مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دوازدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۸، صفحات ۴۷۷ تا ۴۸۸

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

بررسی کیفیت آب آشامیدنی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی و شبکه توزیع عمومی در شهر گرمسار، تحت کنترل برنامه ایمنی آب

سمانه ابولی[۱]، محمود علی محمدی[۱،*]، میرزمان زمان زاده[۱]، کامیار یغمائیان[۲،۱]، مسعود یونسیان[۳،۱]، مهدی هادی[۴]، زهرا سلیمانی[۱]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲- مرکز تحقیقات مواد زائد جامد، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳- گروه روش شناسی و تحلیل اطلاعات، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۴- مرکز تحقیقات کیفیت آب، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۲۰
تاریخ ویرایش: ۹۸/۰۶/۰۶
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۱۳
تاریخ انتشار: ۹۸/۰۹/۳۰

واژگان کلیدی: دستگاه تصفیه آب خانگی، کیفیت آب، ایمنی آب

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
m_alimohammadi@tums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: کیفیت پایین آب‌های سطحی و زیرزمینی در کشورهایی که با مشکل کم آبی مواجه هستند تمایل جامعه به استفاده از دستگاه تصفیه آب خانگی را افزایش داده است. مطالعه حاضر با هدف بررسی کیفیت آب آشامیدنی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی و شبکه توزیع عمومی در شهر گرمسار که تحت کنترل برنامه ایمنی آب است، انجام شده است.

روش بررسی: مطالعه توصیفی مقطعی حاضر در سال ۱۳۹۷ در ۶ منطقه و ۴۱ نقطه شهر گرمسار در دو فصل بهار و تابستان انجام شد. آزمایش‌های شیمیایی براساس دستورالعمل استاندارد متد، اندازه گیری کلی فرم‌ها به کمک روش تخمیر چند لوله‌ای و شمارش باکتری‌های هتروتروف به روش شمارش بشقابی انجام شد. نتایج از طریق نرم افزارهای Excel و SPSS تحلیل شد.

یافته‌ها: میانگین پارامترهای اندازه گیری شده در تمام نمونه‌ها شامل هدایت الکتریکی ۱۵۰۷ µs/cm، کل جامدات محلول ۷۸۶/۸ mg/L، فلوراید ۰/۰۴۸ mg/L، کلر آزاد باقیمانده ۰/۶۷ mg/L، pH ۷/۹، کلی فرم کل ۰/۱۶ MPN/100mL، کلی فرم مدفوعی ۰/۱۴ MPN/100mL و شمارش بشقابی هتروتروفیک ۱۱۲ CFU/mL بود. اختلاف معنی‌داری در میزان پارامترهای شیمیایی و میکروبی در شبکه توزیع عمومی و خروجی دستگاه تصفیه آب خانگی در دو فصل مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: دستگاه‌های تصفیه آب خانگی تاثیری در بار میکروبی نداشتند اما باعث تغییر در مقادیر برخی از پارامترهای شیمیایی شدند. آب آشامیدنی خروجی از شبکه توزیع، با بکارگیری برنامه ایمنی آب از کیفیت مناسبی برخوردار است.

Please cite this article as: Abolli S, Alimohammadi M, Zamanzadeh M, Yaghmaeian K, Yunesian M, Hadi M, et al. Survey of drinking water quality of household water treatment and public distribution network in Garmsar city, under the control of water safety plan. Iranian Journal of Health and Environment. 2019;12(3):477-88.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

مقدمه

با توجه به مشکل آلودگی آب در سراسر جهان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، تامین آب آشامیدنی سالم ضروری و شرط مهمی برای ادامه زندگی انسان است (۱، ۲). انواع و اقسام آلودگی‌ها ممکن است به آب آشامیدنی وارد گردد که کنترل کیفیت آن ضروری به نظر می‌رسد. آب تصفیه شده برای رسیدن به مصرف کننده وارد شبکه توزیع می‌گردد که منجر به راکد ماندن آن می‌گردد (۳). هنگامی‌که کلر به عنوان ماده گندزدا مورد استفاده قرار می‌گیرد، از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می کند اما اگر مقدار آن از حد مشخص کمتر گردد، باعث رشد مجدد میکروارگانیسم‌ها در آب آشامیدنی می‌گردد که این مشکل در دستگاه‌های تصفیه آب خانگی (Household Water Treatment device) نیز مهم و قابل توجه است (۴). دستگاه های تصفیه آب خانگی دارای مزایایی مانند افزایش کیفیت آب آشامیدنی و معایبی مانند آلودگی مجدد آب بعد از تصفیه هستند (۵). همان‌طورکه Yi و همکاران (۶) در مطالعه خود گزارش دادند که آب راکد موجود در فیلتر، میزان باکتری‌های هتروتروفیک را افزایش می‌دهد. همچنین تحقیق Alighadri و همکاران (۷) به ضرورت اندازه گیری دوره‌ای باکتری‌های هتروتروف در راستای شناسایی مناطق آلوده و اندازه گیری کلر آزاد باقیمانده در شبکه توزیع اشاره کرده است اما با توجه به اینکه باکتری‌های هتروتروف به تنهایی نشان دهنده آلودگی نیستند می‌توان از شاخص‌های آلودگی (کلی فرم کل و مدفوعی) برای سنجش سلامت آب استفاده کرد (۸، ۹)، به طور مثال در مطالعه Jaleilzadeh و همکاران (۱۰) در شهر آرادان اختلاف معنی‌داری در تعداد باکتری‌های کلیفرم بین دو شبکه توزیع آب آشامیدنی (جدید و قدیم) مشاهده شد.

کل جامدات محلول معمولا شامل کاتیون‌های کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم و آنیون‌های کربنات، هیدورژن کربنات، کلراید، سولفات و نیترات است (۱۱). افزایش یون‌های محلول در آب باعث افزایش هدایت الکتریکی آب می‌گردد که مقدار جامدات محلول، نشان دهنده مقدار هدایت الکتریکی آب است (۱۲). اما برای دستیابی به میزان فلوراید که به عنوان عنصر ضروری ساختار اسکلتی و دندانی است و از طریق آب آشامیدنی قابل جذب است (۱۳)، نیاز به سنجش مجزا وجود دارد. از آنجایی‌که pH تحت تاثیر مواد شیمیایی موجود در آب است و نشان دهنده حلالیت و توانایی بیولوژیکی نوترینت‌هایی مانند فسفر، نیتروژن و کربن است، یک شاخص شیمیایی مهم به شمار می‌رود (۱۴).

با توجه به مساله کمبود منابع آبی در دسترس، انسان‌ها به مدت طولانی در جستجوی روش تصفیه مناسبی برای منابع ناچیز آب شیرین بوده‌اند. آب شیرین کن مفهوم جدیدی برای انسان نیست بلکه این روش برای تبدیل آب شور به آب شیرین، روز به روز توسعه یافته و از آن استفاده می‌شود (۱۵) و از سوی دیگر شبکه توزیع آب آشامیدنی می‌تواند به دلایل گوناگون عاملی برای کاهش کیفیت آب باشد (۱۶).

سیستم تامین آب آشامیدنی شهر گرمسار در حال اجرای برنامه ایمنی آب بوده و تمام بخش‌های این سیستم، بخصوص شبکه توزیع توسط این رویکرد کنترل می‌شود. در شهر گرمسار منبع آب آشامیدنی اکثر جمعیت، آب سطحی رودخانه دائمی حبله رود است که تحت تاثیر از بارندگی‌های فصل بهار و ذوب شدن برف باریده شده در فصول سرد، در معرض سیلابی شدن و تغییر کیفیت آب آشامیدنی قرار خواهد گرفت همچنین با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک کشور ایران و مشکلات کم آبی که وجود دارد (۱۷)، تعداد زیادی از خانوارها از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی استفاده می‌کنند. این مطالعه با توجه به شرایط جغرافیایی و توپوگرافی شهر گرمسار که در مجاورت کویر مرکزی ایران قرار دارد و اکثر روزهای سال، آب و هوای این شهر گرم و خشک است و با شرایط سایر شهرهایی که مطالعات مشابه در آنها انجام شده است، کاملا تفاوت دارد. از نقطه نظر تفاوت مطالعه حاضر با سایر مطالعات می‌توان به نوع منبع آب خام این شهر اشاره کرد که از رودخانه دائمی حبله رود تامین می‌شود که در تعداد کمی از مطالعات داخلی،

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

منبع آب خام، آب سطحی بوده است. قابل ذکر است که در بسیاری از شهرها، این برنامه هنوز به اجرا درنیامده است و یا کاملا اجرا نشده است. در اکثر مطالعات انجام شده در داخل کشور، تنها خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی مورد بررسی قرار گرفته است. درحالی‌که در این مطالعه هم "خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی" و هم "شبکه توزیع عمومی" مورد توجه بوده است. از سویی، این مطالعه با تکیه بر نقش و اجرای برنامه ایمنی آب در شهر گرمسار، انجام شده است. مطالعه حاضر به چند بخش طبقه بندی شده است: ۱- مقایسه خروجی شبکه توزیع عمومی و دستگاه‌های تصفیه آب خانگی با یکدیگر هم برای پارامترهای میکروبی و هم برای پارامترهای شیمیایی، ۲- مقایسه نتایج با استانداردها، ۳- بررسی تاثیر فصل، ۴- بررسی پارامترهای شیمیایی و میکروبی هم در شبکه توزیع عمومی و هم در خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی. در واقع یکی از اهداف این تحقیق، مقایسه دو «شرایط» بوده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی مقطعی در سال ۱۳۹۷ در شهر گرمسار (۳۵،۰۸،۵۶ شمالی و ۵۱،۱۹،۲۰ غربی) انجام شد. این شهر دارای جمعیت ۶۲۱۹۰ نفر بوده و در ارتفاع ۸۶۸ متری از سطح دریا قرار دارد.

تصفیه خانه شهر گرمسار در فاصله ۵۷۰۰ متری از مرکز این شهر قرار دارد و از رودخانه دائمی حبله رود تغذیه می‌شود. با توجه به مساحت سطح این شهر، شش منطقه شهر گرمسار (شکل ۱) که چهار منطقه به نمونه برداری از شبکه توزیع عمومی و دو منطقه به نمونه برداری از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی اختصاص داده شد و ۴۱ نمونه در دو فصل بهار و تابستان برداشته شد. نمونه برداری انجام شده از نوع تصادفی بود و سعی شد از تمامی نقاط شهر (خانگی/ تجاری) نمونه برداری انجام شود. در این تحقیق، برخلاف سایر مطالعات مشابه، هم از شبکه توزیع عمومی شهر که تحت کنترل برنامه ایمنی آب است و هم از خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی نمونه برداری انجام شد.

شکل ۱- پراکندگی مناطق شش گانه نمونه برداری شده در شهر گرمسار

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

- آزمایش‌های میکروبی

برای نمونه برداری آزمایشات میکروبی از بطری‌های شیشه‌ای حاوی تیوسولفات سدیم ۱ درصد استفاده شد. تشخیص باکتری‌های هتروتروفیک به کمک روش شمارش بشقابی و با استفاده از محیط کشت R2 A agar و انکوباسیون در دمای ^0C ۳۵ به مدت h ۴۸ انجام شد. در مرحله بعد کلنی‌های رشد کرده بر روی محیط کشت، توسط دستگاه کلنی کانتر مورد شمارش قرار گرفت. در نهایت کلنی‌های شمارش شده به صورت CFU/mL بیان شد. برای سنجش باکتری‌های کلی فرمی (کل-مدفوعی) از روش تخمیر چند لوله‌ای به کمک محیط کشت لوریل تریپتوز سولفات براث در مرحله احتمالی و محیط کشت‌های برلیانت گرین بیل براث و EC براث برای مرحله تاییدی استفاده شد بعد از گذشت شرایط انکوباسیون (دمای ^0C ۳۵ و h ۴۸)، نتایج به صورت MPN/100mL بیان شد. برای همه آزمایشات میکروبی نمونه شاهد در نظر گرفته شد (۱۸).

- آزمایش‌های شیمیایی

با توجه به اهداف مطالعه، برای نمونه برداری شیمیایی جهت تعیین پارامترهای کلر آزاد باقیمانده، pH، کل جامدات محلول، هدایت الکتریکی، فلوراید از بطری‌های پلی اتیلنی استفاده شد. تمامی آزمایش‌های شیمیایی براساس دستورالعمل‌های کتاب استاندارد متد (۱۸) انجام شد و میزان کلر آزاد باقیمانده و pH نمونه‌ها در محل نمونه برداری توسط کیت کلر و pH اندازه گیری شد.

- آنالیز آماری:

برای تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست آمده، از آزمون آماری تی استیودنت Student's t-distribution(T test) در نرم افزارهای اکسل و SPSS,22 استفاده شد.

یافته‌ها

- آزمایش‌های شیمیایی:

نتایج آزمایشات شیمیایی و مقایسه میانگین آنها با میزان استانداردهای ملی در جدول ۱ نشان داده شده است. در نمودارهای ۱ و ۲ میانگین پارامترهای شیمیایی برای همه ایستگاه‌ها هم برای شبکه توزیع عمومی و هم برای خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی، اندازه گیری شده و مقایسه آنها با حداکثر مجاز (استانداردهای ملی) نمایش داده شده است.

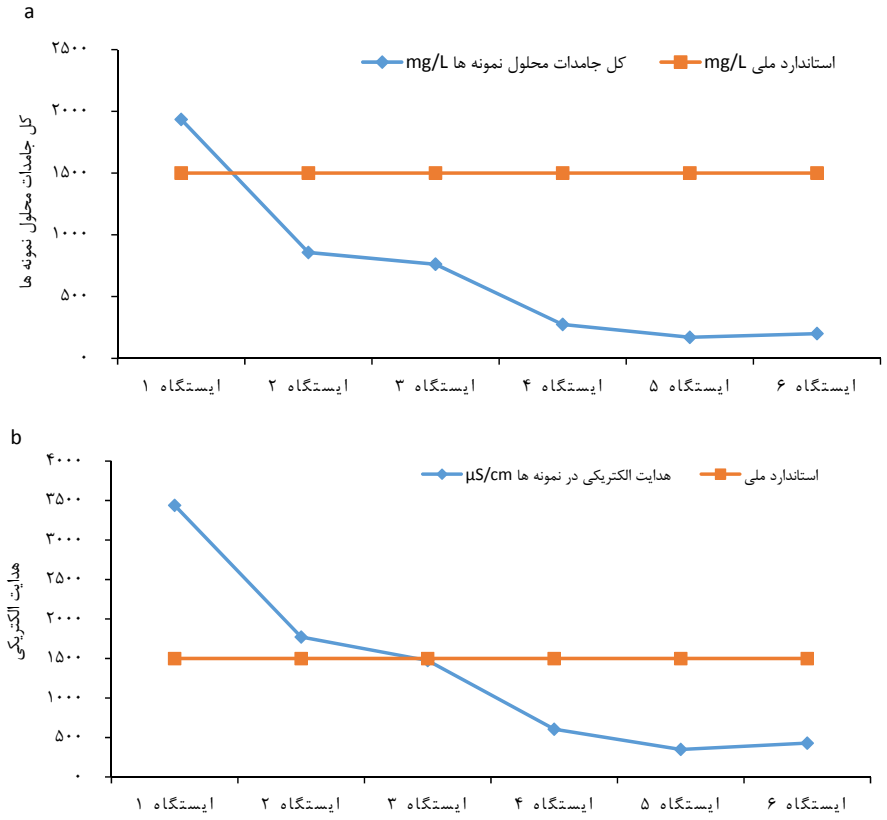
- کل جامدات محلول و هدایت الکتریکی:

هنگامی‌که نتایج آزمون‌های آماری با استانداردهای آب آشامیدنی کشور ایران (استاندارد ۱۰۵۳، تجدید نظر پنجم) مقایسه شد، مشخص گردید که صد درصد نمونه‌های خروجی از دستگاه تصفیه آب خانگی در محدوده مطلوب (۱۰۰۰mg/L) و محدوده حداکثر مجاز (۱۵۰۰mg/L) بودند. درحالی‌که نتایج نمونه‌های مربوط به شبکه توزیع عمومی نشان می‌دهد که ۶۸/۷۵ درصد نمونه‌ها در محدوده مطلوب (۱۰۰۰mg/L) و ۷۱/۸ درصد از نمونه‌ها در محدوده حداکثر مجاز (۱۵۰۰ mg/L) بوده‌اند. همچنین نتایج مبین آن است که ۲۸/۲ درصد از نمونه‌های شبکه توزیع عمومی دارای کل جامدات محلول بالاتر از ۱۵۰۰ mg/L بوده‌اند.

جدول ۱- میانگین پارامترهای شیمیایی آب آشامیدنی شهر گرمسار در شبکه توزیع عمومی و دستگاه‌های تصفیه آب خانگی

ایستگاه / پارامتر	شبکه توزیع عمومی					خروجی دستگاه تصفیه آب خانگی			واحد اندازه گیری	p
	۱	۲	۳	۴	میانگین	۵	۶	میانگین		
کل جامدات محلول	۱۹۳۴	۸۵۷	۷۶۲	۲۷۴	۱۰۴۰/۳ ± ۹۵۶/۷	۱۷۰	۲۰۰	۱۰۸/۰۷ ±۱۸۲/۷	mg/L	<۰/۰۰۱
کلر آزاد باقیمانده	۰/۷۶	۰/۶۶	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۳۶ ± ۰/۷	۰/۶۸	۰/۳۷	۰/۳۷ ± ۰/۵۴	mg/L	۰/۲۴۲
فلوراید	۰/۰۷۲	۰/۰۲۸	۰/۰۶۵	۰/۰۸۱	۰/۱ ± ۰/۰۶۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸ ± ۰/۰۰۴	mg/L	۰/۰۱۶
pH	۸/۱	۷/۷	۷/۷	۸/۱	۷/۹۴ ± ۰/۶۴	۷/۹	۷/۸	۷/۹ ± ۰/۵۸	-	۰/۸۶۱
هدایت الکتریکی	۳۴۳۹	۱۷۷۲	۱۴۷۵	۶۰۵	۱۸۲۲/۶ ± ۱۸۵۵/۱	۳۴۹	۴۲۹	۲۲۸/۷ ±۳۸۴/۴	µS/cm	<۰/۰۰۱

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]



نمودار ۱- مقایسه میانگین کل جامدات محلول (a) و هدایت الکتریکی (b) نمونه‌ها با حداکثر مجاز استانداردهای ملی

- کلر آزاد باقیمانده:

اندازه گیری‌ها نشـــان داد که ۲۲/۲۳ درصد نمونه‌های خروجی از دســـتگاه تصفیه آب خانگی فاقد کلـــر آزاد باقیمانده بوده‌اند. این درحالیســـت که ۱۲/۵ درصد از نمونه‌های شـــبکه توزیع عمومی فاقد کلر آزاد باقیمانده بوده‌اند. همچنین مقایسه نتایج دو سیستم تامین آب (شبکه توزیع عمومی و دستگاه تصفیه آب خانگی) در محدوده استاندارد (۱-۰/۵ mg/L) حاکی از آن است که شبکه توزیع عمومی در خصوص این پارامتر، نتایج بهتری را ایجاد کرده است اما شبکه توزیع عمومی در ۳/۱ درصد از نمونه‌ها دارای کلر آزاد باقیمانده بالاتر از ۱ mg/L بوده است.

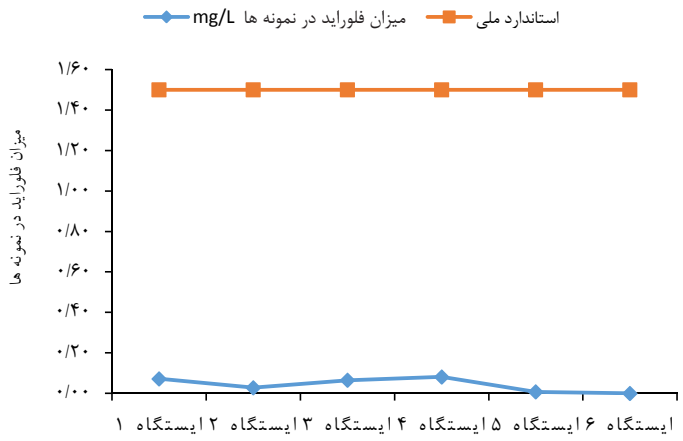
- فلوراید:

نتایج مربوط به میزان فلوراید در نمونه‌های آب آشامیدنی شهر گرمســـار نشـــان می‌دهد که هم شـــبکه توزیع عمومی (۹۳/۷۵ درصد نمونه‌ها) و هم دســـتگاه تصفیـــه آب خانگی (۱۰۰درصد نمونه‌ها) میزان فلوراید کمتر از ۰/۵ mg/L داشته و مقدار آن، کمتر از استانداردهای ملی کشور ایران است. نمودار ۲ گواه آن اســـت که هیچ کدام از نمونه‌های برداشت شده از شبکه توزیع عمومی و دســـتگاه تصفیه آب خانگی این شـــهر، میزان فلوراید مورد نیاز را تامین نمی‌کنند.

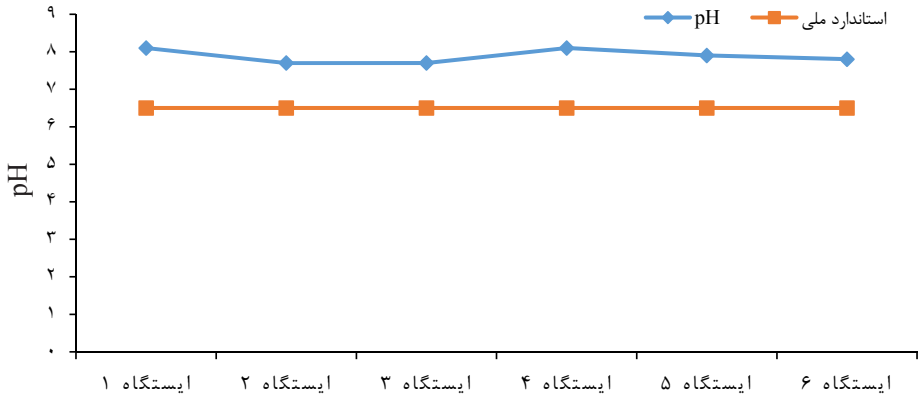
- pH:

بررســـی‌ها نشان می‌دهد که مقایســـه نتایج هر دو شبکه توزیع عمومی و دستگاه تصفیه آب خانگی در محدوده مطلوب (۶/۵ تا ۸/۵) قرار داشته و اختلاف چندانی وجود ندارد. همچنین نتایج نشـــان داد که صد درصد نمونه‌های خروجی از دســـتگاه تصفیه آب خانگـــی و ۹۳/۷ درصد از نمونه‌های شـــبکه توزیع عمومی در محدوده مجـــاز (۹-۶/۵) بوده‌اند که نشـــان از عملکرد بهتر دســـتگاه تصفیه آب خانگی بوده است. همچنین ۶/۲۵ درصد از نمونه‌های شـــبکه توزیع عمومی دارای pH بالاتر از ۹ بوده‌اند. نمودار ۳ نشـــان می‌دهد که pH همه نمونه‌ها بالاتر از عدد ۶/۵ بوده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]



نمودار ۲- مقایسه میانگین فلوراید نمونه‌ها با حداکثر مجاز استانداردهای ملی



نمودار ۳- مقایسه میانگین pH نمونه‌ها با استاندارد ملی

- بررسی تاثیر فصل بر پارامترهای شیمیایی:

نتایج تحلیل‌های آماری و آزمون T-test که در جدول ۲ خلاصه شده است، نشان داد که هیچ کدام از مقادیر پارامترهای شیمیایی اندازه گیری شـده در دو فصل بهار و تابسـتان اختلاف چندانی نداشته‌اند و تاثیر فصل بر آنها معنی‌دار ($p>0/05$) نبوده است.

- آزمایش‌های میکروبی:

نتایـج آزمایش‌های میکروبی و مقایسـه میانگیـن آنها با میزان استانداردهای ملی در جدول ۳ و نمودار ۴ نشان داده شده است.

- باکتری های کلی فرم:

همان طور که در جدول ۳ نشـان داده شـده است، تنها ۴/۸۷ درصد از نمونه‌ها در بخش آزمایش‌های میکروبی به باکتری‌های کلی فرم (کل و مدفوعی) آلوده بودند که این آلودگی مربوط به ایسـتگاه شماره ۴ شبکه توزیع عمومی شهر گرمسار بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نمونه‌های خروجی از دستگاه تصفیه آب خانگی فاقد کلی فرم (کل و مدفوعی) بوده‌اند.

- باکتری‌های هتروتروف:

مقایسـه میانگین شـمارش باکتری‌هـای هتروتـروف در آب آشـامیدنی شـهر گرمسـار نشـان داد که میانگین تعداد این باکتری‌ها در همه ایستگاه‌ها پایین‌تر از حداکثر مجاز استاندارد ملی بوده اسـت. در نمـودار ۴ میانگین شـمارش باکتری‌های هتروتروفیـک و مقایسـه آنها با حداکثر مجاز (اسـتانداردهای ملی) نمایش داده شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

جدول ۲- مقایسه میانگین پارامترهای شیمیایی آب آشامیدنی شهر گرمسار در دو فصل بهار و تابستان

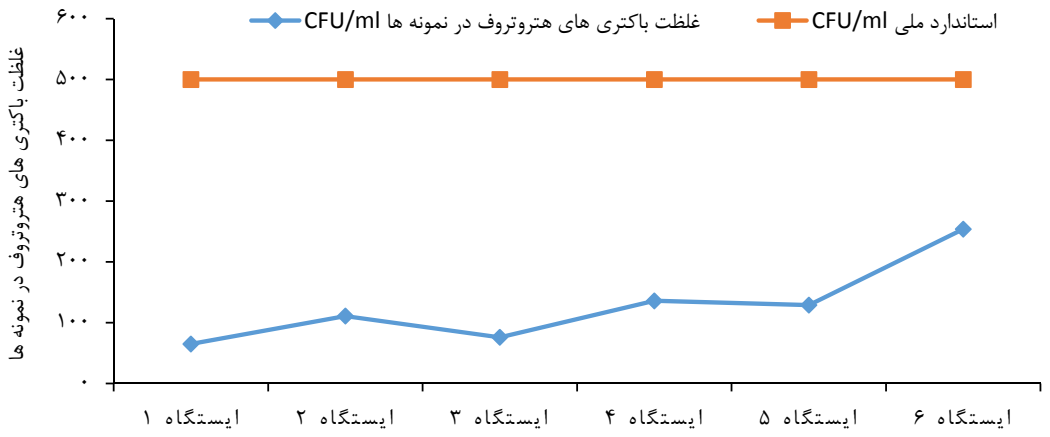
پارامتر	شبکه توزیع عمومی			خروجی دستگاه تصفیه آب خانگی		
	فصل بهار	فصل تابستان	p	فصل بهار	فصل تابستان	p
میانگین کل جامدات محلول	۱۲۱۴/۶ ± ۱۱۴۸/۳	۵۷۹/۷ ± ۷۴۷/۴	۰/۰۹	۱۳۱/۵ ± ۱۵۴/۸	۱۹۷/۴ ± ۱۰۲/۲	۰/۶۵
میانگین کلر آزاد باقیمانده	۰/۷۳ ± ۰/۲۹	۰/۶۶ ± ۰/۴۵	۰/۶۱	۰/۳ ± ۰/۴۲	۰/۶۱ ± ۰/۳۶	۰/۳۳
میانگین فلوراید	۰/۰۴۲ ± ۰/۰۶	۰/۰۹ ± ۰/۱۸	۰/۳۸	۰/۰۰۵ ± ۰/۰۰۷	۰/۰۰۳۷ ± ۰/۰۰۹	۰/۸۶
میانگین هدایت الکتریکی	۲۲۸۹ ± ۲۰۵۲/۹	۱۱۴۱/۱ ± ۱۱۳۸/۸	۰/۰۸۶	۲۹۵/۵ ±۳۵۴/۲	۴۰۹/۸ ±۲۱۳/۲	۰/۵۶
میانگین pH	۸/۰۳ ± ۰/۶۳	۷/۸۲ ± ۰/۶۳	۰/۳۷	۸/۳ ± ۰/۸۳	۷/۷ ± ۰/۵۱	۰/۲

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای میکروبی آب آشامیدنی شهر گرمسار در شبکه توزیع عمومی و دستگاه‌های تصفیه آب خانگی

پارامتر / ایستگاه	شبکه توزیع عمومی					خروجی دستگاه تصفیه آب خانگی			واحد اندازه گیری	p
	۱	۲	۳	۴	میانگین	۵	۶	میانگین		
کلی فرم‌های کل	۰	۰	۰	۰/۸۲	۰/۲۰۷ ± ۰/۸	۰	۰	۰	MPN/100mL	۰/۴۵۶
کلی فرم‌های مدفوعی	۰	۰	۰	۰/۷۵	۰/۱۸۷ ± ۰/۷	۰	۰	۰	MPN/100mL	۰/۴۵۵
HPC	۶۵	۱۱۱	۷۶	۱۳۶	۹۶/۷ ± ۱۱۱/۱	۱۲۹	۲۵۴	۱۸۴/۶ ± ۱۳۰/۳	CFU/mL	۰/۰۵

جدول ۴- مقایسه میانگین پارامترهای میکروبی آب آشامیدنی شهر گرمسار در دو فصل بهار و تابستان

پارامتر	شبکه توزیع عمومی			خروجی دستگاه تصفیه آب خانگی		
	فصل بهار	فصل تابستان	p	فصل بهار	فصل تابستان	p
میانگین کلی فرم کل	۰	۰/۵۱	۰/۱۶	۰	۰	-
میانگین کلی فرم مدفوعی	۰	۰/۴۶	۰/۱۶	۰	۰	-
میانگین HPC	۸۰/۳۱ ±۹۲/۳	۱۲۰/۶۹ ± ۱۳۴/۳	۰/۳۲	۲۳۷ ± ۱۹۰/۹	۱۶۹/۷ ± ۱۲۴/۱	۰/۵۵



نمودار ۴- مقایسه میانگین شمارش باکتری‌های هتروتروف نمونه‌ها با حداکثر مجاز استانداردهای ملی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

- بررسی تاثیر فصل بر پارامترهای میکروبی:
نتایج مقایسه میانگین پارامترهای میکروبی در دو فصل بهار و تابستان در جدول ۴ آمده است که این نتایج نشان می‌دهد، مقادیر پارامترهای میکروبی اندازه گیری شده در شبکه توزیع عمومی و خروجی دستگاه تصفیه آب خانگی، تحت تاثیر فصل نبوده و تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

بحث

هدف این تحقیق براساس در نظر گرفتن شرایط اقتصادی موجود و استفاده از کمترین امکانات برای رسیدن به بهترین نتایج بوده است. لذا پارامترهایی در نظر گرفته شد که علاوه بر دستیابی به اصول و اهداف تحقیق، نتایج مطمئن و قابل استفاده‌ای را با کمترین سرمایه و تجهیزات، ایجاد نماید. با توجه به بررسی‌های انجام شده قبل از شروع و انجام این تحقیق و کمک گرفتن از نتایج سایر مطالعات، پارامترهایی مانند پارامتر سختی که اثر سوء بهداشتی نداشتند، در این مطالعه لحاظ نشدند. همچنین پارامتر سختی در مناطقی که منبع تامین آب، چشمه و آب‌های زیرزمینی است، مهمتر و مورد توجه است درحالی‌که منبع تامین آب شرب شهر گرمسار «رودخانه دائمی» حبله رود است که با توجه به تغییر کیفیت آب آشامیدنی شهر در طول سال، به ویژه در دو فصل بهار و تابستان، تمایل ساکنین این شهر به استفاده از دستگاه تصفیه آب خانگی افزایش یافته است. نتایج بررسی‌های انجام شده نشان داد که ۲۱/۹۵ درصد از کل نمونه‌ها میزان جامدات محلول بالاتری از ۱۵۰۰ mg/L داشتند و میانگین کل جامدات محلول شبکه توزیع عمومی در فصل بهار بالاتر از سایر اعداد بوده است که این میزان از افزایش می‌تواند ناشی از سیلاب‌های فصلی و عدم کارایی تصفیه‌خانه در کاهش جامدات محلول بوده که ممکن است به نتایجی مانند ایجاد طعم در آب آشامیدنی و اعتراض مصرف‌کنندگان منجر گردد و در نتیجه باعث افزایش تمایل ساکنین شهر به استفاده از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی می‌شود. همچنین محتمل است که میزان بالای جامدات محلول باعث تشکیل رسوب در شبکه توزیع عمومی و یا انسداد فیلترهای دستگاه تصفیه آب خانگی گردد که این امر باعث افزایش هزینه برای سازمان‌های تامین کننده آب آشامیدنی و ذینفعان آن می‌گردد. در مطالعه Hayati و همکار (۱۹) در سال ۲۰۱۵ نیز میانگین کل جامدات محلول در آب آشامیدنی شهر بوشهر از استاندارد EPA بالاتر بوده و منجر به افزایش گرایش ذینفعان به استفاده از دستگاه تصفیه آب خانگی در این شهر شده است. همچنین نتایج اندازه گیری کل جامدات محلول نشان داد که میزان تمامی نمونه‌های مربوط به خروجی دستگاه تصفیه آب خانگی در محدوده مطلوب و حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران بوده‌اند و میزان کل جامدات محلول خروجی از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی کاهش یافته است که نتایج این مطالعه با نتایج تحقیق Babaei و همکاران (۲۰) که نشان دهنده راندمان بالای دستگاه اسمز معکوس در کاهش کل جامدات محلول است، همخوانی دارد همچنین مطالعه Rajaei و همکاران (۲۱) در سال ۲۰۱۳ در شهر اراک نشان داد که دستگاه‌های تصفیه آب خانگی باعث کاهش کل جامدات محلول شده‌اند. یکی از مهمترین پارامترهای فیزیکوشیمیایی که بیشتر روش‌های تصفیه آب آشامیدنی به آن وابسته است، pH است (۲۲) که تغییرات آن باعث اسیدی شدن و خورندگی سیستم‌های آبرسانی یا قلیایی شدن و رسوبگذاری آب در طول مسیر می‌گردد (۲۳). در مورد پارامتر مذکور، سیستم تامین آب آشامیدنی شهر گرمسار از شرایط خوبی برخوردار است و تنها ۴/۸ درصد از مجموع ۴۱ نمونه دارای pH بالاتر از استاندارد آب آشامیدنی ایران بوده‌اند و در بقیه موارد سیستم تامین آب آشامیدنی این شهر همگام با استانداردهای کشور ایران بوده است. نتایج تحقیق Panahifard و همکاران (۲۴) نشان داد که میانگین pH در تمام ماه‌های سال بالاتر از ۷ و در محدوده مطلوب استاندارد آب آشامیدنی ایران بوده است. همچنین مطالعه Mohsin و همکاران (۱۱) در سال ۲۰۱۳ نشان داد که pH آب آشامیدنی در تمام ایستگاه‌های نمونه برداری شده در محدوده ۶/۵ تا ۸/۵ بوده است. فلوراید یکی از آنیون‌ها با منشا طبیعی است که در غلظت خاصی در رشد و استحکام

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

دندان‌ها و اســتخوان‌ها موثر است که معمولا جذب آن از طریق آب آشــامیدنی بوده و کمبود آن باعث اثرات ســوء بهداشــتی می‌گردد (۲۵). نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که میزان فلوراید در آب آشــامیدنی شهر گرمسار با توجه به دمای هوا در دو فصل بهار و تابســتان که نمونه برداری انجام شــد، پایین‌تر از حد اســتاندارد آب آشــامیدنی ایران بود. تنها ۴/۸۷ درصد از مجموع ۴۱ نمونه، میزان فلورایدی حدود mg/L ۰/۵ داشتند. نتایــج مطالعــه Zazouli و همکاران (۱۳) نیز نشــان داد که میزان فلوراید آب آشــامیدنی شهرستان خوی پایین‌تر از مقدار بهینه آن بوده اســت. نتایج تحقیقی دیگر در مناطق شــهری و روســتایی بابل، پایین‌تر بودن میزان فلوراید آب آشــامیدنی از استانداردهای جهانی و ایران را اثبات کرده است (۲۶) همچنین نتایــج مطالعــه Sadigh و همکاران (۲۷) در ســال ۲۰۱۴ در شهر اردبیل نشان داد که دستگاه‌های تصفیه آب خانگی کارایی حــذف ۷۲/۸۶ درصــدی فلوراید را داشــته‌اند. کمبود این یون موجب عوارضی مانند پوســیدگی دندان می‌گردد که پیشــنهاد می‌گردد مسئولین این شــهر شاخص پوسیدگی دندان را مورد بررســی قرار دهند زیرا به نظر می‌رسد میزان پوسیدگی دندان در این شــهر از حد مجاز بالاتر اســت. با توجه به نتایج، میزان کلر آزاد باقیمانده سیستم تامین آب این شهر، باید مورد بررسی بیشــتری قرار بگیــرد زیرا ۱۴/۶۳ درصــد از مجموع ۴۱ نمونه فاقــد کلر آزاد باقیمانده بوده‌اند. نتایج تحقیق Nourmoradi و همکاران (۲۸) در ســال ۲۰۱۷ در شــهر ایلام نشــان داد که دستگاه تصفیه آب خانگی باعث کاهش ۱۰۰ درصدی کلر آزاد باقیمانده می‌گردد اما نتایج مطالعه حاضر مبین آن است که این دستگاه کاهش مشهود و معنی‌داری در میزان کلر آزاد باقیمانده نداشــته است اما از آن جایی‌که کلر در سیستم تامین آب شهر گرمســار به‌عنوان گندزدای نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، عــدم وجود آن بــه اندازه کافــی منجر به آلودگی آب شــده و آلودگی آب بر کیفیت آب و ســلامت انســان تاثیرگذار اســت. همان‌طورکه از نتایج پیداست، در تعدادی از نمونه برداری‌های انجام شده، آب آشامیدنی این شهر به باکتری‌های کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی آلوده بوده اســت که با توجه به ارتباط این باکتری‌ها با بیماری‌هایی همچون اســهال، سیســتم تامین آب آشــامیدنی، نیازمند توجه بیشتری اســت. به خوبی ثابت شده اســت که بیماری‌های عفونی عمدتا از طریــق منابع آب آلوده، بخصوص مدفوع منتقل می‌شــوند. حفاظت از ســلامت عمومی و محیطی نیاز به آب آشــامیدنی ســالم دارد، به این معنی که آب باید عاری از تمام باکتری‌های بیماریزا باشــد. Malhotra و همــکاران (۲۹) در ســال ۲۰۱۵ در تحقیق خود بیان کردند که از مجموع ۱۳۱۷ نمونه آب آشــامیدنی، ۶۴/۱ درصد آنها به باکتری های کلی فرم آلوده بودند.

در مــورد کلنی‌های هتروتروفیک نیز، شــبکه توزیع عمومی در هر دو فصل میانگین نتایجی بهتری نســبت به دســتگاه تصفیه آب خانگی داشته است. Ebrahimi و همکاران (۳۰) در سال ۲۰۱۵ در مطالعه خود بیان کردند که دستگاه تصفیه آب خانگی به دلیل از بین بردن کلر آزاد باقیمانده باعث افزایش تعداد و تنوع باکتری‌هــا در آب خروجی از این دســتگاه‌ها می‌گردد اما نتایج این تحقیق نشــان داد که دســتگاه تصفیه آب خانگی در ایجاد یا افزایــش باکتری‌های کلی فــرم (کل-مدفوعی) بی‌تاثیر بوده اســت و در مورد باکتری‌های هتروتروفیک نیز دســتگاه تصفیه آب خانگی میانگین‌های بالاتری را به خود نســبت داده اســت اما اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p=۰/۰۵). Yi و همکاران (۶) در سال ۲۰۱۸ در مطالعه خود بیان کردند که ممکن است فیلتر دستگاه تصفیه آب خانگی به‌طور کامل مواد مغذی موجود در آب را حذف نکند که این امر منجر به رشد مجدد باکتری‌ها و آلودگی آب می‌گردد. همچنین دســتگاه تصفیه خانگی باعث کاهش کل جامــدات محلول، هدایت الکتریکی و فلوئور شــده بود که باید به آسیب منتج از حذف بیش از حد یون‌های مفید در نتیجــه عملکرد این دســتگاه توجه شــود. هنگامی‌که تاثیر فصــل بر پارامترهای شــیمیایی و میکروبی مورد بررســی قرار گرفت، مشــخص شد که هیچ کدام از فصل‌ها (بهار-تابستان) بر پارامترهای اندازه گیری شده موثر نبوده‌اند که در نتایج مطالعه Panahifard و همکاران (۲۴) نیز اختلاف آماری معنی‌داری بین فصول و مقادیر پارامترهای فیزیکی مشــاهده نشــد و تنها میانگین هدایت الکتریکی با فصل اختلاف معنی‌داری داشت.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

نتیجه گیری

بررسی کیفیت آب آشامیدنی در شبکه توزیع عمومی تحت کنترل برنامه ایمنی آب، گواه آن است که اکثر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مورد سنجش در محدوده مطلوب و حداکثر مجاز بوده‌اند اما میانگین میزان فلوراید در هر دو فصل پایین‌تر از استاندارد ملی کشور بوده است. دستگاه تصفیه آب خانگی باعث کاهش معنی‌داری در پارامترهای شیمیایی شامل کل جامدات محلول، هدایت الکتریکی و فلوراید گشته است اما در افزایش یا کاهش سایر پارامترهای میکروبی یا شیمیایی نقشی نداشته است. همچنین پارامترهای میکروبی و شیمیایی مورد سنجش تحت تاثیر دو فصل بهار و تابستان نبوده‌اند.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد اخلاق IR. TUMS. SPH. REC. 1396. 4840 است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان "ارزیابی ریسک سیستم تامین آب آشامیدنی شهر گرمسار با استفاده از برنامه ایمنی آب (WSP): پیشنهاد شده توسط سازمان بهداشت جهانی" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۷ و کد ۴۲۹۰۴ بوده است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران اجرا شده است.

References

1. WHO. Guidelines for Drinking-water Quality, Volume 1 - Recommendations. 3rd ed. Geneva: World Health Organization; 2008.
2. WHO. Global Water Supply and Sanitation Assessment, 2000 Report. Geneva: World Health Organization; 2000.
3. Heibati M, Stedmon CA, Stenroth K, Rauch S, Toljander J, Säve-Söderbergh M, et al. Assessment of drinking water quality at the tap using fluorescence spectroscopy. Water Research. 2017;125:1-10.
4. Liu G, Lut M, Verberk J, Van Dijk J. A comparison of additional treatment processes to limit particle accumulation and microbial growth during drinking water distribution. Water Research. 2013;47(8):2719-28.
5. Wolf J, Prüss-Ustün A, Cumming O, Bartram J, Bonjour S, Cairncross S, et al. Systematic review: assessing the impact of drinking water and sanitation on diarrhoeal disease in low-and middle-income settings: systematic review and meta-regression. Tropical Medicine & International Health. 2014;19(8):928-42.
6. Yi J, Lee J, Jung H, Park P-K, Noh SH. Reduction of bacterial regrowth in treated water by minimizing water stagnation in the filtrate line of a gravity-driven membrane system. Environmental Engineering Research. 2018;24(1):17-23.
7. Alighadri M ST, Bagheri Ardebilian P, Iranpour E, Khodaverdi SH, Alipanah A. Investigating the efficiency of home water treatment systems to reduce or eliminate water quality parameters in the city of Ardabil in 2013. Journal of Environmental Health Ardabil University of Medical Sciences. 2014;6(4):458-69 (in Persian).
8. WHO. Heterotrophic Plate Count Measurement in Drinking Water Safety Management. Geneva: World Health Organization; 2002.
9. Bartram J, Cotruvo J, Exner M, Fricker C, Glasmacher A. Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety. London: IWA Publishing; 2003.
10. Jaleilzadeh A, Ghaesari M, Toosi M, Safari M, Soleimani Z. A survey of heterotrophic bacteria and coliforms in the water of old and new distribution networks. Journal of Advances in Environmental Health Research. 2016;4(3):135-41 (in Persian).
11. Mohsin M, Safdar S, Asghar F, Jamal F. Assessment of drinking water quality and its impact on residents

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

health in Bahawalpur city. International Journal of Humanities and Social Science. 2013;3(15):114-28.
12. WHO. Guidelines for Drinking-water Quality, Volume 2, Health Criteria and other Supporting Information: Addendum. Geneva: World Health Organization; 1998.
13. Zazouli MA, Alam Gholilou M. Survey of chemical quality (nitrate, flouride, hardness, electrical conductivity) of driking water in Khoy City. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2013;22(2):80-84 (in Persian).
14. Mahajan RK, Walia TPS, Lark BS, Sumanjit. Analysis of physical and chemical parameters of bottled drinking water. International Journal of Environmental Health Research. 2006;16(2):89-98.
15. Greenlee LF, Lawler DF, Freeman BD, Marrot B, Moulin P. Reverse osmosis desalination: water sources, technology, and today›s challenges. Water Research. 2009;43(9):2317-48.
16. WHO. Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva: World Health Organization; 2004.
17. Heydari M, Nabizadeh Nodehi R, Ali Mohammadi M, Yaghmaeian K. Survey of geochemical characteristics of bottled waters in Iran using coordinates and ionic ratios. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(1):63-74 (in Persian).
18. APHA/AWWA/WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington DC: American Public Health Association; 2005.
19. Hayati R, Dobaradaran S. Evaluation of physical, chemical and microbial quality of distribution network drinking water in Bushehr, Iran. Iranian South Medical Journal. 2015;17(6):1223-35 (in Persian).
20. Babaei A, Ghafarizadeh F, Nourmoradi H, Jangali K, Moslemnia M, Salimi J. Investigating the microbial quality of water treatment centers in the city of Abadan. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences 2014;22(4):132-40 (in Persian).
21. Rajaei M, Salemi Z, Karimi B, Ghanadzadeh M, Mashayekhi M. Effect of household water treatment systems on the physical and chemical quality of water in 2011-2012. Journal of Arak Medical University. 2013;16(3);27-36 (in Persian).
22. Molaei Tvani S, Goodini H, Mehrali A, Sharifi Arab G, Ashoori S, Alyannejad N. Survey the current state of quality potable water clearing supplied to the distribution system and the role of water & wastewater company and the distribution of network and improve its quality case study in Shahrood City. Journal of Environmental Health Enginering. 2016;3(4):298-312 (in Persian).
23. Rahmanian N, Ali SHB, Homayoonfard M, Ali N, Rehan M, Sadef Y, et al. Analysis of physiochemical parameters to evaluate the drinking water quality in the State of Perak, Malaysia. Journal of Chemistry. 2015;Article ID 716125. http://dx.doi.org/10.1155/2015/716125.
24. Panahifard M, Mahvi A, Asgari A, Nazemi S, Moradnia M. A Survey on drinking water quality in qazvin in 2015. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2017;16(1):3-16 (in Persian).
25. WHO. Fluoride in Drinking-water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva: World Health Organization; 2004.
26. Amouei A, Faraji H, Khalilpour A, Fallah S, Asgharnia H. Fluoride Concentration in Drinking Water Resources; North of Iran. International Archives of Health Sciences. 2016;3(1):19-22.
27. Sadigh A, Nasehi F, Fataei E, Aligadri M. Investigating the efficiency of home water treatment systems to reduce or eliminate water quality parameters in the city of Ardabil in 2013. Journal of Health. 2014;6(4):458-69 (in Persian).
28. Nourmoradi H, Karami N, Karami S, Mazloomi S. Investigation on the effect of household water treatment plants on the drinking water quality of Ilam City. Journal of Environmental Health Engineering. 2017;5(1):57-64 (in Persian).
29. Malhotra S, Sidhu SK, Devi P. Assessment of bacteriological quality of drinking water from various sources in Amritsar district of northern India. Journal of Infection in Developing Countries. 2015;9(08):844-48.
30. Ebrahimi SM, Shiri Z, Mosavi SM, Memar MY. Bacteriological quality of water produced by household water treatment devices. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2015;25(130):8-18 (in Persian).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Survey of drinking water quality of household water treatment and public distribution network in Garmsar city, under the control of water safety plan

S Abolli[1], M Alimohammadi[1,*], M Zamanzadeh[1], K Yaghmaeian[1,2], M Yunesian[3,1], M Hadi[4], Z Soliemani[1]

1- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Center for Solid Waste Research, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Department of Research Methodology and Data Analysis, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- Center for Water Quality Research, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 10 June 2019

Revised: 28 August 2019

Accepted: 4 September 2019

Published: 21 December 2019

Keywords: Household water treatment device, Water quality, Water safety

***Corresponding Author:**
m_alimohammadi@tums.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Surface water and underground water quality in countries that facing dehydration have increased the interest of the community to use Household Water Treatment devices. The aim of this study was the evaluation of the quality of drinking water of Household Water Treatment devices and general distribution network in Garmsar, which is under the control of the water safety plan.

Materials and Methods: A descriptive cross-sectional study administered in 6 regions and 41 cities of Garmsar city in spring and summer seasons in 2018. Chemical tests performed according to the standard methods for the examination of water and wastewater, general measurements were performed using the multi-tube fermentation method and counting of heterotrophic bacteria by pour plate method. The results analyzed by using Excel and SPSS software.

Results: The average values during two seasons were reported as: EC= 1507 (µS/cm), TDS= 786.8 (mg/L), F= 0.048 (mg/L), residual free chlorine= 0.67 (mg/L), pH=7.9, total coliform= 0.16 (MPN/100 mL), fecal coliform= 0.14 (MPN/100 mL) and HPC= 112 (CFU/mL). No significant difference found between the chemical and microbial parameters in the general distribution network and the output of the Household Water Treatment devices during the two seasons.

Conclusion: Household water treatment devices did not affect the microbial burden but caused a change in the amounts of some chemical parameters. Drinking water from the distribution network, with the proper application of the water safety plan, is of good quality.

Please cite this article as: Abolli S, Alimohammadi M, Zamanzadeh M, Yaghmaeian K, Yunesian M, Hadi M, et al. Survey of drinking water quality of household water treatment and public distribution network in Garmsar city, under the control of water safety plan. Iranian Journal of Health and Environment. 2019;12(3):477-88.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-13]