مجله ره آورد سلامت ،دوره ۳ ،شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۷ http://Rsj.iums.ac.ir مقاله اصیل

بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب‌گذاری آب شرب شهر قروه با استفاده از شاخص‌های لانژلیه و رایزنر

* **سیروان زارعی:** کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران (* مؤلف مسئول). Sirwanzarey82@gmail.com

امیر زارعی: کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران Amirzarey67@gmail.com

دکتر سعید دهستانی اطهر: استادیار و متخصص مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.Saeed_dehestani@yahoo.com

اسمعیل قهرمانی: مربی و کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران Ghahramani64@gmail.com

بیژن نوری: استادیار و متخصص آمار زیستی، مرکز تحقیقات ع، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران Bijannouri@muk.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: بر اساس استانداردها آب آشامیدنی نباید خورنده باشد، آب‌های خورنده مواد اولیه لوله‌ها، اتصالات و شیرآلات شبکه‌های توزیع شهری و خانگی را در خود حل کرده و مشکلات عدیده بهداشتی، زیباشناختی و اقتصادی را در سیستم‌های آبی به وجود می‌آورند و اگر آب تمایل به رسوب‌گذاری داشته باشد به‌مرورزمان با ایجاد لایه‌های رسوب در قسمت داخلی لوله باعث کم شدن قطر داخلی لوله و درنهایت کاهش انتقال جریان آب داخل لوله می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی شاخص‌های خورندگی لانژلیه و رایزنر است.

روش کار: جهت انجام این مطالعه ۱۲۰ نمونه در روزهای مختلف به‌صورت ماهیانه و در کل به مدت ۹ ماه به‌صورت تصادفی از قسمت‌های مختلف منابع و شبکه توزیع مطابق با دستورالعمل‌های استاندارد متد برداشته شد و تحت آنالیز پارامترهای TDS، سختی کلسیم، قلیائیت، درجه حرارت و pH قرار گرفت.

یافته‌ها: با استفاده از پارامترهای مذکور اندیس‌های لانژلیه و رایزنر محاسبه شدند نتایج نشان می‌دهد که میانگین و انحراف معیار به ترتیب برای اندیس لانژلیه ۰/۳۲ و ۰/۳۱ برای اندیس رایزنر ۶/۷۵ و ۰/۳۵ می‌باشد.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج به‌دست‌آمده آب شرب شهر قروه خورنده و رسوب‌گذار می‌باشد که برای حل این مشکل در منطقه، پیشنهاد می‌شود با در نظر گرفتن شرایط حاکم بر شبکه مطالعات آزمایشگاهی برای تنظیم عوامل مؤثر در خورندگی مثل pH انجام گیرد.

واژگان کلیدی: آب آشامیدنی، اندیس‌های خورندگی، پتانسیل رسوب‌گذاری و خورندگی، قروه

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]

مقدمه

آب یکی از نیازهای اولیه هر موجودی است و بدون آن حیات بی‌معنی خواهد بود. امروزه یکی از مسائل مهم در حفاظت بهداشت عمومی و سلامتی افراد جامعه تأمین آب آشامیدنی سالم برای مصرف‌کنندگان است (۱). آب آشامیدنی علاوه بر اینکه ازنظر ظاهری باید شفاف، زلال و عاری از کدورت باشد و ازنظر کیفیت شیمیایی و میکروبی نیز باید در حد مطلوب قرار داشته باشد (۲). آب می‌تواند تمایل به انحلال یا ترسیب مواد معدنی خاص موجود در لوله‌ها، اتصالات و سطوح وسایل داشته باشد. این تمایل، پایداری نامیده می‌شود. آب که تمایل به انحلال مواد معدنی دارد، خورنده در نظر گرفته می‌شود. برعکس آبی که تمایل به ترسیب مواد معدنی دارد، رسوب‌گذار نامیده می‌شود. یکی از فاکتورهای مهم در بحث کنترل کیفیت شیمیایی منابع تأمین آب آشامیدنی مسئله خورندگی و رسوب‌گذاری آن‌هاست (۳). چراکه وجود هرکدام از این دو مورد نقش بسیار مؤثری در سیستم شبکه انتقال و توزیع آب آشامیدنی، چه از جنبه‌های اقتصادی و چه از جنبه‌های بهداشتی می‌تواند ایفا کند. در حال حاضر مسائل مربوط به خورندگی و رسوب‌گذاری در صد قابل‌توجهی از درآمد سرانه کشورهای مختلف را به خود اختصاص می‌دهد. به‌عنوان‌مثال زیان‌های ناشی از این پدیده در ایالات‌متحده آمریکا سالانه بیش از ۳۰۰ میلیارد دلار برآورد شده که بیش از ۴ تا ۵٪ درآمد ناخالص ملی آن کشور است. متأسفانه در ایران آمار دقیقی از خسارت خوردگی و رسوب‌گذاری در دسترس نیست، ولی بررسی تلفات آب تصفیه‌شده شهری نشان می‌دهد که سالانه به علت پوسیدگی حاصله از خوردگی لوله‌های انتقال و توزیع آب بیش از ۳۰٪ آب‌های توزیعی به هدر می‌رود که این زیان علاوه بر هزینه‌های صرف شده برای تعویض وترمیم لوله‌های آسیب‌دیده است (۴). خورندگی تحت تأثیر عواملی مثل pH، دی‌اکسید کربن، سختی و قلیائیت، در جه حرارت، سرعت آب، جامدات محلول، اکسیژن محلول و کلر باقیمانده، خستگی، تنش و برخورد (کاویتاسیون، فرسایش و سایش به‌وسیله ماسه‌ها) ایجاد می‌شود. رسوب‌گذاری نیز شامل ترکیب یون‌های فلزی دو ظرفیتی موجود در آب با عوامل سختی است (۵). عمده‌ترین رسوبات شامل کربنات کلسیم، کربنات منیزیم، سولفات کلسیم و کلراید منیزیم می‌باشد. عدم کنترل رسوبات فوق هزینه‌های زیادی را بر تأسیسات آب‌رسانی تحمیل می‌نماید (۶). آب‌های خورنده موجب پدید آمدن آلاینده‌های ثانویه مانند آهن، روی، مس و منگنز در غلظت‌های بالاتر از حد استاندارد در آب آشامیدنی می‌شوند؛ که مشکلاتی نظیر مزه، بو، رنگ و لکه روی سرویس‌های بهداشتی را به وجود می‌آورند. علاوه براین مشکلات خوردگی باعث رشد باکتری‌ها در آب و بالا رفتن کدورت آب‌شده و کیفیت آب را ازنظر زیباشناختی کاهش می‌دهد (۷). درصورتی‌که آب خورنده یا رسوب‌گذار باشد با به وجود آوردن این مشکل در لوله‌های انتقال و توزیع آب باعث پائین آمدن کیفیت آب و کاهش عمر تأسیسات خواهد شد. (۸). خوردگی به‌طورکلی یک فرایند زیان‌آوری است که اثرات سوء زیادی بر روی بهداشت و سلامت شهروندان و مسائل اقتصادی، اجتماعی، فنی و مهندسی و زیباشناختی دارد. رسوب‌گذاری آب نیز باعث ایجاد مشکلات بهداشتی و اشکالاتی در استفاده از این آب‌ها می‌شود (۹). تجزیه مواد درنتیجه خوردگی می‌تواند سالیانه هزینه‌های بسیار بزرگی بر روی صرف منابع کمیاب پولی جهت تعمیر، جایگزینی و حفظ سیستم توزیع داشته باشد. با تعیین پتانسیل خورندگی و یا رسوب‌گذاری آب شرب، می‌توان راهکارهای لازم برای به تعادل رساندن پتانسیل خورندگی و رسوب‌گذاری آب در

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]

محل ورود آب به شبکه توزیع و قبل از اینکه آب وارد سیستم توزیع شود، پیشنهاد کرد و در صورت عملی نبودن این کار، می‌توان برای به حداقل رساندن خوردگی تأسیسات و...پیش‌بینی‌های لازم را انجام داد (۱۰). صرف‌نظر از عوامل ایجاد خورندگی، راه‌حل آن (کم کردن این مشکل) تنظیم pH، غلظت کربنات کلسیم و تثبیت آب می‌باشد. تا به امروز ایندکس‌های مختلفی ازنظر اشباع کربنات کلسیم ارائه‌شده و مورداستفاده قرارگرفته است، از این ایندکس‌ها می‌توان به ایندکس رایزنر، ایندکس لانژلیه، ایندکس تهاجم، ایندکس نیروی رانش، ایندکس مازاد لحظه‌ای، ایندکس لارسون-اسکولد، پوکوریوس و ایندکس سطح اشباع اشاره کرد. بااین‌وجود آگاهی از مقدار هریک از این ایندکس‌ها در شرایط مختلف می‌تواند به‌منظور بررسی وضعیت سیستم‌های آب آشامیدنی و صنعتی ازنظر کنترل پدیده خورندگی مفید باشند. معمول‌ترین روش برای محاسبه پایداری آب شاخص اشباع لانژلیه است. این شاخص pH واقعی آب را با pH آب اگر با کربنات کلسیم اشباع‌شده بود، مقایسه می‌کند؛ اما دامنه این شاخص نشان‌دهنده‌ی شدت تمایل آب به رسوب‌گذاری یا خورندگی نیست. برای غلبه به این نقص رایزنر، شاخص لانژلیه را به شاخص رایزنر اصلاح کرد (۱۱). مطالعات زیادی در داخل و خارج کشور بر روی بررسی خورنده یا رسوب‌گذار بودن آب شرب انجام‌گرفته ازجمله مطالعه‌ی حسینی و همکاران بر روی آب شرب مناطق غرب کشور (مطالعه موردی شهرستان جوانرود) که شاخص رایزنر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ۷/۷۴ بود که خورندگی آب را بیان می‌کند و شاخص لانژلیه نیز در همین دما، ۰/۰۷- به دست آمد که در محدوده قابل‌قبول ۰/۵± بوده است(۱۲). همچنین مطالعه‌ی طباطبایی و همکاران که باهدف بررسی کیفیت آب غیرشرب موجود در شبکه لوله‌کشی شهر زاهدان ازنظر تشکیل رسوب و خورندگی انجام شد که به این نتیجه رسیدند که آب غیرشرب شهر زاهدان از شرایط مطلوبی برای تشکیل رسوب برخوردار بود (۱۳).

این مطالعه باهدف تعیین شاخص‌های خورندگی لانژلیه و رایزنر جهت بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب‌گذاری آب شرب شهر قروه در سال ۱۳۹۴ انجام‌شده است. نتایج این مطالعه می‌تواند سبب شناسایی وضعیت بهداشتی آب شرب این جامعه و درنهایت با استفاده از روش‌های مختلف کنترل خوردگی موجب به حداقل رساندن خسارات ناشی از آن گردد.

روش کار

این تحقیق از نوع توصیفی مقطعی بود که با عنایت به عدم وجود سابقه قبلی انجام چنین تحقیقی در شهر قروه و با استفاده از استاندارد کیفیت آب برای ارزیابی وضعیت خوردگی و رسوب‌گذاری آب شرب شبکه توزیع کشور باهدف کاربردی تعیین پتانسیل خورندگی آب شرب شهر قروه با استفاده از اندیس‌های لانژلیه و رایزنر از فروردین‌ماه شروع و تا پایان آذر ۱۳۹۴ به مدت ۹ ماه انجام شد. شهر قروه با جمعیتی بیش از ۹۴ هزار نفر یکی از بزرگ‌ترین شهرهای ایران می‌باشد که ازنظر کشاورزی و صنعتی اهمیت بسیار فراوانی دارد. این شهر در ۴۷ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۱۰ دقیقه عرض شمالی از نصف‌النهار گرینویچ واقع‌شده است. ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۷۹۰ متر می‌باشد. با وسعتی حدود۲۴۳۰ Km2 معادل ۸/۶۱ درصد مساحت کل استان را به خود اختصاص داده است.

نحوه نمونه‌گیری به شکلی بود که نمونه‌های برداشته‌شده پراکنش کافی و مناسبی در کل شهر داشته باشند. به دلیل اینکه نمونه‌برداری فرایندی وقت‌گیر بود این ۱۲۰ نمونه در طی چند مرحله در روزهای مختلف فصل برداشته شد و مقدار عددی pHs و pHeq مربوط به هر نمونه محاسبه شدند و با استفاده از اندیس‌های خورندگی و pH واقعی آب کیفیت آن نمونه ازلحاظ خورندگی و

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]

رسوب‌گذاری مشخص شد و درنهایت با استفاده از نرم‌افزار Spss ورژن ۲۰ و با استفاده از آزمون میانگین و انحراف معیار تحلیل همه‌ی نمونه‌ها انجام گرفت. به‌منظور تعیین پتانسیل رسوب‌گذاری و خورندگی در ابتدا لازم است که pHs را محاسبه کنیم که به‌صورت زیر می‌باشد (۱۲).

pHs= {(9.3+A+B)-(C+D)}

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

B= مربوط به درجه حرارت آب(0C)

C= مربوط به‌سختی کلسیم(mg/l CaCO3)

D= مربوط به قلیاییت(mg/l CaCO3)

الف: از روی pHs به‌دست‌آمده و pH واقعی آب طبق رابطه‌ی زیر اندیس اشباع لانژلیه محاسبه می‌شود.

LSI = pH – pHs

مقادیر این اندیس مطابق جدول شماره ۱ تفسیر می‌شود (۱۴).

جدول شماره ۱: تفسیر اندیس اشباع لانژلیه

مقدار اندیس	تفسیر
LI >۰	آب فوق اشباع بوده و تمایل به رسوب CaCO3دارد
LI=۰	آب از CaCO3 اشباع بوده و تمایل به ایجاد (رسوب‌گذاری) یا تجزیه CaCO3 (خورندگی) ندارد.
LI<۰	آب زیر اشباع بوده و تجزیه CaCO3 جامد (خورندگی) انتظار می‌رود.

ب: برای محاسبه اندیس رایزنر از فرمول زیر استفاده می‌شود (۱۵).

RI=2pHs-pH

اندیس فوق نیز طبق جدول شماره ۲ تفسیر می‌شود (۱۶).

جدول شماره ۲: تفسیر اندیس رایزنر

مقدار اندیس	تفسیر
RI<۴	آب رسوب‌دهی زیادی دارد
۵<RI<۶	آب نسبتاً رسوب‌ده می‌باشد و کمی خورنده است
۶<RI<۶/۵	نه خاصیت خورندگی دارد و نه رسوب‌دهی
۶/۵<RI<۷	آب خاصیت خورندگی داشته و رسوب‌دهی کم می‌باشد
RI>۸	آب خاصیت خورندگی شدید دارد

یافته‌ها

ماکزیمم، مینیمم میانگین و انحراف معیار پارامترهای اندازه‌گیری شده در دو فصل بهار، تابستان و پاییز به‌صورت تفکیک‌شده در جداول شماره ۳، ۴ و ۵ نشان داده‌شده است. مقادیر عددی شاخص‌های موردمطالعه هم به تفکیک فصل در جدول ۷ نشان داده‌شده است؛ که شاخص‌ها نشان‌دهنده‌ی این است که آب شرب شهر قروه در هر سه فصل خورنده و رسوب‌گذار می‌باشد، به‌طوری‌که میانگین و انحراف معیار هر سه فصل به ترتیب برای اندیس لانژلیه ۰/۳۲ و ۰/۳۱ برای اندیس رایزنر ۶/۷۵ و ۰/۳۵ می‌باشد. (جدول شماره ۶).

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]

جدول شماره ۳: ماکزیمم، مینیمم، میانگین و انحراف معیار پارامترهای اندازه‌گیری شده در مرحله اول (فصل بهار)

پارامتر	ماکزیمم	مینیمم	متوسط	انحراف معیار
pH	۷/۸۹	۶/۴۳	۷/۱۶	۰/۷۳
دما	۱۸	۱۲	۱۵	۳
سختی کلسیم	۱۹۸/۱	۱۳۷/۹	۱۶۸	۳۰/۱
قلیائیت	۲۳۴	۲۲۱	۲۲۷/۵	۶/۵

جدول شماره ۴: ماکزیمم، مینیمم، میانگین و انحراف معیار پارامترهای اندازه‌گیری شده در مرحله دوم (فصل تابستان)

پارامتر	ماکزیمم	مینیمم	متوسط	انحراف معیار
pH	۷/۹۲	۶/۸۴	۷/۳۸	۰/۵۴
دما	۲۲/۵۰	۱۶	۱۹/۲۵	۳/۲۵
سختی کلسیم	۲۱۹	۱۸۴/۴۵	۲۰۱/۷۲	۱۷/۲۷
قلیائیت	۲۳۲/۹	۲۲۲/۱	۲۲۷	۵/۹

جدول شماره ۵: ماکزیمم، مینیمم، میانگین و انحراف معیار پارامترهای اندازه‌گیری شده در مرحله دوم (فصل پاییز)

پارامتر	ماکزیمم	مینیمم	متوسط	انحراف معیار
pH	۷/۹۴	۷/۲	۷/۵۷	۰/۳۷

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]

دما	۱۸	۱۴/۵	۱۶/۲۵	۱/۷۵
سختی کلسیم	۲۷۳/۹	۲۱۷/۶	۲۴۵/۷۵	۲۸/۱۵
قلیائیت	۲۷۹/۵	۲۰۵/۶	۲۴۲/۵۵	۳۶/۹۵

جدول شماره ۶: مقادیر شاخص‌های به‌دست‌آمده به تفکیک فصل

بهار	LI	وضعیت	RI	وضعیت
میانگین	-۰/۰۴۳	خورنده	۷/۲	خورنده
انحراف معیار	۰/۳۰	-	۰/۲۸	-
تابستان	LI	-	RI	-
میانگین	+./۳۵	رسوب‌گذار	۶/۶۶	خورنده
انحراف معیار	۰/۱۲	-	۰/۲۲	-
پاییز	LI	-	IR	-
میانگین	+۰/۵۹	رسوب‌گذار	۶/۵۴	خورنده
انحراف معیار	۰/۲۳	-	۰/۳۱	-

جدول شماره ۷: نتایج نهایی به‌دست‌آمده در هر سه فصل

بهار، تابستان و پاییز	LI	وضعیت	RI	وضعیت
میانگین	+۰/۳۲	رسوب‌گذار	۶/۷۵	خورنده
انحراف معیار	۰/۳۱	-	۰/۳۵	-

بحث

خوردگی شبکه‌های توزیع آب در اثر عوامل الکتروشیمیایی، فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و متالورژیکی صورت می‌گیرد و عواملی همچون قلیاییت، سختی، وجود گازهای محلول، دما و pH از عوامل عمده مؤثر در کنترل آن محسوب می‌شوند. عوامل متغیر فراوانی ازجمله ویژگی‌ها و نوع فلز به‌کاررفته در ساختار لوله، مقدار سطح تماس با آب، اکسیژن، یون سولفات، افزایش دی‌اکسید کربن آزاد، وجود باقیمانده گندزداها، دما و وجود میکروارگانیسم‌ها، میزان گسترش خوردگی در یک سیستم تأمین آب را کنترل می‌کنند. خوردگی آب پدیده‌ای

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]

است که در اثر تماس مواد با محیط اطراف به وجود می‌آید که شامل خوردگی حاصل از فرسایش و خوردگی الکتروشیمیایی است. نوع اول شامل تخریب مواد توسط عوامل فیزیکی مثل برخورد مواد جامد معلق موجود در لوله‌های انتقال آب یا فاضلاب است که وقوع آن با توجه به ماهیت عوامل مؤثر در آن در لوله‌های فلزی و غیر بتونی نظیر بتون مسلح محتمل می‌باشد. لیکن نوع دوم شامل ایجاد پیل الکتریکی و انجام واکنش‌های الکتروشیمیایی بین محیط اطراف و ماده موجود در آن است که با توجه به ماهیت فرایند در مواد فلزی نظیر لوله‌های فولادی مورداستفاده در خطوط انتقال و توزیع آب رخ می‌دهد. خوردگی تحت تأثیر عواملی مثل pH، دی‌اکسید کربن، سختی و قلیاییت، درجه حرارت، سرعت آب، جامدات محلول، اکسیژن محلول و کلر باقیمانده، خستگی، تنش و برخورد (کاویتاسیون، فرسایش و سایش به‌وسیله ماسه‌ها) ایجاد می‌شود. رسوب‌گذاری نیز شامل ترکیب یون‌های فلزی دو ظرفیتی موجود در آب با عوامل سختی است. عمده‌ترین رسوبات شامل کربنات کلسیم، کربنات منیزیم، سولفات کلسیم و کلرید منیزیم است. عدم کنترل رسوبات بالا هزینه‌های زیادی را بر تأسیسات آب‌رسانی تحمیل می‌نماید. در بررسی وضعیت خورندگی و رسوب‌گذاری در شبکه توزیع آب آشامیدنی شهرستان ملکشاهی در بهار ۹۳ که توسط عسگری و فرزاد کیا انجام گرفت، نشان می‌دهد که آب شرب شهرستان خورنده بوده و همچنین مقایسه پارامترها بیانگر آن است که غلظت پارامترهای اندازه‌گیری شده به‌جز قلیاییت همه در حد استاندارد ایران و EPA می‌باشد (۱۷). در مطالعه‌ای که آقای نیک پور و همکاران بر روی بررسی پتانسیل خورندگی و رسوب‌گذاری آب شرب شهر بهشهر انجام دادند، نتایج نشان می‌دهد که میانگین اندیس لانژلیه در چاه‌ها، چشمه، مخازن و شبکه توزیع شهر بهشهر به ترتیب ۰/۲۸، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۱۳ بود که مؤید وضعیت تعادل و ایجاد قشر ضعیفی از کربنات کلسیم می‌باشد. همچنین میانگین اندیس رایزنر نیز به ترتیب ۶/۸۱، ۷/۵۱، ۷/۴ و ۷/۱۲ بوده که بیانگر خورندگی نسبی نمونه‌های موردبررسی است (۱۸). نتایج به‌دست‌آمده از محاسبه شاخص لانژلیه و رایزنر در مطالعه حاضر نشان داد که آب شرب شبکه توزیع شهر قروه خورنده و رسوب‌گذار می‌باشد با مقایسه نتایج اندیس‌ها در دو مرحله اندازه‌گیری در شبکه توزیع شهر قروه در همه حالات در مقایسه با شاخص‌های استاندارد مطابقت داشته و خاصیت خورندگی و رسوب‌گذاری آب مشخص گردید. با توجه به یافته‌های این مطالعه و نیز سایر مطالعات صورت گرفته، تکیه صرف بر نتایج آنالیز کیفیت شیمیایی آب و مطابقت ظاهری برخی و یا عمده پارامترها با استاندارد ملی یا بین‌المللی گویای واقعی وضعیت تعادل کیفی آب نخواهد بود لذا کنترل بیشتر و دقیق‌تر پارامترهای کیفی مؤثر در خوردگی ضروری بوده و پیشنهاد می‌گردد حداقل به‌صورت دوره‌ای (یک‌ساله) شبکه و منابع آب شرب مورد آزمایش و به لحاظ ارزیابی وضعیت خورندگی و رسوب‌گذاری موردبررسی قرارگرفته و در صورت لزوم اقدامات کنترلی لازم در شبکه توزیع به عمل آید.

خورندگی آب اثرات بهداشتی مستقیمی در شبکه توزیع ندارد؛ اما خورندگی می‌تواند باعث ورود آلاینده‌هایی به آب شود که نگرانی‌های بهداشتی ایجاد می‌کنند. اصلی‌ترین آلاینده‌ای که می‌تواند مشکل‌ساز شود سرب می‌باشد. سایر آلاینده‌هایی که درنتیجه خورندگی آب می‌تواند وارد آب آشامیدنی شبکه توزیع شود مس و آهن می‌باشد، مطالعات نشان می‌دهد که سرب، مس و آهن آلاینده‌هایی هستند که احتمال تجاوز غلظت آن‌ها از حد استاندارد به دلیل خوردگی مواد در شبکه‌ی توزیع آب زیاد است (۶).

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در شبکه‌ی آب‌رسانی قروه به دلیل قدیمی بودن شبکه، جنس لوله‌ها متفاوت می‌باشد ولوله‌هایی از جنس چدن، داکتیل و آزبست سیمان وجود دارد، احتمال حضور آلاینده‌های فوق که اثرات بهداشتی خاص خود رادارند در آب زیاد است، بااین‌وجود بهتر است مطالعه‌ای درزمینه‌ی حضور این آلاینده‌ها در آب شرب شهر قروه انجام گیرد.

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]

همچنین مقایسه مقدار عددی شاخص‌ها در دو فصل نشان‌گر این است که آب در فصل بهار خورنده‌تر از فصل تابستان می‌باشد که این امر دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد همچنان که در جداول شماره ۵ و ۶ نشان داده‌شده است میانگین pH در فصل بهار کم‌تر از فصل تابستان می‌باشد که تشدیدکننده‌ی خورندگی می‌باشند. از طرفی میانگین عددی سختی و قلیائیت هم در فصل بهار کم‌تر از تابستان می‌باشد که این امر نیز باعث افزایش خاصیت خورندگی آب می‌شود؛ اما به‌هرحال آب شرب شهر قروه هم خورنده و هم رسوب‌گذار می‌باشد؛ بنابراین نتایج این تحقیق می‌تواند اطلاعات مهمی را جهت تحقیقات مربوط به خورندگی آب مناطق دیگر ارائه نماید. همچنین به متصدیان تولید آب آشامیدنی کمک خواهد کرد تا اقدامات لازم مانند استفاده از بازدارنده‌های رسوب مانند ترکیبات فسفاته جهت کنترل عوامل خوردگی اعمال نمایند.

پیشنهادات

۱. انجام مطالعه‌ای درباره‌ی میزان آلاینده‌هایی نظیر سرب، مس و آهن در آب شرب شهر قروه.

۲. انجام مطالعات آزمایشگاهی برای تنظیم pH، قلیائیت، سختی و سایر پارامترهای ذکرشده که در میزان خورندگی آب مؤثر می‌باشد و انتخاب روش مناسب برای کنترل این مشکل، بسته به شرایط حاکم بر شبکه.

۳. همکاری با مسئولان ذی‌ربط در شرکت آب و فاضلاب و قرار دادن نتایج این تحقیق در اختیار آن‌ها و انجام مطالعات بعدی به‌منظور کاهش خورندگی آب.

تقدیر و تشکر

این پژوهش حاصل طرح تحقیقاتی مصوب با شماره ۱۴/۷۵۱۴۴ ـ ۱۳۹۴/۱۱/۲۰ معاونت تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی کردستان می‌باشد. بدین‌وسیله نویسندگان مقاله از کمیته تحقیقات دانشجویی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کردستان به خاطر تأمین هزینه‌های طرح و حمایت مالی صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]

منابع

1. Ghee Mc, Graw Hill. Water Supply and Sewerage. New York: 6 th ed; 1991.30-120.

2. Percival S, Knapp JS, Edyvean RGJ, Wales DS.Biofilms, mains water and stainless steel. Water Res; 1998. 339-50.

3. WHO. Guidelines for drinking water quality. WHO publishing Geneva. 3th; 2001.174-181.

4. Qasim Sr, motley EM, Zhu G. Water Works Engeenering Planning, Design, and Operation. New Dehli: Prentice-Hall; 2000. 217-223.

5. Mokhtari S A, Alighadri M, Hazrati S, Sadeghi H, Gharari N, Ghorbani L. Evaluation of Corrosion and Precipitation in Ardebil Drinking Water Distribution System by Using Langelier & Ryznar Indexes. Journal Environmental Health, Ardebil 2010; 1(1): 14-23. (In Persian).

6. Avazpour M, Gholami M, Alii R.Evaluation of Corrosion and Precipitation in Ilam Drinking Water Resource. 11th National Conference on Environmental Health, Medicine university of Zahedan- Iran.2010; 74-79.

7. Ghanizade G, Ghaneyan M. Corrosion and prepitation potentioal of drinking water supply in military centers. Journal of Military Medicine 2009; 3: 155-160. [In Persian].

8. Geldriech E, Le Chevallier M. Microbial quality of water supply in distribution systems. Florida: CRC Press; 1996. 137-47.

9. ASTM. Standard test methods for corrosivity of water in the Absence of heat transfer. Designation:World Applied Sciences; 1994. 1-6.

10. Kerri K. water treatment plant operation. New York: Office of drinking water; 1992. 339-350.

11. Kawamura S. Integrated design and operation of water treatment facility. London:john Wiley;2000. 20-80.

12.Mazlomi S, Babaei A, Fazlzade D, Aiuobi A, Rabeii Nejad A, Norouzi M, Hajpour S. Evaluation of Corrosion and Precipitation in Shiraz Drinking Water. Proceedings of the 12th Environmental Health national conference 2010, Shahid Beheshti Tehran, Iran: 2010; 12-21. (In Persian).

13. Heibati B, Mazloumi S, Fazlzade D, Derakhshan Sh, Norouzi M. Evaluation of Corrosion and Precipitation in Mianeh Drinking Water Distribution System 2009. Proceedings of the 12th Environmental Health national conference; 2010, Shahid Beheshti Tehran, Iran.2010; 996-1005. (In Persian).

14. Hadi M Providing software calculates the index of eight important water corrosion. Proceedings of the 12th Environmental Health national conference;

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]

2010, Shahid Beheshti Tehran, Iran. 2010; 15-25. (In Persian).

15. WHO. Guideline for Drinking-water Quality.World Health Organization. Geneva: Publication NAS; 1996. 93-98. (In Persian)

16. Hoseini H, Shirmardi M, Amini H, Shafeiei Sh. Evaluation of Corrosion and Precipitation in Javanroud Drinking Water Distribution System. Proceedings of the 12th Environmental Health national conference, 2012, Shahid Beheshti Tehran, Iran.2010; 79-89. (In Persian).

17. Farzadkia M, Asgari E. The study of corrosion and scaling in drinking water distribution system in the Malekshahi city of Ilam Provinc, spring 93. rsj. 2016; 2 (1): 21-28. (In Persian)

18. Rafferty Kevin, Geo-Heat Center Oregon Institute of Technology 3201 Campus Drive Klamath Falls, OR 97601, Scaling in Geothermal Heat Pump Systems, Prepared For: U.S. Department of Energy, Idaho Falls, ID 83401 Contract No. DE-FD07-90ID 13040, July 1999.

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]

Investigation of Corrosion Potential and Precipitation Tendency of Drinking Water in the Qorveh Distribution System By using Langlier and Rizner Indexes

*** Sirvan Zarei**, BS, Student Research Commite, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. Sirwanzarey82@gmail.com (*Corresponding author)

Amir Zarei, MS, School of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.Amirzarey67@gmail.com

Saeed Dehestani Athar, PhD, Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. Saeed_dehestani@yahoo.com

Esmaei Ghahramani,MS, Environmental Health Research Center, Iran University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. Ghahramani64@gmail.com

Bijan Nouri, PhD, Social Determinants of Health Research Center, Iran University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. bijannouri@muk.ac.ir

Abstract

Background and objectives: Established standards show that water should not be corrosive. Corrosive waters dissolve materials of which pipes, junctions, valves of municipal water delivery systems are made from and cause different hygiene, aesthetic, and economical problems in such water delivery systems. In addition, carbonates precipitation tendency of water due to creation of different layers in the pipes reduces pipe diameter and consequently reduces discharge of water in the pipes. Main of this study is investigating Langelier Saturation and Ryznar Indices.

Materials and Methods: For determining the aims of the research 120 samples were obtained monthly in different days. Duration of sampling was about 9 month. By considering standard methods, obtaining of samples was conducted coincidentally at different parts of reservoirs, and distribution network. Analysis of TDS, calcium hardness, alkalinity, temperature, and pH were done for each sample.

Results: Calculation of Langelier Saturation and Ryznar Indices were done by determining the mentioned parameters. Results show that mean and standard deviation of Langelier Saturation Index are 0.32 and 0.31, also mean and standard deviation of Ryznar index are 6.75 and 0.35, respectively.

Conclusion: Results of this study indicates that municipal water of Qorveh city is corrosive and have tendency to precipitation. In order to solve this problem, a complete network of analysis for determining the reasons of this phenomena is suggested.

Key words: Drinking water, corrosive indicators, sedimentation and corrosion potential, Qorveh

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2026-11-29]