# مکانیابی عرصه‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های زیرزمینی به روش منطق فازی در حوضه آبریز دشت شهرکرد

عاطفه مهدوی[۱*]، محمدرضا نوری امامزاده‌یی[۱]، رسول مهدوی نجف‌آبادی[۲] و سید حسن طباطبائی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۲/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۹)

## چکیده

**استان چهارمحال و بختیاری طی سال‌های اخیر دچار محدودیت شدید دسترسی به منابع آب سطحی و در نتیجه اعمال فشار بهره‌برداری بر منابع آب زیرزمینی شده است. به همین لحاظ تقویت منابع آب زیرزمینی به کمک منابع سطحی یا تغذیه مصنوعی، یکی از راه‌های جبران این فشار محسوب می‌شود. هدف از انجام این تحقیق تعیین محل‌های مناسب جهت اجرای طرح تغذیه مصنوعی به روش منطق فازی است. عوامل مؤثر در مکان‌یابی در نظر گرفته شده عبارت‌اند از شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت قسمت غیر اشباع آبرفت، کیفیت شیمیایی آب، کاربری اراضی و شبکه آبراهه‌ای. لایه اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر بر اساس منطق فازی، در نرم‌افزارهای Arc View 3.2a و Arc GIS 9.3، کلاسه‌بندی و وزن‌دهی شد و با عملگر حاصل‌ضرب جبری عملیات تلفیق شاخصه‌ها انجام گرفت. نتایج به دست آمده از تلفیق نشان می‌دهد که ۴/۷۹ درصد از کل حوضه مناسب و ۱۷/۹۴ درصد نیز نسبتاً مناسب است. جهت تعیین میزان تأثیرگذاری عامل کاربری اراضی بر نتیجه کار، این لایه روی نقشه‌های جواب به صورت جداگانه اعمال شد. مشاهده شد که درصد تناسب اراضی به یک سوم کاهش پیدا کرد. در مجموع حدود ۳۰ نقطه با ذکر ویژگی‌های اجرایی هر یک، معرفی شدند.**

**واژه‌های کلیدی: تغذیه مصنوعی، آب‌های زیرزمینی، منطق فازی و حوضه آبریز دشت شهرکرد**

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار و دانشیار مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۲. استادیار مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: a_mahdavi83@yahoo.com



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]

## مقدمه

لزوم شناخت و بهره‌برداری بهینه از آب‌های زیرزمینی از آنجا ناشی می‌گردد که این منابع ۹۹ درصد از کل آب‌های شیرین قابل استفاده را تشکیل می‌دهند (۱۱). مشکلات ناشی از بروز خشک‌سالی‌ها از یک سو و سیلاب‌های مخرب از سوی دیگر، لزوم مدیریت صحیح منابع آب را نمایان می‌سازد. در این رابطه، جمع‌آوری آب‌های سطحی، تغذیه آب‌های زیرزمینی و تنظیم بهره‌برداری صحیح آب، مهم‌ترین راه‌کارهای مدیریت منابع آب به شمار می‌روند (۸). در ایران با استفاده روزافزون از آبخوان‌ها، باید اقداماتی به منظور جبران آنها نیز انجام داد، تا بتوان بدون ایجاد اشکال، بهره‌برداری بیشتری از منابع آب نمود و مخصوصاً از سیلاب‌های زمستانی و بهاری استفاده کرد. چون ساختن مخازن سطحی به علت نیاز به سرمایه‌گذاری هنگفت و هم‌چنین پر شدن آنها از گل و لای ممکن است در بعضی مناطق به صرفه نباشد، به کار بردن تغذیه مصنوعی راه حلی برای جبران قسمتی از کمبود آب در بعضی نواحی است (۱۰).

برداشت سالانه حدود ۲۵۰ میلیون مترمکعب از منابع آب دشت شهرکرد موجب افت شدید سطح ایستابی به ویژه بعد از سال ۱۳۷۲ شده است. در حد فاصل بین سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۳، سطح ایستابی بیش از ۱۳ متر نزول داشته و در زمره آبخوان‌های ممنوعه قرار گرفته است (۹). مهم‌ترین دلایلی که می‌توان ذکر کرد عبارت‌اند از برداشت بی‌رویه، نایک‌نواختی و پراکنش ناموزون زمانی و مکانی بارش‌ها و شیب عمومی نسبتاً تند منطقه است، که موجبات خروج سریع رواناب‌های سطحی از منطقه و از دست رفتن فرصت استفاده مفید از این منابع قابل توجه را فراهم می‌سازد. ذخیره این منابع عظیم در آبخوان‌های زیرزمینی به جای ذخیره‌سازی سطحی در این مناطق نه تنها از حیث فنی و اقتصادی، بلکه از نظر زیست محیطی و حفظ و بهبود کیفیت آب، ارجح است. در این راستا یافتن عرصه‌های مناسبی که از هر جنبه شرایط لازم جهت تغذیه مصنوعی منابع آب‌های زیرزمینی را داشته باشد و آثار نامفید جانبی آن در حداقل بوده و یا حتی‌الامکان نداشته باشد، یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر در مبحث تغذیه مصنوعی آبخوان‌هاست.

تغذیه مصنوعی عبارت از وارد کردن آب به یک سازند نفوذپذیر با هدف تغذیه سفره آب زیرزمینی و به منظور استفاده مجدد از آن با رژیم و کیفیتی متفاوت و به وسیله ایجاد تأسیسات اضافی یا تغییراتی در شرایط طبیعی منطقه است (۱).

مکان‌یابی سیستم‌های تغذیه مصنوعی از اصول اساسی ایجاد این سیستم‌هاست. انتخاب محل بر مبنای واقعیت‌های علمی و طبیعی دارای بزرگ‌ترین نقش در جهت استحکام و کاربری این سیستم‌ها در راستای تحقق اهداف مربوطه می‌باشد و لازم است با دقت کافی انجام شود. روش‌های مختلف و پارامترهای بسیاری برای مکان‌یابی عرصه‌ها و بسترهای تغذیه مصنوعی وجود دارد. هر روشی که مورد استفاده قرار گیرد، باید اطلاعات حاصل از مطالعات مختلف در آن به صورت تلفیقی و در کنار هم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و منطقه مناسب تعیین شود. در این راستا به دلیل وجود مشخصه‌های متعدد در مکان‌یابی، تغییرات مداوم عوامل مؤثر و نیاز به بررسی توام معیارهای ارزیابی شده، استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی به دلیل ویژگی‌ها و توانایی‌های خاص، می‌تواند در این زمینه بسیار مفید باشد (۲، ۱۱ و۱۲).

یکی از مدل‌های مفید جهت تلفیق لایه‌های اطلاعاتی که در مبحث تغذیه مصنوعی می‌توان به آن اشاره کرد، منطق فازی است. نظریه مجموعه‌های فازی در سال ۱۹۶۵ توسط عسگرزاده عرضه شد. این نظریه از آن زمان تاکنون، گسترش و تعمیق زیادی یافته و کاربردهای مختلفی در علوم مختلف مانند الکترونیک، منابع طبیعی، معدن و مدیریت و برنامه‌ریزی شهری پیدا کرده است (۳). یک مجموعه فازی ، مجموعه‌ای است از درجات عضویت که می‌تواند به طور پیوسته از صفر تا یک اختیار شود. این مجموعه توسط یک تابع عضویت مشخص می‌شود. عضویت یک به یک مجموعه یعنی تعلق کامل و عضویت صفر یعنی عدم تعلق به مجموعه. هر چه درجه عضویت به یک نزدیک‌تر باشد نشانه تعلق بیشتر به مجموعه



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]

مورد نظر است و برعکس. با استفاده از توابع فازی می‌توان نقشه‌های مختلف را به تعدادی کلاس تفکیک نمود. بر این مبنا به هر کلاس از مجموعه، بر اساس میزان تأثیرگذاری، یک درجه عضویت بین صفر تا یک داده می‌شود. می‌توان پنج عملگر فازی AND ، OR ، حاصل‌ضرب جبری فازی، حاصل جمع جبری فازی و عملگرهای فازی گاما را به عنوان عملگر روی توابع فازی نام برد.

علی‌محمدی (۷) در سال ۱۳۸۵ معیارها و زیرمعیارهای مناسب در مکان‌یابی پارک‌ها را برشمرده و با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، وزن‌دهی‌ها را انجام داده و به سه روش بولین، وزن‌دهی چندگانه و منطق فازی، لایه‌ها را با یکدیگر ترکیب نموده است. مقایسه نتایج نشان داد که روش فازی مساحت بیشتری را به عنوان جواب می‌دهد، ولی با مطلوبیت بیشتر و مناسب‌تر.

خواجه‌الدین و همکاران (۳) در سال ۱۳۸۵ به تعیین رویشگاه بالقوه چهارگونه جنگلی صنعتی زیتون، کاج، بروتسیا، سروناز و سدر لبنان که مختص اقلیم مدیترانه می‌باشند، در استان چهارمحال و بختیاری پرداخته‌اند. پس از تهیه لایه‌های مورد نیاز (تعداد ۱۴ لایه) و هم‌چنین وزن‌دهی و کلاسه‌بندی کردن آنها، به روش بولین و فازی، در محیط Idrisi، با یکدیگر ترکیب و تلفیق شدند. نهایتاً در کنار دیگر نتایج پروژه، منطق بولین به خاطر درصد اطمینان بالا و منطق فازی به دلیل این‌که نقاط با احتمال بین صفر و یک را نیز مشخص می‌سازد، روش‌های مناسبی برای مکانیابی رویشگاه بالقوه تعیین شدند.

عطائی‌زاده و چیت‌سازان (۶) در سال ۱۳۸۷ امکان‌سنجی تغذیه مصنوعی با استفاده از تکنیک‌های GIS را در دشت میداود – دالون واقع در استان خوزستان بررسی کرده‌اند. در محیط GIS لایه‌های اطلاعاتی مختلفی مانند گرادیان هیدرولیکی، شیب، عمق تا سطح ایستابی، لیتولوژی بخش غیراشباع، محیط آبخوان، لیتولوژی سطحی (نفوذ آب به خاک) و هدایت الکتریکی آب‌های سطحی تهیه شده و سپس با تلفیق و هم‌پوشانی لایه‌های تهیه شده و اعمال روش هم‌پوشانی شاخص وزنی (Overlay Weighted Index) ، نقشه مناطق مناسب جهت اجرای تغذیه مصنوعی حاصل گردیده است.

دادرسی (۴) در سال ۱۳۸۷ به مقایسه مدل منطق فازی با سایر مدل‌های مفهومی سازگار با GIS در مکان‌یابی مناطق مستعد گسترش سیلاب پرداخته است. در این پژوهش تلاش شده است تا مناسب‌ترین مدل برای تعیین مناطق مساعد گسترش سیلاب، در سطح ۶ شهرستان از استان‌های خراسان رضوی و خراسان شمالی، شناسایی و معرفی شود. مدل منطق بولین، مدل هم‌پوشانی شاخص وزنی و مدل منطق فازی، به همراه تعدادی از عملگرهای آنها، مدل‌های انتخاب شده در این ارزیابی می‌باشند. نتایج حاصل از بررسی صحت نشان داد که عملگر جمع منطق فازی با بیش از ۵/۶۶ درصد انطباق با واقعیت، از بالاترین کارایی نسبت به سایر روش‌ها، در مکان‌یابی عرصه‌های مستعد گسترش سیلاب، برخوردار است.

غیومیان و همکاران (۱۲) در سال ۲۰۰۷ برای مکان‌یابی مناطق مناسب تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در حوضه آبخیز گاوبندی از فاکتورهای شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت آبرفت و کیفیت آبرفت بهره گرفته‌اند. پارامترهای فوق در محیط GIS و با اعمال مدل‌های بولین و فازی طبقه‌بندی، امتیازدهی و تلفیق شدند.

موهان و شانکار (۱۳) در سال جهت مکان‌یابی محل‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی Deccan Volcanic هند، از سه دسته پارامتر شامل زمین شناسی، ژئومرفولوژی و سطح ایستایی کمک گرفتند. در مجموع هشت نقشه مربوط به پارامترهای مذکور تهیه و هر کدام به صورت فایل بولین در آمد. لازم به ذکر است که انتخاب بازه‌ها به صورت تجربی و بر اساس مطالعات و تحقیقات قبلی انجام می‌شود، به همین منظور در تحقیق فوق به شکل سعی و خطا در کلیه بازه‌ها تغییرات مداومی ایجاد و در نهایت این نتیجه حاصل شده است که در طیف تغییرات ۱۲± درصد، محل‌های پیشنهاد شده برای تغذیه مصنوعی تغییر چندانی نمی‌کند.



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]

## مواد و روش‌ها

### الف) منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد نظر در این تحقیق، حوضه آبریز دشت شهرکرد، واقع در استان چهارمحال و بختیاری است. در شکل ۱ موقعیت محدوده مطالعاتی شهرکرد ملاحظه می‌شود. وسعت این محدوده مطالعاتی، ۱۲۳۵ کیلومترمربع بوده، که ۵۵۱ کیلومتر مربع آن را آبرفت و دشت و بقیه را کوهستان‌ها تشکیل می‌دهد. در شکل ۲ محدوده تقریبی آبخوان شهرکرد نمایش داده شده است. محدوده مطالعاتی دشت شهرکرد، بین طول‌های جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۲ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی واقع شده است. این دشت، از شمال و شمال غربی به ارتفاعات کلاه قاضی، قراولخانه، چهل‌دختران و از نواحی جنوب به ارتفاعات جهان‌بین و تفه، از شرق به ارتفاعات کوه سینه و برات و از غرب به ارتفاعات کوه قلنگان و ارتفاعات مشرف به جاده فارسان منتهی می‌شود. رودخانه اصلی آن رود جهان‌بین است که پس از دریافت آب مازاد چشمه‌ها و قنوات در نواحی جنوبی به رودخانه کیار متصل می‌گردد. محدوده مطالعاتی دارای میانگین سالانه ۱۲/۰۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، که میانگین آن در مناطق کوهستانی ۷/۲ و در دشت‌ها ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. هم‌چنین عمق متوسط بارندگی سالانه در کل حوضه آبریز، ۴۰۰ میلی‌متر است (۵).

به دلیل این‌که نقشه‌های موجود به فرمت وکتور (Vector) هستند و با توجه به این‌که در عملیات مکان‌یابی از فرمت رستری (Raster) نقشه‌ها استفاده می‌شود، باید از نرم‌افزاری استفاده نمود که هر دو فرمت را پشتیبانی (Support) کند. به همین خاطر، جهت بازکردن و وزن‌دهی نقشه‌های ورودی از نرم افزار Arc view 3.2a و جهت کلاسه‌بندی‌ها، عملیات تلفیق و تهیه نقشه‌های خروجی از نرم افزار Arc GIS 9.3 استفاده شده است.

### ب) بررسی پارامترهای مرتبط با مبحث تغذیه مصنوعی در آبخوان

#### ۱. بررسی جهت جریان و مناطق تغذیه و تخلیه آبخوان

نقشه تراز سطح آب، با استفاده از ۳۱ حلقه چاه پیزومتری که در دشت شهرکرد وجود دارد، همانند شکل ۳ ترسیم شد. با توجه به خطوط هم‌تراز سطح ایستابی و هم‌چنین نقشه مدل رقومی ارتفاعی (DEM) حوضه، می‌توان جهت حرکت آب زیرزمینی را مشخص کرد. خطوط جریان، عمود بر کنتورهای هم‌پتانسیل ترسیم می‌گردد. در شکل ۴ جهت جریان و ورودی و خروجی آبخوان، نشان داده شده‌اند.

#### ۲. بررسی ارتباط هیدرولیکی محل تغذیه و آبخوان

در طرح‌های تغذیه مصنوعی بایستی ارتباط هیدرولیکی میان محل تغذیه و سفره آب زیرزمینی برقرار باشد. عواملی که باعث قطع این ارتباط می‌شوند عمدتا شامل گسل‌های نفوذناپذیر، لایه‌های نفوذناپذیر نظیر رس و یا دایک‌های آذرین هستند. در این پژوهش جهت شناسایی عوامل فوق‌الذکر، از لوگ حفاری ستون آبرفت منطقه و هم‌چنین مطالعات ژئوفیزیک و هیدروژئولوژیک دشت استفاده شد. بررسی نقشه زمین‌شناسی منطقه نشان داد که هیچ توده آذرین یا دایک نفوذی در این منطقه وجود ندارد. با توجه به زیاد بودن عمق سنگ کف در این دشت و با دقت در سطح آب زیرزمینی این موضوع روشن شد که جریان آب زیرزمینی دشت، به صورت پیوسته از ورودی‌ها تا تنها خروجی دشت ادامه داشته و هیچ خروجی دیگری وجود ندارد.

### ج) عوامل مؤثر در انتخاب مکان‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی

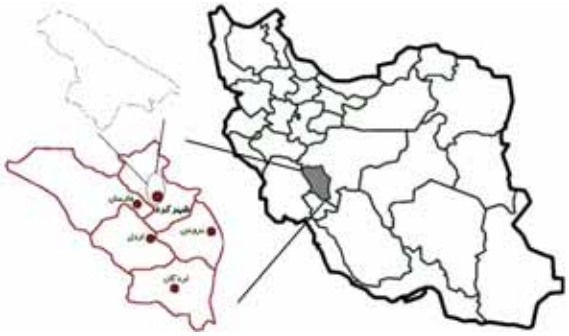
عوامل یاد شده با توجه به نکاتی مانند هدف، مقیاس کار، دقت قابل انتظار، شرایط منطقه، تأثیرگذاری هر عامل و کافی بودن و در دسترس بودن اطلاعات تعیین می‌شود.

با داشتن عمق سطح آب در ۳۱ حلقه چاه پیزومتری موجود

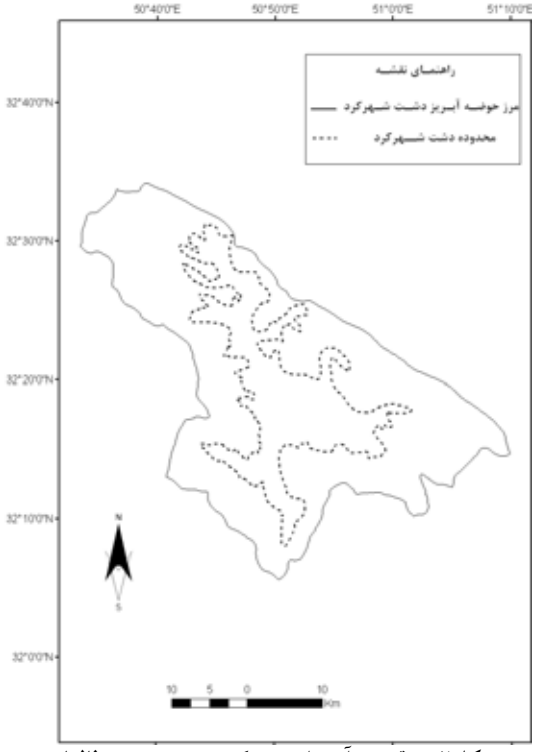


[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

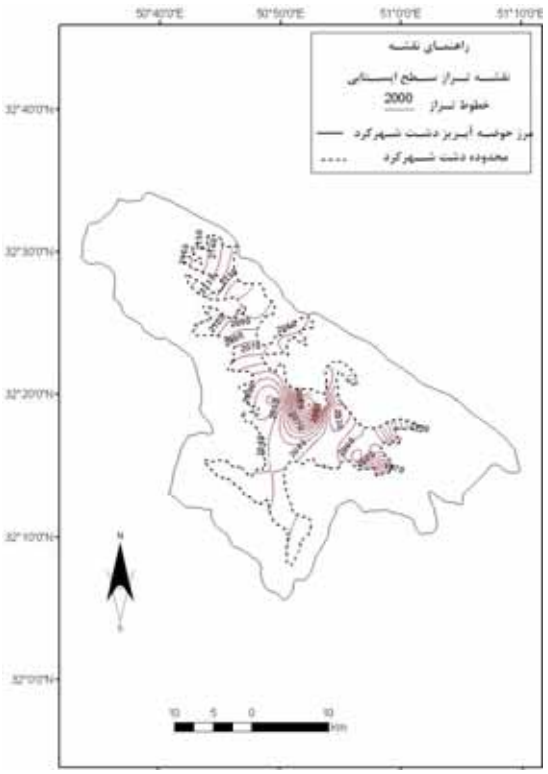
[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]



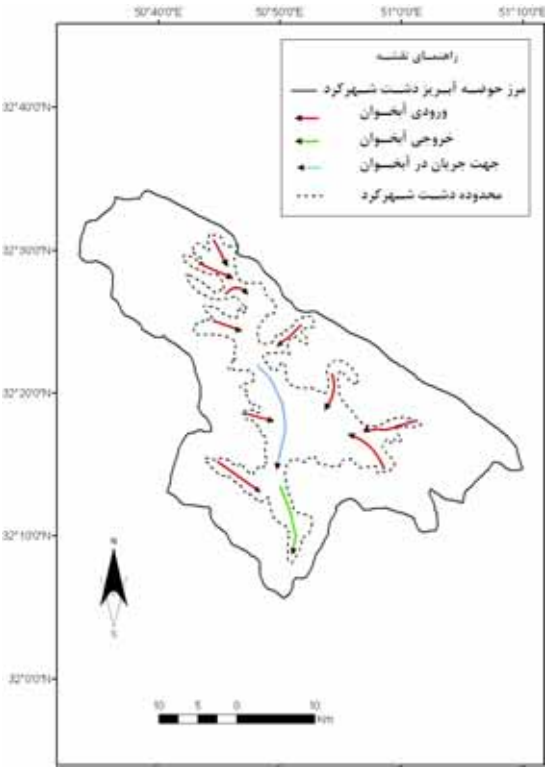
شکل۱. موقعیت حوضه آبریز دشت شهرکرد




شکل۲. موقعیت آبخوان شهرکرد در حوضه مطالعاتی




شکل۳. نقشه خطوط تراز سطح ایستابی دشت شهرکرد (۱۳۸۶)




شکل۴. جهت جریان، نقاط تغذیه و تخلیه دشت شهرکرد



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]

در دشت شهرکرد، در محیط Arc GIS 9.3 با انجام عملیات میان‌یابی، شکل ۵ که نقشه ضخامت آبرفت است، تهیه شد.

پس از تهیه DEM، نقشه شیب تهیه شد (شکل ۶).

هر چه آبرفت از ذرات درشت‌تر تشکیل شده و از جورشدگی بهتری نیز برخوردار باشد، میزان نفوذ آب در آن بیشتر خواهد بود. جهت برآورد نفوذپذیری، ابتدا برای تعیین بافت خاک اقدام شد. با توجه به نقشه لندفرم منطقه، تعداد هشت واحد ژئومرفولوژی در محدوده مورد نظر وجود دارد، که از هر واحد به طور انتخابی و به صورت تصادفی سه نقطه انتخاب و در بازدیدهای صحرایی از خاک هر ایستگاه نمونه‌برداری شد. سپس با انجام آزمایش بافت خاک، مشخصه مذکور برای هر واحد تعیین گشت. شکل ۷ پراکندگی نقاط انتخابی مورد نظر و شکل ۸ نقشه بافت خاک حوضه را نشان می‌دهد.

در بحث کیفیت آب عوامل مختلفی مانند کلرورها، سولفات‌ها، سختی آب، کربنات و بی کربنات، باقی‌مانده خشک و هدایت الکتریکی مد نظر هستند. در بین عوامل فوق هدایت الکتریکی (EC) به طور کلی نقش اساسی داشته و در تحلیل‌های کیفی آب بیشتر استفاده می‌شود (۲). جهت بررسی وضعیت کیفی آب زیرزمینی یک دشت، نیاز به آماربرداری دقیق از منابع آب موجود در دشت و آنالیز شیمیایی نمونه‌های آب آنهاست، با انتخاب چند منبع آب به عنوان منابع آب معرف در سطح آبخوان و کنترل کیفی آنها، می‌توان با تقریب مناسب، به بررسی وضعیت کیفی آبخوان پرداخت. برای این منظور تعداد ۴۰ نقطه در سرتاسر حوضه، شامل تعداد ۲۳ حلقه چاه، ۱۳ رشته قنات و ۴ دهنه چشمه انتخاب و طی دو سال متوالی۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ از این موارد به طور متوسط بین ۴ تا ۱۰ بار بازدید و در هر بازدید از آب هر یک نمونه‌برداری شد و آزمایش‌های لازم روی نمونه‌ها انجام گرفت. آمار به دست آمده نشان داد که آب زیرزمینی در دشت شهرکرد از وضعیت مناسبی برخوردار می‌باشد، به طوری که بیشترین میزان هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده در حدود ۰/۹۷ دسی زیمنس بر متر است.

در محدوده مطالعاتی واحدهای مختلفی مانند زراعت‌های آبی و دیم، مراتع با پوشش فقیر و غنی، رخنمون سنگی، محدوده شهر، بیشه‌زار و بوته‌زار، دریاچه، مخزن سد و اراضی فاقد پوشش گیاهی شناسایی شده است. شکل ۹ نقشه کاربری را نمایش می‌دهد.

بعد از تلفیق لایه‌ها و مشخص شدن محل‌های مناسب جهت تغذیه مصنوعی، بایستی که از نقطه‌نظر نزدیک بودن به منابع آب، بررسی شوند. اگر منطقه‌ای از حیث عوامل تأثیرگذار دیگر مناسب تشخیص داده شود ولی هیچ گذرگاه آبی در آن نزدیکی وجود نداشته باشد، در عمل نمی‌توان پروژه را در آن اجرا کرد. در شکل ۱۰ شبکه آبراهه‌ای نشان داده شده است.

### د) عملیات کلاسه‌بندی و تلفیق لایه‌ها

به طور کلی منطق فازی بر پایه دو اصل کلی استوار است (۱۲):

- بتوان به طریقی نقشه‌های پایه را نسبت به هم و بر اساس اهمیت موضوع طبقه‌بندی کرد.
- به هر یک از طبقات نقشه‌های پایه، بر اساس اهمیت آنها برای موضوع مورد بررسی، امتیازاتی بین صفر و یک نسبت داد.

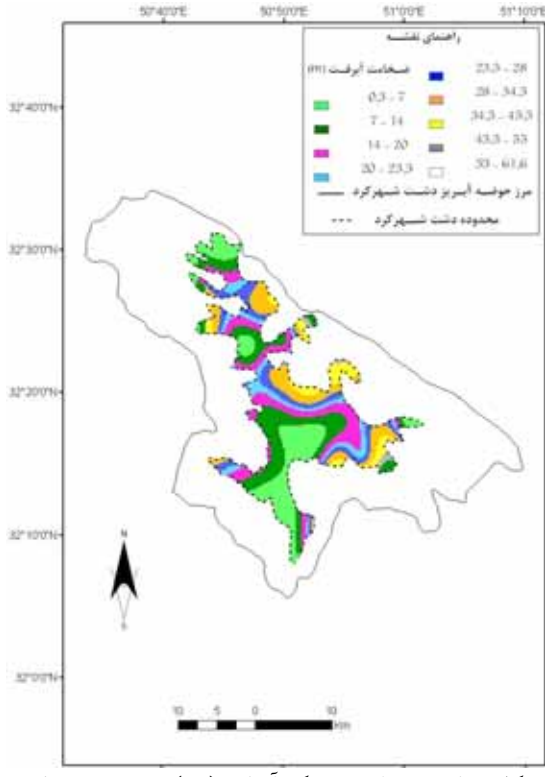
از بین پنج عملگر فازی، بهترین نتیجه را حالت ضرب جبری فازی خواهد داد. دلیل این امر آن است که کلیه لایه‌های اطلاعاتی با هر درجه عضویتی که باشند، در هم ضرب خواهند شد و ضرب چند عدد کوچک‌تر از یک، سبب تولید یک عدد کوچکتر از بقیه خواهد شد. پس این عملگر در بین دیگر حالات از حساسیت بیشتری برخوردار است که در مکانیابی مناطق مناسب تغذیه مصنوعی از آن استفاده شد.

بر مبنای منطق فازی، ابتدا نقشه‌های پایه بر اساس تأثیر و اهمیت آنها در تغذیه مصنوعی رتبه‌بندی شده‌اند. به این صورت که پارامتر نفوذپذیری با بیشترین تأثیر در تغذیه مصنوعی با رتبه A و به همین ترتیب ضخامت ناحیه غیر اشباع آبرفت با رتبه B، شیب با مرتبه C و شوری در رتبه D مشخص شدند.

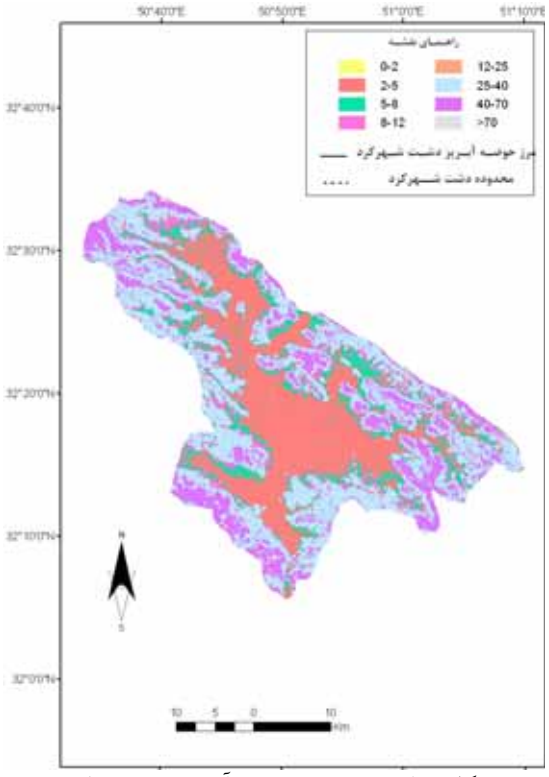


[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

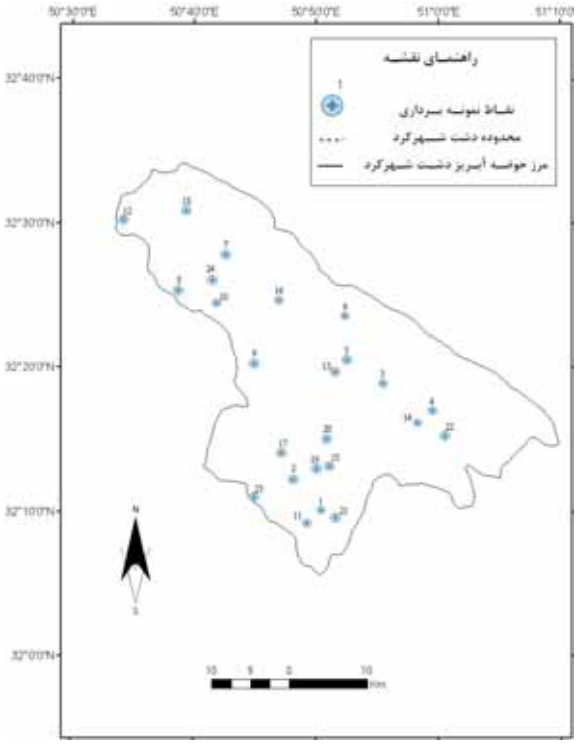
[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]



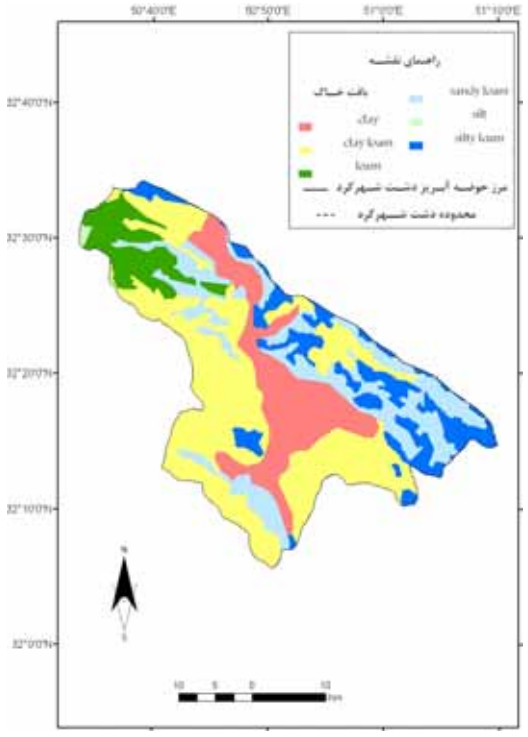

شکل۵. نقشه ضخامت خشک آبرفت (متر) در دشت شهرکرد




شکل۶. نقشه شیب در حوضه آبریز دشت شهرکرد




شکل۷. پراکندگی نقاط نمونه برداری جهت تعیین بافت خاک

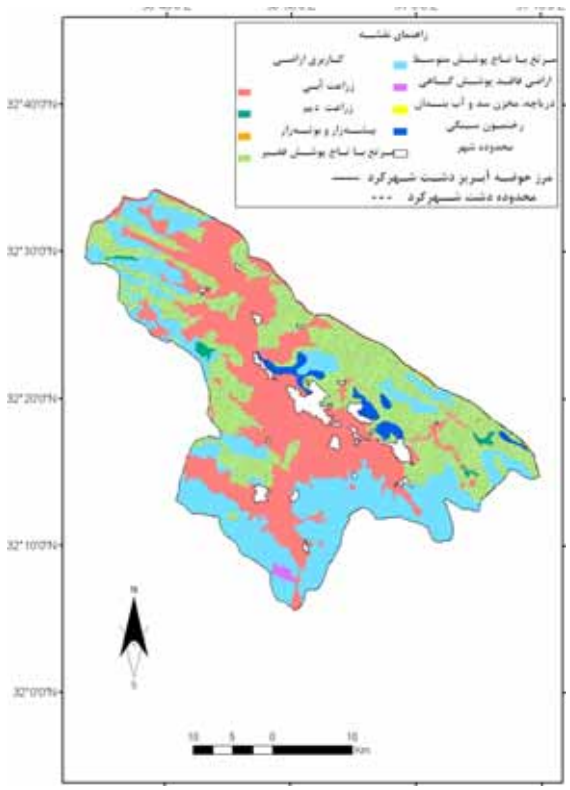



شکل۸. نقشه بافت خاک حوضه آبریز دشت شهرکرد

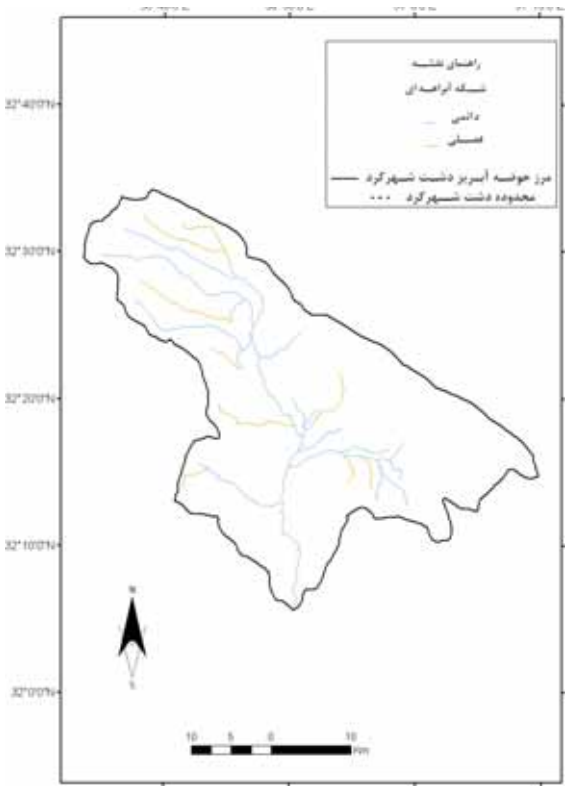


[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]



شکل۹. نقشه کاربری اراضی حوضه شهرکرد (۵)



شکل۱۰. شبکه آبراهه‌ای حوضه شهرکرد (۵)

در مرحله بعد برای هر کدام از لایه‌های مذکور چهار کلاس نامناسب، متوسط، مناسب و خیلی مناسب، در نظر گرفته شد. در این تحقیق با توجه به نظر کارشناسی و تحقیقات قبلی، بازه‌های عددی برای لایه‌ها مشخص شد (جدول۱). مساحت هر کلاس نیز در این جدول ذکر شده است.

چهار نقشه شیب، نفوذپذیری، ضخامت لایه غیر اشباع آبرفت و شوری به عنوان نقشه‌های پایه، نقشه کاربری به عنوان فیلتر و نقشه شبکه آبراهه‌ای نیز به صورت جداگانه، با نقشه حاوی مناطق مناسب تغذیه مصنوعی تلفیق شد. بیان این نکته ضروری است که چون این چهار عامل پایه به صورت کمی هستند، می‌توان کلاسه‌بندی را به صورت گفته شده انجام داد، ولی کاربری اراضی به دلیل این‌که پارامتری کیفی است، نمی‌توان به صورت فوق و اعداد و ارقام طبقه‌بندی کرد. در واقع هر یک از حالات کاربری اراضی، جهت اجرای پروژه تغذیه مصنوعی، یا مناسب است یا نامناسب و صرفاً به شکل بولین امتیازدهی می‌شود.

با توجه به این‌که تحقیقات زیادی در مورد واحدهای مناسب شکل زمین جهت تغذیه مصنوعی، تاکنون انجام نگرفته است، اگر نقشه حاصل از تلفیق به روش فازی، که هنوز توسط نقشه کاربری اراضی فیلتر نشده است، با نقشه واحدهای ژئومرفولوژی تلفیق شود، ارتباط بین واحدهای مختلف شکل زمین و مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به دست می‌آید. این کار به صورت روی‌هم‌گذاری (Over laying) لایه‌ها انجام می‌شود. لایه کاربری اراضی به عنوان یک عامل انسانی بسیار تأثیرگذار مطرح است. پس برای به دست آوردن یک جواب صحیح و قابل استناد، بهتر است که این شاخص در نظر گرفته نشود.



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]

**جدول۱. امتیاز نسبی واحدهای نقشه‌های پایه (۲، ۱۱، ۱۲ و ۱۳)**

| پارامتر | تناسب کلاسه | بازه کلاسه | مساحت (درصد) | امتیاز |
|---|---|---|---|---|
| نفوذپذیری سطحی (میلی‌متر در ساعت) | خیلی مناسب | بیش از ۴۵ | ۱۹/۸۶ | ۰/۹۵ |
| | مناسب | ۲۵ تا ۴۵ | صفر | ۰/۷۴ |
| | متوسط | ۱۵ تا ۲۵ | ۸/۰۸ | ۰/۳۴ |
| | نامناسب | صفر تا ۱۵ | ۷۲/۰۶ | ۰/۰۱ |
| ضخامت لایه خشک آبرفت (متر) | خیلی مناسب | بیش از ۳۰ | ۴/۴۵ | ۰/۸ |
| | مناسب | ۲۰ تا ۳۰ | ۵۲/۵۳ | ۰/۶۵ |
| | متوسط | ۱۰ تا ۲۰ | ۳۱/۹۴ | ۰/۵ |
| | نامناسب | صفر تا ۱۰ | ۱۱/۰۸ | ۰/۰۱ |
| شیب (درصد) | خیلی مناسب | صفر تا ۲ | ۲/۲۵ | ۰/۷ |
| | مناسب | ۲ تا ۵ | ۲۳/۶۲ | ۰/۵ |
| | متوسط | ۵ تا ۸ | ۱۴/۱۳ | ۰/۳ |
| | نامناسب | بیش از ۸ | ۵۹/۹۸ | ۰/۰۱ |
| کیفیت شیمیایی آبرفت (دسی زیمنس بر متر) | خیلی مناسب | صفر تا ۱ | ۱۰۰ | ۰/۶ |
| | مناسب | ۱ تا ۲/۲۵ | صفر | ۰/۴۵ |
| | متوسط | ۲/۲۵ تا ۴ | صفر | ۰/۲۵ |
| | نامناسب | بیش از ۴ | صفر | ۰/۰۱ |
| کاربری اراضی | مناسب | مرتع (فقیر و متوسط)، بیشه زار، اراضی فاقد پوشش گیاهی | ۴۸/۵۲ | ۱ |
| | نامناسب | زراعت (آبی و دیم)، محدوده شهری، رخنمون سنگی، دریاچه و مخزن سد | ۵۱/۴۸ | ۰ |

## نتایج و بحث

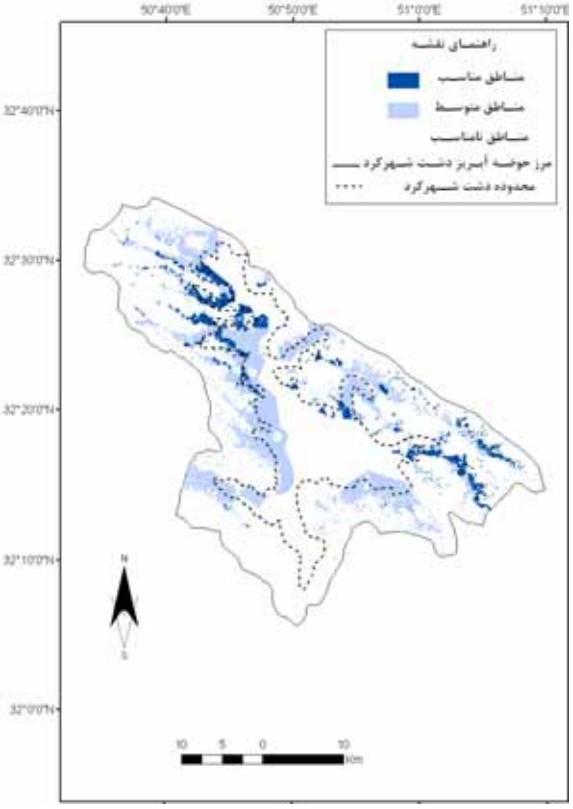
چهار نقشه پایه یعنی ضخامت قسمت خشک آبرفت، شیب، نفوذپذیری سطحی و کیفیت شیمیایی آبرفت که بر اساس منطق فازی بین صفر تا یک وزن‌دهی شدند، به روش حاصل‌ضرب فازی با یکدیگر تلفیق گردیدند. نقشه جواب دارای مقادیری کمتر از وزن‌های داده شده در هر لایه می‌باشد که به سه کلاس مناسب، متوسط و نامناسب تقسیم‌بندی شد و در شکل ۱۱ قابل مشاهده است. جدول ۲ اعداد و ارقام به دست آمده را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول ۴/۷۹ درصد از کل اراضی مناسب، ۱۷/۹۴ درصد متوسط و ۷۷/۲۶ درصد نامناسب جهت اجرای پروژه تغذیه مصنوعی تشخیص داده شد.

در مرحله بعد، نقشه جواب با نقشه کاربری اراضی که به صورت صفر و یک (بولین) کلاسه‌بندی شده، تلفیق شد. نقشه حاصل از آن در شکل ۱۲ آورده شده است. در این حالت، مناطق دارای مشکل کاربری اراضی حذف شده‌اند. طبق جدول ۳، کل اراضی مناسب ۱/۸۷ درصد و هم‌چنین ۶/۸۹ درصد نیز اراضی متوسط، برای تغذیه مصنوعی تشخیص داده شد. با مقایسه جداول ۲ و ۳ نتیجه‌گیری می‌شود که درصد تناسب اراضی بعد از اعمال لایه کاربری اراضی به حدود یک سوم کاهش یافته است.

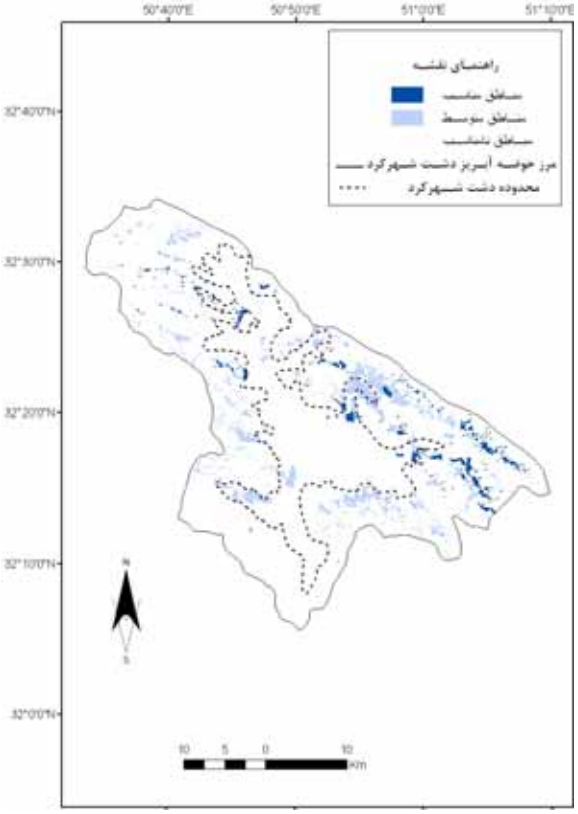


[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]




شکل۱۱. نتیجه حاصل از تلفیق فازی بدون محدودیت کاربری اراضی




شکل۱۲. نتیجه حاصل از تلفیق فازی با اعمال محدودیت کاربری اراضی

**جدول۲. نتیجه حاصل از تلفیق نقشه‌های پایه به روش فازی (بدون محدودیت کاربری)**

| میزان تناسب | مساحت (کیلومتر مربع) | مساحت (درصد) |
|---|---|---|
| مناسب | ۵۹ | ۴/۷۹ |
| متوسط | ۲۲۱ | ۱۷/۹۴ |
| نامناسب | ۹۵۳ | ۷۷/۲۶ |

**جدول۳. نتیجه نهایی حاصل از تلفیق به روش فازی (با اعمال کاربری اراضی)**

| میزان تناسب | مساحت (کیلومتر مربع) | مساحت (درصد) |
|---|---|---|
| مناسب | ۲۳ | ۱/۸۷ |
| متوسط | ۸۵ | ۶/۸۹ |
| نامناسب | ۱۱۲۵ | ۹۱/۲۴ |

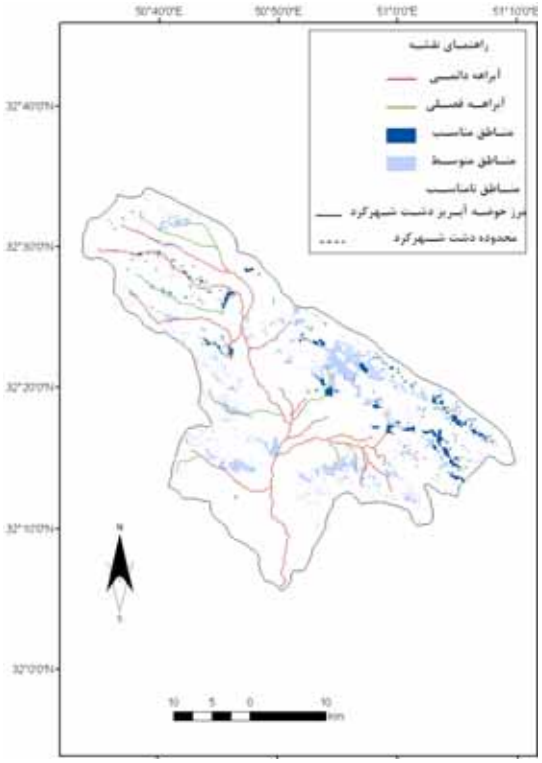
پس از به دست آمدن نتایج، باید حتما نقاط حاصله، از نقطه نظر نزدیکی به منابع آبی، بررسی شوند. شکل ۱۳ از ادغام نقشه شبکه آبراهه‌ای موجود در محدوده مطالعاتی و نقشه جواب نهایی که محدودیت کاربری اراضی نیز در آن اعمال شده، رسم شده است. با توجه به این شکل، مناطق نهایی جهت اجرای طرح تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در شکل ۱۴ معرفی شده‌اند.

در شکل ۱۴، مناطقی که به عنوان مناسب حاصل شدند و



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]




شکل۱۳. تلفیق شبکه آبراهه‌ای و جواب نهایی (با کاربری اراضی)

شکل۱۴. مناطق مناسب برای اجرای تغذیه مصنوعی

جدول۴. مشخصات نقاط نهایی که در درجه اول تناسب قرار دارند.

| نقاط | UTM x (متر) | UTM y (متر) | فاصله تا منبع آبی(متر) | وضعیت منبع آبی | شیب (درصد) | بافت خاک | واحد شکل زمین | وسعت (مترمربع) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | ۴۷۲۴۰۸ | ۳۵۹۲۲۷۱ | صفر (وسط طرح) | دائمی | ۲–۵ | S-L | complex | ۳۸۰×۱۴۰۰ |
| $A_2$ | ۴۷۴۱۷۱ | ۳۵۹۱۶۸۳ | ۴۳۸ | دائمی | ۰–۵ | S-L | complex | ۹۰۰×۹۸۰ |
| $A_3$ | ۴۷۷۸۹۶ | ۳۵۸۹۸۱۵ | صفر (وسط طرح) | دائمی | ۲–۸ | S-L | complex | ۳۷۰×۱۰۰۰ |
| $A_4$ | ۴۷۷۵۵۸ | ۳۵۸۹۰۶۴ | صفر (وسط طرح) | دائمی | ۲–۸ | L | montain | ۵۵۰×۱۶۰۰ |
| $A_5$ | ۴۸۰۴۵۵ | ۳۵۹۲۸۵۸ | ۹۵۴ | دائمی | ۲–۱۲ | S-L | collovial fan | ۳۸۰×۹۰۰ |
| $A_6$ | ۴۷۸۲۳۳ | ۳۵۸۲۲۵۰ | ۱۲۸ | دائمی | ۲–۸ | S-L | collovial fan | ۴۵۰×۱۰۲۰ |
| $A_7$ | ۴۹۰۱۸۵ | ۳۵۸۳۵۷۴ | ۴۲۸۶ | دائمی | ۲–۲۵ | S-L | collovial fan | ۴۰۰×۱۰۰۰ |
| $A_8$ | ۴۹۰۱۱۰ | ۳۵۷۸۱۰۱ | ۳۱۵ | فصلی | ۰–۸ | S-L | collovial fan | ۴۱۵×۷۱۵ |
| $A_9$ | ۴۹۱۰۶۲ | ۳۵۷۶۹۶۹ | صفر (کنار طرح) | فصلی | ۰–۸ | S-L | collovial fan | ۶۵۰×۹۰۰ |
| $A_{10}$ | ۴۹۷۰۴۶ | ۳۵۷۲۴۵۹ | ۱۰۰۰ | دائمی | ۲–۱۲ | S-L | collovial fan | ۲۴۰×۸۴۰ |
| $A_{11}$ | ۴۹۸۷۸۹ | ۳۵۷۲۲۷۶ | صفر (وسط طرح) | دائمی | ۲–۸ | S-L | collovial fan | ۴۰۰×۱۰۰۰ |
| $A_{12}$ | ۵۰۱۴۹۵ | ۳۵۷۲۱۳۸ | ۱۷۰۰ | دائمی | ۰–۸ | S-L | collovial fan | ۲۷۰×۱۴۰۰ |
| $A_{13}$ | ۴۸۹۲۹۱ | ۳۵۸۳۳۱۸ | ۳۸۵۵ | دائمی | ۲–۲۵ | S-L | collovial fan | ۳۵۰×۱۰۰۰ |
| $A_{14}$ | ۴۸۷۵۳۵ | ۳۵۸۴۰۸۵ | ۲۲۴۹ | دائمی | ۲–۲۵ | S-L | collovial fan | ۶۵۰×۹۰۰ |
| $A_{15}$ | ۴۶۸۶۹۴ | ۳۵۹۵۱۳۸ | صفر (وسط طرح) | دائمی | ۲–۱۲ | S-L | collovial fan | ۶۰۰×۶۰۰ |



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]

**جدول۵. مشخصات نقاط نهایی که در درجه دوم تناسب قرار دارند.**

| قاط | UTM x (متر) | UTM y (متر) | فاصله تا منبع آبی(متر) | وضعیت منبع آبی | شیب (درصد) | بافت خاک | واحد شکل زمین | وسعت (مترمربع) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B1 | ۴۶۹۲۳۴ | ۳۵۹۸۴۸۹ | ۳۰۰ | فصلی | ۲–۱۲ | C-L | hill-upper trace | ۵۰۰×۱۲۰۰ |
| B2 | ۴۷۰۴۱۷ | ۳۵۸۶۶۱۵ | صفر (وسط طرح) | دائمی | ۲–۱۲ | C-L | hill | ۶۰۰×۱۵۰۰ |
| B3 | ۴۸۰۲۵۱ | ۳۵۸۶۴۹۳ | ۱۰۰ | دائمی | ۰–۱۲ | C-L | upper trace | ۳۶۰×۷۶۰ |
| B4 | ۴۸۰۵۰۵ | ۳۵۸۴۲۰۸ | ۱۳۳ | دائمی | ۰–۱۲ | C-L | upper trace | ۴۰۰×۹۶۰ |
| B5 | ۴۸۴۸۷۴ | ۳۵۸۶۱۳۰ | ۴۵۴ | دائمی | ۲–۲۵ | C-LtoSi-L | upper trace | ۴۵۰×۹۰۰ |
| B6 | ۴۸۶۹۲۴ | ۳۵۸۶۱۳۱ | ۳۵۸ | دائمی | ۰–۴۰ | C-L | upper trace | ۷۰۰×۱۳۵۰ |
| B7 | ۴۹۰۷۴۲ | ۳۵۸۰۱۷۰ | صفر (وسط طرح) | فصلی | ۰–۲۵ | C-L | upper trace | ۸۴۰×۲۰۰۰ |
| B8 | ۴۹۱۴۷۶ | ۳۵۷۸۴۱۹ | ۰ –۱۷۰ | فصلی | ۰–۲۵ | C-L | upper trace | ۵۶۰×۱۹۰۰ |
| B9 | ۴۹۰۲۵۰ | ۳۵۷۷۴۲۱ | ۰ –۲۹۰ | فصلی | ۰–۲۵ | S-L | hill | ۳۲۰×۶۶۰ |
| B10 | ۴۷۹۲۰۰ | ۳۵۷۴۲۸۲ | صفر (وسط طرح) | فصلی | ۰–۲۵ | C-L | complex-uppre trace | ۶۰۰×۳۰۶۰ |
| B11 | ۴۸۳۸۰۸ | ۳۵۶۹۵۰۰ | صفر (کنار طرح) | دائمی | ۰–۵ | C-L | upper trace | ۸۰۰×۲۵۰۰ |
| B12 | ۴۷۶۹۶۷ | ۳۵۶۷۳۸۶ | صفر (وسط طرح) | دائمی | ۰–۱۲ | C-L | upper trace | ۶۴۰×۱۲۰۰ |
| B13 | ۴۷۹۵۸۰ | ۳۵۶۷۲۳۹ | ۵۸۰ | دائمی | ۰–۴۰ | C-L | upper trace | ۸۵۰×۳۱۴۰ |
| B14 | ۴۹۲۲۹۸ | ۳۵۶۷۶۰۳ | صفر (وسط طرح) | فصلی | ۲–۴۰ | C-L | upper trace | ۱۱۰۰×۴۳۶۰ |
| B15 | ۴۹۵۳۳۶ | ۳۵۶۷۲۳۶ | صفر (وسط طرح) | دائمی | ۲–۴۰ | C-L | upper trace | ۶۵۰×۱۰۰۰ |
| B16 | ۴۹۹۱۹۵ | ۳۵۶۶۱۶۵ | صفر (کنار طرح) | دائمی | ۰–۲۵ | C-L | upper trace | ۵۰۰×۱۳۰۰ |
| B17 | ۴۷۰۷۰۳ | ۳۵۹۸۷۷۴ | ۰ –۲۲۰ | فصلی | ۲–۱۲ | C-L | upper trace | ۶۰۰×۱۳۰۰ |

**جدول۶. مشخصات نقاط نهایی که مخلوطی از نقاط درجه اول و دوم تناسب هستند.**

| نقاط | UTM x (متر) | UTM y (متر) | فاصله تا منبع آبی(متر) | وضعیت منبع آبی | شیب (درصد) | بافت خاک | واحد شکل زمین | وسعت (متر مربع) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AB1 | ۴۷۵۱۴۵ | ۳۵۸۳۳۸۲ | صفر (وسط طرح) | فصلی | ۰–۲۵ | S-L | collovial fan | ۵۵۰×۱۵۰۰ |
| AB2 | ۴۷۶۸۳۵ | ۳۵۸۲۲۱۵ | صفر (وسط طرح) | فصلی | ۲–۲۵ | C-LtoS-L | collovial fan-complex | ۳۵۰×۱۷۰۰ |

**جدول ۷. نتایج حاصل از روی‌هم‌گذاری نقشه لندفرم با نقشه تغذیه مصنوعی بدون محدودیت کاربری اراضی**

| تناسب | مساحت | Allovial Fan | Collovial Fan | Complex | Hill | Plain | Upper Trace | Low Land | Montain | کل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مناسب | کیلومتر مربع | ۰/۵ | ۲۷/۹ | ۱۹۴/۳ | ۵ | ۰/۴ | ۰/۵ | ۰ | ۵/۲ | ۵۹/۱ |
| | درصد | ۰/۰۴ | ۲/۲۶ | ۱/۵۷ | ۰/۴۱ | ۰/۰۳ | ۰/۰۴ | ۰ | ۰/۴۲ | ۴/۷۹ |
| متوسط | کیلومتر مربع | ۰/۵۱ | ۵/۵۲ | ۳۴/۸ | ۲۳/۶ | ۰/۸ | ۱۲۲/۲ | ۰ | ۳۳/۵ | ۲۲۱/۲ |
| | درصد | ۰/۰۴ | ۰/۴۵ | ۲/۸۲ | ۱/۹۲ | ۰/۰۷ | ۹/۹ | ۰ | ۲/۷۲ | ۱۷/۹۱ |
| نامناسب | کیلومتر مربع | ۱۷ | ۱۰۳/۹ | ۱۰۲/۸ | ۱۲۶/۲ | ۱۹۷/۵ | ۱۶۱/۷ | ۲۷ | ۲۱۸/۴ | ۹۵۵ |
| | درصد | ۱/۴۰ | ۸/۴۱ | ۸/۳۳ | ۱۰/۲۲ | ۱۵/۹۹ | ۱۳/۰۹ | ۲/۱۹ | ۱۷/۶۸ | ۷۷/۳۱ |



[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]

لزوماً عامل دسترسی به آب را دارند، با نشانه Ai، عرصه‌هایی که نسبتاً مناسب هستند و در عین حال به منابع آب نزدیک هستند با نماد Bi و هم‌چنین مکان‌هایی که تلفیقی از نقاط A و B را دارند، به صورت ABi مشخص شده‌اند. در مجموع ۱۵ نقطه برای مناطق A در جدول ۴، ۱۷ نقطه با اولویت B در جدول ۵ و دو مورد با نام AB در جدول ۶ معرفی شده‌اند. مشخصات و ویژگی‌های این عرصه‌ها شامل مختصات جغرافیایی، فاصله از منابع آب (فاصله از ابتدای محدوده تعیین شده)، نوع منبع آب، شیب، بافت خاک، شکل واحد زمین و وسعت محدوده می‌باشد.

در آخر نقشه لندفرم منطقه با نقشه مناطق مناسب تغذیه مصنوعی به دست آمده، بدون حذف مناطق دارای محدودیت کاربری، روی هم قرار گرفتند، تا واحدهای لندفرم مناسب برای تغذیه مصنوعی محاسبه گردند. نهایتا جدول ۷ حاصل شد. بر مبنای این جدول، مناطقی که به طور قطع مناسب برای تغذیه مصنوعی هستند، در درجه اول در واحد Collovial Fan و در درجه دوم در واحد Complex قرار گرفته‌اند. هم‌چنین مناطقی که از لحاظ تناسب، حائز رتبه دوم یعنی متوسط شده‌اند، در واحدهای Upper Trace و سپس Complex قرار گرفته‌اند.

با توجه به نتایج و درصدهای به دست آمده، این گونه یافت می‌شود که Collovial Fan مناسب‌ترین واحدهای شکل زمین، جهت اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به شمار می‌روند.

## منابع مورد استفاده


۱. بیز، ژ.، ل. بورگه و ژ. لومان. ۱۳۶۹. *تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی (ترجمه جلال حیدرپور)*. مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

۲. حکمت پور، م.، س. فیض نیا، ح. احمدی و ا. خلیل پور. ۱۳۸۶. پهنه‌بندی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی دشت ورامین به کمک GIS و سامانه پشتیبانی تصمیم گیری DSS. مجله محیط شناسی ۴۲: ۱-۸.

۳. خواجه‌الدین ج.، ر. مهدوی، س. پور منافی، ع. سفیانیان، ح. کریم زاده و س. سلطانی. ۱۳۸۵. گزارش نهایی پروژه تعیین رویشگاه گونه‌های چوبی صنعتی و نیمه صنعتی مناطق نیمه خشک مدیترانه‌ای در استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از GIS & RS، شورای پژوهش‌های علمی کشور، برنامه ملی تحقیقات، پروژه پژوهشی ویژه توسعه کشور (توتک).

۴. دادرسی سبزوار، ا. ۱۳۸۷. مقایسه مدل منطق فازی با سایر مدل‌های مفهومی سازگار با GIS در مکان‌یابی مناطق مستعد گسترش سیلاب با کاربرد اطلاعات ماهواره‌ای سنجنده ETM. همایش ژئوماتیک۸۷، ۲۲ تا ۲۳ اردیبهشت ماه، سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران.

۵. شرکت آب منطقه‌ای استان چهارمحال و بختیاری. ۱۳۸۶. جلد سوم، مطالعات مرحله اول طرح تغذیه مصنوعی دشت شهرکرد. شرکت مهندسین مشاور جامع کار سپاهان.

۶. عطائی زاده، س. و م. چیت سازان. ۱۳۸۷. امکان سنجی تغذیه مصنوعی با استفاده از تکنیک‌های GIS. همایش ژئوماتیک۸۷، ۲۲ تا ۲۳ اردیبهشت ماه، سازمان نقشه برداری کشور، تهران.

۷. علی‌محمدی، ش. ۱۳۸۵. مکان‌یابی پارک‌های شهری با استفاده از GIS مطالعه موردی منطقه یک شهری اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۸. قهاری، غ. و م. پاکپرور. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر استحصال و پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت گربایگان. فصل‌نامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۱۴ (۳):۳۶۸- ۳۹۰.




[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]

۹. لاله زاری، ر. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر تغذیه آبخوان شهرکرد با فاضلاب بر انتشار نیترات با استفاده از مدل MT3D. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

۱۰. مروتی، م.، م. منوری، پ. فرشچی و ا. حسنی. ۱۳۸۷. طرح‌های تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها راه حلی مناسب برای افزایش سطح آب‌های زیرزمینی. فصل‌نامه انسان و محیط زیست ۱۸: ۶۸ – ۷۶.

۱۱. مهدوی، ر.، ج. عابدی کوپایی، م. رضایی و م. عبدالحسینی. ۱۳۸۳. مکان‌یابی محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی از طریق GIS و RS. دومین کنفرانس ملی منابع آب و خاک، ۲۳ تا ۲۴ اردیبهشت ماه، دانشگاه شیراز.

12. Ghayoumian, J., M. Mohseni Saravi, S. Feiznia, B. Nouri and A. Malekian. 2007. Application of GIS techniques to determine areas most suitable for artificial groundwater recharge in a coastal aquifer in southern Iran. J. Asian Earth Sci. 30: 346-374.

13. Mohan, G. and M. N. Ravi Shankar. 2005. A GIS based hydrogeomorphic approach for identification of site-specific artificial-recharge techniques in the Deccan Volcanic Province. J. Earth Sys. Sci. 114(5): 505-514.

[ Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16 ]

[ DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.56.5.5 ]