فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۳۵ ، زمستان ۹۴

بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی با استفاده از شاخص کیفیت آب‌های زیر زمینی (GQIو GIS)در دشت جغتای ، شمال شرق ایران

حجت اله جغتایی[۱]

رحیم دبیری[۲*]

r.dabiri@mshdiau.ac.ir

محمد الیاس مسلم پور[۳]

مجید اطاری[٤]

رضا شریفیان عطار[٥]

چکیده

ارزیابی کیفیت آب و شناسایی عوامل آلاینده و نقاط آلوده در مناطقی که از منابع آب های زیرزمینی برای مصارف شرب استفاده می‌شود بسیار با اهمیت است. در این مقاله به بررسی کیفیت آب‌های زیر زمینی در دشت جغتای با استفاده از شاخص GQI می پردازیم. شاخص GQI ابزار مناسبی برای تبدیل داده‌های کیفی متفاوت به داده‌های ساده و قابل فهم می باشد. بدین منظور غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی آب شامل Na+, K+, Mg+2,Ca+2,So4-2, Cl- و میزان TDSمورد بررسی قرار گرفت. بر اساس میزان پارامترهای اندازه گیری شده، نقشه پهنه بندی کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه جغتای تهیه و شاخص کیفیت آب‌های زیرزمینی(GQIدر محیط GIS تعیین گردید. مقدار شاخصGQI در منطقه مورد مطالعه بین ۸۱/۳ تا۸۸/۱ تغییر کرده و در محدوده قابل قبول واقع می‌شود. بررسی‌های شاخص GQI نشان می‌دهد که کیفیت آب در بخش‌های شمالی دشت جغتای با توجه به طی مسافت و عبور از سازندهای مختلف دارای کیفیت پایین‌تری می باشد.

کلمات کلیدی: کیفیت آب، شاخص GQI، نمودار شولر، دشت جغتای.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی ، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

۲- استادیار، گروه زمین شناسی ، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران (مسئول مکاتبات).

۳- استادیار، گروه زمین شناسی ، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.

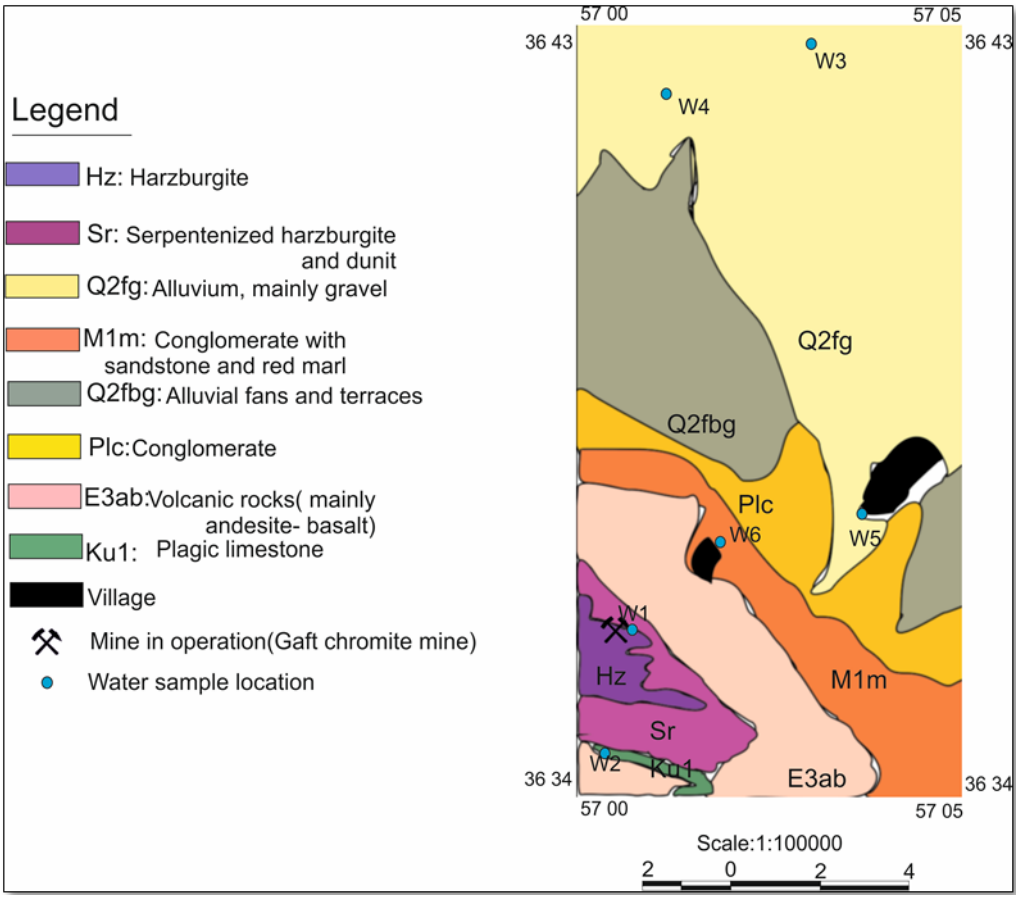
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی ، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

۵- کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، مشهد، ایران.

مقدمه

یکی از عوامل مهم در پایداری توسعه یک منطقه، فراهم بودن منابع آب کافی و مناسب برای مصارف مختلف می‌باشد که علاوه بر کمیت، وضع کیفی آن نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. امروزه خصوصیات کیفی آب از مولفه‌هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامت حوضه‌های آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی در آن کاملا احساس شده، لیکن این مهم کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است (۱و۲). عوامل طبیعی و انسانی در هر منطقه سبب تغییرات فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و بیولوژیکی در کیفیت منابع آب می‌شود. بنابراین علم کیفیت آب به عنوان یک موضوع مهم برای مهندسین و دانشمندان برای سال‌های آتی باقی خواهد ماند (۳). محققان زیادی در این راستا و در مناطق مختلف کیفیت آب را مورد ارزیابی قرار داده‌اند بعضی با بررسی خواص فیزیکوشیمیایی آب و میزان آنیون‌ها و کاتیون‌ها، بعضی با بررسی میزان عناصر سنگین و تعدادی ویژگی‌های میکروبی آب را مورد بررسی قرار داده‌اند (۴، ۵ ، ۶). روش‌های مختلفی برای بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و بیولوژیکی آب ارایه شده است . در این میان شاخص کیفیت آب زیر زمینی (GQI) از طرف Babiker و همکاران برای بررسی کیفیت آبخوانNasuno در کشور ژاپن به کار گرفته شد (۷) . در این شاخص با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، چندین متغیر موثر در کیفیت آب زیرزمینی (Na+, K+, Mg+2,Ca+2,So4-2, Cl-, HCO3-) با یکدیگر تلفیق می شوند و امکان پهنه‌بندی و تهیه نقشه کیفیت آب زیرزمینی خواهد بود. در این مقاله سعی می‌شود با بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب و میزان آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی آب، و مقایسه آن‌ها با استاندارد سازمان بهداشت جهانی، کیفیت آب منطقه بررسی شده و نقشه پهنه بندی کیفیت آب برای منطقه مورد مطالعه ترسیم گردد.

زمین شناسی منطقه مورد مطالعه بخشی از زون افیولیتی سبزوار و در محدوده ای به مختصات ۳۶ '34 oتا۳۶ '43o شمالی و ۵۷ '00oتا ۵۷ '05oشرقی واقع است (شکل۱). افیولیت های سبزوار، بخشی از نوار افیولیتی حلقوی، احاطه کننده میکروپلیت ایران مرکزی (افیولیت های درونی) هستند (۸). سنگ‌های موجود در منطقه را می‌توان به دو گروه افیولیتی و غیرافیولیتی تقسیم بندی کرد. سری افیولیتی بیش‌تر شامل هارزبورژیت ، دونیت های سرپانتینی شده ، گابرو و دیاباز می باشند. واحدهای غیر افیولیتی شامل برخی سنگ‌های آتشفشانی _ رسوبی با ترکیب آندزیتی _ داسیتی با سن ترشیری، و سنگ‌های اسیدی از جنس کنگلومرا و توف و واحدهای کربناته با سن کرتاسه فوقانی می باشد (۹). این منطقه شامل تعداد زیادی از کانسارهای کرومیت لایه‌ای، عدسی و مدادی شکل با ابعاد متفاوت در سنگ‌های فوق بازی سرپانتینی شده (بیشتر هارزبورگیت سرپانتینی شده) می‌باشند(۱۰).



شکل۱- نقشه ساده شده زمین شناسی منطقه مورد مطالعه برگرفته از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰جغتای به همراه نقاط نمونه برداری

مواد و روش ها

به منظور ارزیابی خواص فیزیکو شیمیایی آب، تعداد ۶ نمونه آب از منابع آب منطقه مورد مطالعه در اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ نمونه برداری گردید. پارامترهایی از قبیل دما، هدایت الکتریکی و اسیدیته آب در محل نمونه برداری اندازه گیری گردید. نمونه آب توسط ظروف پلی اتیلن ۲۵۰ میلی لیتری برداشت گردید که pH آن‌ها توسط اسید نیتریک به کم‌تر از ۲ رسانده شد. جهت آنالیز عناصر سنگین(به روشICP_OES) و آنالیز آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی به روش‌های تیتراسیون و طیف سنجی نمونه‌ها، به آزمایشگاه مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی کرج ارسال شد.

در نهایت نتایج به دست آمده توسط نرم افزارهای Excel 2010, و Aquachem مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای تعیین کیفیت آب به روش GQI و تهیه نقشه پهنه‌بندی کیفیت، از پارامترهای شیمیایی کلسیم، منیزیم، سدیم، کلر، سولفات و مقدار کل مواد جامد محلول استفاده می‌گردد. همچنین عناصر فوق را با استاندارد سازمان بهداشت جهانی مورد مقایسه قرار گرفت. نقشه‌های رستری و پهنه‌بندی منطقه نیز با استفاده از روش درون‌یابی در محیط GIS ، تهیه گردید .

جدول۱- تعدادی از خواص فیزیکو شیمیایی، و میزان آنیون ها وکاتیون ها در نمونه های آب

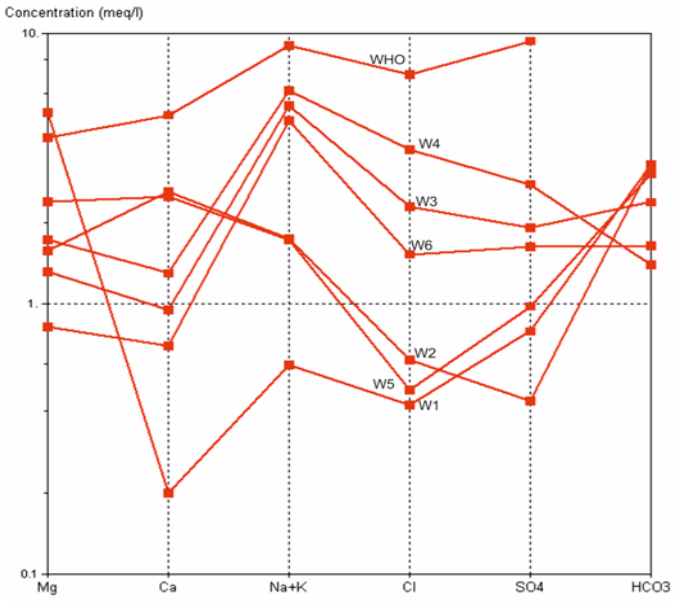
Sample	T (^oc)	TDS (ppm)	Ca ppm	Na ppm	Mg ppm	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3 mg/l CaCO3	ALK T (mg/l CaCO3)	PH	EC (µs/cm)	TH (mg/l CaCO3)
W1	۲۲/۷	۳۷۴	۴	۱۱	۶۲/۱	۱۵	۳۸	۲۰۰	۲۲۶	۲/۸۲	۴۹۶	۴۱۶
W2	۱۶/۲	۷۰۹	۵۲/۳	۳۶	۱۹/۱	۲۲	۲۱	۲۰۰	۲۱۴	۸/۳۱	۱۰۳۱	۲۱۶
W3	۱۹/۲	۴۲۱	۱۹	۱۲۴	۱۶	۸۱	۹۲	۱۴۵	۱۱۸۲	۸/۳	۶۱۱	۱۸۶
W4	۲۱/۲	۴۷۴	۲۶	۱۴۱	۲۱	۱۳۲	۱۳۳	۸۵	۱۰۸	۸/۰۲	۶۸۰	۵۴۳
W5	۱۴/۸	۳۸۴	۵۰	۳۸	۲۹	۱۷	۴۷	۱۸۵	۳۱۸	۷/۹۱	۵۴۱	۲۴۳
W6	۲۰/۶	۳۸۹	۱۴	۱۰۹	۱۰	۵۴	۷۸	۱۰۰	۱۵۲	۸/۵	۵۵۳	۴۹۳
WHO		۶۰۰	۷۵	۲۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۰۰	۱۵۰				

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی پارامترهای فیزیکی نمونه‌های آب (جدول۱) بیان‌گر آن است که این نمونه ها به لحاظ pH در محدوده ۷/۹ تا ۸/۸۱ قرار می‌گیرند. میزان مواد محلول درنمونه‌های برداشت شده از ۳۷۴ تا ۷۰۹ میلی‌گرم بر لیتر متغیر می باشد که به لحاظ استاندارد سازمان بهداشت جهانی در محدوده مجاز (به جز نمونه W2) می باشند. بیش‌ترین میزان TDS مربوط به نمونه W2 می باشد. گمان می رود بالا بودن مقادیر مواد محلول در این نمونه ناشی از وجود واحدهای آهکی در مجاورت واحدهای افیولیتی در آن ناحیه باشد. بر اساس اندازه‌گیری، میزان سختی کل (TH) نمونه ها در محدوده ۱۸۶ تا ۴۱۶ میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم هستند. میزان هدایت الکتریکی (EC)نیز در نمونه ها از ۴۹۶ تا ۱۰۳۱ میکروزیمنس بر سانتی متر در تغییر است. با اندازه گیری مقادیر EC که رابطه مستقیمی با مقدار مجموع نمک‌های محلول در آب دارد می توان به طور نسبی آلودگی معدنی (غیر آلی) آب را مشخص ساخت. مقادیر EC بالا معمولا به شوری بالا و محتوای کانیایی محل برداشت نمونه نسبت داده می شود (۱۱). نمونه W2 شاهد خوبی برای این مطلب است چرا که این نمونه هم از نظر EC,TDS و شوری بالاترین مقدار را در بین نمونه‌ها داراست. گمان می‌رود واحدهای آهکی باعث بالا رفتن میزان این پارامتر در نمونه مذکور شده‌اند. میزان قلیاییت در نمونه‌ها از ۱۰۸ تا ۱۱۸۲ میلی گرم بر لیتر در تغییر است. در نمونه W3 هرچند میزان قلیاییت آب بالاتر از سایر نمونه‌هاست، اما با توجه به مقادیر مجاز سختی و pH آب، کیفیت آب مناسب می باشد.

با اندازه گیری متغیرهای فیزیکوشیمیایی (PH,EC,TDS,TH، دما ، شوری) و غلظت کاتیون ها و آنیون‌های اصلی آب، می‌توان گونه چیره عنصر آلاینده مورد نظر محلول در آب و کیفیت آب از نظر آشامیدن و آبیاری را تعیین نمود (۴). برای این منظور از نمودار شولر استفاده شده

است(شکل۲). طبق نمودار شولر(شکل۲- ب) نمونه‌ها به لحاظ برخی آنیون‌ها و کاتیون‌ها با استاندارد WHO مقایسه شده‌اند. این مقایسه نشان می‌دهد، کیفیت نمونه‌های آب از نظر آنیون‌ها و کاتیون‌های مورد بررسی در حد مطلوب می‌باشد. نمونـه W1 که از نزدیکی معدن کرومیت روستای گفـت برداشـت گردیـده است، از نظر یون منیزیم تا حـدی بـالاتر اسـت. مقـادیر بـالای منیزیم در این نمونه را می توان به اثیر سنگ‌های اولترامـافیکی و معدن‌کاری منتسب دانست.



شکل۲- کیفیت نمونه‌های آب(دیاگرام شولر)

به‌منظور تعیین کیفیت آب از شاخص GQI و نقشه پهنه‌بندی آن استفاده می‌گردد. برای تهیه نقشه پهنه‌بندی، بایستی در محیط GIS نقاط نمونه‌برداری مشخص گردد. سپس داده‌های پارامترهای کلسیم، منیزیم، سدیم، کلر، سولفات و مقدار کل مواد جامد محلول وارد محیط GIS می‌گردد. حال داده‌های نقطه‌ای میانگین ریاضی شش پارامتر شیمیایی مذکور در محیط GIS، توسط ابزار IDW درون‌یابی کرده و نقشه‌های رستری آن تهیه می‌گردد. برای آن‌که نقشه‌های فوق دارای معیار مشترک شوند با استفاده از رابطه زیر غلظت هر پیکسل با استاندارد WHO ارتباط می‌دهیم.

$$C = \frac{Ci - C_{WHO}}{Ci + C_{WHO}}$$

با انجام این کار، شش نقشه جدید با ارزش پیکسل بین ۱ و ۱- تهیه می‌گردد. برای آن‌که ارزش پیکسل‌ها بین ۱ تا ۱۰ طبقه‌بندی گردد با استفاده از رابطه زیر در محیط GIS نقشه‌های رتبه‌بندی جدیدی تهیه می‌گردد (۷).

$$r = (0.5 \times (C * C) + 4.5 \times C + 5$$

در نقشه‌های جدید عدد ۱بیان‌گر کیفیت خوب و به سمت عدد ۱۰ از کیفیت کاسته می‌شود. برای تعیین کلی

کیفیت آب، از طریق رابطه زیر ، نقشه پهنه بندی GQI ترسیم می‌گردد.

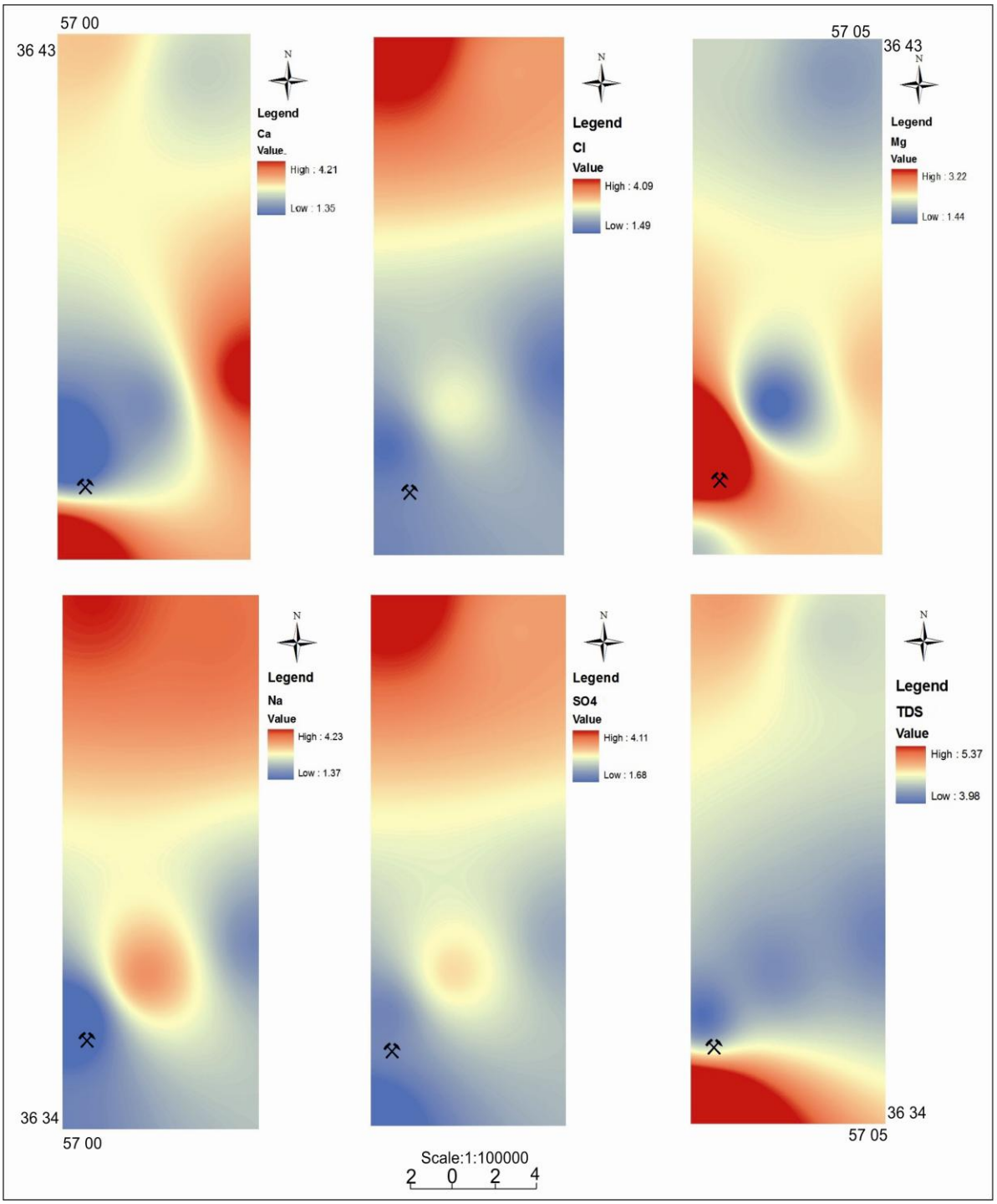
$$GQI = 100 - [\frac{r_1w_1 + r_2w_2 + \cdots + r_6w_6}{6}]$$

در رابطه فوق r رتبه هر پیکسل و w وزن نسبی هر یک از پارامترها می‌باشد. برای محاسبه GQI از پارامترهای مختلف میانگین وزنی گرفته می‌شود (۱۲). وزن نسبی هر پارامتر از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$w = \text{mean } r + 2$$

بر اساس نقشه‌های پهنه‌بندی برای هر یک از متغیرهای کلسیم، منیزیم، سدیم، کلر، سولفات و مقدار کل مواد جامد محلول(شکل۳) می‌توان گفت که میزان آنیون‌های سولفات و کلر و کاتیون سدیم در آب‌های قسمت‌های شمالی منطقه مورد مطالعه بیش‌تر است و میزان کاتیون‌های کلسیم و منیزیم در آب های قسمت‌های جنوبی بیش‌تر است. بیش‌ترین میزان منیزیم مربوط به نمونه آب برداشت شده از نزدیکی معدن کرومیت گفت است و بیش‌ترین میزان کلسیم مربوط به نمونه‌ای است که واحدهای آهکی و افیولیتی در محل برداشت آن قرار دارند. بیش‌ترین میزان مواد محلول آب نیز مربوط به همین ناحیه می‌باشد.

بر اساس محاسبات انجام شده، مقدار شاخص کیفی GQI در منطقه مورد مطالعه برای نمونه‌ها از۸۱ تا ۸۹ متغیر بوده است. با توجه به جدول کیفیت آب بر اساس GQI (جدول ۲)، آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه از نظر استانداردهای آب آشامیدنی در رده کیفیت قابل قبول قرار می‌گیرند. نقشه پهنه‌بندی کیفیت آب منطقه مورد مطالعه (شکل۴) نشان می‌دهد که کیفیت آب در قسمت‌های جنوبی مورد مطالعه بالاتر می‌باشد در تحقیقات اخیر جغتایی و همکاران، با بررسی آلودگی آب از نظر فلزات سنگین نیز مشخص گردید که هر چه به قسمت‌های شمالی منطقه مورد مطالعه نزدیک می‌شویم این آلودگی بیش‌تر می‌شود. که این مطلب با توجه به وجود شیب منطقه (از جنوب به شمال) تایید می‌گردد (۱۳).



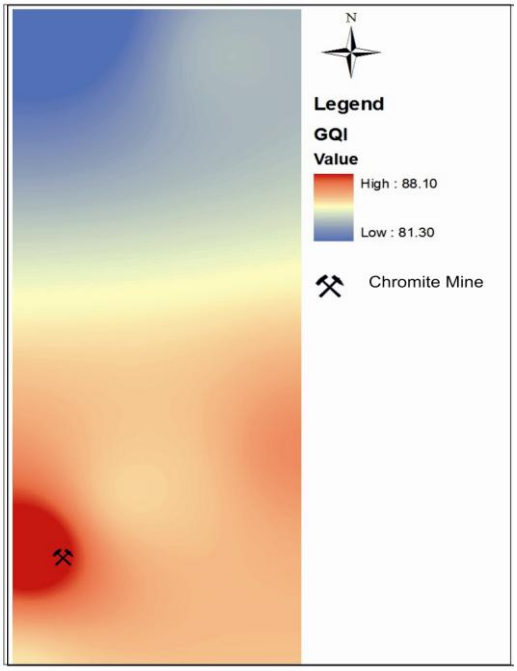
شکل۳- نقشه پهنه بندی متغیرهای کلسیم، منیزیم، سدیم، کلر، سولفات و مقدار کل مواد جامد محلول

کیفیت آب بر اساس GQI

Bibaker et al, 2007 (۷)

کیفیت آب	مناسب	قابل قبول	متوسط	ضعیف	پایین
GQI	۹۱-۱۰۰	۷۱-۹۰	۵۱-۷۰	۲۶-۵۰	۰-۲۵

جدول ۲- کیفیت آب بر اساس GQI برگرفته از (۷) Bibaker et al, 2007



شکل۴- نقشه پهنه بندی کیفیت آب برا اساس شاخص GQI

با مقایسه با استاندارد WHO کیفیت نمونه‌های آب از نظر همه آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی مطابق نمودار شولر، مطلوب می‌باشد. نمونه‌های نزدیک به معدن از لحاظ منیزیم غنی شدگی و نمونه‌های نزدیک به واحدهای آهکی، میزان کلسیم بالاتری دارند. با محاسبه شاخص کیفیت آب‌های زیرزمینی (GQI) مشخص می‌گردد که نمونه‌های برداشت شده آب در محدوده قابل‌قبول قرار می‌گیرند. همچنین با بررسی نقشه پهنه‌بندی این شاخص می‌توان گفت که کیفیت نمونه‌های آب بخش‌های جنوبی منطقه، کیفیت بالاتری دارند.

منابع

1. Khadam, I.M., Kaluarachchi, J.J., Water quality modeling under hydrologic variability and parameteruncertainty using erosion-scaled export coefficients. Journal of Hydrology, 2006, 330: 354-367.

2. Osborne, L.L., Wiley, M.J., Empirical relationships between land use/cover and stream water qualityin an agricultural watershed. Journal of Environmental Management, 1988, 2: 9-27.

۳. آورند ، ر. علیپور، ش. نصراصفهانی، م.ج.، بررسی کیفیت آب رودخانه کارون در تصفیه خانه شماره ۲ اهواز، اولین همایش بهره برداری بهینه از منابع آب استان لرستان، شهریوز ۱۳۸۷.

۴. یعقوب پور، ع، رحیم سوری، ی، وشهریاری،م،۱۳۸۸، ژئوشیمی زیست محیطی محدوده معدنی آغ دره-تکاب، یافتن منشا عناصر آلاینده آرسنیک، آنتیموان و جیوه و بررسی تاثیر فعالیت معدن کاری و صنایع معدنی در ایجاد آلودگی منابع آب،رسوبات و خاک منطقه. گزارش نهایی طرح پژوهشی، سازمان حفاظت محیط زیست.

۵. زارع گاریزی،آ، شیخ،ا، سعدالدین،ا،و سلمان،ع،۱۳۸۸، ارزیابی کیفیت شیمیایی آب های سطحی و بررسی تغییرات فصلی آن، همایش ملی مدیریت بحران آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفند۱۳۸۸.

۶. سلیمانی،س،رمحمودی،م، قاسم زاده،ف و سیاره،ع،۱۳۹۱، بررسی تغییرات کیفی منابع آب باختر کوهسرخ با استفاده از شاخصGQI در محیط GIS،فصلنامه علوم زمین، سال بیست و سوم، شماره۸۹، صفحه۱۷۵تا۱۸۲.

7. Babiker, I. S., Mohamed, M. A. A., Hiyama, T. (2007) Assessing groundwater quality using GIS, Water Resources Management, 21,699–715.

۸. درویش زاده ،ع. ۱۳۷۱، زمین شناسی ایران ، انتشارات ندا.

۹. وطن پور، ح.ر. خاکزاد، ا. قادری، م ،۱۳۸۸، کاربرد عناصر گروه پلاتین (PGE) در اکتشاف و ارزیابی اقتصادی درکانسارهای کرومیت کمربند افیولیتی سبزوار ، فصلنامه علمی علوم زمین شماره ۷۱.

۱۰. وطن پور، ح.ر. آفتابی، ع ،۱۳۷۷، بررسی مهمترین انواع بافت و ساخت کانسارهای کرومیت منطقه گفت و فرومد سبزوار، فصلنامه علمی علوم زمین شماره ۲۳-۲۴.

11. Garg, V. K., Suthar, S., Singh, S., Sheoran, A., Meenakshi, G., & Jain, S., 2009- Drinking water quality in villages of southwestern Haryana, India: assessing human health risks associated with hydrochemistry, Environmental Geology, 58: 1329-1340.

12. Hiyama, T., 2010- Evaluation of groundwater vulnerability (and susta inability). 20th UNESCO. IHP training course.

۱۳. جغتایی،ح، دبیری،ر و مسلم پور،م،۱۳۹۴، بررسی تاثیر واحدهای سنگی افیولیتی بر کیفیت منابع آب دشت جغتای،(شمالغرب سبزوار)، ششمین همایش ملی زمین شناسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اردیبهشت ۱۳۹۴.