کیفیت میکروبی آب شرب شهر کاشان در سال ۷۹-۱۳۷۸

مهندس غلامرضا مصطفایی[۱]، مهندس داورخواه ربانی[۱]، مهندس لیلا ایرنشاهی[۱]

چکیده

سابقه و هدف: یکی از اولی‌ترین پژوهش‌های بهداشتی، بررسی کیفیت میکروبی آب شرب می‌باشد. نظر به اینکه بررسی آلودگی آبها باید دائمی باشد و باتوجه به عوارض شناخته شده آلودگی‌های آن و به منظور تعیین کیفیت میکربی آب شرب شهر کاشان، این تحقیق از اردیبهشت ماه ۱۳۷۸ لغایت فروردین ماه ۱۳۷۹ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: این پژوهش نوعی مطالعه توصیفی است. شهر کاشان به یازده منطقه تقسیم شد و با درنظر گرفتن جمعیت هر منطقه و استاندارد صنعت آب کشور تعداد ۳۴۰نمونه در طول سال برداشته شد. روش نمونه‌برداری و آزمایش نمونه‌ها مطابق دستورالعملهای ارائه شده درکتب استاندارد بود و میزان آلودگی کلی فرم، کلی فرم مدفوعی و باقی‌مانده غیرقابل‌قبول در نمونه‌ها تعیین و میزان واقعی آن در جامعه برآورد گردید.

یافته‌ها: در مدت یک سال از شبکه آب شرب شهر کاشان ۳۴۰نمونه برداشت گردید که ۷۹نمونه(۳۲/۲درصد) MPN بیش از صفر داشت و ۱۱/۵درصد MPN بیشتر از ۳ داشت. ۲۷نمونه (۷/۹درصد) دارای آلودگی از نوع کلی فرم مدفوعی بود. بیشترین نمونه آلوده مربوط به تیرماه ۲۰/۳درصد و کمترین میزان مربوط به اسفندماه بود. کلیه نمونه‌های اسفندماه فاقد آلودگی بود. در بین مناطق یازده‌گانه شهر کاشان بیشترین موارد آلودگی مربوط به منطقه لنجر ۶۰درصد و کمترین موارد در منطقه میدان معلم ۱۷/۱درصد بود. بیشترین موارد نمونه حاوی کلی فرم مدفوعی مربوط به نمونه‌های ماه اردیبهشت ۲۸/۱درصد کمترین موارد مربوط به نمونه‌های ماه شهریور، بهمن و اسفند بود. در ۷۹/۱درصد نمونه آب باقی‌مانده کلر غیرقابل‌قبول بود.

نتیجه‌گیری: آب شرب شبکه شهر کاشان با استانداردها فاصله دارد و از آنجایی که برای حفظ و ارتقاء سطح سلامت جامعه تامین آب آشامیدنی سالم از ضروریات اولیه است، پایش مداوم سیستم آبرسانی شهر و شناسایی منابع ورود آلودگی و اقدامات جدی و به موقع ضروری به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: کیفیت میکروبی، آب شرب، کاشان

۱- دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-11]

مقدمه

کیفیت فیزیکی و شیمیایی منابع آب موجود در حد مجاز استاندارد می‌باشد. آب چاهها با کمترین میزان تصفیه و فقط پس از انجام کلرزنی وارد شبکه توزیع می‌شود آبهای آشامیدنی در مقایسه با سایر مصارف از لحاظ میزان آلودگی و استانداردهای کیفی شاخص‌های دقیقتری دارند. استانداردها براساس کیفیت میکروبی، شیمیایی و فیزیکی آبها و نوع مصارف آنها تعیین و ارائه می‌شود(۳-۱).

کیفیت میکروبی آبهای آشامیدنی براساس حضور یا عدم حضور انواع خاصی از باکتریها تعیین می‌شود و آب آلوده می‌تواند حاوی عوامل بیماری‌زایی نظیر باکتریها، ویروسها، پروتوزئرها و تخم انگلها باشد (٤و۲و۱).

جستجو، تعیین و شمارش کلیه عوامل بیماری‌زای موجود در آب به طور روزمره، عمل مشکل و پیچیده‌ای است. به همین علت معمولاً باکتریهای شاخص تعیین و شمارش می‌شوند و اینها باکتریهایی هستند که به تعداد زیادی از دستگاه گوارش حیوانات خونگرم و سالم یا بیمار دفع می‌شوند(۱و۲و۵و٦).

اولین بار به صورت مرسوم بیماری‌های ناشی از آب برحسب نوع میکروارگانیسم‌های موجود به بیماریهای باکتریایی، ویروسی، تک‌یاخته‌ای و کرمی تقسیم گردید. در سال ۱۹٦۹ عوارض مرتبط با آب به عوارض باکتریایی، ویروسی، انگلی و نمکهای معدنی تقسیم‌بندی شدند. چنین تقسیم‌بندی که براساس خصوصیات زیستی میکروارگانیسم‌های عامل بروز عوارض بیماریها صورت می‌گرفت، هرچند که سودمند بود؛ اما نقش پایش‌های محیطی را در کنترل شیوع بیماریها نادیده می‌گرفت و به همین علت در اوایل دهه ۱۹۷۰ با درک بیشتر از چگونگی ارتباط بین آب و بیماریهای ناشی از آن این بیماریها برحسب ارتباط و ماهیت این ارتباط با آب تقسیم‌بندی شد بیماریهای مرتبط با آب آشامیدنی را می‌توان جزء بیماریهای منطقه از آب (water bron) طبقه‌بندی کرد(۷).

حضور باکتریهای شاخص در آب دلیل بر آلودگی آب می‌باشد و اگر نمونه آلودگی مدفوع داشته باشد می‌تواند عوامل بیماری‌زا را نیز دربرداشته باشد. بنابراین حضور باکتریهای شاخص نمایانگر آلودگی آب بوده و آلودگی مدفوعی نیز نشانه احتمال وجود عوامل بیماری‌زا و در نتیجه ایجاد مخاطرات بهداشتی می‌باشد(۵و٦). نظر به عدم اطلاع از وضعیت آلودگی میکروبی آب شرب منطقه، این تحقیق از اول اردیبهشت ۱۳۷۸ لغایت فروردین ماه سال ۱۳۷۹ روی نمونه‌های آب شبکه توزیع شهر کاشان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش نوعی مطالعه توصیفی بود. شهر کاشان به یازده منطقه تقسیم شد و با در نظر گرفتن جمعیت هر منطقه و استاندارد صنعت آب کشور تعداد ۲٦۱نمونه در طول سال برداشته شد. روش نمونه‌برداری و آزمایش نمونه‌ها مطابق دستورالعملهای کتاب استاندارد بود(٦). در هر نمونه و به روش استاندارد آنها، میزان Most Probable Numor (MPN). آلودگی فرم مدفوعی میزان کلر باقی مانده، تعیین گردید و برحسب فصول و سایر واحدهای زمانی و مکان شهر با آماره توصیفی ارائه و مورد قضاوت آماری قرار گرفت و مخصوصاً میزان آلودگی در نمونه‌ها تعیین و میزان واقعی آن با احتمال ۹۵درصد در جامعه آب شرب کاشان برآورد گردید.

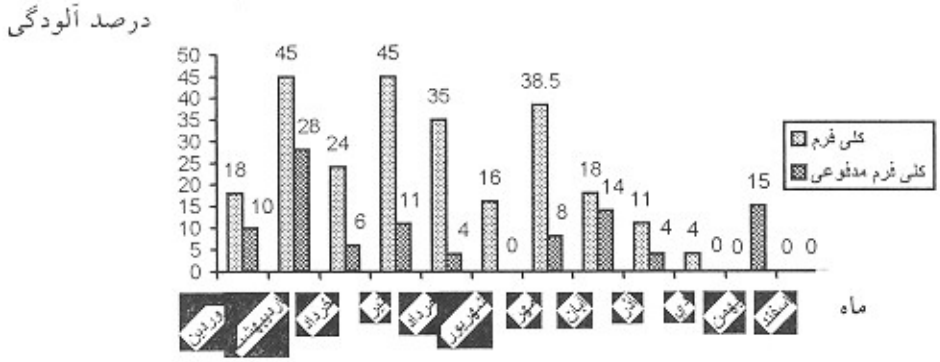
یافته‌ها

در مدت یک سال از شبکه آب شرب شهر کاشان ۳٤۰نمونه برداشت شد که ۲٦۱نمونه (۷٦/۸درصد)

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-11]

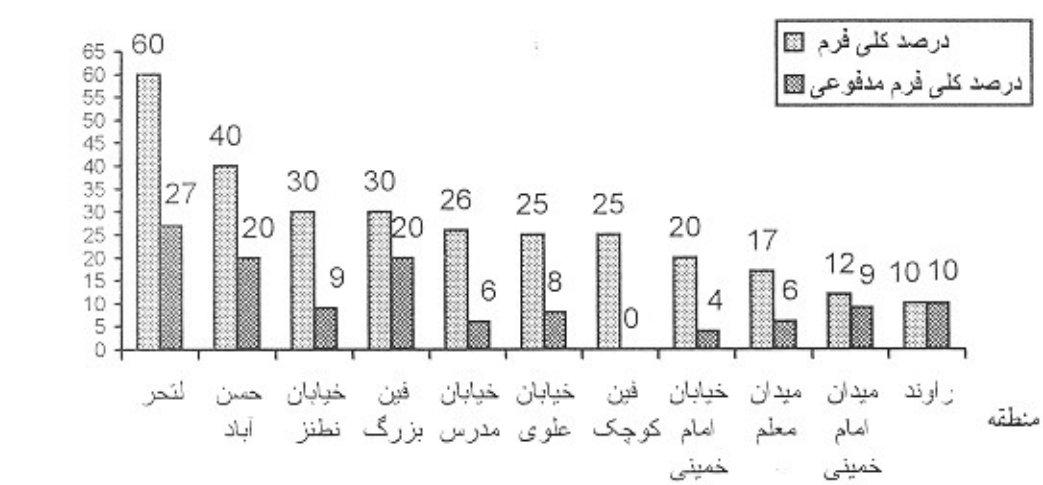
MPN برابر با صفر و ۷۹نمونه (۲۳/۲درصد) MPN بیش از صفر داشت. ۳۹نمونه(۱۱/۵درصد) MPN بیشتر از ۳ داشتند. باتوجه به این میزان آلودگی در نمونه‌های مورد بررسی، میزان واقعی آلودگی آز حداقل ۱۹تا۲۷/۵درصد برآورد می‌گردد. از کل نمونه‌ها ۲۷نمونه (۷/۹درصد) دارای آلودگی از نوع کلی فرم مدفوعی بود، باتوجه به این میزان شیوع در نمونه‌ها، میزان واقعی آن حداقل ۵ و حداکثر ۱۰/۸درصد برآورد گردید.

میزان آلودگی نمونه‌های آب برحسب نوعی کلی فرم و به تفکیک ماههای مورد بررسی در نمودار شماره ۱ ارائه گردید و نشان می‌دهد که بیشترین آلودگی در اردیبهشت ماه هم از لحاظ کلی فرم و هم از لحاظ کلی فرم مدفوعی بود. در اسفندماه کلیه نمونه های آب سالم بودند



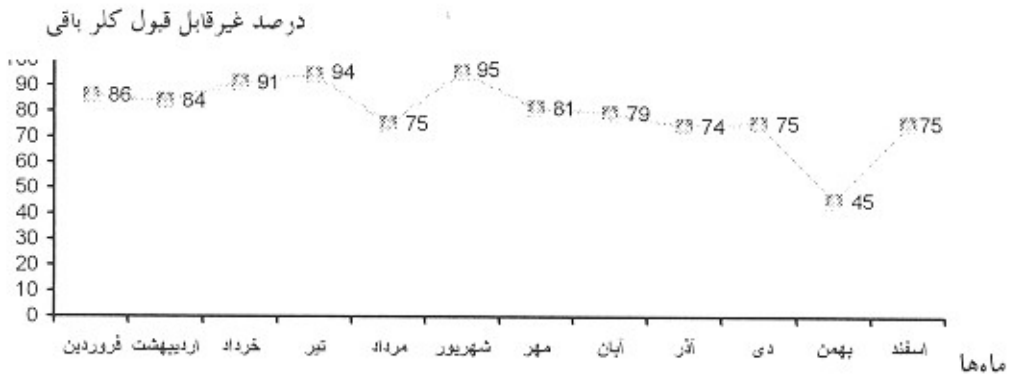
نمودار ۱ - توزیع درصد آلودگی نمونه های آب شرب کاشان برحسب نوع کلـــی فرم و به تفکیک ماه، کاشان سالهای ۷۹-۱۳۷۸

میزان آلودگی‌های کلی فرم‌ها و به تفکیک محل نمونه‌برداری در نمودار شماره ۲ ارائه گردید و نشان می‌دهد که از نظر کلی فرم و کلی فرم مدفوعی منطقه لتحر آلوده‌ترین منطقه بوده و بعد منطقه حسن‌آباد از نظر آلودگی در همکاران دوم قرار دارد. از نظر کلی فرم منطقه راوند و امام حسین(ع) کمترین میزان آلودگی و از نظر آلودگی کلی فرم مدفوعی فین کوچک و امام خمینی کمترین آلودگی را داشته‌اند.



نمودار ۲ - توزیع درصد آلودگی به کلی فرمها برحسب مناطق، کاشان سالهای ۷۹-۱۳۷۸

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-11]



نمودار ۳- توزیع درصد باقی مانده کلی غیرقابل قبول برحسب ماه ها، سال ۷۹-۱۳۷۸

تعداد ۲۶۹نمونه (۷۹/۱درصد) میزان کلر باقی‌مانده در حد مطلوب نبود و در ۷۱نمونه (۲۰/۱درصد) در حد مطلوب بود باتوجه به این میزان نمونه آب کلر غیرقابل قبول میزان واقعی آن حداقل ۷۵ تا ۸۳ درصد برآورد می‌گردد. در بررسی کلر باقی‌مانده نمونه‌های غیرمطلوب ۲۲۵نمونه (۶۶/۲درصد) میزان کلر باقی‌مانده صفر، ۲۵۹نمونه (۷۶/۱درصد) کمتر از ۰/۲میلی‌گرم در لیتر و ۱۰ نمونه (۲/۹درصد) کلر باقی‌مانده بیشتر از ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر داشت. درصد باقی‌مانده کلر غیرقابل قبول برحسب ماه‌ها در نمودار شماره ۳ ارائه گردید و نشان می‌دهد که بیشترین موارد نامطلوب مربوط به تیرماه (۹۴/۴ درصد) و کمترین موارد نامطلوب مربوط به بهمن‌ماه بود (نمودار ۳).

رابطه میزان کلر باقی‌مانده با آلودگی کلی فرم در جدول شماره ۱ ارائه گردید و نشان می‌دهد که آب‌های آلوده به کلی فرم ۳/۳ برابر بیشتر از آب‌های غیرآلوده، در مواجهه با کلر باقی‌مانده غیرقابل قبول بوده است($P<0/005$).

جدول ۱- توزیع نمونه های آب شرب کاشان برحسب آلودگی به کلی فرم و به تفکیک میزان باقی مانده کلر

آلودگی فرم / باقی مانده کلر قابل قبول	نداشته	داشته
داشته	(۲۴/۵)۶۴	(۸/۹)۷
نداشته	(۷۵/۵)۱۹۷	(۹۱/۱)۷۲
جمع	۲۶۱	۷۹

نمونه‌های آب شرب که آلودگی کلی فرم مدفوعی نداشته‌اند ۷۸/۳درصد در مواجهه با باقی‌مانده کلر غیرقابل قبول بوده‌اند و آب‌های آلوده در ۸۸/۹ درصد در مواجهه با باقی‌مانده کلر غیرقابل‌قبول بودند(**N.S**).

از مجموع ۳۴۰نمونه برداشت شده ۹۴نمونه (۲۷/۶ درصد) در فصل بهار، ۸۳نمونه (۲۴/۴درصد) در فصل تابستان، ۸۱ نمونه (۲۳/۸درصد) در فصل پائیز و ۸۲نمونه (۲۴/۲درصد) در فصل زمستان گرفته شد. از نمونه‌های فصل بهار ۶۳نمونه (۶۷درصد) با کلی فرم صفر و ۳۱نمونه (۳۳درصد) دارای کلی فرم بیشتر از صفر بود. از نمونه‌های فصل تابستان ۵۷نمونه (۶۱/۷درصد) کلی فرم صفر داشت و در ۲۶نمونه (۳۱/۳درصد) کلی فرم بیشتر از صفر بود. از نمونه‌های فصل پائیز ۶۳ نمونه (۷۷/۸ درصد) کلی فرم صفر و ۱۸نمونه (۲۲/۲درصد) کلی فرم بیشتر از صفر داشت و از نمونه‌های فصل زمستان ۷۸ نمونه (۹۵/۱درصد) کلی فرم صفر و ٤ نمونه (٤/۹درصد) کلی فرم بیشتر از صفر داشت.

در بین فصول سال، فصل بهار دارای بیشترین نمونه با کلی فرم بیشتر از صفر بود (۳۳درصد) و زمستان (٤/۹درصد) کمترین موارد نمونه با کلی فرم بیشتر از صفر را دارا بود. آزمون آماری کای دو نشان

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-11]

می‌دهد که بین وجود کلی فرم در فصول مختلف اختلاف معنی‌دار وجود ندارد(N.S).

از مجموع ۹٤نمونه فصل بهار ۸۰نمونه (۸۵/۱ درصد) کلی فرم مدفوعی صفر و فقط ۱٤ نمونه (۱٤/۹درصد) کلی فرم مدفوعی بیشتر از صفر داشت. از ۸۳ نمونه فصل تابستان ۷۸ نمونه (۹۳/۸ درصد) کلی فرم مدفوعی صفر و فقط ۵نمونه (٦/۲درصد) حاوی کلی فرم مدفوعی بالای صفر بود. از ۸۱نمونه فصل پائیز ۷٤نمونه (۹۱/٤ درصد) کلی فرم مدفوعی صفر و ۷نمونه (۸/٦ درصد) کلی فرم مدفوعی بالای صفر داشت. از ۸۲ نمونه فصل زمستان ۸۱نمونه (۹۸/۸درصد) کلی فرم مدفوعی صفر و یک نمونه (۱/۲درصد) حاوی کلی فرم مدفوعی بالای صفر بود. آزمون آماری کای دو نشان می‌دهد که بین وجود کلی فرم مدفوعی و فصول مختلف اختلاف معنی‌دار وجود دارد($p<0/0082$).

از مجموع ۹٤ نمونه فصل بهار ۸۲ نمونه (۸۷/۲درصد) از نظر میزان کلر باقی‌مانده در حد غیرقابل‌قبول و فقط ۱۲نمونه (۱۲/۸درصد) در حد قابل قبول بود. از ۸۳ نمونه فصل تابستان ۷۳نمونه غیرقابل‌قبول و ۱۰نمونه (۱۲/۱درصد) در حد قابل‌قبول بود. از ۸۱ نمونه فصل پائیز ٦۳ نمونه (۷۷/۸درصد) در حد غیرقابل‌قبول و فقط ۱۸ نمونه (۲۲/۳درصد) در حد قابل‌قبول و از ۸۲ نمونه فصل زمستان ۵۱ نمونه (٦۲/۲درصد) در حد غیرقابل‌قبول وفقط ۳۱ نمونه (۳۷/۸درصد) در حد قابل‌قبول از نظر میزان کلر باقی‌مانده بود. از نظر میزان کلر باقی‌مانده فصل زمستان بیشترین درصد قابل قبول و فصل تابستان کمترین درصد قابل قبول را داشتند.

بحث

تحقیق نشان داد که آلودگی به کلی فرم در ۲۳/۲ درصد و به کلی فرم مدفوعی در ۷/۹درصد وجود داشت.

در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۷۷ روی کیفیت میکروبی آب آبخوری‌های عمومی شهر کاشان انجام گرفت، ٤۷درصد آبخوری‌ها MPN برابر با صفر و ۳۳/۸درصد MPN بیش از ۳ داشت در کل نمونه‌ها ۲/۹درصد دارای آلودگی به کلی فرم مدفوعی بود(۸).

نتایج تحقیق باکتریولوژیکی شبکه‌های آب آشامیدنی شهرستان‌های استان فارس در تابستان ۷۷ نشان می‌دهد که ۷٦/۸درصد نمونه‌ها دارای MPN بیش از صفر و ۱۹/۸درصد نمونه‌ها دارای منشأ آلودگی مدفوعی بوده است. بالاترین آلودگی به کلی فرم مربوط به منابع آب روستاهای شهرستان مرودشت (۷۵/۲درصد) و کمترین غلظت مربوط به روستاهای آباده (صفر) بود. بالاترین غلظت آلودگی مدفوعی مربوط به روستاهای کازرون با ۵٦/۳ درصد وکمترین میزان آلودگی مربوط به روستاهای شهرستان‌های نی‌ریز، بوانات و آباده با صفر بوده است(۱۰).

بررسی شیمیائی و باکتریولوژیکی آب آب‌انبارهای شهرستان مینودشت در استان گلستان نشان داده است که ۵٦درصد نمونه‌ها (۳۸نمونه) MPN بیش از صفر و ۳۲درصد (۲۲نمونه) آلودگی مدفوعی داشته است(۱۱).

همچنین درتحقیقی که در استخرهای شنای اهواز در تابستان ۱۳۷٤ و ۱۳۷۵ انجام شد به ترتیب ۸۷/۷ و ۷۵درصد نمونه‌ها دارای اشر شیاکلی بود (۷). در بررسی آب آب‌انبارهای شهر کاشان ۲۲/۸درصد استاندارد و قابل شرب و ۲۲/۸درصد کاملاً

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-11]

غیربهداشتی و غیرقابل استفاده شناخته شد و بقیه آب‌انبارها (٥٤/٤درصد) درجات متفاوت از آلودگی را نشان دادند(۱۲). در این مطالعه مشخص گردید که ٦٧/٨درصد از نمونه‌های برداشت شده MPN صفر دارد در حالی که طبق استاندارد صنعت آب کشور باید در ۹۸درصد نمونه‌های برداشته شده MPN صفر باشد(٦).

نتیجه این تحقیق نشان می‌دهد که در مقایسه با سایر تحقیقاتی که ذکر شد آب شبکه توزیع کاشان از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار است ولی هنوز تا رسیدن به استاندارد فاصله زیادی دارد.

همچنین در این مطالعه مشخص شد که ۷/۹درصد نمونه‌ها دارای آلودگی مدفوعی است که استاندارد آن باید صفر باشد(٦).

از آنجایی که بیشترین میزان آلودگی مربوط به فصول بهار و تابستان است زنگ خطر مهمی برای مسئولین بهداشتی و متولیان آبرسانی است که هرچه بیشتر در امر گندزدائی و پایش شبکه توزیع آب دقت بیشتری به عمل آورند. ضمناً بیشترین موارد آلودگی مربوط به حومه شهر به خصوص منطقه لتحر می‌باشد که می‌توان آن را به سیستم گندزدایی منطقه نسبت داد زیرا میزان کلر باقی مانده آن صفر بود.

از کل نمونه‌ها ۷۹/۱درصد (۲٦۹مورد) از نظر میزان کلر باقی‌مانده در حد مطلوب نبود و فقط ۲۰/۹ درصد (۷۱مورد) در حد مطلوب بود در حالی که طبق استاندارد W.H.O باید تمامی آبهای آشامیدنی گندزدائی گردد(۹).

در این تحقیق رابطه آماری معنی‌داری بین میزان کلر باقی‌مانده و کلی فرم مدفوعی مشاهده شد بدین معنا که در مناطق با کلر باقی‌مانده مناسب میزان آلودگی به کلی فرم و کلی فرم مدفوعی کمتر بود.

نتیجه‌گیری

آب شبکه شرب شهر کاشان با استانداردها فاصله دارد و از آنجایی که برای تامین، حفظ و ارتقاء سطح سلامت جامعه تامین آب آشامیدنی سالم از ضروریات اولیه است، پایش مداوم سیستم آبرسانی شهر و شناسایی منابع ورود آلودگی و انجام اقدامات جدی و به موقع ضروری به نظر می‌رسد.

پیشنهاد

با توجه به این که تحقیق فوق فقط مربوط به شبکه توزیع آب شرب شهر کاشان می‌باشد به‌جا است که تحقیقی بر روی چاه‌های تامین آب شهر کاشان انجام گیرد تا چنانچه اگر بعضی از چاه‌ها آلوده باشند، بهسازی و رفع آلودگی شوند یا از مدار خارج گردند.

REFERENCES:

۱. محوی عیسی لو م. بهداشت محیط در مناطق گرمسیری. چاپ اول، جهاد دانشگاهی تهران، زمستان ۱۳۷۱.

۲. یزدانبخش، ندافی. کنترل کیفی آب آشامیدنی در اجتماعات کوچک. چاپ اول، جهاد دانشگاهی تهران، ۱۳۷٤.

۳. ترکیان. مهندسی محیط زیست. انتشارات کنکاش، پائیز ۱۳۷٦.

٤. شریعت پناهی م. اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب. دانشگاه تهران، تابستان ۱۳۷۷.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-11]

۵. آشفته ج. طراحی آب رسانی شهری. جلد دوم، چاپ پنجم، انتشارات فنی حسینیان، سال ۱۳۷٤.

٦. استانداردهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعی ایران، کمیسیون استاندارد ویژگیهای آب آشامیدنی، تهران، ایران سال ۱۳۷۱.

۷. مراغی شریف و همکاران. بررسی فون و فول میکروبی در آب استخرهای اهواز . کتابچه دومین سمینار کشوری بهداشت محیط، جلد اول، صفحات ۸۵-۹٤، سال ۱۳۷۸.

۸. ربانی داورخواه، همکاران. بررسی کیفیت باکتری شناسی آب آبخوری های عمومی شهر کاشان در تابستان ۱۳۷۷. کتابچه دومین سمینار کشوری بهداشت محیط، جلد دوم، صفحات ٥٤٠-٥٥٠، سال ۱۳۷۸.

9. WHO, Guidelines for Drinking Water Quality. Vol 2, 1996.

۱۰. کدپور م و همکاران. بررسی سیستماتیک باکتریولوژیکی شبکه های آب آشامیدنی شهرستانهای استان فارس در سال ۱۳۷۷. کتابچه دومین سمینار کشوری بهداشت محیط، جلد اول.

۱۱. ظفر زاده ع. بررسی شیمیایی و باکتریولوژیکی آب، آب انبارهای شهرستان مینودشت استان گلستان. کتابچه سومین سمینار کشوری بهداشت محیط، جلد اول، صفحات ۵۸-٤۹، سال ۱۳۷۹.

۱۲. خلیفه سلطانی، مصطائی ع. بررسی میزان آلودگی آب، آب انبارهای شهر کاشان از نظر کلی فرم در سال ۱۳۷٤. فصلنامه علمی، پژوهشی فیض، شماره ۱، بهار ۱۳۷٦، صفحات ۱۹-۱۳.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-11]