Quality evaluation and stability index determination of Qom rural drinking water resources

Roshanak Rezaei Kalantary[1], Ali azari[2*], Ehsan Ahmadi[3], Mohammad Ahmadi Jebelli[4]

1. Assistant professor, department of Environmental Health Engineering, School of public health, Tehran University of Medical Sciences. Center for Water Quality Research (CWOR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran, University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. MSc student of Environmental Health Engineering, Member of Student's Scientific Research Center (SSRC), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. M.Sc. Student of Food Safety and Hygiene, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4. Department of Environmental Health Engineering, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

ABSTRACT

Background and Aims: Corrosion and scaling are among the problems that despite science advancement, water facilities are still faced it. Corrosion lead to financial and health losses on water supply system and consumer, scaling also causes clogging and head loss in water supply network. Therefore, the aim of this study is to determine the corrosion and scaling potential of Qom villages water supply sources.

Materials and Methods: In cross-sectional study 100 samples in 12 months from 2011 to 2012 were collected to verify the water quality according to 1053 standard of Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). Then water corrosion and scaling were studied using Langelier, Ryznar, Aggressive and Puckorius indexes.

Results: The results showed that the Langelier index, Reynar index, aggressive or corrosion index and index Puckorius were -1.62 (±0.11), 10.5 (±0.17), 12.03 (±0.14) and 9.92 (±0.13) respectively. Physical and chemical parameters of the water showed that the mean pH, TDS, total hardness, turbidity, calcium, magnesium, fluoride, sodium, ammonia, phosphate, and chloride were 7.27, 1205.29 mg/L, 435.661 mg/L CaCO3, 0.747 NTU, 132.29 mg/L, 25.58 mg/L, 0.68 mg/L, 245.50 mg/L, 0.015 mg/L, 0.17 mg/L and 231.22 mg/L respectively.

Conclusion: The amounts of color, TDS, turbidity, pH, calcium, magnesium, fluoride and ammonia in the study areas are in satisfactory and acceptable status compared to the internal standard but the amount of phosphate, hardness and chloride in this area were exceeded from permissible limit. Comparison of four stability index also showed that water conditions in all parts of this study are located in corrosive range.

Key words: Drinking water, Villages of Qom province, Stability index

***Corresponding Author:**

MSc student of Environmental Health Engineering, Member of Student's Scientific Research Center (SSRC), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Email: ali_azari67@yahoo.com

Received: 12 Oct. 2013

Accepted: 6 Jan. 2014

فصلنامه بهداشت در عرصه
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ـ دانشکده بهداشت
دوره ۱، شماره ۳، پائیز ۱۳۹۲، صفحات ۹ تا ۱۶

بررسی کیفیت و تعیین اندیس های پایداری منابع آب شرب روستاهای استان قم

روشنک رضایی کلانتری[۱]، علی آذری*[۲]، احسان احمدی[۳]، محمد احمدی جبلی[۴]

[۱] دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، مرکز تحقیقات کیفیت آب، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، عضو مرکز پژوهش های علمی دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، تهران، ایران
[۴] دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علو پزشکی کردستان، سنندج، ایران

چکیده

زمینه و هدف: فرآیند رسوب گذاری و خوردگی از جمله مشکلاتی است که علیرغم پیشرفت علم تاسیسات آبی هنوز با آن مواجه هستند. فرآیند خوردگی منجر به خساراتهای مالی و بهداشتی فراوانی برای مصرف کنندگان و سیستم آبرسانی می‌شود، رسوبگذاری نیز سبب مشکلاتی همچون گرفتگی و افت فشار در شبکه آبرسانی خواهد شد. لذا هدف از این مطالعه تعیین پتانسیل خورندگی و رسوبگذاری منابع آب تامین کننده روستاهای قم و بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی این منابع می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در مطالعه توصیفی- مقطعی انجام شده تعداد ۱۰۰ نمونه در مدت ۱۲ ماه طی سال های ۹۰ تا ۹۱ به منظور بررسی خصوصیات کیفی آب برداشت و بر اساس استاندارد ۱۰۵۳ موسسه استاندارد و تحقیقات آب ایران مورد آنالیز قرار گرفت. سپس با استفاده از شاخصهای لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پوکوریوس خوردگی و رسوبگذاری آب روستاهای قم مطالعه شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اندیس لانژلیه برابر(±۰/۱۱) ۱/۶۲- ، اندیس رایزنر برابر (±۰/۱۷) ۱۰/۵، اندیس خوردگی یا تهاجمی برابر(±۰/۱۴)۰۳ /۱۲ و اندیس پوکوریوس برابر (±۰/۱۳) ۹/۹۲ می‌باشد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب نیز بیانگر آن است که میانگین pH، TDS ، سختی کل، کدورت ،کلسیم، منیزیم، فلوراید، سدیم، آمونیاک، فسفات و کلرور به ترتیب برابر ۷/۲۷، mg/l ۱۲۰۵/۲۹، $mg/l\ CaCO_3$ ۴۳۵/۶۶۱، NTU ۰/۷۴۷، mg/l ۱۳۲/۲۹، mg/l ۲۵/۵۸، mg/l ۰/۶۸، mg/l ۲۴۵/۵۰، mg/l ۰/۰۱۵، mg/l ۰/۱۷و mg/l ۲۳۱/۲۲ می‌باشد.

نتیجه‌گیری: میزان رنگ، TDS، کدورت، pH، کلسیم، منیزیم، فلوراید و آمونیاک در مناطق مورد مطالعه از وضعیت مطلوب و قابل قبولی نسبت به استاندارد های داخلی برخوردار می‌باشد ولی میزان فسفات ، سختی و کلرور در این مناطق بیش از حد مجاز می‌باشد. مقایسه ۴ اندیس پایداری نیز نشان داد وضعیت آب در بخش‌های مورد مطالعه در محدوده خورنده می‌باشد.

کلید واژه ها: آب آشامیدنی، روستاهای استان قم، اندیس پایداری

*آدرس نویسنده مسئول:
عضو مرکز پژوهش های علمی دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

Email: ali_azari67@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۷/۲۰
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۱۶

مقدمه

حیات موجودات و سلامتی انسان‌ها بیش از هر چیز به آب سالم و بهداشتی بستگی دارد [۱]. به موازات افزایش جمعیت در دنیا، نیاز آبی در بخش‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی نیز به شکل قابل توجهی افزایش یافته که این امر استفاده بیش از حد از منابع آبی را به همراه داشته است [۲]. منابع آب زیر زمینی از اصلی ترین منابع تامین کننده آب در مناطق دچار افزایش جمعیت به حساب می‌آیند به گونه‌ای که در بسیاری از کشورهای دنیا آب‌های زیر زمینی حدود ۶۰٪ از آبهای آشامیدنی و ۳۰٪ از آبهای بخش کشاورزی را به خود اختصاص داده‌اند.

محدود بودن و پنهان بودن این منابع از دید انسان‌ها سبب افزایش غیر محسوس آلودگی در آب زیرزمینی می‌شود به گونه‌ای که در دراز مدت دیگر این منابع کارایی سابق را نخواهند داشت.

کیفیت شیمیایی آب‌های زیر زمینی در رسوب گذاری و خوردگی تاسیسات آبی نیز اثر شایانی دارد. با توجه به اهمیت این منابع و با درنظر گرفتن این موضوع که کشور ما جزء مناطق خشک و نیمه خشک طبقه بندی می‌شود بررسی کیفیت شیمیایی آب امری ضروری به نظر می‌رسد [۴،۳].

فرآیند خوردگی یک پدیده فیزیکی- شیمیایی است که بین یک ماده و محیط اطراف آن اتفاق می‌افتد و باعث تغییراتی در خواص آن ماده می‌شود [۶،۵]. در اثر فرآیند خوردگی مشکلاتی همچون ایجاد حفره در لوله‌ها، کاهش طول عمر تاسیسات، نشست زمین و هدر رفت آب ایجاد خواهد شد که سبب اتلاف هزینه‌های زیادی می‌گردد [۷] به گونه ای که در تحقیقات انجام شده خسارات وارد شده توسط این فرآیند ۳ تا ۴٪ درآمد ملی کشورهایی نظیر امریکا، ژاپن، استرالیا و بریتانیا بوده است [۸-۱۰].

علاوه بر خسارتهای مالی ناشی از خوردگی در اثر این فرآیند برخی از فلزات سنگین مانند سرب و آرسنیک وارد آب آشامیدنی شده و مشکلات بهداشتی عدیده ای برای مصرف کنندگان ایجاد خواهند کرد [۱۱-۱۳].

به عنوان مثال مصرف آب دارای سرب سبب ایجاد مشکلات ذهنی و اختلالات عصبی جبران ناپذیری در بدن کودکان خواهد شد [۱۴]، آشامیدن آب آلوده به آرسنیک نیز ناراحتیهای عصبی و انواع سرطانها را در بدن به دنبال خواهد داشت [۱۵، ۱۶].

عوامل زیادی می‌توانند در فرآیند خوردگی تاثیرگذار باشند که از مهمترین آنها می‌توان به pH، درجه حرارت، سختی، اسیدیته، قلیائیت، کلر باقیمانده، کل جامدات محلول (Total Dissolved Solids (TDS، وجود گازها، نمک‌های محلول و میکروارگانیسم‌ها در آب اشاره کرد [۱۷-۱۹]، از این میان فرآیندهای شیمیایی را می‌توان عامل اصلی و عوامل بیولوژیکی در درجه دوم اهمیت خوردگی در یک منطقه قرار داد [۸].

رسوب گذاری فرآیندی است که در آن کاتیونهای دو ظرفیتی مانند کلسیم و منیزیم با سایر مواد محلول در آب واکنش داده و به شکل لایه‌ای در جداره داخلی لوله ته نشین می‌شوند [۲۰]. متداول ترین لایه رسوبی ایجاد شده در این فرآیند از جنس کربنات کلسیم می‌باشد [۲۱].

فرآیند رسوب گذاری سبب مشکلاتی مانند گرفتگی لوله‌ها، کاهش میزان جریان آب و افزایش افت فشار در شبکه می‌شود که این امر نیز افزایش هزینه بهره برداری تاسیسات آبی را به همراه دارد [۲۳،۲۲].

شمس و همکاران درسال ۲۰۱۲ با بررسی خوردگی و رسوب گذاری آب درشبکه‌های آب رسانی روستایی طبس گزارش نمودند که آب در این شهر دارای خاصیت خورندگی بوده است و علت اصلی آن را می‌توان وجود آنیون‌های سولفات و کلراید در آب این شهر دانست [۲۴].

لیونتال و همکاران در سال ۲۰۰۴ در مطالعه ای در کشور آفریقای جنوبی گزارش کردند که خوردگی و رسوب گذاری از مشکلات عمده در خطوط انتقال و توزیع آب‌های زیرزمینی این کشور به شمار می‌آید و مکانیزم اثر و شدت آن به کیفیت آب و جنس لوله بستگی دارد [۲۵].

مهمترین شاخص هایی مورد استفاده برای تعیین رسوب گذار یا خورنده بودن آب در یک منطقه اندیس‌های لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پوکوریوس می‌باشند. شاخص اشباع لانژلیه (LSI) مدلی است که درجه اشباع آب را نسبت به کربنات کلسیم نشان می‌دهد. این شاخص مفهوم اشباع را با استفاده از pH به عنوان یک متغیر اصلی بیان می‌کند. در تعریف دیگر، مفهوم LSI به عنوان تغییرات pH جهت رسیدن آب به تعادل مطرح می‌شود [۲۶].

شاخص پایداری رایزنر (RSI) ارتباط بین حالت اشباع کربنات کلسیم و تشکیل پوسته را به صورت کمی نشان می‌دهد. در اندیس رایزنر مقدار pHs به وسیله pH واقعی، غلظت یونهای کلسیم، بی کربنات، کل جامدات محلول و دما تعیین می‌شود [۲۷]. به عبارتی شاخص‌های لانژلیه و رایزنر

تفاوت بین pH واقعی آب و pH اشباع شده توسط کربنات کلسیم را نشان می‌دهند [۱۹].
اندیس تهاجمی بیشتر در لوله‌های آزبست سیمانی کارایی دارد و اثر پارامترهایی نظیر pH، غلظت کلسیم و قلیائیت را در خورنده یا رسوب گذار بودن آب یک منطقه بررسی می‌نماید.
اندیس پورکوریوس نشان دهنده ظرفیت بافری آب بوده و حداکثر مقدار رسوبی که جهت ایجاد تعادل در آب می‌تواند تشکیل شود را بیان می‌کند. اندیس فوق به صورت تجربی بوده و مقادیر عددی به دست آمده از این رابطه همانند اندیس رایزنر می‌باشند [۲۸].
استان قم شامل ۶ بخش مرکزی، کهک، خلجستان، قاهان، جعفرآباد و سلفچگان می‌باشد که وسعتی درحدود ۸۵۶۹ کیلومتر مربع از کل استان را در بر گرفته است.
با در نظر گرفتن شرایط جغرافیایی، وضعیت زمین شناسی و نیز میزان بارندگی پایین در این روستاها، آب‌های زیر زمینی مهمترین منبع تامین کننده آب در این مناطق به شمار می‌آیند که بخش عمده‌ی این آب‌ها از طریق چاه‌های عمیق و نیمه عمیق موجود تامین می‌گرد.
بنابراین هدف از این مطالعه، آنالیز فیزیکی، شیمیایی و بررسی خورنده یا رسوب گذار بودن منابع آب روستاهای شهر قم با توجه شاخص‌های لانژلیه، رایزنز، تهاجمی، پوکوریوس می‌باشد.

روش کار

این مطالعه از نوع توصیفی- مقطعی می‌باشد. در این مطالعه تعداد ۱۰۰ منبع تامین کننده آب آشامیدنی در روستاهای قم طی ۱۲ ماه از نظر شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت.
برداشت نمونه‌های آب در چاه‌ها با باز کردن شیر تخلیه موجود و در قناتها با باز کردن دریچه بازدید صورت گرفت. برای نمونه برداری از ظروف پلاستیکی با حجم نیم لیتر استفاده شد.
پس از برداشت نمونه‌ها و انتقال سریع آنها به آزمایشگاه مرکزی شرکت آب و فاضلاب روستایی، نسبت به انجام آزمایشات بر روی نمونه‌ها با توجه به پارامترهای مورد نظر اقدام گردید. pH و دما در محل نمونه برداری و به ترتیب به وسیله pH متر و دماسنج اندازه گیری شد.
مقادیر سختی کلسیم، قلیائیت، کلر باقیمانده، کل جامدات نامحلول، کاتیون‌ها و آنیونها در آزمایشگاه و با استفاده از استاندارد ۱۰۵۳ سنجش و با استانداردهای داخلی مقایسه شدند [۲۹].
در ادامه شاخصهای لانژلیه Langelier Saturation Index، رایزنر Ryzner Saturation Index، تهاجمی Aggressive Index و پوکوریوس index Pokurious با کمک جدول شماره ۱ محاسبه گردید و بر مبنای اعداد حاصله و مقایسه با جدول (۲) آب‌ها به سه دسته رسوب گذار، خنثی و خورنده تقسیم شد.

جدول ۱- معادلات مربوط به شاخص‌های پایداری (۳۴-۳۷)

شاخص‌های پایداری	معادله مربوط به شاخص ها
لانژلیه	$LI = pH - PH_s$
رایزنر	$RI = ۲\ pH_s - pH$
تهاجمی	$AI = pH + \log [(Alkalinity).(Hardness)]$
پوکوریوس	$pH_{eq} = ۱/۴۶۵ \log (T\ Alkalinity) + ٤/٥٤$ $PI = ۲\ pH_s - pH_{eq}$

جدول ۲- تقسیم بندی آب بر اساس شاخص‌های پایداری (۳۴-۳۷)

	خوردنده	خنثی	رسوب گذار
LSI	LSI<۰	LSI= ۰	LSI>۰
RSI	RSI>۷	۶<RSI<۷	RSI<۶
AI	AI<۱۰	۱۰<AI<۱۲	AI>۱۲
PSI	PSI>۶	PSI= ۶	PSI<۶

یافته‌ها

در این مطالعه پارامترهای دخیل در خوردگی و رسوب گذاری سنجش گردید که نتایج این آنالیزها در جدول شماره ۳ ارایه شده است. سپس با توجه به مقادیر مندرج در جدول شماره ۳ و محاسبات انجام شده بر اساس روابط لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پوکوریوس وضعیت منابع آبی در روستاهای استان قم تعیین گردید که نتایج حاصل از آن در جدول شماره ۵ ارائه شده است. در جدول شماره ۴ نیز وضعیت کاتیون‌ها و آنیون‌های روستاهای شهر قم ذکر شده است.

جدول شماره۳- میانگین (انحراف معیار)، حد مطلوب و مجاز پارامترهای اندازه گیری شده روستاهای شهر قم در طی ۱۲ ماه

نام بخش	عوامل فیزیکی- شیمیایی							
	رنگ	کدورت(NTU)	دما(^{0c})	pH	TDS(mg/l)	سختی کل	سختی دائم	سختی کلسیم	قلیائیت
کهک	غیر قابل تشخیص	۰/۹۸ (±۱)	۲۰/۷ (±۳/۴۷)	۷/۲۲ (±۰/۳۲)	۸۵۰/۱۸ (±۵۷۶/۵)	۴۰۲/۶۲ (±۲۹۶/۶)	۲۳۱/۴۸ (±۳۱۱/۸)	۳۲۷/۸۳ (±۱۱۱/۵)	۱۷۳/۴۸ (±۴۵/۸۹)
خلجستان	غیر قابل تشخیص	۱/۵۴ (±۱/۸۵)	۱۹/۵ (±۳/۱)	۷/۱۴ (±۰/۲۳)	۷۴۳/۳۳ (±۳۲۱/۷)	۳۴۰/۱۷ (±۱۳۱/۷)	۱۰۲/۲۱ (±۹۱/۳۷)	۲۶۵/۵۰(±۴۷/۲۰)	۲۳۸/۳۸ (±۵۲/۷۶)
قاهان	غیر قابل تشخیص	۰/۳۶ (±۰/۰۷)	۲۰/۳ (±۴/۶)	۷/۳۱ (±۰/۳۱)	۶۵۴/۲ (±۳۴۵/۲)	۳۶۵ (۲۱۴/۴)	۱۶۲/۶ (±۱۸۷/۶۳)	۳۰۵/۶۰ (±۷۴/۴۲)	۲۰۲/۴ (±۵۳/۸۵)
جعفر آباد	غیر قابل تشخیص	۰/۳۷ (±۰/۳۸)	۲۲/۸ (±۱/۵)	۷/۳۷ (±۰/۴۱)	۸۴۶ (±۱۱۸/۱)	۲۷۴ (±۱۰۴)	۱۲۴ (±۱۰۵/۱۲)	۱۹۸/۰۰ (±۲۹/۹۲)	۱۵۰ (±۲۴/۹۸)
سلفچگان	غیر قابل تشخیص	۰/۷۲ (±۰/۷۹)	۲۱/۹ (±۳/۵۱)	۷/۳ (±۰/۳۳)	۱۴۷۱ (±۱۱۰۱/۶)	۴۶۳/۳۸ (±۳۶۴/۲)	۲۶۳ (±۳۲۵/۴۰)	۳۱۰/۲۵ (±۸۹/۲۳)	۲۱۱/۱۵ (±۵۲/۱۳)
مرکزی	غیر قابل تشخیص	۰/۵۲ (±۰/۴۱)	۲۲/۴ (±۳/۹۱)	۷/۳ (±۰/۴۰)	۲۶۶۶/۸ (±۱۶۱۱/۵۷)	۷۶۸/۸ (±۵۹۳)	۶۲۵/۲ (±۵۷۸/۰۵)	۵۷۷/۲۰ (±۱۹۹/۳)	۱۴۸/۴ (±۷۹/۳۵)
حد مطلوب	۵	۱	_	۶//۵-۸/۵	۱۰۰۰	۲۰۰	_	_	۱۲۰
حد مجاز	۱۵	۵	_	۶/۵-۹	۱۵۰۰	۵۰۰	_	_	_

جدول شماره۴- میانگین کاتیون‌ها و آنیون‌های اندازه گیری شده در روستاهای شهر قم در طی ۱۲ ماه

نام بخش	تعداد چاه	(mg/l)کاتیون ها							(mg/l)آنیون ها			
		کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	آمونیاک	فلوراید	کلرور	سولفات	کربنات	بی کربنات	فسفات
کهک	۲۹	۱۳۱/۱۳	۱۸/۲۶	۱۲۹/۴۱	۰/۸۱	۰	۰/۵۰	۱۳۵/۱۰	۲۷۲/۹۷	۰	۲۰۸/۱۸	۰/۱۲
خلجستان	۲۴	۱۰۶/۲	۱۸/۲۱	۱۲۳/۵	۱/۲۱	۰/۰۰۴	۰/۶۰	۷۵/۷۹	۲۲۵/۴۲	۰	۲۸۶/۰۵	۰/۱۶
قاهان	۱۰	۱۲۲/۲۴	۱۴/۵۱	۸۲/۶	۱/۰۷	۰	۰/۴۲	۴۶/۸۰	۲۴۳/۵۰	۰	۲۴۲/۸۸	۰/۱۷
جعفر آباد	۴	۷۹/۲	۱۸/۵۱	۱۸۲/۵	۱/۰۷۵	۰	۰/۷۲	۱۱۲	۳۲۲/۵۰	۰	۱۸۰	۰/۱۸
سلفچگان	۲۶	۱۲۴/۱	۳۷/۲۸	۳۲۷/۳۸	۲/۱۲	۰/۰۹	۰/۶۹	۲۷۷/۶۵	۴۸۳/۸۵	۰	۲۵۳/۳۸	۰/۱۷
مرکزی	۵	۲۳۰/۸۸	۴۶/۷۰	۶۲۸/۶	۴/۳۱	۰	۱/۱۵۴	۷۴۰	۸۲۶	۰	۱۷۸/۰۸	۰/۲۴
حد مطلوب	_	۷۵	۳۰	۲۰۰	_	۰/۰۰۲	۰/۵	۲۵۰	۲۵۰	_	_	۰/۱
حد مجاز	_	۳۰۰	۱۵۰	۲۵۰	_	۰/۰۵	۱/۵	۴۰۰	۴۰۰	_	_	۰/۲

جدول شماره۵- وضعیت آب شهر قم از نظر اندیس‌های خوردگی و رسوبگذاری

نام بخش	مقدار وضعیت	شاخص لانژلیه(LSI)	شاخص رایزنر(RSI)	شاخص تهاجمی(AI)	شاخص پوکوریوس(PI)
کهک	مقدار شاخص	-۱/۵۷	۱۰/۳۶	۱۱/۹۷	۹/۷۶
	وضعیت آب	خورنده	خورندگی شدید	خورندگی متوسط	خورنده
خلجستان	مقدار شاخص	-۱/۵۲	۱۰/۱۸	۱۱/۹۵	۹/۳۰
	وضعیت آب	خورنده	خورندگی شدید	خورندگی متوسط	خورنده
قاهان	مقدار شاخص	-۱/۳۲	۹/۹۶	۱۲/۱۰	۹/۳۵
	وضعیت آب	خورنده	خورندگی شدید	خورندگی کم	خورنده
جعفر آباد	مقدار شاخص	-۱/۷۵	۱۰/۸۶	۱۱/۸۴	۱۰/۵۰
	وضعیت آب	خورنده	خورندگی شدید	خورندگی متوسط	خورنده
سلفچگان	مقدار شاخص	-۱/۶۹	۱۰/۶۸	۱۲/۱۲	۱۰/۰۴
	وضعیت آب	خورنده	خورندگی شدید	خورندگی کم	خورنده
مرکزی	مقدار شاخص	-۱/۸۵	۱۰/۹۹	۱۲/۲۳	۱۰/۵۷
	وضعیت آب	خورنده	خورندگی شدید	خورندگی کم	خورنده

بحث

با توجه به این موضوع که آب‌های زیر زمینی در بخش‌های مورد مطالعه جمعیتی معادل ۸۰۰۰۰ نفر را تحت پوشش قرار داده اند، بررسی این منابع از لحاظ بهداشتی حائز اهمیت خواهد بود. براساس جدول شماره ۳ میانگین pH در چاه‌های مورد مطالعه برابر ۷/۲۷ بوده که در حد مطلوبی نسبت به استاندارد داخلی قرار دارد و محدودیتی از نظر مصارف شرب و صنعتی ایجاد نمی کند. TDS آب نیز جز در بخش سلفچگان که نزدیک حد مجاز بوده و بخش مرکزی که ۲ برابر حد مجاز می‌باشد در تمامی بخش‌ها در حد مطلوب واقع شده است. علت بالا بودن TDS در این دو منطقه به وجود املاح سدیم و نمک های معدنی بسیار بالا در ساختار ژئولوژیکی آنها بر می‌گردد. بالا بودن میزان TDS در این دو بخش مشکلاتی همچون ایجاد طعم در آب و رسوب گذاری در لوله‌ها را به همراه داشته است. میزان رنگ و کدورت در ۶ بخش استان قم در حد مطلوبی قرار گرفته است. میانگین سختی کل در ۱۰۰ ٪ منابع تامین کننده آب بخش‌های استان قم از حد مطلوب تجاوز کرده و در نزدیکی حد مجاز قرار گرفته است که این موضوع علاوه بر گرفتگی لوله‌ها سبب اختلالاتی در برخی از وسایل خانگی مانند آبگرمکن‌ها شده است. همچنین با مقایسه میزان سختی منابع آب روستاهای استان قم با استاندارد های مدون داخلی و خارجی مشخص شد که آب این منابع در ردیف آب های سخت قرار می‌گیرد. بر اساس جدول شماره ۴ میانگین غلظتهای کلسیم با انحراف معیار ۵۱/۷۵ برابر ۱۳۲/۲۹، منیزیم با انحراف معیار ۱۳/۱۴برابر ۲۵/۵۸، فلوراید با انحراف معیار ۰/۲۶ برابر ۰/۶۸ و آمونیاک با انحراف معیار ۰/۰۴ برابر ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر می‌باشد که در محدوده قابل قبولی نسبت به استانداردهای داخلی قرار دارد. غلظت سدیم نیز در ۴ بخش کهک، خلجستان، قاهان و جعفرآباد با انحراف معیار ۴۰/۵۸ برابر با ۱۲۹/۲۵ شد که محدودیتی را برای مصرف کنندگان نخواهد داشت ولی در بخش‌های سلفچگان و مرکزی غلظت این کاتیون با انحراف معیار ۲۱۲/۹۹ برابر ۴۷۷/۹۹ بدست آمد که از حد مجاز فراتر رفته است. میانگین غلظتهای فسفات وکلرور در بخش مرکزی به ترتیب برابر ۰/۲۴ و ۷۴۰ میلی گرم در لیتر شد که از حد مجاز فراتر رفته و سبب تشدید طعم شوری در آب آن منطقه گردیده است ولی در سایر بخش‌ها در دامنه قابل قبولی نسبت به استانداردهای داخلی قرار دارد. سولفات در تمامی بخش‌ها دارای محدوده قابل قبولی بوده ولی در بخش مرکزی و سلفچگان تقریباً ۲ برابر استانداردهای داخلی می‌باشد که این موضوع ایجاد خورندگی در خط توزیع این دو بخش را تشدید می‌نماید. حضور سولفات بالا در بخش‌های سلفچگان و مرکزی به دلیل ایجاد طعم در آب این مناطق احتمال نامطلوب شدن کیفیت آن را بیش از سایر مناطق کرده است. رجایی و همکاران در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی کیفیت آب آشامیدنی دشت بیرجند و قائن به این نتیجه رسیدند که سختی در ۲۵٪، سولفات۳۳٪، سدیم۷۰٪، کلراید ۲۵٪ و هدایت الکتریکی ۵۱٪ نمونه‌ها بیش از حد استانداردهای ایران و فلوراید در ۹۲٪ نمونه‌ها کمتر از این استانداردها می‌باشد [۳۰]. در صورتی که در روستاهای مورد مطالعه در قم سختی کل در ۱۰۰٪ نمونه‌ها از حد مطلوب فراتر رفته و به حد مجاز نزدیک شده است. فلوراید در تمامی روستاها در محدوده استاندارد قرار گرفته ولی سولفات و کلراید مانند مطالعه بیرجند و قائن از حد استانداردهای ایران فراتر رفته است که علت این موضوع در شهر قم به وجود املاح بسیار بالا در محل عبور آب‌های زیر زمینی مرتبط می‌باشد. بر اساس جدول شماره ۵ شاخص‌های خوردگی و رسوب گذاری برای منابع تامین کننده آب روستاهای استان قم براساس اندیس لانژلیه برابر ۱/۶۲–، اندیس رایزنر برابر ۱۰/۵، اندیس خوردگی یا تهاجمی برابر ۱۲/۰۳ و اندیس پورکوریوس برابر ۹/۹۲ می‌باشد، که بیانگر خورنده بودن آب در مناطق مورد مطالعه است.

البته لازم به یاد آوریست چون pH آب در کلیه موارد از ۸ کمتر است اندیس پورکوریوس، شاخص مناسبی برای نمایش خورندگی یا رسوب گذاری آب به شمار نمی رود [۳۱]. در مطالعه تقی پور و همکاران در سال ۲۰۱۲ که تحت عنوان "بررسی خوردگی و رسوب گذاری آب آشامیدنی شهر تبریز" انجام شد به این نتیجه رسیدند که میزان شاخص‌های لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پورکوریوس به ترتیب برابر ۰/۷۹–، ۸/۱۶، ۱۱/۱۶، ۸ می‌باشد که خورنده بودن آب شهر تبریز را نشان می‌دهد. میزان خورندگی آب شهر تبریز در مقایسه با مطالعه حاضر از نظر کلیه شاخص‌های مورد بررسی کمتر می‌باشد که علت آن به وجود TDS و دمای بالا در آب‌های زیر زمینی روستاهای استان قم بر می‌گردد [۳۲]. در مطالعه شمس و همکاران در سال ۲۰۱۲ تحت عنوان "بررسی خوردگی و رسوب گذاری آب در شبکه‌های آبرسانی روستایی طبس" و مطالعه مشابهی که توسط پیری علم و همکارانش در سال ۱۳۸۷ تحت عنوان "بررسی رسوب گذاری و خوردگی شبکه انتقال و توزیع آب شهر خرم آباد" انجام شد به این نتیجه رسیدند که در شهرهای طبس و خرم آباد آب دارای خاصیت خورندگی می‌باشد. میزان خورندگی دراین دو مطالعه نیز در از تحقیق حاضر پایین تر می‌باشد [۳۳، ۳۴].

نتیجه گیری

با توجه به یافته‌های این مطالعه مشخص شد که شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی، کاتیون‌ها و میزان آنیونها در آب اکثر روستاهای قم در حد مطلوب واقع شده و فقط پارامترهای سختی، سولفات، کلرور و فسفات در بخش هایی مانند سلفچگان و مرکزی از حد استانداردها فراتر رفته است. علت اصلی این موضوع به وجود املاح و یون های بالا در این مناطق باز می‌گردد. به همین منظور برای استحصال آبی با طعم و کیفیت مناسب می‌توان از روش هایی همچون اسمز معکوس (RO) در این مناطق استفاده کرد. همچنین این بررسی نشان داد که منابع تامین کننده آب روستاهای قم بر اساس هر ۴ شاخص لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پوکوریوس در محدوده خورنده واقع شده و عواملی مانند بالا بودن میزان کلراید، کل جامدات نامحلول و سولفات در برخی از مناطق سبب تشدید این فرآیند شده است. لذا کنترل فرآیند خوردگی امری ضروری محسوب می‌شود. به منظور کنترل این فرآیند مشکل ساز و پر هزینه از روشهایی نظیر رنگ زدن لوله ها، استفاده از لوله‌های مقاوم پلی اتیلنی به جای لوله‌های فلزی و آزبست-سیمانی، پوشش دادن لوله ها، نگهداری مناسب، اجرای حفاظت کاتدی برای لوله‌های فلزی، تنظیم pH و تزریق مواد باز دارنده به سیستم توزیع استفاده می‌شود. انتخاب روش مناسب به منظور جلوگیری از فرآیند خوردگی به ویژگی‌های شیمیایی آب، تاثیر فرآیند انتخابی بر سایر فرآیندها و اثر آن بر کیفیت آب بستگی دارد. بر اساس مطالعات انجام شده بهترین و متداولترین روش مورد استفاده برای کنترل فرآیند خورندگی تنظیم pH آب به وسیله آهک می‌باشد. افزودن آهک به آب با ایجاد پوسته که اصطلاحا به آن رسوب پوسته تخم مرغی می‌گویند مانع فرآیند خوردگی می‌شود.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر با حمایت مالی مرکز پژوهش‌های علمی دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی تهران تحت طرح پژوهشی با کد ۹۲-۰۱-۶۱-۲۰۹۳۷ به انجام رسیده است. بدین وسیله نویسندگان این مقاله از این مرکز به منظور مساعدت در انجام این پژوهش تشکر می‌نمایند.

REFERENCES

1. Dehghani MH, Ghaderpoori M, Fazl Zade M, Gol Mohammadi S. Survey microbial quality of drinking water in villages Saqez. Health and Environment 2010;2(2):132-9 (In persian)

2. Mehdi Heydari M, Bidgoli HN. Chemical Analysis of Drinking Water of Kashan District, Central Iran. World Applied Sciences Journal 2012;16(6):799-805 (In persian)

3. Nan Bakhsh H. Chemical and microbial quality of drinking water sources Urmia in 1379. Urumia Medical journal 2003;11(6):41-50(In persian)

4. Setare P, Ahmadi E. Analysis of the chemical quality of groundwater resources using software Aq.Qa (prairie Songhor village of Kermanshah). Fourth Conference on Environmental Health; Yazd2011 jun. 7-10; p:123-9 (In persian)

5. Mofidi J. Principles of Corrosion and Protection of Metals. 1nd: Tehran University Press1373;p:11-110. (In persian)

6. Mahdi H. Preparation of software calculator eight major index of water erosion. Twelfth International Conference on Environmental Health1388; Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Iran.p:11-34 (In persian)

7. Shahmansoori M, Pourmoghadas H, Shams G. Survey of Micro Pollutant of Pipes Corrosion in the Water Distribution System. Journal of Research in Medical Sciences 2008;8(2): 1-7 (In persian)
8. Roberge P. Corrosion Basic:An introduction. 2nd ed.New Yourk: NACE Press Book 2006 ;p:1-29.
9. Ghanizade G, Ganeian M.Corrosion and precipitation potential of drinking water in some military facilities using chemical index. Fifth National Congress on Environmental Health1381; Tehran, Iran Medical Sciences University.p:43-9 (In persian)
10. Edwards M. Controlling Corrosion in Drinking Water Distribution System; A Grand Challenge for the 21 St Century. Water Science & Technology 2002;4(9):58-68
11. Asgary H. Prevent corrosion and deposition of hard water supply networks. Sixth National Congress on Environmental Health1377; Tehran, Iran Medical Sciences University.p: 3-9 (In persian).
12. AWWA. Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies In: Pontius FW. 4ed. Washington DC: McGraw-Hill1990;p: 87-98
13. Nabizadeh Nodehi R, Fezi Razi D. The guidine of Drinking Water quality. 2ed. Tehran: The cultural Physicals Organization1996; p: 34-9 (In persian)
14. ASTM-Designation:D2688-92. Standard Test Method and for Corrosity of Water in the absence of Heat transfer1994 ; p:294-9
15. Hosseinian M. Water and Health. 1 ed. Yazd: Tebian 1381; p:113 (In persian)
16. Hammer MJ, Viessman W. Water supply and Pollution Control. 5 ed. Washengton: Grow Hill 1995; p:1-13
17. Waltery M, Weber J. Physicochemical Processes for Water quality control.1nd. New Jersi: Wileyand sons1972 ;p:11-8.
18. American water works association. Water quality and Treatment.1nd. USA1990;p:11-8.
19. ChalkshAmiri M. Principles of Water Treatment. 1nd . Iran: Tehran1376;p:65-18 (In persian)
20. Ekhtiarzade Z. Corrosion monitoring and control of fouling layer formation in distribution networks.1nd. Iran: Department of Process Control 1386;p: 65-18 (In persian)
21. Geldriech E. Microbial quality of Water suply in distribution System.1nd. Florida: CRC press 1196; p: 118-165
22. Ghanizadeh G, Ghaneian MT. Corrosion and Precipitation Potential of Drinking Water Distribution System in Military Centers. Journal of Military Medicine 2009;11(3): 25-9 (In persian)
23. Lauer W. introduction to water treatment :principles and practices of water suply oprations.2 nd. Denever: AWWA press2003 ;9:718
24. Sham M, Mohamadi A, Sajadi S. Evaluation of Corrosion and Scaling Potential of Water in Rural Water Supply Distribution Networks of Tabas. Iran World Applied Sciences Journal2012; 17(1):141-9 (In persian)
25. Lowental R, Morison I, Wentzel M. Control of corrosion and aggresion in drinking water system. Water Science & Technology 2004;49(2):9-18
26. Rand MC, Greenberg AE, Taras MJ. Standard method for the examination of water and wastewater. 1nd. USA: American Public Health Association 2005; p:9-18
27. Rafferty K. Scaling in geotermal heat pump systems. 1nd. U.S: Department of Energy1999 ;1-57
28.Colin M. Stress corrosion cracking. The 4th International Congress of Energy and Environment Engineering and Management (CIIEM) 2006; Madison.19-28

29. Iranian institution for standards and economic research. physical and chemical properties of Drinking water (standard number 1053) 1977. 5 nd. Iran;67-192 (In persian)
30. Rajaei G, etal. Plain drinking water quality in Birjand and Ghaen in year 89-90. Journal of Health Systems Research2011; 9(2):18-26
31. Colin M. Stress corrosion cracking. Senior Engineering Consultant Materials Technology 2008;7(4): 11-19
32. Taghipour H, Shakerkhatibi M, Pourakbar M, Belvasi M. Corrosion and Scaling Potential in Drinking Water Distribution System of Tabriz, Northwestern Iran. Health Promot Perspect 2012;2(1):103-111 (In persian)
33. Shams M, Mohamadi A, Sajadi SA. Evaluation of Corrosion and Scaling Potential of Water in Rural Water Supply Distribution Networks of Tabas, Iran. World Applied Sciences Journal2012;17(11):131-48. (In persian)
34. Piri Elm R, Shams G, Shahmansuri M, Farzadkia M. Survey of Corrosion and Scaling Potential in drinking Water of distribution System of Khoramshahr City with corrosion Index. Quartery Newsletter2008;11(18): 31-9 (In persian)
35. Davil M, Mahvi A, Norouzi M, Mazloomi S. Survey of corrosion and scaling potential produced water from Ilam water treatment plant. World Applied Sci ence Journal 2009;7(11):11-24 (In persian)
36. United States Enviromental Protection Agency(U.S.EPA). corrosion Manual for Internal Corrosion of Water distribution System.2nd. USA1984; p:11-81
37. Marvinsilbert A. Water Index Calculation.1nd. Canada: Ontario1987; p: 31-48