مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی
۱۳۹۲؛۵ (ویژه نامه کمیته تحقیقات دانشجویی):۱۱۱۹-۱۱۰۷

Journal of North Khorasan University of Medical Sciences
2013;5(Student Research Committe Supplementary):1107-1119

مقاله پژوهشی

بررسی عملکرد دستگاههای تصفیه آب موجود در سطح شهر بجنورد در سال ۹۲-۱۳۹۱

آمنه توانگر[۱]، نیره نعیمی[۲]*، هاجر علیزاده[۱]، حمید توکلی قوچانی[۳]، رضا قربانپور[۴]*

[۱] دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
[۲] مربی عضو هیأت علمی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
[۳] دانشجوی دکتری تخصصی آموزش بهداشت و ارتقاء سلامت، عضوهیأت علمی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
[۴] کارشناس آزمایشگاه گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت- دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی- بجنورد- ایران
[*] **نویسنده مسئول:** بجنورد، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، دانشکده بهداشت
پست الکترونیک: naeimi_n@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: *دستگاه‌های تصفیه آب به روش اسمزمعکوس از جمله سیستم‌های تصفیه در نقطه مصرف به شمار می آیند. با توجه به کیفیت آب در شهر بجنورد و تمایل مصرف‌کنندگان به استفاده از آبهای با املاح کمتر، تحقیق حاضر با هدف بررسی عملکرد این دستگاه-ها و مقایسه آب خروجی با استانداردهای ملی صورت گرفته است.*

مواد و روش‌کار: *این مطالعه توصیفی تحلیلی از اسفند ۱۳۹۱ لغایت شهریور ۱۳۹۲ انجام و نمونه‌برداری به صورت مستقیم از شیر ورودی و خروجی ۶ دستگاه فعال در سطح شهر (۶۶ نمونه) جهت آزمایشات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی صورت پذیرفت. آنالیز نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS18 و آزمون‌های آماری کلموگروف اسمیرنف و تی زوجی و مقایسه با استانداردهای ملی انجام شد.*

یافته‌ها: *با توجه به میزان راندمان دستگاهها در حذف پارامترهای سختی، قلیائیت، کلرور، TDS، کدورت، فلوراید، سدیم، نیترات، سولفات، فسفات و هدایت الکتریکی مشخص گردید که بجزء فلوراید و منیزیم، بقیه پارامترها تقریباً در حد مطلوب قرار دارند. میانگین غلظت pH در آب خروجی ۷/۶۸ واحد و کلرباقیمانده ۰/۶۴ mg/l بود. نتایج آنالیز تی زوجی نیز نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار آماری کلیه‌ی پارامترهای ورودی و خروجی دستگاه‌ها ($P<0.05$) بجزء فسفات است. ۵/۴۱٪ نمونه‌ها آلوده به باکتری‌های کلیفرم و تمام نمونه‌ها آلوده به کلستریدیوم پرفرنژنس بودند. در هیچ‌یک از نمونه‌ها آلودگی به کلیفرم مدفوعی مشاهده نشد. باکتریهای هتروتروف نیز پائین‌تر از حد استاندارد بودند.*

نتیجه‌گیری: *کنترل و پایش مداوم کیفیت آب ورودی و خروجی دستگاه‌ها به منظور حفظ مقادیر در حد مطلوب توسط سازمان‌های ذی-ربط امری ضروری به نظر می رسد.*

واژه‌های کلیدی: *ایستگاه تصفیه آب، کیفیت آب، اسمز معکوس، بجنورد*

مقدمه

آب یکی از نیازهای اساسی و اولیه ی هر موجودی است و بدون آن حیات معنایی نخواهد داشت. آب آشامیدنی علاوه بر تأمین آب مورد نیاز بدن در برگیرنده املاح و عناصر معدنی و ضروری برای بدن است که کمبود یا افزایش پاره ای از آنها منجر به ایجاد مشکلات و بیماری های مختلفی می شود بعنوان مثال می توان به کاهش و افزایش فلوئور اشاره نمود که به ترتیب باعث پوسیدگی دندان و اسکلروزیس خواهد شد [۲،۱]. بنابراین استاندارد بودن کیفیت آب آشامیدنی می تواند نقش مؤثری در بهداشت و سلامت انسان به عهده داشته باشد. به همین دلیل یکی از وظایف اصلی مسئولان تهیه و توزیع آب شرب، کنترل کیفیت آن است. آب آشامیدنی بایستی علاوه بر اینکه از نظر ظاهری شفاف، زلال و عاری از

کدورت باشد، از نظر کیفیت شیمیایی و میکروبی نیز در حد مطلوبی باشد [۲]. وجود باکتری هایی همچون اشرشیاکلی و کلیفرم ها در آب نشان دهنده ناکافی بودن فرآیند تصفیه و همچنین آلودگی متناوب و اخیر آب با مدفوع انسان و حیوان است. در تعیین منشاء آلودگی آب با مدفوع و ارزشیابی کارائی روش های گندزدائی آب می توان به عنوان یک نشانگر اضافی از استرپتوکک های مدفوعی و کلستریدیوم های احیاء کننده سولفیت نیز استفاده نمود. کلستریدیوم ها در مقایسه با کلیفرم ها و استرپتوکک ها نسبت به عوامل فیزیکی و شیمیایی مقاوم تر بوده و اسپور آن برای مدت طولانی در آب باقی می ماند بنابراین حضور آن در آب نشان دهنده وقوع آلودگی در گذشته و همچنین ناکافی بودن فرآیند تصفیه است. بیماری گاستروانتریت از جمله بیماری هایی است که توسط کلستریدیوم ها و اشرشیاکلی ایجاد شده و سبب بروز اسهال، استفراغ و دیگر مشکلات در انسان می شود [۳]. در جوامعی که دسترسی کمی به آب آشامیدنی سالم دارند، بیماری های ناشی از آب به عنوان یکی از علل عمده بیماری و مرگ و میر می باشد. سازمان بهداشت جهانی تخمین می زند که در هر سال ۱/۸میلیون مرگ در جهان در اثر فقر و بهداشت نامناسب رخ می دهد [۴] .

از لحاظ کیفیت شیمیایی آب آشامیدنی نیز کاتیون های چند ظرفیتی مخصوصاً کلسیم و منیزیم به راحتی ته نشین شده و بخصوص در واکنش با صابون سبب کف نکردن آن و تشکیل رسوبات مزاحم می گردند [۳]. بر اساس استانداردهای ملی ایران حداکثر مطلوب سختی کل بر حسب کربنات کلسیم ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر می باشد [۵]. بالا بودن جامدات محلول آب (TDS) نیز سبب ایجاد مزه شوری در آب شده و لذا تمایل مصرف کنندگان را به مصرف چنین آب هایی کاهش می دهد به همین دلیل مصرف کنندگان همیشه درپی آبهای شیرین بوده اند [۲]. همچنین با توجه به مسأله کمبود منابع آبی در دسترس، انسانها به مدت طولانی در جستجوی روش تصفیه مناسبی برای منابع ناچیز آب شیرین بوده اند. آب شیرین کن مفهوم جدیدی برای انسان نیست بلکه این ایده ایست برای تبدیل آب شور به آب شیرین که روز به روز توسعه یافته و برای قرن ها از آن استفاده می شود [۶]. با توجه به اینکه کیفیت آب آشامیدنی به طور معمول در شبکه توزیع کنترل شده است نه در نقطه مصرف استفاده از سیستم تصفیه در نقطه مصرف، از جمله روشهایی است که به منظور دستیابی به اهداف و مقررات جدید آب آشامیدنی مطرح شده اند [۷]. دستگاه های تصفیه آب به روش غشایی اسمز معکوس از جمله این سیستم ها به شمار می آیند به نحوی که قادر به جداسازی تقریباً ۹۰ تا ۹۵ درصد املاح آب می باشد [۱ و ۸]. در روش اسمز معکوس، آب خام توسط پمپ به داخل محفظه ای که دارای غشای نیمه تراوا می باشد، رانده می شود. چون تقریباً فقط آب خالص می تواند از غشاء عبور کند به این صورت آب تقریباً خالص در یک طرف غشاء و آب تغلیظ شده از ناخالصی ها در طرف دیگر خواهیم داشت. حذف باکتریها، ویروسها و دیگر میکروبها با این روش ۱۰۰٪ است اما به علت عدم آب بندی کامل سیستم اسمزمعکوس مقدار کمی از این گونه ناخالصی ها درآب تصفیه شده، ممکن است دیده شود [۹، ۱۰].

در مطالعه ای که توسط مجرو [1] و همکاران در جنوب آفریقا در زمینه ی نصب سیستم های تصفیه ی آب خانگی انجام پذیرفت مشخص گردید که میزان شیوع بیماری اسهال پس از استفاده از سیستم اسمز معکوس به ۵۷٪ کاهش یافته است [۱۱]. در پژوهش دیگری که واربنتز [2] و همکاران در زمینه ی مزایای تصفیه ی آب آشامیدنی با استفاده از سیستم های تصفیه ی غیر متمرکز در مقیاس خانگی انجام دادند مشخص گردید کاربرد این سیستم ها به دلیل قیمت کم، راحتی کاربرد، نگهداری کم هزینه و وابستگی کم به منابع انرژی برای تصفیه آب مناسب می باشند [۱۲]. با توجه به میزان سختی آب آشامیدنی شهر بجنورد با جمعیت حدود ۸۱۱۵۷۲ نفر و تمایل مصرف کنندگان به استفاده از آبهای با سختی کمتر لذا به ایستگاههای توزیع آب آشامیدنی تصفیه شده روی می آورند همچنین با توجه به این که این شهر در مسیر شهر مقدس مشهد قرار دارد و هر ساله مسافرین و زائرین زیادی از این مسیر عبور می کنند و امکان خریداری و مصرف این آبها وجود دارد

1 -Majuru
2 -Varbanets

بنابراین این تحقیق با هدف بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب دستگاه های تصفیه موجود در سطح شهر بجنورد و مقایسه آن با استاندارد ها انجام شده است.

روش کار

این مطالعه از نوع توصیفی تحلیلی بوده و از اسفند سال ۱۳۹۱ لغایت شهریور ۱۳۹۲ ادامه یافت. پس از شناسایی ایستگاه های فعال تصفیه آب در سطح شهر، نمونه برداری به صورت لحظه ای و بدون اطلاع قبلی از شیر ورودی و خروجی ۶ دستگاه فعال به روش اسمز معکوس صورت پذیرفت. جهت آزمایشات فیزیکی و شیمیایی از ظروف پلی اتیلن ۲ لیتری تمیز و به منظور انجام آزمایشات میکروبی از ظروف شیشه ای استریل طبق دستورالعمل موجود درکتاب استاندارد متد استفاده گردید. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه مورد آزمایش های میکروبی و انواع آزمایش های فیزیکی و شیمیایی قرار گرفتند. در این مطالعه آزمایشات فیزیکی و شیمیایی از قبیل هدایت الکتریکی، دما، کدورت، کل مواد جامد محلول (TDS)، pH، سختی کل، سختی کلسیمی و منیزیمی، قلیائیت، کلرور، کلر باقیمانده آزاد، فسفات، سولفات، فلوراید، نیترات، سدیم و پتاسیم انجام شد. سنجش pH با استفاده از الکترود pH متر (HACH)، کدورت نمونه ها به روش نفلومتری با استفاده از کدورت سنج مدل ۲۱۰۰N شرکت HACH، هدایت الکتریکی و TDS نمونه ها با استفاده از دستگاه کنداکتیویتیمتر Jenway مدل ۴۵۱۰، سدیم و پتاسیم با استفاده از فلیم فتومتر Jenway PFP7 و اندازه گیری یونهای سولفات، فسفات، نیترات و فلوراید با دستگاه اسپکتروفتومتر DR5000 ، کلرور با روش موهر و سختی و قلیائیت با روش تیتراسیون مطابق روش های استاندارد بر اساس کتاب استاندارد متد ۲۰۰۵ [۱۳] انجام گرفت. جهت دقت نمونه ها اندازه گیری ها دو مرتبه و میانگین نمونه ها یادداشت گردیدند.در آزمایشهای میکروبی از شاخص های کل کلیفرم ها، کلیفرم مدفوعی و کلستریدیوم پرفرژنس به روش تخمیر چند لوله ای و شمارش بشقابی باکتری های هتروتروف به روش گسترده (محیط کشت R_2A agar) استفاده گردید. جهت آنالیز نتایج با استفاده از نرم افزار Excel و SPSS18، میانگین، انحراف معیار و آزمون آماری کلموگروف اسمیرنف و تی زوجی و در صورت عدم پیروی داده ها از توزیع نرمال از آزمون من ویتنی انجام پذیرفت و در نهایت میانگین نتایج حاصله با استانداردهای ملی ایران مقایسه شدند.

یافته ها

میانگین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده از ورودی و خروجی ۶ ایستگاه فعال موجود در سطح بجنورد در جدول ۱ و میانگین پارامترهای میکروبی مورد سنجش در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون تی زوجی حاکی از آن است که: در ایستگاه شماره ۱ بین مقادیر ورودی و خروجی پارامترهای کدورت، سدیم، TDS، EC، سولفات و فسفات، و در ایستگاه شماره ۲ بین کدورت، سدیم، پتاسیم، pH، کلر باقیمانده، سولفات و فسفات، تفاوت آماری معنی داری وجود ندارد. در ایستگاه شماره ۳ به جزء پارامترهای سختی کل، سدیم، پتاسیم، TDS، EC، کلرباقیمانده و فلوراید در مورد بقیه پارامترها بین مقادیر ورودی و خروجی تفاوت آماری معنی داری مشاهده نگردید. در ایستگاه شماره ۴ بین مقادیر ورودی و خروجی پارامترهای کدورت، سدیم، کلر باقیمانده، سولفات و فسفات، در ایستگاه شماره ۵ بین پارامترهای کدورت، سدیم، سولفات و فسفات و در ایستگاه شماره ۶ بین سدیم، نیترات و فسفات تفاوت آماری معنی داری مشاهده نگردید.

بحث

گندزدایی یکی از مهمترین فرآیندهای تصفیه آب جهت تخریب عوامل بیماریزای میکروبی و بهبود کیفیت آب برای مصارف مختلف می باشد[۱۴]. با توجه به نتایج حاصله میانگین کلر باقیمانده،در آب خروجی کلیه دستگاه ها در رنج استاندارد بود که با نتایج یاری و همکاران [۱] همخوانی ندارد. آب فاقد سختی یا با سختی خیلی کم اگرچه برای مصارف صنعتی بسیار مناسب است ولی برای آشامیدن مناسب نیست، به همین دلیل در آب خروجی دستگاه های آب شیرین کن غلظت سختی بایستی بالای ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و در محدوده ی ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر قرار داشته باشد. وجود غلظت مناسب سختی در اب آشامیدنی اگرچه از نظر بهداشتی دارای

جدول ۱: میانگین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مورد سنجش در آب ورودی و خروجی از دستگاه های تصفیه آب موجود در سطح شهر بجنورد

ایستگاه	سختی کل (mg/l)		P- value*	سختی کلسیم		P- value	سختی منیزیوم		P- value
	ورودی	خروجی		ورودی	خروجی		ورودی	خروجی	
۱	۱۴۴/۹۵ ± ۵۴۱/۵	۴۱/۴۸ ± ۹۵	۰/۰۰۲	۸۰/۱۲ ±۲۸۴/۶۷	۱۸/۹۲ ± ۵۹	۰/۰۰۲	۸۷/۶۶ ± ۲۵۶/۸۳	۳۱/۷۸ ± ۳۶	۰/۰۰۳
۲	۱۵۷/۵۸ ± ۶۵۴/۵	۶۶/۵۴ ± ۱۵۲/۵	۰/۰۰۰	۹۹/۴۲ ± ۲۹۷/۳۳	۱۲/۹۹ ± ۸۴/۱۷	۰/۰۰۳	۱۴۲/۲۵ ± ۳۵۷/۱۷	۵۷/۷ ± ۶۸/۳۳	۰/۰۰۲
۳	۷۸/۷۵ ± ۴۷۷/۳۳	۵۳/۸۷ ± ۱۳۸/۶۷	۰/۰۳۲	۱۰۴/۶۷ ± ۲۶۷/۶۷	۲ ± ۹۲	۰/۰۹۸	۸۴/۱۸ ± ۲۰۹/۶۷	۵۳/۵۷ ± ۴۶/۶۷	۰/۱۷۶
۴	۹۹/۷۱ ± ۷۵۵	۴۳/۹۷ ± ۱۶۴/۵	۰/۰۰۰	۶۷/۳۷ ± ۳۵۱/۸۳	۱۸/۳۵ ± ۸۳/۵	۰/۰۰۱	۱۵۰/۴۳ ± ۴۰۳/۱۷	۴۷/۰۷ ± ۸۱	۰/۰۰۴
۵	۱۳۲/۳۶ ± ۴۶۷/۶۷	۶۰/۲۲ ± ۱۰۹/۵	۰/۰۰۲	۹۸/۵۹ ± ۲۷۱	۷/۹۴ ± ۵۹/۳۳	۰/۰۰۳	۹۱/۹۲ ± ۱۹۶/۶۷	۵۶/۸ ± ۵۰/۱۷	۰/۰۳۵
۶	۷۵/۷ ± ۴۶۷/۶۷	۸۵/۳۲ ± ۹۳/۶۷	۰/۰۰۰	۱۰۴/۲۶ ± ۲۷۷/۸۳	۳۶/۵۸ ± ۴۳/۶۷	۰/۰۰۲	۶۰/۶۱ ± ۱۸۹/۸۳	۸۸/۹ ± ۵۰	۰/۰۳۹
میانگین	۱۵۹/۲۹ ± ۵۶۸/۱۸	۶۳/۲۳ ± ۱۲۴/۴۵		۸۹/۵۴ ± ۲۹۳/۹۱	۲۵/۳۵ ± ۶۸/۳		۱۳۲/۴۹ ± ۲۷۴/۲۷	۵۶/۴۳ ± ۵۶/۱۵	
استاندارد	**حد مطلوب**	۲۰۰		۳۰۰			۳۰		
	مقدار مجاز	۵۰۰		-			-		

* تمام داده ها با استفاده از آزمون آماری کلموگروف اسمیرنف از توزیع نرمال برخوردار بودند.

ادامه جدول ۱: نتایج آنالیز شیمیایی ...

ایستگاه	فلوراید (mg/l)		P- value	کلر باقیمانده		P- value	قلیائیت		P- value
	ورودی	خروجی		ورودی	خروجی		ورودی	خروجی	
۱	± ۰/۲۵ ۰/۷۸	± ۰/۱۱ ۰/۲	۰/۰۰۳	۰/۲۸ ± ۰/۹	± ۰/۱۱ ۰/۵۵	۰/۰۱۷	۸۲/۵۹ ± ۲۸۴/۵	۳۴/۳۹ ± ۶۱/۶۸	۰/۰۰۳
۲	± ۰/۲۷ ۰/۹۶	± ۰/۹۴ ۰/۳۲	۰/۰۰۳	۰/۲۳ ± ۰/۸۶	± ۰/۷۹ ۰/۹۵	۰/۷۹۰	۱۱۵/۱۷ ± ۳۲۸/۱۷	۷۸/۰۵ ± ۱۱۶/۱۷	۰/۰۳۷
۳	± ۰/۲۴ ۰/۸۱	± ۰/۲ ۰/۳۵	۰/۰۰۸	۰/۳۷ ± ۰/۸۸	± ۰/۴۱ ۰/۳۹	۰/۰۰۷	۸۸/۰۵ ± ۲۲۶/۳۳	± ۹/۵ ۷۷/۳۳	۰/۰۸۱
۴	± ۰/۲۹ ۰/۸۱	± ۰/۱۲ ۰/۲۶	۰/۰۰۲	± ۰/۲ ۰/۷۶	± ۰/۲۷ ۰/۶۱	۰/۲۱۵	۳۸/۶۴ ± ۳۴۴/۵	± ۱۶/۹ ۸۶	۰/۰۰۰
۵	± ۰/۳۴ ۰/۸۹	± ۰/۲۵ ۰/۲۹	۰/۰۱۳	۰/۳۳ ± ۰/۸۹	± ۰/۲۷ ۰/۵۸	۰/۰۱۶	۷۴/۹۴ ± ۲۶۷/۳۳	۱۵/۳۹ ± ۶۹/۸۳	۰/۰۰۱
۶	± ۰/۲۳ ۰/۹۵	± ۰/۱۴ ۰/۲۳	۰/۰۰۰	± ۰/۴ ۱/۰۳	± ۰/۳ ۰/۶۳	۰/۰۰۲	۵۶/۹۱ ± ۲۶۵/۶۷	۲۰/۳۱ ± ۵۸	۰/۰۰۰
میانگین	± ۰/۲۶ ۰/۸۷	± ۰/۱۵ ۰/۲۷		۰/۲۹ ± ۰/۸۹	± ۰/۴۲ ۰/۶۴		۸۱/۶۱ ± ۲۹۱/۵۲	۴۱/۳۶ ± ۷۸/۲۴	
استاندارد	حد مطلوب	۰/۵						–	
	مقدار مجاز	۱/۵						–	

ادامه جدول ۱: نتایج آنالیز شیمیایی ...

ایستگاه	pH		P- value	TDS(mg/l)		P- value	کدورت (NTU)		P- value
	ورودی	خروجی		ورودی	خروجی		ورودی	خروجی	
۱	۷/۴۲ ± ۰/۲۷	۶/۹۲ ± ۰/۱	۰/۰۰۹	۱۱۱۰/۱۷ ± ۸۷۶/۸	۳۱۹/۶۷ ± ۲۱۶/۶۸	۰/۰۹۷	۰/۵۷ ± ۰/۴۷	۰/۳۳ ± ۰/۳۳	۰/۲۴۶
۲	۷/۳۱ ± ۰/۳۳	۷/۱ ± ۰/۲۷	۰/۲۳۰	۱۲۴۶/۶۷ ± ۵۳/۶۹	۳۱۵/۶۷ ± ۹۵/۸۹	۰/۰۰۰	۰/۶۵ ± ۰/۷۳	۰/۴۳ ± ۰/۲۹	۰/۳۳۸
۳	۱۴/۸۳ ± ۶/۳۳	۱۴/۶ ± ۶/۶۱	۰/۳۱۷	۸۰۹ ± ۱۹۳/۲۸	۲۵۵/۶۷ ± ۱۷/۷۹	۰/۰۳۵	۲/۹۱ ± ۳/۵۴	۰/۷۹ ± ۱/۰۵	۰/۲۷۹
۴	۷/۴ ± ۰/۲۸	۶/۹۳ ± ۰/۳۸	۰/۰۱۲	۱۴۴۸ ± ۶۵۶/۱۱	۳۹۱/۳۳ ± ۱۵۶/۶۴	۰/۰۰۵	۰/۶۴ ± ۰/۵۲	۰/۳۴ ± ۰/۳۳	۰/۲۰۳
۵	۷/۷۶ ± ۰/۲۵	۷/۱۲ ± ۰/۲۷	۰/۰۰۳	۸۴۷/۳۳ ± ۳۱۹/۷۶	۱۹۹/۸۵ ± ۷۵/۲۴	۰/۰۰۲	۰/۸۴ ± ۰/۶۹	۰/۳۷ ± ۰/۳۱	۰/۰۵۶
۶	۷/۸۷ ± ۰/۳۳	۶/۸۹ ± ۰/۲۸	۰/۰۰۲	۸۷۱ ± ۲۱۵/۹۳	۱۳۷/۴۸ ± ۵۰/۱۸	۰/۰۰۰	۰/۸۶ ± ۰/۶۱	۰/۴۲ ± ۰/۳۳	۰/۰۵۰
میانگین	۸/۲۱ ± ۲/۶۷	۷/۶۸ ± ۲/۷۸		۱۰۷۷/۷۵ ± ۵۱۹/۰۶	۲۷۱/۲۴ ± ۱۴۷/۴۸		۰/۹۱ ± ۱/۲۳	۰/۴۲ ± ۰/۴۱	
استاندارد	حد مطلوب	۶/۵-۸/۵		۱۰۰۰			≤ ۱		
	مقدار مجاز	۶/۵-۹		۱۵۰۰			۵		

ادامه جدول ۱: نتایج آنالیز شیمیایی ...

ایستگاه	EC (µmoh/cm)		P- value	کلرور (mg/l)		P- value	سدیم (mg/l)		P- value
	ورودی	خروجی		ورودی	خروجی		ورودی	خروجی	
۱	± ۱۴۶۳/۴۴ ۱۸۱۸/۳۳	± ۳۳۷/۶۴ ۵۱۴/۵	۰/۰۹۶	± ۶۸/۸۶ ۱۸۴/۶۵	۳۳/۴ ± ۶/۰۹	۰/۰۰۲	± ۵۲/۹۷ ۲۸/۰۸	± ۱۵/۱۷ ۸/۹۱	۰/۲۶۹
۲	± ۱۴۴/۸۴ ۲۰۱۲/۳۳	± ۱۶۵/۹۴ ۵۱۱/۸۳	۰/۰۰۰	± ۸۰/۰۴ ۲۲۱/۵۸	۴۰/۳ ± ۷/۴۹	۰/۰۰۲	± ۵۱/۱۶ ۲۹/۳۱	۸/۷ ± ۱۳/۵۷	۰/۲۳۷
۳	± ۳۵۱/۷۶ ۱۲۹۸/۶۷	± ۴۴/۷۹ ۴۰۹/۳۳	۰/۰۴۰	± ۵۵/۵۴ ۱۱۴/۳۳	± ۴۸/۸۸ ۵۲/۸	۰/۲۸۹	۶/۰۸± ۱/۷	۲/۴۹ ± ۰/۵۲	۰/۰۳۸
۴	± ۱۱۱۵/۳۵ ۲۳۴۹/۶۷	± ۲۶۶/۹۲ ۵۵۲/۶۷	۰/۰۰۴	± ۱۴/۶۵ ۲۵۰/۶۱	± ۸/۵۴ ۵۱/۶۵	۰/۰۰۰	± ۴۱/۶۲ ۲۵/۱۶	۸/۷۲ ± ۱۴	۰/۲۰۵
۵	± ۵۵۹/۱۳ ۱۴۰۲/۵	± ۱۳۱/۵ ۳۲۷/۶۷	۰/۰۰۳	± ۶۷/۴۹ ۱۱۹/۶۷	± ۹/۷۸ ۲۳/۰۳	۰/۰۱۷	± ۶۹/۲۵ ۳۳/۴	± ۲۸/۰۷ ۱۳/۲۲	۰/۲۸۴
۶	± ۶۵۸/۲۶ ۱۲۲۴/۱۷	± ۸۷/۴۱ ۲۲۵/۹۵	۰/۰۱۴	± ۳۵/۱ ۸۱/۹۲	± ۱۳/۳۱ ۲۱/۲۲	۰/۰۰۸	± ۳۱/۰۳ ۱۷/۷۱	۲/۴۹ ± ۲/۶۷	۰/۲۴۶
میانگین	± ۹۱۱/۲۶ ۱۷۱۹/۳۳	± ۲۲۹/۰۶ ۴۲۴/۹۶		± ۸۲/۶۹ ۱۶۶/۴۷	± ۱۹/۱۷ ۳۵/۶۴		± ۴۵/۶۱ ۲۴/۸۵	± ۱۵/۲۸ ۷/۸۷	
استاندارد	**حد مطلوب**	-			۲۰۰			۲۰۰	
	مقدار مجاز	-			۴۰۰			۲۰۰	

ادامه جدول ۱: نتایج آنالیز شیمیایی ...

ایستگاه	نیترات (mg/l)		P-value	سولفات (mg/l)		P-value	فسفات (mg/l)		P-value
	ورودی	خروجی		ورودی	خروجی		ورودی	خروجی	
۱	± ۲/۵۱ ۷/۴	± ۱/۴۶ ۳/۲	۰/۰۰۱	۱۸۹/۵۷ ± ۲۰۱/۶۷	± ۱۱/۵۴ ۴۴	۰/۰۹۸	± ۳/۱۵ ۲/۰۳	± ۰/۹۳ ۰/۹۲	۰/۳۵۸
۲	± ۴/۰۹ ۶/۱	± ۰/۸۵ ۲/۱۵	۰/۰۳۶	۱۲۱/۵۸ ± ۱۶۶	± ۱۶/۲۶ ۷۰	۰/۱۰۸	± ۰/۲ ۰/۵۵	± ۰/۴۴ ۰/۵۳	۰/۹۲۰
۳	± ۱/۶۷ ۲/۷۳	± ۰/۲۶ ۱/۲	۰/۲۰۴	± ۸۸/۲۷ ۲۶۸	± ۲۶ ۶۸/۳۳	۰/۰۹۴	± ۰/۰۶ ۰/۲۷	± ۰/۱۹ ۰/۲۵	۰/۸۴۳
۴	± ۱/۹۲ ۸/۹	± ۰/۷۴ ۳/۱	۰/۰۰۳	۱۲۴/۲۲ ± ۱۶۶/۶۷	± ۳۸/۸۵ ۶۹/۶۷	۰/۰۹۵	± ۰/۴ ۰/۵۶	± ۰/۲۷ ۰/۳۸	۰/۰۵۷
۵	± ۲/۵۹ ۳/۵	± ۰/۷۶ ۱/۲۲	۰/۰۴۵	۱۶۳/۰۲ ± ۱۸۴/۳۳	± ۱۶/۹۲ ۴۵/۵	۰/۰۹۴	± ۰/۴۱ ۰/۴۸	± ۰/۵۱ ۰/۶۱	۰/۲۰۶
۶	± ۲/۵۸ ۳/۶۲	± ۱/۸۳ ۱/۵۲	۰/۰۷۳	± ۸۹/۰۳ ۱۲۴/۳۳	± ۲/۹۳ ۲۸/۱۷	۰/۰۴۵	± ۰/۳۶ ۰/۳۷	± ۰/۸۵ ۰/۴۸	۰/۶۳۷
میانگین	± ۳/۳۹ ۵/۶۲	± ۱/۳۶ ۲/۱۴		۱۳۲/۹۵ ± ۱۷۷/۶۴	± ۲۵/۶۱ ۵۳		± ۱/۴۲ ۰/۷۵	± ۰/۶۱ ۰/۵۶	
استاندارد	حد مطلوب				۲۵۰				
	مقدار مجاز		۵۰		۴۰۰				

جدول ۲: میانگین پارامترهای میکروبی مورد سنجش در آب ورودی و خروجی از دستگاه های تصفیه آب موجود در سطح شهر بجنورد

پارامترهای مورد سنجش	واحد	مقدار استاندارد	نام ایستگاه ۱		نام ایستگاه ۲		نام ایستگاه ۳	
			ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی
کلستریدیوم پرفرنژنس	MPN/100cc	Negative	۳۶۹/۸	۵۷۶/۷	۳۶۸/۵	۵۹۳/۷	<۳	۳۸۳/۷
کلیفرم کل	MPN/100cc	Negative	<۱/۱	۷/۷	۳/۸	۹/۲	<۱/۱	۰/۴
کلیفرم مدفوعی	MPN/100cc	Negative	<۱/۱	<۱/۱	<۱/۱	<۱/۱	<۱/۱	<۱/۱
باکتریهای هتروتروف	CFU/mL	500	۱۵۷/۲	۳۰۴/۳	۲۸/۵	۱۴۱/۸	۸۳/۳	۳۱/۷

ادامه جدول ۲- میانگین پارامترهای میکروبی ...

پارامترهای مورد سنجش	واحد	مقدار استاندارد	نام ایستگاه ۴		نام ایستگاه ۵		نام ایستگاه ۶	
			ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی
کلستریدیوم پرفرنژنس	MPN/100cc	Negative	۳۷۰	۶۴۸/۵	۳۶۸/۲	۴۵۴	۱۹۵/۳	۷۶۴/۵
کلیفرم کل	MPN/100cc	Negative	۳/۸	۴/۶	<۱/۱	۱۰/۶	<۱/۱	<۱/۱
کلیفرم مدفوعی	MPN/100cc	Negative	<۱/۱	<۱/۱	<۱/۱	<۱/۱	<۱/۱	<۱/۱
باکتریهای هتروتروف	CFU/mL	500	۶۱/۵	۸۵/۳	۱۲۶/۸	۴۷۷/۸	۲۵/۸	۲۳/۵

اهمیت است ولی در سیستم های لوله کشی سبب ایجاد رسوب شده و کاهش خاصیت پاک کنندگی صابون و سایر شوینده ها را به همراه خواهد داشت. میانگین سختی کل آب خروجی از دستگاه های آب شیرین کن در این مطالعه، بین ۱۶۴/۵ – ۹۳/۷ میلی گرم بر لیتر بر حسب کربنات کلسیم بوده است که فقط در ۲ ایستگاه در محدوده ی ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر می باشد. در مورد دستگاه های آب شیرین کن شهر کاشان، نتایج تحقیق نشان داد که به جز در دو دستگاه که غلظت سختی زیر ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر بوده در بقیه دستگاه ها مقدار آن در محدوده ی ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر قرار داشته است [۲]. همچنین نتایج بررسی کیفیت آب خروجی دستگاه های آب شیرین کن مستقر در روستاها و شهر های ایران در سال ۱۳۸۵ نشان داده که در مواردی غلظت سختی در آب خروجی دستگاه ها تا حد مطلوب فاصله داشته است [۱۵].میزان کدورت در منابع آب تغییرات زیادی بر روی پارامترهای کیفی آب ایجاد می نماید. افزایش کدورت اندازه گیری شده اغلب به عنوان شاخصی برای افزایش غلظت ترکیباتی مانند باکتری ها، کیست ژیاردیا و اووسیت کریپتوسپوریدیوم به کار برده می شود [۳]. با توجه به استاندارد ملی ایران میانگین کدورت در آب خروجی کلیه دستگاه ها بیشتر از حداکثر مطلوب ۱ NTU نبوده است که با نتایج یاری و همکاران همخوانی دارد [۱]. در مطالعه انجام شده در شادگان بر روی ۱۲ دستگاه آب شیرین کن صنعتی و خانگی، در ۲۵ درصد موارد میزان کدورت بین حداکثر مطلوب ۱ واحد و حداکثر مجاز ۵ واحد NTU قرار دارند [۱۶]. کلسیم می تواند تقویت کننده حرکات قلبی-عروقی باشد. از طرفی افزایش اندک کلسیم، سبب کاهش سطح کلسترول خون می شود [۱۸]. میزان کلسیم آب خروجی تمامی ایستگاه های تصفیه آب کمتر از حاکثر مطلوب استاندارد ملی آب آشامیدنی می باشد.میزان منیزیم در آب خروجی تمامی ایستگاه های تصفیه آب بالاتر از محدوده استاندارد ملی آب آشامیدنی می باشد. وجود سولفات در منابع آب عمومی در مقادیر زیاد به دلیل دارا بودن اثرات مسهل بسیار مهم است [۱۹]. نتایج این مطالعه نشان می دهد میزان سولفات آب خروجی ایستگاه های تصفیه آب کمتر از حد مطلوب استاندارد ملی آب آشامیدنی می باشد. از طرفی با توجه به اینکه غلظت منیزیوم در کلیه ایستگاه ها بالاتر از رنج استاندارد ملی است اما از لحاظ تغییر طعم و امکان اختلال در جهاز هاضمه، میزان سولفات کمتر از ۲۵۰ mg/l می باشد. میزان کلرور آب خروجی ایستگاه های تصفیه آب شهر بجنورد در کلیه ایستگاه ها کمتر از حداکثر مطلوب استاندارد ملی آب آشامیدنی می باشد. در آب آشامیدنی، غلظت های کلراید بیشتر از ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر به علت ایجاد مزه شور ناخوشایند است. کلراید همچنین می تواند اهمیت زیادی در خوردگی فولاد و آلومینیوم در مقادیر ۵۰ میلی گرم بر لیتر یا حتی کمتر داشته باشد [۳].میانگین فلوراید در آب ورودی کلیه ایستگاه ها در رنج استاندارد ملی قرار دارد اما در خروجی تمام ایستگاه ها به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش یافته و به کمتر از رنج استاندارد رسیده است که با نتایج میران زاده و همکاران همخوانی دارد. علت آن این است که در فرآیند RO تمام یون ها بدون توجه به مفید بودن یا نبودن آن ها زدایش شده و حالت زدایش انتخابی وجود ندارد، لذا یکی از معایب اصلی این دستگاه ها کاهش غلظت فلوراید به پایین تر از حد مطلوب می باشد [۲]. با توجه به نقش فلوراید در رشد و استحکام دندان ها و استخوان ها به ویژه در کودکان و از آنجایی که یکی از راه های ورود فلوراید به بدن از طریق مصرف آب آشامیدنی حاوی فلوراید است لذا توجه به این نکته امری لازم و ضروری به نظر می رسد.pH در تصفیه آب نقش بسیار مهمی ایفا می کند، از قبیل تاثیر مستقیمی که بر مقدار مواد شیمیایی اضافه شده جهت کاهش سختی و ذرات منعقد کننده دارد [۳]. نتایج این مطالعه نشان داد که حداقل مقدار pH در نمونه های آب خروجی ۶/۹ و ماکزیمم آن ۱۴/۶ بوده است. نتایج نشان می دهد که در مقایسه با مقادیر استاندارد به جزء در ایستگاه ۳، در بقیه موارد در حد استاندارد می باشد اما نسبت به مقادیر ورودی کاهش یافته است. در نتایج نمونه های دستگاه های آب شیرین کن خانگی و صنعتی در شادگان pH در محدوده ۷/۵ – ۶/۸ گزارش شده است [۱۶]. در مطالعه

ای که در سال ۸۱ بـر روی آب شـیرین کـن هـای بخـش خصوصی در شهر قم انجام شد، نتـایج نشـان داد کـه pH آب خروجی دسـتگاه هـا در محـدوده ۶/۸۹ – ۵/۵۳ قـرار دارد [۱]. در آب خروجی دسـتگاه هـای آب شـیرین کـن شهر کاشان، میزان pH کمی کاهش یافته و به محدوده ی ۶/۸ تا ۶/۹ رسیده است [۲]. نتایج این مطالعه نشـان مـی دهد کـه در نمونـه هـای آب خروجـی دسـتگاه هـای آب شیرین کن مقدار قلیائیـت بـین ۱۱۶/۲ – ۵۸ مـی باشـد. مشخص شده است که قلیاییت آب از نظر بهداشت عمومی دارای اهمیت چندانی نمی باشد. آب های بـا قلیائیـت بـالا معمولا گوارا نبوده و مصرف کنندگان متمایـل بـه انتخـاب دیگر منابع می شوند [۱۹]. نتایج نشـان داد کـه در نمونـه های آب خروجی دستگاه های آب شیرین کـن در مطالعـه فوق مقدار TDS بین ۳۹۱/۳ – ۱۳۷/۵ میلی گرم بر لیتـر بوده است. نتایج نشان داد که در نمونه هـای آب خروجـی دستگاه های آب شیرین کن خـانگی در قـم مقـدار TDS ۱۰۳۴ – ۶۴ میلـی گـرم بـر لیتـر بـوده اسـت [۱۵]. در مطالعه آب شیرین کن های بخش خصوصی شهر قم نتایج نشان داد که در ۲۳ درصد مـوارد مقـدار TDS کـم تـر از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر بـوده اسـت [۱]. در مطالعـه انجـام شده در شادگان بر روی نمونه های آب خروجـی دسـتگاه های آب شیرین کن خانگی و صنعتی نتایج نشـان داد کـه در ۱۷ درصد موارد مقدار مواد جامد محلول کم تر از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و در ۱۷ درصد موارد مقدار TDS بـیش تر از ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بوده است [۱۷]. بـا توجـه بـه نتایج کیفیت آب خروجی دسـتگاه هـای آب شـیرین کـن شهر کاشان، مقدار TDS در خروجی تمام دستگاه هـا بـه زیر ۵۰۰ میلی گـرم بـر لیتـر رسـیده اسـت [۱]. هـدایت الکتریکی آب نشان دهنده آنیون هـا و کـاتیون هـای حـل شده در آب است و بالا بودن آن باعث بالا رفتن شوری آب می شود. هر چنـد در اسـتاندارد هـای ملـی ایـران مقـدار مشخصی برای هدایت الکتریکی به عنوان استاندارد، تعیین نشده است، امـا اسـتاندارد هـای اروپـایی حـداقل هـدایت الکتریکـی را ۴۰۰ و تـا ۱۰۰۰ میکرومـوس بـرای آب آشامیدنی مطلوب دانسته انـد [۲۰]. نتـایج نشـان داد کـه هدایت الکتریکی در نمونه های آب خروجی دسـتگاه هـای آب شـیرین کـن در مطالعـه فـوق بـین ۵۵۲/۷ – ۲۲۶ میکروموس بر سانتی متر بوده است که بجزء ایستگاه های ۵ و ۶ در بقیه ایستگاه ها بـالاتر از ۴۰۰ میکرومـوس مـی باشد. نتایج هدایت الکتریکی در نمونـه هـای آب خروجـی دستگاه های آب شیرین کـن خـانگی قـم در سـال ۱۳۸۹ بین ۱۵۹۰ – ۹۹ میکروموس بر سانتیمتر بـوده اسـت کـه در ۴۷ درصد موارد مقدار EC کم تر از ۴۰۰ میکرومـوس بر سانتیمتر بوده اسـت [۱۵]. در مطالعـه ای کـه در سـال ۱۳۸۱ بر روی آب شیرین کـن هـای بخـش خصوصـی در شهر قم انجام شد، نتایج نشان داد که هدایت الکتریکی در نمونه های آب خروجی ایـن دسـتگاه هـا بـین ۵۸۸ – ۸۳ میکروموهس بر سانتیمتر بوده است. در واقع در ۸۳ درصد موارد مقدار هدایت الکتریکی کم تر از ۴۰۰ میکروموس بر سانتیمتر بوده است [۱]. در مطالعه انجام شده در شادگان بر روی ۱۲ دستگاه آب شیرین کن صنعتی و خانگی مقدار EC از ۱۹۹۰ – ۱۴۰ میکرومـوس بـر سـانتیمتر گـزارش شده است. در این مطالعه در ۵۰ درصد مـوارد مقـدار EC کم تر از ۴۰۰ میکروموس بر سـانتیمتر بـوده اسـت [۱۷]. پایین بودن مقـدار EC در نتیجـه کـاهش یـون هـای آب خواهد بود و بنابراین باید در محدوده ذکر شده فوق رقیـق شود. علاوه بر مواد شیمیایی مختلف، میکروارگانیسم هـای گوناگونی نیز در آب پیدا می شوند که عامل اصـلی شـیوع بیماری های واگیر مانند: حصبه، وبا، شبه حصـبه، بیمـاری های اسهالی و انگلی در جوامعی می باشند که از آب آلوده استفاده می نمایند. واحد های مختلـف دسـتگاه هـای آب شیرین کن و از جمله غشاء اسمز معکوس آن، در بسـیاری از شرایط، محیط مناسبی برای رشـد و تکثیـر بـاکتری هـا فراهم می نماید. چنانچه این دستگاه ها به طور دوره ای و مرتـب بازرسـی و شسـت و شـو نشـوند تجمـع کلنـی میکروارگانیسم های مختلف بـر روی غشـاء و واحـد هـای مختلف دستگاه که موجب تشکیل بیـوفیلم میکروبـی مـی شود را خواهیم داشت. اهمیت موضـوع شـمارش HPC در سیستم های آبرسانی و توزیع، زمـانی اسـت کـه تغییـرات شدید در تعداد آن ها رخ مـی دهـد، کـه ایـن امـر نشـان دهنده ضعف عملکرد گند زدایی و یا وجود نقص از جملـه شکستگی، رسوب گذاری و یا خوردگی، نشت بـه شـبکه و یا ایجـاد فشـار منفـی در سیسـتم توزیـع اسـت کـه بایـد پیگیری و اقدام مناسب جهـت رفـع آن بـه عمـل آیـد. در

مطالعه ای در شادگان کـه در آن ۱۲ دسـتگاه آب شـیرین کن خانگی و صنعتی مورد بررسی قرار گرفت، در ۴ مـورد (۳۳٪) از این دستگاه ها، مقدار HPC کـم تـر از cfu/ml ۵۰۰ و در ۸ مورد (۶۷٪) بقیه مقدار HPC بیش تر از حد استاندارد cfu/ml بوده است [۱۷]. میـانگین کلسـتریدیوم پرفرنـــژنس،در آب خروجـــی از دســـتگاه درایســـتگاه ۱ (۵۷۶/۷)، در ایستگاه ۲(۵۹۳/۷)، در ایسـتگاه ۳ (۳۸۳/۷)، در ایستگاه ۴ (۶۴۸/۵)، در ایسـتگاه ۵ (۴۴۴)، در ایسـتگاه ۶ (۷۶۴/۵) مـی باشـد کـه در کلیـه مـوارد بـالاتر از رنـج استاندارد می باشد. اسپور های کلسـتریدیا مـدت طـولانی تری از ارگانیسم هـای کلیفـرم در آب بـاقی مـی ماننـد و نسبت به ضد عفونی کننده ها نیز مقاوم تر هستند. حضور آن ها در آب های ضد عفـونی شـده، نشـان دهنـده عـدم کارآیی سیستم تصفیه است. به ویژه حضـور کلسـتریدیوم پرفرنـژنس در آب هـای عبـوری از صـافی، علامـت عـدم کارآیی صافی ها مـی باشـد. وجـود ایـن ارگانیسـم در آب نشان دهنده آلودگی قدیمی آب اسـت [۲۱].کلیفـرم کـل شـاخص دیگـری اسـت کـه جهـت تعیـین کیفیـت آب آشامیدنی استفاده می گردد. با در نظـر گـرفتن اسـتاندارد ملی آب آشامیدنی، نتایج این مطالعه حاکی از آن است که آب خروجی از دستگاه های تصفیه جـز در یـک مـورد، در بقیه موارد آلـوده بـه کلیفـرم کـل مـی باشـد. در مطالعـه شادگان نتایج نشان داد که در ۵۰٪ از موارد کـل کلیفـرم مثبت بوده است [۱۷]. در مطالعه ای کـه در سـال ۱۳۹۱ در بوشهر بر روی دستگاه هـای آب تصـفیه انجـام گرفـت، نتایج نشان داد که هیچ یک از نمونه هـای آب خروجـی از دستگاه هـا آلـوده بـه کـل کلیفـرم نبودنـد [۲۲]. حضـور کلیفـرم هـای مـدفوعی نشـانگر وجـود مـدفوع ناشـی از حیوانات خونگرم می باشد. نتایج ایـن مطالعـه نشـان مـی دهد که با توجه به استاندارد ملی آب آشـامیدنی در هـیچ یک از ایستگاه ها کلیفرم مـدفوعی مشـاهده نشـد کـه بـا مطالعـه محمـدی و همکـاران [۱۷]، یـاری و همکـاران در سال ۸۹ [۱۵] و دوبرادران وهمکاران [۲۲] همخوانی دارد.

نتیجه گیری

بطور کلی با توجه به یافته های میکروبی این تحقیـق نیـاز است قبل از مصرف، به مسأله گندزدایی آب توجه شـود. بـا توجه به پایین بودن غلظت فلوئور در آب خروجـی دسـتگاه ها و به منظور حفظ بهداشت و سـلامت مصـرف کننـدگان پیشنهاد می گردد روش های فلوئورزنی به آب تصفیه شـده مورد بررسی قرار گیـرد. در ایـن رابطـه روش کـار و نحـوه کنتـرل غلظـت فلوئـور در آب تصـفیه شـده نهـایی دارای اهمیت است. کنترل و پـایش مـداوم کیفیـت آب خروجـی دستگاه ها توسط سازمان های ذی ربط و ارائه آموزش های لازم به متصدیان دستگاه ها در خصوص بهداشت و کیفیـت آب و شست و شوی مداوم غشاها نیز لازم و ضروری به نظر می رسد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر حاصل طرح مصوب شماره ۵۹۳/پ/۹۱ معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی است که نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند مراتب تشکر و قدردانی خود را از حمایت های مادی و معنوی دانشگاه و آزمایشگاه شیمی و میکروبیولوژی دانشکده بهداشت بعمل آورند.

References

1- Yari A., Safdari M., Hadadian L., Babakhani M., Evaluation of physical, chemical and microbial quality of water treated from the personal desalination plants in Qom city during 2003, Journal of Qom university of medical sciences, 2007; 1(1): 45-54. [Persian]
2- Miranzadeh M, Rabbani D, Chemical quality evaluation for the inlet and outlet water taken from of the desalination plants utilized in Kashan during 2008, Journal of Kashan University of Medical Sciences, 2010; 14(2): 120-125. [Persian]
3- Kritenden Gh, Terasel R., Hend D., Hav K., Chobanoglous G., Traslated by: Masoudinejad M., Iravani H., Aghaee A., Principals of water treatment, Shahrab Press., 2011. [Persian]
4- Ahammed M., Davra K.,Performance evaluation of biosand filter modified with iron oxide-coated sand for household treatment of drinking, water Desalination, 2011;276: 287–293.
5- Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Drinking water -Physical and chemical specifications, 1053, 5th.revision. [Persian]
6- Greenlee L., Lawler D., Freeman B., Marrot B., Moulin P., Reverse osmosis desalination: Water sources, technology, and today's challenges, water research 2009; 43: 2317 – 2348.
7- Lautenschlager K., Boon N., Wang Y., Egli T., Hammes F., Overnight stagnation of drinking water in household taps induces microbial growth and changes in community composition, water research, 2010;44: 4868-4877.
8- Melián-Martel N., Sadhwani J.J., Malamis S., Ochsenkühn-Petropoulou M., Structural and chemical characterization of long-term reverse osmosis membrane fouling in a full scale desalination plant,Desalination305;(2012): 44–53.
9- Chalkesh Amiri M., Principals of water treatment, Arkan Press, 2007.
10- http://www.iran – eng.com
11- Majuru B., Mokoena M., JagalsP., Hunter P.,Health impact of small-community water supply reliability, International Journal of Hygiene and Environmental Health 214; (2011):162–166.
12- Varbanets P-M., Zurbru¨gg C., SwartzC., Pronk w.,Decentralized systems for potable water and the potential of membrane technology, water research 2009; 43: 245 – 265.
13- APHA-AWWA-WPCF, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th ed., American public Health Association, Washington, DC. 2005.
14- Alighadri M., Fadaeian M., Evaluation of free residual chlorine in water distributed system in Ardabil city, 8th congress of environmental health, Tehran university of medical sciences, 2005. [Persian]
15- Yari A., Mahvi A.H., Mahmodian M., Safdari M., Evaluation of microbial quality of hausehold desalination plants by HPC method in Qom city during 2010, Journal of Qom university of medical sciences, 16th congress of environmental health, Yazd university of medical sciences, 2011. [Persian]
16- Ghanadi M., Farhadpour J., Evaluation of outlet water quality taken from the desalination plants in urban and rural area of Iran, 1st congress of adaptability with dehydration, Tehran, 2008. [Persian]
17- Mohammadi, Microbial and chemical quality evaluation of drinking water from rural area in Shadegan city, Dissertation for the degree of Msc. of environmental health engineering, Tehran university of medical sciences, 2008. [Persian]
18- Zazouli M., Bazrafshan A., Water and wastewater technology, Samat Press, 2009. [Persian]
19- Babaee A., Alavi N., Chemical environment (wastewater analysis), Andishe Rafee Press, 2009. [Persian]
20- Melián-Martel N., Sadhwani J.J., Malamis S., Ochsenkühn-Petropoulou M.,Structural and chemical characterization of long-term reverse osmosis membranefouling in a full scale desalination plant, Desalination2012, 305: 44–53.
21- Gholami M., Mohammadi H., Water and wastewater microbiology, Hayya Press, 1998.
22- Dobaradaran S., Hayati R., Shobankarefard A., Khorsand M., Mirahmadi S.R., Evaluation of physical, chemical and microbial quality of water treated plants in Bushehr city during 2012, 16th congress of environmental health, Tabriz university of medical sciences, 2012. [Persian]

Original Article

Evaluation of water treatment systems' performance available in Bojnurd ciry during 2013

*Tavangar A.,[1], Naimi N[*2], Alizade H.[1], Tavakoli Ghochani H.[3], Ghorbanpour R.[4]*

[1] students of environmental health, Health School, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran
[2] M.Sc of Environmental Health, Faculty member of Health School, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran
[3] PhD students of health educational and health promotion, Faculty member of Health School, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran
[4] environmental health group, Health School, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran

***Corresponding Author:** Health School, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran
Email: naeimi_n@yahoo.com

Abstract

Background & Objectives: *water treatment systems by reverse osmosis are treatment systems in consumer point. According to water quality in Bojnurd city and Consumers tend to use water treatment systems. This study was carried out for the evaluation of water treatment systems' performance and compared with national standards.*

Method and Materials: *This cross-sectional descriptive study was carried out using samples taken from the inlet and outlet water of plants during a seven-month period in winter until summer seasons of the year 2013. A total number of 66 samples taken from 6 plants were analyzed for water physical, chemical and microbial quality. Data were analyzed with SPPS 18 and presented with Kolmogorov–Smirnov and T-Test.*

Results: *According to the results the percentage of physical and chemical parameters in treated water for hardness, Alkalinity, Fluoride, TDS, Turbidity, EC, chloride, Na, K, Nitrate, Sulfate and Phosphate were all in acceptable level except for Fluoride and Mg. The average concentration of residual chlorine= 0.64 mg/l and pH range = 7.68. T-Test for total parameters except Phosphate were $P<0.05$. 5.41% of samples were contaminated by Total Coliforms and all samples by Clostridium perfringens but no fecal coliforms. Heterotrophic bacteria were lower than standards.*

Conclusions: *Continuous control and monitoring of the quality of inlet and outlet water in desalination plants is necessary.*

Keywords : *water treatment systems, water quality, reverse osmosis , Bojnurd*