مجله مهندسی بهداشت محیط، تابستان ۱۴۰۰، سال ۸، شماره ٤: ٤٦٥-٤٧٦

ارزیابی کیفیت آب خروجی از دستگاه‌های آب شیرین‌کن 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 دانشجوئی، دانشگاه علم و صنعت، تهران ،ایران

تاریخ دریافت مقاله:۱۳۹۹/۰۹/۲۲ تاریخ پذیرش :۱٤۰۰/۰٤/۰۵

چکیده

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

مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی- مقطعی به مدت یک سال با نمونه‌برداری ماهانه از آب خروجی دستگاه های تصفیه آب خانگی و تانکرهای سیار انجام شد. نمونه‌ها از نظر آلودگی میکروبی و کیفیت فیزیکو شیمیایی (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 گرماپای در تانکرها ۱۳/۳٤ درصد و در دستگاه‌های آب شیرین‌کن ٤/۳۵ 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 < ۰/۰۲۱)، شستشوی مخازن (P < ۰/۰۰۱)، آلودگی شیر خروجی (۰/۰۱۱ >) P ، تماس با گرد و غبار (P < ۰/۰۱٤)، بهداشت فرد توزیع کننده (P < ۰/۰۲٦)، درجه حرارت (P < ۰/۰۳۳)، زمان نگهداشت آب (P < ۰/۰۱۹) و بهسازی محیط (P < ۰/۰۰۳) رابطه معناداری دارد. ولی هیچ تفاوت معناداری در نحوه توزیع آب بین تانکرها و دستگاه های آب شیرین کن وجود نداشت(P< ۰/۰٦۸).

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

***نویسنده مسئول:** کارشناس بهداشت محیط، معاونت دانشجوئی، دانشگاه علم و صنعت، ایران
ایمیل sakinehmolaei242@gmail.com - شماره تماس ;۷۷۲۴۰۰۷۴-۰۲۱

مقدمه

تلاش برای تأمین آب آشامیدنی سالم یکی از موفق‌ترین مداخلات بهداشت عمومی بشر و از جمله عوامل تعیین کننده یک کشور توسعه یافته می‌باشد[1]. آب، به عنوان مهمترین و پر مصرف‌ترین ماده مغذی باید ایمن و سالم باشد. اما همین آب می‌تواند، منبع بیماری‌های عفونی مختلفی باشد[2]. ارگانیسم‌های 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)[3]. 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 (تقریبا ۳۰۰ میلیون نفر جمعیت) سالانه حدود ۱۲-۱۹ میلیون نفر به طیف وسیعی از بیماری‌های گوارشی ناشی از آب آشامیدنی مبتلا می‌شوند[1] .سازمان بهداشت جهانی (WHO) تخمین می‌زند که حدود ۱/۱میلیارد 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[3].

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[4]. 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[5]. به عنوان مثال عمان خشک‌ترین کشور دنیا با متوسط بارش ٦٢ میلی متر در سال است٦. براساس گزارش برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP) ، ٤٥٠ میلیون نفر از ۲۹ کشور در سراسر دنیا از کمبود آب رنج می‌برند۷,۸.

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[4]. 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، آبشویی از زمین‌های کشاورزی و عملیات دامداری به منابع آب آشامیدنی تهدید جدی بر سلامت بشر می‌باشد[5]. 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[9].

آگاهی از منابع آبی یک کشور و توانایی‌های آنها برای مصارف مختلف، پیش نیاز برنامه‌ریزی مکانی و توسعه پایدار است[5]. در نیجریه بیش از ۷۸ درصد آب در فصل خشک توسط تانکرها تأمین می‌شود[10]. در شش شهر هند نیز تانکرها

حدود ۷ درصد از این بازارها را تأمین می‌کنند[11]. 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 تالوکاهای جواهر، مخادا و شاهاپور متمرکز شده‌اند و بصورت قبیله‌ای زندگی می‌کنند[12]. 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[9]. طی یک دهه گذشته پیشرفت‌های زیادی در توسعه فن‌آوری‌های جدید دستگاه‌های آب شیرین‌کن صورت گرفته است[13]. 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[14].

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[14]، مطالعه یاری (بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب تصفیه شده دستگاه‌های آب شیرین‌کن بخش خصوصی در شهر قم[15] و یا مطالعه نانجی در نیجزیه[10] و سرینی واسان در هند[11] 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 همواه برای تأمین آب شیرین و قابل شرب با مشکل روبه رو بوده است. از این رو برای انتقال آب به نقاط مختلف شهرستان از تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن استفاده می‌کنند.

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 گاها 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

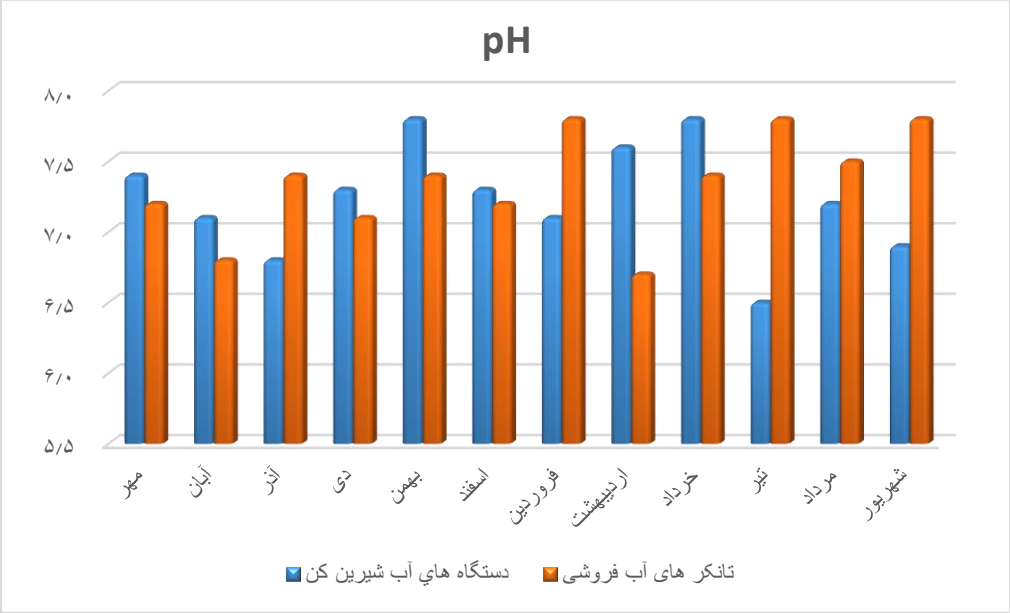
مطالعه حاضر از نوع توصیفی – مقطعی بوده و به منظور بررسی کیفیت میکروبی آب خروجی از دستگاه‌های آب شیرین‌کن (به تعداد ۳۵ عدد) و تانکرهای آب فروشی (به تعداد ۱۰ عدد) موجود در سطح شهرستان قم در نظر گرفته شد. به منظور سنجش کیفیت پارامترهای میکربی و فیزیکوشیمیایی آب خروجی از این مخازن نمونه‌برداری به صورت ماهانه با دو بار تکرار و به روش لحظه‌ای صورت پذیرفت (نمونه‌ها کاملا 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 –Al250 -ir) و (DR 2000) در محل نمونهبرداری اندازه‌گیری شد. جهت ردیابی کلیفرم‌های گرماپای، نمونه‌ها در ظروف شیشه‌ای ۲۵۰ سی سی حاوی ۲ الی ۳ قطره تیوسولفات سدیم ۱ درصد (جهت خنثی کردن اثر کلرباقی‌مانده) جمع آوری شدند و بلافاصله در مجاورت یخ به آزمایشگاه ارسال گردیدند. سنجش باکتری‌های کل

کلیفرم و کلیفرم 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 کلیفرم‌ها از محیط کشت لاکتوز براث (به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۰/۵± ۳۵) و برلیانت گرین و جهت تست تکمیلی کلیفرم مدفوعی از محیط کشت EC براث استفاده شد. تولید گاز و یا کدر شدن نمونه نشانه مثبت بودن آزمایش و آلودگی به کلیفرم‌های 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 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 ۱۶و Excel ۲۰۱۰ آنالیز و نتایج به صورت جداول و نمودار به تصویر کشیده شد. در نهایت اطلاعات فوق با استاندارد ملی و جهانی (۱۰۵۳ و WHO) مقایسه گردید.

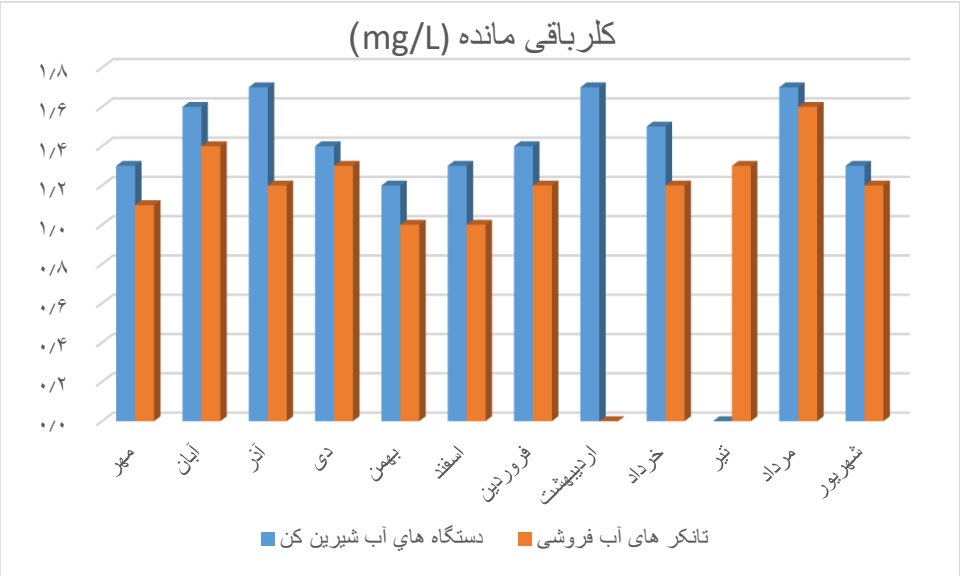
یافته‌ها

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



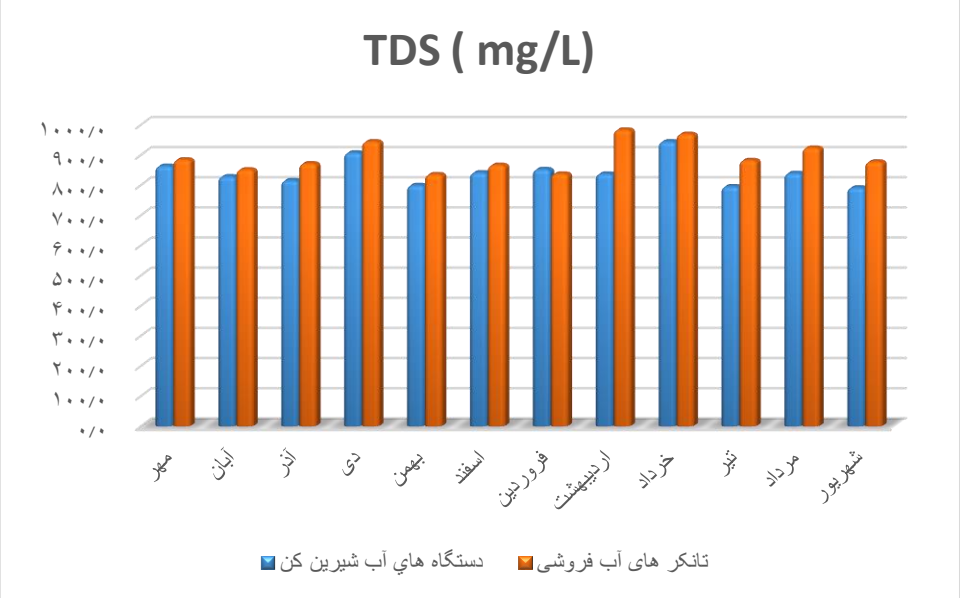
شکل ۱:میزان **pH** در تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن

نتایج کلر سنجی 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 شیرین کن صفر و در سایر ماه‌ها در حد مطلوب گزارش شد (۱ mg/L).



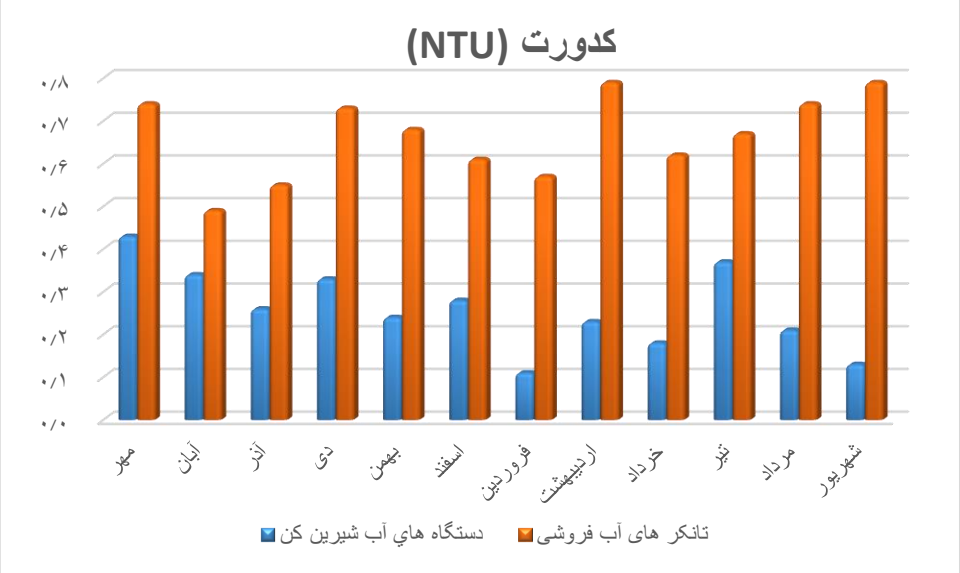
شکل ۲: میزان کلرباقی‌مانده در تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن

نتایج سنجش TDS تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن نیز حاکی از مطلوبیت (mg/L ۱۰۰۰>) این میزان در مقایسه با استاندارد ملی و WHO می‌باشد.



شکل ۳:میزان **TDS** در تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن

میزان کدورت در کلیه نمونه‌های سنجش شده در تانکرها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن نیز در مقایسه با استاندارد ملی و WHO در حد مطلوب و کمتر از NTU ۱ > ارزیابی شد.



شکل ٤: میزان کدورت در تانکر ها و دستگاه‌های آب شیرین‌کن

تعداد موارد نمونه‌های مثبت کلیفرم‌های گرماپای در تانکرها ۲ مورد و در دستگاه‌های آب شیرین‌کن ۱ مورد اعلام شد. مقادیر مثبت آلودگی کلیفرم‌های گرماپای در تانکرها ۱۳/۳٤ درصد و در دستگاه‌های آب شیرین‌کن ٤/۳۵ درصد نشان داده شد.

جدول ۱: نتایج آنالیز آماری آزمون T TEST

متغیرها	Sig.
ظروف آبگیری	P < ۰/۰۲۱
شستشوی مخازن	P < ۰/۰۰۱
آلودگی شیر خروجی	P < ۰/۰۱۱
تماس با گرد و غبار	P < ۰/۰۱٤
بهداشت فرد توزیع کننده	P < ۰/۰۲٦
درجه حرارت	P < ۰/۰۳۳
زمان نگهداشت آب	P < ۰/۰۱۹
بهسازی محیط	P < ۰/۰۰۳
نحوه توزیع آب	P < ۰/۰٦۸

جهت اطمینان حاصل کردن از نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف استفاده شد. سپس با استفاده از آزمون آماری تی مستقل در سطح معناداری ۰/۰۵به بررسی ارتباط کیفیت میکروبی آب خروجی از تانکرها و دستگاه‌های

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 توزیع کننده، 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 دوره‌ای آب آشامیدنی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است[۲]. با توجه به این واقعیت که وجود مقادیر زیاد مواد معدنی در آب می‌تواند برای مصرف کنندگان 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 کنترل کننده باید در کنار شاخص کیفیت میکروبی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. یکی از عوامل مهم در تعیین خصوصیت فیزیکوشیمیایی آب pH می باشد. 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 تقریبا درآب تصفیه شده تمامی دستگاه‌های آب شیرین کن، کمتر از حد مطلوب (pH < ۶) گزارش شد[۱۶]. 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 دستگاه های آب شیرین‌کن این میزان در ماه اردیبهشت در ۲ نمونه برداری از تانکرها و در ۱ نمونه‌برداری 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 پایین تر 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 کلوئیدی 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

عوامل ایجاد کننده طعم و مزه در آب آشامیدنی، جامدات محلول کل (TDS) است[18].

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 بابائی و همکاران، مقادیر TDS و کدورت مطابق با استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی قرار داشت[14]. در مطالعه یاری و همکاران (۱۳۸۱)، مقادیر TDS و کدورت تمامی دستگاه‌های آب شیرین‌کن، کمتر از حد حداکثر مطلوب ثبت گردید[16]. در مطالعه خدادادی و همکاران (۲۰۱۶)، مقادیر TDS دستگاه‌های آب شیرین‌کن بیرجند، در محدوده مطلوب (۲۶۲-۳۶۹ mg/l) گزارش شد[9]. 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[8]. در این پژوهش، مقادیر مثبت آلودگی کلیفرم گرماپای در تانکرها ۱۳/۳٤ درصد و در دستگاه‌های آب شیرین کن ٤/۳۵ درصد نشان داده شد. در مطالعه بابائی و همکاران، مقادیر مثبت آلودگی کلیفرم گرماپای در دستگاه تصفیه آب و نمونه مخازن سیار ٤/٤ درصد تعیین شد[14]. 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[14]. همانطور که مشاهده شد آلودگی در مخازن سیار ما بیش از ۳ برابر دستگاه‌های آب شیرین‌کن بود. در مطالعه یاری و همکاران (۱۳۸۱)، ٦ درصد از نمونه‌های گرفته شده از دستگاه‌های آب شیرین‌کن مورد بررسی آلودگی میکروبی داشتند[16]. در مطالعه صادقی و همکاران (۱۳۹٦)، نیز مشاهده شد که ۱۲درصد کل کلیفرم و در ۳/٤ درصد موارد کلیفرم مدفوعی مثبت شد.[19]

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 < ۰/۰۱٤)، بهداشت فرد توزیع کننده (P < ۰/۰۲٦)، 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 باقی‌ملنده مشکل بوده و غالبا از بین می‌رود. در نتیجه زمینه ایجاد آلودگی‌های ثانویه و مخاطرات بهداشتی را فراهم می‌آورند[17]. 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 سوئی 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 بابائی و همکاران، نیز این مطلب مورد تائید

قرار گرفت و مشـــاهده گردید که نحوه توزیع آب توســـط مخازن سیار یا دستگاه‌های تصفیه آب ارتباطی با آلودگی آب از نظر کلیفرم های گرماپای ندارد. (P > ۰/۰۵) [۱۴].

براســاس نتایج حاصــل از نمونه‌برداری‌های منظم و پایش مستمر از شبکه توزیع آب آشامیدنی شهرستان قم نشان می دهد که، کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب این شهرستان از وضعیت بسیار مطلوبی برخوردار است (۹۸/۹٪ <).

و آب با رعایت کامل پروتکل‌ها و دســتورالعمل‌های بهداشــتی به تانکرها و یا دســتگاه‌های آب شــیرین‌کن انتقال می‌یابد. و در پروســـه انتقال آب به مخازن نیز کیفیت آب دســتخوش هیچ گونـه تغییری نمی‌شـــود. بنابراین کیفیت میکروبی آب در این شهرستان بیشتر تحت تاثیر عوامل ثانویه قرار می‌گیرد.

اما آنچه در این میان از اهمیت بالائی برخوردار اســـت چگونگی حفاظت از این جایگاه‌هاســت. براســاس آیین نامه بهداشــت محیط، این جایگاه‌ها (تانکرها و دســتگاه‌های آب شیرین‌کن) علاوه بر بهسازی کامل محیط، فروشندگان ملزم به رعایت کامل بهداشــت فردی و دریافت کارت ســلامت و گذراندن دوره آموزشی بهداشت اصناف (بخصوص آموزش های لازم در مورد نگهداری صـحیح آن) می‌باشـند. زیرا این جایگاه‌ها مستعد آلودگی‌های ثانویه (مثل تماس با گرد و غبار، افراد، ظروف آبگیری، عدم شســتشــوی مخازن، آلودگی شیر خروجی و ...) هســـتند [۱۴]. نکته مهم دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد توجه به کیفیت دستگاه‌های خریداری شـده، اســـتفاده از فیلترهایی اصـــل و با جنس مرغوب، عمر مفید فیلترها و مواد مورد استفاده برای جلوگیری از رسـوب املاح بر روی آن می باشـــد. با رعایـت نکات فوق می توان از آلودگی‌های ثانویه جلوگیری کرد.

در مطالعه جیویمبی (۲۰۱۱)، نشـان داده شـد که آلودگی میکروبی نمونه‌های آب در نتیجه عدم حفاظت منابع آب، عدم بهســـازی محیط، پایین بودن عملکردهای بهداشـــتی و پایش نشدن مستمر آب می‌باشد[۲۰].

دسـتگاه‌های آب شـیرین‌کن و تانکرها دارای نقاط قوت و ضـعف عمده‌ای می‌باشـند. اسـتفاده از دسـتگاه‌های آب شـیرین کن مزایایی مانند؛ قابلیت تأمین آب شـرب با کیفیت مناسـب شـیمیایی و بهداشـتی و امکان کنترل بیشـتر و دقیق‌تر آب را فراهم می‌آورند. همچنین به دلیل اشـــغال فضـــای کم، امکان قرارگیری در محیط‌های عمومی و همچنین دسترسی آسان در تمام نقاط برداشـت دارند. ازســوئی دیگر، دســتگاه‌های آب شـــیرین‌کن نیاز به نیروی آگاه و متخصـــص در زمینه بهره برداری، نگهـداری و تعمیرات دســـتگـاه دارنـد. همچنین هزینـه‌هـای بـالای نظارت و ســـرمـایـه‌گـذاری (راه‌انـدازی، نگهداری و بهره‌برداری) بر این دســـتگاه‌ها، فاضـــلاب تولید شـده توسـط آنها، انتخاب محل نصـب دسـتگاه و جنس پلی اتیلنی مخازن ذخیره آب این دســـتگاه‌ها (باعث نفوذ نور و رشـد جلبک در مخزن ذخیره آب دسـتگاه می‌شـود.) از جمله معایب دستگاه‌های آب شیرین‌کن می‌باشند. استفاده از تانکرها برای تامین آب در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل قابلیت جابجایی، هزینه اولیه پایین (عدم نیاز به سـرمایه گذاری بالای اولیه) دارای توجیه اقتصـادی می‌باشـند. از سـوی دیگر تامین مکرر آب و برداشـت آن متحمل هزینه به شـرکت تامین کننده آب می‌باشـد. همچنین اسـتقرار این تانکرهای در فضـای باز مسـتعد مخاطراتی، نظیر امنیتی، زنگ‌زدگی و فرسـایش (در نتیجه بارندگی و شـرایط محیطی) اسـت. علاوه بر این قرار گرفتن در شـرایط محیطی نامساعد (سـرما و گرما) مطلوبیت و گوارایی آب را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد.[۱۷]

در شرایط فعلی با توجه به اقلیم منطقه و خشک سالی‌های مکرر اسـتفاده از دسـتگاه‌های آب شـیرین‌کن و تانکرها و جزء گزینه‌های قابل تامل می‌باشـــند و باید تدابیر و ســـیاســـت گذاری‌های لازم در این زمینه اتخاذ گردد.

نتیجه‌گیری

براســـاس نتایج حاصـــل از نمونه‌های آب مورد آزمایش، کیفیت میکروبی و فیزیکوشـیمیایی آب تانکرها و دسـتگاه‌های آب شیرین‌کن شهرستان قم مطلوب و مطابق با استانداردهای کیفیت آب آشـامیدنی ملی ایران ۱۰۵۳ و WHO می‌باشـد. با مقایسـه نتایج حاصـل از آب خروجی تانکرها و دسـتگاه‌های آب شـیرین‌کن درمیابیم که کیفیت فیزیکوشـیمیایی و میکروبی آب خروجی از دسـتگاه‌های آب شـیرین‌کن بسـیار بالاتری از کیفیت آب خروجی از تـانکرهـا می‌باشـــد. همچنین نتـایج حاصـل از آنالیز آماری نیز نشـان می‌دهد که، کیفیت میکروبی آب خروجی متاثر از متغیرهای ظروف آبگیری، شـســتشـوی مخازن، آلودگی شیر خروجی، تماس با گرد و غبار، بهداشت فرد توزیع کننـده، درجـه حرارت، زمـان نگهـداشـــت آب و بهسازی محیط می‌باشد و با آن‌ها رابطه معناداری دارد. اما هیچ تفاوت معناداری از نظر آلودگی باکتریایی در نحوه توزیع آب مشـــاهده نشـــد. بنابراین نقش آلودگی‌های ثانویه در کاهش کیفیت آب خروجی از مخازن بسـیار مشـهود اسـت. لذا علاوه بر ارزیابی دوره‌ای و نظارت منظم این جایگاه‌ها و آموزش‌های لازم در خصـــوص نگهـداری و رعـایـت بهـداشـــت فردی فروشندگان نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

نویســـندگان این مقاله به جهت مســاعدات‌های صــورت پذیرفته از معاونت بهداشـتی دانشـگاه علوم پزشـکی قم کمال تشکر و امتنان را دارند.

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 toxicochemical 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 Haza 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.

Journal of Environmental Health Engineering, August;2020; Vol. 8, No4: 465-476

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

Mohammad Noori Sepehr[1], Narges Jafari[2],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: 26June 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.