

Original article

Assessment of Household Water Purification Devices Performance and Quality of Distribution Network Water: A Case Study of Bargeh Village

Yousef Dadban Shahamat¹, Ali Shahriari², Maryam Shafipour³, Zahra Faghih⁴, Zohreh Moghiseh^{5*}

1. Associate Professor, Environmental Health Research Centre, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran
2. Associate Professor, Environmental Health Research Centre, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran
3. Staff, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran
4. B. Sc student, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran
5. Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Shoushtar Faculty of Medical Sciences, Shoushtar, Iran

Article Info.

Received: 06- Jun- 2025

Accepted: 01- Jul- 2025

Abstract

Background and Aims: Access to safe drinking water in rural areas such as Bargeh (Miandorud County, Mazandaran) is a serious challenge. This study was conducted to evaluate the impact of household water purification systems on drinking water quality.

Materials and Methods: In a descriptive cross-sectional study conducted in 2022, 38 water samples were collected from the distribution network, household purification devices, and a local spring. Chemical parameters (pH, residual chlorine, TDS, EC, turbidity) and microbial parameters (total coliform, fecal coliform, heterotrophic bacteria) were examined according to national standards. The resulting data were analyzed using SPSS version 22 and Excel software, applying Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests for normality and Spearman correlation for associations.

Result: The results showed that microbial contamination in the output water of household purification devices and the distribution network exceeded permissible limits. The total coliform and fecal coliform counts in treated water samples surpassed the standard with MPN/100mL values of 94.9 and 5.7, respectively. The microbial quality of the spring water was also assessed as unsuitable, with mean total coliform, fecal coliform, and heterotrophic bacteria counts of 94.9 MPN/100mL, 25.9 MPN/100mL, and 1000 cfu/mL, respectively. The pH of tap water was within the standard range, but the pH measured at the output of purification devices was lower than the optimal value (pH = 6.9). The heterotrophic bacterial count in household purified water samples (218.96 cfu/mL) was higher than that in distribution network samples (57.1 cfu/mL).

Conclusion: Household purification systems not only failed to reduce microbial contamination but, in some cases, exacerbated chemical issues such as lowering pH. This study emphasizes the necessity of continuous monitoring of water sources by responsible authorities, reassessment of the efficiency of existing purification devices, and educating local communities about water hygiene management to prevent waterborne diseases.

Keywords: Coliform, home treatment, Microbiological quality, Miandorud, Rural water sources

* **Corresponding Author:** Zohreh Moghiseh. Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Shoushtar Faculty of Medical Sciences, Shoushtar, Iran. E-mail: zmoqise@yahoo.com

How to Cite: Dadban Shahamat Y, Shahriari A, Shafipour M, Faghih Z, Moghiseh Z., Assessment of Household Water Purification Devices Performance and Quality of Distribution Network Water: A Case Study of Bargeh Village. *Journal of Student Research Committee Sabzevar University of Medical Sciences*, 2025;30(3): 26-43.

مقاله پژوهشی

بررسی عملکرد دستگاه‌های تصفیه خانگی و کیفیت آب شبکه توزیع: مطالعه موردی روستای برگه

یوسف دادبان شهامت^۱، علی شهریاری^۲، مریم شفیعی پور^۳، زهرا فقیه^۲، زهره مقیسه^{۴*}

۱. دانشیار، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران
۲. کارمند، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران
۴. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی شوشتر، شوشتر، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰

چکیده

مقدمه و اهداف: دسترسی به آب سالم در مناطق روستایی مانند برگه (شهرستان میاندورود، مازندران) چالشی جدی است. این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر سامانه‌های تصفیه خانگی بر کیفیت آب آشامیدنی انجام شد.

مواد و روش‌ها: در مطالعه‌ای توصیفی-مقطعی در سال ۱۴۰۱، ۳۸ نمونه آب از شبکه توزیع، دستگاه‌های تصفیه خانگی و چشمه محلی جمع‌آوری و پارامترهای شیمیایی (pH، کلر باقیمانده، EC، TDS، کدورت) و میکروبی (کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی، باکتری‌های هتروتروف) بر اساس استانداردهای ملی بررسی شدند. سپس داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SPSS۲۲ و اکسل و آزمون آماری کولموگراف اسمیرنوف و شاپیرو ویلک و همبستگی اسپیرمن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج: نتایج نشان داد که آلودگی میکروبی در آب خروجی دستگاه‌های تصفیه خانگی و شبکه توزیع بالاتر از حد مجاز بود. میزان کل کلیفرم و مدفوعی با مقدار ۹۴/۹ MPN/100cc و ۵/۷ MPN/100cc در نمونه‌های آب تصفیه‌شده از استاندارد فراتر رفت. کیفیت میکروبی آب چشمه با میانگین کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی و باکتری هتروتروف به ترتیب برابر با ۹۴/۹ MPN/100cc، ۲۵/۹ MPN/100cc و cfu/mL ۱۰۰۰ نیز نامناسب ارزیابی شد. مقدار pH آب لوله‌کشی استاندارد بود، اما در خروجی دستگاه‌های تصفیه کمتر از حد مطلوب (pH=۶/۹) ثبت شد. شمار باکتری‌های هتروتروف در نمونه‌های آب تصفیه خانگی (۲۱۸/۹۶ cfu/mL) بیشتر از نمونه‌های شبکه توزیع (۵۷/۱ cfu/mL) گزارش شد.

نتیجه‌گیری: سامانه‌های تصفیه خانگی نه تنها نتوانستند آلودگی میکروبی را کاهش دهند، بلکه در برخی موارد باعث تشدید مشکلات شیمیایی (مانند کاهش pH) شدند. این مطالعه لزوم پایش مستمر منابع آب توسط نهادهای مسئول، بازنگری در کارایی دستگاه‌های تصفیه موجود و آموزش جوامع محلی درباره مدیریت بهداشت آب را برای پیشگیری از بیماری‌های منتقله از آب تأکید می‌کند.

کلیدواژگان: تصفیه خانگی، کلیفرم، کیفیت میکروبی، منابع آبی روستایی، میاندورود

نویسنده مسئول: زهره مقیسه، استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی شوشتر، شوشتر، ایران، zmoqise@yahoo.com

استناد به مقاله: دادبان شهامت یوسف، شهریاری علی، شفیعی پور مریم، فقیه زهرا، مقیسه زهره، بررسی عملکرد دستگاه‌های تصفیه خانگی و کیفیت آب شبکه توزیع: مطالعه موردی روستای برگه، مجله کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، پاییز ۱۴۰۴، دوره ۳۰، شماره ۳، صفحات: ۴۳-۲۶.

مقدمه

و کمبود منابع مالی برای اجرای به هنگام طرح‌ها از دیگر موانع توسعه در بخش آب‌رسانی روستاها است (۵). مهم‌ترین عامل تشخیص پاک بودن آب عامل میکروبی و در درجه بعد عامل فیزیکی و شیمیایی آن است. به دلیل نیاز به وقت و هزینه زیاد برای تجزیه و تحلیل تمامی این پاتوژن‌ها، جهت بررسی کیفیت میکروبی آب تنها ارگانیسم‌های شاخص یا اندیکاتور بررسی می‌شود (۶). ارگانیسم‌های اندیکاتور مانند کل کلیفرمها و کلیفرم مدفوعی بیشترین کاربرد را در تعیین کیفیت میکروبی آب آشامیدنی دارند (۱). باین حال امروزه شمارش باکتری‌های هتروتروف به روش بشقابی با شاخص HPC، ازجمله شاخص‌هایی است که به عنوان مکمل شاخص کلیفرم در کنترل کیفی آب موردتوجه قرار گرفته است (۷). همان‌طور آزمون‌های میکروبی بر روی آب آشامیدنی نواحی روستایی شهرستان سنج نشان داد که آب ۷/۷ درصد در دسترس جمعیت این نواحی به کل کلیفرم آلوده هستند (۴). وضعیت روستاهای تحت پوشش شهرستان مراوه تپه از لحاظ آلودگی مدفوعی خوب است. ولی برای روستاهای غیرتحت پوشش شرایط نامناسبی حاکم است؛ و به‌طور کلی کیفیت میکروبی آب آشامیدنی کل روستاها از شاخص میکروبی سازمان جهانی بهداشت و استاندارد کشور پایین است (۱). در بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب آشامیدنی مناطق روستایی بخش مرکزی شهرستان بویراحمد بر اساس آنالیز آزمایش‌ها مشخص گردید که در ۱۰۰ درصد موارد، میانگین غلظت پارامترهای شیمیایی (به جز کلر باقیمانده و فلوراید) و میکروبی (فیکال کلیفرم) اندازه‌گیری شده در محدوده استاندارد، ولی ۲۴ درصد از موارد میکروبی اندازه‌گیری شده حاوی کلیفرم بود (۵).

فناوری‌های متداول مورد استفاده برای گندزدایی آب آشامیدنی (ازن زنی، کلرزنی، تابش با لامپ‌های فرابنفش) به تجهیزات پیچیده، سرمایه‌گذاری زیاد و اپراتور ماهر نیاز دارند. بنابراین در کشورهایی

آب یکی از حیاتی‌ترین مواد موجود در کره خاکی است. کمبود منابع آبی به عنوان یکی از حیاتی‌ترین اهرم‌ها، زندگی انسان، گیاهان و جانوران را در بسیاری از کشورها، ازجمله کشور ما مورد تهدید قرار داده است و به عنوان یکی از تنگناهای توسعه اقتصادی و کشاورزی محسوب می‌شود (۱). آب آشامیدنی ایده‌آل باید شفاف، بدون بو و مزه، پایدار (موجب خوردگی یا رسوب‌گذاری نشود) عاری از ارگانیسم‌های بیماری‌زا و دیگر ترکیبات مضر باشد (۲). بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی ۱/۱ میلیارد نفر در سال به منابع آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند (۳).

دسترسی به منابع آب آشامیدنی سالم در بسیاری از کشورهای دنیا به خصوص در نواحی روستایی مسئله‌ای مهم است. در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در زمینه کیفیت آب آشامیدنی مناطق خاصی از ایران صورت گرفته است. گزارشی از کیفیت میکروبی آب شرب روستایی کشور ارائه گردید که بر اساس آن شاخص کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستایی ایران از نقطه نظر فقدان باکتری شاخص اشرشیاکلی ۹۳/۰۷ درصد بود (۴). محیط روستایی در ایران به دلیل ویژگی‌های متمایز اکولوژیکی از ساختارهای فضایی متنوعی برخوردار است. عواملی هم چون آب‌وهوا، شرایط اقلیمی، پستی و بلندی‌ها، وضعیت فیزیکی زمین، منابع آب و سایر عوامل طبیعی در شکل‌گیری فضاهای روستایی و استقرار آبادی‌ها بسیار مؤثر بوده‌اند. پراکندگی روستاها از نظر توزیع غیر همگون جغرافیایی و فاصله مکانی واحدهای مسکونی، تأمین-توزیع و پایش کیفیت آب در روستاها را با مشکل روبرو ساخته است. شبکه‌های آب‌رسانی و سامانه‌های گندزدایی در روستاها اغلب شاخه‌ای و فرسوده می‌باشند و عدم مراقبت صحیح از آن‌ها با توجه به بافت روستاها، نزدیکی دام و انسان، پراکندگی فضولات در محیط و پایین بودن سطح بهداشت عمومی باعث تقلیل کیفیت آب می‌شود. کمبود و یا فقدان نیروی انسانی مجرب و کارآمد

تصفیه آب خانگی و نیز عملکرد ارگان‌های مسئول در این زمینه را نشان دهد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی-مقطعی در سال ۱۴۰۱ در روستای برگه شهرستان میاندورود استان مازندران انجام شد. موقعیت این روستا برحسب طول و عرض جغرافیایی در مدار ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و ۵۳ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی قرار دارد و دارای جمعیتی بالغ بر ۱۴۴۷ نفر بوده و در ارتفاع ۱۲ متر از سطح دریا قرار دارد. به دلیل عدم رضایت اهالی روستا از کیفیت آب آن از لحاظ ظاهری و مزه، گروهی از تصفیه آب خانگی استفاده می‌کنند و گروهی دیگر از چشمه روستا آب آشامیدنی خود را تأمین می‌کنند. منبع تأمین آب آشامیدنی این روستا از چاه شهرستان نکا که در ۲۲ کیلومتری آن واقع شده است، به صورت سیستم لوله‌کشی با فشارقوی یا پمپاژ فرستاده می‌شود. برای نمونه‌برداری اوسا را به سه دسته قسمت ابتدایی، میانی و انتهایی تقسیم‌بندی کردیم و به صورت تصادفی در هر قسمت از شیر برداشت اصلی و خروجی تصفیه خانگی پنج‌خانه و از قسمت میانی به دلیل تراکم جمعیت بیشتر، از ۷ خانه نمونه‌گیری انجام شد. با توجه به اینکه گروهی از اهالی روستا آب آشامیدنی خود را از چشمه اوسا تأمین می‌کنند به همین دلیل از چشمه اوسا نیز در ۴ مرحله نمونه‌برداری انجام شد (شکل ۱). با توجه به پروتکل موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی کشور در تعیین حداقل تعداد نمونه لازم برای تعیین میانگین تعداد میکروارگانیسم‌ها در آب با سطح اطمینان ۹۵٪ مقدار ۱۲ نمونه برای جمعیت کمتر از ۵۰۰۰ نفر تعیین شده است که با توجه محل‌های مختلف، ۳۸ نمونه تعیین شده است (۱۰).

در حال توسعه، به روش‌های گندزدایی که به سادگی قابل استفاده هستند، نیاز است. گندزدایی آب گام بسیار مهمی در پیش‌گیری از بیماری‌های منتقله از آب دارد، ولی از جنبه‌های دیگر با تأثیر در چرخه آب، تصفیه و چرخه توزیع، آب آشامیدنی ورودی به خانه را تحت شعاع قرار می‌دهد (۸).

سامانه‌های تصفیه آب خانگی (POU) در سال‌های اخیر جزء وسایل معمولی و روزمره خانواده‌ها قرار گرفته است. این سامانه‌های تصفیه آب دارای قابلیت و کارایی متفاوت هستند. به طوری که می‌توانند به عنوان تضمین‌کننده سلامت و بهداشت انسان از مخاطرات جدی مطرح باشند و یا اینکه فقط به عنوان یک وسیله روتین آشپزخانه صرفاً برای بهبود وضع ظاهر و طعم و بوی آب مورد استفاده قرار گیرند، از طرفی در برخی مواقع خود سبب آلودگی آب آشامیدنی می‌شوند. اکثر دستگاه‌های تصفیه خانگی که به صورت تجاری در دسترس اند از غشاهای اسمز معکوس به عنوان یک روش کلیدی و مؤثر در تصفیه آب بهره می‌برند (۹).

دستگاه‌های POU معمولاً طیف وسیعی از دستگاه‌های تصفیه را برای حذف آلاینده‌ها از آب آشامیدنی استفاده می‌کنند که شامل جذب سطحی، تبادل یونی، فیلتراسیون غشایی، تقطیر و گندزدایی خورشیدی، کلرzeni، ازن زنی، افزودن نمک نقره و لامپ‌های UV است (۲).

آنچه در مدیریت تأمین آب آشامیدنی قابل توجه است، کنترل کیفیت و جلوگیری از بروز بیماری‌های منتقل‌شونده توسط آب است. به همین منظور بررسی کیفیت میکروبی و فیزیکوشیمیایی آب آشامیدنی روستای برگه شهرستان میاندورود می‌تواند وضع کیفی آب آشامیدنی این روستا را در منابع آب و همچنین واحدهای





شکل ۱. نقاط نمونه‌برداری آب آشامیدنی در روستای برگه شهرستان میانرود

اساس واحد نفلومتری انجام و هدایت الکتریکی نیز با دستگاه هدایت سنج، مدل CO ۱۵۰ انجام شد (۳). تمام آزمایش‌های شیمیایی بر اساس کتاب استاندارد متد انجام شد (۱۱). به منظور انجام آزمایش‌های میکروبی و کلر آزاد باقیمانده، نمونه‌برداری از بطری دهان‌گشاد شیشه‌ای به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر که قبلاً استریل شده و درپوش آن به وسیله ورقه آلومینیومی استریل پوشیده شده استفاده می‌گردد. در شرایط استاندارد نمونه‌ها را در یخدان قرار می‌دهیم و طی مدت زمان حداکثر ۶ ساعت به آزمایشگاه شهرستان منتقل و آزمایش‌های لازم بر روی نمونه‌ها صورت گرفت.

۳/۲. آنالیز آماری

برای تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده از آزمون‌های آماری در نرم‌افزار SPSS۲۲ و اکسل استفاده و در نهایت میانگین نتایج حاصله با استاندارد ملی تحقیقات ایران مقایسه شد. نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگراف اسمیرنوف و شاپیرو ویلک بررسی شد. برای بررسی روابط بین پارامترهای کیفی آب از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد.

۱/۲. آزمایش‌های میکروبی

آزمایش‌های میکروبی HPC، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی طبق روش استاندارد انجام شدند. جهت آزمایش HPC، محیط کشت R۲A در دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ ساعت استفاده شد و سپس کلنی‌های تشکیل شده بر سطح آگار با استفاده از دستگاه کلنی کانتر مدل Scan ۱۰۰ Interscience ساخت کشور فرانسه شمارش شد و به صورت واحد کلنی در میلی‌متر (CFU/ml) گزارش و سنجش باکتری‌های کلی فرم کل و مدفوعی نیز طبق روش تخمیر چند لوله‌ای بر اساس استاندارد شماره ۳۷۶۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام و نتایج به صورت MPN/100 ml گزارش شدند (۸).

۲/۲. آزمایش‌های شیمیایی

مقدار pH و کلر آزاد باقیمانده در محل نمونه‌برداری سنجش و به این منظور جهت سنجش pH از کیت pH سنج و معرف فنول رد و جهت سنجش کلر آزاد باقیمانده نیز از کیت کلر سنج با معرف DPD استفاده شد (۸). اندازه‌گیری کدورت با دستگاه کدورت سنج "HaNNA" مدل ۲۱۰۰ بر



یافته‌ها

بعد از برداشت نمونه از نقاط مشخص شده و انجام آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی بر روی نمونه‌های آب، جدول ۱ وضعیت و میانگین غلظت ویژگی‌های مختلف در نمونه‌های آب را در محل، خطوط شبکه توزیع و دستگاه تصفیه خانگی نشان داده است. سپس این داده‌ها با استاندارد ملی ایران مقایسه شد که در شکل ۲ آورده شده است. همان‌طور در جدول ۱ مشاهده می‌شود مقدار pH (pH=6/9)، کلر آزاد باقیمانده ($<0/5 \text{ mg L}^{-1}$)، هدایت الکتریکی (EC) ($138/03 \text{ mg L}^{-1}$)، کل جامدات محلول (TDS) ($<1000 \text{ mg L}^{-1}$)، کدورت در نمونه آب تصفیه‌شده خانگی نسبت به نمونه آب‌لوله‌کشی شده در روستا کاهش یافت. درحالی‌که مقدار باکتری‌های هتروتروف، کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی در نمونه آب تصفیه‌شده خانگی نسبت به

نمونه آب‌لوله‌کشی شده در روستا افزایش یافت. علاوه، مقدار کلر آزاد باقیمانده، کدورت چشمه نسبت به هر دو نمونه‌های آب‌لوله‌کشی و تصفیه خانگی مورد استفاده در روستا کمتر مشاهده شد؛ اما مقدار باکتری‌های هتروتروف و کل کلیفرم‌ها و کلیفرم مدفوعی در منبع آبی بیشتر از نمونه‌های آب‌لوله‌کشی شده و تصفیه خانگی مشاهده شد. مقدار TDS در آب چشمه کمتر از آب‌لوله‌کشی روستا و بیشتر از آب تصفیه خانگی موردسنجش قرار گرفت؛ اما مقدار هدایت الکتریکی آب چشمه ($10/29 \pm 728/6 \text{ } \mu\text{S/cm}$) در مقایسه با آب‌لوله‌کشی شده در روستا و آب تصفیه خانگی به ترتیب کمتر و بیشتر مشاهده شد. طبق جدول ۱، مقدار کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی و باکتری‌های هتروتروف در نمونه آب‌های تصفیه خانگی بیشتر از آب‌لوله‌کشی شده در روستا مشاهده شد اما این نتایج میکروبی در چشمه بیشتر از نمونه‌های آب برداشت‌شده در نقاط مختلف بود.

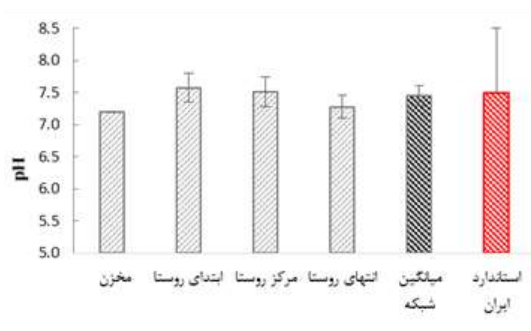
جدول ۱. بررسی وضعیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی منبع و شبکه آب روستا

محل	شماره نمونه	pH	Cl2 (ppm)	EC ($\mu\text{S/cm}$)	TDS (mg/L)	کدورت (NTU)	HPC (cfu/mL)	توتال کلیفرم MPN	کلیفرم مدفوعی MPN
مخزن	۴	۷/۲	۰	۷۳۷	۳۵۹	۰	۱۰۰۰	۹۴/۹۱	۲۵/۸۹
	۳	۷/۲	۰/۰۵	۷۱۶	۳۴۹	۰	۱۰۰۰	۹۴/۹۱	۲۵/۸۹
	۲	۷/۲	۰	۷۳۷	۳۵۹	۰	۱۰۰۰	۹۴/۹۱	۲۵/۸۹
	۱	۷/۲	۰/۰۵	۷۱۶	۳۴۹	۰	۱۰۰۰	۹۴/۹۱	۲۵/۸۹
میانگین		۷/۲	۰/۰۳	۷۲۶/۵	۳۵۴	۰	۱۰۰۰	۹۴/۹۱	۲۵/۹
انحراف از معیار		۰	۰/۰۳	۱۲/۱	۵/۸	۰	۰	۰	۰
ابتدای محل آب شیر	۵	۷/۲	۰/۳	۱۶۹۲	۸۵۴	۲/۶	۱۰	۰	۰
	۴	۷/۷	۰/۱	۹۵۳	۴۷۶	۱/۲۷	۴۵	۷۵/۹۹	۲۸/۶
	۳	۷/۸	۰/۳	۹۴۸	۴۶۴	۱/۳۴	۱۷۳	۹۴/۹	۰
	۲	۷/۶	۰/۱	۹۶۸	۴۷۵	۰/۷	۸۴	۰	۰
	۱	۷/۶	۰/۳	۹۵۱	۴۶۶	۴	۲۳	۲۸/۶	۰
میانگین		۷/۶	۰/۲	۱۱۰۲/۴	۵۴۷	۲	۶۷	۳۹/۹	۵/۷
انحراف از معیار		۰/۲	۰/۱	۳۲۹/۷	۱۷۱/۷	۱/۳	۶۵/۶	۴۳/۷	۱۲/۸
میان محل آب شیر	۷	۷/۲	۰/۰۵	۹۳۷	۴۵۹	۰/۳۶	۴۰۰	۳/۰۴	۰
	۶	۷/۲	۰/۶	۱۷۳۰	۸۶۴	۲/۴۷	۱	۰	۰
	۵	۷/۶	۰/۱	۹۸۴	۴۸۳	۰/۴۹	۳	۲۸/۶	۳/۵
	۴	۷/۶	۰/۳	۱۷۲۷	۸۶۳	۰/۳۶	۰	۰	۰
	۳	۷/۸	۰/۰۵	۹۵۹	۴۷۰	۱/۶۲	۳۰۰	۹۴/۹	۰

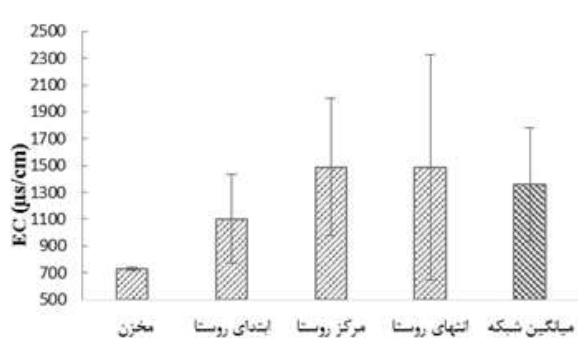
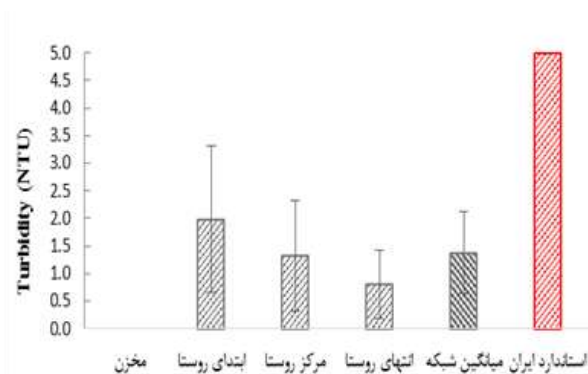
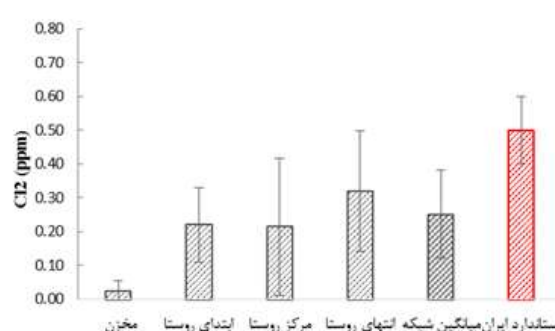
محل	شماره نمونه	pH	Cl ₂ (ppm)	EC (μS/cm)	TDS (mg/L)	کدورت (NTU)	HPC (cfu/mL)	توتال کلیفرم MPN	کلیفرم مدفوعی MPN
	۲	۷/۶	۰/۳	۱۹۷۹	۱۰۱۵	۲/۷۸	۰	۰	۰
	1	۷/۶	۰/۱	۲۱۰۰	۱۰۰۹	۱/۲	۰	۰	۰
میانگین		۷/۵	۰/۲	۱۴۸۸	۷۳۷/۶	۱/۳	۱۰۰/۶	۱۸/۱	۰/۵
انحراف از معیار		۰/۲	۰/۲	۵۱۱/۳	۲۵۷	۱	۱۷۲/۸	۳۵/۵	۱/۳
انتهای محل آب شیر	۵	۷/۲	۰/۳	۲/۰۴	۱۰۲۳	۰/۲۷	۱	۰	۰
	۴	۷/۲	۰/۳	۱۹۹۰	۹۹۹	۰/۸۹	۶	۰	۰
	۳	۷/۲	۰/۳	۱۹۹۷	۱۰۰۳	۰/۴۱	۱	۰	۰
	۲	۷/۲	۰/۱	۱۷۱۹	۸۵۸	۰/۶	۴	۰	۰
	۱	۷/۶	۰/۶	۱۷۱۹	۸۵۸	۱/۸۵	۶	۳/۰۴	۰
میانگین		۷/۳	۰/۳	۱۴۸۵/۴	۹۴۸/۲	۰/۸	۳/۶	۰/۶	۰
انحراف از معیار		۰/۲	۰/۲	۸۴۰/۵	۸۲/۸	۰/۶	۲/۵	۱/۴	۰
ابتدای محل آب تصفیه فیلتر	۵	۶/۸	۰/۰۵	۹۶/۱	۴۵/۶	۰/۲	۳۰۰	۱۰۰۰	۲۸/۶
	۴	۶/۸	۰/۰۵	۵۲/۱	۲۴/۴	۰/۰۲	۱۴۰	۲۸/۶	۹/۵
	۳	۷/۲	۰/۱	۱۴۵	۷۲/۵	۰/۳	۲۷۴	۷۱/۷۴	۲۴/۹
	۲	۶/۸	۰/۰۵	۱۷۲	۸۲/۱	۰/۵۹	۱۱۰	۷۵/۹۹	۰
	۱	۶/۸	۰/۱	۶۴/۵	۳۰/۴	۰/۶۷	۶۵	۰	۰
میانگین		۶/۹	۰/۰۷	۱۰۵/۹	۵۱	۰/۴	۱۷۷/۸	۲۳۵/۳	۱۲/۶
انحراف از معیار		۰/۲	۰/۰۲	۵۱/۵	۲۵/۴	۰/۳	۱۰۳/۶	۴۲۸/۷	۱۳/۶
میان محل آب تصفیه فیلتر	۷	۶/۸	۰/۰۵	۷۷/۴	۳۶/۶	۰/۵۵	۱۵۰	۳۸/۱۶	۰
	۶	۶/۸	۰/۰۵	۵۲/۹	۲۴/۸	۰/۱۴	۳۹	۲۷۱/۲	۹/۵
	۵	۷/۲	۰/۰۵	۱۵۰/۷	۷۱/۹	۰/۴۵	۱۰	۳/۵	۰
	۴	۷/۲	۰/۰۵	۳۵۷	۱۷۱/۸	۰/۴۴	۲۳۰	۳/۵	۰
	۳	۶/۸	۰/۰۵	۱۲۲/۹	۵۸/۸	۰/۲۹	-	۳/۵	۳/۵
	۲	۷	۰/۰۵	۱۶۳/۲	۷۷/۶۹	۰/۲۹	۶۷	۷/۳	۰
	۱	۷	۰/۰۵	۱۱۴/۹	۵۴/۴	۰/۲۵	-	۰	۰
میانگین		۷	۰/۰۵	۱۴۸/۴	۷۰/۹	۰/۳	۹۹/۲	۴۶/۷	۱/۹
انحراف از معیار		۰/۲	۰	۹۹/۷	۴۸/۲	۰/۱	۸۰/۳۸	۹۹/۸	۳/۶
انتهای محل آب تصفیه فیلتر	۵	۶/۸	۰/۰۵	۱۹۲/۹	۹۲/۲	۱/۸۶	۳۵	۰	۰
	۴	۶/۸	۰/۰۵	۹۰/۹	۴۳/۱	۰/۰۸	۱۲	۳/۵	۰
	۳	۶/۸	۰/۰۵	۱۴۶/۴	۶۹/۸	۰/۱۲	۷۷	۰	۰
	۲	۶/۸	۰/۰۵	۳۱۶	۱۵۲	۰/۲۷	۲۶	۳/۰۴	۹/۷۱
	۱	۶/۸	۰/۰۵	۵۳	۱۱	۰/۳۴	۳۲۰	۷/۱۹	۳/۵
میانگین		۶/۸	۰/۰۵	۱۵۹/۸	۷۳/۶	۰/۵	۹۴	۲/۷	۲/۶
انحراف از معیار		۰	۰	۱۰۲/۳	۵۳/۳	۰/۷	۱۲۸/۶	۳	۴/۲

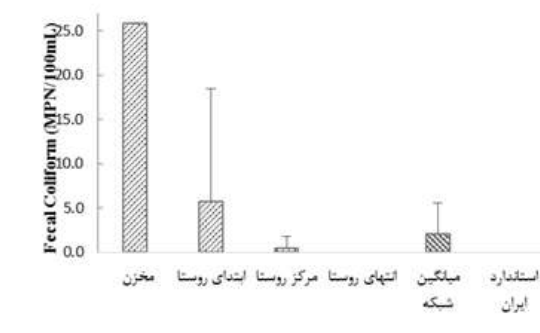
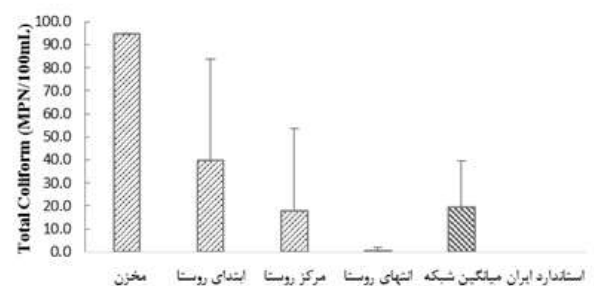
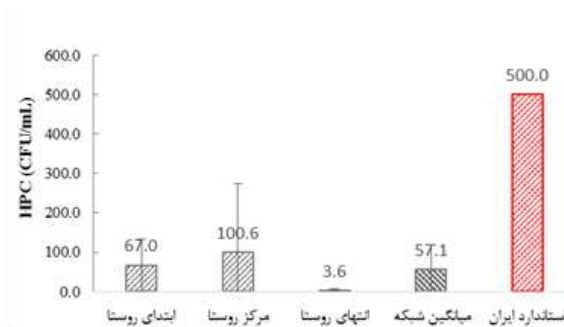
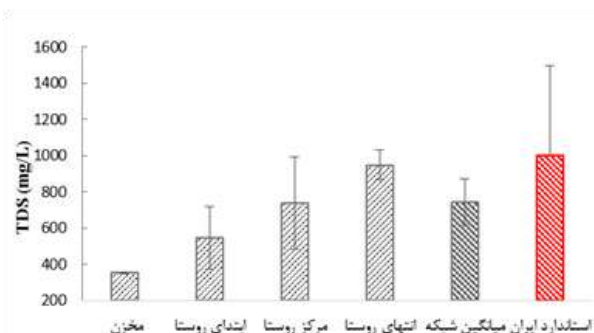
pH تمام نمونه‌های شبکه توزیع روستا با میانگین $pH=7/5$ و کدورت در محدوده استاندارد ایران بوده اما مقدار pH در آب خروجی از دستگاه تصفیه خانگی با میانگین $pH=6/9$ کمتر از مقدار استاندارد مشاهده شد که کارایی خوبی از دستگاه تصفیه خانگی را نشان نداده است.

همچنین مقدار کلر آزاد باقیمانده و TDS در کل نمونه‌های مورد ارزیابی (آب شبکه توزیع و خروجی دستگاه تصفیه خانگی) کمتر از محدوده استاندارد ملی تحقیقات ایران در زمینه کلر باقیمانده ($0/5 \text{ mg L}^{-1}$) و ($\text{mg}^{-1} \text{ TDS}$) (۱۰۰۰L) سنجش شد. بااینکه برای مقدار EC محدوده استاندارد تعریف نشده است اما در خروجی تصفیه آب خانگی مقدار EC با میانگین کل $138/03 \text{ mg L}^{-1}$ نسبت به آب داخل شبکه توزیع با میانگین کل 1359 mg L^{-1} کاهش زیادی داشته است که در جدول ۱ و شکل ۲ آورده شده است. دیگر پارامترها از جمله کدورت نمونه‌های آب در چشمه، شبکه توزیع و خروجی دستگاه تصفیه خانگی با میانگین به ترتیب صفر، $1/4$ و $0/4$ واحد کدورت کمتر از استاندارد تعیین شده (5 NTU) بود.



علاوه بر این، هنگامی که نتایج نمونه‌ها با استانداردهای ملی آب آشامیدنی ایران (استاندارد ۱۰۵۳، تجدیدنظر پنجم) مقایسه شد، طبق شکل ۲ نشان داد که مقدار کل کلیفرم در نمونه‌های آب شبکه توزیع و تصفیه خانگی با میانگین $19/5 \text{ MPN}/100\text{cc}$ و $94/9$ و مقدار کلیفرم مدفوعی با میانگین برابر با $2/1 \text{ MPN}/100\text{cc}$ و $5/7$ در نمونه‌های آب شبکه توزیع و خروجی تصفیه دستگاه تصفیه خانگی بیشتر از محدوده استاندارد ($0 \text{ MPN}/100\text{cc}$) پیشنهادشده از سوی سازمان تحقیقات ایران بود اما باین وجود مقدار باکتری‌های هتروتروف در نمونه‌های آب شبکه توزیع و خروجی دستگاه تصفیه خانگی با میانگین برابر با $57/1 \text{ cfu}/\text{mL}$ و $218/96 \text{ cfu}/\text{mL}$ کمتر از محدوده استاندارد ($500 \text{ cfu}/\text{mL}$) سنجش شد. میانگین کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی و باکتری هتروتروف به ترتیب برابر با $94/9 \text{ MPN}/100\text{cc}$ ، $25/9 \text{ MPN}/100\text{cc}$ و $1000 \text{ cfu}/\text{mL}$ در نمونه‌های برداشت شده از چشمه بالاتر از محدوده استانداردها مشاهده شد و کیفیت میکروبی مناسبی در نظر گرفته نشد. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود مقدار





شکل ۲. مقایسه pH، کلر باقیمانده، کدورت، EC، TDS، باکتری هتروتروف، کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی در منبع و محل با استاندارد ایران روستای برگه

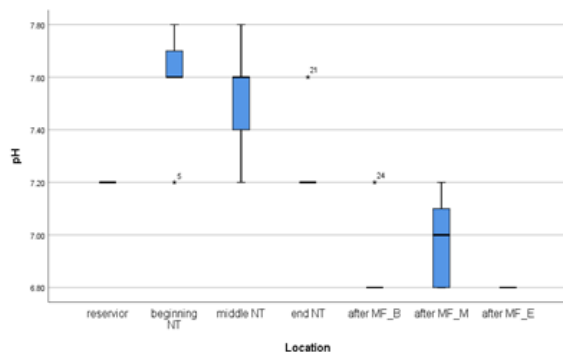
در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس این نمودار، نقطه میانی شبکه توزیع دارای بیشترین پراکندگی و دامنه تغییرات کلر آزاد باقیمانده با حداکثر، حداقل و میانه یا توزیع ۵۰٪ برابر 0.6 mg L^{-1} ، 0.5 mg L^{-1} و 0.1 mg L^{-1} در صورتی که ابتدای نقطه برداشت نمونه از شبکه توزیع دارای توزیع ۵۰٪ داده یا میانه 0.3 mg L^{-1} بود که نشان دهنده تغییرات در طول شبکه است. همچنین نمونه‌های آب در نقطه میانی دستگاه‌های تصفیه خانگی با توزیع ۷۵٪ و توزیع ۵۰٪ مقدار کلر آزاد باقیمانده برابر 0.1 mg L^{-1} و 0.05 mg L^{-1} ترسیم شد.

علاوه بر پارامترهای ذکر شده، مقدار EC و TDS نیز در قسمت میانی شبکه توزیع روستا دارای توزیع و پراکندگی زیاد داده نسبت به سایر نقاط داشت. حداکثر، حداقل و توزیع ۵۰٪ مقدار EC به ترتیب برابر $2100 \text{ } \mu\text{S/cm}$ ، $950 \text{ } \mu\text{S/cm}$ و $1700 \text{ } \mu\text{S/cm}$ و همچنین توزیع ۵۰٪ یا همان میانه مقدار EC برای خروجی دستگاه تصفیه خانگی حدود $100 \text{ } \mu\text{S/cm}$ برآورد شد. مقدار میانه یا توزیع ۵۰٪ برای پارامتر TDS نمونه

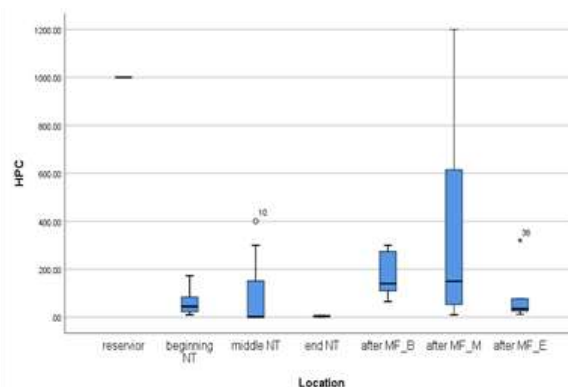
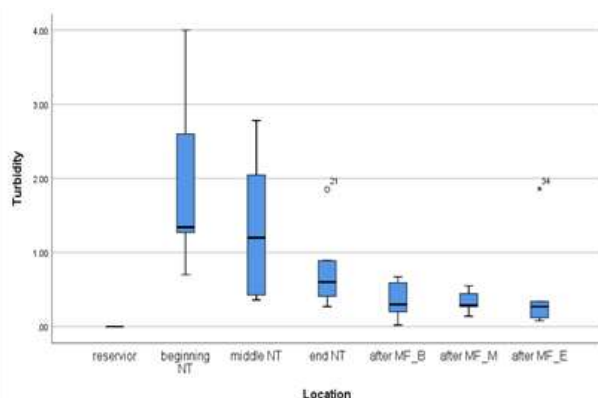
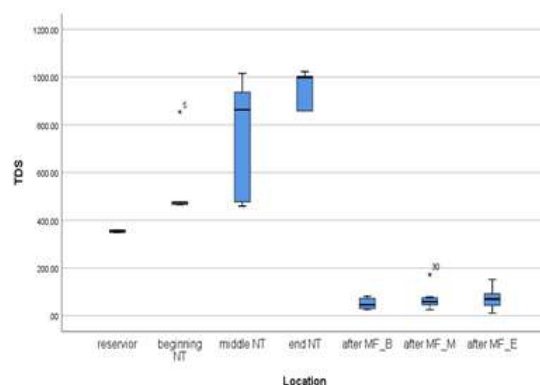
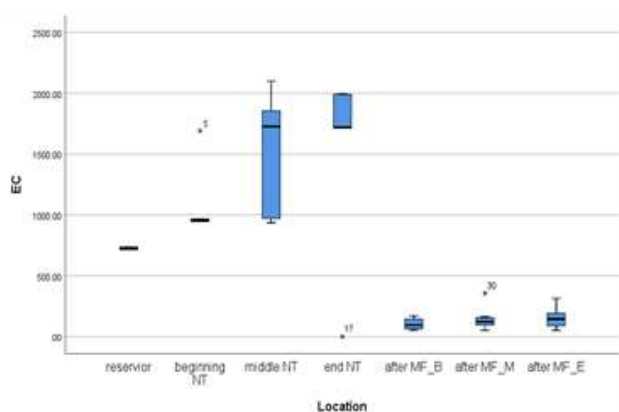
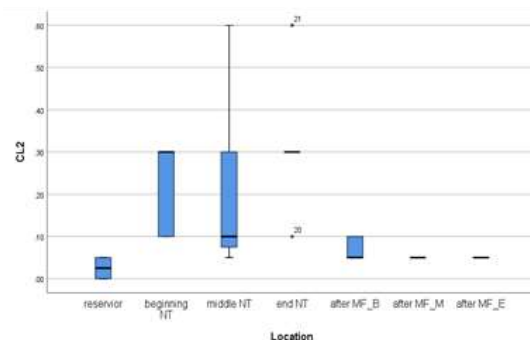
۳/۱. نتایج باکس پلات مقایسه وضعیت کیفی منبع، شبکه و خروجی فیلترها

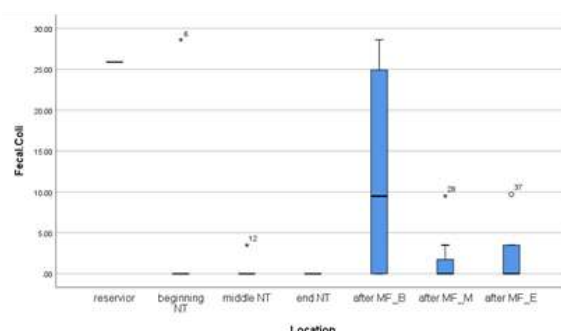
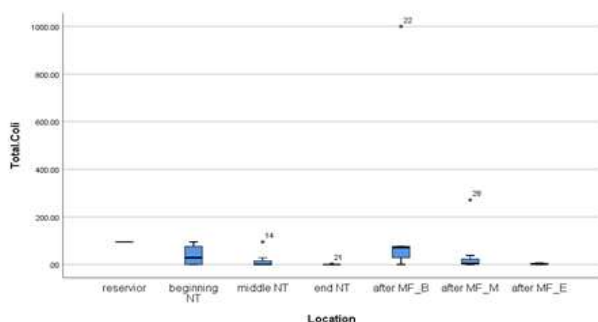
علاوه بر این، در بلاکس پلات مقادیر pH و پراکندگی آن‌ها در قسمت میانی نمونه‌برداری از شبکه توزیع و دستگاه تصفیه خانگی بیشتر بود به طوری که در نقاط میانی شبکه توزیع حداقل pH برابر ۷/۲، حداکثر برابر ۷/۸، توزیع ۲۵٪ داده‌ها در pH برابر با ۷/۴ و توزیع ۷۵٪ داده‌ها در pH برابر با ۷/۶ بود که این داده‌ها بیشتر از ابتدای شبکه توزیع بود. همچنین نقطه میانی نمونه آب برداشت شده از دستگاه تصفیه خانگی دارای حداکثر pH برابر با ۷/۲، حداقل pH برابر ۶/۸، توزیع ۵۰٪ داده یا همان میانه در pH برابر با ۷، توزیع ۷۵٪ داده‌ها در pH برابر ۷/۱ بود؛ بنابراین آنچه ملاحظه می‌شود بر اساس نمودار جعبه‌ای مقدار pH در طول شبکه توزیع و نقاط مختلف نمونه‌برداری از دستگاه‌های تصفیه خانگی متفاوت برآورد شد. همچنین روند تغییرات کلر آزاد باقیمانده در طول نقاط مختلف شبکه توزیع و خروجی دستگاه تصفیه خانگی و پراکندگی آن‌ها در نقاط مختلف با استفاده از نمودار جعبه‌ای

توزیع نشان داده شد. به‌طوری‌که در وسط و انتهای نقاط شبکه توزیع با میانه نرمال به ترتیب برابر $1/3$ NTU و $0/5$ مشاهده شد. از لحاظ آلودگی و رشد باکتری هتروتروف، نقاط خروجی دستگاه تصفیه خانگی دارای توزیع و پراکندگی داده و میانه بیشتری نسبت به نقاط شبکه توزیع به‌ویژه در نقطه میانی خروجی دستگاه تصفیه خانگی بود.



میانی آب شبکه توزیع برابر 850 mg L^{-1} با بیشترین دامنه تغییرات و پراکندگی را داشت. درحالی‌که میانه خروجی دستگاه تصفیه خانگی حدود 70 mg L^{-1} را در نمودار جعبه‌ای شکل ۳ نشان داد. پارامتر کدورت بر اساس نمودار جعبه‌ای در تمام نقاط طول شبکه توزیع و خروجی دستگاه تصفیه خانگی دارای توزیع و پراکندگی داده به‌ویژه در نقطه میانی شبکه





شکل ۳. باکس پلات مقدار pH، کلر باقیمانده، کدورت، EC، TDS، باکتری هتروتروف، کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی در منبع و شبکه و خروجی دستگاه تصفیه فاضلی

جدول ۲ با استفاده از روش کولموگراف اسمیرنوف و شاپیرو ویلک انجام شد. با توجه به نتایج به دست آمده کل داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کردند، لاجرم از آزمون‌های آماری ناپارامتریک برای آنالیز آماری استفاده شد.

۳/۲. نتایج آنالیز آماری همبستگی پارامترهای کیفی آب در نقاط مختلف

برای آنالیز آماری همبستگی پارامترهای کیفی آب در محل‌های مختلف ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها مطابق

جدول ۲. نتایج آزمون نرمالیتی داده‌ها به روش کولموگراف اسمیرنوف و شاپیرو ویلک

پارامترهای کیفی	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH	۰/۲۱۵	۳۸	۰	۰/۸۵۶	۳۸	۰
CL ₂	۰/۳۳۷	۳۸	۰	۰/۶۹۳	۳۸	۰
EC	۰/۲۰۸	۳۸	۰	۰/۸۴۴	۳۸	۰
TDS	۰/۱۹۶	۳۸	۰/۰۰۱	۰/۸۴۲	۳۸	۰
Turbidity	۰/۲۵۰	۳۸	۰	۰/۷۷۵	۳۸	۰
HPC	۰/۲۵۷	۳۸	۰	۰/۶۶۵	۳۸	۰
Total.Coli	۰/۳۶۲	۳۸	۰	۰/۳۵۵	۳۸	۰
Fecal.Coli	۰/۳۷۵	۳۸	۰	۰/۶۰۴	۳۸	۰

جدول ارائه شده ۳، نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن برای بررسی روابط بین پارامترهای کیفی آب را نشان می‌دهد. در این تحلیل، همبستگی بین هر دو پارامتر با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن محاسبه شده است. نتایج آزمون اسپیرمن نشان می‌دهد که بین بسیاری از پارامترهای کیفی آب روابط معناداری وجود دارد، به‌ویژه بین pH،

EC، CL₂ و TDS که دارای همبستگی‌های مثبت قوی هستند. همچنین، وجود روابط منفی بین HPC، کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی با سایر پارامترها می‌تواند بیانگر تأثیر منفی آلودگی بر کیفیت آب باشد به‌ویژه HPC که بیشترین اثر منفی را بر روی TDS و CL₂ دارد. ضمناً طبق جدول ۳ می‌توان ذکر کرد بین کلر، TDS و کدورت نیز رابطه همبستگی مثبت قوی وجود دارد.

جدول ۳. نتایج آزمون آماری اسپیرمن برای همبستگی داده‌های کیفی آب

پارامترها		pH	CL2	EC	TDS	کدورت	HPC	کل کلیفرم	کلیفرم مدفوعی
pH	Correlation Coefficient	۱	۰/۵۴۷**	۰/۷۳۸**	۰/۷۶۴**	۰/۴۸۸**	-۰/۲۹۱	-۰/۰۳۷	-۰/۱۵۱
	Sig. (2-tailed)		.	.	.	۰/۰۰۲	۰/۰۷۷	۰/۸۲۴	۰/۳۶۶
	N	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
CL2	Correlation Coefficient	۰/۵۴۷**	۱	۰/۵۶۲**	۰/۶۹۰**	۰/۶۷۴**	-۰/۷۱۷**	-۰/۵۱۹**	-۰/۴۳۵**
	Sig. (2-tailed)	.		.	.	.	.	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶
	N	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
EC	Correlation Coefficient	۰/۷۳۸**	۰/۵۶۲**	۱	۰/۸۴۳**	۰/۵۶۱**	-۰/۴۷۳**	-۰/۳۲۴*	
	Sig. (2-tailed)	.	.		.	.	۰/۰۰۳	۰/۰۴۸	۰/۱۰۹
	N	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
TDS	Correlation Coefficient	۰/۷۶۴**	۰/۶۹۰**	۰/۸۴۳**	۱	۰/۴۹۸**	-۰/۵۹۸**	-۰/۴۱۱*	-۰/۴۰۵
	Sig. (2-tailed)	.	.	.		۰/۰۰۱	.	۰/۰۱	۰/۰۶۳
	N	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
Turbidity	Correlation Coefficient	۰/۴۸۸**	۰/۶۷۴**	۰/۵۶۱**	۰/۴۹۸**	۱	-۰/۵۱۹**	-۰/۴۱۰*	-۰/۵۷۵**
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۰۲	.	.	۰/۰۰۱		۰/۰۰۱	۰/۰۱	.
	N	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
HPC	Correlation Coefficient	-۰/۲۹۱	-۰/۷۱۷**	-۰/۴۷۳**	-۰/۵۹۸**	-۰/۵۱۹**	۱	۰/۶۰۵**	۰/۴۹۳**
	Sig. (2-tailed)	۰/۰۷۷	.	۰/۰۰۳	.	۰/۰۰۱		.	۰/۰۰۲
	N	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
Total.Coli	Correlation Coefficient	-۰/۰۳۷	-۰/۵۱۹**	-۰/۳۲۴*	-۰/۴۱۱*	-۰/۴۱۰*	۰/۶۰۵**	۱	۰/۶۸۶**
	Sig. (2-tailed)	۰/۸۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۴۸	۰/۰۱	۰/۰۱	.		.
	N	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
Fecal.Coli	Correlation Coefficient	-۰/۱۵۱	** -۰/۴۳۵	-۰/۲۶۵	-۰/۳۰۵	-۰/۵۷۵**	۰/۴۹۳**	۰/۶۸۶**	۱
	Sig. (2-tailed)	۰/۳۶۶	۰/۰۰۶	۰/۱۰۹	۰/۰۶۳	.	۰/۰۰۲	.	
	N	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).									
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).									

بحث

کیفیت آب آشامیدنی برای سلامت عمومی بسیار مهم و درک اثربخشی تصفیه آب خانگی و شبکه‌های توزیع عمومی ضروری است. بررسی‌هایی که کیفیت آب آشامیدنی را ارزیابی می‌کنند، بینش‌های ارزشمندی در مورد سطوح آلودگی، اثربخشی درمان و ایمنی کلی برای مصرف ارائه می‌دهند. در این مطالعه به بررسی کیفیت آب آشامیدنی در دستگاه‌های تصفیه خانگی و لوله‌های توزیع آب که فقط کلرزی انجام شده است.

همان‌طور قبلاً اشاره شد، طبق جدول ۱، آب خروجی از دستگاه‌های تصفیه خانگی از لحاظ خصوصیات میکروبی مناسب نیست و دارای آلودگی باکتری‌های کلی فرم و کلی فرم مدفوعی و باکتری‌های هتروتروفیک و فرصت‌طلب بوده است که به دلیل ارتباط این باکتری‌ها به بیماری‌های منتقله از آب از جمله اسهال ضرورت دارد تا توجه و بررسی بیشتری داشته باشد. در مطالعه حاضر حتی مقدار این پارامترها بیشتر از آب داخل لوله‌های توزیع در روستا بودند. این نتایج مشابه سایر مطالعات اخیر در این زمینه‌ها است. آن‌ها وجود باکتری‌های کلیفرم و سایر عوامل بیماری‌زا را در آب تصفیه‌شده خانگی و عمومی را گزارش کردند. به‌عنوان مثال، مطالعه‌ای که در ایران انجام شد نشان داد که دستگاه‌های تصفیه خانگی به‌طور مداوم آلودگی میکروبی را از بین نمی‌برند (۱۲، ۱۳). ابراهیمی و همکاران با بررسی کیفیت باکتریایی آب دستگاه تصفیه خانگی یافتند که از ۳۶ نمونه موردبررسی، کل کلیفرم و مدفوعی در نمونه‌های ورودی منفی اما در دو مورد از نمونه‌های خروجی مثبت شد. همچنین باکتری‌های هتروتروف در ۶۷٪ نمونه‌های خروجی از دستگاه بیشتر از محدوده استاندارد بود (۹). حمزه نیز در مطالعه خود با بررسی ۱۹ نمونه آب خروجی از دستگاه تصفیه خانگی مشاهده کرد که ۴۷/۵٪ نمونه‌ها آلوده به باکتری‌های هتروتروف بودند (۱۴). فهمیمی نیا و همکارانش در بررسی ۲۴۰ نمونه ورودی و خروجی آب تصفیه‌شده در شهر قم، میزان باکتری‌های هتروتروف را در خروجی دستگاه تصفیه خانگی بیشتر از ورودی تعیین کردند (۱۵). باین‌وجود آلودگی کل کلیفرم و

کلیفرم مدفوعی در نمونه‌های خروجی از دستگاه تصفیه خانگی در مطالعه دهقانی و همکاران شناسایی نشد (۱۶). همچنین در سایر کشورهای جهان از جمله بریتانیا مطالعات زیادی در زمینه کیفیت میکروبی آب خروجی از تصفیه خانگی انجام شده است که بالاتر از محدوده استاندارد را نشان دادند (۱۷). در مالای در یک منطقه روستایی، آب خانگی دارای مقدار pH و EC در محدوده استاندارد کشور مالای بود اما سطح کدورت و تعداد میکروبی از آستانه ایمن فراتر رفت که نشان‌دهنده خطر ابتلا به بیماری‌های منتقله از راه آب را گزارش کردند (۱۸). آلودگی بالای میکروبی در آب خروجی از دستگاه تصفیه خانگی، به دلیل وجود ناکافی و نامناسب کلر آزاد باقیمانده در آب‌لوله‌کشی شده روستا است و همچنین کلر آزاد باقیمانده توسط خود دستگاه تصفیه خانگی حذف می‌شود که باعث رشد باکتری‌ها در آب خروجی از دستگاه تصفیه می‌شود. در دیگر مطالعه‌ای اشاره شد که فیلترهای دستگاه‌های تصفیه آب خانگی ممکن است نتوانند تمامی مواد مغذی موجود در آب را به‌طور کامل از بین ببرند که این موضوع می‌تواند باعث رشد دوباره باکتری‌ها و آلودگی آب شود (۱۳).

علاوه بر این، اثربخشی دستگاه‌های تصفیه خانگی متفاوت است و می‌توانند در تغییر برخی از پارامترهای شیمیایی مؤثر باشند. به‌عنوان مثال، آن‌ها می‌توانند آلایندگی‌های خاصی مانند سختی و کدورت را کاهش دهند. برخی از مطالعات سطوح باقیمانده کلر را زیر استانداردهای قابل قبول نشان دادند که نشان‌دهنده نارسایی‌های بالقوه در فرآیندهای ضدعفونی است (۱۲). اثربخشی دستگاه‌های تصفیه آب خانگی نیز تحت تأثیر عملکرد و نگرش کاربر نسبت به تصفیه آب است. در محیط‌های روستایی، عوامل روان‌شناختی نقش مهمی در تصفیه مداوم آب آشامیدنی خانوارها قبل از مصرف دارند (۱۹). دستگاه‌های تصفیه آب خانگی باعث کاهش خیلی زیاد املاح و یون‌های موجود در آب شد که در مقدار EC و TDS تأثیرگذار بود. در این مطالعه طبق جدول ۱ به‌طور میانگین ۹۱/۰۷٪ و ۸۹/۸۷٪ باعث کاهش مقدار TDS و EC شد. در سایر مطالعات، نشان داده شده که ۴۴ تا ۷۰ درصد از TDS و EC کاهش یافته است

(۱۳). در این مطالعه نیز با افزودن کلر به آب در شبکه توزیع روستا نسبت به منبع، مقدار TDS با میانگین کل 744 mg L^{-1} می‌تواند باعث ایجاد طعم و مزه در آب آشامیدنی شود در صورتی که مقدار TDS در خروجی دستگاه‌های تصفیه خانگی به طور میانگین برابر با $65/16 \text{ mg L}^{-1}$ اندازه‌گیری شد؛ بنابراین همان‌طور قبلاً اشاره شد، مقدار TDS در کل نمونه‌های آب شبکه توزیع و خروجی دستگاه تصفیه خانگی مورد ارزیابی روستای برگه کمتر از محدوده استاندارد بود. حذف بیش‌ازحد یون‌های مفید مانند کلسیم و منیزیم می‌تواند به مشکلاتی نظیر اختلال در تعادل الکترولیت‌ها و کاهش کیفیت آب منجر شود. این امر به‌ویژه در افرادی که به مصرف املاح معدنی نیاز دارند، می‌تواند نگران‌کننده باشد.

کیفیت آب در نقاط مختلف شبکه توزیع می‌تواند تحت تأثیر فاکتورهایی مانند کهنه شدن زیرساخت‌ها، آلودگی در حین توزیع و نگهداری ناکافی متفاوت باشد و می‌تواند منجر به وجود میکروارگانیسم‌های مضر و آلاینده‌های شیمیایی در آب عرضه‌شده به خانوارها شود. به عنوان مثال، تحقیقات نشان داده است در حالی که بسیاری از سامانه‌های آب‌رسانی شهری استانداردهای ایمنی تعیین‌شده را برآورده می‌کنند، آلودگی موضعی همچنان یک نگرانی است (۲۰). در شهر بوشهر مقدار TDS با میانگین $577/7 \text{ mg L}^{-1}$ در آب آشامیدنی شبکه توزیع را در محدوده استاندارد ملی ایران (mg^{-1}) (۱۵۰۰-۱۰۰۰) گزارش کردند. باین‌حال نویسندگان اذعان داشتند که این مقدار می‌تواند باعث ایجاد طعم و مزه در آب آشامیدنی و باعث نارضایتی در مصرف‌کنندگان گردد (۶) این یافته بیشتر از مطالعه انجام‌شده در نمونه‌های آب شبکه توزیع روستاهای شهرستان نیر استان اردبیل مشاهده شد و میانگین TDS را $346/316 \text{ mg L}^{-1}$ گزارش کردند و در دیگر مطالعه انجام‌شده در شهر گناباذ از توابع استان مازندران توسط بابا نژاد و همکاران میانگین TDS در نمونه‌های شبکه توزیع را $517/2 \text{ mg L}^{-1}$ اندازه‌گیری کردند که در محدوده مقدار استاندارد ملی ایران بیان کردند (۲۱، ۲۲). علاوه بر مقدار TDS، دیگر پارامترها در آب آشامیدنی کتاب از جمله pH، کدورت، کلر باقیمانده و باکتری‌های هتروتروف و کل کلی فرم دارای مقدار مناسب گزارش کردند (۲۲). این یافته‌ها مشابه با

نتایج به‌دست‌آمده در شهر ایلخچی در استان آذربایجان شرقی بود (۲۳).

علاوه بر این، همان‌طور که قبلاً اشاره شد مقدار کم کلر آزاد باقیمانده در کل نمونه‌های مورد ارزیابی با میانگین کل $0/25 \text{ mg L}^{-1}$ در آب شبکه توزیع و با میانگین کل $0/056 \text{ mg L}^{-1}$ در آب خروجی از دستگاه‌های تصفیه خانگی (کمتر از $0/5 \text{ mg L}^{-1}$ ، به عنوان استاندارد) اندازه‌گیری شد. میانگین غلظت کلر باقیمانده در آب خروجی از دستگاه تصفیه خانگی در شهر اراک را $0/1 \text{ mg L}^{-1}$ در طی دوره یک‌ساله با راندمان حذف حدوداً ۸۱٪ نسبت به کلر ورودی تعیین کردند که از مطالعه حاضر بیشتر بود اما باین‌حال کمتر از استاندارد مشخص‌شده بیان کردند (۲۴). همچنین در بررسی اثر دستگاه‌های تصفیه آب خانگی بر کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی در شیراز نشان دادند کلر باقی‌مانده در آب خروجی از ۵ دستگاه تصفیه خانگی کمتر از مقدار استاندارد گزارش شد که می‌تواند احتمال آلودگی ثانویه را افزایش دهد (۲۵).

نیز این مقادیر کم کلر باقیمانده آزاد می‌تواند زمینه‌ساز رشد کلی برگه‌ها در آب باشد. بر اساس جدول ۱، آلودگی کلیفرمی در نقاط نمونه‌برداری از شبکه توزیع روستا بالاتر از حد استاندارد برآورد شد. در مطالعه حاضر، آلودگی کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی در کل نمونه‌های موردبررسی برابر ۶۳٪ و ۳۴٪ تعیین کردند. آلودگی کل کلیفرم در شبکه توزیع و خروجی دستگاه تصفیه خانگی برابر ۲۹٪ و ۳۴٪ و کلیفرم مدفوعی به ترتیب برابر ۱۶٪ و ۱۸٪ بود. این آلودگی می‌تواند ناشی از کلر زنی نامناسب و غیراصولی یا به دلایلی مانند فرسودگی و یا عدم شستشوی مرتب شبکه‌های توزیع و منابع آب، عدم رعایت حریم بهداشتی منابع آب و عدم توسعه مجتمع‌های آب‌رسانی و خطوط انتقال باشد. در مطالعه مجدی و همکاران در بررسی کیفیت آب شرب روستاهای شهرستان تکاب در استان آذربایجان غربی مقدار $66/7\%$ کلر آزاد باقیمانده در محدوده استاندارد و $33/3\%$ بالاتر و یا پایین‌تر از محدوده استاندارد قرار گرفت. همچنین آب شرب این روستاها را با $12/3\%$ آلودگی کلیفرمی برآورد کردند (۲۶). در مطالعه انجام‌شده در اهواز باوجود مقدار کلر باقیمانده به



ابولی و همکاران نبود؛ بنابراین نیاز است تا مقدار pH در شبکه توزیع آب روستا به درستی تنظیم شود تا از میانگین مقدار استاندارد کمتر نشود. البته ممکن است تفاوت مقدار pH در دو دستگاه به دلیل طراحی این دستگاه‌ها برای دو منطقه متفاوت با خصوصیات متفاوت شیمیایی، مواد معدنی و میکروبی آب در نظر گرفته شود. نوع فیلترهای مورد استفاده در دستگاه تصفیه خانگی ممکن است بر روی pH آب تأثیرگذار باشند. علاوه بر موارد ذکر شده، مقدار pH نمونه‌ها همان‌طور قبلاً به آن اشاره شد در طول شبکه توزیع و نقاط مختلف دستگاه‌های تصفیه خانگی روند کاهشی داشت. طول شبکه توزیع می‌تواند بر کیفیت آب تأثیر بگذارد، زیرا هر چه طول شبکه بیشتر باشد، احتمال آلودگی و تغییرات pH در طول مسیر افزایش می‌یابد.

بر اساس نتایج جدول ۳، روابط معنادار و همبستگی مثبت قوی بین pH و EC، TDS و کلر نشان می‌دهد که تغییرات pH می‌تواند به تغییرات در EC، TDS و کلر منجر شود. تغییرات در pH می‌تواند تأثیر مستقیمی بر روی حل شدن مواد معدنی و فعالیت میکروبی داشته باشد. باین حال، pH با باکتری‌های هتروتروف همبستگی منفی ندارد (معنی‌دار نیست، $p=0/077$). کدورت با کلر و EC همبستگی مثبت دارد، اما با کل کلیرم، کلیرم مدفوعی و HPC همبستگی منفی دارد، نشان‌دهنده این است که افزایش کدورت با کاهش باکتری‌ها مرتبط نیست. این جدول نشان می‌دهد که پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب (مانند pH، EC، TDS) با هم همبستگی دارند و پارامترهای میکروبی (مانند HPC، کل کلیرم، کلیرم مدفوعی) نیز با هم مرتبط هستند. همبستگی منفی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی و میکروبی نشان می‌دهد که افزایش پارامترهای فیزیکوشیمیایی ممکن است با کاهش آلودگی میکروبی مرتبط باشد. کلر با EC، TDS و کدورت همبستگی مثبت دارد، اما با کل کلیرم، کلیرم مدفوعی و باکتری هتروتروف همبستگی منفی دارد، نشان‌دهنده این است که افزایش کلر منجر به کاهش باکتری‌ها می‌شود. ارتباط معنی‌داری بین کلر باقیمانده و پارامترهای میکروبی وجود دارد ($p=0/001$ ، $p=0/006$ ، $p=0$). در صورتی که در مطالعه‌ای ارتباط معنی‌داری بین کلر باقیمانده و HPC در

مقدار 1 mg L^{-1} باعث شده تا مقدار کلیرم کل و مدفوعی در حد صفر برآورد شود. در مطالعه انجام شده، مقدار توصیه شده کلر آزاد باقیمانده پس از مدت زمان نیم ساعت در شرایط عادی حداقل $0/8-0/5$ در هر نقطه از شبکه و حداقل $0/2$ در محل مصرف آب برحسب میلی گرم بر لیتر بیان کردند (۲۷). در مطالعه ما با اندازه‌گیری‌های انجام شده، حداقل کلر آزاد باقیمانده در هر نقطه شبکه توزیع و محل مصرف آب را تأمین نکرد. باین حال میزان کلر در آب شبکه توزیع در مطالعه حاضر بیشتر از مطالعه انجام شده توسط ملایی و همکاران در شبکه توزیع شهرستان شاهرود بود. آن‌ها میزان کلر را $0/1 \text{ mg L}^{-1}$ در مطالعه‌شان برآورد کردند و میانگین کل کلیرم را 100 cc $24/5 \text{ MPN}$ و $17/5\%$ از کل نمونه‌ها را آلوده به کلیرم گزارش کردند (۲۸) در صورتی که در مطالعه حاضر آلودگی کل کلیرم در نمونه‌های برداشت شده از شبکه روستا 100 cc $19/5 \text{ MPN}$ و 29% شناسایی شد. سایر مطالعات انجام شده در روستاها نیز آلودگی کل کلیرم در نمونه‌های برداشت شده از نقاط شبکه، به عنوان مثال، $11/11\%$ ، $20/3\%$ ، $7/8\%$ و $9/6\%$ برای روستاهای کاشان، کرمانشاه، گرگان و سبزوار را نشان دادند (۲۹-۳۱، ۴).

از آنجایی که مقدار pH به عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای فیزیکی- شیمیایی مؤثر در فرآیندهای تصفیه آب آشامیدنی و خورندگی و رسوب گذاری آب در طول مسیر شبکه توزیع می‌شود. در این مطالعه، همان‌طور قبلاً اشاره شد مقدار pH در تمام نمونه‌های آب خروجی از دستگاه تصفیه خانگی کمتر از استاندارد بود. باین حال تمام نمونه‌های آب شبکه توزیع روستا در محدوده مقدار استاندارد آب آشامیدنی ایران بود. همچنین در مطالعه انجام شده در استان مازندران (چالوس، بابل و ساری) مقدار pH و کدورت در آب آشامیدنی شبکه توزیع در محدوده استاندارد ایران تعیین شدند (۳۲).

باین حال ابولی و همکاران مطالعه‌ای در آب آشامیدنی شهر گرمسار انجام دادند که فقط تعداد کمی از نمونه‌های آب آشامیدنی در شبکه توزیع دارای pH بالاتر از محدوده استاندارد و تمام نمونه‌های خروجی آب دستگاه تصفیه خانگی در محدوده استاندارد بود (۱۳). مقادیر pH در نمونه‌های آب تصفیه خانگی در مطالعه کنونی مشابه مطالعه



نمونه‌های ورودی و خروجی به دستگاه تصفیه خانگی با هم متفاوت بود (۹).

علاوه بر مطالعات ذکرشده، مطالعه‌ای نیز در شهر ایلام انجام شد که به تعداد ۱۰۰ نمونه آب از ورودی و خروجی از دستگاه تصفیه خانگی برداشت شد که یافتند دستگاه تصفیه آب خانگی دارای اثرات منفی بر روی حذف باکتری‌های هتروتروف و کلی فرم مدفوعی بوده است، به گونه‌ای که تعداد ارگانسیم‌های هتروتروف و کلیفرم مدفوعی در نمونه‌های خروجی بیشتر از ورودی بود؛ اما پارامترهای شیمیایی در نمونه‌های خروجی این مطالعه نسبت به ورودی کاهش یافت به طوری که مقدار کلر باقیمانده در خروجی دستگاه به صفر میلی گرم بر لیتر با راندمان حذف ۱۰۰٪، TDS به mg L^{-1} ۹۵/۸۸ با راندمان حذف ۷۰/۴۴٪، pH به ۷ با راندمان حذف ۱۰/۳۳٪ و کدورت به ۰/۶۳ NTU با راندمان حذف ۶۱/۰۵٪ مشاهده کردند. این نتایج تا حدی مشابه نتایج مطالعه کنونی بود اما درصد راندمان حذف کمی متفاوت مشاهده شد به عنوان مثال، مقادیر کاهش pH، راندمان حذف برای کلر باقیمانده، TDS و کدورت به ترتیب برابر با ۸٪، ۶۰، ۹۱/۰۷٪، ۷۱/۴۲٪ به‌ویژه برای TDS برآورد شد ولی مطالعه انجام شده در ایلام بیشترین راندمان حذف برای مقدار کلر باقیمانده بود که ممکن است به دلیل متفاوت بودن نوع دستگاه‌ها و هدف از کاربرد آن‌ها برای تصفیه خانگی باشد (۳۳).

نتیجه‌گیری

این مطالعه به بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب آشامیدنی در روستای برگه شهرستان میاندورود پرداخته است. نتایج نشان داد که آب خروجی از دستگاه‌های تصفیه

خانگی به طور قابل توجهی از نظر آلودگی میکروبی، به‌ویژه در مورد باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم مدفوعی، دارای مشکلات جدی است. به طوری که مقادیر این باکتری‌ها در نمونه‌های تصفیه شده خانگی بیشتر از آب لوله کشی بوده و این وضعیت می تواند خطرات جدی برای سلامت عمومی ایجاد کند. علاوه بر این، پارامترهای شیمیایی مانند pH و کلر آزاد باقیمانده نیز در برخی نمونه‌ها کمتر از حد استاندارد بودند. این یافته‌ها نشان دهنده ناکارآمدی سامانه‌های تصفیه خانگی در حذف آلودگی‌های میکروبی و حفظ کیفیت آب آشامیدنی است. همچنین، بررسی کیفیت آب چشمه نشان داد که این منبع نیز از نظر میکروبی آلوده است و نیاز به توجه بیشتری دارد. نتایج این تحقیق بر لزوم پایش مستمر و بهبود سامانه‌های تصفیه آب، به‌ویژه در مناطق روستایی تأکید دارند. همچنین، نیاز به آموزش و ارتقاء آگاهی جامعه در خصوص استفاده صحیح از دستگاه‌های تصفیه آب و اهمیت حفظ کیفیت منابع آبی احساس می‌شود. درنهایت، پیشنهاد می‌شود که نهادهای مسئول اقدامات لازم را برای بهبود کیفیت آب آشامیدنی و جلوگیری از بروز بیماری‌های مرتبط با آب انجام دهند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی گلستان بابت حمایت مالی با کد اخلاق: ۱۴۰۲/۲۵۷ IR.GOUMS.REC. کمال تشکر و قدردانی می‌نمایند. لازم به ذکر است که هیچ کدام از نویسندگان این مطالعه، افراد و یا دستگاه‌ها تعارض منافع برای انتشار این مقاله ندارند.

References

- [1]. Norozi R, Zafarzade A, Yelizade T. Survey on microbial quality of drinking water in city Maravehtapeh Villages and comparison with national and WHO standards. J Environ Health Eng. 2013; 1(1): 20-29 (Persian).
- [2]. Abolli S, Alimohammadi M, Zamanzadeh M, Yaghmaeian K, Yunesian M, Hadi M, et al. The Situation of water treatment devices in the public distribution network under the control of the water safety plan. IAEH. 2019; 12(3): -477488 (Persian).
- [3]. Babanejad Z, Amouei A, Asgharzadeh F, Tabarinia H, Gholinia H. Evaluation of physical, chemical and bacteriological quality of drinking water in Gatab Distribution Network. Current Research in Medical Sciences. 2019; 3(2):59-67 (Persian).

- [4]. Heidari M, Mesdaghinia AR, Miranzadeh MB, Younesian M, Naddafi K, Mahvi AH. Examining the microbial quality of drinking water in Kashan's Villages and the role of rural water and Wastewater Company in its improvement. J Health Syst Res. 2011; 6(5): 898-907 (Persian).
- [5]. Raygan Sa, Rezaei S, Jamshidi A, Fararoei M, Sadat A, Hashemi H. Investigating the microbial and chemical quality of drinking water. 2012
- [6]. 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 1223:(6) (Persian).
- [7]. Mosaferi M, Shakerkhatibi M, Mehri A. Heterotrophic bacteria in drinking water in Tabriz, Iran. Journal of school of public health & institute of public health research. 2011; 8(4): 83-92 (Persian).
- [8]. Rezaeinia S, Nasser S, Farzadkia M, Esrafil A, Gholami M. Quality assessment of water produced by RO-based household water treatment using the HACCP system. JEHE. 2017; 5(1):23-34 (Persian).
- [9]. Ebrahimi SM, Shiri Z, Mosavi SM, Memar MY. Bacteriological quality of water produced by household water treatment devices. J Mazandaran Univ Med Sci. 2015; 25(130): 8-18 (Persian).
- [10]. Iran IoSaIRo. Water quality - Sampling for microbiological examination of water - Code of practice. Institute of Standards and Industrial Research of IRAN, Central Office: No.1294 Valiaser Ave. Vanak corner, Tehran, Iran 1386: 30-31
- [11]. APHA A, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24th edition. American Public Health Association, New York.2023
- [12]. Almasi A, Nouri M. The Effect of Household Water Purification Devices on the Physicochemical and Microbiological Quality of Water in Iran: A Review. J Adv Environ Health Res. 2023; 11(3): 134-141
- [13]. 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. Iran. J Health & Environ. 2019; 12(3): 477-488
- [14]. Hamza LF. Bacteriological Study on Household Drinking Water Filters. J Kerbala Univ. 2009; 7(2): 185-191
- [15]. Fahiminia M, Mosaferi M, Taadi RA, Pourakbar M. Evaluation of point-of-use drinking water treatment systems' performance and problems. DESALIN WATER TREAT. 2014; 52(10-12):1855-1864.
- [16]. Deghani M, Doleh M, Hashemi H, Shamsaddini N. The quality of raw and treated water of desalination plants by reverse osmosis in Qeshm. JHAD. 2013; 2(1):43-33 (Persian).
- [17]. Ander E, Watts M, Smedley P, Hamilton E, Close R, Crabbe H, et al. Variability in the chemistry of private drinking water supplies and the impact of domestic treatment systems on water quality. ENVIRON GEOCHEM HLTH. 2016; 38(6):1313-1332
- [18]. Mkwate RC, Chidya RC, Wanda EM. Assessment of drinking water quality and rural household water treatment in Balaka District, Malawi. Phys Chem Earth (Pt A B, C). 2017; 100:353-362
- [19]. Daniel D, Qaimamunazzala H, Siantoro A, Sirait M, Tanaboleng YB, Padmawati RS. Household drinking water treatment in rural Indonesia: actual practice, determinants, and drinking water quality. J water sanit Hyg dev. 2023; 13(3):208-217
- [20]. Mengstie YA, Desta WM, Alemayehu E. Assessment of drinking water quality in urban water supply systems: the case of Hawassa City, Ethiopia. Int J Anal Chem. 2023; 2023(1):8880601
- [21]. Pourfaraj F, Mokhtari S.A. Analysis of Physico-Chemical Quality of Drinking Water in Villages of Nir County and Comparison the Results with National Standard. J. Health. 2021; 12(2): 246-264 (Persian).
- [22]. Babanejad Z, Amouei A, Asgharzadeh F, Gholinia H. Evaluation of Physical, Chemical and Bacteriological characteristics of Drinking Water in Gatab Distribution Network, Mazandaran Province (Iran). NHJ; 2018: 3(2); 59-67 (Persian).
- [23]. Asl Hashemi. Study on the Physicochemical Quality of Drinking Water in Ilkhchi City. Journal of Chemistry Applications in Environmental Science. 2020; 11(42): 21-27(Persian).
- [24]. Mohammad Sadegh Rajaei BK, Zahra Salemi, Masoumeh Mashayekhi, Mohammad Javad Qanadza. Studying the impact of home water purification devices on the physical and chemical quality of water in 2011-2012. Scientific Research Journal of Arak University of Medical Sciences. 2013; 16(3):36-26 (Persian).
- [25]. Baghapour MA, Shamsdini N. Investigating the Effect of Household Water Purifiers on the Physical and Chemical Quality of Drinking Water in Shiraz. 4th International Conference on Environmental Engineering: Towards Sustainable Development. 2018 (Persian).
- [26]. Majdi H, Gheibi L, Soltani T. Evaluation of physicochemical and microbial quality of drinking water of villages in Takab Town in West Azerbaijan in 2013. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2015; 14(8): 631-642 (Persian).

- [27]. Karimi F, Orooji N, Takdastan A. A survey of physical, chemical and microbial quality of drinking water in Ahvaz compared to the drinking water standards in year 2017-2016. Journal of Water and Wastewater Science and Engineering. 2017; 2(3): 51-60 (Persian).
- [28]. Molaei Tvani S, Goodini H, Mehr Ali A, Sharifi Arab G, Ashoori S, Alyan Nejad 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. J Environ Health Eng. 2016; 3(4): 298-312 (Persian).
- [29]. Robat Sarpoush GI, Choupan RI, Tarkhasi M, Rahmani San A. Evaluation of drinking water biological and chemical quality in rural villages under vision of Rabat Sarpush and Shamkan Villages of Sabzevar City. Beyhagh. 2015; 17(1): 13-17 (Persian).
- [30]. Almasi A, Asadi F, Sharafi K, Atafar Z, Mohamadi A. Efficacy evaluation of drinking water distribution network existence in microbial quality desirability and its chlorination status in small communities-Case study: Kermanshah province villages. Journal of Health in the Field. 2013; 1(2): 17-21 (Persian).
- [31]. Ayatollah Nasrollahi Imran ATB, Khalil Pourshamsian, Khosrow Karimi, Masoud Hashemi, Bijan Maghsoudloo. Determination of physical, chemical and bacteriological parameters of drinking water in Gorgan city in 2010. Journal of Laboratory Sciences. 2011; 5(1) (Persian).
- [32]. Saghafi S, Taghizade Firozjaee T, Golbabaei Kootenaei F. Assessment of Drinking Water Quality in Mazandaran Province, Iran. IJEE. 2025; 16(2): 364-371
- [33]. 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. JEHE. 2017; 5(1): 57-64 (Persian).

