

کیفیت میکروبی آب شرب شهر کاشان در سال ۱۳۷۸-۷۹

مهندس غلامرضا مصطفایی^۱، مهندس داورخواه ربانی^۱، مهندس لیلا ابرنشاهی^۱

چکیده

سابقه و هدف: یکی از اولی ترین پژوهش های بهداشتی، بررسی کیفیت میکروبی آب شرب می باشد. نظر به ایکه بررسی آلودگی آبها باید دائمی باشد و یا توجه به عوارض شناخته شده آلودگی های آن و به منظور تعیین کیفیت میکروبی آب شرب شهر کاشان، این تحقیق از اردیبهشت ماه ۱۳۷۸ تا ۱۳۷۹ لغایت فروردین ماه ۱۳۷۹ انجام گرفت.

مواد و روش ها: 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 ۳۴۰ نمونه در طول سال برداشته شد. روش نمونه برداری و آزمایش نمونه ها مطابق دستورالعمل های ارائه شده در کتب استاندارد بود و میزان آلودگی کلی فرم، کلی فرم مذکووعی و باقیمانده غیرقابل قبول در نمونه ها تعیین و میزان واقعی آن در جامعه برآورد گردید.

یافته ها: در مدت یک سال از شبکه آب شرب شهر کاشان ۳۴۰ نمونه برداشت گردید که ۷۹ نمونه (۲/۲ درصد) MPN بیش از صفر داشت و ۱۱۱/۵ درصد MPN بیشتر از ۳ داشت. ۲۷ نمونه (۹/۹ درصد) دارای آلودگی از نوع کلی فرم مذکووعی بود. بیشترین نمونه آلوده مربوط به تیرماه ۱۳۷۸/۳ درصد و کمترین میزان مربوط به استندماه بود. کلیه نمونه های استندماه خاقد آلودگی بود. در بین مناطق یازده گانه شهر کاشان بیشترین موارد آلودگی مربوط به منطقه لنج ۱۰/۶ درصد و کمترین موارد در منطقه میدان معلم ۱۷/۱ درصد بود. بیشترین موارد نمونه حاوی کلی فرم مذکووعی مربوط به نمونه های ماه اردیبهشت ۱۳۷۹/۱ درصد کمترین موارد مربوط به نمونه های ماه شهریور، بهمن و استند بود. در ۱۳۷۹/۱ درصد نمونه آب باقیمانده کلر غیرقابل قبول بود.

نتیجه گیری: آب شرب شبکه شهر کاشان با استانداردعا فاصله دارد و از آنجایی که برای حفظ و ارتقاء سطح سلامت جامعه تامین آب آشامیدنی سالم از ضروریات اولیه است، پاییش صدایم سیستم آبرسانی شهر و شناسایی متابع ورود آلودگی و اقدامات جدی و یه موقع ضروری به نظر می رسد.

وازگان کلیدی: کیفیت میکروبی، آب شرب، کاشان

چگونگی ارتباط بین آب و بیماریهای ناشی از آن این بیماریها بر حسب ارتباط و ماهیت این ارتباط با آب تقسیم‌بندی شد بیماریهای مرتبط با آب آشامیدنی را می‌توان جزو 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(۶۵). 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 ۲۶۱ نمونه در طول سال برداشته شد. روش نمونه‌برداری و آزمایش نمونه‌ها مطابق دستورالعملهای کتاب استاندارد بود(۶). در هر نمونه و به روش استاندارد آنها، میزان **Most Probable Number (MPN)** آلودگی فرم مدفوعی میزان کلر باقی مانده، تعیین گردید و بر حسب 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 ۹۵ درصد در جامعه آب شرب کاشان برآورد گردید.

یافته‌ها

در مدت یک سال از شبکه آب شرب شهر کاشان ۳۴۰ نمونه برداشت شد که ۲۶۱ نمونه (۷۶٪) در

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(۱-۳).

کیفیت میکروبی آبهای آشامیدنی براساس حضور با عدم حضور انواع خاصی از باکتریها تعیین می‌شود و آب آلوده می‌تواند حاوی عوامل بیماری‌زا بیان نظیر باکتریها، ویروسها، پروتوزئرها و تخم انگلها باشد (۴ و ۱۲).

جستجو، تعیین و شمارش کلیه عوامل بیماری‌زا 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(۱۵ و ۱۶).

اولین بار به صورت مرسوم بیماری‌های ناشی از آب بر حسب نوع میکروارگانیسم‌های موجود به بیماریهای باکتریایی، ویروسی، نکبات‌های و کرمی تقسیم گردید. در سال ۱۹۶۹ 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

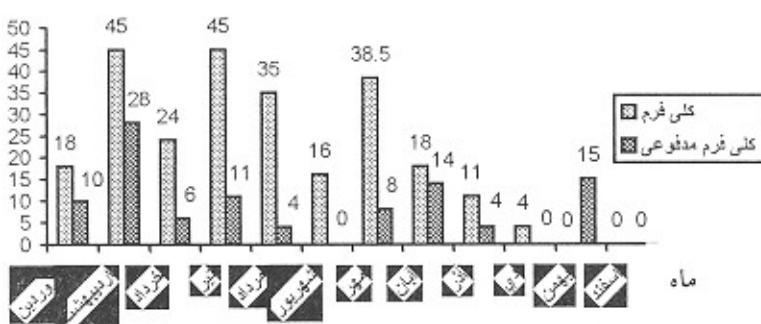
شیوع در نمونه‌ها، میزان واقعی آن حداقل ۵ و حداقل ۱۰/۸ درصد برآورد گردید.

میزان آلودگی نمونه‌های آب بر حسب 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 نمونه‌های آب سالم بودند در صد آلودگی

MPN برابر با صفر و ۷۹ نمونه (۲۳/۲ درصد)

MPN بیش از صفر داشت. ۳۹ نمونه (۵/۱ درصد)

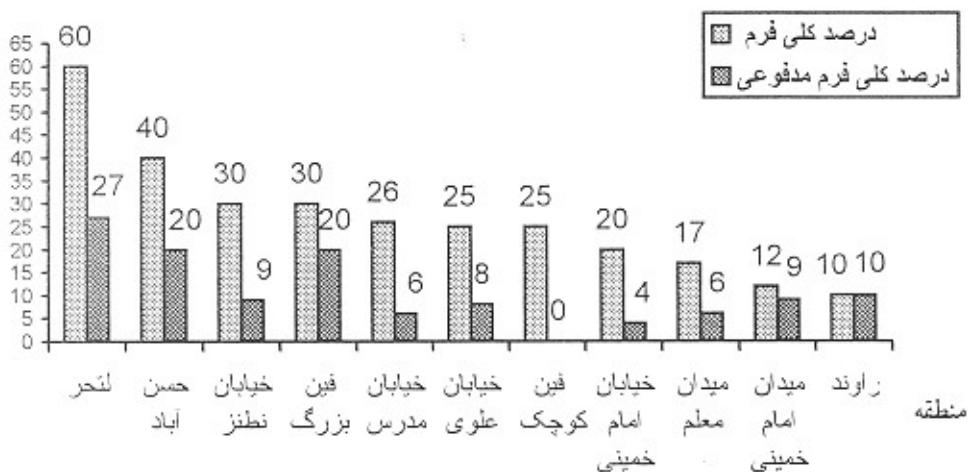
MPN بیشتر از ۳ داشتند. با توجه به این میزان آلودگی در نمونه‌های مورد بررسی، میزان واقعی آلودگی آز حداقل ۱۹/۵ تا ۲۷/۰ درصد برآورده می‌گردد. از کل نمونه‌ها ۲۷ نمونه (۹/۷ درصد) دارای آلودگی از نوع کلی فرم مدفوعی بود، با توجه به این میزان



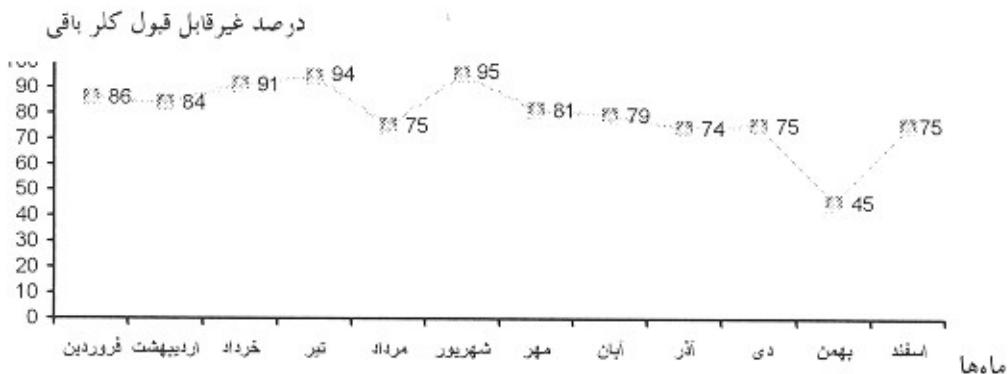
نمودار ۱ - توزیع درصد آلودگی نمونه‌های آب شرب کاشان بر حسب نوع کلی فرم و به تفکیک ماه، کاشان سالهای ۱۳۷۸-۷۹

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. در صد آلودگی

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 لحر آلوده‌ترین منطقه بوده و بعد منطقه حسن‌آباد از نظر آلودگی در همکاران دوم



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



نمودار ۳ - توزیع درصد باقی مانده کلر غیرقابل قبول بر حسب ماه ها، سال ۱۳۷۸-۷۹

نمونه های آب شرب که آلودگی کلی فرم مدفوعی نداشته اند $\frac{۲۷۸}{۳}$ درصد در مواجهه با باقی مانده کلر غیرقابل قبول بوده اند و آب های آلوده در $\frac{۸۸}{۹}$ درصد در مواجهه با باقی مانده کلر غیرقابل قبول بودند (N.S).

از مجموع $\frac{۳۴۰}{۳}$ نمونه برداشت شده $\frac{۹۴}{۶}$ نمونه $\frac{۲۷}{۶}$ درصد) در فصل بهار، $\frac{۸۳}{۴}$ نمونه $\frac{۲۴}{۴}$ درصد) در فصل تابستان، $\frac{۸۱}{۸}$ نمونه $\frac{۲۳}{۸}$ درصد) در فصل پائیز و $\frac{۸۲}{۲}$ نمونه $\frac{۲۴}{۲}$ درصد) در فصل زمستان گرفته شد. از نمونه های فصل بهار $\frac{۲۳}{۳}$ نمونه (درصد) دارای کلی فرم صفر و $\frac{۳۱}{۱}$ نمونه (درصد) نمونه های فصل تابستان $\frac{۵۷}{۷}$ نمونه $\frac{۶۱}{۷}$ درصد) کلی فرم صفر داشت و در $\frac{۲۶}{۳}$ نمونه ($\frac{۳۱}{۳}$ درصد) کلی فرم بیشتر از صفر بود. از نمونه های فصل پائیز $\frac{۶۳}{۳}$ نمونه ($\frac{۷۷}{۸}$ درصد) کلی فرم صفر و $\frac{۱۸}{۱}$ نمونه ($\frac{۲۲}{۲}$ درصد) کلی فرم بیشتر از صفر داشت و از نمونه های فصل زمستان $\frac{۷۸}{۸}$ نمونه ($\frac{۹۵}{۱}$ درصد) کلی فرم صفر و $\frac{۴}{۴}$ نمونه ($\frac{۴۴}{۹}$ درصد) کلی فرم بیشتر از صفر داشت.

در بین فصول سال، فصل بهار دارای بیشترین نمونه با کلی فرم بیشتر از صفر بود ($\frac{۳۳}{۳}$ درصد) و زمستان ($\frac{۴}{۹}$ درصد) کمترین نواره نمونه با کلی فرم بیشتر از صفر را دارا بود. آزمون آماری کای دو نشان

تعداد $\frac{۲۶۹}{۱}$ نمونه (درصد) میزان کلر باقی مانده در حد مطلوب نبود و در $\frac{۷۱}{۱}$ نمونه (درصد) در حد مطلوب بود با توجه به این میزان نمونه آب کلر غیرقابل قبول میزان واقعی آن حداقل $\frac{۷۵}{۱}$ تا $\frac{۸۳}{۱}$ درصد برآورد می گردد. در بررسی کلر باقی مانده نمونه های غیر مطلوب $\frac{۲۲۵}{۲}$ نمونه ($\frac{۶۶}{۲}$ درصد) میزان کلر باقی مانده صفر، $\frac{۲۰۹}{۱}$ نمونه ($\frac{۷۷}{۱}$ درصد) کمتر از $\frac{۰۰}{۲}$ میلی گرم در لیتر و $\frac{۱۰}{۱}$ نمونه ($\frac{۲۹}{۹}$ درصد) کلر باقی مانده بیشتر از $\frac{۰۰}{۸}$ میلی گرم در لیتر داشت. درصد باقی مانده کلر غیرقابل قبول بر حسب ماه ها در نمودار شماره ۳ ارائه گردید و نشان می دهد که بیشترین موارد نامطلوب مربوط به تیرماه ($\frac{۹۴}{۴}$ درصد) و کمترین موارد نامطلوب مربوط به بهمن ماه بود (نمودار ۳).

رابطه میزان کلر باقی مانده با آلودگی کلی فرم در جدول شماره ۱ ارائه گردید و نشان می دهد که آب های آلوده به کلی فرم $\frac{۳}{۲}$ برابر بیشتر از آب های غیرآلوده، در مواجهه با کلر باقی مانده غیرقابل قبول بوده است ($P < 0.005$).

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

| ردیشه | ردیشه | آلودگی فرم |
|---------|-----------|--------------------------|
| | | باقی مانده کلر قابل قبول |
| (۸/۹)۷ | (۲۱/۵)۷۶ | داشته |
| (۹/۱)۷۲ | (۷۵/۵)۱۹۷ | نداشته |
| ۷۹ | ۲۶۱ | جمع |

بحث

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

در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۷۷ روی کیفیت میکروبی آب آبخوری‌های عمومی شهر کاشان انجام گرفت، ۴/۷ درصد آبخوری‌ها MPN برابر با صفر و ۸/۳۳ درصد MPN بیش از ۳ داشت در کل نمونه‌ها ۹/۲ درصد دارای آلودگی به کلی فرم مدفوعی بود(۸).

نتایج تحقیق باکتریولوژیکی شبکه‌های آب آشامیدنی شهرستان‌های استان فارس در تابستان ۷۷ نشان می‌دهد که ۷/۶۸ درصد نمونه‌ها دارای MPN بیش از صفر و ۱۹/۸ درصد نمونه‌ها دارای منشاء آلودگی مدفوعی بوده است. بالاترین آلودگی به کلی فرم مربوط به منابع آب روستاهای شهرستان مرودشت (۲/۷۵ درصد) و کمترین غلظت مربوط به روستاهای آباده (صفر) بود. بالاترین غلظت آلودگی مدفوعی مربوط به روستاهای کازرون با ۳/۷۶ درصد و کمترین میزان آلودگی مربوط به روستاهای شهرستان‌های نی‌ریز، بوئانات و آباده با صفر بوده است(۱۰).

بررسی شیمیائی و باکتریولوژیکی آب آب‌انبارهای شهرستان مینودشت در استان گلستان نشان داده است که ۵/۶ درصد نمونه‌ها (۳۸ نمونه) MPN بیش از صفر و ۳۲/۳ درصد (۲۲ نمونه) آلودگی مدفوعی داشته است(۱۱).

همچنین در تحقیقی که در استخرهای شنای اهواز در تابستان ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ انجام شد به ترتیب ۷/۷ و ۷/۵ درصد نمونه‌ها دارای اشر شیاکلی بود (۷). در بررسی آب آب‌انبارهای شهر کاشان ۸/۲ درصد استاندارد و قابل قبول و ۲۲/۸ درصد کاملاً

می‌دهد که بین وجود کلی فرم در فصول مختلف اختلاف معنی‌دار وجود ندارد(N.S.). از مجموع ۹۴ نمونه فصل بهار ۸۰ نمونه (۸۵/۱) درصد) کلی فرم مدفوعی صفر و فقط ۱۴ نمونه (۹/۱ درصد) کلی فرم مدفوعی بیشتر از صفر داشت. از ۸۳ نمونه فصل تابستان ۷۸ نمونه (۹۳/۸) درصد) کلی فرم مدفوعی صفر و فقط ۵ نمونه (۶/۲ درصد) حاوی کلی فرم مدفوعی بالای صفر بود. از ۱۱ نمونه فصل پائیز ۷۴ نمونه (۹۱/۴) درصد) کلی فرم مدفوعی صفر و ۷ نمونه (۸/۶ درصد) کلی فرم مدفوعی بالای صفر داشت. از ۸۲ نمونه فصل زمستان ۱۱ نمونه (۹۸/۸ درصد) کلی فرم مدفوعی صفر و یک نمونه (۱/۲ درصد) 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 ۹۴ نمونه فصل بهار ۸۲ نمونه (۸/۷۷ درصد) از نظر میزان کلر باقی‌مانده در حد غیرقابل قبول و فقط ۱۲ نمونه (۱۲/۸ درصد) در حد قابل قبول بود. از ۸۳ نمونه فصل تابستان ۷۳ نمونه (۷/۷۷ درصد) در حد غیرقابل قبول و ۱۰ نمونه (۱۰/۱ درصد) در حد قابل قبول بود. از ۸۱ نمونه فصل پائیز ۶۳ نمونه (۲۲/۳ درصد) در حد قابل قبول و از ۸۲ نمونه (۸/۸ درصد) در حد غیرقابل قبول و فقط ۳۱ نمونه (۳۷/۸ درصد) در حد قابل قبول 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.

در صد (۷۶۱ مورد) در حد مطلوب بود در حالی که طبق استاندارد W.H.O آشامیدنی گندزدائی گردد(۹). در این تحقیق رابطه آماری معنی داری 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 به جا 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.

غیربهداشتی و غیرقابل استفاده شناخته شد و بقیه آب انبارها (۴/۵۶۴ مورد) درجات متفاوت از آلودگی را نشان دادند(۱۲). در این مطالعه مشخص گردید MPN که در صد از نمونه‌های برداشت شده MPN صفر دارد در حالی که طبق استاندارد صنعت آب کشور باید در ۹۸ مورد از نمونه‌های برداشته شده MPN صفر باشد(۶).

نتیجه این تحقیق نشان می‌دهد که در مقایسه با سایر تحقیقاتی که ذکر شد آب شبکه توزیع کاشان از وضعیت مطلوب تری برخوردار است ولی هنوز تا رسیدن به استاندارد فاصله زیادی دارد. همچنین در این مطالعه مشخص شد که استاندارد نمونه‌ها دارای آلودگی مدفوعی است که استاندارد آن باید صفر باشد(۶).

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 باقیمانده آن صفر بود.

از کل نمونه‌ها ۹/۷۶۹ مورد (۲۶۹ مورد) از نظر میزان کلر باقیمانده در حد مطلوب نبود و فقط ۹/۲۰

REFERENCES:

۱. محوى عيسى نو.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، ۱۳۷۴.
۳. ترکبان. مهندسی محیط زیست. انتشارات کنکاش، پانزده، ۱۳۷۶.
۴. شریعت پناهی م. اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب. دانشگاه تهران، تابستان ۱۳۷۷.

۵. آشفته ج. طراحی آب رسانی شهری. جلد دوم، چاپ پنجم، انتشارات فنی حسینیان، سال ۱۳۷۴.
۶. استانداردهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، کمیسیون استاندارد ویژگیهای آب آشامیدنی، تهران، ایران سال ۱۳۷۱.
۷. مراغی شریف و همکاران. بررسی فون و فول میکروبی در آب استخراجی اهواز. کتابچه دومین سمینار کشوری بهداشت محیط، جلد اول، صفحات ۹۴-۸۵، سال ۱۳۷۸.
۸. ربانی داورخواه، همکاران. بررسی کیفیت باکتری شناسی آب آبخاری های عمومی شهر کاشان در ناbastان ۱۳۷۷. کتابچه دومین سمینار کشوری بهداشت محیط، جلد دوم، صفحات ۵۴۰-۵۵۰، سال ۱۳۷۸.
9. WHO, Guidelines for Drinking Water Quality. Vol 2, 1996.
10. کدپورم و همکاران. بررسی سیستماتیک باکتریولوژیکی شبکه های آب آشامیدنی شهرستانهای استان فارس در سال ۱۳۷۷. کتابچه دومین سمینار کشوری بهداشت محیط، جلد اول.
11. ظفر زاده ع. بررسی شیمیایی و باکتریولوژیکی آب، آب ابارهای شهرستان مینودشت استان گلستان. کتابچه سومین سمینار کشوری بهداشت محیط، جلد اول، صفحات ۵۸-۴۹، سال ۱۳۷۹.
12. خلیفه سلطانی، مصطفائی ع. بررسی میزان آلودگی آب، آب ابارهای شهر کاشان از نظر کلی فرم در سال ۱۳۷۴. فصلنامه علمی، پژوهشی فیض، شماره ۱، بهار ۱۳۷۶، صفحات ۱۹-۱۳.