

تعیین غلظت ۲،۴-دی کلرو فنوکسی استیک اسید در شبکه توزیع آب اهواز در طی سال های ۹۸-۱۳۹۷

نغمه عروجی^۱، افشین تکدستان^۲، رضا جلیل زاده ینگجه*^۱، سهند جرفی^۲، امیر حسین دوامی^۳

۱- گروه مهندسی محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۲- مرکز تحقیقات فناوریهای زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

۳- گروه مدیریت محیط زیست - HSE، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول، ایمیل: r.jalilzadeh@iauahvaz.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۹

چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی غلظت ۲،۴-D در آب شرب شهر اهواز در طی سالهای ۹۸-۱۳۹۷ می باشد. در این مطالعه که از نوع توصیفی-مقطعی بوده، نمونه برداری در مدت زمان ۱۰ ماه (از آذر ماه ۱۳۹۷ تا شهریور ۱۳۹۸)، از ۶ نقطه در شبکه توزیع شهر اهواز انجام گرفت. با توجه به نتایج، تمامی غلظت های اندازه گیری شده کمتر از ماکزیمم مقدار کل آلودگی اعلام شده از سوی سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ملی ایران بود. در این مطالعه غلظت کل ۲،۴-D در فصل پاییز از $0.04 < \mu\text{g/L}$ تا $2.98 \mu\text{g/L}$ ، در فصل زمستان از $0.02 < \mu\text{g/L}$ تا $2.41 \mu\text{g/L}$ ، در فصل بهار از $0.01 < \mu\text{g/L}$ تا $0.04 \mu\text{g/L}$ متغیر بود و در فصل تابستان کمتر از حد تشخیص دستگاه بود. مطالعات مختلف نشان دهنده آنست 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.

واژه های کلیدی: ۲،۴-D، شبکه توزیع، آب شرب، اهواز.

مقدمه

مهمترین آفت کش ها هستند که به شکل گسترده ای در کشاورزی استفاده می شوند. مهمترین علف کش این گروه ۲-۴ دی کلروفنوکسی استیک اسید (۲،۴-D) می باشد (Jaafarzadeh et al, ۲۰۱۷). استان خوزستان با توجه به اینکه یکی از قطب های کشاورزی ایران است، ششمین استان از نظر استفاده از سموم شیمیایی کشاورزی در ایران است (Jaafarzadeh et al, ۲۰۱۷). در سال ۱۹۸۲ سازمان بهداشت جهانی این ماده را به عنوان یک مادهی خطرناک (کلاس ۳) طبقه بندی کرد و

سموم شیمیایی دفع آفات نباتی به عنوان یکی از آلاینده های مهم زیست محیطی در محیط های آبی، خاکی و مواد غذایی می باشند. استفاده بیش از حد از آفت کش ها در تولید محصولات کشاورزی باعث بروز پدیده ای به نام بقایای سموم می گردد که این پدیده به عنوان یک عامل خطر برای سلامتی انسان و آلودگی محیط زیست مطرح می باشد (Orooji et al, 2020; Golshan et al, ۲۰۱۸). ترکیبات فنوکسی استیک اسیدها از جمله

کشور جمهوری اسلامی ایران جزء مناطق کم آب دنیا محسوب می شود، حفاظت و صیانت از آبهای موجود کشور یکی از مهمترین اولویتهای می باشد. لازمه این صیانت، تحقیق و شناسایی آلاینده ها می باشد. اولین قدم در کنترل و مدیریت باقیمانده سموم موجود در منابع آب، تعیین غلظت آنها با دقت قابل قبول و مقایسه مقادیر به دست آمده با استانداردهای موجود است. تکنیک مورد استفاده در این تحقیق استخراج مایع - مایع القاء شده با نمک زنی (SALLE)^۱ می باشد. سبحان اردکانی و همکاران (۱۳۹۶) نسبت به تعیین غلظت باقیمانده برخی از آفت کش های آلی کلره و فسفره در آب رودخانه گرگر اقدام و نتیجه گرفتند که میانگی غلظت باقیمانده سم آترازین در نمونه ها اختلاف معنی دار با حد مجاز ندارد. در صورتی که میانگی غلظت باقیمانده سموم آلاکلر و توفوردی در نمونه ها، اختلاف معنی دار با حد مجاز داشته و در مورد هر دو سم، کمتر از رهنمود سازمان های بهداشت جهانی و استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بود (Sobhanardakani & Jamalipour, ۲۰۱۷). دهقانی و همکاران (۲۰۱۲)، نسبت به تعیین آفت کش های ارگانوفسفره دیازینون و کلرپیریفوس در منابع آب شهر برزک کاشان اقدام و نتیجه گرفتند که غلظت باقیمانده این سموم تا یک ماه بعد از سمپاشی بالاتر از حد استاندارد تعیین شده می باشد (Dehghani et al, ۲۰۱۲). با توجه به استفاده از منابع آب سطحی به عنوان یکی از عمده ترین منابع تأمین آب آشامیدنی در کشور از جمله در شهر اهواز، آلودگی روز افزون آبهای سطحی از جمله رودخانه کارون که اصلی ترین مصارف آب این رودخانه، استفاده از آن برای زراعت و تأمین آب شرب شهرهای مجاور است وجود دارد. در این راستا زهابهای تولید شده در بخش کشاورزی استان از

استاندارد آن در منبع آب آشامیدنی را 100 ppb اعلام کرد و بعد ها این طبقه بندی به کلاس ۲ و استاندارد 70 ppb تغییر کرد (Pohanish, ۲۰۱۵). آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا حد مجاز این علف کش در آب را 0.1 ppm بیان کرده است (Kundu et al, 2005). تجزیه آن بوسیله میکروارگانوسم ها در غلظتهای بالا با مشکل همراه است. این ماده در مواجه با انسان در طولانی مدت سبب تحریک پوست و چشم می شود و سیستم اعصاب مرکزی ارگان اصلی برای اثر این علف کش می باشد. قابلیت ایجاد سرطان کبد و کلیه در مورد این ماده به اثبات رسیده است (Chen et al, ۲۰۱۷; Singh et al, ۲۰۱۲). همچنین به عنوان یک مختل کننده غدد درون ریز نیز شناخته شده است (Alvear-Daza et al, ۲۰۱۸; Coelho et al, ۲۰۲۰). ارزان قیمت بودن و عملکرد خوب، منجر به افزایش کاربرد $2,4-D$ بعنوان یک علف کش همه منظوره شده است (Aziz et al, ۲۰۱۸). (Aswani et al, ۲۰۱۹). *EPA* این ماده را به عنوان سومین علف کش پرکاربرد دنیا معرفی کرده است (Amiri et al, ۲۰۱۸). حضور این علف کش بارها در آبهای زهکشی و آبهای زیرزمینی در غلظت های بالا گزارش شده است (Trivedi & Mandavgane, ۲۰۱۸; Manna et al, ۲۰۱۶). بنابراین با توجه به سمیت و کاربرد زیاد این ماده، تصفیه آن در محیط های آب و خاک از ضرورت های زیستی محیطی می باشد (Chidambaram, ۲۰۱۸; Pukcothanung et al, ۲۰۱۶).

از آنجایی که وجود این گونه سموم در آب، زیان های زیادی برای محیط های آبی، آبزیان و در نهایت برای انسان دارد؛ رودخانه ها نیازمند اقدامات صحیح مدیریتی به منظور کنترل منابع آلاینده می باشند. از طرفی با توجه به این واقعیت که تنها ۳٪ از آبهای کره زمین شیرین می باشد و

¹ salting-out assisted liquid-liquid extraction

رهنمودهای WHO، وضعیت کیفی آب شرب جمعیت تحت پوشش کنترل و مشخص گردد. دلیل انتخاب سم مذکور، میزان مصرف بالای آن در استان خوزستان (سالانه نزدیک به ۲۱۲۴۱ کیلو گرم)، پایداری طولانی تر و انحلال بیشتر در آب بوده است.

مواد و روش‌ها

جامعه مورد مطالعه و نمونه برداری

تحقیق حاضر یک مطالعه توصیفی می باشد که به صورت مقطعی جهت بررسی غلظت D-۲,۴ به مدت ۱۰ ماه (از آذر ماه ۱۳۹۷ تا شهریور ۱۳۹۸)، از ۶ نقطه از شبکه توزیع آب اهواز صورت گرفت. در این مطالعه در مجموع ۲۰۰ مورد نمونه برداری و آنالیز انجام گرفت. پس از تعیین تعداد نمونه ها، توالی نمونه برداری ها نیز به صورت دو هفته یکبار تعیین گردید. با توجه به گزارشات سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان و خود کشاورزان، سمپاشی در آذر، دی و بهمن ماه هر سال انجام می شود. با توجه به این زمان سمپاشی و با توجه به نتایج به دست آمده در رابطه با تغییرات فصلی در غلظت آفت کش ها در مطالعات مختلف، در این مطالعه سعی بر آن شد تا با بررسی غلظت ها در فصول مختلف (پاییز، زمستان، بهار و تابستان)، تغییرات فصلی نیز مورد بررسی قرار گیرد. اولین دوره نمونه برداری قبل از فصل کشت آغاز و انجام گرفت. دومین دوره نمونه برداری نیز با تناوب ۲ هفته نسبت به نمونه برداری اول انجام گرفت. نمونه برداری شامل ماه های قبل از فصل کشت، حین کشت و پس از کشت صورت پذیرفت. همچنین کلیه نمونه برداری ها و نگهداری نمونه ها، طبق دستورالعمل روش استاندارد ذکر شده در کتاب استاندارد متد برای آزمایشات آب و فاضلاب بوده و رهنمودهای حفاظت نمونه ها به طور دقیق اعمال گردید

منابع آلاینده رودخانه کارون بشمار می روند. با توجه به کاهش مداوم دبی رودخانه کارون بر اثر انتقال بی رویه و خارج از اصول آب بین حوضه ای از سرشاخه های کارون و عدم توانمندی اعتبارات برای ساماندهی پساب های شهری، کشاورزی و صنعتی ورودی به کارون، بار آلودگی آلی آن به نحو قابل ملاحظه ایی در حال افزایش است و از آن جایی که این منطقه (رودخانه کارون) قطب اصلی کشاورزی خوزستان به شمار می رود، لذا این رودخانه نیز از معضل آلودگی به سموم شیمیایی بی بهره نمی باشد، بنابراین پایش و ردیابی حضور این ترکیبات در شبکه توزیع آب اهواز از جنبه بهداشتی بسیار حائز اهمیت است. چنانچه آلاینده های آب و میزان آنها مشخص شدند، در این صورت در مرحله بعد می توان راهکارهای حذف این آلاینده ها را مورد بررسی و اجرا قرار داد و مانع از وارد شدن زیان و خسارت بیشتر به شهروندان گردید. از طرفی چنانچه مشخص شود آلاینده ای در منابع آب حضور ندارد و یا غلظت آنها از میزان مجاز کمتر است، این امر باعث آرامش خاطر مسئولین و نیز آرامش و امنیت روانی بیشتر شهروندان خواهد گردید. با توجه به کاربرد گسترده آفت کش D-۲,۴، به عنوان جزیی جدایی ناپذیر و ضروری در کشاورزی در استان خوزستان، مطالعاتی در خصوص باقیمانده این سم در تصفیه خانه های آب اهواز صورت نگرفته است. بنابراین با توجه به اهمیت و نقش پایش کیفی آب در تامین آب شرب سالم و بهداشتی، این مطالعه به منظور بررسی غلظت D-۲,۴ در شبکه توزیع آب شهر اهواز در چهار فصل پاییز، زمستان، بهار و تابستان توسط دستگاه کروماتوگرافی مایع با فشار بالا (HPLC) قبل از فصل کشت، حین کشت و پس از کشت سم مذکور در منطقه و دستیابی به روش علمی و عملی موثر انجام گردید تا با مقایسه نتایج حاصل با استانداردهای کیفیت آب در ایران و

یخ، تحت دمای بین صفر تا ۴ درجه سانتیگراد قرار داده شدند (Acero et al, ۲۰۰۸). در این مطالعه، روش نمونه برداری، لحظه ای انتخاب گردید. از قبل محلول تیوسولفات سدیم (۰/۵ میلی لیتر به ازای هر ۱۰۰ میلی لیتر نمونه) برای نمونه های کلردار به ظروف نمونه برداری اضافه شد. نمونه های این تحقیق، تحت نظارت شرکت آب و فاضلاب شهر اهواز و بر اساس فاصله از تصفیه خانه ها و پراکندگی در سطح شهر انتخاب شدند. مشخصات و موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه برداری در جدول شماره ۱ و موقعیت نقاط نمونه برداری روی نقشه در شکل شماره ۱، ارائه شده است.

(APHA, ۲۰۱۷). اندازه گیری نمونه ها توسط آزمایشگاه مرکزی شرکت آب و فاضلاب اهواز و با همکاری آزمایشگاه جامع دانشکده بهداشت (دانشگاه جندی شاپور اهواز) صورت گرفت. برای نمونه گیری، ظروف شیشه ای کدر ۵۰۰ میلی لیتری دارای در سمباده ای انتخاب شد. کلیه ظروف قبل از نمونه برداری ابتدا با دترجنت شستشو شده و سپس به ترتیب با آب دو بار تقطیر، سپس یک بار با متانول و بار دیگر با استونیتریل کاملاً شستشو داده شد و در نهایت نیز این ظروف در آون در دمای ۴۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت قرار داده شد (APHA, ۲۰۱۷). pH نمونه ها را در محل نمونه برداری با اسید کلریدریک به ۲ کاهش داده و سپس جهت استخراج و آنالیز به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه ها در طول مسیر نیز در یخدان در کنار کیسه های

جدول ۱: نشانی و مشخصات جغرافیایی نقاط نمونه برداری

نشانی جغرافیایی			
مختصات ایستگاههای نمونه برداری			
سیستم مختصات UTM			
Y	X		
۳۱/۲۲۸۲۹	۴۸/۷۳۷۴۸	زرگان	۱
۳۱/۳۱۰۶۱	۴۸/۷۳۳۶۷	سپیدار	۲
۳۱/۳۱۹۴۱	۴۸/۷۱۶۷۳	کیکاووس	۳
۳۱/۲۱۸۲۱۲	۴۸/۶۴۲۴۹	غزنوی	۴
۳۱/۳۰۰۴۷	۴۸/۵۸۷۷۲	ملاشیه	۵
۳۱/۲۴۸۶۲	۴۸/۶۶۰۳۶۲	شهر کارون	۶



شکل ۱- موقعیت محدوده مطالعاتی و نقاط نمونه برداری روی نقشه شهر اهواز

حلال ها و مواد شیمیایی

تمامی مواد شیمیایی به کار رفته دارای درجه ی خلوص تجزیه ای بودند. در این تحقیق، ۲،۴-دی کلرو فنوکسی استیک اسید ($C_8H_6Cl_2O_2$) (CAS number ۹۴-۷۵-۷) ساخت شرکت Merck آلمان با درجه خلوص ۹۹٪ (w/w)، حلال های آلی شامل استونیتریل، متانول، استیک اسید و آب مقطر دو بار تقطیر (همگی با گرید HPLC) ساخت شرکت مرک آلمان، کلرید سدیم ۵٪ وزنی - حجمی، سود ۰/۰۲ نرمال، اسید کلریدریک ۰/۰۲ نرمال و تیوسولفات سدیم ۱۰ درصد استفاده شد. بافرهای استاندارد در سه pH مختلف (۰/۰۲، ۷/۰/۰۲، ۴۰/۰/۰۲ و ۹۰/۰/۰۲) ساخت شرکت مرک آلمان استفاده گردید. محلول استوک ۲،۴-D با غلظت ۱۰۰۰ ppm، با توزین مقدار مناسبی از استاندارد و به حجم رساندن با استونیتریل تهیه شد. محلول های استاندارد مورد استفاده طی آزمایش، به صورت روزانه با رقیق سازی محلول استوک توسط استونیتریل تهیه شدند.

تجهیزات

برای جداسازی و تعیین مقدار ۲،۴-D از دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (Knuar, Germany) و نرم افزار EZ-chrome مجهز به پمپ چهار کاناله مدل ۱۰۰۱-k، آشکارساز UV-Vis و degasser مدل ۲۶۰۰-k استفاده شد. شرایط کروماتوگرافی به ترتیب عبارتند از ستون C-۱۸ به عنوان فاز ثابت با ابعاد (ID=۴,۶ mm, L=۲۵۰ mm) و قطر ذرات ۵ میکرومتر، فاز متحرک شامل استونیتریل: آب دی یونیزه: اسید استیک به ترتیب با نسبت های ۵/۰/۵: ۱۹/۵: ۸۰/۷ (v/v)، سرعت جریان فاز متحرک ۱ ml/min میلی لیتر بر دقیقه، دمای ستون ۴۰ درجه سانتی گراد و حداکثر فشار ۴۰ MPa. طول موج مناسب برای پاسخ کروماتوگرافیک آنالیت ۲۸۳ نانومتر بود. حمام التراسونیک (SonoSwiss SW ۶ H) برای آماده سازی نمونه ها به کار گرفته شد. دستگاه های pH متر مدل ۳۴۰i (WTW)، ترازو به دقت ۰/۰۰۰۱ mg (ساخت شرکت Sartorius آلمان)، اسپکتروفتومتر مدل DR/۵۰۰۰ (HACH)، ورتکس میکسر مدل S۰۲۰۰-۲۶ (Cleaver)، میکرو پیپت، کاغذ صافی ۰/۴۵ میکرون

واتمن (GF/C) ساخت شرکت واتمن آلمان) و سرنگ HPLC ($\mu 100L$) ساخت شرکت هامیلتون سوئیس استفاده شد.

روش استخراج و آماده سازی نمونه و استانداردها

روش مورد استفاده بر اساس متد ۵۱۵/۳، استانداردهای اندازه گیری آفت کش های سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و متد ۶۶۴۰B برای علف کش های کلروفنوکسی اسید مطابق روش استاندارد ذکر شده در کتاب استاندارد متد سال ۲۰۱۷ برای آزمایشات آب وفاضلاب تعیین شد (Pawlecki-Vonderheide, ۲۰۱۷; APHA, ۱۹۹۸, Munch, & Munch, ۱۹۹۸). روش استخراج مطابق استاندارد، استخراج مایع-مایع کمک شده با اثر نمک زنی (SALLE) در نظر گرفته شد (Wen, et al, ۲۰۱۵). برای بررسی صحت سه بار آزمایشات انجام گردید. طول موج جذب ماکزیمم مورد استفاده برای اندازه گیری ۲،۴-D، ۲۸۳ نانومتر در نظر گرفته شد که پیشتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر DR۵۰۰۰ تعیین گردیده بود. پیک های اجزای نمونه با مقایسه زمان بازداری استانداردهای سم شناسایی شد. سپس از محلول استوک ۲،۴-D (۱۰۰۰ میکروگرم بر لیتر)، محلول های استاندارد با غلظت های ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۴، ۰/۰۱، ۰/۵، ۱، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ میکروگرم بر لیتر تهیه شد و در روزهای متوالی و در شرایط مشابه شرایط بهره برداری، ۲۰ میکرو لیتر از نمونه به صورت دستی با استفاده از سرنگ به دستگاه تزریق شد. غلظت باقیمانده ۲،۴-D از طریق سطح زیر منحنی که به طور خودکار توسط دستگاه محاسبه می شد، برآورد شد. زمان بازداری برای ۲،۴-D بین ۳/۷-۳/۴ دقیقه بود، در حالیکه آنالیز تا دقیقه ۱۰ انجام گردید. منحنی کالیبراسیون با $R^2=0,9999$ به دست آمد. حد

تشخیص اندازه گیری ۰/۰۰۴ میکرو گرم بر لیتر و حد کمی شدن ۰/۰۱ میکروگرم بر لیتر می باشد. همچنین جهت اطمینان از صحت آزمایشات، نمونه شاهد مورد آنالیز قرار گرفت و هیچ گونه پیک مشاهده نگردید.

محاسبات

نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزارهای Excel و Minitab نسخه ۱۶ تجزیه و تحلیل گردید و میانگین غلظت های بدست آمده با استفاده از آزمون T-Test One Sample Test، با استاندارد ملی ۱۰۵۳ ایران و استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) مقایسه گردید. جهت مقایسه میانگین غلظت ۲،۴-D بین نقاط و بین فصول نمونه به برداری از آزمون One-WayANOVA استفاده شد.

نتایج و بحث

پس از استخراج اطلاعات از دستگاه کروماتوگرافی، نتایج نقاط مختلف نمونه برداری با یکدیگر مقایسه شدند. تغییرات ماهیانه غلظت ۲،۴-D در ماه های مختلف سال در شش نقطه شبکه توزیع آب اهواز، روی نمودار (۱) نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، میزان باقیمانده ۲،۴-D در کلیه تصفیه خانه ها قبل از فصل کشت، حین کشت و پس از کشت کمتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران و رهنمود سازمان بهداشت جهانی بود. نتایج داده ها نشان داد که میانگین باقیمانده ۲،۴-D بدون در نظر گرفتن ایستگاههای نمونه برداری، دو هفته پس از سم پاشی، از هفته دوم بهمن ماه تا اواسط فروردین ماه به تدریج و با گذشت زمان روند کاهشی داشته است و سپس از اواسط فروردین تا اواخر شهریور ماه میزان باقیمانده ۲،۴-D کمتر از حد تشخیص دستگاه رسید. آنالیز

رودخانه تسهیل می نماید. در پژوهشی که توسط هنر پژوه در سال ۱۳۸۲ روی دو حشره کش فسفره در آب رودخانه های سیمینه رود و مهاباد در آذربایجان غربی انجام گرفت، نشان می دهد که این سموم فقط در فصل رشد و نمو و سمپاشی گیاهان مشاهده شدند و در فصول دیگر یا وجود نداشتند یا مقدار آنها ناچیز بوده است. در این بررسی دو سم دیازینون و آزینافوس متیل در نمونه ها به ترتیب ۳ ماه و ۲ ماه بعد از سم پاشی مشاهده شدند. دهقانی و همکاران (۱۳۹۱)، نسبت به تعیین آفت کش های ارگانوفسفره دیازینون و کلرپیریفوس در منابع آب شهر برزک کاشان اقدام و نتیجه گرفتند که غلظت باقیمانده این سموم تا یک ماه بعد از سمپاشی بالاتر از حد استاندارد تعیین شده می باشد (Dehghani et al, ۲۰۱۲).

همچنین میانگین غلظت کل D-۲,۴ در ملاشیه < غزنوی < شهر کارون < کیکاووس < زرگان < سپیدار می باشد. بر اساس آزمون آماری ANOVA یک راهه و مقایسه میانگین غلظت کل D-۲,۴ بین شش نقطه ایستگاههای نمونه برداری هیچ گونه تفاوت معنادار آماری مشاهده نشد ($Pvalue > 0,05$)، هم خوانی الگوی پراکندگی غلظت سموم در کلیه نقاط شبکه توزیع می تواند نشان دهنده تشابه الگوی مصرف سموم در زمینهای کشاورزی مشرف به رودخانه مجاور تصفیه خانه های تامین کننده ایستگاههای نمونه برداری مطالعه شده بوده و با توجه به این که این مناطق در یک محدوده جغرافیایی با آب و هوا و شرایط یکسان قرار دارند و تشابه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مزارع، قابل توجیه می باشد و بالاتر بودن غلظت در ملاشیه و غزنوی مربوط به سطح زیر کشت زمین های کشاورزی بالادست و مشرف به رودخانه و همچنین حجم بالای پسابهای ورودی به رودخانه مجاور تصفیه خانه های تامین کننده

آماری داده ها نشان داد که بین کاهش باقیمانده D-۲,۴ با گذشت زمان ارتباط معنی داری وجود دارد ($p < 0,001$). بیشترین و کمترین میانگین غلظت کل D-۲,۴ در کلیه نقاط نمونه برداری در بازه زمانی مورد مطالعه، به ترتیب مربوط به ملاشیه برابر با ۲/۹۸ میکروگرم بر لیتر و سپیدار برابر با ۱/۸ میکروگرم بر لیتر به دست آمد (نمودار ۱ و جدول ۲)، که این مقادیر کمتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران و رهنمود سازمان بهداشت جهانی می باشد و آب این نقاط از شبکه توزیع از این نظر دارای کیفیت مطلوبی است. همچنین کاهش غلظت این سم در شهر اهواز را می توان به جذب سموم توسط خاک، رسوبات و تجمع در موجودات زنده رودخانه، آلودگی رودخانه کارون و تاثیر آن در افزایش سرعت تجزیه سموم و رقیق شدن در اثر قرار گرفتن در حجم بیشتر آب رودخانه نسبت داد. بر اساس نتایج نمودار (۱) و جدول (۲)، بیشترین و کمترین میانگین غلظت کل D-۲,۴ به تفکیک ماه نمونه برداری، به ترتیب مربوط به ملاشیه در آذر ماه، برابر با ۲/۹۸ میکروگرم بر لیتر و کمترین مقدار، مربوط به کلیه ایستگاههای نمونه برداری قبل از فصل کشت (هفته اول پاییز سال ۱۳۹۷) و بعد از فصل کشت (از اواسط فروردین تا اواخر شهریور ماه ۱۳۹۸) برابر با ۰/۰۰۴ میکروگرم بر لیتر می باشد. طبق نمودار (۱)، از بعد از فصل کشت (بهمن ماه) غلظت D-۲,۴ کاهش قابل ملاحظه ایی یافته است که می تواند ناشی از جذب سموم توسط آبزیان و بستر رودخانه و همچنین کاهش تعداد آلاینده ها بویژه پسابهای کشاورزی باشد. غلظت بالای D-۲,۴ در اکثر مناطق نمونه برداری در ماههای آذر تا اوایل فروردین ماه بدلیل وجود بیشتر باغات و زمینهای کشاورزی و فراوانی مصرف این سم در منطقه بوده و همچنین شیوه مصرف آن به صورت محلول و به گونه ای است که ورود آن را به

این پدیده می تواند گذشت زمان طولانی از زمان مصرف و پایداری نسبتا پایین این سموم در شرایط محیطی باشد. لذا مسئولین ذی ربط در صورت برنامه ریزی جهت حذف باقیمانده سموم از منابع آب، باید روشهایی را مدنظر قرار دهند که تنها در برخی از ماهها بکار گرفته شود و نیازمند استفاده مداوم در طول سال نباشد. بر اساس آزمون آماری ANOVA یک راهه و مقایسه میانگین غلظت کل ۲،۴-D بین چهار فصل پاییز، زمستان، بهار و تابستان، تنها بین فصل تابستان و بهار با پاییز و زمستان و تابستان با بهار تفاوت معنادار آماری مشاهده گردید ($Pvalue < 0,05$)، ولی بین دو فصل پاییز و زمستان هیچ گونه اختلاف معناداری مشاهده نشد ($Pvalue > 0,05$). در مطالعه ای که توسط Petitta و همکاران در جهت مدیریت آب در دشت فوسینو در ایتالیا در سال ۲۰۱۰ انجام شد، نتایج نشان می دهد که ریزشهای جوی و آبیاری نقش بسیار مهمی را در انتقال آفت کشتها به منابع آب زیر زمینی و سطحی دارند (Petitta & Mariño, ۲۰۱۰). از نکات برجسته پراکنش ایستگاهی مطالعه اخیر به صورت فصلی می توان یادآور گردید که علی رغم کاهش پراکنش ایستگاهی پاییز و زمستان در مقایسه با فصول بهار و تابستان، غلظت ۲،۴-D روند افزایشی داشته و این احتمالا می تواند بواسطه بارندگی های سیل آسا در زمستان همزمان با فصل کشت و شستشوی خاکهای زمین های کشاورزی و انتقال باقی مانده سموم از خاک به آبهای سطحی باشد. بنابراین ریزشهای جوی و همچنین عدم استفاده از روشهای نوین آبیاری، می تواند علت انتقال آفت کشتها به منابع آبی این منطقه باشد. سبحان اردکانی و همکاران (۱۳۹۶) نسبت به تعیین غلظت باقیمانده برخی از آفت کش های آلی کلره و فسفره در آب رودخانه گرگر اقدام و نتیجه گرفتند که

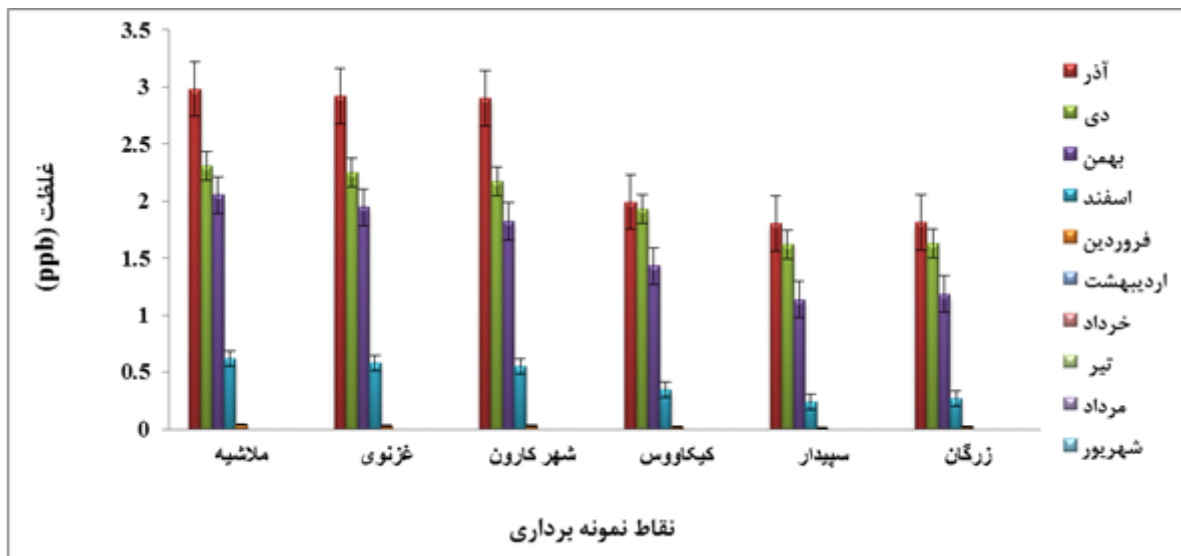
ایستگاههای نمونه برداری می باشد. البته دما و pH نیز در بقاء آفت کشتها در آب موثر است، به طوری که اغلب سموم در pH بالای ۵ پایدار نبوده و سرعت هیدرولیز در pH بالای ۸ به ازای افزایش هر واحد، ۱۰ برابر می شود. افزایش pH باعث افزایش تجزیه سموم می گردد (Arjmandi et al, ۲۰۱۰). با توجه به این که pH در نمونه های این منطقه بالای ۷ بوده و به طور کلی pH آبهای این منطقه خنثی به طرف قلیایی است، بنابراین علف کش های کلروفوکسی اسید (۲،۴-D) در آنها دارای پایداری کمی هستند که این می تواند به عنوان یک مزیت مطرح شود. درجه حرارت نیز بر سرعت هیدرولیز سموم تاثیر دارد به طوری که به ازای افزایش هر $10^{\circ}C$ سرعت هیدرولیز ۳/۷۵ برابر می شود. طبق آزمایشات انجام گرفته دمای آب در ایستگاههای نمونه برداری حداقل ۱۷ و در اواخر مراحل نمونه برداری به ۲۹ درجه سانتی گراد رسیده است که این می تواند در روند کاهش باقیمانده سموم در آب موثر باشد. مقایسه میانگین فصلی غلظت ۲،۴-D در شبکه توزیع شهر اهواز و مقایسه نتایج با ماکزیمم مقدار مجاز اعلام شده استاندارد ملی ایران (۱۰۵۳) و سازمان بهداشت جهانی (WHO) در جدول (۳) ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده طبق فصول نمونه برداری، میانگین غلظت کل ۲،۴-D در فصل پاییز (آذرماه) ۲/۴ میکروگرم بر لیتر، در فصل زمستان ۱/۳۴ میکروگرم بر لیتر، در فصل بهار ۰/۰۲۵ میکروگرم بر لیتر و در فصل تابستان ۰/۰۰۴ < میکروگرم بر لیتر بود. غلظت کل ۲،۴-D در فصل پاییز (آذرماه) از ۰،۰۰۴ < تا ۲/۹۸ میکروگرم بر لیتر، در فصل زمستان از ۰/۰۲ تا ۲/۴۱ میکروگرم بر لیتر، در فصل بهار از ۰/۰۱ تا ۰/۰۴ میکروگرم بر لیتر متغیر و در فصل تابستان در هیچ کدام از نمونه های آنالیز شده، سم ۲،۴-D شناسایی نگردید. دلیل

معنی داری وجود دارد ($p < 0.001$). لذا می توان نتیجه گرفت که غلظت باقیمانده سم D-2,4 در نمونه های آب برداشت شده از ایستگاههای نمونه برداری مورد مطالعه منجر به بروز عوارض سوء بهداشتی نمی شود. نمودار ۲، ارتباط و همبستگی مثبت بین تغییرات غلظت مواد آلی (ارزش پرمنگناتی) و میانگین غلظت D-2,4 در فصل کشت را نشان می دهد. همبستگی بین غلظت مواد آلی (ارزش پرمنگناتی) و میانگین غلظت D-2,4 در فصل کشت، نشان دهنده ارزشمند بودن آزمایش تعیین مواد آلی بر اساس ارزش پرمنگناتی در بررسی کارایی فرایند تصفیه در حذف آلودگی های آلی است. یکی از مهمترین نتایجی که از اندازه گیری غلظت D-2,4 می توان استنباط نمود، اهمیت فرایندهای رایج تصفیه (انعقاد، ته نشینی و فیلتراسیون) در حذف آلودگیهای شیمیایی خاص است. بنابراین با بهینه نمودن فرایندهایی مانند انعقاد، ته نشینی و فیلتراسیون می توان علاوه بر کاهش آلودگی های فیزیکی (کدورت)، مطلوبیت شیمیایی آب را بهبود بخشید. با توجه به مشکلاتی که استفاده از تکنولوژی های مدرن مانند ازن زنی و اسمز معکوس در کشورهای در حال توسعه دارد، افزایش راندمان فرایندهای رایج تصفیه، می تواند در اولویت بیشتری قرار گیرد. پیشنهاد محققین برای آینده بررسی کارایی شیوه هایی مانند انعقاد افزایش یافته و استفاده از کربن فعال در حذف آلودگی های شیمیایی، تدوین روش های مدیریت کم آبی و مقابله با بحران، جلوگیری از آلودگی منابع آب از طریق استفاده محدودتر از کودهای شیمیایی و سموم آفت کش در کشاورزی بخصوص انواع پایدار آنها در طبیعت و کنترل پساب واحدهای صنعتی و شهری به ویژه در محدوده شهر اهواز که مستقیماً به رودخانه کارون تخلیه می شوند. لذا در این رابطه برنامه ریزی ها و کنترل باید

میانگی غلظت باقیمانده سم آترازین در نمونه ها اختلاف معنی دار با حد مجاز ندارد. در صورتی که میانگی غلظت باقیمانده سموم آلاکلر و توفوردی در نمونه ها، اختلاف معنی دار با حد مجاز داشته و در مورد هر دو سم، کمتر از رهنمود سازمان های بهداشت جهانی و استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بود. همچنین میانگی غلظت باقیمانده سم توفوردی بین ایستگاههای مختلف نمونه برداری با یکدیگر اختلاف معنی دار نداشتند. (Sobhanardakani & Jamalipour, 2017). سعادت و همکاران (۱۳۸۷) غلظت سموم کلره و فسفره را در رودخانه کارون و تصفیه خانه کوت امیر بررسی کردند و در نهایت نتایج با مقادیر استاندارد که از طرف کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران بیان شده بود مقایسه شدند که در کلیه موارد مقادیر بدست آمده از حدود استاندارد کمتر بودند (سعادت و همکاران، ۱۳۸۷). در مجموع مقادیر متفاوت آلودگی باقیمانده سموم می تواند با مساحت زمینهای تحت کشت محصولات کشاورزی، اختلاف در میزان بارندگی مناطق گوناگون نمونه برداری و متعاقب آن شست و شوی آفت کشها از سطح خاک، تفاوت در مقدار آفت کش مصرفی توسط کشاورزان در ارتباط باشد. در شهر اهواز تاکنون تحقیقی مبنی بر تأثیر آفت کش D-2,4 بر نقاط شبکه توزیع تحت پوشش تصفیه خانه های این شهر، صورت نگرفته و این تحقیق برای اولین بار در این رابطه انجام شد. طبق نتایج حاصله، غلظت کل D-2,4 در کل بازه زمانی مورد مطالعه کمتر از حد مجاز پیشنهاد شده توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۳۰ ppb) و رهنمود سازمان بهداشت جهانی (۷۰ ppb) بدست آمد. مقایسه غلظت میانگین D-2,4 در محل های نمونه برداری با آزمون آماری T-Test نشان داد که بین میانگین غلظت های این سم در شش نقطه شبکه توزیع با مقادیر استاندارد اختلاف

غلظت وارد چرخه غذایی می شوند، لازم است این مطالعات و اندازه گیری ها به طور مستمر در کشور صورت گیرد. بنابراین پایش کیفی و کمی منابع آب جهت پیشگیری، کنترل و کاهش آلودگی های زیست محیطی و متعاقب آن خطراتی که متوجه سلامت افراد جامعه می گردد، ضروری است

به گونه ایی مدیریت شود که علاوه بر تامین آب آشامیدنی باکیفیت، کمترین صدمات متوجه سلامتی مصرف کنندگان باشد. بنابراین از آنجا که این مواد پایدارند و بقایای آن ها تا سال ها در طبیعت باقی می ماند و به علت طبیعت لیئوفیلک، آبگریزی و سرعت پایین تخریب شیمیایی و بیولوژیکی، در بافت های بیولوژیکی تجمع می یابند و با افزایش



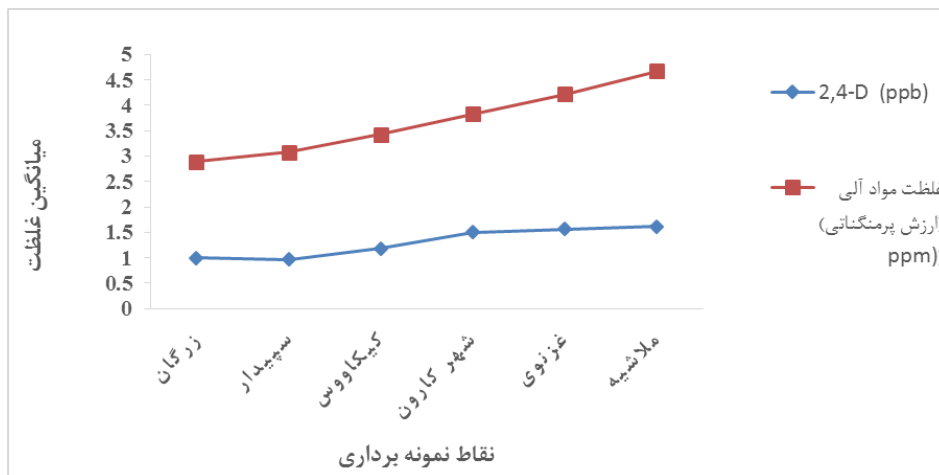
نمودار ۱: تغییرات میانگین غلظت ۲،۴-دی در نقاط نمونه برداری در بازه زمانی مطالعه شده

جدول ۲: مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف استاندارد غلظت کل ۲،۴-دی مورد بررسی به تفکیک محل های نمونه برداری در بازه زمانی مطالعه شده

غلظت 2,4-D (ppb)	مقیاس	فصول نمونه برداری			
		تابستان	بهار	زمستان	پاییز
حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران (۱۰۵۳)	WHO استاندارد	<0.04	0.1	0.2	<0.04
حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران (۱۰۵۳)	WHO استاندارد	<0.04	0.2	0.41	0.98
میانگین	WHO استاندارد	<0.04	0.25	0.44	0.4
انحراف معیار	WHO استاندارد	0.1	0.1	0.98	0.58

جدول ۳: مقایسه میانگین فصلی غلظت کل ۲،۴-D در آب شرب شهر اهواز با مقادیر استاندارد

ایستگاههای نمونه برداری						
غلظت 2,4-D (ppb)	زرگان	سپیدار	کیکاووس	شهر کارون	غزنوی	ملاشبه
مینیمم	<۰/۰۰۴	<۰/۰۰۴	<۰/۰۰۴	<۰/۰۰۴	<۰/۰۰۴	<۰/۰۰۴
ماکزیمم	۱/۸۱	۱/۸	۱/۹۹	۲/۹	۲/۹۲	۲/۸۸
انحراف معیار داده ها	۱	۰/۹۷	۱/۱۸	۱/۵	۱/۵۶	۱/۶۲
میانگین	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۸۶	۱/۰۴	۱/۰۶	۱/۰۹



نمودار ۲: ارتباط و همبستگی مثبت بین تغییرات غلظت مواد آلی (ارزش پرمنگاتی) و میانگین غلظت ۲،۴-D در فصل کشت

گردید. با توجه به نتایج حاصل از نمونه های مختلف آب در شش نقطه از شبکه توزیع شهر اهواز و حصول دقت و تکرار پذیری بالا در نتایج و همچنین در مقایسه با استانداردهای جهانی حد مجاز آلودگی ها برای آبهای آشامیدنی، در

نتیجه گیری

در این مقاله، روش استخراج مایع-مایع کمک شده با اثر نمک زنی (SALLE) برای پیش تغلیظ و استخراج مقادیر بسیار جزئی آفت کش ۲،۴-D در نمونه های آب به صورت موفقیت آمیز استفاده

پاییز ، زمستان و بهار باید به طور مداوم و مستمر انجام گیرد.

لذا می توان برای آینده راهکارهای زیر را ارائه داد: بررسی ادواری میزان باقیمانده سموم در آب های سطحی، محصولات کشاورزی و فرآورده های دریایی، ایجاد بانک اطلاعاتی آلاینده ها در سطح استان، استفاده از روش های نوین بیولوژیکی مبارزه با انواع آفات گیاهی، استفاده از بیوفیلترهای بومی مانند پوسته شلتوک، جلبک های دریایی و... ، استفاده از تکنولوژی های نوین مانند نانو تکنولوژی و بیوتکنولوژی در امر حذف و کاهش سموم و آلاینده ها مانند نانولوله های کربنی و نانوذرات مغناطیسی و

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه دکترای نغمه عروجی می باشد، اعتبار مالی این پایان نامه توسط دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز و شرکت آب و فاضلاب شهری اهواز تامین گردیده است. بدینوسیله نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیرعامل محترم شرکت آبفا اهواز که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند، اعلام می دارند.

هیچکدام از نمونه های مورد مطالعه غلظت D-۲،۴ بالاتر از حد استاندارد ملی ایران (۱۰۵۳) و سازمان بهداشت جهانی (WHO) مشاهده نشد و از این رو خطری متوجه بهداشت عمومی نمی باشد، ولی به دلیل مصرف بی رویه نهاده های کشاورزی از جمله سموم شیمیایی به دلایلی همچون باورهای اشتباه کشاورزان ناشی از عدم آموزش صحیح آن ها، قیمت پایین سموم پرمصرف، پرداخت یارانه نهاده های کشاورزی به کشاورزان و ... در آینده ای نه چندان دور این بوم سازگان آبی با مشکل تجمع بیش از حد سموم و تبعات ناشی از آن مواجه خواهد شد که این امر می تواند عواقب ناگواری را برای شهروندان حاشیه رودخانه، حیات جانوری رودخانه و مصرف کنندگان از آب این بوم سازگان به دنبال داشته باشد. همچنین بین میانگین غلظت کل D-۲،۴ در ایستگاههای نمونه برداری شهر اهواز تفاوت معناداری مشاهده نگردید. با توجه به اینکه آب شرب مردم شهر اهواز و دیگر شهر ها از رودخانه کارون تامین می شود و بر اساس نتایج به دست آمده، لازم است اندازه گیری ترکیبات آلی آلاینده پایدار از جمله آفت کش ها در فصول مختلف از جمله فصولی که کودهای شیمیایی و آفت کش ها مصرف می شوند به خصوص در فصل

منابع

۱. سعادت، ن.، پرهام، ه.، زارع، ن.، احمدی، م. ۱۳۸۷. اندازه گیری و بررسی باقیمانده سموم کشاورزی کلره رودخانه کارون و تصفیه خانه کوت امیر. دومین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران.
۲. Acero, J.L., Benitze, F.J., Real, F.J., Gonzales, M., 2008. Chlorination of organophosphorus pesticides in natural waters. *Journal of Hazardous Materials*, 153(1-2), 320-328.
۳. Alvear-Daza, J.J., Sanabria, J., Herrera, J.A.R. and Gutierrez-Zapata, H.M., 2018. Simultaneous abatement of organics (2, 4-dichlorophenoxyacetic acid) and inactivation of resistant wild and laboratory bacteria strains by photo-induced processes in natural groundwater samples. *Solar Energy*, 171, pp.761-768.

۴. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federations (WEF). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23th ed. Washington D.C (2017).
۵. Amiri, M.J., Bahrami, M., Beigzadeh, B. and Gil, A., 2018. A response surface methodology for optimization of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid removal from synthetic and drainage water: a comparative study. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(34), pp.34277-34293.
۶. Arjmandi, R., Tavakol, M. and Shayeghi, M., 2010. Determination of organophosphorus insecticide residues in the rice paddies. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 7(1), pp.175-182.
۷. Aswani, M.T. and Kumar, M.P., 2019. A novel water hyacinth based biosorbent for 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) removal from aqueous solution. *Desalination and Water Treatment*, 165, pp.163-176.
۸. Aziz, K.H.H., Miessner, H., Mueller, S., Mahyar, A., Kalass, D., Moeller, D., Khorshid, I. and Rashid, M.A.M., 2018. Comparative study on 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid and 2, 4-dichlorophenol removal from aqueous solutions via ozonation, photocatalysis and non-thermal plasma using a planar falling film reactor. *Journal of hazardous materials*, 343, pp.107-115.
۹. Chen, H., Zhang, Z., Feng, M., Liu, W., Wang, W., Yang, Q. and Hu, Y., 2017. Degradation of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid in water by persulfate activated with FeS (mackinawite). *Chemical Engineering Journal*, 313, pp.498-507.
۱۰. Chidambaram, R., 2016. Rice husk as a low cost nanosorbent for 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid removal from aqueous solutions. *Ecological Engineering*, 92, pp.97-105.
۱۱. Coelho, E.R.C., Brito, G.M.D., Frasson Loureiro, L., Schettino Jr, M.A. and Freitas, J.C.C.D., 2020. 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) micropollutant herbicide removing from water using granular and powdered activated carbons: a comparison applied for water treatment and health safety. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 55(4), pp.361-375.
۱۲. Dehghani, R., Shayeghi, M., Esalmi, H., Moosavi, S.G., Khah Rabani, D., Hossein Shahi, D., 2012. Determination of Organophosphorus Pesticides (Diazinon and Chlorpyrifos) in Water Resources in Barzok, Kashan. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 14(10), 66-72.
۱۳. Golshan, M., Kakavandi, B., Ahmadi, M. and Azizi, M., 2018. Photocatalytic activation of peroxymonosulfate by TiO₂ anchored on copper ferrite (TiO₂@ CuFe₂O₄) into 2, 4-D degradation: Process feasibility, mechanism and pathway. *Journal of hazardous materials*, 359, pp.325-337.
۱۴. Jaafarzadeh, N., Ghanbari, F. and Ahmadi, M., 2017. Efficient degradation of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid by peroxymonosulfate/magnetic copper ferrite

- nanoparticles/ozone: a novel combination of advanced oxidation processes. *Chemical Engineering Journal*, 320, pp.436-447.
۱۵. Jaafarzadeh, N., Ghanbari, F. and Ahmadi, M., 2017. Catalytic degradation of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) by nano-Fe₂O₃ activated peroxymonosulfate: influential factors and mechanism determination. *Chemosphere*, 169, pp.568-576.
۱۶. Kundu, S., Pal, A. and Dikshit, A.K., 2005. UV induced degradation of herbicide 2, 4-D: kinetics, mechanism and effect of various conditions on the degradation. *Separation and Purification Technology*, 44(2), pp.121-129.
۱۷. Manna, S., Saha, P., Roy, D., Sen, R. and Adhikari, B., 2016. Removal of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid from aqueous medium using modified jute. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 67, pp.292-299.
۱۸. Orooji, N., Takdastan, A., Yengejeh, R.J., Jorfi, S. and Davami, A.H., 2020. Photocatalytic degradation of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid using Fe₃O₄@TiO₂/Cu₂O magnetic nanocomposite stabilized on granular activated carbon from aqueous solution. *Research on Chemical Intermediates*, 46(5) 1-25.
۱۹. Pawlecki-Vonderheide, A. M. (ICI) and Munch, D.J. (US EPA, Office of Ground Water and Drinking Water) - Method ۵۱۵,۳, Revision ۱,۰ (۱۹۹۶).
۲۰. Petitta, M. and Mariño, M.A., 2010. Numerical simulation of pesticide transport and fate for water management in the Fucino Plain, Italy. *Journal of Water Resource and Protection*, 2(1), pp.29-41.
۲۱. Pohanish, R.P., Sittig's Handbook of Pesticides and Agricultural Chemicals, Second ed., Elsevier, USA, ۲۰۱۵.
۲۲. Singh, R.K., Philip, L. and Ramanujam, S., 2017. Removal of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid in aqueous solution by pulsed corona discharge treatment: effect of different water constituents, degradation pathway and toxicity assay. *Chemosphere*, 184, pp.207-214.
۲۳. Pukcothanung, Y., Siritanon, T. and Rangriwatananon, K., 2018. The efficiency of zeolite Y and surfactant-modified zeolite Y for removal of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid and 1, 1'-dimethyl-4, 4'-bipyridinium ion. *Microporous and Mesoporous Materials*, 258, pp.131-140.
۲۴. Sobhanardakani S, and Jamalipour P. 2017. Determination of some organochlorine and organophosphorus pesticide residues in water of Gargar River. *Journal of Environmental Science and Technology*, 19(4):223-236.
۲۵. Trivedi, N.S. and Mandavgane, S.A., 2018. Fundamentals of 2, 4 dichlorophenoxyacetic acid removal from aqueous solutions. *Separation & Purification Reviews*, 47(4), pp.337-354.

۲۶. Wen, Y., Yu, C., Zhang, J., Zhu, C., Li, X., Zhang, T., & Niu, Z. 2015. Determination of 2, 4-D in Water Samples by Salting-Out Assisted Liquid-Liquid Extraction-UV-Vis. International Journal of Advanced Research in Chemical Science. 2(3):8-13.

Determination of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid concentration in Ahvaz water distribution network in 2018-2019

Naghmeh Orooji¹, Afshin Takdastan², Reza Jalilzadeh Yengejeh^{1*}, Sahand Jorfi², Amir Hossein Davami³

¹ Department of Environmental Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran, Email: n.oroji2007@gmail.com

² Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
Email: afshin_ir@yahoo.com, Sahand369@yahoo.com

³ Department of Environmental Management -HSE, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
Email: Davami.ah1352@gmail.com

*Corresponding author: Reza Jalilzadeh Yengejeh, Email: r.jalilzadeh@iauahvaz.ac.ir, Phone: +۹۸۶۱۳۳۱۶۳۴۳۰, Fax: +۹۸۶۱۳۳۱۶۳۳۸۴

Abstract

The purpose of this study was survey on 2,4-D concentration in Ahvaz drinking water in ۲۰۱۸-۲۰۱۹. A descriptive cross-sectional study was based on ۱۰- month sampling program (from December 2018 to September 2019) in six points of distribution networks were conducted. All measured concentrations were less than the maximum allowable concentrations recommended by the National Standards Organization of Iran (1053) and WHO guidelines. In this study, the total THMs determined in autumn, winter and spring ranged from <0.004-2.98µg/L, 0.02-2.41µg/L and 0.01-0.04µg/L, and in summer less than the LOD, respectively. 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.

Keywords: 2,4-D, distribution network, drinking water, Ahvaz.