ORIGINAL ARTICLE

Heterotrophic Bacteria Count Index in Drinking Water and Possibility of Biofilm Formation in Household Drinking Water Treatment Devices in Sari, Iran

Fathollah Gholami-Borujeni[1,2],
Hamzeh Rahimi[3],
Masumeh Eslamifar[4],
Jamshid Yazdani Charati[2,5]

[1] Associate Professor, Department of Environmental Health Engendering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[2] Health Sciences Research Center, Addiction Institute, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[3] Assistant Professor, Department of Molecular Medicine, Biotechnology Research Center, Pasteur Institute of Iran, Tehran, Iran
[4] PhD Student in Microbiology, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[5] Professor, Department of Biostatistics, Health Sciences Research Center, Addiction Institute, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received August 11, 2020 ; Accepted December 9, 2020)

Abstract

Background and purpose: Household drinking water treatment devices are becoming commonplace to improve the quality of drinking water, remove odor, taste, turbidity and color, pathogenic organisms, toxic chemicals, organic matter, and carcinogenic pollutants. This study aimed at investigating the Heterotrophic plate count (HPC) in drinking water and possibility of biofilm formation in household drinking water treatment devices in sari, Iran.

Materials and methods: In a descriptive-analytical study, 100 samples were collected from the inlet and outlet reservoirs of urban drinking water distribution network and household water treatment systems according to the standard method in summer 2019. HPC culture was tested by spread plate method using R2A agar culture.

Results: Among the samples studied, HPC was 12% higher than the standard level in 25% of urban water samples and 4% higher than the standard level in 18% of home water treatment system samples. Low residual chlorine in network and effluent of treatment devices and presence of heterotrophic bacteria in these samples, reinforces the possibility of biofilm growth on the network system and devices. The study showed significant relationship between lifetime of the filters, HPC, and residual chlorine ($P<0.001$).

Conclusion: Presence of HPC in network and effluent samples of household drinking water treatment devices and low residual chlorine in samples increases the rate of biofilm formation in network and devices even by small amounts.

Keywords: heterotrophic bacteria, drinking water, household drinking water treatment devices, biofilm growth, Sari

J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 30 (192): 118-125 (Persian).

* **Corresponding Author: Fathollah Gholami-Borujeni -** Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran (E-mail: fa.gholami@mazums.ac.ir)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-09-02]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی ام شماره 192 دی سال 1399 (125-118)

شاخص باکتری های هتروترف در آب شهری و امکان رشد بیوفیلم در دستگاه های تصفیه آب خانگی شهر ساری

فتح ا.. غلامی بروجنی[1و2]
حمزه رحیمی[3]
معصومه اسلامی فر[4]
جمشید یزدانی چراتی[2و5]

چکیده

سابقه و هدف: استفاده از وسایل تصفیه آب خانگی جهت بهبود کیفیت آب آشامیدنی، حذف بو، مزه، کدورت، رنگ، ارگانیسم‌های بیماری‌زا، مواد شیمیایی سمی، مواد آلی و سرطان‌زا بسیار رواج یافته است. در این مطالعه به بررسی شاخص باکتری‌های هتروترف در آب شهری و امکان رشد بیوفیلم در دستگاه‌های تصفیه آب خانگی شهر ساری در سال 1398 پرداخته شد.

مواد و روش‌ها: در یک مطالعه توصیفی تحلیلی، تعداد 50 نمونه از (ورودی و خروجی) از شبکه توزیع آب شرب شهری و خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی ساری در فصل تابستان با روش استاندارد برداشت و مورد آزمایش HPC با روش (spread Plate(R2A Agar قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد 25 درصد (12 درصد بیش از حد استاندارد) از نمونه‌های آب شهری و 18 درصد از نمونه‌های خروجی سیستم تصفیه آب خانگی (4 درصد بیش از حد استاندار) HPC مثبت هستند. نتایج کاهش کلر باقیمانده در شبکه توزیع و خروجی دستگاه‌های تصفیه‌آب خانگی و وجود باکتری‌های هتروتروف در نمونه‌های مورد بررسی، احتمال رشد بیوفیلم در شبکه و همچنین بر روی فیلترهای دستگاه‌های مورد مطالعه را تقویت می‌کند. بر اساس نتایج مطالعه،ارتباط معنی‌داری بین مدت زمان کارکرد فیلترها، HPC و کلر باقیمانده وجود دارد (P <0/001).

استنتاج: وجود باکتری‌های هتروتروف در آب شهری و همچنین خروجی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی و کاهش کلر باقیمانده آب، احتمال رشد بیوفیلم در شبکه آبرسانی و سیستم های تصفیه آب خانگی را هرچند به‌صورت ناچیز افزایش می‌دهد.

واژه های کلیدی: باکتری‌های هتروترف، آب آشامیدنی، دستگاه تصفیه آب خانگی، رشد بیوفیلم، ساری

مقدمه

امروزه استفاده از وسایل تصفیه آب خانگی توسط عموم مردم جهت بهبود کیفیت آب آشامیدنی، حذف بو، مزه، کدورت و رنگ (آهن و منگنز، کلر)، ارگانیسم‌های بیماریزا (باکتری‌ها، ویروس‌ها، کیست

مولف مسئول: فتح الله غلامی - ساری: کیلومتر 17 جاده فرح آباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده بهداشت E-mail: fa.gholami@mazums.ac.ir
1. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
2. مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکده اعتیاد، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
3. استادیار، گروه پزشکی مولکولی، مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی، انستیتو پاستور ایران، تهران، ایران
4. دانشجوی دکترای میکروبیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
5. استاد، گروه آمار زیستی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکده اعتیاد، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
تاریخ دریافت : 1399/5/21 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : 1399/5/25 تاریخ تصویب : 1399/9/19

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-09-02]

تک یاخته‌ها) و مواد شیمیایی سمی (کادمیوم، کروم، جیوه و سرب)، مواد آلی واجد اهمیت بالقوه بهداشتی و تری کلرواتیلن، هیدروکربن‌ها، بنزن) بسیار رواج یافته است(2،1). این دستگاه‌ها را می‌توان در نقطه ورودی برای تصفیه کل آب خانه و یا در آشپزخانه برای تهیه مواد غذایی، مورد استفاده قرار داد(3). تصفیه آب بوسیله وسایل خانگی عموماً از طریق صافی کردن، جذب سطحی، تبادل یون، اسمز معکوس یا اشعه ماوراء بنفش انجام می‌شود(4). سیستم‌های تصفیه آب خانگی بر اساس نوع طراحی و داشتن بیش‌ترین پتانسیل جهت استفاده گسترده و مناسب بودن برای بهبود کیفیت آب خانگی موثر شناخته می‌شوند و به همین دلیل جزء سیستم‌های بسیار معمول تصفیه آب در نقطه مصرف به شمار می‌روند(5). معمولاً در این سیستم ها از فیلترهای حاوی کربن فعال به شکل دانه‌ای (GAC) یا پودری (PAC) استفاده می‌شود که در حذف ترکیبات آلی از آب موثر می‌باشند(6). برخی از مطالعات مانند مطالعه رجایی و همکارانش نشان می‌دهد به جهت تشکیل بیوفیلم در بستر (در سطح مشترک جامدات آب) موجب رشد و تکثیر مجموعه ناهمگون از میکروارگانیسم‌ها از جمله باکتری‌های هتروتروفیک و احتمالا حضور میکروارگانیسم‌های بیماریزا نظیر پسودوموناس آئروژینوزا در بستر می گردند(7). مطالعات متعددی این مسئله را تایید نمودند از جمله این مطالعات می‌توان به "بررسی تأثیر دستگاه‌های تصفیه آب خانگی بر کیفیت آب آشامیدنی شهر ایلام " اشاره نمود که نتایج مطالعه نشان داد که دستگاه تصفیه آب خانگی دارای اثرات منفی بر روی حذف باکتری‌های هتروتروف و کلی فرم مدفوعی بوده است، به‌گونه‌ای که تعداد ارگانیسم‌های هتروتروف و کلی فرم مدفوعی در نمونه‌های خروجی بیش‌تر از ورودی بود. در مطالعه انجام شده توسط یاری و همکاران در خصوص کیفیت میکروبی آب‌های تصفیه شده دستگاه‌های تصفیه آب خانگی به روش HPC که در شهر قم (1389) انجام شد، به‌طور متوسط تعداد HPC در نمونه‌های خروجی از دستگاه تصفیه آب، در 10 درصد موارد بیش از 500ml/cfu بوده است(9،8). علاوه بر این مقاومت میکروارگانیسم‌های بیوفیلم نسبت به گندزدایی با کلر افزایش یافته و لذا موجب رشد مجدد باکتری‌های شاخص (اندیکاتور) و باکتری‌های بیماری‌زا در سیستم‌های توزیع می گردد. این افزایش مقاومت ممکن است به علت مقاومت بیوفیلم در برابر انتشار، اثر حفاظتی مواد پلیمری خارج سلولی، انتخاب میکروارگانیسم‌های بیوفیلم واجد مقاومت افزایش یافته نسبت به گندزداها یا چسبیدن باکتری‌ها به سطوح بیولوژیکی (مثلاً سطوح جلبکی) و غیر بیولوژیکی (ذرات کربن فعال) باشد(10). باکتری‌های هتروتروف شامل مجموعه‌ایی ازباکتری‌های هوازی بی‌هوازی اختیاری است که به جز دو جنس آن (باسیلوس و میکروکوکوس) بقیه گرم منفی بوده و جنس‌های پروتئوس، انترو باکتر، آئرومونـاس، سیتروباکتر، سودوموناس، کلبسیلا، فلاووباکتریوم، سراتیا، موراکسلا، آلکالی ژنز و آسینتو باکتر متعلق به این گروه می‌باشد. برخی از اعضای این گروه شامل سودوموناس که به عنوان ارگانیسم مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها و برخی مانند کلبسیلا (عامل پنومونی) و فلاووباکتریوم (موجب بیماری مننژیت اطفال) از جمله پاتوژن‌های فرصت‌طلب می‌باشند که می‌توانند باعث ایجاد عفونت درجمعیت‌های خاص(نوزادان، بیماران و افراد مسن) شوند(12،11). از جمله مهم‌ترین باکتری‌هایی که توانایی تشکیل بیوفیلم را دارند می‌توان باکتری‌های گرم مثبت انتروکوکوس فکالیس، استافیلوکوکوس اورئوس، استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس، استرپتوکوکوس‌های گروه ویریدانس و باکتری‌های گرم منفی اشریشیاکلی، کلبسیلا پنومونیه، پروتئوس میرابیلیس و سودوموناس آئروژینوزا را نام برد. هر چند استفاده از روش شمارش باکتری‌های هتروتروف (HPC) به‌عنوان شاخص سلامت میکروبی در شبکه توزیع آب عمومی کم‌تر مورد توجه است، اما شمارش و تعیین مقدار این باکتری‌ها مشخص‌کننده چگونگی عملکرد و

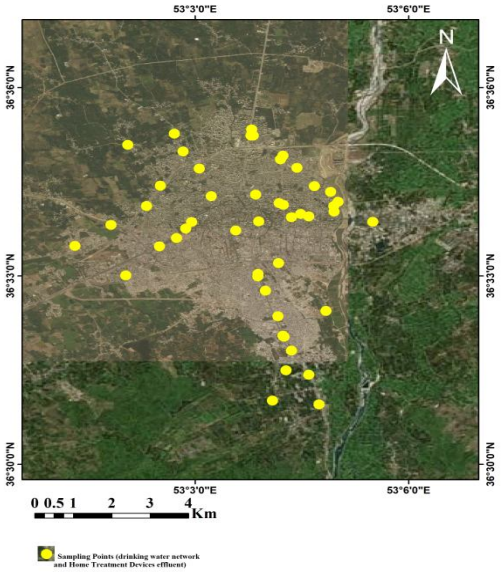
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-09-02]

شاخص کنترل فرایندهای تصفیه آب و تاسیسات شبکه توزیع آب محسوب می‌شود. بر اساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا شمارش HPC نباید از 500 ارگانیسم در هر میلی‌لیتر آب تجاوز نماید(13). واحدهای فیلتراسیون آب که مبتنی بر اسمز معکوس هستند ممکن است آبی حاوی شمارش باکتریایی تقریباً CFU 104-103 در میلی‌لیتر تولید نمایند. بر این اساس بعضی متخصصین معتقدند که استفاده از وسایل خانگی تصفیه آب دارای خطرات بهداشتی بالقوه‌ای است که باید توسط افراد مجرب حرفه‌ای و نه بوسیله مصرف‌کنندگان آموزش ندیده استفاده گردد(14،15). لذا این مطالعه با هدف تعیین باکتری‌های هتروتروف در سیستم‌های مورد استفاده در نقطه مصرف (Point of use) (دستگاه‌های تصفیه آب خانگی) در شهر ساری و شبکه توزیع آب شرب با استفاده از روش کشت میکروبی و مقایسه با استاندارد کیفیت آب شرب و همچنین بررسی ارتباط بین زمان کارکرد فیلترها و آلودگی میکروبی آب خروجی از دستگاه‌ها طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

در یک مطالعه توصیفی-تحلیلی به بررسی آلودگی میکروبی آب شرب شهری و دستگاه‌های تصفیه آب خانگی شهر ساری در سال 1398 پرداخته شد. برای انجام این مطالعه، تعداد 100 نمونه آب (شامل 50 نمونه ورودی و 50 نمونه خروجی) از شبکه توزیع و خروجی سیستم‌های تصفیه آب در نقطه مصرف سطح شهر ساری در فصل تابستان برداشت شد. حجم نمونه براساس رابطه $n=(z_{\alpha/2})^2 p(1-p)/d^2$ و با توجه به نتایج ابراهیمی و همکاران و با احتساب P برابر 67 درصد (درصد موارد آلوده)، Z(ضریب اطمینان 0/95) برابر 1/96 و d میزان دقت (برابر0/13) در نظر گرفته شد. با توجه به این‌که آب آشامیدنی شهر ساری توسط 27 حلقه چاه (حدود 70 درصد) و آب سد شهید رجایی (حدود 30 درصد) تامین می‌گردد، با استفاده از نقشه‌های موجود طرح آبرسانی و همچنین شبکه توزیع آب سعی شده است نمونه‌برداری به‌صورت سیستمیک از کلیه نقاط مصرف شهر که حاوی اطلاعات در مورد منبع تامین آب می‌باشد و توزیع مناسبی در نمونه‌گیری وجود داشته باشد، اجرا شود. محل‌های نمونه‌برداری در تصویر شماره 1 نشان داده شده است. اطلاعات مربوط به محل نمونه‌برداری، تاریخ، نوع دستگاه تصفیه، زمان تعویض فیلترها، میزان مصرف آب در روز و... در حین نمونه‌برداری یادداشت شد. سه دستگاه تصفیه در دانشکده به عنوان شاهد و تحت کنترل محقق مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به اینکه نحوه بهره‌برداری از دستگاه‌ها و نوع دستگاه بر روی کیفیت آب خروجی موثر می‌باشد، از دستگاه‌های تحت کنترل محقق در سه دستگاه تصفیه در دانشکده بهداشت واقع در مجتمع پیامبر اعظم استفاده شد و اثر زمان تعویض فیلترها (طول دوره کار فیلتر)، نوع دستگاه تصفیه (باتوجه به تنوع دستگاه‌های موجود در دانشکده)، و .... مورد بررسی قرار گرفت. سایر نمونه‌ها از سطح شهر و مجتمع ادارات دولتی در فصل تابستان برداشت شد. کلیه نمونه‌ها با رعایت زنجیره سرما به آزمایشگاه میکروبیولوژی آب دانشکده بهداشت انتقال و جهت آنالیز از نظر کیفیت میکروبی (شامل باکتری‌های هتروتروف و فاکتورهای فیزیکی شیمیایی (کلر باقیمانده، pH، کدورت و هدایت الکتریکی) با استفاده از روش استاندارد متد مورد بررسی قرار گرفت(16). برای شمارش باکتری‌های HPC در یک نمونه، از روش spread plate (محیط کشت R2A-Agar) استفاده شد(12). در این روش 0.5ml نمونه یا رقت‌های آن در سطح پلیت پخش شد. پس از طی زمان انکوباسیون (48 ساعت) کلنی‌هایی که در سطح پلیت ظاهر شدند، شمارش گردید(16). ارتباط بین زمان کارکرد فیلترها و آلودگی میکروبی و کلر باقیمانده با استفاده از آزمون آماری T-Test مورد بررسی قرار گرفت.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-09-02]



تصویر شماره 1: نقاط نمونه برداری آب شرب و دستگاه های تصفیه خانگی ساری

یافته ها

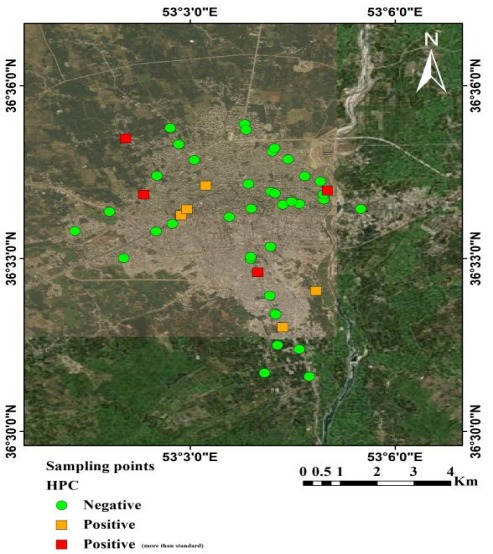
نتایج آزمایشات پارامتر های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های مورد بررسی در جدول شماره 1 آورده شده است.

جدول شماره 1: میانگین نتایج آنالیز اولیه فیزیکوشیمیایی کیفیت آب

نمونه	متغیر	میانگین ±انحراف معیار	کمترین	بیشترین
خروجی دستگاه تصفیه‌آب خانگی	pH	6/63 ± 0/93	5/1	7/99
	کلر آزاد باقیمانده (mg/l)	0/00 ± 0/02	0	0/4
	کدورت (NTU)	0/1 ±0/037	0/1	2
	هدایت الکتریکی (µs/cm)	186 ± 23	30	410
شبکه توزیع آب شهری (ورودی دستگاه)	pH	7/22 ± 0/14	3/96	7/4
	کلر آزاد باقیمانده (mg/l)	0/41 ± 0/8	0	1
	کدورت (NTU)	0/65 ±0/22	0/2	1/03
	هدایت الکتریکی (µs/cm)	832 ±33/7	740	900

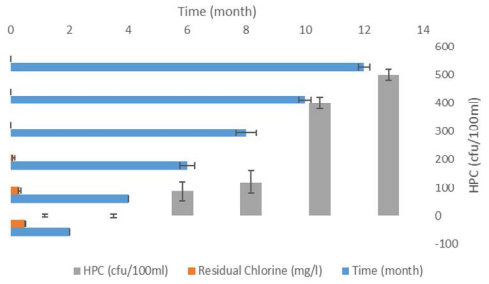
نتایج HPC در نمونه‌های آب شهری و دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در تصویر شماره 2 نشان داده شده است. طبق نتایج این مطالعه، 25 درصد از نمونه‌های آب شهری از نظر HPC مثبت بوده‌اند که 12 درصد نمونه‌ها بیش از حد استاندارد بوده است و همچنین 18 درصد از نمونه‌های خروجی سیستم تصفیه آب خانگی نیز مثبت بوده است که 4 درصد بیش از حد استاندارد HPC توصیه شده در استاندارد میکروبی آب شرب ایران بوده‌اند.

ارتباط بین آلودگی میکروبی باکتری‌های هتروتروف، مدت زمان کارکرد فیلترها و کلر باقیمانده در دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در تصویر شماره 3 نشان داده شده است. براساس نتایج آنالیز T-Test ارتباط معنی‌داری بین مدت زمان کار فیلترها و آلودگی میکروبی در نمونه‌ها وجود دارد(P =0/001) که می‌تواند احتمال رشد میکروبی در فیلترها را افزایش دهد. به منظور بررسی ارتباط بین مدت زمان کارکرد فیلترها و کلر باقیمانده که می‌تواند ارتباط غیرمستقیمی از رشد بیوفیلم بر روی فیلترها را نشان دهد، نتایج برگه مشخصات نمونه‌برداری مورد بررسی و آنالیز آزمون T-Test قرار گرفت. بررسی نتایج نشان داد مدت زمان کارکرد فیلترها در نمونه‌های برداشت شده در سطح شهر به دلیل نداشتن اعتبار از مطالعه حذف شدند و دستگاه‌های موجود در مجتمع به عنوان پایلوت برای تفسیر ارتباط بین مدت زمان تعویض فیلترها و پارامترهای کیفی آب استفاده شد. نتایج بین مدت زمان کار فیلترها و کاهش کلر باقیمانده در تصویر شماره 4 نشان داده شده است. بر اساس نتایج آنالیز T-Test ارتباط معنی‌داری بین مدت زمان کار فیلترها و کاهش کلر باقی‌مانده وجود دارد (P =0/001).

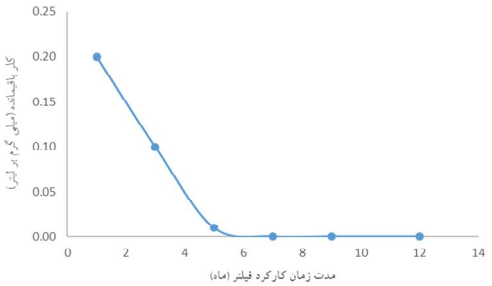


تصویر شماره 2: نتایج HPC در نمونه های آب شهری و دستگاه‌های تصفیه آب خانگی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-09-02]



تصویر شماره 3: ارتباط بین مدت زمان کارکرد فیلترها، HPC و کلر باقیمانده



تصویر شماره 4: ارتباط بین مدت زمان کارکرد فیلترها و کلر باقیمانده

بحث

کیفیت میکروبی آب جهت تامین سلامت مصرف‌کنندگان از اهمیت بالایی برخوردار است. طبق استاندارد کیفیت آب شرب ایران، حداکثر میزان باکتری‌های هتروتروف در آب شرب 500 cfu/ml توصیه شده است(17). نتایج این مطالعه نشان داد 25 درصد از نمونه‌های آب شهری از نظر HPC مثبت بوده‌اند که 12 درصد نمونه‌ها بیش از حد استاندارد بوده است و همچنین 18 درصد از نمونه‌های خروجی سیستم تصفیه آب خانگی نیز مثبت بوده است که 4 درصد بیش از حد استاندارد HPC برای آب شرب بوده‌اند.

بابایی و همکارانش در سال 1393 به بررسی کیفیت میکروبی آب خروجی از دستگاه‌های تصفیه آب شهر آبادان پرداختند. آن‌ها مشاهده کردند که 2 درصد مراکز تصفیه آب و 5 درصد مخازن سیار دارای آلودگی اشرشیاکلی هستند(18) و همچنین ابراهیمی و همکارانش نشان دادند که باکتری‌های کلی فرم مدفوعی در نمونه‌های ورودی منفی، ولی در نمونه‌های خروجی در دو مورد مثبت بود(17). نتایج آلودگی میکروبی دستگاه‌های تصفیه آب با نتایج حاضر همخوانی دارد. در مطالعه‌ای که توسط Daschner و همکارانش انجام شد در 24 فیلتر از 34 فیلتری که در منازل استفاده شده بود، شمارش باکتری‌های هتروتروف تا 6000 cfu/ml افزایش یافته و در 4 فیلتر از 6 فیلتر مورد مطالعه، شمارش باکتری‌های هتروتروف نسبت به آب شهری افزایش داشت، که رشد و تکثیر باکتری‌ها در فیلتر و در نتیجه تشکیل بیوفیلم‌ها را نشان داد و در برخی موارد شمارش کلنی‌ها در آب تصفیه شده بیش از 10000 برابر آب شهری بود(19). کاهش در کلر باقیمانده پس از تصفیه و وجود باکتری‌های هتروتروف در نمونه‌های خروجی از دستگاه‌ها احتمال رشد بیوفیلم بر روی فیلترهای دستگاه‌های مورد مطالعه را تقویت می‌کند. نتایج این مطالعه نشان داد ارتباط معنی داری بین مدت زمان کارکرد فیلترها، HPC و کلر باقیمانده وجود دارد. این پژوهش نشان داد که احتمال وجود رشد ارگانیسم در سیستم‌های تصفیه آب خانگی و کاهش کلر باقیمانده در بعد از دستگاه‌های تصفیه نسبت به قبل نشان‌دهنده وجود آلودگی هرچند به‌صورت ناچیز می‌باشد. همچنین هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری بین نوع دستگاه تصفیه و آلودگی میکروبی وجود نداشت ($P<0/001$). بر اساس این مطالعه، فیلترها (3 فیلتر اولیه و 3 فیلتر تصفیه پیشرفته) و مخازن ذخیره (که به نام مخزن هوا شناخته می‌شود) دستگاه‌های تصفیه آب خانگی به دلیل حذف کلر باقی‌مانده و تجمع مواد آلی، محیط مناسبی برای رشد باکتری‌ها (بیماری‌زا و غیر بیماری‌زا) و تشکیل بیوفیلم بوده و می‌تواند در بعضی مواقع مشکلات بهداشتی و بیماری‌زایی را در افراد خاص به دنبال داشته باشد. این دستگاه‌ها برای مدت زمان معینی پس از تعویض فیلترها می‌توانند آب بدون آلودگی میکروبی تولید کنند ولی با گذشت زمان از کارکرد فیلترها و همچنین در اثر تجمع مواد آلی بر روی فیلترها، سبب ایجاد شرایط مناسب

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-09-02]

رشد مجدد باکتری‌ها و ایجاد بیوفیلم می‌شوند که تابعی از سرعت فیلتراسیون، درجه حرارت، نوع و باقیمانده گندزدا، میزان کربن آلی قابل جذب توسط باکتری‌ها می‌باشد. غشاهای موجود در دستگاه‌های تصفیه آب خانگی بسته به کیفیت غشاها، جنس و خصوصیات هیدرودینامیکی و شیمیایی آب ممکن است توسط مواد آلی و رسوبات معدنی، کلوئیدها، باکتری‌ها و اکسیدهای فلزی دچار گرفتگی شده و یا توسط کلر آزاد اکسید شده و کارایی خود را از دست بدهند و دچار گرفتگی غشائی شوند(20). آموزش مصرف‌کنندگان در خصوص زمان تعویض فیلترها دستگاه‌های تصفیه آب خانگی بسته به میزان مصرف آب و زمان کارکرد فیلتر از اهمیت بالایی در جهت کاهش ریسک رشد میکروبی و آلودگی ثانویه در این نوع دستگاه‌ها برخوردار است. اندازه‌گیری بیوفیلم‌ها بر روی فیلترهای مصرفی در مدت زمان کارکردهای مختلف می‌تواند در پژوهش‌های بعدی مورد توجه محققین قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران (کد اخلاق IR.MAZUMS.REC.1398.927) می‌باشد. نویسندگان مقاله بدینوسیله از آن معاونت محترم تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

1. Makutsa P, Nzaku K, Ogutu P, Barasa P, Ombeki S, Mwaki A, et al. Challenges in implementing a point-of-use water quality intervention in rural Kenya. Am J Public Health 2001; 91(10): 1571-1573.
2. Bitton G. Microbiology of drinking water production and distribution. Wiley Online Library 2014.
3. Masoumi S, Haghkhah M, Mehrabani D, Ghasempour H, Esmaeelnejad Z, Ghafari N, etal. Quality of Drinking Water of Household Filter Systems in Shiraz, Southern Iran. Middle-East Journal of Scientific Research 2013; 17(3): 270-274 (Persian).
4. Farhadkhani M, Nikaeen M, Adergani BA, Hatamzadeh M, Nabavi BF, Hassanzadeh A. Assessment of Drinking Water Quality from Bottled Water Coolers. Iran J Public Health 2014; 43(5): 674-681 (Persian).
5. Butler E, Silva A, Horton K, Rom Z, Chwatko M, Havasov A, et al. Point of use water treatment with forward osmosis for emergency relief. Desalination 2013; 312: 23-30.
6. Zazouli MA, Kalankesh LR. Removal of precursors and disinfection by-products (DBPs) by membrane filtration from water; a review. Journal of Environmental Health Science and Engineering 2017; 15(1): 25.
7. 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. Arak Medical University Journal 2013; 16(3): 26-36 (Persian).
8. 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 Enginering 2017; 5(1): 57-64 (Persian).
9. Yari AR, Safdari M, Hadadian L, Baba khani MH. The Physical, Chemical and Microbial Quality of Treated Water In Qom's Desalination Plants. Qom Univ Med Sci J 2007; 1(1): 45-54 (Persian).
10. Barbeau J. Waterborne biofilms and dentistry:

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-09-02]

the changing face of infection control. J Can Dent Assoc 2000; 66(10): 539-541.

11. Pavlov D, De Wet C, Grabow W, Ehlers M. Potentially pathogenic features of heterotrophic plate count bacteria isolated from treated and untreated drinking water. Int J Food Microbiol 2004; 92(3): 275-287.
12. Zazouli MA, Safarpour Ghadi M, Veisi A, Habibkhani P. Bacterial contamination in bottled water and drinking water distribution network in Semnan, 2012. Journal of Mazandaran Univ Med Sci 2013; 22(1): 151-159 (Persian).
13. Barrell R, Hunter P, Nichols G. Microbiological standards for water and their relationship to health risk. Commun Dis Public Health 2000; 3(1): 8-13.
14. Bitton G. Wastewater microbiology: John Wiley & Sons; 2005.
15. Lautenschlager K, Boon N, Wang Y, Egli T, Hammes F. Overnight stagnation of drinking water in household taps induces microbial growth and changes in community composition. Water Res 2010; 44(17): 4868-4877.
16. APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22th ed. Washington, D. C.: American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation; 2005.
17. 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 (Persian).
18. 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. Journal of Ilam University of Medical Sciences 2014; 22(4): 132-140 (Persian).
19. Daschner F, Rüden H, Simon R, Clotten J. Microbiological contamination of drinking water in a commercial household water filter system. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 1996; 15(3): 233-237.
20. Zazouli MA, Nasseri S, Ulbricht M. Fouling effects of humic and alginic acids in nanofiltration and influence of solution composition. Desalination 2010; 250(2): 688-692.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-09-02]