بررسی وضعیت آب های زیرزمینی دشت مالخلیفه واقع در استان چهار محال بختیاری

مریم آهنکوب [۱*] ، فریماه آیتی[۲]، مصطفی آبرود [۳]

۳-۲-۱*- گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول:M.Ahankoub@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۱۰/۱۱ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۱۱/۲۸

چکیده

هدف از تهیه این پژوهش بررسی شرایط زمین شناسی و هیدروژئولوژی محدوده مالخلیفه است تا بتوان بر این اساس و بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی و میزان ذخیره آن، در خصوص بهره‌برداری از منابع آب محدوده تصمیمات مناسب تری را اتخاذ نمود. پژوهش با استفاده از کلیه گزارش‌ها و آمار و اطلاعات موجود در آرشیو شرکت آب منطقه ای چهار محال و بختیاری، شرکت آب و فاضلاب روستایی و داده‌های بدست آمده از اندازه‌گیری‌ها، آزمایش‌ها و بررسی‌های صحرایی در طی این مرحله از مطالعات تهیه و تنظیم شده است. این تحقیق با بررسی مشخصات آبخوان دشت از جمله جنس سنگ کف آبخوان، بررسی نوع آبخوان، ضرایب هیدرودینامیکی، بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی، عمق و سنگ کف و وضعیت بهره‌برداری آب‌های زیرزمینی صورت گرفته است. طبق نتایج بدست آمده، از حواشی به سمت مرکز دشت، مقدار قابلیت انتقال افزایش می‌یابد و بطور کلی بخش مرکزی دشت از نقاط مناسب بهره‌برداری از مخزن می‌باشند. همچنین در نواحی شمال غربی و جنوبی می‌توان حوزه‌های مناسبی را برای بهره‌برداری نام برد. بررسی‌های هیدروژئوشیمیایی نشان می¬دهد که آب زیرزمینی دارای کیفیت خوب و قابل قبول جهت شرب می‌باشد. همچنین کیفیت آب برای دوره‌های خشک و تر در رده c2s1قرار می‌گیرد که برای مصارف کشاورزی مناسب و قابل استفاده می باشد. کاهش ذخیره آب در محاسبات بیلان آب زیرزمینی با عدد ۱۶/۷۷ میلیون متر مکعب، کاهش تراز سطح آب زیرزمینی دشت با میانگین افت سالانه حدود ۰/۸۴و همچنین افزایش ۴۰ درصدی متوسط هدایت الکتریکی ناشی از کاهش بارندگی‌ها در چند سال اخیر و افزایش برداشت توسط چاه‌های مجاز و غیرمجاز می‌باشد. با این شواهد مدیریت حوضه و منابع آب در این محدوده بیشتر از پیش ضروری به نظر می¬رسد این موارد لزوم برنامه‌ریزی بیشتر برای تعدیل بهره‌برداری از آبخوان و انجام عملیات تغذیه مصنوعی را بیشتر از پیش نشان میدهد.

کلمات کلیدی

""دشت مالخلیفه"، "ضرایب هیدرودینامیکی"، "بیلان آب"، "نمودار ویلکاکس"، "کموگراف"

۱- مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت و بالا رفتن استانداردهای زندگی در بسیاری از کشورها، موجب افزایش نیاز به منابع آب با کیفیت مناسب برای مصارف مختلف کشاورزی، صنعت و شرب شده است. امروزه با پیشرفت صنایع، جمعیت و عدم کنترل مناسب محیط زیستی، خطرات زیادی از نظر آلودگی آب‌ها به وجود آمده است (Singhal and Gupta, 1999; Block et al, 2015) . یکی از سرمایه های ملی هر کشور منابع آبی آن کشور محسوب می گردد. بهره¬برداری مستمر از منابع آب زیرزمینی بدون توجه به ویژگی‌های کمی و کیفی آبخوان‌منجر به کاهش حجم مخزن و تغییر مقادیر املاح آبخوان می‌شود. این امر باعث بروز خسارت‌های جبران‌ناپذیری در زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و سایر مشکلات مرتبط گردیده است (مسافری و همکاران ۲۰۱۴). با تعیین وضعیت کیفی آب‌های زیرزمینی می‌توان برآوردی از وضعیت هیدروشیمی منابع آبی بدست آورد و سپس با استفاده از نتایج حاصله، به طبقه بندی آب منطقه از نظر شیمیایی اقدام نمود. با این روش می‌توان کیفیت آب مورد استفاده از لحاظ شرب را مشخص نمود. کیفیت آبهای زیرزمینی و یون‌های محلول در آن تحت تأثیر عوامل طبیعی (مانند هوازدگی سنگ‌ها، آب و هوا، واکنش‌های ژئوشیمیایی طبیعی، سنگ‌شناسی) و همچنین عوامل مختلف انسانزاد (مانند فعالیت‌های کشاورزی و معدنکاری) قرار می گیرد (چن و همکاران، ۲۰۰۷.، جیانگ و یان ، ۲۰۱۰). افزایش کشاورزی تا حد زیادی وابسته به وجود منابع آب کافی و با کیفیت مناسب است. بنابراین شناخت کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی به عنوان یکی از مناسب‌ترین و آسیب‌پذیرترین منابع تأمین آب در دهه‌های اخیر یک امر کاملاً بدیهی است (فرگوسن و پاس، ۲۰۰۲). در گزارش حاضر، ضمن ارائه تصویری از ویژگیهای هیدروکلیماتولوژی، زمین شناسی و هیدروژئولوژی محدوده مطالعاتی مالخلیفه، وضعیت آب زیرزمینی محدوده مذکور بررسی شده است.

۲- روش انجام تحقیق

آمار و اطلاعات صحیح و بی‌نقص از ارکان اساسی در هر پژوهش می‌باشد. این گزارش با استفاده از اطلاعات هیدرولوژی محدوده که از شرکت آب منطقه‌ای و آب و فاضلاب چهارمحال

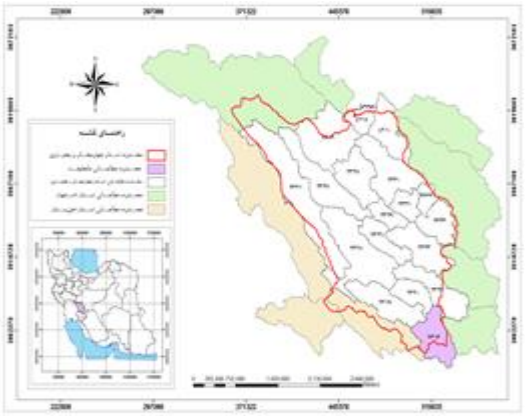
بختیاری تهیه شده است تهیه و آماده سازی شده است. اگر¬چه همواره با کمبود آمار و اطلاعات در سطح محدوده‌ها مواجه هستیم.

- **محدوده مورد مطالعه**

محدوده مطالعاتی دشت مالخلیفه (شکل ۱) با کد ۲۳۱۳ یکی از محدوده‌های مطالعاتی حوزه آبریز کارون بزرگ با وسعت ۸۴۴/۶ کیلومتر¬مربع می¬باشد که در قسمت جنوب شرق حوزه کارون بزرگ و در شهرستان لردگان واقع شده است. این محدوده تحت پوشش شرکت آب منطقه‌ای چهارمحال و بختیاری قرار دارد. مطالعات در این محدوده از سال ۱۳۷۰ توسط شرکت مهندسین مشاور آبادین با حفر چند حلقه چاه مشاهده‌ای شروع شده است. از مطالعات انجام شده در این محدوده می‌توان به مطالعات آب¬های زیرزمینی که عمدتا در برگیرنده گزارش آماربرداری از منابع آبی واقع در محدوده بوده که در سال‌های ۹۰-۱۳۸۹ نگارش شده و همچنین مطالعات نیمه تفضیلی منابع آب‌های زیرزمینی در سال ۱۳۸۹ اشاره کرد.

شکل ۱- موقعیت استان چهارمحال و بختیاری و محدوده مطالعاتی مالخلیفه

- **زمین شناسی و هیدروژئولوژی منطقه**



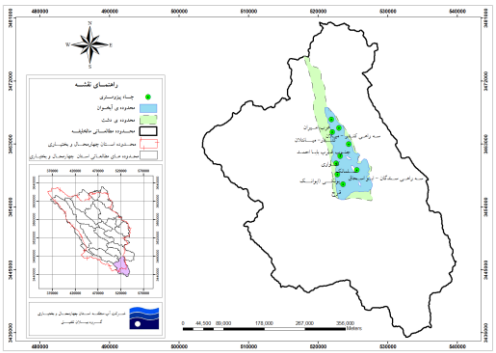
دشت مالخلیفه در زیر پهنه زاگرس مرتفع واقع شده است. گسل ها و چین خوردگی‌های اصلی منطقه عموما از روند عمومی ساخت‌های زاگرس (NE-SW) تبعیت می‌کند هر چند در داخل محدوده این روند به شمالی- جنوبی و گاه شمال شرق- جنوب غرب نزدیکتر می‌شود.گسل‌های اصلی منطقه عموما از نوع راندگی بوده و تاثیر آنها تا رسوبات کواترنر نیز قابل پیگیری است. گسل اصلی کوه دنا از نوع تراستی و کم شیب بوده و با راستای اصلی شمال غرب- جنوب شرق، در داخل محدوده روندی شمالی – جنوبی پیدا کرده است. شیب عمومی گسلها اکثرا به سمت شمال شرق بوده و احتمالا، بغیر از گسل کوه دنا ریشه چندان عمیقی ندارند. مورفولوژی عمومی منطقه شدیداً تحت تأثیر ساخت های ناحیه‌ای و سنگ شناسی با ارتفاعات زیاد می‌باشد. بالا آمدگیهای شدیداً استمرار یافته و تا پلیستوسن روند آشکاری به مورفولوژی ناحیه داده است. بر پایه بررسیهای بعمل آمده و مشاهدات صحرایی سیمای ژئومورفولوژیکی منطقه در برگیرنده سه واحد کوهستان، تپه ماهور و نهشته های آبرفتی است.

- **مشخصات آبخوان دشت مالخلیفه**
- **شکل و جنس سنگ کف**

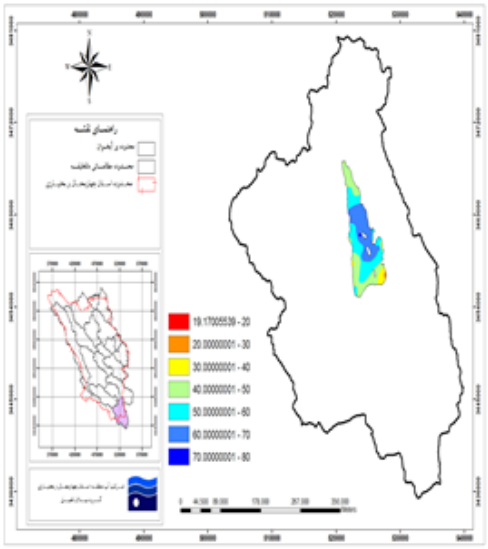
مطالعات صورت گرفته نشان می دهند که پی‌سنگ دشت مالخلیفه از سازند کنگلومرای بختیاری تشکیل شده است(شکل ۲). شناسایی پی‌سنگ با روش حفاری ضربه‌ای مقدور نبوده، بطوریکه در برخی موارد عمق پی‌سنگ در چاه‌های حفاری شده در حوالی یک منطقه نتایج متفاوتی داشته‌اند و غالبا پی‌سنگ مشخص نشده است. لذا با بررسی‌های صحرایی و مشخص نمودن رخنمون‌های سنگی در کل دشت، بطور کلی پی‌سنگ در نواحی شمال‌غرب بالا است و در نواحی جنوب‌شرقی حوضه بر عمق پی‌سنگ افزوده می‌شود. با توجه به اطلاعات سونداژ منطقه، نقشه ترازسنگ کف تهیه شد که در شکل ۳ قابل مشاهده است(شرکت سهامی آب منطقه ای، ۱۳۸۷).

نوع آبخوان

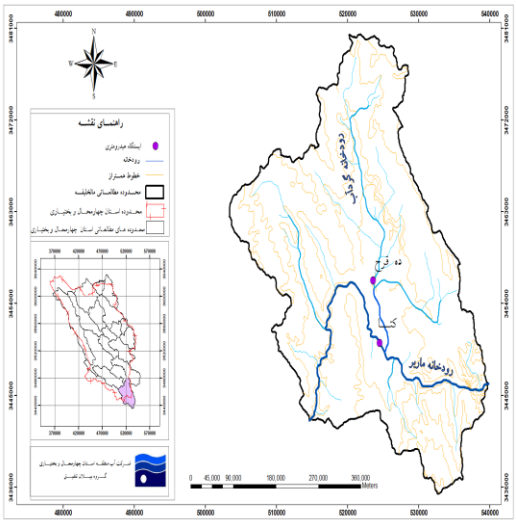
با بررسی رقوم سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای و نقشه‌های تراز و مقایسه آن با نقشه‌های توپوگرافی، تبعیت نسبی سطح ایستابی از عوامل موثر در تغذیه و تخلیه آبخوان، و همچنین بر پایه داده های بدست آمده از مطالعات ژئوفیزیک، آبخوان دشت مالخلیفه از نوع آزاد تشخیص داده می‌شود. در ارتباط با ضخامت آبرفت با توجه به مجموع داده‌ها، ضخامت آبرفت از حاشیه به سمت نواحی مرکزی دشت افزایش یافته و بالغ بر ۷۰ متر در این نواحی می‌رسد.



شکل ۲. موقعیت دشت، آبخوان و شبکه پیزومتری محدوده مالخلیفه



شکل ۳. نقشه ترازسنگ کف محدوده



شکل ٤. موقعیت رودخانه و ایستگاه‌های هیدرومتری در محدوده مطالعاتی

آبدهی محدوده آبخوان مالخلیفه

میزان جریان سطحی خروجی ارتفاعات، که توسط رودخانه‌ها و مسیل ها وارد دشت ها می‌گردد، برای رودخانه‌های دارای ایستگاه هیدرومتری (آب سنجی) براساس آمار آبدهی ثبت شده در محل ایستگاه محاسبه گردیده و برای رودخانه‌ها و مسیل های فاقد ایستگاه هیدرومتری با استفاده از روابط همبستگی چندین متغیره مابین آبدهی با بارندگی، مساحت، شیب حوزه که موسوم به روابط منطقه‌ای هستند، برآورد شده است .بر اساس گزارش بیلان محدوده‌های حوضه کارون بزرگ، میزان حجم جریان ورودی به محدوده مطالعاتی مالخلیفه برابر میزان حجم جریان سطحی خروجی از محدوده های سمیرم به میزان ۲۳۹/۲ میلیون مترمکعب و کمه به میزان ۴۸۱/۸ میلیون مترمکعب در سال که به محدوده مالخلیفه وارد می گردد. مجموع این مقادیر ۷۲۱/۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. برای محاسبه جریان‌های خروجی محدوده، بدلیل نبود ایستگاه، از روابط منطقه‌ای استفاده گردیده است. جریان سطحی خروجی این محدوده به محدوده ده بارز در گزارش مذکور در دوره ۴۵ ساله و ۱۵ ساله بترتیب ۱۲۵۱/۳ و ۱۰۲۶/۱ میلیون مترمکعب در سال برآورد گردیده است. با توجه به میزان بارندگی مفید در ارتفاعات که ناشی از تفاضل میزان بارندگی و تبخیر در می–باشد و کسر نمودن نفوذ در ارتفاعات که ناشی از جریان چشمه ها در ارتفاعات و نفوذ آب زیرزمینی می‌باشد، از میزان بارندگی مفید، میزان حجم رواناب تولید شده در ارتفاعات ۲۲۱/۳۳ میلیون مترمکعب در سال برآورد می‌شود. شکل ۴ موقعیت رودخانه و ایستگاه‌های هیدرومتری در محدوده مطالعاتی مالخلیفه را نشان می‌دهد.

ضرایب هیدرودینامیکی

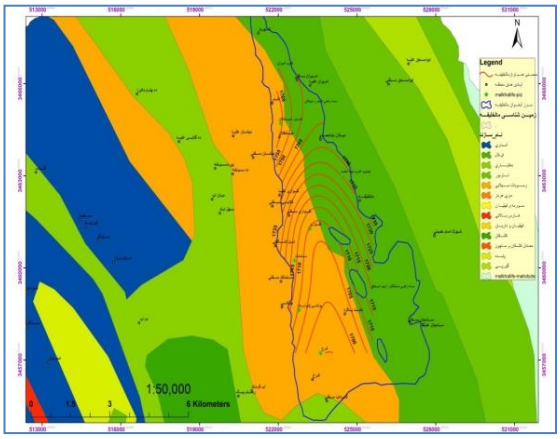
قابلیت انتقال و ضریب ذخیره از مهمترین ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان می‌باشند و مقدار آن‌ها به شکل و فرم دانه¬بندی و ضخامت لایه آبده بستگی دارد. ضریب قابلیت انتقال: بررسی‌ها در محدوده مالخلیفه نشان می‌دهد، هیچ آزمایش پمپاژی در منطقه انجام نگردیده و بر اساس آن، خطوط قابلیت انتقال نیز میسر نبوده است. اگر چه برای تخمین قابلیت انتقال در نقاط فاقد داده می‌توان از EC و مقاومت الکتریکی بدست آمده از بررسی‌های ژئوفیزیک استفاده نمود. اما در این محدوده به دلیل نبودن اطلاعات ژئوفیزیک کافی، امکان محاسبه ضریب قابلیت انتقال آب برای نقاط در سطح آبخوان وجود ندارد. ضریب ذخیره به عنوان یک پارامتر بی بعد، عبارت است از حجم آبی که یک آبخوان می‌تواند در واحد سطح به ازای تغییر فشار (به اندازه واحد) در خود جای دهد. این پارامتر در آبخوان دشت ماالخلیفه بر مبنای هیدروگراف‌های ترسیم شده برابر با ۵٪ می باشد.

- **بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی**

در محدوده مطالعاتی مالخلیفه ۹ حلقه چاه مشاهده‌ای جهت بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی وجود دارد. حفر چاه مشاهده ای از سال ۱۳۷۰ شروع شده و اندازه‌گیری عمق آب زیرزمینی در آنها ماهیانه صورت می‌گیرد.

- **عمق آب زیرزمینی**

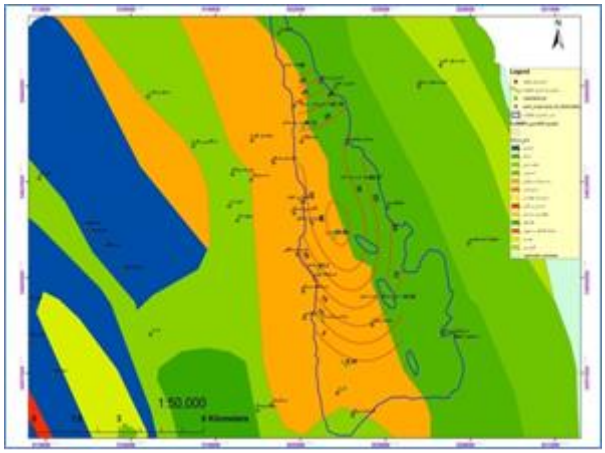
تغییرات عمق آب زیرزمینی برای محدوده مورد نظر با استفاده از اندازه گیریهای انجام شده از چاه‌های پیزومتری قابل بررسی است. بر همین اساس نقشه هم عمق آب‌های زیرزمینی با توجه به آمار ۹ چاه پیزومتری برای شهریور ماه ۹۳ تهیه و در شکل ۵ ارائه شده است.



شکل ۵. نقشه هم‌عمق آب‌های زیرزمینی شهریور ۹۳

- **تراز آب زیرزمینی**

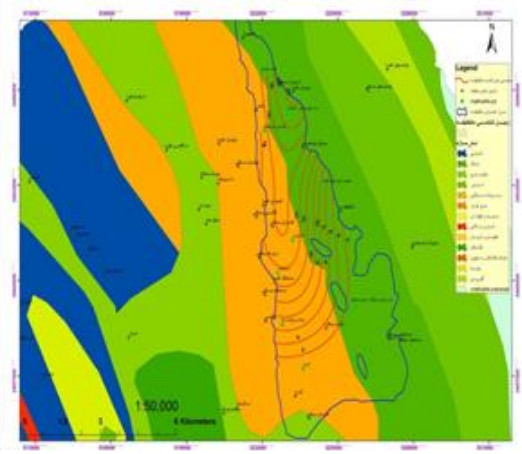
به منظور بررسی تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی در منطقه، نقشه خطوط تراز آب با استفاده از آمار چاههای پیزومتر (شهریور ماه ۹۳) تهیه و ترسیم گردیده است که در شکل ۶ قابل مشاهده است. طبق نقشه مذکور جهت کاهش سطح تراز آب زیرزمینی به طور کلی از شرق به غرب و از شمال به سمت مرکز می‌باشد. این روند تغییرات هم جهت با جریان‌های سطحی بوده و تاثیرپذیری چاه‌های پیزومتری و سفره‌های زیرزمینی از جریان‌های سطحی را نشان می‌دهد. بطوریکه منشا اصلی تغذیه دشت مالخلیفه از جریان‌های شکل گرفته شمال دشت، تشکیل می‌دهد. با توجه به نقشه هم تراز، آبخوان دشت مالخلیفه از سمت شمال و جنوب شرق تحت تأثیر تغذیه زیرزمینی قرار دارد، مقدار تغذیه مذکور در بخش‌های مختلف آبخوان متغیر بوده و بستگی به جنس سازند سخت حاشیه آبخوان آبرفتی، دانه‌بندی رسوبات آبخوان و شیب هیدرولیکی ایجاد شده، دارد. همینطور نقشه هم پتانسیل نمایانگر، جهت خروجی شمالی جنوبی جریان آب زیرزمینی در پهنه آبخوان آبرفتی دشت مالخلیفه می باشد که در بخش جنوب و جنوب غرب از آبخوان خارج می‌شود.



شکل ٦.نقشه خطوط تراز آب محدوده مالخلیفه شهریور ۹۳

- **نقشه هم افت سطح آب زیر زمینی**

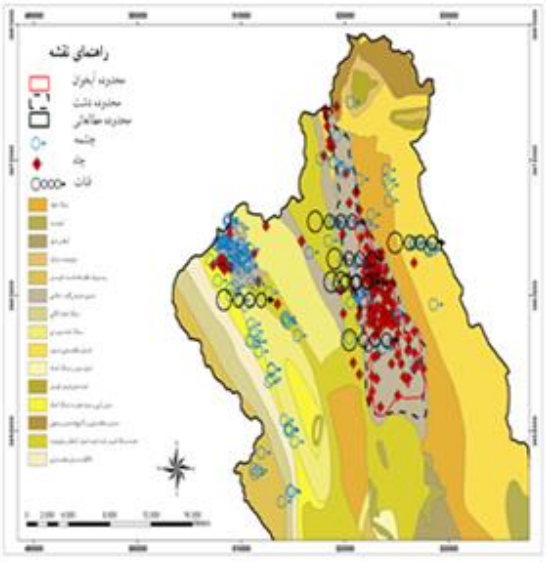
نقشه خطوط هم افت آبخوان در دوره ۲۳ ساله، ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۳ ، چاه‌های پیزومتری موجود در دشت مالخلیفه، شدت افت در بعضی قسمت‌های آبخوان را نشان می دهد.



شکل ۷. نقشه هم افت آبخوان دشت مالخلیفه مربوط به دوره بلندمدت ۳۰ ساله (دوره ۹۷-٦٧)

- **وضعیت بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی**

در بررسی منابع آب زیرزمینی شامل چاه، چشمه و قنات از نظر مصرف در دشت مالخلیفه، از نتایج آمار برداری سراسری مرحله دوم (۱۳۹۰) استفاده شده است. تعداد ۱۴۸ حلقه چاه عمیق و کم عمق، ۱۴۳ دهنه چشمه و ۷ رشته قنات در محدوده مورد بررسی وجود دارند که مجموعاً حدود ۱۶۰ میلیون متر مکعب از آب‌های زیرزمینی را تخلیه می‌کنند. با توجه به شکل ۸ حدود ۷ درصد از آب برداشت شده توسط چاه‌ها، بیش از ۹۲/۷ درصد از آب تخلیه شده توسط چشمه‌ها و ۰/۳ درصد توسط قنوات تخلیه می‌شود. بیشترین آب مصرفی در منطقه مربوط به کشاورزی بوده که در این بین، چاه‌ها مهمترین نقش را در تامین آب مورد نیاز کشاورزی ایفا می‌کنند.



شکل۸. نقشه منابع آبی واقع در محدوده مطالعاتی مالخلیفه

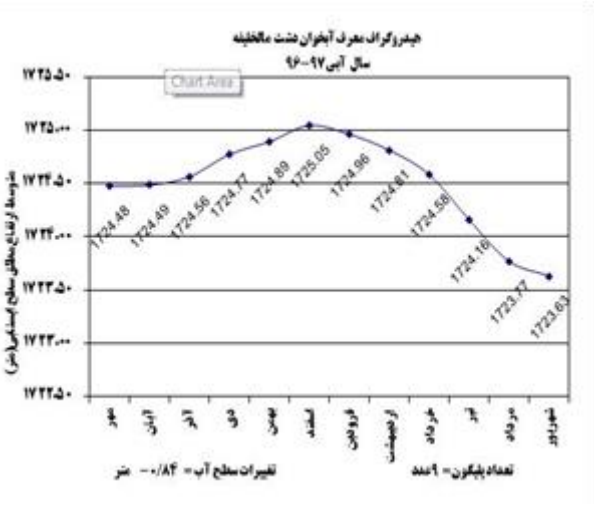
- **هیدروگراف واحد آب‌های زیرزمینی**

هیدروگراف واحد دشت تغییرات سطح آب زیرزمینی در طول یک دوره مشخص را نشان می‌دهد. بطور کلی تغییرات سطح آبخوان تحت تاثیر شرایط مختلفی است که مهمترین آنها را میتوان از شرایط زمین‌شناسی آبخوان، فاصله از منابع تغذیه و تخلیه نام برد. از آنجائی که نوسانات سطح آب در یک پیزومتر به تنهایی نمی‌تواند معرف خوبی برای تغییرات حجم آب کل آبخوان باشد و فقط تغییرات سطح ایستابی را در بخش کمی از آبخوان نشان می دهد. به همین دلیل بایستی که هیدروگراف واحد با استفاده از شبکه تیسن و اطلاعات مربوط به چاه¬های مشاهده ای موجود در دشت ترسیم گردد. لازم به ذکر است که از ابتدای آماربرداری تا سال ۱۳۸۶ تعداد چاه‌های موجود در محدوده آبخوان مالخلیفه ۸ چاه پیزومتری بوده است که پس از آن چاه پیزومتری یونکی (۳۴۵۸۶۲۳، ۵۲۲۷۸۸) نیز به شبکه اضافه شده است. لذا هیدروگراف واحد آبخوان در سال‌های اخیر با توجه به ۹ چاه پیزومتری و تیسن‌بندی نظیر آن تهیه و اصلاح شده است اما برای ترسیم هیدروگراف بلند مدت از شبکه پیزومتری قبلی (۸ چاه) استفاده شده است. هیدروگراف سال آبی ۹۷-۹۶ منطقه مورد مطالعه در شکل ۹ آورده شده است. با توجه به مساحت شبکه تیسن، ضریب ذخیره و میزان افت آب زیرزمینی، میزان کاهش حجم آب زیرزمینی در سال آبی ۹۷-۹۶ در محدوده شبکه تیسن به صورت زیر برآورد می‌شود .

معادله ۱ MCM

$$Dv = 39.02 * 0.05* 0.84 = ./82$$

در ادامه جهت بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی در دراز مدت اقدام به رسم هیدروگراف دراز مدت از مهر۱۳۷۰ تا مهر ۱۳۹۷ گردید.



شکل ۹. هیدروگراف معرف آبخوان دشت مالخلیفه در سال آبی ۹۷-۹۶

نتایج نشان می‌دهد که سطح آب زیر زمینی در ۲۷ سال اخیر حدود ۶/۵۹ مترافت کلی داشته است. بر اساس این نمودار (دوره آماری ۹۷-۱۳۷۰) متوسط سالانه افت در آبخوان ۰/۲۴- متر و حجم کسری مخزن متوسط سالانه، طی دوره مذکور معادل ۰/۲۴ میلیون متر مکعب در سال برآورد شده است.

- **بیلان آب**

بررسی تبادلات آب در یک محدوده معین که بر اصل بقای ماده در چرخه آب تأکید دارد، بیلان نامیده می‌شود. به یک واحد هیدرولوژیکی که اطلاعات پایه برای آن جمع‌آوری و معادله بیلان برقرار می‌شود، محدوده بیلان می‌گویند. فاصله زمانی که کلیه مؤلفه‌های بیلان مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، دوره بیلان نامیده می‌شود. دوره بیلان برای محدوده مطالعاتی مالخلیفه با توجه به آمار و اطلاعات موجود سال آبی ۹۳-۱۳۹۲ انتخاب شده است.

- **بیلان هیدروکلیماتولوژی**

نوعی بیلان آب است که در آن کلیه عوامل مختلف ورودی، خروجی و تغییرات ذخیره منابع آب برای محدوده مورد نظر بررسی می‌شود. تعدادی از این عوامل شامل بارندگی و جریان‌سطحی به طور مستقیم قابل اندازه‌گیری بوده و عواملی مانند نفوذ به آبخوان، تبخیر و تعرق از طریق روش‌های غیرمستقیم محاسبه یا برآورده می‌شوند.در جدول ۱ خلاصه بیلان هیدروکلیماتولوژی محدوده مطالعاتی آورده شده است. بیلان آب زیرزمینی شکل ویژه‌ای از بیلان آب است که در آن مؤلفه‌های تغذیه، تخلیه و تغییرات ذخیره در یک آبخوان زیرزمینی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۱. خلاصه بیلان هیدروکلیماتولوژی محدوده مطالعاتی مالخلیفه

ناحیه	مساحت (km^2)	حجم بارندگی (mcm)	حجم تبخیر و تعرق حقیقی (mcm)	حجم رواناب (mcm)	حجم نفوذ (mcm)
دشت	۰/۹۶۷	۳۸/۰۳	۰/۹۶۱۶	۰/۹۸۱۸	۰/۰۹۲
ارتفاعات	۰/۷۷۶	۰/۲۶۴۴۳	۰/۶۵۱۳۱	۰/۹۷۲۶۱	۰/۶۴۴۹
مجموع	۰/۶۸۴۴	۰/۲۹۴۸۱	۰/۶۱۱۴۸	۰/۹۵۲۸۰	۰/۷۳۵۱

محاسبه این عوامل بسیار پیچیده‌تر از عوامل بیلان عمومی آب است. تعداد اندکی از این عوامل مانند تخلیه از منابع آب زیرزمینی، جریان‌های زیرزمینی ورودی و خروجی به طور مستقیم قابل اندازه‌گیری یا محاسبه می‌باشند. برخی پارامترهای دیگر را می‌توان از اختلاف حجم و یا نسبت‌های بین آب‌های سطحی و عوامل دیگر مثل تبخیر بدست آورد و پاره‌ای مانند تغذیه از سنگ کف را تنها می‌توان به طور تخمینی ارزیابی نمود. در جدول ۲ خلاصه بیلان آب زیرزمینی محدوده آمده است.

جدول۲. خلاصه محاسبات مربوط به پارامترهای بیلان زیرزمینی

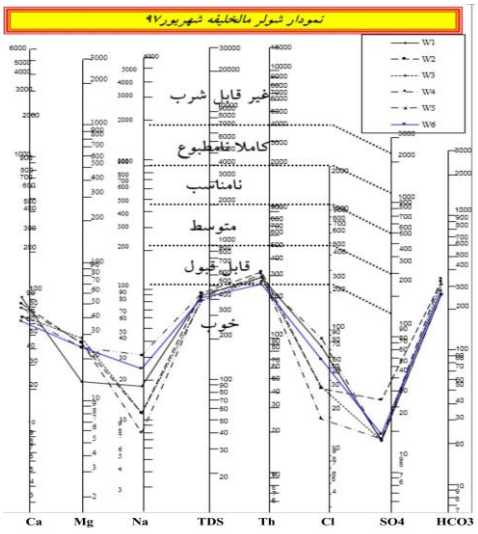
تغذیه (mm)		تخلیه (mm)	
پارامتر	مقدار	پارامتر	مقدار
جریان ورودی آب زیرزمینی	۸/۱۸	جریان خروجی آب زیرزمینی و زهکش	۹/۷
نفوذ از بارندگی	۱/۱۵	تخلیه از چاه‌ها و قنوات و چشمه	۱۲/۷۵
نفوذ از جریانات سطحی وسیلابها	۳/۱	تبخیر از سطح سفره آب زیرزمینی	۰/۱
آب برگشتی از مصارف	۹/۵۷		
جمع	۲۲/۰	جمع	۲۲/۵۵
حجم ذخیره آبخوان	-۰/۵۵		

- **هیدروژئوشیمی**

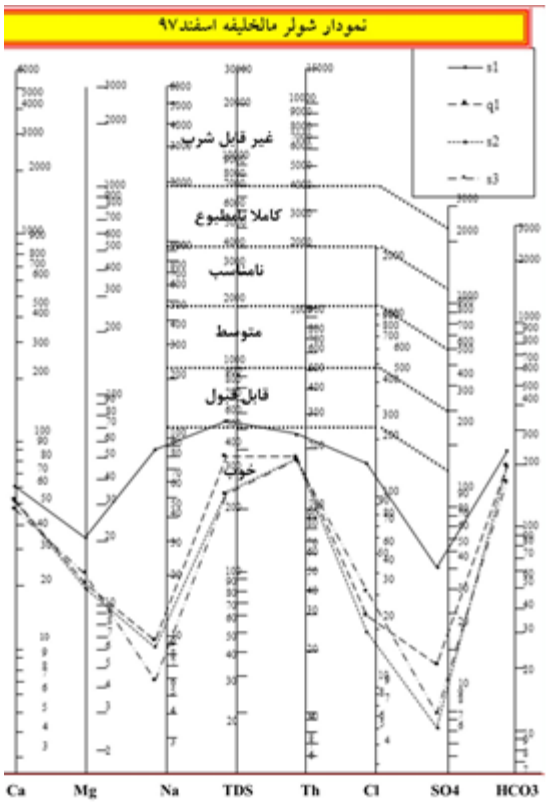
بر طبق نظر آندرسون و همکاران، ۱۹۸۸ خواص شیمیایی آب زیرزمینی در یک حوضه ناودیسی متاثر از ترکیب رسوبات نهشته شده، تبخیر و تعرق، توپوگرافی منطقه، ترکیب آب تغذیه کننده و وضعیت خشکسالی و تر سالی می باشد.

- **کیفیت آب زیرزمینی جهت شرب**

جهت بررسی کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت مالخلیفه به لحاظ شرب از دیاگرام شولر استفاده شده است (Schoellrr,1962). بر اساس این تقسیم بندی کیفیت آب آشامیدنی بر اساس متغیرهای باقیمانده خشک (TDS)، کلر(Cl)، بیکربنات (HCO3)، سدیم (Na)، کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، سختی کل (TH) و سولفات (SO4) موجود در آب بر حسب میلی گرم در لیتر تعیین می‌شود. دیاگرام شولر برای دوره‌ی خشک (شهریور) و دوره‌ی تر (اسفند) تهیه و در شکل های ۱۰ و ۱۱ ارائه شده است.



شکل۱۰. نمودار شولر طبقه بندی آب شرب (دوره خشک)

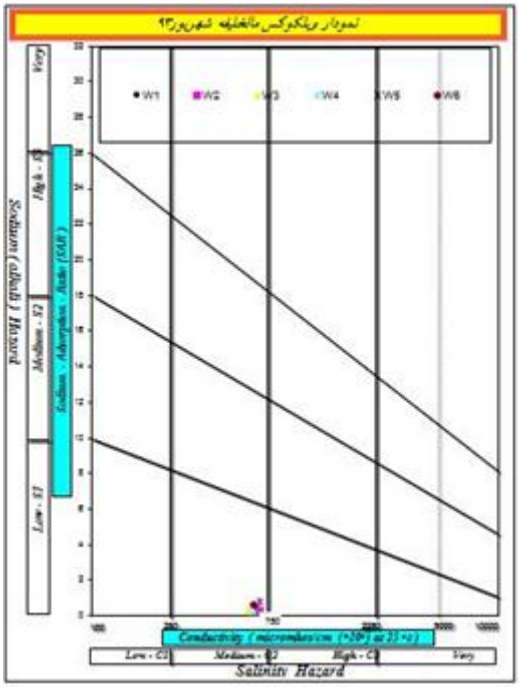


شکل ۱۱. نمودار شولر جهت طبقه بندی آب برای مصارف شرب (دوره تر)

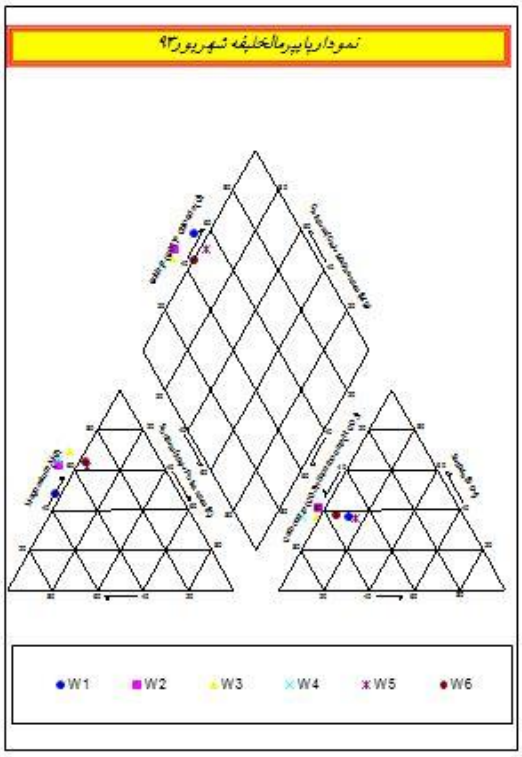
- **کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف کشاورزی**

در امور زراعی، علاوه بر کمیت آب، کیفیت آب نیز نقش مهمی داشته و کیفیت نامناسب آن می‌تواند یکی از عوامل مهم محدود کننده در این زمینه باشد که علاوه بر مشکلات زراعی، مشکلاتی برای خاک نیز بوجود می‌آورد. بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت مالخلیفه جهت مصارف کشاورزی با استفاده از دیاگرام ویلکوکس انجام شده است (شکل 12 و ۱۳)(Wilcox, 1995).در این دیاگرام هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم(SAR)، پارامترهای موثر می‌باشند.نسبت جذب سدیم از رابطه زیر بدست می آید که واحدها بر حسب میلی اکی والان بر لیتر می‌باشد. جهت بررسی و تفسیر داده های شیمیایی منابع آبی موجود در دشت و تعیین رخساره و نوع آب در نقاط مختلف دشت از نمودار پایپر، استفاده گردیده است (Piper,1953) شکل‌های ۱۴ و ۱۵ دیاگرام پایپر محدوده را نشان میدهد.

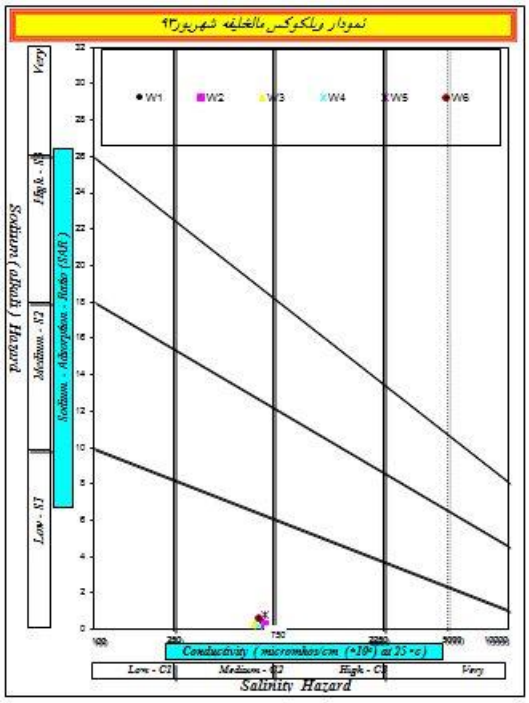
$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$



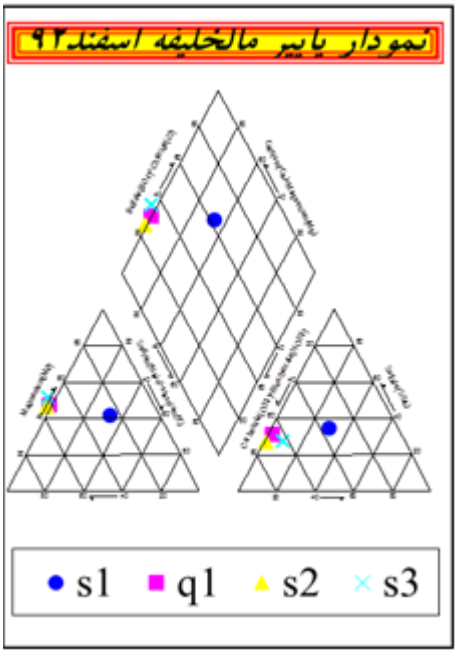
شکل ۱۲.نمودار ویلکوکس (دوره تر)



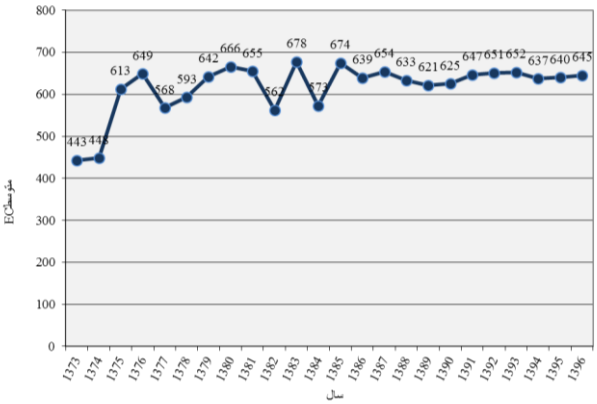
شکل ۱۴. نمودار پایپر (دوره خشک)



شکل ۱۳. نمودار ویلکوکس (دوره خشک)



شکل ۱۵ . نمودار پایپر (دوره تر)



شکل ۱۶.کموگراف معرف آبخوان مالخلیفه از ابتدا تا سال آبی ۹۷-۹۶

نتیجه گیری

نقشه ترسیم شده از میزان قابلیت انتقال نشان می‌دهد که از حواشی به سمت مرکز دشت مقدار قابلیت انتقال افزایش می‌یابد و بطور کلی بخش مرکزی دشت از نقاط مناسب بهره‌برداری از مخزن می‌باشند. همچنین نواحی شمال غربی و جنوبی را می‌توان به عنوان حوزه‌های مناسب برای بهره‌برداری در نظر گرفت. نقشه های هم عمق آب زیرزمینی حداقل و حداکثر عمق آب زیرزمینی بترتیب۲/۷ و ۵۳/۶ متر نشان می دهند که حداکثر عمق آن در نواحی شمالی (محدوده پیزومتر غرب امیران) و حداقل عمق در مناطق جنوبی دشت (قرح) می‌باشد. جهت کاهش سطح تراز آب زیرزمینی از شرق به غرب و از شمال به سمت مرکز و جنوب دشت می‌باشد. این روند تغییرات هم راستا با جریان‌های سطحی بوده و تاثیرپذیری و تبعیت چاه‌های پیزومتری و سفره های زیرزمینی از جریان‌های سطحی را نشان می‌دهد. تحلیل نقشه فوق نشان می‌دهد که منشا اصلی تغذیه دشت مالخلیفه، جریان‌های شکل گرفته از شمال دشت، می باشد. حداکثر تراز سطح آب منطقه حدود ۱۷۳۵/۱۳ متر در شمال و شمال غرب دشت و حداقل تراز سطح آب حدود ۱۶۵۹ متر در جنوب و جنوب غرب در محل خروجی حوضه آبریز می‌باشد. بررسی نقشه هم افت آب زیرزمینی مربوط به دوره بلندمدت (مهر ۶۷ تا مهر ۹۷) نیز دال بر بیشترین افت آبخوان، در شمال دشت (سه راهی میلاس-کندر) بمیزان ۲۱/۲۹ متر و کمترین افت در جنوب دشت (پیزومترهای سه راهی کندر-ابواسحاق و قرح) می باشد. همچنین میانگین افت سالانه سطح آب به مقدار ۰/۱۷ متر در چند سال اخیر و افت حدود ۱/۲۶ متر در آخرین سال آماربرداری (۹۷-۹۶) را نشان می‌دهد. هیدروگراف واحد آب زیرزمینی سطح آب در سال آبی ۹۷-۱۳۹۶ به میزان ۰/۸۴ افت دارد که کاهش حجمی برابر با ۰/۸۲میلیون متر مکعب در ذخیره آبخوان برای آن سال به همراه داشته است. همچنین از مهر۱۳۷۰ تا مهر ۱۳۹۷ متوسط تغییرات سالانه در سطح آب زیرزمینی حدود ۰/۲۴- متر بوده است که باعث کاهش (کسری) متوسط سالانه حجم مخزن به میزان ۰/۲۴ میلیون متر مکعب شده است. همچنین میزان تجمعی افت آبخوان از ابتدای دوره مطالعاتی بلندمدت مذکور تاکنون ۶/۵۹ متر و میزان حجم کل کسری مخزن معادل آن ۶/۴۳ میلیون متر مکعب می باشد. با توجه به نقشه هم‌هدایت الکتریکی، میزان این پارامتر از مناطق شمالی به مناطق جنوبی و خروجی دشت کاهش می‌یابد. بررسی‌های هیدروژئوشیمیایی نشان می‌دهد که آب زیرزمینی دارای کیفیت خوب و قابل قبول جهت شرب می‌باشد. همچنین برای مصارف کشاورزی کیفیت آب برای دوره‌های خشک و تر در رده C2S1 قرار می‌گیرد که برای مصارف کشاورزی مناسب و قابل استفاده می باشد. کموگراف معرف آبخوان مالخلیفه نشان دهنده افزایش میزان شوری آب زیرزمینی دشت در دراز مدت می باشد متوسط هدایت الکتریکی در طول دوره آماری روند افزایشی داشته است. بر اساس این نمودار متوسط هدایت الکتریکی در ۵ سال اخیر نسبت به ابتدای دوره آماری ۴۰ درصد افزایش دارد. با در نظرگرفتن و محاسبه پارامترهای بیلان آب زیرزمینی، حجم مخزن افتی معادل ۰/۵۵ میلیون متر مکعب دارد.

بحث و بررسی

طبق نتایج در مجموع کیفیت آب زیرزمینی در دشت مالخلیفه برای شرب و کشاورزی خوب است و عمده مشکل کاهش حجم در آبخوان است که باید به طور اساسی بررسی شود. با توجه به هیدروگراف بلند مدت آبخوان که تغییرات حجم آبخوان را به طور متوسط سالانه ۰/۲۴ میلیون متر مکعب افت نشان می¬دهد، می توان اینگونه برداشت کرد که این اختلاف ناشی از برخی فرضیات در تنظیم و تهیه بیلان آبخوان زیرزمینی است، که بواسطه برآوردی بودن پارامترهای بکار رفته، عملا امکان محاسبه دقیق آن طی مطالعات بیلان فوق الذکر وجود نداشته است. میزان کاهش ذخیره آب زیرزمینی در محاسبات بیلان عمومی با عدد به طور متوسط ۱۶/۷۷ میلیون متر¬مکعب است که با توجه به شرایط حاکم بر آبخوان، مساحت آن و روند تغییرات هیدروگراف معرف آبخوان کاهش این مقدار در ذخایر آب در آبخوان قابل توجه است. موارد زیر

۱. کاهش ذخیره آب در محاسبات بیلان آب زیرزمینی با عدد ۱۶/۷۷ میلیون متر مکعب.

۲. اختلاف بالای ۳/۵ برابری بین عدد افت دوره بلند مدت آبخوان و عدد افت سالانه سال آبی ۹۷-۹۶ با متوسط دوره بلند مدت .

۳. کاهش تراز سطح آب زیرزمینی دشت با میانگین افت سالانه حدود ۰/۸۴.

۴. همچنین افزایش ۴۰ درصدی متوسط هدایت الکتریکی

ناشی از کاهش بارندگی¬ها در چند سال¬ اخیر و افزایش برداشت توسط چاه¬های بهره¬برداری دارای پروانه و چاه¬های غیر مجاز دشت است. این موارد بیانگر شوری و در نتیجه کاهش سطح منابع آب زیرزمینی می باشد که به اهمیت و ضرورت برنامه ریزی منسجم جهت مدیریت منابع آب منطقه می باشد. با این شواهد مدیریت حوضه و منابع آب در این محدوده بیشتر از پیش ضروری به نظر می¬رسد و بایستی از نظر فنی با تعدیل بهره برداری از آبخوان و عملیات تغذیه مصنوعی آبخوان، از ایجاد بحران در آبخوان مالخلیفه جلوگیری شود.

منابع

- شرکت سهامی آب منطقه ای چهارمحال و بختیاری (معاونت مطالعات پایه منابع آب (۱۳۸۷) گزارش زمین شناسی، طرح مطالعات نیمه تفصیلی منابع آب زیرزمینی محدوده‌های مطالعاتی کیار، شلمزار و لردگان .
- Block, L.V., Wood, C.K., Yeck, W.L., and King, V.M. 2015, "Induced seismicity constraints on subsurface geological structure, Paradox Valley, Colorado". Geophysical Journal International, 200(2): 1172-1195.
- Chen K, Jiao JJ, Huang J, Huang R. 2007, ultivariate statistical evaluation of trace elements in groundwater in coastal area in Shenzhen, China. Journal of Environmental Pollution.147(3): 771-780.
- Ferguson, L., J.A. Poss, S.R. Grattan, C.M. Grieve, D. Wang, C. Wilson, T.J. Donovan and C. T. Chao. 2002, "Pistachio root stocks influence scion growth and ion relations under salinity and boron stress". J. Amer. Soc. Hort.Sci.127(2):194-199.
- Jiang, Y., and Yan, J. 2010, "Effects of land use on hydrochemistry and contamination of Karst groundwater from Nandong underground river system, China", Water, Air, & Soil Pollution, 210: 123- 141.
- Singhal. B.B.S., and R.P.Gupta., 1999, "Applied Hydrogeology of Fractured Rocks, Kluwer Academic Publ., Netherland.
- Wilcox, L.W., 1995, "Classification and use of irrigation water", U. S. Department, Agri. Circular, 969.
- Piper, A.M.1953,"A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses". U.S. Geol. Survey Groundwater Note 12.
- Schoeller, H. 1962, Lexsouterraines, Masson, Paris:642 pp

Investigating Groundwater Status of MalKhalifeh Plain in Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran

Maryam Ahankoub [1] *, Farimah Ayati [2], Mostafa Abroud [3]
[*]1-2-3- Department of geology,Payam Noor University, Tehran ،Iran.
[*]Email Address: M.Ahankoub@pnu.ac.ir

Abstract
In this paper, we were studied the geological and hydrogeochemistry conditions of Malkhalifa area in Chaharmahal and Bakhtiyari Province. We were used of reports, statistics and information available in the archives of ChaharMahal and Bakhtiari Regional Water Company, Rural Water and Sewerage Company. Also it measurements, tests and field studies During 3 stage, then all of data has been prepared and arranged. This research has been done by examining the characteristics of plain aquifers including aquifer floor rock type, aquifer type, hydrodynamic coefficients, groundwater level fluctuations, and depth and floor rock and groundwater exploitation status. According to the obtained results, the amount of transferability increases from the margins to the center of the plain and in general, the central part of the plain is one of the suitable points for using the reservoir. Also in the northwestern and southern areas, suitable areas can be for exploitation. Hydrogeochemical studies show that groundwater is of good quality and acceptable for drinking. Also, water quality for dry and wet periods is in c2s1 category, which is suitable and usable for agricultural purposes.

Introduction
Malkhalifeh aquifer is located in south of Chahahr mahal and bakhtiyari province in foldee Zagrous zone.The geology and hydrogeological characteristic of MalKhalifeh has influence in quality water in this area.MalKhalifeh study area is one of the Great Karun drainage basin study areas with an area of 844.6 square kilometers, located in the southeastern part of the Great Karun in Lordegan, Iran. This area is managed by Chaharmahal and Bakhtiari Regional Water Company. According to the map made from the amount of water transfer, the amount of transferability increases from the edges to the center of the plain, and in general, the middle section of the plain is ideal for reservoir utilizing. Suitable places for exploitation can also be identified in the northern and southern areas. Base on the all of data minimum and maximum groundwater depths, according to the map, are 2.7 and 53.6 meters, respectively, with a maximum depth in the northern areas (western Amiran piezometer) and a minimum depth in the plain's southern areas. According to the map, to reduce the groundwater level, groundwater generally flows from east to west and from north to the center and south of the plain. This changing trend is consistent with surface currents and demonstrates the impact and compliance of piezometric wells and aquifers with surface currents. The results of the above map analysis suggest that the currents created in the north of the plain are the main source of inflow to MalKhalifeh Plain. The region's maximum water level is around 1735.13 meters to the north and northwest of the plain while the minimum water level is around 1659 meters in the south and southwest at the drainage basin's outflow. The analysis of the groundwater drop map for the long-term period (October 1988 to October 2018) also indicated that the maximum aquifer drop in the north of the plain (Milas-Kondar intersection) was 21.29 m and the lowest drop in the south of the plain was 21.29 m. (piezometers of Kundar-Abu Ishaq and Qarah intersection). This indicates the average annual decline in water level of 0.17 meters in recent years and a drop of around 1.26 meters in the census year (2017-2018). The hydrograph of the groundwater unit declined by 0.84 in the water year 2017-18, resulting in a volume reduction of 0.82 million cubic meters in the aquifer reserve for that year. In addition, from October 1991 to October 2018, the average annual change in groundwater was roughly -0.24 meters, which reduced the reservoir's average annual volume by 0.24 million cubic meters. Furthermore, the overall amount of aquifer drop from the start of the long-term study period to the present was 6.59 meters, and the total volume of

reservoir loss was 6.43 million cubic meters. The amount of this parameter dropped from the northern regions to the southern parts and the plain outflow, according to the map of electrical co-conductivity. Hydrogeochemical studies revealed that groundwater had adequate and acceptable drinking water quality. Furthermore, for agricultural purposes, the water quality for both dry and rainy periods was in c2s1, which is adequate and useable for agricultural purposes. In the long term, the MalKhalifeh aquifer chemograph revealed a rise in salinity of plain groundwater. During the statistical period, the average electrical conductivity increased. According to this graph, the average electrical conductivity improved by 40% in the last 5 years when compared to the start of the statistical period. The volume of the reservoir was 0.55 million cubic meters after considering and calculating the parameters of groundwater balance.

Methodology

Accurate and perfect statistics and information are the basic elements in any research. This report has been prepared using the hydrological information of the area which has been prepared by Chaharmahal Bakhtiari Regional Water and Sewerage Company. However, we always face a lack of statistics and information at the area level

Conclusion

According to the findings, the quality of groundwater in the MalKhalifeh Plain is generally good for drinking and agricultural usages, with the primary issue being aquifer volume loss, which should be thoroughly explored. Considering the long-term aquifer hydrograph, which shows changes in aquifer volume of 0.24 million cubic meters per year on average, it is clear that this difference is due to some assumptions in the preparation and regulation of the groundwater aquifer balance, and due to the fact that the parameters used should be estimated, it was practically impossible to calculate it accurately during the above balance studies.

In the general balance

calculations, the rate of decline of groundwater reserves was 16.77 million cubic meters, which, given the aquifer's characteristics, area, and the trend of changes in the aquifer's hydrograph, reflects a considerable decrease in water reserves in the aquifer. The following items

1. Reduction of water storage in groundwater balance calculations by 16.77 million cubic meters

2. 3.5 times difference between the number of long-term aquifers and the annual number of 2017-18 water years with the average long-term

3. Decline of groundwater level in the plain with an average annual drop of about 0.84

4. Also, a 40% increase in the average electrical conductivity

It is due to the decrease in rainfall in recent years and the increase in exploitation by permitted exploitation wells and unauthorized wells in the plain. This suggests salinity, which reduces the amount of groundwater supplies and necessitates additional planning for water resource management. With this in mind, basin and water resource management in this area appears to be more important than ever, and should be technically controlled by modifying aquifer exploitation and using artificial inflow and aquifer operations.