Journal of Research in Environmental Health

Volume 7, Issue 3, Autumn 2021

Investigating Helicobacter pylori in Tap Water of Selected Hospitals of Tehran by Polymerase Chain Reaction in 2020

Narjes Bagheri
MS student of Department of Environmental Health, Faculty of Health, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Giti Kashi
*Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran, & Water Purification Research Center, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Hamid reza Tashauie3
3. Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Corresponding Author: E-mail: g.kashi@yahoo.com)
Received: 2021/06/18
Accepted: 2021/10/05

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Aim: Helicobacter pylori is the most common gastrointestinal pathogen infecting more than half of the world's population. Helicobacter pylori is a bacterium that causes gastrointestinal ulcers (chronic gastritis), stomach cancer, lymphoma, and adenocarcinoma. This study aimed to apply the Polymerase Chain Reaction (PCR) for investigating Helicobacter pylori in the tap water of selected hospitals in Tehran in 2020.

Material and Methods: In this study, 22 tap water samples and six well water samples were randomly gathered from the selected hospitals in different areas of Tehran from September 5 to November 20, 2020. The samples were collected in sterile bottles according to the procedure detailed in national standard methods. In this study, Helicobacter pylori was evaluated using Polymerase Chain Reaction (PCR) and surface culture. Data analysis was done by SPSS18 software.

Results: This study showed Helicobacter pylori in two samples (10.3%) by PCR. The mean values of Helicobacter pylori in tap water and well water samples were 0.18 ± 0.85 and 0.67±1.63, respectively. The mean values of heterotrophic plate count in tap water and well water samples were 0.00 ±0.00 and 7.83±2.10, respectively. The mean values of coliforms, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Clostridium perfringens, and Streptococcus faecalis in tap water were 0.00 ±0.00.

Conclusion: Helicobacter pylori has high persistence in the aquatic environment due to resistance in harsh environments and its absence will be an indicator of proper environmental health. So, according to our results, infection control and preventive strategies to reduce the risk of exposure to Helicobacter pylori for safe water supply are purposed to public health authorities. The evaluation of the biological quality of water (heterotrophic bacteria, coliforms, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Clostridium perfringens, and Streptococcus faecalis), physicochemical quality of water, and Helicobacter pylori in water is among the strengths and innovations of this research.

Keywords: Helicobacter pylori, Heterotrophic Plate Count, Polymerase Chain Reaction (PCR), Surface Culture

▶ **Citation:** Bagheri N, Kashi G, Tashauie HR. Investigating Helicobacter pylori in Tap Water of Selected Hospitals of Tehran by Polymerase Chain Reaction in 2020. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Autumn 2021; 7(3):244-256.

بررسی حضور هلیکوباکتر پیلوری در شیر آب مصرفی بیمارستان‌های منتخب شهر تهران با روش واکنش زنجیره‌ای پلیمراز در سال ۱۳۹۹

نرجس باقری
دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

گیتی کاشی
* دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
مرکز تحقیقات پالایش آب، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول):
پست الکترونیک:
g.kashi@yahoo.com

حمیدرضا تشیعی
استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۳

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: هلیکوباکتر پیلوری، شایع‌ترین پاتوژن گوارشی است که بیش از نیمی از مردم دنیا آلوده به این باکتری می‌باشند. هلیکوباکتر پیلوری باکتری، عامل زخم گوارشی (گاستریت مزمن)، سرطان معده، لمفوم و آدنوکارسینوم می‌باشد. مطالعه حاضر با هدف کاربرد روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرازی (PCR) برای حضور هلیکوباکتر پیلوری شیر آب مصرفی و آب چاه بیمارستان‌های منتخب شهر تهران سال ۱۳۹۹ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی- تحلیلی خوشه‌ای تصادفی، نمونه‌ها از شیر آب مصرفی سیستم توزیع آب آشامیدنی ۲۲ نمونه و آب چاه ۶ نمونه از بیمارستان‌های منتخب در نواحی مختلف شهر تهران از تاریخ ۱۵ شهریور تا ۳۰ آبان ۱۳۹۹ تهیه شد. نمونه‌ها در ظروف استریل بر اساس دستورالعمل روش‌های استاندارد ملی جمع‌آوری شد. هلیکوباکتر پیلوری در این تحقیق با استفاده از روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرازی (PCR) و کشت سطحی ارزیابی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ورژن ۱۸ انجام گرفت.

یافته‌ها: در این مطالعه شیوع هلیوباکتر پیلوری با روش PCR، ۲ مورد (۱۰/۳ درصد) گزارش شد. میانگین تعداد هلیوباکتر پیلوری در میلی‌لیتر نمونه‌های شیر آب مصرفی و آب چاه به‌ترتیب ۰/۸۵±۰/۱۸ و ۱/۶۳±۰/۶۷ بود. میانگین تعداد باکتری‌های بشقابی هترتروفی در میلی‌لیتر نمونه‌های شیر آب مصرفی و آب چاه بیمارستان‌های منتخب شهر تهران به‌ترتیب ۰/۰±۰/۰ و ۷/۸۳±۲/۱۰ بود. میانگین تعداد باکتری‌های کلیفرم، اشرشیا کلی، پسودوموناس آئروژینوزا، کلستریدیوم پرفرینژینس و استرپتوکوکوس فکالیس در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه‌های شیر آب مصرفی ۰/۰±۰/۰ بود.

نتیجه‌گیری: هلیکوباکتر پیلوری به‌علت مقاومت تحت شرایط نامساعد محیطی ماندگاری بالایی در محیط آبی دارد و حذف آن شاخصی از بهداشت محیط مناسب خواهد بود. کنترل آلودگی و استراتژی‌های پیشگیری به‌منظور کاهش خطر حضور هلیکوباکتر پیلوری برای تهیه منابع آب سالم به مقامات بهداشت عمومی پیشنهاد می‌شود. بررسی کیفیت بیولوژیکی (باکتری هتروتروفی، کلیفرم، اشرشیا کلی، پسودوموناس آئروژینوزا، کلستریدیوم پرفرینژینس، استرپتوکوکوس فکالیس)، کیفیت فیزیکی- شیمیایی آب و هلیکوباکتر پیلوری، از جمله نقاط قوت و نوآوری این تحقیق محسوب می‌شوند.

کلید واژه‌ها: شمارش بشقابی هتروتروفی، کشت سطحی، واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)، هلیکوباکتر پیلوری

◀ **استناد:** باقری ن، کاشی گ، تشیعی ح. بررسی حضور هلیکوباکتر پیلوری در شیر آب مصرفی بیمارستان‌های منتخب شهر تهران با روش واکنش زنجیره‌ای پلیمراز در سال ۱۳۹۹. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. پاییز ۱۴۰۰؛۷(۳): ۲۴۴-۲۵۶.

مقدمه

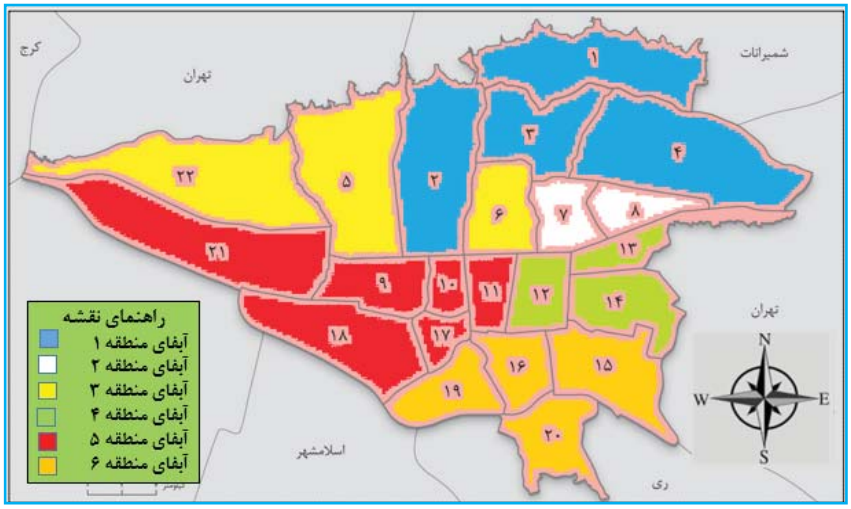
کیفیت میکروبی از جمله هلیکوباکتر پیلوری و شیمیایی در برنامه نظارت کیفیت آب آشامیدنی تصفیه شده در مقیاس کلانشهرهای ایران و جهان دخیل است (۱). مطابق با آمار موجود، بیماری‌های ناشی از آب، ۸٪ کل بیماری‌ها را در کشورهای در حال توسعه به‌خود اختصاص می‌دهند. سازمان جهانی بهداشت تعداد میرایی ناشی از بیماری‌های منتقله از آب را ۳/۴ میلیون نفر در جهان در سال ۲۰۱۴ اعلام نمود (۲). هلیکوباکتر پیلوری به شاخه پروتئوباکتر، رده اپسیلون پروتئوباکتر، راسته کمپیلوباکتریال و سرده هلیوباکتر تعلق دارد. بیماری‌هایی از قبیل زخم معده، سرطان معده، لنفوم، گاستریت مزمن و اولسره پپتیک، از جمله بیماری‌های وابسته به عفونت هلیکوباکتر پیلوری محسوب می‌شوند و نیز گاهی بیماری‌های منجر به مرگ از قبیل سرطان معده را ایجاد می‌نماید (۳). فرد آلوده به هلیکوباکتر پیلوری در مقایسه با فرد غیرآلوده، از شانس بیش‌تر ابتلاء به سرطان معده برخوردار است. سرطان معده، سومین علت شایع مرگ ناشی از سرطان در سراسر دنیا است (۴). ریشه‌کنی هلیکوباکتر پیلوری در فرد سالم و بدون علامت ممکن است بروز سرطان معده را در جمعیت کاهش دهد (۵). تعداد مبتلایان به هلیکوباکتر پیلوری، به‌عنوان شایع‌ترین بیماری‌زای گوارشی، ۴/۴ بیلیون نفر در جهان (حدود بیش از ۵۰٪ مردم دنیا، حدود ۳۰٪ کودکان و ۶۰٪ بزرگسالان) و میزان شیوع آن ۴۴/۴٪ در سال ۲۰۱۵ اعلام شده است (۶). میزان متوسط شیوع هلیکوباکتر پیلوری ۵۹٪ (۶۶/۵- ۵۱/۵٪) در کشور ایران اعلام شده است. بررسی‌های همگیرشناسی عفونت مزمن هلیوباکتر پیلوری را با سرطان بدخیم معده مرتبط دانسته‌اند و این امر موجب شده که آژانس پژوهش سرطان سازمان جهانی بهداشت، این باکتری را در زمره عوامل سرطان‌زای کلاس I قرار دهد (۷). بروز عفونت، مستقل از جنس می‌باشد و با افزایش سن، افزایش می‌یابد (۸). هلیکوباکتر پیلوری باکتری عامل زخم گوارشی (گاستریت مزمن)، سرطان معده، لمفوم و ادنوکارسینوم می‌باشد. این باکتری بیماری‌زا با خطر افزاینده بروز سرطان دستگاه گوارشی در بین کارگران لجن ارتباط دارد. انتقال فرد به فرد هلیکوباکتر پیلوری توسط مسیرهای معده‌ای- دهانی، دهانی- دهانی و مدفوعی- دهانی نیز مطرح شده است (۹). هلیکوباکتر پیلوری باکتری گرم منفی، غیرتهاجمی، شیمیوارگانوتروف و میکروآئروفیل است که قبلاً تحت عنوان کمپیلوباکتر پیلوری نامیده می‌شد (۱۰). آب یکی از ناقلین این باکتری محسوب می‌گردد. هلیکوباکتر پیلوری بیش از ۹۶ ساعت توانایی زنده ماندن در آب (رودخانه و چاه) و حفظ ویژگی عفونت‌زایی به‌علت مقاومت تحت شرایط نامساعد محیطی را دارد (۱۱). این باکتری بیماری‌زا در لیست آلاینده‌های آب آشامیدنی سازمان محیط زیست آمریکا قرار دارد. تعدادی از کشورها برنامه‌های نظارت جامع برای هلیکوباکتر پیلوری تدوین کرده‌اند. هلیکوباکتر پیلوری در آب و بیوفیلم سیستم توزیع آب آشامیدنی یافت می‌شود (۱۲). روش‌های کشت، ایمونولوژیکی، اتورادیوگرافی و روش‌های مولکولی از قبیل واکنش زنجیره‌ای پلیمرازی، از جمله روش‌های شناسایی هلیکوباکتر پیلوری در نمونه‌های محیطی محسوب می‌شوند. بنابراین کاربرد روش مناسب از دیدگاه‌های هزینه-اثربخشی، مدیریت عامل عفونی و دسترسی آسان برای شناسایی این باکتری ضرورت دارد. هلیکوباکتر پیلوری قادر است در بیوفیلم آب آشامیدنی پس از کلرزنی متداول پایدار مانده و در برابر گندزدایی به‌صورت زنده غیرقابل کشت به بقاء ادامه دهد. بنابراین با پایش هلیکوباکتر پیلوری در نمونه‌های محیطی می‌توان به‌نحوه انتشار هلیکوباکتر پیلوری و بررسی تقریبی افراد آلوده شده در جمعیت پی برد. در پژوهش عالیقدری و همکاران در مورد شناسایی باکتری‌های هتروتروفی در شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر اردبیل، ۷۱/۴٪ نمونه‌ها باکتری‌های هتروتروفی را نشان دادند (۱۳). رنجبر و همکاران در پژوهشی در مورد جداسازی هلیکوباکتر پیلوری از ۴۰۰ نمونه آب آشامیدنی ایران و ویژگی‌های مقاومت ضدمیکروبی دریافتند که تعداد نمونه مثبت ۱۲ عدد (۳٪) می‌باشد (۱۴). در پژوهش وسگا و همکاران در مورد شناسایی هلیکوباکتر پیلوری در تصفیه‌خانه‌های آب آشامیدنی بوگوتای

کشور کلمبیا، روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرازی نسبت به روش کشت سطحی، عملکرد بهتری در شناسایی هلیکوباکتر پیلوری نشان داد (۱۵). به‌نظر می‌رسد تدوین برنامه نظارت جامع شامل انتخاب روش مناسب برای پایش هلیکوباکتر پیلوری، حذف و برنامه آموزشی (الگوی تغذیه سالم نظیر عدم مصرف مواد غذایی با اوره زیاد، الگوی بهداشت فردی، کنترل دما و تراکم جمعیت) راه‌حل مناسب جهت پایش محیطی و ارزیابی اپیدمیولوژیکی عفونت هلیکوباکتر پیلوری محسوب می‌شوند. با در نظر گرفتن اهمیت این عفونت و شیوع متفاوت آن در مناطق مختلف و نشانه‌های درازمدت ناشی از آن، می‌توان به ضرورت بررسی آب مصرفی بیمارستان‌های منتخب شهر تهران از نظر هلیکوباکتر پیلوری پی‌برد، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی میزان فراوانی هلیکوباکتر پیلوری شیر آب مصرفی و آب چاه بیمارستان‌های منتخب شهر تهران انجام شد.

روش کار

توصیف مکان نمونه‌برداری: در این مطالعه توصیفی- تحلیلی خوشه‌ای تصادفی که در سال ۱۳۹۹ انجام شد، جامعه آماری، ۲۲ بیمارستان در ۲۲ منطقه کلانشهر تهران بود. جمعیت تهران ۷۷۰۵۰۳۶ نفر و مساحت آن ۷۳۰ کیلومتر مربع است که از نظر مختصات جغرافیایی در ۳۵ درجه، ۴۱ دقیقه و ۲۱ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه، ۲۳ دقیقه و ۲۰ ثانیه طول شرقی قرار گرفته است. نمونه‌های آب با رعایت ملاحظات اخلاقی بر اساس دستورالعمل هلسینکی آزمایش شدند.

توصیف روش نمونه‌گیری: این تحقیق به‌روش نمونه‌گیری توصیفی- تحلیلی خوشه‌ای تصادفی در ۲۲ شیر آب مصرفی (۲۲ نمونه آب سرد)، ۶ آب چاه بیمارستان‌ها و ۱ آب ورودی به تصفیه‌خانه در کلانشهر تهران با ۳ بار تکرار انجام گردید. بیمارستان‌ها تحت پوشش آب و فاضلاب ۶گانه شهری تهران در مرکز، جنوب، شرق، غرب و شمال کلانشهر تهران قرار دارند (جدول ۱، شکل ۱). معیارهای انتخاب بیمارستان‌ها موافقت با مجوز نمونه‌برداری و تحت پوشش بودن آب و فاضلاب ۶گانه شهری تهران بود (۱۶). معیار خروج بیمارستان از مطالعه، عدم موافقت با نمونه‌برداری بود. ۶ منطقه تهران به‌عنوان ۶ خوشه انتخاب و به‌علت محدودیت موافقت بیمارستان با نمونه‌برداری و تراکم تعداد بیمارستان‌ها از هر منطقه حداقل ۳ و حداکثر ۵ بیمارستان انتخاب شد. ۲۲ بیمارستان تحت پوشش ۲۲ منطقه شهرداری تهران نیز بودند. ۲۲ ایستگاه از ۱۵۰ ایستگاه نمونه‌برداری (۱۵٪ ایستگاه نمونه‌برداری) به‌علت حساسیت بیش‌تر، دسترسی آسان برای نمونه‌برداری و هزینه انجام آزمایشات انتخاب گردید؛ به‌عبارت دیگر بررسی ۵۸ نمونه آب از نظر آماری منطقی بود (رابطه $(N = (\frac{ts}{U})^2)$



شکل ۱. نقشه ایستگاه‌های نمونه‌برداری (محدوده آبفای مناطق ۶گانه به‌همراه مناطق ۲۲گانه شهرداری)

جدول ۱. موقعیت بیمارستان‌ها

منطقه	ایستگاه نمونه برداری	نوع مالکیت	منطقه	ایستگاه نمونه برداری	نوع مالکیت
۱	بیمارستان ۱ (آبفای ۱)	دولتی	۱۲	بیمارستان ۱۲ (آبفای ۴)	دولتی
۲	بیمارستان ۲ (آبفای ۱)	خصوصی	۱۳	بیمارستان ۱۳ (آبفای ۴)	خصوصی
۳	بیمارستان ۳ (آبفای ۱)	دولتی	۱۴	بیمارستان ۱۴ (آبفای ۴)	خصوصی
۴	بیمارستان ۴ (آبفای ۱)	خصوصی	۱۵	بیمارستان ۱۵ (آبفای ۶)	دولتی
۵	بیمارستان ۵ (آبفای ۳)	خصوصی	۱۶	بیمارستان ۱۶ (آبفای ۶)	خصوصی
۶	بیمارستان ۶ (آبفای ۳)	خصوصی	۱۷	بیمارستان ۱۷ (آبفای ۵)	دولتی
۷	بیمارستان ۷ (آبفای ۲)	دولتی	۱۸	بیمارستان ۱۸ (آبفای ۵)	دولتی
۸	بیمارستان ۸ (آبفای ۲)	دولتی	۱۹	بیمارستان ۱۹ (آبفای ۶)	دولتی
۹	بیمارستان ۹ (آبفای ۵)	خصوصی	۲۰	بیمارستان ۲۰ (آبفای ۶)	دولتی
۱۰	بیمارستان ۱۰ (آبفای ۵)	خصوصی	۲۱	بیمارستان ۲۱ (آبفای ۵)	دولتی
۱۱	بیمارستان ۱۱ (آبفای ۵)	خصوصی	۲۲	بیمارستان ۲۲ (آبفای ۳)	خصوصی

روش نمونه‌برداری: نمونه‌برداری در بازه زمانی ۱۳۹۹/۶/۱۵ الی ۱۳۹۹/۸/۳۰ انجام گرفت. روش نمونه‌برداری آب و آنالیز متغیرهای باکتری هتروتروفی (روش A ۹۲۱۵)، هلیکوباکتر پیلوری و پایش بیولوژیکی شامل کلیفرم (C ۹۲۲۱)، اشرشیا کلی (F ۹۲۲۱)، پسودوموناس آئروژینوزا (F ۹۲۱۳) و استرپتوکوکوس فکالیس (B ۹۲۳۰) بر اساس دستورالعمل‌های موجود در کتاب روش‌های استاندارد آب و فاضلاب انجام شد (۱۷). نمونه‌برداری متغیرهای میکروبی در ظرف نمونه‌برداری استریل و با رعایت شرایط استریل انجام و سپس در شرایط استاندارد نگهداری در مجاورت یخ به آزمایشگاه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران آزاد اسلامی ارسال شد. نمونه‌برداری متغیر شیمیایی در ظرف تمیز انجام و سپس در شرایط استاندارد به آزمایشگاه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران آزاد اسلامی ارسال شد. هنگام نمونه‌گیری از هر محل ۲ نمونه تهیه شد. جهت بررسی هلیکوباکتر پیلوری، ابتدا ۱۰ لیتر نمونه توسط صافی با منافذ ریز (نیترات سلولزی، اندازه قطر ۰/۲ میکرون؛ زتا پلاس ۱ ام دی اس، آمریکا) تغلیظ شد (۱۸). صافی با ۱ میلی‌لیتر محلول بافر فسفات (pH=۷/۴؛ مرک، آلمان) شویش شد. محتویات فیلتر پس از انتقال به لوله استریل سانتریفیوژ ۱/۵ میلی‌لیتری با سرعت ۱۵۰۰۰ دور بر دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (اپندورف، آلمان) گردید. ۱۰۰ میکرو لیتر بافر فسفات به ته‌نشست موجود در تیوپ نمونه افزوده و در دمای آزمایشگاه به‌مدت ۲۰ دقیقه ورتکس (IKA، آلمان) گردید. استخراج اسید نوکلئیک هلیکوباکتر پیلوری بر اساس دستورالعمل کیت اختصاصی اسید دزاکسی نوکلئیک باکتری (QiAamp DNA Mini Kit؛ سیناژن، ایران) انجام شد. تشخیص ژنوم باکتری هلیکوباکتر پیلوری توسط پرایمر UreC انجام شد (جدول ۲). پرایمر پیشرو با رنگ فلوروکروم Cy5 نشان‌دار شد و شاهد مثبت و منفی نیز لحاظ گردید. برنامه دمایی شامل یک مرحله واسرشت اولیه ۱ چرخه در دمای ۹۴ سانتی‌گراد به‌مدت ۴ دقیقه؛ ۳۰ چرخه دمایی به‌ترتیب ۱ چرخه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱ دقیقه، ۵۶ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱ دقیقه (مرحله اتصال)، ۷۲ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱ دقیقه؛ و ۱ چرخه گسترش نهایی ۷۲ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۵ دقیقه (ترموسایکلر Bio-Rad) انجام شد. نتایج برحسب ژنوم بر میلی‌لیتر گزارش شد (۱۹). سنجش غلظت تری‌هالومتان‌ها و مجموع کربن آلی جهت بررسی تقویت بقای هلیکوباکتر پیلوری اهمیت دارند. اندازه‌گیری غلظت فلز سنگین توسط دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی (مدل پرکین المر، ساخت آمریکا) طبق روش‌های B ۳۵۰۰ در طول موج‌های مربوطه کتاب روش‌های استاندارد جهت انجام آزمایش‌های آب و فاضلاب

انجام گرفت. اندازه‌گیری غلظت تری‌هالومتان‌ها و مجموع کربن آلی به‌ترتیب با روش B ۵۷۱۰ و B ۵۳۱۰ کتاب روش‌های استاندارد جهت انجام آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام‌گرفت. اندازه‌گیری pH، دما، کلر باقی‌مانده و کدورت به‌ترتیب توسط دستگاه pH متر (مدل Hach، ساخت آمریکا) طبق روش‌های الکترومتری H^+ ۴۵۰۰، DPD (مدل Hach، ساخت آمریکا) و نفلومتری B ۲۱۳۰ کتاب روش‌های استاندارد جهت انجام آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام گرفت (۱۶). نقاط نمونه‌برداری بر اساس شیر آب مصرفی و آب چاه بیمارستان مشخص و کروکی نقاط تهیه شد (۲۰).

روش و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

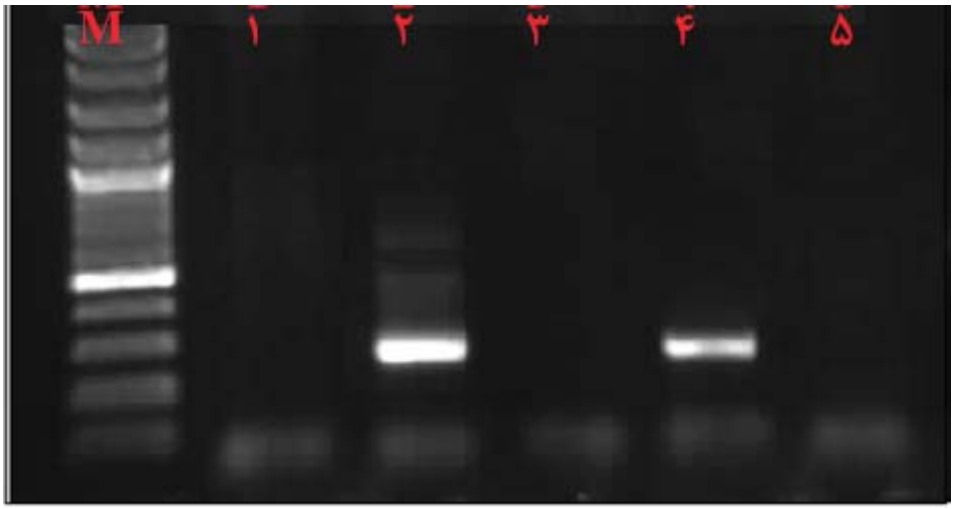
آزمایشات ۳ بار تکرار و میانگین آن‌ها گزارش شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS، ورژن ۱۸ انجام گرفت. جهت بررسی ارتباط میان متغیرها و تعداد هلیکوباکتر پیلوری با توجه به‌نرمال و غیرنرمال بودن توزیع متغیرها از آزمون آماری تی‌تست و اسپیرمن استفاده شد (۲۱). بر اساس آزمون آماری کولموگروف- اسمیرونوف، داده‌ها دارای سطح معناداری بیش از ۰/۰۵ و دارای توزیع یکنواخت بودند. همچنین بر اساس آزمون آمار استنباطی شاپیرو-ویلکس، داده‌ها دارای سطح معناداری بیش از ۰/۰۵ (۰/۴۴-۱) بودند. متوسط داده‌ها با مقادیر استاندارد سازمان بهداشت جهانی و استاندارد کشوری مقایسه گردید.

جدول ۲. پرایمرهای طراحی شده

ردیف	نام پرایمر	ساختار
۱	پیشرو	5 ‘-AAGCTTTTAGGGGTGTTAGGGGTTT-3’
۲	پسرو	5‘-AAGCTTACTTTCTAACACTAACGC-3’

یافته‌ها

شکل ۲ واکنش زنجیره‌ای پلیمرازی نمونه‌ها در ژل آگارز ۱/۵٪ را نشان می‌دهد.



شکل ۲. واکنش زنجیره‌ای پلیمرازی نمونه‌ها در ژل آگاروز ۱/۵٪ (M: مارکر ۱۰۰ جفت بازی؛ ۱: کنترل منفی (آب مقطر استریل)؛ ۲: کنترل مثبت؛ ۳: نمونه آب منفی برای هلیکوباکتر پیلوری؛ ۴: نمونه آب مثبت برای هلیکوباکتر پیلوری؛ ۵: نمونه منفی)

میانگین کدورت (نفلومتری کمتر یا مساوی ۱) و pH (۶/۵-۹/۰) نمونه‌های آب بررسی شده نشان داد که میانگین بیش از استاندارد ملی کشوری و سازمان محیط زیست آمریکا ندارند. میانگین pH، دما، کدورت و کلر باقی‌مانده نمونه‌های شیر آب سرد مصرفی بیمارستان‌های منتخب شهر تهران به‌ترتیب ۰/۲±۷/۴ (۷-۷/۸)، ۴/۸±۲۰/۱ (۱۲-۲۷) درجه سانتی‌گراد، ۰/۴±۰/۸ (۰/۰-۱/۵) نفلومتری و ۰/۴±۰/۶ (۰/۰-۱/۵) میلی‌گرم در لیتر بود. میانگین pH، دما، کدورت و کلر باقی‌مانده نمونه‌های آب چاه بیمارستان‌های منتخب شهر تهران به‌ترتیب ۰/۲±۷/۱ (۶/۹-۷/۴)، ۶/۴±۱۷ (۱۰-۲۵) درجه سانتی‌گراد، ۰/۴±۰/۳ (۰/۰-۱/۱) نفلومتری و ۰/۲±۰/۳ (۰-۰/۸) میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۳).

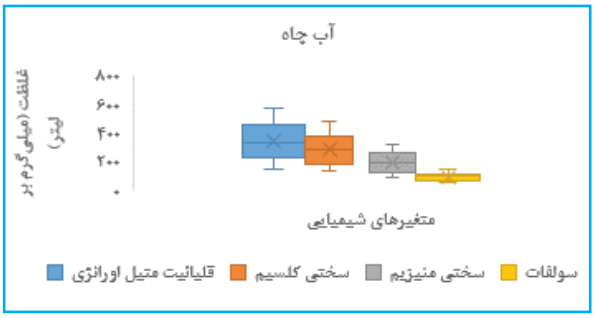
جدول ۳. بررسی فیزیکوشیمیایی و میکروبی شیر آب مصرفی و آب چاه بیمارستان‌های منتخب شهر تهران سال ۱۳۹۹

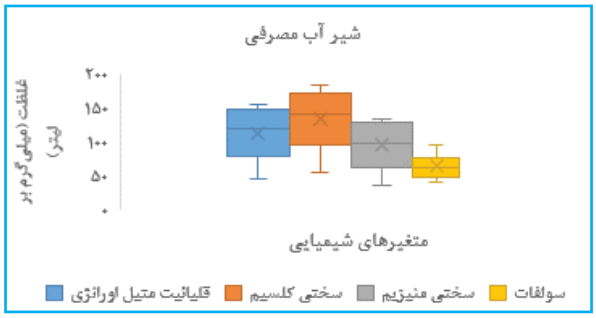
شیر آب مصرفی					آب چاه					
متغیر	واحد	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار	استاندارد کشوری (حد مطلوب)	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار
کلر باقی‌مانده	mg/l	۰/۰	۱/۵	۰/۶	۰/۵۱	۰/۵	۰/۸	۰/۰	۰/۳	۰/۲
pH	-	۷/۸	۸/۰	۷/۴	۰/۲۵	۵-۶/۹	۶/۹	۷/۴	۷/۱	۰/۲
دما	(°C	۱۲	۲۷	۱۹/۷	۴/۹	-	۱۰/۰	۲۵/۰	۱۷/۰	۶/۴
کدورت	NTU	۰/۰	۱/۵	۰/۷	۰/۴۹	≤ ۱	۰/۰	۱/۱	۰/۳	۰/۴
شمارش بشقابی هتروتروفی[1] (R2A آگار)	CFU/ml	۰/۰	۲۹/۰	۶/۱	۱/۴	۵۰۰	۴۰/۰	۰/۰	۷/۸	۲/۱
شمارش بشقابی هتروتروفی[1] (آگار مغذی)	CFU/ml	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۵۰۰	۰/۰	۲۹/۰	۶/۱	۱/۸
هلیکوباکتر پیلوری[2] (کشت سطحی)	CFU/ml	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
هلیکوباکتر پیلوری[2] (PCR)	CFU/ml	۰/۰	۴/۰	۰/۸	۰/۱۸	۰/۰	۰/۰	۴/۰	۰/۸	۰/۱۸
کلیفرم	MPN/100ml	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۶/۰	۱/۰	۲/۲
اشرشیا کلی[3]	MPN/100ml	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۶/۰	۱/۰	۲/۲
پسودومونا آئروژینوزا۳	MPN/100ml	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳/۰	۰/۵	۳/۲
کلستریدیوم پرفریژینس	MPN/100ml	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۲/۰	۲/۰	۴/۴
استرپتوکوکوس فکالیس	MPN/100ml	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۳/۰	۰/۵	۳/۲

توضیحات ۱: باکتری هتروتروفی با دو روش آگار مغذی و R2A آگار بررسی شدند. تذکر ۲: باکتری هلیکوباکتر پیلوری با دو روش کشت سطحی و PCR بررسی شدند. تذکر ۳: باکتری‌های اشرشیا کلی و سودومونا آئروژینوزا به‌عنوان کنترل منفی و مثبت در تشخیص هلیکوباکتر پیلوری با روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرازی محسوب می‌شوند.

نتایج حاصل از تحقیق روش کشت سطحی باکتری هلیکوباکتر پیلوری نمونه‌های شیر آب مصرفی و آب چاه بیمارستان‌های منتخب شهر تهران مشخص کرد هیچ‌کدام از نمونه‌ها دارای آلودگی باکتری هلیکوباکتر پیلوری نمی‌باشند. میانگین باکتری هترتروفی نمونه‌های شیر آب مصرفی و آب چاه بیمارستان‌های منتخب شهر تهران به‌ترتیب ۰ و ۶/۱±۱/۴ بود. ۲ نمونه بررسی شده شیر آب مصرفی و آب چاه بیمارستان‌های منتخب شهر تهران فقط با روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرازی آلودگی به باکتری هلیکوباکتر پیلوری را نشان دادند (جدول ۳). نتایج حاصل از تحقیق بخش بیولوژیکی نمونه‌های شیر آب مصرفی بیمارستان‌های منتخب شهر تهران مشخص کرد هیچ‌کدام از نمونه‌ها دارای آلودگی باکتریایی نمی‌باشند.

میانگین غلظت کلسیم، منیزیم، مجموع کربن آلی، قلیائیت متیل‌اورانژی، سولفات، کلروفرم، آهن و نیترات نمونه‌های شیر آب مصرفی بیمارستان‌های بررسی‌شده به‌ترتیب ۳۳/۲±۱۳۵ (۵۵-۱۸۵) میلی‌گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر، ۶۸/۴±۹۰ (۳۵-۱۲۵) میلی‌گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر، ۰/۰۵±۰/۰۲ (۰/۰۱۵-۰/۰۳۴) میلی‌گرم بر لیتر، ۴۷/۷۷±۱۱۳ (۴۵-۱۵۵) میلی‌گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر، ۱۴/۹۴±۶۱/۹۵ (۴۱-۹۵) میلی‌گرم برحسب سولفات بر لیتر، ۲/۱۴±۶/۰ (۳/۵-۹/۴۸) میکروگرم بر لیتر، ۰/۰۱±۰/۱۲ (۰/۰۱-۰/۲۹) میلی‌گرم برحسب آهن بر لیتر و ۱/۲۱±۴/۱۵ میلی‌گرم برحسب نیترات بر لیتر بود. میانگین غلظت کلسیم، منیزیم، قلیائیت متیل‌اورانژی، مجموع کربن آلی، سولفات، آهن و نیترات نمونه‌های آب چاه بیمارستان‌های بررسی شده به‌ترتیب ۲۲۶/۴±۲۹۳/۷ (۱۳۵-۴۸۰) میلی‌گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر، ۲۲۶/۴±۱۹۵ (۹۰-۳۲۰) میلی‌گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر، ۱۷۰/۰±۳۴۱/۶ (۱۵۰-۵۷۵) میلی‌گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر، ۰/۰۰۵±۰/۸۶۲ (۰/۸۵۵-۰/۸۷۰) میلی‌گرم بر لیتر، ۰/۱۸±۹۲/۲ (۶۳-۱۴۵) میلی‌گرم برحسب سولفات بر لیتر، ۰/۳±۰/۳ (۰/۰۱-۰/۸۲) میلی‌گرم برحسب آهن بر لیتر و





شکل ۳. متغیرهای شیمیایی شیر آب مصرفی و آب چاه بیمارستان‌های منتخب شهر تهران سال ۱۳۹۹

۶/۹۸±۵/۵۷ میلی گرم برحسب نیترات بر لیتر بود (شکل ۳).

در مقایسه آماری متغیر هتروتروفی و متغیرهای مورد بررسی، مقدار همبستگی معنی‌داری میان تعداد باکتری هتروتروفی با تعداد ژنوم هلیکوباکتر پیلوری در میلی‌لیتر، ایستگاه نمونه‌برداری، کدورت، کلسیم، pH، دما، منیزیم، سولفات، قلیائیت، نوع آب، آهن و مجموع کربن آلی وجود داشت ($p \leq ۰/۰۵$) (جدول ۴). جدول ۵ ضرایب همبستگی پیرسون تعداد باکتری هتروتروفی و متغیرهای مورد بررسی نظیر تعداد ژنوم هلیکوباکتر پیلوری در میلی‌لیتر، کلر باقی‌مانده، ایستگاه نمونه‌برداری، کدورت، کلسیم، pH، دما، منیزیم، سولفات، قلیائیت، آهن و مجموع کربن آلی را نشان می‌دهد.

جدول ۴. مقایسه آماری متغیر مورد بررسی

ردیف	متغیر	ضریب همبستگی	PValue	ضریب F
۱	هلیکوباکتر پیلوری	۰/۱۵۷	(S) ۰/۰۰۴	۸/۹۱۶
۲	نوع آب	۰/۱۰۵	(S) ۰/۰۳۱	۳/۲۹۲
۳	قلیائیت	۰/۱۰۴	(S) ۰/۰۳۲	۳/۲۹۰
۴	آهن	۰/۰۱۰۲	(S) ۰/۰۳۵	۳/۲۸۴
۵	کدورت	۰/۱۰۱	(S) ۰/۰۳۸	۳/۲۸۰
۶	دما	۰/۰۹۹	(S) ۰/۰۴۶	۳/۲۵۹
۷	سختی کلسیم	۰/۰۹۶	(S) ۰/۰۴۹	۳/۱۵۴
۸	سختی منیزیم	۰/۰۹۶	(S) ۰/۰۴۹	۳/۱۵۴
۹	pH	۰/۰۹۶	(S) ۰/۰۴۹	۳/۱۵۴
۱۰	سولفات	۰/۰۹۶	(S) ۰/۰۴۹	۳/۱۵۴
۱۱	مجموع کربن آلی	۰/۰۹۶	(S) ۰/۰۴۹	۳/۱۵۴
۱۲	منطقه	۰/۰۴۰	(NS) ۰/۱۶۶	۱/۹۷۹
۱۳	کلر باقی‌مانده	۰/۰۱۷	(NS) ۰/۳۶۵	۰/۸۳۷
۱۴	نیترات	۰/۰۹۵	(NS) ۰/۰۴۷	۳/۱۸۳

جدول ۵. نتایج آنالیز همبستگی پیرسون تعداد باکتری هتروتروفی و متغیرهای نمونه‌های مورد بررسی

متغیر	هتروتروفی	متغیر	هتروتروفی
موقعیت بیمارستان	-۰/۷۹۱	کدورت	-۰/۵۹۹
کلر باقی‌مانده	-۰/۹۹۳	pH	۰/۵۲۷
دما	۰/۹۵۶	سختی کلسیم	-۰/۷۸۰
هلیکوباکتر پیلوری	۰/۹۹۰	سختی منیزیم	-۰/۷۸۰
آهن	۰/۹۷۶	مجموع کربن آلی	-۰/۹۶۴
نوع آب	۰/۹۷۵	قلیائیت	۰/۹۵۸
سولفات	-۰/۷۸۷	نیترات	-۰/۶۷۷

بحث

میانگین سختی کلسیم شیر آب مصرفی ۱۳۵±۳۳/۲ (۵۵-۱۸۵) میلی‌گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر از رهنمود ملی کشوری در ۱۰۰٪ نمونه‌های بررسی شده و میانگین کدورت آب چاه ۰/۳±۰/۴ (۰/۰-۱/۱) نفلومتری از رهنمود سازمان بهداشت جهانی (کمتر از ۱ نفلومتری) فراتر نرفته بود. میانگین سختی کلسیم آب چاه ۲۹۳/۷ ±۲۲۶/۴ (۱۳۵-۴۸۰) میلی‌گرم برحسب کربنات کلسیم در لیتر از رهنمود ملی کشوری در ۶۶/۶٪ نمونه‌های بررسی شده فراتر بود. در مطالعه مجدی و همکاران مقدار کدورت ۸۱/۶٪ آب روستاهای شهرستان تکاب را در حد مطلوب اعلام کردند (۲۲). کیفیت فیزیکوشیمیایی ضعیف آب از قبیل مقدار دمای زیاد، کدورت زیاد و کلر باقی‌مانده کم آب همراه با جنس لوله، از جمله عوامل مؤثر در تشکیل بایوفیلم باکتریایی در لوله آب مصرفی محسوب می‌شوند. مطالعه آیبک و موریندا کیفیت ضعیف شیمیایی آب را به‌عنوان عامل تعیین‌کننده میکروبیوم بایوفیلم آب آشامیدنی معرفی کردند (۲۳). هلیکوباکتر پیلوری از توانایی تشکیل بایوفیلم در سطح مشترک هوا- مایع به‌علت ویژگی میکروآئروفیل و زنده ماندن در بایوفیلم سطح شبکه توزیع آب آشامیدنی برخوردار و به‌عنوان ریسک عفونت منتقله از آب آشامیدنی محسوب می‌شود؛ به‌عبارت دیگر هلیکوباکتر پیلوری محصور شده در بایوفیلم لوله آب مصرفی به‌علت محافظت از تماس با ماده گندزدا کننده نظیر کلر باقی‌مانده آب، بقای خود را تضمین نموده است (۲۴). پایش کلر باقی‌مانده آب و کدورت آب را می‌توان به‌عنوان عوامل بقای هلیکوباکتر پیلوری به‌علت دامنه وسیع حساسیت به کلر معرفی نمود. مقادیر دمای آب حتی در گستره استاندارد قابل قبول می‌تواند با رشد هلیکوباکتر پیلوری ارتباط داشته باشد.

بیش‌ترین تعداد باکتری هتروتروفی شیر آب مصرفی بیمارستان ۲۹ کلنی بر میلی‌لیتر بود. تعداد زیاد باکتری هتروتروفی را می‌توان به کاهش کلر باقی‌مانده (۰/۰ میلی‌گرم در لیتر) نسبت داد. تعداد باکتری هتروتروفی در ۱۰۰٪ نمونه‌ها کم‌تر از استانداردهای ملی کشوری و سازمان بهداشت جهانی (کمتر از ۵۰۰ کلنی بر میلی‌لیتر) بود. تعداد بیش‌تر باکتری هتروتروفی نمونه ۲۰ نشانگر کلر باقی‌مانده کم‌تر (۰/۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. مطالعه ابولی و همکاران وجود باکتری هتروتروفی آب آشامیدنی ۶ ایستگاه در شهر گرمسار را کم‌تر از حد مجاز (۱۰۰٪) اعلام نمودند (۲۵). گستره تغییرات رشد مجدد میکروارگانیسم‌ها و افزایش تعداد باکتری هتروتروفی را می‌توان به راکد ماندن آب، کاهش سرعت آب، کاهش غلظت کلر باقی‌مانده، افزایش دما، کدورت و کربن آلی قابل جذب نسبت داد. در مطالعه لیو و همکاران علت رشد مجدد میکروب‌ها در آب آشامیدنی را کاهش کلر باقی‌مانده اعلام نمودند (۲۶). دمای آب بر رشد و تکثیر باکتری هتروتروفی آب، سرعت واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی و راندمان تصفیه آب از قبیل کلرزنی و انعقاد مؤثر می‌باشد. مطالعه ملازاده و همکاران دمای ۹۰٪ نمونه‌های بررسی شده را بیش از حد استاندارد اعلام نمودند (۲۷). میانگین کدورت شیر آب مصرفی ۰/۷±۰/۴۹ (۰-۱/۵) نفلومتر از رهنمود سازمان بهداشت جهانی (کمتر از ۱ نفلومتری) فراتر نرفته بود. کدورت آب به رشد مجدد میکروب‌ها و افزایش مصرف کلر در فرآیند کلرزنی و کاهش اثربخشی کلر منجر می‌شود. مطالعه قانعیان و همکاران میانگین کدورت نمونه‌های بررسی شده را ۰/۴۵۷ نفلومتری گزارش کردند (۲۸). اکرانگ و همکاران میانگین باکتری هتروتروفی منابع آب بررسی شده را فراتر از گستره استاندارد کشور غنا (۵۰۰ کلنی بر میلی‌لیتر) اعلام نمودند (۲۹). پیش‌آزمون‌ها نشان دادند میان باکتری هتروتروفی و خطر سلامت فرد مواجهه‌یافته با آب آلوده به استثنای فرد دارای نقص ایمنی ارتباطی وجود ندارد. از دیدگاه میکروبیولوژی، مصرف آب آلوده برای بهداشت عمومی مضر تلقی می‌شود (۳۰). ۵ نمونه از ۶ نمونه (۸۳٪) آب چاه بیمارستان‌های منتخب شهر تهران، از نظر باکتری هتروتروفی رشد داشت. تعداد زیاد باکتری هتروتروفی را می‌توان به عدم کلر باقی‌مانده نسبت داد. تعداد باکتری هتروتروفی ۱۰۰٪ نمونه‌ها کم‌تر از استانداردهای ملی کشوری و سازمان بهداشت جهانی (کمتر از ۵۰۰ کلنی بر میلی‌لیتر)

بود. نتایج نشان دادند دقت محیط کشت آگار R2A بیش از محیط کشت آگار مغذی به‌علت داشتن عامل شیلات‌کننده کلر باقی‌مانده است که این یافته‌ها با تحقیق ونفا و تینگ مطابقت داشت (۳۱). در مطالعه حاضر هلیکوباکتر پیلوری در ۲ نمونه شیر آب مصرفی (منطقه ۲۰) و آب چاه (منطقه ۱۹) فقط با روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرازی وجود داشت که حضور آن را می‌توان به دمای زیاد، کدورت زیاد، کلر باقی‌مانده کم، pH زیاد، ماده آلی آب‌گریز کم، مجموع تری‌هلومتان‌ها برحسب کلروفرم کم، سولفات کم و کاتیون‌های سختی‌ساز آب نظیر کلسیم و منیزیم کم نسبت داد. می‌توان نتیجه‌گیری نمود کنسرسیوم بایوفیلم هتروتروفی از اثرات مثبت و منفی بر بقای هلیکوباکتر پیلوری برخوردار بوده و مزیت انتخابی نسبت به میکروب‌های دیگر را می‌دهد. نگهداشت غلظت کافی گندزدا در شبکه توزیع آب به محدودیت تولید بایوفیلم منجر می‌شود (۳۲). در مطالعه حاضر حساسیت و ویژگی ureC-PCR به‌ترتیب ۱۰۰٪ و ۱۰۰٪ گزارش شد. در مطالعه لئوناردی و همکاران حساسیت و ویژگی ureC-PCR برای شناسایی هلیکوباکتر پیلوری نمونه به‌ترتیب ۹۴/۱٪ و ۹۳/۷٪ گزارش شد (۳۳). در این مطالعه هیچ‌کدام از منابع آبی مورد بررسی با روش کشت سطحی آلوده به هلیکوباکتر پیلوری نبودند و ۱۰/۳٪ منابع آبی مورد بررسی فقط با روش ureC-PCR آلوده به هلیکوباکتر پیلوری بودند. به‌عبارت دیگر ۲۲ نمونه شیر آب مصرفی، ۶ نمونه آب چاه و ۱ نمونه آب ورودی به تصفیه‌خانه مورد بررسی قرار گرفت که به‌ترتیب در هر کدام یک نمونه فقط با روش ureC-PCR از نظر هلیکوباکتر پیلوری مثبت شدند. نتایج نشان داد حساسیت و ویژگی روش ureC-PCR برای شناسایی اسید دزاکسی نوکلئیک هلیکوباکتر پیلوری نمونه آب بیش از روش کشت سطحی است. جوهانسن و همکاران حساسیت روش PCR برای شناسایی هلیکوباکتر پیلوری نمونه را بیش از روش کشت به‌علت آسیب‌پذیری کم‌تر، زمان آزمایش کوتاه‌تر و حساسیت زیاد اعلام کردند (۳۴). یکسان بودن حساسیت و ویژگی روش‌های PCR برای شناسایی هلیکوباکتر پیلوری نمونه آب را می‌توان به تعداد کم نمونه بررسی شده نسبت داد. در مطالعه ابیری و همکاران آلودگی ۶۰ نمونه آب آشامیدنی به هلیکوباکتر پیلوری، ۲۶/۶۷٪ (۱۶ نمونه) گزارش شد (۳۵). بهرامی و همکاران آلودگی ۲۰۰ نمونه آب را به هلیکوباکتر پیلوری با روش کشت و ureC-PCR به‌ترتیب ۲/۵٪ (۵ نمونه) و ۷٪ (۱۴ نمونه) اعلام نمودند (۳۶). در مطالعه خان و همکاران آلودگی ۵۰ نمونه آب آشامیدنی به هلیکوباکتر پیلوری، ۴٪ (۲ نمونه) گزارش شد (۳۷). در مطالعه ابا و حسام، آلودگی ۵۱ نمونه آب به هلیکوباکتر پیلوری، ۳/۹٪ (۲ نمونه) اعلام شد (۳۸). تحقیق مسعودیان و همکاران عدم آلودگی ۲۳۵ نمونه آب رودخانه را به هلیکوباکتر پیلوری اعلام نمودند (۳۹). پیش‌آزمون‌های انجام‌شده در این مطالعه نشان دادند بیماران مبتلا به هلیکوباکتر پیلوری توسط مصرف آب آلوده به هلیکوباکتر پیلوری مبتلا شده‌اند. در مطالعه هو و همکاران میزان شیوع هلیکوباکتر پیلوری را در ۱۳۵۵ کودک مورد بررسی ۱۶/۷٪ و مصرف آب آلوده را نیز به‌عنوان ریسک بهداشتی اعلام نمودند (۴۰).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد میان متغیر حضور هلیوباکتر پیلوری و متغیرهای مختلف از قبیل pH، عناصر جزئی (آهن)، قلیائیت و کاتیون‌های سختی‌ساز کلسیم و منیزیم ارتباط وجود دارد. می‌توان نتیجه‌گیری نمود غلظت‌های بیش از مقدار استاندارد آهن و نیترات نیز شرایط را برای رشد و تکثیر این باکتری در سیستم آب‌رسانی تقویت می‌کند. تحقیق توه و ویلسون ویژگی شیمیوتاکسی هلیکوباکتر پیلوری را نسبت به بی‌کربنات، آهن، مس، روی و نیکل نشان داد (۴۱). کاهش رطوبت، افزایش کلر، حضور هیدروژن، کاهش آهن و افزایش اکسیژن به افزایش غیرفعال‌سازی هلیکوباکتر پیلوری منجر می‌شود. مکانیسم مقاومت باکتری را می‌توان به ممانعت از نفوذ سلول، تغییر هدف، غیرفعال‌سازی آنزیم و حذف از طریق پمپ ایفلاکس نسبت داد. مطالعه گبی و هالی، ضرورت توانایی شناسایی و پاسخ به غلظت آهن برای بقای هلیکوباکتر پیلوری را نشان داد (۴۲). مطالعه ساراسینو و همکاران نشان داد میان حضور هلیکوباکتر پیلوری با ترکیبات مس ارتباط وجود دارد و مس از ویژگی بایوسیدال به‌علت

پراکسیداسیون چربی غشای هلیکوباکتر پیلوری برخوردار است (۴۳). غلظت بیش‌تر از مقدار استاندارد یون منیزیم شرایط را برای رشد، بقاء و تکثیر هلیکوباکتر پیلوری در سیستم آب‌رسانی به‌علت ویژگی ضرورت آن جهت فعالیت مسیرهای بیوشیمیایی در متابولیسم مرکزی تقویت می‌کند. غلظت بیش‌تر از مقدار استاندارد یون کلسیم شرایط را برای رشد، بقاء و تکثیر هلیکوباکتر پیلوری در سیستم آب‌رسانی به‌علت ویژگی آن در پروتئین باکتری (NikR) تقویت می‌کند. می‌توان نتیجه‌گیری نمود هلیکوباکتر پیلوری حتی در مقادیر استاندارد پارامترهای شیمیایی کیفی آب از قبیل غلظت عناصر جزئی ضروری (آهن) و سختی از توانایی رشد و تکثیر برخوردار می‌باشد. افزایش غلظت‌های کلسیم و منیزیم آب به افزایش حضور هلیکوباکتر پیلوری در شیر آب مصرفی بیمارستان‌ها منجر می‌شود. هلیکوباکتر پیلوری طول ۳ میکرون با قطر ۰/۵ میکرون، دارای ۴-۶ فلاژل (مرکب از فلاژلین کوپلیمریزه FlaA و FlaB)، پروتئین غشای خارجی (ادهیزن فرضی، پورین، ترابری آهن، پروتئین وابسته فلاژیلوم، پروتئین عملکرد ناشناخته)، آنتی‌ژن O لیپوپلی‌ساکارید غشای خارجی، کلسترول گلوکوزیدی غشای خارجی، پلیمر پلی‌ساکارید خارجی باردار آنیونی، نقطه ایزوالکتریک آنزیم اوره‌آز ۵/۹۳ (۴-۱۰ و بهینه ۸) است که در زیر و بالای نقطه ایزوالکتریک به‌ترتیب بار مثبت و منفی دارد. هلیکوباکتر پیلوری توانایی احیای نیترات را ندارد و به‌عنوان عامل پیش‌بیوتیک شناخته می‌شود (۴۴).

بررسی کیفیت بیولوژیکی (باکتری هتروتروفی، کلیفرم، اشرشیا کلی، پسودوموناس آئروژینوزا، کلستریدیوم پرفرینژینس، استرپتوکوکوس فکالیس)، کیفیت فیزیکی- شیمیایی آب و هلیکوباکتر پیلوری از جمله نقاط قوت و نوآوری این تحقیق محسوب می‌شوند. عدم بررسی تأثیر فصل سال و تعداد کم نمونه‌های آب از جمله محدودیت‌های این تحقیق محسوب می‌شود؛ بنابراین برای مطالعات آینده بررسی اثر تداخل فصل با انواع میکروارگانیسم‌ها پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

تأمین منابع آب با کیفیت مناسب از مهم‌ترین نیازهای فردی است. برای برون‌رفت از تنش آبی در سال‌های آینده باید بر روی مصرف بهینه آب، کیفیت آب و حذف آلاینده ها از آب بر اساس دسترسی پایدار به منابع آبی تأکید نمود. استریفیکاسیون زنجیرهای کربوهیدراتی باکتری هلیکوباکتر پیلوری با گروه‌های سولفات آب عامل بالقوه حفاظت‌کننده محسوب می‌شود. در این مطالعه هیچ‌کدام از منابع آبی مورد بررسی با روش کشت سطحی آلوده به هلیکوباکتر پیلوری نبودند و ۱۰/۳٪ منابع آبی مورد بررسی فقط با روش ureC-PCR آلوده به هلیکوباکتر پیلوری بودند. بر اساس پیش‌آزمون‌ها می‌توان نتیجه‌گیری نمود که سیستم آب‌رسانی (جنس لوله، زبری لوله و خوردگی) به‌عنوان منبع بزرگ مهمی برای شیوع اختلالات گوارشی از جمله هلیکوباکتر پیلوری محسوب می‌شود. می‌توان نتیجه‌گیری نمود آب همواره به‌عنوان منبع شیوع اختلالات گوارشی مورد توجه بوده، بنابراین توجه بهداشت عمومی را به خود جلب کرده است. شرایط کیفی آب در جهت توسعه بایوفیلم در سطح لوله آب به بقای این ارگانیسم هیدروفوبی منجر می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان نکات اخلاقی از قبیل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در مقاله رعایت نموده‌اند و هرگونه تضاد منافع حقیقی و مادی اثرگذار بر نتایج و تفسیر مقاله را نیز رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان "بررسی مقایسه روش‌های واکنش پلیمراز زنجیره‌ای و کشت سطحی برای بررسی حضور هلیکوباکتر پیلوری آب مصرفی بیمارستان‌های منتخب شهر تهران در سال ۱۳۹۹" و دارای کد اخلاق شماره IR.IAU.TMU.REC.1399.396 می‌باشد. بدین‌وسیله از حمایت آزمایشگاهی گروه مهندسی بهداشت محیط و مرکز تحقیقات پالایش آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Kashi G, Potkee M. Investigation Electro-photocatalytic Removal of Acetaminophen from Drinking Water. 2016.
2. Fonyuy BE. Prevalence of water borne diseases within households in the Bamendankwe Municipality-North West Cameroon. Journal of Biosafety & Health Education. 2014.
3. Muzaheed A. Helicobacter pylori oncogenicity, mechanism, prevention, and risk factors. The Scientific World Journal 2020:1-10.
4. Mentis A-FA, Boziki M, Grigoriadis N, Papavassiliou AG. Helicobacter pylori infection and gastric cancer biology: tempering a double-edged sword. Cellular and Molecular Life Sciences. 2019;76(13):2477-86.
5. Venerito M, Vasapolli R, Rokkas T, Malfertheiner P. Gastric cancer: epidemiology, prevention, and therapy. Helicobacter. 2018;23:e12518.
6. Choi YJ. Specific Conditions: Diagnosis of H. pylori Infection in Case of Upper Gastrointestinal Bleeding. Helicobacter pylori: Springer; 2016. p. 157-62.
7. Ford AC, Yuan Y, Forman D, Hunt R, Moayyedi P. Helicobacter pylori eradication for the prevention of gastric neoplasia. Cochrane database of systematic reviews. 2020(7).
8. Eusebi L, Zagari R, Bazzoli F. Epidemiology of Helicobacter pylori infection. Helicobacter 2014;19:1-5.
9. Stefano K, Marco M, Federica G, Laura B, Barbara B, Gioacchino L. Helicobacter pylori, transmission routes and recurrence of infection: state of the art. Acta Bio Medica: Atenei Parmensis. 2018;89(Suppl 8):72.
10. Aziz RK, Khalifa MM, Sharaf RR. Contaminated water as a source of Helicobacter pylori infection: A review. Journal of advanced research. 2015;6(4):539-47.
11. Delgado Carreño C, Rojas B. Helicobacter pylori in water sources and food products: A constant public health problem. 2018.
12. García A, Salas-Jara MJ, Herrera C, González C. Biofilm and Helicobacter pylori: from environment to human host. World Journal of Gastroenterology: WJG. 2014;20(19):5632.
13. Alighadri M, Sadeghi T, Bagheri Ardebilian P, Iranpour E, Khodaverdi S, Alipanah A. Heterotrophic Bacteria in Drinking Water Distribution System in Ardabil, Iran. Iran Journal of Health 2015;6(2):226-35.
14. Ranjbar R, Khamesipour F, Jonaidi-Jafari N, Rahimi E. Helicobacter pylori isolated from Iranian drinking water: vacA, cagA, iceA, oipA and babA2 genotype status and antimicrobial resistance properties. FEBS Open Bio. 2016;6(5):433-41.
15. Vesga F-J, Moreno Y, Ferrús MA, Campos C, Trespalacios AA. Detection of Helicobacter pylori in drinking water treatment plants in Bogotá, Colombia, using cultural and molecular techniques. International journal of hygiene and environmental health. 2018;221(4):595-601.
16. Farhoodi A-M, Kashi G, Khani AH. Survey of Arsenic and Copper Ions Concentration in Water Distribution System of Selected Hospitals in Tehran, 2018. Irtiqā-yi īminī va pīshgīrī az ma?dūmiyat/ha (ie, Safety Promotion and Injury Prevention). 2020;7(4):199-207.
17. Federation WE, Association A. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA. 2017.
18. Alvandi A, Abiri R, Aryan E, Rezaei M, Bagherabadi S. High frequency of Helicobacter pylori DNA in drinking water in Kermanshah, Iran, during June–November 2012. Journal of water and health. 2014;12(3):504-12.
19. Georgopoulos SD, Michopoulos S, Rokkas T, Apostolopoulos P, Giamarellos E, Kamberoglou D, et al. Hellenic consensus on Helicobacter pylori infection. Annals of gastroenterology. 2020;33(2):105.
20. Astiaso Garcia D, Cumo F, Tiberi M, Sforzini V, Piras G. Cost-benefit analysis for energy management in public buildings: Four Italian case studies. Energies. 2016;9(7):522.
21. Kashi G, Doost KK. Comparison of the effect of lecture and video projector teaching methods on students' attitude, knowledge and practice. 2015.
22. 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):631-42.
23. Ibekwe AM, Murinda SE. Linking microbial community composition in treated wastewater with water quality in distribution systems and subsequent health effects. Microorganisms. 2019;7(12):660.
24. Percival SL, Suleman L. Biofilms and Helicobacter pylori: dissemination and persistence within the environment and host. World journal of gastrointestinal pathophysiology. 2014;5(3):122.
25. 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.
26. 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.
27. Molazadeh P, Khanjani N, Rahimi M, Molazadeh A, Rahimi A. Fungal and Biological Contamination and Physicochemical Quality of Swimming Pools Water in Kerman, 2014-2015: A Short Report. Journal of Rafsanjan

University of Medical Sciences. 2016;15(5):491-500.
28. Ghaneian MT, Amrollahi M, Ehrampoush MH, Dehvari M. Investigation of the physical, chemical, and microbial quality of yazd warm water pools (jacuzzi) in 2011. Iranian Journal of Health and Environment. 2013;6(3).
29. Akrong M, Amu-Mensah F, Amu-Mensah M, Darko H, Addico G, Ampofo J. Seasonal analysis of bacteriological quality of drinking water sources in communities surrounding Lake Bosomtwe in the Ashanti Region of Ghana. Applied Water Science. 2019;9(4):1-6.
30. Wen X, Chen F, Lin Y, Zhu H, Yuan F, Kuang D, et al. Microbial Indicators and Their Use for Monitoring Drinking Water Quality—A Review. Sustainability. 2020;12(6):2249.
31. Ng W, Ting Y-P. Microbes in deionized water: Implications for maintenance of laboratory water production system. PeerJ Preprints. 2017;4:e181v4.
32. Simoes LC, Simões M. Biofilms in drinking water: problems and solutions. Rsc Advances. 2013;3(8):2520-33.
33. Leonardi M, La Marca G, Pajola B, Perandin F, Ligozzi M, Pomari E. Assessment of real-time PCR for Helicobacter pylori DNA detection in stool with co-infection of intestinal parasites: a comparative study of DNA extraction methods. BMC microbiology. 2020;20:1-8.
34. Johannessen R, Bergh K, Jianu C, Kleveland PM. Polymerase chain reaction versus culture in the diagnosis of Helicobacter pylori infection. Gastroenterology Insights. 2013;5(1):1-6.
35. Abiri R, Bagherabadi S, Kashef M, Hasanvand B, Pajavand H, Gholipour A, et al. Detection of Helicobacter pylori in Drinking Water by Loop-Mediated Isothermal Amplification. Jundishapur Journal of Microbiology. 2017;10(4).
36. Bahrami AR, Rahimi E, Ghasemian Safaei H. Detection of Helicobacter pylori in city water, dental units' water, and bottled mineral water in Isfahan, Iran. The Scientific World Journal. 2013;2013.
37. Khan A, Farooqui A, Kazmi SU. Presence of Helicobacter pylori in drinking water of Karachi, Pakistan. The Journal of Infection in Developing Countries. 2012;6(03):251-5.
38. Ebaa E-S, Hossam E-S. Detection of Helicobacter pylori DNA in some Egyptian water systems and its incidence of transmission to individuals. Iranian journal of public health. 2015;44(2):203.
39. Massoudian S, Ghane M, Moein FG. Absence of Helicobacter pylori in the river waters in the north of Iran. African Journal of Microbiology Research. 2012;6(8):1790-5.
40. Hu J, Wang X, Chua EG, He Y, Shu Q, Zeng L, et al. Prevalence and risk factors of Helicobacter pylori infection among children in Kuichong Subdistrict of Shenzhen City, China. PeerJ. 2020;8:e8878.
41. Toh JW, Wilson RB. Pathways of Gastric Carcinogenesis, Helicobacter pylori Virulence and Interactions with Antioxidant Systems, Vitamin C and Phytochemicals. International Journal of Molecular Sciences. 2020;21(17):6451.
42. Gaddy JA, Haley KP. Metalloregulation of Helicobacter pylori physiology and pathogenesis. Frontiers in microbiology. 2015;6:911.
43. Saracino IM, Zaccaro C, Re GL, Vaira D, Holton J. The effects of two novel copper-based formulations on Helicobacter pylori. Antibiotics. 2013;2(2):265-73.
44. Rosier BT, Buetas E, Moya-Gonzalvez EM, Artacho A, Mira A. Nitrate as a potential prebiotic for the oral microbiome. Scientific Reports. 2020;10(1):12895.