

مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره پیاپی ۴۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰
وصول: ۱۳۸۹/۵/۸ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۲۴
صص ۱۴۲-۱۲۷

پتانسیل یابی منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی دشت شهرکرد)

داریوش رحیمی: استادیار اقلیم‌شناسی، 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 ۱۳۸۶-۱۳۶۳، پایگاه اطلاعات جغرافیایی متشکل از زمین‌شناسی، 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، ۱۶۰۰ هکتار پتانسیل متوسط و ۴۸۰۲ هکتار پتانسیل کم است.

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

مقدمه

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 در توسعه 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

آب‌های زیرزمینی ۴ درصد از مجموعه آب‌هایی که فعالانه در سیکل هیدرولوژی دخالت دارند را شامل می‌شوند (علیزاده، ۲۴، ۱۳۸۸). این منابع بعد از یخچال‌ها و پهنه‌های یخی، بزرگترین ذخیره آب شیرین به حساب می‌آیند (صداقت، ۱۳۷۳: ص ۷) و با حجمی معادل ۳۷ میلیارد کیلومتر مکعب (۲۲ درصد آب‌های شیرین جهان) حدود ۹۷ درصد آب شیرین مصرفی جهان را تامین می‌کنند (Foster, 1998).

متحد، ۲۰۰۳) و رخداد خشکسالی‌های ممتدد و متوالی (رایبیز و همکاران، ۱۹۹۹ و الناکاو همکاران ۲۰۰۸) از چالش‌های مهم توسعه هستند. بنابراین، احیاء و بهره برداری بهینه ی متناسب با توان آبخوان‌ها یکی از شیوه‌های حل چالش ناشی از کمبود منابع آب به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک است.

کشور ایران با شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک و میانگین بارش سالانه حدود ۲۵۰ میلی متر یکی از کم آب ترین کشورهای جهان محسوب می‌شود (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۶: ۸۲). ایران با مشخصات هیدرولوژیکی مانند حجم نزولات جوی ۴۱۳، تبخیر و تفرق ۲۹۶ و حجم آب قابل دسترس ۱۱۷ میلیارد متر مکعب، سرانه آب تجدید شونده ۱۹۰۰ متر مکعب (متوسط آب تجدید شونده جهانی ۷۶۰۰ متر مکعب)، مصرف ۳/۴ میلیارد متر مکعب که حدود ۶۵ درصد آن از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌گردد، با شرایط سخت در زمینه تأمین آب روبرو است، به ویژه این که هم اکنون از ۶۳۰ دشت کشور ۲۲۰ دشت از نظر حفاظتی در رده دشت‌های ممنوعه قرار دارند (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۳). علاوه بر مشخصات ذکر شده هیدرولوژیکی مذکور قرار گرفتن 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.

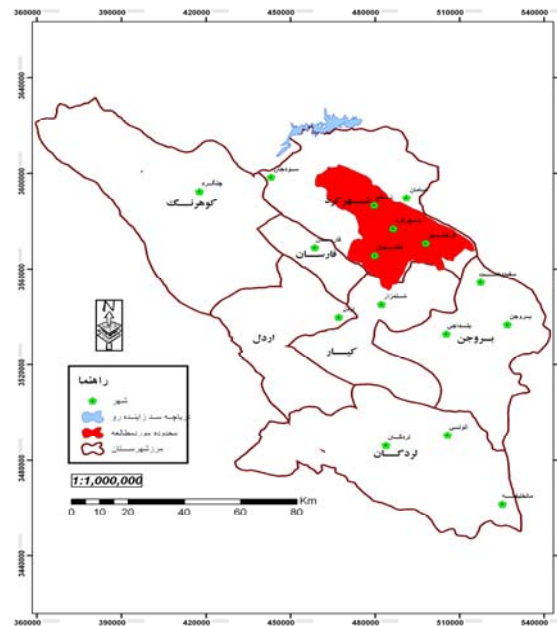
طبق این ارقام بازنگری در مدیریت و استراتژی منابع آب در برنامه‌های توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور امری اجتناب ناپذیر و جدی است. این مهم در طی سالیان اخیر از طریق بازنگری در قوانین بهره برداری، عملیات-های عمرانی مانند انتقال آب بین حوضه‌ای، آبخوان داری، تغذیه مصنوعی و مجموعه عملیتهای حفاظت آب و خاک در این 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) (۱۹۹۶) (۲۰۰۶) 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 (۱۳۷۶-۱۳۶۴) در گرباگان 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، ۳۴۰ حلقه چاه نیمه عمیق، ۱۷۱ رشته قنات و ۹۳ دهنه

این پهنه حدود ۵۵۰۰ هکتار پهنه آبرفتی و مابقی آن شامل ارتفاعات بین ۲۰۵۰ تا ۳۷۷۰ متر) است.

چشمه تخلیه می‌گردد (شرکت آب منطقه ای استان، ۱۳۸۷). مساحت این آبخوان ۱۲۳۰۲ هکتار و در شمال استان چهارمحال و بختیاری قرار گرفته است نقشه شماره (۱). از مساحت



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

هوایی دشت شهرکرد متعلق به سال ۱۳۷۶ سازمان نقشه برداری استفاده گردیده است.

در پتانسیل یابی منابع آب زیر زمینی از روش های گوناگونی مانند ژئوفیزیک سطحی، ژئو الکتریک حفاری های اکتشافی، چاه نگاری و تکنیک های G.I.S متکی بر تحلیل های زمین ریخت شناسی، هیدرولوژیکی، اقلیمی و توپوگرافی انجام می پذیرد (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،

مواد و روش ها

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 (۱۳۸۴) داده های آب سنجی مربوط به چاهها، چشمه ها و قنات در محدوده دشت از سال ۱۳۶۳ الی ۱۳۸۷ تهیه شده توسط شرکت آب منطقه ای، نقشه رقومی آبنگاری دشت در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، عکس های

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 توان‌های 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) لایه‌های موثر در منابع آب زیر زمینی شامل لایه‌های 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

تکمیل اولیه پرسشنامه و امتیاز داهی و انتخاب موثرترین عوامل بر آب‌های 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 روردر با خبرگان پرسشنامه‌ها تهیه و به صورت اولیه تکمیل گردید. در مرحله سوم ضمن اصلاح پرسشنامه، پرسشنامه‌های 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 می‌گردد.

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 نقشه‌های پایه تهیه شده نقشه‌های 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 (لایه‌های مختلف وزن دهی شده و سپس به کمک تکنیک همپوشانی زوجی (روش مخدوم) بسته نرم افزاری G.I.S پتانسیل‌یابی دشت و مناطق مساعد آن بررسی گردید.

رخساره‌های گسلی شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

-لایه زمین شناسی و لیتولوژی

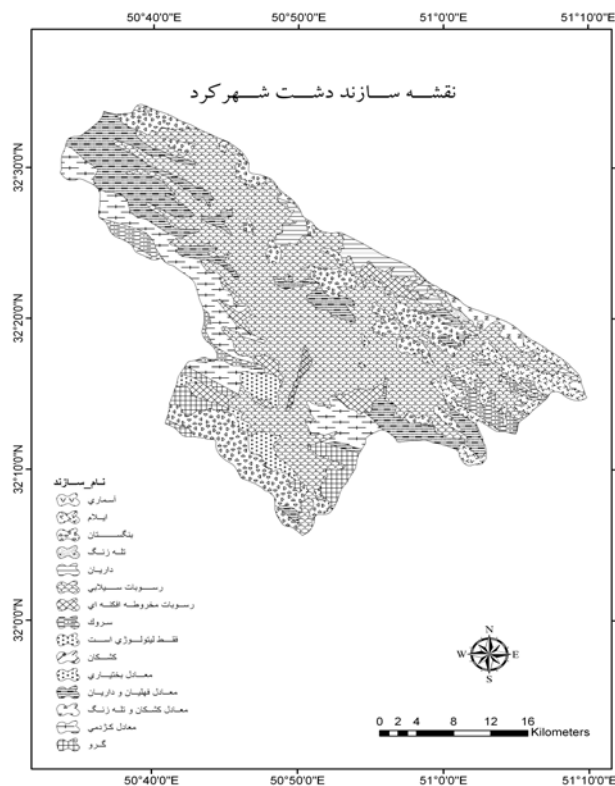
لایه زمین شناسی به دلیل تاثیر سازندهای زمین شناسی، لیتولوژی، بافت و درجه خلوص سنگ‌ها در تخلخل، نفوذ پذیری اولیه و تمرکز جریان‌های آب زیر زمینی در داخل سنگ‌ها مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. بر اساس روش

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 نقشه‌های شماره (۲)، (۳) و (۴).

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	کنگلومرای	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 ۱:۱۰۰۰۰۰)

ماسه سنگ و آهک‌ها با میان لایه مارن در رده های بعدی قرار دارند.

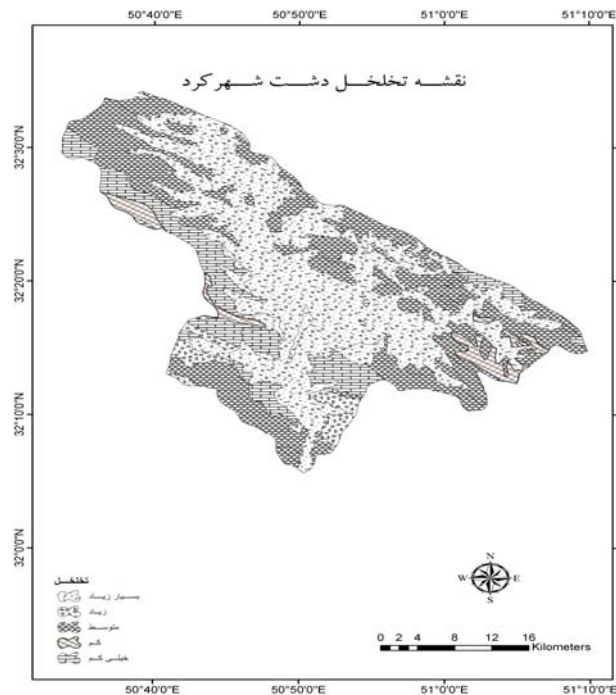
طبقه‌بندی دشت از نظر قابلیت نفوذ یکی دیگر از شاخص‌های زمین شناسی موثر در آب‌های زیر زمینی است که در ۵ طبقه بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم مشخص شده‌اند. بر اساس نقشه شماره (۴) بخش مرکزی دشت منطبق با سازندهای عصر حاضر و رسوبات آبرفتی دارای قابلیت بسیار زیاد (منطبق با موقعیت چاه های عمیق و نیمه عمیق دشت و قنوت)، بخش های با سازند کرتاسه و بختیاری منطبق با چشمه دارای قابلیت نفوذ زیاد تا متوسط هستند.

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 (۴۴۰ هکتار) و عمق ۱۷۰ متر (طرح جامع توسعه، ۱۳۶۴، ۳۲) بیشترین سطح را به خود اختصاص داده‌اند. در نقشه های شماره (۳) و (۴) 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 تقریباً "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



شکل ۳- نقشه لیتولوژی دشت شهرکرد

(نقشه زمین شناسی شیت شهرکرد مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)



شکل ۴- نقشه پهنه بندی تخلخل دشت شهرکرد

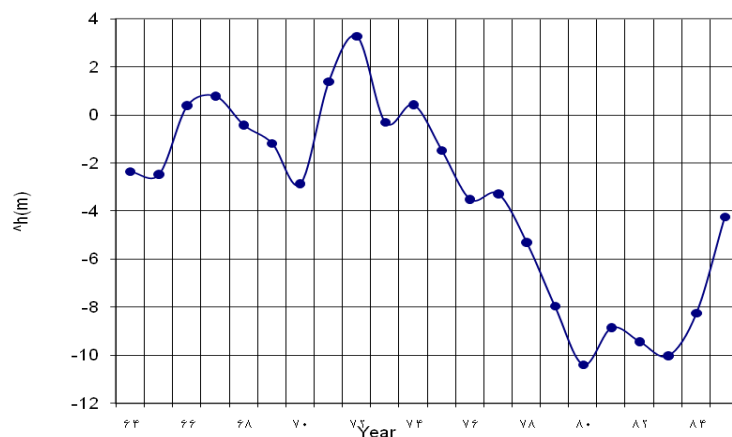
(نقشه زمین شناسی شیت شهرکرد مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)

هیدرولوژی و ژئوهیدرولوژی

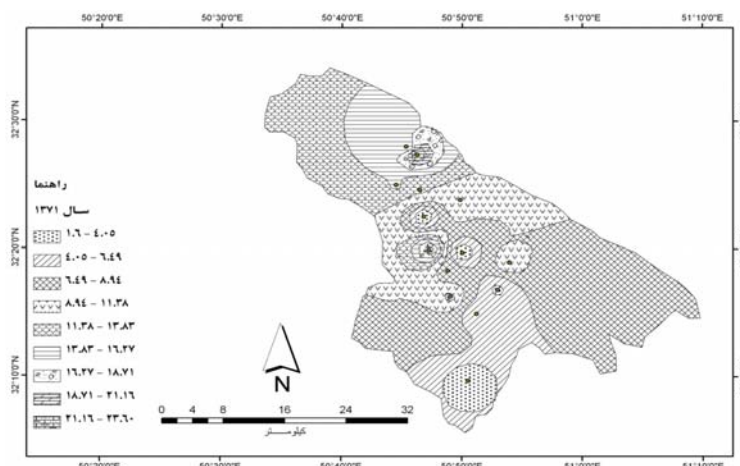
مشخصات هیدرولوژیکی و ژئوهیدرولوژی هر آبخوان یکی از گویاترین بخش‌ها در اکتشافات و پتانسیل یابی منابع آب است. نقش عوامل هیدرولوژی به همراه پارامترهای اقلیمی شبیه بارش، مشخصات شبکه زهکشی مانند رده بندی و تراکم شبکه آبراهه به صورت غیر مستقیم نشان دهنده میزان نفوذ پذیری بوده به نحوی که بالا بودن تراکم و رده 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 مواد سطحی 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).

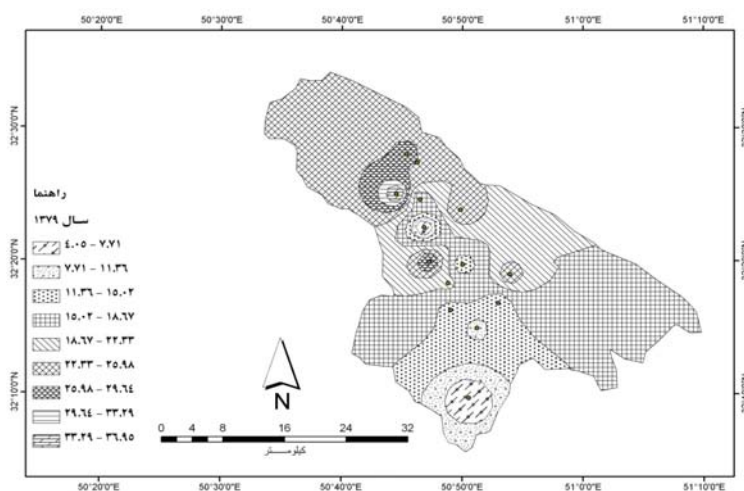
آین آبخوان با مشخصات ژئوهیدرولوژیکی نظیر ضریب ذخیره ۰/۰۴۷ درصد، تغییر حجم آبخوان ۳/۸۱- میلیون متر مکعب و متوسط افت سطح ایستابی ۰/۱۹- متر و بهره برداری از طریق ۸۵۸ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق، ۱۷۱ رشته قنات و ۹۳ دهنه چشمه منابع آب زیر زمینی از نظر رده حفاظتی در رده دشت‌های با استفاده محدود قرار دارد. نقشه‌های شماره (۵ و ۶) 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 ۵- سطح آب‌های زیرزمینی (چاه‌ها) درسال آبی ۷۱-۷۲
(شرکت آب منطقه ای استان چهارمحال و بختیاری)

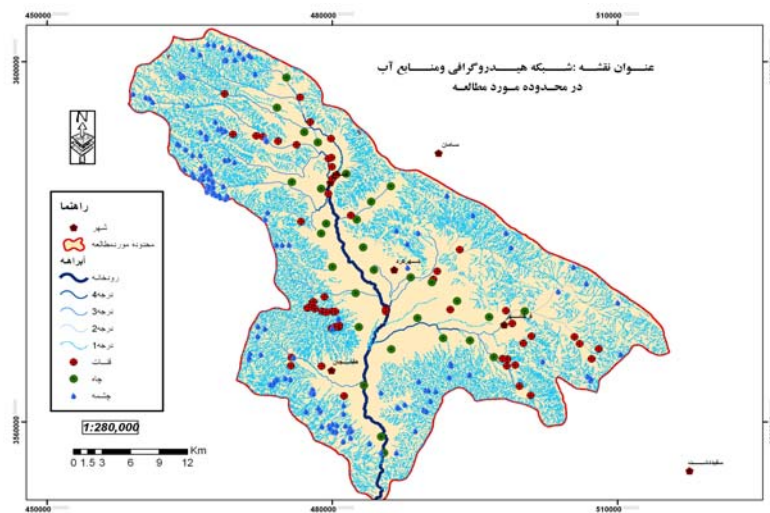


شکل ۶- سطح آب‌های زیرزمینی (چاه‌ها) درسال آبی ۷۹-۸۰
(شرکت آب منطقه ای استان چهارمحال و بختیاری)

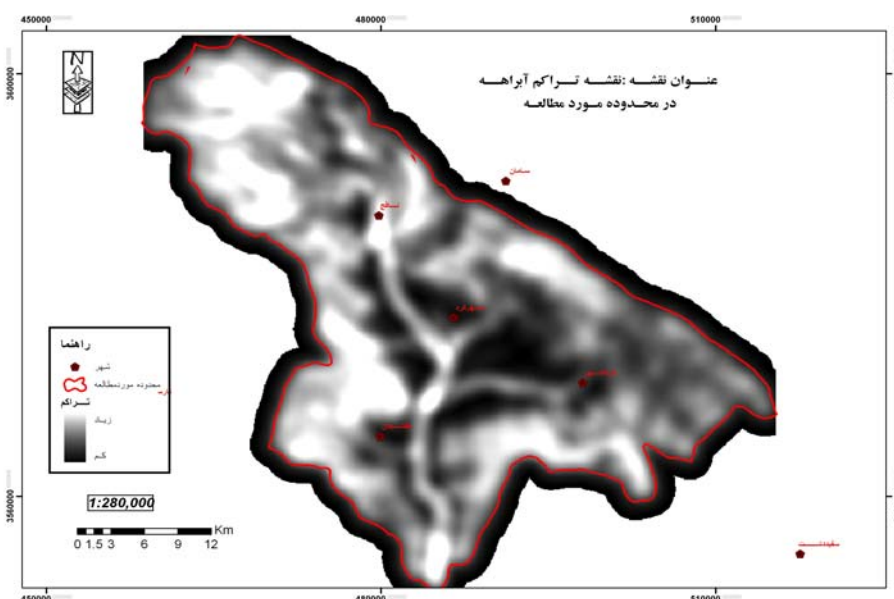
موقعیت دشت نقشه شبکه آبراهه از روی نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ جدا و با استفاده از رابطه استرالر رده بندی و سپس آبراهه های رده های ۱ و ۲ بدلیل شیب بیشتر و نفوذ پذیری کمتر حذف و نقشه تراکم آبراهه در مورده رده های دیگر ۳ و ۴ تهیه گردید که با انطباق این لایه با لایه پراکنش فضایی چاهها، قنوت و چشمه‌ها نقش شبکه آبراهه در توان مندی آبهای زیر زمینی تایید گردید. نقشه‌های شماره (۷ و ۸) لایه های شبکه آبراهه، چاهها، چشمه و قنوت و تراکم آبراهه را نشان می دهند. براساس نتایج حاصله از روش دلفی لایه تراکم آبراهه‌ها از امتیاز بیشتری برخوردار است.

نقشه‌های شماره (۵ و ۶) که تراز ایستابی در دو سال آبی ۱۳۷۱ به عنوان سالی که دشت بالاترین سطح ایستابی با عمق ۱/۶ تا ۲۳/۳ متر و سال ۱۳۷۹ به عنوان سالی که دشت پایین ترین سطح ایستابی با عمق ۴ تا ۳۷ متر داشته را نمایش می دهند. بر اساس این نقشه‌ها در سال های اخیر سطح 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



شکل ۷- شبکه آبراهه سطحی و پراکنش چاه، چشمه و قنات در دشت شهرکرد
(نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰)

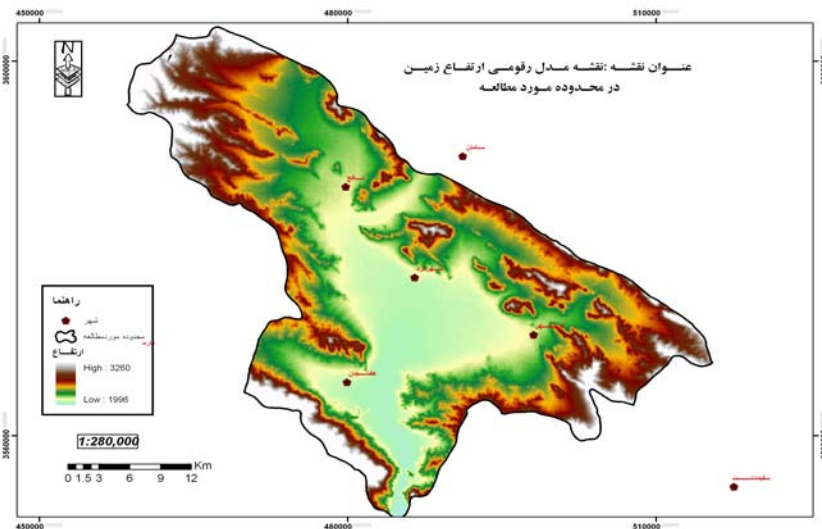


شکل ۸- تراکم آبراهه‌ها رده های ۳ و دشت شهرکرد
(نقشه های توپوگرافی ۲۵۰۰۰: ۱)

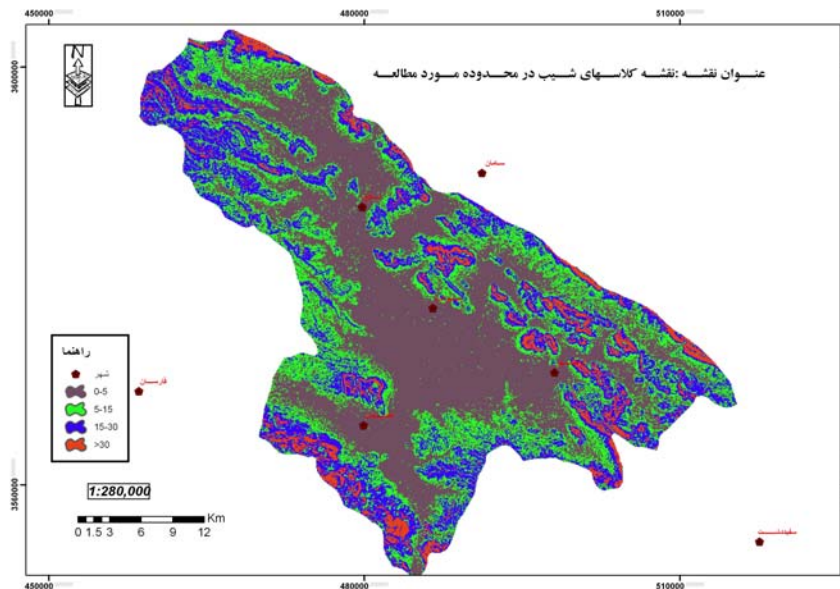
-لایه توپوگرافی و شیب

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 متأثر 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 توپوگرافی ۲۵۰۰۰: ۱)



شکل ۱۰- نقشه شیب محدوده دشت شهرکرد (نقشه های توپوگرافی ۲۵۰۰۰: ۱)

- تعیین وزن لایه های 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 روش های زیر ترکیب و نقشه های مربوطه

استخراج گردیده است. با توجه به عملکرد متفاوت هر کدام از عوامل ذکر شده و اطلاعات تولیدی در پتانسیل یابی منابع آب زیر زمینی دشت به هر کدام از پارامترها براساس نظر کارشناس خبره در خصوص منابع آب زیر زمینی (روش دلفی) و شاخص های ارائه شده ضرابی 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 شماره ۳).

رابطه مخدوم: $E = J(I-1) + J_i$

کد یا شماره واحد ترکیب شده $E =$ تعداد کل طبقات نقشه زیرین $J =$ شماره طبقه نقشه رویی $I =$ شماره نقشه زیرین $J_i =$

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	کنگومرای	آهک و آهک دولومیت دار با شیل	ماسه سنگ	سایر
سازند زمین شناسی	کواترنر	کنگومرای بختیاری	آسماری	ایلام-سروک	سایر
لایه تراکم آبراهه	۱-۲	۲-۳	۴-۵	۶-۷	>۷
لایه شیب	۰-۵	۵-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۲۵	>۲۵
لایه طبقات ارتفاعی	۲۰۰۰-۲۲۰۰	۲۲۰۰-۲۴۰۰	۲۴۰۰-۲۶۰۰	۲۸۰۰-۳۰۰۰	>۳۰۰۰

ماخذ: محاسبات نگارنده

جدول ۳- وزن دهی لایه‌های موثر نسبت به یکدیگر

لایه های موثر	لیتولوژی	تراکم آبراهه	لایه شیب	لایه طبقات ارتفاعی
وزن لایه ها	۹	۷	۴	۴

ماخذ: محاسبات نگارنده

-ترکیب لایه‌ها و رتبه‌بندی دشت

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):

براساس نتایج حاصله از پرسشنامه های دلفی و نظرات خبرگان مطرح شده در مهندسی ارزش لایه لیتولوژی و زمین شناسی^۱ با امتیاز ۹، تراکم آبراهه با امتیاز ۷، لایه شیب و طبقات ارتفاعی هر کدام با امتیاز ۴، 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 در محیط G.I.S

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

MP: نقشه پتانسیل μ : لایه تراکم آبراهه ds :

لایه فاصله از آبراهه

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

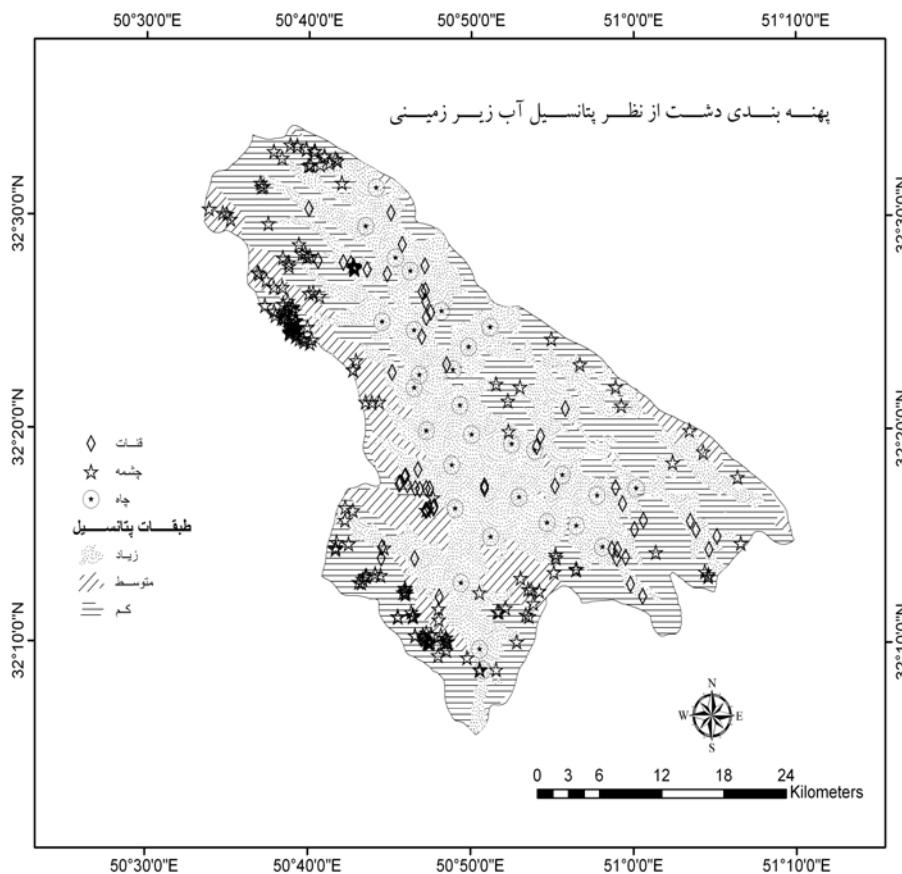
توپوگرافی

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

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

پتانسیل متوسط می باشد. از نکات قابل توجه دیگر در این نقشه انطباق چاه‌ها و فنوئوت، طبقات ارتفاعی ۲۰۰۰ تا ۲۲۰۰، و آبراهه های رده ۳ و ۴ 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.

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 طبقه بندی 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، ۴۸۰۲ هکتار پتانسیل کم و ۱۶۰۰ هکتار



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

دشت از طریق تسریع در عملیات انتقال آب
شهرکرد در احیای دشت اقدام نمود.

منابع

آبشیرینی، احسان، کاظم، رنگزن و سعدی
خورشیدی، (۱۳۸۷)، پتانسیل یابی 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، (۱۳۸۴)، گزارش اقتصادی و
اجتماعی استان، منابع آب.

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

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 بر تشدید
تنگناهای در تامین آب بخش های اقتصادی و
جمعیتی باعث قرار گرفتن آن در محدوده
دشت های 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

مسعودیان، ابوالفضل و محمدرضا کاویانی،
(۱۳۸۶)، اقلیم‌شناسی 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

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

سازمان برنامه و بودجه استان چهارمحال و
بختیاری، (۱۳۶۵)، 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 (۸۴-
۱۳۶۴)، 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 و ششم.

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.

- 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- The Chalk 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