مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره چهاردهم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۰، صفحات ۲۱۵ تا ۲۲۴

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

تعیین باقیمانده آفت‌کش‌های ارگانوکلره در شیر خام مراکز جمع‌آوری شیر در شهر ارومیه در سال ۹۹

نعیما وکیلی ساعتلو[۱]، تورج مهدی‌زاده[۱*]، جواد علی اکبرلو[۱]، راحله طهماسبی[۲]

۱- گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲- گروه پژوهشی شیمی تجزیه-کروماتوگرافی جهاد دانشگاهی واحد ارومیه، جهاد دانشگاهی ارومیه، ارومیه، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۳۱
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱

واژگان کلیدی: آفت‌کش ارگانوکلره، مقدار باقیمانده، شیر خام، گاز کروماتوگرافی-طیف سنجی جرمی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
t.mehdizadeh@urmia.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: شیر یکی از مهمترین اجزای غذایی انسان به حساب می‌آید. استفاده مداوم از سموم دفع آفات در دهه‌های اخیر منجر به آلودگی خاک، آب، هوا و شیر و ایجاد نگرانی عمومی در جامعه شده است. مواجهه طولانی مدت با باقیمانده سموم دفع آفات در زنجیره غذایی می‌تواند مضر باشد، بنابراین نیاز به کنترل شرایط زیست‌محیطی در راستای ارتقاء شیوه‌های فرآوری غذای سالم و پایدار وجود دارد.

روش بررسی: در این تحقیق ۳۰ نمونه شیر خام گاو در مهر ماه سال ۱۳۹۹ به‌طور تصادفی از مراکز جمع‌آوری شیر خام در شهر ارومیه جمع‌آوری و جهت سنجش باقیمانده سموم با دستگاه گاز کروماتوگرافی با طیف سنجی جرمی (GC-MS) مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: ترکیبات ارگانوکلره در برخی نمونه‌های شیرگاو خام شناسایی شدند. بالاترین میزان باقیمانده این سموم مربوط به سم لیندان (γ- HCH) با دامنه ۰/۶ mg/kg – ۰/۳ در ۵ نمونه شیر بود. تعداد ۱۵ نمونه از ۳۰ نمونه مورد سنجش حاوی باقیمانده سم آترازین با دامنه ۱/۳۳ mg/kg – ۰/۸ و ۱۳ نمونه نیز دارای سم آلاکلر با دامنه ۰/۵ mg/kg – ۰/۳۵ بودند. سموم در تمام نمونه‌های شیر آلوده در مقادیر بیشتر از مرز بیشینه آفت‌کش (MRL) طبق مقادیر ذکر شده توسط اتحادیه اروپا وجود داشتند.

نتیجه‌گیری: بررسی حاضر نشان داد که باقیمانده سموم ارگانوکلره آلاکلر، آترازین و لیندان از مقدار MRL طبق بیانیه اتحادیه اروپا (EC) بیشتر بود. همچنین این مطالعه کاهش استفاده از آفت‌کش‌های ارگانوکلره هپتاکلر، آلدرین و ایزومرهای هگزاکلروسیکلوهگزان (HCH) از نوع α، β، γ را منعکس می‌سازد.

Please cite this article as: Vakili Saatloo N, Mehdizadeh T, Aliakbarlu J, Tahmasebi R. Determination of organochlorine pesticide residues in the raw milk taken from milk collection centers in Urmia in 2020. Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(2):215-24.

Copyright © 2021 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-19]

مقدمه

آفت‌کش‌ها به‌طور گسترده در زنجیره غذایی جهت ممانعت از رشد آفت‌ها کاربرد دارند. نیاز به کنترل گیاهان و محصولات کشاورزی در برابر آفت‌ها و عوامل بیماریزا باعث عملیات کنترلی در کشاورزی شده است (۱). سموم دفع آفات، از رایج‌ترین روش‌های مورد استفاده در مبارزه با آفات (قبل و بعد از برداشت در کشاورزی) هستند (۲). از این‌رو استراتژی‌هایی در راستای بررسی باقیمانده آفت‌کش‌ها و حفظ ایمنی مواد غذایی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که در آنها بخش عمده‌ای از جمعیت زیرخط فقر زندگی می‌کنند در سطح داخلی و صنعتی باید مدنظر قرار گیرد (۳). شیر گاو بیش از ۸۰ درصد از تولید شیر جهان را شامل می‌شود و منبع مغذی مهمی در تأمین سلامتی و رشد انسان محسوب می‌گردد. به همین دلیل مصرف شیر و محصولات آن از عادت‌های غذایی مهم در گروه‌های سنی مختلف به‌حساب می‌آید (۴). شیر می‌تواند منجر به انتقال آلاینده‌ها و ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و مضر برای سلامتی فرد گردد. این امر به‌خصوص در کودکان بیش از بزرگسالان، که مصرف‌کنندگان اصلی و حساس هستند قابل توجه است (۵). با توجه به میزان بالای مصرف، مهم است که شیر و لبنیات از ترکیبات سمی آزاد باشند (۶).

در راستای نیاز روزافزون بشر به مواد غذایی و بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی، استفاده از آفت‌کش‌ها امری اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. این سموم که در تهیه محصولات کشاورزی و یا به‌منظور مبارزه با حشرات زیان‌آور به‌کار می‌روند، به‌ویژه اگر بیش از حدود مجاز توصیه شده استفاده گردند، دارای مقادیری باقیمانده در غذا، آب، زمین و هوا خواهند بود، که می‌تواند برای سلامتی انسان‌ها مخاطره‌آمیز باشد. ازاین‌رو مجامع بین‌المللی مانند سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد با تدوین فهرستی از میزان مصرف قابل قبول روزانه (ADI) و MRL تلاش دارند تا میزان مواجهه زیانبار با این مواد را کاهش دهند (۷). امروزه بیش از ۸۰۰ نوع سموم دفع آفات برای کنترل حشرات، جوندگان، قارچ‌ها و علف‌های هرز در تولید محصولات کشاورزی استفاده می‌شود. بسیاری از این سموم از محصول خارج شده یا در خاک، آب و جو تخریب می‌شوند، ولی در مواردی نیز می‌توانند از طریق زنجیره غذایی به انسان منتقل شوند. علاوه بر این، محل پرورش حیوانات و محل اقامت آنها نیز برای جلوگیری از آلودگی به آفات با محلول آفت‌کش اسپری می‌شوند. در نتیجه، این راه‌های آلودگی می‌تواند منجر به ورود آفت‌کش‌های پایدار به محصولات حیوانی مانند گوشت، چربی، تخم‌مرغ، ماهی و شیر گردد (۸).

آفت‌کش‌ها به‌عنوان یکی از مهمترین خطرات شیمیایی که مواد غذایی را آلوده می‌کنند مطرح هستند. لذا تحقیقات علمی در راستای کاهش باقیمانده آفت‌کش‌ها در اقلام غذایی مختلف برای تأمین ایمنی مصرف‌کنندگان ضروری است.

سموم دفع آفات ارگانوکلره، آلاینده‌های پایدار محیطی محسوب می‌گردند که به دلیل سرطانزایی، توجه بین المللی را به خود جلب کرده است (۹). باقیمانده سموم آفت‌کش از عوامل ایجاد اختلال در فعالیت غدد درون‌ریز هستند که به دلیل ایجاد تغییر در سطوح هورمون‌های جنسی از علل ابتلا به سرطان محسوب می‌گردند. شواهد اساسی در خصوص تاثیر ترکیبات ارگانوکلره در ایجاد سرطانزایی وجود دارد (۱۰).

انواع آفت‌کش‌ها به دلیل سمیت مزمن می‌توانند در بدن تجمع پیدا کنند. تجمع سموم در بدن با تماس مستقیم یا غیرمستقیم از طریق غذا، تنفس یا جذب از راه پوست اتفاق می‌افتد (۱۱).

آفت‌کش‌های به چندین دلیل امکان حضور در شیر را دارند: (الف) استفاده از حشره‌کش‌ها به‌طور مستقیم بر روی گاو شیری برای کنترل اکتوپارازیت (ب) مرتع، خوراک، یا خوراک حیوانات که از گیاهانی که در تماس با حشره‌کش‌ها بودند به‌دست می‌آیند و (ج) استفاده از حشره‌کش‌ها در اصطبل یا کارخانه‌های لبنی (۱۲، ۱۳).

خصوصیات چربی‌دوستی آفت‌کش‌های ارگانوکلره باعث

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-19]

تجمع این سموم در بافت‌های غنی از چربی در بدن جانوران می‌شود. فرآورده‌های لبنی، گوشت و ماهی به‌عنوان راه اولیه و سریع جذب آفت‌کش‌های ارگانوکلره برای عموم جامعه محسوب می‌گردند (۱۴).

کاربرد بیش از حد سموم آفت‌کش، باعث افزایش باقیمانده آنها در شیر شده است. شیر محیط مناسبی برای تجمع آفت‌کش‌ها است چراکه این سموم در چربی محلول هستند. براساس تقسیم‌بندی شیمیایی آفت‌کش‌های اصلی مورد استفاده شامل ارگانوکلره‌ها، ارگانوفسفره‌ها، کاربامات، پیرتروید و تریازین‌ها هستند. علت وجود این سموم در شیر بیشتر به دلیل مصرف غذای دام آلوده و آب آلوده به سموم است (۱۵). این ترکیبات در فرآورده‌های دامی دارای چربی مانند شیر پرچرب، کره، خامه و غیره تجمع یافته و مصرف‌کنندگان را در معرض مواجهه با آفت کش‌های ارگانوکلره قرار می‌دهند (۱۶). لذا ایمنی شیمیایی شیر از اهمیت زیادی برخوردار است.

با توجه به اینکه مردم شهرستان ارومیه تمایل به مصرف لبنیات سنتی دارند و آلودگی شیر با آفت‌کش‌ها منجر به افزایش میزان مواجهه مردم با این آلاینده‌ها می‌گردد، بر این اساس هدف از انجام این تحقیق سنجش میزان باقیمانده سموم ارگانوکلره در شیرهای محلی شهرستان ارومیه است.

مواد و روش‌ها

الف) مواد آزمایشگاهی

متانول، ان‌هپتان، استون (HPLC grade)، ایزواکتان، انیدروسدیم سولفات و سموم مورد استفاده جهت ساخت محلول‌های استاندارد خریداری گردید.

ب) جمع‌آوری نمونه

۳۰ نمونه شیر خام گاو در مهر ماه سال ۱۳۹۹ جهت سنجش باقیمانده سموم ارگانوکلره از مراکز جمع‌آوری شیر خام در بخش مرکزی شهر ارومیه به‌طور تصادفی جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها به حجم ۵۰۰ mL در ظروف شیشه‌ای غیرقابل نفوذ به هوا (در مجاورت یخ) قرار داده شدند.

ج) ابزارهای آزمایشگاهی

اندازه‌گیری سموم ارگانوکلره با دستگاه GC-MS مدل ۷۸۹۰N انجام شد. غلظت سموم ارگانوکلره با روش DLLME-GC-MS طبق روش آزمون Banerjee و همکاران در سال ۲۰۱۹ انجام شد (۱۷). به‌طور خلاصه ۱۰ g از نمونه توزین و ۱۰ mL حلال استونیتریل، ۱ g نمک کلرید سدیم و ۴ g نمک سولفات منیزیم به آن اضافه و مخلوط گردید. بعد از همزدن، نمونه‌ها با هدف افزایش تماس با حلال استخراج کننده در دستگاه اولتراسونیک قرار داده شده سپس نمونه برای جدا شدن فاز آلی و آبی در دستگاه سانتریفوژ با ۲۸۰۰ rpm به مدت ۳ min سانتریفوژ گردید و فاز ترسیب شده جدا شد. از فاز استونیتریلی به مقدار ۱ mL به لوله آزمایش منتقل گردید. به لوله دیگری ۵۰ µL حلال تتراکلریدکربن به عنوان حلال استخراج کننده و ۴ mL آب به عنوان حلال پخش کننده اضافه شده و سپس مخلوط دو حلال را به داخل سرنگ کشیده و درون نمونه با سرعت پخش شد. پس از مشاهده حالت ابری نمونه همزده می‌شود تا تتراکلرید کربن تماس و فرصت کافی برای استخراج سموم را داشته باشد. لوله آزمایش را سانتریفوژ کرده و از فاز تتراکلریدکربن (فاز پایینی) ۲ µL به دستگاه GC-MS تزریق شد. از محلول‌های مادر نیز در هر تزریق ۲ µL به GC-MS تزریق گردید.

د) روش آنالیز

در این مطالعه از نرم افزار Excel جهت تحلیل استفاده شد.

یافته‌ها

ترکیبات ارگانوکلره در برخی نمونه‌های شیر گاو خام شناسایی شدند (جدول ۱). با توجه به سنجش باقیمانده سموم ارگانوکلره و تعیین غلظت مطابق نمودار ۱، بالاترین میزان باقیمانده این سموم در سم لیندان با دامنه ۰/۶ mg/kg – ۰/۳ در ۵ نمونه شیر شناسایی شد.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-19]

جدول ۱- میزان هشت سم ارگانوکلره در نمونه‌های شیر مورد آزمون

سم ارگانوکلره	فرمول شیمیایی	مرز بیشینه مجاز[1]	مقدار سم[2]	تعداد نمونه‌های حاوی سم
هگزاکلروسیکلوهگزان نوع α	$C_6H_6Cl_6$	۰	۰	۰
آترازین	$C_8H_{14}ClN_5$	۰/۰۵	۰/۸ – ۱/۳۳	۱۵
هگزاکلروسیکلوهگزان نوع β	$C_6H_6Cl_6$	۰	۰	۰
لیندان	$C_6H_6Cl_6$	۰/۰۱	۰/۳ – ۰/۶	۵
هگزاکلروسیکلوهگزان نوع δ	$C_6H_6Cl_6$	۰	۰	۰
هپتاکلر	C10H5Cl7	۰	۰	۰
آلاکلر	$C_{14}H_{20}ClNO_2$	۰/۰۰۱	۰/۳۵ – ۰/۵	۱۳
آلدرین	$C_{12}H_8Cl_6$	۰	۰	۰

۱. MRL

۲. mg/kg

در ۳۰ نمونه شیر مورد بررسی، سموم ارگانوکلره آلدرین، هپتاکلر و ایزومرهای هگزاکلروسیکلوهگزان (α، β، γ) شناسایی نشدند.

جدول ۲- کالیبراسیون و داده‌های آماری مربوط به آن

سم ارگانوکلره	منحنی کالیبراسیون[1]	ضریب تعیین رگرسیون[2]	حد تشخیص[3]	دامنه دینامیکی[4]
آترازین	y = ۱۰۶۸۳x + ۷۳۳/۰۸	۰/۹۹۹۳	۲/۲	۰/۳-۴۰
لیندان	y =۵۳۵۹/۳x + ۱۶۴۲/۶	۰/۹۸۸۷	۱/۸	۰/۵-۴۰
آلاکلر	y =۱۰۱۸۲x + ۳۲۸۸/۲	۰/۹۹۴۶	۳/۵	۰/۵-۳۵

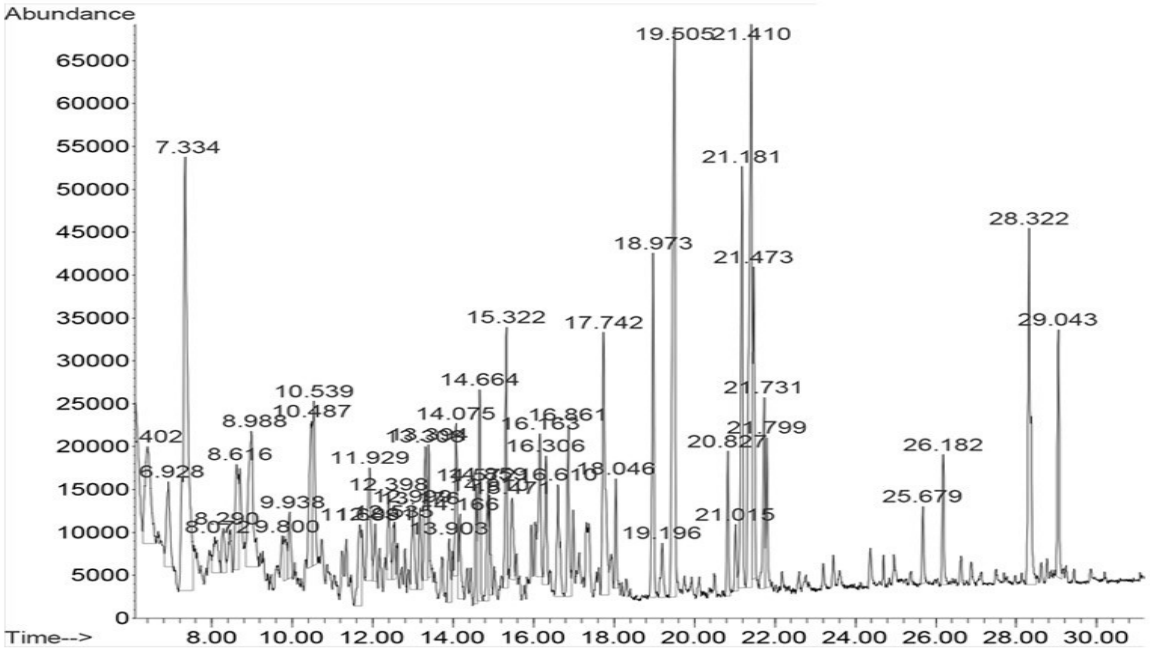
۱. Y و X به ترتیب سطح پیک و غلظت سم مورد سنجش هستند

۲. Coefficient of determination (R^2)

۳. LOD: Limit of detection (µg/L)

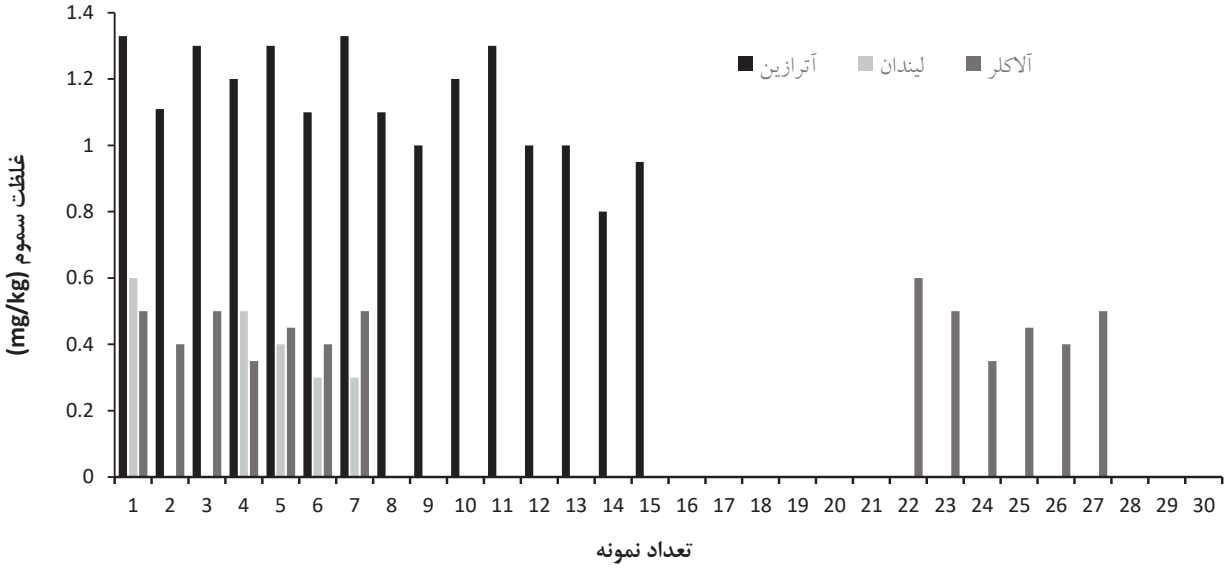
ضریب همبستگی خطی به‌دست آمده برای منحنی‌های استاندارد (جدول ۲) در سموم آترازین، لیندان و آلاکلر به ترتیب ۰/۹۹۹۳، ۰/۹۸۸۷ و ۰/۹۹۴۶ محاسبه شد.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-19]



نمودار ۱- نمودار کروماتوگرام سموم در نمونه‌های شیر دارای سم

نتایج مطالعه پیک‌های کروماتوگرام (نمودار ۱) حاصل در مقایسه با غلظت‌های استاندارد، میزان زمان بازداری برای سموم شناسایی شده آترازین، لیندان و آلاکلر به ترتیب ۱۷/۷۸، ۲۰/۸۹ و ۱۸/۰۲ پس از تزریق به‌دست آمد.



نمودار ۲- غلظت سموم آلاکلر، لیندان و آترازین در نمونه‌های شیر خام

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-19]

تعداد ۱۵ نمونه از ۳۰ نمونه شیر مورد سنجش، حاوی باقیمانده سم آترازین با دامنه ۱/۳۳ mg/kg – ۰/۸ بودند (نمودار ۱). با وجود ممنوعیت کاربرد آترازین، این سم همچنان در خاک و زنجیره غذایی شناسایی می‌گردد (۱۸). مرز بیشینه مانده آفت‌کش سم آترازین در شیر طبق بیانیه اتحادیه اروپا ۰/۰۵ mg/kg است (۱۹). سم آلاکلر در ۱۳ نمونه از ۳۰ نمونه مورد سنجش مشاهده گردید. MRL آفت‌کش آلاکلر طبق بیانیه اتحادیه اروپا ۰/۰۰۱ mg/kg است (۱۹). دامنه سم آلاکلر ۰/۵ mg/kg – ۰/۳۵ شناسایی شد (جدول ۱). براساس نمودار ۲ با مقایسه سه آفت‌کش شناسایی شده آلاکلر، لیندان و آترازین در نمونه‌های شیر خام، آترازین در تعداد بیشتری از نمونه‌ها شناسایی شد.

بحث

در مطالعه حاضر مقدار سه سم آترازین، آلاکلر و لیندان بیشتر از MRL طبق مقادیر ذکر شده توسط اتحادیه اروپا به‌دست آمد. سم آترازین از سموم موثر در سیستم عصبی و دارای خاصیت نوروتوکسیسیتی است. در مطالعه Shan و همکاران (۲۰) در سال ۲۰۲۱ اثر سم آترازین در سیستم عصبی جوندگان بررسی شد. نتایج حاکی از اثرات مضر این سم بر سیستم‌های عصبی و بیان ژنی در جوندگان بود. آفت‌کش آلاکلر نیز از سموم علف‌کش سرطانزا است که در آب‌های سطحی و زیرزمینی یافت می‌شود. این سم از طریق مصرف آب و علوفه توسط حیوانات می‌تواند وارد شیر و فرآورده‌های دامی گردد (۲۱).

در مطالعه Narvi و همکاران (۲۲) در هندوستان در سال ۲۰۰۷ از میان آلاینده‌های مورد بررسی، بنزن هگزا کلرید از آلاینده‌های رایج بود که در ۷۵ درصد نمونه‌های شیر شناسایی شد. دامنه متیل پاراتیون ۰/۳۴۹۶ mg/kg کل شیر و بنزن هگزاکلرید ۰/۲۱۰۴ mg/kg کل شیر بود. نمونه‌های به‌دست آمده از نواحی روستایی به دلیل سطح گسترده کشاورزی و حمل ناایمن در منطقه، مقدار بیشتری از متیل پاراتیون را دارا بودند.

در مطالعه Elsharkawy و همکاران (۸) در سال ۲۰۱۵ در مصر، نمونه‌های شیر خام در مناطق نیمه‌صنعتی از نظر وجود سموم آفت‌کش مورد بررسی قرار گرفت. پنج آفت‌کش ارگانوکلره آلاکلر، دی‌آلدرین، هگزا کلروبنزن، لیندان، مالاتیون و پاراتیون متیل و سه سم کلرپیریفوس، متوکسی کلر، هگزاکلروبنزن در نمونه‌های شیر به میزان ۳۳/۶۶ و۸۰ درصد بیش از MRL تشخیص داده شدند. سموم آلاکلر، آلدرین و پاراتیون متیل کمتر از حد مجاز بود. این در حالی است که در این تحقیق سم آلاکلر در دامنه ۰/۵ mg/kg – ۰/۳۵ شناسایی شد که بیش از مقدار مجاز ۰/۰۰۱ mg/kg طبق بیانیه اتحادیه اروپا است.

در سال ۲۰۰۰ John و همکاران (۲۳) نمونه های شیر گاو و گاو میش را در شهر جیپور در هند مورد ارزیابی قرار دادند تا میزان آلودگی محلی با باقیمانده آفت‌کش‌های ارگانوکلره را ارزیابی کنند. در این مطالعه، تمام نمونه‌های مورد بررسی آلوده به سم ددت، ایزومرهای هگزاکلروسیکلوهگزان (HCH) از نوع α، β، γ، هپتاکلر و آلدرین بودند. علاوه بر این، تمام نمونه‌ها تغییرات فصلی در غلظت آفت‌کش‌ها را نشان دادند، که ممکن است با دوره‌های زمانی استفاده از آفت‌کش‌ها در کشاورزی و سایر عوامل مرتبط باشد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در طول فصل زمستان دارای سطوح بالاتری از بقایای سم در مقایسه با سایر فصول بود. در مطالعه حاضر از بین ایزومرهای هگزاکلروسیکلوهگزان نوع لیندان با دامنه ۰/۶ mg/kg – ۰/۳ در ۵ نمونه از شیرهای محلی شناسایی شد. طبق بیانیه اتحادیه اروپا، MRL لیندان در شیر ۰/۰۱ mg/kg ذکر شده است (۲۴). در نمونه‌های شیر مورد آزمون هپتاکلر و آلدرین شناسایی نشد.

در مطالعه Kakkar و همکاران (۲۵) در سال ۲۰۲۰ در هندوستان، باقیمانده سموم آفت‌کش در ۱۱۸۳ نمونه شیر گاو بررسی شد. نتایج حاصل نشان از آلودگی شیرهای محلی به سموم هگزاکلروسیکلوهگزان، ددت، اندوسولفان، سایپرمترین، سیالوترین، پرمترین، کلروپیریفوس و اتیون بود. بقایای سموم آفت‌کش باعث افزایش ریسک ابتلا به سرطان در افراد می‌گردد. در بررسی شیرهای محلی شهر ارومیه نیز سم هگزاکلروسیکلوهگزان از نوع ایزومر لیندان یافت شد. واردات غیرقانونی سموم یا اختلاط سموم غیرقانونی با سموم مجاز در نواحی مرزی و عدم آگاهی کشاورزان در کاربرد این نوع سموم می‌تواند باعث شناسایی باقیمانده آفت‌کش در شیرهای محلی گردد.

امروزه با توجه به افزایش آفات و بیماری‌های گیاهی کشاورزان

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-19]

ناچار به استفاده از سموم آفت‌کش هستند که هر یک از این سموم بسته به نوع خود، قابلیت ماندگاری در خاک، آب و محیط را دارا بوده و باقیمانده آنها در زنجیره غذایی مشکلاتی را بوجود می‌آورند. تغذیه دام از آب و علوفه در زمین‌های کشاورزی آلوده به سموم و یا کاربرد بیش از حد آفت‌کش‌ها احتمال ورود آفت‌کش به بدن دام و محصولات دامی را افزایش می‌دهد (۲۶). در مطالعه Bielská و همکاران (۲۷) در سال ۲۰۱۹ باقیمانده سموم از جمله آترازین در خاک و آب شناسایی شد، به‌طوری‌که در فصول پاییز و زمستان مقدار سموم بیشتر از سایر فصل‌ها بود. از طرفی با توجه به برداشت محصول در فصل پاییز، رطوبت هوا و جریان آب می‌تواند منجر به ورود سموم به آب به دلیل مهاجرت ثانویه سم از خاک به آب شود.

نتیجه‌گیری

بررسی حاضر نشان داد که میانگین باقیمانده سموم ارگانوکلره آلاکلر، آترازین و لیندان از MRL بیشتر بود. همچنین این مطالعه کاهش استفاده از آفت‌کش‌های ارگانوکلره هپتاکلر، آلدرین و ایزومرهای هگزاکلروسیکلوهگزان از نوع α، β، γ را منعکس می سازد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان همه نکات اخلاقی از جمله عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها، داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان "بررسی تغییرات باقیمانده سموم آلی رایج (آترازین، پریمیفوس متیل و آلاکلر) در ماست سین‌بیوتیک حاوی پودر بذر گشنیز" در مقطع دکترا در سال ۱۳۹۹ و کد ۴۰۶۴ است که با حمایت دانشگاه ارومیه اجرا شده است.

References

1. Özdemir C, Özdemir S, Oz E, Oz F. Determination of organochlorine pesticide residues in pasteurized and sterilized milk using QuEChERS sample preparation followed by gas chromatography–mass spectrometry. Journal of Food Processing and Preservation. 2019;43(11):e14173.

2. Jardim ANO, Caldas ED. Brazilian monitoring programs for pesticide residues in food – Results from 2001 to 2010. Food Control. 2012;25(2):607-16.

3. Kaushik G, Satya S, Naik S. Food processing a tool to pesticide residue dissipation – A review. Food Research International. 2009;42:26-40.

4. Rychen G, Jurjanz S, Toussaint H, Feidt C. Dairy ruminant exposure to persistent organic pollutants and excretion to milk. Animal. 2008;2(2):312-23.

5. Alister C, Araya M, Becerra K, Volosky C, Saavedra J, Kogan M. Industrial prune processing and its effect on pesticide residue concentrations. Food Chemistry. 2018;268:264-70.

6. Serrano-Niño JC, Cavazos-Garduño A, Hernández-Mendoza A, González-Córdova AF, Vallejo-Córdoba B, Cantú-Cornelio F, et al. In vitro reduced availability of aflatoxin B1 and acrylamide by bonding interactions with teichoic acids from lactobacillus strains. Lebensmittel-Wissenschaft + [i.e. und] Technologie. 2015;64(2):1334-41.

7. Ostrea EM, Jr., Bielawski DM, Posecion NC, Jr., Corrion M, Villanueva-Uy E, Jin Y, et al. A comparison of infant hair, cord blood and meconium analysis to detect fetal exposure to environmental pesticides. Environmental Research. 2008;106(2):277-83.

8. Shaker EM, Elsharkawy EE. Organochlorine and organophosphorus pesticide residues in raw buffalo milk from agroindustrial areas in Assiut, Egypt. Environmental Toxicology and Pharmacology. 2015;39(1):433-40.

9. Zhang Y, Qi S, Xing X, Yang D, Devi NL, Qu C. Legacies of organochlorine pesticides (OCPs) in soil of China—A review, and cases in southwest and southeast China. In: De Vivo B, Belkin HE, Lima A, editors.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-19]

Environmental geochemistry. Netherlands: Elsevier; 2018. p. 543-65.

10. Farhadi K, Tahmasebi R, Biparva P, Maleki R. In vitro study of the binding between chlorpyrfos and sex hormones using headspace solid-phase microextraction combined with high-performance liquid chromatography: a new aspect of pesticides and breast cancer risk. Human & Experimental Toxicology. 2015;34(8):819-27.

11. Shokrzadeh M, Enayati A, Mokarami H, Ziar A. Assessment of diazinon and malation residues in cucumber produced in Mazandaran, Iran. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2017;27(152):143-52 (in Persian).

12. Melgar MJ, Santaeufemia M, García MA. Organophosphorus pesticide residues in raw milk and infant formulas from Spanish northwest. Journal of Environmental Science and Health, Part B. 2010;45(7):595-600.

13. Raslan AA, Elbadry S, Darwish WS. Estimation and human health risk assessment of organochlorine pesticides in raw milk marketed in Zagazig City, Egypt. Journal of Toxicology. 2018;2018:3821797.

14. Khajeamiri A, Zare Jeddi M, Ahmadkhaniha R, Rastkari N. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessment of DDT and its metabolites residuals in pasteurized milk in general population of Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(3):309-18 (in Persian).

15. Wochner KF, Becker-Algeri TA, Colla E, Badiale-Furlong E, Drunkler DA. The action of probiotic microorganisms on chemical contaminants in milk. Critical Reviews in Microbiology. 2018;44(1):112-23.

16. Fontcuberta M, Arqués JF, Villalbí JR, Martínez M, Centrich F, Serrahima E, et al. Chlorinated organic pesticides in marketed food: Barcelona, 2001–06. Science of the Total Environment. 2008;389(1):52-57.

17. Jadhav MR, Pudale A, Raut P, Utture S, Ahammed Shabeer TP, Banerjee K. A unified approach for high-throughput quantitative analysis of the residues of multi-class veterinary drugs and pesticides in bovine milk using LC-MS/MS and GC–MS/MS. Food Chemistry. 2019;272:292-305.

18. Barchanska H, Jodo E, Price RG, Baranowska I, Abuknesha R. Monitoring of atrazine in milk using a rapid tube-based ELISA and validation with HPLC. Chemosphere. 2012;87(11):1330-34.

19. European Commission. Food safety: Pesticides. Brussels, Belgium: European Commission; 2016 [cited 25 July 2020]. Available from: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.

20. Shan W, Hu W, Wen Y, Ding X, Ma X, Yan W, et al. Evaluation of atrazine neurodevelopment toxicity in vitro-application of hESC-based neural differentiation model. Reproductive Toxicology. 2021;103:149-58.

21. Elshafey R, Radi A-E. Electrochemical impedance sensor for herbicide alachlor based on imprinted polymer receptor. Journal of Electroanalytical Chemistry. 2018;813:171-77.

22. Srivastava S, Prasad SC, Narvi SS. Organochlorines and organophosphates in bovine milk samples in allahabad region. International Journal of Environmental Research. 2008;2(2):165-68.

23. John P, Bakore N, Bhatnagar P. Assessment of organochlorine pesticide residue levels in dairy milk and buffalo milk from Jaipur City, Rajasthan, India. Environment International. 2001;26(4):231-36.

24. Battu RS, Singh B, Kang BK. Contamination of liquid milk and butter with pesticide residues in the Ludhiana district of Punjab state, India. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2004;59(3):324-31.

25. Gill JPS, Bedi JS, Singh R, Fairoze MN, Hazarika RA, Gaurav A, et al. Pesticide residues in peri-urban bovine milk from India and risk assessment: A multicenter study. Scientific Reports. 2020;10(1):8054.

26. Sharma A, Kumar V, Shahzad B, Tanveer M, Sidhu GPS, Handa N, et al. Worldwide pesticide usage and

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-19]

its impacts on ecosystem. SN Applied Sciences. 2019;1(11):1446.

27. Neuwirthová N, Trojan M, Svobodová M, Vašíčková J, Šimek Z, Hofman J, et al. Pesticide residues remaining in soils from previous growing season(s) - Can they accumulate in non-target organisms and contaminate the food web? Science of the Total Environment. 2019;646:1056-62.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-19]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Determination of organochlorine pesticide residues in the raw milk taken from milk collection centers in Urmia in 2020

Naiema Vakili Saatloo[1], Tooraj Mehdizadeh[1,*], Javad Aliakbarlu[1], Rahele Tahmasebi[2]

1- Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran
2- Research and Department of Chromatography, Iranian Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Urmia, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 22 August 2021
Revised: 19 September 2021
Accepted: 22 September 2021
Published: 22 September 2021

Keywords: Organochlorine pesticide, Residue level, Raw milk, Gas chromatography–mass spectrometry

***Corresponding Author:**
t.mehdizadeh@urmia.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Milk is one of the most important components of human food. In recent decades, the continued use of pesticides has led to contamination of soil, water, air and milk and caused public concern in the community. Long-term exposure to pesticide residuals in the food chain can be harmful. Therefore, there is a need to control environmental conditions in order to improve its healthy and sustainable food processing practices.

Materials and Methods: In this study, 30 samples of raw milk were randomly collected in October 2020, from milk collection centers in Urmia and the residual pesticides were determined using gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS).

Results: Organochlorine pesticides were detected in some raw milk samples. The highest concentrations of Lindane (γ-HCH) were detected with the values ranging from 0.3 to 0.6 mg/kg in 5 milk samples. Atrazine was detected in 15 samples with the values ranging from 0.8 to 1.33 mg/kg and alachlor was found in 13 samples with the varied range of 0.35 to o.5 mg/kg. Organochlorine pesticide concentrations were higher than maximum residue level (MRL) in all contaminated milk samples according to the values mentioned by the European Union.

Conclusion: This study showed that atrazine, lindane and alachlor were higher than MRL according to European Commission (EC). However, other organochlorine pesticides such as Heptachlor, Aldrin and hexachlorocyclohexane (HCH) isomers (α, β and γ) were not detected.

Please cite this article as: Vakili Saatloo N, Mehdizadeh T, Aliakbarlu J, Tahmasebi R. Determination of organochlorine pesticide residues in the raw milk taken from milk collection centers in Urmia in 2020. Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(2):215-24.

Copyright © 2021 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-19]