

Original Article

بررسی کیفیت باکتریایی آب آشامیدنی در اتوبوس‌های مسافربری بین شهری بندر بوشهر در سال ۱۳۸۹

داریوش رنجبر وکیل آبادی^۱، سینا دو برادران^{۲*}، رحیم طهماسبی^۳، معصومه روانی پور^۱، مهدی فرهنگ‌نیا^۱، طاهره کاظمی وکیل آبادی^۴

- ۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران.
- ۲- مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس، پژوهشکده زیست پزشکی خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران.
- ۳- گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران.
- ۴- مرکز تحقیقات طب گرمسیری و عفونی، مرکز پژوهش‌های سلامت خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۳/۰۲

چکیده

زمینه و هدف: بیشترین سهم مسافرت‌ها به وسایل حمل و نقل جاده‌ای به ویژه اتوبوس‌ها اختصاص دارد و یکی از مسائلی که سلامت مسافران را تهدید می‌کند، مصرف آب آشامیدنی آلوده می‌باشد. در اتوبوس‌ها به علت انتقال آب از شبکه توزیع به مخازن، استفاده از ظروف نامناسب، یخ‌های غیر بهداشتی و آب‌های مشکوک، احتمال آلودگی وجود دارد؛ لذا در این مطالعه کیفیت میکروبی آب آشامیدنی مصرفی اتوبوس‌ها آزمایش شد و ضمن مقایسه با استانداردهای موجود، مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: این پژوهش یک مطالعه توصیفی-مقطعی بوده و از مجموع ۱۲۲ دستگاه اتوبوس پایانه مسافربری بوشهر، با توجه به پژوهش‌های مشابه و ضریب اطمینان ۹۵٪ به کمک فرمول برآورد حجم نمونه برای نسبت، از آبخوری ۸۰ دستگاه اتوبوس که از شهرهای مختلف وارد پایانه مسافربری بوشهر شده بودند یا از بوشهر به مقصدهای مختلف خارج می‌شدند در طی یک دوره سه ماهه نمونه برداری انجام گرفت. تمام مراحل نمونه برداری و انتقال به آزمایشگاه بر اساس استانداردهای موجود جهت آزمایشات میکروبی صورت گرفت و دما، pH، کلر باقی مانده، تعداد کلی فرم کل (TC) و کلیفرم مدفوعی (*E. Coli*) در هر نمونه بر اساس روش استاندارد تعیین شد. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۶ استفاده شد و نتایج به کمک آزمون‌های t-test مورد تحلیل قرار گرفت.

نتایج: نتایج نشان داد که میزان کلر باقی مانده در ۹۷/۵٪ موارد برابر صفر بود. pH نمونه‌ها در گستره ۶/۸ تا ۸/۷ بود و میزان کلی فرم مدفوعی (*E. coli*) و کلی فرم (TC) به ترتیب در ۸/۸٪ و ۱۲/۵٪ نمونه‌ها بیش از حد استاندارد بود. استفاده از یخ در اتوبوس و همچنین زمان شستشوی مخزن آبخوری (به صورت روزانه یا هفتگی) و نحوه آب‌گیری و ذخیره‌سازی آب (با استفاده از گالن ۲۰ لیتری) در اتوبوس‌ها بر میزان آلودگی باکتریایی آب آشامیدنی مخازن تأثیر معنی‌داری داشت ($P < 0.05$) عواملی مانند جنس مخزن، میزان تحصیلات راننده، سن راننده، نوع و مدل اتوبوس، زمان پر کردن مخزن (روزانه یا هفتگی) شرایط آب‌گیری مخزن (تخلیه کامل مخزن یا عدم تخلیه مخزن) و مسافت طی شده توسط اتوبوس تأثیر معنی‌داری بر کیفیت میکروبی آب آشامیدنی اتوبوس نداشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهاد می‌شود که از آب بطری شده در طول مسافرت استفاده شود و کنترل کیفیت آب آشامیدنی عرضه شده در اتوبوس‌های بین شهری مورد ارزیابی و کنترل بیشتری توسط بازرسی بهداشتی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: کلی فرم، *E. coli*، کلر باقی مانده، اتوبوس، بوشهر

مقدمه

۲۵۰ میلیون نفر به بیماری‌های مرتبط با آب آلوده مبتلا می‌شوند که به مرگ پنج تا ۱۰ میلیون نفر در سال منجر می‌گردد (۵). در مواردی که آب از شبکه توزیع یا از یک مخزن به مخزن دیگر منتقل می‌شود به علت وجود شرایط ناخواسته احتمال آلودگی ثانویه وجود دارد، از جمله این موارد آب آشامیدنی مخازن اتوبوس‌های مسافربری است. در موارد متعددی مشاهده شده که در اتوبوس‌ها از ظروف نامناسب، یخ‌های غیر بهداشتی و آب‌های مشکوک جهت شرب مسافران استفاده می‌شود (۱). این آلودگی‌ها ممکن است بر اثر نوشیدن آب آلوده به مواد دفعی انسان یا حیوان یا در اثر تماس مستقیم با این آلاینده‌ها صورت پذیرد (۹-۶). بر اساس استانداردهای ملی ایران؛ رهنمودهای WHO و USEPA تعداد کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی در کلیه

در جوامع امروزی حمل و نقل به عنوان یکی از بخش‌های زیر بنایی توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در این میان بیشترین سهم مسافرت‌ها به وسایل حمل و نقل جاده‌ای به خصوص اتوبوس اختصاص دارد. بر اساس آمارهای موجود سالانه در کشور ما حدود ششصد میلیون مسافر در جاده‌های کشور جابه‌جا می‌شوند که بیش از ۹۷٪ آن‌ها به وسیله حمل و نقل جاده‌ای است (۱). یکی از مسائلی که سلامت مسافران را تهدید می‌کند تغذیه و مصرف آب آشامیدنی آلوده در طول سفر است (۲، ۳). مطابق تعریف سازمان جهانی بهداشت «آب آشامیدنی» آبی است که برای مصرف انسانی و تمامی کاربردهای خانگی مناسب باشد و به مقدار کافی و با کیفیت مناسب در دسترس جامعه قرار داشته باشد (۴). سالانه بیش از

* نویسنده مسئول: سینا دو برادران، مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس، پژوهشکده زیست پزشکی خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران. تلفن: ۰۹۱۷۳۷۳۱۲۴۲
Email: sina_dobaradaran@yahoo.com

آب‌های آشامیدنی باید صفر باشد (۱۲-۱۰). همچنین میزان کلر آزاد باقی مانده در آب برداشت شده از شبکه توزیع باید بین ۰/۵ تا ۰/۸ میلی گرم در لیتر باشد (۷).

روش‌های مطلوب برای تأمین آب آشامیدنی سالم و پیشگیری از آلودگی؛ تصفیه و گندزدایی می‌باشد (۹، ۱۰، ۱۳). مطالعات مشابهی در شهرهای مختلف کشور بر روی آب آشامیدنی در وسایط نقلیه عمومی بین شهری صورت گرفته است. در مطالعه‌ای ولی علی پور و همکارانش در سال ۱۳۸۳ در بندرعباس کیفیت میکروبی آب آشامیدنی اتوبوس‌های بین شهری را بررسی کردند. علی پور در مطالعه خود تعداد ۳۸ نمونه را مورد بررسی قرار داد که در همه موارد کلر باقی مانده صفر بود و شش مورد از کل نمونه‌ها، آلودگی با منشاء کلی فرم مدفوعی داشت (۱).

در بررسی دیگری در مشهد زهره وجودی و همکارانش در سال ۱۳۸۵ پژوهشی تحت همین عنوان انجام دادند. نتایج مطالعه آنان نشان داد که میزان کلی فرم مدفوعی، کل کلی فرم و باکتری هتروتروف به ترتیب در ۲۳/۳٪ و ۳۷/۸٪ و ۹۰٪ نمونه‌ها بیش از حد استاندارد بود و میزان کلر باقی مانده در ۸۰٪ موارد کمتر از حد استاندارد بود (۲). در پژوهشی مشابه سید محمد عزیزی و همکاران در سال ۱۳۷۶ در کرمانشاه مشاهده کردند که ۴۶٪ آب مصرفی سالم و ۵۴٪ آب مصرفی آلوده به کلی فرم کل بوده است (۳).

در مطالعه مشابه دیگری که توسط تارخ خدادادی و همکاران در سال ۱۳۸۲ بر روی کیفیت آب آشامیدنی در ترمینال صفه اصفهان انجام گرفت، مشاهده شد که ۱۵٪ کل نمونه‌ها آلوده به کلی فرم کل، ۲/۵٪ نمونه‌ها آلوده به کلی فرم مدفوعی و کلر باقی مانده در تمام اتوبوس‌ها نیز صفر بود (۴)؛ لذا با توجه به اهمیت موضوع و نتایج پژوهش‌های فوق که نشان می‌دهد آب مصرفی در اتوبوس‌ها در مواردی با استانداردهای ملی مطابقت ندارد، جهت برنامه‌ریزی دقیق، نظارت و کنترل مؤثرتر آب آشامیدنی مصرفی در اتوبوس‌های بین شهری بندر بوشهر و در راستای حفظ سلامت مسافران، کیفیت میکروبی آب آشامیدنی مصرفی در اتوبوس‌ها آزمایش و با استانداردهای میکروبی موجود مقایسه شد و مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه توصیفی - تحلیلی که به صورت مقطعی با هدف بررسی کیفیت میکروبی آب‌های آشامیدنی انجام شده است، تعداد ۸۰ نمونه آب آشامیدنی مورد استفاده در اتوبوس‌های بین شهری در مبادی ورودی و خروجی پایانه مسافربری بندر بوشهر در سال ۱۳۸۹ که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند مورد آزمایش قرار گرفتند، برای این منظور ابتدا با مراجعه به سازمان حمل و نقل بندر بوشهر اطلاعات مورد نیاز در مورد تعداد و انواع اتوبوس‌های ورودی و خروجی، تعداد مسافران، شرکت‌های فعال و تعداد آبخوری‌های مورد استفاده جمع‌آوری گردید. از مجموع ۱۲۲ اتوبوس در حال سرویس بر اساس پژوهش‌های انجام شده (۳-۱، ۵) و با توجه به میزان آلودگی‌های گزارش شده به کمک فرمول برآورد حجم نمونه نسبت با ضریب اطمینان ۹۵٪، تعداد نمونه‌های مورد نیاز ۸۰ نمونه

تعیین گردید و سپس در یک مقطع زمانی سه ماهه (مهر، آبان و آذر) که با توجه به شرایط آب و هوایی بوشهر بیشترین مسافرت‌ها به شهر بوشهر صورت می‌گیرد به صورت تصادفی و پس از پیاده شدن مسافران، از مخازن آب اتوبوس‌ها نمونه برداری شد.

تمام مراحل نمونه‌برداری و انتقال به آزمایشگاه بر اساس استانداردهای موجود جهت آزمایشات میکروبی آب صورت گرفت (۱۵). کلر آزاد باقی مانده و pH با استفاده از کیت کلرسنجی DPD و کیت pH متر پرتابل مارک Hach و دما نیز توسط ترمومتر جیوه‌ای در محل نمونه‌برداری ثبت گردید. سپس نمونه‌ها در ظروف سر سمباده‌ای حاوی ۲ الی ۳ قطره تیوسولفات سدیم ۱ درصد که در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد استریل شده بود، جمع‌آوری و در جعبه‌های حاوی بسته‌های یخ (Cold Box) در کم‌تر از ۲ ساعت به آزمایشگاه منتقل و آزمایشات لازم صورت گرفت.

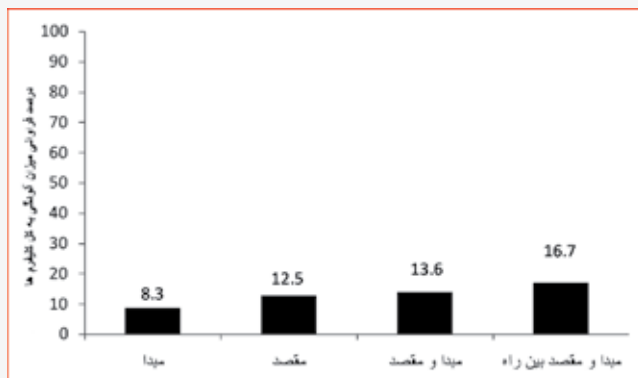
به منظور بررسی کیفیت میکروبی آب آشامیدنی مورد استفاده در اتوبوس‌های بین شهری، نمونه آب‌های آشامیدنی انتخاب شده از نظر کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی و کلر آزاد باقی‌مانده، مورد آزمایش قرار گرفتند. جهت تعیین کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی از روش تخمیر چند لوله‌ای^۱ (MTF) بر اساس کتاب استاندارد متد برای آزمایش‌های آب استفاده گردید (۱۵). از محیط کشت‌های لاکتوز براث و برلیانت گرین جهت تست‌های احتمالی و تأییدی کلی فرم کل و محیط کشت EC جهت تست تکمیلی و تعیین کلی فرم مدفوعی استفاده شد.

در انتها نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS و ویرایش ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نتایج با استاندارد ملی ایران (۱۰)، سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (۱۱) و رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی (۱۲) مقایسه گردید. در تحلیل داده‌ها نیز از آزمون‌های t-test و کای دو استفاده گردید.

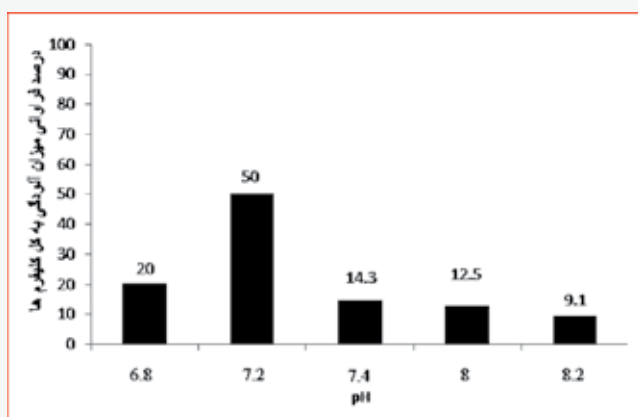
نتایج

از ۸۰ نمونه آب انتخاب شده ۷۹ نمونه مربوط به آب مورد استفاده در اتوبوس‌ها و یک مورد از آب آشامیدنی آب‌خوری موجود در ترمینال می‌باشد. متوسط سن رانندگان در این مطالعه ۴۲/۳ سال با محدوده سنی ۲۵ تا ۶۵ سال بود. از نظر وضعیت تحصیلی ۴۲/۵٪ رانندگان دارای مقطع تحصیلی سیکل با بیشترین فراوانی و تنها ۱ مورد (۱/۲٪) بی‌سواد در بین رانندگان وجود داشت. جنس مخزن آب مورد استفاده در اتوبوس‌ها، ۸۲/۷٪ دارای مخازن فلزی (گالوانیزه، استیل و آلومینیوم) و ۱۶/۳٪ اتوبوس‌ها دارای مخازن فایبرگلاس بودند. از ۱۲۲ اتوبوس در حال سرویس دهی بیشترین سهم مربوط به اتوبوس ولوو (۶۴ مورد) بود. جدول (۱) توزیع فراوانی آب‌های نمونه‌برداری شده را نشان می‌دهد.

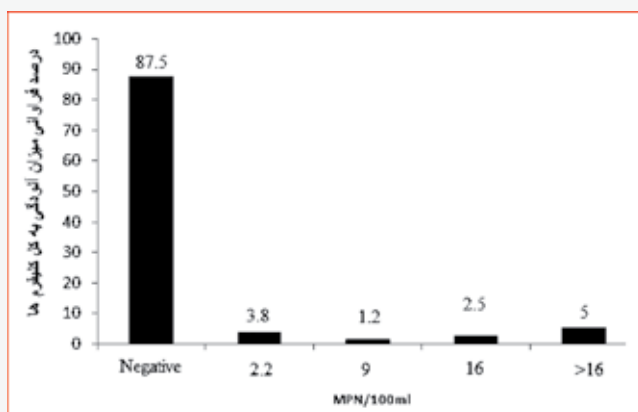
طبق آزمون تی، میانگین میزان آلودگی نمونه‌ها به *E. coli* و کلی فرم کل در مخازن فلزی بیشتر از مخازن فایبرگلاسی بود، ولی این تفاوت بر اساس داده‌های موجود معنی‌دار نبود. از اتوبوس‌هایی که از آن‌ها نمونه‌برداری آب انجام شده، ۶۱/۲٪ برای ذخیره‌سازی آب و آب‌گیری مخازن آب‌خوری از گالن پلاستیکی ۲۰ لیتری استفاده می‌کردند که این موضوع در کاهش کیفیت آب مؤثر بود



نمودار ۱: میزان آلودگی میکروبی آب شرب با توجه به محل تأمین یخ در اتوبوس های ورودی به پایانه مسافربری بوشهر



نمودار ۲: ارتباط pH با میزان آلودگی میکروبی آب شرب اتوبوس های ورودی به پایانه مسافربری بوشهر



نمودار ۳: درصد فراوانی کل فرم کلی موجود در آب شرب اتوبوس های ورودی به پایانه مسافربری بوشهر

و در ۸/۸٪ موارد کلی فرم مدفوعی (*E. coli*) از حد استاندارد بیشتر بود (نمودار ۴).

بحث

بر اساس استاندارد آب آشامیدنی ایران کلیه ی آب های آشامیدنی باید فاقد باکتری شاخص/شرشیا کلی گرما پای باشند و وجود این باکتری ها در

جدول ۱: توزیع فراوانی نقاط و نمونه های برداشت شده

ردیف	نقاط نمونه برداری	فراوانی	تعداد نمونه برداشت شده
۱	اتوبوس ولوو	۶۴	۵۲
۲	اتوبوس اسکانیا	۳۰	۱۷
۳	اتوبوس بنز	۱۶	۹
۴	اتوبوس ویزه	۱۲	۱
۵	آبخوری ترمینال	۳	۱
	مجموع	۱۲۵	۸۰

به طوری که میانگین آلودگی میکروبی نمونه ها به *E. coli* و کلی فرم کل در اتوبوس هایی که جهت آب گیری و ذخیره سازی آب از گالن ۲۰ لیتری استفاده می کردند بیشتر از اتوبوس هایی بود که به طور مستقیم با شیلنگ و از شیر آب شبکه شهری آب گیری می کردند، ($P < 0.05$) در ۸۲/۵٪ اتوبوس ها آب مصرفی، آب شبکه آب رسانی شهری، در ۱۶/۲٪ اتوبوس ها آب معدنی و در ۱/۳٪ اتوبوس ها از آب ایستگاه های تصفیه شهری استفاده می شد. لازم به ذکر است که در کلیه اتوبوس هایی که از آب معدنی استفاده می کردند آلودگی میکروبی مشاهده نشد. ۷۵٪ از اتوبوس ها در هنگام آب گیری مخزن آب خوری را به طور کامل تخلیه کرده و سپس آب گیری می کردند. علی رغم این که شمارش *E. coli* و کلی فرم کل در مخازنی که تخلیه کامل می شدند کم تر از مخازنی بود که قبل از آب گیری تخلیه نمی شدند ولی این ارتباط معنادار نبود. در ۵۲/۸٪ از اتوبوس ها آب گیری مخازن آب خوری به صورت روزانه انجام می گرفت. در ۷۵٪ از اتوبوس ها مخازن آب خوری به صورت هفتگی شستشو می شدند. در اتوبوس هایی که مخزن آن ها به صورت روزانه شستشو می شد و سپس آب گیری انجام می گرفت، آلودگی به کلی فرم مدفوعی (*E. coli*) و کلی فرم کل مشاهده نگردید. میانگین میزان آلودگی میکروبی نمونه ها به کلی فرم مدفوعی و کلی فرم کل در مخازنی که روزانه شستشو می شدند کم تر از مخازنی بود که هفتگی شستشو می شدند. در ۷۱/۲٪ از اتوبوس ها برای خنک کردن آب از یخ استفاده می کردند. مقایسه میزان آلودگی بین اتوبوس هایی که از یخ استفاده می کردند و اتوبوس هایی که از یخ استفاده نمی کردند، نشان داد که میانگین میزان آلودگی میکروبی نمونه ها به *E. coli* و کلی فرم کل در اتوبوس هایی که از یخ استفاده می کردند بیشتر از اتوبوس هایی بود که از یخ استفاده نمی کردند. تمام موارد آلودگی به *E. coli* و کلی فرم کل مربوط به اتوبوس هایی بود که از یخ استفاده می کردند (نمودار ۱). رابطه بین محل تأمین یخ و میزان آلودگی به *E. coli* و کلی فرم کل را نشان می دهد. میزان کلر باقی مانده در ۹۷/۵٪ موارد برابر صفر و میزان آن در ۲/۵٪ مابقی نمونه ها نیز از حد استاندارد کم تر بود. میانگین pH نمونه ها برابر ۷/۸ با انحراف معیار ۰/۴۱ و در محدوده بین ۶/۸ تا ۸/۷ بود. بیشترین فراوانی pH نمونه ها در محدوده ۸/۲ به میزان ۲۷/۵٪ گزارش شد. در این بررسی ارتباط معنی داری بین pH و میزان آلودگی باکتریایی مشاهده نشد (نمودار ۲). در ۸۷/۵٪ از نمونه ها کلی فرم کل وجود نداشته و در سایر موارد تعداد آن ها از ۲/۲ تا ۱۶ متغیر بود (نمودار ۳).

در ۹۱/۲٪ موارد کلی فرم مدفوعی (*E. coli*) در آب وجود نداشت

آلوده بودن ظروف نگهداری، جنس مخازن نگهداری آب و عدم شستشوی مرتب و روزانه مخازن ذخیره آب باشد. در مطالعه مشابهی که توسط وجودی یزدی و همکارانش در مشهد صورت گرفت نیز آلودگی آب مخازن اتوبوس‌ها به عوامل فوق نسبت داده شده است (۲).

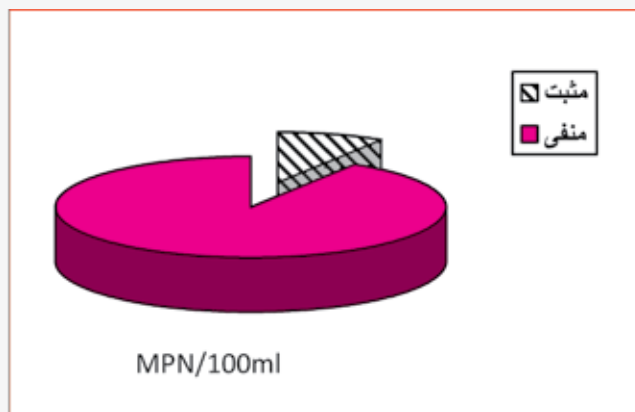
همچنین علی پور و همکارانش نیز در مطالعه مشابه دیگری آلودگی‌های مشاهده شده را به عواملی نظیر یخ مورد استفاده و مخازن ذخیره آب نسبت دادند (۱). نتایج این پژوهش در مورد عوامل آلوده کننده آب‌های توزیعی در اتوبوس‌ها با نتایج مطالعات به دست آمده از بررسی کیفیت آب آشامیدنی مصرفی در وسایل نقلیه عمومی بین شهری در کرمانشاه (۳) و بررسی فراوانی نسبی آلودگی میکروبی آب شرب وسایل نقلیه عمومی ورودی به پایانه صفه و راه آهن اصفهان (۱۴) مطابقت دارد. بر اساس استاندارد آب آشامیدنی ایران مقدار مطلوب کلر آزاد باقی مانده در آب‌های آشامیدنی در هر نقطه از شبکه پس از نیم ساعت زمان تماس و در تانکرهای سیار آب آشامیدنی در محل توزیع به ترتیب ۰/۵ تا ۰/۸ و یک میلی گرم در لیتر باید باشد (۱۰).

در حالی که نتایج پژوهش نشان می‌دهد در ۹۷/۵٪ موارد (۷۸ مورد) مقدار کلر باقی مانده صفر می‌باشد که قابل قبول نیست. نتایج مطالعات مشابه نشان می‌دهد در بندرعباس در ۱۰۰٪ موارد و در کرمان در ۷۳/۷۵٪ موارد کلر باقی مانده صفر بوده است (۱ و ۵). با توجه به این که کلر آزاد باقی مانده یک شاخص خوب جهت سنجش کیفیت میکروبی آب آشامیدنی است و به عنوان یک ضریب اطمینان در برابر پیشگیری از آلودگی‌های ثانویه آب عمل می‌کند (۱۹-۱۶)، توجه و کنترل دائمی میزان کلر باقی مانده آب‌های مصرفی در اتوبوس‌ها توصیه می‌شود.

با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه جهت بهبود وضعیت موجود برای حفظ سلامت مسافرین پیشنهاد می‌شود در کلیه اتوبوس‌ها از آب‌های بسته بندی شده استفاده شود و مسئولین بهداشتی ضمن نظارت بیشتر در جهت آموزش رانندگان و مهمانداران اتوبوس‌ها در ارتباط با داشتن کارت بهداشتی، بهداشتی کردن محیط اتوبوس‌ها، شستشوی مرتب مخازن ذخیره آب، آگیری مستقیم مخازن، رعایت بهداشت فردی به ویژه در هنگام استفاده از یخ، برداشت آب از منابع مطمئن و دارای کلر باقی مانده در حد استاندارد، عدم استفاده از لیوان مشترک، کلرسنجی به کمک کیت‌های کلرسنجی و کلرزنی دستی اقدامات لازم را به عمل آورند.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از طرح مصوب کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی بوشهر می‌باشد. نویسندگان از حمایت کمیته تحقیقات دانشجویی تشکر نموده و همچنین از همکاری ریاست محترم مرکز بهداشت شهرستان بوشهر برای انجام آزمایش‌ها در آزمایشگاه این مرکز و سرکار خانم دهقانی کارشناس آزمایشگاه این مرکز قدردانی می‌نمایند.



نمودار ۴: درصد فراوانی میزان کلی فرم مدفوعی موجود در آب شرب اتوبوس‌های ورودی به پایانه مسافربری بوشهر

آب نشان دهنده ناکافی بودن فرایند تصفیه و همچنین آلودگی متناوب و اخیر با مدفوع انسان و حیوان می‌باشد (۱۰).

بر این مبنا در ۱۲/۵٪ (تعداد ۱۰ مورد) نمونه‌های مورد آزمایش میزان کلی فرم و در ۸/۸٪ (تعداد ۷ مورد) نمونه‌ها میزان اشرشیا کلی بیش از حد استاندارد بود.

نتایج مطالعات مشابه، میزان آلودگی آب آشامیدنی مصرفی در اتوبوس‌ها به کلی فرم کل و کلی فرم مدفوعی را به ترتیب ۳۴/۲۱٪ و ۱۵/۰۸٪ در بندرعباس، ۲۳/۳٪ و ۳۷/۸٪ در مشهد ۵۴٪ و ۴۱٪ در کرمانشاه و ۴۵٪ و ۳۵٪ در کرمان ۱۵٪ و ۲/۵٪ در اصفهان بوده است (۳-۱، ۵، ۱۴). مقایسه مقادیر ذکر شده در شهر بوشهر، بیانگر میزان آلودگی کمتر نسبت به شهرهای بندرعباس، مشهد، کرمانشاه و کرمان و آلودگی به کلی فرم مدفوعی بیشتر نسبت به شهر اصفهان می‌باشد. دلایل مختلفی همچون میزان رعایت بهداشت فردی، محل تأمین یخ و چگونگی نگهداری یخ در محل خرید، روش برداشت و محل تأمین آب، میزان شستشوی مخازن و ذخیره آب می‌تواند، متفاوت بودن میزان آلودگی در مطالعات مختلف را توجیه کند. مشخص گردید که میزان آلودگی زمانی که از آب‌های بسته بندی در اتوبوس‌ها استفاده می‌شد، صفر بود در حالی که تمام نمونه‌های آلوده مربوط به اتوبوس‌هایی بود که از یخ استفاده می‌کردند، از طرف دیگر میزان آلودگی به اشرشیا کلی در اتوبوس‌هایی که مخازن آن‌ها به طور روزانه شستشو می‌شد کم‌تر از مخازنی بود که هفتگی شستشو می‌شدند. همین‌طور میزان آلودگی در مخازن فایبرگلاس کم‌تر از مخازن فلزی بود و در اتوبوس‌های که برای آب‌گیری از گالن‌های ۲۰ لیتری استفاده می‌شد آلودگی بیشتر از مخازنی بود که به طور مستقیم و به کمک شیلنگ از شیر آب شبکه شهری آب‌گیری می‌کردند.

لذا با توجه به موارد فوق می‌توان نتیجه گرفت که آلودگی آب مخازن اتوبوس‌ها می‌تواند ناشی از عواملی چون آلوده بودن یخ، عدم رعایت بهداشت فردی، روش برداشت غیر مستقیم، آلودگی منبع برداشت آب،

References

1. Alipour V, Dinarlou K, Zare S. Microbial quality of drinking water of Bandar Abbass'buses. Medical Journal Of Hormozgan University. 2005;4:215-219. [Article in Persian]

2. Voojodi Y, Dabaghzade M, Sepahi T, Yadad E. Microbial quality of water consumed in the arrival in terminal public transportation systems of Mashhad. Environment Specialized Congress;



2006; Iran; 2006. [Article in Persian]

3. Azizi M, Pasdar Y, Piresaheb M. Microbial quality of consumption water in the public transportation system. Journal of Kermanshah University of Medical Sciences. 1997;34-43. [Article in Persian]

4. Nabizadeh R, Nadafi K, Mohebi Mohammad R, Yonesian M, Mirsepasi A, Ouktaei S, et al. Evaluating the microbial content of the drinking water in rural areas of Tehran province. Journal of School of Public Health And Institute of Public Health. 2008;5(4):63-73. [Article in Persian]

5. Malakootian M, Ehrampoosh M, Jafari Mansoorian H. Quality of drinking water consumed in interurban bus transportation system of Kerman in the first half of 2008. Toloo-e-Behdasht. 2008; 7(2): 22-30. [Article in Persian]

6. Powell KL, Taylor RG, Cronin AA, Barrett MH, Pedley S, Sellwood J, et al. Microbial contamination of two urban sandstone aquifers in the UK. Water Research. 2003;37(2):339-52.

7. Lehtola MJ, Miettinen IT, Hirvonen A, Vartiainen T, Martikainen PJ. Estimates of microbial quality and concentration of copper in distributed drinking water are highly dependent on sampling strategy. International journal of hygiene and environmental health. 2007;210(6):725-32.

8. Schaffter N, Parriaux A. Pathogenic-bacterial water contamination in mountainous catchments. Water Research. 2002;36(1):131-9.

9. Salvato JA, Nemerow N, Agardy F. Environmental engineering. USA: John Wiley and Sons; 2003.

10. Iran. Institute of Standard and Industrial Research of Iran (ISIRI). Standard Number 1011, 6th Revision. Drinking Water-Microbial Characteristics [documented on the internet]. 2007.

Online, 2012 September 18. Available from: URL: <http://www.isiri.org/portal/files/std/1011.pdf>.

11. Washington DC. Office of Environmental Protection Agency. Drinking Water Standards [documented on the internet]. 2003. Available from: URL: <http://Water.epa.gov/drink/resours/>.

12. Geneva. World Health Organization. Guideline for Drinking Water quality, third edition, Incorporating first and second Addenda, volume 1, Recommendations [documented on the internet]. 2008. Available from: URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html

13. Plummer JD, Long SC. Monitoring source water for microbial contamination: evaluation of water quality measures. Water Research. 2007;41(16):3716-28.

14. Khodadadi T, Naiemabadi A. Relative prevalence of microbial contamination of drinking waters in Isfahan's bus Terminal and Railroad entrance. Nation 7th Environmental health Congress; 2004; Shahrekord; 2004. [Article in Persian]

15. Eaton AD, Franson MAH. Standard methods for the examination of water & wastewater: Amer Public Health Assn; 2005, 1200 pages.

16. Kawamura S. Integrated design and operation of water treatment facilities: USA: John Wiley & Sons; 2000.

17. Bitton G ed. Microbiology. Trans Mirhendi H, Nikaeen M. Tehran: Tehran: Medical Sciences University of Tehran; 2004:115-175. [In Persian]

18. Alavi N, Dobaradaran S. Microbiology of Environmental Health. Vol 1, 1st ed: Andisheh rafih; 2008. [In Persian]

19. Alavi N, Dobaradaran S. Microbiology of Environmental Health. Vol 2, 1st ed. Tehran: Andisheh rafih; 2008. [In Persian]



Original Article

Bacterial Quality of Drinking Water in Bushehr Intercity Buses in 2010

**Ranjbar Vakilabady D¹, Dobaradaran S^{1,2}, Tahmasebi R^{2,3}, Ravanipour M¹, Faramandnia M¹
Kazemi Vakilabady T⁴**

1- Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran.

2- The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran.

3- Department of Biostatistics, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran.

4- Persian Gulf Tropical Research Center, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran.

Received Date: 2012/05/22

Accepted Date: 2012/09/21

Abstract

Background & Objective: Road transportation and specifically bus travel accounts for the bulk of travel. Contaminated drinking water consumption is one of the issues that threaten health, and always there is pollution possibility in drinking water in buses. This study evaluated the microbial quality of consumed drinking water in buses and also compared it with available standards.

Materials & Methods: This study is a cross-sectional study. By considering similar studies, 95% confidence interval and based on the samples size formula for tradition of proportion, 80 buses from 122 buses that entered Bushehr Passenger Depot from other cities or exited it were randomly selected. Over a three-month period, samples were taken from drinking water in these buses. Temperature, pH, residual chlorine, total coliform (TC), and fecal coliform (*E. coli*) in each sample were measured in accordance with the standard method. Statistical analysis of the data was carried out with SPSS Version 16, and the t-test was performed for statistical difference.

Results: The results showed that residual chlorine in 97.5% was zero and pH values of the samples were in the range of 6.8-8.7. TC and *E. coli* numbers in 12.5% and 8.8% of the samples were higher than those of standards, respectively.

Conclusion: Use of ice, washing time of the drinking water tank (daily or weekly), and method of usage and storage of drinking water (with 20-liter tanks) had significant effects on the bacterial loads of the drinking water in the tanks (p value <0.05). Some factors such as tank material, driver's education and age, type and model of the bus, filling time of the tank (daily or weekly), the method of filling and emptying the tank (complete clearing out of the tank or otherwise), and distance had no significant effect on the quality of the drinking water in the buses.

Keywords: Coliform, *E. Coli*, Residual Chlorine, Bus, Boushehr.

* **Corresponding author: Dobaradaran Sina**, The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

Tel: +98 9173731242

Email: sina_dobaradaran@yahoo.com