Arshive of SID

Vol. 6, No. 3, Ser (22) Autumn 2016

Evaluating the spatial segregations of underground water resources quality (case study: Dolat Abad, Dashtab, Soltani and Soghan stricts in Kerman)

Mohsen Purkhosravani, Halabian, Amirhossein

Assistance Professor, Department of Geography and urban planning, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
pourkhosravani@uk.ac.ir
Associate Professor, Department of Geography, Payame Noor University, Tehran, Iran
halabian_a@yahoo.com

Abstract
The specific climatic and geomorphological conditions of arid and semi-arid regions, has made the underground water resources as the main resource of water supply in these regions. Accordingly, managing these water resources requires accurate evaluation of quality and quantity of water reservoirs, its access range (availability) in each region, and recognizing the environmental processes that govern these resources. In this research the quality of underground water resources in DolatAbad, Dashtab, Soghan and Soltani have been studied. Meanwhile, the difference between various quality indices have been measured and compared quantitatively. The results of variance analyze, prove significant difference between various indices. The results of mean comparing test for error likelihood less than ($a<0.01$) for each above indices, separate the underground resources of various regions in diverse groups. According to EC, TDS, CL, SO4, Mg, Na, SAR and TH indices, the underground water resources of Dolat Abad and Dashtab, place in group one, and Soghan and Soltani regions take place in group two. Also, according to Ca index, the underground water resources of studied regions, were categorized in 3 various groups. Group one, including Soltani and Soghan regions, group two including DolatAbad region, and group three including Dashtab district. Also, placing the underground water resources of all districts in one group according to Hco3 index, indicates that there isn't significant difference for quality of underground water resources in studied regions, according to Hco3 index. the analysis test of correlation between various indices for measuring the quality of underground water resources in the studied regions, indicates the maximum correlation existed in likelihood level of %1 between underground water level and PH indices.

Key words: Underground Waters, Index, Variance analysis, Duncan Test, Water Quality, Kerman

www.SID.ir

Arshive of SID

فصلنامه علمی -پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)
سال ششم، شماره سوم، (پیاپی ۲۲)، پاییز ۱۳۹۵
تاریخ وصول: ۹۶/۰۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۲۷
صص:۱۱۲ -۹۷

ارزیابی افتراق‌های فضایی کیفیت منابع آب زیرزمینی
(مطالعه موردی: بخش‌های دولت‌آباد، دشتاب، سلطانی و صوغان در استان کرمان)

محسن پورخسروانی[۳]، امیرحسین حلبیان[۲*]

۱- استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

۲- دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

چکیده

وضعیت ویژه اقلیمی و ژئومورفولوژیکی مناطق خشک و نیمه خشک موجب شده است که منابع آب زیرزمینی، منبع اصلی تأمین آب این مناطق تلقی شوند. بر اساس این، مدیریت منابع آبی یادشده مستلزم ارزیابی دقیق کمیت و کیفیت ذخیره‌های آبی، میزان دسترسی به آن‌ها در هر منطقه و شناخت فرایندهای محیطی حاکم بر آنهاست. در پژوهش حاضر، ضمن بررسی و مطالعه کیفیت منابع آب زیرزمینی بخش‌های دولت‌آباد، دشتاب، صوغان و سلطانی در استان کرمان، اختلاف بین شاخص‌های کیفی مختلف به‌شکل کمی اندازه‌گیری و مقایسه شده است. نتایج آنالیز واریانس، اختلاف معنادار بین شاخص های مختلف را نشان می‌دهند. نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال خطای کمتر از یک درصد ($\alpha<0/01$) برای هر یک از شاخص‌ها، منابع آب زیرزمینی بخش‌های مختلف را در گروه‌های متمایزی تفکیک می‌کنند؛ به‌طوری که بر اساس شاخص‌های EC، TDS، Cl، SO_4، Mg، Na، SAR و TH، منابع آب زیرزمینی بخش‌های دولت‌آباد و دشتاب در گروه اول و بخش‌های صوغان و سلطانی در گروه دوم قرار می‌گیرند. بر اساس شاخص Ca، منابع آب زیرزمینی بخش‌های مطالعه‌شده در سه گروه مختلف قرار می‌گیرند: گروه اول شامل بخش های سلطانی و صوغان، گروه دوم شامل بخش دولت آباد و گروه سوم شامل بخش دشتاب. همچنین، قرارگرفتن منابع آب زیرزمینی همه بخش‌ها در یک گروه بر اساس شاخص HCO_3 نشان می‌دهد که تفاوت معناداری در کیفیت منابع آب زیرزمینی مناطق مطالعه‌شده بر اساس شاخص یادشده مشاهده نمی‌شود. آزمون

* نویسنده مسؤول halabian_a@yahoo.com

www.SID.ir

Arshive of SID

آنالیز همبستگی بین شاخص های مختلف سنجش کیفیت منابع آب زیرزمینی در مناطق مطالعه شده، بیشترین میزان همبستگی را در سطح احتمال یک درصد بین شاخص‌های pH و سطح آب زیرزمینی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آب‌های زیرزمینی، شاخص، تحلیل واریانس، آزمون دانکن، کیفیت آب، کرمان

مقدمه

وضعیت ویژه اقلیمی و ژئومورفولوژیکی مناطق خشک و نیمه خشک موجب شده است که منابع آب زیرزمینی، منبع اصلی تأمین آب این مناطق تلقی شوند. ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی، مقیاسی است از تناسب آن به‌عنوان منبع آبی برای مصرف‌های انسانی و حیوانی، آبیاری، اهداف صنعتی و ...و بنابراین، هدف، تعریف کیفیت آب نیست بلکه استفاده مطلوب از آب در جامعه مدنظر متخصصان است (دشتی برمکی و همکاران، ۱۳۹۳). در نتیجه، مدیریت این منابع آبی مستلزم ارزیابی دقیق کمیت و کیفیت ذخیره‌های آبی، میزان دسترسی به آن‌ها در هر منطقه و شناخت فرایندهای محیطی حاکم بر آنهاست. مفهوم توسعه پایدار آب، تأمین نیاز جمعیت فعلی بدون اثر منفی بر توانایی تأمین نیازهای نسل‌های آینده است (Bithas, 2008) و از این رو، افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی در مناطق خشک و بیابانی باعث کاهش ذخیره‌های این منابع آبی و مهم‌تر، کاهش کیفیت آن‌ها شده است. تغییر کمیت و کیفیت آب، تهدیدی اساسی در راه توسعه و پایداری محیطی این مناطق است. همچنین، کیفیت آب‌های زیرزمینی در مقیاس زمانی و مکانی عمل می‌کند و ویژگی‌های آن طی زمان و مکان، ثابت فرض نمی‌شوند و بنابراین، آگاهی از کمیت و کیفیت این منابع آبی و همچنین تهیه نقشه‌هایی هنگام تغییرات شوری و املاح، گام مهمی در بهره‌برداری صحیح از منابع آب هستند (حیدری علمدارلو و همکاران، ۱۳۹٤).

ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته و از این رو، شاخص بحران آب در آن به‌مراتب نامطلوب‌تر از شاخص متوسط دنیا است. اگرچه حدود یک درصد مردم جهان در ایران زندگی می کنند و سهم آن‌ها از کل منابع آب شیرین تجدیدشونده دنیا حدود ۰/۳٦ درصد است، کشورهای جهان فقط ٤٥ درصد منابع مطلوب خود را استفاده کرده‌اند و کشور ما حدود ٦٦ درصد ذخیره های آب شیرین خود را مصرف کرده است (خواجه و همکاران، ۱۳۹۳). از این رو، پژوهشگران پژوهش های گسترده‌ای درباره منابع آبی انجام داده‌اند؛ ازجمله زینالی و همکاران (۱۳۹۵) ضمن بررسی تأثیر خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی بر ویژگی‌های کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی دشت مرند با استفاده از شاخص های SPI، SWI و روش های آماری بیان کردند که تغییر کیفیت آب در سطح وسیعی از دشت مرند بر اثر افزایش سطح زیرکشت و افزایش برداشت اتفاق افتاده است. قاسمی دهنوی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای با عنوان «ارزیابی کیفی و کمی آب های سطحی با استفاده از آنالیز آماری در رودخانه ازنای لرستان» با استفاده از نمودارهای پایپر، شولر و ویلکاکس نتیجه گرفتند که با توجه به نمودار شولر، کیفیت آب از نظر شرب در حد خوب و مقبولی است و نتایج نمودار پایپر، تیپ آب‌های بی‌کربناته را در این رودخانه نشان می‌دهند. اوسطی و نحوی‌نیا (۱۳۹۵) ضمن ارزیابی تغییرات مکانی کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت بیرجند با روش‌های زمین آماری نتیجه گرفتند که بر اساس طبقه بندی فائو، آب زیرزمینی آبخوان دشت بیرجند برای

www.SID.ir

Arshive of SID

مصرف‌های کشاورزی از نظر SAR، کلر و بی کربنات دارای محدودیت زیاد، از نظر شوری دارای محدودیت کم و از نظر اسیدیته بدون محدودیت است. ملایی توانی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه وضعیت فعلی کیفیت آب آشامیدنی در شهرستان شاهرود با استفاده از پرسش‌نامه و تحلیل‌های آماری نتیجه گرفتند که نمونه‌های آب آزمایش شده از نظر پارامترهای میکروبی و فیزیکوشیمیایی در محدوده استاندارد ملی ایران (۱۰۵۳) قرار دارند و فقط میزان عنصر کلر کمتر از استاندارد ملی است. صاحب جلال و همکاران (۱۳۹۲) ضمن بررسی تغییرات زمانی و مکانی شاخص‌های کیفی آب‌های زیرزمینی دشت بهادران مهریز با روش زمین آماری کریجینگ بیان کردند که آب‌های زیرزمینی در ٤٨ درصد منطقه مطالعه‌شده در کلاس محدودیت شدید و در ۵۲ درصد آن در کلاس محدودیت متوسط تا کم قرار دارند. همچنین Poyraz و Taspinar (۲۰۱٤) ضمن بررسی غلظت فلزهای سنگین در منابع آب منطقه صنعتی مرمره ترکیه با روش PCA نتیجه گرفتند که غلظت فلزهای سنگین در نمونه‌های آب آشامیدنی از محدوده استاندارد سازمان بهداشت جهانی تجاوز نمی‌کند، اگرچه غلظت مس و وانادیم برخی نمونه‌ها در آستانه آلودگی است. Gong و همکاران (۲۰۱٤) با بررسی مقدار آرسنیک موجود در منابع آب زیرزمینی منطقه تگزاس با روش‌های زمین آمار نتیجه گرفتند که انتخاب روش مناسب درون‌یابی، ویژگی‌های چاه‌های نمونه‌برداری و پراکنش مناسب شبکه نمونه‌برداری ازجمله عوامل مؤثر بر درون‌یابی دقیق‌تر مقادیر آرسنیک این منابع آبی هستند. Carroll وهمکاران (۲۰۱۳) ضمن بررسی نقش کاربری اراضی و عوامل فصلی در تخریب کیفیت آب نشان دادند که تأثیر کاربری اراضی و عوامل فصلی بر تنوع کیفیت آب سطحی و زیرزمینی با توجه به گونه‌های آلوده‌کننده متفاوت است. Dash و همکاران (۲۰۱۰) هنگام تهیه نقشه های مختلف فضایی از عمق و کیفیت آب زیرزمینی به این نتیجه رسیدند که نقشه‌های مکانی و احتمالی تهیه‌شده به مدیران و سیاست‌گذاران منابع آب در توسعه دستورکار مدیریت کارآمد منابع آب زیرزمینی برای مصرف‌های کشاورزی و آشامیدنی منطقه دهلی هند کمک خواهد کرد. Demir و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی تغییرات مکانی عمق و شوری آب زیرزمینی مناطق کشاورزی شمال ترکیه نتیجه گرفتند که امکان شوری منابع آب در قسمت شرقی منطقه مطالعه‌شده بیشتر است و این قسمت زه‌کشی ضعیفی دارد. Elci و همکاران (۲۰۰۹) ضمن ارزیابی مکانی و زمانی شاخص کیفی و ویژگی‌های هیدرولوژیکی آب در حوضه کارستیک در غرب ترکیه به این نتیجه رسیدند که فعالیت های کشاورزی و صنعتی بر تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای کیفی آب مؤثر هستند. Dhar و همکاران (۲۰۰۸) ضمن بررسی منابع آب زیرزمینی در منطقه کوین اوسیز بیان کردند که شبیه‌سازی دینامیکی زمانی و مکانی کیفیت آب زیرزمینی با روش زمین آمار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نتایج مقبولی در پی خواهد داشت. Fetouani و همکاران (۲۰۰۸) کیفیت آب زیرزمینی دشت آبی تریفا در شمال‌شرق مسکو را بررسی کردند و بحرانی‌بودن کیفیت آب منطقه یادشده را نشان دادند.

به‌طور کلی، آب‌های زیرزمینی بخش مهمی از اکوسیستم تجدیدشدنی منابع آب هستند که مدیریت نامناسب بهره‌برداری به کاهش کیفیت آن‌ها و تخریب مستقیم و غیرمستقیم سایر منابع منجر می‌شود (زهتابیان و همکاران، ۱۳۸۹). در سال‌های اخیر، آگاهی و باور محافل ملی و بین‌المللی به واقعیت‌های زمانی و مکانی، توجه به پایداری و مدیریت منابع آب به‌عنوان منبعی حیاتی را از موضوعی فرعی به مسئله‌ای محوری و مهم تبدیل کرده است (بریم‌نژاد، ۱۳۸۳).

www.SID.ir

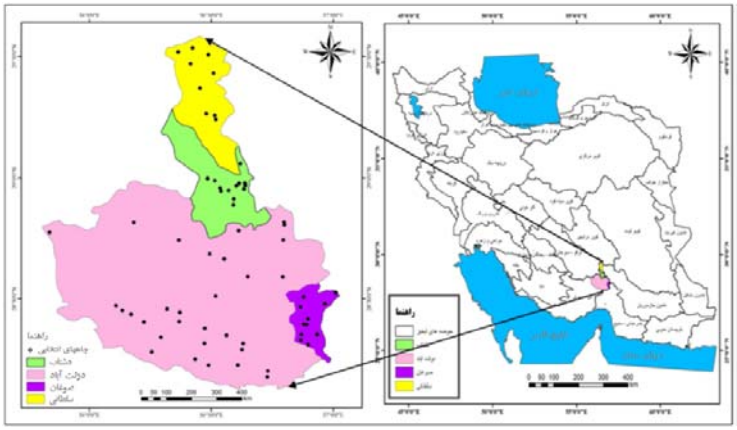
Arshive of SID

با توجه به اینکه وجود فناوری‌های جدید و افزایش تقاضا در سال‌های اخیر به اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی و ایجاد معضلات فراوان زیست‌محیطی در منطقه مطالعه‌شده منجر شده است، پژوهش حاضر می‌کوشد ویژگی‌های کیفی منابع آب زیرزمینی مناطق مطالعه‌شده را ارزیابی و مقایسه کند.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعه‌شده

محدوده مطالعه‌شده شامل بخش‌های دولت‌آباد، دشتاب، سلطانی و صوغان است که بین طول‌های ۵۵ درجه و ٤٨ دقیقه تا ٥٦ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و عرض های ۲۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی در جنوب استان کرمان و در مرز این استان با استان هرمزگان قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل- ۱: موقعیت مناطق مطالعه‌شده

پژوهش حاضر بر روش‌های توصیفی و تحلیلی با اتکا بر بازدیدهای میدانی مبتنی است. ابتدا، داده‌های کیفی ٦٢ چاه از سازمان آب منطقه‌ای استان کرمان گرفته و سپس، اختلاف‌های بین میانگین شاخص‌های گوناگون با نرم‌افزار spss و از راه آزمون آنالیز واریانس آزموده شد. همچنین، با آزمون‌های مقایسه میانگین‌ها، منابع آب زیرزمینی بخش‌های دولت‌آباد، دشتاب، سلطانی و صوغان در استان کرمان بر اساس شاخص‌های هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذبی سدیم (SAR)، کل املاح محلول (TDS)، کلر، منیزیم، سدیم، کلسیم، سولفات (SO_4) و بی‌کربنات (HCO_3) گروه بندی شدند؛ به این منظور، از آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطح احتمال خطای یک درصد (α=۰/۰۱) استفاده شد. داده‌های هدایت الکتریکی بر حسب میکروموس، کل املاح محلول بر حسب میلی‌گرم بر لیتر و سایر پارامترها بر حسب میلی‌اکی‌والان در لیتر هستند. پهنه‌بندی پارامترهای مختلف به روش IDW و با نرم‌افزار Arc GIS انجام شد.

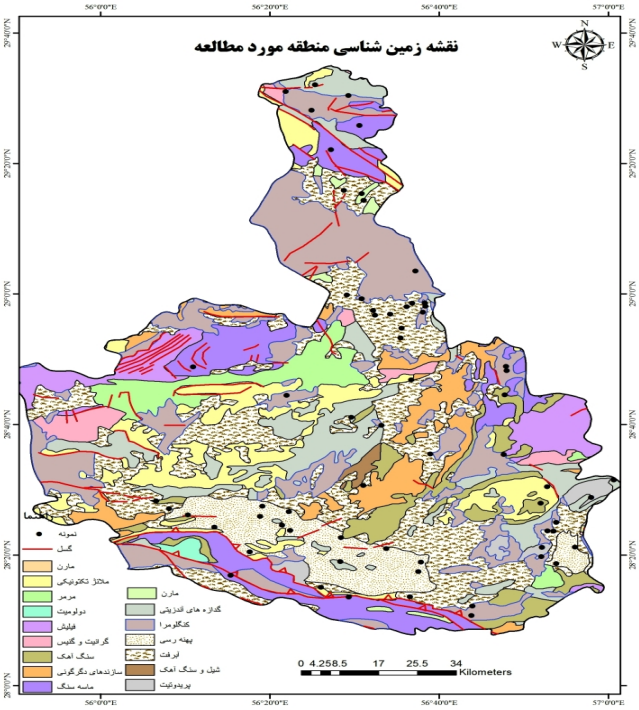
تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش

همان‌طور که شکل (۲) نشان می‌دهد، تقریباً همه چاه‌های نمونه‌برداری در سازندهای آبرفتی و رسی قرار دارند. از نظر زمین شناسی، این منطقه منشأ تکتونیکی دارد که در اواخر پلیوسن در اثر حرکات اپیروژنی پدید آمده است. دشت صوغان در شرق حوضه آبریز و دشت دولت‌آباد با امتداد تقریبی شمال‌غرب و جنوب‌شرق جداکننده دو واحد

www.SID.ir

Arshive of SID

زمین‌ساختی مهم ایران است، به‌طوری که رشته‌کوه‌های شمالی به پهنه سنندج – سیرجان متعلق هستند و رشته‌کوه‌های جنوبی به کمربند زاگرس تعلق دارند. رشته‌کوه‌های شمالی بیشتر آواری – آتشفشانی و متامرفیک هستند. سنگ‌های آذرین با سن ائوسن و الیگوسن و سنگ‌های متامرفیک با سن پالئوزوئیک و مزوزوئیک تا ترشیر تشکیل شده‌اند. ادامه فعالیت‌های زمین‌ساختی و فرسایشی در کواترنر به تشکیل رسوبات سیلتی، رسی، رودخانه‌ای، دریاچه‌ای، کنگلومراهای مدور، آبرفت‌های مرتفع و رسوبات سیلتی منجر می‌شود. واحدهای ماسه‌ای با منشأ بادی که از قطعات یکسان و زاویه‌دار تشکیل شده‌اند، در بخش‌های گوناگون دشت مشاهده می‌شوند و نشانه وزش بادهای مداوم با قدرت به‌نسبت ثابت هستند. سایر تشکیلات کواترنر که در حال حاضر نیز تشکیل می‌شوند، رسوبات آبرفتی رودخانه و رسوبات نمکی هستند که در وضعیت کنونی پویا هستند. حداکثر ارتفاع کوه های شمال دشت، ۳۸٤۵ متر (کوه خبر) و حداکثر ارتفاع در ارتفاعات جنوبی، ۱۵٦۱ متر است و به همین دلیل، ارتفاعات شمالی، منشأ ریزش‌های جوی بیشتر هستند و نقش مهم‌تری در تغذیه سفره آب زیرزمینی دشت مدنظر دارند. گسل‌هایی که به‌شکل دسته گسل یا سیستم گسلی در محدوده بین دشت و کوه وجود دارند موجب اوج‌گیری این کوه‌ها نسبت به دشت شده‌اند. بیشتر این گسل‌ها بسیار جوان هستند و باید آن‌ها را از نوع فعال در نظر گرفت که بسیاری از آن‌ها از نوع معکوس هستند. از نظر آب‌شناسی، این گسل‌ها نقش بسیار مهمی در تغذیه دشت‌های دولت‌آباد و صوغان ایفا می‌کنند؛ به این ترتیب که آب‌هایی که در مناطق کوهستانی اطراف دشت در سنگ‌ها نفوذ می‌کنند از راه این سطوح گسلی به عمق می‌روند و سرانجام گسل‌های پنهان حاشیه دشت، آن‌ها را به داخل سفره آب زیرزمینی تزریق می‌کنند.



شکل – ۲: نقشه زمین‌شناسی و گسلش منطقه مطالعه‌شده

جدول (۱)، جدول آنالیز واریانس یا جدول آزمون فرضیه است یعنی آیا تفاوتی بین شاخص‌ها وجود دارد؟ این جدول نشان می‌دهد که در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد، تقریباً بین بیشتر شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده تفاوت وجود

www.SID.ir

Arshive of SID

دارد و فقط بین تعداد کمی از شاخص‌ها تفاوت معنادار وجود ندارد. پس از آنکه جدول آنالیز واریانس، اختلاف بین شاخص‌ها را نشان داد، برای بررسی تمایزها و تشابه‌های کیفیت منابع آب در بخش‌های مختلف دشت دولت‌آباد، آزمون مقایسه میانگین دانکن برای شاخص‌های مختلف انجام شد و نتایج که در جدول‌های (۲) تا (۱۲) دیده می‌شوند، گروه‌های مختلف بخش‌ها را بر اساس شاخص‌های یادشده نشان می‌دهند.

جدول- ۱: نتایج آنالیز واریانس برای شاخص‌های مختلف کیفیت منابع آب زیرزمینی در محدوده مطالعه‌شده

شاخص	عوامل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار f	سطح معناداری
E.C	بین گروه‌ها	۱/٦۱٥E۷	۳	٥۳۸۱۷۲۱/۸۸۳	٥/٦۸۰	۰/۰۰۲
	داخل گروه‌ها	٥/٤۹٥E۷	٥۸	۹٤۷٤۰۷/۲۱	.....	.....
	مجموع	۷/۱۰۹E۷	٦۱	.....	.....	.....
pH	بین گروه‌ها	۳/۷٤٤	۳	۱/۲٥۸	۲۷/۷٦۸	۰/۰۰۰
	داخل گروه‌ها	۲/٦۲۸	٥۸	۰/۰٤٥	.....	.....
	مجموع	٦/٤۰۲	٦۱	.....	.....	.....
T.D.S	بین گروه‌ها	٦۸۲۲۰۳۰/۱۰۹	۳	۲۲۷٤۰۱۰/۰۳٦	٥/٦۸۰	۰/۰۰۲
	داخل گروه‌ها	۲/۳۲۲ E ۷	٥۸	٤۰۰۳۷۷/٤۸٤	.....	.....
	مجموع	۳/۰۰٤ E ۷	٦۱	.....	.....	.....
HCO_3	بین گروه‌ها	٤/۰۹۸	۳	۱/۳٦٦	۱/٥۳۷	۰/۲۱٥
	داخل گروه‌ها	٥۱/٥٤۹	٥۸	۰/۸۸۹	.....	.....
	مجموع	٥٥/٦٤۷	٦۱	.....	.....	.....
Cl	بین گروه‌ها	۲۷۱/۱۲۲	۳	۹۰/۳۷٤	٥/۷۷۱	۰/۰۰۲
	داخل گروه‌ها	۹۰۸/۲٥٤	٥۸	۱٥/٦٦۰	.....	.....
	مجموع	۱۱۷۹/۳۷٥	٦۱	.....	.....	.....
SO_4	بین گروه‌ها	٤۹٦/٦۳۲	۳	۱٦٥/٥٤٤	٦/۹٥۸	۰/۰۰۰
	داخل گروه‌ها	۱۳۷۹/۹۳۸	٥۸	۲۳/۷۹۲	.....	.....
	مجموع	۱۸۷٦/٥۷۰	٦۱	.....	.....	.....
Ca	بین گروه‌ها	٦۷/۱۹٥	۳	۲۲/۳۹۸	٤/٤٤۳	۰/۰۰۷
	داخل گروه‌ها	۲۹۲/٤۱۲	٥۸	٥/۰٤۲	.....	.....
	مجموع	۳٥۹/٦۰۷	٦۱	.....	.....	.....
Mg	بین گروه‌ها	۷۰/۹۷٦	۳	۲۳/٦٥۹	٤/۱۳۰	۰/۰۱۰
	داخل گروه‌ها	۳۳۲/۲۳۳	٥۸	٥/۷۲۸	.....	.....
	مجموع	٤۰۳/۲۰۹	٦۱	.....	.....	.....
Na	بین گروه‌ها	٥۸۸/۷۲۷	۳	۱۹٦/۲٤۲	۷/۹۸۳	۰/۰۰۰
	داخل گروه‌ها	۱٤۲٥/٦۹۹	٥۸	۲٤/٥۸۱	.....	.....
	مجموع	۲۰۱٤/٤۲٦	٦۱	.....	.....	.....
S.A.R	بین گروه‌ها	۱۰۰/٥۰٥	۳	۳۳/٥۰۲	۱۰/۷٥٦	۰/۰۰۰
	داخل گروه‌ها	۱۸۰/٦٥٥	٥۸	۳/۱۱٥	.....	.....
	مجموع	۲۸۱/۱٥۹	٦۱	.....	.....	.....
TH	بین گروه‌ها	٥٦٦۸٥٦/۰۰۳	۳	۱۸۸۹٥۲/۰۰۱	٤/۱۰٥	۰/۰۱۰
	داخل گروه‌ها	۲٦٦۹۹۹۱/۱۷٤	٥۸	٤٦۰۳٤/۳۳۱	.....	.....
	مجموع	۳۲۳٦۸٤۷/۱۷۷	٦۱	.....	.....	.....

www.SID.ir

Arshive of SID

نتایج جدول (۲)، منابع آب زیرزمینی بخش‌های مختلف منطقه مطالعه‌شده را بر اساس شاخص EC تقسیم‌بندی می‌کند. نتایج این جدول نشان می‌دهند که در گروه اول، بخش‌های دولت‌آباد و دشتاب، در گروه دوم، بخش صوغان و در گروه سوم، بخش سلطانی قرار می‌گیرند. بنابراین، چهار بخش در سه گروه مختلف قرار دارند.

جدول- ۲: نتایج مقایسه میانگین شاخص EC بر اساس آزمون دانکن

بخش	تعداد	زیرگروه‌ها بر اساس α=۰/۰۱	
		۱	۲
دولت‌آباد	۲۹		۱/٦۳۳۲ E ۳
دشتاب	۱۳		۱/٥۹۸۷ E ۳
سلطانی	۹	٤٦۸/۷۷۷۸	
صوغان	۱۱	٥۸٦/٥٤٥٥	

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهند که بر اساس شاخص pH، بخش‌های دولت‌آباد و دشتاب در گروه یک، بخش صوغان در گروه دو و بخش سلطانی در گروه سه قرار می‌گیرند.

جدول- ۳: نتایج مقایسه میانگین شاخص pH بر اساس آزمون دانکن

بخش	تعداد	زیرگروه‌ها بر اساس α=۰/۰۱		
		۱	۲	۳
دولت‌آباد	۲۹	۷/٤٦۹۰		
دشتاب	۱۳	۷/٦۳۰۸		
سلطانی	۹			۸/۱۸۸۹
صوغان	۱۱		۷/۷۹۰۹	

نتایج جدول (٤)، تقسیم‌بندی کیفیت آب زیرزمینی بخش‌های مختلف بر اساس شاخص TDS را نشان می‌دهد؛ به این ترتیب که بخش‌های مختلف در دو گروه قرار می‌گیرند: گروه اول شامل بخش‌های سلطانی و صوغان و گروه دوم شامل بخش‌های دولت‌آباد و دشتاب.

جدول- ٤: نتایج مقایسه میانگین شاخص TDS بر اساس آزمون دانکن

بخش	تعداد	زیرگروه‌ها بر اساس α=۰/۰۱	
		۱	۲
دولت‌آباد	۲۹		۱/۰٦۱٦ E ۳
دشتاب	۱۳		۱/۰۳۹۲ E ۳
سلطانی	۹	۳۰٤/٥٥٥٦	
صوغان	۱۱	۳۸۱/٤٥٤٥	

نتایج جدول (٥) نشان می‌دهند که بر اساس شاخص HCO_3 بین کیفیت منابع آب زیرزمینی بخش‌های مختلف منطقه مطالعه‌شده تفاوت معناداری وجود ندارد و قرارگرفتن همه بخش‌های مطالعه‌شده در یک گروه دلیلی بر این ادعا است.

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول- ۵: نتایج مقایسه میانگین شاخص HCO_3 بر اساس آزمون دانکن

بخش	تعداد	زیرگروه‌ها بر اساس α=۰/۰۱	
		۱	۲
صوغان	۱۱	۲/۸۰۹۱	
دولت‌آباد	۲۹	۳/۳۸۲۸	
دشتاب	۱۳	۳/۵۲۳۱	
سلطانی	۹	۳/۵۷۷۸	

نتایج جدول (٦)، تمایز دو گروه منابع آب زیرزمینی را بر اساس شاخص Cl نشان می دهند؛ گروه اول شامل بخش‌های سلطانی و صوغان و گروه دوم شامل بخش‌های دولت‌آباد و دشتاب است.

جدول- ٦: نتایج مقایسه میانگین شاخص Cl بر اساس آزمون دانکن

بخش	تعداد	زیرگروه‌ها بر اساس α=۰/۰۱	
		۱	۲
سلطانی	۹	۰/٦۷۷۸	
صوغان	۱۱	۱/٦۸۱۸	
دولت‌آباد	۲۹		۵/٦٤۸۳
دشتاب	۱۳		۵/٦۹۲۳

بر اساس نتایج جدول (۷)، منابع آب زیرزمینی در بخش‌های مختلف منطقه مطالعه شده بر اساس شاخص SO_4 در دو گروه متفاوت قرار می‌گیرند: منابع آب زیرزمینی بخش‌های سلطانی و صوغان در گروه یک و منابع آب زیرزمینی بخش‌های دولت‌آباد و دشتاب در گروه دو.

جدول- ۷: نتایج مقایسه میانگین شاخص SO_4 بر اساس آزمون دانکن

بخش	تعداد	زیرگروه‌ها بر اساس α=۰/۰۱	
		۱	۲
سلطانی	۹	۰/۵۲۲۲	
صوغان	۱۱	۱/٦٦۳٦	
دولت‌آباد	۲۹		٦/۰۷۹۳
دشتاب	۱۳		۸/۵۰۷۷

در جدول (۸)، منابع آب زیرزمینی بخش‌های مختلف بر اساس شاخص Ca طبقه‌بندی شده اند؛ نتایج این جدول نشان می دهند که منابع آب زیرزمینی بخش‌ها بر اساس شاخص Ca در سه گروه متفاوت قرار می گیرند: بخش‌های سلطانی و صوغان در گروه اول، بخش دولت‌آباد در گروه دوم و بخش دشتاب در گروه سوم.

جدول- ۸: نتایج مقایسه میانگین شاخص Ca بر اساس آزمون دانکن

بخش	تعداد	زیرگروه‌ها بر اساس α =۰/۰۱		
		۱	۲	۳
سلطانی	۹	۱/۳۵٤۵		
صوغان	۱۱	۲/٤۲۲۲		
دولت‌آباد	۲۹		۳/۷۱۷۲	
دشتاب	۱۳			٤/۳۳۰۸

www.SID.ir

Arshive of SID

طبق نتایج جدول (۹)، منابع آب زیرزمینی بخش‌های مختلف بر اساس شاخص Mg در دو گروه متفاوت قرار می‌گیرند: بخش‌های سلطانی و صوغان در گروه اول و بخش‌های دولت‌آباد و دشتاب در گروه دوم.

جدول- ۹: نتایج مقایسه میانگین شاخص Mg بر اساس آزمون دانکن

بخش	تعداد	زیرگروه‌ها بر اساس α=۰/۰۱	
		۱	۲
سلطانی	۹	۱/٦۱۱۱	
صوغان	۱۱	۲/۹۲۷۳	
دولت‌آباد	۲۹		۳/۷۰۰۰
دشتاب	۱۳		٤/٦۳۱۰

نتایج جدول (۱۰)، تمایز دو گروه منابع آب زیرزمینی را بر اساس شاخص Na نشان می دهند؛ گروه اول شامل بخش‌های سلطانی و صوغان و گروه دوم شامل بخش‌های دولت‌آباد و دشتاب است.

جدول- ۱۰: نتایج مقایسه میانگین شاخص Na بر اساس آزمون دانکن

بخش	تعداد	زیرگروه‌ها بر اساس α=۰/۰۱	
		۱	۲
سلطانی	۹	۱/۱۳۳۳	
صوغان	۱۱	۱/۸۷۲۷	
دولت‌آباد	۲۹		٦/۷٦۲۱
دشتاب	۱۳		۹/٦۹۲۳

نتایج جدول (۱۱) نشان می‌دهند که منابع آب زیرزمینی بخش‌های مختلف بر اساس شاخص SAR در دو گروه مختلف قرار می گیرند: گروه اول شامل منابع آب زیرزمینی بخش‌های سلطانی و صوغان و گروه دوم شامل منابع آب زیرزمینی بخش‌های دولت‌آباد و دشتاب.

جدول- ۱۱: نتایج مقایسه میانگین شاخص SAR بر اساس آزمون دانکن

بخش	تعداد	زیرگروه‌ها بر اساس α=۰/۰۱	
		۱	۲
سلطانی	۹	۰/۷۸۸۹	
صوغان	۱۱	۱/۲۸۱۸	
دولت‌آباد	۲۹		۳/۲۹۳۱
دشتاب	۱۳		٤/۳٦۱٥

بر اساس نتایج جدول (۱۲)، منابع آب زیرزمینی بخش‌های مختلف بر اساس شاخص TH در دو گروه متفاوت قرار می‌گیرند: بخش‌های سلطانی و صوغان در گروه اول و بخش‌های دولت‌آباد و دشتاب در گروه دوم.

جدول- ۱۲: نتایج مقایسه میانگین شاخص TH بر اساس آزمون دانکن

بخش	تعداد	زیرگروه‌ها بر اساس α=۰/۰۱	
		۱	۲
سلطانی	۹	۲۰۱/٦٦٦۷	
صوغان	۱۱	۲۱٤/۰۹۰۹	
دولت‌آباد	۲۹		٤۰۱/٥۳۸٥
دشتاب	۱۳		٤۱۷/٤۱۳۸

www.SID.ir

Arshive of SID

نتایج جدول (۱۳) نشان می‌دهند که در سطح احتمال کمتر از یک درصد، بهترین همبستگی بین شاخص‌های pH و سطح آب و پس از این شاخص‌ها، بین شاخص‌های pH و سطح زیرکشت در منطقه مطالعه‌شده برقرار است. بر اساس این، هرچه میزان برداشت بیشتر باشد و سطح آب زیرزمینی پایین‌تر رود، pH آب بیشتر و ویژگی آب، بازی می‌شود.

جدول- ۱۳: نتایج آنالیز همبستگی بین شاخص‌های مختلف

شاخص	نتایج	عمق چاه	تخلیه سالانه	دمای آب	سطح زیرکشت	دبی	سطح آب
EC	ضریب همبستگی	۰/۰۴۳	-۰/۱۲٤ **	-۰/۰۸۱	-۰/۱۰۵ *	-۰/۱۵۷ **	۰/۰۵۲
	سطح معناداری	۰/۳۹٤	۰/۰۰۷	۰/۰۷۷	۰/۰۲۷	۰/۰۰۱	۰/۲۵۸
	تعداد	٤۷٤	٤۷٤	٤۷٤	٤۷٤	٤۷٤	٤۷٤
pH	ضریب همبستگی	۰/۱۱۹ **	۰/۱۰۸ *	-۰/۱۱۸ *	۰/۲۱۳ **	۰/۱۹٤ **	۰/۲۳۱ **
	سطح معناداری	۰/۰۱۰	۰/۰۱۹	۰/۱۱۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	تعداد	٤۷٤	٤۷٤	٤۷٤	٤۷٤	٤۷٤	٤۷٤
T.D.S	ضریب همبستگی	۰/۰۲۷	-۰/۱٤۰	-۰/٤۲۵ *	-۰/۰٦۷	-۰/۱۱٦	-۰/۰۹۸
	سطح معناداری	۰/۸۸٤	٤۵۱	۰/۰۱۷	۰/۷۲٦	۰/۵۳۵	۰/٦۰۰
	تعداد	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷
HCO_3	ضریب همبستگی	۰/۱٦۸	-۰/۲۰۹	-۰/۱٦۵	-۰/۲۵٤	-۰/۳۱۱	-۰/۳۱۱
	سطح معناداری	۰/۳٦۵	۰/۲۵۸	۰/۳۷۵	۰/۱۷٦	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹
	تعداد	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷
Cl	ضریب همبستگی	-۰/۱۱۵	۰/۱٦۸	-۰/۳۵۵ *	۰/۲۱٦	۰/۲۳۱	-۰/۳۰۸
	سطح معناداری	۰/۵۳۷	۰/۳٦۵	۰/۰۵۰	۰/۲۵۲	۰/۲۱۲	۰/۰۹۲
	تعداد	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷
SO_4	ضریب همبستگی	-۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	-۰/۲٤٤	۰/۰۹٦	۰/۱۲۰	-۰/۲٦۳
	سطح معناداری	۰/۹٦٤	۰/۹٦۹	۰/۱۸٦	۰/٦۱۳	۰/۵۲۱	۰/۱۵۲
	تعداد	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷
Ca	ضریب همبستگی	-۰/۰٤٤	-۰/۰۱۸	-۰/۳۲۰	۰/۰۷۸	۰/۱۰۳	-۰/۳۸٤
	سطح معناداری	۰/۸۱٤	۰/۹۲٤	۰/۰۸۰	۰/٦۸۳	۰/۵۸۳	۰/۰۵۵
	تعداد	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷
Mg	ضریب همبستگی	-۰/۰۳۱	۰/۰۸۷	-۰/۲۷۰	۰/۱۷۲	۰/۱٦۱	-۰/۳۱۹
	سطح معناداری	۰/۸۷۰	۰/٦٤۲	۰/۱٤۲	۰/۳٦۵	۰/۳۸۸	۰/۰۸۰
	تعداد	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷
Na	ضریب همبستگی	۰/۲۱٤	۰/۱٤۸	۰/۱۵۰	۰/۰۷۱	۰/۱۲۱	۰/۱۲۱
	سطح معناداری	۰/۲٤۷	۰/٤۲٦	۰/٤۲۰	۰/۷۰۷	۰/۵۱۷	۰/۵۱۷
	تعداد	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷
SAR	ضریب همبستگی	۰/۱٤۳	-۰/۱۸۳	-۰/۱۳۵	-۰/۰٦۵	-۰/۱٤۱	۰/۱۳۷
	سطح معناداری	۰/۲٦۷	۰/۱٦۵	۰/۳۰۹	۰/٦۳۰	۰/۲۸۷	۰/۲۹٤
	تعداد	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷
TH	ضریب همبستگی	۰/۰۸٦	-۰/۱٤۲	-۰/۱۵٦	-۰/۱۱۵	-۰/۰۵٦	-۰/۱۳۰
	سطح معناداری	۰/۵۰۸	۰/۲۸٤	۰/۲۳۹	۰/۳۹۲	۰/٦۷٦	۰/۳۱۷
	تعداد	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷	٤٦۷

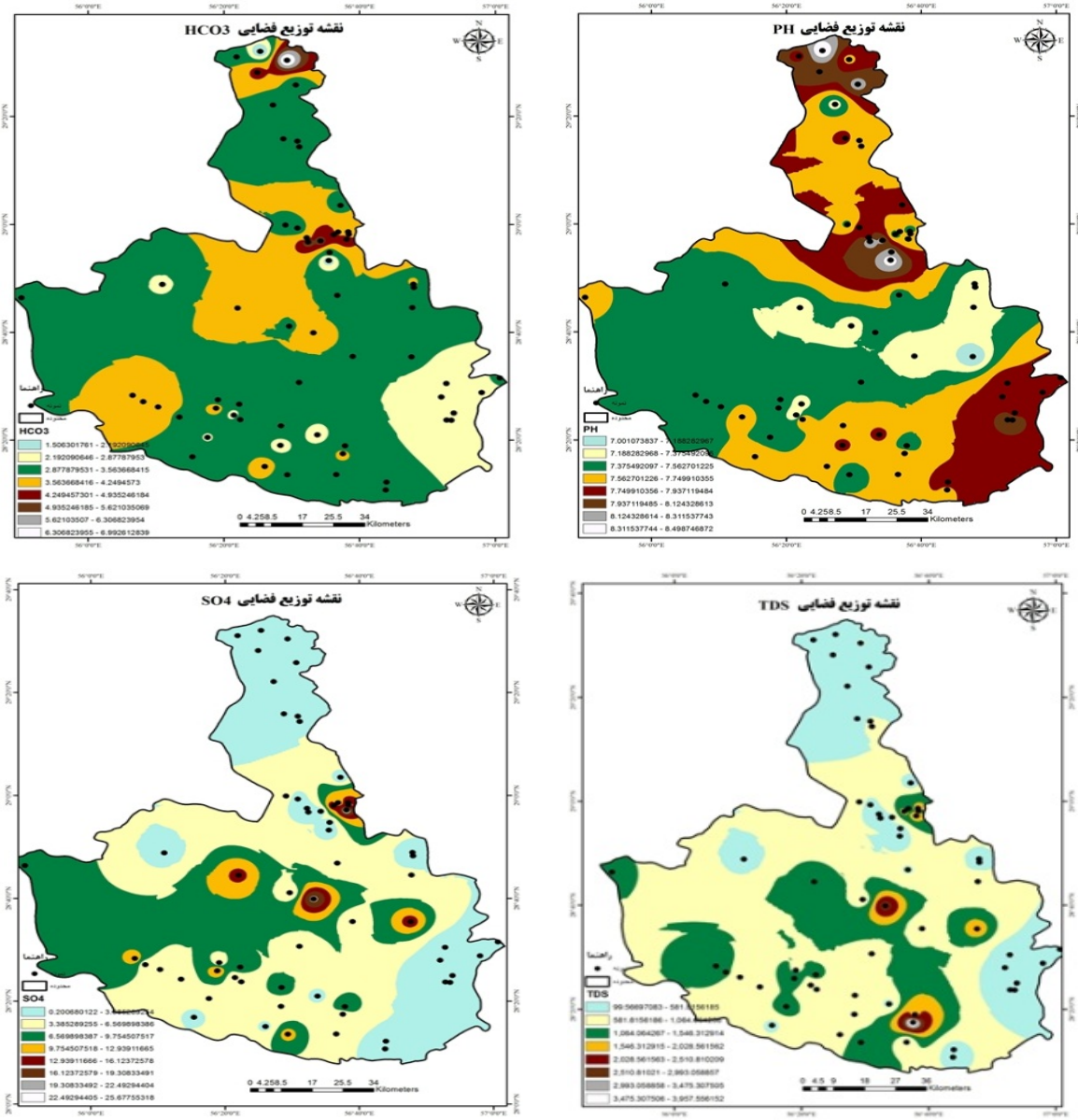
** ارتباط معنادار در سطح خطای کمتر از ۰/۰۱

* ارتباط معنادار در سطح خطای کمتر از ۰/۰۵

www.SID.ir

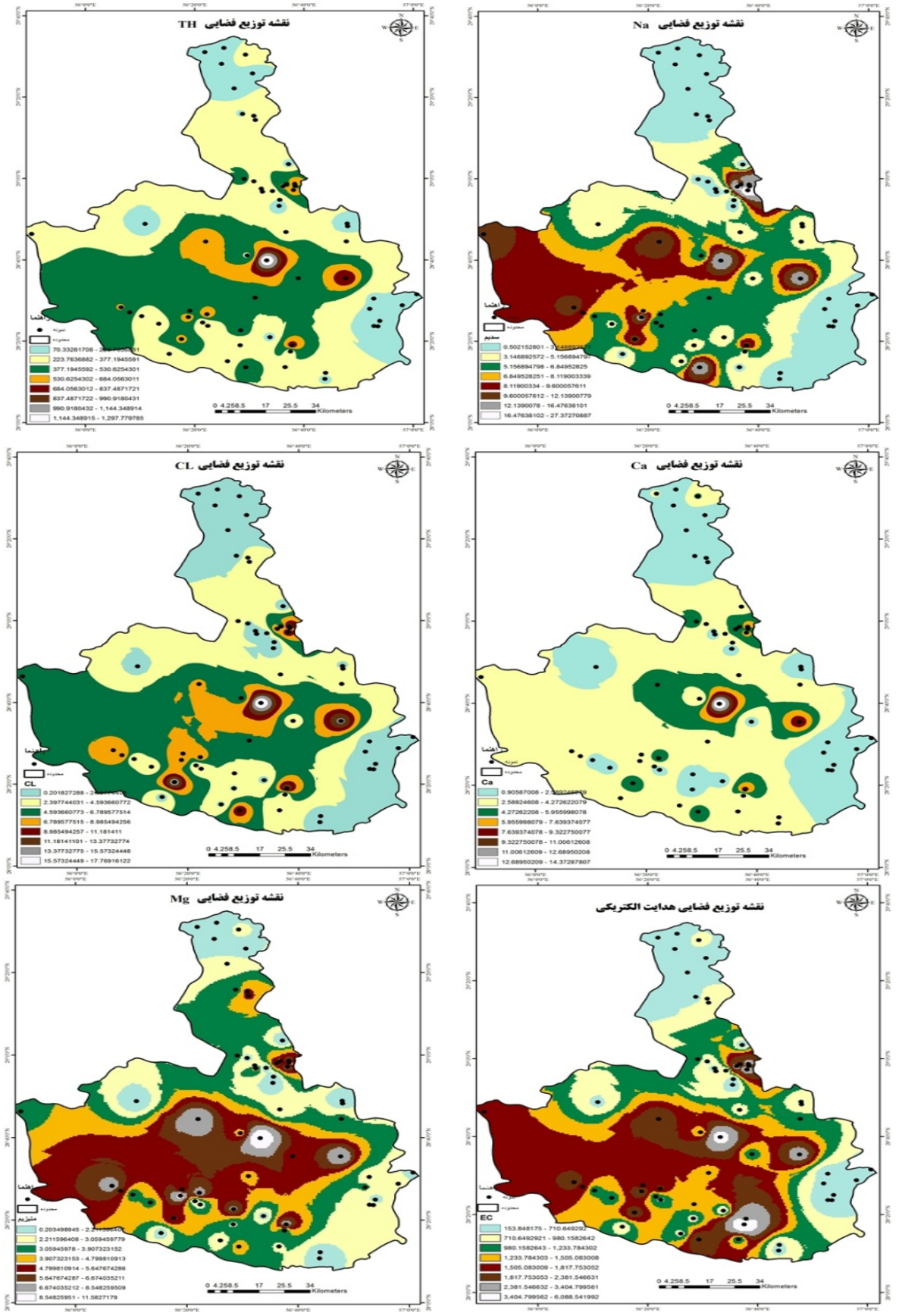
Arshive of SID

برای دستیابی به الگوی فضایی شاخص‌های بحث‌شده نسبت به پهنه‌بندی پارامترهای مختلف در محدوده مطالعه شده اقدام شد. شکل (۳)، توزیع فضایی پارامترهای مختلف را در منطقه مطالعه شده نشان می‌دهد. به‌طور کلی، وجود سازندهای شور و چشمه آب‌گرم در حوزه که حاوی ترکیبات گوگردی زیادی است و همچنین، ماهیت دشت‌های داخل حوزه که دشت‌هایی تبخیری با خاک شور و املاح زیاد هستند، سبب شده‌اند کیفیت آب هنگام جریان پایه املاح زیادی داشته باشد. بنابراین مطابق شکل (۳)، از ابتدای مخروط افکنه به سمت نواحی مرکز و خروجی به میزان املاح اضافه می‌شود، به‌شکلی که هدایت الکتریکی چاه‌ها افزایش می‌یابد. طبق نقشه پهنه‌بندی pH منطقه مطالعه‌شده، بیشترین میزان pH به دشت‌های سلطانی و دشتاب مربوط است و وجود سازندهای آهکی در این بخش منطقه از دلایل آن است. از سویی، بیشترین میزان باقیمانده املاح جامد در بخش‌های جنوبی دشت دولت‌آباد است که از دلایل اصلی آن، وجود رسوبات ریزدانه در این بخش از حوزه است. در کل، مقدار پارامترهای محاسبه‌شده به سمت مرکز و جنوب منطقه مطالعه‌شده افزایش می‌یابد (شکل ۳).



www.SID.ir

Arshive of SID



شکل- ۳: نقشه توزیع فضایی پارامترهای اندازه‌گیری‌شده

www.SID.ir

Arshive of SID

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، افزایش تقاضا و به‌تبع آن افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی مشکلات زیست‌محیطی بسیاری را در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایجاد کرده است. به‌طور طبیعی، محدودیت منابع آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک باعث کاهش کمی و کیفی منابع آب و خاک می‌شود. بنابراین، پایداری منابع آب از دو جنبه کیفی و کمی بررسی می‌شود (فلاح و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۶۲).

در پژوهش حاضر، کیفیت منابع آب زیرزمینی بخش‌های مختلف استان کرمان بررسی شد. نتایج پژوهش نشان می دهند که بر اساس شاخص‌های EC، TDS، Cl، SO_4، Mg، Na، SAR و TH، منابع آب زیرزمینی بخش‌های مطالعه‌شده در دو گروه متفاوت قرار می‌گیرند: گروه اول شامل بخش‌های دولت‌آباد و دشتاب و گروه دوم شامل بخش‌های صوغان و سلطانی و کیفیت منابع آب زیرزمینی دو گروه بر اساس شاخص‌های یادشده تفاوت معناداری دارد. همچنین، بر اساس شاخص Ca، منابع آب زیرزمینی بخش‌های مطالعه‌شده در سه گروه مختلف قرار می‌گیرند: گروه اول شامل بخش‌های سلطانی و صوغان، گروه دوم شامل بخش دولت‌آباد و گروه سوم شامل بخش دشتاب. از نظر شاخص HCO_3، تفاوت معناداری در کیفیت منابع آب زیرزمینی مناطق مطالعه‌شده مشاهده نمی‌شود و قرارگرفتن همه بخش‌ها در یک گروه، مؤید آن است. همچنین، آزمون آنالیز همبستگی بین شاخص‌های مختلف سنجش کیفیت منابع آب زیرزمینی در مناطق مطالعه شده، بیشترین میزان همبستگی را در سطح احتمال یک درصد بین شاخص‌های pH و سطح آب زیرزمینی نشان می‌دهد. بررسی‌های انجام‌شده در منطقه مطالعه‌شده نشان می‌دهند که حداکثر ارتفاع کوه‌های شمال دشت، ۳۸۴۵ متر(کوه خبر) و حداکثر ارتفاع ارتفاعات جنوبی، ۱۵۶۱ متر است؛ از این رو، ارتفاعات شمالی سرچشمه ریزش‌های جوی بیشتری هستند و نقش مهم‌تری در تغذیه سفره آب زیرزمینی دشت مدنظر دارند. گسل‌هایی سبب اوج‌گیری این کوه‌ها شده‌اند که به‌شکل دسته گسل یا سیستم گسلی در محدوده بین دشت و کوه وجود دارند. بیشتر این گسل‌ها، بسیار جوان و از نوع معکوس هستند و باید آن‌ها را از نوع فعال در نظر گرفت. از نظر آب‌شناسی، این گسل‌ها نقش بسیار مهمی در تغذیه دشت‌های دولت‌آباد وصوغان ایفا می‌کنند؛ به این ترتیب که آب‌هایی که در مناطق کوهستانی اطراف دشت در سنگ‌ها نفوذ می‌کنند از طریق این سطوح گسلی به عمق می‌روند و سرانجام توسط گسل‌های پنهان حاشیه دشت به داخل سفره آب زیرزمینی تزریق می‌شوند. وجود دو گنبد نمکی و چشمه آب‌گرم در منطقه که ترکیبات گوگردی زیادی دارد و نیز ماهیت دشت‌های داخل حوزه که دشت‌هایی تبخیری با خاک شور و املاح زیاد هستند، موجب شده‌اند کیفیت آب هنگام جریان پایه دارای املاح زیادی باشد. به طور کلی، از ابتدای مخروط افکنه به سمت نواحی مرکز و خروجی به میزان املاح اضافه می‌شود به‌شکلی که هدایت الکتریکی چاه‌ها از ۳۹۵ تا ۸۱۶۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر متغیر است.

سپاسگزاری

از سازمان آب منطقه‌ای استان کرمان سپاسگزاری می‌شودکه داده‌های کمی و کیفی آن سازمان را برای انجام پژوهش حاضر در اختیار گذاشته است.

www.SID.ir

Arshive of SID

منابع

۱- اوسطی، خالد.، نحوی‌نیا، محمدجواد (۱۳۹۵)، **تغییرات مکانی کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت بیرجند از نظر مصارف کشاورزی**، محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۲، شماره ۱، صص ۳۶-۲۵.

۲- بریم‌نژاد، ولی (۱۳۸۳)، **تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه ریزی کسری، مطالعه موردی: استان کرمان**، مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۶۳، صص ۱۶-۲.

۳- حیدری علمدارلو، اسماعیل.، اکرامی، محمد.، نسب پور، سحر (۱۳۹٤)، **بررسی زمانی و مکانی کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت یزد- اردکان با استفاده از زمین آمار**، پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان، شماره ٦، صص ۷۰-٦۳.

۴- خواجه، محمد.، بذرافشان، ام‌البنین.، وقارفرد، حسن.، اسماعیل‌پور، یحیی (۱۳۹۳)، **بررسی کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی در دشت پریشان**، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، شماره ٤، صص ۹٦-۷۱.

۵- دشتی برمکی، مجید.، رضایی، محسن.، صابری نصر، امیر (۱۳۹۳)، **ارزیابی شاخص کیفیت آب زیرزمینی در آبخوان لنجانات با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی**، زمین‌شناسی مهندسی، شماره ۲، صص ۲۱۳۸-۲۱۲۱.

۶- زینالی، **بتول**.، فریدپور، مجتبی.، اصغری سراسکانرود، صیاد (۱۳۹۵)، **بررسی تأثیر خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی بر ویژگی‌های کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت مرند)**، مدیریت حوزه آبخیز، سال ۷، شماره ۱٤، صص ۱۸۷-۱۷۷.

۷- زهتابیان، غلامرضا.، جان‌فزا، علی.، محمدعسکری، حمید.، نعمت‌الهی، محمدجواد (۱۳۸۹)، **مدل‌سازی توزیع مکانی برخی از خصوصیات شیمیایی آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز گرمسار)**، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، شماره (۱)۱۷، صص ۷۳-٦۱.

۸- شاهی‌دشت، علیرضا.، عباس‌نژاد، احمد (۱۳۸۹)، **مدیریت منابع آبی، چالش‌ها و راهکارها(مطالعه موردی: استان کرمان)**، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان، صص ۱۳-۱.

۹- صاحب‌جلال، احسان.، دهقانی، فرهاد.، طباطبایی‌زاده، منیرالسادات (۱۳۹۲)، **تغییرات زمانی و مکانی شاخص‌های کیفی آب های زیرزمینی با استفاده از روش زمین آماری کریجینگ (مطالعه موردی: دشت بهادران مهریز)**، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، شماره ٦۵، صص ٦۱-۵۱.

۱۰- فلاح، سیف‌الله.، قبادی‌نیا، مهدی.، شکرگذار دارابی، محسن.، قربانی دشتکی، شجاع (۱۳۹۱)، **بررسی پایداری منابع آب زیرزمینی دشت داراب استان فارس**، پژوهش آب در کشاورزی، شماره ۲، صص ۱۷۲-۱٦۱.

۱۱- قاسمی دهنوی.، آرتمیس.، ساریخانی، رامین.، حسینی، سیده‌حدیث.، احمدنژاد، زینب (۱۳۹۵)، **ارزیابی کیفی و کمی آب‌های سطحی با استفاده از آنالیز آماری در رودخانه ازنا لرستان**، محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۲، شماره ٤، صص ۳۲۱-۳۰٦.

www.SID.ir

Arshive of SID

۱۲- ملایی توانی، سکینه.، گودینی، حاتم.، مهرعلی، عزیز.، شریفی عرب، غلامعلی.، آشوری، شهربانو.، علیان نـژاد، نسـرین (۱۳۹۵)، **بررسی وضعیت فعلی کیفیت آب قابل شرب عرضه شده در سیستم توزیع و نقش شرکت آب و فاضلاب و وجود شبکه توزیع در بهبود کیفیت آن (مطالعه موردی: شهرستان شاهرود)**، مجله مهندسی بهداشت محیط، سـال ۳، شماره ٤، صص ۳۱۱-۲۹۸.

13- Bithas, K. (2008), **The sustainable residential water use: Sustainability, efficiency andsocial equity. The European experience**, Ecological Economics, 68, 221-229.

14- Carroll, S., Liu, A., Dawes, L., Hargreaves, M., Goonetilleke, A. (2013), **Role of land use and seasonal factors in water quality degradations**, Water Resources Management, Vol. 27, Issue 9, pp. 3433-3440.

15- Demir, Y., Sahin, S., Güler, M., Cemek, B., Günal, H., Arslan, H. (2009), **Spatial variability of depth and salinity of groundwater under irrigated Ustifluvents in the Middle Black Sea Region of Turkey**, Environmental Monitoring and Assessment, 158, 279-294.

16- Dash, G. P., Sarangi, A., Singh, D. K. (2010), **Spatial variability of groundwater depth and quality parameters in the national capital territory of Delhi**, Environmental Management, Vol. 45, Issue 3, pp. 640-650.

17- Dhar, R. K., Zheng, Y., Stute, M, et al. (2008), **Temporal variability of groundwater chemistry in shallow and deep aquifers of Araihazar, bangladesh**, Journal of contaminat hydrology, 99(1-4): 97-111.

18- Elci, A., Gunduz, O., Simsek, C. (2009), **Spatial and temporal assessment of groundwater quality indicators and hydrogeological characterization of a Karstic aquifer in western Turkey**, at: http://kisi.deu.edu.ir.

19- Fetouani, M., Sbaa, M., Vanclooster, B., Bendra, (2008), **Assessing ground waterquality in the irrigated plainof Triffa (northeast Morocco)**, Agricultural Water Management 95.

20- Gong G., Mattevada S., O'Bryant S. E. (2014), **Comparison of the accuracy of kriging and IDW interpolations in estimating groundwater arsenic concentrations in Texas**, Environmental Research, 130, 59-69.

21- Poyraz, B., Taspinar, F. (2014), **Analysis, Assessment and Principal Component Analysis of Heavy Metals in Drinking Waters of Industrialized Region of Turkey**, International Journal of Environmental Research, 8(4), 1261-1270.

www.SID.ir