

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 با توجه به عوارض شناخته شده آلودگی‌های آن و به منظور تعیین کیفیت میکروبی 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 در نظر گرفتن جمعیت هر منطقه و استاندارد صنعت آب کشور تعداد ۳۴۰ نمونه در طول سال برداشته شد. روش نمونه‌برداری و آزمایش نمونه‌ها مطابق دستورالعمل‌های ارائه شده در کتب استاندارد بود و میزان آلودگی کلی فرم، کلی فرم مدفوعی و باقی مانده غیرقابل قبول در نمونه‌ها تعیین و میزان واقعی آن در جامعه برآورد گردید.

یافته‌ها: در مدت یک سال از شبکه آب شرب شهر کاشان ۳۴۰ نمونه برداشت گردید که ۷۹ نمونه (۲۳/۲ درصد) MPN بیش از صفر داشت و ۱۱/۵ درصد MPN بیشتر از ۳ داشت. ۲۷ نمونه (۷/۹ درصد) دارای آلودگی از نوع کلی فرم مدفوعی بود. بیشترین نمونه آلوده مربوط به تیرماه ۲۰/۳ درصد 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 لبحر ۶۰ درصد و کمترین موارد در منطقه میدان معلم ۱۷/۱ درصد بود. بیشترین موارد نمونه حاوی کلی فرم مدفوعی مربوط به نمونه‌های ماه اردیبهشت ۲۸/۱ درصد کمترین موارد مربوط به نمونه‌های ماه شهریور، بهمن و اسفند بود. در ۷۹/۱ درصد نمونه آب باقی مانده کثر غیرقابل قبول 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

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 آنها و نوع مصارف آنها تعیین و ارائه می‌شود (۱-۳).

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، پروتوزوئرها و تخم انگلها باشد (۱و۲و۴).

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 باکتریهای هستند که به تعداد زیادی از دستگاه گوارش حیوانات خونگرم و سالم یا بیمار دفع می‌شوند (۱و۲و۵و۶).

اولین بار به صورت مرسوم بیماری‌های ناشی از آب برحسب نوع میکروارگانیسم‌های موجود به بیماریهای باکتریایی، ویروسی، تک‌یاخته‌ای 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

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 born) 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 (۵و۶). 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 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 ۹۵ درصد در جامعه آب شرب کاشان برآورد گردید.

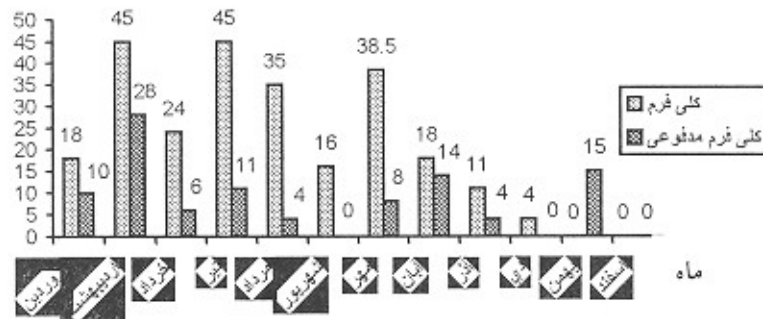
یافته‌ها

در مدت یک سال از شبکه آب شرب شهر کاشان ۳۴۰ نمونه برداشت شد که ۲۶۱ نمونه (۷۶/۸ درصد)

شیوع در نمونه‌ها، میزان واقعی آن حداقل ۵ و حداکثر ۱۰/۸ درصد 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 نمونه‌های آب سالم بودند

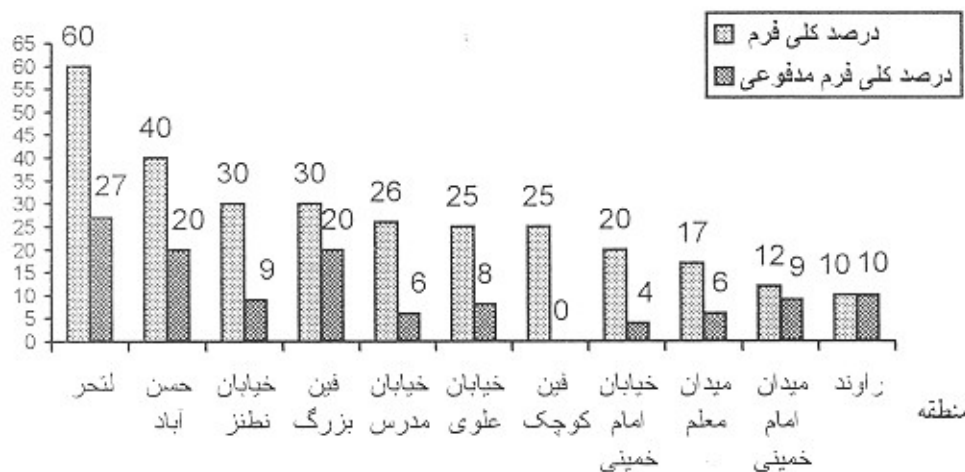
درصد آلودگی



نمودار ۱- توزیع درصد آلودگی نمونه‌های آب شرب کاشان برحسب 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.

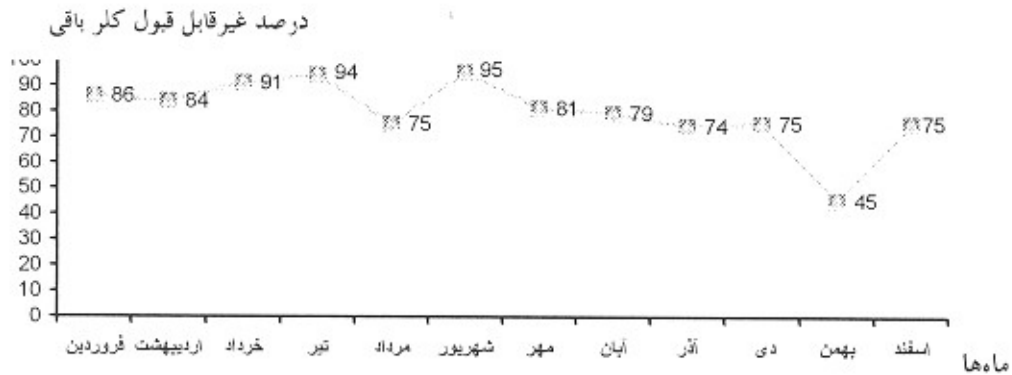
درصد آلودگی



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

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

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 لنجر آلوده‌ترین منطقه بوده و بعد منطقه حسن آباد از نظر آلودگی در همکاران دوم



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

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

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

در بین فصول سال، فصل بهار دارای بیشترین نمونه با کلی فرم بیشتر از صفر بود (۳۳ درصد) و زمستان (۴/۹ درصد) کمترین موارد نمونه با کلی فرم بیشتر از صفر را دارا بود. آزمون آماری کای دو نشان

تعداد ۲۶۹ نمونه (۷۹/۱ درصد) میزان کلر باقی مانده در حد مطلوب نبود و در ۷۱ نمونه (۲۰/۱ درصد) در حد مطلوب بود با توجه به این میزان نمونه آب کلر غیرقابل قبول میزان واقعی آن حداقل ۷۵ تا ۸۳ درصد برآورد می‌گردد. در بررسی کلی باقی مانده نمونه‌های غیرمطلوب ۲۲۵ نمونه (۶۶/۲ درصد) میزان کلر باقی مانده صفر، ۲۵۹ نمونه (۷۶/۱ درصد) کمتر از ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر و ۱۰ نمونه (۲/۹ درصد) کلر باقی مانده بیشتر از ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر داشت. درصد باقی مانده 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 باقی مانده 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 باقی مانده غیرقابل قبول بوده است ($P < 0.005$).

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

آلودگی فرم	باقی مانده کلر قابل قبول	
	نداشته	داشت
داشت	۲۱/۵/۶۴	۸/۹/۷
نداشت	۷۵/۵/۱۹۷	۹۱/۱/۷۲
جمع	۲۶۱	۷۹

بحث

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

در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۷۷ روی کیفیت میکروبی آب آبخوری‌های عمومی شهر کاشان انجام گرفت، ۴۷ درصد آبخوری‌ها MPN برابر با صفر و ۳۳/۸ درصد MPN بیش از ۳ داشت در کل نمونه‌ها ۲/۹ درصد دارای آلودگی به کلی فرم مدفوعی بود (۸).

نتایج تحقیق باکتریولوژیکی شبکه‌های آب آشامیدنی شهرستان‌های استان فارس در تابستان ۷۷ نشان می‌دهد که ۷۶/۸ درصد نمونه‌ها دارای MPN بیش از صفر و ۱۹/۸ درصد نمونه‌ها دارای منشأ آلودگی مدفوعی بوده است. بالاترین آلودگی به کلی فرم مربوط به منابع آب روستاهای شهرستان مرودشت (۷۵/۲ درصد) و کمترین غلظت مربوط به روستاهای آباده (صفر) بود. بالاترین غلظت آلودگی مدفوعی مربوط به روستاهای کازرون با ۵۶/۳ درصد و کمترین 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 ۵۶ درصد نمونه‌ها (۳۸ نمونه) MPN بیش از صفر و ۳۲ 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 ۸۷/۷ و ۷۵ درصد نمونه‌ها دارای اثر شیاکلی بود (۷). در بررسی آب آب‌انبارهای شهر کاشان ۲۲/۸ درصد استاندارد و قابل شرب 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 (۱۴/۹ 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 ۸۱ 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 ۸۱ 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 (۸۷/۲ 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 غیرقابل قبول و ۱۰ نمونه (۱۲/۱ درصد) در حد قابل قبول بود. از ۸۱ نمونه فصل پائیز ۶۳ نمونه (۷۷/۸ درصد) در حد غیرقابل قبول و فقط ۱۸ نمونه (۲۲/۳ درصد) در حد قابل قبول و از ۸۲ نمونه فصل زمستان ۵۱ نمونه (۶۲/۲ 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.

درصد (۷۱ مورد) 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.

غیربهداشتی و غیرقابل استفاده شناخته شد و بقیه آب‌انبارها (۵۴/۴ درصد) درجات متفاوت از آلودگی را نشان دادند (۱۲). در این مطالعه مشخص گردید که ۶۷/۸ درصد از نمونه‌های برداشت شده MPN صفر دارد در حالی که طبق استاندارد صنعت آب کشور باید در ۹۸ درصد 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 مطلوب‌تری برخوردار است ولی هنوز تا رسیدن به استاندارد فاصله زیادی دارد.

همچنین در این مطالعه مشخص شد که ۷/۹ درصد 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 لحر می‌باشد که می‌توان آن را به سیستم گندزدایی منطقه نسبت داد زیرا میزان کلر باقی‌مانده آن صفر بود.

از کل نمونه‌ها ۷۹/۱ درصد (۲۶۹ مورد) از نظر میزان کلر باقی‌مانده در حد مطلوب نبود و فقط ۲۰/۹

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، ۱۳۷۴.
۳. ترکیان. مهندسی محیط زیست. انتشارات کنکاش، پائیز 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 حسینان، سال ۱۳۷۴.
۶. استانداردهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، کمیسیون استاندارد ویزگیهای 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 ۸۵-۹۴، 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 ۵۴۰-۵۵۰، 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 ۵۸-۴۹، سال ۱۳۷۹.
۱۲. خلیفه سلطانی، مصطفائی ع. بررسی میزان آلودگی آب، آب انبارهای شهر کاشان از نظر کلی فرم در سال ۱۳۷۴. فصلنامه علمی، پژوهشی فیض، شماره ۱، بهار ۱۳۷۶، صفحات ۱۹-۱۳.