# ارزیابی منابع بالقوه آبهای زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (منطقه مورد مطالعه: دشت دهلران)

**منوچهر فرج‌زاده** ■■
استادیار گروه سنجش از راه دور دانشگاه تربیت مدرس □□
**عزت الله سلاجقه** ■■
دانشجوی کارشناسی ارشد گروه سنجش از دور دانشگاه تربیت مدرس □□

## چکیده
**منابع آبهای زیرزمینی از مهمترین و ارزانترین منابع آبی به شمار می‌روند که شناخت صحیح و بهره‌برداری اصولی از آنها می‌تواند در توسعه پایدار کشور نقش مهمی ایفا کند. اصولاً روشهای سنتی و دستی که برای شناخت پتانسیل آب زیرزمینی به کار گرفته می‌شوند، غالباً نیازمند صرف زمان، هزینه و نیروی انسانی بسیارند که در این‌باره استفاده از تکنولوژی سیستم اطلاعات جغرافیایی مدنظر قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر برای ارزیابی قابلیتهای سیستمهای اطلاعات جغرافیایی، داده‌های شکل زمین، زمین‌شناسی، خطواره‌ها، تیپ خاک، دانه‌بندی مواد، تراکم آبراهه‌ها و نقشه شیب دشت دهلران تهیه گردیده و به سیستم داده شده است. تحلیل این اطلاعات با استفاده از توابع ویژه سیستمهای اطلاعات جغرافیایی بر مبنای دو روش یا مدل کامارجو و کریشنامرتی به کار گرفته شده در هندوستان صورت گرفته که نتیجهٔ حاصل دو نقشه پتانسیل آب زیرزمینی است. برای آزمون دقت این دو نقشه از اطلاعات چاههای دشت مورد مطالعه استفاده شده است. نتیجه امر نشان از برتری روش کریشنامرتی بر روش کارمارجو و همچنین توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه پتانسیل آب زیرزمینی دارد.**

کلید واژه‌ها: آب زیرزمینی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، دهلران

## ۱. مقدمه
منابع آبهای زیرزمینی از مهمترین و ارزانترین منابع آبی به شمار می‌روند که شناخت صحیح و بهره‌برداری اصولی از آنها می‌تواند در توسعه پایدار نقش مهمی ایفا می‌کند. در مقیاس کره زمین، از کل آبهای شیرین جهان سهم آبهای زیرزمینی ۳۰/۱ درصد است. در حالی که این رقم درخصوص

رودخانه‌ها ـ به رغم وفور شبکه‌های سطحی آن ـ به حدود ۰/۰۰۶ درصد می‌رسد [۱]. در مقیاس کشوری با توجه به آمار و ارقام ارائه شده ۸/۷۵ درصد از ۲۹ درصد آبهای مورد استفاده آبهای زیرزمینی است [۱] که این موضوع اهمیت موضوع مطالعه آبهای زیرزمینی را در مقیاس جهانی و کشوری نشان می‌دهد.

امروزه مکانیابی منابع بالقوه آبهای زیرزمینی با توسل به روشهایی متعدد صورت می‌گیرد که از جمله آنها روشهای هیدرولوژیک، زمین‌شناسی، ژئوالکتریک، لرزه‌نگاری و حفاری است. روش حفاری در میان این روشها دقیقترین روش محسوب می‌شود، ولی با توجه به صرف هزینه و زمان بسیار زیاد، متخصصان از روشهایی غیر از حفاری برای مکانیابی استفاده می‌کنند که بتوانند مناطقی را در مقیاس بزرگتر مشخص سازند تا این مناطق با روشهای دقیق، مورد مطالعهٔ تفضیلی قرار گیرند. به عبارت دیگر، هدف از به کارگیری این روشها به نوعی کاستن از حجم کارهای حفاری است تا این امر فقط در نقاطی صورت گیرد که قبلاً وجود آب زیرزمینی مناسب و مطلوب در آنها مسلم گردیده است. از جمله تکنیکهایی که برای مکانیابی مناطق دارای اولویت مطالعات تفضیلی استفاده می‌شود، استفاده از سیستمهای اطلاعات جغرافیایی است که به رغم نوظهور بودنشان در عرصه علوم جدید توانسته‌اند در زمان کم جایگاهی مناسب پیدا کنند. سیستمهای اطلاعات جغرافیایی سیستمهایی هستند که برای جمع‌آوری، ذخیره، به هنگام سازی و تحلیل انواع داده‌های جغرافیایی به کار گرفته می‌شوند و خروجی آنها ممکن است به صورت نقشه، نمودار و داده‌های جدولی باشد. اصولاً داده‌های جغرافیایی دو شکل فضایی (نقشه‌ای) و غیر فضایی (جدولی)دارند. مهمترین مزیت سیستمهای اطلاعات جغرافیایی برخورداری از قابلیت تحلیل توأم داده‌های فضایی و غیرفضایی است و به همین علت این سیستمها توانسته‌اند به عنوان یک ابزار کارامد مطرح شوند. با توجه به تواناییهای این سیستمها. امروزه در کشورهای مختلف استفاده از آنها در مطالعات آبهای زیرزمینی به عنوان یک رویکرد اساسی مخصوصاً در اقلیمهای خشک و نیمه خشک ـ به لحاظ وابستگی بیشتر به آبهای زیرزمینی ـ مورد توجه قرار گرفته است. برای مثال در کره، مطالعه‌ای برای تعیین نواحی بالقوه منابع آبهای زیرزمینی به کمک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به عمل آمده است. نتایج این مطالعه نشان از کارایی و سودمندی استفاده از این دو تکنیک دارد [۲]. در هندوستان مطالعات بیشتری در این‌باره صورت گرفته است که از جمله می‌توان به کارهای کریشنامرتی [1] و همکاران وی،[۶] و کاماراجو [2] و همکارانش [۵] اشاره کرد. در هر یک از این دو مطالعه، امکانات بالقوه توسعه منابع آبهای زیرزمینی شناسایی و تعیین گردیده است. در کشور ما استفاده از این سیستم برای مطالعه آبهای زیرزمینی به صورت محدود توسط جهادسازندگی برای مکانیابی مناطق تغذیه مصنوعی دشتها انجام شده، ولی در زمینه ارزیابی مناطق از نظر قابلیت توسعه منابع آب زیرزمینی کاری انجام نپذیرفته است. به طور

1. Kirshnamrthy
2. Kamaraju

کلی می‌توان گفت که با توجه به کارهای انجام شده، موضوع مورد توجه در جهان و کشور بسیار جوان است و مراحل اولیه خود را می‌گذراند. با توجه به این موضوع به منظور آزمون قابلیتهای سیستمهای اطلاعات جغرافیایی در مکانیابی مناطق مناسب بهره‌برداری از آب زیرزمینی، تحقیق حاضر انجام شده است.

## ۲. مواد و روشها

دشت دهلران در جنوب غرب کشور بین ´۳۰ °۳۲ تا ´۴۵ °۳۲ عرض جغرافیایی شمالی و ´۵ °۴۷ تا ´۲۵ °۴۷ طول جغرافیایی شرقی در استان ایلام واقع شده است، این دشت در بخش جنوبی حوضه آبریز رودخانه میمه قرار دارد. رودخانه میمه از شمال غرب دشت وارد محدوده مورد مطالعه شده، سرتاسر بخش غربی آن را به سمت جنوب می‌پیماید و سرانجام در بیات از دشت خارج گردیده به خاک عراق می‌ریزد. وسعت دشت دهلران ۵۶۸ کیلومتر مربع است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

مجموع بارش سالانه این محدوده بین ۳۰۰ تا ۳۳۰ میلی‌متر، متوسط دمای سالیانه آن حدود ۲۳ درجه سانتی‌گراد و میزان تبخیر سالیانه‌اش ۳۵۵۳ میلی‌متر است که با توجه به ارقام فوق آب و هوای منطقه در تابستان گرم خشک و در زمستان معتدل است [۲]. رودخانه میمه مهمترین سیستم آبی منطقه محسوب می‌شود و سهم بسزایی در تغذیه و تخلیه آبهای زیرزمینی دشت دهلران دارد. حداقل میانگین ماهانه دبی اندازه‌گیری شده این رودخانه در مهرماه ۱/۱ و حداکثر آن در فروردین ماه ۱۱/۳ مترمکعب در ثانیه است. میانگین سالانه دبی رودخانه ۴/۶۶ مترمکعب در ثانیه و حجم جریان سالانه آن ۱۴۷ میلیون مترمکعب است [۲].

از نقطه نظر چینه‌شناسی، سازنده‌های متعددی در حوضه‌های مشرف به دشت دهلران وجود دارند که از جملهٔ آنها می‌توان سازنده‌های سروک، گورپی، پابده، آسماری، گچساران، آغاجاری و بختیاری را نام برد که هریک از آنها با توجه به ماهیت لیتولوژیک خود نقشهای متفاوتی در نفوذ آبهای سطحی و بالطبع تغذیه آب زیرزمینی دشت دهلران و همچنین کیفیت آب منطقه دارند. با توجه به مطالعات انجام شده فقط سازند کنگلومرای بختیاری در تغذیه آب زیرزمینی دشت دارای اهمیت است و سازند آغاجاری، گچساران و گورپی علاوه بر آنکه آبخوان دشت دهلران را تغذیه نمی‌کنند به لحاظ لیتولوژی خاص خود، در کاهش کیفیت آب زیرزمینی منطقه تأثیر بسیار دارند. نقش سایر سازندهای زمین‌شناسی منطقه، در تغذیه آبخوان دهلران کمتر است. نهشته‌های آبرفتی در حاشیه ارتفاعات شمال و شمال شرق دشت دهلران بیشتر به صورت مخروطهای افکنه و دارای گسترش وسیع و ضخامت کم است. در نواحی مرکزی دشت دهلران بافت نهشته‌های آبرفتی در قسمتهای سطحی نسبتاً دانه‌ریز در عمق متغیر است و تغییرات چشم‌گیری در بافت رسوبات دیده می‌شود.

برای مطالعه پتانسیل آب زیرزمینی داده‌های زیر بر مبنای روش‌های مورد استفاده تهیه شده و با استفاده از دو روش زیر مورد تحلیل قرار گرفته‌اند:

الف) نقشه شکل زمین [3]: از آنجا که یکی از عوامل مهم و تأثیر گذار در کمیت آبهای زیرزمینی هر منطقه، عوارض ژئومورفولوژیک است ضرورت دارد که نقشه شکل زمین تهیه شود که به این منظور از مدل ارتفاعی رقومی [4] (DEM) و شبکه آبراهه‌ها به همراه تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است. شکل ۲ نقشه شکل زمین منطقه دهلران را نشان می‌دهد که قسمتهای مرکزی و شمالی به صورت دشت سیلابی [5] و قسمتهای غربی و شرقی در حاشیه تپه‌ها به شکل پدیمنت [6] است.

ب) نقشه زمین‌شناسی: در نقشه‌های زمین‌شناسی موجود منطقه در مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰ و ۱/۵۰۰۰۰ که متعلق به شرکت نفت ایران و شرکت مهندسی مهاب قدس است، رسوبات داخل دشت طبقه‌بندی نشده‌اند. برای بالابردن دقت، نقشه‌های فوق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای منطقه تکمیل و اصلاح شده است (شکل ۳). بر پایه نقشه زمین‌شناسی، قسمتهای مرکزی و شمالی دشت دهلران را آبرفتهای جوان [7] و قسمتهای شرقی و غربی دشت را رسوبات کلوویال [8] تشکیل می‌دهند.

ج) نقشه خطواره‌ها: خطواره‌های موجود به صورت شکافها یا درز و ترکهای احتمالی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با اعمال فیلترهای مخصوص استخراج و به صورت نقشه خطواره‌ها ترسیم گردیده است.

د) نقشه تراکم آبراهه‌ها: برای تهیه نقشه آبراهه‌ها، ابتدا شبکه آبراهه‌های دشت از روی نقشه توپوگرافی در درون ۱۲ زیر حوضه رقومی، و سپس تراکم آبراهه‌ای در زیر حوضه‌ها به تفکیک برای هر یک از آنها محاسبه شده است (شکل ۴). همان طور که نقشه مزبور نشان می‌دهد حداقل ارزش تراکم آبراهه‌ای در دشت دهلران ۰/۳ و حداکثر آن ۱/۱ کیلومتر در کیلومتر مربع است.

ه) نقشه شرایط تغذیه [9]: در روشهای مورد استفاده در این پژوهش شرایط تغذیه در خصوص میزان بارش به عنوان عامل اصلی تعیین می‌شود. برای تهیه نقشه شرایط تغذیه پس از تهیه نقشه همباران، میزان شرایط تغذیه بر مبنای مقادیر بارش در دو گروه طبقه‌بندی شده است (شکل ۵).

و) نقشه فشردگی مواد [10]: از آنجا که به دست آوردن اطلاعات جامع و کامل در مورد فشردگی و دانه‌بندی مواد تشکیل دهنده لایه‌های زمین احتیاج به آزمایشها و نمونه‌برداریهای متعدد و همچنین عملیات صحرایی بسیار دارد و این مهم خارج از حوصله و زمان این تحقیق است، این لایه اطلاعاتی با کمک نقشه خاک منطقه و همچنین استفاده از لوگ چاههای حفاری شده و نظر کارشناسان بومی انجام

3. land form
4. digital elevation model
5. flood plain
6. pediment
7. recent alfovial
8. colluvial
9. recharge condition
10. material compactness

شده است. در این مورد با توجه به نقشه خاک تهیه شده، خاکهایی که با بافت سنگین و همچنین به علت ته‌نشین شدن آبرفتها همراه با مقدار زیادی رس و مواد دانه‌ریز هستند به عنوان مواد متصل در نظر گرفته شده‌اند که مطالعات صحرایی و برداشت نمونه هم این موضوع را تأیید می‌کند. همچنین خاکهای نیمه عمیق تا عمیق سنگریزه‌دار که در روی واریزه‌های بادبزنی شکل تشکیل شده‌اند، به دلیل تشکیل شدنشان از سنگریزه‌های بسیار زیاد، به عنوان مواد منفصل در نظر گرفته شده‌اند. این نوع دانه‌بندی در گوشه جنوب‌غربی دشت و همچنین در گوشه جنوب‌شرقی دشت دهلران به وفور دیده می‌شود. نوع دیگری از دانه‌بندی مواد در گوشه شمال شرقی دشت دهلران خاکهای کم‌عمق تا نیمه عمیق توأم با سنگریزه و قلوه سنگ و بر روی سنگریزه و مواد آهکی تشکیل شده‌اند و از نظر فشردگی موادی توان آنها را به عنوان مواد با انفصال زیاد طبقه‌بندی کرد. شکل ۶ نشاندهنده نقشهٔ فشردگی و دانه‌بندی مواد در سطح دشت دهلران است.

ز) نقشه تیپ خاک: برای تهیه نقشه تیپ خاک از نقشه منابع و قابلیت اراضی که توسط مؤسسه تحقیقات و حفاظت آب و خاک تهیه شده استفاده گردیده است. از آنجا که در نقشه تیپ خاک به موادی از جمله نفوذپذیری، خلل و خرج و بافت نیاز است، با استفاده از نقشهٔ فوق‌الذکر (شکل ۷) مشخصات هر یک از تیپهای خاک به صورت زیر است:

تیپ ۱: خاکهایی که از نظر زهکشی متوسط بوده، دارای نفوذپذیری متوسط هستند،

تیپ ۲: خاکهایی که به خوبی زهکشی شده‌اند و نفوذپذیری زیاد دارند،

تیپ ۳: خاکهایی که از نظر زهکشی متوسط بوده، از نظر نفوذپذیری متوسط هستند،

تیپ ۴: خاکهایی که از نظر زهکشی متوسط تا خوبند و نفوذپذیری متوسط دارند.

پس از تهیه اطلاعات فوق، بر مبنای دو روش اطلاعات مذکور ترکیب و تحلیل گردیدند. استفاده از این دو روش به این دلیل بوده است که اولاً منطقه مورد مطالعه این دو بررسی در هندوستان مشابهت نزدیکی با سیمای طبیعی عرصه پژوهش این مقاله داشته و با توجه به نو بودن موضوع در جهان و کشور ترجیح داده شد برای شروع از این روش که نتایج مثبتی در هندوستان به همراه داشته است استفاده شود. به طور مسلم در آینده امکان توسعه و ابداع مدلهای جدید نیز وجود دارد. روش اول در سال ۱۹۹۶ توسط کاماراجو و همکاران وی در ایالت آندهاراپرادش کشور هندوستان به کار گرفته شده است. در این روش لایه‌های پتانسیل آب زیرزمینی، نقشهٔ شکل زمین، نقشه زمین‌شناسی. نقشه فشردگی مواد و نقشه شرایط تغذیه با یکدیگر ترکیب می‌شوند. قبل از ترکیب، لایه‌های مذکور بر مبنای قضاوت کارشناسی و ویژگیهای محیطی ارزش‌گذاری می‌شود، بدین ترتیب که ابتدا شاخص مطلوبیت آب زیرزمینی برای واحدهای نقشه در نظر گرفته می‌شود که مقدار آن از صفر تا ۱۰ متفاوت است. در مطالعهٔ حاضر، این شاخص در نقشه‌های لندفرم، زمین‌شناسی و فشردگی، ۵ در نظر گرفته شده است. سپس به هر یک از واحدهای نقشه، ارزشی بین صفر تا ۱۰۰ داده می‌شود، به طوری که مجموع ارزشها در لایه‌های ۴ گانهٔ مورد استفاده برابر ۱۰۰ باشد. در مرحله آخر شاخص نهایی پتانسیل آب زیرزمینی

از طریق رابطه ۱ محاسبه می‌گردد:

$$GWPI = V_i W_i / ۱۰۰ \quad (۱$$

که در آن GWPI شاخص پتانسیل آب زیرزمینی، $V_i$ شاخص مطلوبیت آب زیرزمینی، و $W_i$ ارزشهای اختصاص داده شده از صفر تا ۱۰۰ است.

لایه‌های ۴ گانه اطلاعاتی با استفاده از توابع روی هم‌گذاری سیستمهای اطلاعات جغرافیایی به صورت دو به دو با یکدیگر ترکیب شده‌اند و نقشه نهایی از مجموع واحدهای نقشه یا پلی‌گونها شکل گرفته است. در این مطالعه، تعداد واحدهایی همگن مشخص شده برابر ۱۶ بوده است.

واحد همگن، واحدی است که از نظر اختصاصات لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده، ویژگی واحد و بالطبع ارزش وزنی واحد دارد. مشخصات هر یک از واحدهای همگن در جدول ۱ مندرج است. همان طور که ارقام جدول نشان می‌دهد، شاخص پتانسیل آب زیرزمینی محاسبه شده برای واحدهای همگن حداقل ۶/۷ و حداکثر ۸/۵ است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**جدول ۱** ویژگیها و ارزشهای داده شده به هر یک از واحدهای همگن طبیعی که بر مبنای آنها شاخص پتانسیل آب زیرزمینی محاسبه شده است.

| شماره واحد همگن | شکل زمین | ویژگی واحد از نظر زمین‌شناسی | نفوذپذیری مواد | شرایط تغذیه | ارزش وزن | ارزش لندفرم | ارزش وزن | ارزش زمین‌شناسی | ارزش وزن | ارزش نفوذپذیری مواد | ارزش وزن | شرایط تغذیه | ارزش وزن | شاخص پتانسیل آب زیرزمینی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | دشت سیلابی | آبرفت جوان | مواد یا انفصال کم | طبیعی یا نرمال | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۹ | ۲۰ | ۵ | ۳۰ | ۸/۳۰ |
| ۲ | دشت سیلابی | آبرفت جوان | مواد منفصل | طبیعی | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۶ | ۲۰ | ۵ | ۳۰ | ۷/۷ |
| ۳ | پلکوپلین‌سطح‌پلک | آبرفت جوان | مواد منفصل | طبیعی | ۲۵ | ۶ | ۲۵ | ۹/۵ | ۲۵ | ۹ | ۲۰ | ۵ | ۳۰ | ۷/۱۷ |
| ۴ | پلکوپلین‌سطح‌پلک | آبرفت | مواد منفصل | طبیعی | ۲۰ | ۶ | ۲۵ | ۹ | ۲۵ | ۹ | ۲۰ | ۵ | ۳۰ | ۶/۷۵ |
| ۵ | دشت سیلابی | آبرفت | مواد منفصل | طبیعی | ۲۰ | ۸/۵ | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۶ | ۲۰ | ۵ | ۲۰ | ۷/۴۲ |
| ۶ | دشت سیلابی | آبرفت جوان | مواد منفصل | طبیعی | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۶ | ۲۵ | ۵ | ۲۵ | ۸/۳ |
| ۷ | دشت سیلابی | آبرفت جوان | مواد منفصل | طبیعی | ۲۵ | ۱۰ | ۳۰ | ۱۰ | ۲۵ | ۶ | ۲۵ | ۵ | ۲۵ | ۷/۷۵ |
| ۸ | دشت سیلابی | آبرفت جوان | مواد منفصل | طبیعی | ۲۵ | ۹ | ۳۰ | ۱۰ | ۲۵ | ۹ | ۲۰ | ۵ | ۲۰ | ۸/۵ |
| ۹ | دشت سیلابی | آبرفت | مواد منفصل | طبیعی | ۲۰ | ۵ | ۳۰ | ۹ | ۲۰ | ۸ | ۳۰ | ۵ | ۲۰ | ۷/۱ |
| ۱۰ | دشت سیلابی | آبرفت جوان | مواد منفصل | طبیعی | ۳۰ | ۸/۵ | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۹ | ۲۵ | ۵ | ۲۰ | ۷/۵۵ |
| ۱۱ | دشت سیلابی | آبرفت جوان | مواد منفصل | طبیعی | ۳۰ | ۸/۵ | ۲۵ | ۱۰ | ۲۵ | ۷ | ۲۵ | ۵ | ۲۰ | ۷/۱۶ |
| ۱۲ | پلکوپلین‌سطح‌پلک | آبرفت | مواد یا انفصال کم | طبیعی | ۲۵ | ۶ | ۲۵ | ۹ | ۲۰ | ۸ | ۲۰ | ۵ | ۲۰ | ۷/۱۵ |
| ۱۳ | پلکوپلین‌سطح‌پلک | آبرفت | مواد یا انفصال کم | طبیعی | ۲۰ | ۶ | ۲۰ | ۹ | ۲۵ | ۹ | ۲۵ | ۵ | ۲۰ | ۶/۸۵ |
| ۱۳ | پلکوپلین‌سطح‌پلک | آبرفت | مواد منفصل | طبیعی | ۲۰ | ۰-۶ | ۲۰ | ۹ | ۳۰ | ۶ | ۲۰ | ۵ | ۲۵ | ۶/۶۷ |
| ۱۵ | پلکوپلین‌سطح‌پلک | آبرفت | مواد منفصل | طبیعی | ۲۵ | ۶ | ۲۵ | ۹ | ۲۵ | ۶ | ۲۰ | ۵ | ۲۵ | ۶/۵ |
| ۱۶ | پلکوپلین‌سطح‌پلک | آبرفت | مواد یا انفصال کم | طبیعی | ۲۵ | ۶ | ۲۵ | ۹ | ۲۵ | ۸ | ۲۰ | ۵ | ۲۰ | ۷/۵ |

در پایان برای به دست آوردن یک ایده کیفی از ارزش نهایی پتانسیل آب زیرزمینی، ارقام بر مبنای جدول ۲ طبقه‌بندی شدند که نقشه آن درشکل ۸ ارائه شده است. بر مبنای این شکل در حدود ۸۰ درصد از سطح دارای پتانسیل آب زیرزمینی خوب تا خیلی خوب است و ۱۰ درصد نیز پتانسیل خیلی خوب یا عالی دارد.

جدول ۲ طبقه‌بندی ارزش نهایی پتانسیل آب زیرزمینی بر مبنای روش کاماراجو و همکاران

| طبقه | ارزش پتانسیل آب زیرزمینی | پتانسیل کیفی آب زیرزمینی |
|---|---|---|
| ۱ | ۲/۳۵-۲/۵۵ | هیچ |
| ۲ | ۲/۵۵-۳/۱۵ | خیلی فقیر |
| ۳ | ۳/۱۵-۳/۷۵ | فقیر |
| ۴ | ۳/۷۵-۴/۳۵ | فقیر تا متوسط |
| ۵ | ۴/۳۵-۵/۶۷ | متوسط |
| ۶ | ۵/۶۷-۶/۱۳ | متوسط تا خوب |
| ۷ | ۶/۱۳-۷/۲۰ | خوب |
| ۸ | ۷/۲۰-۷/۴۸ | خوب تا خیلی خوب |
| ۹ | ۷/۴۸-۸/۲۸ | خیلی خوب |
| ۱۰ | ۸/۲۸-۸/۸۵ | خیلی خوب تا عالی |
| ۱۱ | ۸/۸۵-۱۰ | عالی |

روش دوم که در پژوهش حاضر مدنظر قرار گرفته روشی است که درسال ۱۹۹۶ توسط کریشنامرتی و همکاران وی در ناحیه تریوچیراپالی [11] هندوستان به کار گرفته شده است.

در این روش برای بررسی پتانسیل آب زیرزمینی از اطلاعات زمین‌شناسی، شکل زمین، تراکم آبراهه‌ای، تیپ خاک، نقشه شیب و عوارض خطی [12] استفاده می‌شود. پس از تهیه اطلاعات، بر مبنای قضاوت کارشناسی و میزان تأثیر عوامل در آبهای زیرزمینی، ارزش گذاری وزنی بین ۵ تا ۷۰ برای هر یک از عوامل صورت می‌گیرد. بعد از آن، ارزش نهایی، محاسبه و بر پایه آن پتانسیل آب زیرزمینی در منطقه مشخص می‌شود. در این روش نیز پس از جمع‌آوری لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز، با استفاده از امکانات سیستمهای اطلاعات جغرافیایی این لایه‌ها با یکدیگر ترکیب شده و نقشهٔ واحدهای همگن طبیعی محاسبه گردیده است. ارزش‌گذاری این عوامل مطابق جدول ۳ است. همان طور که در جدول مذکور مشخص است ابتدا بر مبنای نقش هر یک از عوامل در آب زیرزمینی، شاخص کیفی از فقیر تا

11. Tiruchirappli

12. lineaments

عالی تعیین و سپس ارزشهای متناسبی به آنها داده می‌شود. مجموع ارزشهای نهایی به دست آمده در این روش بر مبنای جدول ۴ طبقه‌بندی می‌شود. نقشه نهایی مربوط به این عامل در شکل۹ ارائه شده است. همان طور این نقشه نشان می‌دهد حدود ۹۰ درصد از منطقه دارای پتانسیل آب زیرزمینی متوسط تا خیلی خوب است.

## ۳. نتایج و بحث

استفاده از دو روش فوق‌الذکر، دو نقشهٔ تقریباً متفاوت با ارزشهای کیفی مختلف از پتانسیل آب زیرزمینی دشت دهلران را به دست دادند. برای آنکه این دو روش در برنامه‌ریزیها قابل اتکا باشند باید مورد آزمون قرار گیرند تا روشی که با واقعیتهای طبیعی منطقه تطابق بیشتری دارد انتخاب و معرفی گردد. در پژوهش حاضر برای آزمون و برآورد دقت روشهای ارائه شده از میزان آبدهی ویژه چاههای موجود در دشت دهلران استفاده شده است. شمارهٔ این چاهها به همراه آبدهی ویژهٔ هر چاه و همچنین محل هر چاه و منطقه‌ای که چاه در آن واقع شده در جدول ۵ ارائه گردیده است.

**جدول ۳** عوامل مورد استفاده و ارزشهای داده شده به آنها بر مبنای روش کریشنامرتی و همکاران

| عامل مورد استفاده | شاخص | وزن | عامل مورد استفاده | شاخص | وزن |
|---|---|---|---|---|---|
| زمین‌شناسی | | | تیپ خاک | | |
| ـ آبرفتهای جوان | E | ۵۰ | ـ تیپ ۲ | V | ۵۰ |
| ـ آبرفتهای جابجاشده | V | ۴۰ | ـ تیپ ۳ | G | ۳۰ |
| شکل زمین | | | ـ تیپ ۴ | V | ۳۵ |
| ـ دشت سیلابی | E | ۷۰ | ـ تیپ ۵ | G | ۰ |
| ـ دشت پایکوهی‌فرسایش‌یافته | V | ۵۰ | شیب | | |
| ـ دشت پایکوهی‌فرسایش یافته | G | ۴۰ | طبقه ۱-۰ درصد | E | ۵۰ |
| تراکم آبراهه‌ای | | | طبقه ۳-۱ درصد | V | ۴۰ |
| <۰/۷۵ | E | ۵۰ | طبقه ۵-۳ درصد | G | ۳۰ |
| ۰/۷۵-۱/۵۰ | V | ۴۰ | طبقه ۱۰-۵ درصد | G | ۲۰ |
| ۱/۵۰-۲/۲۵ | G | ۳۰ | عوارض خطی | | |
| >۲/۲۵ | M | ۱۰ | ۲۰۰ متراطراف رودخانه | E | ۱۰ |

P = فقیر  M= متوسط  G = خوب  V= خیلی خوب  E= عالی

**جدول ۴** طبقه‌بندی ارزش نهایی در روش کریشنامرتی و همکاران

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

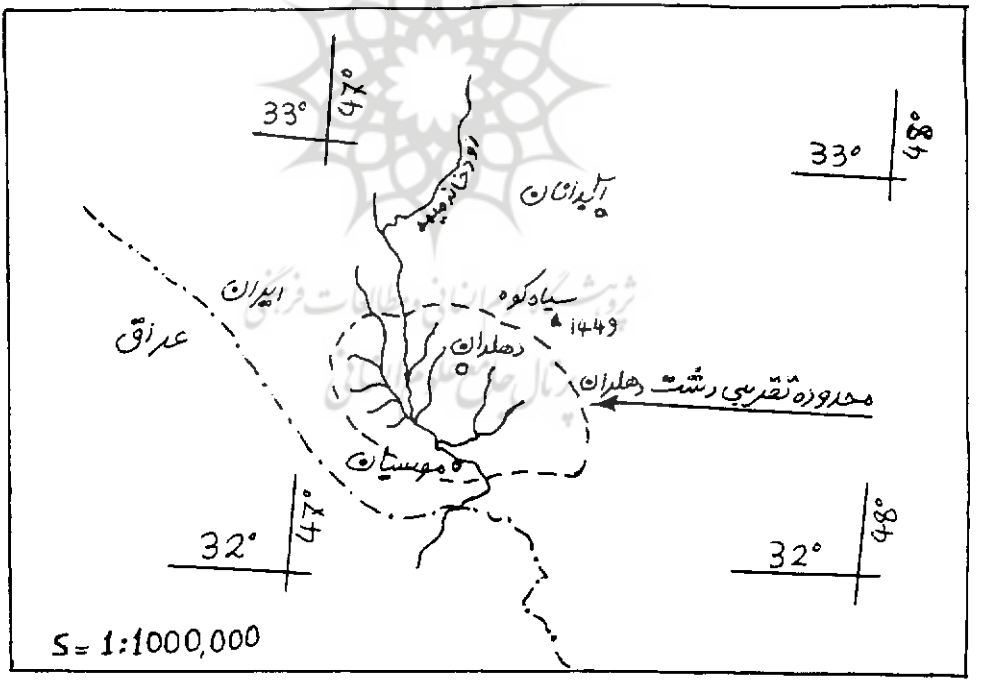
**جدول ۵** جدول آبدهی چاهها و واحدهای قرار گرفته در دو روش مورد استفاده

| ردیف | شماره چاه | آبدهی ویژه | محل چاه | طبقه‌بندی کاماراجو و همکاران | طبقه‌بندی کریشنامرتی و همکاران |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | W1-۳۶۱۵-۶۹۵ | ۶۵ | ابتدای شکر آب | خوب | خوب |
| ۲ | D1-۳۶۰-۷۱۰ | ۵۵ | جنوب دشت | خوب | خیلی خوب تا عالی |
| ۳ | EW2-۳۶۰-۷۱۵ | ۵۲ | جنوب باغ شهرداری | خیلی خوب | خیلی خوب |
| ۴ | D5-۳۶۰-۷۱۵ | ۵۰ | غرب پل دوبرج | خیلی خوب | خیلی خوب |
| ۵ | D5-۳۶۱۵-۷۰۰ | ۴۵ | غرب رودخانه میمه | متوسط | خوب تا خیلی خوب |
| ۶ | D6-۳۶۱۵-۷۱۰ | ۴۲ | جنوب پل دهلران | خوب | خوب تا خیلی خوب |
| ۷ | D1-۳۶۱۰-۷۱۰ | ۴۱ | جنوب دهلران | خوب | خیلی خوب |
| ۸ | D1-۳۶۱۰-۷۱۵ | ۴۰ | جنوب شرق دهلران | خوب | خیلی خوب |
| ۹ | D1-۳۶۱۰-۷۲۰ | ۴۰ | شهرداری | خیلی خوب | خوب |
| ۱۰ | D-۳۶۱۰-۷۲۰ | ۴۰ | شهرداری | خیلی خوب | خوب |
| ۱۱ | EW1-۳۶۱۰-۷۰۵ | ۴۰ | جنوب دهلران | خیلی خوب | خوب |
| ۱۲ | ۳۶۰۵-۷۲۰ | ۳۷ | شمال پل دوبرج | خیلی خوب | خوب |
| ۱۳ | ۳۶۱۰-۷۱۵ | ۳۵ | حاشیه جاده | خوب | خوب |
| ۱۴ | ۳۶۱۵-۷۰۰ | ۳۵ | گاوری زاده | متوسط | خوب |
| ۱۵ | ۳۶۱۵-۷۰۵ | ۳۰ | جنوب غرب دهلران | متوسط | خوب |
| ۱۶ | ۳۶۱۵-۷۱۵ | ۱۸ | شمال غرب شهرداری | متوسط | خوب |

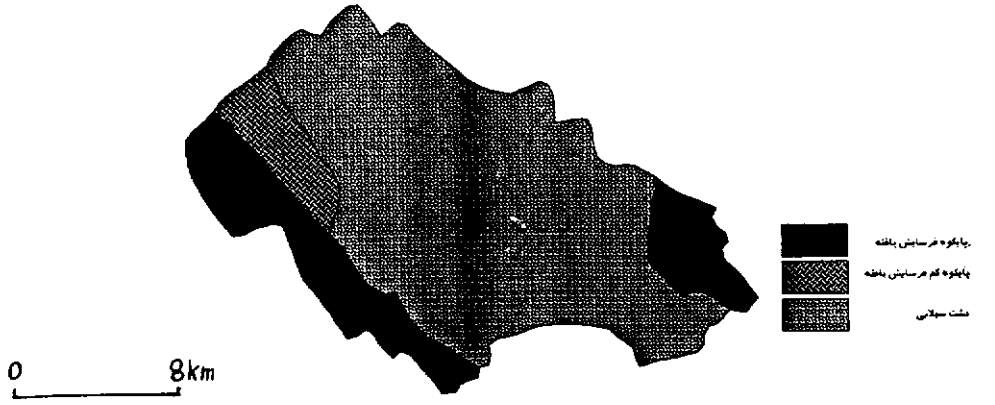
برای بررسی نتایج، ابتدا ارزشهای کمی مربوط به واژه‌های کیفی دو روش استخراج شد. برای این کار ضریب همبستگی ارزشهای متوسط دامنه ارقام در جدول ۲ و ۴ با ارقام آبدهی ویژه چاهها محاسبه شد. ضریب مذکور برای روش کریشنامرتی و همکاران ۰/۶۴۴۶ و برای روش کاماراجو و همکاران ۰/۵۴۴۶ به دست آمد که هر دو در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار بود؛ ولی با توجه به بالا

بودن نسبی ضریب همسبتگی در روش کریشنامرتی و همکاران می‌توان گفت که روش مذکور نتایج مقبولتری را نسبت به روش کاماراجو و همکارانش ارائه می‌دهد. دلیل این امر ممکن است نتیجه دقت روش فوق در ارائه ارزشهای خاص و استفاده از داده‌های بیشتر باشد. قطعاً با تغییر ارزشها متناسب با ویژگیهای مناطق مورد مطالعه می‌توان به نتایج مطلوبتری دست یافت.

استفاده از تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی علاوه بر اینکه سرعت و هزینه مطالعه را کاهش می‌دهد در مدلسازیهای آب زیرزمینی از طریق تخصیص ارزشهای مختلف و وارد کردن یا حذف لایه‌های اطلاعاتی مؤثر و کارآمد نیز مؤثر است و می‌توان از آن به عنوان یک ابزار کارامد برای ارزیابی منابع آب زیرزمینی استفاده کرد و بالطبع با بهره‌گیری از این سیستم، حجم عملیات زمینی به حداقل ممکن کاهش خواهد یافت.

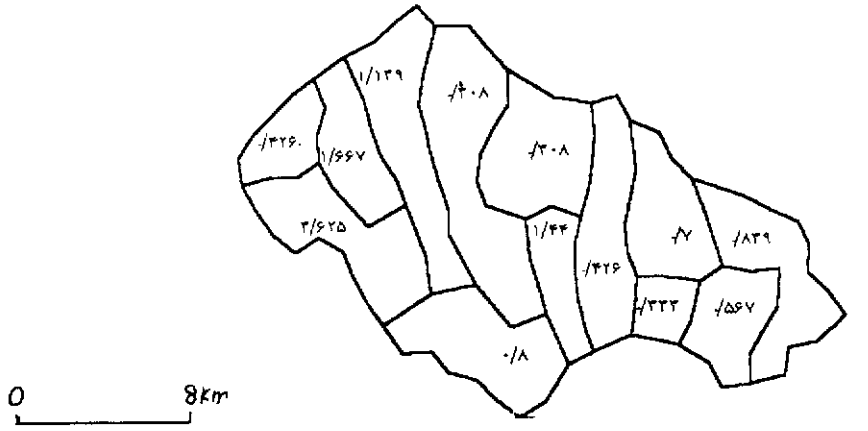



شکل ۱ نقشه موقعیت جغرافیایی دشت دهلران

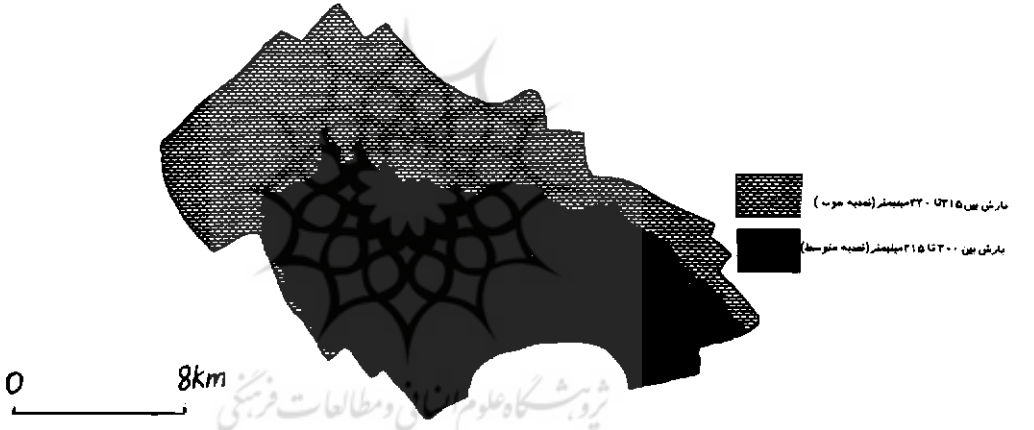



شکل ۲ نقشه واحدهای شکل زمین دشت دهلران

شکل ۳ نقشه لیتولوژی دشت دهلران

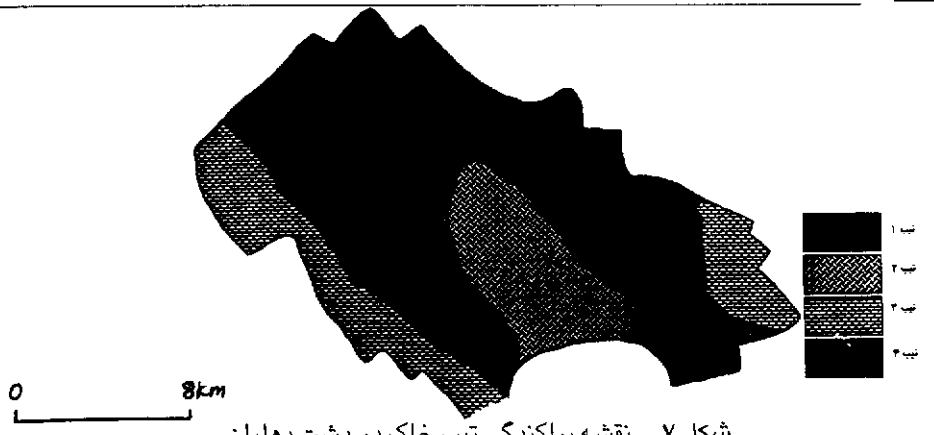



**شکل ۴** نقشه تراکم آبراهه‌ای براساس متر در کیلومتر مربع



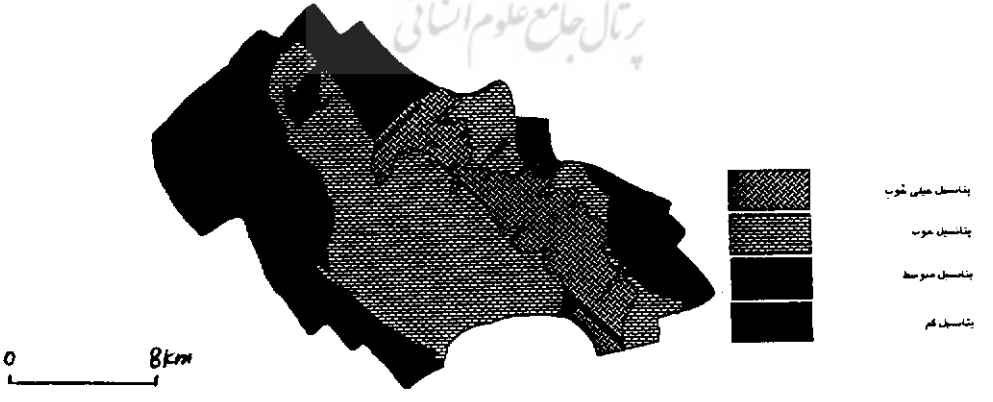

**شکل ۵** نقشه شرایط تغذیه براساس میزان بارندگی

**شکل ۶** نقشه میزان فشردگی و تحکیم مواد




**شکل ۷** نقشه پراکندگی تیپ خاک در دشت دهلران

**شکل ۸** نقشه پتانسیل بهره‌برداری از آب‌زیرزمینی دشت بر مبنای روش کاماراجو و همکاران




**شکل ۹** نقشه پتانسیل بهره‌برداری از آب زیرزمینی دشت بر مبنای روش کریشنامورتی و نکانسیا

## ۴. منابع

[۱] موحد دانش، علی‌اصغر، هیدرولوژی آبهای سطحی ایران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، ۱۳۷۳.

[۲] مهاب قدس، شرکت مهندسی، گزارش هواشناسی طرح مطالعات بهره‌برداری از منابع آب و خاک حوزه آبریز رودخانه‌های میمه و دویرج، ۱۳۶۷.

[۳] مطالعات مرحله اول بهره‌برداری از منابع آب و خاک رودخانه میمه و دویرج، ۱۳۷۳.

[4] Chi, K.H. and Lee B.J," Extracting Potential Groundwater Area Using Remotely Sensed Data and GIS Techniques ", Proceedings of the Regional Seminar on Integrated Applications of Remote Sensing and GIS for Land and Water Resources Management, Bangkok, Escap, 1994, P.64-69.

[5] Kamaraju, M " Grounol Water Potential Evalution of West Godavari district, Ardra Pradesh State - India, A GIS Approach 1996 ", *Groumd Water Journal*, Vol.34, No.2, P.318-325.

[6] Kirshanamurthy, J.," An approach to Demarcate Ground Water Potential Zones Through Remote Sensing and Gegraphic Information Systems, International Journal of *Remote Sensing*, Vol.17, No.10, pp.1867-1889.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی