اثرات کیفیت آب خام بر کارایی دستگاه‌های اسمز معکوس خانگی در استان خوزستان

سیروس جعفری*، مهرنوش گل‌سلطانی و مجبوبه لجمیراورک نجاتی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۲۱)

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثرات کیفیت آب خام بر کارایی دستگاه‌های اسمز معکوس در استان خوزستان انجام شد. نتایج نشان داد که کیفیت آب تصفیه، تابع کیفیت آب خام است. هرچه غلظت املاح در آب خام ورودی بیشتر شود، کارایی دستگاه در کاهش املاح کمتر می‌شود. با افزایش غلظت ذرات جامد محلول، عملکرد دستگاه در کاهش آن بهبود یافت. میزان کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب تصفیه متأثر از میزان TDS و EC بود. در بیشتر نمونه‌های تصفیه شده، نسبت کاتیون‌های کلسیم/ سدیم و نسبت کاتیون‌های منیزیم/ سدیم در آب تصفیه کمتر از آب خام ورودی است. توانایی دستگاه تصفیه در کاهش کاتیون‌های دوظرفیتی در آب تصفیه بیشتر از تک‌ظرفیتی است. برای آنیون‌ها نیز روندی مشابه با کاتیون‌ها، ملاحظه شد. همچنین بررسی اختلاف مقادیر EC در آب خام و تصفیه در ایستگاه‌های مختلف رودخانه‌های مورد مطالعه نشان داد که در فرایند تصفیه، هرچه شوری آب خام بیشتر شده منجر به تولید آب با شوری بیشتری شده است. به‌عبارتی این دستگاه‌ها با آب‌های خام ورودی متفاوت، آب‌های تصفیه شده متفاوتی را تولید می‌کنند. به‌طورکلی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در تصفیه آب رودخانه کارون عملکرد بهتری نسبت به دو رودخانه خیرآباد و کرخه داشتند.

واژه‌های کلیدی: آب تصفیه، اسمز معکوس، کیفیت آب خام

۱. گروه علوم خاک، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: siroosjafari@ramin.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آب آشامیدنی آبی است که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو آن در حدی باشد که مصرف آن برای آشامیدن، عارضه سوئی در کوتاه‌مدت یا درازمدت، برای سلامت انسان ایجاد نکند. افزایش بیش از حد جامدات محلول (TDS) و کلرید موجب بدمزگی و شوری آب شده و تمایل مصرف‌کنندگان را به مصرف چنین آب‌هایی کاهش می‌دهد (۳ و ۴). شوری به سایر ترکیبات شیمیایی آب بستگی دارد. اگر کاتیون سدیم در آب‌هایی با غلظت کلر ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۰/۸۶ میلی‌اکی‌والان بر لیتر) موجود باشد، مزه شور آن محسوس است اما اگر کاتیون کلسیم یا منیزیم باشد، چنانچه غلظت کلراید ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۲۸/۱۶ میلی اکی والان بر لیتر) نیز باشد ممکن است مزه شور آشکار نشود. تلخی آب به‌خاطر وجود نمک‌های منیزیم است. مزه گس مربوط به آهن و آلومینیم محلول در آب است. نمک‌های آلی موجب مزه گندیدگی آب می‌شوند. آب‌هایی که ترش باشند دارای pH کمتر از ۳ و مزه صابون حاکی از pH بیشتر از ۹ است (۲). غلظت بیش از حد سولفات در آب موجب ایجاد طعم تلخ می‌شود (۳ و ۱۶). از اثرات سو افزایش نیتریت و نیترات در آب آشامیدنی، ایجاد بیماری مت‌هموگلوبینی و جلوگیری از انتقال اکسیژن توسط هموگلوبین و ایجاد ترکیبات سرطان‌زا است (۱۶).

استفاده از سیستم‌های تصفیه در نقطه مصرف، از جمله روش‌هایی است که در نیل به اهداف و مقررات جدید آب آشامیدنی مطرح شده‌اند. تکنولوژی اسمز معکوس طی ۴۰ سال اخیر به‌ویژه در صنعت تولید آب، توسعه بسیار یافته است. این فرایند فیزیکی بوده و آلاینده‌ها تحت تأثیر فشار کاربردی حذف می‌شوند. این غشا توانایی حذف آلاینده‌های بسیار ریز و یون‌های تک‌ظرفیتی آب را دارد. بنابراین در کاربرد غشای اسمز معکوس، حذف بر اساس اندازه و بار الکتریکی ذرات صورت می‌گیرد. اسمز معکوس عبور تحت فشار آب از میان یک لایه غشایی و عکس فشار اسمزی معمول است که تحت این فرایند آب از محلول حاوی املاح جدا می‌شود. بنابراین اسمز معکوس روش جداسازی ناخالصی‌ها از آب است که عامل جریان در آن فشار مکانیکی است. در اسمز طبیعی جهت حرکت آب از محیط رقیق به غلیظ است، درصورتی که در اسمز معکوس از محیط غلیظ به سمت محیط رقیق است که نیروی آن از طریق پمپ برقی اعمال می‌شود. نتیجه نهایی این فرایند این است که آب و املاح از همدیگر جدا می‌شوند (۱۲). طی سال‌های اخیر در ایران مطالعاتی در زمینه کیفیت آب خروجی از دستگاه‌های تصفیه آب در برخی از نقاط کشور انجام شده است که به‌طور عمده شامل فرایند اسمز معکوس بوده است. یاری و همکاران (۱۷) در مطالعه کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب حاصل از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در شهر قم مشاهده کردند که آب حاصل از دستگاه‌های تصفیه آب دارای درجه اسیدی پایین‌تر از استاندارد تعیین شده هستند که این موضوع از نظر خورنده بودن آب و حل شدن مواد مختلف در آن اهمیت دارد. میرانزاده و داورخواه ربانی (۹) نیز در بررسی کیفیت شیمیایی آب ورودی و خروجی دستگاه‌های اسمز معکوس شهر کاشان طی ۱۳۸۶-۱۳۷۶ دریافتند که اگرچه تصفیه آب در این دستگاه‌ها منجر به کاهش شوری و املاح و بهبود طعم آب می‌شود ولی کیفیت آب خروجی از دستگاه‌ها به جز برای یون فلوئور، در مورد بقیه پارامترها تقریباً در حد مطلوب قرار دارد.

اغلب مطالعاتی که برای بررسی کارایی دستگاه‌های اسمز معکوس صورت گرفته است در زمینه اثرات این دستگاه‌ها بر اصلاح ترکیب شیمیایی آب‌های زیرزمینی بوده است و کمتر به اثرات آن بر تصفیه آب‌های سطحی یا رودخانه‌ای پرداخته‌اند. نظر به اینکه در استان خوزستان از آب‌های سطحی با کیفیت‌های مختلفی برای مصارف شرب استفاده می‌شود و میزان آلودگی آب و همچنین ترکیب شیمیایی کاتونی یا آنیونی نیز متنوع و زیاد است، بررسی کارایی این دستگاه‌ها می‌تواند برای برنامه‌ریزی سلامتی انسان به‌شدت استفاده شود. به این منظور در این پژوهش کارایی این شیوه از تهیه آب شرب در شهرستان‌ها و شهرهای مهم استان خوزستان که از سه رودخانه مهم کارون، کرخه و خیرآباد در مقاطع مختلف آن استفاده می‌کنند، بررسی شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه در این پژوهش، بخش‌هایی از استان خوزستان شامل شهرهای اهواز (شرق، غرب و جنوب)، سوسنگرد، رامشیر، رامهرمز، بهبهان، ملاثانی، شوشتر و حمیدیه بود. منبع آب خام این دستگاه‌ها از طریق رودخانه‌های کرخه (حمیدیه و سوسنگرد)، کارون (شوشتر، ملاثانی و اهواز) و خیرآباد (بهبهان، رامهرمز و رامشیر) است. نمونه‌برداری از آب ورودی (در محل لوله تغذیه کننده آب خام) و آب خروجی (در محل شیر برداشت آب تصفیه شده) دستگاه‌های تصفیه آب فعال در سطح این شهرها انجام شد. در نهایت سه رودخانه کرخه، کارون و خیرآباد به‌عنوان رودخانه‌های اصلی تأمین آب خام این دستگاه‌های تصفیه استفاده شدند. از هر شهر سه نمونه به‌عنوان تکرار در مناطق مختلف برداشته شد. تعداد کل نمونه‌های برداشت شده ۱۰ ایستگاه و ۶۰ نمونه آب بود. در بررسی تحلیل آماری نیز همه مناطقی که در زیرحوضه یک رودخانه بودند یکی فرض شدند. دستگاه‌های مورد استفاده از ویژگی‌های نسبتاً یکسانی برخوردار بودند، مدل دستگاه‌ها نیز مدل متداول در استان خوزستان بود که با نام تجاری Watersafe هستند. این دستگاه‌ها از شش فیلتر برای تصفیه آب استفاده می‌کنند.

پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل کل جامدات محلول (TDS) به روش حرارت دادن، pH توسط الکترود شیشه‌ای با دستگاه pHمتر (۱۴)، هدایت الکتریکی (EC) به روش آزمایشگاه شوری (۱۳)، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با ورسین (۸)، کلرور به روش تیتراسیون با نیترات نقره در مجاورت کرومات پتاسیم (۸)، کربنات و بی‌کربنات به روش تیتراسیون با اسید سولفوریک (۸)، سولفات به روش رسوب در استن (۸)، سدیم و پتاسیم به روش فلیم‌فتومتری (۸) و نیترات به روش میکرودیفیوژن اندازه گیری شدند. با توجه به توصیفی- مقطعی بودن مطالعه، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفته و نتایج حاصل از مقایسه متغیرهای مختلف در آب خام و تصفیه شده با استفاده از آزمون t انجام شد.

بحث و نتایج

مقایسه متغیرهای مختلف آب خام و تصفیه با استفاده از آزمون t بدون توجه به نوع رودخانه، در جدول ۱ آورده شده است.

بدون توجه به نوع رودخانه، در تمامی فاکتورها به‌جز عناصر Mn، As، Fe و Zn بین آب خام و تصفیه شده تفاوت معنی‌دار آماری در سطح کمتر از یک درصد ملاحظه شد (جدول ۱). به‌عبارتی دستگاه تصفیه تفاوت معنی‌داری را در ویژگی‌های آب تصفیه ایجاد کرده‌اند. بیشترین میزان اختلاف بین دو نوع آب خام ورودی و تصفیه، مربوط به ذرات جامد محلول بوده که اختلاف آن از نظر آماری در سطح بالا معنی‌دار است. کمترین میزان اختلاف به‌میزان Fe مربوط است که اختلاف آن از نظر آماری غیرمعنی‌دار است (میزان F کمتر). بعد از ذرات جامد محلول، دستگاه‌های تصفیه در کاهش EC، کلسیم، سدیم و کلر آب ورودی نیز بهترین کارایی را داشته‌اند.

بر اساس استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی، حداکثر مقدار مطلوب TDS در آب آشامیدنی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر است (۶ و ۱۱). در رابطه با میزان pH نیز بررسی جدول ۱ نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بین pH آب خام و تصفیه وجود دارد. pH آب ورودی به دستگاه‌ها به‌طور میانگین هشت است که مناسب بوده ولی در آب تصفیه میزان pH کمی کاهش یافته و به محدوده ۷/۲۱ رسیده که نشان می‌دهد استفاده از فرایند اسمز معکوس منجر به کاهش pH و نزدیک شدن به حد خنثی می‌شود. علت این امر می‌تواند به بهم خوردن نسبت میزان آنیون‌ها و کاتیون‌ها در اثر فرایند تصفیه مربوط باشد. چنین نتایجی توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (۶ و ۱۰). همچنین میانگین غلظت نیترات در آب خام ۷/۷ میلی‌گرم در لیتر بوده که با تصفیه به ۴/۸ میلی‌گرم در لیتر کاهش یافته است که از حد مجاز آن (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) خیلی فاصله دارد با این وجود این کاهش از لحاظ سلامتی بسیار حائز اهمیت است. نتایج به‌دست آمده از این جدول با نتایج سایر محققین نیز مطابقت دارد. به‌طور مثال در تحقیق دیگری بر کیفیت آب استحصال شده از آب تصفیه کن‌های

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. مقایسه ویژگی‌های آب خام و تصفیه شده بدون توجه به محل نمونه‌برداری

ویژگی	آب خام		آب تصفیه شده		آماره t	سطح معنی‌داری
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار		
TDS (mg/L)	۱/۰۹	۰/۲۶	۰/۱۱	۰/۲۳	۱۱/۶۴	۰/۰۰۰
pH	۸/۰۰	۰/۳۴	۷/۲۱	۰/۶۴	۴/۵۳	۰/۰۰۰
CO_3^{2-} (meq/L)	۲/۸۳	۳/۲۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰	۳/۵۵	۰/۰۰۰
HCO_3^- (meq/L)	۳/۳۹	۱/۹۵	۱/۰۳	۰/۸۲	۴/۵۸	۰/۰۰۰
NO_3^- (mg/L)	۷/۶۶	۱/۸۲	۴/۸۰	۱/۵۶	۴/۹۰	۰/۰۰۰
Mn^{2+} (mg/L)	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۰۳۰	−۱/۰۱	۰/۳۲
As^- (mg/L)	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۵	۰/۰۰۶	−۰/۳۸	۰/۷۱
Fe^{2+} (mg/L)	۰/۱۲	۰/۴۶	۰/۰۹	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۸۱
Zn^+ (mg/L)	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۲	۰/۰۵۶	−۱/۰۴	۰/۳۱
EC (µS/cm)	۱۹۴۷/۶۵	۴۸۰/۵۷	۴۲۷/۱۲	۵۰۴/۸۲	۸/۹۹	۰/۰۰۰
Ca^{2+} (meq/L)	۷/۰۳	۲/۱۵	۱/۳۴	۲/۱۹	۷/۶۶	۰/۰۰۰
Mg^{2+} (meq/L)	۴/۰۹	۱/۸۷	۰/۹۳	۱/۵۵	۵/۳۷	۰/۰۰۰
Na^+ (meq/L)	۸/۳۴	۲/۶	۲/۱۱	۲/۱۰	۷/۶۸	۰/۰۰۰
جمع کاتیون (meq/L)	۱۹/۴۷	۴/۸۱	۴/۳۹	۴/۹۸	۸/۹۹	۰/۰۰۰
Cl^- (meq/L)	۱۰/۱۵	۳/۸۱	۲/۰۳	۲/۳۱	۷/۵۲	۰/۰۰۰
SO_4^{2-} (meq/L)	۷/۲۵	۲/۶۲	۱/۷۳	۳/۲۷	۵/۴۰	۰/۰۰۰
جمع آنیون (meq/L)	۲۰/۷۹	۵/۵۶	۴/۸۱	۴/۱۵	۹/۵	۰/۰۰۰

مستقر در شهرها و روستاهای ایران نشان داده که pH آب خروجی دستگاه‌ها به سمت اسیدی شدن و خورنده بودن تمایل داشته است که علت آن می‌تواند به واسطه به‌هم خوردن تعادل املاح مولد قلیائیت در آب باشد (۱۷).

همچنین نتایج جدول ۱ نشان داد که میزان عناصر Mn، As، Fe و Zn در آب خام و تصفیه شده تفاوت معنی‌داری نداشت. برای منگنز سیستم اسمز معکوس باعث افزایش میزان منگنز از ۰/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر به ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر و عنصر روی باعث افزایش از ۰/۰۰۷ به ۰/۰۲ میلی‌گرم بر لیتر شده است که با وجودی که این افزایش معنی‌دار نیست اما می‌تواند به تغلیظ در اثر تصفیه مربوط باشد. با این وجود مقادیر آنها کمتر از حد مجاز در آب است (۵).

سیستم اسمز معکوس تغییری در غلظت آرسنیک ایجاد نکرده ولی میزان آن بیش از حد مجاز ۱۰ میکروگرم در لیتر است (۱۵) که می‌تواند برای سلامتی مصرف‌کنندگان خطرآفرین باشد. این ترکیب برخلاف منگنز و روی به‌صورت آنیونی است. عنصر آرسنیک می‌تواند از طریق غذا و آب آشامیدنی نیز به بدن انسان وارد شده و با ایجاد اختلال در سیستم عصبی، گردش خون، گوارش و پوست، سلامتی انسان را تهدید کند، به‌طوری که در مسمومیت‌های حاد باعث مرگ افراد شود (۱). مقدار آهن نیز پس از عبور از فیلتر از ۰/۱۲ به ۰/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر کاهش یافته که کمتر از حد مطلوب آهن در آب آشامیدنی است.

میانگین فاکتورهای مورد بررسی در آب خام و تصفیه شده به تفکیک سه رودخانه خیرآباد، کارون و کرخه در جدول ۲ نشان داده شده است.

بررسی فاکتورهای مختلف در سه رودخانه (جدول ۲) نشان می‌دهد که آب خام از نظر فاکتورهای مختلف در سه رودخانه اختلاف معنی‌داری دارند. به عبارتی کیفیت آب ورودی به

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. میانگین فاکتورهای مورد بررسی در آب خام و تصفیه شده به تفکیک رودخانه

ویژگی	میانگین فاکتورها در آب خام			میانگین فاکتورها در آب تصفیه شده		
	رودخانه ۱ (خیرآباد)	رودخانه ۲ (کارون)	رودخانه ۳ (کرخه)	رودخانه ۱ (خیرآباد)	رودخانه ۲ (کارون)	رودخانه ۳ (کرخه)
TDS (mg/L)	۱/۲۴	۱/۰۴	۰/۹۷	۰/۰۴	۰/۰۷۸	۰/۳۳
pH	۷/۷۳	۸/۱	۸/۲۱	۶/۷۹	۷/۲۵	۷/۷۶
CO_3^{2-} (meq/L)	۱/۰۸	۲/۱۸	۷/۷۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
HCO_3^- (meq/L)	۴/۱۴	۲/۸۳	۳/۸	۱/۶	۰/۷۹	۰/۸۳
NO_3^- (mg/L)	۸/۲۲	۷/۲۷	۷/۸۷	۵/۱۵	۴/۹	۳/۹۳
Mn^{2+} (mg/L)	۰/۰۸	۰/۱	۰/۱	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱
As^- (mg/L)	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
Fe^{2+} (mg/L)	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۰۱
Zn^+ (mg/L)	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲
EC (µS/cm)	۲۰۱۶	۱۹۴۵/۵	۱۸۴	۵۳۰	۲۸۳/۴۴	۶۸۶/۶۷
Ca^{2+} (meq/L)	۴/۶۸	۷	۷/۶	۱/۷۸	۰/۶۳	۲/۷۳
Mg^{2+} (meq/L)	۶/۷۶	۳/۷۱	۴/۲۷	۱/۷۸	۰/۶۱	۰/۴۷
Na^+ (meq/L)	۸/۷۱	۸/۷۳	۶/۵۲	۲/۱۵	۱/۵۸	۳/۶۶
جمع کاتیون(meq/L)	۲۰/۱۵	۱۹/۴۵	۱۸/۳۹	۵/۷۱	۲/۸۲	۶/۸۶
Cl^- (meq/L)	۹/۸	۱۱/۱۴	۷/۷۵	۱/۰۳	۱/۹۴	۳/۸۵
SO_4^{2-} (meq/L)	۸/۷	۶/۰۷	۸/۴	۳/۲۹	۰/۷۸	۲/۱۵
جمع آنیون (meq/L)	۲۲/۶۴	۲۰/۰۴	۱۹/۹۵	۵/۹۲	۳/۴۲	۶/۸۴

دستگاه‌ها با همدیگر متفاوت است. تحلیل آماری مقایسه میانگین فاکتورهای مورد بررسی در آب خام و تصفیه شده سه رودخانه خیرآباد، کارون و کرخه در جدول ۳ آورده شده است. استنباط آماری با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که با توجه به نتایج جدول ۳، بین آب سه رودخانه خیرآباد، کارون و کرخه تنها در فاکتور CO_3^{2-} تفاوت معنی‌دار آماری در سطح کمتر از پنج درصد وجود دارد ولی سایر فاکتورها تفاوت معنی‌داری نشان نداد. پس از این فاکتور، pH سه رودخانه بیشترین اختلاف را در آب خام با یکدیگر نشان دادند. کمترین تفاوت نیز در فاکتورهای EC و کاتیون‌ها ملاحظه شد. در تعیین اینکه فاکتور CO_3^{2-} در کدام رودخانه‌ها تفاوت معنی‌داری داشته‌اند، آزمون‌های تعقیبی توکی(Tukey) و ال‌اس‌دی (LSD) نشان دادند که رودخانه‌های خیرآباد و کارون تفاوت معنی‌داری از نظر این فاکتورها نداشته اما رودخانه کرخه با دو رودخانه خیرآباد و کارون از این نظر تفاوت معنی‌داری دارند. نتایج نشان داد که هرچند رودخانه کرخه حاوی مقدار CO_3^{2-} بیشتری نسبت به دو رودخانه دیگر است اما آب تصفیه شده این سه رودخانه از نظر این فاکتور و همچنین سایر فاکتورها اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

راندمان کاهش فاکتورهای مختلف در آب تصفیه شده سه رودخانه خیرآباد، کارون و کرخه در اثر تصفیه با اسمز معکوس در جدول ۴ نشان داده شده است.

بررسی میزان تغییر فاکتورهای مختلف در آب سه رودخانه با دستگاه تصفیه نشان می‌دهد که کارایی دستگاه‌های تصفیه در بهبود کیفیت آب رودخانه کارون نسبت به دو رودخانه دیگر از عملکرد بهتری برخوردار است. بیشترین میزان TDS به‌ترتیب در آب رودخانه‌های خیرآباد، کارون و کرخه بوده که با

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. مقایسه میانگین فاکتورهای مورد بررسی در آب خام و تصفیه سه رودخانه خیرآباد، کارون و کرخه

ویژگی‌ها	آب خام		آب تصفیه شده	
	آماره F	سطح معنی‌داری	آماره F	سطح معنی‌داری
TDS (mg/L)	۱/۳۴	۰/۲۹	۲/۰۲۴	۰/۱۷
pH	۳/۲	۰/۰۷	۲/۶۳۵	۰/۱۱
CO_3^{2-} (meq/L)	۷/۸	۰/۰۰۵	.	.
HCO_3^- (meq/L)	۰/۷۸	۰/۴۸	۱/۸۵۲	۰/۱۹
NO_3^- (mg/L)	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۵۷۹	۰/۵۷
Mn^{2+} (mg/L)	۱/۸	۰/۲	۱/۵۷۶	۰/۲۴
As^- (mg/L)	۱/۱۴	۰/۳۵	۰/۲۵۱	۰/۷۸
Fe^{2+} (mg/L)	۰/۴۱	۰/۶۷	۰/۴۰۲	۰/۶۸
Zn^+ (mg/L)	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۲۷۹	۰/۷۶
EC (µS/cm)	۰/۱۱	۰/۸۹	۰/۸۴۸	۰/۴۵
Ca^{2+} (meq/L)	۰/۱۳	۰/۸۸	۱/۲۱۳	۰/۳۳
Mg^{2+} (meq/L)	۰/۴۲	۰/۶۷	۱/۰۸۲	۰/۳۷
Na^+ (meq/L)	۰/۸۷	۰/۴۴	۱/۱۱۴	۰/۳۶
جمع کاتیون (meq/L)	۰/۱۱	۰/۸۹	۰/۹۸۸	۰/۴۰
Cl^- (meq/L)	۰/۹۱	۰/۴۳	۱/۴۹۱	۰/۲۶
SO_4^{2-} (meq/L)	۲/۲۸	۰/۱۴	۰/۹۶۷	۰/۴۰
جمع آنیون (meq/L)	۰/۳۶	۰/۷۰	۰/۹۷۰	۰/۴۰

جدول ۴. راندمان کاهش فاکتورهای مختلف در آب تصفیه شده سه رودخانه خیرآباد، کارون و کرخه

ویژگی ها	میانگین فاکتورها در آب خام		
	رودخانه کرخه	رودخانه کارون	رودخانه خیرآباد
TDS (mg/L)	۹۶	۹۲	۶۵
pH	۱۲	۱۰	۵
CO_3^{2-} (meq/L)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
HCO_3^- (meq/L)	۶۱/۳	۷۲	۷۸
NO_3^- (mg/L)	۳۷	۳۲	۵۰
As^- (mg/L)	بدون تغییر با تصفیه	بدون تغییر با تصفیه	بدون تغییر با تصفیه
Fe^{2+} (mg/L)	بدون تغییر با تصفیه	۲۷/۲	بدون تغییر با تصفیه
EC (µS/cm)	۷۳/۷	۸۵/۶	۶۲/۵
Ca^{2+} (meq/L)	۶۱/۹	۹۱	۶۴
Mg^{2+} (meq/L)	۷۳/۶	۸۳/۵	۸۸/۹
Na^+ (meq/L)	۷۵/۳	۸۱/۹	۴۳/۸
جمع کاتیون (meq/L)	۷۱/۶	۸۵/۵	۶۲/۶
Cl^- (meq/L)	۸۹/۴	۸۲/۵	۵۰/۳
SO_4^{2-} (meq/L)	۶۲/۱	۸۷/۱	۷۴/۴
جمع آنیون (meq/L)	۷۳/۷	۸۲/۹	۶۵/۷

در جدول مقادیر به‌صورت درصد تغییر آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

تصفیه به‌ترتیب ۹۶، ۹۲ و ۶۵ درصد از TDS از آب رودخانه‌ها حذف شده که بیانگر افزایش کارایی دستگاه با افزایش غلظت ذرات جامد در آب خام است. اهمیت TDS به این دلیل است که علاوه‌بر ایجاد کدورت و کاهش زلالی آب، در سطوح خود جاذب سایر آلاینده هستند که سبب تسهیل در ورود به بدن انسان می‌شود. با حذف آنها، این بخش از آلاینده‌ها به بدن انسان وارد نمی‌شود. در اغلب موارد موجودات ریز میکروبی نیز به این ذرات متصل می‌شوند. حضور این موجودات بیماری‌زا در آب آشامیدنی می‌تواند باعث بیماری وبا، حصبه، هپاتیت و یا اسهال‌های شدید خونی شود (۷ و ۱۶).

بیشترین میزان pH در آب خام ورودی نیز مربوط به رودخانه کرخه و کمترین میزان مربوط به رودخانه خیرآباد است. بعد از تصفیه و عبور آب از دستگاه، همچنان بیشترین میزان pH مربوط به آب تصفیه شده رودخانه کرخه و کمترین میزان مربوط به آب تصفیه رودخانه خیرآباد است که کاهش pH در آب تصفیه شده رودخانه خیرآباد، pH آب را به محدوده اسیدی رسانده و این اسیدی شدن آب می‌تواند سبب تغییر مهمی در ویژگی‌های آب شود. در مورد میزان کربنات در آب خام ورودی نیز بیشترین میزان مربوط به آب رودخانه کرخه و کمترین مربوط به آب خام رودخانه خیرآباد است اما بعد از تصفیه، فارغ از میزان اولیه کربنات در آب خام ورودی، میزان کربنات در آب تصفیه هر سه رودخانه به حدود ناچیز رسیده است که می‌تواند به حذف مواد آلی همراه با موجودات میکروبی تجزیه کننده آنها نسبت داده شود. میزان بی‌کربنات نیز در آب خام ورودی رودخانه خیرآباد بیشترین و رودخانه کارون کمترین مقدار است.

همچنین آب رودخانه کارون بیشترین غلظت سدیم و کلر را دارد که بعد از تصفیه توسط دستگاه نیز بیشترین غلظت کلر در آب تصفیه شده رودخانه کارون مشاهده شد. با وجودی که آب خام ورودی کارون بیشترین غلظت سدیم را داشت اما کمترین غلظت سدیم در آب تصفیه رودخانه کارون مشاهده شد.

بیشترین میزان منیزیم و سولفات در آب خام رودخانه خیرآباد بود که کمترین میزان این فاکتورها بعد از تصفیه به‌ترتیب در آب تصفیه رودخانه کرخه و کارون مشاهده شد. وجود سولفات و منیزیم زیاد در رودخانه خیرآباد، به سازندهای زمین‌شناسی گچی بالادست این رودخانه مربوط می‌شود. در مورد کلسیم نیز بیشترین میزان آن در آب خام رودخانه کرخه بود و بعد از تصفیه آب رودخانه کارون، کمترین میزان کلسیم را داشت. به‌طورکلی کیفیت آب خروجی به کیفیت آب ورودی دستگاه بستگی داشته و هرچه غلظت املاح در آب خام ورودی بیشتر شد، کارایی دستگاه در حذف و کاهش آن کمتر شده است. با افزایش غلظت ذرات جامد محلول، عملکرد دستگاه در حذف آن بهتر می‌شود. از طرفی ذرات جامد محلول چون دارای بار منفی بوده، می‌توانند کاتیون‌ها را روی سطح خود جذب کرده و در فرایند تصفیه این ذرات جامد توسط فیلترهای دستگاه حذف می‌شوند. بخش زیادی از کاتیون‌ها از این طریق کاهش می‌یابد. آب خام رودخانه کارون، بیشترین میزان سدیم را دارد اما بعد از تصفیه میزان سدیم در آب تصفیه حاصله کمتر از دو رودخانه دیگر شده است. این اثر ممکن است به‌دلیل اثر ذرات جامد محلول در نمونه آب باشد. پس درنهایت میزان یک کاتیون یا آنیون در آب تصفیه حاصل از دستگاه‌های تصفیه خانگی هم به مقدار اولیه آن در آب خام ورودی و هم به سایر ویژگی‌های آب از جمله میزان ذرات جامد محلول بستگی دارد.

بررسی مجموع غلظت کل کاتیون‌ها و آنیون‌ها نیز نشان داد که آب رودخانه خیرآباد هم بیشترین غلظت کل کاتیون و هم بیشترین غلظت کل آنیون را دارد و در دو رودخانه کارون و کرخه در مجموع کاتیون‌ها و آنیون‌ها تقریباً با هم برابرند. همچنین بررسی میزان فاکتورها در آب خام و تصفیه نشان می‌دهد که تصفیه باعث حذف ۷۱/۶ درصد کاتیون‌ها در آب تصفیه شده رودخانه خیرآباد و ۸۵/۵ درصد کاتیون‌ها در آب تصفیه رودخانه‌های کارون و ۶۲/۶ در رودخانه کرخه شده است. با توجه به اینکه بیشترین غلظت کاتیون کل مربوط به رودخانه خیرآباد است اما بیشترین کارایی حذف کاتیون توسط دستگاه تصفیه آب مربوط به آب رودخانه کارون است، هرچه

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت کاتیون‌ها در آب خام ورودی بیشتر شده است، کارایی دستگاه در حذف آن کاهش می‌یابد.

در فرآیند تصفیه به‌ترتیب ۷۳/۷، ۸۲/۹ و ۶۵/۷ درصد آنیون‌ها از آب رودخانه‌های خیرآباد، کارون و کرخه حذف شدند که با توجه به اینکه بیشترین غلظت آنیون در رودخانه خیرآباد بود اما بیشترین کارایی حذف آنیون توسط دستگاه تصفیه آب رودخانه کارون صورت گرفت. بنابراین می‌توان گفت که با افزایش غلظت آنیون‌ها، کارایی دستگاه در حذف آنها کاهش یافته است. در مجموع بررسی میزان تغییر فاکتورهای مختلف در آب سه رودخانه با دستگاه تصفیه نشان می‌دهد که کاربرد دستگاه‌های تصفیه در بهبود کیفیت آب رودخانه کارون نسبت به دو رودخانه دیگر عملکرد بهتری داشته است.

نتایج تحلیل آماری مربوط به مقایسه میانگین فاکتورها در آب خام و تصفیه شده به‌ترتیب برای رودخانه‌های خیرآباد (جدول ۵)، کارون (جدول ۶) و کرخه (جدول ۷) نشان داده شده است.

با توجه به جدول ۵ و بررسی سطح معنی‌داری فاکتورهای مختلف در رودخانه خیرآباد ملاحظه می‌شود که بین میانگین فاکتورهای CO_3^{2-}، HCO_3^-، Mn، As، Fe، Zn، Ca، Mg و SO_4^{2-} در آب خام و تصفیه شده رودخانه خیرآباد تفاوت معنی‌داری با هم وجود ندارد. به‌عبارتی دستگاه تصفیه نتوانسته مقادیر این فاکتورها را به‌طور معنی‌داری تغییر دهد اما سایر فاکتورهای مورد بررسی در آب تصفیه بهبود یافته است. بیشترین بهبود به‌ترتیب در فاکتورهای Na و TDS حاصل شده است. همچنین فاکتورهای pH، EC، نیترات، کلر، مجموع کاتیون و آنیون نیز به‌طور معنی‌داری در رودخانه خیرآباد تغییر یافته و این تغییر به‌صورت کاهش در آب تصفیه شده است.

نتایج مقایسه میانگین فاکتورهای مختلف در رودخانه کارون در جدول ۶ نشان می‌دهد که به جز چهار فاکتور Mn، As، Fe و Zn میانگین تمامی فاکتورهای دیگر به‌طور معنی‌داری در اثر تصفیه تغییر یافته‌اند. دستگاه‌های تصفیه، بیشترین کارایی را در کاهش فاکتورهای Ca، EC و TDS در آب رودخانه کارون داشته است. همچنین در کاهش میزان منیزیم، سدیم، کلر، سولفات، pH و بی‌کربنات نیز کارایی دستگاه‌ها بالا بوده است. در واقع در بررسی میانگین فاکتورها در رودخانه کارون همان نتیجه‌ای که در بررسی میانگین فاکتورها برای همه رودخانه ها به‌دست آمد (جدول ۱) در این رودخانه نیز مشاهده شد.

در رودخانه کرخه، فاکتورهای pH، کربنات، سولفات و منیزیم و سایر فاکتورها در آب خام و تصفیه شده تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند (جدول ۷). در واقع دستگاه‌های تصفیه با سیستم اسمز معکوس عملکرد خوبی در تصفیه آب رودخانه کرخه نداشته و حتی ذرات جامد محلول را هم نتوانسته به‌خوبی حذف کند. همچنین بررسی TDS، EC، مجموع کاتیون‌ها و مجموع آنیون‌ها در آب خام و تصفیه رودخانه‌های خیرآباد، کارون و کرخه با توجه به جداول ۵، ۶ و ۷ نشان داد که میزان کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب متأثر از میزان TDS و EC است. بیشترین میزان TDS و EC و درنتیجه حداکثر کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب خام رودخانه خیرآباد مشاهده شد که بعد از تصفیه همگی کاهش یافتند. این نتیجه نشان می‌دهد که ذرات جامد محلول به‌عنوان یک سطح جاذب برای کاتیون‌ها و آنیون‌ها عمل کرده است.

آب رودخانه کارون بعد از رودخانه خیرآباد حداکثر TDS، EC، کاتیون‌ها و آنیون‌ها را دارا بود که بعد از تصفیه همه کاهش یافتند. در آب رودخانه کرخه نیز که TDS و EC آن کمتر از رودخانه‌های خیرآباد و کارون بود فاکتورهای TDS، EC، مجموع کاتیون‌ها و آنیون‌ها بعد از تصفیه کاهش یافتند.

از فاکتورهای مهم در بررسی کیفیت آب شرب نسبت کاتیون‌های یک‌ظرفیتی به دو ظرفیتی است که پس از تصفیه از دستگاه خارج شده و استفاده می‌شود. در ادامه اثرات دستگاه تصفیه بر تغییرات این نسبت‌ها بررسی خواهد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. مقایسه میانگین فاکتورها در آب خام و تصفیه شده در رودخانه خیرآباد

فاکتور	آب خام		آب تصفیه شده		آماره t	سطح معنی‌داری
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار		
TDS (mg/L)	۱/۲۴	۰/۳۳	۰/۰۴	۰/۰۵۵	۸/۰۵	۰/۰۰
pH	۷/۲۷	۰/۴۱	۶/۷۹	۰/۸	۲/۳۱	۰/۰۵
CO_3^{2-} (meq/L)	۱/۰۸	۲/۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۱	۰/۳۵
HCO_3^- (meq/L)	۴/۱۴	۲/۳۴	۱/۶	۱/۳۳	۲/۱۱	۰/۰۷
NO_3^- (mg/L)	۸/۲۲	۱/۷۵	۵/۱۵	۱/۰۴	۳/۳۷	۰/۰۱
Mn^{2+} (mg/L)	۰/۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۹	۰/۰۱۵	−۰/۶۸	۰/۵۱
As^- (mg/L)	۰/۴۹	۰/۰۰۴	۰/۰۵	۰/۰۰۵	−۰/۷۴	۰/۴۸
Fe^{2+} (mg/L)	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۱
Zn^+ (mg/L)	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۱	−۰/۱۷	۰/۸۷
EC (µS/cm)	۲۰۱۶	۷۸۸/۵	۵۳۰	۶۸۵/۱۶	۳/۱۸	۰/۰۱۳
Ca^{2+} (meq/L)	۶/۷۶	۴/۱۳	۱/۷۸	۳/۰۵	۲/۱۷	۰/۰۶
Mg^{2+} (meq/L)	۴/۸۶	۳/۲	۱/۷۸	۲/۸۱	۱/۵۲	۰/۱۷
Na^+ (meq/L)	۸/۷۱	۱/۳۴	۲/۱۵	۱/۱۳	۸/۳۸	۰/۰۰
جمع کاتیون (meq/L)	۲۰/۱۵	۷/۸۹	۵/۷۱	۶/۵۵	۳/۱۵	۰/۰۱۴
Cl^- (meq/L)	۹/۸	۵/۷۵	۱/۰۳	۰/۷۹	۳/۳۷	۰/۰۲۶
SO_4^{2-} (meq/L)	۸/۷	۳/۴۹	۳/۲۹	۵/۸۸	۱/۷۷	۰/۱۱
جمع آنیون (meq/L)	۲۲/۶۴	۸/۲۳	۵/۹۲	۵/۰۹	۳/۸۶	۰/۰۰۵

جدول ۶. مقایسه میانگین فاکتورها در آب خام و تصفیه شده در رودخانه کارون

فاکتور	آب خام		آب تصفیه شده		آماره t	سطح معنی‌داری
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار		
TDS (mg/L)	۱/۰۴	۰/۲۲	۰/۷۸	۰/۱۳	۱۱/۳۹	۰/۰۰
pH	۸/۰۹	۰/۲۷	۷/۲۵	۰/۵۲	۴/۳	۰/۰۰۱
CO_3^{2-} (meq/L)	۲/۱۸	۰/۰۰	۲/۳۳	۰/۰۰	۲/۸	۰/۰۲۳
HCO_3^- (meq/L)	۲/۸۳	۰/۷۹	۱/۲	۰/۴	۴/۸۴	۰/۰۰۱
NO_3^- (mg/L)	۷/۲۷	۴/۹	۱/۸۳	۱/۶۵	۲/۸۸	۰/۰۱
Mn^{2+} (mg/L)	۰/۱	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۳	−۱/۱۴	۰/۲۷
As^- (mg/L)	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۵	۰/۰۰۴	۰/۷۹	۰/۴۴
Fe^{2+} (mg/L)	۰/۲۲	۰/۶۳	۰/۱۶	۰/۴۴	۰/۲۴	۰/۸۱
Zn^+ (mg/L)	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۳	۰/۰۷	−۰/۹۵	۰/۳۷
EC (µS/cm)	۱۹۴۵/۵	۳۲۸	۲۸۳/۴	۲۱۸/۷	۱۲/۶۴	۰/۰۰
Ca^{2+} (meq/L)	۷	۰/۶۴	۰/۶۳	۰/۲۹	۲۷/۱۵	۰/۰۰
Mg^{2+} (meq/L)	۳/۷	۱/۰۱	۰/۶۱	۰/۴۲	۸/۴۶	۰/۰۰
Na^+ (meq/L)	۸/۷	۳/۱	۱/۶	۱/۶۴	۶/۱۲	۰/۰۰
جمع کاتیون(meq/L)	۱۹/۴۵	۳/۲۸	۲/۸۲	۲/۱۸	۱۲/۶۴	۰/۰۰
Cl^- (meq/L)	۱۱/۱۴	۲/۹	۱/۹۴	۱/۵۳	۸/۴	۰/۰۰
SO_4^{2-} (meq/L)	۶/۰۷	۱/۳۵	۰/۷۸	۰/۵	۱۰/۹۷	۰/۰۰
جمع آنیون (meq/L)	۲۰/۰۴	۳/۷۷	۳/۵۲	۱/۹۲	۱۱/۷	۰/۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷. مقایسه میانگین فاکتورها در آب خام و تصفیه شده رودخانه کرخه

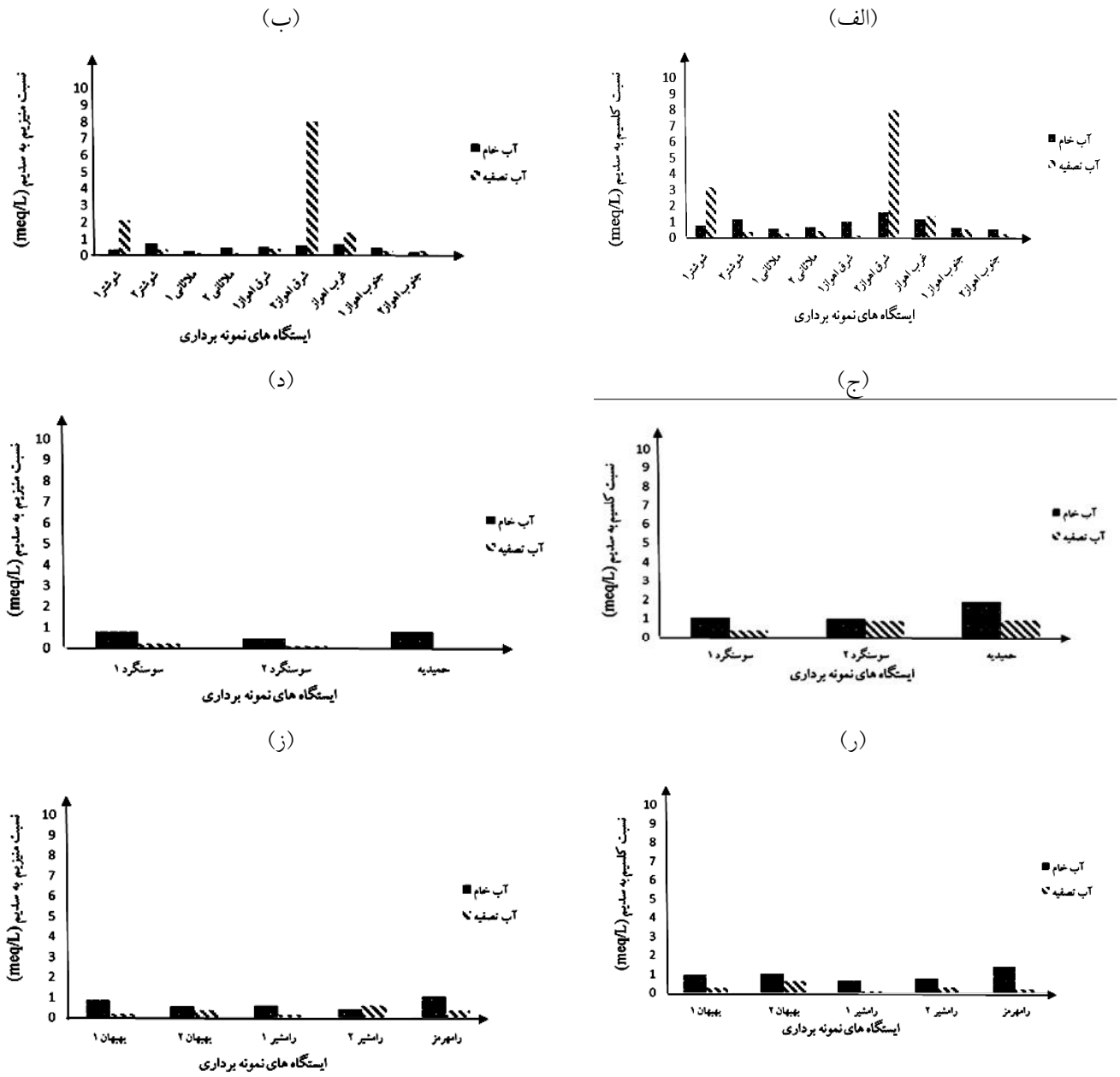
فاکتور	آب خام		آب تصفیه شده		آماره t	سطح معنی‌داری
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار		
TDS (mg/L)	۰/۹۷	۰/۲۳	۰/۳۳	۰/۴۹	۲/۰۱	۰/۱۱
pH	۸/۲۱	۰/۰۹۷	۷/۷۶	۰/۱۱	۵/۱۷	۰/۰۰۷
CO_3^{2-} (meq/L)	۷/۷۳	۲/۷۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰	۴/۸۳	۰/۰۴
HCO_3^- (meq/L)	۳/۸	۳/۲۷	۰/۸۳	۰/۳۱	۱/۵۷	۰/۲۶
NO_3^- (mg/L)	۷/۸۷	۲/۳۵	۳/۹۳	۲/۲	۲/۱۲	۰/۱۰۲
Mn^{2+} (mg/L)	۰/۱	۰/۰۳	۰/۱	۰/۰۴	۰/۰۱۱	۰/۹۹
As^- (mg/L)	۰/۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۵	۰/۰۱	−۰/۷۸	۰/۴۸
Fe^{2+} (mg/L)	۰/۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۱۵	۰/۰۰۹	−۱	۰/۴۲
Zn^+ (mg/L)	۰/۰۱	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۲۶	−۰/۳۵	۰/۷۵
EC(µS/cm)	۱۸۴۰	۳۷۹/۹	۶۸۶/۷	۸۲۹/۴۸	۲/۱۹	۰/۰۹۴
Ca^{2+} (meq/L)	۷/۶	۰/۶۹	۲/۷۳	۳/۷	۲/۲۴	۰/۱۵
Mg^{2+} (meq/L)	۴/۲۷	۱/۳	۰/۴۷	۰/۵	۴/۷۲	۰/۰۰۹
Na^+ (meq/L)	۶/۵۲	۲/۴۳	۳/۶۶	۴/۱۴	۱/۰۳	۰/۳۶
جمع کاتیون(meq/L)	۱۸/۳۹	۳/۸	۶/۸۶	۸/۲۹	۲/۱۹	۰/۰۹۴
Cl^- (meq/L)	۷/۷۵	۱/۷۵	۳/۸۵	۴/۹۵	۱/۲۹	۰/۲۷
SO_4^{2-} (meq/L)	۸/۴	۳/۱۴	۲/۱۵	۲/۲۱	۲/۸۲	۰/۰۵
جمع آنیون(meq/L)	۱۹/۹۵	۶/۵۳	۶/۸۴	۷/۳۸	۲/۳۱	۰/۰۸

در شکل ۱، نمودارهای (الف) تا (ز) نشان می‌دهد که در بیشتر نمونه‌های تصفیه شده رودخانه کارون به جز دو ایستگاه شوشتر و شرق اهواز، نسبت کاتیون کلسیم به سدیم و نسبت کاتیون منیزیم به سدیم در آب تصفیه کمتر از آب خام ورودی است که بیانگر آن است که فیلترهای دستگاه تصفیه کاتیون‌های تک‌ظرفیتی را کمتر جذب کرده و توانایی فیلتر در جذب و کاهش کاتیون‌های دو ظرفیتی در آب تصفیه بیشتر از کاتیون‌های تک‌ظرفیتی است یعنی در اثر تصفیه، مقدار کلسیم و منیزیم کاهش بیشتری نسبت به مقدار سدیم داشته و مقدار کلسیم و منیزیم در آب تصفیه خروجی دستگاه بیشتر از مقدار سدیم است. بررسی نسبت کاتیون کلسیم به سدیم و نسبت کاتیون منیزیم به سدیم در آب‌های تصفیه شده رودخانه‌های کرخه و خیرآباد نیز نتیجه مشابهی داشت. به‌طوری که در یکی از مناطق زیرحوضه رودخانه کرخه (ایستگاه حمیدیه) تمامی منیزیم موجود در آب، توسط فیلتر دستگاه جذب شده و مقدار منیزیم در آب تصفیه حاصل به صفر رسید. این اثرات دستگاه‌های تصفیه می‌تواند بر سلامتی انسان و تأمین نیاز کلسیم بدن، اثرات سوء به‌جای بگذارد.

در رابطه با جذب و عبور آنیون‌ها در ارتباط با ظرفیت آنها، نیز نتیجه حاصل مشابه کاتیون‌ها بود. بررسی جذب و عبور آنیون‌های تک‌ظرفیتی و دو ظرفیتی توسط فیلتر دستگاه تصفیه با توجه به شکل ۲ و نمودارهای (الف) تا (د) نشان داد که در بیشتر مناطق به‌جز یکی از ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه کارون (ایستگاه شوشتر ۱)، یکی از ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه کرخه (ایستگاه حمیدیه) و یکی از ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه خیرآباد (ایستگاه رامشیر)، نسبت آنیون سولفات به کلر در آب تصفیه کمتر از آب خام ورودی است. این نتیجه بیانگر این موضوع است که فیلترهای دستگاه تصفیه، آنیون‌های تک‌ظرفیتی را بیشتر عبور داده و توانایی فیلتر در جذب و کاهش آنیون‌های دو ظرفیتی در آب تصفیه بیشتر از

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. تغییرات نسبت کاتیون‌های دوظرفیتی به تک‌ظرفیتی در نمونه‌های مختلف

تک ظرفیتی‌هاست. به عبارتی در اثر تصفیه، مقدار سولفات کاهش بیشتری نسبت به کلر داشته و در آب تصفیه خروجی نسبت کلر به سولفات افزایش یافته است.

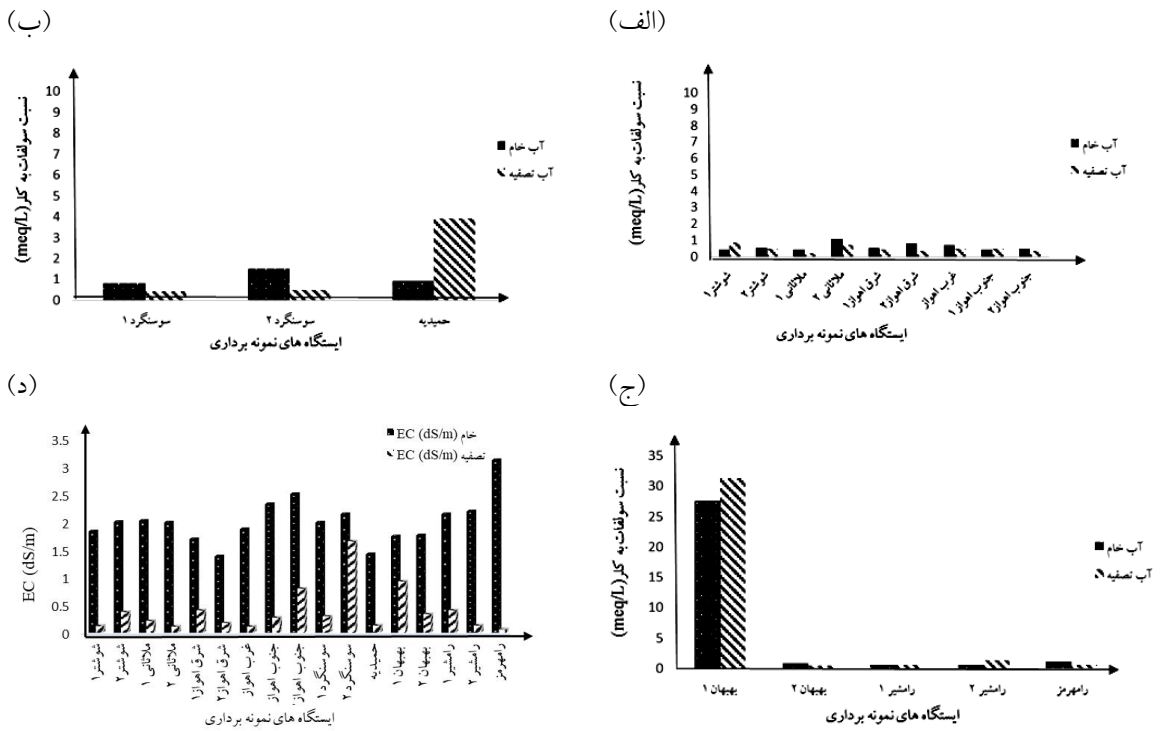
بررسی تغییرات مقادیر EC در آب خام و تصفیه در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری در مناطق مختلف از سه رودخانه کارون، کرخه و خیرآباد نشان می‌دهد (شکل ۲) که فرایند تصفیه، باعث تولید آب تصفیه شده با شوری‌های مختلفی شده است.

بخشی از این نتیجه می‌تواند به اثرات دستگاه‌های تصفیه بر نسبت کاتیون‌های یک‌ظرفیتی به دو ظرفیتی یا آنیون‌ها باشد.

نتیجه‌گیری

کارایی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در تغییر کیفیت آب خام ورودی سه رودخانه خیرآباد، کرخه و کارون نشان داد که دستگاه تصفیه، بسته به کیفیت آب ورودی، آب تصفیه شده با

www.SID.ir



شکل ۲. تغییرات نسبت آنیون‌های دوظرفیتی به تک‌ظرفیتی در نمونه‌های مختلف

کیفیت متفاوتی را تولید می‌کنند. هرچه غلظت املاح در آب خام ورودی بیشتر شود، کارایی دستگاه در حذف و یا کاهش املاح کمتر می‌شود. تنها با افزایش غلظت ذرات جامد محلول در آب خام، عملکرد دستگاه در حذف این فاکتور بهتر شد. میزان کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب خام و تصفیه، متأثر از میزان TDS و EC بود. به‌طورکلی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در تصفیه آب رودخانه کارون عملکرد بهتری نسبت به دو رودخانه خیرآباد و کرخه داشتند. به عبارتی دستگاه‌های اسمز معکوس در تصفیه آب‌های با ذرات محلول بیشتر همراه با آنیون‌ها یا کاتیون‌های تک‌ظرفیتی، از کارایی بیشتری نسبت به آب‌های خام با کاتیون‌های دوظرفیتی برخوردارند.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی شماره ۹۵۱/۰۵ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان است که تشکر و قدردانی می‌شود..

.منابع مورد استفاده

1. Abedin, M., J. Cottep-Howells and A. Meharg. 2002. Arsenic uptake and accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) irrigated with contaminated water. *International Journal of Plant and Soil Science* 240: 311-319.
2. Akbari Noshad, A. 2011. Purification of Polluted Waters. Special laboratory of Tabriz Oil Refining Company, Iran. (In Farsi).
3. Dinarloo, K., V. Alipour, and Gh. Farshidfar. 2006. Chemical quality of bandar abbas drinking water. *Hormozgan Medical Journal* 10(1): 62-57. (In Farsi).
4. Drinking water quality standard. 1999. Report of Management and Planning Organization of Iran, No. 116-4. (In Farsi).
5. Guidelines for the Iranian Institute of Standards and Industrial Research. Characteristics of water microbiology. 1998. Standard No. 1011, page 6. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

6. Hammer, M. J. 2007. Water and Wastewater Technologies. 6th Ed. Prentice Hall, Prentice Hall of India; 6th edition (June 15, 2007).
7. Khodadadi, M., H. Dorri and M. Mirzayi. 2010. Investigation of the role of household desalination water in removal of chemical, physical and microbial parameters of drinking water in Birjand 2009. Bandar Abbas University of Medical Sciences. *In:* Proceeding of the 11th Annual Congress of Medical Students of Iran. (In Farsi).
8. Laboratory analysis instructions for soil and water samples. 2008. Vice President of Strategic Planning and Supervision. Journal No. 467. (In Farsi).
9. Miranzadeh, M. B. and R. Referee. 2010. Evaluation of chemical quality of inlet and outlet of household desalination water in Kashan during 1997-2006. *Feyz Journal of Research* 14(2): 120-125. (In Farsi).
10. Miranzadeh, M. B., Gh. R. Mustafaei and A. Jalali Kashani. 2006. Evaluation of nitrate concentration in water supply wells and water distribution network of kashan during 2005-2007. *Feyz Scientific Journal* 10(2): 39-45. (In Farsi).
11. Nemerow, N. L., F. J. Agardy and J. A. Salvato. 2009. Environmental Engineering: Environmental Health and Safety for Municipal Infrastructure, Land Use and Planning, and Industry. 6th ed. Wiley. The United States.
12. Peavy, S. H. and D. R. Rowe. 1985. Environmental Engineering.. McGraw-Hill Publishing Co. New York McGraw-Hill .
13. United State Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Handbook. 60. Washington, DC.
14. Velthorst, E. J. 1996. Water analysis. pp. 121-242. *In:* P. Buurman, B. van Lagen and E. J. Velthorst (Eds.) Manual for Soil and Water Analysis. Backhuys Publ. Leiden.
15. World Health Organization. 2001. Arsenic and Arsenic Compounds: Environmental Health Criteria 18. World Health Organization, Geneva.
16. World Health Organization. 2011. Guidelines for Drinking-Water Quality. 4th Ed. Geneva, CH: World Health Organization. Geneva.
17. Yari, A., M. Safdari, L. Haddadian and M. Babakhani. 2008. Assessment of physical, chemical and microbial quality of treated water in private sector desalination plants in Qom in 2008. *Journal of Qom University of Medical Sciences* 1(1): 45-54. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 23, No. 3, Fall 2019, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Effects of Raw Water Quality on the Efficiency of Domestic Reverse Osmosis Apparatus in Khuzestan Province

S. Jafari*, M. Golsoltani and M. Lajmir-Orak Nejati[1]

(Received: March 15-2018; Accepted: November 12-2018)

Abstract

The aim of this study was the effect of raw water quality on the efficiency of domestic reverse osmosis apparatus in Khuzestan province. The results showed that the purified water quality was related to the quality of entrance raw water. With increasing in salt concentrations (EC) or TDS, purification efficiency was decreased. The cation and anions content of refinery water was related to TDS and EC. The Ca/Na and Mg/Na were decreased due to refinery. The ability of these apparatus to reduction of two valence cations were more than mono valence. As same as this trend was observed for anions. Also, the comparison of the EC of raw water and refinery from these apparatuses had different EC from different raw water entrance. This means of these apparatuses had different efficiency with changes of raw water quality. Generally, domestic water purification systems have better performance in Karun river water treatment than in Kheirabad and Karkheh rivers.

Keywords: Refinery water, Reverse osmosis, Quality and Raw water

1. .Department of Soil Science, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Khozestan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: siroosjafari@ramin.ac.ir

www.SID.ir