Journal of Health System Research Volume 15, Issue 2, Summer 2019, Pages: 158-168

Original Article

doi: 10.48305/hsr.2019.15.2.102

Investigation of Drinking Water Quality and Residual Concentrations of Chlorpyrifos and Parathion Pesticides in Groundwater of Dezful city, Iran, in 2016

Mansureh Farzanmehr[1], Bijan Bina[2*], Afshin Ebrahimi[3]

[1] *MSc Student of Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*
[2] *Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*
[3] *Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*

**** Corresponding Author:** Bijan Bina, Email: bina@hlth.mui.ac.ir*

Received: 04/05/2018
Accepted: 03/02/2019

Keywords:
Chlorpyrifos
Dezful
IRWQI$_{GC}$ quality index
Parathion
Pesticides
Underground water

Abstract

Background: Agricultural development and lack of a proper strategy for the management of this domain can lead to the pollution of water and soil resources as a result of using various fertilizers and chemical pesticides. Contamination of underground water can be hazardous for human health, especially in areas where aquifers are used for home use (especially drinking). Regarding this, the present study was conducted to investigate the quality of drinking water based on the Iran Water Quality Index for Groundwater Resources-Conventional (IRWQI$_{GC}$). This study was also targeted toward assessing the residual concentrations of chlorpyrifos and parathion pesticides in underground water in Dezful city, Iran, in 2016.

Methods: This study was conducted on 40 underground water samples (i.e., 24 samples for pesticides and 16 samples for water quality index) collected from 8 stations in Dezful city during the autumn and winter of 2016. After the extraction and preparation of specimens, the levels of chlorpyrifos and parathion residues were determined using the gas chromatography-electron capture detector. Furthermore, the measurement and classification of underground water quality were performed based on the IRWQI$_{GC}$ index.

Findings: Based on the results, the water collected from Shams Abad Station had the highest level of chlorpyrifos in March (0.22 µg/L). In addition, the level of parathion was lower than the limit of detection in all samples. Based on the IRWQI$_{GC}$, the Mohajerin, Safi Abad, and Montazeri wells had the highest quality of drinking water, with the values of 75.11, 74.85, and 72.55, representing good quality. On the other hand, Kahnak well was found to have the lowest water quality with a value of 58.55 signifying a fairly good quality.

Conclusion: As the results indicated, underground water in Dezful city was of good quality, and the pesticide concentrations were lower than the standard limit of Iran. However, based on the standards of the World Health Organization and Environmental Protection Agency, the growing use of chlorpyrifos may pose some problems in the future.

Citation: Farzanmehr M, Bina B, Ebrahimi A. Investigation of Drinking Water Quality and Residual Concentrations of Chlorpyrifos and Parathion Pesticides in Groundwater of Dezful City, Iran, in 2016. J Health Syst Res. 2019; 15(2): 158-168.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/hsr.2019.15.2.102]

Copyright 2019 Journal of Health System Research. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY) License (http://creativecommons.org/) which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

مقاله پژوهشی

doi: 10.48305/hsr.2019.15.2.102

بررسی کیفیت آب شرب و غلظت باقی‌مانده سموم آفت‌کش کلروپیریفوس و پاراتیون در آب‌های زیرزمینی شهرستان دزفول در سال ۱۳۹۵

منصوره فرزان مهر[۱]، بیژن بینا[۲*]، افشین ابراهیمی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران
[۲] استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران
[۳] دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران

* **نویسنده مسئول:** بیژن بینا، ایمیل: bina@hlth.mui.ac.ir

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۲/۱۴
پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۱۴

واژه‌های کلیدی:
آب زیرزمینی
پاراتیون
سموم آفت‌کش
شاخص کیفیت $IRWQI_{GC}$
کلروپیریفوس

چکیده

مقدمه: توسعه کشاورزی و عدم مدیریت صحیح آن می‌تواند موجب آلودگی منابع آب و خاک ناشی از مصرف انواع کودها و سموم شیمیایی شود. این امر به ویژه در مناطقی که از سفره‌های آب زیرزمینی برای مصارف خانگی (به ویژه شرب) استفاده می‌شود، می‌تواند برای سلامت انسان خطرناک باشد. در این ارتباط، مطالعه حاضر با هدف بررسی کیفیت آب شرب بر اساس شاخص $IRWQI_{GC}$ (Iran Water Quality Index for Groundwater Resources-Conventional) و غلظت باقیمانده سموم آفت‌کش کلروپیریفوس و پاراتیون در آب‌های زیرزمینی شهرستان دزفول در سال ۱۳۹۵ انجام شد.

روش‌ها: در پژوهش حاضر ۴۰ نمونه از هشت ایستگاه (۲۴ نمونه برای سموم آفت‌کش و ۱۶ نمونه برای شاخص کیفیت آب) آب‌های زیرزمینی شهرستان دزفول طی دو فصل پاییز و زمستان در سال ۱۳۹۵ برداشت شد و پس از عملیات استخراج و آماده‌سازی نمونه‌ها، تعیین مقدار باقی‌مانده آفت‌کش‌های کلروپیریفوس و پاراتیون با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC/ECD: Gas Chromatography–Electron Capture Detector) صورت گرفت. اندازه‌گیری و طبقه‌بندی کیفیت آب‌های زیرزمینی مورد مطالعه نیز بر اساس شاخص $IRWQI_{GC}$ انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که بیشترین مقدار سم کلروپیریفوس در ماه اسفند در ایستگاه «چاه شمس‌آباد» معادل ۰/۲۲ میلی‌گرم بر لیتر بوده است. میزان سم پاراتیون نیز در کلیه نمونه‌ها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری کمتر از حد تشخیص دستگاه به دست آمد. بر مبنای نتایج، بهترین کیفیت آب شرب بر اساس شاخص $IRWQI_{GC}$ مربوط به ایستگاه‌های «چاه مهاجرین»، «چاه صفی‌آباد» و «چاه منتظری» به ترتیب با مقادیر ۷۵/۱۱، ۷۴/۸۵ و ۷۲/۵۵ با معادل توصیفی «خوب» بود و کمترین کیفیت به «چاه کهنک» با مقدار ۵۸/۵۵ با معادل توصیفی «نسبتاً خوب» تعلق داشت.

نتیجه‌گیری: با وجود این که آب‌های زیرزمینی شهرستان دزفول به لحاظ کیفی در وضعیت خوبی قرار دارند و غلظت سموم آفت‌کش مورد مطالعه در آن‌ها پایین‌تر از حد استاندارد ایران می‌باشد؛ اما افزایش مصرف سم کلروپیریفوس با توجه به استانداردهای WHO (World Health Organization) و EPA (Environmental Protection Agency) می‌تواند در آینده مشکل‌ساز شود.

ارجاع: فرزان مهر منصوره، بینا بیژن، ابراهیمی افشین. بررسی کیفیت آب شرب و غلظت باقی‌مانده سموم آفت‌کش کلروپیریفوس و پاراتیون در آب‌های زیرزمینی شهرستان دزفول در سال ۱۳۹۵. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۸؛ ۱۵(۲): ۱۶۸-۱۵۸.

مقدمه

تصور یک محیط بهداشتی بدون آب امکان‌پذیر نمی‌باشد. توسعه بهداشت و حفاظت از محیط زیست همواره به تأمین آب

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/hsr.2019.15.2.102]

سالم وابسته است (۱).

استفاده صحیح و مناسب از آفت‌کش‌ها در کشاورزی به نحوی که موجب آلودگی آب‌های زیرزمینی نشوند، مستلزم شناخت چگونگی انتقال این آلاینده‌ها به آب‌های زیرزمینی و ارزیابی میزان آسیب‌پذیری این آب‌ها می‌باشد (۲). از انواع سموم می‌توان به سموم کلره (ترکیبات آلی کلردار)، سموم فسفره (که از انواع ترکیبات آلی فسفردار می‌باشند)، سموم سیستمیک، سموم کاربامات و سموم تدخینی اشاره کرد (۳).

کلروپیریفوس با نام شیمیایی Phosphorothioate از گروه ارگانوفسفات‌ها با فرمول مولکولی $C_9H_{11}CL_3NO_3PS$ می‌باشد. کلروپیریفوس حشره‌کش و کنه‌کشی غیر سیستمیک با اثر تماسی و گوارشی با کمی خاصیت تدخینی بوده و بسیار سمی می‌باشد. از این حشره‌کش برای کنترل طیف وسیعی از حشرات در باغ‌های میوه و مرکبات و نیز در مزارع سویا و چغندر استفاده می‌شود. کلروپیریفوس در بدن خاصیت تجمعی دارد. این حشره‌کش از راه پوست جذب شده و بازدارنده آنزیم کولین استراز خون می‌باشد. علاوه بر این تهوع، استفراغ، ترشح بزاق، عرق زیاد و انقباض مردمک چشم را در پی دارد. کلاس خطر آن در رده متوسط (II) بوده و پادزهر آن سولفات آتروپین می‌باشد (۴،۵). استاندارد ایران برای آب آشامیدنی معادل ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر است. استاندارد WHO و EPA نیز برای این سم معادل ۲۰ میکروگرم بر لیتر می‌باشد. میزان سمیت LD_{50} برای پستانداران بین ۱۶۳-۱۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (۷-۵).

پاراتیون با نام شیمیایی N-(pHospHonomethyl) glycine از گروه اسید فسفریک با فرمول مولکولی $C_6H_{11}N_2O_5P$ می‌باشد. این سم یکی از ارگانوفسفره‌هایی است که از نظر LD_{50} در گروه پایین‌تر از ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جای دارند. پاراتیون برای پستانداران بسیار سمی بوده و حداکثر مجاز آن معادل ۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. همچنین مقدار خطرناک آن معادل ۰/۰۱ گرم بوده و مقدار کشنده آن برای انسان بالغ با وزن متوسط بین ۱/۵ تا ۲ گرم گزارش شده است. باید توجه داشت که این سم از طریق پوست نیز جذب می‌شود (۵،۸). به طور کلی، پاراتیون با توجه به غلظت سم وارد شده می‌تواند عوارضی چون سریع شدن تنفس، سرگیجه و کند شدن نبض، سردرد، درد سینه و شکم، اسهال و عرق فراوان، تنگ شدن مردمک چشم و بی‌حرکتی آن، تشنج خفیف به شکل تکان‌های عضلانی، اختلالات بینایی، اغما و حتی مرگ را به دنبال داشته باشد. در این راستا، نتایج مطالعه Zang و همکاران در مورد بررسی سم کلروپیریفوس استفاده شده در مزارع کشاورزی و شناسایی آن در آب کالیفرنیا در ایالات متحده آمریکا نشان دادند که بیشترین دوز کلروپیریفوس مربوط به مناطق مرکزی ساحل و در منطقه دره امپریال بوده است (۹). نتایج مطالعه دهقانی فر و صالح‌پور در ارتباط با تأثیر سموم آفت‌کش بر کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی نیز حاکی از آن بودند که تغییرات آب و هوایی و استفاده بی‌رویه از سموم آفت‌کش توسط کشاورزان از جمله عوامل عدم جذب سموم آفت‌کش توسط خاک هستند که منجر به آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شوند (۱۰). علاوه بر این، خدادای و همکاران با بررسی غلظت باقی‌مانده سموم آفت‌کش ارگانوفسفره در منابع تأمین آب آشامیدنی شهر همدان دریافتند که بیشترین غلظت سم کلروپیریفوس مربوط به فصل بهار و ماه خرداد بوده و حداقل آن مربوط به فصل زمستان می‌باشد (۳). از سوی دیگر، نتایج پژوهش دهقانی و همکاران در زمینه تعیین آفت‌کش‌های ارگانوفسفره در منابع آب شهر کاشان نشان دادند که به تدریج و با گذشت زمان، مقادیر باقی‌مانده سموم کاهش پیدا کرده و پس از گذشت یک ماه، ۹۵/۹ درصد از کلروپیریفوس و ۸۸/۸ درصد از دیازینون تجزیه می‌شود (۵).

کیفیت آب از جمله مسائلی است که با سلامت و بهداشت فردی و عمومی جامعه ارتباط مستقیم دارد. لزوم پایش آب و تأمین شرایط بهداشتی و استاندارد آن برای آشامیدن باعث شده است که کنترل کیفیت آب از اهمیت بالایی برخوردار باشد (۱۱). به منظور کنترل کیفیت آب و پی بردن به سطح کیفیت آن از شاخص‌های کیفی استفاده می‌شود. بیشتر شاخص‌های کیفی بر اساس میزان استاندارد و یا حد مورد انتظار مربوط به هر پارامتر محاسبه می‌شوند و با توجه به میزان تأثیری که هر پارامتر می‌تواند به نوبه خود بر سلامتی و یا مصارف دیگر داشته باشد، یک فاکتور وزنی مناسب به آن اختصاص داده می‌شود. در نهایت، کیفیت آب به صورت «خوب تا بد» تفسیر می‌گردد (۱۲). در این راستا، Varol و Davraz کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت بوردور کشور ترکیه را بر اساس شاخص کیفیت آب (WQI: Water Quality Index) ارزیابی نمودند و گزارش کردند که از نظر آبیاری و استفاده در صنعت، آب‌های زیرزمینی در فصل خشک مناسب هستند؛ اما در فصل مرطوب مناسب این مصارف نمی‌باشند (۱۳). ادیب و همکاران نیز در پژوهش خود به بررسی تغییرات مکانی شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی دشت دزفول با استفاده از زمین آمار پرداختند. نتایج حاکی از وضعیت نامطلوب کیفی منابع آب زیرزمینی در قسمت‌های جنوب شرقی و شرقی دشت بودند (۱۴). در پژوهشی دیگر، نصرآبادی و همکاران کیفیت آب زیرزمینی شهر تهران را با استفاده از شاخص کیفی سازمان جهانی بهداشت بررسی نمودند. نتایج حاکی از روند رو به رشد کاهش کیفیت آب شرب شهر تهران به ویژه در مناطق جنوبی بودند (۱۵). در این راستا، سالاری و همکاران پهنه‌بندی کیفی آب رودخانه دز و کرخه را با استفاده از شاخص‌های NSFWQI (National Sanitation Foundation-Water Quality Index) و WQI ارزیابی نمودند. نتایج نشان دادند که بر اساس طبقه‌بندی شاخص NSFWQI، بیشتر نمونه‌های اندازه‌گیری شده کیفیت بدی

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/hsr.2019.15.2.102]

داشته‌اند (۱۶).

با توجه به ذخیره منابع آب موجود در جهان و سهم اندک آب‌های زیرزمینی به عنوان منابع آب شیرین قابل استحصال، حفظ کمی و کیفی این منابع گرانبها در حد مطلوب، ضروری می‌باشد (۵). بر اساس گزارشات جهاد کشاورزی و مرکز بهداشت شهرستان دزفول، طیف وسیعی از سموم کلره و فسفره مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به بازدیدهای محلی و پرس و جوهای صورت‌گرفته با کشاورزان منطقه، سموم مورد بررسی در زمره سموم پرمصرف می‌باشند که تاکنون میزان آن‌ها در آب شرب این شهرستان مورد بررسی قرار نگرفته است؛ از این رو در پژوهش حاضر به تعیین میزان غلظت سموم آفت‌کش کلروپیریفوس و پاراتیون در آب‌های زیرزمینی به همراه ارزیابی و بررسی کیفیت آب شرب بر اساس شاخص $IRWQI_{GC}$ در شهرستان دزفول (واقع در استان خوزستان) پرداخته شد.

روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان دزفول در شمال استان خوزستان و در قسمت جلگه‌ای آن با مساحتی معادل ۴۷۶۲ کیلومتر مربع واقع شده است (۱۷). مطابق با آمارهای جمعیتی ارائه شده از سوی مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵، جمعیت شهرستان دزفول ۴۴۳۹۷۱ نفر و ۱۲۵۳۵۱ خانوار می‌باشد (۱۸). این شهرستان دارای آب و هوای گرم و نیمه مرطوب بوده و یکی از مناطق گرمسیر کشور می‌باشد. حداکثر میزان بارندگی سالیانه در شهرستان دزفول مطابق با آمارهای ۱۵ ساله هواشناسی، ۳۷۲/۶ میلی‌لیتر است (۱۹).

زمین‌های شهرستان دزفول به لحاظ توپوگرافی به سه ناحیه کوهستانی، کوهپایه‌ای و جلگه‌ای تقسیم می‌شوند (۲۰). جهت جریان آب‌های زیرزمینی به تبعیت از وضعیت توپوگرافی منطقه به طور عمده از شمال و شمال شرق به سمت جنوب و جنوب غرب دشت دزفول می‌باشد. عمق برخورد با آب‌های زیرزمینی در منطقه نیز از ۳ تا ۶۲ متر متغیر است؛ کمترین عمق بر اساس افزایش توپوگرافی، تراکم چاه‌های بهره‌برداری و جنس آبرفت مربوط به منطقه جنوبی دشت در حدود کمتر از ۴ متر بوده و بیشترین آن در حدود ۶۲ متر مربوط به بخش‌های شمالی می‌باشد (۱۷).

روش کار

روش کلی کار شامل سه مرحله زیر بود:

الف. نمونه‌برداری؛ ب. آماده‌سازی نمونه‌ها؛ ج. تعیین بقایای سموم آفت‌کش با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به دتکتور ربایش الکترونی (GC/ECD) و محاسبه شاخص کیفیت آب بر اساس شاخص $IRWQI_{GC}$ (تشخیص و اندازه‌گیری)

تعیین ایستگاه‌های نمونه‌برداری

مکان‌یابی ایستگاه‌های نمونه‌برداری برای تهیه نمونه‌هایی که به خوبی بیانگر وضعیت آب‌های زیرزمینی باشند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر اساس تحقیقات انجام شده، بازدیدهای میدانی به عمل آمده، مقالات، نقشه‌های توپوگرافی منطقه، وضعیت سفره‌های آب‌های زیرزمینی منطقه، میزان سم‌پاشی باغات و مزارع در مناطق مختلف شهرستان دزفول، نحوه دسترسی به ایستگاه‌های نمونه‌برداری و همچنین با توجه به این که بیشترین تمرکز کشاورزی در اطراف چاه‌های انتخابی می‌باشد، سه ایستگاه برای تعیین مقدار سموم آفت‌کش در نظر گرفته شد. از سوی دیگر با توجه به پراکندگی و بیشترین تراکم جمعیت شهری و روستایی و در نتیجه مصارف بالای آب شرب در این مناطق، هشت ایستگاه برای اندازه‌گیری شاخص کیفیت آب در شهرستان دزفول انتخاب گردید. شایان ذکر است که ایستگاه‌های انتخابی، تأمین‌کننده آب شرب چندین روستا یا کل شهر دزفول بودند و هرکدام منطقه وسیعی را پوشش می‌دادند. موقعیت مکانی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در نقشه زیر نشان داده شده است.

نمونه‌برداری، آماده‌سازی و استخراج نمونه‌ها

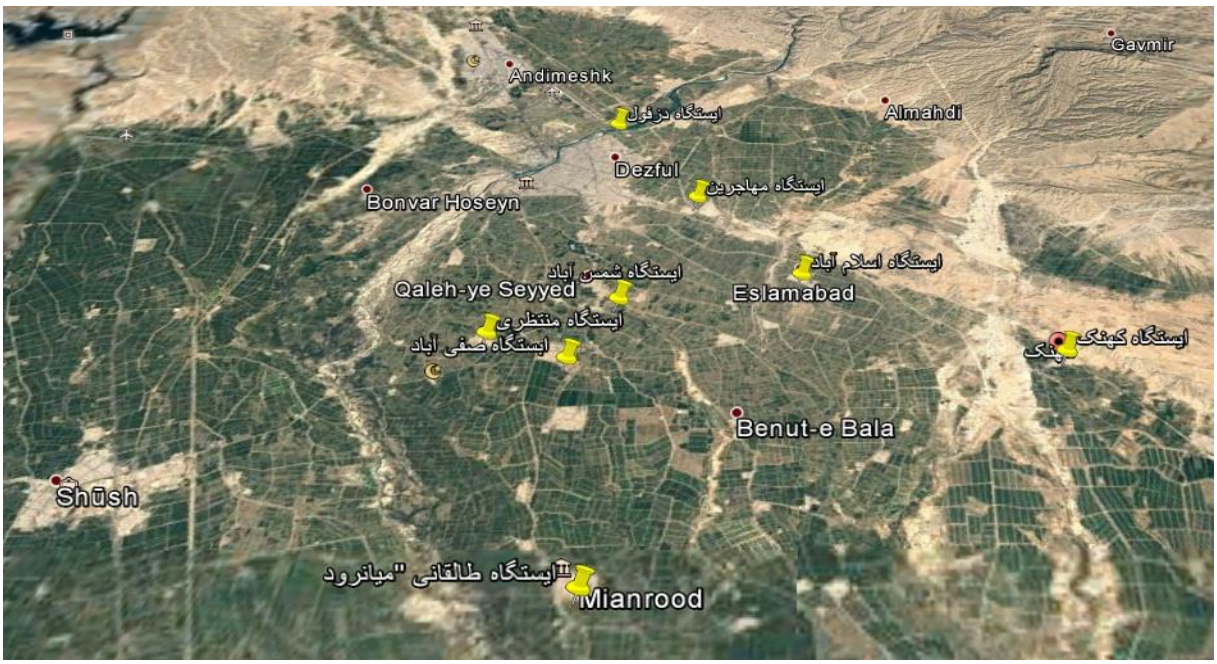
نمونه‌برداری برای سموم آفت‌کش در فصل پاییز (آذر ماه) و زمستان (ماه‌های دی، بهمن و اسفند) و برای شاخص کیفیت در بهمن ماه در ایستگاه‌های مورد نظر انجام شد. دلیل انتخاب فصول مذکور برای نمونه‌برداری، فعالیت عمده کشاورزان و در نتیجه استفاده از سموم در فصول پاییز و زمستان بود؛ زیرا به دلیل شرایط آب و هوایی و گرمای زیاد در فصول بهار و تابستان، فعالیت کشاورزی بسیار محدود بوده و عمده فعالیت کشاورزان در تابستان صرف آماده‌سازی زمین برای کاشت محصول می‌گردد.

در پژوهش حاضر ۴۰ نمونه (۲۴ نمونه برای اندازه‌گیری سموم آفت‌کش و ۱۶ نمونه برای تعیین شاخص کیفیت آب) از ایستگاه‌های انتخابی برداشت شد. باید خاطرنشان ساخت که نمونه‌برداری به صورت دستی و با استفاده از ظروف تیره رنگ به حجم ۱/۵ لیتر صورت گرفت و از هر ایستگاه، دو نمونه برداشت شد. لازم به ذکر است که نمونه‌برداری، نگهداری نمونه و انتقال آن به آزمایشگاه مطابق با روش استاندارد ذکر شده در کتاب استاندارد روش (سال ۲۰۰۵) انجام شد (۲۲).

در این مطالعه نمونه‌ها طی مراحل زیر استخراج گشته و آماده قرائت شدند.

برای فعال‌سازی، کاتریج C۱۸ روی ست SPE (Solid Phase Extraction) قرار گرفت و ۲ سی‌سی حلال هگزان از روی آن عبور داده شد. در ادامه، ۱ لیتر از آنالیت به مدت ۳۰ دقیقه از SPE عبور

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/hsr.2019.15.2.102]



نقشه ۱: موقعیت مکانی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در شهرستان دزفول

داده شد. سپس کاتریج با فشار ملایم هوا یا گاز ازت خشک گردید. در نهایت، ۱ سی‌سی حلال هگزان از کاتریج عبور داده شد و جمع‌آوری گردید. از ۱ سی‌سی حلال جمع‌آوری شده، ۲ میکرولیتر به منظور آنالیز سموم به دستگاه GC/FID تزریق گردید.

تعیین مقدار آفت‌کش‌ها (تشخیص و اندازه‌گیری)

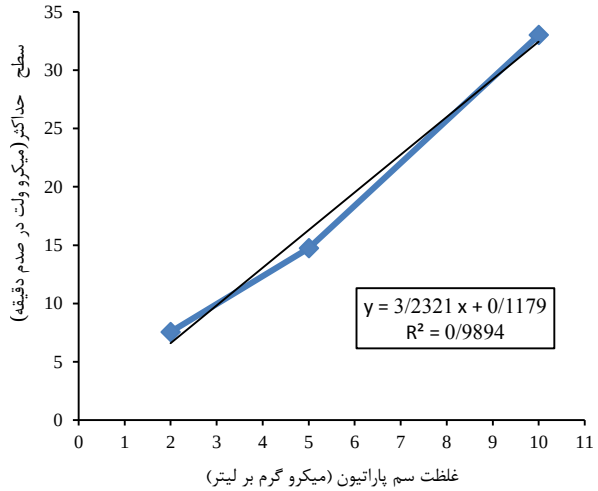
برای اندازه‌گیری سم مورد نظر توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی از منحنی کالیبراسیون استفاده شد. به منظور رسم این منحنی ابتدا محلول مادر از طریق انحلال سم مورد نظر در حلال هگزان آماده گردید. سپس محلول‌های استاندارد سموم کلروپیریفوس و پاراتیون در غلظت‌های ۲، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر از محلول مادر تهیه شدند و به میزان ۱ میکرولیتر در هر نوبت (بر حسب نوع سم) به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق گردیدند. شایان ذکر است که اطلاعات مربوط به غلظت سموم نیز وارد دستگاه شد. نرم‌افزار دستگاه، سطح زیر پیک هر سم را محاسبه نمود و منحنی‌های کالیبراسیون هر سم در مقابل سطح زیر منحنی آن رسم گردید. پس از تزریق نمونه‌های مجهول به دستگاه، میزان باقی‌مانده سم مورد نظر با توجه به منحنی کالیبراسیون قابل ارزیابی بود. اندازه‌گیری سموم مورد بررسی با استفاده از کتاب استاندارد روش (سال ۲۰۰۵) توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به دتکتور ربایش الکترونی (GC/ECD) انجام شد (۲۲). منحنی کالیبراسیون محلول استاندارد سموم کلروپیریفوس و پاراتیون در شکل زیر نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ضرایب همبستگی (R^2) برای کلروپیریفوس (۰/۹۹۶۳) و پاراتیون (۰/۹۸۹۴) نشان‌دهنده مناسب بودن آزمایش می‌باشند.

در پژوهش حاضر به منظور اندازه‌گیری سموم از دستگاه کروماتوگرافی گازی GC/FID (Gas Chromatography–Flame Ionization Detector) (مدل GC6890-N Agilent) مجهز به ستون HP-5 (به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۳۲ میلی‌متر و ضخامت فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر)، دتکتور FID (Electron Capture Detector) با حد تشخیص (LOD: Limit of Detection) ۰/۰۲ میلی‌گرم بر لیتر و حد تعیین (LOQ: Limit of Quantification) ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر استفاده شد. برای انجام آزمایش، ۰/۲ میکرولیتر از هریک از آنالیت‌ها توسط دریچه تزریق Split/Splitless در مد Splitless در دمای ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد تزریق شد. در ادامه، دمای ستون از ۸۰ تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۰ میلی‌لیتر بر دقیقه افزایش یافت و به مدت ۵ دقیقه در این دما نگه داشته شد. شایان ذکر است که دمای دتکتور ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود و از گاز نیتروژن با سرعت جریان ۰/۹ میلی‌لیتر بر دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد (۲۱). اندازه‌گیری سموم مورد مطالعه مطابق با روش استاندارد ذکر شده در کتاب استاندارد روش (۲۰۰۵) صورت گرفت (۱۴،۲۱).

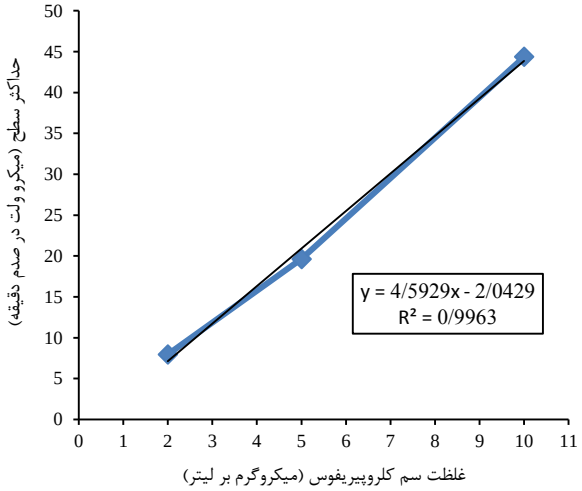
تعیین پارامترهای کیفیت مورد نیاز برای محاسبه شاخص کیفیت آب

در این مطالعه سنجش غلظت یون‌های نیترات، نیتریت و فسفات توسط دستگاه اسپکتروفتومتر هک (مدل ER4000u) انجام شد. همچنین برای سنجش هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول (TDS: Total Dissolved Solids) و دما از دستگاه هدایت‌سنج هک و برای سنجش pH از pH متر استفاده گردید. اندازه‌گیری کدورت نیز با استفاده از دستگاه

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/hsr.2019.15.2.102]



نمودار ۱: منحنی کالیبراسیون محلول استاندارد سم پاراتیون



نمودار ۲: منحنی کالیبراسیون محلول استاندارد سم کلروپیریفوس

توربیدومتر هک (مدل 2100AN) صورت گرفت و سنجش سدیم توسط فیلم فتومتر (Carning 410) انجام شد.

مراحل محاسبه شاخص به شرح زیر بود (۲۲):

۱. انتخاب پارامترها بر اساس جدول ۱

۲. تعیین وزن هر پارامتر با استفاده از جدول ۱

۳. به دست آوردن مقدار شاخص برای هر پارامتر با استفاده از منحنی‌های رتبه‌بندی

۴. محاسبه مقدار شاخص با استفاده از معادله ۱ و معادل توصیفی آن با استفاده از جدول ۲

معادله ۱

$$IRWQI = [\prod_{i=1}^{n} I_i^{W_i}]^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$\gamma = \sum_{n=1}^{n} W_i$$

W_i= وزن پارامتر i ام

n= تعداد پارامترها

I_i= مقدار شاخص برای پارامتر i ام از منحنی رتبه‌بندی

γ= مجموع وزن پارامترها

جدول ۱: پارامترهای مورد بررسی، وزن‌ها و استانداردهای سازمان جهانی بهداشت (۲۳)

پارامتر	واحد	وزن	استاندارد	
			Institute of Standards &) ISIRI (Industrial Research of Iran	(۲۰۰۴) WHO
نیترات	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۱۵۱	۵۰	۴۵
کلیفرم مدفوعی	MPN/100ml	۰/۱۳۴	۰	۰
هدایت الکتریکی	میکروزیمنس بر سانتی‌متر	۰/۱۲۹	۱۰۰۰	۵۰۰
سختی کل	میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم	۰/۱۰۳	۵۰۰	۲۵۰
Specific) SAR (Absorption Rate	–	۰/۰۸۹	–	–
Biochemical) BOD_5 (Oxygen Demand	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۸۸	۰	۰
فسفات	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۸۵	۰/۱	–
COD (اکسیژن مورد نیاز شیمیایی)	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۸	۰	۰
pH	واحد استاندارد	۰/۰۷۴	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۸/۵
اکسیژن محلول	بر حسب درصد اشباع	۰/۰۶۷	۰/۰۵	۰/۵
سدیم	میلی‌گرم بر لیتر	–	۲۰۰	۲۰۰
کلسیم	میلی‌گرم بر لیتر	–	۳۰۰	۷۵

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/hsr.2019.15.2.102]

جدول ۲: طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص $IRWQI_{GC}$ (۲۳)

مقدار شاخص	معادل توصیفی
کمتر از ۱۵	بسیار بد
۱۵-۲۹/۹	بد
۳۰-۴۴/۹	نسبتاً بد
۴۵-۵۵	متوسط
۵۵/۱-۷۰	نسبتاً خوب
۷۰/۱-۸۵	خوب
بیشتر از ۸۵	بسیار خوب

یافته‌ها

نتایج حاصل از اندازه‌گیری باقی‌مانده سموم کلروپیریفوس و پاراتیون از کلیه ایستگاه‌های انتخابی حاکی از آن بودند که بیشترین مقدار سم کلروپیریفوس در اسفند ماه از ایستگاه شمس‌آباد به میزان ۰/۲۲ میکروگرم بر لیتر به دست آمده است. در مورد سم پاراتیون نیز نتایج نشان دادند که مقدار این سم در تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری کمتر از حد تشخیص دستگاه بوده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری باقی‌مانده سموم کلروپیریفوس و پاراتیون از نمونه‌های برداشت شده از ایستگاه‌های انتخابی شهرستان دزفول در جدول ۳ و تغییرات سم کلروپیریفوس در دو فصل پاییز و زمستان در این ایستگاه‌ها در نمودار ۳ نشان داده شده است.

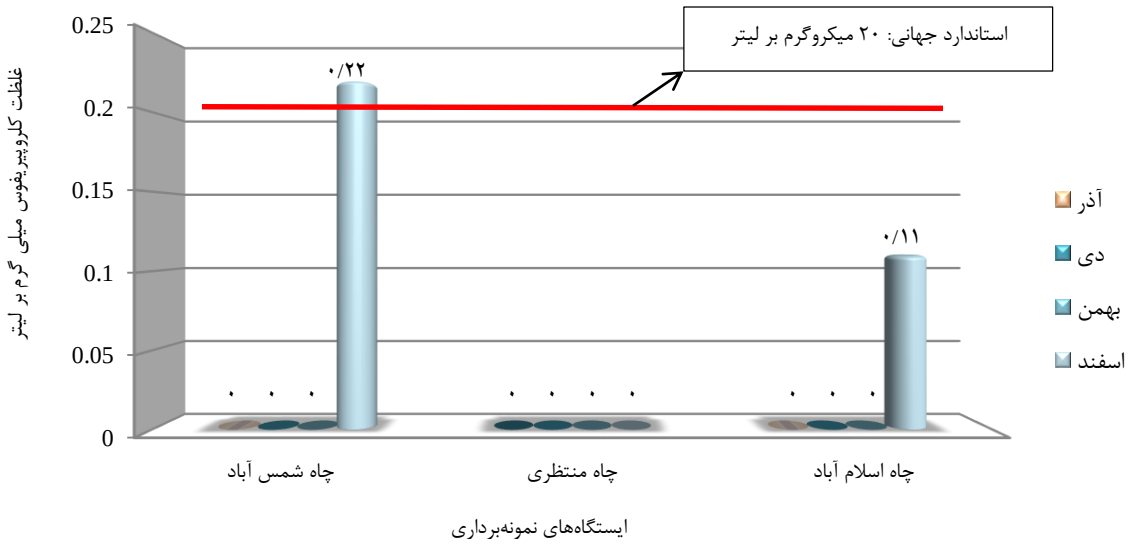
در فرایند ارزیابی کیفیت آب شرب شهرستان دزفول، ابتدا نتایج پارامترهای اندازه‌گیری شده نشان داده شد و در ادامه، محاسبه شاخص کیفیت و طبقه‌بندی آن بر اساس شاخص $IRWQI_{GC}$ ارائه گردید. پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری مورد نظر در جدول ۴ نشان داده شده است.

لازم به ذکر است که میزان پارامتر کلیفرم مدفوعی در کلیه نمونه‌های برداشت شده، صفر بود که در جدول ذکر نشده است؛ اما در محاسبه شاخص از آن استفاده گردید. در ادامه، شاخص معادل هر پارامتر با استفاده از منحنی‌های رتبه‌بندی محاسبه گشت. شاخص عددی هر ایستگاه به همراه معادل توصیفی آن در جدول ۵ ارائه شده است.

تغییرات کیفیت آب شرب شهرستان دزفول بر اساس شاخص $IRWQI_{GC}$ در ایستگاه‌های مورد نظر در نمودار ۴ نشان داده شده است.

جدول ۳: باقی‌مانده سموم کلروپیریفوس و پاراتیون در ایستگاه‌های مورد مطالعه در فصل پاییز و زمستان

ردیف	نام ایستگاه	واحد	نام سم	فصل پاییز	فصل زمستان		
				ماه آذر	ماه دی	ماه بهمن	ماه اسفند
۱	چاه شمس‌آباد	میکروگرم بر لیتر	کلروپیریفوس	ND	ND	ND	۰/۲۲
			پاراتیون	ND	ND	ND	ND
۲	چاه اسلام‌آباد	میکروگرم بر لیتر	کلروپیریفوس	ND	ND	ND	۰/۱۱
			پاراتیون	ND	ND	ND	ND
۳	چاه منتظری	میکروگرم بر لیتر	کلروپیریفوس	ND	ND	ND	ND
			پاراتیون	ND	ND	ND	ND



نمودار ۳: غلظت باقیمانده سم کلروپیریفوس در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند در ایستگاه های نمونه برداری و مقایسه آن با استاندارد جهانی

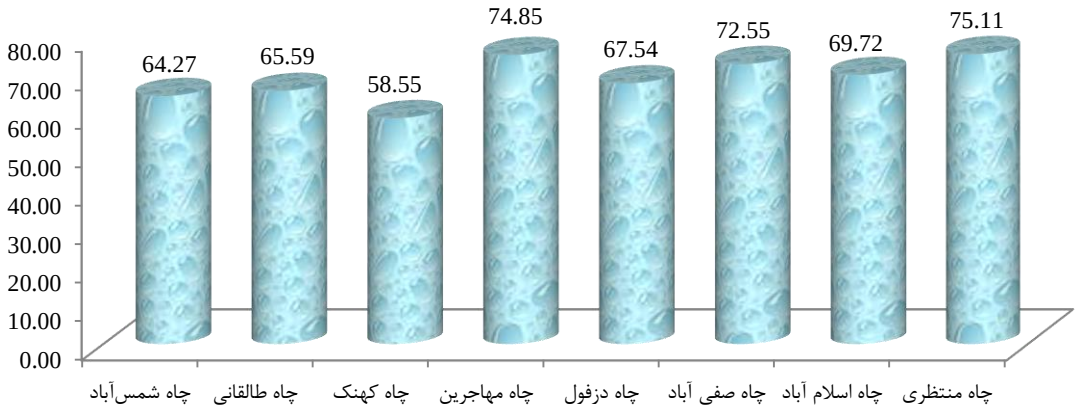
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/hsr.2019.15.2.102]

جدول ۴: پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نمونه برداری

نام ایستگاه	pH	هدایت الکتریکی (µs/cm)	سختی کل ($Caco_3$ mg/l)	کلسیم (mg/l)	منیزیم (mg/l)	سدیم (mg/l)	نیترات (mg/l)	فسفات (mg/l)	کلیفرم مدفوعی
چاه شمس‌آباد	۷/۶	۸۲۵	۳۶۳/۲	۹۳/۸۴	۵۹/۶۲	۲۷	۶/۲	۰/۰۷	۰
چاه طالقانی	۷/۴	۸۱۶	۳۶۵/۲	۱۰۳/۸۴	۵۹/۶۸	۲۷	۶/۲	۰/۰۷	۰
چاه کهنک	۷/۲	۱۷۰۰	۲۶۱/۵	۹۶/۸۴	۷۰/۵۱	۲۷	۱۱/۲	۰/۰۵	۰
چاه مهاجرین	۷/۵	۵۰۰	۲۲۳/۲	۷۳/۸۴	۳۹/۶۲	۲۷	۶/۲	۰/۰۷	۰
چاه دزفول	۷/۲	۷۱۴	۳۲۸/۴	۹۶/۸۴	۴۲/۳۵	۲۷	۸/۲	۰/۰۵	۰
چاه صفی‌آباد	۷/۶	۶۴۰	۲۳۲/۲	۷۳/۸۴	۳۹/۶۲	۲۷	۶/۲	۰/۰۷	۰
چاه اسلام‌آباد	۷/۴	۷۱۰	۲۶۰	۷۲	۱۹/۵۳	۲۸	۴/۴	۰/۲	۰
چاه منتظری	۷/۳	۷۵۰	۲۲۰	۴۰	۲۹/۳	۲۷	۴/۲	۰/۰۴	۰

جدول ۵: مقدار عددی شاخص $IRWQI_{GC}$ به همراه طبقه‌بندی کیفیت آب

نام ایستگاه	مقدار عددی محاسبه شده شاخص $IRWQI_{GC}$	معادل توصیفی شاخص	طبقه بندی کیفیت آب ایستگاه نمونه‌برداری
چاه شمس‌آباد	۶۴/۲۷	۵۵/۱ - ۷۰	نسبتاً خوب
چاه طالقانی	۶۵/۵۹	۵۵/۱ - ۷۰	نسبتاً خوب
چاه کهنک	۵۸/۵۵	۵۵/۱ - ۷۰	نسبتاً خوب
چاه مهاجرین	۷۴/۸۵	۷۰/۱ - ۸۵	خوب
چاه دزفول	۶۷/۵۴	۵۵/۱ - ۷۰	نسبتاً خوب
چاه صفی آباد	۷۲/۵۵	۷۰/۱ - ۸۵	خوب
چاه اسلام‌آباد	۶۹/۷۲	۵۵/۱ - ۷۰	نسبتاً خوب
چاه منتظری	۷۵/۱۱	۷۰/۱ - ۸۵	خوب



نمودار ۴: تغییرات کیفیت آب شرب شهرستان دزفول بر اساس شاخص $IRWQI_{GC}$

بحث

بر اساس نتایج به دست آمده در ارتباط با اندازه‌گیری سموم کلروپیریفوس و پاراتیون در آب‌های زیرزمینی شهرستان دزفول می‌توان گفت از آنجایی که نمونه‌برداری در فصل پاییز و در ماه آذر انجام شد، مقدار باقی‌مانده سم کلروپیریفوس در نمونه‌های برداشت شده از کلیه ایستگاه‌های انتخابی در ماه آذر کمتر از حد تشخیص دستگاه بود؛ به همین دلیل مقدار آن قابل اندازه‌گیری نبود. یکی از دلایل این امر می‌تواند استفاده کمتر کشاورزان از سموم مورد مطالعه در این ماه باشد. با توجه به مطالعات انجام شده، کشاورزان در این ماه به دلیل نزدیک شدن به برداشت محصول در باغات مرکبات و مزارع، بیشتر از علف‌کش‌ها به منظور جلوگیری از رویش علف‌های هرز استفاده می‌کنند تا در زمان برداشت، جمع‌آوری و حمل و نقل محصول سریع‌تر و به راحتی

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/hsr.2019.15.2.102]

انجام شود. در پژوهش حاضر نمونه‌برداری در فصل زمستان در ماه‌های دی، بهمن و اسفند انجام شد. در ماه دی و بهمن (همانند ماه آذر) مقدار باقی‌مانده سم کلروپیریفوس در نمونه‌های برداشت شده از کلیه ایستگاه‌های انتخابی کمتر از حد تشخیص دستگاه بود؛ از این رو مقدار آن غیر قابل اندازه‌گیری بود و در حد صفر در نظر گرفته شد. به نظر می‌رسد یکی از دلایل این مسأله می‌تواند این موضوع باشد که در این ماه کشاورزان مشغول جمع‌آوری و برداشت محصول از باغات مرکبات و مزارع هستند و کمتر اقدام به سم‌پاشی می‌کنند.

از سوی دیگر، نتایج به دست آمده از باقی‌مانده سم کلروپیریفوس در ماه اسفند حاکی از آن بودند که در ماه اسفند، بیشترین میزان سم‌پاشی توسط کشاورزان انجام می‌شود؛ به همین دلیل در این پژوهش بیشترین مقدار سم کلروپیریفوس در فصل زمستان و در ماه اسفند به دست آمد. باید بیان نمود که بیشترین غلظت باقی‌مانده اندازه‌گیری شده سم کلروپیریفوس در نمونه‌های برداشت شده از ایستگاه‌های انتخابی مربوط به ایستگاه شمس‌آباد به مقدار ۰/۲۲ میکروگرم بر لیتر و کمترین آن (تقریباً صفر) مربوط به ایستگاه منتظری بود. از دلایل این امر می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- فعالیت کشاورزی در استان خوزستان به ویژه در شهرستان دزفول، رابطه مستقیمی با شرایط آب و هوایی دارد. در شرایطی که دمای هوا به بیش از ۵۰ درجه سانتی‌گراد برسد، فعالیت کشاورزی در بیشتر مناطق استان بسیار کم می‌شود؛ بنا بر این بیشتر کشاورزان در نیمه دوم سال فعالیت‌های کشاورزی را آغاز نموده و در این فصول نسبت به سم‌پاشی باغات و مزارع خود اقدام می‌کنند.

- یکی از دلایل اصلی انتقال سموم پس از سم‌پاشی به آب‌های زیرزمینی، جنس خاک منطقه و نزولات جوی می‌باشد. کاهش بارندگی در سال‌های اخیر به ویژه در ماه‌های نمونه‌برداری و رسی بودن خاک منطقه باعث شده است که با وجود استفاده زیاد کشاورزان از سم کلروپیریفوس، این سم کمتر به آب‌های زیرزمینی منطقه انتقال پیدا کند.

استاندارد ایران برای باقی‌مانده غلظت کلروپیریفوس در آب آشامیدنی معادل ۰/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر بوده و استاندارد WHO و EPA برای این سم برابر با ۲۰ میکروگرم بر لیتر می‌باشد. میزان باقی‌مانده سم کلروپیریفوس در پژوهش حاضر بسیار کمتر از استانداردهای ایران بود؛ اما از نظر استاندارد سازمان‌های جهانی اهمیت داشت. با توجه به اینکه آب زیرزمینی تأمین‌کننده آب شرب شهرستان می‌باشد، این امر می‌تواند در آینده مشکل‌ساز شود. در این راستا، دهقانی و همکاران در پژوهشی که با عنوان "تعیین آفت‌کش‌های ارگانوفسفره در منابع آب شهر بزرگ کاشان" در سال ۱۳۹۰ انجام دادند، بیشترین مقدار باقی‌مانده سم کلروپیریفوس را معادل ۲۲/۴۳ میلی‌گرم بر لیتر به دست آوردند که به تدریج پس از گذشت یک ماه، ۹۵/۹ درصد از کلروپیریفوس تجزیه شده بود (۴). علاوه بر این، Zang و همکاران پژوهشی را با عنوان "تجزیه و تحلیل کلروپیریفوس استفاده شده در مزارع کشاورزی و تعیین آن در منابع آب ایالت کالیفرنیای آمریکا" انجام دادند و بیشترین مقدار باقی‌مانده این سم را در مناطق ساحلی مرکزی و منطقه دره امپریال گزارش نمودند. بر مبنای نتایج، بیشترین میزان مصرف سم نیز مربوط به این مناطق بود (۹). خدادای و همکاران نیز با بررسی غلظت باقی‌مانده سموم آفت‌کش ارگانوفسفره در منابع تأمین آب آشامیدنی شهر همدان دریافتند که بیشترین غلظت سم کلروپیریفوس در فصل بهار و در خرداد ماه به میزان ۳/۸۵ میکروگرم بر لیتر بوده و حداقل آن مربوط به فصل زمستان می‌باشد (۳). نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه حاضر مغایرت داشته و تأثیر شرایط آب و هوایی بر فعالیت‌های کشاورزی را بیشتر نمایان می‌سازد.

در پژوهش حاضر مقدار باقی‌مانده سم پاراتیون در تمامی نمونه‌های برداشت شده از ایستگاه‌های انتخابی در دو فصل پاییز و زمستان کمتر از حد تشخیص دستگاه بود؛ به همین دلیل مقدار آن در آب‌های زیرزمینی شهرستان دزفول قابل اندازه‌گیری نبود و در حد صفر در نظر گرفته شد. از دلایل این امر می‌توان به پایداری کم سم پاراتیون اشاره کرد که به سرعت در محیط تجزیه می‌شود. البته جنس خاک منطقه که غالباً خاک رس می‌باشد، آب و هوای گرم و نبود ریزش‌های جوی، تأثیر به سزایی بر عدم انتقال سم به آب‌های زیرزمینی دارند. در این ارتباط، حسنی و همکاران به بررسی تأثیر سموم دفع آفات کشاورزی بر کیفیت آب شرب چاه‌های حفر شده در روستاهای شمیرانات پرداختند و بیان نمودند که سموم فسفره در سه چاه «هنزک»، «انباخ» و «کند سفلا» در تمامی فصول اندازه‌گیری کمتر از حد تشخیص دستگاه بوده است (۸).

در پژوهش حاضر به منظور بررسی کیفیت آب شرب شهرستان دزفول، ۱۰ پارامتر کیفی شامل: pH، هدایت الکتریکی، کلیفرم مدفوعی، فسفات، سختی کل، Ca، Mg، Na، NO_2 و SAR در ایستگاه‌های نمونه‌برداری اندازه‌گیری گردید. بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان گفت که بهترین کیفیت آب بر اساس شاخص $IRWQI_{GC}$ مربوط به ایستگاه‌های چاه منتظری و مهاجرین با مقدار شاخص محاسبه شده به ترتیب ۷۵/۱۱ و ۷۴/۸۵ (معادل توصیفی خوب) بوده و کمترین کیفیت به ایستگاه چاه کهنک با مقدار عددی شاخص ۵۸/۵۵ (معادل توصیفی نسبتاً خوب) اختصاص داشته است.

میانگین عددی شاخص از تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری نیز معادل ۶۸/۵۲ محاسبه گردید که در محدوده ۷۰-۵۵/۱ با معادل توصیفی «نسبتاً خوب» (که نشان‌دهنده کیفیت متوسط آب شرب می‌باشد) قرار داشت. در این راستا، رحیمی و همکاران با ارزیابی کیفیت منابع آب زیرزمینی آبخوان اردبیل برای مصارف شرب و کشاورزی نشان دادند که کیفیت آب زیرزمینی این

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/hsr.2019.15.2.102]

آبخوان بر مبنای شاخص کیفی آب (WQI) در وضعیت مطلوب قرار دارد؛ اما دارای خاصیت خورندگی بوده و استفاده از آن در سامانه‌های آب‌رسانی شهری سبب بروز بیماری در انسان و مسائل مختلف ناشی از خوردگی لوله‌ها خواهد شد (۲۳). همچنین ملکوتیان و همکاران در پژوهشی در مورد کیفیت آب شرب شهرستان بردسیر گزارش نمودند که میزان نیترات و نیتریت در کلیه نمونه‌ها کمتر از حدود مجاز استاندارد ایران و رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت بوده است (۲۴). Varol و همکاران نیز با ارزیابی و تجزیه و تحلیل کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت بوردور ترکیه بر اساس شاخص کیفیت آب (WQI) بیان نمودند که کیفیت آب‌های زیرزمینی در فصل‌های خشک و مرطوب در منطقه مورد مطالعه مناسب می‌باشد. از نظر آبیاری و استفاده در صنعت نیز آب‌های زیرزمینی برای فصل خشک مناسب هستند؛ اما برای فصل مرطوب مناسب نمی‌باشند (۱۴). از سوی دیگر، Bouderbala در پژوهش خود به ارزیابی کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت "چلیف بالا" در کشور الجزایر پرداخت. نتایج نشان دادند که غلظت بیشتر پارامترهای اندازه‌گیری شده کیفیت آب، بیش از استانداردهای WHO می‌باشد. این امر بدان معنا است که آب به شدت آلوده بوده و برای اهداف نوشیدن نامناسب است؛ اما برای استفاده به منظور آبیاری، آب‌های زیرزمینی در بخش عمده‌ای از دشت مناسب می‌باشند (۲۵).

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان دادند که تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده به جز پارامتر هدایت الکتریکی در ایستگاه کهنک، کمتر از حد مجاز ذکر شده در استاندارد ملی ایران (به شماره ۱۰۵۳) بوده و از نظر استاندارد ایران در حد مطلوب می‌باشند؛ اما پارامترهای هدایت الکتریکی، سختی کل و منیزیم در بیشتر ایستگاه‌های نمونه‌برداری بیشتر از استاندارد سازمان جهانی بهداشت ارزیابی گردیدند. در ادامه به بررسی دو مورد از این پارامترها پرداخته شده است.

بر مبنای نتایج، پارامتر هدایت الکتریکی به جز در ایستگاه کهنک با مقدار ۱۷۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر، در سایر ایستگاه‌ها کمتر از حد استاندارد ملی ایران (به شماره ۱۰۵۳) به میزان ۱۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر محاسبه شده است؛ اما بر اساس استاندارد سازمان جهانی بهداشت، این پارامتر در تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری به جز ایستگاه مهاجرین، بیشتر از حد استاندارد بوده است. میانگین این پارامتر با مقدار ۸۳۱/۸۷، بیشتر از حد مجاز سازمان جهانی بهداشت می‌باشد. در این راستا، پناهی و همکاران در بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی چاه‌های آب قابل شرب شهرستان خوی، میانگین هدایت الکتریکی در چاه‌های مورد مطالعه را کمتر از ۱۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر ارزیابی نمودند که بر اساس دیاگرام Showler در گروه «خوب قابل شرب» قرار دارد (۱۱).

در این مطالعه میانگین سختی کل برابر با ۲۸۰ میلی‌گرم بر لیتر (بر حسب کربنات کلسیم) به دست آمد که بیشتر از استاندارد سازمان جهانی بهداشت می‌باشد؛ اما از نظر استاندارد ایران کمتر از حد مجاز ذکر شده بوده و در حد مطلوب قرار دارد؛ اما می‌تواند برای دستگاه‌های حرارتی مشکل‌ساز باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که بیشترین سختی مربوط به ایستگاه طالقانی به میزان ۳۵۶/۲ میلی‌گرم بر لیتر (بر حسب کربنات کلسیم) بوده و کمترین آن به مقدار ۲۲۰ میلی‌گرم بر لیتر (بر حسب کربنات کلسیم) به ایستگاه منتظری اختصاص داشته است. بر اساس نتایج، پارامتر سختی کل اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مهاجرین، صفی‌آباد و منتظری کمتر از استاندارد سازمان جهانی بهداشت به میزان ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر (بر حسب کربنات کلسیم) بوده و در سایر ایستگاه‌ها بیشتر از استاندارد WHO می‌باشد.

از نظر حد مجاز ذکر شده در استاندارد ملی ایران، میزان پارامتر سختی کل در تمامی ایستگاه‌ها کمتر از حد مجاز بود و بیشتر از ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (بر حسب کربنات کلسیم) محاسبه گردید؛ از این رو آب این منطقه در گروه آب‌های بسیار سخت قرار می‌گیرد. آب ایستگاه‌های شمس‌آباد، طالقانی و دزفول در این محدوده قرار دارد. علت عمده افزایش سختی آب می‌تواند با جنس زمین مرتبط باشد که این امر مشکلی را به لحاظ بهداشتی ایجاد نمی‌کند؛ اما از نظر صنعتی مشکل‌آفرین خواهد بود. در این راستا، مجدی و همکاران با بررسی کیفیت میکروبی و فیزیکوشیمیایی آب شرب روستاهای شهرستان تکاب در استان آذربایجان غربی، میزان سختی آب را در برخی از روستاها بالاتر از حداکثر میزان مجاز مطلوب گزارش کردند (۲۶).

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر به منظور پایش آب‌های زیرزمینی شهرستان دزفول از نظر سموم آفت‌کش کلرپیریفوس و پاراتیون به عنوان نمایندگانی از سموم پرمصرف کشاورزی در منطقه و همچنین پایش کیفیت این آب‌ها از نظر شاخص کیفی $IRWQI_{GC}$ انجام شد. نتایج حاکی از سلامت نمونه‌های آب از نظر سموم آفت‌کش مذکور و رده کیفی «نسبتاً خوب تا خوب» بودند. با وجود این که آب‌های زیرزمینی شهرستان دزفول در وضعیت خوبی قرار دارد و غلظت سموم آفت‌کش مورد مطالعه در آن پایین‌تر از حد استاندارد ایران می‌باشد؛ اما روند افزایشی مصرف سم کلرپیریفوس با توجه به استانداردهای WHO و EPA می‌تواند در آینده مشکل‌ساز شود. با توجه به برداشت‌های بی‌رویه از چاه‌های آب در بخش جنوب و جنوب شرقی دشت دزفول و وقوع خشکسالی، احتمال ورود آلاینده‌های غیر زمین ساخت مانند سولفات و نیترات به سفره‌های آب‌های زیرزمینی که موجب افزایش میزان غلظت آلاینده‌ها و به دنبال آن اثرات منفی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌شود، وجود دارد. از سوی دیگر با توجه به وزن بالا و سهم بسیار زیاد نیترات در تعیین طبقه شاخص، نحوه دفع فاضلاب‌های شهری و روان‌آب‌های حاوی

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.48305/hsr.2019.15.2.102]

کودهای به کار برده شده در کاربری کشاورزی، نقش عمده‌ای را در افزایش میزان نیترات و کاهش کیفیت آب ایفا می‌کند. با توجه به مطالب بیان‌شده، روند رو به رشد کاهش کیفیت آب، ارتباط نزدیکی با افزایش حجم فاضلاب‌ها و روان‌آب‌ها خواهد داشت و در آینده نزدیک با توجه به رشد عوامل صنعتی، کشاورزی و شهرنشینی، گسترش تخریب کیفیت آب زیرزمینی دور از انتظار نخواهد بود.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۳۹۵۸۹۵ مصوب دانشگاه اصفهان می‌باشد. بدین وسیله از مدیریت محترم گروه سلامت محیط و حرفه‌ای، معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی دزفول و همکاران آن معاونت و نیز تمامی افرادی که در راستای انجام این مطالعه با پژوهشگران همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافع در نگارش و چاپ این مقاله با یکدیگر ندارند.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه ملاحظه اخلاقی وجود ندارد.

References

1. Khani M, Sharifipoor R. Environmental health: water and water pollution. Tehran: Khaniran; 2011. [In Persian].
2. Bukowska B. Toxicity of 2, 4-Dichlorophenoxyacetic acid--molecular mechanisms. Polish J Environ Stud 2006; 15(3): 365-74.
3. Khodadadi M, Samadi MT, Rahmani AR, Maleki R, Allahresani A, Shahidi R. Determination of organophosphorous and carbamat pesticides residue in drinking water resources of Hamadan. Iran J Health Environ 2010; 2(4): 250-7. [In Persian].
4. Dehghani R, Shayeghi M, Esalmi H, Moosavi SG, Rabani DK, Shahip DH. Detrmination of organophosphorus pesticides (Diazinon and Chlorpyrifos) in water resources in Barzok, Kashan. Zahedan J Res Med Sci 2012; 14(10): 66-72. [In Persian].
5. Dehghani R. Environment toxicology. Kashan: Kashan University of Medical Science and Takderakht Publisher; 2010. [In Persian].
6. Epa US. Aquatic life ambient water quality criteria Diazinon Final. Washington, DC: Office of Science and Technology; 2005.
7. World Health Organization. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification. Geneva: World Health Organization; 2009.
8. Hasani AH, Sayadi M, Jafari S. Investigation of pesticides effect on groundwater quality of Shemiranat Villages. Water Wastewater 2011; 23(1): 120-9. [In Persian].
9. Dehdarifar M, Salehipur F. The effect of pesticide pesticides on surface water and groundwater quality. The First National Conference on Agricultural Pollutants and Health, Challenges and Solutions, Ahvaz, Iran; 2013. [In Persian].
10. Zhang X, Starner K, Spurlock F. Analysis of chlorpyrifos agricultural use in regions of frequent surface water detections in California, USA. Bull Environ Contaminat Toxicol 2012; 89(5): 978-84.
11. Panahi T, Esmat Saatlo SM, Parvishi AR, Rezaei H. Monitoring of physical and chemical quality parameters in drinking water wells in Khoy Township (2008). The first Conference of Rural Drinking Water Quality, Urmia, Iran; 2009. [In Persian].
12. Majdi H, Gheibi L, Soltani T. Evaluation of physicochemical and microbial quality of drinking water of villages in Takab town in West Azerbaijan in 2013. J Rafsanjan Univ Med Sci 2015; 14(8): 631-42. [In Persian].
13. Sepehrnia B, Nabizadeh R, Mahvi AH, Naseri S. Water quality analysis of drinking water distribution systems of Rey Township using IWQIS software. Iran J Health Environ 2016; 9(1): 103-14. [In Persian].
14. Varol S, Davraz A. Evaluation of the groundwater quality with WQI (Water Quality Index) and multivariate analysis: a case study of the Tefenni plain (Burdur/Turkey). Environ Earth Sci 2015; 73(4): 1725-44.
15. Adib A, Zamani R. Evaluation of the spatial variability of groundwater quality factors in the Dezful plain using geostatistics methods. Water Eng 2015; 8(27): 1-12. [In Persian].
16. Nasrabadi T, Abasi Maede P. Evaluation of Tehran city groundwater quality by WHO water quality index. J Hum Environ 2013; 11(26): 1-12. [In Persian].
17. Radmanesh F, Salari M, Zalaki N. Water quality zoning using indicators (NSFWQI) and (WQI) (Case study: Dez and Karkheh rivers). First National Conference on Environmental Protection and Planning, Hamadan; 2012. [In Persian].
18. Taban M, Pourjafar M, Bemanian M, Heidari S. Climate impact on architectural ornament analyzing the shadow of Khavoons in Dezful historical context with the use of image processing. Naqshejahan Basic Stud New Technol Architect Plan. 2012; 2(2): 79-90. [In Persian].
19. Population, census. Iran Statistics Center. Available at: URL: https://www.amar.org.ir; 2016. [In Persian].
20. Maturi F, Kalantari NA, Rahimi MH, Espargham O. Microbial deterioration assessment of groundwater in the east of Dezful in Khuzestan province. Iran Conference on Engineering Geology and Environment, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran; 2011. P. 1344-52. [In Persian].
21. Deihimfard R, Eyni Nargeseh H, Farshadi SH. Modeling the effects of climate change on irrigation requirement and water use efficiency of wheat fields of Khuzestan province. J Water Soil 2017; 31(4): 1015-30. [In Persian].
22. Federation WE, American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC: American Public Health Association (APHA); 2005.
23. Samadi J. Survey of spatial-temporal impact of quantitative and qualitative of land use wastewaters on Choghakhor wetland pollution using IRWQI Index and statistical methods. Iran Water Resourc Res 2016; 11(3): 159-71. [In Persian].
24. Rahimi M, Besharat S, Verdinejad V. Quality evaluation of groundwater resources of Ardabil aquifer for agricultural and drinking uses. J Environ Water Eng 2016; 2(4): 360-75. [In Persian].
25. Bouderbala A. Assessment of water quality index for the groundwater in the upper Cheliff plain, Algeria. J Geolog Soc India 2017; 90(3): 347-56.
26. Malakootian M, Momeni J. Quality survey of drinking water in Bardsir, Iran 2009-2010. J Rafsanjan Univ Med Sci Health Ser 2012; 11(4): 403-10. [In Persian].

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.48305/hsr.2019.15.2.102]