

## بررسی غلظت باقی مانده سموم آفت کش ارگانوفسفره و کاربامات در منابع تامین آب آشامیدنی شهر همدان در سال ۱۳۸۶

مریم خدادادی<sup>۱</sup>، محمدتقی صمدی<sup>۲</sup>، علیرضا رحمانی<sup>۳</sup>، رامین ملکی<sup>۴</sup>، علی... رسانی<sup>۵</sup>، رضا شهیدی<sup>۶</sup>

نویسنده مسئول: بیرجند، دانشگاه علوم پزشکی، آموزشکده بهداشت maryam.khodadadi@gmail.com

پذیرش: ۸۸/۰۸/۳۰

دریافت: ۸۸/۰۶/۱۶

### چکیده

**زمینه و هدف:** آلودگی منابع آب با سموم آفت کش یکی از معضلات زیست محیطی محسوب می‌گردد که در استان همدان به لحاظ وجود زمینه‌های لازم در کشاورزی رشد قابل توجهی داشته است. به همین منظور مصرف سموم آفت کش بالا بوده و می‌تواند تهدید جدی برای منابع تامین آب شرب این شهر محسوب گردد. هدف از انجام این تحقیق تعیین غلظت باقی مانده سموم آفت کش ارگانوفسفره هالوژنه کلرپیریفوس و ارگانوفسفره غیر هالوژنه دیازینون و سم کارباماته کاربایل در منابع تامین کننده آب شرب شهر همدان در سال ۱۳۸۶ بوده است.

**روش بررسی:** در این تحقیق ۱۲۶ نمونه آب از ۷ ایستگاه تامین آب آشامیدنی سطحی و زیرزمینی شهر همدان در طی ۱۲ ماه در سال ۱۳۸۶ و جهت سنجش باقی مانده سموم مورد مطالعه، جمع آوری و با استفاده از دو روش استخراج فاز جامد و استخراج فاز مایع آماده سازی و به وسیله دستگاه های HPLC و GC/MS/MS مورد آنالیز قرار گرفتند.

**یافته ها:** نتایج مشخص نمود که بیشترین غلظت سم کاربایل و کلرپیریفوس در فصل بهار و خرداد ماه به ترتیب  $3/85 \text{ ppb}$  و  $1/8 \text{ ppb}$  و در مورد سم دیازینون مربوط به فصل پاییز و مهرماه به میزان  $36/5 \text{ ppb}$  بوده است. حداقل غلظت سموم مورد مطالعه مربوط به فصل زمستان بوده است. بر اساس آزمون آماری آنالیز واریانس دو طرفه *Two-Way ANOVA* شده در فصول مختلف اختلاف آماری معنی داری وجود داشت ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** مطالعات مختلف نشان دهنده آن است که باقی مانده سموم در منابع آب ارتباط مستقیمی با مقدار سموم مصرفی در این مناطق دارد و در صورت عدم کنترل مصرف سموم، این آلاینده های مقاوم، تهدید جدی برای سلامت مصرف کنندگان خواهند بود.

**واژگان کلیدی:** آفت کش های ارگانوفسفره، آفت کش های کاربامات، منابع تامین آب شرب، همدان

۱- کارشناس ارشد بهداشت محیط، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

۲- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان

۳- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان

۴- دکترای شیمی تجزیه، عضو هیئت علمی جهاد دانشگاهی آذربایجان غربی

۵- کارشناس ارشد شیمی، کارشناس آزمایشگاه دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

۶- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، کارشناس آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

## مقدمه

آلودگی منابع آب با سموم آفت کش یکی از معضلات زیست محیطی محسوب می گردد که به لحاظ توسعه کشاورزی و تنوع آفات گیاهی، استفاده از سموم مذکور گسترش روزافزونی یافته است. سموم آفت کش با غلظت قابل توجهی از طریق پساب های صنعتی و زهکش های کشاورزی وارد محیط زیست می گردند (۱). سموم آفت کشی که در کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرند، می توانند از طریق شستشوی مستقیم و یا آبیاری از محل های مصرف وارد منابع آب گردند. هم چنین ریزش باران بر روی مناطق سم پاشی شده، قبل از تجزیه آنها می تواند سبب ورود سموم به منابع آب سطحی گردد. علاوه بر آن آفت کش ها می توانند از طریق لایه های خاک و در حین نفوذ آب به سفره های زیرزمینی راه پیدا کنند. در مواردی نیز برخی آفت کش ها می توانند وارد هوا گردیده و در نتیجه از طریق بارندگی، منابع آب سطحی و خاک را آلوده سازند (۲). ورود این مواد آلاینده به منابع تامین آب شرب به لحاظ مقاومت شدید در برابر عوامل محیطی، محلول بودن در آب و سمیت برای موجودات زنده، می تواند اثرات زیان بار بر سلامتی انسان و محیط زیست داشته باشد. میزان بروز اثرات زیان بار آنها به کیفیت ماده شیمیایی، مدت زمان استفاده، زمان در معرض قرار گرفتن، غلظت سم ورودی و میزان سمیت آن برای انسان بستگی دارد. عوارض بهداشتی مهم ناشی از ورود سموم آفت کش به بدن در کل شامل عوارض کوتاه مدت مانند درد در ناحیه شکمی، سرگیجه، سردرد، دو بینی، حالت تهوع و مشکلات چشمی و پوستی است و از عوارض دراز مدت می توان به افزایش احتمال بروز مشکلات تنفسی، اختلالات حافظه، افسردگی، ناهنجاری های عصبی، سرطان و عقیمی اشاره نمود (۳-۶). سموم آفت کش بر اساس نوع مصرف به سموم علف کش، حشره کش، قارچ کش، کرم کش و میکروب کش و از لحاظ ساختار شیمیایی به سموم ارگانوکلره، ارگانو فسفره و ارگانو ازته (کاربامات) و پیرتروئیدها دسته بندی می گردند (۷). سموم ارگانو فسفره به لحاظ ممانعت از فعالیت آنزیم استیل کولین استراز، سموم

ارگانوکلره از نظر امکان تجمع در بدن موجودات زنده و افزایش غلظت در زنجیره غذایی و سموم کارباماته به لحاظ اثرات جهش زاپی و تاثیر بر سیستم اعصاب مرکزی، اهمیت خاصی دارند (۸). اولین قدم در کنترل و مدیریت باقی مانده سموم موجود در منابع آب، تعیین غلظت آنها با دقت قابل قبول و مقایسه مقادیر به دست آمده با استانداردهای موجود است.

اتحادیه اروپا حداکثر غلظت مجاز برای مجموع باقی مانده سموم آفت کش در منابع آب آشامیدنی را  $0.5 \text{ g}/\mu\text{L}$  تعیین نموده است (۹). استان همدان با دارا بودن میزان بارندگی زیاد (۱۰) و شرایط محیطی مناسب، در زمینه کشاورزی رشد کافی داشته است. به طوری که سطح زیرکشت محصولات کشاورزی این استان در سال ۱۳۸۵ حدود ۹۵۰۰۰۰ هکتار بوده است (۱۰ و ۱۱). شهرستان همدان با دارا بودن  $24/23\%$  از اراضی زیرکشت استان،  $28/66\%$  محصولات زراعی استان را تولید نموده و از لحاظ سطح زیرکشت و میزان محصولات جالیزی رتبه اول را در این استان داراست. شهرستان بهار نیز که چاه های تامین بخشی از آب شرب شهر همدان در این دشت واقع گردیده نیز با دارا بودن  $11/35\%$  از اراضی زیرکشت استان،  $11/51\%$  محصولات زراعی استان را تولید می نماید. (۱۰). لذا با توجه به تنوع محصولات کشاورزی، شرایط جوی و محیطی مناسب جهت کشاورزی و گسترش سطح زیرکشت، میزان سموم مصرفی نیز سیر صعودی داشته است. به طوری که در سال ۱۳۸۶ مقدار ۵۱۱ تن سموم حشره کش، ۸۷ تن سموم کنه کش،  $149/9$  تن سموم قارچ کش و  $178/1$  تن سموم علف کش در این استان مورد استفاده قرار گرفته است (۱۲). این سموم عمدتاً برای مبارزه با آفات گیاهی درختان میوه و محصولات خوراکی و محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرند و بیشترین میزان مصرف سموم از اوایل اردیبهشت ماه تا اواخر مرداد ماه می باشد (۱۳-۱۵). آب آشامیدنی شهر همدان از منابع آب زیرزمینی (چاه های دشت بهار به میزان  $60\%$  نیاز آبی) و منابع آب سطحی (دو سد اکباتان و آبشینه به میزان  $40\%$  نیاز آبی) تامین می گردد. دشت بهار و دشت های بالا دست سدهای مذکور جزو قطب های کشاورزی

فازمایع - مایع (Liquid - Liquid Extraction) با استفاده از حلال دی کلرومتان و کلروفرم (برای کلرپیریفوس و کارباریل) انجام یافته است و سپس با استفاده از روش تقطیر تحت خلا و دستگاه روتاری حجم مایع استخراج شده به دو تا سه میلی لیتر کاهش یافت (۱۷ و ۱۶). اندازه گیری باقی مانده سموم در آب زیرزمینی در منطقه Agra در هند نیز با استفاده از استخراج فاز جامد انجام شده است (۱۸).

جهت رسم منحنی کالیبراسیون هر یک از سموم مورد تحقیق مراحل ذیل انجام گردید. در ابتدا محلول مادر از هر کدام از سموم از طریق انحلال سموم مورد نظر در متانول و با غلظت ۱۰۰ ppm آماده گردید. برای تهیه محلول مادر، از سم دیازینون با درصد خلوص ۹۴/۲٪، سم کلرپیریفوس با درصد خلوص ۹۹/۵٪ و سم کارباریل با درصد خلوص ۹۰٪ استفاده شده و تهیه محلول های استاندارد به صورت روزانه و با دقت بالا انجام یافته است. سموم مورد استفاده جهت ساخت محلول های استاندارد از شرکت Sigma-Aldrich کشور آلمان و به صورت خریداری ارزی تهیه گردید. از محلول های مادر، محلول های ppm ۲۵ تا ۰/۱ سموم مورد مطالعه تهیه و به میزان ۱ µL در هر نوبت و بر حسب نوع سم به دستگاه گاز کروماتوگرافی با طیف سنجی جرمی (GC/MS/MS) و دستگاه کروماتوگرافی مایع (HPLC) تزریق گردید. ضریب همبستگی خطی ( $r^2$ ) به دست آمده برای منحنی های استاندارد دیازینون، کلرپیریفوس و کارباریل به ترتیب، ۰/۹۹۹، ۰/۹۹۸ و ۰/۹۹۹ بوده است. در مطالعه ای که توسط Cortes-Aguado جهت اندازه گیری باقی مانده سموم آفت کش در آب میوه ها انجام شد دستگاه مورد استفاده GC/MS بوده که دارای حساسیت بالایی در تشخیص این مواد می باشد (۱۹).

### بررسی غلظت ها

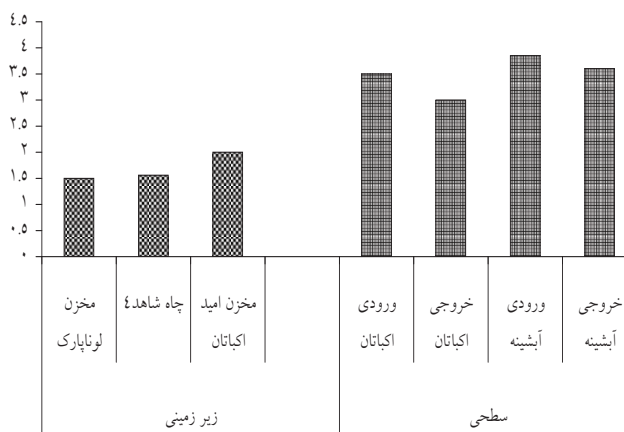
اندازه گیری سموم مورد تحقیق با استفاده از روش شماره B ۶۶۱۰ ماخذ (۱۶) جهت سنجش سموم کاربامات با دستگاه GC/MS/MS مدل: Varian, CP-۳۸۰۰ و مدل: MS/MS Varian Saturn ۲۲۰۰ ساخت کشور هلند و ستون مورد استفاده

منطقه محسوب می گردند. مصرف سموم آفت کش با مقادیر بالا و در سطح گسترده، امکان راه یابی باقی مانده سموم از طریق زهکشی، بارندگی و نشت از کف زمین های کشاورزی به منابع آب را به شدت افزایش می دهد. هدف از انجام این تحقیق تعیین غلظت باقی مانده سموم آفت کش ارگانوفسفره هالوژنه کلرپیریفوس (Chlorpyrifos) و ارگانوفسفره غیر هالوژنه دیازینون (Diazinon) و سم کاربامات کارباریل (Carbaryl) در منابع تامین کننده آب شرب شهر همدان در سال ۱۳۸۶ بوده است. دلیل انتخاب سموم مذکور، میزان مصرف بالای آنها، پایداری طولانی تر و انحلال بیشتر در آب بوده است.

### مواد روش ها

نمونه های آب جهت تعیین غلظت باقی مانده سموم مورد نظر از کلیه منابع تامین آب شرب شهر همدان در طی ۴ فصل (۱۲ ماه) و هر ماه یک بار به تعداد ۲ نمونه از هر ایستگاه برداشته شد. در این تحقیق، ۷ ایستگاه شامل نقاط ورودی و خروجی سد اکباتان، نقاط ورودی و خروجی سد آبشینه، مخزن لونا پارک، مخزن امید اکباتان، ایستگاه شاهد ۹ و چاه شماره ۴ در نظر گرفته شد و در مجموع، تعداد ۱۶۸ نمونه آب جهت انجام آزمایش های مورد نیاز باید برداشت می گردید که با توجه به این که در بعضی فصول نمونه برداری تعدادی از چاه ها از مدار خارج بودند، در نتیجه نهایتاً ۱۲۶ نمونه برداشت گردید. نمونه های برداشت شده در بطری های ۱ لیتری تیره رنگ که درب آن کاملاً با فویل آلومینیومی پوشانده شده بود و با افزودن ماده نگه دارنده (اسیداسکوربیک به میزان ۰/۵ گرم به نمونه های حاوی کلر آزاد باقی مانده) و مطابق روش استاندارد نمونه برداری و نگهداری (۱۶) انجام و به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه ها تا انجام آنالیز در یخچال با دمای ۲ درجه سانتی گراد نگه داری شدند. روش استخراج به کار رفته در این تحقیق، با استفاده از روش استخراج فاز جامد (Solid Phase Extraction) و وسیله فیلتر ۱۸۰ میلی گرمی کارتریج  $C_{18}$  استراتا و استخراج نهایی با استفاده از کلروفرم (برای استخراج دیازینون) و استخراج

بوده و مقادیر ذکر شده در این منحنی ها نشان دهنده بیشترین غلظت سم مورد نظر در نمونه های مورد آنالیز می باشد و حداقل غلظت سم دیازینون در نمونه های مورد نظر مربوط به اسفند ماه بوده که چون با روش مورد استفاده قابل ارزیابی نبوده در حد صفر گزارش شده است.



شکل ۱: حداکثر مقادیر اندازه گیری شده سم دیازینون (ppb) در منابع سطحی و زیرزمینی تامین آب شرب شهر همدان (مهر ماه سال ۱۳۸۶)

### ب. نتایج حاصل از آنالیز سم ارگانو فسفره هالوژنه کلر پیریفوس در نمونه های آب

بیشترین غلظت باقی مانده سم کلر پیریفوس به ترتیب مربوط به ایستگاه های ورودی تصفیه خانه آبهینه (۱/۸ppb)، ورودی تصفیه خانه اکباتان (۱/۶۵ppb)، خروجی تصفیه خانه آبهینه (۱/۶ ppb) و خروجی تصفیه خانه اکباتان (۱/۵ppb) در مورد منابع آب سطحی در خرداد ماه بوده است. در نمونه های آب زیر زمینی نیز بیشترین غلظت، در نمونه های مربوط به ایستگاه مخزن لوناپارک (۰/۳۸ ppb) و چاه شاهد ۴ (۰/۰۴ppb) در خرداد ماه حاصل گردید. شکل ۲ نشان دهنده غلظت باقی مانده سم کلر پیریفوس در منابع سطحی و زیرزمینی تامین آب شرب شهر همدان در خرداد ماه است. مقادیر ذکر شده در این منحنی ها نشان دهنده بیشترین غلظت سم مورد نظر در نمونه های مورد آنالیز می باشد و کم ترین غلظت سم مورد نظر در فصل زمستان قابل ردیابی با روش مورد استفاده نبوده است.

در دستگاه GC/MS/MS، ستون آکنده DB<sub>3</sub> ms fused silica با ابعاد (DF=۰، ۲۵μm، l=۳۰m ID=۰، ۲۵mm) و روش استاندارد ۸۱۴۰ و ۸۱۴۱ آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (EPA) (۱۶) سنجش سموم ارگانو فسفره توسط دستگاه HPLC (مارک Agilent ساخت کشور آمریکا، مدل HP ۱۲۰۰ SERIES) دارای ستون جداکننده C<sub>18</sub> μBond Pak TM ساخت کمپانی Water آمریکا به طول ۲۵ میلی متر و قطر ۴/۶ میلی متر) انجام گردید. زمان بازداری به ترتیب برای دیازینون، کلر پیریفوس و کارباریل به ترتیب ۹/۲۱، ۱۴/۹ و ۱۲/۷ دقیقه پس از تزریق بود و فاز متحرک در دستگاه GC/MS/MS، گاز هلیوم با خلوص بیش از ۹۹٪ و در دستگاه HPLC، مخلوط آب، متانول و استونیتریل با نسبت ۴۰:۴۵:۱۵ انتخاب گردیده است.

### یافته ها

با توجه به این که هدف از انجام این تحقیق، اندازه گیری باقی مانده سموم ارگانو فسفره غیر هالوژنه (دیازینون)، ارگانو فسفره هالوژنه (کلر پیریفوس) و کاربامات (کارباریل) در منابع تامین آب شرب شهر همدان در سال ۱۳۸۶ بوده، لذا نتایج حاصل از آنالیز نمونه ها در سه قسمت مجزا به شرح ذیل درج گردیده است.

### الف. نتایج حاصل از آنالیز سم ارگانو فسفره غیر هالوژنه دیازینون در نمونه های آب

نتایج به دست آمده از این بخش تحقیق مشخص می سازد که بیشترین غلظت اندازه گیری شده سم دیازینون در نمونه های آب برداشت شده از ایستگاه های مختلف، مربوط به فصل پاییز و مهر ماه می باشد. بالاترین غلظت سم مورد مطالعه در منابع آب سطحی، مربوط به ایستگاه ورودی تصفیه خانه اکباتان در مهرماه به مقدار (۳۶/۵ ppb) و خروجی تصفیه خانه اکباتان به میزان ۳۴/۴۲ ppb بوده و در منابع آب زیر زمینی بیشترین غلظت سم مورد مطالعه مربوط به چاه شاهد ۴ به میزان ۰/۲۵ ppb و مخزن لوناپارک به میزان ۰/۱۵ ppb بوده است.

شکل ۱ نشان دهنده غلظت باقی مانده سم دیازینون در منابع سطحی و زیر زمینی تامین آب شرب شهر همدان در مهر ماه

### بحث و نتیجه گیری

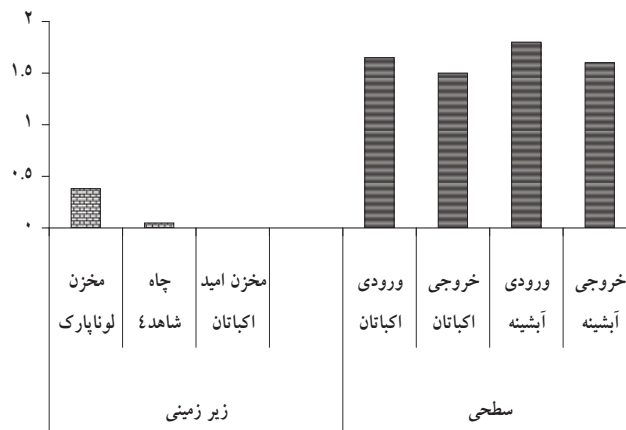
اطلاعات به دست آمده از آنالیز نمونه های برداشته شده از ایستگاه های مختلف تامین آب شرب شهر همدان با استفاده از نرم افزار SPSS و روش آماری آنالیز واریانس دو طرفه (Two-way ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت نتایج به دست آمده به شرح زیر است:

**الف. تغییرات غلظت سم ارگانوفسفره غیر هالوژنه دیازینون** در ۲ نمونه برداشت شده در مهر ماه از ایستگاه ورودی تصفیه خانه سد اکباتان و خروجی این تصفیه خانه، به ترتیب غلظت های ۳۶/۵ ppb و ۳۴/۴۲ ppb مشاهده گردید که این مقادیر بیش از حد استانداردهای مجاز برای آب های آشامیدنی بوده است. بر اساس استانداردهای EPA, WHO حداکثر مجاز این سم در آب آشامیدنی ۲۰ ppb در نظر گرفته شده است (۲۰ و ۲۱).

به نظر می رسد یکی از دلایل بروز این مساله وجود منطقه کشاورزی در بالا دست سد و مصرف سم دیازینون جهت محصولات کشاورزی در فصول بهار و تابستان است. هم چنین بالا بودن باقی مانده سم دیازینون در نمونه های آب برداشت شده می تواند به دلیل حالیت بالای سم دیازینون در آب (۲۲) و نیز ریزش های جوی در اوایل فصل پاییز و ورود این سم به آب های سطحی باشد. علاوه بر آن سم دیازینون نسبت به دو سم دیگر در تعداد دفعات بیشتری جهت مبارزه با آفات گیاهی مورد استفاده قرار می گیرد. تجزیه و تحلیل آماری نتایج حاصل، وجود رابطه معنی داری بین باقی مانده غلظت سم دیازینون در نمونه های آب برداشت شده و فصول مختلف را تایید می نماید. ( $P < 0/05$ ) بدین معنی که غلظت باقی مانده سموم اندازه گیری شده در نمونه های آب، برحسب فصل نمونه برداری دارای غلظت متفاوتی بوده است.

#### ب. تغییرات غلظت سم ارگانوفسفره کلرپیریفوس

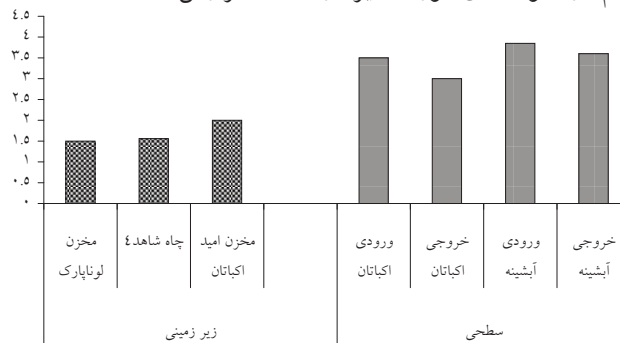
بیشترین غلظت باقی مانده سم کلرپیریفوس در منابع آب سطحی به ترتیب مربوط به ایستگاه های ورودی تصفیه خانه آبشینه (۱/۸ppb)، ورودی تصفیه خانه اکباتان (۱/۶۵ppb)، خروجی تصفیه خانه آبشینه (۱/۶ppb) و خروجی تصفیه خانه اکباتان



شکل ۲: حداکثر مقادیر اندازه گیری شده سم کلرپیریفوس (ppb) در منابع سطحی و زیر زمینی تامین آب شرب شهر همدان ماه (خرداد سال ۱۳۸۶)

#### ج. نتایج آنالیز سم کارباماته کارباریل در نمونه های آب

بیشترین غلظت باقی مانده سم کارباریل در نمونه های آب برداشت شده از ایستگاه های منابع آب سطحی به ترتیب مربوط به ورودی تصفیه خانه آبشینه (۳/۸۵ ppb)، خروجی تصفیه خانه آبشینه (۳/۶ppb)، ورودی تصفیه خانه اکباتان (۳/۵ ppb) و خروجی تصفیه خانه اکباتان (۳ ppb) در خرداد ماه می باشد. در مورد نمونه های آب برداشت شده از منابع آب زیرزمینی نیز بیشترین غلظت اندازه گیری شده، سم کارباریل مربوط به ایستگاه های امید اکباتان (۲ppb) و چاه شاهد شماره ۴ (۱/۵۶ ppb) در خرداد ماه به دست آمده است و سم مورد نظر در فصل زمستان قابل ردیابی با روش مورد استفاده نبوده است. شکل ۳ نشان دهنده غلظت باقی مانده سم کارباریل در منابع سطحی و زیر زمینی تامین آب شرب شهر همدان در خرداد ماه است که بیشترین غلظت این سم در نمونه های مورد آنالیز در آن ماه گزارش شده است.



شکل ۳: حداکثر مقادیر اندازه گیری شده سم کارباریل در منابع زیر زمینی تامین آب شرب شهر همدان (خردادماه سال ۱۳۸۶)

بسیار کم تر بوده و میزان حلالیت آن نیز در آب کم تر است. لذا علت عدم وجود باقی مانده کاربایل در نمونه های آب مربوط به فصل زمستان، می تواند به لحاظ ویژگی های مذکور باشد. آنالیز آماری داده های به دست آمده از سنجش غلظت باقی مانده سم کاربایل در نمونه های آب برداشت شده، رابطه معنی داری را بین غلظت کاربایل و فصول مختلف تایید می نماید. ( $p < 0/05$ ). بدین معنی که غلظت باقی مانده سموم اندازه گیری شده در نمونه های آب، بر حسب فصل نمونه برداری دارای غلظت متفاوتی بوده است. نتایج حاصل از این تحقیق در مورد سموم مورد مطالعه با نتایج حاصل از تحقیق دیگری که در خصوص اندازه گیری بقایای آفت کش های ارگانو فسفره در رودخانه های شرق مازندران انجام یافته مطابقت دارد (۲۲).

در مجموع غلظت سم دیازینون در دو ایستگاه ورودی تصفیه خانه اکباتان و خروجی این تصفیه خانه در مهر ماه (به ترتیب  $36/5$  و  $34/42$  ppb) بیشتر از حد استانداردهای مجاز بوده است. به عبارت دیگر، غلظت بالاتر از حد مجاز دیازینون تنها در یک ماه از سال ۱۳۸۶ و در دریاچه سد اکباتان مشاهده گردیده است. به لحاظ بالا بودن میزان انحلال سم دیازینون نسبت به دو سم دیگر در آب و هم چنین بالا بودن میزان مصرف آن و تعداد دفعات استفاده در طول سال زراعی، مقدار باقی مانده اندازه گیری شده آن نیز در نمونه های آب بیشتر از سایر سموم مورد مطالعه بوده است که با نتایج مطالعه خزاعی و همکاران هم خوانی دارد (۲۳). در مورد دو سم آفت کش کلریپرفوس و کاربایل نیز به لحاظ نیمه عمر کم تر، شناسایی آنها در نمونه های خرداد ماه با مقادیر نسبتا بالا، نشان دهنده استفاده از آن در ماه های اخیر (اردیبهشت و خرداد) در منطقه است. مطالعه انجام شده توسط سلیمانی و همکاران بر روی اندازه گیری سموم فنیتروتیون و بوتاکلر در مرداب انزلی نیز نشان داد که بیشترین غلظت این سموم مربوط به بهمن ماه و خرداد ماه بوده است (۲۴). در نمونه های آب مربوط به فصل زمستان هیچ کدام از سموم مورد نظر شناسایی نگردیدند. دلیل این پدیده می تواند گذشت زمان طولانی از زمان مصرف و پایداری نسبتا پایین این سموم در

( $1/5$  ppb) در خرداد ماه بوده است. مهم ترین دلیل این پدیده نیز به احتمال زیاد مربوط به مصرف بالا این سم در ماه های قبل، ریزش های جوی در بهار و وجود زمین های کشاورزی فراوان در بالا دست این صنایع است. در فصل زمستان در هیچ کدام از نمونه های آنالیز شده، سم کلریپرفوس شناسایی نگردید. دلیل آن ممکن است مربوط به پایداری سموم ارگانو فسفره و حلالیت کمتر آن ها در آب، نسبت به سم دیازینون باشد. در تمامی نمونه های آنالیز شده، مقادیر شناسایی شده سم کلریپرفوس بسیار پایین تر از استانداردهای مجاز EPA, WHO بوده است. بر اساس این استانداردها، حداکثر میزان سم کلریپرفوس در آب آشامیدنی  $20$  ppb در نظر گرفته شده است (۲۰ و ۲۱)، آنالیز آماری داده های به دست آمده از سنجش غلظت باقی مانده سم کلریپرفوس در نمونه های آب برداشت شده نشان دهنده رابطه معنی دار بین غلظت کلریپرفوس بر اساس فصول مختلف و بر اساس منابع آب سطحی و زیر زمینی است ( $p < 0/05$ ). بدین معنی که غلظت باقیمانده سموم اندازه گیری شده در نمونه های آب، بر حسب منابع آب سطحی و زیر زمینی، دارای غلظت متفاوتی بوده است.

### ج. تغییرات غلظت سم کارباماته کاربایل

بیشترین غلظت باقی مانده سم کاربایل در نمونه های آب برداشت شده از منابع آب سطحی به ترتیب مربوط به ایستگاه های ورودی تصفیه خانه آبشینه ( $3/85$  ppb)، خروجی تصفیه خانه آبشینه ( $3/6$  ppb)، ورودی تصفیه خانه اکباتان ( $3/5$  ppb) و خروجی تصفیه خانه اکباتان ( $3$  ppb) در خرداد ماه می باشد. به نظر می رسد، دلیل عمده این امر نیز مربوط به وجود ریزش های جوی در ماه های بهار و شسته شدن سم از زمین های کشاورزی و ورود آن به منابع آب باشد. مقادیر اندازه گیری شده سم کاربایل بسیار پایین تر از استانداردهای مجاز EPA, WHO بوده است. بر اساس این استانداردها حداکثر میزان سم کاربایل در آب آشامیدنی  $90$  ppb در نظر گرفته شده است (۲۰ و ۲۱). در فصل زمستان در هیچ کدام از نمونه های آب برداشت شده سم کاربایل شناسایی نگردید. لازم به ذکر است که پایداری این سم نسبت به سم دیازینون و کلریپرفوس

## تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله حاضر، مراتب تقدیر و تشکر خود را از شرکت آب و فاضلاب شهری استان همدان در حمایت مادی و معنوی این پژوهش اعلام می دارند.

## منابع

1. Chiron S, Fernandez A, Rodriguez A, E Garcia-Calvo. Pesticide chemical oxidation: state of the art. Water Research. 1999 (34):366-377
2. what is a pesticide? (<http://www.epa.gov/pesticide/about/index.html> USEPA definitions) retrieved 2006.
3. kamel F. Neurobehavioral performance and work experience in Floride Frameworkers. Environmental Health perspectives 2003 (1110):1765-1772.
4. Fireston JA, smith-weller T, G. Franklin, P. Swanson, et. al. Pesticides and risk of parkinson disease: a population- based case- control study. Archives of Neurology 2005(1):91-95.
5. Mc. Alavanja, Ja. Hoppin, F. kamel. Health effects of chornic pesticide exposure: cancer and nevrotoxicity. Annu Rev public Health 2004 (25):155-197.
6. Arcury TA, Quandt Sa, Mellan BG. An exploratory analysis of occupational skin disease among lation migrant and seasonal Framworkers in North carolina. Journal of Agricultural safety and Health 2003 (3):221-32.
7. Pourahmad J. General Toxicology, 1 ed, Iran, Samt Publishing 2006:104-120
8. Saleh Zadeh A. Pesticide and how they work. Published by Hamedan University of Medical Sciences of Hamedan 2006:69-55 and 124-112.
9. Acero J.L., Real F.J., Benitez F.J., Gonzalez A., Oxidation of chlorfenvinphos in ultrapure and natural waters by ozonation and photochemical processes. Water Research 2008(42):3198-3206.
10. Management and Planning Organization of Hamedan province, yearly statistical Report about Hamedan province 2006.
11. Management and Planning Organization of Hamedan Provinve, Hamedan development comprehensive plan, October 2003.
12. Statistical Report of plants Protection Organization of Tehran, Pesticides Management Section 2006-2007.
13. Storm J, Rozman E, k,k,doull j. Occupational exposure limits for 30 organophosphate pesticides based

شرایط محیطی باشد.

لذا مسئولین ذی ربط در صورت برنامه ریزی جهت حذف باقی مانده سموم از منابع آب شهر همدان، باید روش هایی را مدنظر قرار دهند که تنها در برخی از ماه های به کار گرفته شود و نیازمند استفاده مداوم در طول سال نباشد.

on inhibition of red blood cell acetylcholinesterase.

Toxicology 2006,:150,1-29.

14. [http://www.epa.gov/pesticides/registration/REDAs/Fact sheets/ chlorpyrifos- Fs. htm](http://www.epa.gov/pesticides/registration/REDAs/Fact%20sheets/chlorpyrifos-Fs.htm), February 2002
15. PCS internal national Programme on chemical Safety Health and Guide No 78, ([http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg\\_7e-e.htm](http://www.inchem.org/documents/hsg/hsg/hsg_7e-e.htm), Carbaryl (HSG 78, 1993). (united nations Environment Programme International Lab our organization world Health organization ISBN g24 151078 1 ISSN 0259- 7268-
16. APhA, AWWA, WPCF, (1998). "Standard Method for the examination of water and wastewater". Washington, D.C
18. Niti S, Alka P. Determination of Pesticide Residue In Ground Water of Region Using Solid Phase Extraction and Gas Chromatography. Asian Journal of Water, Environment Pollution 2008(5):91-94.
19. Cortes-Aguado S, Sanchez-Morito N, Arrebola F.J, Garrido Frenich A, Martinez Vidal J.L. Fast screening of pesticide residues in fruit juice by Solid-Phase Ghromatography-Mass Spectrometry. Food Chemistry 2008(107):1314-1325.
20. <http://www.nist.gov/srdnist1.htm>.
21. <http://www.who.org>
22. Rahmanikhah Z, Esmaeili Sari A, Sadeghi F. Detrmination of organophosphorous pesticides residues in the riveres East Mazandaran province. The First Conference on Environmental Engineering in Tehran 2006.
23. khazaiie H, Khorasani N, Jahromi talebi Kh. Invetigation the quality of ground water in Mazandaran province due using Diazinon pesticide (Case study : Mahmoodabad city). 12<sup>th</sup> National Congress of Environmental Health. 2009:117-123.
24. Soleimani P, Amini ranjbar GH. Separation, Identification & Determination Fenitriithion and Butaclore Petisides in Anzali swamp. Journal of Research & Reconstruction 2004(17): 8-15.

## Determination of Organophosphorous and Carbamat Pesticides Residue in Drinking Water Resources of Hamadan in 2007

\*Khodadadi. M.<sup>1</sup>, Samadi M.T.<sup>2</sup>, Rahmani AR.<sup>2</sup>, Maleki R.<sup>3</sup>, Allahresani A.<sup>1</sup>, Shahidi R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Public Health, School of Public Health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran

<sup>2</sup>Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

<sup>3</sup>Academic Member of Jihad Daneshgahi of Western Azarbaiejan Province

Received 7 September 2009; Accepted 21 November 2009

### ABSTRACT

**Backgrounds and Objectives:** Water contamination by pesticides is considered as an environmental problem today. In terms of agricultural development and diversity of plant pests, the use of pesticides has been increasing. Hamedan province has a suitable agricultural condition, it has enjoyed significant development in this respect. Among all the cities of Hamedan province, Hamedan city has the highest rank in tiller crops. Therefore, yearly use of pesticides is increasing in this area; which could be a serious threat to water resources of the city. The aim of this survey was determination of Organophosphorous and Carbamat pesticides residue in drinking water resources of Hamadan in 2007.

**Materials and Methods:** In this survey, 126 water samples were collected from 7 drinking water resources of Hamedan during 12 consecutive months in 2007. for determination of these pesticides, two methods (solid- phase extraction and Liquid-Liquid extraction) were adopted .and samples were analyzed by means of HPLC and GC/MS applying standard methods.

**Results:** Final results showed that the most concentration of Chlorpyrifos and Carbaryl pesticides were found to be about 3.85 ppb (part per billion) and 1.8 ppb in spring and June respectively; the maximum concentration of Diazinon was about 36.5ppb in October (autumn). The minimum concentration of the three pesticides was detected in winter. According to the statistical test Two - Way ANOVA there were significant differences among pesticides concentrations in the water samples in different seasons ( $p < 0.05$ ) . However, there wasn't a significant difference in pesticides concentrations in surface and ground water samples ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** Different studies have shown that pesticides residue concentration in water samples have a relationship with the amount of pesticides used in an area, physical and chemical refractory properties of pesticides; and environmental conditions. Thus, using resistant pollutants such as pesticides will be a serious threat to health of water consumers if they are not properly controlled.

**Key words:** Organophosphorous Pesticides, Carbamate pesticides, Drinking Water resources, HPLC, GCMS, Hamadan

---

\*Corresponding Author: [maryam.khodadadi@gmail.com](mailto:maryam.khodadadi@gmail.com)

Tel: +98 915 5623079 Fax: +98 561 44401777