

بررسی های هیدروژئوشیمی اکیفر زیر مخزن سد یامچی اردبیل

سمیه بابازاده^۱، دکتر محمدرضا اسپهبد^۲ و دکتر احمد معتمد^۳

چکیده

جنس سازنده های زمین شناسی و ویژگی های هیدروژئولوژیکی از عوامل موثر در کیفیت آب زیرزمینی می باشد. در این تحقیق به منظور بررسی کیفی آب زیرزمینی تعدادی منابع آبی انتخاب و کاتیونها و آنیونهای اصلی موجود در آن اندازه گیری گردید و همچنین قابلیت هدایت الکتریکی، باقیمانده تبخیر، نسبت جذب سدیم و سختی نیز اندازه گیری گردید و تغییرات آنها مورد بررسی قرار گرفت. بررسی ها تیپ آب را از نوع بی کربناته سدیک نشان می دهد. همچنین بررسی ها از نظر قابلیت شرب و مصارف کشاورزی کیفیت آب را از نظر مصارف آشامیدنی در حد خوب تا متوسط و از نظر قابلیت آبیاری با توجه به اینکه بیش از ۶۰ درصد نمونه ها در رده ی S_1C_2 ، S_1C_3 قرار دارند، در حد متوسط نشان می دهد.

کلید واژه ها: قابلیت هدایت الکتریکی، باقیمانده تبخیر، نسبت جذب سدیم، سختی.

Hydrogeochemistry investigation Of the Yamchi Dam site aquifer in Ardebil

Somayeh Babazadeh , Dr.Mohammad-Reza Espahbod and Dr.Ahmad Motamed

Abstract

Geological constructors and hydrogeological characteristics are among the effective factors in relation to quality of ground water. In this study in order to investigate ground water qualitatively , a number of water resources have been chosen and main anions and cations existent in them were measured and also electrical conductivity, total dissolved solid, sodium adsorption ratio and hardness were measured and differences them were investigated. The investigations show that the water is of sodium bicarbonate type. Also investigations of waters in view of pot ability and suitable for irrigation in view of pot ability is between good to medium level , and in view of being suitable for irrigation more than 60 percent of samples are in category S_1C_2 and S_1C_3 show between good to medium level.

Keywords: Electrical conductivity , total dissolved solid , sodium adsorption ratio , Hardness.

^۱ - دانش آموخته کارشناسی ارشد آبشناسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم، تحقیقات babazadeh.Somayeh@yahoo.com

^۲ - دانشیار گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

^۳ - عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

مقدمه

کوهستانی بوده و بخش مرکزی از یک دشت آبرفتی تشکیل شده است. مرتفع ترین نقطه مربوط به کوه سبلان در غرب اردبیل با ارتفاع ۴۸۱۱ متر می باشد و پست ترین نقطه با رقم ۱۱۷۰ از سطح دریا مربوط به ناحیه ی خروجی در حوالی رودخانه قره سو می باشد در مجموع ارتفاع متوسط منطقه ۱۳۴۰ متر از سطح دریا می باشد (مهندسین مشاور بندآب، ۱۳۷۴).

از نظر چینه شناسی می توان گفت که قدیمی ترین واحد چینه شناسی موجود در منطقه مربوط به آندزیت های ائوسن می باشد که در حوزه آبرگیر بالیخلی چای و در بخشی از ارتفاعات سرعین قرار گرفته اند، این گدازه ها بخشی از یک مجموعه ولکانیک حد واسط هستند که طی پالئوژن در منطقه فوران کرده است. با پایان فعالیت های آتشفشانی دوره پالئوژن، در نواحی فرورفته ای که در اثر فعالیت های تکتونیکی این دوره بوجود آمده بودند حوضه های رسوبی بسته ای ایجاد شد که رسوبات آن عمدتاً ماری - ماسه سنگی همراه با افق های آتشفشانی و لایه ها و میان لایه های گچ می باشد. وجود لایه های گچی (ژیپس) در میان این رسوبات نشان دهنده تغییرات متناوب عمق حوزه رسوبی است و وجود دگرشیبی میان لایه های رسوبی و افق های آتشفشانی نیز بیانگر جنبش های کوهزایی آتیکاین می باشد.

فعالیت های ماگمایی نفوذی در این منطقه کم و تنها به صورت توده های نفوذی کم عمق و کوچک تراکی آندزیت دیده می شود. این توده های نفوذی، سنگ های وابسته به دوره ائوسن را قطع کرده اند و به احتمال زیاد به دوره پس از ائوسن (الیگوسن یا پلیوسن) تعلق دارد (معتمد، ۱۳۷۸).

از رسوبات دوران کواترنر می توان پادگان های آبرفتی کهن و جوان (Qt) دشت اردبیل، فرونهبشته های تراورتنی مربوط به چشمه های آهک ساز و آهک های دریاچه ای آب شیرین را نام برد. از جمله فعالیت های آتشفشانی دوره کواترنر نیز می توان واحدهای آذرآواری

از مهمترین عوامل موثر در کیفیت آب زیرزمینی می توان به جنس سازندهای زمین شناسی اشاره نمود، ویژگی های هیدروژئولوژیکی از دیگر عوامل موثر در تغییر کیفیت آب زیرزمینی می باشد. بنابراین در حالت کلی می توان گفت خصوصیات شیمی آب نتیجه انتقال جرم بین آب موجود در خلل و فرج سنگ و کانیهای تشکیل دهنده آن سنگ است که به پارامترهایی نظیر دما، pH، شرایط اکسایش و کاهش، غلظت شیمیایی محلولهای هوازدگی و ترکیب شیمیایی بستگی دارد. همچنین طول مدت ماندگاری آب در تماس با کانیها نیز بر کیفیت آب زیرزمینی موثر می باشد (erver, 1998). بنابراین در مطالعات هیدروژئولوژی همراه با مطالعه کمی مقدار آب، معیارهای کیفی آن نیز بررسی می شود، لذا در این مقاله سعی شده با توجه به عوامل تأثیرگذار در کیفیت آب زیرزمینی وضعیت کیفی آکifer زیر مخزن سد یامچی اردبیل مورد بررسی قرار گیرد.

موقعیت جغرافیایی و آب و هوای منطقه

سد یامچی در دشت اردبیل و پیرامون شهر اردبیل در حد فاصل طول های جغرافیایی $48^{\circ} 10' E$ تا $48^{\circ} 35' E$ و عرض های جغرافیایی $38^{\circ} 5' N$ تا $38^{\circ} 25' N$ واقع شده که بخشی از زون زمین ساختی البرز غربی و آذربایجان می باشد (درویش زاده، ۱۳۷۲) و از شرق به نمین و از شمال به مغان - پارس آباد و از غرب به مشکین شهر و از جنوب به نیر محدود می شود (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه طبق طبقه بندی دمارتن دارای اقلیم نیمه خشک می باشد و متوسط درجه حرارت و بارندگی به ترتیب $8/9$ درجه سانتیگراد و $320/9$ میلی متر می باشد.

زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

از نظر مورفولوژی محدوده مطالعاتی به دو بخش کلی قابل تفکیک است. بخش پیرامونی آن یک منطقه

و آنیونهای سولفات و کلر به ترتیب در درجات بعدی اهمیت قرار دارند. احتمالاً آنیون بی کربناته ناشی از هوازگی کانیهای موجود در سنگ ها و همچنین ناشی از انحلال کلسیت موجود در خلل و فرج سنگ ها باشد. بررسی کاتیون ها نیز نشان می دهد که کاتیون Na^+ کاتیون غالب می باشد و سایر کاتیون ها در درجات بعدی اهمیت قرار دارند. کمترین مقدار مربوط به کاتیون k^+ می باشد و نیز تواتریونی نمونه های آب آبخانه بصورت $Na^+ + K^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+} > HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^-$ می باشد (hydroproject, 1994). شکل ۴ هیستوگرام ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی را بر اساس میانگین کل نمونه ها برای آبخانه نشان می دهد.

pH آب زیرزمینی

بررسی pH آب زیرزمینی تا حدودی حکایت از وضعیت اسیدی ضعیف تا خنثی دارد طبق نظر Freeze and Cherry (1979) انتظار می رود طبق گذشت زمان مقدار pH آب منبع در اثر مصرف شدن H^+ به وسیله ی واکنشهای هوازگی و فرسایش که عامل تولید یونهای مختلف در آب می باشند افزایش یابد. البته باید توجه داشت که افزایش دما باعث کاهش pH می شود.

قابلیت هدایت الکتریکی (EC)

طبق نمودار قابلیت هدایت الکتریکی ترسیم شده (شکل ۵) میزان EC از شرق به غرب افزایش می یابد کمترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به ضلع شرقی و بالاترین میزان مربوط به بخش جنوب غربی محدوده می باشد علت افزایش میزان هدایت الکتریکی در نواحی جنوبی را می توان مربوط به گسترش سازندهای گچ دار و نمکدار نئوژن دانست. بدین ترتیب ارتفاعات جنوبی و غربی از مرغوبیت آب زیرزمینی در نواحی مشرف به آنها می کاهند اما ارتفاعات شرقی دشت تأثیر مناسبی بر روی کیفیت آب زیرزمینی دارد (بابازاده، ۱۳۸۷).

متعلق به آتشفشان سبلان را نام برد که در اوائل این دوره فوران کرده و در حال حاضر خاموش می باشد.

مهمترین رخدادهای تکتونیکی این منطقه جنبش های کوهزایی آلپ های میانی و پسین می باشند که آثار آنها به صورت چین خوردگی ها، گسل ها و دریاچه های تکتونیکی قابل مشاهده می باشد (Espahbod, 2005). از کانسارهای فلزی این محدوده مطالعاتی نیز تنها می توان به رگه های اکسید منگنز مربوط به فعالیت چشمه های آبگرم دامنه سبلان و از کانسارهای غیرفلزی، می توان توده های گچ، تراورتن، دیانومیت و پومیس را نام برد. شکل ۲ زمین شناسی عمومی منطقه را نشان می دهد.

جمع آوری داده ها

به منظور بررسی کیفیت شیمیایی آب از ۴۴ حلقه چاه عمیق در گستره مطالعاتی استفاده شد که در فواصل مناسبی از هم قرار گرفته اند (موقعیت این منابع در شکل ۳ مشخص شده است). پارامترهای EC و pH در محل اندازه گیری گردیدند و سپس نمونه برداری از منابع آبی صورت گرفت و پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه، یونهای HCO_3^- و Cl^- و Ca^{2+} و Mg^{2+} به روش تیتراسیون (Titration) یونهای Na^+ و k^+ با استفاده از دستگاه Flame photometer و یون SO_4^{2-} با استفاده از دستگاه کدرسنج (Turbidimeter) تعیین گردیدند. جدول ۱ مقدار متوسط این اجزا را برای منابع انتخاب شده نشان می دهد.

بررسی ویژگی های شیمیایی آبخانه

پس از انجام عملیات صحرایی و آزمایشگاهی و کسب اطلاعات هیدروشیمی تغییرات پارامترهای شیمیایی برای آبخانه مورد مطالعه ترسیم گردید و کیفیت آنها از نظر مصارف شرب و آبیاری تعیین گردید. بررسی داده های کیفی نشان می دهد که در بین آنیونهای اندازه گیری شده موجود آنیون بی کربنات، آنیون غالب می باشد

که از مخروط افکنه های مختلف وارد آبخانه می گردند (منزوی، ۱۳۸۴).

سختی آبهای زیرزمینی (TH)

سختی کل آبهای زیرزمینی بین ۱۰۵ تا ۱۱۷۵ میلی گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم متغیر است. رقم حداقل سختی موقت (سختی کربناتی) برابر ۱۰۵ و حداکثر آن به ۵۶۵ میلی گرم در لیتر می رسد. جدول ۲ مقایسه بین میزان سختی کل، موقت و دائم نمونه ها را نشان می دهد. میزان سختی آبهای زیرزمینی در حوالی رودخانه قره سو بالاترین میزان را داراست به طوریکه منحنی ۳۰۰ میلی گرم در لیتر از حوالی شهر اردبیل عبور می کند این وضعیت به خوبی در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

بررسی تیپ آب زیرزمینی

همانطور که در شکل ۱۱ ملاحظه می گردد بیشترین پهنه آبخانه در نیمه شرقی و شمالی و بخش قابل توجهی از حاشیه ی غربی منطقه به تیپ بی کربناته اختصاص یافته است. بدین ترتیب کلیه ی آبراه ها و رودخانه هایی که از جهات فوق الذکر وارد آبخانه منطقه می گردند، در تعیین تیپ کربناته آب زیرزمینی نقش دارند. این در حالی است که رودخانه ی قوری چای که از ارتفاعات جنوبی محدوده سرچشمه می گیرد دارای تأثیر قابل توجهی در ایجاد تیپ سولفات داشته، بطوریکه زبانه ایجاد شده، از تیپ سولفات در طول رودخانه مذکور، از جنوب دشت تا تقاطع با رودخانه قره سو ادامه دارد. تیپ کلروره به صورت دو پهنه محدود در دهانه ورودی بالیخلی چای به منطقه و در حوالی شهر اردبیل و در شمال رودخانه قره سو اتفاق افتاده است (بابازاده، ۱۳۸۷).

وضعیت آبهای زیرزمینی از نظر مصارف

کشاورزی

به منظور بررسی آبها از نظر کشاورزی، نسبت جذب سدیم و میزان قابلیت هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی،

باقیمانده تبخیر (TDS)

میزان مواد جامد محلول با توجه به شکل ۶ که بر اساس نتایج آنالیز شیمیایی ترسیم شده از شرق به غرب افزایش می یابد. بدین ترتیب که ضلع شرقی گستره که منطبق با منطقه تغذیه آبخانه می باشد، میزان املاح آب زیرزمینی کم بوده و هر اندازه حرکت آب به سمت شمال غرب ادامه می یابد املاح بیشتری در آن حل می شود. در شکل ۷ تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی نسبت به باقیمانده خشک به منظور تحقیق همبستگی بین این دو پارامتر آورده شده است. چنانچه مشاهده می شود بین قابلیت هدایت الکتریکی و TDS همبستگی صددرصد وجود دارد و این بیانگر آن است که با افزایش میزان EC، میزان مواد جامد محلول افزایش می یابد (مهندسین مشاور قدس نیرو، ۱۳۸۱). نتیجه همبستگی نیز به صورت زیر می باشد.

$$TDS = 0.5EC + 0.7 \quad \gamma = 100$$

نسبت جذب سدیم (SAR)

بررسی تغییرات نسبت جذب سدیم آب زیرزمینی نشان می دهد که این نسبت به طور تدریجی از شرق به سمت نواحی غربی منطقه افزایش می یابد. این وضعیت به خوبی بر روی شکل ۸ نمایش داده شده است. از منحنی حداقل شکل گرفته به سمت غرب و شمال و جنوب بر مقدار منحنی ها افزوده می شود به طوری که حداکثر منحنی شکل گرفته در اطراف شهر اردبیل می باشد.

یون کلر (Cl)

در شکل ۹ منحنی های هم کلر برای منطقه ترسیم شده که بیانگر افزایش میزان یون کلر از شرق به غرب می باشد. در مجموع، روند تغییرات یون کلر و نیز شکل منحنی ها با آنچه در مورد هدایت الکتریکی و باقیمانده تبخیر بررسی شد شباهت دارد. مجموعه های مختلفی از منحنی ها در قسمت های مختلف آبخانه شکل گرفته که حکایت از اختلاط آبهای نسبتاً متفاوت از نظر شیمیایی است

الکتریکی و باقیمانده خشک معلوم می شود که میزان این پارامترها از شرق به غرب افزایش می یابد که احتمالاً به دلیل گسترش سازندهای گچ دار و نمکدار نئوژن می باشد.

بدین ترتیب می توان نتیجه گرفت که ضلع شرقی گستره از نظر کیفیت آب زیرزمینی در حد مناسبتری نسبت به ضلع غربی می باشد. تیپ غالب آبخانه بی کربنات رخصاره سدیک می باشد که با توجه به زمین شناسی منطقه منطقی به نظر می رسد.

همچنین با توجه به اینکه ۷۰ درصد نمونه ها از لحاظ خطر سدیم و ۴۰ درصد نمونه ها از لحاظ شوری دارای خطر پایین هستند لذا از نظر مصارف آبیاری بیش از ۶۰ درصد نمونه که در رده S_1C_3 و S_1C_2 قرار می گیرند از لحاظ قابلیت آبیاری در حد مناسب تا متوسط می باشند و با توجه به میزان یونها، برابر استانداردهای پیشنهادی مهندسی آب کشور در وزارت نیرو و دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه وضعیت آبهای منطقه از نظر مصارف آشامیدنی در حد خوب تا متوسط قرار دارد.

بدیهی است با نمونه گیری در بازه ی یکساله و بیشتر، مطالعات دقیقتری در مورد کیفیت آب زیرزمینی در این منطقه قابل انجام است.

که نقش اساسی در تغییر بافت خاکهای زراعی، کاهش یکنواخت محصول، پژمردگی زودرس و وقفه در رشد گیاهان را دارد، مورد مطالعه قرار می گیرد. در این بررسی از دیگرام ویلکوکس (شکل ۱۲) استفاده گردید. که ۳۷/۵ درصد نمونه ها جزء طبقه S_1C_3 ، ۲۹/۱ درصد نمونه جزء طبقه S_1C_2 و ۲۵ درصد نمونه ها جزء طبقه S_2C_3 ، ۴/۲ درصد به طبقه S_2C_4 و ۴/۲ درصد به طبقه S_3C_3 تعلق دارند. بر این اساس معلوم گردید که ۷۰ درصد نمونه ها از لحاظ خطر سدیم و ۴۰ درصد نمونه از لحاظ شوری دارای خطر پایین می باشد (مهندسین مشاور قدس نیرو، ۱۳۸۱).

وضعیت آبهای زیرزمینی از نظر شرب

عوامل موثر در شرب، سختی کل، یون کلر، سولفات و سدیم می باشد که منجر به ایجاد مزه ترش یا شورشدگی در آب می شوند. عوامل مذکور، بخش اعظم باقیمانده خشک را تشکیل می دهند. به منظور بررسی کیفیت آنها از نظر شرب از دیگرام شولر - برکالف استفاده شده و بر این اساس وضعیت آبهای زیرزمینی از نظر قابلیت شرب در حد خوب تا متوسط قرار دارد (شکل ۱۳).

نتیجه گیری

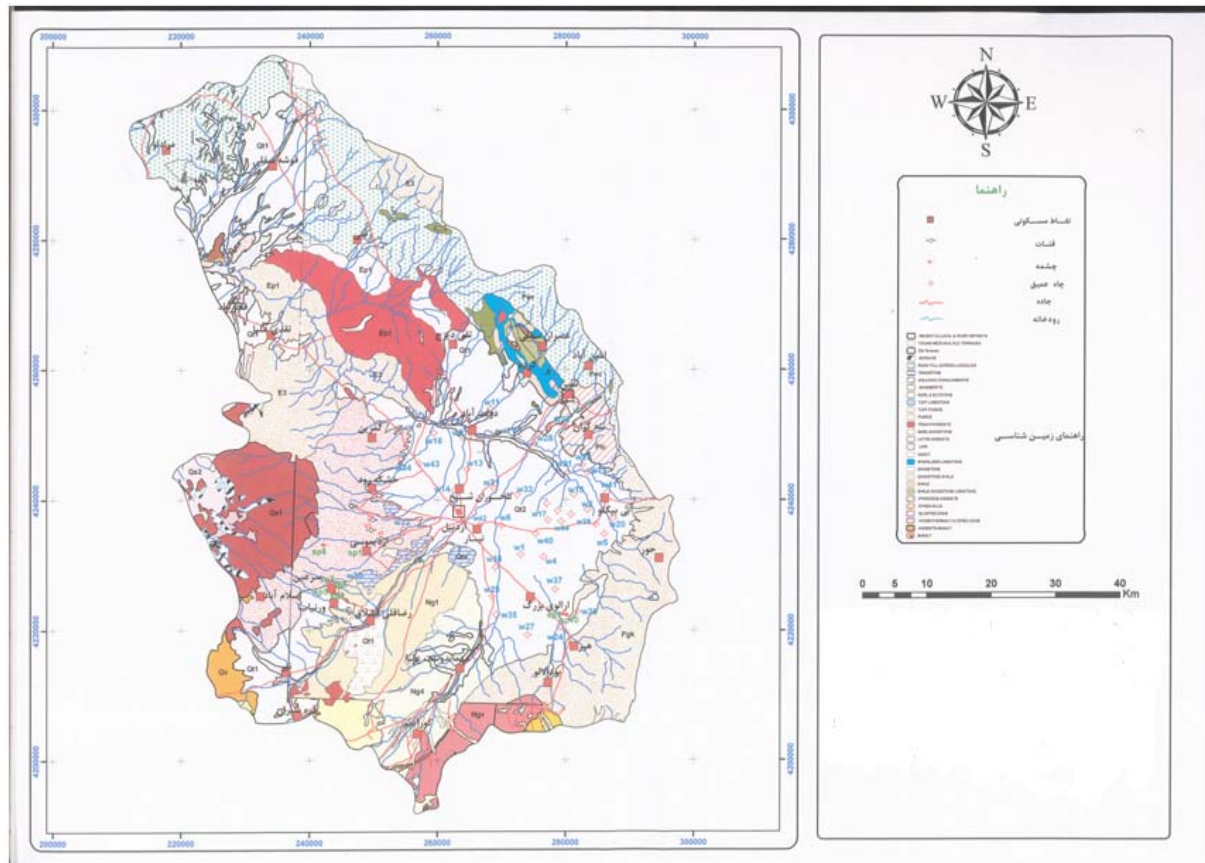
بطور کلی منابع آب زیرزمینی موجود در منطقه یامچی اردبیل دارای EC و TDS بالا می باشد و همچنان نیز افزایش می یابد، اما میزان SAR پایین می باشد. با مقایسه روند منحنی های مربوط به قابلیت هدایت

جدول ۱ - نتایج آنالیز ۴۴ نمونه آب چاههای عمیق آبخانه منطقه مورد مطالعه

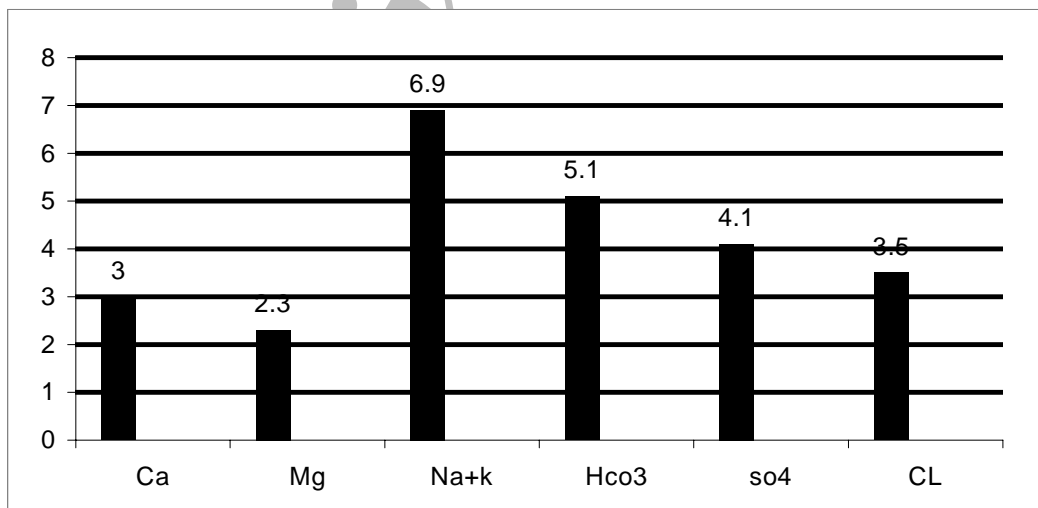
Ca	Mg	Na	K	Hco ₃	SO ₄	CL	TDS	EC	pH	SAR%	نام محل	UTMX	UTMY	number
1.4	1	2.77	0.04	3.3	1.2	0.9	267	532	7.12	2.5287	پیرام	272947	4231640	1
1.3	0.9	1.8		3	0.7	0.6	208	415	7.3	1.7162	البلخ مصطفی خان	283397	4238492	2
1.3	0.9	2.16	0.04	3.2	1	0.5	228	455	7.38	2.0595	مرنی	284677	4236266	3
1.3	1	2.1		3.7	0.1	0.8	225	449	7.48	1.9583	تیرافلو	276532	4231220	4
1.5	1.1	3.4		3.3	2.1	0.9	306	608	7.12	2.9583	یونچالو	286004	4234783	5
2.8	1.5	7.29	0.11	3.9	4.2	3.9	594	1185	7.23	4.9717	قصاب تپ	269965	4236094	6
3.3	1.6	14.02	0.08	5.3	7.6	6.4	960	1915	7.23	8.957	ساخصلو	272480	4249662	7
1.4	1	1.6		3.4		0.9	208	414	7.56	1.4606	آرخازلو	278720	4238317	8
4	2.3	5.64	0.06	6.1	3.7	2.4	605	1211	7.29	3.1778	آقچه کند	264080	4249387	9
5.3	3.6	14.02	0.08	5.4	10.1	7.7	1160	2310	7.44	6.6461	اتزاب پایین	266655	4249387	10
3	3.3	16.29	0.11	5.7	9.6	7.6	1128	2280	7.42	9.1784	یزن آباد	268276	4253994	11
3.8	2.6	10.12	0.08	5.1	5	6.7	840	1670	7.43	5.6573	دولت آباد	265711	4251088	12
3.8	1.4	8.7	0.1	5.6	5.1	3.5	706	1408	7.03	5.3955	اتزاب بالا	264568	24244719	13
3.6	1.6	6.5	0.25	5.8	3.1	2.8	584	1165	7.5	4.0311	شیخ کلخوران	262662	2421474	14
1	0.7	2.1		3.7		0.4	200	397	7.83	2.2778	جایرلو	281236	2420817	15
3.9	2.1	5.3	0.1	6	3	2.6	577	1151	6.89	3.06	سامیان	259399	4250287	16
1.3	0.9	3.26	0.04	3.8	1.5	1	285	568	7.77	3.1083	قره حسنلو	277219	4236914	17
2.11	0.9	8.04	0.06	5.8	0.6	5	565	1125	6.6	6.5537	میرزارحیملو	277025	4239518	18
1.3	1	1.1		2.6	0.5	0.5	177	352	7.66	1.0258	قره چناق	283417	4244214	19
1.2	0.6	2.96	0.04	3.7	0.4	1	250	497	7.7	3.1201	محمود آباد	287401	4237200	20
2.1	1.3	3.84	0.06	4.4	2	1.2	375	748	7.65	2.9451	پته خور	280316	4244214	21
3.1	2.4	4.06	0.04	5.5	2.7	1.7	489	975	7.26	2.4483	سولا	279650	4251400	22
2.4	3.1	2.06		3.4	2.6	1.9	390	777	7.69	1.2422	خان کندی	277225	4251160	23
1.3	0.6	2.7		3.6	0.9	0.3	239	477	7.61	2.7701	کرگان	279156	4220470	24
8.5	6.2	15.76	0.51	5.2	15.2	11.3	1560	3140	7.53	5.8242	گوردان	268505	4225118	25
1.2	1.4	1.3		3.4		0.6	202	401	7.15	1.1402	خلیل آباد	278342	4226300	26
1.5	1.7	4.62	0.08	4.9	1.5	1.8	404	801	7.72	3.6524	نوشهر	274058	4219272	27
2.5	1.7	3.96	0.04	4.8	1.7	1.9	417	831	7.23	2.7327	نوجه ده	275131	4248653	28
1.4	1.4	3.1		3.9		2.3	306	609	7.84	2.62	گلی	282570	4245420	29
2.8	2	10.12	0.08	8.7	0.6	6	759	1512	6.03	6.5324	ویلادره	243887	4226721	30
3.2	4.1	11.39	0.11	5.8	7.7	5.6	952	898	7.87	5.9618	سلطان آباد	268830	4241776	31
5.1	2.4	6.29	0.11	11.3	0.8	2.1	702	1400	6.65	3.2481	نوران	254667	4235446	32
0.8	1.8	4.96	0.04	4.2	2.1	1.5	386	770	8.28	4.3502	قره لر	272403	4240808	33
1.5	1.6	10.8		4		0.5	204	406	8.17	6.23	شهریور	254320	4246242	34
4	3.8	12.78	0.12	5.7	9.8	6.4	1110	2180	7.47	6.4714	کوزه تهرانی	269132	4222397	35
0.6	1.2	0.6		2.1		0.4	129	256	7.75	0.6325	دوبیل	281846	4222875	36
3.3	2.4	8.4	0.1	10	3	1.5	717	1432	6.77	4.9757	آرالگوی بزرگ	274360	4224735	37
10.4	13.1	17.7	2.5	5.3	22	15.5	2200	4390	7.16	5.1636	کمی آباد	269065	4229660	38
1.2	1.6	1.4		3.3	0.2	1	221	440	7.86	1.1832	شیخ خلیفه لو	280824	4237770	39
1.6	1.8	5.44	0.06	5.4	0.9	2.9	452	901	8.14	4.1723	اراضی جنوب شرق اردبیل	275294	4234800	40
1.3	1.5	0.8		2.9	0.2	0.7	186	371	8.08	0.6761	آبی بیگللو	286420	4241134	41
4.1	3.1	10.89	0.11	5.5	6.3	6.7	922	1838	7.12	5.7395	نیار	266600	4236150	42
2.8	1.1	3.36	0.04	5	0.9	1.7	374	745	7.8	2.4061	گرجان	257143	4245591	43
1.5	0.6	2.1		3.5	0.1	0.7	211	421	8.04	2.0494	قره تپه	279250	4236723	44

جدول ۲- مقایسه سختی کل، دائم و موقت در آبخانه منطقه یامچی اردبیل

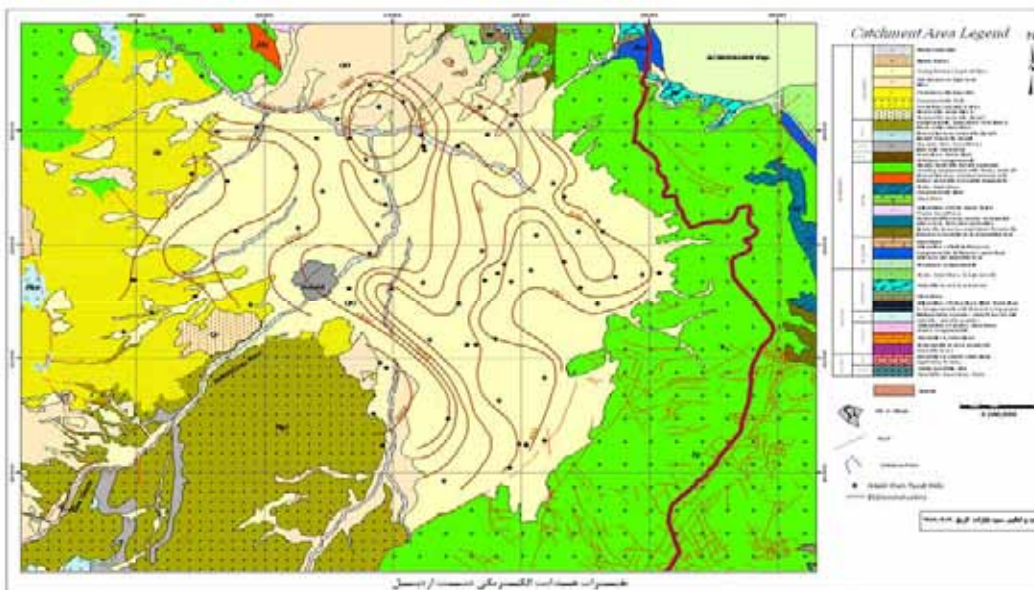
<X>	<Y>	سختی موقت	سختی دائم	سختی کل
243887	4226721	435	فاقد سختی دائم	435
245667	4235446	565	فاقد سختی دائم	565
257143	4245591	250	فاقد سختی دائم	250
259399	4250287	300	فاقد سختی دائم	300
262662	4241474	290	فاقد سختی دائم	290
264080	4249387	305	10	315
264568	4244719	280	فاقد سختی دائم	280
265711	4251088	255	65	320
266600	4236150	275	85	360
266655	4249387	270	175	445
268276	4253994	285	30	315
268505	4225218	260	475	735
268830	4241776	290	75	365
269065	4229660	265	910	1175
269132	4222397	285	105	390
269965	4236094	195	20	215
272403	4240808	210	فاقد سختی دائم	210
272480	4249662	265	فاقد سختی دائم	265
272947	4231640	165	فاقد سختی دائم	165
274058	4219272	245	فاقد سختی دائم	245
274360	4224735	500	فاقد سختی دائم	500
275131	4248653	240	فاقد سختی دائم	240
275294	4234800	270	فاقد سختی دائم	270
276532	4231220	185	فاقد سختی دائم	185
277025	4239418	290	فاقد سختی دائم	290
277225	4251160	170	105	275
278342	4226300	170	فاقد سختی دائم	170
279156	4220470	180	فاقد سختی دائم	180
279250	4236723	175	فاقد سختی دائم	175
279650	4251400	275	فاقد سختی دائم	275
280316	4244214	220	فاقد سختی دائم	220
281846	4222875	105	فاقد سختی دائم	105
282570	4245420	195	فاقد سختی دائم	195
283417	4244214	130	فاقد سختی دائم	130
286004	4234788	165	فاقد سختی دائم	165
286420	4241134	145	فاقد سختی دائم	145



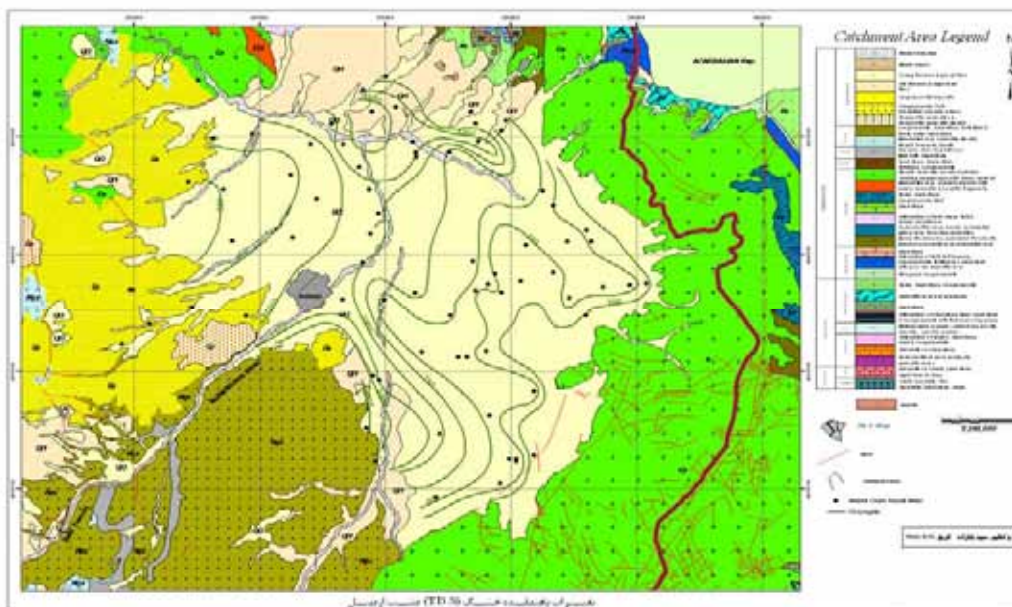
شکل ۳. موقعیت چاههای اکتشافی و مشاهده ای جهت آنالیز شیمیایی (مهندسین مشاور قدس نیرو، ۱۳۸۱)



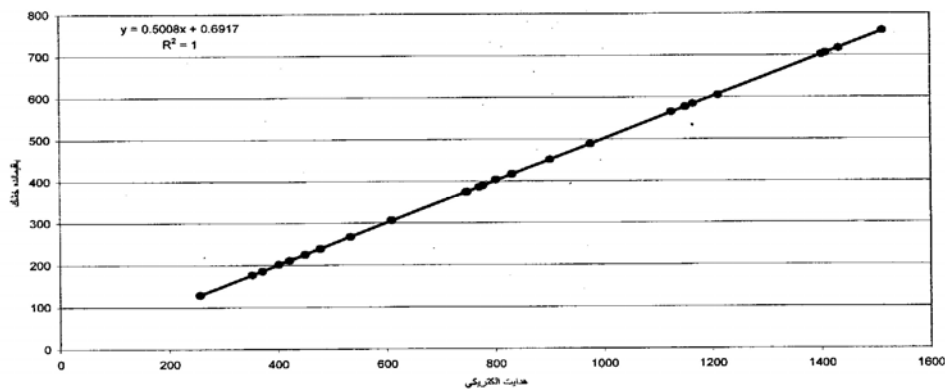
شکل ۴. هیستوگرام ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی بر اساس میانگین نمونه ها



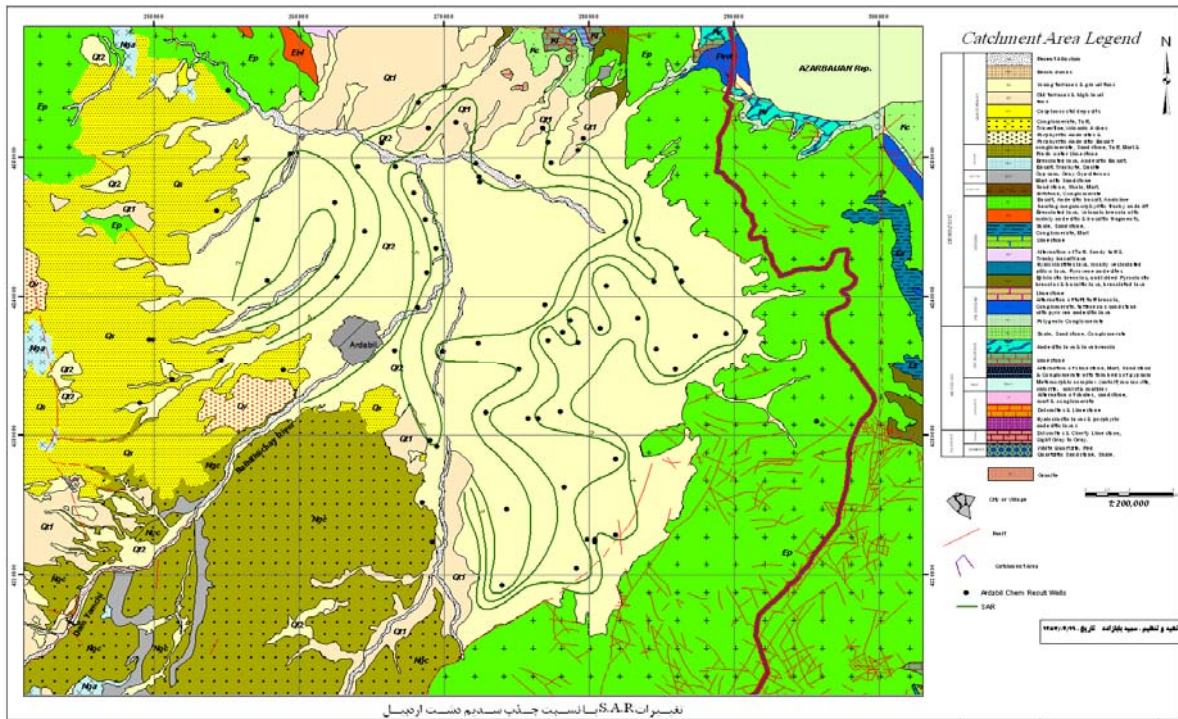
شکل ۵. تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی منطقه مورد مطالعه



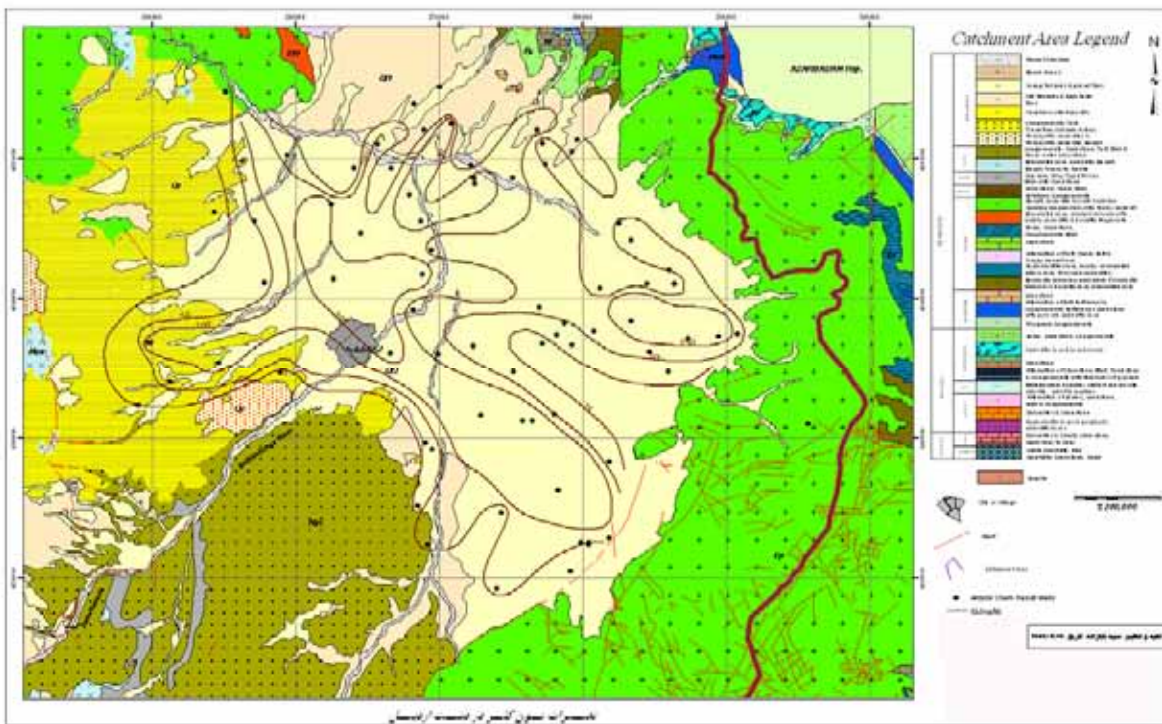
شکل ۶. تغییرات باقیمانده خشک منطقه مورد مطالعه



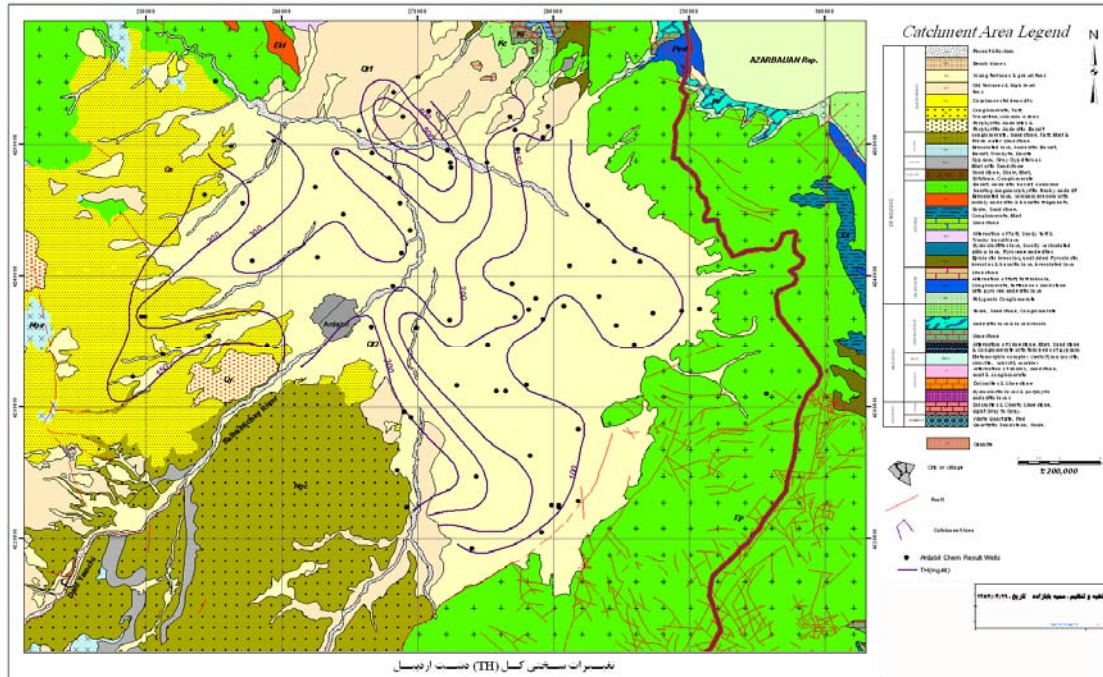
شکل ۷. تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی نسبت به باقیمانده خشک



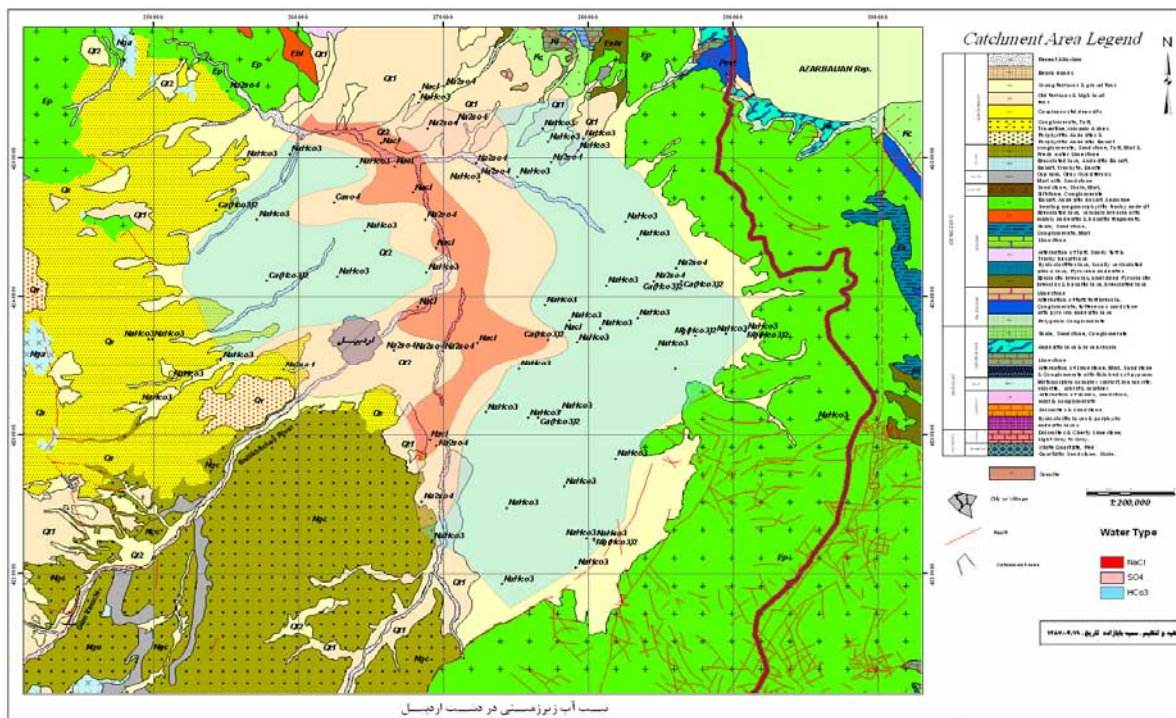
شکل ۸. تغییرات نسبت جذب سدی در منطقه مورد مطالعه



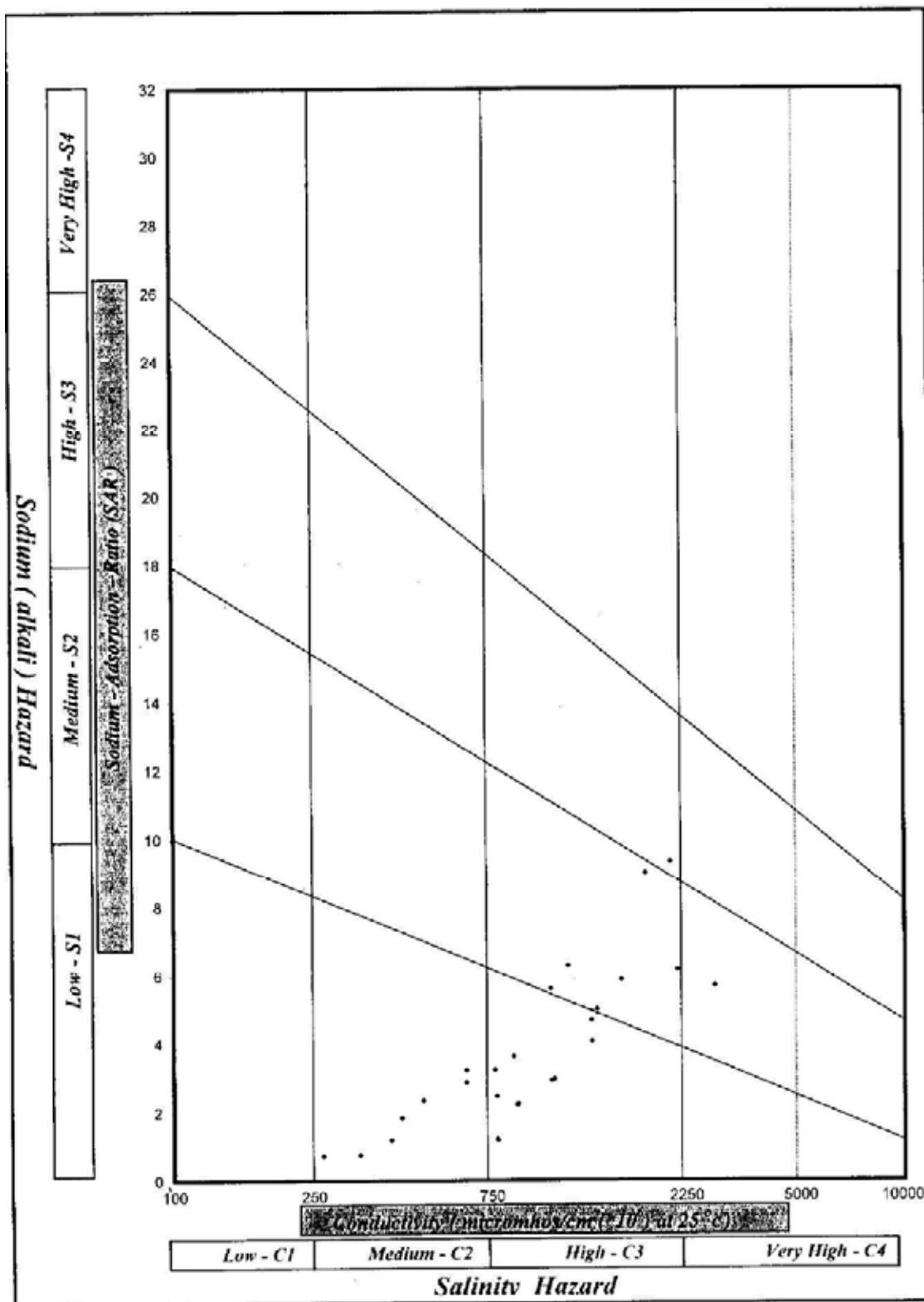
شکل ۹. تغییرات یون کلر در منطقه مورد مطالعه



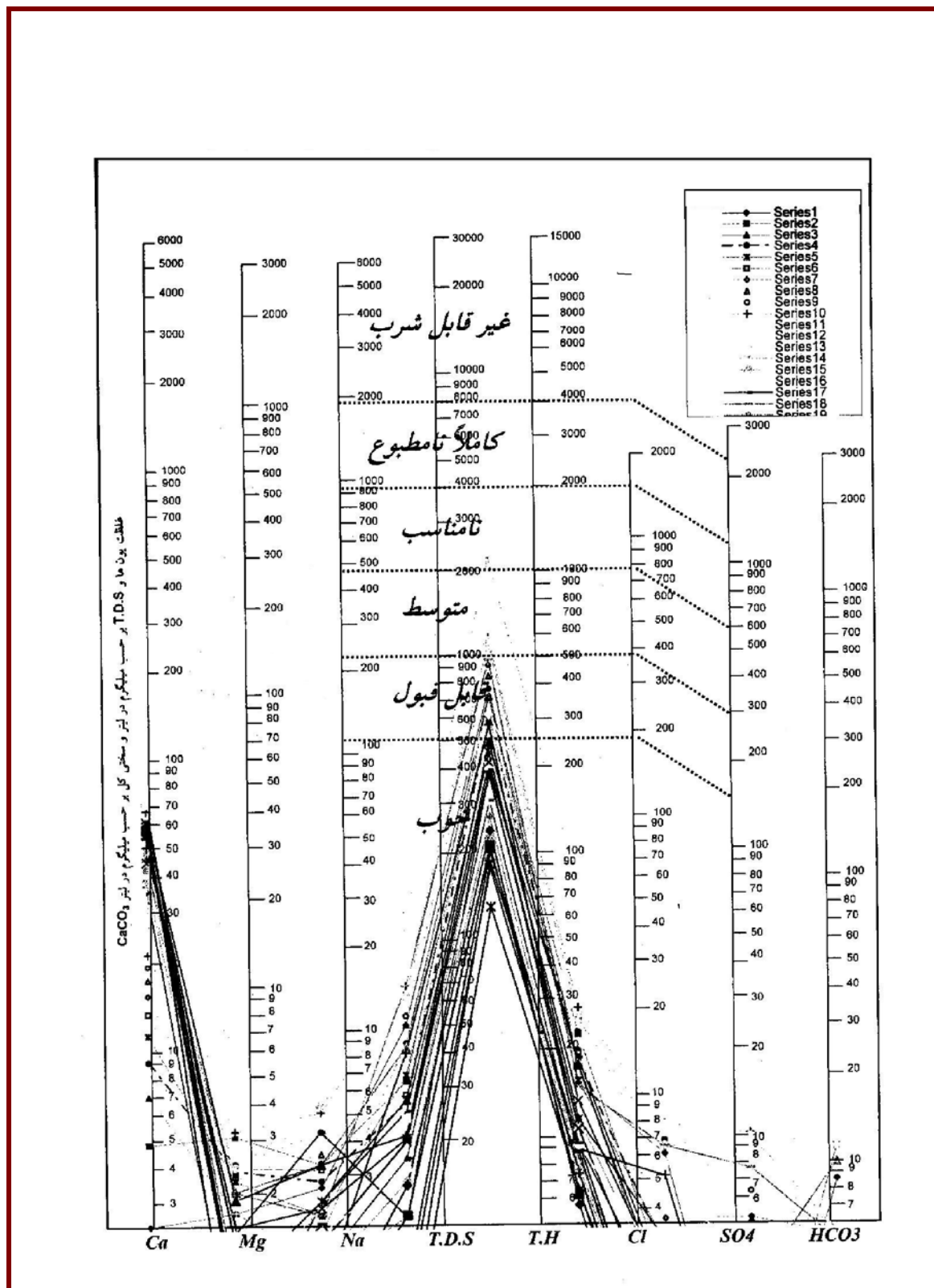
شکل ۱۰. تغییرات ساختمانی کل در منطقه مورد مطالعه



شکل ۱۱. تپ آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه



شکل ۱۲. دیاگرام ولکوکس به منظور طبقه بندی آنها از نظر مصارف آبیاری (بابازاده، ۱۳۸۷)



شکل ۱۳. دیاگرام شولر - برکالف به منظور طبقه بندی آبها از نظر قابلیت شرب (بابازاده، ۱۳۸۷)

منابع

- مهندسین مشاور بندآب، ۱۳۷۴، گزارش طرح
 یامچی، شرکت سهامی آب منطقه ای اردبیل
- Babazadeh. S., 1387, بررسی های هیدرودینامیکی
 اکیفر زیر مخزن سد یامچی اردبیل با توجه به آمار
 چاه ها و قنوت و چشمه های اطراف، پایان نامه
 کارشناسی ارشد
- درویش زاده. ع، ۱۳۷۲، زمین شناسی ایران، نشر
 دانش امروز
- منزوی . م.ت ، ۱۳۸۴، آبرسانی شهری، انتشارات
 دانشگاه تهران
- معتمد، ۱۳۷۸، زمین شناسی عمومی، انتشارات
 دانشگاه تهران
- مهندسین مشاور قدس نیرو، ۱۳۸۱، گزارش زمین
 شناسی و هیدرولوژی دشت اردبیل، شرکت سهامی
 آب منطقه ای اردبیل
- Drever, I.J. (1988) The Geochemistry
 of Natural waters, prentice – HahINC,
 USA, 367p.
- Espahbod. M.R , 2005, The Geologic
 and Morphotectonic In Flunce on the
 general fluctuation of Caspian sea
 with apecial regards to the gulf of
 Ghara Boghas Gol, International
 conference the university of Guilan
 Rasht, Iran.
- Freez , F.A. and J.A.Cherry, 1979,
 Ground water , prentice – Hall.
- Hydroproject , 1994, Yamchi
 projection the Blygly River,
 Geological Engineering works,
 Album 748-3-T₄-Baku.

Archive of SID