توسعه پایدار و ساختمان هوشمند
https://sdsb.buqaen.ac.ir

جلد ۱، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳

ارزیابی کیفی آب شرب و پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آن در شبکه توزیع (مطالعه موردی: آب شرب شهر اسفدن)

علی رضوانی*[۱] ، سمیرا محمدپور[۱]، حسین اسداللهی[۱]

۱- گروه مهندسی عمران - دانشکده مهندسی- دانشگاه بزرگمهر قائنات- قاین - ایران

چکیده:

منابع آب زیرزمینی به عنوان تنها منابع پایدار آب آشامیدنی در استان خراسان جنوبی برای تامین نیاز آب شرب شهرها مورد استفاده قرار می گیرند. این منابع اغلب دارای غلظت بالایی از ترکیبات یونی هستند که کیفیت آن ها را برای مصارف شرب و صنعتی تحت تاثیر قرار می دهند. بنابراین آنالیز و تحلیل کیفی منابع آب زیرزمینی در طول دوره بهره برداری امری ضروری است. در این راستا با استفاده از داده های مربوط به آنالیز آب منابع زیرزمینی شهر اسفدن در استان خراسان جنوبی به بررسی کیفی آن از نظر قابلیت استفاده برای شرب و همچنین پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری در شبکه توزیع پرداخته شد. بدین منظور قابلیت شرب منابع آب زیرزمینی شهر اسفدن برای یک بازه زمانی بین سال های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۰، بر اساس استانداردهای کیفی آب شرب ایران (۱۰۵۳) و سازمان بهدا شت جهانی مورد ارزیابی قرار گرفت و همچنین برای بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آن از شاخص¬های اشباع لانژلیه، پایداری رایزنر، رسوب گذاری پوکوریوس و لارسون اسکولد استفاده گردید. نتایج این تحقیق بیانگر سطح کیفی مطلوبی آب شرب شهر اسفدن مطابق استاندارد آب شرب ایران و سازمان بهداشت جهانی بوده و نزدیک به دو دهه خشکسالی در استان خراسان جنوبی سبب کاهش کیفیت منابع آب این شهر نشده است. همچنین بر اساس شاخص¬های خوردگی و رسوب گذاری مذکور، آب در طی بازه زمانی مورد مطالعه معمولا در وضعیتی نسبتا خورنده قرار داشته است و احتمال آسیب ضعیف به شبکه انتقال و توزیع آب وجود دارد. بنابراین بطور کلی شهر اسفدن از منابعی سالم و دارای سطح استاندارد بالا برای مصارف خانگی بهره می¬برد.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۴

واژه‌های کلیدی:

منابع آب، شبکه توزیع آب شهری؛ کیفیت آب؛ شاخص های خوردگی و رسوب گذاری؛ شهر اسفدن.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: arezvani@buqaen.ac.ir

Journal of Sustainable Development and Smart Building, vol. ۱, no. ۱
Digital Object Identifier https://doi.org/۱۰,۲۲۰۳٤/sdsb.۱,۱,۱۹
THIS WORK IS LICENSED UNDER CC BY-NC ٤.٠ INTERNATIONAL LICENSE.
© ۲۰۲٤ BOZORGMEHR UNIVERSITY OF QAENAT, IRAN

مقدمه

امروزه تامین آب سالم و با کیفیت یک نیاز اصلی جوامع بشری محسوب می شود و ارتباط تنگاتنگی با سطح سلامت جامعه دارد. ارزیابی کیفی منابع آب با استفاده از شاخص های گوناگونی انجام می شود که در این میان "شاخص پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب" به عنوان پارامتری مهم در زمینه تعیین کیفیت آب محسوب می گردد[۱]. پدیده خوردگی یک واکنش الکتروشیمیایی بین جداره لوله و آب است که در این پدیده لایه داخلی لوله با یک فرآیند اکسیداسیون تجزیه شده و سبب ورود برخی از یون های سازنده جدار لوله به داخل آب می گردد. پدیده رسوب گذاری یک پدیده چند فازی است که طی آن کاتیون های دو ظرفیتی داخل آب (کلسیم و منیزیم)، با آنیون های محلول شرایط را برای تشکیل نمک های کم محلول فراهم می نماید و این رسوب ها بصورت لایه ای در جدار لوله ظاهر می شوند[۲].

پدیده خوردگی و رسوب گذاری اثرات منفی بر شبکه توزیع آب و کیفیت آب داخل لوله ها می گذارد و سبب کاهش طول عمر اجزا شبکه توزیع اب (پمپ ها، مخازن، لوله ها و ...)، نشتی آب و کاهش کیفی آب شرب می گردد. بر اساس دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی، پایش کیفی آب در شبکه توزیع (از نظر تمایل به خوردگی و رسوب گذاری) برای اطمینان از تحویل آبی سالم و بهداشتی به مشتریان امری ضروری است زیرا یک شبکه توزیع آب سالم می تواند آب با کیفیت مطلوب را از تصفیه خانه آب تحویل گرفته و در اختیار مشتری قرار دهد[۳]. همچنین پدیده خوردگی و رسوب گذاری هزینه بسیار بالایی را در فاز بهره برداری بر تاسیسات شبکه انتقال و توزیع آب تحمیل می کند و سبب اتلاف حجم زیادی از آب تولیدی می گردد. بطور مثال در آمریکا سالیانه چند صد میلیارد دلار صرف هزینه های ناشی از خوردگی های ناشی از آب در شبکه انتقال و توزیع می گردد و حجم آب اتلافی ناشی از نشتی های شبکه توزیع بین حدود ٪۵ (در شبکه های نو) تا ٪۳۰ (در شبکه های با عمر طولانی) حجم آب تولیدی برآورد می شود[۴].

عوامل موثر بر خوردگی و رسوب گذاری لوله ها را می توان در چهار گروه بصورت مقابل تقسیم بندی نمود: ۱) کیفیت میکروبیولوژیکی آب (تاثیر حضور گونه های میکروبیولوژیکی بر pH سیال)، ۲) کیفیت فیزیکوشیمیایی آب (تاثیر حضور گونه های مختلف یونی محلول، ترکیبات معلق، دما و ...)، ۳) شرایط هیدرولیکی جریان (سرعت جریان) و ۴) جنس لوله ها و تاسیسات مورد استفاده [۵]. روش های مختلفی برای ارزیابی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری یک سیال وجود دارد که در این میان، روش های غیر مستقیم ارزیابی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری بر پایه شاخص های کیفی آب از اهمیت بالایی برخوردار هستند. این شاخص ها وضعیت آب را از نظر توانایی در تشکیل رسوب کربنات کلسیم مورد ارزیابی قرار می دهند و بر این اساس آب را به سه وضعیت اصلی غیر رسوب گذار، اشباع و فوق اشباع نسبت به کربنات کلسیم تقسیم بندی می کنند[۶]. متداول ترین شاخص ها در این زمینه شامل شاخص اشباع لانژلیه[۱] ، شاخص پایداری رایزنر[۲] ، شاخص رسوبگذاری پوکوریوس[۳] و شاخص لارسون-اسکولد[۴] هستند[۷]. بر طبق استانداردهای جهانی آب های خورنده سبب مشکلات متعددی در زمینه آسیب به تاسیسات و تجهیزات شبکه انتقال و توزیع آب می گردد و همچنین بر کیفیت آب شبکه تاثیر نامطلوب می گذارد. بنابراین آب استحصالی از منابع آب سطحی و زیرزمینی به ترتیب هر دو سال یک بار و هر سال یک بار بایستی از نظر پتانسیل خوردگی مورد ارزیابی قرار گیرد[۸]. مطالعات متعددی توسط محققین در نقاط مختلف ایران و جهان با هدف ارزیابی پدیده خوردگی و رسوبگذاری آب در شبکه توزیع صورت گرفته است که در ادامه به تعدادی از آن ها اشاره می شود.

فریدی راد و قلی نژاد[۸] در تحقیقی کیفیت شیمیایی و پتانسیل خورندگی آب آشامیدنی شهر پردیس را مورد ارزیابی قرار دادند. در این راستا طی یک سال از پنج چاه فلمن اطراف رودخانه جاجرود و مخزن مربوط به آبگیر سد لتیان نمونه برداری انجام شد. سپس براساس مقادیر کمی و کیفی نمونه های آب، پتانسیل خورندگی و رسوبگذاری آن ها با استفاده از شاخص های لانژلیه، رایزنر، پورکوریوس و لارسون-اسکولد مشخص شد. بر طبق نتایج، آب ورودی تمایل به خورندگی دارد و نیاز به اقدامات اصلاحی برای جلوگیری از خوردگی در خطوط انتقال و توزیع آب مانند انتخاب لوله های از جنس مقاوم، اجرای پوشش مقاوم روی دیواره داخلی لوله یا اصلاح پی اچ آب ضروری است[۸].

صالحی و همکاران [۹] پژوهشی را در راستای ارزیابی پدیده خوردگی و رسوبگذاری منابع تأمین و توزیع آب شرب شهر سوق در استان کهگیلویه و بویراحمد بین سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ انجام دادند. در این پژوهش توصیفی، پتانسیل خوردگی و رسوب‌گذاری

[۱] Langelier Saturation Index (LSI)
[۲] Ryznar Stability Index (RSI)
[۳] Puckorius Scaling Index (PSI)
[۴] Larson-Skold Index (LS)

آب شبکه آب‌رسانی، با استفاده از شاخص‌های لانژلیه، رایزنر، پوکوریوس و تهاجمی بر روی ۸۴ نمونه آب مربوط به چاه‌های تغذیه، مخازن آب و شبکه آب‌رسانی مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج، منابع تأمین آب منطقه دارای خوردگی‌کم تا متوسط بودند و در برخی موارد اندکی تمایل به ایجاد رسوب پوسته تخم‌مرغی داشتند. همچنین مقدار شاخص‌های خورندگی و رسوب‌گذاری شبکه تأمین و توزیع آب شهر تمایل به رسوب کربنات کلسیم را نشان می دهد. بر اساس یافته‌ها، میانگین دمای آب شبکه آب‌رسانی در خط انتقال و مخازن ذخیره فلزی روکار حدود ۱۰ درجه سانتیگراد افزایش می یابد که عامل اصلی تشکیل رسوب در شبکه است[۹].

دیانتی و محمودی [۱۰] به بررسی پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری منابع آب آشامیدنی آمل، بابل، قائمشهر، ساری و نکا در بازه زمانی سال های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵ با شاخص های لانژلیه، رایزنر، پوکوریوس، تهاجمی و لارسون-اسکولد پرداختند. بر اساس نتایج این تحقیق، از ۱۹۲ نمونه آب در این شهرها، حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد آن ها بر اساس شاخص های مختلف در وضعیت رسوب گذار قرار داشتند. بنابراین در مجموع می توان وضعیت آب شهرهای مذکور را رسوب گذار توصیف نمود [۱۰].

گارسیا و همکاران [۱۱] در تحقیقی به ارزیابی و تحلیل کیفیت آب آشامیدنی شهر آزوگ در کشور پرو پرداختند. آن ها با استفاده از اطلاعات مربوط به پارامترهای فیزیکی-شیمیایی آب و همچنین شاخص کیفیت آب[۱] و شاخص های خوردگی و رسوب گذاری به ترتیب کیفیت آب و پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آن را در شبکه توزیع تعیین نمودند. در این تحقیق، ۳۰ نمونه بصورت ماهانه به مدت شش ماه از سراسر شبکه توزیع آب آشامیدنی جمع آوری شد. کدورت، دما، هدایت الکتریکی، pH، کل جامدات محلول، سختی کل و آنالیز یونی نمونه های آب با استفاده از روش های استاندارد اندازه گیری گردید. پردازش داده ها نشان داد که بر اساس شاخص های لانژلیه، رایزنر و پوکوریوس آب آشامیدنی در آزوگ خورنده است و همچنین کیفیت آب شرب طبق شاخص WQI در رده خوب و عالی قرار دارد [۱۱].

عباس نیا و همکاران[۷] در پژوهشی به مطالعه و ارزیابی کیفیت آب های زیرزمینی ۶۵۴ حلقه چاه روباز در استان سیستان و بلوچستان ایران برای اهداف شرب و کشاورزی پرداختند. بدین منظور پارامترهای شیمیایی آب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و کیفیت و خورندگی آن بر اساس شاخص های لانژلیه، رایزنر، پوکوریوس، لارسون-اسکولد و تهاجمی جهت اهداف صنعتی ارزیابی گردید. بر اساس نتایج، شاخص های مذکور وضعیت آب را خورنده گزارش نمودند. همچنین نتایج شاخص کیفیت آب آشامیدنی نشان داد که ۱/۲ درصد چاه‌ها در گروه‌های عالی، ۵۲/۱ درصد خوب، ۳۹ درصد ضعیف، ۶ درصد بسیار ضعیف و ۱/۷ درصد در طبقه‌های نامناسب برای مصارف شرب قرار دارند. همچنین شاخص کیفیت آب آبیاری بیانگر قرارگیری به ترتیب ۱۹/۹ درصد و ۸۰/۱ درصد چاه‌ها در کلاس «عالی» و «خوب» بود[۷].

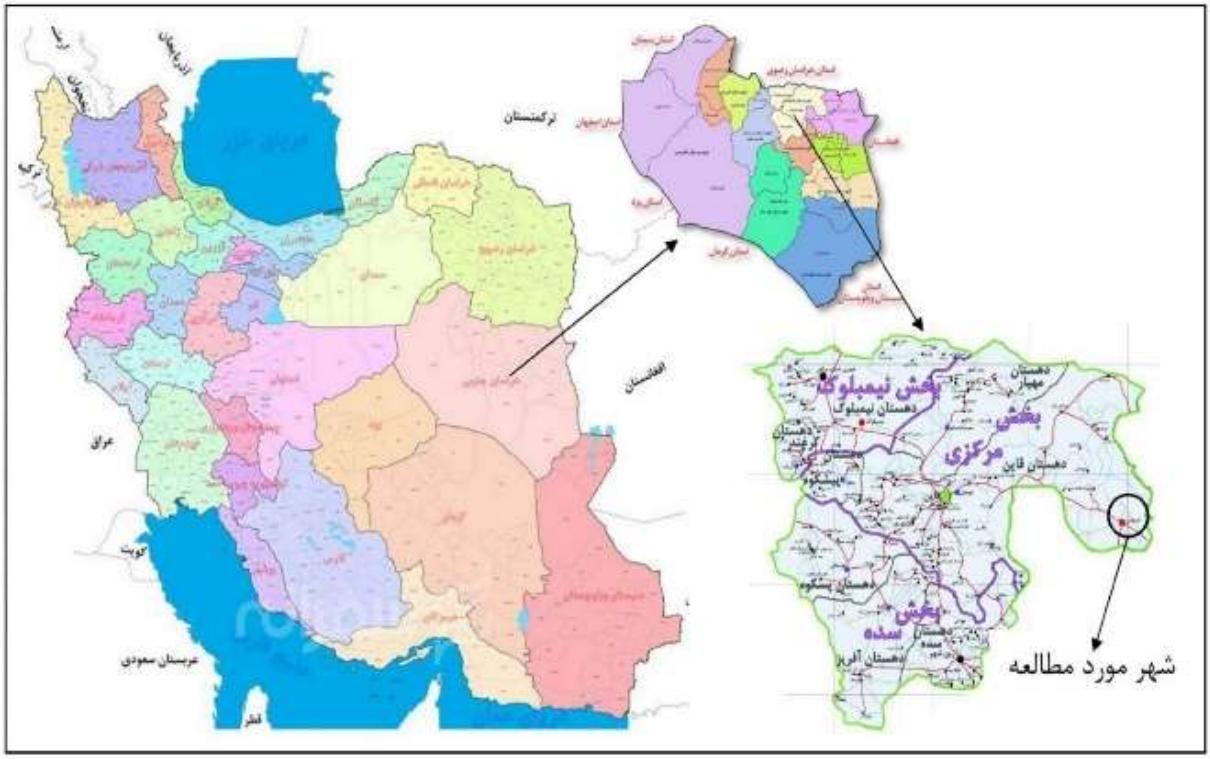
مطالب فوق به خوبی اهمیت مطالعه و پایش مستمر کیفی آب استحصالی از منابع مختلف را نشان می دهد که در این میان ارزیابی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب از جهات مختلف (حفاظت از تاسیسات و تامین کیفیت مطلوب آب) بسیار حائز اهمیت است. بنابراین در این راستا پژوهش حاضر با هدف ارزیابی کیفی آب شرب شهر اسفدن واقع در استان خراسان جنوبی برای مصارف شرب و پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آن در شبکه توزیع تعریف گردید و به منظور انجام این تحقیق، ابتدا آنالیز نمونه های آب شرب شبکه توزیع آب این شهر جمع آوری شد و سپس با استفاده از استانداردهای کیفی آب آشامیدنی، کیفیت آب شرب و با استفاده از شاخص های خوردگی و رسوبگذاری، پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب و تاثیر احتمالی آن بر شبکه انتقال و توزیع مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

شهر اسفدن با جمعیتی بالغ بر ۳۵۹۸ نفر بر طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، در بخش مرکزی شهرستان قائنات در خراسان جنوبی واقع شده است. آب شرب شهر اسفدن درحال حاضر (سال ۱۴۰۱) از چاه عمیق تامین می شود و پس از استحصال، کلرزنی و به شبکه تزریق می گردد. (شکل شماره ۱) موقعیت شهر اسفدن را در نقشه تقسیمات سیاسی کشور نشان می دهد.

[۱] Water Quality Index (WQI)



شکل ۱: نقشه ایران و موقیعت شهر اسفدن در تقسیمات سیاسی ایران

جدول ۱: اطلاعات مربوط به شاخص های پایداری آب [۱۲] [۱۳].

نام شاخص	معادله	مقدار شاخص	تفسیر وضعیت محلول نسبت به رسوب کربنات کلسیم
شاخص اشباع لانژلیه	LSI=pH-pHs	LSI<۰	شرایط فوق اشباع و تمایل به تشکیل رسوب کربنات کلسیم (رسوب گذار)
		LSI=۰	شرایط اشباع، وضعیت تعادلی کربنات کلسیم در محلول (خنثی)
		LSI>۰	شرایط غیر اشباع- تمایل به انحلال کربنات کلسیم (خورنده)
شاخص پایداری رایزنر	RSI-۲pHs-pH	RSI<٦	شرایط فوق اشباع و تمایل به تشکیل رسوب کربنات کلسیم (رسوب گذار)
		۶<RSI<۷	شرایط اشباع، وضعیت تعادلی کربنات کلسیم در محلول (خنثی)
		RSI > ۷	شرایط غیر اشباع- تمایل به انحلال کربنات کلسیم (خورنده)
شاخص رسوبگذاری پوکوریوس	PSI=۲pH_{eq}-pHs pH_{eq}= ۱,٤٦٥×log(T-Alk)+٤,٥٤	PSI < ٦	احتمال رسوبگذاری وجود دارد (رسوبگذار)
		PSI = ٦	شرایط اشباع نسبت به کربنات کلسیم (خنثی)
		PSI > ٦	احتمال رسوبگذاری وجود ندارد (خورنده)
		LS > ۱,۲	رسوب گذار

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: arezvani@buqaen.ac.ir

Journal of Sustainable Development and Smart Building, vol. ۱, no. ۱
Digital Object Identifier https://doi.org/۱۰,۲۲۰۳٤/sdsb.۱,۱,۱۹
THIS WORK IS LICENSED UNDER CC BY-NC ٤,۰ INTERNATIONAL LICENSE.
© ۲۰۲٤ BOZORGMEHR UNIVERSITY OF QAENAT, IRAN

شاخص لارسون-اسکولد	$LS = \frac{([Cl^-] + [SO_4^{2-}])}{([HCO_3^-] + [CO_3^{2-}])}$	۰,۸ < LS < ۱,۲	تعادلی
		LS < ۰,۸	خورنده

* در جدول فوق pH: مقدار pH آب در محل، pH_s: مقدار pH آب در حالت اشباع از کربنات کلسیم، pH_{eq}: مقدار pH آب در حالت تعادلی، T-ALK: مقدار قلیائیت کل بر حسب مولار و در رابطه لارسون-اسکولد غلظت آنیون ها بر حسب میلی اکی والان بر لیتر وارد می گردد.

استانداردهای کیفی و شاخص های خوردگی و رسوب‌گذاری آب

در مطالعه توصیفی حاضر ابتدا به بررسی کیفی آب برای مصارف شرب بر اساس استانداردهای ۱۰۵۳ ایران و سازمان بهداشت جهانی پرداخته شد و سپس پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب در شبکه توزیع طی بازه زمانی بین سال های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۰ توسط شاخص های اشباع لانژلیه، پایداری رایزنر، رسوبگذاری پوکوریوس و لارسون-اسکولد مورد مطالعه قرار گرفت. کلیه تحلیل ها بر پایه اطلاعات دریافتی از شرکت آب و فاضلاب خراسان جنوبی انجام گرفت. (جدول شماره ۱) اطلاعات لازم در مورد شاخص های پایداری آب را ارائه می کند.

آمار و اطلاعات آنالیز آب

یک از چالش های اساسی در مطالعات مربوط به منابع آب در کشور ایران عدم وجود بانک های اطلاعاتی جامع در زمینه ثبت آمار و آنالیزهای کیفی و کمی منابع موجود است که باعث ایجاد مشکلات متعدد در زمینه ارزیابی و پیش بینی وضعیت منابع اب می گردد. این مشکل در زمینه اطلاعات کیفی و کمی آب شرب شهر اسفدن نیز مشهود است. بر این اساس با اطلاعات موجود ارزیابی کیفیت آب منابع از نظر شرب و پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آن مورد بررسی قرار گرفت. (جدول شماره ۲) اطلاعات کیفی آب شرب شهر اسفدن را در بازه زمانی سال های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۰ ارائه می کند.

جدول ۲: اطلاعات کیفی آب شرب شهر اسفدن را در بازه زمانی سال های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۰

ردیف	پارامتر									
۱	تاریخ	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۸	۱۳۹۰	۱۳۹۳	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۸	۱۴۰۰
۲	کدورت (NTU)	۰/۴۱	۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۲۹	۰/۴۴	۰/۲۵	۰/۳۲
۳	پی اچ	۷/۸۵	۸/۱	۷/۹	۷/۶۳	۸/۰۴	۷/۵۶	۷/۹	۷/۵۶	۷/۹
۴	TDS (mg/L)	۵۸۹/۸۵	۵۴۸	۶۲۱	۶۲۳	۵۵۵/۵	۵۴۵/۳	۵۰۸	۵۶۶/۸	۶۲۳
۵	EC (µS/cm)	۸۸۰	۸۱۸	۸۷۷	۹۳۰	۸۲۹	۸۱۴	۷۵۸	۸۴۶	۹۳۰
۶	دما ("C)	۲۴	۲۳/۵	۲۲	۲۵/۴	۲۱	۲۰/۸	۲۵/۹	۲۵/۳	۱۸/۷
۷	کلر (mg/L)	۹۰	۸۷/۹	۸۸/۳	۸۹/۵	۸۸/۶	۸۵/۸	۸۶/۹	۸۸	۸۸/۵
۸	سولفات (mg/L)	۹۹	۱۰۰	۹۲	۸۹/۷	۸۷/۳	۹۷/۹	۹۵/۷	۹۷	۱۰۲
۹	کربنات (mg/L)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

۱۰	بی کربنات (mg/L)	۲۲۰/۴۷	۲۴۱/۲	۲۶۰/۳۶	۲۶۱/۹۴	۲۵۸/۷۵	۲۵۸/۳۵	۲۴۱/۶	۲۴۲/۴	۲۴۷/۱۸
۱۱	نیترات (mg/L)	۱۷	۱۶/۵۲	۱۷/۳	۱۶/۴	۱۶	۱۵	۱۵/۳	۱۴/۲	۱۵/۴
۱۲	نیتریت (mg/L)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۳	کلسیم (mg/L)	۳۱/۱۳	۳۳/۴۶	۳۷/۰۴	۳۳/۶۶	۳۶/۲۶	۳۲/۲۲	۳۲/۶۸	۳۱/۹۱	۳۶/۴۲
۱۴	منیزیم (mg/L)	۲۲/۰۳	۲۲/۲۲	۲۱/۵۵	۲۲/۳۱	۲۱/۲۷	۲۱/۶۵	۲۲/۸۸	۲۲/۷۹	۲۱/۲۷
۱۵	سدیم (mg/L)	۱۲۰/۱۶	۱۲۰/۳۲	۱۲۰/۸۵	۱۲۱/۳۴	۱۲۰/۸۵	۱۲۲/۳۷	۱۲۱/۸۷	۱۲۳/۰۱	۱۲۲/۷۵
۱۶	پتاسیم (mg/L)	۲/۴	۲/۴	۲/۴۱	۲/۴	۲/۴۱	۲/۳۹	۲/۴	۲/۴	۲/۴
۱۷	سختی کل (mg/L as $CaCO_3$)	۱۶۸/۰۹	۱۷۴/۷	۱۸۰/۹۳	۱۷۵/۰۹	۱۷۷/۸۲	۱۶۹/۲۶	۱۷۵/۴۸	۱۷۳/۱۵	۱۷۸/۲۱
۱۸	سختی کلسیمی (mg/L as $CaCO_3$)	۷۷/۸۲	۸۳/۶۵	۹۲/۶	۸۳/۶۵	۹۰/۶۶	۸۰/۵۴	۸۱/۷۱	۷۹/۷۷	۹۱/۰۵
۱۹	قلیائیت میتیل اورانژ (mg/L as $CaCO_3$)	۱۸۰/۷۱	۱۹۷/۷۱	۲۱۳/۳۹	۲۱۴/۷۰	۲۱۲/۰۹	۲۱۱/۷۶	۱۹۸/۰۳	۱۹۸/۶۹	۲۰۲/۶۱
۲۰	قلیائیت فنل فتالین (mg/L as $CaCO_3$)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

* مقادیر تمامی پارامترهای آنالیز آب بر اساس دستورالعمل کتاب استاندارد آب و فاضلاب اندازه گیری شده است.

بحث و نتیجه گیری

ارزیابی کیفیت آب شرب شهر اسفدن برای مصارف شرب

در گام نخست این تحقیق به ارزیابی کیفیت منابع اب شرب اسفدن برای مصارف شرب پرداخته شد. بدین منظور استانداردهای اب آشامیدنی ایران (۱۰۵۳) [۱۳] و سازمان بهداشت جهانی [۱۴] ملاک ارزیابی قرار گرفت. جدول ۳ به مقایسه غلظت پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شرب شهر اسفدن و استانداردهای مذکور می پردازد.

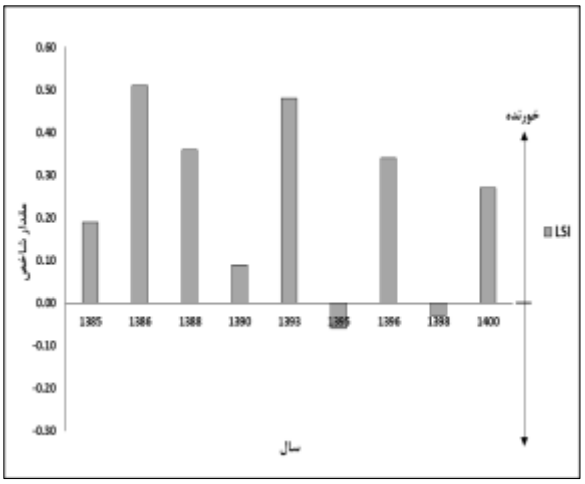
همانگونه که در (جدول شماره ۳) مشاهده می شود مقادیر غلظت پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شرب شهر اسفدن در محدوده مطلوب استاندارد آب آشامیدنی ایران (۱۰۵۳)[۱۳] و محدوده مجاز سازمان بهداشت جهانی قرار دارد. استاندارد آب آشامیدنی ایران نسبت به استانداردهای جهانی در وضعیت مناسبی قرار دارد و رعایت حدود "مطلوب" پارامترهای کیفی استاندارد مذکور سبب ارائه آبی کاملا بهداشتی به مصرف کننده می گردد. در این استاندارد پارامتر قلیائیت، تنها پارامتری که در برخی مواقع، مقدار آن اندکی بالاتر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی قرار می گیرد. نکته

حائز اهمیت دیگر عدم تغییر کیفیت آب منابع شرب شهر اسفدن طی نزدیک به دو دهه خشکسالی اخیر و بالتبع اضافه برداشت از منابع آب زیر زمینی در ایران است که حجم بالای ذخیره آبخوان در این منطقه را نشان می دهد.

ارزیابی پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب شرب شهر اسفدن

پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب شرب شهر اسفدن با استفاده از ۴ شاخص مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحلیل ها بر اساس شاخص های مختلف بصورت زیر ارائه می گردد:

- شاخص لانژلیه وضعیت آب را در اغلب سال ها همراه با پتانسیل خورندگی توصیف می کند. شکل ۲ پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب شرب شهر اسفدن را بر اساس شاخص اشباع لانژلیه نشان می دهد.



شکل ۲: پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب شرب شهر اسفدن بر اساس شاخص اشباع لانژلیه

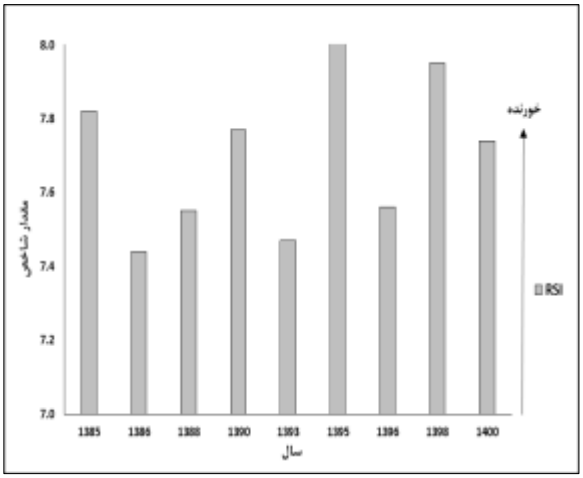
- شاخص های پایداری رایزنر و پایداری پوکوریوس وضعیت آب را در کلیه سال ها همراه با پتانسیل خورندگی توصیف می کند. در این میان، بر اساس شاخص رایزنر میزان خورندگی آب در برخی از سال ها

جدول ۳: مقایسه کیفی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب شرب شهر اسفدن با استانداردهای آب شرب ایران و سازمان بهداشت جهانی

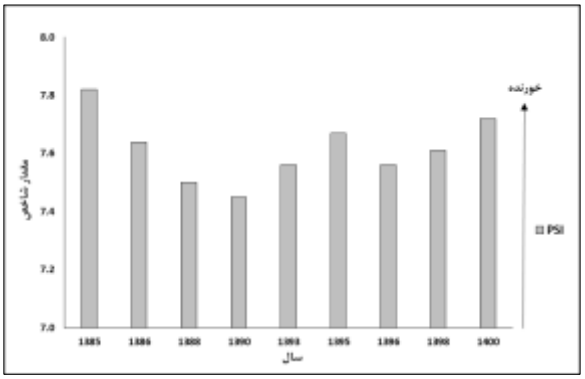
پارامتر	محدوده تغییرات غلظت	حداکثر غلظت مجاز پارامتر بر اساس استاندارد آب آشامیدنی – وضعیت آب از نظر شرب			
		استاندارد ۱۰۵۳	وضعیت آب	WHO	وضعیت آب
کدورت (NTU)	۰/۲۵ - ۰/۴۴	۵	مطلوب	۵	مجاز
پی اچ	۷/۵۶ – ۸/۱	۶/۵ – ۹/۲	مطلوب	۶/۵ – ۸/۵	مجاز
TDS (mg/L)	۵۰۸ - ۶۲۳	۱۵۰۰	مطلوب	۱۰۰۰	مجاز
دما (ºC)	۱۸/۷ – ۲۵/۹	--	--	۱۲ - ۲۵	مجاز
کلر (mg/L)	۸۵/۸ – ۹۰	۴۰۰	مطلوب	۲۵۰	مجاز
سولفات (mg/L)	۸۷/۳ – ۱۰۲	۴۰۰	مطلوب	۲۵۰	مجاز
نیترات (mg/L)	۱۵ - ۱۷/۳	۵۰	مطلوب	۵۰	مجاز
نیتریت (mg/L)	۰	۳	مطلوب	۲	مجاز

کلسیم (mg/L)	۳۱/۱۳ – ۳۷/۰۴	۳۰۰	مطلوب	۱۰۰	مجاز
منیزیم (mg/L)	۲۱/۲۷ – ۲۲/۸۸	۳۰	مطلوب	۵۰	مجاز
سدیم (mg/L)	۱۲۰/۳۲ – ۱۲۲/۳۷	۲۰۰	مطلوب	۲۰۰	مجاز
پتاسیم (mg/L)	۲/۳۹ – ۲/۴۱	--	--	۲۰	مجاز
سختی کل (mg/L as $CaCO_3$)	۱۶۸/۰۹ – ۱۸۰/۹۳	۵۰۰	مطلوب	۵۰۰	مجاز
قلیائیت کل (mg/L as $CaCO_3$)	۱۸۰/۷۱ – ۲۱۴/۷۰	--	--	۲۰۰	--

بیشتر از ۷/۵ بوده که بیانگر شدت خورندگی زیاد آب است. شکل های ۳ و ۴ به ترتیب پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب شرب شهر اسفدن را بر اساس شاخص پایداری لایزنر و رسوبگذاری پوکوریوس نشان می دهد.

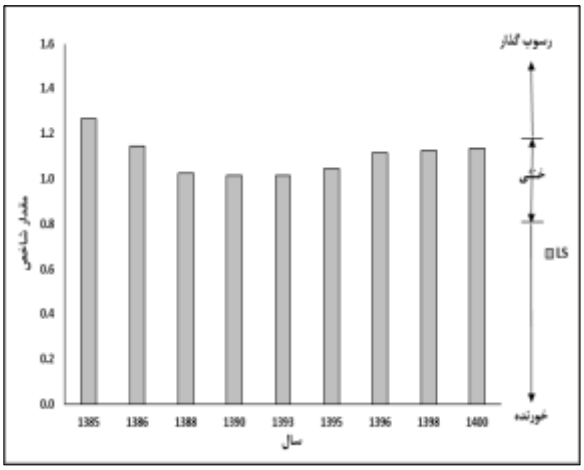


شکل ۳: پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب شرب شهر اسفدن بر اساس شاخص پایداری رایزنر



شکل ۴: پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب شرب شهر اسفدن بر اساس شاخص رسوب گذاری پوکوریوس

- شاخص لارسون-اسکولد وضعیت آب شرب را در اغلب اوقات در وضعیت خنثی توصیف می نماید. شکل ۵ پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب شرب شهر اسفدن را بر اساس شاخص لارسون-اسلولد نشان می دهد.



شکل ۵: پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آب شرب شهر اسفدن بر اساس شاخص رسوب گذاری لارسون-اسکولد

- شاخص لارسون-اسکولد بهترین توصیف را برای وضعیت آب شرب شهر اسفدن از نظر پتانسیل خوردگی-رسوبگذاری ارائه می دهد و بر این اساس بطور کلی وضعیت آب شرب منطقه در وضعیت متمایل به خوردگی است.

نتیجه گیری

مطالعه تحلیلی-توصیفی حاضر با هدف ارزیابی کیفیت آب شرب شهر اسفدن و همچنین پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آن انجام گرفت. در این راستا کیفیت آب شرب با استانداردهای ملی و جهانی مرتبط با کیفیت آب برای مصارف خانگی مقایسه گردید و در ادامه با استفاده از شاخص های علمی به بررسی پتانسیل خوردگی و رسوبگذاری آن پرداخته شد و بر این اساس نتایج زیر حاصل گردید:

- کیفیت آب شرب شهر اسفدن بر اساس استانداردهای آب آشامیدنی ایران و سازمان بهداشت جهانی در وضعیت بسیار مطلوبی قرار دارد. و برای مصارف خانگی و شرب بسیار مناسب است.
- بهترین توصیف برای وضعیت آب شرب شهر اسفدن از نظر پتانسیل خوردگی-رسوبگذاری توسط شاخص لارسون-اسکولد ارائه می گردد.
- آب شرب مورد مطالعه بطور کلی در وضعیت خنثی و تا حد بسیار کمی متمایل به خوردگی بوده و لذا احتمال ایجاد خوردگی در شبکه انتقال و توزیع آب وجود دارد.
- وضعیت تعادلی آب نسبت به رسوب کربنات کلسیم سبب رسوبگذاری در تاسیسات گرمایشی شهر مورد مطالعه می گردد و لذا استفاده از روش های مختلف سختی گیری برای کنترل رسوب کربنات کلسیم ضروری است.

منابع

[۱] Amini Shouresh, R. Reza, J. Ali, and Maleki Afshin, “EVALUATION OF CORROSION AND SCALING POTENTIAL OF DRINKING WATER SUPPLY SOURCES OF MARIVAN VILLAGES, IRAN,” vol. ۳, no. ۳, pp. ۱۷۲–۱۷۸, Aug. ۲۰۱۵, doi: https://doi.org/۱۰,۲۲۱۰۲/jaehr.۲۰۱۵,٤۰۲۰۰.

[۲] H. Khorsandi, A. Mohammadi, S. Karimzadeh, and J. Khorsandi, “Evaluation of corrosion and scaling potential in rural water distribution network of Urmia, Iran,” Desalination and Water Treatment, vol. ۵۷, no. ۲۳, pp. ۱۰۵۸۵–۱۰۵۹۲, May ۲۰۱۵, doi: https://doi.org/۱۰,۱۰۸۰/۱۹٤٤۳۹۹٤,۲۰۱۵,۱۰٤۲۰۵۸.

[۳] M. Mirzabeygi, M. Naji, N. Yousefi, M. Shams, H. Biglari, and A. H. Mahvi, “Evaluation of corrosion and scaling tendency indices in water distribution system: a case study of Torbat Heydariye, Iran,” Desalination and Water Treatment, vol. ۵۷, no. ٥٤, pp. ۲۵۹۱۸–۲۵۹۲٦, Apr. ۲۰۱٦, doi: https://doi.org/۱۰,۱۰۸۰/۱۹٤٤۳۹۹٤,۲۰۱٦,۱۱٦۲۲۰٦.

[٤] H. Taghipour, M. Shakerkhatibi, M. Pourakbar, and M. Belvasi, “Corrosion and scaling potential in drinking water distribution system of tabriz, northwestern iran,” Health promotion perspectives, vol. ۲, no. ۱, pp. ۱۰۳–۱۱, ۲۰۱۲, doi: https://doi.org/۱۰,٥٦۸۱/hpp.۲۰۱۲,۰۱۳.

[٥] G. H. Asgari, B Ramavandi, M Tarlaniazar, A Fadaie Nobandegani, and Z Berizie, “Survey of chemical quality and corrosion and scaling potential of drinking water distribution network of Bushehr city,” ISMJ, vol. ۱۸, no. ۲, pp. ۳٥۳–۳٦۱, May ۲۰۱٥.

[٦] Abdoliman Amouei, Seyyed Hourieh Fallah, Hosseinali Asgharnia, R. Bour, and Seyed Mahmoud Mehdinia, “Evaluation of corrosion and scaling potential of drinking water resources in Noor city (Iran) by using stability indices,” DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals), Nov. ۲۰۱٦.

[۷] A. Abbasnia et al., "Evaluation of groundwater quality using water quality index and its suitability for assessing water for drinking and irrigation purposes: Case study of Sistan and Baluchistan province (Iran)," Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, vol. ۲٥, no. ٤, pp. ۹۸۸-۱۰۰٥, ۲۰۱۹/۰٥/۱۹ ۲۰۱۹, doi: ۱۰,۱۰۸۰/۱۰۸۰۷۰۳۹,۲۰۱۸,۱٤٥۸٥۹٦.

[۸] Farzaneh Faridirad and Masoumeh Gholinezhad, “Investigating Corrosion and Scaling Indices of Potable Water in City of Pardis Water Treatment Plant,” DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals), Oct. ۲۰۲۱, doi: https://doi.org/۱۰,۲۲۱۱۲/jwwse.۲۰۲۱,۲٦۱۸٥۹,۱۲۳٤.

[۹] عبدالحسین صالحی سروک، علی المدرسی، سیدابوالقاسم میرحسینی، مسعود شیشه بر، علی اکبر جمالی، و عبدالحسین کنگازیان، ‘‘بررسی عوامل تشکیل رسوب در شبکه توزیع آب شرب شهر سوق و رابطه آن با خواص آب،’’ آب و فاضلاب، vol. ۳۲ ،no. ۱ ، pp. ۱۰٦–۱۲٤ ،۱٤۰۰ ،[Online]. Available: https://sid.ir/paper/۳۹۹۹٦۲/fa

[۱۰] ali Dianati and M. Mahmoudi, “Investigation of Sedimentation and Corrosion Indices of Drinking Water Resources in the Cities of Mazandaran Province,” DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals), Sep. ۲۰۱۸.

[۱۱] F. García-Ávila, L. Ramos- Fernández, D. Pauta, and D. Quezada, “Evaluation of water quality and stability in the drinking water distribution network in the Azogues city, Ecuador,” Data in Brief, vol. ۱۸, pp. ۱۱۱–۱۲۳, Jun. ۲۰۱۸, doi: https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.dib.۲۰۱۸,۰۳,۰۰۷.

[۱۲] Pontius, F. W. (۱۹۹۰). Water quality and treatment: A handbook of community water supplies Water quality and treatment: A handbook of community water supplies (pp. ۱۱۹٤-۱۱۹٤).

[۱۳] کمیته ملی استاندارد غذا و کشاورزی، (۱۳۹۰)، مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی، استاندارد ۱۰۵۳-الف، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، تهران، ایران.

[۱٤] World Health Organization. (۲۰۱۷). Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization.

The qualitative assessment of drinking water and its corrosion and scaling potential in urban water distribution network (Case study: drinking water of Esfeden city)

Ali Rezvani[۱], Samira Mohammad poor[۱], Hosein Asadollahi[۱]
Department of Civil Engineering - Faculty of Engineering - Bozormehr Qaenat University - Qaen - Iran

Abstract: Underground waters are the only sustainable water reservoirs that used in South Khorasan province to overcome the challenge of lack of drinking water in population communities. These resources usually have high concentrations of ionic compounds that adversely affect their quality for drinking and industrial usages. Therefore, qualitative analysis of underground water resources during their exploitation period is essential. In the current study, the quality of underground water sources of Esfeden city (a new city in South Khorasan province) was investigated for the period of time ۲۰۰۶ to ۲۰۲۱. For this purpose, the chemical quality of water in the distributing network of Esfeden was compared with the drinking water quality standard of Iran (۱۰۵۳) and the World Health Organization (WHO). In addition, the corrosion or scaling potential of water in the distribution network was predicted by four different indexes (Langelier Saturation Index, Ryznar Stability Index, Puckorius Scaling Index and Larson-Skold Index). The results show that based on the drinking water standard of Iran and the WHO, the drinking water of Esfaden city has high quality, and nearly two decades of drought in South Khorasan province hasn't been decreased the quality of the water resources of this city. Also, the aforementioned corrosion and sedimentation indicators show the studied water is relatively corrosive and it is capable of causing minor damages to the distribution network. Therefore, in general, the water distribution system of Esfaden city supplies healthy water for domestic usages.

Keywords: Water resources; Urban water distribution network; Water quality; Corrosion and scaling indexes; Esfeden city.