مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره پیاپی ٤٤، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۰
وصول: ۱۳۸۹/۵/۸ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۲٤
صص ۱٤۲-۱۲۷

پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی دشت شهرکرد)

داریوش رحیمی: استادیار اقلیم شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران*

چکیده

منابع آب زیر زمینی به دلیل ضریب اطمینان بالاتر و نوسانات کمتر به عنوان یک گزینه مطمئن از دیر باز مورد استفاده انسان بوده و در طی دهه های اخیر در اثر برداشت بیشتر از تغذیه با کاهش کمی و کیفی روبرو شده است. مدیریت و جلوگیری از تشدید این مشکلات از طریق اکتشاف و بهره‌برداری متناسب با پتانسیل آن یکی از استراتژی‌های منتخب در این زمینه است. در این پژوهش دشت شهرکرد به عنوان دشتی که با افت سطح آب و کیفیت روبرو است انتخاب گردیده است. برای بررسی و پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی داده‌های تراز ایستابی و سطح آب در دوره زمانی ۱۳۸٦-۱۳٦۳، پایگاه اطلاعات جغرافیایی متشکل از زمین شناسی، لیتولوژی، قابلیت تخلخل، توپوگرافی شیب و شبکه آبراهه تشکیل گردید. سپس با اتکاء بر مفاهیم مهندسی ارزش، شیوه تحلیل کیفی دلفی و روش ترکیب لایه‌ها پتانسیل‌یابی آب‌های زیر زمینی به عنوان یک استراتژی در آبخوان‌های در معرض خطر تهیه گردید. نتایج نشان داد ۵۹۰۰ هکتار دشت دارای پتانسیل بالا برای برداشت و تغذیه مصنوعی و مناسب برای حفر چاه، ۱٦۰۰ هکتار پتانسیل متوسط و٤۸۰۲ هکتار پتانسیل کم است.

واژه‌های کلیدی: آب زیر زمینی، داده های رقومی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، پتانسیل‌یابی-دشت شهرکرد

مقدمه

آب‌های زیرزمینی٤ درصد مجموعه آب‌هایی که فعالانه در سیکل هیدرولوژی دخالت دارند را شامل می‌شوند (علیزاده،۱۳۸۸،۲٤).این منابع بعداز یخچال‌ها و پهنه‌های یخی، بزرگترین ذخیره آب شیرین به حساب می‌آیند (صداقت،۱۳۷۳:ص۷) و با حجمی معادل ۳۷ میلیارد کیلومترمکعب (۲۲درصد آب‌های شیرین جهان) حدود ۹۷ درصد آب شیرین مصرفی جهان را تامین می‌کنند (Foster,1998).

آب زیرزمینی از یکسو به دلیل شیرین بودن، ترکیبات ثابت شیمیایی، دمای ثابت، ضریب آلودگی کمتر و سطح اطمینان بیشتر یک منبع قابل اتکاء به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب شده و از سوی دیگر با تاثیر بر توان اکولوژیک سرزمین یک پدیده مهم و موثر درتوسعه اقتصادی، تنوع اکولوژیکی و سلامت جامعه به حساب می‌آید (مادان و همکاران، ۲۰۰۸).

آبخوان‌ها به دلیل افت تراز آبی، کاهش کیفیت، تاثیر پذیری از تغییرات اقلیمی ناشی از گرمایش جهانی و تغییر نظام بارش (سازمان ملل

*نویسنده مسؤول: ۰۹۱۳۳۸۰۳۰۵۹
email: d.rahimi@ltr.ui.ac.ir

متحد ،۲۰۰۳) و رخداد خشکسالی‌های ممتد و متوالی (رابینز و همکاران ،۱۹۹۹و الناکاو همکاران ۲۰۰۸) از چالش‌های مهم توسعه هستند. بنابراین، احیاءو بهره برداری بهینه ی متناسب با توان آبخوان‌ها یکی از شیوه های حل چالش ناشی از کمبود منابع آب به ویژه درمناطق خشک و نیمه خشک است.

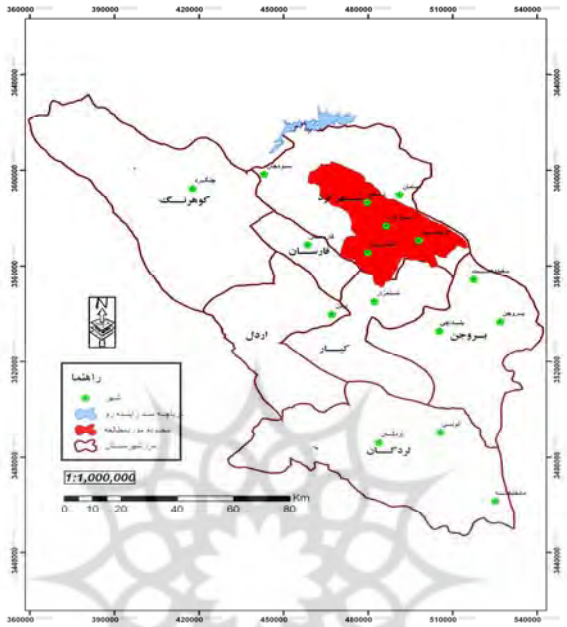
کشور ایران با شرایط اقلیمی خشک ونیمه خشک و میانگین بارش سالانه حدود ۲۵۰میلی متر یکی از کم آب ترین کشورهای جهان محسوب می‌شود (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸٦: ۸۲).ایران با مشخصات هیدرولوژیکی مانند حجم نزولات جوی ٤۱۳، تبخیر و تعرق ۲۹٦ و حجم آب قابل دسترس ۱۱۷ میلیارد متر مکعب، سرانه آب تجدید شونده ۱۹۰۰متر مکعب (متوسط آب تجدید شونده جهانی ۷٦۰۰ متر مکعب)، مصرف۳/٤ میلیارد متر مکعب که حدود ٦۵درصدآن از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌گردد، با شرایط سخت در زمینه تأمین آب روبرو است، به ویژه این که هم اکنون از ٦۳۰ دشت کشور۲۲۰ دشت از نظر حفاظتی در رده دشت‌های ممنوعه قرار دارند (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی،۱۳۸۳). علاوه بر مشخصات ذکر شده هیدرولوژیکی مذکور قرارگرفتن ایران از نظر مقدار مصرف پس از کشورهای پرجمعیت چین و هند و برداشت ۷۵ درصدی از منابع تجدید شونده آب (انجمن ملی آبهای زیر زمینی کشور، ۱۳۸۵) بر این نگرانی‌ها به صورت روزافزونی می‌افزاید.

طبق این ارقام بازنگری در مدیریت و استراتژی منابع آب دربرنامه های توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور امری اجتناب ناپذیر و جدی است. این مهم درطی سالیان اخیر از طریق بازنگری در قوانین بهره برداری، عملیات-های عمرانی مانند انتقال آب بین حوضه‌ای، آبخوان داری، تغذیه مصنوعی و مجموعه عملیاتهای حفاظت آب و خاک در این برنامه‌ها پیگیری گردیده است. در این مقاله پتانسیل یابی منابع آب زیر زمینی دشت شهرکرد که هم اکنون با مشکلات مانند افت سطح ایستابی و کاهش کیفیت روبرو است به عنوان یک نمونه مورد مطالعه قرار گرفته است.

مطالعاتی نظیر تحقیقات فاروق (۱۹۹۳) (۱۹۹٦) (۲۰۰٦) در کشورهای مصر، عمان و امارات متحده عربی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و رنگزن و همکاران (۱۳۸۳) و آبشیرینی و همکاران (۱۳۸۵) در زمینه پتانسیل یابی منابع آب زیر زمینی به کمک G.I.S و کوثر(۱۳۷٦-۱۳٦٤)در گربایگان استان فارس و مطالعات متعدد معاونت آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی در زمینه تغذیه مصنوعی و آبخوان داری در همین راستا صورت گرفته است.

محدوده مورد مطالعه: آبخوان شهرکرد از نظر هیدرولوژیکی بخشی از حوضه آبخیز بهشت آباد(حوضه کارون شمالی) است (شناسنامه حوضه‌های استان- ۱۳۷۷). این آبخوان از طریق رودخانه جهان بین زهکشی می‌گردد و منابع آب آن از طریق ۵۱۸ حلقه چاه عمیق، ۳٤۰ حلقه چاه نیمه عمیق، ۱۷۱ رشته قنات و ۹۳ دهنه

چشمه تخلیه می‌گردد (شرکت آب منطقه ای استان، ۱۳۸۷). مساحت این آبخوان۱۲۳۰۲ هکتار و در شمال استان چهارمحال و بختیاری قرار گرفته است نقشه شماره (۱). از مساحت این پهنه حدود ۵۵۰۰ هکتار پهنهٔ آبرفتی و مابقی آن شامل ارتفاعات بین ۲۰۵۰ تا ۳۷۷۰ متر) است.



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی دشت شهرکرد در استان چهارمحال و بختیاری

مواد و روش‌ها

برای پتانسیل یابی منابع آب زیر زمینی در محدوده دشت شهرکرد از مطالعات اولیه زمین شناسی استان چهارمحال و بختیاری (۱۳۸۵) و نقشه رقومی آن در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (۱۳۸۵)، نقشه های رقومی ارتفاعی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور، مطالعات آب شناسی دشت شهرکرد (۱۳۸٤) داده های آب سنجی مربوط به چاهها، چشمه‌ها و قنوات در محدوده دشت از سال ۱۳٦۳ الی ۱۳۸۷ تهیه شده توسط شرکت آب منطقه ای، نقشه رقومی آبنگاری دشت در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، عکس‌های هوایی دشت شهرکرد متعلق به سال ۱۳۷٦ سازمان نقشه برداری استفاده گردیده است.

در پتانسیل یابی منابع آب زیر زمینی از روش های گوناگونی مانند ژئوفیزیک سطحی، ژئو الکتریک حفاری‌های اکتشافی، چاه نگاری و تکنیک های G.I.S متکی بر تحلیل‌های زمین ریخت شناسی، هیدرولوژیکی، اقلیمی و توپوگرافی انجام می‌پذیرد (صداقت،۱۳۸۷).

در این تحقیق از تکنیک های G.I.S متکی بر مهندسی ارزش استفاده شده است. به منظور کار در چارچوب مهندسی ارزش مبتنی بر روش دلفی در سه مرحله انتخاب گروه مرجع و خبره،

تکمیل اولیه پرسشنامه و امتیاز داهی و انتخاب موثرترین عوامل بر آب های زیر زمینی انجام گردید. در ابتدا خبرگان فعال در مباحث منابع آب زیر زمینی شامل گروه کارشناسی آب‌های زیر زمینی در شرکت آب منطقه‌ای استان چهارمحال و بختیاری، اساتید صاحب نظر و متخصصان روش مهندسی ارزش در یک گروه ۲۰ نفره انتخاب گردید.در مرحله دوم ضمن ارتباط روردرو با خبرگان پرسشنامه‌ها تهیه و به صورت اولیه تکمیل گردید.در مرحله سوم ضمن اصلاح پرسشنامه ،پرسشنامه های جدید تهیه و تکمیل گردید و در پایان بر اساس نظرات اخذ شده جامعه آماری لایه‌ها امتیاز بندی نقشه پهنه بندی مناطق هم ارزش مشخص می گردد.

به این منظور در ابتدا نقشه رقومی زمین شناسی ،لیتولوژی، توپوگرافی، آبنگاری، پراکنش فضایی چاهها، چشمه‌ها و قنوات در بسته نرم افزار ARCMAP تهیه گردید. سپس با استفاده از نقشه های پایه تهیه شده نقشه های لیتولوژی، تراکم لایه زهکشی،شیب و جهت شیب، طبقات ارتفاعی و کاربری اراضی تولید و در انتها با استفاده از شاخص وزن دهی بر اساس نظر کارشناس خبره و متخصص (روش دلفی-تکمیل پرسشنامه)لایه های مختلف وزن دهی شده و سپس به کمک تکنیک همپوشانی زوجی (روش مخدوم) بسته نرم افزاری G.I.S پتانسیل یابی دشت و مناطق مساعد آن بررسی گردید.

بحث و نتایج

دشت شهرکرد طی سال‌های اخیر با افت شدید سطح ایستابی روبرو بوده است. به منظور حل این مشکل راهکارهایی مانند جلوگیری از حفر چاه، اعمال نظارت بیشتر در زمینه بهره برداری از منابع آب، انتقال آب درون حوضه ای (انتقال آب از حوضه کارون (زیر حوضه کوهرنگ به زیر حوضه بهشت آباد) اتخاذ گردیده است. تعدد روش در زمینه تامین و احیاء آب‌خوان شهرکرد منجر به انتخاب تکنیکی با بهره وری بیشتر گردیده که بهره مندی از تکنیک مهندسی ارزش از جمله ی این روش‌ها است.

مهندسی ارزش مبتنی بر کار گروهی بوده و در آن کارکردهای یک محصول و یا مراحل اجرای ساخت یک پروژه مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و کم هزینه‌ترین متد همراه با حفظ ارزش کارکرد انتخاب می‌گردد.در مهندسی ارزش توجه به توان های محیطی سرزمین و پتانسیل‌یابی منابع آب زیر زمینی از جایگاه بالایی برخوردار است. بنابراین، تحقیق سعی شده با اتکای بر اصول مهندسی ارزش، توان‌ها و ارزش‌های محیطی در خصوص منابع آب به کمک تکنیک G.I.S شناسایی گردد. بدین منظور به کمک روش پرسشنامه (روش دلفی) لایه های موثر در منابع آب زیر زمینی شامل لایه های زمین شناسی و لیتولوژی آنها، عوامل هیدرولوژیکی شامل شبکه آبراهه، تراز آب زیر زمینی، تراکم آبراهه و رتبه بندی آن، طبقات ارتفاعی شیب و جهت شیب و فاصله تا

رخساره‌های گسلی شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

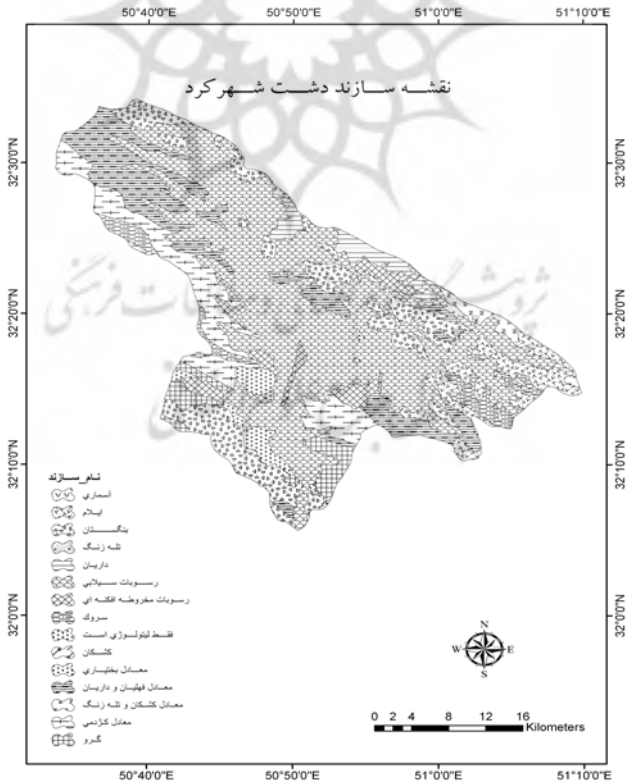
-لایه زمین شناسی و لیتولوژی

لایه زمین شناسی به دلیل تاثیر سازندهای زمین شناسی، لیتولوژی، بافت و درجه خلوص سنگ‌ها در تخلخل، نفوذ پذیری اولیه و تمرکز جریان‌های آب زیر زمینی در داخل سنگ‌ها مورد مطالعه قرار گرفته اند. بر اساس روش دلفی لایه لیتولوژی با نمره ۹ بالاترین امتیاز را در بین لایه‌ها به خود اختصاص داده است (جدول شماره(۱). برای شناخت تاثیر و نقش این عوامل در پتانسیل یابی منابع آب زیر زمینی از نقشه رقومی زمین شناسی شیت شهرکرد در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و فیلدهای اطلاعاتی ضمیمه آن در محیط نرم افزار ARCVIEW استفاده نقشه های شماره(۲)،(۳) و (٤).

جدول ۱- امتیاز لایه های زمین شناسی و لیتولوژی آبخوان شهرکرد

لایه/ نمره	۹	۷	۵	۳	۱
سازند زمین شناسی	کواترنر	کنگلومرای بختیاری	آسماری	ایلام-سروک	سایر
لایه لیتولوژی	آبرفت+خاک در طبقات مختلف	کنگلومرا	آهک و آهک دولومیت دار با شیل	ماسه سنگ	شیل و مارن

ماخذ: محاسبات نگارنده



شکل ۲- نقشه سازندهای زمین شناسی دشت شهرکرد

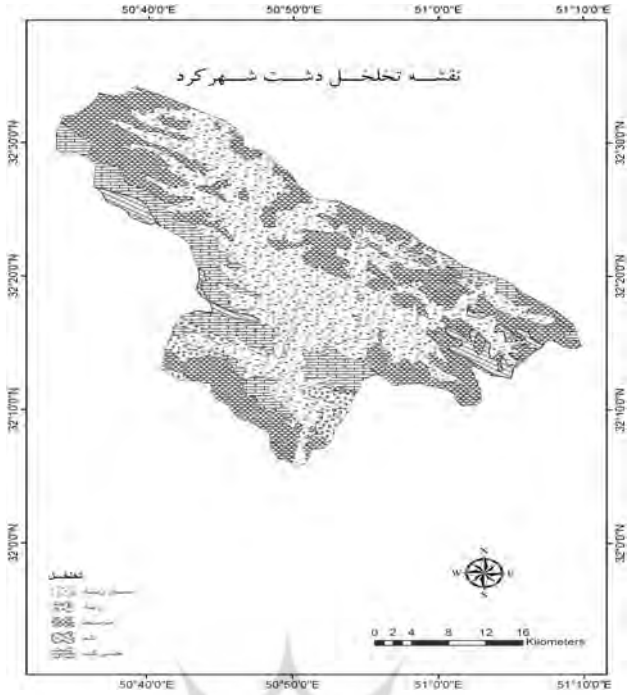
(نقشه زمین شناسی شیت شهرکرد مقیاس ۱۰۰۰۰۰: ۱)

طبق نقشه شماره (۲) سازندهای مهم منطقه آسماری، ایلام، بنگستان، داریان، سروک، کشکان، فهلیان و رسوبات آبرفتی هستند. در این میان رسوبات آبرفتی با مساحت (٤٤۰ هکتار)و عمق ۱۷۰ متر (طرح جامع توسعه ،۱۳٦٤،۳۲) بیشترین سطح را به خود اختصاص داده اند. در نقشه های شماره(۳) و (٤) لیتولوژی و قابلیت نفوذ سنگ‌های دشت با استفاده از داده های زمین شناسی نشان داده شده است.بر اساس نقشه لیتولوژی بیشترین سطح آن متعلق به رسوبات رودخانه‌های و آبرفت‌ها بوده که تقریبا" همه چاه های عمیق و نیمه عمیق دشت نیز در آن واقع هستند. رسوبات آبرفتی، سنگ های آهکی، کنگلومرا و توف های سفید رنگ ولکانیکی و ماسه سنگ و آهک‌ها با میان لایه مارن در رده های بعدی قرار دارند.

طبقه‌بندی دشت از نظر قابلیت نفوذ یکی دیگر از شاخص‌های زمین شناسی موثر در آب‌های زیر زمینی است که در ۵ طبقه بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم مشخص شده‌اند. بر اساس نقشه شماره (٤) بخش مرکزی دشت منطبق با سازندهای عصر حاضر و رسوبات آبرفتی دارای قابلیت بسیار زیاد (منطبق با موقعیت چاه های عمیق و نیمه عمیق دشت و قنوات)، بخش های با سازند کرتاسه و بختیاری منطبق با چشمه دارای قابلیت نفوذ زیاد تا متوسط هستند.

شکل ۳- نقشه لیتولوژی دشت شهرکرد

(نقشه زمین شناسی شیت شهرکرد مقیاس ۱۰۰۰۰۰: ۱)



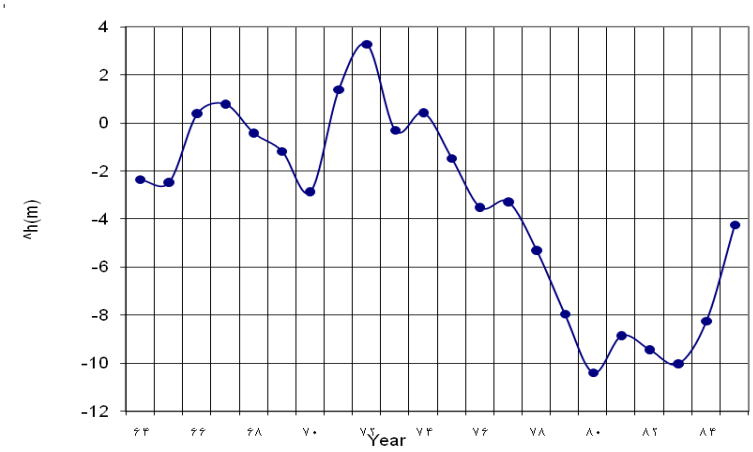
شکل ٤- نقشه پهنه بندی تخلخل دشت شهرکرد

(نقشه زمین شناسی شیت شهرکرد مقیاس ۱۰۰۰۰۰: ۱)

- هیدرولوژی و ژئوهیدرولوژی

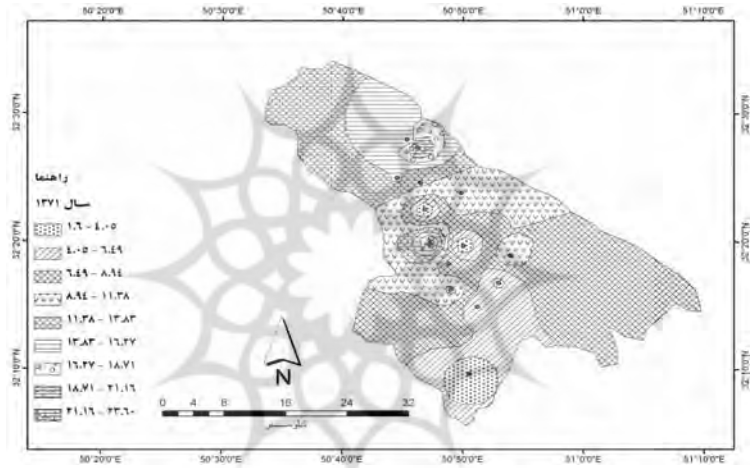
مشخصات هیدرولوژیکی و ژئوهیدرولوژی هر آبخوان یکی از گویاترین بخش‌ها در اکتشافات و پتانسیل یابی منابع آب است. نقش عوامل هیدرولوژی به همراه پارامترهای اقلیمی شبیه بارش،مشخصات شبکه زهکشی مانند رده یندی و تراکم شبکه آبراهه به صورت غیر مستقیم نشان دهنده میزان نفوذ پذیری بوده به نحوی که بالا بودن تراکم و رده آبراهه نشان دهنده کاهش نفوذ و کم بودن آن به شرط مهیا بودن شرایط زمین شناسی،خاک و پوشش گیاهی نشان دهنده بالا بودن آن است.مطالعات نشان داده که الگوی و تراکم زهکشی هر محدوده ای ،توسط لیتولوژی موادسطحی و ساختمان‌های موجود کنترل می شود. درمورد نقش رده های آبراهه‌ها بر روی منابع آب زیر زمینی مطالعات متعددی صورت گرفته و رده های ۳ به بالا را برای پتانسیل یابی منابع آب مناسب دانسته است (Saraf-2005) .

آبخوان با مشخصات ژئوهیدرولوژیکی نظیر ضریب ذخیره۰/۰٤۷ درصد،تغییر حجم آبخوان ۳/۸۱- میلیون متر مکعب و متوسط افت سطح ایستابی ۰/۱۹- متر و بهره برداری ازطریق ۸۵۸ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق،۱۷۱ رشته قنات و ۹۳ دهنه چشمه منابع آب زیر زمینی از نظر رده حفاظتی در رده دشت‌های با استفاده محدود قرار دارد. نقشه‌های شماره(۵ و ٦) و نمودار شماره (۱) متوسط نوسانات سطح ایستابی دشت را نشان می‌دهد.



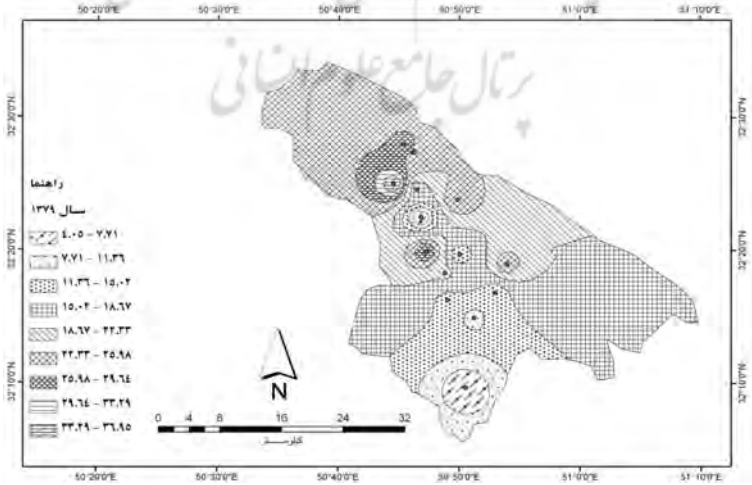
نمودار ۱- میانگین نوسانات سطح ایستابی دشت شهرکرد

(شرکت آب منطقه ای استان چهارمحال و بختیاری)



شکل ٥- سطح آب‌های زیرزمینی(چاه ها) درسال آبی ۷۲-۷۱

(شرکت آب منطقه ای استان چهارمحال و بختیاری)

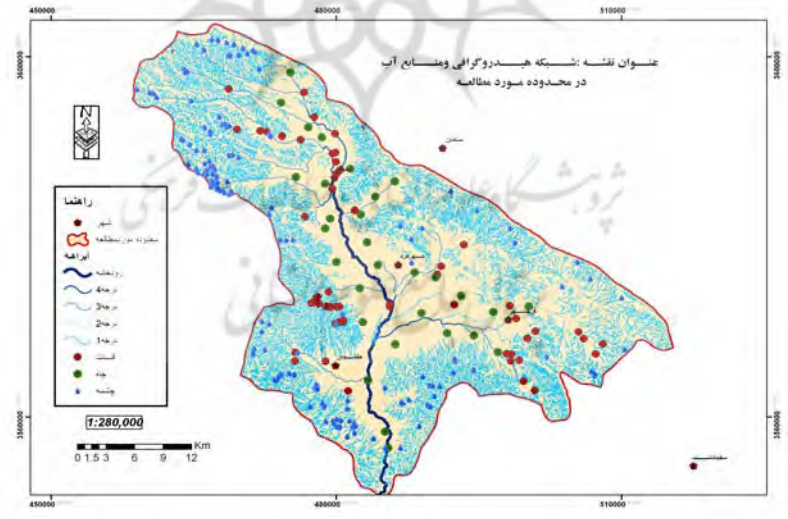


شکل ٦- سطح آب‌های زیرزمینی(چاه ها) درسال آبی ۸۰-۷۹

(شرکت آب منطقه ای استان چهارمحال و بختیاری)

نقشه‌های شماره(۵ و ٦) که تراز ایستابی در دو سال آبی ۱۳۷۱ به عنوان سالی که دشت بالاترین سطح ایستابی با عمق ۱/٦ تا ۲۳/۳ متر و سال ۱۳۷۹ به عنوان سالی که دشت پایین ترین سطح ایستابی با عمق ٤ تا ۳۷ متر داشته را نمایش می دهند.بر اساس این نقشه‌ها در سال های اخیرسطح ایستابی با کاهش شدید همراه بوده که در انطباق با بارش سالانه با مرطوبترین سال دوره(۱۳۷۱) و خشکترین سال(۱۳۷۹) است. این انطباق گویایی تاثیر پذیری شدید منابع آب دشت با بارش و جریان های سطحی است.

برای تهیه لایه هیدرولوژیکی و ژئوهیدرولوژیکی آبخوان مورد بحث، در موقعیت دشت نقشه شبکه آبراهه از روی نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ جدا و با استفاده از رابطه استرالر رده بندی و سپس آبراهه های رده های ۱ و ۲ بدلیل شیب بیشتر و نفوذ پذیری کمتر حذف و نقشه تراکم آبراهه در مورده رده های دیگر ۳ و ٤ تهیه گردیدکه با انطباق این لایه با لایه پراکنش فضایی چاهها، قنوات و چشمه‌ها نقش شبکه آبراهه در توان‌مندی آبهای زیر زمینی تایید گردید. نقشه‌های شماره (۷ و ۸) لایه های شبکه آبراهه، چاهها، چشمه و قنوات و تراکم آبراهه را نشان می دهند. براساس نتایج حاصله از روش دلفی لایه تراکم آبراهه‌ها از امتیاز بیشتری برخوردار است.



شکل ۷-شبکه آبراهه سطحی و پراکنش چاه، چشمه و قنات در دشت شهرکرد

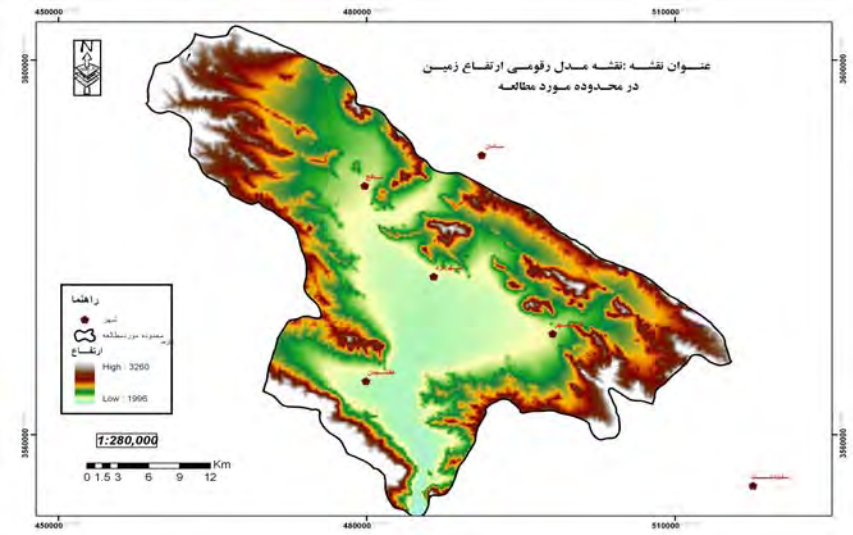
(نقشه های توپوگرافی۲۵۰۰۰: ۱)

شکل ۸- تراکم آبراهه‌ها رده های ۳ و دشت شهرکرد

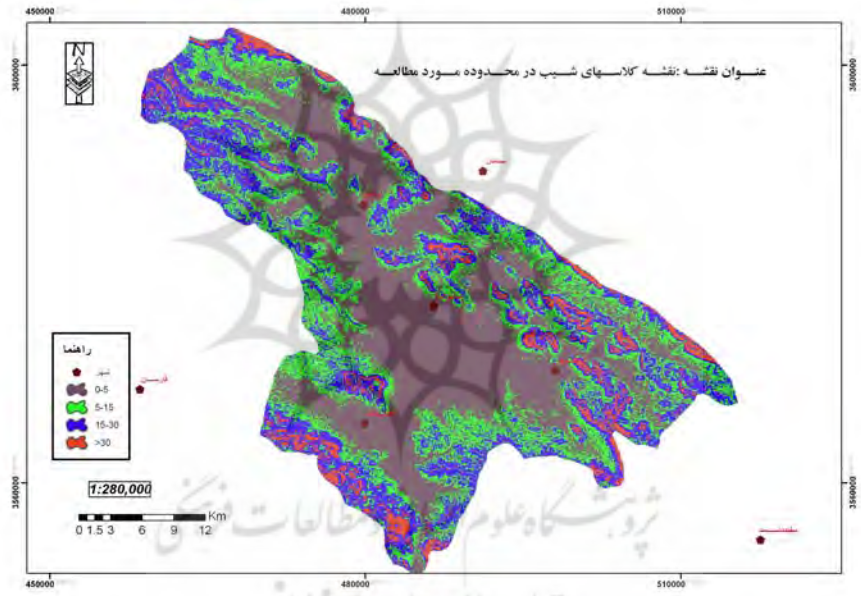
(نقشه های توپوگرافی۲۵۰۰۰: ۱)

-لایه توپوگرافی و شیب

طبقات ارتفاع، شیب و جهت شیب از دیگر فاکتورهای موثر در پتانسیل یابی منابع آب زیر زمینی هستند که نقش مهمی در ضریب رواناب و نفوذپذیری دارند. این فاکتورهای در گردایان هیدرولیکی و جهت حرکت آب زیرزمینی و محل تشکیل آبخوان نقش موثر دارند. البته با توجه به انطباق تقریبی طبقات ارتفاعی و شیب با یکدیگر، سیستم جریان آب زیر زمینی در اغلب موارد متاثر از شیب سطح زمین است. بنابراین، داده های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری نقشه‌های طبقات ارتفاعی،DEM و شیب ایجاد گردید نقشه‌های شماره (۹ و ۱۰).



شکل ۹- مدل رقومی ارتفاع زمین دشت شهرکرد(نقشه های توپوگرافی۲۵۰۰۰: ۱)



شکل ۱۰- نقشه شیب محدوده دشت شهرکرد(نقشه های توپوگرافی۲۵۰۰۰: ۱)

- تعیین وزن لایه‌های مختلف

براساس نظرات ارائه شده و استخراج نتایج پرسشنامه های تکمیلی در متد دلفی و منطبق با اصول مهندسی ارزش لایه های مختلف امتیاز بندی و نقشه های ارائه شده در صفحات قبل با روش‌های زیر ترکیب و نقشه‌های مربوطه استخراج گردیده است.با توجه به عملکرد متفاوت هرکدام از عوامل ذکر شده و اطلاعات تولیدی در پتانسیل یابی منابع آب زیر زمینی دشت به هرکدام از پارامترها براساس نظر کارشناس خبره در خصوص منابع آب زیر زمینی (روش دلفی) و شاخص‌های ارائه شده ضرائبی بین ۱ تا ۹ در محدوده اعداد فرد تعلق گرفت

(جدول شماره(۲)) سپس با استفاده از تکنیک نرم افزاری Weighted Overlay و رابطه زوجی (مخدوم و درویش(۱۳۸۳)) وزن لایه های گوناگون تعیین گردیده است (جدول شماره۳).

رابطه مخدوم: E= J (I-1) +Ji

کد یا شماره واحد ترکیب شده =E تعداد کل طبقات نقشه زیرین=J

شماره طبقه نقشه رویی =I شماره نقشه زیرین =Ji

جدول ۲- امتیاز لایه‌های مختلف در خصوص پتانسیل منابع آب زیر زمینی

وزن	۹	۷	۵	۳	۱
لایه لیتولوژی	آبرفت+خاک در طبقات مختلف	کنگلومرای	آهک و آهک دولومیت دار با شیل	ماسه سنگ	سایر
سازند زمین شناسی	کواترنر	کنگلومرای بختیاری	آسماری	ایلام-سروک	سایر
لایه تراکم آبراهه	۱-۲	۲-۳	٤-۵	٦-۷	>۷
لایه شیب	۰-۵	۵-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۲۵	>۲۵
لایه طبقات ارتفاعی	۲۰۰۰-۲۲۰۰	۲۲۰۰-۲٤۰۰	۲٤۰۰-۲٦۰۰	۳۰۰۰-۲۸۰۰	>۳۰۰۰

ماخذ: محاسبات نگارنده

جدول ۳- وزن‌دهی لایه‌های موثر نسبت به یکدیگر

لایه های موثر	لیتولوژی	تراکم آبراهه	لایه شیب	لایه طبقات ارتفاعی
وزن لایه ها	۹	۷	٤	٤

ماخذ:محاسبات نگارنده

-ترکیب لایه‌ها و رتبه‌بندی دشت

براساس نتایج حاصله از پرسشنامه های دلفی و نظرات خبرگان مطرح شده در مهندسی ارزش لایه لیتولوژی و زمین شناسی[1] با امتیاز ۹،تراکم آبراهه با امتیاز ۷،لایه شیب و طبقات ارتفاعی هرکدام با امتیاز ٤، در مجموعه مضربی از ۱۰۰ با استفاده از مدل زوجی مخدوم رابطه شماره (۱) و رابطه شماره(۲) ترکیب و با در نظر گرفتن شاخص همپوشانی وزنی درمحیط G.I.S پهنه‌بندی مناطق هم پتانسیل مشخص گردید. بدین ترتیب نقشه به دست آمده گویای اهمیت یا وزن هر پهنه در پتانسیل آب زیر زمینی است. رابطه شماره(۲):

$$mp = (\mu * 20) + (ds * 15) + (leto * 35) + (s * 15) + (t * 15)$$

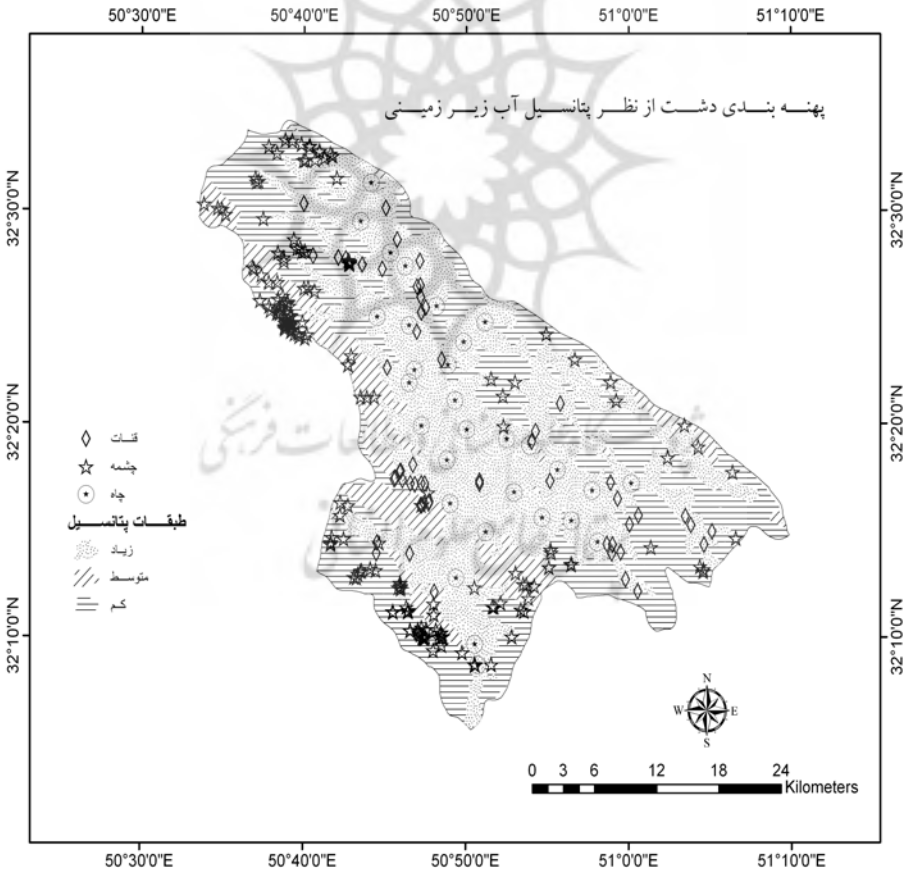
MP: نقشه پتانسیل μ :لایه تراکم آبراهه ds: لایه فاصله از آبراهه

$leto$: لایه لیتولوژی s: لایه شیب t: لایه توپوگرافی

بر اساس فرمول بالا مناطق هم پتانسیل (شکل شماره ۱۱) در ۳ طبقه پتانسیل بالا،

۱ باتوجه به نظر خبرگان و نتایج استخراج شده لایه لیتولوژی استفاده گردیده است.

متوسط و کم ایجاد شد که مناطق با پتانسیل بالا، مناطق بسیار مستعد و پهنه های با پتانسیل کم مناطق نا مساعد از نظر منابع آب زیر زمینی هستند. این طبقه‌بندی با موقعیت چاهها ،سازندهای مناسب برای نفوذ پذیری،تراکم آبراهه،حداقل شیب و ارتفاع همخوانی دارد. نقشه نهایی در سه طبقه کیفی کم، متوسط و بالا تولید شده است نقشه شماره (۱۱). طبق نقشه شماره(۱۱) ۵۹۰۰ هکتار دشت دارای پتانسیل بالا، ٤٨٠٢ هکتار پتانسیل کم و ١٦٠٠ هکتار پتانسیل متوسط می باشد.ازنکات قابل توجه دیگر در این نقشه انطباق چاه‌ها و قنوات، طبقات ارتفاعی ۲۰۰۰ تا ۲۲۰۰،و آبراهه های رده ۳ و ٤ و سازندهای آبرفتی با مناطق با پتانسیل بالا می باشد.قابل توجه آنکه انطباق توزیع و پراکنش جغرافیایی چشمه‌ها در حاشیه ارتفاعات و طبقات بیش از ۲۵۰۰ و با مناطق با پتانسیل کم است این پدیده نشان دهنده عمق کم آبخوان در این بخش از دشت است.



شکل ۱۱- نقشه پتانسیل آب زیر زمینی در محدوده دشت شهرکرد

با توجه به نتایج حاصله و وضعیت آبدهی دشت به ویژه از نظر کمی و کیفی منابع آب در محدوده دشت شهرکرد مناطق با پتانسیل بالا در نقشه شماره (۱۱)دارای ریسک کمتری برای حفر چاه و همچنین دارای شرایط مناسبی برای تغذیه مصنوعی آب های زیر زمینی است.از نتایج دیگر وجود شرایط مناسب برای انجام عملیات آبخیزداری از قبیل اصلاح آبراهه، احداث سدهای خاکی و بندهای سنگی ملاتی در محدوده مناطق با پتانسیل متوسط می باشد که به ویژه در مناطقی که تمرکز چشمه‌ها بیشتر است مساعد است.

آبخوان شهرکرد به دلیل تمرکز جمعیت و افزایش نیاز آبی،رخداد خشکسالی های شدید به ویژه در طی دهه اخیر و تامین آب بخش صنعت و کشاورزی به شدت تحت فشار قرار دارد و ادامه روند موجود علاوه برتشدید تنگناهای در تامین آب بخش‌های اقتصادی و جمعیتی باعث قرار گرفتن آن در محدوده دشت‌های ممنوع توام با افت کیفیت آب خواهد شد.بنابراین، براساس پتانسیل منابع و توان بالقوه دشت می توان با استقرار نظام مهندسی ارزش تغذیه مصنوعی،توسعه شیوه های بهره برداری از منابع آب به صورت چند مصرفی (فاضلاب تولیدی) و افزایش ورودی هیدرولوژیکی به دشت از طریق تسریع در عملیات انتقال آب شهرکرد در احیائ دشت اقدام نمود.

منابع

آبشیرینی، احسان، کاظم، رنگزن و سعدی خورشیدی، (۱۳۸۷)، پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی با استفاده از روش همپوشانی شاخص وزنی در محیط(G.I.S)

دیویدکیث، تاد، هیدرولوژی آبهای زیر زمینی، ترجمه رزاقی، عبدالرضا و قهرمان قدرت نما، (۱۳۵۳).

رنگزن، کاظم، احسان آبشیرینی، (۱۳۸۳)، استفاده از سنجش از دور و G.I.S در بررسی ارتباط عوامل ساختاری، لیتولوژیکی و توپوگرافی در برنزود چشمه های طاقدیسی پابده دشت لالی، بیست و سومین همایش علوم زمین.

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، (۱۳۸۳)، گزارش وضعیت منابع آب کشور، انتشارات سازمان.

سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان چهارمحال و بختیاری، (۱۳۸٤)، گزارش اقتصادی و اجتماعی استان، منابع آب.

سازمان برنامه و بودجه استان چهارمحال و بختیاری، (۱۳۸۰)، بازنگری طرح جامع منابع آب.

سازمان برنامه و بودجه استان چهارمحال و بختیاری، (۱۳٦۵)، طرح جامع استان بخش زمین و خاک.

سازمان نقشه برداری کشور، (۱۳۷۸)، نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰.

سایت انجمن ملی آبهای زیر زمینی ایران،(۱۳۸۵)، وضعیت منابع آب زیر زمینی در ایران.

شرکت آب منطقه چهارمحال و بختیاری (۸٤-۱۳٦٤)، معاونت برنامه ریزی و مطالعات.

شرکت آب منطقه چهارمحال و بختیاری، (۱۳۸۷)، سیمای منابع آب استان، معاونت برنامه ریزی و مطالعات.

صداقت، محمود، (۱۳۸۷)، زمین و منابع آب، انتشارات پیام نور.

علیزاده، امین، (۱۳۸۸)، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ بیست وششم.

کوثر، آهنگ، (۱۳۷۱) مقدمه ای بر مهار سیلابها و بهره وری بهینه از آنها، سازمان جنگلها و مراتع کشور.

مرکز تحقیقات منابع طبیعی و آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری، (۱۳۸۰)، شناسنامه حوضه‌های آبخیز استان،مرکز تحقیقات منابع طبیعی.

مسعودیان، ابوالفضل و محمدرضا کاویانی، (۱۳۸٦)، اقلیم شناسی ایران، انتشارات دانشگاه اصفهان.

مخدوم، مجید و درویش صفت، ع.، (۱۳۸۳). ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی، انتشارات دانشگاه تهران.

مخدوم، مجید، (۱۳۸۲)، شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران.

Ali El-Naqa,Ammar Al-Shayeb,(2008) Groundwater Protection and Management Strategy in Jordan,Water Resources Management.

Foster.S(1998)Groundwater: assessing vulnerability and promoting protection of a threatened resource.Proceedings of the 8th Stockholm Water Symposium,10–13 August, Stockholm, Sweden, pp 79–90.

Farouk El-Baz, Lynne Fielding (1992), Groundwater Potential of the Sinai Peninsula, Egypt,Boston University. Center for Remote Sensing Boston University .

Farouk El-Baz, Mutlu Ozdogan (2006), Use of Space Images for Groundwater

Exploration in the Northern United Arab. Center for Remote Sensing Boston University

Farouk El-Baz , Michael Ledwith (2000), Using Satellite Images for Groundwater Exploration in the Sultanate of Oman. Center for Remote Sensing Boston University

MadanK.Jha&Y.Kamii&K.Chikamori(2008)Cost-effective Approaches for sustainable Groundwater Management in Alluvial Aquifer Syste ms, Water Resources Management.

sites,International Journal of Remote Sensing,Vol.19,No.10,1825-1841.

UN (2003), Water for people, water for life. The UN World Water Development Report (WWDR), UNESCO, Publishing and Berghahn Books, UK, pp 34.

http://www.gwea.ir

http://www.chaharmahalmet.ir.

N.S.Robins, H.k.Jones and J.ELLIS (1999) an Aquifer Management Case Study– TheChalk of the English South Downs, Water Resources Management 13: 205–218.

Saraf,A. Kand Chaudhary, P.R.(2004),Integrated remote sensing and G.I.S for groundwater exploration and identification of artificial recharges

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Geography and Environmental Planning Journal
22th Year, vol. 44, No.4, Winter 2012

Potential ground water resources: (Case study: Shahrekord plain)

D. Rahimi
Received: July 30, 2010/ Accepted: May 14, 2011, 33-39 P

Extended abstract

1- Introduction

Water resources are studied and exploited in two divisions: surface and ground waters. Ground water recourses, due to certain characteristics such as freshness (in terms of contrast with seawater), constant chemical makeup, Constant temperature, lower pollution index and higher dependability as a water supply, are considered a reliable resource especially in arid and semi – arid areas. Ground water recourses are, excepting ice – mounds and vast ice – covered areas, the most significant freshwater resource (Sedaqat1994: p.7). 97% of the global use of fresh water is obtained from ground water resources whereas these resources with an overall volume of 37 billion cubic kilometers constitute only 22% of the world's fresh water resources (Foster 1998). Madman et al (2008), studying the role of ground water resources in the ecological potential of land, attributed a significant role to these recourses in terms of economic development, ecological variety and social well being The exploitation of ground water resources at a rate faster than their replacement and the fall of ground water level considered one of the most important enduring challenges of development worldwide.

El–Naka et al(2008) studying the role of water resource and its significance in the development of Jordan , showed that over – use, the fall in ground water quality and a lack of yearly precipitation resulted in a steep decline in water level in most water – beds and subsequently a lapse in the country's development programs. Shahid and Hazarika(2009) studying ground water drought in the Northwestern Districts of Bangladesh. In this paper, groundwater scarcity and drought in three northwestern districts of Bangladesh have been investigated. The Cumulative Deficit approach from a threshold groundwater level has been used for the computation of severity of groundwater droughts.

Iran, after the highly populated countries, china and India, is the third unrestricted exploiter of groundwater recourses and with a 75% usage of restorable resource as against the 40%

Author (s)

D. Rahimi (✉)
Assistante Professor of Climatology, University of Isfahan, Isfahan, Iran
e-mail: d.rahimi@ltr.ui.ac.ir

UN standard, is in an unsuitable situation (The National Society of ground water Resources.2006). In light of the given statistics, a review of management strategies for water resources and a reconsideration of economic and social planning deem a serious necessity. The ChaharMahal&Bakhtiari province covering an approximate one percent of the country's surface and as the supplier of 10% (10. 5 billion cubic meters) of the domestic fresh water supply (M.P.O, 2005) has a significant place in relation to the enhancement of the country's water resource status.

In this province due to certain factors including severe shifts in altitude, economic underdevelopment the high cost of pumping water, the role of surface waters in water supply is approximately 15% (equivalent to 225 million cubic meters).The remaining demand for water which is approximately 85% (10275 billion cubic meters) is supplied by the ground water recourses of the province. Over – exploitation of ground water resources in conjunction with the effect of recently occurring droughts has not only lowered the water level of the provincial water – beds with a rate of 2- 12 meters annually, but has also lowered the quality such that the electric conduction amount of some water – beds has Changed from a 300mm level to 900mm (Management and planning organization2001).

2- Methodology

In this article, Shahrekord plain is choose for reserch,that has decrease water level, the mountain–bordered Shahrekord plain in the province of ChaharMahal&Bakhtiari was chosen. This plain (water – bed) with an altitude of 2000 meters from sea level and a surface area of 125000 hectares, 21 rural settlements and one urban settlement are situated in the Shahrekord plain (Iran data center –2006). From a hydrological perspective the plain is a part of the Karoon basin (north Karoon basin) in which the Jahanbin river flows (provincial basin registration, 1998). The shahrekord plain is, geologically speaking a descended plain constituted by quarts sediments with an alluvial depth of 60 – 110 meters (M.P.O 1986).Map (1) shows the geographical standing of the Shahrekord plain.

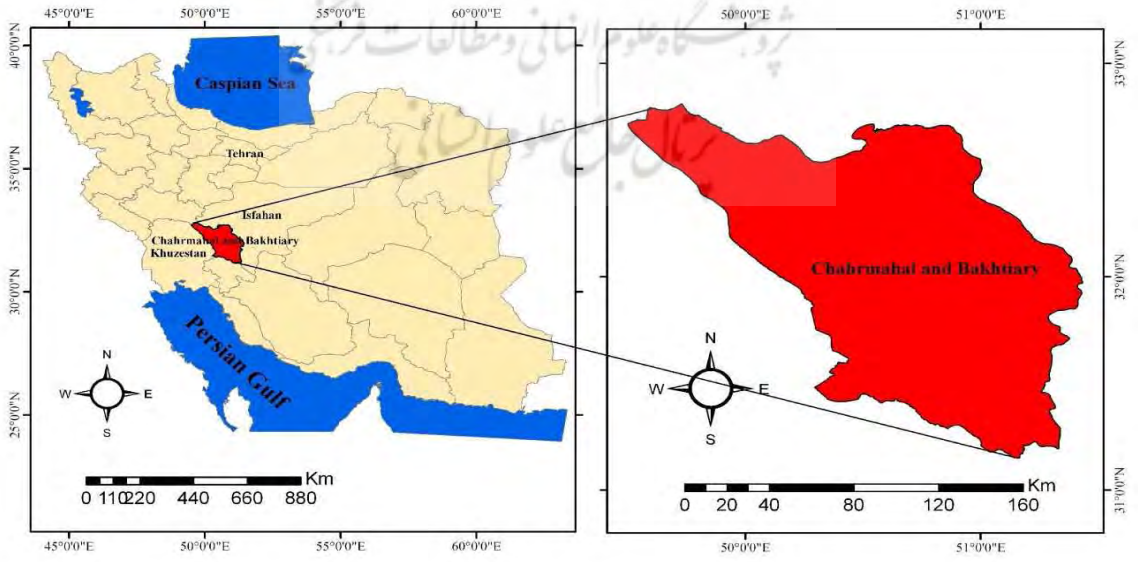


Figure 1: The location of Chaharmahal and bakhtiari Province on Iran map

Material

In this study used of geology, topography, slope, land, wells, springs and Qanaat Maps. In addition, the database was level plain water table, annual rainfall.

In this study using Delphi and Value engineering methodized to determine the value and importance of the effective potential. The binary method (method Makhdoom) and the zoning is plain surface of underground water resources by geographic information system.

3- Discussion and Conclusion

The Shahrekord plain ground water resources up to the hydro – year 2004 – 5 with 880 deep wells with an output volume of 95 million cubic meters, 244 semi – deep wells with an output volume of 37 million cubic meters, 16subterranean qanat with an output volume of approximately 9 million cubic meters and 56 springs with an output volume of 175.5 million cubic meters which constitute an overall 316.5 million cubic meters, and with an average 35.9 cm annual drop, are considered, conservational prohibited.

According to this table the Shahrekord plain has an average drop equivalent to 0.4 m. The maximum and minimum elevation level over the data-gathering period equals 4.25 and –3.59 meters respectively.Figuer 2 shows the annual accumulative hydrograph of the plain's ground water. According to this chart the elevation level of the plain in 1985which is the first year of exploitation is higher than the average elevation level and equals one meter, But in the following years, due to the drilling of numerous wells and the occurrence of hydroclimatology phenomena, the elevation level was subject to more fluctuations, such that, excepting the two hydro– years 1994 and1999-2001 the elevation level manifests a decreasing pattern in the studied region and stands below balance level (zero level).

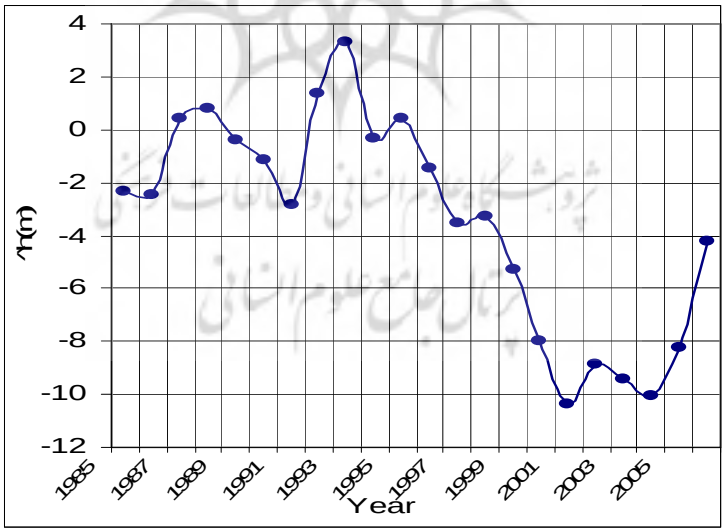


Figure 2: Accumulative changes of Shahrekord plain elevation level over 1985-2005

Changes in the storage volume of the water – bed with an average drop of 3.18 million cubic meters annually is another characteristic of the Shahrekord plain; at the end of the year 1985 the volume decrease of the water bed storage equals 31.66 × 106 m3. The following is provided. Maps produced by the binary

method of drainage density, Floor elevation, slope, geology, petrology (Fig2, 3, 4 and 5).

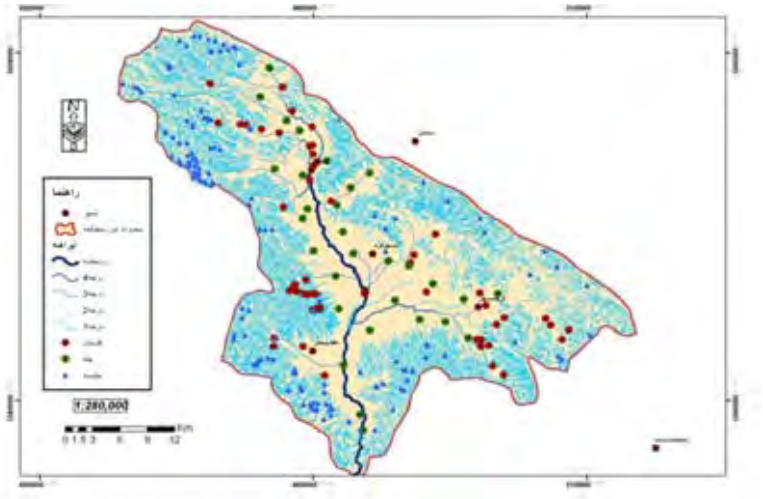


Figure 3: Drainage networks, wells, springs and qanaat Shahrekord Plain

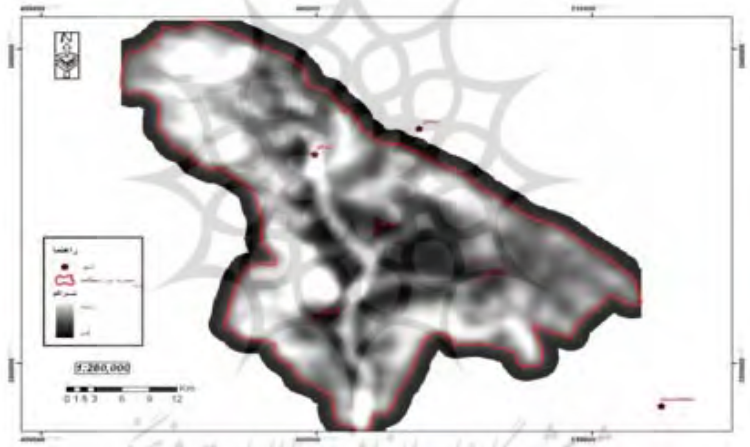


Figure 4: Drainge Dentsity in Shahrekord Plain

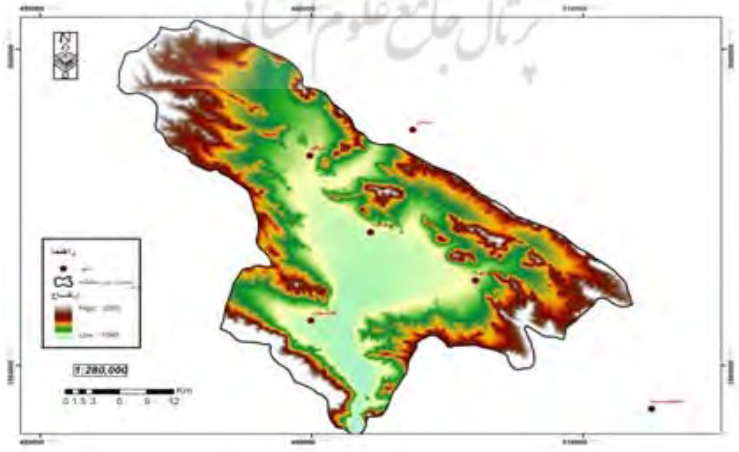


Figure 5: DEM (Topographical Map) In Shahrekord Plain

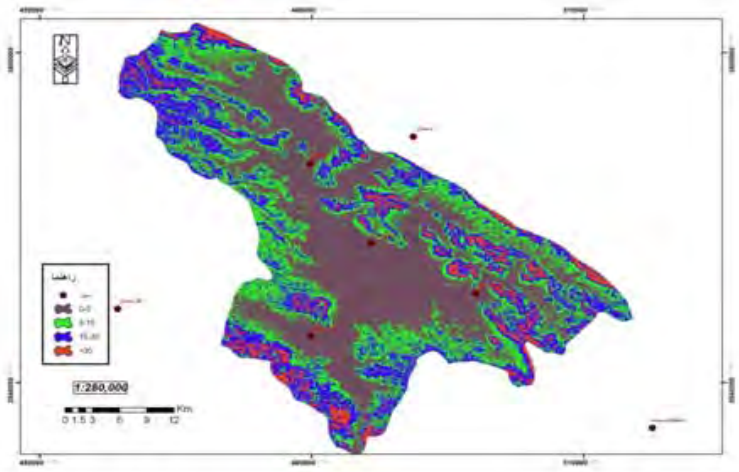


Figure 6: Slope Map Shahrekord plain

The Delphi method to the effective potential of underground water was given a score from 1 to 9 (Tabel N.1).

Tabel 1: Layers of the potential sources of ground water by Delphi and value engineering method in Shahrekord Plain.

Weight	9	7	5	3	1
Lithology	Alluvium	Congogrmera	Limestone	Sand stone	other
Geological	Quarterner	Congogrmera	Asmari	Ilaam-Sarvak	other
Drainage density	1-2	2-3	4-5	6-7	>7
Slope	0-5	5-15	15-20	20-25	25>
Topographic	2000-2200	2200-2400	2400-2800	2800-3000	>3000

The binary model (Makhdomm Model) was determined based on the weight the more important (eq.N.1) and tabel.N (2).

E= J (I-1) +Ji

E: Combination Unit J: Total Classifiction under Map I: Over Map Ji: Class Number Map

Tabel 2: The effective weight of the potential for underground water by Delphi and Value Engineering

Effect Layers	Lithology	Drainge	Slope	Topographi
Layers weight	9	7	4	4

This result shows that,the lithology has value 35,drainage dentsity 20,drainage distance 20,slope and topographical 15 were identified as the main factor (Equation 2).

$$mp = (\mu * 20) + (ds * 15) + (leto * 35) + (s * 15) + (t * 15)$$

MP: Potential map,

μ: Drainage dentsity, ds: drainage Distance, Leto: lithology map

S: slope map, t: Topographical map

According to equation (2) Shahrekord Plain is divided into three area high, medium and low.Table 3 and fig7 are show the area of each zone.so hight potential zone to 48% highest and low zone lowest area of total areain Shahrekord plain.Tabel 3.

Tabel 3: The area of potential grandwater in Shahrekord plain

Range	Areahec	Percentage%
Hight	5900	48
Medium	4802	39
Low	1600	13

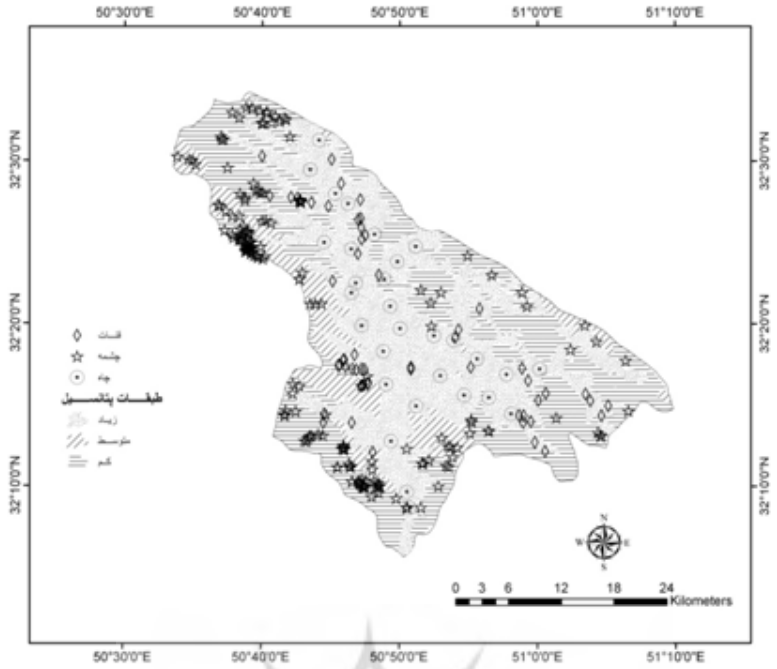


Figure 7:the area of potential gruond water in shahrekord plain

Key words: Ground water, digital data, Potential, Shahrekord plain

Refrences

Ali El-Naqa, Ammar Al-Shayeb, (2008) Groundwater Protection and Management Strategy in Jordan, Water Resources Management.

Foster.S (1998) Groundwater: assessing vulnerability and promoting protection of a threatened resource.Proceedings of the 8th Stockholm Water Symposium, 10-13 August, Stockholm, Sweden, and pp 79-90.

http://www.chaharmahalmet.ir.

http://www.gwea.ir

MadanK.Jha&Y.Kamii&K.Chikamori (2008) Cost-effective Approaches for sustainable Groundwater Management in Alluvial Aquifer Systems, Water Resources Management.

Management and planing organization chaharmahal and bakhtiari province, 2005, The report of economic and social water resouece sector

Manangement and planning organization (M.P.O.), (2004), the report of water resources of Iran, (M. P.O.) publication Management and planning.

Masoodian S. A. and Kaviani M. R. (2008), Climateology of Iran, Isfahan University Publisher.

Meteolorogy organization, annual calenders of stations (1952-2001)

N.S.Robins, H.K.JONES and J.ELLIS (1999) an Aquifer Management Case Study-TheChalk of the English South Downs, Water Resources Management 13: 205-218.

Planing and budget Chaharmahal and Bakhtiari province (1986), Report Geology and Pedology

Planing and budget Chaharmahal and Bakhtiari province (2001), the review of plan of water resource

Ramesht, M. H., (1997) Philosophy of Geography, University of Isfahan, (Persian).

Sedaghat M, 1993, Water resource and land, Payamenour University Publisher.

Shamsuddin Shahid, Manzul Kumar Hazarika, (2009), Groundwater Drought in the Northwestern Districts of Bangladesh, Water Resour ManageDOI 10.1007/s11269-009-9534-y.

The center of researches watersheet of Chaharmahal and Bakhtiari province (2001), the identify of watershed basinesof CHB.province, the center of research of natural resource.

UN (2003) Water for people, water for life. The UN World Water Development Report (WWDR), UNESCO, Publishing and Berghahn Books, UK, pp 34.

Water Resource Company Chaharmahal and Bakhtiari (2005), Analysis of water resources. 2:35-50.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی