Archive of SID

بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت چاردولی در استان کردستان

هوشنگ قمرنیا[۱]*، فاطمه روشندل[۲]

چکیده

این پژوهش بر روی آبخوان آب زیرزمینی دشت چاردلی، حد فاصل استان‌های کردستان و همدان واقع در غرب ایران صورت گرفته است. برای این منظور از داده‌های کیفیت آب زیرزمینی آبخوان در سال‌های ۸۷- ۱۳۸۱ بهره گرفته شده و اقدام به بررسی تغییرات پارامترهای کیفی آبخوان در طی این سال‌ها، در مقایسه با استانداردهای کیفی مربوط به آب شرب، کشاورزی، خورندگی و رسوب‌گذاری شده است. تحلیل کیفی آب زیرزمینی براساس نتایج حاصل از اطلاعات تجزیه شیمیایی ۲۵ حلقه چاه در محدوده مورد نظر انجام پذیرفت. پارامترهای کیفی مورد تحلیل شامل $pH, HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-, Mg^{2+}, TH, Ca^{2+}, K^+, Na^+$ TDS, Co_3^{2-} و هدایت الکتریکی می‌باشند. نتایج حاصل از تحلیل‌های کیفی در محیط نرم‌افزار GIS، تحت لایه‌های توصیفی وارد شده و درون‌یابی با استفاده از روش کوکریجینگ بر اساس کمترین خطای میانیابی، جهت تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی کیفی انجام گرفت. وضعیت کیفی آبخوان، نشان دهنده کاهش کیفیت آب زیرزمینی در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ و سپس بهبود وضعیت تا سال ۱۳۸۷ است. نقشه‌های پهنه‌بندی کیفی آبخوان آب زیرزمینی نیز نشان دهنده افت کیفیت بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۴ در مناطق خروجی آبخوان بوده و پس از آن تا سال ۱۳۸۷ رو به بهبود نهاده‌اند. این تغییرات منطبق با افت تراز آب زیرزمینی دشت در سال ۱۳۸۴ می‌باشد و این موضوع متاثر از وضعیت بارندگی کم منطقه در این دوره و حفر بی‌رویه چاه بوده است. به طور کلی نتایج حاکی از آن است که مناطق واقع در شمال دشت و نزدیک به خروجی آبخوان از کیفیت پایین‌تری برخوردار می‌باشند.

کلمات کلیدی: دشت چاردلی، کیفیت آب زیرزمینی، ArcGIS

[۱] استاد و عضو هیات علمی گروه مهندسی آب، دانشگاه رازی
hghamarnia@razi.ac.ir & hghamarnia@yahoo.co.uk
[۲] کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه رازی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ایران کشوری پهناور با محدودیت‌های زمانی و مکانی منابع آب است. در مناطق مختلفی از کشور گستره‌های وسیعی از اراضی قابل آبیاری وجود دارد که به دلیل عدم کفایت منابع آب بلا استفاده مانده است (دفتر امور فنی و تدوین معیارها، نشریه شماره ۲۱۳).

در اغلب نقاط کشور، بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی به دلایل فنی و اقتصادی بر اجرای سایر پروژه-های آبی ارجحیت داشته است. به همین دلیل این منابع از گذشته‌های دور تا کنون در تأمین نیازهای آبی بخش-های مختلف مصرف در اغلب نقاط ایران نقش مهمی را ایفا کرده‌است (دفتر امور فنی و تدوین معیارها، نشریه شماره ۲۱۲).

بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در دراز مدت منجر به افت شدید سطح ایستابی و در نهایت خشک شدن آبخوان می‌گردد. این امر باعث بروز مشکلات جدیدی از جمله خشک شدن چاه‌های آب، کاهش دبی رودخانه و آب دریاچه‌ها، تنزل کیفیت آب و افزایش هزینه تمام شده هر متر مکعب آب، به دلیل تحمیل هزینه‌های انتقال سیستم به پائین و در نهایت افزایش انرژی پمپاژ می‌گردد. علاوه بر این در مناطقی که میزان بهره‌برداری از آبخوان بیشتر از مقدار تغذیه‌ی آن است، شاهد نشست زمین هستیم که در برخی مناطق تا ۶ متر نیز گزارش شده است. این نشست اکثرا بصورت ناهماهنگ بوده و باعث تخریب ساختمان‌ها و سازه‌ها و دیگر تاسیسات سطح زمین گردیده است (دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، نشریه شماره ۳۸۴).

در بسیاری از موارد، آلودگی آب زیرزمینی بعد از آلوده شدن چاه، چشمه و قنات مشخص می‌شود. در صورت آلوده شدن آب زیرزمینی، رفع آلودگی بسیار پرهزینه و فرآیندی طولانی دارد و اغلب زمانی آلودگی تشخیص داده می‌شود که رفع آلودگی آبخوان غیرممکن است. به علاوه تاثیر آلودگی آب زیرزمینی تنها مختص چاه‌های تامین آب و خود آبخوان نبوده و تخلیه آب زیرزمینی به دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و تالاب‌ها باعث آلودگی منابع آب سطحی نیز می‌شود که عواقب زیست محیطی خطرناکی را به دنبال دارد. آلودگی آب عبارتست از تغییر مواد محلول یا معلق یا تغییر درجه حرارت و یا دیگر خواص فیزیکی و شیمیایی و زیستی آب در حدی که آب را برای مصرفی که برای آن مقرر شده است مضر یا غیر مفید بسازد (دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، نشریه شماره ۳۷۹).

درکنار پیشرفت‌های صنعتی و ورود تکنولوژی باید محیط زیست و کیفیت زندگی انسان نیز حفظ شود، به طوری که عواقب صنعت نباید برای زندگی انسان خطرساز باشد. براساس مطالعات پیمایشی روی افراد مختلف، میزان تأثیرگذاری آلاینده‌ها بر بدن مشخص می‌شود، در صورتی که میزان آلودگی اثرات نامطلوبی به دنبال داشته و برای سلامتی انسان خطرناک باشد، منبع آلودگی را غیراستاندارد و غیرمجاز می‌دانند، بنابراین مطابق آن، استاندارد و یا حد مجاز آلاینده‌ها تعیین می‌شود (دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا).

در دهه‌های اخیر، عمدتاً بعلت افزایش مصرف آب از سویی، برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب (خصوصاً منابع آب زیرزمینی) از سوی دیگر و بالاخره عدم استفاده بهینه از آب موجود، پدیده کمبود آب در کشور را نمایان کرده است. همچنین عدم برخورداری از بارندگی کافی با توزیع زمانی و مکانی مناسب، بدلیل موقعیت جغرافیائی و اقلیمی و غلبه خشکی نگران کننده، کمبود آب را بعنوان یک واقعیت انکارناپذیر و هراس آور به کشور تحمیل نموده است. بویژه در سال‌های پایانی قرن بیستم آب بعنوان یک موضوع مهم در کانون توجه و محافل علمی قرار گرفته و تقریباً هیچ نشست بین المللی را که در آن آینده اداره جهان درهزار سوم میلادی مطرح باشد، نمی‌توان سراغ گرفت که در آن آب و مدیریت آن بصورت یکی از اصلی‌ترین عوامل و عناصر در دستور کار قرار نداشته باشد (پژوهشکده علوم پایه کاربردی).

قادری و هزارخانی(۱۳۹۱) اقدام به طبقه‌بندی هیدروشیمی آب زیرزمینی دشت چاردولی نمودند. برای نیل به این هدف ۶۶ نمونه از منطقه برداشت و آزمایش‌های مربوطه اعمال گردیده است. پارامترهای هیدروشیمیایی شامل pH، EC، TDS، سختی و کاتیون‌های (Mg^{+}، Ca^{2+}، K^{+}، Na^{+}) و آنیون‌های (CO_3^{2-}، HCO_3^{-}، Cl^{-}، SO_4^{2-}، NO_3^{-}) می‌باشند. تحلیل مکانی پارامترها به کمک نرم‌افزار Arc GIS و روش کریجینگ صورت پذیرفته بود. نقشه توزیع مکانی غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها و به طبع آن EC، نشان-دهنده تمرکز بیشتر یون‌ها در مرکز دشت می‌باشد. نتایج حاکی از آن بود که آب زیرزمینی دشت چاردولی به علت غلظت بالای یون‌ها در محدوده مناسبی برای شرب قرار

www.SID.ir

Archive of SID

نمی‌گیرد و به جز ۷ چاه بقیه از کیفیت قابل قبولی برای مصارف کشاورزی برخوردار بودند.

قادری مجددا، با کمک همکاران(۱۳۹۳) تحلیلی گسترده‌تر بر روی آبخوان آب زیرزمینی دشت چاردولی با استفاده از ۶۶ نمونه برداشت شده از این آبخوان را به انجام رسانیدند. در این پژوهش پس از بررسی وضعیت نمونه‌های هیدروشیمیایی این آبخوان چهار لایه وزنی شامل نقشه-های پوسته گذاری، غلظت منیزیم، TDS و سختی کل بر اساس استانداردهای مصرف خانگی تهیه و با تلفیق این چهار لایه، نقشه کیفی آب برای مصارف خانگی در چهار کلاس ایجاد گردید و با تلفیق سه لایه وزنی هدایت الکتریکی، SAR و RSC، نقشه کیفی آب برای مصارف کشاورزی در سه کلاس تهیه شد. در انتها از تلفیق دو نقشه کیفی یاد شده، نقشه دو منظوره برای مصارف خانگی و کشاورزی استخراج گردید. آنان در این مطالعه GIS را به عنوانی ابزاری مناسب برای شناسایی مناطق دارای کیفیت مناسب آب زیرزمینی جهت مصارف گوناگون معرفی کرده-اند.

اروجی و همکاران(۱۳۹۰) آب زیرزمینی دشت کاشان را با تاکید بر مصرف شرب و کشاورزی از نظر کیفی پهنه‌بندی کردند. تعداد ۶۱ نقطه به عنوان ایستگاه‌های نمونه برداری انتخاب و نمونه برداری طی دو فصل مرطوب و خشک صورت گرفت. برای انجام این تحقیق پارامترهای کیفی آب نظیر، pH, HCO^{3-}, SO_4^{2-}, Cl^-, Mg^{2+}, TH, Ca^{2+}, K^+, Na^+, TDS و هدایت الکتریکی مورد آنالیز شیمیایی قرار گرفت. به منظور پهنه‌بندی و تجزیه و تحلیل چگونگی پراکنش پارامترهای شیمیایی منابع آب زیرزمینی از روش درون‌یابی IDW در محیط نرم افزار ArcGis ۹/۳ استفاده شده است. نتایج نشان داد که میانگین پارامترهای کیفی آب زیرزمینی از حد استانداردهای تعیین شده جهت شرب و کشاورزی خارج بوده و ناهنجاری‌های قابل توجهی از یون‌ها در نواحی شمالی دشت مشاهده شد. در پهنه‌بندی محدوده به لحاظ شرب وسعت قابل توجهی از دشت دارای کیفیتی خارج از حد استانداردهای تعیین شده بودند. روند فوق با تاکید بر مصرف کشاورزی طی شد و در نهایت بر اساس نقشه‌های تهیه شده از پارامترهای کیفی، ناهنجاری-های شاخصی در دشت دیده شد که شمال شرقی محدوده دارای بیشترین ناهنجاری بوده و محدودیت جدی را برای کشاورزی در این بخش از دشت ایجاد کرده بود. آنان با تلفیق نتایج فوق، آبخوان کاشان اصفهان را به لحاظ کیفی در سطح نامطلوبی گزارش کرده و اعلام نمودند که در سطح دشت شاهد محدودیت‌هایی چه به لحاظ شرب و چه کشاورزی و مصارف دیگر بوده‌اند.

کریمی و همکاران(۱۳۸۹) ویژگی‌های هیدروژئولوژی دشت زرنه شهرستان ایوانغرب-ایلام را مطالعه نمودند. به این منظور ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و زمین-شناسی نقشه‌های پایه تهیه شده و به صورت لایه‌های اطلاعاتی به نرم افزار Arc Map انتقال داده شده است. همچنین لایه‌های اطلاعاتی چاه‌های پیزومتری، بهره-برداری، چاه‌های نمونه‌برداری کیفی و ایستگاه‌های هیدرومتری نیز تهیه شد. نقشه‌های هم‌تراز و هم‌عمق آبخوان دشت زرنه بر اساس لایه اطلاعاتی چاه‌های پیزومتری ترسیم گردید. همچنین نقشه هم هدایت الکتریکی آبخوان بر اساس لایه اطلاعاتی چاه‌های نمونه-برداری و تعدادی از چاه‌های بهره‌برداری ترسیم گردید. بر اساس نقشه هم‌تراز، حداکثر رقوم تراز در قسمت‌ها ی شمال غرب آبخوان با 1130 متر و حداقل رقوم تراز هم در جنوب شرق آبخوان می‌باشد. براساس نقشه هم هدایت الکتریکی، حداقل میزان هدایت الکتریکی در دشت زرنه در حاشیه‌های شرقی، جنوب و جنوب شرقی دشت مشاهده شده، به طوری که در این مناطق هدایت الکتریکی آب زیرزمینی کمتر از 300 میکروموس بر سانتیمتر گزارش شده است. میزان هدایت الکتریکی از حاشیه جنوبی و شرقی دشت به سمت غرب و شمال غربی افزایش زیادی داشته، به طوری که در نواحی غربی و شمال غربی دشت میزان هدایت الکتریکی به بیش از 800میکروموس بر سانتیمتر و در غرب شهر زرنه به بیش از 1120 میکروموس بر سانتیمتر رسیده بود.

قادرمرزی و مختارپور(۱۳۸۹) با به کارگیری نرم‌افزار ARC GIS اقدام به پهنه‌بندی کیفی منابع تامین آب شهرستان قروه استان کردستان نمودند. بدین منظور از تمامی سرچشمه‌هایی که در این منطقه جهت تأمین آب شرب و کشاورزی استفاده می‌گردید، نمونه‌برداری پارامترهای کیفی آب انجام گرفت. بخش اعظم آب مورد نیاز شرب و کشاورزی این شهرستان از منابع آبهای زیرزمینی تأمین می‌گردد. هر مورد بعنوان یک ایستگاه انتخاب و اقدام به تهیه نمونه‌هایی برای تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آنها و در نهایت مقایسه با استاندارد

www.SID.ir

Archive of SID

موجود کشوری شده بود. سپس تمامی اطلاعات در محیط نرم‌افزار GIS، تحت لایه‌های توصیفی وارد شده و درون‌یابی با استفاده از روش کریجینگ، جهت تهیه نقشه‌های پهنه-بندی کیفی انجام گرفت. این نقشه‌ها روند معنا داری را برای اکثر پارامترها نشان دادند. با توجه به شیوع بیماری-های مختلف مربوط به آب آشامیدنی در این منطقه، این مطالعه می‌توانست راهگشای تصمیمات آتی مسئولین جهت برداشت صحیح آب در این منطقه باشد.

سلطانی و همکاران(۱۳۹۱) در استان آذربایجان-غربی، طالبی و رجبی‌محمدی(۱۳۹۱) در دشت بهاباد یزد و ارشد و کلانتری(۱۳۹۱) در دشت چاهگاه استان بوشهر، بهفر و همکاران(۱۳۹۲) در بخش سبیلی دزفول و نوذری و محسنی حبیب آبادی(۱۳۹۲) در رودشت و دشت سگزی استان اصفهان نیز اقدام به بررسی کیفی آب زیرزمینی دشت‌های مطالعاتی مربوطه کرده و برای تحلیل مکانی آبخوان با به‌کارگیری نرم‌افزار Arc GIS، اقدام به پهنه‌بندی دشت و گزارش مناطق بحرانی نموده‌اند.

باساواراجاپا و مانجونادا(۲۰۱۵)، آب زیرزمینی منطقه‌ای نسبتا کم آب واقع در هند که اخیرا تحت بحران آب و مشکلات کیفی قرار گرفته را مورد بررسی قرار دادند. برای دستیابی به داده‌های کیفی، نمونه‌برداری از ۵۰ چاه آب گسترده در منطقه شامل پارامترهای (F^-، NO_3^-، CO_3^- ، Cl^-، Ca^{2+}، Mg^{2+}، Na^+، SO_4^{2-}، Fe، K^+، TDS، pH، TH) قبل از فصل بارندگی صورت پذیرفت. تاثیر پذیری آبخوان از سنگ بستر و خاک منطقه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و به‌کارگیری نقشه‌های پهنه‌بندی داده‌های کیفی با نرم‌افزار GIS، انجام گرفت. آنان GIS را به عنوانی ابزاری کارآمد در زمینه تحلیل وضعیت آب زیرزمینی معرفی کرده‌اند.

تحقیقی در زمینه‌ی آب‌های زیرزمینی منطقه‌ای واقع در چین شمالی توسط هو و همکارانش(۲۰۰۵) انجام گرفت. هدف آن‌ها از این پژوهش بررسی وضعیت منابع آب زیرزمینی وکیفیت آن و برآورد خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی این منطقه به نیترات بود. بر این مبنا از داده‌های ۱۳۹ نمونه چاه انتخابی از این منطقه مربوط به ماه می سال ۱۹۹۹ استفاده کردند. از روش کریجینگ معمولی برای بررسی تغییرات مکانی سطح سفره، EC و غلظت‌های نیتروژن نیتراتی و از روش کریجینگ شاخص برای بررسی میزان خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات بهره گرفته شد. وضعیت تراز آب زیرزمینی حاکی از ۶ متر افت میانگین سطح آب زیرزمینی نسبت به سال ۱۹۹۰ بود. براساس نتایج این تحقیق تعیین خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌تواند برای مدیریت مناسب منابع آب زیرزمینی، ممانعت از شوری خاک و حداقل نمودن آلودگی نیتراته در آب‌های زیرمینی مفید و کارا باشد.

مطلوبیت آب زیرزمینی برای مصرف شرب منطقه‌ای واقع در جنوب‌غربی هند توسط آناپورنا و جانارداناا(۲۰۱۵) مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش بر اساس داده‌های کیفی مربوط به ۲۲ حلقه چاه گسترده در اطراف منطقه‌ای روستایی انجام شد. پارامترهای کیفی مورد بررسی در این پژوهش pH، EC، TH، TDS، F^-، NO_3^-، HCO_3^-، SO_4^{2-}، Ca^{2+}، Mg^{2+}، Na^+، K^+ می‌باشند که بر اساس استانداردهای بین‌المللی آب آشامیدنی طبقه‌بندی شده و با بهره‌گیری از GIS، مناطق مطلوب با آب آشامیدنی مناسب، مشخص شده‌اند. نتایج حاکی از آن بود که آب زیرزمینی بیشتر قسمت‌های منطقه مطالعاتی مطلوبیت آشامیدن را دارد.

داگوستینو و همکاران(۱۹۹۸) به بررسی زمانی و مکانی غلظت نیترات آب‌های زیرزمینی منطقه‌ای واقع در ایتالیا اقدام کردند. برای این منظور از سه سری داده در سه دوره‌ی زمانی مختلف از سال ۱۹۹۱ بهره گرفته شد. داده‌های اصلی اطلاعات مربوط به ۴۷ حلقه چاه در ماه می، و داده‌های کمکی مربوط به ۲۸ و ۲۷ چاه و به ترتیب ماه‌های جولای و نوامبر بود. آن‌ها با اعمال روش‌های میانیابی کریجینگ و کوکریجینگ معمولی و مقایسه‌ی نتایج آن‌ها به این نتیجه رسیدند که، افزایش عدم قطعیت باعث افزایش میزان واریانس می‌گردد؛ و همچنین کاربرد روش کوکریجینگ و داده‌های کمکی باعث کاهش عدم قطعیت در تخمین غلظت نیترات شده و کاهش هزینه نمونه‌برداری صحرایی و کارهای آزمایشگاهی را در پی دارد. هدف از این پژوهش بررسی‌های هیدروژئوشیمیایی در محدوده دشت چاردولی تعیین، تشخیص، بررسی تغییرات و نتیجه‌گیری از کیفیت آب زیرزمینی دشت و شناسائی مناطق با آسیب پذیری بیشتر در دشت مورد مطالعه می-باشد.

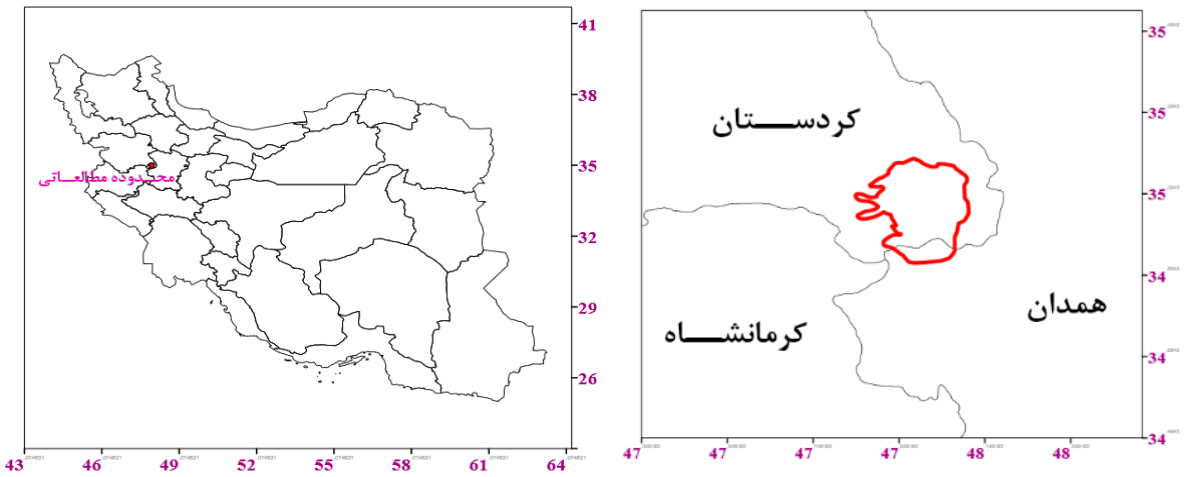
مواد و روش‌ها

مشخصات و موقعیت طرح مورد مطالعه

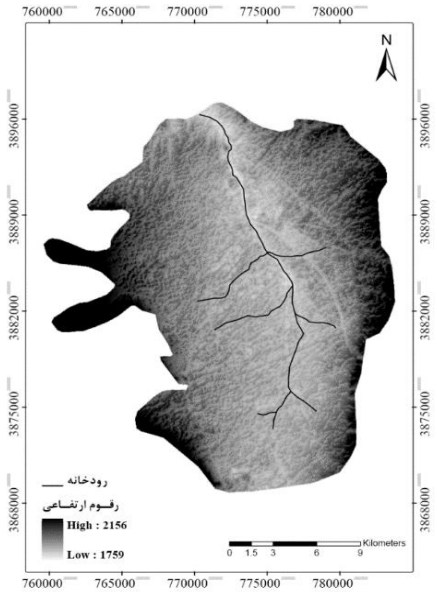
www.SID.ir

Archive of SID

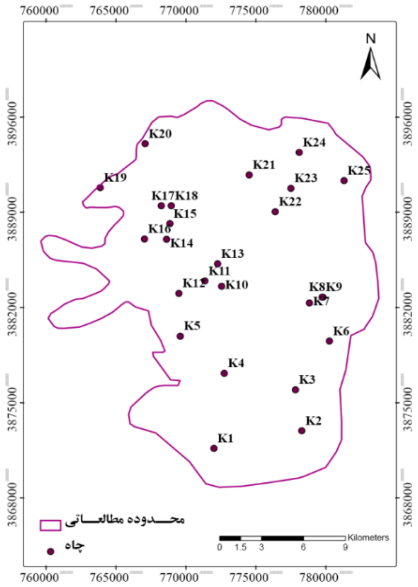
منطقه مورد مطالعه، واقع در غرب کشور ایران و حد فاصل دو استان کردستان و همدان، بخشی از حوزه‌ی قزل اوزن و بخشی از حوزه‌ی کرخه را در بر می‌گیرد. این دشت در شرق استان کردستان و شرق شهرستان قروه بین طول-های جغرافیایی ″۰۰ ′۵۰ °۴۷ تا ″۳۰ ′۰۷ °۴۸ شرقی و عرضهای جغرافیایی ″۰۰ ′۵۱ °۳۴ تا ″۰۰ ′۱۲ °۳۵ شمالی گسترده شده است. این محدوده بعنوان دشت و ارتفاعات مشرف به دشت چاردلی به شکلی تقریباً نامنظم آبخوان اصلی محدوده طرح را می‌سازد. پست‌ترین نقطه با ارتفاعی کمتر از ۱۷۶۰ متر از سطح دریا درشمال محدوده در بستر رودخانه شور و بلندترین آن با ارتفاع حدود ۲۱۶۰ متر در جنوب غربی محدوده طرح در ارتفاعات کوه پریشان قرار دارد. محدوده طرح بشکل تقریباً مستطیل شکل با کشیدگی شمالی– جنوبی به وسعت ۲۸۱/۸۹۶ کیلومتر مربع گسترده شده است. در شکل شماره (۱) موقعیت محدوده مطالعاتی نسبت به مناطق هم‌جوار و در شکل شماره (۲) نقشه‌ی ارتفاعی محدوده‌ی مطالعاتی و نمای کلی آن قابل روئیت می‌باشد. مناطق با رنگ تیره‌تر، دارای ارتفاع بیشتری بوده و به تدریج با حرکت به سمت مناطق با رنگ روشن‌تر، از ارتفاع کم خواهد شد.



شکل ۱- موقعیت محدوده مطالعاتی نسبت به کشور ایران و مناطق هم‌جوار



شکل ۲- نقشه‌ی ارتفاعی منطقه مورد مطالعه



شکل ۳- موقعیت چاه‌های مربوط به کیفیت آب زیرزمینی

در این مطالعات تحلیل کیفی آب زیرزمینی براساس نتایج حاصل از اطلاعات تجزیه شیمیایی نمونه‌های اخذ شده از منابع آب زیرزمینی در محدوده مورد نظر انجام پذیرفت. اطلاعات مورد استفاده در این رابطه مربوط به

www.SID.ir

Archive of SID

سال‌های ۱۳۸۷- ۱۳۸۱ می‌باشد. تعداد ۲۵ حلقه چاه در منطقه جهت بررسی‌های کیفی انتخاب شده است که موقعیت مکانی آن‌ها در محدوده مطالعاتی در شکل شماره (۳) آمده است.

با رسم نقشه‌ی کیفیت آب زیرزمینی منطقه، می‌توان به روند، جهت و میزان تغییرات کیفیت آب زیرزمینی در سطح دشت دست یافت. برای رسم این نقشه‌ها با توجه به این که مقدار کیفیت آب زیرزمینی، فقط در نقاطی که چاه‌ها قرار دارند موجود می‌باشد، لذا نیاز به درونیابی تراز در سایر نقاط دشت است.

روش‌های مختلفی برای این منظور وجود دارد. روش-های زمین آمار به دلیل در نظر گرفتن همبستگی، موقعیت و آرایش داده‌ها از اهمیت زیادی برخوردار هستند. در این روش‌ها علاوه بر مقدار یک کمیت معین در یک نمونه، موقعیت مکانی آن نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. بدین لحاظ می‌توان موقعیت مکانی نمونه‌ها را همراه با مقدار کمیت مورد نظر در یک جا مورد تحلیل قرار داد. به عبارت دیگر بین مقادیر مختلف یک کمیت در جامعه نمونه‌ها و فاصله نمونه‌ها در جهت قرارگیری آن‌ها نسبت به یکدیگر ارتباط وجود دارد (مرادی و همکاران).

مرسوم‌ترین روش تکنیک زمین‌آمار، کریجینگ می-باشد. از نظر تئوری کوکریجینگ نسبت به روش‌های کریجینگ ارجحیت دارد، به خصوص مواقعی که از همه‌ی متغییرها نمونه به اندازه کافی در دسترس باشد. در ژئو استاتیستیک می‌توان به روش کوکریجینگ بر اساس همبستگی بین متغییرهای مختلف، تخمین زد؛ که این خصوصیت می‌تواند باعث دقت بیشتر تخمین‌ها و صرفه-جویی در هزینه‌ها (با نمونه‌برداری کمتر) شود. محل‌هایی که در آن‌ها کمبود نمونه وجود دارد به کمک متغییرهای ثانوی و با استفاده از همبستگی متقابل بین متغییرهای اصلی و ثانوی، تخمین زده می‌شود (رسولی و مکاریان، فیضی و همکاران).

هیچ یک از روش‌های میان‌یابی بر دیگری برتری نداشته و هر یک از آن‌ها بسته به ارتباط فضایی داده‌های پارامتر مورد بررسی می‌تواند به عنوان روشی مناسب معرفی شود. از آنجا که متغیرهای محیطی مختلفی در این ارتباط فضایی بین نقاط نمونه‌برداری تاثیرگذار هستند، لذا شناخت بهترین تخمین‌گر در بررسی تغییرات یک پارامتر به منظور ارائه یک نتیجه صحیح و درست در مقیاس محلی و منطقه‌ای از ضروریات امر است. برای بررسی دقت روش میانیابی و انتخاب روش مناسب، تکنیک‌های مختلفی وجود دارند که یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین آن‌ها که در این پژوهش نیز از آن بهره گرفته شد، روش ارزیابی متقابل می‌باشد.

در این روش، در هر مرحله یک نقطه‌ی مشاهده‌ای حذف شده و با استفاده از سایرنقاط مشاهده‌ای باقیمانده، آن نقطه برآورد می‌گردد. این کار برای تمامی نقاط مشاهده‌ای تکرار می‌شود، به گونه‌ای که در آخر به تعداد نقاط مشاهده‌ای، برآورد از آن‌ها وجود خواهد داشت و در پایان با داشتن مقادیر واقعی و برآورد شده، می‌توان خطا و انحراف روش استفاده شده را برآورد کرد (باقری و محمدی).

معیارهای گوناگونی برای ارزیابی خطا وجود دارند که از رایج‌ترین آن می توان به ریشه میانگین مجذور خطا[1]، میانگین قدرمطلق خطا[2] و متوسط انحراف[3] اشاره کرد.

مراحل صحت سنجی، به شکلی که توضیح داده شد، در نرم افزار Arc GIS و با قابلیت Cross Validation انجام گرفت و روش انتخابی، بر اساس کمترین RMSE، کوکریجینگ گزارش گردید.

ارزیابی و پایش کیفیت آب زیرزمینی همواره یک چالش مهم است که با مشکلات ویژه‌ای همراه است. در واقع درک این موضوع که در زیرزمین چه چیزی در حال رخ دادن است، کار دشواری است. آب‌های زیرزمینی دارای مواد محلول می‌باشند که مقدار آن از ۲۵ میلی‌گرم در لیتر در چشمه‌ها تا بیش از ۳۰۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در آب-های خیلی شور متغیر است.

آب زیرزمینی با حرکت کند و آهسته خود از میان خلل و خرج بین دانه‌ای لایه‌های زمین شناسی، عناصر موجود در آن‌ها را در خود حل کرده و انتظار می‌رود تا در جهت جریان میزان املاح افزایش یابد که به نوبه خود تأثیر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب نظیر هدایت الکتریکی، میزان کلر، باقیمانده خشک، بو، مزه، رنگ و سایر خصوصیات دارند (پژوهشکده علوم پایه کاربردی).

[1] Roor Mean Square Error
[2] Roor Mean Square Error
[3] Mean Bias Error

www.SID.ir

Archive of SID

یکی از موارد استفاده‌ی آب‌های زیرزمینی مصرف شرب می‌باشد .از اینرو بررسی کیفی آب جهت این نوع استفاده از مهم‌ترین و حیاتی‌ترین قسمت‌های یک طرح تحقیق و اکتشاف آب می‌باشد.

استانداردهای مختلفی در نقاط مختلف دنیا برای ارائه کیفیت مناسب آب قابل شرب تدوین گردیده است. اما ذکر این نکته ضروری است که این استانداردها بنا به مکان و موقعیت جغرافیایی محل مصرف آب متفاوت است. در این استانداردها برای هر یک از پارامترهای موثر در کیفیت شرب آب، حد خاصی تعریف شده است. جدول استاندارد وزارت نیرو (جدول شماره (۱)) در ایران کارایی بیشتری دارد. طبق استاندارد وزارت نیرو چنانچه مقادیر یون سولفات از ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشتر باشد، مقدار یون منیزیم نمی‌تواند از ۳۰ میلی‌گرم در لیتر تجاوز کند اما اگر مقدار سولفات کمتر از این حد باشد، مقدارمنیزیم می‌تواند به ۱۵۰ میلی‌گرم هم برسد.

وجود کاتیون‌های کلسیم و منیزیم، عموماً انحلال پذیری مواد شوینده را در آب کاهش داده و اصطلاحاً آب را سخت می‌کنند. سختی آب از رابطهٔ (۱) محاسبه می‌گردد:

$$TH = 2.5Ca + 4.1Mg \qquad (۱)$$

که در آن TH، سختی کل آب و Ca و Mg برحسب میلی‌گرم در لیتر می‌باشند. مقادیر استاندارد متعارف سختی بین ۵۰۰ - ۷۵ می‌باشد. آب‌های دارای سختی کمتر از ۷۵ دارای خطر بیماری تصلب شرائین می‌باشند. آب‌های سخت با شیرابه ناشی از زباله‌ها، عمل تبادل کاتیونی انجام داده و کلسیم و منیزیم آنها با سدیم و پتاسیم جایگزین می‌شود که سبب آلودگی آب می‌شود. همچنین آب‌های سخت دارای طعم نامطلوب‌تری نسبت به آب‌های نرم می‌باشند.

مقادیر بالای مجموع باقیمانده خشک (TDS) معرف مقادیر و حضور کاتیون‌ها و آنیون‌های بیشتری در آب می‌باشند و می‌تواند معرف شوری بالا باشد. حرکت آب از بین کانی‌های قابل حل، تبخیر آب در اثر بالا بودن سطح آب زیرزمینی، ورود آلاینده‌های ناشی از پساب فاضلاب‌ها و زه آب کشاورزی، سبب بالا رفتن مقادیر TDS می‌شود، حداکثر TDS استاندارد برای مصارف شرب ۲۰۰۰mg/l-۱۵۰۰ است. استاندارد مقدار یون‌های Cl و SO_4، ۲۵۰mg/l و استاندارد میزان Na^+، ۲۰۰mg/l می‌باشد. استاندارد کیفیت آب آشامیدنی وزارت نیرو در جدول شماره (۱) ارائه شده است. روش شولر از متداولترین روش‌های تقسیم‌بندی کیفی آب‌های شرب بوده که براساس میزان تغییرات باقیمانده خشک، سختی کل و میزان آنیونها و کاتیونها، ابداع گردیده است. در این پژوهش علاوه بر استانداردهای وزارت نیرو از روش شولر نیز برای تحلیل کیفی آبخوان از نظر شرب بهره گرفته شده است.

جدول ۱- استاندارد کیفیت آب آشامیدنی وزارت نیرو

یون	حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز
Mg	-	150
SO_4	250	400
Cl	200	600
TDS	500	2000
TH	-	500

آبی که برای کشاورزی مورد مصرف قرار می‌گیرد، بسته به نوع خاک زیرکشت، دارای شرایط خاصی است تا استفاده مداوم از آن مانع از تجمع املاح در ریشه‌ی گیاهان و یا کاهش نفوذپذیری خاک گردد.

بررسی کیفی آب برای مصارف کشاورزی معمولا از طریق طبقه‌بندی آب در کلاس‌های مختلف نمودار ویکلوکس صورت می‌گیرد که از دو محور متعامد تشکیل گردیده است. محور افقی این نمودار میزان هدایت هیدرولیکی را برحسب میکروموس برسانتی‌متر و محور عمودی آن، میزان نسبت جذب سدیم را نشان می‌دهد. این نمودار دارای ۱۶ منطقه برای تعیین نوع آب می‌باشد.

هدایت الکتریکی در آب‌های زیرزمینی تابعی از مقدار مواد جامد حل شده (TDS) ودرجه حرارت آب است. هدایت الکتریکی با این پارامترها نسبت مستقیم دارد، از اینرو با افزایش این دو عامل میزانEC افزایش و در نتیجه کیفیت آب کاهش می‌یابد. با توجه به میزان مواد جامد حل شده، مقدار هدایت الکتریکی در آب‌های زیرزمینی بسیار متغیر است و از ده‌ها میکروموس بر سانتی‌متر در آب زیرزمینی تقریباً خالص تا صدها هزار میکروموس بر سانتی‌متر در آب شور حوضه‌های رسوبی عمیق، تغییر می‌یابد.

روش‌های متعددی جهت پیش‌بینی رسوب‌گذاری یا تمایل به ایجاد خورندگی وجود دارد. این روش‌ها معمولاً بر مبنای تعادل شیمیایی استوار شده‌اند. ساده‌ترین روش‌ها برای بررسی این مسأله، بکارگیری آنالیز آب در سنجش

www.SID.ir

Archive of SID

تمایل به رسوب‌گذاری یا خوردگی با استفاده از شاخص‌های رایج می‌باشد .با ارزیابی شاخص‌های متعدد جهت تعیین خوردگی و رسوبگذاری، شاخص‌های معتبری نظیر لانژیلر و لارسن برای این تحقیق انتخاب گردید.

یکی از روش هایی که برای پیش بینی رسوب کربنات کلسیم به کار می رود، شاخص اشباع لانژیلر[1] است که توسط لانژیلر در سال ۱۹۴۶ ارائه شده است. این شاخص از مفاهیم نظری اشباع با در نظر گرفتن ساده سازی‌هایی استخراج شده است. این روش ابتدا برای پیش‌بینی رسوب کربنات کلسیم در دیگ‌های بخار به کار گرفته شد و نخستین بارویلکوکس و بائر این روش را در مسائل مربوط به کربنات کلسیم در خاک برای پیش بینی اینکه آیا کربنات کلسیم هنگام عبور از خاک آهکی رسوب می‌دهد یا در آن حل می‌شود، مورد استفاده قراردادند. بزرگی این شاخص نشانگر شدت پتانسیل رسوب‌گذاری می‌باشد. شاخص لانژیلر در فرمول شماره (۲) تعریف می‌شود.

$$LSI = pH - pH_c \qquad (۲)$$

$$pH_c = p(CO_3 + HCO_3) + p(Ca + Mg) + p(Ca + Mg + Na + K) \qquad (۳)$$

در این رابط، LSI شاخص لانژیلر، pH آب اندازه‌گیری شده، pH_c محاسباتی بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی آب با فرض اشباع بودن از کلسیت یا کربنات کلسیم، p(Ca+Mg+Na+K) نمایه کاتیون‌های آب، P(Ca+Mg) نمایه کلسیم و منیزیم آب و $p(CO_3+HCO_3)$ نمایه کربنات و بیکربنات است.

مولفه‌های فرمول شماره (۳)، از جدول محاسبه مقادیر سه‌گانه p، مربوط به این شاخص تعیین می‌گردند. بزرگی این شاخص نشان دهنده شدت پتانسیل رسوب‌گذاری می‌باشد که معیار آن در جدول شماره(۲) ارائه شده است. شاخص لانژیلر منفی باعث حل شدن کربنات کلسیم خواهد شد که در این حالت آب خورنده است (قبادی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۸).

جدول ۲- پتانسیل رسوب‌گذاری کربنات کلسیم به ازاء مقادیر مختلف شاخص لانژیلر

توصیف	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	عدم رسوب‌گذاری
مقدار شاخص	۲<	۱ تا ۲	۰/۵ تا ۱	۰ تا ۰/۵	۰>

بر اساس استاندارد آمریکا، برای جلوگیری از خوردگی لوله‌های آهنی، نسبت لارسن[2] باید تقریباً کمتر از ۰/۲ تا ۰/۳ مول بر لیتر باشد. مقدار آن با استفاده از سولفات،کلراید و بیکربنات با استفاده از فرمول شماره (۴) محاسبه می‌گردد. در این فرمول LR، نسبت لارسن می‌باشد.

$$LR = \frac{[Cl^-] + 2[SO_4^{2-}]}{HCO_3^-} \qquad (۴)$$

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی‌های کیفی آبخوان، مربوط به ۲۵ حلقه چاه مشاهده‌ای از منطقه می‌باشد. داده‌های استخراجی موجود، هفت ساله بوده و از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷ امتداد داشته‌اند. اما در هر سال از تمامی ۲۵ چاه داده موجود نبوده و نقص نمونه برداری وجود داشت. از طرفی دیگر خطای میان‌یابی داده‌های کیفی آب زیرزمینی آبخوان، به دلایل تاثیر پذیری بالای آن از شکل آبخوان و سازندهای زیرزمینی، بسیار بالا بوده و با داده‌هایی کم، این خطا چندین برابر شده است. لذا اقدام به بررسی تغییرات پارامترهای کیفی آبخوان در طی این سال‌ها، در مقایسه با استانداردهای کیفی مربوط به آب شرب و کشاورزی گردیده ودر سال‌هایی که موجودیت داده‌ها، مطلوب میان‌یابی بوده، اقدام به پهنه‌بندی آبخوان مطالعاتی شده است.

تحلیل آب زیرزمینی از نظر شرب

در شکل شماره (۴)، درصد وقوع وضعیت‌های مختلف پارامترهای کیفی آب زیرزمینی بر اساس جدول استاندارد وزارت نیرو، به شکل نمودار ستونی آمده است. آب زیرزمینی در طی سال‌های تحت مطالعه در ۹۷٪ موارد اندازه‌گیری از نظر مقدار کلر، ۸۰٪ موارد از نظر سولفات، ۷۸٪ از نظر سختی و ۶۱٪ مواقع از نظر باقیمانده خشک در وضعیت مطلوب قرار داشته است.

[1] Langelier Saturation Index

[2] Larson'Ratio

www.SID.ir

Archive of SID

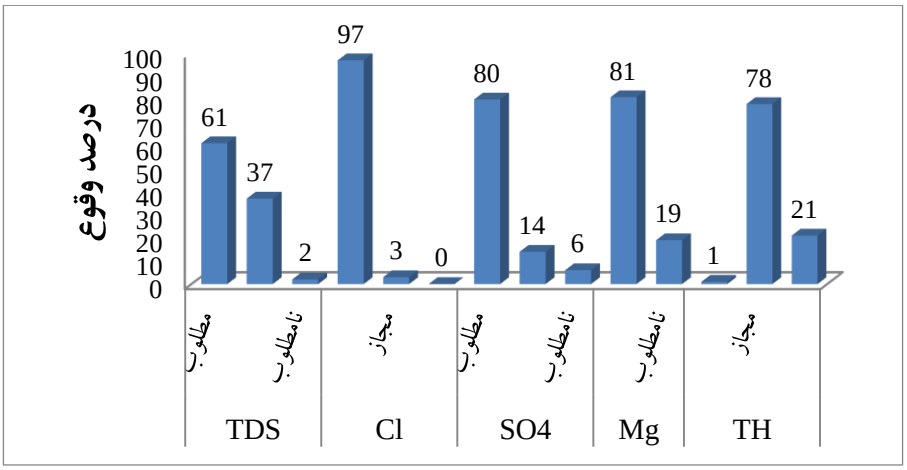
برای یون منیزیم، وضعیت مطلوبی تعریف نشده است و حد مجاز سفارش شده است. بیشترین وضعیت نامطلوب، ۲۱٪ مواقع و مربوط به سختی آب می‌باشد.

نتایج حاصل از تحلیل کیفی آب زیرزمینی آبخوان بر اساس روش شولر، در طی سال‌های مطالعاتی بر حسب درصد وقوع در جدول شماره (۳) آورده شده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، چهار وضعیت کیفی مختلف از نظر شرب، برای آبخوان زیرزمینی مطالعاتی به وقوع پیوسته است. آب زیرزمینی منطقه در ۵۲٪ موارد اندازه‌گیری شده وضعیت خوبی را نشان داده است. همچنین وضعیت بد آب شرب، در ۴٪ موارد اندازه‌گیری شده در سال‌های مطالعاتی مشاهده شده است.

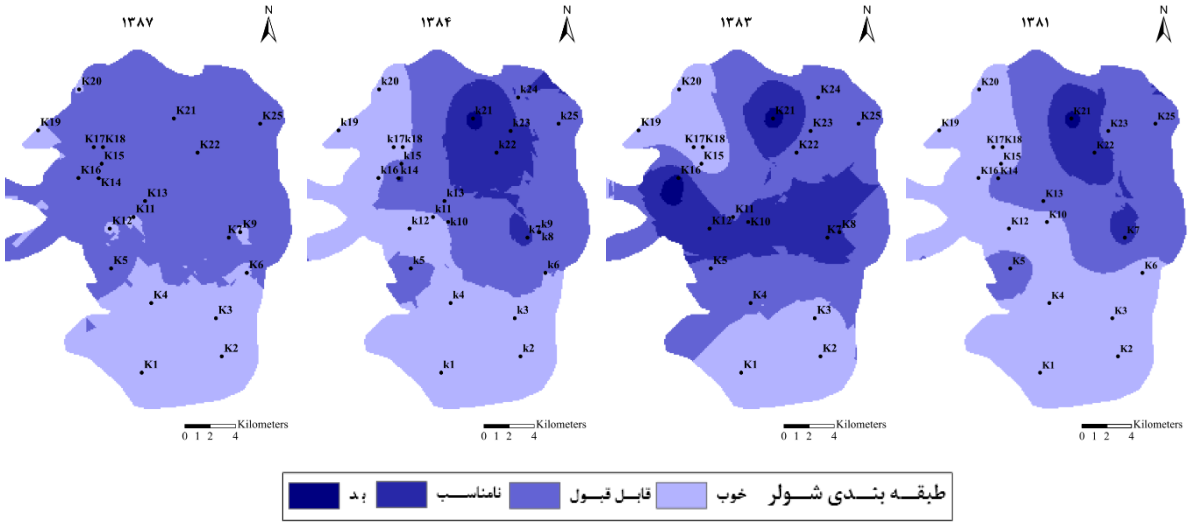
جدول ۳- درصد وقوع وضعیت‌های مختلف آب زیرزمینی از نظر شرب به روش شولر

کیفیت آب برای شرب	درصد وقوع
خوب	٪۵۲
قابل قبول	٪۲۸
نامناسب	٪۱۶
بد	٪۴

پهنه‌بندی کیفی آبخوان زیرزمینی با روش شولر انجام و نتایج در شکل شماره (۵) آورده شده است. این اشکال مربوط به سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۳، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۷ می‌باشند. چهار طبقه کیفی مختلف، در راهنمای نقشه



شکل ۴- درصد وقوع وضعیت‌های مختلف پارامترهای کیفی، با توجه به استانداردهای آب شرب وزارت نیرو



شکل ۵- پهنه‌بندی آبخوان مطالعاتی، از نظر مطلوبیت برای شرب به روش شولر

www.SID.ir

Archive of SID

مشخص شده‌اند. چاه‌هایی که از داده‌های مربوط به آن‌ها در هر سال استفاده شده است، در نقشه‌ها نشان داده شده‌اند.

در سال ۱۳۸۱ چهار وضعیت مختلف کیفی در سطح دشت بروز کرده است. مناطق غربی و جنوبی وضعیت شرب خوب و بیشتر مناطق شمالی و شمال شرقی و قسمت‌هایی از غرب وضعیت شرب مناسب را برای آب زیرزمینی گزارش داده‌اند. در خط القعر دشت و نزدیک به خروجی آبخوان، وضعیت آب زیرزمینی نامناسب و بد قابل مشاهده است. در ادامه و در سال ۱۳۸۳ وضعیت شرب خوب، در قسمت‌های جنوبی و شمال غربی خلاصه شده و علاوه بر قسمت‌های خروجی آبخوان، مناطقی واقع در مرکز وغرب نیز وضعیت نامناسب و بد را گزارش داده‌اند.

سال ۱۳۸۴ وضعیت بهتری را در مقایسه با سال ۱۳۸۳ نشان داده و وضعیتی تقریبا مشابه سال ۱۳۸۱، با اندکی افت در کیفیت را نشان می‌دهد. در سال ۱۳۸۷، وضعیت آب زیرزمینی آبخوان به دو دسته‌ی خوب و قابل قبول تقسیم شده است، که بیشتر مناطق شمالی و مرکزی جزء گروه مناسب قرار می‌گیرند.

تحلیل آب زیرزمینی از نظر کشاورزی

برای تحلیل وضعیت آب زیرزمینی منطقه از نظر مطلوبیت کشاورزی، تمامی داده‌های موجود از منطقه در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷ با استفاده از کلاس‌های نمودار ویلکوکس طبقه‌بندی شده و نتایج بر حسب درصد وقوع در جدول شماره (۴) ارائه شده است.

جدول ۴- درصد وقوع کلاس‌های مختلف آب زیرزمینی از نظر کشاورزی به روش ویلکوکس

کیفیت آب برای کشاورزی	درصد وقوع
شیرین- بی اثر برای کشاورزی	٪۰
کمی شور- نسبتا مناسب برای کشاورزی	٪۵۸
شور- تمهیدات لازم، مناسب برای کشاورزی	٪۳۶
خیلی شور- مضر برای کشاورزی	٪۶

با توجه به نتایج این جدول، آب کمی شور بیشترین درصد وقوع را به خود اختصاص داده است و آب شیرین درصدی را در طی این سال‌ها به خود اختصاص نداده است.

وضعیت خیلی شور در ۶٪ موارد اندازه‌گیری شده رخ داده است. در شکل شماره(۶) نمودار ویلکوکس مربوط به آبخوان در طی سال‌های مطالعاتی ارائه شده است. همان‌طور که در جدول شماره (۴) نیز دیده می‌شود، بیشترین درصد داده‌ها در گروه کمی شور دسته بندی شده‌اند.

برای مشاهده درصد وقوع کلاس‌های مختلف آب زیرزمینی از نظر مطلوبیت کشاورزی در هر سال و مشاهده‌ی روند تغییرات آبخوان از این نظر، داده‌های طبقه‌بندی شده با استفاده از نمودار ویلکوکس را به صورت سالانه دسته‌بندی کرده و اقدام به پهنه‌بندی آبخوان زیرزمینی از نظر کشاورزی گردید. نتایج مربوطه در شکل شماره (۷) آورده شده است و سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۳، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۷ را شامل می‌شود.

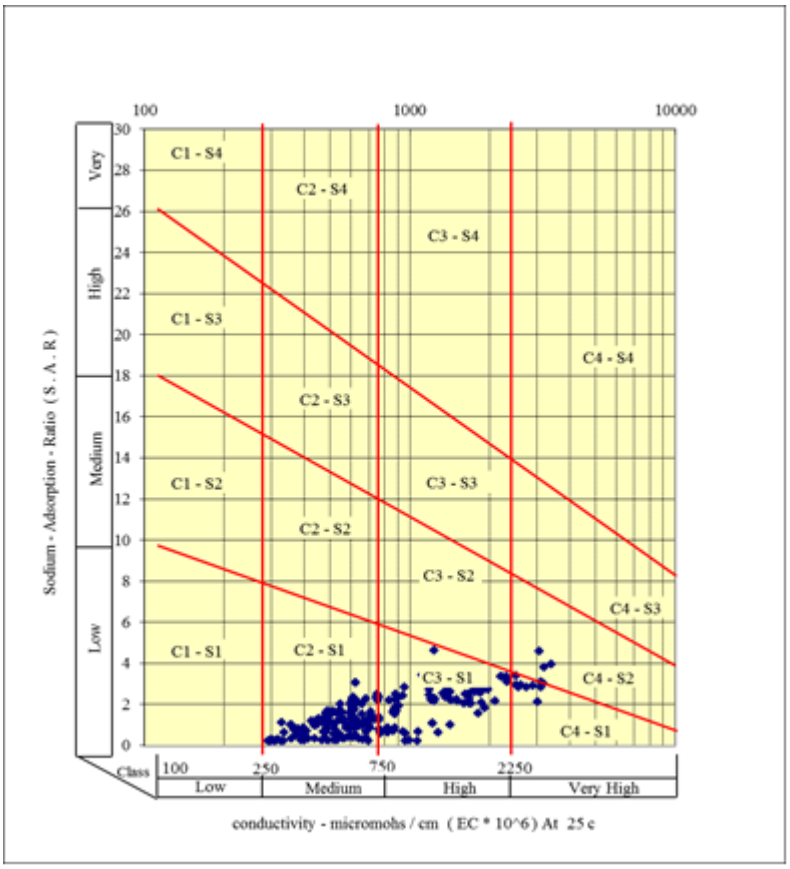
موقعیت چاه‌هایی که از داده‌های کیفی آن‌ها در هر سال استفاده شده است، در نقشه‌ی مربوط به هر سال مشخص بوده و در راهنمای شکل، کلاس‌های طبقه‌بندی وضعیت آب زیرزمینی از نظر کشاورزی با رنگ جداگانه‌ای به نمایش گذاشته شده است.

در سال ۱۳۸۱ قسمت‌هایی از مناطق شمالی، وضعیت آب خیلی شور را نشان داده است. بیشتر مناطق دشت در این سال وضعیت کمی شور را داشته و قسمت‌هایی از شمال و شمال شرق شور بوده است. در سال ۱۳۸۳ علاوه بر مناطق شمالی، قسمت‌هایی از غرب نیز این وضعیت خیلی شور را دارند. آب زیرزمینی کمی‌شور نیز علاوه بر شمال و شمال شرق، به مناطق مرکزی و غربی نیز نفوذ کرده و مساحت کمتری از آبخوان در این سال در مقایسه با سال ۱۳۸۱ وضعیت آب زیرزمینی را کمی شور نشان داده است.

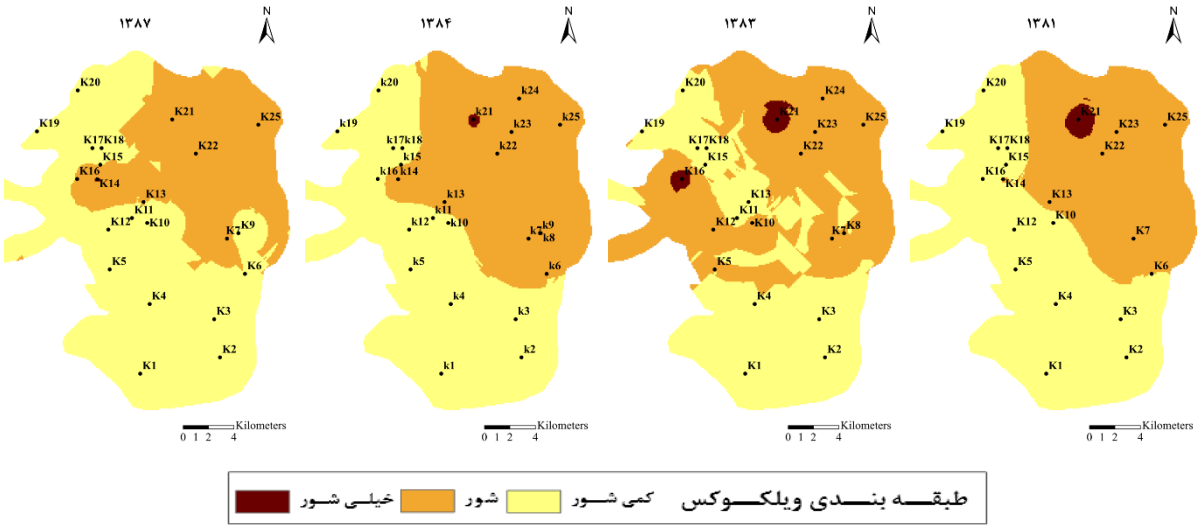
در ادامه در سال ۱۳۸۴ وضعیتی تقریبا مشابه سال ۱۳۸۱، با بهبود در کیفیت در مقایسه با سال ۱۳۸۱، رخ داده است و در سال ۱۳۸۷ این روند بهبود افزایش داشته و آبخوان در دو دسته‌ی کمی شور و شور دسته‌بندی شده است. کیفیت آب زیرزمینی در سال ۱۳۸۷، بیشترین میزان آب کمی شور که مطلوب‌ترین گزارش در طی این سال‌ها می‌باشد را نشان داده است. همچنین از وسعت مناطق با کیفیت آب زیرزمینی شور واقع در شمال شرق آبخوان، نسبت به سال‌های پیش کاسته شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- نمودار ویلکوکس آبخوان در طی سال‌های مطالعاتی



شکل ۷- پهنه‌بندی آبخوان مطالعاتی، از نظر مطلوبیت برای کشاورزی با استفاده از نمودار ویلکوکس

www.SID.ir

Archive of SID

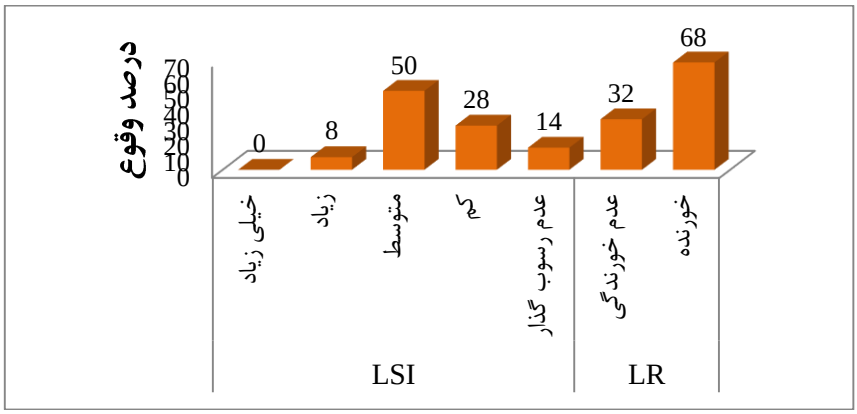
تحلیل آب زیرزمینی از نظر خورندگی و رسوب-گذاری

پس از محاسبه‌ی میزان رسوب‌گذاری و خورندگی آب زیرزمینی محدوده‌ی مطالعاتی، با استفاده از آمار کیفی موجود و بهره گرفتن از شاخص رسوب‌گذاری لانژیلر و شاخص خورندگی لارسن، نتایج به صورت درصد وقوع کلی، در طی سال‌های مطالعاتی، در شکل شماره (۸) به صورت نمودار ستونی آمده است. آنچنان که مشاهده می-شود، شاخص لانژیلر، رسوب‌گذاری بالایی را در طی این سال‌ها نشان نداده و شاخص لارسن نیز ۶۸٪ مواقع آب زیرزمینی آبخوان را خورنده اعلام کرده است.

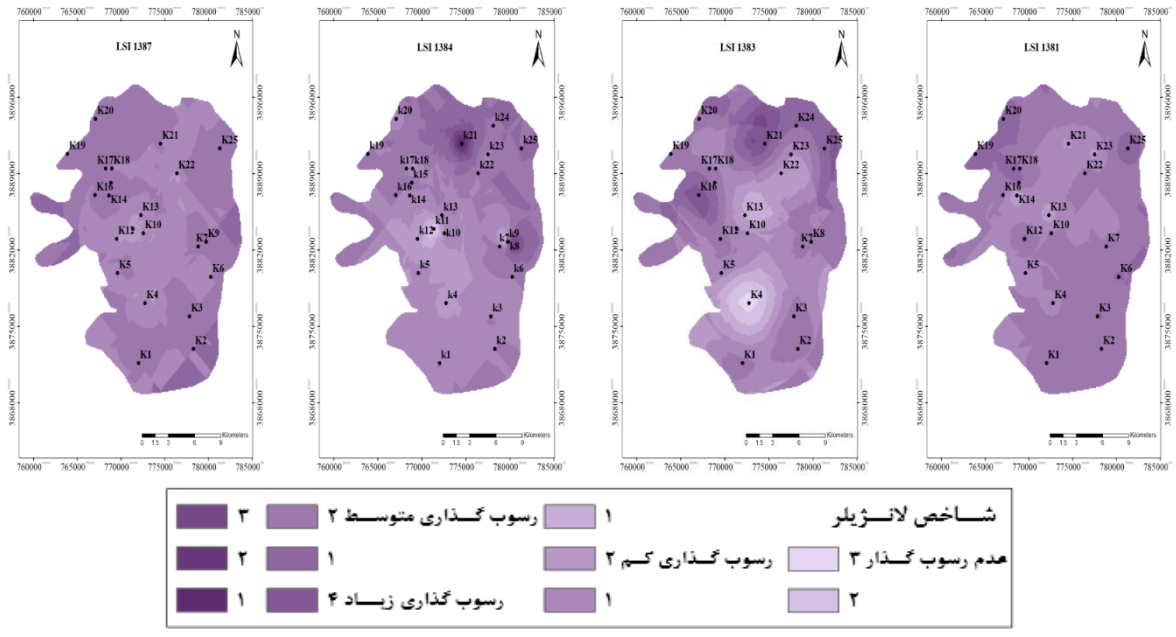
در ادامه، خروجی مربوط به این شاخص‌ها به صورت سالانه تفکیک شده و نقشه‌ی پهنه‌بندی آبخوان زیرزمینی از نظر رسوب‌گذاری و خورندگی رسم گردید. نتایج مربوطه طی اشکال شماره (۸) و (۹) آورده شده است.

در شکل شماره (۹)، پهنه‌بندی آبخوان دشت مطالعاتی با استفاده از شاخص رسوب‌گذاری لانژیلر در طی سال‌های مطالعاتی به نمایش گذاشته شده است. سال‌هایی که مورد استفاده قرار گرفته‌اند، عبارتند بودند از: ۱۳۸۱، ۱۳۸۳، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۷. برای مشاهده‌ی بهتر تغییرات، طبقات مربوط به این شاخص در کلاس‌های کوچکتری دسته‌بندی شده‌اند که در راهنمای شکل قابل روئیت است.

نتایج مستخرج از این نقشه‌ها گویای این مطلب است که وضعیت رسوب‌گذاری آبخوان مطالعاتی در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ رو به افزایش بوده و در ادامه از سال ۱۳۸۴



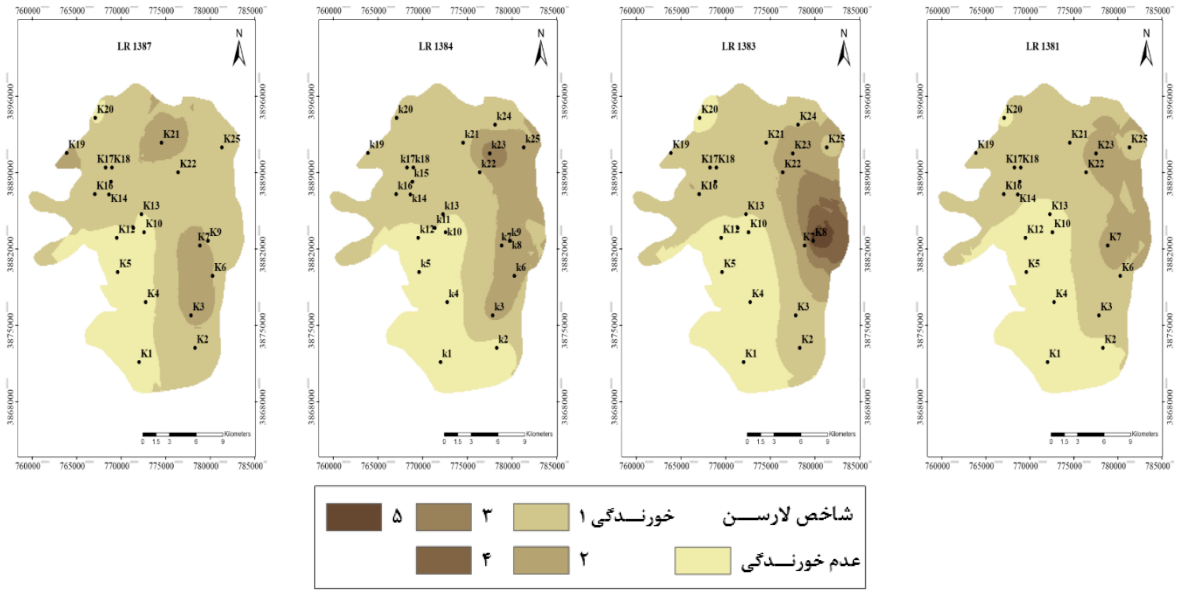
شکل ۸- درصد وقوع وضعیت‌های مختلف شاخص‌های خورندگی و رسوب‌گذاری آب زیرزمینی



شکل ۹- پهنه‌بندی آبخوان مطالعاتی، از نظر رسوب‌گذاری با استفاده از شاخص لانژیلر

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰- پهنه‌بندی آبخوان مطالعاتی، از نظر خورندگی با استفاده از شاخص لارسن

تا پایان دوره، وضعیت رسوب‌گذاری کاهش یافته است. در سال ۱۳۸۱ آبخوان زیرزمینی وضعیت رسوب-گذاری متوسط وکم را گزارش داده است؛ که بیشترمناطق رسوب‌گذاری متوسط به سمت کم و قسمت‌های محدودی در مرکز به سمت غرب و شمال رسوب‌گذاری کم را به خود اختصاص داده‌اند.

سال ۱۳۸۳ بیشتر مناطق دشت وضعیت رسوب-گذاری کم را نمایش داده‌اند و جبهه‌های رسوب‌گذاری کم سال ۱۳۸۱ به سمت شمال غرب و جنوب افزایش پیدا کرده و در قسمت‌های جنوبی و مرکزی در امتداد شمال حتی به وضعیت عدم رسوب‌گذار بهبود یافته‌اند. مناطق با وضعیت رسوب‌گذاری متوسط به سمت رسوب‌گذاری زیاد سال۱۳۸۱، در سال ۱۳۸۳، به سمت رسوب‌گذاری زیاد متمایل شده ودر شمال، شمال شرق ومناطقی درغرب گسترده شده‌اند.

سال ۱۳۸۴ در مقایسه با سال ۱۳۸۳ وضعیت متعادل‌تری در آبخوان به دست آمده و بیشتر آبخوان وضعیت رسوب‌گذاری متوسط وکم را نشان داده و مناطقی در شمال و در امتداد خروجی‌های آبخوان رسوب‌گذاری زیاد را نمایش داده‌اند. سال ۱۳۸۷، وضعیت رسوب‌گذاری زیاد در آبخوان وجود نداشته و رسوب‌گذاری متوسط وکم حاکم بوده است.

در شکل شماره (۱۰) پهنه‌بندی آبخوان بر اساس خورندگی با استفاده از شاخص لارسن آورده شده است. طبقات این شاخص برای تفهیم بهتر موضوع به زیر کلاس-هایی که در راهنمای نقشه قابل روئیت است تقسیم‌بندی شده است. در این نقشه‌ها نیز مانند نقشه‌های قبلی بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ افت کیفیت آب زیرزمینی مشهود بوده و سال ۱۳۸۳ پایین‌ترین وضعیت کیفیت آب زیرزمینی از نظر خورندگی را در طی سال‌های مطالعاتی داشته است.

در سال ۱۳۸۱، قسمت‌های غربی با امتداد به سمت جنوب، عدم خورندگی آب زیرزمینی را نشان داده ومابقی مناطق خورنده اعلام شده است؛ که خورندگی در شمال شرق وشرق، شدت بیشتری را داشته است. در سال ۱۳۸۳ جبهه‌های خورندگی شرقی به سمت مناطق جنوب شرقی گسترش پیدا کرده و بر شدت خورندگی مناطق خورنده شرقی نیز در مقایسه با سال ۱۳۸۱، افزوده شده است.

وضعیت آبخوان در سال ۱۳۸۴ بسیار شبیه سال ۱۳۸۱ بوده و مناطق جنوب شرق مجددا غیر خوردنده شده‌اند. شدت خورندگی در شرق در مقایسه با سال ۱۳۸۳ کاهش یافته و به سمت مناطق شمال شرقی حرکت کرده است.

سال ۱۳۸۷ غیر خورندگی، نسبت به تمام سال‌های آماری کاهش داشته و محدود به قسمت‌هایی از جنوب و جنوب غربی به سمت غرب می‌شود. مناطق شرقی با شدت خورندگی بیشتر در سال ۱۳۸۴، کاهش مساحت داشته و به سمت شمال وخروجی آبخوان حرکت کرده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

وضعیت کیفی آبخوان، نشان دهنده کاهش کیفیت آب زیرزمینی در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ و سپس بهبود وضعیت تا سال ۱۳۸۷ است. این نقشه‌ها نشان دهنده افت کیفیت بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۴ در مناطق خروجی آبخوان بوده و پس از آن تا سال ۱۳۸۷ رو به بهبود نهاده‌اند. این تغییرات منطبق با افت تراز آب زیرزمینی در سال ۱۳۸۴ و بروز خشکسالی است؛ که این موضوع متاثر از وضعیت بارندگی پایین منطقه در این دوره و حفر بی‌رویه چاه برای جبران این کمبود بوده است.

تحلیل پارامترهای مختلف هیدروشیمیایی آب زیرزمینی با توجه به استانداردهای آب شرب وزارت نیرو، چنان‌که در شکل شماره (۴) نیز آمده است، حاکی از وضعیت تقریبا مساعد در بیشتر مناطق دشت مطالعاتی از نظر مطلوبیت آب زیرزمینی برای مصرف شرب می‌باشد. این نتایج با خروجی‌های حاصل از تحلیل آب زیرزمینی با روش شولر نیز همخوانی دارد.

نکته‌ی قابل تامل در پهنه‌بندی کیفی آبخوان با توجه به مصارف شرب و کشاورزی و وضعیت خورندگی و رسوبگذاری، بروز وضعیتی بهتر در تمامی سال‌ها در مناطق جنوبی و در امتداد آن به سمت مرکز دشت مطالعاتی می‌باشد؛ نتیجه‌ای که در پهنه‌بندی کیفی این دشت توسط قادری و همکاران در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳ نیز به چشم می‌آید. با توجه به توپوگرافی و جهت جریان آب زیرزمینی این دشت، می‌توان دید که این مناطق واقع در ارتفاعات و به عبارتی سر چشمه‌های منابع قرار گرفته‌اند و در مقایسه با مناطق واقع در شمال و خروجی دشت، تاثیر و آسیب‌پذیری کمتری را از بالا دست دارند.

منابع

۱) ارشد پ و کلانتری ن ا. ۱۳۹۱. بررسی شوری آب زیرزمینی دشت چاهگاه با استفاده از مطالعات ژئوفیزیکی و شیمیایی در محیط نرم افزار GIS و ارائه راهکارهای عملی در کاهش شوری. همایش ملی علوم مهندسی آب و فاضلاب. کرمان.

۲) اروجی ب، رضایی م، دهقان تنها م ر و مقدس صدقیانی ت. ۱۳۹۰. پهنه بندی کیفی آب زیرزمینی دشت کاشان با تاکید بر مصرف شرب و کشاورزی با استفاده از GIS. چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تهران.

۳) باقری ر و محمدی ص. ۱۳۸۸. مقایسه روشهای مختلف درونیابی تغییرات مکانی عمق آب زیرزمینی در دشت کرمان. نخستین کنفرانس سراسری آبهای زیرزمینی، بهبهان.

۴) بهفر ح، افروس ع، نوحانی ا و محرابی ع. ۱۳۹۲. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در پهنه بندی کیفی آب زیرزمینی مطالعه موردی: بخش سبیلی دزفول. اولین همایش ملی بحران آب. اصفهان.

۵) رسولی، م و مکاریان ر. ۱۳۹۰. آنالیز فاکتورهای کیفی آب زیرزمینی در محدوده شهری حوضه ی آبریز زنجانرود با استفاده از تکنیکهای زمین آمار و Arc GIS. دومین کنفرانش ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران، زنجان.

۶) سلطانی ج، امینی رکان ا و عسکری آ. ۱۳۹۱. ارزیابی مدیریت کیفی آبهای زیرزمینی با استفاده از GIS و مدلسازی استانداردهای کیفی آب. سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب. ساری.

۷) طالبی ع و رجبی ، محمدی ف. ۱۳۹۱. پهنه بندی کیفیت آب زیرزمینی بر اساس شاخص SPI و RDI؛ مطالعه موردی دشت بهاباد یزد. سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب. ساری.

۸) فیضی م ج، فیض نیا س، زارع م و بحمدی م ح. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی با سیستم اطلاعات جغرافیایی، مطالعه موردی: دشت بیرجند در خراسان جنوبی. هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، اصفهان.

۹) قادرمرزی ف و مختارپور س ب. ۱۳۸۹. کاربرد نرم افزار Arc GIS در پهنه بندی کیفی منابع تامین آب- مطالعه موردی شهرستان قروه استان کردستان. همایش ملی آب با رویکرد آب پاک، تهران.

۱۰) قادری ز و هزارخانی ا. ۱۳۹۱. طبقه بندی هیدروشیمی آب زیرزمینی دشت چهاردولی قروه. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ب. ۲۶. ۴. ۴۲۳-۴۱۵.

۱۱) قادری ز، هزارخانی ا، رحیمی ک و کریمی‌کردستانی ح. ۱۳۹۳. پهنه‌بندی کیفی آب زیرزمینی به منظور بهره- برداری در کشاورزی و مصارف خانگی، مطالعه موردی: حوضه چهاردولی، استان کردستان. فصلنامه بین‌المللی پژوهشی تحلیلی منابع آب و توسعه. ۵. ۸. ۱۹۰-۱۸۰.

۱۲) قبادی نیا م، رحیمی و و علیزاده ا. ۱۳۸۸. بررسی پتانسیل رسوب گذاری کربنات کلسیم در زهکشهای

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزی (مطالعه موردی، استان خوزستان). مجله آبیاری و زهکشی، جلد ۳، شماره ۱، ۱۲-۱.
۱۳) کریمی ح، نادری ف ا و فخاری س. ۱۳۸۹. بررسی ویژگیهای هیدروژئولوژی دشت زرنه شهرستان ایوانغرب ایلام. نخستین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی منابع آب ایران، کرمانشاه.
۱۴) مرادی م، وقارفرد ح، عبدالهیان دهکردی ز، خورانی ا ا و محمودی نژاد و. ۱۳۹۰. ارزیابی روش قطعی و غیر قطعی درون‌یاب در پهنه‌بندی شوری آب‌های زیرزمینی دشت شهرکرد. چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران،تهران.
۱۵) نوذری ح و محسنی حبیب آبادی و. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر خشکسالی بر روند تغییرات کیفی آبخوان شبکه¬های آبیاری و زهکشی رودشت و آبشار دشت کوهپایه سگزی اصفهان جهت مصرف کشاورزی. اولین همایش ملی برنامه ریزی، حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار. همدان.
۱۶) دفتر امور فنی و تدوین معیارها. ۱۳۸۰. فهرست خدمات مطالعات مرحله ی شناسایی منابع آب زیرزمینی. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، نشریه شماره ۲۱۲.
۱۷) دفتر امور فنی و تدوین معیارها. ۱۳۸۰. فهرست خدمات مطالعات مرحله ی نیمه تفضیلی منابع آب زیرزمینی. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، نشریه شماره ۲۱۳.
۱۸) دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا. ۱۳۹۰. پیش نویس دستورالعمل تعیین حریم کیفی آبهای زیرزمینی. معاونت امور آب و آبفا. نشریه شماره ۳۷۹-الف.
۱۹) دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا. ۱۳۹۰. پیش نویس دستورالعمل پایش کیفیت آبهای زیرزمینی. معاونت امور آب و آبفا. نشریه شماره ۳۸۴-الف.
۲۰) دفتر برنامه ریزی کلان آب و آبفا. ۱۳۸۸. گزارش آغازین مطالعات بهنگامسازی طرح جامع آب حوضه های شرق کشور. وزارت نیرو.
۲۱) پژوهشکده علوم پایه کاربردی. ۱۳۸۶. گزارش نهایی بررسی روند تغییرات کیفی آب زیرزمینی و تحقیق برای علت افت سطح آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی بجستان یونسی. شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران، شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان.
22) Annapoorna H and Janardhana M R. 2015. Assessment of Groundwater Quality for Drinking Purpose in Rural Areas Surrounding a Defunct Copper Mine. Aquatic Procedia. 4. 685–692.
23) Basavarajappa H T and Manjunatha M C. 2015. Groundwater Quality Analysis in Precambrian Rocks of Chitradurga District, Karnataka, India Using Geo-informatics Technique. Aquatic Procedia. 4. 1354- 1365.
24) Dagostin V, Greene E A, Passarella G and Vurro M. 1998. spatial and temporal study of nitrate concentration in groundwater by means of coregionalization. Environmental geology 36, 285-295.
25) Hu K, Huang Y, Li H, Li B, Chen D and Edlin White R. 2005. Spatial variability of shallow groundwater level, electrical conductivity and nitrate concentration, and risk assessment of nitrate contamination in North China Plain. Environment International 31, 896-903.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir