بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم‌زمین

رشته زمین شناسی گرایش آبشناسی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی دشت دز غربی،خوزستان

نگارنده: **معصومه کرم‌مقدم**

اساتید راهنما:

دکتر رحیم باقری

دکتر آرش ندری

خرداد ۱۳۹۵

به یاد خدای مهربان

تقدیم به دو گنجینه زندگی‌ام

همسرم و پسرم

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس و درود پروردگار یکتا را، خدایی را که لطف بی‌کرانش همواره شامل حال بندگانش و از جمله بنده حقیر بوده است. بی شک انجام این تحقیق بدون همراهی بزرگوارانی که همواره در طی مسیر مرا یاری نمودند، میسر نبود.در این راه خود را مدیون اساتید بزرگواری می‌دانم که علم و اخلاق را به من آموختند. از زحمات بی‌دریغ استاد عزیز و گرانقدرم جناب آقای دکتر رحیم باقری ودکتر آرش ندری که راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده داشتند و با راهنمایی و مساعدت‌های ارزنده خود در تمامی مراحل این پژوهش دلسوزانه مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین بر خود لازم می‌دانم از جناب آقایان دکتر کرمی و دکتر جعفری که داوری این پایان‌نامه را پذیرفتند سپاسگزار باشم. از همکاری و مساعدت تمامی اساتید محترم دانشکده و همچنین کارمندان محترم دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود و از پرسنل محترم مطالعات پایه منابع آب استان خوزستان، کمال قدردانی را دارم.

از والدین گرانقدرم و همسر عزیزم که همواره مشوق، همدل و راهنمای من در تمامی مراحل زندگی و همچنین مؤثر در شوق ادامه تحصیل بوده‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. از دوستان خوبم خانم‌ها فاطمه عمادی و کبری شیخ لویسی و سایر دوستانم که همیشه حضور گرمشان را در کنارم نمونه بارز لطف خداوندگار می‌دانم کمال تشکر و قدردانی را دارم.

تعهد نامه

دانشکده علوم‌زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده اینجانب معصومه کرم مقدم دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته آبشناسی تحت راهنمائی دکتر رحیم باقری متعهد می‌شوم: پایان‌نامه ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی دشت دز غربی

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده‌است و از صحت و اصالت برخورداراست.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده‌است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « Shahrood University» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده:

دشت دز غربی با مساحتی در حدود ۷۵۷ کیلومتر مربع، در غرب استان خوزستان به صورت دشت کشیده در جهت شمالی-جنوبی قرارگرفته‌است. این دشت از شمال به تاقدیس شیرین‌آباد، از جنوب به تاقدیس سردارآباد، از شرق به رودخانه دز و از غرب به رودخانه کرخه محدود می‌گردد. دشت کاملاً پوشیده از رسوبات آبرفتی حاصل از آوردهای رودخانه‌های کرخه و دز می‌باشد. بررسی نتایج حفاری‌های اکتشافی، پیزومترها و نیز وجود چندین چاه آرتزین مؤید دو آبخوان آزاد و محبوس در منطقه می‌باشد، که اطلاعاتی در مورد آبخوان محبوس در دسترس نبود. متوسط نمایه‌های درجه حرارت، بارندگی و تبخیر تعرق سالانه این منطقه به ترتیب برابر با ۲۴/۲ درجه سانتی‌گراد، ۳۵۸/۸ و ۱۵۰۰ میلیمتر می‌باشد، که از لحاظ اقلیمی در محدوده نیمه‌خشک قرار دارد. جهت عمومی جریان آب زیرزمینی به تبعیت از وضعیت توپوگرافی عمدتاً از شمال شرق به جنوب غرب و بخش‌های میانی دشت جائیکه رودخانه شاوور جریان دارد، می‌باشد. حداکثر افت آب زیرزمینی طی اسفند سال ۱۳۸۴ تا اسفند سال ۱۳۹۲ در بخش شمالی دشت به میزان ۴/۱۲ متر و حداکثر بالاآمدگی سطح آب در مرکز دشت در حدود یک‌متر ملاحظه گردید. بررسی‌های هیدروژئوشیمیایی دشت که بر پایه بررسی گسترده هدایت الکتریکی و همچنین ۲۰ مورد آنالیز آنیون‌ها و کاتیون‌ها اصلی می‌باشد، نشان می‌دهد که کیفیت آب زیرزمینی از شمال به جنوب کاهش یافته‌است. دلیل اصلی این امر مربوط به لیتولوژی منطقه است، که در بخش‌های شمالی منطقه عمدتاً کنگلومرای بختیاری است. از نظر قابلیت شرب اغلب آب‌های منطقه در محدوده خوب تا متوسط قرار دارند و برای آشامیدن مناسب هستند. از لحاظ کشاورزی نمونه‌ها بیشتر در کلاس C2S1 و C3S1 قرار دارند. تیپ آب اکثر نمونه‌ها بیکربناته کلسیک و سولفاته کلسیک و سدیک می‌باشد.

کلمات کلیدی: دشت دز غربی، آبخوان آزاد، آبخوان تحت فشار، هیدروژئوشیمیایی

فهرست

عنوان شماره صفحه

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- بیان مسأله و هدف ازانجام تحقیق ۲

۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۳

۱-۳- آب و هوای منطقه مورد مطالعه ۴

۱-۴- ژئومورفولوژی منطقه ۸

۱-۵- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه ۸

۱-۵-۱- چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی منطقه ۹

۱-۵-۲- زمین‌شناسی ساختمانی ۱۲

۱-۶- سازندهای زمین‌شناسی از دیدگاه منابع آب ۱۳

۱-۷- هیدرولوژی منطقه مورد مطالعه ۱۴

۱-۸- هیدروژئولوژی منطقه مورد مطالعه ۱۹

فصل دوم: مروری بر مطالعات گذشته در مورد هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمی ۲۱

۲-۱- مقدمه ۲۲

۲-۲- عوامل مؤثر برکیفیت آبهای زیرزمینی ۲۲

۲-۲-۱- نقش عوامل طبیعی ۲۴

۲-۲-۲- تأثیر عوامل غیرطبیعی برکیفیت آب‌های زیرزمینی ۳۳

۲-۳- عوامل مؤثر برکمیت آب‌های زیرزمینی ۳۷

۲-۳-۱- تأثیر بارندگی برکمیت آب‌های زیرزمینی ۳۷

۲-۳-۲- تأثیر خشکسالی برکمیت آب‌های زیرزمینی ۳۸

۲-۳-۳-تأثیر بهره‌برداری بیش از حد برکمیت آب‌های زیرزمینی ۳۸

فصل سوم:روش انجام کار ۴۱

۳-۱- مقدمه ۴۲
۳-۲- بررسی‌های زمین‌شناسی منطقه ۴۲
۳-۳- جمع‌آوری آمار و اطلاعات کمی و کیفی آبخوان منطقه دزغربی ۴۲
۳-۴- اطلاعات هیدروژئوشیمیایی ۴۳
۳۱-۵- اطلاعات هیدروژئولوژیکی منطقه ۴۴
فصل چهارم: بررسی هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمیایی آبخوان دشت دزغربی ۴۷
۴-۱- مقدمه ۴۸
۴-۲- هیدروژئولوژی آبخوان ۴۸
۴-۲-۱- خصوصیات آبخوان ۴۹
۴-۲-۲- مطالعات ژئوفیزیکی در منطقه ۴۹
۴-۲-۳- بررسی نقشه هم پتانسیل منطقه ۵۲
۴-۲-۴- نقشه هم افت ۵۸
۴-۲-۵- نقشه هم عمق ۵۸
۴-۲-۶- ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان ۶۱
۴-۲-۷- بررسی هیدروگراف واحد آبخوان ۶۲
۴-۳- بررسی هیدروشیمیایی آبخوان ۶۳
۴-۳-۱- بررسی تغییرات هدایت الکتریکی ۶۶
۴-۳-۲- ارتباط هدایت الکتریکی با سایر یونها ۶۶
۴-۳-۳- ارزیابی تغییرات آنیونها و کاتیونهای اصلی آبخوان ۶۹
۴-۳-۴- تیپ آب در دشت دزغربی ۷۳
۴-۳-۵- نمودارهای ترکیبی ۷۵
۴-۳-۶- بررسی سختی آب ۷۷
۴-۳-۷- بررسی شاخص اشباع ۷۸
۴-۳-۸- کیفیت آب زیرزمینی از لحاظ شرب ۸۰

۴-۳-۹- کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی ۸۰

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۸۵

۵-۱- خصوصیات آبخوان ۸۶

۵-۲-ارزیابی جهت جریان ۸۶

۵-۳- ارزیابی قابلیت انتقال و ضخامت آبرفت در منطقه ۸۷

۵-۴- ارزیابی میزان افت و عمق دسترسی به آب ۸۷

۵-۵- بررسی تغییرات هدایت الکتریکی در منطقه ۸۸

۵-۶- بررسی تغییرات سایر یونها ۸۸

۵-۷- ارزیابی هیدروژئوشیمی آبخوان بر اساس نمودارهای ترکیبی ۸۸

۵-۸- تیپ آبخوان ۸۹

۵-۹- بررسی کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف مختلف ۸۹

۵-۱۰- پیشنهادها ۸۹

پیوست‌ها ۹۱

منابع فارسی ۹۹

منابع لاتین ۱۰۵

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه و راه‌های دسترسی ۴

شکل ۱-۲- نمودار آمبروترمیک منطقه بر پایه میانگین اطلاعات ۲۱ ساله منطقه ۵

شکل ۱-۳- هیدروگراف متوسط ماهانه در دو دوره آماری کوتاه مدت و بلندمدت ۱۸

شکل ۱-۴- نقشه زمین‌شناسی منطقه موردمطالعه ۲۰

شکل ۳-۱- محل اندازه‌گیری پارامترهای هیدروشیمیایی در منطقه ۴۵

شکل ۳-۲-محل اندازه‌گیری سطح آب در منطقه ۴۶

شکل ۴-۱- موقعیت امتدادهای مقاطع ژئوالکتریک ۵۱

شکل ۴-۲- محل پیزومترها در دشت دزغربی ۵۴

شکل ۴-۳ –نقشه هم پتانسیل آبخوان دشت دز غربی(اسفند۱۳۹۲) ۵۵

شکل ۴-۴- نقشه هم پتانسیل آبخوان دشت دز غربی(اسفند ۱۳۸۴) ۵۶

شکل ۴-۵- مقایسه نقشه‌های هم پتانسیل دشت دز غربی ۵۷

شکل ۴-۶- نقشه هم افت دشت دز غربی (اسفندسال۱۳۸۴ تا۱۳۹۲) ۵۹

شکل ۴-۷ –نقشه هم عمق دشت دز غربی (اسفند۱۳۹۲) ۶۰

شکل ۴-۸- هیدروگراف واحد منطقه مورد مطالعه ۶۲

شکل ۴- ۹- محل قرارگیری چاه‌ها در دشت دز غربی ۶۴

شکل۴-۱۰- نقشه هم هدایت الکتریکی دشت دز غربی ۶۷

شکل ۴-۱۱- نمودار تغییرات هدایت الکتریکی نسبت به سایر یونها ۶۸

شکل۴- ۱۲- نسبت کلر به مجموع آنیونها در آبخوان ۷۰

شکل ۴-۱۳- نقشه هم سدیم دشت دز غربی ۷۱

شکل ۴-۱۴- نقشه هم کلر دشت دز غربی ۷۲

شکل ۴-۱۵- نمودار استیف نمونه‌های دشت دز غربی ۷۴

شکل ۴-۱۶- نمودار پایپر نمونه‌های دشت دز غربی ۷۵

شکل ۴-۱۷- نمودارهای ترکیبی ۷۷
شکل ۴-۱۸- نمودار شولر نمونه‌های دشت دز غربی ۸۱
شکل ۴-۱۹- نمودار ویلکوکس ۸۲

فهرست جدول‌ها

جدول۱-۱- میانگین دما و بارندگی در منطقه مورد مطالعه در دوره آماری ۲۱ ساله ۶

جدول۱-۲- رده‌بندی اقلیمی دومارتن ۷

جدول۱-۳- آمار آبدهی متوسط ماهانه و سالانه ۱۸

جدول ۴-۱- میزان مقاومت مخصوص ظاهری سازندهای منطقه ۵۰

جدول۴-۲- مشخصات پیزومترهای دشت دز غربی ۵۳

جدول ۴-۳- مقادیر پارامترهای هیدروشیمیایی دشت دز غربی ۶۵

جدول۴-۴- طبقه بندی سختی بر اساس $CaCO_3$ ۷۸

جدول ۴-۵- مقادیر سختی نمونه‌های مخت لفدشت ۷۸

جدول ۴-۶- شاخص اشباع کانی‌های مختلف ۷۹

جدول ۴-۷- کیفیت نمونه‌های آبخوان از نظرکشاورزی ۸۳

فصل اول

مقدمه

۱-۱- بیان مسأله و هدف از انجام تحقیق

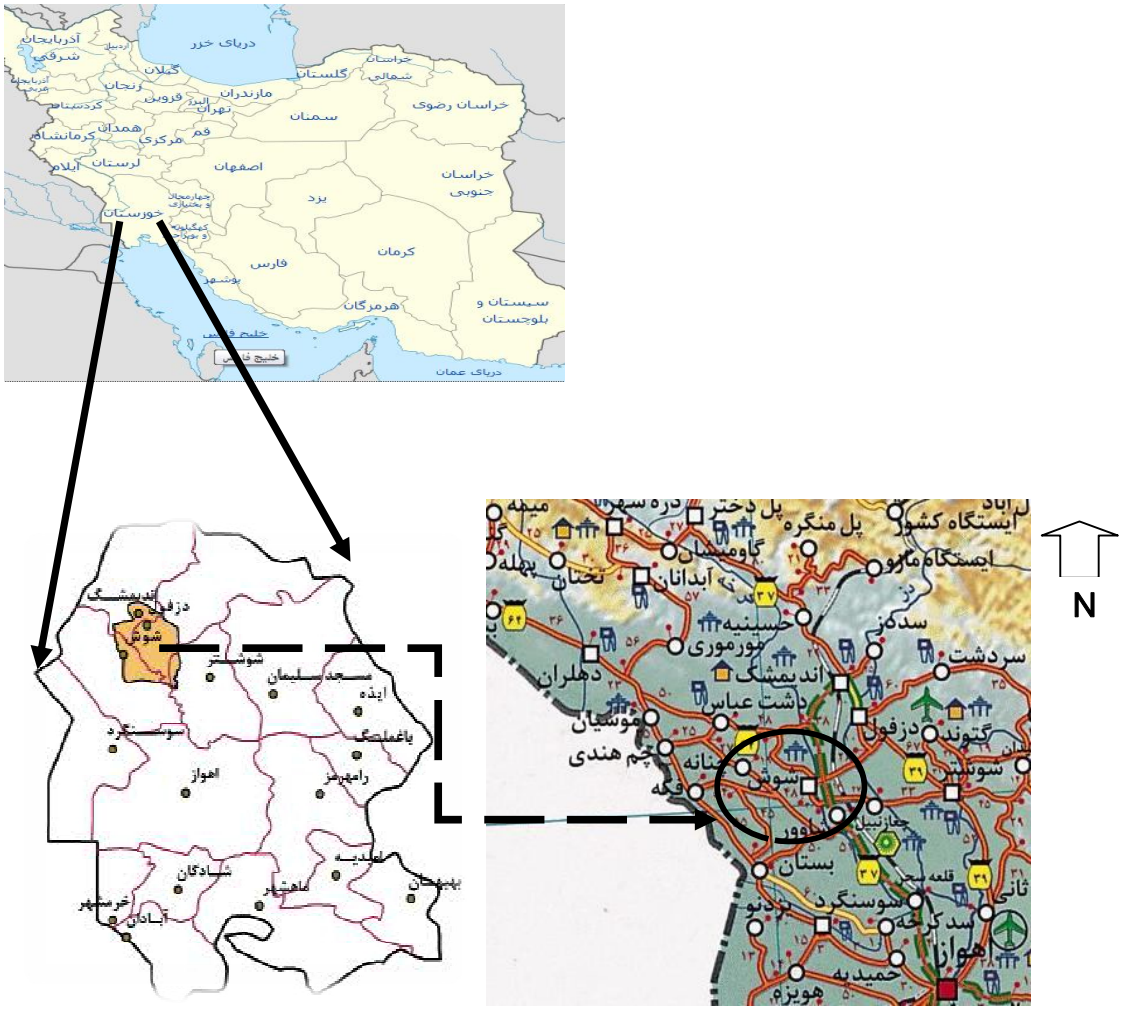
آب زیرزمینی به‌عنوان یک منبع تجدیدپذیر و قابل دسترس همواره در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد توجه بوده‌است. برنامه‌ریزی مدیریتی برای استفاده از منابع آب زیرزمینی بیش از هر چیز نیازمند آگاهی از وضعیت کیفی و کمی آن است. دسترسی به منابع آب یکی از ملزومات اساسی رشد اقتصادی و صنعتی در هر جامعه است.در کشورهای مواجه با کمبود بارش مانند ایران نیاز به توجه و سرمایه‌گذاری بیشتری در این زمینه احساس می‌شود. در اکثر مناطق کم بارش تأمین آب مورد نیاز شرب، کشاورزی و صنعت با تکیه بر آب زیرزمینی می‌باشد و مدیریت آبخوان‌ها در این مناطق نیاز به شناخت دقیق وضعیت موجود و تغییرات آن در شرایط مختلف دارد. با توجه به اینکه بخش عمده آب شرب مردم از آب زیرزمینی تأمین می‌شود و در حال حاضر افت کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی، مشکل اکثر دشتهای کشور است لذا برای حل این مشکل بایستی به‌طور صحیح و با مدیریت اصولی از ذخایر آب زیرزمینی استفاده کرد. بنابراین ارزیابی کیفیت آبهای زیرزمینی از اهمیت زیادی برخوردار است ودر این راستا بررسی‌های هیدروژئوشیمی و هیدروژئولوژی آب زیرزمینی به عنوان راهکار علمی برای اقدامات مدیریتی ضروری و مهم می‌باشد.

دشت دز غربی در جنوب غرب شهرستان دزفول در استان خوزستان قرار گرفته و یکی از مهمترین دشت‌های مطالعاتی منطقه بزرگ دزفول-اندیمشک می‌باشد. زندگی اکثریت مردم در منطقه وابسته به کشاورزی می‌باشد و در سطح دشت شبکه منظم آبیاری وجود دارد، که آب مورد نیاز کشاورزی را از رودخانه‌ها به‌ویژه رودخانه بزرگ دز در شرق دشت تأمین می‌شود. به‌دلیل وجود این شبکه‌ها بیشتر نیاز آب کشاورزی منطقه از آب‌های سطحی تأمین می‌شود. هر چند از آب زیرزمینی نیز به‌دلیل وسعت کشاورزی در منطقه به‌طور قابل توجه استفاده می‌شود. بنابراین رشد جمعیت همراه با توسعه شهرها، روستاها و به‌دنبال آن کشاورزی منطقه از یک طرف و کاهش نزولات جوی و وقوع خشکسالی از طرف دیگر باعث شده‌است، که مقادیری آب از ذخایر آب زیرزمینی منطقه مورد بهره‌برداری قرار گیرد. هدف از

انجام این تحقیق، مطالعه کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی در دشت دز غربی بوده و با توجه به اینکهاین مطالعه کلی تاکنون در دشت انجام نشده‌است، انجام آن ضروریمی‌باشد.

۱-۲-موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

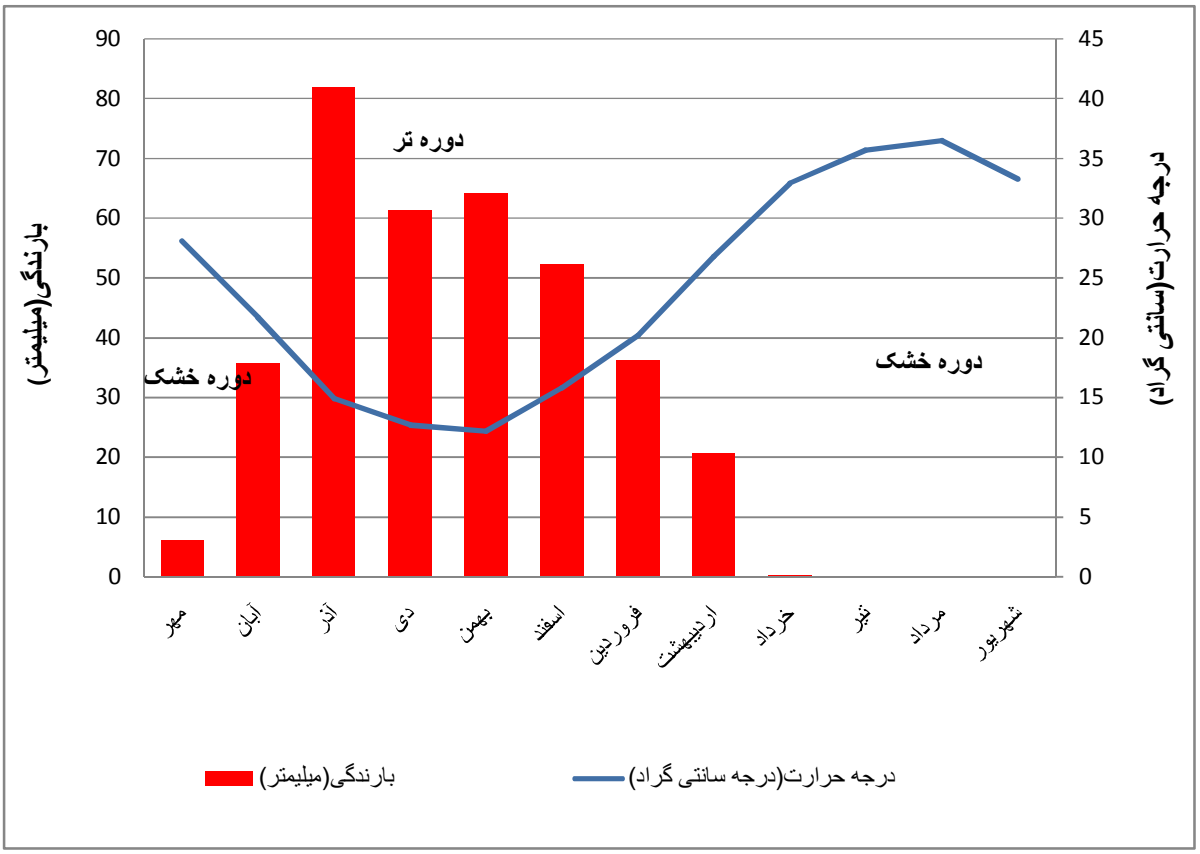
دشت دز غربی با مساحتی حدود ۷۵۷ کیلومتر مربع، در غرب استان خوزستان به‌صورت دشت کشیده در جهتشمالی-جنوبی با عرض نسبتاً کم قرار گرفته‌است. منطقه مطالعاتی تحت عنوان حوضه آبریز دز غربی، یکی از زیرحوضه‌های رودخانه دز می‌باشد، که شهرستان شوش در قسمت میانی آن قراردارد. منطقه مطالعاتی از شمال به تاقدیس شیرین آب، از غرب به رودخانه کرخه، از شرق به رودخانه دز و از جنوب به تاقدیس سردار آباد و محدوده آهودشت محدود می‌گردد. دشت دز غربی در حد فاصل عرض شمالی ۳۲ درجه و ۶ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه و طول شرقی ۴۸ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه قرار دارد. شیب سطح دشت به تبعیت از دشت خوزستان تقریباً ملایم و با روند شمال، شمال شرق به سمت جنوب و خلیج فارس می‌باشد. ارتفاع دشت در قسمت‌های شمالی بیشتر از نواحی جنوبی است و در کل ارتفاعی حدود ۵۰ تا ۱۲۰ متر را نسبت به سطح دریا دارا می‌باشد. این دشت فاقد ارتفاعات قابل توجه بوده و فقط یکسری برآمدگی‌های تپه مانند در آن مشاهده می‌گردد. پست‌ترین نقطه دشت اطراف پل شاوور در جنوب دشتقرار دارد. جهت دستیابی به قسمت‌های مختلف دشت از جاده‌های روستایی شوش-خلف مسلم، شوش-سید تفاح، جاده قدیم دزفول و جاده کارخانه قند که به جاده آسفالته اهواز-اندیمشک منتهی می‌شود، می‌توان استفاده نمود. شکل(۱-۱) محدوده مورد نظر و راه‌های دسترسی به آن را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه و راه‌های دسترسی

۱-۳- آب و هوای منطقه مورد مطالعه

از بین ایستگاه‌های موجود در کل دشت دزفول-اندیمشک، ایستگاه تبخیر سنجی سد تنظیمی دزفول به‌دلیل کامل بودن داده‌ها و طول دوره آماری مناسب، برای داده‌های بارندگی و دما انتخاب شد.اطلاعات بارندگی و درجه حرارت میانگین ماهیانه ۲۱ ساله این ایستگاه، در جدول(۱-۱) و شکل (۱-۲) آمده‌است.



شکل ۱-۲- نمودار آمبروترمیک منطقه بر پایه میانگین اطلاعات ۲۱ ساله منطقه

با توجه به آمار ارائه شده در این ایستگاه بیشترین مقدار بارندگی در آذر ماه و بیشترین مقدار دما در مرداد ماه می‌باشد. کمترین بارندگی نیز در این دوره در هر سه ماه تابستان و کمترین دما در بهمن ماه روی می‌دهد. حداکثر بارندگی در سال آبی ۱۳۷۷-۱۳۷۶ با میزان ۶۶۳ میلیمتر و حداقل بارندگی در سال آبی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ با میزان ۱۴۷ میلیمتر بوده‌است.

جدول۱-۱- میانگین دما و بارندگی در منطقه مورد مطالعه در دوره آماری ۲۱ ساله

(۷۱-۷۰ تا ۹۲-۹۱)(شرکت آب منطقه‌ای اهواز ۱۳۹۲)

زمان (ماه)	درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	بارندگی (میلیمتر)
مهر	۲۸/۱	۶/۰۵
آبان	۲۱/۷	۳۵/۸
آذر	۱۴/۹	۸۲/۰۵
دی	۱۲/۷	۶۱/۳
بهمن	۱۲/۲	۶۴/۲
اسفند	۱۵/۸	۵۲/۳
فروردین	۲۰/۲	۳۶/۲
اردیبهشت	۲۶/۸	۲۰/۷
خرداد	۳۲/۹	۰/۲
تیر	۳۵/۷	۰
مرداد	۳۶/۵	۰
شهریور	۳۳/۳	۰
سالانه	۲۴/۲	۳۵۸/۸

متوسط دمای سالانه ۲۴/۲ درچه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۳۵۸/۸ میلیمتر در منطقه طی آمار ۲۱ سال می‌باشد. تبخیر و تعرق پتانسیل در منطقه نیز ۱۵۰۰ میلیمتر در سال برآورد شد.با توجه به نمودار آمبرومتریک که در شکل (۱-۲) آمده‌است، می‌توان فصل خشک و فصل تر را طی دوره ۲۱ ساله با

توجه به دما و بارندگی، از هم جدا کرد. چنانچه میانگین بارندگی بالاتر از میانگین دما باشد، فصل تر و در غیر این صورت فصل خشک را نشان می‌دهد. طبق این نمودار از آذر ماه تا اسفند ماه شاهد فصل تر و سایر فصل‌های سال دوره‌های خشک دیده می‌شود.

جهت تعیین اقلیم در منطقه، از روش دومارتن(De Martonne) استفاده می‌شود. در این روش از معادله (۱-۱) استفاده می‌گردد (علیزاده ۱۳۸۹). در این رابطه I ضریب خشکی دومارتن، P میانگین بارش سالانه(میلیمتر) و Tمتوسط درجه حرارت سالانه(درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. با توجه به اینکه میانگین بارش سالانه در دشت۳۵۸/۸و درجه حرارت متوسط سالانه۲۴/۲ است، مقدار ضریب خشکی دومارتن ۱۰/۴بدست می‌آید. با توجه به جدول (۱-۲) اقلیم منطقه در محدوده نیمه‌خشک قرار می‌گیرد.

جدول۱-۲- رده‌بندی اقلیمی دومارتن

نام اقلیم	محدوده ضریب خشکی دومارتن
خشک	کوچکتر از ۱۰
نیمه‌خشک	۱۰ تا ۱۹/۹
مدیترانه	۲۰ تا ۲۳/۹
نیمه‌مرطوب	۲۴ تا ۲۷/۹
مرطوب	۲۸ تا ۳۴/۹
بسیار مرطوب	بزرگتر از ۳۵

$$I = \frac{P}{T+10}$$ معادله (۱-۱)

۱-۴- ژئومورفولوژی منطقه

از نظر زمین ریخت‌شناسی زاگرس، دشت دز غربی در محدوده دشت خوزستان که بخش شرقی جلگه بین‌النهرین می‌باشد قرار دارد (شکل ۱-۴). دشت خوزستان از مسطح‌ترین دشت‌های ایران محسوب می‌شود، که از قسمت شمال توسط سلسله جبال زاگرس با روند شمال غرب-جنوب شرق و از قسمت جنوب به وسیله خلیج فارس محدود می‌شود. جلگه بین النهرین ناودیس عظیمی بوده که به وسیله رسوبات و آوردهای سالانه به مرور زمان پر شده‌است. منشأ این رسوبات جریانات دائمی رودخانه‌هایی است، که اغلب از شمال شرق ناودیس سرچشمه می‌گیرد(آقا نباتی،۱۳۸۳). رسوبات آبرفتی دشت دز غربی، که در تقسیم‌بندی دشت خوزستان در قسمت غرب آن واقع می‌باشد حاصل آوردهای رودخانه کرخه و دز هستند. لذا در تشکیل و تکوین این نهشته‌ها آب نقش اول و عمل باد در درجه دوم اهمیت دارد. بافت دانه‌بندی نهشته‌ها در قسمت‌های شمالی دشت که از واریزه‌ها و مخروطه افکنه‌ها تشکیل شده‌اند درشت است، درحالی‌که به سمت جنوب رسوبات دانه ریز می‌شوند. بر این اساس نفوذپذیری رسوبات آبرفتی از شمال به جنوب کاهش می‌یابد.

۱-۵- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

تشکیلات پرکامبرین، رسوبات اینفراکامبرین، پالئوزوئیک و مزوزوئیک برجای گذاشته‌شده در این ناحیه که پوشش پلاتفرم(Plate-form Cover)نامیده می‌شوند، توسط رسوبات آبرفتی کواترنر پوشیده شده‌اند و هیچگونه رخنمونی در سطح ندارند. در دوران سنوزوئیک، دشت خوزستان شامل فرورفتگی‌های عریض و وسیعی بوده، که به‌وسیله رسوبات فرسایشی از تشکیلات بالادست مثل سنگ آهک، ماسه سنگ، مارن، کنگلومرا، سیلت و سازندهای تبخیری گچ ونمک دار پوشیده شده‌است. در اواخر پلیوسن به‌علت نزدیک شدن پلیت ایران مرکزی و عربستان به یکدیگر این ناحیه فرورفته فشرده و سخت گردید، که تراکم آن معلول چند دلیل است. یکی اینکه طبقات و لایه‌های تشکیل دهنده دوران سوم که اصولاً حالت افقی

داشتند بر اثر فرورانش پلیت عربستان چین خورده و سبب بالا آمدن رسوبات دوران سوم گردیده‌اند. در راستای این حرکت یکسری تاقدیس‌ها و ناودیس‌های متوالی در جهت روند زاگرس نمودار شده‌اند. بر این اساس دشت دز غربی در یک ناودیسی که از شمال و جنوب به دو تاقدیس سردارآباد و شیرین آباد منتهی می‌شود قرار گرفته‌است. در این دشت کلیه سازندهای دوران سوم توسط رسوبات آبرفتی عهد حاضر پوشیده شده‌است. وجود تاقدیس‌های کم ارتفاع در این نواحی می‌تواند گویای کاهش چین خورگی لایه‌ها باشد. مواد تشکیل دهنده تاقدیس‌ها ماسه سنگ و مارن همراه با رگه‌های گچی می‌باشد. حضور املاح گچی در آب و نیز شوری خاک نشان دهنده وجود این رگه‌های تبخیری در ناحیه است.

در دوران چهارم، در اثر حرکات تکتونیکی و ارتباط این حرکات با بالا آمدن سطح دریا در زمان هولوسن موجب گردید، که قسمت اعظمی از ناحیه دشت خوزستان به‌طور کامل از رسوبات کوهپایه‌ای و رودخانه‌ای هولوسن پوشیده شده‌است. در لایه‌های سطحی دشت که تراسهای رودخانه‌ای مربوط به پلیوستوسن مشاهده نمی‌شود، سن لایه‌های سطحی به هولوسن نسبت داده می‌شود. این رسوبات شامل مواد گراولی هتروژن هستند. این رسوبات در نتیجه جریان‌های سیلابی که همراه خود مقدار زیادی گراول حمل می‌کنند، انتقال یافته و خیلی سریع در مواد کوهپایه‌ای که دارای بافت ریزتر هستند نهشته می‌شود. سپس این رسوبات که توسط جریان‌های سیلابی ایجاد شده‌اند،در تمام منطقه حرکت داده شده و تقریباً به صورت رسوبات دانه ریز سیلتی، سیلت ماسه‌ای و سیلت رسی منطقه را پوشانده‌اند. البته در امتداد سازندهای کوهپایه‌ای بیشتر مواد تهنشین شده ماسه و گراول هستند. قسمت‌های بالایی این طبقات دوباره به وسیله جریان آب برداشته شده و در نواحی پایین‌تر ته نشین می‌گردد.

۱-۵-۱- چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی منطقه

از لحاظ چینه‌شناسی، سازندهای موجود در این ناحیه از قدیم به جدید به ترتیب عبارتند از:

الف – سازند آغاجاری

قدیمی‌ترین سازند موجود در دشت که به‌نحوی بر آب‌های زیرزمینی منطقه تأثیر می‌گذارد سازند آغاجاری است. سن سازند میوسن بالایی تا پلیوسن می‌باشد. سازند آغاجاری در قسمت‌های جنوبی و میانی فروافتادگی دزفول دارای رخساره مارنی است. درحالی‌که در شمال غربی فروافتادگی رخساره آغاجاری بیشتر ماسه سنگی می‌باشد. خصوصیات و ضرایب هیدرودینامیکی لایه‌های این سازند به‌علت وجود لایه‌های رسی، مارنی، ژیپس، سیلتستون و ماسه سنگ‌های سخت در حد بسیار پایینی بوده و اثر مثبتی بر تغذیه سفره نخواهند داشت(مطیعی، ۱۳۷۲).

ب – بخش لهبری

به قسمت فوقانی سازند آغاجاری با سن پلیوسن که به رنگ نخودی تا خاکی است بخش لهبری می‌گویندکه از ماسه سنگ‌های کربناته نرم، قلوه‌های شن و ماسه و سیلت‌های قهوه‌ای که در تناوب با لایه‌های رسی تشکیل شده‌است.به‌علت وجود رسوبات نفوذپذیر در این بخش نقش مؤثری در تغذیه و ایجاد سفره‌های آبی در منطقه دارند. به‌نحوی‌که در بسیاری از نقاط خود این بخش تشکیل آبخوان را می‌دهد. ذرات سیلتی در این واحد زمین‌شناسی در اثر تماس با آب به آسانی فرسایش یافته و توسط جریان آب به نقاط دیگر حمل می‌شوند. در نتیجه این عمل لایه‌های ماسه سنگی سست قلوه‌های شن و ماسه نیز فروریخته و به‌تدریج به نقاط پست‌تر دشت منتقل می‌شوند. با انباشته شدن آنها، این مواد افزایش ضخامت یافته و تشکیل چندین لایه آبدار را ممکن است بدهند. این بخش در سفره‌های آب زیرزمینی به عنوان سنگ بستر گاهی معرفی می‌شوند. رخنمون‌هایی از آن در تاقدیس سردارآباد با رخساره سیلتستون هوازده، مارن و ماسه سنگ قابل مشاهده است.

ج - سازند بختیاری

سازند کنگلومرای بختیاری با سن پلیوسن در محدوده دشت فاقد رخنمون می‌باشند. البته این سازند پوشش خارجی تمام ارتفاعات مشرف به دشت را تشکیل می‌دهد. این سازند شامل قلوه سنگ‌های پهن با اندازه‌های مختلف است، که به همراه شن وماسه حاصل از فرسایش سازندهای دیگر در منطقه حمل شده و در نقاط گود دشت ته نشین شده‌اند. ماتریس این سازند اغلب قطعات آهکی و گاهی چرت می‌باشد. ضخامت این سازند در همه جا یکسان نبوده و از ۳ تا ۱۰۰ متر متغیر است، به‌طوری‌که در قسمت‌های شمالی دشت بیشترین ضخامت و به سمت جنوب با کاهش ضخامت همراه است. این سازند به‌علت تخلخل کافی در تشکیل آبخوان مؤثر است. میزان تخلخل آن وسط عواملی مثل سیمانی شدن و انحلال طبیعی سیمان و دانه‌های آن کنترل می‌شود.

د –آبرفت‌های عهد حاضر(Quaternary)

دشت‌های آبرفتی خوزستان مانند سایر نقاط ایران جایگاه رسوبی جوانترین واحدهای آبرفتی هستند، که بالاترین قسمت‌های آن شامل رسوبات هولوسن می‌باشد. آبرفت هولوسن در دشت بیش از ۲۰۰ متر ضخامت دارد. با نزدیک‌تر شدن به ارتفاعات، ضخامت آبرفت کاهش یافته درحالی‌که به سمت جنوب خوزستان افزایش می‌یابد. آبرفت هولوسن که توسط افق‌های هوازده با سطوح فرسایشی از آبرفت‌های قدیمی‌تر جدا می‌شود، به دو واحد زیرین و بالایی قابل تقسیم می‌باشد. ضخامت واحد بالایی منطقه به‌طور معمول بیش از هفت متر است.کلیه رسوبات آبرفتی ناحیه مطالعاتی متعلق به تراس رودخانه‌های جاری در منطقه(کرخه و دز) می‌باشد. ته نشست‌های گراولی با بافت یکنواخت در شوش با افزایش عمق وضوح بیشتری دارند. البته در قسمت‌های فوقانی این ناحیه بیشتر رس و رس سیلتی دیده می‌شود. مطالعه این رسوبات و سیستم رسوب گذاری آنها به‌دلیل نبود رخنمون و قرارگیری در عمق مشکل است. زیرا در اکثر حالات توسط لایه‌هایی از مواد آبشویی شده با ضخامت‌های متفاوت، پوشیده شده‌اند. مقدار، ضخامت و

گسترش رسوبات آبرفتی در نقاط مختلف بسته به وجود رودخانه‌ها و ارتفاعات قابل فرسایش اطراف دشت، متفاوت می‌باشد(فرازمند،۱۳۶۴).

در این دشت سه نوع آبرفت دیده می‌شود:

- آبرفت‌هایی که منشأ آنها کنگلومرای بختیاری است، که بیشتر نواحی شمال دشت را شامل می‌شوند. این آبرفت‌ها شامل قلوه‌سنگ، ریگ‌های شنی و ماسه هستند، که در بعضی از نقاط ضخامت آنها به ۱۰۰ متر می‌رسد.

- آبرفت‌هایی که منشأ آنها سازند آغاجاری و بخش لهبری است و شامل رسوبات دانه ریز رسی و سیلتی و گاهی شن و ماسه و یا مخلوطی از آنها می‌باشد. این نوع آبرفت در جنوب دشت با ضخامت ۲۰ تا ۵۰ متر گسترش بیشتری دارد.

- آبرفت‌هایی که منشأ رودخانه‌ای و سیلابی دارند و در بستر جدید و قدیم رودخانه‌های دز و کرخه دیده می‌شوند. ضخامت این آبرفت‌ها در بستر قدیمی کرخه در حوالی شوش به ۱۲۰ متر می‌رسد، درحالی‌که ضخامت آبرفت‌های ناشی از رسوبگذاری دز کمتر است و در محل تلاقی آن با بالارود حدود ۵۰ متر می‌باشد. در کل به سبب بالا بودن سرعت جریان آب در رودخانه دز نسبت به رودخانه کرخه، رسوبگذاری در بستر رودخانه کرخه بیشتر انجام می‌گیرد. آبرفت‌هایی که منشأ سیلابی دارند در پایین دست ارتفاعات به شکل مخروطه‌افکنه قرار می‌گیرند. این آبرفت‌ها گاهی در دامنه ارتفاعات بختیاری مانند شمال دشت مورد مطالعه گسترش و ضخامت زیادی می‌یابند(گزارش آبهای زیرزمینی دشت‌های دزفول، اندیمشک، ۱۳۷۲).

۱-۵-۲- زمین‌شناسی ساختمانی

مطالعات زمین‌شناسی دشت دز غربی از دیدگاه‌های چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی، ژئومورفولوژی و هیدروژئولوژی با بهره‌گیری از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، نقشه‌های رقومی سازمان نقشه‌برداری کشور

(مقیاس ۱:۲۵۰۰۰)، مقاطع زمین‌شناسی و بازدید صحرایی انجام گرفته‌است. این منطقه بخشی از زون زاگرس می‌باشد. از نظر مورفوتکتونیکی منطقه مورد مطالعه در محدوده زاگرس پیش شیب (Zagros Fore deep) قرار می‌گیرد، که از شمال شرقی به گسل پیشکوه (Mountain Front Fault) و جنوب غربی به گسل زاگرس پیش گودال محدود می‌شود (Berberian, 1995). تشکیل این واحد با حرکت در امتداد گسل پیشکوه و بالاآمدگی واحد کمربند چین خورده ساده در ارتباط بوده‌است. در این واحد دو قسمت زینچه مانند (Saddle) وجود دارد، که یکی از آنها فرورفتگی دزفول است که حوضه رسوبی مناسبی را برای ته‌نشست رسوبات کواترنر و تشکیل سفره‌های آبدار در منطقه فراهم آورده‌است. در این واحد، چین خوردگی بسیار کمتر از منطقه شمالی (زاگرس چین خورده ساده) بوده و تاقدیس‌های جوانی در حال شکل‌گیری است. دشت دز غربی از نظر ساختاری در فروافتادگی دزفول قرارگرفته‌است. منطقه مورد مطالعه فاقد برون‌زدگی‌های زمین‌شناسی قابل توجه بوده و دشت تقریباً مسطح و کم شیب می‌باشد.

۱-۶- سازندهای زمین‌شناسی از دیدگاه منابع آب

در مطالعات آبهای زیرزمینی تعیین مشخصات فیزیکی، شیمیایی و هیدرودینامیکی سنگ مخزن آب و ارتباط آن با سازندهای مجاور از مسائل مهمی است، که اهمیت مطالعات چینه‌شناسی ازدیدگاه منابع آب را بیش از پیش نمایان می‌سازد. از نظر چینه‌شناسی دشت دز غربی شامل رسوبات دوره میوسن تا عهد حاضر می‌باشد که مشتمل بر سازند آغاجاری ، بخش لهبری، سازند کنگلومرای بختیاری و نهشته‌های عهد حاضر است، که در زیر به‌طور مختصر پتانسیل آنها از نظر تشکیل آبخوان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد:

۱- سازند آغاجاری: علیرغم ضخامت زیاد، به علت تنوع جنس رسوبات چندان در تشکیل سفره‌های آب زیرزمینی مؤثر نمی‌باشد. با این وجود در لایه‌های ماسه‌ای به علت درز و شکاف ممکن است مختصر آبی نفوذ یا جریان داشته باشد، که از نظر کیفیت چندان مناسب نیستند. زیرا به‌علت وجود رگه‌های نازک ژیپس در طبقات لهبری و آغاجاری ، آب‌های عبوری از این سازندها مقداری از نمکها را در خود حل کرده

و وارد سفره می‌کنند. در محدوده دشت به دلیل ریز بودن ماسه سنگها و وجود لایه‌های مارنی، این سازند نمی‌تواند منبع خوبی برای آب زیرزمینی باشد.

۲-بخش لهبری: این بخش به‌علت وجود رسوبات نفوذپذیر در تغذیه و ایجاد سفره‌های آبی در منطقه حائز اهمیت است، به‌نحوی‌که در بعضی از مناطق می‌تواند تشکیل آبخوان را بدهد. بخش لهبری در سفره‌های آب زیرزمینی این نواحی گاهی به عنوان سنگ بستر معرفی شده‌است.

۳-سازند بختیاری: از نظر کیفی بر منابع آب تأثیر منفی ندارد. این سازند درصورتیکه دارای درز و شکاف ثانویه وسیمان شدگی ضعیف باشد، می‌تواند با پتانسیل‌های پایین آبخوان‌های کوچک محلی را ایجاد نماید. در نواحی که گسترش کنگلومرای بختیاری زیاد است، این سازند مانند حائل و سد نفوذناپذیر عمل نموده و مانع اثر کیفی سازندهای آغاجاری، میشان و گچساران بر منبع آبی می‌شود.

۴- رسوبات آبرفتی: این مواد حاصل فعالیت سیلابها، واریزه‌های دامنه‌ها و نیز رسوبات مخروطه افکنه‌هایی است، که اجزاء تشکیل‌دهنده آن درشت دانه می‌باشد. از نظر هیدرودینامیکی به دلیل انفصال و درشتی دانه‌ها، و عدم سیمان شدگی دارای نفوذپذیری قابل ملاحظه و ضرایب قابلیت انتقال بالا هستند. در منطقه مورد مطالعه رسوبات آبرفتی عمدتاً ناشی از رسوبگذاری رودخانه‌های کرخه و دز می‌باشد. بنابراین با نزدیک‌تر شدن به مرکز دشت به‌علت کم شدن قدرت حمل سیلابها و جریانهای رودخانه‌ها و نیز شیب منطقه، از نظر قطر دانه‌ها کاسته می‌شود. لذا به همین نسبت میزان نفوذپذیری آبرفت نیز کاهش می‌یابد.

۱-۷- هیدرولوژی منطقه مورد مطالعه

با توجه به نیاز فراوان آب در دشت دز غربی برای کشاورزی منابع سطحی متعددی در سطح منطقه این نیاز را برطرف می‌سازد. در دشت دز غربی شبکه منظم آبیاری وجود دارد که آب مورد نیاز خود را از رودخانه‌ها تأمین می‌کنند، هرچند برداشت از آب زیرزمینی نیز به دلیل وسعت کشاورزیدر منطقه قابل توجه می‌باشد. در محدوده دشت سه رودخانه مهم دز، کرخه و شاوور وجود دارد، که از نظر تقسیم‌بندی

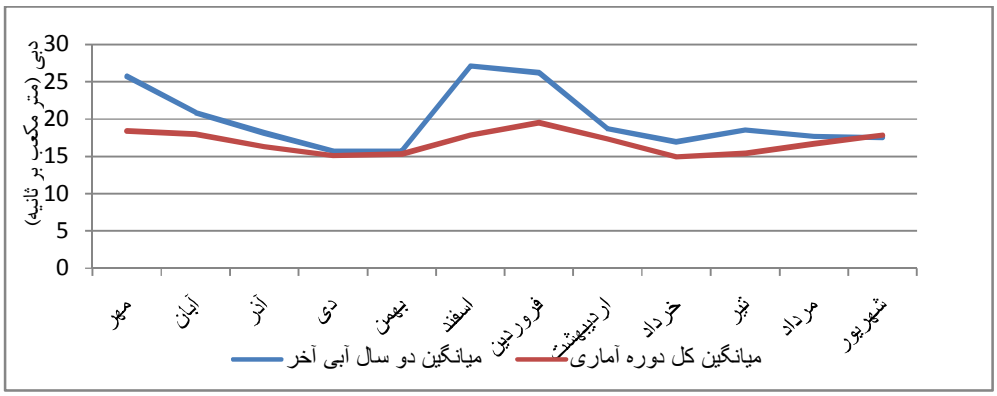
کلی هیدرولوژی، جزء حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان محسوب می‌شوند. از اینرو وضعیت هیدرولوژی منطقه بر اساس این سه رودخانه مورد بررسی قرار گرفته‌است. رودخانه دز در شرق منطقه توسط سد انحرافی به دو کانال هدایت می‌شود، که یکی به طرف غرب حرکت کرده و پس از عبور از بستر رودخانه بالارود به وسیله انشعابات متعدد جهت آبیاری شبکه دز غربی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. در این شبکه بیشترین مقدار مصرف آب از این رودخانه در حدفاصل خرداد تا مهر و کمترین بهره‌برداری از دی تا بهمن ماه می‌باشد. رودخانه دز با امتداد یافتن به سمت جنوب شرقی و عبور از شرق دشت در محلی به نام بندقیر در ۴۵ کیلومتری شمال اهواز به رودخانه کارون می‌پیوندد. سطح کلی حوضه آبریز دز تا محل اتصال به کارون ۲۱۷۲۰ کیلومتر مربع و طول محیط آن ۹۰۰ کیلومتر می‌باشد. ارتفاع متوسط حوضه آبریز دز ۱۶۷۶ متر و حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۴۱۲۴ و ۱۹/۰۹متر از سطح دریا می‌باشد. این حوضه کشیده و ضریب گراولیوس آن برابر ۱/۷۱ است (سازآب پردازان ۱۳۷۱). هیدرولوژی این رودخانه بر اساس آمار و اطلاعات ایستگاه حرمله که از نوع درجه یک و دارای اشل، لیمنوگراف و پل تلفریک است تفسیر گشته‌است. رژیم آبدهی این رژیم سیلابی است. متوسط دبی سالانه رودخانه دز ۲۵۵/۲ متر مکعب بر ثانیه برای ایستگاه‌های حرمله برآورد شده‌است و میانگین حجم عبوری آب در سال برای یک دوره آماری ۳۷ ساله در ایستگاه حرمله ۷۷۷/۸ میلیون متر مکعب است. رودخانه کرخه سومین رودخانه پر آب کشور پس از دز و کارون به شمار می‌رود. این رودخانه با امتداد جنوب شرقی بعد از عبور از ایستگاه هیدرومتری پای پل که حد کوه و دشت است، از حدفاصل دشت‌های سرخه و شوش-هفت تپه (دز غربی) عبور کرده و بدون تغییر مسیر محسوس به موازات رودخانه دز از منطقه عبور می‌کند و سرانجام وارد تالاب هورالعظیم می‌گردد. این رودخانه طویل‌ترین رودخانه ایران است، که طول آن ۹۰۰ کیلومتر می‌باشد. وسعت کلی حوضه آبریز رودخانه ۴۵۸۷۷ کیلومتر مربع و ارتفاع ماکزیمم آن ۳۶۴۵ متر از سطح دریا می‌باشد. بر روی رودخانه کرخه در ۱۶۰ کیلومتری شمال اهواز سد کرخه احداث گردیده‌است، که هدف از ساخت آن تأمین و تنظیم آب جهت آبیاری اراضی پایین‌دست، کنترل سیلاب‌های مخرب و جلوگیری از خسارت‌های ناشی از آن و نیز تولید انرژی برق آبی است. شیب رودخانه در ارتفاعات زیاد، ولی پس از ورود

به دشت شیب آن سریع کاهش می‌یابد و تا حد یک درصد در غرب دشت می‌رسد. جهت مطالعه هیدرولوژی رودخانه کرخه از آمار و اطلاعات نزدیکترین ایستگاه‌های پای پل، عبدالخان و حمیدیه به منطقه مطالعاتی استفاده شده‌است. مساحت حوضه آبریز کرخه ۴۲۶۲۰ کیلومتر مربع می‌باشد. رودخانه کرخه و شاخه‌های آن به پیروی از سیستم بارندگی منطقه دارای رژیم مدیترانه‌ای و در کل رژیم سیلابی هستند. متوسط دبی رودخانه پیش از آبگیری سد مخزنی ۲۰۰/۶ مترمربع بر ثانیه بوده‌است درحالی‌که بعد از آن این مقدار به ۶۳ مترمربع بر ثانیه کاهش یافته‌است. بیشترین آبدهی سالانه ثبت شده ۳۹۷/۹ متر مربع بر ثانیه و کمترین آن به مقدار ۶۰/۴ متر مربع بر ثانیه اندازه‌گیری شده‌است. در ۱۵ کیلومتری شمال شوش، از ارتفاعات حوالی انباریه جریان نهر مانندی به نام رودخانه شاوور سرچشمه می‌گیرد. منبع اصلی آب این رودخانه، چشمه ها و نیز جریان‌های شبکه آبیاری-زهکشی اراضی کشت آبی موجود در منطقه است، که از بالادست شهر شوش شروع می‌گردد. این رودخانه که مابین کرخه و دز قرار دارد زهکش اصلی منطقه محسوب می‌شود، که در دوره باستان یکی از کانال‌های منشعب از ساحل چپ سد پای پل واقع بر رودخانه کرخه بوده‌است. رودخانه شاوور عملاً فقط در حوالی شوش به صورت رودی منظم و قابل تشخیص دیده می‌شود. یعنی در شمال شوش به صورت شبکه‌ای از جویبارها و نهرهای مستقل از هم هست، که بعد از عبور از شوش و پل شاوور به موازات رودخانه کرخه نهرهای متعددی از آن جدا شده و به مصرف آبیاری مزارع می‌رسند. به‌طوری‌که تقریباًتمام آب آن برای کشاورزی مصرف می‌شود. لذا تغیرات میزان آبدهی آن در فصول مختلف سال قابل توجه نیست. این رودخانه پس از دریافت آب‌های منطقه دز غربی و تغذیه نهرهای منشعب، به سمت جنوب شرق تغیر مسیر داده و وارد هور بامدژ می‌شود. شاخه خروجی هور بنام فارور نهایتاً پس از پل ایستگاه خاور به رودخانه دز می‌ریزد. رودخانه شاوور در طول مسیر خود از یک طرف آب مورد نیاز اراضی اطراف را تأمین می‌کند و از طرفی با دریافت آب‌های سطحی و زیرزمینی پیرامون، به صورت زهکش در منطقه عمل می‌کند. حوضه آبریز آن وسعت چندانی ندارد، این حوضه آبریز به‌صورت باریکه ای بین دو حوضه آبریز دز و کرخه واقع شده‌است. کل سطح حوضه ۱۱۶ کیلومتر مربع می‌باشد، شیب متوسط حوضه به‌طور کلی کم و در حدود ۰/۲ متر در کیلومتر محاسبه شده‌است (ساز آب

پردازان، ۱۳۷۱). بنابرین حوضه نسبتاً مسطح و دارای شیب ملایمی بوده که بلندترین نقطه ارتفاعی آن ۱۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. بر روی رودخانه شاوور دو ایستگاه آب‌سنجی شوش و پل شاوور وجود دارد، که آمار ایستگاه پل شاوور کامل ولی آمار ایستگاه شوش ناقص می‌باشد. جهت بررسی رژیم هیدرولوژیکی رودخانه شاوور، ایستگاه پل شاوور به‌عنوان ایستگاه شاخص جریان خروجی از حوضه انتخاب گردیده‌است. این ایستگاه دارای تجهیزات اشل و پل تلفریک می‌باشد. میانگین حجم عبوری سالانه آب ۵۵۶/۷ میلیون متر مکعب بوده‌است. آبدهی سالانه نوسانات زیادی ندارد و از ثبات نسبی برخوردار است. دبی سالانه رودخانه شاوور ۱۷/۵ متر مکعب بر ثانیه است. آبدهی رودخانه شاوور به‌دلیل زهکش بودن و دریافت آب‌های برگشتی سطحی در پایین دست (پل شاوور) بیشتر از بالادست (شوش) می‌باشد. شکل(۱-۳) و جدول (۱-۳) آمار آبدهی میانگین ۲۰ ساله از سال آبی ۱۳۳۶-۱۳۳۵ تا ۱۳۸۷-۱۳۸۶ و دو سال آخر را نشان می‌دهد. نمودار به دست آمده نشان می‌دهد که دبی‌های ثبت شده در ایستگاه نوسانات کمی دارند و کاهشی که در دبی دیده می‌شود را می‌توان ناشی از کاهش بارندگی‌ها در سال‌های اخیر دانست.

جدول۱-۳- آمار آبدهی متوسط ماهانه و سالانه بر حسب متر مکعب بر ثانیه ایستگاه پل شاوور

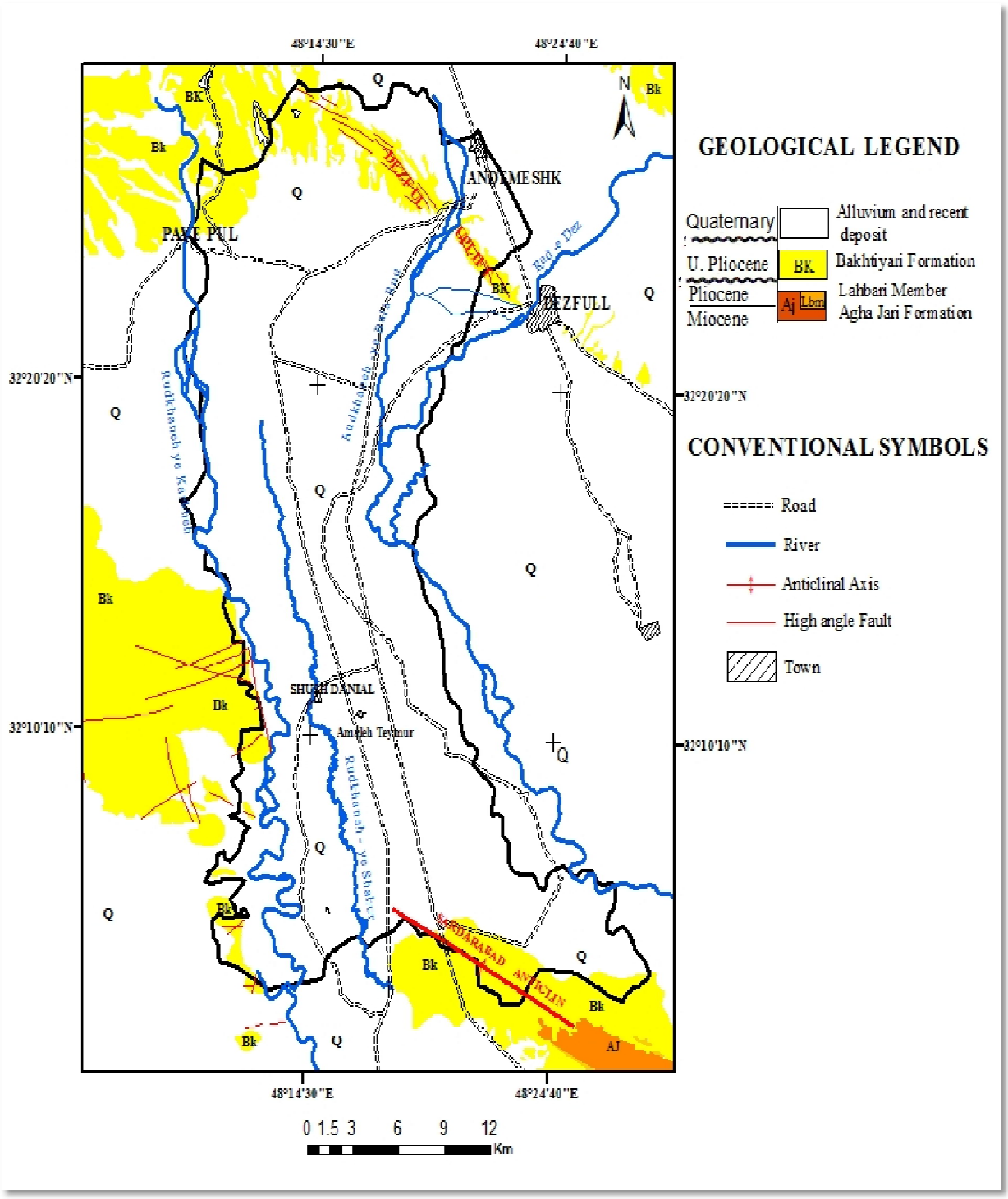
ماه اندازه‌گیری	میانگین دو سال آبی ۸۶-۸۵ و ۸۷-۸۶	میانگین کل دوره آماری
مهر	۲۵/۷	۱۸/۴
آبان	۲۰/۹	۱۸
آذر	۱۸/۱	۱۶/۳
دی	۱۵/۷	۱۵/۱
بهمن	۱۵/۷	۱۵/۳
اسفند	۲۷/۱	۱۷/۸
فروردین	۲۶/۲	۱۹/۵
اردیبهشت	۱۸/۷	۱۷/۳
خرداد	۱۶/۹	۱۴/۹
تیر	۱۸/۵	۱۵/۴
مرداد	۱۷/۶	۱۶/۷
شهریور	۱۷/۵	۱۷/۸
سالانه	۱۹/۹	۱۶/۹



شکل۱-۳- هیدروگراف متوسط ماهانه ایستگاه پل شاوور در دو دوره آماری کوتاه مدت و بلند مدت

۱-۸- هیدروژئولوژی منطقه مورد مطالعه

بر اساس بررسی‌های انجام شده و اطلاعات موجود از نتایج حفاری‌های اکتشافی و پیزومترها که در محدوده مورد مطالعه حفر گردیده‌اند و نیز با توجه به وجود چندین حلقه چاه آرتزین که معرف تحت فشار بودن یک لایه آبدار است، می‌توان نتیجه گرفت که دشت دز غربی دارای دو آبخوان آزاد و محبوس می‌باشد. تعداد چاه‌های آرتزین به ۱۰ حلقه می‌رسد. آبخوان آزاد از گسترش جانبی زیادتری نسبت به آبخوان محصور برخوردار می‌باشد. عمق پیزومترها از ۱۱ متر تا ۲۵ متر بوده و بر اساس عمق حفاری و لوگ زمین‌شناسی چاه‌ها می‌توان نتیجه گرفت تمامی چاه‌های مشاهده‌ای در آبخوان آزاد قرار دارند(صفارزاده ۱۳۸۳).سیستم بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در منطقه به صورت چاه می‌باشد و مهم‌ترین منبع تأمین آب کشاورزی و شرب را در بر می‌گیرد. تمام چاه‌های منطقه عمیق بوده و به صورت فعال استفاده می‌شوند و چاه متروکه‌ای در منطقه گزارش نشده‌است. تعداد چاه‌های بهره‌برداری به ۲۸۰ حلقه چاه می‌رسد که ۱۶۵ حلقه به صورت عمیق و نیمه‌عمیق می‌باشد کهمصرف آن‌ها کشاورزی و شرب می‌باشد. تغییرات عمق چاه‌های بهره‌برداری منطقه از ۴ تا ۱۵۰ متر می‌باشد و تغییرات آبدهی چاه ها از ۰/۵ تا ۸۰ لیتر بر ثانیه برآورد گردیده‌است. در حوالی شهرهای شوش و هفت تپه تراکم حفاری بیشتر می‌باشد، درحالی‌که در قسمت‌های فوقانی و میانی از میزان چاه‌های بهره‌برداری کاسته شده‌است که علت آن وجود مناطق کشاورزی و کم بودن جمعیت و نبود فعالیت‌های صنعتی در این مناطق می‌باشد. رودخانه دز و ارتفاعات کنگلومرایی شمال دشت از منابع تغذیه‌کننده آب‌های زیرزمینی هستند و جهت جریان آب زیرزمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به دلیل بالاآمدگی سنگ کف در محدوده تاقدیس سردارآباد در جنوب دشت، خروجی زیرزمینی برای آب‌های زیرزمینی وجود ندارد و آب زیرزمینی به رودخانه و زهکش‌ها تخلیه می‌شود.



شکل ۱-۴- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ دزفول-اندیمشک)

فصل دوم

مروری بر مطالعات گذشته در مورد هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمی سفره‌های آبرفتی

۲-۱- مقدمه

هر پدیده نامتعارفی در اتمسفر بر اجزای چرخه هیدرولوژیکی تأثیراتی دارد. آب‌های زیرزمینی یکی از شاخص‌های غیرقابل دسترس نهایی چرخه هیدرولوژیکی است. بارش سنگین باران و خشکسالی از مهم‌ترین رویدادهای اقلیمی‌اند، که آثار کوتاه مدت و بلند مدت بر منابع آب زیرزمینی در دسترس دارند (Panda2007).

مسئله کمبود آب برای کشورهایی مثل ایران که آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک دارند، از دیرباز مطرح بوده‌است، بنابراین دسترسی به منابع آب جهت شرب، کشاورزی و صنعت از نظر کمی و کیفی اهمیت دارد. با توجه به اینکه ۸۵ درصد آب شیرین دنیا در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، استفاده از این منابع برای تولیدات کشاورزی در کاهش سریع کمیت و کیفیت آب سهمی چشم گیر دارد (Gonzalez Dugo et al. 2010). درباره کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی پژوهش های مختلفی انجام شده‌است، که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود.

۲-۲- عوامل مؤثر بر کیفیت آب های زیرزمینی

کیفیت آب‌های زیرزمینی را نمی‌توان در طول زمان و مکان ثابت دانست، زیرا کیفیت آب زیرزمینی در مقیاس مکانی و زمانی عمل می‌کند و امری نسبی است. تغییرات کیفیت آب زیرزمینی در بسیاری از کشورها به تازگی مورد توجه قرار گرفته‌است. بررسی دقیق تغییرات کیفی آب زیرزمینی، نیاز به در نظر گرفتن پارامترهای مختلفی از جمله ویژگی‌های آبخوان، عمق آب و سن آب، روش‌های مختلف کاربری اراضی و بهره‌برداری از سفره‌های زیرزمینی می‌باشد.

کیفیت آب زیرزمینی به اندازه کمیت آن حائز اهمیت است و تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی تغییر می‌کند. پدیده‌های مهم شیمیایی همچون اکسیداسیون و احیا، انحلال، هیدرتاسیون، هیدرولیز و واکنش‌ها

باعث تغییرات کیفیت آبهای زیرزمینی می‌گردند. واکنش احیای سولفات، تبادل یونی و فرایند تغلیظ‌پدیده‌های تغییر دهنده‌ای هستند، که بعد از پدیده‌های انحلال و اثرات آب به سنگ‌های مجاور آن و غالباً پس از طی مسافتی کم و بیش طولانی رخ داده و باعث تغییرات ترکیب شیمیایی آب می‌شوند (غفوری، ۱۳۷۴). به‌طور کلی آب زیرزمینی مدت زمان طولانی‌تری در معرض توالی‌های زمین‌شناسی که دارای مواد قابل حل می‌باشند قرار دارد و به‌همین دلیل غلظت نمک‌های محلول موجود در آب زیرزمینی نسبت به آب‌های سطحی بیشتر است. همه آب‌های زیرزمینی دارای نمک‌های محلول می‌باشند ولی نوع و غلظت نمک‌های محلول موجود در آن به منشأ آب زیرزمینی، نحوه حرکت آن و محیطی که آب از آن عبور کرده بستگی دارد. انحلال مواد سنگی منشأ نمک‌های محلول موجود در آب‌های زیرزمینی می‌باشد و یکی از فاکتورهای مهم کنترل کننده کیفیت آب جنس سنگ‌هایی است که آب ضمن عبور از آن کانی‌های قابل حل موجود در آن را حل می‌کند. میزان شوری آب بسته به جنس مواد سفره، قابلیت انحلال کانی‌های موجود و زمان ماندگاری تغییر می‌کند. میزان شوری با کند شدن حرکت آب افزایش می‌یابد، بنابراین میزان املاح موجود در آب با افزایش عمق نیز افزایش می‌یابد. در مکان‌هایی که حجم آب تغذیه شده به زیر زمین زیاد است، مانند بستر رودخانه‌های آبرفتی، کانال‌ها و مناطقی که در آنها تغذیه مصنوعی صورت می‌گیرد، کیفیت آب نفوذی سطحی تأثیر بسیار زیادی در خصوصیات کیفی آب زیرزمینی دارد. از دیگر عواملی که منجر به تغییر کیفیت آب زیرزمینی می‌شود آب اضافی ناشی از آبیاری زمین‌های کشاورزی است، که ضمن نفوذ به سمت عمق مقادیر بسیار زیادی از نمک‌های موجود در سطح را با خود به سمت سطح ایستابی حمل می‌کند.به‌طور کلی عوامل مؤثر بر کیفیت آب‌های زیرزمینی را می‌توان نتیجه تأثیر عوامل طبیعی (لیتولوژی، سرعت حرکت آب‌های زیرزمینی، مقدار و کیفیت آب تغذیه شده به آبخوان، بر هم‌کنش آب زیرزمینی با دیگر آبخوان‌ها، شرایط اکسیداسیون و احیا حاکم بر سفره و خصوصیات هیدرولوژیکی آبخوان) و عوامل انسانی (کشاورزی، صنعت، توسعه شهری، تخلیه فاضلاب‌ها و بهره‌برداری بیش از حد از سفره آب زیرزمینی) دانست (Chan 2001). میزان اثرگذاری هر یک از پارامترهای فوق بسته به شرایط آبخوان می تواند بسیار متفاوت باشد.

۲-۲-۱- نقش عوامل طبیعی

عوامل طبیعی نقش زیادی در تغییرات کیفی آب زیرزمینی دارند و مهم‌ترین عامل تأثیر گذار را می‌توان جنس سازندهای تشکیل دهنده آبخوان و لیتولوژی محیطی که آب‌های زیرزمینی از آن عبور می‌کند دانست.منظور از عوامل طبیعی مؤثر بر کیفیت آب زیرزمینی عواملی است، که بشر در آن نقشی ندارد و از ساختار زمین‌شناسی منطقه و یا واکنش‌هایی که در طی مسیر حرکت آب در آن رخ می‌دهد منشأ می‌گیرد.

الف- اثر لیتولوژی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی

شیمی آب زیرزمینی در هر منطقه به نوع سنگ‌هایی بستگی دارد که آب از درون آنها عبور می‌کند (Mokrik and Baublyte. 2005). عبور آب از سازندهای در برگیرنده بالیتولوژی مختلفباعث انحلال در سازندها در مسیرحرکت آب‌های زیرزمینی می‌شود، که به دنبال آنباعث ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی در آب زیرزمینی می‌گردند. مهم‌ترین سنگ‌هایی که در تماس با آب زیرزمینی دچار انحلال می‌شوند کانی‌های تبخیری هستند. انحلال کانی‌های تبخیری همچون ژیپس و هالیت و سنگ‌های کربناته همچون آهک و دولومیت سبب از بین رفتن کیفیت آب زیرزمینی می‌شود (بهزادی و همکاران، ۱۳۸۹، کلانتریان، ۱۳۸۸).فرآیند تکامل شیمیایی آب نیز یک عامل مؤثر در تغییر کیفیت آب از محل تغذیه به تخلیه می‌باشد، که بر اساس این فرآیند مقدار مواد محلول بر حسب زمان و مکان افزایش می‌یابد. مسیر حرکت آب رودخانه‌ها بخصوص در زمان سیل و شیوع آلودگی‌ها، بر اثر واکنش با سازندهای اطراف رودخانه کیفیت آب آن را تغییر داده، که در صورت نفوذ باعث تغییر کیفیت آب زیرزمینی می‌گردد.

محمدزاده و همکاران(۱۳۷۸) با مطالعه کیفی منابع آب زیرزمینی در دشت شیروان نشان دادند که به دلیل تأثیر سازندهای مارنی نئوژن، میزان هدایت الکتریکی در این منبع آب زیرزمینی بالا است. در بخش

غربی شهرستان شیروان نیز از سمت شمال به جنوب، عمق برخورد به آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد، که این کاهش عمق برخورد به آب در منطقه منجر به نامطلوب‌تر شدن کیفیت آب و شور شدن آن شده‌است. باقری و همکاران (۱۳۸۶)به منظور تعیین منشأ و علل تغییرات هیدروشیمی از منابع آب تاقدیس کارستی راوندی و تاقدیسهای اطراف نمونه‌برداری کردند. نتیجه این تحقیق نشان داد، که انحلال سازندهای مخرب گچساران در منطقه عامل اصلی تخریب کیفیت آبهای چشمه‌های کارستی منطقه شده‌است. به‌طوری‌که علت اصلی پایین بودن کیفیت آب چشمه خروجی از سازند آسماری تأثیر منفی سازند گچساران بر روی آب باران تغذیه شده می‌باشد. ناصری و علیجانی (۱۳۸۱) با بررسی کیفیت سفره آب زیرزمینی در آبخوان آبرفتی ایذه نشان دادند که آب زیرزمینی موجود در این منطقه به‌دلیل فعالیت کشاورزی و شهری آلوده می‌باشد و غلظت نیترات در آن زیاد ولی پتاسیم و کلر کم می‌باشد. در مناطقی از دشت که باقیمانده‌هایی از سازند گچساران وجود دارد غلظت پتاسیم و کلر آب زیاد و نیترات متوسط است. علیمرادی و حقیقت (۱۳۸۱) به بررسی عوامل مؤثر بر کیفیت آب زیرزمینی دشت دهلران در استان ایلام پرداختند. تأثیر سازندهای زمین‌شناسی گچساران، طرح آبخیزداری و تغذیه مصنوعی و افزایش آبهای برگشتی نامطلوب حاصل از آبیاری زمین‌های کشاورزی از جمله عوامل مؤثر بر تخریب کیفیت آب منطقه محسوب می‌شوند. مطالعه و بررسی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی دشت زوبرچری و خران در شهرستان اهواز توسط عبدالهی و کلانتری (۱۳۸۲) نشان داد که کیفیت آب زیرزمینی این دشت وابسته به زمین‌شناسی منطقه می‌باشد و با تغییر لیتولوژی تغییر خواهد کرد. در چاه‌های عمیق منطقه تیپ آب از نوع سولفات کلسیک و منیزیک می‌باشد که انحلال ژیپس مهمترین عامل ایجاد این نوع آب در دشت است. در مناطقی که انحلال نمک غالب است تیپ آب به صورت کلرور سدیک می‌باشد.با بررسی زمین‌شناسی، هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمی سفره آب زیرزمینی دشت تسوج در استان تبریز توسط قندی و اصغری مقدم (۱۳۸۴) عوامل مؤثر بر کیفیت آب زیرزمینی منطقه مشخص شد. این عوامل به ترتیب اهمیت شامل سازندها و ساختارهای زمین‌شناسی، آب برگشتی حاصل از آبیاری، شوری چرخه‌ای، شیب هیدرولیکی و دانه‌بندی رسوبات آبخوان و آب فسیل موجود در منطقه که به عقیده آنها سازندها و

ساختارهای زمین‌شناسی در این میان نقش کنترلی مهمی بر ترکیب آب زیرزمینی دارند و نسبت به سایر موارد از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند. رقیمی و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی کیفیت آب زیرزمینی گرگان و تأثیر عوامل زمین‌شناسی بر آن نشان دادند که سنگ آهک سازند لار و سنگ‌های دگرگونی موجود در منطقه منجر به ایجاد آب‌های خیلی سخت شده و همچنین بر روی میزان املاح منابع آب تأثیر می‌گذارند. نشت فاضلاب‌های خانگی گرگان و فروشویی نمک‌های تبخیری موجود در لس‌ها به عنوان منشأ احتمالی آب‌هایی از نوع کلرید (بی‌کربنات) کلسیم- منیزیم در منطقه معرفی شده‌است. فاریابی و همکاران (۱۳۸۵) با مطالعه کیفیت آب زیرزمینی دشت باغملک در استان خوزستان و استفاده از روش آماری در تحلیل آن به این نتیجه رسیده‌اند که مهمترین عوامل مؤثر بر کیفیت آب در این منطقه شاملواکنش بین آب و سازندهای زمین‌شناسی (انحلال سازند گچساران)، تبادل یونی معکوس و تأثیر سازندهای محصورکننده دشت است. کرمی و نصیرزاده (۱۳۸۶) به بررسی خصوصیات هیدروژئوشیمیایی منطقه تخته ارکاندر جنوب غرب بجنورد پرداختند. نتایج بدست آمده نشان دهنده این است که کیفیت آب زیرزمینی در جهت جریان آب زیرزمینی که به سمت جنوب وجنوب شرق دشت می‌باشد به شدت کاهش پیدا کرده‌است. به گونه‌ای که مقدار هدایت الکتریکی در ابتدای سفره آبرفتی (در مجاورت سازندهای آهکی)حدود ۳۲۰ میکروموس برسانتی‌متراست و درفاصله‌ایاندک در مسیر حرکت آب زیرزمینی به حدود۱۵۰۰ میکروموس برسانتی‌متر می‌رسد. با عنایت به لاگ چاهها و زمین‌شناسی منطقه می‌توان این چنین اظهارنظر کرد که علت اصلی تخریب کیفیت آب دریک فاصله کوتاه، وجود نهشته‌های نئوژن می‌باشد که به‌عنوان یک مخرب کیفیت آب عمل می‌کند. شریف زاده و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی منشأ شوری آب زیرزمینی دشت آبدان در استان بوشهر به این نتیجه رسیدند که این دشت به وسیله آبراهه‌ها و دره‌های عمیق ارتفاعات شمال و شمال شرقی تاقدیس نمک تغذیه می‌شود و در شمال شهر آبدان در محل تراکم چاه‌ها اختلاف دو آب با کیفیت متفاوت وجود دارد. دو تیپ عمده در دشت آبدان، سولفاته-کلسیت و کلروره-سدیک می‌باشد که دلایل آن به ترتیب، وجود انحلال ژیپس و تبخیر از سطح آب زیرزمینی می‌باشد. کرمی و کلانتریان (۱۳۸۸) با مطالعه و بررسی خصوصیات هیدروشیمی سفره آب زیرزمینی

منطقه تنکابن نشان دادند که علیرغم وجود پتانسیل‌های آلاینده بسیار زیادی در منطقه، آلوده نمی‌باشد که این به دلایل اثر بارندگی زیاد و نرخ کم رواناب، نرخ تغذیه سالیانه به سفره آب زیرزمینی بالا می‌باشد و از طرف دیگر زمان ماندگاری آب به دلیل دانه درشت بودن رسوبات پوشاننده سفره کوتاه است، در نتیجه غلظت عناصر محلول در آب بیشتر از حد مجاز نمی‌باشد. یک عامل بسیار مهمی که کمیت و کیفیت آب زیرزمینی منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد وجود رودخانه بزرگ و دائمی چشمه کیله در غرب محدوده مورد مطالعه است. این رودخانه باعث کم شدن میزان هدایت الکتریکی در نزدیکی آن تا ۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر است. در مجموع مطالعه هیدروژئوشیمی و هیدروژئولوژی سفره آبرفتی وکم عمق شهرستان تنکابن نشان داد که سفره موجود در منطقه از نوع آزاد و بسیار ناهمگن بوده و از نظر کیفی دارای وضعیت مطلوبی جهت مصارف شرب و کشاورزی می‌باشد. کریمی و همکاران (۱۳۹۰) کیفیت آب زیرزمینی دشت ایوان (ایلام) را به منظور دانستن اثر سازندهای گچساران اطراف منطقه بررسی کردند و با ترسیم نمودارهای پایپر، شولر و ویلکوکس و همچنین نقشه‌های زمین‌شناسی و ایزوپتانسیل و منحنی‌های هم مقدار پارامترهایی مانند TDS، EC، سولفات و کلر کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف شرب، صنعت و کشاورزی مورد بررسی قرار دادند. به این منظور از ۹ چاه در منطقه نمونه‌برداری شد و به طور کلی نمودارهای هم مقدار ترسیمی برای پارامترهای مختلف نشان داد که در جهت شرق به غرب دشت و با تغییر جنس سازندهای زمین‌شناسی و گسترش سازند گچساران، کیفیت آب پایین می‌آید. لشکری و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت ایرانشهر و تأثیر سازند زمین‌شناسی بر کیفیت آب در منطقه، ۲۲ چاه انتخاب و نمونه‌برداری در آن‌ها انجام شد. تیپ آب در منطقه را بر اساس دیاگرام پایپر مشخص کردند و همچنین تغییرات تیپ آب که ممکن است متأثر از عوامل زمین‌شناسی و بعضاً تبادل کاتیونی با سازندهای مجاور باشد نیز مورد ارزیابی قرار دادند. در نهایت به این نتیجه دست یافتند که ارتباط آب زیرزمینی با سازند زمین‌شناسی مجاور خود سبب تغییر کیفیت آب شده‌است و علت آن وجود طبقات گچ در این محدوده و وجود مقادیر یون سولفات در آب‌های این ناحیه می‌باشد. کلانتری و همکاران(۱۳۹۲) با بررسی نقش ساختارهای زمین‌شناسی در ایجاد زون هیدروژئولوژیکی با ویژگی

هیدروشیمیایی متفاوت دشت الباجی در خوزستان، به این نتیجه رسیدند که کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی در منطقه، عمدتاً تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند مواد تشکیل دهنده سفره آبدار، خصوصیات اقلیمی و منبع تغذیه قرار می‌گیرد، ولی عوامل دیگری که کیفیت آب زیرزمینی را کنترل می‌کند ساختارهای زمین‌شناسی مانند چین خوردگی‌ها و گسل‌های زیرسطحی می‌باشند. آقازاده و همکاران (۱۳۹۲) با آنالیز ۵۶ نمونه آب در دو فصل خشک و تر، کیفیت آب برای مصارف مختلف و فرآیندهای هیدروژئوشیمیایی حاکم بر سیستم جریان آب زیرزمینی حوضه آبریز رودخانه گدارچای نقده در ارومیه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که گسترش سنگ‌های کربناته در شمال و شمال غرب محدوده باعث شده که آب‌ها نسبت به کانی‌های کربناته فوق اشباع و نسبت به کانی‌های سولفاته اشباع می‌باشند. تیپ غالب محدوده بی‌کربناته-کلسیت و منیزیک بوده و لیتولوژی سنگ‌های دربرگیرنده روی شیمی آب‌های زیرزمینی تأثیر زیادی دارد.احمدی و تلخابلو (۱۳۹۲) به مطالعه پیرامون فرآیندهای هیدروژئوشیمیایی و کیفیت منابع آب زیرزمینی حوضه آبریز رودخانه گدارچای نقده با نگرش بر لیتولوژی منطقه پرداختند. در این مطالعه بررسی کیفیت آب زیرزمینی با استفاده از نتایج آنالیز شیمیایی ۵۳ نمونه آب زیرزمینی صورت گرفته است. تفسیر آنالیز هیدروشیمی آب زیرزمینی نشان می‌دهد که آبهای منطقه عمدتاً جزو آبهای شیرین، سخت تا خیلی سخت بوده و عمدتاً دارای تیپ بی‌کربناته کلسیک و منیزیک می‌باشند. بررسی‌های لیتولوژی سنگ‌های در برگیرنده نشان داد سنگ‌های کربناته شمال و شمال غرب باعث گردیده که آبها نسبت به کانی‌های کربناته از قبیل کلسیت و آراگونیت اشباع شوند که نشان دهنده تأثیر احتمالی لیتولوژی سنگ‌های در برگیرنده بر روی شیمی آبهای زیرزمینی می‌باشد. کاظمی و همکاران (۱۳۹۰) اثر سازندهای زمین‌شناسی را بر کیفیت آب‌های آبخوان دشت شوقان (خراسان شمالی) مورد بررسی قرار دادند. طبق بررسی‌های انجام شده، از مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده کیفیت آب زیرزمینی این آبخوان ترکیب سنگی در منطقه است که عمده آنها سنگ های رسوبی و به‌ویژه تبخیری‌ها را در بر می‌گیرد. برای بررسی اثرات سنگ‌شناسی بر کیفیت آب آبخوان، در سال ۱۳۸۸ تعداد ۳۱ نمونه آب از قسمت‌های مختلف آبخوان برداشت کردهو اسدیته، هدایت الکتریکی و یون‌های اصلی، نقشه‌های پراکندگی

یون‌های اصلی رسم و بررسی‌های زمین‌شناسی صحرایی در منطقه انجام شد. نقشه پراکندگی یونی به خوبی تأثیر سازندها را بر آبخوان نشان داد و مطالعه دقیق نمودارهای ترکیبی یون‌ها و شاخص اشباع کانی‌های ژیپس، هالیت، کلسیت و دولومیت، انحلال این کانی‌ها و هوازدگی کانی‌های سیلیکاتی را در منطقه نشان می‌دهد. بابلیت و موکریک (Baublyt and Mokrik. 2005) بهمطالعه و بررسی ژئوشیمی آب در حوضه لیتونیا (Lithuania) واقع در اروپای شمالی پرداختند. نتایج نشان داد که شیمی آب زیرزمینی در این منطقه به نوع سنگ‌هایی بستگی دارد که آب از درون آنها عبور می‌کند. به‌طوری‌که تیپ آب در سفره‌ای که توسط رسوبات کواترنری پوشیده شده است از نوع بیکربنات کلسیک می‌باشد. بر اثر حرکت آب از میان خاک، فشار جزئی دی اکسید کربن افزایش پیدا کرده و منجر به انحلال سیمان دولومیتی موجود در سفره شده و در نتیجه تیپ آب به صورت بیکربنات کلسیک- منیزیک در می‌آید.

جانسون و کوماندر (Johnson & commander. 1998) مطالعاتی در مورد شوری آب زیرزمینی در منطقه‌ای در کشور سوئیس انجام دادند. نتایج نشان داد که گسترش شوری آب های زیرزمینی در تمامی سفره‌های آبدار، مربوط به توپوگرافی بوده و روند شوری آب زیرزمینی به سمت شرق بیانگر نرخ پایین تغذیه در این مناطق است. همچنین نتیجه گرفتند که شوری آب زیرزمینی در این منطقه به صورت فصلی، مخصوصاً در آهک ها در تغییر است. به‌طوری‌که افزایش میزان شوری در طول دوره خشک مربوط به تبخیر و تعرق و کاهش در میزان شوری، به خاطر ورود آب شیرین در طول مدت تغذیه می‌باشد.

ب- اثر سرعت حرکت آب‌های زیرزمینی بر کیفیت آنها

سرعت حرکت آب‌های زیرزمینی تأثیر زیادی بر انحلال مواد تشکیل‌دهنده آبخوانی دارد که از آن عبور می‌کند، به‌طوریکه هر چه سرعت حرکت آب در آبخوان کمتر و مقدار مسافتی که آب درون آبخوان طی می‌کند بیشتر باشد، زمان تماس آب با تشکیلات سازنده آبخوان بیشتر بوده و در نتیجه انحلال مواد آبخوان بیشتر است. در دشت‌ها به‌علت دانه‌بندی رسوبات که عموماً به طرف پایین به تدریج ریزتر می‌شود، سرعت جریان کندتر و زمان ماندگاری آب در تماس با رسوبات افزایش یافته و مقدار املاح آب زیادتر

می‌گردد. با تکامل تدریجی یون‌های اصلی در آب‌های زیرزمینی از محل تغذیه به تخلیه میزان TDS آب‌ها افزایش می‌یابد.خصوصیات هیدروژئولوژی از قبیل: ترکیب سنگ‌شناسی و کانی‌شناسی، پارامترهای هیدرولیکی، عمق سفره، موقعیت جغرافیایی فیزیکی و سیستم کوهزایی مرتبط با آن در سرعت نفوذ و کیفیت آب زیرزمینی تأثیر دارد. قندی و اصغری مقدم (۱۳۸۴) با بررسی خصوصیات کیفی آبخوان دشت تسوج، به این نتیجه دست یافتند که تیپ آب در فاصله کوتاهی از محل تغذیه آبخوان به صورت کلرو سدیک در می‌آید. علت این امر وجود رسوبات دانه ریز در منطقه و سرعت کم جریان آب زیرزمینی در رسوبات دانسته‌اند، که باعث افزایش زمان ماندگاری آب در آبخوان و افزایش غلظت املاح موجود در آب شده‌است.در پژوهشی که توسط دهقان و همکاران (۱۳۹۰) در دشت شبستر به منظور بررسی کیفی آب های زیرزمینی طی ۶ سال انجام شد، با توجه به نقشه‌ها و جداول مربوطه می‌توان گفت که هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و میزان کلرید از شمال به جنوب دشت یک افزایش نرمال داشته‌است، که این عامل مربوط به خاصیت آب‌های زیرزمینی می‌باشد که هر چه از محل تغذیه دورتر شده و به محل تخلیه نزدیکتر می‌شود، از کیفیت کلی آن کاسته می‌شود و هر چه این مسیر طولانی‌تر باشد کیفیت نیز به نسبت بدتر می‌شود. ملکی فرد و همکاران(۱۳۹۲) در بررسی افزایش شوری در جنوب شرق دشت قزوین نتیجه گرفتند که دشت قزوین به‌صورت کاسه‌ای بوده آب‌های سطحی و زیرزمینی از همه طرف به آن وارد می‌شوند و درنهایت در قسمت شرقی از یک معبر نمکی عبور کرده و به‌طرف کویر می‌رود. از نظر کیفیت منابع آب سرشاخه‌ها شیرین بوده ولی در هنگام حرکت و رسیدن به دشت قزوین تغییرات زیادی می‌کنند. در ناحیه دشت قزوین به علت گرابنی بودن، رسوبات به‌صورت تناوبی از شن و ریگ و رس و سیلت پر شده که جریان آب به‌کندی صورت گرفته و در نتیجه حرکت آب زیرزمینی به سرعت بر شوری آب افزوده می‌شود. ناتیو و اسمیت(Nativ and Smith 1986) با بررسی هیدروژئولوژی و ژئوشیمی سفره آب زیرزمینی اُگالِلا (Ogallala) که در زیر یک مخروط افکنه قرار دارد، به این نتیجه رسیده‌اند که خصوصیات سازندهای پوشاننده سفره، از قبیل توپوگرافی، نفوذپذیری و ضخامت واحدها بر کیفیت و کمیت آب آبخوان تأثیر بسزایی دارد. خصوصیات هیدروشیمی و ترکیب ایزوتوپی آب ضمن حرکت از درون سازندهای

پوشاننده سفره تغییر می‌کند. کلاتیر و همکاران (Cloutier et al. 2006) به‌منظور بررسی هیدروشیمی و منشأ آب آبخوان بیسز- لورنتایز (Basses-Laurentides) همه واحدهای هیدروژئولوژی و زمین‌شناسی منطقه را حداکثر تا عمق ۱۴۰ متر مشخص کردند و به این نتیجه رسیده‌اند که شرایط هیدروژئولوژیکی برروی شیمی یون‌های اصلی و تیپ آب در منطقه تأثیر بسزایی دارد. آنها عوامل محلی مؤثر بر کیفیت آب را یخچالی شدن، تنوع و گوناگونی طبقات سنگ چینه‌ای دانسته‌اند. در مناطقی که تغذیه از آنجا صورت می‌گیرد تیپ آب بیکربنات کلسیک- منیزیک است، ولی در قسمت‌های محبوس و تحت فشار آب از نوع بیکربنات سدیک و سدیم و کلر است.

ج- تکامل هیدروشیمیایی آب در جهت حرکت آب زیرزمینی

کیفیت شیمیایی آب جوی در هنگام عبور از درون سنگ‌ها تغییر می‌کند و تغییرات آن نیز به عواملی نظیر نوع کانی‌های در تماس با آب، شرایط دما و فشار و مدت زمان واکنش آب و کانی‌ها بستگی دارد. مهمترین تغییری که پس از نفوذ آب باران به درون خاک صورت می‌گیرد، انحلال گازکربنیک موجود در اتمسفر خاک می‌باشد. اسیدکربنیک ضعیفی که به این ترتیب تشکیل می‌شود قادر به انحلال سنگ‌های آهکی (در صورت وجود در زیر خاک) می‌باشد. با افزایش فاصله از منطقه تغذیه، فرایند غالب از انحلال به تعویض یونی تغییر می‌یابد. اکثر سفره‌های آب زیرزمینی حاوی مقداری کانی رسی می‌باشند. یون‌های جذب شده به سطوح کانی‌های رسی معمولاً با یون‌های محلول، تعویض یونی انجام می‌دهند. یون‌های محلول عمدتاً شامل یون‌های مثبت موجود در روی ذرات رسی در سفره آب زیرزمینی است. تأثیر عمده این فرایند این است که یون‌های کلسیم و منیزیم محلول توسط یون‌های سدیم که در زمان ته نشست گردیدن سنگ‌ها بر روی سطوح رس متمرکز می‌شوند، جا به جا می‌گردد. حذف یون‌های کلسیم از آب می‌تواند منجر به انحلال بیشتر کربنات کلسیم گردد، لیکن تولید نهایی به‌صورت تولید آب حاوی بیکربنات سدیم خواهد بود. به‌علت آنکه در فواصل دورتر از منطقه تغذیه سفره، شیب طبقات رو به پایین بوده و هیچگونه محل خروجی برای آب وجود ندارد (به استثنای نشت از طبقات محبوس کننده) معمولاً حرکت طبیعی آب

کمتر می‌شود. حرکت آهسته‌تر آب به منزله فرصت بیشتر برای انحلال کانی‌هایی است که قابلیت انحلال کمتری دارند. بنابراین تغییر وضعیت از آب بیکربناته به آب سولفاته و نهایتاً به آب کلروره است که همراه با کاتیون‌های مربوط به تغییر کلسیم و منیزیم به سدیم می‌باشند. با حرکت آب به عمق بیشتر، یون سولفات افزایش یافته و به‌صورت غالب در می‌آید و نهایتاً اگر سیستم به حد کافی عمیق باشد، کلر نیز همین حالت را پیدا می‌کند. بنابراین مقدار مواد محلول بر حسب زمان و عمق افزایش می‌یابد. این فرایند تحت عنوان تکامل شیمیایی آب نامیده می‌شود و یک عامل مؤثر در تغییر کیفیت آب از محل تغذیه به تخلیه می‌باشد. آب جوی ضمن عبور از خاک به‌دلیل فرآیند تخریب و دگرگونی مواد آلی، نسبت به CO2 غنی می‌شود و در نتیجه انحلال مواد کربناته فعال تر خواهد شد:

رابطه (۲-۱):
$$CaCO_3 + CO_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^-$$

که تیپ آب در این حالت از نوع بیکربنات کلسیک خواهد شد و غلظت کلسیم در آن افزایش می‌یابد. بر اثر افزایش فشار دی اکسید کربن موجود در آب بیکربنات کلسیک و سیمان دولومیتی موجود در رسوبات شسته شده و طی فرایند دولومیت زدایی همراه با زیاد شدن غلظت کلسیم و منیزیم غلظت سولفات هم زیاد می‌شود. هم چنین در مواقعی که علاوه بر انحلال کانی‌های کربناته، فرایند انحلال کانی‌های تبخیری در سفره آب زیرزمینی رخ دهد، غلظت سولفات موجود در آب نیز بیشتر خواهد شد (Mokrik and Baublyte 2005):

رابطه (۲-۲):
$$1.8CaSO_4 + 1.8CaMg(CO_3)_2 = 1.6CaCO_3 + Ca^{2+}$$

کلانتری و زارعی(۱۳۸۴) با مطالعه و بررسی پیرامون خصوصیات کیفی آب زیرزمینی دشت زیدون نشان دادند که کیفیت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در جهت جریان آب زیرزمینی تحت تأثیر تکامل هیدروژئوشیمیایی قرار می‌گیرد و تیپ آب این آبخوان آبرفتی از کلروسدیوکلسیک به کلرو سدیک تغییر می‌کند. شرایط هیدروژئولوژیکی حاکم بر سفره مهمترین عامل ایجاد این تغییرات می‌باشد. به‌طوریکه در سفره آزاد و آبرفتی موجود در مناطق جنوبی به دلیل کوتاه بودن زمان ماندگاری، غلظت یون کلر و سدیم

کم است. ولی در سفره محبوس واقع در بخش مرکزی به دلیل وجود یک لایه محبوس کننده، حرکت آب کند شده و تکامل هیدروشیمیایی ضمن نفوذ عمقی آب باران رخ می‌دهد و در نتیجه غلظت سدیم و کلر در آب افزایش پیدا می‌کند. انحلال هالیت و تبادل یونی کانی‌های رسی موجود در رسوبات نیز از جمله عوامل دیگری است که منجر به افزایش یون کلر در آب زیرزمینی این منطقه می‌شود. بررسی تغییرات هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمی آبخوان آزاد منطقه هرمیدال(Hermidale) نشان داد که به‌دلیل دانه ریز بودن تشکیلات سفره که از جنس سیلت فیلیتی با بین لایه‌هایی از ماسه فیلیتی می‌باشد، نرخ جریان آب زیرزمینی کند شده و در نتیجه میزان هدایت الکتریکی در جهت حرکت آب افزایش پیدا کرده‌است. افزایش هدایت الکتریکی در این منطقه یا در نتیجه مخلوط شدن آب شیرین زیرزمینی با آب شور است و یا در نتیجه فرایند تبخیر آب در مناطقی که عمق برخورد به آب زیرزمینی کم می‌باشد(Khider and McPhail 2005).

۲-۲-۲- تأثیر عوامل غیر طبیعی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی

علاوه بر عوامل طبیعی تأثیر گذار بر کیفیت آب‌های زیرزمینی، عوامل غیر طبیعی نیز از قبیل فاضلاب‌های شهری، صنعتی و معدنی، کشاورزی، توسعه شهری، بهره‌برداری بیش از حد از منابع زیرزمینی و آلودگی‌های جوی نیز بر کیفیت آب‌های زیرزمینی تأثیر گذار است. این عوامل حاصل دخالت انسان بوده که عمده آن اثرات بهره‌برداری از آبخوان‌ها و مصرف آب می‌باشد.

الف- بهره‌برداری بیش از حد از منابع زیرزمینی

بهره‌برداری متعادل و معقولانه از آب‌های زیرزمینی منجر به استفاده پایدار و رعایت نکردن بهره‌برداری معتدل، منجر به نابودی این منابع می‌شود. استحصال بی‌رویه‌ی آب‌های زیرزمینی بر کیفیت آب تأثیر گذار

است. تخلیه بیش از میزان تغذیه طبیعی یا مصنوعی آبخوان‌ها، پیامدهایی چون افزاش هزینه استحصال آب، نشست زمین و کاهش کیفیت آب را به‌دنبال دارد.

منابع آب زیرزمینی در دشت ورامین توسط حقیقت و شمشکی (۱۳۷۹) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که وضعیت کمی و کیفی آبخوان این دشت در نتیجه برداشت بی‌رویه دست خوش تحولات نامطلوب شده‌است. رجب پور و همکاران (۱۳۸۲) هیدروشیمی سفره آب زیرزمینی دشت آذرشهر را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیده‌اند که به‌دلیل افزایش برداشت و کاهش بارش در منطقه، کیفیت آب‌های زیرزمینی کاهش یافته است. زهتابیان و همکاران (۱۳۸۱) در بررسی انجام داده پیرامون تخریب آبخوان در اثر بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در دشت قنوات قم به این نتیجه رسیدند که برداشت بیش از حد و بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی باعث افت سطح ایستابی و افزایش شوری آب می‌شود. نتایج تحقیق قلعه نی و همکاران (۱۳۹۰) در دو آبخوان ساوه و اراک، پیرامون ارزیابی کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی در شرایط متفاوت اقلیمی نشان داد که سطح آب زیرزمینی کاهش داشته است و کیفیت آب زیرزمینی در فصول تر در مقایسه با فصول خشک و در چاه‌های با عمق کمتر نامطلوب‌تر است. با بررسی سطح آب زیرزمینی در دشت یزد اردکان، اکرامی و همکاران (۱۳۹۰) به این نتیجه رسیدند که در چهار دهه اخیر سطح آب روند نزولی داشته و افزایش تکرار خشکسالی‌ها و افت زیاد ناشی از برداشت آب سفره باعث تغییرات زیادی در کیفیت آب‌های زیرزمینی شده‌است. در بررسی کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی دشت پریشان، محمد خواجه و همکاران (۱۳۹۳) به این نتایج دست یافتند که با توجه به هیدروگراف سالیانه دشت پریشان، به‌طور میانگین سطح آب زیرزمینی از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۹۰ افتی معادل ۶/۲۵ متر داشته‌است. همچنین هیدروگراف سالیانه دشت سه دوره نوسان سطح ایستابی را در سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۳ (افزایش سطح ایستابی حدود ۲ متر)، ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۹ (کاهش سطح ایستابی ۷/۹۳ متر) و ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۰ (افزایش سطح ایستابی ۰/۲۶) گذرانده‌است. با افزایش برداشت و تکرار خشکسالی و افت زیاد سفره آب زیرزمینی در بازه زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ کیفیت آب زیرزمینی روند نزولی داشته‌است. اژدری و کاظمی (۱۳۹۳) در یک دوره ۱۶ ساله از داده‌های سطح آب ۲۹ پیزومتر و داده‌های

شیمی آب ۳۱ حلقه چاه استفاده کرده و خصوصیات کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی دشت شاهرود را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این بررسی نشان داد که به‌علت برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و کاهش بارندگی در دشت، سطح آب زیرزمینی طی مدت ۱۶ سال، ۱۱/۴ متر افت کرده‌است. همچنین در این بررسی مشخص شد که شوری آب در سال‌های مختلف متفاوت می‌باشد ولی روند افزایشی به‌صورت جزئی دارد. مطالعاتی که پیرامون پیشروی جبهه آب شور در مناطق ساحلی جورجیای آمریکا انجام یافت، نشان داد که پمپاژ آب از آبخوان باعث پایین رفتن آب زیرزمینی و پیشروی آب دریا به درون آبخوان شده‌است. در ناحیه برانسویک حدود ۵۰ سال است که آب شور باعث آلودگی آبخوان‌های فلوریدا می‌شود. بنابراین در حال حاضر وسعت زیادی از منطقه دارای آب‌هایی هستند که غلظت کلراید آنها حدود ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر می‌باشد که بالاتر از متوسط استانداردهای آب آشامیدنی می‌باشد.

ب- اثر فاضلاب‌های شهری، صنعتی و پساب‌های کشاورزی

از گسترده‌ترین فعالیت‌های انسانی، کشاورزی می‌باشد که کیفیت آب زیرزمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. استفاده از کودها و آفت کش‌ها باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود. همچنین در چند دهه گذشته گسترش شهرنشینی خطر جدی برای منابع زیرزمینی شده‌است. با گسترش شهرها، کنترل لازم برای مدیریت زباله‌ها، فاضلاب‌ها و مشکلات زیست محیطی انجام نمی‌شود و این مسئله کیفیت آب‌های زیرزمینی را به مخاطره می‌اندازد. آلاینده‌های صنعتی نیز خطر جدی برای آب‌های زیرزمینی محسوب می‌شوند. نشت مایعات خطرناک از مخازن و لوله‌های انتقال و دفع غیر اصولی مواد زائد جامد و مایع باعث آلودگی زیست محیطی متنوعی می‌شود. ترکیبات نیترات و نیتریت از جمله عوامل آلاینده منابع آب زیرزمینی هستند، که علت افزایش آن می‌تواند افزایش جمعیت باشد و نتیجه آن زیاد شدن فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی می‌باشد. سینگ و همکاران (1976) در بررسی آلودگی منابع آب زیرزمینی در منطقه پنجاب هند به این نتیجه رسیدند که ۹۰ درصد نمونه‌ها دارای نیترات کمتر از ۴۵ میلی‌گرم در لیتر

بوده و غلظت نیترات با عمق کاهش می‌یابد. غلظت نیترات در عمق دو متری ارتباط نزدیکی با غلظت نیترات آب چاه در ماه سپتامبر دارد. بنابراین در طی بارندگی (جولای تا سپتامبر) نیترات موجود در خاک به منابع آب زیرزمینی می‌رسد.شیرانی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی منابع آلودگی آب زیرزمینی در محیط شهری تهران طی آبان سال ۱۳۹۰ از ۱۶ حلقه چاه نمونه‌برداری کردندو به این نتایج دست یافتند که علت افزایش غلظت در کاتیون‌ها بخصوص افزایش پتاسیم، بافت رسی، فاضلاب چاه‌های جذبی و کود مصرفی در فضای سبز این نواحی دانست. فعالیت‌های کشاورزی، رواناب‌های سطحی، فاضلاب مناطق مسکونی، عدم رعایت فاصله مناسب بین چاه‌های آب به چاه‌های فاضلاب و زمین‌های کشاورزی و نیز زمین‌شناسی منطقه عوامل تشدید اثرات آلاینده منابع آب زیرزمینی می‌باشند. در بررسی کیفیت آب زیرزمینی در اصفهان، طباطبایی و همکاران (۱۳۸۹) طی دو مرحله نمونه‌برداری انجام دادند و در نهایت آلودگی نیترات را اعلام کردند. علت آلودگی را نزدیکی منابع آب زیرزمینی به محل دفن کودهای آلی کشاورزی دانستند. همچنین مقادیر فلزات سنگین اندازه‌گیری شده نشان داد که آلودگی رودخانه بر روی چاهها تأثیر ندارد و به احتمال زیاد منشأ آلودگی، نشت فاضلاب شهری و آلودگی‌های سطح زمین می‌باشد.

۲-۳- عوامل مؤثر بر کمیت آب‌های زیرزمینی

عوامل متعددی وجود دارد که مقدار و کمیت آب‌های زیرزمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از جمله این عوامل می‌توان بهره‌برداری و برداشت آب از منابع زیرزمینی، خشکسالی، بارندگی و حفر چاه جدید یا تغذیه مصنوعی را نام برد. بارندگی‌ها و خشکسالی از مهم‌ترین رویدادهای اقلیمی هستند، که آثار کوتاه مدت و بلند مدت بر منابع آب زیرزمینی در دسترس دارند. حرکت و وضعیت آب زیرزمینی وقتی که سطح آب زیرزمینی دچار نوسان شده‌است، نشانگر بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی می‌باشد که در تغییرات کمی آب زیرزمینی تأثیر بسزایی دارد.

۲-۳-۱- تأثیر بارندگی بر کمیت آب‌های زیرزمینی

بارندگی در هر منطقه با توجه به داشتن شرایط لازم می‌تواند تأثیر زیادی در مقدار آب موجود در آبخوان‌ها داشته باشد. تأثیر بارندگی‌ها در کمیت آب‌های زیرزمینی امری بدیهی است و عامل تعیین کننده‌ای در میزان آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشد. کمبود بارش در تمام سیستم هیدرولوژیکی باعث می‌شود که خشکسالی در منطقه غیر اشباع، اشباع و آب‌های سطحی رخ دهد. به‌منظور مدیریت بهینه و آگاهی از وضعیت منابع آب زیرزمینی لازم است از نوسانات سطح آب زیرزمینی بررسی‌های دقیقی انجام شود و برای یافتن اثرات بارندگی و بررسی تغییرات آن بر روی سطح آب زیرزمینی ضروری می‌باشد. شهید و هازریک (۲۰۰۹) تأثیر خشکسالی و کمبود بارش را در شمال غرب منطقه بنگلادش مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که هر ساله در این منطقه کاهش سطح آب دیده می‌شود. تحلیل هیدروگراف سطح آب زیرزمینی و سری زمینی بارندگی نشان داد که برداشت زیاد از آب زیرزمینی و بازگشت خشکسالی‌ها از عوامل افت سطح آب زیرزمینی در این منطقه می‌باشد و عامل عمده در ایجاد خشکسالی و کمبود آب اگر دخالت انسان نباشد را می‌توان به کاهش بارندگی نسبت داد.

۲-۳-۲- تأثیر خشکسالی بر کمیت آب‌های زیرزمینی

خشکسالی یکی از پدیده‌های آب و هوایی و از جمله رخدادهایی است که هر ساله خسارت‌های زیادی را باعث می‌شود. این پدیده از ویژگی‌های اصلی و تکرار شونده تمامی اقلیم‌ها به شمار می‌آید. اثرات خشکسالی صرفاً به نواحی خشک و نیمه‌خشک محدود نبوده و می‌تواند اثرات زیان آوری بر منابع آب زیرزمینی هر منطقه داشته باشد. این پدیده ی فیزیکی در دراز مدت موجب خشکسالی آب‌شناسی و آب و زمین‌شناسی شده، و کاهش منابع آب را از طریق خشکیدگی جریان‌های سطحی و زیرزمینی به دنبال دارد.

ایمانی و طالبی اسفندارانی (۱۳۹۰) با استفاده از شاخص‌های خشکسالی SPIو GRIآثار خشکسالی سفره آب زیرزمینی دشت بهاباد طی سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۶۷ را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که افت شدید سفره آب زیرزمینی در دهه اخیر، و رابطه بین شاخص SPI در مقیاس زمانی دراز مدت (SPI در مقیاس ۴۸ ماهه) با سطح آب زیرزمینی بوده‌است، که نشان می‌دهد خشکسالی آب و زمین‌شناسی نسبت به خشکسالی هواشناسی تأخیر مرحله زمانی دارد.

ملکی نژاد و پورشر عیاتی (۱۳۹۰) با استفاده از شاخص منبع آب زیرزمینی (GRI)، به بررسی خشکسالی آبخوان مروست در طول دوره ی ۱۳۸۸ تا ۱۳۶۶ پرداخته و نشان دادند که به‌طور متوسط از سال ۱۳۸۰ به بعد شاخص GRI به‌طور قابل توجهی کاهش یافته و خشکسالی آب و زمین‌شناسی در دشت مزبور اتفاق افتاده‌است.

۲-۳-۳-تأثیر بهره‌برداری بیش از حد بر کمیت آب‌های زیرزمینی

بهره‌برداری بیش از حد از آب‌های زیرزمینی اثرات منفی زیادی را به‌دنبال دارد، از جمله این اثرات می‌توان به فرونشست زمین، تهی شدگی منابع آب زیرزمینی، تخریب کیفیت آب زیرزمینی، صدمه به محیط زیست، نفوذ آب‌های شور و افزایش هزینه برای استخراج آب و غیره اشاره کرد. درصورتیکه حجم آب خروجی از آبخوان‌ها از طریق چاه‌های عمیق و نیمه عمیق یا خروجی‌های طبیعی بیشتر از حجم ورودی آن شود، سطح آب سفره پایین می‌افتد و اگر در فصول غیرزراعی آب‌های ورودی ناشی از نفوذ رواناب‌های سطحی و تغذیه‌های طبیعی، افت به وجود آمده در سفره را جبران نکند، سفره با کسری حجم مخزن روبرو می‌شود و در صورت تکرار این روند در سال‌های بعد آبخوان با خطر نابودی مواجه می‌گردد.

پاندا و همکاران (۲۰۰۷) ، روند تغییرات سطح آب در ایالت اوریسای هند در ۱۰۰۲ چاه در طول سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۳ را بررسی کردند. برای درک مکانیسم اثر خشکسالی در ترکیب با افزایش برداشت ابتدا با استفاده از روش آمار ناپارامتری من-کندال، تغییرات سطح آب زیرزمینی در دوره مورد نظر را مدل کردند و سپس با استفاده از آزمون همگنی روند، تأثیر استفاده بشر و خشکسالی را بر سطح آب زیرزمینی بررسی

نمودند و نتایج نشان داد که به‌علت کمبود بارندگی در سال‌های خشک، بالا بودن دما، افزایش برداشت و جبران نشدن آن در سال‌های مرطوب، سطح آب افت کرده‌است. جمشید زاده و میر باقری (۲۰۱۱) در ارزیابی کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی کاشان بر اساس داده‌های ۵۳ چاه مشاهده‌ای به این نتیجه رسیدند که متوسط افت سطح تراز آب در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶ ، ۷/۹۳ متر بوده‌است و نرخ متوسط افت سطح آب ۰/۴۹۶ متر در سال می‌باشد. رین و فارست (۲۰۱۲) روند تغییرات زمانی تراز سطح آب زیرزمینی در ۶۷ چاه در بریتیش کلمبیا را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که ۳۴/۴ درصد از این چاه‌های مورد بررسی دارای روند کاهشی در سطح آب بودند. همچنین ۶ درصد از چاه ها روند افزایشی و ۵۹/۶ درصد از چاه‌ها تغییرات زمانی قابل ملاحظه‌ای در تراز سطح آب زیرزمینی نداشتند.دلیپ و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی برای شناختن و یافتن روند تغییرات سطح آب زیزمینی در منطقه Orissa هند و تأثیر خشکسالی و دخالت بشر از روش‌های آماری ناپارامتری من-کندال استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که افت سطح آب به‌علت کمبود باران در طول سال‌های خشک، دمای بالا و دخالت انسان نتوانسته در طول سال‌های مرطوب با وجود تغذیه آبخوان جبران شود. روحی و کلانتری (۱۳۸۸) با بررسی تأثیر برداشت بیش از حدآب زیرزمینی بر پارامترهای کمی و کیفی در دشت نهاوند در استان همدان، به این نتیجه رسیدند که افزایش جمعیت و توسعه کشاورزی باعث افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی شده‌است. بیشترین افت سطح آب طی سال‌های ۸۱-۸۰ و ۸۷-۸۶ در شمال و قسمت‌هایی از مرکز دشت اتفاق افتاده‌است. همچنین افت سطح آب طی سال‌های ۷۵ تا ۷۹ شدت قابل ملاحظه‌ای داشته است، که به‌دلیل توسعه سریع چاه‌های برداشت و افزایش پمپاژ بوده‌است. متوسط افت سطح آب از مرداد ۸۱ تا مرداد۸۷ برابر ۴/۹۴ متر و کاهش حجم مخزن ۳۱۶ میلیون متر مکعب بوده‌است. بیشترین افت سطح آب طی این دوره در قسمت‌های عمده‌ای در شمال دشت و قسمت‌هایی از مرکز و جنوب دشت رخ داده‌است.جهانشاهی نوکنده و کرمی (۱۳۹۴) با بررسی داده‌های سی ساله سطح آب دشت گرگان از نظر کمی در ۲۸۹ پیزومتر نشان دادند که سطح آب زیرزمینی در این دشت از سال ۶۲ تا ۱۳۸۰ روند نزولی داشته و مقدار ۱۲/۲۳ متر در این مدت افت کرده‌است. اما از سال ۸۰ تا ۱۳۹۲ روند صعودی داشته

و افت سطح آب جبران شده‌است. به طور کلی تغییرات طولانی مدت سطح آب در این دشت افت نسبتاً کمی در حدود یک متر را نشان می‌دهد.

با توجه به مطالب گفته شده در بالا، می‌توان در نهایت به این نتیجه رسید که برداشت بیش از اندازه از منابع آب زیرزمینی عامل اصلی افت در سطح آب بسیاری از دشت‌های کشور و جهان می‌باشد. برداشت بیش از حد در کنار کمبود بارندگی‌ها و خشکسالی‌ها باعث افت کمی و همچنین تغییرات کیفی در منابع آب زیرزمینی می‌شود. با برنامه ریزی و مدیریت بهینه در استفاده از این منابع آب زیرزمینی می‌توان تا حدودی این منابع را احیا کرد.

فصل سوم
روش انجام کار

۳-۱- مقدمه

در این فصل روش انجام کار به منظور بررسی‌های هیدروژئولوژیکی و هیدروژئوشیمیایی در آبخوان دز غربی را می‌توان به شرح زیر دسته‌بندی نمود:

- جمع‌آوری آمار و اطلاعات در رابطه با کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی در دشت دز غربی
- تهیه نقشه پایه زمین‌شناسی با استفاده از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ دزفول – اندیمشک و شوش
- بررسی خصوصیات هیدروژئولوژیکی و هیدروژئوشیمیایی آبخوان و روند تغییرات کمی و کیفی
- ترسیم نمودارها و نقشه‌های مورد نیاز

۳-۲- بررسی‌های زمین‌شناسی منطقه

به‌منظور بررسی‌های زمین‌شناسی منطقه از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ دزفولاستفاده شده‌است (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور). برای دقت بیشتر،نقشه زمین‌شناسی منطقه با تصاویر ماهواره‌ای و تصاویر نرم افزار Google Earth تطبیق داده شد. سپس در محیط نرم افزار Arc GIS 10لایه‌های اطلاعاتی پردازش و در نهایت نقشه زمین‌شناسی پایه تهیه گردیده‌است. اطلاعات چینه‌شناسی موجود در این تحقیق از ورقه زمین‌شناسی دزفول برگرفته‌شده و واحدهای زمین‌شناسی موجود در نقشه رقومی با آن تطابق داده شده‌است.

۳-۳- جمع‌آوری آمار و اطلاعات کمی و کیفی آبخوان منطقه دز غربی

با توجه به اطلاعات کمی و کیفی مربوط به پیزومترها و چاه‌های منطقه که توسط سازمان آب منطقه‌ای خوزستان جمع آوری شده‌است، آبخوان مورد نظر بررسی گردید. با توجه به آمار ایستگاه‌های هواشناسی

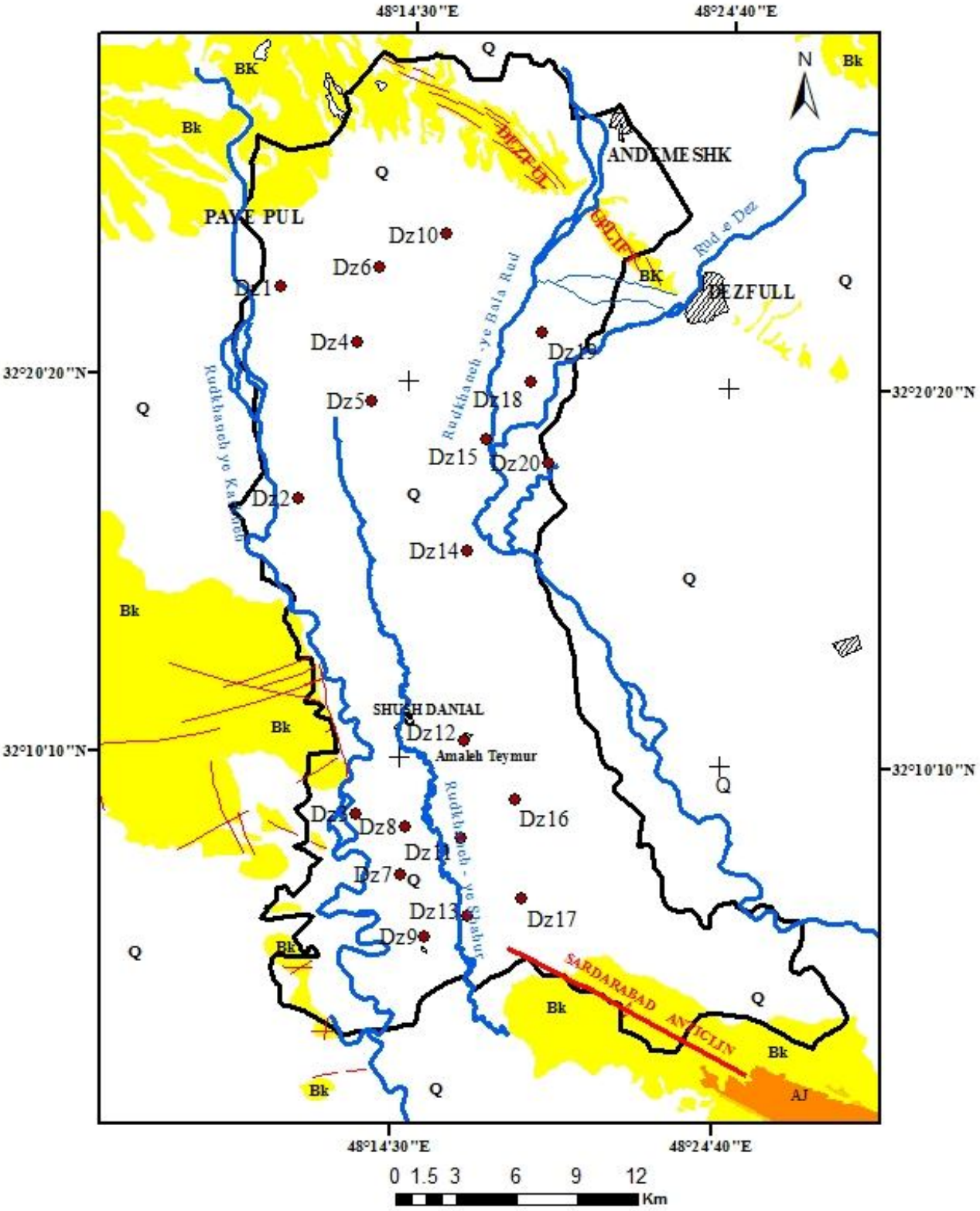
موجود در منطقه مشخصات آب و هوایی منطقه که شامل متوسط درجه حرارت، متوسط بارندگی و میزان تبخیر می‌باشد، نیز مورد بررسی قرار گرفت.

۳-۴- اطلاعات هیدروژئوشیمیایی

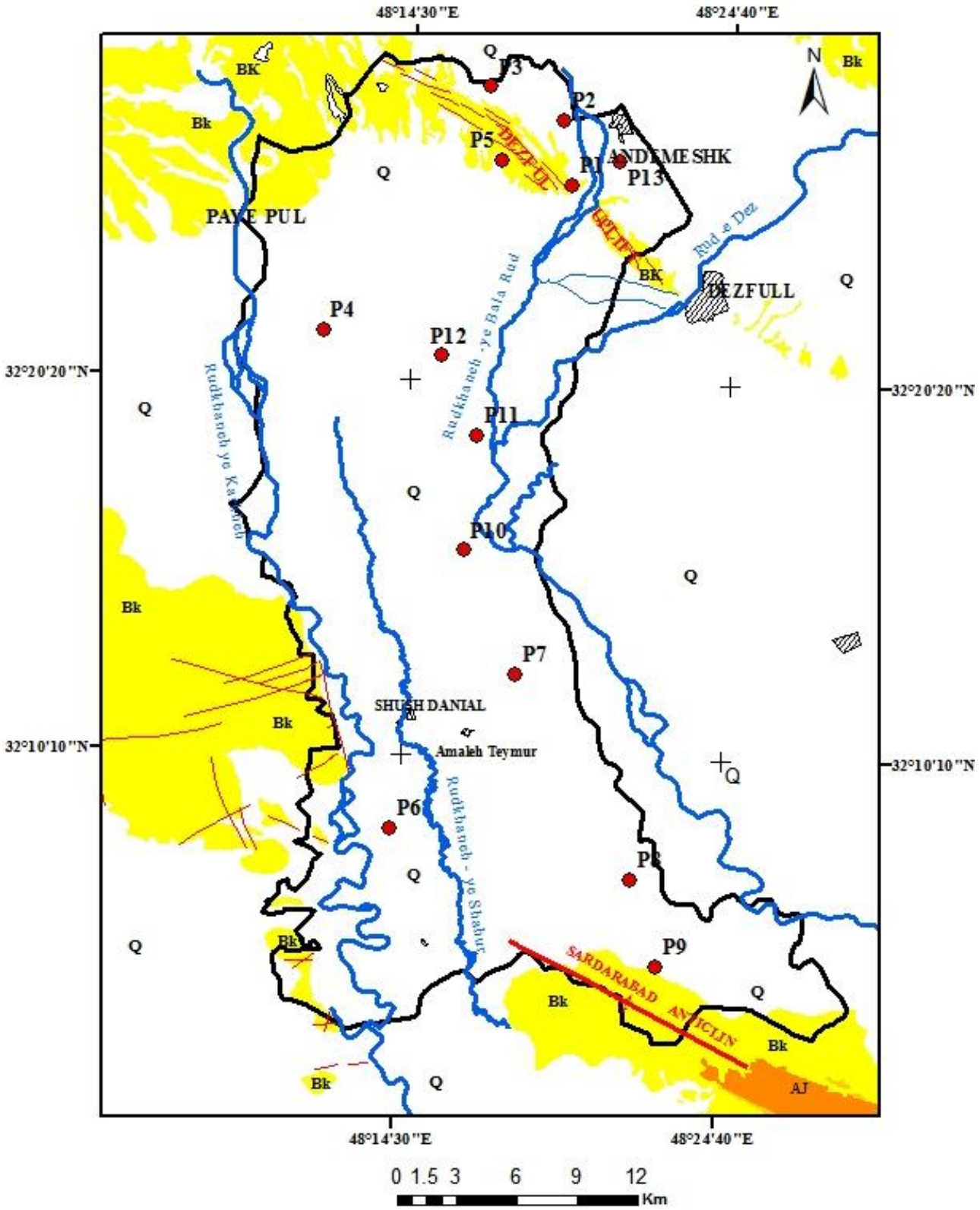
به منظور بررسی‌های هیدروژئوشیمیایی منطقه، از اطلاعات آنالیز هیدروشیمایی ۲۰ حلقه چاه عمیق در سال ۱۳۹۲ استفاده شدهاست. محل‌های نمونه‌برداری آب زیرزمینی در شکل (۳-۱) نشان داده شده‌است. خصوصیات آب زیرزمینی از جمله درجه حرارت، اسیدیته و هدایت الکتریکی در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شده‌است و سایر پارامترهای شیمیایی آب از جمله سختی کل و همچنین غلظت کاتیون و آنیون‌های غالب که شامل سولفات‌ها، کلر، منیزیم، کلسیم، بی‌کربنات و پتاسیم می‌باشد،در آزمایشگاه آب و برق خوزستان اندازه‌گیری گردیده‌است.برای بررسی‌های هیدروژئوشیمیایی منطقه از ۲۰ چاه عمیق نمونه‌برداری صورت گرفت و نقشه‌ها و نمودارهای کیفی آب تهیه گردید. نقشه‌های کیفی تهیه شده شامل نقشه هدایت الکتریکی، یون‌های سدیم و کلر می‌باشد. نمودارهای کیفی آبخوان شامل نمودار استیف و پایپر برای مقایسه سریع تعداد زیادی نمونه آب به‌طور همزمان و تعیین تیپ آب و سیر تکامل هیدروژئوشیمیایی، نمودار شولر برای بررسی روند مقادیر یون‌های اصلی آب،نمودار ویلکاکس برای طبقه‌بندی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی و نمودارهای ترکیبی برای تعیین فرایندهای مؤثر و تأثیرگذار برروی شیمی آب زیرزمینی، می‌باشند. برای تعیین ضریب اشباع، نسبت بین یون‌های مختلف، سختی کل و پارامترهای مورد نیاز دیگر از نرم افزارهای PHREEQC،AQqAوChemistry استفاده شده‌است.

۳-۵- اطلاعات هیدروژئولوژیکی منطقه

بررسی خصوصیات هیدروژئولوژیکی منطقه بر پایه اطلاعات موجود صورت گرفته‌است. این اطلاعات شامل آزمایش‌های پمپاژ موجود در منطقه، داده‌های سطح آب زیرزمینی در نقاط مختلف دشت و منحنی‌های ژئوالکتریک پیزومترهای اکتشافی می‌باشند. شبکه پیزومتری دشت دز غربی شامل ۲۱ پیزومتر می‌باشد و به منظور بررسی‌های کمی آبخوان و در دسترس بودن اطلاعات کامل پیزومترها در منطقه، از داده‌های سطح آب در ۱۳حلقه پیزومتر استفاده‌شد که در شکل (۳-۲) نشان داده شده است. از مهم‌ترین ارزیابی‌های کمی که انجام می‌شود می‌توان به ترسیم نقشه‌های هم‌پتانسیل به منظور بررسی جهت جریان عمومی آب‌های زیرزمینی، ترسیم نقشه هم‌افت آبخوان و رسم هیدروگراف واحد به منظور بررسی ارتباط سطح آب زیرزمینی با بارندگی در منطقه، اشاره کرد. به‌منظور تعیین جهت عمومی حرکت آب زیرزمینی در سفره آبرفتی منطقه، نقشه هم‌پتانسیل دشت تهیه شده‌است. برای تهیه نقشه هم‌پتانسیل منطقه از داده‌های سطح آب اسفند ۱۳۹۲و ۱۳۸۴ استفاده شده‌است. نقشه هم‌افت نیز در همین دوره برای اسفند ۱۳۹۲ و ۱۳۸۴ ترسیم گردیده‌است. برای رسم هیدروگراف واحد دشت از آمار سال های آبی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ استفاده شده‌است. آزمایش پمپاژ و گزارش ژئوفیزیک در منطقه به منظور تکمیل اطلاعات هیدروژئولوژیکی مورد بررسی قرار گرفته‌است.



شکل۳-۱- محل اندازه‌گیری پارامترهای هیدروشیمیایی در منطقه



شکل۳-۲-محل اندازه‌گیری سطح آب در منطقه

فصل چهارم

بررسی هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمیایی آبخوان دشت دز غربی

۴-۱- مقدمه

دشت دز غربی بخشی از دشت بزرگ دزفول- اندیمشک بوده؛که از جمله دشت‌های وسیع استان خوزستان در حوضه آبریز دز و کرخه می‌باشد. دشت مذکور در فروافتادگی دزفول واقع شده‌است. بخش وسیعی از رسوبات احاطه کننده دشت از آبرفت و سایر قسمت‌های دشت با ماسه سنگ و مارن‌های آغاجاری و کنگلومرای بختیاری پوشیده شده‌اند. بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در دز غربی توسط چاه‌های عمیق صورت می‌گیرد. علاوه بر چاه‌ها به دلیل وجود رودخانه‌های متعدد در منطقه جهت مصارف مختلف از جمله کشاورزی از آب سطحی رودخانه‌ها برداشت می‌شود. در این فصل به بررسی هیدروژئولوژیکی و هیدروشیمیایی آبخوان پرداخته خواهد شد.

۴-۲- هیدروژئولوژی آبخوان

بررسی‌های کمی منابع آب زیرزمینی و پایش چگونگی تغییرات آن‌ها در طی زمان یکی از مهم‌ترین بخش‌های مطالعات آب‌های زیرزمینی در تمام دشت‌ها می‌باشد که امکان مدیریت صحیح جهت بهره‌برداری پایدار و حفظ این منابع را فراهم می‌آورد. بررسی تغییرات میزان آب آبخوان طی دوره‌های بلند مدت و کوتاه مدت می‌تواند ما را در پیش‌بینی رفتار آبخوان در شرایط حال و آینده راهنمایی کند. این بررسی‌ها معمولا از طریق نقشه‌ها و نمودارهایی که بدین منظور فراهم می‌شوند، صورت می‌پذیرد. از جمله نقشه‌هایی که برای پایش آب‌های زیرزمینی به‌صورت خطوط هم ارزش استفاده می‌گردد به نقشه هم پتانسیل، هم عمق و هم افت آب زیرزمینی و نیز هیدروگراف‌ها می‌توان اشاره نمود.

۴-۲-۱- خصوصیات آبخوان

همانطور که در مطالب پیشین گفتهشده، دشت مورد مطالعه از نظر زمین‌شناسی ناحیه‌ای، جزئی از دشت خوزستان و از نظر زمین‌ساختی، جزئی از پلاتفرم عربی محسوب می‌شود که در فرورفتگی دزفول قرار دارد. شیب سطح دشت تقریبا ملایم و روند آن شمال، شمال شرق به سمت جنوب، جنوب غرب می‌باشد. دشت کاملاً پوشیده از رسوبات آبرفتی حاصل از آوردهای رودخانه‌های دز و کرخه می‌باشد. این مواد تحکیم نیافته در اعماق مختلف در افق‌های متفاوت و متناوبی تکرار گشته‌اند. جهت و شیب هیدرولیکی آب زیرزمینی به تبعیت از وضعیت توپوگرافی عمدتاً از شمال شرق به سمت جنوب غرب و بخش‌های میانی دشت جائیکه رودخانه شاوور جریان دارد، می‌باشد.

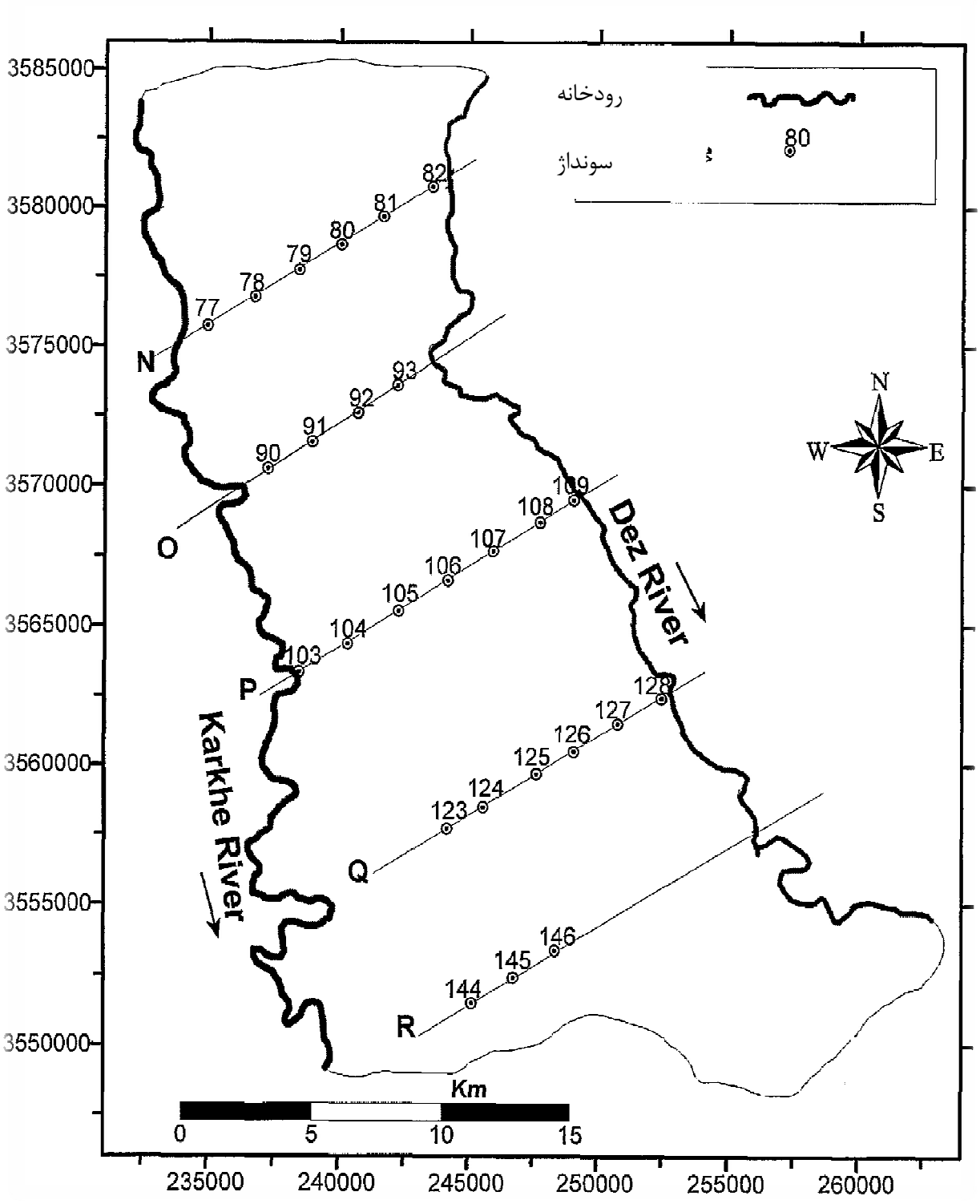
۴-۲-۲- مطالعات ژئوفیزیکی در منطقه

مطالعات ژئوفیزیک منطقه در سال ۱۳۵۱ توسط شرکت مهندسی آب و خاک به روش ژئوالکتریک انجام گردیده‌است. بر این اساس در منطقه مطالعاتی پنج پروفیل ژئوالکتریکی(N,O,Q,P و R) به تعداد ۲۶ سونداژ الکتریکی با طول AB=۱۰۰۰مورد بررسی قرار گرفت(شکل ۴-۱). امتداد این مقاطع در جهت شمال شرق-جنوب غرب می‌باشد. بر اسال نمودارهای الکتریکی بدست آمده و اطلاعات زمین‌شناسی حوالی دشت و نیز لوگ زمین‌شناسی چاه‌ها، مقیاس مقاومت‌های مخصوص سازندهای مختلف تعیین گردیده‌است که در جدول(۴-۱) ارائه شده‌است. مطالعه انجام شده فاقد نقشه‌های هم عمق و هم مقاومت است و کمک مؤثری در شناسایی سنگ کف و عمق آن و لایه‌های آبدار نمی‌تواند داشته باشد. علت عدم تهیه این نقشه‌ها، یکسان بودن مقاومت مخصوص آبرفت وسنگ کف و نیز نبود لوگ چاه‌های اکتشافی عنوان گردیده‌است. به هرحال بررسی مقاطع ژئوالکتریک تا حدودی وضعیت رسوبات منطقه و لایه‌های مشخص شده در مطالعات آبرفتی را نشان می‌دهد. بر این اساس قسمت عمده دشت متشکل از رسوبات دانه درشت گراولی بوده درحالیکه در حاشیه‌های غربی و جنوب دشت لایه های رسی نیز وجود دارد که

باعث تشکیل سفره های محبوس گردیده‌است. در این مناطق مقاومت ظاهریکمتر از ۲۰ اهم متر می‌باشد. حداکثر ضخامت آبرفت در اکثر نواحی دشت بیش از ۲۰۰ متر با مقاومت ۱۰۰-۵۰ تشخیص داده شده‌است، که بیانگر رسوبات دانه درشت و آبدهی نسبتاً خوب آنها می‌باشد.به‌طور قطع می توان تشکیلات بختیاری از نوع کنگلومراهای سخت و فشرده نظیر فاسیسی که در محل سد دز دیده شده‌است به‌عنوان سنگ کف قسمت‌های شمال منطقه و رس‌های ضخیم و فشرده قهوه‌ای و قرمز آجری رنگ در رسوبات لهبری را به‌عنوان سنگ کف قسمت‌های جنوبی و شرقی منطقه پذیرفت اما متأسفانه تا کنون جز در بعضی موارد حفاری‌های موجود به سنگ کف برخورد نکرده‌است.

جدول ۴-۱- میزان مقاومت مخصوص ظاهری سازندهای منطقه

سازند زمین‌شناسی	حدود تغییرات مقامت بر حسب اهم‌متر
رسوبات آبرفتی خشک و قلوه‌سنگی	بیشتر از ۵۰۰
رسوبات آبرفت شور	کمتر از ۱۰
رسوبات آبرفتی با آب	۳۰۰-۱۰۰
رسوبات آبرفتی با آب شور	۸۰-۱۵
تشکیلات رسی سنگ کف	۱۵-۱۰
کنگلومرای بختیاری	۱۵۰



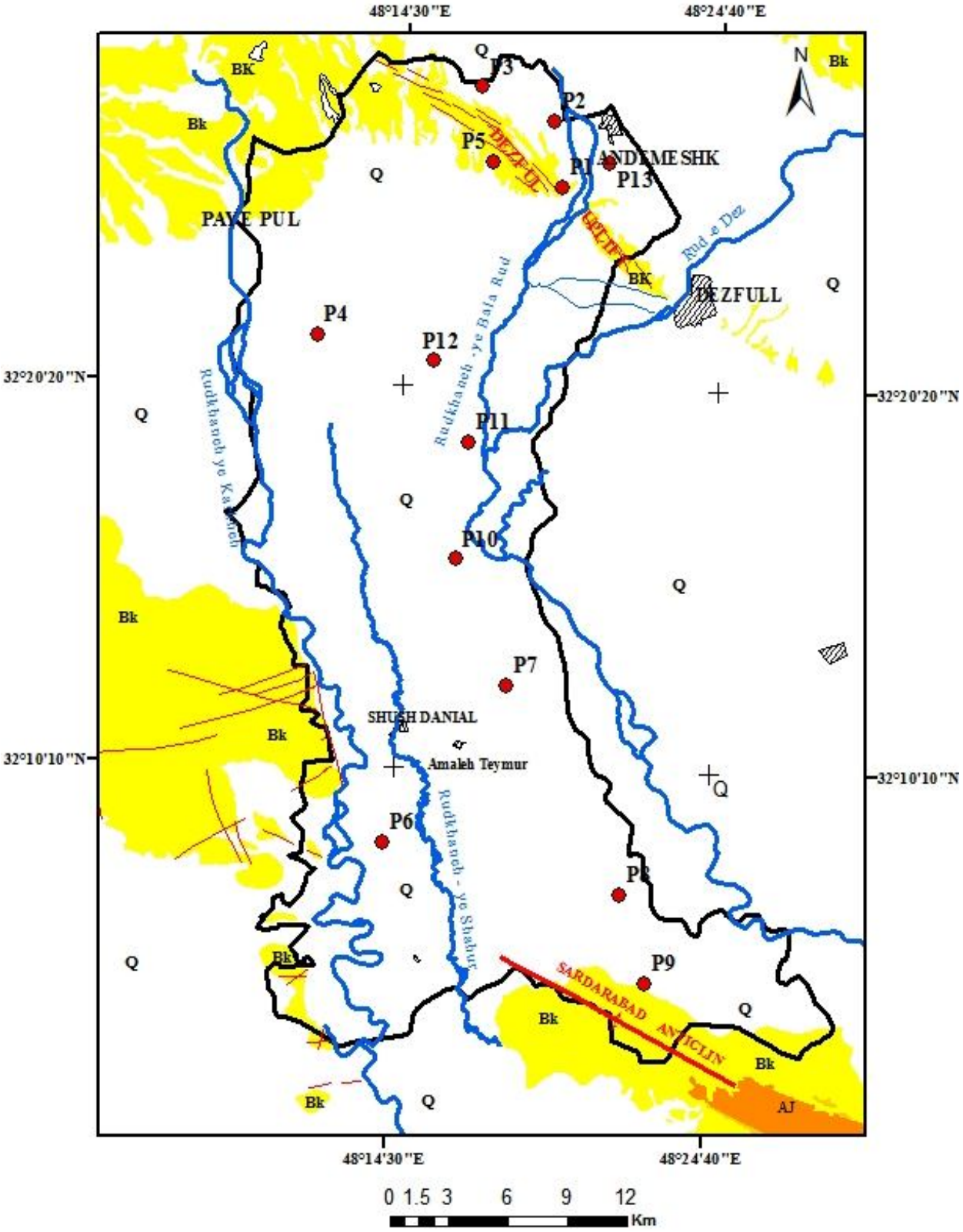
شکل ۴-۱- موقعیت امتدادهای مقاطع ژئوالکتریک(مهندسین مشاور آب و خاک، ۱۳۵۱)

۴-۲-۳- بررسی نقشه هم‌پتانسیل منطقه

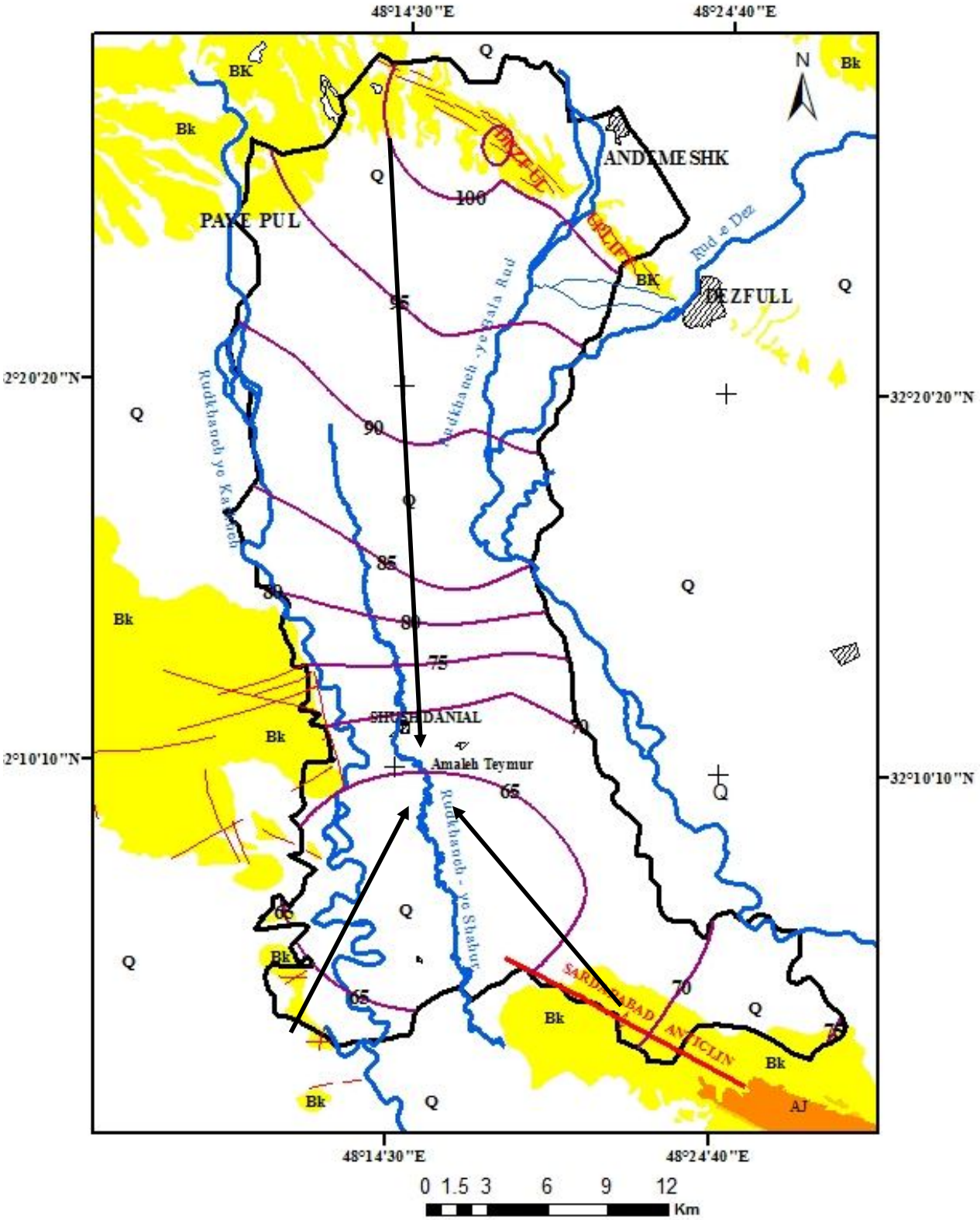
دسترسی به جهت عمومی جریان، شیب هیدرولیکی، مناطق تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی و نیز وضعیت تبادل آب زیرزمینی با منابع آب سطحی و تشکیلات زمین‌شناسی پیرامون دشت با ترسیم خطوط هم‌پتانسیل فرآهم می‌گردد. شبکه پیزومتری دشت دز غربی شامل ۲۱ پیزومتر می‌باشد که فقط اطلاعات ۱۳ پیزومتر به طور کامل در دسترس بوده‌است (جدول۴-۲). موقعیت پیزومترها درون دشت در شکل ۴-۲ ارائه داده شده‌است. به منظور تهیه نقشه هم‌پتانسیل دشت از داده‌های اسفند ماه سال ۱۳۸۴ و۱۳۹۲ استفاده شده‌است(شکل‌های ۴-۳و ۴-۴). با مقایسه نقشه‌های هم‌پتانسیل سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۹۲، تغییرات مشخصی در آنها دیده نشده و تقریباً رفتار یکسانی را نشان می‌دهند شکل(۴-۵). توجه به نقشه هم‌پتانسیل بالاترین ارتفاع سطح ایستابی در بخش شمالی آبخوان و کمترین آن در بخش جنوب و جنوب شرقی می‌باشد. روند عمومی جریان از شمال به جنوب می‌باشد. البته با بررسی دقیق‌تر مشخص شده که در قسمت شمال تا مرکز دشت جهت جریان به سمت جنوب دشت بوده ولی در بخش جنوبی رفتار متفاوتی دیده می‌شود. براساس نقشه هم پتانسیل و انحنای خطوط پتانسیل رودخانه دز، کرخه و بالارود در بخش شمالی دشت دهنده بوده و منبع تغذیه کننده ابخوان می‌باشند. نتایج بررسی ارتباط هیدرولیکی رودخانه دز با آب‌های زیرزمینی منطقه حاکی از این بود که این رودخانه جز رودخانه هایی است که هم دهنده و هم گیرنده می‌باشد. رودخانه شاوور نیز با توجه به جهت جریان بخصوص در جنوب دشت رفتاری دوگانه را نشان می‌دهد (شکل۴-۳). حداکثر شیب هیدرولیکی در مرکز دشت ملاحظه شد. عامل تفاوت گرادیان هیدرولیکی در طول جریان می تواند ناشی از جنس لایه‌ها و خصوصیات فیزیکی مواد آبرفتی تشکیل دهنده آبرفت باشد. در بخش‌های فوقانی دشت وجود مواد دانه درشت تر که منشاء آنها عمدتاً از فرسایش سازند بختیاری می‌باشد باعث کاهش شیب هیدرولیکی شده‌است. با حرکت به سمت جنوب فاصله بین منحنی‌ها کاهش و منحنی به سمت رودخانه تقعر پیدا می‌کند. بنابراین شیب هیدرولیکی افزایش یافته و رودخانه شاوور که سرچشمه آن در این ناحیه واقع است،باعث زهکشی جریان آب زیرزمینی می‌گردد.

جدول۴-۲- مشخصات پیزومترهای دشت دز غربی

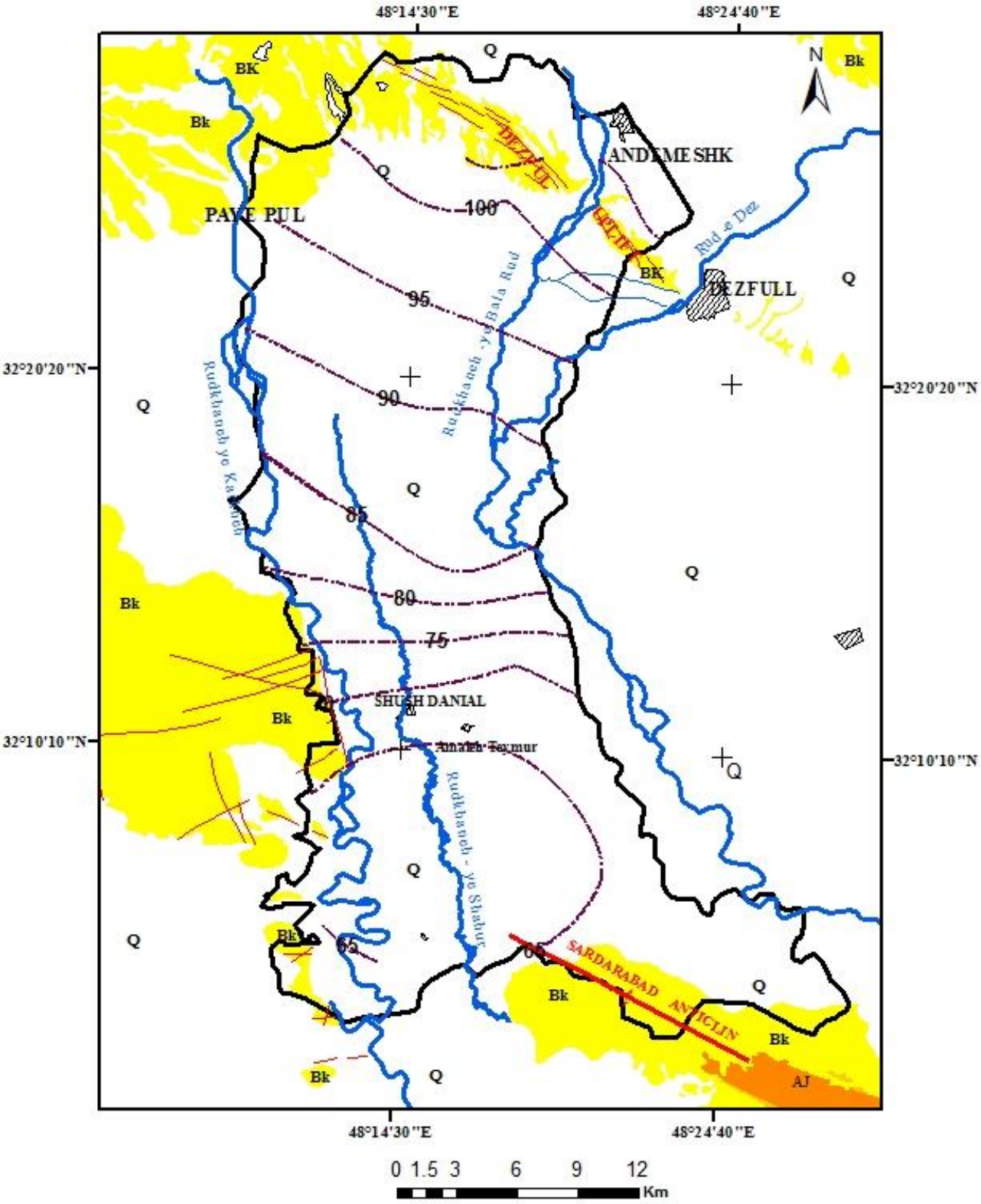
علامت اختصاری	نام محل	UTM		ارتفاع سطح ایستابی (متر) (اسفند ۹۲)	ارتفاع سطح ایستابی (متر) (اسفند ۸۴)
		X	Y		
P1	Pz-1	248492	3591088	100.92	104.13
P2	Pz-2	248094	3594356	104.69	109.82
P3	Pz-3	244482	3596037	100.06	103.25
P4	تپه سنجر	236071	3583845	90.95	91.37
P5	یخ فیضیه قدیم	244982	3592361	106	110.12
P6	Su-6	239393	3558798	60.36	60.05
P7	Su-17	245634	3566512	70.48	69.46
P8	شوش هفت تپه Ht-10	251366	3556179	65.93	65.76
P9	Ht-3	252630	3551777	69.19	68.74
P10	قلعه میرزاخان	243074	3572742	89.46	89.08
P11	علی آباد	243764	3578520	89.25	89.17
P12	شهرک بهرام	242021	3582534	94.47	93.65
P13	پمپ بنزین توتونچی	250919	3592218	105.08	108.51



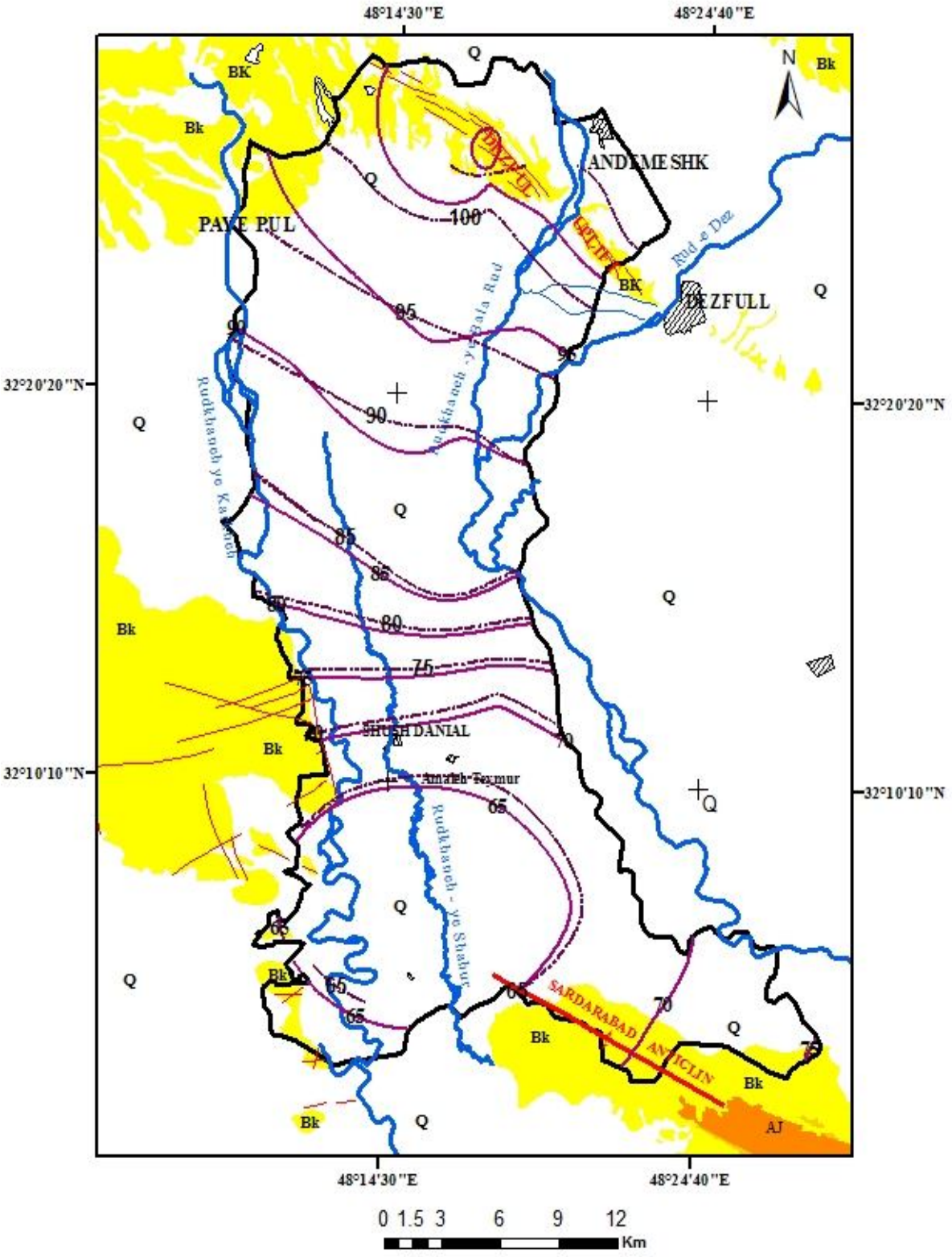
شکل ۴-۲- محل پیزومترها در دشت دز غربی



شکل ۴-۳ - نقشه هم‌پتانسیل آبخوان دشت دز غربی(اسفند۱۳۹۲)



شکل ۴-۴- نقشه هم‌پتانسیل آبخوان دشت دز غربی(اسفند ۱۳۸۴)



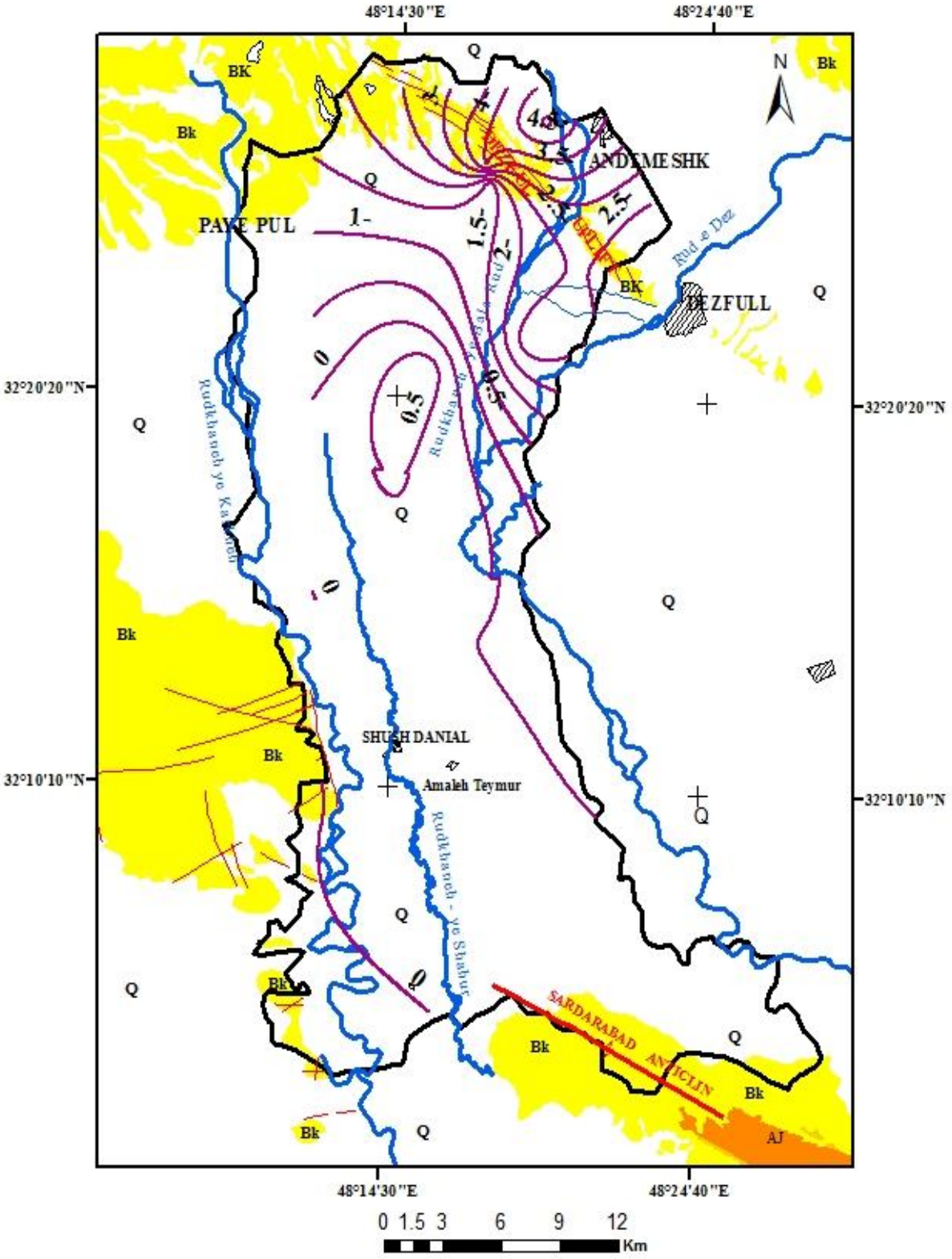
شکل ۴-۵- مقایسه نقشه‌های هم‌پتانسیل دشت دز غربی در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۹۲

۴-۲-۴- نقشه هم‌افت

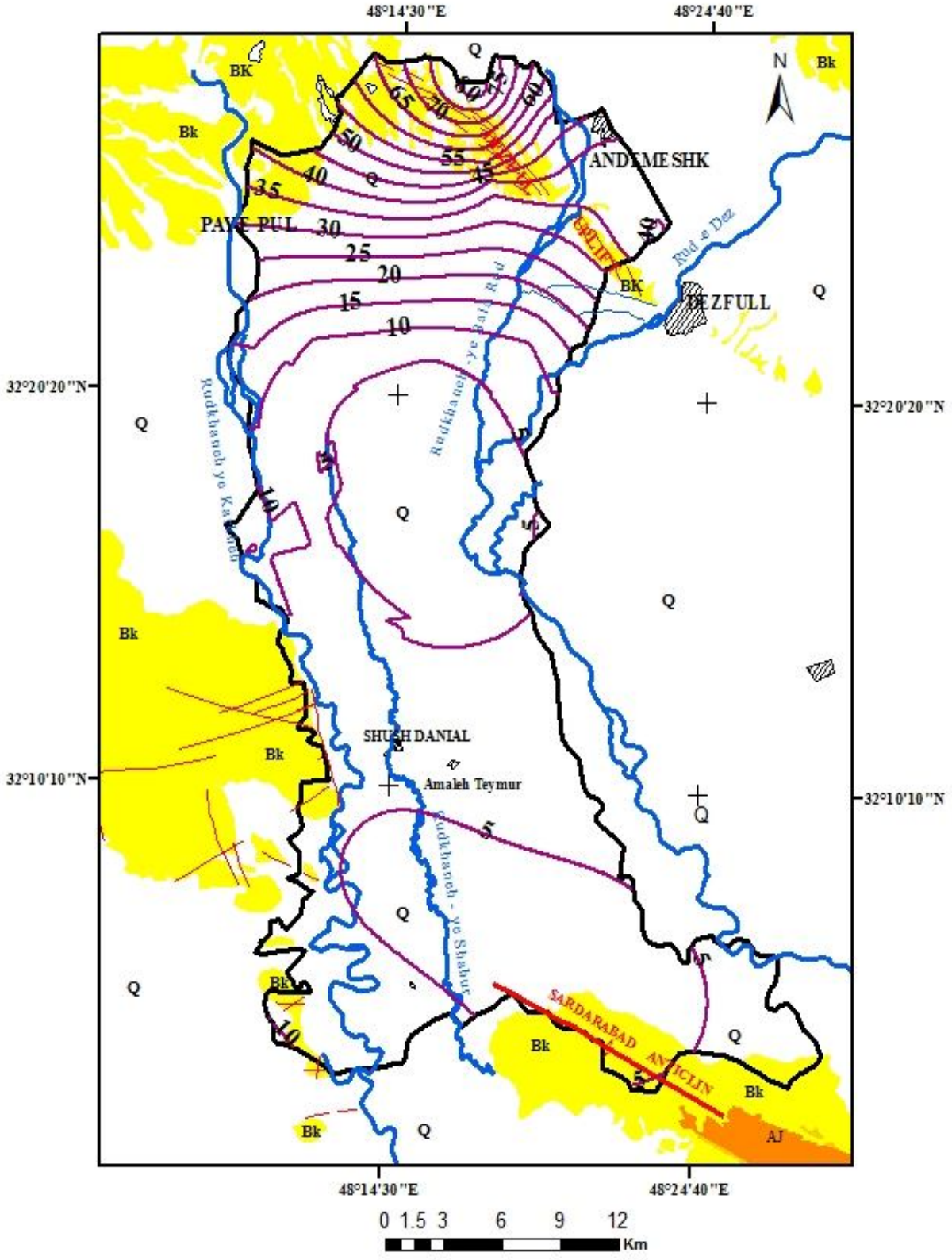
جهت بررسی تغییرات بلند مدت سطح آب‌زیرزمینی در آبخوان، نقشه‌های هم‌افت مورد مطالعه قرار می‌گیرد. این نقشه‌ها که با استناد از نقشه‌های هم‌پتانسیل تهیه می‌گردند، با هدف بررسی تغییرات سطح ایستابی در یک دوره خاص تهیه می‌شوند. جهت ترسیم نقشه هم‌افت در دشت مورد مطالعه از داده‌های اسفند ۱۳۸۴ و ۱۳۹۲ استفاده گردیده‌است (شکل۴-۶). حداکثر افت طی این هشت سال در بخش شمالی دشت به میزان ۴/۱۲ متر و حداکثر بالاآمدگی سطح آب در مرکز دشت حدود ۱ متر ملاحظه گردید. علت بالاآمدگی آب در بخش مرکزی دشت به‌دلیل ورودی بیشتر به دشت و وابستگی کمتر به آب زیرزمینی به‌دلیل برداشت از رودخانه‌های کرخه، دز و شاوور می‌باشد.

۴-۲-۵- نقشه هم عمق

نقشه هم‌عمق دشت دز غربی با استفاده از داده‌های اسفند ۱۳۹۲ تهیه گردید. مطابق نقشه حداکثر عمق دسترسی به آب زیرزمینی در بخش شمالی دشت، بیش از ۸۰ متر می‌باشد (شکل ۴-۷). با حرکت به سمت مرکز و جنوب دشت عمق آب کاهش یافته و به کمتر از ۵ متر نیز می‌رسد. این امر می‌تواند به دلیل مسطح شدن زمین و حالت تپه‌ماهوری در بخش مرکزی و جنوب دشت باشد. لذا با وجود ارتفاعات زیاد و مناطق کوهستانی در بخش شمالی عمق دسترسی به آب زیرزمینی بیشتر می‌باشد. همچنین می توان گفت که وجود تاقدیس سردارآباد در پایین دست محدوده همانند یک ساختار نفوذناپذیر از حرکت آب به سمت جنوب جلوگیری می‌کند در نتیجه باعث بالا رفتن سطح آب در یال شمالی آن گردیده‌است.



شکل ۴-۶- نقشه هم‌افت دشت دز غربی (اسفند سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲)



شکل ۴-۷ - نقشه هم‌عمق دشت دز غربی (اسفند ۱۳۹۲)

۴-۲-۶- ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان

ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان، توسط آزمایش پمپاژ تعیین می‌شوند و بیانگر توانایی آبخوان در ذخیره‌سازی و انتقال آب هستند.رسوبات دشت حاصل فرسایش رسوبات گوناگونی است، که توسط رودخانه‌های کرخه و دز در این منطقه نهشته شده‌اند. با توجه به خصوصیات فیزیک وشیمیایی متفاوت این رسوبات، نفوذپذیری آبخوان در نقاط و اعماق مختلف متفاوت خواهد بود. به‌طوریکه هر چقدر مواد تشکیل‌دهنده آبخوان دانه درشت‌تر باشند میزان هدایت هیدرولیکی آبخوان(K) افزایش می‌یابد. با توجه به اطلاعات موجود قابلیت انتقال دشت مورد سنجش قرار گرفته که به شرح زیر است:

نواحی شمالی دشت ۱۵۰۰ متر مربع بر روز

نواحی جنوب شرقی دشت حدود ۲۰۰۰ متر مربع بر روز

نواحی شرقی دشت حدود ۵۰۰ متر مربع بر روز

نواحی غربی دشت قابلیت انتقال بین ۳۰۰ تا ۸۵۰ تغییر می‌کند

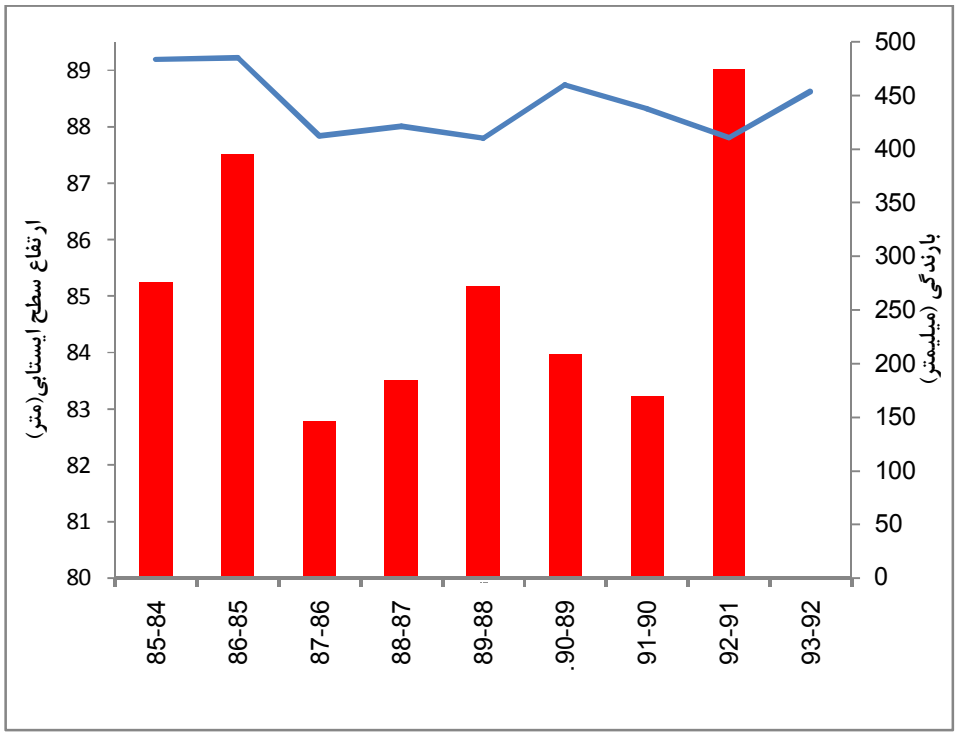
نواحی جنوب غربی دشت بین ۳۵۰ تا ۴۵۰ متر مربع بر روز

نواحی میانی دشت حدود ۵۰۰ متر مربع بر روز می‌باشد.

قابلیت انتقال حاصل از آزمون پمپاژ در چاه‌های کم‌عمق کمتر از ۱۰۰ متر مربع بر روز بدست آمده‌است. همچنین در گزارش آبهای زیرزمینی دشت‌های دزفول، اندیمشک، شوش-هفت تپه (۱۳۷۲) میزان قابلیت انتقال (T) حاصل از آزمون پمپاژ در چاه‌های اکتشافی که در حوالی شوش قرار دارند حدود ۸۰۰۰ متر مربع بر روز عنوان شده‌است. در این دشت بغیر از این دو آزمون هیچ گونه اندازه گیری از ضرایب هیدرودینامیکی در دسترس نیست و تنها در برخی چاه‌های بهره‌برداری آزمایش‌های پمپاژ انجام گرفته‌است.میزان ضریب ذخیرهٔ (S) آبخوان آزاد بین ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۰۸ متغیر می‌باشد، در حالیکه آبدهی ویژه (Sy) آبخوان با توجه به نتایج موجود ۰/۱۵ تا ۰/۴۵ تغییر می‌کند.

۴-۲-۷- بررسی هیدروگراف واحد آبخوان

هیدروگراف نموداری است که در آن رفتار حوضه در مقابل بارندگی تصویر می‌شود. با توجه به این‌که بارندگی عامل اصلی تغذیه کننده آب‌های زیرزمینی است، لذا برای بررسی تغییرات بلندمدت سطح آب زیرزمینی در هر نقطه از دشت هیدروگراف واحد دشت ترسیم شده‌است (شکل۴-۸). هیدروگراف دشت دز غربی، ارتباط مستقیمی بین بارندگی و سطح آب نشان می‌دهد.

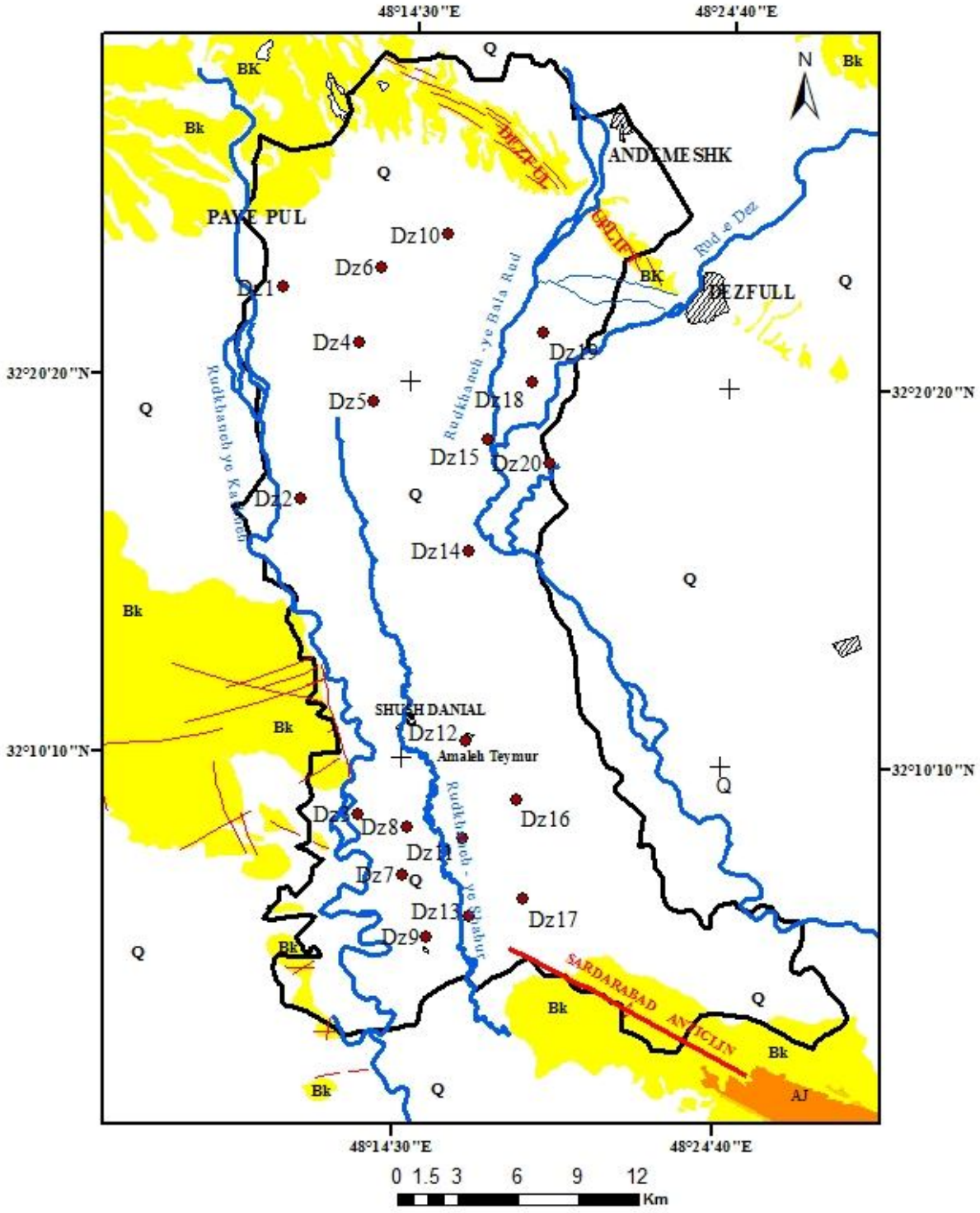


شکل ۴-۸- هیدروگراف واحد منطقه مورد مطالعه

همان‌طورکه در هیدروگراف ملاحظه می‌شود، در دوره‌های کاهش بارندگی سطح ایستابی نیز روبه کاهش گذاشته و با افزایش بارندگی در دشت، سطح آب زیرزمینی روبه افزایش می‌باشد. علی‌رغم افزایش بارندگی در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲ سطح آب همچنان کاهش داشته است. این مورد می‌تواند به‌دلیل برداشت بیشتر از آب‌های زیرزمینی به دلیل کاهش بارندگی در سال‌های قبل باشد.

۴-۳- بررسی هیدروشیمیایی آبخوان

آبهای زیرزمینی، با توجه به شرایط کمی و کیفی خود به‌عنوان مهمترین منبع آب شیرین مورد استفاده بشر مطرح هستند. امروزه اهمیت آب به عنوان حیاتی‌ترین ماده مورد استفاده بشر بیش از پیش بر همگان خصوصاً محققان نمایان می‌باشد. به موازات آن لزوم استفاده بهینه از منابع محدود آب و اعمال مدیریت-های صحیح احساس می‌گردد. با توجه به استفاده روز افزون از منابع آب زیرزمینی و اهمیت این منابع در تأمین آب شرب مناطق خشک مثل ایران، ارزیابی کیفی این منابع حائز اهمیت می‌باشد. کیفیت آب زیرزمینی متأثر از سنگ کف، جنس محیط متخلخل آبخوان، میزان بهره‌برداری ازسفره آب زیرزمینی، اختلاط آب‌ها، نشت فاضلاب، کیفیت آب تغذیه کننده حاصل از مصارف کشاورزی، خانگی و صنعتی، آلودگی‌ها و فرآیندهای بیولوژیکی می‌باشد که در فصل دوم به تفصیل این عوامل مورد بررسی قرار گرفت.مطالعه کیفیت آب زیرزمینی شامل توصیفی از نحوه تشکیل اجزاء تشکیل دهنده آب زیرزمینی و رابطه این اجزاء با موارد مصرف آب می‌باشد. به‌علاوه داده‌های کیفی آب زیرزمینی می‌تواند بیانگر مناطق تغذیه، تخلیه، حرکت و ذخیره آب باشد. بر اساس این که آلودگی آب‌های زیرزمینی پویا بوده و روش‌های بهبود آن دشوار و پرهزینه است، بنابراین حفاظت از این منابع و پیشگیری از آلودگی آن‌ها یک امر مهم و حیاتی تلقی می‌شود. به‌منظور بررسی کیفیت آبهای زیرزمینی در دشت دز غربی ۲۰ حلقه چاه عمیق که اطلاعات کامل داشتند مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در سطح دشت چاه های بهره برداری زیادی قرار دارند و آنالیز های هیدروشیمیایی در آنها به صورت منظم انجام میشود و پارامتر های مورد نیاز در محل و در آزمایشگاه بدست می‌آید، با این وجود اطلاعات این ۲۰ حلقه چاه به صورت کامل در دسترس بوده و استفاده شد. موقعیت نقاطی که نمونه‌برداری در آنها انجام شد در شکل (۴-۹) نشان داده شده‌است. نتایج آنالیزهای شیمیایی مربوط به چاه‌های انتخابی در دشت دز غربی در سال ۱۳۹۲ در جدول (۴-۳) ارائه شده‌است.



شکل ۴- ۹- محل قرارگیری چاه‌ها در دشت دز غربی

جدول ۴-۳- مقادیر پارامترهای هیدروشیمیایی دشت دز غربی

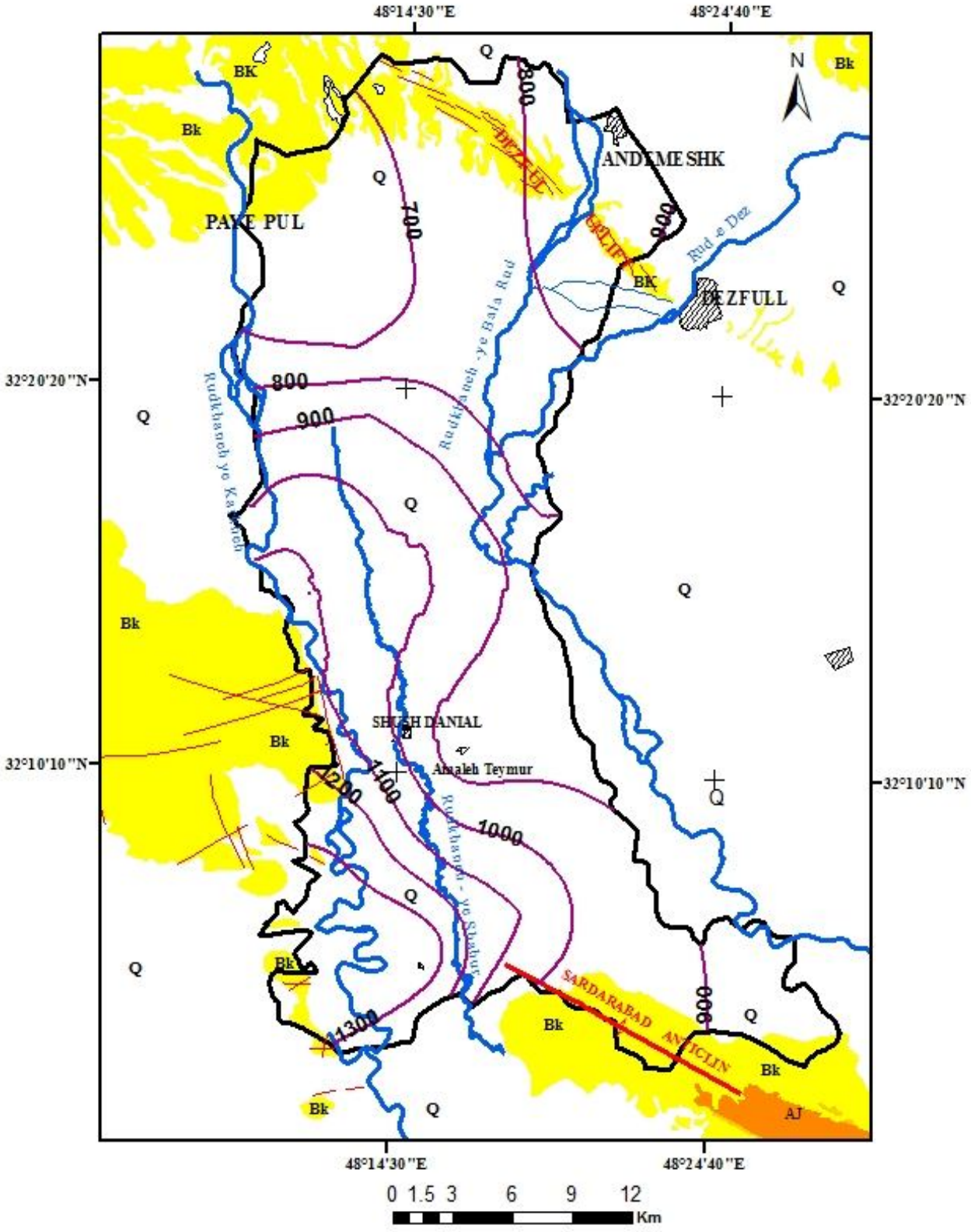
نام محل نمونه‌بردار ی	نام اختصار ی	مختصات جغرافیایی		EC (µS/cm)	pH	غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها (میل اکی والان بر لیتر)						
		X	Y			Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	HCO_3^{-}	Cl^{-}	SO_4^{2-}
چیچالی	Dz1	233982	3585993	541.5	7.3	2.955	1.895	1.37	0.02	2.89	1.71	1.5
قلعه نصیر	Dz2	234849	3575458	1141	7.25	4.885	3.39	4.045	0.035	3.01	4.11	4.03
بیت مجید	Dz3	237770	3559775	1349.5	7.25	6.255	4.89	3.875	0.06	5.03	3.66	6.19
شهرک مدنی	Dz4	237793	3583272	637.5	7.25	3.17	2.01	1.485	0.015	3.81	1.74	0.94
شهرک بهرام	Dz5	238530	3580324	965.5	7.3	4.225	2.43	2.97	0.025	3.31	3.06	3.09
چیچالی	Dz6	238904	3586965	607.5	7.25	2.635	2.58	1.445	0.015	3.32	1.77	0.95
خلف مسلم	Dz7	239926	3556746	1276.5	7.25	7.15	3.13	3.995	0.055	5.48	3.3	5.34
درچال	Dz8	240169	3559109	1084.5	7.5	3.98	2.915	4.595	0.035	3	2.95	5.37
علی اکبر	Dz9	241153	3553645	1622.5	7.35	8.25	5.2	5.015	0.04	5.38	3.64	9.18
شهرک آزادی	Dz10	242248	3588609	786	7.4	4.105	2.875	1.48	0.03	3.42	1.58	2.95
علم الهدی	Dz11	242986	3558598	996.5	7.65	3.37	3.135	4.18	0.035	3.64	2.83	4.05
عمله تیمور	Dz12	243136	3563431	683.5	7.45	3.31	2.195	1.93	0.02	3.56	1.2	2.5
دستغیب	Dz13	243295	3554643	1175	7.3	4.715	3.215	4.46	0.035	5.14	3.41	3.67
قلعه میرزا	Dz14	243327	3572859	1048	7.5	4.855	2.995	3.44	0.09	3.68	2.91	4.6
علی‌آباد	Dz15	244233	3578403	848.5	7.2	3.61	3.15	1.815	0.025	4.58	2.12	1.7
باهنر	Dz16	245641	3560488	1001.5	7.1	3.765	3.765	3.02	0.27	5.17	3.28	2.17
محمد باقر آ	Dz17	246034	3555519	1167	7.3	4.085	3.34	5.405	0.04	3.21	3.38	6.08
شوهان علیا	Dz18	246488	3581283	654.5	7.45	3.46	1.78	1.485	0.035	3.58	1.79	1.21
بنوار	Dz19	247017	3583716	814	7.2	4.84	2.1	1.755	0.055	4.57	1.99	1.87
زاویه مشعلی	Dz20	247350	3577242	660	7.45	3.415	1.735	1.41	0.03	3.6	1.84	0.96

۴-۳-۱- بررسی تغییرات هدایت الکتریکی

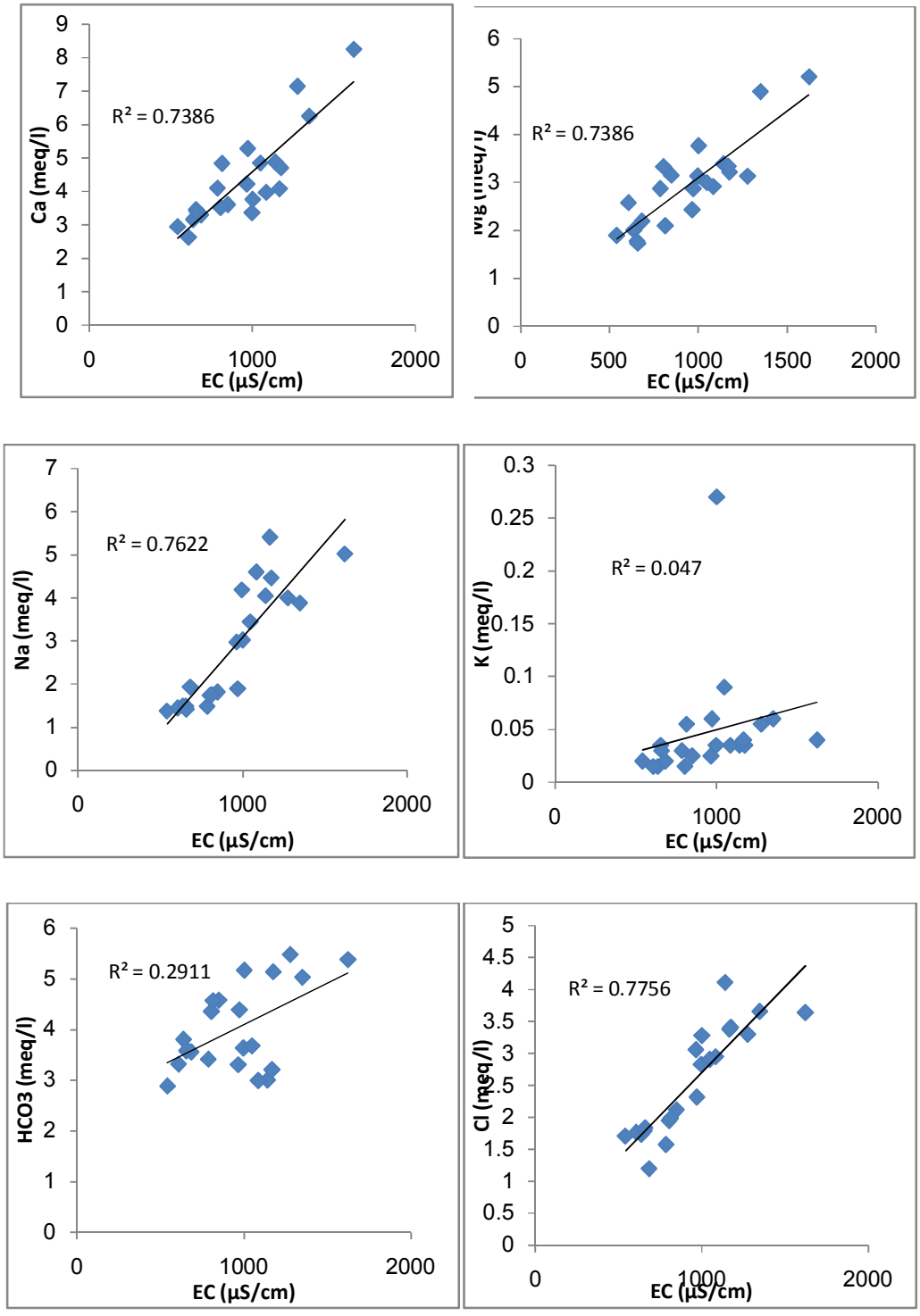
هدایت الکتریکی یکی از مهمترین پارامترهای شیمی آب زیرزمینی و نشان‌دهنده توانایی یک سیال در عبور دادن انرژی الکتریکی از خود است. این پارامتر مهم در آبهای زیرزمینی نسبت مستقیم با میزان تمامی یون‌های موجود در آب دارد. با بررسی تغییرات این پارامتر، می‌توان به تغییرات غلظت یونها در مسیر حرکت جریان پی برد. جهت بررسی املاح و روند تغییرات هدایت الکتریکی در آبخوان، نقشه هم هدایت الکتریکی منطقه ترسیم گردید. به‌طور معمول در جهت جریان هدایت الکتریکی افزایش می‌یابد. براساس نقشه، هدایت الکتریکی از شمال به جنوب در جهت جریان افزایش یافته و کیفیت آب نیز کاهش یافته‌است (شکل ۴-۱۰). دلیل اصلی این امر مربوط به لیتولوژی منطقه است، که در بخش‌های شمالی منطقه عمدتاً کنگلومرای بختیاری است که دانه درشت و دارای نفوذپذیری زیاد است. علاوه بر لیتولوژی کاهش شیب هیدرولیکی در جهت جریان و سرعت کم، باعث انحلال بیشتر املاح در بخش جنوب و جنوب غربی منطقه می‌باشد. حداقل ECمعادل ۵۴۱/۵ میکروموس بر سانتی متر متعلق به چاه چیچالی (Dz1) در شمال شرقی دشت و حداکثر EC، ۱۶۲۲/۵ میکروموس بر سانتی متر مرتبط با چاه علی اکبر-احمد مولا (Dz9) در جنوب دشت می‌باشد.

۴-۳-۲- ارتباط هدایت الکتریکی با سایر یون‌ها

جهت ارزیابی ارتباط هدایت الکتریکی با سایر یون‌ها نمودار تغییرات کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی در مقابل هدایت الکتریکی ترسیم شده‌است (شکل ۴-۱۱). براساس نمودارهای رسم شده، ملاحظه گردید که هدایت الکتریکی با همه یون‌ها ارتباط مستقیم دارد. در بین یون‌های مختلف سدیم و کلر دارای بیشترین همبستگی می‌باشد. یون پتاسیم کمترین همبستگیو ارتباط را با توجه به شکل بدست آمده با هدایت الکتریکی نشان داده‌است.



شکل۴-۱۰- نقشه هم هدایت الکتریکی دشت دز غربی



شکل ۴-۱۱- نمودار تغییرات هدایت الکتریکی نسبت به سایر یون‌ها

۴-۳-۳- ارزیابی تغییرات آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی آبخوان

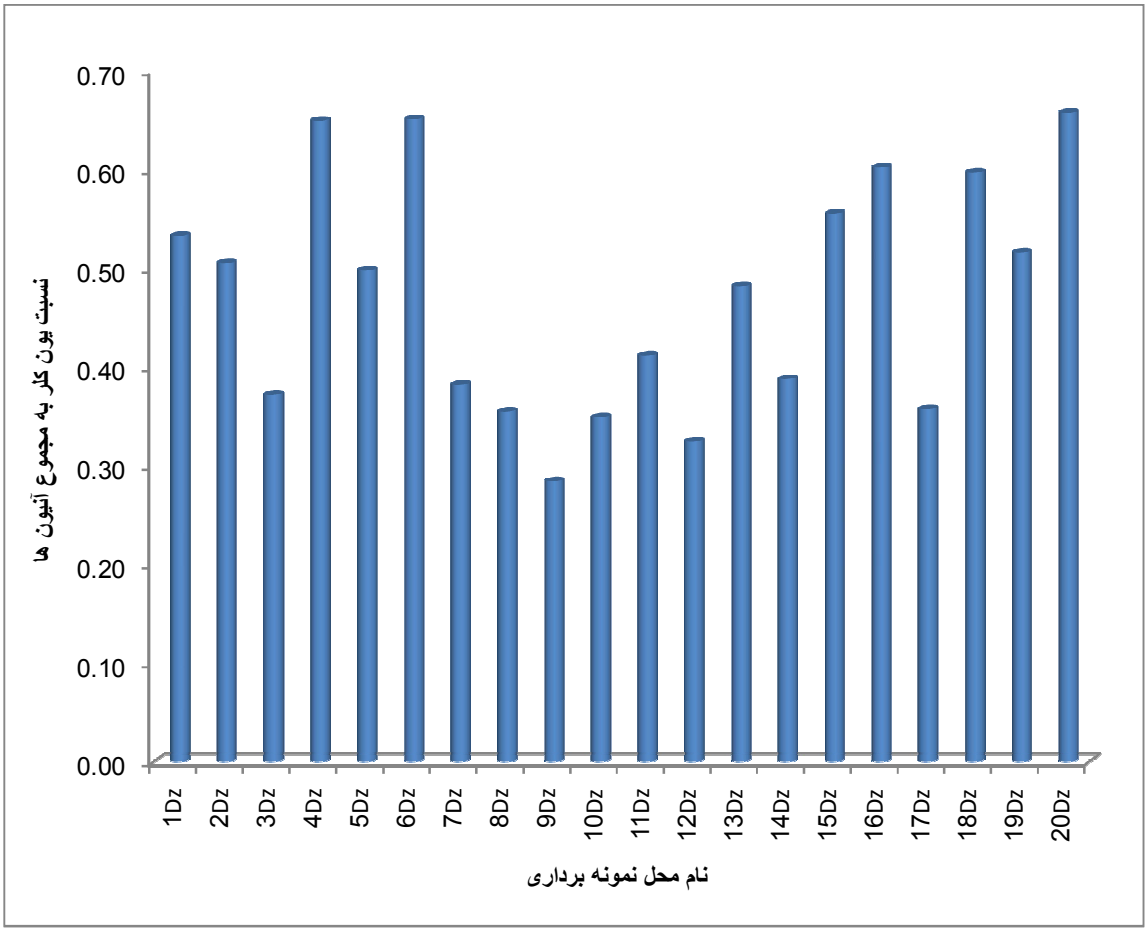
الف- تغییرات یون سدیم

املاح معدنی تقریباً در کل آب‌های موجود در طبیعت یافت می‌شود. میزان و نوع این املاح در انواع آب‌ها متفاوت می‌باشد. لذا در اغلب آب‌ها اعم از سطحی و زیرزمینی به صورت کلرور یافت می‌شود. منشأ یون سدیم در آب‌های زیرزمینی انحلال هالیت، فلدسپات‌ها و هوازدگی فلدسپات‌ها می‌باشد. یون سدیم و شوری آب ارتباط مستقیمی با هم دارند. جهت بررسی این یون در دشت نقشه آن تهیه گردید. براساس شکل (۴-۱۳) کمترین مقادیر سدیم مربوط به بخش‌های شمالی و حداکثر مقدار سدیم در بخش جنوب شرقی آبخوان ملاحظه شد. روند تغییرات سدیم در آبخوان با روند تغییرات هدایت الکتریکی همخوانی دارد.

ب- تغییرات یون کلر

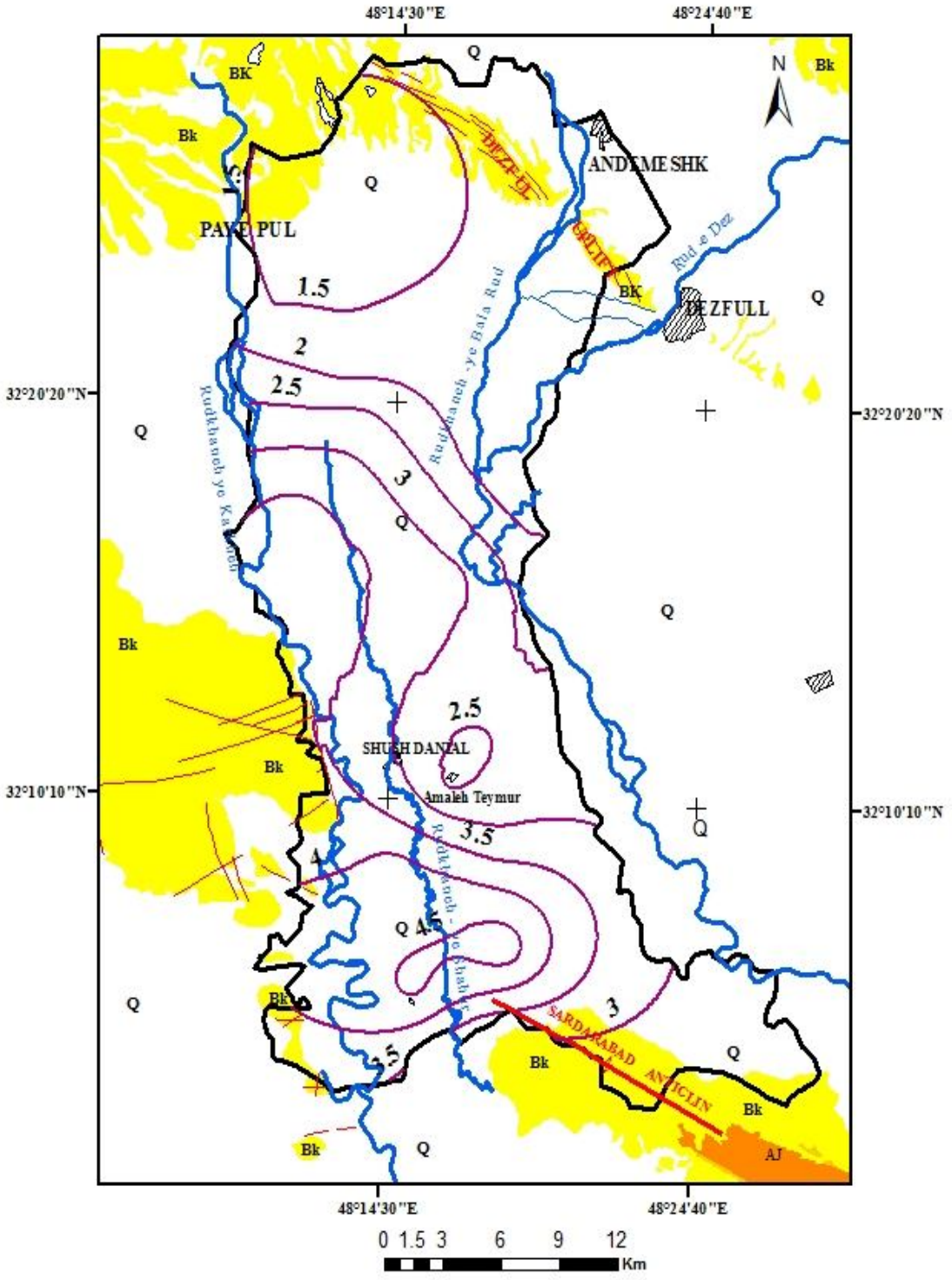
در آب‌های زیرزمینی سه منشأ مختلف برای کلر وجود دارد. ۱) کلر موجود در آب دریاهای قدیمی ۲) کلر حاصل از انحلال کانی هالیت و سایر کانی‌های تبخیری کلردار ۳) کلر موجود در نزولات جوی. یون کلر عمدتاً به‌صورت ترکیبات سدیم و منیزیم در طبیعت وجود دارد و با توجه به حلالیت قابل توجه این ترکیبات در آب مقادیر قابل ملاحظه‌ای از این نوع یون در آب زیرزمینی وجود دارد. براساس نسبت یون کلر به سایر یون‌ها می‌توان اطلاعات مفیدی به‌دست آورد. نسبت یون کلر به سایر آنیون‌ها نشان‌دهنده منشأ این یون می‌باشد. اگر نسبت یون کلر به مجموع آنیون‌ها بزرگتر از ۰/۸ و TDS نمونه کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر باشد، منشأ نمونه از آب باران است. در صورتی که این نسبت کمتر از ۰/۸ باشد، هوازدگی سنگ‌ها در ترکیب نمونه مورد نظر مؤثر بوده است. در نمونه‌هایی که این نسبت بزرگتر از ۰/۸ و TDSبیشتر از ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر باشد، آب دریاها، شورابه‌ها یا تبخیری‌ها در ایجاد ترکیب شیمیایی

آب نقش داشته‌اند (Hounslow 1995).نسبتکلر به مجموع آنیون‌ها برای نمونه‌های مختلف در شکل (۴-۱۲) نشان داده شده‌است. براساس شکل و میزان TDS منشأ یون کلر در دشت هوازدگی می‌باشد.

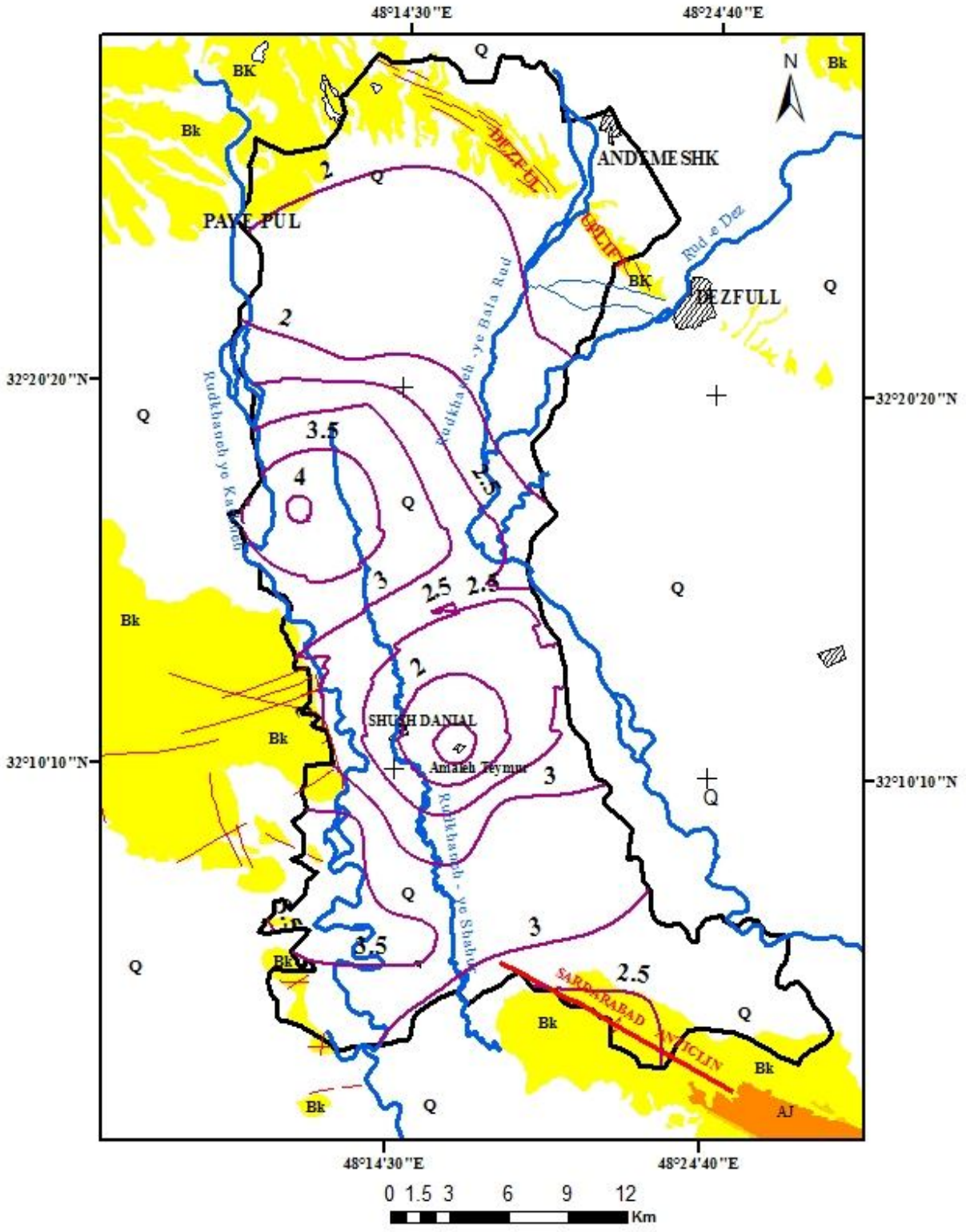


شکل۴- ۱۲- نسبت کلر به مجموع آنیون‌ها در آبخوان

برای بررسی روند تغییرات یون کلر در آبخوان نقشه تغییرات این یون ترسیم شده‌است (شکل ۴-۱۴). براساس نقشه خطوط هم‌ارزش کلر، میزان این یون در دشت مانند تغییرات یون سدیم و هدایت الکتریکی از شمال به جنوب افزایش می‌یابد اما روند تغییرات مشابه نیست. افزایش یون کلر در مرکز دشت بیشتر می‌باشد. علت افزایش کلر در بخش جنوبی دشت و مرکز، عمق کم آب زیرزمینی و تبخیر سطح آب زیرزمینی می‌باشد. با توجه به نسبت کلر به مجموع یونها عامل هوازدگی بیشتر عامل و منشأ کلر بیان شده است. بنابراین محتمل‌ترین منشأ برای کلر می تواند تبخیر و هوازدگی سنگ ها باشد.



شکل ۴-۱۳- نقشه هم سدیم دشت دز غربی



شکل ۴-۱۴- نقشه هم کلر دشت دز غربی

۴-۳-۴- تیپ آب در دشت دز غربی

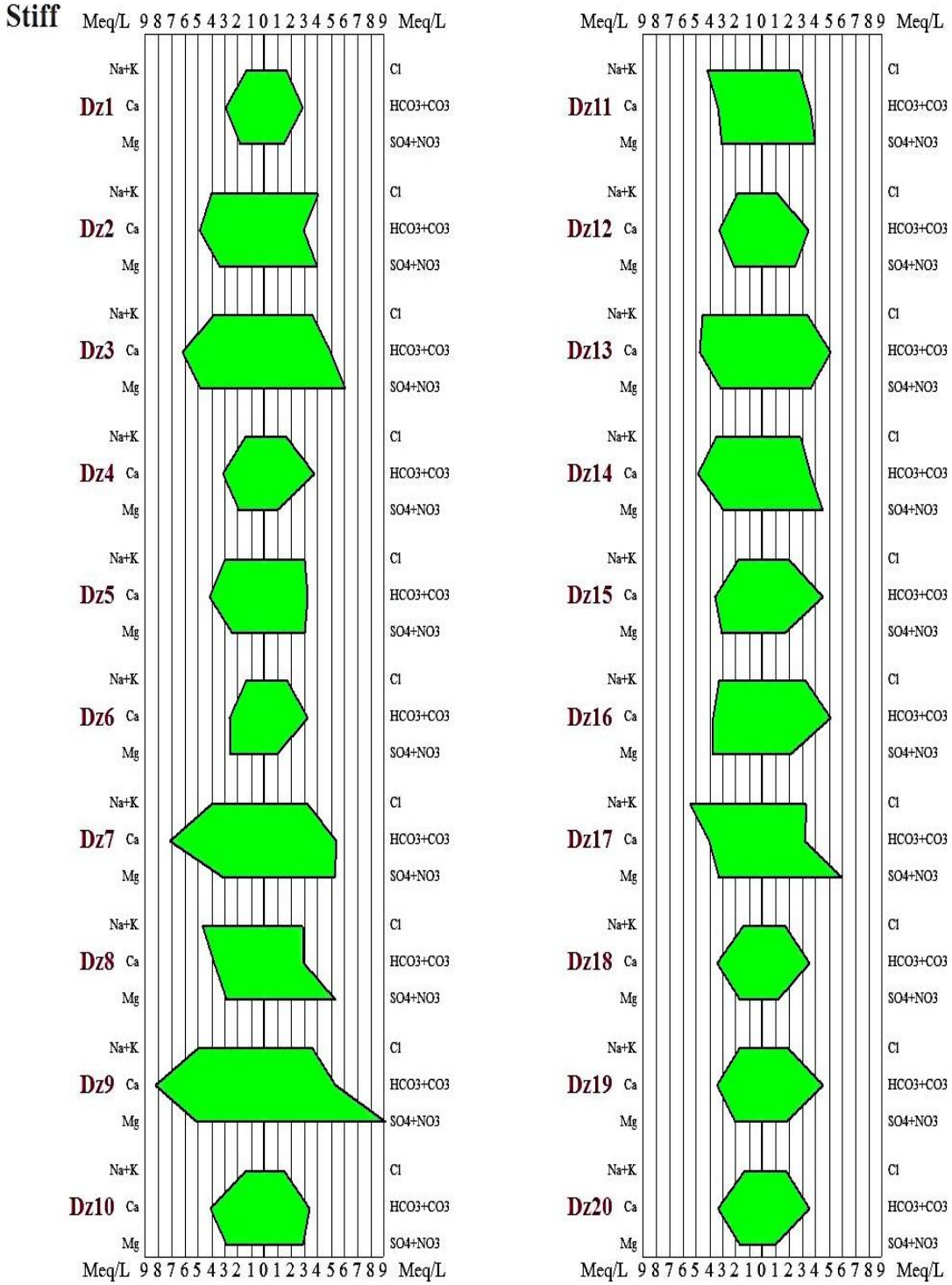
برای تعیین تیپ آبهای زیرزمینی از کاتیونها و آنیونهای عمده استفاده می‌شود. آنیونها و کاتیونهای که دارای بیشترین مقدار هستند، تعیین کننده تیپ آب زیرزمینی می‌باشند. همچنین از نمودارهای مختلفی جهت آنالیز شیمیایی و تعیین تیپ رخساره آب زیرزمینی استفاده می‌شود. به‌همین منظور جهت تعیین تیپ آب زیرزمینی آبخوان از نمودارهای پایپر و استیف استفاده شده‌است. نمودار استیف یکی از روش‌های مناسب برای مقایسه ترکیب شیمیایی نمونه‌های آب زیرزمینی با منشأهای متفاوت است و می‌تواند ترکیب شیمیایی غالب آن نمونه را تعیین کند. این نمودار جهت مقایسه سریع ترکیب شیمیایی نمونه‌های آب زیرزمینی با منشأ متفاوت می‌باشد. به‌طور معمول تیپ آب در جهت جریان از بیکربناته به سولفاته و کلروره تغییر می‌یابد. نمودار استیف ترکیب شیمیایی هر نمونه مجزا را بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر ارائه می‌کند. نموداراستیف نمونه‌های دشت در شکل (۴- ۱۵) نشان داده شده‌است. با توجه به نمودار استیف می توان نمونه‌ها را در سه گروه دسته بندی کرد:

- بیکربناته کلسیک (Dz20وDz19وDz18وDz16وDz13وDz12وDz10وDz7وDz6وDz5وDz4وDz1)

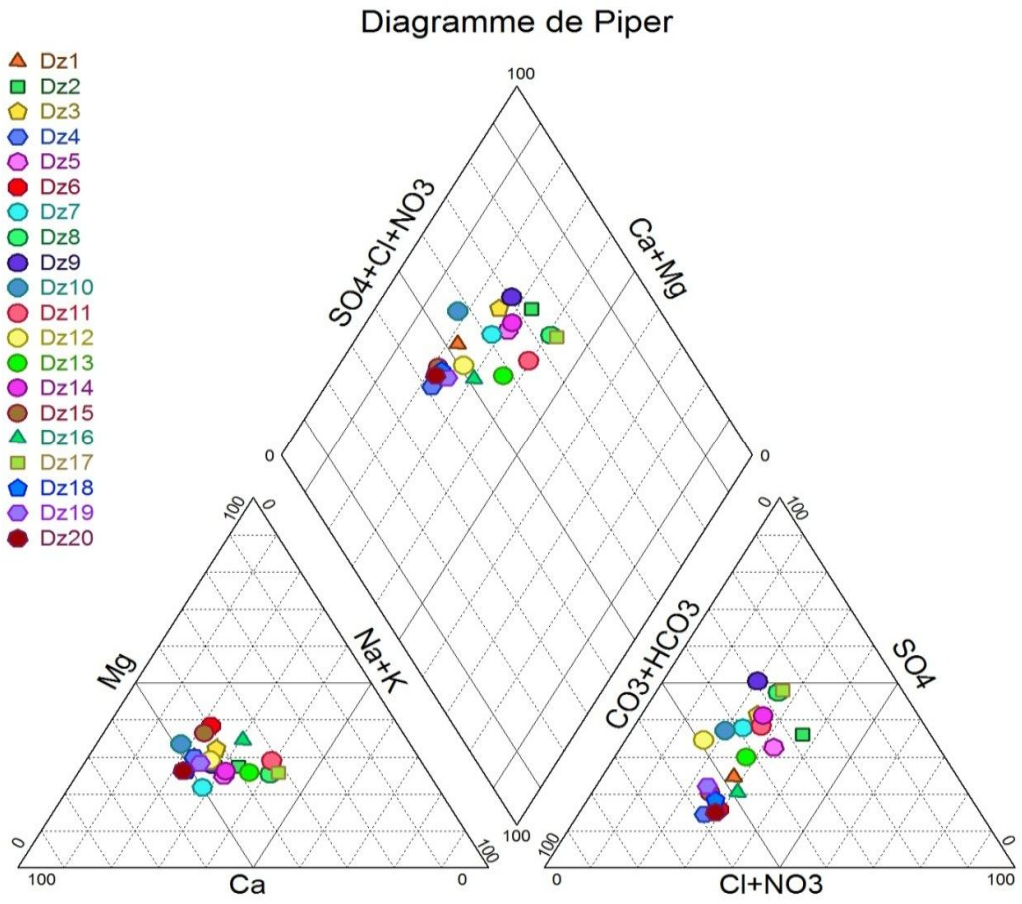
- سولفاته کلسیک(Dz14وDz9وDz3وDz2)

- سولفاته سدیک(Dz17وDz11وDz8)

با توجه به نمودارهای استیف دشت ملاحظه شد که نمونه‌ها سه تیپ بیکربناته کلسیک و سولفاته کلسیک و سدیک دارند.همچنین نمودار پایپر و موقعیت قرارگرفتن نمونه ها در دشت در شکل (۴-۱۶) ارائه شده‌است. با توجه به نمودار پایپر بدست آمده مشاهده می‌شود که اغلب نمونه‌ها دو تیپ بیکربناته کلسیک و سولفاته کلسیک دارند.



شکل ۴-۱۵- نمودار استیف نمونه‌های دشت دز غربی

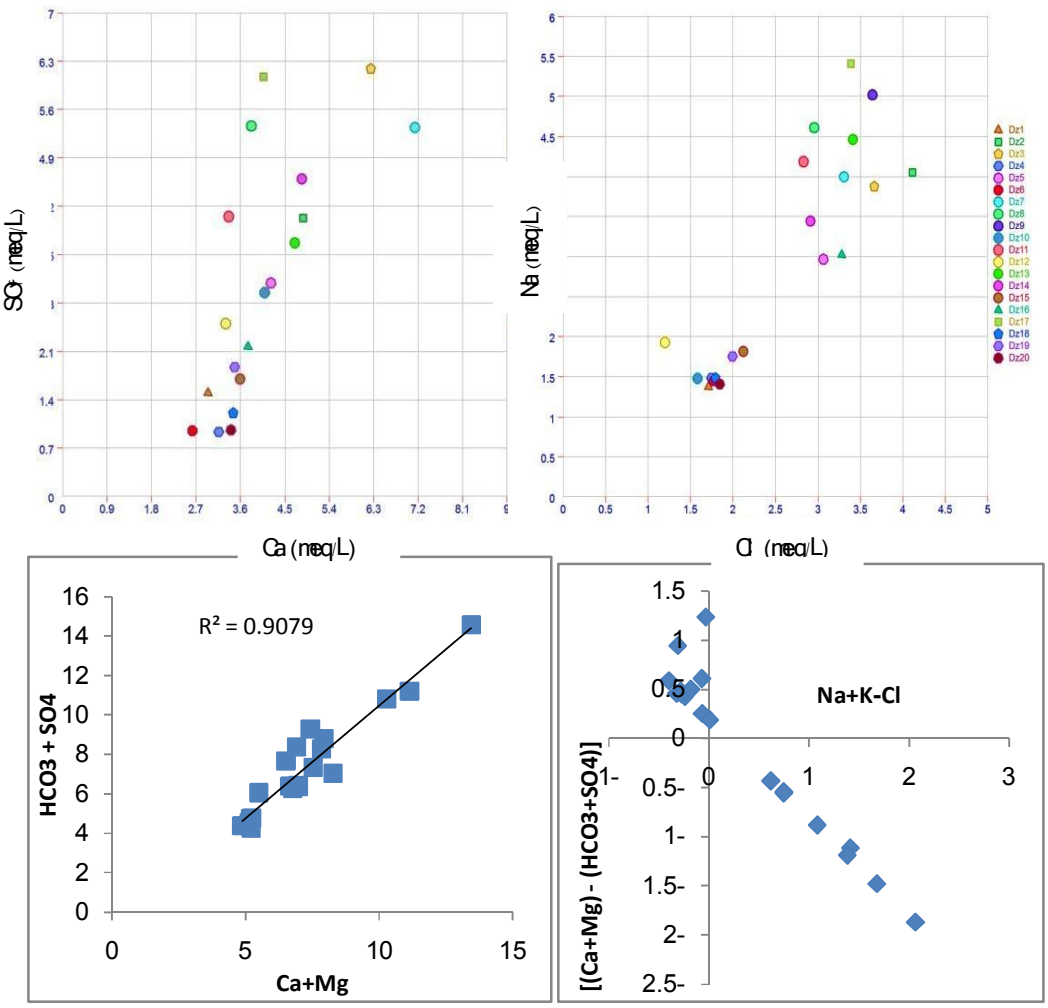


شکل ۴-۱۶- نمودار پایپر نمونه‌های دشت دز غربی

۴-۳-۵- نمودارهای ترکیبی

از نمودارهای ترکیبی جهت تعیین منشأ و اختلاط آب‌های زیرزمینی استفاده می‌گردد. با توجه به بررسی-های انجام شده، غلظت یون‌های موجود در آبخوان در قسمت‌هایی از آبخوان تابع جریان آب زیرزمینی نمی‌باشند. این روند به صورت افزایشی در مرکز دشت و سپس روند کاهشی و مجدداً افزایشی ملاحظه شد. این روند ممکن است، به دلیل اختلاط آب‌های سطحی و زیرزمینی، تبادل یونی و برداشت آب از آبخوان-های مختلف باشد. جهت بررسی فرآیندهای تبادل یونی از نمودارهای ترکیبی استفاده می‌گردد. نمودارهای ترکیبی در شکل (۴- ۱۷) نشان داده شده‌است. اگر در آب نسبت یون سدیم به کلر ۱:۱ باشد منشأ آن انحلال هالیت می‌باشد. اگر این نسبت واحد نباشد، منشأ فرآیند دیگری بوده‌است. براساس نمودار

Na/Clعدم برابری غلظت‌های کلر به سدیم نشان‌دهنده‌ی وجود منشأهای متفاوت برای این دو یون می-باشد. عدم افزایش غلظت سدیم به کلر بیانگر رخداد واکنش‌های تبادل یونی می‌باشد. لذا جهت تعیین فرآیندهای تبادل یونی و تبادل یونی معکوس از نمودار ترکیبی[Na+K-Cl] در برابر -[(Ca+Mg) (HCO_3+SO_4)]استفاده گردید. در این نمودار چنانچه محل نمونه‌ای از مرکز مختصات فاصله گرفته باشد، فرآیند تبادل یونی در آن رخ داده‌است. مطابق شکل نمونه‌های Dz2، Dz6 و Dz10 بیشتر از همه تحت تأثیر این فرآیند قرار گرفته‌اند. با توجه به شکل دو دسته اصلی در منابع دیده می‌شود که تحت تأثیر تبادل کاتیونی قرار گرفته‌اند. یکی دیگر از نمودارهایی که جهت تعیین منشأ یون مورد استفاده قرار می‌گیرد، نمودار یون کلسیم در مقابل یون سولفات می‌باشد. اگر نسبت این دو۱:۱ باشد، انحلال ژیپس منشأ اصلی این دو یون است. عدم وجود غلظت‌های مساوی بین این دو یون نیز نشان‌دهنده‌ی اهمیت کم انحلال ژیپس می‌باشد. به این منظور برای تعیین منشأ این دو یون از نمودار ترکیبی Ca+Mg در مقابل SO_4+HCO_3استفاده گردید. خط ۱:۱ نشان‌دهنده‌ی فرآیندهای انحلال کلسیت، دولومیت و ژیپس می-باشد و هیچ تبادل یونی صورت نگرفته‌است. نمونه‌هایی که بالای خط قرار گرفته، نشان‌دهنده‌ی فرآیند تبادل یونی معکوس می‌باشند. اگر غلظت SO_4+HCO_3در نمونه‌هایی که بالای خط برازش قرار گرفته‌اند، کمتر از ۱۰ میلی اکی والان بر لیتر باشد، نشانگر غالب بودن انحلال کلسیت و دولومیت و در صورتی که این غلظت بیش از ۱۰ میلی اکی والان بر لیتر باشد، بیانگر غالب بودن انحلال ژیپس می‌باشد (جاویدی۱۳۹۰). در نمونه‌هایی که زیر خط قرار دارند فرآیند تبادل یونی غالب بوده‌است. بنابراین با توجه به شکل ترسیم شده، انحلال کلسیت و دولومیت فرآیند غالب در آبخوان است. فقط منشأ سه نمونهDz3، Dz7 و Dz9 انحلال ژیپس می‌باشد. نمونه Dz3 در مرکز دشت و دو نمونه دیگر در بخش جنوبی دشت واقع شده و هر سه نمونه ما بین دو رودخانه شاوور و کرخه واقع شده‌اند. البته علاوه بر انحلال پدیده تبادل یونی نیز تا حدودی در منطقه رخ داده است.



شکل ۴-۱۷- نمودارهای ترکیبی

۴-۳-۶- بررسی سختی آب

سختی آب را براساس آنیون‌هایی که همراه آن می‌باشد، به سختی کربناته و غیر کربناته طبقه‌بندی می‌کنند. سختی کل معادل سختی کلسیم و منیزیم می‌شود. در شرایط فوق اشباع، کاتیون‌های سختی با آنیون‌های موجود در آب واکنش داده و رسوب ایجاد می‌کنند. طبقه‌بندی عمومی سختی در جدول (۴-۴) ارائه شده‌است. بر اساس این طبقه‌بندی آب تمام چاه‌های موجود در دشت که با نرم‌افزار AqQAمشخص گردیده در محدوه سخت تا کاملاً سخت قرار دارند. اعداد مربوط به سختی چاه‌ها در جدول (۴-۵) قابل ملاحظه است.

جدول۴-۴- طبقه بندی سختی براساس$CaCO_3$

نوع آب از نظر سختی	میزان سختی بر حسب $CaCO_3$
نرم	<۵۰mg/L
نسبتا سخت	۵۰mg/L-۱۵۰mg/L
سخت	۱۵۰mg/L-۳۰۰mg/L
بسیار سخت	۳۰۰ mg/L<

جدول ۴-۵- مقادیر سختی نمونه‌های مختلف دشت

محل نمونه‌برداری	علامت اختصاری	سختی کل	سختی موقت	کیفیت آب بر اساس سختی کل
چیچالی	Dz1	241.15	241.15	سخت
قلعه نصیر	Dz2	411.36	301	کاملاً سخت
بیت مجید	Dz3	553.84	503	کاملاً سخت
شهرک مدنی	Dz4	257.56	257.56	سخت
شهرک بهرام	Dz5	330.99	330.99	کاملاً سخت
چیچالی	Dz6	258.99	258.99	سخت
خلف مسلم	Dz7	511.63	511.63	کاملاً سخت
درچال	Dz8	342.7	300	کاملاً سخت
علی اکبر - احمد مولا	Dz9	668.78	538	کاملاً سخت
شهرک آزادی	Dz10	346.97	342	کاملاً سخت
علم الهدی (بنه عیسی)	Dz11	323.1	323.1	کاملاً سخت
عمله تیمور	Dz12	273.69	273.69	سخت
دستغیب	Dz13	394.22	394.22	**کاملاً سخت**
قلعه میرزاعلیخان	Dz14	390.35	368	**کاملاً سخت**
علی‌آباد	Dz15	335.83	335.83	**کاملاً سخت**
باهنر (طالب اباد)	Dz16	373.94	373.94	**کاملاً سخت**
محمد باقر صدر حسین آ	Dz17	368.93	321	کاملاً سخت
شوهان علیا	Dz18	260.69	260.69	سخت
بنوار حسین	Dz19	345.41	345.41	کاملاً سخت
زاویه مشعلی	Dz20	256.22	256.22	سخت

۴-۳-۷- بررسی شاخص اشباع

به منظور بررسی میزان اشباع بودن آب زیرزمینی نسبت به کانی‌های متفاوت و با توجه به تأثیر لیتولوژی سازندها بر کیفیت آب زیرزمینی، شاخص اشباع استفاده می‌شود. چنانچه شاخص اشباع برای یک کانی مثبت باشد، یعنی آب زیرزمینی نسبت به آن کانی فوق اشباع شده و یون شروع به ته‌نشست می‌کند. اگر

میزان شاخص اشباع منفی باشد، آب زیرزمینی نسبت به آن یون تحت اشباع بوده و قابلیت انحلال آن یون را دارد. شاخص اشباع نمونه‌های مختلف دشت در جدول (۴-۶) نشان داده شده‌است. شاخص اشباع آبخوان دز غربی نسبت به هالیت و ژیپس منفی بوده و می‌تواند آن‌ها را در خود حل نماید. شاخص اشباع کلسیت در تمام نمونه‌ها بجز چاه‌های چیچالی (Dz1, Dz6) و محمد باقر صدر حسین مثبت می‌باشد.

جدول ۴-۶- شاخص اشباع کانی‌های مختلف

نام محل نمونه‌برداری	علامت اختصاری	کلسیت	ژیپس	هالیت
چیچالی	Dz1	-0.09	-1.83	-7.30
قلعه نصیر	Dz2	0.01	-1.33	-6.47
بیت مجید	Dz3	0.29	-1.11	-6.56
شهرک مدنی	Dz4	0.01	-2.01	-7.26
شهرک بهرام	Dz5	0.07	-1.45	-6.73
چیچالی	Dz6	-0.12	-2.09	-7.26
خلف مسلم	Dz7	0.40	-1.10	-6.58
درچال	Dz8	0.16	-1.29	-6.56
علی اکبر - احمد مولا	Dz9	0.50	-0.88	-6.46
شهرک آزادی	Dz10	0.18	-1.48	-7.31
علم الهدی (بنه عیسی)	Dz11	0.34	-1.46	-6.62
عمله تیمور	Dz12	0.17	-1.61	-7.31
دستغیب	Dz13	0.27	-1.39	-6.51
قلعه میرزاعلیخان	Dz14	0.34	-1.27	-6.69
علی‌آباد	Dz15	0.06	-1.76	-7.10
باهنر (طالب اباد)	Dz16	0.01	-1.68	-6.69
محمد باقر صدر حسین آ	Dz17	-0.01	-1.25	-6.44
شوهان علیا	Dz18	0.22	-1.87	-7.25
بنوار حسین	Dz19	0.18	-1.60	-7.14
زاویه مشعلی	Dz20	0.22	-1.97	-7.26

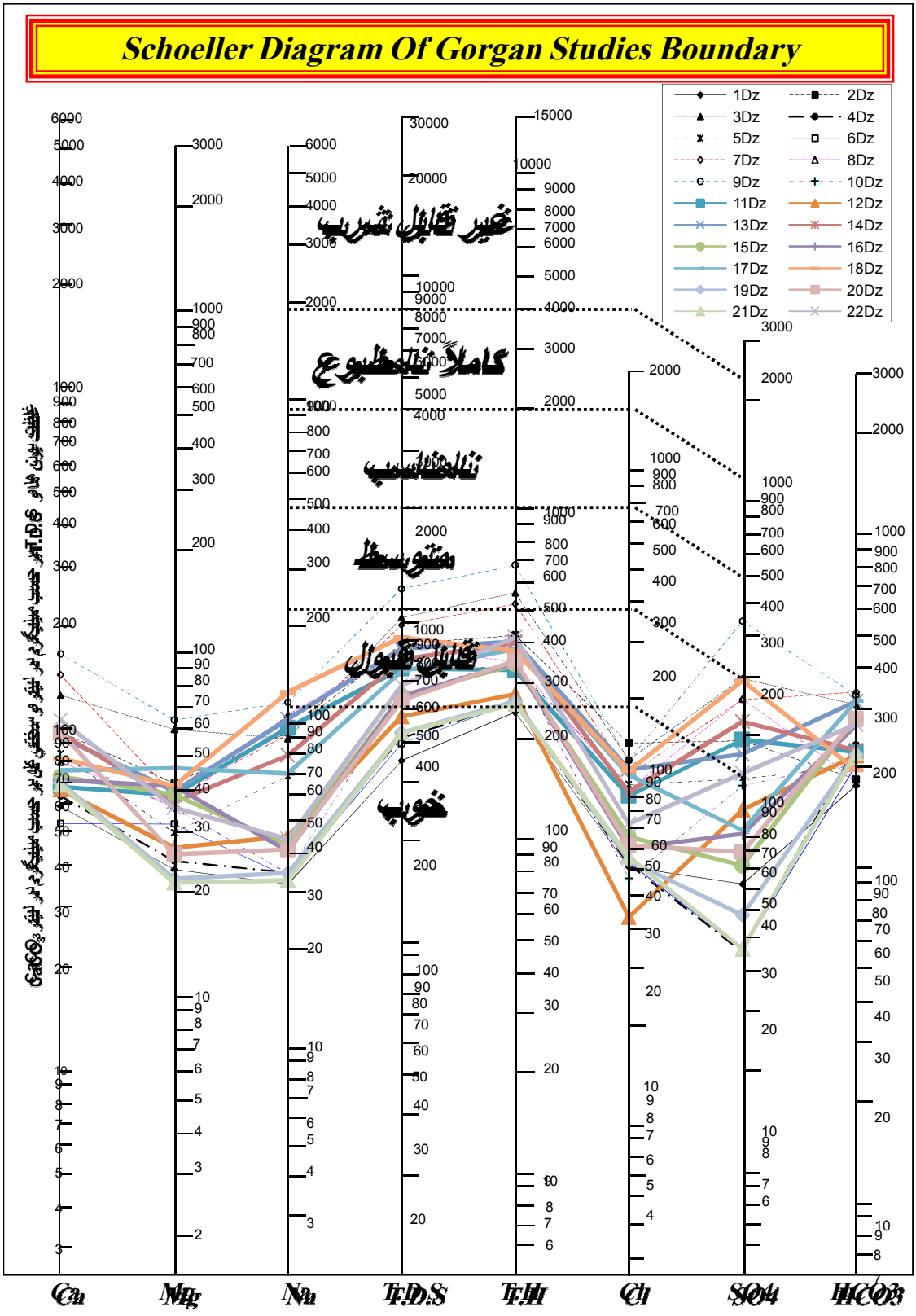
۴-۳-۸- کیفیت آب زیرزمینی از لحاظ شرب

یکی از معیارهای طبقه بندی آب از لحاظ شرب، تقسیم بندی شولر (Schoeller) است. نمودار شولر به دلیل داشتن مقیاس لگاریتمی برای نشان دادن و مقایسه تعداد زیادی نمونه بسیار مناسب است. شکل (۴-۱۸) وضعیت نمونه‌ها را روی نمودار شولر نشان داده‌است. تمام نمونه‌ها در محدوده خوب تا متوسط از نظر شرب قرار گرفته‌اند. لذا آب برای آشامیدن کاملاً مناسب است.

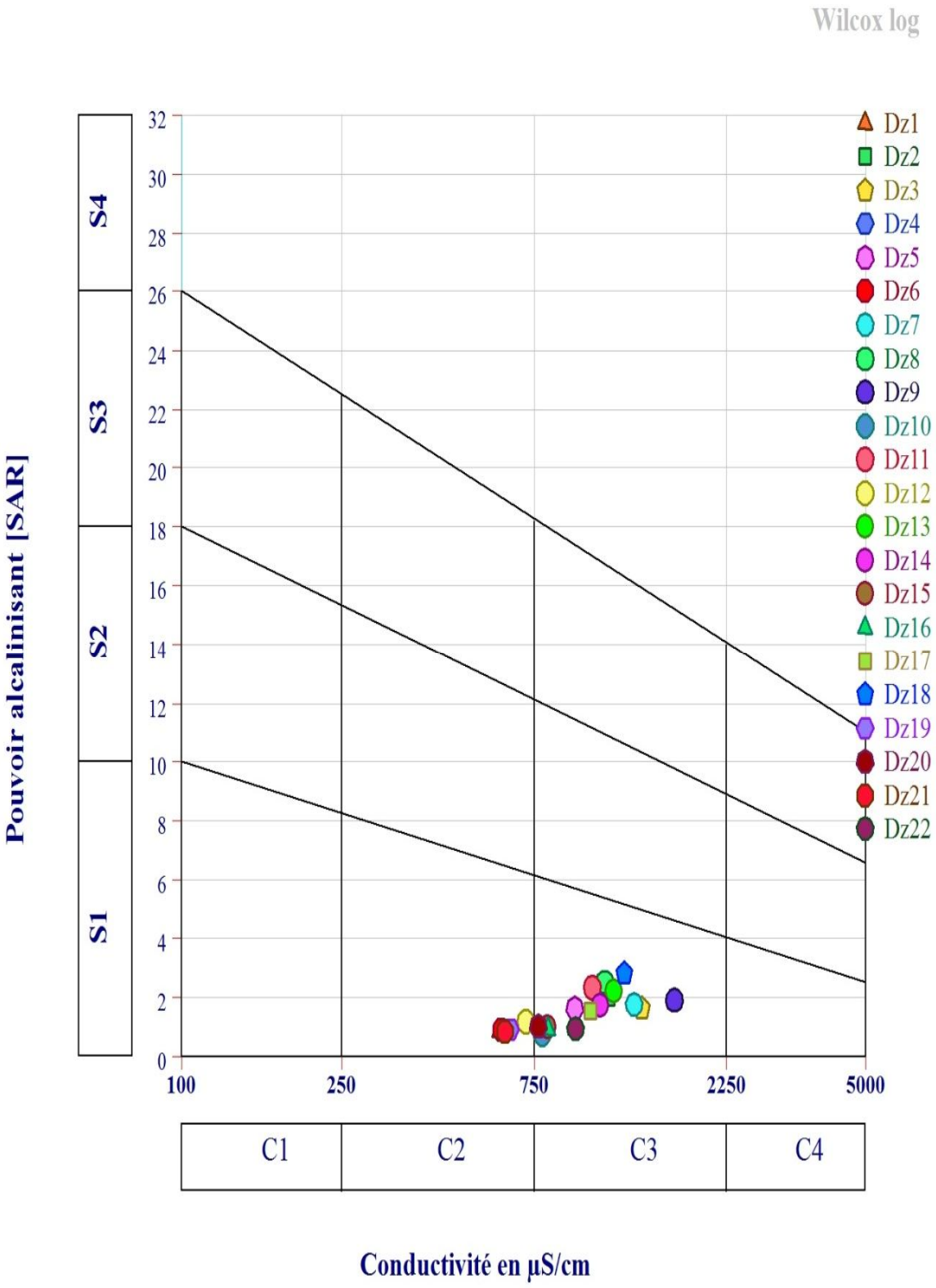
۴-۳-۹- کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی

استانداردهای کیفی آب آبیاری بر اساس سه عامل بنا گردیده‌است (Bouwer 1978) :

۱- غلظت کل نمک‌های محلول آب، که این غلظت از طریق اعمال اسمزی بر روی محصول اثر می‌گذارد. ۲-غلظت یون‌هایی که ممکن است برای گیاهان مضرباشد.۳- غلظت کاتیون‌هایی که می‌توانند باعث پراکندگی رس در خاک گردیده و در نتیجه ساختمان خاک را تخریب نموده و مقدار نفوذ را کاهش دهد.جهت تعیین کیفیت آبهای زیرزمینی از نظر کشاورزی از نمودار ویلکوکس (Wilcox)استفاده می‌شود .نمودار ویلکوکس بر اساس دو معیار هدایت الکتریکی (خطرشوری) و نسبت جذب سدیم(SAR)به ۱۶رده تقسیم می‌شود. رده C1S1 بهترین کیفیت و رده C4S4 بدترین کیفیت را برای مصارف کشاورزی دارد. نمودار ویلکوکس برای متوسط ترکیب شیمیایی آبخوان در سال ۱۳۹۲ ترسیم شده‌است (شکل ۴-۱۹). براساس این نمودار نمونه‌ها در دو رده C2S1 وC3S1قرار دارند. در مجموع آب زیرزمینی برای کشاورزی قابل استفاده می‌باشد. در جدول (۴-۷) تقسیم بندی کیفیت نمونه‌ها از نظر کشاورزی ارائه شده‌است.



شکل ۴-۱۸- نمودار شولر نمونه‌های دشت دز غربی



شکل ۴-۱۹- نمودار ویلکوکس

جدول ۴-۷- کیفیت نمونه‌های آبخوان از نظر کشاورزی

محل نمونه‌برداری	علامت اختصاری	SAR	EC	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
چیچالی	Dz1	0.88	541.5	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
قلعه نصیر	Dz2	1.99	1141	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
بیت مجید	Dz3	1.64	1349.5	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
شهرک مدنی	Dz4	0.92	637.5	C2-S1	کمی شور –مناسب برای کشاورزی
شهرک بهرام	Dz5	1.63	965.5	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
چیچالی	Dz6	0.89	607.5	C2-S1	کمی شور –مناسب برای کشاورزی
خلف مسلم	Dz7	1.76	1276.5	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
درچال	Dz8	2.47	1084.5	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
علی اکبر	Dz9	1.93	1622.5	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
شهرک آزادی	Dz10	0.79	786	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
علم الهدی	Dz11	2.32	996.5	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
عمله تیمور	Dz12	1.16	683.5	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
دستغیب	Dz13	2.24	1175	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
قلعه میرزاعلیخان	Dz14	1.74	1048	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
علی‌آباد	Dz15	0.99	848.5	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
باهنر	Dz16	1.56	1001.5	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
محمد باقر	Dz17	2.81	1167	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
شوهان علیا	Dz18	0.92	654.5	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
بنوار حسین	Dz19	0.94	814	C3-S1	شور - قابل استفاده برای کشاورزی
زاویه مشعلی	Dz20	0.88	660	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی

فصل پنجم
نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱- خصوصیات آبخوان

دشت دز غربی آبخوانی آزاد با مساحت ۷۹۸ کیلومتر مربع را دربردارد، که جهت مصارف کشاورزی و شرب استفاده می‌گردد. در این بخش کلیه نتایج حاصل از مطالعات انجام شده، شامل خصوصیات آبخوان، ارزیابی جهت جریان، ارزیابی میزان افت و عمق دسترسی به آب، بررسی تغییرات سایر یون‌ها، ارزیابی هیدروژئوشیمی آبخوان براساس نمودارهای ترکیبی و بررسی کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف مختلف به طور مختصر ارائه شده است. این دشت دارای آبخوان آزاد و تحت فشار می‌باشد که اطلاعاتی در مورد آبخوان تحت فشار وجود نداشته و تمام مطالعات ما مربوط به آبخوان آزاد می‌باشد و منبع تغذیه آن رودخانه دز و ارتفاعات کنگلومرایی شمال دشت می‌باشد. دشت مذکور در فروافتادگی دزفول واقع شده است. بخش وسیعی از رسوبات احاطه‌کننده دشت از آبرفت و سایر قسمت‌های دشت با ماسه‌سنگ و مارن‌های آغاجاری و کنگلومرای بختیاری پوشیده شده‌اند. اندازه رسوبات در بخش شمالی دشت درشت بوده و به سمت جنوب دشت به تدریج ریزدانه می‌شوند. عمق سنگ کف در منطقه در جنوب دشت و حوالی رودخانه کرخه کمتر از سایر مناطق دشت می‌باشد.

۵-۲-ارزیابی جهت جریان

براساس نقشه هم‌پتانسیل تهیه شده در اسفند ماه ۱۳۹۲ جهت عمومی جریان از شمال به سمت جنوب

می‌باشد. حداکثر ارتفاع سطح ایستابی در شمال دشت و حداقل آن در بخش جنوب و جنوب شرقی می‌باشد. همچنین براساس نقشه هم پتانسیل گرادیان هیدرولیکی در مرکز دشت بیشتر از سایر قسمت‌ها است. عامل تفاوت گرادیان هیدرولیکی در طول جریان می‌تواند ناشی از جنس لایه‌ها و خصوصیات فیزیکی مواد آبرفتی تشکیل‌دهنده آبرفت باشد. در بخش‌های فوقانی دشت وجود مواد دانه درشت‌تر که منشاء آنها عمدتاً از فرسایش سازند بختیاری می‌باشد باعث کاهش شیب هیدرولیکی شده‌است. رودخانه‌های موجود در دشت از جمله دز، کرخه و بالارود در بخش شمالی دشت منبع تغذیه‌کننده آبخوان بوده که از سازند نفوذپذیر کنگلومرای بختیاری عبور کرده و وارد دشت شده‌اند.

۵-۳- ارزیابی قابلیت انتقال و ضخامت آبرفت در منطقه

بررسی مقاطع ژئوالکتریک تا حدودی وضعیت رسوبات منطقه و لایه‌های مشخص شده در مطالعات آبرفتی را نشان می‌دهد. براین اساس قسمت عمده دشت متشکل از رسوبات دانه درشت گراولی بوده درحالیکه در حاشیه‌های غربی و جنوب دشت لایه‌های رسی نیز وجود دارد، که باعث تشکیل سفره‌های محبوس گردیده‌است. در این مناطق مقاومت ظاهریکمتر از ۲۰ اهم‌متر می‌باشد. حداکثر ضخامت آبرفت در اکثر نواحی دشت بیش از ۲۰۰ متر با مقاومت ۱۰۰-۵۰ تشخیص داده شده‌است که بیانگر رسوبات دانه درشت و آبدهی نسبتاً خوب آنها می‌باشد.به طور قطع می‌توان تشکیلات بختیاری از نوع کنگلومراهای سخت و فشرده نظیر فاسیسی که در محل سد دز دیده شده‌است به‌عنوان سنگ کف قسمت‌های شمال منطقه و رس‌های ضخیم و فشرده قهوه‌ای و قرمز آجری رنگ در رسوبات لهبری را به‌عنوان سنگ کف قسمت‌های جنوبی و شرقی منطقه پذیرفت. به‌طور کلی در مورد قابلیت انتقال در دشت می‌توان گفت که در بخش‌های شمالی دشت که درشت دانه‌اند قابلیت انتقال بالا بوده و بخش‌های جنوبی و رسوبات دانه‌ریز آنجا قابلیت انتقال پایینی دارند.

۵-۴- ارزیابی میزان افت و عمق دسترسی به آب

حداکثر میزان افت ۴/۱۲ متر در بخش شمالی دشت بوده که عمق دسترسی به آب بیشتر از سایر قسمت‌ها به میزان ۸۳ متر بوده‌است. حداقل افت صفر است که در مرکز دشت و بخش جنوبی دشت می‌باشد. همچنین بالا آمدگی سطح آب در بخش مرکزی و جنوبی دشت حاکی از این است که در این بخش از دشت رودخانه‌ها تغذیه کننده دشت می‌باشند. علت اصلی افت در بخش شمالی دشت به دلیل وجود گسل دزفول می‌باشد.

۵-۵- بررسی تغییرات هدایت الکتریکی در منطقه

روند تغییرات هدایت الکتریکی با توجه به نقشه هدایت الکتریکی حاصل از اندازه‌گیری‌های سال ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفت. هدایت الکتریکی از شمال به جنوب در منطقه افزایش یافته است. قسسمت

شمالی دشت عمدتاً از واحد دانه درشت کنگلومرا تشکیل شده‌است و آب دارای کیفیت خوب و هدایت هیدرولیکی کم می‌باشد. حداکثر هدایت الکتریکی در چاه علی اکبر-احمد مولا (Dz9) در جنوب دشت ملاحظه شد. هدایت الکتریکی از نظر همبستگی با همه یون‌های اصلی ارتباط مستقیم و خطی دارد. بیشترین همبستگی با یون‌های سولفات و کلر و کمترین همبستگی را با یون پتاسیم نشان داد.

۵-۶- بررسی تغییرات سایر یون‌ها

برای بررسی هیدروژئوشیمی آبخوان، علاوه بر نقشه هدایت الکتریکی نقشه برخی از یون‌ها همانند کلر، سدیم و سولفات نیز ترسیم شده‌است. روند کلی تغییرات این یون‌ها از روند تغییرات هدایت الکتریکی تبعیت می‌کنند. با استفاده از نسبت یون کلر به مجموع آنیون‌ها منشأ یون کلر هوازدگی است. با توجه به وابستگی یون سدیم به کلر نشان‌دهنده انحلال کانی هالیت در منطقه است.

۵-۷- ارزیابی هیدروژئوشیمی آبخوان براساس نمودارهای ترکیبی

نمودارهای ترکیبی به منظور تعیین منشأ و بررسی فرآیندهای مؤثر بر تکامل هیدروژئوشیمی آبخوان استفاده شده‌است. نمودارهای ترکیبی کلسیم در برابر سولفات، سدیم در برابر کلر، مجموع کلسیم و منیزیم در برابر سولفات و بیکربنات و $[Na+K-Cl]$ در برابر $[(Ca+Mg)-(HCO_3+SO_4)]$ استفاده گردید. نتایج حاصل از نمودارهای ترکیبی حاکی از آن است که به طور غالب انحلال کلسیت و دولومیت منشأ یون کلسیم و منیزیم می‌باشند. فقط در سه نمونه Dz3، Dz7 و Dz9 منشأ کلسیم و منیزیم انحلال ژیپس است. منشأ یون کلر و سدیم از انحلال هالیت و تبادل یونی معکوس می‌باشد.

۵-۸- تیپ آبخوان

با توجه به نمودار استیف و پایپر تیپ غالب منطقه بی‌کربنات کلسیک و سولفات کلسیک می‌باشد. با توجه به این که چاه ها در تمام دشت توسط رودخانه‌ها تغذیه می‌شوند قابل توجیه است.

۵-۹- بررسی کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف مختلف

آب زیرزمینی به‌طور کلی در دشت دز غربی کیفیت مناسبی دارد. با توجه به استانداردهای موجود کیفیت آب آبخوان بررسی شده‌است. براساس نمودار شولر (Scholler) کیفیت آب در محدوده خوب تا متوسط واقع شده که برای شرب کاملاً مناسب است. این طبقه‌بندی براساس غلظت یون‌های اصلی و پارامترهای وابسته به آن انجام شده‌است. کیفیت آب از نظر کشاورزی مطابق نمودار ویلکوکس (Wilcox) در رده‌های C2S1 و C3S1 واقع شده‌است و کمی شور می‌باشد. به طور کلی آب زیرزمینی آبخوان به منظور مصرف کشاورزی مناسب است.

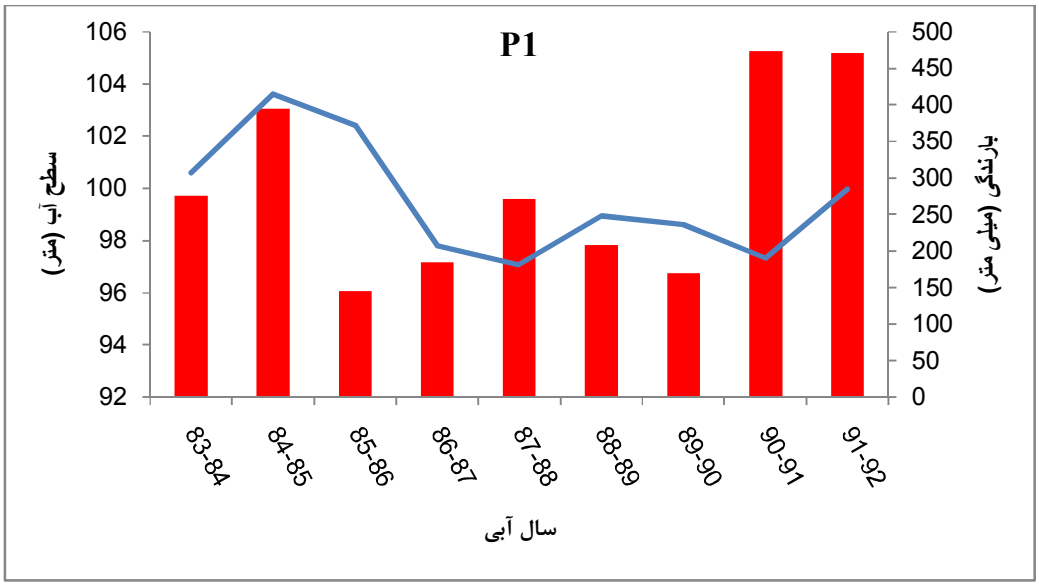
۵-۱۰- پیشنهادها

به منظور بررسی‌های بیشتر و دقیق‌تر برای شناسایی و استفاده بهینه از آب‌های زیرزمینی در آبخوان منطقه دز غربی موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

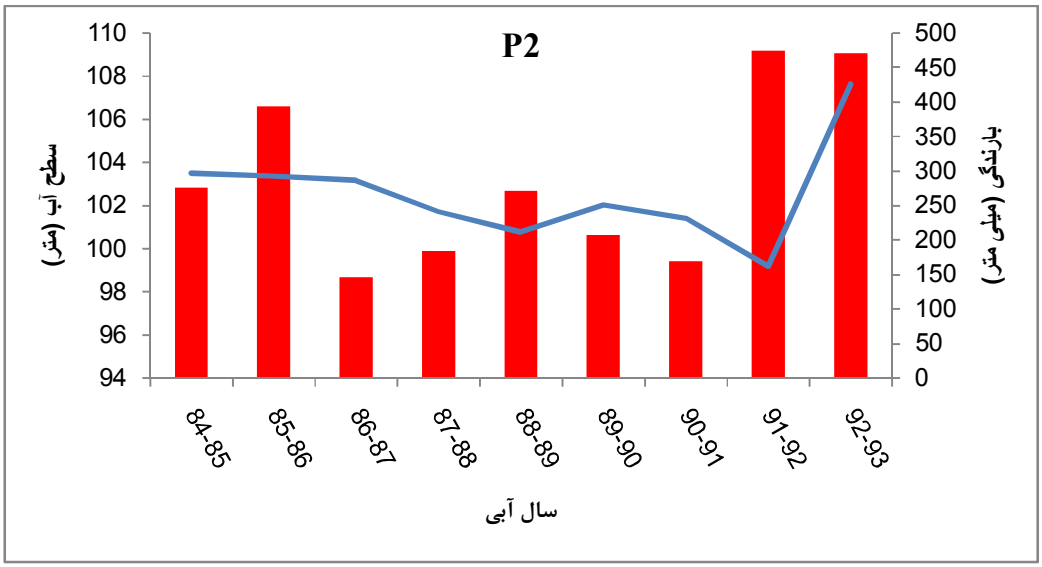
- گسترش شبکه پیزومتری در مرکز و جنوب دشت جهت بررس‌های دقیق‌تر کمی
- بررسی دقیق‌تر هیدروشیمیایی با استفاده از روش‌های جدید مانند مطالعات ایزوتوپی جهت تعیین دقیق ارتباط هیدرولیکی رودخانه‌ها با آبخوان
- بررسی آلودگی آلاینده‌ها در دشت و تأثیر آن‌ها بر کیفیت آب
- ممنوعیت حفرچاههای جدید در بخش شمالی دشت با توجه به افت سطح آب زیرزمینی در این محدوده

- انجام تعداد بیشتری آزمایش پمپاژ برای شناخت دقیق پارامترهای هیدروژئولوژیکی آبخوان و ضرایب هیدرولیکی TوS

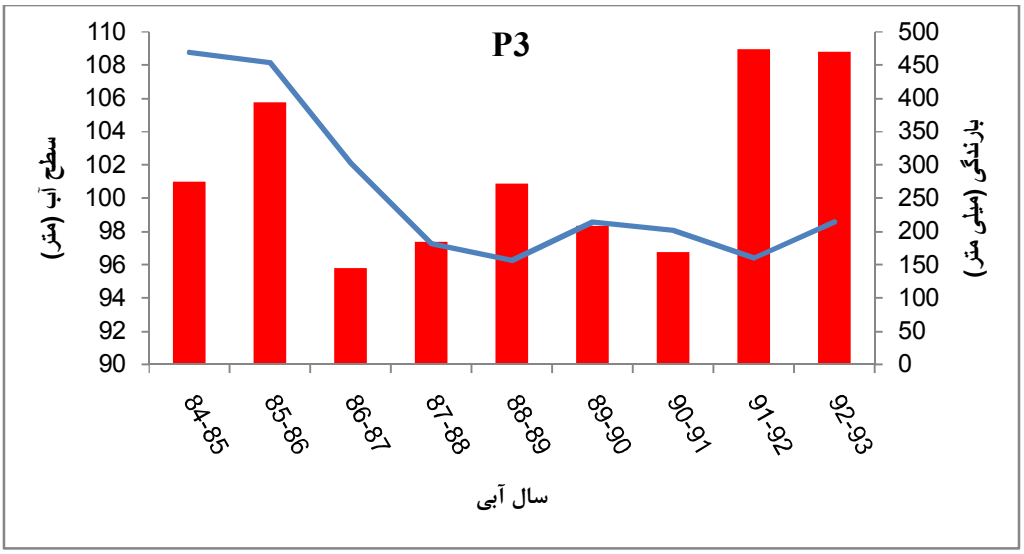
پیوست‌ها



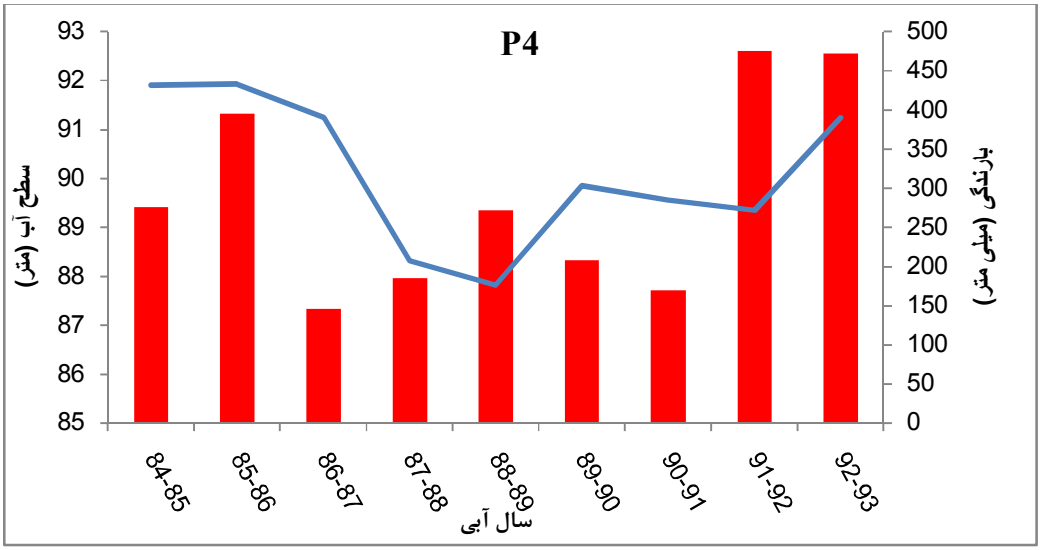
پیوست(۱): هیدروگراف پیزومتر P1



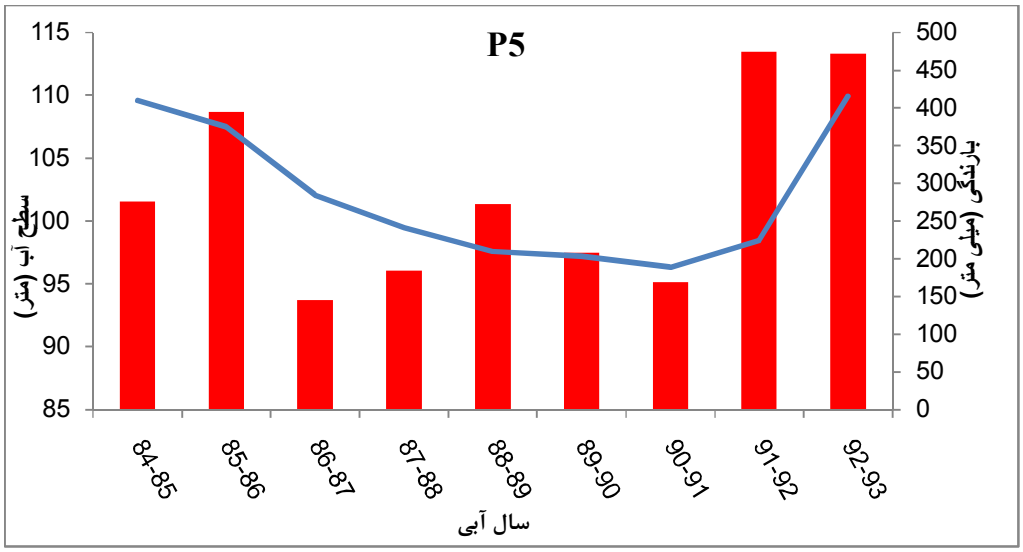
پیوست (۲): هیدروگراف پیزومتر P2



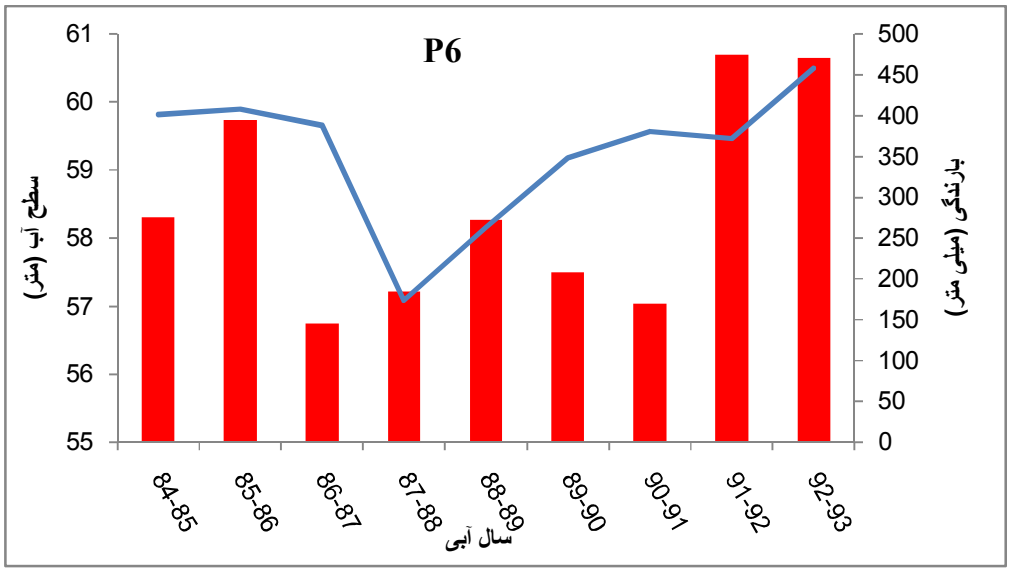
پیوست (۳): هیدروگرافپیزومتر P3



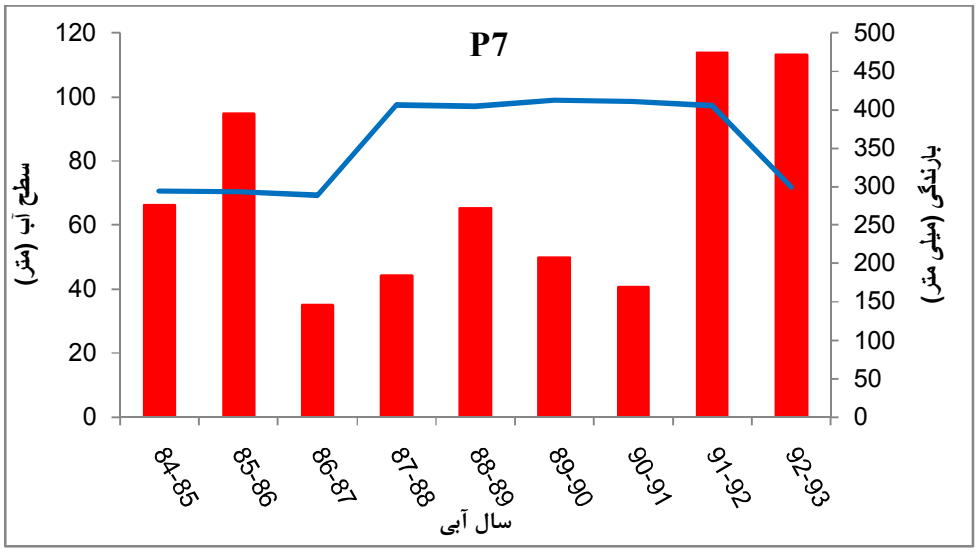
پیوست (۴): هیدروگرافپیزومتر P4



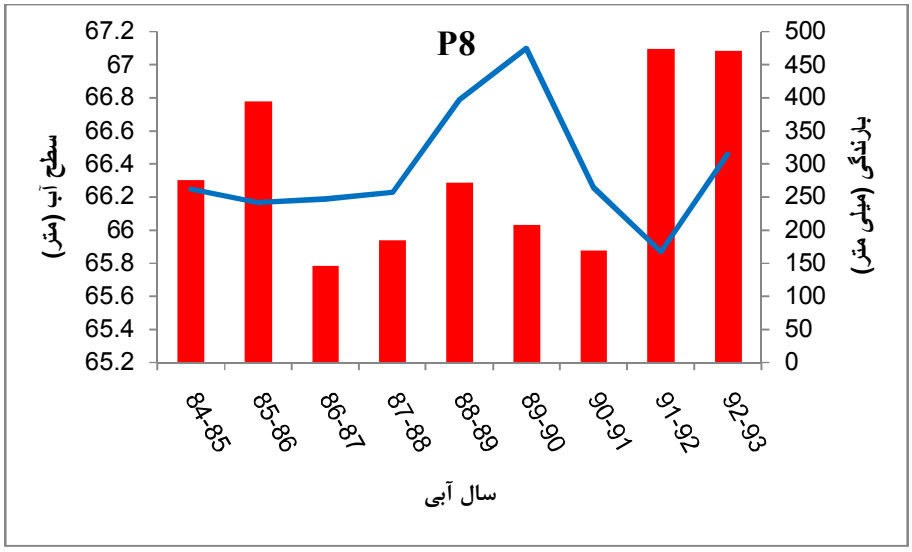
پیوست (۵): هیدروگرافپیزومتر P5



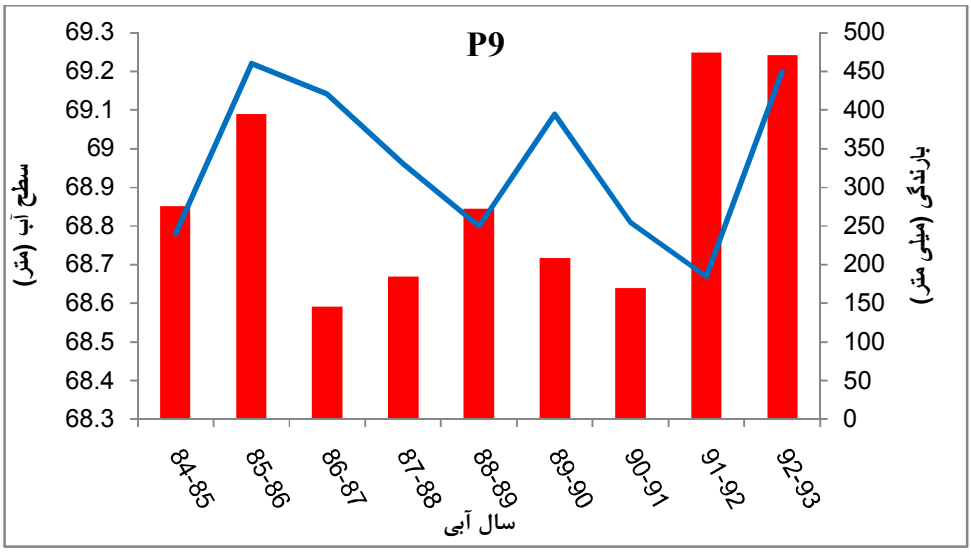
پیوست (۶): هیدروگرافپیزومتر P6



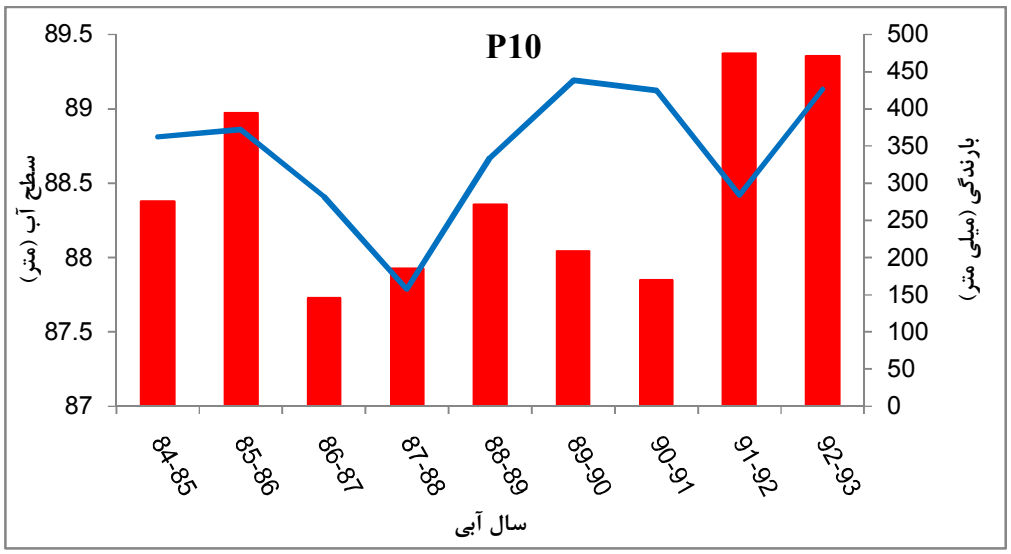
پیوست (۷): هیدروگرافپیزومتر P7



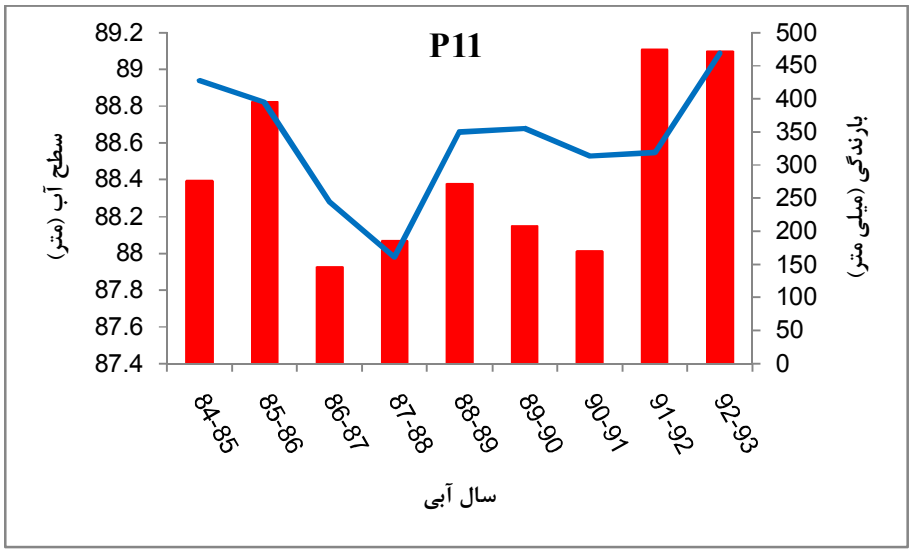
پیوست (۸): هیدروگرافپیزومتر P8



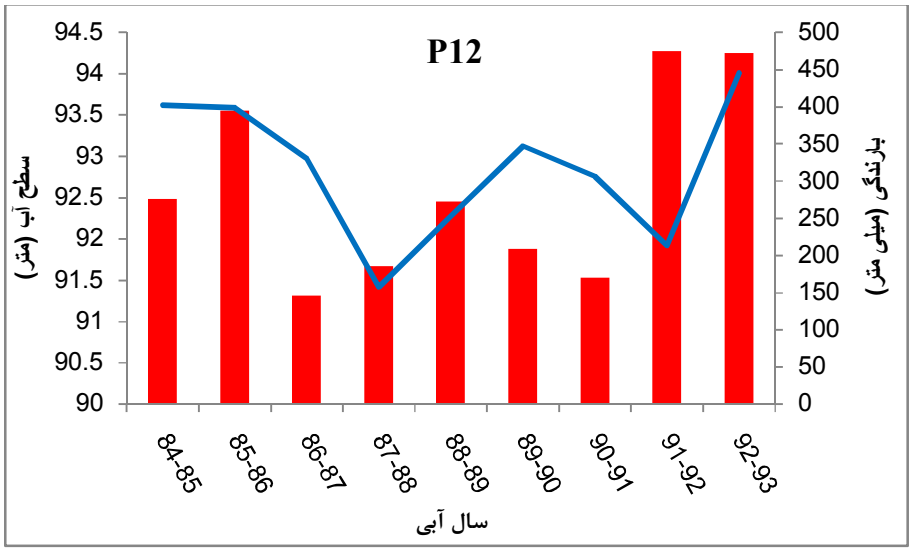
پیوست (۹): هیدروگرافپیزومتر P9



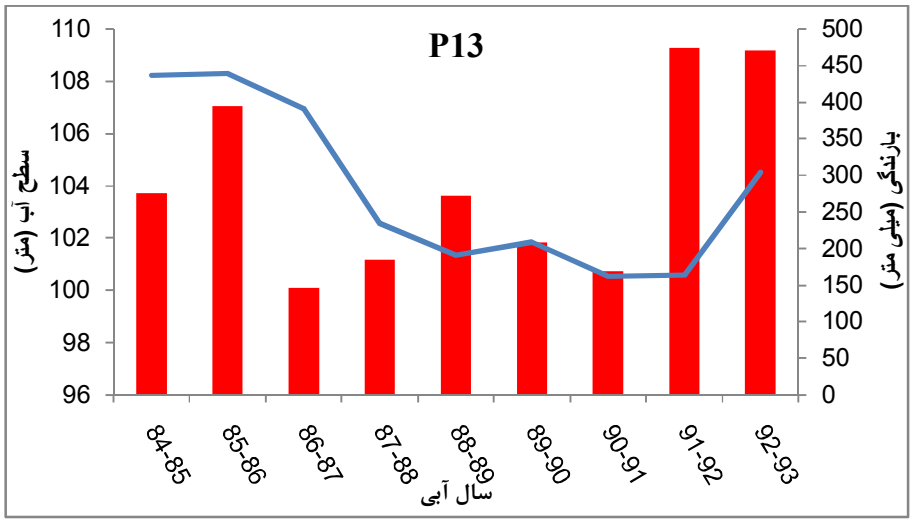
پیوست (۱۰): هیدروگرافپیزومتر P10



پیوست (۱۱): هیدروگرافپیزومتر P11



پیوست (۱۲): هیدروگرافپیزومتر P12



پیوست (۱۳): هیدروگرافپیزومتر P13

منابع فارسی

۱- آقازاده، ن. چیت سازان، ن. و رجب زاده ساعی، خ. ر.، (۱۳۹۲)، "ارزیابی فرآیندهای هیدروژئوشیمیایی و کیفیت منابع آب زیرزمینی حوضه آبریز رودخانه گدار چای نقده"، اولین همایش زمین شیمی کاربردی ایران، ص ۵۱۶-۵۱۱، دامغان.

۲- آقانباتی، ع.،(۱۳۸۳)، زمینشناسی ایران، سازمان زمین شناسی واکتشافات معدنی کشور.

۳- ایمانی، م. و طالبی اسفندارانی، ع.، (۱۳۹۰)، "بررسی آثار خشکسالی بر تغییرات سطح سفره آب زیرزمینی دشت بهاباد یزد با استفاده از شاخص های GRIوSPI"،مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران.

۴- اکرامی، م.، (۱۳۹۰)، "بررسی روند تغییرات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی دشت یزد-اردکان در دهۀ ۸۸-۱۳۷۹"، فصلنامۀ علمی-پژوهشی دانشکدۀ یزد، س ۱۰، ش ۲ و ۳، ص ۸۲-۹۱.

۵- احمدی، س. و تلخابلو، م.، (۱۳۹۲)، "ارزیابی فرآیندهای هیدروژئوشیمیایی و کیفیت منابع آب زیرزمینی حوضه آبریز رودخانه گدارچای نقده با نگرشی بر لیتولوژی منطقه"، هشتمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

۶- اداره مطالعات آب های استان خوزستان، گزارش آب های زیرزمینی دشت دزفول، اندیمشک، شوش و هفت تپه (۱۳۷۲)، اداره کل امور آب استان خوزستان.

۷- باقری، ر. رئیسی، ع. زارع، م. و محمدی، ض.، (۱۳۸۶)، " پتانسیل فرار آب در ساختگاه سد سمیره"، بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین.

۸- جهانشاهی، ن. و کرمی، غ.، (۱۳۹۴)، پایان نامه کارشناسی ارشد:"شناسایی نقاط بحرانی در آبخوان دشت گرگان و پیشنهاد طرح های کوتاه مدت و بلند مدت تغذیه مصنوعی"،دانشگاه صنعتی شاهرود.

۹- جاویدی، م. کرمی، غ. و محمدی، ض.، (۱۳۹۰)، پایان نامه کارشناسی ارشد :"بررسی کمی و کیفی آبهای زیرزمینی دشت سعادت شهر در استان فارس"، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۱۰- حقیقت،ر. و شمشکی،ر.، (۱۳۷۹) ،"تاثیر ساختارهای زمین شناسی بر ویژگی های کمی و کیفی آبخوان دشت ورامین"، فشرده مقالات چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، صفحه ۱۴ تا ۱۶، تبریز.

۱۱- خواجه، م. بذر افشان، ا. وقارفرد، ح. و اسماعیل پور، ی.، (۱۳۹۳)،"بررسی کمی و کیفی آب های زیرزمینی در دشت پریشان"، فصلنامه برنامه ریزی و آمایش فضا دوره هجدهم، شماره ۴، پژوهشگاه علوم انسانی ومطالعات فرهنگی.

۱۲- دهقان، م. رضائیان،ش. و نادری، ج.، (۱۳۹۰)، "ارزیابی تغییرات کیفی آب زیرزمینی دشت شبستر با استفاده ازGIS"، همایش ژئوماتیک، تهران.

۱۳- رجب پور، ح. اصغری مقدم، الف. ناصری، ح. علی نژاد، ع.، (۱۳۸۲)، پایان نامه کارشناسی ارشد :"هیدروژئوشیمی آب های زیرزمینی دشت آذرشهر"، دانشکده علوم طبیعی، گروه زمین شناسی، دانشگاه تبریز.

۱۴- رقیمی،م. رحیمی ، ع. قره محمدلو، م. شاه پسندزاده،م. و سیدخادمی،س. م.، (۱۳۸۵)،"تاثیر عوامل زمین شناسی در کیفیت شیمیایی منابع آب آشامیدنی گرگان"، مقالات بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.

۱۵- زهتابیان، غ.ر.خلیلپور، ا.وجعفری، م.، (۱۳۸۱)، "تخریب آبخوان در اثر بهره برداری بی رویه از آبهای زیرزمینی مطالعه موردی :دشت قنوات قم"، ۹۹-۱۱۹.

۱۶- سازمان آب منطقه ای اهواز (۱۳۹۲)، آمار ایستگاه تبخیر سنجی سد تنظیمی دفول

۱۷- شریفزاده،ب. محمدی،ض. و زارع،م.، (۱۳۷۸)، "بررسی فرآیندهای اثرگذار بر هیدروشیمی آبخوان دشت آبدان در استان بوشهر"، دوازدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، اهواز.

۱۸- شیرانی، ز. عباس پور، م. جاوید، ا. ح. و تقوی، ل.، (۱۳۹۲)، "ارزیابی منابع آلودگی آب های زیرزمینی در محیط شهری (مطالعه موردی: منطقه ۱۴ شهرداری تهران)"، فصلنامه انسان و محیط زیست شماره ۲۴، تهران.

۱۹- صفارزاده، ع. و ناصری، ح.، (۱۳۸۳)، پایان نامه کارشناسی ارشد :"هیدروژئوشیمی و آلودگی آبهای زیرزمینی دشت شوش"، دانشگاه شهید بهشتی.

۲۰- طباطبایی، ح. و توسلی، م.، (۱۳۸۹)، "مطالعه میزان آلاینده های آب زیرزمینی شهر اصفهان و ارزیابی آن با تأکید بر جنبه آب شرب مجله علمی کشاورزی"، شماره۲،جلد ۲۹، صفحه ۷۹-۹۲.

۲۱- عبدالهی، م. وکلانتری، ن.، (۱۳۸۲)، "بررسی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی دشت زویرچری و خران"، صفحه ۷۵۳ تا ۷۵۴، مقالات بیست و دومین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.

۲۲- علیمرادی، ص. و حقیقت، ر.، (۱۳۸۱)، "بررسی مشکلات منابع آب حوضه آبریز دشت دهلران"، صفحه ۵۷۴ تا ۵۷۵، مقالات بیست و یکمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.

۲۳- علیزاده،ا.، (۱۳۸۹)، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ص ۸۷۰).

۲۴- علیجانی، ف.،(۱۳۸۱)، پایان نامه کارشناسی ارشد:" هیدروژئوشیمی و آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت ایذه"،دانشگاه شهید بهشتی.

۲۵- غفوری،م ر.،(۱۳۷۴)، آبشناسی،چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۲۵۰.

۲۶- فرازمند، م.، (۱۳۶۴)، فیزیوگرافی، زمین شناسی و ژئومورفولوژی دشت خوزستان، سازمان آب و برق استان خوزستان.

۲۷- فاریابی، م.، (۱۳۸۵)،پایان نامه کارشناسی ارشد:"ارزیابی کمی وکیفی آب زیرزمینی دشت باغملک"،دانشگاه شهید چمران ، اهواز.

۲۸- قندی،ا. واصغریمقدم، ا.، (۱۳۸۴)،"بررسی عوامل مؤثر بر کیفیت آب زیرزمینی دشت تسوج "، مجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمینشناسی ایران.

۲۹- کلانتریان،س.،ف.،(۱۳۸۸)، پایان نامه کارشناسی ارشد:"بررسی خصوصیات هیدروژئولوژیکی و هیدروژئوشیمیایی سفرهٔ آب زیرزمینی تنکابن "، دانشگاه شاهرود، ص ۳۱۳ .

۳۰- کلانتری،ن. و زارعی،ح.، (۱۳۸۴)، "بررسی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی در آبخوان آبرفتی دشت زیدون"، صفحه ۵۳۳ تا ۵۴۳، هشتمین همایش انجمن علمی زمین شناسی، شاهرود.

۳۱- کلانتری، ن.، روحی، ح.، مجتبی، ز.، ص. و میرزایی، ی.، (۱۳۸۸)، "بررسی تأثیر پذیری کمی و کیفی آبخوان دشت نهاوند از افزایش برداشت، با استفاده از نرم افزار (Arc GIS)"، نخستین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی منابع آب ایران، کرمانشاه.

۳۲- کاظمی، غ. و محمدی، ا.، (۱۳۹۰)، "تأثیر سازندهای زمین شناسی بر کیفیت آب زیرزمینی آبخوان دشت شوقان (خراسان شمالی)"، فصلنامه علمی زمین شناسی، سال ۲۳، شماره ۹۰، صفحه ۵۵ تا ۶۲.

۳۳- کلانتری، ن.، روحی، ح. محمدی بهزادی، ح. و دانشیان ح.، (۱۳۹۲)، "بررسی نقش ساختارهای زمین شناسی در ایجاد زون های هیدروژئولوژیکی با ویژگی های هیدروشیمیایی متفاوت (مطالعه موردی دشت الباجی)"، نشریه زمین شناسی ژئوتکنیک شماره ۳، صفحه۲۶۱-۲۵۳.

۳۴- کرمی، غ. و نصیرزاده، و.، (۱۳۸۶)، پایان نامه کارشناسی ارشد:"بررسی خصوصیات هیدروژئولوژیکی و هیدروژئوشیمیایی منطقه ارکان بجنورد"، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۳۵- کریمی، ح. و پریزاد، ص.،(۱۳۹۰)، " ارزیابی اثرات سازندهای زمین شناسی بر کیفیت آبهای زیرزمینی دشت ایوان، ایلام"، پانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران ، انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم، تهران.

۳۶- لشکری، م. و لشکری پور، غ.، (۱۳۹۰)، "بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت ایرانشهر و تأثیر سازندهای زمین شناسی بر کیفیت آب"، مجموعه مقالات سی امین گردهمایی علوم زمین، تهران.

۳۷- محمدی بهزاد،ح.، ر.، رحمانی،ر.، کلانتری،ن.، چیتسازان، م. وروحیح.، (۱۳۸۹)، "بررسی فرایندهای اثر گذار بر کیفیت آب زیرزمینی دشت گتوند عقیلی"،مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی منابع آب ایران، صفحات۱۷۳ تا ۱۸۴،کرمانشاه.

۳۸- محمدی قلعه نی، م.، ابراهیمی، ک. و عراقی نژاد، ش.، (۱۳۹۰)، "ارزیابی کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی (مطالعهٔ موردی: آبخوان هاب ساوه و اراک)"، مجلهٔدانش آب و خاک، ج۲۱، ش۲، صص ۹۳-۱۰۸.

۳۹- ملکی فرد، م.، نیکوکاران، غ.، بیات، ح. و حسنی، س.، (۱۳۹۲) ، "یررسی افزایش شوری در جنوب شرق دشت قزوین و مدیریت کنترل آن"، اولین همایش ملی چلش های منابع آب و کشاورزی، انجمن آبیاری و زهکشی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان.

۴۰- ملکی نژاد، ح. و پورشرعیاتی، ر.، (۱۳۹۰)، "بررسی روند خشکسالی در دشت مروست با استفاده از شاخص منبع آب زیرزمینی"، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.

۴۱- محمدزاده، ح.، کاظمی گلیان، ر. و علایی، م.، (۱۳۷۸)، "بررسی هیدروشیمیایی آب های زیرزمینی دشت شیروان و نقش آن در توسعه و گسترش شهر شیروان"، صفحه ۵۹۳ تا ۵۹۷، فشرده مقالات سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران.

۴۲- مطیعی، ه.، (۱۳۷۲)، چینه شناسی زاگرس، سازمان زمین شناسی کشور.

۴۳- مهندسین مشاور سازآب پردازان، (۱۳۷۱)، گزارش مطالعات طرح تأمین آب مشروب مسیر روستاهای الباجی تا عبدالخان، جلد اول، اداره جهاد کشاورزی استان خوزستان.

۴۴- مهندسین مشاور آب و خاک، (۱۳۵۱)، گزارش ژئوالکتریک منطقه دزفول-اندیمشک، اداره مطالعات آب های زیرزمینی استان خوزستان.

۴۵- نقشه زمین شناسی۱:۱۰۰۰۰۰دزفول-اندیمشک و شوش ،سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۴۶- نقشه های رقومی ۱:۲۵۰۰۰، ۱۳۷۵. بلوک دزفول، سازمان نقشه برداری کشور.

منابع لاتین

1- Ajdary, Kh and Kazemi, G.A, (2014) “Quantifying changes ingroundwaterlevel and chemistry in Shahrood, northeastern Iran” Hydrogeology Journal, Volume22,Issue2, pp 469-480.

2- Bouwer H. (1978).”Ground water Hydrology”, Mc Grow-hill, 480p.

3- Berberian M., (1995), Master blind thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics, tectonophisycs, 241p.

4- Cloutier, V. Leofebvre, R. Savard, M-M. Bourque, E. and Therrien, R., (2006) “Hydrogeochemistry and ground water origin of the Basses- Laurentides sedimentary rock aquifer system, St.Lawrence lowlands Quebec, Canada”Hydrogeologyjornal, Volume 14, Issue 4, pp.573-590.

5- Chan, H.J, (2001) “Effect of landuse and urbanization on hydrochemistry and contamination of groundwater from Taejon area, Korea” Journal of Hydrology, Volume253, Issue 1-4 , pp 194-210

6- Gonzalez Dugo, V., J.L. Durand & F. Gastal, (2010), "Water Deficit and Nitrogen Nutrition of Crops", *A Review Agronomy for Sustainable Development, No. 30*,
Pp. 529- 54.

7- Hounslow A.W. (1995).”Water quality data analysis and interpretation. Lewis publishers, ckcpress, LLC, pp.378.

8- Johnson, A. & Comander H., (1998), Specific yield-compilation of specific yields for various materials: U. S. Geological Survey Water-Supply Paper 1662-D.

9- Jamshidzadeh, Z. and S.A. Mirbagheri. (2011). Evaluation of groundwater quantity and quality in the Kashan Basin, Central Iran, Desalination, 270(2011): 23-30.

10- Kim, K. Kim, H. Choi, B. Kim, S. Park, H. (2007), “Fe and Mn levels regulated by agricultural activities in alluvial ground waters underneath a flooded Paddy field” J. ofAppliedGeochemistry, Volume 23 ,pp 44-57.

11- Khider, K. and McPhailD.C., (2005), “Hydrogeology and Hydrogeochemistry in the HERMIDALE area, NSW” Regolish 2005- Ten years of CRC LEME, pp 165-169

12- Mokrik, R. & Baublyte, A.,(2005)- Water geochemistry in the Sventojy Arukula aquifer system Lithuania, J. of Geologija., volume 52, pp 55-64.

13- Nativ, R. and Anderson Smith D., (1986), "Hydrogeology and geochemistry of Ogallala aquifer, Southern High plains"J of.Hydrology., volume 91,pp 217-253.

14- Panda, D.K. Et al.,(2007) "The Influence of Drought and Anthropogenic Effects on Groundwater Levels in Orissa, India", Journal of Hydrology, Vol. 343, Issues 3-4,Pp. 140-153.

15- Panda, D.K., A. Mishra, S.K. Jena, B.K. James and A. Kumar.(2007). The influence of drought and anthropogenic effects on ground water in Orissa, India. Journal of Hydrology, 343: 140-153.

16- Rayne S, and Forest K, (2012) "Historical temporal trends in groundwater levelsfrom British Columbia, Canada" .

17- Shahid, Sh., Hazarika, M. K., (2009). Groundwater Drought in the Northwestern District of Bangladesh. Water Resour Manage DOI 10.1007/s11269-009-9534-y

18- Singn, B. and Sekhon, G. S., (1976), Nitrate pollution of groundwater from Nitrogen fertilizers and animal wastes in the Punjab, India. Agric, and Environ., Vol. 3, pp. 57-97.

Abstract

Western Dez plains, with an area around 757 km^2, located on the west of Khuzestan, has been lengthen in north-south direction. It limited to Shirin-Abad anticline in the north, Sardar-Abad anticline in the south, Dez River in the east and Karkheh River in the west. This plain is completely covered with alluvial sediments which are loaded from Karkheh and Dez Rivers. The examined results of exploratory excavations represent piezometers as well as several artesian wells confirming that there are two unconfined and confined aquifers in the region. The average indicators such as annual temperature, precipitation and evapotranspiration are 24.2 C˚, 29.9 mm and 1500 mm, respectively, which shows a dry region. The hydraulic gradients of the underground water, followed by topography is mainly from northeast to southwest and also the middle part of plain where Shavur River is flowing. The maximum drop in underground water in northern part of plain was 4.12 m and the maximum water surface increase in the central part of plain was observed 1 m. Hydro chemical study based on extensive examination of hydraulic conductivity and also 20 cases of anions and cations analysis, showed that an increase in underground water quality from north to south which is mainly related to region`s lithology which is mostly Bakhtiari conglomerate in northern part of the plain. In terms of potability, most water in the region ranges from good to medium and is drinkable. In terms of agriculture use, samples are often related to C2S1 and C3S1. Most of types of water samples are calcium bicarbonate and sodic calcic sulfates.

Key words: Western Dez Plain, unconfined aquifer, confined aquifer, Hydro geochemica

Faculty of Earth Sciences

Department of Geology hydrologic trends

M. Sc. Thesis

Investigating the quantity and quality of groundwater resources in the West Dez plain, Khuzestan

By: Masoumeh Karam Moghadam

Supervisor:

Dr. Rahim Bagheri

Dr. Arash nadri

Jun 2016