



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



11190-NWWCE

بررسی پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری منابع تامین آب شرب روستاهای شهرستان نهبندان

محسن عزیزی^۱، علی شهیدی^۲

۱- دانشجوی دکتری منابع آب، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند، رئیس اداره آب بدون درآمد

و مدیریت مصرف شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان جنوبی

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

m_azizi3863@yahoo.com

خلاصه

خوردگی و رسوبگذاری از شاخص های مهم در ارزیابی کیفی آب است. آبهای خورنده مواد اولیه لوله ها، اتصالات و شیرآلات شبکه های آبرسانی را در خود حل کرده و مشکلات عدیده بهداشتی و اقتصادی را شبکه های آبرسانی به وجود می آورند و در صورت لزوم خوردگی باید با هدف سالم سازی آب آشامیدنی و حفظ و ارتقاء سلامت و بهداشت روستائیان کنترل گردد. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی میزان خوردگی و رسوب گذاری آب های آشامیدنی روستاهای شهرستان نهبندان می باشد و این کار را با نمونه برداری از ۳۵ منابع تامین آب آشامیدنی روستاهای شهرستان نهبندان در سال های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ انجام داده و با انجام آزمایشات لازم بر آن ها میزان اندیس رایزنر محاسبه گردید. از نظر شاخص رایزنر در سال های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به ترتیب ۶۶ و ۷۷ درصد منابع تامین آب تمایل به خوردگی داشتند. بنابراین پیشنهاد می گردد کنترل کیفیت آب صورت گرفته و شبکه های آبرسانی با روشهای پیشگیری از خوردگی محافظت شوند.

کلمات کلیدی: خوردگی، رسوبگذاری، رایزنر، شهرستان نهبندان

۱. مقدمه

خوردگی به شکل واکنش فیزیکی، شیمیایی متقابل بین فلز و محیط اطرافش می باشد که معمولاً دارای طبیعت الکتروشیمیایی بوده و نتیجه اش تغییر در خواص فلزی می باشد [1]. عوامل فیزیکی و شیمیایی که در خوردگی تاثیر دارند شامل گازهای محلول، دما، سختی، کلسیم، قلیابیت، PH، مواد معلق و جامدات محلول می باشد. خوردگی در اثر فرآیند های میکروبی در اغلب موارد بر اثر فعالیت باکتری های عامل خوردگی مثل باکتری های آهن و سولفور رخ می دهد. برای بیان وسعت و میزان خوردگی آب تاکنون از شاخص های مختلفی نظیر لائزله، رایزنر و پوکوریوس استفاده شده است. خوردگی موجب رها شدن فلزات از جنس لوله به داخل سیال انتقالی می شود. اگر خوردگی به سرعت اتفاق بیفتد باعث ایجاد حفره در لوله و در نهایت سوراخ شدن لوله می شود که در هنگام مکش منفی باعث ورود آلاینده ها به داخل لوله می شود و اگر آب تمایل به رسوب گذاری داشته باشد به مرور زمان با ایجاد لایه های رسوب در قسمت داخلی لوله باعث کم شدن قطر لوله و در نهایت کاهش انتقال جریان آب داخل لوله می شود [2]. متأسفانه در ایران آمار دقیقی از خسارت خوردگی و رسوب گذاری در دسترس نمی باشد، ولی بررسی تلفات آب تصفیه نشان می دهد که سالانه به علت پوسیدگی های حاصله از خوردگی لوله های انتقال و توزیع آب بیش از ۳۰ درصد آب های توزیعی به هدر می رود که این زیان علاوه بر هزینه های صرف شده برای تعویض و ترمیم لوله های آسیب دیده است و همچنین عمر مفید تجهیزات آبرسانی کاهش پیدا خواهد کرد [3]. در شبکه های آبرسانی علاوه بر خسارت های مالی که در اثر از بین رفتن تاسیسات حاصل می شود، ورود محصولات حاصله از خوردگی در آب اغلب باعث بی میلی مصرف کنندگان نسبت به آب توزیعی شده و ممکن است به علت ورود فلزات سنگین نظیر سرب، مس، کروم و کادمیوم سلامتی مصرف کنندگان را به مخاطره بیندازد [4].

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

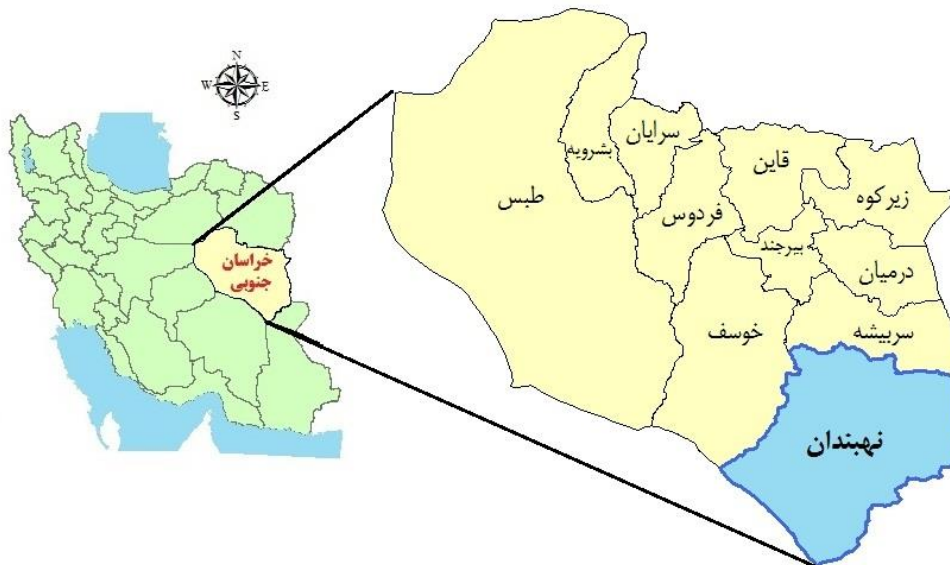
در گذشته بیشتر بررسی ها بر روی اثرات قابل مشاهده خوردگی نظیر خرابی، نشت یا خسارت اقتصادی متمرکز بوده و معمولاً جنبه های بهداشتی و زیبایی شناختی آن کمتر مورد توجه قرار می گرفت. از آنجایی که استفاده از لوله های فلزی در انتقال آب همچنان در سطح جهانی ادامه خواهد یافت، صنعت آب باید اثر متقابل کیفیت آب بر خوردگی و بر عکس اثر خوردگی روی کیفیت آب را مورد توجه قرار دهد [5]. مطالعات مختلفی در رابطه با خوردگی و رسوب گذاری آب صورت گرفته است. برای مثال، در مطالعه ای که در شهر اهواز با هدف مقایسه روش های بررسی خوردگی در شبکه توزیع آب آشامیدنی انجام شد نتایج روش اندیس های خوردگی، لانژلیه (۰.۵۶-)، رایزنر (۸.۴۳)، آب آشامیدنی شهر را در شرایط تمایل به خوردگی نشان داد [6]. در بررسی دیگری در شهرستان ایلام نتایج خورنده بودن آب شرب نشان داده شد [7].

با توجه به اینکه امور آب و فاضلاب روستایی شهرستان نهبندان هر ساله در روستاهای تحت پوشش، ناگزیر به اصلاح و توسعه شبکه های آب بوده و در این زمینه اعتبارات زیادی به مصرف می رسد، لذا توجه به مسئله خوردگی و رسوب گذاری در رابطه با فرسایش و گرفتگی لوله ها و در نتیجه افزایش عمر بهره برداری از آنها حائز اهمیت بوده و در بلند مدت صرفه اقتصادی ارزشمندی را به همراه خواهد داشت. بر این اساس تحقیق حاضر به منظور شناخت خاصیت خوردگی و رسوب گذاری منابع تامین آب روستاهای شهرستان نهبندان صورت گرفته است.

۲. مواد و روشها

۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان نهبندان با برخورداری از وسعتی معادل ۲۶۰۰۰ کیلومتر مربع (حدود ۱۷ درصد مساحت کل استان)، در جنوب غربی استان خراسان جنوبی قرار دارد. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری این شهرستان دارای ۲ بخش، ۲ شهر، ۵ دهستان می باشد. طبق سرشماری سال ۱۳۹۰ در سطح شهرستان نهبندان در مجموع ۲۹۸ آبادی دارای سکنه گزارش شده است که از این تعداد ۱۸۰ روستای کمتر از ۲۰ خانوار و ۱۱۸ روستای بالای ۲۰ خانوار در استان وجود دارد، که از این تعداد ۷۹ روستا دارای شبکه های آبرسانی با ضریب بهره وری بیش از ۷۰٪ (سطح یک)، ۱۱ روستا دارای شبکه آبرسانی با ضریب بهره وری بین ۳۰ تا ۷۰٪ (سطح دو) و ۴ روستا راکد و ۲۴ روستا فاقد شبکه آبرسانی می باشد. به طور کلی سهم برخورداری روستاهای شهرستان از آبرسانی ۸۹،۳۶ درصد می باشد ولی متوسط سطح بهره وری شهرستان ۸۵،۰۱ درصد گزارش شده است، این در حالیست که متوسط سطح بهره وری جمعیت از شبکه های آب روستایی استان ۷۲،۳۹ درصد می باشد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی شهرستان نهبندان را در استان خراسان جنوبی نشان می دهد.



شکل ۱ - موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۲.۲. روش تحقیق

این تحقیق طی سالهای ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در استان خراسان جنوبی انجام شد. آزمایشات با همکاری شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان جنوبی انجام گرفت و داده ها و نتایج آزمایشات فیزیکی شیمیایی گرفته شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و با استانداردهای ملی و بین المللی مقایسه شد. جامعه مورد نظر در این مطالعه منابع تامین آب شرب روستاهای شهرستان نهبندان می باشد. تعداد منابع تامین آب ۳۵ مورد می باشد. روش نمونه برداری و حمل و نگهداری و انجام آزمایشات بر اساس دستورالعمل های چاپ بیست و یکم کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب صورت پذیرفته است [8].

با توجه به هدف مطالعه که تعیین پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری منابع تامین آب شرب روستاهای شهرستان نهبندان با استفاده از شاخص رایزنر می باشد پارامترهای سختی کلسیم، قلیائیت کل، کل جامدات محلول، دما و pH اندازه گیری شده، توسط آزمایشگاه در هر نمونه مورد بررسی قرار گرفت. دما و pH توسط دستگاه Metrohm herisan مدل E520 ساخت کشور سوئیس) در محل نمونه برداری اندازه گیری گردید، ولی اندازه گیری سختی کلسیم، قلیائیت کل، کل جامدات محلول در آزمایشگاه انجام گرفت. برای محاسبه شاخص رایزنر ابتدا بایستی pHs محاسبه گردد (معادله ۱).

$$pH_s = [(9.3 + A + B) - (C + D)] \quad (1)$$

که در آن A مربوط به فاکتور کل جامدات محلول در آب (mg/lit)، B مربوط به فاکتور درجه حرارت آب، C مربوط به فاکتور سختی کلسیم

و D مربوط به فاکتور قلیائیت ($CaCO_3 \text{ } mg/lit$) می باشد و این پارامترها با استفاده از معادله های ۲، ۳، ۴ و ۵ بدست می آیند.

$$A = \frac{[\log_{10}(TDS)-1]}{10} \quad (2)$$

$$B = [-13.12 \times \log_{10}(t^{oc} + 273)] + 34.55 \quad (3)$$

$$C = \log_{10}[Ca^{2+} \text{ as } CaCO_3] - 0.4 \quad (4)$$

$$D = \log_{10}[\text{alkalinity as } CaCO_3] \quad (5)$$

بعد از محاسبه ی pHs مقادیر شاخص رایزنر (RI) به ترتیب از معادله ۶ به دست می آید.

$$RI = 2pH_s - pH \quad (6)$$

پس از محاسبه شاخص خوردگی، نتایج بدست آمده بر اساس استانداردهای ملی آب کشور و استانداردهای بین المللی با کمک نرم افزارهای

Excel و ArcGIS تجزیه و تحلیل شد و وضعیت آب از نظر خوردگی و رسوب گذاری با کمک جدول ۱ تفسیر گردید.

جدول ۱- تفسیر شاخص رایزنر [1]

شرح حالت	مقدار شاخص
رسوب گذاری بالا	۴-۵
رسوب گذاری ناچیز	۵-۶
حالت تعادل	۶-۷
کمی خورنده	۷-۷,۵
بسیار خورنده	۷,۵-۸,۵

همچنین به منظور پهنه بندی وضعیت خوردگی و رسوب گذاری منابع تامین آب روستاها بر اساس شاخص رایزنر، اطلاعات به محیط ArcGIS9.3 وارد و در این محیط از طریق درونبایی IDW آماده گردید. روش درونبایی IDW یا همان Inverse distance weighting یکی از روش های معمول و پرکاربرد درونبایی است. روش درون بایی IDW بر این فرض استوار است که تاثیر پدیده مورد نظر با افزایش مسافت کاهش می یابد به بیانی دیگر پدیده پیوسته در نقاط اندازه گیری نشده، بیشترین شباهت را به نزدیکترین نقاط برداشت شده دارد، لذا برای تخمین نقاط مجهول، نمونه های اطراف باید مشارکت بیشتری نسبت به آنهایی که در فاصله دورتر قرار دارند، داشته باشند. در این مدل از فاصله به عنوان وزن متغیر معلوم در پیش بینی نقاط اندازه گیری نشده استفاده می شود زیرا نقش متغیر پیوسته در تأثیر گذاری با فاصله از مکان نقطه مجهول کاهش می یابد. بنابراین هر چه

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

فاصله داده معلوم از نقطه مجهول افزایش می یابد، لازم است وزنها بر اساس فاصله کاهش یابد، بنابراین فاصله ها معکوس می شود به بیان دیگر از معکوس فاصله به عنوان وزن نقاط اندازه گیری شده در پیش بینی نقاط مجهول استفاده می شود به همین دلیل است که این مدل Inverse Distance weighting نام گرفته است از طرف دیگر تأثیر شدت وابستگی مکانی در داده ها را با استفاده از توان در معکوس فاصله می توان اعمال نمود. توان دوم معکوس فاصله از این مدل به طور مکرر توسط پژوهشگران استفاده شده است.

۳. بحث و نتیجه گیری

نتایج اندازه گیری عوامل شیمیایی مورد نظر در نمونه های منابع آب روستاهای شهرستان نهبندان در دوره های مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. جدول ۳ توزیع فراوانی شاخص خوردگی و رسوب گذاری نمونه های آب برداشتی از منابع تامین آب روستاهای شهرستان نهبندان در دوره های مختلف اندازه گیری را ارائه می نماید.

جدول ۲- توصیف عوامل کیفیت شیمیایی اندازه گیری شده در دوره های مختلف

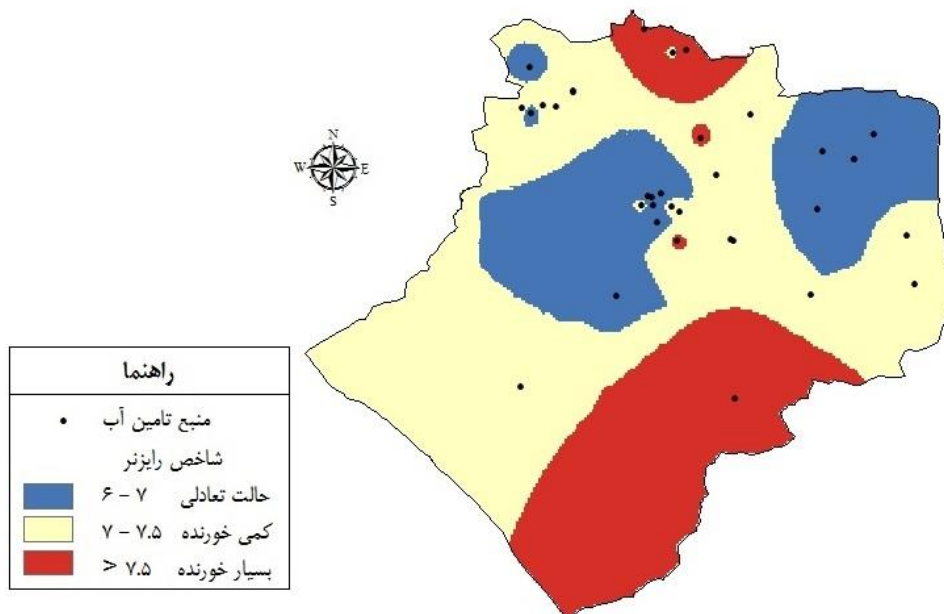
پارامتر	واحد	سال ۱۳۹۳			سال ۱۳۹۴		
		حداقل	متوسط	حداکثر	حداقل	متوسط	حداکثر
pH	-----	۷,۰۱	۸,۰۳	۹,۰۴	۷,۳۰	۹,۲۸	۸,۰۶
دما	oC	۲۳,۷	۲۶,۴	۲۷,۸	۱۸,۵	۲۱,۸	۱۹,۸
TDS	mg/l	۲۹۳,۵۴	۱۸۱۳,۳۶	۱۱۰۷۲,۲۴	۲۹۷,۶۳	۹۱۸۲,۶۸	۱۸۳۵,۴۹
سختی کلسیم	CaCo3 mg/l	۱۱,۱	۲۰۰,۶۵	۱۴۶۹,۲۳	۱۰,۱۳	۱۳۵۳,۱۳	۱۹۲,۶۳
قلیائیت کل	CaCo3 mg/l	۶۵,۹۶	۲۲۶,۰۸	۶۳۵,۳۵	۶۵,۷۳	۶۳۲,۰۴	۲۲۸,۲۰

جدول ۳- توزیع فراوانی شاخص رایزر منابع تامین آب روستاهای شهرستان نهبندان

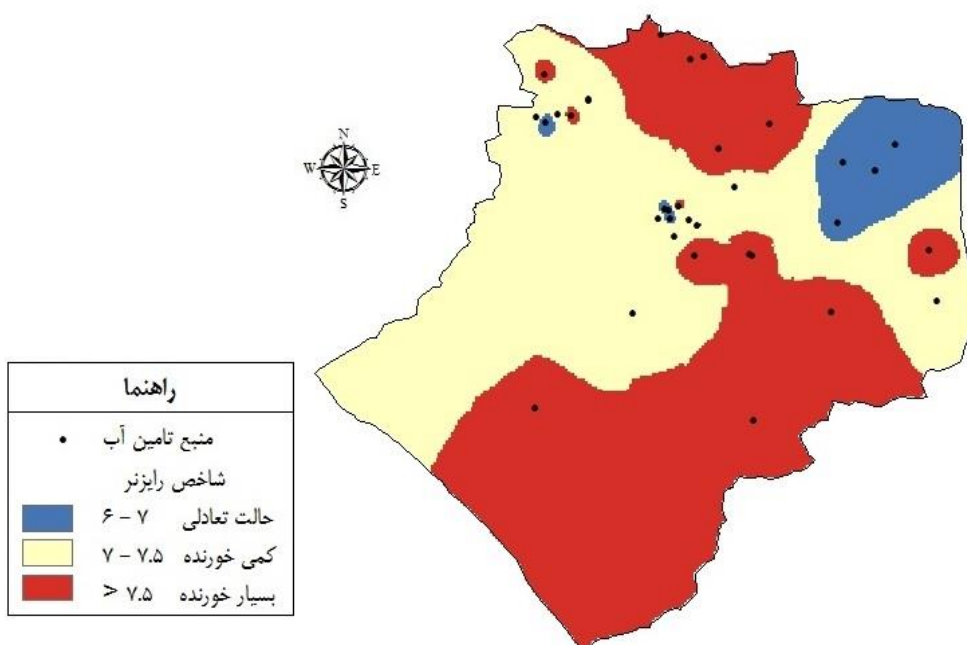
دوره	مقدار شاخص				
	۴-۵	۵-۶	۶-۷	۷-۷,۵	۷,۵-۸,۵
	رسوب گذاری بالا	رسوب گذاری ناچیز	حالت تعادل	کمی خورنده	بسیار خورنده
سال ۱۳۹۳	۰	۰	۱۲ (۳۴)	۱۸ (۵۲)	۵ (۱۴)
سال ۱۳۹۴	۰	۱ (۳)	۷ (۲۰)	۱۱ (۳۱)	۱۶ (۴۶)

خوردگی و رسوب گذاری آب از اهم مسائلی است که در پایش سیستم های توزیع آب باید با دقت بیشتری مورد توجه قرار گیرد، زیرا عدم توجه به کیفیت شیمیایی آب از نظر تعادل شیمیایی و پیدایش هر کدام از پدیده های فوق می تواند باعث آسیب های بهداشتی و اقتصادی فراوانی گردد. نتایج این تحقیق نشان می دهد از نظر شاخص رایزر در سالهای ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به ترتیب ۶۶ و ۷۷ درصد منابع تامین آب تمایل به خوردگی داشته اند. همچنین ملاحظه می فرمایید که سال ۱۳۹۳ تعداد منابع بسیار خورنده ۱۴ درصد بوده است ولی در سال ۱۳۹۴ تعداد منابع بسیار خورنده به ۴۶ درصد افزایش داشته است، لذا از نظر شاخص رایزر طی سالهای ۱۳۹۳ الی ۱۳۹۴ به خاصیت خوردگی منابع تامین آب روستاهای شهرستان نهبندان افزوده شده است.

پهنه بندی وضعیت خوردگی و رسوب گذاری منابع تامین آب روستاها بر اساس شاخص رایزر، در محیط ArcGIS9.3 از طریق درونابی IDW آماده گردید. اشکال ۲ و ۳ به ترتیب وضعیت شاخص رایزر در سالهای ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ را نشان می دهد.



شکل ۲- وضعیت خورندگی و رسوب گذاری منابع تامین آب در سال ۱۳۹۳



شکل ۳- وضعیت خورندگی و رسوب گذاری منابع تامین آب در سال ۱۳۹۴



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



۴. پیشنهادها

این تحقیق نشان داد که از نظر شاخص های رایزنر ۷۷ درصد منابع تامین آب تمایل به خوردگی دارند. لذا توصیه می گردد موارد زیر مورد توجه مسئولین شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان جنوبی قرار گیرند:

- ۱- بررسی اختصاصی و جزئی نگر شاخص های خوردگی و رسوب گذاری بر روی منابع تامین آب هر یک از روستاها قبل از اقدام به تجدید نظر در طرح آبرسانی موجود آنها.
- ۲- ارزیابی کیفیت منابع آب روستاها با استفاده از سایر شاخص های خوردگی و رسوب گذاری که اثر پارامترهایی نظیر CO₂، سولفات، اکسیژن محلول و ... را در بر می گیرند.
- ۳- تهیه اقلام مقاوم در برابر خوردگی برای روستاهایی که آب آنها تمایل به خوردگی دارند.
- ۴- تهیه اقلام مناسب برای روستاهایی که آب آنها تمایل به رسوب گذاری نشان داده است.
- ۵- باز و بسته کردن دوره ای شیرهای قطع و وصل سیستم آبرسانی به خصوص در روستاهایی که آب آنها تمایل به رسوب گذاری دارد.
- ۶- اصلاح کیفیت آبهایی که با شدت بیشتر دارای خاصیت خوردگی و یا رسوب گذاری هستند از طریق تصفیه اصولی آنها.

۵. قدردانی

نویسندگان مقاله از شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان جنوبی و مرکز تحقیقات و ارتباط با صنعت شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور بابت حمایت مالی نهایت تشکر و قدردانی را می نمایند.

۶. مراجع

۱. پیری علم، ر. شمس خرم آبادی، ق.ا. شاهمنصوری، م.ا. فرزاد کیا، م. (۱۳۸۷)، تعیین پتانسیل خوردگی یا رسوب گذاری آب آشامیدنی شبکه های توزیع شهر خرم آباد با استفاده از اندیس های خوردگی، فصلنامه علمی - پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان، ۳، ۸۶-۷۹.
۲. کارگر، م. رحیم زاده، ه. صادقی، م. دادیان، ی. (۱۳۸۷)، تعیین توانایی ایجاد خوردگی و رسوب گذاری آب شرب شبکه توزیع شهر گرگان و عوامل موثر بر آن، دومین همایش ملی آب و فاضلاب با رویکرد بهره برداری، دانشگاه صنعت آب و برق تهران.
۳. ززولی، م.ع. برافراشته پور، م. صداقت، ف. مهدوی، ی. (۱۳۹۱)، بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری منابع آب شرب شهر یاسوج در سال ۱۳۹۰، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندان، ۲۲، ۳۷-۲۹.
۴. قانعیان، م.ت. احرامپوش، م.ح. غنی زاده، ق. (۱۳۸۷)، بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری در سیستم آبرسانی دوگانه مرکز بخش خراتق از توابع استان یزد، فصلنامه پژوهشی طلوع بهداشت دانشکده بهداشت یزد، ۳۴، ۷۳-۶۵.
۵. ربانی، د. میرانزاده، م.ب. پرآور، ا. (۱۳۹۰)، بررسی شاخص های خوردگی و رسوب گذاری آب روستاهای تحت پوشش شرکت آبفاز کاشان طی سالهای ۸۸-۱۳۸۶، فصلنامه فیض، ۴، ۳۸۸-۳۸۲.
۶. سواری، ج. جعفرزاده حقیقی فرد، ن.ا. حسنی، ا.ح. شمس خرم آبادی، ق.ا. (۱۳۸۶)، مقایسه روشهای بررسی خوردگی در شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر اهواز، دهمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی همدان.
۷. عوض پور، م. غلامی، م. عالی، ر. (۱۳۸۷)، بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری منابع آب شرب شهرستان ایلام، یازدهمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان.

8. APHA, AWWA, WPCF, (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19th ed.* Washington D.C. USA.