ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی از لحاظ شرب (مطالعه موردی: دشت گلگیر)

سعادت صالحی کاه کش[۱]، حسین اسلامی*[۲]، مجید رزاز[۳]

۱-گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران،

۲-گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران، eslamyho@gmail.com

۳-گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران،

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۰

چکیده

با توجه به کمبود منابع آبهای سطحی و افزایش نیاز به آب، تامین آب شرب از منابع زیرزمینی بسیار مهم است. برای استفاده از آبهای زیرزمینی جهت شرب، بررسی تناسب کیفی این منابع اهمیت دارد و به منظور مدیریت مکانی آن، تهیه نقشه های توزیع مکانی پارامترهای کیفی بایستی مد نظر باشد. این مقاله با هدف بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت گلگیر برای شرب انجام شده است. به این منظور در این دشت از اطلاعات ۱۰ حلقه چاه روستایی در رابطه با پارامترهای TDS، سختی کل ، کلر، سدیم، کلسیم، منیزیم، بی کربنات و سولفات استفاده گردید. این پارامترها براساس نمودار شولر ارزیابی شدند و با استفاده از نرم افزار ARC GIS و از طریق روش زمین آماری کریجینگ درون یابی شده و توزیع مکانی پارامترها در دشت گلگیر بررسی شد. با توجه به نمودار شولر بیشتر پارامترها در اکثر نمونه ها در طبقه خوب و قابل قبول قرار گرفتند و برای شرب مناسب هستند. همچنین با توجه به نقشه های تغییرات مکانی کیفی آب زیرزمینی دشت گلگیر، توزیع پارامترها در دشت الگوی خاص و منظمی نداشته و تقریبا آب زیرزمینی در تمان سطح دشت برای شرب مناسب است.

واژه های کلیدی: ***شرب، شولر، دشت گلگیر، کریجینگ***

مقدمه

منابع آب زیرزمینی در ایران و بسیاری از کشورهای با آب و هوای مشابه جزو مهمترین منابع مورد استفاده در کشاورزی و شرب محسوب می‌شود. ضمن اینکه خطر آلودگی کمتر این منابع نسبت به دیگر روش‌های استحصال آب، باعث شده که حتی در مناطقی که کمبودی از لحاظ آب سطحی احساس نمی‌شود نیز استفاده از این منابع رونق داشته باشد. از طرفی کیفیت آب‌های زیرزمینی همچون آب سطحی دائماً در حال تغییر است (مهدوی،۱۳۸۱ و علیزاده، ۱۳۸۶).

آب های زیرزمینی از دو جنبه کمی و کیفی قابل بررسی می باشند. در کشورهای در حال توسعه و جهان سوم، بیشترین توجه به یافتن سفره های آب زیرزمینی مناسب جهت تأمین آب مورد نیاز شرب، کشاورزی و صنعت معطوف گردیده است .این در حالی است که کمتر به حفظ کیفیت منابع زیرزمینی توجه می شود (داتا و همکاران، ۱۹۹۷: روبرتسون و همکاران، ۱۹۹۶).

با توجه به محدود بودن منابع آب زیرزمینی و افزایش نیاز آبی جوامع بشری ذخیره این آ بها رو به کاهش است .از این رو نگهداری این منابع ضروری بوده و جلوگیری از آلودگی آنها دارای اهمیت میباشد (غضنفری و رضایی، ۱۳۸۵). آب همواره مقادیری املاح، مواد معلق و گازهای محلول همراه خود دارد. وجود برخی از املاح در آب برای سلامتی انسان

ضروری است ولی مقدار بیش از مجاز آن ها سلامتی انسان را به خطر می اندازد (دیندارلو و همکاران، ۱۳۸۸). تامین آب سالم و بهداشتی به عنوان یکی از مهمترین چالش های انسان مطرح می باشد و فراهم نمودن منابع آب کافی و مناسب برای مصارف مختلف که علاوه بر کمیت، وضع کیفی مناسبی داشته باشد، نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. با توجه به تغییرات کیفی آب های زیرزمینی که می تواند در اثر فعالیت های طبیعی و انسانی صورت گیرد، بررسی و مطالعه این منابع به منظور حفظ کیفیت آنها ضروری است. مناسب بودن آب جهت مصارف مختلف با توجه به کیفیت آب تعیین می گردد. کیفیت آب زیرزمینی به دلیل تغییر در شرایط مختلف از جمله شرایط آب و هوایی، مدت زمان ماندگاری آب در آبخوان، جنس سازندهای زمین شناسی و غیره تغییر می کند. برای بررسی تناسب کیفی آب زیرزمینی جهت مصارف مختلف نیاز به معیاری استاندارد بوده که مقادیر پارامترها و املاح موجود در آب با آن سنجیده شده و قضاوت نمود. یکی از معیارهای متداول و مناسب نمودار شولر بوده که با توجه به مقادیر مختلف پارامترهای آب در مورد تناسب کیفی جهت مصرف به عنوان آب شرب ارزیابی صورت می گیرد. کیفیت آب زیر زمینی در مقیاس های مکانی و زمانی عمل کرده و نمی توان خواص آن را در طول زمان و مکان ثابت فرض نمود. برای بررسی تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی نیاز به تهیه نقشه های تغییرات مکانی بوده که از طریق روش های میان یابی حاصل می شود. یکی از روشهای مناسب میان یابی نیز روش زمین آماری کریجینگ است که محققین مختلف از آن در این زمینه استفاده کرده اند. تهیه‌ی نقشه‌های تغییرات مکانی ویژگیهای کیفی آب زیرزمینی می‌تواند گامی مهم در بهره برداری صحیح از منابع آب بوده و نقشی ارزنده را در فرایند تصمیم‌گیری و مدیریت بهره برداری از آب‌های زیرزمینی ایفا می‌کند.

هاشم خانی و همکاران (۱۳۹۵) به منظور شناسایی کیفیت آب زیرزمینی و نحوه ی توزیع آن در دشت الشتر از اطلاعات ۳۶ حلقه چاه در رابطه با پارامترهای میزان مواد جامد محلول ، سختی کل ، کلر، سدیم، کلسیم، منیزیم، بی کربنات و سولفات استفاده کردند. این پارامترها براساس طبقه بندی شولر ارزیابی شدند و در سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم افزار ARC GIS از طریق روش وزن دهی معکوس فاصله میان یابی شده و تغییرات مکانی آن ها در دشت بررسی شد. با توجه به نمودار شولر وضعیت کیفی آب زیرزمینی الشتر در وضعیت خوب قرار گرفته و کاملا برای شرب مناسب بود. همچنین نتایج بررسی تغییرات مکانی کیفی آب زیرزمینی حاکی از بالا بودن پارامترهای کلسیم، بی کربنات، سولفات، مواد جامد محلول و سختی کل در مرکز دشت بوده و سایر پارامترها الگوی متفاوتی از لحاظ مکانی داشتند. محمدیاری و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی به بررسی کیفیت آب زیرزمینی منطقه دهلران و مهران جهت شرب پرداختند. ایشان با توجه به روشهای مختلف میان یابی و انتخاب بهترین روش که کریجینگ بود، به بررسی تغییرات مکانی ویژگیهای کیفی آب پرداختند. در پایان با استفاده از منطق فازی و طبقه بندی شولر نقشه پهنه بندی منطقه جهت شرب تهیه گردید. مطابق نقشه نهایی، ۳۷ درصد از منطقه برای شرب مناسب، ۱۳ درصد نسبتاً مناسب و ۵۰ درصد نامناسب می باشد. در نتیجه، کیفیت آب منطقه مورد مطالعه برای شرب در حد مطلوب نیست.

پاوار و همکاران (۲۰۱۴) در منطقه بمبئی در هند با استفاده از شاخص کیفی آب زیرزمینی، به ارزیابی تغییرات زمانی و مکانی در کیفیت آب زیرزمینی پرداخته اند. در این مطالعه از ۱۲ چاه نمونه برداری صورت گرفت و نتایج به دست آمده نشان دهنده آن است که ۷۴ % از نمونه های برداشت شده در طبقه ی آبهای غیر قابل شرب قرار دارند و برای شارب مناسب نیستند، زیرا منطقه مورد مطالعه در یک ناحیه

صنعتی قرار گرفته و فعالیتهای انسانی منجر به آلودگی منابع طبیعی از جمله آبهای زیرزمینی منطقه شده است.

المدرسی و همکاران (۲۰۱۵) تحقیق خود را تحت عنوان پهنه بندی کیفیت آب زیرزمینی از نظر شرب با استفاده از مدل شولر و سیستم اطلاعات جغرافیایی ارائه نموده اند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که کیفیت آب شرب از جنوب غربی این دشت به طرف شمالی شرقی کاهش پیدا می کند. تقریباً ۳۰٪ مناطق تحت بررسی در شرایط خوب و قابل قبول قرار دارند. همچنین کیفیت آب آشامیدنی ۵۷٪ مناطق در شرایط ضعیف و نامطلوب قرار داشته و ۱۳٪ مابقی با کیفیت متوسط در میان منطقه مورد بررسی قرار داشت. بیرانیه بایا مارتین سنا و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی به ارزیابی کیفیت آبهای زیرزمینی برای شرب در مناطق غربی و شمالی غنا پرداختند. این تحقیق نشان داد که تنها تعداد کمی از مقادیر شاخص های باکتریال و فیزیکی شیمیایی نمونه های آب بالاتر از حد قابل تحمل توسط WHO توصیه شده است. این امر مستلزم نظارت و نظارت منظم برای اطمینان از کیفیت آب خوب است.

محققین زیادی در این زمینه تحقیق نموده اند که برخی از آنها شامل Sarani و همکاران (۲۰۱۲)، Demir و همکاران (۲۰۰۹)، Ta'any و همکاران (۲۰۰۹)، Stigter و همکاران (۲۰۰۶)، پسندیده فرد وهمکاران (۱۳۹۲)، کالیراد و همکاران (۱۳۹۲)، هرچگانی و حشمتی (۱۳۹۱) و حسنی و همکاران (۱۳۹۱) می شود. هدف از این مقاله بررسی تناسب کیفی آب زیرزمینی دشت گلگیر جهت شرب و بررسی تغییرات مکانی ویژگیهای کیفی آب زیرزمینی می باشد.

مواد و روش ها

بخش گلگیر بین۴۹ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و۳۰ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۱ درجه و۴۱/۵ دقیقه عرض شمالی از خط استوا، در مشرق استان خوزستان واقع گردیده است. متوسط بارش سالانه ۴۵۴/۷ میلیمتر در ایستگاه مسجدسلیمان می‌باشد که در محدوده دشت گلگیر قرار دارد. بارش سالانه در ماه‌های مهر لغایت اردیبهشت توزیع شده است. متوسط سالانه درجه حرارت در منطقه ۲۵/۳ درجه می‌باشد. در این تحقیق اطلاعات لازم از سازمان آب اخذ گردید بطوریکه نمونه برداری از ۱۰ چاه فعال در محدوده مطالعاتی (۱۰ روستا) در زمستان ۱۳۹۵ حین فصل بارندگی و در بهار ۱۳۹۶ پس از اتمام فصل بارندگی انجام شد. جدول ۱ نام و مختصات چاه‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. به منظور ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی منطقه از لحاظ شرب، براساس طبقه بندی شولر نقشه پهنه بندی شرب بدست آمد. در نمودار شولر برای هر یک از مقادیر کاتیون‌ها (Na، K، Mg، Ca) وآنیون‌ها (Cl، So_4، Hco_3) و نیز درجه سختی آب (TH) محور جداگانه‌ای در نظر گرفته شده است که با تعیین آن‌ها در آزمایشگاه و اتصال نقاط متناظرشان روی این محورها می‌توان به درجه تناسب آب برای شرب پی برد. در مرحله بعد برای بررسی توزیع مکانی پارامترهای آب زیرزمینی از روش میان یابی زمین آماری کریجینگ در نرم افزار Arc Gis استفاده شد.

جدول ۱- نام ومحل چاه های نمونه برداری

ردیف	نام چاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	بختیار اسکندری	358559	3513599
۲	محمد رحیمی	356986	3514871
۳	علی مدملیلی	360351	3511609
۴	اله کرم رحیمی	358063	3515568
۵	باقر گلگیری	359425	3513558
۶	ریماز	358121	3515491
۷	حسن امامی	358666	3514222
۸	سید محمد گلگیری	359812	3512385
۹	فلامرز رحیمی	359429	3512268
۱۰	محمد اسکندری	358288	3514984

شاخص شولر

از روش های متداول ارزیابی کیفی آب برای مصارف شرب دیاگرام شولر (Schoeller diagram) می باشد. دیاگرام شولر امکان بررسی آب را در در یک نقطه خاص از منطقه مورد نظر ارائه می دهد. دیاگرام شولر یکی از مهم ترین طبقه بندی ها جهت بررسی کیفیت آب از نظر شرب می باشد. دیاگرام شولر، یک دیاگرام نیمه لگاریتمی می باشد که غلظت یون های اصلی را برحسب میلی اکی والان گرم در لیتر، نشان می دهد. بررسی دیاگرام شولر در نرم افزار Chemistry انجام شد. طبقه بندی معیارهای برای شرب با استفاده از روش شولر در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول۲- معیارهای کیفیت آب شرب طبق نظر شولر (مفتاح هلقی و هزار جریبی، ۱۳۸۰)

نوع کیفیت	SO_4 (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Hco3 (mg/L)	Na (mg/L)	CL (mg/L)	TDS (mg/L)	TH (mg/L)
خوب	۱۴۵>	۱۰۰>	۷۰>	۲۰۰>	۱۱۵>	۱۷۵>	۵۰۰>	۲۵۰>
قابل قبول	۲۸۰-۱۴۵	۲۰۰-۱۰۰	۱۲۰-۷۰	۳۰۰-۲۰۰	۲۳۰-۱۱۵	۳۵۰-۱۷۵	۱۰۰۰-۵۰۰	۵۰۰-۲۵۰
متوسط	۵۸۰-۲۸۰	۳۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۱۲۰	۶۰۰-۳۰۰	۴۶۰-۲۳۰	۷۰۰-۳۵۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۵۰۰
نامناسب	۱۱۵۰-۵۸۰	۶۰۰-۳۰۰	۴۰۰-۲۰۰	۱۰۰۰-۶۰۰	۹۲۰-۴۶۰	۱۴۰۰-۷۰۰	۴۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰
قابل استفاده در شرایط اضطرار	۲۲۴۰-۱۱۵۰	۱۰۰۰-۶۰۰	۸۰۰-۴۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰	۱۸۴۰-۹۲۰	۲۸۰۰-۱۴۰۰	۸۰۰۰-۴۰۰۰	۴۰۰۰-۲۰۰۰
غیرقابل شرب	۲۲۴۰<	۱۰۰۰<	۱۰۰۰<	۲۰۰۰<	۱۸۴۰<	۲۸۰۰<	۸۰۰<	۴۰۰۰<

نتایج

با توجه به اینکه اختلاف ناچیزی بین مقادیر اندازه گیری شده در فصل بارندگی با فصل پس از بارندگی وجود داشت، از میانگین این دو فصل برای بررسی و ارزیابی کیفی استفاده شد. نتایج مربوط به خلاصه آماری پارامترها، مطابق جدول شماره ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که با توجه به میانگین غلظت پارامترهای مورد بررسی بیشترین غلظت مربوط به سولفات و کمترین غلظت مربوط به منیزیم بود.

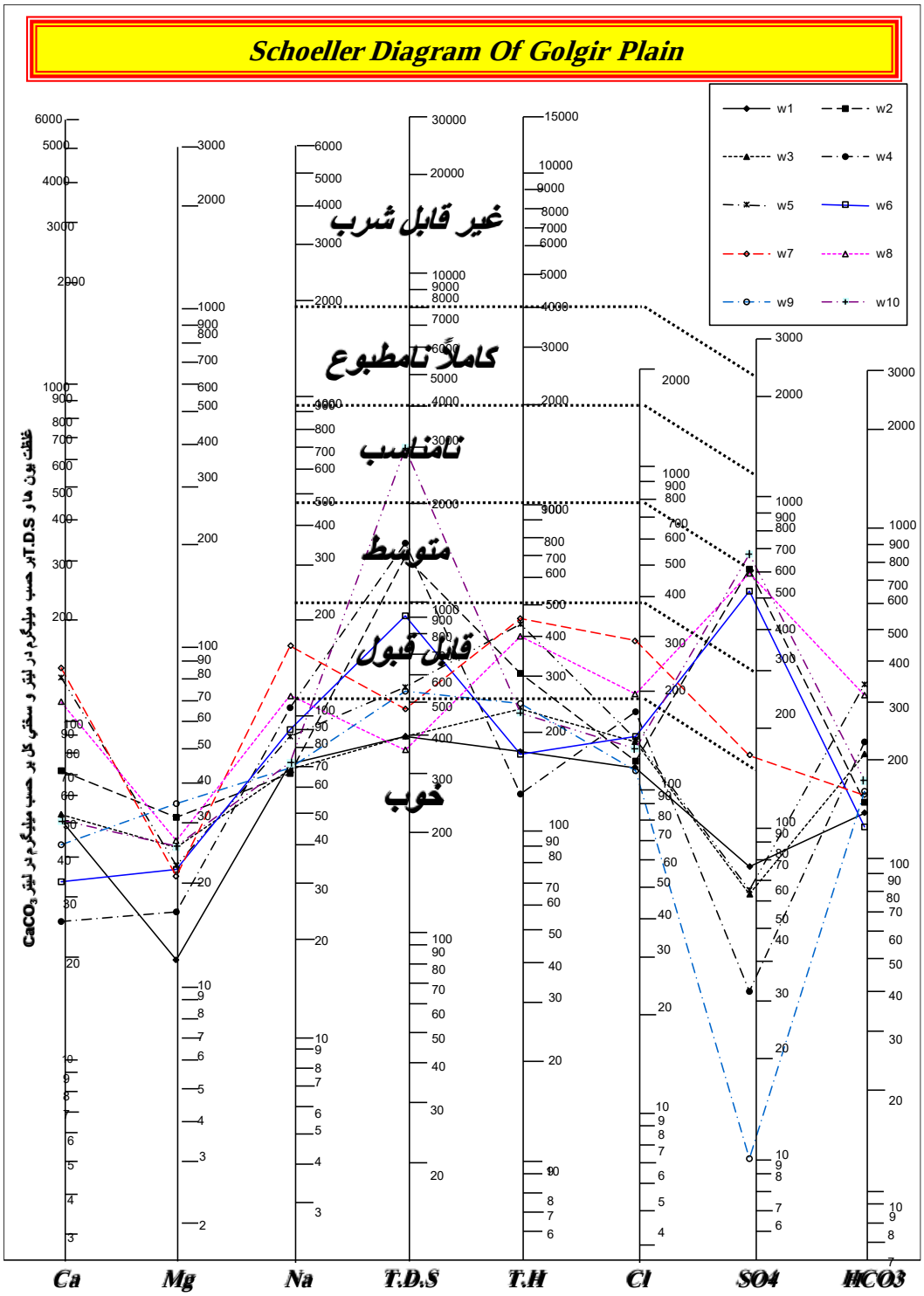
جدول ۳- آماره های توصیفی پارامترهای انتخابی آب زیرزمینی دشت جلوگیر

پارامتر	TDS	PH	Ca	Mg	Na	Hco3	Cl	So4
میانگین	۹۳۹	۷/۷۸	۷۱/۸	۲۳/۱۵	۹۰	۱۹۸	۱۵۷	۲۷۹
انحراف معیار	۸۱۴	۰/۴۷	۴۲/۷	۶/۴۵	۳۱/۳	۷۳	۵۲/۴	۲۷۷
ضریب تغییرات (درصد)	۸۶	۶/۰۴	۵۹	۲۷/۸	۳۴/۶	۳۶/۸	۳۳/۴	۹۹/۳
حداکثر	۲۹۳۵	۸/۵	۱۴۳	۳۳/۵	۱۶۵	۳۳۵	۲۸۷	۶۷۳
حداقل	۳۵۳	۷/۱	۲۵/۵	۱۱/۵	۶۵/۵	۱۲۵/۵	۱۱۴	۹/۹
دامنه تغییرات	۲۵۸۲	۱/۴	۱۱۷/۵	۲۲	۹۹/۵	۲۰۹	۱۷۳	۶۶۳
چولگی	۱/۹۱	۰/۴۹	۰/۸۴	-۰/۲۲	۱/۷	۱/۱۵	۱/۹۷	۰/۴۷

برای بررسی کیفی آب زیرزمینی دشت گلگیر برای شرب از روش شولر استفاده شد. در این روش هر کدام از پارامترها در طبقات مختلف کیفی قرار می گیرند. جدول ۴ نشان دهنده طبقه بندی پارامترهای مورد بررسی در نمونه های دشت گلگیر با روش شولر است. ارزیابی نهایی با نمودار شولر با استفاده از نرم افزار Chemistry انجام گردید که در شکل ۱ ارایه شده است. ارزیابی نمونه های مورد بررسی با نمودار شولر نشان دهنده این است که بیشتر پارامترها در طبقه خوب و قابل قبول قرار دارند و تعداد بسیار کمی از نمونه ها تنها در مورد پارامترهای کل املاح محلول و سولفات در طبقه متوسط و نامناسب قرار می گیرند. بنابراین بطور کلی می توان نتیجه گرفت که آب زیرزمینی دشت گلگیر برای شرب مناسب است.

جدول ٤- درصد هر یک از کلاس های طبقه بندی شولربراساس کاتیونها ،آنیونها و پارامترهای مختلف برای مصارف شرب دشت گلگیر

طبقه بندی آب	TDS	TH	Mg	Ca	Hco3	Na	Cl	So4
خوب	۴۰	۶۰	۱۰۰	۷۰	۶۰	۸۰	۸۰	۵۰
قابل قبول	۳۰	۴۰	۰	۳۰	۲۰	۲۰	۲۰	۱۰
متوسط	۲۰	۰	۰	۰	۲۰	۰	۰	۱۰
نامناسب	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۰
کاملاً نامطبوع	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
غیر قابل شرب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

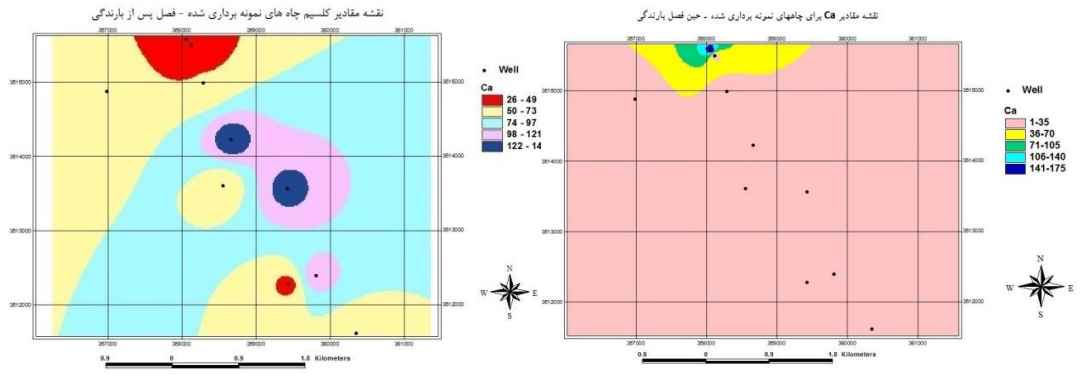


شکل ۱- نمودار شولر برای تعیین کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی دشت گلگیر جهت مصارف شرب

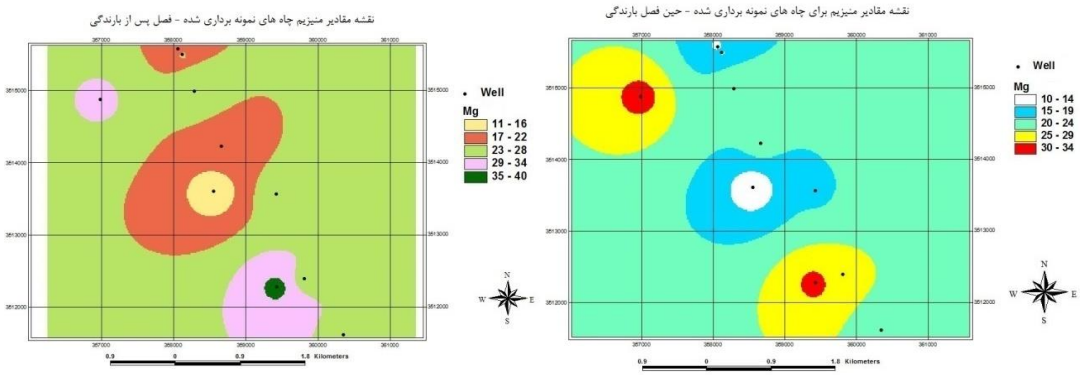
نقشه تغییرات مکانی پارامترهای کیفی

در ادامه نمونه‌برداری از چاه‌های موجود در دشت تغییرات مکانی عناصر مهم در ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی از جمله TDS، کلسیم، منیزیم، کلر، سدیم، سختی کل و سولفات مورد سنجش قرار گرفت. با استفاده از روش میان یابی کریجینگ نقشه تغییرات مکانی پارامترهای مورد بررسی برای فصل بارندگی و بعد از بارندگی تهیه شد که در اشکال۲ تا ۸ ارایه شده

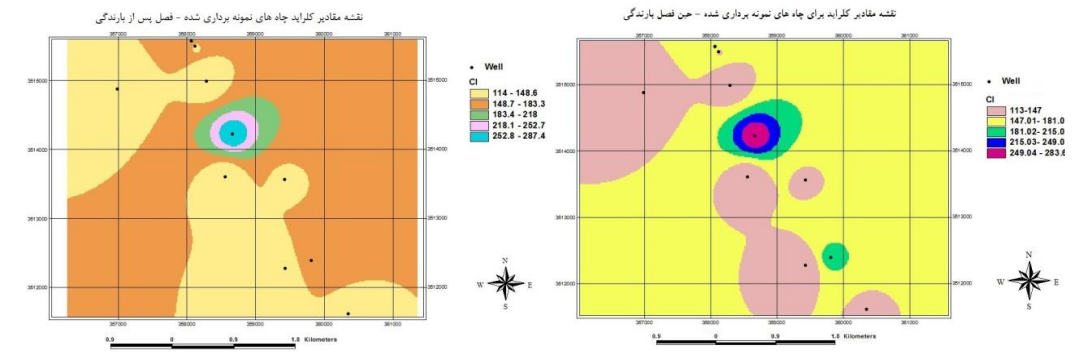
است. این نقشه ها نشان داد که توزیع پارامترهای کیفی برای فصل بارندگی و پس از بارندگی تفاوت چندانی نداشته است. اشکال همچنین نشان داد که الگوی خاص و منظمی در توزیع مکانی پارامترها دیده نشد که بیشتر به دلیل این بود که مقادیر پارامترها کم بوده و تغییر چندانی در محدوده مورد بررسی وجود نداشته است.



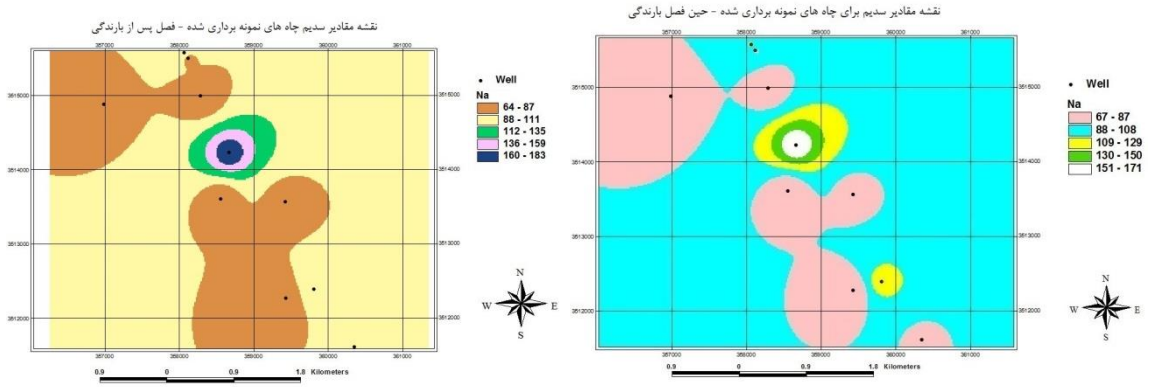
شکل ۲- نقشه تغییرات مکانی کلسیم به روش کریجینگ



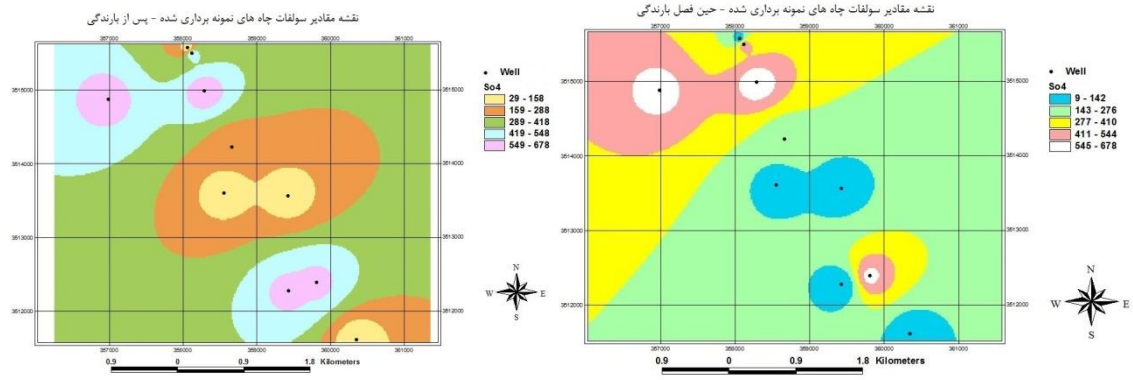
شکل ۳- نقشه تغییرات مکانی منیزیم به روش کریجینگ



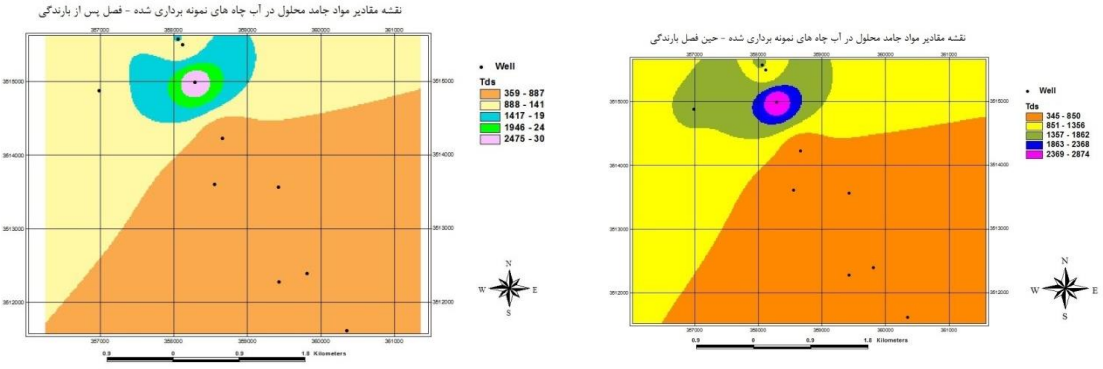
شکل ٤- نقشه تغییرات مکانی کلراید به روش کریجینگ



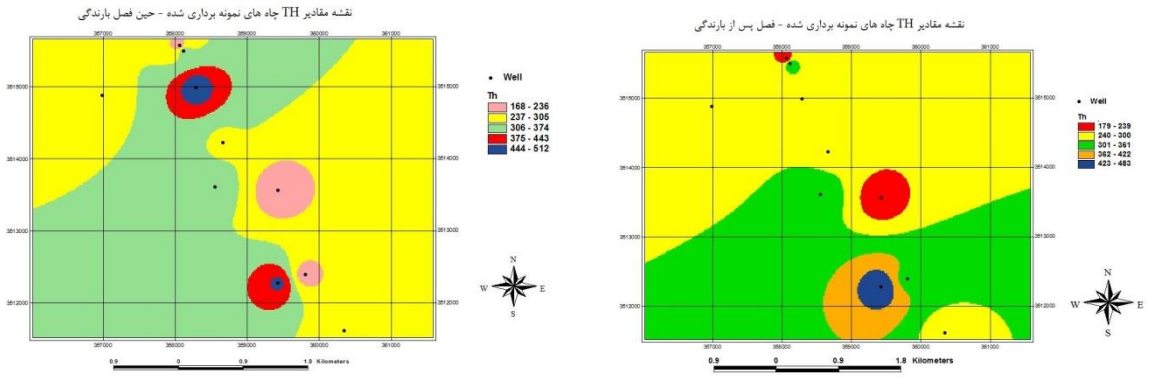
شکل ۵- نقشه تغییرات مکانی سدیم به روش کریجینگ



شکل ٦- نقشه تغییرات مکانی سولفات به روش کریجینگ



شکل ۷- نقشه تغییرات مکانی TDS به روش کریجینگ



شکل ۸- نقشه تغییرات مکانی TH به روش کریجینگ

نتیجه گیری

ازدیاد جمعیت و افزایش وسعت زمینهای کشاورزی سبب برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی شده و از طرف دیگرتخلیه فاضلاب شهری و پسابهای کشاورزی به آب زیرزمینی آلودگی سفره را به همراه داشته است که در کنار سایر آلوده کننده های صنعتی و طبیعی باعث تغییر در ترکیب آب زیرزمینی می‌شود.

در دشت گلگیر با توجه به اینکه بیشتر آبهای مصرفی از آبهای سطحی تامین می شود، چندان مشکل آلودگی آب زیرزمینی قابل توجه نیست اما در دشت مذکور بدلیل بالا بودن سطح کشت و نفوذ پسابهای کشاورزی کاتیون و آنیون‌ها وارد آب زیرزمینی می شود. در این تحقیق ۱۰ نمونه از چاههای روستایی مورد بررسی قرار گرفت. مقادیر پارامترهای کیفی کلسیم، منیزیم، سدیم، کلراید، کل املاح محلول، سختی کل، سولفات و بی کربنات در دو دوره فصل بارندگی و پس از فصل بارندگی مورد بررسی قرار گرفت و به دلیل اختلاف ناچیز پارامترها در این دو دوره از میانگین پازامترها استفاده شد. سپس مقادیر پارامترها جهت استفاده به عنوان شرب با استفاده از نمودار شولر مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشتر پارامترها در نمونه ها در محدوده خوب و قابل شرب قرار گرفتند و بنابراین می توان نتیجه گرفت که آب زیرزمینی دشت گلگیر جهت استفاده در شرب مناسب است.

در نهایت برای بررسی تغییرات مکانی پارامترهای مورد بررسی از روش میان یابی زمین آماری کریجینگ استفاده شد و نقشه های تغییرات مکانی پارامترها تهیه شد. توزیع مقادیر پارامترها در منطقه مورد بررسی نشان داد که الگوی منظمی برای همه پارامترها نمی توان بیان نمود و تغییرات مکانی پارامترها الگوی منظمی ندارند و تا حدودی در بیشتر نقشه ها مقادیر پارامترها در بخشهای مرکزی منطقه مقادیر کمتری داشته اند. در نهایت آب زیرزمینی منطقه مورد بررسی مشکل حادی نداشته و در تمام محدوده مورد بررسی آب زیرزمینی قابل شرب است.

تقدیر و تشکر

این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر استخراج شده است.

منابع

۱- پسندید ه فرد، ز.، سلمان ماهینی، ع.، میرکریمی، س.ح.، اکبری، م. وم. غلامعلی فرد، ۱۳۹۲. بررسی تغییرات فصلی پارامترهای کیفی آب در حوضه آبخیز گرگانرود به وسیله روش های آماری چند متغیره، مجله بوم شناسی کاربردی، ۶، ۵۳-۶۲.

۲- حسنی،ق.، محوی، ا.ح.، ناصری، س.، عرب علی بیگ، ح.، یونسیان، م، قریبی، ح،۱۳۹۱. طراحی شاخص کیفی آب های زیرزمینی با استفاده از منطق فازی، مجله سلامت و بهداشت اردبیل، دوره سوم، ۱، ۳-۱۸.

۳- دیندارلو، ک.، علیپور، و. و ق. فرشیدفر. ۱۳۸۷. کیفیت شیمیایی آب شرب بندرعباس، مجله بهداشت هرمزگان، ۱۰، ۱، ۵۷-۶۲.

۴- علیزاده، ا. ۱۳۸۶. اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی.

۵- غضنفری،م. و م. رضایی، ۱۳۸۵ . مقدمه ای بر نظریه مجموعه های فازی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

۶- کالیراد، ز.، ملکیان، آ. و ب. معتمد وزیری، ۱۳۹۲. تعیین الگوی توزیع منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی :حوزه آبخیز الشتراستان لرستان)، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۷، ۶۹-۵۷.

۷- محمدیاری،ف.، اقدر، ح. و ر. بصیری، ۱۳۹۶. پهنه بندی کیفیت آب زیرزمینی از لحاظ شرب با استفاده از روش های زمین آمار مطالعه موردی :مناطق خشک مهران و دهلران، فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۶، شماره ۱۰۱، ۲۰۸-۱۹۹.

۸- مفتاح هلقی،م. و ا. هزارجریبی، ۱۳۹۰. وضعیت آلودگی منابع آب زیرزمینی حوضه قره سو از استان گلستان، دوره ۱۸، شماره ۱، ۱۰۱-۸۱.

۹- مهدوی، محمد. ۱۳۸۱. هیدرولوژی کاربردی، جلد اول، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۰- هرچگانی، ح. و س.س. حشمتی، ۱۳۹۱. پهنه بندی شاخصهای کیفی آب زیرزمینی شهرکرد به منظور استفاده در طراحی سامانه های آبیاری، مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۱، ۵۹-۴۳.

11- 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; 4 (2) :138-147 URL: http://jhr.ssu.ac.ir/article-1-262-fa.html

12- Bieranye Bayaa Martin Saana, S., Asiedu Fosu, S., Etsey Sebiawu, G., Jackson, N and Karikari, Th., 2016. Assessment of the quality of groundwater for drinking purposes in the Upper West and Northern regions of Ghana, Springerplus, 5(1), doi: 10.1186/s40064-016-3676-1

13-Datta, P.S., Deb D.L., Tyagi, S.K. 1997.Assessment of groundwater contamination from fertilizers in the Delhi area based on 180, N03− and K+ composition. J Contam Hydrol.1997;27(3-4):249-62.

14- Demir, Y., Ersahin, S., Güler, M., Cemek, B., Günal,H. and Arslan, H .(2009). Spatial variability of depth and salinity of groundwater under irrigated ustifluvents in the Middle Black Sea Region of Turkey. Environ Monit Assess, 158(1-4): 279-94.

15- Pawar, S., Panaskard, B., & Wagh, M. 2014. Characterization of groundwater using water quality index of solapur industrial, (case study: Maharashtra, INDIA). International journal of Research in Engineering & Technology, 2(4), 31-36.

16. Robertson, W.D, Russel, B.M, Cherry, J.A. 1996. Attenuation of nitrate acquitted sediments of southern Ontario. Hydro.180(1-4):267-81.

17- Sarani,S, Sarani, N, Rafat, SH, Tabatabaii, S.M. 2012. Study of the Quality of agricultural and drinking water of Chahnimeh Reservoirs in Sistan, International Conference on Chemical, Ecology and Environmental Sciences,118- 122.
18- Stigter, T.Y., L. Ribeiro and A.M.M. CarvalhoDill. 2006. Evaluation of an intrinsic and a specific vulnerability assessment method in comparison with groundwater salinisation and nitrate contamination levels in two agricultural regions in the south of Portugal. Hydrogeology, 14 (1-2): 79-99.
19- Ta'any, R.A., Tahboub, A.B., and Saffarini, G.A. 2009. Geostatistical analysis of spatiotemporal variability of groundwater level fluctuations in Amman-Zarqa basin, Jordan: a case study. Environ. Geol., 57: 525-535.
20- Vijay, K. and J. Remadevi. 2006. Kriging of groundwater levels (a case study). Journal of Spatial Hydrology, 1: 81- 92.