

## Investigation of Residual Concentrations of Organic Phosphorus Pesticides in Surface Water and Groundwater Sources Supplying Drinking Water of Kermanshah Province

Dargahi A<sup>1,2</sup>, Samarghandi M.R\*<sup>3</sup>, Karami A<sup>1,2</sup>, Mohammadi M<sup>4</sup>, Vaziri Y<sup>1,2</sup>

1.Student Research Committee, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

2.Ph. D student of Environmental Health Engineering, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

3.Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

4.Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.

\* *Corresponding author*. Tel: +988138380025, Fax: +988138380509, E-mail: samarghandi@umsha.ac.ir

Received: Apr 9, 2017 Accepted: Sep 19, 2017

### ABSTRACT

**Background & objectives:** Pollution of water sources with pesticides is one of environmental problem that threatens the health of communities. The aim of present study is the determination of residual organic phosphorous pesticides including diazinon, malathion, chlorpyrifos and glyphosate in surface and ground water on Kermanshah province (2015).

**Methods:** In this cross sectional-analytic study, 50 water stations in 5 geographical regions (north, south, east, west and central) was surveyed. Pesticide measurement was accomplished by extraction of liquid phase and mass gas chromatography. Data is analysis by SPSS software.

**Results:** The residual organic phosphorus pesticides were not observed in any source of springs and aqueducts. The highest average residue ( $\mu\text{g/L}$ ) of diazinon, chlorpyrifos, glyphosate and malathion were  $1.45\pm 0.2$ ,  $6.84\pm 0.28$ ,  $0.005\pm 0.001$ ,  $1.01\pm 0.012$ , respectively. The wells at the central station was the highest and mirage in the in the northern station was the lowest total pesticide residue. The remaining amount of glyphosate was lowest. The total residues of glyphosate and malathion pesticides in the wells was below the maximum permitted concentration set by the European Union.

**Conclusion:** Regarding the concentration of total organic phosphorus pesticides in the studied wells over the maximum permitted concentration of the European Union, in the absence of control of the use of pesticides, the lack of regular monitoring of this important source of water and preventive programs for the health of water users in Kermanshah province with a serious threat.

**Keywords:** Organic Phosphorus Pesticide; Surface Water; Ground Water; GC/MS

## بررسی غلظت باقیمانده آفت‌کش‌های فسفره آلی در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی تامین کننده آب شرب استان کرمانشاه

عبداله درگاهی<sup>۱</sup>، محمدرضا سمرقندی<sup>۳\*</sup>، امیر کرمی<sup>۲</sup>، میترا محمدی<sup>۴</sup>، یاسر وزیری<sup>۵</sup>

۱. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

۲. دانشجوی دکترای تخصصی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

۳. استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

۴. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

\* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۸۱۳۸۳۸۰۰۲۵، فکس: ۰۸۱۳۸۳۸۰۵۰۹، ایمیل: samarghandi@umsha.ac.ir

### چکیده

**زمینه و هدف:** آلودگی منابع آب با سموم آفت‌کش یکی از مهمترین معضلات زیست محیطی است که سلامت جوامع را مورد تهدید قرار می‌دهد. لذا هدف از انجام این مطالعه، تعیین باقیمانده سموم فسفره آلی دیازینون، مالاتیون، کلروپیریفوس و گلیفوسیت در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی استان کرمانشاه در سال ۱۳۹۴ می‌باشد.

**روش کار:** این مطالعه از نوع توصیفی-مقطعی بود. در این تحقیق تعداد ۵۰ ایستگاه منبع آب در ۵ ناحیه جغرافیایی استان کرمانشاه (شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز) جهت تعیین باقیمانده سموم آفت‌کش فسفره آلی مورد بررسی قرار گرفت. سنجش سموم با روش استخراج فاز مایع و توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی جرمی (GC/MS) صورت گرفت. تجزیه و تحلیل نتایج با کمک نرم افزار SPSS انجام گرفت.

**یافته‌ها:** باقیمانده سموم فسفره آلی در هیچ یک از منابع چشمه و قنات مشاهده نگردید. بیشترین میانگین باقیمانده دیازینون، کلروپیریفوس، گلیفوسیت و مالاتیون بر حسب میکروگرم بر لیتر به ترتیب برابر با  $۱/۴۵ \pm ۰/۲$ ،  $۶/۸۴ \pm ۰/۲۸$ ،  $۰/۰۵ \pm ۰/۰۰۱$  و  $۱/۰۱ \pm ۰/۰۱۲$  تشخیص داده شد. منبع چاه ایستگاه مرکزی از بیشترین و منبع سراب ایستگاه شمال از کمترین میزان مجموع باقیمانده آفت‌کش برخوردار بود. مجموع باقیمانده سم گلیفوسیت از کمترین میزان برخوردار بود. مجموع باقیمانده غلظت آفت‌کش‌های گلیفوسیت و مالاتیون در چاه کمتر از حداکثر غلظت مجاز تعیین شده از سوی اتحادیه اروپا بود.

**نتیجه گیری:** با توجه به تجاوز غلظت مجموع سموم فسفره آلی در چاه‌های مورد بررسی بیش از حداکثر غلظت مجاز اتحادیه اروپا، در صورت عدم کنترل مصرف سموم، فقدان پایش منظم این منبع مهم آبی و برنامه‌های پیشگیرانه سلامت مصرف‌کنندگان آب در استان کرمانشاه با تهدید جدی روبرو است.

**واژه‌های کلیدی:** آفت‌کش فسفره آلی، آب سطحی، آب زیرزمینی، GC/MS

دریافت: ۹۶/۱/۲۰ پذیرش: ۹۶/۶/۲۸

### مقدمه

است (۱). با توجه به افزایش جمعیت و متعاقب آن افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی و مواد غذایی کاربرد سموم کشاورزی و از جمله آفت‌کش‌ها رو به تزاید است (۲). آفت‌کش‌ها شامل سموم ارگانو کلره، ارگانو فسفره، کاربامات و پیرتروئیدها هستند که در

در سال‌های اخیر شستشوی سموم کشاورزی از خاک به منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی بواسطه آبیاری زمین‌های کشاورزی، بارندگی و... به موضوعی قابل تامل در حوزه سلامت و بهداشت جامعه تبدیل گشته

این میان ترکیبات ارگانوفسفره از تنوع بسیار برخوردار بوده به گونه ای که حدود ۴۰ درصد آفت کش های جهان را تشکیل می دهند (۳). سموم ارگانوفسفره به دلیل دارا بودن ماهیت چربی دوستی، خاصیت تجمع زیستی و راهیابی به زنجیره غذایی از اهمیت شایان توجهی بر روی سلامت جامعه و محیط زیست برخوردار هستند. سهولت ورود سموم ارگانوفسفره به بدن با توجه به خواص فیزیکی، شیمیایی و متابولیت های آنها، موجبات نگرانی های بسیاری را برای سلامت افراد جامعه فراهم نموده است. خاصیت تجمع پذیری سموم در موجودات با توجه به غلظت، نوع سم، زمان در معرض قرار گرفتن، حلالیت در آب، فراریت و... در شرایط محیطی متفاوت است (۴،۵). اثرات منفی سموم ارگانوفسفره به واسطه ممانعت از فعالیت آنزیم استیل کولین استراز می باشد. اثرات سرطانزایی این دسته از آفت کش ها بر روی ارگان های داخلی بدن، اختلالات ژنتیکی و کروموزومی و ناقص الخلقه زایی به اثبات رسیده است. این سموم همچنین با ایجاد اختلال در هورمون های جنسی سبب تاخیر در بلوغ جنسی و مشکلات تولید مثل و ممانعت از رشد خواهند شد (۲،۶). اتحادیه اروپا حداکثر غلظت مجاز باقیمانده مجموع سموم در منابع آب آشامیدنی را ۰/۵ میکروگرم بر لیتر تعیین کرده است (۷). با توجه به کاربرد گسترده سموم آفت کش بعنوان جزئی جدایی ناپذیر و ضروری در کشاورزی، مطالعات بسیاری در خصوص باقیمانده سموم کشاورزی و بویژه سموم فسفره آلی در منابع آبی و رسوبات صورت گرفته است. مطالعه شریفی و همکاران بر روی میزان باقیمانده دیازینون در رودخانه پلرود استان گیلان نشان داد که بیشینه میانگین غلظت دیازینون ۰/۷۵ میکروگرم بر لیتر بود و در فصل تابستان هیچگونه باقیمانده سم در نمونه آب مشاهده نشد (۸). در مطالعه خلیجیان و همکاران که با هدف تعیین غلظت باقی مانده آفت کش دیازینون در منابع

آب زیرزمینی دشت همدان صورت گرفت، مشخص گردید که میانگین غلظت سم دیازینون برابر با ۰/۲۳ میلی گرم در لیتر بود (۹). طی مطالعه ای که توسط حسنی و همکاران در منطقه شمیرانات به منظور بررسی تأثیر سموم دفع آفات کشاورزی بر کیفیت آب شرب انجام شد، باقیمانده سموم آلی فسفره (دیازینون، دیسولفتون، مالاتیون، پاراتیون، اتیون، تریفلورالین) در هیچ یک از منابع آب زیرزمینی مورد مطالعه مشاهده نگردید (۱۰). طی پژوهشی که دهقانی و همکاران در شهر کاشان بر روی باقیمانده آفت کش های ارگانوفسفره در منابع آب شرب انجام دادند مشاهده شد که بیشترین مقدار دیازینون و کلرپیریفوس به ترتیب ۱۰/۸۵ و ۲۲/۴۳ میکروگرم بر لیتر بود که به تدریج و با گذشت زمان مقادیر باقیمانده سموم کاهش پید کرد اما تا یک ماه بعد از سمپاشی نیز مقادیر بالاتر از حدود استاندارد تعیین شد (۱۱). مطالعه شازیا<sup>۱</sup> و همکاران در پاکستان بر روی آب دریاچه ها نشان داد که انواع سموم ارگانوکلره، ارگانوفسفره و پیرتروئیدها آب دریاچه را در معرض خطر آلودگی قرار داده اند (۱۲). در پژوهش کنت<sup>۲</sup> و همکاران در کالیفرنیا که بر روی باقیمانده آفت کش ها در آب های سطحی صورت پذیرفت اکثر (۹۲٪) نمونه های جمع آوری شده آلوده به یک یا بیش از یک آفت کش بودند (۱۳). با توجه به معطل جدی کم آبی که گریبانگیر جوامع انسانی شده است پایش کیفی و کمی منابع آب شرب جهت کنترل و مدیریت این منبع ارزشمند از اهمیت شایان توجهی برخوردار است. لذا هدف از انجام این مطالعه تعیین میزان باقیمانده آفت کش های آلی فسفره مالاتیون، دیازینون، کلروپیریفوس و گلیفوسیت در منابع آب شهر کرمانشاه بر حسب نوع منبع آبی (سطحی و زیرزمینی) و ناحیه جغرافیایی می باشد تا در صورت

<sup>1</sup> Shazia

<sup>2</sup> Kenet

کرمانشاه و با وارد نمودن ۱۴ شهرستان در مطالعه انجام شد. جهت انجام بررسی‌های دقیقتر، استان کرمانشاه به ۵ ایستگاه شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز تقسیم بندی گردید.

لزوم تمهیدات لازم در جهت کنترل و پیشگیری از هرگونه بحران زیست محیطی اندیشیده شود.

## روش کار

### جامعه مورد مطالعه

این پژوهش در آذر ماه ۱۳۹۴ بر روی ۵۰ منبع آب سطحی و زیرزمینی تامین کننده آب شرب استان



شکل ۱. استان کرمانشاه

نمونه اضافه شد (۱۵). از هر محل تعداد ۶ نمونه با فاصله زمانی ۵ روزه در صبح، ظهر و عصر به صورت تصادفی برداشت شد که در مجموع برابر با ۳۰۰ نمونه گردید. نتایج بصورت میانگین بر حسب میکروگرم بر لیتر گزارش گردید. زمان نمونه برداری در شیفت صبح در ساعت ۸-۱۰ صبح، در ظهر ساعت ۲-۵ و در عصر ساعت ۸-۱۰ عصر بود.

### مواد شیمیایی

تمامی مواد شیمیایی و معرف‌ها از شرکت مرک آلمان با درجه خلوص بالا خریداری گردیدند. محلول‌های استاندارد آفت کش از شرکت Accustandard سوئیس تهیه شد.

### فرایند استخراج

جهت استخراج آفت کش‌ها از تکنیک استخراج مایع-مایع (DLLME) استفاده شد (۱۶). پاکسازی با استفاده از ستون کارتریج پلی پروپیلن پک شده با یک گرم سیلیکاژل که قبلا برای ۱۰ ساعت در آون ۱۳۰ درجه

### نمونه برداری و آماده سازی نمونه

نمونه برداری از منابع آب (چشمه، سراب، قنات، چاه) به روش مرکب صورت گرفت. برای محاسبه حجم نمونه از فرمول ۱ با اطمینان ۹۵٪ و دقتی معادل ۱/۶ انحراف معیار استفاده گردید.

$$n = \left( \frac{\delta}{\frac{\delta}{3}} \right)^2 \quad (1)$$

نمونه‌ها در بطری‌های یک لیتری پلی اتیلن ذخیره و در کنار جعبه یخ به آزمایشگاه انتقال داده شد. آماده سازی بطری‌های نمونه برداری بدین صورت بود که ابتدا با اسید هیدروکلریک و سپس با آب مقطر فراوان شستشو داده شده و با واکس پارافین درزگیری شدند. جهت حذف مواد معلق نمونه‌های آب، از فیلتر (fluorine ethylene, 50mm×0.45mm, Millipore, USA) استفاده شد. همچنین جهت جلوگیری از هیدرولیز آفت کش در محلول‌های آبی حین انتقال نمونه‌ها ۵۰ سی سی کلرید متیلن به هر

## یافته‌ها

### بر اساس نوع منبع آب

در این مطالعه تعداد ۳۳ منبع آب زیرزمینی (۳۳ حلقه چاه و ۲ رشته قنات) و ۱۵ منبع آب سطحی (۸ رشته چشمه و ۷ سراب) و در مجموع ۵۰ منبع تامین کننده آب شرب استان کرمانشاه مورد بررسی قرار گرفت. آماره‌های توصیفی باقیمانده غلظت سموم فسفره آلی در منابع مذکور در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱، در هیچ یک از رشته قنات‌ها و چشمه‌های مورد مطالعه باقیمانده سموم آفت کش مشاهده نگردید. بر اساس ترتیب نتایج با توجه به نوع آفت کش، بیشترین باقیمانده آفت کش در تمامی منابع (به استثنای قنات‌ها و چشمه‌ها) متعلق به آفت کش کلروپیریفوس با میانگین  $3/43 \pm 0/41$  میکروگرم بر لیتر می‌باشد. لازم به ذکر است در منبع آب سطحی سراب تنها آفت کش کلروپیریفوس با میانگین غلظت  $0/06 \pm 0/06$  میکروگرم بر لیتر حضور داشت و اثری از باقیمانده سایر سموم مشاهده نشد. به گونه ای که اختلاف آن با دیگر سموم معنادار شد ( $p < 0/05$ ). گلیفوسیت تنها در آب چاه به میزان  $0/01 \pm 0/005$  میکروگرم بر لیتر مشاهده شد. میانگین غلظت باقیمانده کلروپیریفوس در قنات و چشمه از کمترین مقدار (غیر قابل سنجش) و در چاه از بیشترین مقدار ( $3/43 \pm 0/41$  میکروگرم بر لیتر) برخوردار بود. همچنین در تمامی حلقه چاه‌های مورد مطالعه باقیمانده آفت کش کلروپیریفوس وجود داشت بطوری که کمترین و بیشترین میزان باقیمانده آن بترتیب  $0/033$  و  $18/005$  میکروگرم بر لیتر بدست آمد. با توجه به آزمون آنالیز واریانس یکطرفه باقیمانده سموم فسفره آلی در چاه‌ها از بیشترین و در چشمه و قنات از کمترین غلظت برخوردار بود ( $p < 0/05$ ). بر اساس آزمایشات صورت گرفته بیشترین غلظت باقیمانده دیازینون، مالاتیون، کلروپیریفوس و گلیفوسیت بترتیب  $3/12$ ،  $1/236$ ،

سانتیگراد بوده انجام شد. سپس ۲۰ میلی لیتر دی کلرومتان برای فرایند شستن ستون/ کارتریج استفاده شد. تمامی نمونه‌های اخذ شده با استفاده از تبخیر کننده گردان (Buchl Ratovapor R-210, USA) در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد تغلیظ شدند. نمونه باقیمانده در یک میلی لیتر اتیل استات دوباره حل شد و به ویال‌های درباز استاندارد ۲ میلی لیتری انتقال داده شد. میزان باقیمانده پستی ساید‌ها با استفاده از گاز کروماتوگرافی کوپل شده با اسپکترومتری جرمی اندازه گیری شد (۱۷).

### گاز کروماتوگرافی

شرایط گاز کروماتوگراف مورد استفاده در این مطالعه (Hewlett-Packard (HP) 5890A) به شرح زیر بود: فشار گاز ۶۰ psi، دمای تزریق ۲۲۰ درجه سانتیگراد، دمای ستون ۱۹۰ درجه سانتیگراد، دمای آشکارساز ۲۷۰ درجه سانتیگراد، سرعت گاز نیترژن ۳۰ میلی لیتر در دقیقه، طول ستون ۲۰۰ سانتیمتر، قطر داخلی ۲ میلی متر. جهت اطمینان از صحت آزمایشات نمونه شاهد مورد آنالیز قرار گرفت و هیچ گونه پیک مشاهده نگردید. پس از آن نمونه‌ها با روش یکسان مورد آنالیز قرار گرفتند.

### تجزیه و تحلیل نتایج

تجزیه تحلیل داده‌ها با کمک نرم افزار SPSS-20 انجام شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف<sup>۱</sup> مورد بررسی قرار گرفت. جهت ارزیابی میزان باقیمانده سموم فسفره آلی با توجه به نوع منبع آب شرب و ناحیه جغرافیایی مورد بررسی از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) با سطح معناداری  $0/05 =$  استفاده شد. همچنین مقایسه مقادیر حاصله با استانداردهای اتحادیه اروپا با استفاده از آزمون تی یک نمونه‌ای<sup>۲</sup> صورت گرفت.

<sup>۱</sup> Kolmogrov-Smirnov

<sup>۲</sup> One Sample T Test

باقیمانده سموم فسفره آلی در تمامی منابع مورد مطالعه با یکدیگر بود ( $p < 0.05$ ). در مجموع اثر نوع منبع آب در میانگین غلظت باقیمانده سموم آلی فسفره معنادار بود ( $p < 0.05$ ) (نمودار ۱).

۱۸/۹۶۶ و ۲/۰۲۵ میکروگرم بر لیتر در چاه دیده شد که کلروپیریفوس با اختلاف بسیار نسبت به سایرین از بیشترین میزان برخوردار است ( $p < 0.05$ ). آزمون آماری ANOVA در سطح معناداری ۰/۰۵، نشاندهنده اختلاف میانگین معنادار

جدول ۱. میانگین باقیمانده سموم فسفره آلی بر حسب میکروگرم بر لیتر در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی استان کرمانشاه بر اساس ناحیه جغرافیایی

منطقه	منبع	تعداد	انحراف معیار $\pm$ میانگین			
			مالاتیون	دیازینون	کلروپیریفوس	کلیفوسیت
شمال	چاه	۸	۰/۱۳ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>Aa</sup>	۱/۴۵ $\pm$ ۰/۲ <sup>Ba</sup>	۳/۵۳ $\pm$ ۰/۴۷ <sup>Ca</sup>	N.D <sup>Da</sup>
	قنات	۱	N.D	N.D	N.D	N.D <sup>a</sup>
	چشمه	۱	N.D	N.D	N.D	N.D <sup>a</sup>
	سراب	۱	N.D <sup>B</sup>	N.D <sup>B</sup>	۰/۱۶۴ $\pm$ ۰/۰۱ <sup>Ab</sup>	N.D <sup>Ba</sup>
مرکز	چاه	۹	۰/۲۸ $\pm$ ۰/۰۰۷ <sup>Aae</sup>	۰/۵۶ $\pm$ ۰/۱۳ <sup>Bb</sup>	۳/۳۴ $\pm$ ۰/۱۹ <sup>Ca</sup>	N.D <sup>Da</sup>
	قنات	۱	N.D	N.D	N.D	N.D <sup>a</sup>
	چشمه	۲	N.D	N.D	N.D	N.D <sup>a</sup>
	سراب	۲	N.D	N.D	N.D	N.D <sup>a</sup>
جنوب	چاه	۶	۰/۳۴ $\pm$ ۰/۰۰۷ <sup>Abef</sup>	۰/۷۵ $\pm$ ۰/۱۱ <sup>Ab</sup>	۲/۵۶ $\pm$ ۰/۳۱ <sup>Bd</sup>	۰/۰۰۵ $\pm$ ۰/۰۰۱ <sup>Cb</sup>
	چشمه	۳	N.D	N.D	N.D	N.D <sup>a</sup>
	سراب	۱	N.D	N.D	N.D	N.D <sup>a</sup>
غرب	چاه	۲	۱/۰۱ $\pm$ ۰/۰۱۳ <sup>Ac</sup>	۱/۰۵ $\pm$ ۰/۱۵ <sup>Ac</sup>	۴/۰۸ $\pm$ ۰/۳ <sup>Be</sup>	N.D <sup>Ca</sup>
	چشمه	۲	N.D	N.D	N.D	N.D <sup>a</sup>
شرق	سراب	۳	N.D	N.D	N.D	N.D <sup>a</sup>
	چاه	۸	۰/۶۶ $\pm$ ۰/۰۲۱ <sup>Adf</sup>	۱/۰۸ $\pm$ ۰/۲۱ <sup>Bc</sup>	۶/۸۴ $\pm$ ۰/۲۸ <sup>Cf</sup>	N.D <sup>Da</sup>

N.D: غیر قابل اندازه گیری

\*حروف غیر مشترک بزرگ نشان دهنده اختلاف آماری معنادار بین باقیمانده سموم مختلف در هر ردیف می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

\*حروف غیر مشترک کوچک نشان دهنده اختلاف آماری معنادار بین منابع مختلف آب در هر ستون می‌باشد ( $P < 0.05$ ).



نمودار ۱. مجموع غلظت میانگین باقیمانده سموم فسفره آلی در منابع چاه و مقایسه با استاندارد

## بر اساس منطقه جغرافیایی

جهت ارزیابی تأثیر منطقه جغرافیایی بر باقیمانده سموم فسفره آلی، استان کرمانشاه به ۵ ایستگاه شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز تقسیم بندی گردید. بر اساس جدول ۱ در تمامی نواحی مورد مطالعه منابع آب قنات، چشمه از نظر وجود باقیمانده سموم ایمن تشخیص داده شدند و هیچ آثاری از سموم فسفره آلی مشاهده نگردید. در منبع سراب تنها سم کلروپیرفوس مشاهده شد. بیشترین میزان باقیمانده سموم فسفره آلی در شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز متعلق به کلروپیرفوس بود که بیشترین میزان آن در ایستگاه شرق کرمانشاه با میانگین غلظت  $6/84 \pm 0/28$  میکروگرم بر لیتر و کمترین غلظت در ایستگاه جنوب با میانگین  $2/56 \pm 0/31$  میکروگرم بر لیتر بدست آمد. لازم به ذکر است ایستگاه غرب از کمترین تعداد حلقه چاه (۲ حلقه) و ایستگاه مرکز از بیشترین تعداد (۹ حلقه) برخوردار بود. بر اساس آزمون آنالیز واریانس یک طرفه در سطح معناداری  $0/05 =$ ، میزان دیازینون در چاه‌های غرب و شرق استان کرمانشاه اختلاف میانگین معناداری با یکدیگر نداشتند، اما در شمال از بیشترین میزان برخوردار بود ( $1/33 \pm 0/2$ ) میکروگرم بر لیتر). همچنین بیشترین میانگین غلظت باقیمانده سموم مالاتیون در ایستگاه غرب به میزان  $1/01 \pm 0/12$  میکروگرم بر لیتر حاصل شد. لازم به ذکر است گلیفوسیت آب زیرزمینی تنها در ایستگاه جنوب با میانگین  $0/005 \pm 0/001$  میکروگرم بر لیتر تشخیص داده شد و در سایر نواحی باقیمانده این سم مشاهده نگردید. مطابق آزمون آماری تی-یک نمونه‌ای مشخص گردید باقیمانده غلظت آفت‌کش‌های کلروپیرفوس و دیازینون بیش از حداکثر غلظت مجاز تعیین شده از سوی اتحادیه اروپا بود ( $p < 0/05$ ). با توجه به جدول ۱ بترتیب ایستگاه شرق و ایستگاه جنوب از بالاترین و کمترین غلظت

مجموع میانگین سموم در آب چاه‌ها (۸/۵۸ و ۴/۶۴ میکروگرم بر لیتر) برخوردار بودند.

## بحث

آفت‌کش‌های مورد استفاده در کشاورزی می‌توانند از طریق آبیاری و بارندگی وارد منابع آب سطحی شده و موجبات آلودگی این آب‌ها را فراهم آورند. آفت‌کش‌های آلی فسفره در مقادیر pH بیش از ۵ پایدار نبوده و سرعت هیدرولیز در pH بالای ۱ به ازای افزایش هر واحد ۹۰ برابر خواهد شد. بنابراین افزایش pH سبب تجزیه بیشتر سموم ارگانوفسفره می‌شود (۸). با توجه به این موضوع باید ذکر نمود منابع آب زیرزمینی به دلیل دسترس پذیری کمتر به اکسیژن محلول، بالابودن میزان سختی و دی اکسید کربن از pH اسیدی برخوردارند. همین امر می‌تواند توجیه کننده افزایش غلظت باقیمانده سموم در چاه‌ها نسبت به آب‌های سطحی باشد (۱۴). آفت‌کش‌های ارگانوفسفره به علت طیف وسیع کاربرد و هزینه پایین بیشتر از سایر آفت‌کش‌ها توسط کشاورزان مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین نتایج میدانی نشان می‌دهد که بیشتر کشاورزان احتیاطات لازم را در کاربرد آفت‌کش‌ها انجام نمی‌دهند و این عمل باعث شیوع بیماری‌های مرتبط با آفت‌کش‌ها در این نواحی کشاورزی شده است. در مطالعه خدادادی و همکاران (۱۵) بر روی باقیمانده سموم ارگانوفسفره در منابع همدان مشخص شد مقادیر کلروپیرفوس کمتر از حداکثر غلظت مجاز استاندارد مجاز WHO و EPA ( $20 \text{ ppb}$ ) می‌باشد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین میزان سموم در آب سطحی همدان بیش از آب زیرزمینی تشخیص داده شد که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی ندارد. از جمله مطالعاتی که نتایج آنها با نتایج پژوهش حاضر مغایر می‌باشد و میزان سموم بیشتر از حداکثر غلظت مجاز استاندارد WHO و EPA است می‌توان به مطالعه چوهاری و همکاران (۱۶)، لاری و همکاران (۱۷) و سکاگو

همکاران (۱۸) اشاره نمود. حضور آفت‌کش‌ها در منابع آب می‌تواند ناشی از حرکت سموم از زمین‌های کشاورزی به منابع آبی، رواناب‌های منطقه ای و نشت از خاک باشد (۱۹). باقیمانده غلظت آفت‌کش‌ها در منابع آب به فاکتورهای متعددی از جمله دمای آب، هیدرولیز، پدیده جذب سطحی آفت‌کش توسط مواد آلی موجود در آب و خاک، میزان املاح موجود در آب، مجاورت منابع آب و زمین‌های کشاورزی و... بستگی دارد (۲۰). از این رو باقیمانده غلظت سموم فسفره آلی در منابع مختلف با یکدیگر متفاوت هستند. در مطالعه صورت گرفته توسط شایقی و همکاران بر روی رودخانه کرج و سد امیرکبیر مشخص شد غلظت باقیمانده حشره‌کش‌های دیازینون و مالاتیون تا یک ماه پس از سمپاشی بیشتر از مقادیر مجاز بوده اما مقدار باقیمانده سموم بعد از دو الی سه ماه به صفر کاهش یافته است (۲۱). مطالعه دهقانی و همکاران (۱۱) بر روی منابع آب کاشان نشان داد کلریپریغوس نسبت به دیازینون با سرعت بیشتری حذف می‌شود و میزان آن نسبت به دیازینون بسیار کمتر است که مغایر با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد. مطالعه ای که توسط کنت و همکاران بر روی باقیمانده آفت‌کش‌ها در آب‌های سطحی کالیفرنیا انجام گرفت نشان داد که ۹۲ درصد نمونه‌ها حاوی یک یا بیش از یک آفت‌کش بودند که در بعضی از نمونه‌ها آفت‌کش دیازینون بیشتر از مقادیر استاندارد بوده است (۱۳). نتایج مطالعه کنت و همکاران در راستای نتایج حاصل از مطالعه حاضر است. همانطور که مشاهده می‌شود غلظت مجموع سموم در ایستگاه شرق بیشتر بوده که این می‌تواند به علت مصرف غیراصولی سموم و آگاهی کمتر کشاورزان نسبت به کاربرد مناسب سموم و عدم ارائه آموزش کافی به کشاورزان در این زمینه باشد. مطابق نتایج حاصله سم گلیفوسیت در استان کرمانشاه از کمترین میزان استفاده و کمترین تواتر برخوردار است. همچنین با توجه به اینکه فصل نمونه برداری پاییز بوده است و

حشره‌کش باقی مانده از میزان باقیمانده پایین در آب برخوردار است، بنابراین می‌توان اینگونه قضاوت نمود که منشأ آلودگی منابع آب مورد بررسی سمپاشی مزارع و باغات می‌باشد. در مجموع مقادیر متفاوت آلودگی باقیمانده سموم می‌تواند با مساحت زمین‌های تحت کشت محصولات کشاورزی، اختلاف در میزان بارندگی مناطق گوناگون نمونه‌برداری و متعاقب آن شست و شوی آفت‌کش‌ها از سطح خاک، تفاوت در مقدار حشره‌کش مصرفی توسط کشاورزان در ارتباط باشد. همچنین قیمت پایین سموم در استفاده بیش از حد سموم در استان کرمانشاه بی‌تاثیر نمی‌باشد. مواردی از جمله ازدیاد جمعیت، کاهش مواد غذایی، بروز انواع بیماری‌های محصولات کشاورزی سبب شده که کشاورزان به کاربرد انواع کودها و سموم دفع آفات متوسل گردند. افزایش آگاهی کشاورزان و عملکرد علمی مطابق با آخرین اصول علمی و صحیح کشت محصول در رابطه با میزان مصرف سم، نحوه مصرف و تواتر استفاده در زمین‌های کشاورزی می‌تواند از ورود بی‌رویه سموم کشاورزی به منابع آبی و خاکی جلوگیری نماید. با توجه به اینکه در برخی از ایستگاه‌های استان میزان متوسط بارندگی بالاتر از میانگین متوسط بارندگی در کشور است و نیز کشاورزان از تکنیک‌های نوین آبیاری تا حدود بسیاری بی‌بهره‌اند؛ بنابراین ریزش‌های جوی و آبیاری نامناسب می‌تواند علت انتقال سموم کشاورزی به منابع آبی باشد. بنابراین پایش کیفی و کمی منابع آب جهت پیشگیری، کنترل و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و متعاقب آن خطراتی که متوجه سلامت افراد جامعه می‌گردد ضروری است. با توجه به مشکلات بسیاری که سموم آفت‌کش شیمیایی بر محیط زیست و جوامع بشری تحمیل می‌نمایند، پیشنهاد می‌شود روش‌های طبیعی مبارزه با آفات کشاورزی که سازگاری بیشتر با محیط زیست دارند و خطرات کمتری را متوجه موجودات زنده می‌نمایند به روش‌های شیمیایی ارجحیت پیدا



آفت کش‌های دیازینون و کلروپیریفوس در منابع آب زیرزمینی بیش از حداکثر غلظت مجاز می‌باشد و مصرف آنها مخاطره آمیز می‌باشد. لذا کنترل و پایش دوره ای منابع آب شرب شهر کرمانشاه، تلاش جهت آگاه سازی کشاورزان از اصول علمی کاشت محصول توسط کارشناسان امر و کاربرد روش‌های علمی کشت جهت حفظ سلامت جامعه از ضروریات امر محسوب می‌گردد.

#### تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان به خاطر حمایت مالی این مطالعه در قالب طرح شماره ۹۵۰۴۲۹۲۴۵۶ تشکر و قدردانی می‌نمایند.

نمایند. از جمله محدودیت‌های مطالعه کنونی می‌توان به کمبود منابع مالی و به تبع آن عدم انجام مطالعه در فصول مختلف سال و ارتباط آن با خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی منابع آبی اشاره نمود. امید است در پژوهش‌های آتی مشکلات فوق برطرف گشته و نتایج جامع تری حاصل گردد.

#### نتیجه گیری

با توجه به این امر که تاکنون استاندارد جامع و واحدی در کشور جهت تعیین حداکثر غلظت باقیمانده آفت کش‌ها در منابع آبی وجود ندارد، لذا در این مطالعه از استاندارد اتحادیه اروپا استفاده شد و مقایسه داده‌های حاصل از پژوهش کنونی با این استاندارد مشخص نمود میانگین مجموع

#### References

- 1- Pirsahab M, Dargahi A. Performance of granular activated carbon to diazinon removal from aqueous solutions. *Journal of Environmental Science and Technology (JEST)*. 2016;18(3):117-126
- 2- Fenner K, Canonica S, Wackett LP, Elsner M. Evaluating pesticide degradation in the environment: blind spots and emerging opportunities. *Science*. 2013;341(6147):752-8.
- 3- Samadi MT, Khodadadi M, Rahmani AR, Allahresani A, Saghi MH. Comparison of the efficiency of simultaneous application of UV/O3 for the removal of organophosphorus and carbamate pesticides in aqueous solutions. *Water Wastewater*. 2010;73:69-75.
- 4- Pirsahab M, Sharafi K, Dargahi A. Performance of Granular Activated Carbon to 2, 4-Dichlorophenoxy Acetic Acid Aemoval from Aqueous Environments. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2012;5(1):21-8.
- 5- Wang D, Weston DP, Lydy MJ. Method development for the analysis of organophosphate and pyrethroid insecticides at low parts per trillion levels in water. *Talanta*. 2009;78(4):1345-51.
- 6- Sparling D, Fellers G. Comparative toxicity of chlorpyrifos, diazinon, malathion and their oxon derivatives to larval *Rana boylii*. *Environmental Pollution*. 2007;147(3):535-9.
- 7- Banaee M, Sureda A, Mirvaghefi A, Ahmadi K. Effects of diazinon on biochemical parameters of blood in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2011;99(1):1-6.
- 8- Sharifi H HPS, R A. the determination of diazinon residue in Polrood river (Gilan province). *wetland Ecobiology* 2016;8(72):53-64.
- 9- Khalijian A SS, Cheraghi M. Investigation of Diazinon Residue in Groundwater Resources of Hamedan-Bahar Plain in 2014. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. 2016;2(3): 35-46.
- 10- Hasany AH, Moatar F, Sayadi M. Investigation of pesticides effect on groundwater quality of shemiran villages. *water and wastewater journal*. 2011;1:119-29.
- 11- Dehghani R, Shayeghi M, Esalmi H, Moosavi SG, Rabani DK, ShahiP DH. Detrmination of organophosphorus pesticides (diazinon and chlorpyrifos) in water resources in Barzok, Kashan. *Zahedan J Res Med Sci*. 2012;14(10):66-72.
- 12- Iram S, Ahmad I, Ahad K, Muhammad A, Anjum S. Analysis of pesticides residues of Rawal and Simly lakes. *Pak J Bot*. 2009;41(4):1981-7.

- 13- Kent R, Belitz K, Altmann AJ, Wright MT, Mendez GO. Occurrence and distribution of pesticide compounds in surface water of the Santa Ana basin, California, 1998-2001. U. S. Geological Survey; 2005.
- 14- Daesslé L, Ruiz-Montoya L, Tobschall H, Chandrajith R, Camacho-Ibar V, Mendoza-Espinosa L, et al. Fluoride, nitrate and water hardness in groundwater supplied to the rural communities of Ensenada County, Baja California, Mexico. *Environmental geology*. 2009;58(2):419-29.
- 15- Khodadadi M, Samadi M, Rahmani A, Maleki R, Allahresani A, Shahidi R. Determination of organophosphorous and carbamate pesticides residue in drinking water resources of Hamadan in 2007. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2010;2(4):250-7.
- 16- Chowdhury MAZ, Banik S, Uddin B, Moniruzzaman M, Karim N, Gan SH. Organophosphorus and carbamate pesticide residues detected in water samples collected from paddy and vegetable fields of the Savar and Dhamrai Upazilas in Bangladesh. *International journal of environmental research and public health*. 2012;9(9):3318-29.
- 17- Lari SZ, Khan NA, Gandhi KN, Meshram TS, Thacker NP. Comparison of pesticide residues in surface water and ground water of agriculture intensive areas. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 2014;12(1):11.
- 18- Székács A, Mörtl M, Darvas B. Monitoring pesticide residues in surface and ground water in Hungary: surveys in 1990–2015. *Journal of Chemistry*. 2015;2015.
- 19- Fosu-Mensah BY, Okoffo ED, Mensah M. Synthetic Pyrethroids Pesticide Residues in Soils and Drinking Water Sources from Cocoa Farms in Ghana. *Environment and Pollution*. 2016;5(1):60.
- 20- Abedi-Koupai J, Nasri Z, Talebi K, Mamanpoush A, Mousavi S. Investigation of Zayandehrud water pollution by diazinon and its assimilative capacity. *JWSS-Isfahan University of Technology*. 2011;15(56):1-20.
- 21- Shayeghi M, Khoobdel M, Vatandoost H. Determination of organophosphorus insecticides (malathion and diazinon) residue in the drinking water. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*. 2007;10(17):2900-4.