بررسی رابطه بین میزان کدورت، کیفیت میکروبی و غلظت کلر باقیمانده در آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در سال ۱۳۸۷

محمدباقر میران زاده [۱*]، مجتبی حسن زاده [۲]، سمانه دهقان [۲]، محمد صباحی بیدگلی [۳]

خلاصه

سابقه و هدف: بسیاری از مردم کیفیت آب را تنها با ویژگی‌های ظاهری مثل شفافیت و پایین بودن کدورت آن ارزیابی می‌کنند، در صورتی که ممکن است آب از نظر ظاهری بسیار مناسب بوده ولی از نظر کیفیت میکروبی و شیمیایی نامناسب باشد. به‌دلیل تاثیر کدورت بر روی غلظت کلر باقیمانده و راندمان گندزدایی، این تحقیق برای پی‌بردن به رابطه بین این سه پارامتر انجام گرفت.

مواد و روش ها: این مطالعه توصیفی مقطعی بر روی کیفیت آب آشامیدنی ۵۷ روستای شهرستان کاشان در سال ۱۳۸۷ انجام گرفت. کل تعداد نمونه‌ها ۱۷۱ نمونه بود که در سه مرحله و هر مرحله یک نمونه برداشت گردید و بر روی آنها سنجش میزان کدورت، غلظت کلر باقیمانده و تعیین HPC (Heterotrophic Plate Count) انجام گرفت.

نتایج: میزان HPC، کلر باقیمانده و کدورت به‌ترتیب در ۸۶، ۲۲/۸ و ۷۵/٤ درصد آب روستاها در هر سه مرحله، مطلوب و در ۱۲/۳، ۲۹/۸ و صفر درصد آب روستاها در هر سه مرحله نامطلوب بود. همچنین، در روستاهای تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب روستایی در ۹۵ درصد و در روستاهای غیر تحت پوشش در ٦٤/۷ درصد روستاها میزان HPC در حد مطلوب قرار داشت.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که رابطه معنی‌داری بین غلظت کلر باقیمانده و میزان HPC آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان طی سال ۱۳۸۷ وجود داشته، ولی‌در مورد غلظت کلر باقیمانده-کدورت و HPC-کدورت رابطه معنی‌داری وجود ندارد. همچنین، نقش شرکت آب و فاضلاب روستایی در تامین آب آشامیدنی مطلوب در روستاها بسیار قابل ملاحظه می‌باشد.

واژگان کلیدی: آب آشامیدنی، کنترل کیفیت، مناطق روستایی، کلر باقیمانده، کدورت

فصلنامه علمی ــ پژوهشی فیض، دوره پانزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، صفحات ۱۳۱-۱۲٦

مقدمه

زندگی و سلامتی بشر بیش از هر چیز به آب آشامیدنی سالم بستگی داشته و پایه و اساس زندگی بشر با آب سالم مرتبط است. تلاش برای تامین آب سالم بسیار اهمیت دارد [۳-۱]. بسیاری از مردم کیفیت آب را تنها با ویژگی‌های ظاهری مثل شفافیت، رنگ، بو، مزه و کدورت ارزیابی می‌کنند و در عین حال ممکن است آب ویژگی‌های ظاهری مناسبی داشته باشد، ولی از نظر بیولوژیکی و شیمیایی سالم نباشد [٤]. طبق نظر WHO در سال ۲۰۰۳ دسترسی به آب آشامیدنی سالم نیاز و حق اساسی هر انسان است. آب آلوده سلامتی فردی و اجتماعی انسان را به خطر می‌اندازد و یک توهین به شان و مقام انسان است [۵].

بر اساس گزارش بانک توسعه آسیا، برنامه توسعه ملل متحد، کمیسیون اقتصادی و اجتماعی ملل متحد و سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۲ جمعیت روستایی تحت پوشش خدمات آب آشامیدنی سالم در ایران ۸۳ درصد بوده است [۳]. طبق آمار ملی پاکستان تنها ٥٦ درصد از کل جمعیت پاکستان از آب سالم بهره-مند هستند که این عدد برای جمعیت روستایی پاکستان برابر ٤٥ درصد است [٦]. در آفریقای جنوبی نیز قبل از سال ۱۹۹٤، ۳۰ تا ٤۰ درصد از مردم سرویس آبرسانی سالمی نداشتند و بررسی که در سال ۲۰۰٤ در این کشور انجام شد نشان داد که اغلب شبکه-های آبرسانی روستایی دارای کیفیت پایین و ناسالم هستند [۷]. سیستم توزیع آب نقش اساسی در حفظ و نگه‌داری کیفیت آب عمومی دارد [٦]. وظیفه اصلی یک شبکه آبرسانی عمومی تامین آب آشامیدنی سالم در کمیت کافی و کیفیت مورد قبول برای تمام مصرف‌کنندگان است [۵]. در بسیاری از کشورها کلر به‌دلیل ارزان و موثر بودن، برای کاهش یا حذف میکروارگانیسم‌هایی که مسئول بیماری‌های منتقله از طریق آب هستند به آب اضافه می‌شود. کلر می‌تواند در مدت ۳ دقیقه و غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر اکثر ارگانیسم‌های بیماری‌زا برای انسان را به‌طور موثر غیر فعال کند

[۱] دانشیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[۳] مربی، گروه آمار و بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

* **نشانی نویسنده مسوول:**

کاشان، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط

تلفن: ۰۳٦۱ ٥٥٥۰۱۱۱ **دورنویس:** ۰۳٦۱ ٥٥٥۰۱۱۱

پست الکترونیک: miranmn@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۹ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۹۰/۱/۲۳

Archive

www.SID.ir

[٦]. در استاندارد آب آشامیدنی ایران مقدار مطلوب کلر آزاد باقیمانده در هر نقطه از شبکه بعد از نیم ساعت زمان تماس در شرایط عادی ۰/۲ تا ۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر با توجه به pH و در شرایط اضطراری و همه‌گیری‌های بیماری‌های روده‌ای و بلایای طبیعی باید ۱ میلی‌گرم بر لیتر باشد [۸]. کدورت آب به‌عنوان یک فاکتور موثر روی کیفیت میکروبی آب آشامیدنی با حمایت از رشد و بقای میکروارگانیسم‌ها یا کاهش راندمان کلر در تصفیه آب مطرح می‌باشد [۱۰،۹]. کدورت در آب توسط مواد معلق مثل خاک، ماسه، مواد آلی و غیرآلی بسیار ریز، ترکیبات آلی رنگی محلول، پلانکتون‌ها و دیگر موجودات میکروسکپی ایجاد می‌شود [۱۲-۱۰]. کدورت بر مشخصه‌های فیزیکی، میکروبی، شیمیایی و رادیولوژیکی آب تاثیر گذاشته و از آنها تاثیر می‌پذیرد [۱۰]. قانون آب آشامیدنی سالم مقدار کدورت را ۱ واحد NTU توصیه کرده است و نباید از ۵ واحد NTU فراتر رود [۱۲،۱۱]. امروزه متداول‌ترین روش برای سنجش کیفیت میکروبی آب آشامیدنی استفاده از آزمون وجود یا عدم وجود باکتری‌های گروه کلی‌فرم و کلی‌فرم مدفوعی می‌باشد. البته روش‌های مطمئن‌تری نیز برای این منظور وجود دارد که از طرف سازمان بهداشت جهانی نیز مورد تایید قرار گرفته است که یکی از آنها آزمون شمارش بشقابی هترو-تروفیک یا HPC (Heterotrophic Plate Count) می‌باشد. طبق تعریف WHO، HPC یا شمارش بشقابی باکتری‌های هترو-تروف، شاخصی برای حضور تمام باکتری‌هایی در آب است که در دمای ۲۲ و ۳۷ درجه سانتی گراد در انکوباتور رشد می‌کنند [۱۳]. HPC شاخص استانداردی است که برای پایش میکروبی کیفیت آب به‌طور وسیعی استفاده می‌شود [۱۵،۱٤]. استاندارد HPC در آب آشامیدنی طبق نظر WHO حداکثر 500cfu/ml می‌باشد [۱٦]. حداکثر مجاز HPC در آلمان، ایالت متحده آمریکا و استرالیا به‌ترتیب ۱۰۰، ۵۰۰ و ۵۰۰ واحد است. از نظر تئوری اگر غلظت کلر به اندازه کافی بالا باشد، رشد باکتریایی می‌تواند به‌طور مؤثری کنترل شود [۱۳]. به‌علت نقش مهم کیفیت آب بر سلامت بشر و نیز تاثیر مستقیمی که کدورت بر بقای کلی‌فرم‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا و همچنین غلظت کلر باقیمانده در آب دارد، و با توجه به اهمیت زیاد این سه فاکتور در تامین آب آشامیدنی سالم این تحقیق بر روی کیفیت آب مناطق روستایی کاشان انجام گرفت.

مواد و روش ها

این مطالعه توصیفی مقطعی به‌منظور بررسی رابطه بین میزان کدورت، غلظت کلر باقیمانده و کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در سال ۱۳۸۷ انجام گرفت. تعداد کل روستاهای تحت مطالعه ۵۷ روستا بوده که پس از شناسایی منابع تامین آب هر یک از روستاها و بررسی شبکه توزیع آب آنها در سه مرحله و در هر مرحله یک نمونه برای روستاهای زیر ۵۰۰۰ نفر جمعیت بر اساس دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی، مجموعاً به تعداد ۱۷۱ نمونه آب برداشت و در مجاورت یخ به آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کاشان منتقل گردید [۱۷،۱٦]. لازم به ذکر است که سه مرحله فوق شامل سه ماه دی، بهمن و اسفند بود (هر ماه یک مرحله). برای برداشت نمونه‌های میکروبی از ظروف شیشه‌ای در-سنباده‌ای استریل به حجم ۳۰۰ میلی لیتر استفاده گردید. نمونه‌ها بعد از برداشت در داخل یخچال در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و در کمتر از ۲ ساعت به آزمایشگاه منتقل گردید و سپس مورد آنالیز قرار گرفت. سنجش کلر باقیمانده به‌روش Mercuric Thiocyanate Flow Injection Analysis در محل انجام شد. اندازه گیری کدورت نیز با دستگاه نفلومتری مدل HACH-Box389, Loveland colo.U.S.A. انجام گرفت. شمارش HPC نیز بر اساس دستورالعمل ارائه شده در ویرایش بیستم کتاب استاندارد متود به‌روش Pour Plate Method انجام گرفت [۱۸]. در نهایت نتایج از طریق آزمون آماری Fisher exact مورد آنالیز قرار گرفتند.

نتایج

از کل روستاهای شهرستان کاشان که ۵۷ روستا بود ٤۰ روستا تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب روستایی شهرستان کاشان (آبفار کاشان) قرار داشته و ۱۷ روستا تحت پوشش آبفار کاشان نبود. منابع تامین آب روستاها ٦٤ درصد چاه، ۱۷ درصد چشمه، ۱۷ درصد قنات و ۲ درصد تانکر سیار بود. به‌جز گندزدایی با محلول هیپوکلریت کلسیم هیچ‌گونه فرایند تصفیه‌ای قبل از ورود آب به شبکه انجام نمی‌گرفت. در جدول شماره ۱ نتایج وضعیت غلظت کلر باقیمانده، میزان کدورت و تعداد HPC در آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان برای ۳ حالت، هر سه مورد مطلوب، هر سه مورد نامطلوب و حداقل یک مورد و حداکثر دو مورد مطلوب برای روستاهای تحت پوشش و غیر تحت پوشش آبفار کاشان ذکر شده است. در ۲۰ درصد روستاهای تحت پوشش و ۲۹/٤ درصد روستاهای غیر تحت پوشش غلظت کلر باقیمانده در هر سه مرحله نمونه گیری مطلوب بود. در مورد مقدار کدورت، در ۸۰ درصد روستاهای تحت پوشش و ٦٤/۷ درصد روستاهای غیر تحت پوشش در هر سه مرحله در حد

Archive of SID

www.SID.ir

مطلوب بود. همچنین، در مورد تعداد HPC در ۹۵ درصد آب آشامیدنی روستاهای تحت پوشش و ٦٤/٧ درصد از روستاهای غیر تحت پوشش در هر سه مرحله در حد مطلوب استاندارد آب آشامیدنی بود (جدول شماره ۱). در جداول شماره ۲ الی ٤ نتایج آزمون آماری در مورد رابطه بین کدورت و کلر باقیمانده، کدورت و HPC و کلر باقیمانده و HPC در سه مرحله تحقیق ارائه شده است. در ٥٢/٦ درصد کل روستاها تعداد HPC و غلظت کلر باقیمانده هر دو در حد مطلوب و در ۷ درصد کل روستاها، هم تعداد HPC و هم غلظت کلر بافیمانده در حد نامطلوب بود (جدول شماره ۲).

جدول شماره ۱- وضعیت غلظت کلر باقیمانده، HPC و کدورت در آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در سال ۱۳۸۷

روستاها	روستاهای تحت پوشش آبفارکاشان			روستاهای غیرتحت پوشش آبفارکاشان			کل		
پارامتر	کدورت	HPC	کلرباقیمانده	کدورت	HPC	کلرباقیمانده	کدورت	HPC	کلرباقیمانده
	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)
هر سه مطلوب	۳۲(۸۰)	۳۸(۹۵)	۸(۲۰)	۱۱(٦٤/۷)	۱۱(٦٤/۷)	٥(۲۹/٤)	٤۳(۷٥/٤)	٤۹(۸٦)	۱۳(۲۲/۸)
هر سه نامطلوب	۰	۲(٥)	۹(۲۲/٥)	۰	٥(۲۹/٤)	۸(٤۷)	۰	۷(۱۲/۳)	۱۷(۲۹/۸)
حداقل یک و حداکثر دو مرحله مطلوب	۸(۲۰)	۰	۲۳(٥۷/٥)	٦(۳٥/۳)	۱(٥/۹)	٤(۲۳/٦)	۱٤(۲٤/٦)	۱(۱/۷)	۲۷(٤۷/٤)
جمع	٤۰(۱۰۰)	٤۰(۱۰۰)	٤۰(۱۰۰)	۱۷(۱۰۰)	۱۷(۱۰۰)	۱۷(۱۰۰)	٥۷(۱۰۰)	٥۷(۱۰۰)	٥۷(۱۰۰)

جدول شماره ۲- رابطه بین HPC و غلظت کلر باقیمانده در آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در سه مرحله در سال ۱۳۸۷ (مقادیر بر حسب تعداد روستاها)

HPC ←	مطلوب		نامطلوب		جمع	P
کلر باقیمانده ←	مطلوب	نامطلوب	مطلوب	نامطلوب		
مرحله اول	۲۷	۲۲	۲	٦	٥۷	۰/۱٤
مرحله دوم	۳۰	۲۳	۰	٤	٥۷	۰/۰٤٤
مرحله سوم	۳۰	۲۱	۰	٦	٥۷	۰/۰۰۸

جدول شماره ۳- رابطه بین کدورت و غلظت کلر باقیمانده در آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در سه مرحله در سال ۱۳۸۷ (مقادیر بر حسب تعداد روستاها)

کدورت ←	مطلوب		نامطلوب		جمع	P
کلر باقیمانده ←	مطلوب	نامطلوب	مطلوب	نامطلوب		
مرحله اول	۲۹	۲۲	۳	۳	٥۷	۱
مرحله دوم	۲٦	٤	۲۲	٥	٥۷	۰/۷
مرحله سوم	۳٤	۱۹	۳	۱	٥۷	۱

جدول شماره ٤ - رابطه بین کدورت و HPC در آب آشامیدنی روستاهای شهرستان کاشان در سه مرحله در سال ۱۳۸۷ (مقادیر بر حسب تعداد روستاها)

کدورت ←	مطلوب		نامطلوب		جمع	P
HPC ←	مطلوب	نامطلوب	مطلوب	نامطلوب		
مرحله اول	٤۱	۷	٦	۳	٥۷	۰/۱۸
مرحله دوم	٤٥	۳	۸	۱	٥۷	۰/٥
مرحله سوم	۳۷	۹	۸	۳	٥۷	۰/٦۸

بحث

وجود کلر باقیمانده در غلظت مطلوب در آب جهت مقابله با آلودگی میکروبی و حفاظت آب در برابر آلودگی ثانویه ضروری می‌باشد. بر اساس دستورالعمل‌های موجود غلظت کلر باقیمانده مطلوب در آب آشامیدنی بین ۰/۲ تا ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر، کدورت کمتر از ۱ واحد NTU و HPC کمتر از ۵۰۰ واحد

Archive of SID

www.SID.ir

کلونی در میلی‌لیتر می‌باشد. وجود کدورت در آب بر روی راندمان فرایند گندزدایی آب با کلر تاثیر منفی دارد، لذا، هرچه کدورت آب پایین‌تر باشد، راندمان گندزدایی افزایش یافته و از طرف دیگر بالا بودن راندمان گندزدایی سبب بهبود کیفیت میکروبی آب می‌شود [۱۹،۱۷،۱۶،۱۳]. بر اساس نتایج این تحقیق وجود نظارت بر سیستم‌های آبرسانی روستایی توسط شرکت آبفار روستایی سبب می‌شود که کیفیت میکروبی آب از نظر وجود HPC (باکتری‌های هتروتروفیک) به‌مراتب بهتر از روستاهایی باشد که تحت نظارت شرکت آبفار روستایی نبوده‌اند. در این تحقیق در ۹۵ درصد آب روستاهای تحت پوشش در هر سه مرحله کیفیت آب از نظر HPC مطلوب بود. در صورتی که در روستاهای غیرتحت پوشش این رقم ٦٤/٧ درصد بوده است. در بررسی که در شهرستان سقز انجام شده دیده می شود در مواردی که کدورت آب افزایش یافته و یا کلر باقیمانده صفر بوده تعداد موارد آلودگی بیشتر شده است [۲]. نتایج آزمون آماری نشان داد که در مرحله دوم و سوم رابطه معنی‌داری بین غلظت کلر باقیمانده و پارامتر HPC وجود داشته، ولی در مرحله اول رابطه معنی‌داری بین این دو پارامتر وجود نداشته است. در مجموع سه مرحله نیز رابطه معنی‌داری بین غلظت کلر باقیمانده و تعداد HPC در آب وجود داشته است؛ بدین معنی که هرچه غلظت کلر باقیمانده افزایش یابد میزان HPC آب کاهش می‌یابد. لذا، با سنجش آن می‌توان به راندمان گندزدایی‌آب و بهبود کیفیت میکروبی آب پی‌برد [۲۰،۱۷].

علاوه بر این، نتایج آزمون نشان داد که رابطه معنی‌داری بین غلظت کلر باقیمانده و میزان کدورت و همچنین کدورت یا HPC در هر سه مرحله وجود نداشته است. زیرا منابع تامین آب روستاها قنات، چشمه و چاه بوده که در آب این منابع میزان کدورت آب در ۸۰ درصد موارد در حد مطلوب بوده و فراتر از ۱ واحد NTU نبوده است. همچنین، در بقیه موارد نیز میزان کدورت از ۵ واحد NTU که حداکثر میزان مجاز کدورت در آب آشامیدنی می‌باشد فراتر نبوده است.

نتیجه گیری

با توجه به یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه گیری نمود که اگر کدورت آب آشامیدنی در حد استاندارد باشد دلیلی بر مناسب بودن کیفیت میکروبی آب نمی‌باشد و در منابع آب با پایین بودن کدورت نمی‌توان نتیجه گرفت که غلظت کلر باقیمانده در حد مطلوب است. همچنین، با توجه به نتایج تحقیق نقش مدیریت شرکت آبفار روستایی در تامین آب آشامیدنی سالم در روستاها قابل توجه است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله تشکر و قدردانی خود را از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان به‌خاطر تامین اعتبارات لازم جهت اجرای طرح تحقیقاتی فوق اعلام می‌دارند.

References:

[1] Zeini M, Ghaneian MT, Talebi P, Sharifi M, Seykhalishahi S, Goodarzi B, et al. Investigation of Physical, Chemical and Microbial Characteristics of Ahrestan Subterranean Canal (SC) Water in Yazd District for Water Resources Conservation and Sustainable Development. ***Research Journal of Yazd Health Faculty*** 2008; 7(1,2): 36-42. [in Persian]

[2] Dehqani MH, Ghaderpoori M, Fazlzadeh DM, Golmohamadi S. Survey of drinking water quality in rural areas in Saqez. ***Iran J Health Environ*** 2009; 2(2): 132-9. [in Persian]

[3] Ghaderpoori M, Dehghani MH, Fazlzadeh M, Zarei A. Survey of microbial quality of drinking water in rural areas of Saqqez, Iran. ***Am Eurasian J Agric Environ Sci*** 2009; 5(5): 627-32.

[4] Alipoor V, Dindarloo K, Zare S. Water quality in fountain of passenger bus in Bandar Abas. ***Hormozgan Med J*** 2004; 4: 215-9. [in Persian]

[5] Momba MNB, Tyafa Z, Makala N, Brouckairt BM, Obi CL. Safe drinking water still a dream in rural areas of South Africa. ***Water SA*** 2006; 32(5): 715-20.

[6] Farooq S, Hashmi I, Qazi IA, Qaiser S, Rasheed S. Monitoring of coliforms and chlorine residual in water distribution network Rawalpindi, Pakistan. ***Environ Monit Assess*** 2008; 140(1-3): 339-47.

[7] Power KN, Nagy LA. Relationship between bacterial regrowth and some physical and chemical parameters within Sydney's drinking water distribution system. ***Water Res*** 1999; 33(3): 741-50.

[8] Iranian institution for standards and economic research, 1997. Physical and chemical properties of drinking water. Standard No. 1053. 5th ed.

[9] Obi CL, Igumbor JO, Momba MNB, Samie A. Interplay of factors involving chlorine dose, turbidity flow capacity and pH on microbial quality of drinking water in small water treatment plants. ***Water SA (Online)*** 2008; 34(5): 565-72.

[10] Guideline of Turbidity (10/95). available at: http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca September 1986.

[11] LeChevallier MW, Evans TM, Seidler RJ. Effect of turbidity on chlorination efficiency and bacterial persistence in drinking water. ***Appl Environ Microbiol*** 1981; 42(1): 159-67.

Archive of SID

www.SID.ir

[12] Allen MJ, Brecher RW, Copes R, Hrudey SE. Turbidity and microbial risk in drinking water. Prepared for the minister of health province of British Colombia pursuant to section 5 of the drinking water act February 28, 2008.
[13] Bartram J, Cotruvo J, Exner M, Fricker C, Glasmacher A. Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety: The significance of HPCs for water quality and the human health. London: IWA Publishing WHO; 2003. p. 233-44.
[14] Francisque A, Rodriguez M, Miranda L, Sadiq R. Modeling of heterotrophic bacteria in a water distribution system. AWWA 2007 Water Technology Conference, Charlotte, N.C Nov. 4-8, 2007: 1-11.
[15] Lu W, Zhang XJ. Factors affecting bacterial growth in drinking water distribution system. ***Biomed Environ Sci*** 2005; 18(2): 137-40.
[16] WHO, 2006. "guideline for drinking water quality", world health organization, Geneva, first addendum to 3rd ed.
[17] Salvato JA, Nemerow NL, Agardy FJ. Environmental engineering. 5th ed. Hoboken: John Wiley and Sons; 2003. p. 755-9.
[18] Greenberg AE, Clesceri LS, Eaton AD. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington, DC: APHA, AWWA, WPCF; 1995. p. 934-40.
[19] Hammer MJ. Water & Wastewater Technology. 6th ed. New York: Pearson/Prentice Hall; 2008. p. 150-80.
[20] Lamb JC. Water quality and its control. Hoboken: John wily & Sons; 2007. p. 240-376.

Archive of SID

www.SID.ir