دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال هجدهم، شماره ۲، صفحه ۳۶۱ – ۳۵۳ (خرداد و تیر ۱۳۹۴)

ISMJ 2015; 18(2): 353-361

بررسی کیفیت شیمیایی و شاخص های خورندگی و رسوب گذاری شبکه آب آشامیدنی شهر بوشهر

قربان عسگری [۱]، بهمن رماوندی [۲*]، منیره طرلانی‌آذر [۳]، امیر فدایی نوبندگانی [۱]، زهره بریزی [۱]

[۱] مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان
[۲] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر
[۳] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

(دریافت مقاله: ۹۲/۲/۲- پذیرش مقاله: ۹۲/۹/۲)

چکیده

زمینه: تعیین شاخص‌های خورندگی آب یکی از راهبردهای مؤثر در مدیریت منابع آب شرب می‌باشد. خورندگی آب می‌تواند باعث آسیب‌های اقتصادی، کاهش عمر مفید تأسیسات آبرسانی و بیماری در مصرف کنندگان گردد. هدف این مطالعه بررسی ویژگی‌های کیفیت شیمیایی و تعیین پتانسیل خورندگی شبکه آب آشامیدنی شهر بوشهر است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه که از نوع توصیفی- مقطعی می‌باشد طی یکسال از ۷ ایستگاه که به‌صورت تصادفی انتخاب شده بودند نمونه‌برداری انجام گردید. سپس بر اساس مقادیر پارامترهای کیفی نمونه‌های آب (pH، کل جامدات محلول، سختی‌های دائم، موقت و کل و همچنین قلیائیت)، پتانسیل خورندگی آب با محاسبه شاخص‌های لانژلیه، رایزنر، خورندگی و پورکوریوس مشخص شد.

یافته‌ها: میانگین پارامترهای pH، کل جامدات محلول، دما و همچنین قلیائیت به ترتیب برابر ۷/۵ میلی‌گرم در لیتر، ۵۸۶/۸۲ میلی‌گرم در لیتر، ۳۰/۶°C و ۶۶/۹۲ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم به‌دست آمد. میانگین شاخص‌های خوردگی لانژلیه ۰/۲۸-، رایزنر ۷/۲۴، خورندگی ۱۲/۰۲ و پوکوریوس ۷/۸۱ محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: آب شرب شهر بوشهر بر اساس شاخص رایزنر اندکی رسوب‌گذار و سایر شاخص‌ها نشان‌دهنده خورنده بودن آب است. در کل کیفیت آب متمایل به خورنده بوده و توصیه می‌شود خطوط انتقال و توزیع آب از جنس مقاوم انتخاب شود یا اقداماتی همچون پوشش دیواره داخلی لوله یا اصلاح کیفیت آب انجام گیرد.

واژگان کلیدی: کیفیت شیمیایی، شاخص خورندگی، رسوب گذاری، بوشهر

* بوشهر، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

E-mail :ramavandi_b@yahoo.com

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-10]

مقدمه

خوردگی واکنش فیزیکی- شیمیایی است که در اثر تماس مواد با محیط اطراف ایجاد و باعث تغییر خواص ماده می‌شود. در حوزه مهندسی مواد، خوردگی حاصل از فرسایش[1] و یا واکنش الکتروشیمیایی است. در نوع اول عوامل فیزیکی نظیر برخورد مواد جامد معلق آب یا فاضلاب با دیواره لوله عامل تخریب لوله است در حالی که نوع دوم حاصل تشکیل پیل الکتریکی و انجام واکنش الکتروشیمیایی بین ماده و محیط می‌باشد. خوردگی نوع اول در لوله‌های فلزی و غیرفلزی نظیر بتونی مسلح و نوع دوم در لوله‌های فلزی بیشتر است (۱).

خوردگی داخلی لوله می‌تواند در اثر عوامل متعددی همچون کیفیت میکروبی آب، کیفیت فیزیکی- شیمیایی آب (غلظت اکسیژن، غلظت و نوع کلر باقیمانده و غلظت یون‌های کلرور، سولفات، کلسیم، دمای آب و pH)، شرایط هیدرولیکی آب در لوله (سرعت جریان) و جنس لوله تأثیر بپذیرد (۲). البته وجود یون‌هایی نظیر SiO_3^-، CrO^-_2 و OH^- در آب باعث کاهش خوردگی می‌گردد (۳).

در حال حاضر مسایل مربوط به خورندگی و رسوب‌گذاری درصد قابل توجهی از درآمد سالیانه کشورها را به خود اختصاص می‌دهد. در ایالت متحده آمریکا سالانه بیش از ۳۰۰ میلیارد دلار (بیش از ۴ تا ۵ درصد تولید ناخالص ملی آمریکا) صرف زیان‌های ناشی از خورندگی و جلوگیری از آن می‌شود. با وجود عدم آمار دقیق خسارات ناشی از خوردگی و رسوب‌گذاری در ایران، بررسی تلفات آب تصفیه شده شهری نشان می‌دهد سالانه بیش از ۳۰ درصد آب‌های توزیعی (متوسط جهانی ۸ درصد) به علت پوسیدگی حاصل از خورندگی لوله‌های انتقال و توزیع به هدر می‌رود. بدیهی است هزینه‌های تعویض و ترمیم لوله‌های فرسوده این زیان را چند برابر خواهد نمود (۶-۴). از سوی دیگر کادمیوم و سرب موجود در اتصالات، شیرآلات و لوله‌ها در مجاورت آب خورنده وارد آب شده و باعث مشکلات بهداشتی می‌شود. سایر محصولات جانبی خوردگی با تجمع و رسوب در شبکه‌های توزیع باعث حفاظت میکروارگانیسم‌ها از اثر گندزداها و تولید طعم و بو می‌شوند (۲). پایش منظم و مستمر کیفیت شیمیایی و وضعیت تعادل آب‌های آشامیدنی با هدف جلوگیری از خوردگی و رسوب‌گذاری از این دیدگاه حائز اهمیت است که باعث افزایش عمر مفید تأسیسات و کاهش احتمال نشت آب به‌ویژه در مناطق کم آب کشورمان مانند بوشهر می‌شود. رسوب‌گذاری آب در جدار لوله‌ها سبب افت فشار در سیستم توزیع و نارضایتی مصرف‌کنندگان، افزایش هزینه پمپاژ و سوخت در سیستم‌های گرمایشی خواهد شد (۷ و ۸). تمایل آب به خورندگی و رسوب‌گذاری با بررسی پایداری آب مشخص می‌شود. آب پایدار تمایل به خورندگی و رسوب‌گذاری کمی دارد و مقادیر آن برای نوع استفاده متفاوت است (۷). کاربرد شاخص‌های خورندگی روشی غیرمستقیم در اندازه‌گیری و تشخیص ساده تمایل آب به خورندگی و رسوب‌گذاری می‌باشد. شاخص‌های متداول عبارتند از: شاخص‌های اشباع لانژلیه (LSI)[2]، شاخص پایداری رایزنار (RSI)[3]، شاخص خورندگی (AI)[4] و شاخص پوکوریوس (PI)[5] (۸). بهره‌گیری همزمان از چند شاخص

[1] Erosion

[2] Langelier Saturation Index
[3] Ryznar Stability Index
[4] Aggressive Index
[5] Puckorius Index

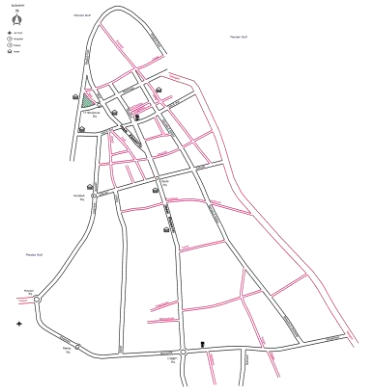
[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-10]

خورندگی می‌تواند با اطمینان بیشتری وضعیت تعادل آب را برای انجام اقدامات کنترلی ارائه دهد (۹). بر اساس استانداردهای معتبر جهانی از جمله استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده، آب‌های مصرفی نباید خورنده باشند (۱۰).

طبق معیارهای جهانی شاخص‌های کنترل خورندگی و رسوب‌گذاری حداقل باید هر دو سال یکبار برای شبکه‌های توزیع با منبع سطحی و سالی یکبار برای شبکه‌های توزیع با منبع زیرزمینی تعیین شود (۱۱). در کشور ما متأسفانه تاکنون پتانسیل خوردگی آب آشامیدنی شهرها و اندازه‌گیری میزان آن در شبکه‌های توزیع آب به‌صورت مناسبی بررسی نشده است و اطلاعات کمی در این زمینه وجود دارد. در استانداردهای مصوب کیفیت آب نیز موضوع عدم خورنده بودن آب در نظر گرفته نشده است (۱۲). با توجه به عدم وجود چنین تحقیقی در شهر بوشهر انجام این مطالعه جهت کاهش هزینه‌های نگهداری و بهره برداری شبکه آبرسانی و تأمین آب شرب سالم ضروری به نظر می‌رسد. همچنین نتایج این مطالعه می‌تواند در توسعه‌ی الزامات قانونی و استاندارد برای ارزیابی وضعیت خورندگی و رسوب‌گذاری آب شرب در کشور مفید باشد. این تحقیق با هدف شناخت وضعیت کیفی و تعیین خورندگی یا رسوب‌گذاری آب شرب شهر بوشهر و ارائه راه‌کارهای اصلاحی جهت حل مشکلات احتمالی انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

در مطالعه توصیفی- مقطعی حاضر کیفیت شیمیایی و وضعیت خورندگی و یا رسوب‌گذاری آب شرب شهر بوشهر بررسی گردید. منابع عمده آب آشامیدنی استان بوشهر سد چشمه ساسان، ۴۰ حلقه چاه آهکی که در کوه‌های مهرباش کازرون واقع‌اند و خط انتقال کوثر که از سد کوثر واقع در استان چهارمحال و بختیاری منشعب می‌شود، می‌باشد. جنس خطوط انتقال از فولاد و اخیراً در بعضی بخش‌ها از لوله‌های شیشه‌ای (GRP) استفاده شده است. جنس خطوط شبکه توزیع آب شهر بوشهر از چدن می‌باشد و در صورت نیاز به تعمیر و یا تعویض از لوله‌های سنتتیک مانند پلی‌پروپیلن استفاده می‌گردد. نمونه‌برداری از ابتدای سال ۹۰ تا اوایل سال ۹۱ به مدت یکسال از ۷ ایستگاه که در شکل ۱ نشان داده شده است، انجام شد.



شکل ۱) نقشه شهر بوشهر که در آن محل برداشت نمونه آب (با علامت ❋) مشخص شده است.

این ایستگاه‌ها نقاطی هستند که کیفیت آب آشامیدنی آن‌ها توسط مراکز بهداشت شهرستان بوشهر دوبار در طول سال مورد پایش قرار می‌گیرد. ۱۱ نمونه تصادفی لحظه‌ای از ایستگاه‌های انتخاب شده طبق دستورالعمل‌های مذکور در کتاب روش‌های استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب برداشت شد (۱۳). نمونه‌ها در ظروف پلاستیکی ۰/۵ لیتری مخصوص نمونه‌برداری شیمیایی آب جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. حفاظت، نگهداری و آزمایش نمونه‌ها نیز بر اساس دستورالعمل مندرج در کتاب استاندارد متد انتخاب

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-10]

شد (۱۳). کل جامدات محلول با روش وزن سنجی، اجزا سختی و قلیائیت آب با روش تیتراسیون بر اساس دستور دستورالعمل های ۲۳۲۰-B ،۲۵۴۰-C و ۲۳۴۰-C کتاب استاندارد متد اندازه‌گیری شدند. درجه حرارت و pH با استفاده از pH متر مجهز به دماسنج در محل (Hach Co. USA) و آنیون‌ها و کاتیون‌ها با اسپکتروفوتومتر (مدل DR5000– Hach Co. USA) تعیین مقدار گردید. تمام مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایش‌های شیمیایی آب محصول شرکت مرک (Merck) آلمان بود.

در این تحقیق برای تعیین پتانسیل خورندگی و رسوب‌گذاری آب شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر بوشهر از شاخص‌های اشباع لانژلیه، شاخص پایداری رایزنار، شاخص خوردگی و شاخص پوکوریوس استفاده شد. خلاصه این شاخص‌ها و تفسیر آن‌ها در جدول ۱ آمده است. در محاسبه شاخص‌های خوردگی پارامتر pH اشباع (Saturation pH) ($pHs=A+B-\log[Ca^{++}]-\log$ total Alkalinity) سنجش شد. در فرمول محاسبه pHs، پارامترهای A و B به‌ترتیب با درجه حرارت و غلظت کل جامدات محلول نمونه مرتبط می‌باشند (۱۴).

جدول ۱) خلاصه شاخص‌های پایداری آب در این مطالعه

شاخص	معادله	مقدار شاخص	تفسیر
	LSI=pH-pHs	LSI>۰	آب فوق اشباع بوده و تمایل به رسوب $CaCO_3$ دارد.
شاخص اشباع لانژلیر		LSI=۰	حالت تعادل (آب تمایل به رسوب‌گذاری و خورندگی ندارد).
		LSI<۰	آب زیر اشباع بوده و پتانسیل تجزیه $CaCO_3$ را دارد.
	RSI=2pHs-pH	RSI<۶	آب فوق اشباع بوده و تمایل به رسوب $CaCO_3$ دارد.
شاخص پایداری رایزنر		۶<LSI<۷	حالت تعادل (آب تمایل به رسوب‌گذاری و خورندگی ندارد).
		RSI>۶	آب زیر اشباع بوده و پتانسیل تجزیه $CaCO_3$ را دارد.
	AI=[pH+log[(A)(H)]	AI<۱۰	آب بسیار خورنده است.
شاخص خوردگی		۱۰<AI<۱۲	آب خورندگی متوسط دارد.
		AI>۱۲	آب فاقد خورندگی است.
شاخص پوکوریوس	PI=2pHs-pHeq	PI>۶	آب خورنده است.
	pHeq=1.465log(T.ALK)+4.54	PI<۶	آب رسوب‌گذار است.

یافته‌ها

در جدول ۲ نتایج حاصل از بررسی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب شهر بوشهر ارائه شده است. قلیائیت کل، سختی، pH، دما و درجه حرارت آب پارامترهای اصلی در محاسبه شاخص‌های تعیین پتانسیل خوردنگی و رسوب‌گذاری آب می‌باشند. براساس آنالیزهای شیمیایی ارائه شده در جدول ۲ و روابطی که در جدول ۱ ارائه شده مقادیر pHs و شاخص‌های خورندگی و رسوب‌گذاری محاسبه گردید. نتایج این محاسبات در جدول ۳ نشان داده شده است. مقادیر شاخص‌های لانژلیه، رایزنر خورندگی و پوکوریوس به‌ترتیب ۰/۲۸، ۷/۲۴، ۱۲/۰۲ و ۷/۸۱ محاسبه گردید. کیفیت آب شرب بوشهر بر اساس شاخص لانژلیه جزیی رسوب‌گذار و بر اساس شاخص‌های رایزنر، خورندگی و پوکوریوس خورنده می‌باشد. با توجه به میانگین مقادیر شاخص‌های محاسبه شده، کیفیت آب آشامیدنی شهر بوشهر متمایل به خورنده می‌باشد.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-10]

جدول ۲) کیفیت شیمیایی آب شرب شهر بوشهر در طی نمونه‌برداری

پارامترها	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	استاندارد ایران		استاندارد EPA
					مقدار مطلوب	مقدار مجاز	
دما	°C	۲۵	۳۵	۳۰/۶	-	-	-
pH	-	۶/۸	۸/۲	۷/۵	۷–۸/۵	۶/۵–۹/۲	۶/۵–۸/۵
T.ALK	mg/l $CaCO_3$	۱۸	۱۰۰	۶۶/۹۲	–	-	-
TDS	mg/l	۶۰/۸	۱۱۶۷	۵۸۶/۸۲	۵۰۰	۱۵۰۰	۵۰۰
SO_4^{2-}	mg/l	۱۷	۱۲۰	۵۸/۳۳	۲۰۰	۶۰۰	۲۵۰
Cl^-	mg/l	۶۳/۹	۲۴۸/۵	۱۷۰/۳۴	۲۰۰	۴۰۰	۲۵۰
Ca^{2+}	mg/l	۴۰/۰۸	۱۶۰/۳۲	۱۰۵/۲۴	۷۵	۲۵۰	-
Mg^{2+}	mg/l	۴/۸۸	۲۹/۲۸	۲۸/۹۲	۵۰	۱۵۰	-
F^-	mg/l	۰	۱/۲۱	۰/۳۸	۱/۵	۱/۷	-
سختی	mg/l $CaCO_3$	۱۰۰/۲	۴۰۰/۸	۲۶۳/۱	۱۵۰	۵۰۰	-

جدول ۳) نتایج پتانسیل خورندگی آب شرب شهر بوشهر بر اساس شاخص‌های خورندگی

نمونه	pHs	شاخص			
		LSI	RSI	AI	PI
۱	۷/۲۸	۰/۵۲	۶/۷۵	۱۲/۲۶	۷/۲۶
۲	۷/۲۱	۰/۵۹	۶//۶۲	۱۲/۲۴	۷/۰۲
۳	۷/۴۳	۰/۳۷	۷/۰۶	۱۱/۹۴	۷/۳۹
۴	۷/۷۶	۰/۰۴	۷/۷۲	۱۱/۷	۸/۲
۵	۷/۳۹	۰/۴۱	۶/۹۸	۱۲/۲۴	۷/۳۸
۶	۸/۴۲	–۰/۶۲	۹/۰۴	۱۱/۲۳	۱۰/۴۶
۷	۷/۴	۰/۴	۷	۱۲/۱۸	۷/۶۶
۸	۷/۳۶	۰/۴۴	۶/۹۲	۱۲/۲۵	۷/۴۸
۹	۷/۹۴	۰/۴	۷	۱۲/۱۸	۷/۶۶
۱۰	۷/۳	۰/۵	۶/۸	۱۲/۳	۷/۲۷
۱۱	۷/۷۸	۰/۰۲	۷/۷۶	۱۱/۸۲	۸/۳۵
میانگین	۷/۵۷	۰/۲۸	۷/۲۴	۱۲/۰۲	۷/۸۱
نتیجه	–	جزیی رسوب‌گذار	خورنده	خورندگی متوسط	خورنده

آنیون‌های کلرور و سولفات، علاوه‌بر پارامترهای اصلی که در محاسبه شاخص‌های خورنددگی و رسوب‌گذاری به‌کار برده می‌شوند، در خورندگی تأسیسات آبرسانی تأثیر دارند (۱۵). همان‌طوری که نتایج نشان می‌دهد حداکثر غلظت یون کلرور بیشتر از حد مطلوب استانداردهای ارائه شده برای این آنیون می‌باشد. آنیون سولفات از نظر خورندگی بیولوژیکی حائز اهمیت است. نتایج حاکی از آن است که غلظت این آنیون در آب شرب شهر بوشهر کمتر از محدوده استاندارد ایران و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) می‌باشد. وجود یون فلوراید در آب آشامیدنی از نظر بهداشتی حائز اهمیت است. نتایج ارائه شده در جدول ۲ حاکی از آن است که غلظت این آنیون کمتر از استاندارد ارائه شده می‌باشد.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-10]

بحث

بر اساس نتایج آزمایشگاهی و محاسبات انجام شده، آب شرب شهر بوشهر با توجه به شاخص لانژلیه در محدوده رسوب‌گذار جزیی و بر اساس دیگر شاخص‌ها (رایزنر، خورندگی و پوکوریوس) در محدوده خورنده می‌باشد. محوی و همکاران در سال ۸۷ در بررسی آب شرب بندرعباس همراه با اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی دریافتند شاخص LSI در ۶/۶ درصد نمونه‌ها متعادل و در ۹۳/۴ درصد خورنده می‌باشد و شاخص RSI در ۲۰ درصد نمونه‌ها متعادل و ۸۰ درصد خورنده می‌باشد. پارامترهای شیمیایی اندازه‌گیری شده در تحقیق اخیر با این مطالعه مطابقت دارد (۱۶). رضایی کلانتری و همکاران در سال ۹۱ در مطالعه‌ای با اعلام مقادیر میانگین شاخص‌های LSI (۱/۶۲)، AI (۱۱/۶۲۶)، RSI (۱۰/۵) و AIE (۱۲/۰۳) نشان دادند آب آشامیدنی روستاهای استان قم وضعیت خورنده دارد (۱۷). در مطالعه‌ای که توسط چیین (Chien) و همکاران با هدف بررسی وضعیت کیفیت باکتریولوژیکی و شیمیایی آب شبکه لوله‌کشی یکی از شهرهای تایوان از نظر تشکیل رسوب و خورندگی انجام شد به این نتیجه رسیدند که کیفیت شیمیایی آب شرب شهر از شرایط مطلوبی برای خورندگی برخوردار می‌باشد که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد (۱۸).

بررسی آب آشامیدنی شهر شیراز در سال ۱۳۸۶ نشان داد شاخص‌های LSI و RSI در آب آشامیدنی شهر شیراز به ترتیب حدود ۰/۴۲ و ۶/۷ بود و بر اساس شاخص LSI، ۹۵ درصد نمونه‌ها رسوب‌گذار و بر اساس شاخص RSI، ۸۲ درصد نمونه‌ها وضعیت متعادل و ۱۲ درصد وضعیت خورنده داشتند. با توجه به این که بخشی از منبع تأمین آب استان فارس و بوشهر یکسان می‌باشد، اما نتایج این تحقیق با نتایج ارائه شده در خصوص شرایط آب شیراز مطابقت ندارد (۱۱). علل مختلفی می‌تواند باعث ایجاد رسوب و خورندگی آب گردد که روابط بین این علل بسیار پیچیده است. اگرچه بخشی از منبع تأمین آب استان فارس و بوشهر یکسان می‌باشد، اما طول خط انتقال، سرعت آب، نحوه اجرا سیستم‌های توزیع، دمای محیط، غلظت اکسیژن محلول و کلر باقیمانده و غیره می‌تواند در خورندگی و رسوب‌گذاری تأثیرگذار باشد (۱۵ و ۱۷). آب بعد از انتقال از منابع تأمین وارد مخازنی در شهر بوشهر شده و به سیستم شبکه توزیع تزریق می‌گردد. زمان نگهداری در مخازن و سن آب در شبکه توزیع نیز از عوامل تأثیرگذار در کیفیت آب هستند. همچنین منابع تأمین آب شهر بوشهر از آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشد. بنابراین با توجه به موارد اشاره شده، نتایج این مطالعه با مطالعه انجام شده در سال ۱۳۸۶ هم‌خوانی ندارد، اما روند مطالعه و پارامترها مورد مطالعه با بیشتر مطالعات انجام شده هم‌خوانی دارد.

پاتزای (Patzay) و همکاران در سال ۱۹۹۸ در بوداپست مجارستان با ساخت مدل تشکیل رسوب و خوردگی در آب‌های ژئوترمال وضعیت آب را بررسی و رسوب‌گذار اعلام نمودند که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی ندارد. مجاورت منطقه تحت مطالعه با دریا و نفوذ آن به منابع آب می‌تواند باعث تغییر وضعیت آب به سمت خورندگی و تفاوت نتیجه باشد (۱۹). الراواجفه و الشمایله (Al-Rawajfeh and Al-shamaileh) در سال ۲۰۰۶ در مطالعه‌ای پتانسیل تشکیل رسوب و خورندگی آب شرب در استان تفیلا (در جنوب اردن) را با استفاده از شاخص‌های LSI و RSI مورد بررسی و آنالیز قرار دادند. مقادیر LSI منفی و در محدوده

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-10]

(۰/۳۹- تا ۱/۵-) و مقادیر RSI در محدوده (۸/۷ تا ۹/۸) قرار داشت که بیانگر خورندگی آب می‌باشد و علت آن گرمایش و تبخیر آب همراه با آزاد شدن CO_2 نسبت داده شد. شرایط جغرافیایی بوشهر و دمای بالای محیط در اکثر ماه‌های سال (میانگین دمای سالیانه ۲۵/۷°C) باعث تبخیر آب و رها شدن CO_2 و در نتیجه خورندگی آب می‌گردد (۲۰). با توجه به عدم یکنواختی شاخص‌های استفاده شده در مطالعات ارائه شده در خصوص رسوب‌گذاری و خورندگی آب می‌توان نتیجه‌گیری کرد، استفاده از یک شاخص نمی‌تواند وضعیت خورندگی یا رسوب‌گذاری آب را تعیین نماید، بنابراین لازم است چند شاخص به‌طور همزمان بررسی شوند. با وجود توجه بسیار کم به بررسی وضعیت خورندگی و رسوب‌گذاری منابع آب در کشور، نتایج بررسی‌ها و مطالعات اخیر تا حدودی وضعیت یکسانی را در منابع آبی اغلب استان‌های کشور نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه و مطالعات مشابه نشان می‌دهد که علی‌رغم مطابقت پارامترهای شیمیایی آب با استانداردهای ملی و جهانی احتمال عدم تعادل کیفیت شیمیایی آن وجود دارد و برآیند این پارامترها می‌تواند وضعیت نهایی آب را مشخص نماید. عدم تعادل آب یک عامل اساسی در مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های انتقال و توزیع آب شرب بوده که می‌تواند صدمات اقتصادی و بهداشتی بسیاری ایجاد نماید. بر این اساس لازم است مسئولین حداقل سالی یکبار با کنترل دقیق ویژگی‌های شیمیایی آب و ارائه راه‌کارهایی همچون تعدیل pH، هوادهی و استفاده از لوله‌های با جنس مناسب (نظیر لوله پلی‌پروپیلن) از بروز این مشکلات جلوگیری نمایند.

سپاس و قدردانی

این تحقیق با مساعدت و همکاری کارشناسان واحد بهداشت محیط و حرفه‌ای مرکز بهداشت و درمانی خیبر و کارشناسان آزمایشگاه شبکه بهداشت و درمان بوشهر انجام گردید. بدین‌وسیله مراتب تقدیر و تشکر خود را اعلام می‌نماییم.

References:

1. Mokhtari S, Alighadri M, Hazrati S, et al. Evaluation of corrosion and precipitation potential in Ardebil drinking water distribution system by using Langelier & Ryznar indexes. J Health Hyg 2010; 1: 14-23 (Persian).
2. Mazloomi S, Babaei A, Fazlzadeh Devil M, et al. Corrosion and scaling potential of Shiraz drinking water. J Toloo-e-behdasht 2008; 1-2: 64-71.(Persian).
3. Metcalf E, Tchobanogolus G, Burton FL, et al. Wastewater Treatment: Treatment and Reuse. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2003.
4. Ghanizadeh G, Ghaneian MT. Corrosion and precipitation potential of drinking-water distribution systems in military centers. J Mil Med 2009; 11: 155-60.(Persian).
5. Li X, Wang H, Zh Yu, et al. Characterization of the bacterial communities and iron corrosion scales in drinking groundwater distribution systems with chlorine/chloramine. Int Biodeter Biodegradation 2014; 96: 71-79.
6. Ghaneian MT, Ehrampoush MH, Ghanizadeh GH, et al. Survey of corrosion and precipitation potential in dual water distribution system in Kharanagh district of Yazd. Toloo-E-Behdasht 2009; 7: 65-72.(Persian)
7. Świetlik J, Raczyk-Stanisławiak U, Piszora, P, et al. Corrosion in drinking water pipes: The importance of green rusts. Water Res 2012; 46: 1-10.
8. 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: 1484-9.
9. Vairavamoorthy K, Yan J, Galgale HM, et al. IRA-WDS: A GIS-based risk analysis tool

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-10]

for water distribution systems. Environ Model Softw 2007; 22: 951-965.
10.Environmental Protection Agency. Drinking Water Standards and Health Advisories. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, Office of Water; 2004.
11.Peng CY, Korshin GV. Speciation of trace inorganic contaminants in corrosion scales and deposits formed in drinking water distribution systems. Water Res 2011; 45: 5553-5563.
12.Ebrahimi A, Kamarehie B, Asgari G, et al. Drinking water corrosivity and sediment in disturbution network of kuhdasht, Iran. Health Sys Res 2012; 8: 480-86.(Persian)
13.Federation WE, Association APH. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA. 2005.
14.Singley JE, Beaudet BA, Markey PH. Corrosion manual for internal corrosion of water distribution systems (No. ORNL/TM-8919; EPA-570/9-84-001). Environmental Science and Engineering, Inc., Gainesville, FL (USA), 1984; 45-50.
15.Rossiter HMA, Owusu PA, Awuah E, et al. Chemical drinking water quality in Ghana: Water costs and scope for advanced treatment. Sci Total Environ 2010; 408; 2378-2386.
16.Mahvi AH, Dindarloo K, Jamali HA, et al. Corrosion and scaling in Bandar Abbas Pipe water network. J Hormozghan Univ Med Sci 2011; 14: 335-40.(Persian)
17.Rezaei Kalantari R, Yari AR, Ahmadi E, et al. Survey of corrosion and scaling potential in drinking water resources of the villages in Qom province by use of four stability indexes (With Quantitative and qualitative analysis). Arch Hyg Sci 2014, 2: 126-134.
18.Chien CC, Kao CM, Chen CW et al. Evaluation of biological stability and corrosion potential in drinking water distribution systems: a case study. Environ Monit Assess 2009; 153:127–138.
19.Patzay G, Stahl G, Karman FH, et al. Modeling of scale formation and corrosion from geothermal water. Electrochimica Acta 1998; 43: 137-47.
20.Al-Rawajfeh AE, Al-shamaileh EM. Assessment of tap water resources quality and its potential of scale formation and corrosivity in Tafila Province, South Jordan. Desalination 2007; 206: 322-32.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-10]

ISMJ 2015; 18(2): 353-361

Original Article

Survey of chemical quality and corrosion and scaling potential of drinking water distribution network of Bushehr city

G. Asgari [1], B. Ramavandi [2*], M. Tarlaniazar [3], A. Fadaie nobandegani [1], Z. Berizie [1]

[1] Social Determinants of Health Research Center, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[2] Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran
[3] Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

(Received 22 Apr, 2013 Accepted 23 Nov, 2013)

Abstract

Background: Determination of water corrosion indexes is one of the affecting approaches on drinking water management. Corrosion can causes economical problems, reduce the useful life of water facilities, and health damages to consumers. The aim of this study was to survey of chemical quality and determination of the corrosion potential of the water distribution system in Bushehr city.

Materials and Methods: In this cross sectional study, the sampling was carried out during one year from 7 stations. Values of Langelier, Ryznar, corrosivity and Puckorius indexes were calculated by using such parameters as pH, total dissolved solids, temperature, permanent and temporary hardness, and alkalinity.

Results: The average values for pH, total dissolved solids, temperature, and alkalinity was obtained 7.5, 586.82 mg/L, 66.92 mg/L $CaCO_3$. The corrosion indexes were calculated Langelier 0.28, Ryznar 7.24, corrosivity 12.02, and Puckorius 7.81.

Conclusion: Bushehr city water is tends to be slightly scaling based on Ryznar index and corrosive based on other studied indexes. Overall, the water quality was tending to corrosive and, therefore, recommended to use corrosion resistance pipes in water transmission and network or lining the inner wall of pipes or correction the water quality.

Key words: Chemical quality, Corrosion index, Scaling, Bushehr

***Address for correspondence*: Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran; E-mail: ramavandi_b@yahoo.com

Website: http://bpums.ac.ir
Journal Address: http://ismj.bpums.ac.ir

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-10]