مجله پژوهش آب ایران
سال ششم/ شماره یازدهم/ پاییز و زمستان ۱۳۹۱ (۱۱۵-۱۲۱)

ارزیابی کیفیت آب شرب دشت درگز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی

محمد نخعی[۱*] و میثم ودیعتی[۲]

چکیده

با توجه به رشد جمعیت و نیاز به منابع جدید تأمین آب، مطالعه و ارزیابی کیفیت آب بسیار اهمیت دارد. هدف اصلی این تحقیق پهنه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی آبخوان دشت درگز برای مصارف شرب است. برای بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت درگز به لحاظ شرب از اطلاعات جمع‌آوری شده ۲۵ چاه آب مربوط به سال آبی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ استفاده شده است. در ابتدا نقشه‌های رستری منطقه مورد مطالعه با روش‌های مختلف درون‌یابی تهیه شد. با توجه به تغییرات یکنواخت کیفیت منابع آب در منطقه مورد مطالعه از روش مجذور عکس فاصله، برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سولفات، سدیم، کلر، سختی، هدایت الکتریکی و کل نمک‌های محلول استفاده شد. بر اساس نمودار شولر و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، بهینه‌ترین وزن‌ها برای هر یک از متغیرهای هیدروشیمیایی انتخاب شدند. در نهایت با تلفیق و هم‌پوشانی لایه‌های هیدروشیمیایی و اعمال وزن‌های نهایی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه پتانسیل کیفی آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه تهیه شد. در انتها مکان‌های مناسب برای مصارف شرب مشخص شدند. نتایج نشان می‌دهد ۶۹ درصد از منطقه مورد مطالعه از نظر طبقه‌بندی شولر در محدوده خوب تا قابل قبول، ۲۱ درصد در محدوده نامناسب، هشت درصد در محدوده بد و دو درصد در مواقع ضروری قابل شرب هستند. به طور کل، بخش جنوب غربی منطقه مورد مطالعه بهترین کیفیت آب زیرزمینی را برای مصارف شرب دارد.

واژه‌های کلیدی: آب شرب، پتانسیل کیفی آب، تحلیل سلسله مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

ارجاع: نخعی م. و ودیعتی م. ۱۳۹۱. بررسی ارزیابی کیفیت آب شرب دشت درگز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی. مجله پژوهش آب ایران. ۶(۱۱):۱۱۵-۱۲۱.

۱- دانشیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی تهران.
۲- دانشجوی دکتری آبشناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تبریز.
*** نویسنده مسئول: nakhaei@khu.ac.ir**
تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۲

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

معمولاً برای ارزیابی هر موضوعی، نیاز به معیار اندازه‌گیری یا شاخص است. انتخاب شاخص‌های مناسب به محقق این امکان را می‌دهد تا بتواند با مقایسه درست بین گزینه‌ها بهترین تصمیم را اتخاذ کند. اگر چندین شاخص برای ارزیابی در نظر گرفته شود، به طور قطع کار ارزیابی پیچیده‌تر خواهد شد. در این هنگام کار ارزیابی و مقایسه از حالت ساده تحلیلی که ذهن قادر به انجام آن است، خارج می‌شود و به ابزار تحلیل عملی نیاز خواهد بود. تحلیل سلسله مراتبی)AHP(، یکی از گسترده‌ترین ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره است (امکارپاراساد و سوشیل، ۲۰۰۶). از نظر مدیریتی بزرگترین انگیزه برای انجام مطالعات کیفیت آب، نیازهای کیفی آب و اثرات متقابل آن بر مصارف مختلف است (معروفی و همکاران، ۱۳۸۸). برای مثال فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، نزدیکی به نواحی مسکونی بر نحوه پراکنش شاخص‌های کیفی و متعاقب آن در تغییر کیفیت آب زیرزمینی آبخوان تأثیر به سزایی دارد (بکری و همکاران، ۲۰۰۸). روش AHP یکی از کارآمدترین روش‌های تصمیم‌گیری است که اولین بار توسط توماس‌ال ساعتی در ۱۹۸۰ مطرح شد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی روشی است منعطف، قوی و ساده و برای تصمیم‌گیری در شرایطی که انتخاب بین گزینه‌ها مشکل است، استفاده می‌شود (برتولینی و براگلیا، ۲۰۰۶). این روش معایبی مانند، احتمال اشتباه کردن کارشناس در تعیین وزن و مشکل استانداردسازی واحدهای اندازه‌گیری ذهنی آن‌ها، دارد (دراک، ۱۹۹۸). این روش بر اساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. استفاده از این روش کمک شایانی به ارزش‌دهی پارامترها و تلفیق آن‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) کرده است. مطالعات گسترده‌ای در زمینه استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در علوم زمین انجام پذیرفته است. هیبتی و همکاران (۱۳۸۹)، از روش AHP در پتانسیل‌یابی منابع آب کارستی با استفاده از داده‌های ارتفاعی رادار پرداختند و با تلفیق لایه‌های مؤثر بر پتانسیل کارستی شدگی و اعمال وزن‌های نهایی پارامترها، در محیط GIS اقدام به ناحیه‌بندی منطقه مورد مطالعه کردند. پیرمرادی و همکاران (۱۳۸۹)، از روش AHP برای تعیین مناطق مناسب جهت احداث سد زیرزمینی در GIS استفاده کردند. در نهایت ۹ منطقه معرفی شدند که در قالب یک نقشه به ترتیب اولویت ارایه شدند.

یکی از بهترین سیستم‌هایی که دسترسی به اطلاعات زیاد، متنوع و تجزیه و تحلیل را آسان‌تر و سریع‌تر می‌کند، GIS است. از این سیستم در زمینه‌های متنوعی، از جمله پهنه‌بندی کیفی آب زیرزمینی استفاده می‌شود (احمدنژاد، ۱۳۸۹). با توجه به افزایش حجم داده‌ها، ماهیت رقومی آن‌ها و توسعه کاربردها و تحلیل‌های مورد نیاز، روش‌های سنتی تحلیل داده‌های مکانی، مانند روش‌های آماری، نمی‌توانند به تنهایی و با قابلیت اطمینان بالا مورد استفاده قرار گیرند. زیرا این روش‌ها، اصولاً برای کار با داده‌های کم حجم طراحی شده‌اند و در مواجهه با حجم عظیم داده‌ها نه تنها سرعت و کارآیی لازم را نخواهند داشت، بلکه قادر به پاسخ‌گویی نیازهای جدید نیز نخواهند بود. در این میان، استفاده از GIS، راه‌حل مناسبی برای تحلیل و استخراج اطلاعات مفید از داده‌های مکانی است (اوزکان، ۲۰۰۷؛ ساداشیوایی، ۲۰۰۸). از آنجا که این تحلیل‌ها اطلاعات مفیدی از داده‌های مکانی موجود استخراج می‌کنند، می‌توانند در تصمیم‌گیری‌های آتی بسیار مؤثر باشند. بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی مستلزم شناخت کمیت و به ویژه کیفیت آب زیرزمینی در آبخوان‌هاست. به علت رشد جمعیت و افزایش روز افزون نیاز به منابع آب شرب، بررسی محدوده‌های مناسب استحصال آب زیرزمینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

مطالعات متعددی به منظور بررسی وضعیت منابع آب زیرزمینی توسط محققین مختلف در راستای پهنه‌بندی پارامترهای کیفیت آب آبخوان با استفاده از روش‌های زمین آماری انجام شده است. در این زمینه احمدی و صدق‌آمیز (۲۰۰۷)، تئودوسیو و لاتیونوپولوس (۲۰۰۶) و کریستاکوس (۲۰۰۰) نشان دادند بسیاری از پارامترهای آبخوان دارای ساختار مکانی بوده و به بررسی وضعیت افت آبخوان نیز پرداخته‌اند. احمدنژاد و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی و ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت زیر راه در محیط GIS پرداختند. در این مطالعه متغیرهای هیدروشیمیایی به روش مجذور عکس فاصله (IDW) درون‌یابی شدند و در نهایت با تلفیق لایه‌های متغیرهای هیدروشیمیایی، نقشه ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف شرب و کشاورزی ترسیم شد. هدف از این مطالعه بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت درگز برای تعیین

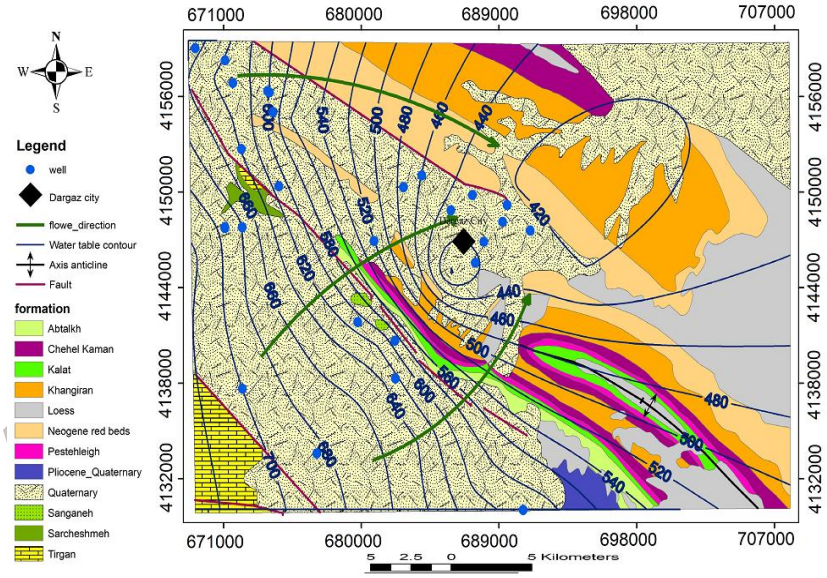
Archive of SID

www.SID.ir

مکان‌های مناسب از لحاظ شرب با روش تحلیل سلسله مراتبی به کمک نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه دشت درگز در شمال شرق استان خراسان، بین ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی قرار دارد. استفاده بی‌رویه از این منابع باعث متوسط افت سالانه ۵۴ سانتی‌متر سطح ایستابی در منطقه مورد مطالعه شده است. این حوضه از شمال به تپه ماهورهای قزل بایر، از شرق به ارتفاعات کماج خور و از غرب و جنوب به حوضه آبریز رودخانه اترک و ارتفاعات الله‌اکبر محدود شده است. وسعت منطقه مورد مطالعه ۵۷۶ کیلومتر مربع است. منابع آب‌های سطحی منطقه مورد مطالعه که دشت درگز را زهکش می‌کنند، شامل کال شور صداقت و رودخانه درونگر هستند. رودخانه درونگر که بزرگ‌ترین رودخانه منطقه است، از ارتفاعات آهکی شمال و غرب منطقه سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از غرب و شمال شهر درگز، وارد خاک ترکمنستان می‌شود. آب‌های زیرزمینی منطقه درگز نیز شامل آبخوان‌های آبرفتی دشت درگز و مخازن آب دار موجود در سازندهای سخت آهکی (آهک تیرگان)، که بخش غربی منطقه مورد مطالعه را در بر می‌گیرد، باشد (مهندسین مشاور آب پوی، ۱۳۸۹). شکل ۱، جهت کلی حرکت آب زیرزمینی از غرب و جنوب غرب منطقه مورد مطالعه به سمت شمال شرق را نشان می‌دهد. گرادیان هیدرولیکی آب زیرزمینی بین ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۲۵ متغیر است (خاشعی سیوکی، ۱۳۸۸). عمده‌ترین جریان‌های زیرزمینی ورودی به آبخوان دشت درگز، از مرز غربی است؛ به طوری که آب زیرزمینی از سازند کربناته تیرگان وارد آبرفت شده و آبخوان آبرفتی را تغذیه می‌کند. مهم‌ترین خروجی زیرزمینی نیز در مرز شرقی آبخوان، و در شمال شرق شهر درگز با پایین‌ترین تراز آب زیرزمینی واقع شده است.



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی، چاه‌های مورد مطالعه جهت بررسی حرکت آب زیرزمینی
(مرجع: نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور)

سازندهای منطقه مورد مطالعه به ترتیب سن از قدیم به جدید شامل تیرگان، سرچشمه، سنگانه، آب تلخ، کلات، پستلیق، چهل‌کمان، خانگیران، لایه‌های قرمز رنگ نئوژن، پلیوسن- کواترنری، لس، پهنه‌های کواترنری هستند (آقانباتی، ۱۳۸۳). سازندهای تأثیرگذار بر کیفیت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه شامل سازند آهکی تیرگان، سازند شیلی پستلیق همراه با گل‌سنگ و ماسه‌سنگ آهکی، سازند آهکی و دلومیتی چهل‌کمان با میان لایه‌های مارن و شیل آهکی و به طورکل لایه‌های نازک ماسه‌سنگ و سنگ گچ و توالی همگنی از شیل آهکی- سیلتی با میان لایه‌های ماسه سنگ می‌باشد.

مقدار سختی آب در محدوده شهر درگز افزایش یافته و به ۱۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌رسد. به طور کل با فاصله گرفتن از منطقه تغذیه و نزدیک شدن به محل تخلیه

www.SID.ir

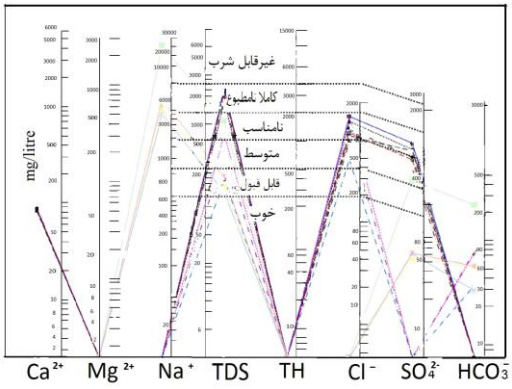
کیفیت آب زیرزمینی، کاهش می‌یابد (تاد، ۲۰۰۵). تیپ غالب آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در بخش آبرفتی و میان دشت سولفاته- سدیک و تا حدی سولفاته- منیزیک است. آب زیرزمینی با عبور از سازندهای چهل‌کمان و با انحلال لایه‌های سنگ‌گچ و ماتریس گل‌سنگ سازند پستلیق در تاقدیس چهل‌کمان کیفیت خود را از دست داده است. در آبخوان کارستی (سازند تیرگان) تیپ غالب آب زیرزمینی بی‌کربناته- منیزیک است. به نظر می‌رسد تیپ غالب آب زیرزمینی با عبور از سازند تیرگان و چهل‌کمان به حالت بی‌کربناته- منیزیک در آمده است. بخش جنوب غربی و شمال غربی دشت که سازندهای تیرگان و چهل‌کمان رخنمون دارد، آب زیرزمینی کیفیت بهتری دارد.

برای انجام بررسی وضعیت کیفیت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه از متوسط مقادیر پارامترهای کیفی ۲۵ حلقه چاه عمیق در سال آبی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ استفاده گردید، سپس داده‌ها به محیط GIS انتقال یافت. با استفاده از روش درون‌یابی عکس مجذور فاصله نقشه‌های مربوط به سولفات (SO_4)، سدیم (Na)، کلر (Cl)، هدایت الکتریکی (EC)، سختی کل (TH) و کل املاح محلول (TDS) به صورت رستری استخراج گردید. سپس هر یک از پارامترها با توجه به استاندارد ارایه شده در روش شولر طبقه‌بندی و در نرم‌افزار GIS رتبه‌بندی شدند. جدول ۱ طبقه‌بندی کیفی آب شرب از دیدگاه شولر را نمایش می‌دهد.

جدول ۱- طبقه‌بندی کیفیت آب شرب از دیدگاه شولر

کیفیت آب	TDS (mg/l)	TH (mg/l,$CaCO_3$)	Na^+ (mg/l)	Cl^- (mg/l)	SO_4^{2-}
خوب	<۵۰۰	<۲۵۰	<۱۱۵	<۱۷۵	۱۴۵<
قابل قبول	۵۰۰-۱۰۰۰	۲۵۰-۵۰۰	۱۱۵-۲۳۰	۱۷۵-۳۵۰	۱۴۵-۲۸۰
نامناسب	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۲۳۰-۴۶۰	۳۵۰-۷۰۰	۲۸۰-۵۸۰
بد	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۴۶۰-۹۲۰	۷۰۰-۱۴۰۰	۵۸۰-۱۱۵۰
موقتاً قابل شرب	۴۰۰۰-۸۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۹۲۰-۱۸۴۰	۱۴۰۰-۲۸۰۰	۱۱۵۰-۲۲۴۰
غیرقابل شرب	۸۰۰۰>	۴۰۰>	۱۸۴۰>	۲۸۰۰>	۲۲۴۰>

با توجه به اینکه تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی در دشت مهم بوده و روش شولر تنها به مقایسه نمونه‌های آب به صورت مجزا می‌پردازد، جهت رفع این مشکل در این مطالعه سعی شده است تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی در دشت درگز بررسی شود. پس از رسم نمودار شولر آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه مطابق شکل ۲، پارامترهای بی‌کربنات (HCO_3^{2-})، سولفات، کلرور، منیزیم (Mg^{2+})، کلسیم (Ca^{2+}) و سختی کل در محدوده خوب تا متوسط و کمی نامناسب و پارامتر کل املاح محلول و سدیم در محدوده قابل قبول تا کاملاً نامطبوع قرار گرفت.



شکل ۲- نمودار شولر دشت درگز

نتایج و بحث

نقشه‌های مربوط به سولفات، سدیم، کلر، هدایت الکتریکی، سختی کل و کل نمک‌های محلول در محیط GIS با استفاده از روش IDW به صورت رستری استخراج شد. در ادامه بر اساس طبقه‌بندی شولر لایه‌ها رتبه‌بندی شدند. بیشترین رتبه‌ها مربوط به محدوده‌هایی است که مطلوب‌ترین کیفیت آب زیرزمینی را دارند. با توجه به کیفیت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه و طبقه‌بندی ارایه شده توسط شولر وزن هر یک از پارامترها با در نظر گرفتن چگونگی تغییرات و اهمیت آن‌ها در آب زیرزمینی با تحلیل داده‌ها و وزن‌دهی با روش تحلیل سلسله مراتبی طبق نظر کارشناسی تعیین شد. در انتها برای تعیین صحت وزن‌های به دست آمده از روش AHP و جلوگیری از ایجاد خطاهای احتمالی، نرخ ناسازگاری محاسبه شد و پس از تأیید، وزن‌های نرمال شده تعیین شد. عملیات وزن‌دهی در نرم‌افزار Expert Choice انجام شد و وزن‌های نهایی هر یک از متغیرهای هیدروشیمیایی در محیط GIS و برای هر یک از لایه‌ها اعمال شد. معیار رتبه و وزن‌های اعمال شده برای لایه‌های استفاده شده در جدول ۲ آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

در شکل ۳ لایه‌های رستری پارامترهای سولفات، سدیم، کلرور، هدایت الکتریکی، سختی کل و کل نمک‌های محلول نشان داده شده است. که در آن کیفیت آب به صورت زیر رتبه‌بندی شدند.

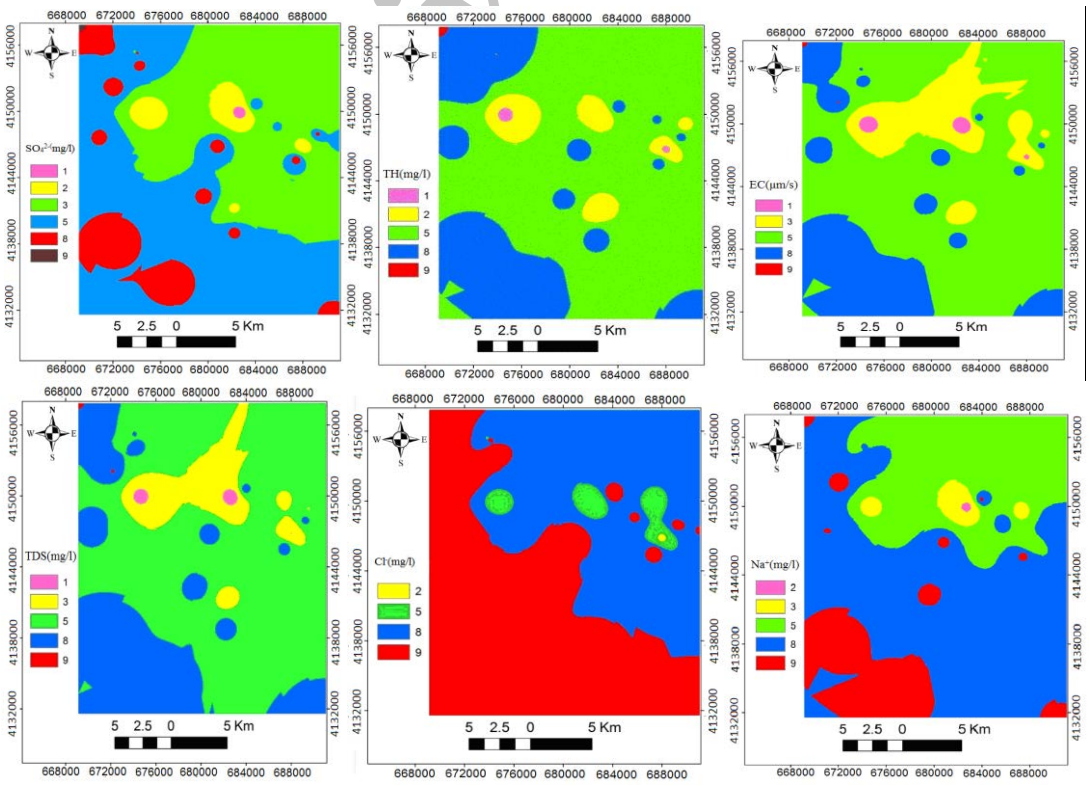
برای استخراج نقشه نهایی لایه‌های رتبه‌بندی شده در وزن‌های به دست آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی ضرب شدند و بر مجموع وزن‌های اصلی تقسیم شدند. معادله ۱ نشان‌دهنده چگونگی تلفیق این لایه‌ها و استخراج نقشه نهایی است.

$$\frac{[(SO_4^{2-} \times 1.8) + (Cl^- \times 2.3) + (Na^+ \times 1.9) + (EC \times 1.08) + (TDS \times 0.5) + (TH \times 1.23)]}{10} \quad (1)$$

همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، بخش زیادی از منطقه مطالعاتی، بر اساس نمودار شولر در محدوده خوب تا قابل قبول طبقه‌بندی می‌شود. بخش‌های غرب و جنوب غربی منطقه مورد مطالعه کیفیت خوب، بخش‌های مرکزی و جنوبی دشت خوب، بخش‌های شمالی و شمال شرقی دشت نامناسب و در شمال دشت به دلیل برداشت بی‌رویه کیفیت آب بد است.

جدول ۲- رتبه و وزن‌های اعمالی برای لایه‌های استفاده شده

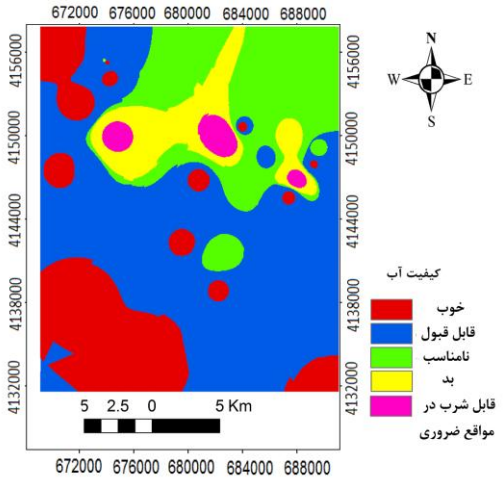
پارامتر	وزن نهایی	رتبه	محدوده	وزن شاخص
TH (mg/l)	۱۱/۰۷	۹	۲۵۰<	۱/۲۳
	۹/۸۴	۸	۲۵۰-۵۰۰	
	۶/۱۵	۵	۵۰۰-۱۰۰۰	
	۲/۴۶	۲	۱۰۰۰-۲۰۰۰	
	۱/۲۳	۱	۲۰۰۰-۴۰۰۰	
EC (µm/s)	۹/۷۲	۹	<۷۸۰	۱/۰۸
	۸/۶۴	۸	۷۸۰-۱۵۰۰	
	۵/۴	۵	۱۵۰۰-۳۰۰۰	
	۳/۲۴	۳	۳۰۰۰-۶۰۰۰	
	۱/۰۸	۱	۶۰۰۰ >	
TDS (mg/l)	۴/۵	۹	۵۰۰<	۰/۵
	۴	۸	۵۰۰-۱۰۰۰	
	۲/۵	۵	۱۰۰۰-۲۰۰۰	
	۱/۵	۳	۲۰۰۰-۴۰۰۰	
	۰/۵	۱	>۴۰۰۰	
SO_4^{2-} (mg/l)	۱۶/۲	۹	۱۴۰<	۱/۸
	۱۴/۴	۸	۱۴۰-۳۰۰۰	
	۹	۵	۳۰۰-۵۸۰	
	۵/۴	۳	۵۸۰-۱۱۸۰	
	۳/۶	۲	۱۱۸۰-۲۳۰۰	
Cl^- (mg/l)	۱/۸	۱	۲۳۰۰ >	۲/۳
	۲۰/۷	۹	۱۸۰<	
	۱۸/۴	۸	۱۸۰-۳۶۰	
	۱۱/۵	۵	۳۶۰-۷۲۰	
	۴/۶	۲	>۷۲۰	
Na^+ (mg/l)	۱۷/۱	۹	۱۱۵<	۱/۹
	۱۵/۲	۸	۱۱۵-۲۳۵	
	۹/۵	۵	۲۳۵-۴۶۰	
	۵/۷	۳	۴۶۰-۹۰۰	
	۳/۸	۲	۹۰۰ >	



شکل ۳- نقشه رستری پارامترهای مورد مطالعه در ارزیابی کیفیت آب شرب دشت درگز

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- نقشه نهایی کیفیت آب زیرزمینی دشت درگز

نتیجه‌گیری

وزن هر یک از لایه‌ها با روش تحلیل سلسله مراتبی تعیین شد و با تلفیق لایه‌های مربوطه نقشه نهایی که نشان‌دهنده بهترین منطقه برای تأمین آب شرب بر اساس استاندارد شولر است، تهیه شد. از ۵۷۶ کیلومتر مربعی که در این تحقیق مورد بررسی و تحلیل کیفی آب زیرزمینی قرار گرفته است حدود ۳۹۶ کیلومتر مربع آن از نظر طبقه‌بندی شولر در محدوده خوب تا قابل قبول، ۱۱۹ کیلومتر مربع در محدوده نامناسب، ۴۹ کیلومتر مربع در محدوده بد و ۱۲ کیلومتر مربع قابل شرب در مواقع ضروری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که محدوده‌های جنوب غربی و شمال غربی منطقه مورد مطالعه وضعیت مناسبی برای تأمین آب شرب شهر درگز دارند. با توجه به شکل‌های ۱ و ۴ می‌توان چند گزینه پیشنهادی برای تأمین آب شرب، ارایه داد. محدوده شمال غرب و جنوب غرب دشت درگز کیفیت مناسب و بالایی دارد. همان طور که در شکل ۱ نشان داده شد، سازند آهکی تیرگان و خاستگاه کارستی آن، همچنین رودخانه درونگر که بزرگ‌ترین رودخانه منطقه است، آبخوان آبرفتی دشت درگز را تغذیه می‌کند. همان طور که در نقشه نهایی آمده است، انتظار می‌رود کیفیت آب در این بخش از منطقه مورد مطالعه مناسب باشد.

سپاس‌گزاری

نویسندگان مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از مدیریت مطالعات آب منطقه‌ای خراسان رضوی، به جهت در اختیار گذاشتن اطلاعات اعلام می‌دارند.

منابع

۱. احمدنژاد ز. کلانتری ن. کشاورزی م. بوسلیک ز. و سجادی ز. ۱۳۸۹. بررسی و ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت زیرراه با استفاده از GIS. چهاردهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران و بیست و هشتمین گردهمایی علوم زمین. دانشگاه ارومیه. ۷ ص.

۲. آقانباتی س. ع. ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ۷۰۷ ص.

۳. پیرمرادی. ر. نخعی. م. و اسدیان. ف. ۱۳۸۹. تعیین مناطق مناسب جهت احداث سد زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی، مطالعه موردی: دشت ملایر در استان همدان. مجله جغرافیای طبیعی. ۸(۲):۵۱-۶۶.

۴. خاشعی‌سیوکی ع. شجاعی‌سیوکی ح. و حمیدیان‌پور م. ۱۳۸۸. ارزیابی منابع آب زیرزمینی دشت درگز جهت استحصال آب شرب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. نخستین کنفرانس سراسری آب‌های زیرزمینی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان. ۷ ص.

۵. طایفه‌نسکیلی ن. و برشنده س. ۱۳۸۹. بررسی کیفی منابع آب زیرزمینی حاشیه دریاچه ارومیه از نظر مصارف شرب و کشاورزی با استفاده از GIS. چهاردهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران و بیست و هشتمین گردهمائی علوم زمین. دانشگاه ارومیه. ۶ ص.

۶. معروفی ا. ترنجیان ا و زارع ابیانه. ح. ۱۳۸۸. ارزیابی روش‌های زمین آمار جهت تخمین هدایت الکتریکی و pH زه‌آب‌های آب‌راهه‌ای همدان- بهار. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۶(۲):۱۶۹-۱۸۷.

۷. مهندسین مشاور آب‌پوی. ۱۳۸۹. مطالعات مدیریت به هم پیوسته منابع آب حوضه آبریز شهرستان درگز. ۱۰۲ ص.

۸. هیبتی ز. قدرت. م. و میرعرب. ع. ۱۳۸۹. کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در پتانسیل یابی منابع آب کارستی با استفاده از داده‌های ارتفاعی رادار (SRTM). چهاردهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران و بیست و هشتمین گردهمائی علوم زمین. دانشگاه ارومیه. ۶ ص.

Archive of SID

www.SID.ir

district. Tehran, Iran. European Journal of Scientific Research. 36(4):543-553.
15. Omkarprasad V. and Sushil K. 2006. Analytic hierarchy process: An overview of applications. April. European Hournal of Operational Research. 169(3):1-29.
16. Ozcan R. 2007. Assessment of the water quality of troia for the multipurpose usages. Springer Science. Environ Monit Assess. 130:389-40.
17. sadashivaiah C. 2008. Hydrochemical analysis and evaluation of groundwater quality in Tumkur Taluk. Karnataka. India. Environ. Res. Public Health. 5(3):158-164.
18. Theodossiou N. and Latinopoulos P. 2006. Evaluation and optimization of groundwater observation networks using the kriging methodology. Environmental Modelling and Software. 21(2):991-1000.
19. Todd K. D. 2005. Groundwater Hydrology. John Wiley & Sons. New York. 636 pp.
9. Ahmadi S. H. and Sedghamiz A. 2007. Geostatistical analysis of spatial and temporal variations of groundwater level. Environ Monit Assess. 129:277-294.
10. Bakri D. A. Rahman S. Bowling L. 2008. Sources and management of urban stormwater pollution in rural catchments. Journal of Hydrology. 356(3):200-211.
11. Bertolini M. and Braglia M. 2006. Application of the AHP methodology in making a proposal for a public work contract. International Journal of Project Management. 24(3): 224-230.
12. Christakos G. 2000. Modern spatiotemporal geostatistics. Oxford University Press, New York. 312 pp.
13. Drake P. R. 1998. Using the analytic hierarchy process in engineering education. International Journal Engneering. 14(3):191-196.
14. Khodapanah L. Sulaiman. W. N. A. Khodapanah N. 2009. Groundwater quality assessment for different purposes in eshtehard

Archive of SID

www.SID.ir