

بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب‌های بطری شده در شهر همدان

خدیدجه یاری^۱، مصطفی لیلی^{۲*}، حسن ذوالقدرنسب^۳، شیما محمدی‌بلبان^۴، شهلا رحمانی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۲. دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۳. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۴. دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۲۷

زمینه و هدف با توجه به تقاضای مردم برای آب سالم، گوارا و بهداشتی، مصرف آب‌های بطری‌شده در نقاط مختلف دنیا ر شد فراوانی داشته است. هدف این پژوهش، بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب‌های بطری‌شده در شهر همدان طی سال ۱۳۹۵ بود.

مواد و روش‌ها این پژوهش از نوع توصیفی - مقطعی بود که بر روی پنج نشان تجاری پرمصرف و ۴۰ نمونه به صورت تصادفی انجام شد که در آن ۲۰ نوع مشخصه فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های به‌دست‌آمده با نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۰) و آمار توصیفی تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها نتایج تحقیق نشان داد هیچ‌کدام از نمونه‌ها دارای آلودگی میکروبی نبوده و با استاندارد مطابقت دارد. میزان کل جامدات محلول (TDS) آن‌ها کمتر از حداقل میزان مورد نیاز تعیین‌شده توسط سازمان غذا و دارو (۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) است. اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده و مقادیر ذکرشده در برچسب با استفاده از آزمون تی زوجی مورد بررسی قرار گرفت که براساس نتایج، برای همه پارامترها بین این دو اختلاف وجود داشت که برای پارامترهای نیتریت، جامدات محلول و کلراید این اختلاف معنادار بود؛ درحالی که برای بقیه پارامترها این اختلاف معنادار نبود. میانگین پارامترهای بررسی‌شده با مقادیر استاندارد نیز با استفاده از آزمون تی تک‌نمونه‌ای مقایسه شد که نتایج نشان داد میانگین مقادیر اندازه‌گیری‌شده تمام پارامترها کمتر از حدود استاندارد است.

نتیجه‌گیری اگرچه در بیشتر موارد پارامترهای مورد بررسی در نمونه‌ها با استاندارد مطابقت داشت، همان تعداد معدود عدم مطابقت‌ها، به دلیل تأثیر در سلامتی، حائز اهمیت است و باید مورد توجه قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها:

آب‌های بطری‌شده، کیفیت شیمیایی، کیفیت فیزیکی، کیفیت میکروبی، همدان.

۱. مقدمه

نیز ضرورتی برای سلامت و بهداشت انسان‌ها محسوب می‌شود. [۱] ۷۰ درصد بدن انسان از آب تشکیل شده و لذا نقش‌های فیزیولوژیکی بی‌شماری در بدن ایفا می‌کند. [۲] با اینکه منشأ حدود ۸۰ درصد از بیماری‌های انسان عدم دسترسی به آب سالم است

آب نعمتی الهی است که موضوع مهمی در توسعه پایدار، کاهش فقر و گرسنگی، محیط زیست سالم، توسعه صنعتی و اقتصادی و

* نویسنده مسئول: مصطفی لیلی

نشانی: همدان، روبه‌روی پارک مردم، دانشگاه علوم پزشکی همدان، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط

تلفن: ۰۸۱۳۳۸۰۳۹۸

دورنگار: ۰۸۱۳۳۸۰۵۰۹

رایانه: mostafa.leili@gmail.com

شناسه ORCID: 0000-0001-6209-0038

شناسه ORCID نویسنده اول: 0000-0002-5607-3773

مجله علمی - پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دوره ۲۷، شماره ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۹، ص ۹۳-۱۰۱

آدرس سایت: http://jsums.medsab.ac.ir رایانامه: journal@medsab.ac.ir

شاپای چاپی: ۱۶۰۶-۷۴۸۷

اضطرابی یا موقعیت‌های کمبود آب که توسط حوادث طبیعی (زلزله، سیل و طوفان) یا حوادث انسانی (محاصره، تروریسم و جنگ) ایجاد می‌شود، افزایش پیدا می‌کند. افزایش تجارت آب‌های بسته‌بندی در بسیاری از کشورها چه بسا ناشی از کمبود منابع آب آشامیدنی سالم باشد؛ به‌علاوه به‌نظر می‌رسد در بسیاری از موارد ذخایر قدیمی آب آشامیدنی، مانند شبکه‌های خصوصی و دولتی، نتواند تمام شرایط ایمنی و میکروبی آب را تضمین کند. [۱] البته گاه نیز مزه آب، راحتی و آسودگی و پیروی از مد از دلایل دیگر افزایش میزان استفاده مردم از آب‌های بطری شده است. براساس گزارش سازمان جهانی بهداشت (WHO)، در برخی از نقاط دنیا آب‌های بطری‌شده‌ای که در شرایط نامناسبی تولید می‌شود، ممکن است ناسالم باشد. آب‌های بسته‌بندی به این دلیل که در مقایسه با آب شبکه‌های توزیع به مدت طولانی‌تر و در دمای بالاتری نگهداری می‌شود و یا ظروف و بطری‌های آن ممکن است بدون شست‌وشو و ضدعفونی کافی مجدداً مورد استفاده قرار بگیرد، به کنترل بیشتری نیاز دارد. [۱] یکی از پارامترهای بسیار مهم در تولید و مصرف آب‌های بسته‌بندی، همچون سایر آب‌های آشامیدنی، کنترل کیفیت شیمیایی و میکروبی آن است. [۸] آب‌های آشامیدنی بسته‌بندی باید در شرایط بهداشتی طبق استاندارد ملی ایران شماره ۶۳۰۵ سال ۱۳۸۱ (آیین کار بهداشتی آب‌های آشامیدنی بسته‌بندی) تولید و بسته‌بندی شود. همچنین ویژگی‌های میکروبیولوژیکی آب آشامیدنی بسته‌بندی باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۶۶۹۴ باشد. [۹] بنابراین به‌دلیل افزایش روزافزون مصرف آب‌های بطری‌شده و با توجه به بررسی‌های همه‌جانبه محققان مختلف از سراسر جهان [۱۰-۱۳]، هدف این مطالعه بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی پنج نشان تجاری (برند) مختلف از آب‌های معدنی عرضه‌شده در شهر همدان است.

۲. مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی - مقطعی درباره وضعیت میکروبی، شیمیایی و فیزیکی آب‌های معدنی عرضه‌شده در شهر همدان در سال ۱۳۹۵ بود. ابتدا ۴۰ نمونه یک‌ونیم‌لیتری از پنج نشان تجاری آب معدنی که بیشترین تقاضا و مصرف (براساس آمارهای بررسی‌شده از فروش در سطح مراکز عرضه) را در این شهر داشتند، از فروشگاه‌های محلی تهیه و سپس آزمایش‌های لازم جهت تعیین کیفیت آن‌ها در آزمایشگاه محیط دانشکده بهداشت همدان انجام شد. با توجه به مطالعات پیشین جهت برآورد میانگین غلظت پارامترهای مربوطه، حجم نمونه برای هر نشان تجاری ۸ عدد در نظر گرفته شد. [۷] پارامترهای میکروبی شامل کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی

[۳]، امروزه ۴۵۰,۰۰۰,۰۰۰ نفر در ۲۹ کشور جهان از کمبود آب رنج می‌برند. [۴] افزایش دانش بشری درخصوص نقش آب در سلامت و پیشگیری از ابتلا به انواع بیماری‌های عفونی موجب گردید تا همواره از آب با بهترین کیفیت برای آشامیدن استفاده کند. در طی سالیان اخیر، مشکلات موجود در شبکه‌های آب توزیع شهری از قبیل آلودگی‌های احتمالی به ترکیبات شیمیایی خطرناک (مانند نیترات و سرب)، عوامل میکروبی بیماری‌زای مقاوم به گندزدا (مانند ژیلاردا و کریتوسپوریدیوم)، ترکیبات خطرناک جانبی ناشی از ترکیب مواد گندزدا (کلر) با مواد آلی طبیعی آب (مانند تری‌هالومتان‌ها) و همچنین فاکتورهای زیبایی‌شناختی (طعم، بو و مزه) موجب شده تا استفاده از آب‌های بطری‌شده افزایش یابد. [۵] در واقع مصرف آب‌های بسته‌بندی از سه دهه گذشته در جهان افزایش یافته است. طبق آمارها، در سال ۲۰۰۷ میزان استفاده از آب‌های بطری‌شده در اروپا ۳۰/۹ درصد، امریکای شمالی ۳۰/۷ درصد، آسیا ۲۴/۳ درصد و سایر نقاط ۱۴/۱ درصد بوده است. [۴] براساس آمار مذکور در بازه زمانی ۲۰۰۲-۲۰۰۷، میزان مصرف این دسته از آب‌های معدنی به‌طور میانگین در هر سال ۷/۶ درصد افزایش داشته است. از دلایل اصلی این افزایش سریع گرایش به مصرف آب‌های بطری‌شده می‌توان به فقدان دسترسی آسان به آب آشامیدنی سالم و ایمن و همچنین داشتن طعم مواد شیمیایی به‌خصوص طعم کلر اشاره کرد. [۴] با اینکه از مصرف آب‌های بسته‌بندی در ایران آمار دقیقی موجود نیست، بررسی مستندات حاکی از افزایش مصرف آن است. [۶] در کشور ایران، مصرف آب‌های آشامیدنی بسته‌بندی و به‌ویژه آب معدنی به‌دلیل عدم تکافوی ذخایر قدیمی آب آشامیدنی و مسائل مربوط به بهداشت آن افزایش چشمگیری داشته؛ به‌طوری که تعداد واحدهای تولیدکننده از ۴ واحد در سال ۱۳۷۵ به ۴۴ واحد در سال ۱۳۸۳ و سپس به حدود ۱۴۰ واحد در سال ۱۳۹۳ افزایش یافته است. [۷] همچنین براساس آمار وزارت صنعت، معدن و تجارت، تولید آب معدنی بطری‌شده تا پایان سال ۱۳۸۰ مربوط به ۱۵ کارخانه با ظرفیت تقریبی ۱۵,۰۰۰,۰۰۰ در سال بوده که تا پایان سال ۱۳۸۲ به ۲۲ کارخانه با ظرفیت ۳۱۳,۰۰۰,۰۰۰ لیتر رسیده است. [۱] آب‌های بطری‌شده در سه دسته‌بندی کلی آب‌های معدنی طبیعی، آب چشمه و آب آشامیدنی تصفیه‌شده عرضه می‌شود. طبق استانداردهای ایران، آب معدنی طبیعی آبی است که با مقدار املاح معدنی خاص و عناصر کمیاب و دیگر ترکیبات آن مشخص می‌گردد. آب‌های معدنی بطری‌شده به‌دلیل دارا بودن یک‌سری عناصر شیمیایی در سلامت انسان تأثیر می‌گذارند. از میان این عناصر می‌توان به یون‌هایی نظیر پتاسیم، نیترات، فلوراید و منیزیم اشاره کرد. [۶] مصرف آب‌های بطری‌شده اغلب در شرایط

ریجنت فلوراید، بافر آمونیاکی، EDTA، EBT، سود یک نرمال، موروکساید، اسید سولفوریک، متیل اورانژ و فنل فتالین (ساخت شرکت‌های مرک آلمان و هک آمریکا) تهیه گردید. اندازه‌گیری سختی کل برمبنای روش تیتراسیون و با استفاده از افزودن بافر آمونیاکی و معرف اریکروم بلاک تی (EBT) به نمونه مورد نظر و تیتراژ با EDTA ۰/۰۱ نرمال و تشخیص براساس تغییر رنگ؛ سختی دائم برمبنای روش تیتراسیون، جوشاندن نمونه تا زمانی که کاهش حجم دهد و سپس افزودن آب مقطر به آن و سپس تیتراسیون با همان روش سختی کل؛ سختی کلسیم برپایه روش تیتراسیون و با استفاده از افزودن سود ۱ نرمال و معرف موروکساید به نمونه‌های مورد نظر و تیتراژ با اسید سولفوریک و تشخیص برمبنای تغییر رنگ؛ کلیات براساس روش تیتراسیون و با افزودن متیل اورانژ و چند قطره فنول فتالین به نمونه‌های مورد نظر و تیتراژ با EDTA و تشخیص برپایه تغییر رنگ؛ و کلراید برمبنای روش تیتراسیون و با افزودن دی کرومات پتاسیم به نمونه و تیتراژ با نیترات نقره و تشخیص براساس تغییر رنگ انجام شد. پارامترهای سولفات، فسفات، آهن، نیتريت، نیترات، منگنز، فلوراید با استفاده از ريجنت‌های ذکر شده و قرائت با دستگاه اسپکتوفتومتر (هک مدل DR5000) اندازه‌گیری شد. کدورت به وسیله دستگاه توری دایرکت^۲ (مدل لاویباند^۳)؛ سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (جنوی^۴ مدل Pfp7)، هدایت الکتریکی و جامدات محلول به وسیله EC متر (هک مدل سنش^۱) و pH به وسیله دستگاه pH متر (هک مدل سنش^۱) قرائت شد [۴، ۱۶]؛ و بالاخره کلیفرم‌های کل و مدفوعی با کشت باکتریایی و شمارش MPN در ۱۰۰ سی سی تعیین مقدار شد. جهت تعیین تعادل یونی از فرمول و جدول زیر استفاده شد: [۱۷]

فرمول ۱

$$100 \times (\text{مجموع آنیون‌ها} + \text{مجموع کاتیون‌ها}) / (\text{مجموع آنیون‌ها} - \text{مجموع کاتیون‌ها}) = \text{درصد تفاوت}$$

براساس روش تخمیر چندلوله‌ای (تست MPN) [۱۴] با استفاده از استاندارد شماره ۵۸۶۹ مؤسسه استاندارد تحقیقات صنعتی (روش های آزمون میکروبیولوژیکی آب معدنی طبیعی) و مقایسه با استاندارد شماره ۴۴۰۳ (ویژگی‌های باکتریایی آب معدنی طبیعی) و پارامترهای شیمیایی شامل سختی کلیت، سختی، کلرید کلسیم، منیزیم (به روش تیتراسیون)، فلوراید، فسفات و سولفات، نیترات (اسپکتروفوتومتر مدل DR-5000)، سدیم، پتاسیم (فلیم فتومتر مدل JENWAY PFP7)، کدورت، بی‌کربنات و pH براساس روش استاندارد متد سختی شد. [۱۵] قبل از استفاده از تمام ابزارها و دستگاه‌های مورد استفاده، از کالیبره بودن آنها اطمینان حاصل شد. همچنین جهت بررسی صحت آنالیزهای انجام‌شده، تعادل یونی برای هر نمونه واکاوی شد. تعادل یونی یعنی مجموع کاتیون‌ها و آنیون‌های معمول آب زمانی که برحسب میلی‌اکی‌والان در لیتر بیان می‌شود، باید در حال تعادل باشد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) (SPSS Inc., Chicago, IL) و آمارهای توصیفی (درصد، میانگین و انحراف معیار) و آزمون تی تجزیه و تحلیل شد. در نهایت نتایج با مقادیر ذکر شده روی برچسب بطری‌ها و استاندارد ۲۴۴۱ (آب معدنی طبیعی و ویژگی‌ها) مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی و رهنمودهای سازمان محیط زیست و سازمان بهداشت جهانی، استانداردهای جامعه اقتصادی اروپا، انجمن بین‌المللی آب‌های بطری‌شده و سازمان دارو و غذا مقایسه شد. [۷] برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و برای مقایسه مقادیر اندازه‌گیری‌شده پارامترها با مقادیر استاندارد از آزمون تی تک‌نمونه‌ای و مقایسه با مقادیر ذکر شده در برچسب نمونه‌ها از آزمون تی زوجی استفاده شد. p کوچک‌تر از ۰/۰۵ سطح معنادار بودن آزمون‌ها در نظر گرفته شد. [۱۴] مواد مورد نیاز با توجه به آزمایش‌های مورد نظر شامل نیترات نقره، دی کرومات پتاسیم، ريجنت سدیم، ريجنت پتاسیم، ريجنت منگنز، ريجنت نیتريت، ريجنت نیترات، ريجنت سولفات، ريجنت فسفات، ريجنت آهن،

جدول ۱. درصد تفاوت قابل قبول با توجه به مجموع آنیون‌ها	مجموع آنیون‌ها (meq/L)
درصد تفاوت قابل قبول	
± ۰/۲	۰-۳
± ۲	۳-۱۰
± ۵	۱۰-۸۰۰

استفاده از معادله زیر محاسبه شد: [۱۸]

همچنین اختلاف میان برچسب و مقدار اندازه‌گیری شده با

4. Jenway
5. Sension1

1. HACK
2. Turbidirect
3. Lovibond

کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی در تمام نمونه‌ها کمتر از ۳ بود. نتیجه سایر آنالیزها در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است. باید به این نکته اشاره شود که در استانداردهای موجود برای برخی از پارامترها حداکثر مجاز ذکر نشده، بلکه حد مطلوب ذکر شده؛ مانند پارامتر آهن که جزو عناصر مورد نیاز بدن نیز محسوب می‌شود و همان‌گونه که در جدول ۲ نشان داده شده، مقدار میانگین اندازه‌گیری شده کمتر از حد مطلوب (۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر) است.

فرمول ۲

$(\%) = \frac{\text{اختلاف میان برچسب و مقدار اندازه‌گیری شده}}{\text{مقدار}} \times 100$
 [مقدار درج شده در برچسب / (مقدار اندازه‌گیری شده - مقدار درج شده در برچسب)]

۳. یافته‌های پژوهش

نتایج بررسی آلودگی میکروبی نمونه‌ها بر مبنای آزمون محتمل‌ترین تعداد یا MPN در ۱۰۰ سی‌سی مربوط به

جدول ۲. نتایج آنالیز پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب‌های بطری‌شده شهر همدان در سال ۱۳۹۵ *

پارامتر	کمینه	بیشینه	میانگین	استاندارد**
سختی دائم	۲۱	۱۰۵	۵۴/۴	-
سختی کلسیم	۷	۹۰	۴۰/۴	-
سختی کل	۲۸	۱۲۵	۷۹/۲	۵۰۰
قلیابیت	۲۸	۱۹۸	۸۶/۴	-
نیتрат	۲/۵۸	۱۸/۹۹	۶/۵۵	۵۰
نیتريت	۰/۰۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۰۷	۰/۱
سولفات	۰/۵	۲۴	۶/۸	۴۰۰
فسفات	۰/۲۲۵	۱/۰۶	۰/۴۸۹	۰/۰
آهن	۰/۰۰۵	۰/۱	۰/۰۳۵	۰/۳
منگنز	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۴
سدیم	۰/۰۹	۲۶	۹/۰۵	۲۰۰
پتاسیم	۰/۳	۶/۱	۲/۲	-
هدایت الکتریکی	۴۹	۳۴۸	۱۴۷/۰۸	-
کل جامدات محلول	۱۷	۱۳۹	۶۵/۹۷	۱۵۰۰
pH	۶/۳	۷/۹۹	۷/۱۹	۶/۵-۹
کدورت	۰/۱	۰/۸۵	۰/۳	۱
کلراید	۱۰	۵۰	۲۹/۷۲	۴۰۰
فلوراید	۰/۰۱	۰/۸۶	۰/۳۳۶	۱/۵

* مقادیر اندازه‌گیری شده تمام پارامترها در نشان‌های تجاری مختلف از لحاظ آماری با هم اختلاف دارند ($p < 0.05$).

** براساس استانداردهای مؤسسه تحقیقات صنعتی، سازمان جهانی بهداشت و... است. در بیشتر موارد مقدار حداکثر مجاز ذکر شده و برای مواردی که حداکثر مجاز بیان نشده، مقدار حد مطلوب قید شده است.

می‌دهند:

کلراید (۷۳۲/۲) < نیترات (۳۳۰/۷) < فلوراید (۲۴۱/۸)
 < سختی کل (۲۰۲/۴) < TDS (۶۲/۷) < نیتريت
 (۴۹/۱) < سختی کلسیم (۳۴/۵) < سدیم (۱۸/۴) < pH
 (۰/۳۴)

در جدول ۳، درصد تفاوت مقادیر اندازه‌گیری شده و برچسب نمونه‌ها ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، در بین پارامترهای بررسی شده، از لحاظ میانگین درصد اختلاف وضعیت به شکل زیر است که به ترتیب کلراید و pH بیشترین و کمترین میزان اختلاف را نشان

جدول ۳. مقایسه میانگین مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده با مقادیر ذکر شده در برچسب آب‌های بطری‌شده (برحسب

میلی گرم بر لیتر)

شماره نشان تجاری	(۱)		(۲)		(۳)		(۴)		(۵)		پارامتر
	L ^b	M ^a	L ^b	M ^a	L ^b	M ^a	L ^b	M ^a	L ^b	M ^a	
سختی کلسیم	۱۲۵	۸۴	۳۲/۸	۱۶	۲۴	۳۳/۳	۴۰	۶۲/۵	۳۶	۲/۵	۱۰
سختی کل	۱۵۰	۱۲۰	۹۲	۳۲	۵۰/۲	۳۶/۲	۶۸	۱۸/۱	۸۳	۶/۶	۷۲
نیترات	۲/۷	۳/۹۶	۴۶/۷	۲/۶۴	۲/۵	۵/۶	۱۸/۹۲	۲/۵	۶۵۶/۵	۳/۰۸	۳/۰۸
نیتريت	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶۶	۶۵	۰/۰۰۹۹	<۰/۰۰۵	۹۸	۰/۰۰۳۳	*	۰/۰۱۳۲	*	۰/۰۱۳۲
سولفات	*	۱	-	۵	*	-	۴۰	۸۵	۴۰	۲۰	۲۰
فسفات	*	۰/۲۷	-	۰/۸۱	*	-	۱/۰۳	*	۱/۰۳	۰/۱۱	۰/۱۱
آهن	*	۰/۰۲	-	۰/۰۲	*	-	۰/۰۱	*	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۹
سدیم	۲	۲	۰	۱	۴/۶	۷۸/۲	۲۱	۲۵	۲۱	۳/۷۵	۳/۷۵
پتاسیم	*	۱	-	۲	*	-	۱	۱/۲۵	۱	۵/۵	۵/۵
TDS	۱۵۰	۹۱/۵	۳۹	۴۶/۳	۷۱/۲	۳۴/۵	۲۷/۶	۱۵۰	۸۱/۶	۳۲	۳۲
pH	۷/۵	۷/۳۱	۲/۵	۷/۴۹	۷/۱	۵/۵	۶/۸۱	۷	۲/۷	۷/۲۴	۷/۲۴
کلراید	۶	۱۶	۱۶۶/۷	۲۲/۴	<۱	۲۱۴۰	۳۸/۶	۲۵	۵۴/۴	۲۸/۲	۲۸/۲
فلوراید	۰/۲۳	۰/۴۷	۱۰۴/۳	۰/۶۲	۰/۱۱	۴۶۳/۶	۰/۰۳	۰/۲	۸۵	۰/۲۷	۰/۲۷

مقدار اندازه‌گیری شده^a:

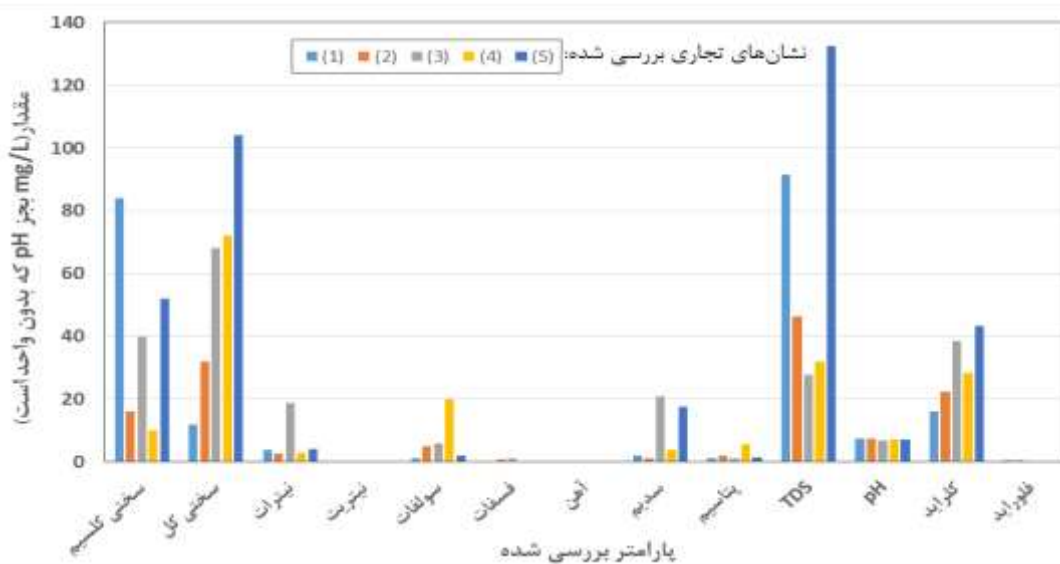
مقدار برچسب^b:

%: اختلاف میان برچسب و مقدار اندازه‌گیری شده

* مقدار روی برچسب ذکر نشده

تجاری ۵ بیشتر از سایر موارد است. میزان جامدات محلول و کلراید نشان تجاری ۵ نیز در مقایسه با سایر نشان‌های تجاری بیشتر بوده است. وضعیت سایر پارامترها در نمودار زیر مشاهده می‌شود.

برای مقایسه بهتر، مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که در این نمودار مشاهده می‌شود، سختی کلسیم در نشان تجاری ۱ بیشتر از بقیه بیشتر است؛ درحالی که سختی کل در نشان



شکل ۱. میانگین مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در نشان‌های تجاری ۱ تا ۵

همان‌طور که نتایج نشان داد، پارامترهای میکروبی بررسی

۴. بحث و نتیجه‌گیری

شده، شامل کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی، در تمام نمونه‌ها منفی بوده ($MPN < 3$) و با استاندارد مطابقت دارد. نتایج آزمون بررسی توزیع نرمالیتة داده‌ها با آزمون شاپیرو - ویلک (به علت کم بودن تعداد نمونه‌ها) نشان داد که داده‌ها دارای توزیع نرمال است ($p = 0/681$). در ادامه اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده و مقادیر ذکرشده در برچسب با استفاده از آزمون تی زوجی بررسی شد که براساس نتایج، اختلاف بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده برای پارامترهای نیتريت، TDS و کلراید اختلاف معنادار بوده؛ درحالی که برای بقیة پارامترها این اختلاف معنادار نبود. مقادیر سطح معناداری مربوطه برای سختی کلسیم برابر $0/127$ ، سختی کل برابر $0/625$ ، نیترات برابر $0/222$ ، نیتريت برابر $0/072$ ، سولفات برابر $0/206$ ، فسفات برابر $0/512$ ، سدیم برابر $0/227$ ، پتاسیم برابر $0/336$ ، جامدات محلول برابر $0/018$ ، pH برابر $0/898$ ، کلراید برابر $0/041$ و فلوراید برابر $0/148$ به دست آمد. میانگین پارامترهای بررسی‌شده نیز با استفاده از آزمون تی تک‌نمونه‌ای با مقادیر استاندارد مقایسه شد که نتایج نشان داد میانگین مقادیر اندازه‌گیری‌شده تمام پارامترها کمتر از حدود استاندارد است.

طبق تعریف سازمان غذا و دارو، میزان کل جامدات محلول آب‌های معدنی (TDS) حداقل باید 500 میلی‌گرم بر لیتر باشد؛ اما براساس نتایج این مطالعه، میانگین غلظت کل جامدات محلول برابر $65/97$ میلی‌گرم بر لیتر و حداقل و حداکثر آن نیز برابر 17 و 139 میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد که کمتر از حدود پیشنهادی است. در پژوهش رضایی و همکاران [۷] که با هدف ارزیابی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب‌های معدنی عرضه‌شده در شهر یاسوج در سال 1387 صورت گرفت، نیز این روند مشاهده شد. [۷] محدوده کل جامدات محلول به دست‌آمده با نتایج تحقیق اوداجدارا و همکاران [۱۹] که کیفیت بطری‌های آب معدنی در کشور سریلانکا در سال 2015 را بررسی کردند، نیز مطابقت دارد. سختی کل در تمام نمونه‌ها در حد مطلوب قرار داشت و حداقل مقدار در نشان تجاری شماره ۲ برابر 28 میلی‌گرم بر لیتر و حداکثر مقدار در نشان تجاری شماره ۱ برابر 125 میلی‌گرم در لیتر برحسب کربنات کلسیم اندازه‌گیری شد. سختی کلسیم در نشان تجاری شماره ۱ بالاترین مقدار بود (90 میلی‌گرم بر لیتر)؛ ولی در همه نمونه‌ها با استاندارد مطابقت داشت. میزان آهن، منگنز، سولفات، کلراید و نیترات در همه نمونه‌ها در حد استاندارد قرار داشت. میزان فسفات، به غیر از نشان تجاری شماره ۴،

در مابقی نمونه‌ها بالاتر از حد استاندارد بود و بیشترین مقدار فسفات در نشان‌های تجاری ۳ و ۲ به ترتیب معادل $0/89$ و $1/06$ میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد. میزان نیتريت در نشان‌های تجاری ۱، ۴ و ۵ بالاتر از حد مجاز آن اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار نیتريت نیز در نشان تجاری ۴ معادل $0/017$ میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد. میزان pH اندازه‌گیری‌شده در تمام نمونه‌ها و نشان‌های تجاری بررسی‌شده با مقدار استاندارد مطابقت داشت. میزان فلوئور در 90 درصد نمونه‌ها کمتر از میزان استاندارد بود که این مسئله از لحاظ بهداشتی و اثرگذاری بر پوسیدگی دندان‌ها و استحکام استخوان‌ها حائز اهمیت است. در مطالعه فولادی‌فرد و همکاران [۲۰] نیز چنین نتایجی مشاهده شد. طبق جدول ۳، در برخی پارامترها درصد اختلاف زیادی بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده و مقادیر درج‌شده بر روی برچسب وجود داشت. بیشترین مقدار اختلاف میان برچسب و مقدار اندازه‌گیری‌شده برای کلراید و نیترات و کمترین مقدار نیز برای pH به دست آمد. از طرف دیگر در نشان‌های تجاری ۴ و ۵ بیشترین درصد تفاوت بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده و برچسب وجود داشت. مقدار اندازه‌گیری‌شده سختی کلسیم و سختی دائم به جز نشان تجاری ۴ در سایر نشان‌های تجاری کمتر از مقادیر برچسب بود. مقدار اندازه‌گیری‌شده نیتريت و نیترات به جز نشان تجاری ۳ در سایر نشان‌های تجاری بیشتر از مقادیر برچسب بود. گفتنی است که وقتی مقدار نیترات بیشتر از 10 میلی‌گرم بر لیتر باشد، باید عبارت «برای شیرخواران مناسب نیست» روی برچسب درج شود. [۶] محاسبات مربوط به تعادل یونی برحسب میلی‌اکی‌والان در لیتر نشان داد که تعادل یونی در هیچ کدام از نمونه‌ها وجود نداشت. این مسئله از لحاظ اینکه الکترولیت‌ها از عوامل مؤثر در تنظیم تعادل آب بدن هستند، اهمیت دارد. [۹]

در پژوهش صمدی و همکاران [۴] که در سال 1385 در همدان بر روی 17 نوع آب بطری‌شده انجام شد، مقدار املاح نیترات، سولفات، کلرور، منیزیم و سایر املاح این آب‌ها با مقدار درج‌شده روی برچسب آن‌ها مغایرت داشت و همچنین میزان کلسیم و pH آن‌ها بالاتر از حد استاندارد ایران و جهان بود. [۴] طبق مطالعه عبدالله علی هالیج [۲۱] که درباره 10 نشان تجاری آب‌های بطری‌شده در اوگاندا در سال 2015 انجام شد، پارامترهای pH و کدورت در محدوده استاندارد قرار داشت و از لحاظ کیفیت میکروبی نیز مشکل خاصی مشاهده نشد. صالحی و همکاران [۱۶] که در سال

خطرناک آلی و... که در این مطالعه اندازه‌گیری نشده است، پیشنهاد می‌شود پژوهش جامع و در سطح ملی طراحی شود تا از مصرف آن‌ها بدون ایجاد مشکلات بهداشتی اطمینان لازم حاصل شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی همدان و نیز از همکاری مسئول محترم آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده بهداشت، سرکار خانم مهندس شانه‌ساز، تشکر و قدردانی نمایند. این طرح با عنوان بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب‌های بطری شده در شهر همدان، براساس شماره نامه ۱۶/۳۵/۱۰/۱۲۰ پ توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی همدان مورد تأیید قرار گرفت.

References

- [1]. Eslami A, Shirin Naderi H. Comparative Study of Bottled Water Microbial and Physicochemical Quality with National Standards and its label) A Case Study in Qazvin City, Iran). *Iran J Health & Environ*. 2013; 6(2): 155-66.
- [2]. Krecar I, Kolega M, Kunac S. The Effects of Drinking Water on Attention. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2014; 159: 577-83.
- [3]. Ghorbanalinezhad E, Saeedi G, Khanjani D. Survey on Heterotrophic Bacterial Contamination in Bottled Mineral Water by Culture Method. *Iran J Med Microbiol*. 2014; 8(4): 59-68.
- [4]. Samadi M, Sedehi M, Sonboli NB. Evaluation of Chemical Quality in 17 Brands of Iranian Bottled Drinking Waters. *J Res Health Sci*. 2009; 9(2): 25-31.
- [5]. Shahrvari A, Dadban Shahamat Y, Aali R, Masih Hosseini S, Iranfar B. Fungi Contamination of some Bottled Water of food marketing of Gorgan city in 2014- 2015. *Journal of Prevention and Health*. 2016; 2(1): 43-9.
- [6]. M Loloee F. Survey on the quality of mineral bottled waters in Kerman city in 2009. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2011; 10(3).
- [7]. Rezaei S, Ravgan Shirazi A, Fararoei M, Jamshidi A, Saadat A. Evaluation of the Chemical and Microbial Quality of Bottled Waters distributed in Yasouj. *Armaghan Danesh*. 2011; 3(63): 291-9.
- [8]. Miranzadeh M, Hassani A, Iranshahi L, Ehsanifar M, Heidari M. Study of Microbial Quality and Heavy Metal Determination in 15 Brands of Iranian Bottled Drinking Water During 2009-2010. *Journal of health*. 2011; 1(2).
- [9]. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Natural mineral water - Specifications. Iran: Iranian National Standards Organization; 2003.
- [10]. Venturini CQ, Frazão P. Fluoride concentration in bottled water: a systematic review. *Cad Saude Colet*. 2015; 23(4): 460-7.
- [11]. Shahabv A, Alharthi A, Tarras A. Bacteriological Evaluation of Tap Water and Bottled Mineral Water in Taif, Western Saudi Arabia. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2015; 4(12): 600-15.
- [12]. Tabar E, Yakut H. Determination of 226Ra concentration in bottled mineral water and assessment of effective doses, a survey in Turkey. *International Journal of Radiation Research*. 2014; 12(3): 193-201.
- [13]. Queiroz J, Rosenberg M, Heller L, Zhouri A, Silva S. News about Tap and Bottled Water: Can This Influence People's Choices? *Journal of Environmental Protection*. 2012; 3: 324-33.
- [14]. Godini K, Alyan G, Alavi S, Rostami R. Investigation of Microbial and Chemical Quality of Bottled Waters Distributed in Ilam) wester Iran) 2009-10. *Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences*. 2012; 20(2): 33-7.
- [15]. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC, USA, 2005.
- [16]. Salehi I, Ghiasi M, Rahmani A, Sepehr M, Kiamanesh M, Rafati L. Evaluation of microbial and physico-chemical quality of bottled water produced in Hamadan province of Iran. *Journal of Food Quality and Hazards Control*. 2014; 1: 21-4.
- [17]. Nabizadeh R. Water balance analyzer. *Environmental Modelling & Software*. 2006; 21: 127-8.
- [18]. Jahed Khaniki G, Mahdavi M, Ghasri A, Saeednia S. Investigation of Nitrate Concentrations in Some Bottled Water Available in Tehran Iran. *J Health & Environ*. 2008; 1(1): 45-50.
- [19]. Udagedara D, Javawardana D. Assessment of chemical variability of major bottled waters in Sri Lanka. *Environmental Earth Sciences*. 2015; 73(12): 7957-65.
- [20]. Fouladi Fard R, Mirzaei N, Yaria A, Daraei H, Kamani H, Ahmadpour M. Fluoride Content of Bottled Drinking Water Available in North West of Iran. *Arch Hyg Sci Sci*. 2015; 4(2): 109-13.
- [21]. Halage AA, Ssemugabo C, Ssemwanga DK, Musoke D, Richard K, Mugambe DG, 2 and John C. Ssempebwa1. Bacteriological and Physical Quality of Locally Packaged Drinking Water in Kampala, Uganda. *Journal of Environmental and Public Health*. 2015; 2015: 1-6.

The Assessment of Physical, Chemical and Microbial Quality of Bottled Waters in Hamadan, Iran

Khadije Yari¹, Mostafa Leili^{2*}, Hassan Zolghadrnasab³, Shima Mohammadi Bolban⁴, Shahla Rahmani⁴

1. MSc Students of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
2. Associate Professor of Environmental Health Engineering Department, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
3. MSc of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
4. Bachelor MSc of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Abstract

Introduction: Regarding people's demand for safe and sanitary water, the consumption of bottled water in various parts of the world have significantly been increased. The aim of this study was to evaluate the physical, chemical and microbial quality of bottled waters in Hamadan in 2016.

Materials and Methods: This research is a descriptive cross-sectional study, that was carried out on 5 popular brands and 40 randomly selected samples, in which 20 types of physical, chemical and microbial characteristics were investigated. All data were analyzed using the statistical software package, SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) and descriptive statistics.

Results: The results showed that none of the samples had microbial contamination and passed the required standards. Total dissolved solids (TDS) content are lower than the minimum values required by the Food and Drug Administration (500 mg/L). The differences between the measured and labeled values was investigated using paired t-test. Based on the results, there were differences between the measured and labeled values for all parameters, where for the parameters of nitrite, TDS and chloride it was significant, while for the rest of the parameters it was not significant. The mean values of the parameters were also compared with the standard values using one sample t-test. It was showed that the mean values of all measured parameters were well below the standard values.

Conclusion: For the most samples, the assessed parameters were consistent with the standards; however, for the few number of samples which violates from the standard values, it was also important in terms of the possible health impacts, thus should be taken into consideration.

Received: 2018/10/17

Accepted: 2018/12/18

Keywords: Bottled water, chemical quality, physical quality, microbial quality, Hamadan.