

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و شش، شماره هفت، مهرماه ۱۴۰۳ (۳۷-۱۷)

بررسی اترئوویروس‌های شیر آب مصرفی و آب چاه بوستان‌های منتخب شهر تهران

امیرمحمد فرهودی^۱

گیتی کاشی^{۲*}

g.kashi@yahoo.com

رضا حاجی سید محمد شیرازی^۳

سیده هدی رحمتی^۴

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۱۶

تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۱۰

چکیده

زمینه و هدف: مطالعات سرم‌شناسی تاکنون ۶۶ نوع اترئوویروس انسانی را با استفاده از آنتی‌بادی آن‌ها شناسایی کرده است. عفونت‌های اترئوویروسی غالباً بدون علامت هستند، لکن شاید به طیف متنوعی از بیماری‌های کلینیکی منجر شوند. نظیر بیماری تب ملایم، بیماری‌های شدید پوستی، معده‌ای-روده‌ای، تنفسی، قلبی-عروقی و سیستم مرکزی عصبی. تعدادی از کشورها افزون بر سیستم نظارت پولیومیلیت، برنامه‌های نظارت جامع برای اترئوویروس‌های غیر پولیو را نیز تدوین کرده‌اند. هدف اصلی از این مطالعه تحقیق درباره اترئوویروس‌ها در شیر آب مصرفی و آب چاه بوستان‌های منتخب شهر تهران است.

روش بررسی: در این مطالعه آنالیزی نمونه‌ها به صورت تصادفی انتخاب شد. نمونه‌ها از شیر آب مصرفی ۲۲ نمونه و آب چاه ۶ نمونه از بوستان‌های منتخب در نواحی مختلف شهر تهران از تاریخ ۱۵ شهریور تا ۳۰ آبان ۱۳۹۸ تهیه شد. نمونه‌ها در ظروف استریل براساس دستورالعمل روش‌های استاندارد ملی جمع‌آوری شد. در این تحقیق اترئوویروس‌ها با استفاده از واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (RT-PCR) ارزیابی شد.

یافته‌ها: این مطالعه میانگین اترئوویروس‌ها شیر آب مصرفی و آب‌چاه بوستان‌های منتخب شهر تهران با روش RT-PCR به ترتیب $0/118 \pm 0/185$ و $0/163 \pm 0/1$ را نشان داد. میانگین باکتری‌های بشقابی هتروتروفی شیر آب مصرفی و آب چاه بوستان‌های منتخب شهر

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست- آب و فاضلاب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۳- استادیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۴- استادیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

تهران با روش کشت R2A آگار به ترتیب $6/05 \pm 3/05$ و $85/97 \pm 2/26$ بدست آمد. افزایش دما و کدورت به افزایش باکتری‌های بشقابی هتروتروفی و *انتروویروس‌ها* منجر می‌شود.

بحث و نتیجه گیری: کاهش کلر باقی‌مانده آب در برخی نقاط به افزایش باکتری‌های بشقابی هتروتروفی و *انتروویروس‌ها* منجر می‌شود. کنترل آلودگی و استراتژی‌های پیشگیری به منظور کاهش ریسک حضور *انتروویروس‌ها* برای تهیه منابع آب سالم به مقامات بهداشت عمومی پیشنهاد می‌شود.

واژه های کلیدی: *انتروویروس*، آب چاه، بوستان، روش کشت، روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (PCR)، شمارش بشقابی هتروتروفی.

Investigation of *Enteroviruses* in many of parks consumed tap water and well in Tehran city in 2019

Amir Mohammad Farhoodi¹

Giti Kashi^{2*}

WPRC@iautmu.ac.ir

Reza Haji Seyed Mohammad Shirazi³

Seyede Hoda Rahmati⁴

Admission Date: January 5, 2021

Date Received: August 31, 2020

Abstract

Background and Objective: Serology studies have identified 66 types of human *Enteroviruses* using their antibodies. *Enterovirus* infections are often asymptomatic, but may lead to a variety of clinical diseases such as mild fever, severe skin, gastrointestinal, respiratory, cardiovascular and central nervous system diseases. In addition to the polio monitoring system, a number of countries have developed comprehensive monitoring programs for non-polio *Enteroviruses*. The main goal of this study is to investigate the *Enteroviruses* in tap consumed water and well water in selected parks in Tehran city.

Material and Methodology: In this analytical study to sample, random sampling is used. 22 samples are taken from tap consumed water and water well (6 samples) in selected parks in different areas in Tehran city, from September 6 to November 20, 2019. The samples are collected in sterile bottle according to procedure detailed in national standard methods. In this study, *Enteroviruses* are measured using polymerase chain reaction (RT-PCR) method.

Findings: This study shows that the mean of *Enteroviruses* in tap consumed water and well water selected in Tehran by RT-PCR method were 0.18 ± 0.85 and 0.1 ± 1.63 , respectively. The mean of plate heterotrophic bacteria of tap consumed water and well water of selected parks in Tehran city are obtained by R2A agar culture method of 6.05 ± 3.05 and 85.97 ± 2.26 , respectively. Increased temperature and turbidity lead to an increase in *Heterotrophic* plate bacteria and *Enteroviruses*.

Discussion and Conclusion: Reduction of residual chlorine in water in some places leads to an increase in *Heterotrophic* plate bacteria and enteroviruses. Infection control and preventive strategies planning in order to reducing the exposure risk to *Enteroviruses* due to producing a safe water supply is purposed to public health authorities.

Keywords: Culture method, *Enteroviruses*, Heterotroph plate count, Parks, Polymerase Chain Reaction (PCR) method, Water well.

1- Department of Environmental Engineering, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Department of Environmental Health, Faculty of Health, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran *(Corresponding Author)

3- Department of Environmental Engineering, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

4- Department of Environmental Engineering, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

مقدمه

هر چند آب آشامیدنی تأمین شده توسط سازمان‌های مسئول در نقطه تولید با استانداردهای تعیین شده از نظر کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مطابقت دارند گاهی تغییرات فیزیکی شیمیایی، کاهش کلر باقی مانده آب و کلونیزاسیون میکروبی هنگام توزیع کاهش کیفیت آب در نقطه مصرف را موجب شده است (۱). افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی و فعالیت‌های انسانی بر روی محیط زیست بوم تاثیر داشته اند. ورود مواد تولیدی زائد و تخلیه فاضلاب شهری تصفیه نشده به منابع آبی پذیرنده از جمله رودخانه به کاهش کیفیت آب و افزایش ریسک مواجهه فردی با آلاینده‌های شیمیایی و میکروبی منجر می شود (۲). کاربرد فرآیندهای متداول تصفیه آب به کاهش بیماری‌های واگیردار منتقله از آب در کشورهای پیشرفته منجر شده است لکن نمی توان نتیجه گیری نمود که مشکل بیماری‌های منتقله از آب از قبیل باکتری‌ها، ویروس‌ها و تک‌یاخته‌ها کاملاً حل شده است. به عبارت دیگر، ممکن است منبع ورود این عوامل بیماری‌زا منابع نقطه‌ای از قبیل تصفیه خانه فاضلاب شهری باشند (۳). ترکیبات مقاوم سمی، تهدیدکننده سلامت محیط به‌ویژه محیط زیست آبی، از طریق فاضلاب صنعتی وارد محیط زیست می گردند (۴). افت کیفیت میکروبی و حضور *انتروویروس عفونی*، اغلب به دلیل رشد در لایه بیوفیلمی شبکه آب آشامیدنی صورت می‌پذیرد. *انتروویروس‌ها* سلسله اورتون‌ویرا، شاخه پسویری کوتا، رده پیسونیویریسیتس، راسته پیکورناویرال، خانواده پیکورناویریده، جنس *انتروویروس* و گونه‌های *انتروویروس A* (*انتروویروس انسانی A*) الی *انتروویروس L*، *رینوویروس A* (*رینوویروس انسانی A*) الی *رینوویروس C* (*رینوویروس انسانی C*) هستند (۵).

انتروویروس‌ها از مقاومت به گندزدا، گسترده دما و pH برخوردار هستند. مصرف آب به منظور آشامیدن، تفریح و آبیاری منبع تماس با ویروس‌ها می‌باشند که ممکن است به شیوع بیماری‌های منتقله از آب منجر شوند. آب زیرزمینی مسیر انتقال مهم برای عفونت‌های ویروسی منتقله از آب از جمله ویروس‌های روده‌ای می‌باشد (۶). می‌توان چاه آب را به عنوان منبع *انتروویروس‌ها* در نظر گرفت. انتقال این ویروس‌ها معمولاً

از مسیر مدفوعی-دهانی و تنفسی انجام می‌شود (۷). این در حالی است که اسهال شدید ناشی از *انتروویروس‌ها* از کشور ایران و سایر کشورها گزارش شده است. میزان شیوع اسهال *انتروویروسی* ۸ درصد در کشور هند در سال ۲۰۱۳ اعلام شده است (۸). تعداد میرایی ناشی از اسهال *روتاویروسی* ۲۷۲۰ مورد در کودکان کم‌تر از ۵ سال در کشور ایران اعلام شده است (۹). شیوع تعدادی از *انتروویروس‌ها* در کودکان نظیر تایپ ۱۱ (عامل اسهال در استان هیبی کشور چین) گزارش شده است (۱۰). انواع *انتروویروس‌ها* عامل متداول‌ترین همه‌گیری‌ها، به عنوان عامل چالش‌های بهداشت عمومی گسترده، از قبیل مننژیت، هموراژی، عفونت حاد سیستم عصبی مرکزی، بیماری حاد دست، پا و دهان (HFMD) و شبه آنفولانزا محسوب می‌شوند (۱۱-۱۴). حدود ۱ درصد عفونت‌های *انتروویروسی* به بیماری‌های حاد با مرگ و میر بالا در کودکان و نوجوانان منجر می‌شوند (۱۵). تعدادی از کشورها افزون بر سیستم نظارت پولیومیلیت، برنامه‌های نظارت جامع برای *انتروویروس‌های* گیرولیو را نیز تدوین کرده‌اند (۱۶).

عطابخش و همکاران در سال ۱۳۹۸ تحقیقی را با عنوان پایش مولکولی فرآیند حذف آدنوویروس‌های انسانی در تصفیه‌خانه آب اصفهان انجام دادند. آنان آدنوویروس‌های انسانی را از ۲۶/۶۷ درصد نمونه‌ها با روش مولکولی جدا نمودند (۱۷). کاشی و خوشاب در سال ۲۰۱۵ تحقیقی با عنوان بررسی کیفیت شیمیایی منابع آب آشامیدنی در شهر سمنان در کشور ایران انجام دادند. نتایج تحقیق نشان دادند که گستره سختی کل ۴۵ نمونه بررسی شده ۱۶۰۰-۷۲۰ میلی گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر (رده سخت و خیلی سخت) قرار دارند (۱۸). عالیقدری و همکاران در سال ۱۳۹۴ تحقیقی با عنوان بررسی باکتری‌های هتروتروف در شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر اردبیل انجام دادند. آنان باکتری‌های هتروتروفی را از ۷۱/۴ درصد نمونه جدا نمودند (۱۹). بنابراین حذف این عوامل بیماری‌زا (*انتروویروس* و شیمیایی) از آب از اولویت ویژه متولیان تأمین آب آشامیدنی محسوب می‌شود. بنابراین آب آشامیدنی نباید حاوی هیچ گونه میکروارگانیسم بیماری‌زایی باشد. لذا کنترل و

جغرافیایی در $35^{\circ} 41' 21''$ عرض شمالی و $23^{\circ} 20' 31''$ طول شرقی قرار گرفته است. این شهر در منطقه آب و هوایی نیمه خشک با مشخصات اقلیمی قاره‌ای و الگوی بارش مدیترانه‌ای واقع است. نمونه‌های آب با رعایت ملاحظات اخلاقی براساس دستورالعمل هلسینکی آزمایش گردیدند.

۲-۲. توصیف روش نمونه‌گیری

این تحقیق به روش نمونه‌گیری توصیفی-تحلیلی خوشه‌ای تصادفی در ۲۲ شیر آب مصرفی (۲۲ نمونه آب سرد) و ۶ آب چاه بوستان‌ها در کلانشهر تهران انجام گردید. ۲۲ شیر آب مصرفی بوستان‌ها از نظر موقعیت جغرافیایی تحت پوشش آب و فاضلاب ۶ گانه شهری تهران در مرکز، جنوب، شرق، غرب و شمال کلانشهر تهران قرار دارند (جدول ۱). تعداد بوستان‌های مناطق ۲۲ گانه کلانشهر تهران ۲۱۵۶ (حدود ۱۱ درصد کل مساحت شهر تهران) در سال ۱۳۹۷ اعلام شده است که ۲۲ ایستگاه (۱۵٪ ایستگاه نمونه برداری) به علت حساسیت بیش تر انتخاب گردید تا نشانگر کل آب باشند. نقاط نمونه برداری شیر آب مصرفی در بوستان انتخاب شدند. معیارهای انتخاب بوستان‌ها موافقت با مجوز نمونه برداری و تحت پوشش بودن آب و فاضلاب ۶ گانه شهری تهران بود.

پایش بهداشت و کیفیت آب مصرفی برای پیشگیری از انتقال بیماری‌های منتقله از آب از تولید تا مصرف، ضرورت دارد. روند افزایش ابتلا به بیماری‌های ناشی از آب (بیماری‌های اسهالی، اولیه ناشی از گاستروانتریت ویروسی و باکتریایی، دیسانتری، کلرا و عفونت‌های معده-روده ای دیگر) در کشورهای در حال توسعه را می‌توان به عدم نظارت بر دفع پساب‌های صنعتی، خشکسالی، سیل، روند افزایشی شهرنشینی و صنعتی شدن نسبت داد (۹). تحقیق حاضر به منظور توجه به کیفیت آب شرب مصرفی به روش آگاهی از آلودگی ویروسی آب آشامیدنی صورت می‌پذیرد. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی میزان فراوانی آنتروویروس‌ها منابع آب مصرفی بوستان‌های منتخب شهر تهران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

۲-۱. توصیف مکان نمونه برداری

روش تحقیق در این پژوهش توصیفی-تحلیلی خوشه‌ای تصادفی می‌باشد. جامعه آماری این پژوهش را ۲۲ بوستان در ۲۲ منطقه کلانشهر تهران در سال ۱۳۹۸ تشکیل می‌دهند. شکل ۱ محل نمونه برداری را نشان می‌دهد. جمعیت تهران ۷۷۰۵۰۳۶ نفر و مساحت آن ۷۳۰ کیلومتر مربع است که از نظر مختصات



شکل ۱- نقشه ایستگاه‌های نمونه برداری (محدوده آب‌فای مناطق ۶ گانه به همراه مناطق ۲۲ گانه شهرداری)

Figure 1. Map of sampling stations (water area of 6 districts along with 22 districts of the municipality)

۲-۳. روش نمونه برداری

هتروتروپی (روش B 9215)، آنتروویروس‌ها (روش G 9510)، فیزیکی و شیمیایی (روش 3500) براساس دستورالعمل‌های

نمونه برداری در بازه زمانی ۱۳۹۸/۶/۱۵ الی ۶۸۱۳۹۸/۳۰ انجام گرفت. روش نمونه برداری آب و آنالیز متغیرهای باکتری

شد. ویژگی‌های پرایمر پیشرو و پسرو در جدول ۲ نشان داده شده است. برنامه دمایی شامل یک مرحله واسرشت اولیه ۱ چرخه در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ دقیقه، ۱ چرخه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه؛ سپس ۵۰ چرخه شامل واسرشت شدن در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه، اتصال در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ ثانیه و گسترش در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه؛ گسترش نهایی ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه انجام شد. منحنی ذوب در گستره دمایی ۹۴-۵۵ درجه سانتی‌گراد رسم شد (۲۴). نتایج برحسب ژنوم بر میلی‌لیتر گزارش شد. نمونه کلینیکی *انتروویروس انسانی* به عنوان کنترل مثبت استفاده شد. اندازه‌گیری غلظت فلز سنگین توسط دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی (مدل پرکین‌لمر، ساخت آمریکا) طبق روش‌های B 3500 در طول موج‌های مربوطه کتاب روش‌های استاندارد جهت انجام آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام گرفت. اندازه‌گیری غلظت اسید هیومیک توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مرئی-فرابنفش (مدل Hach، ساخت آمریکا) طبق روش C 2120 در طول موج ۲۵۴ نانومتر کتاب روش‌های استاندارد جهت انجام آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام گرفت. اندازه‌گیری pH و دما، کلر باقی‌مانده و کدورت به ترتیب توسط دستگاه pH متر (مدل Hach، ساخت آمریکا) طبق روش‌های الکترومتری H^+ DPD 4500 (مدل Hach، ساخت آمریکا) و نفلومتری B 2130 کتاب روش‌های استاندارد جهت انجام آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام گرفت (۲۰). ابتدا نقاط نمونه‌برداری براساس شیر آب مصرفی بوستان مشخص و کروکی نقاط تهیه شد (۲۵).

۴-۲. روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایشات ۳ بار تکرار و میانگین آن‌ها گزارش شده‌اند. تهیه نقشه پراکنش جغرافیایی آلودگی آب در کلانشهر تهران توسط GIS (Arc GIS, 10.1) تعیین گردید. بررسی ارتباط میان متغیرها و تعداد *انتروویروس‌ها* با توجه به نرمال و غیرنرمال بودن توزیع متغیرها توسط نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۸) مدل آماری T-test و اسپیرمن تعیین گردید. متوسط داده‌ها با

موجود در کتاب روش‌های استاندارد آب و فاضلاب انجام شد (۲۰). 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 دونمونه تهیه می‌شود. روش نمونه‌برداری آب و آنالیز براساس دستورالعمل شماره ۷۹۶۴ استاندارد ملی ایران و دستورالعمل‌های موجود در کتاب روش‌های استاندارد آب و فاضلاب انجام شد (۲۱). جهت بررسی *انتروویروس‌ها*، ابتدا ۲۰ لیتر نمونه توسط صافی با منافذ ریز (سلولزی باردار مثبت، اندازه قطر ۰/۲ میکرون؛ Zeta Plus 1MDS، آمریکا) تغلیظ می‌شوند (مرحله ۱). صافی با ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول بافر پروتئین قلیایی (عصاره گوشت ۱/۵ درصد در محلول گلیسیرین در pH معادل ۹/۵؛ مرک، آلمان) شویش شد (مرحله ۲). ۱۳۳/۶ گرم پلی اتیلن گلیکول ۳۰ درصد (مرک، آلمان) و ۱۶ میلی‌لیتر کلرور سدیم (مرک، آلمان) ۵ مولار به محلول جمع‌آوری‌شده جهت فلوکه‌بندی افزوده شد (مرحله ۳). ۱ میلی‌لیتر کلروفرم (مرک، آلمان) افزوده، ۲۰ دقیقه در ۲۵۰ دور بر دقیقه مخلوط (IKA، آلمان) و با سرعت ۱۵۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ (پندورف، آلمان) گردید (مرحله ۴) (۲۲). آزمون الیزا برای تشخیص آنتی‌ژن *انتروویروس‌ها* براساس دستورالعمل کیت اختصاصی انجام شد. کف چاهک‌های پلیت با پپتیدهای *انتروویروس‌ها* پوشیده شد. نمونه تغلیظ شده به همراه پپتیدهای کانژوگه با آنزیم هورس ردیش-پراکسیداز به چاهک‌های پلیت افزوده شد. ماده ۳، ۳، ۵، ۵ تترامتیل بنزیدین برای ظهور استفاده شد. چگالی نوری رنگ ایجادشده پس از افزودن اسید سولفوریک (مرک، آلمان) ۲ نرمال در طول موج ۴۵۰ نانومتر توسط الیزا ریدر (بایوتک، آمریکا) اندازه‌گیری و با $OD \geq 1/5$ مثبت ارزیابی شد (۲۳). استخراج اسید نوکلئیک *انتروویروس‌ها* براساس دستورالعمل کیت اختصاصی اسید نوکلئیک ویروسی (سیناژن، ایران) انجام

مقادیر استاندارد سازمان بهداشت جهانی و استاندارد کشوری پیشگیری بیماری های منتقله از آب در کلانشهر تهران منجر مقایسه گردید (۱۴). بررسی تغییرات کیفیت آب به کنترل و می شود.

جدول ۱- موقعیت بوستان ها

Table 1. Location of parks

منطقه	ایستگاه نمونه برداری	منطقه	ایستگاه نمونه برداری	منطقه	ایستگاه نمونه برداری
۱	فیضیه (آبفای ۱)	۹	طرشت (آبفای ۵)	۱۷	فتح المبین (آبفای ۵)
۲	پردیس (آبفای ۱)	۱۰	دامپزشکی (آبفای ۵)	۱۸	شمس تبریزی (آبفای ۵)
۳	سئول (آبفای ۱)	۱۱	رازی (آبفای ۵)	۱۹	شهدای نعمت آباد (آبفای ۶)
۴	ملت (آبفای ۱)	۱۲	پارک شهر (آبفای ۴)	۲۰	اینار (آبفای ۶)
۵	شطرنج (آبفای ۳)	۱۳	خیام (آبفای ۴)	۲۱	نرگس (آبفای ۵)
۶	سید جمال الدین اسدآبادی (آبفای ۳)	۱۴	شکوفه (آبفای ۴)	۲۲	شهدای خلیج فارس (آبفای ۳)
۷	بهار شیراز (آبفای ۲)	۱۵	فرهنگ سرای خاوران (آبفای ۶)		
۸	تمدن (آبفای ۲)	۱۶	راه آهن (آبفای ۶)		

جدول ۲- پرایمرهای طراحی شده

Table 2. Designed primers

ردیف	نام پرایمر	ساختار
۱	پیشرو	ACACGGACACCCAAAGTAGTCGG
۲	پسرو	CCCCTGAATGCGGCTAATCC

نتایج

به ترتیب $7/39 \pm 0/03$ (۸-۷/۱) $19/5 \pm 3/41$ (۲۶-۱۴) درجه سانتی گراد، $0/52 \pm 0/36$ (۵-۰) نفلومتری و $0/76 \pm 0/35$ (۱/۵-۰/۲) میلی گرم در لیتر بود (جدول ۳). میانگین pH، دما و کدورت نمونه های آب چاه بوستان های منتخب شهر تهران به ترتیب $7/87 \pm 0/28$ (۲-۷/۵)، $20/1 \pm 5/87$ (۱۸-۲۳) درجه سانتی گراد، $9/23 \pm 5/22$ (۱۵-۱/۴) نفلومتری بود (جدول ۴).

بررسی کیفیت فیزیکی شیمیایی: نتایج حاصل از تحقیق بخش فیزیکوشیمیایی نمونه های آب مصرفی بررسی شده مشخص کرد میانگین نمونه ها دارای کدورت (≤ 1 NTU) و pH (۵/۰-۶/۹) بیش از استاندارد ملی کشوری و سازمان بهداشت جهانی نمی باشند. میانگین pH، دما، کدورت و کلر باقی مانده نمونه های آب مصرفی بوستان های منتخب شهر تهران

جدول ۳- بررسی فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب مصرفی بوستان‌های منتخب شهر تهران سال ۱۳۹۸

Table 3. Physicochemical and microbial study of water consumed in selected parks in Tehran in 2019

انتروویروس‌ها (CFU/mL)		شمارش بشقابی هتروتروفی (CFU/mL)		کورت (NTU)	دما (C)	PH	کلر باقی‌مانده (mg/L)	منطقه بوستان
روش RT-PCR	روش qRT-PCR	آگار مغذی	آگار R2A					
۰	۰	۰/۰	۱	۰/۱	۱۵	۷/۱	۰/۳	۱
۰	۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۴	۷/۰	۱/۵	۲
۰	۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۴	۷/۰	۰/۲	۳
۰	۰	۰/۰	۲	۰/۲	۱۶	۷/۱۵	۰/۴	۴
۰	۰	۰/۰	۲	۰/۲	۱۶	۷/۱۵	۰/۴	۵
۰	۰	۱	۳	۰/۳	۱۷	۷/۲۰	۰/۵	۶
۰	۰	۲	۴	۰/۴	۱۸	۷/۲۵	۰/۶	۷
۰	۰	۲	۴	۰/۴	۱۸	۷/۲۵	۰/۶	۸
۴	۴	۱۰	۱۲	۱/۵	۲۶	۸/۱۰	۰/۲	۹
۰	۰	۳	۵	۰/۵	۱۹	۷/۳۰	۰/۷	۱۰
۰	۰	۳	۵	۰/۵	۱۹	۷/۳۰	۰/۷	۱۱
۰	۰	۳	۵	۰/۵	۱۹	۷/۳۰	۰/۷	۱۲
۰	۰	۴	۶	۰/۶	۲۰	۷/۳۵	۰/۸	۱۳
۰	۰	۴	۶	۰/۶	۲۰	۷/۳۵	۰/۸	۱۴
۰	۰	۴	۶	۰/۶	۲۰	۷/۳۵	۰/۸	۱۵
۰	۰	۴	۶	۰/۶	۲۰	۷/۳۵	۰/۸	۱۶
۰	۰	۵	۷	۰/۷	۲۱	۷/۴۰	۰/۹	۱۷
۰	۰	۹	۱۱	۱/۴	۲۵	۸/۰۰	۱/۳	۱۸
۰	۰	۶	۸	۰/۸	۲۲	۷/۴۵	۱/۰	۱۹
۰	۰	۷	۹	۰/۹	۲۳	۷/۷۵	۱/۱	۲۰
۰	۰	۷	۹	۰/۹	۲۳	۷/۷۵	۱/۱	۲۱
۰	۰	۸	۱۰	۱/۰	۲۴	۷/۸۰	۱/۲	۲۲
۴	۴	۱۰	۱۲	۱/۵	۲۶	۸/۱	۱/۵	بیشینه
۰	۰	۰	۰	۰/۰	۱۴	۷/۰	۰/۲	کمینه
۰/۸۵	۰/۸۵	۴/۱۸	۶/۰۵	۰/۵۲	۱۹/۵۰	۷/۳۹	۰/۷۶	میانگین
۰/۱۸	۰/۱۸	۲/۵۳	۳/۰۵	۰/۳۶	۳/۴۱	۰/۳۰	۰/۳۵	انحراف
۰	۰	۵۰۰	۵۰۰	≤۱	-	۶/۵-۹	۰/۵	استاندارد کشوری (حد مطلوب)
۰	۰	کم‌تر از ۵۰۰	کم‌تر از ۵۰۰	۰/۵		۶/۵-۸/۵	۰/۲-۰/۵	استاندارد سازمان بهداشت جهانی

جدول ۴- بررسی فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب چاه بوستان‌های منتخب شهر تهران سال ۱۳۹۸

Table 4. Physicochemical and microbial study of well water in selected parks in Tehran in 2019

انتروویروس‌ها (CFU/mL)		شمارش بشقابی هتروتروفی (CFU/mL)		کدورت (NTU)	دما (C)	PH	منطقه بوستان
روش RT-PCR	روش RT-PCR	آگار مغذی	آگار R2A				
۰	۰	۱	۱	۱/۴	۱۸	۷/۵	۳
۰	۰	۱۶	۲۰	۵	۱۹	۷/۶	۴
۰	۰	۱۷	۲۱	۱۰	۲۰	۷/۸	۷
۶	۶	۲۴۹	۲۵۳	۱۵	۲۳	۸/۲	۸
۰	۰	۷۱	۷۵	۱۰	۲۱	۸/۰	۱۲
۰	۰	۱۱۱۲	۱۱۶	۱۴	۲۲	۸/۱	۱۶
۶	۶	۲۴۹	۲۵۳	۱۵	۲۳	۸/۲	بیشینه
۰	۰	۱	۱	۱/۴	۱۸	۷/۵	کمینه
۱	۱	۷۷/۶۷	۸۵/۲	۹/۲۳	۲۰/۵	۷/۸۷	میانگین
۱/۶۳	۱/۶۳	۹۴/۱۲	۹۷/۲۶	۵/۲۲	۱/۸۷	۰/۲۸	انحراف
۰	۰	۵۰۰	۵۰۰	≤۱	-	۶/۵-۹	استاندارد کشوری (حد مطلوب)
۰	۰	کم‌تر از ۵۰۰	کم‌تر از ۵۰۰	۰/۵	-	۶/۵-۸/۵	استاندارد سازمان بهداشت جهانی

نمونه‌های آب مصرفی بوستان‌های منتخب شهر تهران بود (جدول ۴). میانگین جامدات محلول کل، قلیائیت متیل اورانژی، هدایت الکتریکی، سختی کل و آهن به ترتیب $۱۵۴/۶ \pm ۵۳۸/۰$ $(۱۵۰-۳۰۰)$ میلی گرم در لیتر، $۲۱۶/۶ \pm ۵۴$ $(۱۵۰-۳۰۰)$ میلی گرم برحسب کربنات کلسیم در لیتر، $۸۲۸/۱ \pm ۲۳۸/۰$ $(۴۶۸-۱۱۰۷)$ سانته متر، $۴۵۶/۶ \pm ۱۹۸/۱$ $(۷۴۰-۱۴۰)$ میلی گرم برحسب کربنات کلسیم در لیتر و $۰/۰۴ \pm ۰/۰۳$ $(۰/۰-۰/۱)$ میلی گرم برحسب آهن در لیتر نمونه‌های آب چاه بوستان‌های منتخب شهر تهران بود (جدول ۵).

- پایش شیمیایی: نتایج حاصل از تحقیق بخش شیمیایی نمونه‌های آب مصرفی بررسی شده مشخص کرد هیچ‌کدام نمونه‌ها دارای جامدات محلول کل و آهن بیش از استاندارد ملی کشوری و سازمان بهداشت جهانی سازمان محیط زیست آمریکا نمی‌باشند. میانگین جامدات محلول کل، قلیائیت متیل اورانژی، هدایت الکتریکی، سختی کل و آهن به ترتیب $۳۲۹/۵ \pm ۱۰۷/۶$ $(۵۰-۲۰۰)$ میلی گرم در لیتر، $۱۳۰/۶ \pm ۴۷/۷$ $(۵۰-۲۰۰)$ میلی گرم برحسب کربنات کلسیم در لیتر، $۵۰۷/۵ \pm ۱۶۵/۴$ $(۳۱۷-۸۰۸)$ برحسب میکرومتر بر سانته متر، $۴۳۰/۶ \pm ۴۵/۰$ $(۵۴۰-۳۲۰)$ میلی گرم برحسب کربنات کلسیم در لیتر و $۰/۰ \pm ۱۳/۱$ $(۰/۰-۰/۳۵)$ میلی گرم برحسب آهن در لیتر

جدول ۵- نتایج پارامترهای مختلف شیمیایی آب مصرفی بوستان‌های منتخب شهر تهران سال ۱۳۹۸

Table 6. Results of different chemical parameters of water consumed in selected parks in Tehran in 2018

منطقه بوستان	اسید همومیک	جامدات محلول (mg/l)	متیل اورانژ (mg/l as CaCO ₃)	هدایت الکتریکی (µmoh/cm)	سختی کلسیم (mg/l as CaCO ₃)	سختی هینزیم (mg/l as CaCO ₃)	کلراید (mg/l)	آلومینیوم (µg/l)	مس (µg/l)	آهن (mg/l as Fe)
۱	۰/۰۲۱	۲۱۳	۶۰	۳۲۹	۵۵	۳۰۵	۷	۲/۷۹	۳/۳۶	۰/۰۲
۲	۰/۰۴۴	۲۰۶	۵۰	۳۱۷	۱۶۰	۳۸۰	۴	۳/۱۲	۳/۵۷	۰/۳۵
۳	۰/۰۱۶	۲۰۶	۵۰	۳۱۷	۵۰	۲۷۰	۴	۲/۸۴	۳/۲۹	۰
۴	۰/۰۲۲	۲۱۴	۷۰	۳۲۹	۶۰	۲۹۰	۱۱	۲/۹۰	۳/۳۵	۰/۰۳
۵	۰/۰۲۳	۲۲۷	۸۰	۳۵۰	۶۵	۲۹۵	۲۰	۲/۹۱	۳/۳۶	۰/۰۴
۶	۰/۰۴۴	۲۳۱	۹۰	۳۵۶	۷۰	۳۰۰	۲۱	۲/۹۲	۳/۳۷	۰/۰۵
۷	۰/۰۲۶	۲۳۶	۱۰۰	۳۶۴	۷۵	۳۰۵	۲۴	۲/۹۴	۳/۳۹	۰/۰۶
۸	۰/۰۲۸	۲۵۰	۱۱۰	۳۸۶	۸۰	۳۱۰	۲۵	۲/۹۶	۳/۴۱	۰/۰۷
۹	۰/۰۱۶	۵۲۵	۲۰۰	۸۰۸	۵۰	۲۷۰	۵۷	۲/۸۴	۳/۲۹	۰/۰۰
۱۰	۰/۰۲۹	۲۶۷	۱۲۰	۴۱۱	۸۵	۳۱۵	۲۸	۲/۹۷	۳/۴۲	۰/۰۸
۱۱	۰/۰۳۰	۲۸۲	۱۳۰	۴۳۴	۹۰	۳۲۰	۳۰	۲/۹۸	۳/۴۳	۰/۰۹
۱۲	۰/۰۳۱	۲۸۵	۱۴۰	۴۳۹	۹۵	۳۲۵	۳۲	۲/۹۹	۳/۴۴	۰/۱۰
۱۳	۰/۰۳۲	۲۹۴	۱۴۵	۴۵۳	۱۰۰	۳۴۰	۳۴	۳/۰۰	۳/۴۵	۰/۱۱
۱۴	۰/۰۳۳	۳۲۱	۱۵۰	۴۹۴	۱۰۵	۳۴۵	۳۵	۳/۰۱	۳/۴۶	۰/۱۲
۱۵	۰/۰۳۴	۳۷۶	۱۵۵	۵۷۹	۱۱۰	۳۵۰	۳۶	۳/۰۲	۳/۴۷	۰/۱۳
۱۶	۰/۰۳۵	۳۹۱	۱۶۰	۶۰۲	۱۱۵	۳۵۵	۳۷	۳/۰۳	۳/۴۸	۰/۱۴
۱۷	۰/۰۳۶	۴۲۲	۱۶۵	۶۵۰	۱۲۰	۳۶۰	۳۸	۳/۰۴	۳/۴۹	۰/۱۷
۱۸	۰/۰۴۱	۴۷۷	۱۹۰	۷۳۴	۱۵۰	۳۷۰	۴۶	۳/۰۹	۳/۵۴	۰/۳۳
۱۹	۰/۰۳۷	۴۲۳	۱۷۰	۶۵۱	۱۲۵	۳۶۵	۳۹	۳/۰۵	۳/۵۰	۰/۱۸
۲۰	۰/۰۳۸	۴۶۳	۱۷۵	۷۱۳	۱۳۰	۳۷۰	۴۰	۳/۰۶	۳/۵۱	۰/۱۹
۲۱	۰/۰۳۹	۴۶۵	۱۸۰	۷۱۶	۱۳۵	۳۷۵	۴۲	۳/۰۷	۳/۵۲	۰/۲۵
۲۲	۰/۰۴۰	۴۷۶	۱۸۵	۷۳۳	۱۴۰	۳۸۰	۴۳	۳/۰۸	۳/۵۳	۰/۲۸
میانگین	۰/۰۳۱	۳۲۹/۵	۱۳۰/۶۸	۵۰۷/۵	۹۸/۴۱	۳۳۱/۶	۲۹/۶۸	۲/۹۹	۳/۴۴	۰/۱۳
انحراف معیار	۰/۰۰۸	۱۰۷/۶۳	۴۷/۷۷	۱۶۵/۴۸	۳۳/۲۹	۳۵/۵۷	۱۴/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۰
کمینه	۰/۰۱۶	۲۰۶	۵۰	۳۱۷	۵۰	۲۷۰	۴	۲/۸۴	۳/۲۹	۰
بیشینه	۰/۴۴	۵۲۵	۲۰۰	۸۰۸	۱۶۰	۳۸۰	۵۷	۳/۱۲	۳/۵۷	۰/۳۵
استاندارد ملی کشوری (حد مطلوب)	۲	۱۰۰۰	-	-	۲۰۰	-	۴۰۰	۱۰۰	۲۰۰۰	۰/۳
استاندارد سازمان بهداشت جهانی	۲	۶۰۰	-	-	-	-	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰۰	۰/۳

جدول ۶- نتایج پارامترهای مختلف شیمیایی آب چاه بوستان‌های منتخب تهران سال ۱۳۹۸

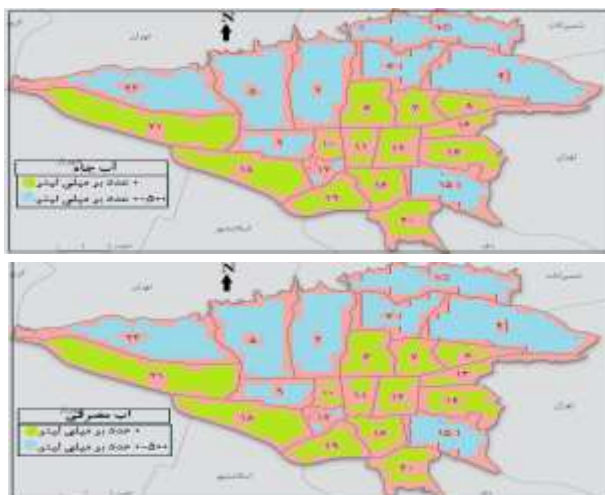
Table 6. Results of different chemical parameters of well water in selected parks of Tehran in 2019

مناطق بوستان	مجموع کربن آبی (mg/l)	اسید هیومیک	جامدات محلول (mg/l)	متیل اورانز (mg/l as CaCO ₃)	هدایت الکتریکی (µmoh/cm)	سختی کلسیم (mg/l as CaCO ₃)	سختی منیزیم (mg/l as CaCO ₃)	کلراید (mg/l)	آونینوم (mg/l)	مس (mg/l)	آهن (mg/l as Fe)
۳	۰/۱۸۵۵	۰/۰۲۵	۳۰۴	۱۵۰	۴۶۸	۲۴۰	۵۰۰	۳۹	۳۸/۴۴۶	۱/۶۵	۰/۱
۴	۰/۱۸۵۸	۰/۰۱۷	۴۷۰	۱۷۵	۷۲۴	۶۰	۳۰۰	۵۶/۷	۳۸/۳۳	۱/۵۳	۰/۰۲
۷	۰/۱۸۶۰	۰/۰۱۸	۴۷۷	۲۰۰	۷۳۴	۱۰۰	۳۸۰	۷۰/۹	۳۸/۳۵	۱/۵۵	۰/۰۴
۸	۰/۱۸۷۰	۰/۰۱۶	۷۱۹	۳۰۰	۱۱۰۷	۴۰	۱۰۰	۱۰۶/۴	۳۸/۳۰	۱/۵۰	۰/۰
۱۲	۰/۱۸۶۳	۰/۰۲۳	۵۶۹	۲۲۵	۸۷۶	۱۲۰	۳۸۰	۸۱/۶	۳۸/۳۸	۱/۵۸	۰/۰۵
۱۶	۰/۱۸۶۷	۰/۰۲۴	۶۸۹	۲۵۰	۱۰۶۰	۲۱۰	۳۱۰	۸۵/۱	۳۸/۴۲	۱/۶۲	۰/۰۶
میانگین	۰/۱۸۶۲	۰/۰۲۱	۵۳۸	۲۱۶/۶	۸۲۸/۱	۱۲۸/۳	۳۲۸/۳	۷۳/۲۸	۳۸/۳۷	۱/۵۷	۰/۰۴۵
انحراف معیار	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۱۵۴/۶۷	۵۴	۲۳۸	۸۰/۶	۱۳۲/۷	۲۳/۵۰۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۳۴
کمینه	۰/۱۸۵۵	۰/۰۱۶	۳۰۴	۱۵۰	۴۶۸	۴۰	۱۰۰	۳۹	۳۸/۳۰	۱/۵	۰
بیشینه	۰/۱۸۷۰	۰/۰۲۵	۷۱۹	۳۰۰	۱۱۰۷	۲۴۰	۵۰۰	۱۰۶/۴	۳۸/۴۴۶	۱/۶۵	۰/۱
استاندارد کشوری (حد مطلوب)	۴	۲	۱۰۰۰	-	-	۲۰۰	-	۴۰۰	۱۰۰	۲۰۰۰	۰/۳
استاندارد سازمان- بهداشت جهانی	۴	۲	۶۰۰	-	-	-	-	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰۰	۰/۳

و $۸۵/۲ \pm ۹۷/۲$ (۱-۲۵۳) کلنی بر میلی‌لیتر بود (جدول ۳ الی ۴).

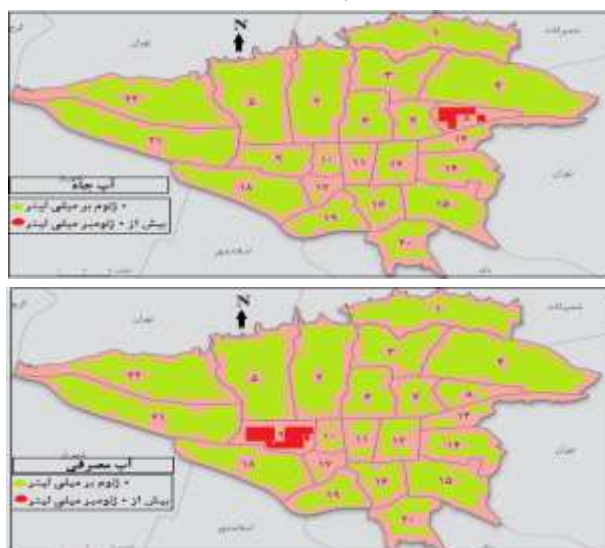
- نقشه مناطق مورد مطالعه باکتری‌های بررسی شده: تهیه نقشه مناطق مورد مطالعه آنتروویروس‌های آب مصرفی و آب چاه بوستان‌های منتخب شهر تهران با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) (Arc GIS,) (10.1) در شکل‌های ۲ الی ۳ نشان داده شده است.

- پایش آنتروویروس‌سی: نتایج حاصل از تحقیق بخش آنتروویروس نمونه‌های آب مصرفی و آب چاه بوستان‌های منتخب شهر تهران مشخص کرد ۲ نمونه دارای آلودگی ویروسی می‌باشند. میانگین آنتروویروس‌ها نمونه‌های آب مصرفی و آب چاه بوستان‌های منتخب شهر تهران به ترتیب $۰/۱۸۵ \pm ۰/۱۱۸$ (۰-۴) ژنوم بر میلی‌لیتر و $۰/۶۷ \pm ۱/۶۳$ (۵-۰) ژنوم بر میلی‌لیتر بود. میانگین باکتری هتروتروفی نمونه‌های آب مصرفی و آب چاه بوستان‌های منتخب شهر تهران به ترتیب $۶/۰۵ \pm ۳/۰۵$ (۱۲-۰)



شکل ۲- نقشه مناطق مورد مطالعه باکتری های هتروتروفی (آب مصرفی و چاه آب بوستان های منتخب شهر تهران)

Figure 2. Map of study areas of *Heterotrophic* bacteria (water consumed and water well of selected parks in Tehran)



شکل ۳- نقشه مناطق مورد مطالعه انتروویروسها (آب مصرفی و چاه آب بوستان های منتخب شهر تهران)

Figure 3. Map of *Enteroviruses* studied areas (water consumed and water wells of selected parks in Tehran)

بحث

میانگین سختی کلسیم آب چاه $128/3 \pm 80/6$ (۲۴۰-۴۰) برح سب میلی گرم برح سب کربنات کلسیم در لیتر از رهنمود ملی کشوری در $16/6$ درصد نمونه های بررسی شده فراتر است. مجدی و همکاران میزان کدورت $81/6$ درصد آب روستاهای شهرستان تکاب را در حد مطلوب اعلام نمودند (۲۷). کیفیت فیزیکوشیمیایی ضعیف آب از قبیل دمای زیاد، کدورت زیاد، مجموع کربن آلی زیاد و کلر باقی مانده کم آب همراه با جنس لوله از جمله عوامل موثر در تشکیل بایوفیلم ویروسی در لوله آب

بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی: می توان نتیجه گیری نمود متغیرهای دما، pH، قلیائیت متیل اورانژ و سختی کل از جمله متغیرهای اصلی نشانگر شاخص تعادل آب هستند. میانگین سختی کلسیم آب مصرفی $98/4 \pm 33/2$ (۵۰-۱۶۰) برح سب میلی گرم برح سب کربنات کلسیم در لیتر از رهنمود ملی کشوری در 100 درصد نمونه های بررسی شده فراتر رفته است. میانگین کدورت آب چاه $9/2 \pm 5/2$ (۱۵-۱/۴) نفلومتری از رهنمود سازمان بهداشت جهانی ($1 < NTU$) فراتر رفته است.

سال ۲۰۲۰ مطابقت دارد. آنان نشان دادند که میان حضور ویروس با ترکیبات مس و روی ارتباط وجود دارد (۳۲). نتایج این تحقیق با تحقیق انجام شده توسط کاشی و همکاران در سال ۲۰۲۰ مطابقت دارد. آنان نشان دادند که غلظت یون مس در ۱۰۰ در صد نمونه‌های بررسی شده کم تر از حداکثر مجاز استاندارد ملی (۲ میلی‌گرم بر لیتر) و حداکثر غلظت سازمان محیط زیست آمریکا (۱/۳ میلی‌گرم بر لیتر) است (۳۳). غلظت‌های بیش تر از مقدار استاندارد کلسیم و منیزیم نیز شرایط را برای رشد و تکثیر ویروس‌ها از جمله آنتروویروس‌ها در سیستم‌های آبرسانی به علت ویژگی جذب پروتئین و آنزیم هنگام شمارش آنتروویروس‌ها تضعیف می‌کنند. نتایج این تحقیق با تحقیق انجام شده توسط جوشی و همکاران در سال ۲۰۱۸ مطابقت دارد. آنان نشان دادند که بین حضور آنتروویروس‌ها عامل بیماری و افزایش شیوع آن‌ها با افزایش متغیرهای کیفی آب از قبیل دما، کدورت و pH ارتباط وجود دارد. میان حضور آنتروویروس‌ها عامل بیماری (بیماری دست-پا-دهان، مننژیت آسپتیک و هموراژی حاد) و افزایش شیوع آن‌ها با کاهش کلر باقی‌مانده آب ارتباط وجود دارد (۳۴). نتایج این تحقیق با تحقیق انجام شده توسط وارنس و کیویل در سال ۲۰۱۳ مطابقت دارد. آنان نشان دادند که بین حضور آنتروویروس‌ها از قبیل نوروویروس با آلیاژ مس ارتباط منفی وجود دارد (۳۵). نتایج این تحقیق با تحقیق انجام شده توسط وارنس و همکاران در سال ۲۰۱۵ مطابقت دارد. آنان نشان دادند که میان حضور آنتروویروس‌ها از قبیل نوروویروس موشی با آلیاژ مس ارتباط منفی وجود دارد (۳۶). نتایج این تحقیق با تحقیق انجام شده توسط مانوئل و همکاران در سال ۲۰۱۵ مطابقت دارد. آنان نشان دادند که بین حضور آنتروویروس‌ها از قبیل نوروویروس انسانی با آلیاژ مس ارتباط منفی وجود دارد (۳۷). نتایج این تحقیق با تحقیق انجام شده توسط لاجالا و همکاران در سال ۲۰۱۹ مطابقت دارد. آنان نشان دادند که درصد آلودگی به آنتروویروس‌ها در فقدان کاتیون کلسیم نسبت به حضور کاتیون کلسیم به علت تداخل در نسخه‌برداری ژنوم ویروسی هنگام شمارش بیش تر بود (۳۸). می‌توان نتیجه‌گیری نمود که

مصرفی محسوب می‌شوند. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط ایبکوی و موریندا مطابقت دارد. آنان کیفیت ضعیف شیمیایی آب را به‌عنوان عامل تعیین‌کننده میکروبیوم بایوفیلم آب آشامیدنی معرفی نمودند (۲۸). ویروس‌ها از قبیل آنتروویروس‌ها از توانایی چسبیدن، انباشت و زنده ماندن در بایوفیلم شبکه توزیع آب آشامیدنی برخوردار هستند و به‌عنوان ریسک عفونت منتقله از آب آشامیدنی محسوب می‌شوند. به عبارت دیگر آنتروویروس‌های محصور شده در بایوفیلم لوله آب مصرفی به علت محافظت از تماس با کلر باقی‌مانده آب بقا خود را تضمین نموده‌اند. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط شهباز و همکاران مطابقت دارد (۲۹). پایش کلر باقی‌مانده آب و کدورت آب را می‌توان به‌عنوان عوامل بقای آنتروویروس‌ها به علت دامنه و سبب حساسیت به کلر معرفی نمود. مقادیر کلر باقی‌مانده آب، کدورت آب، شمارش بشقاب‌های هتروتروفی و کاتیون‌های کلسیم و منیزیم حتی در گستره استاندارد قابل قبول می‌تواند با رشد آنتروویروس‌ها ارتباط داشته باشد.

پایش و وضعیت شیمیایی آب: نتایج تحقیق نشان دادند که بین متغیر حضور آنتروویروس‌ها و متغیرهای مختلف از قبیل pH، عناصر جزئی (مس و آلومینیوم)، قلیائیت و کاتیون‌های سختی ساز کلسیم و منیزیم ارتباط وجود دارد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که غلظت‌های بیش از مقدار استاندارد مس و آلومینیوم نیز شرایط را برای رشد و تکثیر این ویروس در سیستم‌های آبرسانی تضعیف می‌کنند. نتایج این تحقیق با تحقیق انجام شده توسط پینون و ویالت در سال ۲۰۱۸ مطابقت دارد. آنان نشان دادند که افزایش کلر، pH، مس و اکسیژن محلول به افزایش غیرفعال‌سازی ویروس‌ها منجر می‌شود (۳۰). مکانیسم اثر ضدویروسی مس را می‌توان به پیوند یون‌های مس با گروه تیول پلی‌پپتیدی کپسید، عامل تغییر ساختمان و مهار فعالیت ژنوم آنتروویروس‌ها نسبت داد. نتایج تحقیق با تحقیق انجام شده توسط علیجینو و همکاران در سال ۲۰۱۸ مطابقت دارد. آنان نشان دادند که کپسید و ریبونوکلیک اسید ویروس هدف‌های یون‌های مس محسوب می‌شوند (۳۱). نتایج این تحقیق با تحقیق انجام شده توسط لین و همکاران در

رهنمود اتحادیه اروپا (EC) (کمینه و بیشینه به ترتیب ۱۲ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد) در ۱ نمونه (۴/۵ درصد) فراتر رفته است. می‌توان نتیجه‌گیری نمود که دمای آب بر روی رشد و تکثیر باکتری هتروتروفی در آب، سرعت واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی و راندمان تصفیه آب از قبیل کلرزی و انعقاد موثر می‌باشد. مولی‌زاده و همکاران در سال ۲۰۱۶ اعلام نمودند که ۹۰ درصد نمونه‌های بررسی شده فراتر از استاندارد دما بوده‌اند (۴۲). میانگین کدورت آب 0.52 ± 0.36 (۱/۵-) نفلومتر از رهنمود سازمان بهداشت جهانی (WHO) (1 NTU) فراتر نرفته است. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که کدورت آب به رشد مجدد میکروبه‌ها و افزایش مصرف کلر در فرآیند کلرزی و کاهش اثربخشی کلر منجر می‌شود. قانعیان و همکاران در سال ۲۰۱۳ اعلام نمودند که میانگین کدورت نمونه‌های بررسی شده 0.457 نفلومتری بوده‌اند (۴۳). آکرونک و همکاران در سال ۲۰۱۹ اعلام نمودند که میانگین باکتری هتروتروفی تمام منابع آب بررسی‌شده از گستره استاندارد کشور غنا (CFU/ml ۵۰۰) فراتر رفته‌است (۴۴). پیش از آن نشان دادند که میان باکتری هتروتروفی و خطر سلامت فرد مواجهه‌یافته با آب آلوده به استثنای افرادی که دارای نقص ایمنی بودند ارتباطی وجود نداشت. از دیدگاه میکروبیولوژی، صرف آب آلوده برای بهداشت عمومی مضر تلقی می‌شود. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط ون و همکاران در سال ۲۰۲۰ همخوانی دارد (۴۵). نتایج حاصل از تحقیق در بخش میکروبی ۶ نمونه آب چاه بوستان‌های منتخب شهر تهران بررسی شده مشخص کرد که ۶ نمونه از ۶ نمونه (۱۰۰ درصد) از نظر باکتری هتروتروفی رشد داشت. تعداد زیاد باکتری هتروتروفی را می‌توان به عدم کلر باقی مانده (۰ میلی‌گرم در لیتر) نسبت داد. تعداد باکتری هتروتروفی در ۱۰۰٪ نمونه‌ها کمتر از استاندارد های ملی کشوری و سازمان بهداشت جهانی (CFU/ml ۵۰۰) بود. نتایج نشان دادند که دقت محیط کشت آگار R2A بیش از محیط کشت آگار مغذی به علت داشتن عامل شیلات‌کننده کلر باقی مانده است. این یافته تحقیق با تحقیق انجام‌شده توسط ونفا در سال ۲۰۱۸ مطابقت دارد (۴۶). حضور *نتروویروس‌ها* در آب مصرفی و آب چاه ۲۲ بوستان منتخب شهر تهران در این تحقیق

نتروویروس‌ها حتی در مقادیر استاندارد پارامترهای شیمیایی کیفی آب از قبیل غلظت عناصر جزئی (مس)، سختی و هدایت الکتریکی از توانایی رشد و تکثیر برخوردار می‌باشد. می‌توان نتیجه‌گیری نمود که افزایش غلظت‌های کلسیم و منیزیم در آب به کاهش حضور *نتروویروس‌ها* در آب مصرفی بوستان‌ها منجر می‌شود. پیش از آن نشان دادند که بین حضور و عدم حضور *نتروویروس‌ها* با غلظت ماده آلی بر حسب مجموع کربن آلی ارتباط وجود دارد. نتایج این تحقیق با تحقیق انجام شده توسط تیک‌سیرا و همکاران در سال ۲۰۲۰ مطابقت دارد (۳۹). *نتروویروس‌ها* به ساختار ویروس‌های RNA دار یک رشته‌ای بدون پوشش بزرگ با حساسیت جزئی، اندازه ۲۵-۳۰ نانومتر، دارای ژنوم پیوند کووالانسی، نقطه ایزوالکتریک $4/8-4/4$ تعلق دارند که در زیر و بالای نقطه ایزوالکتریک به ترتیب دارای بار مثبت و منفی هستند.

پایش و وضعیت کیفیت میکروبی آب: بر طبق نتایج حاصل از بررسی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که بیشترین تعداد باکتری هتروتروفی در شیر آب مصرفی بوستان بدست آمد که تعداد آن CFU/ml ۱۲ می‌باشد. تعداد زیاد باکتری هتروتروفی را می‌توان به کاهش کلر باقی مانده (۰/۲ میلی‌گرم در لیتر) نسبت داد. تعداد باکتری هتروتروفی در ۱۰۰٪ نمونه‌ها کم‌تر از استانداردهای ملی کشوری و سازمان بهداشت جهانی (CFU/ml ۵۰۰) بود. تعداد بیش‌تر باکتری هتروتروفی در نمونه ۹ نشانگر کلر باقی مانده کم‌تر (۰/۲ میلی‌گرم در لیتر) می‌باشد. این یافته تحقیق با تحقیق انجام گرفته توسط ابولی و همکاران در سال ۲۰۱۹ مطابقت دارد. وجود باکتری هتروتروفی کم‌تر از حد مجاز (۱۰۰ درصد) در آب آشامیدنی ۶ ایستگاه در شهر گرم‌سار از سوی محققین اعلام شده است (۴۰). گستره تغییرات رشد مجدد میکروارگانیسم‌ها و افزایش تعداد باکتری هتروتروفی را می‌توان به راکد ماندن آب، کاهش سرعت آب، کاهش غلظت کلر باقی مانده، افزایش دما، کدورت و کربن آلی قابل جذب نسبت داد. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط لیو و همکاران در سال ۲۰۱۳ همخوانی دارد. علت رشد مجدد میکروبه‌ها در آب آشامیدنی کاهش کلر باقی مانده از سوی محققین اعلام شده‌است (۴۱). افزایش گستره دمای آب از

همکاران در سال ۲۰۱۲ آلودگی به آنتروویروس‌ها نظیر آنتروویروس را ۸۰٪ در ۵ آب ساحلی مورد بررسی اعلام نمودند (۵۱). وین جونز و همکاران آلودگی به آنتروویروس‌ها نظیر آنتروویروس انسانی را بیش از ۵۰٪ در نمونه‌های آب شیرین و دریا مورد بررسی اعلام نمودند (۵۲). رشید و همکاران آلودگی به آنتروویروس‌های انسانی را ۴۳٪ در صد در نمونه‌های شیر آب مورد بررسی اعلام نمودند (۵۳). احمد و همکاران آلودگی به روتاویروس، آنتروویروس انسانی، آنتروویروس انسانی و ویروس هیپاتیت A را به ترتیب ۹/۴۷ درصد، ۳۸/۹۴ درصد، ۴۸/۴۲ درصد و ۱۲/۶۳ درصد در نمونه‌های آب مورد بررسی اعلام نمودند (۵۴). بی و همکاران آلودگی به آنتروویروس‌ها را در آب منبع و آب آشامیدنی تصفیه‌شده به ترتیب ۴۶ درصد (۱۱ نمونه از ۲۴ نمونه مورد بررسی) و ۲۱٪ (۵ نمونه از ۲۴ نمونه مورد بررسی) اعلام نمودند (۵۵). پیش‌آزمون‌ها نشان دادند که بیماران در همه‌گیری‌های گاستروانتریت ویروسی توسط مصرف آب آلوده به روتاویروس‌ها مبتلا شده‌اند. رهبری‌منش و همکاران میزان شیوع روتاویروس A را در ۱۵۰ کودک مبتلا را ۱۹/۳ درصد اعلام نمودند (۵۶). براساس پیش‌آزمون‌ها می‌توان نتیجه‌گیری نمود که سیستم‌های آبرسانی در بوستان (جنس لوله، زبری لوله و خردگی) به عنوان منبع‌های بزرگ مهمی برای شیوع گاستروانتریت‌های ویروسی از جمله آنتروویروس‌ها محسوب می‌شوند. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط ویر و همکاران همخوانی دارد (۵۷). به عبارت دیگر می‌توان نتیجه‌گیری نمود که همواره می‌توان آب را به عنوان منبع شیوع آنتروگاستریت ویروسی در نظر گرفت و بنابراین توجه بهداشت عمومی را به خود جلب کرده‌است. بیماری آنتروویروسی ذاتا منتقل از آب محسوب می‌شوند. می‌توان نتیجه‌گیری نمود که شرایط کیفی آب در جهت توسعه بیوفیلم در سطح لوله آب به بقا، ایمن‌ارگانیسم‌ها - های هیدروفوبیک منجر می‌شود. عدم بررسی تاثیر فصل سال و تعداد کم نمونه‌های آب از جمله محدودیت‌های این تحقیق محسوب می‌شود؛ بنابراین برای مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود اثر تداخل فصل با انواع میکروارگانیسم‌ها نیز بررسی گردد.

مورد آزمایش قرار گرفت و آلودگی به این ویروس وجود داشت. نتایج تحقیق نشان دادند که آنتروویروس‌ها در ۲ نمونه آب مصرفی (منطقه ۹) و آب چاه (منطقه ۸) وجود دارد که حضور آن را می‌توان به دمای زیاد، کدورت زیاد، کلر باقی مانده کم، pH زیاد، هدایت الکتریکی زیاد، مجموع کربن آلی زیاد، کلراید زیاد و کاتیون‌های سختی ساز آب نظیر کلسیم و منیزیم کم نسبت داد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که مقاومت و بقا در دمای بالا به آنتروویروس‌ها یک برتری و مزیت انتخابی نسبت به میکروب‌های دیگر می‌دهد. این نتیجه تحقیق با تحقیق انجام شده توسط کواتس و همکاران در سال ۲۰۱۸ همخوانی دارد. نتایج تحقیق آنان نشان داد که افزایش دما و رطوبت به افزایش مواجهه فردی با آنتروویروس‌ها از جمله عامل بیماری دست-پا-دهان از طریق آب آشامیدنی منجر می‌شود (۴۷). حساسیت و ویژگی RT-PCR به ترتیب ۱۰۰ و ۱۰۰٪ در صد گزارش شد. همکاران حساسیت و ویژگی RT-PCR را برای شناسایی RNA/آنتروویروسی نمونه آزمایشگاهی به ترتیب ۶۵ و ۱۰۰٪ در صد اعلام نمودند (۴۸). ۹/۶٪ در صد منابع آبی مورد بررسی با روش RT-PCR آلوده به آنتروویروس‌ها در این مطالعه بودند. به عبارت دیگر ۲۲ نمونه آب مصرفی، ۶ نمونه آب چاه و ۱ نمونه آب ورودی به تصفیه‌خانه مورد بررسی که به ترتیب در هر کدام یک نمونه از نظر آنتروویروس‌ها مثبت گردیدند. نتایج نشان دادند که حساسیت و ویژگی روش qRT-PCR برای شناسایی RNA/آنتروویروسی نمونه آب به روش RT-PCR شباهت دارند. هاراماتو و همکاران حساسیت و ویژگی روش qRT-PCR برای شناسایی RNA/آنتروویروسی نمونه آب را بیش از روش RT-PCR به علت زمان آزمایش کوتاه‌تر، حساسیت و ویژگی زیاد اعلام نمودند (۴۹). یکسان بودن حساسیت و ویژگی روش‌های RT-PCR و qRT-PCR برای شناسایی RNA/آنتروویروسی نمونه آب را می‌توان به تعداد کم نمونه بررسی شده نسبت داد. شرایطی محیطی از قبیل دما سبب بقای آنتروویروس‌ها در رقابت با ارگانیسم‌های دیگر می‌شود. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط جیانگ و همکاران در سال ۲۰۱۶ همخوانی دارد (۵۰). مک کوئینگ و

افزایش توان جداسازی/انتروویروس‌ها با استفاده از روش qRT-PCR می‌باشد. افزایش ۱ NTU ۱ کدورت و ۱ درجه سانتی‌گراد دمای آب چاه به ترتیب به افزایش ۴۳ و ۱۰۰ درصدی تعداد انتروویروس‌ها منجر شده است. افزایش ۱ NTU ۱ کدورت و ۱ درجه سانتی‌گراد دمای آب مصرفی به ترتیب به افزایش ۲۰۰ و ۳/۵ درصدی تعداد انتروویروس‌ها منجر شده است. کاهش ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر کلر باقی‌مانده آب مصرفی به افزایش ۳۰۰ درصدی تعداد/انتروویروس‌ها منجر شده است. عواملی نظیر سکون آب، ایجاد رسوب، و خوردگی، کاربرد نامناسب گندزداها، فرسودگی لوله‌ها، تزریق آب چاه به آب شهری، افزایش غلظت تعدادی از عناصر شیمیایی و دمای بهینه آب از جمله مهم‌ترین متغیرهای موثر بر افزایش رشد و تکثیر/انتروویروس‌ها محسوب می‌شوند. برگزاری دوره آموزش توجیهی جهت کادر خدماتی بوستان‌ها در زمینه نگهداری و تعمیرات لوله آب و سرویس‌های بهداشتی از جمله مهم‌ترین عوامل موثر بر کاهش شیوع عفونت‌های/انتروویروسی در میان بازدیدکنندگان بوستان‌ها می‌باشد. عدم استفاده از منبع آب خیلی آلوده به/انتروویروس‌ها همراه با تغییر منبع آب مصرفی از جمله مهم‌ترین متغیرهای قطع زنجیره عفونت‌های انتروویروسی محسوب می‌شود. کنترل عفونت و برنامه‌ریزی استراتژی‌های پیشگیری برای کاهش ریسک مواجهه با/انتروویروس‌ها با توجه به تولید عرضه آب ایمن نیز به مراجع بهداشت عمومی پیشنهاد می‌گردد. تعداد کم نمونه و عدم بررسی تغییرات فصلی نمونه‌های بررسی شده نقطه ضعف تحقیق محسوب می‌شود.

قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان بررسی آلودگی میکروبی (هتروتروفی به شقایق) و/انتروویروس‌ها در شبکه توزیع آب مصرفی بوستان‌های منتخب شهر تهران و ارائه راهکار جهت حل آن است. نویسندگان مقاله از حمایت آزمایشگاهی گروه مهندسی بهداشت محیط و مرکز تحقیقات پالایش آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران تشکر و قدردانی می‌نمایند.

- آنالیز آماری داده‌ها: براساس آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف، داده‌ها دارای سطح معناداری بیش از ۰/۰۵ بوده و توزیع داده‌ها یکنواخت می‌باشد. براساس آزمون آمار استنباطی شاپیرو-ویلکس، داده‌ها دارای سطح معناداری بیش از ۰/۰۵ (۰/۱-۴۴) بودند.

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت مصرف آب آشامیدنی سالم در بوستان‌ها نتایج پژوهش حاضر به‌طور جدی‌تر پیگیری شود و در برنامه‌ریزی آتی استفاده شود. کیفیت آب آشامیدنی تصفیه شده باید از مقررات سخت در مورد آلاینده‌های شیمیایی و میکروبی از جمله/انتروویروس‌ها پیروی کند (۴۱). توجه به برنامه‌ریزی‌های مستمر پایش کیفیت آب به افزایش رضایتمندی مصرف‌کننده آب مصرفی (کارکنان و بازدیدکننده‌ها) منجر می‌شود. ضرورت پایش روزانه کلر باقیمانده از عوامل موثر در افزایش رضایتمندی مصرف‌کننده از کیفیت آب محسوب می‌شود. وجود باکتری هتروتروفی در ۹۲/۸ درصد نمونه‌ها (۱۰۰ درصد آب چاه و ۹۱ درصد آب مصرفی) همراه با غلظت کلر باقی‌مانده کمینه ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر در ۹ درصد نمونه‌ها ضرورت کنترل منظم باکتری هتروتروفی در فصل‌های مختلف سال، شناسایی مناطق تهدیدکننده سلامتی و مقایسه نتایج داده‌ها را نشان می‌دهد تا به رفع عامل تهدیدکننده پس از شناسایی علت در مناطق دارای غلظت بیش از حد مجاز، ارتقای کیفیت میکروبی آب آشامیدنی و تامین سلامتی مصرف‌کنندگان اقدام گردد. می‌توان منفی بودن تعدادی از نمونه‌های آب چاه در این تحقیق را به تداخل حضور کل کربن آلی و کاتیون مس که به کاهش شناسایی/انتروویروس‌ها منجر می‌شود نسبت داد. می‌توان منفی بودن تعدادی از نمونه‌های آب مصرفی در این تحقیق را به تداخل حضور کاتیون‌های کلسیم و منیزیم، کاتیون مس و غلظت اکسیژن محلول که به کاهش شناسایی/انتروویروس‌ها منجر می‌شود و نیز غلظت بیش‌تر کلر آزاد باقی‌مانده در آب مصرفی بوستان‌ها که به نابودی هتروتروف‌ها و/انتروویروس‌ها منجر می‌شود نسبت داد. نتایج این پژوهش نیز تاییدکننده

9. Kargar M, Najafi A, Zandi K, Barazesh A. Frequency and demographic study of *Rotavirus* acute gastroenteritis in hospitalized children of Borazjan City during 2008-2009. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2011; 19 (1): 94-103.
10. Shen XX, Qiu FZ, Li GX, Zhao MC, Wang J, Chen C, et al. A case control study on the prevalence of enterovirus in children samples and its association with diarrhea. *Archives of Virology*. 2018; 164 (1): 63-68.
11. Tiwari S, Dhole TN. Assessment of enteroviruses from sewage water and clinical samples during eradication phase of polio in North India. *Virology journal*. 2018; 15 (1): 157-165.
12. Chansaenroj J, Tuanthap S, Thanusuwannasak T, Duang-In A, Klinfueng S, Thaneskongtong N, et al. Human enteroviruses associated with and without diarrhea in Thailand between 2010 and 2016. *PLoS One*. 2017; 12 (7): 1-13.
13. Tan Y, Hassan F, Schuster JE, Simenauer A, Selvarangan R, Halpin RA, et al. Molecular evolution and intraclade recombination of enterovirus D68 during the 2014 outbreak in the United States. *Journal of Virology*. 2016; 90 (4): 1997-2007.
14. Garcia J, Espejo V, Nelson M, Sovero M, Villaran MV, Gomez J, et al. Human rhinoviruses and enteroviruses in influenza-like illness in Latin America. *Virology journal*. 2013; 10 (305): 1-12.
15. Zhou HT, Yi HS, Guo YH, Pan YX, Tao SH, Wang B, et al. Enterovirus related diarrhoea in Guangdong, China: Clinical features and implications in hand, foot and mouth disease and

References

1. Ghanizadeh G, Mirmohammadlou A, Esmaeili D. Survey of *Legionella* water resources contamination in Iran and foreign countries: A Systematic Review. *Iranian Journal Medicine Microbiology*. 2016; 9 (4): 1-15.
2. Liyanage CP, Yamada K. Impact of population growth on the water quality of natural water bodies. *Sustainability*. 2017; 9 (1405): 1-14.
3. Forstinus NO, Ikechukwu NE, Emenike MP, Christiana AO. Water and waterborne diseases: A review. *International Journal of Tropical Diseases and Health*. 2016; 12 (4): 1-14.
4. Balarak D, Bazrafshan E, Mahdavi Y. Biosorption of pyrocatechol using dried *Lemna minor*: Kinetic and equilibrium studies. *Zanko Journal of Medical Sciences*. 2016; 16 (50): 13-26.
5. Chen BS, Lee HC, Lee KM, Gong YN, Shih SR. *Enterovirus* and *Encephalitis*. *Frontiers in Microbiology*. 2020; 11 (261): 1-15.
6. Xagorarakis I, Yin Z, Svambayev Z. Fate of viruses in water systems. *Journal of Environmental Engineering*. 2014; 140 (7): 1-19.
7. Pons-Salort M, Parker EP, Grassly NC. The epidemiology of non-polio enteroviruses: recent advances and outstanding questions. *Current opinion in infectious diseases*. 2011; 28 (5): 479-487.
8. Rao DC, Babu MA, Raghavendra A, Dhananjaya D, Kumar S, Maiya PP. Non-polio enteroviruses and their association with acute diarrhea in children in India. *Infection, Genetics and Evolution*. 2013; 17:153-161.

- humans. *Microbiology and immunology*. 2013; 57 (4): 281-287.
24. Wurtzer S, Prevost B, Lucas FS, Moulin L. Detection of enterovirus in environmental waters: a new optimized method compared to commercial real-time RT-qPCR kits. *Journal of Virological methods*. 2014; 209: 47-54.
25. 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 (522): 1-17.
26. Kashi G, Karim Doost K. Comparison of the effect of lecture and video projector teaching methods on students' attitude, knowledge and practice. *International Research Journal of Teacher Education*. 2015; 2 (3): 030-035.
27. 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.
28. 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): 660-616.
29. Shahbaz B, Norouzi M, Tabatabai H. Mechanism of action and application of virocidis in health care-associated viral infections. *Tehran University Medical Journal TUMS Publications*. 2016; 73 (12): 837-855.
30. Pinon A, Vialette M. Survival of viruses in water. *Intervirology*. 2018; 61 (5): 214-222.
31. Alidjinou EK, Sane F, Firquet S, Lobert PE, Hober D. Resistance of Enteric herpangina. *BMC Infectious Diseases*. 2016; 16 (128): 1-7.
16. Hasbun R., Rosenthal N., Balada-Llasat JM., Chung J., Duff S., Bozzette S., et al. Epidemiology of meningitis and encephalitis in the United States from 2011-2014. *Clinical Infectious Diseases*. 2017; 65 (3): 353-359.
17. Atabakhsh P, Kargar M, Doosti A. Molecular monitoring effectiveness of human adenovirus removal in Isfahan water treatment plant. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2019; 12 (2): 235-246.
18. Kashi G, Khoshab F. An investigation of the chemical quality of groundwater sources. *Donnish Journal of Research in Environmental Studies*. 2015; 2 (3): 18-32.
19. Alighadri M, Sadeghi T, Bagheri Ardebilian P, Iranpour E, Khodaverdi SH, Alipanah A. Heterotrophic bacteria in drinking water distribution system in Ardabil, Iran. *Journal of Health*. 2015; 6 (2): 226-235.
20. American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environmental Federation. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 23th ed. Washington DC, USA; 2017.
21. Islamic Republic of Iran, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, ISIRI Number-6822
22. Cashdollar JL, Wymer L. Methods for primary concentration of viruses from water samples: a review and meta-analysis of recent studies. *Journal of Applied Microbiology*. 2013; 115: 1-11.
23. Lim BK, Ju ES, Lao DH, Yun SH, Lee YJ, Kim DK, Jeon ES. Development of an enterovirus diagnostic assay system for diagnosis of viral myocarditis in

- sources by the Lisbon municipality: A case study. *Water*. 2020; 12 (2): 544-556.
40. 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): 477-488.
 41. 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): 2719-2728.
 42. Molazadeh P, Khanjani N, Rahimi MR, Molazadeh AR, 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.
 43. 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): 319-328.
 44. Akrong MO, Amu-Mensah FK, Amu-Mensah MA, Darko H, Addico GN, Ampofo JA. 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): 82-87.
 45. Wen X, Chen F, Lin Y, Zhu H, Yuan F, Kuang D, Jia Z, Yuan Z. Microbial Viruses on fomites. *Intervirology*. 2018; 61 (5): 205-213.
 32. Lin Q, Lim JY, Xue K, Yew PY, Owh C, Chee PL, Loh XJ. Sanitizing agents for virus inactivation and disinfection. *View*. 2020; 1: e16: 1-26.
 33. Farhoodi AM, Kashi G, Khani AH. Survey of arsenic and copper ions concentration in water distribution system of selected hospitals in Tehran, 2018. *Safety Promotion and Injury Prevention*. 2020; 7 (4): 199-207.
 34. Joshi YP, Kim JH, Kim H, Cheong HK. Impact of drinking water quality on the development of enteroviral diseases in Korea. *International journal of environmental research and public health*. 2018; 15 (11): 2551-2565.
 35. Warnes SL, Keevil CW. Inactivation of norovirus on dry copper alloy surfaces. *PLoS One*. 2013; 8: e75017: 1-5.
 36. Warnes SL, Summersgill EN, Keevil CW. Inactivation of murine norovirus on a range of copper alloy surfaces is accompanied by loss of capsid integrity. *Applied Environmental Microbiology*. 2015; 81: 1085-1091.
 37. Manuel CS, Moore MD, Jaykus LA. Destruction of the capsid and genome of GII.4 human norovirus occurs during exposure to metal alloys containing copper. *Applied Environmental Microbiology*. 2015; 81: 4940-4946.
 38. Laajala M, Hankaniemi MM, Määttä JA, Hytönen VP, Laitinen OH, Marjomäki V. Host cell calpains can cleave structural proteins from the Enterovirus polyprotein. *Viruses*. 2019; 11 (12): 1106-1121.
 39. Teixeira P, Costa S, Brown B, Silva S, Rodrigues R, Valério E. Quantitative PCR detection of enteric viruses in wastewater and environmental water

- pollution. *Applied Environmental Microbiology*. 2012; 78: 6423-6432.
52. Wyn-Jones AP, Carducci A, Cook N, D'agostino M, Divizia M, Fleischer J, Gantzer C, Gawler A, Girones R, Höller C, de Roda Husman AM. Surveillance of adenoviruses and noroviruses in European recreational waters. *Water research*. 2011; 45 (3): 1025-1038.
53. Rashid M, Khan MN, Jalbani N. Detection of human adenovirus, rotavirus, and enterovirus in tap water and their association with the overall quality of water. *Preprints*. 2020;
54. Ahmad T, Arshad N, Adnan F. Prevalence of rotavirus, adenovirus, hepatitis A virus and enterovirus in water samples collected from different region of Peshawar, Pakistan. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2016; 23 (4): 576-580.
55. Ye XY, Ming X, Zhang YL, Xiao WQ, Huang XN, Cao YG, Gu KD. Real-time PCR detection of enteric viruses in source water and treated drinking water in Wuhan, China. *Current microbiology*. 2012; 65 (3): 244-253.
56. Rahbarimanesh AA, Saberi HA, Salamati P, Akhtarkhvari H, Haghshenas Z. The genetic diversity and phylogenetic characteristics of rotavirus VP4 (P) genotypes in children with acute diarrhea. *Tehran University Medical Journal TUMS Publications*. 2011; 69 (8): 455-459.
57. Wyer MD, Wyn-Jones AP, Kay D, Au-Yeung HK, Gironés R, López-Pila J, de Roda Husman AM, Rutjes S, Schneider O. Relationships between human adenoviruses and faecal indicator organisms in European recreational waters. *Water research*. 2012; 46 (13): 4130-4141.
- Indicators and Their Use for Monitoring Drinking Water Quality—A Review. *Sustainability*. 2020; 12 (6): 2249- 2262.
46. Ng W, Ting YP. Microbes in deionized water: Implications for maintenance of laboratory water production system. *Peer J Preprints*. 2017; 3: 1-32.
47. Coates SJ, Davis MD, Andersen LK. Temperature and humidity affect the incidence of hand, foot, and mouth disease: a systematic review of the literature—a report from the International Society of Dermatology Climate Change Committee. *International journal of dermatology*. 2019; 58 (4): 388-399.
48. Hong J, Kim A, Hwang S, Cheon DS, Kim JH, Lee JW, Park JH, Kang B. Comparison of the genexpert enterovirus assay (GXEA) with real-time one step RT-PCR for the detection of enteroviral RNA in the cerebrospinal fluid of patients with meningitis. *Virology journal*. 2015; 12 (1): 1-4.
49. Haramoto E, Kitajima M, Hata A, Torrey JR, Masago Y, Sano D, Katayama H. A review on recent progress in the detection methods and prevalence of human enteric viruses in water. *Water research*. 2018; 135: 168-186.
50. Jiang FC, Yang F, Chen L, Jia J, Han YL, Hao B, Cao GW. Meteorological factors affect the hand, foot, and mouth disease epidemic in Qingdao, China, 2007–2014. *Epidemiology Infect*. 2016; 144: 2354-2362.
51. McQuaig S, Gri_th J, Harwood VJ. Association of fecal indicator bacteria with human viruses and microbial source tracking markers at coastal beaches impacted by nonpoint source

powdered eggshell. Journal of Health in the Field. 2020; 7 (2): 21-31.

58. Nayerloo N, Kashi G, Khani AH. Efficacy study of Manganese removal from municipal drinking water using