

بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب تصفیه شده دستگاه‌های آب شیرین کن بخش خصوصی در شهر

قم در سال ۱۳۸۱

مهندس احمد رضا یاری* مهندس مرتضی صفدری** لیلا حدادیان*** مهندس محمدحسین باباخانی****

* مربی، گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم

** کارشناس آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم

*** کارشناس آمار سازمان آموزش و پرورش قم

**** کارشناس آزمایشگاه آب مرکز بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم

چکیده

زمینه و هدف

آب مایه حیات و تن‌درستی است. سلامت آدمی در گرو سلامت آب و غذایی قرار دارد که مصرف می‌کند، استفاده از سیستم‌های غشایی به روش اسمز معکوس از روش‌های آب شیرین به شمار می‌آید که در شهر قم به منظور شیرین کردن آب آشامیدنی استفاده می‌شود. این تحقیق به منظور بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب تصفیه شده از دستگاه‌های آب شیرین کن بخش خصوصی در شهر قم انجام شده است.

روش بررسی

این تحقیق مطالعه‌ای توصیفی - مقطعی است که برای بررسی کیفیت آب تصفیه شده از دستگاه‌های آب شیرین - کن در شهر قم به مدت ۴ ماه در سال ۸۱ انجام شد. از آب ورودی و خروجی تمامی دستگاه‌های آب شیرین کن نمونه برداری گشت و نمونه‌ها، تحت روش‌های آزمایش استاندارد، آزمایش شدند. نتایج به‌دست آمده با شکل جدول، نمودار و هم‌چنین شاخص مرکزی میانگین و انحراف معیار داده‌ها با نرم افزار Excel تجزیه و تحلیل گشتند. میانگین داده‌ها با مقادیر استاندارد ملی و جهانی مقایسه گردید.

یافته‌ها

نتایج نشان داد که غلظت کلر باقی‌مانده، سختی کل و فلوراید از حداقل مطلوب مورد نیاز برای آب شرب پایین‌تر است. مقدار PH تقریباً در آب تصفیه شده تمامی دستگاه‌ها، کمتر از حد مطلوب قرار دارد. نتایج نمونه‌برداری میکروبی نشان داد، ۶٪ نمونه‌ها آلودگی میکروبی دارند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مقدار فلوراید، کلر باقی‌مانده، سختی کل و PH در آب حاصل از این دستگاه‌ها تا رسیدن به مقادیر استاندارد اضافه شود.

کلید واژه‌ها: قم، آب، اسمز معکوس، دستگاه آب شیرین کن، کیفیت آب.

تاریخ پذیرش: ۸۶/۲/۱

تاریخ دریافت: ۸۴/۵/۲۹

نویسنده مسئول: گروه آموزش بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم

e-mail: yari1_ahr@yahoo.com

مقدمه

آب منشا حیات و سرچشمه زندگی است. تمایل به بهداشت و گوارا بودن آب، انگیزه ای برای تصفیه آب در حد مطلوب به شمار می آید. آب آشامیدنی علاوه بر تامین آب مورد نیاز بدن، به مفهوم مطلق آن، در بر گیرنده املاح و عناصر معدنی و ضروری برای بدن است که کمبود پاره ای از آنها بعضاً به ایجاد بیماری های مختلفی منجر می شود؛ مثلاً کمبود فلوئور موجب پوسیدگی دندان و یا افزایش آن به اسکروزیس منجر خواهد شد. علاوه بر مواد شیمیایی مختلف، میکروارگانیسم های گوناگونی نیز در آب پیدا می شوند که بعضی از آنها بیماری ایجاد می کنند که در صورت نبود درمان صحیح و به موقع باعث تلفات زیادی می گردد.

استفاده از سیستم های تصفیه در نقطه مصرف، از جمله روش هایی است که در نیل به اهداف و مقررات جدید آب آشامیدنی مطرح شده اند. دستگاه های تصفیه آب به روش غشایی اسمز معکوس از جمله این سیستم ها، به شمار می آید.

شهر قم با توجه به موقعیت جغرافیایی آن همواره برای تامین آب شیرین با مشکل روبرو بوده است. در این شهر از روش هایی همچون انتقال آب از نقاط دوردست و شیرین کردن آب با دستگاه های آب شیرین کن استفاده شده است. با توجه به این که مسأله آلودگی شیمیایی و میکروبی آب از نظر مصارف شرب اهمیت دارد، باید آبی که بدین منظور تهیه می گردد، سالم و بهداشتی و برخوردار از استانداردهای آب آشامیدنی باشد^(۳،۲،۱).

دستگاه های اسمز معکوس تقریباً ۹۰ تا ۹۵٪ املاح آب را جدا سازی می کنند. با توجه به کاربرد این روش در چند سال اخیر، مطالعه جامع و کاملی تاکنون بر روی کیفیت آب تصفیه شده این دستگاه ها انجام نشده بود و فقط نتایج میکروبی آب که واحد بهداشت محیط مرکز بهداشت انجام داده، در دسترس قرار دارد که به همراه نتایج این تحقیق

آورده شده است. این تحقیق با هدف بررسی کیفیت آب تصفیه شده توسط دستگاه های آب شیرین کن در شهر قم و مقایسه آن با استانداردهای ملی و بین المللی انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه از نوع مطالعات توصیفی - مقطعی به شمار می آید. چارچوب نمونه گیری، تمامی دستگاه های آب شیرین کن در سطح شهر قم است. با توجه به فاصله نمونه برداری در مدت تحقیق در روزهای مختلف و ساعت های مختلف به محل ایستگاه دستگاه ها مراجعه شد و از نقطه شیر برداشت آب (شیر فروش آب) و نقطه ورودی به دستگاه به روش لحظه ای، نمونه برداری گشت. برای آزمایش های شیمیایی و فیزیکی، از ظروف PET با گنجایش ۱/۵ لیتر و برای آزمون های میکروبی، از ظروف شیشه ای درب سمباده ای ۳۰۰ میلی لیتری دهانه گشاد استفاده گردید.

روش نمونه برداری، حمل و نگهداری نمونه ها، مطابق با روش های استاندارد صورت گرفت. نمونه برداری به فاصله ۲۰ روز یکبار انجام شد و این امر به علت ایجاد تغییراتی از قبیل گرفتگی فیلتر، تکمیل آب بندی و تعویض کارتریج های دستگاه بود. در مدت زمان نمونه برداری که ۸۰ روز (اردیبهشت تا تیرماه ۱۳۸۱) به طول انجامید، هر دستگاه حداقل یکبار سرویس کامل شده بود. آزمایش کلر باقی مانده در موقع نمونه برداری در محل سایت به روش ان و ان - دی اتیل - پارا - فنیلین - دی آمین^۱ (DPD) انجام گشت. PH نمونه ها با دستگاه PH متر (مدل R.T.CO) با الکترودها^۲ و کدورت نمونه ها به روش نفلومتری با توربیدیمتر^۳ مدل AQVALITIC اندازه گیری شد.

^۱ N N - De- ethil- Para- feniline- D-Amin

^۲ Hana

^۳ Turbidimeter

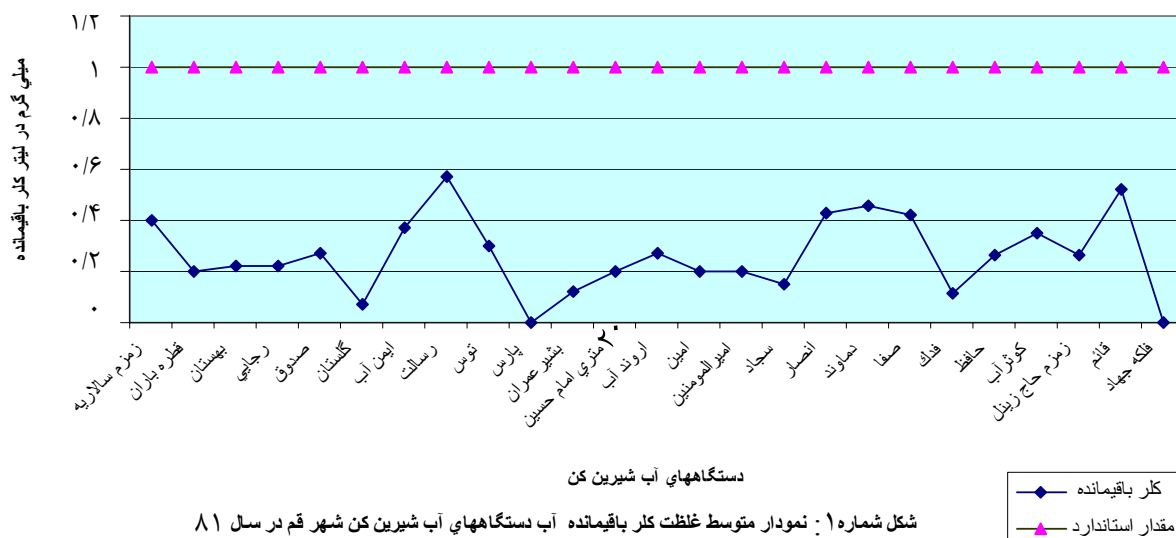
یافته‌ها

نتایج غلظت متوسط، مقادیر حداقل و حداکثر اندازه‌گیری شده در جدول شماره یک آمده است. نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که تقریباً تمامی دستگاه‌ها، آب با PH کمتر از حد مطلوب تولید می‌کنند. دستگاه‌های بشیر عمران، سجاد، انصار، صفا و قائم، PH کمتر از ۶ دارند.

با توجه به حد استاندارد کلر باقی‌مانده در شیرهای برداشت عمومی (یک میلی گرم در لیتر) نمودار شکل ۱ نشان می‌دهد که حد استاندارد کلر باقی‌مانده در هیچ کدام از دستگاه‌ها رعایت نشده است و همه پایین تر از مقدار یک میلی گرم در لیتر کلر باقی‌مانده دارند. در دستگاه آب شیرین کن پارس، در هر چهار مورد نمونه‌برداری مقدار کلر باقی‌مانده صفر بوده است. دستگاه‌های گلستان، بشیر عمران، سجاد و فدک، کمتر از ۰/۲ میلی گرم در لیتر کلر باقی‌مانده دارند.

اندازه میزان آهن، منگنز، سولفات و فلوراید بادستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ۲۰۱۰ DR) به کمک مواد شناساگر مخصوص هر فاکتور صورت گرفت. هدایت الکتریکی^۱ نمونه‌ها با دستگاه کندانکتیویمتر^۲ مدل TDS.CANT20 بر حسب میکروموهس^۳ بر سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

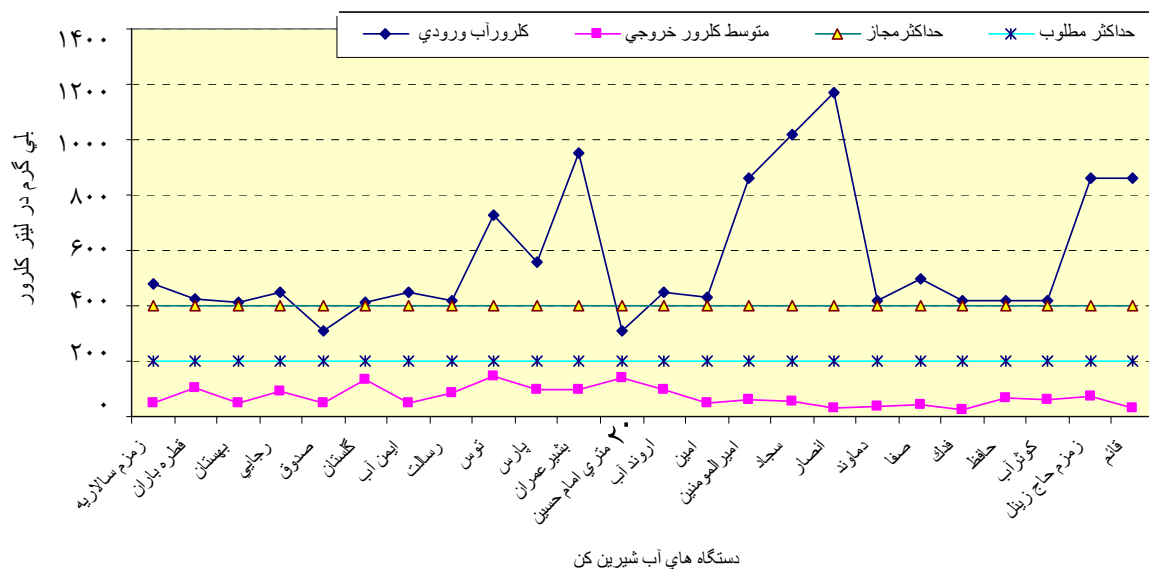
روش‌های آزمایشی که برای اندازه‌گیری فاکتورهای شیمیایی به کار رفت، همه با روش‌های استاندارد ذکر شده در کتاب روش‌های استاندارد ۱۹۹۵ مطابق هستند^(۴). تمامی آزمایش‌ها در آزمایشگاه آب مرکز بهداشت قم انجام شد. نتایج به دست آمده با شکل، نمودار و جدول، و شاخص مرکزی میانگین و انحراف معیار با استفاده از نرم افزار Excel نشان داده شد. متوسط داده‌ها با مقادیر استاندارد ارائه شده از سوی سازمان جهانی بهداشت و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مقایسه گشت^(۳،۴).



1. Electric conductor
2. conductriometer
3. Micromohos

انصار، زمزم حاج زینل و قائم، بیش از ۶۰۰ میلی گرم در لیتر است که این امر به علت وجود چاه‌های سطح شهر بوده که به منزله منبع تامین آب استفاده می شوند.

نمودار شکل ۲ نشان می‌دهد که غلظت کلرور در آب حاصل از تمامی دستگاه‌ها کمتر از ۲۰۰ میلی گرم در لیتر است. میزان غلظت کلرور در آب ورودی به دستگاه‌های توس، بشیر عمران، امیرالمومنین، سجاد،



شکل شماره ۲: نمودار تغییرات متوسط غلظت کلرور آب ورودی و خروجی دستگاه‌های آب شیرین کن در شهر قم در سال ۸۱

متر تولید می‌کنند. مقدار هدایت الکتریکی در آب ورودی دستگاه‌های توس، بشیر عمران، امیرالمومنین، سجاد، انصار و قائم، بالای ۴۰۰۰ میکروموهس بر سانتیمتر و مقدار هدایت الکتریکی در آب دستگاه‌های قطره باران، رجایی، پارس، صفا و زمزم حاج زینل، بالای ۲۰۰۰ تا ۳۵۰۰ میکروموهس بر سانتی متر است.

نتایج نشان می‌دهد که غلظت آهن و منگنز در آب ورودی و خروجی دستگاه‌ها، کمتر از حداکثر مجاز غلظت آهن و منگنز در آب قابل شرب است. دستگاه‌های توس، بشیر عمران، امیرالمومنین، انصار، حافظ و قائم، خروجی آهن را به صفر میلی گرم در لیتر تقلیل می‌دهند. تقریباً کلیتیت آب خروجی از تمام دستگاه‌ها کمتر از ۵۰ میلی گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم است.

نتایج جدول نشان می‌دهد که بیشتر دستگاه‌ها آب با هدایت الکتریکی پایین‌تر از ۴۰۰ میکروموهس بر سانتی -

جدول: مقادیر متوسط غلظت پارامتر های کیفی آب ورودی و خروجی دستگاههای آب شیرین کن بخش خصوصی در شهر قم در سال ۸۱

پارامتر کیفی آب دستگاههای آب شیرین کن	کلرور (میلی گرم در لیتر)			سختی کل (میلی گرم در لیتر)			pH			هدایت الکتریکی			فلوئور (میلی گرم در لیتر)			کلر باقیمانده (میلی گرم در لیتر)			قلیائیت (میلی گرم در لیتر CaCO ₃)		
	ورودی	خروجی	راندمان %	ورودی	خروجی	راندمان %	ورودی	خروجی	راندمان %	ورودی	خروجی	راندمان %	ورودی	خروجی	راندمان %	ورودی	خروجی	راندمان %	ورودی	خروجی	راندمان %
بهستان	۴۱۰	۴۹	۸۸	۵۳۸/۷۵	۳۰/۷۵	۵۹	۷/۴۵	۶/۵۴	۱۱	۲۰۰۰	۲۲۲/۵	۸۹	۱/۳۵	۰/۲۸۲	۷۲	-	۰/۲۲۵	۱۶۴	۳۳	۸۱	
زمزم سالاریه	۴۸۰	۵۰	۹۰	۴۷۰	۳۷	۹۲	۷/۶۴	۶/۱۶	۱۴	۱۹۵۰	۲۲۲/۵	۸۹	۱/۵۵	۰/۳۷۵	۷۶	-	۰/۴	۱۶۰	۳۰/۵	۸۱	
قطره باران	۴۲۶	۱۰۶	۷۵	۴۶۰	۶۰	۸۷	۷/۴۹	۶/۴۹	۱۳	۲۱۵۰	۳۷۳/۷۵	۸۳	۱/۰۴	۰/۲۶۷	۷۴	-	۰/۲	۱۸۰	۳۳	۸۲	
رجایی	۴۵۰	۹۱	۸۰	۵۲۷/۵	۳۰	۹۴	۷/۴۴	۶/۱۶	۱۱	۲۱۵۰	۲۳۲/۵	۸۹	۱/۰۳۵	۰/۰۵۷	۹۴	-	۰/۲۲۵	۱۷۰	۲۷/۷۵	۸۴	
صدوق	۳۱۰	۵۰/۵	۸۴	۴۴۶/۲۵	۳۷/۵	۹۲	۷/۵۶	۶/۶۳	۱۲	۱۷۱۰	۱۲۵	۹۳	۱/۱۵۵	۰/۱۲۵	۸۹	-	۰/۲۷۵	۱۵۰	۲۶/۵	۸۲	
گلستان	۴۱۰	۱۳۰/۵	۶۸	۵۵۶/۲۵	۶۴/۵	۸۸	۷/۷۱	۶/۸۹	۱۱	۱۹۰۰	۵۰۰	۷۴	۱/۲	۰/۱۴۵	۸۸	-	۰/۰۷۵	۱۶۰	۴۱/۲۵	۷۴	
ایمن آب	۴۵۰	۴۸	۸۹	۳۹۳/۷۵	۴۶/۵	۸۸	۷/۶۲	۶/۳۶	۱۷	۱۹۰۰	۱۶۲/۵	۹۱	۱/۳۰۵	۰/۲۸۷	۷۸	-	۰/۳۷۵	۱۷۰	۲۱/۲۵	۸۸	
رسالت	۴۲۰	۸۲/۵	۸۰	۴۳۱/۷۵	۶۲/۵	۸۶	۷/۳۹	۶/۵۸	۱۱	۱۹۰۰	۳۱۷/۵	۸۳	۱/۰۵۵	۰/۰۴۹	۵۴	-	۰/۵۷۵	۱۶۶	۳۱/۵	۸۱	
توس	۷۳۰	۱۴۶/۵	۸۰	۹۷۵	۵۸/۵	۹۴	۷/۲۷	۶/۵	۱۱	۴۲۵۰	۵۸۷/۵	۸۶	۱/۴	۰/۴۳۲	۶۹	-	۰/۳	۴۲۰	۵۵	۸۷	
پارس	۵۶۰	۹۵/۵	۸۳	۶۸۱/۲۵	۳۳/۵	۹۵	۷/۳۳	۶/۴۵	۱۲	۲۳۰۰	۳۳۲/۵	۹۰	۱/۴۳۵	۰/۱۱۷	۹۲	-	۰	۲۰۰	۲۸/۵	۸۶	
و ۱۹ دی	۹۵۰	۹۵/۵	۹۰	۱۰۰۷/۵	۹۸/۷۵	۹۰	۷/۰۸	۵/۸۹	۱۷	۴۰۵۰	۳۸۲/۵	۹۱	۱/۴۸	۰/۳۴۲	۷۷	-	۰/۱۲۵	۳۴۰	۴۷	۸۶	
امام حسین	۳۱۰	۱۴۱/۵	۵۴	۴۴۶/۵	۴۷	۸۹	۷/۵۶	۶/۷۶	۱۱	۱۷۱۰	۴۳۰	۷۵	۱/۱۶	۰/۲۴	۷۹	-	۰/۲	۱۵۰	۴۱/۲۵	۷۳	
اروندآب	۴۵۰	۹۹	۷۸	۴۹۳/۵	۳۳/۵	۹۳	۷/۶۲	۶/۵۴	۱۴	۱۹۰۰	۳۹۰	۷۹	۱/۳	۰/۱۶	۸۸	-	۰/۲۷۵	۱۷۰	۳۰/۷۵	۸۲	
امین	۴۳۰	۴۷	۸۹	۵۲۸/۷۵	۲۴	۹۵	۷/۶۹	۶/۵۴	۱۵	۱۹۵۰	۱۳۷/۵	۹۳	۱/۳۱	۰/۱۷۵	۸۷	-	۰/۲	۱۶۶	۲۰/۲۵	۸۸	
امیرالمؤمنین	۸۶۰	۶۳/۵	۹۳	۹۳۲/۵	۴۱/۲۵	۹۶	۷/۰۷	۶/۰۸	۱۴	۴۱۰۰	۴۱۰	۹۰	۱/۴۷۵	۰/۴۹۷	۶۶	-	۰/۲	۲۹۰	۳۶/۲۵	۸۸	
سجاد	۱۰۲۰	۵۶/۵	۹۴	۱۱۵۰	۳۶	۹۷	۷/۰۹	۵/۸۳	۱۸	۴۵۰۰	۱۶۷/۵	۹۶	۱/۴۷۵	۰/۳۳۲	۷۷	-	۰/۱۵	۳۷۰	۲۵/۲۵	۹۳	
انصار	۱۱۷۰	۲۷/۵	۹۸	۱۲۰۲/۵	۲۷/۳	۹۸	۷/۰۸	۵/۵۳	۲۲	۴۳۵۰	۸۲/۵	۹۸	۱/۱۳۵	۰/۲۵۷	۷۷	-	۰/۴۳	۴۳۰	۱۴/۷۵	۹۷	
دماوند	۴۲۰	۳۵	۹۲	۵۰۸/۷۵	۴۷	۹۱	۷/۸	۶/۴۹	۱۷	۱۹۵۰	۱۵۵	۹۲	۱/۳۴	۰/۲۹۵	۷۸	-	۰/۴۶	۱۸۰	۲۳/۷۵	۸۷	
صفا	۵۰۰	۳۹/۵	۹۲	۵۰۷/۵	۵۵	۸۹	۷/۴۵	۵/۱۶	۲۰	۲۲۵۰	۲۱۰	۹۱	۱/۲۴	۰/۳۰۲	۷۶	-	۰/۴۲	۲۲۰	۲۳/۵	۸۹	
فدک	۴۲۰	۲۴	۹۴	۵۰۰	۲۷	۹۵	۷/۶۷	۶/۳۳	۱۷	۲۰۰۰	۱۱۵	۹۴	۱/۳۵	۰/۳۹	۷۱	-	۰/۱۱۶	۱۷۴	۱۷/۷۵	۹۰	
حافظ	۴۲۰	۶۵	۸۵	۵۰۰	۴۵/۲۵	۹۱	۷/۶۷	۶/۵۷	۱۴	۲۰۰۰	۴۴۲/۵	۷۸	۱/۳۵	۰/۳۹۲	۷۱	-	۰/۲۶۶	۱۷۴	۵۰	۷۱	
کونرآب	۴۲۰	۶۰/۵	۸۶	۵۰۰	۳۶	۹۳	۷/۶۵	۶/۳۵	۱۷	۲۰۰۰	۲۰۰	۹۰	۱/۳۵۵	۰/۲۹۷	۷۸	-	۰/۳۵	۱۷۶	۳۱/۷۵	۸۲	
زمزم (حاج زنبیل)	۸۶۰	۷۱	۹۲	۹۳۵	۷۵/۷	۹۲	۷/۰۵	۶/۱۴	۹	۳۷۰۰	۳۷۲/۵	۹۰	۱/۳۶۵	۰/۰۴۵	۶۷	-	۰/۲۶۶	۲۸۵	۳۵	۸۸	
قائم	۸۶۰	۳۰/۵	۹۶	۹۳۷/۵	۴۲/۵	۹۵	۷/۰۲	۵/۷۷	۱۸	۴۱۰۰	۱۴۷/۵	۹۶	۱/۴۵	۰/۴۳۷	۷۰	-	۰/۵۲	۲۹۰	۱۹/۵	۹۳	
غلظت متوسط	۵۷۲/۳	۷۱/۰۶	۸۸	۶۵۱/۳	۴۵/۷۱	۹۳	۷/۴۳۳	۶/۳۵	۱۵	۲۶۱۵/۴	۲۷۵/۷۸	۸۹	۱/۳۰	۰/۲۹۷	۷۷	-	۰/۲۸	۲۲۳	۳۱/۰۴	۸۶	
انحراف معیار	۲۴۴/۹۷	۳۵/۴۱	-	۲۸۱/۹۶	۸/۳۱	-	۰/۲۵	۰/۳۴	-	۱۰۳۷/۴	۱۴۸/۶۸	-	۰/۱۴۸	۰/۱۲۳	-	-	۰/۱۴	۸۷/۹۸	۱۰۰/۲۵	-	
ماکزیمم	۱۱۷۰	۱۴۶/۵	-	۱۲۰۲/۵	۹۸/۷۵	-	۷/۸	۶/۸۹	-	۴۵۰۰	۵۸۷/۵	-	۱/۵۵	۰/۴۹۷	-	-	۰/۵۷۵	۴۳۰	۵۵	-	
مینیمم	۳۱۰	۲۴	-	۳۹۳/۷۵	۲۴	-	۷/۰۲	۵/۵۳	-	۱۷۱۰	۸۲/۵	-	۱/۰۳۵	۰/۰۵۷	-	-	۰	۱۵۰	۱۴/۷۵	-	

ادامه جدول: مقادیر متوسط غلظت پارامترهای کیفی آب ورودی و خروجی دستگاههای آب شیرین کن بخش خصوصی در شهر قم در سال ۸۱

پارامتر کیفی آب	متنیزیم (میلی گرم در لیتر)			کلسیم (میلی گرم در لیتر)			TDS			کدورت			سختی متنیزیمی (میلی گرم در لیتر)			آهن (mg/l)		
	ورودی	خروجی	راندمان %	ورودی	خروجی	راندمان %	ورودی	خروجی	راندمان %	ورودی	خروجی	راندمان %	ورودی	خروجی	راندمان %	ورودی	خروجی	راندمان %
دستگاههای آب شیرین کن	۷۲/۵۹	۱/۲۱	۹۲	۹۲/۹۸	۹/۹۲	۹۳	۱۴۰۰	۱۳۳/۵	۹۰	۰	۰	۰	۲۹۸/۷۵	۵	۹۸	۰/۰۳	۰	۰
بهستان	۵۷/۸۳	۶/۰۷	۹۰	۱۰۷/۴۱	۶/۸۱	۹۴	۱۳۶۵	۱۳۳/۵	۹۰	۰	۰	۰	۲۳۸	۲۵	۸۹	۰/۰۲	۰/۰۱	۵۰
زمزم سالاریه	۴۷/۸۷	۱۰/۴۵	۷۸	۹۶/۱۹	۱۴/۴۳	۸۵	۱۵۰۵	۲۲۴/۲۵	۸۵	۰	۰	۰	۱۹۷	۴۳	۷۸	۰/۰۳	۰/۰۲	۳۳
قطره باران	۶۴/۰۳	۴/۹۸	۹۳	۱۰۵/۸۱	۳/۳	۹۷	۱۵۰۵	۱۳۹/۵	۹۱	۰	۰/۲	۰	۲۶۳/۵	۲۰/۵	۹۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰
رجایی	۷۳/۰۲	۷/۳۷	۹۰	۷۸/۵۵	۴/۵۱	۹۴	۱۱۹۷	۷۵	۹۴	۰	۰/۰۲۵	۰	۳۰۰/۳۳	۳۰/۳۳	۹۰	۰/۰۳	۰/۰۱	۶۷
صدوق	۷۳/۹۳	۱۰/۲۸	۸۶	۱۰۱	۱۲/۵۲	۸۸	۱۳۳۰	۳۰۰	۷۷	۰	۰/۰۵	۰	۳۰۴/۲۵	۴۲/۳۳	۸۶	۰/۰۴	۰/۰۲	۵۰
گلستان	۵۵/۳۴	۷/۲۹	۸۷	۱۰۷/۴۱	۷/۶۱	۹۳	۱۳۳۰	۹۷/۵	۹۳	۰	۰	۰	۲۲۷/۷۵	۲۰	۸۷	۰/۰۴	۰/۰۱	۷۵
ایمن آب	۲۹/۱۹	۲۳/۳۲	۴۱	۱۰۷/۴۱	۱۲/۰۲	۸۹	۱۳۳۰	۱۹۰/۵	۸۶	۰	۰	۰	۱۶۳/۷۵	۹۶	۴۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۸۰
رسالت	۱۲۷/۰۸	۱۳/۳۶	۸۹	۱۸۱/۱۶	۳/۹	۹۸	۲۹۷۵	۳۵۲/۵	۸۸	۰	۰	۰	۵۲۳	۵۵	۸۹	۰/۰۱	۰	۱۰۰
توس	۸۸/۲۶	۶/۱۵	۹۳	۱۲۷/۴۵	۴/۴	۹۷	۱۶۱۰	۱۳۹/۵	۹۱	۰	۰	۰	۲۶۳/۲۵	۲۵/۳۳	۹۳	۰/۰۳	۰/۰۱	۶۷
پارس	۱۴۰/۸۱	۱۰/۱۲	۹۳	۱۷۱/۵۴	۲۳/۶۴	۸۶	۳۸۳۵	۲۲۹/۵	۹۴	۰	۰	۰	۵۷۹/۵	۴۱/۶۶	۹۳	۰/۰۲	۰	۱۰۰
۱۹۰ دی	۶۱/۹۶	۷/۴۵	۸۸	۷۶/۷۵	۹/۰۲	۸۸	۱۱۹۷	۲۵۸	۷۸	۰	۰	۰	۲۵۵	۳۰/۶۶	۸۸	۰/۰۳	۰/۰۱	۶۷
امام حسین	۵۵/۱۶	۴/۶۱	۹۳	۱۰۶/۸۱	۶/۱۱	۹۴	۱۳۳۰	۲۳۴	۸۲	۰	۰	۰	۲۲۷	۱۹	۹۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰
اروندآب	۶۵/۳	۳/۸۸	۹۴	۱۰۴/۲	۲/۸	۹۷	۱۳۶۵	۸۲/۵	۹۴	۰	۰	۰	۲۶۸/۷۵	۱۶	۹۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰
امین	۱۱۹/۶۷	۴/۴۵	۹۶	۱۷۶/۳۵	۸/۶۲	۹۵	۲۸۷۰	۲۴۶	۹۱	۰	۰/۱	۰	۴۹۲/۵	۱۸/۳۳	۹۶	۰/۰۳	۰	۱۰۰
امیرالمؤمنین	۱۶۴/۷۵	۴/۳۷	۹۷	۱۸۹/۱۷	۷/۲۱	۹۶	۳۱۵۰	۱۰۰/۵	۹۷	۰	۰	۰	۶۷۸	۱۸	۹۷	۰/۰۳	۰/۰۳	۰
سجاد	۱۸۲/۳۷	۵/۲۶	۹۷	۱۸۱/۱۶	۲/۳	۹۹	۳۰۴۵	۴۹/۵	۹۸	۰	۰	۰	۷۵۰/۵	۲۱/۶۶	۹۷	۰/۰۱	۰	۱۰۰
انصار	۶۲/۳۹	۷/۶۱	۸۸	۱۰۱	۷/۰۱	۹۳	۱۳۶۵	۹۳	۹۳	۰	۰	۰	۲۵۶/۷۵	۳۱/۳۳	۸۸	۰/۰۳	۰/۰۲	۳۳
دماوند	۶۹/۸۶	۸/۲۶	۸۸	۸۸/۲	۸/۲۲	۹۱	۱۵۷۵	۱۲۶	۹۲	۰	۰/۰۲۵	۰	۲۷۸/۵	۳۴	۸۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰
صفا	۶۹/۸۶	۸/۲۶	۸۸	۸۸/۲	۸/۲۲	۹۱	۱۵۷۵	۱۲۶	۹۲	۰	۰/۰۲۵	۰	۲۷۸/۵	۳۴	۸۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۰
فدک	۶۶/۰۹	۴/۵۳	۹۳	۹۱/۳۸	۴/۴	۹۵	۱۴۰۰	۶۹	۹۵	۰	۰/۰۵	۰	۲۷۲	۱۸/۶۶	۹۳	۰/۰۳	۰	۱۰۰
حافظ	۶۵/۸۵	۷/۲	۸۹	۹۱/۷۸	۶/۷۱	۹۳	۱۴۰۰	۲۶۵/۵	۸۱	۰	۰	۰	۲۷۱	۲۹/۶۶	۸۹	۰/۰۳	۰	۱۰۰
کوترآب	۶۵/۷۳	۶/۶۴	۹۰	۹۱/۹۸	۳/۴۱	۹۶	۱۴۰۰	۱۲۰	۹۱	۰	۰/۲۵	۰	۲۷۰/۵	۲۷/۳۳	۹۰	۰/۰۳	۰/۰۱	۶۰
زمزم (حاجزنبیل)	۱۷۶/۱۷	۱۷/۱۱	۹۰	۸۴/۱۷	۱۴/۶۳	۸۳	۲۵۹۰	۲۲۳/۵	۹۱	۰	۰/۳۲۵	۰	۷۲۵	۴۶	۹۴	۰/۰۲۵	۰/۰۱	۶۷
قائم	۱۲۲/۷۱	۶/۳۹	۹۵	۱۷۳/۳۵	۶/۹۱	۹۶	۲۸۷۰	۸۸/۵	۹۷	۰	۰	۰	۵۰۵	۲۶/۳۳	۹۵	۰/۰۳	۰	۱۰۰
غلظت متوسط	۸۸/۲۷	۷/۶۰۰	۹۱	۱۱۸/۰۵	۷/۹۳۳	۹۳	۱۸۷۳/۴۶	۱۶۵/۴۶	۹۱	۰	۰/۰۴۲۷	۰	۳۶۲/۸۹	۳۱/۲۹۶	۹۱	۰/۰۲۶۸	۰/۰۱۱۶	۵۷
انحراف معیار	۴۲/۲۰	۴/۲۱۳	-	۳۷/۴۸۱	۴/۸۳	-	۸۰۱/۱۳	۸۳/۲۰۶	-	-	۰/۰۸۸۶	-	۱۷۳/۸۵	۱۷/۷۵۴	-	۰/۰۰۹۵	۰/۰۰۹۱	-
ماکزیمم	۱۸۲/۳۷	۲۳/۳۲	-	۱۸۹/۱۷	۲۳/۶۴	-	۳۸۳۸	۳۵۲/۵	-	-	۰/۳۲۵	-	۷۵۰/۵	۹۶	-	۰/۰۵	۰/۰۳	-
مینیمم	۳۹/۱۹	۱/۲۱	-	۷۶/۷۵	۲/۳	-	۱۱۹۷	۴۹/۵	-	-	۰	-	۱۶۳/۷۵	۵	-	۰/۰۱	۰	-

مشاهده شد که مقدار کل مواد جامد محلول در آب خروجی تمامی دستگاه‌ها کمتر از حداکثر مقدار مطلوب یعنی ۵۰۰ میلی گرم در لیتر است. مقدار کل مواد جامد محلول در آب ورودی دستگاه‌های توس، پارس، ۱۹ دی، امیرالمومنین، سجاد، انصار، زمزم حاج زینل و قائم، بیشتر از ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر است.

غلظت فلوراید در آب خروجی تمامی دستگاه‌ها از حداقل مقدار مطلوب فلوراید در آب استاندارد بهداشتی یعنی ۰/۷ میلی گرم در لیتر کمتر است. در دستگاه‌های رجایی، صدوق، گلستان، پارس، ارون‌آب و امین، مقدار فلوئور کمتر از ۰/۲ میلی گرم در لیتر است. مقدار فلوراید در آب ورودی دستگاه‌ها از ۱/۰۲ میلی گرم در لیتر تا ۱/۵۸ میلی گرم در لیتر برحسب یون فلوراید است.

نتایج نشان داد که آب حاصل از تمامی دستگاه‌ها سختی کمتر از حداکثر مطلوب یعنی ۱۰۰ میلی گرم در لیتر و آب ورودی به دستگاه‌های توس، پارس، بشیرعمران، امیرالمومنین، سجاد، انصار، زمزم حاج زینل و قائم سختی کل بالای ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم دارند (جدول).

غلظت سولفات آب حاصل از تمامی دستگاه‌ها از حداکثر مطلوب یعنی ۲۵۰ میلی گرم در لیتر کمتر است. غلظت سولفات در آب ورودی تمامی دستگاه‌ها، به جز قطره باران و رسالت، همگی بالای ۶۰۰ تا ۱۲۳۰ میلی گرم در لیتر است. همچنین کدورت آب خروجی تمامی دستگاه‌ها کمتر از حداکثر مطلوب یعنی NTU1 قرار دارد. این امر نشان دهنده گرفته شدن تمامی ذرات کلوئید در دستگاه‌های R.O است.

غلظت یون کلسیم در آب حاصل از تمامی دستگاه‌ها کمتر از ۴۰ میلی گرم در لیتر و حداکثر مطلوب کلسیم در آب شرب مطابق استاندارد ۷۵ میلی گرم در لیتر است. غلظت منیزیم در آب حاصل از تمامی دستگاه‌ها از حداکثر مجاز استاندارد یعنی ۵۰ میلی گرم در لیتر کمتر است. غلظت منیزیم با توجه به غلظت سولفات در آب‌های قابل شرب مقایسه می‌شود.

نتایج ¹MPN نمونه‌های آب تصفیه شده دستگاه‌های آب شیرین کن در ۷ ماهه اول سال ۱۳۸۱ نشان می‌دهد که از تعداد ۲۶۳ نمونه گرفته شده از دستگاه‌های مورد بررسی در طرح، تعداد ۱۵ مورد (۶٪) MPN بالای صفر داشتند (نامطلوب). از این تعداد موارد MPN مثبت، تعداد ۶ مورد اشرشیاکلی مثبت بوده است.

بحث

آب دومین نیاز انسان بعد از هوا است. با توجه به این موضوع و همچنین پی‌آمدهای مصرف آب آشامیدنی غیربهداشتی و ناسالم، ضرورت دارد مسوولان تهیه و تأمین آب شرب، تصفیه‌های لازم را تا حصول آب سالم انجام دهند^(۱). باتوجه به نتایج آزمایش‌های انجام شده، آب حاصل از دستگاه‌های آب شیرین کن 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^(۲). وجود مقدار ۱ میلی گرم در لیتر کلر باقی‌مانده در آب تصفیه شده نهایی به منظور رفع آلودگی‌های ثانویه احتمالی ضروری است^(۳). درحالی که

¹ . Most probably number

تقریباً هیچ کدام از متصدیان دستگاه‌ها، حتی با آموزش - های مربوطه در طول طرح، آن را رعایت نکردند. فاکتور مهم دیگر، میزان فلوتور موجود در آب تصفیه شده این دستگاه‌ها است. باتوجه به نقش فلوتور در رشد و استحکام دندان‌ها و استخوان‌ها به خصوص در کودکان در حال رشد و توجه به این موضوع که آب آشامیدنی یکی از مناسب‌ترین راه‌های رساندن فلوتور به بدن است^(۳). ضرورت دارد برای رفع کمبود این یون در آب آشامیدنی، اقداماتی صورت پذیرد. با توجه به ارتباطی که بین سختی آب آشامیدنی و شیوع بیماری‌های قلبی عروقی در جوامع وجود دارد^(۳). پایین بودن سختی آب تصفیه شده ناشی از این دستگاه‌ها و مصرف آن در درازمدت می‌تواند مشکل ساز باشد. نتایج آزمایش های میکروبی نشان داد که ۱۵ مورد از نمونه‌های بررسی شده، آلوده هستند و از این تعداد ۶ مورد آلودگی مدفوعی دارند. درحالی که مطابق با تمامی استانداردهای ملی و جهانی، وجود آلودگی در نمونه های آب آشامیدنی نامطلوب است. تمام آب‌های آشامیدنی، نباید در هیچ یک از نمونه های ۱۰۰ میلی لیتری آزمایش شده، باکتری کلی فرم مقاوم در برابر حرارت داشته باشند^(۱،۲). درخصوص محل استقرار دستگاه‌ها مطابق با آیین نامه‌های بهداشت محیط، این مکان‌ها باید بهسازی شده باشند و متصدی فروش به داشتن کارت سلامت و رعایت بهداشت فردی ملزم است که متأسفانه در چند مورد، موارد غیر بهداشتی مشاهده شد. دفع پساب ناشی از دستگاه که تقریباً برابر آب تصفیه شده و حاوی املاح زیاد است، باید به طریق بهداشتی صورت پذیرد که در تمامی موارد مورد بررسی، دفع پساب به کانال جمع آوری آب‌های سطحی در کنار خیابان

محدود است. در تمامی دستگاه‌ها از مواد آنتی اسکالانت برای جلوگیری از رسوب املاح بر روی فیلترها و بالابردن عمر مفید این فیلترها استفاده می‌شود که بیشتر این مواد، ترکیب ناشناخته ای دارند و در بازار با نام‌های تجاری مختلف به فروش می‌رسند. نظر به این که منابع تأمین آب شهری، آب انتقال یافته از تصفیه‌خانه آب قم و در بعضی موارد کمبود آب، چاه‌های سطح شهر هستند که به‌طور هم‌زمان وارد شبکه توزیع می‌گردند، به همین دلیل تغییرات شدیدی را در کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب ورودی به این دستگاه‌ها شاهد هستیم.

نتیجه گیری

باتوجه به نتایج، آب حاصل از دستگاه‌های آب شیرین - کن 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. وجود مقدار ۱ میلی گرم در لیتر کلر باقی مانده در آب تصفیه شده نهایی به منظور رفع آلودگی‌های ثانویه احتمالی ضروری است درحالی که تقریباً هیچ کدام از متصدیان دستگاه‌ها، رعایت نکردند. باتوجه به نقش فلوتور در رشد و استحکام دندان‌ها و استخوان‌ها به خصوص در کودکان در حال رشد و توجه به این موضوع که آب آشامیدنی یکی از مناسب‌ترین راه‌های رساندن فلوتور به بدن است، ضرورت دارد برای رفع کمبود این یون در آب آشامیدنی، اقداماتی صورت پذیرد. با توجه به ارتباطی که بین سختی آب آشامیدنی و شیوع بیماری‌های قلبی عروقی در جوامع وجود دارد، پایین بودن سختی آب تصفیه شده ناشی

از این دستگاه‌ها و مصرف آن در دراز مدت می‌تواند
مشکل‌ساز باشد.
باتوجه به پایین بودن کلیه املاح محلول در آب
تصفیه‌شده دستگاه‌های آب شیرین‌کن پیشنهاد می‌گردد
متصدیان دستگاه عملیات ترقیق آب تصفیه شده را با
آب ورودی تا تنظیم فاکتورهای مختلف درحد مطلوب
انجام دهند .

منابع

- ۱ - مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ویژگی‌های بیولوژیکی و حد مجاز آلودگی باکتریولوژیکی آب آشامیدنی. (جزوه). مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران؛ ۱۳۶۴. شماره استاندارد ۱۰۱۱. ص. ۱-۶.
- ۲ - مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی. (جزوه). مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران؛ ۱۳۷۶. شماره استاندارد ۱۰۵۳. ص. ۱-۶.
- ۳ - سازمان بهداشت جهانی. رهنمودهای کیفیت آب آشامیدنی. ترجمه نبی زاده نودهی رامین؛ فائزی رازی، دادمهر. تهران: انتشارات نص؛ ۱۳۷۵. ص. ۱۹۶.
- 4- AWWA , APHA. Standard Methods for the Examnation of water and wastewater. 16th ed. AWWA , APHA ; 1995.p.1-57.