1, 2} 

¹Institute for Health Sciences and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

²Department of Health, Safety and Environment, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background and Aims: Assessing the status of pesticide residues in agricultural products is crucial for ensuring public health. This study aimed to investigate the concentration of pesticide residues in grapes and grape juice in Iran from 2000 to October 2022.

Materials and Methods: Relevant studies were selected from 2000 to 2022 using Persian and English keywords in Web of Science, PubMed, Scopus, and Google Scholar. After reviewing 396 studies, 11 were selected. Comprehensive Meta-Analysis software was used for meta-analysis. Due to the heterogeneity of the study data, a random effects model was employed. Ethical considerations were adhered to throughout the study.

Results: Results indicated that the mean concentrations of diazinon, ethion, chlorpyrifos, malathion, and oxydemeton methyl in grapes were 3, 4.4, 3.4, 2.5, and 518.5 times the maximum residue limit (MRL) for grapes, respectively. The mean concentrations of other pesticides were below their MRLs in grapes. For grape juice, the mean concentrations of all pesticides were below their MRLs.

Conclusion: Considering that the mean concentration of five pesticides in grapes exceeded the permissible limits, it is recommended to take measures such as improving pesticide spraying methods and adhering to pre-harvest intervals to reduce pesticide residues and ensure the quality of grapes and its derivatives.

Keywords: Pesticide residue, Grape, Food safety, Environmental risk factor, Iran

Please cite this article as: Paezi M, Bagheri A, Gholamnia R, Gholizadeh M, Saeedi R. Investigation of pesticides residues in grapes and grape juice in Iran: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Health in the Field* 2024; 12(1):55-63. **Doi:** <https://doi.org/10.22037/jhf.v12i1.44133>.

Corresponding Author: Department of Health, Safety and Environment, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Corresponding Author: Department of Health, Safety and Environment, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Email: reza.saeedi@gmail.com

Received: 12 December 2023

Accepted: 20 July 2024



بررسی باقی مانده آفت کش ها در انگور و آبنمیه انگور در ایران: یک مطالعه مرور سیستماتیک و متاآنالیز

محمد پاییزی^{۱،۲} , امین باقری^{۱،۲} , رضا غلامنیا^{۱،۲} , مهدی قلی زاده^۲ , رضا سعیدی^{۱،۲} 

^۱ پژوهشکده علوم بهداشتی و محیط زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

^۲ گروه سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

مقاله مروری

چکیده

زمینه و اهداف: بررسی وضعیت باقی مانده آفت کش ها در محصولات کشاورزی امری مهم در راستای تضمین سلامت جامعه می باشد. مطالعه حاضر با هدف بررسی غلظت باقی مانده آفت کش ها در انگور و آبنمیه انگور در کشور در بازه زمانی سال ۲۰۰۰ تا آخر اکتبر ۲۰۲۲ میلادی انجام شد.

مواد و روش ها: با جست و جوی کلمات کلیدی فارسی و انگلیسی در پایگاه های علمی Google، Scopus، PubMed، Web of Science و Scholar، در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ میلادی مطالعات مرتبط انتخاب شدند. پس از بررسی ۳۹۶ مطالعه، ۱۱ مطالعه انتخاب شدند. از نرم افزار Comprehensive Meta-Analysis جهت انجام متاآنالیز استفاده شد. به دلیل ناهمگنی داده های مطالعات وارد شده به پژوهش، مدل اثرات تصادفی برای تحلیل داده ها اتخاذ شد. رعایت ملاحظات اخلاقی در تمام مراحل انجام پژوهش مورد نظر قرار گرفت.

یافته ها: نتایج نشان داد که میانگین غلظت باقی مانده دیازینون، اتیون، کلرپیریفوس، مالاتیون و اکسی دیمتون متیل در محصول انگور به ترتیب ۳، ۴/۴، ۳/۴، ۲/۵ و ۵۱۸/۵ برابر بیشینه حد مجاز باقی مانده ی این آفت کش ها در محصول انگور بود. میانگین غلظت باقی مانده ی سایر آفت کش های مورد بررسی کمتر از حد بیشینه باقی مانده ی آنها در محصول انگور بود. در رابطه با آبنمیه انگور نیز میانگین غلظت تمام آفت کش های مورد بررسی از حد بیشینه مجاز باقی مانده ی آنها کمتر بود.

نتیجه گیری: با توجه به اینکه میانگین غلظت پنج آفت کش در محصول انگور بیشتر از حد مجاز بود، برای کاهش باقی مانده سموم و تضمین کیفیت محصولات انگور و مشتقات آن، بهبود روش های سم پاشی و رعایت دوره کارنس محصولات توصیه می شود.

کلید واژه ها: باقی مانده ی آفت کش، انگور، بهداشت مواد غذایی، عامل خطر محیطی، ایران

Please cite this article as: Paezi M, Bagheri A, Gholamnia R, Gholizadeh M, Saeedi R. Investigation of pesticides residues in grapes and grape juice in Iran: A systematic review and meta-analysis. Journal of Health in the Field 2024; 12(1):55-63. Doi: <https://doi.org/10.22037/jhf.v12i1.44133>.

*نویسنده مسئول: گروه سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

Email: reza.saeedi@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۹/۲۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۴/۳۰

مقدمه

در سال‌های اخیر با توجه به جمعیت رو به رشد کشور و افزایش اهمیت امنیت غذایی، تولید کافی محصولات کشاورزی اهمیتی دو چندان یافته است. استفاده کردن از آفت‌کش‌ها جهت حفاظت از محصولات در برابر حملات آفات یکی از اقدامات اصلی برای اطمینان از تولید محصول کافی می‌باشد [۱]. عدم استفاده از آفت‌کش‌ها امکان کاهش تولید میوه‌ها تا ۷۸ درصد، کاهش تولید سبزیجات تا ۵۴ درصد و کاهش تولید غلات تا ۳۲ درصد را دارد [۲]. علیرغم مزایای استفاده از آفت‌کش‌ها در افزایش تولید محصولات کشاورزی، نگرانی‌های زیادی درباره‌ی اثرات مدیریت نامناسب آفت‌کش‌ها بر سلامت انسان و محیط زیست وجود دارد [۳]. مسمومیت ناشی از مواجهه با آفت‌کش‌ها یک مشکل بهداشت عمومی در جهان است که سالانه حدود ۳۰۰۰۰۰ مرگ و میر در سراسر جهان به همراه دارد [۴].

تا به امروز تعدادی از مطالعات رابطه بین مواجهه با آفت‌کش‌های ارگانوکلره و بروز سرطان خون، سینه، ریه، پوست، کبد، پانکراس و مغز را گزارش داده‌اند [۵-۸]. آفت‌کش‌ها در اثر باقی‌ماندن در محصولات کشاورزی و آلوده کردن زنجیره‌ی غذایی پتانسیل ایجاد بیماری‌های سرطانی، غددی، عصبی و تولیدمثلی را در انسان دارند [۹]. میوه‌ها و سبزیجات از مواد غذایی مهم در هر جامعه‌ای هستند. به دلیل اینکه میوه‌ها و سبزیجات حاوی مقدار زیادی مواد معدنی، ویتامین‌ها، فیبرها و آنتی‌اکسیدان‌ها هستند توصیه می‌شود که تازه، بدون پوست و فرآوری نشده مصرف شوند [۱۰-۱۲]. از آنجایی که میوه‌های تازه و آبیوم‌ها به طور گسترده توسط عموم جامعه مصرف می‌شوند، پایش مداوم باقیمانده‌ی آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی و فرآورده‌های آنها بسیار مورد نیاز است [۱۳]. بر اساس نتایج مطالعات اخیر، برخی از محصولات با منشاء گیاهی و حیوانی تولید شده در نقاط مختلف کشور، حاوی میزان غیر مجاز آفت‌کش می‌باشند [۱۴].

در میان محصولات باغبانی کشور، محصول انگور با تولید سالانه ۳۴۰۰۰۰ تن، پس از سیب و پرتغال، جایگاه سوم را از لحاظ میزان تولید برخوردار است [۱۵]. استان‌های همدان، قزوین و خراسان رضوی به ترتیب با تولید سالانه ۳۹۵۷۳۶ تن، ۲۸۲۰۸۶ تن و ۳۵۷۰۲۶ تن انگور رتبه‌های اول تا سوم را در تولید انگور به خود اختصاص داده‌اند. سطح بارور محصول انگور در کشور تقریباً ۲۸۲۷۳۸ هکتار می‌باشد [۱۵]. از این رو با توجه به میزان بالای سطح بارور و تولید این محصول در کشور، به طبع بخش زیادی از آفت‌کش‌های مصرفی کشور جهت حفاظت از این محصول در برابر آفات استفاده می‌شود. بنابراین، بررسی وضعیت باقی‌مانده‌ی آفت‌کش‌ها در محصول انگور و فرآورده‌های آن جهت پایش سلامت محصولات تولیدی از اهمیت بالایی برخوردار است. مطالعه حاضر با هدف بررسی غلظت باقی‌مانده‌ی آفت‌کش‌ها در میوه‌ی

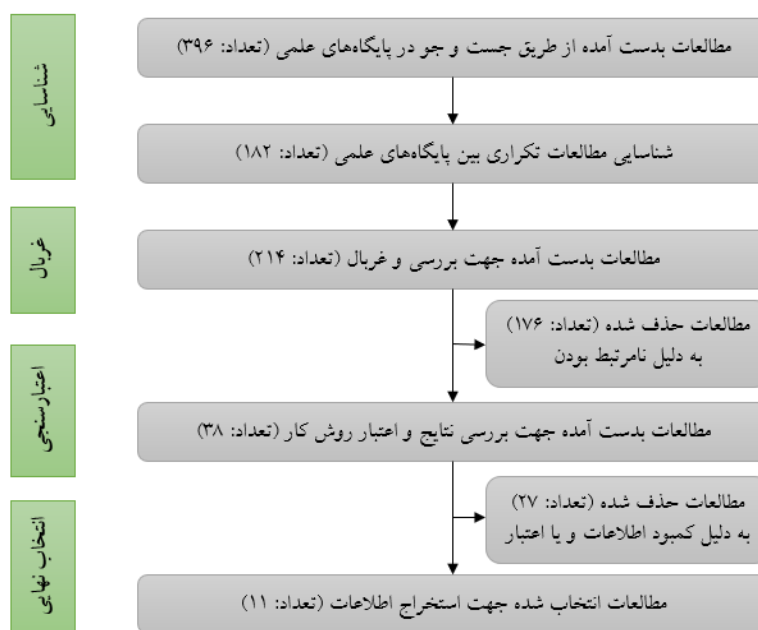
انگور و آب انگور در ایران در بازه‌ی زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ میلادی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

با توجه به محصولات مورد بررسی در این مطالعه و محدوده جغرافیایی مد نظر در این پژوهش، در ابتدا با جست و جوی کلماتی کلیدی از جمله باقی‌مانده آفت‌کش، انگور، آب انگور، آبیوم انگور، ایران و معادل‌های انگلیسی این لغات در پایگاه‌های علمی Web of Google Scholar، PubMed Science و Scopus در بازه‌ی زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ میلادی ۳۹۶ تعداد منبع بدست آمد. در راستای جلوگیری از سوگیری، دو نفر از نویسندگان فرایند جست و جو را انجام دادند که نتایج جست و جو‌ها با هم منطبق بود. تعداد ۱۸۲ مطالعه بین پایگاه‌های علمی تکراری بودند. ۲۱۴ مطالعه باقیمانده بر اساس عنوان و چکیده مورد بررسی قرار گرفتند که تعداد ۱۷۶ مطالعه به دلیل غیر مرتبط بودن از لحاظ نوع محصول و یا نوع ماده مورد بررسی حذف شدند. قابل ذکر است که پژوهش حاضر به نوع خاصی از آفت‌کش محدود نبود و غلظت باقیمانده تمام آفت‌کش‌هایی که توسط سایر مطالعات در محصول انگور و آبیوم انگور کشور سنجیده شده‌اند مد نظر قرار گرفت. از میان ۳۸ مطالعه باقیمانده جهت استخراج اطلاعات مورد نیاز، ۲۷ مقاله به دلیل مخدوش بودن و یا نامعتبر بودن اطلاعاتشان از فرایند استخراج اطلاعات کنار رفتند.

شکل ۱، فرایند شناسایی و انتخاب منابع مرتبط را نشان می‌دهد. پس از انجام فرایند بررسی و غربال منابع بدست آمده در نهایت ۱۱ مطالعه‌ی مرتبط جهت استخراج اطلاعات انتخاب گردیدند. از میان این مطالعات ۸ مطالعه مرتبط با غلظت باقیمانده‌ی آفت‌کش‌ها در انگور و ۳ مطالعه در ارتباط با غلظت باقیمانده‌ی آفت‌کش‌ها در آب انگور می‌باشند. از ۱۱ مطالعه مد نظر، اطلاعاتی همچون تعداد نمونه، میانگین غلظت باقیمانده آفت‌کش‌ها و انحراف معیار استخراج گردید. در ادامه نتایج این مطالعات به تفکیک مورد بررسی قرار می‌گیرند.

نتایج استخراج شده از مطالعات با استفاده از نسخه دوم نرم‌افزار Meta-Comprehensive Analysis مورد آنالیز قرار گرفتند. از آزمون کوکران و شاخص ناهمگنی (I^2) جهت بررسی ناهمگنی مطالعات استفاده شد. به دلیل معنی‌دار شدن شاخص ناهمگنی، مدل اثرات تصادفی برای ترکیب داده‌ها به کار گرفته شد. در این پژوهش سطح معنی‌داری آزمون‌ها $P\text{-value} < 0.05$ در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که در انجام تمام مراحل پژوهش حاضر ملاحظات اخلاقی رعایت شده است.



شکل ۱- فرآیند شناسایی و انتخاب منابع مرتبط

Figure 1- The process of identifying and selecting relevant resources

یافته‌ها

تنها در ۵ نمونه بالاتر از حد کمی‌سازی (Limit of quantification: LOQ) بود. میانگین غلظت باقیمانده آفت کش اتیون در تعداد ۵ نمونه mg/kg ۱/۳۲۶ محاسبه شد. غلظت باقیمانده آفت کش اتیون در محصول انگور در دو مطالعه مورد سنجش قرار گرفته بود. میانگین غلظت باقیمانده آفت کش کلرپیریفوس در تعداد ۶ نمونه mg/kg ۱/۷۶۳ بدست آمد. سنجش غلظت باقیمانده آفت کش کلرپیریفوس در محصول انگور در دو مطالعه صورت گرفته بود.

میانگین غلظت باقیمانده آفت کش‌های مالاتیون و اکسی دیمتون متیل تنها در یک مطالعه سنجیده شده بودند، بنابراین نتایج آنها وارد فرایند متاآنالیز نشده است. غلظت باقیمانده حشره کش مالاتیون در تعداد ۹ نمونه مورد سنجش قرار گرفت که این میزان تنها در ۳ نمونه بالاتر از LOQ بود. میانگین غلظت این آفت کش در تعداد ۳ نمونه mg/kg ۱۲/۴۶۶ گزارش شد. غلظت باقیمانده آفت کش استامی پراید در ۲۵ نمونه مورد سنجش قرار گرفت و این پارامتر تنها در ۳ نمونه بالاتر از حد کمی‌سازی بود. میانگین غلظت استامی پراید در ۳ نمونه mg/kg ۰/۰۰۷ گزارش شد که بسیار کمتر از حد بیشینه باقیمانده این آفت کش در محصول انگور (mg/kg ۰/۵) می‌باشد. میانگین غلظت باقیمانده قارچ کش هگزاکونازول در تعداد ۲ نمونه mg/kg ۰/۰۰۲۱ گزارش شد. همچنین میانگین غلظت باقیمانده حشره کش ایمیداکلوپراید در تعداد ۲ نمونه mg/kg ۰/۰۱۲ بدست آمده است.

از میان یازده مطالعه انتخاب شده جهت استخراج اطلاعات، شش مطالعه از روش کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی، دو مطالعه از روش کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا- طیف‌سنجی جرمی، یک مطالعه از روش طیف‌سنجی حرکت یونی با تخلیه کرونا و دو مطالعه از روش کروماتوگرافی گازی- آشکارساز یونیزاسیون شعله جهت سنجش غلظت باقیمانده آفت کش‌ها در محصول مورد نظر استفاده کرده‌اند. در این پژوهش نتایج در دو بخش بررسی غلظت باقیمانده آفت کش‌ها در محصول انگور و آب انگور مورد بحث قرار می‌گیرد.

بررسی غلظت باقیمانده آفت کش‌ها در محصول انگور

در مجموع میانگین غلظت پانزده آفت کش مختلف توسط هشت مطالعه مرتبط با غلظت باقیمانده آفت کش‌ها در محصول انگور، گزارش شده است. از میان این هشت مطالعه، چهار مطالعه در استان اصفهان، دو مطالعه در استان خراسان رضوی و در هر کدام از استان‌های همدان و آذربایجان غربی نیز یک مطالعه انجام شده است. جدول ۱ میانگین غلظت آفت کش‌های سنجیده شده در محصول انگور را به همراه سایر جزییات نشان می‌دهد.

غلظت باقیمانده دیازینون در محصول انگور در سه مطالعه مورد سنجش قرار گرفته بود که پس از ترکیب نتایج این مطالعات توسط متاآنالیز، میانگین غلظت دیازینون در ۲۱ نمونه mg/kg ۰/۳۲۲ بدست آمد. غلظت باقیمانده آفت کش اتیون در ۱۲ نمونه مورد سنجش قرار گرفته بود که

جدول ۱- مقایسه میانگین غلظت باقیمانده آفت کش ها در محصول انگور ایران در بازه زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ میلادی با حد بیشینه مجاز مربوط به هر آفت کش در محصول انگور

Table 1- Comparison of average residue concentrations of pesticides in Iranian grape products from 2000 to 2023 AD with maximum residues limits for each pesticide in grape products

ردیف	تعداد نمونه	آفت کش	نوع آفت کش	درصد نمونه های بالاتر از LOQ	میانگین غلظت آفت کش (mg/kg)	خطای معیار (mg/kg)	Codex MRL (mg/kg)	Iranian MRL (mg/kg)	منبع
۱	۲۱	دیازینون	حشره کش - ارگانوفسفره	۱۰۰	۰/۳۲۲۶	۰/۱۷۲۲	۰/۱	۰/۱	[۱۶-۱۸]
۲	۱۲	اتینون	حشره کش - ارگانوفسفره	۴۱	۱/۳۳۶۲	۰/۷۹۴۲	۵	۰/۳	[۱۸-۱۹]
۳	۶	کلرپیریفوس	حشره کش - ارگانوفسفره	۱۰۰	۱/۷۶۳۲	۱/۷۹۸۸	۰/۵	۰/۵	[۲۰-۲۱]
۴	۹	مالاتیون	حشره کش - ارگانوفسفره	۳۳	۱۲/۴۶۶۶	۳/۵۹۸۸	۵	۵	[۱۹]
۵	۹	اکسی دیمتون متیل	حشره کش - ارگانوفسفره	۴۴	۲۵/۹۳۰۴	۶/۴۸۲۵	-	۰/۰۵	[۱۹]
۶	۲۵	استامی پراید	حشره کش - نئونیکوتینوئید	۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۲	۰/۵	۰/۵	[۲۲]
۷	۲۵	هگزاکونازول	قارچ کش - تریازول	۸	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۰۷	-	۰/۰۵	[۲۲]
۸	۲۵	ایمیداکلوپراید	حشره کش - نئونیکوتینوئید	۸	۰/۰۱۲۱	۰/۰۰۱۴	۱	۰/۷	[۲۲]
۹	۲۵	ایپرودیون	قارچ کش - هیدانتیون	۸	۱۰/۰۱۲	۰/۰۰۰۷	۱۰	۰/۰۵	[۲۲]
۱۰	۲۵	کرزو کسیم متیل	قارچ کش - استروبیلورین	۸	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۰۷	۱/۵	۱/۵	[۲۲]
۱۱	۴	مایکلوپوتانیل	قارچ کش - تریازول	۱۰۰	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹	۰/۹	[۲۳]
۱۲	۳	پاراتیون	حشره کش - ارگانوفسفره	۱۰۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵	۰/۲	-	[۱۶]
۱۳	۲۵	پنکونازول	قارچ کش - تریازول	۸	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۰۱	۰/۴	۰/۴	[۲۲]
۱۴	۳	فوزالین	حشره کش - ارگانوفسفره	۱۰۰	۰/۵۵۰۱	۰/۰۰۱۷	۲	۲	[۱۸]
۱۵	۳	تری فلورالین	علف کش	۱۰۰	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۰۱	-	۰/۰۵	[۲۱]

LOQ: Limit of quantification; MRL: Maximum residue limit

در ۳ نمونه بالاتر از حد کمی سازی بود. میانگین آفت کش پنکونازول در ۳ نمونه $0/0015 \text{ mg/kg}$ گزارش شد. میانگین غلظت حشره کش فوزالین در تعداد ۳ نمونه $0/55 \text{ mg/kg}$ بدست آمد که در مقایسه با بیشینه حد مجاز باقیمانده این آفت کش در انگور کمتر است. میانگین غلظت باقیمانده علف کش تری فلورالین در ۳ نمونه $0/0059 \text{ mg/kg}$ گزارش شد.

بررسی غلظت باقیمانده آفت کش ها در آلبوموه انگور

در کل میانگین غلظت پنج آفت کش متفاوت در آلبوموه انگور توسط سه مطالعه گزارش شده است. دو مطالعه در استان آذربایجان شرقی و یک مطالعه در استان تهران انجام شده است. جدول ۲ میانگین غلظت آفت کش ها در آلبوموه انگور را به همراه سایر جزئیات نشان می دهد. در ادامه نتایج این مطالعات بررسی می شود.

میانگین غلظت باقیمانده حشره کش ایپرودیون در تعداد ۲ نمونه $0/12 \text{ mg/kg}$ گزارش شد که کمتر از بیشینه حد مجاز باقیمانده آن در محصول انگور می باشد. غلظت باقیمانده آفت کش کرزو کسیم متیل در ۲۵ نمونه مورد سنجش قرار گرفت و این پارامتر تنها در ۳ نمونه بالاتر از حد کمی سازی بود. میانگین غلظت کرزو کسیم متیل در این ۳ نمونه $0/0021 \text{ mg/kg}$ گزارش شد.

میانگین غلظت قارچ کش مایکلوپوتانیل در تعداد ۴ نمونه $0/11 \text{ mg/kg}$ بدست آمد. غلظت باقیمانده حشره کش پاراتیون در تعداد ۳ نمونه مورد سنجش قرار گرفته است. میانگین غلظت آفت کش پاراتیون در این ۳ نمونه $0/0041 \text{ mg/kg}$ بدست آمد. سازمان غذا و دارو ایران بیشینه حد مجاز باقیمانده این آفت کش را در محصول انگور اعلام نکرده است. غلظت باقیمانده پنکونازول در ۲۵ نمونه مورد سنجش قرار گرفت و این پارامتر تنها

جدول ۲- مقایسه میانگین غلظت باقیمانده آفت‌کش‌ها در آبمیوه انگور کشور ایران در بازه‌ی زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ میلادی با حد بیشینه مجاز باقیمانده هر آفت‌کش در آبمیوه انگور

Table 2- Comparison of average residue concentrations of pesticides in Iranian grape juice from 2000 to 2023 AD with Maximum Residues Limits for each pesticide in grape juice

ردیف	تعداد نمونه	آفت‌کش	نوع آفت‌کش	درصد نمونه‌های بالاتر از LOQ	میانگین غلظت آفت‌کش (mg/kg)	خطای معیار (mg/kg)	Codex MRL (mg/kg)	Iranian MRL (mg/kg)	منبع
۱	۸	دیازینون	حشره‌کش - ارگانوفسفره	۱۰۰	۰/۰۵۰۲	۰/۰۳۰۱	۰/۱	۰/۱	[۲۴]
۲	۳	کلرپیریفوس	حشره‌کش - ارگانوفسفره	۱۰۰	۰/۰۴۷۸	۰/۰۰۰۵	۰/۵	۰/۵	[۲۴]
۳	۳	مالاتیون	حشره‌کش - ارگانوفسفره	۱۰۰	۰/۰۳۴۴	۰/۰۰۰۳	۵	۵	[۲۴]
۴	۳	پنکونازول	قارچ‌کش - تریازول	۱۰۰	۰/۰۸۱۴	۰/۰۰۲۳	۰/۴	۰/۴	[۲۴]
۵	۳	فوزالن	حشره‌کش - ارگانوفسفره	۱۰۰	۰/۰۱۶۱	۰/۰۰۰۳	۲	۲	[۲۴]

LOQ: Limit of quantification; MRL: Maximum residue limit

مطابق با نتایج بدست آمده از متآنالیز، میانگین غلظت باقیمانده آفت‌کش دیازینون در تعداد ۸ نمونه آبمیوه انگور $0/0502 \text{ mg/kg}$ است. غلظت باقیمانده آفت‌کش دیازینون در دو مطالعه مورد سنجش قرار گرفته بود. میانگین غلظت باقیمانده آفت‌کش کلرپیریفوس در تعداد ۳ نمونه آبمیوه انگور $0/0478 \text{ mg/kg}$ گزارش شد. غلظت باقیمانده مالاتیون در تعداد ۳ نمونه آبمیوه انگور مورد بررسی قرار گرفت و میانگین غلظت این حشره‌کش ارگانوفسفره در این ۳ نمونه $0/0344 \text{ mg/kg}$ گزارش شد. میانگین غلظت باقیمانده قارچ‌کش پنکونازول در تعداد ۳ نمونه آبمیوه انگور $0/0814 \text{ mg/kg}$ بدست آمد.

بحث

علیرغم تولید و مصرف بالای انگور و فرآورده‌های آن در کشور، مطالعه‌ی حاضر اولین مطالعه‌ی مرور سیستماتیک و متآنالیز درباره‌ی باقیمانده‌ی آفت‌کش‌ها در محصول انگور و آبمیوه انگور در ایران می‌باشد. حدود ۵۵ درصد از مطالعاتی که نتایج آنها در پژوهش حاضر وارد شده‌اند (شش مطالعه از یازده مطالعه) قبل از سال ۲۰۲۰ میلادی انجام شده‌اند. از مقایسه نتایج پژوهش حاضر با حدود مجاز باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصول انگور نشان داده شد که غلظت باقیمانده دیازینون در محصول انگور ($0/322 \text{ mg/kg}$) تقریباً ۳ برابر بیشینه حد مجاز (Maximum residue limit: MRL) این آفت‌کش در محصول انگور ($0/1 \text{ mg/kg}$) می‌باشد [۲۶].

در رابطه با آفت‌کش اتیون، سازمان غذا و دارو ایران بیشینه حد مجاز اتیون در محصول انگور را $0/3 \text{ mg/kg}$ اعلام کرده است و همچنین سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد بیشینه حد مجاز اتیون در محصول انگور را 5 mg/kg گزارش کرده است. بنابراین، با توجه به نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر، میانگین غلظت آفت‌کش اتیون در محصول انگور $4/4$ برابر بیشینه حد مجاز باقیمانده اعلام شده توسط سازمان غذا

و دارو ایران می‌باشد و از بیشینه حد مجاز باقیمانده گزارش شده توسط سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد کمتر می‌باشد. میانگین غلظت باقیمانده حشره‌کش اکسی دیمتون متیل در ۴ نمونه $25/93 \text{ mg/kg}$ گزارش شد. سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد بیشینه حد مجاز باقیمانده این حشره‌کش را در محصول انگور گزارش نکرده است. در حالی که سازمان غذا و دارو ایران بیشینه حد مجاز باقیمانده آفت‌کش اکسی دیمتون متیل را در محصول انگور $0/05 \text{ mg/kg}$ گزارش کرده است [۲۷]. از این رو این میزان از غلظت باقیمانده اکسی دیمتون متیل در نمونه‌های انگور تقریباً $518/5$ برابر بیشینه حد مجاز باقیمانده آن در محصول انگور می‌باشد. سازمان غذا و دارو ایران بیشینه حد مجاز باقیمانده قارچ‌کش هگزاکونازول را در محصول انگور $0/05 \text{ mg/kg}$ اعلام کرده است [۲۷]. بنابراین میانگین غلظت باقیمانده‌ی آفت‌کش هگزاکونازول در نمونه‌های انگور ($0/0814 \text{ mg/kg}$) از بیشینه حد مجاز باقیمانده‌ی این آفت‌کش در محصول انگور کمتر می‌باشد. میانگین غلظت آفت‌کش مالاتیون در تعداد ۳ نمونه $12/466 \text{ mg/kg}$ گزارش شد که حدوداً $2/5$ برابر حد بیشینه باقیمانده حشره‌کش مالاتیون در محصول انگور (5 mg/kg) می‌باشد [۲۷].

میانگین غلظت باقیمانده آفت‌کش کلرپیریفوس در تعداد ۶ نمونه 1763 mg/kg بدست آمد که $3/4$ برابر بیشینه حد مجاز باقیمانده این آفت‌کش در محصول انگور ($0/5 \text{ mg/kg}$) می‌باشد. سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد بیشینه حد مجاز باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپراید در محصول انگور را 1 mg/kg گزارش کرده است [۲۶]. همچنین سازمان غذا و دارو ایران این میزان را $0/7 \text{ mg/kg}$ اعلام کرده است [۲۷]. با توجه به اینکه میانگین غلظت باقیمانده حشره‌کش ایمیداکلوپراید در تعداد ۲ نمونه $0/012 \text{ mg/kg}$ بدست آمده است می‌توان نتیجه گرفت که میانگین غلظت حشره‌کش ایمیداکلوپراید در نمونه‌های انگور از بیشینه حد مجاز باقیمانده آن در محصول انگور کمتر

قابل ذکر است که بیشینه حد مجاز باقیمانده آفت کش کلرپیریفوس در انگور 0.5 mg/kg است [۲۶،۲۷]. غلظت باقیمانده مالاتیون در تعداد ۳ نمونه آبیوه انگور مورد بررسی قرار گرفت و میانگین غلظت این حشره کش ارگانوفسفره در این ۳ نمونه 0.3446 mg/kg گزارش شد. حد بیشینه باقیمانده این آفت کش در انگور 5 mg/kg است [۲۶،۲۷]. بنابراین، میانگین غلظت حشره کش مالاتیون در آبیوه های انگور 4.96 mg/kg کمتر از بیشینه حد مجاز باقیمانده آن می باشد.

میانگین غلظت باقیمانده قارچ کش پنکونازول در تعداد ۳ نمونه آبیوه 0.16 mg/kg است. بنابراین، میانگین غلظت حشره کش فوزالن در آبیوه های انگور 1.96 mg/kg کمتر از بیشینه حد مجاز باقیمانده آن 2 mg/kg می باشد. Cabras و همکاران میانگین غلظت آفت کش ایپرودیون را در نمونه های انگور چند کشور مدیترانه ای 1.74 mg/kg بدست آوردند که 0.728 mg/kg بیشتر از میانگین غلظت آفت کش ایپرودیون در نمونه های انگور کشور ایران می باشد. بیشینه حد مجاز باقیمانده آفت کش ایپرودیون در محصول انگور 10 mg/kg می باشد.

بنابراین، میانگین غلظت قارچ کش ایپرودیون در نمونه های انگور کشور ایران همانند نمونه های انگور کشورهای مدیترانه ای کمتر از بیشینه حد مجاز باقیمانده آن می باشد [۲۸]. در مطالعه ای مذکور میانگین غلظت آفت کش پنکونازول و کلرپیریفوس در نمونه های آب انگور کشورهای مدیترانه ای به ترتیب 0.2 و 0.73 mg/kg گزارش کردند. بنابراین، با توجه به نتایج بدست آمده در مطالعه ای حاضر میانگین غلظت آفت کش پنکونازول در نمونه های آبیوه انگور ایران بیشتر از نمونه های آب انگور کشورهای مدیترانه ای و میانگین غلظت آفت کش کلرپیریفوس در نمونه های آبیوه انگور ایران کمتر از نمونه های آب انگور کشورهای مدیترانه ای بود [۲۸].

مطابق با نتایج پژوهشی سیستماتیک که بر روی بررسی باقی مانده سموم دفع آفات در محصولات کشاورزی انجام شده است از میان ۶۰ نمونه خیار حدود ۴۲ درصد از نمونه ها آلوده به آفت کش بوده اند و غلظت باقیمانده ای آفت کش ها در ۱۰ درصد از نمونه های خیار بالاتر از بیشینه حد باقیمانده ای آنها بوده است. همچنین پژوهش مذکور نشان داد که از میان ۵۳ نمونه چای سیاه تقریباً ۲۸ درصد نمونه ها آلوده به سموم دفع آفات بودند که میانگین غلظت تمام آنها کمتر از بیشینه حد مجاز باقیمانده شان بود. میانگین غلظت باقیمانده آفت کش ایپرودیون در نمونه های خیار 0.2 mg/kg گزارش شد که در مقایسه با نتایج پژوهش حاضر می توان نتیجه گرفت که میانگین غلظت آفت کش ایپرودیون در نمونه های انگور 0.08 mg/kg کمتر از نمونه های خیار است. در مطالعه ای سیستماتیک و متاآنالیز حاضر از میان ۲۲۰ نمونه ای انگور مورد بررسی، ۲۹ درصد آلوده به آفت کش بودند و میانگین غلظت باقیمانده آفت کش ها در حدود ۱۶ درصد از نمونه های انگور بالاتر از بیشینه حد مجاز باقیمانده بود [۱۴]. میانگین غلظت آفت کش کلرپیریفوس در تعداد

است و اثر بهداشتی خاصی را به دنبال نخواهد داشت. میانگین غلظت باقیمانده حشره کش ایپرودیون در تعداد ۲ نمونه 0.12 mg/kg گزارش شد که کمتر از بیشینه حد مجاز باقیمانده آن در محصول انگور می باشد زیرا طبق گزارش های سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد حد بیشینه مجاز باقیمانده آفت کش ایپرودیون در محصول انگور 10 mg/kg می باشد. میانگین غلظت کرزو کسیم متیل در تعداد ۳ نمونه 0.021 mg/kg گزارش شد که بسیار کمتر از بیشینه حد مجاز باقیمانده این آفت کش در محصول انگور 1.5 mg/kg می باشد [۲۶]. میانگین غلظت قارچ کش مایکلوپوتانیل در تعداد ۴ نمونه 0.11 mg/kg بدست آمد که در مقایسه با بیشینه حد مجاز باقیمانده این آفت کش در انگور کمتر است. قابل ذکر است که سازمان غذا و دارو ایران و همچنین سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد بیشینه حد مجاز باقیمانده آفت کش مایکلوپوتانیل در محصول انگور را 0.9 mg/kg اعلام کرده اند [۲۶،۲۷]. میانگین غلظت آفت کش پاراتیون در ۳ نمونه 0.0041 mg/kg بدست آمد که در مقایسه با بیشینه حد مجاز باقیمانده اعلام شده توسط سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (0.2 mg/kg) کمتر می باشد.

سازمان غذا و دارو ایران، بیشینه حد مجاز باقیمانده این آفت کش را در محصول انگور اعلام نکرده است. میانگین غلظت آفت کش پنکونازول در ۳ نمونه 0.15 mg/kg گزارش شد که بسیار کمتر از حد بیشینه باقیمانده این آفت کش در محصول انگور (0.4 mg/kg) می باشد. میانگین غلظت حشره کش فوزالن در تعداد ۳ نمونه 0.55 mg/kg بدست آمد که در مقایسه با بیشینه حد مجاز باقیمانده این آفت کش در انگور کمتر است. سازمان غذا و دارو ایران و همچنین سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد بیشینه حد مجاز باقیمانده حشره کش فوزالن در محصول انگور را 2 mg/kg اعلام کرده اند [۲۶،۲۷].

میانگین غلظت باقیمانده علف کش تری فلورالین در ۳ نمونه 0.059 mg/kg گزارش شد. سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد بیشینه حد مجاز باقیمانده این حشره کش را در محصول انگور گزارش نکرده است. سازمان غذا و دارو ایران بیشینه حد مجاز باقیمانده آفت کش تری فلورالین را در محصول انگور 0.5 mg/kg گزارش کرده است [۲۷]. از این رو میانگین غلظت باقیمانده علف کش تری فلورالین در نمونه های انگور کمتر از بیشینه حد مجاز باقیمانده آن در محصول انگور می باشد.

میانگین غلظت باقیمانده آفت کش دیازینون در تعداد ۸ نمونه آبیوه انگور 0.502 mg/kg بدست آمد. بیشینه حد باقیمانده حشره کش دیازینون در انگور 0.1 mg/kg است [۲۶،۲۷]. بنابراین، میانگین غلظت دیازینون در نمونه های آبیوه انگور حدوداً نصف حد بیشینه باقیمانده آن می باشد. میانگین غلظت باقیمانده آفت کش کلرپیریفوس در تعداد ۳ نمونه آبیوه انگور 0.47 mg/kg گزارش شد که 0.452 mg/kg کمتر از بیشینه حد باقیمانده این حشره کش در انگور می باشد.

می‌شود و در این مطالعه میانگین غلظت باقیمانده‌ی این آفت‌کش در نمونه‌های انگور ۵۱۸/۵ برابر بیشینه حد مجاز آن در محصول انگور ($0/05 \text{ mg/kg}$) بود، مصرف چنین محصولی توسط افراد ممکن است سلامت آنها را تهدید کند. همچنین میانگین غلظت باقیمانده‌ی آفت‌کش‌های استامی پراید، هگزاکونازول، ایمیداکلوپراید، ایپرودین، کرزوکسیم متیل، مایکلوپوتانیل، پاراتیون، پنکونازول، فوزالن، تری فلورالین کمتر از حد بیشینه باقیمانده‌ی این آفت‌کش‌ها در محصول انگور بود. میانگین غلظت باقیمانده‌ی کلیه‌ی آفت‌کش‌های سنجش شده در آبمیوه انگور در محدوده مجاز قرار داشت. در مجموع میزان تخطی میانگین غلظت باقیمانده‌ی آفت‌کش‌های سنجش شده از بیشینه حد مجاز در محصول انگور بالا بود (۳۳ درصد) بنابراین توصیه می‌شود با بکارگیری اصول مدیریت تلفیقی آفات، اصلاح روش‌های سم‌پاشی، افزایش آگاهی کشاورزان در رابطه با انتخاب آفت‌کش مناسب، میزان مصرف سم، تعداد دفعات سم‌پاشی و دوره‌ی کارنس محصول مورد کشت تا حد امکان میزان مصرف و نحوه‌ی مصرف آفت‌کش‌ها مدیریت و کنترل شود. علاوه بر این، با پایش مداوم باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصولات خام کشاورزی و فرآورده‌های مشتق شده از آنها، می‌توان از کیفیت محصولات اطمینان حاصل کرد و بطور قابل توجه‌ای از اثرات بهداشتی مصرف محصولات زراعی و باغبانی آلوده به سموم دفع آفات کاست.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان "ارزیابی بار بیماری‌های منتسب به مواجهه با باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در مواد غذایی در ایران" مصوب دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی با شماره طرح ۴۳۰۰۴۲۴۴ و کد اخلاق IR.SBMU.PHNS.REC.1401.127 می‌باشد. نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از حمایت‌های دانشکده بهداشت و ایمنی و پژوهشکده علوم بهداشتی و محیط‌زیست دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و تمام افرادی که در انجام این پژوهش یاری رسانده‌اند، اعلام می‌دارند.

تضاد منافع

بین نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی وجود ندارد

۲۹ نمونه انگور کشور پاکستان $0/151 \text{ mg/kg}$ گزارش شد که در مقایسه با میانگین غلظت باقیمانده آفت‌کش کلریپریفوس در نمونه‌های انگور ایران که در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گرفت $1/69 \text{ mg/kg}$ کمتر می‌باشد [۲۹]. طبق نتایج پژوهشی که بر روی غلظت باقیمانده‌ی آفت‌کش‌ها در تعداد ۱۶ نمونه از انگورهای کشور جمهوری چک انجام شد مشخص شد که میانگین غلظت باقیمانده آفت‌کش استامی پراید در نمونه‌های انگور کشور چک $0/107 \text{ mg/kg}$ می‌باشد که کمتر از بیشینه حد مجاز این آفت‌کش در محصول انگور ($0/5 \text{ mg/kg}$) می‌باشد. میانگین غلظت آفت‌کش استامی پراید در نمونه‌های انگور کشور ایران $0/007 \text{ mg/kg}$ بود که در مقایسه با نمونه‌های انگور کشور جمهوری چک بسیار کمتر است [۳۰]. مطابق با گزارش اتحادیه اروپا درباره‌ی باقیمانده‌ی آفت‌کش‌ها در محصولات غذایی در نمونه‌های انگور کشور ترکیه باقیمانده‌ی ۱۹ نوع آفت‌کش مختلف شناسایی شده است که از لحاظ تعداد آفت‌کش‌های مورد سنجش پس از نمونه‌های فلفل دلمه‌ای کامبوج (با شناسایی باقیمانده‌ی ۲۸ نوع آفت‌کش مختلف) در جایگاه دوم در بین سایر محصولات قرار دارد. در پژوهش حاضر در نمونه‌های انگور ایران در کل باقیمانده ۱۵ نوع آفت‌کش مختلف سنجش شده بود که تعداد قابل توجه‌ای می‌باشد [۳۱]. استان‌های قزوین، کردستان، خراسان شمالی و زنجان به ترتیب ۱۱، ۶، ۵/۵، ۵/۳ درصد از سطح زیر کشت انگور کشور را به خود اختصاص داده‌اند اما سنجش غلظت باقیمانده‌ی آفت‌کش‌ها در نمونه‌های انگور این استان‌ها بسیار محدود انجام شده است و توصیه می‌شود که در آینده مورد توجه پژوهشگران قرار بگیرد.

نتیجه‌گیری

میانگین غلظت باقیمانده‌ی آفت‌کش‌های دیازینون، اتیون، کلریپریفوس، مالاتیون و اکسی دیمتون متیل در محصول انگور از بیشینه حد مجاز آنها در این محصول بیشتر بود. طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی کلاس خطر آفت‌کش‌های دیازینون، اتیون و کلریپریفوس خطر متوسط می‌باشد و کلاس خطر آفت‌کش‌های مالاتیون و اکسی دیمتون متیل به ترتیب خطر جزئی و خطر زیاد می‌باشد [۳۲]. با توجه به اینکه آفت‌کش اکسی دیمتون متیل جزو آفت‌کش‌های با خطر زیاد محسوب

References

- 1- Zhang W. Global pesticide use: Profile, trend, cost/benefit and more. Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences 2018; 8(1):1-27.
- 2- Cai DW. Understand the role of chemical pesticides and prevent misuses of pesticides. Bulletin of Agricultural Science and Technology 2008; 1(6):36-38.
- 3- Gyenwali D, Vaidya A, Tiwari S, Khatriwada P, Lamsal DR, Giri S. Pesticide poisoning in Chitwan, Nepal: A

- descriptive epidemiological study. BMC Public Health 2017; 17(1):619. Doi: 10.1186/s12889-017-4542-y.
- 4- Goel A, Aggarwal P. Pesticide poisoning. National Medical Journal of India 2007; 20(4):182-191.
- 5- Clark HA, Snedeker SM. Critical evaluation of the cancer risk of dibromochloropropane (DBCP). Journal of Environmental Science and Health Part C 2005; 23(2):215-60.
- 6- Purdue MP, Hoppin JA, Blair A, Dosemeci M, Alavanja MC. Occupational exposure to organochlorine

- insecticides and cancer incidence in the agricultural health study. *International Journal of Cancer* 2007; 120(3):642-49.
- 7- Ward EM, Schulte P, Grajewski B, Andersen A, Patterson Jr DG, Turner W, et al. Serum organochlorine levels and breast cancer: a nested case-control study of Norwegian women. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention* 2000; 9(12):1357-67.
- 8- Taiwo AM. A review of environmental and health effects of organochlorine pesticide residues in Africa. *Chemosphere*. 2019;220:1126-40.
- 9- Ali S, Ullah MI, Sajjad A, Shakeel Q, Hussain A. Environmental and Health Effects of Pesticide Residues. In: Inamuddin, Ahamed MI, Lichtfouse E, editors. *Sustainable Agriculture Reviews 48: Pesticide Occurrence, Analysis and Remediation*. Cham: Springer Nature Switzerland; 2021. p. 331-36. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54719-6_8.
- 10-WHO. WHO Fruit and vegetables for health: Report of a joint FAO/WHO workshop, 1-3 September 2004, Kobe, Japan. Available from: <https://iris.who.int/handle/10665/43143>. Accessed 2005.
- 11- Szpyrka E, Kurdziel A, Matyaszek A, Podbielska M, Rupa J, Słowik-Borowiec M. Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from the region of south-eastern Poland. *Food Control* 2015; 48:137-42.
- 12-Varela-Martínez DA, González-Curbelo MÁ, González-Sálamo J, Hernández-Borges J. Analysis of multiclass pesticides in dried fruits using QuEChERS-gas chromatography tandem mass spectrometry. *Food Chemistry* 2019; 297:124961. Doi: 10.1016/j.foodchem.2019.124961.
- 13-Granados-Povedano M, Domínguez I, Egea-González F, Garrido Frenich A, Arrebola FJ. Unified method for target and non-target monitoring of pesticide residues in fruits and fruit juices by gas chromatography-high resolution mass spectrometry. *Foods* 2023; 12(4):739. Doi: 10.3390/foods12040739.
- 14- Rezaeigolestani M, Hashemi M. A review of pesticide residues in agricultural and food products of Iran. *Journal of Nutrition, Fasting and Health* 2018; 6(1):1-6.
- 15- Ahmadi K, Ebadzadeh H, Hatami F, Mohammadnia Afrozi S, Taghani RA, Yari S, et al. *Agricultural Statistics, Vol. 3: Gardening Products*. Tehran: Ministry of Agricultural Jihad; 2021 (in Persian).
- 16-Saraji M, Jafari MT, Mossaddegh M. Carbon nanotubes silicon dioxide nanohybrids coating for solid-phase microextraction of organophosphorus pesticides followed by gas chromatography-corona discharge ion mobility spectrometric detection. *Journal of Chromatography A* 2016; 1429:30-9. Doi: 10.1016/j.chroma.2015.12.008.
- 17- Akhlaghi H, Motavalizadehkakhky A, Emamiyan R. Determination of diazinon in fruits from northeast of Iran using the QuEChERS sample preparation method and GC/MS. *Asian Journal of Chemistry* 2013; 25(3):1727-29.
- 18-Rahimi A, Shariatifar N, Heshmati A. Fate of pesticide residues during the grape (*Vitis vinifera* L.) juice production. *Iranian Journal of Health and Environment* 2021; 14(3):413-26 (In Persian).
- 19- Hagian-Shahri M, Sonei A, Zohour E, Khoshbazz M, Tagbakhsh MR. Investigation on residue of pesticides in some horticultural crops with gas chromatography method (GC/MS) in Khorassan Razavi province. *Journal of applied Research in Plant Protection* 2014; 93-106 (In Persian).
- 20- Heydari M, Jafari MT, Saraji M, Soltani R, Dinari M. Covalent triazine-based framework-grafted functionalized fibrous silica sphere as a solid-phase microextraction coating for simultaneous determination of fenthion and chlorpyrifos by ion mobility spectrometry. *Microchimica Acta* 2021; 188:1-11. Doi: 10.1007/s00604-020-04685-x.
- 21- Tabibi A, Jafari MT. High efficient solid-phase microextraction based on a covalent organic framework for determination of trifluralin and chlorpyrifos in water and food samples by GC-CD-IMS. *Food Chemistry* 2022; 373. Doi: 10.1016/j.foodchem.2021.131527.
- 22- Mahdavi V, Eslami Z, Molaee-Aghaee E, Peivasteh-Roudsari L, Sadighara P, Fakhri Y, et al. Evaluation of pesticide residues and risk assessment in apple and grape from western Azerbaijan Province of Iran. *Environmental Research* 2022; 203:111882. Doi: 10.1016/j.envres.2021.111882.
- 23- Shirani M, Akbari A, Hassani M, Goli A, Habibollahi S, Akbarian P. Homogeneous liquid-liquid microextraction via flotation assistance coupled with gas chromatography-mass spectrometry for determination of myclobutanil in cucumber, tomato, grape, and strawberry using genetic algorithm. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 2018; 98(3):271-85.
- 24- Khoshmanesh SM, Hamishehkar H, Razmi H. Trace analysis of organophosphorus pesticide residues in fruit juices and vegetables by an electrochemically fabricated solid-phase microextraction fiber coated with a layer-by-layer graphenized graphite/graphene oxide/polyaniline nanocomposite. *Analytical Methods* 2020; 12(25):3268-76.
- 25-Farajzadeh MA, Mohebbi A, Mogaddam MR, Davaran M, Norouzi M. Development of salt-induced homogenous liquid-liquid microextraction based on isopropanol/sodium sulfate system for extraction of some pesticides in fruit juices. *Food Analytical Methods* 2018; 11:2497-507.
- 26- Codex Pesticides Residues in Food [Internet]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. Available from: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/en/>.
- 27- Food and Drug Administration of Iran, Maximum residues levels of pesticides in agricultural products. 2023.
- 28- Cabras P, Angioni A. Pesticide residues in grapes, wine, and their processing products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2000; 48(4):967-73.
- 29- Syed JH, Alamdar A, Mohammad A, Ahad K, Shabir Z, Ahmed H, et al. Pesticide residues in fruits and

vegetables from Pakistan: a review of the occurrence and associated human health risks. *Environmental Science and Pollution Research* 2014; 21:13367-93. Doi: 10.1007/s11356-014-3117-z.

30- Schusterova D, Hajslova J, Kocourek V, Pulkrabova J. Pesticide residues and their metabolites in grapes and wines from conventional and organic farming system. *Foods* 2021;10(2):307. Doi: 10.3390/foods10020307.

31- Authority EFS, Cabrera LC, Di Piazza G, Dujardin B, Pastor PM. The 2021 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal* 2023; 21(4). Doi: 10.2903/j.efsa.2023.7939.

32- WHO. WHO the recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification, 2019 edition. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240005662>. Accessed May 1, 2020.