Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد پانزدهم، شماره اول، فروردین ـ اردیبهشت ۱۳۸۷
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

تأثیرعوامل زمین شناسی درکیفیت شیمیایی منابع تأمین آب آشامیدنی گرگان

*مصطفی رقیمی[۱]، عزیز رحیمی‌چاکدل[۲]، مجتبی قره‌محمودلو[۳]، مجید شاه‌پسندزاده[۴] و سیدمحمد سیدخادمی[۵]

[۱]دانشیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]مربی گروه منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]استادیار مؤسسه بین‌المللی زلزله و زلزله‌شناسی، [۵]کارشناس شرکت آب و فاضلاب استان گلستان

تاریخ دریافت: ۸۴/۱۱/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۴/۳

چکیده

حدود ۸۰ درصد منابع تأمین آب آشامیدنی گرگان را آبخوان‌های زیارت، گرمابدشت و شصت‌کلاته و ۲۰ درصد آن را آب‌های سطحی منطقه (رودخانه‌های زیارت و النگدره) تشکیل می‌دهند. از داده‌های شیمیایی مربوط به منابع تأمین آب آشامیدنی برای تجزیه تحلیل هیدروژئوشیمیایی آبخوان شهر گرگان استفاده شده است. بنابر نمودارهای پایپر و دورو، رخساره‌های هیدروشیمیایی آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه عمدتاً از نوع بی‌کربنات کلسیم - منیزیم و کلروره (بی‌کربنات) کلسیم- منیزیم (HCO^{3-}، Ca^{2+}-Mg^{2+} و Cl^{-} HCO^{3-}، Ca^{2+}-Mg^{2+}) است. کاتیون آنها از نوع کلسیم، منیزیم و بدون نوع غالب و آنیون آن از نوع بی‌کربنات، کلرید با آنیون غالب بی‌کربنات است. با توجه به مقدار کربنات کلسیم موجود در این آب‌ها، منابع تأمین آب آشامیدنی گرگان در رده آب‌های خیلی سخت قرار می‌گیرند. مادامی که بر طبق رده‌بندی مدل ژیپس کل جامدات حل شده (TDS) موجود در آب آشامیدنی شهر گرگان از سنگ مادری منطقه منشأ گرفته است. بر طبق اطلاعات به‌دست آمده از نمودارهای غلظت یون‌های اصلی و نمایه اشباع (TDI و SI) میزان غلظت یون‌ها در جهت حرکت آب زیرزمینی در حال افزایش می‌باشد. این روند برای چاه‌های شمال گرگان (شمال گسل خزر) صادق نمی‌باشد و دارای غلظت‌هایی کمتر از چاه‌های جنوبی هستند. تغییرات نمایه‌های اشباع روی نمودارهای TDI و SI دارای روندی یکنواخت نمی‌باشد. پس می‌توان نتیجه گرفت که گسل خزر باعث تغییرات شدیدی در غلظت یون‌ها و نمایه‌های اشباع آب زیرزمینی در ناحیه شمال شهر گرگان شده است. براساس تحلیل نتایج داده‌های آزمایشگاهی، شناخت دقیق کیفیت شیمیایی منابع تأمین آب آشامیدنی می‌تواند در مدیریت و برنامه‌ریزی تأمین آب آشامیدنی این شهر مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: عوامل زمین‌شناسی، کیفیت شیمیایی، هیدروشیمی آب آشامیدنی، شهر گرگان

مقدمه

کیفیت شیمیایی به‌عنوان یکی از مهمترین خصوصیات آب آشامیدنی همیشه مدنظر بوده است. خصوصیات شیمیایی آب‌های طبیعی بازتابی از خاک‌ها و سنگ‌های مرتبط به آن می‌باشد (مالینا، ۱۹۹۶). رخساره‌های هیدروشیمیایی نیز عملکردی از سنگ شناسی، نیروی جنبشی محلول و الگوی جریانی هستند (بک، ۱۹۶۶). گسل‌ها نیز با جابجایی لیتولوژی مختلف و

*- مسئول مکاتبه: raghimi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

ایجاد سدهای هیدرولیکی تأثیرات متفاوتی را بر کیفیت شیمیایی و جهت حرکت آب زیرزمینی می‌گذارند. ارتباط بین جریان‌های آب‌های زیرزمینی با ویژگی‌های هیدرولوژیکی و هیدروشیمی آبخوان‌ها مورد مطالعه بسیاری از محققین قرار گرفته است (دومنی، ۱۹۷۲؛ اوفوری و تود، ۱۹۸۹؛ بایاری و کورتاس، ۱۹۹۵ و جونگ، ۲۰۰۱).

برطبق رهنمودهای کیفیت آب آشامیدنی کشور استرالیا "... به‌طور آرمانی، آب آشامیدنی باید شفاف، بی‌رنگ، بدون مزه، بی‌بو، و باید عاری از مواد معلق، مواد شیمیایی مضر و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا باشد" (آب آشامیدنی، ۲۰۰۳).

دو پارامتر مهم برای این سکانس‌های آنیونی و کاتیونی عبارتنداز: ۱- در دسترس بودن کانی‌ها ۲- نرخ انتشار این سکانس به وسیله عوامل طبیعی (رودخانه‌ها و آب‌های سطحی، گسل، اختلاط، لیتولوژی و...) و فعالیت انسانی (آب برگشتی کشاورزی، نشت پساب‌های شهری و صنعتی، نشت از چاه‌های جذبی و ...) که همواره دستخوش تغییر هستند. یکی از عوامل مؤثر بر سکانس تکاملی آنیونی و کاتیونی گسل‌ها می‌باشند که به طرق مختلف از جمله تغییر لیتولوژی، ایجاد زون نفوذپذیر جهت نفوذ آب‌های سطحی (نزدیک شدن کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی به محل تغذیه)، ایجاد تخلخل ثانویه (کاهش زمان ماندگاری)، ایجاد زون نفوذناپذیر و ... می‌تواند بر سکانس تکاملی آنیونی و کاتیونی تأثیر گذارد (فریز و چری، ۱۹۷۹).

هدف از این تحقیق بررسی کیفیت شیمیایی آب آشامیدنی شهر گرگان و تأثیر عملکرد عوامل زمین‌شناسی مانند لیتولوژی و گسل‌های موجود در منطقه (مانند گسل خزر) در کیفیت هیدروژئوشیمیایی آب‌های زیرزمینی و هم چنین تأثیر آن بر سکانس تکاملی یون‌های آب زیرزمینی در منابع اصلی تأمین آب آشامیدنی شهر گرگان می‌باشد.

موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه: شهر گرگان در موقعیت طول‌های جغرافیایی ۲۵ و ۵٤° تا ۲۸ و ۵٤° شرقی و عرض‌های ٤۹ و ۳٦° تا ۵۱ و ۳٦° شمالی در دامنه شمالی ارتفاعات البرز قرار دارد. این شهر برروی مخروط افکنه‌های رودخانه‌های زیارت (ناهارخوران)، انجیر آب و گرمابدشت که از شاخه‌های فرعی رود قره‌سو به شمار می‌روند، قرار گرفته است. رودخانه قره‌سو در محدوه مورد مطالعه، امتداد شمالی- جنوبی دارد. منابع تأمین آب آشامیدنی شهر گرگان را رودخانه‌های زیارت و النگ دره و سفره‌های آب زیرزمینی منطقه تشکیل می‌دهند (شکل ۱).

از نظر زمین‌شناسی، در منطقه مورد مطالعه واحدهای سنگی از پالئوزوئیک (مجموعه سنگ‌های دگرگونی گرگان) تا کواترنری گزارش شده است (شاه پسندزاده، ۱۹۹۲). به‌علت نفوذپذیری کم و عدم وجود سفره‌های آب گسترده در سنگ‌های دگرگونی گرگان در مقایسه با نهشته‌های مخروط افکنه‌ای کوهپایه‌ها، ژرفای اکثر چاه‌های آب منطقه محدود به این سنگ بستر می‌گردد. کلیه چاه‌های عمیق تأمین‌کننده آب آشامیدنی گرگان در رسوبات ضخیم مخروط افکنه‌ای متشکل از گراول، شن، ماسه و سیلت حفر شده‌اند. گسل خزر نیز از بخش شمالی آن عبور می‌نماید. با توجه به شیب توپوگرافی شهر گرگان، جهت جریان آب رودخانه‌های زیارت و النگدره و هم چنین آب‌های زیر زمینی منطقه از جنوب به شمال گزارش شده است (برگر، ۱۹۷۲ و فنونی، ۱۹۸۹) (شکل ۲).

مواد و روش‌ها

۳٤ نمونه از آب‌های سطحی و زیرزمینی منابع تأمین آب آشامیدنی شهر گرگان در دو فصل بهار و زمستان در سال ۱۳۸۳ نمونه‌برداری شد (شکل ۱). نمونه‌برداری از آب‌های زیرزمینی، پس از تخلیه حجمی معادل سه برابر حجم لوله‌های آب داخل چاه‌ها، در ظرف‌های پلاستیکی شستشو داده شده با اسید آب مورد نمونه برداری جمع‌آوری گردید. نمونه‌های آب سطحی از رودخانه‌ها قبل از ورود به ایستگاه تزریق مواد از آب خام رودخانه برداشت گردید. نمونه‌های جمع‌آوری شده نیز بر طبق روش‌های استاندارد تجزیه آب آشامیدنی در

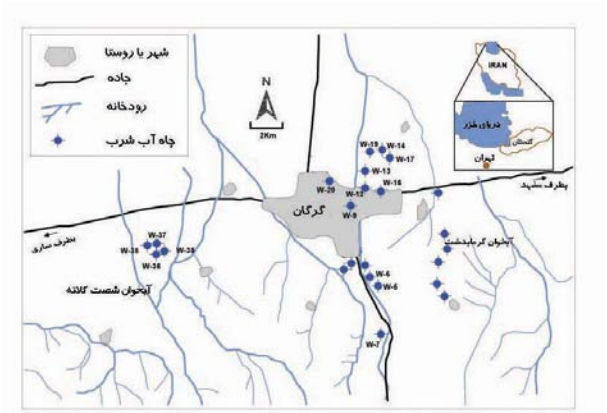
www.SID.ir

Archive of SID

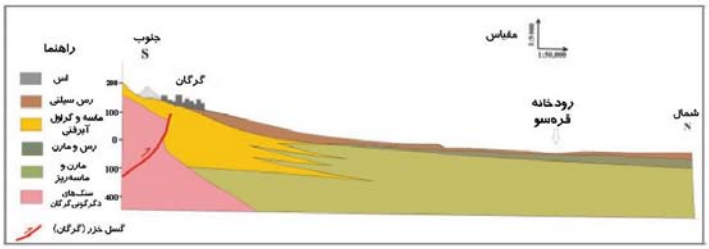
آزمایشگاه شیمی آب، اداره امور آب و فاضلاب شهر گرگان تجزیه شد (مؤسسه استاندارد ایران، ۱۹۸۸؛ آفا، آووا و ویسف، ۱۹۹۵ و ایپا، ۱۹۹۸).

هدایت الکتریکی (EC) نمونه‌های آب با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج HACH-۱۵۰، pH توسط pH متر Metrohm و کدورت نمونه‌ها با کدورت سنج HACH-۲۱۰۰p تعیین شده است. مقادیرآنیون‌های SO_4^{-2}، NO_3^-، HCO_3^- و Cl^- و کاتیون‌های Ca^{+2}، Mg^{+2}، Na^+، K^+ با استفاده از دستگاه اسپکترومتر HACH -DR2000 و سختی کل از روش تیتراسیون دیجیتالی برحسب میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری گردیده‌اند. ابتدا با استفاده از نقشه‌های هم ارزش روند کلی تغییرات برخی پارامترهای شیمیایی نظیر هدایت الکتریکی، کلرید، نیترات مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله بعد برخی از چاه‌های یک روند شمالی- جنوبی انتخاب شد (شکل ۱۰).

سپس تغییرات غلظت یون‌ها در این روند با استفاده از نمودار سری‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت تفسیر بهتر تیپ و تکامل ژئوشیمیایی آب زیرزمینی از نمودار دورو (Durov) استفاده شده است. این نمودار را می‌توان صورت تکامل یافته‌تری از نمودار پایپر به حساب آورد. به‌منظور بررسی دقیق‌تر هیدروژئوشیمیایی آبخوان مورد مطالعه از نمودارهای ترکیبی در دو فصل بهار و زمستان استفاده گردید. این نمودارها براساس غلظت یون‌های اصلی(TDI) در محور افقی و غلظت آنیون‌ها و یا کاتیون‌ها در محور قائم استوار می‌باشد. یکی از مهمترین کاربردهای این نمودار در تشخیص منابع تغذیه‌کننده آب زیرزمینی می‌باشد به‌طوری که نحوه آرایش نمونه‌ها دلالت بر منابع تغذیه‌کننده آنها دارد. جهت محاسبه نمایه‌های اشباع (SI) نمونه‌های آب زیرزمینی از کد کامپیوتری PHREEQC I (پارخورست و آپلو، ۱۹۹۹) استفاده شده است. جهت تعیین منشأ مواد جامد محلول از تغییرات نسبت $Na/(Na+Ca)$ و $Cl/(Cl+HCO_3)$ با مجموع مواد جامد محلول از نمودار بوم رنگ ژیپس استفاده شده است.



شکل ۱- موقعیت چاه‌های نمونه‌برداری شده از منابع تأمین آب آشامیدنی شهر گرگان.



شکل ۲- برش زمین‌شناسی از نهشته‌های آبرفتی آبخوان زیارت. این برش با راستایی شمالی- جنوبی از شهر گرگان تا رودخانه قره‌سو بر پایه اطلاعات ۵ حلقه چاه آب اکتشافی و بهره‌برداری رسم شده است (با تغییرات از برگر، ۱۹۷۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جهت تجزیه و تحلیل داده‌های هیدروشیمیایی منابع تأمین آب آشامیدنی از نرم‌افزارهای Rockworks, 99 و Aquachem, 4 بهره‌گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه شیمیایی منابع تأمین آب آشامیدنی گرگان در (جدول‌های ۱ و ۲) ارایه شده است. در نمونه‌های آب تجزیه شده، میزان هدایت الکتریکی از ٤٤٠ تا حداکثر ۱/۱٤۳۰ میکروموس بر سانتی‌متر، سختی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر تا حداکثر ٦٤٠ میلی‌گرم در لیتر و pH ٦/۸ تا ۸/۳ گزارش می‌شود. منابع تأمین آب آشامیدنی ۱، ۵، ۸، ۲۱ و ۲۲ با میزان منیزیم بیش از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر مشخص می‌شوند، آب این چاه‌ها بعد از ورود به مخازن ذخیره با آب‌های با منیزیم پایین مخلوط گردیده، به‌طوری‌که شبکه آبرسانی منیزیمی در حد استاندارد خواهد داشت. نتایج تجزیه شیمیایی منابع تأمین آب آشامیدنی شهر گرگان تغییرات قابل توجهی را در میزان نیترات آنها از ۳/۵ در لیتر تا ٦۹ میلی‌گرم در لیتر نشان می‌دهد. میزان نیترات آب چاه‌های شماره ۲۷ و ۲۸ بیش از٤٥ میلی‌گرم در لیتر مقدار مجاز آن در آب‌های آشامیدنی است (آفا، ۱۹۹۸).

تمرکز آنیون کلر در آب‌های زیرزمینی منطقه گرگان از ۸ میلی‌گرم در لیتر تا ۲۰٤ میلی‌گرم در لیتر متغیر است. الگوی تغییرات غلظت یون کلرید در چاه‌های با میزان غیرمجاز نیترات، از الگوی تغییرات غلظت نیترات آب این چاه‌ها تبعیت می‌کند. ضمناً، چاه‌های شماره ۱، ۱۹، ۲۱ و ۲۲ با میزان بالای کلرید ولی مقدار کم نیترات مشخص می‌شوند. قابل ذکر است که بنابر نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه کلیه چاه‌های با مقدار زیاد نیترات و کلرید در محدوده شهری قرار دارند.

میزان نیترات آب چاه‌های ۲۷ و ۲۸ بیش از مقدار مجاز آن در آب‌های آشامیدنی است. دو منشاء عمده ممکن است برای مقدار نیترات موجود در منابع تأمین آب آشامیدنی گرگان پیشنهاد شود، شامل فاضلاب‌های خانگی و تثبیت زیستی نیتروژن در خاک به همراه شستشو و انتقال آن به آب‌های زیرزمینی. الگوی تغییرات کلرید در چاه‌های با میزان نیترات غیرمجاز از الگوی تغییرات نیترات آب این چاه‌ها تبعیت می‌کند. با تعیین مقادیر K/Cl و NO_3/Cl، منشأ احتمالی نیترات آب‌های زیرزمینی را می‌توان تعیین کرد. با توجه به این که در گمانه چاه‌های آب این منطقه و همچنین در مطالعات ژئوالکتریک انجام شده اثری از واحدهای سنگی تبخیری گزارش نشده است (برگر، ۱۹۷۲ و فنونی، ۱۹۸۹). لذا، امکان وجود نهشته‌های تبخیری با شک و تردید همراه است. پایین بودن مقدار نیترات در آب‌های زیرزمینی آبخوان‌های شصت کلا و گرمابدشت (چاه‌های شماره ۱۳، ۳۲، ۳۳ و ٣٤) علی‌رغم قرارگیری چاه‌های آشامیدنی این آبخوان‌ها در محدوده اراضی کشاورزی نسبت به آب‌های زیرزمینی آبخوان زیارت، نشانگر عدم تأثیر یا اثر ناچیز کودهای شیمیایی بر آلودگی آب‌های آشامیدنی این منطقه است. با توجه به دفع سنتی فاضلاب و قابلیت نسبتاً خوب نفوذپذیری زمین‌های دریافت‌کننده فاضلاب در این منطقه، مهمترین منشاء نیترات در نمونه‌های آب چاه‌های آشامیدنی شهر گرگان احتمالاً فاضلاب‌های شهری می‌باشد (رقیمی و سیدخادمی، ۲۰۰۱؛ شاه پسندزاده و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به این که اکثریت چاه‌های با بیشترین میزان نیترات منطقه در بخش‌های شمالی شهر (چاه‌های شماره ۲۷ و ۲۸) قرار دارند و نظر به این که شیب توپوگرافی و جهت جریان آب‌های زیرزمینی این منطقه از جنوب به سوی شمال است. بنابراین، انتقال آلودگی آب این چاه‌ها توسط فاضلاب‌های خانگی تأیید می‌شود.

رخساره‌های هیدروشیمی حاصل اثر متقابل ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی سنگ‌ها، نیروی جنبشی محلول و الگوهای جریان سفره آب زیرزمینی هستند (بک، ۱۹٦٦). نتایج سنجش‌های شیمیایی منابع تأمین آب آشامیدنی شهر گرگان در راستای شناخت رخساره‌های هیدروشیمی و نوع آب‌های زیرزمینی و سطحی برروی نمودار پایپر ترسیم گردیده است (پایپر، ۱۹٤٤؛ هم،

www.SID.ir

Archive of SID

۱۹۸۹). بنـابر نمـودار پـایپر، ترکیـب شـیمیایی آب‌هـای زیرزمینی منطقه و همچنین رودخانه زیارت عمدتاً از نـوع بی کربنات کلسیم- منیزیم و بدون نـوع غالـب اسـت. در صورتی که رخسـاره هیدروشـیمی رودخانـه النـگ دره و سایر منابع آب زیرمینی منطقه از نوع کلرید (بـی‌کربنـات) کلسیم- منیـزیم و بـدون نـوع غالـب گـزارش مـی‌شـود. منشـاهای احتمـالی آب‌هـای زیرزمینـی نـوع کلریـد (بـی‌کربنـات) کلسـیم- منیـزیم منطقـه مـی‌تواننـد نفـوذ فاضلاب‌های خانگی شهر گرگان و فروشویی نمـک‌هـای تبخیری موجود در لس‌ها باشند. کل جامـدات حـل شـده رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی منطقـه در برابـر تغییـرات نسـبت $Na/(Na+Ca)$ و $Cl / (Cl+HCO^{-3})$ نمـودار بوم رنگ ژیبس (ژیبس،۱۹۷۰) نشـانگر تـأثیر سـنگ‌هـای منطقه بر کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی و سطحی این منطقه است (شکل، ۳ الف و ب).

جدول ۱- نتایج آنالیز شیمیایی چاه‌های آب آشامیدنی شهر گرگان- بهار ۱۳۸۳ (EC برحسب دسی‌زیمنس بر متر مابقی برحسب میلی‌گرم بر لیتر).

چاه آب	TDS	EC	Ca	Mg	Na	K	HCO_3	Cl	SO_4	NO_3
۱	۸۳۲	۱/٤۲۰	۱٤٥	٤۷	۷۰	۳	۳۱٥	۱۷٦	۱۷۲	۲۸
۲	٦٥۱	۱/۱۲۸	۱۱٥	۳۹	٤۸	۹	۳۱۰	۹۷	۱٤۰	۱۷
۳	٤۹٥	۰/۸٤٥	۹۲	۲۲	۳٦	٥/٥	۲۷٦	٤۸	۱۱۰	۱۲/۳
A٤	٥۳۱	۰/۸۸٥	۱۲۰	۱۹	۲۸	۳/٥	۲۸۰	٥۷	۱۲٤	۱۱
B٤	٦۱۹	۱/۱۰۰	۱۳۲	۳۷	۲٦	٥/٥	۳۳۰	٦۷	۱٤٤	٤٦
٥	٦۰۷	۱/۰۸۰	۱۲۰	٤۳	۲۹	۳/٥	۳۰۰	٦۰	۱٤٤	۲٦
٦	٦٥۱	۱/۱۷۰	۱۲۸	٤۳	۳۲	۳/٥	۳٤۰	٦۹	۱۳٦	۳٦
۷	٦۱۷	۱/۱۲۳	۱۲٦	٤٤	۲۷/٦	۳/٥	۳۲۰	٥۹	۱٤۰	۲٦
۸	۷۲۱	۱/۱۹۰	۱٥٦	٤۳	۳٦	٤	۳٤۲	۷۳	۱٥٦	٤۷
۹	٥۷۲	۰/۹۹۰	۱۱۲	۳۸	۲٤	٥	۳۰۰	٥۰	۱۳۲	۲٥
۱۰	٥۳٥	۰/۹۲۲	۹۹	۳٦	۲٤	۰/٤	۳۲۲	۲۸	۱٤۰	۱۳
۱۱	٥٦۹	۰/۹۸٤	۱۲۹	۲۸	۲۰	۰/۸٥	۳۲۰	۳۲	۱٥۲	۱۳
۱۲	۲۷٤	۰/٥۷٦	۷۳	۳۲	۲۳	۲	۲۷۷	۱٥/٥	۲٤	٦
۱۳	۳۰٦	۰/٥٥۰	۷۲	۱۹	۷	۱/٥	۲۸۰	۱٤	۱۷	۹
۱٤	۳۲۱	۰/٥۷٥	۸۳	۱٦	٦	۱/٥	۲۹۰	۸	۲٤	۹
۱٥	۳۱٦	۰/٥۸۰	۸۰	۱۹	٥	۱/٥	۲۹۲	۱۱	۱۹	٦
۱٦	۳۱٤	۰/٥۸٥	۸٤	۱۸	٤/۹	۱/٥	۲۷۸	۱٥	۱۹	۷/۹
۱۷	۳۲۸	۰/٦۱۰	۸۲	۲۲	٥/۱	۱/٥	۲۹۰	۱۲/۷	۲۳	۹/٦
۱۸	٥۸۱	۰/۹٦۰	۱۰۷	٤٦	۹	٥/٥	۲۸۸	٦۳	۱٤٤	۳٤
۱۹	٥۸۹	۱/۰۲۰	۱۰۸	٤۱	۲٥	٥/٥	۲٤۰	۱۱٥	۱۲۸	۲۲
۲۰	٤۸۰	۰/۸۰۰	۷۸	۲٥	٥۸	۱/٥	۳۳٥	۲۷	۷٥	۱٤
۲۱	٦٤۲	۱/۱۲۰	۱۱۰	٤۸	۳٦	٤	۲۸۰	۱۳٦	۱۲۸	۲٤
۲۲	۷٤۳	۱/۳۲۰	۹٦	۷۲	٥٥	٤	۲۷۰	۲۰٤	۱۲۸	۲۲
۲۳	٥٦٥	۰/۹٥۰	۹۸	۳۷	۳٦	۳	۲۹٥	٥۳	۱۳۲	۲۸
۲٤	٦۰۳	۱/۲۰۰	۱۰٤	۳۷	٤۱	۳	۳۰۰	۷۱	۱٤۰	۲٦
۲٥	٦۱٤	۱/۰۳۰	۱۱۲	۳٤	٤۱	۳/٥	۳۰٥	٦۱	۱٥۲	۲٦
۲٦	٥٥۰	۱/۲۰۰	۹٦	۳۳	٦۰	۳	۳۲۰	٥۰	۱٥۰	۱۸
۲۷	٦٥۲	۱/۰٦۳	۱۲۸	۳۳	۳٦	٤	۲۹۹	۸۱	۱٤۰	٤۹
۲۸	٦٦٦	۱/۱۰۰	۱۳۰	۳۷	۳٦	٤	۳۰۰	۸٥	۱٤۸	٤٦
۲۹	٦۱۷	۱/۰۳۰	۱۲٦	۳۲	۳٦	۳/٥	۳۱۰	٥۷	۱٤۰	۳۷
۳۰	٥٤۷	۰/۹۹۰	۱۰۷	۳۸	۳۰	۳/٥	۲۹۷	٥۲	۱٤٤	۲۳
۳۱	٥٤٦	۰/۹۱۰	۹۸	۳۷	۳۳	۳/٥	۲۸٤	٤۹	۱۳۲	۲۳
۳۲	٤۷۰	۰/۷٥۳	٦٤	٤۰	۳٦	۱	۲۷۸	۳۸	۱۲٤	۷
۳۳	٥۰٦	۰/۸۸۳	۸۳	۳۸	۲۷	۷	۲۲۰	۳٦	۱٦۸	۱۳
۳٤	۲۸۰	۰/٤٦۰	٦٤	۱٤	۷	۳	۲۰۰	۱۰	۲۹	۸/۸

www.SID.ir

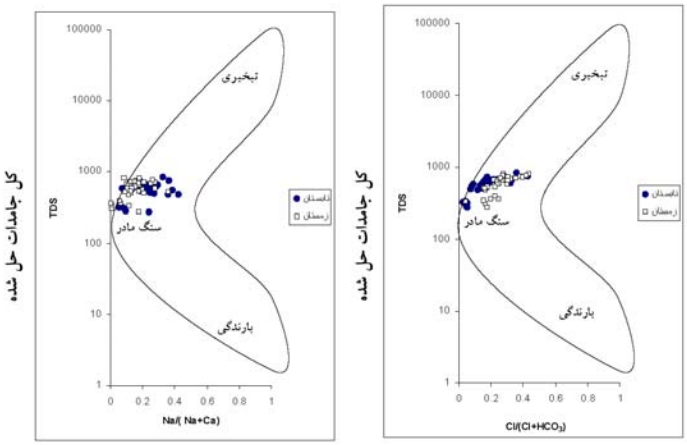
Archive of SID

جدول ۲- نتایج آنالیز شیمیایی چاه‌های آب آشامیدنی شهر گرگان- زمستان ۱۳۸۳ (EC برحسب میکروموس بر سانتی‌متر مابقی برحسب میلی‌گرم بر لیتر).

چاه آب	TDS	EC	Ca	Mg	Na	K	HCO_3	C1	SO_4	NO_3
۱	۸۳۲	۱٤۲۰	۱٤٥	٤۷	۷۰	۳	۳۱٥	۱۷٦	۱۷۲	۲۸
۲	٦٥۱	۱۱۲۸	۱۱٥	۳۹	٤۸	۹	۳۱۰	۹۷	۱٤۰	۱۷
۳	٤۹٥	۸٤٥	۹٦	۲۲	۳٦	٥/٥	۲۷٦	٤۸	۱۱۰	۱۲/۳
A٤	٥۳۱	۸۸٥	۱۲۰	۱۹	۲۸	۳/٥	۲۸۰	٥۷	۱۲٤	۱۱
B٤	٦۱۹	۱۱۰۰	۱۳۲	۳۷	۲٦	٥/٥	۳۳۰	٦۷	۱٤٤	٤٦
٥	٦۰۷	۱۰۸۰	۱۲۰	٤۳	۲۹	۳/٥	۳۰۰	٦۰	۱٤٤	۲٦
٦	٦٥۱	۱۱۷۰	۱۲۸	٤۳	۳۲	۳/٥	۳٤۰	٦۹	۱۳٦	۳٦
۷	٦۱۷	۱۱۲۳	۱۲٦	٤٤	۲۷/٦	۳/٥	۳۲۰	٥۹	۱٤۰	۲٦
۸	۷۲۱	۱۱۹۰	۱٥٦	٤۳	۳٦	٤	۳٤۲	۷۳	۱٥٦	٤۷
۹	٥۷۲	۹۹۰	۱۱۲	۳۸	۲٤	٥	۳۰۰	٥۰	۱۳۲	۲٥
۱۰	٥۳٥	۹۲۲	۹۹	۳٦	۲٤	۰/٤	۳۲۲	۲۸	۱٤۰	۱۳
۱۱	٥٦۹	۹۸٤	۱۲۹	۲۸	۲۰	۰/۸٥	۳۲۰	۳۲	۱٥۲	۱۳
۱۲	۲۷٤	٥۷٦	۷۲	۳۲	۲۳	۲	۲۷۷	۱٥/٥	۲٤	٦
۱۳	۳۰٦	٥٥۰	۷۲	۱۹	۷	۱/٥	۲۸۰	۱٤	۱۷	۹
۱٤	۳۲۱	٥۷٥	۸۲	۱٦	٦	۱/٥	۲۹۰	۸	۲٤	۹
۱٥	۳۱٦	٥۸۰	۸۰	۱۹	٥	۱/٥	۲۹۲	۱۱	۱۹	٦
۱٦	۳۱٤	٥۸٥	۸٤	۱۸	٤/۹	۱/٥	۲۷۸	۱٥	۱۹	۷/۹
۱۷	۳۲۸	٦۱۰	۸۲	۲۲	٥/۱	۱/٥	۲۹۰	۱۲/۷	۲۳	۹/٦
۱۸	٥۸۱	۹٦۰	۱۰۷	٤٦	۹	٥/٥	۲۸۸	٦۳	۱٤٤	۳٤
۱۹	٥۸۹	۱۰۲۰	۱۰۸	٤۱	۲٥	٥/٥	۲٤۰	۱۱٥	۱۲۸	۲۲
۲۰	٤۸۰	۸۰۰	۷۸	۲٥	٥۸	۱/٥	۲۳٥	۲۷	۷٥	۱٤
۲۱	٦٤۲	۱۱۲۰	۱۱۰	٤۸	۳٦	٤	۲۸۰	۱۳٦	۱۲۸	۲٤
۲۲	۷٤۳	۱۳۲۰	۹٦	۷۲	٥٥	٤	۲۷۰	۲۰٤	۱۲۸	۲۲
۲۳	٦٥٦	۹٥۰	۹۸	۳۷	۲٦	۲	۲۹٥	٥۳	۱۳۲	۲۸
۲٤	٦۰۳	۱۲۰۰	۱۰٤	۳۷	٤۱	۲	۳۰۰	۷۱	۱٤۰	۲٦
۲٥	٦۱٤	۱۰۳۰	۱۱۲	۳٤	٤۱	۳/٥	۳۰٥	٦۱	۱٥۲	۲٦
۲٦	٥٥۰	۱۲۰۰	۹٦	۳۳	٦۰	۲	۳۲۰	٥۰	۱٥۰	۱۸
۲۷	٦٥۲	۱۰٦۳	۱۲۸	۳۲	۳٦	٤	۲۹۹	۸۱	۱٤۰	٤۹
۲۸	٦٦٦	۱۱۰۰	۱۳۰	۳۷	۳٦	٤	۳۰۰	۸٥	۱٤۸	٤٦
۲۹	٦۱۷	۱۰۳۰	۱۲٦	۳۲	۳٦	۳/٥	۳۱۰	٥۷	۱٤۰	۳۷
۳۰	٥٤۷	۹۹۰	۱۰۷	۳۸	۳۰	۳/٥	۲۹۷	٥۲	۱٤٤	۲۳
۳۱	٥٤٦	۹۱۰	۹۸	۳۷	۳۳	۳/٥	۲۸٤	٤۹	۱۳۲	۲۳
۳۲	٤۷۰	۷٥۳	٦٤	٤۰	۳٦	۱	۲۷۸	۳۸	۱۲٤	۷
۳۳	٥۰٦	۸۸۳	۸۳	۳۸	۲۷	۷	۲۲۰	۳٦	۱٦۸	۱۳
۳٤	۲۸۰	٤٦۰	٦٤	۱٤	۷	۳	۲۰۰	۱۰	۲۹	۸/۸

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- رده‌بندی چاه‌های آب آشامیدنی گرگان بر طبق مدل ژیبس.

به‌عبارت دیگر، تأثیر ویژگی‌های سنگ‌شناسی منطقه (سنگ آهک‌های سازند لار و سنگ‌های دگرگونی گرگان) بر کل جامدات حل شده منابع تأمین آب آشامیدنی گرگان را می‌توان در نوع آب‌های زیرزمینی و سطحی منطقه (کربنات کلسیم- منیزیم و بدون نوع غالب) و هم چنین بالا بودن درجه سختی این آب‌ها مشاهده نمود.

بنابر طبقه‌بندی سختی آب (Hr) براساس کربنات کلسیم موجود در آن بر طبق معادله ۱ (ساویر و مک کارتی، ۱۹٦۷)،

$$Hr = 2.5Ca + 4.1Mg \qquad (۱)$$

اکثر منابع تأمین آب آشامیدنی شهر گرگان، با سختی کل ٦٤۰-۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، در رده آب خیلی سخت قرار می‌گیرند. منابع تأمین آب ۱، ٤، ۵ و ۲۱ دارای آب سخت هستند. با استفاده از نقشه‌های هم ارزش روند کلی تغییرات برخی پارامترهای شیمیایی نظیر هدایت الکتریکی، کلرید و نیترات مورد بررسی قرار گرفت است. به‌طور طبیعی پارامترهای هیدروژئوشیمیایی (هدایت الکتریکی، کلرید و نیترات) در جهت حرکت آب زیرزمینی افزایش می‌یابند اما در محدوده مورد مطالعه این نظم وجود ندارد و به سمت شمال شهر گرگان در امتداد ناحیه‌ای شرقی - غربی میزان غلظت پارامترهای هدایت الکتریکی، کلرید و نیترات کاهش می‌یابد. بعد از این ناحیه، رفته رفته بر غلظت یون‌های افزوده می‌شود (شکل‌های ٤ تا ۹).

تغییرات غلظت یون‌ها در پروفیل شمالی- جنوبی (شکل ۱۰) با استفاده از نمودار سری‌ها مورد بررسی قرار گرفت (شکل‌های ۱۱ و ۱۲). بر این اساس تقریباً غلظت تمامی یون‌ها در جهت جریان آب زیرزمینی بعد از چاه شماره ٦ کاهش می‌یابند و کمترین مقدار آنها برای آنیون‌ها چاه شماره ۱۲ و کاتیون‌ها چاه شماره ۱۳ می‌باشد. لازم به ذکر است ناحیه‌ای که در آن غلظت یون‌ها شروع به کاهش یافتن می‌کند برروی نقشه سازمان زمین‌شناسی و نقشه تکتونیک شرکت نفت محل عبور گسل خزر تشخیص داده شده است (شهرابی، ۱۹۹۰؛ زمانی پدرام و حسینی، ۲۰۰۳).

براساس نمودار دورو (قسمت مربع شکل آن) تنها یک جهت تکامل ژئوشیمیائی برای آب زیرزمینی آبخوان شهر گرگان وجود دارد. این چرخه تکامل یونی تبعیت بیشتری از چرخه تکامل آنیونی نسبت به چرخه تکامل کاتیونی در طول مسیر جریان آب دارد. سیر این تکامل در آبخوان از تیپ بی‌کربناته در مناطق تغذیه شروع و به تیپ سولفاته در مناطق شمالی ختم می‌شود. این روند را بوضوح می‌توان با افزایش TDS نمونه‌های آب در قسمت مستطیل شکل نمودار دورو مشاهده نمود (شکل‌های ۱۳ و ١٤).

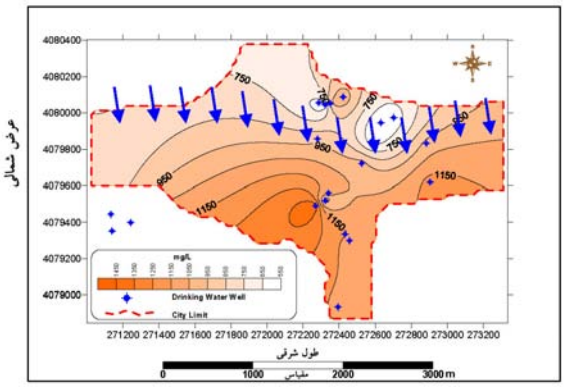
با توجه به روند نمونه‌ها در نمودار دورو تیپ آب زیرزمینی از بی کربنات کلسیم تا سولفات منیزیک می‌باشد اما این روند ممتد نیست. نمونه‌هایی که در منطقه

www.SID.ir

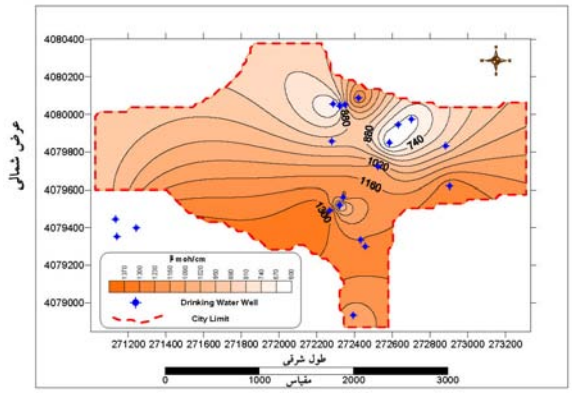
Archive of SID

B تجمع دارند (شکل ۱۳) از روند کلی هیدروژئوشیمیایی آبخوان تبعیت می‌کنند. نمونه‌های منطقه A همگی مربوط به چاه‌های شمال شهر گرگان (شمال گسل خزر) می‌باشند و براساس سکانس تکاملی باید به تیپ منیزیم نزدیک باشند اما تجمع آنها در نمودار مربوطه حاکی از تیپ بی‌کربناته این نمونه‌ها دارد، بنابراین عاملی هیدروژئولوژیکی باعث تغییر در مسیر سکانس تکاملی شده است.

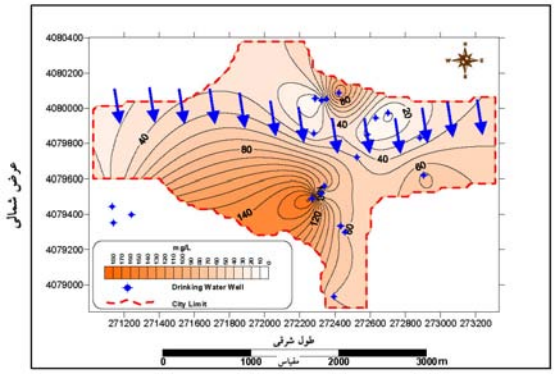
به‌منظور بررسی دقیق‌تر هیدروژئوشیمیایی آبخوان مورد مطالعه از نمودارهای ترکیبی در دو فصل بهار و زمستان استفاده شده است. این نمودارها براساس غلظت یون‌های اصلی (TDI) در محور افقی و غلظت آنیون‌ها و یا کاتیون‌ها در محور قائم استوار می‌باشد که در تشخیص منابع تغذیه‌کننده آب زیرزمینی کاربرد دارد(مزور، ۱۹۹۱). به‌طوری که نحوه آرایش نمونه‌ها دلالت بر منابع تغذیه‌کننده آنها دارد. پراکندگی نمونه در نمودارهای مربوطه نشان از دو منبع آبی مختلف دارد. این اختلاف در فصل بهار محسوس‌تر می‌باشد (شکل‌های ۱۵ تا ۱۸). با توجه به نمودارهای مذکور در جهت حرکت آب زیرزمینی میزان غلظت یون‌ها در حال افزایش می‌باشد اما این روند برای چاه‌های شمال گرگان (شمال گسل خزر) صادق نمی‌باشد و برخلاف انتظار دارای غلظت‌هایی کمتر از چاه‌های جنوبی هستند. بنابراین عاملی توانسته سکانس تکاملی یونی و موقعیت هیدروژئوشیمیایی برخی از چاه‌ها را در طول مسیر جریان آب زیرزمینی تغییر بدهد.



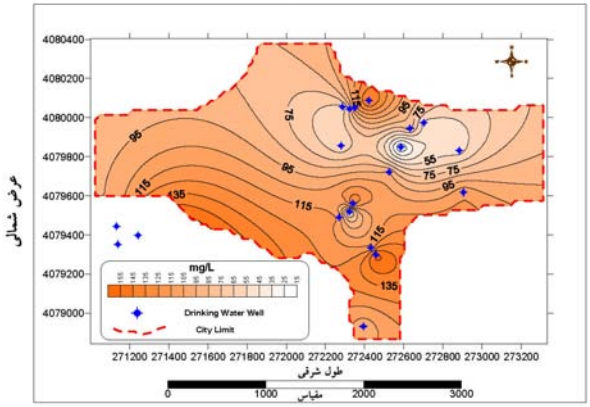
شکل ٤- تغییرات هدایت الکتریکی در آبخوان شهر گرگان (بهار ۸۳).



شکل ٥- تغییرات هدایت الکتریکی در آبخوان شهر گرگان (زمستان ۸۳).



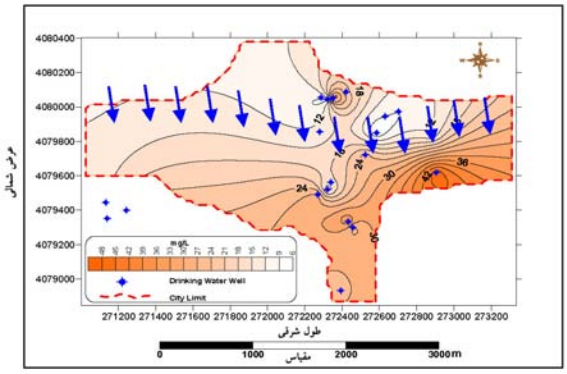
شکل ٦- تغییرات یون کلرید در آبخوان شهر گرگان (بهار ۸۳).



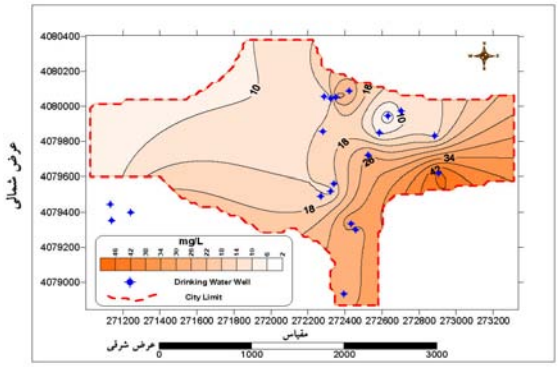
شکل ۷- تغییرات یون کلرید در آبخوان شهر گرگان (زمستان ۸۳).

www.SID.ir

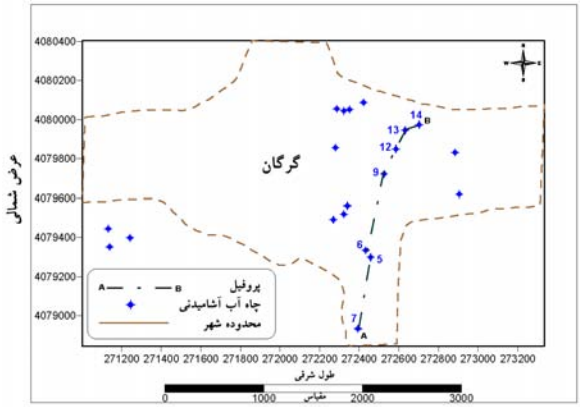
Archive of SID



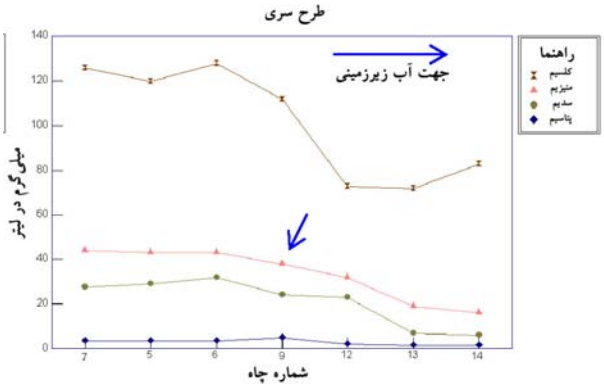
شکل ۸- تغییرات یون نیترات در آبخوان شهر گرگان (بهار ۸۳).



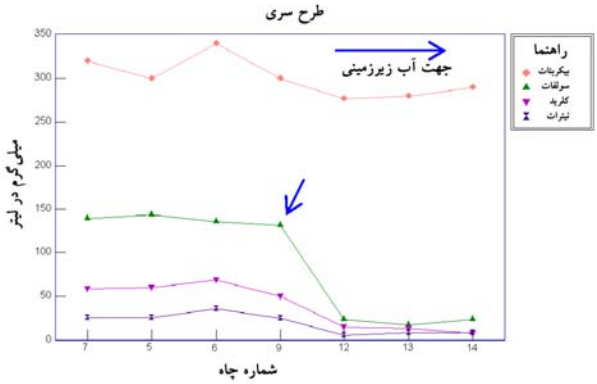
شکل ۹- تغییرات یون نیترات در آبخوان شهر گرگان (زمستان ۸۳).



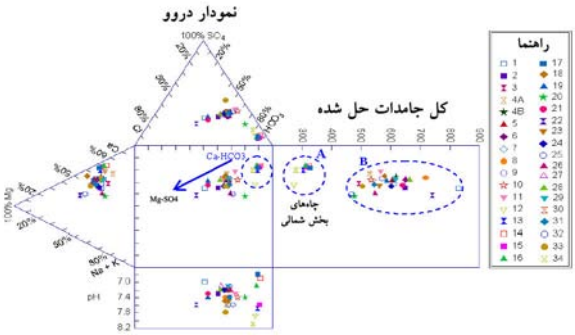
شکل ۱۰- موقعیت پروفیل انتخابی A-B.



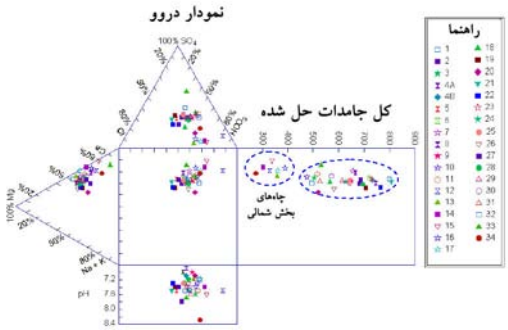
شکل ۱۱- نمودار تغییرات غلظت یون‌ها در پروفیل A-B.



شکل ۱۲- نمودار تغییرات غلظت آنیون‌ها در پروفیل A-B.



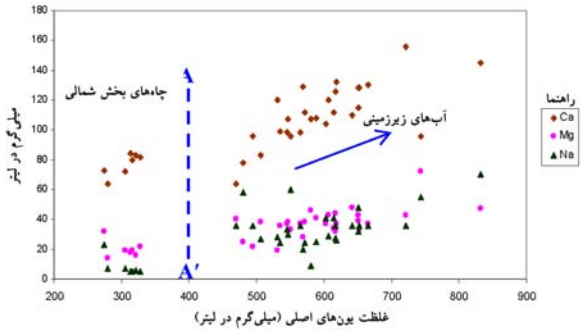
شکل ۱۳- نمودار درووو چاه‌های آب آشامیدنی شهر گرگان (بهار ۸۳).



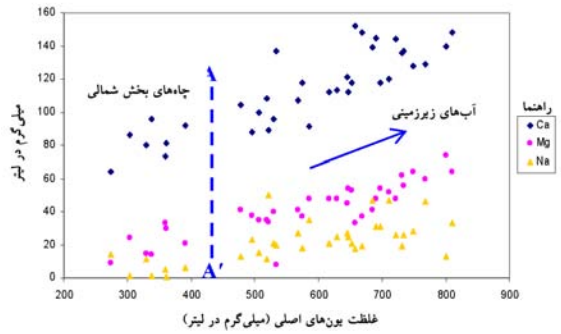
شکل ۱٤- نمودار درووو چاه‌های آب آشامیدنی شهرگرگان (زمستان ۸۳).

www.SID.ir

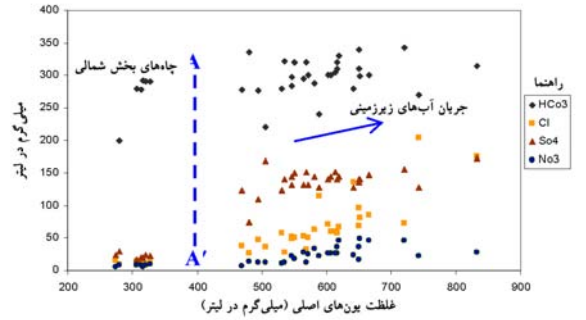
Archive of SID



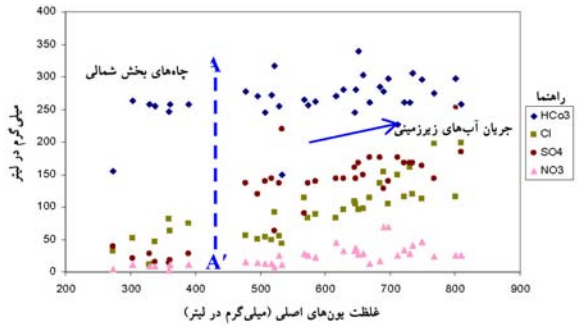
شکل ۱۵- نمودار ترکیبی کاتیونی چاه‌های آب آشامیدنی شهر گرگان (بهار۸۳).



شکل ۱۶- نمودار ترکیبی کاتیونی چاه‌های آب آشامیدنی شهر گرگان (زمستان ۸۳).



شکل ۱۷- نمودار ترکیبی آنیونی چاه‌های آب آشامیدنی شهر گرگان (بهار ۸۳).



شکل ۱۸- نمودار ترکیبی آنیونی چاه‌های آب آشامیدنی شهر گرگان (زمستان ۸۳).

جهت محاسبه نمایه‌های اشباع (SI) نمونه‌های آب‌زیرزمینی از کد کامپیوتری PHREEQC I (بارخورست و آپلو، ۱۹۹۹) استفاده شده است. اغلب نمونه‌های آب زیرزمینی این منطقه نسبت به کلسیت و دولومیت فوق اشباع تا اشباع و نسبت به ژیپس تحت اشباع می‌باشند. از آنجایی که آبرفت موجود در منطقه حاصل آوردهای رودخانه‌های قره‌سو است و این نهشته‌های آواری از فرسایش سازندهای مختلف البرز از جمله سازندهای آهکی (نظیر سازند لار) منشاء می‌گیرند می‌توان استنباط نمود که بالا بودن نمایه‌های اشباع دولومیت نسبت به نمایه‌های اشباع کلسیت به‌علت وجود کانی‌های دولومیت و کلسیت منیزیم‌دار، رخداد فرایند دی‌دولومیتیزاسیون[1] و رسوب‌گذاری کلسیت باشند. در مسیر جریان آب زیرزمینی درحالت کلی نمایه اشباع کلسیت، دولومیت و آراگونیت تقریباً نشانگر افزایش مقادیر نمایه‌های اشباع (SI) از مناطق تغذیه‌ای در جنوب شهر به سمت شمال شهر و کاهش مقادیر (نمایه‌های اشباع SI) ژیپس، انیدرت و هالیت می‌باشد. روند افزایشی و کاهشی نمایه‌های مذکور یکنواخت نمی‌باشد به‌طوری‌که تغییرات شدیدی را در چاه شماره ۹ از خود نشان می‌دهند (شکل‌های ۱۹ و ۲۰). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که گسل خزر باعث تغییراتی در نمایه های اشباع نیز شده است که ناشی از تغییر غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها در ناحیه عبور آن از شهر گرگان است.

نتیجه‌گیری

در مدیریت کیفیت آب آشامیدنی نیاز به شناخت خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب و اثر متقابل میان فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، انتقال و تبدیلات می‌باشد.

بر طبق نقشه‌های هم ارزش، غلظت پارامترهای هیدروژئوشیمیایی همچون هدایت الکتریکی، کلرید و نیترات در جهت حرکت آب زیرزمینی به‌طرف شمال شهر گرگان در امتداد ناحیه‌ای شرقی- غربی کاهش می‌یابد و بعد از این ناحیه، رفته رفته بر غلظت یون‌های افزوده

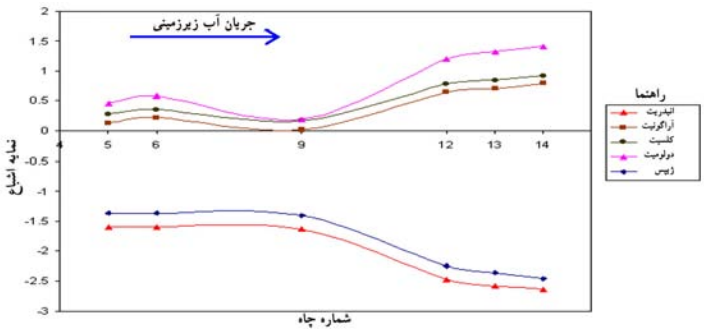
1- Dedolomitization

www.SID.ir

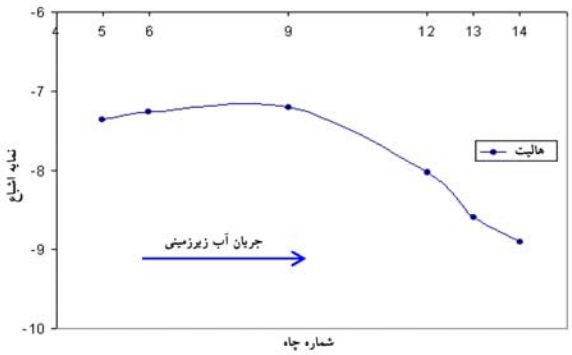
Archive of SID

می‌شود. با توجه به اینکه شاخه‌ای از رودخانه قره‌سو در محدوده مورد مطالعه، امتداد شمالی- جنوبی دارد بنابراین نمی‌تواند مربوط به تأثیر نفوذ آب‌های سطحی باشد. تقریباً غلظت تمامی یون‌های ذکر شده در جهت جریان آب زیرزمینی بعد از چاه شماره ٦، کاهش می‌یابد و کمترین مقدار آنها برای آنیون‌ها چاه شماره ۱۲ و کاتیون‌ها چاه شماره ۱۳ می‌باشد. براساس نمودار درووِ تیپ آب زیرزمینی از بی‌کربنات کلسیک تا سولفات منیزیک می‌باشد اما این روند ممتد نیست. تجمع نمونه‌ها در دو منطقه می‌باشد که در نگاه کلی از روند تکاملی هیدروژئوشیمیایی آبخوان تبعیت می‌کنند. نمونه‌هایی که دارای تیپ بی کربنات کلسیم می‌باشند مربوط به چاه‌های شمال گسل خزر می‌باشند و براساس سکانس تکاملی باید دارای تیپ منیزیم باشند اما تجمع آنها در نمودار مربوطه نشان از تیپ بی‌کربناته این نمونه‌ها دارد، بنابراین عاملی هیدروژئولوژیکی باعث تغییر در مسیر سکانس تکاملی یون‌ها شده است. باتوجه به نمودارهای TDI و SI در جهت حرکت آب زیرزمینی میزان غلظت یون‌ها در حال افزایش می‌باشد اما این روند برای چاه‌های شمال گسل خزر واقع در شمال گرگان صادق نمی‌باشد و برخلاف انتظار دارای غلظت‌هایی کمتر از چاه‌های جنوبی هستند. روند تغییرات نمایه‌های اشباع یکنواخت نمی‌باشد به‌طوری‌که تغییرات شدیدی را در چاه شماره ۹ از خود نشان می‌دهند بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از روی اطلاعات حاصله از نمودارهای TDI و SI در نمایه‌های اشباع گسل خزر باعث تغییرات غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها در ناحیه عبور آن از شهر گرگان شده است.

با توجه به اثرات سمی نیترات به‌ویژه در اطفال و استفاده بهینه از چاه‌های آب آشامیدنی آلوده به نیترات منطقه، رقیق‌سازی و اختلاط آب‌های آلوده با آب‌های واجد غلظت کم نیترات به همراه تبادل یونی با استفاده از رزین‌ها به‌منظور جایگزینی نیترات با عوامل غیرزیان‌آور پیشنهاد می‌شود. ضمناً، اعمال برنامه‌های مدیریتی مانند پهنه‌بندی میزان نیترات آب‌های زیرزمینی برای تعیین محل حفر چاه‌های آب آشامیدنی و انتخاب منابع تأمین آب آشامیدنی دور از مناطق شهری و صنعتی را در کاهش خطر آلودگی نیترات آب آشامیدنی شهر گرگان می‌توان مطرح نمود.



شکل ۱۹- تغییرات نمایه‌های اشباع آنیدریت، آراگونیت، کلسیت و ژیپس در طول مسیر جریان آب زیرزمینی.



شکل ۲۰- تغییرات نمایه اشباع هالیت در طول مسیر جریان آب زیرزمینی.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.APHA, 1998. Standard methods for examination of water & waste water. American Public Health Association, Washington, DC.

2.APHA, AWWA, WPCF. 1995. Standard methods for examination water and waste water. American Public Health Association, Washington DC.

3.Appelo, C.A.J., and Postma, D. 1994. Geochemistry ،Groundwater and Pollution. Brookfield, 2th Balkema, Rotterdam, 536P.

4.Back, W. 1966. Hydrochemical facies and groundwater flow pattern in northern part of Atlantic coastal plain. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 498-A

5.Bayari, C.S., and Kurttas, K. 1995. Geochemistry or regional groundwater flow in Aladag Karastic a aquifers Eastern Taurids. Turkey: Effect of flow conditions. Turkey Journal of Earth Science, 4:29-37.

6.Berger, L. 1972. Complimentary investigation of ground - water development in the Gorgan and plain area, Gorgan Project, vol.1: Geology and geophysics, hydrology and water resources, Payab Consulting Engineers, 304p.

7.Drinking Water Facts. 2003. All about Australia's drinking water، CRC، 4p.

8.EPA. 1998. The quality of our nation's water, 1996. Washington, Environmental Protection Agency.

9.Fononi, B, 1989. The investigation of the cause of drinking water wells reduction the water level of Gorgan city, 82 p.

10.Freeze, R.A., and Cherry, J.A. 1979. Ground water, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 691pp.

11.Gibbs, R.J. 1970. Mechanisms World water Chemistry. Science, 170, 1088- 90.

12.Hem, J. D. 1989. Study and interpretation of the Chemical characteristics of natural water. U.S. Geological Survey, Water Supply, 1473- 363pp.

13.Iranian standard institute and industrial research, 1988. Physical and chemical properties drinking water. Std. No. 1052, 13 p.

14.Jeong, C.H. 2001. Effect of land use and urbanization on hydrochemistry and contamination of groundwater from Taejon area, Korea. Journal of Hydrology, 253, 194-210.

15.Malina, J.F. 1996. Water quality.8:1-49. *In* Mays L.W., Water Resources Handbook, McGraw Hill New York.

16.Mazor, E. 1991. Applied chemical and isotopic groundwater hydrology, John Wiley & Sons, New York, 274P.

17.Ophori, D.U., Toth. J. 1989. Patterns of groundwater chemistry, Ross Creek basin, Alberta, Canada, Ground Water, 27, 20-26.

18.Parkhurst, D.L., and Appelo, C.A.J., 1999. PHREEQE - a computer program for geochemical calculations, U. S. Geological Survey, 210pp.

19.Piper, A.M. 1944. A Graphic procedure in hydrochemical interpretation or water analysis. AGU Trans, 25, 914- 923.

20.Raghimi, M., Seyed Khdemi, S. 2001. Investigation of nitrate pollution in groundwater (Case study: Gorgan city). Proceeding of Environment pollutant, Gilan university (27 Apr 2002). 191-196 p.

21.Sawyer, C.N., and McCarty, P.L. 1967. Chemistry for sanitary engineers. McGraw-Hill., N.Y., 518 p.

22.Shahpasandzadeh, M. 1992. Structural and sedimentary environment interpretation of metamorphic rocks complex of Gorgan. Tehran Tarbiat Moalem University. Gology M.Sc. Dissertation, 297 p.

23.Shahpasandzadeh, M., Raghimi, M., Damavandi. M.Z. Seyed Khdemi, S. 2002. Investigation of nitrate pollution origin of water drinking of Gorgan city. Proceeding of the 6th Geological society of Iran kerman university (27-29 Aug. 2002) 45-54 p.

24.Shahrabi, M. 1990. Geological map of Gorgan (scale 1: 250,000) No. 44 Geological survey of Iran, Tehran, one sheet.

25.Stiff, H.A. 1951. The interpretation of chemical water analysis by means of Patterns, Journal of petrol. Tech. 3, 15-17.

26.Zamani Pedram, M., and Hosseini, H. 2003. Map and report of Geology of Gorgan 1:100000 sheet no. 6863. Geological survey of Iran, Tehran, one sheet.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 15(1), Apr -May 2008
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

The Effects of geological factors on chemical quality of drinking water of Gorgan City, Iran

***M. Raghimi[1], A. Rahimi Chakdel[2], M. Gareh Mahmood Loo[3], M. Shahpasandzadeh[4] and S. Mohammad Khademi[5]**

[1]Associate Prof, Dept, of Geology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran, [2]Assistante Prof, Dept., of Geology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran, [3]Instructor, Dept. of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran, [4]Assistant Prof. International of Earthquake and seismology Interval, Iran, [5]Expert of water and Sewaye company of Golestan Province, Iran.

Abstract

More than 80% of drinking water of Gorgan city is supplied by groundwater of the region (Ziarat, Garmabdasht, and Shast-kula aquifers) and rest of that from Ziarat and Alang Dareh rivers. Hydro chemical studies and interpretations carried out on collected samples on Piper, Durve, and Gibbs diagrams in summer and winter 1383. The results indicate that hydro chemical fancies of drinking water are Ca^{+2}-Mg^{+2} HCO^{-3} Cl^{-} and Ca^{+2}-Mg^{+2} HCO^{-3}. According to hardness classification, water class of Gorgan drinking water is in the range of very hard. While, the total dissolved solid (TDS) of Gorgan drinking water is rock-dominance according to Gibbs classification. The data obtained from TDI and SI diagrams shows that the rate of ionic concentrations are increasing in flow direction of groundwater, but not for wells located in the northern part of the city. The saturation index variation on TDI and SI diagrams is not continuous. So, it could be concluded that Khazar fault causes high changes in ionic concentration and saturation index of groundwater in northern region of city. According to interpretation of laboratory chemical data analysis, the precise knowledge of chemical quality of drinking water resources could be useful in planning and management of drinking water resources in this city.

Keywords: Geological factors; Chemical quality; Hydrochemistry; Drinking water; Gorgan city.

*- Corresponding Author; Email: raghimi@yahoo.com

www.SID.ir