Archive of SID

جنبه‌های بهداشتی آب شرب منطقه ۱۷ تهران

دکتر امیرحسین محوی:* استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
سیدعنایت هاشمی: کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، آموزشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر
دکتر مسعود یونسیان: استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

فصلنامه پایش
سال چهارم شماره اول زمستان ۱۳۸۳ صص ۹-۵
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۳/۱۰/۲

چکیده

در این تحقیق به منظور بررسی کیفیت آب شرب منطقه ۱۷ تهران، تعداد ۲۱۰ نمونه از شیر آب طی مدت ۶ ماه در سال ۱۳۸۱ جمع‌آوری و ۲۱۰ نمونه مورد آنالیز باکتریولوژیک و تعداد ۲۲ نمونه نیز از نظر پارامترهای فیزیکوشیمیایی بررسی گردید.

پارامترهای مورد نظر تحقیق شامل دما، PH، کدورت، کل مواد جامد محلول، هدایت الکتریکی، سختی، آنیون‌ها و کاتیون‌ها، کلیفرم‌ها، اشریشیاکلی، باکتری‌های هتروتروف و کلر باقیمانده بودند که توسط آزمون‌های آماری ANOVA ، رگرسیون خطی، آزمون t و آنالیز واریانس مورد آنالیز قرار گرفتند.

تیپ آب شرب منطقه ۱۷ تهران از نوع بیکربنات کلسیک و سدیک بوده، کیفیت آب شرب بر اساس دیاگرام شولر در رده خوب و بر اساس رهنمودهای ملی و بین المللی نیز خوب ارزیابی شد.

بر اساس آنالیز آماری انجام شده بین متغیر فصل نمونه‌برداری و متغیرهای کلر باقی مانده، سختی کل و دائم، کلسیم، منیزیم، کدورت و تا حدودی نیترات رابطه معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). همچنین بین متغیر ایستگاه نمونه‌برداری و میانگین متغیرهای کدورت، هدایت الکتریکی، کل مواد جامد محلول، سختی، PH، آنیون‌ها و کاتیون‌ها ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد.

بین PH و مجموع کلیفرم ها، کدورت و مجموع کلیفرم ها، رابطه معنی‌داری مشاهده نشد. بین کلر باقیمانده و مجموع کلیفرم‌ها و نیز بین هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول رابطه معنی‌داری مشاهده شد($P=۰/۰۴$).

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق در مجموع به نظر می‌رسد کیفیت آب شرب منطقه ۱۷ تهران از نظر باکتری‌های هتروتروف در رده عالی قرار دارد.

کلیدواژه‌ها: آب آشامیدنی، پارامترهای فیزیکو شیمیایی، کلیفرم‌ها

* نویسنده پاسخگو: خیابان انقلاب اسلامی، خیابان قدس، خیابان پورسینا، ضلع شمال شرقی دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، گروه بهداشت محیط
تلفن: ۶۴۰۲۶۴۰، داخلی ۲۰۱۰

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1383.4.1.1.0]
www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در فرهنگ بیشتر کشورهای این کره خاکی جمله آب یعنی زندگی، به چشم می‌خورد[۱]. هدف اصلی بررسی‌های کیفی آب آشامیدنی، حفظ بهداشت عمومی و سلامت مصرف کنندگان است[۲].

کیفیت آب شرب می‌تواند در طی ذخیره و انتقال از میان شبکه توزیع دچار اشکال گردد. تجمع پاتوژن‌ها در بیوفیلم‌های تشکیل شده در شبکه‌های توزیع آب ممکن است در انتشار بیماری‌های حاصل از آب سهیم باشد. باکتری‌ها در شبکه توزیع رشد نموده و در محل اتصالات، رسوبات تشکیل شده در لوله‌ها و نقاط کور لوله‌های شبکه توزیع تشکیل کلنی می‌دهند[۳].

علاوه بر میکرو ارگانیسم‌ها که خود بخشی از کدورت آب را تشکیل می‌دهند، ذرات آلی و معدنی مسبب کدورت نیز با فراهم آوردن مواد غذایی و بستر مناسب برای رشد میکروب‌ها در شبکه توزیع، با ایجاد پوشش محافظ مانع از دسترسی مواد گندزدا به میکروب‌ها می‌شوند. به‌طور کلی ذرات معدنی از قبیل رس و عوامل لخته ساز و ذرات آلی مانند توده‌های سلولی حاصل از بیوفیلم میکروبی، ارگانیسم‌های مرده و زنده مثل نماتودها و کروستاسه‌ها تأثیر مثبت روی این مسأله دارند[۴].

مطالعات انجام شده در گذشته نشان می‌دهد که در سال ۱۳۶۵ درصد آلودگی باکتریولوژیک آب شرب منطقه ۱۷ تهران ۲۰ درصد کل آلودگی آب شهر تهران را به خود اختصاص داده است[۵].

همچنین بررسی انجام شده در سال ۱۳۷۵ روی آب شرب شهر تهران نشان داده که کیفیت فیزیکی و شیمیایی این آب در مقایسه با رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت در حد مطلوب بوده و از نظر باکتریولوژیک، کلیه چاه‌های دارای آلودگی مدفوعی پس از عمل کلرزنی دارای کیفیت مطلوبی بوده‌اند[۶].

مطالعه دیگری که تحت عنوان بررسی آلودگی آبهای شرب شهر تهران به پاتوژن‌های روده‌ای که در سال ۱۳۸۱ انجام گردید، نشان داده است که از میان ۸۰ نمونه جمع‌آوری شده از مناطق بیست گانه شهر تهران،۲۴ پلیت مکانکی آلوده بوده (۳۰ درصد) و ۵۶ پلیت مکانکی هیچ گونه آلودگی نشان ندادند (۷۰ درصد). آلودگی آب شرب شهر تهران به کلیفرم‌ها ۶۵/۸۵ درصد گزارش شده و ۳۴/۱۵ درصد مربوط به باکتری‌های دیگر بوده است. از نمونه‌های مربوط به منطقه ۱۷تهران سه نمونه از نظر انتروباکتر، سیتروباکتر و سراشیا مثبت بوده و از نظر اشریشیا کلی و سایر باکتری‌ها منفی بوده است[۷].

مواد و روش کار

این مطالعه از نوع بررسی مقطعی (Cross-Sectional) بوده است. در طی دوره تحقیق که از ابتدای مردادماه تا پایان بهمن ماه ۱۳۸۱ به مدت ۶ ماه به طول انجامید (به استثنای مهرماه) تعداد نمونه‌های باکتریولوژیک بر اساس جمعیت منطقه ۱۷ تهران (۲۸۷۳۶۷نفر) طبق سرشماری سال ۱۳۷۵ و براساس رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت در خصوص آب آشامیدنی (به ازای هر ده هزار نفر جمعیت یک نمونه + ده نمونه اضافی) در هر ماه ۳۵ نمونه و در مجموع دوره تحقیق ۲۱۰نمونه آب مورد آنالیز باکتریولوژیک از نظر کلیفرم‌ها، کلیفرم گرما پای و باکتری‌های هتروتروف قرار گرفت.

به علت عدم وجود اطلاعات معتبر در خصوص تعیین تعداد نمونه فیزیکوشیمیایی بر اساس یک پیش‌آزمون (Pretest) انجام شده طی ماه‌های مرداد و شهریور و آنالیز ۶ نمونه آب شرب مصرفی منطقه ۱۷ تهران از میان پارامترهای نیترات، کلرور، سولفات و کل مواد جامد محلول با بررسی آماری انجام شده پارامتر نیترات را مبنای محاسبه تعداد نمونه فیزیکوشیمیایی قرار داده و با استفاده از فرمول آماری برآورد تعداد نمونه، در مجموع تعداد نمونه معادل ۲۲ برآورد گردید که ۶ نمونه در دو ماه مرداد و شهریور و ۱۶ نمونه در ۴ ماه دیگر (آبان، آذر، دی و بهمن) جمع‌آوری و مورد آنالیز فیزیکوشیمایی قرار گرفت. لازم به ذکر است که مجموع روش‌های به‌کار گرفته شده جهت آنالیز نمونه‌ها بر اساس کتاب استاندارد متود ۱۹۹۵ انجام گرفته است.

www.SID.ir
[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1383.4.1.1.0]

Archive of SID

بر اساس بررسی انجام شده از شرکت آب و فاضلاب تهران، منابع آبرسانی منطقه ۱۷ تهران (چاه‌های آب زیرزمینی یافت‌آباد و مهرآباد جنوبی) با محدوده جغرافیایی این منطقه مطابقت و همپوشانی لازم را دارد.

بر روی نمونه‌های برداشت شده در محل آزمایش، کلر باقی مانده به روش Diethyl Paraphenil Diamine-DPD و همچنین PH نمونه‌ها نیز اندازه گیری شد و نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، مورد بررسی باکتریولوژیک جهت تشخیص اندیکاتور آلودگی (کلیفرم) در دو مرحله احتمالی و تأییدی قرار گرفتند. همچنین در تشخیص کلیفرم گرما پای (اشرشیاکلی) از محیط کشت اختصاصی اشرشیاکلی براث استفاده گردید(آزمون تکمیلی).

در آزمون احتمالی، احتمال حضور کلیفرم بر اساس قابلیت تخمیر محیط کشت لاکتوز براث و تولید گاز در فاصله زمانی ۴۸-۲۴ ساعت در درجه حرارت $37C^{\circ}$ و در تست تأییدی جهت تأیید حضور کلیفرم در محیط کشت بریلینت گرین بیل براث با ایجاد تخمیر و تولید گاز در فاصله زمانی ۴۸ ساعت و در حرارت $37C^{\circ}$ مورد بررسی قرار گرفت. جهت کلیفرم گرماپای (اشرشیاکلی) نیز از محیط کشت E.C براث، با ایجاد تخمیر و تولید گاز در فاصله زمانی ۴۸ ساعت و دمای $44/5\pm0/5C$ استفاده گردید.

نتایج حاصل از این آزمایشات به‌صورت Most Probable Number /۱۰۰ml یا اندیس محتمل‌ترین تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر گزارش شده و با استانداردهای جاری کشور در مورد سالم بودن یا آلوده بودن آب مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت[۸].

جهت تعیین میزان باکتری‌های هتروتروف در آب شرب نیز از محیط کشت نوترینت آگار Nutrient استفاده نموده و با کشت دادن نمونه در این محیط کشت و نگهداری آن به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در دمای $37C^{\circ}$، تعداد کلنی‌ها را توسط دستگاه شمارشگرکلنی و برحسب واحد تشکیل کلنی در میلی لیتر (Colony Forming Unit /ml)گزارش نموده‌ایم[۹].

در تعیین پارامترهای فیزیکوشیمیایی پس از انجام عمل نمونه‌برداری، اندازه گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی بر اساس روشهای ذکر شده در کتاب استاندارد متود مورد آنالیز قرار گرفتند[۸].

برای توصیف متغیرهای کمی از برآورد میانگین و انحراف معیار استفاده شده و در مورد متغیرهای کیفی، فراوانی مطلق و نسبی هر گروه تعیین گردیده است. برای مقایسه تحلیلی متغیرهای کمی نیز در فصول مختلف یا ایستگاه‌های مختلف از آزمون آنالیز واریانس و برای مقایسه متغیرهای کیفی در فصول یا ایستگاه‌های مختلف از آزمون کای دو استفاده شده است. رابطه بین دو متغیر کمی با استفاده از رسم نمودار پراکنش (Scatter) نمایش داده شده و تعداد عددی آن با تعیین ضریب زاویه خط راستی که بتوان از این نقاط عبور داد (Least Square) بررسی شده است. در تمام موارد تحلیلی مقدارP کمتر از۰/۰۵ معنی‌دار تلقی گردیده است.

یافته‌ها

جداول شماره ۱ و ۲ نشانگر خلاصه نتایج آنالیز کامل فیزیکوشیمیایی و باکتریولوژیک آب شرب مصرفی منطقه ۱۷ تهران می باشد. از نقطه نظر توصیفی میانگین مقادیر کلیه متغیرهای فیزیکو شیمیایی ذکر شده در جداول یاد شده در مقایسه با رهنمودها و استانداردهای ملی و بین المللی در حد مطلوب بوده و مشکلی برای مصرف کنندگان ایجاد نمی‌کند. ارتباط بین متغیرهای فیزیکو شیمیایی و باکتریولوژیک با دو متغیر فصل نمونه برداری و ایستگاه نمونه برداری مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته اند. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق حاکی از آن است که تیپ آب شرب منطقه ۱۷ تهران از نوع بی کربنات کلسیک و بی‌کربنات سدیک می باشد.

بر اساس محاسبه اندیس اشباع لانژلیه، آب شرب منطقه ۱۷ تهران از نوع خورنده تشخیص داده شده است که این امر باعث افزایش میزان کدورت در انتهای شبکه توزیع آب و جلوگیری از تشکیل فیلم میکروبی در لوله‌های شبکه توزیع می‌گردد. بر اساس آنالیز آماری انجام‌شده بین متغیر ایستگاه نمونه برداری و متغیرهای فیزیکو شیمیایی ذکر شده در جدول شماره ۲ ارتباط معنی‌داری مشاهده نشده است. ولی بین متغیر فصل نمونه‌برداری و متغیرهای فیزیکوشیمیایی به استثنای دما، کدورت، کلسیم و منیزیم که دارای P معادل:

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1383.4.1.1.0]
www.SID.ir

Archive of SID

۰/۰۰۱، ۰/۰۴۶، ۰/۰۳۷ و ۰/۰۲۰ بوده‌اند که بیانگر مشاهده رابطه معنی‌دار بین آنها می‌باشد، سایر متغیرها نیز رابطه معنی‌داری را نشان نداده‌اند.

همچنین نتایج نشان می‌دهد که بین متغیر ایستگاه نمونه‌برداری و کلر باقیمانده و نیز متغیر فصل نمونه برداری و کلر باقیمانده رابطه معنی داری مشاهده شده است(P=۰/۰۴).

آنالیز رگرسیون خطی نیز نشان می‌دهد که به ازاء هر واحد افزایش کدورت، تعداد باکتری های هتروتروف به‌طور متوسط ۳/۴۷ واحد کاهش می‌یابد، اگر چه از نظر آماری این ارتباط معنی‌دار نیست. علت امر (کاهش تعداد باکتری‌های هتروتروف) وجود کلر باقیمانده در شبکه و تأثیر روی باکتری‌ها با گذشت زمان می‌باشد.

جدول شماره ۱- خلاصه نتایج آنالیز کامل شیمیایی نمونه آب شرب مصرفی منطقه ۱۷ تهران طی شش ماه نمونه برداری

	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	P ایستگاه نمونه‌برداری	P فصل نمونه‌برداری
دمای نمونه (°C)	۱۵	۲۸	۲۲/۳۶	۳/۹۵	/۳۳۹	/۰۰۱
PH	۷/۴	۷/۸	۷/۴-۷/۸	-	/۰۶۷	/۷۱۴
کدورت (NTU)	۰/۲۱	۱/۳۶	۰/۶۱۵	۰/۳۱	/۶۱۶	/۰۴۶
هدایت الکتریکی(µs/cm)	۴۸۵	۶۰۴	۵۳۹/۲۷	۳۰/۹۶	/۴۴۶	/۵۵۶
باقیمانده خشک (mg/l)	۲۹۵	۴۵۴	۳۴۲/۴۵	۳۲/۶۱	/۵۶۹	/۵۱۹
سختی کل (mg/l)	۱۵۳	۲۴۶	۲۰۰	۲۱/۰۶	/۷۵۶	/۰۶۴
سختی دائم (mg/l)	۱۷	۱۱۶	۶۷/۱۴	۲۱/۲۲	/۶۸۷	/۰۹۰
سختی موقت (mg/l)	۱۱۲	۱۴۶	۱۳۲/۸۶	۸/۹۵	/۳۹۳	/۳۲۷
قلیائیت فنل فتالئین (mg/l)	۰	۰	۰	۰	---	---
قلیائیت متیل اورانژ (mg/l)	۱۱۲	۱۴۶	۱۳۳/۰۹	۸/۷۵	/۴۲۱	/۲۸۰
قلیائیت کل (mg/l)	۱۱۲	۱۴۶	۱۳۳/۰۹	۸/۷۵	/۴۲۱	/۲۸۰
نیترات NO-2 (mg/l)	۲۴	۳۹	۳۲/۵۹	۴/۰۴	/۷۴۲	/۰۷۲
نیتریت NI4 (mg/l)	۰	۰	۰	۰	/۵۰۱	/۳۱۸
کربنات CO3 (mg/l)	۰	۰	۰	۰	---	---
بی کربنات HCO^{-3} (mg/l)	۱۳۷	۱۷۸	۱۶۲/۵۷	۱۰/۴۹	/۴۵۷	/۲۶۱
سولفات SO4 (mg/l)	۴۰	۵۴	۴۸	۳/۱۷	/۸۴۴	/۸۳۵
فسفات PO4 (mg/l)	۰/۰۰۸	۳/۴	۰/۵۱	۰/۹۰	/۱۶۶	/۱۳۸
فلوئور F^- (mg/l)	۰/۴	۰/۵	۰/۴۴۵	۰/۰۴	/۱۰۰	/۱۳۴
کلرور CL^- (mg/l)	۲۷	۵۰	۳۷/۱۹	۵/۵۳	/۲۱۷	/۵۰۹
کلسیم Ca^{2+} (mg/l)	۲۸	۷۰/۴	۶۰/۴۲	۸/۳۱	/۱۹۰	/۰۳۷
منیزیم Mg^{2+} (mg/l)	۵	۴۰	۱۱/۹۶	۷/۸۹	/۵۶۳	/۰۲۰
سدیم Na^+ (mg/l)	۱۶	۳۵	۲۷/۳۷	۴/۱۷	/۵۲۳	/۴۳۶
پتاسیم K^+ (mg/l)	۰/۱	۰/۹	۰/۴۱	۰/۱۹	/۵۷۹	/۳۱۱

جدول شماره ۲- خلاصه نتایج آنالیز کامل باکتریولوژیک آب شرب مصرفی منطقه ۱۷ تهران طی شش ماه نمونه برداری

	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
PH	۶/۸	۷/۹	۶/۸-۷/۹	-
کلر باقیمانده (PPm)	۰	۰/۹	۰/۳۸	۰/۱۴
کدورت (Nethilometric Turbidity Unit)	۰/۱۸	۴/۷۱	۰/۶۴	۰/۳۱
مجموع کلیفرم (MPN/100 ml)	<۲	۳۳	-	-
کلیفرم مقاوم به حرارت(MPN/100 ml)	۰	۰	۰	۰
Hetero Plate Count (CFU/ml)	۰	۵۴۰	۰-۵۴۰	-

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1383.4.1.1.0]
www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی انجام شده نشان می‌دهد با توجه به این که منبع اصلی آب شرب منطقه ۱۷ تهران آب حاصل از چاه‌های زیرزمینی است، به استثنای دما، سختی آب و یون‌های کلسیم و منیزیم در ماه‌های مختلف از فصول سال تفاوت محسوسی در سایر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی دیده نمی‌شود.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق کیفیت آب شرب منطقه ۱۷ تهران از نظر باکتری‌های هتروتروف در رده عالی قرار دارد. زیرا میانگین تعداد باکتری‌های هتروتروف در آب شرب منطقه ۱۷، در طی دوره نمونه برداری معادل ۵۴۰ عدد بوده، که در طیف (۱۰۰۰-۱۰۰) قرار دارد. از طرفی به علت وجود کلر آزاد باقیمانده در شبکه توزیع، هیچگونه کلیفرم گرماپای (اشریشاکلی) در آب شرب این منطقه مشاهده نشده است.

در خاتمه پیشنهاد می‌گردد نظر به این که اغلب چاه‌های تأمین کننده آب شرب منطقه ۱۷ تهران و شهرک‌های جنوبی، تحت پوشش خط کمربندی در داخل شهر قرار دارند، به مشخصات خاک و آب‌های زیرزمینی منطقه توجه بیشتری صورت گیرد تا در شعاع معینی اطراف هر یک از چاه‌ها از لحاظ وجود منابع آلوده کننده نظیر چاه فاضلاب و مراکز صنعتی بررسی انجام شود و به این وسیله منابع آلوده کننده احتمالی شناسایی و به روش‌های عملی کنترل گردد.

همچنین به نظر می‌رسد بهتر است با توجه به کمبود آب شرب و خشکسالی‌های چند ساله اخیر با مطالعه بیشتر و دقیق‌تر بر روی کیفیت آب چاه‌های زهکش، امکان استفاده از آنها جهت شرب بررسی گردد و نیز در زمینه افزایش غلظت کلر باقیمانده در نقاطی از شبکه توزیع که مشکلی در آنها مشاهده شده است و تعویض بخش‌های فرسوده شبکه اقدامات لازم صورت پذیرد.

منابع

1- Word Health Organization. Health and environment in sustainable development. World Organization/Evil Horde Generator: 1997, 97-8

2- McCabe. Survey on Community water supply system. Journal of the American Public Health Association 1990; 62: 67-72

3- Bitton G. Wastewater microbiology: 2nd Edition, John Wiley, 1999

4- Hoff JC. Effects of turbidity and other factors on the inactivation of microbes by chlorine. Atlantic City NJ, Denver, American Public Health Association, 2002

۵- مسجدیان جزی فرامرز، بررسی کیفیت باکترویولوژیک آب آشامیدنی تهران بزرگ، پایان نامه کارشناسی ارشد میکروب شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۶۵

۶- افشار جمشید، بررسی کمی و کیفی آب و فاضلاب تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد میکروب شناسی،دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه تهران، ۱۳۶۷

۷- حسین زاده مهدی، بررسی آلودگی آبهای شرب شهر تهران به پاتوژن های روده ای، پایان نامه کارشناسی ارشد میکرب شناسی دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۸۱

8- American Public Health Association/ American Water Work Association/ Wastewater Pollution Control Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th Edition, Washington D. C. 2000

9- Macdonald R. Community analysis of bacterial biofilm in a simulated recirculation cooling water system by fluorescent situ hybridization with rRNA-targeted oligonoucleotid probs. Water Research 1999; 34, 9-72

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1383.4.1.1.0]
www.SID.ir