

آلودگی انسانی با سموم ارگانوکلره در ایران: یک مرور ساختار یافته

محمود موسی زاده^۱، نرگس خانجانی^۲

چکیده

مقدمه: وجود سموم ارگانوکلره در محیط، یک علامت هشدار قوی می‌باشد که پایش مستمر باقیمانده آن یکی از مهمترین راهبردهای برخورد با این معضل است. در مرور ساختار یافته حاضر، مقادیر باقیمانده انواع سموم ارگانوکلره گزارش شده در نمونه‌های انسانی در ایران بررسی شد.

روش‌ها: جستجو با بهره‌گیری از کلید واژه‌های فارسی و انگلیسی ارگانوکلره و انواع سموم مرتبط با آن در پایگاه‌های اطلاعاتی فارسی SID، Magiran، Iranmedex و Medlib و انگلیسی PubMed و Google Scholar انجام گرفت. همه مطالعاتی که حداقل یکی از سموم آلی ارگانوکلره در آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته بود، وارد این مرور ساختار یافته شدند. داده‌های استخراج شده شامل عنوان مقاله، نام نویسنده نفر اول، سال انتشار مطالعه، حجم نمونه، مکان انجام مطالعه، بافت یا نمونه مورد بررسی، نوع سموم آلی ارگانوکلره مورد بررسی و میانگین باقیمانده سموم ارگانوکلره بوده است.

نتایج: تعداد ۱۷ مورد مستند در ۱۰ مطالعه اولیه یافت شد که به بررسی وضعیت میانگین باقیمانده سموم ارگانوکلره در انسان پرداخته بودند. در این پژوهش‌ها، تعداد ۶۴۲ مورد، نمونه انسانی مورد آزمایش قرار گرفته بودند. نوع نمونه مورد آزمایش در ۵ مورد، موی زنان باردار، در ۱۰ مورد، شیرمادران و در ۲ مورد، بافت چربی بوده است. همچنین مقادیری از میانگین باقیمانده سموم DDT و ایزومرهای آن، BHC و ایزومرهای آن، HCH و ایزومرهای آن، HCB، Heptachlor Epoxide، Dieldrin و لیندان در نمونه‌های مورد بررسی گزارش شد.

بحث و نتیجه گیری: این مطالعه مروری نشان داد که مواجهه مردم ایران با سموم آلی ارگانوکلره قابل ملاحظه بوده است. **واژگان کلیدی:** ارگانوکلره، ددت، آفت کش، مرور ساختاریافته

مقدمه

از حدود مجاز توصیه شده استفاده کردند، دارای مقادیری باقیمانده در غذا، آب، زمین و هوا خواهند بود، که می‌تواند برای سلامتی انسان‌ها مخاطره‌آمیز باشد. از این رو مجامع بین‌المللی (سازمان بهداشت جهانی و سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد) با تدوین فهرستی از دریافت مجاز روزانه (Acceptable Daily Intake) ADI و حد مجاز باقیمانده (Maximum Residue Limit) MRL تلاش دارند تا میزان مواجهه زیان بار با این

حشره‌کش‌ها ترکیباتی هستند که به منظور از بین بردن آفات نباتی و جانوری در کشاورزی، دامپروری، صنعت و منازل مورد استفاده قرار می‌گیرند. در راستای نیاز روز افزون بشر به مواد غذایی و بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی، استفاده از آفت کش‌ها امری اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. این سموم که در تهیه محصولات کشاورزی و یا به منظور مبارزه با حشرات زیان آور به کار می‌روند، به ویژه اگر بیش

۱- استادیار، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲- دانشیار، مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

Email: n_khanjani@kmu.ac.ir

نویسنده‌ی مسئول: دکتر نرگس خانجانی

آدرس: گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان تلفن و فاکس: ۰۳۴-۳۱۳۲۵۱۰۲

مواد را کاهش دهند (۳-۱).

نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که باقیمانده سموم دفع آفات نباتی برای انسانها مخاطرات نامطلوبی از قبیل مسمومیت، سقط جنین، عوارض پوستی و عصبی، اختلالات رفتاری و برخی سرطانها را به همراه می‌آورد. به نظر می‌رسد، تهدید آفت-کشها در ایران با توجه به میزان بالای سموم مصرفی برای کنترل آفات و کاربرد حدود ۲۱۱ ترکیب شیمیایی با فرمولاسیونهای مختلف، قابل توجه باشد که این تهدیدها برای کودکان بسیار جدیتر است (۵-۴).

از میان انواع مختلف آفت‌کشها، ترکیبات آلی کلره از مهم‌ترین سموم آلی و دسته بزرگی از حشره‌کشهای دفع آفات را تشکیل می‌دهند. استفاده زیاد از سموم ارگانوکلره برای مقاصد کشاورزی و بهداشت عمومی در کشورهای در حال توسعه، موجب آلودگی گسترده محیط زیست شده است. تهدید عمده استفاده از این سموم مربوط به خاصیت عدم تجزیه‌پذیری آنها به وسیله میکروارگانیسمها و پایداری آنها در محیط است (۶). این سموم با توجه به خواص خود، از جمله نوسانات کم، ثبات شیمیایی، مقاومت محیطی و سرعت تخریب متابولیک در پرندگان، پستانداران و زنجیره غذایی ذخیره و تجمع می‌یابند. همچنین این سموم می‌توانند از طریق پوست، دستگاه تنفسی و گوارشی جذب شوند. عمده ترین تأثیر این دسته از سموم روی سیستم اعصاب مرکزی با تغییر خواص الکتروفیزیولوژیکی آنزیمهای غشاء سلولهای عصبی و آکسونها می‌باشد. از علائم دیگر سموم آلی کلره اثرات سمی آن بر روی کبد می‌باشد. به طوری که ارتباط DDT و سرطانزایی کبد در حیوانات از راه گوارشی و نیز رابطه Dose-

Response آن به اثبات رسیده است (۱۱-۷). دهمرده بهروز و همکاران در مطالعه‌ای سطح باقیمانده HCH، DDT، HCB و HCB را در پره‌های ۳۷ مورد پرند در منطقه جنوب غرب ایران به ترتیب ۲۲، ۱۴ و ۱۰ ng/g پر گزارش نموده‌اند (۱۲). دهمرده بهروز و همکاران در پژوهشی دیگر، غلظت باقیمانده حشره‌کش ارگانوکلره را در پر پرندگان مقیم و مهاجر منطقه جنوب غرب ایران مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که میانه غلظت HCB و DDT در پر پرندگان مقیم بیشتر بوده است و غلظت آنها به ترتیب ۲۸ و ۱۹ نانوگرم بر گرم بوده است (۱۳). کفیل‌زاده و همکاران در مطالعه‌ای، میانگین غلظت باقیمانده DDE را در آب، رسوبات و ماهی دریاچه پیرشان ایران به ترتیب ۰/۰۵۵، ۹/۸۴ و ۴/۸۶ ppb گزارش نموده‌اند (۱۴). بهفر و همکاران، نشان دادند که بالاترین سطح باقیمانده کلی حشره-کشهای ارگانوکلره در آب رودخانه کارورن از شهر یور تا آذر با دامنه ۳۴ mg/L-۸۹/۷۱-۴۳ مشاهده شده است که در مقایسه با دستورالعمل سازمان جهانی بهداشت بسیار بالا است و خطر بسیار زیادی برای زندگی آبزیان دارد (۱۵). در یک مطالعه دامنه غلظت باقیمانده کل سموم ارگانوکلره در آب و رسوبات تالاب انزلی به ترتیب ۳۱۵-۷۱/۷۵ و ۱۲/۶۸-۱/۸ نانوگرم بر گرم بوده است (۱۶).

مواجهه انسان چه به صورت غیرعمدی، تصادفی یا غیرقابل اجتناب متعاقب استفاده از سموم آفت‌کش یا باقی ماندن آنها در محیط‌هایی مانند هوا، آب، خاک، به خصوص مواد غذایی و اشیاء بی‌جان اتفاق می‌افتد. وجود باقیمانده سموم ارگانوکلره در محیط، یک علامت هشدار بسیار قوی می‌باشد. چون این

biphenyls، polychlorinated، dieldrin، heptachlor epoxide، heptachlor endosulfan، Iran، metoxychlor، isomers و معادل فارسی

آن‌ها به همراه عملگرهای AND و OR در عنوان و چکیده انجام گرفت. لازم به ذکر است در برخی از پایگاه‌های اطلاعاتی فارسی به دلیل عدم حساسیت به عملگرها، عملیات مربوط به جستجو فقط با استفاده از کلمه ارگانوکلره، ددت یا DDT انجام گرفت. همچنین فهرست منابع مطالعات انتشار یافته برای افزایش حساسیت و انتخاب تعداد بیشتری از مطالعاتی که نتوانستیم از طریق پایگاه داده‌ها دریافت نماییم، بررسی گردید. ارزشیابی جستجو توسط یکی دیگر از مؤلفین که در جستجو نقش نداشته است، به صورت تصادفی انجام شد که مشخص گردید، مطالعه ای حذف نشده است.

عنوان یا خلاصه یا متن کامل تمامی مقالات، مستندات، گزارش‌های حاصل از جستجو استخراج گردید. ابتدا با بررسی و مطالعه عناوین مستندات، نام مؤلف یا مؤلفین، سال انتشار، شماره و نام مجله، موارد تکراری حذف شد. لازم به ذکر است که جهت پیشگیری از تورش ناشی از چاپ مجدد داده‌ها به صورت عرضی، بررسی یافته‌ها برای شناسایی و حذف پژوهش‌های تکراری در دستور کار محققین بوده است. در ادامه تعداد زیادی از مقالات و مستندات با بررسی عنوان، تعدادی با بررسی چکیده حذف گردید. متن مقالات باقیمانده توسط پژوهشگران با دقت مورد مطالعه قرار گرفت و مقالات مرتبط انتخاب و سپس نسبت به حذف موارد غیر مرتبط اقدام گردید.

داده‌ها به وسیله پژوهشگران برای هر یک از مطالعات اولیه، براساس عنوان مقاله، نام نویسنده نفر اول، سال انتشار مطالعه، حجم نمونه، محیط انجام مطالعه، بافت

سموم وارد چرخه حیات شده و در نهایت اختلالات ژنتیکی و کروموزومی ایجاد می‌کنند (۱۷).

نکات اشاره شده حاکی از وجود مقادیری از باقیمانده آفت‌کش‌های ارگانوکلره در محیط‌های بی‌جان و جاندار مناطق مختلف ایران می‌باشد و پایش مستمر باقیمانده این آلاینده‌ها یکی از مهم‌ترین راهبردهای برخورد با این معضل می‌باشد. براساس جستجوهای به عمل آمده، مطالعات متعددی در خصوص اندازه‌گیری سطح آلاینده‌های ارگانوکلره در مناطق مختلف ایران انجام گرفته که بخشی از آن‌ها روی نمونه‌های بافت انسانی بوده است. بر همین اساس در مطالعه مروری حاضر با در کنار هم قرار دادن نتایج مطالعات مختلف مرتبط با میانگین غلظت باقیمانده ارگانوکلره در نمونه‌های انسانی در مناطق مختلف ایران، پیشنهادهایی برای مدیران حوزه سیاست‌گذاری - اجرایی و آموزشی - پژوهشی ارائه گردید.

مواد و روش‌ها

این مرور ساختاریافته با هدف تعیین میزان باقیمانده سموم آلی کلره در نمونه‌های انسانی در ایران انجام گرفته است. برای جستجوی مطالعات منتشر شده به صورت الکترونیکی، پایگاه‌های اطلاعاتی فارسی SID، Iranmedex، Magiran و Medlib و انگلیسی PubMed و Google Scholar تا تاریخ ۳۰ آذر ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفت. استراتژی جستجوی مقالات عمدتاً با استفاده از کلیدواژه‌های فارسی و انگلیسی و با ترکیب احتمالی کلمات مهم، اصلی و حساس انجام شده است. جستجو با بهره‌گیری از کلید واژه‌های انگلیسی dichloro-diphenyl، DDT، organochlorine، HCB، trichloroethanes، PCBs، HCHs، hexachlorobenzene، aldrin، hexachlorocyclohexanes، Lindane

نتایج

در ابتدا با بهره‌گیری از عملگرها و جستجو با حداکثر حساسیت، تعداد ۱۴۰۳ مستند در سایت‌ها و پایگاه-های اطلاعاتی ملی و بین‌المللی یافت شد که با افزایش ویژگی استراتژی جستجو، تعداد مستندات به ۳۰۸ مورد محدود شد. در ادامه تعداد ۱۸۵ مقاله با بررسی عناوین و خلاصه مقالات و تعداد ۳۶ مقاله به دلیل تکراری بودن حذف و ۸۷ مقاله برای بررسی کل محتوای مقاله انتخاب شدند که ۷۸ مورد آن به دلیل مرتبط نبودن حذف گردید. همچنین یک مورد مقاله با بررسی رفرنس‌ها اضافه شد که نهایتاً تعداد ۱۰ مورد مستند (۲۷-۱۸) وارد مطالعه شد (شکل ۱).

یا عضو مورد بررسی، نوع سموم آلی ارگانوکلره مورد بررسی و میانگین باقیمانده غلظت سموم ارگانوکلره استخراج شد. همه مطالعات فارسی و انگلیسی که مقادیر باقیمانده حداقل یکی از سموم آلی ارگانوکلره را مورد بررسی قرار داده بودند، وارد این مرور ساختار یافته شدند. به دلیل ناهمگنی قابل توجه بین نتایج مطالعات به دست آمده (به دلیل تنوع در عضو نمونه انسانی مورد بررسی در بین مطالعات اولیه، تعداد زیاد سموم آلی ارگانوکلره و توجه به یک یا چند نمونه از آن‌ها در مطالعات اولیه و تفاوت در واحدهای مورد اندازه‌گیری در مطالعات اولیه)، امکان انجام متاآنالیز روی داده‌ها وجود نداشت.



شکل ۱: روند جستجو و انتخاب مطالعات اولیه

گزارش شده، که در هر یک از مطالعات مقادیری از باقیمانده این سموم در نمونه‌های مورد آزمایش گزارش شد (جدول ۱).

Dieldrin: میانگین مقدار باقیمانده **Dieldrin** در ۳ مورد از گزارش‌ها ارائه شده، که هر یک از این مطالعات مقادیری از میزان باقیمانده این سم را ذکر نمودند (جدول ۱).

در تمامی نمونه‌های مورد آزمایش مقادیری از میانگین غلظت باقیمانده سموم ارگانوکلره گزارش گردید. همچنین با توجه به نتایج پژوهش‌های دهمرده بهروز و برقی (۲۶-۲۴)، که نسبت به دیگر مطالعات از نظر زمانی جدیدتر می باشند، نشان می‌دهند که میانگین غلظت باقیمانده برخی سموم ارگانوکلره در نمونه‌های مورد آزمایش افزایش داشته است (جدول ۱).

براساس جدول ۱، مقایسه مقادیر انواع **DDT** (مجموع ۵ ایزومر) در مطالعه برقی (۲۶) در دو منطقه مطالعاتی روستاهای نوشهر و شهر نوشهر نشان می‌دهد که میانگین غلظت این ترکیبات در موی سر زنان باردار ساکن در روستاهای اطراف نوشهر که برابر با ۴۸/۵ (از ۸/۵ الی ۳۰۵/۳) نانوگرم در گرم مو بود به طور معنی‌داری بیشتر از موی سر زنان ساکن در شهر نوشهر که برابر با ۱۲/۷ (از ۳/۴ الی ۵۴/۶) نانوگرم در گرم مو بوده است، می باشد. همچنین در مطالعه دهمرده (۲۴) که در ۴ منطقه شهر نور، روستاهای نور، شهر نوشهر و روستاهای نوشهر انجام شد، نشان می‌دهد که در شهرستان نور، مقدار باقیمانده سموم در شهر نور بیشتر از روستاهای نور و در شهرستان نوشهر، مقدار آن در روستاهای نوشهر بیشتر از شهر نوشهر می‌باشد. در مطالعات اولیه وارد شده به پژوهش برخی نتایج دیگر از قبیل: مقایسه سموم

در بین ۱۰ مطالعه وارد شده به پژوهش، تعداد ۱۷ مورد گزارش از وضعیت میانگین باقیمانده سموم ارگانوکلره در زمان و مکان متفاوت وجود داشته است. در کل تعداد ۶۴۲ مورد نمونه انسانی مورد آزمایش قرار گرفت که فقط ۱۳۷ نفر از آن‌ها در مردها بوده است. سال انتشار مقالات از ۱۹۹۷ الی ۲۰۱۲ متغیر بود. دامنه سنی نمونه‌های مورد بررسی از ۹۱-۴ سال نوسان داشت. به جز مطالعه هاشمی تنکابنی (۱۹۷۸)، سایر مطالعات انجام شده در ۷ شهر کشور (شامل تهران، تبریز، نوشهر، اهواز، بابل، ساری و نور) صورت گرفته است. نوع نمونه مورد آزمایش در ۵ مطالعه، موی زنان باردار، در ۱۰ مطالعه، شیر مادران و در ۲ مطالعه، بافت چربی بوده است (جدول ۱).

DDT و ایزومرهای آن: میانگین غلظت باقیمانده **o,p-DDT** در ۷ مورد از مستندات، **p,p-DDT** در ۱۶ مطالعه، **o,p-DDE** در ۱۱ مورد از پژوهش‌ها، **p,p-DDE** در تمامی مطالعات و **p,p-DDD** در ۱۳ مستند گزارش شده که در تمامی آن‌ها مقدار باقیمانده این سموم وجود داشته است. همچنین مجموع غلظت باقیمانده ایزومرهای **DDT** در ۱۶ مطالعه گزارش شده است که مقادیر آن بالا بوده است (جدول ۱).

HCH و ترکیبات وابسته به آن: میانگین غلظت باقیمانده α -**HCH** در ۸ مورد از پژوهش‌ها، β -**HCH** در ۸ مورد و γ -**HCH** در ۹ مورد از مطالعات گزارش شده که در تمامی این مستندات، مقادیری از میانگین غلظت باقیمانده این سموم وجود داشت (جدول ۱).

Hexachlorobenzene (HCB): میانگین غلظت باقیمانده **HCB** در ۱۲ مورد از این مستندات

۲۶-۱۶، ۳۵-۲۷ و ۴۰-۳۶ سال، تفاوت معنی داری نداشتند (۲۲). در پژوهش برقی (۲۶)، که غلظت مجموع ایزومرهای DDT در موی مادران دو گروه سنی زنان بالای ۲۵ سال و کمتر از ۲۵ سال در دو منطقه شهری و روستایی نوشهر مقایسه گردید، نشان داده شد که تفاوت‌های مشاهده شده در میزان باقیمانده این سموم در دو منطقه بر حسب سن شرکت‌کنندگان در مطالعه از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند. همچنین در مطالعه برقی (۲۶) غلظت مجموع ایزومرهای DDT در هر دو منطقه در موی مادرانی که بیشتر از ۴ بار در ماه مصرف می‌نمودند، بیشتر از آن‌هایی که کمتر از ۴ بار ماهی مصرف می‌نمودند، بوده است ولی این تفاوت‌ها معنی دار نبوده است ($P < 0.0001$, $R^2 = 0.39$).

باقیمانده بر حسب گروه سنی، تعداد فرزندان، دفعات مصرف ماهی و ... ارائه شده است، که به دلیل پراکندگی بسیار زیاد از ارائه جزئیات آن صرف نظر شد. اما در ذیل به نکات مهم این مطالعات اشاره می‌کنیم.

در مطالعه برقی غلظت مجموع ایزومرهای DDT در هر دو منطقه شهری و روستایی نوشهر در مادرانی که دومین فرزند خود را باردار بودند، نسبت به مادرانی که اولین فرزند خود را باردار بودند، کمتر بوده است، ولی این تفاوت از نظر آماری معنی دار نبوده است (۲۶). اما میزان باقیمانده انواع سموم مورد بررسی در مادران بر حسب تعداد فرزندان (۱ فرزند، ۲-۳ فرزند و ۴ فرزند یا بیشتر) در مطالعه Cok و همکاران (۲۲) و Burgaz (۲۰) تفاوت معنی داری نداشتند.

در مطالعه Cok و همکاران در تبریز، میزان باقیمانده سموم β -BHC و HCB بر حسب سه گروه سنی

جدول ۱: اطلاعات مطالعات اولیه وارد شده به پژوهش

| ردیف | نام نویسنده اول | سال انتشار | مکان پژوهش | جمعیت مورد پژوهش | حجم نمونه | نمونه مورد آزمایش | ماده مورد مطالعه و مقدار متوسط اندازه گیری شده | واحد اندازه گیری |
|------|--------------------|------------|------------|--|-----------|-------------------|--|------------------|
| ۱ | هاشمی تنکابنی (۱۸) | ۱۹۷۷ | تهران | زنان با دامنه سنی ۱۴ الی ۴۲ سال | ۱۳۱ | شیرمادران | P,P-DDE:1.13, p,p-DDT:1.01, Σ -DDTs:2.88, | ppm |
| ۲ | هاشمی تنکابنی (۱۹) | ۱۹۷۸ | ایران | زن: ۴۱ نفر، مرد: ۱۲۹ نفر، با دامنه سنی ۱۴ الی ۹۱ سال | ۱۷۰ | بافت چربی | P,P-DDE:5.26, p,p-DDD:0.222, p,p-DDT:2.64, Σ -DDTs:8.13, Dieldrin:0.049, Σ -HCH:0.26 | ppm |
| ۳ | Burgaz (۲۰) | ۱۹۹۵ | تبریز | زن: ۵۳ نفر، مرد: ۸ نفر - با دامنه سنی ۱۴ الی ۶۵ سال | ۶۱ | بافت چربی | P,P-DDE:2.45±2.44, p,p-DDT:0.19±0.22, Σ -DDTs:2.921±2.88, HCB:0.055±0.11, α -HCH:0.021±0.12, β -HCH:0.728±0.48, γ -HCH:0.018±0.04, Σ -HCH:0.767±0.52 | mg/kg fat |
| ۴ | افشار (۲۱) | ۱۹۹۷ | تهران | زنان ۱۶ الی ۴۱ سال | ۴۰ | شیر مادران | P,P-DDE : 14.69, p,p-DDT: 2.44 , o,p-DDT:4.3, Lindane: 23.02, | ppb |

جدول ۱: اطلاعات مطالعات اولیه وارد شده به پژوهش (ادامه)

| | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|------------|----|----------------------------|----------------|------|------------------|----|
| mg/kg fat | P,P-DDE:1.701±0.721, p,p-DDT:0.302±0.212, Σ-DDTs:2.199 ±0.915, HCB:0.061±0.057, α -BHC:0.022±0.051, β -BHC:0.399±0.328, γ -BHC:0.182±0.5, Σ-BHC:0.603±0.584, Heptachlor Epoxide:0.054 ±0.074 | شیر مادران | ۴۰ | زنان ۱۹ الی ۴۰ سال | تبریز | ۱۹۹۹ | Cok (۲۲) | ۵ |
| μg/g ⁻¹ fa | P,P-DDE:0.056, p,p-DDD:<0.001, p,p-DDT:0.01, Σ-DDTs:<0.001 , HCB:0.006, Dieldrin:0.001, α -HCH:<0.001, β - HCH:0.037, γ-HCH:<0.001, Endosulfane:<0.001 | شیر مادران | ۱۰ | زنان با میانگین سنی ۲۳ سال | ساری | ۲۰۰۶ | عبادی (۲۳) | ۶ |
| μg/g ⁻¹ fa | P,P-DDE:0.045, p,p-DDD:<0.001, p,p-DDT:0.004, Σ-DDTs:<0.001 , HCB:0.003, Dieldrin:0.001, α -HCH:<0.001, β - HCH:0.024, γ-HCH:<0.001, Endosulfane:<0.001 | شیر مادران | ۱۰ | زنان با میانگین سنی ۲۳ سال | بابل | ۲۰۰۶ | عبادی (۲۳) | ۷ |
| ng/ g ⁻¹ lipid wt | P,P-DDE:1814, p,p-DDD:10, p,p-DDT:460, o,p-DDE:400, Σ-DDTs:2685, α -HCH:1044, β - HCH:1610 , γ-HCH:350, Σ-HCH:3000, HCB:630, | شیر مادران | ۲۰ | زنان | شهر نور | ۲۰۰۹ | دهمرد بهروز (۲۴) | ۸ |
| ng /g ⁻¹ lipid wt | P,P-DDE:1280, p,p-DDD:2, p,p-DDT:166, o,p-DDE:120, Σ-DDTs:1570, α -HCH:880, β - HCH:1580, γ-HCH:126, Σ-HCH:2590, HCB:690, | شیر مادران | ۱۰ | زنان | روستاهای نور | ۲۰۰۹ | دهمرد بهروز (۲۴) | ۹ |
| ng/ g ⁻¹ lipid wt | P,P-DDE:2936, p,p-DDD:34, p,p-DDT:460, o,p-DDE:130, Σ-DDTs:3560, α -HCH:1537, β - HCH:4000, γ-HCH:200, Σ-HCH:5740, HCB:1080, | شیر مادران | ۱۰ | زنان | شهر نوشهر | ۲۰۰۹ | دهمرد بهروز (۲۴) | ۱۰ |
| ng/ g ⁻¹ lipid wt | P,P-DDE:1510, p,p-DDD:13, p,p-DDT:480, o,p-DDE:316, α -HCH:1740 , β - HCH:2340 , γ-HCH:460 , Σ-HCH:4540, HCB:1490, | شیر مادران | ۱۳ | زنان | روستاهای نوشهر | ۲۰۰۹ | دهمرد بهروز (۲۴) | ۱۱ |

جدول ۱: اطلاعات مطالعات اولیه وارد شده به پژوهش (ادامه)

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------|----|--------------------------------------|-------------------|------|---------------------|----|
| ng/g ⁻¹ lipid wt | P,P-DDE:1090, p,p-DDD:170, p,p-DDT:290, o,p-DDT:295, o,p-DDE:90, Σ-DDTs:1930, HCB:1020, α-HCH:350, β-HCH:735, γ-HCH:580, Σ-HCH:1660, | شیرمادران | ۳۰ | زنان بادمه سنی ۱۹ الی ۳۷ سال | تبریز | ۲۰۰۹ | دهمرد بهروز (۲۵) | ۱۲ |
| نانوگرم در گرم مو | P,P-DDE:5.7, p,p-DDD:4.3, p,p-DDT:1.2, o,p-DDT:0.6, o,p-DDE:5.7 | موی سر | ۱۹ | زنان باردار | شهرنوشهر | ۲۰۱۰ | برقی (۲۶) | ۱۳ |
| نانوگرم در گرم مو | P,P-DDE:14, p,p-DDD:3.5, p,p-DDT:24, o,p-DDT:6.8, o,p-DDE:0.3 | موی سر | ۱۶ | زنان باردار | روستاهای نوشهر | ۲۰۱۰ | برقی (۲۶) | ۱۴ |
| ng/g ⁻¹ | P,P-DDE:4, p,p-DDD:1.5, p,p-DDT:0.1, o,p-DDT:2, o,p-DDE:0.1, Σ-DDTs:8, HCB:0.02, γ-HCH:11, Σ-HCH:11 | مو | ۲۱ | زنان باردار با میانگین سنی ۲۷ سال | اهواز | ۲۰۱۲ | دهمرد بهروز (۲۷) | ۱۵ |
| ng/g ⁻¹ | P,P-DDE:6, p,p-DDD:4.3, p,p-DDT:1, o,p-DDT:0.7, O,P-DDE:1, Σ-DDTs:13, HCB:0.5, α-HCH:14, β-HCH:0.06, γ-HCH:4, Σ-HCH:18 | مو | ۱۶ | زنان باردار با میانگین سنی ۲۶ سال | شهر نوشهر | ۲۰۱۲ | دهمرد بهروز (۲۷) | ۱۶ |
| ng/g ⁻¹ | P,P-DDE:14, p,p-DDD:4, p,p-DDT:24, o,p-DDT:7, O,P-DDE:0.3, Σ-DDTs:49, HCB:0.3, α-HCH:6, β-HCH:0.04, γ-HCH:8.5, Σ-HCH:14 | مو | ۲۵ | زنان باردار با میانگین سنی ۲۶ سال | حومه نوشهر | ۲۰۱۲ | دهمرد بهروز (۲۷) | ۱۷ |

بحث

انجام شده در ایران، سطحی از میانگین غلظت باقیمانده سموم ارگانوکلره در بدن انسان گزارش شده است و میانگین باقیمانده هیچ یک از سموم ارگانوکلره مورد بررسی صفر نبوده است و حتی در بعضی موارد روند افزایشی داشته است. مطالعات انجام گرفته در ایران به منظور تعیین مقدار باقیمانده سموم ارگانوکلره در آب، رسوبات، ماهی و

در این مطالعه مروری غلظت باقیمانده سموم ارگانوکلره در نمونه‌های آزمایش شده از بافت‌های انسانی در ایران مورد بررسی قرار گرفت و مقادیر باقیمانده، بر حسب نوع سم ارگانوکلره، نوع نمونه آزمایش شده، منطقه شهری و روستایی و روند زمانی ارائه گردید. یافته‌ها نشان داد که در تمامی مطالعات

آفت کش در زمین های کشاورزی است که ورود این آفت کش به بدن مادران می تواند از طریق استنشاق این ترکیب (به علت فشار بخار پایین DDT) در هوای آلوده مزارع که در آن از DDT استفاده می شود، صورت پذیرد (۲۶). پژوهش های Sudaryanto و همکاران (۳۰) همراستا با نکات بیان شده، نشان داد که غلظت مجموع ایزومرهای DDT در مناطق روستایی به طور معنی داری بیشتر از مناطق شهری است.

Waliszewski و همکاران در مطالعه ای در وراکروز مکزیک نشان دادند که میانگین غلظت باقیمانده ددت در بافت چربی از ۶/۶۷ میلی گرم بر کیلوگرم در سال ۱۹۸۸ به ۰/۵۶ میلی گرم بر کیلوگرم در سال ۱۹۹۷ کاهش یافت (۳۱). در حالی که در ایران میزان باقیمانده این سموم قابل ملاحظه و در بعضی موارد روندی افزایشی دارد. Abd Al-Rahman طی مطالعه ای روی ۲۳ نمونه شیر انسان در مصر، متوسط غلظت باقیمانده HCH و DDT را به ترتیب ۲۲۵ و ۱۳۱۵ نانوگرم در گرم بیان نمود (۳۲) که از مقدار گزارش شده در ایران کمتر بوده است.

وجود باقیمانده سموم ارگانوکلره در محیط، یک علامت هشدار بسیار قوی می باشد. چون این سموم وارد چرخه حیات شده و در نهایت اختلالات ژنتیکی و کروموزومی ایجاد می کنند. همچنین این سموم می توانند از طریق پوست، دستگاه تنفسی و گوارشی جذب شوند. لازم به ذکر است که سموم ارگانوکلره در هوا (به شکل بخار) غالباً به حد غیر مجاز نمی رسند، ولی در حالت آئروسول در اندازه های مناسب از راه اپیتلیوم دستگاه تنفسی می توانند به خوبی جذب شوند. در ادامه دریافت دوزهای واحد یا مستمر، بیشتر این ترکیبات نهایتاً به تراکم بالایی در بافت های

مواد غذایی همچون شیر گاو عرضه شده به بازار نشان می دهد که در این محیطها هم آلودگی با این سموم قابل توجه است. به عنوان نمونه محبی نوذر و همکاران در مطالعه ای در استان هرمزگان با نمونه برداری از رسوبات در فصول خشک و مرطوب در ۹ ایستگاه نشان دادند که سطح آلودگی ارگانوکلره در فصول مرطوب و خشک تفاوت معنی داری ندارند و میانگین غلظت باقیمانده ترکیبات انواع ددت برابر $15/87 \pm 0/76 \text{ ng/g}$ وزن خشک می باشد (۲۸). آشنایگر و همکاران در مطالعه ای غلظت باقیمانده لیندان و انواع ددت را در ۳۵ نمونه شیرگاو عرضه شده به بازار به ترتیب $0/28 \text{ mg/kg}$ و $0/042 \text{ mg/kg}$ گزارش نمودند (۲۹). کفیل زاده و همکاران در مطالعه ای، میانگین غلظت باقیمانده DDE را در آب، رسوبات و ماهی دریاچه پریشان به ترتیب $0/055$ ، $9/84$ و $4/86 \text{ ppb}$ گزارش نمودند (۱۴). بنابراین می توان یکی از راه های ورود سموم آلی ارگانوکلره به بدن را مصرف غذاهای آلوده به این سموم عنوان نمود.

در مطالعه برقی نشان داده شد که غلظت مجموع ایزومرهای DDT در هر دو منطقه شهری و روستایی نوشهر در موی مادرانی که بیشتر از ۴ بار در ماه ماهی مصرف می نمودند، بیشتر از آنهایی که کمتر از ۴ بار ماهی مصرف می نمودند، بوده است (۲۶). همچنین احتمالاً در مناطق روستایی و جاهایی که سموم کشاورزی بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد، آلودگی جمعیت انسانی هم بیشتر باشد. به عنوان نمونه در روستاهای نوشهر، میزان باقیمانده سموم ارگانوکلره نسبت به شهر نوشهر قابل توجه بوده است که دلیل بالا بودن مقادیر مجموع ایزومرهای DDT و سایر سموم ارگانوکلره در روستاها، مصرف مستقیم این

مجاز مقادیر سموم باقیمانده در بافت‌های مورد آزمایش در چند مورد از مطالعه هم امر مقایسه را دچار مشکل نموده است. از محدودیت‌های قابل ذکر دیگر این که ظاهراً مطالعات اولیه به دلایل احتمالی از جمله امکان پذیری فقط در چند نقطه جغرافیایی تمرکز داشته است.

این مطالعه مروری نشان داد که مواجهه مردم ایران با سموم آلی کلره قابل ملاحظه بوده است. همچنین به منظور ارتقاء کیفیت مطالعات مرتبط با پایش بقایای سموم ارگانوکلره، پیشنهاد می‌گردد، در مطالعات آتی به تمام مناطق کشور توجه شود و مناطق مختلف ایران از نظر سموم باقیمانده در بدن انسان‌ها مورد پایش قرار گیرد. تعیین تغییرات مقدار سموم باقیمانده از موضوعات بسیار اساسی است که نیاز به پشتیبانی، حمایت سازمان‌های پژوهشی و محیط زیست و ورود مراکز تحقیقاتی به این عرصه را دارد. همچنین توجه به بررسی برخی متغیرها و آنالیز و مقایسه مقادیر سموم باقیمانده بر حسب گروه سنی، منطقه سکونت (شهری- روستایی)، تعداد فرزندان و وضعیت مصرف غذاهای دریایی (مانند ماهی و...) به منظور یکسان سازی و قابل مقایسه شدن پژوهش‌ها تأکید می‌گردد.

تشکر و قدردانی

از کتابخانه مرکزی دانشگاه علوم پزشکی کرمان که در تهیه مقالات مورد نیاز برای این مقاله با ما همکاری کردند تشکر می‌شود.

چربی و یا با غلظت‌های پایین‌تر در بافت‌های کم چربی‌تر می‌رسند. دلیل این امر در برخی مواقع درجه بالای حلالیت در چربی آن‌ها است که به عنوان فاکتور مهم و تعیین کننده‌ای می‌تواند مطرح شود (۱۰، ۳۳).

مواجهه زنان باردار با این قبیل آفت‌کش‌ها هم برای مادر و هم برای جنین او خطرآفرین است. انتقال آفت‌کش‌ها از مادر به جنین به عواملی مانند میزان حلالیت در چربی آفت‌کش‌ها بستگی دارد و بنابراین آفت‌کش‌های آلی کلره مانند HCH و DDT از این حیث تهدیدی جدی محسوب می‌شوند (۳۴). زیرا بسیاری از این ترکیبات باعث بروز آسیب به سیستم عصبی شده و جنین انسان به علت رشد و توسعه سیستم عصبی و مغزی خود در بدن مادر، در مقابل تأثیرات سمی این مواد شیمیایی در خطر بیشتری نسبت به مادر قرار می‌گیرد (۳). البته آثار سوء بالقوه در جنین به دوز آفت‌کشی که مادر در معرض آن قرار می‌گیرد، نیز بستگی دارد (۳۴). ناهنجاری‌های کروموزومی، تخریب DNA، تأثیر بر رشد، یادگیری و رفتار در نوزادانی که مادران آن‌ها با آفت‌کش‌ها در تماس بودند، دیده شده است (۳، ۳۴).

یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر برقرار نبودن شرایط انجام متآنالیز به دلیل تنوع بسیار زیاد در نحوه گزارش یافته‌های مطالعات اولیه بوده است. همچنین ابهام و نامشخص بودن تعیین تعداد نمونه مورد نیاز و روش نمونه‌گیری در بیشتر مطالعات اولیه یکی دیگر از محدودیت‌ها است که از این حیث اعتبار بیرونی آن مطالعات مورد تردید می‌باشد. مشخص نبودن حد

References

1. Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act. Washington DC, United State: National Service Center for Environmental Publications (NSCEP); 1972.

2. World Health Organization (WHO). The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard; 2009.

3. 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. *Environ Res.* 2008 Feb;106(2):277-83.
4. Givens ML, Lu C, Bartell SM, Pearson MA. Estimating dietary consumption patterns among children: a comparison between cross-sectional and longitudinal study designs. *Environ Res.* 2007 Mar;103(3):325-30.
5. Hotchkiss JH. Pesticide residue controls to ensure food safety. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1992;31(3):191-203.
6. Tadeo J. Analysis of pesticides in food and environmental samples. 1th ed. NewYork. CRC Press; 2008.
7. Ayas Z, Ekmekci G, Ozmen M, Yerli SV. Histopathological changes in the livers and kidneys of fish in Sariyar Reservoir, Turkey. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2007 Mar;23(2):242-9.
8. Batterman SA, Chernyak SM, Gounden Y, Matooane M, Naidoo RN. Organochlorine pesticides in ambient air in Durban, South Africa. *Sci Total Environ.* 2008 Jul 1;397(1-3):119-30.
9. Arzi A, Hemmati AA, Nazari Khorasgani Z. determination and comparison of the organochlorine pesticide residue levels among benni fish of Shadegan, Mahshahr and susangerd cities, Khozestan Province in Iran. *Jundishapur J Nat Pharm Prod.* 2011; 6(1):24-31.
10. Terauchi H, Takahashi S, Lam PK, Min BY, Tanabe S. Polybrominated, polychlorinated and monobromo-polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in marine surface sediments from Hong Kong and Korea. *Environ Pollut.* 2009 Mar;157(3):724-30.
11. Sarkar SK, Bhattacharya BD, Bhattacharya A, Chatterjee M, Alam A, Satpathy KK, et al. Occurrence, distribution and possible sources of organochlorine pesticide residues in tropical coastal environment of India: an overview. *Environ Int.* 2008 Oct;34(7):1062-71.
12. Dehmordeh Behrooz RD, Esmaili Sari A, Ghasempouri SM, Bahramifar N, Covaci A. Organochlorine pesticide and polychlorinated biphenyl residues in feathers of birds from different trophic levels of South-West Iran. *Environ Int.* 2009 Feb;35(2):285-90.
13. Dehmordeh Behrooz R, Esmaili Sari A, Ghasempouri SM, Bahramifar N, Hosseini SM. Organochlorine pesticide and polychlorinated biphenyl in feathers of resident and migratory birds of South-west Iran. *Arch Environ Contam Toxicol.* 2009 May;56(4):803-10.
14. Kafilzadeh F, Shiva AH, Malekpour R, Noorani Azad H. Determination of Organochlorine Pesticide Residues in Water, Sediments and Fish from Lake Parishan, Iran. *World. Journal of Fish and Marine Sciences.* 2012;4 (2):150-4. Persian.
15. Behfar A, Nazari Z, Rabiee MH, Raeesi GH, Oveisi MR, Sadeghi N, et al. The Organochlorine Pesticides Residue Levels in Karun River Water. *Jundishapur J Nat Pharm Prod.* 2013 Feb 13; 8(1): 41-6.
16. Javedankherad I, Esmaili-Sari A, Bahramifar N. Levels and distribution of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in water and sediment from the international Anzali Wetland, north of Iran. *Bull Environ Contam Toxicol.* 2013 Mar;90(3):285-90.
17. Hadian Z, Azizi MH. Pesticide residues in vegetables marketed in the main wholesale fruit and vegetable market in Tehran as determined by gas chromatography/mass spectrometry, 2005. *Iran J Nutr Sci Food Technol.* 2006;1(2):13-20.
18. Hashemy-Tonkabony SE, Fateminassab F. Chlorinated pesticide residues in milk of Iranian nursing mothers. *J Dairy Sci.* 1977 Dec;60(12):1858-60.
19. Hashemy-Tonkabony SE, Soleimani-Amiri MJ. Chlorinated pesticide residues in the body fat of people in Iran. *Environ Res.* 1978 Jul;16(1-3):419-22.
20. Burgaz S, Afkham BL, Karakaya AE. Organochlorine pesticide contaminants in human adipose tissue collected in Tebriz (Iran). *Bull Environ Contam Toxicol.* 1995 Apr;54(4):546-53.
21. Afshar M, Taheri E, Alasty D. Investigation of organochlorine pesticide residues in samples of 40 nursing mothers residing in Tehran. *Tehran Univ Med J.* 1997;55(6):13-8.
22. Cok I, Karakaya AE, Afkham BL, Burgaz S. Organochlorine pesticide contaminants in human milk samples collected in Tebriz (Iran). *Bull Environ Contam Toxicol.* 1999 Oct;63(4):444-50.
23. Ebadi AG, Shokrzadeh M. Measurement of Organochlorine Pesticides Level in Milk Agricultural Women Workers (Mazandaran-Iran). *Journal of Applied Sciences.* 2006;6(3):678-81. Persian.
24. Dehmordeh Behrooz R, Esmaili Sari A, Bahramifar N, Ghasempouri SM. Organochlorine pesticide and polychlorinated biphenyl residues in human milk from the Southern Coast of Caspian Sea, Iran. *Chemosphere.* 2009 Feb;74(7):931-7.
25. DehmordehBehrooz R, Esmaili Sari A, Bahramifar N, Naghdi F, Shahriyari AR. Organochlorine pesticide and polychlorinated biphenyl residues in human milk from Tabriz, Iran. *Toxicological & Environmental Chemistry.* 2009;91(8):1455-68. Persian.
26. Barghi M, Bahramifar N, Esmaili Sari A, Mirsanjeri MM, DehmordehBehrooz R.

Bioaccumulation assessment of DDT pesticide and its metabolites in Pregnant Women regarding to age, number of Childbirth, and fish consumption variables. *Journal of Environmental Studies*. 2011;36(56):39-84. Persian.

27. Dahmardeh Behrooz R, Barghi M, Bahramifar N, Esmaili-Sari A. Organochlorine contaminants in the hair of Iranian pregnant women. *Chemosphere*. 2012 Jan;86(3):235-41.

28. MohebbiNozar SL, Ismail WR, PauziZakaria, M, SeddiqMortazawi M. PCBs and DDTs in Surface Mangrove Sediments from the South of Iran. *International Journal of Environmental Research*. 2013; 7(3):817-22. Persian.

29. Ashnagar A, GharibNaseri N, CheraghiFarmad M. Determination of organochlorine pesticide residues in cow's milk marketed in Ahwaz city of Iran. *International Journal of PharmTech Research*. 2009;1(2):247-51. Persian.

30. Sudaryanto A, Kunisue T, Kajiwara N, Iwata H, Adibroto TA, Hartono P, et al. Specific accumulation of organochlorines in human breast milk from Indonesia: levels, distribution, accumulation kinetics and infant health risk. *Environ Pollut*. 2006 Jan;139(1):107-17.

31. Waliszewski SM, Aguirre AA, Infanzón RM, Rivera J, Infanzón R. Time trend of organochlorine pesticide residues in human adipose tissue in Veracruz, Mexico: 1988-1997 survey. *Sci Total Environ*. 1998 Oct 8;221(2-3):201-4.

32. Abd Al-Rahman SH. Persistent organochlorines in human breast milk from Al-Sharkia Governorate, Egypt. *Intern J Environ Analytical Chem*. 2012 Aug;92(10):1215-25.

33. Landau-Ossondo M, Rabia N, Jos-Pelage J, Marquet LM, Isidore Y, Saint-Aimé C, et al. Why pesticides could be a common cause of prostate and breast cancers in the French Caribbean Island, Martinique. An overview on key mechanisms of pesticide-induced cancer. *Biomed Pharmacother*. 2009 Jul;63(6):383-95.

34. Ostrea EM Jr, Villanueva-Uy E, Bielawski DM, Posecion NC Jr, Corrion ML, Jin Y, et al. Maternal hair--an appropriate matrix for detecting maternal exposure to pesticides during pregnancy. *Environ Res*. 2006 Jul;101(3):312-22.

Human contamination with organochlorine pesticides in Iran: A systematic review

Mahmood Moosazadeh¹, Narges Khanjani²

Abstract

Background: The presence of organochlorine pesticides in the environment is a serious threat to human health and requires continuous monitoring. Therefore, in the present systematic review, the residual amount of different organochlorine pesticides in human samples has been investigated.

Methods: All accessible databases in English and Farsi were searched by using organochlorine and related pesticides keywords in Farsi databases including SID, Iranmedex, magiran and Medlib and English databases including PubMed and Google Scholar. All articles which had evaluated one of the organochlorine pesticides were included. Data including the research data, sample size, location, biologic sample, pesticide type and the amount of organochlorine pesticide measured were extracted.

Results: A total of 17 documented cases were extracted from 10 primary studies in which mean residual organochlorine pesticides in human had been determined. The studied samples were 5 samples of pregnant women's hair, 10 samples of maternal milk, and 2 samples of fat tissue. The residual amount of DDT and its isomers, BHC and its isomers, HCH and its isomers, HCB, Heptachlor epoxide, dieldrin and Lindane were recorded for the studied samples.

Conclusion: This review showed that human exposure to organochlorine pesticides has been significant in Iran.

Keywords: Organochlorine, DDT, Pesticides, Systematic review

1- Assistant Professor, Health Sciences Research Center, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

2- Associate Professor, Environmental Health Engineering Research Center, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

Corresponding Author: Dr. Narges Khanjani **Email:** n_khanjani@kmu.ac.ir

Address: School of Public Health, Kerman Medical University, Kerman, Iran

Tel/Fax: 034-31325102