



## امکان‌سنجی مناطق مستعد برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی، به کمک تلفیق تحلیل‌های سیستم اطلاعات مکانی و بصری سازی گوگل ارث

علی عبدلی<sup>۱\*</sup>، محمد عباسی<sup>۲</sup>، فرید اشرافی<sup>۱</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی موسسه آموزش عالی عمران و توسعه همدان

۲- عضو هیات علمی گروه مهندسی نقشه برداری، موسسه آموزش عالی عمران و توسعه همدان

### چکیده:

آب از دیرباز برای بقا و توسعه پایدار اهمیت زیادی داشته و با افزایش جمعیت و صنعتی‌شدن جوامع و تغییر عادات فرهنگی و مصرفی آن‌ها، روزبه‌روز بر اهمیت این مایع افزوده می‌شود؛ از یک طرف افزایش بی‌رویه جمعیت و مصرف بیش از حد آب‌های زیرزمینی و از طرف دیگر محدودیت منابع آب‌های سطحی باعث افت شدید این منبع حیاتی شده است که در نتیجه آن خسارت‌های جبران‌ناپذیری به محیط زیست وارد شده است. بنابراین جلوگیری از افت کمی و کیفی سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از مدیریت بهره‌برداری بهینه منابع آبی ضروری است. در این راستا مکان‌یابی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی نخستین گام می‌باشد. در این پژوهش از لایه‌های مکانی مانند: شیب، نوع خاک منطقه، راه‌های ارتباطی، رودخانه‌ها و آبراهه‌های اصلی به منظور تجزیه و تحلیل و شناسایی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی در سطح منطقه وسیع استفاده شده است. لایه‌های اطلاعاتی تا حد امکان از روی گوگل ارث استخراج شده‌اند. در این تحقیق با مدل‌سازی و برنامه‌نویسی یک مدل بولین با قابلیت وزن‌دهی طراحی و ایجاد گردیده است که از انعطاف‌پذیری بالایی برای تعریف، حذف و اصلاح پارامترهای ورودی برخوردار است. سپس با تلفیق لایه‌ها مناطق با پتانسیل بالا مشخص شده‌اند و با بررسی‌های انجام شده صحت این مناطق تایید شده است.

واژه‌های کلیدی: سیستم اطلاعات مکانی، تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی، مکان‌یابی

## ۱- مقدمه

کشور ایران از لحاظ منابع آب زیرزمینی کشوری غنی است که این اهم، باعث شده که، آب‌های زیرزمینی منابعی مهم و با ارزش و جزء منابع اصلی مصارف مختلف در ایران به شمار آیند. اما متأسفانه استفاده‌های بی‌رویه از این منبع گران‌بها در بخش‌های کشاورزی، صنعتی و مصارف مردمی موجب شده، توازن بین تخلیه و تغذیه منابع بهم بخورد. سفره‌های آب زیرزمینی با بارندگی به طور طبیعی تغذیه می‌شوند که با توجه به آمار بارندگی در چند سال اخیر، مشاهده می‌شود که سیر تغذیه آب‌های زیرزمینی به شدت کاهش یافته است، به طوری که برطبق اطلاعات موجود در مرکز آمار ایران، ۷۰ درصد سفره‌های آب زیرزمینی کشور از حدود ۱۰ الی ۱۵ سال گذشته تا کنون رو به کاهش هستند. مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد ۵۰ درصد نزولات جوی در زمستان و کمتر از ۱۸ درصد در تابستان رخ می‌دهد، به این ترتیب در بسیاری از نقاط کشور از اواسط بهار، آب‌های جاری رودخانه‌ها به سرعت کاهش یافته و به دلیل فقدان منابع آب‌های سطحی به ناچار از منابع آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شود. 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 [۲]. وجود این مسائل ملزم به تفکری عمیق و چاره‌ای جدی است و باید به طور مستمر به دنبال احیای این منبع گرانبها در سراسر کشور عزیزمان باشیم، از این رو سعی داشته‌ایم با مطالعه‌ی دقیق و به کارگیری روشی مناسب در اصلاح و تغذیه آب‌های زیرزمینی نقشی را ایفا کنیم. شارژ و تغذیه آب‌های زیرزمینی به دو صورت امکان پذیر می‌باشد، به صورت طبیعی و به صورت مصنوعی. در این خصوص پژوهشگران در سراسر دنیا از روش‌هایی برای حل این مسئله استفاده می‌کنند، در میان این روش‌ها مناسب‌ترین روش، استفاده از یک تکنیک سیستماتیک با امکان بهره‌گیری از آنالیزهای مکانی است، این امکان را ابزارهای سیستم اطلاعات مکانی فراهم ساخته‌اند. در این تحقیق از لایه‌های اطلاعاتی مناسب که تا حد امکان از روی گوگل ارث استخراج شده‌اند، در نرم‌افزار جی‌آی‌اس تلفیق شده و توسط برنامه‌نویسی و تهیه مدل بولین، بهترین مکان‌ها برای تغذیه مصنوعی شناسایی شده‌اند. براساس منطق بولین نتایج در دو طبقه مناسب و نامناسب مشخص و روی نقشه نهایی ارائه گردیده است.

## ۲- اهمیت تحقیق

تغذیه مصنوعی، وارد کردن آب به یک سازند نفوذپذیر با هدف تغذیه سفره‌های آب‌های زیرزمینی و به منظور استفاده مجدد از آن با رژیم و کیفیتی متفاوت و به وسیله ایجاد تاسیسات اضافی یا تغییراتی در شرایط منطقه است [۳].

اثرات منفی افت سطح آب‌های زیرزمینی:

- ✓ کاهش آبدی چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها،
- ✓ تغییر محل و کف‌شکنی مکرر چاه‌ها،
- ✓ عوارض منفی ناشی از نشست زمین و کاهش ظرفیت حجم مخزن طبیعی،
- ✓ افت کیفی آب و شور شدن تدریجی آن‌ها،
- ✓ ایجاد محدودیت در مصارف کشاورزی، صنعتی و شرب،
- ✓ افزایش سرسام‌آور هزینه‌های تامین انرژی.

یکی از محاسن تغذیه مصنوعی تکمیل تغذیه سفره‌های زیرزمینی در مناطقی است که فعالیت‌های بیشتر موجب کاهش، یا توقف تغذیه سفره گردیده است [۱۱].

تغذیه مصنوعی به چند روش مختلف صورت می‌گیرد:

۱. پخش آب از طریق (Water Spreading) که شامل موارد زیر می‌باشد.

- ✓ تغذیه از طریق رودخانه،
- ✓ تغذیه از طریق آبراهه،
- ✓ تغذیه از طریق ایجاد نهر،
- ✓ تغذیه از طریق پخش سیلاب.

۲. گودال‌های تغذیه،

۳. چاه‌های تغذیه،

۴. پخش پساب روی زمین [۶].

خواجه‌الدین و همکاران 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 [۴]. عطائی زاده و چیت‌سازیان در سال ۱۳۸۷ امکان‌سنجی تغذیه مصنوعی با استفاده از تکنیک‌های GIS را در دشت میداود\_دالون واقع در خوزستان بررسی کرده‌اند [۵]. موهان و شانکار در سال ۲۰۰۵، جهت مکان‌یابی محل‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی Deccan\_Volcanis هند از سه دسته پارامتر شامل زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و سطح ایستایی کمک گرفته‌اند و از منطق بولین استفاده کرده‌اند [۱۲]. از آنجا که سفره‌های آب زیرزمینی منابع با ارزشی به شمار می‌آیند، مدیریت و استفاده صحیح از این منبع ضروری است و تحقیقات در زمینه احیای این منابع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

### ۳- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق استان کردستان می‌باشد. استان کردستان با مساحت ۲۸.۲۰۳ کیلومتر در غرب ایران مجاور کشور عراق و با مختصات، بین  $34^{\circ}44'00''$  تا  $36^{\circ}30'00''$  عرض شمالی و  $45^{\circ}31'00''$  تا  $48^{\circ}16'00''$  طول شرقی قرار دارد، این استان بر پایه‌ی آخرین تقسیمات کشوری دارای ده شهر می‌باشد. استان کردستان ۱/۷ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود و از لحاظ اقلیمی و طبیعی منطقه‌ای کوهستانی است، توده‌های هوای گرم و مرطوب که از سمت اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه حرکت می‌کنند، با برخورد به ارتفاعات زاگرس بخش قابل توجهی از رطوبت خود را به صورت بارش‌های پراکنده برف و باران نشان می‌دهند، میزان بارندگی سالانه در شرایط عادی اقلیمی معادل ۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد، ولی با تمام این تفاسیر متاسفانه عواملی چون مصرف بی‌رویه، احداث چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق و همچنین گرم شدن زمین و غیره، میزان ذخایر سفره‌های آب زیرزمینی را به مخاطره انداخته است، به طوری که دشت‌های شرقی کردستان به ویژه شهرهای قروه و دهگلان زنگ خطر جدی در خصوص کمبود آب در این مناطق به گوش می‌رسد که این روند آینده‌ای مبهم را برای این مناطق رقم می‌زند. بیشترین سهم مصرف آب‌های زیرزمینی با ۹۱ درصد مربوط به بخش کشاورزی است و بخش‌های شرب و بهداشت با ۷ درصد و صنعت و معدن با ۲ درصد، در رده‌های بعدی قرار دارند. قنات‌ها سازه‌های هوشمند بدون آسیب به آب‌های زیرزمینی شناخته می‌شوند، زیرا زمانی که آب‌های زیرزمینی پتانسیل تامین آب را داشته باشند، قنات کار می‌کند و در زمانی که با کم‌آبی مواجه است، تاثیری بر سفره‌های آب زیرزمینی نمی‌گذارد [۷].



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

#### ۴- مواد و روش‌ها

با توجه به جایگاه و اهمیت آب‌های زیرزمینی به‌عنوان یکی از منابع پایه و اصلی تولید در کشورمان، لزوم مطالعه کمی و کیفی دقیق و مستمر این منابع به منظور مدیریت صحیح بهره‌برداری و حفاظت از آن‌ها بر اساس نتایج مطالعات به‌دست آمده ضرورت دارد [۱]. عوامل موثر در مکان‌یابی مناطق مستعد تغذیه مصنوعی متعدّدند، از جمله این عوامل، می‌توان به شاخص‌های اقلیمی، شاخص‌های مورفوتوپو متریک، شاخص‌های سیلاب، شاخص‌های خاک، زمین ساختاری، شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی اشاره کرد [۸]. تغذیه آب‌های زیرزمینی به دو صورت طبیعی و مصنوعی می‌باشد، در این پژوهش هدف انتخاب مناطق بهینه برای شارژ مصنوعی می‌باشد. یکی از روش‌های انتخاب این مناطق استفاده از روش‌های آنالیز و تصمیم‌گیری در محیط سیستم اطلاعات مکانی می‌باشد، که زمان و هزینه انتخاب این تصمیم را کاهش می‌دهد و یک پایگاه داده رقومی از داده‌ها را فراهم می‌آورد [۱۳]. روش بولین اساساً نگرشی دو ارزشی به قضایا دارد: بود یا نبود، مناسب یا نامناسب. در منطق بولین نمی‌توان حالتی را تصور کرد که چیزی هم‌باشد و هم‌نباشد، هم درست باشد و هم غلط، حالت بینابینی وجود ندارد چنین تقسیم‌بندی دو ارزشی مسلماً نیازمند تعریف مرزهای مشخصی است که بتوان بر اساس آن مصادیق را مرزبندی کرد. مدل منطقی بولین ساده‌ترین روش ترکیب لایه‌ها در GIS است، ترکیب لایه‌ها در این روش بر منطق صفر و یک بوده و خروجی نهایی مدل یک نقشه با دو کلاس مناسب (کلاس یک) و کلاس نامناسب (کلاس صفر) می‌باشد. این مدل دارای انعطاف‌پذیری پایین و برخوردی توأم با قطعیت است. این مدل دارای اپراتورهای NOT, AND, OR است. هدف از مکان‌یابی، انتخاب مکان مناسب برای استقرار تجهیزات سرویس‌رسان بوده، به‌طوری‌که بهترین عملکرد را با توجه به اهداف موردنظر پروژه داشته باشد [۱۰]. استحصال آب از اعماق زمین از طریق چاه (دستی، عمیق و نیمه عمیق) در مناطق خشک و نیمه خشک و چشمه در مناطق کوهستانی، موجب گردیده که سطح آب‌های زیرزمینی به‌شدت افت کند و به موازات خشکسالی‌های پی‌درپی، بحران شدیدی در اقتصاد کشاورزی و صنعتی به وجود آید. تغذیه مصنوعی به روش‌های گوناگونی صورت می‌پذیرد، انتخاب هر روش به عواملی چون منبع تامین آب تغذیه، شرایط توپوگرافی، ویژگی‌های زمین‌شناسی و خاک شناسی، نوع و شیب لایه‌بندی زمین و ... بستگی دارد که این روش‌ها عبارتند از:

۱. افزایش نفوذ: در این روش با انجام عملیات مختلف بر روی سطح توپوگرافی سعی می‌گردد، میزان نفوذ آب به داخل زمین افزایش یابد.
۲. پخش آب در حوضچه: در این روش آب به داخل حوضچه‌ها یا استخرهای ساخته شده هدایت می‌گردد تا از کف نفوذ پذیری آن‌ها، آب به داخل زمین نفوذ پیدا کند.
۳. تغذیه مصنوعی به وسیله چاه (روش تغذیه مستقیم): تغذیه مصنوعی سفره‌های آبدار را می‌توان از طریق چاه‌های تغذیه‌ای که با همین هدف حفر می‌گردند، انجام داد.

۴. روش پخش سیلاب: در این روش جریان آب در سطح نسبتاً وسیعی پخش می‌شود تا از این طریق سطح و ضریب نفوذ افزایش یابد.
۵. روش تغذیه واداری: در این روش، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی به وسیله منابع آبی مثل رودخانه و دریاچه و ... انجام می‌شود [۹].

گوگل ارث، به‌عنوان یکی از جدیدترین ابزارها برای کار با اطلاعات جغرافیایی می‌باشد، که در گستره اینترنت در دسترس است. این ابزار پتانسیل شایانی در بهبود روش‌های جغرافیایی و کمک به دانشجویان برای توسعه دیگر بخش‌های آن، دارد [۱۴]. محققان در این پژوهش با استفاده از توانایی‌های گوگل ارث برای آنالیز محدوده و همچنین تحلیل‌های پس‌پردازش برای تسریع در رسیدن به بهترین نتیجه، استفاده نمودند.

#### ۴-۱- لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده

لایه‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از:

۱. شیب منطقه (Slope)
۲. جنس خاک و نوع نفوذپذیری آن در منطقه (Type Of Soil)
۳. راه‌های ارتباطی (Communications Ways)
۴. رودخانه‌ها (Rivers)
۵. آبراهه‌های اصلی (Main Waterways)

#### ▪ لایه شیب

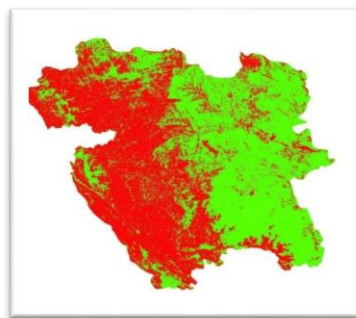
لایه شیب از پارامترهای مهم در این تحقیق می‌باشد، به طوری‌که هر چه شیب کمتر باشد مقدار نفوذپذیری بیشتر است، در این تحقیق با مشورت و نظریه کارشناسان شیب مناسب، شیب کمتر از ۶ درجه در نظر گرفته است که در شکل (۲) نشان داده شده است.

#### ▪ جنس خاک

نوع جنس خاک منطقه ارتباط مستقیمی با میزان تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی دارد. هر چه خاک، میزان نفوذ پذیرش بیشتر باشد، مقدار بیشتری از آب‌های سطحی به سمت آب‌های زیرزمینی هدایت می‌شود. جدول (۱) جنس خاک و امتیازی که به آن داده شده را نمایش می‌دهد، براساس منطق بولین عدد ۱ نشان دهنده‌ی خاک مناسب و عدد ۰ نشان دهنده‌ی خاک نامناسب می‌باشد. شکل (۳) نقشه جنس خاک را نشان می‌دهد.



شکل ۳: نقشه تاثیر جنس خاک؛ رنگ سرخ مناطق مناسب



شکل ۲: نقشه تاثیر شیب؛ رنگ سبز محدوده مناسب

جدول ۱: جنس خاک و میزان نفوذپذیری آن

NO	Soil Type	Permeability
1	Rock Out Crops/Entisols	0
2	Inceptisols	1
3	Rock Out Crops/Inceptisols	1
4	Water Body	1
5	Entisols/Inceptisols	1

#### ▪ راه‌های ارتباطی

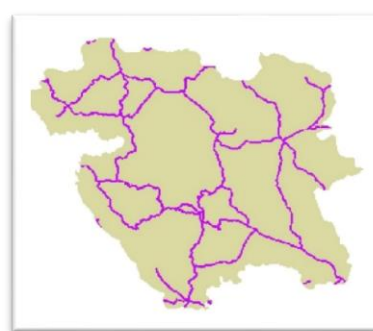
برای دسترسی سریع و آسان و صرفه‌جویی در هزینه‌ها در مرحله‌ی اجرایی، مناطقی با نظرات کارشناسان اعمال شد که بهترین و بیشترین بهره‌برداری را داراست. شکل شماره (۴) نقشه تاثیر راه‌های ارتباطی را نشان می‌دهد.

#### ▪ رودخانه‌ها

رودخانه‌ها اصلی‌ترین لایه‌ی موجود می‌باشند، چرا که از منابع اصلی تغذیه به شمار می‌آیند و مناطق دارای رودخانه آمادگی جذب بیشتری از آب‌های سطحی را دارا هستند و همچنین سفره‌های آب زیرزمینی در اطراف رودخانه‌ها در ارتفاع بالاتری قرار دارند، شکل شماره (۵) نقشه‌ی تاثیر رودخانه‌ها را با اعمال منطق بولین در محدوده‌ی ۱۰۰۰ متری را نشان می‌دهد.



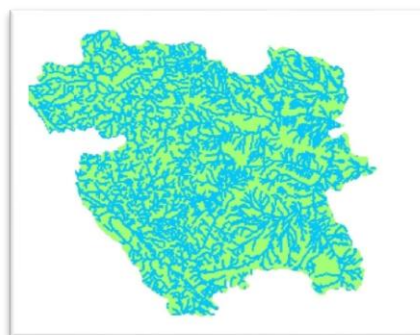
شکل ۵: نقشه تاثیر رودخانه‌ها



شکل ۴: نقشه تاثیر راه‌های ارتباطی

#### ▪ آبراهه‌های اصلی

لایه آبراهه‌ها رفتاری مانند لایه رودخانه دارد با این تفاوت که مسیرهای قابل رویت در لایه آبراهه‌های اصلی نمایانگر مسیر همیشگی نزولات آسمانی است، ولی رودخانه به شمار نمی‌آیند. شکل شماره (۶) نقشه تاثیر آبراهه‌های اصلی را نشان می‌دهد.



شکل ۶: نقشه تاثیر آبراهه‌های اصلی

#### ۴-۲- معیارهای انتخاب مناطق مناسب

در راستای به‌کارگیری معیارها، با مشاهده و مطالعه پژوهش‌های داخلی و خارجی در انتخاب معیارها، نتایج زیر حاصل شد:

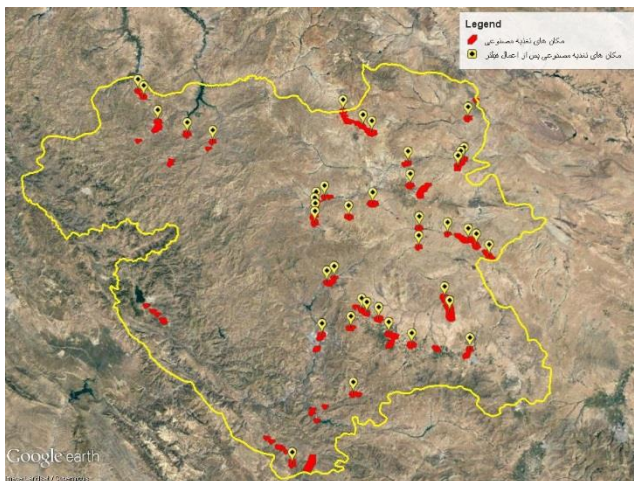
- شیب منطقه  $6^\circ \leq S$
- نوع خاک با میزان نفوذ پذیری بالا،
- فاصله ی ۱۴۰۰ متری از شبکه راه‌ها،
- فاصله ی ۱۰۰۰ متری از رودخانه‌ها،
- فاصله ی ۲۰۰۰ متری از آبراهه‌های اصلی.

البته می‌توان لایه‌ها و معیارهای جدیدی به نرم‌افزار معرفی کرد و تصمیم‌گیری را به سمت نتایج مطلوب‌تری سوق داد. در پایان اعمال تمام معیارهای معرفی شده در نرم‌افزار ArcGIS نقشه‌ای را به عنوان نقشه مکان‌های مستعد برای تغذیه مصنوعی را به ما ارائه می‌دهد، شکل شماره (۷). همچنین مناطق مستعد بر روی نرم افزار گوگل ارث، در شکل (۸) نشان داده شده است. محققان در این پژوهش به ۱۰۲ نقطه در سرتاسر استان کردستان رسیدند. در انتها با یک سری مشخصات و ویژگی‌های توپولوژی، نتایج را فیلتر می‌کنیم، بدین منظور با استفاده از گوگل ارث نتایج را نمایش داده و با لایه شهرهای استان کردستان مقایسه می‌کنیم،

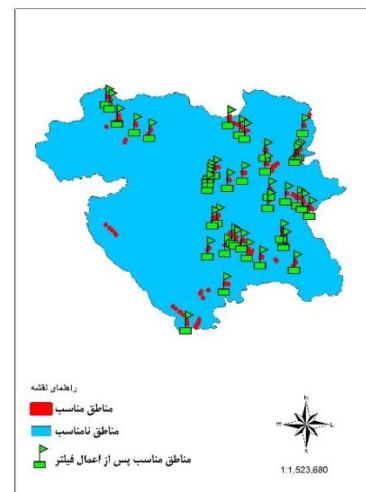
- ✓ نقاط تغذیه مصنوعی نباید در محدوده شهرها قرار گیرند .
- ✓ نقاط تغذیه مصنوعی بایستی مساحتی بیشتر از ۵۰ متر مربع داشته باشند.

با نشانیدن این فیلترها برای رسیدن به نتایج صحیح و دقیق تر ، تعداد این نقاط به ۴۲ نقطه رسید؛ که با انجام عملیات‌های صحرائی، صحت این مناطق تغذیه بررسی شد و مورد قبول واقع گردید.

مکان‌های مستعد شارژ مصنوعی آب‌های زیرزمینی در استان کردستان



شکل ۸: مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در نرم‌افزار گوگل ارث (با اغراق در نمایش)



شکل ۷: نقشه نهایی مکان‌های مستعد شارژ آب‌های زیرزمینی

#### ۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با مطالعات انجام شده، تجارب کارشناسان، تهیه لایه‌های اطلاعاتی، استفاده از سیستم قدرتمند GIS و مدل منطقی بولین اقدام به یافتن مکان‌های مناسب جهت تغذیه مصنوعی سفره‌های زیرزمینی گردید. در نتیجه با در نظر گرفتن و اعمال معیارها و استفاده از مدل مناسب، مناطقی جهت تغذیه سفره‌های زیرزمینی که همگی دارای ارزش بالقوه برای تغذیه مصنوعی می‌باشند یافت شد، که در شکل شماره (۷) بر روی منطقه‌ی مورد مطالعه

استان کردستان قابل مشاهده است. البته باید اذعان نمود که مدل منطقی بولین در مناطقی که زمین دارای محدودیت است مناسب نمی‌باشد، زیرا قدرت تصمیم‌گیری تنها با توجه به دامنه مقادیر معیارها تحت تاثیر قرار می‌گیرد و قدرت مانور در تصمیم‌گیری تنها با تغییر این محدوده‌ها قابل افزایش می‌باشد، که در این تحقیق با به‌کارگیری تجربیات و معیارهای نسبتاً دقیق سعی در هر چه بهتر شدن خروجی شده است. نتایج نهایی نشان می‌دهد که می‌توان مطالعات وسیعی را در سطح کشور با داده‌های موجود و نرم‌افزار طراحی شده بر روی نرم‌افزار ArcGIS و انتخاب یک مدل مناسب با توجه به خصوصیات منطقه مورد مطالعه انجام داد و به نتایج قابل قبولی رسید. در نتیجه به روند بهبود و احیای سفره‌های آب زیرزمینی که از منابع عظیم و گرانبها به شمار می‌آیند، کمک کرد.

## مراجع

- [۱] زارع میترا، بررسی امکان تغذیه مصنوعی با استفاده از مدل مفهومی و ریاضی در آبخوان دشت ماهیدشت. رساله دکتری، دانشگاه رازی، ۱۳۸۹.
- [۲] مهدوی، عابدی کوپایی ج، رضایی م و عبدالحسینی م. مکان‌یابی محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی از طریق GIS و RS. دومین کنفرانس ملی دانشجویی آب و خاک، دانشکده ی کشاورزی شیراز، ۱۳۸۳.
- [۳] بیژ، ژ، بورگه ل و لومان ژ. تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی (ترجمه جلال حیدرپور). مرکز نشر دانشگاهی تهران، ۲۲۶، ۱۳۶۹.
- [۴] خواجه الدین ج، مهدوی ر، پورمنافعی س، سفینیان ع، کریم زاده ح و سلطانی س. گزارش نهایی پروژه تعیین رویشگاه گونه‌های چوبی صنعتی و نیمه صنعتی مناطق نیمه خشک مدیترانه ای در استان چهار محال و بختیاری با استفاده از GIS, RS. شورای پژوهش‌های علمی کشور، برنامه‌ی ملی تحقیقات، ۱۳۸۵.
- [۵] عطائی زاده س و چیت سازان م. امکان‌سنجی تغذیه مصنوعی با استفاده از تکنیک‌های GIS. همایش ژئوماتیک، سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۸۷.
- [۶] کیخسروی قاسم، یارمرادی زهرا. مکان‌یابی سایت‌های مناسب تغذیه مصنوعی منابع آب‌های زیرزمینی و مناطق پخش سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. اطلاعات جغرافیایی سپهر، شماره ۹۰، صفحه ۲۵-۳۱، ۱۳۹۳.
- [۷] ایلیاتی عیسی، مانیان نصرت الله، مزدیان فرد محمدرضا. استفاده از سدهای زیرزمینی به همراه قنات و تغذیه مصنوعی برای توسعه پایدار آبی. همایش ملی آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک. شماره ۶، ۱۳۹۲.
- [۸] صادقی سودجانی عیسی، قضاوی رضا. تعیین پتانسیل مکان‌های ذخیره نزولات آسمانی با استفاده از GIS و مدل AHP. همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۲، ۱۳۹۳.
- [۹] عاشوری، اسماعیل. مهندسی آب‌های زیر زمینی. گرمسار، انتشارات کوشک. ۱۳۸۰.
- [10] Bischoof, Klamroth K, *Two Branch And Bound Methods For A Generalized Class Of Locatin Allocation Problems*, Technical Report, No.313, In Statute Of Applied Mathematics University Of Erlangen Number.
- [11] Clark.W.J, Warren.H, Mark, *Water Supply And Pollution Control Third Harper And Row Publishinc*. New York, 857p
- [12] Mohan,G.And M.N.Ravi Shankor. *A Gis Based Hydrogeomorphic Approach For Indentification Of Site\_Specific Artificial\_Recharge Technigues In The Deccan Volcanic Province*. J.Earth Sys.Sci.114(5):505\_514.
- [13] Al.Admad.Rida, *The Use Of Gis And Google Earth For Preliminary Site Selection Of Ground Water Rechargein The Azraq Oasis\_Jordan*. Journal Of Water Resource And Protection, 2012;4,395\_399.
- [14] Todd C. Patterson , *Google Earth as a (Not Just) Geography Education Tool* , Journal of Geography Volume 106, 2007 - Issue 4, 145-152.



Surf and download all data from SID.ir: [www.SID.ir](http://www.SID.ir)

Translate via STRS.ir: [www.STRS.ir](http://www.STRS.ir)

Follow our scientific posts via our Blog: [www.sid.ir/blog](http://www.sid.ir/blog)

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: [www.sid.ir/workshop](http://www.sid.ir/workshop)