تحقیقی

دارای رتبه علمی-پژوهشی
ازکمیسیون نشریات علوم پزشکی کشور

تاثیر pH، کلر باقیمانده و کدورت بر بیواندیکاتورهای میکروبی شبکه آب آشامیدنی

علی ظفر زاده
استادیار مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

نازک امانی داز
کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز بهداشت آق قلا، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

ابوطالب بای
کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

سید مهدی آقاپور
پزشک عمومی، شبکه بهداشت و درمان آق قلا، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

نویسنده مسئول: علی ظفر زاده

پست الکترونیک: alizafarzadeh@yahoo.com

تلفن : ۰۱۷۳۲۴۳۴۳۴۰

آدرس: دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

دریافت: ۹۳/۸/۱۷
ویرایش پایانی: ۹۳/۹/۱۰
پذیرش: ۹۳/۹/۱۹

چکیده:

زمینه و هدف: *بیو اندیکاتورهای میکروبی آب آشامیدنی همواره تحت تاثیر پارامترهای مختلف محیطی و شیمیایی از جمله کدورت و کلر می باشند. بنابراین با توجه به اینکه ارزیابی کیفیت آب شرب اغلب بر اساس کلر باقیمانده،کلیفرم گرماپای، باکتری هتروتروف وکدورت انجام می شود. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر pH، کلر باقیمانده و کدورت بر بیواندیکاتورهای میکروبی می بود.*

روش بررسی: *در این مطالعه توصیفی-تحلیلی تعداد ۳۲۴ نمونه از سیستم آبرسانی روستایی و ۳۲ نمونه از شبکه شهریدر شهرستان آق قلا در سال ۹۲ جمع آوری گردید. کلیه مراحل طبق روش استاندارد انجام شد.*

یافته ها : *در شبکه آبرسانی روستایی حدود ۵، ۹ و ۳۳ درصد نمونه ها به ترتیب دارای آلودگی کلیفرم مدفوعی، استرپتوکوک مدفوعی و هتروتروف بالای ۵۰۰ CFU/ml بودند. شبکه شهری فاقد آلودگی کلیفرمی بوده و سایر بیواندیکاتورها کمتر از مناطق روستایی بودند. کدورت بالای ۵ NTU در نمونه های شهری و روستایی به ترتیب حدود ۳ و ۹ درصد بود. رابطهٔ بیو اندیکاتورهای مورد مطالعه با کلر باقیمانده، باکتری کلیفرم مدفوعی با pH و کدورت با باکتری هتروتروف معنی دار بود($P \leq ۰/۰۵$).*

نتیجه گیری: *حضور استرپتوکوک مدفوعی در برخی از نمونه های فاقد کلیفرم مدفوعی در شبکه آبرسانی نمی تواند دلیل قطعی عدم آلودگی آب باشد. وجود آلودگی های میکروبی در حضور کلر باقیمانده نشان دهنده آن است که فقط کلر زنی جهت سالم سازی آب آشامیدنی کافی نمی باشد.*

واژه های کلیدی: *کلر، کدورت، عوامل بیولوژیکی، آب آشامیدنی*

آدرس مقاله
ظفر زاده ع، امانی داز ن، بای ا، آقاپور س م" تاثیر pH، کلر باقیمانده و کدورت بر بیواندیکاتورهای میکروبی شبکه آب آشامیدنی" مجله علوم آزمایشگاهی، خرداد و تیر۹۴، دوره نهم (شماره ۲): ۱۱۰-۱۱۸

مقدمه

نوشیدن آب آشامیدنی سالم و فاقد مخاطرات بهداشتی، در طول دورهٔ زندگی برای کلیهٔ مصرف کنندگان ضروری است. آبهای دارای آلودگی میکروبی می توانند باعث بیماری های مختلف از جمله اسهال گردد(۱). از ۳/۴ میلیون مرگ ناشی از بیماری مرتبط با آب در سال، ۲/۲ میلیون مرگ مربوط به اسهال است که بسیاری از این مرگ ها مربوط به بچه های زیر ۵ سال است(۲). ۳۵ درصد از گزارش های بیماری گاستروانتریت در بین نوشندگان آب لوله کشی، مربوط به آب آشامیدنی و قابل پیشگیری بوده است(۴). کلیفرم گرماپای دسته ای از کلیفرم ها است که در ۴۴/۵ درجه سانتیگراد رشد کرده و لاکتوز را با تولید گاز و اسید تخمیر و تولید اندول از تریپتوفان میکند و تمایل به رشد در pH خنثی را دارند، البته برخی از گونه ها در ۳۷ درجه رشد کرده و تولید گاز نمی کنند(۷). بسیاری از گونه های کلیفرم ها از جمله سیتروباکتر، انتروباکتر و کلبسیلا می توانند در سیستم توزیع کلنیزه شوند(۸). این باکتری ها به عنوان شاخص تعیین کربن آلی جذب شده در آب آشامیدنی می توانند استفاده شوند(۹). استرپتوکوک مدفوعی کوکسی گرم مثبت رشته ای است که همگی دارای آنتی ژن D گروه لندسفیلد بوده و pH قلیایی را تحمل می کنند و نسبت بهE.Coli و دیگر گروه های کلیفرمی در مقابل استرس های محیطی و کلریناسیون مقاومتر هستند(۱۰)، به جز در آب و هوای گرمسیری در محیط رشد نمی کنند و به مدت طولانی تری از E.Coli زنده می مانند(۷). به همین دلیل سازمان بهداشت جهانی استرپتوکوک مدفوعی را به عنوان شاخص خاص آلودگی مدفوعی معرفی می کند. شمارش باکتریایی هتروتروف هوازی که اغلب HPC نامیده می شود، باکتری هایی هوازی هستند که برای تشخیص تعداد باکتری های کل در آب می توانند استفاده شوند و با آلودگی مدفوعی ارتباطی ندارند(۱۱). افزایش باکتری هتروتروف می تواند نشانه ای از مشکل در تصفیه و شکستگی، تعمیرات، حضور رسوبات و بیوفیلم ها و رشد مجدد باکتری ها در اثر وجود مواد آلی مغذی در شبکه آبرسانی باشد(۱۲) و می تواند در افراد با نقص دستگاه ایمنی از جمله برای بیماران در بیمارستان، کلینیک ها و مهد کودک ها ایجاد بیماری نماید.

باکتری هتروتروف در آب آشامیدنی می تواند باعث ایجاد طعم، بو و یا مشکلاتی همچون فساد محصولات تولید شده از جمله مواد غذایی، آرایشی بهداشتی و داروها گردد(۱۳). pH در منابع آب پارامتری است که در کوتاه مدت ثابت است و تغییرات غیر معمول آن ممکن است، نشان دهنده وقایع و شکستگی ها در شبکه آبرسانی باشد(۱۴). کدورت نشان دهنده ذرات معلق است اما شاخص آلودگی به مواد مدفوعی نیست و افزایش آن اغلب نشان دهنده افزایش تعداد پاتوژن ها، از جمله کیست ها و اووسیست ها است. کدورت آب بر مراحل تصفیه، مخصوصاً در ضد عفونی کردن با کلر تاثیر داشته و باعث مصرف کلر می شود و تاثیر کلر بر روی میکروارگانیسم ها را کاهش می دهد(۱۵). در مطالعه انجام شده در تبریز بین pH و باکتری هتروتروف رابطه معناداری وجود داشته است و در pH بالاتر باکتری هتروتروف بیشتری مشاهده شده است اما در این مطالعه رابطه معناداری بینpH و باکتری هتروتروف پیدا نشده است. در مطالعه انجام شده در تبریز در سال ۸۹، در۵۰ درصد نمونه های مناطق مختلف شهر باکتری هتروتروف مشاهده شده است که در شش منطقه آن بیشتر از CFU/ml۵۰۰ بوده است(۱۸). در برخی از بررسی های انجام شده هیچ رابطه قابل پیش بینی بین کیفیت باکتریولوژیک و کدورت در سیستم شبکه آبرسانی وجود نداشته است(۱۹). در این مطالعه سعی شده است تاثیر pH، کلر باقیمانده و کدورت بر بیواندیکاتورهای میکروبی شبکه آب آشامیدنی بررسی گردد.

روش بررسی

در این مطالعه که از نوع مقطعی با رویکرد توصیفی-تحلیلی بود، نمونه برداری باتوجه به شیوع بیشتر بیماری های منتقله توسط آب در فصل گرما و مطابق رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی در تابستان سال ۹۲ از شبکه آب شرب شهرستان آق قلا انجام گرفت. کلیه مراحل نمونه برداری و انجام آزمایش ها طبق روش استاندارد انجام شد(۱۴). به منظور دقت بیشتر و بررسی تاثیر شبکه آبرسانی بر روی کیفیت آب آشامیدنی۳۲ نمونه از شبکه آبرسانی شهری آق قلا و ۳۲۴ نمونه از شبکه های آبرسانی روستایی این شهرستان انجام گرفت که ۱۷۸ نمونه برداری از ابتدای شبکه های آبرسانی (

نزدیکترین شیر برداشت آب از منبع توزیع) و ۱۷۸ نمونه برداری از انتهای شبکه آبرسانی (دورترین شیر برداشت آب از منبع توزیع آب) بود. جهت به دست آوردن حجم نمونه از رابطه تعیین اندازه نمونه با برآورد نسبت یک صفت استفاده گردید(۲۱). به منظور آزمون کل کلیفرم، از روش تخمیر ۹ لوله ای با محیط کشت مرحله ی احتمالی لاکتوز براث (Lactoe Broth, LB)، سپس محیط کشت مرحله ی تاییدی بریلیانت گرین لاکتوز بایل براث(Briliant Green Lactose Bile Broth, BGLBB) و برای کلیفرم مدفوعی از محیط کشت اشریشیاکلی براث(Escherichia coli Broth, ECB) استفاده شده است. برای آزمون HPC محیط کشت R2A آگار (R2A Agar) و روش پورپلیت به کار گرفته شده است. برای آزمایش استرپتوکوک مدفوعی، در مرحله ی احتمالی از محیط کشت دکستروز آزاید براث (Azide Dextrose Broth) و در مرحله ی تاییدی از محیط کشت PSE آگار (Pfizer Selective Enterococcus Agar) استفاده شده است. کلیه ی محیط های استفاده شده تولید شرکت مرک آلمان بوده و آزمون ها نیز بر اساس تکنیک های استاندارد متد انجام گرفته اند(۱۴). اندازه گیری کدورت نمونه ها توسط کدورت سنج مدل: Eutech instrument Turbidimetr TN100 انجام شد. میزان کلر باقی مانده آزاد و pH به هنگام نمونه برداری در محل با استفاده از کیت کلر سنجی به مارک HACK اندازه گیری و ثبت گردید. جهت بررسی معناداری روابط بین متغیرها از نرم افزار SPSS و آزمونChi-square با ضریب اطمینان ۹۵ درصد (P<۰/۰۵) استفاده گردید.

یافته ها

با وجود اینکه میانگین کلر باقیمانده در شبکه آبرسانی روستاها بیشتر (۰/۳۳ میلی گرم بر لیتر) از شبکه آبرسانی شهری (۰/۲۳ میلی گرم بر لیتر) بود اما میانگین آلودگی به استرپتوکوک مدفوعی، باکتری هتروتروف و کلیفرم مدفوعی در شبکه آبرسانی روستاها بیشتر بوده است. میانگین کلیفرم مدفوعی در مراکز روستایی ۰/۷۶ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر بوده است و این در حالی است که میانگین استرپتوکوک مدفوعی ۵/۵۷ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر بوده است. تعداد باکتری هتروتروف در شبکه آبرسانی شهری و روستایی به ترتیب ۶۸۸ و ۱۰۴۲ کلنی در میلی لیتر بوده است. همچنین میانگین کدورت در شبکه آبرسانی روستایی بیشتر از شبکه آبرسانی شهری می باشد.(جدول ۱)

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار مشخصات شیمیایی و بیولوژیکی مربوط به شبکه آبرسانی مناطق روستایی و شهری آق قلا

مناطق	عنوان	تعداد کل نمونه	کلر باقیمانده آزاد (mg/l	PH	کدورت (NTU)*	کلیفرم مدفوعی(MPN/100ml)	استرپتوکوک مدفوعی (MPN/100ml)	تعداد هتروتروف در میلی لیتر
روستایی	میانگین±انحراف معیار	۳۲٤	۰/۳۳±۰/۲۵	۷/٦±۰/۲۵	۲/۲٦±۱/۳۷	۰/۷٦±۲/٤	۵/۷±۳۵/۹	۱۰٤۲±۱۱۷٤
	بیشترین		۱/۳۳	۸/۲۰	۷/۰۳	۱۹	۳۱۳	۵۰۰۰
	کمترین		۰/۰۰	۷/۰۰	۰/۵۲	۰	۰	۰
شهری	میانگین	۳۲	۰/۲۳±۱۲	۷/٤±۰/۲	۱/۸۸±۰/۲	۰±۰	۰/۱۹±۰/۳۲	۱۰۸٦±۱۰۲۳
	بیشترین		۰/٤	۷/٦	۲/٦۵	۰	۰/۵۷	۲۰٤۵
شبکه	ابتدا	۱۷۸	۰/۳۷±۰/۱۸	۷/٦±۰/۱۷	۲/۱±۱/۲۳	۰/٦٦±۱/۳	۲/۹±٦/۷	۸٦۸±۲۰٦
	انتها		۰/۲۸±۰/۲۳	۷/٦±۰/۲۹	۲/۳±۱/٤۲	۰/۷۳±۲/۱	۷/۲±۱٦/۸	۱۱۵٦±۹۸٤
	کل	۳۵٦	۰/۳۳±۰/۲۵	۷/٦±۰/۲۵	۲/۲±۱/۳۷	۰/۷±۲/٤	٦/۱±۲٤/۸	۱۰۱۲±۹۸۷

Nephelometric Turbidity Units (NTU)

جدول ۲-فراوانی و درصد متغیرهای مورد بررسی به تفکیک مراکز شهری و روستایی

متغیر مورد بررسی	مراکز شهری *		مراکز روستایی*	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
آلودگی کلیفرم مدفوعی	۰	۰	۱۵	٤/٦
آلودگی به استرپتوکوک مدفوعی	۱	۳/۱	۲۹	۸/۹
باکتری هتروتروفیک بالای ۵۰۰ عدد درمیلیلیتر	٦	۱۸/۷۵	۱۰۸	۳۳
کلر باقیمانده کمتر از ۰.۲	۱۰	۳۱	۹۷	۳۰
۵ >کدورت >۱NTU	۱۹	۵۹	۱۹۵	٦۰
NTU>5 کدورت	۱	۳/۱	۲۹	۸/۹
pH (6. 5-7.5)	۳۲	۱۰۰	۳۲۱	۹۹

جدول۳- جدول توافقی کلر، کدورت و pH با آلودگی کلیفرمی، کلیفرم مدفوعی، استرپتوکوک مدفوعی و باکتری هتروتروف

عنوان			آلودگی کلیفرمی		آلودگی کلیفرم مدفوعی		آلودگی استرپتوکوک مدفوعی		آلودگی هتروتروفیک	
			تعداد سالم (درصد)	تعداد آلوده(درصد)	تعداد سالم (درصد)	تعداد آلوده(درصد)	تعداد سالم (درصد)	تعداد آلوده(درصد)	تعداد سالم (درصد)	تعداد آلوده(درصد)
کلر باقیمانده (ppm)	کمتر از ۰/۲	تعداد	۷٦ (٦۷/۳)	۳۷(۳۲/۷)	۱۰۲ (۹۰/۳)	۱۱ (۹/۷)	۹۱ (۸۰/۵)	۲۲ (۱۹/۵)	٦۰ (۵۳/۱)	۵۳ (٤٦/۹)
	۰/۲-۰/۸	تعداد	۲۰۹ (۹۲/۱)	۱۸ (۷/۹)	۲۲۳ (۹۸/۲)	٤ (۱/۸)	۲۱۹ (۹٦/۵)	۸ (۳/۵)	۱۷۰ (۷٤/۹)	۵۷ (۲۵/۱)
	۰/۸بیشتر از	تعداد	۱٦ (۱۰۰)	۰ (۰)	۱٦ (۱۰۰)	۰ (۰)	۱۵ (۹۳/۸)	۱ (٦/۳)	۱۲ (۷۵)	٤ (۲۵)
کدورت (NTU)	کل	تعداد	۳۰۱ (۸٤/٦)	۵۵ (۱۵/٤)	۳٤۱ (۹۵/۸)	۱۵ (٤/۲)	۳۲۵ (۹۱/۳)	۳۱ (۸/۷)	۲٤۲ (٦۸)	۱۱٤ (۳۲)
	کمتر از ۱	تعداد	۹٦ (۸۸/۱)	۱٤ (۱۱/۹)	۱۰۷ (۹۸/۲)	۲ (۱/۸)	۱۰۱ (۹۲/۷)	۸ (۷/۳)	۸٦ (۷۸/۹)	۲۳ (۲۱/۱)
	۱-۵	تعداد	۱۷۷ (۸۱/۹)	۳۹ (۱۸/۱)	۲۰٤ (۹٤/٤)	۱۲ (۵/٦)	۱۹۷ (۹۱/۲)	۱۹ (۸/۸)	۱۳۸ (٦۳/۹)	۷۸ (۳٦/۱)
	بیشتر از ۵	تعداد	۲۸ (۹۰/۳)	۳ (۹.۷)	۳۰ (۹٦/۸)	۱ (۳/۲)	۲۷ (۸۷/۱)	٤ (۱۲/۹)	۱۸ (۵۸/۱)	۱۳ (٤۱/۹)
pH	کل	تعداد	۳۰۱ (۸٤/٦)	۵۵ (۱۵/٤)	۳٤۱ (۹۵/۸)	۱۵ (٤/۲)	۳۲۵ (۹۱/۳)	۳۱ (۸/۷)	۲٤۲ (٦۸)	۱۱٤ (۳۲)
	کمتر از ۷/۵	تعداد	۱۱٦ (۸۱/۱)	۲۷ (۱۸/۹)	۱۳۳ (۹۳)	۱۰ (۷)	۱۳۲ (۹۲/۳)	۱۱ (۷/۷)	۹۷ (٦۷/۸)	٤٦ (۳۲/۲)
	بیشتر از ۷/۵	تعداد	۱۸۵ (۸٦/۹)	۲۸ (۱۳/۱)	۲۰۸ (۹۷/۷)	۵ (۲/۳)	۱۹۳ (۹۰/٦)	۲۰ (۹/٤)	۱٤۵ (٦۸/۱)	٦۸ (۳/۹)
	کل	تعداد	۳۰۱ (۸٤/٦)	۵۵ (۱۵/٤)	۳٤۱ (۹۵/۷)	۱۵ (٤/۲)	۳۲٦ (۹۱/۳)	۳۱ (۸/۷)	۲٤۲ (٦۸)	۱۱٤ (۳۲)

نتایج اندازه گیری کلر باقیمانده نشان می دهد که مقدار کلر باقیمانده در ابتدای شبکه آبرسانی به طور میانگین ۰/۳۷mg/lit و در انتهای شبکه آبرسانی۰/۲۸mg/lit بوده است و کدورت و pH در ابتدا و انتهای شبکه آبرسانی تغییر چندانی نداشته است. میانگین استرپتوکوک مدفوعی و باکتری هتروتروف در انتهای شبکه های آبرسانی افزایش معنی داری داشته است (P≤۰/۰۵). تعداد استرپتوکوک مدفوعی در ابتدای و انتهای شبکه های آبرسانی به ترتیب ۲/۹۴ و ۷/۲ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر بوده است. باکتری هتروتروف در ابتدا و انتهای شبکه آبرسانی ۸۶۸ و ۱۱۵۶ عدد در میلی لیتر بوده است (جدول ۱). کلیهٔ نمونه های جمع آوری شده از شبکه آبرسانی شهری فاقد کلیفرم مدفوعی بودند در حالیکه ۴/۶ درصد نمونه های شبکه آبرسانی روستاها دارای کلیفرم مدفوعی بودند. نمونه های دارای استرپتوکوک مدفوعی و باکتری هتروتروف بالای۵۰۰ CFU/ml در شبکه آبرسانی شهری و روستایی به ترتیب ۳/۱، ۸/۹ درصد و ۱۸/۷، ۳۳ درصد بود و ۳/۱ درصد نمونه های شبکه آبرسانی شهری و ۸/۹ درصد نمونه های شبکه آبرسانی روستایی دارای کدورت بالای۵NTU بودند(جدول ۲). یافته ها نشان می دهند که در نمونه های دارای کلر باقیمانده کمتر از ۰/۲ppm، حدود ۴۷ درصد نمونه ها دارای آلودگی به باکتری هتروتروف (بیش از۵۰۰ CFU/ml) بوده اند و به ترتیب ، ۱۹/۵، ۹/۷ درصد نمونه ها دارای آلودگی به استرپتوکوک مدفوعی و کلیفرم مدفوعی بودند و در نمونه های دارای کلر باقیمانده۰/۸ppm-۰/۲ نیزبیش از ۲۵ درصد نمونه ها دارای آلودگی به باکتری هتروتروف بوده اند و در نمونه های آب دارای کلر باقیمانده بیشتر از۰/۸ ppm آلودگی نمونه ها به باکتری هتروتروف و استرپتوکوک مدفوعی به ترتیب ۲۵ و ۶/۳ درصد بوده است. با افزایش کدورت از ۱ به بیش از ۵ NTU آلودگی نمونه ها به باکتری هتروتروف(بالای ۵۰۰ CFU/ml) از ۲۱ به ۴۲ درصد، آلودگی به استرپتوکوک مدفوعی از حدود ۷ به ۱۳ درصد و آلودگی به کلیفرم مدفوعی از ۱/۸ به ۳/۲ درصد افزایش یافته است. در نمونه آب های دارای pHکمتر از ۷/۵ نمونه های دارای آلودگی کلیفرم مدفوعی ۷ درصد بود که بیشتر از نمونه های دارای pH بیشتر از ۷/۵ بود(۲/۳٪) و بر عکس، در نمونه های دارای pH بیشتر از ۷/۵ نمونه های دارای آلودگی استرپتوکوک مدفوعی ۹/۴ درصد بود که بیشتر از نمونه های دارای pH کمتر از ۷/۵ بود(۷/۷٪)(جدول ۳). به منظور بررسی رابطه بین کلر باقیمانده، کدورت و pH با آلودگی کلیفرمی، کلیفرم مدفوعی، استرپتوکوک مدفوعی و باکتری هتروتروف در آب شبکه آبرسانی ازChi-square استفاده گردید که بر اساس مطالعه حاضر و تجزیه و تحلیل آماری می توان گفت که رابطه کلر باقیمانده با استرپتوک مدفوعی، باکتری هتروتروف و کلیفرم مدفوعی با ضریب اطمینان ۹۵ درصد معنا دار بود(P≤۰/۰۵). رابطهpH با آلودگی کلیفرمی مدفوعی و رابطه کدورت با باکتری هتروتروف با ضریب اطمینان ۹۵ درصد نیز کاملا معنا دار بود و در کدورت بالاتر آلودگی به باکتری هتروتروف بیشتر بوده است(P≤۰/۰۵).

بحث

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، غلظت کلر باقیمانده در انتهای شبکه نسبت به ابتدای شبکه کمتر بود. از طرفی با توجه به اینکه کلر باقیمانده در شبکه آبرسانی روستاها نسبت به مناطق شهری بیشتر بوده است میانگین آلودگی های میکروبی در روستاها بیشتر بودکه دلیل آنرا احتمالاً می توان به وجود مواد آلی در شبکه آبرسانی، از جمله ایجاد لایه های بیوفیلمی حاوی میکروارگانیسم ها و رسوبات ذکر کرد. در مطالعه حاضر آلودگی های میکروبی در شبکه های کوچک روستایی بیشتر بود. در مطالعه ای که توسط September و همکاران انجام شد، نشان داده اند که پاتوژن های زنده مانده از عملیات تصفیه و ضد عفونی می توانند در بیوفیلم موجود، رشد و تولید کلنی نموده و در جریان آب منتشر شوند و سیستم های کوچکتر تعداد بیشتری از انواع بالقوه پاتوژن های گرم منفی را دارا هستند(۲۲). رشد مجدد باکتری کلیفرمی با میزان فیلتراسیون، دما، نوع و غلظت مواد ضدعفونی کننده، غلظت کربن آلی و کنترل خورندگی مرتبط می باشد و عدم کنترل خوردگی لوله و عدم اجرای برنامه سالیانه فلاشینگ (شستشوی شبکه) ممکن است منجر به وقوع باکتری کلیفرم در سیستم شبکه آبرسانی شود. بررسی ها نشان داده اند، که با افزایش دمای آب از ۵ درجه به بیش از ۲۰ درجه سانتیگراد، رشد کلیفرم ها ۱۸ برابر در سیستم هایی با کلر آزاد افزایش

یافته است. جهت کنترل رشد میکروارگانیسم ها در سیستم توزیع با درجه حرارت بالاتر می توان از کلرآمین استفاده کرد که محصولات جانبی کمتری دارد(۲۳). در این مطالعه میزان کلیفرم مدفوعی در انتهای شبکه تا حدودی بیشتر از ابتدای شبکه بود که این افزایش معنی دار نبود و با وجود ورود احتمالی آلودگیهای محیطی، افزایش کلیفرم مدفوعی نسبت به استرپتوکوک مدفوعی و باکتری هتروتروف که افزایش چشمگیری را نشان دادند، افزایش اندکی داشته است(۰/۶۶ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر در ابتدای شبکه ها و ۰/۷۳ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر در انتهای شبکه ها) که ممکن است به علت حساسیت بیشتر این میکروارگانیسم به کلر باقیمانده باشد. همچنین به جز گونه های اشریشیاکلی انترتوکسیکوژنیک گونه های دیگر احتمالا قادر به رشد مجدد در شبکه آبرسانی نمی باشند. این باکتری می تواند در برخی موارد به بیوفیلم چسبیده و در سیستم توزیع آب تکثیر پیدا کند(۲۴) و در دمای ۲۰درجه سانتیگراد و در غیاب کلر باقیمانده آزاد در سیستم شبکه توزیع آب آشامیدنی می تواند کلنیزه شود. به هر حال کلنیزه شدن کلیفرم مدفوعی در شبکه توزیع به صورت جزئی و موقت است(۲۵). اشریشیاکلی به مواد ضدعفونی کننده بسیار حساس است و بنابراین حضور آن می تواند یک نقص عمده در سیستم توزیع به شمار برود و از آنجایی که می تواند توسط ضدعفونی کننده ها غیر فعال شود، اگر فقط اشریشیاکلی شاخص مورد استفاده باشد، آلودگی مدفوعی که وارد سیستم شبکه می شود ممکن است مشخص نشود(۲۶). استرپتوکوک مدفوعی نسبت به کلیفرم مدفوعی در انتهای شبکه نسبت به ابتدای شبکه افزایش بیشتری نشان داده است، که می تواند به دلیل مقاومت زیاد این میکروارگانیسم نسبت به شرایط محیطی و از جمله کلر باقیمانده آزاد باشد. همچنین در نمونه های دارای pH بالاتر از ۷/۵ استرپتوکوک مدفوعی بیشتر مشاهده شد و در برخی از نمونه ها که کلیفرم مدفوعی صفر بوده است نیز مشاهده شد. بنابراین استرپتوکوک مدفوعی در قضاوت ما از آلودگی مدفوعی نمونه می تواند بسیار دقیق تر باشد. مطالعات نشان داده اند که استرپتوکوک مـــدفوعی در زمـــستان نسبت به تابستان مدت بیشتری زنده می مانند(۲۷) در این مطالعه میزان pH در ابتدا و انتهای شبکه در یک حد بوده و تغییری نداشته است که می تواند با احتمال وجود لایه بیوفیلمی به دلیل زیاد بودن سختی و املاح کربناته آب ثابت مانده باشد. بررسی ها نشان داده اند، لوله ها وتانک های ذخیره سیمان اندود شده می توانند باعث نشت کربنات کلسیم به آب شوند که ممکن است به طور قابل توجهی pH و قلیائیت آب آشامیدنی را بالا ببرند، این امر زمانی که به خصوص آستر بتونی جدید باشد، به وقوع می پیوندند و همچنین به نوع سیمان استفاده شده، زمان تماس بین آب و مواد سیمان و قطر لوله نیز بستگی دارد(۲۸). در این مطالعه میانگین کدورت در سیستم شبکه آبرسانی بالاتر از NTU ۱ بود و در حد نامطلوب قرار داشت و کدورت در انتهای شبکه تا حدودی از ابتدای شبکه بیشتر بود که می تواند دلیلی بر ورود ثانویه آلودگی ها بر اثر شکستگی یا نشتی در طول شبکه آبرسانی باشد. باکتری استرپتوکوک مدفوعی، باکترهای هتروتروف وکلیفرم مدفوعی با کلر باقیمانده آزاد رابطه کاملا معناداری نشان داده اند. طی یک مطالعه انجام شده در شهرستان آق قلا بین کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی با کلر باقیمانده رابطه معناداری نشان داده است و ارتباط کدورت وکلر باقیمانده معنادار نبوده است (۲۹) . پژوهش حاضر نیز رابطه معناداری بین کدورت و کلر باقیمانده نشان نداد. در این مطالعه بین کلیفرم مدفوعی وpH رابطه کاملا معناداری وجود داشته است و کلیفرم مدفوعی در pH پایین تر از ۷/۵ بیشتر مشاهده شده است. مطالعات نشان داده اند که کلیفرم مدفوعی بیشتر تمایل به رشد در pH خنثی را دارد (۳۰). در این مطالعه میانگین باکتری هتروتروفیک بالاتر از حد مجاز (۵۰۰ کلنی در ۱۰۰ میلی لیتر) بوده است که می تواند نشان دهنده رشد مجدد این میکروارگانیسم ها و ایجاد لایه بیوفیلمی در سیستم شبکه آبرسانی باشد. در مطالعه انجام شده در تبریز ،در۵۰ درصد نمونه های مناطق مختلف شهر باکتری هتروتروف مشاهده شده استکه در شش منطقه آن بیشتر از CFU/ml۵۰۰ بوده است(۱۸). در مطالعه دیگری که توسطMccoy و همکاران انجام شد دریافتند که تعداد باکتری های هتروتروف در نمونه های آب شهری در ۱۸/۷۵ درصد و روستایی در ۳۳

درصد از نمونه ها بیشتر از CFU/ml ۵۰۰ بوده است که بیشتر از استاندارد آب شرب می باشد (۱۹). در مطالعه انجام شده در تبریز بین pH و باکتری هتروتروف رابطه معناداری وجود داشته است و در pH بالاتر باکتری هتروتروف بیشتری مشاهده شده است اما در این مطالعه رابطه معناداری بینpH و باکتری هتروتروف پیدا نشده است. در این مطالعه میانگین باکتری هتروتروفیک بالاتر از حد مجاز (۵۰۰ کلنی در ۱۰۰ میلیلیتر) بوده است که می تواند نشان دهنده رشد مجدد این میکروارگانیسم ها و ایجاد لایه بیوفیلمی در سیستم شبکه آبرسانی باشد. در مطالعه انجام شده در تبریز در سال ۸۹، در۵۰ درصد نمونه های مناطق مختلف شهر باکتری هتروتروف مشاهده شده استکه در شش منطقه آن بیشتر از CFU/ml۵۰۰ بوده است(۱۸). در مطالعه دیگری که توسط Mccoyو همکاران انجام شد دریافتند که تعداد باکتری های هتروتروف در نمونه های آب شهری در ۱۸/۷۵ درصد و روستایی در ۳۳ درصد از نمونه ها بیشتر از CFU/ml ۵۰۰ بوده است که بیشتر از استاندارد آب شرب می باشد. در برخی از بررسی های انجام شده هیچ رابطه قابل پیش بینی بین کیفیت باکتریولوژیک و کدورت در سیستم شبکه آبرسانی وجود نداشته است(۱۹). در بررسی انجام شده در کاشان نیز بین کدورت و باکتری هتروتروف رابطه معناداری وجود نداشته است(۲۰).

نتیجه گیری

افزایش کلیفرم مدفوعی و باکتریهای هتروتروف نشاندهندۀ رشد آنها در لایه های بیوفیلم موجود در شبکه آبرسانی می باشد که این لایه می تواند به عنوان محافظی برای میکروارگانیسم ها بوده باشد. وجود آلودگی های میکروبی به خصوص حضور باکتری هتروتروف بیشتر از CFU/ml ۵۰۰ در حضور کلر باقیمانده بیشتر از۰/۲ppm نشان دهنده آن است که فقط کلر زنی جهت سالم سازی آب آشامیدنی کافی نبوده است. لذا شستشوی سالانه شبکه آبرسانی (فلاشینگ)، گندزدایی و شستشوی نهایی آن توصیه می شود.

تشکرو قدر دانی

بدین وسیله از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی گلستان به دلیل حمایت مالی این طرح به شماره ۱۵۲۱ مورخ ۹۱/۵/۷، همکاران واحد بهداشت محیط، هسته پژوهش شهرستان و آزمایشگاه آب شهرستان آق قلا تشکر و قدردانی به عمل می آید.

References

1. Pittet D, Allegranzi B, Boyce J. *The World Health Organization guidelines on hand hygiene in health care and their consensus recommendations*. Infect Control Hosp Epidemiol. 2009; 30(7): 611-22. doi: 10.1086/600379.

2. Dufour A, Snozzi M, Koster W, Bartram J, Ronchi E, Fewtrell L. *Assessing microbial safety of Drinking Waters: Improving approaches and methods.* WHO Drinking Water quality series, OECD. London, 2003.

3. VanDerslice J, Briscoe J. *Environmental interventions in developing countries: interactions and their implications.* American journal of epidemiology. 1995; 141(2): 135-44. PMID:7817969.

4. Payment P, Richardson L, Siemiatycki J, Dewar R, EdwardesM, Franco E. *A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to consumption of drinking water meeting current microbiological standards.* American journal of public health. 1991; 81(6): 703-8.

5. Ford TE. *Microbiological safety of drinking water: United States and global perspectives.* Environmental Health Perspectives. 1999; 107(Suppl 1): 191-206.

6. Mintz E, Bartram J, Lochery P, Wegelin M. *Not just a drop in the bucket: expanding access to point-of-use water treatment systems.* American journal of public health. 2001; 91(10): 1565-70.

7. Hardina C, Fujioka R. Soil: *The environmental source of Escherichia coli and enterococci in Hawaii's streams.* Environmental toxicology and water quality. 1991; 6(2): 185-95. DOI: 10.1002/tox.2530060208.

8. Martin R, Gates W, Tobin RS, Grantham D, Sumarah R, Wolfe P, et al. *Factors affecting coliform bacteria growth in distribution systems.* Journal (American Water Works Association). 1982; 74(1): 34-37.

9. Camper AK, McFeters G, Characklis W, Jones W. *Growth kinetics of coliform bacteria under conditions relevant to drinking water distribution systems.* Applied and Environmental Microbiology. 1991; 57(8): 2233-9.

10. Helmer R, Hespanhol I, SupplyW, Council SC, Gleeson C, Gray N, et al. *Water pollution control: a guide to the use of water quality management principles.* 2nd ed. E & FN Spon Great Britain. 1997.

11 Hsu FC, Shieh Y, Van Duin J, Beekwilder M, Sobsey MD. *Genotyping male-specific RNA coliphages by hybridization with oligonucleotide probes.* Applied and Environmental Microbiology. 1995; 61(11): 3960-6. PMID: 8526509.

12. Ainsworth R. *Safe piped water: Managing microbial water quality in piped distribution systems.* IWA Publishing. 2004.

13. Rompre A, Servais P, Baudart J, de-Roubin MR, Laurent P. *Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches*. Journal of Microbiological Methods. 2002; 49(1):31–54. PMID:11777581.

14. APHA A. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. WEF (American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation). 2005; 20.

15. Fewtrell L, Bartram J. *Water quality: Guidelines, standards, and health: Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease:* IWA Publishing. 2001.

16. Gauthier V, Redercher S, Block J. *Chlorine Inactivation of Sphingomonas Cells Attached to Goethite Particles in Drinking Water*. Applied Environtal Microbiolgy. 1999; 65(1): 355–357.

17. Camper A, Burr M, Ellis B, Butterfield P, Abernathy C. *Development and Structure of Drinking Water Biofilms and Techniques for Their Study.* Journal of Applied Microbiology. 1998;85(S1):1S-12S. doi: 10.1111/j.1365-2672.1998.tb05277.x.

18. Mosaferi M, Shakerkhatibi M, Mehri Badloo A. *Heterotrophic bacteria in drinking water in Tabriz, Iran*. sjsph. 2011; 8(4): 83-92.[Persian]

19. Mccoy WF, Olson BH. *Relationship among turbidity, particle counts and bacteriological quality within water distribution lines*. Water Research. 1986; 20(8): 1023-9. DOI: 10.1016/0043-1354(86)90045-X.

20. Miranzadeh MB, Hasanzadeh M, Dehqan S, Sobahi-Bidgoli M. *The relationship between turbidity, residual chlorine concentration and microbial quality of drinking water in rural areas of Kashan during 2008-9.* Feyz Journal of Kashan University of Medical Sciences. 2011; 15(2) [Persian].

21. Bernard R. *Fundamental of Biostatistics*. 3rd ed. Tehran, Iran University Press. 2001; 324-331.

22. September S, Els F, Venter S, Brozel V. *Prevalence of bacterial pathogens in biofilms of drinking water distribution systems.* Journal of water and health. 2007; 5(2): 219-27.

23. LeChevallier MW, Welch NJ, Smith DB. *Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water*. Applied and Environmental Microbiology. 1996; 62(7): 2201-11.

24. Daly B, Betts W, Brown A, O'Neill J. *Bacterial loss from biofilms exposed to free chlorine*. Microbios. 1998; 96(383): 7-21.

25. Fass S, Dincher M, Reasoner D, Gatel D, Block JC. *Fate of Escherichia coli experimentally injected in a drinking water distribution pilot system.* Water Research. 1996; 30(9): 2215-21. DOI: 10.1016/0043-1354(96)00100-5.

26. Ainsworth R. Safe piped water***:****Managing microbial water quality in piped distribution systems:* IWA Publishing; 2004: 5-6.

27. Gagnon GA, Slawson RM. *An efficient biofilm removal method for bacterial cells exposed to drinking water*. Journal of Microbiological Methods. 1999; 34(3): 203-14.

28. Cohen J, Shuval HI. *Coliforms, fecal coliforms, and fecal streptococci as indicators of water pollution.* Water, Air, & Soil Pollution. 1973; 2(1): 85-95.

29. EPA. *Distribution System Indicators of Drinking Water Quality. U.S. EPA Office of Groundwater and Drinking Water.* Office of Water (4601M). 2006: 15-20.

30. Zafarzadeh A, Amanidaz N, Seyedghasemi N. *Relationship between Turbidity and Residual Chlorine and Microbial Quality of Drinking Water.* Medical Laboratory Journal. 1393; 8(3): 74-81. [Persian].

Effect of pH, Chlorine Residual and Turbidity on the Microbial Bio Indicators of Drinking Water Network

Zafarzadeh, A. (PhD)
Assistant professor of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

Amanidaz, N. (MSc)
MSc of Environmental health engineering, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

Bay, A. (MSc)
MSc of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

Aghapour, SM. (MD)
General Practitioner, Aq-Qala Health Center, Golestan University of Medical sciences, Gorgan, Iran

Corresponding Author: Zafarzadeh, A.

Email: alizafarzadeh@yahoo.com

Received: 29 Oct 2014
Revised: 1 Dec 2014
Accepted: 10 Dec 2014

Abstract

Background and objective: Bioindicators of drinking water are always influenced by physical and chemical factors such as turbidity and chlorine. Considering the assessment of drinking water quality is based on residual chlorine, E.coli, heterotrophic bacteria and turbidity. We aimed to evaluate the effect of pH, chlorine residual and turbidity on the microbial bioindicators.

Material and methods: In this descriptive-analytic study, 324 and 32 water samples were collected from rural and urban water distribution network of Aq Qala city in 2013, respectively. All steps were performed according to standard methods.

Results: In rural water supply, 5%, 9% and 33% of the samples were contaminated with fecal coliform, fecal streptococcus and the heterotrophic more than 500CFU / ml. In urban network, coliform contamination was not seen and other bioindicators were less than those of rural networks were. Turbidity of above 5 NTU in urban and rural samples was 3 and 9 percent, respectively. Bioindicators had significant relationship with residual chlorine, fecal coliform bacteria with pH and turbidity with heterotrophic bacteria ($P \leq 0.05$).

Conclusion: The presence of fecal streptococcus bacteria in some samples without fecal coliform cannot confirm the safety of drinking water. Microbial contamination in the presence of residual chlorine implies that just chlorination is not enough for having healthy water.

Keywords: Chlorine, Turbidity, Biological Factors, Drinking water

This paper should be cited as: Zafarzadeh A, Amanidaz N, Bay A, Aghapour SM. [Effect of pH, Chlorine Residual and Turbidity on the Microbial Bio Indicators of Drinking Water Network]. mljgoums. 2015; 9(2): 110-118[Article in Persian]