Corrosion and Precipitation Study of Rasht's Water Supply Resources

Ramezani, P.
Dept. of Chemistry, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, IRAN.

Abstract

It is important that water and wastewaters should not corrode the structures, fitting or mechanical equipment with which they come in contact.

In this investigation the corrosion and precipitation effect of Rasht's water supply resources was studied. The qualitative and quantitative parameters such as; pH, Dissolved Oxegen, CO_2, TDS, temperature , Alkalinity, etc. were measured done during two hydrological years (1997-1999). The name of resources and the results are summarized below.

Shaghagi, Razi, Khachekins. Helal Ahmers, and Jandarmeri Shalko's well water were not corrosive, Emamzadehhashem well water could be corrosive. The out going water of Rasht's water treatment plant after operation and treatment can be classified as corrosive in cold water pipes.

بررسی خوردگی و رسوب دهندگی آب آشامیدنی چاه‌های شهر رشت

پروین رمضانی *

چکیده

جهت تشخیص خوردگی آب چاه‌ها و آب‌های سطحی که برای استفاده آب مشروب شهر رشت وارد شبکه شهری می‌شود، یک سری آزمایشات کمی و کیفی در دو سال متوالی (۱۳۷۸-۱۳۷۶) بر روی آب چاه‌های شماره ۱ تا ۷ و آب ورودی و خروجی تصفیه‌خانه و آب رودخانه گیله‌رود تقاطع سنگر انجام گرفت. در این بررسی مقادیر CO_2 آزاد آب و pH و قلیائیت کل و اکسیژن محلول و T.D.S و کلسیم و حرارت بر طبق روش‌های استاندارد متد اندازه‌گیری شد و نتایج زیر حاصل گردید :

آب چاه‌های هلال احمر و بیمارستان رازی و خاچکین و کوی کارگران (سیته) و اتوبوسرانی و شاقاجی و شاخه گیله‌رود و چاه ژاندارمری شالکو خورنده نبوده ولی آب چاه امامزاده هاشم کمی خورنده و آب خروجی تصفیه‌خانه پس از عملیات کلرزنی و فلوکولاسیون و سایر عملیات بهسازی در تصفیه‌خانه تغییر کیفیت داده و جزء آب‌های خورنده محسوب می‌گردد.

۱- مقدمه

خوردگی آب آشامیدنی بستگی به غلظت اکسیژن و pH و سختی و غلظت HCO_3^- ، Cl^- ، SO_4^{2-} ، گوگرد و فاکتورهای زیاد دیگری دارد. مثلاً" یک تانک فولادی در محلی ممکن است بیست سال عمر کند و در محل دیگری یک یا دو سال بیشتر دوام نیاورد و یا مقدار کلرور در یک استان از ۱ تا چند ppm ممکن است تغییر نماید و یا در بعضی نقاط دیگر نظیر ایالت اوهایو در امریکا ترکیبات گوگرد موجود در آب باعث خوردگی سریع آهن شود.[۲، ۳ و ٤]. اصولاً" خوردگی در اثر یک سری از فعالیت‌های شیمیایی فیزیکی که بستگی به خصوصیات آب و فلز دارد، ایجاد می‌گردد.

سرعت خوردگی یک فلز بستگی معکوس به قلیائیت، سختی (مقدار کلسیم) و pH آب داشته و با مقدار اکسیژن محلول و گاز کربنیک و درجه حرارت و سرعت جریان آب در لوله‌ها نسبت مستقیم دارد [٥ و ٦].

بسیاری از آب‌های طبیعی دارای خوردگی کمتر نسبت به زمانی هستند که عملیات بهسازی بر روی آنها انجام می‌گیرد و این به دلیل آن است که بر اثر عملیات سبک‌سازی آب خاصیت خوردگی می‌یابد. به طور کلی آب‌های خورنده را می‌توان چنین تعریف کرد که موجب حل شدن فلز به مقدار مشخصی می‌شوند، لغت خوردگی که در مورد سیستم شبکه آشامیدنی به کار می‌رود، شامل خوردگی لوله‌های فلزی توسط عوامل متعدد می‌باشد. خوردگی داخلی لوله‌ها از یک سو باعث کاهش عمر مفید تأسیسات و از سوی دیگر با ایجاد پدیده آب قرمز منجر به تنزل کیفیت آب آشامیدنی می‌شود. محصولات خوردگی علاوه بر این که محل خوبی برای رشد میکروارگانیسم‌ها است، با کاهش قطر داخلی لوله‌ها باعث افزایش هزینه‌های انتقال و پمپاژ می‌شوند [۷]. بهترین راه برای کنترل خوردگی استفاده از مواد شیمیایی نظیر پلی‌فسفات‌ها و سیلیکات سدیم می‌باشد [۱ و ۷].

* عضو هیأت علمی گروه شیمی دانشکده علوم دانشگاه گیلان

۲- روش تحقیق

جهت مطالعه خوردگی آب مشروب رشت یک سری از چاه‌های سرویس دهنده شبکه شهری نظیر چاه هلال احمر، چاه اتوبوسرانی، چاه کوی کارگران (سیته) و رازی، ژاندارمری شالکو و چاه خاچکین و چاه جاده سنگر و همچنین آب شاقاجی شاخه گیله‌رود و آب‌های ورودی و خروجی تصفیه‌خانه انتخاب گردید. نمونه‌برداری در زمان‌های مشخص در هر ماه در طول سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹ به روش استاندارد متد انجام گرفت [۹ و ۱۰]. اکسیژن محلول در محل توسط محلول قلیایی پتاسیم آزید ثابت شده و در آزمایشگاه به روش وینکلر[1] اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری مقادیر CO_2 محلول در آب و درجه حرارت در محل نمونه‌برداری انجام شده و pH آب‌ها در محل توسط دستگاه pH متر محاسبه گردید. سایر آزمایشات از قبیل کلسیم و TDS به روش معمول و بر طبق استاندارد متد انجام پذیرفت.

میانگین نتایج آزمایشات در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

۳- نتایج

با مقایسه مقادیر کلسیم و قلیائیت کل باقیمانده تبخیر و درجه حرارت بر روی منحنی لانژلیه[2] مقادیر pH_s هر نمونه آب مشخص گردیده و با استفاده از فرمول $L = pH - pH_s$ اندیس لانژلیه[3] محاسبه شد.

شکل ۱ ارتباط خوردگی آب را با قلیائیت و pH و کربنات کلسیم نشان می‌دهد [۶]. همان طوری که در این منحنی مشاهده می‌گردد، برای این که لایه محافظی از $CaCO_3$ روی لوله‌ها را بپوشاند و مانع خوردگی شود، لازم است که pH، قلیائیت برابر یا بیشتر از مقداری باشد که برای حد تعادل حلالیت $CaCO_3$ پیش‌بینی گردیده است. بنابراین با مقایسه فاکتورهای فوق خوردگی آب چاه‌های مورد نظر مورد مطالعه قرار گرفت.

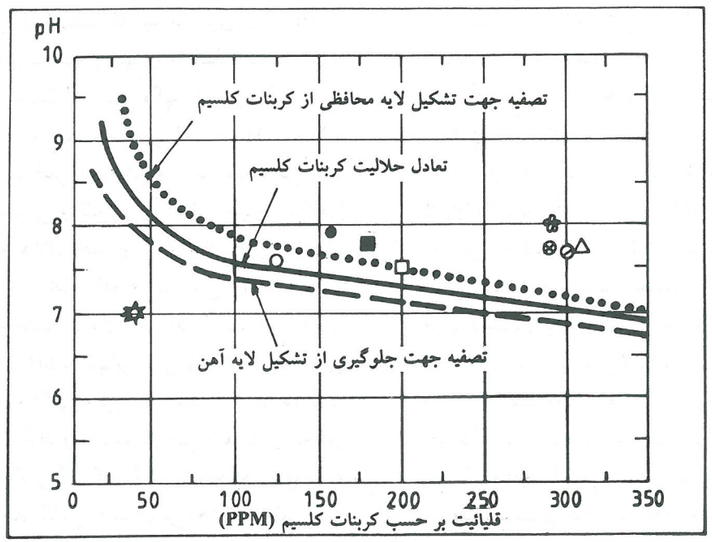
جدول ۱- میانگین نتایج آزمایشات در طول سال‌های ۷۷-۷۶ (واحدها بر حسب mg/L)

نام چاه و محل نمونه‌برداری	pH	T°C	Ca (mg/L)	قلیائیت کل (mg/L)	اکسیژن محلول	CO_2 آزاد	TDS	pH_s	(L) $pH-pH_s$
اتوبوسرانی	۷/۷	۱۸	۱۲۸	۱۲۵	۰/۵	۵	۶۸۸	۷/۶	۰/۱
کوی کارگران (سیته)	۷/۶	۱۸	۵۶	۳۱۰	–	۱۶	۵۴۹	۷/۵	۰/۱
هلال احمر	۷/۸	۱۸	۸۰	۳۰۰	۰/۶۵	۱۰	۶۶۶	۷/۴	۰/۴
بیمارستان رازی	۷/۹	۱۸	۷۴	۲۹۸	–	۸	۶۲۵	۷/۵	۰/۴
خاچکین	۸/۲۵	۱۸	۶۸	۲۹۷/۵	۱/۳۱	۳/۵	۶۰۷	۷/۶	۰/۶۵
ژاندارمری شالکو	۷/۸	۱۷	۸۴	۳۰۰	۳/۵۷	۱۰	۶۰۷	۷/۴	۰/۴
آب خروجی تصفیه‌خانه	۷	۱۷	۸۶	۴۱/۵	–	۷/۵	۷۵۷	۸/۴	-۱/۴
شاقاجی شاخه گیله‌رود	۷/۶	۱۷	۱۰۰	۲۰۰	۹/۳۶	۱۰	۵۵۶	۷/۵	۰/۱
امامزاده هاشم	۷/۷	۱۷	۶۶/۴	۱۷۷	–	۷	۶۷۶	۷/۸	-۰/۱
آب ورودی تصفیه‌خانه	۷/۹	۱۷	۶۸	۱۵۵	–	۴	۷۲۳	۷/۸۵	۰/۰۵

1- Winklers Method
2- Langliers
3- Langliers Index

جدول ۲- میانگین نتایج آزمایشات در طول سال‌های ۷۸-۷۷ (واحدها بر حسب mg/L)

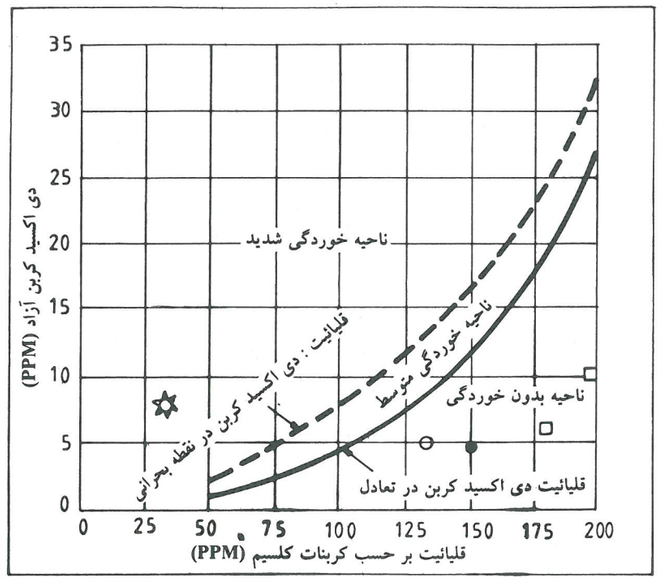
نام چاه و محل نمونه‌برداری	pH	T°C	Ca (mg/L)	قلیائیت کل (mg/L)	اکسیژن محلول	CO_2 آزاد	TDS	pH_s	(L) $pH-pH_s$
اتوبوسرانی	۷/۷	۱۸	۱۳۰	۱۲۵	۱	۴/۸	۶۸۰	۷/۶	۰/۱
کوی کارگران (سیته)	۷/۶	۱۸	۷۰	۳۱۰	–	۱۵	۵۳۰	۷/۵	۰/۱
هلال احمر	۷/۷	۱۸	۸۲/۲	۲۸۰	۰/۶۵	۱۱	۶۰۰	۷/۴	۰/۳
بیمارستان رازی	۸	۱۸	۷۷	۲۹۰	–	۵/۸	۶۲۰	۷/۵	۰/۵
خاچکین	۸	۱۸	۷۰	۲۹۰	۱	۵/۸	۶۰۷	۷/۵	۰/۵
ژاندارمری شالکو	۷/۶	۱۸	۸۰	۳۰۰	۳	۱۰	۶۰۰	۷/۴	۰/۲
آب خروجی تصفیه‌خانه	۷/۱	۱۷	۷۵	۴۲	۲/۲۵	۷	۷۴۰	۸/۳	-۱/۲
شاقاجی شاخه گیله‌رود	۷/۵	۱۷	۹۰	۲۱۰	–	۱۴	۵۶۰	۷/۵	۰
امامزاده هاشم	۷/۷	۱۷	۷۰	۱۷۷	–	۶/۸	۶۷۰	۷/۷۵	-۰/۰۵
آب ورودی تصفیه‌خانه	۷/۸	۱۷	۷۰	۱۶۰	۵/۵	۵	۷۳۰	۷/۸	۰



شکل ۱- نمودار ارتباط قلیائیت، pH، پایداری کربنات کلسیم و خوردگی [۶]

۴- بحث و نتیجه‌گیری

با مقایسه مقادیر pH و قلیائیت در شکل ۱ برای آب چاه‌های اتوبوسرانی و کوی کارگران سیته و هلال احمر و بیمارستان رازی، ژاندارمری شالکو، آب ورودی تصفیه‌خانه و شاقاجی شاخه گیله‌رود دارای pH در



شکل ۲- نمودار ارتباط مابین قلیائیت، دی اکسید کربن و خوردگی [٦]

محدوده ۸/۲۵-۷/۵ و قلیائیتی از ۱۲۵ppm تا ۱۰ppm را شامل می‌باشند و از آنجا که این مقادیر بیشتر از حد تعادل حلالیت کربنات کلسیم می‌باشد، شرایطی را ایجاد می‌کند که فیلمی از کربنات کلسیم بر روی جدار داخلی لوله‌های فولادی نشسته و آنها را محافظت نماید. نتایج فوق با نتایج حاصل از اندازه‌گیریاندیس لانژلیه (L) منطبق بوده و با توجه به مقادیر L در جداول ۱ و ۲ و طبقه‌بندی آب‌ها از نظر خوردگی و رسوب‌دهندگی، آب چاه‌های اتوبوسرانی و کوی کارگران (سیته) شاقاجی شاخه گیله‌رود و هلال احمر و بیمارستان رازی خورنده نبوده ولی آب چاه امامزاده هاشم کمی خورنده و آب خروجی تصفیه‌خانه کاملا" خورنده است. از آنجا که فاکتور قلیائیت و pH به تنهایی نمی‌توانند در طبقه‌بندی آب‌ها از نظر خوردگی مورد استفاده قرار گیرد، سایر پارامترها مثل CO_2 آزاد و کلسیم در این طبقه‌بندی به کار رفته‌اند. چون مقادیر گاز کربنیک برای چاه‌های فوق به غیر از خاچکین حد بالایی را نشان می‌دهد این مقدار گاز کربنیک می‌تواند رسوب کربنات کلسیم بر روی جدار داخلی لوله‌های فولادی را متوقف نموده و در ضمن موجب حل شدن کربنات کلسیمی شود که قبلا" لوله‌ها را پوشانده است و در نتیجه خوردگی را باعث گردد.

در شکل ۲ که ارتباط مابین CO_2 آزاد و قلیائیت بر حسب $CaCO_3$ را نشان می‌دهد، مقادیر CO_2 و قلیائیت برای آب تصفیه‌خانه به جهتی است که خورنده بودن آن را ثابت می‌نماید ولی با مقایسه فاکتورهای فوق برای چاه‌های رازی و هلال احمر و ژاندارمری شالکو با توجه به شکل‌های ۱ و ۲ خورنده نبوده و در محدوده تعادل و پایداری می‌باشند.

آب ورودی تصفیه‌خانه با توجه به قلیائیتی برابر با ۱۵۵ppm تا ۱٦۰ppm و CO_2 آزاد برابر ۵ppm-٤ppm و اندیس لانژلیه صفر تا ۰/۰۵ جزء آب‌های خورنده نبوده ولی پس از ورود به تصفیه‌خانه و با اجرای عملیات فلوکولاسیون و کلرزنی و سایر عملیات بهسازی تغییر کیفیت داده و اندیس لانژلیه آن از مقدار مثبت در زمان ورود به تصفیه‌خانه به مقدار منفی کاهش یافته، که باعث خوردگی در لوله‌های آب سرد می‌شود. در نتیجه بهسازی آب در تصفیه‌خانه موجب افزایش خوردگی آن می‌گردد.

قلیائیت و مقادیر CO_2 و اندیس لانژلیه آب اتوبوسرانی نشان دهنده غیر خورنده بودن آب این چاه می‌باشد.

با مطالعه وضعیت آب چاه اتوبوسرانی از نظر اکسیژن محلول و بو و رنگ آن به نظر می‌رسد که مواد آلی این

چاه بر اثر تجزیه به اسیدهای آلی و هم چنین با رشد باکتری‌های آهن تولید لجن و بوی نامطبوع نموده است.

۵- پیشنهادات

در صورتی که آب خورنده باشد، استفاده از یک روش عملی به منظور جلوگیری از خوردگی لوله‌های فولادی ضروری به نظر می‌رسد. استفاده از ترکیبات شیمیایی نظیر پلی‌فسفات‌ها، سیلیکات‌ها می‌تواند مانع خوردگی داخلی لوله‌های فلزی شود، ولی از آنجا که در نقاط مرطوب نظیر گیلان که خوردگی خارجی لوله‌های فلزی هم مشکل اساسی است، استفاده از لوله‌های فلزی که دیواره‌های داخلی و خارجی آنها توسط مواد پلاستیکی و یا هرگونه عایق دیگری محافظت شده باشد پیشنهاد می‌گردد و یا استفاده از لوله‌های پلاستیکی می‌تواند بهترین روش برای جلوگیری از خوردگی باشد.

منابع و مراجع

۱- مهردادی، ن.، مرادی فلاح، ش.، سلطان بایزیدی، م.، ۱۳۷۹، " بررسی اثر کاربرد ممانعت کننده‌های پلی‌فسفات و سیلیکات سدیم بر خوردگی سیستم توزیع آب آشامیدنی "، مجله آب و فاضلاب شماره ۳۵.

2- Mattson, E. (1980), " *Basic Corrosion Technology for Scientists and Engineers* ", Published by Ellis Harwood Limited: 63-67.

3-AWWA, (1958): " *Specification for Deep Wells* ", New York.

4- AWWA, (1950) : " *Water Quality and Treatment* ", 2nd ed., New York.

5- Miller, A.P. (1962), " *Water and Mans Health.* ", Washington, D.C. US Agency for International Development.

6- Charles, R. C. (1969), "*Operation and Control of Water Treatment Progresses* ", WHO, Geneva: 196-209.

7- Sander, A., Berghult, E., Elfstrom, Broo, A., Lind Johansson, E., and Hedberg, T. (1996). " *Iron Corrosion in Drinking Water Distribution Systems. The effect of pH, Calcium and Hydrogen Carbonate* ", Corrosion Science, 38(3): 443-445.

8- Kemmer, F.N. (Editor), (1988), " *The Nalco Water Handbook* ".

9- United States Public Health Service (1962), " *Public Health Service Drinking Water Standards* ",Washington, D.C., Public Health Service Publication, No. 956.

10- New York State Department of Health, " *Manual of Instructions for Water Treatment Plant Operation* ", Albany, N.Y., New York State Department of Health.