

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

قم در سال ۱۳۸۱

مهندس احمدرضا یاری* مهندس مرتضی صفدری لیلا حدادیان*** مهندس محمدحسین باباخانی******

* مری، 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

مکیده

زمینه وهدف

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 داده ها با مقادیر استاندارد ملی و جهانی مقایسه گردید.

یافته ها

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.

نتیجه گیری

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 واژه ها: 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

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

روش بررسی

این مطالعه از نوع مطالعات توصیفی - مقطعی به شمار می‌آید. چارچوب نمونه‌گیری، تمامی دستگاه‌های آب شیرین کن در سطح شهر قم است. با توجه به فاصله نمونه برداری در مدت تحقیق در روزهای مختلف و ساعات‌های مختلف به محل ایستگاه دستگاه‌ها مراجعه شد و از نقطه شیر برداشت آب (شیر فروش آب) و نقطه ورودی به دستگاه به روش لحظه‌ای، نمونه برداری گشت. برای آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی، از ظروف PET با گنجایش ۱/۵ لیتر و برای آزمون‌های میکروبی، از ظروف شیشه‌ای درب سمباده‌ای ۳۰۰ میلی‌لیتری دهانه‌گشاد استفاده گردید.

روش نمونه‌برداری، حمل و نگهداری نمونه‌ها، مطابق با روش‌های استاندارد صورت گرفت. نمونه برداری به فاصله ۲۰ روز یکبار انجام شد و این امر به علت ایجاد تغییراتی از قبیل گرفتگی فیلتر، تکمیل آب‌بندی و تعویض کارتریج‌های 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 باقی‌مانده در موقع نمونه‌برداری در محل سایت به روش ان و ان - دی اتیل - پارا - فنیلین - دی آمین^۱ (DPD) انجام گشت. PH نمونه‌ها با دستگاه PH متر (مدل R.T.CO) با الکترودهان^۲ و کدورت نمونه‌ها به روش نفلومتری با توربیدومتر^۳ مدل AQVALITIC اندازه‌گیری شد.

آب منشا حیات و سرچشمه زندگی است. تمایل به بهداشت و گوارا بودن آب، انگیزه‌ای برای تصفیه آب در حد مطلوب به شمار می‌آید. 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 پاره‌ای از آنها بعضاً به ایجاد بیماری‌های مختلفی منجر می‌شود؛ مثلاً کمبود فلئوئور موجب پوسیدگی دندان و یا افزایش آن به اسکروزیس منجر خواهد شد. علاوه بر مواد شیمیایی مختلف، میکروارگانیسم‌های گوناگونی نیز در آب پیدا می‌شوند که بعضی از آنها بیماری ایجاد می‌کنند که در صورت نبود درمان صحیح و به موقع باعث تلفات زیادی می‌گردد.

استفاده از سیستم‌های تصفیه در نقطه مصرف، از جمله روش‌هایی است که در نیل به اهداف و مقررات جدید آب آشامیدنی مطرح شده‌اند. دستگاه‌های تصفیه آب به روش غشایی اسمز معکوس از جمله این سیستم‌ها، به شمار می‌آید.

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

دستگاه‌های اسمز معکوس تقریباً ۹۰ تا ۹۵٪ املاح آب را جدا سازی می‌کنند. با توجه به کاربرد این روش در چند سال اخیر، مطالعه جامع و کاملی تاکنون بر روی کیفیت آب تصفیه شده این دستگاه‌ها 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

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

^۲. Hana

^۳. Torbidimeter

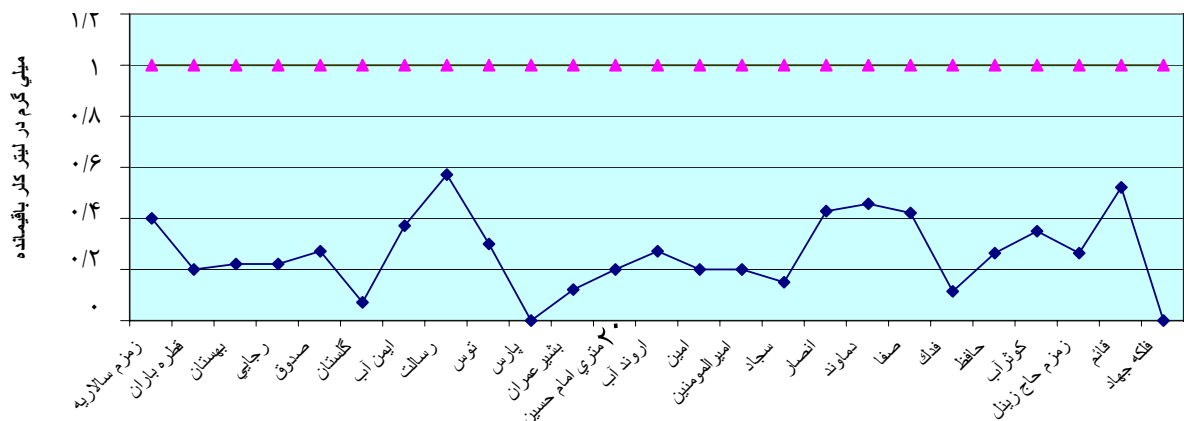
یافته‌ها

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 میلی‌گرم در لیتر) نمودار شکل ۱ نشان می‌دهد که حد استاندارد کلر باقی‌مانده در هیچ‌کدام از دستگاه‌ها رعایت نشده است و همه پایین‌تر از مقدار یک میلی‌گرم 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 میلی‌گرم در لیتر کلر باقی‌مانده دارند.

اندازه میزان آهن، منگنز، سولفات و فلوراید بادستگاه اسپکتروفوتومتر (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^(۲،۳،۱).

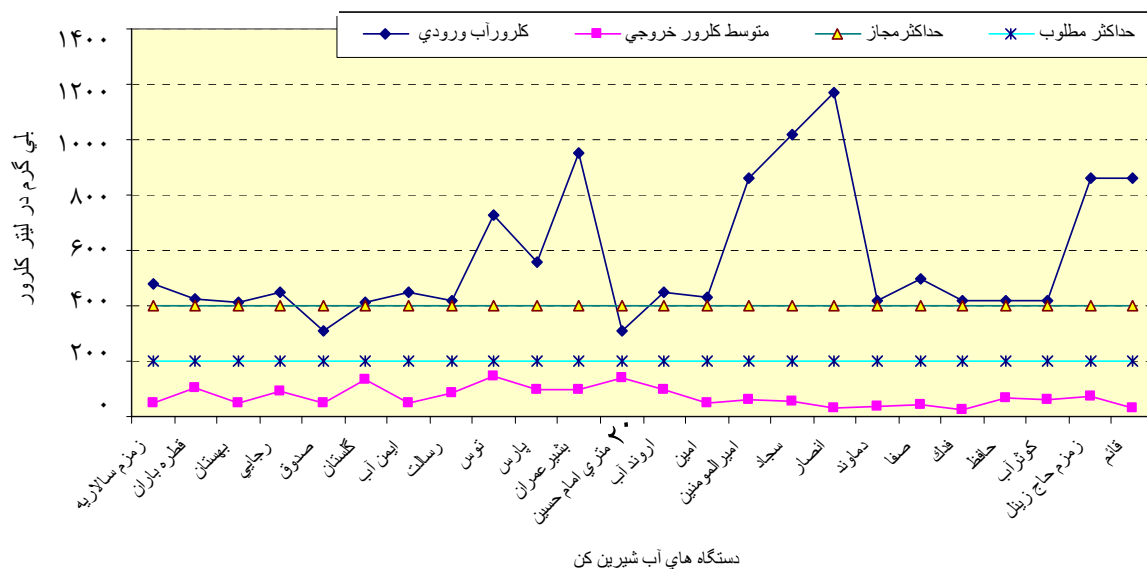


شکل شماره ۱: نمودار متوسط غلظت کلر باقیمانده آب دستگاه‌های آب شیرین کن شهر قم در سال ۸۱

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، سجاده،



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، سجاده، انصار و قائم، بالای ۴۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر و مقدار هدایت الکتریکی در آب دستگاه‌های قطره باران، رجایی، پارس، صفا و زمزم حاج زینل، بالای ۲۰۰۰ تا ۳۵۰۰ میکروموس 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 کلیت 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 میکروموس بر سانتی-

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 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)			قلیابیت (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 %		
بهبستان	۴۱۰	۴۹	۸۸	۵۳۸/۷۵	۳۰/۷۵	۵۹	۶/۵۴	۷/۴۵	۱۱	۲۲۲/۵	۲۰۰۰	۱/۳۵	۰/۲۸۲	۷۲	-	۱۶۴	۳۳	۸۱	۱۶۴	۰/۱۲۲۵	۱۶۴	۳۳	۸۱
زمزم سالاریه	۴۸۰	۵۰	۹۰	۴۷۰	۲۷	۹۲	۶/۶	۷/۶۴	۱۴	۲۲۲/۵	۱۹۵۰	۱/۵۵	۰/۳۷۵	۷۶	-	۱۶۰	۳۰/۵	۸۱	۱۶۰	۰/۴	۱۶۰	۳۰/۵	۸۱
قطره باران	۴۲۶	۱۰۶	۷۵	۴۶۰	۶۰	۸۷	۶/۴۹	۷/۴۹	۱۳	۳۷۳/۷۵	۲۱۵۰	۱/۰۴	۰/۲۶۷	۷۴	-	۱۸۰	۳۳	۸۲	۱۸۰	۰/۲	۱۸۰	۳۳	۸۲
رجایی	۴۵۰	۹۱	۸۰	۵۲۷/۵	۳۰	۹۴	۶/۶	۷/۴۴	۱۱	۲۳۲/۵	۲۱۵۰	۱/۰۳۵	۰/۰۵۷	۹۴	-	۱۷۰	۲۷/۷۵	۸۴	۱۷۰	۰/۱۲۲۵	۱۷۰	۲۷/۷۵	۸۴
صلوق	۳۱۰	۵۰/۵	۸۴	۴۴۶/۲۵	۳۷/۵	۹۲	۶/۶۳	۷/۵۶	۱۲	۱۲۵	۱۷۱۰	۱/۱۵۵	۰/۱۲۵	۸۹	-	۱۵۰	۲۶/۵	۸۲	۱۵۰	۰/۱۲۷۵	۱۵۰	۲۶/۵	۸۲
گلستان	۴۱۰	۱۳۰/۵	۶۸	۵۵۶/۲۵	۶۴/۵	۸۸	۶/۸۹	۷/۷۱	۱۱	۵۰۰	۱۹۰۰	۱/۲	۰/۱۴۵	۸۸	-	۱۶۰	۴۱/۲۵	۷۴	۱۶۰	۰/۰۷۵	۱۶۰	۴۱/۲۵	۷۴
ایمن آب	۴۵۰	۴۸	۸۹	۳۹۳/۷۵	۴۶/۵	۸۸	۶/۳۶	۷/۶۲	۱۷	۱۶۲/۵	۱۹۰۰	۱/۳۰۵	۰/۲۸۷	۷۸	-	۱۷۰	۲۱/۲۵	۸۸	۱۷۰	۰/۳۷۵	۱۷۰	۲۱/۲۵	۸۸
رسالت	۴۲۰	۸۲/۵	۸۰	۴۳۱/۷۵	۶۲/۵	۸۶	۶/۵۸	۷/۳۹	۱۱	۳۱۷/۵	۱۹۰۰	۱/۰۵۵	۰/۴۹	۵۴	-	۱۶۶	۳۱/۵	۸۱	۱۶۶	۰/۵۷۵	۱۶۶	۳۱/۵	۸۱
توس	۷۳۰	۱۴۶/۵	۸۰	۹۷۵	۵۸/۵	۹۴	۶/۵	۷/۲۷	۱۱	۵۸۷/۵	۴۲۵۰	۱/۴	۰/۴۳۲	۶۹	-	۴۲۰	۵۵	۸۷	۴۲۰	۰/۳	۴۲۰	۵۵	۸۷
پارس	۵۶۰	۹۵/۵	۸۳	۶۸۱/۲۵	۳۳/۵	۹۵	۶/۴۵	۷/۳۳	۱۲	۳۳۲/۵	۲۳۰۰	۱/۴۲۵	۰/۱۱۷	۹۲	-	۲۰۰	۲۸/۵	۸۶	۲۰۰	۰	۲۰۰	۲۸/۵	۸۶
و ۱۹ دی	۹۵۰	۹۵/۵	۹۰	۹۸/۷۵	۱۰۰۰/۷۵	۹۰	۵/۸۹	۷/۰۸	۱۷	۳۸۲/۵	۴۰۵۰	۱/۴۸	۰/۳۴۲	۷۷	-	۳۴۰	۴۷	۸۶	۳۴۰	۰/۱۲۵	۳۴۰	۴۷	۸۶
امام حسین	۳۱۰	۱۴۱/۵	۵۴	۴۴۶/۵	۴۷	۸۹	۶/۷۶	۷/۵۶	۱۱	۴۳۰	۱۷۱۰	۱/۱۶	۰/۲۴	۷۹	-	۱۵۰	۴۱/۲۵	۷۳	۱۵۰	۰/۲	۱۵۰	۴۱/۲۵	۷۳
اروندآب	۴۵۰	۹۹	۷۸	۴۹۳/۵	۳۳/۵	۹۳	۶/۵۴	۷/۶۲	۱۴	۳۹۰	۱۹۰۰	۱/۳	۰/۱۶	۸۸	-	۱۷۰	۳۰/۷۵	۸۲	۱۷۰	۰/۱۲۷۵	۱۷۰	۳۰/۷۵	۸۲
امین	۴۳۰	۴۷	۸۹	۵۲۸/۷۵	۲۴	۹۵	۶/۵۴	۷/۶۹	۱۵	۱۳۷/۵	۱۹۵۰	۱/۳۱	۰/۱۷۵	۸۷	-	۱۶۶	۲۰/۲۵	۸۸	۱۶۶	۰/۲	۱۶۶	۲۰/۲۵	۸۸
امیرالمؤمنین	۸۶۰	۶۳/۵	۹۳	۹۲۲/۵	۴۱/۲۵	۹۶	۶/۰۸	۷/۰۷	۱۴	۴۱۰	۴۱۰۰	۱/۴۷۵	۰/۴۹۷	۶۶	-	۲۹۰	۳۶/۲۵	۸۸	۲۹۰	۰/۲	۲۹۰	۳۶/۲۵	۸۸
سجاد	۱۰۲۰	۵۶/۵	۹۴	۱۱۵۰	۳۶	۹۷	۵/۸۳	۷/۰۹	۱۸	۱۶۷/۵	۴۵۰۰	۱/۴۷۵	۰/۳۳۲	۷۷	-	۳۷۰	۲۵/۲۵	۹۳	۳۷۰	۰/۱۵	۳۷۰	۲۵/۲۵	۹۳
انصار	۱۱۷۰	۲۷/۵	۹۸	۱۲۰۲/۵	۲۷/۳	۹۸	۵/۵۳	۷/۰۸	۲۲	۸۲/۵	۴۳۵۰	۱/۱۳۵	۰/۳۵۷	۷۷	-	۴۳۰	۱۴/۷۵	۹۷	۴۳۰	۰/۴۳	۴۳۰	۱۴/۷۵	۹۷
دمآوند	۴۲۰	۳۵	۹۲	۵۰۸/۷۵	۴۷	۹۱	۶/۴۹	۷/۸	۱۷	۱۵۵	۱۹۵۰	۱/۳۴	۰/۲۹۵	۷۸	-	۱۸۰	۲۳/۷۵	۸۷	۱۸۰	۰/۴۶	۱۸۰	۲۳/۷۵	۸۷
صفا	۵۰۰	۳۹/۵	۹۲	۵۰۷/۵	۵۵	۸۹	۵/۹۶	۷/۴۵	۲۰	۲۱۰	۲۲۵۰	۱/۲۴	۰/۳۰۲	۷۶	-	۲۲۰	۲۳/۵	۸۹	۲۲۰	۰/۴۲	۲۲۰	۲۳/۵	۸۹
فدک	۴۲۰	۲۴	۹۴	۵۰۰	۲۷	۹۵	۶/۳۳	۷/۶۷	۱۷	۱۱۵	۲۰۰۰	۱/۳۵	۰/۳۹	۷۱	-	۱۷۴	۱۷/۷۵	۹۰	۱۷۴	۰/۱۱۶	۱۷۴	۱۷/۷۵	۹۰
حافظ	۴۲۰	۶۵	۸۵	۴۵۰	۴۵/۲۵	۹۱	۶/۵۷	۷/۶۷	۱۴	۴۴۲/۵	۲۰۰۰	۱/۳۵	۰/۳۹۲	۷۱	-	۱۷۴	۵۰	۷۱	۱۷۴	۰/۲۶۶	۱۷۴	۵۰	۷۱
کوتآب	۴۲۰	۶۰/۵	۸۶	۵۰۰	۳۶	۹۳	۶/۳۵	۷/۶۵	۱۷	۲۰۰	۲۰۰۰	۱/۳۵۵	۰/۲۹۷	۷۸	-	۱۷۶	۳۱/۷۵	۸۲	۱۷۶	۰/۳۵	۱۷۶	۳۱/۷۵	۸۲
زمزم (حاج زینب)	۸۶۰	۷۱	۹۲	۷۵/۷	۹۳۵	۹۲	۶/۱۴	۷/۰۵	۹	۳۷۲/۵	۳۷۰۰	۱/۳۶۵	۰/۴۵	۶۷	-	۲۸۵	۳۵	۸۸	۲۸۵	۰/۱۶۶	۲۸۵	۳۵	۸۸
قائم	۸۶۰	۳۰/۵	۹۶	۹۳۷/۵	۴۲/۵	۹۵	۵/۷۷	۷/۰۲	۱۸	۱۴۷/۵	۴۱۰۰	۱/۴۵	۰/۴۳۷	۷۰	-	۲۹۰	۱۹/۵	۹۳	۲۹۰	۰/۵۲	۲۹۰	۱۹/۵	۹۳
غلظت متوسط	۵۷۲/۳	۷۱/۰۶	۸۸	۶۵۱/۳	۴۵/۷۱	۹۳	۶/۳۵	۷/۴۳۳	۱۵	۲۷۵/۷۸	۲۶۱۵/۴	۱/۳۰	۰/۲۹۷	۷۷	-	۲۲۳	۳۱/۰۴	۸۶	۲۲۳	۰/۲۸	۲۲۳	۳۱/۰۴	۸۶
انحراف معیار	۲۴۴/۹۷	۳۵/۴۱	-	۲۸۱/۹۶	۸۳/۱	-	۰/۳۴	۰/۲۵	-	۱۴۸/۶۸	۱۰۳۷/۴	-	۰/۱۲۳	-	-	۸۷/۹۸	۱۰۰/۲۵	-	۸۷/۹۸	۰/۱۴	۸۷/۹۸	۱۰۰/۲۵	-
ماکزیمم	۱۱۷۰	۱۴۶/۵	-	۱۲۰۲/۵	۹۸/۷۵	-	۶/۸۹	۷/۸	-	۵۸۷/۵	۴۵۰۰	-	۰/۴۹۷	-	-	۴۳۰	۵۵	-	۴۳۰	۰/۵۷۵	۴۳۰	۵۵	-
مینیمم	۳۱۰	۲۴	-	۳۹۳/۷۵	۲۴	-	۵/۵۳	۷/۰۲	-	۸۲/۵	۱۷۱۰	-	۰/۰۵۷	-	-	۱۵۰	۱۴/۷۵	-	۱۵۰	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

آهن (mg/l)			سختی منیزیومی (میلی گرم در لیتر)			کدورت			TDS			کلسیم (میلی گرم در لیتر)			منیزیم (میلی گرم در لیتر)			پارامتر کیفی آب
راندمان %	خروجی	ورودی	راندمان %	خروجی	ورودی		خروجی	ورودی	راندمان %	خروجی	ورودی	راندمان %	خروجی	ورودی	راندمان %	خروجی	ورودی	دستگاههای آب شیرین کن
۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۹۸	۵	۲۹۸/۷۵	-	۰	۰	۹۰	۱۳۳/۵	۱۴۰۰	۹۳	۹/۹۲	۹۲/۹۸	۹۲	۱/۲۱	۷۲/۵۹	بهستان
۵۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۸۹	۲۵	۲۳۸	-	۰	۰	۹۰	۱۳۳/۵	۱۳۶۵	۹۴	۶/۸۱	۱۰۷/۴۱	۹۰	۶/۰۷	۵۷/۸۳	زمزم سالاریه
۳۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۷۸	۴۳	۱۹۷	-	۰	۰	۸۵	۲۲۴/۲۵	۱۵۰۵	۸۵	۱۴/۴۳	۹۶/۱۹	۷۸	۱۰/۴۵	۴۷/۸۷	قطره باران
۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۹۲	۲۰/۵	۲۶۳/۵	-	۰/۲	۰	۹۱	۱۳۹/۵	۱۵۰۵	۹۷	۳/۳	۱۰۵/۸۱	۹۲	۴/۹۸	۶۴/۰۳	رجایی
۶۷	۰/۰۱	۰/۰۳	۹۰	۳۰/۳۳	۳۰۰/۲۵	-	۰/۰۲۵	۰	۹۴	۷۵	۱۱۹۷	۹۴	۴/۵۱	۷۸/۵۵	۹۰	۷/۳۷	۷۳/۰۲	صدوق
۵۰	۰/۰۲	۰/۰۴	۸۶	۴۲/۳۳	۳۰۴/۲۵	-	۰/۰۵	۰	۷۷	۳۰۰	۱۳۳۰	۸۸	۱۲/۵۲	۱۰۱	۸۶	۱۰/۲۸	۷۳/۹۳	گلستان
۷۵	۰/۰۱	۰/۰۴	۸۷	۳۰	۲۲۷/۷۵	-	۰	۰	۹۳	۹۷/۵	۱۳۳۰	۹۳	۷/۶۱	۱۰۷/۴۱	۸۷	۷/۲۹	۵۵/۳۴	ایمن آب
۸۰	۰/۰۱	۰/۰۵	۴۱	۹۶	۱۶۳/۷۵	-	۰	۰	۸۶	۱۹۰/۵	۱۳۳۰	۸۹	۱۲/۰۲	۱۰۷/۴۱	۴۱	۲۳/۳۲	۳۹/۷۹	رسالت
۱۰۰	۰	۰/۰۱	۸۹	۵۵	۵۲۳	-	۰	۰	۸۸	۳۵۲/۵	۲۹۷۵	۹۸	۳/۹	۱۸۱/۱۶	۸۹	۱۳/۳۶	۱۲۷/۰۸	توس
۶۷	۰/۰۱	۰/۰۳	۹۳	۲۵/۳۳	۳۶۳/۲۵	-	۰	۰	۹۱	۱۳۹/۵	۱۶۱۰	۹۷	۴/۴	۱۲۷/۴۵	۹۳	۶/۱۵	۸۸/۲۶	پارس
۱۰۰	۰	۰/۰۲	۹۳	۴۱/۶۶	۵۷۹/۵	-	۰	۰	۹۴	۲۲۹/۵	۳۸۲۵	۸۶	۲۳/۶۶	۱۷۱/۵۴	۹۳	۱۰/۱۲	۱۴۰/۸۱	۱۹ و ۱۹ دی
۶۷	۰/۰۱	۰/۰۳	۸۸	۳۰/۶۶	۲۵۵	-	۰	۰	۷۸	۲۵۸	۱۱۹۷	۸۸	۹/۰۲	۷۶/۷۵	۸۸	۷/۴۵	۶۱/۹۶	امام حسین
۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۹۲	۱۹	۲۲۷	-	۰	۰	۸۲	۲۳۴	۱۳۳۰	۹۴	۶/۱۱	۱۰۶/۸۱	۹۲	۴/۶۱	۵۵/۱۶	اروندآب
۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۹۴	۱۶	۲۶۸/۷۵	-	۰	۰	۹۴	۸۲/۵	۱۳۶۵	۹۷	۲/۸	۱۰۴/۲	۹۴	۳/۸۸	۶۵/۳	امین
۱۰۰	۰	۰/۰۳	۹۶	۱۸/۳۳	۴۹۲/۵	-	۰/۱	۰	۹۱	۲۴۶	۲۸۷۰	۹۵	۸/۶۲	۱۷۶/۳۵	۹۶	۴/۴۵	۱۱۹/۶۷	امیرالمؤمنین
۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۹۷	۱۸	۶۷۸	-	۰	۰	۹۷	۱۰۰/۵	۳۱۵۰	۹۶	۷/۲۱	۱۸۹/۱۷	۹۷	۴/۳۷	۱۶۴/۷۵	سجاد
۱۰۰	۰	۰/۰۱	۹۷	۲۱/۶۶	۷۵۰/۵	-	۰	۰	۹۸	۴۹/۵	۳۰۴۵	۹۹	۲/۳	۱۸۱/۱۶	۹۷	۵/۲۶	۱۸۲/۳۷	انصار
۳۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۸۸	۳۱/۳۳	۲۵۶/۷۵	-	۰	۰	۹۳	۹۳	۱۳۶۵	۹۳	۷/۰۱	۱۰۱	۸۸	۷/۶۱	۶۲/۳۹	دماوند
۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۸۸	۳۴	۲۷۸/۵	-	۰/۰۲۵	۰	۹۲	۱۲۶	۱۵۷۵	۹۱	۸/۲۲	۸۸/۲	۸۸	۸/۲۶	۶۹/۸۶	صفا
۱۰۰	۰	۰/۰۳	۹۳	۱۸/۶۶	۲۷۲	-	۰/۰۵	۰	۹۵	۶۹	۱۴۰۰	۹۵	۴/۴	۹۱/۳۸	۹۳	۴/۵۳	۶۶/۰۹	فدک
۱۰۰	۰	۰/۰۳	۸۹	۲۹/۶۶	۲۷۱	-	۰	۰	۸۱	۲۶۵/۵	۱۴۰۰	۹۳	۶/۷۱	۹۱/۷۸	۸۹	۷/۲	۶۵/۸۵	حافظ
۶۰	۰/۰۱	۰/۰۳	۹۰	۲۷/۳۳	۲۷۰/۵	-	۰/۰۲۵	۰	۹۱	۱۲۰	۱۴۰۰	۹۶	۳/۴۱	۹۱/۹۸	۹۰	۶/۶۴	۶۵/۷۳	کوثراب
۶۷	۰/۰۱	۰/۰۲۵	۹۴	۴۶	۷۲۵	-	۰/۰۳۲۵	۰	۹۱	۲۲۳/۵	۲۵۹۰	۸۳	۱۴/۶۲	۸۴/۱۷	۹۰	۱۷/۱۱	۱۷۶/۱۷	زمزم (حاجزنبیل)
۱۰۰	۰	۰/۰۳	۹۵	۲۶/۳۳	۵۰۵	-	۰	۰	۹۷	۸۸/۵	۲۸۷۰	۹۶	۶/۹۱	۱۷۳/۳۵	۹۵	۶/۳۹	۱۲۷/۱	قائم
۵۷	۰/۰۱۱۶	۰/۰۲۶۸	۹۱	۳۱/۲۹۶	۳۶۲/۸۹	-	۰/۰۴۲۷	۰	۹۱	۱۶۵/۴۶	۱۸۷۲/۴۶	۹۳	۷/۹۳۳	۱۱۸/۰۵	۹۱	۷/۶۰۰	۸۸/۲۷	غلظت متوسط
-	۱/۰۰۹۱	۰/۰۰۹۵	-	۱۷/۷۵۴	۱۷۳/۸۵	-	۰/۰۸۸۶	۰	-	۸۳/۲۰۶	۸۰/۱/۱۳	-	۴/۸۳	۳۷/۴۸۱	-	۴/۳۱۳	۴۲/۲۰	انحراف معیار
-	۰/۰۳	۰/۰۵	-	۹۶	۷۵/۵	-	۰/۰۳۲۵	۰	-	۳۵/۵	۳۸۳۸	-	۲۳/۶۴	۱۸۹/۱۷	-	۲۳/۳۲	۱۸۲/۳۷	ماکزیمم
-	۰	۰/۰۱	-	۵	۱۶۳/۷۵	-	۰	۰	-	۴۹/۵	۱۱۹۷	-	۲/۳	۷۶/۷۵	-	۱/۲۱	۳۹/۷۹	مینیمم

مشاهده شد که مقدار کل مواد جامد محلول در آب خروجی تمامی دستگاه‌ها کمتر از حداکثر مقدار مطلوب یعنی ۵۰۰ میلی‌گرم 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 میلی‌گرم در لیتر است.

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

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

غلظت سولفات آب حاصل از تمامی دستگاه‌ها از حداکثر مطلوب یعنی ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر کمتر است. غلظت سولفات در آب ورودی تمامی دستگاه‌ها، به جز قطره باران و رسالت، همگی بالای ۶۰۰ تا ۱۲۳۰ میلی‌گرم 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 میلی‌گرم در لیتر و حداکثر مطلوب کلسیم در آب شرب مطابق استاندارد ۷۵ میلی‌گرم در لیتر است. غلظت منیزیم در آب حاصل از تمامی دستگاه‌ها از حداکثر مجاز استاندارد یعنی ۵۰ میلی‌گرم در لیتر کمتر است. غلظت منیزیم با توجه به غلظت سولفات در آب‌های قابل شرب مقایسه می‌شود.

نتایج^۱ MPN نمونه‌های آب تصفیه شده دستگاه‌های آب شیرین‌کن 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). با توجه به نتایج آزمایش‌های انجام شده، آب حاصل از دستگاه‌های آب شیرین‌کن 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 میلی‌گرم در لیتر کلر باقی‌مانده در آب تصفیه شده نهایی به منظور رفع آلودگی‌های ثانویه احتمالی ضروری است^(۳). در حالی که

^۱ . Most probably number

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 ناشناخته‌ای 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 شیرین‌کن 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 باقی‌مانده در آب تصفیه شده نهایی به منظور رفع آلودگی‌های ثانویه احتمالی ضروری است در حالی که تقریباً هیچ‌کدام از متصدیان دستگاه‌ها، رعایت نکردند. باتوجه به نقش فلئوئور در رشد و استخوان‌ها و استخوان‌ها به‌خصوص در کودکان در حال رشد و توجه به این موضوع که آب آشامیدنی یکی از مناسب‌ترین راه‌های رساندن فلئوئور 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

تقریباً هیچ‌کدام از متصدیان دستگاه‌ها، حتی با آموزش‌های مربوطه در طول طرح، آن را رعایت نکردند. فاکتور مهم دیگر، میزان فلئوئور موجود در آب تصفیه شده این دستگاه‌ها است. باتوجه به نقش فلئوئور در رشد و استحکام دندان‌ها و استخوان‌ها به‌خصوص در کودکان در حال رشد و توجه به این موضوع که آب آشامیدنی یکی از مناسب‌ترین راه‌های رساندن فلئوئور 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 مشکل‌ساز باشد. نتایج آزمایش‌های میکروبی نشان داد که ۱۵ مورد از نمونه‌های بررسی شده، آلوده هستند و از این تعداد ۶ مورد آلودگی مدفوعی دارند. در حالی که مطابق با تمامی استانداردهای ملی و جهانی، وجود آلودگی در نمونه‌های آب آشامیدنی نامطلوب است. تمام آب‌های آشامیدنی، نباید در هیچ یک از نمونه‌های ۱۰۰ میلی لیتری آزمایش شده، باکتری کلی فرم مقاوم در برابر حرارت داشته باشند^(۱،۲). در خصوص محل استقرار دستگاه‌ها مطابق با آیین‌نامه‌های 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 جمع‌آوری آب‌های سطحی در کنار خیابان

متصدیان دستگاه عملیات ترفیق آب تصفیه شده را با آب ورودی تا تنظیم فاکتورهای مختلف در حد مطلوب انجام دهند .

ازاین دستگاهها و مصرف آن در دراز مدت می تواند مشکل ساز باشد.

باتوجه به پایین بودن کلیه املاح محلول در آب تصفیه شده دستگاههای آب شیرین کن پیشنهاد می گردد

منابع

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