دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال هفدهم، شماره ۶، صفحه ۱۲۳۵– ۱۲۲۳ (بهمن و اسفند ۱۳۹۳)

ISMJ 2015; 17(6): 1223-1235

بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی شبکه توزیع شهر بوشهر در سال ۱۳۹۱

الهام شبانکاره فرد [۱]، رقیه حیاتی [۲]، سینا دوبرادران [۱، ۳ و ۴*]

[۱] گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
[۲] گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
[۳] مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج‌فارس، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
[۴] مرکز تحقیقات بهداشت محیط سیستمی، نفت، گاز و انرژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

(دریافت مقاله: ۹۳/۳/۳۰- پذیرش مقاله: ۹۳/۶/۴)

چکیده

زمینه: ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی مبنای قضاوت قابل شرب بودن آن است. تغییرات نامطلوب در این پارامترها می‌تواند سلامت مصرف کنندگان را تهدید کند. لذا هدف این مطالعه بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب شرب و مقایسه آن با استانداردهای ملی و سازمان حفاظت محیط زیست (**EPA**) می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی مقطعی، از نیمه دوم سال ۹۱ آغاز و تا پایان همان سال ادامه یافت. ۵۰ نمونه به‌صورت مستقیم از شبکه توزیع آب شهر بوشهر جمع‌آوری گردید. آزمایشات فیزیکی و شیمیایی بر اساس روش‌های مندرج در استاندارد متد صورت گرفت. آزمایشات میکروبی کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی با روش تخمیر چند لوله‌ای و باکتری‌های هتروتروف به روش **Spread Plate** انجام گرفت.

یافته‌ها: میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده به‌ترتیب هدایت الکتریکی ۱۱۵۵/۵ میکروزیمنس بر سانتی‌متر، کدورت **NTU** ۰/۲۷، **pH**۷/۱۲، قلیائیت ۱۷۱/۵، سختی کل ۴۵۸/۹۶، سختی کلسیم ۳۹۰/۹۶ و سختی منیزیم ۶۸ میلی‌گرم بر لیتر بر حسب کربنات کلسیم، کلسیم ۱۵۶/۳۸، منیزیم ۱۶/۹۵، کلر باقیمانده ۰/۶۱، کلرور ۸۳/۲۶، کل جامدات محلول (**TDS**) ۵۷۷/۷، آهن ۰/۱۱۵، فلوراید ۰/۴۸، فسفات ۰/۰۵۹، نیترات ۳/۰۸، نیتریت ۰/۰۰۳ و سولفات ۷۲۸/۳۸ میلی‌گرم در لیتر، کلیفرم کل (۰)، کلیفرم مدفوعی (۰) **MPN/100mL** و شمارش بشقابی هتروتروفیک (**HPC**) ۳۰۹/۸ **CFU/mL** بود و به جز **TDS** و سولفات، کلیه پارامترها استانداردهای ملی و **EPA** آب آشامیدنی را برآورده می‌نمایند.

نتیجه‌گیری: کیفیت بهداشتی آب شبکه توزیع شهر بوشهر مشکل آفرین نیست. به جز **TDS** و سولفات بالا که می‌تواند تا حدی اثرات مسهل برای مصرف کننده و نیز خوردگی شبکه آبرسانی را به دنبال داشته باشد.

واژگان کلیدی: شبکه توزیع آب، کلی‌فرم کل، کلی‌فرم مدفوعی، سولفات، بوشهر

* بوشهر، مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج‌فارس، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
Email :sina_dobaradaran@yahoo.com

مقدمه

آب حدوداً ۶۵ درصد از وزن بدن جانداران را تشکیل می‌دهد و بی‌شک ترکیبی حیاتی برای تمامی موجودات زمین محسوب می‌شود (۱).

دسترسی به منابع آب آشامیدنی سالم در بسیاری از کشورهای دنیا مسئله‌ای مهم است. طبق آمار سازمان جهانی بهداشت[1]، سالانه ۱/۱ میلیارد نفر در جهان به منابع آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند (۲) و حدود ۸۰ درصد از مرگ ومیر کودکان در اثر بیماری‌های گوارشی مانند اسهال به دنبال مصرف آب آشامیدنی آلوده روی می‌دهد (۳). در همین راستا، طبق گزارشات اعلام شده در سال ۲۰۰۹، هر ۲۰ ثانیه یک کودک در اثر بیماری مرتبط با آب جان خود را از دست داده است (۴). از طرفی با توجه به افزایش آگاهی‌های عمومی و توجه بیشتر به جنبه‌های کیفی و ظاهری آب، اهمیت موضوع کیفیت آب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین معیارها برای قضاوت در مورد عملکرد متولیان آن در نظر گرفته می‌شود (۱) و کنترل‌های دوره‌ای آب آشامیدنی بیش از پیش نمایان می‌شود (۵).

از این منظر، خواص فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب از جمله پارامترهای مهمی هستند که در بهداشت و سلامت آب مصرفی و همچنین سطح رضایتمندی مصرف کنندگان جایگاه خاصی دارند. باید توجه داشت که در این بین بررسی عوامل میکروبی و شیمیایی به دلیل عدم قضاوت با چشم ظاهری از اهمیت بالاتری برخوردارند (۶ و ۷). آب آشامیدنی ایده‌آل باید شفاف، بدون بو و مزه، پایدار (موجب خوردگی یا رسوب‌گذاری نشود)، عاری از ارگانیسم‌های بیماری‌زا و دیگر ترکیبات مضر باشد (۱ و ۸).

با وجود تلاش‌های جهانی و فناوری‌های مدرنی که برای تولید آب آشامیدنی سالم به کار گرفته شده است، بیماری‌های منتقله توسط آب که در شمار شایع‌ترین بیماری‌های عفونی نیز قرار دارند، هنوز هم مورد نگرانی می‌باشند (۵ و ۹). وبا، تیفوئید، اسهال باسیلی، هپاتیت عفونی، لپتوسپیروز، ژیاردیازیس و گاستروآنتریت از جمله بیماری‌هایی هستند که توسط ویروس‌ها، باکتری‌ها و پروتوزوآها ایجاد و به وسیله آب منتقل می‌گردند (۵). ارزیابی جامع کیفیت میکروبی آب مستلزم بررسی تمام پاتوژن‌هایی است که پتانسیل ایجاد عفونت در انسان را دارند (۲). اما به دلیل نیاز به وقت و هزینه زیاد برای تجزیه و تحلیل تمامی این پاتوژن‌ها، جهت بررسی کیفیت میکروبی آب تنها ارگانیسم‌های شاخص (اندیکاتور) بررسی می‌شود (۲ و ۱۰). این ارگانیسم‌ها مانند کلی‌فرم کل و کلی‌فرم مدفوعی، بیشترین کاربرد را در تعیین کیفیت میکروبی آب آشامیدنی دارند. آزمون شمارش بشقابی هتروتروفیک[2] نیز از دیگر روش‌های مورد تأیید سازمان جهانی بهداشت است که امروزه بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (۲ و ۱۱).

شاخص استاندارد HPC به‌طور وسیع برای پایش میکروبی آب استفاده می‌گردد. شمارش بشقابی هتروتروفیک می‌تواند شاخصی از باکتری‌های سریع رشد کننده مرتبط با پاتوژن و همچنین یک نشانه از باکتری‌های شاخص که به آرامی رشد می‌کنند، باشد (۱۱).

در مقایسه با آلاینده‌های میکروبی، آلاینده‌های شیمیایی موجود در آب آشامیدنی اغلب از اولویت کمتری برخوردار هستند زیرا اثرات مضر ناشی از آلاینده‌های شیمیایی در اثر مواجهه‌ی طولانی مدت با آن‌ها ایجاد می‌شود، در حالی که اثرات ناشی از آلاینده‌های

[1] WHO

[2] Heterotrophic Plate Count (HPC)

میکروبی معمولاً حاد و زودهنگام می‌باشند. با این حال، مواد شیمیایی در آب‌های توزیع شده می‌تواند عامل ایجاد مشکلات بسیار جدی شود (۱۲). همان‌طور که سواری و همکاران در مطالعه بر روی آب شرب شهر اهواز نشان دادند که کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب احتمالاً می‌تواند نقش مهمی در ایجاد خورندگی، نشت فلزات و اثرات نامطلوب کیفی و زیبا شناختی داشته باشد (۱۳).

از جمله مهم‌ترین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی می‌توان به پارامترهایی نظیر pH، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول[3]، کدورت، کلر آزاد باقیمانده، قلیائیت، سختی، کلرور، کلسیم، منیزیم، آهن، نیترات، نیتریت، سولفات، فلوئور و فسفات اشاره کرد که کمبود یا زیاد بودن پاره‌ای از آن‌ها می‌تواند سلامتی انسان را به خطر اندازد (۱۶-۱۴). به عنوان مثال، پوسیدگی دندان در اثر کمبود فلوئور و فلوئوروزیس دندانی- استخوانی، ناباروری، آلزایمر، مشکلات عصبی و اختلالات تیروئیدی در اثر ورود بیش از حد فلوئور به بدن می‌تواند ایجاد شود (۲۳-۱۷). غلظت‌های زیاد نیترات در آب مصرفی می‌تواند منجر به متهموگلوبینمی در نوزادان و نیز تشکیل ترکیبات سرطان‌زای نیتروزآمین شود (۲۴ و ۲۵). افزایش آهن می‌تواند باعث ایجاد طعم، رنگ، بو و کدورت در آب آشامیدنی گردد (۲۶). TDS بالا در آب می‌تواند موجب ایجاد طعم شور و کاهش تمایل مصرف کنندگان به مصرف چنین آب‌هایی شود (۲۷ و ۲۸). تاکنون مطالعات زیادی بر روی کیفیت آب آشامیدنی شهرهای مختلف انجام گرفته است.

نصرالهی و همکاران در سال ۱۳۸۹ کیفت آب شهر گرگان را بررسی نمودند و نتایج نشان داد که آب شرب مصرفی از لحاظ پارامترهای شیمیایی و میکروبی مشکلی ندارد (۲۹). هم چنین دیندارلو و همکاران نشان دادند که کیفیت شیمیایی آب شرب شهر بندرعباس از دیدگاه بهداشتی مشکل آفرین نیست (۳۰). لذا با توجه به مطالب فوق و ضرورت پایش مداوم کیفیت آب شبکه‌های آبرسانی شهری و نبود تحقیقات کافی و جدید در این زمینه در شهر بوشهر، این مطالعه با هدف ارائه تصویری روشن از کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب شرب شبکه توزیع شهر بوشهر و مقایسه آن با استاندارد ملی و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)[4] انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌گیری

این مطالعه توصیفی‌مقطعی در نیمه دوم سال ۱۳۹۱ انجام شد. از ۱۰ نقطه در سطح شهر، نمونه‌برداری از آب شبکه توزیع به طور لحظه‌ای انجام گرفت. آزمایشات به صورت ۵ بار تکرار برای هر پارامتر صورت پذیرفت و در مجموع ۵۰ نمونه جمع‌آوری گردید. استریل نمودن ظروف، نمونه‌برداری، حمل و نقل و نگهداری آن‌ها در آزمایشگاه طبق دستورالعمل موجود در استاندارد متد انجام گرفت (۳۱). بر این اساس جهت نمونه‌برداری میکروبی، از ظروف شیشه‌ای استریل حاوی تیوسولفات سدیم استفاده شد. نمونه‌ها در مجاورت یخ نگهداری و جهت انجام آزمایشات میکروبی بلافاصله به آزمایشگاه آب و فاضلاب منتقل و مورد آزمایش قرار گرفتند. به منظور نمونه‌برداری برای تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نیز از بطری‌های پلی‌اتیلنی تمیز به حجم ۱ لیتر استفاده گردید. pH و کلر آزاد باقیمانده در محل

[3] Total Dissolved Solids

[4] U.S.EPA

نمونه‌برداری سنجش شدند. به این منظور جهت سنجش pH از کیت pH سنج و معرف فنول رد و جهت سنجش کلر آزاد باقیمانده نیز از کیت کلر سنج و معرفDPD[5] (N و N دی اتیل پارافینیلین دی آمین) استفاده گردید.

آزمایشات میکروبی

آزمایشات میکروبی HPC، کلی‌فرم کل و کلی‌فرم مدفوعی طبق روش استاندارد انجام شدند. جهت آزمایش HPC، محیط کشت R2A در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد و سپس کلنی‌های تشکیل شده بر سطح آگار با استفاده از دستگاه کلنی کانتر مدل Scan 100 Interscience ساخت کشور فرانسه شمارش شده و به صورت واحد کلنی در میلی‌لیتر (CFU/mL)[6] گزارش شدند. سنجش باکتری‌های کلی فرم کل و مدفوعی نیز طبق روش تخمیر چند لوله‌ایی بر اساس استاندارد شماره ۳۷۵۹ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شد و نتایج به صورت MPN/100mL[7] گزارش شدند (۳۲).

آزمایشات فیزیکی و شیمیایی

آزمایشات فیزیکی و شیمیایی مورد نظر در دو دسته آزمایشات تیتریمتری و آزمایشات به روش دستگاهی انجام شدند. آزمایشات تیتریمتری شامل سنجش سختی کل، سختی کلسیم و منیزیم، کلرور و قلیائیت بوده که مطابق با دستورالعمل‌های مندرج در کتاب مرجع استاندارد متد صورت گرفتند (۳۱). بر این اساس روش سنجش سختی کل، سختی کلسیم و منیزیم با تیتراسیون توسط اتیلن دی آمین ترا استیک اسید (EDTA) ۰/۰۱ نرمال، قلیائیت به روش تیتراسیون با اسیدسولفوریک ۰/۱ نرمال و سنجش کلرور به روش موهر (آرژانتومتری) صورت گرفت. آزمایشات دستگاهی نیز شامل سنجش هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه Electric Conductivity Meter مدل Greisinger-GLM020 ساخت کشور آلمان، کدورت به روش نفلومتری با دستگاه کدورت سنج ثابت مدل LUTRON-2016 ساخت کشور تایوان، آنیون‌ها و کاتیون‌های فلوراید، آهن، نیترات، نیتریت، فسفات و سولفات نیز با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل DR2000 ساخت کشور آمریکا به کمک مواد شناساگر مخصوص هر فاکتور سنجش شدند. بر این اساس، آهن در طول موج ۵۱۰ نانومتر، سولفات ۴۵۰ نانومتر، فسفات ۸۹۰ نانومتر، نیترات ۴۰۰ نانومتر، نیتریت ۵۰۷ نانومتر و فلوراید در ۵۷۰ نانومتر سنجش شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار Excel و SPSS (SPSS Inc، Il، USA) ویرایش ۱۶ انجام شد و در نهایت میانگین نتایج حاصله با استانداردهای ملی و EPA مقایسه گردید.

یافته‌ها

طبق جدول ۱ نتایج پارامترهای کلی فرم کل و مدفوعی برای تمام نمونه‌های جمع‌آوری شده صفر به‌دست آمد. نتایج غلظت میانگین هر یک از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در شبکه توزیع آب شرب شهر بوشهر در جدول ۲ ارائه شده است. نمودارهای ۱ تا ۴ مقایسه بین میانگین غلظت پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی اندازه‌گیری شده در این مطالعه با حداکثر مجاز استاندارد ملی و EPA را نشان می‌دهند.

[5] N,N Dietyl Parafynylyn Diamine
[6] Colony Forming Units per milli Liter
[7] Most Probable Number

جدول ۱) میانگین پارامترهای میکروبی آب شرب شبکه توزیع شهر بوشهر و مقایسه آن‌ها با استانداردهای ملی و EPA

ایستگاه / پارامتر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	میانگین کل	استاندارد (حداکثرمجاز)		واحد اندازه‌گیری
												ملی	EPA	
کلیفرم کل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	MPN/100mL
کلیفرم مدفوعی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	MPN/100mL
HPC	۳۸۶	۲۳۶	۲۵۲	۴۳۶	۲۱۴	۲۲۴	۳۱۰	۲۳۸	۴۴۴	۳۵۸	۳۰۹/۸	۵۰۰	۵۰۰	CFU/ml

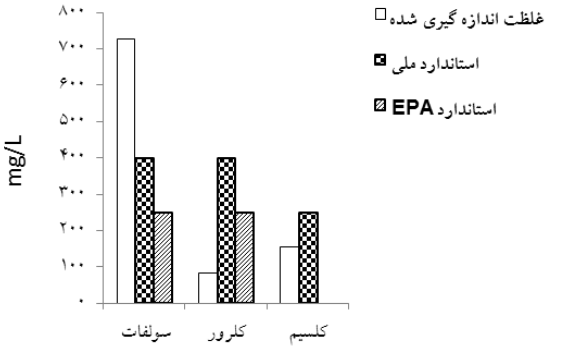
حداکثر مجاز: حداکثر غلظت املاح در آب که استمرار در مصرف آن از لحاظ سلامتی برای یک انسان با وزن ۷۵ کیلوگرم و مصرف روزانه ۲/۵ لیتر آب خطرساز نباشد.

جدول ۲) میانگین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شرب شبکه توزیع شهر بوشهر و مقایسه آن‌ها با استانداردهای ملی و EPA

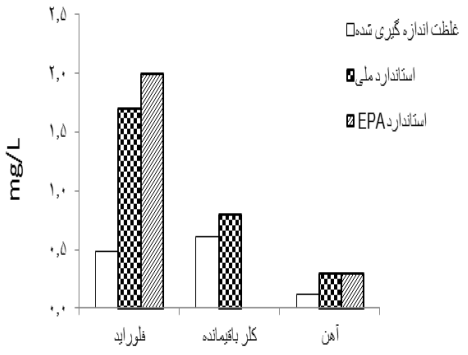
ایستگاه / پارامتر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	میانگین کل	استاندارد (حداکثرمجاز)		واحد اندازه‌گیری
												ملی	EPA	
هدایت الکتریکی	۱۱۳۲/۲	۱۱۱۳/۶	۱۱۱۷/۶	۱۱۰۸/۲	۱۱۵۵/۴	۱۲۰۳	۱۱۷۷/۴	۱۱۶۲	۱۱۶۷/۴	۱۲۱۸	۱۱۵۵/۵	۱۵۰۰	*	µS/cm
کدورت	۰/۵	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۶۱	۰/۲۶	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۲۹	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۲۷	۵	۵	NTU
pH	۷/۱	۷/۰۴	۷/۲	۷/۱	۷/۰۴	۷/۰۸	۷/۱۴	۷/۲۲	۷/۱۶	۷/۱۶	۷/۱۲	۹	۸/۵	-
کلرباقیمانده	۰/۴۸	۰/۵۶	۰/۴۸	۰/۷	۰/۶۴	۰/۵۴	۰/۷۲	۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۷	۰/۶۱	۰/۸	*	mg/L
TDS	۵۶۶/۱	۵۵۶/۸	۵۵۸/۸	۵۵۴/۱	۵۷۷/۷	۶۰۱/۵	۵۸۸/۷	۵۸۱	۵۸۳/۷	۶۰۹	۵۷۷/۷	۱۵۰۰	۵۰۰	mg/L
کلسیم	۱۴۸/۶۴	۱۵۰/۸۸	۱۴۹/۹۲	۱۴۸/۱۶	۱۵۶	۱۶۳/۶۸	۱۵۹/۸۴	۱۶۳/۳۶	۱۵۹/۳۶	۱۶۴	۱۵۶/۳۸	۲۵۰	*	mg/L
منیزیم	۱۷/۲۵	۱۴/۸۶	۱۶/۴۵	۱۶/۷۵	۱۵/۹۶	۱۷/۴۵	۱۹/۸۵	۱۷/۲۵	۲۱/۱۴	۱۲/۵۶	۱۶/۹۵	۵۰	*	mg/L
کلرور	۸۰/۵۷	۷۹/۳۷	۸۰/۸۷	۷۹/۳۷	۸۲/۴۷	۸۸/۲۷	۸۴/۹۷	۸۶/۱۷	۸۵/۵۷	۸۴/۹۷	۸۳/۲۶	۴۰۰	۲۵۰	mg/L
آهن	۰/۱۲۴	۰/۰۶۹	۰/۱۱۵	۰/۱۶۵	۰/۳۶۷	۰/۰۶۹	۰/۰۶۷	۰/۰۶۸	۰/۰۴۶	۰/۰۵۹	۰/۱۱۵	۰/۳	۰/۳	mg/L
فلوراید	۰/۴۳	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۵۳	۰/۵۹	۰/۵۴	۰/۴۵	۰/۵۲	۰/۴۸	۱/۷	۲	mg/L
فسفات	۰/۰۵۳	۰/۰۶	۰/۰۵۸	۰/۰۳۹	۰/۰۶۳	۰/۰۴۷	۰/۰۷۷	۰/۰۶۴	۰/۰۵۸	۰/۰۶۷	۰/۰۵۹	*	*	mg/L
سولفات	۶۸۶/۳۶	۶۵۵/۶۴	۶۵۶/۴۹	۶۳۳/۷۳	۶۸۰/۳۹	۸۹۸/۵۸	۸۲۲/۳۴	۸۰۷/۵۵	۸۰۷/۲۶	۶۳۵/۵	۷۲۸/۳۸	۴۰۰	۲۵۰	mg/L
نیترات	۲/۹۷	۳/۰۶	۲/۸۶	۲/۵۱	۲/۶۶	۳/۵۱	۳/۵۴	۳/۴۲	۲/۹۴	۳/۳۶	۳/۰۸	۵۰	۱۰	mg/L
نیتریت	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۳	۱	mg/L
قلیائیت	۱۸۰	۱۷۶	۱۷۲	۱۷۴	۱۷۰	۱۷۰	۱۶۸	۱۷۰	۱۷۱	۱۶۴	۱۷۱/۵	*	*	mg/L as $CaCO_3$
سختی کل	۴۴۰/۸	۴۳۶/۸	۴۴۰/۸	۴۳۷/۶	۴۵۴	۴۷۹/۲	۴۷۹/۲	۴۷۷/۶	۴۸۳/۲	۴۶۰/۴	۴۵۸/۹۶	۵۰۰	*	mg/L as $CaCO_3$
سختی کلسیم	۳۷۱/۶	۳۷۷/۲	۳۷۴/۸	۳۷۰/۴	۳۹۰	۴۰۹/۲	۳۹۹/۶	۴۰۸/۴	۳۹۸/۴	۴۱۰	۳۹۰/۹۶	*	*	mg/L as $CaCO_3$
سختی منیزیم	۶۹/۲	۵۹/۶	۶۶	۶۷/۲	۶۴	۷۰	۷۹/۶	۶۹/۲	۸۴/۸	۵۰/۴	۶۸	*	*	mg/L as $CaCO_3$

*: استانداردی تعیین نشده است.

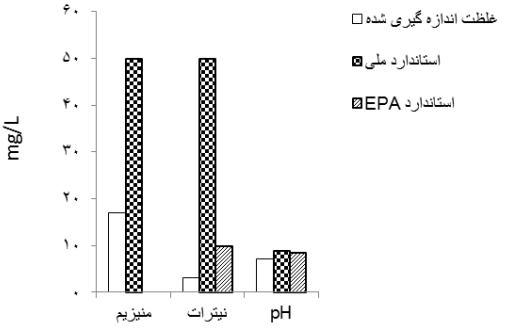
حداکثر مجاز: حداکثر غلظت املاح در آب که استمرار در مصرف آن از لحاظ سلامتی برای یک انسان با وزن ۷۵ کیلوگرم و مصرف روزانه ۲/۵ لیتر آب خطرساز نباشد.



نمودار ۱) مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده با استاندارد ملی و EPA



نمودار ۳) مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده با استاندارد ملی و EPA



نمودار ۲) مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده با استاندارد ملی و EPA

نمودار ۴) مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده با استاندارد ملی و EPA

بحث

در هنگام بهره‌برداری از شبکه توزیع آب آشامیدنی هر جامعه، محافظت و جلوگیری از آلوده شدن آن به آلاینده‌های بیماری‌زا مسئله مهمی است (۳۳). در این مطالعه، کلیه نتایج حاصل از آزمایشات کلی‌فرم کل و کلی‌فرم مدفوعی منفی بود و میزان HPC نمونه‌ها نیز در مقایسه با استانداردهای ملی و EPA پایین‌تر از حداکثر مجاز و قابل قبول بودند (۳۴ و ۳۵)، که این موضوع نشان‌دهنده سالم بودن آب شبکه توزیع شهر بوشهر از لحاظ میکروبی می‌باشد. وجود کلر آزاد باقیمانده در آب مصرفی برای از بین بردن ارگانیسم‌ها و اطمینان از سالم بودن آب بسیار مهم است (۳۶ و ۳۷). از طرفی مقادیر بالای کلر آزاد باقیمانده در محدوده ۳-۲ میلی‌گرم در لیتر موجب بوی آزار دهنده برای مصرف کننده خواهد شد (۳۷). در این مطالعه میانگین کلر آزاد باقیمانده نمونه‌ها حدود ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر بود که خود تأییدی بر نتایج میکروبی به‌دست آمده است و نتایج نیز در محدوده مجاز استاندارد ملی و EPA قرار داشت.

pH نمونه‌ها در محدوده ۷/۲۲-۷/۰۴ بود که در مقایسه با استانداردها در رنج طبیعی و مجاز می‌باشد (۳۴ و ۳۵).

هدایت الکتریکی شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر بوشهر در محدوده‌ی ۱۲۱۸-۱۱۰۸/۲ میکروزیمنس بر سانتی‌متر و با میانگین ۱۱۵۵/۵ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بود. هدایت الکتریکی بیش از ۱۵۰۰

میکروزیمنس بر سانتی‌متر می‌تواند موجب خوردگی ساختارهای آهنی شبکه توزیع آب شهری شود (۳۷).

کدورت، دیگر پارامتر مورد بررسی در این مطالعه بود. از نظر زیبایی شناختی، مصرف کنندگان تمایل به مصرف آبی عاری از کدورت دارند (۱). مواد کلوئیدی کدورت‌زا، سطوحی را برای جذب ارگانیسم‌های بیولوژیکی، مواد شیمیایی مضر و یا عوامل ایجاد طعم و بوی نامطبوع فراهم می‌کنند، علاوه‌بر آن موجب حفاظت از میکروارگانیسم‌ها در برابر عامل گندزدا شده و در نتیجه موجب کاهش اثر عامل گندزدا در آب می‌شود (۳۸). وجود کدورت بیش از NTU ۱ می‌تواند بازده گندزدایی را کاهش داده و کدورت بیش از NTU ۵، با چشم غیرمسلح نیز قابل تشخیص است (۳۷). کدورت نمونه‌های آب شبکه توزیع شهر بوشهر در محدوده NTU ۰/۵–۰/۰۸ بود و میانگین کدورت کل نیز NTU ۰/۲۷ بود که در حد قابل قبول از نظر استاندارد ملی و EPA قرار داشت (۳۴ و ۳۵) و با نتایج مطالعه توانگر و همکاران و پیندی (Pindi) و همکاران همخوانی دارد (۳۷ و ۳۹).

سختی کل آب آشامیدنی شبکه توزیع شهر بوشهر در محدوده ۴۸۳/۲–۴۳۶/۸ با میانگین ۴۵۸ میلی‌گرم بر لیتر بر حسب کربنات کلسیم قرار داشت که طبق دسته‌بندی آب آشامیدنی از نظر سختی، جزء آب‌های بسیار سخت تلقی می‌شود (۳۸). سختی می‌تواند بر روی مزه آب اثر بگذارد. مقادیر خیلی کم سختی کل می‌تواند موجب خوردگی لوله‌ها و مقادیر بسیار بالای آن نیز موجب تشکیل پوسته در دیگ‌های بخار و فرآیندهای حرارتی در صنعت شود (۳۷). طبق استاندارد ملی آب شرب در ایران، حداکثر مقدار مجاز سختی، ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم می‌باشد و از سوی سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا نیز هنوز مقدار حداکثری برای آن ارائه نشده است (۳۴ و ۳۵)؛ لذا سختی آب شرب شهر بوشهر از نظر بهداشتی مشکلی برای سلامتی مصرف کنندگان نخواهد داشت. ولی از نظر مصرف خانگی می‌تواند موجب افزایش مصرف صابون و ایجاد مشکل در پخت حبوبات شود (۴۰). از لحاظ مصارف صنعتی و در نتیجه از نظر اقتصادی نیز می‌تواند برای صنایع مشکل‌ساز باشد.

کلسیم و منیزیم در همه آب‌هایی که از صخره‌ها نشأت می‌گیرند وجود دارند ولی معمولاً مقدار منیزیم در مقایسه با کلسیم در آب کمتر بوده که می‌تواند به دلیل کمتر بودن عنصر منیزیم نسبت به کلسیم در پوسته زمین باشد. غلظت‌های بالای منیزیم در آب می‌تواند موجب ایجاد طعم ناخوشایند در آب شود (۱۵). منیزیم دارای اثر مسهل نیز است ولی بیشتر از آن می‌تواند موجب آسیب به تأسیسات حرارتی و لوله‌های انتقال آب گردد و در نتیجه موجب ایجاد هزینه‌های بالا برای تأسیسات تصفیه و گرمایش آب شود (۲). کلسیم نیز عنصری ضروری برای سیستم عصبی و تشکیل استخوان‌ها می‌باشد (۱۵). میزان کلسیم و منیزیم در آب شرب شهر بوشهر به ترتیب در محدوده ۱۶۴–۱۴۸/۱۶ و ۲۱/۱۴–۱۲/۵۶ میلی‌گرم در لیتر قرار داشته و میانگین کل این دو پارامتر نیز به ترتیب ۱۵۶/۳۸ و ۱۶/۹۵ میلی‌گرم در لیتر بود. حد مجاز استاندارد ملی برای مقدار کلسیم و منیزیم در آب آشامیدنی به ترتیب ۲۵۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بوده (۳۵) که آب شبکه توزیع شهر بوشهر این مقادیر را برآورده می‌سازد. لازم به ذکر است که استاندارد EPA حداکثر مجازی را برای این دو عنصر تعیین ننموده است.

در مورد پارامتر قلیائیت، استاندارد ملی و EPA حد مجاز تعیین نکرده‌اند ولی طبق مطالعه سواری و

همکاران بین pH و قلیائیت ارتباطی مستقیم وجود دارد که در میزان‌های قلیائیت کم و در نتیجه آن کاهش pH، خوردگی اجزای فلزی تاسیسات آبرسانی افزایش می‌یابد (۱۳).

غلظت‌های نیترات بیشتر از ۴۵ میلی‌گرم در لیتر در شبکه توزیع آب شرب به دلیل اثرات سمی بالقوه آن نامطلوب می‌باشد. متهموگلوبینمیا بیماری است که به صورت بالقوه با مقادیر بیش از حد مجاز نیترات و تبدیل آن به نیتریت ایجاد می‌گردد (۱۵). در ضمن از عوامل محیطی مؤثر در ایجاد سرطان‌های دستگاه گوارش فوقانی، میزان بالای جذب نیترات و نیتریت از طریق منابع غذایی و آب آشامیدنی می‌دانند. در این زمینه سمنانی و همکاران میزان نیترات و نیتریت منابع آب آشامیدنی مناطق شهری استان گلستان را با میزان بروز سرطان معده و مری مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که میزان نیترات و نیتریت در کلیه مناطق مورد مطالعه در محدوده‌ی استاندارد ملی قرار دارد ولی همبستگی نزدیکی بین افزایش میزان نیترات و بروز سرطان مری وجود داشت (۴۱). البته آزمایشات انجام گرفته نشان داده‌اند که نیترات و نیتریت در حیوانات به طور مستقیم سرطان‌زا نیست ولی نگرانی‌هایی در مورد تشکیل درونی و یا بیرونی ترکیبات N- نیتروزآمین وجود دارد که مطالعات نشان داده‌اند این ترکیب به شدت در حیوانات سرطان‌زا هستند (۴۲).

نیترات موجود در آب با جوشاندن از بین نمی‌رود ولی با روش‌هایی مثل تقطیر می‌توان آن را تصفیه کرد (۱۵). میزان نیترات و نیتریت آب آشامیدنی شبکه توزیع شهر بوشهر به‌ترتیب در محدوده ۳/۵۴-۲/۵۱ و ۰/۰۰۵-۰/۰۰۲ بوده و میانگین کل ۳/۰۸ و ۰/۰۰۳ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیترات و نیتریت داشتند. در مطالعه عمران و همکاران بر روی آب شرب شهر گرگان، میزان نیترات ۲۷/۸۶ میلی‌گرم در لیتر و نیتریت ۰/۰۱۲ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد که مقدار نیترات استاندارد ملی را برآورده کرد ولی از حد مجاز استاندارد EPA بیشتر بود (۲۹). مقدار نیترات و نیتریت به‌دست آمده در مطالعه اخیر نیز در زیر محدوده‌ی حداکثر مجاز توصیه شده توسط استاندارد ملی و EPA قرار داشت، که با نتایج مطالعه دیندارلو و همکاران همخوانی دارد (۳۰). لذا مشکلات بهداشتی ناشی از این پارامترها در آب آشامیدنی شبکه توزیع شهر بوشهر وجود ندارد. استاندارد ملی و EPA حداکثر مجازی را برای فسفات ارائه نکرده‌اند.

استانداردهای آب آشامیدنی حداکثر مجاز آهن را ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر تعیین نموده‌اند، زیرا مقادیر بیشتر از این حد برای استفاده‌های صنعتی و خانگی نامطلوب است (۱۵). آهن می‌تواند موجب رشد نامطلوب باکتری‌ها در سیستم‌های تصفیه آب شده و در نتیجه ایجاد یک لایه نازک میکروبی در لوله‌ها شود. همچنین مقادیر بالای آهن می‌تواند بر روی مزه و ظاهر آب شرب تأثیر بگذارد (۴۲). میانگین آهن موجود در آب شرب شهر بوشهر ۰/۱۱۵ میلی‌گرم در لیتر بوده و در محدوده ۰/۰۴۶ الی ۰/۳۶۶ میلی‌گرم در لیتر قرار داشت که در زیر محدوده مجاز استاندارد ملی و EPA بود.

از دلایل طعم نامطلوب آب شرب می‌تواند حضور آنیون کلرور باشد (۳۰). میزان کلرور در آب آشامیدنی شهر بوشهر در محدوده ۸۸/۲۷-۷۹/۳۷ و با میانگین کل ۸۳/۲۶ میلی‌گرم در لیتر قرار داشت. بر اساس استاندارد ملی و EPA مقادیر حداکثر میزان کلرور در آب آشامیدنی به ترتیب ۴۰۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر است (۳۴ و ۳۵). بنابراین آب آشامیدنی شبکه توزیع شهر بوشهر از لحاظ آنیون کلرور مشکل‌ساز نیست.

غلظت فلوراید در آب شرب شهر بوشهر در محدوده ۰/۴۲-۰/۵۴ میلی‌گرم در لیتر بود. استفاده از آب‌های حاوی فلوراید کم می‌تواند منجر به پوسیدگی دندان شود. مقادیر فلوراید بالاتر از حد مجاز در آب شرب نیز می‌تواند فلوئوروزیس دندان و مقادیر بسیار بالاتر فلوئوروزیس اسکلتی را در پی داشته باشد (۳۰ و ۴۲). استاندارد ملی و EPA حداکثر مجاز فلوراید در آب آشامیدنی را به ترتیب ۱/۷ و ۲ میلی‌گرم در لیتر تعیین کرده‌اند (۳۴ و ۳۵). میانگین کل فلوراید در آب شرب شهر بوشهر ۰/۴۸ میلی‌گرم در لیتر بود که از حد مجاز تعیین شده بسیار کمتر می‌باشد ولی با توجه وضعیت آب و هوایی (گرم) و رژیم غذایی (ماهی) در شهر بوشهر این مقدار فلوئور در آب شرب شهر بوشهر مناسب به نظر می‌رسد.

کل جامدات محلول (TDS) نیز از پارامترهای مهم در طعم و مزه آب آشامیدنی است که نشان دهنده حضور و یا عدم حضور انواع مختلف نمک‌های معدنی و یون‌هایی نظیر کلراید، سولفات و فسفات، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، آهن و غیره در آب است. مقادیر بالای TDS موجب ایجاد مزه در آب می‌شود (۳۷). تاکنون مدرکی دال بر اینکه مصرف آب با TDS بیش از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب اثرات سوء بهداشتی گردد، ارائه نشده است. برخی مطالعات حتی نشان داده‌اند که TDS آب‌ها اثرات بهداشتی مفید نیز دارند (۴۳). استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، TDS را جزء استانداردهای ثانویه آب آشامیدنی تقسیم‌بندی کرده و مقداری که بیش از آن می‌تواند مشکلات مربوط به طعم را در آب ایجاد کند نیز ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تعیین کرده است (۳۴). میانگین کل TDS در این مطالعه ۵۷۷/۷ بوده و در محدوده ۶۰۹-۵۵۴/۱ میلی‌گرم در لیتر قرار داشته که این مقدار، استاندارد ملی را تأمین می‌کند ولی از مقدار توصیه شده توسط استاندارد EPA بیشتر می‌باشد. با توجه به مطالب گفته شده این مقدار TDS می‌تواند مشکلات مربوط به طعم و مزه در آب آشامیدنی شبکه توزیع شهر بوشهر و در نتیجه نارضایتی مصرف کنندگان را به دنبال داشته و موجب تمایل آن‌ها به مصرف سایر منابع تأمین آب شرب مثل استفاده از سیستم‌های تصفیه آب خصوصی و خانگی و یا آب‌های بسته‌بندی شده (بطری) شود.

حداکثر مجاز مقدار سولفات در آب شرب شبکه توزیع توسط استاندارد ملی ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر و استاندارد EPA ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر تعیین شده است (۳۴ و ۳۵).

دامنه‌ی غلظت سولفات در این مطالعه در محدوده ۶۳۳/۷۳ الی ۸۹۸/۵۸ میلی‌گرم در لیتر قرار داشته و میانگین غلظت سولفات نیز ۷۲۷/۷ میلی‌گرم در لیتر بود که هیچکدام از استانداردهای ذکر شده را رعایت نمی‌کند. مقادیر زیاد سولفات‌ها در آب می‌تواند برای کسانی که به مصرف اینگونه آب‌ها عادت ندارند، ملین باشد. سولفات‌ها همچنین می‌تواند موجب ایجاد سختی و تولید کف در دیگ‌های بخار گردد. غلظت‌های ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات در آب می‌تواند تولید مزه کند (۴۳).

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی از جمله خصوصیات مهم در تعیین کیفیت آب آشامیدنی هستند که برای حفظ سلامت و پیشرفت جامعه باید به آن‌ها بسیار توجه نمود و در این راستا برای آن قوانینی وضع کرد. آب آشامیدنی نامطلوب از نظر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی علاوه‌بر مشکلات بهداشتی، می‌تواند موجب ایجاد ظاهر غیر قابل قبول و در نتیجه سلب اعتماد مصرف کنندگان آب شبکه توزیع شهری

را در پی داشته و موجب تمایل آن‌ها به مصرف سایر منابع تأمین آب گردد. نتایج مطالعه اخیر نشان داد که بالا بودن پارامترهایی نظیر سولفات و TDS علاوه بر مشکل‌ساز بودن در شبکه آبرسانی می‌تواند باعث ایجاد طعم و ظاهر نامناسب شود، اما در نهایت می‌توان گفت که آب آشامیدنی شهر بوشهر از نظر پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مشکل بهداشتی ایجاد نمی‌کند و جهت مصرف آشامیدنی مناسب می‌باشد.

References:

1.Godini K, Sayehmiri K, Alyan G, et al. Investigation of microbial and chemical quality of bottled waters distributed in Ilam (Wester Iran) 2009-10. J Ilam Univ Med Sci 2012; 2: 33-37. (Persian)
2.Heidari M, Mesdaghinia AR, Miranzadeh MB, et al. Survey on microbial quality of drinking water in rural areas of Kashan and the role of rural water and wastewater company in that improvement. HSR 2010;6: 90. (Persian)
3.Balbus JM, Lang ME. Is the water safe for my baby. Pediatr Clin North Am 2001; 48: 1129–52.
4.Diarhhoea:Why children are still dying and what can be done. WHO_Maternal, newborn, child and adolescent health. (Accessed Dec 1, 2014, at http://www.who.int/maternal_child_adolescent/documents/9789241598415/en/).
5.Babaei A, Ghafarizadeh F, Nourmoradi H, et al. Investigating the Microbial Quality of Water Treatment Centers in the City of Abadan. J Ilam Univ Med Sci 2014; 22: 132-40. (Persian)
6.Dehghani MH, Ghaderpoori M, Fazlzadeh M, et al. Survey of bacteriological quality of the drinking water in rural areas of saqqez city. Iranian Journal of Health and Environment 2009; 2: 132-9. (Persian)
7.Amirbeygi H. Principles of Treatment and Water Health. 1th ed. Tehran: Andysheh Rafee Press. 2004. 16-50. (Persian)
8.Ngari MS, Wangui WT, Ngoci NS, et al. Physico-chemical properties of spring water in kabare and baragwi locations, Gichugu Division Kirinyaga County of Kenya. IJSR . 2013; 2: 280-5.
9.Zamberlan da Silva ME, Santana RG, Guilhermetti M, et al. Comparison of the bacteriological quality of tap water and bottled mineral water. Int J Hyg Environ Health 2008; 211: 504-9.
10.Manshouri M, Momayyezi M, Khalili M, et al. Assessing the quality of drinking water in Suburban buses of Yazd city. J Ilam Univ Med Sci 2014; 21:17-23. (Persian)
11.Zazouli M, Safarpour Ghadi M, Veisi A, et al. Bacterial contamination in bottled water and drinking water distribution network in Semnan, 2012. J Mazandaran Univ Med Sci 2013; 22: 151-9. (Persian)
12.El-Harouny M, El-Dakroory S, Attalla S, et al. Chemical quality of tap Water versus Bottled Water: Evaluation of Some Heavy Metals and Elements Content of Drinking Water in Dakhlia Governorate–Egypt. Internet J Nutr Wellness 2009; 9: 1-15.
13.Savari J, Jaafazadeh N, Hassani A, et al. Physical and chemical quality of the drinking water in Ahvaz. J Sch Public Health Inst Public Health Res 2008; 5: 75-85. (Persian)
14.Jahed khaniki GR, Mahdavi M, Ghasri A, et al. Investigation of nitrate concentrations in some bottled water available in Tehran. Iranian Journal of Health and Environment 2008; 1: 45-50. (Persian)
15.Nkamare MB, Ofili AN, Adeleke AJ. Physico-chemical and microbiological assessment of borehole water in Okutukutu, Bayelsa State, Nigeria. Adv Appl Sci Res 2010; 3: 2549-52.
16.Samadi MT, Rahmani AR, Sedehi M, et al. Evaluation of chemical quality in 17 brands of Iranian bottled drinking waters. J Res Health Sci 2009; 9 : 25-31.
17.Guo XY, Sun GF, Sun YC. Oxidative stress from fluoride-induced hepatotoxicity in rats. Fluoride 2003; 36: 25-9.

18.Shivarajashankara YM, Shivashankara AR, Rao SH, et al. Oxidative stress in children with endemic skeletal fluorosis. Fluoride 2001; 34: 103-7.
19.Shivarajashankara YM, Shivashankara AR, Bhat PG, et al. Effect of fluoride intoxication on lipid peroxidation and antioxidant systems in rats. Fluoride 2001;34: 108-13.
20.Rzeusk R, Chlubek D, Machoy Z. Interactions between fluoride and biological free radical reactions. Fluoride1988; 31: 43-5.
21.Wu C, Gu X, Ge Y, et al. Effects of fluoride and arsenic on brain biochemical indexes and learning-memory in rats.Fluoride 2006; 39: 274-9.
22.Fluoride in drinking-water. World Health Organization(WHO). (Accessed Dec 3, 2014 at http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water_full.pdf).
23.Harrison PT. Fluoride in Water: a UK Perspective .J Fluorine Chem 2005; 126: 1448-56.
24.Greer FR, Shannon M. Infant methemoglobinemia: the role of dietary nitrate in food and water. Pediatrics 2005; 116: 784-6.
25.Nitrats Methemoglobinemia, and Drinking Water: A Factsheet for Clinicians. (Accessed 10 Dec, 2014, at http://depts.washington.edu/pehsu/sites/default/files/PEHSU%20Nitrates%20Factsheet-%20Provider%20July%202014.pdf).
26 Sarin P, Snoeyink V, Bebee J, et al. Iron release from corroded iron pipes in drinking water distribution systems: effect of dissolved oxygen. Water Res 2004; 38:1259-69.
27.Drinking water- Physical and Chemical specifications No.1053. Iranian National Standards Organization. (Accessed Dec 6, 2014, at http://www.isiri.org/Portal/Home/Default.aspx?CategoryID=cab3ebf1-95d7-4813-b28c-c5fc205c35b3). (Persian)
28.Guidelines for Drinking Water Quality, Health Criteria and Other Supporting Information. WHO. (Accessed Dec 3, 2014, at http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/2edaddvol2a.pdf).
29.Nasrollahi O, Biy A, Purshamsian Kh, et al. Determination of physical, chemical and microbial parameters of drinking water in Gorgan, 1389. Med Lab J 1390; 5: 13-17. (Persian)
30.Dindarloo K, Alipure V, Farshidfar GH. Chemical quality of drinking water in Bandar Abbas. Hormozgan Med J 2006; 1: 57-62. (Persian)
31.Clesceri L.S, Greenberg A.E, Eaton A.D. Standard methods for the examination of water and waste waters. 20th ed. United States of America: American Public Health Association. 1998. 34-38.
32.Detection and enumeration of coliform organisms in water by multiple tube method No. 3759. Iranian National Standards Organization. (Accessed Dec 6, 2014 at http://www.isiri.org/portal/files/std/3759.htm). (Persian)
33.Helbling DE, VanBriesen JM. Continuous monitoring of residual chlorine concentrations in response to controlled microbial intrusions in a laboratory-scale distribution system. Water Res 2008; 42: 3162-72.
34.Drinking Water Standards and Health Advisors. United States Environmental Protection Agency (EPA). (Accessed Dec 1, 2014 at http://water.epa.gov/action/advisories/drinking/upload/dwstandards2011.pdf).
35.Drinking water - Microbiological properties. Iranian National Standards Organization. No. 1011. (Accessed Dec 3, 2014, at http://www.isiri.org/portal/files/std/1011.pdf).(Persian)
36.Samaei MR, Ebrahimy A, Ehrampoosh MH, et al. A Study of the Physical and Chemical Quality of Potable Water in Yazd. J Tolooebehdasht 2007; 20: 50-7. (Persian)
37.Pindi PK, Yadav PR, Kodaparthi A. Bacteriological and physico-chemical quality of main drinking water sources. Pol. J. Environ. Stud 2013; 22: 825-30.
38.Peavy H.S, Rowe D.R, Tchobanoglose.Water Quality. In: Ebrahimi S, Keynezhad MA. Environmental Engineering. 3th ed. Tehran: Sahand University of Technology Press. 2007. 41-43. (Persian)
39.Tavangar A, Naimi N, Alizade H, et al. Evaluation of water treatment systems' performance available in Bojnurd city during

2013. J North Khorasan Univ Med Sci 2014; 4: 1107-19. (Persian)

40.Safari Gh, Vaezi F. A survey of quality characteristics of water resources supplying drinking water of Mianeh city. Journal of Water & Wastewater 2003; 47: 53-9. (persian)

41.Semnani Sh, Arabali A, Keshtkar A, et al. Nitrate and nitrite level of drinking water and the risk of upper gastrointestinal cancers in urban areas of Golestan province, northeast of Iran. J Kerman Univ Med Sci 2009; 16: 281-90. (Persian)

42.Saleh MA, Ewane E, Jones J, et al. Chemical evaluation of commercial bottled drinking water from Egypt. J. Food Comp. Anal 2001; 14: 127-52.

43.Zazouli MA, Bazrafshan E. Chemistry of water and wastewater. Water and Wastewater Technology (Chemistry, Microbiology and Treatment). 2th ed. Tehran: Samat Press, 2010, 18-46. (Persian)

ISMJ 2015; 17(6): 1223-1235

Orginal Article

Evaluation of physical, chemical and microbial quality of distribution network drinkingwater in Bushehr, Iran

E. Shabankareh fard [1], R. Hayati [2], S. Dobaradaran [1,3,4]*

[1] Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN
[2] Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, IRAN
[3]The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN
[4] Systems Environmental Health, Oil, Gas and Energy Research Center, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN

(Received 20 Jun, 2014 Accepted 26 Aug, 2014)

Abstract

Background: The physical, chemical and microbial properties of water are the criteria to consider it as drinking water quality. Unfavorable changes in such parameters may threat consumers' health. The aim of this study is to give a clear view of physical, chemical and microbial quality of distribution network drinking water in Bushehr and compare with national and EPA standards.

Materials and Methods: This descriptive sectional study was done during Sep 2012 to Feb 2013 (6 months). 50 Samples were collected directly from distribution network drinking water in Bushehr. Physical and chemical analyses were done according to standard methods. Multiple tube fermentation method was used to determine fecal and total coliform bacteria and spread plate method was used to measure heterotrophic bacteria.

Results: The mean values of measured parameters were as follow: electrical conductivity 1155.5 µs/cm, turbidity 0.27 NTU, pH 7.12, alkalinity 171.5, total hardness 458.96, calcium hardness 390.96, magnesium hardness 68 mg/L as $CaCO_3$, calcium 156.38, magnesium 16.95, residual chlorine 0.61, chloride 83.26, TDS 577.7, iron 0.115, fluoride 0.48, phosphate 0.059, nitrate 3.08, nitrite 0.003 and sulphate 728.38 mg/L. Total coliform (0), fecal coliform (0) MPN/100 ml and HPC 309.8 CFU/mL. Except TDS and sulphate, all cited results met the national and EPA standards.

Conclusion: Quality of water from distribution network in Bushehr was not problematical from health point of view. However, high TDS and sulphate content may increase diarrhea risk in consumer as well as corrosive effect of water.

Key words: Water distribution network, Total coliform, Fical coliform, Sulphate, Bushehr

**Address for correspondence:* The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN.E-mail: sina_dobaradaran@yahoo.com