

ارزیابی کیفیت آب خروجی از دستگاه‌های آب شیرین کن و تانکرهای آب شهرستان قم و مقایسه آن با استانداردهای ملی و WHO

محمد نوری سپهر^۱، نرگس جعفری^۲، سکینه ملائی توانی^{۳*}

^۱ گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

^۲ مدیر گروه سلامت محیط و کار معاونت بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران

^۳ کارشناس بهداشت محیط، معاونت دانشجویی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۵

چکیده

زمینه و هدف: با افزایش روند خشکسالی‌های اخیر و کمبود منابع آب آشامیدنی منجر به برنامه‌ریزی جهت شیرین کردن آب و راه اندازی ایستگاه‌های سیار گردید. هدف از این مطالعه، تعیین کیفیت میکروبی و فیزیکوشیمیایی آب خروجی از دستگاه‌های آب شیرین کن و تانکرهای شهرستان قم می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی- مقطعی به مدت یک سال با نمونه‌برداری ماهانه از آب خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی و تانکرهای سیار انجام شد. نمونه‌ها از نظر آلودگی میکروبی و کیفیت فیزیکوشیمیایی (pH، TDS، کدورت و کلرسنجی) مطابق روش استاندارد سنجش شدند. سپس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و Excel آنالیز و با استانداردها مقایسه گردید.

یافته‌ها: مقادیر مثبت آلودگی کلیفرم گرمای در تانکرها ۱۳/۳۴ درصد و در دستگاه‌های آب شیرین کن ۴/۳۵ درصد نشان داده شد. میزان pH، TDS، کدورت در حد مطلوب و مطابق استاندارد ملی و WHO گزارش شد. آنالیز آماری T TEST نیز نشان داد، کیفیت میکروبی آب خروجی با متغیرهای ظروف آبگیری ($P < 0/021$)، شستشوی مخازن ($P < 0/001$)، آلودگی شیر خروجی ($P < 0/011$)، تماس با گرد و غبار ($P < 0/014$)، بهداشت فرد توزیع کننده ($P < 0/026$)، درجه حرارت ($P < 0/033$)، زمان نگهداشت آب ($P < 0/019$) و بهسازی محیط ($P < 0/003$) رابطه معناداری دارد. ولی هیچ تفاوت معناداری در نحوه توزیع آب بین تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین کن وجود نداشت ($P < 0/068$).

نتیجه‌گیری: با جلوگیری از آلودگی‌های ثانویه می‌توان کیفیت آب این جایگاه‌ها را مطلوب تلقی کرد. لذا باید ارزیابی دوره‌ای و منظم آب و آموزش در خصوص نگهداری و رعایت مسائل بهداشتی همواره مورد توجه قرار بگیرد.

کلمات کلیدی: کیفیت آب، استانداردها، آب شیرین‌کن، تانکر، قم

مقدمه

تلاش برای تأمین آب آشامیدنی سالم یکی از موفق‌ترین مداخلات بهداشت عمومی بشر و از جمله عوامل تعیین‌کننده یک کشور توسعه یافته می‌باشد.^۱ آب، به عنوان مهمترین و پر مصرف‌ترین ماده مغذی باید ایمن و سالم باشد. اما همین آب می‌تواند، منبع بیماری‌های عفونی مختلفی باشد.^۲ ارگانسیم‌های ایجاد کننده بیماری (پاتوژن‌ها) غالباً با منشأ مدفوعی از طریق آب آشامیدنی منتقل می‌شوند (به عنوان پاتوژن‌های روده شناخته می‌شوند). در سراسر دنیا سالانه حدود ۱/۷ میلیون نفر در نتیجه کیفیت پایین آب و بهداشت ضعیف عمدتاً از طریق ابتلا به اسهال عفونی کشته می‌شوند (۳/۱٪ از مرگ و میرها)^۳. با این وجود، ناآگاهی از خطرات احتمالی و آموزش نامناسب کارکنان و مدیرانی که در سیستم‌های آبرسانی کار می‌کنند می‌تواند در شیوع بیماری‌های منتقله از آب نقش داشته باشند. علاوه بر این، هنگامی که سیستم‌های بهداشتی ناکارآمد و تصفیه آب آشامیدنی ناکافی باشد وبا به سرعت گسترش می‌یابد. در ایالات متحده (تقریباً ۳۰۰ میلیون نفر جمعیت) سالانه حدود ۱۲-۱۹ میلیون نفر به طیف وسیعی از بیماری‌های گوارشی ناشی از آب آشامیدنی مبتلا می‌شوند^۱. سازمان بهداشت جهانی (WHO) تخمین می‌زند که حدود ۱/۱ میلیارد نفر در سراسر دنیا از آب غیر بهداشتی و ناسالم برخوردار هستند. اکثریت قریب به اتفاق بیماری اسهال در جهان (۸۸٪) قابل انتساب به آب ناسالم، بدون تصفیه و با بهداشت ضعیف بوده است.^۳

از سوئی دیگر به موزات افزایش جمعیت دنیا، مصارف آب نیز در حال افزایش است. نگرانی‌ها از آنجائی است که بشر در حال ورود به عصر جدیدی از کمبود جهانی آب می‌باشد.^۴ مخصوصاً وقتی ذخایر آب به دلیل کمبود بارندگی یا بارندگی کمتر از حد طبیعی در یک دوره‌ای بیش از حد ادامه یابد، بیشتر مناطق خشک و نیمه خشک می‌شوند.^۵ به عنوان مثال عمان خشک‌ترین کشور دنیا با متوسط بارش ۶۲ میلی متر در سال است.^۶ براساس گزارش برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP)، ۴۵۰ میلیون نفر از ۲۹ کشور در سراسر دنیا از کمبود آب رنج می‌برند.^{۸،۷}

همیشه کمبود آب نگران کننده بوده است. زیرا این منبع برای اهداف بی‌شماری مانند آشامیدن و مصارف داخلی، به عنوان آب ورودی در فرآیندهای تولید مواد غذایی، صنعتی، رفاه عمومی انسان و محیط زیست قابل استفاده است.^۴ از سوئی دیگر، آلودگی آن توسط فعالیت‌های انسانی، زباله و بهره‌برداری بیش از حد می‌تواند کمیت و کیفیت آب را تهدید کند. همچنین احتمال ورود فاضلاب خانگی و صنعتی تصفیه نشده، آبیروی از زمین‌های کشاورزی و عملیات دامداری به منابع آب آشامیدنی تهدید جدی بر سلامت بشر می‌باشد.^۵ یکی از مهمترین نگرانی‌های مسئولان بهداشت و متخصصان صنعت آب در کشورهای در حال توسعه که از کمبود آب رنج می‌برند دسترسی به آب کافی (کمیت) و اطمینان از ایمنی آن (کیفیت) می‌باشد.^۹

آگاهی از منابع آبی یک کشور و توانایی‌های آنها برای مصارف مختلف، پیش نیاز برنامه‌ریزی مکانی و توسعه پایدار است.^۵ در نیجریه بیش از ۷۸ درصد آب در فصل خشک توسط تانکرها تأمین می‌شود.^{۱۰} در شش شهر هند نیز تانکرها

با توجه به ضرورت پایش مداوم کیفیت منابع آب مصرفی و نبود تحقیقات کافی و جدید در این زمینه در شهرستان قم، این مطالعه به منظور ارزیابی کیفیت آب خروجی تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن به عنوان منبع مکمل و گاهی جایگزین شبکه توزیع آب شهری برای تامین آب مناطق خشک و نیمه خشک که با کمبود منابع آب آشامیدنی مواجهه هستند، پرداخته است.

روش تحقیق

مطالعه حاضر از نوع توصیفی - مقطعی بوده و به منظور بررسی کیفیت میکروبی آب خروجی از دستگاه‌های آب شیرین‌کن (به تعداد ۳۵ عدد) و تانکرها آب فروشی (به تعداد ۱۰ عدد) موجود در سطح شهرستان قم در نظر گرفته شد. به منظور سنجش کیفیت پارامترهای میکروبی و فیزیکوشیمیایی آب خروجی از این مخازن نمونه‌برداری به صورت ماهانه با دو بار تکرار و به روش لحظه‌ای صورت پذیرفت (نمونه‌ها کاملاً تصادفی). طی یک برنامه زمان‌بندی شده نمونه‌برداری از مهر سال ۹۶ تا شهریور سال ۹۷ به مدت یک سال به طول انجامید. بر این اساس میزان کلر باقی‌مانده و pH توسط کیت کلرسنج و قرص (N-N دی اتیل پارافینیلین دی آمین) DPD، کدورت و TDS به ترتیب توسط دستگاه های پرتابل (Aqua -AI250 -ir) و (DR 2000) در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد. جهت ردیابی کلیفرم‌های گرم‌پای، نمونه‌ها در ظروف شیشه‌ای ۲۵۰ سی سی حاوی ۲ الی ۳ قطره تیوسولفات سدیم ۱ درصد (جهت خنثی کردن اثر کلر باقی‌مانده) جمع‌آوری شدند و بلافاصله در مجاورت یخ به آزمایشگاه ارسال گردیدند. سنجش باکتری‌های کل

حدود ۷ درصد از این بازارها را تأمین می‌کنند^{۱۱}. بسیاری از مناطق ساحلی ماهاراشترا علی‌رغم بارندگی زیاد (حدود ۲۰۰۰ - ۳۰۰۰ میلی متر) با کمبود شدید آب آشامیدنی روبرو هستند. منطقه تین بیش از ۱۶۰ روستا دارای تانکر می‌باشند که اکثر آنها در تالوگاه‌های جواهر، مخادا و شاهاپور متمرکز شده‌اند و بصورت قبیله‌ای زندگی می‌کنند^{۱۲}. از طرفی کاهش کیفیت آب مورد بهره‌برداری به دلیل غلظت بالای یونها و جامدات محلول در آن باعث شور شدن آن و کاهش تمایل مصرف کنندگان به استفاده از چنین آبی می‌شود^۹. طی یک دهه گذشته پیشرفت‌های زیادی در توسعه فن‌آوری‌های جدید دستگاه‌های آب شیرین‌کن صورت گرفته است^{۱۳}. که می‌تواند کمک بزرگی در این زمینه بکند. براساس آمارهای رسمی کشورمان در سال ۱۳۹۰ بیش از ۲۲۹ دستگاه آب شیرین‌کن مورد بهره‌برداری قرار گرفت^{۱۴}.

مطالعات بسیاری در داخل و خارج از کشور در این خصوص صورت پذیرفته است که از جمله آن می‌توان به پژوهش بابائی و همکاران که به بررسی کیفیت میکروبی آب خروجی از دستگاه‌های تصفیه آب در شهر آبادان^{۱۵}، مطالعه یاری (بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب تصفیه شده دستگاه‌های آب شیرین‌کن بخش خصوصی در شهر قم^{۱۶} و یا مطالعه نانجی در نیجریه^{۱۷} و سرینی واسان در هند^{۱۱} و ... را می‌توان اشاره کرد. شهرستان قم آب و هوای گرم و نیمه خشک (تابستان‌های بسیار گرم و زمستان‌های بسیار سرد و خشک) دارد. با توجه به اقلیم این شهرستان همواره برای تأمین آب شیرین و قابل شرب با مشکل روبه‌رو بوده است. از این رو برای انتقال آب به نقاط مختلف شهرستان از تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن استفاده می‌کنند.

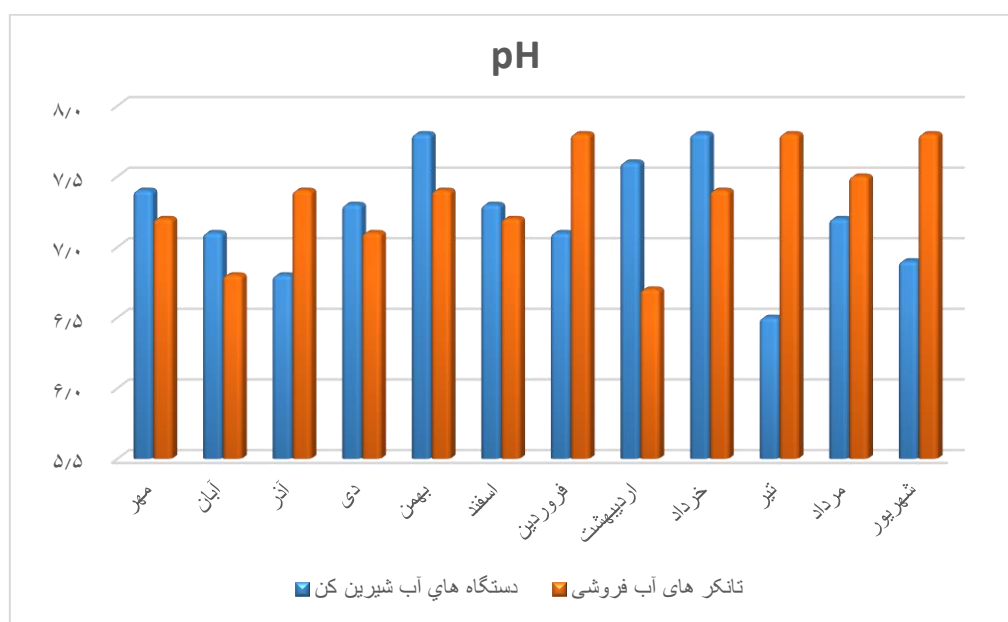
آب پرداخته شد. این مطالعه با مراجعه حضوری کارشناسان، بررسی سیستماتیک، دریافت اطلاعات محلی و تکمیل پرسشنامه صورت پذیرفت. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و Excel ۲۰۱۰ آنالیز و نتایج به صورت جداول و نمودار به تصویر کشیده شد. در نهایت اطلاعات فوق با استاندارد ملی و جهانی (WHO و ۱۰۵۳) مقایسه گردید.

یافته‌ها

نتایج حاصل از ۹۳ نمونه گرفته شده نشان داد که، میزان pH در تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن در حد مطلوب و بین ۶/۵ تا ۸/۵ گزارش شد.

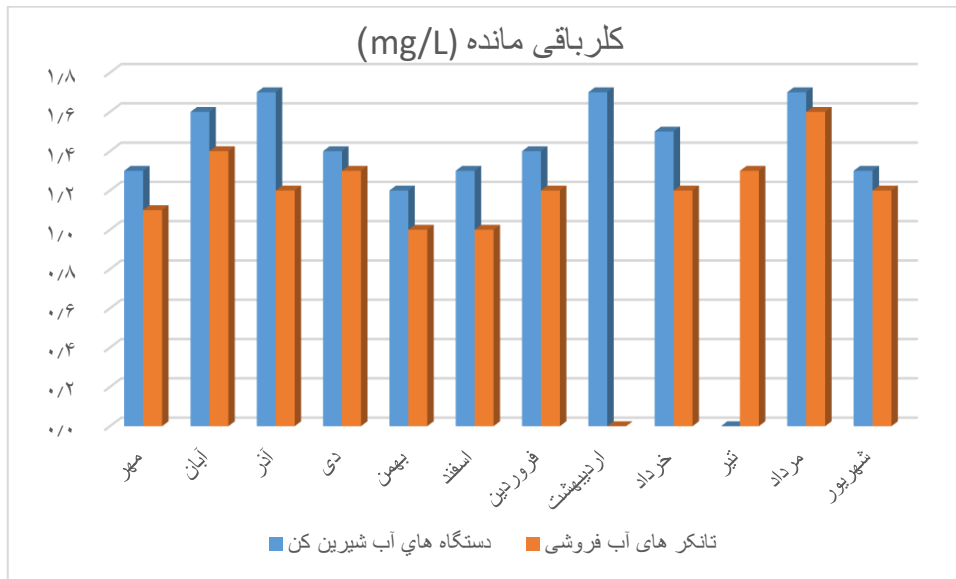
کلیرم و کلیرم مدفوعی به روش تخمیر نه لوله‌ای انجام و سپس با استفاده از جدول MPN اندازه‌گیری شدند. در این آزمایش جهت تست احتمالی و تاییدی کل کلیرم‌ها از محیط کشت لاکتوز براث (به مدت ۴۸ ساعت در دمای 35 ± 0.5) و بریلانت گرین و جهت تست تکمیلی کلیرم مدفوعی از محیط کشت EC براث استفاده شد. تولید گاز و یا کدر شدن نمونه نشانه مثبت بودن آزمایش و آلودگی به کلیرم‌های گرماپای می‌باشند.^{۱۵}

سپس با استفاده از پرسشنامه خود اظهاری آب آشامیدنی وزارت بهداشت و درمان با اعمال تغییرات مورد نیاز به بررسی ارتباط کیفیت میکروبی آب خروجی از تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن با متغیرهای عوامل ثانویه آلودگی



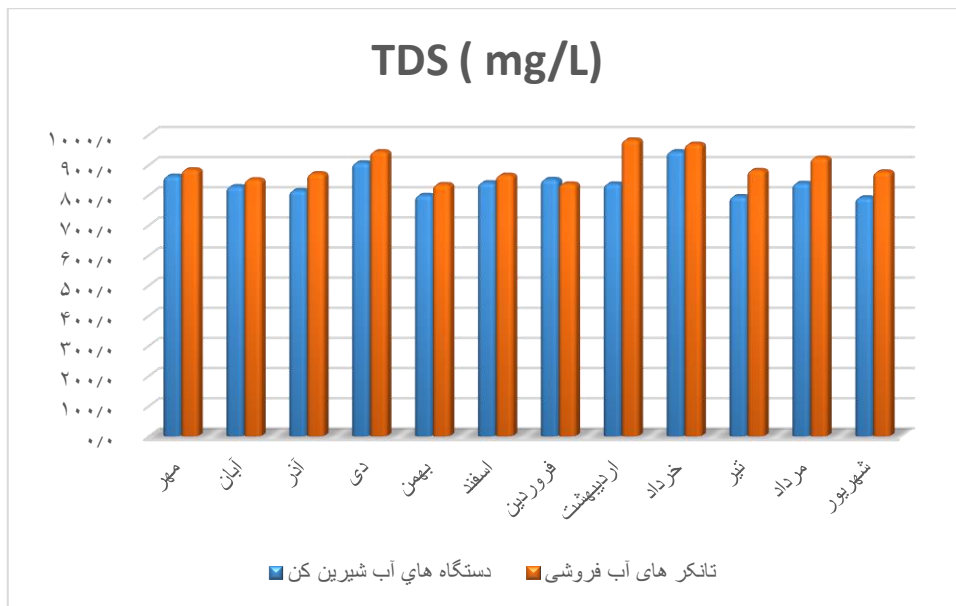
شکل ۱: میزان pH در تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن

نتایج کلرسنجی از تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن بیانگر این مطلب است که میزان کلر سنجیده شده در ماه اردیبهشت در نمونه‌برداری از تانکرها و ماه تیر در دستگاه‌های آب شیرین‌کن صفر و در سایر ماه‌ها در حد مطلوب گزارش شد (1 mg/L).



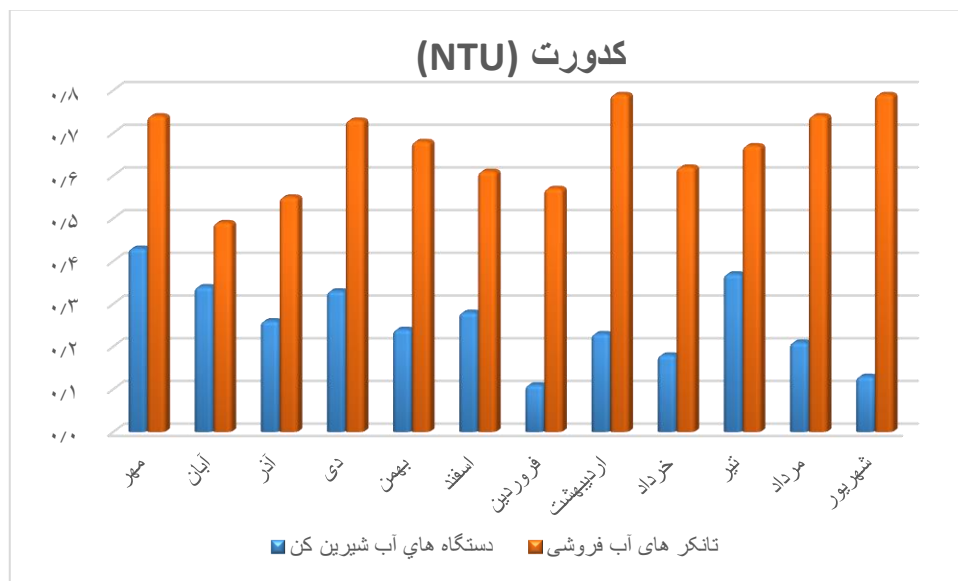
شکل ۲: میزان کلر باقی مانده در تانکرها و دستگاه های آب شیرین کن

نتایج سنجش TDS تانکرها و دستگاه های آب شیرین کن نیز حاکی از مطلوبیت ($< 1000 \text{ mg/L}$) این میزان در مقایسه با استاندارد ملی و WHO می باشد.



شکل ۳: میزان TDS در تانکرها و دستگاه های آب شیرین کن

میزان کدورت در کلیه نمونه های سنجش شده در تانکرها و دستگاه های آب شیرین کن نیز در مقایسه با استاندارد ملی و WHO در حد مطلوب و کمتر از 1 NTU ارزیابی شد.



شکل ۴: میزان کدورت در تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن

تعداد موارد نمونه‌های مثبت کلیفرم‌های گرمابای در تانکرها ۲ مورد و در دستگاه‌های آب شیرین‌کن ۱ مورد اعلام شد. مقادیر مثبت آلودگی کلیفرم‌های گرمابای در تانکرها ۱۳/۳۴ درصد و در دستگاه‌های آب شیرین‌کن ۴/۳۵ درصد نشان داده شد.

جدول ۱: نتایج آنالیز آماری آزمون T TEST

متغیرها	Sig.
ظروف آبیگری	$P < 0.021$
شستشوی مخازن	$P < 0.001$
آلودگی شیر خروجی	$P < 0.011$
تماس با گرد و غبار	$P < 0.014$
بهداشت فرد توزیع کننده	$P < 0.026$
درجه حرارت	$P < 0.033$
زمان نگهداشت آب	$P < 0.019$
بهسازی محیط	$P < 0.003$
نحوه توزیع آب	$P < 0.068$

آزمون آماری تی مستقل در سطح معناداری ۰/۰۵ به بررسی ارتباط کیفیت میکروبی آب خروجی از تانکرها و دستگاه‌های

جهت اطمینان حاصل کردن از نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. سپس با استفاده از

می‌گیرند. یکی از عوامل مهم در تعیین خصوصیت فیزیکوشیمیایی آب pH می‌باشد. در مطالعه حاضر میزان pH کلیه نمونه‌ها در تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن در حد مطلوب و مطابق با استانداردهای ملی و WHO بودند و بین ۶/۵ تا ۸/۵ ثبت گردید. در مطالعه بابائی و همکاران، pH تمامی نمونه‌ها در محدوده مطلوب قرار داشتند^{۱۴}. در مطالعه یاری و همکاران (۱۳۸۱)، مقادیر pH تقریباً در آب تصفیه شده تمامی دستگاه‌های آب شیرین‌کن، کمتر از حد مطلوب (pH > ۶) گزارش شد^{۱۵}. در مطالعه خدادادی و همکاران (۲۰۱۶)، مقادیر pH دستگاه‌های آب شیرین‌کن بیرجند، در محدوده مطلوب (۷/۶-۷) گزارش شد^۹. بر اساس نتایج کلر سنجیده شده از تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن این میزان در ماه اردیبهشت در ۲ نمونه برداری از تانکرها و در ۱ نمونه برداری در تیر ماه از دستگاه‌های آب شیرین‌کن صفر و در سایر ماه‌ها در حد مطلوب (>۱) گزارش شد. شایان ذکر است که در ماه‌های ذکر شده آلودگی کلیفرم گرماپای نیز در نمونه‌ها ثبت شده است. در مطالعه بابائی و همکاران، مقادیر مثبت آلودگی کلیفرم‌های گرماپای مصادف با کلر باقی‌مانده صفر بود^{۱۴}. در مطالعه یاری و همکاران (۱۳۸۱)، غلظت کلر باقی‌مانده دستگاه‌های آب شیرین‌کن از حداقل مطلوب مورد نیاز برای آب شرب پایین‌تر قرار دارد^{۱۶}. قرار گرفتن تانکرها در شرایط محیطی نامناسب مانند آفتاب و گرما می‌تواند موجب از بین رفتن کلر باقی‌مانده شود^{۱۷}.

یکی از عوامل مهم در زیبایی شناختی آب، کدورت می‌باشد. در هنگام گندزدایی آب، مواد کلونیدی عامل کدورت موجب محافظت میکروارگانیسم‌ها در برابر عامل گندزدا شده و بازده گندزدایی را کاهش می‌دهند. همچنین حضور این مواد در آب می‌تواند منجر به جذب ارگانیسم‌های بیولوژیکی، مواد شیمیایی و یا ایجاد طعم و بوی نامطبوع گردد. یکی دیگر از متغیرهای آب آشامیدنی که نشان دهنده حضور و یا عدم حضور مقادیر مختلف یون و نمک‌های معدنی و از جمله

آب شیرین‌کن با متغیرهای عوامل ثانویه آلودگی آب پرداخته شد.

بر اساس جدول ۱ نتایج حاصل از آنالیز آماری این آزمون نشان داد، ظروف آبگیری، شستشوی مخازن، آلودگی شیر خروجی، تماس با گرد و غبار، بهداشت فرد توزیع‌کننده، درجه حرارت، زمان نگهداشت آب و بهسازی محیط مقادیر P کمتر از ۰/۰۵ بدست آمد. که نشان دهنده سطح معناداری و اثر این متغیرها در کیفیت میکروبی آب خروجی از تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن می‌باشد. از نظر آلودگی باکتریایی در نحوه توزیع آب بین تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن هیچ تفاوت معناداری وجود نداشت و مقادیر P بیشتر از ۰/۰۵ بدست آمد.

بحث

دسترسی به آب سالم و کافی در توسعه پایدار نقش مهمی دارد. زیرا این امر در سلامت افراد، تولید مواد غذایی و کاهش فقر ضروری به نظر می‌رسد. از این رو، آب در نظر گرفته شده برای مصارف مردم نباید حاوی میکروب‌های بیماری‌زا یا مواد شیمیایی سمی باشد^۷. بنابراین، ارزیابی دوره‌های آب آشامیدنی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است^۲. با توجه به این واقعیت که وجود مقادیر زیاد مواد معدنی در آب می‌تواند برای مصرف‌کنندگان مشکلاتی را ایجاد کند، استفاده از آب شیرین‌کن در حذف املاح معدنی در ایران ایده‌آل خواهد بود^۹. از طرفی با توجه خشکی‌ها و کمبود منابع آبی کشور و نیاز به شیرین کردن آب و مخازن سیار رو به افزایش است^۷. طبق توصیه‌های سازمان جهانی بهداشت (WHO) در برنامه‌های کنترل کیفیت آب، سنجش کیفیت میکروبی (کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های گرماپای) باید در اولویت قرار گیرد^{۱۴}. علاوه بر این، پارامترهای pH، کلر باقی‌مانده و کدورت، TDS و ... نیز از شاخص‌های کنترل‌کننده باید در کنار شاخص کیفیت میکروبی مورد ارزیابی قرار

صادقی و همکاران (۱۳۹۶)، نیز مشاهده شد که ۱۲ درصد کل کلیفرم و در ۳/۴ درصد موارد کلیفرم مدفوعی مثبت شد.^{۱۹} با مقایسه نتایج حاصل از آب خروجی تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن درمیابیم که کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب خروجی از دستگاه‌های آب شیرین‌کن بسیار بالاتری از آب خروجی از تانکرها می‌باشد (در ادامه به برخی از مزایای و معایب تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن اشاره شده است).

همچنین نتایج حاصل از آنالیز آماری T TEST (جدول ۱) نیز نشان داد که، کیفیت میکروبی آب خروجی با متغیرهای ظروف آبگیری ($P < ۰/۰۲۱$)، شستشوی مخازن ($P < ۰/۰۰۱$)، آلودگی شیر خروجی ($P < ۰/۰۱۱$)، تماس با گرد و غبار ($P < ۰/۰۱۴$)، بهداشت فرد توزیع کننده ($P < ۰/۰۲۶$)، درجه حرارت ($P < ۰/۰۳۳$)، زمان نگهداشت آب ($P < ۰/۰۱۹$) و بهسازی محیط ($P < ۰/۰۰۳$) رابطه معناداری دارد و مقادیر P کمتر از ۰/۰۵ بدست آمد.

به دلیل زمان ماند طولانی آب در تانکرها و یا قرار گرفتن در شرایط محیطی نامناسب مانند آفتاب و گرما حفظ کلر باقی‌مانده مشکل بوده و غالباً از بین می‌رود. در نتیجه زمینه ایجاد آلودگی‌های ثانویه و مخاطرات بهداشتی را فراهم می‌آورند.^{۱۷} علاوه بر این، آلودگی شیر آب خروجی از تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن و عدم رعایت دستورالعمل‌های بهداشتی چه از طرف فرد دریافت کننده و چه از طرف فرد توزیع کننده منجر به آلودگی‌های ثانویه و انتقال بیماری‌های ناشی از آب منجمله وبا می‌شود. همچنین قرار گرفتن این مخازن در فضای باز و در معرض تماس با گرد و غبار سلامت و ایمنی آب را تهدید می‌کند.

از سویی دیگر هیچ تفاوت معناداری از نظر آلودگی باکتریایی در نحوه توزیع آب بین تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن وجود نداشت و مقادیر P بیشتر از ۰/۰۵ بدست آمد. در مطالعه بایبائی و همکاران، نیز این مطلب مورد تأیید

عوامل ایجاد کننده طعم و مزه در آب آشامیدنی، جامدات محلول کل (TDS) است.^{۱۸}

در مطالعه حاضر، نتایج سنجش TDS و کدورت کلیه نمونه‌ها به ترتیب کمتر از ۱۰۰۰ mg/L و ۱ NTU بدست آمد. و مطابق با استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی ملی و WHO بودند. در مطالعه بایبائی و همکاران، مقادیر TDS و کدورت مطابق با استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی قرار داشت.^{۱۴} در مطالعه یاری و همکاران (۱۳۸۱)، مقادیر TDS و کدورت تمامی دستگاه‌های آب شیرین‌کن، کمتر از حد حداکثر مطلوب ثبت گردید.^{۱۶} در مطالعه خدادادی و همکاران (۲۰۱۶)، مقادیر TDS دستگاه‌های آب شیرین‌کن بیرجند، در محدوده مطلوب (۲۶۲-۳۶۹ mg/l) گزارش شد.^۴ آلودگی آب، به ویژه وجود ارگانیس‌م‌ها بیماری‌زا ممکن است یکی از منابع اصلی بیماری‌های روده‌ای و عفونی باشد. امروزه کلیفرم‌های مدفوعی منبع اصلی آلودگی‌های آب می‌باشند.^۴ در این پژوهش، مقادیر مثبت آلودگی کلیفرم گرمایابی در تانکرها ۱۳/۳۴ درصد و در دستگاه‌های آب شیرین‌کن ۴/۳۵ درصد نشان داده شد. در مطالعه بایبائی و همکاران، مقادیر مثبت آلودگی کلیفرم گرمایابی در دستگاه تصفیه آب و نمونه مخازن سیار ۴/۴ درصد تعیین شد.^۴ آلودگی مربوط به دستگاه‌های تصفیه آب یا آب شیرین‌کن‌ها در نتیجه طولانی شدن فاصله بین دو شستشو فیلتر در نتیجه رشد بیوفیلم در سطح فیلترها است. این در حالی است که اکثر آلودگی‌های مخازن سیار در نتیجه آلودگی‌های ثانویه ناشی از عدم رعایت مسائل بهداشتی در فرایند توزیع آب، آلودگی شیرهای خروجی مخازن (در تماس مستقیم با ذرات و گردو غبار موجود در هوا) و یا عدم گندزدایی به موقع مخازن صورت می‌پذیرد.^۴ همانطور که مشاهده شد آلودگی در مخازن سیارها بیش از ۳ برابر دستگاه‌های آب شیرین‌کن بود. در مطالعه یاری و همکاران (۱۳۸۱)، ۶ درصد از نمونه‌های گرفته شده از دستگاه‌های آب شیرین‌کن مورد بررسی آلودگی میکروبی داشتند.^{۱۶} در مطالعه

بهسازی محیط، پایین بودن عملکردهای بهداشتی و پایش نشدن مستمر آب می‌باشد.^{۲۰}

دستگاه‌های آب شیرین‌کن و تانکرها دارای نقاط قوت و ضعف عمده‌ای می‌باشند. استفاده از دستگاه‌های آب شیرین‌کن مزایایی مانند؛ قابلیت تأمین آب شرب با کیفیت مناسب شیمیایی و بهداشتی و امکان کنترل بیشتر و دقیق‌تر آب را فراهم می‌آورند. همچنین به دلیل اشغال فضای کم، امکان قرارگیری در محیط‌های عمومی و همچنین دسترسی آسان در تمام نقاط برداشت دارند. ازسویی دیگر، دستگاه‌های آب شیرین‌کن نیاز به نیروی آگاه و متخصص در زمینه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات دستگاه دارند. همچنین هزینه‌های بالای نظارت و سرمایه‌گذاری (راه‌اندازی، نگهداری و بهره‌برداری) بر این دستگاه‌ها، فاضلاب تولید شده توسط آنها، انتخاب محل نصب دستگاه و جنس پلی‌اتیلنی مخازن ذخیره آب این دستگاه‌ها (باعث نفوذ نور و رشد جلبک در مخزن ذخیره آب دستگاه می‌شود). از جمله معایب دستگاه‌های آب شیرین‌کن می‌باشند. استفاده از تانکرها برای تأمین آب در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل قابلیت جابجایی، هزینه اولیه پایین (عدم نیاز به سرمایه‌گذاری بالای اولیه) دارای توجیه اقتصادی می‌باشند. از سوی دیگر تأمین مکرر آب و برداشت آن متحمل هزینه به شرکت تأمین‌کننده آب می‌باشد. همچنین استقرار این تانکرهای در فضای باز مستعد مخاطراتی، نظیر امنیتی، زنگ‌زدگی و فرسایش (در نتیجه بارندگی و شرایط محیطی) است. علاوه بر این قرار گرفتن در شرایط محیطی نامساعد (سرما و گرما) مطلوبیت و گوارایی آب را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.^{۱۷}

در شرایط فعلی با توجه به اقلیم منطقه و خشک سالی‌های مکرر استفاده از دستگاه‌های آب شیرین‌کن و تانکرها و جزء گزینه‌های قابل تامل می‌باشند و باید تدابیر و سیاست‌گذاری‌های لازم در این زمینه اتخاذ گردد.

قرار گرفت و مشاهده گردید که نحوه توزیع آب توسط مخازن سیار یا دستگاه‌های تصفیه آب ارتباطی با آلودگی آب از نظر کلیفرم‌های گرماپای ندارد. ($P > 0/05$)^{۱۴}.

براساس نتایج حاصل از نمونه‌برداری‌های منظم و پایش مستمر از شبکه توزیع آب آشامیدنی شهرستان قم نشان می‌دهد که، کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب این شهرستان از وضعیت بسیار مطلوبی برخوردار است ($98/9\%$ >). و آب با رعایت کامل پروتکل‌ها و دستورالعمل‌های بهداشتی به تانکرها و یا دستگاه‌های آب شیرین‌کن انتقال می‌یابد. و در پروسه انتقال آب به مخازن نیز کیفیت آب دستخوش هیچ گونه تغییری نمی‌شود. بنابراین کیفیت میکروبی آب در این شهرستان بیشتر تحت تأثیر عوامل ثانویه قرار می‌گیرد.

اما آنچه در این میان از اهمیت بالائی برخوردار است چگونگی حفاظت از این جایگاه‌هاست. براساس آیین‌نامه بهداشت محیط، این جایگاه‌ها (تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن) علاوه بر بهسازی کامل محیط، فروشندگان ملزم به رعایت کامل بهداشت فردی و دریافت کارت سلامت و گذراندن دوره آموزشی بهداشت اصناف (بخصوص آموزش‌های لازم در مورد نگهداری صحیح آن) می‌باشند. زیرا این جایگاه‌ها مستعد آلودگی‌های ثانویه (مثل تماس با گرد و غبار، افراد، ظروف آبگیری، عدم شستشوی مخازن، آلودگی شیر خروجی و ...) هستند^{۱۴}. نکته مهم دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد توجه به کیفیت دستگاه‌های خریداری شده، استفاده از فیلترهایی اصل و با جنس مرغوب، عمر مفید فیلترها و مواد مورد استفاده برای جلوگیری از رسوب املاح بر روی آن می‌باشد. با رعایت نکات فوق می‌توان از آلودگی‌های ثانویه جلوگیری کرد.

در مطالعه جیومیمی (۲۰۱۱)، نشان داده شد که آلودگی میکروبی نمونه‌های آب در نتیجه عدم حفاظت منابع آب، عدم

نتیجه‌گیری

بهبودی محیط می‌باشد و با آن‌ها رابطه معناداری دارد. اما هیچ تفاوت معناداری از نظر آلودگی باکتریایی در نحوه توزیع آب مشاهده نشد. بنابراین نقش آلودگی‌های ثانویه در کاهش کیفیت آب خروجی از مخازن بسیار مشهود است. لذا علاوه بر ارزیابی دوره‌ای و نظارت منظم این جایگاه‌ها و آموزش‌های لازم در خصوص نگهداری و رعایت بهداشت فردی فروشندگان نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله به جهت مساعدات‌های صورت پذیرفته از معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی قم کمال تشکر و امتنان را دارند.

براساس نتایج حاصل از نمونه‌های آب مورد آزمایش، کیفیت میکروبی و فیزیکی‌شیمیایی آب تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن شهرستان قم مطلوب و مطابق با استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی ملی ایران ۱۰۵۳ و WHO می‌باشد. با مقایسه نتایج حاصل از آب خروجی تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن درمیابیم که کیفیت فیزیکی‌شیمیایی و میکروبی آب خروجی از دستگاه‌های آب شیرین‌کن بسیار بالاتری از کیفیت آب خروجی از تانکرها می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از آنالیز آماری نیز نشان می‌دهد که، کیفیت میکروبی آب خروجی متأثر از متغیرهای ظروف آبیگری، شستشوی مخازن، آلودگی شیر خروجی، تماس با گرد و غبار، بهداشت فرد توزیع‌کننده، درجه حرارت، زمان نگهداشت آب و

Reference

1. Ashbolt NJ. Microbial Contamination of Drinking Water and Human Health from Community Water Systems. *Water Health* 2015; 2:95-106.
2. Mardani M, Gachkar L, Najar Peerayeh S, Asgari A, Hajikhani B, Amiri RA. Surveying common bacterial contamination in bottled mineral water in Iran. *J Clin Inf Dis* 2007; 2(1):13-15.
3. Ashbolt NJ. Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. *Toxic* 2004; 198:229-238.
4. Orgill-Meyer J, Jeuland M, Albert J, Cutler N. Comparing Contingent Valuation and Averting Expenditure Estimates of the Costs of Irregular Water Supply. *Eco Econ* 2018; 146:250-264.
5. Barakat A, Meddah R, Afdali M, Touhami F. Physicochemical and microbial assessment of spring water quality for drinking supply in Piedmont of Béni-Mellal Atlas (Morocco). *Phy Che the Earth* 2018; doi: 10.1016/j.pce.2018.01.006
6. Hussain MI, Muscolo A, Farooq M, Ahmad W. Sustainable use and management of non-conventional water resources for rehabilitation of marginal lands in arid and semiarid environments. *Agr Water Man* 2019; 221:462-476.
7. Derakhshani E, Naghizadeh A, Yari AR, Mohammadi MJ, Kamranifar M, Farhang M. Association of toxicological and microbiological quality of bottled mineral water in Birjand city, Iran. *Tox Rev* 2017; doi: 10.1080/15569543.2017.1331359.
8. Salehi I, Ghiasi M, Rahmani AR, Nouri Sepehr M, Kiamanesh M, Rafati L. Evaluation of microbial and physico-chemical quality of bottled water produced in Hamadan province of Iran. *J Food Qu Hazza Con* 2014; 1:21-24.
9. Khodadadi M, Mahvi AH, Ghaneian MT, Ehrampoush MH, Dorri H, Rafati L. The role of desalination in removal of the chemical, physical and biological parameters of drinking water (a case study of Birjand City, Iran). *Es Water Treat* 2016; 1-6. doi: 10.1080/19443994.2016.1150887
10. Nnaji CC, Eluwa C, Nwoji C. Dynamics of domestic water supply and consumption in a semi-urban Nigerian city", *Hab Inter* 2013; 40:127-135.
11. Srinivasan V, Gorelick S. M, Goulder L. Factors determining informal tanker water markets in Chennai, India. *Water Inter* 2010; 35:254-269.
12. Hooda N, Desai R, Damani O. Design and Optimization of Piped Water Network for Tanker Fed Villages in Mokhada Taluka. *Indian Inst Tech Bom* :1-45

13. Ghaffour N, Bundschuh J, Mahmoudi H, Goosen MFA. Renewable energy-driven desalination technologies: A comprehensive review on challenges and potential applications of integrated systems. *Des* 2015; 356:94-114.
14. Babaei AA, Ghaffarzadeh F, Normrady HA, Ahmadi Angali K, Muslimia M, Salimi J. Investigating the Microbial Quality of Water Treatment Centers in the City of Abadan. *J Ilam Univ Med Sci* 2013; 16:132-140.[In Persian]
15. Apha A. Standard methods for the examination of water and wastewater. *Water Envir Fed*. 20th ed; 1999.
16. Yary AR, Safdari M, Hadadian L, Babakhani MH, Survey of physical, chemical and microbial quality of treatment water of private sector desalination devices in Qom in 2002. *J Qom Univ Med Sci* 2007; 1:45-54.[In Persian]
17. Jamshidi Moghadam Y, Nowroozi H, Abdollahi N. How to Supply Drinking Water by Implementing Dual Plans in Small Communities (Case Study: Kowsar Complex, Ferdows). *J Water Waste Sci Engin (JWWSE)* 2020; 1:46-54.[In Persian]
18. Shabankareh fard E, Hayati R, Dobaradaran S. Evaluation of physical, chemical and microbial quality of distribution network drinkingwater in Bushehr, Iran. *South Med* 2015; 6:1223-1235.[In Persian]
19. Sadeghi SH, Gharibi F, Azadi NA. Microbial and Physicochemical Assessment of Drinking Water Supplied by Sanandaj Coaches in 2014. *J Stu Res Com Sabzevar Univ Med Sci* 2017; 42:20-27.[In Persian]
20. Gwimbi P. The microbial quality of drinking water in Manonyane community: Maseru District (Lesotho). *African Health Sci*. 2011; (11):474-80.

Assessing the quality of water output from desalination plants and water tankers in Qom and comparison with national standards and WHO

Mohammad Noori Sepehr¹, Narges Jafari², Sakineh Molaei Tavani^{3*}

¹ Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

² Department of Environmental Health and Labor, Deputy of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran

³ Environmental Health Expert, Department of Student, University of Science and Technology, Tehran, Iran

Email: sakinehmolaei242@gmail.com

Received: 12 December 2020; Accepted: 26 June 2021

ABSTRACT

Background: With the increase in recent droughts and shortage of drinking water resources led to planning to desalinate water and set up mobile stations. The purpose of this study is to determine the microbial and physicochemical quality of water discharged from desalination plants and tankers in Qom.

Methods: This descriptive cross-sectional study was conducted for one year with monthly sampling of water from domestic water purifiers and mobile tankers. Samples were analyzed for microbial contamination and physicochemical quality (pH, TDS, turbidity and chlorination) according to standard methods. The data were analyzed using SPSS and Excel software and compared with the standards.

Results: Positive values of fecal coliform contamination was 13.34% in tankers and 4.35% in domestic water purifiers. The pH, TDS, turbidity was in accordance with the national and WHO standards. T-TEST statistical analysis showed, microbial quality of water had a significant relation with variables of dewatering containers ($P < 0.021$), tank washing ($P < 0.001$), outlet valve contamination ($P < 0.011$), contact with dust ($P < 0.014$), the personal health of the distributor ($P < 0.026$), temperature ($P < 0.033$), water retention time ($P < 0.019$) and environmental sanitation ($P < 0.003$). . . But there was no significant difference in the distribution of water between tankers and desalination plants ($P < 0.068$).

Conclusion: By preventing secondary pollution, the water quality of these places can be considered desirable. Therefore, periodic and regular water evaluation and training on maintenance and health issues should always be considered

Keywords: Water quality, standards, desalination, tanker, Qom.