



## بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری در سیستم آبرسانی دو گانه مرکز بخش خرائق از توابع استان یزد

نویسندگان: دکتر محمد تقی فانیان\* دکتر محمد حسن احرامپوش\* دکتر قادر غنی زاده\*\*

\*\*\*  
محسن امراللهی

\* گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی یزد

\*\* گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه  
... (عج)

\*\*\* نویسنده مسئول: کارشناس بهداشت محیط

تلفن: ۰۹۱۰۳۰۹۰۱۸۶ Email: Moamrollahi@yahoo.com

### چکیده

**سابقه و اهداف:** وقوع پدیده های خوردگی و رسوب گذاری در شبکه های آب آشامیدنی و بهداشتی باعث آسیبهای اقتصادی و بهداشتی می گردد. هدف این مطالعه بررسی کیفیت شیمیایی آب آشامیدنی و بهداشتی مورد استفاده در شبکه های دوگانه مرکز بخش خرائق از توابع استان یزد و تعیین پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آنها است.

**روش بررسی:** جهت تعیین کیفیت شیمیایی آب در شبکه های مورد نظر نمونه های لحظه ای و به تعداد ۱۰ نمونه برای هر نوع آب مطابق دستورالعمل های مذکور در کتاب مرجع " روشهای استاندارد آزمایشهای آب و فاضلاب " برداشت و آنالیز شد. نمونه های آب شرب از شیرهای برداشت عمومی گرفته شد اما نمونه های آب بهداشتی از منبع تأمین آب (چاه منطقه) بدست آمده است. حجم نمونه های برداشتی ۲-۴ لیتر و ظروف مورد استفاده جهت جمع آوری نمونه ها از نوع شیشه ای بود. حفاظت، نگهداری و آزمایش نمونه ها نیز مطابق کتاب روشهای استاندارد انجام گردید. پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری با استفاده از اندیس اشباع لانتزلیه (LSI)، اندیس رایزنار (RI) تعیین و تصمیم گیری بر مبنای روش پایداری کربنات کلسیم تعیین شد.

**یافته ها:** بر اساس مقادیر عددی محاسبه شده برای اندیس اشباع لانتزلیه آب آشامیدنی و آب بهداشتی مورد استفاده در بخش خرائق یزد دارای پتانسیل رسوبگذاری است. اما بر اساس اندیس رایزنار هر دو نوع آب مورد استفاده در این بخش تا حدودی خورنده هستند. جهت تعیین پتانسیل واقعی آبهای مورد نظر در رسوبگذاری یا خوردگی از آزمایش پایداری کربنات کلسیم استفاده شد. نتایج موید تطابق آب با اندیس اشباع لانتزلیه و دلالت بر رسوبگذار بودن آنها دارد.

**بحث:** کیفیت شیمیایی آب در بخش خرائق نامتعادل است که باعث رسوبگذاری در سیستمهای آبرسانی و سایر تاسیسات می گردد به همین منظور لازم است برنامه ریزی مناسبی جهت متعادل سازی کیفیت آب در این منطقه انجام گیرد تا از آسیبهای اقتصادی آن جلوگیری گردد.

### واژه های کلیدی

خوردگی، رسوب گذاری، سیستم آبرسانی، کیفیت آب، یزد

## طلوع بهداشت

فصلنامه پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال هفتم

شماره : سوم و چهارم

پاییز و زمستان ۱۳۸۷



## مقدمه

مهندسی مواد، این پدیده در دو شاخه مهم بررسی می شود که شامل خوردگی حاصل از فرسایش Erosion و خوردگی الکتروشیمیایی Corrosion است. نوع اول شامل تخریب مواد توسط عوامل فیزیکی نظیر برخورد مواد جامد معلق موجود در لوله های انتقال آب یا فاضلاب است. اما نوع دوم شامل ایجاد پیل الکتریکی و انجام واکنشهای الکتروشیمیایی بین محیط اطراف و مواد موجود در آن می باشد که با توجه به ماهیت فرآیند در مواد فلزی نظیر لوله های فولادی مورد استفاده در خطوط انتقال و توزیع آب رخ می دهد (۲).

بررسی ها نشان می دهد عمده ترین رسوبات تشکیل شده در سیستم های توزیع آب شامل کربنات کلسیم، کربنات منیزیم، سولفات کلسیم و کلرید منیزیم می باشد به طوریکه در بعضی مواقع رسوب عوامل فوق الذکر به صورت کنترل نشده باعث انسداد لوله ها و افزایش هزینه های بهره برداری از تأسیسات آبرسانی می گردد (۳).

در حال حاضر مسائل اقتصادی مرتبط با خوردگی و رسوب گذاری درصد قابل توجهی از در آمد سرانه کشورهای مختلف را به خود اختصاص می دهد.

در آمریکا هزینه های تحمیل شده در اثر خوردگی و رسوبگذاری سالانه بیش از ۳۰۰ میلیارد دلار برآورد شده که بیش از ۵-۴ درصد درآمد ناخالص ملی آن کشور می باشد. متأسفانه در ایران آمار دقیقی از خسارت خوردگی و رسوب گذاری در دسترس نمی باشد، ولی بررسی تلفات آب تصفیه شده شهری نشان می دهد که سالانه به علت پوسیدگی های حاصله از خوردگی لوله های انتقال و توزیع آب بیش از ۳۰ درصد آبهای توزیعی به هدر می رود که این زیان علاوه بر هزینه های صرف شده برای تعویض و ترمیم لوله های آسیب دیده است (۴).

در سیستم های آبرسانی علاوه بر خسارتهای مالی که در اثر از بین رفتن تأسیسات حاصل می شود، ورود محصولات حاصله از خوردگی در آب اغلب باعث بی

خرائق یکی از بخش های شهرستان اردکان در استان یزد می باشد و وسعت تقریبی آن ۲۲۰۰ کیلومتر مربع است. روستای خرائق ۱۷۶۰ متر از سطح دریا بالاتر بوده و در دامنه کوه های خرائق قرار گرفته است. خرائق اقلیمی بیابانی و هوایی گرم و خشک دارد. بارش متوسط سالیانه این منطقه ۱۰۰ میلی لیتر و میانگین دمای آن ۱۸/۵ درجه سانتیگراد است (۱).

به علت خاصیت گچی و آهکی خاک منطقه چاه های حفر شده در روستای خرائق همگی شور هستند به همین دلیل آب برداشتی از این چاهها قابل شرب نیست اما برای مصارف غیر آشامیدن شامل شستشو و مصارف بهداشتی در روستا توزیع می شود آب مورد مصرف بهداشتی خرائق از یک حلقه چاه به عمق ۲۶ متر و ارتفاع ۱۷۹۵ متر از سطح دریا در سال ۱۳۶۴ حفر گردیده است آب این چاه بوسیله لوله با قطر ۷۵ mm از جنس چدن با آبدهی ۴ lit/s برداشت می شود. آب شرب روستای خرائق از یک چشمه ای در فاصله ۱۲ کیلومتری روستا تأمین می شود. به دلیل عدم وجود آلودگی و برای پیشگیری از آلودگی ثانویه، آب کلر زنی شده و از طریق شیر انشعاب عمومی در اختیار مصرف کنندگان قرار می گیرد.

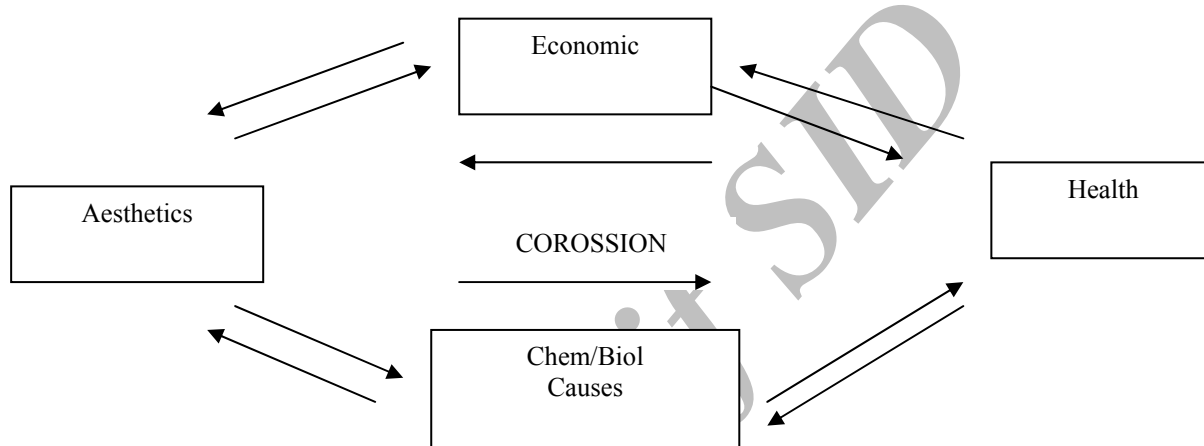
مطالعات آزمایشگاهی و مشاهدات نشان می دهد که میزان سختی آب بهداشتی روستای خرائق زیاد است که باعث تشکیل رسوب بروی شیرهای آب و ایجاد لکه های سفید رنگ بروی ظروف می شود که مردم از این مشکل شکایت دارند همچنین آب بهداشتی این بخش خواص خوردگی را نیز از خود نشان می دهد که نمونه هایی از خوردگی و رسوبگذاری آب در تأسیسات توزیع کننده آب مشاهده می گردد. بر این اساس مطالعه تعادل کیفیت شیمیایی آب شرب و بهداشتی در این بخش ضروری است تا بتوان با تعیین شرایط نسبت به ارائه رهنمود های لازم اقدام کرد.

خوردگی به طور عام پدیده ای است که در اثر تماس مواد با محیط اطراف آنها به وجود می آید. در حوزه



حرارت و افزایش مصرف انرژی یا حامل های انرژی نظیر نفت سفید، گازوئیل و افزایش مشکلات زیست محیطی ناشی از پخش آلاینده ها می شود. بررسی ها نشان می دهد که ضخامت های ۰/۵ ، ۱/۶ و ۳/۲ میلی متری از رسوبات ایجاد شده باعث می شود میزان مصرف سوخت به ترتیب ۷ ، ۱۸ و ۳۹ درصد افزایش یابد که این مسئله از جنبه های مختلف اقتصادی و زیست محیطی بسیار مهم است (۶).

میلی مصرف کنندگان نسبت به آب توزیعی شده و ممکن است به علت ورود فلزات سنگین نظیر سرب، مس، کرم و کادمیم سلامتی مصرف کنندگان را به مخاطره باندازد (۵). شکل ۱ طرح ساده ای از مشکلات ناشی از خوردگی در شبکه های توزیع آب را نشان می دهد. رسوب گذاری در تأسیسات آبرسانی علاوه بر کاهش میزان جریان آب در داخل لوله ها باعث کاهش انتقال



شکل ۱: روابط مشکلات ناشی از خوردگی در شبکه های توزیع آب (۷)

زیرا چنین آبهایی در برابر تغییرات pH حاصله از تولید یون هیدروژن مقاومت کمتری دارند. بررسی ها نشان می دهد که اگر غلظت کلر آزاد آب بیش از ۱ mg/l باشد سرعت خوردگی افزایش می یابد، در این میان نقش کلر ترکیبی در پدیده خوردگی مشخص نشده است (۵ و ۸). با توجه به این موارد و نقش کیفیت شیمیایی آب در خوردگی و رسوب گذاری در اجزاء مختلف تأسیسات آبرسانی و مشکلات بهداشتی و اقتصادی ناشی از این پدیده ها و با توجه به اینکه تاکنون مطالعه جامعی بر روی پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب آشامیدنی شهرها، به ویژه مراکز با شبکه آب دوگانه انجام نشده است. این مطالعه با هدف بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری در

کیفیت فیزیکی، شیمیایی و فیزیکوشیمیایی آب مصرفی در این تأسیسات نظیر غلظت اکسیژن محلول، غلظت کل جامدات محلول (TDS)، قلیائیت، دی اکسید کربن، غلظت کلر باقی مانده آب و درجه حرارت از مهمترین عواملی هستند که در پیدایش این پدیده ها و زیانهای اقتصادی و بهداشتی آنها موثرند. از میان اجزاء تشکیل دهنده کیفیت شیمیایی آب می توان به کلرور و سولفات اشاره کرد که افزایش این اجزاء باعث افزایش شدت خوردگی آب می شود. استفاده از کلر جهت گندزدایی آب باعث تشکیل اسیدهیپوکلرو، یون هیپوکلریت و یون هیدروژن می شود که از عوامل موثر بر خوردگی هستند. تأثیر این عوامل در آبهای با قلیائیت کمتر بسیار شدید تر است



پایداری کربنات کلسیم کنترل شد. جهت محاسبه این شاخصها و pH اشباع و تعیین خوردگی و رسوبگذاری آب از روابط زیر استفاده گردید (۵،۱۵،۱۶):

$$pH_s = A + B - \log C a^{\frac{1}{2}} - \log T A L \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$LSI = pH - pH_s$$

$$RSI = 2 pH_s - pH \quad \text{رابطه (۲)}$$

### نتایج

با توجه به اهداف مطالعه از آب بهداشتی و شرب منطقه مورد مطالعه نمونه برداری نموده و پارامترهای کیفی آب تعیین گردید که نتایج آن در جدول شماره ۱ ارائه شده است. مقایسه نتایج آنالیزهای شیمیایی آب شرب مورد استفاده با مقادیر رهنمودی سازمان جهانی بهداشت و استاندارد ملی مطابقت دارد (۱۷،۱۸).

با بهره گیری از نتایج آنالیزهای شیمیایی و روابط ارائه شده در قسمت روش بررسی، پارامترهای pHs، اندیس اشباع لانتزلیه و رایزنار تعیین و با انجام آزمایش پایداری کربنات کلسیم (در دمای آزمایشگاه) وضعیت واقعی آب تعیین شد که نتایج آن در جدول شماره ۲ ارائه شده است. بر اساس مقادیر ارائه شده برای اندیس اشباع لانتزلیه هر دو نوع آب شرب و بهداشتی مورد استفاده در این بخش، آب های مورد نظر رسوبگذار است ( $LSI > 0$ ) در حالی که بر اساس مقادیر اندیس رایزنار کیفیت آب های مورد استفاده در این منطقه دارای خوردگی نسبی است.

با توجه به تفاوت کیفیت تبیین شده توسط این دو شاخص برای آبهای مورد استفاده در این منطقه از آزمون پایداری کربنات کلسیم استفاده گردید که بر این اساس آب مورد استفاه (شرب و بهداشتی) با کیفیت تعیین شده توسط اندیس اشباع لانتزلیه مطابقت داشته و رسوبگذار است زیرا در طی این آزمایش مقادیر سختی کل و قلیائیت کاهش یافته است.

تأسیسات آبرسانی مرکز بخش خرانق از توابع استان یزد با استفاده از کیفیت شیمیایی آب و اندیس های اشباع رایزنار، لانتزلیه و آزمایش پایداری کربنات کلسیم انجام شده است.

### روش بررسی

در این مطالعه کیفیت شیمیایی و پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب آشامیدنی و بهداشتی بخش خرانق مورد بررسی قرار گرفت. منابع آب مورد بررسی در این مطالعه شامل یک حلقه چاه و چشمه بوده است.

جهت تعیین میزان عوامل شیمیایی نمونه های تصادفی لحظه ای و به تعداد ۱۰ نمونه برای هر نوع آب مطابق دستورالعمل های مذکور در کتاب روشهای استاندارد آزمایشهای آب و فاضلاب برداشت شد. حجم نمونه های برداشتی ۲-۴ لیتر و ظروف مورد استفاده جهت جمع آوری نمونه ها از نوع شیشه ای بود (۹).

حفاظت، نگهداری و آزمایش نمونه ها نیز مطابق روشهای استاندارد انجام گردید. کل جامدات محلول با روش وزن سنجی، اجزاء سختی و قلیائیت با روش تیتراسیون و درجه حرارت و pH با استفاده از pH متر مجهز به دماسنج (Hach Co. USA) در محل نمونه برداری تعیین شد.

تمام مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایشهای شیمیایی آب نظیر معرف های اریوکرم بلاک تی (EBT)، EDTA، کلرور باریوم و ترکیبات مورد استفاده برای تهیه معرف حالت دهنده جهت اندازه گیری سولفات محصول شرکت مرک (Merck) بود (۱۰). پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری با محاسبه pH اشباع ( $pH_s$ ) و استفاده از اندیس اشباع لانتزلیه (LSI) و اندیس رایزنار (RI) تعیین شد (۱۱-۱۴). جهت محاسبه pHs پارامترهای A و B برای نمونه های مختلف آب به ترتیب با استفاده از غلظت کل جامدات محلول و درجه حرارت آب تعیین گردید و نتایج بر مبنای آزمایش



جدول شماره ۱: میانگین و انحراف معیار آنالیز شیمیایی آب شرب و بهداشتی بخش خرانق

پارامتر	واحد	میزان در آب بهداشتی	میزان در آب شرب
دما	درجه سانتیگراد	۰/۷۱±۱۹/۷۵	۱/۳±۳۰
pH	-----	۰/۱±۷/۵۶	۰/۰۵±۷/۶
قلیائیت	mg/l CaCO <sub>3</sub>	۶/۳۲±۱۴۲	۱/۹۱±۱۴۵
هدایت الکتریکی	μs/Cm	۹۶۲±۵۹۹۲/۵	۳۰/۹۱±۵۲۷
کل جامدات محلول	mg/l	۱۴۱/۲±۴۴۵۹	۶۶/۳۲±۳۵۰
کلسیم	mg/l Ca	۴۷/۱۵±۲۰۵	۷/۲۳±۴۸
سختی کلسیم	mg/l CaCO <sub>3</sub>	۸۷/۹±۵۱۲/۵	۱۸/۱±۱۱۸/۱۳

جدول شماره ۲: میزان شاخصهای خوردگی در آب شرب و بهداشتی بخش خرانق

نوع آب	pH <sub>s</sub>	اندیس اشباع لانژلیه (LSI)	اندیس اشباع رایزنار (RSI)	پایداری کربنات کلسیم
شرب	۷/۵	+ ۰/۲*	۷/۳**	کاهش قلیائیت و سختی کل. ***
بهداشتی	۷/۲	+ ۰/۳۸*	۶/۸**	کاهش قلیائیت و سختی کل. ***

\* آب رسوبگذار است

\*\* آب تا حدودی خورنده است.

\*\*\* در عمل آب رسوبگذار است.

## بحث

پایش کیفیت شیمیایی آب از نظر تعادل شیمیایی (خوردگی و رسوبگذاری) و پیشگیری از پدیده های خوردگی و رسوبگذاری که باعث آسیبهای بهداشتی و اقتصادی فراوانی می شود بسیار مهم است. بررسی ها نشان می دهد که در کشور، مقادیر قابل توجهی از آب در اثر نشت از شبکه های توزیع هدر می رود. میزان هدر رفت آب در برخی از کشورها نظیر ایران بیش از ۲۰ درصد می باشد (۱۹).

همچنین پایش کیفیت شیمیایی آب و کنترل تعادل آن می تواند منجر به افزایش عمر مفید تأسیسات آبرسانی شده و احتمال نشت و هدر رفت آب را کاهش دهد. این الزامات در کشورهای کم آب نظیر ایران از

اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. از طرفی ایجاد رسوب در جدار داخلی لوله ها نیز از مسائل مهمی است که سبب ایجاد افت فشار در سیستم های توزیع شده و علاوه بر نارضایتی مصرف کنندگان باعث تحمیل هزینه های زیاد پمپاژ برای سیستم های توزیع خواهد شد. از طرفی افزایش ضخامت های ۰/۵، ۱/۶ و ۳/۲ میلی متری از رسوبات ایجاد شده باعث می شود میزان مصرف سوخت به ترتیب ۷، ۱۸ و ۳۹ درصد افزایش یابد که این مسئله از نظر اقتصادی و زیست محیطی بسیار حائز اهمیت است (۷۰).

بررسی مقادیر شاخصهای خوردگی و رسوبگذاری در آب آشامیدنی بخش خرانق نشان می دهد که آب آشامیدنی مورد استفاده در این منطقه از نظر کیفیت



مطالعات انجام شده توسط عوض پور و همکارانش بر روی منابع آب شهرستان ایلام نشان می دهد که شاخص اشباع لانتزلیه دارای مقادیر منفی و کمتر از صفر می باشد.

نتایج این مطالعه نشان می دهد که آب شرب این شهر نسبت به کربنات کلسیم غیر اشباع بوده و تمایل به خوردگی در جدار لوله ها دارد. این محققین برای تایید شرایط حاکم، از شاخص رایزنار و اندیس خوردگی استفاده کرده اند که مقادیر عددی این شاخص نیز خورنده بودن آب این شهر را تایید می کند (۲۲).

مطالعه انجام شده توسط رعیتی در شاهرود نشان می دهد که بر اساس شاخص اشباع لانتزلیه ۵۷ درصد از آب این شهرستان کمی خورنده و بقیه آب بسیار خورنده است. این محقق گزارش کرده است که بر اساس شاخص رایزنار نیز آب این شهر در ردیف آبهای خورنده طبقه بندی می گردد (۲۳).

در مطالعه دیگری که توسط غنی زاده و قانعیان انجام شد نیز پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب آشامیدنی در مراکز نظامی با استفاده از اندیس های لانتزلیه و رایزنار مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج این مطالعه اندیس لانتزلیه در ۳ مرکز منفی (آب خورنده) و در ۶ مرکز مثبت (آب رسوب دهنده) بوده است (۲۴).

این مطالعه و مطالعات مشابه نشان می دهد هرچند عوامل تشکیل دهنده کیفیت شیمیایی آب بطور منفرد گویای تعادل کیفیت شیمیایی آب نیست زیرا در اغلب این مطالعات و تحقیق حاضر اغلب پارامترهای کیفیت شیمیایی آب با استانداردهای ملی ایران و رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت مطابقت دارد ولی برآیند این عوامل نشان می دهد منابع آب اغلب شهرهای کشور دارای پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری است که با توجه به پیامدهای بهداشتی، اقتصادی/زیست محیطی، عدم مقبولیت آب به دلیل احتمال ورود فلزات سنگین و نارضایتی مصرف کنندگان به دلیل

شیمیایی متعادل نیست و دارای رسوب گذاری است. در این منطقه که دارای دو شبکه آب مجزا (شرب و بهداشتی) است، هر دو نوع آب مورد استفاده دارای پتانسیل رسوبگذاری است.

هرچند پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری یا تعادل کیفیت آب در سیستمهای پایش آب کشور چندان مورد توجه نیست ولی این مطالعه و برخی از مطالعات مشابه نشان می دهد که آب برخی از استانهای کشور از نظر تعادل شیمیایی وضعیت مطلوبی نداشته و پدیده خوردگی و رسوب گذاری در شبکه های توزیع آنها در حال انجام است که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. توجه به این مسئله و کنترل تعادل شیمیایی آب به ویژه پدیده خوردگی آب با توجه به تأثیر این پدیده ها در بروز آسیب به منابع آب و سیستمهای توزیع در مراکز با شبکه های مستقل از اهمیت بیشتری برخوردار است. از طرفی با توجه به تأثیر پدیده رسوبگذاری در کاهش عمر مفید تأسیسات و افزایش مصرف سوخت در مراکز خانگی و تجاری و تأثیر مصرف بالای این حاملهای انرژی در تشدید آلودگی هوا توجه به این مسئله در مراکز شهری نیز بسیار مهم می باشد. مطالعات انجام شده توسط دهقانی و همکارانش در سال ۱۳۸۶ در استان فارس نشان می دهد که اندیس اشباع لانتزلیه و شاخص رایزنار در آب آشامیدنی شهر شیراز به ترتیب در حدود  $+0/42$  و  $6/7$  می باشد.

این محققین گزارش کرده اند که براساس اندیس لانتزلیه ۹۵ درصد از نمونه های مورد آزمایش در زمان مطالعه دارای پتانسیل رسوبگذاری است. بر اساس گزارش این محققین شاخص رایزنار در ۸۲ درصد نمونه های مورد مطالعه دارای وضعیت متعادل و در ۱۲ درصد نمونه ها دارای پتانسیل خوردگی بوده اند. بررسی جنس لایه های زمین در این منطقه نشان می دهد که ساختار زمین شناسی در این منطقه اغلب از لایه های آهکی تشکیل شده است که باعث افزایش سختی آب شده و احتمال رسوبگذاری در آب این منطقه را افزایش می دهد (۲۱ و ۲۰).



در شبکه های آب به ویژه شبکه های آب خصوصی حد اقل به صورت سالانه مورد پایش قرار گیرد. بدیهی است پایدار سازی آب و تثبیت ویژگی های کیفی آب قبل از ورود آب به شبکه های توزیع عامل مهمی در کنترل و پیشگیری از بروز خوردگی و رسوبگذاری بوده که باید به نحو مناسبی در سیستم های تأمین آب انجام شود.

### References

۱- Sepehry Ardakani A: Ardakan History, Honein Publication Company, ۱۹۹۵; ۱۹۶-۲۰۵ (Persian)

۲- MWH. Water treatment principals and design. New Jersey. John Wiley & Sons press, Inc. ۲۰۰۵. ۱۷۰۹-۱۷۳۹.

۳- Geldrieck E. Microbial quality of water supply in distribution systems. Florida: CRC press Inc; ۱۹۹۶. ۲۰-۲۶.

۴- Ghanizadeh Gh: Corrosion and precipitation potential of drinking-water distribution systems in military centers with chemical indexes, ۵<sup>th</sup> National Environmental Health Conference, Iran University, Tehran, ۲۰۰۳ (Persian).

۵- AWWA. Water quality and treatment: A Handbook of community water supplies. Technical edited by Pontius F.W. ۴<sup>th</sup> ed. Washington D.C. McGraw-Hill, Inc, ۱۹۹۰; ۶۱۳-۷۸۱.

۶- Ghanizadeh Gh: Corrosion and precipitation potential of water resource, ۱<sup>st</sup> military Health

افت فشار در شبکه های آب، پایش و کنترل کیفیت شیمیایی آب و کنترل این پدیده ها الزامی است. با توجه به تأثیر میزان سختی کلسیم، قلیائیت کل و کل جامدات محلول آب بر میزان pHs آب و در نتیجه بر پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب، کنترل این پارامترهای کیفی آب و تعیین پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری از مهمترین مشخصه هایی است که باید

Conference, Baghiyatollah University, Tehran, ۲۰۰۳ (Persian)

۷- Hosseini A, Bazrafshan E, Noori M, Mirpoor E A, Moradi M, Mimani Sh, Narooii Kh: Survey of drinking water corrosion in Khash village in ۲۰۰۷, ۱۱<sup>th</sup> National Environmental Health Conference, ۲۰۰۸ (Persian).

۸- Mahvi A, Leili M. Simple water treatment for water treatment plants operators, ۱<sup>st</sup> ed, Tehran, ۲۰۰۷ (Persian).

۹- Eimandel K: Fundamental chemistry in environmental examinations (water and wastewater), ۱<sup>st</sup>, ed, Tehran, Aiiinah book Press ۲۰۰۰: ۲۸۸-۲۹۰ (Persian).

۱۰- APHA, AWWA, WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. ۲۱<sup>th</sup> ed. Washington D.C. press ۲۰۰۵.

۱۱- Kemmer FN. the Nalco water handbook, ۲<sup>nd</sup> ed McGraw-Hill, press, ۱۹۸۸; ۴۱۵-۱۸.



- ۱۲- Kurita handbook of water treatment, ۲<sup>nd</sup> ed, Kurita water industries, ltd. ۱۹۹۹; ۲۱۰-۱۵
- ۱۳- Water supply, water treatment, Departments of the army and the air forces, ۱۹۸۵; ۲۲۵-۲۸.
- ۱۴- Betz laboratories: Handbook of industrial water conditioning, Trevoise press, ۱۹۸۰; ۴۲-۴۶.
- ۱۵- Osmonics: Pure water handbook, ۲<sup>nd</sup> ed, ۱۹۹۷; ۱۱۸-۱۲۰.
- ۱۶- Tchobanoglous G, Franklin L. Burton, H. David Stensel: Wastewater engineering, treatment and reuse, ۴ ed, McGraw – Hill, perss ۲۰۰۳; ۵۲۶-۳۰.
- ۱۷- Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Drinking water – physical and chemical specifications, ISIRI No: ۱۰۵۳, ۱۹۹۷(Persian).
- ۱۸- WHO. Drinking-water quality control guideline. Geneva. ۲۰۰۶; ۱۲۰- ۱۳۶.
- ۱۹- Dehghani M, Tabatabaii S H: Survey of precipitation and corrosion in water resource and distribution system in shiraz city in ۲۰۰۷, ۱۱<sup>th</sup> National Environmental Health Conference, ۲۰۰۸ (Persian).
- ۲۰- Edwards M. Controlling corrosion in drinking water distribution system: a grand challenge for the ۲۱ st century. J Water. Sci. Technol. ۲۰۰۲; ۲: ۵۸-۶۸.
- ۲۱- Dietrich AM. And et al., Rating method for evaluating distribution system odors in comparison to a control. J Water. Sci. Tech. ۲۰۰۴; ۲: ۵۸-۶۸.
- ۲۲- Evazpoor M, Gholami M, Aali R. Corrosion and precipitation potential of drinking-water distribution systems in Ilam city, ۱۱<sup>th</sup> National Environmental Health Conference, Zahedan, ۲۰۰۸ (Persian).
- ۲۳- Raeyati Z. Survey of corrosion and water resource monitoring in Shahrood city by GIS, ۱۱<sup>th</sup> National Environmental Health Conference, Zahedan, ۲۰۰۸. (Persian).
- ۲۴- Ghanizadeh Gh, Ghaneian MT. Corrosion and precipitation potential of drinking-water distribution systems in military centers, Journal of Military Medicine ۲۰۰۹; (۱۱): ۱۵۵-۱۶۰ (Persian).





## *Survey of Corrosion and Precipitation Potential in Dual Water Distribution System in Kharanagh District of Yazd Province*

Ghaneian MT\*(Ph.D) Ehrampoush MH\*\*(Ph.D) Ghanizadeh Gh\*\*\* (Ph.D)  
Amrollahi M \*\*\*\*(B.S)

\*Assistant Professor, Yazd University of Medical Sciences.

\*\*Associate Professor, Yazd University of Medical Sciences.

\*\*\*Assistant Professor, Baghiatollah University .

\*\*\*\*Bachelor of science

### *Abstract*

**Background:** Corrosion and precipitation in drinking and sanitary water in distribution systems leads to economic and health damages. The goal of this study was to survey the chemical quality of water in Kharanagh ward in Yazd province and to predict the potential of corrosion and precipitation in these waters.

**Methods:** For determining the chemical quality of water, some cross-sectional samples with ۲-۴L of water volume were taken. All of the samples were collected, stored and preserved in glass or polyethylene containers and were analyzed based on standard methods. The potential of corrosion and precipitation in waters was calculated by Langelier Saturation Index (LSI), Risnar Index (RI) and decision was made based on calcium carbonate resistance.

**Results:** Based on the values of LSI, drinking and sanitary waters showed precipitative properties. Based on RI, the waters showed a corrosive quality from the point of corrosion and precipitation potential. Based on calcium carbonate resistance parameter, the waters had precipitative quality.

**Conclusion:** The chemical quality of water in Kharanagh district is non-balanced that leads to precipitation in water distribution and other equipments thus planning water quality stabilization for the elimination of economics damages is necessary.

**Keywords:** Corrosion, Precipitation, Water distribution system, Water quality, Yazd