

غیرکواترنری از جمله آهک آسماری و سازندهای گروه گچساران که به ترتیب دارای توان تولید تیپ آبی کربناته و کلروره را دارند، افزوده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبخوان، تیپ کربناته، سازند کواترنری، نقشه زمین‌شناسی، سیستم مختصات جغرافیایی (GIS).

مقدمه

نقش اساسی آب زیرزمینی به‌عنوان منابع تأمین آب شرب میلیون‌ها نفر در مناطق روستایی، بر هیچ کس پوشیده نیست. سیستم‌های مدیریتی از جمله مدیریت منابع آب زیرزمینی که در سال‌های اخیر با بحران افت سطح ایستابی کاهش حجم مواجه می‌باشند، نیازمند یک سیستم پیش‌بینی جهت اعمال مدیریت صحیح‌تر برای جلوگیری از بحران در این بخش از منابع آب می‌باشد [۶]. بنابراین، ممکن است در بعضی مناطق، منابع آب سطحی محدود بوده یا به‌راحتی در دسترس انسان قرار نگیرد در این قبیل مناطق می‌توان نیاز انسان‌ها را به آب از طریق آب‌های زیرزمینی برطرف نمود [۱۷]. در سال‌های اخیر به دلیل افزایش شدید جمعیت و تقاضا برای تأمین آب که باعث فشار بر کمیت و کیفیت آب می‌گردد، کمبود منابع آب‌های زیرزمینی به یک خطر گسترده جهانی تبدیل شده است. عوامل طبیعی مهم و تأثیرگذار بر کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی که شامل املاح و ترکیبات موجود در سازندهای زمین‌شناسی است که منابع آبی از آن منطقه عبور می‌کنند و نیز با توجه به رشد جمعیت، گسترش سطح زیر کشت آبی و وجود آلاینده‌ها در آب‌های زیرزمینی که از فعالیت‌های انسانی نتیجه می‌شود، لزوم پایش هر چه بیش‌تر منابع آب زیرزمینی را ضروری می‌سازد [۳]. کیفیت آب زیرزمینی تابع نوع و میزان حلالیت‌پذیری املاح و نمک‌های موجود در سنگ‌ها بوده و تغییرات آن به عواملی چون کانی‌های در تماس با آب، درجه حرارت، مدت تماس آب با کانی و میزان دی‌اکسید کربن محلول در آب بستگی دارد. از این‌رو، تغییر کیفیت آب زیرزمینی در حین نفوذ و انتقال آب درون زمین امری اجتناب‌ناپذیر بوده و یکی از مراحل تکامل کیفیت آب زیرزمینی است. با بررسی هیدروشیمیایی می‌توان به بسیاری از خصوصیات آبخوان‌ها از جمله مسیر جریان و نوع سنگ کف آبخوان پی برد [۸، ۲۲، ۱۶]. بررسی‌های حاصل از تأثیر ساختاری گنبد نمکی بر شوری آب‌های زیرزمینی، از تأثیر آن بر آب‌های زیرزمینی و پیش‌روی شوری آب‌های زیرزمینی را به دنبال داشته است. هم‌چنین، وجود

تأثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی با کاربرد تلفیقی GIS و منطق بولین، مطالعه موردی: حوزه آبخیز دشت امامزاده جعفر گچساران

محمدتقی آوند*^۱ و محمدرضا اختصاصی^۲

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۵/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۰۹

چکیده

یکی از منابع مهم تأمین آب در اکثر نقاط ایران سفره‌های آب زیرزمینی است که در دهه‌های اخیر تحت تأثیر عوامل مختلف طبیعی و انسانی قرار گرفته است. از جمله عوامل طبیعی می‌توان به سازندهای زمین‌شناسی و کاهش بارش در اغلب مناطق اشاره کرد. در این پژوهش، بررسی کیفی منابع آب زیرزمینی و ارتباط آن‌ها با سازندهای زمین‌شناسی مدنظر قرار گرفت. به این منظور، ابتدا با استفاده از نقشه زمین‌شناسی منطقه، سازندهای زمین‌شناسی استخراج شد. سپس، داده‌های کیفی ۴۰ چاه بهره‌برداری و پی‌زومتری، به‌منظور تعیین تیپ آب منطقه وارد نرم‌افزار Chemistry گردید. سپس سازندهای زمین‌شناسی با توجه به توان تولید تیپ آن‌ها و اثر انحلالی آن‌ها، طبقه‌بندی شده؛ در مرحله بعد، بافرهایی به فواصل ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ کیلومتری در اطراف چاه‌ها ایجاد و لایه‌های آن با نقشه‌های زمین‌شناسی برش داده شد. نتایج بدست آمده با استفاده از آزمون t -test نشان داد که با احتمال ۹۵ درصد، در فواصل ۱، ۳، ۵ و ۷ کیلومتری از چاه‌ها، درصد تأثیر انحلال سازندها بر چاه‌های بهره‌برداری، معنادار است، اما در فاصله ۱۰ کیلومتری و با افزایش فاصله، این تأثیر کمتر شده و معنی‌دار نبوده، اما تأثیر مجموع سازندهای غیرکواترنری بر چاه‌ها افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از منطق بولین نیز نشان داد که سازند (Qt_2) در فواصل نزدیک به چاه‌ها بیش‌ترین گسترش را دارند که شامل مخروط افکنه‌ها و رسوبات آبرفتی جوان است و محل اصلی تغذیه آبخوان‌ها می‌باشند. اما هرچه فاصله از چاه‌ها افزایش می‌یابد، تأثیر سازندهای

۱- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.
Email: Mt.avand70@gmail.com

۲- استاد، گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

گسل باعث پیش‌روی بیش‌تر شوری در دشت گردیده است [۱۵]. نتایج حاصل از بررسی نقش عوامل ساختاری در فراوانی منابع آب با استفاده از سنجش از دور^۱ و سیستم اطلاعات جغرافیایی^۲ در مناطق مختلف با کمک تحلیل‌های مکانی و منطقه‌بندی در ArcGIS، نشان از همبستگی میان پراکنش چشمه‌ها و مجموع آبدهی سالانه آن‌ها در واحد اراضی مطابق با سازندها است [۵]. در مناطق مجاور به حوزه آبخیز بزرگ کویر مرکزی نیز بررسی تأثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی با استفاده از لایه‌های مختلف اطلاعاتی نشان می‌دهد که گسترش سنگ کف مارنی در دشت‌سر و پلایا عامل اصلی تخریب کیفیت آب زیرزمینی است [۱۸]. پژوهش‌های انجام شده در در حوضه اوراپوس-کالاموس در یونان بر روی نمونه‌های آب زیرزمینی به منظور تعیین رابطه بین کیفیت آب و ژئولوژی نشان داد که در ترکیب آب‌های زیرزمینی وجود عناصر V, Rb, Na, Mg, K, Cl, B به‌علت انحلال رسوبات کواترنری در این منطقه بود [۱۹]. هم‌چنین، در پژوهشی مشابه در حوضه رودخانه ژاب در پاکستان که بر روی شیمی آب‌های زیرزمینی برای تعیین کیفیت آب تمرکز کرده بود، نمونه‌های آب از چاه‌های باز نشان داد که ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی با مقادیر بالای سدیم و کلرید، نتیجه سازندهای زمین‌شناسی نمکی در این منطقه بوده است [۲۰]. کیفیت آب به منابع آلاینده طبیعی (واکنش‌های خاک و سنگ) و انسانی (زباله‌های خانگی و صنعتی) وابسته است در نتیجه مطالعات پیرامون این منابع از اهمیت بالایی برخوردار هستند. شیمی آب‌های زیرزمینی اهمیت تعامل بین خاک/سنگ و کیفیت آب را شرح می‌دهد [۲]. اطلاع از وضعیت کیفی و کمی آب‌های زیرزمینی این امکان را فراهم می‌سازد تا ضمن استفاده از آن در موارد مختلف شیوه‌هایی اتخاذ شود تا کمترین آسیب به این منابع وارد شود [۱]. در این راستا، می‌توان با پهنه‌بندی به ارائه تصویری صحیح از وضعیت کیفی آب‌های زیرزمینی پرداخت و علاوه بر افزایش مشارکت مردمی در حفظ سلامت و کیفیت آب‌های زیرزمینی، ابزاری مفید در اختیار قرار داده شود تا هرگونه تصمیم‌گیری مدیریتی که اثرات زیست‌محیطی آن به صورت مستقیم یا غیرمستقیم متوجه آب‌های زیرزمینی کشور باشد، با آگاهی بیش‌تری اتخاذ شود و ضرورت اعمال شیوه‌های مدیریتی منابع آب در هر نقطه مشخص گردد [۱۷]. ارزیابی کیفی آب‌های زیرزمینی با استفاده از تکنیک‌های آماری و براساس ترکیبات فیزیک و شیمیایی نشان می‌دهد که فاکتورهای غالب مؤثر بر آب‌های زیرزمینی از واکنش سازندهای مختلف و براساس ژئوشیمی آن‌ها تعیین می‌شود [۲۳] و [۲۱]. لذا در این مقاله ارتباط کیفیت منابع آب زیرزمینی با سازندهای زمین‌شناسی موجود در دشت امامزاده جعفر، پرداخته شده است. این پژوهش به‌عنوان اولین کار در این زمینه در دشت مورد نظر می‌باشد و نتایج این بررسی می‌تواند در سیاست‌گذاری و مدیریت، استحصال آب قابل استفاده به‌منظور شرب، کشاورزی و صنعت و هم‌چنین مکان‌یابی

1. Remote Sensing
2. Geographical Information System

پروژه‌های تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب به کار برده شود. هم‌چنین، آگاهی از محل و موقعیت سازندهایی آلوده کننده منابع آب زیرزمینی، می‌تواند سرفصل بسیاری از تحقیقات مربوط به آب را تشکیل دهد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

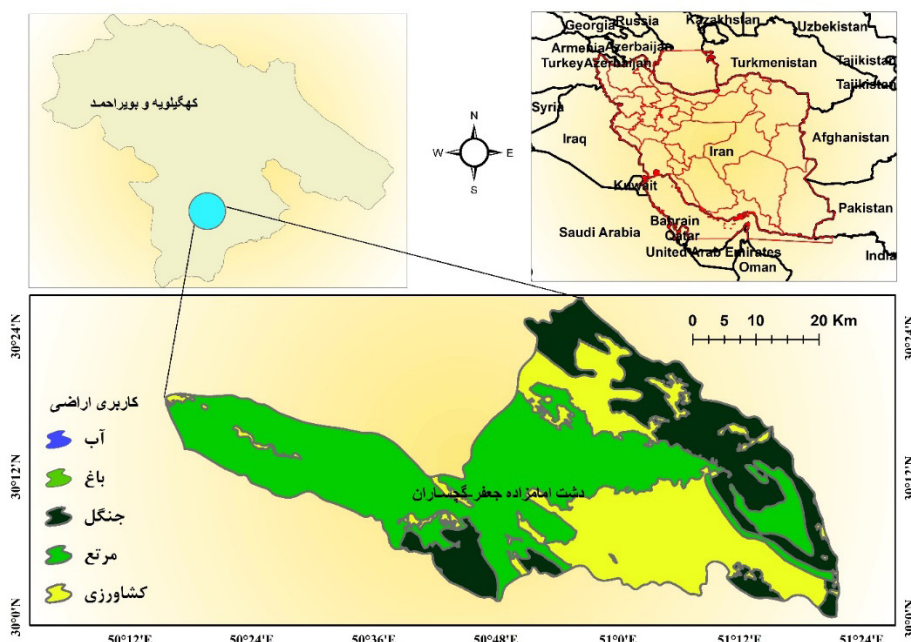
دشت امامزاده جعفر در فاصله ۵ کیلومتری شمال شرق شهر گچساران و در ناحیه گرمسیری و خشک جنوب استان کهگیلویه و بویراحمد، بین عرض ۳۰ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲ دقیقه شرقی واقع شده است (شکل ۱). حوزه آبریز این دشت از زیر مجموعه حوزه آبریز رودخانه زهره به وسعت ۲۲۰ کیلومتر مربع بوده که حدود ۱۳۰ کیلومتر مربع آن کوهستانی و بقیه دشت نسبتاً مسطح و متوسط ارتفاع آن از سطح دریا ۷۲۰ متر است.

زمین‌شناسی منطقه

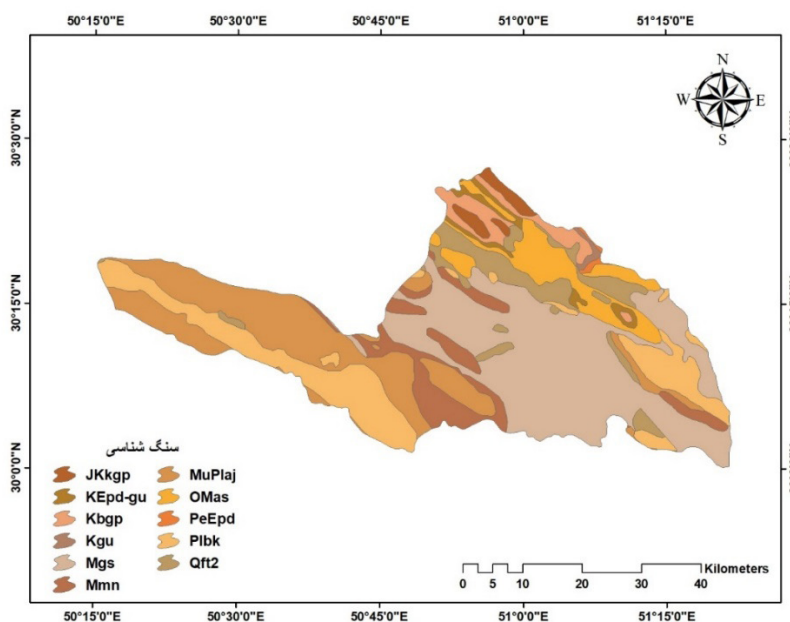
از دیدگاه زمین‌شناسی دشت امامزاده جعفر با امتداد شمال غربی- جنوب شرقی در زون زاگرس چین‌خورده واقع شده است. تشکیلات زمین‌شناسی مختلفی از رسوبات متعلق به دوره ژوراسیک تا کواترنری در محدوده مورد مطالعه رخنمون دارند. در ناحیه شمالی دشت سازند آسماری با لیتولوژی آهک کرم تا قهوه‌ای رنگ رخنمون داشته و شیب لایه‌های این سازند به سمت دشت بوده و در بیرون‌زدگی به صورت برجسته با درز و شکاف‌های زیاد به خوبی مشخص است. در قسمت جنوبی دشت سازند میشان با لیتولوژی آهک‌های صدف‌دار و مارن‌های خاکستری که در برخی مناطق به آهک‌های مرجانی نیز تبدیل شده است رخنمون دارد، با توجه به شیب و امتداد این لایه گسترش آن در زیر رسوبات آبرفتی دشت وجود ندارد. بر اساس شواهد زمین‌شناسی و چینه‌شناسی سنگ کف در محدوده مورد مطالعه را واحدهای سازند گچساران تشکیل می‌دهد (شکل ۲). ضخامت آبرفت‌های دشت از صفر در دامنه ارتفاعات تا حدود ۱۳۲ متر در مرکز متغیر است. در نواحی شمالی مواد آبرفتی و واریزه‌ای در امتداد مخروط‌افکنه‌ها غالباً درشت از نوع قلوه سنگ، گراول، ماسه و رس، در نواحی مرکزی با دانه‌بندی متوسط و در نواحی خروجی دشت، مواد ریز دانه از جنس سیلت، رس و لیمون است. جهت جریان آب‌های زیرزمینی در دشت از شمال غرب به جنوب شرق بوده، متوسط ضخامت آبخوان حدود ۷۹ متر و حداقل و حداکثر عمق آب زیرزمینی به ترتیب حدود ۹۰ (در نواحی شمال) و حدود ۲۰ متر (در نواحی جنوبی دشت) است [۴]. جدول ۱ واحدهای لیتولوژیک را نشان می‌دهند.

جمع‌آوری و پالایش داده‌های آماری

آمار اندازه‌گیری شده پارامترهای کیفی مربوط به حدود ۴۰ چاه بهره‌برداری و پی‌زومتری این دشت از شرکت آب منطقه‌ای استان کهگیلویه و بویراحمد شهر یاسوج دریافت گردید. پس بازسازی



شکل ۱: موقعیت دشت امامزاده جعفر گچساران در استان کهگیلویه و بویراحمد، ایران



شکل ۲: جنس سازندهای موجود در حوزه آبخیز دشت امامزاده جعفر گچساران

لیتر تبدیل واحد شد و سپس وارد نرم افزار گردید. غلظت برحسب میلی گرم در لیتر = وزن معادل $\times$ غلظت برحسب میلی اکی والان در لیتر (رابطه ۱)، به منظور تعیین تیپ-رخساره در چاه های بهره برداری و نیز بررسی تغییرات پارامترهای آب های زیرزمینی در سه دوره سه ساله (سال های ۸۳-۸۶ و ۸۸-۹۰ و ۹۱-۹۳) تعداد سه چاه شاهد در نقاط مختلف دشت تعیین شد. در این راستا، میزان پارامترهای سولفات، سدیم، کلر، کل مواد جامد محلول، سختی کل، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در چاه های شاهد و بهره برداری تعیین شد

نواقص آماری یک دوره نه ساله از داده ها از سال ۸۳-۹۳ انتخاب شد و سپس این دوره نه ساله بر اساس مطالعات دیگر کارهای انجام شده در این زمینه و به منظور بررسی و مقایسه دوره های مختلف با همدیگر و تعیین روند آن ها، به سه دوره سه ساله تبدیل شد [۱۳].

تعیین کیفیت آب های زیرزمینی

تعیین تیپ آب های زیرزمینی دشت امامزاده جعفر بر اساس پارامترهای کیفی آب و با استفاده از نرم افزار Chemistry انجام شد. بدین ترتیب که ابتدا آمار کیفی مربوط به یونها که با واحد میلی اکی والان بر لیتر بود با استفاده از رابطه (۱) به میلی گرم بر

جدول ۱: مساحت سازندهای موجود در منطقه (سازمان زمین شناسی، ۱۳۸۲)

اختصار	سازند	دوره	مساحت KM^2	مساحت (درصد)
QT2	رسوبات مخروط افکنه	کواترنری	۱۴۱/۲۶	۲۱/۳۵
OMA	آسماری	میوسن	۱۱۷/۴۶	۱۷/۷۵
PLB	بختیاری	پالیوسن	۱۳/۳۹	۲/۰۲
KE	کژدمی	کرتازوییک	۳۰/۵۴	۴/۶۱
MGS	گچساران	میوسن	۱۷۱/۲۶	۲۵/۸۸
MU	آغاجاری	میوسن	۱۶/۵۹	۲/۵
MM	میشان	میوسن	۴۵/۵۳	۶/۸۸
JKK	فهلپان- گدوان و داریان	ژوراسیک - کرتازوییک	۲۶/۷۱	۴/۰۳
KB	کژدمی و سروک - ایلام	کرتازوییک	۷۳/۲۱	۱۱/۰۶
KG	پابده و گورپی	گرتازوییک	۸/۴	۱/۲۶
PE	پابده	سنوزوییک	۱۷/۲	۲/۵۹

جدول ۲: توان تولیدی تیپ آب هر سازند [۷]

تیپ* آب	اختصار	سازند مربوط	گروه سنگ اصلی
کربناته	Oma	آسماری	آهک کرم تا قهوه ای، لایه نازک مارن
کربناته	Ep	پابده	آهک رسی، شل
سولفات	EpKgu	پابده-گورپی	ترکیب هر دو سنگ گورپی و پابده
سولفات	Kgu	گورپی	آهک مارنی، شیل تیره، مارن دریایی
کربناته	Kb	ایلام-سروک	آهک رستی دانه ریز و آهک رسی
سولفات	Jh	سری هرمز	سنگ نمک، ژپیس، آهک رسوبی سیاه و سفید، دولومیت، چرت قهوه ای، ماسه سنگ قرمز، شیل های مرتبط با سنگ آذرین
-	-	کواترنری	رسوبات آبرفتی و دامنه ای
کربناته	Plb	بختیاری	کنگلومرای سخت و مقاوم
سولفات	Ma	آغاجاری	ماسه سنگ آهکی، سیلستون، مارن قرمز ژپیس دار
سولفات	Mgs	گچساران	آهک مارنی، شیل، ملرن، انیدریت، نمک
سولفات	Mm	میشان	مارن سبز با رگه های شیل آهکی

*منظور از تیپ آب در واقع غالبیت سازند و مواد انحلالی موجود در آب است.

توان تولید تیپ آب سازنده

جدول (۲) نشان دهنده سازندهای موجود در منطقه مشرف بر دشت، سن و سنگ شناسی مربوط به هر سازند مربوط به هر کدام است. همچنین، جدول (۳) اثر انحلال سازندها (کیفیت سازندها) در محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد.

تعیین سازندهای مؤثر بر چاهها

در راستای تعیین سازندهای مؤثر بر چاهها و به دلیل پراکنش مکانی سازندهای متفاوت و میزان حلالیت متفاوت این سازندها و تأثیر آن بر کمیت و کیفیت آب پیرامون هر چاه بافرهای ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ کیلومتری ایجاد شد، با قطع لایه بافر هر چاه با نقشه زمین شناسی

جدول ۳: اثر انحلال سازندها (کیفیت سازندها) براساس نرم افزار Chemistry [۲۴]

کیفیت	اختصار	سازند مربوط	گروه سنگ اصلی
خیلی خوب	Oma	آسماری	آهک کرم تا قهوه ای، لایه نازک مارن
بد	Ep	پابده	آهک رسی، شل
بد	EpKgu	پابده-گورپی	ترکیب هر دو سنگ گورپی و پابده
بد	Kgu	گورپی	آهک مارنی، شیل تیره، مارن دریایی
خوب	Kb	ایلام-سروک	آهک رستی دانه ریز و آهک رسی
نامناسب	Jh	سری هرمز	سنگ نمک، ژپیس، آهک رسوبی سیاه و سفید، دولومیت، چرت قهوه ای، ماسه سنگ قرمز، شیل های مرتبط با سنگ آذرین
	-	کواترنری	رسوبات آبرفتی و دامنه ای
خوب	Plb	بختیاری	کنگلومرای سخت و مقاوم
نامناسب	Ma	آغاچاری	ماسه سنگ آهکی، سیلستون، مارن قرمز ژپیس دار
نامناسب	Mgs	گچساران	آهک مارنی، شیل، ملرن، انیدریت، نمک
نامناسب	Mm	میشان	مارن سبز با رگه های شیل آهکی

نتایج و بحث

تیپ‌بندی آب‌های زیرزمینی دشت امامزاده جعفر

تیپ‌بندی آب در طی دوره نه ساله و نیز در دوره‌های سه ساله، برای چاه‌های شاهد و چاه‌های بهره‌برداری منطقه با استفاده از نرم‌افزار Chemistry انجام و سپس تیپ-رخساره آن‌ها نیز تعیین شد. بررسی نقشه تیپ‌بندی دشت نشان می‌دهد که تیپ غالب آب زیرزمینی کربناته و رخساره غالب آن نیز کلسیک است. بررسی‌های هیدروژئولوژیک بر روی چشمه‌ها از حوزه آبریز قزل اوزن نیز نشان داد که کیفیت آب منطقه از نظر شرب براساس نمودار شولر در محدوده خوب تا قابل قبول و از نظر مصارف کشاورزی در محدوده مطلوب قرار گرفت. تیپ غالب آب تقریباً برای تمامی چشمه‌ها که از سازندهای کرج، دگرگونی‌های پرکامبرین و دولومیت‌های سلطانیه خارج می‌شوند از نوع بیکربناته کلسیک و مطابق با نوع سازندها است [۱۴]. نتایج حاصل از ایجاد بافرها نشان داد که سازند کواترنری (Qt_2) در فواصل یک کیلومتری به چاه‌ها بیش‌ترین گسترش را دارند که شامل مخروط‌افکنه‌ها و رسوبات آبرفتی جوان هست، این رسوبات حاوی آبرفت‌های درشت‌دانه هست و محل اصلی تغذیه آبخوان‌ها است و منابع آبی زیادی را در خود جای داده‌اند اما هرچه فاصله از چاه‌ها افزایش می‌یابد، تأثیر سازندهای غیرکواترنری از جمله سازندهای گروه فارس (گچساران) و سازندهای آهکی آسماری که به ترتیب نقش بیشتری در تولید تیپ آب سولفات در دشت مذکور دارند که با نتایج ناصری و دادروان [۱۴] در حوزه آبریز قزل‌اوزن و رحمتی [۱۱] در حوزه آبخیز پیرانشهر مطابقت دارد.

سازندهای مؤثر بر چاه‌های بهره‌برداری با ایجاد بافرهایی به شعاع ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ کیلومتری پیرامون هر

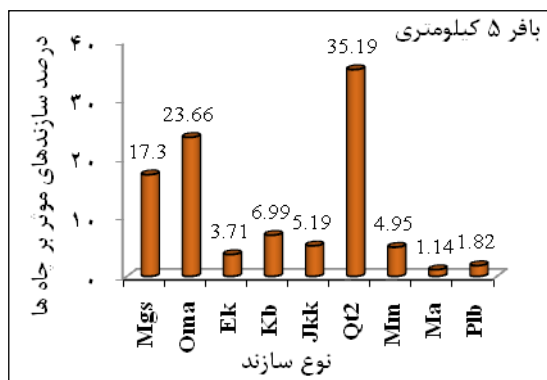
منطقه، سازندهای مؤثر بر چاه‌ها، برحسب بیش‌ترین سطح پوشش در محدوده هر بافر تعیین [۱۳].

آزمون T test

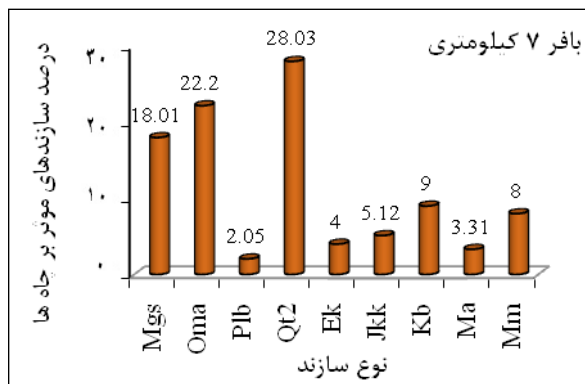
در این پژوهش به‌منظور بررسی معنی‌دار بودن تأثیر سازندها بر کیفیت آب‌های زیرزمینی از آزمون t-test در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. این آزمون زمانی استفاده می‌شود که میانگین یک متغیر از حدود خاصی فراتر می‌رود و داده‌های ما نیز تصادفی باشد [۹].

منطق بولین

به‌منظور صحت نتایج به دست آمده و هم‌چنین تعیین میزان دقت مطالعه انجام‌شده از تأثیر سازند بر کیفیت منابع آبی از منطق بولین استفاده شد. در این منطق ارزش‌گذاری چاه‌ها در سازندها بر اساس میزان تأثیرپذیری چاه‌ها از سازندهای کواترنری ارزش صفر و یک گرفتند به این صورت که چاه‌هایی که کیفیت و کمیت آن‌ها تحت تأثیر سازند کواترنر قرار داشت عدد یک و چاه‌هایی که از این سازند تأثیر نمی‌پذیرفتند عدد صفر تعلق گرفت [۱۳]. با توجه به این‌که بیش‌تر چاه‌ها در سازند کواترنری حفر شده است، با بررسی بافرهای مختلف ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ کیلومتری در اطراف چاه‌های بهره‌برداری با نقشه‌ی زمین‌شناسی، نشان داد که در فواصل مختلف مساحت‌های مختلفی بر روی چاه‌های موجود تأثیر دارد که در فاصله یک کیلومتری ۸/۸۰ درصد چاه‌ها تحت تأثیر سازندهای کواترنری جوان، در فاصله ۳ کیلومتری ۴۷/۱ درصد چاه‌ها تحت تأثیر سازندهای کواترنری جوان، در فاصله ۵ کیلومتری ۳۵/۱ درصد چاه‌ها تحت تأثیر سازندهای کواترنری جوان و در فاصله ۱۰ کیلومتری ۲۲/۲ درصد چاه‌ها تحت تأثیر سازند کواترنری جوان قرار می‌گیرند.



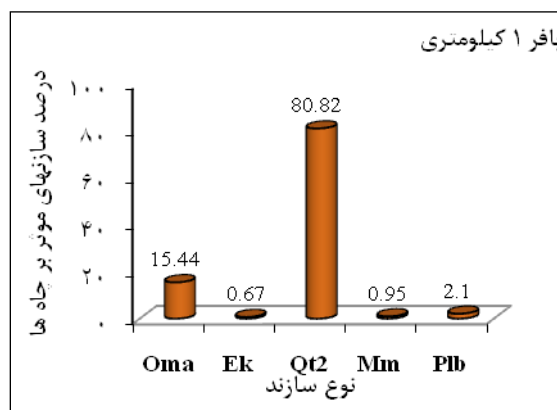
شکل ۵: فراوانی سازندهای مؤثر در فاصله ۵ کیلومتری



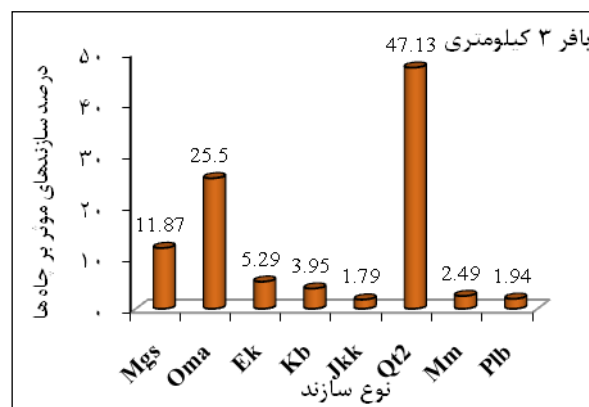
شکل ۶: فراوانی سازندهای مؤثر در فاصله ۷ کیلومتری

با توجه به نمودارهای ارائه شده در فواصل مختلف ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ کیلومتری از چاه‌های بهره‌برداری مورد بررسی و با توجه به نتایج حاصل از بررسی کیفیت به دست آمده از نرم افزار Chemistry و اطلاعات حاصل از داده‌های موجود مشخص شد و با چاه‌های شاهد مقایسه گردید و نتایج نشان داد که به تدریج با افزایش فاصله از چاه‌ها از تأثیر سازندهای کوآترنری کاسته شده و بر تأثیر سازندهای غیرکوآترنری از جمله سازندهای گروه فارس و آسماری افزوده می‌شود.

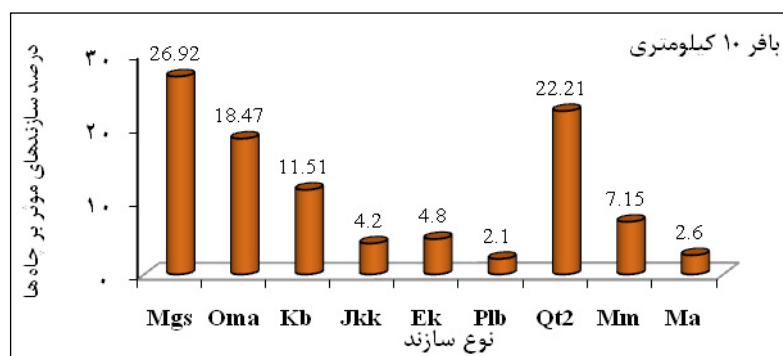
چاه و سپس قطع آن با لایه زمین‌شناسی منطقه سازندهای مؤثر بر چاه‌های بهره‌برداری در فواصل تعیین شده مشخص گردید و نتایج حاصله با چاه‌های شاهد (از بین کل چاه‌های موجود سه چاه را به عنوان چاه شاهد در نظر گرفته شد) مقایسه شد. نتایج نشان می‌دهد که این چاه‌ها در فاصله یک کیلومتری حدود ۸۰/۸۲ درصد تحت تأثیر سازندهای کوآترنری جوان (Qt_2) با کیفیت خوب هستند.



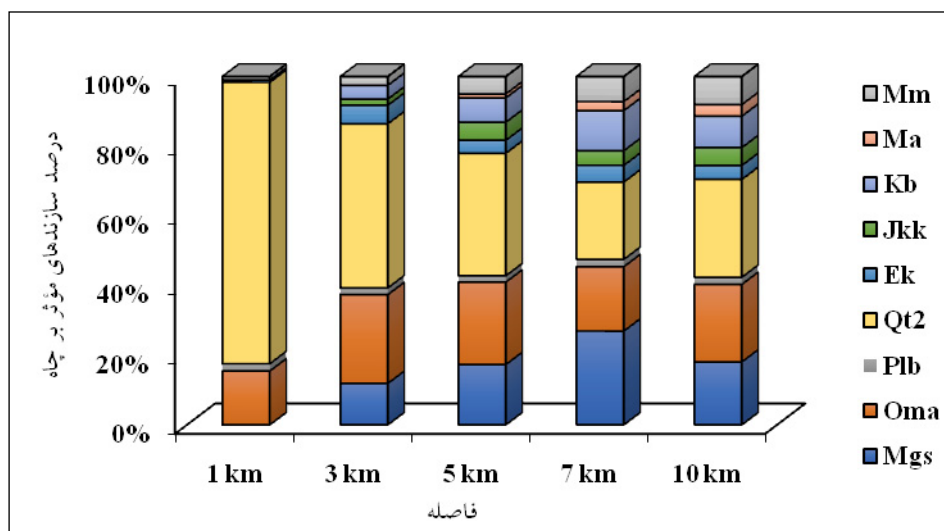
شکل ۳: فراوانی سازندهای مؤثر در فاصله ۱ کیلومتری



شکل ۴: فراوانی سازندهای مؤثر در فاصله ۳ کیلومتری



شکل ۷: فراوانی سازندهای مؤثر در فاصله ۱۰ کیلومتری



شکل ۸: فراوانی سازندهای موجود در دشت و حوزه آبخیز امامزاده جعفر گچساران
جدول ۴: نتایج حاصل از آزمون t-test در بررسی تأثیر سازندها در فواصل مختلف

One-Sample Test						
Test Value = 0						
تأثیر سازند در فواصل	t	درجه آزادی	معنی داری	اختلاف میانگین	تفاوت در سطح اعتماد ۹۰ درصد	
					پایین	بالا
۱۰ km	۳/۵۴۲	۸	۰/۴	۱۱/۱۰۶۶۷	۳/۹۹۷۳	۱۸/۲۱۶۰
۷ km	۳/۲۷۵	۸	۰/۰۵	۱۳/۰۸۰۰۰	۴/۸۸۷۹	۲۰/۲۷۲۱
۵ km	۲/۷۲۵	۸	۰/۰۱۷	۱۱/۱۰۵۵۶	۲/۱۶۷۲	۲۰/۱۲۳۹
۳ km	۲/۲۵۱	۷	۰/۰۲۵	۱۲/۷۵۵۰۰	-۰/۸۵۵۹	۲۶/۹۷۲۴
۱ km	۱/۳۰۲	۴	۰/۰۲۹	۲۰/۰۴۲۰۰	-۲۲/۸۲۷۳	۶۲/۳۶۱۳

یک کیلومتری ۸۰/۸۲ درصد چاه‌ها، در فاصله سه کیلومتری ۴۷/۱۳ درصد چاه‌ها، در فاصله ۵ کیلومتری ۳۵/۱۹ درصد چاه‌ها، در فاصله ۷ کیلومتری ۲۸/۰۳ درصد چاه‌ها و در فاصله ۱۰ کیلومتری ۲۲/۲۱ درصد چاه‌ها تحت تأثیر سازند کواترنری جوان قرار می‌گیرند که این سازندها که شامل مخروطافکنه‌ها و رسوبات آبرفتی با ضخامت درشت تا متوسط می‌باشند؛ نتایج این بخش نیز با نتایج به دست آمده از بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی و ارتباط آن با سازندهای زمین شناسی در دشت تربت جام-فریمان حمیدی [۱۰] و کیفیت آب زیرزمینی در دشت کازرون حقیر [۱۴] که نشانگر همبستگی بالای کیفیت آب زیرزمینی با سازندهای مجاور است، مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

موضوع کیفیت آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران مسئله بسیار مهم و غیر قابل اغماض است، اما در سال‌های اخیر به دلیل کاهش بارندگی ناشی از خشکسالی‌های پی‌درپی استخراج از آب زیرزمینی در سطحی گسترده افزایش یافته است. بخش اعظم دشت

آزمون T-Test

نتایج حاصل از این آزمون در جدول (۴) نشان می‌دهد که با احتمال ۹۵ درصد، در فواصل ۱، ۳، ۵ و ۷ کیلومتری از چاه‌ها، درصد تأثیر سازندها بر چاه‌های بهره‌برداری، معنادار است، اما در فاصله ۱۰ کیلومتری و با افزایش فاصله، این تأثیر کم‌تر شده و تأثیر معنی‌داری به این دلیل وجود ندارد، اما تأثیر مجموع سازندهای غیرکواترنری بر چاه‌ها افزایش می‌یابد.

منطق بولین

به‌منظور صحت نتایج به دست آمده و هم‌چنین تعیین میزان دقت مطالعه انجام‌شده از تأثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت منابع آبی از منطق بولین استفاده شد. به این صورت که چاه‌هایی که کیفیت و کمیت آن‌ها تحت تأثیر سازند کواترنر قرار داشت عدد یک و چاه‌هایی که از این سازند تأثیر نمی‌پذیرفتند عدد صفر تعلق گرفت. با توجه به این‌که بیش‌تر چاه‌ها در سازند کواترنری حفر شده است، با بررسی بافرهای مختلف ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ کیلومتری در اطراف چاه‌های بهره‌برداری با نقشه زمین‌شناسی، مشخص شد که در فاصله

the GWQI Quality Index, Water Resources Magazine, 5(13), 1-17.

5-Behnifeer, A.; Sepehr, A. and Mansouri, M. 2012. Geomorphology of the Kalat Mountains: A Study of Correlations Between Springs and Geological Formations. Journal of Geography and Environmental Planning. Year 23, Successive 48, No. 4, Winter 1391. pp. 79-90.

6-Ekrami, M. Et al., 2012. «Investigating the Groundwater Quality and Quantity Variations Trend», Journal of Yazd university, Vol. 10, No. 3- 4, Pp. 82- 91.

7-Kazemi, R, Ghiyomyan, Z and Jalali, N. 2005. Investigating the Role of Structural Factors in the Frequency of Water Resources in Lar Karstic Region Using Remote Sensing and GIS. Journal of Research and Development in Natural Resources, No. 73, Winter 2005. P. 33-41

8-Feyznia, S. And Ahmadi, h. 2006. Quaternary Formations, Tehran University Press, p. 607.

9-Ghobadi, M. 2010. Groundwater. University of Bu-Ali Sina University of Hamedan.

10-Haghir, M. 2014. Quantitative and qualitative correlation of groundwater resources and their relationship with geological formations using Boolean logic (Case study: Kazeroun Basin). Master's Theses, Yazd University, Oct. 2014.

11-Hamidi, F. 2011. Investigation of Groundwater Quality and its Relationship with Geological Formations (Case Study: Torbat-e-Jam-Fariman plain). Master's thesis, Yazd University.

12-Jhabez, A. 1994. Investigation of hydrochemical characteristics of Sarvestan watershed with emphasis on the role of geological formations. Master's thesis of Shiraz University.

13-Mohammadzadeh, F; Ekhtesasi, M.R.; Hosseini, Z.A. 2017. Investigating the Effect of Geological Formations on Groundwater Quality Using Boolean Logic, Case Study: Basin of Bajestan Plain Basin, Journal of Engineering and Watershed Management, Volume 9, Issue 1, Spring 2012, PP, 11-21.

14-Naseri, H; and Farhad. D. 2004. Hydrochemistry of hard formations part of the Ghezel Ozan Basin. The 21st Earth Science Conference, Geological Survey of

امامزاده جعفر را سازند کواترنری با رسوبات آبرفتی جوان با مساحت ۱۴۱/۲۱ کیلومتر مربع تشکیل می‌دهد که از نظر آبخوانداری در دشت مورد مطالعه دارای اهمیت بسیاری است. نتایج نشان داد که دشت مورد نظر از دو تیپ آبی شمالی و جنوبی تشکیل شده است و قسمت جنوبی دشت بر بعضی از چاه‌ها تأثیر فاحشی گذاشته است. بخش شمالی دشت و قسمتی از بخش شرقی دشت در مجاورت سازند آسماری با تیپ آبی خیلی خوب قرار دارد، در حالی که بخش اعظم از سازندهای حوزه آبخیز این دشت را سازندهای گروه فارس به خصوص قسمت جنوبی دشت در مجاورت سازند گچساران با تیپ آبی نامناسب است. تقسیم‌بندی کیفی منابع آب زیرزمینی دشت از لحاظ کشاورزی نشان می‌دهد که مناطق شمالی و شرقی (در مجاورت سازند آسماری) دارای کیفیت خوب و قابل قبول، مرکز دشت (مجاور رسوبات کواترنری) کیفیت متوسط و قسمت جنوبی (مجاور سازندهای گروه فارس) دارای کیفیت نامناسب هستند. نتایج حاصل از تیپ‌بندی آب‌های زیرزمینی، دشت مذکور از لحاظ کیفی به دو تیپ کربناته و سولفاته تقسیم شد. هم‌چنین از آنجایی که بخش زیادی از قسمت‌های مرکزی دشت مورد نظر را سازندهای دوره کواترنری تشکیل می‌دهد که دارای کیفیت آبی خوبی است، باعث شده که بخش اعظم کشاورزی در این بخش متمرکز شود، که به تبع آن برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی به میزان ۱۵ متر افت در مدت ۱۰ سال در این منطقه را سبب شده است مشخص گردید که بیش‌ترین تأثیر را سازندهایی که حداکثر در فاصله ۳ کیلومتری منابع آبی قرار گرفته بودند، دارند. تأثیر سازندهایی که در فواصل بیش‌تری قرار گرفته بودند بسیار کمرنگ دیده می‌شد.

از آنجا که سازندهای مختلف با توجه به لیتولوژی و گستردگی تأثیرات متفاوتی بر روی کیفیت و پارامترهای شیمیایی آب زیرزمینی دارند لذا به‌منظور احداث چاه‌های بهره‌برداری به فاصله و گستردگی سازندهای مجاور و مشرف توجه اکید شود.

منابع

1-Al-khamshan, O. 2008. Assessment of the spring water quality in the Shoubak area, Jordan. Environmentalist, Pp: 203-215.

2-Alizadeh, A. 2007. Applied Hydrology, Astan Quds Razavi Publishing.

3-Asghari Moghaddam, A. and A. Fijany. 2006. Hydrogeological and hydrochemical studies of the basaltic aquifer and karst area of Maku in connection with geological formations. Journal of Earth Sciences, 67: 135-146 (In Persian).

4-Azizi, F and Mohammadzadeh, H. 2012. Evaluation and zoning of the aquifer quality and vulnerability in Emamzadeh Jafar Gachsaran using DRASTIC and

- 20-Umar, M., A. Waseem, M.A. Sabir, A.M. Kassi and A.S. Khan. 2013. The Impact of Geology of Recharge Areas on Groundwater Quality: A Case Study of Zhob River Basin, Pakistan. *Journal of Clean-Soil, Air, Water*, 41: 119-127.
- 21-Grasby, S., J. Osborn and Zh. Chen. 2010. Influence of till Provenance on original groundwater geochemistry. *Chemical Geology*, Pp: 225-237.
- 22-Ostovar, Y., Sh. Zare, H. Beigi Harchegani and K. Asgari. 2013. Effects of geological formation on groundwater quality in Lordegan Region, Chaharmahal- va- Bakhtiyari, Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 17: 1983-1992 (In Persian).
- 23-Samuel. B., O. Olutoyin and J. Akunna. 2008. Surface and groundwater quality assessment using multivariate analytical methods: A case study of the Western Niger Delta, Nigeria. *Physics and Chemistry of the Earth*. 33. 666-673.
- 24-kardovani P, 2014. *Geohydrology*, Tehran University Press, Fourth Edition.
- the Country.
- 15-Pourkerman, M., Naseri, H and Erji, A. 2008. The Structural Effect of Gypsum Dome on Salinity of Groundwater in Darion Plain. *Journal of Basic Sciences, Islamic Azad University, JSIAU*, No. 69, Fall 2008, p. 159-142.
- 16-Rostami Zarrinabadi, A; Forghani, G and Karami, Gh. 2011. Evaluation of hydrogeochemical characteristics of groundwater in Rumshgan Plain, Lorestan, Iran. *Proceedings of the thirteenth Earth Science Forum*, 1st to 3rd of March 2011.
- 17-Shamsai, A; and Jaleh. A. 2001. Drought Effects on Groundwater Quality in Arak. *Second Conference on Combating Dehydration and Drought*, Kerman. P. 736-742
- 18-Shahbazi, and Feyznia, S. 2011. The Effect of Geological Formations on Reduction of Groundwater and Groundwater Quality in Iran's Central Desert Watershed (Case Study: Cheshmeh Ali Damghan Watershed). *Environmental Erosion Research*, No. 1.
- 19-Stamatis,G., D. Alexakis, D. Gamvaroula and G. Migrros. 2011. Groundwater quality assessment in Oropos-Kalamos basin Attica Greece, *Environ Earth Science*, Pp: 973-988.



Abstract

**The Effects of Geological Formations on Quality Groundwater with Application
Boolean Logic (Case study: Emamzadeh Jafar plain)**M. Avand*¹ and M.R. Ekhtesasi²

Received: 2019/07/29 Accepted: 2020/01/29

In this study, the quality of groundwater resources and their correlation with geology formation was considered. For this purpose, using the geological map of the area and geological formation were extracted. Then the qualitative data of 40 operation well and piezometer, to determine the water brigade was entered to the software chemistry. The following formations according to the type of production and the effects of quality, were classified; In the next step, buffers in intervals of 1, 3, 5, 7 and 10 kilometers was created around wells and layers were cut with geological maps. The results obtained using the t-test showed that at 95%, at 1, 3, 5 and 7 kilometers of wells, The impact dissolution of formation on operation wells, is significant but at a distance of 10 kilometers and with increasing distance, this effect was less and significant effect there is not in this respect, But their total impact of non-Quaternary on the wells increases. The results of the Boolean logic also showed that the Qt2 Formation has the most expansion in the proximity of wells, including alluvial fans and young alluvial sediments and are the main aquifer feeding site. But as the distance from the wells increases, the impact of non-Quaternary formations, such as Asmari Lime and the Gachsaran Group Formations, which have the potential to produce carbonate and chlorite types, increases.

Keywords: Aquifer, Quaternary formation, Carbonate type, Geological map.

1. PhD student of watershed management, faculty of natural resources, Tarbiat modares university. Corresponding author, Email: Mt.avand70@gmail.com

2. professor, Department of watershed management, Faculty of natural resources, Yazd university.