

## مکان‌یابی پروژه‌های تغذیه مصنوعی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی (SMCDM)

محمد زارع<sup>۱</sup>، صونا مجیدی<sup>۲</sup>، همایون حصادی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری مهندسی عمران آب دانشگاه کاسل، آلمان  
Email: mzare896@gmail.com

۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران آب-دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد  
Email: sonamajidi85@gmail.com

۳- عضو هیئت علمی جهاد کشاورزی کرمانشاه، بخش منابع طبیعی و آبخیزداری  
Email: h.hesadi@gmail.com

### چکیده

افزایش جمعیت، توسعه کشاورزی و محدودیت منابع آب سطحی باعث رشد بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی شده است. این افزایش بهره‌برداری از یک سو و خشک‌سالی‌های اخیر از سوی دیگر باعث افت شدید سطح آب زیرزمینی شده است. در تحقیق حاضر برای مکان‌یابی تغذیه مصنوعی آب-های زیرزمینی به روش پخش سیلاب در حوضه آبخیز هلشی کرمانشاه، از تلفیق روش تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی (SMCDM) با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به علت توانایی بالای ذخیره و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی استفاده شد. برای این منظور ۷ عامل شیب منطقه، عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی، ضخامت آبرفت منطقه، شماره منحنی (CN) و واحدهای کوآترنر بعنوان لایه اصلی و اراضی مرتعی و شبکه آبراهه به عنوان معیارهای مؤثر در مکان‌یابی تغذیه مصنوعی انتخاب گردید. سپس لایه‌های اطلاعاتی هر یک از عوامل مذکور در محیط GIS تهیه شد. محدوده‌های تغییراتی لایه‌های پنجگانه اصلی بر اساس اهمیت آنها در مکان‌یابی، طبقه‌بندی شده و لایه‌های اطلاعاتی نسبت به یکدیگر و طبقات هر لایه اطلاعاتی با توجه به اهمیت در مکان‌یابی، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ارزش‌گذاری شده و در محیط GIS تلفیق یافت. این مکان‌های انتخابی با لایه‌های اطلاعاتی کاربری اراضی و شبکه آبراهه تلفیق داده شد. در نتیجه این تحقیق، ۴ ناحیه مجزا و با وسعت ۲۲۲۳ هکتار (۷ درصد از گستره دشت) به عنوان مناسبترین مکان برای تغذیه مصنوعی انتخاب شد. با توجه به نقشه فرسایش پذیری خاک ناحیه شماره ۱ به عنوان بهترین مکان، و نواحی ۳، ۲ و ۴ بترتیب در اولویت بعدی قرار گرفت.

**واژه های کلیدی:** پخش سیلاب، تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی (SMCDM)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، حوضه آبریز هلشی.



## مقدمه

استفاده از منابع آب زیرزمینی در ایران از قدمت بالایی برخوردار است. به طوری که ابوبکر محمد بن حاسب کرجی، دانشمند گمنام ایرانی در قرن چهارم هجری در کتاب استخراج آب‌های پنهانی چنین می‌نویسد، باید بدانی که بهترین محل برای حفر کاریز جلگه‌های دامنه کوه‌هایی است که دارای رطوبت و برف دائمی باشد یا زمین‌هایی که میان دره‌های این کوه‌ها واقع شده باشند. پس از این دو محل صحراهایی که به سلسله مرطوب و طولانی مربوط می‌شوند برای احداث کاریز مناسبند (باقری اهرنجانی ۱۳۷۹). تغذیه مصنوعی نیز در ایران قدمت چندین هزارساله دارد، به عنوان مثال در یزد مردم با ایجاد بندها و کرت‌ها در بالا دست قنات‌ها و بستن آب بر روی آن‌ها و یا منحرف کردن سیلاب‌ها در سطح آن‌ها موجب نفوذ آب به داخل زمین می‌شدند که به آن آب گور می‌گفتند و به این طریق قنات‌ها را تغذیه می‌کردند. در خراسان به این اراضی بند سار و در سیستان و بلوچستان این عمل را خوشاب می‌خواندند. اولین طرح تغذیه مصنوعی به شکل امروزی در ایران در سال ۱۳۴۹ با انجام مطالعات طرح تغذیه مصنوعی دشت ورامین آغاز شد. سپس در دشت قزوین در سال ۱۳۵۲ طرح تغذیه مصنوعی اجرا شد (مظفری ۱۳۸۳). زهتابیان و همکاران (۱۳۸۱) کارایی چند مدل (همپوشانی، فازی و بولین) را در مکان‌یابی پخش سیلاب مورد بررسی قرار دادند، آنها سه لایه اطلاعاتی ژئومورفولوژی، کلاس‌های شیب و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در قالب مدل‌های مختلف تلفیق دادند و در نهایت روش منطق فازی بیشترین همپوشانی را در عرصه‌های کنترل نشان داد. روش تصمیم‌گیری چند معیاره شامل یک سری از تکنیک‌ها (از جمله جمع وزن‌ها یا تحلیل‌های همگرایی) است که اجازه می‌دهد، طیفی از معیارهای وابسته به یک مبحث امتیازدهی و وزن‌دهی شده و سپس بوسیله کارشناسان و گروه‌های ذینفع رتبه‌بندی شوند. تصمیم‌گیری چند معیاره بریک فرآیند دادن ارزش به گزینه‌هایی که بوسیله چند معیار ارزیابی شده‌اند، دلالت دارد (توفیق ۱۳۷۸).

حکمت پور و همکاران (۱۳۸۶) برای پهنه‌بندی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی در دشت ورامین از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سامانه تصمیم‌گیری (DSS) استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان داد عامل شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت آبرفت، توانایی انتقال آب در آبرفت و کیفیت آب به عنوان عوامل مؤثر در مکان‌یابی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی در دشت ورامین می‌باشند. مهدوی و همکاران (۱۳۹۰) مکان‌یابی عرصه‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های زیرزمینی به روش منطق فزی در حوضه آبریز دشت شهر کرد مورد بررسی قرار دادند. عوامل مؤثر در مکان‌یابی در نظر گرفته شده در این تحقیق شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت قسمت غراشباع آبرفت، کیفیت شیمیایی آب، کاربری اراضی و شبکه آبراه‌های بود. لایه اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر بر اساس منطق فازی در نرم‌افزار Arc view 3.2a و GIS وزن‌دهی و کلاسه‌بندی شد. نتایج به دست آمده از تلفیق لایه‌ها نشان داد که ۴/۷۹ درصد از کل حوضه مناسب و ۱۷/۹۴ درصد نسبتاً مناسب برای انجام تغذیه مصنوعی می‌باشد. مهدوی و همکاران (۱۳۸۳) با به کارگیری GIS و RS محل‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی منابع آب‌های زیرزمینی در دشت شهرضا را مورد مطالعه قرار دادند. سراف و چادری (۱۹۹۸) با استفاده از فن سنجش از دور در استخراج لایه‌های مختلفی، نظیر کاربری اراضی، پوشش گیاهی، ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی، مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی را تعیین کردند. کریشنامورتی (۱۹۹۶) برای تعیین مناطق مناسب برای تغذیه مناسب آب‌های زیرزمینی در جنوب هند، از تکنولوژی سنجش از دور و GIS استفاده کردند و پس از استخراج لایه‌های اطلاعاتی، به واحدهای هر نقشه براساس درجه اهمیتشان در تعیین مناطق مستعد تشکیل سفره‌های آب زیرزمینی وزن خاص دادند. این تحقیق بیانگر آن

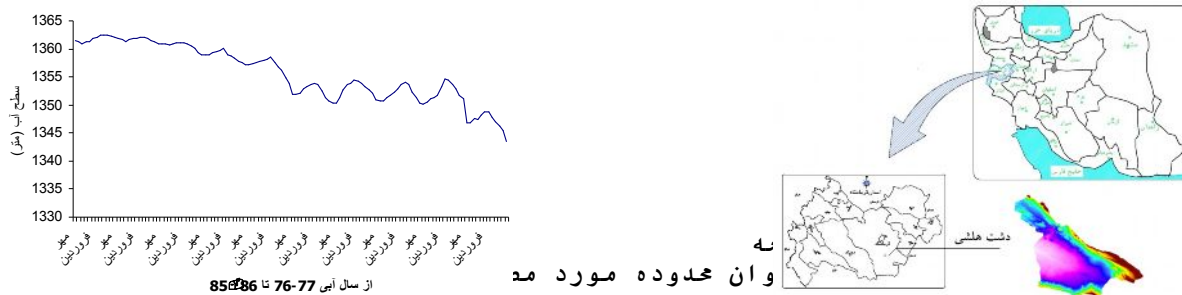
است که مناطق مناسب برای تغذیه آب‌های زیرزمینی، محدوده کواترنر و شیب کمتر از ۵ درصد می‌باشد. گیومیان و همکاران (۲۰۰۷) برای مکان‌یابی تغذیه مصنوعی در حوضه آبخیز گاو‌بندی از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره‌برند. در این پژوهش با در نظر گرفتن فاکتورهای شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت و کیفیت آبرفت، لایه‌های اطلاعاتی مربوط به آن‌ها را وزندهی و نقشه‌های کاربری اراضی و ژئومورفولوژی را از تصاویر ماهواره‌ای استخراج گردید. سپس از مدل‌های بولین و فازی در محیط GIS جهت تلفیق لایه‌های اطلاعاتی استفاده شد و در نهایت به به این نتیجه رسیدند که حدود ۱۲ درصد از عرصه‌های دشت گاو‌بندی برای تغذیه مصنوعی مناسب است. بینای و اودی کومار (۲۰۱۱) با استفاده از روشهای ژئوماتیک مناطق مستعد تغذیه آب زیرزمینی را پهنه‌بندی و مدل نمودند. در این تحقیق با استفاده از فن سنجش از دور و GIS مناطق مستعد تغذیه آب زیرزمینی برای حوضه آبریز سنجای در کولهان هند مشخص گردید.

در تحقیق حاضر با استفاده از تلفیق روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی (SMCDM) با GIS به مکان‌یابی پروژه‌های تغذیه مصنوعی به روش پخش سیلاب که ساده‌ترین و کم هزینه‌ترین روش تغذیه مصنوعی می‌باشد (حیدرپور ۱۳۶۹، علیزاده ۱۳۸۴)، در حوضه آبخیز هلشی کرمانشاه پرداخته شده است.

## مواد و روشها

### محدوده مورد مطالعه

حوضه آبخیز هلشی به مساحت ۳۱۰۰۰ هکتار در محدوده استان کرمانشاه و در جنوب غربی شهرستان کرمانشاه واقع در دشت ماهیدشت، قرار دارد. محدوده مورد مطالعه دشت بین طول‌های جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی می‌باشد. با توجه به هیدروگراف واحد محدوده مورد مطالعه (شکل ۲) که به خوبی کاهش افت سطح ایستابی را نمایش می‌دهد، انجام پروژه تغذیه امری ضروری به نظر می‌رسد.

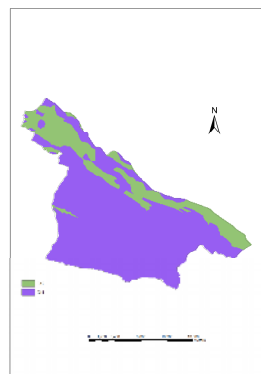


شکل ۲. هیدروگراف واحد مورد مطالعه

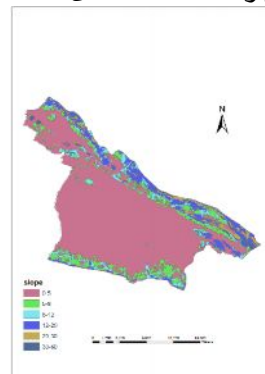
### تهیه لایه های اطلاعاتی

برای تهیه نقشه شیب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و انجام تصحیحات لازم بر روی این تصاویر با استفاده از نرم افزار Erdas نقشه ارتفاعی رقومی (DEM) استان کرمانشاه به دست آمد. سپس در محیط نرم‌افزار ArcGIS محدوده مورد مطالعه جدا شد و با استفاده از مدل ArcHydro نقشه شیب به دست آمد (شکل ۳). مدل ArcHydro در برآورد خصوصیات فیزیکی حوضه دقت بسیار بالایی دارد (زارع و همکاران، ۱۳۹۱). برای تهیه نقشه واحدهای کواترنر از نقشه لایه زمین‌شناسی کرمانشاه استفاده شد. شکل (۴) واحدهای کواترنر موجود در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد. برای تهیه نقشه ضخامت آبرفت از اطلاعات مطالعات ژئوالکتیک انجام گرفته و نمودارهای تغییرات مقاومت الکتریکی در نقاط سونداژ برداری شده در محدوده حوضه، استفاده شد. با استفاده از نقاط برداشتی و میان‌یابی، لایه ضخامت آبرفت در محیط ArcGIS تشکیل گردید (شکل ۵). از آمار چاه‌های پیزومتری اندازه‌گیری شده در محدوده حوضه در بهمن ۱۳۸۴،

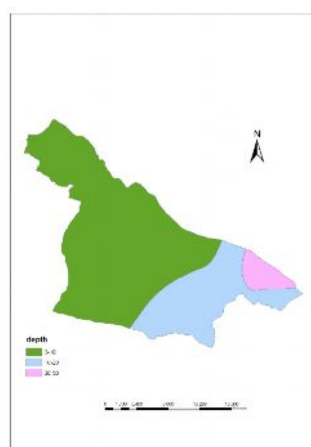
برای تهیه نقشه عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی استفاده شد. بدین منظور با استفاده از نقاط برداشتی و میانیابی در محیط ArcGIS، لایه اطلاعاتی عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی به دست آورده شد (شکل ۶). یکی دیگر از شاخص های در نظر گرفته شده در تحقیق حاضر شماره منحنی می باشد. شماره منحنی از پارامترهای هیدرولوژیکی حوضه می باشد که هم بیانگر گروه هیدرولوژیکی خاک های منطقه (و به تبع آن میزان نفوذ پذیری) و هم با نوع پوشش گیاهی منطقه در ارتباط است. با استفاده از نقشه های کاربری اراضی و گروه های هیدرولوژیکی خاک، نقشه شماره منحنی به دست آورده شد (شکل ۷). نقشه اراضی مرتعی در مدل تلفیق لایه ها دخالت داده نمی شود ولی پس از به دست آمدن نتایج حاصل از تلفیق ۵ لایه اطلاعاتی دیگر شامل شیب، ضخامت آبرفت، عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی، شماره منحنی (CN) و واحدهای کوآترنر و مشخص شدن بهترین مکان های پخش سیلاب پروژه تغذیه مصنوعی، به عنوان لایه تعیین کننده مورد استفاده قرار می گیرد. باید در نظر داشت که اجرای عملیات پخش سیلاب در اراضی کشاورزی مقدور نبوده و باعث ایجاد تنش های اجتماعی می شود. این نقشه با استفاده از نقشه کاربری اراضی در محیط GIS به دست آورده شد (شکل ۸). نقشه اراضی مرتعی در مدل تلفیق لایه ها دخالت داده نمی شود ولی پس از به دست آمدن نتایج حاصل از تلفیق ۵ لایه اطلاعاتی دیگر شامل شیب، ضخامت آبرفت، عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی، شماره منحنی (CN) و واحدهای کوآترنر و مشخص شدن بهترین مکان های پخش سیلاب پروژه تغذیه مصنوعی، به عنوان لایه تعیین کننده مورد استفاده قرار می گیرد. باید در نظر داشت که اجرای عملیات پخش سیلاب در اراضی کشاورزی مقدور نبوده و باعث ایجاد تنش های اجتماعی می شود. این نقشه با استفاده از نقشه کاربری اراضی در محیط GIS به دست آورده شد (شکل ۸).



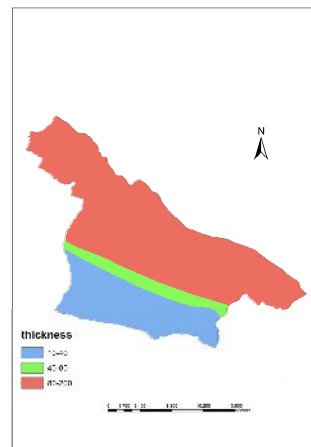
شکل (۴): نقشه واحد های کوآترنر



شکل (۳): نقشه شیب حوضه

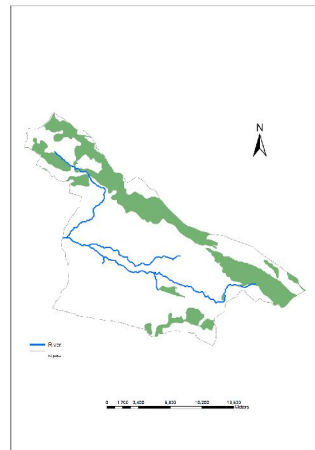


شکل (۶): نقشه عمق



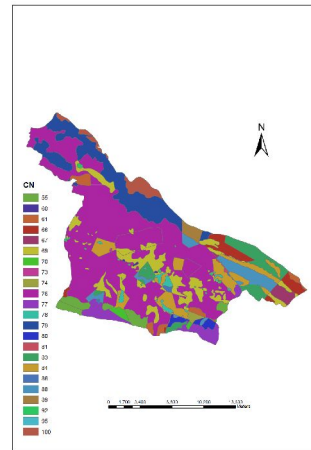
شکل (۵): نقشه ضخامت

برخورد به سطح آب  
زیرزمین



شکل (۸): نقشه اراضی  
مرتعی و شبکه آبراهه

آبرفت



شکل (۷): نقشه شماره  
منحنی (CN)

ارزش گذاری لایه ها

برای تعیین نقش هر پهنه و سهم هر لایه در انتخاب مکان مناسب برای تغذیه مصنوعی سفره های آب زیرزمینی اقدام به ارزش گذاری لایه ها با استفاده از روش بردار ویژه شد، بدین منظور ابتدا مقایسات زوجی در محیط جعبه ابزار AHP نرم افزار ArcGIS بین معیارها صورت گرفت (جدول ۱). با توجه به اینکه مقدار نسبت ثبات (consistency ratio) کمتر از ۰/۱ شد، مقایسات زوجی به درستی صورت گرفته است (قدسی پور ۱۳۸۵، اصغرپور ۱۳۸۸).

با توجه به مقادیر وزن معیارها نسبت به یکدیگر به دست آمد (جدول ۲). در جداول ۳ تا ۵ ارزش دامنه تغییراتی پارامترهای مختلف در انتخاب مکان مناسب برای پخش سیلاب نشان داده شده است.

جدول (۱): مقایسات زوجی بین معیارها

معیارها	ضخامت آبرفت	شیب	عمق برخورد	شماره منحنی (CN)	واحد های کواترنر
ضخامت آبرفت	۱	۰/۱۴۲۸	۳	۰/۲	۰/۳۳۳۳
شیب	۷	۱	۹	۳	۵
عمق برخورد	۰/۳۳۳۳	۰/۱۱۱۱	۱	۰/۱۱۱۱	۰/۱۴۲۸
شماره منحنی	۵	۰/۳۳۳۳	۹	۱	۲
واحد های کواترنر	۳	۰/۲	۷	۰/۵	۱
C.R (consistency ratio)= 0.0508					

جدول (۲): ارزش لایه های اصلی

ارزش	نام لایه
۰/۵۱۴۷	شیب
۰/۲۴۶۷	شماره منحنی (CN)

ضخامت آبرفت	۰/۰۶۱۸
عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی	۰/۰۲۹۹
واحد های کواترنر	۰/۱۴۶۸

جدول (۳): ارزش گروه های ضخامت آجوان، واحدهای کواترنر و لایه شیب

ضخامت آبرفت (متر)	ارزش	واحد های کواترنر	ارزش	درصد شیب	ارزش
۱۰ - ۴۰	۰/۱۵	Qt1	۰/۶۳۳	۰ - ۵	۰/۹۴۹
۴۰ - ۸۰	۰/۳	Qt2	۰/۳۴۸	۵ - ۸	۰/۰۵
> ۸۰	۰/۵۵	Non Q	۰/۰۱۹	> ۸	۰/۰۰۱

جدول (۴): ارزش گروه های لایه شماره منحنی

CN	۵۵	۶۰	۶۱	۶۶	۶۷	۶۹	۷۰	۷۳	۷۴	۷۶
ارزش	۰/۱۰۳۵	۰/۰۷۸۱	۰/۰۷۸۲	۰/۰۶۶۴	۰/۰۶۴۵	۰/۰۶۰۵	۰/۰۵۲۷	۰/۰۵۰۸	۰/۰۴۶۹	۰/۰۴۴۹
CN	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۶	۸۸	۸۹	-۱۰۰ ۹۰
ارزش	۰/۰۴۳	۰/۰۴۱	۰/۰۳۹۱	۰/۰۳۷۱	۰/۰۳۳۲	۰/۰۳۱۳	۰/۰۲۷۳	۰/۰۲۳۴	۰/۰۲۱۵	۰

جدول (۵): ارزش گروه های لایه عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی

عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی (متر)	ارزش
۰ - ۱۰	۰/۰۱
۱۰ - ۲۰	۰/۵۸
۲۰ - ۳۰	۰/۳۱
> ۳۰	۰/۱

## نتایج و بحث

برای تصمیم‌گیری در انتخاب مکان مناسب برای تغذیه مصنوعی، لایه-های اطلاعاتی پنج‌گانه وزن داده شده در بالا، در محیط GIS با استفاده از الگوریتم تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با هم تلفیق یافتند و نقشه پهنه بندی دشت به منظور تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی تهیه گردید. برای نشان دادن پهنه‌بندی ۵ کلاس (از غیر ممکن تا مناسب) در نظر گرفته شد (شکل ۹). برای بررسی موقعیت مناسب‌ترین مناطق انتخاب شده از لحاظ کاربری اراضی، لایه کاربری اراضی با لایه مکان‌های دارای مناسب‌ترین شرایط برای تغذیه مصنوعی در نقشه پهنه‌بندی دشت تلفیق داده شد. در این راستا ابتدا مناطق دارای مناسب‌ترین شرایط برای تغذیه مصنوعی در قالب یک لایه جداگانه، از سایر مناطق دشت جدا گردید. سپس از این مناطق، مناطقی که وسعت گسترش آنها کمتر از ۱۰ هکتار بود حذف گردید. در مرحله بعد، از لایه کاربری اراضی نیز

اراضی با کاربری مرتعی در قالب یک لایه جداگانه استخراج گردید. در نهایت از این مکانهای دارای شرایط بسیار مناسب که وسعت مناسبی نیز داشتند، مناطقی که با لایه کاربری اراضی مرتعی همپوشانی داشتند انتخاب و به عنوان مناسبترین مکانهای فاقد محدودیت کاربری اراضی، برای انجام عمل تغذیه مصنوعی در دشت معرفی گردید.

برای بررسی وجود آبراهه در مناطق انتخابی، نقشه مکانهای انتخابی را که از نظر کاربری اراضی محدودیت نداشتند، با نقشه شبکه آبراهه در دشت تلفیق داده شده و مناطق انتخابی فاقد آبراهه حذف گردید. شکل ۱۰ نواحی مناسب برای تغذیه مصنوعی را با در نظر گرفتن تمامی پارامترهای مورد بررسی در تحقیق، نشان می‌دهد.

### نتیجه گیری

همانطور که در شکل ۱۰ دیده می‌شود، با اعمال تمامی شرایط در نظر گرفته شده، ۲۲۲۳ هکتار برابر با ۷ درصد از گستره دشت در ۴ ناحیه مختلف برای اجرای تغذیه مصنوعی به روش پخش سیلاب انتخاب گردید (جدول ۶).

جدول (۶): مساحت نواحی انتخابی

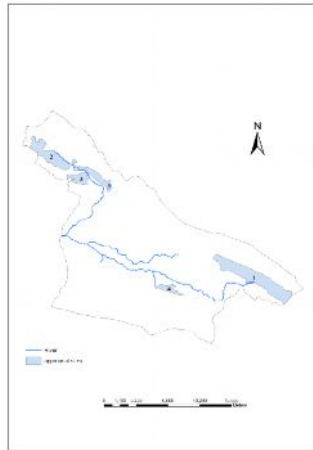
ناحیه	۱	۲	۳	۴
مساحت (هکتار)	۱۰۹۰	۵۲۶	۴۷۵	۱۳۲

یکی از مسایلی که در پروژه‌های تغذیه مصنوعی به روش پخش سیلاب مطرح است فرسایش خاک است، به قسمی که همواره باید در نظر داشت که فرسایش خاک صورت نگیرد. در صورتی که انجام پروژه تغذیه مصنوعی در تمامی مکانها مقدور نباشد، با در نظر گرفتن فرسایش پذیری خاک (شکل ۱۱)، به اولویت‌بندی مناطق انتخاب شده جهت انجام پروژه تغذیه مصنوعی پرداخته شد (جدول ۷).

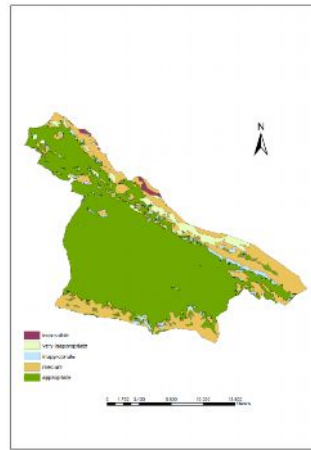
جدول (۷): اولویت بندی مکان های انتخابی

اولویت	مکان انتخابی شکل ۱۰
اول	۱
دوم	۳
سوم	۲
چهارم	۴

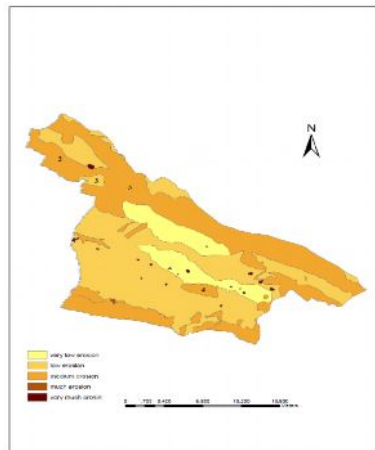




شکل (۱۰): نواحی مناسب برای تغذیه مصنوعی



شکل (۹): پهنه بندی دشت به منظور تغذیه مصنوعی



شکل (۱۱): نقشه فرسایش پذیری خاک های منطقه

## مراجع

۱. اصغرپور م، ۱۳۸۸. تصمیم گیری های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هفتم.
۲. باقری اهرنجانی پ، ۱۳۷۹. بررسی ابعاد تاریخی، فرهنگی قنات در ایران، مجموعه مقالات همایش بین المللی قنات در استان یزد، جلد اول، ص ۴۵-۵۷.
۳. توفیق ع، ۱۳۷۸. تصمیم گیری برای مدیران، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.
۴. حکمت پور م، فیض نیا س، احمدی ح و خلیل پور ا، ۱۳۸۶. پهنه بندی مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی در دشت ورامین به کمک GIS و سامانه تصمیم گیری (DSS). مجله محیط شناسی سال سی و سوم، شماره ۴۲ تابستان.
۵. زارع م، علیپور آ، حسادی ه و فرهادی ب، ۱۳۹۱، برآورد ویژگی های فیزیکی حوضه های آبریز با استفاده از مدل ArcHydro. دومین کنفرانس ملی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست. دانشگاه تهران. اردیبهشت ۱۳۹۱.
۶. زهتابیان غ، خلیل پور ا و جعفری م، ۱۳۸۱. تخریب آبخانه در اثر بهره وری بی رویه از آب های زیرزمینی مطالعه موردی دشت قنات قم. مجله بیابان، جلد ۷، شماره ۲، ص ۹۹-۱۱۹.

۷. حیدرپور ج، ۱۳۶۹. تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
۸. علیزاده، ا، ۱۳۸۴. اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ هجدهم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
۹. قدسی پور، ج، ۱۳۸۵. فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
۱۰. مظفری، ج، ۱۳۸۳. تغذیه مصنوعی سفره آب زیرزمینی در مناطق شهری با استفاده از آب مازاد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۱۱. مهدوی ع، نوری امامزاده‌یی م ر، مهدوی نجف آبادی ر و طباطبائی س ح، ۱۳۹۰. مکانیابی عرصه‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های زیرزمینی به روش منطق فازی در حوضه آبریز دشت شهر کرد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال پانزدهم، شماره پنجاه و ششم
۱۲. مهدوی ر، عابدی ک، رضایی م و عبدالحسینی م، ۱۳۸۳. مکانیابی محل-های مناسب تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی از طریق RS و GIS. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

13. Ghayoumian J, Mohseni Saravi M, Feiznia S, Nouri B and Malekian A, 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: 364-374
14. Krishnamurthy, 1996. An approach to demarcate ground water potential zones through remote sensing and geographic information system, *international journal of remote sensing*, vol: 10, pp: 1876-18
15. Kumar B and Kumar U, 2011. Ground water recharge zonation mapping and modeling using Geomatics techniques, *Int.J. Environmental Sciences* Volume 1, No 7
16. Saraf A K and Choudhury P R, 1998. Integrated remote sensing and GIS for groundwater exploration and identification of artificial recharge sites, *Int.J. Remote Sensing*, 19 (10): 1825-184