

بررسی غلظت باقیمانده آفت کش های فسفره آلی در منابع آب های سطحی و زیرزمینی تامین کننده آب شرب شهر تهران

الهام دزفولی^۱، شیلا گلدسته^۲، سهراب ایمانی^{۳*}، کامبیز لاریجانی^۳، رضا وفایی شوشتری^۲

۱- دانشجوی دکتری، گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

۲- استادیار، گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

۳- استادیار، گروه شیمی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

آلودگی منابع آب با افزایش کاربرد آفت کش ها، یکی از مهمترین معضلات زیست محیطی محسوب می شود. هدف از انجام این پژوهش، تعیین باقیمانده سموم دیازینون و کلرپیریفوس در منابع آب های سطحی و زیر زمینی شهر تهران در سال ۱۳۹۷ می باشد. تعداد ۱۲ نمونه از ۶ ایستگاه منبع آب در ۳ ناحیه جغرافیایی شهر تهران گرفته شد. جهت بررسی میزان سرعت تجزیه سموم در آب، اقدام به طراحی آزمایشات جدید نموده، دو حالت آب راکد و جاری را مدنظر قرار داده، هر نمونه آب ۳ لیتری را با ۵۰ میلی گرم بر لیتر ماده موثره از فرمولاسیون هر یک از سموم مورد مطالعه، آغشته کرده، سپس روش استخراج در فواصل زمانی ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ روز، صورت گرفت. جهت استخراج آفت کش ها از تکنیک استخراج مایع - مایع استفاده شد و سنجش باقیمانده آفت کش ها توسط دستگاه GC با دکتور NPD انجام شد. در نمونه های آب راکد تمامی ایستگاه ها، بررسی نتایج میانگین غلظت ۳ تکرار، بیانگر روند کاهشی غلظت باقیمانده سموم، با گذشت زمان میباشد، ولی در بیست و پنجمین روز استخراج نیز، مقدار باقیمانده سموم به صفر نرسید. اما در نمونه های آب جاری، بررسی نتایج نشان داد که از پانزدهمین تا بیست و پنجمین روز استخراج، غلظت باقیمانده سموم، قابل اندازه گیری نبوده است. احتمالاً در شبیه سازی حالت آب جاری با استفاده از پمپ آکواریوم، افزایش اکسیداسیون سموم، باعث افزایش سرعت تجزیه آنها گردیده است.

واژه های کلیدی: آفت کش های فسفره آلی، منابع آب های سطحی و زیرزمینی، GC/NPD.

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: imanisohrab@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۸/۷ - تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۱۲/۱۰



مقدمه

آب یکی از اجزای مهم چرخه زندگی محسوب می شود و به عنوان عنصری منحصر به فرد، جایگاه حساسی در زندگی بشر دارد. به گونه ای که حفظ کیفیت، نگهداری و توسعه آن از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به ذخیره منابع آب موجود در جهان و سهم اندک آب های سطحی و زیر زمینی به عنوان آب طبیعی قابل استحصال، حفظ کمی و کیفی این منابع گرانبها، در حد مطلوب، ضروری است. حیات موجودات و سلامتی انسان ها، بیش از هر چیز به آب سالم و بهداشتی بستگی دارد. به موازات افزایش جمعیت، نیاز آبی در بخش های خانگی، صنعتی و کشاورزی نیز افزایش شایان توجهی یافته و این امر استفاده بیش از حد منابع آبی را به همراه داشته است. با توجه به شرایط اقلیمی ایران که میانگین بارندگی در مناطق آن کمتر از میانگین بارش جهانی است می توان گفت که آب به عنوان یکی از دغدغه های مهم ایرانیان و بزرگترین چالش برای مردمان این سرزمین محسوب می شود. اما به این منابع با ارزش به اندازه کافی توجه نشده است، در نتیجه آب های موجود آلوده شده یا در معرض خطر آلودگی قرار گرفته اند.

آلودگی آب ها یکی از آثار زیان بار سموم دفع آفات به شمار می رود. این آثار در رودخانه ها، دریاچه ها و سفره های آب های زیرزمینی که در مجاورت اراضی کشاورزی واقع شده اند به وضوح دیده می شوند، چرا که استفاده مداوم و بی رویه از سموم شیمیایی باعث می شود که باقیمانده این سموم از طریق رواناب های به وجود آمده در اثر بارش باران به رودخانه ها، دریاچه ها و دریا ها سرایت کنند. همچنین در زمین های مسطح و دارای شیب اندک که نفوذ پذیری بالایی نسبت به آب دارند، این سموم پس از ترکیب با آب باران به سفره های آب زیر زمینی نفوذ می کنند که پیامدهای ناگوار زیستی جبران ناپذیری را به دنبال دارد. همچنین شستشوی سموم کشاورزی از خاک و انتقال آنها به منابع آب های سطحی و زیرزمینی به واسطه آبیاری زمین های کشاورزی، موجب آلودگی این آب ها می شوند.

بقایای سموم شیمیایی پس از آنکه از راه های گوناگون وارد منابع آب شدند، در مدت زمان اندکی باعث تشکیل رسوبات پایدار می شوند. آلودگی آب به وسیله رسوبات برجا مانده از مواد شیمیایی یکی از خطرناک ترین اشکال آلودگی در طبیعت به شمار می رود. این رسوبات غیر از اینکه آب را غیر قابل شرب می کنند، با تیره کردن و از بین بردن شفافیت آب، از رسیدن نور کافی به گیاهان آبی جلوگیری می کنند، سپس با ورود به بدن جانوران آبی در بافت های بدن آنها تجمع یافته و از این طریق وارد زنجیره غذایی می شوند، همچنین اختلالات زیستی از جمله اختلال در تولید مثل را به وجود می آورند. سموم دفع آفات اغلب از طریق زهکشی های طبیعی وارد تالاب ها، دریاچه ها و رودخانه ها می شوند. فسفات ها و نترات ها از آلاینده هایی هستند که به وسیله هرزآب های کشاورزی به رودخانه ها تخلیه می شوند. بسیاری از آفت کش ها یا متابولیت های حاصل از تجزیه آنها، در آب ها به مدت بسیار طولانی و بلند مدت و بسیار پایدار، به صورت رسوب باقی می مانند. چنین دوامی از نظر زیست محیطی نامطلوب است.

ورود مواد آلاینده به منابع تامین آب شرب، از طریق آبیاری و بارندگی، فرایند روان شویی، فرسایش زمین زمین های کشاورزی و همچنین نفوذ فاضلاب های صنعتی و کشاورزی، به لحاظ مقاومت شدید در برابر عوامل محیطی، محلول بودن در آب و سمیت برای موجودات زنده، می تواند اثرات ناگوار بر سلامتی انسان و محیط زیست داشته باشد، که میزان بروز اثرات سوء آنها به نوع و کیفیت ماده شیمیایی، مدت زمان استفاده، زمان در معرض قرارگرفتن، غلظت سم ورودی، میزان سمیت، میزان انحلال و قابلیت حل شدن در آب، نیمه عمر، پایداری و میزان فرار بودن و تحرک در آب، بستگی دارد.

بنابراین باید از آلوده شدن منابع آب توسط آفت کش ها جلوگیری کرد. در نتیجه اولین قدم در کنترل و مدیریت باقیمانده سموم موجود در منابع آب، اندازه گیری غلظت آنها با دقت قابل قبول و مقایسه مقادیر به دست آمده با استانداردهای جهانی است، تا در صورت لزوم تمهیدات لازم جهت جلوگیری از روند گسترش آلودگی و پیشگیری از هرگونه بحران زیست محیطی به عمل آید.

جدول ۱. مختصات جغرافیایی مکان های مطالعه شده در شهر تهران (سال ۹۷)

Table 1. Geographical coordinates in decimal degrees of the studied localities in Tehran city (2017-2018)

Number	Sampling Station	Latitude	Longitude
1	Cheshmeh Ala	52.0580 E	35.7450 N
2	Cheshmeh Ali	51.4454 E	35.6068 N
3	Lar River	51.9954 E	35.8882 N
4	Jajroud River	51.6785 E	35.7901 N
5	Karaj River	51.0896 E	35.9564 N
6	Kan Creek	51.2731 E	35.7363 N

مواد و روش ها

مناطق مورد مطالعه

این پژوهش در سال ۱۳۹۷ بر روی ۶ منبع آب سطحی و زیر زمینی تامین کننده آب شرب شهر تهران انجام شد. جهت انجام بررسی های دقیق تر، شهر تهران به ۶ ایستگاه در ۳ ناحیه جغرافیایی شمال شرق، شمال غرب و جنوب تقسیم بندی گردید.

۱-ناحیه جغرافیایی شمال شرق شهر تهران شامل: ایستگاه رود لار (منبع آب سطحی)، ایستگاه رودخانه جاجرود (منبع آب سطحی)، ایستگاه چشمه اعلاء دماوند (منبع آب زیرزمینی)

۲-ناحیه جغرافیایی شمال غرب شهر تهران شامل: ایستگاه رود سولقان (منبع آب سطحی)، ایستگاه رود کن (منبع آب سطحی)، ایستگاه رودخانه کرج (منبع آب سطحی)

۳-ناحیه جغرافیایی جنوب شهر تهران شامل: ایستگاه چشمه علی شهری (منبع آب زیرزمینی)

نمونه برداری

نمونه برداری از منابع آب به روش مرکب (جمع آوری مقادیر آب، از مکان های مختلف یک منبع) و طبق روش نمونه گیری آب کمیسیون فنی تدوین استاندارد، صورت گرفت. بر روی برجسب هر بطری آب، اطلاعاتی از جمله: شماره و نام ایستگاه نمونه برداری و تاریخ و زمان نمونه گیری، ثبت شد. مبنای انتخاب محل های نمونه برداری بر روی رودخانه ها به این صورت انجام شد که تمام طول رودخانه از بالادست تا مصب را پوشش دهد. در هر رودخانه (ایستگاه)، ۳ محل برای نمونه برداری به شرح زیر، در نظر گرفته شد.

محل ۱: یک نقطه در بالادست رودخانه، محل ۲: سه نقطه در میانه رودخانه و محل ۳: یک نقطه در انتهای رودخانه، انتخاب گردید. در نهایت ۵ نمونه از محل های انتخاب شده در هر رودخانه برداشت شد. نمونه های جمع آوری شده از هر ایستگاه، در پایان هر مرحله از نمونه برداری، با یکدیگر مخلوط شده و از آنها ۲ نمونه یک و نیم لیتری مورد آزمایش قرار گرفت. در پایان هر مرحله از نمونه برداری، یک نمونه آب آشامیدنی لوله کشی شهری نیز به عنوان شاهد در نظر

گرفته شد. با توجه به فصل کشت محصولات زراعی در منطقه، سمپاشی در اردیبهشت ماه، هر سال انجام می شود، با توجه به این زمان، اقدام به نمونه برداری شد.

مواد و وسایل به کار رفته

۱- دی کلرو متان (متیلن کلراید)^۱ ۲- اتیل استات^۲ ۳- قیف جدا کننده (دکانتور)^۳ ۴- دستگاه تبخیر کننده دوار مجهز به پمپ خلاء^۴ ۵- دستگاه کروماتوگرافی مجهز به دکتور (آشکارساز)^۵ NPD ۶- همزن مغناطیسی^۶ یا استیر^۷ استاندارد آفت کش ها با درجه خلوص بالا از شرکت سیگما آلدریچ^۸ و فلوکا^۹ آلمان و تمامی مواد شیمیایی از شرکت مرک^{۱۰} آلمان

فرایند استخراج

جهت استخراج آفت کش ها از تکنیک استخراج مایع - مایع^{۱۱} استفاده شد. قیف جداکننده با حلال شستشو داده شد. ۱۰ میلی لیتر از نمونه آب برداشت شده به قیف انتقال بافت. به این حجم از آب، ۱۰ میلی لیتر حلال اتیل استات افزوده و به مدت ۱۵ دقیقه داخل همزن مغناطیسی یا استیرر تکان داده شد. سپس فازها از هم جدا شدند. فاز رویی (فاز حلال اتیل استات) به وسیله قیف دکانتور از فاز زیری (فاز آبی) که دارای چگالی بالاتری است جدا شده و در ظرف دیگری جمع آوری شد. این فرآیند در مرحله دیگر با افزودن ۱۰ میلی لیتر حلال دیکلرومتان به فاز آبی باقیمانده، تکرار شد. تکان دادن تکرار گردید و پس از جدا شدن فازها، فاز رویی (فاز آبی) از قیف خارج و دور ریخته شد. فاز زیری (فاز حلال دیکلرومتان) به فاز حلال اتیل استات مرحله قبل، افزوده شد. نمونه حاوی مخلوط این دو حلال، با استفاده از دستگاه تبخیر کننده دوار در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد با تبخیر ملایم و موثر حلال ها، پراکنده شد و کاملاً خشک گردید. ۵۰۰ میکرولیتر حلال اتیل استات را داخل بالن چرخانده و داخل ویال ریخته و در نهایت ۲۰۰ میکرولیتر نمونه داخل ویال، به دستگاه GC-NPD تزریق شد.

1- Dichloromethane	7- Stirrer
2- Ethyl acetate	8- Sigma- Aldrich
3- Separatory Funnel	9- Fluka
4- Rotary Evaporator	10- Merk
5- Gas Chromatography-Nitrogen Phosphorous Detector	11- Liquid-Liquid Extraction
6- Magnetic Mixer	12- Recovery Test (Percent)

برای تعیین راندمان و ارزیابی کارایی (کنترل کیفی) روش استخراج، آزمون بازیابی (بازیافت)^{۱۲} تعیین گردید، به این صورت که مقدار ۵۰ میلی گرم بر لیتر از آفت کش های مورد بررسی به نمونه های آب ایستگاه های مورد مطالعه، اضافه شد، که نتایج نشان دهنده کارایی روش استخراج (میزان درصد بازیابی دیازینون ۱۰۲ درصد و کلرپیریفوس ۹۱ درصد) بود.

جهت بررسی میزان سرعت تخریب، ناپدید شدن و تجزیه سموم در آب، اقدام به طراحی یک سری آزمایشات جدید نموده، به این ترتیب که دو حالت آب راکد یا مانداب و آب جاری را مدنظر قرار داده و در آزمایشات مانداب و جاری از ۶ منبع آب های سطحی و زیرزمینی، هر نمونه آب ۳ لیتری را با ۵۰ میلی گرم بر لیتر (ppm) ماده موثر از فرمولاسیون هر یک از سموم مورد مطالعه، آغشته کرده سپس روش استخراج که قبلاً به تفصیل در مورد آن توضیح داده شد در فواصل زمانی ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ روز، صورت گرفت. در حالت جاری، نمونه های آب با پمپ آکواریوم به مدت ۱۰ ساعت در روز هوادهی شدند تا تهویه کافی داشته باشند. منظور از انجام این کار، افزایش اکسیداسیون سموم

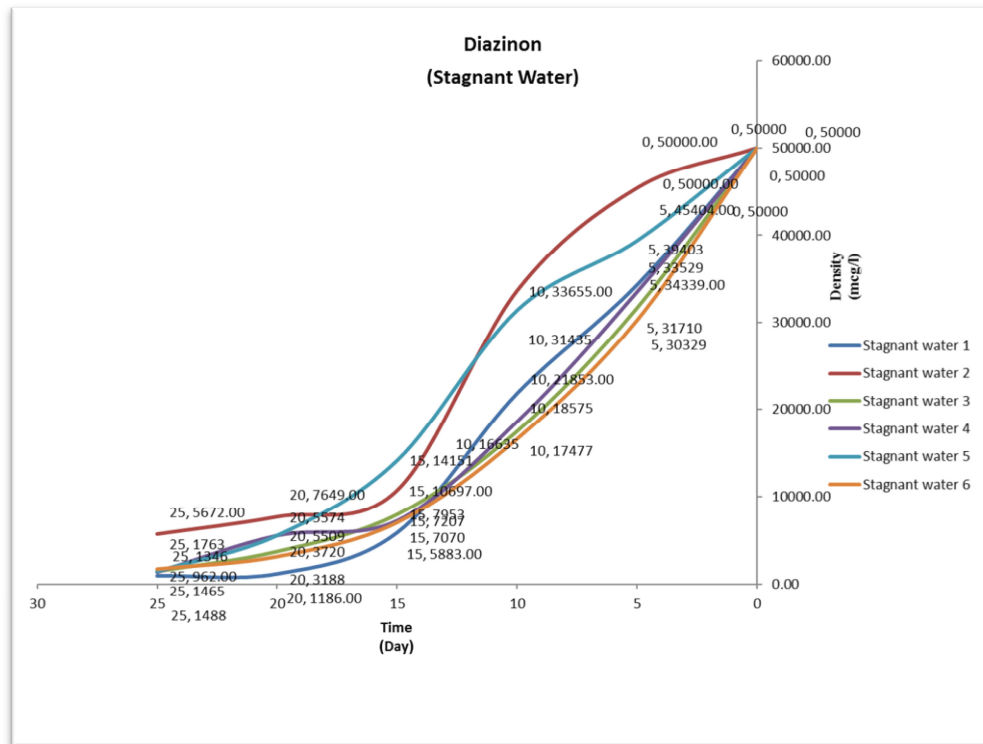
و به تبع آن احتمال افزایش سرعت تجزیه سموم بود. هدف از طراحی این آزمایشات تعیین میزان کاهش مقدار سموم در آب با گذشت زمان و مدت زمان ماندگاری سموم در آب و مدت زمانی است که آب جهت مصرف ایمن می‌شود.

روش اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

شرایط دستگاه گاز کروماتوگراف مجهز به آشکار ساز NPD مورد استفاده در این مطالعه، به شرح زیر بود: دمای انژکتور ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد، دمای آشکارساز ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد، برنامه دمایی ستون از ۸۰ تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت گاز نیتروژن ۳۰ میلی‌لیتر در دقیقه، فشار گاز PSI ۶۰ 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 داده‌ها با کمک نرم افزار SPSS-22 انجام شد. آماره‌های توصیفی باقیمانده غلظت سموم فسفره‌آلی مورد مطالعه در منابع مذکور، در قالب نمودار ترسیم گردیده است.

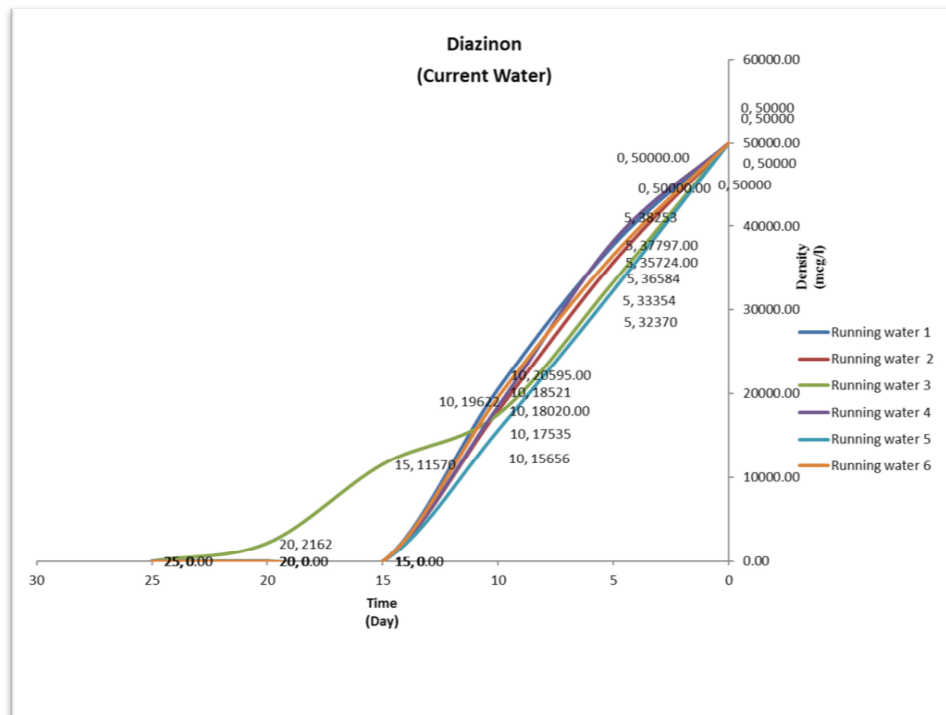
نتایج و بحث

در تمامی نواحی جغرافیایی مورد مطالعه، منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، جهت مصرف ایمن تشخیص داده شدند و هیچ آثاری از نظر وجود باقیمانده سموم دیازینون و کلرپیریفوس مشاهده نگردید. اما در نمونه‌های آب راکد تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه، بررسی نتایج میانگین غلظت ۳ تکرار، به وضوح بیانگر روند کاهشی غلظت باقیمانده سموم موردنظر، با گذشت زمان می‌باشد. ولی در بیست و پنجمین روز استخراج نیز، مقدار باقیمانده سموم به صفر نرسید. در نمونه‌های آب جاری تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه نیز، بررسی نتایج میانگین غلظت ۳ تکرار نشان داد، که از پانزدهمین تا بیست و پنجمین روز استخراج، غلظت باقیمانده سموم موردنظر، قابل اندازه‌گیری نبوده و این نکته جالب این پژوهش محسوب می‌گردد، که احتمالاً در شبیه‌سازی حالت آب جاری با استفاده از پمپ آکواریوم، افزایش اکسیداسیون سموم، باعث افزایش سرعت تجزیه آنها گردیده است.



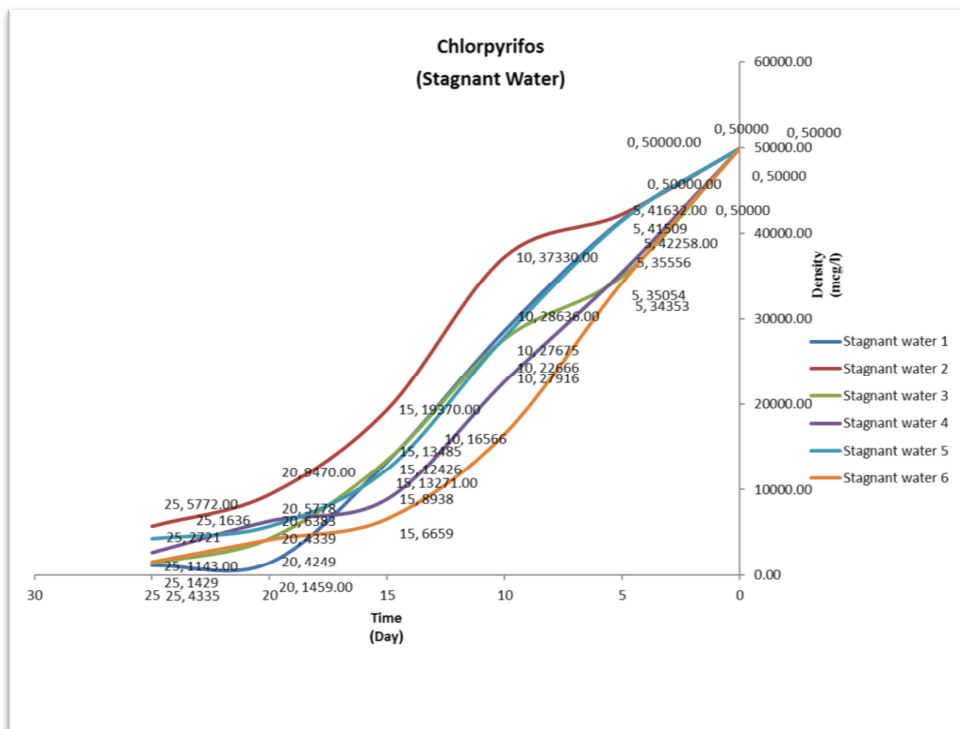
شکل ۱: منحنی نمونه های آب راکد حاوی آفت کش دیازینون در تمامی ایستگاه های مطالعه شده

Fig 1: Curves of stagnant water samples containing Diazinon pesticide at all stations studied

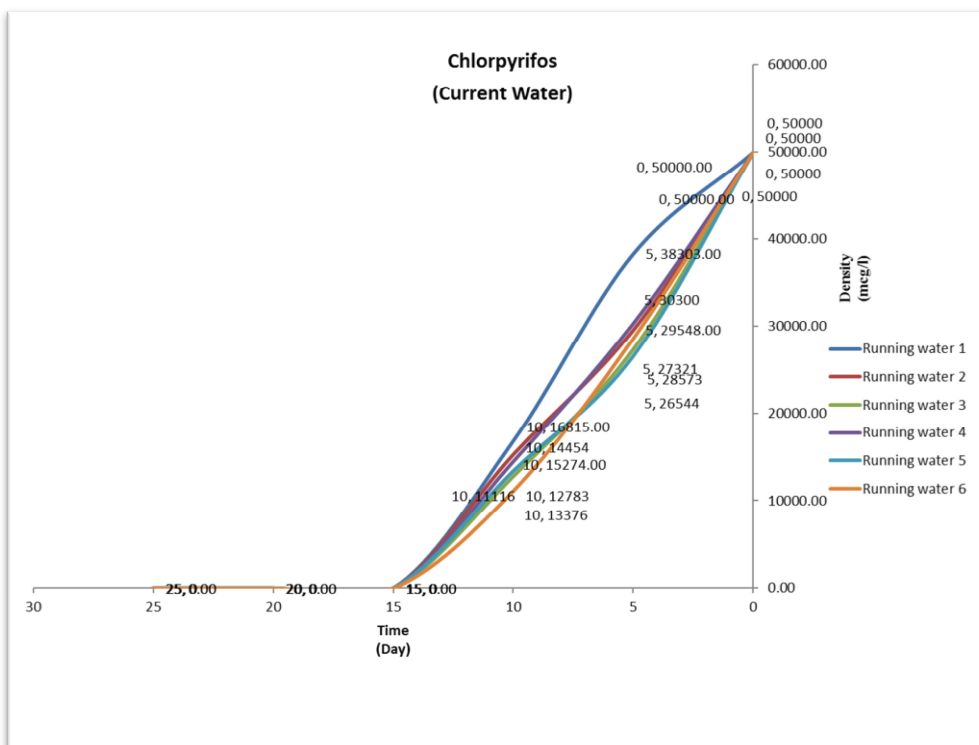


شکل ۲: منحنی نمونه های آب جاری حاوی آفت کش دیازینون در تمامی ایستگاه های مطالعه شده

Fig 2: Curves of current water samples containing Diazinon pesticide at all stations studied



شکل ۳: منحنی نمونه های آب راکد حاوی آفت کش کلرپیریفوس در تمامی ایستگاه های مطالعه شده
 Fig 3: Curves of stagnant water samples containing Chlorpyrifos pesticide at all stations studied



شکل ۴: منحنی نمونه های آب جاری حاوی آفت کش کلرپیریفوس در تمامی ایستگاه های مطالعه شده
 Fig 4: Curves of current water samples containing Chlorpyrifos pesticide at all stations studied

آفت کش های فسفره آلی در PH خنثی پایداری زیادی دارند، ولی در هر دو PH اسیدی و قلیایی هیدرولیز می شوند و سرنوشت آنها در محیط های آبی تحت دو فرآیند عمده هیدرولیز شیمیایی و تجزیه میکروبی قرار دارد.

اغلب آفت کش های فسفره آلی در مقادیر PH بیش از ۵ پایدار نبوده و سرعت هیدرولیز در PH بالای ۸ به ازای افزایش هر واحد، ۱۰ برابر خواهد شد. بنابراین افزایش PH سبب تجزیه بیشتر سموم ارگانوفسفره می شود. در منابع آب زیر زمینی به دلیل دسترس پذیری کمتر به اکسیژن محلول، بالا بودن میزان سختی و دی اکسید کربن از PH اسیدی برخوردارند. همین امر می تواند توجیه کننده افزایش غلظت باقیمانده سموم در آنها نسبت به آب های سطحی باشد. درجه حرارت نیز بر سرعت هیدرولیز سموم تاثیر دارد به طوری که به ازای افزایش هر ۱۰ درجه سانتی گراد، سرعت هیدرولیز حدود ۴ برابر می شود.

مطالعات بسیاری در خصوص باقیمانده سموم کشاورزی به ویژه سموم فسفره آلی در منابع آبی و رسوبات صورت گرفته است.

بر اساس مطالعات شایقی و همکاران (۱۳۸۶-۸۷) در آب رودخانه های قره سو و گرگان رود، نتیجه گرفتند که میانگین غلظت باقیمانده دیازینون در نمونه های آب هر دو رودخانه در فصل بهار و تابستان بیشتر از رهنمود WHO بود، که با نتایج پژوهش حاضر، مطابقت دارد.

در طی ۱۲ ماه در منابع تامین آب آشامیدنی شهر همدان، بیشترین غلظت سم کلرپیرفوس در فصل بهار (خرداد) ۳/۸۵ و سم دیازینون در فصل پاییز (مهر) ۳۶/۵ ppb بوده است. حداقل غلظت سموم در مطالعه مربوط به فصل زمستان بوده است (خدادادی و همکاران، ۸۹-۱۳۸۸).

بر اساس مطالعات عابدی کوپایی و همکاران (۱۳۸۹-۹۰) در آب رودخانه زاینده رود، نتیجه گرفتند باقیمانده دیازینون در نمونه های آب قابل تشخیص نیست، که با نتایج مطالعه حاضر، همخوانی دارد.

در فصل های بهار (خرداد)، تابستان (شهریور)، پاییز (آذر)، زمستان (اسفند) در منابع آب های زیرزمینی تامین آب شرب روستاهای شهرستان شمیرانات، سموم فسفره آلی در سه چاه هنرک، ابناج و کندسفا در هیچ کدام از فصول در ایستگاه های مورد نمونه برداری، دیده نشد که نتایج مطالعه ایشان، در راستای نتایج حاصل از مطالعه، حاضر است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰-۹۱).

در مورد غلظت باقیمانده آفت کش ها در منابع آب، عوامل مختلف فیزیکی و شیمیایی مانند دمای آب، تبخیر ترکیبات آلی از آب و خاک، هیدرولیز، فتولیز (شدت و مدت در معرض نور خورشید بودن به ویژه در فصول گرم)، اکسیداسیون و احیا، پدیده جذب سطحی آفت کش توسط مواد آلی موجود در آب و خاک، مواد معلق موجود در آب و ذرات رس خاک، PH آب، سختی کل و میزان املاح محلول در آب، خصوصیات و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آفت کش مانند حلالیت و فراریت و فشار بخار، عوامل زیستی موثر مانند تاثیر میکروارگانیسم ها، شرایط محیطی، زمان مصرف آفت کش، میزان نزولات جوی، شیب زمین، نزدیکی و مجاورت زمین های کشاورزی و منابع آب، رواناب های منطقه ای و نشست از خاک، موثر می باشند. از این رو باقیمانده غلظت سموم فسفره آلی در منابع مختلف، با یکدیگر متفاوت هستند. از سوی دیگر فرایند خود پالایی نیز ممکن است در منابع آب سطحی و زیر زمینی رخ دهد و امکان تجزیه و یا از بین رفتن آفت کش از طریق واکنش های فیزیکی، شیمیایی و زیستی گوناگون قبل از زمان نمونه برداری، وجود دارد. با در نظر گرفتن فاصله زمانی طولانی بین آخرین کشت زمستان تا زمان نمونه برداری و پایداری نسبتاً پایین این سموم در شرایط محیطی و افزایش دبی آب رودخانه ها و توان خود پالایی آنها در فصل بهار، غلظت باقیمانده

سموم در آب به حداقل خود می‌رسد. در مجموع مقادیر متفاوت آلودگی باقیمانده سموم می‌تواند با مساحت زمین‌های تحت کشت محصولات کشاورزی، اختلاف در میزان بارندگی مناطق گوناگون نمونه برداری و متعاقب آن شستشوی آفت کس‌ها از سطح خاک و تفاوت در مقدار آفت کس مصرفی توسط کشاورزان در ارتباط باشد.

بر پایه مطالعات دهقانی و همکاران (۱۳۹۰-۹۱) در منابع آب شهر برزک کاشان، بیشترین مقدار دیازینون و کلرپیریفوس به ترتیب به میزان ۱۰/۸۵ ppm و ۲۲/۴۳ ppm بوده که به تدریج و با گذشت زمان، مقادیر باقیمانده سموم کاهش پیدا کرده است. همچنین ذکر شد، بعد از گذشت یک ماه، ۹۵/۹٪ کلرپیریفوس و ۸۸/۸٪ دیازینون، تجزیه شدند.

در مطالعه حاضر، بیشترین میزان باقیمانده سم دیازینون، در شرایط آب راکد، در روز بیست و پنجم آزمایش، در ایستگاه جنوب (چشمه علی شهرری)، با میانگین غلظت ۵۶۷۲ میکروگرم بر لیتر و کمترین میزان آن، در ایستگاه شمال شرق (چشمه اعلا دماوند) با میانگین غلظت ۹۶۲ میکروگرم بر لیتر، محاسبه شد و اما بیشترین میزان باقیمانده سم کلرپیریفوس، در شرایط مشابه فوق، در ایستگاه شماره دو، با میانگین غلظت ۵۷۷۲ میکروگرم بر لیتر و کمترین میزان آن، در ایستگاه شماره یک، با میانگین غلظت ۱۱۴۳ میکروگرم بر لیتر، به دست آمد.

در آب رودخانه عباس آباد همدان، بیشینه میانگین غلظت باقی مانده سم دیازینون در نمونه‌های فصل بهار و تابستان $۱۶۱۰ \mu\text{g/L} \pm ۹۷$ و $۷۲/۱۳ \mu\text{g/L} \pm ۵/۲۰۱$ به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های ۳ و ۲ به دلیل تراکم بالای باغات میوه در بالادست این دو ایستگاه می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین غلظت باقی مانده سم دیازینون در نمونه‌های فصل بهار و تابستان با رهنمودهای WHO و EPA بیانگر آن است که میانگین غلظت باقیمانده سم در هر دو فصل از رهنمود این سازمان‌ها بیشتر می‌باشد (عرفی یگانه و همکاران، ۹۲-۱۳۹۱).

در مطالعه حاضر، بیشترین میزان باقیمانده سم دیازینون، در شرایط آب جاری، در روز دهم آزمایش، در ایستگاه شمال شرق (چشمه اعلا دماوند)، با میانگین غلظت ۲۰۵۹۵ میکروگرم بر لیتر و کمترین میزان آن، در ایستگاه شمال غرب (رودخانه کرج) با میانگین غلظت ۱۵۶۵۶ میکروگرم بر لیتر، حاصل شد و اما بیشترین میزان باقیمانده سم کلرپیریفوس، در شرایط مشابه فوق، در ایستگاه شماره یک، با میانگین غلظت ۱۶۸۱۵ میکروگرم بر لیتر و کمترین میزان آن، در ایستگاه شمال غرب (رودخانه کن)، با میانگین غلظت ۱۱۱۱۶ میکروگرم بر لیتر، تشخیص داده شد و در روزهای پانزدهم، بیستم و بیست و پنجم آزمایش، هیچ آثاری از سموم فسفره آلی دیازینون و کلرپیریفوس، مشاهده نگردید.

بر اساس مطالعات مقیسه و همکاران (۱۳۹۲-۹۳) در فصل زمستان در منابع آب آشامیدنی روستای طرهبه و شانندیز، در آنالیز با دستگاه HPLC، غلظت آفت کس دیازینون در چشمه‌های مناطق مورد بررسی، غیر قابل تشخیص و چاه‌های منطقه شانندیز با میانگین غلظت $(۰/۷۱ \mu\text{g/L})$ از چاه‌های منطقه طرهبه $(۰/۵۲ \mu\text{g/L})$ آلوده بودند. در آنالیز با دستگاه HPTLC، در منابع آب (چاه و چشمه) منطقه طرهبه، آفت کس دیازینون مشاهده نشد ولی چاه‌های منطقه شانندیز $(۰/۱۸ \mu\text{g/L})$ از چشمه منطقه آلوده تر بود که مغایر با نتایج مطالعه حاضر، می‌باشد.

طی دو فصل بهار (خرداد) و تابستان (تیر و مرداد) در رودخانه پلرود استان گیلان، با توجه به نتایج، در فصل بهار سم دیازینون در نمونه‌های آب، گیاه و رسوب هیچ کدام از ایستگاه‌های مطالعاتی دیده نشد. حداکثر غلظت مشاهده شده در فصل تابستان مربوط به نمونه‌های آب در ایستگاه شماره ۳ با میانگین غلظت $۰/۷۵ \mu\text{g/L}$ می‌باشد (شریفی و همکاران، ۹۵-۱۳۹۴).

بر اساس مطالعات خلیجیان و همکاران (۱۳۹۴-۹۵) در فصل تابستان، میانگین غلظت باقیمانده سم دیازینون در نمونه های آب زیرزمینی دشت همدان - بهار، از رهنمود WHO (۰/۱۰ میلی گرم در لیتر) بیشتر است. بنابراین استحصال از منابع آب زیر زمینی این دشت به منظور آب شرب و یا سایر کاربری ها، از نظر میانگین غلظت باقی مانده دیازینون، مخاطر آمیز است.

در منابع آب های تامین کننده آب شرب استان کرمانشاه، باقیمانده سموم فسفره آلی در هیچ یک از منابع چشمه و قنات مشاهده نگردید. بیشترین میانگین باقیمانده دیازینون و کلرپیریفوس به ترتیب برابر با

$0/001 \pm 0/005 \mu g/L$ و $0/012 \pm 1/01 \mu g/L$ تشخیص داده شد. منبع چاه ایستگاه مرکزی از بیشترین و منبع

سراب ایستگاه شمال، از کمترین میزان مجموع باقیمانده آفتکش، برخوردار بود (درگاهی و همکاران، ۹۶-۱۳۹۵).

در آبهای سطحی در کالیفرنیا، ۹۲ درصد نمونه های جمع آوری شده آلوده به یک یا بیشتر از یک آفت کش بودند (Kent et al., 2005). آب دریاچه ها در پاکستان که انواع سموم ارگانوفسفره، آب دریاچه را در معرض خطر آلودگی قرار داده اند (Shazia et al., 2009). مطالعات نشان می دهد که میانگین غلظت آفت کش های فسفره آلی در اجتماعاتی که دارای کشاورزی هستند در فصول خشک سال $0/085 \mu g/L$ و در فصول مرطوب سال $0/418 \mu g/L$ بوده است و این غلظت ها در جوامعی که فاقد کشاورزی بودند کمتر بوده و در حدود $0/004 \mu g/L$ می باشد (Jaipieam et al., 2009). در منابع آب سطحی و زیرزمینی در هندوستان، میانگین غلظت کلرپیریفوس در نمونه های برداشت شده بیشتر از رهنمود EPA بود (Lari et al., 2014). در پایش منابع آب در مجارستان، موفق به شناسایی ۴۴ درصد دیازینون شدند (Szekacs et al., 2015).

پیشنهادات

تلاش در جهت افزایش آگاهی کشاورزان و عملکرد مطابق با آخرین اصول علمی و صحیح کشت محصول در رابطه با میزان مصرف سم، نحوه مصرف و تواتر استفاده در زمینه های کشاورزی، استفاده از تکنیک های نوین آبیاری، می تواند از ورود بی رویه سموم کشاورزی به منابع آبی و خاکی جلوگیری نماید.

پایش کمی و کیفی و کنترل دوره ای منابع آب شرب، جهت پیشگیری و کاهش آلودگی های زیست محیطی و متعاقب آن خطراتی که متوجه سلامت افراد جامعه می گردد، از ضروریات امر محسوب می شود.

لذا با اجرای طرح های مدیریت تلفیقی آفات (IPM) به توسعه کشاورزی پایدار و حفاظت از منابع آب و خاک

کمک خواهد شد.

References

- Shayeghi M, Khoubdel M, Bagheri F, Abtahi M. 2008.** The Residues of Azinphosmethyl and Diazinon in Garaso and Gorganroud Rivers in Golestan Province. *J School Publ Health Inst*, 6(1): 75-82.
- Khodadadi M, Samadi M.T, Rahmani A.R, Maleki R, Allahresani A, Shahidi R. 2010.** Determination of Organophosphorus and Carbamate Pesticides Residue in Drinking Water Resources of Hamedan in 2007. *Iranian Journal of Health and Environment*, 2(4): 250-7.
- Abedi Koupai J, Nasri Z, Talebi K.H, Mamanpoush A, Mousavi S.F. 2011.** Investigation of Zayanderoud Water Pollution by Diazinon and its Assimilative Capacity. *JWSS-Isfahan University of Technology*, 15(56): 1-20.
- Hasani A.H, Sayadi M, Jafari S. 2012.** Investigation of Pesticides Effect on Groundwater Quality of Shemiranat Villages. *Water and Wastewater Journal*, 23(1): 119-129.
- Dehghani R, Shayeghi M, Eslami H, Mousavi S.G, Rabani D.K, Shahi D.H. 2012.** Determination of Organophosphorus Pesticides (Diazinon and Chlorpyrifos) in Water Resources in Barzok, Kashan, Zahedan. *Journal of Research Medical Sciences*, 14(10): 39-46.
- Orfi Yeganeh S, Sobhan Ardakani S, Jameh Bozorgi S. (in press).** Assessment of Organophosphorus Pesticide Diazinon Residue in Water Samples of Abbas Abad River in 2014. *Journal of Environmental Sciences and Technology*.
- Moghiseh Z, Najaf Pour A.A, HassanZadeh – Khayyat M, Dadban Shahamat Y. 2014.** Survey of Using of Analysis Methods in Determination of Diazinon Pesticide Concentration in Drinking Water Resources. *Razi Journal of Medical Sciences*, 21 (124): 11-18.
- Sharifi H, Hayeri Pour S, Amir Nejad R. 2016.** Determination of Diazinon Residue in Polroud River (Gilan Province). *Journal of Wetland Ecobiology*, 8(1): 51-62.
- Khalijian A, Sobhan Ardakani S, Cheraghi M. 2016.** Investigation of Diazinon Residue in Groundwater Resources of Hamedan-Bahar Plain in 2014. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*, 2(3): 203-211.
- Dargahi A, Samarghandi M.R, Karami A, Mohammadi M, Vaziri Y. 2018.** Investigation of Residual Concentrations of Organic Phosphorus Pesticides in Surface water and Groundwater Sources Supplying Drinking Water of Kermanshah Province. *Journal of Health*, 9(2): 133-142.
- Kenet R, Belitz K, Altman A.J, et al. 2005.** Occurrence and Distribution of Pesticide Compounds in Surface Water of the Sanata Ana Basin California, 1998-2001. *National Water Quality Assessment Program*, 1-63.
- Shazia I, Iftikhar A, Karam A, et al. 2009.** Analysis of Pesticides Residues Raval and Simly Lakes. *Pak J Bot*, 41(4): 1981-7.
- Jaipieam S, Visuthismajarn P, Sutheravut P, et al. 2009.** Organophosphate Pesticide Residues in Drinking Water from Artesian Wells and Health Risk Assessment of Agricultural Communities Thailand. *Hum Ecol Risk Assess*, 15(6): 1304-16.
- Lari S.Z, Khan N.A, Gandhi K.N, Meshram T.S, Thacker N.P. 2014.** Comparison of Pesticide Residues in Surface and Groundwater of Agriculture Intensive Areas. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12(1): 11.
- Szekacs A, Mortl M, Darvas B. 2015.** Monitoring Pesticide Residues in Surface and Groundwater in Hungary: Surveys in 1990-2015. *Journal of Chemistry*, 1-15.

Determination of residual concentrations of organophosphorus pesticides in surface and groundwater sources supplying drinking water of Tehran city

*E. Dezfouli¹, SH. Goldasteh², S. Imani^{*2}, K. Larijani³, R. Vafaei shoushtari²*

1- PHD student, Department of Entomology, Agricultural Faculty, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

2- Assistant Professor, Department of Entomology, Agricultural Faculty, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

3- Assistant Professor, Department of Chemistry; Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Pollution of water resources by increased use of pesticides is one of the environmental problems. The aim of present research is the determination of residual Diazinon and Chlorpyrifos in surface and groundwater resources of Tehran city (2018). 12 samples were taken from 6 water source stations in 3 geographical regions on Tehran city. we designed new experiments to evaluate the rate of decomposition of pesticides in water, consider the two states of stagnant and current water, each sample was impregnated with 3 Liters of water with 50 mg/L, the active ingredient of the formulation of each of the pesticides studied, then the extraction method was performed at intervals of 0, 5, 10, 15, 20 and 25 days. The liquid-liquid extraction method was used and residual pesticides measurement was accomplished by GC/ NPD. In the stagnant water samples of all the stations, the results of the mean concentration of 3 replicates show a decreasing trend of the residual concentration of the pesticides in over time, but in the 25th day of extraction, the residual amount of pesticides did not reach zero, but in the current water samples, the results showed that the residual concentration of the pesticides was not measurable from the 15th to the 25th day of extraction. The simulation of the current state of the water using the aquarium pump is likely to increased oxidation of pesticides has increased their rate of degradation.

Keywords: Organophosphorus Pesticides; Surface and Groundwater sources; GC/ NPD.

* Corresponding Author, E-mail: imanisohrab@gmail.com

Received: 29 Oct. 2019 – Accepted: 29 Feb. 2020