

## بررسی کمی آب‌های زیرزمینی دشت قوچان - شیروان با استفاده از GIS

غلامرضا لشکری پور<sup>۱</sup>، محمد نخعی<sup>۲</sup>، ولی‌اله بهزادی‌فر<sup>۳</sup>

تاریخ ارسال: ۹۰/۰۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۷/۱۷

### چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از GIS در زمینه‌های مختلف از جمله بررسی آب‌های زیرزمینی مورد توجه قرار گرفته است. امروزه به خاطر کارایی GIS از این ابزار در تهیه انواع مدل‌ها و پهنه‌بندی‌ها با هزینه کم و صرفه‌جویی در زمان در بسیاری از مسائل مربوط به آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شود. در این تحقیق برای ارزیابی پتانسیل آب‌های زیرزمینی دشت قوچان - شیروان با استفاده از GIS، از دو مدل ارائه شده توسط کاماراجو (Kamaraju) و همکاران و کریشنامرتی (Krishnamurthy) و همکاران استفاده شده است. برای این منظور از نقشه‌های شیب منطقه، تراکم آبراهه‌ها، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و نوع خاک استفاده شده است. سپس نتایج حاصل از دو روش مذکور با استفاده از دبی‌چاه‌های موجود منطقه مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که روش کریشنامرتی همخوانی بهتری با نتایج چاه‌های این دشت نشان می‌دهد. علت آن ممکن است استفاده از داده‌های بیشتر در این روش باشد. در این تحقیق از این روش برای تهیه نقشه پتانسیل‌یابی مقدماتی آب زیرزمینی دشت قوچان - شیروان استفاده شده است. نتایج حاصل نشان دهنده آن است که اطراف فاروج دارای بیشترین پتانسیل آبی در کل دشت می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: آب‌های زیرزمینی، دشت قوچان-شیروان، مدل، GIS

۱ استاد بخش زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، lashkaripour@ferdowsi.um.ac.ir

۲ دانشیار بخش زمین‌شناسی دانشگاه تربیت معلم تهران

۳ مهندسین مشاور طوس آب مشهد

## مقدمه

دشت قوچان - شیروان در شمال استان خراسان رضوی قسمتی از حوضه آبریز روخانه اترک محسوب می‌گردد. در سال‌های اخیر برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی این دشت سبب افت سطح آب زیرزمینی و تغییرات محسوس کیفی در سفره‌های زیرزمینی آن شده است. در این راستا مطالعه منابع آب زیرزمینی این دشت مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این تحقیق بررسی کمی منابع آب زیرزمینی دشت با استفاده از سیستم‌اطلاعات جغرافیایی GIS<sup>۱</sup> می‌باشد.

در سال‌های اخیر استفاده از GIS در بررسی آب‌های زیرزمینی در نقاط زیادی از دنیا توسط محققین مختلفی مورد استفاده قرار گرفته‌است (گوستافسون، ۱۹۹۳)، شارما و آنجنیولا، (۱۹۹۱)، (رحمان و شهید، ۲۰۰۴)، (جوردانو و همکاران، ۲۰۰۰)، پرتوگس و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی منابع آب زیرزمینی جنوب ایتالیا با استفاده از این روش به کارایی آن در تحقیقات آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک ادعان نموده‌اند. بایبکر و همکاران (۲۰۰۰) با ترکیب مدل کیفی DRATIC و GIS بررسی کیفی آب‌های زیرزمینی را در منطقه‌ای در مرکز ژاپن انجام داده‌اند. هن و همکاران (۲۰۰۶) از GIS بعنوان یک ابزار در بررسی منابع آب زیرزمینی در سازندهای سخت استفاده نموده و به کمک آن منابع کارستی در شمال چین را مورد بررسی قرار داده‌اند. توسط برخی محققین بررسی و تهیه نقشه‌های کیفی آب‌های زیرزمینی نیز با استفاده از GIS صورت گرفته است (ناس و برکتای، ۲۰۰۶)، (دیکسون، ۲۰۰۵)، ناس و برکتای (۲۰۰۶) برای تهیه نقشه آلودگی آب‌های زیرزمینی یکی از شهرهای ترکیه از این روش استفاده نموده‌اند. آن‌ها ادعان نمودند که GIS به عنوان یک ابزار کارآمد می‌تواند در حل مشکلات زیست‌محیطی واز جمله آلودگی آب‌های زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرد.

اخیرا در ایران نیز بکارگیری GIS در بررسی آب‌های زیرزمینی همچون سایر کشورهای دنیا جایگاه خاصی احراز کرده و در پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌ها بازده بالایی از خود نشان داده است. با توجه به توانایی GIS به عنوان ابزاری قدرتمند، می‌توان از آن در مدلسازی فرسایش

خاک، مدلسازی مانورهای نظامی، مدلسازی آلودگی آب (مدل DRASTIC)، تهیه انواع نقشه‌ها، پهنه‌بندی‌های مناطق لرزه‌خیز و سیل‌خیز و غیره استفاده نمود (رضایی و رفیعی، ۱۳۸۲). همچنین از GIS به کمک سنجش از راه دور برای تعیین نقاط مناسب جهت تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی استفاده شده است (نوری، ۱۳۸۲).

امروزه مکان‌یابی منابع بالقوه آب‌های زیرزمینی با بهره‌گیری از روش‌های مختلف صورت می‌گیرد که روش‌های ژئوفیزیکی، حفاری‌های اکتشافی و همچنین مدل‌های GIS از جمله این روش‌هاست. در این میان روش حفاری دقیق‌ترین آن‌ها محسوب می‌شود اما با توجه به صرف هزینه و زمان بسیار زیاد جهت حفاری‌ها، متخصصان از روش‌های دیگر نیز برای مکان‌یابی استفاده می‌کنند تا بتوانند مناطقی را در مقیاس بزرگ‌تر و همچنین با هزینه‌های کمتر مورد بررسی قرار دهند. سپس این مناطق را با کمک روش‌های دیگر از جمله حفاری مورد مطالعه تفصیلی قرار می‌دهند. در واقع بکارگیری این روش‌ها به نوعی کاستن از حجم کارهای حفاری است تا حفاری فقط در نقاطی صورت گیرد که قبلاً وجود آب زیرزمینی مناسب و مطلوب در آن‌ها مسلم شده است. در این میان GIS می‌تواند بعنوان ابزاری کارآمد و با قابلیت زیاد برای پیش‌بینی مقدماتی وجود منابع آب زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرد.

از جمله مطالعاتی که در این ارتباط در ایران انجام شده می‌توان به پتانسیل‌یابی مقدماتی آب زیرزمینی دشت دهلران (سلاجقه تدرجی، ۱۳۷۷) و دشت مهران (باشقره، ۱۳۷۷) اشاره کرد. در این بررسی‌ها دشت دهلران و دشت مهران از نظر کیفی و کمی با استفاده از اطلاعات سنجش از دور و GIS پهنه‌بندی شده است. در تحقیقی دیگر شناسایی هیدرولوژی تاقدیس کارستی کوه بیرک و نواحی مجاور با استفاده از GIS و RS انجام شده است (کشتکار، ۱۳۸۴). همچنین می‌توان به مطالعات منابع آب کارستی در برم فیروز استان فارس عبادیان (۱۳۸۱) و بررسی پتانسیل‌های کمی و کیفی آبخوان دشت فسا و ارزیابی اثرات پروژه‌های تغذیه مصنوعی بر روی آبخوان دشت فسا (اشراقی، ۱۳۸۱) با استفاده از اطلاعات سنجش از دور و GIS اشاره نمود.

در سطح جهان هم مطالعات گسترده‌ای در نقاط مختلف صورت گرفته است. از جمله در هندوستان

<sup>۱</sup> Geographic Information System

از نظر ساختار زمین‌شناسی، منطقه قوچان - شیروان قسمتی از حوضه کپه داغ واقع در شمال‌شرق ایران است. این حوضه بیشتر از سنگ‌های رسوبی دوران دوّم و سوّم زمین‌شناسی با ضخامت نسبتاً زیاد پوشیده شده است. توالی رسوبی در منطقه با آهک‌های ژوراسیک شروع شده و تا دوره ائوسن ادامه داشته است. در این حوضه می‌توان به سازندهای مهم و شناخته شده‌ای از جمله مزدوران، شوریجه، تیرگان و خانگیران اشاره نمود.

### ۳- نمونه مدل‌های ارائه شده در پتانسیل‌یابی آب‌های زیرزمینی

در مورد مدلسازی پتانسیل کمی آب‌های زیرزمینی به کمک داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی مدل‌های مختلفی ارائه شده است (کریشنمرتی و همکاران، ۱۹۹۶)، (کاماراجو و همکاران، ۱۹۹۶). در این تحقیق از مدل کریشنمرتی و مدل کاماراجو برای بررسی پتانسیل کمی آب‌های زیرزمینی دشت قوچان- شیروان استفاده شده است. به خاطر سادگی و جلوگیری از تکرار اسامی در این تحقیق مدل کاماراجو تحت عنوان مدل ساده و مدل کریشنمرتی مدل ترکیبی نام‌گذاری شده است.

#### ۳-۱ معرفی مدل ساده (کاماراجو و همکاران)

مدل ساده در سال ۱۹۹۶ توسط کاماراجو و همکاران در ایالت آندهارپرادش کشور هندوستان بکار گرفته شده است. در این مدل از لایه‌های اطلاعاتی مختلفی از قبیل زمین‌شناسی، شکل زمین، فشردگی مواد و شرایط تغذیه برای برآورد پتانسیل کمی آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه استفاده شده است.

ابتدا بر مبنای قضاوت کارشناسی و ویژگی‌های محیطی لایه‌ها ارزش‌گذاری شده و به هر یک از لایه‌های اطلاعاتی ارزشی بین صفر تا ۱۰۰ داده می‌شود، بطوریکه مجموع ارزش‌ها در لایه‌های چهارگانه مورد استفاده برابر با ۱۰۰ شود و با  $W_j$  نشان داده شده است (جدول ۱). سپس در هر واحد بطور جداگانه شاخص مطلوبیت آب زیرزمینی در

مطالعات زیادی در این مورد انجام شده که می‌توان به مطالعات کریشنمرتی و همکاران (۱۹۹۶) و کاماراجو و همکاران (۱۹۹۵) اشاره نمود. توسط این محققین ارزیابی پتانسیل آب زیرزمینی در مناطقی از هندوستان به کمک GIS با دو روش مختلف انجام شده است. آنها ابتدا پارامترهای کنترل‌کننده آب زیرزمینی مانند لیتولوژی، ژئومورفولوژی، ساختارهای تکتونیکی و شرایط تغذیه با استفاده از اطلاعات سنجش از دور و در محیط GIS تهیه نموده و بعد از انجام آنالیزهای مختلف نقشه حاوی زون‌های مختلف از نظر میزان پتانسیل آب زیرزمینی را تهیه نموده‌اند. این نقشه‌ها می‌تواند راهنمای خوبی برای اکتشاف و بهره‌برداری بهینه و مدیریت صحیح برای آب‌های زیرزمینی یک منطقه باشد. در هر دو روش فوق مناطق بالقوه جهت پتانسیل‌یابی مقدماتی آب زیرزمینی شناسایی و تعیین گردیده است. در این تحقیق نیز با بهره‌گیری از روش‌های فوق سعی شده است تا مدل‌های کاربردی برای دشت قوچان - شیروان تهیه و پتانسیل آبی در محدوده دشت مشخص گردد.

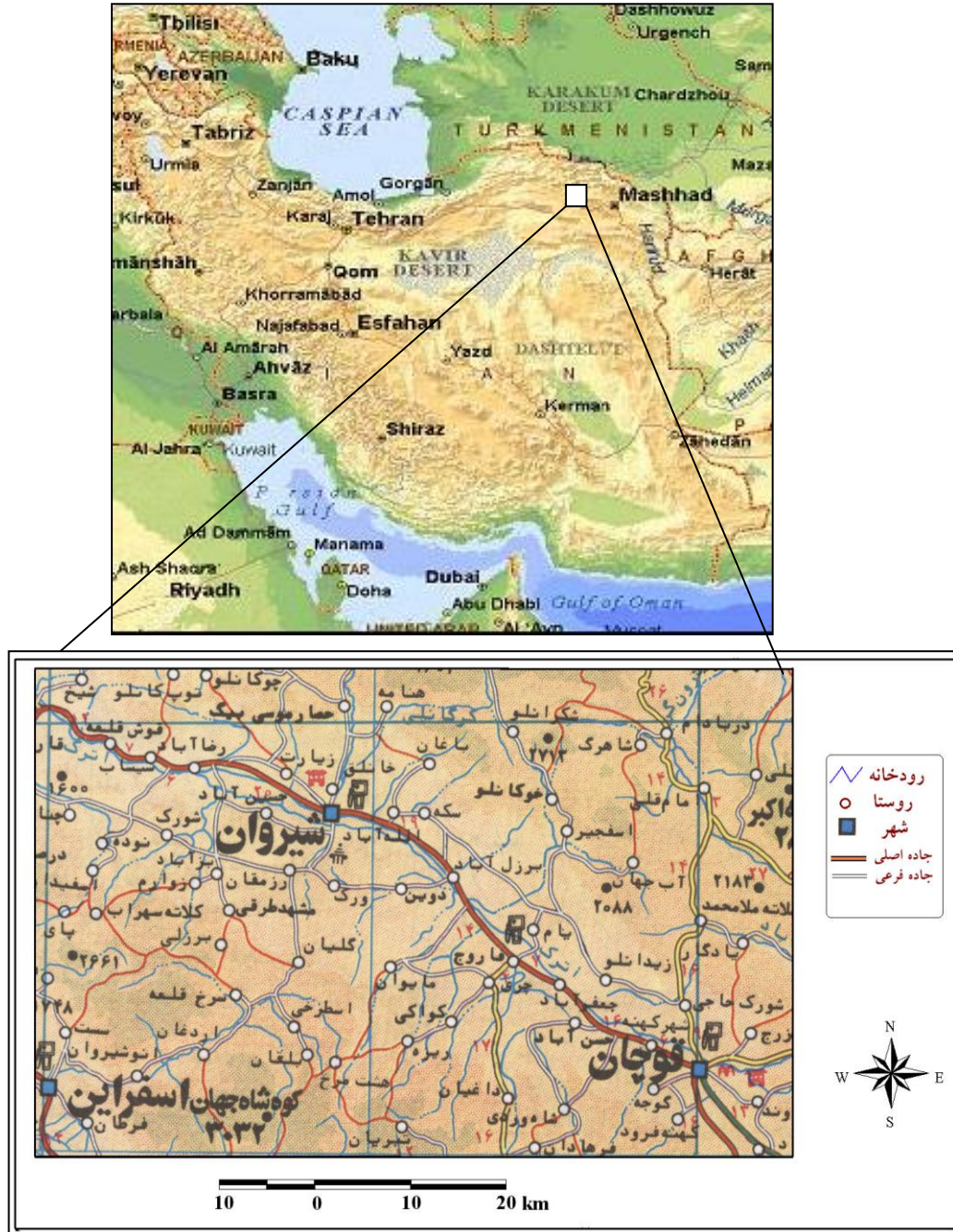
#### ۲- مشخصات منطقه مورد مطالعه

دشت قوچان- شیروان در حد فاصل شهرهای قوچان و شیروان و با مختصات جغرافیایی  $۱۵^{\circ} ۵۷'$  تا  $۰۳^{\circ} ۵۹'$  طول شرقی و  $۴۵^{\circ} ۳۶'$  تا  $۰۰^{\circ} ۳۸'$  عرض شمالی واقع شده است. این دشت از جنوب‌شرق بسمت شمال‌غرب در اطراف جاده قوچان و شیروان امتداد دارد. از این دشت به عنوان یکی از دشت‌های نمونه و مهم استان خراسان رضوی از نظر کشاورزی نام برده می‌شود (بهزادی فر، ۱۳۸۳). در شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.

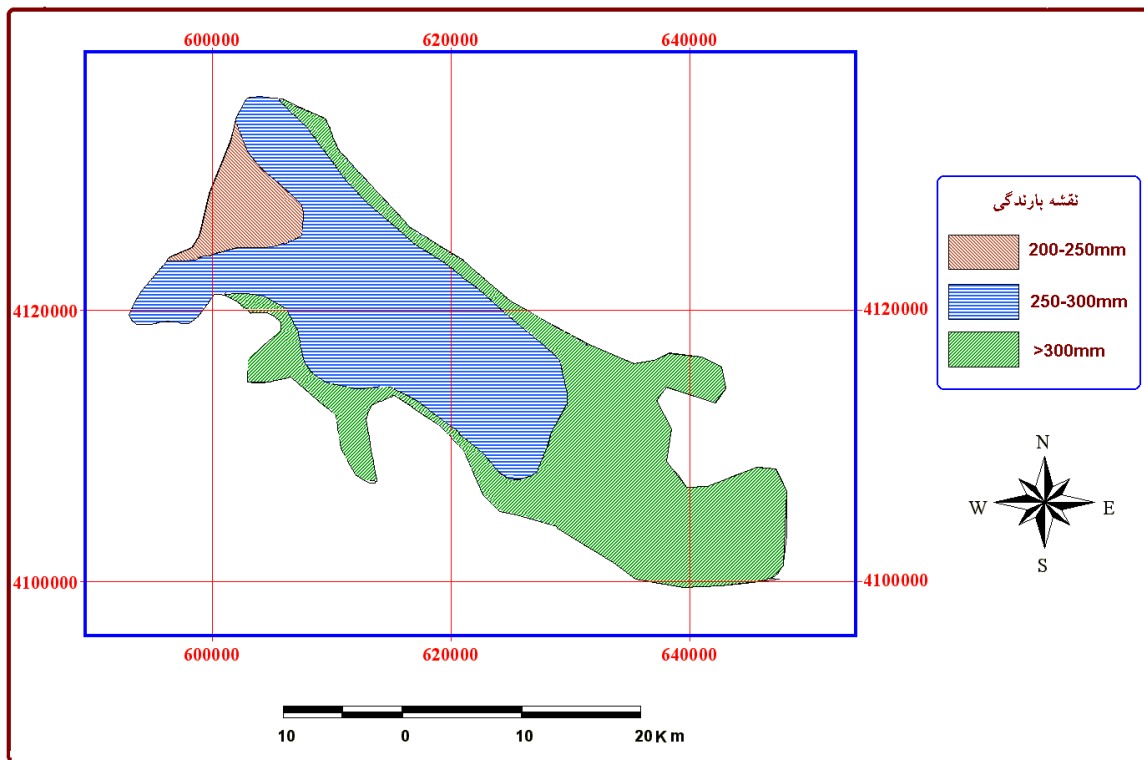
دشت قوچان - شیروان با ارتفاع متوسط ۱۲۵۰ متر از سطح دریا، قسمتی از حوضه آبریز روخانه اترک محسوب می‌گردد. این دشت با متوسط بارش سالیانه ۲۸۲ میلیمتر و متوسط درجه حرارت سالیانه  $۱۱/۳$  درجه سانتیگراد از نظر اقلیمی جزء مناطق نیمه‌خشک محسوب می‌شود (مهندسین مشاور سرو آب، ۱۳۷۵). در شکل (۲) توزیع بارندگی سالانه دشت قوچان- شیروان را با استفاده از اطلاعات آماری ایستگاه‌های هواشناسی موجود نشان داده شده است.

شده است. در نهایت شاخص نهایی پتانسیل آب زیرزمینی از طریق رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

نظر گرفته می‌شود که مقدار آن با  $V_i$  نشان داده



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی دشت قوچان - شیروان



شکل (۲): توزیع بارندگی سالانه در دشت قوچان - شیروان

جدول (۱): ویژگی‌ها و ارزش‌های داده شده به هر یک از لایه‌های اطلاعاتی به روش ساده

وزن ( $V_i$ )	مشخصات لایه ها	وزن ( $W_j$ )	لایه اطلاعاتی
۶	آبرفت	۲۵	شکل زمین
۸	مخروط افکنه		
۳	بدلند		
۴	دامنه منظم		
صفر	بیرون زدگی		
۷	رسوبات کواترنر	۲۵	زمین شناسی
۴	نئوژن		
۱	سازند تیرگان		
۵	۲۰۰-۲۵۰	۳۰	شرایط تغذیه (میلی متر در سال)
۷	۲۵۰-۳۰۰		
۹	>۳۰۰		
۱	مواد با انفصال کم	۲۰	فشرده‌گی و تراکم مواد
۳	مواد با انفصال کم تا متوسط		
۶	مواد با انفصال متوسط تا زیاد		
صفر	مواد متصل		

$$GWPI = \sum V_i W_j / 100$$

(۱)

در این رابطه

$GWPI =$  شاخص پتانسیل آب زیرزمینی،  
 $V_i =$  شاخص مطلوبیت آب زیرزمینی (از نظر کمی)،  
 $W_j =$  ارزش‌های اختصاصی داده شده به هر لایه.

۳-۲- معرفی مدل ترکیبی (کریشنامرتی و همکاران)  
 مدل ترکیبی در سال ۱۹۹۶ توسط کریشنامرتی و همکاران در ناحیه تریوچیراپالی کشور هندوستان بکار گرفته شده است. در این مدل از داده‌های سنجش از دور و نقشه‌های موجود و متنوعی از قبیل

زمین‌شناسی، شکل زمین، تراکم آبراهه‌ها، تیپ خاک، شیب منطقه و مجموعه آب‌های سطحی استفاده شده است. پس از فراهم آوردن اطلاعات لازم بر حسب میزان تاثیر هر یک از عوامل در کمیّت آب زیرزمینی عوامل مزبور به طبقاتی از عالی تا فقیر تقسیم‌بندی و وزن‌دهی شده و در نهایت پس از طبقه‌بندی مجدد پتانسیل کمی منطقه مورد مطالعه استخراج شده است. جدول (۲) عوامل مورد استفاده و وزن‌های داده شده به آنها به روش ترکیبی را نشان می‌دهد.

جدول (۲): عوامل مورد استفاده و وزن‌های داده شده به آنها به روش ترکیبی

وزن	مشخصات لایه‌ها	لایه اطلاعاتی
۶۰	رسوبات کواترنر (رسوبات رودخانه‌ای)	زمین‌شناسی
۴۰	رسوبات کواترنر (رسوبات دشت سیلابی)	
۲۰	نئوژن	
صفر	سازند تیرگان	
۵۰	مخروط افکنه	شکل زمین
۴۰	آبرفت	
۳۰	دامنه منظم	
۲۰	بد لند	
صفر	بیرون‌زدگی	
۵۰	< ۰/۷۵	تراکم آبراهه‌ای
۴۰	۰/۷۵-۱/۵	(کیلومتر طول آبراهه بر کیلومتر مربع
۳۰	۱/۵-۲/۲۵	مساحت دشت)
۱۰	> ۲/۲۵	
۵۰	۰-۱	شیب زمین (بر حسب درصد)
۴۰	۱-۳	
۳۰	۳-۵	
۲۰	۵-۱۰	
۵۰	خاک‌هایی با نفوذپذیری زیاد	تیپ خاک
۲۵	خاک‌هایی با نفوذپذیری متوسط تا زیاد	
۱۰	خاک‌هایی با نفوذپذیری کم تا متوسط	
صفر	تپه‌ها و ارتفاعات	
۱۰	< ۲۰۰	فاصله از آب‌های سطحی یا رودخانه
صفر	> ۲۰۰	(بر حسب متر)

**۴-۵- نقشه شیب منطقه**

نقشه شیب منطقه با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه تهیه و سپس بر اساس مدل ترکیبی تقسیم‌بندی گردیده است.

**۴-۶- نقشه تیپ خاک**

برای تهیه نقشه تیپ خاک از نقشه منابع و قابلیت اراضی موجود منطقه استفاده شده است (مهندسین مشاور ساز آب شرق، b (۱۳۸۱).

**۴-۷- نقشه مجموعه آب‌های سطحی**

با توجه به اینکه تنها در دشت قوچان رودخانه اترک بعنوان آب سطحی موجود است و دریاچه و یا رودخانه دیگری وجود ندارد. لذا تنها رودخانه اترک بعنوان مجموعه آب‌های سطحی در دشت قوچان در نظر گرفته شده است.

**۴-۸- نقشه تراکم آبراهه‌ها**

برای تهیه نقشه تراکم آبراهه‌های دشت ابتدا به کمک نقشه توپوگرافی منطقه با توجه به خطوط منحنی میزان و زیر حوضه‌های آبراهه‌های موجود، منطقه مورد مطالعه به ۱۱ زیرحوضه تقسیم‌بندی شده است. مساحت هر یک از زیر حوضه‌ها تعیین گردید. سپس در داخل زیر حوضه‌ها آبراهه‌های موجود رقومی شده‌اند. پس از رقومی کردن آبراهه‌ها در داخل زیرحوضه‌ها طول آبراهه‌ها در داخل هر یک از زیر حوضه‌ها تعیین شده و براساس رابطه (۲) تراکم نسبی آبراهه‌ها بر حسب کیلومتر در کیلومترمربع مشخص شده است.

$$P=L/A \quad (2)$$

$P$  = تراکم نسبی آبراهه‌ها بر حسب کیلومتر در کیلومترمربع،  $L$  = طول آبراهه‌ها بر حسب کیلومتر،  $A$  = مساحت هر زیرحوضه بر حسب کیلومترمربع.

در شکل‌های (۳) و (۴) به ترتیب نقشه شیب و نقشه تیپ خاک دشت قوچان - شیروان ارائه شده است. در جداول (۳) و (۴) به ترتیب ارزش نهایی پتانسیل آب زیرزمینی بر مبنای روش ساده و ترکیبی نشان داده شده است.

**۴-۴- تهیه لایه‌های اطلاعاتی با فرمت مناسب در****محیط GIS**

برای تهیه نقشه پتانسیل‌یابی مقدماتی منطقه مورد مطالعه، ابتدا لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز تهیه گردید. مختصری از چگونگی تهیه این لایه‌ها بشرح زیر است:

**۴-۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه**

برای تهیه نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه از نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور استفاده شده است.

**۴-۲- نقشه شکل زمین**

برای تهیه نقشه شکل زمین از نقشه ژئومورفولوژی ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شده بوسیله مهندسین مشاور ساز آب شرق (مهندسین مشاور ساز آب شرق، a (۱۳۸۱) استفاده شده است.

**۴-۳- نقشه فشردگی مواد**

از آنجا که بدست آوردن اطلاعات جامع و کامل در مورد فشردگی و دانه‌بندی مواد تشکیل دهنده لایه‌های زمین احتیاج به آزمایشات و نمونه‌برداری‌های متعدد و همچنین عملیات صحرایی خیلی زیادی دارد و این مهم از حوصله و زمان این تحقیق خارج است، لذا لایه اطلاعاتی فشردگی مواد با کمک نقشه تیپ خاک و نقشه منابع و قابلیت اراضی منطقه و همچنین استفاده از تعدادی از نمونه‌برداری‌های خاک موجود در اداره جهاد کشاورزی و استفاده از لاگ چاه‌های موجود در منطقه انجام شده است.

**۴-۴- نقشه شرایط تغذیه**

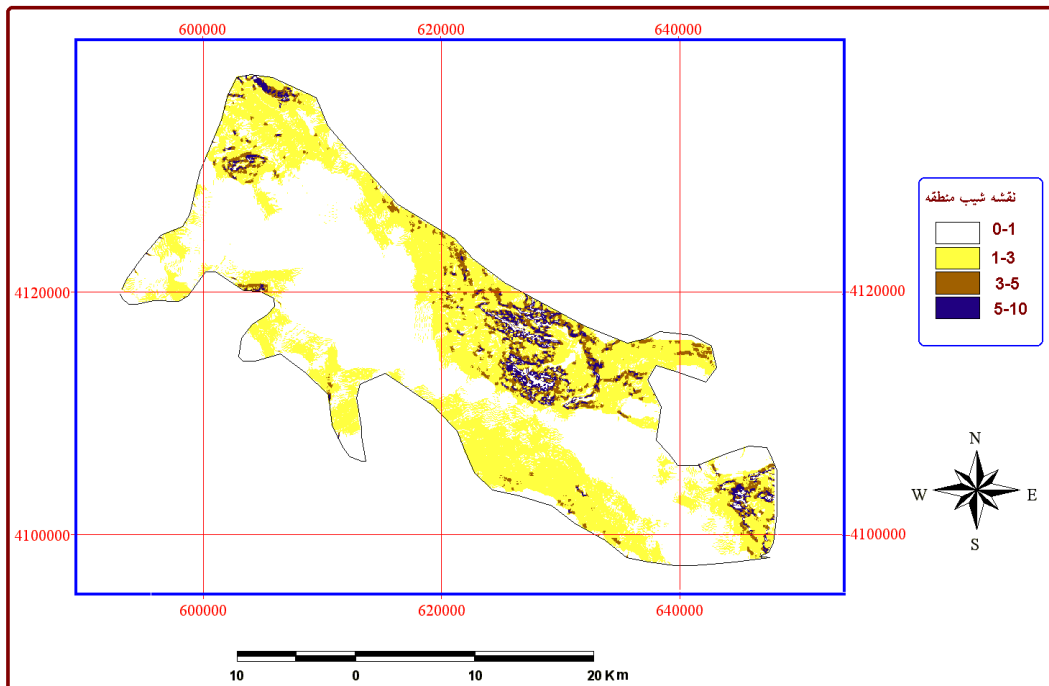
در این تحقیق شرایط تغذیه در خصوص میزان بارش به عنوان عامل اصلی تعیین می‌شود. برای تهیه نقشه شرایط تغذیه با توجه به ایستگاه‌های موجود در منطقه نقشه همباران دشت تهیه شده است.

جدول (۳): طبقه‌بندی پتانسیل آب‌های زیرزمینی بر اساس ارزش نهایی با روش ساده

پتانسیل کیفی آب زیرزمینی	ارزش پتانسیل آب زیرزمینی	طبقه
هیچ	کمتر از ۲/۵۵	۱
خیلی فقیر	۲/۵۵-۳/۱۵	۲
فقیر	۳/۱۵-۳/۷۵	۳
فقیر تا متوسط	۳/۷۵-۴/۳۵	۴
متوسط	۴/۳۵-۵/۷۶	۵
متوسط تا خوب	۵/۷۶-۶/۱۳	۶
خوب	۶/۱۳-۷/۲۰	۷
خوب تا خیلی خوب	۷/۲۰-۷/۴۸	۸
خیلی خوب	۷/۴۸-۸/۲۸	۹
خیلی خوب تا عالی	۸/۲۸-۸/۸۵	۱۰
عالی	۸/۸۵-۱۰	۱۱

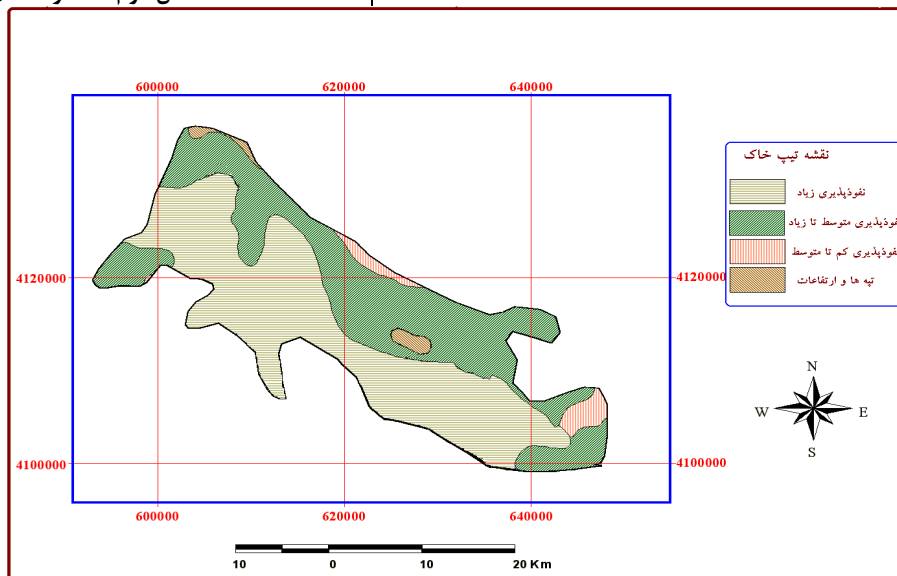
جدول (۴): طبق بندی پتانسیل کمی آب‌های زیرزمینی بر اساس ارزش نهایی با روش ترکیبی

ارزش نهایی	علامت	طبقه
۲۸۰-۲۶۰	E	عالی
۲۶۰-۲۴۰	V	خیلی خوب
۲۴۰-۲۲۰	O	خوب
۲۲۰-۱۸۰	M	متوسط
کمتر از ۱۸۰	P	فقیر



شکل (۳): نقشه شیب دشت قوچان - شیروان

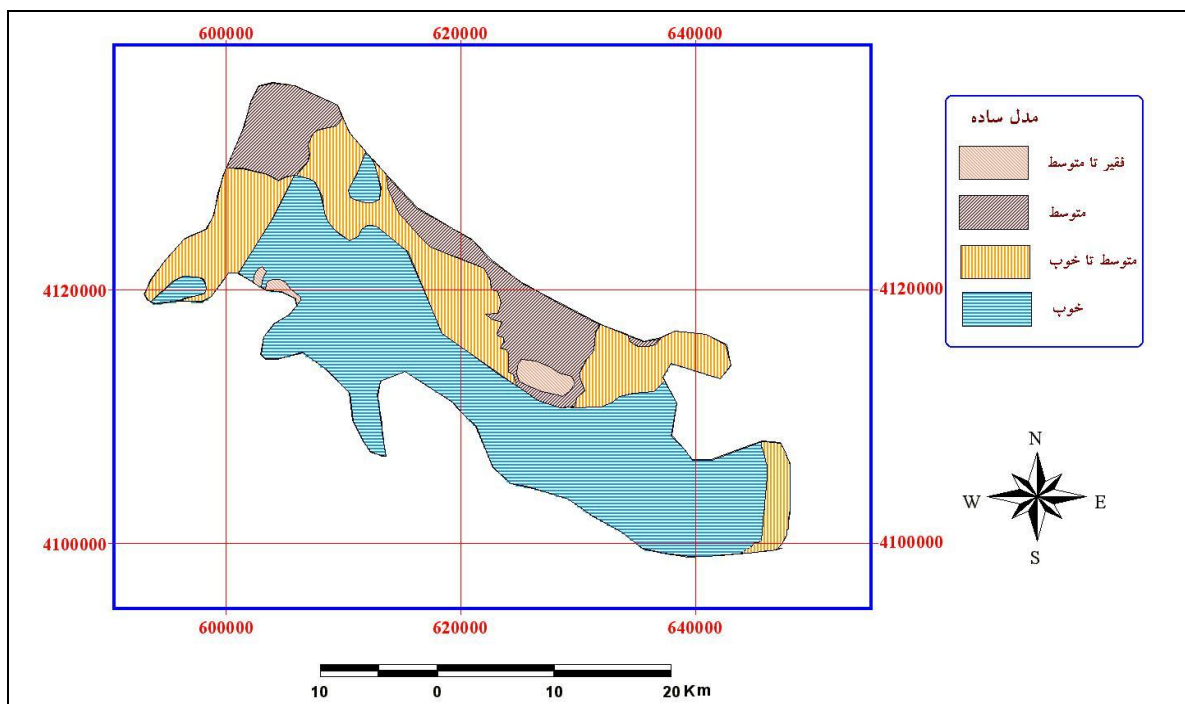




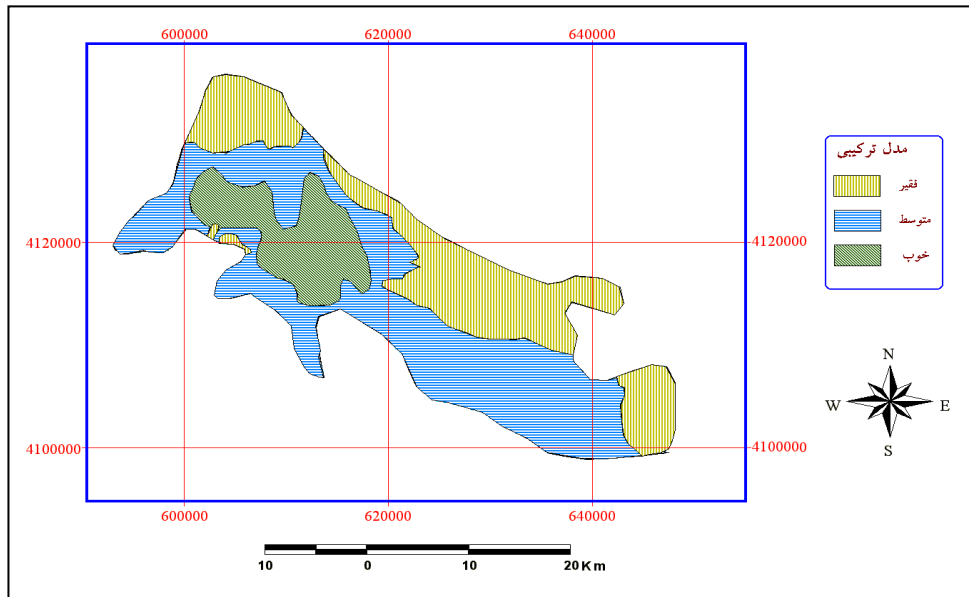
شکل (۴): نقشه تیپ خاک دشت قوچان- شیروان

دشت قوچان-شیروان تهیه گردید. شکل‌های (۵) و (۶) به ترتیب نقشه‌های نهایی پتانسیل کمی دشت برای مدل ساده و مدل ترکیبی را نشان می‌دهد.

۵- تهیه نقشه نهایی پتانسیل کمی آب‌های زیرزمینی بر مبنای روش ساده و ترکیبی بر اساس تقسیم‌بندی‌ها و وزن‌دهی‌ها به دو روش ساده و ترکیبی، نقشه‌های نهایی پتانسیل کمی آب‌های زیرزمینی



شکل (۵): نقشه پتانسیل آبی دشت قوچان - شیروان با استفاده از مدل ساده (کاماراجو و همکاران، ۱۹۹۶).



شکل (۶): نقشه پتانسیل آبی دشت قوچان - شیروان با استفاده از مدل ترکیبی (کریشنامتری و همکاران، ۱۹۹۶).

ارزیابی و برآورد دقت نتایج حاصله استفاده شده است. در جدول (۵) مختصات، آبدهی و عمق چاه‌های سطح دشت ارائه شده است. همانطور که در این جدول نشان داده شده محدوده آبدهی چاه‌ها بین ۲ تا ۳۵ لیتر بر ثانیه در تغییر است.

همانطور که ملاحظه می‌شود دو نقشه پتانسیل با کمی تفاوت برای دشت بدست آمده است. برای اینکه این دو روش در برنامه‌ریزی‌ها قابل اتکا باشند باید آن‌ها را مورد ارزیابی قرار داد تا روشی که بهتر با واقعیت‌های منطقه تطابق دارد انتخاب و معرفی گردد. برای این منظور از آبدهی چاه‌های موجود در دشت قوچان - شیروان برای

جدول (۵): آبدهی و عمق چاه‌های عمیق موجود در دشت قوچان - شیروان

شماره	X (Utm)	Y (Utm)	عمق (m)	دبی (lit/sec)	شماره	X (Utm)	Y (Utm)	عمق (m)	دبی (lit/sec)
۱	۵۹۴۰۹۰	۴۱۱۹۷۵۰	۱۳۰	۱۰	۴۹	۶۱۰۴۰۰	۴۱۱۹۱۸۰	۱۰۰	۱۲
۲	۵۹۷۰۰۰	۴۱۲۰۹۰۰	۸۰	۱۵	۵۰	۶۱۳۹۴۰	۴۱۱۸۹۸۰	۹۰	۷
۳	۵۹۸۴۰۰	۴۱۲۲۵۰۰	۸۴	۱۰	۵۱	۶۱۱۳۰۰	۴۱۱۷۳۷۰	۸۸	۷
۴	۵۹۹۵۸۰	۴۱۲۳۰۰۰	۹۰	۶	۵۲	۶۱۰۴۰۰	۴۱۱۵۴۷۰	۹۰	۸
۵	۵۹۸۱۰۰	۴۱۲۳۰۰۰	۹۰	۱۸	۵۳	۶۱۰۶۰۰	۴۱۱۷۳۳۰	۹۰	۹
۶	۵۹۹۱۱۰	۴۱۲۳۷۰۰	۹۵	۱۹	۵۴	۶۱۴۵۰۰	۴۱۱۶۴۷۰	۷۴	۷
۷	۵۹۷۸۷۰	۴۱۲۳۷۹۰	۹۰	۱۱	۵۵	۶۱۰۵۰۰	۴۱۲۳۳۵۰	۸۵	۱۰
۸	۵۹۹۷۰۰	۴۱۲۴۵۰۰	۹۵	۱۰	۵۶	۶۱۰۹۰۰	۴۱۲۳۷۵۰	۱۰۰	۱۲
۹	۵۹۸۸۰۰	۴۱۲۴۶۰۰	۹۵	۱۵	۵۷	۶۱۱۷۵۰	۴۱۲۴۸۷۰	۸۰	۳۲
۱۰	۵۹۸۲۳۰	۴۱۲۵۲۲۰	۹۰	۱۲	۵۸	۶۱۲۶۰۰	۴۱۲۲۵۰۰	۸۵	۲۲
۱۱	۵۹۸۹۰۰	۴۱۲۵۳۳۰	۹۰	۶	۵۹	۶۱۴۸۶۰	۴۱۲۱۰۸۰	۷۸	۳۵
۱۲	۵۹۹۵۲۰	۴۱۲۶۰۰۰	۹۰	۴	۶۰	۶۱۳۵۹۰	۴۱۲۲۵۰۰	۸۰	۷
۱۳	۶۰۰۲۰۰	۴۱۲۵۲۰۰	۱۰۰	۱۱	۶۱	۶۱۰۲۵۰	۴۱۲۶۲۵۰	۸۰	۶
۱۴	۶۰۴۷۰۰	۴۱۲۸۴۰۰	۱۰۰	۱۲	۶۲	۶۱۱۱۰۰	۴۱۲۵۸۰۰	۸۵	۱۸
۱۵	۶۰۱۵۰۰	۴۱۲۹۰۰۰	۱۰۰	۴	۶۳	۶۱۲۱۲۰	۴۱۲۶۷۲۰	۸۰	۲۵

ادامه جدول (۵): آبدهی و عمق چاههای عمیق موجود در دشت قوچان - شیروان

شماره	X (Utm)	Y (Utm)	عمق (m)	دبی (lit/sec)	شماره	X (Utm)	Y (Utm)	عمق (m)	دبی (lit/sec)
۱۶	۶۰۱۹۵۰	۴۱۲۹۹۵۰	۱۰۰	۳	۶۴	۶۱۳۳۷۰	۴۱۲۷۷۲۰	۱۰۰	۱۶
۱۷	۶۰۱۲۵۰	۴۱۲۲۷۰۰	۷۰	۲۳	۶۵	۶۱۲۲۰	۴۱۲۹۵۰۰	۸۰	۱۰
۱۸	۶۰۰۶۰۰	۴۱۲۴۰۸۰	۹۵	۱۶	۶۶	۶۱۲۵۲۰	۴۱۲۸۵۰۰	۸۰	۵
۱۹	۶۰۲۸۰۰	۴۱۲۳۵۸۰	۹۵	۱۵	۶۷	۶۱۴۱۰۰	۴۱۲۶۳۰۰	۸۵	۱۵
۲۰	۶۰۴۶۰۰	۴۱۲۳۷۰۰	۸۵	۱۲	۶۸	۶۱۶۹۵۰	۴۱۱۴۴۶۰	۱۰۰	۹
۲۱	۶۰۳۳۰۰	۴۱۲۴۶۰۰	۸۵	۲	۶۹	۶۱۹۰۰۰	۴۱۱۳۷۰۰	۱۰۰	۱۰
۲۲	۶۰۰۹۰۰	۴۱۳۰۱۵۰	۷۰	۴	۷۰	۶۱۷۷۰۰	۴۱۱۳۷۹۰	۹۵	۱۲
۲۳	۶۰۷۲۰۰	۴۱۱۵۲۰۰	۹۰	۱۹	۷۱	۶۱۹۶۰۰	۴۱۱۲۲۵۰	۱۰۰	۱۳
۲۴	۶۰۷۹۰۰	۴۱۱۵۷۰۰	۹۷	۲۲	۷۲	۶۱۵۲۲۰	۴۱۱۸۱۵۰	۹۰	۲۸
۲۵	۶۰۹۴۰۰	۴۱۱۵۷۳۰	۸۹	۱۸	۷۳	۶۱۷۶۸۰	۴۱۱۶۶۸۰	۸۵	۵
۲۶	۶۰۷۹۰۰	۴۱۱۷۳۰۰	۱۲۰	۵	۷۴	۶۱۷۱۴۰	۴۱۱۵۸۰۰	۸۵	۱۶
۲۷	۶۰۵۶۱۰	۴۱۱۸۳۰۰	۱۰۰	۱۴	۷۵	۶۱۶۱۳۰	۴۱۱۹۹۲۰	۷۸	۲۴
۲۸	۶۰۸۲۹۰	۴۱۱۸۲۰۰	۹۰	۲۲	۷۶	۶۱۵۸۵۰	۴۱۱۸۸۰۰	۸۴	۱۶
۲۹	۶۰۸۶۲۰	۴۱۱۹۳۰۰	۹۴	۸	۷۷	۶۱۵۲۰۰	۴۱۲۲۰۰۰	۱۰۰	۲
۳۰	۶۰۸۹۲۰	۴۱۲۰۹۸۰	۱۰۰	۹	۷۸	۶۱۷۸۵۰	۴۱۲۲۵۲۰	۸۰	۵
۳۱	۶۰۷۷۲۰	۴۱۲۱۰۰۰	۸۰	۸	۷۹	۶۲۱۶۲۰	۴۱۰۹۶۵۰	۹۰	۷
۳۲	۶۰۸۳۳۰	۴۱۲۱۶۵۰	۸۰	۸	۸۰	۶۲۰۷۰۰	۴۱۱۳۴۵۰	۸۵	۵
۳۳	۶۰۹۴۵۰	۴۱۲۲۳۲۰	۸۰	۶	۸۱	۶۲۳۹۰۰	۴۱۱۰۳۹۰	۹۴	۱۵
۳۴	۶۰۷۵۰۰	۴۱۲۲۳۰۰	۸۰	۱۸	۸۲	۶۲۲۷۵۰	۴۱۱۲۰۵۰	۸۵	۱۵
۳۵	۶۰۹۲۷۰	۴۱۲۳۲۰۰	۱۰۰	۱۰	۸۳	۶۲۷۷۵۰	۴۱۰۴۷۵۰	۱۰۰	۱۲
۳۶	۶۰۶۴۷۰	۴۱۲۳۸۵۰	۹۷	۲۴	۸۴	۶۲۸۶۰۰	۴۱۰۴۸۷۰	۸۳	۷
۳۷	۶۰۸۱۹۰	۴۱۲۴۴۰۰	۸۰	۲۶	۸۵	۶۲۸۷۵۰	۴۱۰۹۳۰۰	۱۰۲	۱۵
۳۸	۶۰۹۷۵۰	۴۱۲۴۴۵۰	۸۰	۹	۸۶	۶۲۵۴۷۰	۴۱۱۱۱۰۰	۷۵	۱۳
۳۹	۶۰۵۷۲۰	۴۱۲۶۲۰۰	۹۰	۲۸	۸۷	۶۳۳۵۷۰	۴۱۰۴۲۵۰	۱۰۰	۲۶
۴۰	۶۰۶۶۰۰	۴۱۲۶۱۰۰	۱۰۰	۱۵	۸۸	۶۳۴۰۰۰	۴۱۰۲۸۰۰	۹۵	۱۱
۴۱	۶۰۷۶۰۰	۴۱۲۶۱۰۰	۱۰۰	۸	۸۹	۶۳۱۶۲۰	۴۱۰۵۱۰۰	۱۲۰	۳۴
۴۲	۶۰۸۶۳۰	۴۱۲۶۵۲۰	۹۰	۵	۹۰	۶۳۰۴۳۰	۴۱۰۹۰۰۰	۸۵	۲۲
۴۳	۶۰۵۲۸۰	۴۱۲۸۳۰۰	۱۰۰	۸	۹۱	۶۳۱۹۸۰	۴۱۰۸۸۰۰	۸۵	۱۷
۴۴	۶۰۸۲۵۰	۴۱۲۸۳۰۰	۱۲۰	۱۳	۹۲	۶۳۱۹۴۰	۴۱۰۶۴۷۰	۸۰	۲۶
۴۵	۶۱۲۷۰۰	۴۱۰۸۲۲۰	۱۶۰	۲۵	۹۳	۶۳۱۳۰۰	۴۱۰۷۹۰۰	۸۰	۱۶
۴۶	۶۱۳۰۳۰	۴۱۰۷۶۷۰	۱۰۰	۲۸	۹۴	۶۳۳۹۰۰	۴۱۰۶۲۱۰	۸۰	۲۰
۴۷	۶۱۲۸۹۰	۴۱۱۰۵۰۰	۹۵	۳۲	۹۵	۶۳۴۷۸۰	۴۱۰۷۱۰۰	۷۵	۲۵
۴۸	۶۱۱۸۷۰	۴۱۱۳۳۸۰	۱۱۰	۳۰	۹۶	۶۳۵۲۸۰	۴۱۰۱۸۳۰	۱۰۵	۷

## ۶- ارزیابی دقت مدل های ارائه شده

یک مدل باید نشان دهنده یک الگوی واقعی و یا نزدیک به آنچه که در طبیعت است باشد، لذا باید با واقعیات موجود در طبیعت امتحان شود تا میزان دقت مدل ارائه شده برآورد گردد. در این تحقیق برای ارزیابی دقت مدل های ارائه شده از میزان آبدهی چاه های موجود منطقه (جدول ۵) بعنوان شاهد استفاده شده است.

برای این منظور ابتدا در محیط GIS بر روی نقشه های پتانسیل کمی، چاه های عمیق سطح دشت ارائه گردید. سپس با در نظر گرفتن دبی مربوط به هر چاه و قرار گرفتن هر چاه در یکی از مناطق تعیین شده نقشه های پتانسیل کمی میزان هم خوانی بین دبی ها و نقشه های پتانسیل کمی به صورت درصد محاسبه شد. نتایج نشان داد که میزان هم خوانی بین دبی ها و نقشه پتانسیل کمی به روش ساده ۶۷٪ و برای روش ترکیبی ۷۸٪ می باشد. با توجه به بالا بودن هم خوانی در روش ترکیبی می توان اظهار داشت که روش مذکور نتایج بهتری را ارائه می دهد. دلیل این امر ممکن است استفاده از داده های بیشتر و وزن دهی های خاص این روش باشد. بهر حال با تغییر ارزش ها و بهره گیری از داده های تلفیقی دیگر می توان به نتایج بهتری دست یافت. براساس نقشه پتانسیل مدل ترکیبی (شکل ۶) بهترین پتانسیل آبی در محدوده شهر فاروج مشاهده شده است.

زیرزمینی در GIS به راحتی و با سرعت بالا امکان پذیر است. مهمترین و وقت گیرترین قسمت کار با این روش وارد کردن داده ها به سیستم می باشد.

۲- تهیه نقشه پتانسیل یابی مقدماتی آب زیرزمینی دشت قوچان - شیروان بکمک GIS علاوه بر صرفه جویی در وقت و کاهش هزینه ها، با توجه به اطلاعات چاه های موجود نتایج قابل قبولی را در پی داشت.

۳- بررسی نتایج مدل پتانسیل یابی مقدماتی دشت نشان داد که روش ترکیبی نتایج بهتری را در مقایسه با روش ساده در پی دارد، دلیل این امر ممکن است استفاده از داده های بیشتر و وزن دهی های خاص و مناسب تر این روش باشد.

۴- نتایج حاصل از نقشه مدل پتانسیل یابی مقدماتی تهیه شده آب های زیرزمینی به روش ترکیبی نشان دهنده پتانسیل مناسب تر آب زیرزمینی در اطراف شهر فاروج در مقایسه با سایر نقاط دشت می باشد.

۵- در نهایت اینکه GIS با توجه به کارایی، سرعت عمل و هزینه کم می تواند به عنوان ابزاری کارآمد توسط محققین، کارشناسان و تصمیم گیران در بررسی و ارزیابی منابع آب زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می دانند که از همکاری صمیمانه شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان رضوی خصوصا کارشناسان بخش مطالعات به خاطر ارائه اطلاعات مورد نیاز تشکر نمایند.

## ۷- نتیجه گیری

در این مقاله وضعیت کمی آب های زیرزمینی دشت قوچان - شیروان با استفاده از GIS بررسی و نتایج بدست آمده از این تحقیق بشرح زیر خلاصه شده است:

۱- تحلیل داده و توانایی در انجام تلفیق لایه های اطلاعاتی مختلف در زمینه آب های

## منابع

۱. اشرفی، م. ر. ۱۳۸۱. بررسی پتانسیل های کمی و کیفی آبخوان دشت فسا و ارزیابی اثرات پروژه های تغذیه مصنوعی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد آب شناسی، دانشگاه شهید بهشتی.
۲. باشقره، ع. ا. ۱۳۷۷. ارزیابی پتانسیل قابل بهره برداری از آب های زیرزمینی دشت مهران به کمک GIS و سنجش از راه دور، پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از راه دور، دانشگاه تربیت مدرس.

۳. بهزادی فر، و. ۱۳۸۳. پهنه‌بندی مناطق مستعد اکتشاف آب زیرزمینی دشت قوچان- شیروان با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۴. رضایی، خ. و ب. رفیعی. ۱۳۸۲. راهنمای کاربردی نرم‌افزار ILWIS2.1، ناشر، انتشارات ناقوس، تهران.
۵. سلاجقه تذرجی، ع. ۱۳۷۷. مدلسازی هیدروژئولوژیکی دشت دهلران با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس.
۶. عبادیان، س. ۱۳۸۱. ارزیابی عوامل موثر در پتانسیل آب‌های کارستی کوه گز و برم فیروز در استان فارس با استفاده از اطلاعات رقومی ماهواره‌ای در روش سنجش از دور و GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.
۷. کشتکار، ح. ۱۳۸۴. شناسایی هیدرولوژی تاقدیس کارستی کوه بیرک و نواحی مجاور با استفاده از GIS و RS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۸. مهندسین مشاور ساز آب شرق، ۱۳۸۱ a. گزارش مطالعات آب‌های زیرزمینی حوزه اترک، آرشیو بخش مطالعات منابع آب شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان رضوی.
۹. مهندسین مشاور ساز آب شرق، ۱۳۸۱ b. نقشه تیپ خاک حوزه اترک، آرشیو بخش مطالعات منابع آب شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان رضوی.
۱۰. مهندسین مشاور سرو آب. ۱۳۷۵. گزارش مطالعات منابع آب دشت قوچان - شیروان، هواشناسی و هیدرولوژی. جلد اول، آرشیو بخش مطالعات منابع آب سازمان آب منطقه‌ای استان خراسان.
۱۱. نوری، ب. ۱۳۸۲. تعیین مناطق مناسب جهت تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوزه آبخیز گاوبندی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
12. Babiker, I.S., M.A.A. Mohamed, T. Hayama and K. Kato. 2004. A GIS-based DRASTIC model for assessing aquifer vulnerability in Kakamigahara heights, Kifu Prefecture, central Japan, *J. of Science of the Total Environment*, doi: 10.1016/j.scitotenv.1.005.
13. Dixon, B. 2005. Groundwater vulnerability mapping: A GIS and fuzzy rule based integrated tool, *J. of Applied Geography*, 25: 327-347.
14. Giordano, G., R. Mazza, A. Cecili, G. Capelli, D. De Rita, G. Bigi and S. Rodani. 2000. GIS for ground water management in cities on volcanoes: example from the Colli Albano Region, Rome, Italy, *J. of Nepal Geological Society*, 22: 315-326.
15. Gustafsson, P. 1993. Satellite data and GIS as a tool in groundwater exploration in a semi-arid area, PhD thesis, A74, Chalmers University of Technology, Gutenberg, Sweden.
16. Han, D.M., H.L. Xu and X. Liang. 2006. GIS-based regionalization of a karst water system in Xishan Mountain area of Taiyuan Basin, north China, *J. of Hydrology*, 331: 459-470.
17. Kamaraju, M.V.V., A. Bhattacharya, G.S. Reddy, G.C. Rao, G.S. Murthy and T.C.M. Rao. 1995. Groundwater potential evaluation of West Godavari District, Andhra Pradesh State, India- A GIS approach, *J. of Ground Water*, 34: 318-325.
18. Krishnamurthy, J., N. Kumar, V. Jayarman and M. Manivel. 1996. An approach to demarcate ground water potential zones through remote sensing and graphical information system, *Int. J. Remote Sensing*, 17: 1867-1884.
19. Nas, B. and A. Berkday. 2006. Groundwater contamination by nitrates in the city of Konya (Turkey): A GIS perspective, *J. of Environmental Management*, 29: 30-37.
20. Portoghese, I., V. Uricchio and M. Vurro. 2005. A GIS tool for hydrogeological water balance evaluation on a regional scale in semi-arid environments, *Computers & Geosciences*, 31: 15-17.
21. Rahman, M. and S. Shahid. 2004. Modeling groundwater flow for the delineation of well protected area around a water-well at Nachole of Bangladesh, *J. of Spatial Hydrology*, 4: 1-10.
22. Sharma, S.K. and D. Anjaneyulu. 1991. Application of remote sensing and GIS in water resource management, *Int. J. Remote Sensing*, 14: 3209-3220.

## Quantitative assessment of groundwater resources in Quchan-Shirvan plain by using GIS

Gh. Lashkari pour, M. nakhaei, V. Behzadi

### Abstract

In the recent years, using GIS is considered in different field, including ground water researches. At present, this technique is widely applied in modeling and zonation of ground water resources due to high efficiency, economic reason and saving time. In this research, GIS method has been used for the assessment of ground water resources in Quchan - Shirvan plain by using two quantity models which developed by Kamaraju et al. (1996) and Krishnamurthy et al. (1996). For this purpose different maps such as slope, topography, drainage density, geology, soil type and geomorphology maps are provided. The assessment of the mentioned methods was done by calibration the models based on the discharge rates of the available data from drilled wells in the study area. The result shows there is a good agreement between the well discharge data and the Krishnamurthy method. It seems that the main reason for this agreement is that the data using in this model is more than the data using by the Kamaraju method. In this paper quantity map of ground water resource is provided by using the Krishnamurthy method. This map shows that the best potential of ground water sources can be found around Farouj city

**Key words:** GIS, Ground water, model, Quchan – Shirvan plain.