مجله سلامت و بهداشت

دوره چهارم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۲، صفحات ۱۵۶ تا ۱۶٤

پیش بینی و اندازه گیری مقدار رسوبگذاری در لوله‌های پلی اتیلن با استفاده از تست‌های پایداری و خورندگی و ارائه راهکارهای موثر

سجاد مظلومی[۲،۱]، صفرعلی حیدری[۳]، امیرحسین محوی[۱*]، محمد نوری سپهر[۲]، مهدی خدایاری[٤]

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران ۲. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران ۳. شرکت آب و فاضلاب روستایی استان مرکزی ٤. گروه بهداشت محیط، مرکز بهداشت شهرستان اراک، اراک، ایران

*نویسنده مسئول. تلفن: ۸۸۹۵٤۹۱٤ ۰۲۱ فکس:۸۸۹۵۰۱۸۸ ۰۲۱ ایمیل: ahmahvi@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: خوردگی در سیستم توزیع آب باعث ورود فلزات به داخل شبکه توزیع می‌شود. آبی با پتانسیل رسوبگذاری می‌تواند تولید لایه‌های رسوب در قسمت داخلی لوله‌ها کند که منجر به کاهش قطر داخلی لوله‌ها می‌گردد. تشکیل و ریزش مداوم رسوب در لوله‌های پلی اتیلن باعث ایجاد مشکلاتی از قبیل تجمع لایه‌های رسوب در اتصالات، پشت شیرهای آب و غیره می‌شود. هدف از این تحقیق تعیین پتانسیل خورندگی و رسوبگذاری آب شرب برخی از نواحی روستایی در استان مرکزی و مقایسه آن با نتایج تست ماربل می باشد.

روش کار: از آنجائی‌که از لوله‌های پلی اتیلنی در این مناطق استفاده می‌شود، به تبع آن مشخصات رسوب آنها نیز متفاوت خواهد بود. به همین منظور مقدار دما، pH، کل جامدات محلول، کلسیم، سختی کلسیم، قلیائیت کل و غلظت بی‌کربنات در آزمایشگاه مطابق با دستورالعمل «استاندارد متد» تعیین شد. در نهایت مقادیر شاخص‌های لانژلیر، رایزنر و تست ماربل تعیین گردید.

یافته ها: نتایج نشان داد که مقادیر شاخص لانژلیر مثبت (بیشتر از صفر) و مقادیر تست رایزنر منفی (کمتر از صفر) بود. بر این اساس، میانگین شاخص لانژلیر و رایزنر برای روستای سرهرود به ترتیب برابر با ۰/٤٤ و ۶/۹۷ و همچنین برای روستای جفتان با منبع تامین آب از چشمه برابر با ۰/۳۸ و ۷/۲۵ و منبع آب تامینی از چاه ۰/۹۸ و ۶/۰٤ گزارش شد. همچنین در تست ماربل، مقدار قلیائیت اولیه بیشتر از مقدار قلیائیت ثانویه بود.

نتیجه گیری: بر طبق مقادیر نتایج شاخص‌های لانژلیر و رایزنر، آب این مناطق تمایل به رسوبگذاری دارد. همچنین نتایج حاصل از تست ماربل صحت نتایج بالا را تصدیق می‌کند. جهت حذف رسوبات تشکیل شده روش‌های مختلفی توصیه شده است که متناسب این مناطق روش‌های تعدیل pH و شستشوی اسیدی دوره‌ای، بهترین گزینه‌های معرفی‌شده می‌باشند.

واژه های کلیدی: آب آشامیدنی، پتانسیل رسوب گذاری، خورندگی، شاخص رسوب گذاری، تست ماربل

دریافت: ۹۱/۹/۲۱ **پذیرش:** ۹۱/۱۲/۱٤

مقدمه

تشکیل رسوب داخل خطوط لوله مشکلی اساسی برای بسیاری از متصدیان امور آب می‌باشد. رسوبگذاری می‌تواند در نتیجه واکنش‌های شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی در سیستم‌های توزیع آب ایجاد شود. چگونگی و مقدار رسوب تولید شده در لوله‌ها می‌تواند به کمک آنالیز برخی پارامترها از قبیل مقدار سختی آب، pH، و نسبت کلرور به کربنات سنجیده شود. تشکیل رسوب در لوله‌ها عموماً در ارتباط با تغییرات فیزیکی و شیمیایی آب و یا شبکه توزیع آب مانند

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

تغییرات دما، pH و فشار می‌باشد. رسوبات تشکیل‌شده معمولاً یک ترکیب معدنی از جنس کربنات‌ها یا سولفات‌های کلسیم و منیزیم می‌باشند که در بسیاری از موارد با دیگر مواد از قبیل آهن و ذرات شن به‌صورت مخلوط مشاهده می‌شود (٤-١). در محیط‌های روستایی به علت مشکلات گوناگون از قبیل فرسوده بودن تاسیسات و شبکه‌های توزیع آب و عدم مراقبت صحیح از آن‌ها، پراکندگی فضولات حیوانی، دفع نامناسب مواد زاید جامد، پایین بودن سطح بهداشت عمومی، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی، استفاده بی‌رویه از سموم و آفت‌کشها، عدم رعایت حریم قانونی منابع آبی و توسعه شهرها و روستاها در کنار منابع آبی از جمله دلایلی است که باعث از بین رفتن کیفیت منابع آبی می‌شود در نتیجه پایش کیفیت آب امری ضروری می‌باشد (۵).

از شاخص‌های خورندگی و رسوبگذاری می‌توان جهت تعیین پتانسیل خورندگی و رسوبگذاری آب استفاده نمود. از شاخص‌های خورندگی می‌توان به شاخص تهاجمی[1] برای لوله‌های آزبست سیمان اشاره کرد. همچنین شاخص پوکوریوس[2] که بر مبنای ظرفیت بافری آب تعیین می شود و نیز شاخص نسبت لارسن[3] که یک رابطه تجربی است و بر مبنای مطالعه بر لوله‌های فلزی استوار می‌باشد، اشاره نمود (۶).

از شاخص‌های رسوبگذاری نیز می‌توان به شاخص اشباع لانژلیر[4]، پتانسیل ترسیب کربنات کلسیم[5] و شاخص پایداری رایزنر[6] اشاره نمود (۷). از این شاخص‌ها برای لوله‌های با جنس گوناگون استفاده می‌شود. بنابراین می‌بایست به محدودیت‌های استفاده از آن نیز اشاره کرد. شاخص‌های بالا عمدتاً بر پایه مقدار کربنات کلسیم ($CaCO_3$) می‌باشند و نمی‌توان از آنها جهت پیش‌گوئی اثرات خورندگی سطوح سیمانی یا مواد موجود در لوله‌کشی از قبیل سرب و برنج استفاده کرد. جهت تعیین اثرات آب بر سطوح سیمانی، شاخص WSI[7] پیشنهاد شده است (۸). برای بیان میزان رها شدن روی از اتصالات برنجی و رها شدن سرب از اتصالات سرب و مس بهتر است که از شاخص نسبت جرمی کلرور به سولفات (CSMR)[8] استفاده شود (۹). فوق اشباع بودن آب، عامل درجه اول در رسوب گذاری است. یک محلول به دلایل مختلف می‌تواند فوق اشباع شود، مثل تغییرات دما، pH، تبخیر، تغلیظ و نیز اضافه‌شدن موادی که می‌توانند نقش هسته اولیه را بازی کنند. هسته‌های اولیه در واقع تسهیل‌کننده راه رسوب‌گذاری در سیستم هستند و عوامل زیادی (چون ذرات، ارتعاش، اصطکاک و غیره) می‌توانند نقش اولیه را بازی کنند. رسوبات قبلی و نیز محصولات خوردگی، خود می‌توانند نقش هسته‌های اولیه را داشته باشند (۶).

از جمله عوامل مهم دیگر در تشکیل رسوب، نقش pH می‌باشد. این عامل اغلب در رسوب گذاری املاحی مثل کربنات کلسیم، هیدروکسید منیزیم و ترکیبات آهن اثر می‌گذارد. افزایش pH معمولاً باعث ترسیب چنین ترکیباتی می‌شود. در حالی که کاهش pH تمایل به نگهداری این املاح را به صورت محلول، افزایش می‌دهد (۱۰). جهت شستشوی دوره‌ای لوله‌های پلی اتیلنی که مشکل تشکیل رسوب دارند می‌توان از اسیدکلریدریک غیرفعال[9] استفاده کرد که در واقع ترکیبی از اسید کلریدریک و یک ماده ضد خوردگی می‌باشد. اسید کلریدریک معمولاً با غلظت ۳ تا ۱۰ درصد برای از بین بردن رسوبات داخل خطوط لوله استفاده می‌شود. اما به دلیل ماهیت

[1] Aggressiveness Index (AI)
[2] Puckorius
[3] Larson Ratio
[4] Langelier Saturation Index (LSI)
[5] Calcium Carbonate Precipitation potential (CCPP)
[6] Ryznar Stability Index (RSI)
[7] Wollastonite Saturation Index (WSI)
[8] Chloride-to-Sulfate Mass Ratio (CSMR)
[9] Inhibited Acid

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

خورنده بودن این اسید، معمولاً ترکیباتی به آن اضافه می‌کنند تا مانع از اثر تخریبی آن بر روی جدار لوله‌ها و اتصالات گردند. در واقع ترکیبات ضد خوردگی اسید، ترکیبات آلی هستند که جذب سطح لوله‌ها و فلزات می‌شوند و آنها را از تاثیر اسید محافظت می‌کنند (۱۱،۱۲).

روش کار

از آنجائی‌که کیفیت بافت خاک شهرستان‌های آشتیان و تفرش یکسان بوده و همچنین بر اساس گزارشات ارائه شده شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی، کیفیت آب این مناطق مشابه می‌باشد، بنابراین در این مطالعه سعی بر آن شد که آب مصرفی از چند روستا به‌عنوان شاخص استفاده شود و در نهایت می‌توان نتایج حاصله را به کل منطقه نیز تعمیم داد. در این مطالعه از آب مصرفی روستاهای سرهرود (از توابع شهرستان آشتیان) و جفتان (از توابع شهرستان تفرش) جهت تعیین پتانسیل رسوبگذری منابع آب، نمونه برداری انجام گرفت.

آب شرب روستای جفتان از دو منبع تامین می‌شد، منبع نخست یک چشمه بود که با کمک لوله‌های پلی اتیلن به طول ۷ کیلومتر به یک مخزن با حجم ۱۰۰ متر مکعب منتقل شده و در آنجا پس از عمل کلرزنی مستقیماً وارد شبکه توزیع می‌شد. جهت جبران نوسانات مصرف از یک منبع آب دیگر به صورت منبع آب چاهی با دبی ۲ L/s نیز استفاده می‌شد که آب آن وارد مخزنی به حجم ۵۰ مترمکعب می‌شد. برای تعیین کیفیت آب این روستا می‌بایست عمل نمونه برداری به صورت جداگانه انجام می‌گرفت تا بتوان در صورت نیاز روش کنترلی جداگانه‌ای برای هر کدام از منابع اتخاذ نمود. بر اساس آمار شرکت آب و فاضلاب روستایی شهرستان اراک، تعداد ۱۳۱ خانوار در این روستا دارای ۱۳۱ مشترک بوده و سرانه مصرفی در هر سیکل در فصل کم مصرف برابر با ۲۲۲۵ مترمکعب (برابر ۱۷ مترمکعب برای هر مشترک) و برای هر سیکل با مصرف متوسط برابر با ۲۹۱۸ مترمکعب (۲۲ مترمکعب برای هر مشترک) و برای سیکل با مصرف زیاد (فصل گرما) برابر با ۳۵۰۲ مترمکعب (۲۷ مترمکعب برای هر مشترک) گزارش شد.

روستای سرهرود با ۶۶ خانوار، جمعیتی برابر با ۲۳۶ نفر را دارا می‌باشد. منبع تأمین آب این روستا از چشمه ای به فاصله ۲۳۰۰ متر دورتر از روستا تأمین می‌شد. آب مصرفی این روستا به وسیله لوله‌های پلی اتیلن به مخزنی به حجم ۱۰۰ متر مکعب انتقال داده می‌شد که البته فاصله مخزن مذکور تا اولین مصرف کننده بسیار کم بود.

رایج‌ترین روش محاسبه پایداری آب، شاخص اشباع لانژلیر و رایزنر می‌باشند. در این شاخص‌ها pH واقعی آب و pH آب وقتی اشباع از کربنات کلسیم است با یکدیگر مقایسه می‌گردد. از معادله زیر برای محاسبه شاخص اشباع لانژلیر استفاده می‌شود.

رابطه ۱)

$$LSI = pH - pHs$$

$$pHs = (۹/۳ + A + B) - (C + D)$$

$$A = (Log۱۰ [TDS] - ۱) / ۱۰$$

$$B = -۱۳/۱۲ \times Log۱۰ (C^{0} + ۲۷۳) + ۳٤/۵۵$$

$$C = Log۱۰ [Ca^{۲+} \text{ as } CaCO^{۳}] - ۰/٤$$

$$D = Log۱۰ [\text{alkalinity as } CaCO_{۳}]$$

که در این رابطه

A: مربوط به کل جامدات محلول در آب (mg/L)

B: مربوط به درجه حرارت آب (C°)

C: مربوط به سختی کلسیم ($mg/L, CaCO_3$)

D: مربوط به قلیائیت ($mg/L, CaCO_3$)

با توجه به رابطه بالا و متناسب با شرایط مختلف آب می‌توان جدول ۱ را جهت توضیحات بیشتر طراحی کرد. در جدول ۱ دامنه مقادیر کمی و کیفی شاخص لانژلیر آمده است.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

جدول ۱. دامنه مقادیر شاخص لانژلیر

ردیف	رسوب	LSI
۱	به شدت خورنده	-۰/۵<-۲
۲	نسبتا خورنده اما بدون تشکیل رسوب	-۰/۵<۰
۳	متعادل، اما رسوب نقطه ای می‌تواند اتفاق بیفتد	۰
٤	تشکیل رسوب و خورندگی کم	۰<۰/۵
۵	تشکیل رسوب بدون ایجاد خورندگی	۰/۵<۲

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، شاخص لانژلیر منفی نشان‌دهنده خورندگی و مقدار مثبت نشان‌دهنده رسوبگذاری آب است. اگر چه مقدار عددی شاخص، شدت خورندگی و رسوبگذاری را نشان نمی‌دهد. برای رفع این نقص، رایزنر شاخص لانژلیر را اصلاح و شاخص رایزنر (RSI) را معرفی کرد که در زیر معادله آن آمده است:

$RSI = ۲pHs - pH$ (رابطه ۲)

مانند شاخص لانژلیر، شاخص رایزنر نیز با توجه به رابطه مذکور دارای یک محدوده کمی و کیفی می‌باشد که مشخصات آن در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. دامنه مقادیر شاخص رایزنر

ردیف	رسوب	RI
۱	رسوب شدید تشکیل خواهد شود	۵/۵>
۲	رسوب تشکیل خواهد شد	۵/۵-۶/۲
۳	مشکل خاصی وجود ندارد	۶/۲-۶/۸
٤	آب خورنده است	۶/۸-۸/۵
۵	آب به شدت خورنده است	۸/۵<

جهت تعیین پتانسیل رسوبگذاری از شاخص‌های لانژلیر و رایزنر استفاده شد. جهت استفاده از این شاخص‌ها می‌بایست پارامترهای کیفی آب شامل TDS، pH، pH_{eq}، pH_s، قلیائیت کل، سختی، غلظت کلسیم و درجه حرارت، اندازه‌گیری شود. در این تحقیق، آزمایشات متغیرهای شیمیایی و فیزیکوشیمیایی بر اساس ویرایش بیستم کتاب «روش‌های استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب» انجام گرفت. همچنین جهت تائید و تکمیل نتایج حاصل از این مطالعه از تست ماربل به عنوان یک تست واقعی و سریع استفاده شد.

یک روش آزمایشگاهی برای سنجش پایداری آب آزمایش ماربل[1] است. این آزمایش مستلزم در تماس نگه‌داشتن آب با کریستال‌های کربنات کلسیم است. بعد از ۲٤ ساعت تماس، قلیائیت اندازه‌گیری می‌شود. اگر قلیائیت آب پس از زمان تماس کاهش یابد آب فوق اشباع بوده و تمایل به رسوبگذاری دارد و عکس آن چنانچه قلیائیت آب افزایش یابد آب غیر اشباع بوده و تمایل به خوردگی دارد. چنانچه در این آزمایش قلیائیت اولیه برابر یا نزدیک به برابر با قلیائیت پس از تماس ۲٤ ساعته باشد، نشاندهنده این است که آب در حالت اشباع می‌باشد، و به عبارت دیگر این حالت بیانگر حالت تعادل است.

پس از تعیین مقدار پارامترهای ذکر شده، پتانسیل رسوب‌گذاری و خورندگی آب در لوله‌های پلی اتیلن شبکه توزیع روستاهای شهرستان تفرش و آشتیان تعیین شد. نمونه‌برداری به صورت متوالی و از منبع آب، ابتدای خط انتقال و شبکه توزیع انجام می‌گرفت. سپس بلافاصله در شرایط استاندارد به محل آزمایشگاه منتقل شده و مورد آنالیز قرار می‌گرفت. در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای Excel و SPSS مورد تجزیه و تحلیل و بررسی قرار گرفت. همچنین جهت تعیین پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری از شاخص‌های لانژلیر و رایزنر و همچنین تست تکمیلی ماربل استفاده شد.

یافته ها

پس از نمونه برداری از منابع آب مطابق با دستورالعمل استاندارد و آنالیز نمونه‌های آب، از شاخص‌های لانژلیر و رایزنر و همچنین تست تکمیلی ماربل جهت تعیین وضعیت کیفی آب مناطق مورد مطالعه استفاده شد که نتایج این شاخص‌ها در جداول شماره ۳، ٤ و ۵ آمده است.

[1] Marble Test

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

جدول ۳. وضعیت آب روستاهای سرهرود و جفتان از نظر شاخص لانژلیر

منبع آب	محل نمونه برداری	کد نمونه	شاخص لانژلیه
سرهرود	ابتدای خط انتقال	S_1	A
		S_2	A
	شبکه توزیع	S_3	A
		S_4	A
		S_5	A
جفتان	چاه	J_1	A
		J_1	A
	چشمه	J_2	A
		J_3	A
		J_4	A
	شبکه توزیع	J_5	A
		J_6	A

S: سرهرود J: جفتان A: رسوبگذار B: تعادل C: خورنده (۳۱)

جدول ٤. وضعیت آب روستاهای سرهرود و جفتان از نظر شاخص رایزنر

منبع آب	محل نمونه‌برداری	کد نمونه	شاخص رایزنر
سرهرود	ابتدای خط انتقال	S_1	C
		S_2	B
	شبکه توزیع	S_3	C
		S_4	C
		S_5	B
جفتان	چاه	J_1	C
		J_1	C
	چشمه	J_2	B
		J_3	B
		J_4	B
	شبکه توزیع	J_5	B
		J_6	B

S: سرهرود J: جفتان A: رسوب شدید B: رسوب کم C: خوردگی ناچیز D: خوردگی زیاد E: بشدت خورنده (۳۲)

جدول ۵. نتایج تست ماربل در نمونه های آب روستاهای سرهرود (شهرستان آشتیان) و جفتان (شهرستان تفرش)

ردیف	محل نمونه برداری	قلیائیت اولیه ($mg/l(CaCO_3)$)	قلیائیت ثانویه ($mg/l(CaCO_3)$)
۱	ابتدای شبکه قبل از ورود به روستای سرهرود	۲۱۶	۲۰۸
۲	انتهای شبکه روستای سرهرود	۲۲۸	۲۲٤
۳	روستای جفتان	۱۶۸	۱۶٤

با توجه به نتایج حاصل شده میانگین شاخص لانژلیر برای روستای سرهرود برابر با ۰/٤٤ به دست آمد که بر اساس آن، آب این روستا دارای پتانسیل رسوب گذاری می‌باشد. همچنین میانگین شاخص رایزنر برابر با ۶/۹۷ بود که بر اساس آن، آب این روستا نیز پتانسیل رسوب گذاری دارد.

همچنین در روستای جفتان با منبع تامین آب از چشمه، مقدار شاخص لانژلیر برابر با ۰/۳۸ بود که بیانگر حالت رسوب‌گذار می‌باشد و مقدار شاخص رایزنر برای این منبع آب برابر با ۷/۲۵ شد که بیانگر این حالت است که آب این منبع در حالت خنثی قرار دارد. همچنین با منبع آب تامینی از چاه مقدار شاخص لانژلیر برابر با ۰/۹۸ بود که بیانگر حالت رسوب‌گذاری بالا می‌باشد، مقدار شاخص رایزنر نیز برای این منبع برابر با ۶/۰٤ بود که بیانگر حالت رسوب‌گذاری است. همچنین بر اساس داده‌های حاصل از آنالیز کیفی نمونه آب این مناطق توسط شرکت آب و فاضلاب روستایی شهرستان اراک، مقدار شاخص لانژلیر و رایزنر در شبکه توزیع روستای جفتان به ترتیب برابر با ۰/٤٤ و ۵/۷ بود که بیانگر رسوب‌گذار بودن آب این روستا می‌باشد.

در جدول ۵ نتایج مربوط به مقادیر تست ماربل مربوط به آب منابع مورد مطالعه آمده است. بر اساس منطق تست ماربل و با توجه به نتایج این تست که مربوط به نمونه‌های آب روستاهای مورد مطالعه بود مقدار قلیائیت ثانویه بیشتر از مقدار قلیائیت اولیه بود و به نوعی آب تمایل به رسوب‌گذاری داشت و در واقع این تست تکمیلی صحت تست‌های لانژلیر و رایزنر را به‌طور واضح نشان داد.

بحث

همان‌طور که نتایج این مطالعه نشان داد، آب مناطق مورد مطالعه تمایل به رسوب‌گذاری دارد.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

مشاهدات عینی نیز رسوب‌گذاری آب این مناطق را تائید می‌کند. در مطالعه‌ای که توسط مظلومی و همکاران بر روی کیفیت آب شرب شهر شیراز انجام گرفت مقادیر شاخص‌های لانژلیر و رایزنر به ترتیب برابر با ۰/۸۶ و ۵/۹۵ گزارش گردید که حاکی از تمایل آب این مناطق به رسوب‌گذاری بود (۱۳). همچنین در مطالعه‌ای دیگر که توسط فضل‌زاده و همکاران به مدت یک سال بر روی کیفیت آب خروجی از تصفیه‌خانه آب ایلام انجام گرفت مقادیر شاخص‌های لانژلیر و رایزنر به ترتیب برابر ۰/۲۹ و ۷/۴۵ و انحراف معیار ۰/۱۵ و ۰/۱۷ مشاهده شد که تمایل آب به رسوب‌گذاری را نشان می‌داد (۶). مطالعه مشابهی بر روی تاثیر فصل سال بر مقادیر شاخص‌های لانژلیر و رایزنر در آب شبکه توزیع شهر تبریز انجام گرفت و با توجه به نتایج حاصل شده، تغییر قابل ملاحظه‌ای از تاثیر فصل بر روی پتانسیل رسوب‌گذاری در شبکه‌های توزیع شهری مشاهده گردید ($p<۰/۰۵$) (۱٤). بر اساس مطالعه ای که لوری[1] و همکاران بر روی ۱۰۰ واحد تاسیساتی بزرگ آمریکا قبل از سال ۲۰۰۰ انجام دادند، مشخص شد که بیشتر لوله‌های چدنی که برای انتقال آب استفاده می‌شوند دچار خوردگی شده‌اند. همچنین این گروه تحقیقاتی گزارش دادند که بر اساس برآورد آژانس حفاظت محیط زیست، می‌بایست مقدار ۷۷/۲ میلیارد دلار جهت سرویس‌دهی و تعویض لوله‌های فرسوده تا سال ۲۰۲۰ هزینه شود (۱۰). روش‌های متنوعی جهت سختی‌زدایی استفاده می‌شود، از آن دسته روش‌ها می‌توان به سختی زدایی به کمک مواد شیمیایی (آهک جزئی، آهک اضافی، آهک- سودسوزآور، سود پرمایه، آهک و سود پرمایه و غیره) اشاره کرد (۱۵). استفاده از این روش‌ها نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالایی دارد. در واقع در این روش‌ها به تاسیسات زیربنایی و اپراتور ماهر نیاز می‌باشد (۱۰،۱۶).

با توجه به اینکه مناطق روستایی معمولاً دارای جمعیت‌های کم و متغیر می‌باشند، همچنین امکانات زیرساختی محدود می‌باشد، بنابراین استفاده از روش‌های کم هزینه و موثرتر نسبت به روش‌های پیچیده و تکنولوژی بالا ارجحیت دارد (۱۷). همچنین با توجه به مطالعات انجام گرفته می‌توان گزینه‌های اسیدشویی لوله‌ها و تعدیل و تنظیم pH آب مصرفی را پیشنهاد داد (۱۸). با توجه به نتایج مطالعه که جنس این رسوبات را عمدتاً از کربنات‌های کلسیم و منیزیم، سیلیکات و کلرور سدیم نشان داد، لذا به منظور تخلیه این رسوبات از داخل خطوط لوله می‌توان از اسیدکلریدریک غیرفعال استفاده کرد. قبل از شروع عملیات اسیدشوئی می‌بایست که به‌وسیله یک چکش ضربات آرامی را به سرتاسر بدنه خط لوله (به‌ویژه در قسمت‌هایی از خط لوله که روی سطح زمین است) وارد آورده و سپس اسید تهیه‌شده به داخل لوله تزریق گردد (۱۸،۱۹). بدین منظور می‌بایست ابتدا جریان آب داخل خط لوله قطع شود، سپس بخشی از خط لوله از بقیه مسیر جدا شود (حداکثر ۱۰۰ متر و در بهترین حالت، ۵۰ متر باشد) و در حالت خارج از خط، عملیات آماده‌سازی اسید (رقیق سازی‌های لازم) انجام گیرد. حداقل زمان لازم برای انجام واکنش‌ها و جداشدن رسوبات از جدار لوله و حل شدن در اسید، ۸ تا ۱۲ ساعت و در سخت ترین شرایط ۲٤ ساعت می‌باشد. در پایان با شستن خط لوله، خط آماده بهره‌برداری می‌شود. لازم به ذکر است بعد از قرار دادن این قطعه در خط انتقال ابتدا باید عملیات سوپر کلرزنی (با غلظت ۱۰mg/L) انجام

[1] Laurie

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

گیرد و سپس عملیات آبرسانی به نقاط مصرف آغاز گردد (۱۹).

یک اقدام ساده و سریع التأثیر برای جلوگیری از ایجاد رسوب در این خطوط لوله بعد از اسیدشویی و راه اندازی مجدد خط انتقال، کاهش pH آب به زیر حد اشباع می‌باشد (۱۸). بر اساس محاسبات انجام شده، مقدار pH اشباع در این خط حدود ۶/۸ می‌باشد، لذا باید مقداری اسید به این آب اضافه شود تا مقدار pH آن به زیر حد اشباع (۶/۸) کاهش یابد. از آنجائی‌که آب موجود در این خط به مصرف شرب می‌رسد، برای کاهش pH بهتر است از اسیدهایی استفاده شود که وجود باقیمانده آنها در آب، خطری برای سلامتی نداشته باشد. در ضمن قابل رقیق سازی، ارزان و در دسترس باشد و در عین حال استفاده آن نیز ساده باشد. بنابراین اسید کربنیک و اسیدکلریدریک رقیق و ضعیف برای این منظور پیشنهاد می‌گردد. همچنین می‌توان عمل افزودن اسید را در داخل مخزن انجام داد که در این حالت حجم اسید مصرفی متناسب با حجم آب داخل مخزن می‌باشد. اما چنانچه عمل افزودن اسید در شبکه انجام گیرد، می‌بایست متناسب با دبی آب، عمل افزودن اسید انجام گیرد. از جمله برنامه‌های دراز مدت کنترل و پیشگیری رسوب‌گذاری در خط انتقال، می‌توان به بازدیدهای دوره‌ای، دفن لوله در داخل زمین به منظور کاهش دمای آب همراه با اصلاح هندسی پیچ و خم‌های مسیر و کاهش قلیائیت و سختی آب از طریق رقیق سازی با منابع آب دیگر اشاره کرد (۲۰).

تشکر و قدردانی

از شرکت آب و فاضلاب روستایی شهرستان اراک بخاطر حمایت‌های همه جانبه مالی، اداری، آزمایشگاهی و غیره از این پروژه تحقیقاتی کمال تشکر و قدر دانی به عمل می‌آید.

References

1- Goodrich JA, Lykins BW, Haught RC, Li SY. Providing Safe Drinking Water in Small Systems. In: Bag Filtration for Small Systems. Washington DC: Lewis Publisher, 1999: 265–272.
2- Asian Development Bank, United Nations Development Programme, United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Social Commission for Asia and the Pacific and World Health Organization. Asia water watch 2015: Are Countries in Asia on Track to Meet Target 10 of the Millennium Development Goals? Philippines: World Health Organization 2006: 17–23.
3- Ramin N, Dadmehr F. Water Quality Guidline: Nas publication; 1375: 63–72.
4- Dehghani M, Tex F, Zamanian Z. Assessment of the Potential of Scale Formation and Corrosivity of Tap Water Resources and the Network Distribution System in Shiraz, South Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences. 2010;13(2):88-92.
5- Trevett AF, Carter RC, Tyrrel SF. Water quality deterioration: a study of household drinking water quality in rural Honduras. International journal of environmental health research. 2004;14(4):273-83.
6- Davil MF, 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 Applied Sci ence Journal. 2009;7:01-6.
7- Kim DH, Kim DY, Hong SH, Kim JW, Kim CW. Development and implementation of a corrosion control algorithm based on calcium carbonate precipitation potential (CCPP) in a drinking water distribution system. Journal of water supply: research and technology AQUA. 2008;57(7):531-9.
8- Trussell RR, Morgan JJ. A saturation index for cement surfaces exposed to water. In Proc. AWWA Water Quality Technology Conference (2006), Denver, Colo.: AWWA. 2006.
9- Edwards M, Triantafyllidou S. Chloride-to-sulfate mass ratio and lead leaching to water. Journal (American Water Works Association). 2007:96-109.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

10- McNeill LS, Edwards M. Review of iron pipe corrosion in drinking water distribution systems. J AWWA. 2001;93(7):88-100.
11- Schock M. Internal corrosion and deposition control, In Association AWW (ed) Water quality and treatment: a handbook of community water supplies McGraw-Hill, 1999: 115–121.
12- Gedge G. Corrosion of cast Iron in potable water service. In: Proceedings of the Institute of Materials Conference. London, UK. 1992.
13- Mazloomi S, Babaei A, Fazlzadeh M, Abooei E, Badieinejad E, Hajporsogh KH. Survey of Corrosion and Scaling Potential of shiraz drinking water. Tolooe Behdasht. 2008; 1(2): 64-71.
14- 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):103-11.
15- Crittenden JC, Trussell RR, Hand DW, Howe KJ, Tchobanoglous G. MWH's Water Treatment: Principles and Design: Wiley; 2012: 183–192.
16- Edward E, Baruth E. Water treatment plant design: American Society of Civil Engineers: ASCE, American Water Works Association. McGraw-Hill; 2004: 314-318.
17- Fewtrell L, Kaufmann RB, Kay D, Enanoria W, Haller L, Colford JM. Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis. The Lancet infectious diseases. 2005;5(1):42-52.
18- Schock MR. Internal corrosion and deposition control. McGraw-Hill, Inc,(USA). 1990: 1194.
19- Gedge G. Corrosion of cast Iron in potable water service. The Institute of Materials, Corrosion and Related Aspects of Materials for Potable Water Supplies (UK). 1993: 18-28.
20- Choi DJ, You SJ, Kim JG. Development of an environmentally safe corrosion, scale, and microorganism inhibitor for open recirculating cooling systems. Materials Science and Engineering: A. 2002;335(1):228-35.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]

Prediction and Measurement of Scaling Values in Polyethylene Pipes Using Scaling and Corrosion Tests and Offering Effective Solutions

Mazloomi S [1,2], Haidari SA[3], Mahvi AH[1] , Noori Sepehr M[2], Khodayari M[4]

1. Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, IRAN
2. Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, IRAN
3. Rural Water and Wastewater Company of Markazi province, Arak, IRAN
4. Department of Environmental Health Engineering of Arak, Arak, IRAN

***Corresponding Author.** Tel: +982188954914 Fax: +982188950188 E-mail: ahmahvi@yahoo.com

Received: 11 Dec 2012 Accepted: 4 Mar 2013

ABSTRACT

Background & Objectives: Corrosion in water distribution system introduces metals to convey system. Water with scaling potential can produce scale layers on internal section of pipelines and reduce internal diameter of the pipeline. Ongoing formation and removal of scaling cause difficulties such as accumulation of scale material in junctions, on the tap component, and so on.

Methods: The aim of this research was determining the corrosion and scaling potential of drinking water in some rural areas of Markazi province and comparison of results with marble test. The characteristics of scale sediments will be different due to application of polyethylene pipes in this region. For this reason, temperature, pH, Total Dissolved Solids, Calcium, Calcium Hardness, Total Alkalinity, and Bicarbonate concentration were determined in the laboratory according to Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters manual. Finally, values of Langlier Saturation Index (LSI) and Ryznar Stability Index (RSI), and marble test were determined.

Results: The results showed that the values for Langlier Saturation Index were positive (>0) and for Ryznar Stability Index were negative (<0). Therefore, average values for Langlier and Ryznar indices for Sarahrood village were equal to 0.44 and 6.97, respectively. The respective values for Joftan village with spring water supply were 0.38 and 7.25 and for well water sources were equal to 0.98 and 6.04. Primary alkalinity value was higher than the secondary alkalinity value in the marble test.

Conclusions: According to the values of Langlier and Ryznar indices, water of this region tends to scale. Marble test also proved these results. Different methods have been recommended to remove formed sediments and among these, adjusting pH and periodic acid washing are the best introduced options for these regions.

Keywords: Drinking Water; Scaling Potential; Corrosion; Scaling Index; Marble Test.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-12-28]