بررسی‌های اولیه زمین شناسی پزشکی چشمه‌های آب گرم رامسر

مصطفی ناظری*[۱]، محمد یزدی[۲]، افشار ضیاء ظریفی[۳]، شهروز حق نظر[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

۲- دانشیار ، عضو هیئت علمی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی

۳- استادیار گروه مهندسی معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

۴- استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

*(*عهده دار مکاتبات - Geo_nazeri@yahoo.com)*

چکیده

چشمه‌های آب گرم مطالعاتی در منطقه رامسر در فاصله بین شهر تنکابن از استان مازندران و شهر چابکسر از استان گیلان قرار دارد. رخنمون این چشمه‌های آب گرم در واحدهای سنگی آهک - دولومیت تریاس بالایی- ژوراسیک میانی، دولومیت‌های سازند الیکا به سن تریاس و پادگانه‌های شنی قدیمی به سن کواترنر می‌باشد. به منظور تعیین میزان آلودگی ژئوشیمیایی چشمه‌های آب گرم رامسر ۹ نمونه آبی جهت عملیات آنالیتیکی برای تعیین غلظت ۷۲ عنصراصلی و فرعی با دقت قسمت در بیلیون توسط دستگاه پلاسمای القایی جرمی، از چشمه‌های آب گرم مطالعاتی برداشت گردید. با توجه به اهمیت بررسی اولیه زمین شناسی پزشکی چشمه‌های آب گرم رامسر و مخاطرات ناشی از مقادیر بیش از حد مجازاین عناصر خطرناک، در این تحقیق پس از اندازه‌گیری نمونه‌های آبی ۹ چشمه‌های آب گرم، ترسیم نقشه‌های هم غلظت و مقایسه مقادیر بدست آمده با استانداردهای جهانی، مشخص گردیده شد که مقادیر عناصر آنیون کلر، بور، آرسنیک، آلومینیوم، اورانیوم، سدیم، منگنز، جیوه، آهن نسبت به استانداردهای اعلام شده جهانی بیش از حد مجاز می‌باشند.

واژگان کلیدی: *چشمه های آب گرم رامسر ،زمین شناسی پزشکی ، ویژگی های هیدروژئوشیمی.*

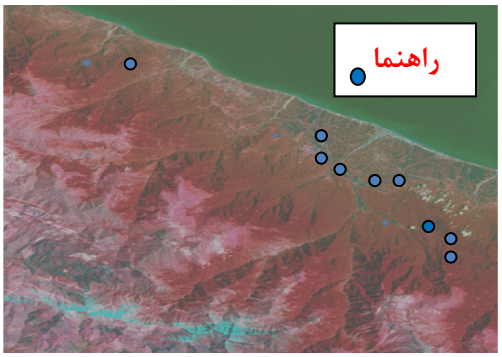
۱- مقدمه

نحوه تعیین ارتباط منطقی میان وجود برخی کانی‌ها، عناصر و ترکیب‌های تشکیل دهنده زمین، فقدان و کمبود برخی دیگر در یک محیط زمین شناسی، با بروز تأثیرات مثبت و یا منفی بر سلامتی انسان، حیوان و گیاه و احیاناً ارائه راه‌کارهای مناسب جهت پیشگویی و درمان این تأثیرات را علمی میان رشته‌ای مورد مطالعه قرار می‌دهد که با عنوان زمین شناسی پزشکی تعریف می‌شود. چشمه‌های آب گرم مطالعاتی در شهر رامسر که نام قدیمی آن سخت سر بوده واقع شده‌است. رامسر یکی از شهرهای استان مازندران است که در فاصله بین شهر تنکابن از استان مازندران و شهر چابکسر از استان گیلان قرار گرفته است (شکل ۲).

شهر رامسر با اقلیم معتدل و مرطوب بین طول جغرافیایی۵۰ درجه و۳۸ دقیقه تا۵۰ درجه و۴۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی۳۶ درجه و ۴۹ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریای آزاد واقع شده است. وسعت این شهر ۳۲/۲کیلومتر مربع می‌باشد. چشمه‌های آب گرم مجموعه هتل قدیمی، زیر پل، آب سیاه، چشمه آب گرم سادات محله، کش، سنگ بنه و صفارود مجموعه چشمه‌های آب گرم مطالعاتی در منطقه می‌باشند (جدول ۱).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: شکل ماهواره‌ای برگه ۱/۱۰۰۰۰ منطقه رامسر

شکل ۲: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱: موقعیت چشمه‌های آب گرم مطالعاتی

شماره	نام چشمه آب گرم	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
H1	مادر شاه	۳۶° ۵۴′ ۰۸ "	۵۰° ۳۹′ ۲۱ "
H2	هتل قدیمی ۱	۳۶° ۵۴ ′۰۹ "	۵۰° ۳۹′ ۲۷ "
H3	هتل قدیمی ۲	۳۶° ۵۴′ ۷.۸ "	۵۰° ۳۹′ ۲۶.۷ "
H4	زیر پل	۳۶° ۵۴′ ۰۵ "	۵۰° ۳۹′ ۴۱.۳ "
H5	صفارود	۳۶° ۵۳′ ۱۴.۵ "	۵۰° ۳۴′ ۲۴.۴ "
H6	آب سیاه	۳۶° ۵۳′ ۵۵ "	۵۰° ۳۹′ ۵۷.۲ "
H7	کش	۳۶° ۵۲′ ۲۴.۷ "	۵۰° ۴۱′ ۲۵ "
H8	سادات محله	۳۶° ۵۲′ ۵۲.۳ "	۵۰° ۴۱′ ۲۲ "
H9	سنگ بنه	۳۶° ۵۲′ ۲۴.۷ "	۵۰° ۴۱′ ۲۵ "

۲- مواد و روش‌ها

مطالعات صحرایی در سال ۱۳۸۷ با نمونه‌برداری از ۹ چشمه آب گرم مادر شاه، هتل قدیمی ۱، هتل قدیمی ۲، زیرپل، صفا رود، آب سیاه، سادات محله، کش و سنگ بنه انجام پذیرفت. برای نمونه‌برداری از ظروف یکبار مصرف پلی اتیلنی ۱/۵ لیتری استفاده شد. بدین صورت که ابتدا ظروف با اسید نیتریک، اسید شویی شده و سپس در هنگام نمونه برداری ۳ مرتبه با آب چشمه مورد نظر شستشو داده شده‌اند. برای هر نقطه یک ظرف ۱/۵ لیتری آب برداشت شد، کلیه ظروف نمونه‌برداری، نامگذاری شده و اطلاعات لازم از قبیل تاریخ نمونه‌برداری، نقطه برداشت، یادداشت گردید. سپس با GPS محل نمونه‌برداری‌ها مشخص شدند و در دفترچه موقعیت آن ثبت گردید. پس از برداشت نمونه‌ها از چشمه‌های آب گرم، نمونه‌ها توسط اسید نیتریک ۰/۶۴ اسیدی شدند و به PH=۲ رسیدند (این عمل برای جلوگیری از رسوب کردن فلز و به حداقل رساندن جذب سطحی توسط دیواره‌های ظرف لازم است). نمونه‌های آب برداشت شده از منطقه پس از ارسال به کشور کانادا در آزمایشگاه ACME توسط دستگاه پلاسمای القایی جرمی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

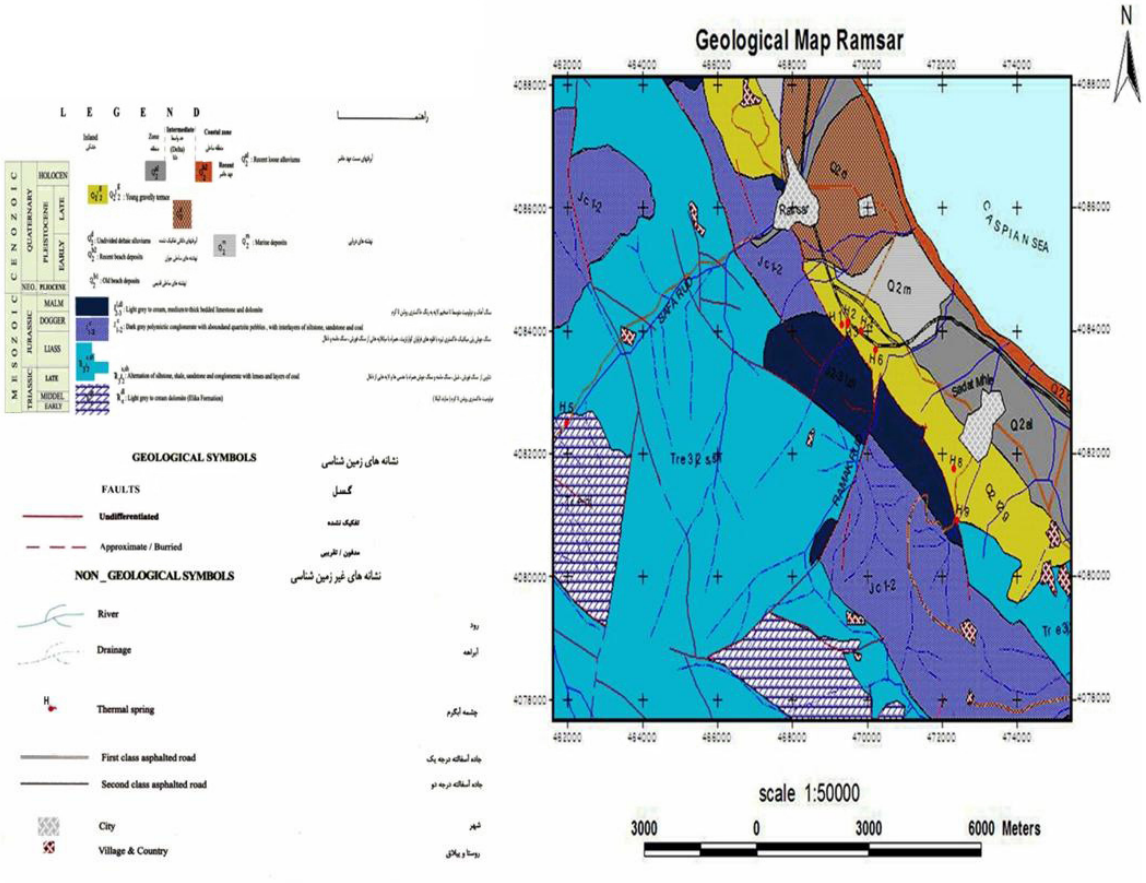
۳- بحث

در این بخش با توجه به اهداف تحقیق در ابتدا به معرفی و بیان ویژگی سازندهای موجود در محدوده مورد مطالعه پرداخته می‌شود. همان طور که ذکر شد از دیدگاه زمین ساخت ایران، منطقه مطالعاتی در زون شمالی البرز مرکزی واقع شده است. قدیمی‌ترین سنگ‌های منطقه شامل سنگ آهک‌های نازک لایه خاکستری و خاکستری تیره

Archive of SID

www.SID.ir

چرت‌دار، همراه با میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های دولومیتی و نوارهای نازک لایه شیلی (حدود ۲۰ سانتی‌متر) سازند نسن در اطراف چشمه آب گرم صفارود می‌باشد. رسوبات تریاس در مناطق بالا دست چشمه آب گرم صفارود دیده شده که بیشتر از جنس دولومیت‌های الیکا خاکستری روشن تا کرم، نازک تا ضخیم لایه و توده‌ای می‌باشد. در محدوده مطالعاتی چشمه‌های آب گرم مجموعه هتل قدیمی، زیر پل، آب سیاه پس از عملیات میدانی زمین شناسی واحدهایی از جنس سنگ آهک و دولومیت به سن تریاس بالایی – ژوراسیک میانی مشاهده گردید. رسوبات کواترنر در منطقه مطالعاتی شامل پادگانه‌های شنی قدیمی می‌باشد که در چشمه‌های آب گرم مجموعه هتل قدیمی، زیر پل، آب سیاه، سادات محله، کش و سنگ بنه رخنمون دارند (شکل ۳).



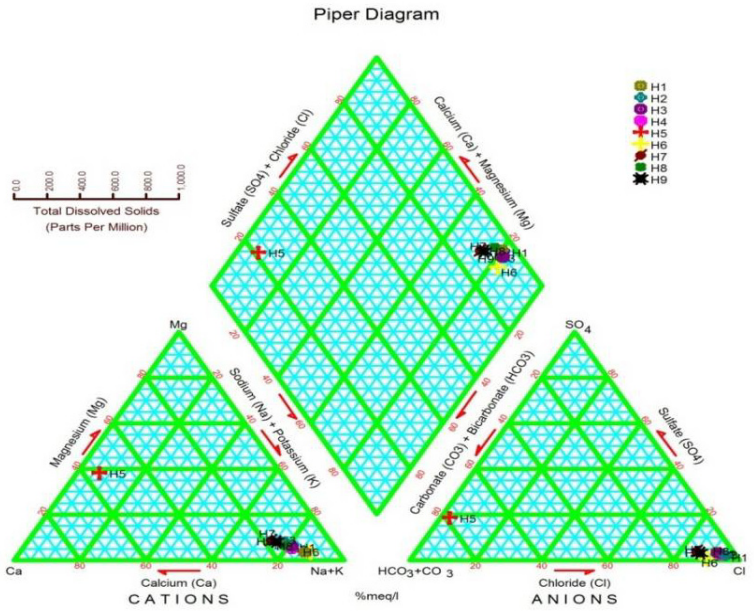
شکل ۳: نقشه زمین شناسی تهیه شده ۱/۵۰۰۰۰ چشمه های آب گرم رامسر

۴- رخساره‌های هیدروشیمیایی چشمه‌های آب گرم رامسر

مطابق نمودارهای پایپر، نمونه‌های برداشتی از چشمه‌های آب گرم مجموعه هتل قدیمی، زیر پل، آب سیاه، سادات محله، کش و سنگ بنه در مثلث کاتیون‌ها در محدوده سدیم - پتاسیم و چشمه آب گرم صفارود در محدوده کلسیم قرار دارند. همچنین نمونه‌های برداشتی از چشمه‌های آب گرم مجموعه هتل قدیمی، زیر پل، آب سیاه، سادات محله، کش و سنگ بنه در مثلث آنیون‌ها در محدوده کلر و چشمه آب گرم صفارود در محدوده $HCO_3+ CO_3$ قرار می‌گیرد. بر اساس دیاگرام پایپر در مورد منشاء آب چشمه‌های آب گرم رامسر می‌توان گفت که آب‌های کم عمق و شیرین را برای چشمه آب گرم صفارود و آب‌هایی از منشاء دریاها و نیز آب‌های عمیق قدیمی را برای چشمه‌های آب گرم مجموعه هتل قدیمی، زیر پل، آب سیاه، سادات محله، کش و سنگ بنه بعنوان منشاء می‌توان در نظر گرفت. مطابق نمودارهای پایپر رخساره‌های هیدروشیمیایی چشمه‌های آب گرم رامسر بدین ترتیب تشریح می‌شود: رخساره

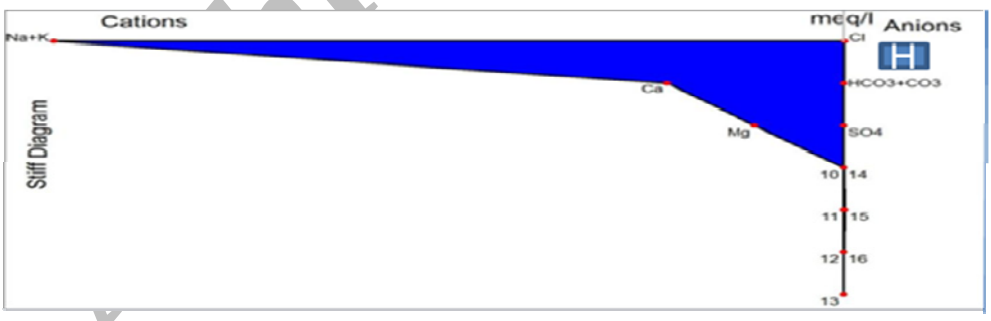
www.SID.ir

چشمه آب گرم صفارود از نوع سولفاته کلراید می‌باشد، که نشانگر تأثیرلایه‌های سنگی مجاور از جنس الیوین گابرو با دگرسانی کلریتی و سرسیتی و سازند آهکی بر چشمه آب گرم منطقه می‌باشد. رخساره چشمه‌های آب گرم مجموعه هتل قدیمی، زیر پل، آب سیاه، سادات محله، کش و سنگ بنه از نوع بیکربناته منیزیک بوده، این مسئله حاکی از انحلال سنگ‌های آهکی - دولومیتی و افزایش غلظت یون منیزیم در این چشمه‌های آب گرم می‌باشد (شکل ۴).



شکل ۴: نمودار پایپر چشمه‌های آب گرم رامسر

نمودار استیف چشمه های آب گرم رامسر نیز غالب ترین آنیون و کاتیون را به ترتیب سدیم- پتاسیم، کلسیم، منیزیم نشان می‌دهد (شکل ۵).



شکل ۵: استیف دیاگرام چشمه‌های آب گرم رامسر

۵- بحث و نتایج

پس از انطباق موقعیت چشمه‌های آب گرم بر روی نقشه زمین شناسی تهیه شده ۱/۵۰۰۰۰ رامسر، برای کسب اطلاعات زمین شناسی و هیدروژئوشیمی چشمه‌های آب گرم رامسر ۹ نمونه آبی جهت مطالعات آنالیتیکی به آزمایشگاه ACME کانادا برای انجام تجزیه بوسیله دستگاه پلاسمای القای جرمی ۷۲ عنصر با دقت قسمت در بیلیون ارسال گردید. با توجه به اهمیت بررسی آلودگی زیست محیطی چشمه‌های آب گرم و مخاطرات ناشی از مقادیر بیش از حد مجاز این عناصر خطرناک، در این تحقیق پس از اندازه‌گیری عناصر چشمه‌های آب گرم و مقایسه مقادیر بدست

www.SID.ir

آمده با استانداردهای جهانی (جدول ۳) مشخص گردیده شد که مقادیر عناصر آنیون کلر، بور، آرسنیک، آلومینیوم، اورانیوم، سدیم، منگنز، جیوه، آهن نسبت به استانداردهای اعلام شده جهانی بیش از حد مجاز می‌باشد.

جدول ۲: عناصر مسمومیت‌زا در چشمه‌های آب گرم رامسر

واحد / قسمت در بیلیون	بیشینه	کمینه	میانگین
آلومینیوم	۱۸	۵۸۸	۱۴۶.۶
آرسنیک	۲۹.۹	۲۹۰	۹۳.۲۱۱
بور	۱۴۲	۲۳۹۳۹	۴۸۳۵.۴۴
منگنز	۳۷.۴۳	۴۶۴.۲۶	۹۲.۰۵۱۱
سدیم	۳۵۷۸۹	۳۲۵۹۴۰۴۰	۶۷۰۵۳۳۳۰
اورانیوم	۰.۲	۲	۰.۴۶۶
آهن	۷۵۴	۸۸۴۹	۲۲۸۷.۳
آنیون کلر	۲۱۰۰۰	۸۸۰۰۷۰۰	۵۰۳۷۶۶۰
جیوه	۰.۳	۱۰	۱.۹

بر اساس مطالعات هیدروژئوشیمی چشمه‌های آب گرم رامسر نتایج ذیل حاصل گردید:

میزان آرسنیک ۲۹۰ppb در چشمه آب گرم صفارود، آنیون کلر ۸۸۰۰۷۰۰ppb در چشمه آب گرم هتل ۱، آلومینیوم ۵۸۸ ppb در چشمه آب گرم سنگ بنه، بور ۳۹۳۹ppb، بریلیم ۵ppb، برم ۱۰۳۶۴۳ppb، کلر ۶۲۹۰۳ ppb، کادمیم ۵ ppb، جیوه ۱۰ ppb، منگنز ۴۶۴/۲۶ ppb، آنتیموان ۵ ppb، اورانیوم ۲ ppb در چشمه آب گرم آب سیاه می‌باشد.

جدول ۳: استاندارد کیفی آب در جوامع بشری بر ppb (شریعت پناهی ، ۱۳۸۰)

عناصر غیر آلی موثر پیر سلامتی انسان	سازمان بهداشت جهانی راهنمای استاندارد بین المللی ۱۹۷۱	دستورالعمل های مجمع اروپایی ۱۹۸۰	سازمان بهداشت جهانی راهنمای استاندارد ۱۹۸۳	سازمان خدمات بهداشت عمومی آمریکا
آرسنیک	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
کادمیم	۱۰	۵	۵	۱۰
کروم	-	۵۰	۵۰	۵۰
سرب	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰
جیوه	۱	۱	۱	-
نیکل	-	۵۰	-	-
باریم	-	۱۰۰	-	۱۰۰۰
کلسیم	۷۵۰۰۰-۲۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	-	-
کلر	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰
مس	۵۰	۱۰۰۰	-	۱۰۰۰
منیزیم	۳۰۰۰۰-۱۵۰۰۰۰	۳۰۰۰۰-۵۰۰۰۰	-	-
منگنز	۵۰-۵۰۰۰۰	۲۰-۵۰	۱۰۰۰	۵۰
پتاسیم	-	۱۲۰۰۰	-	-
سدیم	-	۱۷۵۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	-
روی	۱۵۰۰۰	۱۰۰	-	۵۰۰۰
(mg/lit)TDS	۵۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰
آلومینیوم	۲۰۰	۵۰۰۰	۲۵۰	۲۰۰
بور	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰
بریلیم	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
آنتیموان	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
آهن	۲۰۰	۲۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰

Archive of SID

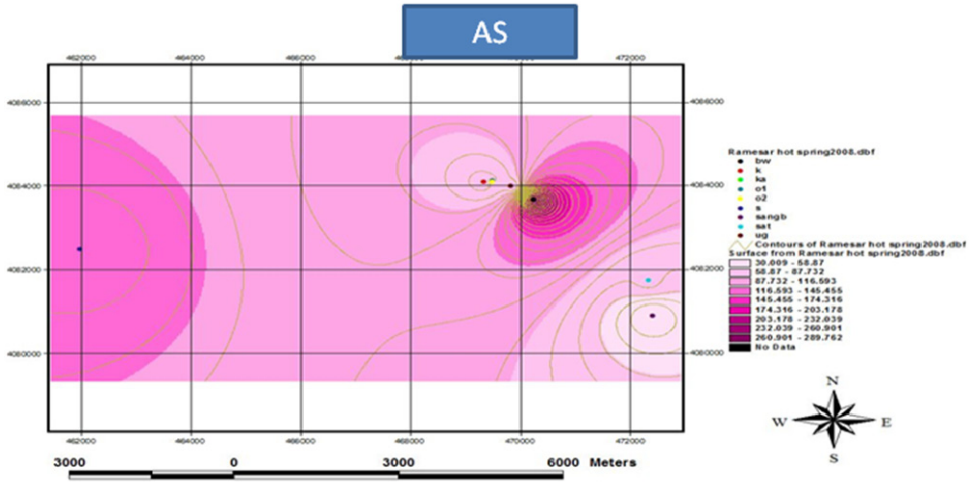
www.SID.ir

جدول ۴: نسبت حد غیر مجاز در چشمه‌های آبگرم رامسر

واحد/قسمت در بیلیون	بیشینه	استاندارد	نسبت حد غیر مجاز
آلومینیوم	۵۸۸	۲۰۰	۲.۹۴
آرسنیک	۲۹۰	۵۰	۵.۸
بور	۲۳۹۳۹	۳۰۰	۷۹
منگنز	۴۶۴.۲۶	۵۰	۹.۲۸
سدیم	۳۲۵۹۴۰۴۰	۲۰۰۰۰۰	۱۶۲.۹۷
اورانیوم	۲	۰	۲
آهن	۸۸۴۹	۳۰۰۰	۲.۹۴
آنیون کلر	۸۸۰۰۷۰۰	۶۰۰	۱۴۶۶۷
جیوه	۱۰	۱	۱۰

پس از اندازه‌گیری عناصر چشمه‌های آب گرم رامسر و مقایسه مقادیر بدست آمده با استانداردهای جهانی (جدول ۳) بیشترین نسبت حد غیر مجاز با نسبت ۱۴۶۶۷ برابر، نسبت به استاندارد جهانی برای عنصر **Cl-** در چشمه آب گرم هتل قدیمی ۱ و کمترین نسبت حد غیر مجاز با نسبت ۲ برابر نسبت به استاندارد جهانی برای عنصر محاسبه گردید (جدول ۴). در تصاویر ذیل نقشه هم غلظت عناصر آنیون کلر، بور، آرسنیک، آلومینیوم، اورانیوم، سدیم، منگنز، جیوه، آهن بر حسب قسمت در بیلیون مشخص می‌باشد.

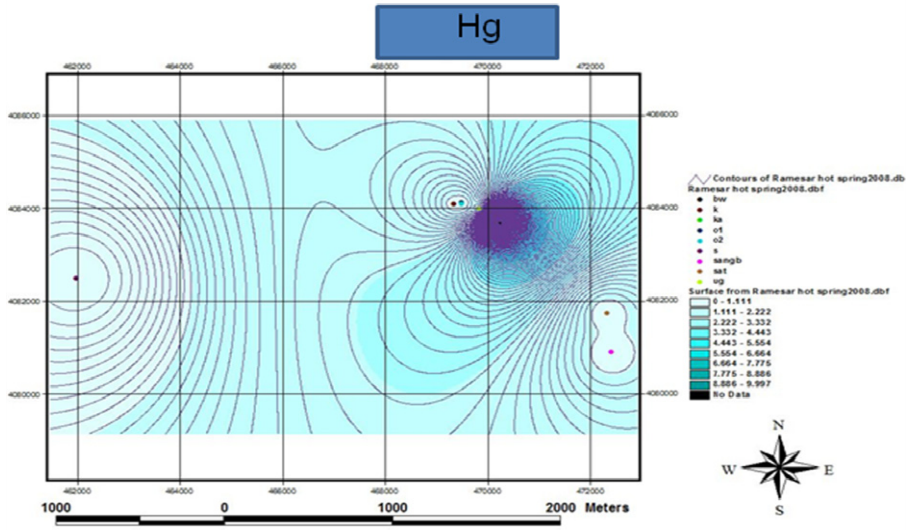
با توجه به شکل (۶) بیشترین مقادیر آرسنیک مربوط به چشمه آب گرم صفارود می‌باشد، که این میزان نسبت به استانداردهای جهانی ۵/۸ برابر افزایش را نشان می‌دهد. زخم‌های بازپوستی، قانقاریا و سرطان‌های بدخیم پوستی از نتایج انحلال بالای آرسنیک در چشمه‌های آب گرم می‌باشد.



شکل ۶: نقشه هم غلظت آرسنیک در چشمه‌های آب گرم (قسمت در بیلیون)

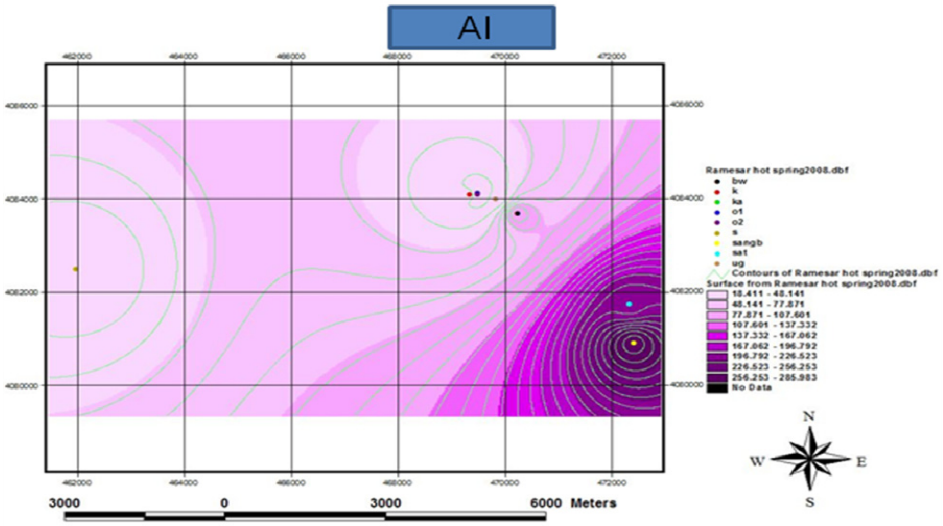
با توجه به شکل (۷) بیشترین مقادیر جیوه مربوط به چشمه آب گرم آب سیاه می‌باشد، که این میزان نسبت به استانداردهای جهانی ۱۰ برابر افزایش را نشان می‌دهد. سردرد، سرگیجی، عصبانیت، کاهش قوه ادراک، لرزش، بیقراری افسردگی، نارساییی قلبی، کاهش دفع ادرار، احساس طعم فلزی در دهان، التهاب لثه، جاری شدن بزاق، لق شدن دندان‌ها، مدفوع خونی، نارسایی کبدی، در موارد حاد شامل هذیان گویی، اختلالات بینایی، بروز زخم‌های باز و شدید عفونی، سوزش در دستگاه تنفسی (خصوصاً در هنگام استنشاق بخار جیوه) و نهایتاً مرگ از جمله عوارض ناشی از مقادیر جیوه غیر مجاز در چشمه‌های آب گرم می‌باشد.

www.SID.ir



شکل ۷: نقشه هم غلظت جیوه در چشمه‌های آب گرم (قسمت در بیلیون)

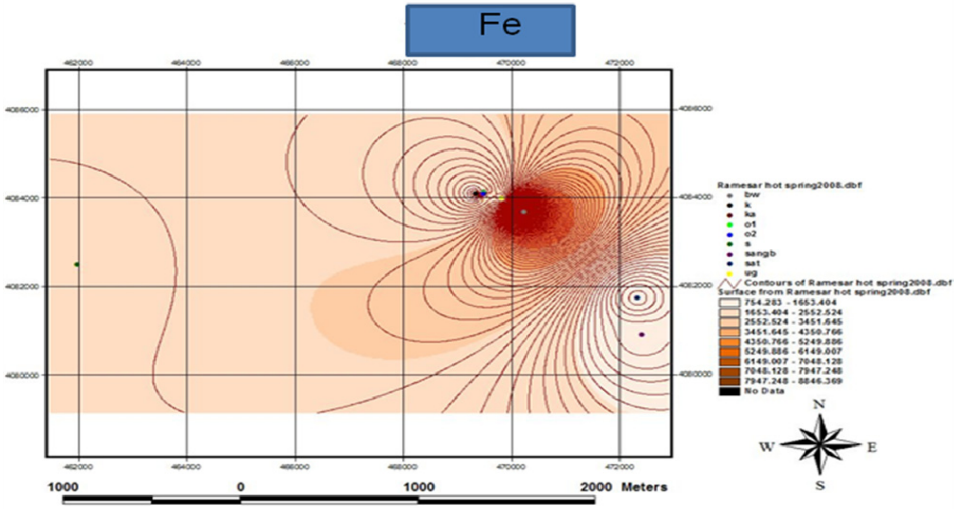
با توجه به شکل (۸) بیشترین مقادیر آلومینیوم مربوط به چشمه‌های آب گرم سادات محله، کش و سنگ بنه می‌باشد، که این میزان نسبت به استانداردهای جهانی ۲/۹۴ برابر افزایش را نشان می‌دهد. کم خونی، آنومالی‌های استخوانی و ماهیچه‌ای مثل نقص در کارایی ماهیچه‌های قلبی و نهایتاً شوک، اغما و مرگ ناگهانی از جمله عوارض ناشی از مقادیرآلومینیوم غیر مجاز درچشمه‌های آب گرم می‌باشد.



شکل ۸: نقشه هم غلظت آلومینیوم در چشمه‌های آب گرم (قسمت در بیلیون)

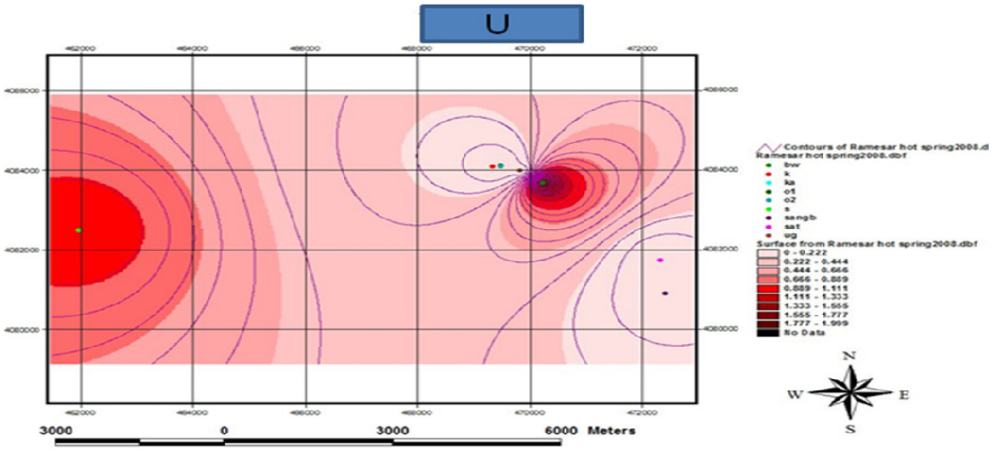
با توجه به شکل (۹) بیشترین مقادیر آهن مربوط به چشمه آب گرم آب سیاه می‌باشد، که این میزان نسبت به استانداردهای جهانی ۲/۹۴ برابر افزایش را نشان می‌دهد. نارسایی‌های کبدی موسوم به نارسایی‌های هپاتیک، انقباض‌های معده، سرگیجه، استفراغ، شوک و حتی اغما از جمله عوارض ناشی از مقادیر آهن غیر مجاز در چشمه‌های آب گرم می‌باشد.

www.SID.ir



شکل ۹: نقشه هم غلظت آهن در چشمه‌های آب گرم (قسمت در بیلیون)

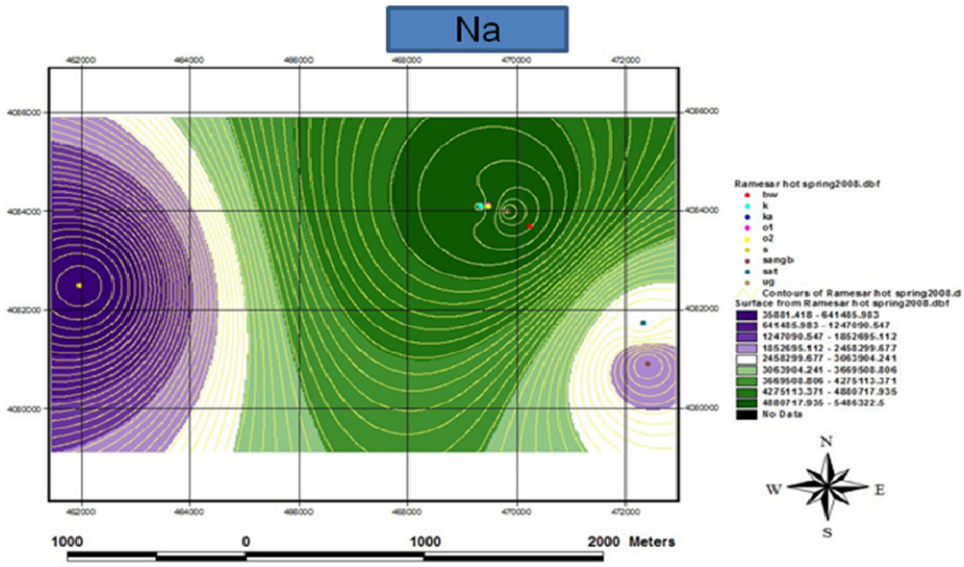
با توجه به شکل (۱۰) بیشترین مقادیراورانیوم مربوط به چشمه آب گرم آب سیاه، صفارود می‌باشد، که این میزان نسبت به استانداردهای جهانی ۲ برابر افزایش را نشان می‌دهد. عمده‌ترین عوارض مربوط به اورانیوم در ارتباط با محصولات آن است. یکی از محصولات عمده واپاشی اورانیوم گاز سنگین و سرطان زای رادون می‌باشد که در چشمه‌های آب گرم رامسر میانگین غلظت رادون ۶۴/۳ Bq/l تخمین زده شده است که بیشترین مقدار غلظت رادون ۱۱۲/۷۱ در چشمه آب گرم آب سیاه مربوط می‌باشد.



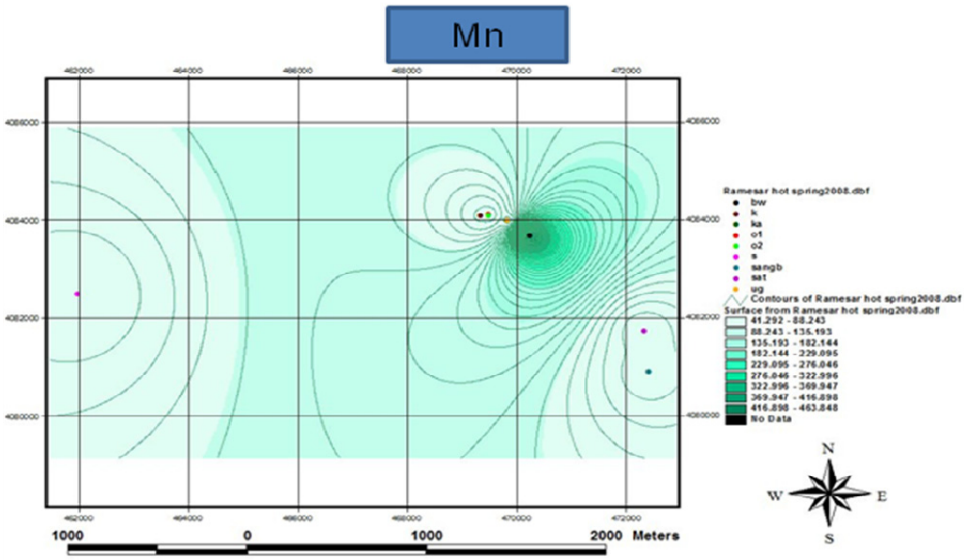
شکل ۱۰: نقشه هم غلظت اورانیوم در چشمه های آب گرم (قسمت در بیلیون)

با توجه به شکل (۱۱) بیشترین مقادیر سدیم مربوط به چشمه‌های آب گرم آب سیاه، زیر پل، مجموعه هتل قدیمی می‌باشد، که این میزان نسبت به استانداردهای جهانی ۶۲/۹۷ برابر افزایش را نشان می‌دهد. بروز تورم‌های موضعی از جمله عوارض ناشی از مقادیر سدیم غیر مجاز در چشمه‌های آب گرم می‌باشد.

www.SID.ir



شکل ۱۱: نقشه هم غلظت سدیم در چشمه‌های آب گرم (قسمت در بیلیون)



شکل ۱۲: نقشه هم غلظت منگنز در چشمه‌های آب گرم (قسمت در بیلیون)

با توجه به شکل (۱۲) بیشترین مقادیر منگنز مربوط به چشمه‌های آب گرم آب سیاه می‌باشد، که این میزان نسبت به استانداردهای جهانی ۹/۲۸ برابر افزایش را نشان می‌دهد. آلزایمر، پارکینسون از جمله عوارض ناشی از مقادیر منگنزغیر مجاز در چشمه‌های آب گرم می‌باشد.

۶- نتیجه گیری

با توجه به اهمیت بررسی آلودگی زیست محیطی چشمه‌های آب گرم رامسر و مخاطرات ناشی از مقادیر بیش از حد مجاز این عناصر خطرناک، در این تحقیق پس از اندازه‌گیری نمونه‌های آبی ۹ چشمه‌های آب گرم رامسر و مقایسه مقادیر بدست آمده با استانداردهای جهانی مشخص گردیده شد که مقادیر آنیون کلر، بور، آرسنیک، آلومینیوم،

www.SID.ir

اورانیوم، سدیم، منگنز، جیوه، آهن نسبت به استانداردهای اعلام شده جهانی بیش از حد مجاز می‌باشد.

بیشترین نسبت حد غیر مجاز با نسبت ۱۴۶۶۷ برابر، نسبت به استاندارد جهانی مربوط به آنیون کلر در چشمه آب گرم هتل قدیمی ۱ و کمترین نسبت حد غیر مجاز با نسبت ۲ برابر نسبت به استاندارد جهانی برای عنصر اورانیوم محاسبه گردید.

در میان چشمه‌های آب گرم مطالعاتی در رامسر، چشمه‌های آب گرم آب سیاه، صفارود از لحاظ آلودگی ژئوشیمیایی بیشترین آنومالی آلودگی را دارا می‌باشند، که توجه به این مسئله با در نظر گرفتن بافت انبوه مسکونی در چشمه آب گرم آب سیاه و تماس مستقیم چشمه آب گرم صفارود با زمین‌های کشاورزی و تأثیرات احتمالی آن بر محصولات کشاورزی، بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

رخساره چشمه آب گرم صفارود از نوع سولفاته کلراید می‌باشد، که نشانگر تأثیر لایه‌های سنگی مجاور از جنس الیوین گابرو با آلتراسیون کلریتی و سرسیتی و سازند آهکی بر چشمه آب گرم منطقه می‌باشد. رخساره چشمه‌های آب گرم مجموعه هتل قدیمی، زیر پل، آب سیاه، سادات محله، کش و سنگ بنه از نوع بیکربناته منیزیک بوده، این مسئله حاکی از انحلال سنگ‌های آهکی - دولومیتی و افزایش غلظت یون منیزیم در این چشمه‌های آب گرم می‌باشد.

۷- منابع

1. Contamination and distribution in the urban environment of Guangzhou, SE China, Environmental Geochemistry and Health 2006, 28:375–391.
2. Duris M, 2002, Geochemical and ecological survey of the Prague urban area, Geochim summer school, internal report.
3. Duzgoren-Aydin N.S.; Wong, C.S.C.; Aydin, A.; Song, Z.; You, M. and Li, X.D., 2006, Heavy metal.
4. Fetter, C.W., 1999, Contaminant Hydrogeology, 2th Ed., prentice Hall Inc., NJ, 500p.
5. Fetter, C.W. 2000, A pplied Hydrology, 2th Ed., New York, Macmillan Publ. Co, 593p.
6. Guo, G.L. and Zhou, Q.X., 2006, Evaluation of heavy metal contamination in Phaeozem of northeast China, Environmental Geochemistry and Health 28: 331–340.
7. IARC, 1987, International Association for Research on Cancer web site.
8. Ljung, K.; Otabbong, E. and Selinus, O., 2006, Natural and anthropogenic metal inputs to soils in urban Uppsala, Sweden, Environmental Geochemistry and Health 28:353–364.
9. Pandey, P.K.; Sharma, R.; Roy, M.; Roy, S. and Pandey, M., 2006, Arsenic contamination in the Kanker district of central-east India: geology and health efects, Environmental Geochemistry and Health. 28:409–420
10. Rollinson, H., 2005, Using Geochemical data: evaluation, presentation, interpretation, Longman Scientific and Technica. 452p.
11. Segura R.; Arancibia, V.; Zuniga, M.C. and Pasten, P., 2006, Distribution of copper, zinc, lead and cadmium concentrations in stream sediments from the Mapocho River in Santiago, Chile, Journal of Geochemical Exploration, 91, 71-80.
12. Tuckr, M.A., 2001, Sedimentry Petrography, An interdiction to the origin of sedimentary rocks, Blak Wall. 262p.
13. Winfield, A., 2001, Environmental Chemistry, Cambridge University Press, 60p.
14. WHO, 2002, Guide Lines for Drinking Water Quality, Vols: 1,2 and 3,
15. WHO,Geneva.
16. Yazdi and Behzad, 2007, Heavy metal contamination in parks of Islam Shahr, South West of Tehran, Iran, Iranian Journal Of Environmental Sciences,4(2),73-85.

Archive of SID

www.SID.ir