Spatial Analysis of Minerals in Drinking Water Distribution Network in Kurdistan Province's Villages using the Geographical Information System

Seyyed Jamaladdin Ebrahimi[1], Khaled Rahmani[2], Seddiqeh Heydari[3], Siavash Gavili[4], Farzam Bidarpur[5], Leila Ebrahimzadeh[6], Shahram Sadeghi[7]

1.MSc,Vice Chancellor for Educational Affairs,Kurdistan University of Medical Sciences,Sanandaj,Iran0000-0002-8626-6314
2.Assistant professor, Liver and Digestive Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran0000-0002-0860-8040
3.MSc, Water resource management, Regional Water Company of Kurdistan, Sanandaj, Iran0000-0003-4225-0668
4.MSc, Regional Water Company of Kurdistan, Sanandaj, Iran0000-0002-4989-3431
5.Vice Chancellor for Health Affairs, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran0000-0003-3199-4266
6.MSc, Vice Chancellor for Research and Technology, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. (Corresponding Author), Tel: 09188733690, Email: leila.e980@gmail.com. ORCID ID: 0000 -0003 -0221 -1381
7.Spiritual Health Research Center, Research Institute for Health Development, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. (Corresponding Author), Tel: 09379726654, Email: shahram.snna@yahoo.com. ORCID ID: 0000 -0002 -6119 -721x

ABSTRACT

Background and Aim: Today, environmental pollution, including water pollution, has become a global issue, and human life is dependent on the safe drinking water. This study aimed at spatial analysis of minerals and heavy metals in drinking water distribution network in Kurdistan Province's villages.

Materials and Methods: In this descriptive-analytical study we assessed the concentrations of nitrate, nitrite, total soluble solids, fluoride, arsenic, lead, and cadmium in drinking water of all villages connected to water distribution network (1524 villages) in Kurdistan Province from 2015 to 2017. To describe the concentrations of the studied chemicals, spatial distribution maps were plotted using Arc GIS V. 10.3 software. Other statistical analyses including the analysis of the mean difference of the concentrations of nitrate, nitrite, and total soluble solids in the studied cities were performed by one-way analysis of variance using SPSS V. 22 software.

Results: According to the results of this study, tap water in 1485 villages of Kurdistan Province (97.44%) contained nitrate and the amount of this ion in the drinking water of 31 villages (2.03%) was above the national and WHO standards. The mean concentration of total soluble solids in Bijar City was significantly higher than that in other cities ($P < 0.001$). The mean concentration of fluoride in the drinking water of rural areas of Kurdistan province was 0.19 ± 0.25 mg/l, which was lower than the value determined by national standard of Iran (0.5-1.5 mg/l). The concentrations of arsenic in the tap water of 47 villages of Bijar (23 villages), Qorveh (11 villages), Saqez (7 villages), Dehgolan (5 villages), and Kamyaran (1 village), respectively, were higher than the maximum permitted value.

Conclusion: Continuation of the current trend, especially in agricultural sector and uncontrolled use of groundwater resources in agriculture, will lead to decreased water quality. Therefore, it is necessary to monitor agricultural activities and use of fertilizers.

Keywords: Nitrate, Heavy metals, Total soluble solids, Drinking water, Kurdistan
Received: May 27, 2020 **Accepted:** Feb 21, 2023

How to cite the article: Seyyed Jamaladdin Ebrahimi, Khaled Rahmani, Seddiqeh Heydari, Siavash Gavili, Farzam Bidarpur, Leila Ebrahimzadeh, Shahram Sadeghi. Spatial Analysis of Minerals in Drinking Water Distribution Network in Kurdistan Province's Villages using the Geographical Information System.SJKU 2023;28(4):139-159.

Copyright © 2018 the Author (s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان / دوره بیست و هشت /مهر و آبان ۱۴۰۲/۱۵۹-۱۳۹

تحلیل مکانی مواد معدنی در آب آشامیدنی شبکه توزیع روستاهای استان کردستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

سیدجمال‌الدین ابراهیمی[۱]، خالد رحمانی[۲]، صدیقه حیدری[۳]، سیاوش گویلی[۴]، فرزام بیدارپور[۵]، لیلا ابراهیم زاده[۶]، شهرام صادقی[۷]

۱. کارشناسی ارشد، معاونت آموزشی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران ۶۳۱۴-۸۶۲۶-۰۰۰۲-۰۰۰۰

۲. استادیار، مرکز تحقیقات گوارش و کبد، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران ۸۰۴۰-۰۸۶۰-۰۰۰۲-۰۰۰۰

۳.کارشناسی ارشد مدیریت منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای کردستان، سنندج، ایران۰۶۶۸-۴۲۲۵-۰۰۰۳-۰۰۰۰

۴. کارشناسی ارشد، شرکت آب منطقه‌ای کردستان، سنندج، ایران ۳۴۳۱-۴۹۸۹-۰۰۰۲-۰۰۰۰

۵.معاونت امور بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران۴۲۶۶-۳۱۹۹-۰۰۰۳-۰۰۰۰

۶.کارشناسی ارشد، معاونت تحقیقات و فناوری، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران (نویسنده مسئول)، تلفن: ۰۹۱۸۸۷۳۳۶۹۰، پست الکترونیک: leila.e980@gmail.com، کد ارکید: ۱۳۸۱-۰۲۲۱-۰۰۰۳-۰۰۰۰

۷. مرکز تحقیقات سلامت معنوی، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران (نویسنده مسئول)، تلفن: ۰۹۳۷۹۷۲۶۶۵۴، پست الکترونیک: shahram.snna@yahoo.com، کد ارکید: ۷۲۱x-۶۱۱۹-۰۰۰۲-۰۰۰۰

چکیده

زمینه و هدف: امروزه آلودگی‌های زیست محیطی از جمله آلودگی آب به یک موضوع جهانی تبدیل شده است و زندگی بشر وابسته به مصرف آب آشامیدنی سالم است. این پژوهش با هدف تحلیل مکانی مواد معدنی و فلزات سنگین در آب آشامیدنی شبکه توزیع روستاهای استان کردستان انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر، یک مطالعه توصیفی- تحلیلی است که غلظت یون‌های نیترات، نیتریت، کل جامدات محلول، فلوراید، آرسنیک، سرب و کادمیوم در آب آشامیدنی کلیه روستاهای دارای شبکه توزیع (۱۵۲۴ روستا) استان کردستان طی سال-های ۱۳۹۴ الی ۱۳۹۷ را تجزیه و تحلیل نموده است. برای توصیف غلظت مواد شیمیایی مورد بررسی، نقشه‌های توزیع مکانی با استفاده از نرم افزار Arc GIS نسخه ۱۰/۳ ترسیم گردید. سایر آنالیزهای آماری از جمله بررسی اختلاف میانگین غلظت نیترات، نیتریت و کل جامدات محلول در بین شهرستان‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه در نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

یافته‌ها: طبق نتایج این مطالعه آب لوله‌کشی ۱۴۸۵ (۹۷/۴۴٪) روستای استان کردستان دارای نیترات بود و میزان این یون در آب شرب ۳۱ (۲/۰۳٪) روستا بیش از حداکثر مجاز استاندارد ملی و سازمان بهداشت جهانی بود. میانگین غلظت کل جامدات محلول در شهرستان بیجار از بقیه شهرستان‌ها به صورت معنی‌داری بالاتر بود ($P < ۰/۰۰۱$). میانگین غلظت فلوراید در آب آشامیدنی شبکه توزیع روستاهای استان کردستان ۰/۲۵±۰/۱۹ میلی‌گرم بر لیتر بود که از مقدار تعیین شده در استاندارد ملی ایران (۱/۵ – ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر) کمتر است. غلظت آرسنیک در آب لوله‌کشی ۴۷ روستا به ترتیب از توابع شهرستان‌های بیجار (۲۳ روستا)، قروه (۱۱ روستا)، سقز (۷ روستا)، دهگلان (۵ روستا) و کامیاران (۱ روستا) بیش از حداکثر مجاز بود.

نتیجه‌گیری: تداوم روند کنونی به ویژه در بخش فعالیت‌های کشاورزی و استفاده کنترل نشده از منابع آب زیرزمینی در امر کشاورزی سبب تغییر و کاهش کیفیت آب خواهد شد؛ لذا نظارت بر فعالیت‌های کشاورزی و مصرف کود، ضروری به نظر می‌رسد.

کلمات کلیدی: نیترات، فلزات سنگین، کل جامدات محلول، آب آشامیدنی، کردستان

وصول مقاله : ۱۳۹۹/۳/۷ اصلاحیه نهایی: ۱۴۰۱/۱۲/۳۰ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

مقدمه

آلودگی آب به دلیل وجود آلاینده‌های معدنی که نیترات شایع‌ترین آلاینده آن محسوب می‌گردد، یک مشکل گسترده است(۱). در سال‌های اخیر گسترش کشاورزی، افزایش فعالیت‌های انسانی(۲)، رهاسازی فضولات حیوانی و فاضلاب‌های تصفیه نشده در محیط(۳) و افزایش به‌کارگیری کودهای شیمیایی مختلف(۴) منجر به افزایش میزان نیترات در منابع آب زیرزمینی گردیده است. یون‌های نیترات و نیتریت به صورت گسترده در محیط پراکنده هستند و به طور طبیعی در مواد غذایی گیاهی (سبزی‌ها) و آب وجود دارند(۵). به طور کلی اثرات نامطلوب نیترات و نیتریت موجود در آب آشامیدنی و غذا بر سلامت، شامل دو دسته اثرات مزمن (تومورهای دستگاه گوارش، لنفوم غیر هوچکین، تومورهای دستگاه ادراری، تومورهای مغزی و تومورهای پانکراس) و اثرات حاد (متهموگلوبینمیا، دیابت ملیتوس و تأثیر بر غده تیروئید) است(۶). ابتلا به متهموگلوبینمیا در نوزادان(۷) و افزایش احتمال تولید ترکیبات سرطان‌زای نیتروزآمین در بزرگسالان از پیامدهای نامطلوب بهداشتی نیترات در آب شرب است(۸). معمولاً اگر غلظت نیترات در آب بیش از ۱۵ میلی‌گرم در لیتر باشد در این صورت ورود نیترات به آب را مرتبط با فعالیت‌های انسانی همچون تخلیه فاضلاب‌ها و کاربرد کودهای شیمیایی در محیط زیست می‌دانند(۹). سازمان بهداشت جهانی مقدار رهنمودی نیترات در آب آشامیدنی را ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیترات و بر این مبنا یک مقدار رهنمودی مشروط برای نیتریت به میزان ۳ میلی‌گرم در لیتر پیشنهاد نموده است. حداکثر غلظت نیترات طبق استاندارد کشور ایران نیز همین مقدار تعریف شده است(۱۱ ,۱۰).

شهرنشینی و صنعتی شدن مداوم در بسیاری از نقاط جهان و ایران منجر به آلودگی بالای فلزات سنگین در خاک و سپس در آب‌های سطحی و زیرزمینی شده است(۱۲). برخی از فلزات سنگین مانند سرب، کادمیوم و آرسنیک از جمله فلزات نامطلوب موجود در آب‌های آشامیدنی هستند که هیچ عملکرد مفیدی برای بدن ندارند و حتی می‌توانند بسیار سمی و سرطان‌زا باشند(۱۳). علی‌رغم پیشرفت فوق‌العاده‌ای که در کاهش مواجهه انسان با آرسنیک به دست آمده است، بیش از ۲۰۰ میلیون نفر در سراسر جهان احتمالاً در معرض خطر آرسنیک آب به میزان بیش از سطح راهنمای سازمان بهداشت جهانی(۱۰ میکروگرم در لیتر) قرار دارند(۱۴). آرسنیک به طور گسترده در پوسته زمین با فراوانی تقریبی ۲ میلی گرم در کیلوگرم توزیع شده است، آرسنیک ممکن است در آب آشامیدنی به دلیل تماس با رسوبات غنی از آرسنیک وجود داشته باشد(۱۵). دریافت آرسنیک از طریق آب باعث مشکلات جدی سلامتی مانند سرطان، قانقاریا، ملانوز، هیپرکراتوز، فشار خون بالا، ضایعات پوستی، بیماری عروق محیطی و اثرات سرطان‌زا در ریه و پوست می‌شود(۱۶). سرب می‌تواند از طریق دستگاه گوارش و ریه‌ها وارد بدن شود، در حالی که بیشترین دریافت کادمیوم می‌تواند از طریق هوای آلوده، سیگار و مواد غذایی آلوده رخ دهد(۱۷). سرب منجر به کاهش میزان بهره هوشی و تأخیر در یادگیری و رشد ذهنی فیزیکی کودکان و بزرگسالان می‌گردد(۱۹ ,۱۸). کادمیوم دارای نیمه عمر بیولوژیکی طولانی در بدن انسان است که از ۱۰ تا ۳۳ سال متغیر است، قرار گرفتن طولانی مدت در معرض این عنصر باعث آسیب کلیوی شده، همچنین متابولیسم کلسیم در بدن را مختل می‌کند و مواردی از

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

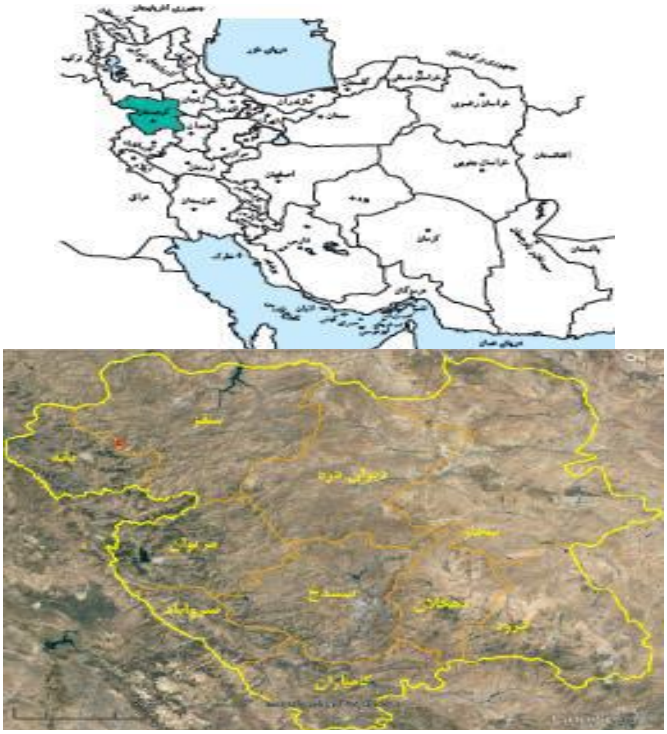
سرطان پروستات و سرطان ریه در موارد مواجهه با کادمیوم در مقادیر بالا گزارش شده است(۲۰).

کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی برای آب‌های زیرزمینی فواید متعددی از جمله تجزیه و تحلیل مناسب، مدیریت جزئیات داده‌ها، تخمین آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی با منابع غیر نقطه‌ای آلودگی، مدل‌سازی حرکت آب‌های زیرزمینی و ... را به همراه دارد(۲۱). امروزه در اکثر موارد، اطلاعات پایش‌های کیفی منابع آب در قالب نقشه‌های کیفی ارائه می‌شود. بررسی این نقشه‌ها می‌تواند مدل تغییرات و نوسانات کیفی زمانی و مکانی منابع آب را مشخص نموده و روند تغییرات آتی را نشان دهد. هدف این مطالعه، ارزیابی و تجزیه و تحلیل پراکنش یون‌های نیترات، نیتریت، فلوراید، کل جامدات محلول، آرسنیک، سرب و کادمیوم در شبکه توزیع روستاهای استان کردستان با استفاده از این سیستم است.

مواد و روش‌ها

توصیف منطقه مورد مطالعه

این تحقیق یک مطالعه توصیفی- تحلیلی است که با هدف تعیین غلظت پارامترهای نیترات، نیتریت، کل جامدات محلول، فلوراید، آرسنیک، سرب و کادمیوم در آب آشامیدنی روستاهای دارای شبکه توزیع استان کردستان طی سال‌های ۱۳۹۴ لغایت ۱۳۹۷ انجام گرفت. استان کردستان با ۱۰ شهرستان و جمعیت ۱۶۰۳۰۱۱ نفر در غرب کشور قرار دارد، جمعیت مورد مطالعه در این پژوهش، کلیه روستاهای دارای شبکه توزیع استان کردستان (تعداد ۱۵۲۴ روستا) است که غلظت پارامترهای شیمیایی نیترات، نیتریت، کل جامدات محلول، فلوراید، آرسنیک، سرب و کادمیوم در آب شرب آن‌ها تعیین مقدار گردید. شکل ۱ موقعیت قرارگیری استان کردستان و شهرهای تابعه آن را نشان می-دهد.



شکل ۱. موقعیت قرارگیری استان کردستان و شهرستان‌های تابعه آن

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

جمع‌آوری و آنالیز نمونه‌ها

به منظور پایش نیترات، نیتریت، فلوراید، کل جامدات محلول، آرسنیک، سرب و کادمیوم در آب آشامیدنی روستاهای استان، به تفکیک تعداد ۱۵۲۴ نمونه جهت آنالیز مواد معدنی غیر سمی شامل نیترات، نیتریت، فلوراید و کل جامدات محلول و ۱۵۲۴ نمونه جهت آنالیز مواد معدنی سمی شامل آرسنیک، سرب و کادمیوم از آب شرب روستاهای دارای شبکه توزیع استان کردستان بر اساس دستورالعمل موجود در کتاب روش‌های استاندارد برای آزمون‌های آب و فاضلاب(۱۸) برداشت شد. جهت جمع-آوری نمونه‌ها از ظروف پلاستیکی پلی‌اتیلنی یک لیتری استفاده شد و در تمام مراحل نمونه‌برداری، نمونه‌ها تحت شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل و تا زمان انجام آزمایش‌ها در یخچال نگهداری شد. غلظت نیترات و نیتریت نمونه‌های جمع‌آوری شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدلDR-5000 اندازه‌گیری شد. برای تعیین مقدار فلوراید، نمونه‌های آب با استفاده از روش اسپاندز (SPADNS) طبق روش‌های استاندارد برای انجام آزمایش‌ها آب و فاضلاب (کتاب استاندارد متد ۲۰۰۵) و روش‌های متداول آزمایشگاهی موجود در آزمایشگاه شیمیایی آب و فاضلاب معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی کردستان آنالیز گردید.

نمونه‌های برداشت شده جهت سنجش آرسنیک، سرب و کادمیوم به آزمایشگاه تخصصی معاونت غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی کردستان ارسال شد و عناصر با روش طیف سنجی جذب اتمی تعیین مقدار گردید. کلیه آزمایش‌ها بر اساس روش‌های مندرج در کتاب روش‌های استاندارد برای آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام شد.

آنالیز آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از دو نرم افزار Arc GIS نسخه ۱۰/۳ و SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد. برای توصیف وضعیت غلظت مواد شیمیایی مورد بررسی و تغییرات مکانی این مواد، نقشه‌های توزیع مکانی با استفاده از نرم افزار Arc GIS نسخه ۱۰/۳ ترسیم گردید. برای بررسی اختلاف میانگین متغیرهای کمی از آزمون‌های تی مستقل و آنالیز واریانس یک طرفه و برای بررسی همبستگی بین متغیرهای کمی هم پس از بررسی فرضیات انجام آزمون از آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. سایر آنالیزهای آماری از جمله بررسی اختلاف میانگین غلظت نیترات، نیتریت و کل جامدات محلول در بین شهرستان‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه انجام شد. قبل از انجام آزمون‌های تی مستقل و آنالیز واریانس یک طرفه، پیش فرض‌های انجام این آزمون‌ها ارزیابی شد. فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها در متغیرهای وابسته با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و فرض همگنی واریانس در گروه‌ها هم با استفاده از آزمون هارتلی (Hartley) بررسی شد.

یافته‌ها

طبق یافته‌های حاصل از تعیین مقدار غلظت نیترات، نیتریت و کل جامدات محلول در نمونه‌های آب برداشت شده از ۱۵۲۴ روستای دارای شبکه توزیع استان کردستان، غلظت نیتریت و کل جامدات محلول در کلیه نمونه‌ها کمتر از حداکثر مجاز تعیین شده سازمان بهداشت جهانی بود؛ اما غلظت یون نیترات در ۳۱ (۲/۰۳ درصد) نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز بود. اطلاعات مربوط به روستاهای دارای نیترات بیش از حد مجاز در جدول ۱ نشان داده شده است.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

همان‌گونه که مشاهده می‌گردد میزان نیترات در آب شرب ۱۴ روستای شهرستان دیواندره (۹/۵۹٪)، ۱۲ روستای شهرستان بیجار (۵/۶۳٪)، ۲ روستای شهرستان بانه (۱/۲۴٪) و ۱ روستای شهرستان‌های دهگلان (۰/۹۵٪)، سنندج (۰/۵۸٪) و قروه (۰/۸۵٪) بیش از حد مجاز است.

جدول ۱. مشخصات روستاهای دارای نیترات بیش از حداکثر مجاز در نمونه‌های آب آشامیدنی

شهرستان	تعداد نمونه	تعداد نمونه با نیترات بیش از حد مجاز (۵۰ میلی گرم در لیتر)
بانه	۱۶۱	۲
بیجار	۲۱۳	۱۲
دهگلان	۱۰۵	۱
دیواندره	۱۴۶	۱۴
سنندج	۱۷۳	۱
قروه	۱۱۷	۱

جدول ۲ میانگین، حداقل و حداکثر غلظت نیترات در نمونه‌های آب شبکه توزیع روستاهای استان کردستان را نشان می‌دهد، همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین غلظت نیترات طی دوره نمونه‌برداری۱۴/۵۹±۱۳/۱۸ میلی‌گرم در لیتر بود، بالاترین غلظت ثبت شده برای یون نیترات، معادل ۲۵۴/۷ میلی‌گرم در لیتر و مربوط به یکی از روستاهای شهرستان دیواندره و حداقل آن در ۳۹ نمونه آب شرب روستاهای استان صفر بود.

جدول ۲. میانگین، حداقل و حداکثر غلظت نیترات در نمونه‌های آب شبکه توزیع روستاهای استان کردستان

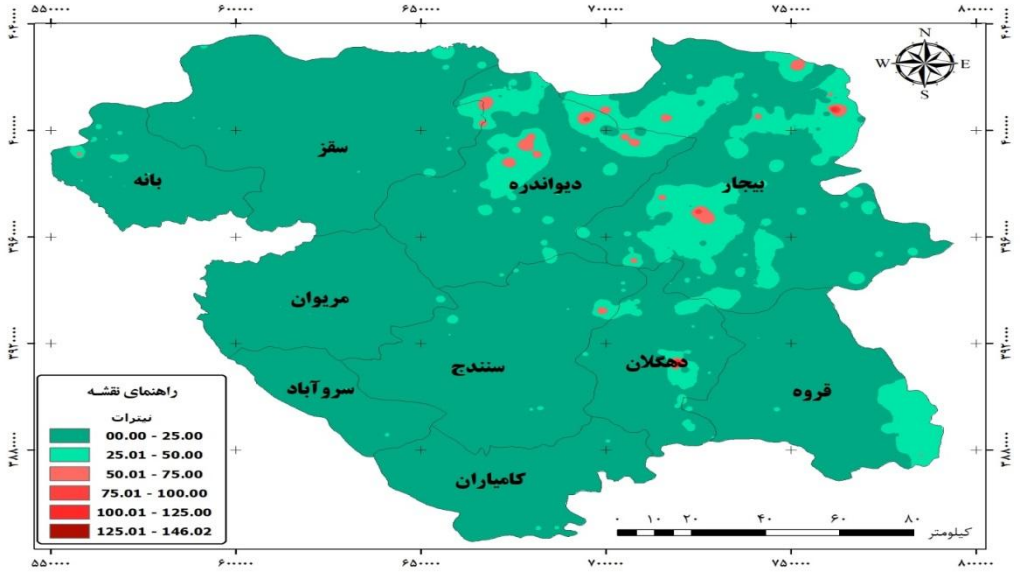
شهرستان	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	آماره F	P value
بیجار	۲۱۳	۰/۹۳	۱۱۹/۳۹	۲۳/۳۴	۱۲/۶۱	۳۸/۸۵۷	<۰/۰۰۱
دهگلان	۱۰۵	۰/۴	۱۴۶/۱۹	۱۷/۱۸	۸/۸۳		
سروآباد	۷۶	۰/۰۳۵	۴۱/۴۲	۶/۸۷	۷/۲۱		
سنندج	۱۷۳	۰	۹۰/۱۵	۹/۰۵	۸/۸۹		
مریوان	۱۳۹	۰	۳۰/۱۲	۶/۸۹	۷/۲۵		
سقز	۲۳۷	۰	۴۴/۹۶	۱۰/۹۱	۷/۹۶		
کامیاران	۱۵۷	۰	۳۱/۸۰	۹/۲۱	۷/۲۵		
قروه	۱۱۷	۰/۵۷	۵۰/۷۲	۱۴/۶۷	۸/۴۸		
بانه	۱۶۱	۰	۱۲۱/۳۸	۸/۸۸	۱۱/۳۴		
دیواندره	۱۴۶	۰	۲۵۴/۷	۲۴/۷۶	۲۵/۲۱		
مجموع	۱۵۲۴	۰	۲۵۴/۷	۱۳/۱۸	۱۴/۵۹		

طبق اطلاعات جدول ۲ میانگین غلظت نیترات در آب شرب چهار شهرستان دیواندره، بیجار، دهگلان و قروه از سایر شهرستان‌ها بالاتر بود، نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که اختلاف میانگین غلظت نیترات بین شهرستان‌های مورد بررسی از نظر آماری معنی‌دار بود و مقدار آماره آزمون نیز (P < ۰/۰۰۱) بود. مطابق نتایج آنالیز تعقیبی (تست توکی)، اختلاف آماری بین چهار شهرستانی که بالاترین میانگین نیترات را دارند معنی‌دار نبود (P < ۰/۰۵)؛ اما اختلاف این چهار شهرستان با سایر شهرستان‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود (P < ۰/۰۵).

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

شکل ۲ توزیع مکانی نیترات در آب شرب روستاهای استان کردستان را نشان می‌دهد همان‌گونه که مشاهده می‌گردد بیشترین میانگین غلظت نیترات در آب شرب روستاهای دیواندره، بیجار، قروه، دهگلان و سقز بوده است و کمترین میزان نیترات در آب شرب روستاهای سروآباد، مریوان، بانه، سنندج و کامیاران بوده است.



شکل ۲. توزیع مکانی یون نیترات در آب شرب روستاهای استان کردستان

جدول ۳ نتایج آنالیز نیتریت در نمونه‌های آب را نشان می دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد غلظت نیتریت در هیچ‌یک از نمونه‌های آب شرب روستاهای استان بالاتر از حداکثر مجاز این یون (۳ میلی‌گرم در لیتر) نبود. میانگین غلظت نیتریت نمونه‌ها طی دوره نمونه‌برداری ۰/۱۸±۰/۳۳ میلی‌گرم در لیتر بود، حداکثر غلظت نیتریت نمونه‌ها نیز مربوط به یکی از روستاهای شهرستان بیجار با ۱/۳ میلی‌گرم در لیتر و حداقل آن در ۸۹۷ نمونه آب شرب روستاهای استان صفر بود.

جدول ۳. میانگین، حداقل و حداکثر غلظت نیتریت در نمونه‌های آب شبکه توزیع روستاهای استان کردستان

شهرستان	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	آماره F	P value
بیجار	۲۱۳	۰	۱/۳	۰/۴۲	۰/۴۳	۲۱/۵۵۳	<۰/۰۰۱
دهگلان	۱۰۵	۰	۱/۲۵	۰/۳۶	۰/۴۱		
سروآباد	۷۶	۰	۱/۲	۰/۰۸	۰/۲۵		
سنندج	۱۷۳	۰	۱/۱	۰/۱۲	۰/۲۹		
مریوان	۱۳۹	۰	۱	۰/۱۱	۰/۲۸		
سقز	۲۳۷	۰	۱/۱	۰/۱۵	۰/۲۹		
کامیاران	۱۵۷	۰	۱/۲	۰/۱۴	۰/۲۷		
قروه	۱۱۷	۰	۱	۰/۴۲	۰/۳۹		
بانه	۱۶۱	۰	۱/۲۴	۰/۱۵	۰/۳۲		
دیواندره	۱۴۶	۰	۱/۲۵	۰/۲۶	۰/۲۴		
مجموع	۱۵۲۴	۰	۱/۳	۰/۱۸	۰/۳۳		

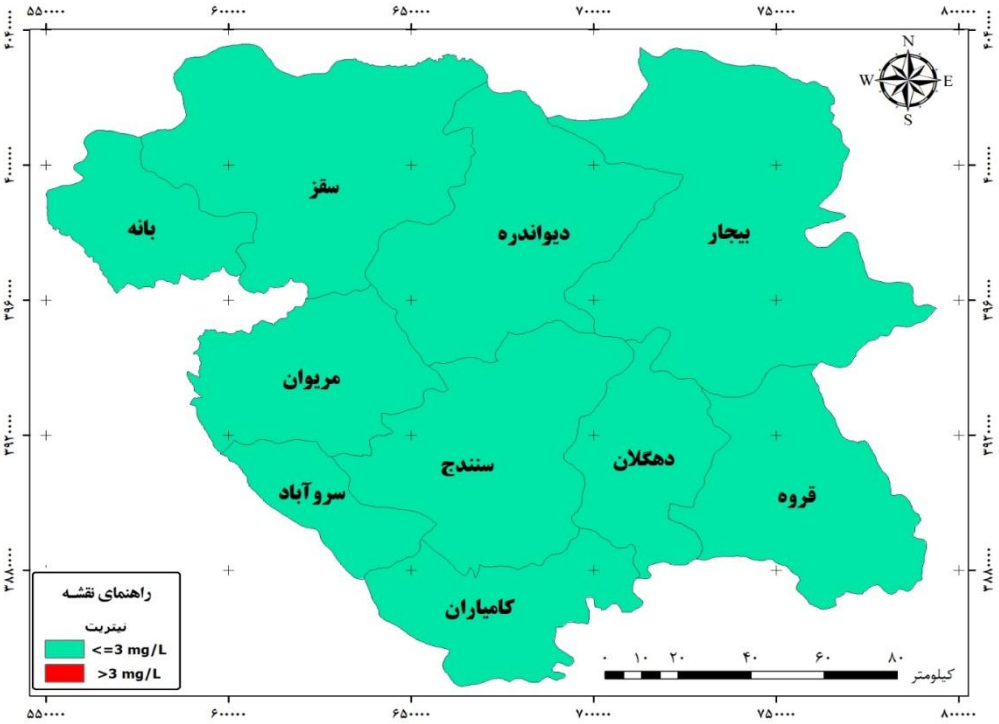
[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

بر اساس نتایج جدول ۳، میانگین غلظت نیتریت هم در چهار شهرستان بیجار، قروه، دهگلان و دیواندره از سایر شهرستان ها بالاتر بود، نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه هم نشان داد که اختلاف میانگین غلظت نیتریت بین شهرستان های مورد بررسی از نظر آماری معنی‌دار بود (P < ۰/۰۰۱). نتایج آنالیز تعقیبی (تست توکی) هم نشان داد که میانگین غلظت نیتریت در سه شهرستان قروه، بیجار و دهگلان به صورت معنی‌داری از سایر شهرستان ها بالاتر بود (P < ۰/۰۵).

شکل ۳ توزیع مکانی نیتریت در آب شرب روستاهای استان کردستان را نشان می‌دهد همان‌گونه که مشاهده می‌گردد بیشترین میانگین غلظت نیتریت در آب شرب روستاهای بیجار، قروه، دهگلان و دیواندره و کمترین میزان این یون در آب شرب روستاهای سروآباد، مریوان، سنندج و کامیاران سروآباد وجود دارد.

بین غلظت نیترات و نیتریت (P=۰/۶) آب شرب روستاها رابطه معنی‌دار (P < ۰/۰۰۱) وجود داشت که وجود این ارتباط در نگاهی اجمالی به توزیع مکانی این یون‌ها در نمونه‌های آب روستاهای استان (شکل‌های ۲ و ۳) مشهود است.



شکل ۳. توزیع مکانی نیتریت در آب شرب روستاهای استان کردستان

جدول ۴ اطلاعات مربوط به آنالیز کل جامدات محلول در نمونه‌های آب شبکه توزیع روستاهای استان کردستان را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد غلظت کل جامدات محلول در کلیه نمونه‌ها کمتر از حد مجاز (۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. میانگین غلظت کل جامدات محلول در شهرستان بیجار از بقیه شهرستان‌ها به صورت معنی‌داری بالاتر بود (P <۰/۰۰۱). بعد از شهرستان بیجار، میانگین غلظت کل جامدات محلول در شهرستان‌های دیواندره و قروه از بقیه شهرستان‌ها بیشتر بود. بیشترین میزان غلظت کل جامدات محلول مربوط به روستاهای توابع شهرستان بیجار به

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

ترتیب با ۱۲۹۹، ۱۰۴۴، ۱۰۴۳ و ۱۰۳۹ میلی‌گرم در لیتر بود و غلظت این مواد در سایر نمونه‌های آب استان کمتر از حد مطلوب (۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود.

طبق نتایج مطالعه حاضر همبستگی بین کل جامدات محلول و آرسنیک مثبت و معنی‌دار (r=۰/۲۷, P=۰/۰۶)، بین کل جامدات محلول و سرب همبستگی مثبت ضعیف اما معنی دار وجود داشت (r=۰/۰۶, P=۰/۰۲)؛ اما بین کل جامدات محلول و کادمیوم همبستگی ضعیف و غیر معنی‌دار بود (r=۰/۰۰۹ P, =۰/۷). همبستگی بین غلظت نیترات و کل جامدات محلول هم مثبت و معنی‌دار بود (P <۰/۰۰۱ r=۰/۳۳). بین غلظت نیتریت و کل جامدات محلول نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۰۱ , r=۰/۱۵).

جدول ۴. میانگین، حداقل و حداکثر غلظت کل جامدات محلول در نمونه‌های آب شبکه توزیع روستاهای استان کردستان

شهرستان	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	آماره F	P value
بیجار	۲۱۳	۱۰۲/۵	۱۲۹۹	۳۹۶/۴۵	۲۳۰/۷۹	۵۲/۱۶۹	<۰/۰۰۱
دهگلان	۱۰۵	۸۱/۵	۳۶۵	۲۰۸/۲۶	۴۴/۶۷		
سروآباد	۷۶	۷۸/۸	۳۶۵	۲۰۵/۷۲	۶۳/۲۸		
سنندج	۱۷۳	۷۳/۳	۴۵۲	۲۱۵/۵۵	۷۲/۴۵		
مریوان	۱۳۹	۵۰	۶۷۰	۲۲۲/۴۵	۸۴/۹۶		
سقز	۲۳۷	۵۱	۵۵۴	۱۹۹/۱۵	۶۰/۲۷		
کامیاران	۱۵۷	۹۶/۵	۴۲۳	۲۰۹/۵۴	۶۰/۹۴		
قروه	۱۱۷	۷۹/۶	۸۳۸	۲۳۹/۵۲	۱۳۰/۳۷		
بانه	۱۶۱	۷۰	۶۷۰	۱۹۳/۷۹	۹۱/۱۶		
دیواندره	۱۴۶	۶۹/۳	۹۷۳	۲۶۸/۷۷	۱۴۰/۸۹		
مجموع	۱۵۲۴	۵۰	۱۲۹۹	۲۴۳/۳۲	۱۳۶/۸۱		

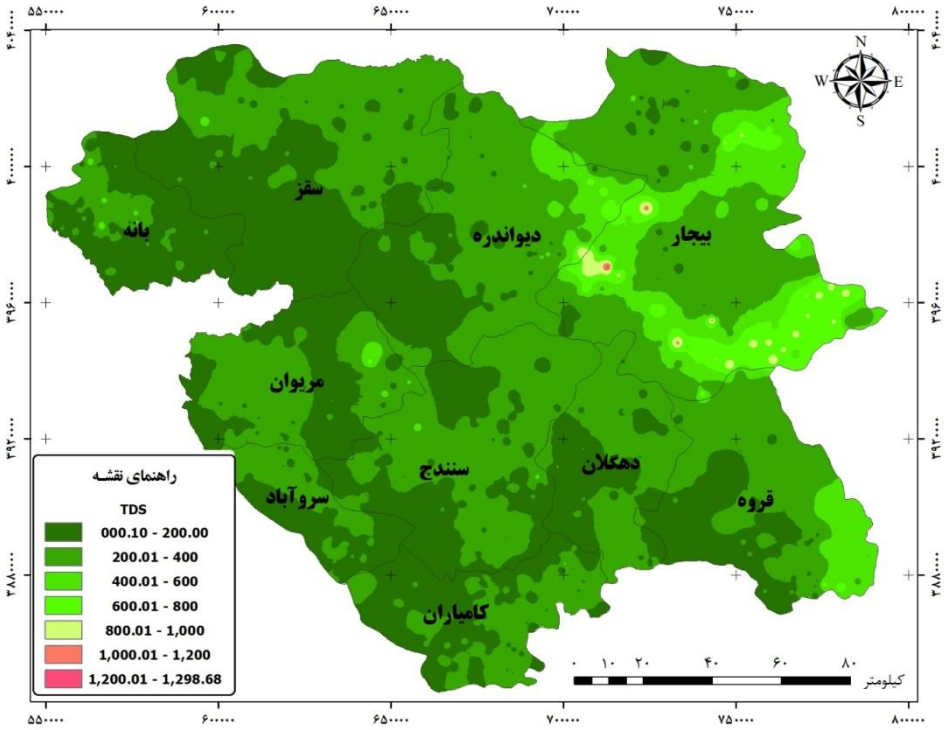
جدول ۴ اطلاعات مربوط به آنالیز کل جامدات محلول در نمونه‌های آب شبکه توزیع روستاهای استان کردستان را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد غلظت کل جامدات محلول در کلیه نمونه‌ها کمتر از حد مجاز (۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. میانگین غلظت کل جامدات محلول در شهرستان بیجار از بقیه شهرستان‌ها به صورت معنی‌داری بالاتر بود (P <۰/۰۰۱). بعد از شهرستان بیجار، میانگین غلظت کل جامدات محلول در شهرستان‌های دیواندره و قروه از بقیه شهرستان‌ها بیشتر بود. بیشترین میزان غلظت کل جامدات محلول مربوط به روستاهای توابع شهرستان بیجار به ترتیب با ۱۲۹۹، ۱۰۴۴، ۱۰۴۳ و ۱۰۳۹ میلی‌گرم در لیتر بود و غلظت این مواد در سایر نمونه‌های آب استان کمتر از حد مطلوب (۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود.

طبق نتایج مطالعه حاضر همبستگی بین کل جامدات محلول و آرسنیک مثبت و معنی‌دار (r=۰/۲۷, P=۰/۰۶)، بین کل جامدات محلول و سرب همبستگی مثبت ضعیف اما معنی دار وجود داشت (r=۰/۰۶, P=۰/۰۲)؛ اما بین کل جامدات محلول و کادمیوم همبستگی ضعیف و غیر معنی‌دار بود (r=۰/۰۰۹, P=۰/۷). همبستگی بین غلظت نیترات و کل جامدات محلول هم مثبت و معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱ , r=۰/۳۳). بین غلظت نیتریت و کل جامدات محلول نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۰۱ , r=۰/۱۵) . بر اساس یافته‌های تست تعقیبی، میانگین غلظت

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

کل جامدات محلول در آب روستاهای شهرستان بیجار با تمام شهرستان‌ها اختلاف معنی‌دار دارد.



شکل ۴. توزیع مکانی کل جامدات محلول در آب شرب روستاهای استان کردستان

طبق نتایج این مطالعه، میانگین غلظت یون فلوراید طی دوره نمونه‌برداری ۰/۲۵±۰/۱۹ میلی‌گرم در لیتر بود. بیشترین میزان غلظت یون فلوراید در نمونه‌های آب شرب مربوط به یکی از روستاهای شهرستان سقز با مقدار ۱/۸ میلی‌گرم در لیتر بود. نتایج آنالیز فلوراید نمونه‌ها در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵. میانگین، حداقل و حداکثر غلظت فلوراید در نمونه‌های آب شبکه توزیع روستاهای استان کردستان

شهرستان	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	آماره F	P value
بیجار	۲۱۳	۰	۱/۲۵	۰/۳۴	۰/۲۷	۲۶/۷۹۵	<۰/۰۰۱
دهگلان	۱۰۵	۰	۰/۹۹	۰/۲۱	۰/۱۹		
سروآباد	۷۶	۰	۰/۴۳	۰/۰۹	۰/۱۲		
سنندج	۱۷۳	۰	۱/۰۹	۰/۱۸	۰/۲۱		
مریوان	۱۳۹	۰	۱/۱۹	۰/۱۱	۰/۱۶		
سقز	۲۳۷	۰	۱/۸۰	۰/۱۱	۰/۲۲		
کامیاران	۱۵۷	۰	۰/۶۵	۰/۱۲	۰/۱۲		
قروه	۱۱۷	۰	۰/۶۵	۰/۲۲	۰/۱۴		
بانه	۱۶۱	۰	۱/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵		
دیواندره	۱۴۶	۰	۱/۳۵	۰/۳۳	۰/۴۴		
مجموع	۱۵۲۴	۰	۱/۸۰	۰/۱۹	۰/۲۵		

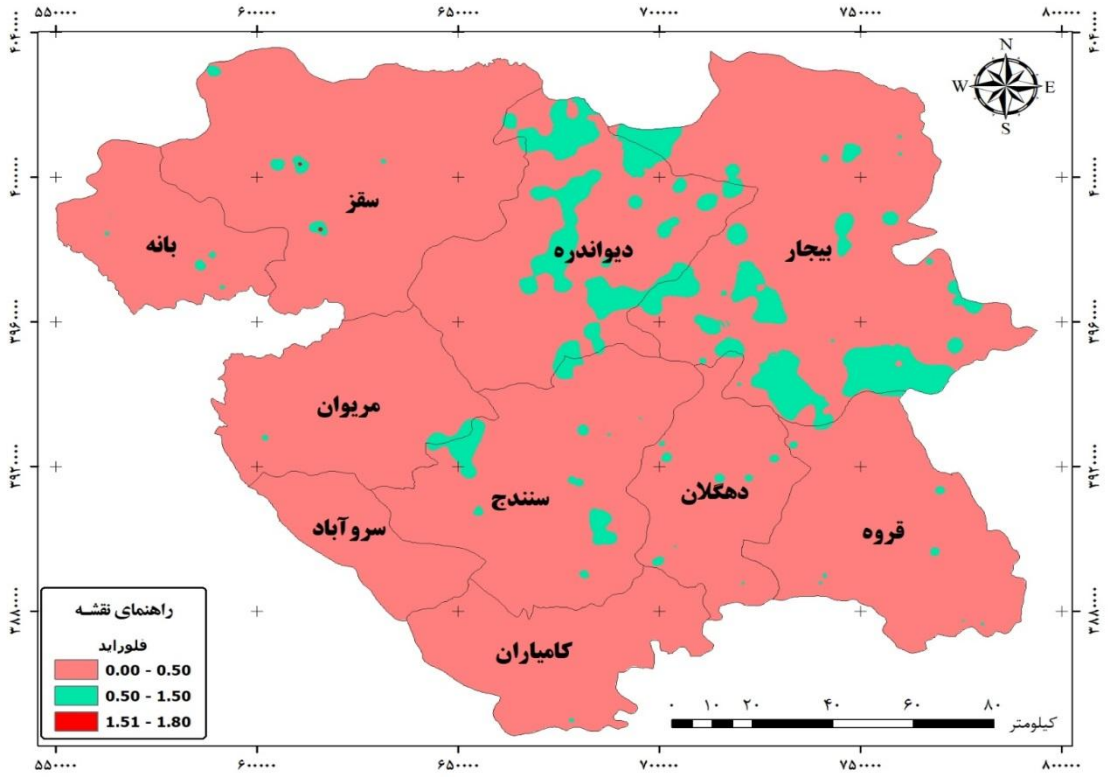
[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

میانگین غلظت فلوراید در آب آشامیدنی شهرستان‌های بیجار و دیواندره از بقیه شهرستان‌ها به صورت معنی‌داری بالاتر بود (P <۰/۰۰۱). پس از بیجار و دیواندره میانگین غلظت فلوراید در آب شرب شهرستان‌های قروه و دهگلان از سایر شهرستان‌ها بیشتر بود. میانگین غلظت فلوراید در آب شرب روستاهای سروآباد از بقیه شهرستان‌ها کمتر بود.

نتایج این مطالعه نشان داد میزان فلوراید در ۱۴۱ نمونه(۹/۲۵٪) مطلوب و در محدوده استاندارد ملی ایران (۱/۵-۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) بود و در ۱۳۸۳ نمونه (۹۰/۷۵٪) خارج از محدوده استاندارد ملی ایران و نامطلوب بود. آب شرب ۴۲۲ روستا (۲۷/۶۹٪) فاقد یون فلوراید بود، میزان فلوراید در نمونه‌های آب ۹۶۰ روستا (۶۲/۹۹٪) بیش از صفر و کمتر از ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر و در ۲ روستا (۰/۱۳٪) بیش از ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر بود.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد بین غلظت فلوراید و کل جامدات محلول (r=۰/۶)، بین غلظت فلوراید و نیترات (r=۰/۳۷) و بین غلظت فلوراید و نیتریت (r=۰/۱۲) آب شرب روستاها رابطه معنی‌دار (P < ۰/۰۰۱) وجود داشت. بر اساس یافته‌های تست تعقیبی، میانگین غلظت فلوراید در آب روستاهای شهرستان بیجار با تمام شهرستان‌ها به جز دیواندره اختلاف معنی‌دار دارد.



شکل ۵. توزیع مکانی یون فلوراید در آب شرب روستاهای استان کردستان

در بررسی غلظت یون آرسنیک در آب شرب روستاهای استان کردستان، طبق نتایج این مطالعه غلظت آرسنیک در آب لوله‌کشی ۴۷ روستا به ترتیب از توابع شهرستان‌های بیجار(۲۳ روستا)، قروه(۱۱ روستا)، سقز(۷ روستا)، دهگلان(۵ روستا) و کامیاران(۱ روستا) بیش از حداکثر مجاز بود. میانگین غلظت آرسنیک طی دوره نمونه-برداری۰/۰۰۶±۰/۰۰۴ میلی‌گرم در لیتر بود. بیشترین میزان غلظت این یون مربوط به یکی از روستاهای شهرستان قروه با

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

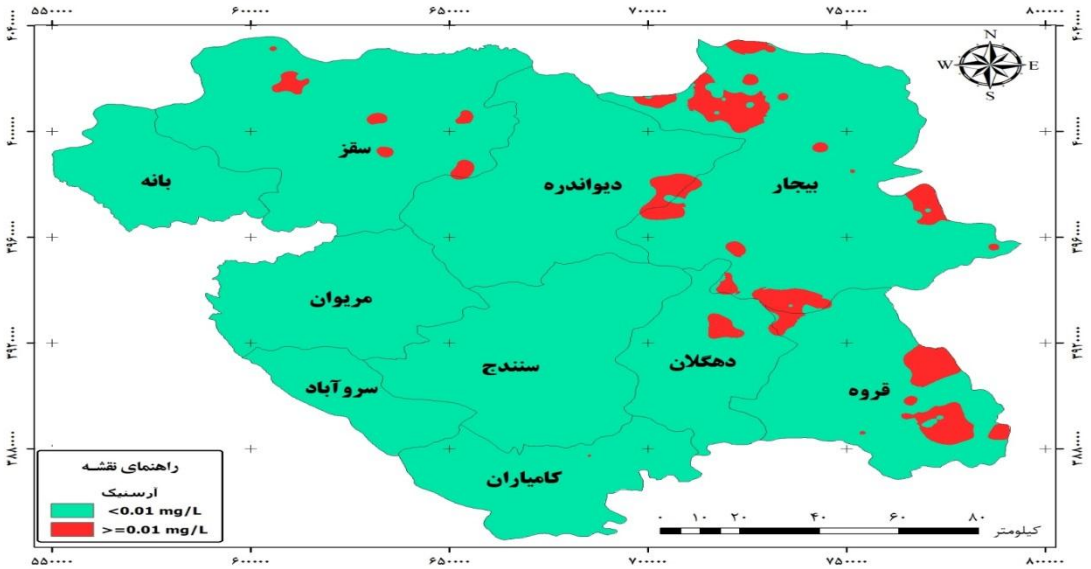
[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

مقدار ۰/۱۴ میلی‌گرم در لیتر بود. نتایج آنالیز آرسنیک نمونه‌ها در جدول ۶ آمده است. بر اساس یافته‌های تست تعقیبی، میانگین غلظت آرسنیک در آب روستاهای شهرستان بیجار با شهرستان‌های سنندج، بانه، مریوان و کامیاران اختلاف معنی‌دار دارد.

جدول ۶. میانگین، حداقل و حداکثر غلظت آرسنیک در نمونه‌های آب شبکه توزیع روستاهای استان کردستان

شهرستان	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	آماره F	P value
بیجار	۲۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	۸/۷۰۹	<۰/۰۰۱
دهگلان	۱۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۳۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶		
سروآباد	۷۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲		
سنندج	۱۷۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲		
مریوان	۱۳۹	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۹		
سقز	۲۳۷	۰/۰۰۰۷	۰/۱۳۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱		
کامیاران	۱۵۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲		
قروه	۱۱۷	۰/۰۰۲	۰/۱۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸		
بانه	۱۶۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲		
دیواندره	۱۴۶	۰/۰۰۰۸	۰/۰۷۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶		
مجموع	۱۵۲۴	۰/۰۰۰۲	۰/۱۴	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۶		

شکل ۶ توزیع مکانی یون آرسنیک در آب لوله‌کشی روستاهای استان کردستان را نشان می‌دهد، همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، بیشترین میزان آرسنیک در آب شرب روستاهای شهرستان‌های بیجار، قروه، دهگلان، سقز و دیواندره دیده می‌شود.



شکل ۶. توزیع مکانی یون آرسنیک در آب شرب روستاهای استان کردستان

طبق نتایج این پژوهش، حداکثر غلظت سرب در نمونه‌های آب لوله‌کشی مربوط به یکی از روستاهای شهرستان بیجار (۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر) بود و غلظت این یون در بقیه نمونه‌های آب کمتر از حد مجاز بود. میانگین غلظت سرب طی

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

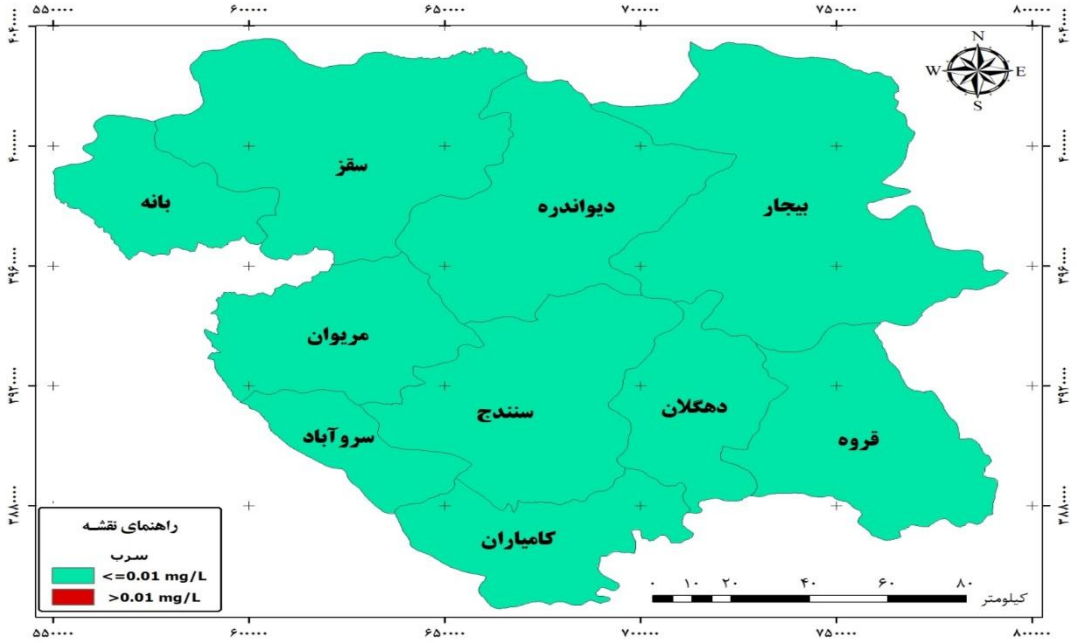
[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

دوره نمونه‌برداری۰/۰۰۲±۰/۰۰۳ میلی‌گرم در لیتر بود. نتایج آنالیز سرب نمونه‌ها در جدول ۷ آمده است. بر اساس یافته‌های تست تعقیبی، میانگین غلظت کل جامدات محلول در آب روستاهای شهرستان بیجار با شهرستان‌های سنندج، مریوان، بانه، قروه و دیواندره اختلاف معنی‌دار دارد.

جدول ۷. میانگین، حداقل و حداکثر غلظت سرب در نمونه‌های آب شبکه توزیع روستاهای استان کردستان

شهرستان	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	آماره F	P value
بیجار	۲۱۳	۰	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۳۱/۳۲۴	<۰/۰۰۱
دهگلان	۱۰۵	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲		
سروآباد	۷۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲		
سنندج	۱۷۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱		
مریوان	۱۳۹	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱		
سقز	۲۳۷	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱		
کامیاران	۱۵۷	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲		
قروه	۱۱۷	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲		
بانه	۱۶۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲		
دیواندره	۱۴۶	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱		
مجموع	۱۵۲۴	۰	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲		

شکل ۷ توزیع مکانی یون سرب در آب لوله‌کشی روستاهای استان کردستان را نشان می‌دهد، همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، بیشترین میزان سرب در آب شرب روستاهای شهرستان قروه، دهگلان، سروآباد دیده می‌شود.



شکل ۷. توزیع مکانی یون سرب در آب شرب روستاهای استان کردستان

طبق نتایج این مطالعه میانگین غلظت کادمیوم طی دوره نمونه‌برداری۰/۰۰۰۳±۰/۰۰۰۸ میلی‌گرم در لیتر بود و غلظت این یون در هیچ یک از نمونه‌ها بیش تر از حد مجاز نبود. نتایج آنالیز کادمیوم نمونه‌ها در جدول ۸ آمده است.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

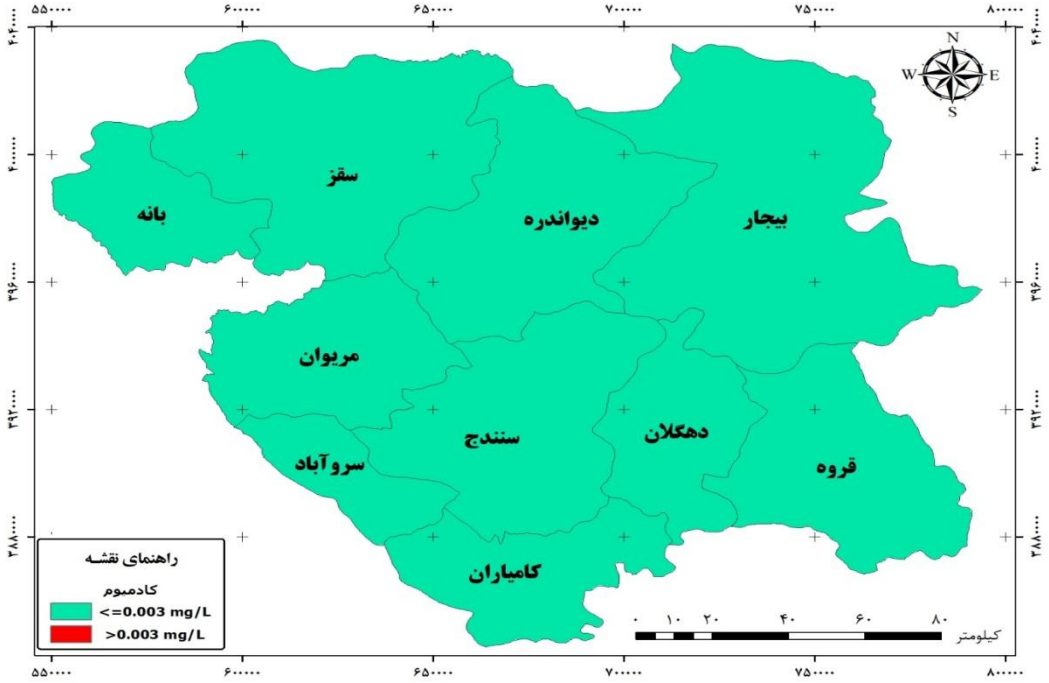
[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

طبق نتایج این پژوهش اختلاف معنی‌داری بین میانگین غلظت یون‌های آرسنیک، سرب و کادمیوم وجود داشت (P <۰/۰۰۱). بر اساس یافته‌های تست تعقیبی، میانگین غلظت کادمیوم در آب روستاهای شهرستان بیجار با سقز اختلاف معنی‌دار دارد؛ ولی با سایر شهرستان‌ها معنی‌دار نیست.

جدول ۸. میانگین، حداقل و حداکثر غلظت کادمیوم در نمونه‌های آب شبکه توزیع روستاهای استان کردستان

شهرستان	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	آماره F	P value
بیجار	۲۱۳	۰,۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۲	۸/۵۹۴	<۰/۰۰۱
دهگلان	۱۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۲		
سروآباد	۷۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۳		
سنندج	۱۷۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۳		
مریوان	۱۳۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۲		
سقز	۲۳۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۲		
کامیاران	۱۵۷	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۲		
قروه	۱۱۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۵		
بانه	۱۶۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۳		
دیواندره	۱۴۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۲		
مجموع	۱۵۲۴	۰,۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۳		

شکل ۸. توزیع مکانی یون کادمیوم در آب لوله‌کشی روستاهای استان کردستان را نشان می‌دهد.



شکل ۸. توزیع مکانی یون کادمیوم در آب شرب روستاهای استان کردستان

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

بحث

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میزان یون نیترات در آب شرب ۳۱ (۲/۰۳٪) روستا بیش از حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران و سازمان بهداشت جهانی بود. بالاترین غلظت ثبت شده برای یون نیترات معادل ۲۵۴/۷ میلی‌گرم بر لیتر و مربوط به یکی از روستای شهرستان دیواندره و حداکثر غلظت نیتریت نمونه‌ها مربوط به یکی از روستاهای شهرستان بیجار با ۱/۳ میلی‌گرم در لیتر بود.

بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ملی ایران در مورد وجود هم‌زمان یون‌های نیترات و نیتریت در آب شرب، مجموع نسبت غلظت هر کدام به مقادیر توصیه-شده نباید از یک بیشتر باشد(۱۲ ,۱۱) که این موضوع در مورد ۴۷ روستای استان، شامل ۱۸ روستای دیواندره، ۱۷ روستای بیجار، ۵ روستای بانه، ۲ روستای دهگلان، ۱ روستای سنندج، ۱ روستای قروه، ۱ روستای سقز، ۱ روستای کامیاران و ۱ روستای سروآباد صدق نمی‌کند؛ لذا با توجه به این موضوع، آب لوله‌کشی ۴۷ (۳/۱٪) روستای استان از نظر وجود همزمان نیتریت و نیترات در آب شرب با رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ملی ایران مطابقت نداشت.

از سوی دیگر کیفیت آب‌ها بر اساس محتوای نیترات به کمی آلوده (غلظت‌های نیترات کمتر از ۲۰ میلی‌گرم در لیتر)، آلوده (۴۵-۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و خیلی آلوده (بیش از ۴۵ میلی‌گرم در لیتر) طبقه‌بندی می‌شوند(۲۲)، بر این اساس ۱۱۶۳ (۷۶/۳۱ درصد) روستا به عنوان کمی آلوده (نیترات کمتر از ۲۰ میلی‌گرم در لیتر)، ۳۲۴ (۲۱/۲۶) روستا به عنوان آلوده (نیترات بین ۲۰ تا ۴۵ میلی‌گرم در لیتر) و ۳۷ (۲/۴۳ درصد) روستا به عنوان خیلی آلوده (بیش از ۴۵ میلی‌گرم در لیتر) تقسیم بندی می‌شوند که با توجه به این تقسیم‌بندی، روستاهایی که در رنج خیلی آلوده قرار دارند عمدتاً در ناحیه شرق استان (شهرستان‌های دیواندره و بیجار) قرار دارند.

وجود آنیون‌هایی مانند سولفات، فسفر، کلر، سدیم و به خصوص نیترات در آب می‌توانند مرتبط با کل جامدات محلول باشند ؛ به عبارتی این عوامل می‌توانند به عنوان اثر فعالیت‌های انسانی با کل جامدات محلول در ارتباط باشند(۲۳)؛ یعنی اگر رابطه‌ی این یون‌ها با کل جامدات محلول همبستگی نشان دهد، می‌تواند دلالت بر فعالیت‌های انسانی باشد(۲۵ ,۲۴) از آنجاکه رابطه بین غلظت نیترات و کل جامدات محلول($r=۰/۳۳$) معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۰۱$) و بین غلظت نیتریت و کل جامدات محلول نیز ($r=۰/۱۵$) رابطه معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۰۱$) می‌توان غلظت نیترات و نیتریت آب شرب روستایی را با فعالیت‌های انسانی از جمله کاربرد کود و کشاورزی مرتبط دانست.

مطالعات مختلفی در خصوص مقدار نیترات و نیتریت در آب‌های آشامیدنی صورت گرفته، طبق مطالعه جلیلی و همکاران که غلظت نیترات و نیتریت را در منابع تأمین‌کننده آب شرب روستاهای سنقر بررسی نمودند غلظت نیترات یک ایستگاه که محل قرارگیری چاه‌ها در پایین دست زمین‌های کشاورزی بود بیش از حداکثر مجاز بود(۲۶) که نتایج مطالعه حاضر را تائید می‌کند. نتایج مطالعه معینیان و همکاران با بررسی پارامترهای مختلف شیمیایی ۶۰ نمونه آب از ۱۵ چاه تامین‌کننده آب شرب شهرستان تالش نشان داد میانگین غلظت نیترات و نیتریت چاه‌ها در کلیه موارد کمتر از استاندارد آب آشامیدنی ایران بود(۲۷) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد.

نتایج مطالعه ایزانلو و همکاران که مقادیر نیترات موجود در آب شرب روستاهای استان قم را طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ بررسی نمودند نشان داد که چاه‌هایی که غلظت نیترات در آن‌ها بالا بود، در مناطق مسکونی یا زمین‌های کشاورزی قرار داشتند(۲۸) که نتایج پژوهش حاضر را تائید می‌کند.

در مطالعه عمارلویی و همکاران غلظت یون‌های نیترات و نیتریت در ۱/۶۷ درصد نمونه‌ها بالاتر از مقدار استاندارد بوده است و نیز بالاترین غلظت ثبت شده برای یون‌های

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

نیترات و نیتریت مربوط به چاه‌های مورد مطالعه در مناطق کشاورزی بوده است که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد(۲). نتایج حاصل از بررسی نیترات و نیتریت در ۱۳۰ نمونه آب تصفیه شده در کانادا نشان داد ۴۱/۵ درصد نمونه-ها دارای نیترات با میانگین غلظت ۳/۶ و حداکثر ۲۰/۸ میلی‌گرم در لیتر بود. ۶/۹ درصد نمونه‌ها دارای نیتریت با میانگین غلظت ۰/۰۵ و حداکثر ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر بود که در مقایسه با مقادیر نیترات در مطالعه حاضر بسیار کمتر است(۲۹).

نیترات یک آلاینده رایج در آب‌های زیرزمینی محسوب می‌شود که توسط خاک رس و مواد آلی جذب نمی‌شود؛ اما به دلیل سیالیت زیاد به راحتی در خاک درشت نفوذ می-کند، در مناطق روستایی، نیترات از طریق فضولات دامی و کود وارد آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود(۳۰). در همین رابطه نقشه‌های پراکندگی غلظت نیترات نشان داد که پراکندگی غلظت نیترات در روستاهای استان کردستان متفاوت است، میانگین غلظت نیترات در آب شرب چهار شهرستان دیواندره، بیجار، دهگلان و قروه از سایر شهرستان‌ها بالاتر است که عمده علت آن را می‌توان به رواج فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری در این مناطق نسبت داد.

نتایج مطالعه ایزانلو و همکاران نشان داد که چاه‌هایی که غلظت نیترات در آن‌ها بالا بود در مناطق مسکونی یا زمین‌های کشاورزی قرار داشتند و استفاده‌ی بی رویه از کودهای نیتروژنه در مزارع و باغ‌ها یکی از علل اصلی افزایش غلظت نیترات، بود(۲۸). در مطالعه قیصری و همکاران نیز، غلظت بالای نیترات در آب‌های زیرزمینی ناحیه‌ی جنوب شرق شهر اصفهان ناشی از تراکم کشاورزی در این مناطق و مصرف بی‌رویه‌ی کودهای ازته بوده است(۳۱). طبق نتایج مطالعه ملکی و همکاران میانگین غلظت نیترات در آب شرب تعدادی از روستاهای شهرستان دیواندره در فصل کم آبی ۲۵/۶۱±۲۶/۱۳ و در فصل پر آبی ۲۹/۸۰±۲۸/۴۷ بود و بیشترین غلظت نیترات طی دوره مطالعه مربوط به بخشی از مرکز دشت به سمت شمال منطقه بود که در برگیرنده بیشترین زمین‌های کشاورزی و جمعیتی در این شهرستان است و با نتایج پژوهش حاضر کاملاً مطابقت دارد(۲۳).

رحمتی و همکاران به منظور بررسی کاربری اراضی و آلودگی نیترات منابع آب زیرزمینی دشت قروه و دهگلان، غلظت نیترات ۹۳ چاه آب و مصرف سالیانه کود ازت در ۵۰ نقطه از اراضی کشاورزی را در این مناطق بررسی نمودند. نتایج مطالعه وجود همبستگی مکانی قوی بین میزان کودهای ازته با غلظت نیترات آب زیرزمینی را نشان داد(۳۲) که با نتایج حاصل از این پژوهش مبنی بر بالا بودن غلظت نیترات در آب شرب روستاهای قروه و دهگلان مطابقت دارد. در پژوهش انجام شده توسطه رسوله وندی و همکاران که نیترات آب شرب چاه های شهر ساوه را بررسی نمودند میزان نیترات در کلیه نمونه ها در حد مجاز بود(۳۳) که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت دارد.

به عقیده اغلب کارشناسان توسعه، رشد و توسعه بخش کشاورزی پیش شرط توسعه اقتصادی کشور است. در استان کردستان، نقش و جایگاه کشاورزی به مراتب بیشتر و حیاتی‌تر است، چراکه نسبت جمعیت ساکن در منطق روستایی و سهم شاغلان بخش کشاورزی استان در مقایسه با کشور بالاتر است. کشاورزی شاهرگ حیاتی اقتصاد کردستان محسوب می‌گردد و بخش‌های صنعت و خدمات این استان به فعالیت در بخش کشاورزی وابستگی زیادی دارد، از این رو استفاده از انواع کود به ویژه کودهای ازته توسط کشاورزان بدون نظارت کافی، در مقادیر زیاد و بدون علم به میزان و نحوه استفاده از آن در استان رواج دارد که پیامد آن افزایش میزان نیترات و سایر آلاینده‌ها در آب-های سطحی، زیرزمینی و خاک منطقه است. شهرستان بیجار با ۳۸۵۴۷۵، دیواندره با ۱۸۰۰۱۵ و قروه با ۱۶۶۷۷۷ هکتار به ترتیب بیشترین مساحت بهره‌برداری کشاورزی (اراضی زراعی و باغات) و سروآباد و مریوان با ۷۱۰۵ و ۲۱۱۹۶ هکتار کمترین مساحت بهره‌برداری کشاورزی در سطح

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

استان را به خود اختصاص داده‌اند که این امر غلظت‌های بالای نیترات در آب شرب روستاهای شهرستان‌های بیجار، دیواندره و قروه در مقایسه با سایر شهرستان‌های استان را توجیه می‌نماید.طبق نتایج این مطالعه، مقادیر غلظت یون نیتریت در آب شرب کلیه روستاهای استان کمتر از حد مجاز تعیین شده در استاندارد ملی ایران و سازمان بهداشت جهانی بود که ناپایدار بودن این یون در طبیعت و تمایل آن برای تبدیل به نیترات را می‌توان دلیل این امر دانست.

فلوراید یک عنصر ضروری برای انسان است که از دندان‌ها در برابر حملات میکروبی به ویژه در دوران کودکی محافظت می‌کند(۳۴). بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، میزان فلوراید در ۱۴۱ نمونه (۹/۲۵٪) مطلوب و در محدوده استاندارد ملی ایران (۱/۵-۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) بود و در ۱۳۸۳ نمونه (۹۰/۷۵ درصد) خارج از محدوده استاندارد ملی ایران و نامطلوب بود. میانگین غلظت فلوراید در آب آشامیدنی شبکه توزیع روستاهای استان کردستان ۰/۱۹±۰/۲۵ میلی‌گرم در لیتر بود که از مقدار تعیین شده در استاندارد ملی ایران (۱/۵ – ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) بسیار کمتر است. نتایج مطالعه انجام شده توسط محمدی و همکاران، میانگین غلظت فلوراید در آب شرب مناطق روستایی پلدشت را در محدوده ۱۰/۲۳-۰/۲۸ میلی‌گرم در لیتر نشان داد که با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مطابقت ندارد(۳۵). مطابق نتایج مطالعه اصغری و همکاران که غلظت فلوراید را در آب شرب ۲۲ نقطه از روستاهای شهرستان شوت در آذربایجان غربی در دو فصل سرد و گرم بررسی نمودند، میانگین غلظت این یون در فصل گرم ۳-۰/۰۱میلی‌گرم در لیتر و در فصل گرم ۴- ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر بود. غلظت فلوراید مطابق استاندارد سازمان بهداشت جهانی و استاندارد ملی ایران در ۵۷/۹ درصد از نمونه‌ها در فصل گرم و ۱۸/۲ درصد نمونه‌ها در فصل سرد کم تراز حداکثر مجاز بود(۳۶). طبق نتایج مطالعه رحیم آباد و همکاران (۱۳۹۲)، میزان فلوراید منابع آب شرب روستاهای شهرستان دماوند کمتر از استانداردهای جهانی است بود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد(۳۷).

نتایج حاصل از پژوهش حاضر مؤید این موضوع است که پراکندگی غلظت کل جامدات محلول در سطح استان برخلاف یون‌های نیترات و نیتریت محدود بوده و دارای تغییرات گسترده‌ای نیست؛ به عبارت دیگر مقادیر بالای کل جامدات محلول مربوط به شهرستان‌های بیجار، دیواندره و قروه بوده و پراکندگی غلظت این مواد در آب شرب سایر شهرستان‌ها تقریباً یکنواخت است و غلظت کل جامدات محلول در هیچ‌یک از نمونه‌های آب شرب روستاهای استان بالاتر از حداکثر مجاز نبود.

طبق نتایج مطالعه علیدادی و همکاران در سال ۱۳۹۰ غلظت فلزات کروم و کادمیوم در آب شرب مشهد از حد استاندارد ملی و بین‌المللی کمتر بود، تنها غلظت سرب در برخی مناطق اندکی از میزان استاندارد بالاتر بود. با توجه به اینکه مقادیر کروم، کادمیوم در تمام و سرب در اکثر مناطق پایین تر از حد استانداردها بوده است، به نظر می‌رسد بافت کهنه و فرسوده لوله‌های آبرسانی می‌تواند در برخی از نقاط منجر به افزایش غلظت فلزات به ویژه سرب شود که در زمینه کادمیوم با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد(۳۸).

طبق نتایج این مطالعه غلظت آرسنیک در آب لوله کشی ۴۷ روستا از توابع شهرستان‌های بیجار، قروه، سقز، دهگلان و کامیاران بیش از حداکثر مجاز بود. میانگین غلظت آرسنیک طی دوره نمونه‌برداری۰/۰۰۶±۰/۰۰۴ میلی‌گرم در لیتر بود که با نتایج مطالعه انجام شده توسط رادفرد و همکاران که غلظت آرسنیک را در آب شرب منابع زیرزمینی ۶ شهر از استان سیستان و بلوچستان بررسی نمودند و در کلیه نمونه‌ها میزان آرسنیک در سطوح قابل قبول توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی و استانداردهای ملی ایران بود مطابقت ندارد(۳۹). با توجه به پیامدهای ناشی از مصرف آب آشامیدنی با غلظت بالای نیترات بر سلامتی مصرف‌کنندگان، اقداماتی چون تعیین حریم کیفی منابع آب

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

شرب روستاها، احداث شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب (که غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی را به میزان ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر کاهش می‌دهد(۴۰) و تصفیه خانه‌های فاضلاب، پایش مستمر مواد معدنی در آب شرب روستاهای استان به ویژه سنجش مداوم نیترات و نیتریت به منظور شناسایی منابع آبی آلوده و بررسی روند تغییرات آن، حذف منابع آب آلوده با نیترات از چرخه بهره برداری و تأمین آب شرب روستاهای دارای آلودگی از سامانه های آبرسانی مطمئن و سالم، مدیریت فضولات حیوانی در سطح روستاها و ممانعت از ورود آن به منابع آبی و مدیریت کودهای مصرفی در کشاورزی با تأکید بر کودهای ازته به‌صورت جدی در رأس برنامه‌های عملیاتی ارگان‌های ذیربط قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه، غلظت یون‌های نیترات و آرسنیک در آب آشامیدنی روستاهای استان کردستان در تعدادی از شهرستان‌ها بیش از حداکثر مجاز استاندارد ملی است که با توجه به پیامدهای بهداشتی ناشی از آن نیازمند توجه و عنایت ارگان‌های ذیربط از جمله شرکت آب و فاضلاب روستایی، برنامه و بودجه، استانداری و ... است. تأمین آب شرب سالم با احداث مجتمع‌های آبرسانی روستایی، آبرسانی سیار، نصب تأسیسات حذف آرسنیک و نیترات از آب آشامیدنی در روستاهای دارای مشکل به عنوان راهکارهای پیشنهادی رفع مشکل در استان است. با توجه به کمبود شدید فلوراید در آب شرب بیش از ۹۰ درصد روستاهای استان و تأثیر به سزای آن در پوسیدگی دندان و استحکام استخوان‌ها چاره اندیشی در این رابطه نیز بسیار ضروری به نظر می‌رسد. ارائه برنامه‌های عملی هم چون نظارت بر میزان و نحوه به کارگیری کود در کشاورزی، تسریع در اجرای شبکه‌های، جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب و تعیین حریم بهداشتی منابع تامین‌کننده آب شرب روستاها، ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا به منظور جلوگیری از بیماری‌های مرتبط با نیترات و نیتریت، حتی‌الامکان در نظر گرفتن تأسیسات تصفیه جهت حذف نیترات از آب آشامیدنی باید انجام شود؛ اما تداوم روند کنونی به ویژه در بخش فعالیت‌های کشاورزی و استفاده کنترل نشده از منابع آب زیرزمینی در امر کشاورزی سبب تغییر و کاهش کیفیت آب خواهد شد؛ لذا نظارت بر فعالیت‌های کشاورزی و مصرف کود، ضروری به نظر می‌رسد. توجه به مخاطرات بهداشتی ناشی از غلظت بالای نیترات بر سلامتی مصرف‌کنندگان، لازم است ضمن کنترل وضعیت منابع آب شرب نسبت به تصفیه یا حذف منابع آب دارای آلودگی به نیترات از چرخه بهره‌برداری و جایگزینی با منابع آب مناسب‌تر اقدام گردد. با توجه به نقش مؤثر فلوراید در پیشگیری از پوسیدگی دندان و حفظ استحکام استخوان‌ها، افزودن این یون به آب آشامیدنی روستاهای استان کردستان بهترین گزینه پیشنهادی به منظور دستیابی به غلظت مورد نیاز این یون است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی کردستان با کد IR.MUK.REC.۱۳۹۵/۱۷۷ است و نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه به خاطر حمایت مالی و همچنین از کلیه عزیزانی که نهایت همکاری را بر ما ارزانی داشتند و ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

1.Fouché, O., Lasagna, M., & Danert, K. Groundwater under threat from diffuse contaminants: improving on-site sanitation, agriculture and water supply practices. Environmental Science and Pollution Research. 2019; 26(3): 2023-25.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

2.Amarlooei A, Nazeri M, Nourmoradi H, Sayehmiri K, Khodarahmi F. Investigation on the Concentration of Nitrate and Nitrite in Ilam ground waters. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2013; 22: 34-41. (Persian)
3. Jennie M, Gilbert H, Henry B. The use of Major Chemistry In Detemining Nitrate Sources of Ground Water The Suffolk county, Long Island. World Applied Sciences. 2003; 19(2): 35-46.
4.Zhang, X., Zhang, Y., Shi, P., Bi, Z., Shan, Z., & Ren, L. The deep challenge of nitrate pollution in river water of China. Science of the Total Environment. 2021; 770: 144674.
5.Karwowska, M., & Kononiuk, A. Nitrates/nitrites in food—Risk for nitrosative stress and benefits. Antioxidants. 2020; 9(3): 241.
6.Parvizishad M, Dalvand A, Mahvi A H, Goodarzi F. A Review of Adverse Effects and Benefits of Nitrate and Nitrite in Drinking Water and Food on Human Health, Health Scope. 2017; 6(3): e14164.
7.Yu, G., Wang, J., Liu, L., Li, Y., Zhang, Y., & Wang, S. The analysis of groundwater nitrate pollution and health risk assessment in rural areas of Yantai, China. BMC Public Health. 2020; 20(1): 1-6.
8.Taneja, P., Labhasetwar, P., & Nagarnaik, P. Nitrate in drinking water and vegetables: intake and risk assessment in rural and urban areas of Nagpur and Bhandara districts of India. Environmental Science and Pollution Research. 2019; 26(3): 2026-37.
9.Tirado R. Nitrates in drinking water in the Philippines and Thailand. Greenpeace Research Laboratories Technical Note. 2007; 1-20.
10.World Health Organization. Guidelines for Drinking-Water Quality. Geneva, witzerland: World Health Organization; 2011.
11.Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Drinking Water-Physical and chemical specifications. ISIRI: 1053. 5th revision 2009; P:15.
12.Mohammadi, A. A., Zarei, A., Majidi, S., Ghaderpoury, A., Hashempour, Y., Saghi, M. H., ... & Ghaderpoori, M. Carcinogenic and non-carcinogenic health risk assessment of heavy metals in drinking water of Khorramabad, Iran. MethodsX. 2019; 6: 1642-51.
13.Gbadamosi, M. et al. Distribution of radionuclides and heavy metals in the bituminous sand deposit in Ogun State, Nigeria-A multi-dimensional pollution, health and radiological risk assessment. J. Geochem. Explor. 2018; 190: 187-99.
14.Uppal JS, Zheng Q, Le XC. Arsenic in drinking water—recent examples and updates from Southeast Asia. Current Opinion in Environmental Science & Health. 2019; 7: 126-35.
15.Rehman, H., Ali, Z., Hussain, M., Gilani, S. R., Shahzady, T. G., Zahra, A., ... & Farooq, M. U. Synthesis and characterization of ZnO nanoparticles and their use as an adsorbent for the arsenic removal from drinking water. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures. 2019; 14(4): 1033-40.
16.Radfard, M., Yunesian, M., Nabizadeh, R., Biglari, H., Nazmara, S., Hadi, M., ... & Mahvi, A. H. Drinking water quality and arsenic health risk assessment in Sistan and Baluchestan, Southeastern Province, Iran. Human and ecological risk assessment: An International Journal. 2018.
17.Hong, Y. J., Liao, W., Yan, Z. F., Bai, Y. C., Feng, C. L., Xu, Z. X., & Xu, D. Y. Progress in the research of the toxicity effect mechanisms of heavy metals on freshwater organisms and their water quality criteria in China. Journal of chemistry. 2020.
18.Amarlooei A, Nazeri M, Nourmoradi H, Sayehmiri K, Khodarahmi F. Investigation on the Concentration of Nitrate and Nitrite in Ilam ground waters. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2013; 22: 34-41. (Persian)

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

19. A. Roholamin Kasmaei, M. Nezhad Naderi, Z. Bahrami, Water pollution management in wells of zawar village for investigation of effects of nitrogen fertilizers in nitrate entry into groundwater, Journal of Applied Research in Water and Wastewater. 2017; 4(2): 354-57.
20.Idrees, N., Tabassum, B., Abd_Allah, E. F., Hashem, A., Sarah, R., & Hashim, M. Groundwater contamination with cadmium concentrations in some West UP Regions, India. Saudi Journal of Biological Sciences. 2018; 25(7): 1365-68.
21.Karwowska, M., & Kononiuk, A. Nitrates/Nitrites in Food—Risk for Nitrosative Stress and Benefits. Antioxidants. 2020; 9(3): 241.
22. Nitrate and Nitrite in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. World Health Organization 2011.
23.Maleki A, Daraei H, Amini H, Bahmani P. Evaluation of chemical quality of drinking water in Divandareh villages with emphasis on nitrate concentration. SJKU 2014; 19(2): 57-67.
24.Miranzadeh M, Mostafaii G, Jalali A. A study to determin the nitrate of water wells and distribution network in Kashan during 2004-2005. KAUMS J. 2006; 10: 39-45.
25.Han G, Liu C-Q. Water chemistry controlled by carbonate dissolution: a study of the river water draining karst-dominated terrain, Guizhou province, China. Chem Geol. 2004; 204: 1-21.
26.Jalili Da, RadFard M, Soleimani H, Nabavi S, Data on Nitrate–Nitrite pollution in the ground water resources a Sonqor plain in Iran. Data in brief. 2018; 20: 394-401.
27.Moeinian KH, Hosseinnejad H, Rastgoo T. Concentration of nitrate, nitrite and some other parameters in drinking water wells, Talesh (Northern IRAN), 2011. Journal of Guilan University of Medical Sciences. 2014; 22(88): 26-33.
28.Izanloo, H., Khezri, S. M., Majidi, G., Al Sheykh, A., Tashauoei, H., Khazaee, M., ... & Arsang Jang, S. A GIS Survey of Trends for Nitrate Concentration in Drinking Water Sources, Rural Areas of Qom Province, Iran. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 1970; 21(6): 1194-1204.
29.Health Canada (2013). Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document – Nitrate and nitrite. Ottawa (ON): Health Canada, Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Water and Air Quality Bureau (http://hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/nitrate_nitrite/index-eng.php, accessed 17 December 2014).
30.Lee, C. M., Hamm, S. Y., Cheong, J. Y., Kim, K., Yoon, H., Kim, M., & Kim, J. Contribution of nitrate-nitrogen concentration in groundwater to stream water in an agricultural head watershed. Environmental Research. 2020; 184: 109313.
31.Gheisari M, Hoodaji M, Najafi P, Abdullahi A. Investigation of Groundwater Nitrate Pollution in the Southeast of Isfahan city. J Environ Studies. 2008; 33(42): 43-50. (Persian).
32.rahmati, o., samani aa nazari, and rad m. zamani. relationship between land use and nitrate contamination of groundwater resources (case study: ghorve-dehgolan plain, kurdistan province. 2015: 86-89.
33.Rasolevandi T, Moradi H, Azarpira H, Mahvi AH , Aali R, Sarlak Z, Ghorbanpour MA , Sadeghipour M, Atamaleki A. Investigation of nitrate and nitrite concentration and other physicochemical parameters of drinking water sources in Saveh city during the year of 2018. Iranian Journal of Research in Environmental Health. 2018; 4(2): 140-145.
34.Radfard, M., Yunesian, M., Nabizadeh, R., Biglari, H., Nazmara, S., Hadi, M., ... & Mahvi, A. H. Drinking water quality and arsenic health risk assessment in Sistan and

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]

Baluchestan, Southeastern Province, Iran. Human and ecological risk assessment: An International Journal. 2018.
35.Mohammadi, A. A., Yousefi, M., & Mahvi, A. H. Fluoride concentration level in rural area in Poldasht city and daily fluoride intake based on drinking water consumption with temperature. Data in brief. 2017; 13: 312-15.
36.Asghari FB, Mohammadi AA, Aboosaedi Z, Yaseri M, Yousefi M. Data on fluoride concentration levels in cold and warm season in rural area of Shout (West Azerbaijan, Iran). Data in brief. 2017; 15: 528.
37.Kheirkhah Rahimabad K, Hasani A H, Saeedi R, Kheirkhah Zarkesh M M, Sayadi M. Evaluation and Assessment of Fluoride in Drinking Water Wells Damavand Villages Zoning in GIS According to DMF Index. jehe. 2016; 3(4): 287-97.
38.Alidadi H, Peiravi R, Dehghan A A, Vahedian M, Moalemzade Haghighi H, Amini A. Survey of heavy metals concentration in Mashhad drinking water in 2011. Razi Journal of Medical Sciences. 2014; 20(116): 27-34.
39.Majid Mirzabeygi Radfard, Masud Yunesian, Ramin Nabizadeh Nodehi, Hamed Biglari, Shahrokh Nazmara, Mahdi Hadi, Nader Yousefi, Mahmood Yousefi, Abbas Abbasnia & Amir Hossein Mahvi. Drinking water quality and arsenic health risk assessment in Sistan and Baluchestan, Southeastern Province, Iran, Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 2018.
40.Ehteshami M, Sharifi A, Evaluating Qualitative Modeling Shahreray Aquifer. Technology sci Subsistence Envi. 2007; 8(4): 1-9.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2024-04-27]

[DOI: 10.61186/sjku.28.4.139]