فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در
مدیریت و حسابداری
سال چهارم، شماره ۳۹، تابستان ۱۳۹۹- جلد نهم، ص ۱۱۶-۱۰۵

Journal of New Research Approaches
in Management and Accounting
ISSN: 2588-4573
http://www.majournal.ir

ارزیابی شاخص کیفیت آب (WQI) شبکه توزیع مدارس ابتدایی منتخب منطقه ٤ کلانشهر تهران در سال ۱۳۹۸

هاجر سیفی [۱]
گیتی کاشی* [۲]
امیرمحمد فرهودی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۱۴ تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۰۶/۲۴

چکیده

استفاده بهینه از منابع آبی ازقبیل مخزن آب دریاچه و سد نیازمند روش‌های نظارتی مناسب و حفظ کیفیت آن‌ها به‌منظور بهبود سلامت است. در حال حاضر به‌علت کاهش کمیت و کیفیت آب، ارزیابی کیفیت آب آشامیدنی اهمیت زیادی پیدا کرده است. ارزیابی کیفیت آب نقش بسیار مفیدی در حفاظت از منابع آب دارد. افزایش نیاز آبی موجب افزایش اهمیت ارزیابی کیفیت منابع آب شده است. ارزیابی شاخص کیفیت آب شبکه توزیع مدارس به علت مواجهه دهانی کودکان، به عنوان گروه حساس و آسیب پذیر، با آلاینده های آب ضروری به نظر می رسد. هدف در این تحقیق توصیفی-مقطعی بررسی شاخص کیفیت آب شبکه توزیع آب آشامیدنی مدارس ابتدایی منتخب منطقه ۴ کلانشهر تهران در بازه زمانی ۱۳۹۸/۲/۱ الی ۱۳۹۸/۳/۱ می‌باشد. این تحقیق به روش نمونه گیری توصیفی- تحلیلی خوشه ای تصادفی در ۱۰ شبکه توزیع آب آشامیدنی مدارس ابتدایی در کلانشهر تهران انجام شد. نمونه برداری از ۱۰ شیر برداشت آب آشامیدنی مدارس برای ارزیابی متغیرهای فیزیکوشیمیایی آب آشامیدنی ازقبیل نیترات، نیتریت، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، سختی و pH آب توسط نمونه برداری درشرایط استاندارد انجام گرفت. شاخص کیفیت آب هر مدرسه ابتدایی مشخص گردید. میانگین غلظت کلر باقی مانده، دما، کدورت، pH، مجموع سختی، مجموع کل کربن آلی، مجموع جامدات محلول و هدایت الکتریکی به ترتیب ۰/۴±۰/۱۸ (۰/۶-۰/۱) میلی گرم بر لیتر، ۲/۶۷±۱۶/۴ (۲۱-۱۲) درجه سانتی گراد، ۱۹/۰۷±۱/۲ (۷/۰-۰/۲) نفلومتری، ۰/۲۰±۷/۴ (۷/۶-۷/۲)، ۱۱/۸۳±۲۱۲/۵ (۲۳۰-۲۰۰) میلی گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر، ۰/۰۲۲/۰۰۴±۰/۰ (۰/۰۲۹-۰/۰۱۵) میلی گرم بر لیتر، ۱۱۹/۰۵±۲۶۲/۰ (۴۰۰-۱۰۰) میلی گرم بر لیتر و ۱۸۰/۶۶±۳۶۳/۵ (۵۹۵-۱۵۳) میکرومو بر سانتی متر می باشند. نتایج حاصل کیفیت آب شبکه توزیع مدارس در مجموع بسیار خوب (۰-۴۹) ارزیابی شد. این مطالعه نشان داد که حفظ کیفیت آب شبکه توزیع نیاز به برنامه ریزی مدیریت جامع کیفیت آب دارد.

واژگان کلیدی

شاخص کیفیت آب (WQI[۱])، شبکه توزیع مدارس ابتدایی، کلانشهر تهران، متغیرهای فیزیکوشیمیایی، برنامه‌ریزی مدیریت جامع کیفیت آب (COWAMP[۲]).

۱. دانشجوی کارشناسی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۲. دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران، تهران، ایران و عضو مرکز تحقیقات پالایش آب، واحد علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول: g.kashi@yahoo.com)
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، گرایش آب و فاضلاب، گروه آب و فاضلاب، دانشکده مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

[1] - Water Quality Index (WQI)
[2] - Comprehensive Water Management Planning

۱. مقدمه

کیفیت آب آشامیدنی تصفیه شده باید از مقررات سخت در مورد آلاینده های شیمیایی و میکروبی به علت حفاظت از بهداشت عمومی پیروی کند (دکان، ۲۰۱۳). افزایش جمعیت، افزایش مصرف آب ناشی از توسعه شهرنشینی و صنعتی، کاهش ذخیره آب طبیعی و مدیریت نامناسب آلاینده های محیط زیست به مسمومیت اتفاقی و اثرات بهداشتی حاد و مزمن بیماری های منتقله از آب منجر می شوند (شارما، ۲۰۱۲)؛ به عبارت دیگر افزایش نیاز آبی به افزایش اهمیت ارزیابی کیفیت منابع آب منجر شده است؛ بنابراین پایش تغییرات کیفی آب آشامیدنی در بازه های زمانی منظم ضروری به نظر می رسد. وجود یک یا چند ترکیب شیمیایی، فیزیکی، رادیواکتیو و عوامل میکروبی بیماریزا در آب به حدی که مواجهه با آن برای مصرف کننده با ریسک بهداشتی همراه باشد و منجر به بیماری شود را آلودگی شیمیایی ومیکروبی اطلاق می کنند (کومار، ۲۰۱۶). جامعه شهری نیازمند آب بیش تری نسبت به جامعه روستایی است و کیفیت آب استخراج شده شهری از نظر شیمیایی از سمیت بیش تری برخوردار است (آنیل، ۲۰۱۷). آلودگی منابع آب زیرزمینی و سطحی به نیترات به عنوان آلاینده شیمیایی درجه اول و پارامتر کنترل کیفی آب آشامیدنی ناشی از نشست جوی، فاضلاب خانگی، زباله شهری، توسعه شهرنشینی، پساب ناشی از فعالیت های کشاورزی و صنعتی می باشد (ینگ، ۲۰۱۶). مواجهه بلندمدت با آب دارای غلظت زیاد نیترات، به عنوان منبع آلودگی غیرنقطه ای، برای مصرف کننده با ریسک بهداشتی همراه است. به منابع آب سطحی و زیرزمینی محسوب می شوند (لی، ۲۰۱۴). متهموگلوبینیمیا، سرطان معده، پرفشارخون، بزرگ شدن غده گردن و نقص عضو هنگام تولد ازجمله نشانگان مواجهه با آب آشامیدنی دارای نیترات (پیش ساز در تولید ترکیبات N-نیتروزو نیترات) زیاد محسوب می شوند (وارد، ۲۰۱۸). شاخص کیفیت آب (WQI) در ارزیابی کیفی آب کاربرد دارد. این روش نخستین بار سال ۱۹۷۰ توسط هورتون پیشنهاد شد. ارزیابی متغیرهای فیزیکوشیمیایی متداول آب آشامیدنی ازقبیل اسیدیته، کدورت، دما، نیترات، نیتریت، اکسیژن محلول، مجموع جامدات محلول، هدایت الکتریکی و سختی انجام می شود (حسینی، ۲۰۱۹). بررسی مطالعات کیفی آب از نقش بسیار مفیدی در حفاظت منابع آب برخوردار می باشد. سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شناسایی داده‌های نقشه موضوعی، تجزیه و تحلیل، تفسیر و جمع‌بندی داده‌ها کاربرد دارد. امروزه دسترسی به داده های فضایی ازجمله GIS ابزار مؤثری برای عملیات ضروری شامل نقشه برداری کیفی، پایش، مدل‌سازی، تعیین تغییرات زیست محیطی و تصمیم گیری های کاملا مطلع محسوب می شود (یوسفی، ۲۰۱۵). بسیاری از محققان در مورد شاخص کیفیت آب تحقیق نموده‌اند. برای مثال غلامزاده آهنگر و همکاران در سال ۲۰۱۴ تحقیقی برای پارامترهای کیفی آب و غلظت فلزات سنگین در آب مخزن چاه نیمه ۱ شهر زاهدان انجام دادند. نتایج تحقیق نشان دادند که غلظت آهن و منگنز از حد مجاز فراتر رفته است (آهنگر، ۲۰۱۴). کاشی در سال ۲۰۱۵ تحقیقی برای ارزیابی کیفیت آب شهر سمنان انجام دادند. نتایج تحقیق نشان دادند که ۱۱ درصد از ۴۵ نمونه بررسی شده از نوع سولفات کلسیمی بودند (کاشی، ۲۰۱۵). آیگبروآ و تاراوو در سال ۲۰۱۹ تحقیقی برای ارزیابی شاخص کیفیت آب شیرین درون کریک تایلر در استان بایلسا در کشور نیجریه انجام دادند. نتایج تحقیق نشان دادند که اکولوبری از کم ترین کیفیت برخوردار است (آیگبروآ، ۲۰۱۹). هدف در این تحقیق توصیفی-مقطعی بررسی شاخص کیفیت آب شبکه توزیع مدارس ابتدایی (به علت مواجهه دهانی کودکان، به عنوان گروه حساس و آسیب پذیر، با آلاینده های آب) منتخب منطقه ۴ کلانشهر تهران در سال ۱۳۹۸ می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

روش تحقیق در این پژوهش توصیفی- تحلیلی خوشه ای تصادفی می باشد. جامعه آماری این پژوهش را ۱۰ مدرسه ابتدایی منتخب در منطقه ۴ کلانشهر تهران در سال ۱۳۹۸ تشکیل می دهند (شکل ۱). کلانشهر تهران در کوهپایه های جنوبی رشته کوه البرز گسترده شده است (رحیمی، ۲۰۱۱). مساحت، تعداد مدارس ابتدایی و جمعیت دانش آموزان منطقه ۴ آموزش وپرورش به ترتیب ۹۵۸۹۰۶۷ مترمربع، ۱۰۱ واحد و ۶۳۰۰۰ دانش آموز می باشد که در ′۱۵ °۵۱ الی ′۳۳ °۵۱ طول شرقی و ′۳۲ °۳۵ الی ′۴۹ °۳۵ عرض شمالی قرارگرفته است. ۱۰ مدرسه ابتدایی ازنظر موقعیت جغرافیایی در مرکز، جنوب، شرق، غرب و شمال منطقه ۴ کلانشهر تهران قرار دارند. ۱۰۱ واحد مهم تشخیص داده شد که ۱۰ ایستگاه (۱۰٪ واحدها) به علت حساسیت بیش تر انتخاب گردید تا نشانگر کل محیط مدارس ابتدایی باشند. این تحقیق به روش نمونه گیری توصیفی- تحلیلی خوشه ای تصادفی در ۱۰ شبکه توزیع آب آشامیدنی مدارس ایتدایی در کلانشهر تهران انجام گردید. ۱۰ شبکه توزیع آب آشامیدنی مدارس ابتدایی ازنظر موقعیت جغرافیایی تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی کلانشهر تهران در مرکز، جنوب، شرق، غرب و شمال منطقه ۴ کلانشهر تهران قرار دارند. نمونه برداری دربازه زمانی ۱۳۹۸/۲/۱ الی ۱۳۹۸/۳/۱ انجام گرفت. برای این منظور در شرایط تمیز (ظرف پلی اتیلنی تمیز به حجم ۱ لیتر) نمونه برداری، در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری و جهت بررسی به آزمایشگاه بخش شیمی آزمایشگاه بهداشت محیط دانشکده و آزمایشگاه مورد تائید محیط زیست منتقل شدند. هنگام نمونه گیری از هر محل دو نمونه تهیه شد. روش نمونه برداری آب و آنالیز متغیرها براساس دستورالعمل شماره ۲۳۴۷ استاندارد ملی ایران و دستورالعمل های موجود در کتاب روش های استاندارد آب و فاضلاب انجام گرفت (محمدی، ۲۰۱۵). اندازه گیری غلظت اسیدیته، کدورت، دما، نیترات، نیتریت، اکسیژن محلول، مجموع جامدات محلول، هدایت الکتریکی و سختی طبق روش تیتراسیون طبق روش 2310 B، نفلومتری طبق روش 2130 B، طبق روش 2550 B، رنگ سنجی طبق روش 4500-NO2- B (HACH/DR 5000، آمریکا)، اسپکتروفوتومتری فرابنفش طبق روش 4500-NO3- B (HACH/DR 5000، آمریکا)، یدومتری 4500-O B، طبق روش 2540 C، طبق روش 2510 B (HACH، آمریکا) و تیتراسیون با EDTA طبق روش 2340 C کتاب روش های استاندارد جهت انجام آزمایش های آب و فاضلاب انجام گرفت (AWWA, 2017). ابتدا نقاط نمونه‌برداری براساس آخرین شیر برداشت آب در مدرسه مشخص و کروکی نقاط تهیه شد. آزمایشات ۳ بار تکرار شد و میانگین آن ها گزارش شده اند. صحت و دقت نتایج داده ها توسط نمونه های استاندارد و تکرار آزمایش ۵ نمونه بررسی و گستره بازیابی ۱۰۲-۸۸ درصد بدست آمد. گستره درصد بازیابی ۸۷-۱۰۱ درصد محاسبه شد. تهیه نقشه پراکنش جغرافیایی کیفیت آب در کلانشهر تهران با استفاده از GIS (Arc GIS,10.1) تعیین گردید. با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۸) و مدل آماری T-test (در سطح معناداری ۵ درصد) تجزیه و تحلیل داده ها تعیین گردید (کاشی، ۲۰۱۵). متوسط داده ها با مقادیر استاندارد سازمان بهداشت جهانی و استاندارد کشوری مقایسه گردید. بررسی تغییرات کیفیت آب به کنترل و پیشگیری بیماری های منتقله از آب در کلانشهر تهران منجر می شود. شاخص کیفیت آب برای تجزیه و تحلیل نتایج استفاده شد. وزن دهی، محاسبه وزن نسبی و محاسبه مقیاس میزان کیفیت ازجمله مراحل انجام محاسبات شاخص کیفیت آب محسوب می شوند (روابط ۱ الی ۳) (سامول، ۲۰۲۰).

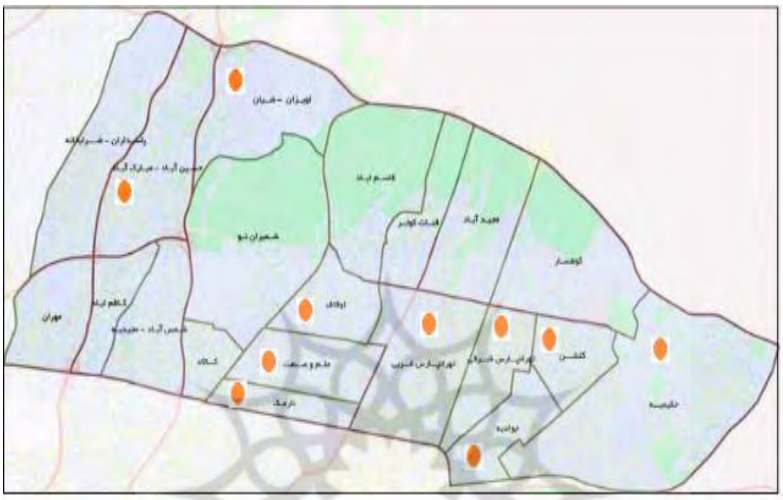
$$RW = \frac{AW}{\sum AW} \quad (۱)$$

$$Qi = \frac{Ci}{Si} \times 100 \quad (۲)$$

$$SIi = RW^{Qi} \quad (۳)$$

که:

RW: نسبت وزنی متغیر، AW: وزن هر متغیر، Qi: میزان کیفی، Ci: غلظت متغیر سنجش شده و Si: غلظت استاندارد متغیر می باشند.



شکل ۱: نقشه ایستگاه های نمونه برداری

٤. نتایج و بحث

نتایج کیفیت فیزیکوشیمیایی نمونه های شبکه توزیع آب آشامیدنی مدارس ابتدایی منتخب بررسی شده در سال ۱۳۹۸ نشان می دهند که میانگین غلظت کلر باقی مانده، دما، کدورت، pH، مجموع سختی، مجموع کل کربن آلی، مجموع جامدات محلول و هدایت الکتریکی به ترتیب ۰/۱۸±۰/۴ (۰/۶-۰/۱) میلی گرم بر لیتر، ۲/۶۷±۱۶/۴ (۲۱-۱۲) درجه سانتی گراد، ۲/۰۷±۱/۱۹ (۷/۰-۰/۲) نفلومتری، ۰/۲۰±۷/۴ (۷/۶-۷/۲)، ۱۱/۸۳±۲۱۲/۵ (۲۳۰-۲۰۰) میلی گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر، ۰/۰۰۴±۰/۰۲۲ (۰/۰۲۹-۰/۰۱۵) میلی گرم بر لیتر، ۱۱۹/۰۵±۲۶۲/۰ (۴۰۰-۱۰۰) میلی گرم بر لیتر و ۱۸۰/۶۶±۳۶۳/۵ (۵۹۵-۱۵۳) میکرومو بر سانتی متر می باشند (جدول ۱). پیش آزمون ها نشان دادند که اگرچه ۱۰۰ درصد نمونه های بررسی شده در رده بسیار خوب (۰-۴۹) آشامیدن در فصل های کم بارش و پربارش قراردارند لکن کاهش محسوس کیفیت آب در فصل گرم کم بارش (دارای شاخص کیفیت آب بیش تر) در مقایسه با فصل سرد پربارش (دارای شاخص کیفیت آب کم تر) وجود دارد؛ بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که افزایش تبخیر آب و کاهش سطح آب به افزایش شاخص کیفیت آب منجر شده است. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط دلپلا و همکاران مطابقت دارند. آنان روند کاهش کیفیت آب آشامیدنی در اثر تغییرات آب و هوایی نظیر دما را گزارش کردند (دلپا، ۲۰۰۹). روند افزایشی کاهش کیفیت آب ناشی از افزایش غلظت آلاینده ها در جهت شمالی جنوبی و غربی شرقی مشاهده شد. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط لی و همکاران همخوانی دارد (لی، ۲۰۱۸).

جدول ۱. کیفیت فیزیکوشیمیایی نمونه های شبکه توزیع آب آشامیدنی مدارس بررسی شده در سال ۱۳۹۸

ایستگاه	کلر باقی مانده (میلی گرم بر لیتر)	دما (درجه سانتی گراد)	کدورت (نفلومتری)	pH	مجموع سختی (میلی گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر)	مجموع کربن آلی (میلی گرم بر لیتر)	مجموع جامدات محلول (میلی گرم بر لیتر)	هدایت الکتریکی (میکرومو بر سانتی متر)
۱	۰/۶	۱۵	۰/۷	۷/۲	۲۲۰	۰/۰۲۰	۱۵۰	۲۳۰
۲	۰/۶	۱۴	۱/۵	۷/۶	۲۲۰	۰/۰۱۵	۱۰۰	۲۳۰
۳	۰/۶	۱۹	۰/۷	۷/۲	۲۲۰	۰/۰۱۵	۱۰۰	۱۵۳
٤	۰/۳	۱۵	۰/۲	۷/۲	۲۲۵	۰/۰۲۱	۲۰۰	۱۵۳
۵	۰/۳	۱۶	۰/۵	۷/۶	۲۱۰	۰/۰۲۲	۲۵۰	۳۰۷
٦	۰/۳	۲۱	۰/۴	۷/۶	۲۰۰	۰/۰۲۴	۳۰۰	۳۰۷
۷	۰/۳	۱۶	۰/۲	۷/۶	۲۰۰	۰/۰۲۵	۳۵۰	۵۳۸
۸	۰/۳	۱۷	۰/۲	۷/۲	۲۰۰	۰/۰۲۷	۳۸۰	۵۳۸
۹	۰/۱	۱۹	۷	۷/۶	۲۳۰	۰/۰۲۹	۴۰۰	۵۹۵
۱۰	۰/۶	۱۲	۰/۵	۷/۶	۲۰۰	۰/۰۲۸	۳۹۰	۵۸۴
میانگین	۰/۴	۱۶/۴	۱/۱۹	۷/۴	۲۱۲/۵	۰/۰۲۲	۲۶۲/۰	۳۶۳/۵
انحراف معیار	۰/۱۸	۲/۶۷	۲/۰۷	۰/۲۰	۱۱/۸۴	۰/۰۰۴	۱۱۹/۰۵	۱۸۰/۶۶
کمینه	۰/۱	۱۲	۰/۲	۷/۲	۲۰۰	۰/۰۱۵	۱۰۰	۱۵۳
بیشینه	۰/۶	۲۱	۷/۰	۷/۶	۲۳۰	۰/۰۲۹	۴۰۰	۵۹۵

نتایج شاخص کیفیت آب نمونه های شبکه توزیع آب آشامیدنی مدارس ابتدایی منتخب بررسی شده در سال ۱۳۹۸ نشان می دهند که ۱۰۰ درصد نمونه های بررسی شده در رده بسیار خوب (۰-۴۹) آشامیدن قراردارند (جدول های ۲ و ۳). مقایسه آماری متغیر شاخص کیفیت آب و متغیر مورد بررسی نظیر موقعیت مدرسه ابتدایی نشان دادند که مقدار همبستگی معنی داری بین شاخص کیفیت آب با کدورت، دما، سختی کل و کلر باقی مانده وجود دارد ($P < ۰/۰۵$) (جدول ۴). مقایسه آماری متغیر شاخص کیفیت آب و متغیر مورد بررسی نظیر کدورت، دما، سختی کل و کلر باقی مانده نشان دادند که مقدار همبستگی معنی دار مثبت قوی بین شاخص کیفیت آب با کدورت، دما، سختی کل و کلر باقی مانده وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). مقایسه آماری متغیر شاخص کیفیت آب و متغیرهای مورد بررسی نشان دادند که

مقدار همبستگی معنی دار مثبت قوی میان شاخص کیفیت آب با کدورت، دما، pH، موقعیت مدرسه، هدایت الکتریکی، سختی کل، کلر باقی مانده و *کلیفرم گرماپا* وجود دارد ($P < ۰/۰۵$)؛ بنابراین می توان کاهش کیفیت آب شیر برداشت ناشی از افزایش غلظت متغیرها، به ویژه در ایستگاه جنوبی با دمای بیش تر و میزان بارش شدیدتر را به نفوذ پساب کشاورزی و شستشوی خاک آلوده نسبت داد. خلجی و همکاران در سال ۲۰۱۷ اعلام نمودند که مقدار همبستگی معنی دار میان شاخص کیفیت آب با سختی کل وجود دارد (خلجی، ۲۰۲۷). نتایج نشان دادند که مقادیر سنجش شده متغیرها در ۱۰۰ درصد نمونه های آب بررسی شده پایین تر از گستره استاندارد ملی شماره ۱۰۵۳ است. امکان خطر افزایش غلظت آن ها در آینده به علت توسعه کشاورزی و کاهش بارندگی پیش بینی می شود. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط ملایی توانی و همکاران همخوانی ندارد. آنان مقادیر سنجش شده متغیرها به استثنای کلر باقی مانده در ۱۰۰ درصد نمونه های آب بررسی شده را پایین تر از گستره استاندارد ملی شماره ۱۰۵۳ اعلام نمودند (مولایی توانی، ۲۰۱۷). پیش آزمون ها نشان دادند که لوله شبکه توزیع آب ساختمان مدرسه ابتدایی (ایستگاه ۹) در بخش جنوبی منطقه ۴ کلانشهر تهران از بیش ترین قدمت به علت قدمت زیاد ساختمان برخوردار می باشد. می توان نتیجه گیری نمود که مدرسه ابتدایی (ایستگاه ۹) در بخش جنوبی منطقه ۴ کلانشهر تهران در مجاورت منابع آلاینده ساز قرار دارد. خالد حسن و همکاران نشان دادند که مجاورت منابع آب با منابع انسان ساخت ازقبیل پساب های صنعتی تصفیه نشده، دفع نامناسب زائدات خانگی و روانآب کشاورزی به افزایش آلودگی آب آشامیدنی مصرفی منجر می شود (خالد حسن، ۲۰۱۹). نتایج نشان دادند که توسعه شهری، کشاورزی و بهداشت عمومی ازجمله منابع کاهش کیفیت آب محسوب می شوند. نتایج نشان دادند که تعداد *کلیفرم گرماپا* در نمونه های بررسی شده ۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر بود؛ بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که هیچگونه خطر ریسک بهداشت عمومی دانش آموزان را از نظر ابتلا به بیماری های منتقله از آب (عامل اسهال و استفراغ با منشا *اشرشیا کلی آنتروپاتوژنیک*) تهدید نمی کند. پرویز و همکاران ۸۱/۲ درصد (۴۳ نمونه) از ۵۳ نمونه آب چاه بررسی شده را آلوده به *کلیفرم* اعلام نمودند (پرویز، ۲۰۱۶). جاویر و همکاران روند افزایشی آلودگی آب، تهدیدکننده سلامت فیزیکی و محیطی بیلیون ها انسان را در کشورهای پیشرفته و تحت پیشرفت اعلام نمودند (جاویر، ۲۰۱۷). می توان نتیجه گیری نمود که کدورت زیاد نمونه آب مدرسه ابتدایی (ایستگاه ۹) و کلر باقی مانده کم آن نیاز به جوشاندن آب قبل از مصرف را مطرح می کند. این یافته تحقیق با تحقیق انجام شده توسط واکچائور و همکاران همخوانی دارد. آنان جوشاندن و کلرزنی آب را قبل از مصرف هنگام سیل پیشنهاد نمودند (واکچائور، ۲۰۱۵). همچنین می توان نتیجه گیری نمود فعالیت انسانی به عنوان شاخص تعیین کیفیت آب محسوب می شود. آب آشامیدنی یکی از راه های دریافت آلاینده ها محسوب می شود، آگاهی از غلظت آن ها در منابع تأمین کننده آب آشامیدنی جوامع بسیار حائز اهمیت می باشد.

جدول ۲. کیفیت داده های آماری نمونه های شبکه توزیع آب آشامیدنی مدارس بررسی شده در سال ۱۳۹۸

ایستگاه	کلر باقی مانده (میلی گرم بر لیتر)		دما (درجه سانتی گراد)		کدورت (نفلومتری)		pH		مجموع سختی بر حسب کربنات کلسیم بر لیتر) (میلی گرم		کلیفرم کرمپا (بر ۱۰۰ میلی لیتر)		مجموع جامدات محلول (میلی گرم بر لیتر)		هدایت الکتریکی (میکروموبر سانتی متر)	
	واقعی	q	واقعی	q	واقعی	q	واقعی	q	واقعی	q	واقعی	q	واقعی	q	واقعی	q
۱	۰/۶	۰/۲۱	۱۵	۱/۵	۰/۷	۰/۱۴۰	۷/۲	۰/۹۶۰	۲۲۰	۰/۴۴۰	۰	۰	۱۵	۰/۱	۲۳۰	۰/۱۵۳
۲	۰/۶	۰/۲۱	۱۴	۱/۴	۱/۵	۰/۳۰۰	۷/۶	۰/۱۳۳۱	۲۲۰	۰/۴۴۰	۰	۰	۱۰	۰/۰۶۶	۲۳۰	۰/۱۵۳
۳	۰/۶	۰/۲۱	۱۹	۱/۹	۰/۷	۰/۱۴۰	۷/۲	۰/۹۶۰	۲۲۰	۰/۴۴۰	۰	۰	۱۰	۰/۰۶۶	۱۵۳	۰/۱۰۲
۴	۰/۳	۰/۶۰	۱۵	۱/۵	۰/۲	۰/۰۴۰	۷/۲	۰/۹۶۰	۲۲۵	۰/۴۵۰	۰	۰	۲۰	۰/۱۳۳	۱۵۳	۰/۱۰۲
۵	۰/۳	۰/۶۰	۱۶	۱/۶	۰/۵	۰/۱۰۰	۷/۶	۰/۱۳۳۱	۲۱۰	۰/۴۲۰	۰	۰	۲۵	۰/۱۶۶	۳۰۷	۰/۲۰۴
۶	۰/۳	۰/۶۰	۲۱	۲/۱	۰/۴	۰/۰۸۰	۷/۶	۰/۱۳۳۱	۲۰۰	۰/۴۰۰	۰	۰	۳۰	۰/۲	۳۰۷	۰/۲۰۴
۷	۰/۳	۰/۶۰	۱۶	۱/۶	۰/۲	۰/۰۴۰	۷/۶	۰/۱۳۳۱	۲۰۰	۰/۴۰۰	۰	۰	۳۵	۰/۲۳۳	۵۳۸	۰/۳۵۸
۸	۰/۳	۰/۶۰	۱۷	۱/۷	۰/۲	۰/۰۴۰	۷	۰/۴۰۰۱	۲۰۰	۰/۴۰۰	۰	۰	۳۸	۰/۲۵۳	۵۳۸	۰/۳۵۸
۹	۰/۱	۰/۲۰	۱۹	۱/۹	۷	۰/۴۰۰۱	۷/۶	۰/۱۳۳۱	۲۳۰	۰/۴۶۰	۰	۰	۴۰	۰/۲۶۶	۵۹۵	۰/۳۹۶
۱۰	۰/۶	۰/۲۱	۱۲	۱/۲	۰/۵	۰/۱۰۰	۷/۶	۰/۱۳۳۱	۲۰۰	۰/۴۰۰	۰	۰	۳۹	۰/۲۶۰	۵۸۴	۰/۳۸۹
بیشینه	۰/۶	۰/۲۱	۲۱	۲/۱	۷	۰/۴۰۰۱	۷/۶	۰/۱۳۳۱	۲۳۰	۰/۴۶۰	۰	۰	۴۰	۰/۲۶۶	۵۹۵	۰/۳۹۶
کمینه	۰/۱	۰/۲۱	۱۲	۱/۲	۰/۲	۰/۰۴۰	۷	۰/۱۳۳۱	۲۰۰	۰/۴۰۰	۰	۰	۱۰	۰/۰۶۶	۱۵۳	۰/۱۰۲
میانگین	۰/۴	۰/۸۰	۱۶/۴	۱/۶۴	۱۹/۱	۰/۲۳۸	۷/۴	۰/۹۸۶	۲۱۲/۵	۰/۴۲۵	۰	۰	۲۶/۲	۰/۵۲۴	۲۶۳/۵	۰/۱۷۵
استاندارد	۰/۵		۱۰		۵		۷/۵		۵۰۰		۰		۱۵۰۰		۱۵۰۰	

جدول ۳. شاخص کیفیت داده های آماری نمونه های شبکه توزیع آب آشامیدنی مدارس بررسی شده در سال ۱۳۹۸

ایستگاه	کلر باقی مانده (میلی گرم بر لیتر)		دما (درجه سانتی گراد)		کدورت (نفلومتری)		pH		مجموع سختی (میلی گرم برحسب کربنات کلسیم بر لیتر)		کلیفرم گرماپا (بر ۱۰۰ میلی لیتر)		مجموع جامدات محلول (میلی گرم بر لیتر)		هدایت الکتریکی (میکرومو بر سانتی متر)	
	q	Wq	q	Wq	q	Wq	q	Wq	q	Wq	q	Wq	q	Wq	q	Wq
۱	/۲ ۱	۱۷۶ ۰/	۱/۵	۱۷۵ ۰/	۱۴۰ ۰/	۰۱۲ ۰/	۹۶۰ ۰/	۱۶۳ ۰/	۴۴۰ ۰/	۰۳۸ ۰/	۰	۰	۰/۱	۰۱۴ ۰/	۱۵۳ ۰/	۰۱۷ ۰/
۲	/۲ ۱	۱۷۶ ۰/	۱/۴	۱۶۳ ۰/	۳۰۰ ۰/	۰۲۶ ۰/	۱۳۳ ۱/	۱۹۲ ۰/	۴۴۰ ۰/	۰۳۸ ۰/	۰	۰	۰۶۶ ۰/	۰۰۹ ۰/	۱۵۳ ۰/	۰۱۷ ۰/
۳	/۲ ۱	۱۷۶ ۰/	۱/۹	۲۲۲ ۰/	۱۴۰ ۰/	۰۱۲ ۰/	۹۶۰ ۰/	۱۶۳ ۰/	۴۴۰ ۰/	۰۳۸ ۰/	۰	۰	۰۶۶ ۰/	۰۰۹ ۰/	۱۰۲ ۰/	۰۱۱ ۰/
۴	/۶ ۰	۰۸۸ ۰/	۱/۵	۱۷۵ ۰/	۰۴۰ ۰/	۰۰۳ ۰/	۹۶۰ ۰/	۱۶۳ ۰/	۴۵۰ ۰/	۰۳۹ ۰/	۰	۰	۱۱۳ ۰/	۰۱۶ ۰/	۱۰۲ ۰/	۰۱۱ ۰/
۵	/۶ ۰	۰۸۸ ۰/	۱/۶	۱۸۷ ۰/	۱۰۰ ۰/	۰۰۸ ۰/	۱۳۳ ۱/	۱۹۲ ۰/	۴۲۰ ۰/	۰۳۶ ۰/	۰	۰	۱۶۶ ۰/	۰۲۴ ۰/	۲۰۴ ۰/	۰۲۳ ۰/
۶	/۶ ۰	۰۸۸ ۰/	۲/۱	۲۴۵ ۰/	۰۸۰ ۰/	۰۰۷ ۰/	۱۳۳ ۱/	۱۹۲ ۰/	۴۰۰ ۰/	۰۳۵ ۰/	۰	۰	۰/۲	۰۲۹ ۰/	۲۰۴ ۰/	۰۲۳ ۰/
۷	/۶ ۰	۰۸۸ ۰/	۱/۶	۱۸۷ ۰/	۰۴۰ ۰/	۰۰۳ ۰/	۱۳۳ ۱/	۱۹۲ ۰/	۴۰۰ ۰/	۰۳۵ ۰/	۰	۰	۲۳۳ ۰/	۰۳۴ ۰/	۳۵۸ ۰/	۰۴۱ ۰/
۸	/۶ ۰	۰۸۸ ۰/	۱/۷	۱۹۸ ۰/	۰۴۰ ۰/	۰۰۳ ۰/	۴۰۰ ۱/	۱۶۳ ۰/	۴۰۰ ۰/	۰۳۵ ۰/	۰	۰	۲۵۳ ۰/	۰۳۷ ۰/	۳۵۸ ۰/	۰۴۱ ۰/
۹	/۲ ۰	۰۲۹ ۰/	۱/۹	۲۲۲ ۰/	۴۰۰ ۱/	۱۲۳ ۰/	۱۳۳ ۱/	۱۹۲ ۰/	۴۶۰ ۰/	۰۴۰ ۰/	۰	۰	۲۶۶ ۰/	۰۳۹ ۰/	۳۹۶ ۰/	۰۴۶ ۰/
۱۰	/۲ ۱	۱۷۶ ۰/	۱/۲	۱۴۰ ۰/	۱۰۰ ۰/	۰۰۸ ۰/	۱۳۳ ۱/	۱۹۲ ۰/	۴۰۰ ۰/	۰۳۵ ۰/	۰	۰	/۲۶ ۰	۰۳۸ ۰/	۳۸۹ ۰/	۰۴۵ ۰/
کمینه	/۲ ۱	۰۲۹ ۰/	۲/۱	۱۴۰ ۰/	۴۰۰ ۱/	۰۰۸ ۰/	۱۳۳ ۱/	۱۶۳ ۰/	۴۶۰ ۰/	۰۳۵ ۰/	۰	۰	۰۶۶ ۰/	۰۰۹ ۰/	۱۰۲ ۰/	۰۱۱ ۰/
بیشینه	/۲ ۱	۱۷۶ ۰/	۱/۲	۲۴۵ ۰/	۰۴۰ ۰/	۱۲۳ ۰/	۱۳۳ ۱/	۱۹۲ ۰/	۴۰۰ ۰/	۰۴۰ ۰/	۰	۰	۲۶۶ ۰/	۰۳۹ ۰/	۳۹۶ ۰/	۰۴۶ ۰/
میانگین	/۸ ۰	۱۱۷ ۰/	/۶۴ ۱	۱۹۱ ۰/	۲۳۸ ۰/	۰۲۰ ۰/	۹۸۶ ۰/	۱۶۷ ۰/	۴۲۵ ۰/	۰۳۷ ۰/	۰	۰	۵۲۴ ۰/	۰۷۷ ۰/	۱۷۵ ۰/	۰۲۰ ۰/
W	۰/۱۴۷		۰/۱۱۷		۰/۰۸۸		۰/۱۷۰		۰/۰۸۸		۰/۱۷۶		۰/۱۴۷		۰/۱۷۰	

جدول ٤. آنالیز آماری در مورد ارتباط متغیر شاخص کیفیت با سایر متغیرهای فیزیکوشیمیایی بررسی شده

ردیف	متغیر	ضریب همبستگی	PValue	ضریب F
۱	جامدات محلول	۰/۱۰۵	(S) ۰/۰۳۱	۳/۲۹۲
۲	هدایت الکتریکی	۰/۱۰۵	(S) ۰/۰۳۱	۳/۲۹۲
۳	کلر باقی مانده	۰/۱۰۵	(S) ۰/۰۳۱	۳/۲۹۲
٤	کدورت	۰/۱۰۱	(S) ۰/۰۳۸	۳/۲۸۰
٥	دما	۰/۰۹۹	(S) ۰/۰۴۶	۳/۲۵۹
٦	سختی کل	۰/۰۹۶	(S) ۰/۰۴۹	۳/۱۵۴
۷	pH	۰/۰۹۶	(S) ۰/۰۴۹	۳/۱۵۴
۸	منطقه	۰/۰۴۰	۰/۱۶۶ (NS)	۱/۹۷۹
۹	*کلیفرم گرماپا*	۰/۰۱۷	۰/۳۶۵ (NS)	۰/۸۳۷

٦. نتیجه‌گیری

توسعه شهرنشینی، افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای مصرف آب در کاربری های مختلف به کاهش کیفیت منابع آب سطحی به ویژه در کشورهای تحت پیشرفت منجر شده است؛ بنابراین توجه به تغییرات مکانی آلاینده های مسوول کاهش کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب اهمیت زیادی دارد. براساس تقسیم بندی شاخص کیفیت آب، ۱۰۰ درصد نمونه ها در گستره بسیار خوب قرارگرفتند. نتایج حاصل نشان می دهند که متغیرها در ۱۰۰ درصد نمونه های آب بررسی شده به استثنای کدورت و کلر باقی مانده پایین تر از گستره استاندارد ملی شماره ۱۰۵۳ هستند. البته می توان این عدم تطابق را به منبع طبیعی (افزایش بارندگی روز قبل از نمونه برداری) و انسان ساخت (قدمت لوله ها به علت قدمت دبستان ها) نسبت داد. افزایش شاخص بهره برداری مناسب تر شبکه توزیع آب همراه با افزایش امنیت آب آشامیدنی به مسوولین سازمان آب و فاضلاب استان تهران پیشنهاد می شود. عدم بررسی سایر متغیرهای در آب آشامیدنی ازجمله محدودیت های این تحقیق محسوب می شود؛ بنابراین برای مطالعات آینده پیشنهاد می شود سایر متغیرهای کیفیت آب نیز بررسی گردد. همچنین برنامه ریزی برای شبکه پایش کیفی برای تمام متغیرها طراحی و بهینه سازی آن هنگام اجرای بلندمدت انجام شود. همچنین کنترل کیفی فاضلاب های صنعتی و کشاورزی به

منظور کنترل رشد ماکروجلبک ها پیشنهاد می شود. اجرای قوانین رعایت حریم آب سطحی به منظور بهبود کیفیت آب خام پیشنهاد می شود.

٦. سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پایان نامه کارشناسی مهندسی بهداشت محیط با عنوان بررسی شاخص کیفیت آب آشامیدنی مدارس ابتدایی منتخب منطقه ۴ کلانشهر تهران سال ۱۳۹۸ می باشد. بنابراین نویسندگان مقاله از حمایت علمی گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران و آزمایشگاه بخش مرکز تحقیقات پالایش آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم پزشکی تهران تشکر و قدردانی می نماید.

۷. مراجع

1- H. Dekun, J,.He, C. Lü, L. Ren, Q. Fan, J. Wang, Z. Xie. "Distribution characteristics and potential ecological risk assessment of heavy metals (Cu, Pb, Zn, Cd) in water and sediments from Lake Dalinouer, "Ecotoxicology and Environmental Safety. China, Vol. 93, 2013, pp. 135-144.

2- DR. Sharma, RB. Thapa, HK. Manandhar, SM. Shrestha, S.B. Pradhan. "Use of pesticides in Nepal and impacts on human health and environment, "Journal Agriculture and Environment, Vol. 13, 2012, pp. 67-74.

3- P. Praveen Kumar, PK. Praveen, S. Ganguly, K. Kumar, K. Kumari. "Water pollution and its hazardous effects to human health: A review on safety measures for adoption, "International Journal of Science, Environment and Technology, Vol. 5, No. 3, 2016, pp. 1559-1563.

4- D. Anil K, "Researches in water pollution: A review, International Research Journal of Natural and Applied Sciences, Vol. 4, No. 1, 2017, pp. 1-26.

5- X. Ying. J. Song, Y. Zhang, F. Kong, M. Wen, G. Zhang. "Nitrate pollution and preliminary source identification of surface water in a semi-arid river basin, "using isotopic and hydrochemical approaches, Water, Vol. 8, No. 328, 2016, pp. 1-12.

6- J. Li, F. Li, Q. Liu, Y. Suzuki. "Nitrate pollution and its transfer in surface water and groundwater in irrigated areas: A case study of the Piedmont of South Taihang Mountains, "Environmental Science: Processes & Impacts. China, Vol. 16, 2014, pp. 2764-2773.

7. M H Ward, RR. Jones, JD. Brender, TM. De Kok, PJ. Weyer, BT. Nolan, CM. Villanueva, SG. Van Breda. "Drinking water nitrate and human health: An updated review, "International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol. 15, No. 7, 2018, pp. 1557-1588.

8- H. Hosseini, A. Shakeri, M. Rezaei, M. Dashti Barmaki, M. Shahraki. "Application of water quality index (WQI) and hydro geochemistry for surface water quality assessment, Chahnimeh reservoirs in the Sistan and Baluchestan Province, Iranian Journal of Health and Environment, Vol. 11, No. 4, 2019, pp. 575-586.

9- M R. Yousefi, A M. Razdari "Application of GIS and GPS in precision agriculture (a review), "International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, Vol. 3, No. 1, 2015, pp. 7-9.

10- A. Gholamalizadeh Ahangar, et al, "Short technical report assessment of heavy metals concentrations and some water quality parameters of Chahnimeh 1 reservoir in Sistan and Baluchistan, "Water and Soil Conservation Journal, Vol. 8, 2014, pp. 1159-1177.

11- G. Kashi, F. Khoshab, "An Investigation of the Chemical Quality of Groundwater Sources, "Donnish Journal of Research in Environmental Studies, Vol. 2, No. 3, 2015, pp. 018-027.

12- A. Aigberua, T. Tarawou, "Water quality index (WQI) assessment along inland fresh waters of Taylor Creek in Bayelsa State Nigeria, "Journal of Environmental Treatment Techniques, Vol. 7, No. 3, 2019, pp. 260-269.

13- J. Rahimi, et al, "Investigation of precipitation days' variations under urbane little climate influence in Tehran city, "Natural Geography Research, Vol. 77, 2011, pp. 93-108.
14- A. Mohammadi, AI. Amouei, H. Tabarinia, H. Faraji. "Investigating the physicochemical analysis of potable ground water resources in of rural area of Babol City, "Journal of Neyshabur University of Medical Sciences, Vol. 3, No.2, 2015, pp. 61-69.
15- Standard methods for the examination of water and wastewater, 23rd ed, American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Environmental Federation, Washington DC, USA, 2017.
16- G. Kashi, H. Bigloo, "Investigation of the bio-aerosols concentration from high schools indoor air in Islamshahr county in 1392-1393, "Journal of Safety Promotion and Injury Prevention, Vol. 3, No. 1, 2015, pp. 57-66.
17- MN. Samwel, JA. Onyango, KB. Githaiga, RW. Gituru, X. Yan. "Application of multivariate statistical analysis and water quality index in health risk assessment by domestic use of river water: Case study of Tana River in Kenya, "Process Safety and Environmental Protection, Vol. 133, 2020, pp. 149-158.
18- I. Delpla, A-V. Jung, E. Baures, M. Clement, and O. Thoma. "Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production, "Environment International, Vol. 35, 2009, pp. 1225-1233.
19- H. Li, C. Wang, X. Huang, A. Huget. "Spatial assessment of water quality with urbanization in 2007-2015, "Remote Sensing, China, Vol. 10. No, 1024, 2018, pp. 1-15.
20- M. Khalaji, E. Ebrahimi, H. Hashemenejad, E. Motaghe, and S. Asadola. "Water quality assessment of the Zayandehroud Lake using WQI index**,** "Iranian Scientific Fisheries Journal, Vol.25, No. 5,2017, pp. 51-64.
21- S. Molaei Tavani, Sakineh, H. Goodini, A. Mehr Ali, GA. Sharifi Arab, S. Ashoori, N. Alyan Nejad. "Survey the current state of quality potable water clearing supplied to the distribution system and the role of water & wastewater company and the distribution of network and improve its quality case study in Shahrood City, "Journal of Environmental Health Engineering, Vol.3, No. 4, 2017, pp. 298-311.
22- Md Kh. Hasan, A. Shahriar, KU. Jim. "Water pollution in Bangladesh and its impact on public health, Heliyon, Vol. 5, 2019, pp.1-3.
23- A Kh. Parvez, "Bacteriological quality of drinking water samples across Bangladesh, "Archives of Clinical Microbiology, Vol. 7, No. 1:9, 2016, pp. 1-6.
24- M. Javier, et al, "Water pollution from agriculture: a global review, Rome, Colombo: the Food and Agriculture Organization of the United Nations, "International Water Management Institute on Behalf of, 2017.
25- R. Wakchaure, et al, "Role of water in livestock, "The Recent Advances in Academic Science Journal, Vol. 1, 2015, pp.56-60.

Water quality assessment (WQI) of distribution network in selected elementary schools in the district 4 of Tehran metropolis in 2019

Hajar SeyFi [1]
Giti Kashi *[2]
Amir Mohammad Farhoodi [3]

Date of Receipt: 2020/09/04 Date of Issue: 2020/09/14

Abstract

Optimal utilization of water resources such as lake and dam water reservoir requires proper monitoring methods and maintaining their quality to improve health. With reducing the quantity and quality of water, assessment of drinking water quality has recently found great importance. Water quality assessments have a very useful role in the conservation of water resources. Increasing water demand has resulted in increasing the importance of assessing the water resources quality. Therefore, the water quality assessment index of the distribution network of the schools seems to be necessary due to the exposure of children, as a sensitive and vulnerable group, with water pollutants. The purpose of this descriptive cross-sectional study was to investigate the water quality index of the water distribution network of elementary schools in district 4 of Tehran metropolis. This research was carried out by descriptive-analytical random cluster sampling in 10 drinking water distribution networks of primary schools in the metropolis of Tehran. The study was conducted in selected elementary schools in district 4 of Tehran city, from April 21 to May 22, 2019. The water samples were taken from 10 taps of 10 selected elementary schools to assess physicochemical variables of drinking water such as nitrate, nitrite, dissolved oxygen, electrical conductivity, hardness, and pH of water at standard conditions. All results were compared with the standards and water quality index of each elementary school was determined. Mean values of residual chlorine, temperature, turbidity, pH, total hardness, total organic carbon, total dissolved solids and electrical conductivity are 0.4±0.18(0.0-1.6) mg/l, 16.4±2.67(12-21)°C, 1.19±2.07(0.7-2.0)Nephlometry, 7.4±0.20 (2.6-7.7), 212.11±5.83(200-230)mg as $CaCO_3$/l, 0.022±0.004(0.015-0.029)mg/l, 262±119.05(100-400)mg/l and 363.5±180.66(153-593)µmoh/cm. Based on the results, the water quality of the distribution network of the schools was rated as very good (0-49). This study showed that maintaining the water quality of the distribution network requires the comprehensive water quality management planning.

Keywords

Comprehensive water quality management planning (CWAMP), Distribution network in elementary schools, Physiochemical parameters, Tehran city, Water quality assessment (WQI).

1. Student of Department of Environmental Health, Faculty of Health, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Environmental Health, Faculty of Health, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran & Water Purification Research Centre (WPRC), Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran (*Corresponding Author: E-mail: WPRC@iautmu.ac.ir).
3. Department of Environmental Engineering, Water & Wastewater Sources, Environmental & Energy, Islamic Azad University, Science Research Branch, Tehran, Iran.