

تعیین غلظت باقی مانده برخی از آفت کش های آلی کلره و فسفره در آب رودخانه گرگر

سهیل سبحان اردکانی^{*۱}

s_sobhan@iauh.ac.ir

پریسا جمالی پور^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۱۳

چکیده

زمینه و هدف: امروزه باقی مانده آفت کش های آلی از جمله آلاینده های مهم منابع آب سطحی محسوب می شوند. بنابراین با توجه به استفاده از آب رودخانه گرگر برای زراعت و تامین آب شرب شهرهای مجاور، پژوهش با هدف شناسایی برخی از آفت کش های کلره و فسفره در آب این رودخانه انجام یافته است.

روش بررسی: نمونه برداری از ۵ ایستگاه منتخب در طول رودخانه طی فصول بهار و تابستان ۱۳۹۱ برداشت شده و پس از انجام مراحل آماده سازی آزمایشگاهی نسبت به شناسایی و تعیین غلظت سموم در نمونه ها با استفاده از روش پیشرفته کروماتوگرافی لایه نازک اقدام شد.

یافته ها: میانگین غلظت سموم آترازین، آلاکلر و توفوردی نمونه ها در فصل بهار به ترتیب برابر با $1/04 \pm 0/02$ ، $1/06 \pm 0/03$ و $1/12 \pm 0/04$ میکروگرم در لیتر و در فصل تابستان به ترتیب برابر با $3/04 \pm 1/45$ ، $15/27 \pm 4/51$ و $12/12 \pm 3/62$ میکروگرم در لیتر بود. پردازش آماری نتایج نشان داد که میانگین غلظت هر ۳ سم شناسایی شده کم تر از رهنمود سازمان بهداشت جهانی است.

بحث و نتیجه گیری: گرچه در حال حاضر از نظر غلظت تجمع یافته سموم در آب رودخانه گرگر خطری متوجه بهداشت عمومی نمی باشد، ولی به دلیل مصرف بی رویه نهاده های کشاورزی از جمله سموم شیمیایی توسط کشاورزان، 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.

واژه های کلیدی: آترازین، آلاکلر، توفوردی، روش پیشرفته کروماتوگرافی لایه نازک، رودخانه گرگر

*۱- (مسوول مکاتبات): دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.

۲- کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.

Determination of some organochlorine and organophosphorus pesticide residues in water of Gargar River

Soheil Sobhanardakani^{1*}

s_sobhan@iauh.ac.ir

Parisa Jamalipour²

Abstract

Background and Objective: Today, Chlorinated and Organophosphorous pesticide residues are considered as important environmental pollutants especially in surface water resources. Gargar River is one of the important tributaries of Karoon River. The main use of this river is to supply the drinking water for nearby cities. Therefore, the aim of this study was to determine Organochlorine and Organophosphorus pesticide residues in water of the Gargar River in 2012.

Method: After field visits and determining five sampling stations during the spring and summer of 2012, the samples were taken and after carrying out laboratory preparation, identification and determination of the concentration of pesticides in the samples were performed using HPTLC.

Findings: Results showed that the mean concentrations ($\mu\text{g/L}$) of Atrazin, Alachlor and Trinoxol pesticides in water of Gargar River in the spring were 1.04 ± 0.02 , 1.06 ± 0.03 and 1.12 ± 0.04 , respectively. Also the mean concentrations of these pesticides ($\mu\text{g/L}$) in the winter were 3.04 ± 1.45 , 15.27 ± 4.51 and 12.12 ± 3.62 , respectively. Comparison of the mean concentrations of pesticides with WHO permissible limits showed that the mean concentrations are significantly lower than the permissible limits.

Conclusion: There are no public health risks for pesticides residues in Gargar River water samples in this time. However, it should be noted that because of indiscriminate use of agricultural inputs, such as chemical pesticides by farmers, the problem of excessive accumulation of toxins in aquatic ecosystems and their consequences will be faced in the near future.

Keywords: Atrazin, Alachlor, Trinoxol, HPTLC, Gargar River.

1- Associate Professor, Department of the Environment, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

* (Corresponding Author)

2- MSc Graduated Department of the Environment, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

مقدمه

با یارانه‌ای بالغ بر ۴۰۰۰ میلیارد ریال در کشور مصرف می‌شود که این میزان مصرف صدمات جبران‌ناپذیری بر محیط‌زیست، سلامت انسان، حیات وحش و گیاهان بر جای می‌گذارد. بنابراین، تولید بیشتر به شیوه‌های کنونی و در عین حال حفظ محیط‌زیست دو موضوعی است که با یکدیگر سازگار نبوده و جهت دستیابی به توسعه پایدار در بخش کشاورزی توجه به مدیریت تلفیقی آفات از جمله کنترل زیستی که از آن طریق می‌توان به کنترل مطلوب و اقتصادی آفات همراه با عوارض کم-تر دست یافت، ضروری می‌باشد (۲).

همه ساله مقدار زیادی آفت‌کش از طرق مختلف به محیط‌زیست راه پیدا می‌کند. این آفت‌کش‌ها در محیط پخش شده و به نقاط دور دست منتقل می‌شوند. آفت‌کش‌ها در طبیعت جابه‌جا می‌شوند و علاوه بر انتشار در داخل یک محیط، از محیطی به محیط دیگر می‌روند. امروزه باقی‌مانده حشره‌کش‌ها از آلاینده‌های مهم محیطی از جمله خاک و منابع آب سطحی و زیرزمینی شناخته شده است. به گونه‌ای که به علت استفاده بیش از حد سموم شیمیایی، باقی‌مانده آن‌ها به طرق مختلف به زنجیره غذایی انسان و سایر موجودات مصرف‌کننده راه یافته است. به این ترتیب تعداد زیادی از مردم دنیا با استفاده از مواد آلوده به سموم شیمیایی در معرض ابتلا به انواع بیماری‌ها از جمله انواع سرطان‌ها، ناهنجاری‌ها، جهش‌های ژنتیکی و اختلالات عصبی قرار گرفته‌اند (۲ و ۳).

از آن جا که سازمان بهداشت جهانی علت ۸۰٪ از بیماری‌ها را استفاده از آب غیربهداشتی و ناسالم عنوان کرده است (۴)، لذا، آگاهی متخصصان بهداشتی و به طور کلی عموم مردم، از بقایای مواد شیمیایی منابع آبی و خطرات ناشی از تماس یا استفاده طولانی مدت از این قبیل منابع بسیار حیاتی می‌باشد. از طرفی، به دلیل ماهیت بدون علامت هشدار دهنده و پیش‌آگهی اثرات سوء آفت‌کش‌ها، لازم است ضمن ارزیابی دقیق منابع آبی و تعیین میزان بقایای این قبیل ترکیبات سنتزی، اطلاع‌رسانی مناسب نیز به دست اندرکاران حوزه سلامت عمومی جهت پیشگیری از عوارض سوء احتمالی انجام شود (۱).

توسعه کشاورزی برای پاسخ‌گویی به نیاز روز افزون غذا، امری اجتناب‌ناپذیر است. اما در کنار آن، پیامدهایی ناخواسته و نامطلوب برای زندگی انسان‌ها و محیط‌زیست رخ می‌دهد که نیازمند چاره‌جویی و اصلاح می‌باشد. از جمله‌ی مهم‌ترین پیامدهای نامطلوب توسعه کشاورزی، آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی است که در نتیجه عوامل متعددی مانند فرسایش خاک و کاربرد بی‌رویه کود و سموم پدید می‌آید. در کشور ایران هم مواردی از این دست را می‌توان یافت که گاه سبب بروز مشکلات جدی برای ساکنان محلی شده‌است (۱).

کشاورزی همواره به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آب شیرین، یعنی حدود ۷۰٪ کل منابع استحالی در جهان، به‌شمار رفته است. یافته‌ها بیانگر آن است که فعالیت‌های کشاورزی عامل اصلی تقلیل کیفیت آب است که عموماً از طریق ورود چندین گونه مواد مختلف به منابع آب سطحی و زیرزمینی ناشی می‌شود (۱).

با ساخت و استفاده آفت‌کش‌ها توسط بشر و به دنبال آن مشخص شدن آثار مثبت آن‌ها از جمله بهبود کیفیت محیط زندگی انسان، حیوانات اهلی و گیاهان، افزایش تولیدات کشاورزی، بهبود شرایط بهداشت و سلامت انسان، عدم نیاز به اطلاع از خاستگاه بوم‌شناختی آفات، صرفه اقتصادی و تاثیر سریع بر گونه هدف، کاربرد این دسته از مواد شیمیایی آلی به ویژه بعد از جنگ جهانی دوم توسعه زیادی یافت. به‌نحوی که امروزه حفظ و بهبود کیفیت زندگی بدون این مواد شیمیایی برای بشر غیرقابل تصور است (۲).

در بعضی از کشورها از جمله ایران جهت پیشبرد سیاست‌های توسعه کشاورزی علاوه بر یارانه‌های غیرمستقیمی که برای آفت‌کش‌ها پرداخت می‌گردد، بخشی از هزینه‌های سموم نیز به عنوان یارانه مستقیم توسط دولت تقبل می‌گردد که در پارهای موارد ممکن است این مبلغ ۵۰٪ کل قیمت سموم باشد. این امر موجب ارزیابی غلط کشاورزان از مصرف آفت‌کش‌ها می‌شود و هزینه ناچیز آن موجب مصرف بی‌رویه سموم می‌گردد، به گونه‌ای که در حال حاضر سالیانه بیش از ۲۶۰۰۰ تن آفت‌کش

پس از اتصال چهارشاخه اصلی با طی مسیری حدود ۱۴۰ کیلومتر، پس از اتصال خرسان، به دریاچه سد مخزنی کارون وارد می‌شود و پس از سد نیز شاخه‌های فرعی نظیر شور و بهلول در دشت خوزستان به این رودخانه متصل می‌گردد. در ادامه در شهر شوشتر شاخه گرگر از رودخانه جدا می‌شود. شاخه دیگر رودخانه نیز با نام شطیط مسیر خود را ادامه داده و پس از اتصال دو شاخه در منطقه بندقییر، مجدداً کارون نامیده می‌شود (۵).

نمونه برداری

برای نمونه برداری، پس از بازدید میدانی از منطقه مورد مطالعه با استفاده از رابطه $N=Z^2S^2/D^2$ (۶) نسبت به انتخاب ۵ ایستگاه به طوری که تمام طول رودخانه از بالادست تا مصب را پوشش بدهد، اقدام شد. نمونه برداری از آب رودخانه با توجه به فصل کشت محصولات زراعی و طی ماه‌های فروردین تا شهریور ۱۳۹۱ و طی همراه یک بار انجام یافت. (۷). بدین صورت که از نقاط مختلف هر ایستگاه، ۲۰ نمونه یک لیتری از عمق ۱۰ تا ۳۰ سانتی متری در عرض‌های مختلف رودخانه برداشت شد. نمونه‌های مربوط به هر ایستگاه در ظرف ۲۰ لیتری مخلوط شده و پس از برداشت سه نمونه از آن‌ها به ظروف شیشه‌ای تیره رنگ حاوی ۵۰ میلی لیتر محلول متیلن کلراید (به منظور جلوگیری از تجزیه سموم تا زمان انجام آزمایش‌های مربوط) منتقل شد. درب ظروف محتوی نمونه با پارافیلیم بسته شد و نمونه‌ها پس از قرار گرفتن در یخدان با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، در اسرع وقت به آزمایشگاه منتقل شدند (۷ و ۸). نام و مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های منتخب و همچنین موقعیت جغرافیایی آن‌ها در جدول و شکل ۱ ارائه شده است.

در ایران مساله آب و کمبود آن از گذشته بسیار دور وجود داشته است. به طوری که در برخی نقاط کشور احتیاج روز افزون به آب به صورت عاملی مانع رشد و پیشرفت کشاورزی، صنعتی و حتی اجتماعی شده است. از این رو لزوم پایش مداوم منابع آب و بررسی توان خودپالایی رودخانه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱). رودخانه گرگر یکی از شاخه‌های مهم رودخانه کارون است، که اصلی‌ترین مصارف آب آن برای زراعت و تامین آب شرب شهرهای مجاور است. به طور کلی در سواحل چپ و راست این شاخه در مجموع ۸۰۰۰ هکتار گندم، ۲۴۰۰ هکتار جو، ۳۱۰۰ هکتار برنج، ۶۰ هکتار یونجه، ۴۰۰ هکتار هندوانه و خربزه، ۵۵۰ هکتار گوجه فرنگی و خیار، ۴۰۰ هکتار لوبیا و محصولات مشابه و ۲۰۰ هکتار ذرت به صورت آبی کشت می‌گردد، که برای افزایش بهره‌وری از مقادیر متناهی نهاده‌های کشاورزی استفاده می‌شود. از این رو یکی از عوامل ایجاد آلودگی در شاخه گرگر را می‌توان تخلیه زه‌آب کشاورزی دانست (۱). بنابراین هدف از انجام این پژوهش شناسایی انواع آفت‌کش‌های کلره و فسفره در آب رودخانه گرگر و مقایسه میانگین غلظت باقی‌مانده آن‌ها با استانداردهای جهانی بوده است.

مواد و روش‌ها

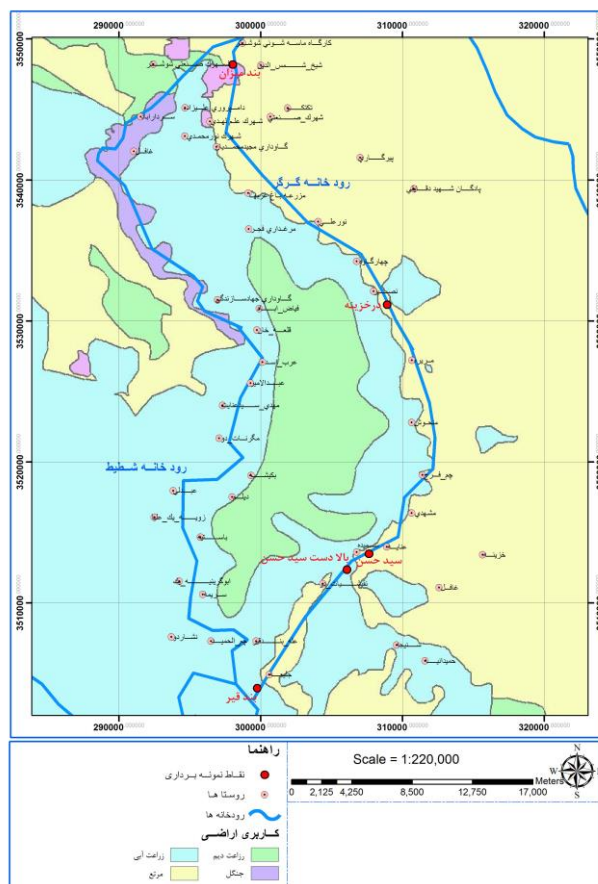
معرفی منطقه مورد مطالعه

رودخانه گرگر یکی از شاخه‌های رودخانه کارون است که در شهر شوشتر از آن جدا شده و مجدداً در بندقییر به آن می‌پیوندد. مهم‌ترین سرچشمه‌های این رودخانه همان سرچشمه‌های کارون محسوب می‌شود، که عبارتند از: خرسان با طول ۲۲۵ کیلومتر، آب و نک با طول ۱۴۰ کیلومتر، آب کیار با طول ۱۶۰ کیلومتر و رود بازفت با طول ۱۴۰ کیلومتر. رودخانه کارون

جدول ۱: نام و مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های منتخب نمونه برداری

Table 1: Geographical coordinates of sampling stations

شماره	نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی
۱	بندمیزان	۳۲° ۰۳' ۶/۷۷"
۲	درخزینه	۴۸° ۵۱' ۳۸/۵۶۲"
۳	سید حسن	۴۸° ۵۸' ۴۵/۴۰۷"
۴	بالادست سید حسن	۴۸° ۵۸' ۲۳/۸۶۰"
۵	بندقییر	۴۸° ۵۷' ۱۸/۳۳۳"
		۳۱° ۴۳' ۴۵/۹۳۶"
		۳۱° ۳۹' ۵/۷۶۵"



شکل ۱- نقشه ایستگاه های نمونه برداری

Figure 1-Map of sampling stations

استخراج سموم از نمونه ها

در آزمایشگاه به منظور استخراج سموم موجود در نمونه‌ها از روش پیشرفته کروماتوگرافی لایه نازک (HPTLC) استفاده شد. (۷ و ۸). بدین منظور پس از ته نشین شدن گل و لای نمونه ها، یک لیتر نمونه را در داخل کیف دکانتور ریخته و بعد ۵۰ میلی‌لیتر محلول اشباع کلرور سدیم به آن افزوده شد. سپس در سه مرحله پیاپی به ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌لیتر متیلن کلراید به دکانتور اضافه شد (۷ و ۸). فاز آلی نمونه ها در هر مرحله جدا و برای عاری شدن نمونه ها از آب، به آن ها سولفات سدیم انیدرید اضافه شد. سپس فاز آلی جدا شده در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به کمک دستگاه تبخیر در خلا روتاری IKA مدل RV 10 Digital V تغلیظ شده و به حجم ۲ میلی‌لیتر رسانده شد. با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر استون،

محلول را تا حجم ۳-۲ میلی لیتر تبخیر کرده، و پس از آبکشی نمونه با ۲ میلی‌لیتر استون، حجم آن به ۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس با تبخیر محلول تا رسیدن به حجم یک میلی‌لیتر، با افزودن یک میلی‌لیتر بنزن، محلول حاصل مجدداً تا رسیدن به حجم ۰/۸ میلی‌لیتر تبخیر شد. برای آماده‌سازی نمونه‌ها به منظور اندازه‌گیری غلظت سموم در آن‌ها، حجم نهایی محلول با افزودن بنزن به ۴ میلی‌لیتر رسانده شد (۹ و ۱۰). برای تشخیص و تعیین غلظت باقی‌مانده سموم، پس از تهیه نمونه حشره‌کش استاندارد از هر کدام از سموم مورد ارزیابی (آترازین، آلاکلر و توفوردی)، عمل لکه‌گذاری با استفاده از میکروپیت ۱۰ میکرولیتری بر روی پلیت های آلومینیومی حاوی سیلیکاژل (Silicagel 60 F 254) و با استفاده از دستگاه لکه گذار (Applicator) و لوله های موین از نمونه آماده شده مجهول و نمونه استاندارد انجام یافت. فاصله اولین

۱/۰۶ و ۴/۹۵ و در ایستگاه بند قیر برابر با ۱/۰۴ و ۴/۵۳ به ترتیب مربوط به ماه‌های خرداد و شهریور بود.

در ایستگاه‌های بندمیزان و بند قیر، میانگین غلظت باقی‌مانده سم آلاکلر در ماه‌های فروردین و اردیبهشت اختلاف معنی‌دار با یکدیگر نداشته، ولی سایر ماه‌ها از این نظر با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0/05$). همچنین در ایستگاه بندمیزان کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی‌مانده سم آلاکلر (میکروگرم در لیتر) برابر با ۱/۰۲ و ۱۹/۴۴ به ترتیب مربوط به ماه‌های فروردین و شهریور و در ایستگاه بندقیر برابر با ۱/۰۱ و ۱۹/۳۰ به ترتیب مربوط به ماه‌های فروردین، اردیبهشت و شهریور بود.

در ایستگاه درخزینه، میانگین غلظت باقی‌مانده سم آلاکلر در ماه‌های فروردین و اردیبهشت، ماه‌های خرداد و تیر و همچنین ماه‌های مرداد و شهریور اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند. همچنین در این ایستگاه کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی‌مانده سم آلاکلر برابر با ۱/۰۵ و ۱۹/۴۸ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ماه‌های اردیبهشت و شهریور بود.

در ایستگاه سیدحسن، میانگین غلظت باقی‌مانده سم آلاکلر در ماه‌های فروردین و خرداد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر نداشته، ولی سایر ماه‌ها از این نظر با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0/05$). همچنین در این ایستگاه کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی‌مانده سم آلاکلر برابر با ۱/۰۴ و ۱۹/۳۵ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ماه‌های اردیبهشت و شهریور بود.

در ایستگاه بالا دست سیدحسن، میانگین غلظت باقی‌مانده سم آلاکلر در تمام ماه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارند ($P < 0/05$). همچنین در این ایستگاه کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی‌مانده سم آلاکلر برابر با ۱/۰۶ و ۱۹/۵۰ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ماه‌های فروردین و شهریور بود.

در ایستگاه بندمیزان، میانگین غلظت باقی‌مانده سم توفوردی در ماه‌های اردیبهشت و خرداد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشته ولی سایر ماه‌ها از نظر میانگین غلظت باقی‌مانده سم توفوردی اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارند ($P < 0/05$). همچنین در این

لکه از لبه پلیت‌ها و سایر فواصل لکه‌ها از هم ۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. همچنین دقت شد قطر لکه‌ها بیش‌تر از یک میلی‌متر نباشد. پس از عمل لکه‌گذاری، پلیت‌ها در دمای اتاق نگهداری شدند تا خشک شوند. سپس پلیت‌ها را در تانک‌های محتوی حلال هگزان - استون به نسبت ۲۰+۸۰ میلی‌لیتر قرار داده و پس از صعود لکه‌های مربوط به سموم و استانداردهای آن‌ها، از تانک خارج و در درجه حرارت خشک شدند. برای دیدن لکه‌ها پلیت را درون UV Cabinet با نور فلورسنس قرار داده و به ترتیب در طول موج‌های ۲۲۰، ۲۱۰ و ۲۵۴ نانومتر لکه‌های موجود رویت شدند. در نهایت نیز نمونه‌ها را به دستگاه کروماتوگرافی لایه نازک با کارایی بالا (CAMAG مدل Linomat 5) منتقل و با استفاده از نرم‌افزار CATS-4 سموم موجود در آن‌ها تعیین مقدار شدند (۹-۱۲).

پردازش آماری داده‌ها

برای پردازش آماری داده‌ها از ویرایش ۱۸ نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد. بدین صورت که برای مقایسه میانگین غلظت سموم مورد ارزیابی در آب رودخانه گرگر با حد استاندارد از آزمون تی تک‌نمونه‌ای و به منظور مقایسه میانگین غلظت سموم شیمیایی مورد ارزیابی بین ایستگاه‌ها و فصول نمونه‌برداری از آزمون‌های آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه (چند دامنه‌ای دانکن) استفاده شد.

یافته‌ها

غلظت باقی‌مانده سموم شیمیایی شناسایی شده در نمونه‌های آب رودخانه گرگر به تفکیک دوره نمونه‌برداری در جدول ۲ ارائه شده‌است.

نتایج بیانگر آن است که در هر ۵ ایستگاه نمونه‌برداری، میانگین غلظت باقی‌مانده سم آترازین در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0/05$). همچنین در ایستگاه بندمیزان، کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی‌مانده سم آترازین (میکروگرم در لیتر) برابر با ۱/۰۱ و ۴/۷۰، در ایستگاه درخزینه برابر با ۱/۰۵ و ۴/۶۲، در ایستگاه سید حسن برابر با ۱/۰۳ و ۴/۹۰، در ایستگاه بالادست سید حسن برابر با

برابر با ۱/۰۵ و ۱۵/۵۹ به ترتیب مربوط به ماه های فروردین و شهریور بود.

در ایستگاه بالادست سید حسن، میانگین غلظت باقی مانده سم توفوردی در ماه های فروردین و اردیبهشت اختلاف معنی دار با یکدیگر نداشته ولی سایر ماه ها از این نظر اختلاف معنی دار با یکدیگر دارند ($P < 0.05$). همچنین در این ایستگاه کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده سم توفوردی برابر با ۱/۱۰ و ۱۵/۶۳ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ماه های اردیبهشت و شهریور بود.

ایستگاه کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده سم توفوردی برابر با ۱/۰۸ و ۱۵/۵۶ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ماه های فروردین و شهریور بود.

در ایستگاه های درخزین، سیدحسن و بندقیر، میانگین غلظت باقی مانده سم توفوردی در تمام ماه های مورد مطالعه اختلاف معنی دار با یکدیگر دارند ($P < 0.05$). همچنین در ایستگاه درخزین، کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده سم توفوردی (میکروگرم در لیتر) برابر با ۱/۷۱ و ۱۵/۵۵، در ایستگاه سید حسن برابر با ۱/۱۰ و ۱۵/۶۴ و در ایستگاه بندقیر

جدول ۲- غلظت باقی مانده سموم آترازین، آلاکلر و توفوردی در نمونه های آب رودخانه گرگر به تفکیک فصول نمونه برداری بر حسب میکروگرم در لیتر*

Table 2- Residual Atrazin, Alachlor and Trinoxol concentrations ($\mu\text{g/l}$) in water samples of the Gargar River according to sampling seasons

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ایستگاه/ زمان نمونه برداری
آترازین						
۴/۷۰ ^d	۴/۴۵ ^c	۲/۰۶ ^b	۱/۰۱ ^a	nd	nd	بندمیزان
۴/۶۲ ^d	۴/۴۰ ^c	۲/۰۲ ^b	۱/۰۵ ^a	nd	nd	درخزین
۴/۹۰ ^d	۴/۵۵ ^c	۲/۰۹ ^b	۱/۰۳ ^a	nd	nd	سیدحسن
۴/۹۵ ^d	۴/۵۱ ^c	۲/۰۸ ^b	۱/۰۶ ^a	nd	nd	بالادست سیدحسن
۴/۵۳ ^d	۴/۰۰ ^c	۲/۰۳ ^b	۱/۰۴ ^a	nd	nd	بندقیر
۴/۷۴±۰/۱۸	۴/۳۸±۰/۲۲	۲/۰۶±۰/۰۳	۱/۰۴±۰/۰۲	-	-	انحراف معیار میانگین غلظت
آلاکلر						
۱۹/۴۴ ^e	۱۵/۷۹ ^d	۱۰/۴۰ ^c	۱/۰۸ ^b	۱/۰۳ ^a	۱/۰۲ ^a	بندمیزان
۱۹/۳۵ ^c	۱۵/۹۰ ^c	۱۰/۴۵ ^b	۱/۰۹ ^b	۱/۰۴ ^a	۱/۰۵ ^a	درخزین
۱۹/۴۸ ^e	۱۶/۰۳ ^d	۱۰/۷۳ ^c	۱/۰۸ ^b	۱/۰۵ ^a	۱/۰۹ ^b	سیدحسن
۱۹/۵۰ ^f	۱۶/۰۸ ^e	۱۰/۶۰ ^d	۱/۱۲ ^c	۱/۰۸ ^b	۱/۰۶ ^a	بالادست سیدحسن
۱۹/۳۰ ^e	۱۵/۹۶ ^d	۱۰/۱۲ ^c	۱/۱۰ ^b	۱/۰۱ ^a	۱/۰۱ ^a	بندقیر
۱۹/۴۱±۰/۰۸	۱۵/۹۵±۰/۱۱	۱۰/۴۶±۰/۲۳	۱/۰۹±۰/۰۲	۱/۰۴±۰/۰۲	۱/۰۵±۰/۰۳	انحراف معیار میانگین غلظت
توفوردی						
۱۵/۵۶ ^e	۱۲/۳۵ ^d	۸/۳۵ ^c	۱/۱۲ ^b	۱/۱۱ ^b	۱/۰۸ ^a	بندمیزان
۱۵/۵۵ ^f	۱۲/۳۷ ^e	۸/۳۰ ^d	۱/۱۵ ^c	۱/۱۲ ^b	۱/۰۷ ^a	درخزین
۱۵/۶۴ ^f	۱۲/۴۶ ^e	۸/۴۴ ^d	۱/۲۰ ^c	۱/۱۴ ^b	۱/۱۰ ^a	سیدحسن
۱۵/۶۳ ^e	۱۲/۴۸ ^d	۸/۴۶ ^c	۱/۱۸ ^b	۱/۱۰ ^a	۱/۱۱ ^a	بالادست سیدحسن
۱۵/۵۹ ^f	۱۲/۳۴ ^e	۸/۳۲ ^d	۱/۱۷ ^c	۱/۰۹ ^b	۱/۰۵ ^a	بندقیر
۱۵/۶۰±۰/۰۴	۱۲/۴۰±۰/۰۶	۸/۳۷±۰/۰۷	۱/۱۶±۰/۰۳	۱/۱۱±۰/۰۲	۱/۰۸±۰/۰۲	انحراف معیار میانگین غلظت

* داده ها مربوط به میانگین سه تکرار می باشند.

حروف غیر مشترک (a, b, c و ...) در هر ردیف، بیانگر تفاوت معنی دار میانگین غلظت باقی مانده سم در نمونه های آب بین ماه های مختلف نمونه برداری بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (آزمون دانکن) است ($P < 0.05$).

برابر با ۱/۰۱ و ۱/۰۸ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بندقییر و بالادست سیدحسن بود.

میانگین غلظت باقی مانده سم آلاکلر ایستگاه‌های بندمیزان، درخزینیه و سیدحسن و ایستگاه‌های درخزینیه و بندقییر خردادماه، اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند. همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم برابر با ۱/۰۸ و ۱/۱۲ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بندمیزان، سیدحسن و بالادست سیدحسن بود.

میانگین غلظت باقی مانده سم آلاکلر تمام ایستگاه‌های نمونه برداری در فصل تابستان اختلاف معنی دار با یکدیگر دارند. همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم (میکروگرم در لیتر) در تیرماه برابر با ۱۰/۱۲ و ۱۰/۷۳ به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بندقییر و سیدحسن؛ در مردادماه برابر با ۱۵/۷۹ و ۱۶/۰۸ به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بندمیزان و بالادست سیدحسن و در شهریورماه برابر با ۱۹/۳۰ و ۱۹/۵۰ به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بندقییر و بالادست سیدحسن بود.

میانگین غلظت باقی مانده سم توفوردی ایستگاه‌های بندمیزان و درخزینیه و ایستگاه‌های سیدحسن و بالادست سیدحسن فروردین و شهریورماه اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند. همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم (میکروگرم در لیتر) در فروردین ماه برابر با ۱/۰۵ و ۱/۱۱ به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بندقییر و بالادست سیدحسن و در شهریورماه برابر با ۱۵/۵۵ و ۱۵/۶۴ به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های درخزینیه و سیدحسن بود.

میانگین غلظت باقی مانده سم توفوردی ایستگاه‌های بندمیزان و بالادست سیدحسن، ایستگاه‌های بندقییر و بالادست سیدحسن ایستگاه‌های درخزینیه و سیدحسن اردیبهشت ماه اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند. همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم برابر با ۱/۰۹ و ۱/۱۴ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بندقییر و سیدحسن بود.

میانگین غلظت باقی مانده سم توفوردی ایستگاه‌های بندقییر و بالادست سیدحسن خردادماه اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند.

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه به منظور گروه بندی آماری میانگین غلظت باقی مانده سموم به تفکیک ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج جداول ۲ و ۳ بیان گر آن است که میانگین غلظت باقی مانده سم آترازین ایستگاه‌های درخزینیه، سید حسن و بندقییر و ایستگاه‌های بالا دست سیدحسن و بندقییر در خردادماه اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند. همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم برابر با ۱/۰۱ و ۱/۰۶ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بند میزان و بالادست سیدحسن بود.

میانگین غلظت باقی مانده سم آترازین ایستگاه‌های درخزینیه و بندقییر و ایستگاه‌های سید حسن و بالادست سیدحسن در تیرماه اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند. همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم برابر با ۲/۰۲ و ۲/۰۹ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های درخزینیه و سیدحسن بود.

میانگین غلظت باقی مانده سم آترازین تمام ایستگاه‌های نمونه برداری در ماه‌های مرداد و شهریور اختلاف معنی دار با یکدیگر دارند ($p < 0/05$). همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم در مردادماه برابر با ۴/۰۰ و ۴/۵۵ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بندقییر و سیدحسن و در شهریورماه با ۴/۵۳ و ۴/۹۵ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بندقییر و بالادست سیدحسن بود.

میانگین غلظت باقی مانده سم آلاکلر ایستگاه‌های بندمیزان و بندقییر و ایستگاه‌های درخزینیه و بالادست سیدحسن فروردین ماه اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند. همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم برابر با ۱/۰۱ و ۱/۰۹ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بندقییر و سیدحسن بود.

میانگین غلظت باقی مانده سم آلاکلر در ایستگاه‌های بندمیزان و درخزینیه اردیبهشت ماه اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند. همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم

ایستگاه‌های درختینه و بالادست سیدحسن بود. میانگین غلظت باقی مانده سم توفوردی ایستگاه‌های بندمیزان و بندقیر مردادماه اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند. همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم برابر با ۱۲/۳۴ و ۱۲/۴۸ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بندقیر و بالادست سیدحسن بود.

همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم برابر با ۱/۱۲ و ۱/۲۰ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های بند میزان و سید حسن بود. میانگین غلظت باقی مانده سم توفوردی ایستگاه‌های بندمیزان و بالادست سیدحسن تیرماه اختلاف معنی دار با یکدیگر ندارند. همچنین کمینه و بیشینه میانگین غلظت باقی مانده این سم برابر با ۸/۳۰ و ۸/۴۶ میکروگرم در لیتر به ترتیب مربوط به

جدول ۳- نتایج گروه بندی آماری میانگین غلظت باقی مانده سموم آترازین، آلاکلر و توفوردی در نمونه‌ها به تفکیک

ایستگاه‌های نمونه برداری

Table 3- Statistical grouping of mean residual Atrazine, Alachlor and Trinoxol concentrations in water samples according to sampling stations

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ایستگاه / زمان نمونه برداری
آترازین						
c	c	b	a	-	-	بندمیزان
b	b	a	cd	-	-	درختینه
d	e	c	d	-	-	سیدحسن
e	d	c	b	-	-	بالادست سیدحسن
a	a	a	bc	-	-	بندقیر
آلاکلر						
c	a	b	a	b	a	بندمیزان
b	b	c	ab	b	b	درختینه
d	d	e	a	c	c	سیدحسن
e	e	d	c	d	b	بالادست سیدحسن
a	c	a	b	a	a	بندقیر
توفوردی						
a	a	c	a	b	b	بندمیزان
a	b	a	b	c	b	درختینه
c	c	d	d	c	c	سیدحسن
c	d	c	c	ab	c	بالادست سیدحسن
b	a	b	c	a	a	بندقیر

حروف غیر مشترک (a, b, c و ...) در هر ستون، بیانگر تفاوت معنی دار میانگین غلظت باقی مانده سم در نمونه‌های آب بین ایستگاه‌های نمونه برداری بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (آزمون دانکن) است ($p < 0.05$).

ندارد. در صورتی که میانگین غلظت باقی مانده سموم آلاکلر و توفوردی در نمونه‌ها، اختلاف معنی دار با حد مجاز داشته و در مورد هر دو سم، کم‌تر از رهنمود سازمان‌های بهداشت جهانی و استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱ و ۱۳) بود.

نتایج مربوط به مقایسه میانگین غلظت باقی مانده سموم مورد مطالعه در آب رودخانه گرگر با رهنمود ارایه شده توسط سازمان‌های بهداشت جهانی و ملی استاندارد ایران در جدول ۴ ارایه شده است. نتایج بیانگر آن بود که میانگین غلظت باقی مانده سم آترازین در نمونه‌ها اختلاف معنی دار با حد مجاز

جدول ۴- مقایسه آماری میانگین غلظت باقی مانده سموم آترازین، آلاکلر و توفوردی در نمونه های آب رودخانه گرگر با رهنمود سازمان بهداشت جهانی و سازمان ملی استاندارد ایران (میکروگرم در لیتر)

Table 4-Comparing the mean residual Atrazin, Alachlor and Trinoxol concentrations ($\mu\text{g/l}$) in water samples of the Gargar River with the maximum permissible limits established by WHO and ISIRI

پیراسنجه	تعداد	آماره t	درجه آزادی	P-Value	تفاوت میانگین از استاندارد	فاصله اطمینان (%۹۵)	
						حد پایینی	حد بالایی
Test Value= 2							
آترازین	۹۰	۰/۱۲۶	۸۹	۰/۹۰۱	۰/۰۴۵۰۰	-۰/۶۸۵۲	۰/۷۷۵۲
Test Value= 20							
آلاکلر	۹۰	-۸/۴۱۶	۸۹	۰/۰۰۰	-۱۱/۸۳۲۰۰	-۱۴/۷۰۷۴	-۸/۹۵۶۶
Test Value= 90							
توفوردی	۹۰	-۷۶/۲۹۹	۸۹	۰/۰۰۰	-۸۳/۳۷۸۳۳	-۸۵/۶۱۳۳	-۸۱/۱۴۳۳

بحث و نتیجه گیری

نتایج مقایسه آماری میانگین غلظت باقی مانده سموم شناسایی شده با حد مجاز نیز بیانگر آن است که میانگین غلظت باقی مانده سم آترازین در نمونه ها اختلاف معنی دار با حد مجاز ندارد. در صورتی که میانگین غلظت باقی مانده سموم آلاکلر و توفوردی در نمونه ها، اختلاف معنی دار با حد مجاز داشته و در مورد هر دو سم، کم تر از رهنمود سازمان های بهداشت جهانی و تحقیقات صنعتی ایران می باشد (جدول ۴). لذا می توان نتیجه گرفت که غلظت باقی مانده سموم آترازین، آلاکلر و توفوردی در نمونه های آب برداشت شده از رودخانه گرگر منجر به بروز عوارض سوء بهداشتی نمی شود.

دهقانی و همکاران (۲۰۱۲) نسبت به تعیین آفت کش های ارگانوفسفره دیازینون و کلرپیریفوس در منابع آب شهر بزرگ کاشان اقدام و نتیجه گرفتند که غلظت باقی مانده این سموم تا یک ماه بعد از سمپاشی بالاتر از حد استاندارد تعیین شده می باشد. بنابراین می توان به عدم تشابه نتایج این پژوهش با مطالعه حاضر اشاره نمود (۹).

ارجمندی و همکاران (۱۳۸۹) طی پژوهشی نسبت به تعیین غلظت باقی مانده سم دیازینون در آب شالیزارهای آمل با روش کروماتوگرافی لایه نازک اقدام کرده و نتیجه گرفتند که میانگین غلظت باقی مانده سم دیازینون در ایستگاه های نمونه برداری

نتایج پژوهش بیانگر آن است که میانگین غلظت باقی مانده سموم مورد مطالعه در فصول بهار و تابستان اختلاف معنی دار با یکدیگر داشته و در فصل تابستان بیش از بهار می باشد (جدول ۱). با توجه به این که در منطقه مورد مطالعه کشت زمستانه محصولات از ۵ تا ۲۵ اسفند انجام می گیرد، لذا با در نظر گرفتن فاصله زمانی آخرین کشت زمستان تا زمان نمونه برداری و افزایش دبی آب رودخانه و توان خودپالایی آن در فصل بهار، غلظت باقی مانده سموم در آب به حداقل خود می رسد. همچنین کشت تابستانه محصولات که غالباً از نوع تک کشتی می باشد نیز از اول تیرماه تا ۱۰ مردادماه انجام می یابد. از جمله مهم ترین دلایل بالاتر بودن میانگین غلظت باقی مانده سموم در نمونه ها در فصل تابستان در مقایسه با بهار می توان به ترکیب سموم با نسبت های مشخص به منظور استفاده در کشت محصولات، قیمت پایین سموم که منجر به استفاده بیش از حد متعارف از آنها می شود، نرخ بالای برداشت آب از سطح رودخانه برای کاربری کشاورزی و بالا بودن تبخیر به علت دمای بالای هوا در فصل تابستان که منجر به کاهش چشمگیر دبی رودخانه و به تبع آن افزایش غلظت باقی مانده سموم شیمیایی می شود، اشاره کرد.

مقادیر استاندارد که بیانگر آن است که میانگین غلظت باقی-مانده دیازینون در هر دو رودخانه در فصول بهار و تابستان و میانگین غلظت باقی مانده آزینافوس متیل در فصل تابستان و صرفاً در رودخانه قره سو بیش از حد مجاز بوده است، نتایج دو پژوهش مطابقت ندارد (۸).

در تحقیقی که توسط شایقی و همکاران (۱۳۸۶) به منظور بررسی و تعیین مقدار بقایای حشره کش های دیازینون و مالاتیون در آب رودخانه های شاهپور، مند و دالکی انجام یافت، نتایج نشان داد که بقایای سموم در آب رودخانه های مورد مطالعه در ماه های مختلف با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند ($p < 0.05$) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد (۱۸).

نتایج مطالعه زند مقدم و همکاران (۱۳۸۱) که طی آن به بررسی سموم آلی کلردار رودخانه های کارون و دز پرداخته و نتیجه گرفتند که در برخی از ایستگاه های نمونه برداری میانگین غلظت باقی مانده سم دی آلدین بالاتر از استاندارد EPA بود، با دستاورد مطالعه حاضر مطابقت ندارد. همچنین این پژوهشگران مقادیر بالای سم آلاکلر در نمونه ها را به نرخ بالای مصرف این سم در زمین های زراعی اطراف رودخانه و به دلیل قیمت پایین آن در مقایسه با سایر سموم نسبت داده اند (۱۹).

همچنین نتایج این پژوهش با دستاورد مطالعه Azizullah و همکاران (۲۰۱۱) که نسبت به ارزیابی منابع آب آشامیدنی، سطحی و زیرزمینی پاکستان به آفت کش ها اقدام کردند؛ با دستاورد مطالعه Vryzas و همکاران (۲۰۰۹) که به بررسی انتشار، پخش و توزیع فضایی باقی مانده آفت کش ها در منابع آب سطحی شمال شرق یونان پرداخته و نتیجه گرفتند که سموم آترازین و آلاکلر به وفور در نمونه ها وجود داشته اند؛ با دستاورد مطالعه Konstantinou و همکاران (۲۰۰۶) که نسبت به ارزیابی وضعیت آلودگی آفت کش ها در منابع آب سطحی یونان اقدام و موفق به شناسایی سموم آترازین و آلاکلر در نمونه ها شده و عنوان نمودند که بیشینه غلظت باقی مانده سموم مربوط به فصل تابستان می باشد؛ دستاورد پژوهش Palma و همکاران (۲۰۰۴) که پس از ارزیابی نمونه آب یک دریاچه با کاربری کشاورزی در جنوب شیلی موفق به شناسایی

بیش تر از حد استاندارد تعیین شده توسط کشورهای اروپایی بوده و شرایط اقلیمی منطقه و خواص فیزیکی و شیمیایی حشره کش دیازینون از جمله خاصیت تدخینی آن، در تجمع این سم در محصول مؤثر بوده است. بنابراین می توان به عدم تشابه نتایج این پژوهش با مطالعه حاضر اشاره نمود (۱۴).

مقایسه نتایج پژوهش با دستاورد مطالعه عابدی کوپایی و همکاران (۱۳۹۰) که نسبت به بررسی کیفیت شیمیایی و آلودگی بالادست رودخانه زاینده رود به سم ارگانوفسفره دیازینون و توان خودپالایی آن اقدام و نتیجه گرفتند که غلظت باقی مانده دیازینون در آب رودخانه زاینده رود و پساب های کشاورزی تخلیه شونده به این رودخانه بسیار ناچیز بوده است، بیانگر تشابه میان دستاوردهای دو پژوهش می باشد (۱۵).

دستاورد پژوهش تقوی و همکاران (۱۳۸۸) که طی فصول بهار و تابستان نسبت به تعیین غلظت سموم دیازینون، هینوزان و لیندین در آب رودخانه سفیدرود و منابع آب آشامیدنی شهر رشت اقدام و نتیجه گرفتند که در فصل بهار غلظت تمام سموم صفر میکروگرم در لیتر و کم تر از رهنمود سازمان های بهداشت جهانی و تحقیقات صنعتی ایران بوده و بیش ترین میانگین غلظت باقی مانده سموم نیز مربوط به فصل تابستان می باشد، با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد (۱۶).

دستاورد پژوهش خدادادی و همکاران (۱۳۸۸) که طی آن به تعیین غلظت باقی مانده سموم آفت کش ارگانوفسفره و کاربامات در منابع تامین آب آشامیدنی شهر همدان اقدام و عنوان نمودند که بیش ترین غلظت سموم کاربایل و کلرپیریفوس مربوط به فصل بهار می باشد، با نتایج پژوهش حاضر مطابقت ندارد (۱۷).

نتایج مطالعه حاضر با دستاورد پژوهش شایقی و همکاران (۱۳۸۷) که طی آن به بررسی و تعیین بقایای سموم آزینافوس متیل و دیازینون در آب رودخانه های قره سو و گرگان رود اقدام و نتیجه گرفتند که میانگین غلظت باقی مانده آفت کش های مورد ارزیابی در فصل تابستان با سایر فصول اختلاف معنی داری داشته است، مطابقت دارد. ولی در خصوص مقایسه میانگین غلظت باقی مانده سموم در رودخانه گرگان رود و قره سو با

- باقی مانده سم توفوردی شدند و با دستاورد مطالعه Hoffman (۲۰۰۳) که نسبت به پایش کیفی منابع آب زیرزمینی تگزاس اقدام و موفق به شناسایی آفت‌کش‌های آلاکلر و آترازین در نمونه‌ها شد، مطابقت دارد ولی با دستاورد پژوهش Palma و همکاران (۲۰۰۹) که طی آن به ارزیابی مخاطره آفت‌کش آترازین در دریاچه آلکوای پرتغال اقدام و نتیجه گرفتند که میانگین غلظت باقی‌مانده سم بیش‌تر از مقدار مجاز بوده و حداکثر غلظت این آفت‌کش مربوط به فصل بهار می‌باشد، مطابقت ندارند (۲۵-۲۰).
- به‌طور کلی می‌توان عنوان نمود که هرچند نتایج این پژوهش بیانگر آن است که میانگین غلظت باقی‌مانده سموم شناسایی شده در آب رودخانه گرگر از رهنمود ارایه‌شده توسط سازمان بهداشت جهانی فراتر نرفته و از این رو خطری متوجه بهداشت عمومی نمی‌باشد، ولی به‌دلیل مصرف بی‌رویه نهاده‌های کشاورزی از جمله سموم شیمیایی به‌دلایلی همچون باورهای اشتباه کشاورزان ناشی از عدم آموزش صحیح آن‌ها، قیمت پایین سموم پرمصرف، پرداخت یارانه نهاده‌های کشاورزی به کشاورزان و ... در آینده‌ای نه چندان دور این بوم‌سازگان آبی با مشکل تجمع بیش از حد سموم و تبعات ناشی از آن مواجه خواهد شد که این امر می‌تواند عواقب ناگواری را برای شهروندان حاشیه رودخانه، حیات جانوری رودخانه و مصرف‌کنندگان از آب این بوم‌سازگان به دنبال داشته باشد. از این رو می‌توان به منظور مدیریت منابع آب منطقه مورد مطالعه پیشنهادهایی همچون پایش غلظت باقی‌مانده سموم در تمام فصول سال، شناسایی سایر سموم موجود در آب رودخانه گرگر، ارزیابی آب تصفیه‌خانه‌های اطراف رودخانه به‌خصوص تصفیه‌خانه تامین آب شرب شهرستان شوشتر از نظر آلودگی به سموم شیمیایی، ارزیابی موجودات آب‌زی به‌خصوص ماهی‌های ساکن در رودخانه از نظر آلودگی آن‌ها به سموم شیمیایی و ارزیابی رسوبات بستر رودخانه از نظر آلودگی به سموم شیمیایی ارایه کرد.
- منابع
- ۱- جمالی پور، پریسا، تعیین میزان بقایای آفت‌کش‌های آلی کلره و فسفره در آب رودخانه گرگر، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، دانشکده علوم پایه، ۱۳۹۱؛ ۱۲۲ صفحه.
 - ۲- سبحان اردکانی، سهیل، تهیه قارچ‌کش‌های بیولوژیک و بررسی امکان استفاده از آن‌ها به جای سموم قارچ‌کش شیمیایی در جهت کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، رساله دکتری علوم محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده محیط زیست و انرژی، ۱۳۸۷؛ ۸۵ صفحه.
 - ۳- طالبی جهرمی، خلیل، سم‌شناسی آفت‌کش‌ها (حشره‌کش‌ها، کنه‌کش‌ها، موش‌کش‌ها)، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۵، ۴۹۲ صفحه.
 - ۴- عرفان منش، مجید، افیونی، مجید، آلودگی محیط زیست (آب، خاک و هوا)، نشر ارکان دانش، ۱۳۹۱، ۳۱۸ صفحه.
 - ۵- کردوی، م.، بررسی کیفیت آب رودخانه‌های گرگر و شطیپ به منظور انتخاب آبیگر مناسب تامین آب شرب با تکیه بر مقایسه‌های اقتصادی - بهداشتی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات خوزستان، ۱۳۸۶؛ ۹۴ صفحه.
 - ۶- سبحان اردکانی، سهیل، طالبیانی، سارا و معانی جو، محمد (۱۳۹۳). ارزیابی غلظت آرسنیک، روی، سرب و مس منابع آب زیرزمینی دشت تویسرکان و تهیه نقشه توزیع مکانی عناصر. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره ۲۴، شماره ۱۱۴، صفحات ۱۲۹-۱۲۰.
 - 7- 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.

- ۱۴- ارجمندی، رضا، توکل، میترا، شایقی، منصوره. تعیین سم دیازینون در آب شالیزارهای آمل به وسیله تکنیک کروماتوگرافی لایه نازک، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۳۸۹؛ دوره ۱۲، شماره ۲، ۱۹-۲۸.
- ۱۵- عابدی کویایی، جهانگیر، نصری، زهره، طالبی، خلیل، مامن پوش، علیرضا، موسوی، سید فرهاد، مطالعه کیفیت شیمیایی و آلودگی آب زاینده رود در بالادست به دیازینون و توان خودپالایی آن، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۳۹۰؛ سال ۱۵، شماره ۵۶، ۲۰-۱.
- ۱۶- تقوی، کامران، نقی پور، داریوش، محققیان، آریتا، جمالی، مرسله، تعیین مقدار سه آفت کش در رودخانه سفیدرود و آب آشامیدنی شهر رشت در سال ۱۳۸۷، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ۱۳۸۸؛ ۱۳۵۳-۱۳۴۸.
- ۱۷- خدادادی، مریم، صمدی، محمدتقی، رحمانی، علیرضا، ملکی، رامین، تعیین غلظت باقیمانده سموم آفت کش ارگانوفسفره و کاربامات در منابع تامین آب آشامیدنی شهر همدان در سال ۱۳۸۶، دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ۱۳۸۸؛ ۸۸۷-۸۷۵.
- ۱۸- شایقی، منصوره، دارابی، حسین، ابطحی حسینی، محمد، صادقی، محمد، پاکباز، فروغ، گلستانه، سیدرضا، بررسی و تعیین مقدار بقایای حشره کش های دیازینون و مالاتیون در آب رودخانه های شاهپور، مند و دالکی (استان بوشهر) ۸۴-۱۳۸۳، فصلنامه طب جنوب، ۱۳۸۶؛ دوره ۱۰، شماره ۱، ۵۴-۶۰.
- ۱۹- زند مقدم، احمد، کلانتری، هیبت اله، محمدپور، هوشنگ، جعفرزاده حقیقی فرد، نعمت اله، اندازه- ۸- شایقی، منصوره، خوبدل، مهدی، باقری، فاطمه، ابطحی، محمد، بقایای آزینفوس متیل و دیازینون در رودخانه های قره سو و گرگان رود استان گلستان، مجله دانشکده بهداشت و انسیتو تحقیقات بهداشتی، ۱۳۸۷، دوره ۶، شماره ۱، ۷۵-۸۲.
- 9- Dehghani, R., Shayeghi, M., Esalmi, H., Moosavi, S.G., Khah Rabani, D., Hossein Shahi, D., 2012. Detrmination of Organophosphorus Pesticides (Diazinon and Chlorpyrifos) in Water Resources in Barzok, Kashan. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences, 14(10), 66-72.
- 10- Rovedatti, M., Castane, M., Salabian, A., 2001. Monitoring of organochlorine and organophosphorus pesticides in the water of the Reconquista River (Buenos Aires, Argentina). Water Research, 35(14), 3457-3461.
- 11- Wintersteiger, R., Goger, B., Krautgartner, H., 1999. Quantitation of chlorophenoxy acid herbicides by high-performance liquid chromatography with coulometric detection. Journal of chromatography A, 846(1-2), 349-357.
- 12- Katsumata, H., Kaneco, S., Suzuki, T., Ohta, K., 2006. Determination of atrazine and simazine in water samples by high-performance liquid chromatography after preconcentration with heat-treated diatomaceous earth. Analytica Chimica Acta, 577(2), 214-219.
- ۱۳- سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد آب آشامیدنی - ویژگی های فیزیکی و شیمیایی (استاندارد ۱۰۵۳)، ۱۳۹۰؛ تجدید نظر پنجم.

- Pesticide levels in surface waters in an agricultural-forestry basin in Southern Chile. *Chemosphere*, 57(8), 763-770.
- 24- Hoffman, M., 2003. Texas Ground Water Protection Committee (TGPC), Joint Ground Water Monitoring Contamination Report-2002, Contributing State Agencies and Organizations, 1-374.
- 25- 25. Palma, P., Kuster, M., Alvarenga, P., Palma, V.L., Fernandes, R.M., Soares A.M., López de Alda M.J., Barceló D., Barbosa I.R. 2009. Risk assessment of representative and priority pesticides, in surface water of the Alqueva reservoir (South of Portugal) using on-line solid phase extraction-liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Environment International*, 35(3), 545-551.
- گیری بعضی از آفت‌کش‌های آلی کلردار در آب رودخانه کارون توسط یک روش جدید از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا، مجله علمی پزشکی جندی شاپور، ۱۳۸۱؛ شماره ۳۳، صص ۱۰-۱۸.
- 20- Azizullah, A., Khattak, M.N., Richter, P., Hader, D.P., 2011. Water pollution in Pakistan and its impact on public health- A review. *Environment International*, 37(2), 479-497.
- 21- Vryzas, Z., Vassiliou, G., Alexoudis, C., Papadopoulou-Mourkidou, E. 2009. Spatial and temporal distribution of pesticide residues in surface waters in northeastern Greece. *Water Research*, 43(1), 1-10.
- 22- Konstantinou, I.K., Hela, D.G., Albanis, T.A., 2006. The status of pesticide pollution in surface waters (rivers and lakes) of Greece. *Environmental Pollution*, 141(3), 555-570.
- 23- Palma, G., Sanchez, A., Olave, Y., Encina, F., Palma, R., Barra, R., 2004.