ORIGINAL ARTICLE

Assessing the Microbial and Physicochemical Quality and Concentration of Heavy Metal in Bottled Water

Mohammad Ali Zazouli[1],
Zohreh Koushki[2],
Farzaneh Tabarinia[3],
HajarTabarinia[4],
Hemat Gholinia[5]

[1] Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Health Sciences Research Center, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[2] MSc Student in Environment Health Engineering, Student Research Committee, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[3] MSc in Chemistry, Mazandaran Institute of Standards and Industrial Research, Sari, Iran
[4] MSc in Environment Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Paramedicine, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
[5] MSc in Statics, Department of Epidemiology and Biometrics, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

(Received December 27, 2014 ; Accepted February 25, 2015)

Abstract

Background and purpose: Nowadays, tendency to consume bottled water shows significant growth due to increase of demand for safe drinking water, limited resources of fresh water and the public beliefs about the quality of bottled water. The aims of this study were to evaluate the microbial and physicochemical quality of bottled water in Mazandaran province and their heavy metal concentration.

Materials and methods: This descriptive-cross sectional study was done in 60 types of 1.5 lit bottled water from 15 different brands which have been bottled in different seasons in Mazandaran province in 2012. We assessed 33 microbial and physicochemical characteristics and concentrations of heavy metals applying standard method and compared them with those recommended by WHO and Iran National Standard Organization.

Results: The analyzed samples were 100% in the range of Iran National Standard regarding microbial and physicochemical quality. Among chemical parameters, fluorine (0.01 mg/l) was the least while nickel (0.08 mg/l) and boron (1 mg/l) were the most common. Compared to standard guidelines, among heavy metals, mercury, chrome and lead were found with maximum level (0.001, 0.01 and 0.05 mg/l, respectively). There was no significant difference between the measured and listed values on the labels of bottled water ($P<0.05$).

Conclusion: Results showed that the values of all parameters except Nickel were acceptable and did not exceed the standard guidelines for bottled water quality. However, continuous monitoring of bottled water is necessary since there is an increasing trend in consumption of bottled water and new brands are being distributed in the market.

Keywords: Bottled water, microbial and physicochemical quality, heavy metals

J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 25(121): 264-274 (Persian).

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و چهارم شماره ۱۲۱ بهمن سال ۱۳۹۳ (۲۷۴-۲۶۴)

بررسی کیفیت میکروبی، فیزیکوشیمیایی و غلظت فلزات سنگین آب‌های بطری‌شده

محمد علی زرولی [۱]
زهره کوشکی [۲]
فرزانه طبری‌نیا [۳]
هاجر طبری‌نیا [۴]
همت قلی نیا [۵]

چکیده

سابقه و هدف: امروزه به دلایلی مانند افزایش تقاضای آب شرب سالم، محدودیت منابع آب شیرین و اطمینان از کیفیت آب‌های بطری‌شده، تمایل به مصرف این آب‌ها رشد قابل توجهی را نشان می‌دهد. لذا هدف از این مطالعه بررسی کیفیت میکروبی، فیزیکوشیمیایی و غلظت فلزات سنگین آب‌های بطری شده موجود در استان مازندران بوده است.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر به صورت توصیفی- مقطعی بر روی ۶۰ بطری ۱/۵ لیتری از ۱۵ مارک مختلف آب‌های بطری‌شده واحدهای تولیدی فعال در استان مازندران در فصول مختلف سال ۹۱ انجام شد. ۳۳ مشخصه میکروبی، فیزیکی، شیمیایی وغلظت فلزات سنگین مطابق با استاندارد متد بررسی و نتایج با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و ملی ایران مقایسه گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد کیفیت میکروبی و فیزیکوشیمیایی ۱۰۰درصد نمونه‌های مورد مطالعه در محدوده استانداردهای ملی ایران قرار دارد. از میان پارامترهای شیمیایی در مقایسه با استانداردها، فلوئور دارای کم‌ترین مقدار (۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر)، نیکل و بور دارای بیش‌ترین مقدار (به‌ترتیب ۰/۰۸ و ۱ میلی‌گرم در لیتر) و در میان فلزات سنگین جیوه، کروم و سرب (۰/۰۰۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر) دارای حداکثر مقدار مجاز بودند. علاوه براین، تفاوت معنی‌داری در تمام نمونه‌ها بین مقادیر اندازه گیری شده و مقادیر درج شده بر روی برچسب بطری‌ها وجود نداشت($p<0/05$).

استنتاج: طبق نتایج مقادیر تمام پارامترهای میکروبی، فیزیکوشیمیایی و فلزات سنگین به غیر از نیکل در محدوده استانداردها می‌باشد. با این وجود پایش مداوم آب‌های بطری‌شده به‌علت افزایش روز افزون مصرف و توزیع مارک‌های جدید حائز اهمیت می‌باشد.

واژه های کلیدی: آب بطری شده، کیفیت میکروبی و فیزیکوشیمیایی، فلزات سنگین

مقدمه

آب فراوان‌ترین مایع حیات در سطح زمین و عنصر اساسی برای بقای موجودات است. استفاده از آب آشامیدنی سالم و گوارا یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مصرف آب است(۱). آب ناسالم علت ۱۰درصد کل

مولف مسئول: هاجر طبری نیا- بابل: خیابان گنج افروز، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده پیراپزشکی E-mail: Forough_tabari85@yahoo.com
۱. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. دانشجوی کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۳. کارشناس ارشد شیمی، موسسه استاندارد و تحقیقات استان مازندران، ساری، ایران
۴. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، ایران
۵. کارشناس ارشد آمار، واحد بیومتریک و مرکز تحقیقات، دانشگاه علوم پزشکی بابل، ایران
تاریخ دریافت :۱۳۹۳/۱۰/۶ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۳/۱۰/۲۴ تاریخ تصویب : ۱۳۹۳/۱۲/۶

بیماری‌ها و ۶۰ درصدکل مرگ و میر در جهان است(۲). ۷۵درصد مردم جهان سوم از امکانات دسترسی به آب آشامیدنی سالم محروم هستند(۱). در حال حاضر میزان تقاضا برای آب به دلیل افزایش جمعیت جهان و بالارفتن مصرف سرانه همراه با توسعه اقتصادی به سطح بالایی رسیده است(۵-۳). در مناطقی که آب آشامیدنی با کیفیت مناسب در دسترس نباشد و امکانات تصفیه آب نیز فراهم نباشد، امکان استفاده از آب‌های بطری شده رشد قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد(۶). صنعت آب‌های بطری شده در دهه ۲۰۰۰ رشد سالیانه ۷/۴ درصدی در جهان داشته است(۷). اگر چه در حال حاضر عمده‌ترین مصرف‌کنندگان این آب‌ها کشورهای اروپایی هستند اما روند افزایش مصرف در آسیا و اقیانوسیه سریع‌تر می‌باشد به طوری که این افزایش حدود ۱۵درصد گزارش شده است(۸). آب‌های بطری شده تحت سه دسته بندی کلی آب معدنی طبیعی، آب چشمه و آب آشامیدنی تصفیه شده عرضه می‌شوند. بر اساس استانداردهای ایران آب معدنی طبیعی، آبی است که از منابع طبیعی با مقدار املاح معدنی خاص و عناصر کمیاب و دیگر ترکیبات معدنی مشخص می‌شود و ترکیبات آن در فصول مختلف سال از ثبات نسبی برخوردار می‌باشد(۹،۸). آب آشامیدنی بطری شده، آبی است که در ظروف مناسب، با یا بدون افزایش املاح معدنی بسته بندی و در اختیار مصرف کنندگان قرارداده می‌شود(۶). در خصوص استفاده از آب‌های بطری شده جنبه‌های متعددی از قبیل نوع آب، ترکیبات و افزودنی‌های آن، قیمت و کنترل کیفیت، آثار زیست محیطی ناشی از پاکت‌های پلاستیکی که بعد از مصرف در طبیعت رها می‌شوند، مصرف انرژی بیش تر ناشی از حمل و نقل در مقایسه با شبکه لوله‌کشی و آثار اجتماعی ناشی از تغییر در روش زندگی به واسطه مصرف آن مورد توجه می‌باشد(۱۰). بیش‌ترین دلایل مصرف آب‌های بطری شده عدم رضایت مردم از کیفیت آب شبکه لوله‌کشی در خصوص طعم، بو و مزه در مقایسه باکیفیت باکتریولوژیکی آب‌های بطری شده و اعتقاد بر بهداشتی بودن این آب‌ها وحوادث طبیعی و غیر مترقبه می‌باشد(۱۳-۱۱).

احسانی‌فر و همکاران در تعیین کیفیت میکروبی آب آشامیدنی بطری شده، آلودگی کل کلی فرم و کلی فرم مدفوعی را صفر گزارش نمودند(۱۴). زرولی و همکاران در بررسی آلودگی باکتریایی در آب‌های بطری شده بیان کردند که از میان هفت نمونه آب بطری شده، سه نمونه از لحاظ باکتری‌های هتروتروف مثبت بوده است، اما در موارد مثبت شده مقدار آن فراتر از حد استاندارد کیفیت آب آشامیدنی نبوده است(۱۵).

در مطالعه Varga و همکاران ۷/۷ درصد نمونه‌ها با استانداردهای انجمن اتحادیه اروپا مطابقت نداشتند و حداقل یک مورد آلودگی به باکتری‌های شاخص گزارش شد(۱۶). Legnani و Fernanda در مطالعات خود گزارش کردند که تعداد باکتری سودوموناس آئروژینوزا بعد از سه روز ذخیره سازی از حدود ۱۰ CFU/ml به 10^5 CFU/ml می‌تواند افزایش یابد اما در طول دوره ذخیره سازی، این مقدار ثابت باقی می‌ماند(۱۸،۱۷). Casanovas-Massana و همکاران بیان نمودند که در اکثر موارد منبع آلودگی به نحوه بسته‌بندی در کارخانه تولید، جنس ظروف مورد استفاده برای بسته‌بندی و مدت زمان ذخیره سازی ارتباط پیدا می‌کند(۱۹). پلی اتیلن‌تری فتالات یا Poly Ethylen Theriphetalat (PET)، پلیمر نیمه کریستال وابسته به خانواده پلی‌استرها یکی از ترکیبات سازنده بطری بسته بندی آب است که ممکن است، به واسطه کنش‌های مختلف در آب وارد شود(۲۰). Misund و همکاران در مطالعه انجام شده بیان نمودند که غلظت برخی عناصر مانند آنتیموان به علت نشت از ظروف PET به آب می‌باشد(۲۱).

آب های بطری شده به لحاظ دارا بودن یک سری از عناصر شیمیایی و به خصوص فلزات سنگین می‌توانند سلامت انسان را تحت تاثیر قرار دهند(۲۱،۸). ورود عناصر و تجمع فلزات سنگین در بدن انسان می‌تواند باعث اختلالات عصبی، به هم خوردن تعادل هورمون ها، اختلالات تنفسی، آسیب به کلیه، کبد و مغز، آلرژی و

کم‌خونی، اختلالات پوستی، ریزش مو، پوکی استخوان و در نهایت سرطان شود(۲۲،۹،۶). در مطالعه خدادادی و همکاران گزارش شد که ۳۳/۳ درصد میزان قلیائیت، ۹۹/۳ درصد میزان اسیدیته، ۵۳/۵ درصد میزان نیتریت، ۷۳/۳ درصد میزان فلوراید و ۱۰۰ درصد میزان سدیم و پتاسیم نمونه‌ها خارج از محدوده استاندارد بوده است(۱). لولوئی و همکاران نشان دادند که علی رغم نقش برخی از یون ها نظیر پتاسیم در ایجاد اختلالات کلیوی، سدیم در ایجاد فشار خون و نیترات در ایجاد بیماری بچه آبی رنگ (Blue Baby)، میزان این یون‌ها بیش از حد مجاز بهداشتی بوده است(۸).

با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده در داخل و خارج از کشور و اثرات نامطلوب ناشی از تغییرات اندک در غلظت هر یک از پارامترها در آب‌های بطری شده به دلیل متفاوت بودن شرایط جغرافیایی محل‌های تولید، زمان تولید و ذخیره سازی، شرایط حمل و نقل و نگهداری از یک طرف و افزایش روز افزون تقاضای مصرف این آب‌ها و تولید برندهای جدید از طرف دیگر، پایش مداوم آب‌های بطری شده ضروری و حائز اهمیت می‌باشد. در ایران هم‌اکنون، از یک صد و پنجاه مارک مختلف آب‌های بطری‌شده، بیست و چهار نوع آن در استان مازندران تولید و توزیع می‌گردد. این مطالعه به منظور بررسی کیفیت میکروبی، فیزیکوشیمیایی و غلظت فلزات سنگین بر روی آب های بطری شده در استان مازندران انجام شده است.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر به صورت توصیفی- مقطعی به منظور بررسی کیفیت میکروبی، فیزیکوشیمیایی و تعیین غلظت فلزات سنگین آب‌های بطری شده تولیدی در استان مازندران، در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مازندران در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. برای نمونه‌گیری فهرست کاملی از واحدهای تولیدی آب‌های بطری شده در استان مازندران به همراه آدرس کارخانه‌ها تهیه گردید. سپس از فهرست مارک‌های موجود در استان، ۱۵ مارک از واحدهای تولیدی فعال در زمان انجام تحقیق انتخاب گردید. از هر مارک در هر یک از فصول سال، یک نمونه ۱/۵ لیتری و در مجموع در چهار فصل ۶۰ نمونه تهیه گردید. پس از اندازه‌گیری پارامترهای مورد آزمایش، میانگین چهار بار اندازه‌گیری محاسبه و در نهایت با استانداردها مقایسه گردید. به منظور رعایت اخلاق در پژوهش، از ذکر نام آب‌های بطری شده در تحقیق خودداری گردید و نمونه‌ها به صورت اختصاری BW(Bottled Water) از BW1 تا BW15 نام‌گذاری شدند.

کیفیت میکروبی آب‌ها بر اساس دستورالعمل‌های ارائه شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، استاندارد شماره ۳۷۵۹ (جستجو و شمارش کلی فرم‌ها و اشرشیاکلی در آب به روش چند لوله‌ای)، ۸۸۶۹ (شناسایی و شمارش سودوموناس آئروژینوزا)، ۵۲۷۱ (شمارش میکروارگانیسم‌های قابل کشت)، ۸۳۵۵ (جستجو و شمارش کلستریدیوم‌های احیاکننده سولفیت) انجام و ویژگی‌های باکتریایی آب معدنی و آشامیدنی با استانداردهای شماره ۴۴۰۳ و ۶۲۲۷ مقایسه گردید(۲۳). مشخصه فیزیکوشیمیایی و غلظت فلزات سنگین با توجه به روش های استاندارد هر پارامتر در کتاب استاندارد متد و دستورالعمل های موسسه استاندارد و تحقیقات انجام گرفت که شماره متد استاندارد مربوطه ذکر شده است: استاندارد شماره ۲۱۳۰ (کدورت یا Turbidity)، ۲۱۵۰ (بو یا odor)، ۲۵۴۰-c (کل جامدات محلول یا Total Dissolved Solids: TDS)، ۲۳۴۰ (سختی یا Hardness)،۴۵۰۰-B (نیترات بر حسب NO_3)، ۴۵۰۰-B (نیتریت بر حسب NO_2)، ۴۵۰۰-D(فلوراید بر حسب F)، ۴۵۰۰-CN(سیانید بر حسب cn)، ۳۰۳۰ (منگنز بر حسب Mn در طول موج ۲۷۲/۵ به روش شعله)، آهن در طول موج ۳۲۴/۸ به روش کوره، آنتیموان بر حسب Sb در طول موج ۲۱۷/۶ با تکنیک تولید هیدرید، آرسنیک بر حسب As در طول موج ۱۹۳/۷ با تکنیک تولید هیدرید، باریم برحسب Ba در طول موج ۵۵۳/۶ به روش کوره گرافیت، بور برحسب B در طول موج

۲۴۹/۷ به روش کوره گرافیت، کادمیوم بر حسب Cd در طول موج ۲۸۸/۸ به روش کوره گرافیت، کروم بر حسب Cr در طول موج ۳۵۷/۹ به روش کوره گرافیت، سرب بر حسب pb در طول موج ۲۸۳/۳ به روش کوره ، جیوه بر حسب Hg در طول موج ۲۵۳/۷ با تکنیک تولید هیدرید، نیکل بر حسب Ni در طول موج ۲۳۲ به روش کوره و سلنیم بر حسب Se در طول موج ۱۹۶ با تکنیک تولید هیدرید(۲۴،۲۳). پارامتر pHبه روش پتانسیومتری با استفاده از pH متر مدل AQUALYTIC 24، کدورت به روش نفلومتری با استفاده از دستگاه کدورت سنج مدل HANA، TDS به روش وزن‌سنجی، سختی، کلسیم و منیزیم به روش تیتریمتری، آنیون‌ها به روش فتومتری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و فلزات سنگین با استفاده از دستگاه جذب اتمی Perkin Elmer مدل AA Analyst 300 ساخت آمریکا و با لامپ کاتد توخالی اندازه‌گیری گردید. کنترل کیفیت آنالیز دستگاهی با استفاده از آنالیز روزانه محلول‌های استاندارد و آنالیز دو تکراری نمونه‌ها و محلول‌های شاهد انجام گرفت. برای اندازه‌گیری هر عنصر استانداردهای مربوطه به صورت روزانه تهیه و منحنی کالیبراسیون رسم گردید که ضریب همبستگی نقاط ۰/۹۹۹ بوده است. دقت و حساسیت دستگاه با استفاده از مواد رفرنس استاندارد تایید شده مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته ها

بر طبق هدف این مطالعه، سه دسته بررسی بر روی آب‌های بطری شده انجام گرفت:

کیفیت میکروبی

نتایج مربوط به بررسی کیفیت میکروبی نشان داد که هیچ یک از نمونه‌ها آلودگی میکروبی نداشتند و نتیجه آزمایش در ۱۰۰ درصد موارد منفی بوده است (جدول شماره ۱).

کیفیت فیزیکوشیمیایی

در جدول شماره ۲ نتایج ۱۷ مشخصه فیزیکوشیمیایی

جدول شماره۱: نتایج آزمایشات کیفیت میکروبی بر روی ۱۵ مارک آب بطری شده تولیدی استان مازندران

مارک آب بطری شده (تعداد)	نمونه (تعداد)	کل کلی فرم (۱۰۰ml)		کلی فرم مدفوعی (۱۰۰ml)		میکروارگانیسم قابل کشت در دمای $۲۲+۲^{co}$ و $۳۶+۲^{co}$		استرپتوکوک مدفوعی		باکتری سودوموناس		باکتری احیاکننده سولفات	
		مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	منفی
۱۵	۶۰	۰	۶۰	۰	۶۰	۰	۶۰	۰	۶۰	۰	۶۰	۰	۶۰

جدول شماره۲:میانگین نتایج آزمایشات کیفیت فیزیکوشیمیایی بر روی ۱۵ مارک آب بطری شده تولیدی استان مازندران

مارک	pH	کدورت (NTU)	رنگ (TCU)	بو (TON)	TDS (mg/l)	فلوئور (mg/l)	نیتریت (mg/l)	نیترات (mg/l)	آهن (mg/l)	منگنز (mg/l)	کلسیم (mg/l)	منیزیم (mg/l)	سختی کل (mg/l)
BW1	۷/۴۸	۰/۴	۰/۲۵	۰/۲۵	۱۵۶/۵	۰/۲۱	۰/۰۱۸	۱/۸۷	۰/۱۹۷	۰/۰۰۵	۴۰/۹۷	۸/۵۹	۱۴۳/۷۵
BW2	۷/۷۵	۰/۳	۱	۰/۵	۱۶۵/۲۵	۰/۲۱	۰/۰۱۲۵	۳/۸۸	۰/۰۳۸	۰/۰۲۴	۳۹/۴۲	۸/۳۳	۱۳۲/۵
BW3	۷/۳۷	۰/۲۶	۰	۰/۵	۱۲۵/۵	۰/۲۶	۰/۰۱	۱/۵۸	۰/۰۵۱	۰/۰۱۹	۱۹/۲۵	۴/۴۹	۹۳
BW4	۷/۷۷	۰/۳۴	۱	۰	۲۲۷/۵	۰/۵۸	۰/۰۱۸	۶/۷۷	۰/۱۴۹	۰/۰۲۳	۵۱/۵	۱۲/۷۳	۱۸۳
BW5	۷/۶۹	۰/۴۲	۰	۰	۳۳۳/۷۵	۰/۴۶	۰/۰۱۶۵	۲/۸۳	۰/۱۷۶	۰/۱۰۲	۷۶/۸	۱۰/۸	۲۷۳
BW6	۷/۷۲	۰/۴۲	۰	۰	۱۵۰/۵	۰/۱۵	۰/۰۱۵۵	۲/۳۹	۰/۰۰۲	۰/۰۱۸	۴۲	۸/۵۲	۱۴۰
BW7	۷/۸۳	۰/۳۷	۰/۷۵	۰	۱۷۱/۲۵	۰/۲۹	۰/۰۱۷	۴/۱۶	۰/۳	۰/۰۰۵	۳۲/۵	۷/۷۲	۱۳۰
BW8	۷/۸۹	۰/۳	۰/۷۵	۰	۱۸۶/۲۵	۰/۲۸	۰/۰۱۶۵	۱۱/۲۱	۰/۰۵	۰/۰۶۴	۴۹	۹/۵۹	۱۶۲
BW9	۷/۵۵	۰/۱۲۵	۰/۵	۰	۱۶۰/۵	۰/۳۲	۰/۰۱۶۵	۶/۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲۵	۴۴/۰۱	۹/۲۲	۱۵۰
BW10	۷/۷۰	۰/۱۵	۰/۲۵	۰	۲۳۲/۷۵	۰/۳۲	۰/۰۱۸۲	۴/۱	۰/۰۷۴	۰/۰۱۸	۶۷	۹/۶۴	۲۰۳/۵
BW11	۷/۶۵	۰/۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۲۹۶/۲۵	۰/۱	۰/۰۲	۸/۵	۰/۰۲۵	۰/۰۰۵	۴۴/۵	۱۶/۵	۱۷۲/۵
BW12	۷/۹۷	۰/۰۵	۰/۷۵	۰	۱۳۰	۰/۶۳	۰/۰۱۵۷	۵/۸۲	۰/۰۷۵	۰/۰۱۹	۵۱/۵	۱۲/۷۳	۱۸۳
BW13	۷/۴۵	۰/۰۵	۰	۰	۱۲۵	۰/۰۸	۰/۰۱۷۵	۶/۴۲	۰/۰۰۵	۰/۰۲۳	۴۲/۲۵	۱۵/۵۴	۱۷۰
BW14	۷/۷۷	۰/۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۱۶۸/۷۵	۰/۲۱	۰/۰۱۷	۳/۵۸	۰/۰۰۴	۰/۰۱۶	۴۴/۵	۱۱/۲	۱۵۹
BW15	۷/۸۰	۰/۱	۰	۰	۱۹۲/۵	۰/۳۴	۰/۰۲	۱۰	۰	۰/۰۲۵	۷۸	۱۲	۲۳۷
انحراف معیار	۰/۱۶۷۴۸۰	۰/۱۴۰۴۹۴۹	۰/۳۷۶۳۸۶۳	۰/۱۸۵۸۰۶	۶۱/۲۹۴۰۲۲۱	۰/۱۵۸۶۴۶۱	۰/۰۰۲۵۷۴۹	۰/۹۲۰۷۷۰۳	۰/۰۸۹۶۲۰۵	۰/۰۲۵۲۰۳۴	۱۵/۶۱۷۲۷۴۶	۳/۰۸۸۰۹۶۲	۳۹/۰۶۱۴۹۷۶
حداکثر مجاز	۹-۶/۵	۵	۲۰	۲واحد در ۱۲^{oc}	۱۵۰۰	۱/۵	۰/۰۲	۵۰	۰/۳	۰/۵	۲۵۰	۵۰	۵۰۰as caco۳

بر روی ۱۵ مارک آب بطری شده آمده استکه در آن مقادیر pH در تمام نمونه‌ها در محدوده استانداردهای ملی ایران(۶/۵تا ۹) و استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۶/۵تا ۸) بوده است. مقادیر سایر پارامترها کم‌تر و یا برابر حداکثر مقدار مجاز استانداردهای ملی ایران برای آب‌های معدنی و آشامیدنی بطری شده می‌باشند. کدورت درتمام موارد کم‌تر از ۰/۵NTU و کم‌تر از حداکثر مقدار مجاز بوده است. ۳۳/۳ درصد نمونه‌ها فاقد رنگ و ۶۶/۶ درصد فاقد بو بودند.

نتایج مطالعه نشان داد که در طبقه بندی آب‌ها توسط WHO به لحاظ دارا بودن TDS برای شرب، ۹۹/۳۳ درصد نمونه‌ها عالی (۰تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و ۶۶/۶ درصد خوب (۳۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر) می‌باشند. کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار فلوئور مربوط به نمونه‌های BW12 و BW13 به ترتیب ۰/۰۸ و ۰/۶۳ و میانگین ۰/۲۹۶ میلی‌گرم بر لیتر بوده است. میزان نیتریت در نمونه‌های BW4,5,6,7,10 در یک نوبت از سال بیش‌تر از حداکثر مجاز و میانگین میزان نیتریت در نمونه‌های BW12 وBW13 برابر حداکثر مقدار مجاز (۰/۰۲ میلی‌گرم در لیتر) و در سایر نمونه‌ها کم‌تر می‌باشد.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که آهن در نمونه‌های BW7 و BW15 یافت نشد و در نمونه BW7 برابر حداکثر مقدار مجاز (۰/۳ میلی‌گرم در لیتر) بوده است. میزان نیترات در تمام موارد کم‌تر از حداکثر مقدار مجاز (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) می‌باشد. کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار منگنز در نمونه‌های BW1,7,11 و BW13 برابر ۰/۰۰۵ و نمونه BW5 برابر ۰/۱۰۲ و در تمام موارد کم‌تر از حداکثر مقدار مجاز (۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) بوده است. نتایج به دست آمده نشان داد که میزان سختی بر حسب کربنات کلسیم در تمام نمونه‌ها از حداکثر مقدار مجاز استاندارد ملی ایران(۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) کم‌تر بوده‌اند. میانگین سختی ۱۶۶/۴۱ و حداقل و حداکثر به ترتیب ۹۳ و ۲۳۷ میلی‌گرم در لیتر برای نمونه‌های BW3 و BW6 می‌باشند. بین میانگین مقادیر پارامترهای فیزیکوشیمیایی و نمونه‌ها با مقادیر استاندارد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (p<۰/۰۵) (جداول شماره ۲ و ۳).

غلظت فلزات سنگین

نتایج تحقیق نشان داد که میانگین غلظت فلزات سنگین آنتیموان و جیوه در ۱۰۰درصد موارد اندازه‌گیری در زمان‌های مختلف نمونه برداری کم تر از مقادیر استاندارد (۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۱میلی‌گرم بر لیتر) و حد تشخیص دستگاه بوده است. بیش‌ترین مقادیر باریم و بور در نمونه BW11 به ترتیب برابر ۰/۳ و ۱ و کم ترین در نمونه‌های BW2 و BW10 به ترتیب برابر ۰/۰۴ و ۰/۰۱۵ در مقایسه با مقادیر استاندارد(حداکثر مقدار مجاز ۱ و ۵ میلی‌گرم بر لیتر) بوده است. میانگین میزان آرسنیک ۰/۰۰۳ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین در نمونه‌های BW5,7,10,12,14,15 برابر ۰/۰۰۵ و در تمام موارد کم‌تر از حداکثر مجاز (۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر) بوده است. آرسنیک، کادمیوم، سلنیم، سرب، سیانید و نیکل در نمونه BW11 یافت نشد. بیش‌ترین مقدار کادمیوم در نمونه‌های BW4,5,10,14,15 برابر ۰/۰۰۱ و در تمام نمونه‌ها کمتر از حداکثر مقدار مجاز (۰/۰۰۳ میلی‌گرم در لیتر)، میانگین غلظت سلنیم و سرب به ترتیب برابر ۰/۰۳۶ و ۰/۰۰۴۹ و بیش‌ترین مقدار سرب در BW14 برابر ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر (حداکثر مقدار مجاز) بوده است. سیانید در ۱۳/۳ درصد نمونه‌ها برابر حداکثر مقدار

جدول شماره ۳: نتایج آنالیز برخی از پارامترها با استفاده از آزمون T-Test بر روی ۱۵ مارک آب بطری شده تولیدی استان مازندران

نام پارامتر	pH	TDS (mg/l)	فلوئور (mg/l)	نیتریت (mg/l)	آهن (mg/l)	سختی (mg/l)	آنتیموان (mg/l)	کرم (mg/l)	نیکل (mg/l)	سرب (mg/l)
حداقل	۷/۳۷	۱۲۵	۰/۰۸	۰/۰۱	۰	۹۳	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۰	۰
حداکثر	۷/۹۷	۳۳۳	۰/۶۳	۰/۰۲	۰/۳	۲۳۷	۰/۰۰۴	۰/۰۵	۰/۰۵۸	۰/۱۳۷
میانگین	۷/۶۹	۱۸۷/۵۵	۰/۲۹۶	۰/۱۶۵	۰/۰۷۶۵	۱۶۶/۴۱	۰/۰۰۳	۰/۰۲۶۸	۰/۰۱۷	۰/۰۰۴۹
سطح معنی داری	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	>.۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

مجاز (۰/۰۰۳ میلی‌گرم در لیتر) و در سایر موارد کم‌تر بود. بیش‌ترین مقدار نیکل در نمونه BW1 برابر ۰/۰۵۸ و در ۳۳/۳ درصد موارد بیش از حداکثر مقدار مجاز (۰/۰۲ میلی‌گرم در لیتر) بوده است. بین میانگین مقادیر غلظت نیکل نمونه‌ها با مقادیر استاندارد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (p>۰/۰۵). نتایج نشان داد که مس در نمونه‌های BW11,15 یافت نشد. میانگین غلظت مس برابر ۰/۱۱۲ و حداکثر ۰/۳ در مقایسه با استاندارد (حداکثر مجاز ۱ میلی‌گرم در لیتر) بوده است. بیش‌ترین مقدار کروم در BW15 برابر حداکثر مقدار مجاز (۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر) و در سایر موارد کم‌تر بوده است. بر اساس آزمون T-Test بین میانگین مقادیر غلظت فلزات سنگین به غیر از عنصر نیکل و نمونه‌ها با مقادیر استاندارد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (p <۰/۰۵). نتایج میانگین، حداقل و حداکثر برخی از پارامترها آورده شده است (جداول شماره۳ و ۴).

بحث

در مطالعه حاضر ۱۰۰درصد نمونه‌ها فاقد هرگونه آلودگی باکتری کلی فرم و اشرشیاکلی، سودوموناس آئروژینوزا و میکروارگانیسم‌های قابل کشت و از نظر قابلیت شرب بر اساس استانداردهای ملی ایران و WHO مطلوب و سالم بودند. نتایج مطالعه حاضر با مطالعه لولوئی و همکاران(۸) در بررسی باکتری کلی فرم و اشرشیاکلی مطابقت و با مطالعه نارویی و همکاران(۲) مغایرت دارد. در مطالعه ای که شبانکاره فرد و همکاران در بوشهر بر روی آب‌های بطری شده در سال ۹۱ انجام دادند، کل کلی فرم و کلی فرم مدفوعی صفر و شمارش بشقابی باکتری‌های هتروتروف CFU/ml ۳۰۹/۸ گزارش گردید که ۱۰۰ درصد استانداردهای ملی آب‌های بطری شده را برآورده می‌کند(۲۵). علت عدم وجود آلودگی میکروبی در آب‌های بطری شده را می‌توان به علت انجام فرآیند تصفیه قبل از بسته‌بندی کردن دانست که نتیجه آن عدم آلودگی در محصول نهایی می‌باشد(۶). هم چنین مواد مورد استفاده در ساخت بطری بر روی رشد میکروارگانیسم‌ها تاثیر دارد، به گونه‌ای که رشد میکروبی در بطری‌های شیشه‌ای نسبت به PET خیلی کم تر است(۷، ۲۱) و نیز گزارش تعداد باکتری در آب‌های تازه در قیاس با آب‌های ذخیره شده به مراتب کم‌تر است(۲۷،۲۶). یافته‌ها نشان داد میزان pH در تمام نمونه‌ها با استانداردهای ملی ایران و استانداردهای جهانی مطابقت داشت و در تحقیق

جدول شماره ۴: میانگین نتایج غلظت فلزات سنگین اندازه‌گیری شده بر روی ۱۵ مارک آب بطری شده تولیدی استان مازندران

مارک	باریم (mg/l)	بور (mg/l)	آنتیموان (mg/l)	آرسنیک (mg/l)	کرم (mg/l)	کادمیوم (mg/l)	روی (mg/l)	نیکل (mg/l)	سرب (mg/l)	مس (mg/l)	جیوه (mg/l)	سلنیم (mg/l)	سیانید (mg/l)
BW1	۰/۱۳	۰/۲۶۸	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۳۷	۰/۰۲	۰/۰۰۱۲	۰/۰۲۷	۰/۰۵۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱۲
BW2	۰/۰۶۱	۰/۲۶۳	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۲۵	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۵۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲
BW3	۰/۱۵	۰/۰۲۱۵	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۲۵	۰/۰۳۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۶۵	۰/۰۲۵	۰/۰۰۲	۰/۰۱۸	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱
BW4	۰/۱۵۷	۰/۰۲	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۰۵	۰/۰۲۹	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲
BW5	۰/۲	۰/۰۲۲۵	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱	۰/۱۷۹	۰/۰۳۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳
BW6	۰/۰۶۱	۰/۵۱۲	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۲۵	۰/۰۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۰۵	۰/۰۱۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱
BW7	۰/۰۴	۰/۰۲	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۰۳	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱۵
BW8	۰/۱۱	۰/۲۶۵	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۲۵	۰/۰۴۹	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۲۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱
BW9	۰/۱۰۵	۰/۲۶۲	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۲۵	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱۲	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۲۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱۲
BW10	۰/۱۵	۰/۰۱۵	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۲۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱۷
BW11	۰/۳	۱	<۰/۰۰۵	۰	۰/۰۲	۰	۰/۰۰۳	۰	۰	۰	<۰/۰۰۱	۰	۰
BW12	۰/۱۱	۰/۰۲۵	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۳۹	۰/۰۰۰۵	۰/۰۴۳	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳۷	۰/۰۰۵	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳
BW13	۰/۱۰۵	۰/۵۱۱	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۲۵	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰۵	۰	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱
BW14	۰/۱۵	۰/۰۲	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱	۰/۰۱۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲
BW15	۰/۲	۰/۰۲	<۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۲۷	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱	۰	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱۲
انحراف معیار	۰/۰۶۵۴۰۲۶	۰/۲۸۰۸۸۴۳	۰/۰۰۰۷۵۵۹	۰/۰۰۱۵۵۷۱	۰/۰۱۳۳۴۲۷	۰/۰۰۰۳۲۷۸	۰/۰۶۴۹۵۹۹	۰/۰۱۳۸۹۶۹	۰/۰۰۳۷۸۶۱	۰/۰۰۹۳۳۱۰	۰/۰۰۲۰۸۹۰	۰/۰۰۱۵۹۹۸۵	۰/۰۰۱۰۱۱۶۹
حداکثر مجاز	۱	۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۳

نارویی و همکاران(۲) در ۹۲ درصد آب‌های مورد بررسی مطابقت وجود داشته است. میزان فلوئور در نمونه‌های مورد مطالعه کم‌تر از ۰/۷ میلی‌گرم بر لیتر (حد مطلوب) بوده است که با مطالعه خدادادی و همکاران، لولوئی و همکاران و یاری و همکاران مطابقت دارد(۲۸،۸،۱). فولادی‌فرد و همکاران در بررسی غلظت فلوراید در آب آشامیدنی بطری شده، غلظت فلوراید را در ۱۴ مارک بین ۰/۱۳ تا ۰/۵ با میانگین ۰/۲۸ میلی‌گرم بر لیتر و کم‌تر از مقدار استاندارد گزارش نمودند(۲۹). با توجه به پایین بودن میزان فلوئور در آب های آنالیز شده بهتر است برای کودکان تا سنین ۷ سالگی فلوراید تراپی دندان انجام شود، از مصرف این آب ها به طور مکرر اجتناب شودو جهت تامین این یون از آب شهر به تناوب استفاده گردد. در شرایطی که میزان فلوراید درآب آشامیدنی پایین است، فلوراید را به آب آشامیدنی اضافه می‌کنند(۳۰). نتایج نشان داد، اگر چه میزان سختی در هر ۱۵ مارک آب های بطری شده در چهار فصل مختلف از حداکثر مقدار مجاز کم‌تر بوده است اما بر اساس طبقه‌بندی آب ها از این نظر، ۶۰ درصد آب های بررسی شده خیلی سخت (بیش از ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، ۳۳/۳ درصد در زمره آب های سخت (۱۰۰تا۱۵۰میلی‌گرم در لیتر) و ۶/۶۶ درصد از سختی متوسط (۵۰ تا۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر حسب کربنات کلسیم برخوردار بوده‌اند. این موضوع در مطالعه یاری و همکاران(۲۸) در شهر قم و مسافری و همکاران(۳۱) در ایران با گزارش‌های مشابه همراه بوده است. شبانکاره فرد و همکاران در بررسی کیفی آب های بطری شده در بوشهر میزان سختی کل، کلسیم و منیزیم را به ترتیب ۱۷۰/۱۸، ۱۱۳/۹۲ و ۵۵/۱۹ برحسب کربنات کلسیم و کم‌تر از حداکثر مجاز گزارش نمودتد(۲۵). هر چند تاثیر آب‌های سخت بر سلامتی انسان هنوز به اثبات نرسیده است اما تحقیقاتی ارتباط میان تشکیل سنگ های کلیوی و منیزیم بالا را نشان داده‌اند. لذا در مورد مصرف این آب‌ها احتیاط لازم بایستی صورت گیرد(۶). مطالعه حاضر نشان داد که میانگین مقدار نیتریت و نیترات در ۱۰۰ درصد موارد در محدوده استاندارد ملی ایران و استانداردهای جهانی و کم‌تر از حداکثر مقدار مجاز بوده است که با مطالعه عموئی و همکاران(۹)، احسانی‌فر و همکاران(۱۴) مطابقت دارد. در مطالعه خدادادی و همکاران(۱) در ۵۳ درصد نمونه‌ها مقدار نیتریت و در تحقیق لولوئی و همکاران(۸) در ۷ درصد نمونه ها مقدار نیترات خارج از محدوده استاندارد بوده است. گودینی و همکاران میزان نیتریت را ۰/۱ تا ۰/۴ و نیترات را ۱/۱۳ تا ۶/۴۸ میلی‌گرم بر لیتر و کم تر از مقدار استاندارد گزارش نمودند(۳۲). بر اساس نتایج مطالعه حاضر مشخص گردید که غلظت باریم، بور، آرسنیک، کادمیوم، روی، مس و سلنیم در تمامی نمونه‌ها کم‌تر از حداکثر مقدار مجاز استاندارد ملی ایران بوده است. میانگین مقادیر کروم، سرب و سیانید در برخی نمونه ها برابر و در سایر موارد کم‌تر از حداکثر مقدار مجاز استاندارد ملی ایران بوده است. میانگین غلظت نیکل در برخی از نمونه‌ها بیش از حداکثر مقدار مجاز استاندارد ملی ایران بوده است. از آن‌جایی که میانگین اندازه‌گیری در مجموع چهار بار نمونه‌برداری انجام شده در چهار فصل مختلف سال با دو بار تکرار در هر نمونه در ۱۵ مارک به عنوان غلظت مورد بررسی لحاظ گردید، میزان نیکل در مارک ۱ بیش از حداکثر مقدار مجاز و در مارک۸ در محدوده حداکثر مقدار مجاز قرار دارد. نتایج مطالعه حاضر با مطالعه میران‌زاده و همکاران در غلظت فلزات سنگین مورد بررسی به غیر از نیکل مطابقت دارد(۶).

قادری‌پور و همکاران گزارش نمودند که غلظت فلزات کادمیوم، کروم و سرب در آب های مورد بررسی به ترتیب برابر ۲/۳۴± ۱/۵۵، ۰/۷۲± ۱/۰۶ و ۳/۴۴ ±۳/۱۸ میکروگرم بر لیتر و پایین‌تر ازاستاندارد ملی ایران و مقادیر رهنمودی WHO بوده است(۱۱). مطالعه حاضر با تحقیق همکاران مطابقت دارد(۱۱). مقدار آنتیموان و جیوه در ۱۰۰ درصد نمونه‌ها کم‌تر از حداکثر مجاز استاندارد ملی ایران (۰/۰۰۵>و۰/۰۰۱>) و حد تشخیص دستگاه می‌باشند.

هرچند میانگین مقادیر غلظت فلزات سنگین به غیر از عنصر نیکل بیش از حداکثر مقدار مجاز استاندارد ملی ایران نبوده است، اما غلظت آن‌ها در مارک‌های مختلف با یکدیگر متفاوت بوده است که علت آن می‌تواند متفاوت بودن منابع تامین آب و اختلاف در فرآیندهای تصفیه باشد(۴). هم‌چنین نگهداری آب‌های بسته بندی شده در دمای اتاق برای مدت طولانی، خطر نشت فلزات سنگین از دیواره بطری‌ها به داخل آب را افزایش می‌دهد(۷،۱). بین میانگین مقادیر غلظت فلزات سنگین به غیر از عنصر نیکل و نمونه‌ها با مقادیر استاندارد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($p<۰/۰۵$). اگر چه نتیجه سایر پارامترهای میکروبی، فیزیکوشیمیایی و فلزات سنگین در تمام نمونه‌ها مطلوب و یا پایین‌تر از مقادیر مجاز استاندارد بوده است، اما پایش مداوم آب‌های بطری‌شده به‌علت افزایش روز افزون مصرف و توزیع برندهای جدید حائز اهمیت می‌باشد، زیرا اندک تغییرات در غلظت ترکیبات می‌تواند اثرات نامطلوبی بر سلامت انسان داشته باشد.

References

1. Khodaday M, Oodi GH, Dori H, A M. Studyon Biologicaland Chemical Quality of Mineral WatersBottled and Released in the City of Birjand 2007, Iran, Hamedan. 10th National of Conference on Environmental Health, 60-66 (Persian).
2. Narouee Kh, Moradi MR, ZoraghiBomari A, Hoseini AR, Mirpoor AH, Kool AH. The Surveyof Microbial and Chemical Quality of Bottled Waters and Comparing it with Iran National Standard in Balouchestan area in 2008, Iran, Zahedan, 11th of National Conference on Environmental Health (Persian).
3. Zazouli MA, AlamGholilou M. Survey of chemical quality (Nitrate, Flouride, Hardness, Electrical Conductivity) of driking water in Khoy city. J Mazandaran Univ Med Sci 2013; 23(Suppl-2): 80-84 (Persian).
4. Hashemi Karouei SM, Eslamifar M, Zazouli MA. Determination of Fecal Coliform Contamination of Water Supplies in Some Rural Areas of Sari, Iran with Most Probable Number Test. J Mazandaran Univ Med Sci 2013; 23(104): 89-95 (Persian).
5. Zazouli MA, Barafrashteh Pour M, BarafrashtehPour Z, Ghalandari V. Temporal and Spatial Variation of Nitrate and Nitrite Concentration in Drinking Water Resource in Kohgiluyeh County Using Geographic Information System. J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 24(109): 258-263 (Persian).
6. Miranzadeh MB, Hassani AH, Iranshahi L, Ehsanifar M, Heidari M. Study of Microbial Quality and Heavy Metal Determination in 15Brands of Iranian Bottled Drinking Water During 2009-2010. Available from: Journals. ac.ir/index.php/health. 2010; 2(1): 40-48 (Persian).
7. Wang Y, Hammes F, Egli T. The impact of industrial-scale cartridge filtrationon the native microbial communities from groundwater. Watter Res 2008; 42(16): 4319-4326.
8. Loloei M, Zolala F. Survey on the Quality of Mineral Bottled Waters in Kerman City in 2009. J Rafsanjan Univ Med Sci 2011; 10(3): 138-92 (Persian).
9. Amouei A, Mohammadi A.A, Koushki Z, Asgharnia H.A, Fallah S.H, Tabarinia H. Nitrit and Nitrat in Available Bottled Waters in Babol (Mazandaran;Iran) in Summer 2010. J Babol Univ Med Sci 2012; 14(1): 64-70 (Persian).
10. Rajabizadeh A, Afsarinejad MR. Evaluation of Knowledge and Attitude of Kerman

Residents about the Usage of Bottled Water for Drinking and Cooking Purposes. J Kerman Univ Med Sci 2004; 11(4): 243-250 (Persian).

11. GhaderiPour M, JahedKhaniki GhR, NazmAra Sh. Determination of toxic trace element in bottled waters consumption in the of Tehran, 2009; Iran, Tehran, 11th of National Conference Environmental Health: 650-660 (Persian).
12. Lagioia G, Calabrò G, Amicarelli V. Empirical study of the environmental management of Italy's drinking water supply. Resources, Conservation and Recycling; 60(2012): 119-130.
13. Samadi M, Rahimi A, Sedehi M, Sonboli N. Evaluation of Chemical Quality in 17 Brands of Iranian Bottled Drinking Water. J Res Health Sci 2009; 9(2): 25-31 (Persian).
14. Ehsanifar M, Sarvandi M, Tabatabaee R, Bagheri R, Rahimian A.H. Evaluationof Nitrat and Microbial of Bottled Water in Iran, 2013, Iran, Tabriz, 16th of National Conference on Environmental Health (Persian).
15. Zazouli1 M, SafarpourGhadi M, Veisi A, Habibkhani P. Bacterial Contamination in Bottled Water and Drinking Water Distribution Network in Semnan, 2012. J Mazandaran Univ Med Sci 2013; 22(1): 151-159(Persian).
16. Varga L. Bacteriological quality of bottled natural mineral waters commercialized in Hungary. Food Control 2011; 22(3-4): 591-595.
17. Flancone –Dias M, Vaz-Moreira I, Manaia C. Bottled mineral water as a potential source of antibiotic resistant bacteria. Water Res 2012; 46(11): 3612-3622.
18. Legnani P, Leoni E, Rapuano S, Turin D, Valenti C. Survival and growth of Pseudomonas aeruginosa in natural mineral water: a 5-year study. Int J food Microbio 1999; 53(2-3): 153-158.
19. Casanovas-Massana AR. Blanch AR. Diversity of the heterotrophic microbial populations for distinguishing natural mineral waters. Int J Food Microbiol 2012; 153(1-2): 38-44.
20. Bach C, Dauchy X, Chagnon MC, Etienne S. Chemical compounds and toxicological assessments of drinking water stored in polyethylene terephthalate (PET) bottles: A source of controversy reviewed. Watter Res 2012; 46(3): 571-583.
21. Misund A, Frengstad B, Siewers U, Reimann C. Variation of 66 elements in European bottled mineral waters. Sci Total Environ 1999; 243/244: 21-41.
22. Khaniki J, Mahdavi M, Ghasri A, Saeednia S. Investigation of Nitrate Concentrations in Some Bottled Water Available in Tehran. Iran J Health and Inviron 2008; 1(1): 45-50 (Persian).
23. Islamic Republic of Iran, Institue of Standards and Industrial Research of Iran.
24. Eaton AD, H Franson MA. Standard methods for the examination of water & wastewater. 21st ed. Washington DC: American Public Health Association (APHA); 2005.
25. Shabankarehfard E, Hayati R, Dobaradaran S. Evaluation of physical, chemical and microbial quality of distribution network drinkingwater in Bushehr, Iran. ISMJ 2015; 17(6): 1223-1235.
26. Ramalho R, Afonso A, Cunha J, Texieira P, Gibbs P. Survival Characteristics of Pathogenes Inculated into Bottled Mineral Water. Food Control 2001; 12(5): 311-316.
27. Criado MV, Fernandez Pito VE, Badessari A, Cabral D. Conditions that regulate the growth of mouldsinoculatedinto bottled mineral water.

International Journal of Food Microbiology Int J Food Microbiol 2005; 99**(3)**: 343-349.

28. Yari AR, SaberiBigdeli M, Javazi Z, Hanifeh F, Radmorad Z. Evaluation of Chemical Quality of Iranian Bottled Water in Ghom, 2013; Iran, Tabriz, 16th of National Conference on Environmental Health (Persian).
29. FouladiFard R, Mahvi AH, Hosseini SS, Khazaei M. Fluoride concentrations in bottled drinking water available in najaf and karbala, iraq. Fluoride 2014; 47(3): 249-252.
30. Mahvi AH, Zazoli MA, Yunecian M, Nicpour B, Babapour A. Survey of Flurid Concentration in Drinking Water Sources and Prevalence of DMFT in the 12 Years Old Student in Behshahr City J Med Sci 2006; 6(4): 658-661.
31. Mosferi M, Nemati Mansour S, Abaszadeh M, Alidadi Soltangholi H, Najafpour AS, Eshghi N. Hydrozeochemical Bottled Mineral Water 2013; Iran, Tabriz, 16th of National Conference on Environmental Health (Persian).
32. Godini K, Sayehmiri K, Alyan G, Alavi S, Rostami R. Investigation of Microbial and Chemical Quality of Bottled Waters Distributed in Ilam (wester Iran) 2009-10. J Ilam Univ Med Sci 2012; 20(2): 33-37 (Persian).