Journal of Health

Vol. 12, No. 2, Summer 2021, Pages 246-264

Analysis of Physico-Chemical Quality of Drinking Water in Villages of Nir County and Comparison the Results with National Standard

Pourfaraj F [1,2], Mokhtari S.A*[2]

1. Student Research Committee, Faculty of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran
2. Department of environmental health engineering, School of health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

**** Corresponding author.*** Tel: +984533518970, Fax: +984533513775, E-mail: s.a.mokhtari@gmail.com

Received: Sep 28, 2019 Accepted: Oct 5, 2020

ABSTRACT

Background & objectives: Drinking Water is one of the ways to provide essential nutrients for the human body. However, excessive amounts of this minerals, changes the water quality and in some cases threatens human health. Therefore, considering the role of water quality in the human health, incidence of irreversible lesions due to chemical impurities in drinking water in values greater than standard, the need for continual measurement of various parameters in order to find out the drinking water conditions consumed with households and taking necessary control measures, this study aims to compare the physical and chemical quality of drinking water of the villages of Nir county by national standard.

Methods: In this cross-sectional descriptive study conducted in the statistical population of the affiliated villages to Nir county, the methods of standard method book were used to measure the studied parameters. A dual-beam spectrophotometer was used to measure the parameters of nitrate, nitrite, phosphate and fluoride, and a two-channel portable multi-parameter instrument was used to measure pH, electrical conductivity and turbidity. Total dissolved solids were measured by gravimetric method and the total hardness, calcium, magnesium, sulfate and chloride were measured by titration method. Then, the obtained data were analyzed using SPSS20 and Microsoft Excel 2010 software and One-Sample T Test.

Results: The averages of electrical conductivity and total hardness were 669.78 µS/cm, and 227.27 mg/L.$CaCO_3$ respectively. The other parameters including TDS, Nitrate, Nitrite, Sulfate, Phosphate, Chlorine, Fluorine, Calcium and Magnesium had average levels of 346.316, 3.410, 0.023, 76.79, 0.117, 58.10, 0.45, 58.82 and 20.40 mg/L, respectively and finally the pH was 7.77.

Conclusion: Among 13 parameters measured in drinking water supplies in the county, 26 villages were under admissible limit (AL) and 82 villages were under maximum contaminant level recommended by Iranian national standards. In other words, 74% and 18% of drinking water in the villages of county did not meet AL and MCLs of national standards. According to the results, it is necessary that water supplies used in the villages of county must be subject to regular monitoring programs of water safety and environmental health.

Keywords: Drinking Water; Physical Quality; Chemical Quality; Nir Country

تحلیلی بر کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان نیر و مقایسه نتایج با استاندارد ملی ایران

فرهاد پورفرج [۱و۲]، سید احمد مختاری [۲*]

۱. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران
۲. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران
* نویسنده مسئول. تلفن : ۳۳۵۱۸۹۷۰ ۰۴۵ فکس: ۰۴۵۳۳۵۱۳۷۷۵ ایمیل: s.a.mokhtari@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: آب آشامیدنی یکی از راه‌های تامین املاح ضروری بدن انسان می‌باشد. اما مقدار بیش از حد مجاز این املاح، کیفیت آب را تغییر داده و در برخی موارد سلامتی انسان را به خطر می‌اندازد. بنابراین با توجه به نقش کیفیت آب در سلامتی ساکنین و بروز ضایعات غیر قابل جبران در اثر ناخالصی‌های شیمیایی موجود در آب آشامیدنی در مقادیر بیش از استاندارد و لزوم اندازه‌گیری دائمی پارامترهای مختلف در جهت آگاهی از وضعیت آب آشامیدنی مصرفی خانوارها و اعمال اقدامات کنترلی لازم، این تحقیق به مقایسه کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان نیر با استاندارد ملی می‌پردازد.

روش کار: در این تحقیق توصیفی مقطعی که در جامعه آماری روستاهای تابعه شهرستان نیر صورت گرفت، برای سنجش پارامترهای مورد مطالعه از روش‌های کتاب استاندارد متد استفاده گردید. برای اندازه گیری پارامترهای نیترات، نیتریت، فسفات و فلوراید از اسپکتروفتومتر دو پرتوی، و برای اندازه گیری pH، هدایت الکتریکی و کدورت از دستگاه پرتابل مولتی پارامتر دو کاناله استفاده شد. کل جامدات محلول به روش وزن سنجی و در نهایت سختی کل، کلسیم، منیزیم، سولفات و کلرور به روش تیتراسیون مورد اندازه گیری قرار گرفتند. سپس داده های حاصل با استفاده از نرم افزارهای SPSS-20 و Microsoft Excel-2010 و آزمون آماری تی تک نمونه ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها: میانگین پارامترهای هدایت الکتریکی ۶۶۹/۷۸ µS/cm، سختی کل ۲۲۷/۳۸ mg/L.$CaCO_3$، کل جامدات محلول، نیترات، نیتریت، سولفات، فسفات، کلرور، فلوئور، کلسیم و منیزیم به ترتیب به میزان ۳۴۶/۳۱۶ mg/L، ۳/۴۱۰، ۰/۰۲۳، ۷۶/۷۹، ۰/۱۱۷، ۵۸/۱۰، ۰/۴۵، ۵۶/۸۲ و ۲۰/۴۰، کدورت ۰/۹۳ NTU و در نهایت pH برابر ۷/۷۷ بوده است.

نتیجه گیری: ۱۳ مورد پارامتر سنجش شده در منابع تامین آب آشامیدنی ۲۶ روستا از روستاهای شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و در ۸۲ روستا از روستاهای شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مجاز توصیه شده توسط استاندارد ملی ایران می‌باشد. به‌عبارت دیگر ۷۴ درصد و ۱۸ درصد منابع تامین آب آشامیدنی روستاهای شهرستان به ترتیب استاندارد حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز را تامین نمی‌نمایند. با توجه به نتایج به دست آمده ضروری است منابع آب مورد استفاده در روستاهای شهرستان تحت برنامه های پایش مرتب ایمنی آب و نیز بهداشت محیط قرار گیرند.

واژه های کلیدی: آب شرب، کیفیت فیزیکی، کیفیت شیمیایی، شهرستان نیر

دریافت: ۱۳۹۸/۷/۶ **پذیرش:** ۱۳۹۹/۷/۱۴

مقدمه

آب مایه حیات و از مهمترین منابع طبیعی در جهان تلقی می‌شود (۳-۱). دسترسی به آب آشامیدنی سالم، کافی و با کیفیت مطلوب از نیازهای اساسی هر جامعه برای ادامه حیات، توسعه بهداشت و حفاظت از محیط زیست می‌باشد (۱, ۶-٤) و اهمیت بالایی در پیشگیری از بیماری‌هایی مانند وبا، تیفوئید، پاراتیفوئید، هپاتیت عفونی، اسهال آمیبی و باسیلی دارد (۱۰-۷). پس کیفیت آب اهمیت بسیار زیادی برای انسان‌ها دارد زیرا که بطور مستقیم به آسایش و رفاه آنها مربوط می‌شود (۲،۱۱). آب آشامیدنی، مطابق با آئین‌نامه بهداشت محیط مصوبی سال ۱۳۷۱ هیئت‌وزیران جمهوری اسلامی ایران، آب گوارایی است که عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن در حد استانداردهای مصوب باشد و مصرف آن عارضه سویی در کوتاه مدت یا درازمدت در انسان ایجاد نکند (۱۲). آب آشامیدنی علاوه بر تامین آب مورد نیاز جهت تامین فعالیت‌های حیاتی بدن، یکی از راه‌های تامین املاح ضروری بدن نیز می‌باشد. اما مقدار بیش از حد مجاز این املاح، کیفیت آب را تغییر و در برخی موارد سلامتی انسان را به خطر می‌اندازد (۷،۱۳). بطوری که حضور بیش از حد سولفات در آب موجب ایجاد طعم می‌گردد (۱۳). مت هموگلوبینمیا، ایجاد ترکیبات سرطانزا و ممانعت از جذب ید، از اثرات سوءِ افزایش بیش از حد نیترات و نیتریت در آب آشامیدنی است (۱٤). افزایش بیش از حد کل مواد جامد محلول و کلرید موجب شوری آب و در نتیجه کاهش مقبولیت مصرف‌کننده را به دنبال دارد (۱۳). سختی بالای ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر موجب رسوب در لوله‌ها، سیستم توزیع و همچنین پایین‌آوردن قدرت تمیزکنندگی آب می‌گردد (۱۳،۱۵). حتی سختی در مقادیر بیش از حد، می‌تواند اثرات منفی متعددی چون افزایش مصرف صابون، ایجاد لکه بر روی ظروف، دیرپزشدن و بی‌رنگ شدن سبزیجات، ترکیدگی دیگ‌های بخار و غیره را به دنبال داشته باشد (۱) و سختی کمتر از ۱۰۰ میلی گرم و pH پایین‌تر از ۷، خوردگی در لوله‌ها را باعث می‌شود (۱۳،۱۵). مقدار کمتر از حد مجاز فلوئور موجب آسیب به مینای دندان و افزایش پوسیدگی آن می‌گردد، در حالی‌که افزایش بیش از حد مجاز فلوئور در آب آشامیدنی سبب فلوئوروزیس دندانی-استخوانی، ناباروری، آلزایمر، مشکلات عصبی و اختلالات تیروئیدی خواهد شد (۱۸،۱۳،۱۶،۱۷). بنابراین اولین قدم در شناخت آب، بررسی و پایش مداوم پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شرب است (۷،۱٤،۱۹). زیرا کیفیت مطلوب این پارامترها از نقطه‌نظر مقبولیت آن برای مصرف‌کننده، حفظ سلامتی مصرف‌کننده و نگهداری از سیستم شبکه آب ضروری است (۷) تا بطور مستمر تحت نظارت و کنترل قرار داشته باشد و بتوان با آگاهی از وجود هرگونه آلاینده احتمالی در آب، اقدامات کنترلی لازم را اعمال نمود (۲۰).

مطالعات متعددی طی سال‌های گذشته در زمینه بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی در برخی از نقاط کشور انجام شده است. در شهر قزوین کیفیت منابع آب شرب توسط پناهی فرد و همکاران در سال ۹۵-۱۳۹٤ مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که کلیه پارامترهای سنجش شده در محدوده استاندارد ملی قرار دارند (۲۱). در پژوهش دیگری که در سال ۱۳۹۱ توسط دوبرادران و همکاران در مورد کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی در شبکه توزیع شهر بوشهر انجام پذیرفت، نشان داد که به جز «کل جامدات محلول» و «سولفات»، کلیه پارامترهای سنجش شده، با استانداردهای ملی و EPA آب آشامیدنی مطابقت دارند (۲۲). نتایج بررسی غلظت نیترات، نیتریت و سایر پارامترهای فیزیکوشیمیایی منابع آب شرب شهر ساوه توسط آذرپیرا و همکاران نشان داد که مقادیر کل جامدات محلول، سولفات، سدیم و منیزیم بیشتر از مقادیر استاندارد ملی می‌باشند (۲۳). نتایج حاصله از

مطالعه کریمی و همکاران در راستای بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی شهر اهواز نیر نشان داد که مقادیر هدایت الکتریکی، سختی، سدیم و کلراید با استاندارد ملی همخوانی ندارد (۲٤). با پیشرفت دانش و تکنولوژی بشری و آگاهی یافتن از اهمیت آب و بیماری‌های منتقله از آن به کیفیت آب مصرفی توجه خاصی شده است به طوری که برای مصارف گوناگون استانداردهای ویژه‌ای مشخص گردیده است بطوری‌که در ایران نیز استاندارد مربوط به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی تحت عنوان استاندارد ۱۰۵۳ نخستین بار در سال ۱۳٤۵ توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی تدوین شده است (۲۵). پیشرفت روش‌های شناسایی، اندازه‌گیری و حذف آلاینده‌ها از یک طرف و شناسایی اثرات جامع‌تر آنها بر سلامت انسان و بکارگیری روش مدیریت و ارزیابی ریسک در تدوین استانداردها سبب شده است که استانداردهای آب آشامیدنی در دنیا به طور مداوم بازنگری و مقادیر جدیدی تعریف و یا پارامترهای جدیدی معرفی شوند که استاندارد ۱۰۵۳ تدوینی ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست بطوری که بازنگری این استاندارد در سال ۱۳۸۸ برای پنجمین بار تصویب و منتشر گردیده است. برای هر یک از پارامترها، در استاندارد ایران مقادیر مشخصی تعیین شده است. در استاتدارد ۱۰۵۳، دو اصطلاح حد مطلوب[1] و حداکثر مجاز[2] تعریف شده است که حد مطلوب، ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو آب آشامیدنی تعریف می‌شود که بیشتر از آن حد (تا مقدار حداکثر مجاز)، برای کیفیت آب آشامیدنی مطلوب نمی‌باشد، اما هنوز قابل آشامیدن است. حداکثر مجاز، حد مجازی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو آب آشامیدنی است که مصرف آن در کوتاه‌مدت یا درازمدت، سبب ایجاد عارضه سوءِ برای سلامت انسان نشود (۲۵).

شهرستان نیر به مساحت ۱٤۹۵/٤ کیلومترمربع که در ۳۷ کیلومتری جنوب غربی استان اردبیل و از ٤۷ درجه و ۵۳ دقیقه تا ٤۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی تا ۳۷ درجه و ٤۷ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۹ دقیقه عرض شمالی قرار دارد و ۸/۳۳ درصد از کل مساحت استان را شامل می‌شود. این شهرستان از دو بخش، پنج دهستان، دو نقطه شهری و ۱۰۰ آبادی تشکیل یافته است (۲۶). بنابراین با توجه به نقش کیفیت آب در سلامتی ساکنین و بروز ضایعات غیرقابل جبران در اثر ناخالصی‌های شیمیایی موجود درآب آشامیدنی در مقادیر بیش از استاندارد و لزوم پایش دائمی پارامترهای مختلف در جهت آگاهی از وضعیت آب آشامیدنی مصرفی خانوارها، این تحقیق به منظور مقایسه کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان نیر با استاندارد ملی ایران انجام شد.

روش کار

این پژوهش یک مطالعه توصیفی- مقطعی بود که به‌منظور بررسی و مقایسه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان نیر با استاندارد ملی ایران انجام پذیرفت و برای این منظور در طول مدت ۲٤ ماه (از فروردین ۱۳۹٤ تا اسفند ۱۳۹۵) تعداد ۱۰۰ نمونه بر اساس استانداردهای موجود از شبکه توزیع آب ۱۰۰ روستای تحت پوشش به صورت تصادفی و در بطری‌های پلی‌اتیلنی به حجم یک لیتر نمونه‌گیری شد. ایستگاه‌ها در نزدیکی لوله‌های اصلی شبکه توزیع و طوری انتخاب شدند که کل مناطق روستایی را به طور کامل تحت پوشش قرار دهند. برای هر نمونه ۱۳ پارامتر که شامل نیترات، نیتریت، سولفات، فسفات، کلرور، کلسیم، منیزیم، pH، فلوراید، سختی کل، هدایت الکتریکی،

[1] Admissible Limit
[2] Maximum Contaminant Level

کدورت و کل جامدات محلول می‌باشد، سنجش شدند.

جهت سنجش نیترات از دستورالعمل شماره ۴۵۰۰–NO_3 B، نیتریت از دستورالعمل شماره ۴۵۰۰–NO_2 B، فسفات از دستورالعمل شماره ۴۵۰۰–P-D و فلوراید از دستورالعمل شماره ۴۵۰۰-F^-D کتاب استاندارد متد استفاده شد و سنجش پارامترهای فوق‌الذکر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر دو پرتوی مدل ۶۸۵۰ ساخت جنوی انگلستان انجام شد (۲۷).

برای اندازه‌گیری pH از دستورالعمل شماره ۴۵۰۰–H^+ B، هدایت الکتریکی از دستورالعمل شماره ۲۵۱۰B و کدورت از دستورالعمل شماره ۲۱۳۰B کتاب استاندارد متد (۲۷) و بوسیله دستگاه پرتابل مولتی پارامتر دو کاناله مدل HQ400 ساخت کمپانی Hach آلمان استفاده شد. سنجش کل جامدات محلول نیز با استفاده از دستورالعمل شماره ۲۵۴۰ C کتاب استاندارد متد (۲۷) و به روش وزن‌سنجی صورت پذیرفت. در نهایت اندازه‌گیری سختی کل با استفاده از دستورالعمل شماره ۲۳۴۰C، کلسیم با استفاده از دستورالعمل شماره ۳۵۰۰–Ca B، منیزیم با استفاده از دستورالعمل شماره ۳۵۰۰–Mg E، سولفات با استفاده از دستورالعمل شماره ۳۵۰۰–SO_4^{2-} و کلرور با استفاده از دستورالعمل شماره ۴۵۰۰–Cl^- کتاب استاندارد متد (۲۷) و به روش تیتراسیون صورت گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای SPSS-20 و نرم افزار Excel مجموعه Microsoft Office-2010 استفاده شد. آزمون آماری مورد استفاده در این مطالعه تی تک نمونه‌ای[1] می‌باشد.

یافته‌ها

منابع تامین آب آشامیدنی ۷۱ روستا از روستاهای شهرستان چشمه، ۲۷ روستا از چاه و ۲ روستا بصورت همزمان از چشمه و چاه بود. میانگین پارامترهای سنجش شده در آب آشامیدنی روستاهای تابعه شهرستان و مقایسه آنها با استانداردهای ملی در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین وضعیت روستاهای شهرستان برحسب مطابقت و مغایرت با استاندارد ملی به تفکیک پارامترهای سنجش شده در آب آشامیدنی در جدول ۲ و نمودار ۱ بیان شده است.

۱۳ مورد پارامتر سنجش شده در منابع تامین آب آشامیدنی ۲۶ روستا از روستاهای شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و در ۸۲ روستا از روستاهای شهرستان پایین‌تر از حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی ایران بودند و به عبارت دیگر ۷۴ درصد منابع تامین آب آشامیدنی روستاهای شهرستان استاندارد حداکثر مطلوب و ۱۸ درصد منابع مذکور استاندارد حداکثر مجاز ملی را تامین نمی‌نمودند.

pH که یکی از مهمترین خواص فیزیکوشیمیایی آب می‌باشد و در واقع تراکم یون‌های H^+ آزاد در یک محلول را نشان می‌دهد و عبارت است از لگاریتم عکس غلظت یون H^+ (۶،۲۸،۲۹). مقدار pH در مطالعه حاضر در آب آشامیدنی ۱۰۰ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان با مقدار میانگین ۷/۷۷ پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ایران بود (نمودار ۱). آنالیز آماری انجام شده با استفاده از آزمون آماری تی تک نمونه‌ای بر روی داده‌های این طرح نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر pH آب شرب روستاهای شهرستان نیر با مقادیر حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران وجود دارد (p=۰/۰۰۰).

یکی دیگر از خواص فیزیکوشیمیایی آب، هدایت الکتریکی می‌باشد (۲۸،۲۹). معیاری جهت سنجش توانایی یک محلول برای انتقال الکتریکی می‌باشد. از آنجا که این توانایی تابعی از توانایی حضور یون‌های موجود در یک محلول می‌باشد، اندازه‌گیری این

[1] One-Sample T Test

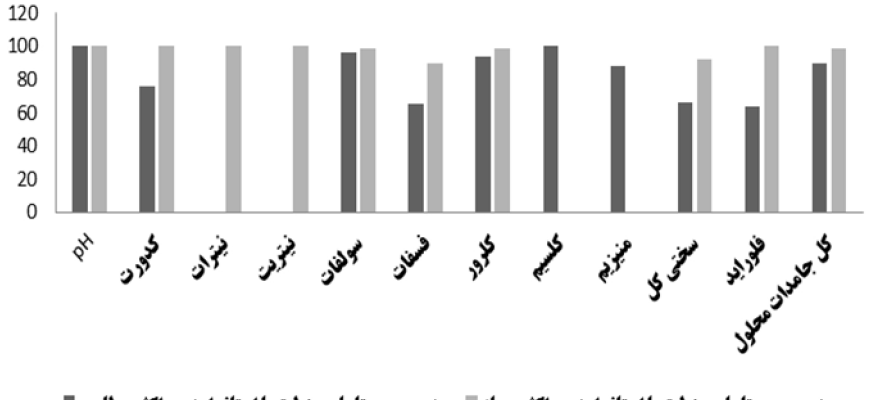
پارامتر نشانگر خوبی در مورد کل مواد حل‌شده موجود در آب به شمار می‌رود (۳۱،۳۰،۶). از سوی استاندارد ملی ایران برای این پارامتر مقادیری توصیه نشده است. میانگین هدایت الکتریکی سنجش شده در نمونه‌های آب شرب روستاهای شهرستان ۶۶۹/۷۸ برحسب میکروزیمنس بر سانتی‌متر می‌باشد (نمودار ۲).

جدول ۱. مقایسه میانگین پارامترهای آب شرب روستاهای تابعه شهرستان نیر با استانداردهای ملی

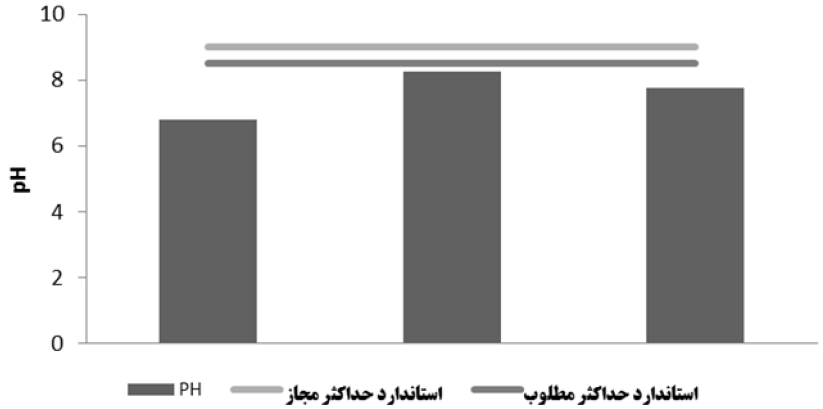
پارامترها	واحد	میانگین در آب شرب شهرستان	استاندارد ملی	
			حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز
pH	-	۷/۷۷	۶/۵ -۸/۵	۶/۵-۹
هدایت الکتریکی	µmohs/cm	۶۶۹/۷۸	-	-
کدورت	NTU	۰/۹۳	۱	۵
نیترات	mg/lit NO3	۳/٤۱۰	-	۵۰
نیتریت	mg/lit NO2	۰/۰۲۳	-	۳
سولفات	mg/lit SO4	۷۶/۷۹	۲۵۰	٤۰۰
فسفات	mg/lit PO4	۰/۱۱۷	۰/۱	۰/۲
کلرور	mg/lit Cl	۵۸/۱۰	۲۵۰	٤۰۰
کلسیم	mg/lit CaCO3	۵۶/۸۲	۳۰۰	-
منیزیم	mg/lit CaCO3	۲۰/٤۰	۳۰	-
سختی کل	mg/lit CaCO3	۲۲۷/۳۸	۲۰۰	۵۰۰
فلوراید	mg/lit	۰/٤۵	۰/۵	۱/۵
کل جلمدات محلول	mg/lit	۳٤۶/۳۱۶	۱۰۰۰	۱۵۰۰

جدول ۲. وضعیت روستاهای شهرستان برحسب مطابقت و مغایرت با استاندارد ملی به تفکیک پارامترهای سنجش شده در آب آشامیدنی

پارامترها	روستاهای شهرستان مطابق با استاندارد به تفکیک برخورداری از نوع منابع						روستاهای شهرستان مغایر با استاندارد به تفکیک برخورداری از نوع منابع					
	حداکثر مطلوب			حداکثر مجاز			حداکثر مطلوب			حداکثر مجاز		
	چشمه	چاه	هردو	چشمه	چاه	هردو	چشمه	چاه	هردو	چشمه	چاه	هردو
pH	۷۱	۲۷	۲	۷۱	۲۷	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰
هدایت الکتریکی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کدورت	۶۶	۸	۲	۷۱	۲۷	۲	۵	۱۹	۰	۰	۰	۰
نیترات	-	-	-	۷۱	۲۷	۲	-	-	-	۰	۰	۰
نیتریت	-	-	-	۷۱	۲۷	۲	-	-	-	۰	۰	۰
سولفات	۷۰	۲۵	۱	۷۰	۲۷	۲	۱	۲	۱	۱	۰	۰
فسفات	٤۷	۱۷	۱	۶٤	۲٤	۲	۲٤	۱۰	۱	۷	۳	۰
کلرور	۷۱	۲۱	۲	۷۱	۲۶	۲	۰	۶	۰	۰	۱	۰
کلسیم	۷۱	۲۷	۲	-	-	-	۰	۰	۰	-	-	-
منیزیم	۶۷	۲۰	۱	-	-	-	٤	۷	۱	-	-	-
سختی کل	۶۰	۵	۱	۶۹	۲۱	۲	۱۱	۲۲	۱	۲	۶	۰
فلوراید	۵۷	۶	۱	۷۱	۲۷	۲	۱٤	۲۱	۱	۰	۰	۰
کل جلمدات محلول	۶۹	۱۹	۲	۷۱	۲۶	۲	۲	۸	۰	۰	۱	۰



نمودار ۱. درصد آب آشامیدنی روستاهای منطبق با استاندارد حداکثر مجاز و حداکثر مطلوب



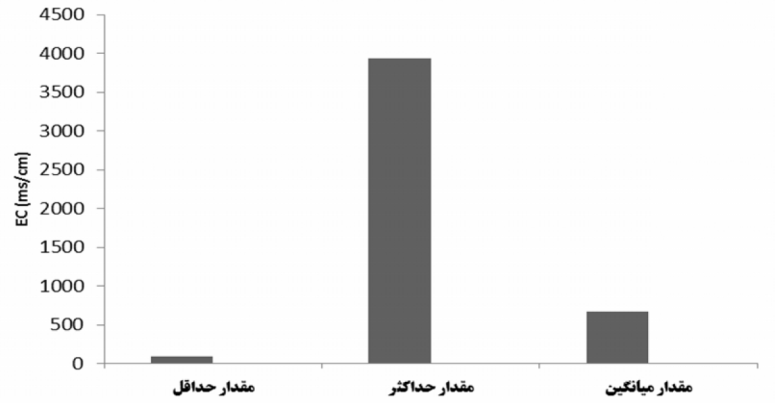
نمودار ۲. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین pH در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان

کل جامدات محلول[1] یکی از پارامترهای شیمیایی مهم در آب آشامیدنی است که نشان‌دهنده حضور و یا عدم حضور انواع مختلفی از نمک‌های معدنی و یون‌هایی نظیر کلراید، سولفات، فسفات، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، آهن و غیره در آب است. این پارامتر در تغییر کیفیت آب آشامیدنی همچون طعم و مزه، سختی، خورندگی و ایجاد لایه‌ای از رسوب نقش دارد (۶،۲۸،۳۲). مقدار عددی این پارامتر در مطالعه حاضر ۴۷ تا ۲۰۵۰ میلی گرم بر لیتر بود. ۹۰ درصد آب آشامیدنی روستاهای تحت پوشش استاندارد حداکثر مطلوب و ۹۹ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی را تامین می‌نمودند (نمودار ۳). آنالیز آماری انجام شده بر روی داده‌های این مطالعه وجود اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر این پارامتر با مقادیر حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران را نشان می‌دهد (p=۰/۰۰۰).

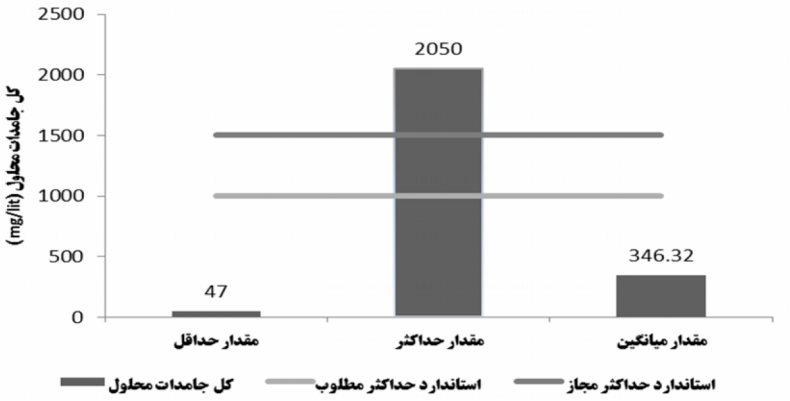
از خصوصیات شیمیایی آب می‌توان به «سختی» اشاره نمود (۱). سختی که به معنی غلظت کاتیون‌های فلزی چندظرفیتی در محلول می‌باشد، می‌تواند بر روی مزه آب اثر بگذارد (۶،۱۰،۲۸،۳۱). محدوده عددی این پارامتر در نمونه‌های آب شرب روستاهای شهرستان، ۳۰ تا ۹۸۰ میلی گرم بر لیتر بر حسب کربنات کلسیم حاصل شده است (نمودار ٤). نتایج این مطالعه بیان داشت مقدار سختی کل در آب

[1] Total Dissolved Solids

آشامیدنی ۶۶ درصد از روستاهای تحت پوشش شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و در آب آشامیدنی ۹۲ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی می‌باشند. همچنین آنالیز آماری انجام شده بر روی داده‌های این طرح با استفاده از آزمون آماری تی تک نمونه‌ای نشان داد که طی مقایسه صورت پذیرفته بین میانگین مقادیر سختی کل با مقادیر حداکثر مطلوب توصیه‌شده توسط استاندارد ملی، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (p=۰/۱۶۵). اما اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر سنجش شده در آب شرب روستاهای شهرستان با مقادیر حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران وجود داشت (p=۰/۰۰۰).



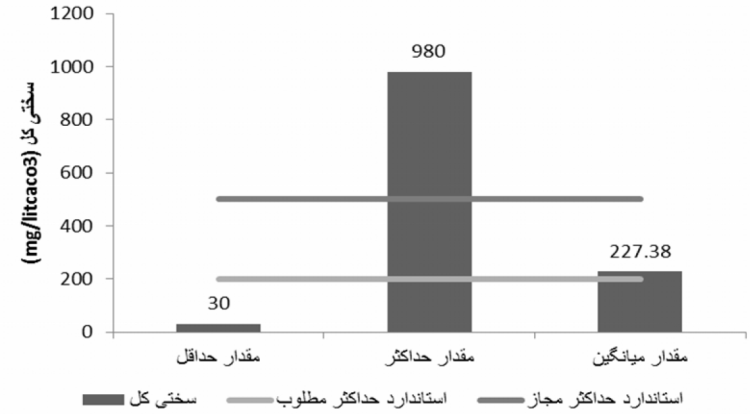
نمودار ۳. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین هدایت الکتریکی در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان برحسب میکرو زیمنس بر سانتی متر



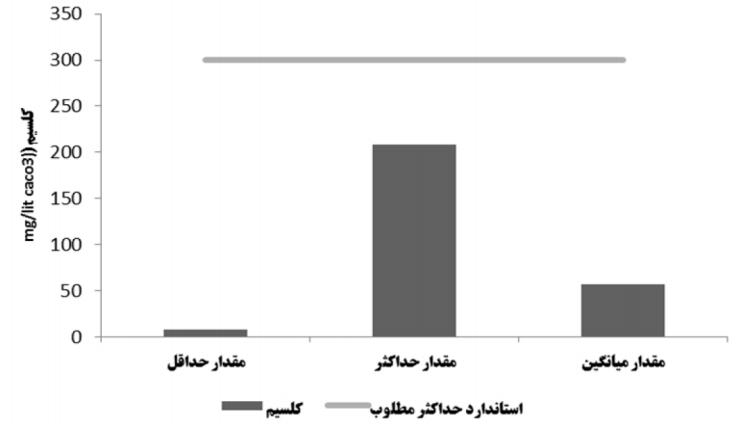
نمودار ٤. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین کل جامدات محلول در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان برحسب میلی گرم بر لیتر

کلسیم یکی از یون‌های فلزی چند ظرفیتی است که به‌وفور در آب طبیعی یافت می‌شود و همراه با بیکربنات، سختی موقت یا سختی بیکربناتی آب را باعث می‌شود (۱،۱۳،۳۳). مقدار میانگین این پارامتر در نمونه‌های آب شرب روستاهای شهرستان، ۵۶/۸۲ میلی‌گرم بر لیتر بر حسب کربنات کلسیم سنجش شده است (نمودار ۵)، که در آب آشامیدنی ۱۰۰ درصد روستاهای تحت پوشش پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب بود. آنالیز آماری انجام شده با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای بر روی داده‌های این پژوهش بیان داشت که اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر کلسیم آب شرب روستاها با مقادیر حداکثر مطلوب توصیه‌شده توسط استاندارد ملی ایران وجود دارد (p=۰/۰۰۰).

منیزیم یکی از کاتیون‌ها و عناصر معمولی آب می‌باشد که نمک‌های قابل حل را ایجاد می‌کند. این کاتیون در آب هم سختی کربناتی و هم سختی غیرکربناتی را تشکیل می‌دهد (۳٤-۳۲). غلظت زیاد این کاتیون در آب مصرفی منازل باعث ایجاد طعم ناخوشایند و تشکیل جرم در ظروف می‌گردد. علاوه بر آن خاصیت مسهلی نیز دارد. ولی بیشترین اثر ناشی از غلظت‌های بالای آن آسیب به تأسیسات حرارتی و لوله‌های انتقال آب است که موجب تحمیل هزینه‌های بالا برای تأسیسات تصفیه و گرمایش آب می‌گردد (۱۲). مقدار میانگین این پارامتر در نمونه‌های آب شرب روستاهای شهرستان ۲۰/٤۰ میلی‌گرم بر لیتر برحسب کربنات کلسیم سنجش گردید (نمودار ۶). مقدار منیزیم در آب آشامیدنی ۸۸ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب توصیه‌شده بود. همچنین آنالیز آماری انجام شده بر روی داده‌های این طرح با استفاده از آزمون تی تک‌نمونه‌ای نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر منیزیم آب شرب روستاهای شهرستان با مقادیر حداکثر مطلوب استاندارد ملی ایران بود (p=۰/۰۰۱).



نمودار ۵. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین سختی کل در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان برحسب میلی گرم بر لیترکربنات کلسیم

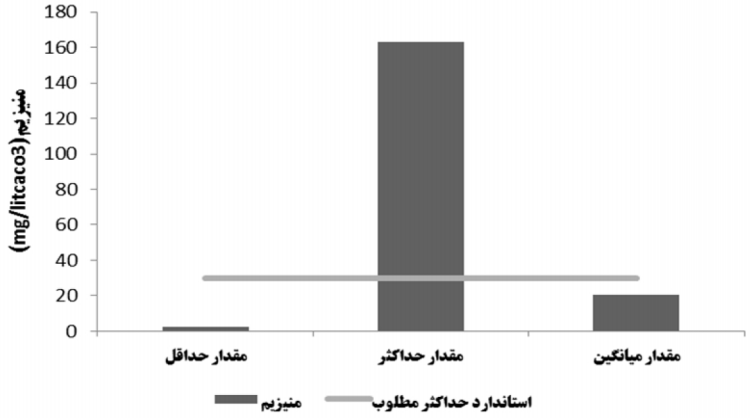


نمودار ۶. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین کلسیم در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان برحسب میلی گرم بر لیتر

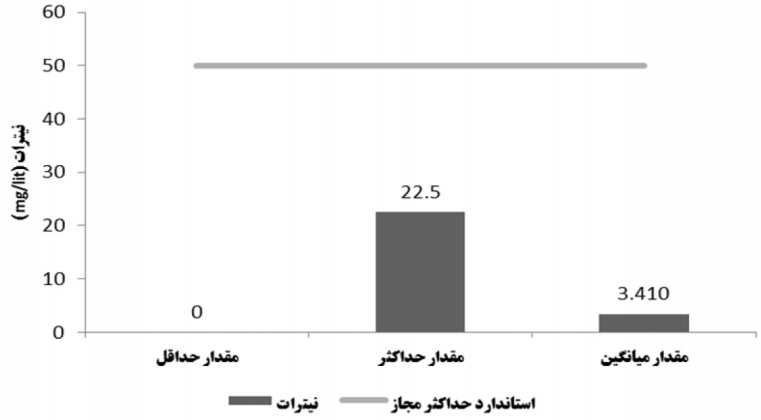
نیترات آخرین مرحله اکسیداسیون آمونیاک و معدنی‌شدن ازت حاصل از مواد آلی به شمار می‌رود (۳۵). این آنیون به عنوان یکی از شاخص‌های شیمیایی آلودگی آب به فاضلاب‌ها و پسماندهای جامد مورد توجه است. در صورتی‌که غلظت آن بالاتر از حد استاندارد باشد، مصرف چنین آبی برای کودکان

مخاطره‌آمیز بوده و سبب بروز نوعی بیماری به نام متهموگلوبینمیا می‌گردد (۱٤). نتایج این مطالعه نشان داد که مقدار میانگین این پارامتر در نمونه‌های سنجش‌شده، ۳/٤۱۰ میلی گرم بر لیتر می‌باشد (نمودار ۷) و آب آشامیدنی ۱۰۰ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی ایران را تامین می‌نماید. آنالیز آماری انجام شده بر روی داده‌های این طرح با استفاده از آزمون تی تک‌نمونه‌ای بیان داشت که اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر سنجش شده با مقادیر حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران وجود دارد (p=۰/۰۰۰).

نیتریت مرحله میانی اکسیداسیون ازت در اکسیدشدن بیوشیمیایی آمونیاک و تبدیل آن به نیترات می‌باشد. همچنین در عمل احیاء نیترات در شرایطی که کمبود اکسیژن وجود داشته باشد، تشکیل می‌شود (۳۵). در دستگاه گوارش انسان نیتریت حاصل از احیای نیترات توسط باکتری‌ها با آمین‌های نوع دوم و سوم ترکیب شده و تشکیل نیتروزآمین‌های سرطانزا را می‌دهد. همچنین نیتریت در ایجاد بیماری متهموگلوبینمیا نیز نقش دارد. مقدار میانگین نیتریت در نمونه‌های آب شرب روستاهای شهرستان، ۰/۰۲۳ میلی گرم بر لیتر محاسبه شد (نمودار ۸) که در آب آشامیدنی ۱۰۰ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی ایران بود. آنالیز آماری انجام شده بر روی داده‌های این مطالعه بیان‌کننده این موضوع است که اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر سنجش شده در آب شرب روستاهای شهرستان با مقادیر حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران وجود داشت (p=۰/۰۰۰).



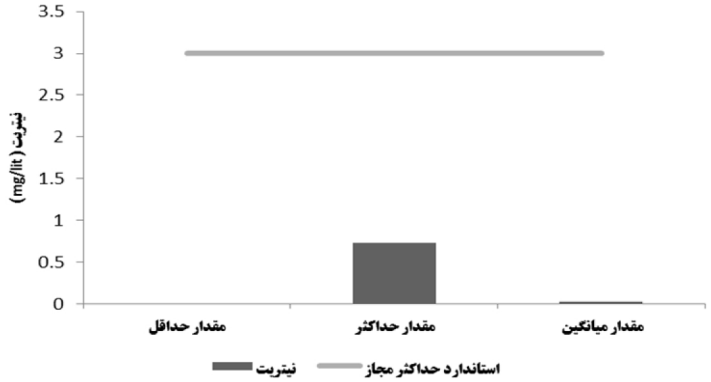
نمودار ۷. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین منیزیم در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان بر حسب میلی گرم بر لیتر



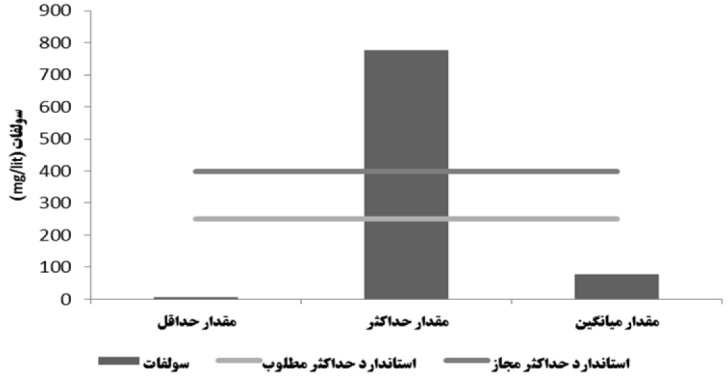
نمودار ۸. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین نیترات در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان بر حسب میلی گرم بر لیتر

سولفات یکی از آنیون‌های اصلی و همچنین یکی از اشکال سولفور در آب آشامیدنی می‌باشد. این آنیون بطور وسیعی در طبیعت پراکنده است و به شکل سولفات‌های کلسیم و منیزیم باعث سختی دائم یا غیرکربناتی در آب می‌شود (۳۲،۳۶). مقدار سولفات با محدوده عددی سنجش شده ۷۷۶-۶/۳ میلی‌گرم در لیتر در آب آشامیدنی ۹۶ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و در ۹۹ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده بود (نمودار ۹). آنالیز آماری انجام شده بر روی داده‌های این طرح با استفاده از آزمون تی تک‌نمونه‌ای نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر این پارامتر در آب شرب روستاهای شهرستان با مقادیر حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران بود (p=۰/۰۰۰).

فسفات ترکیبی غیرآلی و نمک اسید فسفریک است که به شکل فسفات‌های کلسیم و منیزیم باعث سختی غیرکربناته در آب می‌شود (۳٤). محدوده عددی این پارامتر در نمونه‌های سنجش شده صفر تا ۱/۰۶ میلی‌گرم بر لیتر بود (نمودار ۱۰)، بنابراین مقدار این پارامتر در آب آشامیدنی ۶۵ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و در آب آشامیدنی ۹۰ درصد روستاهای تحت پوشش پایین‌تر از استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده بود. آنالیز آماری انجام شده بر روی داده‌های این مطالعه با استفاده از آزمون تی تک‌نمونه‌ای نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر فسفات با مقادیر توصیه‌شده حداکثر مطلوب استاندارد ملی وجود ندارد (p=۰/۲۸۷) ولی با مقادیر حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران اختلاف معنی‌داری داشت (p=۰/۰۰۰).



نمودار ۹. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین نیتریت در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان بر حسب میلی گرم بر لیتر

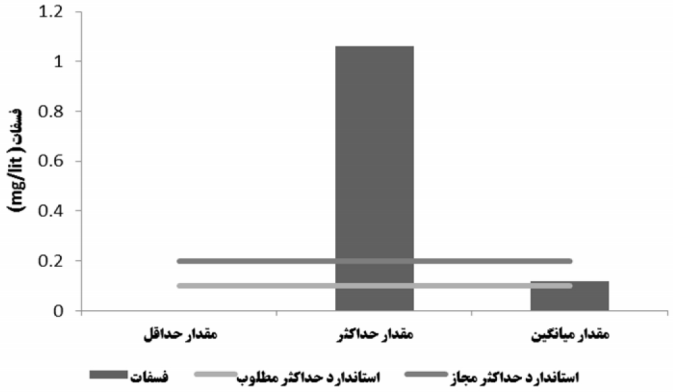


نمودار ۱۰. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین سولفات در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان بر حسب میلی گرم بر لیتر

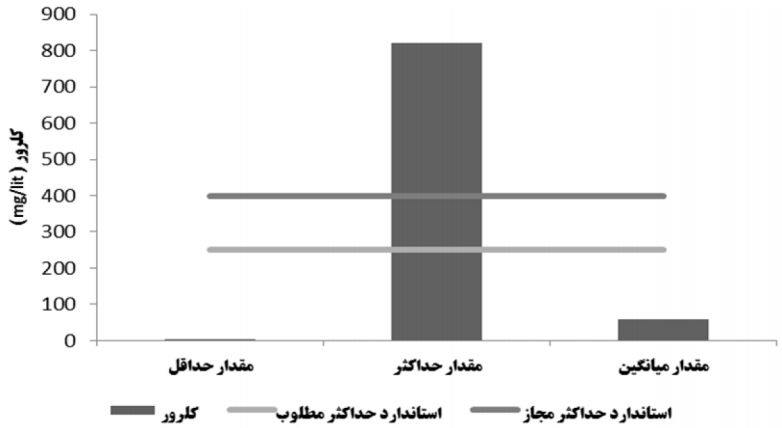
کلرور یکی از آنیون‌های اصلی در آب شرب می‌باشد که تشکیل سختی دائم یا غیرکربناتی می‌دهد. از سوی دیگر از دلایل طعم نامطلوب آب شرب را می‌توان به این آنیون نسبت داد (۱). مقدار میانگین سنجش شده کلرور در آب آشامیدنی روستاهای تحت پوشش ۵۸/۱۰ میلی‌گرم بر لیتر بود (نمودار ۱۱). بنابراین آب آشامیدنی ۹٤ و ۹۹ درصد روستاها به‌ترتیب استاندارد حداکثر مطلوب و استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی را تامین می‌نمودند. از سوی دیگر آنالیز آماری انجام شده با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای بر روی داده‌های این مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر این پارامتر با مقادیر حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران وجود دارد (p=۰/۰۰۰).

فلوراید عنصری از خانواده هالوژن‌ها، گازی خورنده و فعال‌ترین ماده غیرفلزی شناخته شده است که به مقدار فراوان در مناطق آتشفشانی و در مقادیر جزئی در بعضی از منابع آب‌های سطحی و در غلظت‌های زیاد در منابع آب‌های زیرزمینی یافت می‌شود (۳۷). مقدار فلوراید در آب آشامیدنی ٦٤ درصد روستاهای تحت پوشش پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب قرار داشت. اما مقدار این پارامتر در آب آشامیدنی ۱۰۰ درصد روستاهای تحت پوشش پایین‌تر از استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی بود. محدوده عددی سنجش شده این پارامتر در نمونه‌های آب شرب روستاهای شهرستان ۰/۸۶–۰/۰۷ میلی‌گرم بر لیتر بود (نمودار ۱۲). آنالیز آماری انجام شده بر روی داده‌های این طرح با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای بیان داشت که اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر این پارامتر با مقادیر حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران وجود دارد (p=۰/۰۰۳ و p=۰/۰۰۰).

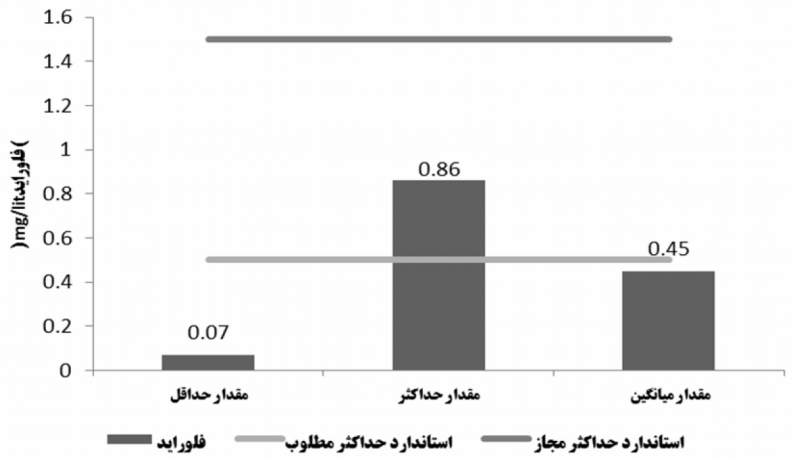
یکی از پارامترهای فیزیکی آب کدورت است که معیاری برای میزان جذب و یا پراکندگی نور توسط مواد معلق موجود در آب به شمار می‌رود (۱). محدوده عددی این پارامتر در نمونه‌های سنجش‌شده NTU ٤/۹۸–۰/۱۱ بود (نمودار ١٤). مقدار این پارامتر در آب آشامیدنی ۷۶ درصد و ۱۰۰ درصد روستاهای تحت پوشش به ترتیب استاندارد حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز را تامین می‌کرد. آنالیز آماری انجام شده بر روی داده‌های این طرح با استفاده از آزمون تی تک نمونه‌ای نشان داد که بین میانگین مقادیر کدورت با مقادیر حداکثر مطلوب توصیه‌شده توسط استاندارد ملی، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (p=۰/۵۲۳). از سوی دیگر اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر سنجش شده با مقادیر حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی ایران وجود داشت (p=۰/۰۰۰).



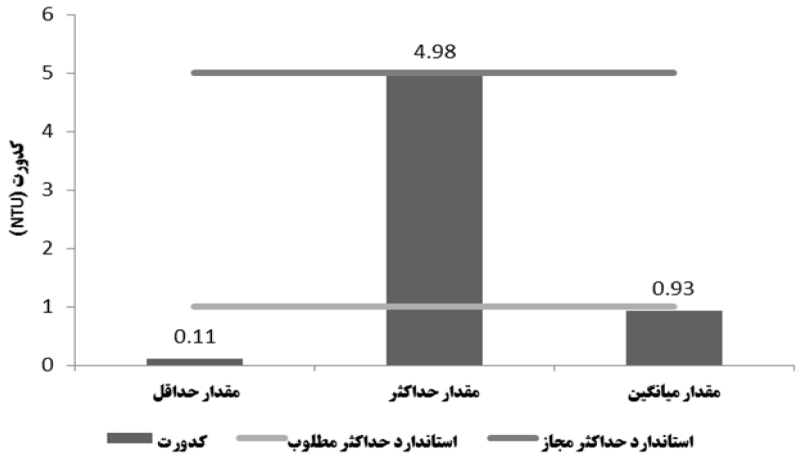
نمودار ۱۱. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین فسفات در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان بر حسب میلی گرم بر لیتر



نمودار ۱۲. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین کلرور در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان برحسب میلی گرم بر لیتر



نمودار ۱۳. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین فلوراید در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان بر حسب میلی گرم بر لیتر



نمودار ۱۴. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین کدورت در نمونه های آب شرب روستاهای شهرستان بر حسب NTU

بحث

با توجه به این که مقدار pH در آب آشامیدنی ۱۰۰ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان در محدوده حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی ایران بود، بنابراین برای شرب قابل قبول بوده و خطری مصرف‌کنندگان را از نظر

بهداشتی تهدید نمی‌نماید. پایش مستمر منابع تامین آب می‌تواند از دلایل احتمالی موثر در مطلوب‌بودن مقدار این پارامتر باشد (۳۸،۳۹). دوبرادران و همکاران در مطالعه شهر بوشهر مقدار این پارامتر را منطبق با استاندارد ملی گزارش نمودند که با نتیجه این تحقیق همخوانی دارد (۲۲).

نتایج این مطالعه نشان داد مقدار کل جامدات محلول به‌ترتیب در آب آشامیدنی ۹۰ درصد و ۹۹ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی می‌باشد. از دلایل احتمالی مطلوب بودن این پارامتر در اکثریت روستاهای شهرستان می‌توان پایش مستمر منابع تامین آب، مطلوب‌بودن ساختار زمین‌شناختی محل استقرار منابع تامین آب، فاصله مناسب محل‌های استقرار منابع تامین از زمین‌های کشاورزی و عدم راه‌یابی پساب‌های کشاورزی به داخل منابع تامین را عنوان نمود (۳۸, ٤٠-٤٢). از دلایل عمده مغایرت مقادیر در آب آشامیدنی روستاهای فوق الذکر با استاندارد ملی، می‌توان تاثیرپذیری منابع تامین آب آشامیدنی روستاهای مذکور از ساختار زمین‌شناختی محل استقرار منابع تامین آب، بارندگی و سیلابی‌شدن منابع تامین آب و راه‌یابی پساب‌های کشاورزی به داخل منابع تامین آب را عنوان نمود (٤٢-٤٠). مقدار این پارامتر توسط آذر پیرا و همکاران در ساوه، دیندارلو و همکاران در بندر عباس، دوبرادران و همکاران در بوشهر، رجائی و همکاران در بیرجند و قائن، مغایر با استاندارد ملی گزارش شد که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد (۱۳،۲۲،۲۳،۳٤). اما مقدار این پارامتر توسط پناهی و همکاران در قزوین، کریمی و همکاران در اهواز، زوزولی و همکاران در خوی مطابق با استاندارد ملی گزارش شده است و با نتایج این مطالعه همخوانی ندارد (۲۱،۲٤،۳۶).

۶۶ درصد و ۹۲ درصد آب آشامیدنی روستاهای تحت پوشش شهرستان به ترتیب مقادیر استاندارد حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی از نظر پارامتر سختی کل را تامین می‌نمایند. بالابودن میزان این پارامتر در آب شرب برخی روستاها را می‌توان به تاثیر پذیری آب از ساختار زمین‌شناختی محل استقرار منابع تامین ارتباط داد (٤٠).

دیندارلو و همکاران در بندر عباس، رجائی و همکاران در بیرجند و قائن مقدار این پارامتر را مغایر با استاندارد ملی گزارش نمودند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. اما نتایج مطالعه پناهی و همکاران در قزوین، دوبرادران و همکاران در بوشهر، زوزولی و همکاران در خوی منطبق با استاندارد ملی می‌باشند، بنابراین با نتایج مطالعه حاضر همخوانی ندارند (۱۳،۲۱،۲۲،۳٤،۳۶).

کلسیم در غالب آب‌های طبیعی یافت می‌شود و میزان آن بستگی به گونه سنگی دارد که از آن گذر می‌نماید و با توجه به اینکه ساختار زمین‌شناختی محل استقرار منابع تامین از لحاظ مقدار کلسیم تاثیری بر مقدار آن در منابع تامین آب شرب روستاهای تابعه نمی‌گذارد (٤١)، بنابراین مقدار این پارامتر در آب آشامیدنی ۱۰۰ درصد روستاهای تحت پوشش پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب می‌باشد. پناهی و همکاران در قزوین، دوبرادران و همکاران در بوشهر، مقدار این پارامتر را منطبق با استاندارد ملی گزارش نمودند که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد (۲۱،۲۲).

آب آشامیدنی ۸۸ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان مقدار استاندارد حداکثر مطلوب توصیه‌شده توسط استاندارد ملی از نظر پارامتر منیزیم را تامین می‌نمایند. علل احتمالی بالا بودن میزان این پارامتر در آب شرب برخی روستاها را می‌توان به تاثیرپذیری آب از ساختار زمین‌شناختی محل استقرار منابع تامین نسبت داد (٤٠). نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه آذر پیرا و همکاران در ساوه که مقدار این پارامتر را مغایر با استاندارد ملی گزارش نموده است، همخوانی دارد. از سوی دیگر

مقدار این پارامتر در نتایج مطالعه پناهی و همکاران در قزوین، دوبرادران و همکاران در بوشهر منطبق با مقادیر استاندارد ملی گزارش شده است که با نتایج یافته‌های این تحقیق همخوانی ندارد (۲۳-۲۱).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد آب آشامیدنی ۱۰۰ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان از نظر یون نیترات در مقایسه با مقدار حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی برای شرب قابل قبول می‌باشد و خطری مصرف‌کنندگان را از نظر بهداشتی تهدید نمی‌نماید. انتخاب فاصله مناسب منابع تامین آب از روستاها و کاهش احتمال ورود و نفوذ آلودگی از منابع مختلف و علی‌الخصوص چاه‌های جاذب را همراه با نظارت و کنترل مستمر را می‌توان از علل احتمالی مطلوب بودن مقدار این پارامتر در آب آشامیدنی ۱۰۰ درصد روستاها عنوان نمود (۳۸،۳۹،۴۳،۴۴). مقدار عددی این پارامتر در مطالعه پناهی و همکاران در قزوین، دوبرادران و همکاران در بوشهر، زوزولی و همکاران در خوی منطبق با استاندارد ملی گزارش شده است که با نتیجه این تحقیق همخوانی دارد ولی نتیجه مطالعه دیندارلو و همکاران در بندر عباس مغایر با استاندارد ملی گزارش شده است که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد (۱۳،۲۱،۲۲،۳۶).

در آب آشامیدنی ۱۰۰ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان مقدار یون نیتریت پایین‌تر از استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده می‌باشد. انتخاب فاصله مناسب منابع تامین آب از روستاها، کاهش احتمال ورود و نفوذ آلودگی از منابع مختلف و علی‌الخصوص چاه‌های جاذب، نظارت و کنترل مستمر و در نهایت ناپایداربودن این آنیون و تبدیل سریع آن در طبیعت به یون نیترات از عوامل احتمالی موثر در پایین‌بودن مقدار این پارامتر می‌باشند (۱۴،۳۸،۳۹،۴۳،۴۵،۴۶). نتایج مطالعه پناهی و همکاران در قزوین، دوبرادران و همکاران در بوشهر، رجائی و همکاران در بیرجند و قائن منطبق با استاندارد ملی گزارش شده است که با نتایج یافته‌های این مطالعه همخوانی دارد (۲۱،۲۲،۳۴).

مقدار آنیون سولفات به ترتیب در آب آشامیدنی ۹۶ درصد و ۹۹ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز توصیه‌شده بود. ساختار زمین‌شناختی محل استقرار منابع تامین آب، افزایش بارندگی و رواناب‌های ناشی از آن، نمک مورد استفاده در یخ‌زدائی جاده‌ها، کاهش مقدار آب و پایین‌رفتن سطح سفره آب‌های زیرزمینی به عبارت دیگر افزایش عمق سطح ایستایی آب، فعالیت‌های کشاورزی و استفاده از کودهای شیمیایی از عوامل احتمالی موثر در بالا بودن میزان این پارامتر در برخی روستاها می‌باشد (۴۰-۴۲, ۴۷). پناهی و همکاران در قزوین، دوبرادران و همکاران در بوشهر مقدار این پارامتر را منطبق با استاندارد ملی گزارش نمودند که با نتایج این مطالعه همخوانی ندارد ولی نتایج مطالعات آذر پیرا و همکاران در ساوه، رجائی و همکاران در بیرجند و قائن مغایر با استاندارد ملی گزارش شده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (۲۱-۲۳, ۳۴)

مقدار فسفات در آب آشامیدنی ۶۵ درصد روستاهای تحت پوشش شهرستان پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و در آب آشامیدنی ۹۰ درصد روستاهای تحت پوشش پایین‌تر از استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده قرار دارد. از علل احتمالی موثر در بالا بودن میزان این پارامتر در آب شرب برخی روستاها را می‌توان فعالیت مناطق صنعتی در نزدیکی منابع تامین آب، ورود فاضلاب و مواد پاک‌کننده موجود در آن، ترکیبات فسفاته موجود در کودهای شیمیایی کشاورزی مورد استفاده در مناطق بالادست عنوان نمود (۴۱،۴۲). نتایج مطالعه پناهی و همکاران در قزوین، دوبرادران و همکاران در بوشهر منطبق با مقادیر استاندارد ملی گزارش شده است که با نتایج حاصل از این مطالعه همخوانی ندارد (۲۱،۲۲).

مقدار کلرور در آب آشامیدنی ۹٤ درصد روستاهای تحت پوشش پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و در آب آشامیدنی ۹۹ درصد روستاهای تحت پوشش پایین‌تر از استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی می‌باشد. علت احتمالی بالابودن میزان این پارامتر در آب شرب برخی روستاها را می‌توان به ساختار زمین‌شناختی محل استقرار منابع تامین آب آنها ارتباط داد (٤۰). پناهی و همکاران در قزوین، دوبرادران و همکاران در بوشهر در مطالعات خود مقدار این پارامتر را منطبق با استاندارد ملی گزارش نمودند که با یافته‌های این تحقیق همخوانی ندارد ولی کریمی و همکاران در اهواز، رجائی و همکاران در بیرجند و قائن در مطالعات خود مقدار این پارامتر را مغایر با استاندارد ملی گزارش نمودند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (۲۱،۲۲،۲٤،۳٤).

مقدار فلوراید به ترتیب در آب آشامیدنی ٦٤ درصد و ۱۰۰ درصد روستاهای تحت پوشش پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی می‌باشد از علل عمده بالا بودن میزان فلوراید در آب شرب برخی روستاها را می‌توان به منشاءِ آب و ساختار زمین‌شناختی محل استقرار منابع تامین آب و همچنین ماهیت شیمیایی آب ارتباط داد (٤۰). این پارامتر در مطالعات پناهی و همکاران در قزوین، دوبرادران و همکاران در بوشهر منطبق با استاندارد ملی می‌باشد که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد. ولی دیندارلو و همکاران در بندر عباس، رجائی و همکاران در بیرجند و قائن در نتایج مطالعات خود مقدار این پارامتر را مغایر با استاندارد ملی اعلام نمودند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (۱۳،۲۱،۲۲،۳٤).

مقدار کدورت در آب آشامیدنی ۷۶ درصد روستاهای تحت پوشش پایین‌تر از استاندارد حداکثر مطلوب و در آب آشامیدنی ۱۰۰ درصد روستاها پایین‌تر از استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده قرار دارند. علت عمده بالابودن میزان کدورت در آب شرب برخی روستاها را می‌توان به ساختار زمین‌شناختی محل استقرار منابع تامین آب، افزایش بارندگی و تلاطم آب، ورود روانآب‌ها به داخل منابع تامین ارتباط داد (٤۲-٤۰). در مطالعات پناهی و همکاران در قزوین، دوبرادران و همکاران در بوشهر مقدار این پارامتر منطبق با استاندارد ملی گزارش شده است که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی ندارد (۲۱،۲۲).

نتیجه گیری

با توجه به این که ۷٤ درصد منابع تامین آب آشامیدنی روستاهای شهرستان استاندارد حداکثر مطلوب و ۱۸ درصد منابع مذکور استاندارد حداکثر مجاز توصیه‌شده توسط استاندارد ملی را تامین نمی‌نمایند و با عنایت به این موضوع که غلظت بالای برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی بر سلامتی مصرف‌کنندگان اثرات سوءِ بهداشتی دارد، پس لازم است با در نظرگرفتن برخی خصوصیات محیطی از جمله میزان بارندگی منطقه و ساختار زمین‌شناختی محل استقرار منابع تامین، برنامه‌ریزی لازم جهت نمونه‌برداری و پایش مستمر منابع آب مورد استفاده معمول گردد تا در صورت لزوم نسبت به حذف منابع آب دارای آلودگی از چرخه بهره‌برداری و جایگزینی با منابع آب مناسب‌تر اقدام گردد. همچنین جلوگیری از توسعه فعالیت‌های انسانی و کشاورزی در حریم منابع، نظارت بر کودهای مصرفی در کشاورزی منطقه، برنامه‌ریزی جهت کنترل فاضلاب‌های خانگی کشاورزی و صنعتی، گسترش شبکه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب‌ها در مناطق روستایی از مهمترین راهکارهای عملی جهت جلوگیری از آلودگی منابع تامین و همچنین کنترل منابع تامین کننده آب آشامیدنی می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله نتیجه طرح مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل (کد اخلاق IR.ARUMS.REC.1397.195) می‌باشد.

نویسندگان این مقاله از تصویب و حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

1-Tchobanoglous G, Rowe D, Pewy H. environmental engineering. 5, editor. Tabriz: Sahand Industrial University; 2014.
2-Teshome BB, Yesigat A, Habte T. Assessment of Selected Physico-Chemical Parameters of Different Water Sources Quality. Applied Journal of Environmental Engineering Science. 2020;6(2):6-2 (2020) 149-159.
3-Usharani K, Umarani K, Ayyasamy P, Shanthi K, Lakshmanaperumalsamy P. Physico-chemical and bacteriological characteristics of Noyyal River and ground water quality of Perur, India. Journal of Applied Sciences and Environmental Management. 2010;14(2):26-35.
4-Aligadr M, Hazrati S, editors. Measurement of Heavy Metals Concentration in Drinking Water Resources of Ardabil City in 2005-6. 10th National Conference on Environmental Health; Hamedan. Tehran: Iranian Environmental Health Association. 2008.
5-Entezari A, akbari E, Mivaneh F. Investigating the quality of drinking water from underground sources on human diseases of the recent decade in Mashhad Plain. Quarterly Journal of Applied Geographical Sciences. 2014;31:157-72.
6-Amanial H. Physicochemical analysis of drinking water quality of Arbaminch Town. Journal of Environmental & Analytical Toxicology. 2016;2(6):1-5.
7-Organisation WH. Guidelines on technologies for water supply systems in small communities. Urmia University of Medical Sciences and Health Services ed: WHO; 2001.
8-Keramati H, Mahvi AH, AbdelNezhad L. Evaluation of physical and chemical quality of Gonabad drinking water in spring and summer of 2007. scientific magazine of ofogh danesh. 2007;13(3):25-32.
9-Mulamattathil SG, Bezuidenhout C, Mbewe M. Analysis of physico-chemical and bacteriological quality of drinking water in Mafikeng, South Africa. Journal of water and health. 2015;13(4):1143-52.
10-Singh SK, Kanth MK, Kumar D, Raj R, Kashyap A, Jha PK, et al. Physicochemical and bacteriological analysis of drinking water samples from urban area of Patna District, Bihar, India. Int J Life Sci Scienti Res. 2017;3(5):1355-9.
11-Gupta S, Mahato A, Roy P, Datta J, Saha R. Geochemistry of groundwater, Burdwan District, West Bengal, India. Environmental Geology. 2008;53(6):1271-82.
12-Environmental health regulations.1993.
13-Dindarlo C, Alipoor V, editors. Investigating the quality of drinking water of Bandar Abbas and comparing it with the standards of the country. 8th National Conference oF Environmental Health; Tehran Tehran University of Medical Sciences and Health Services. 2005.
14-Organization WH. Guidelines for drinking water quality Geneva. 2011 [Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/#.
15-Mahvi A. Health and aesthetic aspects of water quality. Bal Gostar Publication, Tehran. 1996.
16-Miranzadeh M, Rabbani D. Chemical quality evaluation for the inlet and outlet water taken from of the desalination plants utilized in Kashan during 2008. KAUMS Journal (FEYZ). 2010;14(2):120-5.
17-Harrison PT. Fluoride in water: a UK perspective. Journal of fluorine chemistry. 2005;126(11):1448-56.
18-Guo X-y, Sun G-f, Sun Y-c. Oxidative stress from fluoride-induced hepatotoxicity in rats. Fluoride. 2003;36(1):25-9.
19-Patil P, Sawant D, Deshmukh R. Physico-chemical parameters for testing of water–A review. International Journal of Environmental Sciences. 2012;3(3):1194-207.

20-Mohebi M. Study of microbial and chemical quality of drinking water in rural areas of Tehran province: disabilities and ways for improvement. Tehran School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences; 2006.
21-Panahi fard M, Mahvi AH, Asgari A, Nazemi S, Moradnia M. A Survey on Drinking Water Quality in Qazvin in 2015. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2017;16(1):3-16.
22-Shabankareh fard E, Hayati R, Dobaradaran S. Evaluation of physical, chemical and microbial quality of distribution network drinkingwater in Bushehr, Iran. Iranian South Medical Journal. 2015;17(6):1223-35.
23-Azarpira H, Rasolevandi T, Aali R, Mahvi A, Ghorbanpour M, moradi h, et al. nvestigation of nitrate and nitrite concentration and other physicochemical parameters of drinking water sources in Saveh city during the year of 2018. Journal of Research in environmental health. 2018;4(2):140-5.
24-karimi F, Orooji N, Takdastan A. A Survey of Physical, Chemical and Microbial Quality of Drinking Water in Ahvaz Compared to the Drinking Water Standards in Year 2016-2017. Journal of Water & Was tewater Science & Engineering (jwwse). 2017;2(3):51-60.
25-Iran IoSaIRo. Drinking water - Physical and chemical specifications (1053). Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 2009.
26-YulPress. Bulaghlar Nir Hidden Paradise of Iran: YulPress; 2017 [Available from: http://yolpress.ir/?p=34098.
27-Clesceri LS, Greenberg AE, Eaton AD. Standard methods for the examination of water and wastewater, American Public Health Association. Washington, DC. 1998:4-415.
28-Zazouli MohamadAli BA. Comprehensive Textbook Water and wastewater technology. 2, editor. Tehran: Samat; 2012. 510 p.
29-Reda AH. Physico-chemical analysis of drinking water quality of Arbaminch Town. J Environ Anal Toxicol. 2016;6(2):1-5.
30-Ebrahimi AE, M. Ghaneian, M.Davoodi, M. Hashemi, H Behzadi, S. Evaluation of chemical quality of groundwater near the landfill site of Yazd city in 2009. 2011.
31-Atiku S, Ogbaga CC, Alonge OO, Nwagbara OF. Comparative study of the physicochemical and bacteriological qualities of some drinking water sources in Abuja, Nigeria. Global Journal of pure and applied sciences. 2018;24(1):91-8.
32-Omer NH. Water Quality Parameters. London: IntechOpen; 2019.
33-Fikre N. Physicochemical Characterization of Drinking Tap Water in Masha and Mizan-Aman Town, Southwest Ethiopia. Biquarterly Iranian Journal of Analytical Chemistry. 2020;7(1):30-40.
34-Rajai Q, Mahdinejad M, Hesarimotlagh S. Investigation of the quality of drinking water of rural Birjand and Cain in 2009-2010. 2011.
35-Mohammad S. Principles of Quality and Wastewater Treatment. Tehran: Tehran University Press and Publishing Institute; 1999.
36-Zazouli MA, Alam Gholilou M. Survey of chemical quality (Nitrate, Flouride, Hardness, Electrical Conductivity) of driking water in Khoy city. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2013;22(2):80-4.
37-Kamani HSB, M.Normandi, M. Mirpur, A. Investigation of fluoride sources of drinking water in villages of Zahedan city and comparison with national standards and weather conditions of the area in 2008. 12th National Conference of Environmental Health: Shahid Beheshti University of Medical Sciences; 2009.
38-Miranzadeh MB, Hasanzadeh M, Dehqan S, Sobahi-Bidgoli M. The relationship between turbidity, residual chlorine concentration and microbial quality of drinking water in rural areas of Kashan during 2008-9. Feyz Journal of Kashan University of Medical Sciences. 2011;15(2):51-57.
39-Maleki A, Daraei H, Amini H, Bahmani P. Evaluation of chemical quality of drinking water in Divandareh villages with emphasis on nitrate concentration. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 2014;19(2):57-67.
40-Karrabi MA, Hasanabadi M, Alinejhad a, khamirchi R, Tabaraee y. Evaluation of Physical, Chemical and Microbial Quality of Drinking Water in Davarzan Province Villages of Sabzevar in Authomn 2010. Beyhagh. 2015;16(2):18-28.

41-Shirani Z, Abbaspour M, Javid A, Taghavi L. Assessment of groundwater pollution sources in the urban environment (Case Study: Tehran Municipality of District 14). Humans and environment. 2013;11:1-16.
42-Faraji H, GolbabaeiKootenaei F. Effect of Eco- Geomorphological Factors on Physical and Chemical Quality of Groundwater Resource (Case Study: Bandargaz City). Environment and Development. 2015;6(11):58-61.
43-Spellman FR, Stoudt ML. Environmental science: Principles and practices: Rowman & Littlefield; 2013.
44-Yousefi Z, Naij U. Investigation and determination of nitrate level of rural drinking water resources in Amol. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2007;17(61):76-82.
45-Norozi H, editor Evaluation of nitrate and nitrite ions in ground water Hamadan. Proceedings of the 10th National Conference on Environmental Health; 2008.
46-Mohamadi H, Yazdanbaksh A, Sheikhmohammadi A, Bonyadinejad G, Alinejad A, Ghanbari G. Investigation of Nitrite and Nitrate in Drinking Water of Regions under Surveillance of Shahid Beheshti University of Medical Sciences in Tehran Province, Iran. Journal of Health System Research. 2012;7(6):782-789.
47-Azizi F, Moghaddam AA, Nazemi AH. Evaluation of groundwater salinity and explanation of ion origin in coastal aquifer of Malekan plain using ion ratios. Ecology. 2017;43:437-54.