



ارزیابی مناطق مستعد تغذیه آب زیرزمینی با روش MIF و با استفاده از GIS در دشت مرکزی خرم آباد

ناصر طهماسبی پور^۱، سمیرا قربانی نژاد^۲ و فاطمه فلاح^۳

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه لرستان

۲- دانشجوی دانشگاه لرستان

۳- دانشجوی دانشگاه لرستان

چکیده:

باتوجه به افزایش جمعیت جهانی و کاهش منابع آب، مقدار آب در دسترس افراد به طور چشمگیری در حال کاهش است و اهمیت شناسایی مناطق مستعد برای تغذیه مصنوعی آبخوانها را بیش از پیش بالا برده است. در این تحقیق با استفاده از میزان اثر گذاری لایه-های مختلف بر یکدیگر و روش عوامل چندگانه تاثیرگذار به تعیین مناطق دارای پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی پرداخته شده است. در این روش ابتدا لایه‌های اثرگذار بر تغذیه آبخوان شامل: ارتفاع، شیب، جهت شیب، خاک شناسی، سنگ شناسی، کاربری اراضی، فاصله از رودخانه، شاخص رطوبت توپوگرافی و شاخص توان جریان شناسایی و در نرم افزار Arc GIS 10.2 به شکل رقومی در آمدند. به منظور تعیین پتانسیل مناطق مختلف دشت خرم آباد برای تغذیه مصنوعی از روش عوامل چندگانه تاثیرگذار استفاده گردید. با توجه به اثرگذاری لایه‌های مختلف بر یکدیگر به هر اثرگذاری زیاد امتیاز ۱ و به هر اثرگذاری کم امتیاز ۰.۵ داده شد. مجموع امتیاز هر لایه در این مرحله در امتیازات مربوط به هر طبقه از لایه‌های مجزا که بر اساس دانش شخصی تعیین شده بود ضرب شده و وزن نهایی هر لایه به دست آمد. با وزن نهایی به دست آمده نقشه پتانسیل تغذیه دشت مرکزی خرم آباد تهیه و نهایتاً به پنج طبقه کلاس یندی شد. به منظور تعیین صحت نقشه نهایی، از یکسان بودن سطح آب چاه‌های مشاهداتی که به طور تصادفی انتخاب شده بودند و طبقه به دست آمده از نقشه پتانسیل تغذیه مصنوعی که این چاه‌ها در آن قرار داشتند استفاده شد. نتایج نشان دادند که برای تغذیه مصنوعی به طور کلی ۶۵٪ از کل دشت خرم آباد برای تغذیه آبخوان دارای شرایط متوسط تا خیلی خوب می‌باشد و بهترین منطقه برای این منظور در بخش شمال و شمال شرقی دشت خرم آباد قرار دارد.

کلمات کلیدی: تغذیه مصنوعی، دشت خرم آباد، GIS، MIF

مقدمه

باتوجه به افزایش جمعیت جهانی و کاهش منابع آب، مقدار آب در دسترس افراد به طور چشمگیری در حال کاهش است و اهمیت شناسایی مناطق مستعد برای تغذیه مصنوعی آبخوانها را بیش از پیش بالا برده است. منابع آب زیرزمینی یکی از منابع طبیعی حیاتی قابل اتکا و به صرفه برای تهیه آب جهت آشامیدن در مناطق شهری و روستایی می‌باشند (Magesh و همکاران ۲۰۱۴). آب‌های زیرزمینی با توجه به داشتن ویژگی‌های مثبتی هم چون: دمای ثابت، ترکیبات شیمیایی ثابت، آلودگی کمتر و نوسانات کمتر، در توسعه اقتصادی، سلامت جامعه و تنوع اکولوژیکی یک منطقه نقش بسزایی دارند (Manap و همکاران ۲۰۱۲). در حال حاضر آبهای زیرزمینی حدود ۳۴٪ از مجموع آب سالانه تولیدی را در بر میگیرد و از منابع مهم آب شیرین می‌باشد. آب‌های زیرزمینی صورت مستقیم در سطح زمین قابل مشاهده نیستند و با استفاده از تکنیک‌های مختلفی می‌توان به کمیت و کیفیت این منابع دست پیدا کرد. ارزیابی این منابع به طور چشمگیری برای مدیریت پایدار سیستم‌های آب زیرزمینی دارای اهمیت می‌باشد. در سالهای اخیر روشهای سنجش از دور و GIS برای ترکیب داده‌های مختلف به منظور تعیین مناطق دارای پتانسیل آب زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. داده‌های ماهواره‌ای اطلاعات سریع و مفیدی را از پارامترهایی نظیر ژئولوژی، ژئومورفولوژی، کاربری اراضی، خطواره و غیره برای پایش وجود و حرکت آب زیرزمینی ارائه می‌کند. (Selvam و همکاران ۲۰۱۴). تکنولوژی زمین مکانی ابزاری سریع و به

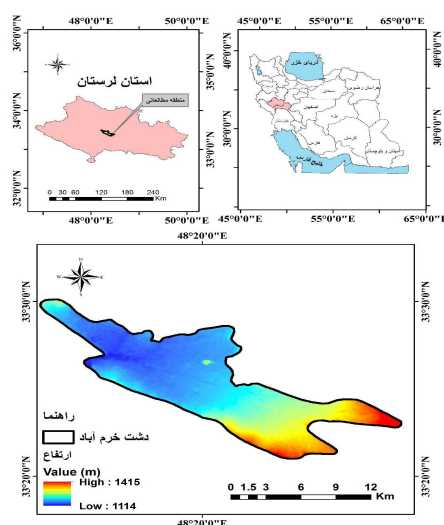


صرفه در تعیین نواحی دارای پتانسیل آب زیرزمینی از طریق ادغام داده‌های مختلف نظیر زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، شیب و ... می‌باشد. این داده‌ها منابعی برای تهیه نقشه‌های موضوعی با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 10.2 می‌باشند (Samson و همکاران ۲۰۱۴). از دهه‌های گذشته برخی محققین نظیر، Suribabu و همکاران (۲۰۱۲) و Patil و Gontia (۲۰۱۲) از روشهای سنجش از دور و GIS برای کشف و شناسایی مناطق برای تغذیه مصنوعی استفاده کرده‌اند. این داده‌های مختلف به شکل لایه‌های موضوعی با استفاده از نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) آماده می‌شوند. این لایه‌ها با استفاده از ابزار تحلیل‌گر فضایی با یکدیگر ترکیب می‌شوند (Selvam و همکاران ۲۰۱۴a). ابزار تحلیل‌گر فضایی با عملکردهای ریاضیاتی و جبری برای توسعه مدل‌هایی که بسته به موضوع خود دارای مشکلاتی برای محاسبات به صورت دستی می‌باشند نظیر تعیین مناطق دارای پتانسیل آب زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Selvam و همکاران ۲۰۱۴b). محمدنژاد آروق و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل عوامل چندگانه تاثیرگذار (MIF)، نقشه‌ی مناطق مستعد آب‌های زیرزمینی در شهرستان ارومیه را تهیه نمودند که این نقشه‌ها بیانگر پتانسیل بالای آب‌های زیرزمینی در مناطقی با رسوبات کواترنری و تراکم بالای شبکه زهکشی بود. موسوی و همکاران (۱۳۸۸) هم با تلفیق سنجش از دور و GIS به پتانسیل‌یابی مناطق مستعد برای تغذیه آب زیرزمینی در تاقدیس کمستان پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که در مناطقی با سازندهای سخت شکسته شده، آبرفت‌ها و نیز اگر کانال رودخانه همراه با پوشش گیاهی باشد، بهترین مناطق، و مناطقی با سازندهای گچی، مارنی، سیلستونی، شیل و بخشی از آبرفت‌ها و نیز مناطق کم باران و فاقد پوشش گیاهی به‌عنوان بدترین نقاط جهت تغذیه آب زیرزمینی ارزیابی شدند. در این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 10.2 و مدل MIF تلاش شده است به منظور جبران افت بیش از حد سطح ایستابی آب زیرزمینی در این دشت، مناطق با پتانسیل بالا برای تغذیه آب زیرزمینی با استفاده از ترکیب لایه‌های مربوطه مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی:

دشت خرم‌آباد در مرکز استان لرستان بین طول‌های جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و عرضهای ۳۳ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی قرار گرفته است. مساحت این دشت ۱۳۳۲ کیلومتر مربع می‌باشد. حداکثر ارتفاع این دشت ۱۴۱۵ و حداقل ارتفاع آن ۱۱۱۴ متر می‌باشد. متوسط بارش سالانه این دشت ۴۰۷ میلی‌متر و متوسط دمای آن ۱۲٫۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شکل ۱).



شکل (۱): موقعیت مکانی شهرستان بروجرد



روش تحقیق

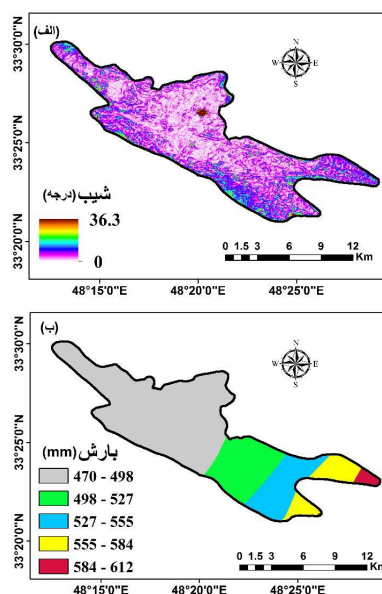
لایه‌های موثر در پتانسیل یابی تغذیه:

شیب:

شیب یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در تعیین مکان مناسب برای تغذیه‌ی آبخوان می باشد. شیب یک منطقه میزان سرعت نفوذ آن منطقه را نشان می‌دهد. اگر شیب یک منطقه کم باشد در واقع فرصت بیشتری برای نفوذ آب به درون زمین فراهم می‌کند و بالعکس (Samson و Elangovan, ۲۰۱۴). بدیهی است که در مناطق هموار و شیب بسیار کم بالاترین نفوذپذیری را خواهد داشت. در دشت خرم آباد بیش از ۸۰٪ کل مساحت دارای شیب بین ۰ تا ۳ درجه می باشد که این شرایط ایجاد برای تغذیه مصنوعی بسیار مناسب است. نقشه‌ی شیب این منطقه از نقشه‌ی مدل ارتفاعی رقومی (DEM^۱) با قدرت تفکیک مکانی سی متر به دست آمده و پس از آن به پنج طبقه مانند شکل ۲-الف طبقه‌بندی شد.

بارش:

عمده ترین آب در دسترس برای تغذیه‌ی آب زیر زمینی آب حاصل از بارش منطقه است. بارش دشت خرم آباد در طی ۳۰ سال (۱۳۵۸-۱۳۸۸) به طور متوسط برابر با ۴۰۷.۲ میلی متر می باشد که عمده‌ترین نوع بارش آن به شکل باران می باشد. نقشه به دست آمده از نقشه هم باران به پنج طبقه از ۴۷۰ تا ۶۱۲ میلی متر مطابق شکل طبقه‌بندی گردید. به منطقه‌ای که کمترین بارش را دریافت می‌کند کمترین امتیاز نسبت به سایر طبقات یعنی امتیاز ۰.۵ و منطقه‌ای که بیشترین بارش را دریافت می‌کند بسیار خوب بوده و امتیاز ۴.۵ داده شد. بیشترین بارش در بخش جنوبی منطقه اتفاق می‌افتد (شکل ۲-ب).



شکل (۲): نقشه شیب (الف) و هم باران (ب) دشت خرم آباد

بافت خاک:

¹ Digital Elevation Model (DEM)



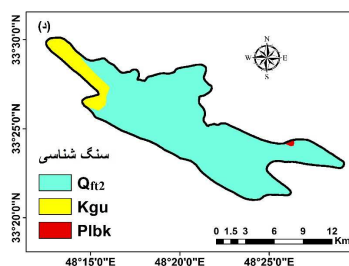
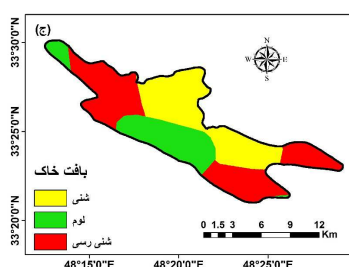
خاک از عوامل موثر بر تعیین نرخ نفوذ آب در زمین می باشد. نفوذ آب در خاک در زمین‌های رسی و سیلتی بسیار ناچیز است (علیزاده ۱۳۹۱). طبق نقشه خاک منطقه ۳ نوع بافت متفاوت در این دشت قابل مشاهده است این خاکها شامل: شن، لوم و شنی رسی می‌باشد. عمده خاک منطقه از نوع شنی رسی می‌باشد که کمترین امتیاز در بافت خاک را به علت نفوذپذیری کمتر نسبت به سایر بافتها و معادل ۱ به آن داده شد (شکل ۳-ج).

نقشه سنگ‌شناسی:

سنگ‌شناسی از عوامل موثر در ایجاد منطقه‌ی مناسب برای تجمع آب می‌باشد. شرایط هر سنگ در منطقه به عناصر سازنده سنگ یعنی کانی‌های سنگ مرتبط می‌شود. علاوه بر کانی‌شناسی سنگها عوامل دیگر نظیر وجود درز و شکاف در سنگها برای ذخیره و تجمع آب موثر می‌باشند. ظرفیت نفوذ آب در سنگها با توجه به فرایندهای هوازدگی، سختی سنگ، و شکافها و شکستگی‌های سنگ مشخص می‌شود. نقشه سنگ‌شناسی دشت خرم‌آباد از نقشه‌های سازمان زمین‌شناسی کشور با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ به دست آمد (شکل ۳-د). در کل منطقه‌ی دشت خرم‌آباد سه نوع سنگ موجود است (جدول ۱). بیشترین مساحت دشت توسط رسوبات کراترنری (Qft2)، مخروط افکنه با سنگ کم و دره‌های با رسوبات تراسی (شکل) پوشیده شده است.

جدول ۱- نوع و مشخصات سنگ‌شناسی دشت خرم آباد

نوع سنگ	توضیحات
Qft2	رسوبات کراترنری (Qft2)، مخروط افکنه با سنگ کم و دره‌های با رسوبات تراسی شکل
Kgu	سنگها با تثبیت متناوب سخت ، گسترده، تشکیل کنگلومرا و قابلیت هوازدگی کم - بسترماسه سنگی - (سازند بختیاری)
Plbk	مارن خاکستری مایل به آبی و شیل با زیرلایه‌های نازک سنگ لومی رسی مانند خاک رس (سازند گورپی)



شکل (۳): نقشه خاک‌شناسی (ج) و سنگ‌شناسی (د) دشت خرم آباد



تراکم گسل:

یکی از بهترین مناطق برای ذخیره‌ی آب درز و شکاف و گسل‌های یک منطقه است. در مناطق با ساختار زمین‌شناسی سخت خط‌واره‌ها در اثر شکستن و گسل خوردن مناطق و نواحی را ایجاد می‌کنند که این دارای توان نفوذ بالایی را ایجاد می‌کند و منابع آبهای زیرزمینی خیلی خوبی را فراهم می‌کند (Kumar 1999). تراکم گسل در واحد سطح به وسیله‌ی فرمول زیر در منطقه به دست آمد:

$$LD = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{Li}{A} \quad (2)$$

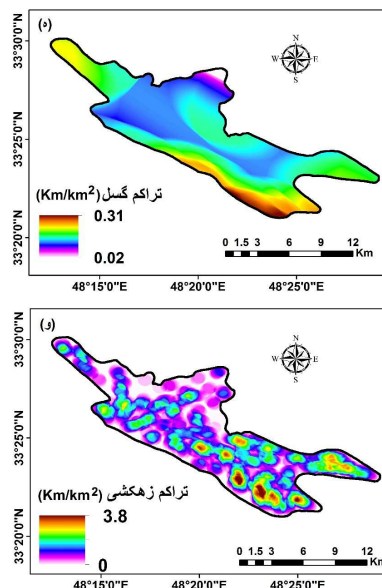
که در اینجا LD تراکم گسل بر حسب متر بر متر مربع، Li طول کل گسلها بر حسب متر و A مساحت منطقه مطالعاتی بر حسب مترمربع است. در دشت خرم آباد یک گسل طویل از سمت شمال غرب تا جنوب شرق منطقه کشیده شده است. تراکم گسل حوزه مطالعاتی به چهار طبقه از ۰.۰۲۹ تا ۰.۳ طبقه‌بندی شد. بیشترین امتیاز در منطقه مربوط به مناطق با تراکم بالا داده شد (شکل ۴-۵).

تراکم زهکشی:

نقشه‌ی تراکم زهکشی حوزه مورد مطالعه با استفاده از ابزار Spatial analysis ترسیم شد. به طور کلی تراکم زهکشی یک منطقه برای هر شبکه‌ی مربعی به وسیله‌ی فرمول زیر به دست می‌آید:

$$DD = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{LWS}{AWS} \quad (1)$$

در اینجا DD تراکم زهکشی، LWS طول کل آبراهه‌ها در حوزه آبخیز و AWS مساحت حوزه آبخیز می‌باشد. در منطقه مورد مطالعه تراکم زهکشی از ۰.۳۴ تا ۳.۸ کیلومتر بر کیلومتر مربع می‌باشد. بیشترین وزن به بخشی داده می‌شود که دارای کمترین تراکم زهکشی و کمترین وزن مربوط به منطقه با بیشترین تراکم زهکشی داده شد (شکل ۴-۵).



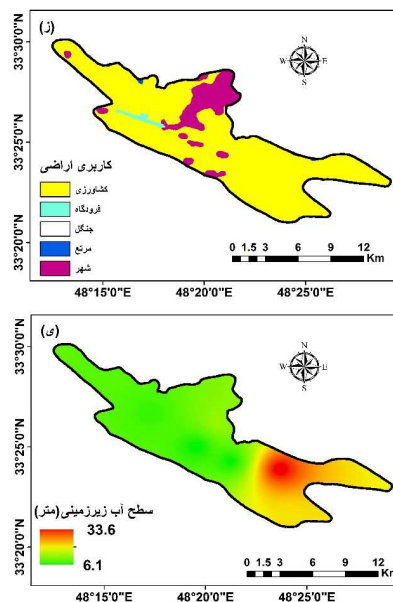
شکل (۴): نقشه تراکم گسل (ه) و تراکم زهکشی (و) دشت خرم آباد

کاربری اراضی

نقشه کاربری اراضی منطقه نشان‌دهنده وجود پنج کاربری مختلف در منطقه شامل: کشاورزی، باغ، مرتع، شهر و فرودگاه می‌باشد. حدود ۸۵٪ از مساحت منطقه توسط اراضی کشاورزی پوشیده شده است. بالاترین امتیاز در میان کاربری‌ها به کاربری کشاورزی برای نفوذپذیری بالا و شیب کم آن داده شد (شکل ۴-ز).

سطح آب زیرزمینی:

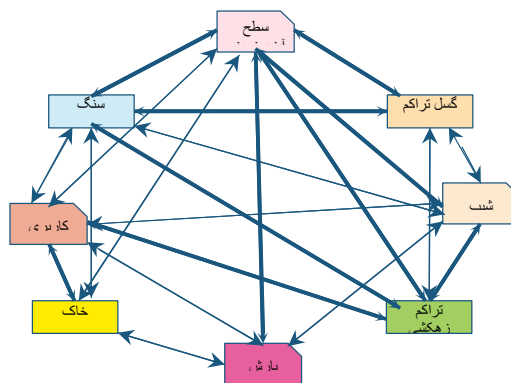
سطح آب زیر زمینی در دوره‌های خشک در عمق بیشتری قرار می‌گیرد و پس از پایان یافتن باران‌های فصلی به تدریج بالا می‌آید. این بالا آمدن و پایین رفتن سطح آب به مقدار، طول و شدت بارش و عمق هوازدگی، بازدهی ویژه‌ی سازندها و شیب کلی سازندهای جوان در شبکه‌های زهکشی بستگی دارد (Samson و همکاران ۲۰۱۴). در منطقه مطالعاتی ۷ چاه پیزومتری با ویژگی‌هایی مطابق جدول وجود دارد که سطح آن در ماه‌های اردیبهشت و آبان اندازه‌گیری شده است. با استفاده از این چاه‌ها نقشه‌ی سطح آب زیر زمینی در آبان ماه رسم گردید و نهایتاً نقشه به ۵ طبقه مطابق شکل طبقه‌بندی شد. بیشترین امتیاز در میان طبقات به طبقه-ای داده شد که دارای کمترین سطح آب زیر زمینی بود چرا که این مناطق دارای بیشترین توان برای نگه‌داشت و ذخیره‌ی آب را دارا هستند (شکل ۴-ی).



شکل (۵): نقشه کاربری اراضی (ز) و سطح آب زیرزمینی (ی) دشت خرم آباد

روش محاسبه‌ی وزن در عوامل چندگانه تاثیرگذار (MIF):

تعیین امتیازات اولیه در این روش از طریق اثرات متقابل نشان داده شده در طرح شماتیکی زیر که توسط Shaban و همکارانش در سال ۲۰۰۱ طراحی گردید تعیین می‌شود (شکل ۶). در این شکل نوع اثر زیاد و کم عوامل بر یکدیگر نشان داده شده است. بر اساس رابطه میان عوامل امتیاز هر عامل بدین صورت به دست می‌آید که بسته به تاثیری که هر عامل بر عامل دیگری دارد مقدار ۱ (تاثیر زیاد) یا ۰.۵ (تاثیر کم) به عامل موردنظر داده می‌شود. مجموع این مقادیر وزن هر عامل می‌باشد (جدول ۳). از این امتیازات برای محاسبه‌ی اثر نهایی در مرحله‌ی بعدی محاسبات استفاده می‌گردد.



شکل (۶): نمودار تاثیرگذاری لایه‌ها بر یکدیگر



اثرگذاری لایه‌ها در پتانسیل یابی تغذیه با عوامل چندگانه تاثیرگذار: (MIF)

مکان یابی مناطق مستعد تغذیه آب زیرزمینی شامل ۴ مرحله اصلی می‌باشد: گام نخست شناسایی لایه‌های موثر در شناخت لایه‌های مربوط به پتانسیل یابی آب زیرزمینی است. مرحله دوم پردازش لایه‌ها برای اطمینان از یکسان بودن سیستم مختصات، کیفیت وضوح، تعیین امتیازات انطباقی و محاسبه وزنها می‌باشد. پس از آن سومین مرحله ترکیب تمام لایه‌ها دارای امتیازات وزنی به وسیله ابزار Spatial analysis در نرم افزار ArcGIS 10.2 می‌باشد. مرحله نهایی طبقه‌بندی نقشه خروجی به ۵ طبقه (کم، متوسط، متوسط تا خوب، خوب و خیلی خوب) می‌باشد. میزان و وضعیت آبهای زیر زمینی به دلیل تفاوت در وضعیت لایه‌های تاثیرگذار در هرمنطقه متفاوت می‌باشد. آنچه واضح است این است که تراکم زهکشی، شرایط سنگ‌شناسی و خاک‌شناسی منطقه در شکل‌گیری و میزان حجم آب زیرزمینی به صورت مستقیم اثرگذار است. با این وجود، برخی عوامل نظیر کاربری اراضی و نرخ نفوذ و بارش از عوامل موثر در میزان حجم آب زیرزمینی است. در این مطالعه ۸ لایه لایه شیب، تراکم گسل، تراکم زهکشی، سنگ‌شناسی، خاک‌شناسی، بارش، سطح آب زیرزمینی، کاربری اراضی برای تعیین مناطق مستعد تغذیه تهیه گردید. به هر کدام از لایه‌های موثر در ایجاد شرایط مناسب برای تغذیه یکسری وزن‌های منطقی داده شد. هرکدام از این عوامل دارای طبقات مختلف با اثرگذاری مختلف بوده و بسته به اثری که هرکدام از لایه‌ها بر تعیین مناطق مستعد تغذیه دارند یک ارزش عددی داده شد. مقدار عددی هر طبقه، عددی بین ماکزیمم و مینیمم اثرگذاری آن لایه در نظر گرفته شد. برای مثال تراکم گسل منطقه پس از ایجاد به چهار کلاس طبقه‌بندی شد. کمترین تراکم نشان‌دهنده پتانسیل خیلی کم و بیشترین تراکم نشان‌دهنده پتانسیل بالا می‌باشد. تراکم‌های میانی در دامنه‌ی ۰.۲۹ تا ۰.۳ کیلومتر بر کیلومتر مربع قرار می‌گیرد. محدوده‌ی امتیازی سنگ‌شناسی به ترکیب سنگ بستگی دارد. بالاترین امتیاز به سنگ با بالاترین توان نگهداری و کمترین امتیاز مربوط به سنگ با کمترین توان نگهداری بود. مشابه این موارد سایر لایه‌ها نیز از کم تا زیاد و با امتیاز بین ۱-۸ رتبه‌بندی شدند. اکنون برای ارزیابی جامع هر عامل اثرگذار بر مکان‌یابی مناطق مستعد تغذیه، امتیاز هر طبقه از عامل مورد نظر در امتیاز مربوط به اثرگذاری آن بر سایر عوامل ضرب شده و وزن نهایی هر لایه مطابق رابطه شماره (۳) به دست می‌آید (Shaban و همکاران ۲۰۰۱؛ Shaban و همکاران ۲۰۰۳).

$$W = \frac{\sum(A * B)}{(\sum(\sum A * B)) * 100} \quad (4)$$

W وزن نهایی، A امتیازات داده شده به هر طبقه از عوامل موثر و B مجموع اثرات زیاد و کم لایه‌ها بر یکدیگر می‌باشد.

تهیه نقشه پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی:

پس از تعیین امتیاز هر طبقه در هر لایه مجزا تمامی لایه‌ها وزن‌گذاری شده و پس از آن تمام لایه‌ها به وسیله ابزار ماشین حساب رستری در نرم افزار ArcGIS 10.2 با اعمال ضریب نهایی به دست آمده با یکدیگر ترکیب شده و نقشه پتانسیل مناطق برای تغذیه مشخص می‌گردد.

نتایج و بحث

با توجه به ویژگی‌های لایه‌های شیب، تراکم گسل، تراکم زهکشی، کاربری اراضی، سنگ‌شناسی، خاک، بارش و سطح آب، طبقه‌بندی توصیفی و دامنه‌ی هریک از این عوامل اثرگذار به همراه وزن اختصاص یافته به آنها در جدول شماره (۲) ارائه گردیده است.



جدول شماره (۲): وزن داده شده به عوامل تاثیرگذار

عامل	مقیاس توصیفی	دامنه عوامل	A
سطح آب زیرزمینی	خیلی زیاد	۶-۰	8
	زیاد	۶-۱۲	6.5
	متوسط تا زیاد	۱۲-۱۸	4
	متوسط	۱۸-۲۴	2.5
	کم	۲۴-۳۳	1
تراکم گسل	زیاد	۰.۳-۰.۱۸	6
	متوسط	۰.۱۸-۰.۱۵	3
	کم	۰.۱۵-۰.۱۲	1
	خیلی کم	۰.۱۲-۰.۰۲	0.5
کاربری اراضی	زیاد	کشاورزی	8
	زیاد-متوسط	مرتع	6
	متوسط	باغ	4
	کم	شهر	1
	خیلی کم	فرودگاه	0.5
سنگ‌شناسی	زیاد	Qft2	8
	متوسط	Kgu	5
	کم	Plbk	2
تراکم زهکشی	زیاد	۳.۸-۱.۳	5
	متوسط	۱.۳-۰.۸۳	3
	کم	۰.۸۳-۰.۳۴	2
	خیلی کم	۰-۰.۳۴	0.5
بارش	خیلی زیاد	۶۱۲-۵۸۴	4.5
	زیاد	۵۸۴-۵۵۵	3.5
	متوسط	۵۵۵-۵۲۷	2.5
	کم	۵۲۷-۴۹۸	1.5
	خیلی کم	۴۹۸-۴۷۰	0.5
خاک	زیاد	شن	3.5
	متوسط	لوم	2.5
	کم	شنی-رسی	1
شیب	خیلی زیاد	۰-۱	7.5
	زیاد	۱-۳	6
	زیاد-متوسط	۳-۷	5
	متوسط	۷-۱۵	2
	متوسط-کم	۱۵-۳۶	0.5



مطابق شکل ۶ عامل سطح آب زیرزمینی در بین سایر عوامل بالاترین تاثیر را با چهار اثر زیاد و دو اثر کم را داراست. به عبارت دیگر این عامل برای تعیین منطقه مناسب برای تغذیه آبهای زیرزمینی به میزان بالا تحت تاثیر عوامل بارش، تراکم گسل، ساختار سنگ‌شناسی و شیب و به میزان کم تحت تاثیر خاک و کاربری اراضی می‌باشد بنابراین بازه‌ی امتیاز دهی در این بخش از ۱ تا ۶ می‌باشد. اثر هر عامل موثر به همراه رتبه‌های توصیفی و امتیازات مربوط به آن در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: امتیازدهی بر اساس اثر لایه‌ها بر یکدیگر

عامل	اثر زیاد	اثر کم	مجموع اثرات (B)
سطح آب زیرزمینی	4	2	6
تراکم گسل	2	2	3
کاربری اراضی	2	4	4
سنگ‌شناسی	3	3	4.5
تراکم زهکشی	4	1	4.5
بارش	1	3	2.5
خاک	1	4	2.5
شیب	2	4	4
مجموع کل لایه‌ها			31

نهایتاً وزن نهایی محاسبه شده در هر لایه در جدول (۴) ارائه شده است:

پس از تعیین اوزان نهایی نقشه‌ی پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی در این منطقه از ترکیب لایه‌های مختلف نظیر شیب، کاربری اراضی، خاک، سنگ‌شناسی، تراکم گسل، تراکم زهکشی، سطح آب زیرزمینی و بارش تهیه گردید (شکل ۷). نقشه نهایی به دست آمده مطابق مقاله Elangovan و Samson (۲۰۱۴) به پنج طبقه کم، متوسط، متوسط تا خوب، خوب و خیلی خوب طبقه‌بندی شد که هر کدام از آنها به ترتیب دارای مساحتی معادل ۱۶.۶ کیلومترمربع (۰.۱۳٪)، ۲۹.۷۲ کیلومتر مربع (۰.۲۲٪)، ۲۰.۷۱ کیلومترمربع (۰.۱۶٪)، ۳۱.۲۵ کیلومترمربع (۰.۲۳٪) و ۳۵ کیلومترمربع (۰.۲۶٪) بودند. به طور کلی ۶۵٪ از کل دشت خرم آباد برای تغذیه آبخوان دارای شرایط متوسط تا خیلی خوب می‌باشد. برای بررسی صحت نقشه، از میان ۷ چاه مشاهداتی ۴ چاه به صورت تصادفی در کل دشت انتخاب شد و سطح آب با طبقه پتانسیل به دست آمده مقایسه شد. نتایج نشان دهنده وجود تطابق بین سطح آب و وضعیت پتانسیل منطقه بود (جدول ۴). تفسیر پتانسیل تغذیه با توجه به سطح آب‌های زیرزمینی در چاه انتخاب شده و رتبه اختصاص داده شده به آنها ارزیابی شده است. سطح آب زیرزمینی در چاه‌های مختلف علاوه بر نشان دادن میزان آب در دسترس بیانگر نیزان فضای خالی از سطح زمین تا سطح آب نیز می‌باشند که این فضای خالی یکی از عوامل موثر در تعیین مکان مناسب برای تغذیه آبخوان است به نحوی که کمترین سطح آب دارای بالاترین فضا برای تغذیه بوده و در نتیجه بالاترین امتیاز را دریافت می‌کند. در این امتیازدهی رتبه ۵ بیانگر سطح آب ۶-۰ و رتبه ۴ سطح آب ۱۲-۶.۱، رتبه ۳ سطح آب ۱۸-۱۲.۱، رتبه ۳ سطح آب ۱۸-۱۲.۱ و رتبه ۱ بیانگر سطح آب بیش از ۲۴ متر می‌باشد.



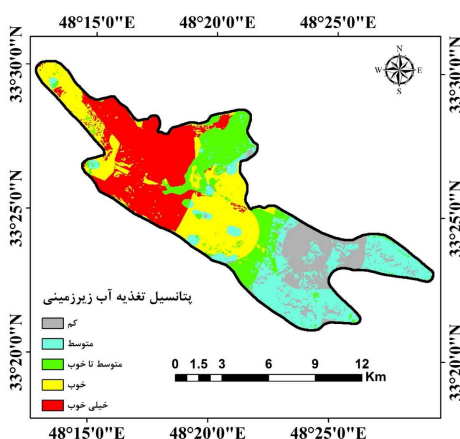
جدول ۴: وزن نهایی هر عامل برای تغذیه آبهای زیرزمینی

عامل	مقیاس توصیفی	وزن (A)	امتیاز (B)	(A*B)	$\sum(A*B)$	اثر عامل بر پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی
سطح آب زیرزمینی	خیلی زیاد	8	۶	۴۸	۱۳۲	۲۷
	زیاد	6.5		39		
	متوسط	4		24		
	کم	2.5		15		
	خیلی کم	1		6		
تراکم گسل	زیاد	6	3	18	31.5	6.5
	متوسط	3		9		
	کم	1		3		
	خیلی کم	0.5		1.5		
کاربری اراضی	زیاد	8	4	32	78	16
	زیاد-متوسط	6		24		
	متوسط	4		16		
	کم	1		4		
	خیلی کم	0.5		2		
سنگ‌شناسی	زیاد	8	4.5	36	67.5	14.45
	متوسط	5		22.5		
	کم	2		9		
تراکم زهکشی	زیاد	5	4.5	22.5	47.25	10
	متوسط	3		13.5		
	کم	2		9		
	خیلی کم	0.5		2.25		
بارش	خیلی زیاد	4.5	2.5	11.25	31.25	6
	زیاد	3.5		8.75		
	متوسط	2.5		6.25		
	کم	1.5		3.75		
	خیلی کم	0.5		1.25		
خاک	زیاد	3.5	2.5	8.75	17.5	3.74
	متوسط	2.5		6.25		
	کم	1		2.5		
شیب	خیلی زیاد	7.5	4	30	84	17.98
	زیاد	6		24		
	زیاد-متوسط	5		20		
	متوسط	2		8		
	متوسط-کم	0.5		2		



جدول ۴- سطح آب زیرزمینی و پتانسیل تغذیه

نام محل	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	سطح آب بر حسب متر	امتیاز	پتانسیل تغذیه مصنوعی
چغاهروشی	۴۸.۱۴	۳۳.۲۸	۹.۰۵	۴	خوب
سالی	۴۸.۲۴	۳۳.۲۱	۲۰.۷۱	۲	متوسط
دارایی	۴۸.۲۱	۳۳.۲۴	۶.۳۴	۴	خوب
ناصروند	۴۸.۲۳	۳۳.۲۳	۳۳.۶۳	۱	کم



شکل (۷): نقشه پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی دشت خرم آباد

بحث و نتیجه گیری

با تهیه نقشه پتانسیل مشخص گردید که بهترین منطقه برای تغذیه مصنوعی در بخش شمال و شمال غربی دشت خرم آباد قرار دارد. باال بودن پتانسیل این قسمت از منطقه را می توان به داشتن فضای کافی برای نفوذ به واسطه سطح پایین چاهها در این منطقه و وضعیت خاک و سنگ شناسی مناسب با نفوذپذیری بالا، شیب و شرایط کاربری مناسب برای انجام تغذیه آب زیرزمینی مناسب نسبت داد. از آنجاییکه بالاترین اثرگذاری در میان لایهها مربوط به لایه سطحی آب زیرزمینی بود در بخش جنوبی دشت خرم آباد به علت بالا بودن سطح آب زیرزمینی و کم بودن فضای خالی برای تغذیه، بخش جنوبی حوزه دارای کمترین توان برای تغذیه آب- های زیرزمینی است. تعیین نقشه پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی با استفاده از روش عوامل چندگانه تاثیرگذار (MIF) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) روشی مناسب، کم هزینه، آسان و سریع می باشد. برای مکان یابی مناطق مستعد تغذیه آبخوان روش های دیگری نیز همچون روش بولین، همپوشانی لایهها وجود دارد. در روش بولین برخلاف روش MIF همه ی طبقات در یکی از دو گروه ارزشی صفر و یک قرار میگیرند و طبقات حد واسطی وجود ندارد در واقع در این روش اهمیت نسبی سایر طبقات اثرگذار نادیده گرفته می شوند درحالیکه در روش MIF به هر طبقه از عوامل بر اساس اثرگذاری نسبی امتیازی داده شده و اهمیت هیچ یک از طبقات نادیده گرفته نمی شود. در روش همپوشانی لایهها نیز با وجود اینکه به هر طبقه بر اساس میزان اثرگذاری آنها امتیازاتی داده می شود اما به اثرات متقابل میان لایهها در تعیین پتانسیل مناطق اهمیت داده نمی شود. در واقع روش اثرگذاری چند جانبه چارچوبی نوین برای تعیین اهمیت نسبی متغیرهای اثرگذار ارائه می دهد به عبارتی بر هر لایه علاوه بر وزن های غیر یکنواخت مربوط به طبقات



مختلف بر اساس اهمیت آنها در تعیین مناطق مستعد تغذیه، ضریب اثر گذاری بر لایه‌های دیگر نیز اعمال می‌شود که از این طریق شرایط در نظر گرفته شده به شرایط واقعی نزدیک‌تر شده و نتایج به دست آمده قابل قبول‌تر خواهد بود. نتایج به دست آمده از این مطالعه می‌تواند به عنوان راهنمای مفیدی جهت تعیین مناطق مناسب برای تغذیه آب‌های زیرزمینی با دقت و سرعت بالاتر و کاهش هزینه‌ها قرار گیرد. این روش یک روش تجربی و کاربردی با قابلیت انعطاف بالاست که محدودیتی برای تعیین پتانسیل آب زیرزمینی در هیچ منطقه‌ای نداشته و می‌تواند برای مناطق وسیع‌تر با توپوگرافی ناهموار نیز مورد استفاده قرار بگیرد (Magesh و همکاران ۲۰۱۲).

منابع:

- علیزاده، امین (۱۳۹۱). کاربرد اصول هیدرولوژی کاربردی. دانشگاه امام رضا. چاپ سی و ششم، ویرایش ششم.
- محمدنژاد آروق، اصغری، و محمدزاده، وحید، صیاد، بهاء الدین. (۱۳۹۲). تهیه نقشه مناطق مستعد آب‌های زیرزمینی با استفاده از GIS و MIF (مطالعه موردی: شهرستان ارومیه). پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۳، ۴۸-۵۸.
- موسوی، چیت سازان، میرزایی، شبان و محمدی سیدفاطمه، منوچهر، یحیی، مجتبی بهزاد، ۱۳۸۸. تلفیق سنجش از دور و GIS به منظور پتانسیل یابی مناطق مناسب جهت تغذیه آب زیرزمینی، مطالعه موردی: محدوده تاکدیس کمستان. همایش ژئوماتیک ۱۳۸۸. تهران.
- Gontia, N. K., and Patil, P. Y. (2012). Assessment of groundwater recharge through rainfall and water harvesting structures in Jamka microwatershed using remote sensing and GIS. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 40(4), 639–648.
- Kumar A (1999), Sustainable utilization of water resources in watershed perspective—a case study in Alaunja watershed, Hazaribagh, Bihar. *Photonirvachak J Indian Soc Remote Sens* 27:13–22.
- Magesh NS, Chandrasekar N and Soundranayagam JP (2012) Delineation of groundwater potential zones in Theni district, Tamil Nadu, using remote sensing, GIS and MIF techniques. *Geosci Front* 3(2):189–196
- Manap , M.A., Nampak , H., Pradhan , B., Lee , S., Sulaiman , W.N.A. and Ramli , M.F., Application of probabilistic-based frequency ratio model in groundwater potential mapping using remote sensing data and GIS. *Arab J Geosci*. (2012).
- Selvam s, Manimaran G, Sivasubramanian P and Seshunarayana T (2014a), Geoenvironmental resource assessment using remote sensing and GIS: a case study from southern coastal region. *Res J Recent Sci* 3(1):108:115.
- Selvam s, Magesh N.S, Chidambaram, Rajamanickam M and Sashikkumar M.C (2014b) A GIS based identification of groundwater recharge potential zone using RS and IF technique, case study: Ottapidaram taluk, Tuticorin district, Tamil Nadu. *Environ Earth Sci* (2015) 73:3785-3799.
- S. Samson and K. Elangovan 2014. Delineation of Groundwater Recharge Potential Zones in Namakkal District, Tamilnadu, India Using Remote Sensing and GIS, DOI 10.1007/s12524-014-0442-0.
- Shaban A, Khawlie M, Bou Kheir R and Abdallah C (2001) Assessment of road instability along a typical mountainous road using GIS and aerial photos, Lebanon- eastern Mediterranean. *Bull Eng Geol Environ* 60:93–101.
- Shaban A (2003) Studying the hydrogeology of occidental Lebanon: utilization of remote sensing. Etude de phydrogeologie du Liban occidental: utilization of de la deledction. These de doctorates, University Bordeaux 1, p 202.



یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز

11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management



۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

- Shaban, A., Khawlie, M., and Abdallah, C. (2006). Use of remote sensing and GIS to determine recharge potential zone: the case of occidental Lebanon. *Hydrogeology Journal*, 14(۴)433–443.
- Suribabu, C. R., Bhaskar, J., and Neelakantan, T. R. (2012). Land use/ cover change detection of Tiruchirapalli City, India, using integrated remote sensing and GIS tools. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 40(4), 699–708.