



بررسی عوامل خوردگی در شبکه آبرسانی شهرستان تبریز

احمد اصل هاشمی

گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، (NPMC)، تبریز، ایران

رضا دهقانزاده

گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

چکیده

آب مایع حیات است و اهمیت آب سالم بر هیچ کس پوشیده نیست. از این رو ما باید در شناسایی عواملی که سلامت آب را به خطر می‌اندازد حساس باشیم. یکی از این عوامل خوردگی لوله‌های آبرسانی است. اثرات مخرب خوردگی به خصوص در سیستم‌های آبرسانی و تأسیسات تصفیه‌خانه می‌تواند سبب افزایش هزینه‌های بهره‌برداری و همچنین ایجاد اثرات زیست محیطی خطرناک برای سلامتی انسان شود. که این عامل باعث تلاش متخصصین در امر جلوگیری از عوامل خوردگی در شبکه‌های آبرسانی گردیده‌است. مجموعه این عوامل، ما را بر آن داشت که تحقیقی در خصوص عوامل خوردگی در لوله‌های آبرسانی شهرستان تبریز انجام دهیم.

کلید واژه‌ها: خوردگی، شبکه آبرسانی.

مقدمه

با توجه به این که داشتن آب سالم برای تأمین آب اجتماعات یک ضرورت محسوب می‌شود لذا شناخت عواملی که کیفیت مطلوب آب مورد نیاز در بخش‌های مختلف نظیر شبکه انتقال و توزیع، بخش‌های صنعتی و ... را به خطر می‌اندازد اجتناب ناپذیر و ضروری است. یکی از این معضلات وجود پدیده خوردگی در شبکه توزیع است.

طبق استاندارد ISO-8044 خوردگی، برهم کنش فیزیکی و شیمیایی بین فلز و محیط اطراف است که نتیجه آن تغییر در خواص فلز بوده و این مطلب منجر به لطمه زدن به وظیفه فلز، محیط زیست و یا سیستم‌های فنی که این عوامل در آن شرکت دارند، می‌گردد. خوردگی به صورت تغییر تخریب آمیز فلز در اثر عمل متقابل آن با محیط تعریف می‌شود که علاوه بر هزینه‌های گزاف میلیاردها دلار در سال، سبب ورود فلز به سیستم‌های آبی می‌شود، وسایل کنترل آلودگی و +لوله‌های دفع فاضلاب را از بین می‌برد و آلودگی آب و هوا را تشدید می‌کند.

خوردگی از دیدگاه عمومی یک معضل اجتناب ناپذیر محسوب می‌شود و اثرات زیان بخش آن چه به لحاظ اتلاف مواد و مصالحی که جهت تولید آن‌ها انرژی و هزینه‌های بسیاری مبذول گشته و چه به لحاظ هزینه‌های تعمیراتی، پرسنلی، جایگزینی، توقف‌های نابهنگام واحدهای عملیاتی، تخریب‌های زیست محیطی و مهم‌تر از همه حوادث مرگبار در اغلب صنایع نظیر نفت، گاز، پتروشیمی، برق، آب و فاضلاب دیده می‌شود. متأسفانه در رابطه با زیان‌های ناشی از خوردگی آمار و ارقام دقیقی در کشور ما در دست نیست، ولی در کشورهای صنعتی خسارات و هزینه‌های خوردگی بالغ بر ۴-۲ درصد تولید ناخالص ملی (GNP) برآورد شده است.

با توجه به اهمیت موضوع و اینکه شهر تبریز یکی از کلان شهرهای ایران است و جمعیت زیادی را تحت پوشش دارد، لذا ما در این طرح بر آن شدیم تا با بررسی این فاکتور و ارائه راهکارهای مناسب گامی در جهت راندمان مطلوب شبکه

آبرسانی این شهر و در نهایت رضایت شهروندان این شهر برداشته باشیم.

مواد و روش‌ها**روش تحقیق**

پس از هماهنگی با شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی، به اتفاق آن‌ها از بخش‌های مختلف شبکه آبرسانی نمونه برداری صورت گرفت و نمونه‌های برداشت شده بر طبق روش استاندارد متد در سال ۱۳۸۷ تحت آنالیز قرار گرفت.

مطالعه انجام گرفته در این تحقیق از نوع توصیفی و جامعه مورد مطالعه آب شرب موجود در نقاط مختلف لوله‌کشی شهر تبریز می‌باشد. مقدار نمونه اخذ شده از شبکه آبرسانی شهر تبریز به این صورت بود که طی سال ۱۳۸۷ با همکاری شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی در هر فصل (نمونه برداری ورودی و خروجی هر ۳ ماه به ۳ ماه) نمونه برداری صورت گرفت و نمونه‌ها در آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب بر طبق روش استاندارد متد آنالیز (آزمایشات فیزیکی و شیمیایی) گردید لازم به توضیح است که جمع آوری اطلاعات لازم در مورد این تحقیق از طریق اخذ نتایج آزمایشگاهی صورت گرفت.

روش مورد استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌ها**محاسبه اندیسی لانتزیه**

برای محاسبه اندیس اشباع لانتزیه طبق مراحل زیر عمل شده است.

(۱) با توجه به نمودار شماره ۱ مقدار کلسیم (mg/l) بر حسب کربنات کلسیم در مقیاس ppm مشخص شده است. خطی به موازات محور y ها امتداد یافته است تا خط P_{Ca} را قطع نماید آنگاه از محل تقاطع آن خطی به محور y ها عمود کرده تا P_{Ca} بدست آید.

(۲) مقدار کلیاتیت متیل اورانژ کلیاتیت کل (mg/l) بر حسب $CaCO_3$ در مقیاس ppm مشخص شده است و خطی به

اگر $SI > 0$ باشد آب رسوب گذار است.
اگر $SI = 0$ باشد آب پایدار است یعنی کمی رسوب گذار تا حدی خورنده می باشد.
بنابراین اگر لایه‌ای از رسوب سطح داخلی لوله را بپوشاند لوله از گزند خوردگی حفظ خواهد شد.

نتایج

جدول ۱ برخی داده‌های آماری در آب تبریز و جدول ۲ مقادیر برخی از عوامل ایجاد کننده خوردگی در تصفیه خانه سهند تبریز و جدول ۳ اطلاعات لوله‌های آب رسانی شهرستان تبریز را نشان می دهد.

موازات محور Y ها رسم نموده تا خط مورب PALK را قطع نماید و آن گاه از محل تقاطع آن خطی به محور Y ها عمود می کنیم، تا PALK بدست آید.

۳) برای محاسبه C مقدار TDS بر حسب mg/l در مقیاس ppm مشخص شده است، به صورت افقی امتداد یافته است تا منحنی‌ها را قطع نماید. سپس از محل آن خطی به محور C_{scale} عمود کرده تا C به دست آید.

۴) از مجموع PALK, pHs را حساب می کنیم.

۵) با استفاده از رابطه $SI = pH - pHs$ اندیس اشباع محاسبه می شود.

پس از به دست آوردن مقدار SI نتایج را بدین صورت تعریف می کنیم:

اگر $SI < 0$ باشد آب خورنده است.

جدول ۱. برخی داده‌های آماری در آب تبریز

نام عنصر	مقدار	استاندارد ایران
فلوئور (میلی گرم در لیتر)	۰/۲۹	۱/۲
کلور (میلی گرم در لیتر)	۱۴۹	۴۰۰
سولفات (میلی گرم در لیتر)	۲۵/۹	۴۰۰
کربنات (میلی گرم در لیتر)	صفر	-
بی کربنات (میلی گرم در لیتر)	۲۰۱/۲۲	-
نیتريت (میلی گرم در لیتر)	صفر	۳
فسفات (میلی گرم در لیتر)	۰/۲۸	-
نترات (میلی گرم در لیتر)	۱/۷	۵۰
سیلیکات (میلی گرم در لیتر)	-	-
کلور (میلی گرم در لیتر)	۱/۱	۵
pH	۷/۹	۶/۵-۹
T.D.S (میلی گرم در لیتر)	۵۲۹	-

جدول ۲. مقادیر برخی از عوامل ایجاد کننده خوردگی در تصفیه خانه سهند- تبریز

۸۹/۹/۲۴	۸۹/۸/۱۲	۸۹/۸/۱۲	۸۹/۶/۲۴	۸۹/۵/۸	
۸/۴۴	۷/۷۸	۸/۴۹	۸/۲	۸/۱	pH
۵۰	۵۶	۵۰	۳۷/۱	۳۷	سولفات
۸/۱	-	۸/۴	۸/۳	-	اکسیژن محلول
صفر	صفر	۴/۵	صفر	صفر	کربنات
۱۴/۷۵	۱۳۸/۵	۱۳۱/۵	۱۴/۵	۹۲/۳	کلور

جدول ۳. اطلاعات لوله‌های آب‌رسانی شهرستان تبریز

جنس لوله‌های آب‌رسانی در شهرستان تبریز	در برخی قسمت‌ها آهن و در برخی قسمت‌ها اتیلن
نوع خوردگی لوله‌های آب‌رسانی	اکثراً از نوع شیمیایی
pH تقریبی آب مصرفی	۷/۷-۷/۹
اندیس خوردگی در تبریز	تقریباً بر مقدار جزئی رسوب‌گذار- لائتر
تعداد منابع تبریز	۳ عدد بزرگ- در مناطق کوچک مخزن‌های کوچک نیز وجود دارد.
خوردگی کدام خط لوله بیشتر است	خط لوله‌های چدنی که آب آن اسیدی‌تر است.
عمق کارگذاری لوله‌ها	۱-۲ متر

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق

نتایج حاصله از آنالیزها نشان می‌دهد که میانگین pH، سولفات، کربنات، کلرور، TDS و کدورت به ترتیب، ۷/۹، ۲۵/۹، صفر، ۱۴۹، ۵۲۹ و ۱/۱ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد و بررسی‌ها نشان می‌دهد که لوله‌های بکار رفته در شبکه آب‌رسانی تبریز از جنس چدن داکتیل و در برخی نقاط پلی اتیلن است.

از آنجایی که اثرات و نتایج واکنش‌های خوردگی در بسیاری از موارد منجر به زیان‌های مالی و جانی غیرقابل جبران و تأسف‌باری می‌شود بنابراین رعایت دقیق نکات ایمنی بهره‌برداری در سیستم‌های آب‌رسانی به خصوص در صنعت تصفیه و آب‌رسانی بسیار ضروری و حائز اهمیت است با توجه به این نکته که ذخایر و منابع جهانی فلزات و نیز تولیدات آن‌ها محدود است، با دقت بر این مهم که رشد سریع صنایع و روند کاهش ذخایر و افزایش استخراج سبب بالا رفتن سریع جمعیت و از بین رفتن ذخایر طبیعی می‌شود باید با شناخت کامل از اطلاعات روز، در روبه‌راه کردن صنایع و انتخاب اصلح‌ترین مصالح هزینه‌های مالی و اقتصادی ناشی از خوردگی را پایین آورد و نتایج حاصل از آنالیزها نشان می‌دهد که میانگین pH، سولفات، کربنات،

کلرور، TDS و کدورت به ترتیب، ۷/۹، ۲۵/۹، صفر، ۱۴۹، ۵۲۹ و ۱/۱ میلی‌گرم می‌باشد و بررسی‌ها نشان می‌دهد که لوله‌های بکار رفته در شبکه آب‌رسانی تبریز از جنس چدن داکتیل و در برخی نقاط پلی اتیلن است که نوع خوردگی لوله‌های آب‌رسانی اکثراً از نوع شیمیایی می‌باشد و لازم به توضیح است که اندیس خوردگی در شبکه آب‌رسانی شهر تبریز بر اساس اندیس لائتریه تقریباً در محدوده به مقدار جزئی رسوب‌گذار، قرار دارد. این رسوب‌پذیری می‌تواند خود زمینه‌ای برای از بین بردن خطوط لوله و یا وارد شدن بسیاری از فلزات به درون آب باشد و بدین ترتیب زمینه را برای ایجاد عوارض بهداشتی فراوانی مهیا می‌سازد و نتایج حاصل نشان می‌دهد که نوع خوردگی در شبکه اغلب به دلیل عوامل شیمیایی بوده که می‌توان گفت عمده دلیل آن پایین بودن سختی آب در شبکه است به این معنی که رسوب کربنات کلسیم به خوبی تشکیل نمی‌شود. لذا با توجه به آنالیز و تجزیه و تحلیل یافته‌ها می‌توان تدابیر لازم برای کنترل و کاهش رسوب‌گذاری شبکه‌های آب‌رسانی تبریز اندیشید. امید است که با مدیریت صحیح سیستم بتوان عوامل خوردگی را تا سرحد امکان کاهش داد.

پیشنهادات

- ۱- یکی از راه‌های تعدیل آب، به طوری که آب نه خورنده و نه رسوب‌گذار باشد رساندن pH آب به pH مناسب است، در واقع pH که در آن آب حالت تعادل داشته باشد.
- ۲- خوردگی را می‌توان با ایجاد یک لایه نازک از رسوب کربنات کلسیم درون لوله، کنترل نمود.
- ۳- قیراندود کردن جدار داخلی لوله‌های چدن داکتیل و آزرست سیمان باعث محافظت آن در برابر خوردگی می‌شود.
- ۴- استفاده از چند لایه قیرگونی بسته به درجه خوردگی آب برای محافظت جدار بیرونی لوله‌ها لازم است.
- ۵- هرچه قلیائیت آب کم باشد برای جلوگیری از رسوب باید pH را افزایش و در صورتی که قلیائیت زیاد باشد برای جلوگیری از رسوب باید pH را کاهش داد. افزایش قلیائیت به کمک آهک یا کربنات دوسود امکان پذیر است اما باید توجه داشت که افزودن آهک ممکن است به مرور زمان منجر به ایجاد رسوب شود و مشکلاتی از این دست را فراهم آورد. در حالی که استفاده از کربنات دوسود صرف نظر از مسائل اقتصادی آن مشکلی پدید نمی‌آورد.
- ۶- یکی دیگر از ممانعت کننده‌ها در مقابل خوردگی پلی فسفات‌ها و سیلیکات سدیم است. پلی فسفات سدیم به میزان ۳ ppm سیلیکات سدیم به میزان ۳-۵ ppm سرعت خوردگی فولاد را در آب کاهش می‌دهد.
- ۷- در مورد رسوب‌گذاری آب، روش مغناطیسی برای پیشگیری از رسوب دارای سابقه طولانی است و با توجه این

که آب دارای مواد معدنی محلول است می‌توان آن را یک هادی الکتریکی پنداشت. هنگامی که یک هادی از میان یک حوزه مغناطیسی در شرایط خاص (با سرعت و مقاومت) عبور کند عامل ایجاد کننده الکتریسیته القایی و تغییر بار الکتریکی است که برای مدت محدودی دوام و مانع ایجاد تبلور املاح راسب شده می‌گردد و همچنین از رسوب سخت جلوگیری می‌کند.

استفاده از لوله‌های فلزی که دیواره داخلی و خارجی آن‌ها توسط مواد پلاستیکی و یا عایق دیگر محافظت شده باشد پیشنهاد می‌گردد و یا استفاده از لوله‌های پلاستیکی می‌تواند از بهترین روش‌ها برای جلوگیری از خوردگی باشد.

منابع

- ۱- راه‌های آزمایش آب و فاضلاب ترجمه‌ی دکتر ایوب ترکیان-وین آلامز.
- ۲- منزوی. ت. "آب‌رسانی شهری" موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران ۱۳۷۳.
- ۳- تیز "راهنمای تصفیه آب‌های صنعتی" ترجمه، علی اکبر سمنار شاد - دکتر محمد رضا بنازاده، چاپ اول انتشارات واحد فوق برنامه بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی.
- ۴- پروفیسور حارس، ج، فونتانا، "مهندسی مواد و خوردگی" ترجمه، دکتر احمد ساعتچی، مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
- ۵- آسیب شناسی شبکه‌های توزیع آب شهری - فریدون بیگی - آب و محیط زیست شماره ۳۷ - دی ۱۳۷۸.
- ۶- تحلیل حوادث شبکه‌های توزیع آب شهری - مسعود تابش - حمید رضا هنری، آب و محیط زیست شماره ۵۰.