مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دهم، شماره اوّل، بهار ۱۳۹۶، صفحات ۶۳ تا ۷۴

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

بررسی خصوصیات ژئوشیمیایی آب‌های بطری شده در ایران با استفاده از مختصات‌یابی و نسبت‌های یونی

مریم حیدری، رامین نبی زاده نودهی*، محمود علی محمدی، کامیار یغمائیان
گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۰
تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۳/۰۳
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۰۷
تاریخ انتشار: ۹۶/۰۳/۳۱

واژگان کلیدی: خصوصیات ژئوشیمیایی، آب بطری شده، نسبت‌های یونی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
rnabizadeh@tums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: مصرف آب بطری شده در سال‌های اخیر به دلایل متعدد، به سرعت در حال افزایش است. هدف اصلی این پژوهش بررسی منشاء زمین شناسی آب‌های بطری شده ایران و تعیین تطابق یا عدم تطابق آنها با داده‌های آزمایشگاهی حاصل نمونه‌برداری از ۷۱ برند آب آشامیدنی بطری شده و معدنی است.

روش بررسی: در این پژوهش با استفاده از مختصات‌یابی نقاط برداشت آب‌ها اقدام به ژئورف نمودن نقاط بر روی نقشه‌های "زمین شناسی ایران" و "آب‌های گرم و معدنی ایران" و بررسی تطابق داده‌های آزمایشگاهی و تیپ آب‌ها با داده‌های زمین‌شناسی نموده و با نسبت‌های یونی مهم آب استخراج شده از نرم افزار awh، مقایسه نمودیم.

یافته‌ها: در بررسی این ۷۱ برند آب بطری شده ۲۸ درصد (۲۰ برند) عدم تطابق وجود داشت که در ۴۰ درصد موارد میزان بی‌کربنات آزمایشگاهی بیش از مقدار زمین شناسی بود. همچنین ۷۰ درصد تیپ آب‌ها از نوع بی‌کربناته کلسیک بودند. در برندهای محدوده البرز شمالی با زمان نهشته‌های ساحلی اطراف دریای خزر، منشاء شورابه/آب دریا وجود داشته که این میزان حدودا ۵۵ درصد بوده است.

نتیجه‌گیری: عبور آب از سازندهای مختلف زمین شناسی و وقوع پدیده انحلال می‌تواند بعنوان عامل مهمی در عدم تطابق مطرح باشد. این موضوع با توجه به غیرمجاز بودن تصفیه شیمیایی خاص بر روی آب‌های معدنی و عدم اجازه افزودنی‌ها نیاز به مطالعات بیشتری دارد تا دلیل و منشاء آن از کارخانه و با نمونه‌برداری از منبع مورد بررسی قرار گیرد.

Please cite this article as: Heydari M, Nabizadeh Nodehi R, Ali Mohammadi M, Yaghmaeian K. Survey of geochemical characteristics of bottled waters in Iran using coordinates and ionic ratios. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(1):63-74.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018

مقدمه

حیـات انسـان در گرو وجود آب سـالم بـوده و تلاش در راه تامین آب سالم مبارزه‌ای عظیم و مقدس است (۱). تاثیر حیات بخش آب سـبب شده است تا استفاده بهینه از آب در مصارف مختلف شرب، بهداشت، کشاورزی و ... صورت گیرد و دغدغه بسـیاری از سیاستگذاران و مجریان بخش آب کشور باشد (۲). از سـوی دیگر کشـور ایران نیز با شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک با مشکل کمبود شدید آب روبرو است و میزان آب‌های تجدیدپذیر در ایران کمتر از ۲۰۰۰ مترمکعب در سـال به ازای هر نفر است که با توجه به میزان رشد فعلی جمعیت، پیش بینی می‌شود که تا سـال ۲۰۲۵ به کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب در سـال برسـد (۳). در چنین شرایطی بایستی به ناچار بدنبال منابع آب جایگزین و غیر متعارف به منظور تامین نیاز آبی کشـور باشیم (۴)؛ اما مسـلما آهنگ مصرف این آب‌ها در آینده بسـیار تندتر از وضعیـت فعلی خواهد بود و افراد ترجیح می‌دهند که از آب بطـری شده در شرایط اضطراری و در مواردی‌که دسترسـی به آب سـالم ممکن نیسـت و یا در مواقعی کـه طعم، مزه و بوی آن مناسـب نباشد اسـتفاده کنند (۵). آب بطری شده آبی است که بصورت بسـته بندی شده و تجاری برای مصرف انسان در دسـترس بوده و ممکن اسـت حاوی آب معدنـی طبیعی، آب چشمه و یا حتی آب آشامیدنی (آب تصفیه شده) باشد (۶، ۷). در مطالعه Naseem و همکاران، از ۳۳ نمونه آب زیرزمینی برای آنالیـز پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و آب آبیاری اسـتفاده شد. پارامترهای تخمین زده شده (K/Na، Ca/SO_4، Mg/Ca در برابر Na/Ca و $Ca+Mg-HCO_3$) بودند. مشـخص گردید که آب زیرزمینی متاثر از تبادل یون بین سـدیم و پتاسیم آب با کلسـیم و منیزیم خاک در طول جریان است و شاخص نسبت جذب سدیم و کربنات سدیم باقیمانده با کیفیت خوب گزارش شد؛ در حالی‌که نسـبت جذب منیزیم و درصد سـدیم در برابر EC بیان کننده نسبتا مناسب بودن آب برای اهداف آبیاری بوده اسـت (۸). در مطالعه هیدروژئوشیمی زیست محیطی آب‌های زیرزمینی دشت راور اسـتان کرمـان، فرایندهایی چون انحلال کانی‌هـای تبخیری (در پهنه‌های گلـی)، تبادل یونی معمولی و معکوس (به علت حضور کانی‌های رسی در پهنه‌های گلی) را احتمالا مهمترین فرایند هیدروشیمیایی کنترل کننده کیفیت آب زیرزمینـی در دشت راور میدانسـتند (۹).در مطالعات شناخت منابع آب تاقدیس آسماری، چشمه گرو بعنوان مهمترین محل تخلیه آبخوان کارستی آسماری دارای آب نوع کلروره سدیک بوده و آبخوان کارسـتی مذکور از نوع محبوس (تحت فشـار) بوده اسـت (۱۰). در مطالعات آبخوان‌های بازالتی و کارسـتی منطقه ماکو، مطالعات سنگ شناختی وجود شرایط تشکیل کانی فلوئور و آپاتیت در بازالت‌های منطقه و منشا فلوئور و آپاتیتی، غلظـت بالای فلوئور را در ۷۲ نمونه آب حاصل از چشـمه و چاه‌های منطقه نشان داد (۱۱).

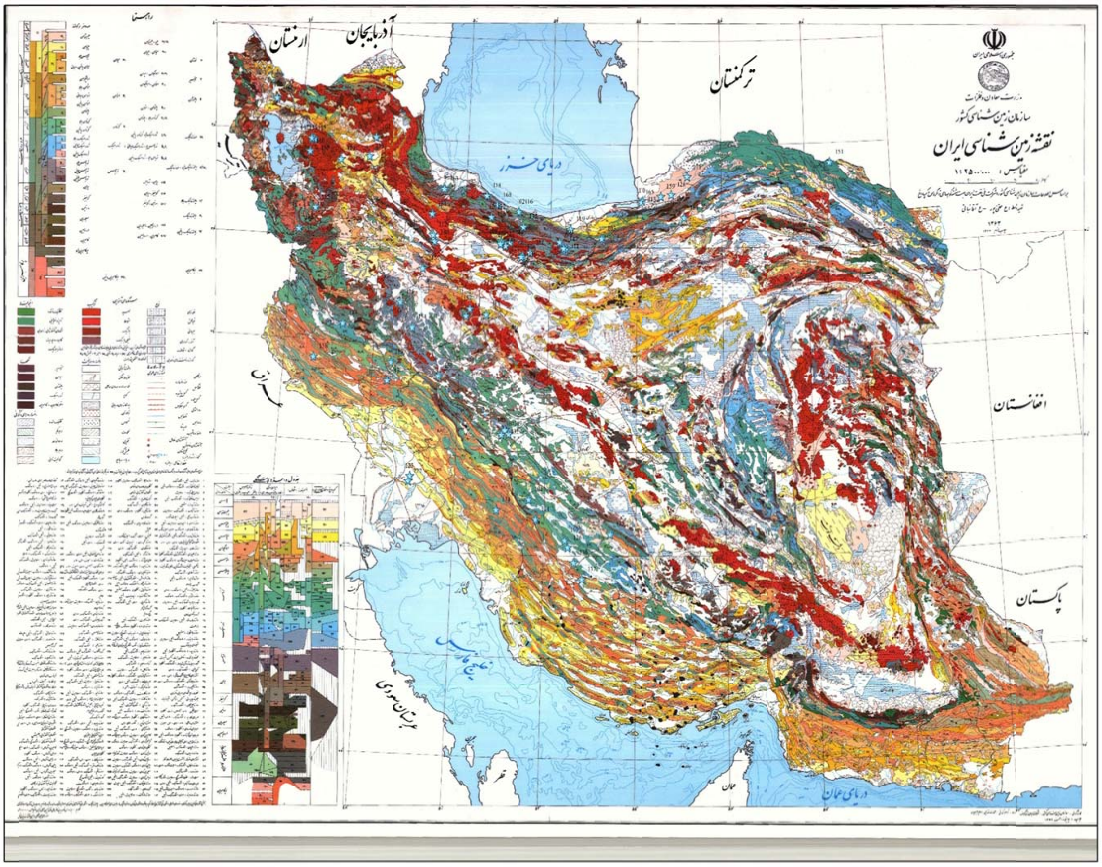
تاکنون مطالعه‌ای بر روی منابع آب بطری شده و شناخت منشاء زمین شناسی آنها و بررسی انطباق داده‌های زمین شناسی منطقه بـا داده‌های حاصـل از نمونه برداری آن برنـد صورت نگرفته اسـت. شناخت منشاء زمین شناسی آب‌ها و تدوین تطابق آنها با داده‌های آزمایشگاهی امری ضروری بنظر می‌رسد و بررسی این انطباق به جهت مشخص شدن منشاء آب از نقطه برداشت آن کـه بر روی برچسـب عنـوان شده و اینکه آیـا این آب از همان منبع است یا از نقطه دیگری برداشت شده لازم است که ایـن مطالعه تا حد تعیین تطابق یا عـدم تطابق صورت گرفت و می‌توان علل آنرا در مطالعات آینده جسـتجو نمود. هدف از این مطالعه نوین، آنالیز نسبت‌های یونی مهم در آب‌های بطری شده و اقدام به تعیین سـازند و جنس زمین شناسـی منطقه از طریق نقشه است.

مواد و روش‌ها

در ایـن پژوهش که نوعی مطالعه توصیفی- مقطعی اسـت از داده‌های آزمایشگاهی حاصل مطالعه Latifi و همکاران (۱۲) بـر روی ۷۱ برند آب معدنی و آشامیدنی بطری شده اسـتفاده نمودیـم. از این داده‌ها بمنظور وارد نمودن به نرم افزار awh (برنامـه هانسـلو) نیز اسـتفاده شد. خروجی نـرم افزار شامل نسـبت‌های یونی بود که با استفاده از این نسبت‌ها توانستیم به منشاء کانی شناسـی این زمین‌ها پی ببریم. ما بر آن بودیم تا با

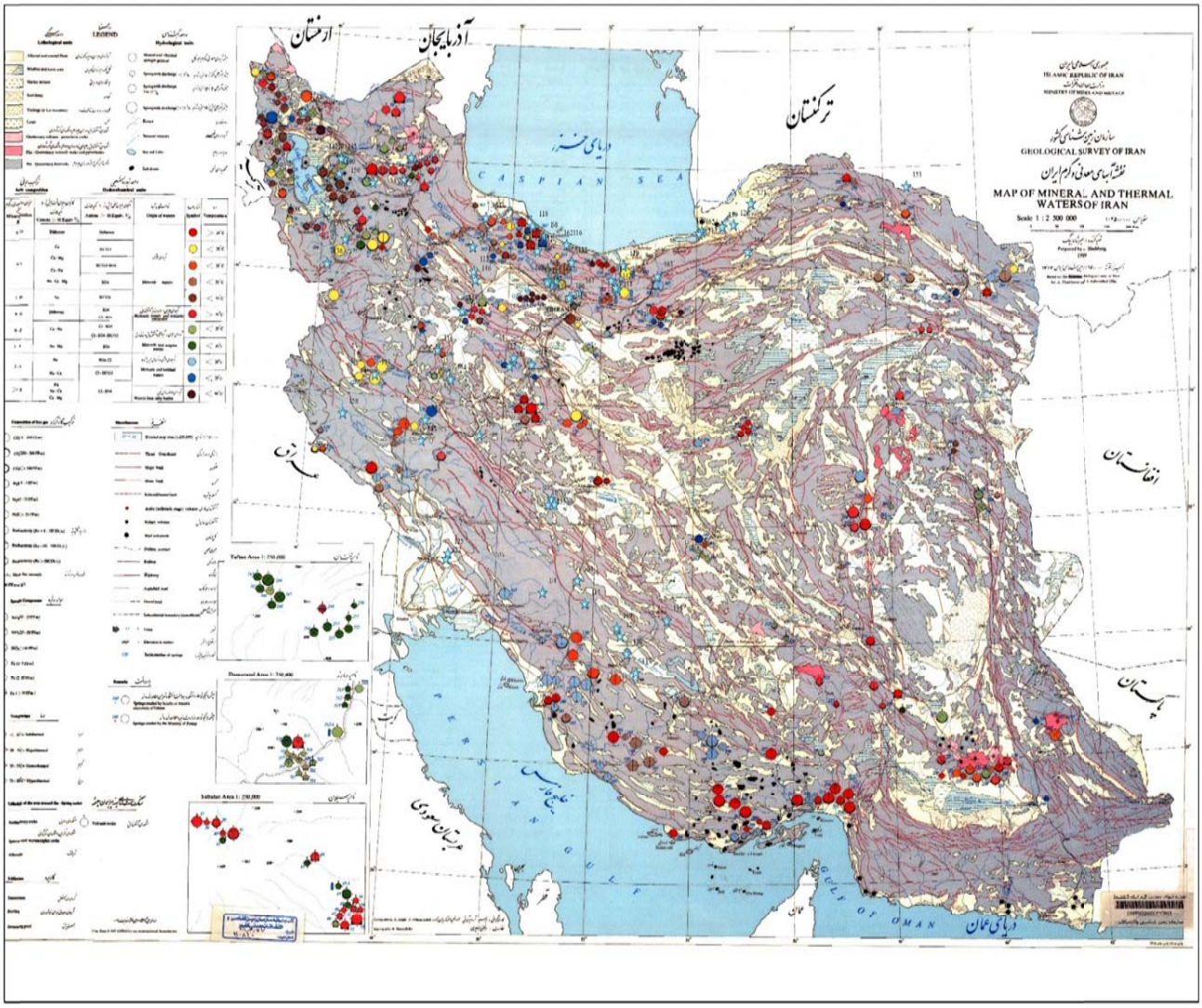
Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018

وارد نمـودن داده‌های موجود به این نرم افزار بتوانیم به منشـا زمین شناسـی این آب‌هـا پی ببریم؛ اما بدلیـل نداشتن مقادیر سـیلیس و کربنات این امر میسر نشد. از سوی دیگر، از طریق یافتـن آدرس کارخانه‌هـا (۱۳، ۱۴) و مختصات‌یابـی منشـاء برداشـت آب در ایـن کارخانه‌ها که شامل ۷۱ مکان اسـت، و انتقال مختصات طول و عرض جغرافیایی از روی فایل اکسـل بر نرم افزار ARC GIS و ژئورف نمودن نقاط بر روی نقشه توانسـتیم نقاط برداشت آب را بر نقشـه‌های "زمین‌شناسی" و "آب‌های گرم و معدنی ایران" انتقال دهیم. در نقشه زمین شناسی اقدام به دریافت اطلاعاتی همچون زمان زمین‌شناسـی نمودیم که با تطابق دادن این اطلاعات با زمین شناسـی ایران توانستیم سـازند و جنس سنگ منشـاء این زمین‌ها را استخراج نماییم. بعنوان مثال در رابطه با سـازند گرو می‌توان گفت این سـازند از تنگ گَرو در کبیرکوه لرسـتان گرفته شده و برش الگوی آن در ۱۰ کیلومتری شمال خاوری روسـتای قلعه دره مطالعه شده است. در محل برش الگو، سازند گرو با ۸۲۵ m ضخامت به ۵ عضو تقسـیم شده، ولی در یک نگاه کلی، سازند گرو از تناوب آهک‌های بسـیار رسی سـیاه رادیول‌دار با شیل‌های سیاه رنگ بیتومین‌دار پیریتی و چرتی آمونیت و بلمنیت‌دار تشـکیل شده است. در هر حال، در لرسـتان مرکزی این سازند بیشتر شیلی است. ولی در فروافتادگی دزفول سنگ آهک بیشتر است (۱۵). از آنجا که می‌دانیم جنس‌های مختلف سـنگ‌ها هر یک دارای چه آنیـون و کاتیون غالبی در خود اسـت (۱۶-۱۳)، با آنیون و کاتیون‌هـای غالـب بر روی راهنمای نقشـه آب‌های گرم و معدنی ایران وجود دارد، می‌توان مقایسـه نمود. اشکال ۱ و ۲ نشان‌دهنده نقشـه‌هایی است که مختصات این ۷۱ برند بر آنها ژئورف شده است.



شکل ۱- نقشه زمین شناسی ایران حاوی ۷۱ برند ژئورف شده در آن

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018



شکل ۲- نقشه آب‌های معدنی و گرم ایران حاوی ۷۱ برند ژئورف شده در آن

یافته‌ها

همانطورکه در نقشه زمین شناسی (شکل ۱) قابل مشاهده است، اکثر منشا آب برندهای نمونه برداری شده بر روی رشته کوه‌های البرز و زاگرس واقع شده‌اند. این مناطق کوهستانی اکثرا آهکی با آبدهی بالا و پرچشمه با مناطق پرباران هستند که تغذیه آب زیرزمینی نیز در آنجا بالا است. همانطور که بیان شد از طریق نرم افزار awh به ضرایب یونی مهمی دست یافتیم. ضرایب بدست آمده از این نرم افزار با استفاده از دسته بندی ضرایب یونی موجود در منابع (۹، ۱۷) در جدول ۱و ۲ آمده است.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018

جدول ۱- تعیین منشاء سنگ با ضرایب یونی براساس کانی‌ها

منشا سنگ	درصد نمونه‌ها با مقادیر در محدوده مشابه	مقدار	نسبت‌های یونی
عدم وجود کانی پلاژیوکلاز	۱۰۰	<۲	$\frac{Na+K-Cl}{Na+K-Cl+Ca}$
خطای آنالیز	۲/۸۱	<۰/۵,TDS<۵۰۰	$\frac{Na}{Na+Cl}$
تبادل یونی معکوس	۲/۸۱	<۰/۵,TDS>۵۰۰	
منشا غیرهالیتی سدیم- منشا از کانی آلبیت	۹۴/۳۸	>۰/۵	
منشا از کانی‌های فرومنیزین	۱/۴	>۰/۵	$\frac{Mg}{Mg+Ca}$
انحلال ژیپس	۱/۴	=۰/۵	
هوازدگی سنگ دولومیت-سنگ آهک	۹۷/۲	<۰/۵	
حذف کلسیم- تبادل یونی/رسوب کلسیم	۴/۲۲	<۰/۵	$\frac{Ca}{Ca+SO۴}$
دولومیتی شدن	۱/۴	> ۰/۸ ، <۱/۲	$\frac{Ca+Mg}{SO۴}$
هوازدگی سنگ	۱۰۰	<۰/۸	$\frac{Cl}{SUM\ ANIONS}$
هوازدگی سیلیکات/کربنات	۳۲/۳۹	>۰/۸	$\frac{HCO۳}{SUM\ ANIONS}$
انحلال ژیپس/سولفات بالا	۱۲/۶۷	<۰/۸,sulfate high	
شورابه/آب دریا/سولفات پایین	۵۴/۹۴	<۰/۸,sulfate low	

داده‌های آزمایشگاهی حاصل نمونه برداری از ۷۱ برند در بررسی Latifi و همکاران موجود است (۱۲).

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018

جدول۲- نتیجه نهایی از سنگ منشاء نقاط برداشت آب‌های نمونه برداری شده و بررسی انطباق آنها با داده‌های آزمایشگاه

برند	دوره زمین شناسی	سازند	ماده	اختصار	آنیون‌های غالب	کاتیون‌های غالب	بررسی انطباق	توضیحات	نوع آب
۱	تریاس بالا- ژوراسیک پایین	شمشک	نهشته‌های شیل و ماسه سنگ زغالدار بهمراه بازالت	Ss with Coal/Sh/Bazalt	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-SO_4	K-Ca-Na	✓		$Ca-HCO_3$
۲	میوسن	نهشته‌های میوسن	مارن ماسه سنگ و کنگلومرا و گاهی سنگ آهک و گدازه‌های آتشفشانی	Marn/Ss/Cgl/Ls/VR	SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-HCO_3-SO_4	Na-Ca-K	✓		$Na-HCO_3$
۳	پلیوسن	هزاردره	کنگلومرا، ماسه سنگ	Cgl/Ss	SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-SO_4	Na-Ca	×	عدم تطابق بیکربنات	$Ca-HCO_3$
۴	کرتاسه پایین	فهلیان	سنگ آهک	Ls	HCO_3	Ca-Na-	✓		$Ca-HCO_3$
۵	تریاس بالا- ژوراسیک پایین نامیانی	شمشک	ماسه، سیلت، شیل و کمی زغالدار	Ss/Sh with Coal	SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-HCO_3	Na-Ca	✓		$Ca-HCO_3$
۶	پلیستوسن	نهشته‌های ساحلی	ماسه، لای، رس، سیلت	Ss/Slst	SiO_2-Al_2O_3-HCO_3↓	Na-Ca-	×	عدم تطابق بیکربنات	$Ca-HCO_3$
۷	کرتاسه بالا	ایلام	سنگ آهک، شیل	Ls/Sh	HCO_3	Ca-Na-	✓		$Ca-HCO_3$
۸	پلیستوسن	آبرفت‌های تهران	ماسه و ماسه سنگ کنگلومرا	Ss/Cgl	SiO_2-HCO_3	Ca-Na-K	✓		$Na-HCO_3$
۹	کواترنری	آبرفت‌های عهد حاضر	ماسه و شن و کنگلومرا	Ss/Cgl	SiO_2-HCO_3	Ca-Na	✓		$Ca-HCO_3$
۱۰	ائوسن	کرج	توفیت‌های کرج(سنگ آتشفشانی بهمراه آبرفت‌های تهران)	Tuff with Alluvial Tehran	HCO_3-SiO_2	Ca-Na	✓		$Ca-SO_4$
۱۱	ژوراسیک بالا	لار	سنگ آهک	Ls	HCO_3	Ca-Na	✓		$Mg-HCO_3$
۱۲	پالئوسن	نهشته	مارن، ماسه سنگ و سنگ آهک	Marn/Ls/Ss	HCO_3-Al_2O_3	Ca-Na-K	×	عدم تطابق بیکربنات و سولفات	$Na-SO_4$
۱۳	کواترنری	آبرفت‌های عهد حاضر	لای، ماسه، شن	mrb/Ss	SiO_2-HCO_3↓	Ca-Na	✓		Ca-Cl
۱۴	ائوسن	شهبازان	سنگ آهک، دولومیت	Ls/Dol	HCO_3-MgO-CaO-CO_2	Na-K-Ca	✓		$Ca-HCO_3$
۱۵	پلیستوسن	نهشته‌های ساحلی	ماسه، لای، رس، سیلت	Ss/Slst/Mdst	SiO_2-Al_2O_3-HCO_3↓	Na-Ca-Al	×	عدم تطابق بیکربنات	$Ca-HCO_3$
۱۶	کرتاسه بالا	کمپانین - جاجرم	سنگ آهک و مارن	Marn/Ls	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3	Ca-Na-K	✓		$Ca-HCO_3$
۱۷	میوسن	سازند سرخ فوقانی	مارن، ماسه سنگ و سیلت سنگ	Marn/Ss/Slst	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3	Ca-Na-K	✓		$Na-HCO_3$

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018

ادامه جدول۲- نتیجه نهایی از سنگ منشاء نقاط برداشت آب‌های نمونه برداری شده و بررسی انطباق آنها با داده‌های آزمایشگاه

۱۸	تریاس بالا-	شمشک	ماسه سنگ، سیلت	Ss/Slst/Sh	SiO_2-Al_2O_3-	Ca-Na-K	✓		$Ca-HCO_3$
	ژوراسیک پایین		سنگ و شیل		Fe_2O_3-HCO_3				
۱۹	پلیوسن	هزار دره	کنگلومرا، ماسه سنگ	Cgl/Ss	SiO_2-Al_2O_3-HCO_3	Ca-Na-K	✓		$Ca-HCO_3$
۲۰	پرمین	نهشته‌های پرمین	سنگ آهکی	Ls	HCO_3	Ca-Na-	×	عدم تطابق آلومینیوم	$Ca-HCO_3$
۲۱	میوسن- پلیوسن	نهشته‌های میوسن	ماسه سنگ، کنگلومرا و گدازه‌های آتشفشانی	Ss/Cgl/Vol	SiO_2-Al_2O_3	Na-K	✓		$Ca-HCO_3$
۲۲	آبرفت‌های عهد حاضر	کواترنری	ماسه و شن	Ss	SiO_2-HCO_3	Na-Ca	✓		$Na-HCO_3$
۲۳	ژوراسیک بالا- کرتاسه پایین	نهشته‌های ژوراسیک	کربناته (سنگ آهک و رادیولاریت)	Ls with radiolarit	CO_3,HCO_3	Ca	×	عدم تطابق آلومینیوم	$Ca-HCO_3$
۲۴	ائوسن	کرج	توفیت (سنگ آتشفشانی)، شیل	tuff/Sh	SiO_2-Al_2O_3-HCO_3-SO_4	Na-Ca	✓		$Na-HCO_3$
۲۵	کواترنری	آبرفت‌های عهد حاضر	ماسه و شن	Ss	SiO_2-HCO_3↓	Ca-Na	✓		Na-Cl
۲۶	کرتاسه	گروه بنگستان (فهلیان، داریان)	سنگ آهک	Ls	HCO_3	Ca-Na	×	عدم تطابق آلومینیوم	$Ca-HCO_3$
۲۷	پلیستوسن	آبرفت‌های تهران	کنگلومرا، ماسه و رس	Cgl/Ss/Mdst	SiO_2-Al_2O_3	Ca-Na	✓		Ca-Cl
۲۸	پلیستوسن	کاسپین	کنگلومرا و ماسه و رس	Cgl/Ss/Mdst	SiO_2-Al_2O_3	Ca-Na	✓		$Ca-HCO_3$
۲۹	پلیستوسن	آبرفت‌های تهران	ماسه و کنگلومرا	Ss/Cgl	SiO_2-Al_2O_3	Ca-Na	✓		$Ca-HCO_3$
۳۰	کرتاسه بالا- پالئوسن پایین	تاربور	سنگ آهک و کمی شیل	Ls/Sh	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3	Ca-Na-	×	عدم تطابق آلومینیوم	$Ca-HCO_3$
۳۱	پالئوسن	فجن و زیارت	کنگلومرا بهمراه آهک و مارن	Cgl with Ls/Marn	HCO_3-Al_2O_3	Ca-Na	×	عدم تطابق آلومینیوم	$Ca-HCO_3$
۳۲	کربونیفر	مبارک	سنگ آهک، مارن	Ls/Marn	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3	Ca-Na	✓		$Ca-HCO_3$
۳۳	تریاس بالا- ژوراسیک میانی	شمشک	ماسه، سیلت، شیل	Ss/Slst/Sh	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3	Ca-Na	✓		$Ca-HCO_3$
۳۴	الیگو- میوسن	آسماری	آهک بهمراه نهشته‌های آتشفشانی	Ls /V deposite	HCO_3-SO_4	Na	×	عدم تطابق آلومینیوم	$Ca-HCO_3$
۳۵	پلیستوسن	نهشته‌های ساحلی	ماسه، لای، رس، سیلت	Ss/Slst/Mdst	SiO_2-HCO_3↓-Al_2O_3	Na-Ca-Al	×	عدم تطابق بیکربنات	$Ca-HCO_3$
۳۶	پرکامبرین پایین	آناتکسی- میگماتیت، سنگ آذرین(گرانیت یا گابرو)	گابرو/گرانیت	Gabro/Grn	SiO_2-Al_2O_3	Na-K-Fe-Mg	✓		$Ca-HCO_3$

ادامه جدول۲- نتیجه نهایی از سنگ منشاء نقاط برداشت آب‌های نمونه برداری شده و بررسی انطباق آنها با داده‌های آزمایشگاه

۳۷	ائوسن	پابده	سنگ آهک، دولومیت	Ls/Dol	HCO_3-MgO-CaO-CO_2	Ca-Na-K-Mg	×	عدم تطابق آلومینیوم	$Ca\text{-}HCO_3$
۳۸	میوسن	نهشته‌های میوسن	مارن، ماسه سنگ،کنگلومرا،سنگ آهک و کمی شیل	Marn/Ss/Cgl/Ls/Sh	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3	Ca-Na-K	✓		$Ca\text{-}HCO_3$
۳۹	میوسن- پلیوسن	نهشته‌های میوسن	ماسه سنگ،کنگلومرا و گدازه‌های آتشفشانی	Ss/Cgl/Vol	SiO_2-SO_4-Fe_2O_3-HCO_3	Na-Ca-K	×	عدم تطابق آلومینیوم	$Ca\text{-}HCO_3$
۴۰	میوسن	نهشته‌های میوسن	مارن، ماسه، کنگلومرا، آهک	Marn/Ss/Cgl/Ls	HCO_3-SiO_2-Fe_2O_3-Al_2O_3	Ca-Na-K	✓		$Ca\text{-}HCO_3$
۴۱	میوسن	نهشته‌های میوسن	مارن، ماسه سنگ، کنگلومرا، سنگ آهک	Marn/Ss/Cgl/Ls	HCO_3-SiO_2-HCO_3-Al_2O_3	Ca-Na-K	×	عدم تطابق آلومینیوم	$Ca\text{-}HCO_3$
۴۲	ژوراسیک	نهشته‌های ژوراسیک	آهک، شیل، نهشته‌های آتشفشانی	Ls/Sh/V depposite	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-SO_4	Na-Ca	✓		$Ca\text{-}HCO_3$
۴۳	کرتاسه	گرو	شیل و آهک	Sh/Ls	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3	Ca-Na	✓		$Ca\text{-}HCO_3$
۴۴	ائوسن	توفیت‌های کرج	سنگ آتشفشانی، شیل	VR/Sh	$CaCO_3$-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-	Na	✓		$Ca\text{-}HCO_3$
۴۵	میوسن	نهشته‌های میوسن	رس، مارن، شیل	Sh/Mdst	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3	Ca-Na	✓		Na-Cl
۴۶	پرکامبرین بالا	سلطانیه- دولومیت چپقلو	شیل و سنگ آهک	Sh/Ls	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3	Ca-Na	✓		$Na\text{-}HCO_3$
۴۷	میوسن	نهشته‌های میوسن	مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا و سنگ آهک	Marn/Ss/Cgl/Ls	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3	Ca-Na-K	✓		$Ca\text{-}HCO_3$
۴۸	میوسن	نهشته‌های میوسن	مارن، ماسه و آهک و کنگلومرا بهمراه گدازه‌های آتشفشانی	Marn/Ss/Ls/Cgl/Vol	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-SO_4	Ca-Na	✓		Na-Cl
۴۹	میوسن	نهشته‌های میوسن	مارن، آهک، ماسه و کنگلومرا	Marn/Ls/Ss/Cgl	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3	Ca-Na	✓		$Ca\text{-}HCO_3$
۵۰	میوسن	نهشته های میوسن	مارن،آهک،ماسه و کنگلومرا	Marn/Ls/Ss/Cgl	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3	Ca-Na	✓		$Ca\text{-}HCO_3$
۵۱	کرتاسه پایین	تیرگان	سنگ آهک و شیل مارنی	Ls/Sh marn	SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-HCO_3	Ca-Na	✓		$Ca\text{-}HCO_3$
۵۲	ائوسن تامیوسن	کرج- توفیت‌های سبز (سنگ آتشفشانی) و هزار دره	ماسه و کنگلومرا	Ss/Cgl	HCO_3-SiO_2-SO_4	Ca-Na	✓		$Na\text{-}HCO_3$
۵۳	کرتاسه	نهشته	شیل و آهک رسی	Sh/mLs	SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-HCO_3	Ca-Na	✓		$Ca\text{-}HCO_3$

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018

ادامه جدول۲- نتیجه نهایی از سنگ منشاء نقاط برداشت آب‌های نمونه برداری شده و بررسی انطباق آنها با داده‌های آزمایشگاه

۵۴	تریاس	خانه کت	دولومیت، شیل و آهکی تا مقداری	Dol/Sh/Ls	SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-HCO_3	Ca-Na	✓		$Na-HCO_3$
۵۵	الیگوسن- میوسن	معادن آهک آسماری	سنگ آهک	Ls	HCO_3	Ca-Na	×	عدم تطابق بیکربنات	Na-Cl
۵۶	تریاس بالا- ژوراسیک پایین	دشتک	سنگ آهک و ایندریت و کمی دولومیت	Ls/Andt/Dol	HCO_3-MgO-CaO-CO_2	Na-Ca-K-Mg	✓		$Ca-HCO_3$
۵۷	میوسن- پلیوسن	نهشته‌های میوسن	سنگ آهک و دولومیت	Ls/Dol	HCO_3-MgO-CaO-CO_2	Na-Ca-K-Mg	✓		$Na-HCO_3$
۵۸	ائوسن	شهبازان	سنگ آهک و دولومیت	Ls/Dol	HCO_3-MgO-CaO-CO_2	Na-Ca-K-Mg	✓		$Ca-HCO_3$
۵۹	پلیستوسن	کاسپین	کنگلومرا، ماسه، رس	Cgl/Ss	SiO_2-Al_2O_3	Na-Ca	✓		$Ca-HCO_3$
۶۰	پلیو- پلیستوسن	نهشته	مارن، ماسه، سنگ آهک	Marn/Ss/Ls/Cgl/Vol	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3	Na-Ca	✓		$Ca-HCO_3$
۶۱	ائوسن	کرج-توف،شیل و زیارت	سنگ آهک و مارن	Ls/marn	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3	Na-Ca	✓		$Na-HCO_3$
۶۲	کرتاسه بالا	کمپانین- جاجرم	سنگ آهک و مارن	Ls/Mrn	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3	Na-Ca	✓		$Ca-HCO_3$
۶۳	تریاس تا تریاس بالا	سازند الیکا	سنگ آهک، دولومیت	Ls/Dol	HCO_3-MgO-CaO-CO_2	Ca-Na-K-Mg	✓		$Ca-HCO_3$
۶۴	میوسن- پلیوسن	کنگلومرا	کنگلومرا، ماسه سنگ	Cgl/Ss	SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3	Ca-Na-K	×	عدم تطابق بیکربنات	$Ca-HCO_3$
۶۵	کواترنری	آبرفت‌های عهد حاضر	لای، ماسه، شن	Ss	SiO_2-HCO_3↓	Ca-Na	×	عدم تطابق بیکربنات	$Ca-HCO_3$
۶۶	میوسن تا پلیوسن	سری‌های قاره‌ای	کنگلومرا، ماسه سنگ	Cgl/Ss	SiO_2-Fe_2O_3-Al_2O_3	Ca-Na-K	×	عدم تطابق بیکربنات	$Na-HCO_3$
۶۷	ائوسن	کرج	توفیت (سنگ آتشفشانی)، شیل	Tuff/Sh	SiO_2-Al_2O_3-HCO_3	Na	✓		$Ca-HCO_3$
۶۸	پرمین	نهشته	سنگ آهک بهمراه شیل و چرت	Ls with Sh & Chertt	HCO_3-SiO_2-Al_2O_3	Ca-Na	✓		$Ca-HCO_3$
۶۹	کرتاسه	گروه بنگستان (فهلیان،داریان)	سنگ آهک	Ls	HCO_3	Ca-Na	✓		$Ca-HCO_3$
۷۰	کواترنری	آبرفت‌های عهد حاضر	لای، ماسه، شن	Ss	SiO_2-HCO_3↓	Ca-Na-	×	عدم تطابق آلومینیوم و بیکربنات	$Na-HCO_3$
۷۱	پلیوسن	آغچاگیل	سنگ آهک و کنگلومرا	Ls/Cgl	HCO_3-SiO_2-Fe_2O_3	Ca-Na-	×	عدم تطابق آلومینیوم	$Ca-HCO_3$

بحث

از ضرایب هانسلو می‌توان نتیجه گرفت در بین برندهایی که در محدوده البرز شمالی با زمان نهشته‌های ساحلی اطراف دریای خزر بودند، منشـــاء شورابه/آب دریا وجود داشته که این میزان حدودا ۵۵ درصد بوده اســـت. از سوی دیگر در اکثر سنگ‌های پوســـته زمین هوازدگی اتفاق می‌افتد، خطای آنالیز بسیار ناچیز بـــوده، ضمن اینکـــه در حدود ۲ درصد نیـــز فرایند تبادل یونی معکـــوس مهمترین فرایند هیدروشیمیایـــی کنترل کننده کیفیت آب بوده است. در ۹۴ درصد موارد نیز نسبت $Na/(Na+Cl)$ بیش از ۰/۵ بود که نشـــان‌دهنده منشاء گرفتن سدیم این آب‌ها از کانی آلبیت اســـت. در برند شماره ۱۷ نیز طبق ضرایب یونی

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018

هانسلو، منشاء کلسیم و منیزیم بالای آب ناشی از پدیده دولومیتی شدن بوده؛ که در داده‌های آزمایشگاهی نیز مشهود بوده است. در کل می‌توان گفت زمین‌های آهکی، به دولومیتی شدن بسیار مستعد هستند. در مقایسه با دیگر مطالعات، در یک مطالعه موردی نمونه‌های هیدروژئوشیمیایی آب معدن چغارت که در حالت‌ها و مناطق گوناگون این معدن (آبدهی بالا تا کم) این نمونه‌ها برداشت شد، بر پایه نتایج حاصل از پژوهش، قسمت‌های آبدار در محدوده مورد مطالعه از لحاظ کیفی آنیونی دارای کیفیت حالت کلریدی - سولفاتی و از حیث کاتیونی از نوع سدیک - پتاسیک بودند (۱۸). در مطالعه Valinia و همکاران، سنگ منشا آب زیرزمینی دشت حسن آباد با استفاده از نسبت‌های یونی، سازندهای تفکیک نشده آسماری – شهبازان بوده و دولومیت‌های شهبازان نقش مهمتری در تغذیه آبخوان ذکر شده ایفا می‌کردند (۱۹). در بررسی مشابهی در بندر هارکورت در جنوب نیجریه، علاوه بر ترکیبات شیمیایی عمده، نسبت‌های یونی(Mg/Cl،Ca/Cl ،Na/Ca ،HCO_3/Cl و Ca/SO_4) بمنظور ترسیم نفوذ آب شور مورد استفاده قرار گرفت که کلراید آنیون غالب موجود در آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه بود (۲۰).

نتیجه‌گیری

در سنجش تطابق داده‌های آزمایشگاهی با داده‌های زمین شناسی می‌توان گفت در بین این ۷۱ برند آب بطری شده ۲۸ درصد عدم تطابق داده‌های زمین شناسی با داده‌های آزمایشگاهی وجود داشت که بدلیل عدم تطابق میزان بی‌کربنات، سولفات، آلومینیوم در مقایسه مقادیر آزمایشگاهی با تخمین زمین شناسی بوده است. از این ۲۸ درصد می‌توان گفت در ۳۵ درصد موارد میزان آلومینیوم آزمایشگاهی بیش از مقدار زمین شناسی بوده، در ۴۰ درصد موارد میزان بی‌کربنات آزمایشگاهی بیش از مقدار زمین شناسی، در ۱۰ درصد موارد میزان بی‌کربنات زمین شناسی بیش از آزمایشگاهی، در ۱۰ درصد موارد میزان آلومینیوم زمین شناسی بیش از آزمایشگاهی، در ۵ درصد موارد نیز سولفات آزمایشگاهی بیش از زمین شناسی بوده است. لازم به ذکر است تیپ‌های این آب‌های بطری شده برگرفته از نرم افزار AqQA شامل ۷ دسته هستند (۲۱). بر حسب تعداد می‌توان گفت ۷۰ درصد تیپ آب‌ها از نوع بی‌کربناته کلسیک، ۱۶/۹ درصد از نوع بی‌کربناته سدیک، ۵/۶ درصد از نوع کلروره سدیک، ۲/۸ درصد از نوع کلروره کلسیک و ۱/۴ درصد از نوع بی‌کربناته منیزیک و سولفاته کلسیک و سولفاته سدیک است. هدف از این مطالعه صرفا تعیین تطابق/ عدم تطابق داده‌های حاصل از آزمایشگاه با یافته‌های زمین شناسی بود که لازمست مطالعه‌ای در آینده در زمینه علل این موضوع با نمونه برداری از منشاء تا مشخص شدن امکان تقلب یا برداشت آب از نقاطی دیگر صورت گیرد. در این مطالعه، ترکیبی از مطالعه نسبت‌های یونی و مطالعه زمین شناسی بر روی این ۷۱ برند آب بطری شده صورت گرفت که نوعی نوآوری در کار محسوب می‌شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با پشتیبانی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام شد. لازم است از زحمات جناب آقای دکتر کامران متولی، دکترای تخصصی رشته زمین شناسی و خانم مهندس حدیث پیری عالم، کارشناس ارشد رشته زمین شناسی، تشکر و قدردانی نمایم.

منابع

1. Alimohammadi M, Askari M, Aminizadeh S, Dehghanifard E, Rezazadeh M. Evaluation of microbial quality of bottled water in Iran. Journal of Environmental Health Engineering. 2014;1(2):137-45 (in Persian).
2. Asl Hashemi A, Hosseini A. Analysis of the quality of bottled mineral water in Iran. 2nd Conference of Environmental Engineering; 2008; University of Tehran, Tehran (in Persian).
3. Madani Larijani K. Iran's water crisis; Inducers,challenges and counter-measures. ERSA 45th Congress of European Regional Science Association; 2005; Amsterdam, Netherlands.
4. Jahed Khaniki GR, Zarei A, Kamkar A, Fazlzadeh-

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018

davil M, Ghaderpoori M, Zarei A. Bacteriological evaluation of bottled water from domestic brands in Tehran markets, Iran. World Applied Science Journal. 2010;8(3):274-75.
5. Jahed Khaniki GR, Mahdavi M, Ghasri A, Saeednia S. Investigation of nitrate concentrations in some bottled water available in Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 2008;1(1):45-50 (in Persian).
6. Ferrier C. Bottled water: understanding a social phenomenon. Ambio. 2001;30(2):118-19.
7. Krachler M, Shotyk W. Trace and ultratrace metals in bottled waters: Survey of sources worldwide and comparison with refillable metal bottles. Science of the Total Environment. 2009;407(3):1089-96.
8. Naseem S, Hamza S, Bashir E. Groundwater geochemistry of Winder agricultural farms, Balochistan, Pakistan and assessment for irrigation water quality. European Water. 2010;31:21-32.
9. Abdolahi M, Qishlaqi A, Abasnejad A. Environmental hydrogeochemistry of groundwater resources of the Ravar plain, Northern Kerman province, Iran. Journal of Environmental Studies. 2015;41(1):81-95 (in Persian).
10. Naseri HR, Alijani F. Failure to comply geomorphology and hydrogeology of Anticline Karstic Asmari. Proceedings of the 9th Conference of the Geological Society of Iran; 2005 Aug 30-31; Tehran, Iran (in Persian).
11. Asghari Moghaddam A, Fijani E. Hydrogeological and hydrochemical studies of basaltic and karstic aquifers in Maku Area in relation to geological formations. Geosciences. 2008;17(67):2--13 (in Persian).
12. Latifi N. Providing a comprehensive database of physical, chemical and microbiological parameters of bottled water, with an emphasis on graphical and multivariate analysis [dissertation]. Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 2015 (in Persian).
13. Ministry of Industries and Mines. National geosience data base of Iran. Tehran: Ministry of Industries and Mines; 2016 [cited 2016 Jul 9]. Available from: http://ngdir.ir/PDefault.asp.
14. Ministry of Industries and Mines. Iranian bottled water association. Tehran: Ministry of Industries and Mines; 2016 [cited 2016 Jul 19]. Available from: http://irbwa.com.
15. Aghanabati SA. Iran's geology. Tehran: Ministry of Industries and Mines: 2004 (in Persian).
16. Ministry of Industry. List of manufacturers of industrial products. Tehran: Ministry of Industry; 2015 (in Persian).
17. Hounslow AW. Water Quality Data: Analysis and Interpretation. New York: CRC Press; 1995.
18. Eslamzadeh M, Morshedy AH. Study of Choghart Mine water hydro-geochemistry samples by graphical and statistical methods. Journal of Land and Resources. 2011;4(12):1-12 (in Persian).
19. Valinia H, Naseri HR, Nakhaei M, Fotovvat M. Determined source rocks underground water using ionic ratios (Case study: Plain Hassan Abad, Kermanshah). Proceedings of the 30th Symposium of Geosciences; 2012 Feb 20-23; Tehran, Iran (in Persian).
20. Nwankwoala H, Udom G. Hydrochemical facies and ionic ratios of groundwater in Port Harcourt, Southern Nigeria. Research Journal of Chemical Sciences. 2011;1(3):87-101.
21. U.S. Department of the Interior. AqQA Software analyses-the spreadsheet for water analyses-version 1.1.1-2015. USA: U.S. Department of the Interior; 2015.

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Survey of geochemical characteristics of bottled waters in Iran using coordinates and ionic ratios

M Heydari, R Nabizadeh Nodehi*, M Ali Mohammadi, K Yaghmaeian

Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 28 February 2017
Revised: 24 May 2017
Accepted: 28 May 2017
Published: 21 June 2017

Key words: Geochemical characteristics, Bottled water, Ionic ratios

***Corresponding Author:**
rnabizadeh@tums.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Bottled water consumption is rapidly increasing in recent years for various reasons.The main aim of this study was to survey the geological origin of Iranian bottled water and determine compliance or lack of compliance with the experimental data obtained through sampling 71 brands of drinking bottled water and mineral water.

Materials and Methods: In this study the coordinates of access points as a georef of the chosen points were launched on the "Iran geological map" and "Iran mineral and warm water map." The compliance of laboratory data and water types with the geological data were evaluated and compared with the important ionic ratios of the extracted water through using awh software.

Results: In examining 71 brands of the bottled water, 28% of the brands did not agree with the laboratory results, reflected by observing higher levels of bicarbonate in 50% of the bottled waters than those of the geological data.. Additionally, 70% of water types were calcic bicarbonate. In the bottled waters from North Alborz range with coastal Time deposits around the Caspian Sea, there was a source of brine or sea water that was about 55% of this amount.

Conclusion: Water pass through different geological structures and the dissolution phenomenon might be an important factor for the observed disagreement. Because chemical treatment and use of additives on mineral waters are not allowed it prompts further studies to determine the cause and origin of this issue through sampling from the factory and water source.

Please cite this article as: Heydari M, Nabizadeh Nodehi R, Ali Mohammadi M, Yaghmaeian K. Survey of geochemical characteristics of bottled waters in Iran using coordinates and ionic ratios. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(1):63-74.

Downloaded from ijhe.tums.ac.ir at 12:33 IRST on Tuesday October 16th 2018