(مقاله پژوهشی)

بررسی کیفیت دو برندآب معدنی تولیدشده از چشمه بهرغان سپیدان، فارس

مجتبی مقیمی[۱]، هانیه نوذری[۲*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، واحد آباده، دانشگاه آزاد اسلامی، آباده، ایران.

۲- استادیار، گروه محیط زیست، واحد آباده، دانشگاه آزاد اسلامی، آباده، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۴

چکیده

امروزه مصرف آب‌های معدنی بطری شده در میان جامعه گسترش زیادی یافته است، لذا آگاهی از کیفیت آن برای حفظ سلامت عمومی الزامی است. هدف از این پژوهش، بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی دو برند آب معدنی M و S با سرمنشأ یکسان و ۹ فاکتور نیتریت، نیترات، منیزیم، کلسیم، کلر، کل جامدات محلول، فلوراید، سختی کل و اسیدیته بود. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون t تک نمونه‌ای، آزمون t غیرجفتی و آزمون همبستگی پیرسون استفاده گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که در هر دو برند میانگین میزان همه پارامترهای اندازه‌گیری شده (به جز منیزیم و فلوراید) در محدوده استاندارد بوده است. همچنین اختلاف معنی‌داری بین مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر ذکر شده روی برچسب بطری‌ها (به جز pH در برند M و سختی کل در هر دو برند) وجود داشت. از طرف دیگر، وجود همبستگی مثبت قوی بین pH و Mg در برند S و همبستگی قوی منفی بین pH و F در برند M و با توجه به مقدار خارج از استاندارد این دو پارامتر، افزایش pH می‌تواند اثرات نامطلوبی در کیفیت آب این دو برند به همراه داشته باشد.

واژه های کلیدی: فاکتور فیزیکوشیمیایی، استاندارد، آب بطری شده، برچسب، چشمه بهرغان.

* مسئول مکاتبات: hnowzari@iauabadeh.ac.ir

۱-مقدمه

مطابق تعریف سازمان جهانی بهداشت، آب آشامیدنی آبی است که برای مصارف انسانی و تمامی کاربری‌های خانگی مناسب باشد (۲۹) و آب آشامیدنی ایده‌آل باید شفاف، بدون بو و مزه، عاری از ارگانیسم‌های بیماری‌زا و دیگر ترکیبات مضر باشد(۲۴). اگر چه هر شخص در روز فقط ۲-۱/۵ لیتر آب نیاز دارد، ولی در صورت عدم تأمین آب فقط چند روز قادر به ادامه حیات خواهد بود(۱۰). با افزایش جمعیت و پیشرفت صنایع در ممالک مختلف منابع آبی بیش از پیش در معرض مصرف و آلودگی‌های مختلف قرار می‌گیرند(۷). این امر نه تنها کمیت منابع دردسترس را کاهش داده، بلکه به دلیل توسعه شهرنشینی وفعالیت‌های صنعتی و کشاورزی، تغییر و تنزل کیفیت آب‌ها را نیز به دنبال داشته است(۳۰). در این راستا امروزه مردم به دلایل مختلف از جمله عدم کیفیت مطلوب آب آشامیدنی سیستم‌های توزیع، کمبود آب شرب، پاتوژن‌های موجود در آب و سهولت دسترسی و هزینه نسبتاً پایین آب‌های معدنی، از آب‌های معدنی بطری شده استفاده می‌کنند(۵). مصرف‌این‌آب‌هادر کنار آب شبکه‌های لوله‌کشی شهری با این تصور عمومی که آب‌های معدنی بطری شده نسبت به آب شرب شهری ارجحیت دارند و توصیه مصرف این نوع آب برای بیماران با ضعف سیستم ایمنی و تهیه غذای کودکان و حتی به دلیل کیفیت پایین آب‌های شهری، سبب توسعه صنایع مربوط به بسته‌بندی آب‌های معدنی گردیده است (۲۵). بر طبق آمار، مصرف آب‌های معدنی به طور متوسط در هرسال۷٪ افزایش داشته است. گرچه درحال حاضر عمده‌ترین مصرف‌کنندگان این‌آب‌ها، کشورهای اروپایی هستند؛ اما روند افزایش مصرف در آسیا و اقیانوسیه سریع‌تر و حدود ۱۵٪ گزارش شده است(۱۹). کشور ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده و هرچند آمار دقیقی از مصرف آب‌های معدنی وجود ندارد، اما بررسی مستندات حاکی از افزایش مصرف آب‌های معدنی است (۱۱). در این راستا با توجه به اهمیت آب‌های معدنی و روند روبه افزایش مصرف آن‌ها، یکی از امور بسیار مهم در تولید و مصرف این آب‌ها کنترل کیفیت آن‌ها است؛ چراکه احتمال وجود برخی‌از فلزات سنگین و یا عناصر و ترکیبات بیش از حد استاندارد در این آب‌ها می‌تواند برای مصرف‌کنندگان بسیار مخاطره‌آمیز باشد که سهم انسان‌ها در ایجاد این مخاطرات از طریق انتقال مواد محلول درآب در اثر عواملی‌چون‌معدن‌کاوی،فعالیت‌های‌صنایع‌وتخلیهٔ فاضلاب‌های شهریمی‌باشد(۴). به طورکلی موجودات زنده به مقادیر بسیار کمی از بعضی از عناصر موجود در آب‌ها برای رشد و بقا نیاز دارند که اصطلاحاً به آن‌ها عناصر جزئی گفته می‌شود(۲۲). آب معدنی یکی از راه‌های تامین املاح ضروری بدن انسان است که در یک لیتر از آن باید حداقل یک گرم مواد معدنی به صورت‌کاتیون وآنیون محلول وجود داشته باشد(۸). بنابراین در صورتی که آب آلوده باشد یا این که غلظت بعضی از املاح در آن کم و یا زیاد باشد، میتواندباعث بروز عوارض و بیماری‌ها شود(۱۵). بنابراین با توجه به مصرف روزافزون آب‌های معدنی و تأثیر ترکیبات موجود در آن‌ها(۱۴)، بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی آب‌های معدنی یکی از ضروریات مطالعاتی تولیدکنندگان آب‌های معدنی می‌باشد. لولویی و ذوالعلی (۱۳۹۰) با مطالعه کیفیت آب‌های معدنی بطری شده در شهر کرمان دریافتند میزان فلوئور در همه نمونه‌ها پایین‌تر و نیز در برخی موارد مقدار نیترات، کلرور، پتاسیم و سدیم بیش از استاندارد بوده است(۱۱). ریاحی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی‌کیفیت‌آب‌های‌بطری‌شده‌دراستان‌همدان دریافتند مقادیر pH، قلیائیت، نیترات، سولفات، فسفات، سدیم و پتاسیم در تمامی‌نمونه‌هادر محدوده استاندارد بودندو در برخی نمونه‌های مورد بررسی سختی کل و فلوراید کمتر از استاندارد بودند(۶). آقالری و جعفریان (۱۳۹۶) با بررسی کیفیت آب‌های معدنی بطری‌شده شهرستان بابل اعلام‌کردند با توجه به عدم همخوانی پارامترهای نیتریت و نیترات با برچسب نمونه‌ها لازم است ارگان‌های تائیدکننده علامت استاندارد، نظارت مستمر بر فرایند تولید و پایش کیفی محصولات داشته باشند(۲). اشرفی یورقانلو (۱۳۹۷) بامطالعه کیفیت آبهای معدنی موجود در بازار

استان آذربایجان غربی اعلام کرد که غلظت نیتریت و نیترات در آب‌های معدنی عرضه شده کمتر از حد مجاز بودند(۱). یاری و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی کیفیت آب‌های بطری شده در شهر همدان دریافتند میانگین مقادیر اندازه گیری شده تمام پارامترهای قلیائیت، سختی، کلسیم، منیزیم، فلوراید، فسفات، سولفات، نیترات، سدیم، پتاسیم، کدورت و pHکمتر ازحدوداستاندارد بوده است(۱۶). اسماعیل و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی کیفیت آب‌های بطری شده در عراق نشان دادند به جز کلسیم، منیزیم و pH سایر پارامترها در حد استاندارد بوده‌اند(۲۰). سینگلا و همکاران (۲۰۱۴) با ارزیابی کیفیت آب معدنی بسته‌بندی شده در دهلی نو دریافتند مقدار سرب و مس در نمونه‌های انتخاب شده بالاتر از حد استاندارد و سایر پارامترها در حد استاندارد بوده است(۲۷). مکونن و همکاران (۲۰۱۵) با ارزیابی کیفیت آب‌های بطری شده در شهر گندر اتیوپی اعلام کردند فلوراید در نمونه‌های مورد بررسی کمتر از حد استاندارد و کلسیم و منیزیم بیشتر از حد استاندارد بوده‌اند(۲۳).اکبری‌وهمکاران(۲۰۱۸)با بررسی آب‌هایبطریشده در شهرستان تربت حیدریه نشان دادند که میانگین غلظت نیترات در همه نمونه‌ها درحداستاندارد بود(۱۷). خدرا (۲۰۲۰) با مطالعه آب‌های بطری شده بازار لبنان نشان داد مقدار کلر و کل جامدات محلول با مقدار برچسب بطری در بیش از ۲۵٪مارک‌های‌مورد مطالعه همخوانی ندارند؛ بنابراین خواستار مقررات دقیق تری در روند برچسب گذاری شد(۲۱). پژوهش حاضر با هدف بررسی عناصر و ترکیبات موجود و کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب‌های معدنی دو برند Sو M که دارای منبع برداشتی مشترک از چشمه بهرغان فارس هستند، انجام شده و این آب‌ها از نظر استانداردهای آب‌های آشامیدنی و بررسی مقادیر موجود بر برچسب‌هایشان مورد مطالعه قرار گرفتند.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

رودخانه بهرغان واقع در روستای بهرغان بخش همایجان از توابع شهرستان‌سپیدان‌دراستان‌فارس‌می‌باشدکه‌ازآن‌چشمه هایی باآب شیرین وطبیعیاز جمله چشمه بهرغان به وجودآمده است و آب آن بعد از طیمسیرهای پرپیچ و خم به خلیج فارس منتهی می‌گردد(۳).نمونه های آب‌های معدنی بطری شده دو برند Sو M که دارای منبع برداشتی مشترک از چشمه بهرغان سپیدان هستند، از سطح بازار شهر شیراز خریداری شدند.

۲-۲- روش آزمایش

نمونه‌ها برای انجام آزمایشات به صورت تیتریمتری جهت اندازه‌گیری سختی کل (TH)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، کلرور(Cl) وpH که مطابق دستورالعمل مندرج در کتاب مرجع روش‌های استاندارد برای آزمایش آب و فاضلاب(۱۸) صورت گرفته است،به صورت دستگاهی جهت اندازه‌گیری فلوراید(F)، نیتریت(NO_2) و نیترات (NO_3) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل DR2000، ساخت آمریکا) و جهت اندازه‌گیری میزان کل جامدات محلول (TDS) با صاف‌کردن نمونه از طریق کاغذ صافی فایبرگلاس (۱۲)، به آزمایشگاه‌های‌مرکزبهداشت شهرستان ابرکوه منتقل گردیدند.

۲-۳- روش‌های آماری

پژوهش در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی[1]انجام شد. جامعه آماری مورد مطالعه در این پژوهش آب‌های معدنی بطری شده دو برند S و M درسطح بازار شهر شیراز در مردادماه سال ۱۳۹۸ بودند. نمونه برداری به صورت کاملاً تصادفی بوده که ازهر برند ۱ نمونه و ۳ تکرار ودر مجموع ۸ نمونه تهیه شد. قبل از انجام هر آزمون آماری، نرمال بودن توزیع فراوانی داده‌ها با آزمون نرمالیتی[2]بررسی شد؛ نتایج نشان داد که در همه موارد داده‌ها نرمال بودند.سپس داده‌ها با

1-Randomsampling
2-Normality Test

آزمون‌تی‌تک‌نمونه‌ای[1]،آزمون‌تی‌غیرجفتی[2]وآزمون همبستگی اسپیرمن[3] توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ (۲۸) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند..

۳-نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آزمون تی‌تک نمونه ای مقایسه پارامترها با حدود استاندارد

جدول۱ نتایج آزمون تی‌تک نمونه‌ای مقایسه میانگین ± انحراف معیار مقدار هر یک از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی درنمونه‌های‌آب مورد مطالعه با حدود استاندارد مشخص شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران(۱۳)را نشان می دهد. نتایج مقایسه میانگین پارامترها با حد استاندارد در هر دو نمونه آب M وS نشان داد نیتریت، نیترات و کلسیم به طور معنی‌داری پایین‌ترازحد استاندارد ملی هستند که نتایج پژوهش عمویی و همکاران (۱۳۹۰) و اشرفی یورقانلو (۱۳۹۷) در مورد در حد استاندارد بودن نیتریت و نیترات آب‌های بطری شده مشابه نتایج این مطالعه است(۱،۹). همچنین نتایج این مقایسه نشان داد کلر، کل جامدات محلول و سختی کل به طور معنی‌داری از حداکثر مجاز و حتی استاندارد مطلوب نیز پایین‌تر هستند که نتایج پژوهش گودینی و همکاران (۱۳۹۱) در مورد در حد استاندارد بودن سختی کل، کل جامدات محلول، نیتریت و نیترات آب‌های بطری شده مشابه نتایج این مطالعه است (۱۰). نیز نتایج این مقایسه نشان داد میزان اسیدیته آب به طور معنی‌داری از حداقل مطلوب بالاتر و از حداکثر مجاز کمتر است که نتایج پژوهش ریاحی خرم و همکاران (۱۳۹۳) در مورد درحد استاندارد بودن pH و نیترات آب‌های بطری شده مشابه نتایج این مطالعه است (۶). از طرفی نتایج این مقایسه نشان داد میزان فلوراید به طور معنی داری از حداکثر مطلوب کمتر است اما متاسفانه به طور معنی داری از حداقل مطلوب نیز کمتر است و کمبود فلوراید آب می تواند باعث کاهش مقاومت مینای دندان و در نتیجه پوسیدگی آن شود که نتایج پژوهش لولویی و ذوالعلی (۱۳۹۰) در مورد کمبود فلوراید آب‌های بطری شده مشابه نتایج این مطالعه است (۱۱). همچنین نتایج این مقایسه نشان داد میانگین منیزیم بیش از حد استاندارد ملی می باشد و منیزیم بیش از حد موجب آتروژنز و لخته شدن نامناسب، گشادی یا تنگی تنه عروق و عدم تعادل الکترولیتی‌سلولیمی‌شود.بنابراین‌نتایج‌پژوهش‌رضایی‌و همکاران در مورد در محدوده استاندارد بودن پارامترهای کلر، نیترات، کلسیم، سختی‌کل و کل جامدات محلول، نتایج مطالعه یاری و همکاران در مورد مطابقت با حدود استاندارد پارامترهای نیترات، کلسیم، سختی وpH، نتایج پژوهش سمرجیان (۲۰۱۱) در مورد در حد استاندارد بودن کلر و کلسیم در آب‌های بطری‌شده، نتایج پژوهش اسماعیل و همکاران (۲۰۱۳) در مورد در حد استاندارد بودن کلر و کل جامدات محلول و بیش از حد استاندارد بودن منیزیم در آب‌های بطری شده، نتایج مطالعه سینگلا و همکاران (۲۰۱۴) در مورد در حد استاندارد بودن نیتریت و نیترات و کل جامدات محلول در آب‌های بطری شده، نتایج پژوهش مکونن و همکاران (۲۰۱۵) در مورد کمبود فلوراید در نمونه‌های آب‌های بطری شده مورد بررسی و بیشتر از حد استاندارد بودن منیزیم و نتایج مطالعه اکبری و همکاران (۲۰۱۸) در مورد در حد استاندارد بودن نیترات آب‌های بطری شده با مطالعه حاضر مطابقت دارد (۵،۱۶،۲۶،۲۳،۲۷،۲۰ و ۱۷).

1-One Sample T-Test
2-Independent Sample T-Test
3-Spearman Correlation Matrix

جدول ۱- مقایسه میانگین ± انحراف معیار مقادیرپارامترهایفیزیکیوشیمیایی در نمونه های آب مورد مطالعه با حدود استاندارد

پارامتر	نمونه	میانگین ± انحراف معیار	P-value	سطح اطمینان	استاندارد		واحد
					مطلوب	مجاز	
نیتریت	M	۰/۰۰۲ ±۰/۰۰٤	۰/۰۰۰	۹۹٪	---	۳	mg/l
	S	۰/۰۰۲ ±۰/۰۰۸	۰/۰۰۰	۹۹٪			
نیترات	M	۱/۱۸۷ ±۱۹/۰۷۵	۰/۰۰۰	۹۹٪	---	۵۰	mg/l
	S	۱/۵۱۳ ±۱۷/۳۲۵	۰/۰۰۰	۹۹٪			
منیزیم	M	۳/۷۷٤ ±٤۱/۲۵۰	۰/۰۰۹	۹۹٪	---	۳۰	mg/l
	S	٤/۰٤۱ ±۳٦/۵۰۰	۰/۰٤۹	۹۵٪			
کلسیم	M	۸/۹۹۵ ±۹۷/۷۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪	---	۳۰۰	mg/l
	S	٦/۲۹۱ ±۹۸/۷۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪			
کلر	M	۸/۰۵۷ ±۱۸/۲۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪	۲۵۰		mg/l
	S	۳۳/٦٦۵ ±٦۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۹۹٪			
کلر	M	۸/۰۵۷ ±۱۸/۲۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪		٤۰۰	mg/l
	S	۳۳/٦٦۵ ±٦۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۹۹٪			
کل جامدات محلول	M	۰/۵۰۰ ±۱۵۰/۷۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪	۱۰۰۰		mg/l
	S	۳/۱٦۲ ±۱۵۲/۰۰۰	۰/۰۰۰	۹۹٪			
کل جامدات محلول	M	۰/۵۰۰ ±۱۵۰/۷۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪		۱۵۰۰	mg/l
	S	۳/۱٦۲ ±۱۵۲/۰۰۰	۰/۰۰۰	۹۹٪			
فلوراید	M	۰/۰۷٤ ±۰/۱۲۷	۰/۰۰۲	۹۹٪	۰/۵		mg/l
	S	۰/۰۳۹ ±۰/۱۰۰	۰/۰۰۰	۹۹٪			
فلوراید	M	۰/۰۷٤ ±۰/۱۲۷	۰/۰۰۰	۹۹٪		۱/۵	mg/l
	S	۰/۰۳۹ ±۰/۱۰۰	۰/۰۰۰	۹۹٪			
سختی کل	M	۸/٦٦۰ ±۱۳۷/۵۰۰	۰/۰۰۱	۹۹٪	۲۰۰		mg/l
	S	۸/۵۳۹ ±۱۲۸/۷۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪			
سختی کل	M	۸/٦٦۰ ±۱۳۷/۵۰۰	۰/۰۰۰	۹۹٪		۵۰۰	mg/l
	S	۸/۵۳۹ ±۱۲۸/۷۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪			
اسیدیته آب	M	۰/۰۹۵ ±۷/۵۲۵	۰/۰۰۰	۹۹٪	٦/۵		---
	S	۰/۰۵۷ ±۷/۵۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪			
اسیدیته آب	M	۰/۰۹۵ ±۷/۵۲۵	۰/۰۰۰	۹۹٪		۸/۵	---
	S	۰/۰۵۷ ±۷/۵۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪			

۳-۲-نتایج آزمون تی تک‌نمونه‌ای‌مقایسه پارامترها با مقادیر درج شده بر روی بطری‌ها

جدول۲ نتایج آزمون تی تک نمونه ای مقایسه میانگین ± انحراف معیار مقدار هر یک از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی درنمونه‌های‌آب‌موردمطالعه با مقداردرج شده بر روی برچسب بطری های آب را نشان می دهد.نتایج مقایسه میانگین پارامترها با مقادیر درج شده روی بطری آب برند Sنشان داد شش متغیر نیتریت، کلر، نیترات، منیزیم، کلسیم و اسیدیته آب به طور معنی‌داری بیشتر از مقدار اعلام شده بوده و مقدار فلوراید به طور معنی داری کمتر از مقدار اعلام شده روی برچسب بطری بوده است. همچنین مقایسه میانگین پارامترها با مقادیر درج شده روی بطری آب برند M نشان داد شش پارامتر نیتریت، نیترات، منیزیم، کلسیم، کلر وکل جامدات محلول به طور معنی‌داری بیشتر از مقادیر اعلام شده روی برچسب بطری بوده و مقدار فلوراید به طور معنی‌داری کمتر از مقدار اعلام شده روی برچسب بطری بوده است. این عدم همخوانی برای ۷ پارامتر از ۹ پارامتر مورد بررسی در هر دو برند مورد آزمایش بر روی اطمینان مصرف‌کننده، تایید صلاحیت شدن توسط آزمایشگاه‌های سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی در سطح ملی و بازاریابی و دریافت مجوز فروش در سطح بین المللی تاثیرات منفی دارد. نتایج این پژوهش با مطالعات رضایی و همکاران (۱۳۹۰) وآقالری و جعفریان (۱۳۹۶) و خدرا (۲۰۲۰) که اعلام کردند در اکثر موارد اختلاف معنی داری بین مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر ذکر شده روی برچسب وجود داشته، همخوانی دارد (۲،۵، ۲۱).

جدول ۲- مقایسه میانگین ± انحراف معیار مقادیرپارامترهایفیزیکیوشیمیاییدر نمونه های آب مورد مطالعه با مقادیر درج شده بر روی برچسب بطری های آب

پارامتر	نمونه	میانگین ± انحراف معیار	P-value	سطح اطمینان	مقدار درج شده روی بطری	واحد
نیتریت	M	۰/۰۰۲ ± ۰/۰۰٤	۰/۰۲۷	۹۵٪	۰/۰۰۱	mg/l
	S	۰/۰۰۲ ± ۰/۰۰۸	۰/۰۱۹	۹۵٪	۰/۰۰۳	
نیترات	M	۱/۱۸۷ ± ۱۹/۰۷۵	۰/۰۰۰	۹۹٪	۳/۵	mg/l
	S	۱/۵۱۳ ± ۱۷/۳۲۵	۰/۰۰۱	۹۹٪	۵	
منیزیم	M	۳/۷۷٤ ± ٤۱/۲۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪	۳/٦	mg/l
	S	٤/۰٤۱ ± ۳٦/۵۰۰	۰/۰۰۰	۹۹٪	۳	
کلسیم	M	۸/۹۹۵ ± ۹۷/۷۵۰	۰/۰۰۲	۹۹٪	٤۸	mg/l
	S	٦/۲۹۱ ± ۹۸/۷۵۰	۰/۰۰۱	۹۹٪	۵۰	
کلر	M	۸/۰۵۷ ± ۱۸/۲۵۰	۰/۰۵	۹۵٪	٦	mg/l
	S	۳۳/٦٦۵ ± ٦۰/۰۰۰	۰/۰۵	۹۵٪	۸	
کل جامدات محلول	M	۰/۵۰۰ ± ۱۵۰/۷۵۰	۰/۰۰۰	۹۹٪	۱٤۵	mg/l
	S	۳/۱٦۲ ± ۱۵۲/۰۰۰	۰/۰۰۰	۹۹٪	۲۲۰	
فلوراید	M	۰/۰۷٤ ± ۰/۱۲۷	۰/۰۱۹	۹۵٪	۰/۳	mg/l
	S	۰/۰۳۹ ± ۰/۱۰۰	۰/۰۱۵	۹۵٪	۰/۲	
سختی کل	M	۸/٦٦۰ ± ۱۳۷/۵۰۰	۰/٦۰٤	معنی دار نیست	۱۳۵	mg/l
	S	۸/۵۳۹ ± ۱۲۸/۷۵۰	۰/۲۳۹	معنی دار نیست	۱۳۵	
اسیدیته آب	M	۰/۰۹۵ ± ۷/۵۲۵	۰/٦۳۸	معنی دار نیست	۷/۵	---
	S	۰/۰۵۷ ± ۷/۵۵۰	۰/۰۰۳	۹۹٪	۷/۳	

۳-۳- نتایج آزمون تی غیرجفتی

جدول۳ نتایج آزمونتی غیرجفتی مقایسه میانگین ± انحراف معیارمقدارهر یک از پارامترهای فیزیکیوشیمیاییرا بین دو نمونه آب Sو Mکه دارای منبع برداشت مشترک از چشمه بهرغان سپیدان هستند، نشان می دهد.مقایسه میانگین پارامترهای هر دو برندMوS نشان دادکه بین میزان هیچ کدام از ترکیبات موجود در آب در هر دو نمونه آب تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. این مسئله نشان‌دهنده مشابهت میزان ترکیبات آب های معدنی دو برند Mو S است و دلیل آن احتمالاً منبع مشترک برداشت هر دو برند از چشمه بهرغان است. همچنین این نتیجه و نتایج قبل آشکار می‌سازد دو کارخانه تولیدکننده این دو برند در تولیدات آب‌های بطری شده خود تا چه حد خطا داشته و مشترک بودن منبع برداشت آب به هیچ عنوان توجیه کننده خطای آنها نیست.

جدول ۳- نتایج آزمون تی غیر جفتی مقایسه میانگین ±انحراف معیار مقادیرپارامترهایفیزیکیوشیمیاییدر دو نمونه آب مورد مطالعه

پارامتر	نمونه	میانگین ± انحراف معیار	P-value	سطح اطمینان
NO_2	M	۰/۰۰٤± ۰/۰۰۲	۰/۰۵۲	تفاوت معنی دار ندارند
	S	۰/۰۰۸± ۰/۰۰۲		
NO_3	M	۱۹/۰۷۵± ۱/۱۸۷	۰/۱۱۹	تفاوت معنی دار ندارند
	S	۱۷/۳۲۵± ۱/۵۱۳		
Mg	M	٤۱/۲۵۰± ۳/۷۷٤	۰/۱۳۷	تفاوت معنی دار ندارند
	S	۳٦/۵۰۰± ٤/۰٤۱		
Ca	M	۹۷/۷۵۰± ۸/۹۹۵	۰/۸٦۱	تفاوت معنی دار ندارند
	S	۹۸/۷۵۰± ٦/۲۹۱		
Cl	M	۱۸/۲۵۰± ۸/۰۵۷	۰/۰۵۲	تفاوت معنی دار ندارند
	S	٦۰/۰۰۰± ۳۳/٦٦۵		
TDS	M	۱۵۰/۷۵۰± ۰/۵۰۰	۰/٤۸۹	تفاوت معنی دار ندارند
	S	۱۵۲/۰۰۰± ۳/۱٦۲		
F	M	۰/۱۲۷± ۰/۰۷٤	۰/۵۳٦	تفاوت معنی دار ندارند
	S	۰/۱۰۰± ۰/۰۳۹		
TH	M	۱۳۷/۵۰۰± ۸/٦٦۰	۰/۲۰۰	تفاوت معنی دار ندارند
	S	۱۲۸/۷۵۰± ۸/۵۳۹		
pH	M	۷/۵۲۵± ۰/۰۹۵	۰/٦۷۰	تفاوت معنی دار ندارند
	S	۷/۵۵۰± ۰/۰۵۷		

۳-٤- نتایج آزمون همبستگی پیرسون

۳-٤-۱-همبستگی پارامترهایفیزیکیوشیمیاییدر نمونه آب M

نتایج حاصل از این آزمون نشان داد همبستگی مثبت معنی دار بین پارامترهای THبا Ca در سطح ۹۵٪ و همبستگی منفی معنی‌دار بین THو Cl و بین pH با F هر دو در سطح ۹۵٪

وجود دارد (جدول۴).نتایج همبستگی بین پارامترها در نمونه آب M نشان داد THبا Ca همبستگی مثبت معنی‌دار دارد به طوری که با افزایش یونهای عامل سختی کربناته مانند کلسیم، سختی‌کل هم افزایش پیدا می کند اما بین THو Cl همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد، به گونه ای که با افزایش یونهای عامل سختی غیرکربناته مانند کلر، سختی کل کاهش می یابد.

همچنین بین pH و F همبستگی منفی معنی‌دار وجود دارد و با افزایش pH میزان فلوراید کاهش می یابد و با توجه به اینکه میزان F از حداقل مطلوب نیز کمتر بوده با افزایش pH بطری های آب M، میزان Fکاهش خواهد یافت و اثرات نامطلوب خواهد داشت.

جدول ٤- ماتریس همبستگی پیرسون بین پارامترهایفیزیکیوشیمیاییدر نمونه آب M

پارامتر	NO_2	NO_3	Mg	Ca	Cl	TDS	F	TH	pH
NO_2	۱								
NO_3	۰/۷۰۵	۱							
Mg	۰/۸٤۱	۰/۹۲٤	۱						
Ca	-۰/۳۵۳	-۰/٦٤۷	-۰/۷٦۳	۱					
Cl	۰/٤٦٦	۰/٤۳۳	۰/٦۹۹	-۰/۹۰۰	۱				
TDS	۰/۵۷۷	۰/۹٤۱	۰/۷۵۱	-۰/۳۸۹	۰/۱۰۳	۱			
F	۰/۸۱۸	۰/٦۲۰	۰/۸۷۳	-۰/۷۵۱	۰/۸۸۹	۰/۳۳۷	۱		
TH	-۰/۳۳۳	۰/٤۹٤	-۰/٦۸۸	۰/۹۷۳*	-۰/۹٦۷*	-۰/۱۹۲	-۰/۷۹۲	۱	
pH	-۰/۹۰۵	-۰/۷۵۵	-۰/۹٤۵	۰/۷۰٦	-۰/۷۸۹	-۰/۵۲۲	-۰/۹۷۵*	۰/۷۰٤	۱

**همبستگی در سطح ۹۹٪ معنی دار است.

*همبستگی در سطح ۹۵٪ معنی دار است.

۳-٤-۲-همبستگی پارامترهای فیزیکیوشیمیایی در نمونه آب S

نتایج حاصل از این آزمون نشان داد همبستگی منفی معنی دار بین Mg با NO_2 و نیز بین pH با NO_2 هر دو در سطح ۹۵٪وجود دارد. همچنین یافته ها نشان داد بینCa با NO_3در سطح ۹۵٪و بین THو NO_3 در سطح ۹۵٪و بین pH با Mgدر سطح ۹۹٪ همبستگی مثبت معنی داری وجود دارد (جدول ۵).نتایج همبستگی بین پارامترها در نمونه آب S(جدول ۵) نشان داد بین Mg با NO_2 و pH با NO_2 همبستگی منفی معنی‌دار وجود دارد به طوری‌که با افزایش منیزیم و اسیدیته آب، مقدار نیتریت کاهش می یابد؛ چون منیزیم عامل سختی کربناته است و با افزایش آن نیتریت که عامل سختی غیر کربناته‌است کاهش‌می‌یابد و بالعکس. با تبدیل سختی کربناته به سختی غیرکربناته رسوب در بطری های آب معدنی ایجاد می شود که مطلوب نیست. بین پارامترهای Ca با NO_3 و بین THو NO_3 نیز همبستگی مثبت معنی‌داری وجود داشت به گونه ای که با افزایش کلسیم و سختی کل، نیترات نیز افزایش می یابد. همچنین بین pH و Mg همبستگی مثبت معنی دار وجود داشت که با افزایش pH میزان منیزیم هم افزایش می یابد که با توجه به بالاتر بودن میزان Mg از حد استاندارد در بطری‌های آب S، این مورد تبعات نامطلوب خواهد داشت.

جدول ۵- ماتریس همبستگی پیرسون بین پارامترهایفیزیکیوشیمیاییدر نمونه آب S

پارامتر	NO_2	NO_3	Mg	Ca	Cl	TDS	F	TH	pH
NO_2	۱								
NO_3	۰/۶۳۳	۱							
Mg	-۰/۹۸۰*	-۰/۷۴۴	۱						
Ca	۰/۶۱۰	۰/۹۶۷*	-۰/۶۸۸	۱					
Cl	۰/۴۸۰	۰/۰۵۲	-۰/۵۱۴	-۰/۱۵۷	۱				
TDS	-۰/۲۵۶	-۰/۳۶۲	۰/۱۸۳	-۰/۵۸۶	۰/۷۲۰	۱			
F	۰/۷۸۶	۰/۷۶۵	-۰/۸۵۵	۰/۶۰۹	۰/۶۸۳	۰/۱۸۸	۱		
TH	۰/۷۳۴	۰/۹۷۱*	-۰/۸۴۵	۰/۸۹۲	۰/۲۹۰	-۰/۱۸۵	۰/۸۹۷	۱	
pH	-۰/۹۸۰*	-۰/۷۴۴	۱.۰۰۰**	-۰/۶۸۸	-۰/۵۱۴	۰/۱۸۳	-۰/۸۸۵	-۰/۸۴۵	۱

**همبستگی در سطح ۹۹٪ معنی دار است.

*همبستگی در سطح ۹۵٪ معنی دار است.

۴-نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش در هر دو نمونه آب نشان داد که به جز عنصر منیزیم و فلوراید، سایر عناصر و ترکیبات مطابق با استانداردهای موسسه تحقیقات صنعتی ایران بوده‌اند. نتایج مقایسه میانگین پارامترها با حدود استاندارد نشان داد نیتریت و نیترات و کلسیم پایین تر و منیزیم بالاتر از حد استاندارد است. همچنین کلر و کل جامدات محلول و سختی کل پایین تر از حداکثر مجاز و استاندارد مطلوب قرار دارند. اسیدیته آب نیز پایین تر از حداکثر مجاز (۸/۵) و بالاتر از حداقل مطلوب (۶/۵) و فلوراید پایین تر از حداقل مطلوب (۰/۵) است. بنابراین مصرف این دو نوع آب باعث عوارض ناشی از کمبود فلوراید و افزون بودن منیزیم خواهد شد. نتایج مقایسه میانگین پارامترها با مقادیر درج شده روی برچسب بطری آب برندS نشان داد متغیرهای نیتریت، کلر، نیترات، منیزیم، کلسیم و اسیدیته به طور فاحش بالاتر و فلوراید پایین تر از مقدار درج شده روی برچسب بطری است. این مقایسه در برند M نیز بالاتربودن نیتریت، نیترات، منیزیم،کلسیم، کلر و کل جامدات محلول و پایین تر بودن فلوراید از مقدار مندرج روی برچسب بطری را به طور فاحش نشان داد. بنابراین مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری‌شده نمونه‌های‌آب با مقدارمندرج روی برچسب ها نشان داد که به جز اسیدیته آب در برند M و سختی کل در هر دو برند، اختلاف معنی دار بین این دو وجود دارد. در مقایسه میانگین پارامترها در دو برند Mو S نیز به واسطه مشترک بودن منبع برداشت هر دو از چشمه بهرغان، تفاوت معنی‌داری بین‌میزان‌ترکیبات و عناصر وجود نداشت. با توجه به همبستگی منفی قوی بینpH با فلوراید در برند M و همبستگی مثبت قوی pH با منیزیم در برند S، افزایش pH اثرات نامطلوب در کیفیت این دو برند آب معدنی دارد. بنابراین با توجه به این که این دو برند آب بطری شده دارای علامت استاندارد هستند، کارخانجات تولیدکننده ملزم به رعایت استانداردهای برچسب-گذاری و ثبت مشخصات منطبق با نمونه واقعی آب هستند. با توجه به تاثیر کلر آزاد باقیمانده در کنترل آلودگی میکروبی آب و با استناد به نتایج این پژوهش که میزان کلر آب‌های بطری‌شده از حد استاندارد مطلوب نیز کمتر بودند، پیشنهاد می شود بررسی‌آلودگی‌میکروبی‌آب‌های بطری شده در آینده صورت گیرد. اعمال روش‌های پیشرفته و دقیق‌تر در واحدهای

کنترل کیفیت در شرکت‌های تولیدکننده این آب‌های معدنی و نظارت دقیق سازمان غذا و دارو و تطبیق غلظت پارامترها با حدود استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی جهت تشخیص‌اثرات آن‌ها بر سلامتی انسان‌ها، از دیگر پیشنهاداتی است که می تواند در بهبود کیفیت آنها موثر واقع شود.

۵- منابع

۱. اشرفی یورقانلو، ر،۱۳۹۷. مطالعه و تعیین میزان آلاینده‌های فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی (نیتریت و نیترات) در آب های معدنی موجود در بازار استان آذربایجان غربی. *مجله علوم و صنایع غذایی*، ۱۵(۸۲)، صص. ۴۸۵-۴۷۵.

۲. آقالری، ز، و جعفریان، س، ۱۳۹۶. بررسی مقادیر نیتریت و نیترات آب‌های معدنی بطری‌شده مورد عرضه در سطح شهرستان بابل در سال ۱۳۹٤. *مهندسی بهداشت محیط*،۵(۱)، صص.۷۲-۶۵.

۳. خرمایی، م، ۱۳۸٦. راهنمای گردشگری فارس، چاپ اول، نشر فرهنگ پارس، شیراز.

٤. دیندارلو،ک، علیپور، و، و فرشیدفر، غ، ۱۳۸۵. کیفیت شیمیایی آب شرب بندرعباس. *مجله پزشکی هرمزگان*،۱۰(۱)، صص. ۸۵-۵۷.

۵. رضایی، س، رایگان‌شیرازی، ع، فراورویی، م، جمشیدی، ا، و سادات، ع.۱۳۹۰. ارزیابی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب های معدنی عرضه شده در سطح شهر یاسوج در سال ۱۳۸۷. ارمغان دانش،۱٦(۳)، صص. ۲۹۹-۲۹۱.

٦. ریاحی‌خرم، م، خوش شعار، م، و هاشمی، م، ۱۳۹۳. مطالعه ویژگی‌های میکروبی و شیمیایی آب‌های بطری شده در استان همدان. *بهداشت مواد غذایی*، ٤(۱۳)، صص.۸۰-۶۹.

۷. شاهوی، ش، و ترابیان، ع، ۱۳۹٦. بررسی و مقایسه استانداردهای کیفی آب شرب ایران و استانداردهای معتبر جهانی، *نشریه علوم ومهندسی آب و فاضلاب*، ۲(۲)،صص. ۱۳-۳.

۸. عاصم‌اصل، ر. ۱۳۸۷. چشمه‌های آب گرم و معدنی استان آذربایجان شرقی. *مجله رشد و آموزش زمین‌شناسی*، ٥٤، صص. ۲۵-۲۱.

۹. عمویی، ع، محمدی، عا، کوشکی، ز، اصغرنیا، ح، فلاح، سح،و طبری نیا، ه. ۱۳۹۰. مقادیر نیتریت و نیترات در آب‌های بطری‌شده موجود در سطح شهر بابل در تابستان ۸۹. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی بابل، دوره١٤، ویژه‌نامه۱، صص.۷۰ -٦٤.

۱۰.گودینی، ک، سایه میری، ک، علیان، گ، علوی، ص، و رستمی، ر. ۱۳۹۱. بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب‌های بطری شده موجود در شهر ایلام در سال ۸۹-۱۳۸۸. *مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام*، ۲۰(۲) ، صص.۳۷-۳۳.

۱۱.لولویی، م، و ذوالعلی، ف، ۱۳۹۰. بررسی کیفیت آب های معدنی بطری‌شده در سطح شهر کرمان در سال ۱۳۸۸. مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان،۱۰(۳)، صص. ۱۹۲-۱۸۳.

۱۲.موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۸. آب آشامیدنی بسته‌بندی شده- ویژگی‌ها. انتشارات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۲٦ صفحه.

۱۳.موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۸. آب آشامیدنی- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی. انتشارات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۲٦ صفحه.

١٤.میران‌زاده، م، حسنی، ا، ایران‌شاهی، ل، احسانی‌فر، م، و حیدری، م. ۱۳۹۰. بررسی‌کیفیت میکروبی‌و غلظت فلزات سنگین در ۱۵ مارک آب بطری‌شده تولیدی در ایران بین سال های ۸۹ - ۸۸. *سلامت و بهداشت اردبیل*، ۲(۱)، صص. ٤۸-٤۰.

۱۵.میران‌زاده، م، و ربانی، د. ۱۳۸۹. بررسی کیفیت شیمیایی آب ورودی و خروجی دستگاه های آب شیرین‌کن شهر کاشان طی سال‌های۸۷-۱۳۸٦.*فصلنامه‌علمی-پژوهشی‌فیض*،١٤(۲)، صص. ۱۲۵-۱۲۰.

۱٦.یاری، خ، لیلی، م، ذوالقدرنسب، ح، محمدی‌بلبان، ش، و رحمانی، ش، ۱۳۹۹. بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب های بطری شده در شهر همدان در سال ۱۳۹۵. *دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار*،۲۷(۱)، ۱۰۱-۹۳.

17. Akbari, H., Soleimani, H., Radfard, M., Abasnia, A., Hashemzadeh, B. and Adibzadeh, A., 2018. Data on investigating the nitrate concentration levels and quality of bottled water in Torbat-e Heydarieh, Khorasan razavi province, Iran. *Data in brief*, 20, pp. 463-467.

18.American Public Health Association., 1999. Standard methods for examination of water and wastewater. 20th ed. p.321-328.

19.Ferrier, C., 2002. Bottled water understanding a social phenomenon. Publisher: Royal Swedish Academy of Sciences. 34, pp.18-22.

20.Ismail, A. H., Zowain, A. and Sufar, E., 2013. Quality assessment of various local bottled waters in different Iraqi markets. *Engineering and Technology Journal,*31(5), pp.660-677.

21.Khadra, W. M., 2020. Authenticity of bottled water chemical composition inferred from brand labels: example of the Lebanese market. *Journal of Food Composition and Analysis,* 93, pp.103609.

22.Massaro, E. J.,1997. Handbook of toxicology National health and environment effects research aboratory. CRC press Bocaraton New York. pp.144-152.

23.Mekonnen, Y. T., Shemsu, S., Rajasekhar, K. and Rafi, M. M., 2015. Assessment of chemical quality of major brands of bottled water marketed in Gondar Town, Ethiopia. *International Journal of Innovative Pharmaceutical Research,* 6, pp.497-501.

24. Ngari, M. S., Wangui, W.T. and Ngoci, N.S., 2013. Physico-chemical properties of spring water in kabare and baragwi locations, Gichugu Division Kirinyaga County of Kenya.*International Journal of Science and Research*, 2, pp.280-285.

25.Sahl, J.W., Schmidt, R., Swanner, E.D., Mandernack, K.W., Templeton, A.S., Kieft, T.L.,Smith, R.L., Sanford, W.E., Callaghan, R.L., Mitton, J.B. and Spear, J.R., 2008. Subsurface microbial diversity in deep-granitic-fracture water in Colorado. *Applied and Environmental Microbiology,*74(1), pp.143-52.

26.Semerjian, L., 2011. Quality assessment of various bottled waters marketed in Lebanon. *Environmental Monitoring and Assessment,*172, pp.275–285.

27. Singla, A., Hansa, K., Basavaraj, P., Singh, S., Singh, K. and Jain, S., 2014. Physico-chemical and bacterial evaluation of packaged drinking water marketed in Delhi-potential public health implications. *Journal of Clinical and Diagnostic Research,* 8(3), pp.246-250.

28. SPSS Inc. Released 2008.SPSS Statistics for windows. 17.0 ed.Chicago. IL, USA.

29. WHO., 2008. Guideline values for drinking water quality. 3rd ed. Geneva, Switzerland.

30. Zietz, B.P. and Suchenwirth, R.,2007. Assessment and management of tap water lead contamination in Lower Saxony, Germany. *International Journal of Environmental Health Research,* 17(6), pp.407-418.

(Original Research Paper)

Quality Assessment of Two Brands of Mineral Waters Bottled from Bahreghan Spring, Sepidan, Fars

Mojtaba Moghimi[1], Haniyeh Nowzari[2*]

1-MS.c Graduated of Environment, Abadeh Branch, Islamic Azad University, Abadeh, Iran.

2-Assistant Professor, Department of Environment, Abadeh Branch, Islamic Azad University, Abadeh, Iran.

Received:08/03/2022 Accepted:25/06/2022

Abstract

Nowadays, the consumption of bottled mineral waters is widespread in society, so awareness of its quality is essential to maintain public health. The aim of this study was to investigate the physicochemical quality of two brands of mineral water M and S bottled from the same origin and 9 factors of nitrite, nitrate, magnesium, calcium, chlorine, total dissolved solids, fluoride, total hardness and pH. One sample t-test, Independent sample t-test and Pearson correlation matrix were used to analyze the data.The results of this study showed that in both brands the mean amount of all measured factors (exception of magnesium and fluoride) were within the standard range.There were also significant differences between the measured values and the values inferred from the bottle labels (exception of pH of M brand and TH of both brands).On the other hand, with a strong positive correlation between pH and Mg of S brand and a strong negative correlation between pH and F of M brand and according to the out of standard amount of these two parameters, increasing the pH can have adverse effects on water quality of both brands.

Keywords:Physicochemical Factor, Standard, Bottled Water, Label,Bahreghan Spring.

[*]Corresponding Author: hnowzari@iauabadeh.ac.ir