

بررسی تطبیقی کیفیت میکروبی و فیزیکوشیمیایی آب‌های بطری شده با استانداردهای ملی و مشخصات برچسب (مطالعه موردی شهر قزوین)

اکبر اسلامی^۱، حمزه‌علی جمالی^۲، شیرین نادری^۳

دریافت: ۹۱/۰۴/۲۷

پذیرش: ۹۱/۰۷/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: آب برای تداوم زندگی ضروری بوده و بایستی منابع آب کافی و سالم برای عموم قابل دسترس باشد. اخیراً مردم به دلایلی از جمله مزه، راحتی، پیروی از مد، ایمنی و بهداشت آب‌های بسته‌بندی شده را خریداری می‌کنند. براساس رهنمود WHO کنترل آب‌های بطری شده به دلیل نگهداری بیشتر و در دمای بالاتر نسبت به آب شبکه‌های توزیع، استفاده از ظروف و بطری‌ها بدون شستشو و ضدعفونی کافی و رشد میکروارگانیسم‌های کم‌اهمیت از نظر بهداشتی اهمیت ویژه‌ای دارد. هدف این مطالعه بررسی کیفیت میکروبی و فیزیکوشیمیایی آب‌های بطری شده موجود در فروشگاه‌های شهر قزوین و مقایسه با استانداردهای ملی و تطبیق کیفیت آنها با مشخصات برچسب بود.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی مقطعی از ۱۱ مارک آب بطری شده تعداد ۵۱ نمونه با تاریخ تولید متفاوت برداشت گردیده ویژگی‌های میکروبی، فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها مطابق با کتاب استاندارد متد سال ۲۰۰۵ بررسی شد. داده‌های حاصل با نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری *t-test* و آنالیز واریانس یک‌طرفه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج با استانداردهای ملی، رهنمودهای WHO و همچنین با ترکیب درج شده بر روی محصول مقایسه گردید.

یافته‌ها: نتایج حاکی از عدم آلودگی میکروبی نمونه‌ها بود. از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کلیه پارامترهای مورداندازه‌گیری در حد استاندارد ملی بود. بررسی مطابقت مقدار متغیرها با مشخصات برچسب، اختلاف قابل توجهی بین مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر درج شده روی محصول نشان داد.

نتیجه‌گیری: هرچند ویژگی‌های میکروبی، فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های موردبررسی در حد استاندارد ملی بود ولی بین مقادیر موردسنجش و غلظت‌های برچسب تفاوت معناداری وجود داشت. به طوری که میانگین غلظت TDS، سختی کل، سولفات، کلسیم، منیزیم و سدیم اندازه‌گیری شده بیش از مقادیر و میانگین سایر پارامترها کمتر از مقادیر برچسب بود. بنابراین با توجه به روند رو به رشد مصرف آب‌های بطری شده، پایش و کنترل کیفی این آب‌ها از نظر بهداشت عمومی و سلامت جامعه اهمیت بسیار زیادی دارد.

واژگان کلیدی: کیفیت آب، آب بطری شده، استاندارد، بهداشت آب

۱- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران

۲- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین

۳- نویسنده مسئول: کارشناس ارشد بهداشت محیط، معاونت بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین

sh51na@yahoo.com

مقدمه

آب به عنوان نعمت الهی، موضوعی حیاتی در توسعه پایدار، کاهش فقر و گرسنگی، محیط زیست سالم، توسعه صنعتی و اقتصادی و نیز ضرورتی برای سلامت و بهداشت انسان‌ها است. به طوری که در مقیاس جهانی نزدیک به ۲/۳ میلیارد نفر به بیماری‌های ناشی از آب دچار هستند و تهیه آب سالم و دفع بهداشتی فاضلاب موجب کاهش ۱/۲ میلیون مرگ ناشی از اسهال، ۱۵۰ میلیون مورد ابتلا به شیستوزومیازیس و ۷۵ میلیون ابتلا به تراخم می‌شود (۱ و ۲). جمعیت و محدودیت منابع آب دو چالش اساسی پیش روی در کشور ماست که رشد روزافزون جمعیت و عدم کنترل میزان برداشت، ادامه مصرف بی‌رویه و تقاضا برای آب عاملی تهدیدکننده است (۳). براساس طبقه‌بندی WHO منابع تامین آب شرب به دو دسته حفاظت شده و حفاظت نشده تقسیم می‌شوند. آب لوله‌کشی، چاه دستی، چشمه و چاه عمیق حفاظت شده و آب باران از گروه اول و چشمه و چاه حفاظت نشده، آب بطری شده و تانکرهای توزیع آب از دسته دوم هستند (۴). آب بطری شده آب آشامیدنی است که در ظروف بسته‌بندی می‌شود و به طور طبیعی دارای املاح یا CO₂ بوده و یا به آن اضافه می‌شود. افزودن هر گونه مواد دیگر مانند شیرین‌کننده و طعم‌دهنده به آن مجاز نیست (۵). در حالی که آب معدنی طبیعی آبی است که به وسیله محتوای املاح معدنی خاص، عناصر کمیاب و دیگر ترکیبات مشخص شده، از منابع طبیعی مانند چشمه و نقاط حفاری شده از سفره‌های آب زیر زمینی به دست آمده و کلیه اقدامات احتیاطی برای جلوگیری از هرگونه آلودگی یا تاثیرات خارجی روی کیفیت آن انجام می‌گیرد. ترکیبات آن در فصول مختلف سال از ثبات نسبی برخوردار است. تحت شرایطی که ویژگی‌های آن تغییر نکند جمع آوری می‌شود، در نزدیک‌ترین محل ممکن به سرچشمه آب، تحت شرایط بهداشتی خاص بسته بندی می‌شود و هیچگونه فرایند پالایش به جز فرایندهایی خاص تعیین شده در مورد آن به کار نمی‌رود. آب معدنی طبیعی گازدار، آب معدنی طبیعی بدون گاز، آب معدنی طبیعی گاززدایی شده، آب معدنی طبیعی غنی از گاز (دی اکسید کربن) و آب معدنی طبیعی گازدار شده از انواع آب‌های معدنی هستند (۶).

در مواردی که شبکه آبرسانی به دلایل مختلفی از جمله حوادث طبیعی مانند خشکسالی و زلزله آسیب می‌بیند استفاده از آب‌های بسته‌بندی در برآوردن نیاز به آب کمک موثری می‌کند. هم‌چنین کمبود منابع آب آشامیدنی سالم در بسیاری از کشورها باعث افزایش تجارت آب‌های بسته‌بندی گردیده است. علاوه بر آن به نظر می‌رسد که در بسیاری از موارد ذخایر قدیمی آب آشامیدنی مانند (شبکه‌های خصوصی و دولتی) نتواند کلیه شرایط ایمنی و میکروبی آب را تضمین کند (۷).

مردم به دلایل مختلفی از جمله مزه آب، راحتی و آسودگی و پیروی از مد از آب بطری شده استفاده می‌کنند. با این وجود اکثر مصرف‌کنندگان به دلیل ایمنی و فواید بهداشتی آن را خریداری می‌کنند. براساس گزارش رهنمود WHO، در برخی از نقاط دنیا آب‌های بطری شده‌ای که تحت شرایط نامناسبی تولید می‌شوند ممکن است ناسالم باشند. آب‌های بطری شده به این دلیل که نسبت به آب شبکه‌های توزیع به مدت طولانی تری و در دمای بالاتری نگهداری می‌شوند و یا ظروف و بطری‌های آن ممکن است بدون شست‌وشو و ضدعفونی کافی مجدداً مورد استفاده قرار بگیرند به کنترل بیشتری نیاز دارند. برخی از میکروارگانیسم‌ها که به طور طبیعی کم هستند یا اهمیت بهداشتی زیادی ندارند در آب‌های بطری شده به میزان بیشتری رشد می‌کنند. با این وجود اهمیت وجود این میکروارگانیسم‌ها بر افراد آسیب پذیر مانند نوزادان و افراد دارای نقص ایمنی هنوز مشخص نشده است. با این وجود از آنجا که یکی از معمول‌ترین راه‌های مواجهه مسافران با ارگانیسم‌های مولد بیماری خوردن آب آلوده است، سازمان بهداشت جهانی به مسافران توصیه می‌کند که در هنگام سفر فقط از آب‌های بطری شده یا سایر نوشیدنی‌هایی تولیدی کارخانجات معتبر، استفاده کنند (۴).

به استناد آمارها مصرف آب‌های بسته‌بندی شده در جهان به طور میانگین سالانه ۷٪ افزایش داشته است. اگرچه در حال حاضر عمده‌ترین مصرف‌کنندگان این نوع آب کشورهای اروپایی هستند اما روند افزایش مصرف در آسیا و اقیانوسیه سرعت بیشتری دارد. به طوری که این افزایش حدود ۱۵٪ گزارش شده است (۸). در ایران نیز براساس آمار وزارت

گرفت. نمونه‌ها در آزمایشگاه میکروبی و شیمی آب مرکز بهداشت استان قزوین از نظر وجود کلیفرم، کلیفرم گرم‌پای و پارامترهای شیمیایی از قبیل pH، کدورت، TDS، سختی، فلئور، کلرور، سولفات، نیترات، نیتريت، سدیم، کلسیم و منیزیم مورد آنالیز قرار گرفت. روش آزمایش‌ها براساس کتاب روش‌های استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب ویرایش سال ۲۰۰۵ بود.

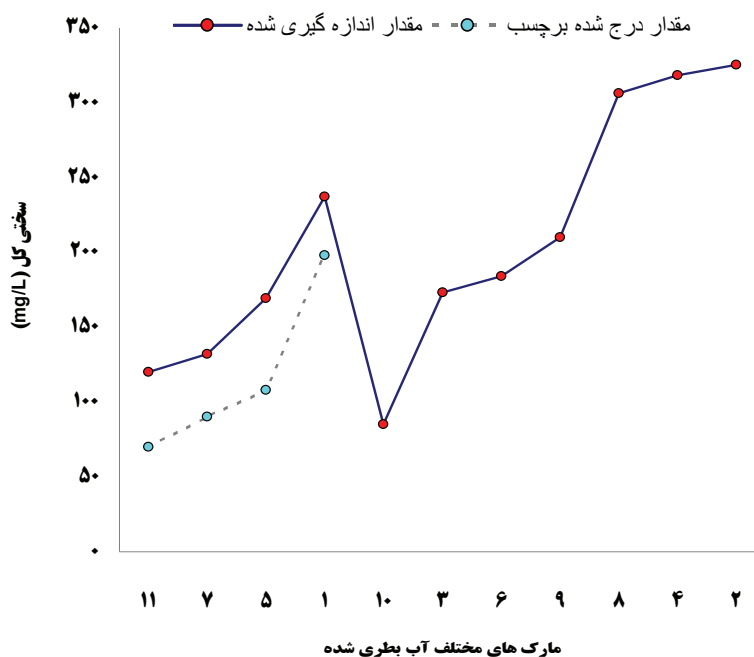
جهت سنجش پارامترهای شیمیایی و فیزیکی از دستگاه‌های آزمایشگاهی مانند اسپکتروفتومتر PerkinElmer مدل PFP7، فلیم‌فومتر Genway مدل PFP7، هدایت‌سنج WTW، کدورت سنج Hach و pH متر مدل TPS استفاده شد. شمارش کلیفرم و کلیفرم گرم‌پای به روش تخمیر چند لوله‌ای انجام گردید. سپس جهت آنالیز داده‌های حاصل از نرم‌افزار SPSS (version 11) و آزمون‌های t-test و آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. در نهایت نتایج با استانداردهای ملی موجود، رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی و هم‌چنین با ترکیب درج شده بر روی محصول مقایسه گردید و درصد تفاوت از طریق فرمول زیر محاسبه شد. (مقدار برچسب / ۱۰۰) × مقدار مورد اندازه‌گیری - مقدار برچسب))

صنعت، معدن و تجارت تولید آب معدنی بطری شده تا پایان سال ۸۰ مربوط به ۱۵ کارخانه با ظرفیت تقریبی ۱۵ میلیون لیتر در سال بوده که تا پایان سال ۸۲ به ۲۲ کارخانه با ظرفیت ۳۱۳ میلیون لیتر رسیده است (۹). هدف این مطالعه بررسی کیفیت میکروبی و فیزیکوشیمیایی آب‌های بطری شده موجود در فروشگاه‌های شهر قزوین و مقایسه با استانداردهای ملی و تطبیق کیفیت آنها با مشخصات برچسب بود.

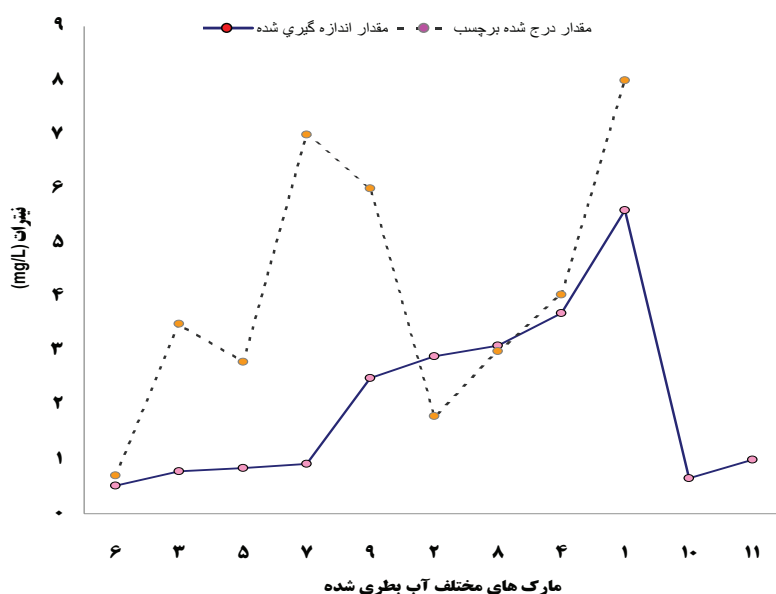
مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی مقطعی به منظور بررسی ویژگی‌های میکروبی، فیزیکی و شیمیایی آب‌های بسته‌بندی موجود در سطح شهر قزوین انجام شد. در فاصله زمانی اسفند ماه ۱۳۸۹ تا دی ماه سال ۱۳۹۰ از ۱۱ مارک آب بطری شده موجود در فروشگاه‌های شهر ۵۱ نمونه با تاریخ تولید متفاوت برداشت گردید.

با توجه به بررسی صورت گرفته در طی شش ماه، از آنجا که ترکیبات آب بطری شده که بر روی برچسب محصول مندرج است تغییری نکرده و ثابت بوده است از هر مارک پنج نمونه برداشت شده و از نظر متغیرهای مورد نظر مورد سنجش قرار



شکل ۱: مقایسه میانگین سختی کل اندازه‌گیری شده و درج شده در برچسب آب‌های بطری شده

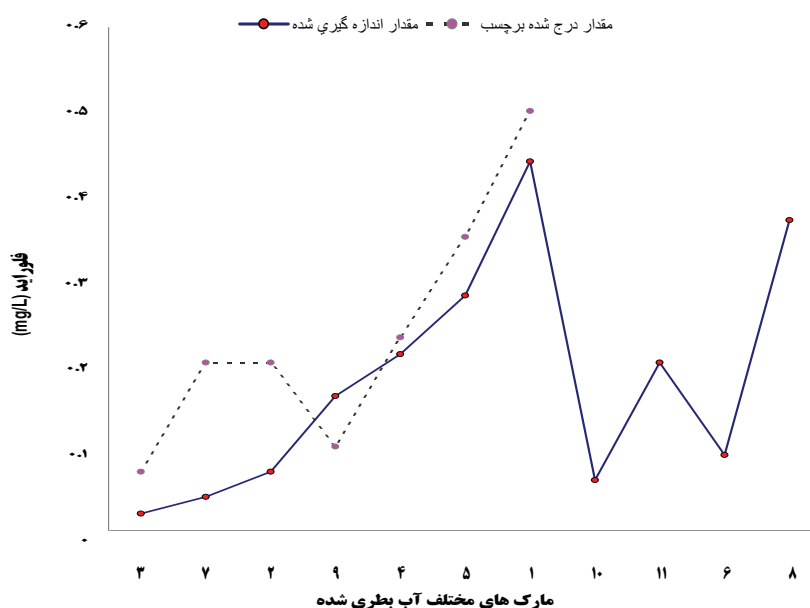


شکل ۲: مقایسه میانگین فلوراید اندازه گیری شده و درج شده در برچسب آب های بطری شده

یافته ها

به صورت کد گذاری شده در جدول ۱ نشان داده شده است. شکل های ۱-۵ مقایسه مقادیر سختی کل، فلوراید، نیترات، کلسیم و منیزیم اندازه گیری شده و درج شده در برچسب را نشان می دهد. همان طور که در نمودارها مشاهده می شود چون در برچسب مارک های مختلف، بعضی از پارامترها درج نشده بنابراین مقدار آن پارامترها در نمودارها نشان داده نشده است.

از ۵۱ نمونه برداشت شده تنها سه مارک برچسب آب شرب داشته و برچسب سایر مارک ها آب معدنی طبیعی بود. آلودگی کلیفرم و کلیفرم گرمایای در هیچ کدام از نمونه ها مشاهده نشد. بنابراین ۱۰۰٪ نمونه ها از نظر ویژگی های باکتریایی آب شرب قابل مصرف بودند. میانگین و انحراف معیار ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نمونه ها مارک های تجاری مورد بررسی



شکل ۳: مقایسه میانگین نیترات اندازه گیری شده و درج شده در برچسب آب های بطری شده

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در نمونه های آب‌های بطری شده

کد مارک‌های تجاری آب بطری شده	کدورت (NTU)	pH	TDS (mg/L)	سختی کل CaCO ₃ (mg/L)	فلوراید (mg/L)	بی کربنات CaCO ₃ (mg/L)	کلراید (mg/L)	سولفات (mg/L)	نیترات (mg/L)	نیتريت (mg/L)	کلسیم (mg/L)	منیزیم (mg/L)	سدیم (mg/L)
۱	۰/۳(±۰/۲)	۷/۵(±۰/۳)	۲۶۷(±۱۶)	۲۳۷(±۵)	۰/۴۴(±۰/۱)	۲۴۳(±۱۴)	۱۶/۷(±۵/۸)	۱۹(±۲/۵)	۵/۶(±۰/۴)	<۰/۱	۵۳/۳(±۲/۳)	۲۵/۳(±۲/۷)	۳۳/۲(±۳/۶)
۲	۰/۶(±۰/۳)	۷/۲(±۰/۵)	۳۴۳(±۹)	۳۲۵(±۱۱)	۰/۰۷(±۰/۰۵)	۲۸۸(±۱۸)	۲۲/۴(±۲/۸)	۲۰(±۲/۴)	۲/۹(±۰/۲)	<۰/۱	۸۲/۴(±۴/۵)	۲۹(±۰/۶)	۹/۶(±۰/۵)
۳	۰/۷(±۰/۲)	۷/۷(±۰/۰۷)	۱۵۵(±۳)	۱۷۳(±۷)	۰/۰۲(±۰/۰۲)	۱۵۷(±۳)	۳/۳(±۰/۸)	۷/۶(±۰/۶۸)	۰/۷۸(±۰/۰۶)	<۰/۱	۴۱/۶(±۱/۱)	۱۷/۴(±۱/۹)	۱/۴(±۰/۲)
۴	۱/۳(±۰/۵)	۷/۳(±۰/۳)	۳۴۴(±۵)	۳۱۸(±۴)	۰/۲۱(±۰/۰۵)	۲۹۶(±۵)	۱۷/۲(±۱/۱)	۳۸/۸(±۶/۷)	۳/۸(±۰/۱۴)	<۰/۱	۷۸(±۰/۹)	۳۰/۲(±۱)	۱۲/۸(±۰/۷)
۵	۰/۶(±۰/۳)	۷/۴(±۰/۰۶)	۱۴۴(±۵)	۱۶۹(±۲۹)	۰/۲۸(±۰/۱)	۱۳۹(±۷)	۲(±۱)	۹/۶۷(±۰/۶۷)	۰/۸۴(±۰/۱۳)	<۰/۱	۳۳/۳(±۲)	۲۱(±۶)	۵۳(±۰/۷)
۶	۰/۸(±۰/۱)	۷/۷(±۰/۰۲)	۱۶۱(±۲)	۱۸۴(±۹)	۰/۰۹(±۰/۰۵)	۱۵۳(±۵)	۶(±۱/۱)	۱۲/۷(±۰/۷)	۰/۵۱(±۰/۰۲)	<۰/۱	۳۸(±۱/۶)	۲۴/۲(±۲/۵)	۱
۷	۰/۹(±۰/۱)	۷/۴(±۰/۱)	۱۱۱(±۴)	۱۳۲(±۷)	۰/۰۴(±۰/۰۲)	۹۷(±۱)	۳(±۰/۶)	۹/۷(±۰/۳۹)	۰/۹۲(±۰/۰۳)	<۰/۱	۳۰/۶(±۱/۹)	۱۳/۴(±۱/۹)	۵
۸	۰/۸(±۰/۱)	۷/۵(±۰/۰۶)	۵۳۸(±۱۶)	۳۰۶(±۶)	۰/۳۷(±۰/۰۶)	۳۲۲(±۶)	۶۳/۲(±۷)	۱۰/۴(±۴/۸)	۳/۱(±۰/۱)	<۰/۱	۶۴(±۲/۹)	۳۵/۶(±۱/۱)	۹۹/۶(±۱/۲)
۹	۰/۶(±۰/۲)	۷/۶(±۰/۰۲)	۲۳۵(±۵)	۲۱۰(±۴)	۰/۱۶(±۰/۰۴)	۱۷۷(±۳)	۸(±۱/۷)	۴۰/۲(±۵/۸)	۲/۵(±۰/۰۲)	<۰/۱	۵۸/۸(±۱/۲)	۱۵/۴(±۱)	۱۲/۲(±۰/۴)
۱۰	۱(±۰/۲)	۷/۲(±۰/۰۶)	۱۱۱(±۲)	۸۵(±۴)	۰/۰۶(±۰/۰۲)	۷۷(±۵)	۱۲/۴(±۱/۷)	۱۴/۴(±۱/۴)	۰/۶۵(±۰/۰۲)	<۰/۱	۱۶/۲(±۲/۸)	۱۰/۸(±۰/۸)	۲۲/۴(±۲/۶)
۱۱	۰/۹(±۰/۲)	۷/۲(±۰/۰۸)	۱۳۸(±۳)	۱۲۰(±۵)	۰/۲(±۰/۰۳)	۱۰۰(±۴)	۱۰/۶(±۱/۵)	۱۲/۴(±۶)	۰/۹۹(±۰/۰۸)	<۰/۱	۲۲/۲(±۲/۳)	۱۵/۶(±۱/۵)	۱۴/۸(±۰/۶)
استاندارد	≤۱ ^a	۶/۵-۸/۵ ^a	۱۰۰۰ ^a	۲۰۰ ^a	۱/۵ ^b	-	۲۵۰ ^a	۲۵۰ ^a	۲۵۰ ^a	۰/۱ ^b	۳۰۰ ^a	۳۰ ^a	۲۰۰ ^b
۶۶۹۴	≤۵ ^b	۶/۵-۹ ^b	۱۵۰۰ ^b	۵۰۰ ^b	-	-	۴۰۰ ^b	۴۰۰ ^b	-	-	-	-	-
استاندارد	-	-	-	-	۴ ^b	-	-	-	۵۰	۰/۰۲ ^b	-	-	-
۲۴۴۱	-	-	-	-	-	-	-	-	۵۰	-	-	-	-
استاندارد	≤۱ ^a	۶/۵-۸/۵ ^a	۱۰۰۰ ^a	۲۰۰ ^a	۰/۵ ^c	-	۲۵۰ ^a	۲۵۰ ^a	۲۵۰ ^a	۳	۳۰۰ ^a	۳۰ ^a	۲۰۰ ^a
۱۰۵۳	≤۵ ^b	۶/۵-۹ ^b	۱۵۰۰ ^b	۵۰۰ ^b	۱/۵ ^b	-	۴۰۰ ^b	۴۰۰ ^b	۴۰۰ ^b	۳	۳۰۰ ^a	۳۰ ^a	۲۵۰ ^b
رهنمود	≤۵ ^b	۶/۵-۹/۵ ^a	-	-	۱/۵	-	-	-	۵۰	۰/۱ ^d	-	-	-

a: حد مطلوب؛
b: حداکثر مجاز
c: حداقل مجاز؛
d: مواجهه دراز مدت

جدول ۲: مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری شده و برچسب آب‌های بطری شده (بر حسب mg/L)

One-Sample T-Test P value	درصد تفاوت	میانگین درج شده برچسب	مقدار اندازه‌گیری شده			
			حداقل	حداکثر	میانگین	
*	*	*	۰/۸۱	۳/۳۴	۰/۱	کدورت (NTU)
۰/۶۳	۰	۷/۴	۷/۴	۷/۸	۷/۰۲	pH
<۰/۰۰۱	-۸۲/۳	۱۲۷/۸	۲۳۳	۵۹۱	۱۰۲	TDS
<۰/۰۰۱	-۷۶	۱۱۶/۵	۲۰۵	۳۵۲	۷۴	سختی کل
۰/۰۰۱	۳۳/۳	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۶۳	۰	فلوراید
<۰/۰۰۱	۴۶/۶	۲۹/۲	۱۵/۶	۸۶	۰	کلراید
۰/۰۰۱	-۹۶/۴	۱۳/۸	۲۷/۱	۱۱۳	۶	سولفات
<۰/۰۰۱	۵۱/۲	۴/۱	۲	۶/۵	۰/۴۶	نترات
*	*	*	<۰/۱	<۰/۱	<۰/۱	نیتريت
۰/۰۵	۱۴/۲	۴۱/۵	۴۷/۴	۹۲	۸	کلسیم
<۰/۰۰۱	-۵۳/۶	۱۴	۲۱/۵	۳۸	۹	منیزیم
۰/۷۸	-۲/۲	۱۸/۸	۱۹/۲	۱۰۲	۱	سدیم

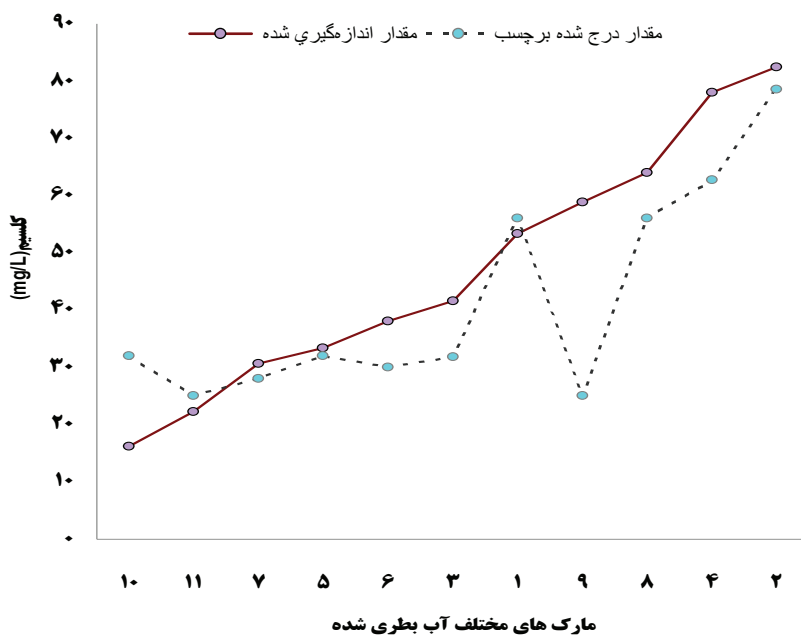
*: درج نشده است

بحث

در دهه‌های گذشته به دلیل افزایش آگاهی درمورد آلودگی محیط زیست و نیز بیماری‌های ناشی از آب نگرانی عموم نسبت به کیفیت آب افزایش یافته است. عدم رضایت از کیفیت آب شبکه شهری، نگرانی درمورد آلودگی آب و باور بهداشتی بودن آب بطری‌شده از دلایل گرایش به مصرف آنهاست. بنابراین بررسی کیفی آب‌های بطری شده اهمیت ویژه‌ای دارد.

بررسی آزمون‌های میکروبی نشان داد که در تمامی نمونه‌ها باکتری‌های کلیفرم و کلیفرم گرم‌پای منفی و در حد استانداردهای ملی موجود است. در تحقیق Loloii و همکارانش روی ۱۷ مارک در شهر کرمان نیز کلیه نمونه‌ها فاقد هرگونه آلودگی میکروبی بودند (۸). هم‌چنین نتایج ارزیابی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب‌های معدنی شهر یاسوج در سال ۸۷

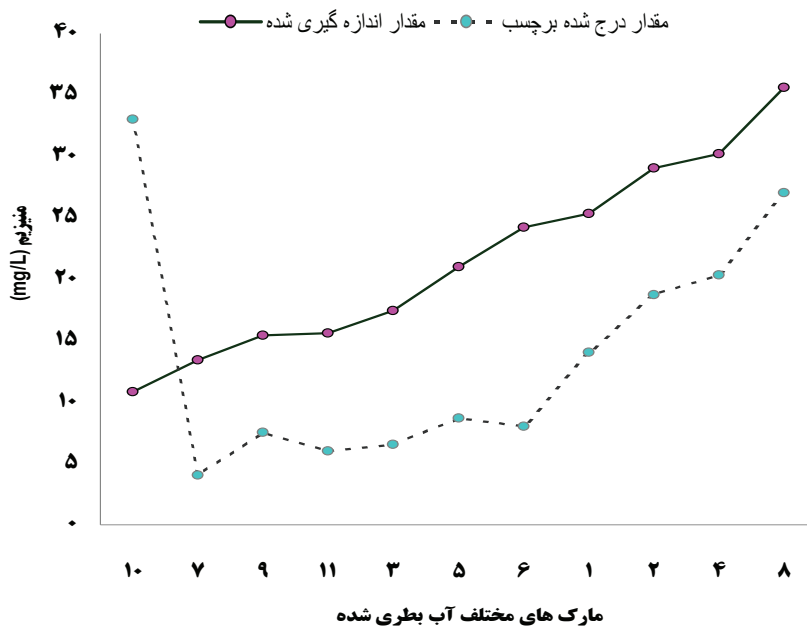
در جدول ۲ مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده و مقادیر درج شده بر روی نمونه‌های آب بطری شده آورده شده است. هم‌چنین تفاوت میانگین این مقادیر نیز به صورت درصد نمایش داده شده است.



شکل ۴: مقایسه میانگین کلسیم اندازه‌گیری شده و درج شده در برچسب آب‌های بطری شده

روی نمونه‌های آب معدنی برداشت شده از توزیع کنندگان آب و هم‌چنین از بطری‌ها قبل از نصب داخل توزیع کننده‌ها انجام شد به ترتیب نشان‌گر آلودگی کلیفرمی ۰/۲/۴۰٪ و ۰/۲۲/۷٪ و آلودگی کلیفرم مدفوعی ۰/۳/۴۰٪ و ۰/۴/۵٪ نمونه‌ها بود. با توجه به عدم ضدعفونی شیر آب در زمان برداشت نمونه از توزیع کننده

نیز بیان‌گر فقدان آلودگی میکروبی بود که نشان‌گر هم‌خوانی نتایج این تحقیق با سایر تحقیقات بوده و به نظر می‌رسد صنایع بسته‌بندی آب به پیش‌گیری از آلودگی میکروبی حساسیت زیادی داشته و گندزدایی آب به خوبی انجام می‌شود (۱۰). نتایج تحقیقی که توسط Marie Eliza در برزیل، در سال ۲۰۰۸ بر



شکل ۵: مقایسه میانگین منیزیم اندازه‌گیری شده و درج شده در برچسب آب‌های بطری شده

می‌توان آلودگی بالای نمونه‌ها را به آلودگی شیر آب نسبت داد(۱۱). بنابراین درخصوص آلودگی میکروبی در مقایسه با برزیل وضعیت بهتری در کشور ما وجود دارد.

بررسی پارامترهای فیزیکی نشان داد که بیش از ۷۴٪ نمونه‌ها دارای کدورتی در حد مطلوب بوده و میزان کدورت تمامی نمونه‌ها از حداکثر مجاز کدورت استاندارد ملی شماره ۶۶۹۴ کمتر بود. در مطالعه Rezaii و همکاران در سال ۲۰۰۸ نیز کدورت کلیه نمونه‌ها در حد استاندارد ملی بود(۱۰) که با نتایج بررسی حاضر هم‌خوانی دارد. میزان pH کلیه نمونه‌ها براساس استانداردهای موجود در حد مطلوب بود و بین میزان pH نمونه‌ها تفاوت معنادار آماری وجود داشت ($P < 0/05$) در بررسی که توسط Nazeer Khan و همکاران بر روی آب‌های آشامیدنی بطری‌شده شهر ریاض انجام شد نیز pH کلیه نمونه‌ها در حد استانداردهای مربوط بود(۱۲). هم چنین در مطالعه مشابهی بر روی آب‌های بطری‌شده شهر کرمان نیز تمامی نمونه‌ها دارای pH در حد مجاز بودند(۸).

بررسی ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌ها نشان داد که میزان TDS در ۱۰۰٪ نمونه‌ها از حد مطلوب استاندارد نیز کمتر بود. با این وجود آزمون‌های آماری تفاوت معنی داری را بین میزان جامدات محلول نمونه‌ها نشان داد ($P < 0/001$). این تفاوت می‌تواند ناشی از تفاوت در ترکیب منبع آب به دلایل ژئولوژی، ریزش‌های جوی، زمان ماند آب زیرزمینی در آبخوان، اقلیم و توپوگرافی سرچشمه‌های منابع آب باشد. میزان سختی کل ۴۹٪ نمونه‌ها در حد مطلوب و ۱۰۰٪ نمونه‌ها دارای سختی کل کمتر از حداکثر مجاز آب شرب داشتند. آزمون‌های آماری تفاوت معناداری را بین میزان سختی کل نمونه‌ها نشان داد ($P < 0/001$).

بررسی‌ها درخصوص میزان کلرور، سولفات، نیترات نشان داد که در تمامی نمونه‌ها این مقادیر در حد مطلوب بود. آزمون‌های آماری تفاوت معنی داری را بین این مقادیر در نمونه‌های مورد بررسی نشان داد ($P < 0/001$). در بررسی Jahed khaniki و همکاران که در سال ۲۰۰۸ بر روی میزان نیترات آب‌های بطری‌شده شهر تهران انجام شد نیز نتایج مشابهی به دست

آمد(۱۳).

بررسی یون فلئور نشان داد که میانگین فلوراید در نمونه‌ها $0/16 \text{ mg/L}$ بود که در ۱۰۰٪ موارد کمتر از حداقل مقدار فلوراید در استاندارد ۶۶۹۴ و ۲۴۴۱ بود. با این وجود آزمون‌های آماری تفاوت معناداری را بین مقادیر فلوراید نمونه‌ها نشان داد ($P < 0/002$). در بررسی که توسط Yekdeli Kermanshahi و همکاران در سال ۲۰۰۸ بر روی ۷۳ مارک آب بطری‌شده ایرانی انجام شد نیز میانگین این یون در آب‌های معدنی و بطری‌شده کمتر از حداکثر مجاز استاندارد ملی به دست آمد(۱۴). در تحقیقی که توسط Cüneyt بر روی ۷۰ مارک آب بطری‌شده عرضه شده در فروشگاه‌های ترکیه انجام شد نیز میزان این یون از استانداردها کمتر بود(۱۵). با توجه به نقش موثر این یون در کاهش پوسیدگی دندان و با توجه به لزوم وجود حداقل $0/5 \text{ mg/L}$ فلوراید در آب شرب مصرف درازمدت آب‌های بطری‌شده می‌تواند موجب افزایش پوسیدگی دندان خصوصا در کودکان گردد. بنابراین در صورت استفاده مداوم از آب بطری‌شده بایستی مصرف موادغذایی حاوی فلوراید توصیه گردد. در خصوص یون نیتريت نیز مقدار این یون در تمامی نمونه‌ها کمتر از حداکثر مجاز استاندارد ۶۶۹۴ بود. آزمون‌های آماری تفاوت معنی داری را بین مقادیر نیتريت نمونه‌ها نشان نداد.

بررسی کاتیون‌های کلسیم، منیزیم نشان داد که میزان یون‌های کلسیم در ۱۰۰٪ نمونه‌ها در حد استاندارد است. آزمون‌های آماری تفاوت معنی داری را بین این مقادیر نشان داد ($P < 0/05$) بررسی یون منیزیم نشان داد که ۷۶٪ نمونه‌ها دارای منیزیم کمتر از حد مطلوب 30 mg/L است. آزمون‌های آماری تفاوت معنی داری را بین مقادیر نمونه‌ها نشان داد ($P < 0/05$) در مطالعه Rezaii و همکاران در سال ۲۰۰۸ جهت ارزیابی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب‌های معدنی شهر یاسوج نیز میزان سولفات، کلرور، نیترات، کلسیم، منیزیم، سدیم، سختی کل، TDS، کدورت و pH کلیه نمونه‌ها در محدوده استاندارد بود(۱۰).

بررسی ترکیبات شیمیایی درج شده روی برچسب محصول

مارک‌های مورد مطالعه بیش از مقدار اندازه‌گیری و در بقیه کمتر از غلظت سنجش شده بود. با این وجود میانگین غلظت نیترات اندازه‌گیری شده کمتر از میانگین مقدار برچسب بود، هرچند کلیه مقادیر در محدوده استانداردهای ملی موجود بود. در مطالعه که Jahed و همکاران بر روی مقادیر نیترات تعدادی از آب‌های بطری شده شهر تهران انجام دادند اکثر مقادیر نیترات روی برچسب بطری با نتایج حاصل از اندازه‌گیری هم‌خوانی داشته و در تعداد محدودی از نمونه‌ها اختلاف زیادی مشاهده شده است (۱۳).

نتیجه‌گیری

هرچند غلظت ویژگی‌های میکروبی، فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های مورد بررسی در حد استاندارد ملی بود ولی بین مقادیر مورد سنجش و غلظت‌های برچسب تفاوت معناداری وجود داشت. به طوری که میانگین غلظت TDS، سختی کل، سولفات، کلسیم، منیزیم و سدیم اندازه‌گیری شده بیش از مقادیر و میانگین سایر پارامترها کمتر از مقادیر برچسب بود. بنابراین با توجه به روند رو به رشد مصرف آب‌های بطری شده، پایش و کنترل کیفی این آب‌ها از نظر بهداشت عمومی و سلامت جامعه اهمیت بسیار زیادی دارد. با توجه به اهمیت بهداشتی یون فلوراید، نیترات و نیتريت بر سلامت افراد ذکر دقیق غلظت این یون‌ها بر روی برچسب الزامی و ضروریست که در این مقادیر بر روی محصول در استانداردهای ملی الزامی شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه با عنوان «بررسی کیفیت آب‌های بطری‌شده موجود در فروشگاه‌های شهر قزوین» در دوره عالی بهداشت عمومی (MPH) در سال ۱۳۹۰ و کد ۱۷/ت است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی اجرا شده است. نویسندگان از حمایت و پشتیبانی

نشان داد که کمترین تعداد ترکیبات نوشته شده ۸ پارامتر و بیشترین تعداد ۱۲ پارامتر بود. این تفاوت می‌تواند ناشی از نبود اطلاعات کافی در استانداردهای موجود در خصوص لزوم ثبت یون‌های موجود در آب باشد. به استناد بند ۱۰-۵-۱ استاندارد ۲۴۴۱ حدود ترکیبات شیمیایی آب معدنی طبیعی باید بر روی برچسب ذکر گردد. با این وجود در برچسب هیچ یک از بطری‌های آب معدنی مورد بررسی میزان نیتريت درج نشده بود.

رقم pH بر روی کلیه مارک‌های مورد بررسی ذکر شده و براساس جدول ۲ اختلاف معنی‌داری بین مقادیر اندازه‌گیری شده و برچسب وجود نداشت. در خصوص TDS که تنها در ۴ مارک درج شده بود اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده و ثبت شده بر روی محصول وجود داشت، با توجه اهمیت این یون در مقادیر متفاوت از نظر مقبولیت توسط مصرف‌کننده درج مقدار صحیح آن بر برچسب ضرورت دارد. در مطالعه Nazeer Khan میانگین میزان کل جامدات محلول کمتر از میانگین برچسب بود (۱۲).

با توجه به اهمیت فلوراید تنها در برچسب ۶۴٪ نمونه‌ها مقدار فلوراید محصول درج شده بود. همچنین در ۱۰۰٪ موارد بین این مقادیر هم‌خوانی وجود نداشت به طوری که مقایسه میانگین یون فلوراید اندازه‌گیری و برچسب محصول نیز تفاوت معنی‌داری را نشان داد. در مطالعه Nazeer Khan میانگین مقادیر فلوراید به طور معنی‌داری بیش از مقادیر برچسب بود (۱۲). نتایج بررسی Aldrees در سال ۲۰۱۰ بر روی فلوراید آب‌های بطری شهر ریاض نشان داد که غلظت فلوراید تنها در دو مارک وارداتی ذکر نشده است و بین مقادیر اندازه‌گیری شده و برچسب نیز تفاوت معنی‌داری وجود داشت (۱۶). با توجه به اهمیت این یون به دلیل اثرات پیشگیری‌کننده در پوسیدگی دندان و استحکام استخوان‌ها خصوصاً در کودکان، درج مقادیر صحیح بر روی محصول ضروری است.

بررسی حاضر نشان داد که تنها در ۲ مارک میزان نیترات درج نشده است. مقایسه میزان نیترات اندازه‌گیری شده و برچسب نشان داد که میزان نیترات درج شده بر روی بطری در ۷۷/۸٪

جناب آقای دکتر مهram معاون وقت بهداشتی، همکاران
آزمایشگاه میکروبی آب واحد بهداشت محیط مرکز بهداشت
شهید بلندیان، همکاران آزمایشگاه شیمی آب مرکز بهداشت
استان قزوین تشکر می‌نمایند.

منابع

1. Mosayebi S. A look at the water crisis centers in the Middle East. *Journal of Water and Environment*. 2010;76(4):3-8 (in Persian).
2. Ghanadi M. Ecological worries of the world in the twenty first century. *Journal of Water and Environment*. 2008;69(3):3-12 (in Persian).
3. Alikhani L. Review of water and population changes in over the past 50 years (1956-2006). *Journal of Water and Environment*. 2008;70(3):3-12 (in Persian).
4. WHO. *Guideline for Drinking Water Quality*. 3rd ed. Geneva: World Health Organization; 2008.
5. ISIRI. *Specifications of bottled drinking water, Standard Number 6694*. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 2002 (in Persian).
6. ISIRI. *Specifications of natural mineral water, Standard Number 2441*. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 1993 (in Persian).
7. ISIRI. *Physical and chemical Specifications of drinking water, Standard Number 1053*. 5th ed. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 2009 (in Persian).
8. Loloi M, Zolfali F. Survey of quality of bottled mineral water in Kerman city in 2009. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2011;10(3):183-92 (in Persian)
9. Saberi A, Azar M. Microbial analysis of bottled mineral water. *Journal of Water and Environment*. 2004;58(3):22-25 (in Persian).
10. Rezaii S, Rayegan shirazi A, Fararooii M, Jamshidi A, Sadat A. Assessment of microbial & chemical quality of mineral water in Yasooj city in 2008. *Armaghan Danesh Journal of Yasooj University of Medical Sciences*. 2011;16(3):291-95 (in Persian).
11. Marie Eliza Z. Comparison of the Bacteriological quality of Top water & Bottled Mineral Water. *International Journal of Hygiene & Environmental Health*; 2008; 211(5-6): 504-09.
12. Nazeer B. Khan, Arham N.Chohan, "Accuracy of Bottled Drinking Water Label Content" *Environment Assess* (2010), 166: 169-76.
13. Jahedkhaniki Gh, Mahdavi M, Ghasri A, Saiidnia S. Survey of nitrate in bottled water in Tehran city. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2008;1:45-50 (in Persian).
14. Yekdeli Kermanshahi K, Tabaraki R, Karimi H, Nikorazm M, Abbasi S. Classification of iranian bottled waters as indicated by manufacturer's labeling. *Food Chemistry*. 2010;120:1218-23 (in Persian).
15. Cüneyt G, Alpaslam M. Mineral Content of 70 Bottled Water Brands Sold on the Turkish Market. *Journal of Food Composition & Analysis*, 2009; 22(7-8): 728-37.
16. Aldrees AM, Al-Manea SM. Fluoride content of bottled drinking waters available in Riyadh, Saudi Arabia. *The Saudi Dental Journal*. 2010;2:189-93.

Comparative Study of Bottled Water Microbial and Physicochemical Quality with National Standards and its label (A Case Study in Qazvin City, Iran)

Akbar Eslami¹, HamzehAli Jamali²,*Shirin Naderi³

¹Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshi University of Medical Sciences, Tehran, Iran

²Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

³Qazvin Health Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

Received; 18 July 2011 Accepted; 16 October 2011

ABSTRACT

Background and Objectives: Water is essential for sustaining life & adequate safe supplies must be accessible to the public. Nowadays, people prefer to purchase bottled water for reasons including taste, convenience, following fashion, and its safety and sanitary conditions. According to the WHO guideline, it is of great importance to control the bottled water because of keeping it for longer period of time and at higher temperature in comparison with the water of distribution networks, reusing containers and bottles without adequate washing and disinfecting, and more growth of microorganisms having less important in the terms of health. The aim of this study was to investigate the microbial and physicochemical quality of bottled water in the stores of Qazvin City and to compare the aforesaid features with national standards and to check the quality with the bottles' label.

Materials and Methods: In this cross-sectional study, 51 samples of 11 bottled water brands with different production date were obtained. The features were studied in accordance with Standard Methods. Then, the data were analyzed by T-Test and one way ANOVA analysis using SPSS software. Eventually, the results were compared with the national standards, the WHO guidelines, and the product labels.

Results: Results showed lack of microbial contamination of the samples. Physically and chemically, all the parameters measured were below the national standards level. Study of conformity of the variables to the label indicated that mostly there was a significant difference between the values measured and the values listed on the product labels.

Conclusion: Although the concentration of microbial, physical and chemical features of samples were in the extent of national standards, there was a meaningful difference between labels and measured values so that the average concentration of TDS, TH, SO_4^{-2} , Ca^{2+} , Mg^{2+} and Na^+ would be more than the label values and the average of the other parameters was lower than the label values.

Keywords: Water quality, Bottled water, Standard, Water Health

*Corresponding Author: sh51na@yahoo.com

Tel: +98 281 3678982 Fax: +98 281 2235604