بررسی پتانسیل خورندگی و رسوب‌گذاری آب شرب روستایی شهرستان تایباد در سال ۹۵-۱۳۹۴

مجتبی داودی[۱]، آمنه اسکندری تربقان[۲]، فاطمه برجسته عسکری[*۳]، محمد سرمدی[۳]، جواد سلیمی[۴]، داود طحان[۵]، حسن شیرزاد فاردقی[۵]

۱- استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران

۲- مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی تربت‌جام، تربت‌جام، ایران

۳- مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران

۴- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران

۵- دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران

چکیده

زمینه و هدف: خورندگی یکی از پیچیده‌ترین و پرهزینه‌ترین مشکلات مربوط به تولید آب آشامیدنی می‌باشد که بر سلامت مصرف‌کنندگان و پذیرش عمومی یک منبع آب و هزینه‌های تامین آب آشامیدنی تاثیر گذار است. رسوب‌گذاری نیز سبب مشکلاتی همچون گرفتگی و افت فشار در شبکه آب‌رسانی خواهد شد. هدف از این مطالعه تعیین کیفیت شیمیایی و شاخص‌های پایداری (پتانسیل خورندگی و رسوب‌گذاری) منابع تامین آب شرب روستاهای شهرستان تایباد در سال ۹۵-۱۳۹۴ بود.

روش‌ها: در این مطالعه توصیفی مقطعی، تعداد ۹۶ نمونه (از ۸ چاه) در مدت ۱۲ ماه از نظر پارامترهای فیزیکی-شیمیایی مختلف مورد آنالیز قرار گرفت. سپس خورندگی و رسوب‌گذاری آب از نظر شاخص لانژلیه ، شاخص رایزنر، شاخص تهاجمی و شاخص پوکوریوس تعیین شد.

نتایج: نتایج نشان دادکه برخی از چاه‌ها نتوانستند حد مجاز کیفیت را از نظر TDS و سختی برآورده سازند. اما از نظر پارامترهای دیگری از جمله فلوراید، نیتریت و نیترات حدود مجاز رعایت شده بود. همچنین ایستگاه‌های نمونه‌برداری از نظر شاخص لانژلیه ۵۰ درصد خورنده و ۵۰ درصد رسوب‌گذار، شاخص رایزنر ۵۰ درصد خورنده و ۵۰ درصد خنثی، شاخص تهاجمی ۲۵ درصد رسوب‌گذار و ۷۵ درصد خنثی، و ازنظر شاخص پوکوریوس ۳۷/۵ درصد خورنده، ۲۵ درصد رسوب‌گذار و ۳۷/۵ درصد خنثی بودند.

نتیجه‌گیری: از آنجا که از نظر اکثر شاخص‌ها، آب منطقه در وضعیت خنثی و پایدار قرار ندارد، لذا پایدارسازی آب قبل از ورود آب به شبکه توزیع به عنوان عاملی مهم در کنترل پدیده خورندگی و رسوب‌گذاری توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: آب آشامیدنی، کیفیت فیزیکی شیمیایی، خورندگی، رسوب‌گذاری

***آدرس نویسنده مسئول: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تربت‌حیدریه، تربت‌حیدریه، ایران. شماره تماس: ۰۵۱-۵۲۲۲۶۰۱۱**

آدرس پست الکترونیک: Fatemeh.barjasteh@gmail.com

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2024-03-28]

مقدمه

دسترسی به آب آشامیدنی سالم یکی از فاکتورهای ضروری برای حفظ و ارتقای سلامت جامعه است. به همین دلیل، روش‌های مختلفی برای تعیین کیفیت آب آشامیدنی در دسترس جوامع ارائه شده است. تعیین کیفیت شیمیایی و خصوصیات خورندگی-رسوب‌گذاری یکی از مهمترین اقداماتی است که برای ارزیابی کیفی آب در دسترس جوامع استفاده می‌شود (۱).

خوردگی در ارتباط با سطوح جامد تعریف می‌شود و عبارت است از تخریب یک ماده (مثلا فلز) در اثر واکنش با محیط، که این محیط می‌تواند مایع باشد مثل محلول‌هایی که از داخل لوله‌ها و تاسیسات عبور می‌کند، و یا در حالت جامد وجود داشته باشد مانند خاکی که در تماس با جدار خارجی لوله‌ها قرار دارد. خوردگی در اثر فرآیندهای مختلف فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و الکتروشیمیایی رخ می‌دهد. عوامل فیزیکی و شیمیایی که در خوردگی تاثیر می‌گذارند شامل گازهای محلول ، دما، سختی ،کلسیم، قلیاییت، pH، مواد معلق و جامدات محلول می‌باشد. خوردگی در اثر فرآیندهای میکروبی در اغلب موارد بر اثر فعالیت باکتری‌های عامل خوردگی مثل باکتری‌های آهن و گوگرد رخ می‌دهد (۲، ۳).

در تاسیسات انتقال و توزیع آب، یکی از مهمترین عوامل خوردگی، تماس آب خورنده با این تاسیسات است. آب خورنده به آبی اطلاق می‌شود که قادر است سطوح داخلی لوله‌ها، تبدیل‌ها، پمپ‌ها، شیرآلات و سایر تجهیزاتی که در تماس با آن قرار دارد را از بین برده و در خود حل کند (۴). این عمل در مسیر انتقال آب تا محل مصرف رخ می‌دهد. این پدیده در طولانی مدت نه تنها باعث زیان‌های اقتصادی قابل توجه به تاسیسات انتقال و توزیع آب می‌شود، بلکه از طریق انحلال ناخالصی‌های موجود در این تجهیزات از قبیل فلزات سنگین موجب بروز مشکلات بهداشتی عدیده‌ای می‌شود و عملکرد تصفیه خانه‌های آب را زیر سوال می‌برد (۵). مهمترین عوامل موثر بر خاصیت خورندگی آب شامل دما، pH، گازهای محلول، غلظت سولفات، کلرور و کلر باقیمانده می‌باشد (۶).

خاصیت خورندگی می‌تواند بر سلامت مردم و پذیرش عمومی یک منبع آب و همچنین بر هزینه‌های تامین آب آشامیدنی اثر نامطلوب برجای بگذارد. تخریب تجهیزات در نتیجه خوردگی می‌تواند سالیانه هزینه‌های بسیار بزرگی جهت تعمیر، جایگزینی و حفظ شبکه توزیع تحمیل کند (۷). مطالعات مختلف نشان داده است که محصولات ناشی از خوردگی سطوح داخلی تجهیزات آب‌رسانی می‌تواند در شبکه‌های توزیع تجمع یافته یا ته‌نشین شوند و میکروارگانیسم‌ها را از اثر گندزداها محافظت کند (۸).

رسوب‌گذاری یکی دیگر از خصوصیات نامطلوب آب محسوب می‌شود. رسوب‌گذاری پدیده‌ای است که در اثر واکنش کاتیون‌های دو ظرفیتی مانند کلسیم و منیزیوم با سایر مواد محلول در آب رخ داده و منجر به تشکیل رسوبات نامحلول کاتیون‌های دو ظرفیتی می‌شود. رایج‌ترین رسوبی که ممکن است در آب‌های طبیعی شکل بگیرد رسوبات کربنات کلسیم است که معمولا در آب‌هایی با سختی بالا مشاهده می‌شود (۹). ایجاد رسوب در مجاری انتقال باعث کاهش ظرفیت آب‌رسانی، افزایش افت فشار و بالا رفتن هزینه‌های پمپاژ می‌شود؛ به گونه‌ای که در نهایت تعویض خطوط انتقال آب غیر قابل اجتناب می‌نماید که این امر افزایش هزینه بهره‌برداری تاسیسات آبی را به همراه دارد (۱۰). از این‌رو بررسی خصوصیات خورندگی و رسوب‌گذاری می‌تواند یکی از مهمترین اقدامات کنترل کیفی آب آشامیدنی باشد. به‌خصوص در مورد آب‌های زیرزمینی که خوردگی و رسوب‌گذاری یکی از مشکلات متداول در خطوط انتقال و توزیع آن‌ها محسوب می‌شود. اقدامات مورد نیاز در صورت خورنده یا رسوب‌گذار بودن آب شامل عملیات تثبیت آب می‌باشد تا به حالت استاندارد و مطلوب برسد (۱۱).

همان‌گونه که گفته شد، ورود فلزات سنگین و ترکیباتی که تمایل به رسوب دارند به داخل آب شبکه توزیع می‌تواند باعث بی‌میلی مصرف کنندگان نسبت به آب شبکه توزیع و مخاطرات بهداشتی و سلامتی در انسان شود. امروزه شاخص‌های مختلفی برای تعیین پایداری آب تعریف شده است. شاخص لانژلیه[1]، شاخص رایزنر[2] ، شاخص تهاجمی[3] و شاخص پوکوریوس[4] از جمله مهمترین شاخص‌هایی هستند که می‌توانند در این زمینه مورد استفاده قرار گیرند. شاخص لانژلیه در رابطه با غلظت کربنات کلسیم تعریف می‌شود. عوامل موثر در این شاخص عبارتند از pH، میزان جامدات محلول (TDS)، دما، غلظت کلسیم و قلیائیت. مقادیر مثبت این شاخص نشان‌دهنده این

[1] - Langelier saturation index, LSI
[2] - Ryznar Stability Index, RSI
[3] - Aggressive Index, AI
[4] - PSI Puckorius Scaling Index

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2024-03-28]

است که آب در حالت فوق اشباع از کربنات کلسیم قرار داشته و تمایل به رسوب‌گذاری دارد. شاخص لانژلیه یک شاخص کیفی است که تنها بیانگر این است که نمونه مورد نظر تمایل به رسوب‌گذاری دارد یا خورندگی. برای رفع این مشکل و کمی کردن نتایج می‌توان از شاخص رایزنر استفاده کرد (۴). همانند شاخص لانژلیه، برای تعیین شاخص رایزنر بایستی pH آب را اندازه گرفت و pH اشباع را محاسبه نمود. شاخص تهاجمی یکی دیگر از معیارهای تعیین خورندگی آب است که بیشتر برای لوله‌های آزبست سیمان (در دمای ۴ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد) کاربرد دارد اما برای سایر شرایط نیز می‌تواند تعریف شود (۱۲). برای تعیین این شاخص بایستی پارامترهای pH، سختی کلسیم و قلیائیت در آب اندازه‌گیری شوند. شاخص پوکریوس بستگی به ظرفیت بافری آب دارد و حداکثر رسوبی را که برای رسیدن آب به تعادل می‌تواند تشکیل شود نشان می‌دهد (۱۲). برای تعیین این شاخص از pH اشباع و pH تعادلی آب استفاده می‌شود و در تعیین pH تعادلی از پارامتر قلیائیت استفاده می‌شود.

تاکنون مطالعات متعددی بر روی کیفیت شیمیایی و خصوصیات خورندگی–رسوب‌گذاری منابع تامین آب در اجتماعات مختلف انجام شده است. مطالعه انجام گرفته توسط سواری وهمکاران در فاصله سال های ۸۵–۸۳ بر روی آب شهر اهواز ، آب این شهر متمایل به خورنده اعلام شد و این عامل، یکی از دلایل ورود آلاینده‌ها به داخل شبکه توزیع تلقی شد (۱۳). نتایج مطالعه‌ای در کشور هند در سال ۲۰۱۰ که بر روی کیفیت آب‌های زیر زمینی از نظر شاخص‌های خورندگی و رسوب‌گذاری انجام گرفت نشان داد که آب‌های زیر زمینی مورد بررسی دارای خاصیت خورندگی بودند (۱۴). در مطالعه شمس و همکاران در سال ۲۰۱۲ مشخص شد که آب شبکه آب‌رسانی روستایی طبس دارای خاصیت خورندگی بوده و علت اصلی آن به وجود آنیون‌های سولفات و کلراید در آب این شهر ارتباط داده شد (۱۵). لیونتال و همکاران در سال ۲۰۰۴ در کشور آفریقای جنوبی اعلام کردند که خوردگی و رسوب‌گذاری از مشکلات متداول در خطوط انتقال توزیع آب‌های زیرزمینی است (۱۶). در مطالعه‌ای که توسط زولی و همکارن بر روی آب شرب شهر یاسوج انجام شد نشان داده شد که بعضی از پارامترهای مورد سنجش جهت اندازه‌گیری شاخص‌های لانژلیه و رایزنر مانند کلسیم در محدوده استانداردهای ملی و سازمان جهانی بهداشت نبود. همچنین میزان شاخص لانژلیه در فصل تابستان بین ۰/۹۱– تا ۰/۴۳– و در زمستان این مقادیر بین ۰/۶۶ تا ۰/۲۵ بود (۱۱).

شهرستان تایباد دارای ارتفاع ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا و مساحت تقریبی ۴۷۵۶ کیلومتر مربع در ۶۰ کیلومتری جنوب تربت‌جام و ۲۲۵ کیلومتری جنوب شرقی مشهد در استان خراسان رضوی واقع شده است. از آنجا که پایش کیفی آب نقش مهمی در تامین آب شرب سالم و بهداشتی دارد، این مطالعه با هدف آنالیز شیمیایی و بررسی خورنده یا رسوب‌گذار بودن آب منابع زیرزمینی تامین آب شرب روستایی شهرستان تایباد با توجه شاخص‌های لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پوکوریوس در سال ۹۵–۱۳۹۴ انجام گرفت.

روش‌ها

این تحقیق یک مطالعه توصیفی مقطعی است که نمونه‌های آب مورد نیاز در یک بازه زمانی ۱۲ ماهه در سال ۹۵–۱۳۹۴ از چاه‌های تامین آب شرب روستایی در حومه شهرستان تایباد جمع‌آوری و آنالیز شد. شهرستان تایباد شامل ۲۹ روستا و دو شهر می‌باشد که جمعیتی در حدود ۵۷۰۰۰ ساکن شهر و حدود ۴۰۰۰۰ ساکن مناطق روستایی می‌باشد. با در نظر گرفتن شرایط جغرافیایی، وضعیت زمین شناسی و نیز میزان بارندگی پایین در شهرستان تایباد، آب‌های زیرزمینی مهمترین منبع تامین کننده آب در این منطقه به شمار می‌آیند که بخش عمده‌ی این آب‌ها از طریق چاه‌های عمیق و نیمه عمیق موجود تامین می‌گردد. آب شرب مصرفی روستاهای حومه این شهرستان از ۸ ایستگاه محسن‌آباد، مشهدریزه، آبقه، چهار برجی، جوزقان، سوران، سرخ‌سرا و کرات تامین می‌گردد. در مدت تحقیق از ۸ حلقه چاه (ایستگاه‌های) تامین آب حومه شهرستان در ۱۲ نوبت (به صورت ماهیانه) نمونه‌برداری انجام گرفت. از این رو، در مجموع ۹۶ نمونه از چاه‌های تامین آب برداشته شده و از نظر پارامترهای دما، pH، سختی کل، قلیاییت کل، کل جامدات محلول (TDS)، کاتیون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم و آنیون‌های بی‌کربنات، کربنات، سولفات، کلراید، و فلوراید آنالیز شدند. روش نمونه‌برداری، حمل و نگهداری و انجام آزمایشات بر اساس دستورالعمل‌های چاپ بیست و یکم کتاب روش‌های استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب صورت پذیرفت (۱۷). جهت محاسبه میانگین و انحراف معیار داده‌های آزمایش از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ و برای محاسبه مقادیر شاخص‌های پایداری آب از نرم افزار Excel استفاده شد.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2024-03-28]

جدول ۱- معادلات مربوطه و تقسیم‌بندی آب بر اساس شاخص‌های پایداری (۳، ۲۰-۱۸)

معادله مربوط به شاخص‌ها	خورنده	خنثی	رسوب‌گذار	شاخص‌های پایداری
LI = pH - pHs	LSI <۰	LSI =۰	LSI >۰	لانژلیه(LSI)
RI = ۲ pHs - pH	RSI >۷	۶ < RSI < ۷	RSI <۶	رایزنر(RSI)
AI = pH + log[(Alkalinity).(Hardness)]	AI <۱۰	۱۰ < AI < ۱۲	AI >۱۲	تهاجمی(AI)
PI = ۲ pHs – pHeq	PSI >۶	PSI =۶	PSI <۶	پوکوریوس(PSI)

برای محاسبه شاخص‌های مورد نظر، بعضی از پارامترها باید مشخص شود که عبارتند از:

(۱): pHs = [(9.3+A+B)-(C+D)]

A= مربوط به کل جامدات محلول در آب (mg/l)

B= مربوط به درجه حرارت آب (0C)

C= مربوط به سختی کلسیم (mg/l CaCO3)

D= مربوط به قلیائیت (mg/l CaCO3)

(۲): pHeq = 1/465 log (T Alkalinity) + 4/54

T Alkalinity = قلیائیت کل

نتایج

در این مطالعه ابتدا پارامترهای فیزیکی-شیمیایی آب منابع تامین آب شرب روستایی شهرستان تایباد سنجش شد. میانگین نتایج حاصل از پارامترهای غیریونی در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود غلظت TDS در آب یکی از چاه‌ها (۱۲/۵ درصد موارد) بالاتر از حد مجاز می‌باشد و آب از این نظر برای شرب مناسب نیست. از نظر سختی نیز آب ۲۵ درصد چاه‌ها (۲ مورد) غلظتی فراتر از حد مجاز دارند. از نظر قلیائیت، آب ۱۰۰ درصد چاه‌ها غلظتی بالاتر از حد مطلوب داشتند هرچند که حد مجازی برای قلیائیت در آب آشامیدنی ذکر نشده است.

جدول۲: میانگین، حد مطلوب و مجاز پارامترهای اندازه‌گیری شده منابع آب شرب در حومه شهرستان تایباد

ایستگاه (چاه)	کدورت (NTU)	دما (^{0}C)	pH	TDS (mg/l)	سختی کل	قلیائیت (mg/L)
محسن‌آباد(S_1)	۰/۱۴ (±۱)	۰/۲۴ (±۳/۹۱)	۷/۷ (±۰/۴۵)	۹۹۲ (±۶۵۱)	۲۰۸ (±۱۱۲/۱)	۲۰۴ (±۵۶/۳)
مشهدریزه(S_2)	۰/۸۱(±۰/۰۷)	۰/۲۵ (±۴/۶)	۷/۴ (±۰/۳۱)	۸۷۰ (±۴۲۳)	۴۵۲ (±۵۰/۴)	۲۸۰ (±۵۹/۴)
آبقه(S_3)	۰/۲(±۰/۵۴)	۰/۲۳ (±۱/۵)	۷/۶ (±۰/۷۲)	۳۷۸ (±۳۲۱)	۲۲۴ (±۲۹/۹۲)	۱۶۰ (±۴۵/۶)
چهار برجی(S_4)	۵(±۰/۳۸)	۰/۲۴ (±۳/۱)	۷/۷ (±۰/۴۱)	۱۸۸۰ (±۸۴۶)	۶۶۰ (±۹۲/۲۵)	۱۴۸ (±۲۲/۳)
جوزقان(S_5)	۰/۴۸(±۰/۴۱)	۰/۲۷ (±۳/۵۱)	۷/۵ (±۰/۳۵)	۷۹۰ (±۳۵۵)	۳۵۶ (±۷۴/۴۲)	۲۴۸ (±۴۵/۸۹)
سوران(S_6)	۰/۱۸(±۰/۱۲)	۰/۲۱ (±۲/۲۳)	۷/۳ (±۰/۵۲)	۳۸۳ (±۱۵۲)	۲۴۴ (±۲۹/۹۲)	۱۹۲ (±۴۶/۳۹)
سرخ‌سرا(S_7)	۰/۵۱(±۰/۳۸)	۰/۲۶ (±۳/۲)	۷/۵ (±۰/۴۰)	۱۰۰۰ (±۴۹۶)	۵۲۰ (±۱۲۳/۳)	۲۸۸ (±۵۶/۲)
کرات(S_8)	۰/۱۶(±۰/۰۲)	۰/۲۴ (±۱/۲۶)	۷/۲ (±۰/۲۵)	۳۸۱ (±۱۷۴)	۲۱۶ (±۵۶/۸۹)	۱۸۰ (±۵۹/۶۸۴)
حد مطلوب	۱	-	۵/۶-۵/۸	۱۰۰۰	۲۰۰	۱۲۰
حد مجاز	۵	-	۵/۶-۹	۱۵۰۰	۵۰۰	-

در جدول ۳، میانگین غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در آب چاه‌های مختلف گزارش شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، همه چاه‌ها از نظر پارامترهای یونی در حد مجاز برای تامین آب آشامیدنی قرار داشتند. اما ۲۵ درصد چاه‌ها از نظر فلوراید، ۱۲/۵ درصد از نظر کلسیم، ۵۰ درصد از نظر منیزیم و ۱۲/۵ درصد از نظر سدیم نتوانستند معیارهای حد مطلوبیت را برآورده سازند. برای پارامترهای بیکربنات و پتاسیم که برای آنها حد استانداردی ذکر نشده است، محدوده تغییرات به ترتیب ۱۸۰/۵-۳۶۰ mg/L و ۰/۵-۴ mg/L مشاهده شد. از نظر غلظت نیتریت و نیترات نیز منابع آب توانستند حدود مجاز را رعایت کنند.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2024-03-28]

جدول شماره ۳- میانگین آنیون‌ها و کاتیون‌های اندازه‌گیری شده در منابع آب در حومه شهرستان تایباد

	آنیون‌ها(mg/l)							کاتیون‌ها (mg/l)			
ایستگاه	فلوراید	کلرور	سولفات	بیکربنات	نیتریت(NO_2)	نیترات(No_3)	کلسیم	منیزیوم	سدیم	پتاسیم
S_1	۰/۵۵	۱۹۸	۲۱۵	۲۴۸/۹	۰/۰۸	۲۳	۴۶/۴	۲۲/۱	۲۵۰	۳
S_2	۰/۲۶	۸۸	۲۱۵	۳۴۱/۶	۰/۰۵	۴۴	۱۱۰/۴	۵۰/۹	۱۵۰	۴
S_3	۰/۲۳	۲۳۰	۲۰۰	۱۹۵/۲	۰	۲۴	۵۶	۲۰/۲	۳۰	۲
S_4	۰/۶	۲۵۰	۲۳۵	۱۸۰/۵	۰	۳۵	۱۵۰/۴	۶۸/۴	۱۶۰	۳
S_5	۰/۳۴	۸۰	۲۲۵	۳۰۲/۵	۰	۳۳	۷۱/۶	۱۰۰	۱۷۱	۳
S_6	۰/۳۴	۱۸۰	۲۳۰	۲۳۴/۲	۰	۲۳	۶۸/۸	۱۷/۳	۲۳	۲
S_7	۰/۳۵	۱۰۸	۱۸۰	۳۵۱/۳	۳	۵۰	۱۲۸	۱۱۰	۱۸۰	۴
S_8	۰/۵	۲۴۰	۲۰۰	۳۶۰	۰	۰/۱۹	۴۴/۸	۲۸	۱۴۸	۰/۰۵
حد مطلوب	۰/۵	۲۵۰	۲۵۰	–	–	-	۷۵	۳۰	۲۰۰	–
حدمجاز	۱/۵	۴۰۰	۴۰۰	–	۳	۵۰	۳۰۰	۱۵۰	۲۵۰	–

در مرحله بعد، با توجه به نتایج به‌دست آمده از آنالیز کیفی و محاسبات انجام شده، وضعیت پایداری آب بر اساس روابط لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پوکوریوس در منابع حومه شهرستان تایباد تعیین گردیدکه نتایج حاصل در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- وضعیت منابع آب حومه شهرستان تایباد از نظر اندیس‌های خورندگی و رسوب‌گذاری

ایستگاه	مقدار وضعیت	شاخص لانژلیه(LSI)	شاخص رایزنر (RSI)	شاخص تهاجمی(AI)	شاخص پوکوریوس(PI)
S_1	مقدار شاخص	-۰/۰۲	۷/۶۵	۱۱/۸۹	۷/۲۸
	وضعیت آب	خورنده	خورنده	خنثی	خورنده
S_2	مقدار شاخص	۰/۲۸	۶/۸۴	۱۱/۴۷	۶/۰۱
	وضعیت آب	رسوب‌گذار	خنثی	خنثی	خنثی
S_3	مقدار شاخص	-۲	۱۱/۶۱	۱۲/۱	۱۱/۴۴
	وضعیت آب	خورنده	خورنده	خنثی	خنثی
S_4	مقدار شاخص	۰/۲۹	۷/۱۲	۱۲/۷	۷/۰۱
	وضعیت آب	رسوب‌گذار	خنثی	رسوب‌گذار	خنثی
S_5	مقدار شاخص	۰/۲۴	۷/۰۱	۸/۲	۵/۴۶
	مقدار وضعیت	رسوب‌گذار	خنثی	خنثی	رسوب‌گذار
S_6	مقدار شاخص	-۰/۱۸	۷/۶۶	۱۱/۹۷	۷/۰۸
	وضعیت آب	خورنده	خورنده	خنثی	خورنده
S_7	مقدار شاخص	۰/۴۵	۶/۶۰	۱۲/۶۸	۵/۹۶
	وضعیت آب	رسوب‌گذار	خنثی	رسوب‌گذار	رسوب‌گذار
S_8	مقدار شاخص	-۰/۲۱	۷/۶۳	۱۱/۷۹	۶/۹۸
	وضعیت آب	خورنده	خورنده	خنثی	خورنده

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، از نظر شاخص لانژلیه حدود ۵۰ درصد از ایستگاها رسوب‌گذار و بقیه به صورت خورنده دسته‌بندی می‌شوند، اما با توجه به شاخص رایزنر حدود ۵۰ درصد نمونه‌ها به صورت خورنده و ۵۰ درصد خنثی می‌باشند. میزان شاخص لانژلیه در رنج ۲- تا ۰/۴۵ و شاخص رایزنر در محدوده ۱۱/۶۱-۶/۶۰ قرار داشت. از نظر شاخص تهاجمی، ۷۵ درصد از نمونه‌ها در حالت خنثی می‌باشند و ۲۵ درصد نیز رسوب‌گذار دسته‌بندی می‌شوند. همچنین شاخص پوکوریوس نشان می‌دهد که ۲۵ درصد نمونه‌ها رسوب‌گذار و ۳۷/۵ درصد به صورت خنثی و ۳۷/۵ درصد به صورت خورنده می‌باشند. همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود شاخص‌های رایزنر و پوکوریوس تقریبا مشابه هم عمل کرده و در یک رنج مقدار عددی قرار دارند.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2024-03-28]

بحث

باتوجه به اینکه آب‌های زیرزمینی در ایستگاه‌های مورد مطالعه جمعیتی حدود ۴۰۰۰۰ نفر را تحت پوشش قرار داده‌اند، بررسی این منابع از نظر کیفیت و پتانسیل خورندگی و رسوب‌گذاری حائز اهمیت است. بر اساس جدول ۲، میانگین pH در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه در حد مطلوب استانداردها قرار داشته و محدودیتی از نظر مصارف شرب ایجاد نمی‌کند. TDS در ایستگاه‌های مشهدریزه، چهاربرجی، جوزقان و سرخ‌سرا (که ۵۰ درصد ایستگاه‌های مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند) بالاتر از سایر ایستگاه‌ها گزارش شده که احتمالا به وجود املاح سدیم و نمک‌های معدنی در ساختار ژئولوژیکی آنها مربوط می‌شود هر چند که این مقادیر در محدوده استاندارد آب آشامیدنی قرار دارند. تنها مورد استثنا، ایستگاه S4 می‌باشد که از نظر TDS غیر مجاز محسوب می‌شود. باید توجه داشت که این حد مجاز در شرایط ویژه تا ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیز قابل تعمیم می‌باشد. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد کدورت در همه ایستگاه‌ها درحد مطلوب بوده؛ به جز ایستگاه S4 که در حد مجاز گزارش شده است. سختی طبق جدول ۲ در همه ایستگاه‌ها در حد مجاز قرار داشت به جز ایستگاه‌های S4 وS7 که کمی بالاتر از حد مجاز بوده‌اند.

بررسی وضعیت آنیون‌ها طبق جدول ۳ نشان داد همه ایستگاه‌ها در حد مجاز قرار داشتند. میزان فلوراید در ایستگاه‌های S2، S3، S5، S6 وS7 (۶۲/۵ درصد موارد) پایین‌تر از حد مطلوب و در بقیه ایستگاه‌ها (۳۷/۵ درصد) در حد مطلوب گزارش شده‌اند. طبق جدول ۳، غلظت سدیم در همه ایستگاه‌ها در حد مطلوب بود و تنها در ایستگاه S1 در حد مجاز قرار داشت. غلظت منیزیوم در ایستگاه‌های S1، S3، S6 و S8 (۵۰ درصد موارد) در حد مجاز بوده در حالیکه دیگر ایستگاه‌ها در حد مطلوب بوده‌اند. غلظت کلسیم در ایستگاه‌های S2 ، S4 و S7 (۳۷/۵ درصد موارد) در حد مجاز و بقیه ایستگاه‌ها در حد مطلوب گزارش شده‌اند. در مطالعه انجام شده توسط کارگر و همکاران نیز نشان داده شد که تمام پارامترهای سنجش شده به جز قلیائیت در حد مطلوب و مجاز قرار داشتند (۲۱). هر چند که در مطالعه هاشمی‌فر و همکاران، تمام پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده در منابع تامین آب شرب روستایی سقز در محدوده استانداردهای داخلی و بین المللی قرار داشت (۲۲).

خورندگی و رسوب‌گذاری از شاخص‌های مناسب و مهمی است که در مسائل بهداشتی و اقتصادی شبکه‌های توزیع باید مورد توجه قرار گرفته و راهکارهای مناسب برای تعدیل این شاخص‌ها در نظر گرفته شود. براساس جدول ۴، شاخص‌های پایداری بیانگر رسوب‌گذار یا خورنده بودن آب در این مناطق بوده است و آب مورد مطالعه کمتر حالت خنثی داشته است. ملکوتیان و همکاران در بررسی شاخص‌های خورندگی نشان دادند که آب شرب چاه‌ها و قنوات روستاهای مجاور گسل رفسنجان تمایل به رسوب‌گذاری دارد و برنامه‌ریزی مناسب جهت جلوگیری از آسیب‌های اقتصادی و مضرات بهداشتی ضروری به نظر می‌رسد. همچنین در بعضی نمونه‌ها میزان این پارامتر تا ۱۵۶۷۰ میلی‌گرم در لیتر نیز گزارش شده بود که از حد مجاز نیز فراتر رفته و به صورت غیر استاندارد گزارش شده است (۲۳). در مطالعه‌ای دیگر، احسانی و همکاران پتانسیل رسوب‌گذاری و خورندگی آب زیرزمینی شهر ساری را بررسی کردند و نشان دادند که آب منطقه مورد مطالعه رسوب‌گذار بوده و برداشت کمتر از این منابع می‌تواند در جلوگیری از این امر موثر باشد (۲۴).

در این مطالعه، از نظر شاخص لانژلیه ایستگاه‌های محسن‌آباد، آبقه، سوران و کرات به صورت خورنده دسته‌بندی شدند که تا حدودی به علت غلظت بالای کلرور ، سولفات ، TDS و دما در این ایستگاه‌ها می‌باشد و بقیه ایستگاه‌ها در دسته‌بندی رسوب‌گذار قرار گرفتند. مطالعه Arko در خصوص بررسی خصوصیات رسوب‌گذاری آب زیرزمینی یک منطقه در ترکیه که بر روی آب ۱۲ چاه انجام شد، نشان داد که آب خاصیت خورندگی ندارد و فقط در یک مورد تمایل به خورندگی داشت که علت اصلی را غلظت بالای سولفات ذکر کردند. همچنین ذکر شد که تغییر در سطح آب‌های زیرزمینی باعث تغییر در میزان غلظت CO_2 و همچنین خورندگی آب می‌شود (۲۵). در مطالعه ابراهیمی و همکاران در بررسی پتانسیل خورندگی و رسوب‌گذاری آب شرب شهر کوهدشت با استفاده از اندیس‌های شاخص‌های خورندگی ، نتایج نشان داد که آب دارای خصوصیت خورندگی است و باید اقداماتی در خصوص تثبیت آب انجام گیرد (۲۶).

همچنین از نظر شاخص رایزنر نیز مطالعه حاضر نشان داد که نیمی از نمونه‌های گرفته شده شامل ایستگاه‌های S1، S3، S6 و S8 خورنده بوده و بقیه نمونه‌ها به صورت خنثی می‌باشند. در

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2024-03-28]

مطالعه‌ای که مختاری و همکاران انجام دادند مشاهده شد که آب شرب موجود در شبکه آب‌رسانی شهر اردبیل تا حدی تمایل به خورندگی داشته و بایستی کنترل کیفیت آب بر اساس پارامترهای مورد استفاده از جمله تنظیم pH، قلیائیت، سختی و غیره، همراه با استفاده از مصالح و لوله‌های مقاوم در برابر خوردگی در شبکه آب شرب مورد توجه قرار گیرد (۲۷). در مطالعه‌ای، زرولی و همکارن نشان دادند که در آب‌های مربوط به چشمه‌ها، رسوب‌گذاری غالب بوده اما در آب چاه‌ها، ویژگی خورندگی بیشتر نمود پیدا می‌کند (۱۱).

از نظر شاخص تهاجمی نیز بیشتر نمونه‌های گرفته شده خاصیت متعادل یا خنثی داشتند و تنها دو مورد (۲۵ درصد) خاصیت رسوب‌گذاری داشتند، که شامل ایستگاه‌های S4 و S7 بودند و می‌تواند دلیل این رسوب‌گذاری میزان غلظت بالای کلسیم و منیزیم در این ایستگاه‌ها باشد. در آنالیز داده‌ها از نظر شاخص پوکوریوس نشان داده شد که نمونه‌های ایستگاه‌های S1، S6 و S8 خورنده و ایستگاه‌های S2، S3 و S4 خنثی و S5، S7 رسوب‌گذار می‌باشند. مشاهده شد که شاخص‌های رایزنر و پوکوریوس از نظر نتایج تقریبا مشابه هم می‌باشند و در یک رنج عددی قرار دارند. همچنین تجزیه و تحلیل و آنالیزهای این دو شاخص هم تقریبا مشابه هم می‌باشد. باتوجه به وجود املاح و یون‌ها برای استحصال آبی با طعم و کیفیت مناسب از روش‌های تصفیه‌ای دیگر مانند اسمز معکوس و فرایندهای غشایی و الکتروفیلتراسیون استفاده شود. از محدودیت‌های مطالعه می‌توان به عدم دسترسی به داده‌های سال‌های پیشین برای تعیین روند تغییرات کیفی آب زیرزمینی منطقه اشاره کرد. همچنین، به دلیل نبود اطلاعات زمین شناختی و نیز اطلاعات مربوط به آب‌خوان‌های منطقه (نظیر مسیر حرکت آب)، امکان تعیین عوامل موثر بر تغییرات کیفی آب در مناطق مختلف وجود نداشت. پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتر و دقیق‌تری بر روی عوامل موثر بر ایجاد تعادل این آنیون‌ها و کاتیون‌ها انجام شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های این مطالعه مشخص شد که شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی، کاتیون‌ها وآنیون‌ها در آب اکثر ایستگاه‌ها در حد مطلوب واقع شده و فقط پارامتر سختی و TDS در برخی ایستگاه‌ها بالاتر از حد مجاز بوده است. در اکثر موارد، ایستگاه‌های مورد بررسی دارای آب خورنده هستند و عواملی مانند بالا بودن میزان کلراید، سولفات وکل جامدات محلول در برخی مناطق سبب تشدید آن شده است. لذا کنترل فرآیند خوردگی امری ضروری محسوب می‌شود. به منظور کنترل این فرآیند از روش‌هایی نظیر رنگ زدن لوله‌ها، استفاده از لوله‌های مقاوم پلی اتیلنی، پوشش دادن لوله‌ها، نگهداری مناسب ، اجرای حفاظت کاتدی برای لوله‌های فلزی، تنظیم pH و تزریق مواد بازدارنده به سیستم توزیع استفاده می‌شود. در مقابل، در برخی از موارد نیز آب تمایل به رسوب‌گذاری داشته است. از این رو لازم است برنامه‌ریزی مناسبی انجام گیرد تا از آسیب‌های اقتصادی در اثر عدم پایداری آب جلوگیری شود. بدیهی است پایدارسازی آب و تثبیت ویژگی‌های کیفی آب قبل از ورود آب به شبکه‌های توزیع عامل مهمی در کنترل و پیشگیری از بروز خورندگی و رسوب‌گذاری بوده که باید به نحو مناسبی در سیستم‌های تامین آب انجام شود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه حاصل طرح تحقیقاتی با کد ۱۳۹۶/۶ IR.THUMS.REC ثبت شده در معاونت آموزشی-پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تربت‌حیدریه می باشد. از معاونت آموزشی-پژوهشی دانشگاه به دلیل حمایت‌های مادی و معنوی تشکر و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2024-03-28]

References

1- Mahvi A, Dindarlou K, Jamali HA, Alipour V. Corrosion and scaling in Bandar Abbas Pipe water network. Hormoz Med J. 2011;14(4):335-40. [in Persian]

2- Mars GF. Corrosion Engineering, 3rd: New York: Mc Graw-Hill Book Company; 2005.

3- Fazlzadeh Davil M, Mahvi AH, Norouzi M, Mazloomi S, Amarluie A, Tardast A, et al. Survey of corrosion and scaling potential produced water from Ilam water treatment plant. World Appl Sci J. 2009;7(11):11-24.

4- Moazed H, Saeid H. The survey of corrosion and scaling of Karun river water between Shushtar-Ahvaz. Wat. Eng.1(1):7-17. [in Persian]

5- Rabbani D, Miranzadeh MB, Paravar A. Evaluating the corrosive and scale-forming indices of water in the villages under the coverage of Kashan rural water and wastewater company during 2007-9. Feyz. 2011;15(4):382-8. [in Persian]

6- Yazdani V, Banezhad H, Moirzaei M. Corrosion and Scaling Assessment of Groundwater in the Resources Bahar Plains, Hamedan. Wat. Res. Eng. 2009;2(4):57-68. [in Persian]

7- Agatemor C, Okolo PO. Studies of corrosion tendency of drinking water in the distribution system at the University of Benin. The Envirnmentalist. 2008;28(4):379-84.

8- Geldreich EE, LeChevallier M. Microbiological quality control in distribution systems. McGraw-Hill, New York. pp; 1999. p. 18.1-.49.

9- Association AWW. Principles and Practices of Water Supply Operations: AWWA; 1979.

10- Ghanizadeh Gh, Ghaneian M. Corrosion and precipitation potential of drinking-water distribution systems in military centers. Journal Mil Med. 2009;11(3):155-60. [in Persian]

11- Zazouli M, BarafrashtehPour M, Sedaghat F, Mahdavi Y. Assessment of scale formation and corrosion of drinking water supplies in Yasuj (Iran) in 2012. J Mazand Univ Med Sci. 2013;23:29-35. [in Persian]

12- Heibati B, Mazloomi S, Fazlzadeh M, Shervin D, Noruzi M. Survey of Corrosion and Scaling Potential of water in Mianeh city in 2008. 12th Iranian Conference on Environmental Health; Shahid Beheshti University, Tehran, Iran2009. p. 997-1005. [in Persian]

13- Savari J, Jaafarzadeh N, Hassani AH, Shams Khoramabadi G. Heavy metals leakage and corrosion potential in Ahvaz drinking water distribution network. Wat. Wastewat. J. 2008;18(64):16-24. [in Persian]

14- Shyam R, Kalwania G. Corrosiveness and scaling potential of ground water from Sikar city, Rajasthan (India). Journal of Natura Conscientia. 2010;1(3):233-9.

15- Shams M, Mohamadi A, Sajadi SA. Evaluation of corrosion and scaling potential of water in rural water supply distribution networks of Tabas, Iran. World Appl Sci J. 2012;17(11):1484-89.

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2024-03-28]

16- Loewenthal R, Morrison I, Wentzel M. Control of corrosion and aggression in drinking water systems. Wat. Sci. Tech. 2004;49(2):9-18.

17- Greeberg A, Clesceri L, Eaton A. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington DC. 1992:102-468.

18- Pirialam R, Khoramabadi G, Shahmansouri M, Farzadkia M. Determination of corrosion and sedimentation potential in drinking water distribution system of Khorramabad city by corrosion indices and weight loss method. Yafteh. 2008;10(3):79-86. [in Persian]

19- Canada H. Guidance on Controlling Corrosion in Drinking Water Distribution Systems: Water, Air and Climate Change Bureau, Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Health Canada, Ottawa, Ontario.; 2008.

20- Singley J, Beaudet B, Markey P. Corrosion manual for internal corrosion of water distribution systems. Environmental Science and Engineering, Inc., Gainesville, FL (USA), 1984.

21- Kargar M, Rahimzadeh H, Sadeghi M, Dadban Y. Potential of corrosion and scaling of potable water in distribution network and affecting factor in the city of Gorgan. 2nd national congrees on water and wastewater; Tehran, Iran 2008. [in Persian]

22- Hashemifar M, Davoudi M, Mohammadzadeh S, Nilufari N, Khoshgoftar M. Corrosion and scaling potential of the potable water in villages based on Langelier Saturation Index, Ryznar Stability Index, Larson Ratio, and Saturation Level. J. Res. Health. 2016;5(4):45-52.

23- Malakootian M, Mobini M, Sharifi I, Haghighi fard A. Evaluation of Corrosion and Scaling Potential of Wells Drinking Water and Aqueducts in Rural Areas Adjacent to Rafsanjan Fault in During October to December 2013. J Rafsan Univ Med Sci. 2014;13(3):293-304. [in Persian]

24- Ehsani S, Salehpour M, Ehsani Ardakani H, Abbasi P. Assessment of salinity and corrosion potential of Sari groundwater with emphasis for using in industry, agriculture and urban. Hum Env. 2013;11(1):19-30. [in Persian]

25- Arkoç O. Assessment of scaling properties of groundwater with elevated sulfate concentration: a case study from Ergene Basin, Turkey. Arab J Geosci. 2013;6(11):4377-85.

26- Ebrahimi A, Kamarehie B, Asgari G, Seid MA, Roshanaei G. Drinking Water Corrosivity and Sediment in the Distribution Network of Kuhdasht, Iran. Health Sys Res. 2012;8(3):480-6. [in Persian]

27- Mokhtari S, Aalighadri M, Hazrati S, Sadeghi H, Gharari N, Ghorbani L. Evaluation of corrosion and precipitation potential in Ardebil drinking water distribution system by using langelier & ryznar indexes. J of health. 2010;1(1):14-23. [in Persian]

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2024-03-28]

The investigation of chemical quality and stability indices of drinking water in rural areas of Taybad City in 2015-16

Mojtaba Davoudi[1], Ameneh Skandari Torbaghan[2], Fateme Barjasteh Askari[3*], Mohammad Sarmadi[3], Javad Salimi[4], Davood Tahan[5], Hassan Shirzad[5]

1 - Assistant professor, Environmental health engineering, school of health, Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Torbat Heydariyeh, Iran
2 - Instructor, Environmental health engineering, Torbat Jam School of Medicine, Torbat Jam, Iran
3 - Instructor, Environmental health engineering, Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Torbat Heydariyeh, Iran
4- MSs. of Environmental health engineering, Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Torbat Heydariyeh, Iran
5 - BSc. Student of Environmental health engineering, Student Research Committee, Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Torbat Heydariyeh, Iran

***Corresponding Address: Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences, Razi St, North Ferdowsi Av.,Torbat Heydariyeh, Khorasan razavi, Iran.**
mail address: fatemeh.barjasteh@gmail.com

Abstract

Background & Aim: Corrosion is one of the most complicated and costly problems related to the drinking water supply that can influence the health of consumers, the general acceptance of a water resource, and the costs of water supply. Scaling also causes problems such as clogging and head loss in drinking water networks. The aim of this study was to determine the chemical quality and stability indicators (scaling and corrosion potential) of rural drinking water supplies of Taybad city in 2015-2016.

Methods: In this descriptive/cross-sectional study, 96 water samples (from 8 wells) were gathered within 12 months and analyzed for physicochemical parameters. Then scaling and corrosion potential of water supplies was determined based on Langelier saturation Index (LSI), Ryznar Stability Index (RSI), Aggressive Index (AI), and Puckorius Scaling Index (PSI).

Results: The results showed that the quality of some wells was below the acceptable limits in terms of TDS and hardness. However, other parameters such as fluoride, nitrite, and nitrate, were in standard range. In addition, the sampling stations were 50% corrosive and 50% scaling based on LSI, 50% corrosive and 50% neutral based on RSI, 25% scaling 75% neutral based on AI, and 37.5% corrosive, 25% scaling, and 37.5% neutral based on PSI.

Conclusion: According to the findings, water in the study region is not in neutral state; thus, stabilizing the water before entering the distribution network is recommended as an important measure to control scaling and corrosion phenomenon.

Keywords: Drinking water, Physicochemical quality, Corrosion, Scaling

[Downloaded from jms.thums.ac.ir on 2024-03-28]