

بررسی فرآیندهای هیدروژئوشیمیایی آبخوان آبرفتی دشت گل‌گیر

هادی طهماسبی نژاد^۱ - عبدالرضا کابلی^۲

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان، hdtahmasbi@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد آب منطقه‌ای استان گلستان

چکیده

برای بررسی فرآیندهای موثر بر ترکیب آب زیرزمینی دشت گل‌گیر، نمایه‌های اشباع و نمودارهای ترکیبی برای دو دوره خشک (شهریور ۸۵) و مرطوب (اسفند ۸۵) محاسبه و ترسیم گردید. با توجه به گسترش سازندهای آهکی و سولفات‌ها در اطراف دشت، مقادیر نمایه‌های اشباع کانی‌های سولفات‌ها به وسیله کد کامپیوتری *PHREEQC* محاسبه شد. در محدوده آبخوان دشت گل‌گیر، اکثر نمونه‌ها و در فصول مختلف تحت‌اشباع بوده و این بدان معناست که این کانی‌ها همچنان می‌توانند در آب حل شوند. در دوره مرطوب به دلیل افزایش تغذیه آب زیرزمینی حاصل از بارندگی، نمایه اشباع اکثر نمونه‌ها نسبت به دوره خشک کاهش یافته، به نحوی که در نمونه‌برداری دوره خشک اکثر نمونه‌ها نسبت به کلسیت و دولومیت در حالت اشباع تا فوق اشباع می‌باشند. بر اساس نمودار $Mg / (Mg+Ca)$ در مقابل $SO_4 / (SO_4+HCO_3)$ مشخص گردیده است که نمونه‌های آب چاه‌های شرب عمیق روستای گل‌گیر، در قلمرو انحلالی کلسیت جای می‌گیرند در حالی که چاه‌های کارخانه سیمان واقع در جنوب دشت گل‌گیر تا حدی به سمت قلمرو انحلال دولومیت متمایل می‌شوند. بر اساس نتایج نمودارهای ترکیبی عامل اصلی کنترل‌کننده ترکیب شیمیایی آب، فرآیند انحلال کانی‌های کربناته و سولفات‌ها بوده، جنس رسوبات و سازندهای زمین‌شناسی منطقه مهم‌ترین فاکتور تاثیرگذار بر ترکیب شیمیایی آب می‌باشند.

کلمات کلیدی: گل‌گیر، هیدروژئوشیمی، نمایه اشباع، نمودار ترکیبی

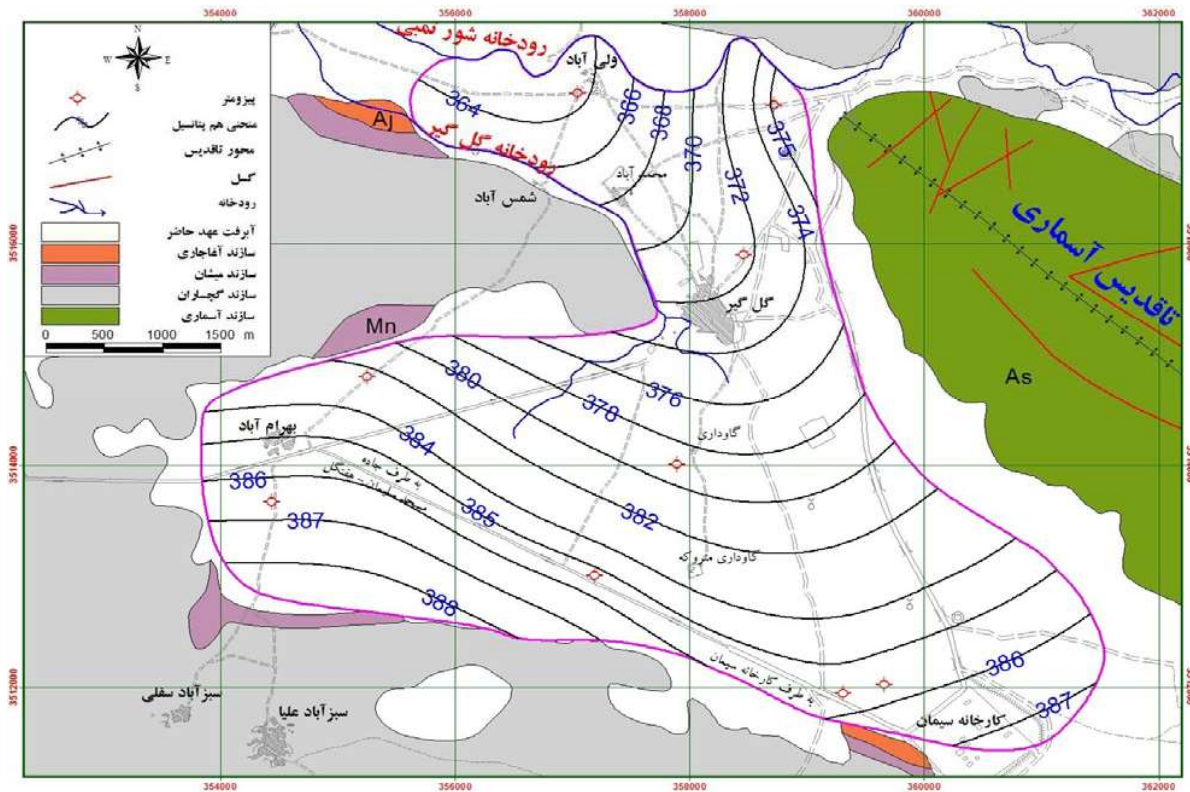
مقدمه

سانتیگراد، بارندگی ۵۰۶/۶ میلی‌متر و تبخیر و تعرق واقعی ۳۳۶ میلی‌متر در سال و اقلیم آن در اقلیم نمای دومارتن نیمه خشک می‌باشد. دشت گل‌گیر با وسعتی معادل ۲۴/۴۸ کیلومتر مربع بزرگترین دشت و آبخوان آبرفتی منطقه مطالعاتی محسوب می‌شود. روستاهای گل‌گیر، بهرام‌آباد، محمدآباد، ولی‌آباد و شمس‌آباد مهم‌ترین مراکز مسکونی این دشت می‌باشند. سازندهای گچساران و آسماری بیشترین گسترش

منطقه مورد مطالعه در ۹۰ کیلومتری شمال شرق اهواز و ۲۰ کیلومتری جنوب غرب مسجد سلیمان در حوضه کارون میانی و شمال‌غربی تاقدیس آسماری واقع شده و قسمتی از رودخانه شور تمبی می‌باشد. دسترسی به منطقه از طریق جاده‌های اصلی اهواز - ایزه و مسجدسلیمان - هفتگل امکان‌پذیر می‌باشد. متوسط دمای سالانه دشت گل‌گیر ۲۳/۲ درجه

سولفات و کل جامدات محلول آب های زیرزمینی گردیده است. جهت جریان کلی آب زیرزمینی در دشت گل گیر از جنوب و جنوب غربی به شمال بوده و نقطه خروجی آب زیرزمینی شمال دشت در محل روستای ولی آباد می باشد (شکل ۱).

را در منطقه مطالعاتی دارا هستند. رسوبات آبرفتی عهد حاضر شامل مخروط افکنه های تاقادیس آسماری و آبرفت دشت گل گیر می باشند. به طور کلی آبرفت دشت گل گیر به لحاظ ذخیره آب مناسب بوده، ولی حضور مواد گچی در آبرفت باعث افزایش غلظت



شکل ۱ - نقشه هم پتانسل آب زیرزمینی دشت گل گیر

مطالعه انرژی شیمیایی سیستم هیدرولوژیکی می باشد و می تواند به صورت مطالعه کنترل های زمین شناسی و هیدرولوژیکی بر روی خصوصیات شیمیایی آب زیرزمینی تعریف گردد [۱]

در مطالعه حاضر از نتایج آنالیز شیمیایی دو دوره نمونه برداری، شهریور و اسفند ۸۵ استفاده شده است. در جدول (۱) نتایج آنالیز شیمیایی و در جدول (۲) کیفیت آب زیرزمینی دشت گل گیر برای مصارف مختلف بر اساس نمودار ویکوکس (کشاورزی)، شولر (شرب) و لانتزلیه (مصرف صنعتی) ارائه شده

بحث

هیدروژئوشیمی آب های زیرزمینی، مؤلفه اصلی ارزیابی سیستم های منطقه غیراشباع و آبخوان می باشد. هیدروژئوشیمی، واکنش هایی که بین آب، جامدات و گازها در زیر زمین رخ می دهند را مورد بررسی قرار می دهد. با شناخت فرآیندهای ژئوشیمیایی، بینشی در مورد تغییرات غلظت متشکله های آب زیرزمینی در طول مسیرهای جریان به دست خواهد آمد و روند تغییرات زمانی و مکانی داده ها را بهتر می توان توصیف کرد. هیدروژئولوژی شیمیایی،

زیرزمینی تحت اشباع بوده و این بدان معناست که این کانی‌ها می‌توانند همچنان در آب حل شوند. نمایه اشباع ژپس در اکثر نمونه‌ها تحت اشباع بوده و فقط تلخاب‌های واقع در غرب دشت گل‌گیر نسبت به ژپس در حالت اشباع قرار دارند.

اکثر نمونه‌های آب زیرزمینی دشت گل‌گیر نسبت به کلسیت و دولومیت در حالت اشباع تا فوق اشباع قرار دارند. به طور کلی در دوره مرطوب (اسفند ۸۵) به دلیل افزایش تغذیه آب زیرزمینی حاصل از بارندگی، نمایه اشباع اکثر نمونه‌ها نسبت به شهریور ۸۵ کاهش یافته، به نحوی که در نمونه‌برداری شهریور ۸۵ اکثر نمونه‌ها نسبت به کلسیت و دولومیت در حالت اشباع تا فوق اشباع می‌باشند. در دوره مرطوب نمونه "چاه شرب گل‌گیر" نسبت به کلسیت و دولومیت تحت اشباع بوده و سایر نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه مطالعاتی در دوره مرطوب نسبت به کلسیت و دولومیت در حالت اشباع تا فوق اشباع قرار دارند.

برای تعیین نسبت انحلالی کلسیت و دولومیت آب‌های زیرزمینی دشت گل‌گیر، نمودار نمایه اشباع کلسیت در مقابل نمایه اشباع دولومیت نمونه‌های آب برای دو دوره شهریور و اسفند ۸۵ ترسیم و در شکل (۲) ارائه شده است. طبق شکل مشخص می‌گردد که در شهریور ۸۵ نمونه‌های دشت گل‌گیر نسبت به کانی‌های کربناته اشباع تا فوق اشباع هستند. در اسفند ۸۵ اکثر نمونه‌های آب منطقه فوق اشباع کربناته بوده تنها نمونه "چاه شرب گل‌گیر" تحت اشباع کربناته هستند.

است. به طور کلی نمونه‌های مناطق شرق و شمال‌شرقی دشت که در مجاور تاقدیس آسماری واقع شده‌اند، برای مصارف شرب و کشاورزی مناسب بوده و نمونه‌های نواحی غربی دشت که تحت تاثیر سازند گچساران قرار دارند، برای شرب و کشاورزی نامناسب هستند. همچنین آب زیرزمینی در مناطق غربی دشت رسوبگذار و در مناطق جنوب تا شمال‌شرقی دشت متعادل تا خورنده می‌باشند.

به منظور بررسی خصوصیات آب زیرزمینی از لحاظ حلالیت یا رسوب دهندگی کانی‌ها، مقادیر نمایه اشباع کانی‌ها به کمک کد کامپیوتری PHREEQCI [۵] حاسبه شده است. نمایه اشباع به صورت $SI = \log(IAP / Ksp)$ تعریف می‌گردد. در این عبارت IAP حاصل ضرب اکتیویته یونی کانی محاسبه شده از سنجش شیمیایی آب و Ksp حاصل ضرب حلالیت برای درجه حرارت و فشار مشابه با نمونه آب می‌باشد. آب در حالت اشباع دارای $IAP = Ksp$ و $SI = 0$ می‌باشد. همچنین $IAP < Ksp$ و $SI < 0$ دلالت بر شرایط تحت اشباع دارد. چنانچه $IAP > Ksp$ و $SI > 0$ باشد، آب نسبت به کانی مربوطه فوق اشباع است. با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های محتمل در اندازه‌گیری PH، کلسیم، منیزیم و بی‌کربنات، قدرت‌های یونی و ثابت‌های تعادلی منظور شده، مقادیر نمایه‌های اشباع بین $+0.2$ تا -0.2 برای حالت اشباع در نظر گرفته می‌شود [۷].

در جداول (۳ و ۴) مقادیر نمایه اشباع نمونه‌های آب زیرزمینی دشت گل‌گیر در شهریور و اسفند ۸۵ ارائه شده است. بر اساس نمایه اشباع در تمام نمونه‌ها و در تمام فصول، کانی‌های انیدریت و هالیت در آب

جدول ۱- نتایج آنالیز شیمیایی آب زیرزمینی دشت گلگیر (هدایت الکتریکی برحسب میکروموس بر سانتیمتر، یون‌ها meq/l و T.D.S بر حسب mg/l)

زمان نمونه برداری	محل نمونه برداری	EC	T.D.S	PH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
تیرمهر ۸۵	چشمه پرچستان	3575	2860	6.8	33.25	13.42	2.65	0.11	4.13	0	1.86	43.13
	کانال عالیپور	5150	4120	7.6	33.05	38.75	6.74	0.22	3.46	0	4	70.98
	چاه استخر کارخانه سیمان	536	295	7.5	2.75	2.67	0.61	0.05	3.7	0	0.62	1.5
	چاه عمیق شرب گلگیر	432	237	7.3	2.55	1.58	0.61	0.03	3.51	0	0.45	0.6
	چشمه قنات گلگیر	965	675	7.2	4.8	4.33	1.39	0.08	4.84	0	0.85	4.65
	چاه عمیق حسن امامی	442	243	7.5	2.35	1.58	0.65	0.03	3.84	0	0.62	0.35
اسفند ۸۵	چشمه پرچستان	2983	2446	7.2	32.48	13.32	1.91	0.13	2.55	0	1.55	43.5
	چاه عمیق مرتضی بابایی	1500	1185	7.3	11.33	5.9	2.44	0.11	3.6	0	1.72	14.25
	چاه استخر کارخانه سیمان	620	480	7.5	3.08	3.56	0.65	0.1	3.5	0	0.75	2.94
	چاه بچینیک کارخانه سیمان	384	254	7.5	1.9	2.29	0.28	0.06	3.17	0	0.41	0.77
	چاه عمیق شرب گلگیر	415	275	7.2	2.29	1.97	0.55	0.06	3.24	0	0.61	0.82
	چشمه قنات گلگیر	865	673	7.2	4.9	4.51	0.98	0.12	4.31	0	0.82	5.17
	چاه ستار شاه منصوری	608	444	7.5	3.06	2.77	0.7	0.3	3.77	0	0.77	2.09

جدول ۲- تیپ و رخساره و کیفیت نمونه‌های آب زیرزمینی دشت گلگیر برای مصارف مختلف

زمان نمونه برداری	محل نمونه برداری	تیپ و رخساره	کیفیت شرب	کیفیت کشاورزی	کیفیت صنعتی
تیرمهر ۸۵	چشمه پرچستان	سولفات کلسیک	کاملاً نامطبوع	نامناسب	رسوبگذار
	کانال عالیپور	سولفات منیزیک	غیر قابل شرب	نامناسب	رسوبگذار
	چاه استخر کارخانه سیمان	بی کربناته کلسیک	قابل قبول	مناسب	متعادل
	چاه عمیق شرب گلگیر	بی کربناته کلسیک	خوب	مناسب	خورنده
	چشمه قنات گلگیر	بی کربناته کلسیک	قابل قبول	متوسط	متعادل
	چاه عمیق حسن امامی	بی کربناته کلسیک	خوب	مناسب	خورنده
اسفند ۸۵	چشمه پرچستان	سولفات کلسیک	کاملاً نامطبوع	نامناسب	رسوبگذار
	چاه عمیق مرتضی بابایی	سولفات کلسیک	نامناسب	متوسط	رسوبگذار
	چاه استخر کارخانه سیمان	بی کربناته منیزیک	قابل قبول	مناسب	متعادل
	چاه بچینیک کارخانه سیمان	بی کربناته منیزیک	خوب	مناسب	خورنده
	چاه عمیق شرب گلگیر	بی کربناته کلسیک	خوب	مناسب	خورنده
	چشمه قنات گلگیر	سولفات کلسیک	قابل قبول	متوسط	متعادل
	چاه ستار شاه منصوری	بی کربناته کلسیک	قابل قبول	مناسب	متعادل

جدول ۳- نمایه اشباع فاز کانیاپی نمونه‌های آب زیرزمینی دشت گل گیر _ شهریور ۸۵

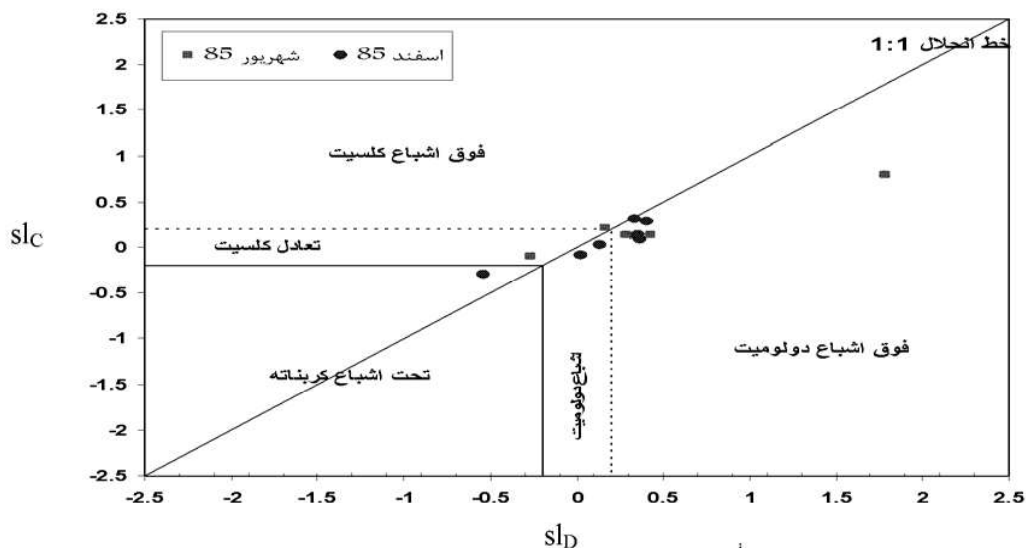
محل نمونه برداری	هالیت	ژیپس	دولومیت	کلیست	آراگونیت	انیدریت
چشمه پرچستان	-7.1	0.02	0.17	0.21	0.07	-0.17
کانال عالیپور	-6.39	0.08	1.79	0.79	0.65	-0.12
چاه شماره دو کارخانه سیمان	-8.1	-1.88	0.43	0.14	0	-2.08
گل گیر - چاه شرب عمیق	-8.22	-2.24	-0.27	-0.1	-0.25	-2.46
چشمه قنات گل گیر	-7.62	-1.28	0.34	0.12	-0.03	-1.49
چاه عمیق حسن امامی	-8.06	-2.51	0.29	0.14	0	-2.71

جدول ۴- نمایه اشباع فاز کانیاپی نمونه‌های آب زیرزمینی دشت گل گیر _ اسفند ۸۵

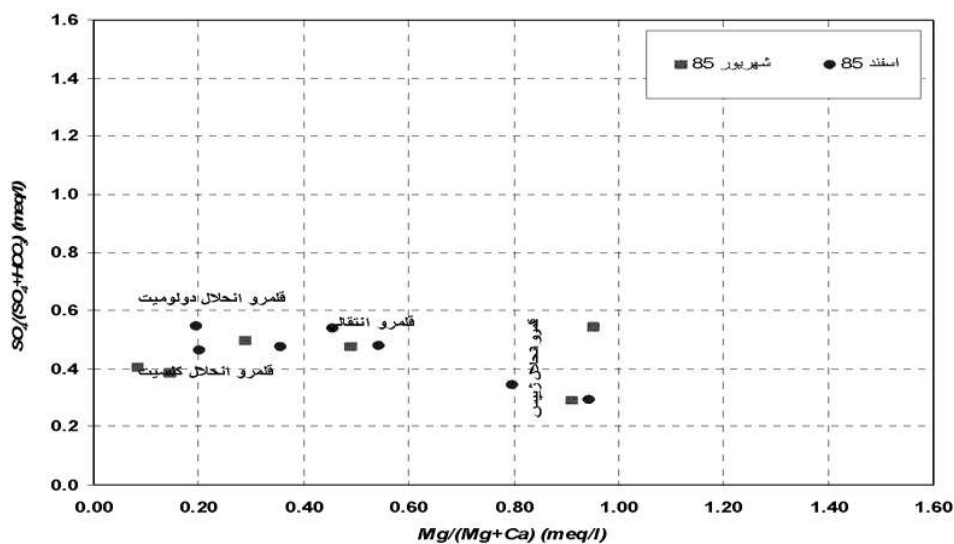
محل نمونه برداری	هالیت	ژیپس	دولومیت	کلیست	آراگونیت	انیدریت
چشمه پرچستان	-7.31	0.03	0.34	0.31	0.17	-0.19
چاه عمیق مرتضی بابایی	-7.1	-0.61	0.41	0.29	0.15	-0.83
چاه استخر کارخانه سیمان	-7.99	-1.58	0.37	0.09	-0.05	-1.8
چاه بچینیک کارخانه سیمان	-8.6	-2.26	0.03	-0.09	-0.23	-2.48
چاه عمیق شرب گلگیر	-8.13	-2.16	-0.54	-0.3	-0.45	-2.38
چشمه قنات گلگیر	-7.79	-1.23	0.14	0.03	-0.11	-1.45
چاه ستار شاه منصوری	-7.94	-1.7	0.36	0.14	-0.01	-1.92

مفید برای شناخت منشأ شوری می‌باشند. پژوهشگران از نمودارهای ترکیبی مختلفی برای شناخت فرآیندهای ژئوشیمیایی مؤثر بر شوری آب‌های زیرزمینی در مناطق مختلف استفاده نموده‌اند، [۸۵]، و [۱۱، ۱۲ و ۱۳]. برای بررسی وضعیت تبادل یونی از نمودار $Ca+Mg$ در مقابل HCO_3+SO_4 و همچنین نمودار $Ca+Mg-SO_4-HCO_3$ در مقابل $Ca+Mg$ استفاده شده است. در نمودار $Ca+Mg$ مقابل HCO_3+SO_4 ، نمونه‌هایی که در امتداد خط ۱:۱ قرار می‌گیرند، فرآیند غالب انحلال ژیپس، کلیست، و دولومیت می‌باشد. نمونه‌هایی که در زیر و بالای خط ۱:۱ واقع شده‌اند به ترتیب تبادل یونی و تبادل یونی معکوس را متحمل شده‌اند. در نمودار $Ca+Mg-SO_4-HCO_3$ در مقابل $Na-Cl$ ، آب‌هایی که روی محور X نزدیک به مقدار صفر قرار می‌گیرند، تحت تأثیر تبادل یونی واقع نشده‌اند.

با توجه به آنکه رخداد جفت‌گیری یونی و پدیده یون مشترک بر روی نمایه‌های اشباع کلیست و دولومیت و در نتیجه شناخت فرآیندهای انحلالی غالب، تأثیرگذار می‌باشند به منظور تعیین قلمروهای انحلالی نمونه‌ها از نمودار $Mg / (Mg+Ca)$ در مقابل $SO_4 / (SO_4+HCO_3)$ استفاده شده است. بر این اساس مشخص گردید که نمونه‌های آب چاه شرب گل‌گیر که در شمال‌شرق دشت واقع می‌باشد، در قلمرو انحلالی کلیست جای می‌گیرند در حالی که چاه‌های کارخانه سیمان که در جنوب دشت گل‌گیر قرار دارند تا حدی به سمت قلمرو انحلال دولومیت متمایل می‌شوند. همچنین نمونه‌های تلخاب گل‌گیر در قلمرو انحلال ژیپس واقع گردیده‌اند. برای شناخت فرآیندهای ژئوشیمیایی مؤثر بر ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی، نمودارهای ترکیبی مختلفی تهیه گردیده است. نمودارهای ترکیبی ابزاری



شکل ۲- نمودار نمایه اشباع کلسیت در مقابل نمایه اشباع دولومیت نمونه‌های آب منطقه مطالعاتی



شکل ۳- نمودار قلمروهای انحلالی نمونه‌های آب زیرزمینی دشت گل‌گیر

تبادل یونی معکوس را متحمل می‌گردند در امتداد خطی با شیب ۱ قرار می‌گیرند [۶]. طبق نمودار $Ca+Mg-SO_4-HCO_3$ در مقابل $Na-Cl$ و نمودار $Ca+Mg$ در مقابل HCO_3+SO_4 (شکل ۴) در اکثر نمونه‌ها، فرایند غالب و مؤثر بر ترکیب شیمیایی آب

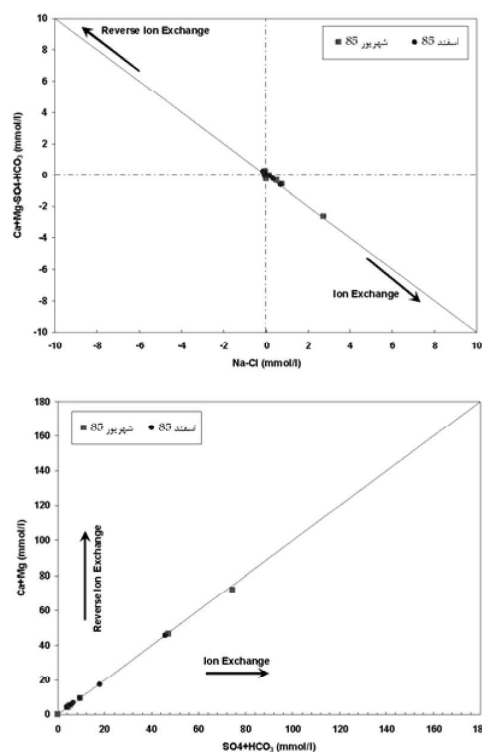
اگر انحلال کلسیت، دولومیت و ژپس به طور سازگار روی دهد و تبادل یونی صورت نگیرد، در آن صورت مقدار $Ca+Mg-HCO_3-SO_4$ نزدیک به صفر خواهد شد. نمونه‌هایی که تبادل یونی را متحمل می‌گردند، در طول خط با شیب ۱- و نمونه‌هایی که

کانی‌ها می‌باشد، که با انجام واکنش‌های مناسب، تغییرات در ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی را به وجود آورده‌اند. «برای این منظور از نتایج آنالیز شیمیایی چاه‌های استخر و بچینگ کارخانه سیمان واقع در جنوب شرقی دشت که تحت تاثیر پدیده اختلاط آب‌های برگشتی کشاورزی و شرب قرار ندارند، استفاده شده است». برای اجرای مدل ژئوشیمیایی معکوس پارامترهای درجه حرارت، PH، کلسیم، منیزیم، سدیم، بی‌کربنات، سولفات، و کلراید به مدل وارد گردید. در مرحله بعد، فازهای مدل انتخاب شده است. انتخاب ترکیب فازهای واکنش‌گر، مشکل‌ترین مرحله در مدل‌سازی معکوس می‌باشد. هر چند که شناخت کاملاً درست کانی‌های واکنش‌گر ضروری نمی‌باشد، فهرست کاملی از واکنش‌گرهای بالقوه در مدل منظور گردد. بر این اساس، فازهای هالیت، کلسیت، دولومیت، ژپس و CO_2 گازی به عنوان اطلاعات فازی وارد کد PHREEQCI گردیده است.

با توجه به اینکه در مناطق جنوب شرقی دشت گل‌گیر اکثر رسوبات کربناته می‌باشند، لذا دی‌اکسید کربن به عنوان یکی از فازهای مهم برای سیستم عمل می‌نماید. علاوه بر موارد فوق برای اجرای مدل، موازنه بار محلول‌ها در دامنه عدم قطعیت مشخص و تعیین محدوده و موازنه در مدل معکوس نیز انجام پذیرفته است.

مدل‌سازی ژئوشیمیایی معکوس نشان می‌دهد که عمده فرآیند انحلالی در جهت جریان آب زیرزمینی، انحلال ژپس به میزان $1.08 \text{ mmol} / \text{Kg water}$ می‌باشد. علاوه بر انحلال ژپس، انحلال دولومیت به مقدار $0.66 \text{ mmol} / \text{Kg water}$ نیز مقدار قابل

زیرزمینی انحلال کانی‌های کربناته و سولفات مانند کلسیت، ژپس و دولومیت می‌باشد. تنها در نمونه "کانال عالیپور" علاوه بر انحلال، پدیده تبادل یونی عادی نیز مشاهده می‌شود. به طور کلی در اکثر نمونه‌های آب زیرزمینی دشت گل‌گیر عامل اصلی کنترل‌کننده ترکیب شیمیایی آب فرآیند انحلال کانی‌های کربناته و سولفات بوده، جنس رسوبات و سازندهای زمین شناسی منطقه مهم‌ترین فاکتور تاثیر گذار بر ترکیب شیمیایی آب می‌باشند.



شکل ۴ - نمودارهای نمایش دهنده فرآیندهای تبادل کاتیونی

نمونه‌های آب زیرزمینی دشت گل‌گیر

برای بررسی کمی فرآیندهای ژئوشیمیایی حاکم بر آبخوان آبرفتی دشت گل‌گیر، اقدام به مدل‌سازی هیدروژئوشیمیایی معکوس آبخوان با استفاده از کد PHREEQCI گردیده است. هدف از انجام مدل‌سازی ژئوشیمیایی معکوس یافتن دسته‌ای از

دوره مرطوب نسبت به دولومیت و کلسیت تحت اشباع می‌باشند که احتمالاً به علت تغذیه آبخوان آبرفتی توسط آبخوان کارستی آسماری می‌باشد.

۳- با توجه به نمودار قلمروهای انحلالی، آب زیرزمینی در مناطق غربی در قلمرو انحلال ژئیس، در جنوب شرقی انحلال دولومیت و در مناطق شرق و شمال شرقی دشت در قلمرو انحلال کلسیت قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده تاثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت آب زیرزمینی منطقه می‌باشد.

۴- بر اساس نمودارهای ترکیبی عامل اصلی کنترل‌کننده ترکیب شیمیایی آب، فرآیند انحلال کانی‌های کربناته و سولفات بوده، جنس رسوبات و سازندهای زمین‌شناسی منطقه مهم‌ترین فاکتور تاثیرگذار بر ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی می‌باشند.

منابع

- 1- Alley, W. M., (1993): Regional Ground-Water Quality. Van Nostrand Reinhold, New York, 643p.
- 2- Appelo, C. A. J., and D. Postma., (1993): Geochemistry, Groundwater and Pollution. Brookfield, Vermont: Balkema.
- 3- Bouwer, H., (1978): Groundwater Hydrology. McGraw-Hill, Inc, 480p.
- 4- Deutsch, W. J., (1997): Groundwater Geochemistry: Fundamentals and Applications to Contamination. 1st ed. Lewis Publ., New York, 221p.
- 5- Howard, K. W. F., and E. Mullings., (1996): Hydrochemical analysis of groundwater flow and saline incursion in Clarendon Basin, Jamaica. Ground Water, 35, 5, 801-810.
- 6- Jankowski, J., S. Shekarforoush, and R. I. Acworth., (1998): Reverse ion exchange in a deeply weathered porphyritic dacite fractured aquifer system, Yass, New South Wales, Australia. In Arehord G. B. & Hulston R. (eds.) Proceeding of 9th International

توجهی کلسیم به محیط وارد می‌نماید. انحلال کانی‌ها نیز برابر با $0.37 \text{ mmol / Kg water}$ می‌باشد. تعادل کلسیت با آب زیرزمینی و فوق اشباع شدن آن باعث گردیده تا آب زیرزمینی در طی مسیر تکاملی خود در آبخوان مقدار $1.16 \text{ mmol / Kg water}$ کلسیت را رسوب دهد. بنابراین در بخش جنوب شرقی دشت عمده واکنش‌های شیمیایی که موجب تغییر در ترکیب آب زیرزمینی منطقه می‌شوند شامل رسوب کلسیت و انحلال دولومیت، ژئیس و هالیت می‌باشد. نتایج محاسبات در جدول (۵) ارائه گردیده است.

جدول ۵ - نتایج مدل سازی معکوس آبخوان گل‌گیر

فاز کانیایی	Mole transfers (mmol / KgW)
هالیت	0.37
ژئیس	1.08
کلسیت	-1.16
دولومیت	0.66

نتیجه‌گیری

۱- آب زیرزمینی دشت گل‌گیر در مناطق شرق و شمال شرقی دشت برای مصارف شرب و کشاورزی مناسب بوده و نمونه‌های نواحی غربی دشت که تحت تاثیر سازند گچساران قرار دارند، برای شرب و کشاورزی نامناسب هستند. همچنین آب زیرزمینی در مناطق غربی دشت رسوبگذار و در مناطق جنوب تا شمال شرقی دشت متعادل تا خورنده می‌باشند.

۲- بر اساس نتایج حاصل از نمایه اشباع، اکثر نمونه‌های آب زیرزمینی نسبت به کانی‌های سولفات تحت اشباع و نسبت به کانی‌های کربناته اشباع تا فوق اشباع بوده و فقط نمونه "چاه شرب گل‌گیر" در

- 243-246.
- 7- Langmuir, D., (1997): Aqueous Environmental Geochemistry. Prentice Hall, New Jersey. 600p.
- 8- Marie, A., and A. Vengosh., (2001): Sources of salinity in ground water from Jericho area, Jordan Valley. *Ground Water*, 39, 2, 240-248.
- 9- Mazor, E., (1991): Applied Chemical and Isotopic Groundwater Hydrology. John Wiley, New York. 274p.
- 10- Parkhurst, D. L., and C. A. J. Appelo., (1999): User guide to PHREEQC (v.2) - A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One- Dimensional Transport, and Inverse Geochemical calculations. U. S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 99-4259, 312 p.
- 11- Stober, I, and K. Bucher., (1999): Deep Symposium on Water Rock Interaction, Taupo, New Zealand, Rotterdam: Balkema, groundwater in the crystalline basement of the Black Forest region. *Applied Geochemistry*, 14, 237-254.
- 12- Stossel, R. K. (1997): Delineating the chemical composition of the salinity source for saline groundwater: An example from east-central Canadian Parish, Louisiana. *Ground Water*, 35, 3, 409-417
- 13- Timms, W., R. I. Acworth, J. Jankowski, and S. Lawson. (2000): Groundwater quality trends related to aquitard salt storage at selected sites in the Lower Murumbidgee alluvium, Australia. *Groundwater: Past Achievements and Future Challenges*, Sililo et al. (eds.), Balkema, Rotterdam, 655-660.

