فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال چهاردهم، شماره۵۱، تابستان۹۹

ارزیابی هیدروژئوشیمیایی، کیفیت آب زیرزمینی و غلظت ارسنیک دشت سیرجان با استفاده از نرم افزار هایGIS و AqQa

فهیمه ابراهیمی مقدم*[1]و احمد عباس نژاد[2]

۱-کارشناسی ارشد، زمین شناسی زیست محیطی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.f.eebrahime68@gmail.com

۲- دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان،.abbasnejad35@yahoo.com

چکیده

بررسی کیفیت آب گامی مهم در جهت استفاده بهینه و مناسب از منابع آب برای شرب و همچنین انتخاب الگوی کشت مناسب و سازگار با کیفیت آب است. از این رو ضرورت مطالعه ویژگی‌های کیفی آب در برنامه‌های مدیریتی منابع آب به شدت مورد توجه قرار گرفته است. در این مطالعه، به منظور بررسی کیفیت آب دشت سیرجان، داده‌های کیفیت آب، که در سالهای ۸۱ تا ۹۴ جمع آوری شده بودند، توسط نرم افزارهای AqQA و SPSS مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفتند و سپس به کمک نمودارهای شولر، ویلکاکس و استیف مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند، در مرحله بعد داده‌های سال ۹۴در سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) با استفاده از روش درون یابی(IDW) جهت تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی کیفیت آب استفاده گردید. نتایج تجزیه و تحلیل کیفی آب نشان دادند نمودار پایپرآبهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه دارای رخساره غالب Na- Cl بوده و در گروه آبهای شور قرار می گیرد، براساس نمودار ویلکاکس آب کشاورزی بطور غالب در گروه آب شور و خیلی شور(C3 ,C4)، با توجه به نمودار شولر آب شرب درکیفیت متوسط تا کاملاً نامطبوع و براساس نمودار استیف آب های زیرزمینی در تیپ کلرید سدیم و آب کلروره قرار دارند. غلظت ارسنیک در بسیاری از مناطق این دشت بالای حد استاندارد است .داده های مطالعه حاضر نشان می‌دهد یکی از مشکلات منابع آبی در دشت سیرجان مقدار بالای نمک و مواد محلول بوده، که نشان دهنده تاثیر بسزای سازندهای زمین‌شناسی (تبخیری) بر منابع آب زیرزمینی و کاهش کیفیت منابع آب است.

واژگان کلیدی: کیفیت آب زیرزمینی، ارسنیک، GIS ، AqQa،spss

مقدمه

همزمان با پیشرفت تمدنها، استفاده از آب شکل تازه‌ای به خود گرفت، به طوری که در بسیاری از زمینه‌ها از کشاورزی تا صنعت، از آب استفاده شده و امروزه دسترسی به آب کافی و با کیفیت مناسب در زمان و مکان مناسب اهمیت زیادی داشته و هر گونه کمبود آب را مانعی در جهت توسعه‌ی پایدار می‌دانند. رشد سریع، جمعیت و متناسب با آن نیاز فزاینده به منابع آبی، موجب بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، و در نتیجه بر هم خوردن تعادل طبیعی آن شده است. با اعمال روش‌های مدیریتی مناسب در استفاده از منابع آب موجود می‌توان میزان استفاده از این منابع را نیز بهینه کرد (نخعی، ۱۳۹۱). در دهه‌های اخیر آلودگی فلزات سنگین در محیط‌های آبی به یک مشکل جهانی هم در کشورهای در حال توسعه یافته تبدیل شده است (Mehrotra and Mehrotra,2000). به طور کلی فلزات سنگین دارای دو منشأ اصلی می‌باشند، منشا طبیعی که در اثر هوازدگی سنگ بستر وارد محیط زیست می‌شوند و منشا انسانی، که در اثر فعالیت های صنعتی ، معدنکاری، عبور و مرور وسایل نقلیه، کشاورزی و دیگر فعالیت‌های انسانی وارد طبیعت می‌شوند (Kribek, et.al,2010). به کارگیری سامانه‌ی

اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان ابزاری برای ارائه‌ی تصویری صحیح از وضعیت کیفی منابع آب امری ضروری می-نماید تا به کمک آن بتوان هر گونه تصمیم‌گیری مدیریتی را که آثار محیط زیستی آن به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم متوجه حوضه آبریز است با آگاهی بیشتری اتخاذ کرد. سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربرد فراوانی در پایش و طبقه‌بندی کیفی آب دشت‌ها دانسته و توانایی تحلیل و بررسی اطلاعات در حجم زیاد را فراهم می‌نماید. در این سامانه، با تعیین مراکز جمعیتی، صنعتی و کشاورزی و تخمین بار آلودگی و ترکیب آن با سایر اطلاعات، می‌توان طرحهای مدیریتی مفیدتری را ارائه کرد(Askari Marnani ,2001). ارزیابی کیفیت آب با هدف مناسب بودن آن، برای مصرف شرب و کشاورزی با استفاده از شاخص‌های مختلف انجام می‌شود. یکی از روش‌های متداول برای طبقه بندی و مقایسه انواع آب براساس ترکیب یونی، استفاده از نمودار پایپر و شاخص های کیفی و ویلکاکس و شولر است (غلام دخت بندری و همکاران ۱۳۹۷). از جمله مطالعات صورت گرفته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: دهقانی و همکاران به ارزیابی ارسنیک در آب زیرزمینی شهر سیرجان و حومه پرداختند آنها به این نتیجه رسیدند که غلظت ارسنیک در آب آشامیدنی شهر سیرجان بیش از حد مجاز آب آشامیدنی است که استفاده از این آب در طولانی مدت ممکن است سبب شیوع بیماری هایی مانند سرطان در منطقه گردد (دهقانی و همکاران، ۱۳۹۴). المدرسی و همکاران با استفاده از مدل‌سازی شولر و به کمک روش درون یابی در محیط GIS به تعیین کیفیت آب شرب پرداختند نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که کیفیت آب شرب از جنوب غربی این دشت به طرف شمال شرقی کاهش پیدا می‌کند (Almodaresi etal, 2015) برزگر با هدف ارزیابی برخی فلزات سنگین به ویژه ارسنیک و تعیین منشأ آنها، به مطالعه آبخوان دشت تبریز پرداختند (Barzegar, etal, 2015).

منطقه مورد مطالعه

دشت سیرجان با وسعت حدود ۳۷۰۰ کیلومتر مربع در جنوب استان کرمان واقع شده است (شکل۱)، ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۷۷۰ متر و شیب کلی آن به سمت جنوب است. این دشت در محدوده طول جغرافیائی '۵۷ °۵۴ تا '۲۶ و°۵۶ درجه شرقی و عرض جغرافیایی '۴۷ و°۲۸ تا'۲۸ و°۲۹ درجه شمالی واقع شده و در راستای شمالغرب- جنوبشرق کشیده شده است. دشت سیرجان از شمال توسط کوههای سرچشمه و از جنوب بوسیله کویر نمک سیرجان محدود شده است. مرز آن در جنوبشرق به تعدادی تپه و کوه کم ارتفاع ختم می‌شود و در شمالغرب نیز تعدادی تپه پراکنده مرز آن با دشت شهربابک را تشکیل می‌دهند.

مواد و روش

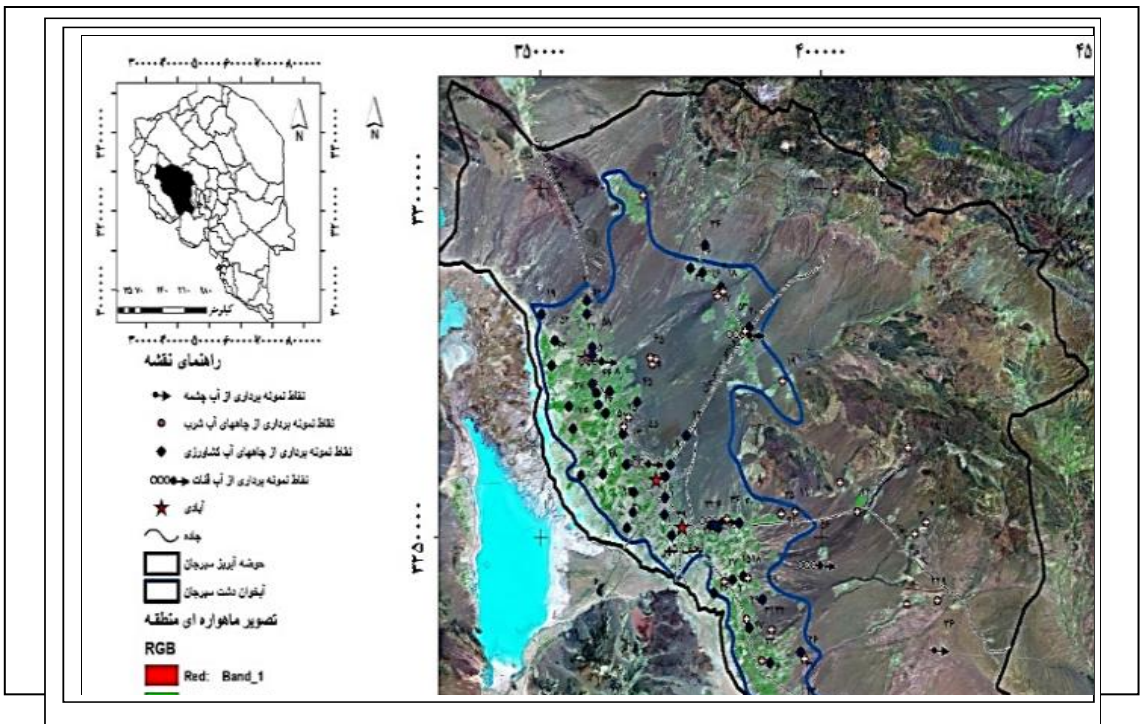
در این مطالعه، به منظور بررسی کیفیت آب دشت سیرجان، اطلاعات عناصر بی کربنات، سولفات، کلر ، سدیم، منیزیم، کلسیم ، pH، هدایت الکتریکی، و ارسنیک در منطقه مورد مطالعه بین سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ از شرکت آب منطقه و آب فاضلاب استان کرمان دریافت و با استفاده از نرم افزار Spss و AqQA و GIS مورد تجزیه و تحلیل واقع شدند. در این مطالعه ۵۸ نمونه مربوط به سال ۹۴ برای ارزیابی عناصرEC، pH و یونهای اصلی از آب کشاورزی (جدول۱) و۳۰ نمونه آب شرب برای ارزیابی ارسنیک مورد بررسی قرارگرفته است (جدول۲). نمودارهای آنالیز خوشه ای، شولر، استیف و ویلکاکس برای تحلیل کیفی سالهای آماری ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ ترسیم و مورد بررسی قرارگرفتند. نمودارهای مورد استفاده ، نمودار استیف: از این نمودار جهت ارزیابی تغییرات کیفی آب در یک مکان و در یک دوره استفاده می‌شود (Arvidson, 2006) . نمودار استیف از ۴ محور افقی موازی تشکیل شده که یک محور عمودی با ارزش صفر آنها را قطع می‌کند. مقادیر هر کدام از آنیون‌ها و کاتیون‌ها ی اصلی بر حسب میلی‌اکی والانت بر لیتر بر روی یکی از محورهای افقی نمایش داده می‌شوند، سطح این نمودارها نیز نماینده‌ی، مدار کل مواد جامد محلول می‌باشد. بدین طریق،

این نمودار امکان مقایسه‌ی کل آنیون‌ها و کاتیون‌ها را نیز فراهم می‌کند(Stiff,1951). نمودارنیمه لگاریتمی شولر: این نمودار جهت نمایش یونهای اصلی برحسب میلی اکی والانت بر لیتر، و برای نمایش اختلاف شیمیایی نمونه‌ها در یک نمودار به کار می‌رود (Schoeller,1964). روش های آماری چند متغیره مانند تجزیه خوشه ای می‌توانند ابزار قدرتمندی برای تحلیل دادههای هیدروشیمیایی باشند. این روش‌ها می‌توانند برای بررسی داده‌های کیفیت آب مورد استفاده قرار گیرند و تعیین کنند که آیا می‌توان نمونه‌ها را به گروه‌های متمایزی که از لحاظ زمین‌شناسی و آماری معنی‌دار باشند، تقسیم‌بندی کرد (Guler,2002) . محققان زیادی از تجزیه خوشه برای رده‌بندی داده‌های هیدروشیمی استفاده کرده‌اند. خوشه (گروه) را می‌توان با مفهوم پیوستگی درونی و با نزوای بیرونی تعریف کرد. به این مفهوم که نمونه‌های موجود در یک گروه خیلی شبیه به یکدیگر هستند.

و در مقابل،نمونه‌های خوشه‌های متفاوت به طور کامل از هم مجزا هستند . در ادامه با استفاده از روش درون یابی (روش وزن دهی عکس فاصله(IDW) در محیط GIS، نقشه پهنه بندیpH،EC، کاتیون و آنیون ها، تهیه گردید. در روش وزن دهی عکس فاصله، برای هر یک از نقاط، وزنی براساس فاصله‌ی بین آن نقطه‌ی اندازه‌گیری شده تا موقعیت نقطه‌ی مجهول منظور می‌گردد(Isaaks, 1981). البته این روش بدون توجه به موقعیت و آرایش نقاط، فقط فاصله‌ی یکسانی از نقطه برآورد هستند دارای وزن یکسانی می‌باشند. مقدار عامل وزنی با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد:

$$Yi=\frac{Di-a}{\sum_{i=1}^{n} Di-a}$$

که در آن،Yi : وزن ایستگاهi ام، Di : فاصله ایستگاه iام تا ایستگاه مجهول،a: توان وزن دهی است(صالحی و همکاران ۱۳۹۵).



شکل۱- تصویر ماهواره‌ای موقعیت نقاط نمونه برداری دشت سیرجان

بحث ونتایج

تغییرات pH

نقشه تغییرات pH آب زیرزمینی در شکل۲ ارائه شده است براساس آن مقدار pH محدوده ۷/۳ تا ۹ متغیر است. مقدار pH در غرب سیرجان کمتر از۸/۲ و در شرق آن ۸/۳ تا ۹ می‌باشد. بنظر می‌رسد علت بالا بودن pH در این دشت غلبه آنیون ضعیف بیکربنات در بعضی نقاط باشد.

تغییراتEC

در شکل۳ نقشه تغییرات هدایت الکتریکی آب زیرزمینی در دشت سیرجان ارائه شده است. با توجه به آن، مقدارEC آب از حداقل ۴۷۷ تا حداکثر۱۹۶۶۰میکروموس بر سانتیمتر تغییر می‌کند. بطور کلیEC در جهت جریان آب زیرزمینی افزایش می‌یابد. در محل فوق سهم سری‌های شورکننده نئوژن بشدت افزایش می‌یابد.

تغییرات مکانی یونهای اصلی

براساس شکل۴ غلظت سولفات در سفره آب زیرزمینی سیرجان در حد ۳۸ تا ۳۰۱۴ متغیر است. غلظت آن در غرب دشت بالاتر است که ناشی از انحلال گچ در سازندهای نئوژن می‌باشد. شکل۵ غلظت بیکربناته در سفره آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. غلظت این آنیون در حد ۱۰۲ تا ۲۶۸ میلیگرم در لیتر متغیر است. روند تغییرات به صورت کاهش از مناطق تغذیه به سمت مناطق تخلیه (جنوب) می‌باشد. علت اثر اشتراک یونی، با انحلال گچ در آب زیرزمینی در جهت جنوب و افزایش غلظت کلسیم، کربنات کلسیم به مرحله اشباع رسیده و رسوب می‌کند که موجب کاهش غلظت بیکربنات می‌شود. غلظت کلراید در این دشت در حد ۴۲ تا ۷۴۵۵ میلی گرم در لیتر متفاوت است (شکل۶) . مقدار آن در نیمه شرقی دشت کمتر از ۱۵۰۰ است که به سمت شمالغرب افزایش می‌یابد. منبع آن انحلال نمک طعام است. غلظت سدیم (شکل۷) در دشت سیرجان از ۵۷ تا ۳۸۱۸ میلی‌گرم در لیتر متفاوت است. مقدار آن، مشابه با کلراید، در نیمه شرقی دشت کمتر از ۱۵۰۰ و در نیمه غربی بیش از آن می‌باشد. نقشه‌های هم غلظت کلسیم (شکل۸) و منیزیم (شکل۹) نیز مؤید افزایش مقدار آنها به سمت شمالغرب می‌باشند که به معنی منشأ تبخیری است.

تغییرات مکانی ارسنیک

سازمان بهداشت جهانی، آژانس محیط زیست آمریکا USEPA و استاندارد ملی ایران حداکثر مجاز غلظت ارسنیک در آب آشامیدنی را ۱۰ میکروگرم بر لیتر مشخص کرده‌اند (تو زنده جانی و همکاران، ۱۳۹۶). مقدار ارسنیک در دشت سیرجان در حد ناچیز تا ۲۱۹/۸ PPb تغییر می‌کند. غلظت آن در بخش عمده دشت بیش از ۱۰ PPb است و بنابراین برای شرب نامناسب می‌باشد (شکل۱۰). با توجه به اینکه مقدارpH در بسیاری از نقاط دشت سیرجان بالا است و لایه های از نوع سری سرخ در زیر رسوبات دوران چهارم قرار دارند به احتمال زیاد منبع اصلی ارسنیک آب زیرزمینی فرایند واجذب از سطح اکسیدهای آهن است.

دندروگرام هیدروشیمیائی

واحدهای سنگی ائوسن که در ارتفاعات شمال دشت گسترش دارند و هم بخش اعظم ماتریکس آبرفت‌های دشت را تشکیل می‌دهند از جنس سیلیکات می‌باشند که در اثر هیدرولیز به کندی کاتیون‌های Mg ، Ca ، Na ، K را رها می سازند. تأثیر آنها بر کیفیت آب ناچیز است واحدهای سنگی الیگوسن تا پلیوسن رخساره سری سرخ (Red bed) و تبخیری دارند و نقش مهمی در افزایش مقدار املاح محلول و لب‌شورتا شور شدن آبهای منطقه دارند. آنها هم سنگ کف و هم لایه آبدار می‌توانند باشند. سایر واحدهای سنگی نقش ناچیزی بر کیفیت آبهای زیرزمینی این منطقه دارند. احتمالاً به علت وجود نمکزار در مجاورت این دشت مقداری ذرات نمک و گچ وارد هوا شده و با انحلال در آب باران بر کیفیت آبهای زیرزمینی منطقه تأثیر می‌گذارند. به علت خشک بودن آب وهوای منطقه، میزان تبخیر بالاست و به تبع آن غلظت

املاح در آبهای منطقه افزایش می‌یابد دندروگرام هیدروشیمیائی آبهای زیرزمینی این دشت (شکل۱۱) تا حدی معرف تاثیر فرایندهای فوق است.

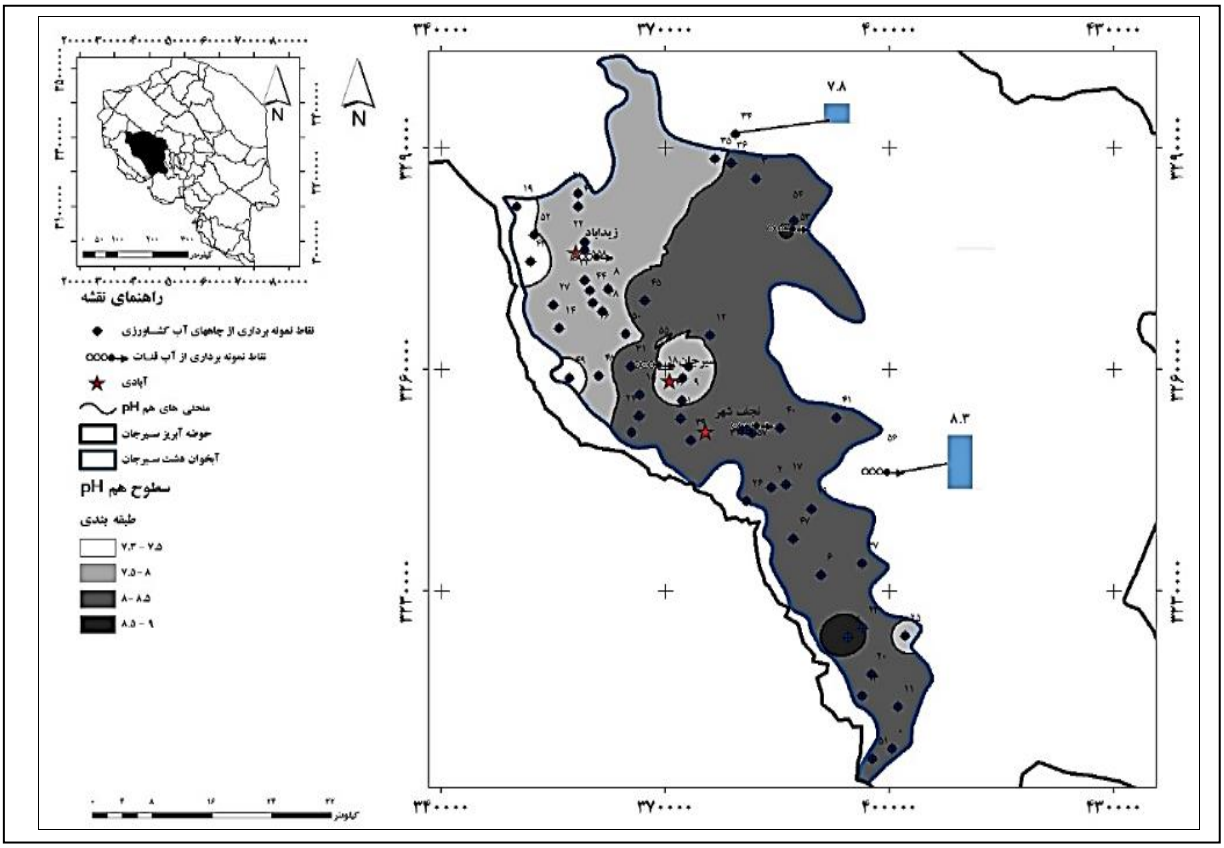
کموگراف

کموگراف دشت‌سیرجان (شکل۱۲) تغییرات میانگین هندسی EC آب زیرزمینی این دشت را در محدوده زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ نشان می‌دهد. با توجه به آن، مقدار هدایت الکتریکی آب زیرزمینی استخراجی بین حداقل ۴۱۲۵ (در سال۸۱) تا حداکثر ۵۳۵۲ میکروموس (در سال۹۱) نوسان داشته که به معنی ۱۲۲۷ میکروموس تغییرات است. تغییرات آن قابل ملاحظه و نامنظم ولی در مجموع به صورت افزایشی صورت گرفته اند. در هر حال، اگر رقم سال ۸۱ را که ۴۱۲۵ و رقم سال ۹۴ را که ۵۲۵۶ می‌باشد.

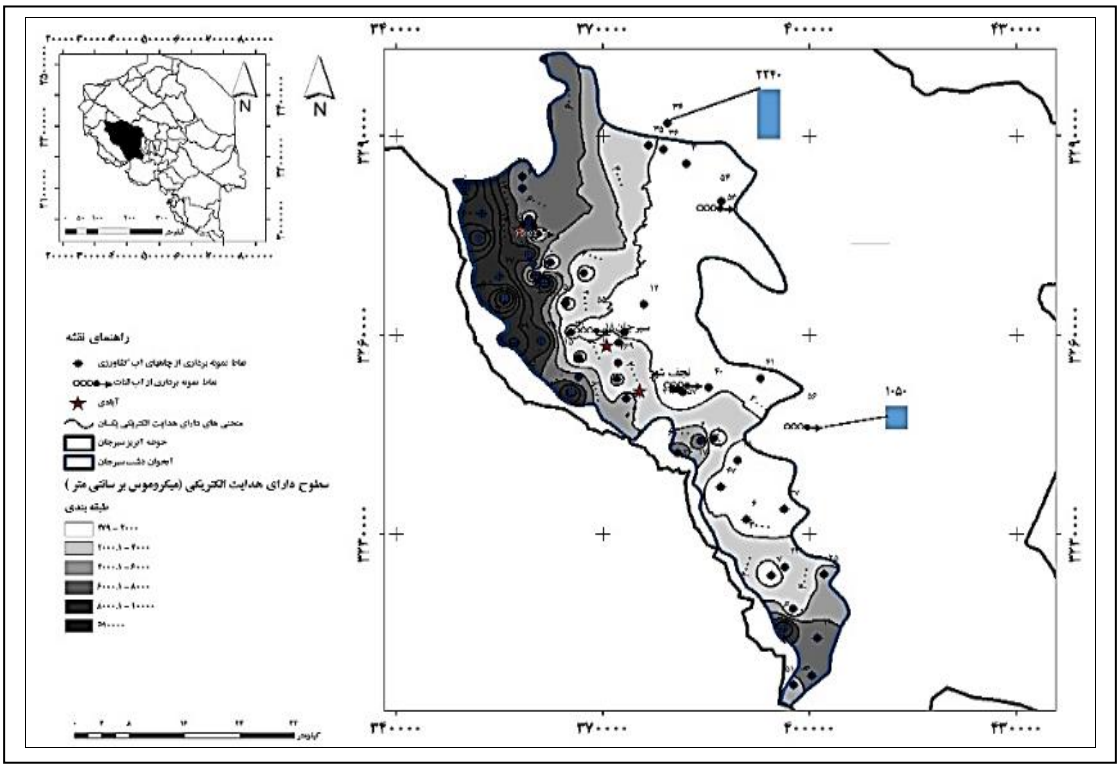
مقایسه کنیم به این نتیجه می‌رسیم که EC آب ۱۱۳۱میکروموس بر سانتی متر افزایش یافته است که رقم قابل ملاحظه‌ای را نشان می-دهد. علت اصلی آن تهی شدن لایه‌های سطحی حاوی آب شیرین و افزایش نقش لایه های عمقی حاوی املاح بیشتر است. ممکن است آب برگشتی کشاورزی هم نقش داشته باشد.

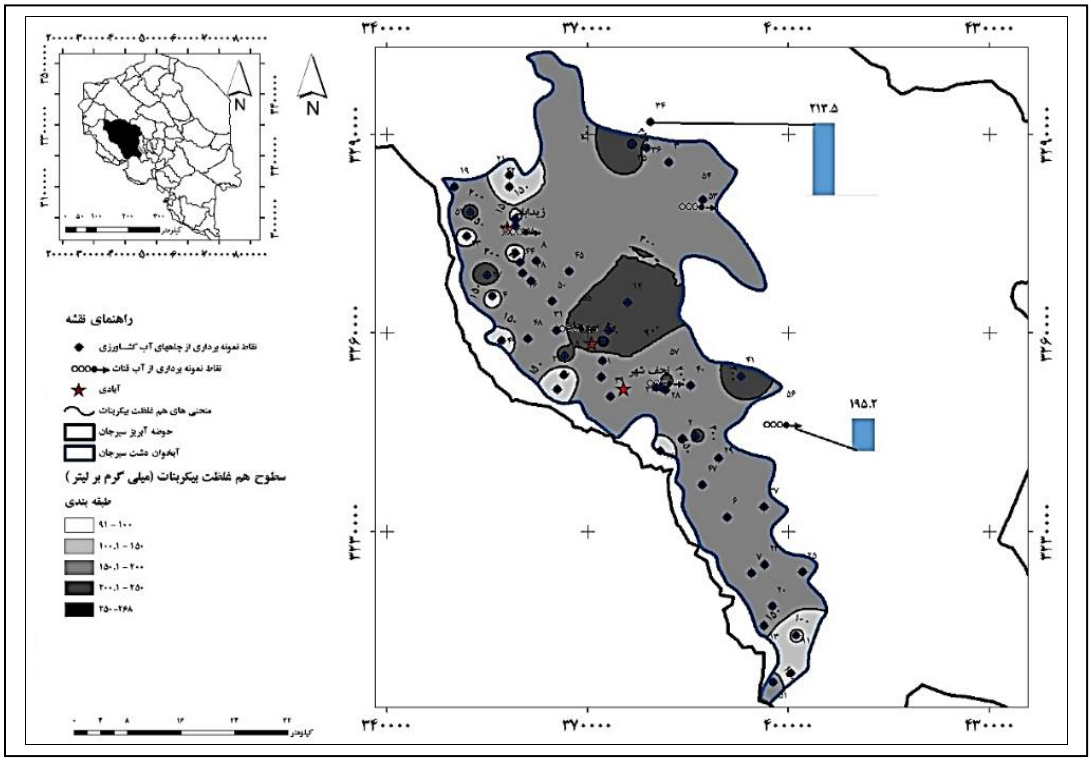
نمودار استیف

در شکل۱۳ نقشه نمودار استیف آبهای زیرزمینی دشت سیرجان ارائه شده است. شکل این نمودار حاکی از غلبه کلرید سدیم و آب کلروره می‌باشد. با توجه به نمودار شولر(شکل۱۴) آبهای این منطقه بلحاظ شرب کیفیت متوسط تا کاملاً نامطبوعی دارند. و با توجه به نمودارویلکاکس(شکل۱۵) آبهای این منطقه بلحاظ کشاورزی در تیپ‌های C_2S_1 ، C_3S_1، C_3S_2 ،C_3S_3،C_4S_2 ، C_4S_3 ، C_4S_4 (عمدتاً شور و خیلی شور) قرار دارند.

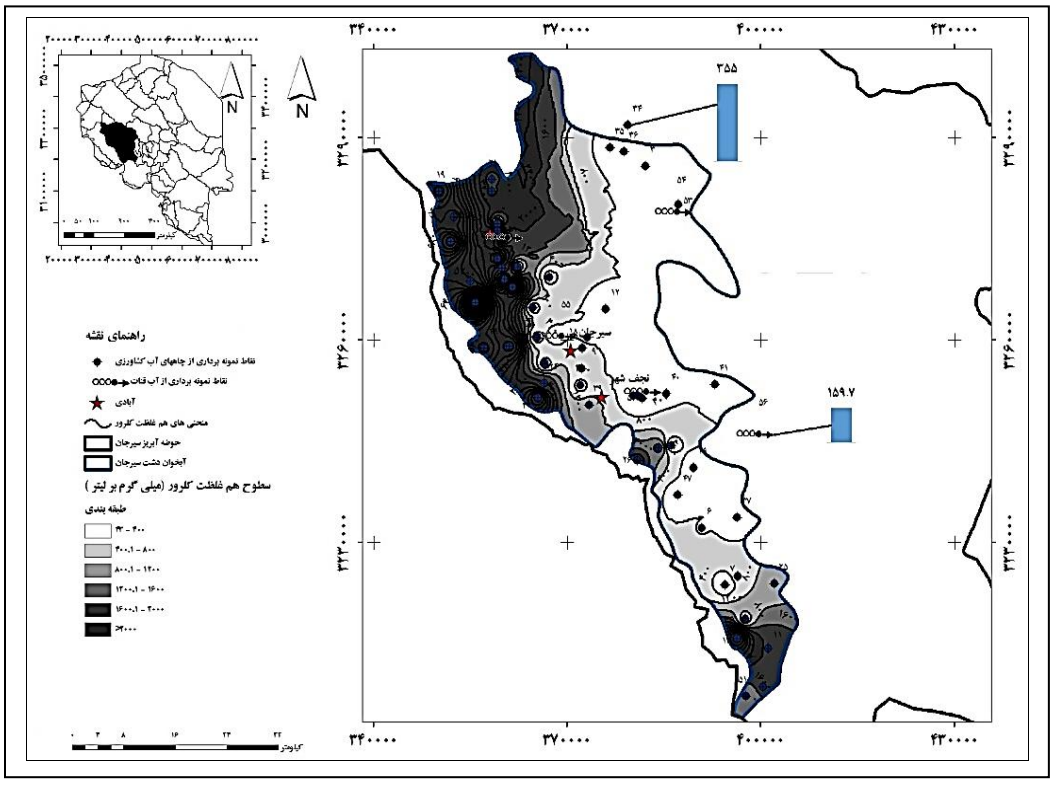


شکل۲- نقشه pH آبهای زیرزمینی دشت سیرجان

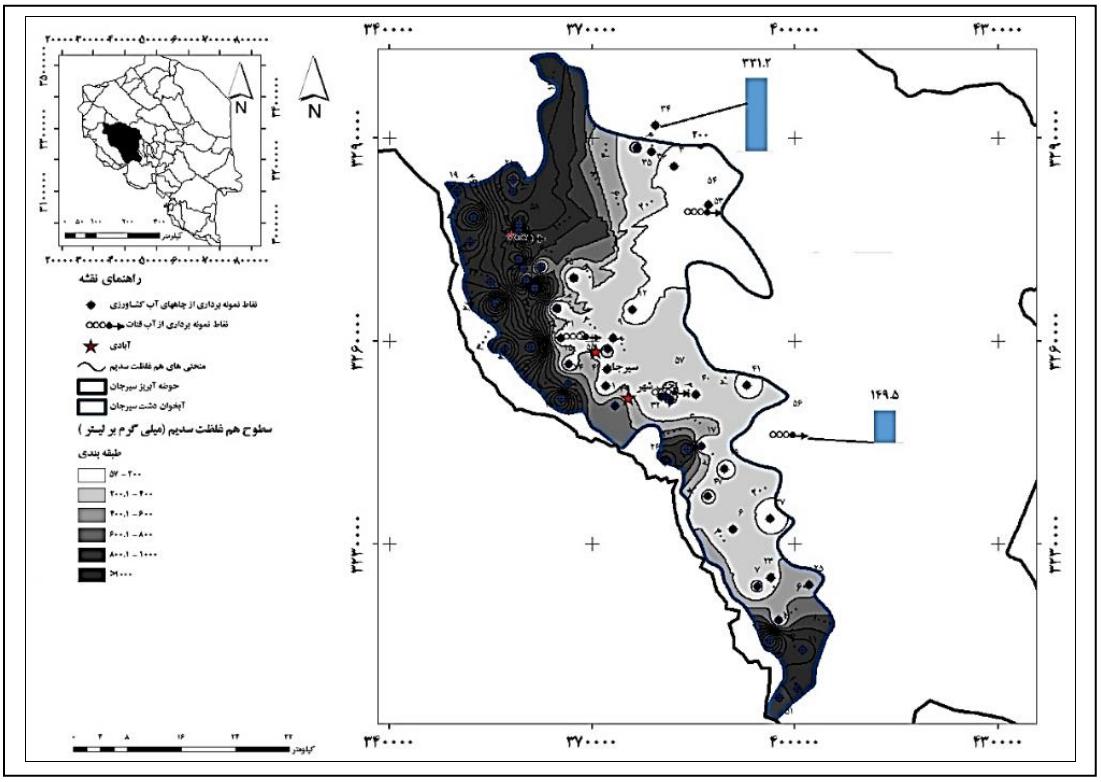

راهنمای نقشه
نقاط نمونه برداری از چاههای آب کشاورزی
نقاط نمونه برداری از آب قنات
آبادی
محنی های دارای هدایت الکتریکی یکسان
حوضه آبریز سیرجان
آبخوان دشت سیرجان
سطوح دارای هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی متر)
طبقه بندی
۴۹۹ - ۲۰۰۰
۲۰۰۰/۱ - ۴۰۰۰
۴۰۰۰/۱ - ۶۰۰۰
۶۰۰۰/۱ - ۸۰۰۰
۸۰۰۰/۱ - ۱۰۰۰۰
۱۰۰۰۰/۱ - ۳۰۰۰۰
۳۰۰۰۰/۱ - ۵۰۰۰۰
۵۰۰۰۰/۱ - ۷۰۰۰۰
۷۰۰۰۰/۱ - ۹۰۰۰۰
۹۰۰۰۰/۱ - ۱۱۰۰۰۰
۱۱۰۰۰۰/۱ - ۱۳۰۰۰۰
۱۳۰۰۰۰/۱ - ۱۵۰۰۰۰
۱۵۰۰۰۰/۱ - ۱۷۰۰۰۰
۱۷۰۰۰۰/۱ - ۱۹۰۰۰۰
۱۹۰۰۰۰/۱ - ۲۱۰۰۰۰
۲۱۰۰۰۰/۱ - ۲۳۰۰۰۰
۲۳۰۰۰۰/۱ - ۲۵۰۰۰۰
۲۵۰۰۰۰/۱ - ۲۷۰۰۰۰
۲۷۰۰۰۰/۱ - ۲۹۰۰۰۰
۲۹۰۰۰۰/۱ - ۳۱۰۰۰۰
۳۱۰۰۰۰/۱ - ۳۳۰۰۰۰
۳۳۰۰۰۰/۱ - ۳۵۰۰۰۰
۳۵۰۰۰۰/۱ - ۳۷۰۰۰۰
۳۷۰۰۰۰/۱ - ۳۹۰۰۰۰
۳۹۰۰۰۰/۱ - ۴۱۰۰۰۰
۴۱۰۰۰۰/۱ - ۴۳۰۰۰۰
۴۳۰۰۰۰/۱ - ۴۵۰۰۰۰
۴۵۰۰۰۰/۱ - ۴۷۰۰۰۰
۴۷۰۰۰۰/۱ - ۴۹۰۰۰۰
۴۹۰۰۰۰/۱ - ۵۱۰۰۰۰
۵۱۰۰۰۰/۱ - ۵۳۰۰۰۰
۵۳۰۰۰۰/۱ - ۵۵۰۰۰۰
۵۵۰۰۰۰/۱ - ۵۷۰۰۰۰
۵۷۰۰۰۰/۱ - ۵۹۰۰۰۰
۵۹۰۰۰۰/۱ - ۶۱۰۰۰۰
۶۱۰۰۰۰/۱ - ۶۳۰۰۰۰
۶۳۰۰۰۰/۱ - ۶۵۰۰۰۰
۶۵۰۰۰۰/۱ - ۶۷۰۰۰۰
۶۷۰۰۰۰/۱ - ۶۹۰۰۰۰
۶۹۰۰۰۰/۱ - ۷۱۰۰۰۰
۷۱۰۰۰۰/۱ - ۷۳۰۰۰۰
۷۳۰۰۰۰/۱ - ۷۵۰۰۰۰
۷۵۰۰۰۰/۱ - ۷۷۰۰۰۰
۷۷۰۰۰۰/۱ - ۷۹۰۰۰۰
۷۹۰۰۰۰/۱ - ۸۱۰۰۰۰
۸۱۰۰۰۰/۱ - ۸۳۰۰۰۰
۸۳۰۰۰۰/۱ - ۸۵۰۰۰۰
۸۵۰۰۰۰/۱ - ۸۷۰۰۰۰
۸۷۰۰۰۰/۱ - ۸۹۰۰۰۰
۸۹۰۰۰۰/۱ - ۹۱۰۰۰۰
۹۱۰۰۰۰/۱ - ۹۳۰۰۰۰
۹۳۰۰۰۰/۱ - ۹۵۰۰۰۰
۹۵۰۰۰۰/۱ - ۹۷۰۰۰۰
۹۷۰۰۰۰/۱ - ۹۹۰۰۰۰
۹۹۰۰۰۰/۱ - ۱۰۱۰۰۰۰
۱۰۱۰۰۰۰/۱ - ۱۰۳۰۰۰۰
۱۰۳۰۰۰۰/۱ - ۱۰۵۰۰۰۰
۱۰۵۰۰۰۰/۱ - ۱۰۷۰۰۰۰
۱۰۷۰۰۰۰/۱ - ۱۰۹۰۰۰۰
۱۰۹۰۰۰۰/۱ - ۱۱۱۰۰۰۰
۱۱۱۰۰۰۰/۱ - ۱۱۳۰۰۰۰
۱۱۳۰۰۰۰/۱ - ۱۱۵۰۰۰۰
۱۱۵۰۰۰۰/۱ - ۱۱۷۰۰۰۰
۱۱۷۰۰۰۰/۱ - ۱۱۹۰۰۰۰
۱۱۹۰۰۰۰/۱ - ۱۲۱۰۰۰۰
۱۲۱۰۰۰۰/۱ - ۱۲۳۰۰۰۰
۱۲۳۰۰۰۰/۱ - ۱۲۵۰۰۰۰
۱۲۵۰۰۰۰/۱ - ۱۲۷۰۰۰۰
۱۲۷۰۰۰۰/۱ - ۱۲۹۰۰۰۰
۱۲۹۰۰۰۰/۱ - ۱۳۱۰۰۰۰
۱۳۱۰۰۰۰/۱ - ۱۳۳۰۰۰۰
۱۳۳۰۰۰۰/۱ - ۱۳۵۰۰۰۰
۱۳۵۰۰۰۰/۱ - ۱۳۷۰۰۰۰
۱۳۷۰۰۰۰/۱ - ۱۳۹۰۰۰۰
۱۳۹۰۰۰۰/۱ - ۱۴۱۰۰۰۰
۱۴۱۰۰۰۰/۱ - ۱۴۳۰۰۰۰
۱۴۳۰۰۰۰/۱ - ۱۴۵۰۰۰۰
۱۴۵۰۰۰۰/۱ - ۱۴۷۰۰۰۰
۱۴۷۰۰۰۰/۱ - ۱۴۹۰۰۰۰
۱۴۹۰۰۰۰/۱ - ۱۵۱۰۰۰۰
۱۵۱۰۰۰۰/۱ - ۱۵۳۰۰۰۰
۱۵۳۰۰۰۰/۱ - ۱۵۵۰۰۰۰
۱۵۵۰۰۰۰/۱ - ۱۵۷۰۰۰۰
۱۵۷۰۰۰۰/۱ - ۱۵۹۰۰۰۰
۱۵۹۰۰۰۰/۱ - ۱۶۱۰۰۰۰
۱۶۱۰۰۰۰/۱ - ۱۶۳۰۰۰۰
۱۶۳۰۰۰۰/۱ - ۱۶۵۰۰۰۰
۱۶۵۰۰۰۰/۱ - ۱۶۷۰۰۰۰
۱۶۷۰۰۰۰/۱ - ۱۶۹۰۰۰۰
۱۶۹۰۰۰۰/۱ - ۱۷۱۰۰۰۰
۱۷۱۰۰۰۰/۱ - ۱۷۳۰۰۰۰
۱۷۳۰۰۰۰/۱ - ۱۷۵۰۰۰۰
۱۷۵۰۰۰۰/۱ - ۱۷۷۰۰۰۰
۱۷۷۰۰۰۰/۱ - ۱۷۹۰۰۰۰
۱۷۹۰۰۰۰/۱ - ۱۸۱۰۰۰۰
۱۸۱۰۰۰۰/۱ - ۱۸۳۰۰۰۰
۱۸۳۰۰۰۰/۱ - ۱۸۵۰۰۰۰
۱۸۵۰۰۰۰/۱ - ۱۸۷۰۰۰۰
۱۸۷۰۰۰۰/۱ - ۱۸۹۰۰۰۰
۱۸۹۰۰۰۰/۱ - ۱۹۱۰۰۰۰
۱۹۱۰۰۰۰/۱ - ۱۹۳۰۰۰۰
۱۹۳۰۰۰۰/۱ - ۱۹۵۰۰۰۰
۱۹۵۰۰۰۰/۱ - ۱۹۷۰۰۰۰
۱۹۷۰۰۰۰/۱ - ۱۹۹۰۰۰۰
۱۹۹۰۰۰۰/۱ - ۲۰۱۰۰۰۰
۲۰۱۰۰۰۰/۱ - ۲۰۳۰۰۰۰
۲۰۳۰۰۰۰/۱ - ۲۰۵۰۰۰۰
۲۰۵۰۰۰۰/۱ - ۲۰۷۰۰۰۰
۲۰۷۰۰۰۰/۱ - ۲۰۹۰۰۰۰
۲۰۹۰۰۰۰/۱ - ۲۱۱۰۰۰۰
۲۱۱۰۰۰۰/۱ - ۲۱۳۰۰۰۰
۲۱۳۰۰۰۰/۱ - ۲۱۵۰۰۰۰
۲۱۵۰۰۰۰/۱ - ۲۱۷۰۰۰۰
۲۱۷۰۰۰۰/۱ - ۲۱۹۰۰۰۰
۲۱۹۰۰۰۰/۱ - ۲۲۱۰۰۰۰
۲۲۱۰۰۰۰/۱ - ۲۲۳۰۰۰۰
۲۲۳۰۰۰۰/۱ - ۲۲۵۰۰۰۰
۲۲۵۰۰۰۰/۱ - ۲۲۷۰۰۰۰
۲۲۷۰۰۰۰/۱ - ۲۲۹۰۰۰۰
۲۲۹۰۰۰۰/۱ - ۲۳۱۰۰۰۰
۲۳۱۰۰۰۰/۱ - ۲۳۳۰۰۰۰
۲۳۳۰۰۰۰/۱ - ۲۳۵۰۰۰۰
۲۳۵۰۰۰۰/۱ - ۲۳۷۰۰۰۰
۲۳۷۰۰۰۰/۱ - ۲۳۹۰۰۰۰
۲۳۹۰۰۰۰/۱ - ۲۴۱۰۰۰۰
۲۴۱۰۰۰۰/۱ - ۲۴۳۰۰۰۰
۲۴۳۰۰۰۰/۱ - ۲۴۵۰۰۰۰
۲۴۵۰۰۰۰/۱ - ۲۴۷۰۰۰۰
۲۴۷۰۰۰۰/۱ - ۲۴۹۰۰۰۰
۲۴۹۰۰۰۰/۱ - ۲۵۱۰۰۰۰
۲۵۱۰۰۰۰/۱ - ۲۵۳۰۰۰۰
۲۵۳۰۰۰۰/۱ - ۲۵۵۰۰۰۰
۲۵۵۰۰۰۰/۱ - ۲۵۷۰۰۰۰
۲۵۷۰۰۰۰/۱ - ۲۵۹۰۰۰۰
۲۵۹۰۰۰۰/۱ - ۲۶۱۰۰۰۰
۲۶۱۰۰۰۰/۱ - ۲۶۳۰۰۰۰
۲۶۳۰۰۰۰/۱ - ۲۶۵۰۰۰۰
۲۶۵۰۰۰۰/۱ - ۲۶۷۰۰۰۰
۲۶۷۰۰۰۰/۱ - ۲۶۹۰۰۰۰
۲۶۹۰۰۰۰/۱ - ۲۷۱۰۰۰۰
۲۷۱۰۰۰۰/۱ - ۲۷۳۰۰۰۰
۲۷۳۰۰۰۰/۱ - ۲۷۵۰۰۰۰
۲۷۵۰۰۰۰/۱ - ۲۷۷۰۰۰۰
۲۷۷۰۰۰۰/۱ - ۲۷۹۰۰۰۰
۲۷۹۰۰۰۰/۱ - ۲۸۱۰۰۰۰
۲۸۱۰۰۰۰/۱ - ۲۸۳۰۰۰۰
۲۸۳۰۰۰۰/۱ - ۲۸۵۰۰۰۰
۲۸۵۰۰۰۰/۱ - ۲۸۷۰۰۰۰
۲۸۷۰۰۰۰/۱ - ۲۸۹۰۰۰۰
۲۸۹۰۰۰۰/۱ - ۲۹۱۰۰۰۰
۲۹۱۰۰۰۰/۱ - ۲۹۳۰۰۰۰
۲۹۳۰۰۰۰/۱ - ۲۹۵۰۰۰۰
۲۹۵۰۰۰۰/۱ - ۲۹۷۰۰۰۰
۲۹۷۰۰۰۰/۱ - ۲۹۹۰۰۰۰
۲۹۹۰۰۰۰/۱ - ۳۰۱۰۰۰۰
۳۰۱۰۰۰۰/۱ - ۳۰۳۰۰۰۰
۳۰۳۰۰۰۰/۱ - ۳۰۵۰۰۰۰
۳۰۵۰۰۰۰/۱ - ۳۰۷۰۰۰۰
۳۰۷۰۰۰۰/۱ - ۳۰۹۰۰۰۰
۳۰۹۰۰۰۰/۱ - ۳۱۱۰۰۰۰
۳۱۱۰۰۰۰/۱ - ۳۱۳۰۰۰۰
۳۱۳۰۰۰۰/۱ - ۳۱۵۰۰۰۰
۳۱۵۰۰۰۰/۱ - ۳۱۷۰۰۰۰
۳۱۷۰۰۰۰/۱ - ۳۱۹۰۰۰۰
۳۱۹۰۰۰۰/۱ - ۳۲۱۰۰۰۰
۳۲۱۰۰۰۰/۱ - ۳۲۳۰۰۰۰
۳۲۳۰۰۰۰/۱ - ۳۲۵۰۰۰۰
۳۲۵۰۰۰۰/۱ - ۳۲۷۰۰۰۰
۳۲۷۰۰۰۰/۱ - ۳۲۹۰۰۰۰
۳۲۹۰۰۰۰/۱ - ۳۳۱۰۰۰۰
۳۳۱۰۰۰۰/۱ - ۳۳۳۰۰۰۰
۳۳۳۰۰۰۰/۱ - ۳۳۵۰۰۰۰
۳۳۵۰۰۰۰/۱ - ۳۳۷۰۰۰۰
۳۳۷۰۰۰۰/۱ - ۳۳۹۰۰۰۰
۳۳۹۰۰۰۰/۱ - ۳۴۱۰۰۰۰
۳۴۱۰۰۰۰/۱ - ۳۴۳۰۰۰۰
۳۴۳۰۰۰۰/۱ - ۳۴۵۰۰۰۰
۳۴۵۰۰۰۰/۱ - ۳۴۷۰۰۰۰
۳۴۷۰۰۰۰/۱ - ۳۴۹۰۰۰۰
۳۴۹۰۰۰۰/۱ - ۳۵۱۰۰۰۰
۳۵۱۰۰۰۰/۱ - ۳۵۳۰۰۰۰
۳۵۳۰۰۰۰/۱ - ۳۵۵۰۰۰۰
۳۵۵۰۰۰۰/۱ - ۳۵۷۰۰۰۰
۳۵۷۰۰۰۰/۱ - ۳۵۹۰۰۰۰
۳۵۹۰۰۰۰/۱ - ۳۶۱۰۰۰۰
۳۶۱۰۰۰۰/۱ - ۳۶۳۰۰۰۰
۳۶۳۰۰۰۰/۱ - ۳۶۵۰۰۰۰
۳۶۵۰۰۰۰/۱ - ۳۶۷۰۰۰۰
۳۶۷۰۰۰۰/۱ - ۳۶۹۰۰۰۰
۳۶۹۰۰۰۰/۱ - ۳۷۱۰۰۰۰
۳۷۱۰۰۰۰/۱ - ۳۷۳۰۰۰۰
۳۷۳۰۰۰۰/۱ - ۳۷۵۰۰۰۰
۳۷۵۰۰۰۰/۱ - ۳۷۷۰۰۰۰
۳۷۷۰۰۰۰/۱ - ۳۷۹۰۰۰۰
۳۷۹۰۰۰۰/۱ - ۳۸۱۰۰۰۰
۳۸۱۰۰۰۰/۱ - ۳۸۳۰۰۰۰
۳۸۳۰۰۰۰/۱ - ۳۸۵۰۰۰۰
۳۸۵۰۰۰۰/۱ - ۳۸۷۰۰۰۰
۳۸۷۰۰۰۰/۱ - ۳۸۹۰۰۰۰
۳۸۹۰۰۰۰/۱ - ۳۹۱۰۰۰۰
۳۹۱۰۰۰۰/۱ - ۳۹۳۰۰۰۰
۳۹۳۰۰۰۰/۱ - ۳۹۵۰۰۰۰
۳۹۵۰۰۰۰/۱ - ۳۹۷۰۰۰۰
۳۹۷۰۰۰۰/۱ - ۳۹۹۰۰۰۰
۳۹۹۰۰۰۰/۱ - ۴۰۱۰۰۰۰
۴۰۱۰۰۰۰/۱ - ۴۰۳۰۰۰۰
۴۰۳۰۰۰۰/۱ - ۴۰۵۰۰۰۰
۴۰۵۰۰۰۰/۱ - ۴۰۷۰۰۰۰
۴۰۷۰۰۰۰/۱ - ۴۰۹۰۰۰۰
۴۰۹۰۰۰۰/۱ - ۴۱۱۰۰۰۰
۴۱۱۰۰۰۰/۱ - ۴۱۳۰۰۰۰
۴۱۳۰۰۰۰/۱ - ۴۱۵۰۰۰۰
۴۱۵۰۰۰۰/۱ - ۴۱۷۰۰۰۰
۴۱۷۰۰۰۰/۱ - ۴۱۹۰۰۰۰
۴۱۹۰۰۰۰/۱ - ۴۲۱۰۰۰۰
۴۲۱۰۰۰۰/۱ - ۴۲۳۰۰۰۰
۴۲۳۰۰۰۰/۱ - ۴۲۵۰۰۰۰
۴۲۵۰۰۰۰/۱ - ۴۲۷۰۰۰۰
۴۲۷۰۰۰۰/۱ - ۴۲۹۰۰۰۰
۴۲۹۰۰۰۰/۱ - ۴۳۱۰۰۰۰
۴۳۱۰۰۰۰/۱ - ۴۳۳۰۰۰۰
۴۳۳۰۰۰۰/۱ - ۴۳۵۰۰۰۰
۴۳۵۰۰۰۰/۱ - ۴۳۷۰۰۰۰
۴۳۷۰۰۰۰/۱ - ۴۳۹۰۰۰۰
۴۳۹۰۰۰۰/۱ - ۴۴۱۰۰۰۰
۴۴۱۰۰۰۰/۱ - ۴۴۳۰۰۰۰
۴۴۳۰۰۰۰/۱ - ۴۴۵۰۰۰۰
۴۴۵۰۰۰۰/۱ - ۴۴۷۰۰۰۰
۴۴۷۰۰۰۰/۱ - ۴۴۹۰۰۰۰
۴۴۹۰۰۰۰/۱ - ۴۵۱۰۰۰۰
۴۵۱۰۰۰۰/۱ - ۴۵۳۰۰۰۰
۴۵۳۰۰۰۰/۱ - ۴۵۵۰۰۰۰
۴۵۵۰۰۰۰/۱ - ۴۵۷۰۰۰۰
۴۵۷۰۰۰۰/۱ - ۴۵۹۰۰۰۰
۴۵۹۰۰۰۰/۱ - ۴۶۱۰۰۰۰
۴۶۱۰۰۰۰/۱ - ۴۶۳۰۰۰۰
۴۶۳۰۰۰۰/۱ - ۴۶۵۰۰۰۰
۴۶۵۰۰۰۰/۱ - ۴۶۷۰۰۰۰
۴۶۷۰۰۰۰/۱ - ۴۶۹۰۰۰۰
۴۶۹۰۰۰۰/۱ - ۴۷۱۰۰۰۰
۴۷۱۰۰۰۰/۱ - ۴۷۳۰۰۰۰
۴۷۳۰۰۰۰/۱ - ۴۷۵۰۰۰۰
۴۷۵۰۰۰۰/۱ - ۴۷۷۰۰۰۰
۴۷۷۰۰۰۰/۱ - ۴۷۹۰۰۰۰
۴۷۹۰۰۰۰/۱ - ۴۸۱۰۰۰۰
۴۸۱۰۰۰۰/۱ - ۴۸۳۰۰۰۰
۴۸۳۰۰۰۰/۱ - ۴۸۵۰۰۰۰
۴۸۵۰۰۰۰/۱ - ۴۸۷۰۰۰۰
۴۸۷۰۰۰۰/۱ - ۴۸۹۰۰۰۰
۴۸۹۰۰۰۰/۱ - ۴۹۱۰۰۰۰
۴۹۱۰۰۰۰/۱ - ۴۹۳۰۰۰۰
۴۹۳۰۰۰۰/۱ - ۴۹۵۰۰۰۰
۴۹۵۰۰۰۰/۱ - ۴۹۷۰۰۰۰
۴۹۷۰۰۰۰/۱ - ۴۹۹۰۰۰۰
۴۹۹۰۰۰۰/۱ - ۵۰۱۰۰۰۰
۵۰۱۰۰۰۰/۱ - ۵۰۳۰۰۰۰
۵۰۳۰۰۰۰/۱ - ۵۰۵۰۰۰۰
۵۰۵۰۰۰۰/۱ - ۵۰۷۰۰۰۰
۵۰۷۰۰۰۰/۱ - ۵۰۹۰۰۰۰
۵۰۹۰۰۰۰/۱ - ۵۱۱۰۰۰۰
۵۱۱۰۰۰۰/۱ - ۵۱۳۰۰۰۰
۵۱۳۰۰۰۰/۱ - ۵۱۵۰۰۰۰
۵۱۵۰۰۰۰/۱ - ۵۱۷۰۰۰۰
۵۱۷۰۰۰۰/۱ - ۵۱۹۰۰۰۰
۵۱۹۰۰۰۰/۱ - ۵۲۱۰۰۰۰
۵۲۱۰۰۰۰/۱ - ۵۲۳۰۰۰۰
۵۲۳۰۰۰۰/۱ - ۵۲۵۰۰۰۰
۵۲۵۰۰۰۰/۱ - ۵۲۷۰۰۰۰
۵۲۷۰۰۰۰/۱ - ۵۲۹۰۰۰۰
۵۲۹۰۰۰۰/۱ - ۵۳۱۰۰۰۰
۵۳۱۰۰۰۰/۱ - ۵۳۳۰۰۰۰
۵۳۳۰۰۰۰/۱ - ۵۳۵۰۰۰۰
۵۳۵۰۰۰۰/۱ - ۵۳۷۰۰۰۰
۵۳۷۰۰۰۰/۱ - ۵۳۹۰۰۰۰
۵۳۹۰۰۰۰/۱ - ۵۴۱۰۰۰۰
۵۴۱۰۰۰۰/۱ - ۵۴۳۰۰۰۰
۵۴۳۰۰۰۰/۱ - ۵۴۵۰۰۰۰
۵۴۵۰۰۰۰/۱ - ۵۴۷۰۰۰۰
۵۴۷۰۰۰۰/۱ - ۵۴۹۰۰۰۰
۵۴۹۰۰۰۰/۱ - ۵۵۱۰۰۰۰
۵۵۱۰۰۰۰/۱ - ۵۵۳۰۰۰۰
۵۵۳۰۰۰۰/۱ - ۵۵۵۰۰۰۰
۵۵۵۰۰۰۰/۱ - ۵۵۷۰۰۰۰
۵۵۷۰۰۰۰/۱ - ۵۵۹۰۰۰۰
۵۵۹۰۰۰۰/۱ - ۵۶۱۰۰۰۰
۵۶۱۰۰۰۰/۱ - ۵۶۳۰۰۰۰
۵۶۳۰۰۰۰/۱ - ۵۶۵۰۰۰۰
۵۶۵۰۰۰۰/۱ - ۵۶۷۰۰۰۰
۵۶۷۰۰۰۰/۱ - ۵۶۹۰۰۰۰
۵۶۹۰۰۰۰/۱ - ۵۷۱۰۰۰۰
۵۷۱۰۰۰۰/۱ - ۵۷۳۰۰۰۰
۵۷۳۰۰۰۰/۱ - ۵۷۵۰۰۰۰
۵۷۵۰۰۰۰/۱ - ۵۷۷۰۰۰۰
۵۷۷۰۰۰۰/۱ - ۵۷۹۰۰۰۰
۵۷۹۰۰۰۰/۱ - ۵۸۱۰۰۰۰
۵۸۱۰۰۰۰/۱ - ۵۸۳۰۰۰۰
۵۸۳۰۰۰۰/۱ - ۵۸۵۰۰۰۰
۵۸۵۰۰۰۰/۱ - ۵۸۷۰۰۰۰
۵۸۷۰۰۰۰/۱ - ۵۸۹۰۰۰۰
۵۸۹۰۰۰۰/۱ - ۵۹۱۰۰۰۰
۵۹۱۰۰۰۰/۱ - ۵۹۳۰۰۰۰
۵۹۳۰۰۰۰/۱ - ۵۹۵۰۰۰۰
۵۹۵۰۰۰۰/۱ - ۵۹۷۰۰۰۰
۵۹۷۰۰۰۰/۱ - ۵۹۹۰۰۰۰
۵۹۹۰۰۰۰/۱ - ۶۰۱۰۰۰۰
۶۰۱۰۰۰۰/۱ - ۶۰۳۰۰۰۰
۶۰۳۰۰۰۰/۱ - ۶۰۵۰۰۰۰
۶۰۵۰۰۰۰/۱ - ۶۰۷۰۰۰۰
۶۰۷۰۰۰۰/۱ - ۶۰۹۰۰۰۰
۶۰۹۰۰۰۰/۱ - ۶۱۱۰۰۰۰
۶۱۱۰۰۰۰/۱ - ۶۱۳۰۰۰۰
۶۱۳۰۰۰۰/۱ - ۶۱۵۰۰۰۰
۶۱۵۰۰۰۰/۱ - ۶۱۷۰۰۰۰
۶۱۷۰۰۰۰/۱ - ۶۱۹۰۰۰۰
۶۱۹۰۰۰۰/۱ - ۶۲۱۰۰۰۰
۶۲۱۰۰۰۰/۱ - ۶۲۳۰۰۰۰
۶۲۳۰۰۰۰/۱ - ۶۲۵۰۰۰۰
۶۲۵۰۰۰۰/۱ - ۶۲۷۰۰۰۰
۶۲۷۰۰۰۰/۱ - ۶۲۹۰۰۰۰
۶۲۹۰۰۰۰/۱ - ۶۳۱۰۰۰۰
۶۳۱۰۰۰۰/۱ - ۶۳۳۰۰۰۰
۶۳۳۰۰۰۰/۱ - ۶۳۵۰۰۰۰
۶۳۵۰۰۰۰/۱ - ۶۳۷۰۰۰۰
۶۳۷۰۰۰۰/۱ - ۶۳۹۰۰۰۰
۶۳۹۰۰۰۰/۱ - ۶۴۱۰۰۰۰
۶۴۱۰۰۰۰/۱ - ۶۴۳۰۰۰۰
۶۴۳۰۰۰۰/۱ - ۶۴۵۰۰۰۰
۶۴۵۰۰۰۰/۱ - ۶۴۷۰۰۰۰
۶۴۷۰۰۰۰/۱ - ۶۴۹۰۰۰۰
۶۴۹۰۰۰۰/۱ - ۶۵۱۰۰۰۰
۶۵۱۰۰۰۰/۱ - ۶۵۳۰۰۰۰
۶۵۳۰۰۰۰/۱ - ۶۵۵۰۰۰۰
۶۵۵۰۰۰۰/۱ - ۶۵۷۰۰۰۰
۶۵۷۰۰۰۰/۱ - ۶۵۹۰۰۰۰
۶۵۹۰۰۰۰/۱ - ۶۶۱۰۰۰۰
۶۶۱۰۰۰۰/۱ - ۶۶۳۰۰۰۰
۶۶۳۰۰۰۰/۱ - ۶۶۵۰۰۰۰
۶۶۵۰۰۰۰/۱ - ۶۶۷۰۰۰۰
۶۶۷۰۰۰۰/۱ - ۶۶۹۰۰۰۰
۶۶۹۰۰۰۰/۱ - ۶۷۱۰۰۰۰
۶۷۱۰۰۰۰/۱ - ۶۷۳۰۰۰۰
۶۷۳۰۰۰۰/۱ - ۶۷۵۰۰۰۰
۶۷۵۰۰۰۰/۱ - ۶۷۷۰۰۰۰
۶۷۷۰۰۰۰/۱ - ۶۷۹۰۰۰۰
۶۷۹۰۰۰۰/۱ - ۶۸۱۰۰۰۰
۶۸۱۰۰۰۰/۱ - ۶۸۳۰۰۰۰
۶۸۳۰۰۰۰/۱ - ۶۸۵۰۰۰۰
۶۸۵۰۰۰۰/۱ - ۶۸۷۰۰۰۰
۶۸۷۰۰۰۰/۱ - ۶۸۹۰۰۰۰
۶۸۹۰۰۰۰/۱ - ۶۹۱۰۰۰۰
۶۹۱۰۰۰۰/۱ - ۶۹۳۰۰۰۰
۶۹۳۰۰۰۰/۱ - ۶۹۵۰۰۰۰
۶۹۵۰۰۰۰/۱ - ۶۹۷۰۰۰۰
۶۹۷۰۰۰۰/۱ - ۶۹۹۰۰۰۰
۶۹۹۰۰۰۰/۱ - ۷۰۱۰۰۰۰
۷۰۱۰۰۰۰/۱ - ۷۰۳۰۰۰۰
۷۰۳۰۰۰۰/۱ - ۷۰۵۰۰۰۰
۷۰۵۰۰۰۰/۱ - ۷۰۷۰۰۰۰
۷۰۷۰۰۰۰/۱ - ۷۰۹۰۰۰۰
۷۰۹۰۰۰۰/۱ - ۷۱۱۰۰۰۰
۷۱۱۰۰۰۰/۱ - ۷۱۳۰۰۰۰
۷۱۳۰۰۰۰/۱ - ۷۱۵۰۰۰۰
۷۱۵۰۰۰۰/۱ - ۷۱۷۰۰۰۰
۷۱۷۰۰۰۰/۱ - ۷۱۹۰۰۰۰
۷۱۹۰۰۰۰/۱ - ۷۲۱۰۰۰۰
۷۲۱۰۰۰۰/۱ - ۷۲۳۰۰۰۰
۷۲۳۰۰۰۰/۱ - ۷۲۵۰۰۰۰
۷۲۵۰۰۰۰/۱ - ۷۲۷۰۰۰۰
۷۲۷۰۰۰۰/۱ - ۷۲۹۰۰۰۰
۷۲۹۰۰۰۰/۱ - ۷۳۱۰۰۰۰
۷۳۱۰۰۰۰/۱ - ۷۳۳۰۰۰۰
۷۳۳۰۰۰۰/۱ - ۷۳۵۰۰۰۰
۷۳۵۰۰۰۰/۱ - ۷۳۷۰۰۰۰
۷۳۷۰۰۰۰/۱ - ۷۳۹۰۰۰۰
۷۳۹۰۰۰۰/۱ - ۷۴۱۰۰۰۰
۷۴۱۰۰۰۰/۱ - ۷۴۳۰۰۰۰
۷۴۳۰۰۰۰/۱ - ۷۴۵۰۰۰۰
۷۴۵۰۰۰۰/۱ - ۷۴۷۰۰۰۰
۷۴۷۰۰۰۰/۱ - ۷۴۹۰۰۰۰
۷۴۹۰۰۰۰/۱ - ۷۵۱۰۰۰۰
۷۵۱۰۰۰۰/۱ - ۷۵۳۰۰۰۰
۷۵۳۰۰۰۰/۱ - ۷۵۵۰۰۰۰
۷۵۵۰۰۰۰/۱ - ۷۵۷۰۰۰۰
۷۵۷۰۰۰۰/۱ - ۷۵۹۰۰۰۰
۷۵۹۰۰۰۰/۱ - ۷۶۱۰۰۰۰
۷۶۱۰۰۰۰/۱ - ۷۶۳۰۰۰۰
۷۶۳۰۰۰۰/۱ - ۷۶۵۰۰۰۰
۷۶۵۰۰۰۰/۱ - ۷۶۷۰۰۰۰
۷۶۷۰۰۰۰/۱ - ۷۶۹۰۰۰۰
۷۶۹۰۰۰۰/۱ - ۷۷۱۰۰۰۰
۷۷۱۰۰۰۰/۱ - ۷۷۳۰۰۰۰
۷۷۳۰۰۰۰/۱ - ۷۷۵۰۰۰۰
۷۷۵۰۰۰۰/۱ - ۷۷۷۰۰۰۰
۷۷۷۰۰۰۰/۱ - ۷۷۹۰۰۰۰
۷۷۹۰۰۰۰/۱ - ۷۸۱۰۰۰۰
۷۸۱۰۰۰۰/۱ - ۷۸۳۰۰۰۰
۷۸۳۰۰۰۰/۱ - ۷۸۵۰۰۰۰
۷۸۵۰۰۰۰/۱ - ۷۸۷۰۰۰۰
۷۸۷۰۰۰۰/۱ - ۷۸۹۰۰۰۰
۷۸۹۰۰۰۰/۱ - ۷۹۱۰۰۰۰
۷۹۱۰۰۰۰/۱ - ۷۹۳۰۰۰۰
۷۹۳۰۰۰۰/۱ - ۷۹۵۰۰۰۰
۷۹۵۰۰۰۰/۱ - ۷۹۷۰۰۰۰
۷۹۷۰۰۰۰/۱ - ۷۹۹۰۰۰۰
۷۹۹۰۰۰۰/۱ - ۸۰۱۰۰۰۰
۸۰۱۰۰۰۰/۱ - ۸۰۳۰۰۰۰
۸۰۳۰۰۰۰/۱ - ۸۰۵۰۰۰۰
۸۰۵۰۰۰۰/۱ - ۸۰۷۰۰۰۰
۸۰۷۰۰۰۰/۱ - ۸۰۹۰۰۰۰
۸۰۹۰۰۰۰/۱ - ۸۱۱۰۰۰۰
۸۱۱۰۰۰۰/۱ - ۸۱۳۰۰۰۰
۸۱۳۰۰۰۰/۱ - ۸۱۵۰۰۰۰
۸۱۵۰۰۰۰/۱ - ۸۱۷۰۰۰۰
۸۱۷۰۰۰۰/۱ - ۸۱۹۰۰۰۰
۸۱۹۰۰۰۰/۱ - ۸۲۱۰۰۰۰
۸۲۱۰۰۰۰/۱ - ۸۲۳۰۰۰۰
۸۲۳۰۰۰۰/۱ - ۸۲۵۰۰۰۰
۸۲۵۰۰۰۰/۱ - ۸۲۷۰۰۰۰
۸۲۷۰۰۰۰/۱ - ۸۲۹۰۰۰۰
۸۲۹۰۰۰۰/۱ - ۸۳۱۰۰۰۰
۸۳۱۰۰۰۰/۱ - ۸۳۳۰۰۰۰
۸۳۳۰۰۰۰/۱ - ۸۳۵۰۰۰۰
۸۳۵۰۰۰۰/۱ - ۸۳۷۰۰۰۰
۸۳۷۰۰۰۰/۱ - ۸۳۹۰۰۰۰
۸۳۹۰۰۰۰/۱ - ۸۴۱۰۰۰۰
۸۴۱۰۰۰۰/۱ - ۸۴۳۰۰۰۰
۸۴۳۰۰۰۰/۱ - ۸۴۵۰۰۰۰
۸۴۵۰۰۰۰/۱ - ۸۴۷۰۰۰۰
۸۴۷۰۰۰۰/۱ - ۸۴۹۰۰۰۰
۸۴۹۰۰۰۰/۱ - ۸۵۱۰۰۰۰
۸۵۱۰۰۰۰/۱ - ۸۵۳۰۰۰۰
۸۵۳۰۰۰۰/۱ - ۸۵۵۰۰۰۰
۸۵۵۰۰۰۰/۱ - ۸۵۷۰۰۰۰
۸۵۷۰۰۰۰/۱ - ۸۵۹۰۰۰۰
۸۵۹۰۰۰۰/۱ - ۸۶۱۰۰۰۰
۸۶۱۰۰۰۰/۱ - ۸۶۳۰۰۰۰
۸۶۳۰۰۰۰/۱ - ۸۶۵۰۰۰۰
۸۶۵۰۰۰۰/۱ - ۸۶۷۰۰۰۰
۸۶۷۰۰۰۰/۱ - ۸۶۹۰۰۰۰
۸۶۹۰۰۰۰/۱ - ۸۷۱۰۰۰۰
۸۷۱۰۰۰۰/۱ - ۸۷۳۰۰۰۰
۸۷۳۰۰۰۰/۱ - ۸۷۵۰۰۰۰
۸۷۵۰۰۰۰/۱ - ۸۷۷۰۰۰۰
۸۷۷۰۰۰۰/۱ - ۸۷۹۰۰۰۰
۸۷۹۰۰۰۰/۱ - ۸۸۱۰۰۰۰
۸۸۱۰۰۰۰/۱ - ۸۸۳۰۰۰۰
۸۸۳۰۰۰۰/۱ - ۸۸۵۰۰۰۰
۸۸۵۰۰۰۰/۱ - ۸۸۷۰۰۰۰
۸۸۷۰۰۰۰/۱ - ۸۸۹۰۰۰۰
۸۸۹۰۰۰۰/۱ - ۸۹۱۰۰۰۰
۸۹۱۰۰۰۰/۱ - ۸۹۳۰۰۰۰
۸۹۳۰۰۰۰/۱ - ۸۹۵۰۰۰۰
۸۹۵۰۰۰۰/۱ - ۸۹۷۰۰۰۰
۸۹۷۰۰۰۰/۱ - ۸۹۹۰۰۰۰
۸۹۹۰۰۰۰/۱ - ۹۰۱۰۰۰۰
۹۰۱۰۰۰۰/۱ - ۹۰۳۰۰۰۰
۹۰۳۰۰۰۰/۱ - ۹۰۵۰۰۰۰



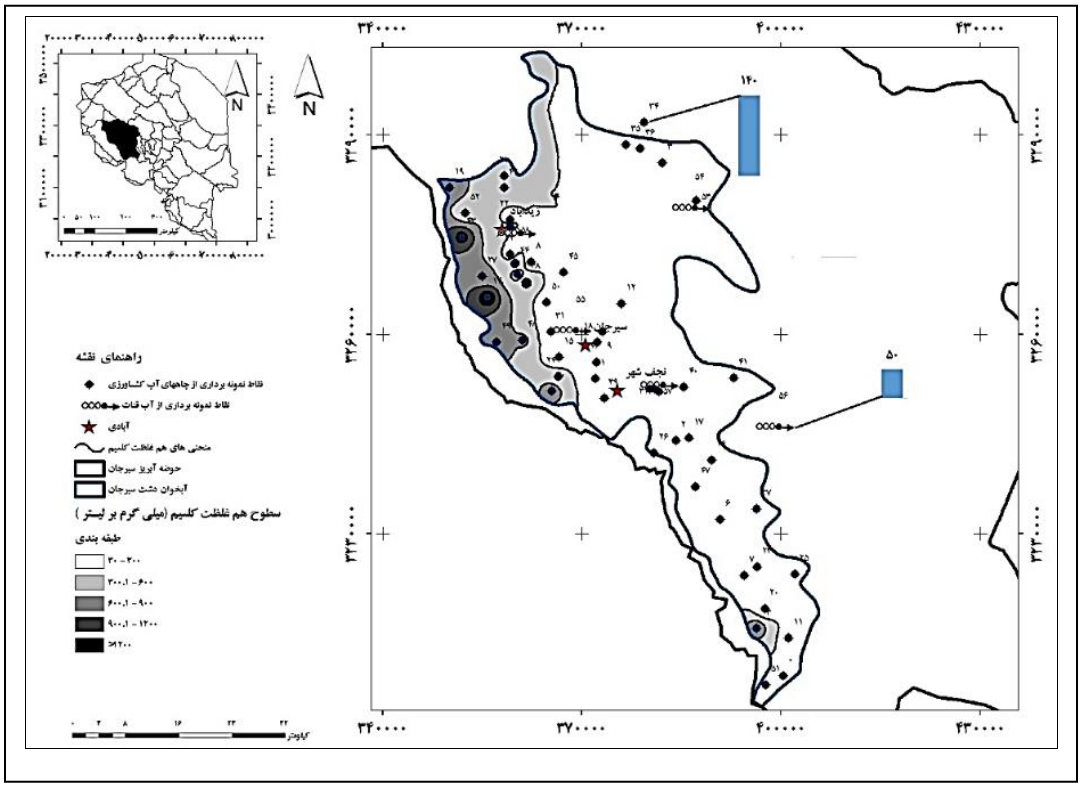
شکل۵- نقشه بیکربنات آبهای زیرزمینی دشت سیرجان



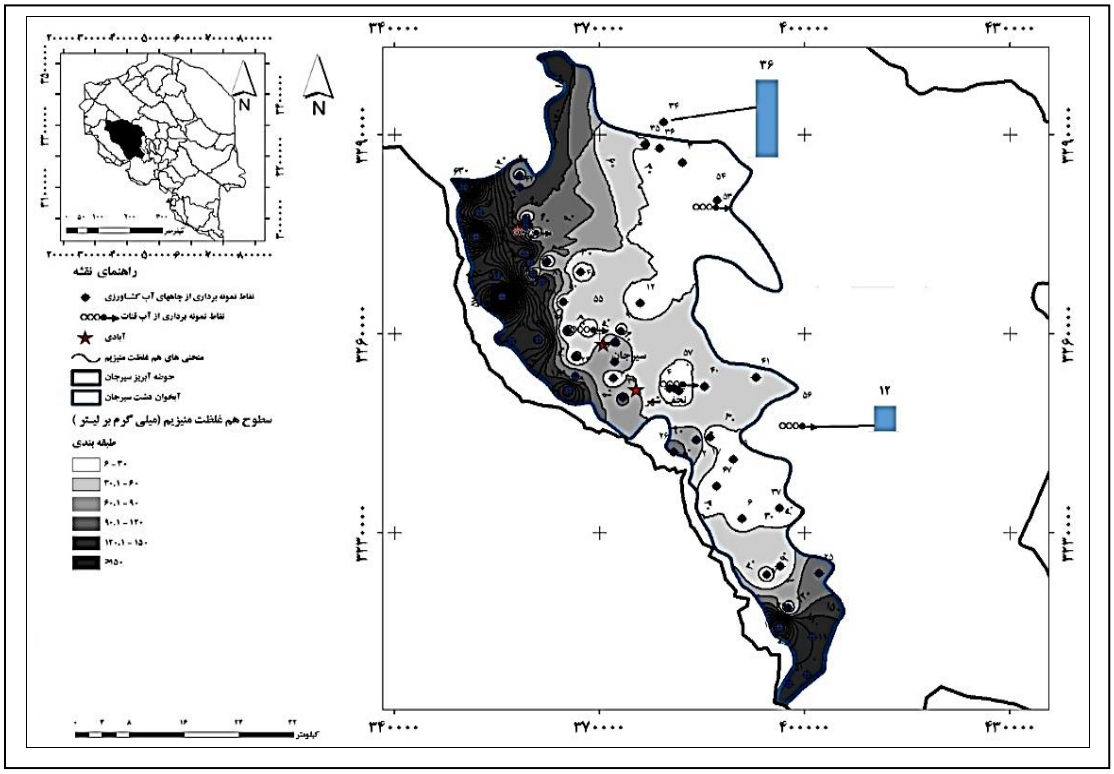
شکل۶- نقشه کلراید آبهای زیرزمینی دشت سیرجان



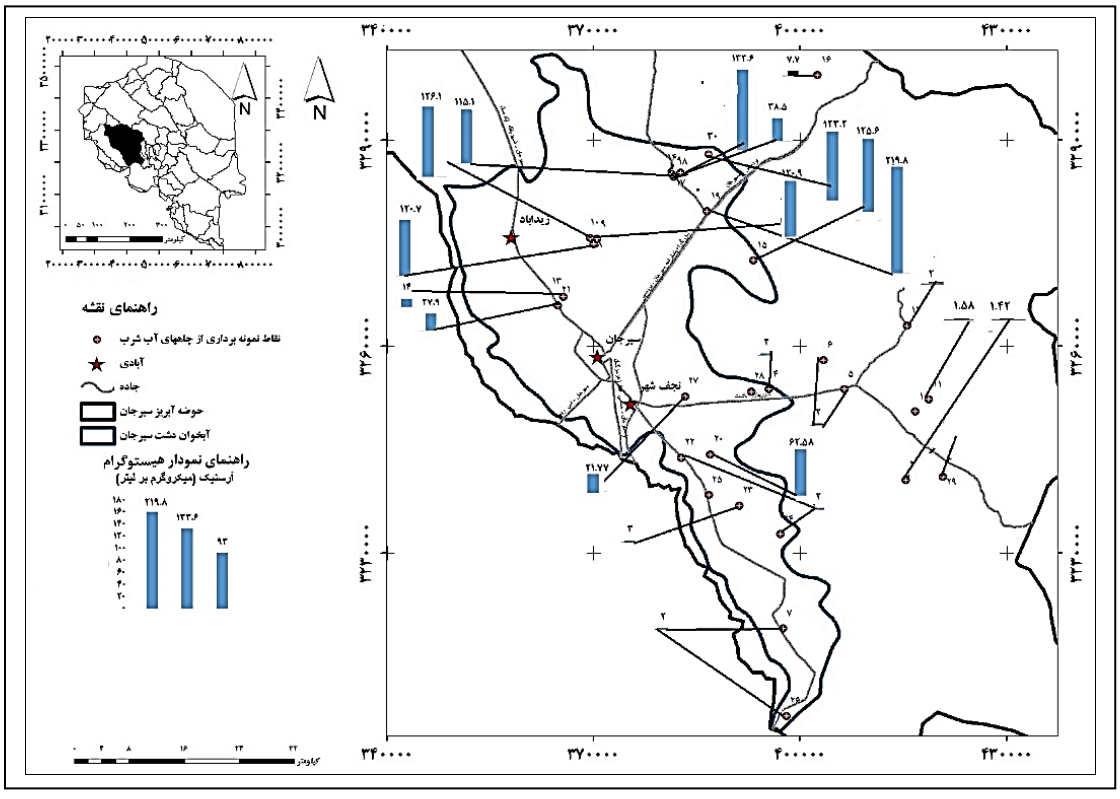
شکل۷- نقشه سدیم آبهای زیرزمینی دشت سیرجان



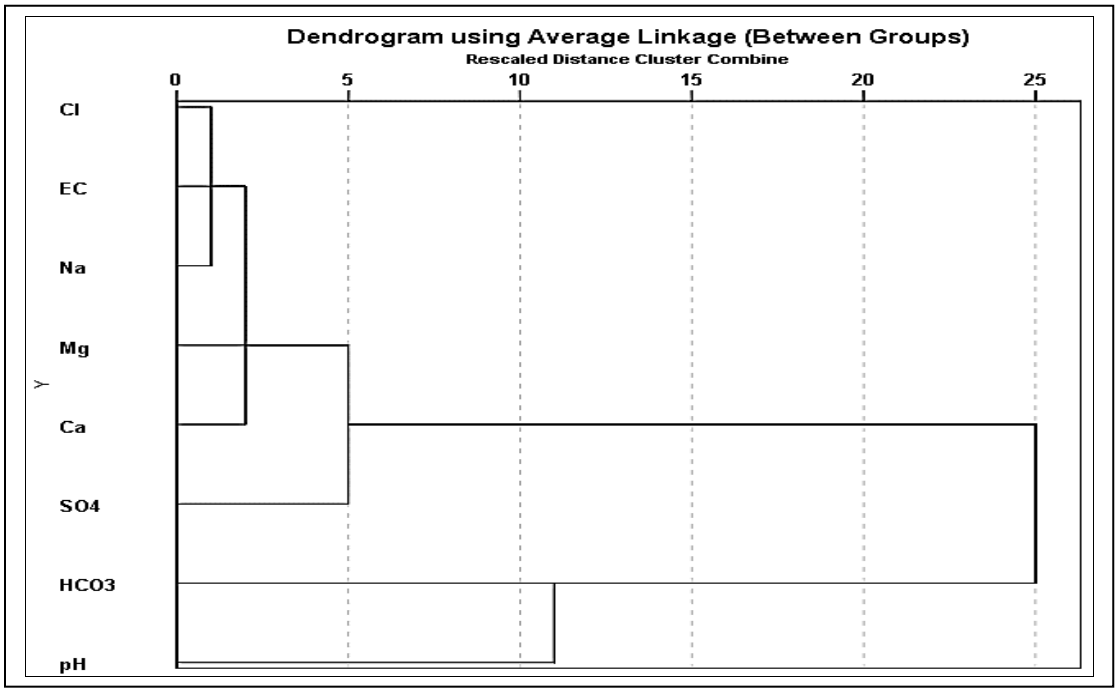
شکل۸- نقشه کلسیم آبهای زیرزمینی دشت سیرجان



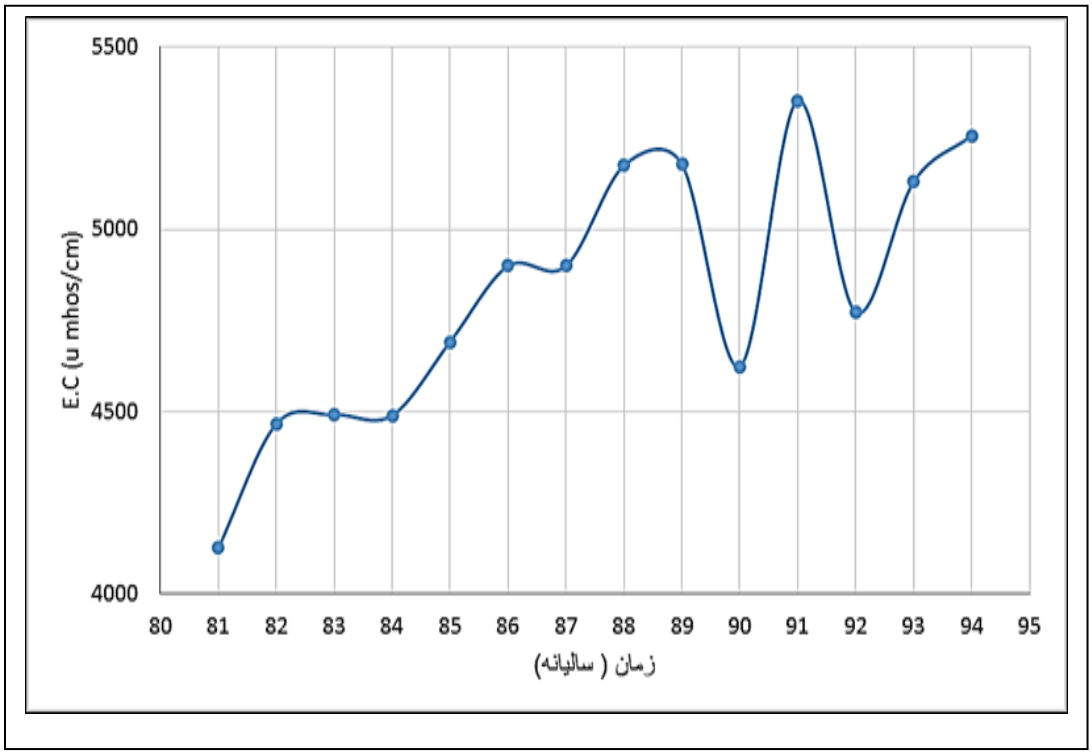
شکل۹- نقشه منیزیم آبهای زیرزمینی دشت سیرجان



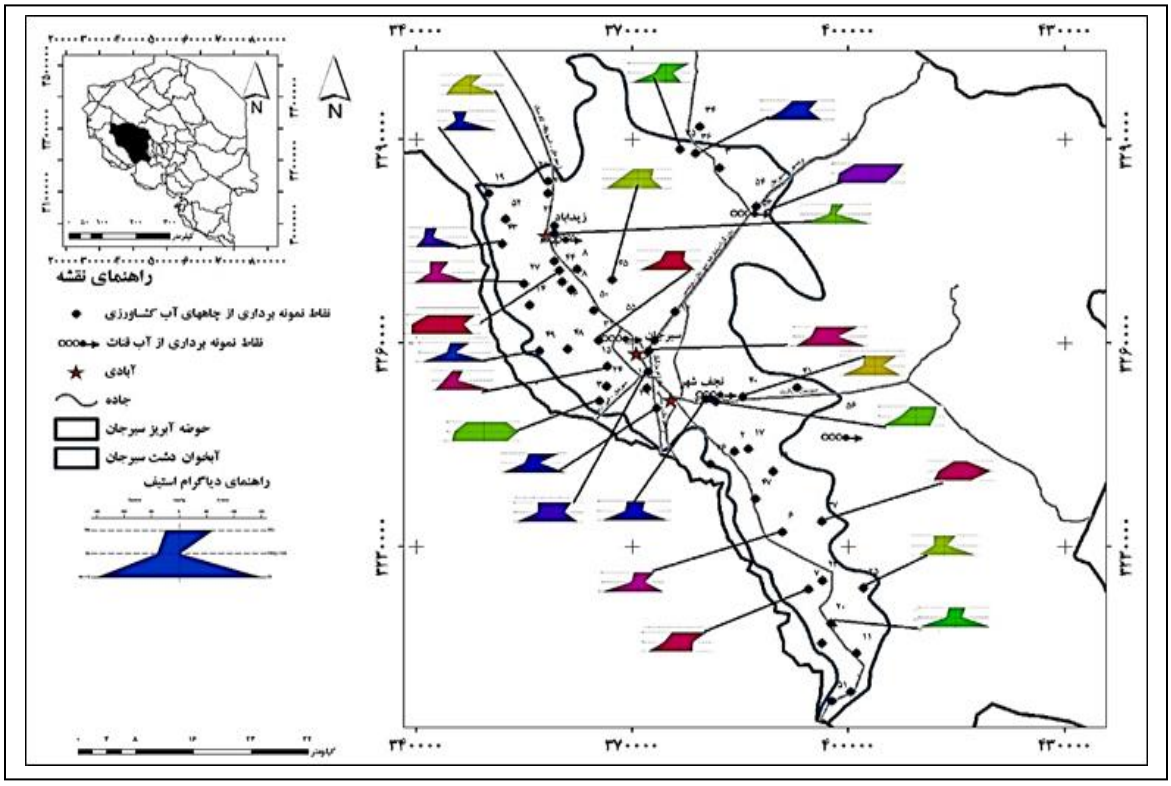
شکل۱۰- نقشه ارسنیک آبهای زیرزمینی دشت سیرجان



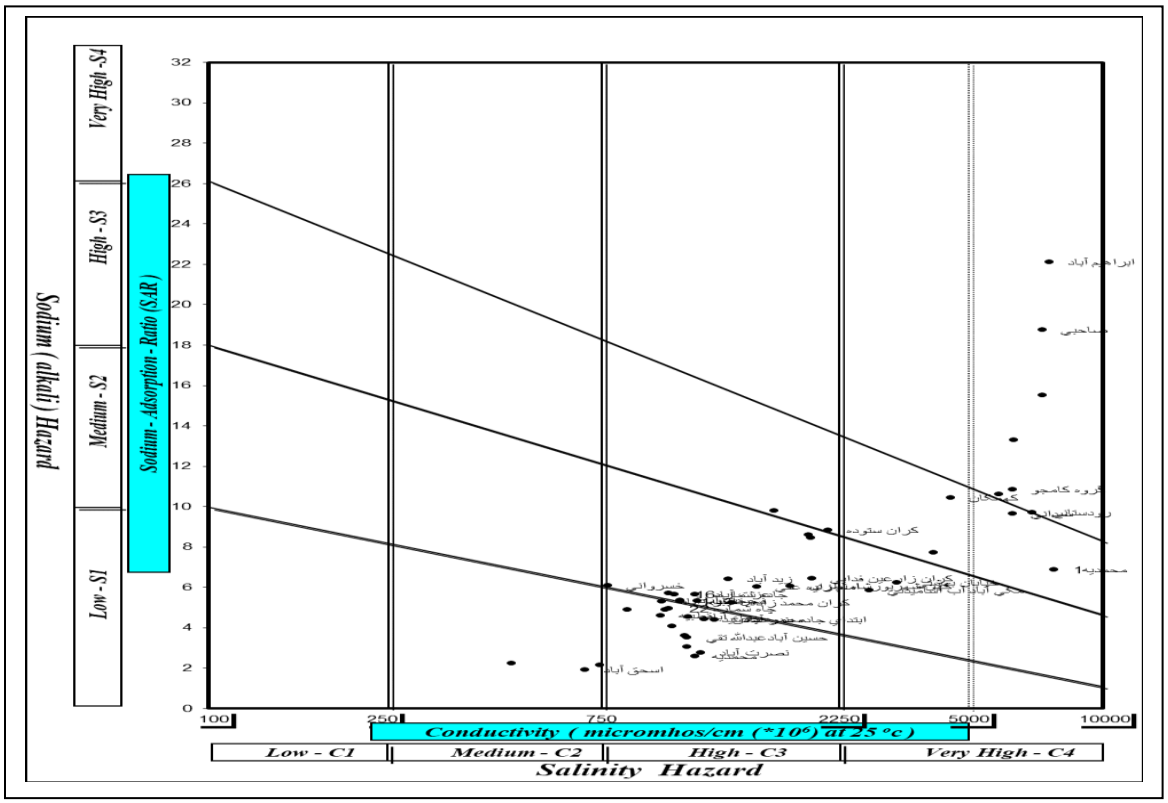
شکل ۱۱- دندوگرام هیدروشیمیائی دشت سیرجان



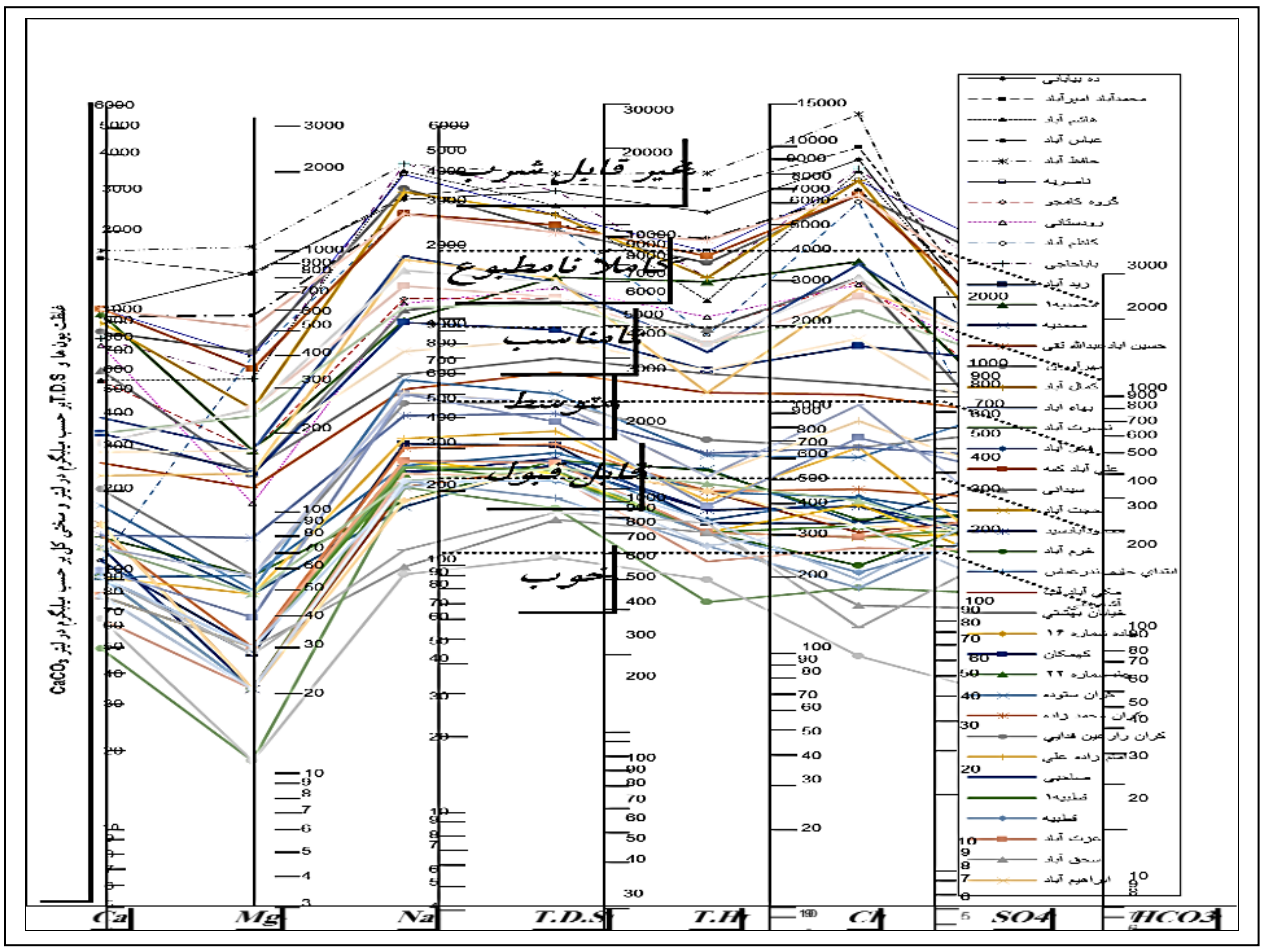
شکل۱۲- نمودار کموگراف آبهای زیرزمینی دشت سیرجان



شکل۱۳- نقشه نمودار استیف آبهای زیرزمینی دشت سیرجان



شکل۱۴ – نمودار ویلکاکس آب زیرزمینی دشت سیرجان



شکل۱۵ – نمودار شولر آب زیرزمینی دشت سیرجان

نتیجه گیری

نتایج عمده حاصل از بررسی شرایط کیفی سفره آب زیرزمینی دشت سیرجان نشان داد سازندهای نئوژن که دارای گچ و نمک طعام می‌باشند در بخش‌های زیادی از این دشت در زیر رسوبات کواترنر قرار دارند و عامل مهم افزایش املاح آب زیرزمینی می‌باشند. آب وهوای خشک منطقه از طریق افزایش سهم تبخیر کمک به افزایش غلظت املاح در منابع آب این منطقه کرده است. آب برگشتی کشاورزی، فاضلاب شهر سیرجان و روستاها و شهرک صنعتی سیرجان از مهمترین منابع آلاینده آب در این دشت می باشند. مهمترین فرایندهای تأثیرگذار بر کیفیت آبهای زیرزمینی این منطقه شامل انحلال تبخیری‌ها، هیدرولیز سیلیکاتها، واجذب از سطح اکسیدها و آلودگی توسط انسان می‌باشد. مقدارEC آب و نیز غلظت تمام یونهای اصلی (منهای بیکربنات) از مناطق تغذیه به سمت پایین دست و نیز از شرق دشت به سمت شمالغرب آن افزایش می‌یابد. مقدار pH آبهای زیرزمینی این دشت در بسیاری از نقاط بالاست، علت احتمالی آن سهم زیاد بیکربنات است. غلظت ارسنیک در بسیاری از مناطق این دشت بالای حد استاندارد(۱۰ PPb) است. درمحدوده زمانی۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ مقدار متوسط EC آبهای زیرزمینی این دشت ۱۱۳۱میکروموس بر سانتی متر افزایش یافته است.

منابع

-**توزنده جانی، می.، سفیانیان، ع. میرغفاری،ن.، سلیمانی، م.،(۱۳۹۶)** "ارزیابی احتمال آلودگی آرسنیک در آب زیرزمینی دشت همدان – بهار با استفاده از روش¬های زمین آماری"، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی۸۷۴-۸۸۵.

-**دهقانی، م.، مهدوی ، ز.، عباس نژاد، ا.، رادفر، ش.،(۱۳۹۴)"** اولین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در نگهداشت محیط زیست، آب و منابع طبیعی".

- **صالحی، ح.، سلیمانی، ل.، ابراهیمی محمدی، ش.،(۱۳۹۵)** "ارزیابی کیفیت آبهای زیرزمینی با استفاده از شبیه AqQA و تعیین مناسبترین روش پهنه‌بندی" (مطالعه موردی: شهرستان قروه، استان کردستان)"، مجله مهندسی منابع آب،شماره ۲۹ ص ۳۰-۴۹.

-**غلام دخت بندری، م.، رضائی، پ.، غلام دخت بندری، ز.،(۱۳۹۷)** "ارزیابی کیفیت هیدروژئوشیمیایی آب زیرزمینی حوزه سیاهو، شمال شرق شهر بندرعباس، مجله سلامت و محیط زیست"، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی انجم علمی بهداشت محیط ایران، شماره۱ ص ۹۷-۱۱۰.

-**نخعی، م.، (۱۳۹۱)"** مقدمه‌ای بر آب‌های زیرزمینی، تهران، آراد کتاب".

-**Almodaresi S, A., Derakhshan , Z., Faramarzian , M., Miri, M., Shokouhi, M.R.(2015)** "The Zoning of Groundwater Quality for Drinking Purpose Using Scholler Model and Geographic information System (GIS)". Journal of Community Health Research.No 4 ,pp 138-147.

-**Arvidson,J.D.,(2006),** "Relationship of forest thinning and selected and selected water quality parametersin the Santa Fe Municipal Watershed, New Mexico. Hydro – science Concentration Water Resources Program, University of New Mexico" .

AskariMarnani,S.,Chitsazan,M.,andMirzayi,Y.,(2001) "Investigation of Water Quality in Firoozabad Sub-Chachment in View of Domestic and Agricultural Usage using GIS ". th International Congress on River Engineering ,Shahid Chamran University, Iran .No 8 , pp 1-8 .

-**Barzegar, R., Asghari M oghaddam, A. and Kazemian, N., (2015),**" Assessment of heavy metals concentratins with emphasis on arsenic in the Tabriz plain aquifers", Iran. Environmental Earth Sciences No74, pp 297-313.

-**Farnham,I., Stetzenbach, K., Singh, A. & Johannesson, K.,(2000),.** "Deciphering groundwater flow systems in OasisValley,Nevada,using trace element geochemistry, multivariate" , No 32, pp 943-968.

-**Guler, C., Thyne, G. D., McCray, J.E.& Turner, A. K.,(2002)** " Evaluation of graphical and multivariate statistical methods for classification of water chemistry data", Hydrogeology journal,No 10, pp 455-474.

-**Hounslow A.,(1995),** "Water quality data: analysis and interpretation ", pp 397
Isaaks, E.H., and Srivastava, R.M, (1981), An Introduction to AppliedGeostatistics. New York: Oxford Univ, pp 561.

-**Kribek, B., Majer, V.,Veselovsk, and Nyambe, I.,(2010)-** Discrimination of lithogenic and anthropogenic source soils of the central – northern part of the Zambian Copper belt Mining Distric Explore 104, pp 69-86.

-**Mehrotra, P. and Mehrotra, S.,(2000)-** Pollution of Groundwater by Manganese in Hindon- Yamuna Doab (Noida area) District, Ghaziabad, in proceedings of theInternationalSeminaronAppliedHydrogeochemistry, Annamalai University, pp 106-112.

-**Schoeller, H. La.,(1964)**," classification geochimique des eaux. LASH Publication no. 64, Gen. Assembly of Berkeley" . No, 4,pp16-24.

-**Stiff, H. A.,Jr(1951)**,"The interpretation of chemical water analaysis by means of patterns". J. Petr. Technology No,10, pp 15-17.

-**Wilcox L.V.,(1955)** "Classification and use of irrigation waters". Washington, DC.1955.

-**Williams, R.,(1982),** – Statistical identification of hydraulic connections between the surface of a mountain and internal mineralized zones,Ground Water , 20, pp 466–478.

Hydrogeochemical evaluation, groundwater quality and arsenic concentration of Sirjan plain using GIS and AqQa softwares

Fahimeh Ebrahimi Moghadam[1*]& Ahmad Abbasnejad[2]

1-M.Sc., Environmental Geology, Shahid Bahonar University of Kerman
2- Associate Professor, Department of Geology, Shahid Bahonar University of Kerman

Abstract

Water quality assessment is an important step for optimal and proper use of water resources for drinking and selection of suitable and consistent water quality patterns. Therefore, the necessity of studying water qualitycharacteristics in water resource management programs has been highly considered. in this study, the water quality dada of Sirjan Plain, were gathered water quality data from 2002 to 2015, were analyzed by AqQA and SPSS software, and then evaluated using Schuler,Wilcox, and Stiff charts,in the next step by the data 2015 from(GIS) system,Interpolation method(IDW)was used to provide water quality zoning maps. The analysis results showed that the water quality, The groundwater piper diagram of the study area has the dominant Na-Cl facies and is grouped to saline waters. According to the Wilcox chart, agricultural water is predominantly saline and highly saline (C3 ,C4), According to the Schuler diagram, drinking water is of medium to completely unpleasant quality, And in terms of stiff diagrams, groundwater is in the type of sodium chloride and chlorinated water. The concentration of arsenic in many areas of this plain is above the standard .The data of the present study show One of the problems of water resources in Sirjan plain is the high amount of salt and soluble substances, Which shows the great influence of geological formations (evaporation) on groundwater resources and reducing the quality of water resources.

key words: Groundwater quality, arsenic, GIS ،AqQa,spss.