Journal of Research in Environmental Health

Volume 4, Issue 4, Winter 2019

Seasonal Variations in Physicochemical Parameters of Drinking Water in Sefid-allah Village of Qom Province

Mohammad Reza Hosseini
BSc in Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

Reza Fouladi Fard
* Assistant professor in research Center for Environmental Pollutants, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran. (Corresponding author):
Email: rezafd@yahoo.com

Received: 2018/08/03
Accepted: 2018/11/11

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Aim: The safe and healthy drinking water is one of the vital factors of human life. The World Health Organization (WHO) and United Sstates Environmental Protection Agency (USEPA) guidelines in the world and 1053 standard in Iran show the importance of safe water supplying. This study was implemented to evaluate the effect of seasonal variations (spring and autumn) on the physicochemical properties of drinking water in Sefid-allah village of Qom province.

Materials and Methods: The Measurements of pH, turbidity, Electrical Conductivity (EC), hardness, Cl^-, NO_3^-, NO_2^-, PO_3^{4-}, NH_3, SO_4^{2-}, F^-, CO_3^{2-}, HCO_3^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+ and Mn^{2+} were carried out according to 1053 standard Methods: of the rural water & wastewater company of Qom in two seasons (spring and autumn) of 2011 and 2012.

Results: Based on the gained results, the mean of residual chlorine, turbidity, pH, Total Dissolved Solids (TDS), total hardness, and alkalinity were 0 mg/l, 0.995 (NTU), 7.41, 1037.5 mg/l, 478 mg/l and 288 mg/l, respectively. The results showed that the following order for the measured concentrations of the cations: $Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+$, and $SO_4^{2-} > HCO^{3-} > Cl^- > NO_3^- > F^- > PO_3^{4-} > NO_2^- > NH_3^-$, HCO_3^- for anions, respectively. The pH, and concentration of HCO_3^-, Mn^{2+}, and PO_3^{4-} were higher than the limited value of the standard. Also, the average concentration of turbidity, Ca^{2+}, Na^+ and K^+ in spring were more than autumn.

Conclusion: In conclusion, changes in seasons caused changes in some of the investigated parameters. Finally, it can be concluded that it is need to improve some drinking water quality parameters of Sefid-allah.

Keywords: Physical parameters, chemical parameters, Drinking water, Qom

▶ **Citation:** Hosseini MR, Fouladi Fard R. Seasonal Variations in Physicochemical Parameters of Drinking Water in Sefid-allah Village of Qom Province. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Winter 2019;4 (4):321-329.

بررسی تغییرات فصلی خصوصیات فیزیکی – شیمیایی آب آشامیدنی روستای سفیدالله استان قم

محمدرضا حسینی
کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.
رضا فولادی‌فرد
* استادیار مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران. نویسنده مسئول،
ایمیل: rezafd@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۰
نوع مقاله: مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: آب سالم و بهداشتی، یکی از فاکتورهای حیاتی برای زندگی بشر است. وجود رهنمودهای مختلف مانند سازمان جهانی بهداشت، سازمان حفاظت از محیط زیست و نیز استاندارد ۱۰۵۳ در ایران، نشان‌دهنده اهمیت تأمین آب سالم است. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثر تغییرات فصلی (بهار و پاییز) بر روی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی در روستای سفیدالله استان قم انجام شد.
مواد و روش‌ها: در این مطالعه سنجش پارامترهایی نظیر pH، کدورت، هدایت الکتریکی، سختی، کلرور، نیترات، نیتریت، فسفات، آمونیاک، سولفات، فلوراید، کربنات، بی‌کربنات، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و منگنز مطابق روش‌های استاندارد ۱۰۵۳ توسط شرکت آب و فاضلاب روستایی قم از منابع آب آشامیدنی روستای سفیدالله در دو بهار و پاییز سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ انجام شد.
یافته‌ها: بر اساس نتایج، میانگین کلی کلر باقی‌مانده صفر میلی‌گرم بر لیتر، کدورت ۰/۹۹۵ (بر اساس روش نفلومتری)، pH ۷/۴۱، کل جامدات محلول ۱۰۳۷/۵ میلی‌گرم بر لیتر، سختی کل ۴۷۸ میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم و قلیاییت کل ۲۸۸ میلی‌گرم برلیتر گزارش شد. نتایج، حاکی از آن بود در بین کاتیون‌ها به ترتیب کمترین به بیشترین غلظت، برای عناصر پتاسیم، منیزیم، کلسیم، سدیم و بین آنیون‌ها به عناصر آمونیاک – بی‌کربنات، نیتریت، فسفات، فلوراید، نیترات، کلرور، بی‌کربنات، سولفات گزارش شد. pH و غلظت‌های بی‌کربنات، منیزیم و فسفات از حداکثر مجاز توصیه شده بیشتر بود. همچنین میانگین غلظت کدورت، کلسیم، سدیم و پتاسیم در فصل بهار نسبت به فصل پاییز بالاتر بود.
نتیجه‌گیری: تغییر فصول، باعث تغییراتی در برخی از شاخص‌های تحت بررسی شده بود. در نهایت می‌توان گفت که آب آشامیدنی روستای سفیدالله، نیاز به اصلاح برخی پارامترها جهت مصرف شرب دارد.
کلید واژه‌ها: آب آشامیدنی، شاخص‌های شیمیایی، شاخص‌های فیزیکی، قم

◀ **استناد:** حسینی م، فولادی‌فرد ر. بررسی تغییرات فصلی خصوصیات فیزیکی - شیمیایی آب آشامیدنی روستای سفیدالله استان قم. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۳۹۷؛ ۴ (۴): ۳۲۱-۳۲۹.

مقدمه

بر اساس نظر سازمان جهانی بهداشت (WHO) [1]، آب مورد استفاده جهت مصرف انسان باید عاری از ارگانیسم‌ها و مواد شیمیایی خطرساز برای سلامت انسان باشد. علاوه بر این، عدم وجود کدورت، عدم وجود رنگ و بو یا مزه ناخوشایند دیگر، ویژگی‌های مهم منابع عمومی آب آشامیدنی تلقی می‌شوند. موقعیت، ساختمان، بهره‌برداری، بازرسی منبع آب، مخزن و سیستم توزیع آن باید به‌صورتی باشد که از ایجاد هرگونه آلودگی احتمالی آب جلوگیری شود (۱). طبق نظر متخصصین، دسترسی به آب آشامیدنی سالم، یکی از حقوق اساسی بشر است که برای یک زندگی سالم ضروری است (۲). از طرفی آلودگی آب آشامیدنی به‌وسیله عوامل مضر شیمیایی و فیزیکی، به یک معضل در دنیا تبدیل شده است (۳). آلودگی آب آشامیدنی، نتیجه رشد فزآینده جمعیت، صنعتی شدن و شهری شدن از اوایل ۱۹۹۰ میلادی است. صنایع به‌طور متناوب ترکیبات سمی را به محیط آبی وارد می‌کنند (۴،۵)، در حالی که دیگر منبع مهم آلودگی، فاضلاب شهری معرفی شده است (۶). علاوه بر این منابع، سیستم‌های کشت با توجه به استفاده گسترده از کود، آفت‌کش و گسترش ضایعات دام، باعث تغییر کیفی منابع آب می‌شوند (۷، ۸). آلودگی منابع آبی دارای پیامدهای زیست محیطی و بهداشتی مربوط به انسان‌ها است. سازمان جهانی بهداشت به اهمیت بهداشت آب به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه تأکید دارد (۹). بر اساس گزارش مرکز کنترل بیماری‌های ایالات متحده، ۷۸۰ بیماری در ارتباط با مصرف آب آشامیدنی آلوده در سال‌های ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۶ شیوع پیدا کرده است که ۵۷۷۰۹۴ نفر را درگیر کرده است (۱۰). در قاره اروپا گزارشات مشابه منتشر شده است. مثلاً در اسپانیا در دوره ۱۹۹۹-۲۰۰۶، ۴۱۳ شیوع بیماری ثبت شد که شامل ۲۳۶۴۲ مورد بوده است (۱۱). آنیون‌هایی همچون نیترات، نیتریت، کلراید، سولفات، فلوراید، کربنات، بی‌کربنات و کاتیون‌هایی مانند کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و آهن در صورتی‌که بیش از حد استاندارد در آب آشامیدنی حضور داشته باشند، به عنوان آلاینده باعث اثراتی بر سلامتی خواهند شد. به‌طور مثال، نتایج حاکی از آن است که بین مصرف غلظت بالای نیترات موجود در آب‌های آشامیدنی و شیوع سرطان مثانه ارتباط معناداری وجود دارد (۱۲). بیماری متهموگلوبینمی در نوزادان نیز یکی دیگر از عوارض شایع ناشی از نیترات می‌باشد (۱۳). بروز اسهال به‌خصوص در کودکان (۱۳-۱۵)، سرطان معده، مننژیت، پارکینسون (۱۶) و سقط جنین (۱۷) عوارضی هستند که در اثر مصرف غلظت بالای نیترات ایجاد می‌شوند.

در سال ۱۳۸۵، بالغ بر ۵۴٪ از روستاهای با جمعیت بیش از ۲۰ خانوار که ۹۳/۴٪ از جمعیت ساکن در روستاهای با جمعیت بیش از ۲۰ خانوار کشور را در خود جای داده‌اند، تحت پوشش خدمات آب و فاضلاب قرار داشته‌اند (۵). به عبارت دیگر در این سال، ۶۴٪ از جمعیت روستایی کشور از خدمات آب و فاضلاب برخوردار بوده‌اند. بر پایه گزارش مشترک بانک توسعه آسیا (ADB) [2]، دفتر برنامه‌ریزی توسعه ملل متحد (UNDP) [3]، کمسیون اقتصادی اجتماعی آسیا و اقیانوسیه ملل متحد (UNSCAP) [4] و سازمان جهانی بهداشت، جمعیت روستاهای ایران در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۲ به ترتیب ۲۴/۹۴۹ و ۲۳/۱۴۶ میلیون نفر بوده است و در هر دو مقطع زمانی یاد شده، ۸۳٪ آنها از آب شرب سالم برخوردار بوده‌اند (۱۸). به هر حال، پایش کیفی سیستم‌های توزیع، آب آشامیدنی با کیفیت و سالم را تأمین خواهد کرد (۱۹،۲۰). مطالعات فراوانی در ارتباط با بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی در استان‌های مختلف ایران (۲۱-۲۳) و منحصراً در قم (۲۴،۲۵) انجام شده است، اما بررسی اثر تغییرات فصلی بر کیفیت آب آشامیدنی، مسئله‌ای است که کمتر به آن توجه شده است.

1. World Health Organization

2. Asian Development Bank
3. United National Development Programe
4. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific

به دلیل اینکه پژوهشی در منطقه مورد مطالعه (روستای سفیدالله) انجام نشده است، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر تغییرات فصلی بر کیفیت میکروبی و شیمیایی آب آشامیدنی در دو فصل بهار و پاییز ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ این روستا انجام شد.

روش کار

در این مطالعه توصیفی تحلیلی، اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی توسط شرکت آب و فاضلاب روستایی و از منابع آب شرب روستای سفیدالله در دو فصل بهار و پاییز ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ صورت پذیرفت. روستای سفیدالله از توابع بخش خلجستان قم است. این روستا ۲۰ خانوار دارد و جمعیت آن ۶۵ نفر می‌باشد. این نواحی در پای اردهال در جنوب و ارتفاعات تفرش در غرب استان قرار دارد و از رسوبات ریز و درشت آهک و رس و به شکل مخروط افکنه‌های ریز و درشت (مارن) ساخته شده است (شکل ۱). در این مطالعه ۶۱ نمونه به روش نمونه‌گیری تصادفی با استفاده از فرمول کوکران جهت نمایش واقعی جامعه آماری مورد نظر دریافت گردید ($z=۱/۹۶$، $p=q=۰/۵$ ، $d=۰/۰۵$). تمام نمونه‌های آب در ظروف پلی‌اتیلنی ۲ لیتری دربدار جمع‌آوری شدند. pH در محل نمونه‌برداری با استفاده از کیت اندازه‌گیری شد. مابقی پارامترها مطابق روش‌های استاندارد ۱۰۵۳ به شماره‌های ۲۳۵۰ تا ۲۳۵۵ آنالیز شدند. سختی، کلسیم و منیزیم به روش تیترومتری کمپلکسومتری، کربنات و بی‌کربنات به روش تیترومتری، کلرور به روش آرژانتومتری، هدایت الکتریکی به وسیله هدایت‌سنج الکتریکی، نیترات، نیتریت، سولفات، فلوراید و منگنز با استفاده از دستگاه هک دی آر-۴۰۰۰ و سدیم و پتاسیم از طریق دستگاه فیلم فتومتر تعیین شدند (۲۶). لازم به ذکر است که نمونه‌های جمع‌آوری شده بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید تا در صحت نتایج آنالیز اختلالی به‌وجود نیاید. در نهایت، نتایج حاصل با استانداردهای ایران (استاندارد ۱۰۵۳) مقایسه شدند (۲۷).

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی بخش خجلستان استان قم

یافته‌ها

در این مطالعه نمونه‌برداری از تنها منبع آب روستای سفیدالله از توابع استان قم انجام شد و در آزمایشگاه بر روی نمونه‌ها، آزمایشات معمول شیمیایی و فیزیکی انجام گردید. بر اساس نتایج، میانگین کلی کدورت ۰/۹۹۵ ان تی یو[1] (بر اساس روش نفلومتری)، سختی کل ۴۷۸ میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم، فلوراید ۰/۷۴۷ میلی‌گرم بر لیتر و نیترات ۱۵/۰۴۵ میلی گرم بر لیتر گزارش شد (جدول ۱).

در جدول ۱، مقادیر میانگین شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب روستای سفیدالله در خرداد و آذر ماه سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ ارائه شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که میانگین pH، میانگین کل جامدات محلول (TDS)[2]، سختی کل، کلرور، سولفات، بی‌کربنات، نیترات، نیتریت، فسفات، قلیائیت کل، فلوراید، منیزیم در آذر ماه سال ۹۱ و ۹۲ دارای غلظت بیشتری نسبت به خرداد ماه سال ۹۱ و ۹۲ بودند. همچنین شاخص‌های کدورت، کلسیم، سدیم و پتاسیم در خرداد ماه سال ۹۱ و ۹۲، میانگین بیشتری نسبت به آذر ماه سال ۹۱ و ۹۲ داشتند.

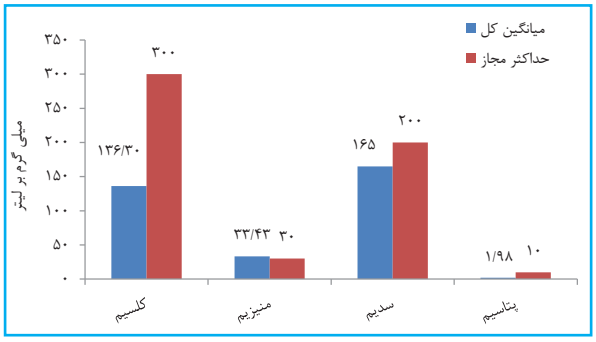
1. NTU
2. Total dissolved solids

جدول ۱. نتایج آنالیز فیزیکی و شیمیایی منبع آب آشامیدنی روستای سفیدالله استان قم

شاخص	واحد	میانگین خرداد ۹۱	میانگین آذر ۹۱	میانگین خرداد ۹۲	میانگین آذر ۹۲	میانگین کل	حداکثر مطلوب (۲۷)	حداکثر مجاز (۲۷)
کدورت	نفلومتری	۲/۷۵	۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۳۶	۰/۹۹۵	کمتر یا مساوی ۱	۵
pH	–	۷/۱۶	۷/۳۶	۷/۵۲	۷/۶	۷/۴۱	–	۶-۹/۵
کلر باقی‌مانده	میلی گرم بر لیتر	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۸-۰/۵	۰/۲
هدایت الکتریکی	میکروموس بر سانتی‌متر	۱۵۷۵	۱۴۷۵	۱۵۵۰	۱۶۰۰	۱۵۵۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰
کل جامدات محلول	میلی گرم بر لیتر	۱۰۵۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۱۰۰	۱۰۳۷/۵	۱۰۰۰	۱۵۰۰
سختی کل	میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم	۴۶۸	۴۶۸	۴۸۰	۴۹۶	۴۷۸	۲۰۰	۵۰۰
سختی دایم	میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم	۲۰۸	۱۶۸	۱۸۸	۱۹۶	۱۹۰	–	–
سختی موقت	میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم	۲۶۰	۳۰۰	۲۹۲	۳۰۰	۲۸۸	–	–
قلیائیت فنل فتالیین	میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم	۰	۰	۰	۰	۰	–	–
قلیائیت متیل اورانژ	میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم	۲۶۰	۳۰۰	۲۹۲	۳۰۰	۲۸۸	–	–
قلیائیت کل	میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم	۲۶۰	۳۰۰	۲۹۲	۳۰۰	۲۸۸	–	–
آمونیاک	میلی گرم بر لیتر	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۵	۳
فلوراید	میلی گرم بر لیتر	۰/۵	۰/۵۴	۰/۹	۱/۰۵	۰/۷۴۷۵	۰/۵	۱/۵
کلرور	میلی گرم بر لیتر	۱۱۲	۱۱۰	۱۱۴	۱۳۰	۱۱۶/۵	۲۵۰	۴۰۰
سولفات	میلی گرم بر لیتر	۳۸۰	۳۴۰	۳۵۰	۴۰۰	۳۶۷/۵	۲۵۰	۴۰۰
کربنات	میلی گرم بر لیتر	۰	۰	۰	۰	۰	–	–
بی‌کربنات	میلی گرم بر لیتر	۳۱۲	۳۶۰	۳۵۰/۴۰	۳۶۶	۳۴۷/۱	–	۱۵۰
نیترات	میلی گرم بر لیتر	۱۴/۰۸	۱۲/۲۲	۱۵/۴	۱۸/۴۸	۱۵/۰۴۵	–	۵۰
نیتریت	میلی گرم بر لیتر	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹	۰/۰۰۹	۰/۰۶	۰/۰۴۷	–	۳
فسفات	میلی گرم بر لیتر	۰/۳۸	۰/۰۱	۰/۲۳	۰/۶۶	۰/۳۲	–	۰/۲
کلسیم	میلی گرم بر لیتر	۱۲۹/۶	۶/۱۲۹	۱۴۴	۱۴۲	۱۳۶/۳	–	۳۰۰
منیزیم	میلی گرم بر لیتر	۳۵/۰۶	۳۵/۰۶۲۸	۲۹/۲۵	۳۴/۳۴	۳۳/۴۳	–	۳۰
سدیم	میلی گرم بر لیتر	۱۷۰	۱۵۵	۱۶۵	۱۷۰	۱۶۵	۲۰۰	۲۰۰
پتاسیم	میلی گرم بر لیتر	۲/۵	۲/۱	۱/۹	۱/۴	۱/۹۷۵	–	۱۰

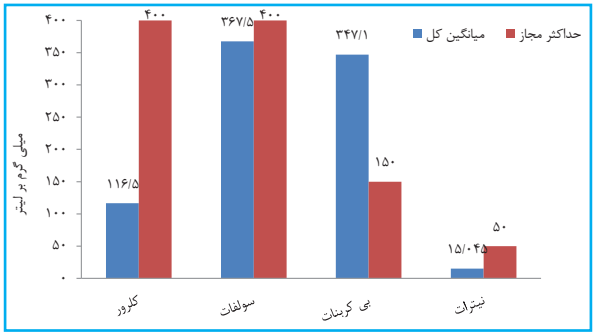
مقایسه نتایج میانگین کلی آنیون و کاتیون‌های تحت بررسی با حداکثر غلظت مجاز در شکل‌های ۲ و ۳ (الف و ب) مشاهده می‌شود. با توجه به شکل ۲، تنها غلظت منیزیم (۳۳/۴۳ میلی گرم بر لیتر) از حداکثر غلظت مجاز (۳۰ میلی گرم بر لیتر) تجاوز کرده بود و بقیه مقادیر در محدوده مجاز قرار داشتند. به دلیل تفاوت در بازه حداکثر مجاز در آنیون‌ها و مقایسه بهتر میان میانگین کلی با حداکثر غلظت مجاز، مقادیر غلظت آنیون‌ها در دو نمودار نمایش داده شده است (الف و ب). شکل ۳ (الف)، مقادیر آنیون‌های فسفات، نیتریت، کربنات، فلوراید و آمونیاک را نشان می‌دهد. در این شکل کاملاً مشخص است که به جز

فسفات (۰/۳۲ میلی گرم بر لیتر)، بقیه مقادیر از حداکثر غلظت مجاز تجاوز نکرده‌اند. در مابقی آنیون‌های تحت بررسی (شامل نیترات، بی کربنات، سولفات و کلرور)، فقط مقدار بی کربنات با غلظت ۳۴۷ میلی گرم بر لیتر بیشتر از حداکثر غلظت مجاز (۱۵۰ میلی گرم بر لیتر) می‌باشد (شکل ۳ (ب)).



شکل ۲. مقادیر کاتیون‌های اندازه‌گیری شده آب روستای سفیدالله پاییز و بهار ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

شکل ۳ (الف). مقادیر آنیون‌های اندازه‌گیری شده آب روستای سفیدالله پاییز و بهار ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲



شکل ۳ (ب). مقادیر آنیون‌های اندازه‌گیری شده آب روستای سفیدالله پاییز و بهار ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

بحث

اگرچه pH تأثیر بهداشتی مستقیمی بر مصرف کننده ندارد، اما یکی از پارامترهای مؤثر بر کیفیت آب است و مقدار رهنمودی به دلیل تاثیر بر نوع فرآیند تصفیه آن است (۴۸). در این مطالعه میانگین pH آب نمونه مورد مطالعه ۷/۴۱ گزارش شد که نتایج آزمایش بیانگر این است که اسیدیته آب روستا در محدوده حداکثر مطلوب بر اساس استاندارد ملی ایران قرار دارد. به نظر می‌رسد به دلیل وجود نمک‌ها و آهک، خصوصیات آب از نظر pH قلیایی می‌باشد. نتایج نشان داد که آب‌های زیرزمینی دارای خاصیت قلیایی اندکی هستند که دلیل آن، یون‌های کربنات و بی‌کربنات ناشی از تجزیه سنگ‌های آهکی می‌باشد که این نتایج با گزارشات حاصل از مطالعه اشرف و همکاران در اشتهارد همخوانی داشت (۲۸). همچنین در این مطالعه غلظت کلر باقی‌مانده صفر میلی گرم بر لیتر گزارش شد. با توجه به این‌که کلر بایستی در شبکه‌های توزیع آب حداقل ۰/۲ میلی گرم بر لیتر باقی‌مانده داشته باشد، منابع آب آشامیدنی این روستا مستعد ابتلاء به آلودگی ثانویه میکروبی می‌باشند. اکورو و همکاران در پژوهشی اظهار داشتند که رنگ و کدورت موجود در شبکه‌های توزیع باعث مصرف بالای کلر و کاهش کلر باقی‌مانده می‌شود و این امر موجب ایجاد آلودگی‌های ثانویه در شبکه‌های توزیع خواهد شد (۲۹). در این بین، علت ایجاد احتمالی رنگ و کدورت را می‌توان به دو عامل بهره‌برداری ضعیف و فرسودگی بیش از حد شبکه به علت قدمت زیاد آن اشاره کرد.

میانگین هدایت الکتریکی (EC)[1] آب مورد مطالعه با توجه به آنالیزهای انجام شده در طی ۲ سال (۴ سری)، ۱۵۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر بود. با توجه به جدول استاندارد ملی ایران، EC آب مورد مطالعه بالاتر از حداکثر مطلوب بود، ولی از نظر شرب در محدوده مجاز قرار داشت. EC آب محدوده مورد مطالعه به دلیل وجود کاتیون‌هایی مانند کلسیم، منیزیم، پتاسیم، آنیون‌ها، بی‌کربنات و کربنات‌ها که ناشی از حضور سازندهای شور آهکی در منطقه می‌باشد، افزایش یافته است.

1. Electrical conductivity

همچنین کل جامدات محلول، پارامتر بسیار مؤثری در ایجاد طعم آب آشامیدنی است. بر اساس نتایج مطالعه، میانگین کل جامدات محلول (TDS) نمونه ۱۰۳۷/۵ میلی گرم بر لیتر بود. TDS کمتر از ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر ، آب بسیار خوبی از دیدگاه استاندارد شرب است. آبی که دارای TDS بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ باشد، مطلوب محسوب می‌گردد. گستره ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ برای شرب مجاز است، ولی آب با TDS بیشتر از ۱۵۰۰، مقبولیت شرب ندارد (۳۰). بر اساس نتایج مطالعه حاضر، میانگین TDS نمونه‌ها از حد مطلوب شرب بیشتر بود، ولی از حداکثر مجاز استاندارد کمتر بود. در واقع بر اساس نتایج TDS، آب مورد مطالعه در محدوده لب شور قرار دارد.

سختی آب، یکی از پارامترهای مهم در کیفیت شیمیایی آب شرب می‌باشد. در مطالعه حاضر میانگین سختی کل ۴۷۸ میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم گزارش شد، بنابراین با وجود این داده‌ها، این آب جزء آب‌های خیلی سخت می‌باشد و برای مصارف صنعتی می‌تواند مشکل‌ساز باشد، اما با توجه به مجاز بودن آن تا میزان ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر ، مصرف آن از نظر بهداشتی و پزشکی مشکلی نخواهد داشت. دلیل بالا بودن سختی ناشی از منیزیم، احتمالاً وجود چاه‌های متعدد در منابع تأمین آب باشد. آبی که دارای سختی بیش از ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر باشد، می‌تواند باعث رسوب جرم در سیستم توزیع و مصرف زیاد صابون گردد (۳۰). در مطالعه حاضر در سنجش کلسیم، میانگین این پارامتر، ۱۳۶/۳ میلی گرم بر لیتر بود و این بدین معناست که غلظت این عنصر پایین‌تر از حد مجاز استاندارد بوده است. اگرچه آب مورد مطالعه از این نظر در حد مطلوب قرار داشت، ولی بالا بودن میزان منیزیم باعث افت کیفیت آب و افزایش سختی آن شده است.

نتایج آزمایش در خصوص فلوراید نشان داد که میزان آن در منبع آب مورد مطالعه طی سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۱ افزایش یافته است، ولی از حداکثر مجاز فراتر نرفته است. نتایج این آزمایش بیانگر این بود که بایستی پایش‌های مستمر بر روی کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه صورت گیرد.

در مطالعه صادقی و روح‌الهی، میانگین غلظت فلوراید آب شرب شهر اردبیل ۰/۶ میلی گرم بر لیتر ، حداکثر آن ۱/۰۵ و حداقل ۰/۳۵ بود. در مطالعه حاضر نیز میانگین غلظت فلوراید ۰/۷۴۸ میلی گرم بر لیتر بود که نشان می‌دهد میانگین غلظت فلوراید آب سفیدالله بیشتر از آب شرب اردبیل می‌باشد (۳۱). نتایج اندازه‌گیری سولفات، نشان‌دهنده بالاتر بودن مقدار آن از استاندارد ملی طی ۲ سال اندازه‌گیری بود. بالا بودن سولفات می‌تواند یکی از دلایل طعم نامطلوب آب باشد. به نظر می‌رسد وجود سازندهای گچی در منطقه و انحلال آن توسط آب باران باعث شده است که آب‌های زیرزمینی این روستا دارای سولفات بیش از حد باشد. مطالعه کلانتری و علیجانی بر روی کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت عباس خوزستان نشان داد که آنیون سولفات و کاتیون کلسیم در منطقه مورد مطالعه غالب است (۳۲). علاوه بر این، در مطالعه حاضر میانگین بی‌کربنات ۳۴۷/۱۰ میلی گرم بر لیتر و بالاتر از حد استاندارد بود که علاوه بر ساختارهای زمین‌شناسی، ورود فاضلاب‌های شهری و روستایی به آب‌های زیرزمینی و همچنین عدم تصفیه نادرست فاضلاب‌های صنعتی و وارد شدن آن به منابع آب زیرزمینی منطقه، می‌تواند از دلایل بالا بودن بی‌کربنات باشد. در این منطقه مهم‌ترین عامل بالا بودن بی‌کربنات، ساختار مارن و گچی بودن جنس خاک و همچنین احتمالاً همجواری با منطقه صنعتی سلفچگان و فاضلاب‌های تصفیه نشده باشد.

همچنین در مطالعه حاضر میانگین نیترات ۱۵/۰۴۵ میلی گرم بر لیتر بود. این موضوع نشان‌دهنده عدم آلودگی آب منطقه به فاضلاب شهری می‌باشد. در مطالعه محمدیان افضلی و صادقی، میزان نیترات در ۱۱٪ از منابع آب آشامیدنی شهر زنجان بیشتر از حد استاندارد بود (۳۳). در مطالعه حاضر میزان نیتریت و نیترات در حد مجاز بود. علاوه بر این، میزان فسفات در نمونه مورد مطالعه (۰/۳۲ میلی گرم بر لیتر) بالاتر از حد مجاز استاندارد ملی بود. فسفات برخلاف ازت، دیر جذب خاک آب‌های زیرزمینی می‌شود، بنابراین ساختار زمین‌شناسی منتقله می‌تواند یکی از عمده دلایل بالا بودن میزان آن در آب زیرزمینی باشد. بالا بودن فسفات باعث کاهش میزان یون کلسیم و منیزیم در خون می‌شود (۳۴).

نتیجه‌گیری

نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌ها نشان داد که آب مورد بررسی از نظر pH در وضعیت مطلوبی قرار دارد. وجود سازنده‌های گچی و نمکی باعث شده است که میزان EC آب بالا باشد. همچنین آب از نظر سختی در طبقه بسیار سخت قرار داشت که دلیل آن نیز غلظت منیزیم بالای آب مورد مطالعه بوده است. میزان سولفات نمونه مطلوب نبود، ولی بیش از حد مجاز نبود. همچنین بی‌کربنات و فسفات موجود در نمونه به‌دلیل ساختار زمین‌شناسی و احتمالاً ورود فاضلاب روستایی بیش از حد مجاز گزارش شد. سایر شاخص‌ها (آمونیاک، فلوراید، کلرور، کربنات، نیترات، نیتریت، کلسیم، سدیم و پتاسیم) در حد مطلوب و قابل قبول قرار داشتند و مشکلی از نظر بهداشتی وجود نداشت. مقایسه میانگین غلظت شاخص‌ها در دو فصل خرداد و آذر نشان داد که اکثر شاخص‌های تحت بررسی در فصل پاییز، دارای غلظت بیشتری نسبت به فصل بهار بودند. به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی، کیفیت آب آشامیدنی سفیدالله با اصلاح برخی پارامترها، مشکلی برای مصرف آب شرب ندارد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کمیته آلاینده‌های محیطی دانشگاه علوم پزشکی قم و شرکت آب و فاضلاب روستایی استان قم به‌دلیل حمایت‌های مالی، فنی و معنوی، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Organization WH. International standards for drinking-water. 1958.
2. Khan S, Shahnaz M, Jehan N, Rehman S, Shah MT, Din I. Drinking water quality and human health risk in Charsadda district, Pakistan. Journal of cleaner production. 2013;60:93-101.
3. Rapant S, Krčmová K. Health risk assessment maps for arsenic groundwater content: application of national geochemical databases. Environmental Geochemistry and Health. 2007;29(2):131-41.
4. Chen J. Analysis of water environment in the Xinjiang arid region. Arid Environ Monit. 2002;16(4):223-7.
5. Velea T, Gherghe L, Predica V, Krebs R. Heavy metal contamination in the vicinity of an industrial area near Bucharest. Environmental Science and Pollution Research. 2009;16(1):27-32.
6. Islam MS, Ahmed MK, Raknuzzaman M, Habibullah-Al-Mamun M, Islam MK. Heavy metal pollution in surface water and sediment: A preliminary assessment of an urban river in a developing country. Ecological Indicators. 2015;48:282-91.
7. Huo T, Lu G, Wang Y, Ren L. A study on impact of livestock and poultry breeding pollution on water environment safety in Shandong Province. Advances in Water Resources and Hydraulic Engineering. 2009:525-30.
8. Wu M, Tang X, Li Q, Yang W, Jin F, Tang M, et al. Review of ecological engineering solutions for rural non-point source water pollution control in Hubei Province, China. Water, Air, & Soil Pollution. 2013;224(5):1561.
9. World Health Organization WHO. Guidelines for drinking water quality: Incorporating first addendum to Third Edition,World Health Organization. Geneva. 2006:375 p.
10. Craun GF, Brunkard JM, Yoder JS, Roberts VA, Carpenter J, Wade T, et al. Causes of outbreaks associated with drinking water in the United States from 1971 to 2006. Clinical Microbiology Reviews. 2010;23(3):507-28.
11. Granado AM, Martínez MV, Frías AT, Banegas PO, Sánchez EM, Domínguez MH, et al. Vigilancia epidemiológica de brotes de transmisión hídrica en España. 1999-2006. Boletín epidemiológico semanal. 2008;16(3):25-8.
12. Espejo-Herrera N, Cantor KP, Malats N, Silverman DT, Tardón A, García-Closas R, et al. Nitrate in drinking water and bladder cancer risk in spain. Environmental research. 2015;137:299-307.
13. Agency USEP. Nitrogen Control. EPA 625/R-93-010, September 1993, Office of Water, Washington, DC. 19.93.
14. Egboka B, Ezeonu F. Nitrate and Nitrite pollution and contamination in parts of SE Nigeria. Water Resources. 1990;2(2):101-10.
15. Warner D, editor Drinking water supply and environmental sanitation for health1997: [Unpublished] 1998. Presented at the International Conference on Water and Sustainable

Development Paris France March 19-21 1998.
16. Moorcroft MJ, Davis J, Compton RG. Detection and determination of nitrate and nitrite: a review. Talanta. 2001;54(5):785-803.
17. Adelana SMA. Nitrate health effects. Water encyclopedia. 2005.
18. UNESCAP W. Asia Water Watches 2015: Are Countries in Asia on Track to Meet Target 10 of the Millennium Development Goals. Mandaluyong: Asian Development Bank. 2006.
19. Berry D, Xi C, Raskin L. Microbial ecology of drinking water distribution systems. Current opinion in biotechnology. 2006;17(3):297-302.
20. Hong P-Y, Hwang C, Ling F, Andersen GL, LeChevallier MW, Liu W-T. Pyrosequencing analysis of bacterial biofilm communities in water meters of a drinking water distribution system. Applied and Environmental Microbiology. 2010;76(16):5631-5.
21. Ghaderpoori M, Dehghani MH, Fazlzadeh M, Zarei A. Survey of microbial quality of drinking water in rural areas of Saqqez, Iran. Am Eurasian J Agric Environ Sci. 2009;5(5):627-32. (In persian)
22. Heydari MM, Abbasi A, Rohani SM, Hosseini SMA. Correlation study and regression analysis of drinking water quality in Kashan City, Iran. Walailak Journal of Science and Technology (WJST). 2013;10(3):315-24. (In persian)
23. Samadi M, Rahmani A, Sedehi M, Sonboli N. Evaluation of chemical quality in 17 brands of Iranian bottled drinking waters. Journal of Research in Health Sciences. 2009;9(2):25-31. (In persian)
24. Fahiminia M, Jafari Mansoorian H, Ansari M, Saifour Mofrad A, Majidi G, Ansari Tadi R, et al. Evaluation of trends for iron and manganese concentrations in wells, reservoirs, and water distribution networks, Qom city, Iran. 2015. (In persian)
25. Yari A, Safdari M, Hadadian L, Babakhani M. The physical, chemical and microbial quality of treated water in Qom s desalination plants. 2007. (In persian)
26. (1053) IoSaIRoI. ISIRI NUMBER 2350-2355.
27. (1053) IoSaIRoI. Drinking water -Physical and chemical specifications.5th.revision.
28. Ashraf S, Afshari H, Ebadi AG. Application of GIS for determination of groundwater quality suitable in crops influenced by irrigation water in the Damghan region of Iran. International Journal of Physical Sciences. 2011;6(4):843-54. (In persian)
29. Ecura J, Okot-Okumu J, Okurut TO. Monitoring residual chlorine decay and coliform contamination in water distribution network of Kampala, Uganda. Journal of Applied Sciences and Environmental Management. 2011;15(1).
30. IoSaIRo I. Drinking water physical and chemical specifications. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1997.
31. Sadeghi H, Rohollahi S. Study of Ardabil Drinking Water Physicochemical Parameters. Journal of Ardabil University of Medical Sciences. 2007;7(1):52-6. (In persian)
32. Kalantari N, Alijani F. Research of under ground water quality of Abbas Khuzestan plain. J Sci Shahid Chamran Univ. 2008;8(4):100-19. (In persian)
33. Mohammadian Afzalei M, Sadeghi G. Survey of Contamination in Drinking Water Supply Sources in Zanjan City During the 2000 to 2001 Years. Journal of Zanjan University of Medical Sciences. 2003;11(43):49-54. (In persian)
34. AkbarPour A. Evaluation and Identify of Water Pollution City of Birjand and Mapping the Distribution of Pollutant Sources. JBUMS; 2006.(In persian)