Archive of SID

کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در تهیه نقشه های آسیب پذیری سفره آب زیرزمینی (مطالعه موردی دشت قزوین)

رضوان تاکی
کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی
دکتر مجید خیاط خلقی
استادیار گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

چکیده:

افزایش بی رویه جمعیت در سالهای اخیر، محدودیت منابع آبهای سطحی و بهره برداری بیش از اندازه از سفره آبهای زیرزمینی باعث ببار آمدن خسارات جبران ناپذیری به منابع طبیعی کشور در سالهای گذشته شده است. علاوه بر افت شدید سطح آب در آبخوانها، فعالیت های کشاورزی، صنعتی و شهری، آلاینده های مختلفی را به سفره آب زیرزمینی تحمیل می کنند.

در این تحقیق از GIS بصورت یک نرم افزار و سیستم رایانه ای که قادر به جمع آوری کنترل، ترکیب و تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوطه میباشد، استفاده شده و به کمک اطلاعات فوق، نقشه های آسیب پذیری کیفی سفره های آب زیرزمینی تهیه شده است. ابتدا از بین روشهای معمول برآورد آسیب پذیری طبق استاندارد های بین المللی روش DRASTIC به علت اینکه روش DRASTIC با شرایط منطقه موردنظر (آبخوان دشت قزوین) و داده های موجود تطابق بیشتری داشت، انتخاب شد. سپس به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه آسیب پذیری آبخوان تهیه و مقدار شاخص DRASTIC عمومی از ۳۵ تا ۱۰۸ در کل منطقه برآورد شد. با توجه به شاخص DRASTIC عمومی تقریباً ۱۱ درصد از سطح منطقه دارای آسیب پذیری کم و در حدود ۴۳ درصد از سطح منطقه آسیب پذیری متوسط و در حدود ۳۷ درصد آسیب پذیری زیاد و ۱۰درصد آسیب پذیری بسیار زیاد داشتند و با میزان افزایش نیترات در منطقه مطابقت دارد. شاخص DRASTIC عمومی نشان داد که پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی تقریباً کم می باشد. در ایران علیرغم وجود مشکلات افت سالانه سطح آب در اکثر سفره های آب زیرزمینی و کاهش کیفی آب آبخوانها، تحقیقات جدی در این مورد انجام شده است.امروزه به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) میتوان نقشه های آسیب پذیری آب زیرزمینی را در مناطق مختلف کشور فراهم کرده و تصمیمهای مدیریتی لازم را جهت حفاظت از آبهای زیرزمینی کشور اتخاذ کرد.

واژگان کلیدی : سیستم اطلاعات جغرافیایی- آسیب پذیری – آبهای زیرزمینی- DRASTIC – آلودگی- آبخوان - قزوین

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه:

افزایش بی رویه جمعیت در سالهای اخیر، محدودیت منابع آبهای سطحی و بهره برداری بیش از اندازه از سفره آبهای زیرزمینی باعث ببار آمدن خسارات جبران ناپذیری به منابع طبیعی کشور در سالهای گذشته شده است. علاوه بر افت شدید سطح آب در آبخوانها، فعالیت های کشاورزی، صنعتی و شهری، آلاینده های مختلفی را به سفره آب زیرزمینی تحمیل می کنند. مدیریت کیفی آبهای زیرزمینی مستلزم شناخت کافی از منشا آلاینده های آبخوان و معادلات مربوط به آن بوده و همچنین نیاز به ابزاری دارد تا بتواند عکس العمل تنشهای مختلف کمی و کیفی وارد به سفره را در شرایط فعلی و آینده پیش بینی کند. بدون شک بهترین حالت شناخت رفتارهای یک سیستم سفره آب زیرزمینی به انجام یکسری تحقیقات طویل المدت برای هر منطقه خاص می باشد که با توجه به سقف محدود بودجه های تحقیقاتی عملا امکان پذیر نیست. در این میان با ابزارهای محاسباتی و شبیه سازها می توان با دقت قابل قبول به شاخصهایی دست یافت و بر اساس آن تصمیم گیری های لازم را در مورد مدیریت آبخوان اتخاذ کرد.

در حال حاضر، بخش قابل ملاحظه ای از مصارف آب کشور بخصوص در بخش شرب توسط منابع آب زیرزمینی تامین می گردد. که عمدتا آبخوانهای آزاد می باشد. در صورتیکه این آبخوانها از آسیب پذیری بالاتری نسبت به آلاینده های ناشی از فعالیت های کشاورزی، صنعتی و شهر نشینی برخوردار هستند، در حالیکه بسیاری از این آلودگی آب زیرزمینی بعد از آلوده شدن چاه های آب شرب شناسایی می شوند. در صورت آلوده شدن آب زیرزمینی، رفع آلودگی آن بسیار پر هزینه و فرآیندی طویل المدت می باشد. بعلاوه تاثیر آلودگی آب زیرزمینی تنها مختص چاه های تامین آب و آبخوان نبوده و حرکت آب زیرزمینی به سمت دریاچه ها و رودخانه ها باعث آلودگی منابع آب سطحی نیز می شود که عواقب زیست محیطی خطرناکی را به دنبال دارد.

در زمانهای گذشته در ایالات متحده امریکا، اروپا و کانادا حریم کیفی بر اساس تولید نقشه فاکتورهای خصوصیات فاصله، افت، زمان گذر، مرزهای جریان، ظرفیت جذب و به صورت دستی تعیین می شد. استفاده از نسبت های معین برای هر کدام از این پارامترها، نقشه ها به صورت دستی با یکدیگر همپوشانی شده و سرانجام نقشه آسیب پذیری بوجود می آمد. این روش به علت وجود نقشه و داده های زیاد، استفاده و تهیه آن با دست منجر به بروز خطا می شد. ولی از حدود یک دهه قبل سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مسائل مرتبط با مهندسی آب (مسائل کنترل، ذخیره سازی و بهنگام نمودن داده های منابع آب) بطور چشمگیری مورد استفاده قرار گرفته است. بررسی و تجزیه و تحلیل حجم عظیمی از داده ها نیازمند استفاده از امکانات خاص نرم افزاری و سخت افزاری است که سیستم های اطلاعات جغرافیایی به نحو مطلوبی آنرا فراهم می سازند. امروزه به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) میتوان نقشه های آسیب پذیری آب زیرزمینی را در مناطق مختلف کشور فراهم کرده و تصمیمهای مدیریتی لازم را جهت حفاظت از آبهای زیرزمینی کشور اتخاذ کرد.

در ایران علیرغم وجود مشکلات افت سالانه سطح آب در اکثر سفره های آب زیرزمینی و کاهش کیفی آب آبخوانها، تحقیقات جدی در این مورد انجام نشده است.

هدف از این تحقیق کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و استفاده از قابلیت های GIS (همپوشانی[1] و...) در برآورد آسیب پذیری آبخوان قزوین و تهیه نقشه های آسیب پذیری کیفی سفره آب زیرزمینی می باشد تا براساس نقشه مزبور بتوان مدیریت های لازم را برای جلوگیری از ایجاد و یا افزایش آلایندگی در محدوده تعیین شده، اعمال کرد.

آنجل[2] و همکاران در سال (۱۹۹۶) آسیب پذیری آبهای زیرزمینی هند را نسبت به منبع آلودگی غیر متمرکز بررسی کردند. این بررسی با روشهای SEEPAGE, DRASTIC, SPISP و در محیط GIS با نرم افزار ARC/INFO

[1] Overlay
[2] - Engel

www.SID.ir

Archive of SID

انجام گرفت. نقشه لایه ها شامل داده های سطح ایستابی، رقوم ارتفاعی و معلومات هیدرولوژیکی و زمین شناسی همچنین کاربری اراضی و استفاده از سموم و آفت کشها به نرم افزار ARC/NFO وارد می شود. در این برنامه مدلی نوشته شد تا وزنهای مورد استفاده شاخص ها را تعدیل کند. نتایج روش DRASTIC در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰۰ با نتایج بدست آمده در این تحقیق (مقیاس نقشه ها ۱:۲۵۰۰۰۰) متفاوت بود. نتایج با نمونه برداری نیترات از چاه ها مقایسه شد، هر سه روش مقدار نیترات را در حد متوسط (۱۵ ppm – ۵) و بالا (۳۰ ppm – ۱۵) برآورد کردند.

ژانگ[3] و همکاران (۱۹۹۶) ارزیابی آلودگی آب زیرزمینی منطقه گوشن در ویومینگ را به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش DRASTIC اصلاح شده انجام دادند. در این بررسی اطلاعات مربوط به محیط زیست که در انتقال آلاینده در منطقه غیر اشباع مؤثر است شناسایی شده و سپس تبدیل به نقشه شده و مورد تحلیل واقع شد. همچنین با همپوشانی لایه های رستری نقشه آسیب پذیری بوجود آمد. میزان حساسیت هر پارامتر مؤثر بر انتقال آلاینده بر اساس توابع ریاضی مشخص شد. مدل عددی برای شبیه سازی جریان و انتقال املاح در محیط غیر اشباع بکار برده شد. و شبیه سازی های عددی جهت توزیع مکانی و زمانی آلودگیها انجام شد. و سرانجام شاخص حساسیت آبهای زیرزمینی منطقه براساس نتایج مدل عددی با نقشه بدست آمده در محیط GIS با یکدیگر مقایسه شد.

العدامت[4]و فوستر[5] (۲۰۰۳) آسیب پذیری آبخوان بازالتیک در حوضه آبخیزی واقع در اردن را با استفاده از GIS، و روش DRASTIC انجام دادند. بعلت فقدان داده هدایت هیدرولیکی این پارامتر حذف شد. پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی با استفاده از نقشه کاربری اراضی به اضافه پارامترهای DRASTIC بدست آمد. نتایج با داده های هیدروشیمی آبخوان تست شد. پارامتر تغذیه خالص بر اساس روش پیسکوپو (۲۰۰۱) بدست آمد و وزن و نسبت های کاربری اراضی هم مشابه تحقیق سکاندا (۱۹۹۸) فرض شد. روش DRASTIC در دو مرحله اجرا شد. مرحله اول مربوط به شرایط فیزیکی محیط مورد مطالعه و مستقل از نحوه استفاده از اراضی و مرحله دوم شامل فاکتورهای ریسک مربوط به کاربری اراضی بود. مقدار این شاخص بین ۱۳۹–۱۲۳ بود که به دو گروه آسیب پذیری متوسط و کم تقسیم شد. آنان بر اساس روش DRASTIC اصلاح شده (DRASTIC بعلاوه ریسک) بیان کردند که کاربری اراضی مربوط پتانسیل آسیب پذیری متوسط آب زیرزمینی را در حد ۱ درصد افزایش می دهد.

موقعیت منطقه

منطقه مورد مطالعه قزوین از نقطه نظر تقسیمات کشوری بخشی از استان قزوین را شامل می‌شود که در فاصله حدود ۱۵۰ کیلومتری شمال غربی تهران قرار گرفته است. (شکل۱)

محدوده مطالعاتی قزوین بین طولهای شرقی ۴۹ درجه و ۱۰ دقیقه و ۵۰ درجه و ۴۰ دقیقه و عرض‌های شمالی ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه و ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه قرار گرفته و ارتفاع حداکثر برابر ۲۹۷۱ متر و حداقل ۱۱۰۰ متر و متوسط منطقه حدود ۱۲۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. کل حوزه آبریز ۹۳۷۶ کیلومتر مربع که ۳۸۴۲ کیلومتر آن را دشت و باتلاق تشکیل داده است. این محدوده از شمال با حوضه آبریز شاهرود، از غرب با حوضه‌های آبریز ابهررود و خررود، از جنوب با حوضه آبریز رودخانه‌های شورچای، قره بلاغ لار و قره چای و از شرق با حوضه‌های آبریز رودخانه کردان و کرج همجوار می‌باشد.

[3]- Zhang
[4] -AL-A
[5] -Foster

www.SID.ir

Archive of SID

شکل۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه

محاسبه آسیب پذیری توسط روش DRASTIC

این روش که توسط سازمان محیط زیست امریکا توصیه شده است دارای هفت پارامتر به شرح زیر می باشد. عمق سطح آب[۶]، تغذیه خالص[۷]، خصوصیات خاک[۸]، خصوصیات سفره[۹]، توپوگرافی[۱۰]، اثر منطقه غیر اشباع[۱۱] و هدایت هیدرولیکی آبخوان[۱۲].

آسیب پذیری کلی سیستم (Di) از طریق رابطه زیر بدست می آید:

$$Di = \sum_{j=1}^{7} (W_j . Rj) \qquad (۱)$$

Di شاخص دراستیک یک واحد نقشه آب زیرزمینی

Wj فاکتور وزنی پارامترj

Rj مقدار عددی پارامترj

هر چه مقدار شاخص در یک مکان بالاتر باشد، پتانسیل آلودگی در آن محل بیشتر و آسیب پذیری آن بالاتر خواهد بود. به طور کلی روش مورد استفاده به این شرح است که در ابتدا اطلاعات مکانی و توصیفی مربوط به عوارض جغرافیایی پارامترهای مذکور از طریق روشهای مختلف جمع آوری شده و بصورت لایه های مختلف اطلاعاتی ذخیره می گردد.

[6]- Depth to water
[7]- Net Recharge
[8]- Soil Media
[9]- Aquifer Media
[10]- Topography
[11]- Impact of the vadose zone
[12] Hydraulic conductivity of aquifer

www.SID.ir

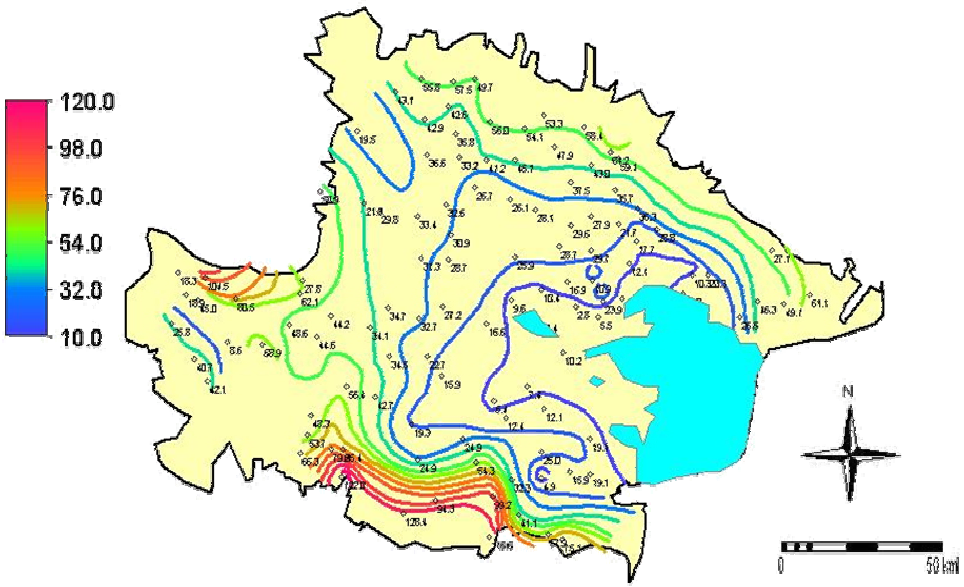
Archive of SID

سپس عملیاتهای مختلفی (نظیر توپولوژی ، دسته بندی و همپوشانی و ...) بر روی این لایه ها انجام شده و با پردازش و تحلیلهای منطقی و ریاضی، نتایج مورد نظر بدست می آیند. در نهایت نتایج به شکل نقشه در می آید.

تولید پارامترهای DRASTIC

عمق سطح آب (نقشه عمق آب زیرزمینی)

عمقی که آلودگی باید طی کند تا به سطح ایستابی برسد به عمق سطح آب معروف می باشد. هر چه سطح آب عمیق تر باشد موجب می گردد که زمان حرکت و ماندگاری آلودگی افزایش یابد. محدوده ها و نسبت های متناظر با آنها در جدول۱ آمده است. با استفاده از اطلاعات چاه های مشاهده ای که تعداد آنها بالغ بر۱۱۲ حلقه بود، عمق سطح آب در منطقه به صورت نقشه نقاط بدست آمد. این نقشه توسط روشهای میانیابی موجود در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (ILWIS)به صورت نقشه رستری تبدیل می شود. با استفاده از دسته بندی عمق سطح آب زیرزمینی روش DRASTIC در نرم افزار ILWIS [۱۳] کل منطقه دسته بندی می شود. و س÷س به هر منطقه رتبه مربوطه داده می شود. شکل ۲ نقشه نهایی تولید شده به شرح فوق را نشان می دهد. بر طبق نقشه مذکور بیشتر آبهای منطقه مطالعاتی در عمق بیشتر از ۳۰ متر بودند و رتبه ۱ گرفتند.



شکل ۲- نقشه هم عمق سطح آب

[13] Slicing

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۱ محدوده ها و رتبه بندی های عمق سطح آب (آلر و همکاران،۱۹۸۷)

D - عمق سطح آب (متر)	
محدوده	رتبه بندی
۰-۱/۵	۱۰
۱/۶-۳	۹
۳/۱-۱۰/۵	۷
۱۰/۶-۱۵	۵
۱۵/۱-۲۳	۳
۲۳/۱-۳۰	۲
۳۰/۶<	۱

نقشه تغذیه خالص

برای تهیه نقشه تغذیه خالص از روش پیشنهادی پیسکوپو[14] [۸] استفاده می شود. در این روش پارامتر هایی را که در تغذیه آبخوان منطقه مطالعاتی اهمیت دارند، را با یکدیگر تر کیب کرده و نقشه نهایی تغذیه آبخوان بدست می آید. فاکتور های فوق عبارتند از بارندگی، شیب و نفوذ پذیری خاک.

نقشه نفوذ پذیری منطقه با فاکتورهای پیشنهادی پیسکوپو تهیه می شود. برای ایجاد نقشه بارندگی، ایستگاه های منطقه مورد مطالعه، مورد بررسی قرار گرفت و نقشه بارندگی به صورت رستری بدست آمد. این نقشه به صورت نقشه اولیه بوده و با استفاده از دسته بندی بارندگی به روش کاربردی پیسکوپو این نقشه برای استفاده در تولید نقشه تغذیه خالص آماده می شود.. بر طبق نقشه بارندگی ایجاد شده بیشترین مقدار بارندگی ۳۷۱ میلیمتر و کمترین مقدار آن ۱۷۳ میلیمتر می باشد. و بنابه دسته بندی پیسکوپو نسبت ۱ می گیرد. با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع منطقه شیب برای هر قسمت به کمک نرم افزار ILWIS محاسبه می شود. سه نقشه تولید شده و بعد از طبقه بندی آن، بارندگی، شیب و نفوذ پذیری با یکدیگر ترکیب شده و نقشه تغذیه خالص بدست می آید.

مقادیر تغذیه = درصد شیب + بارندگی + نفوذ پذیری

سپس مقادیر تغذیه بر اساس جدول (۲) رتبه بندی شده و برای محاسبه شاخص آسیب پذیری آماده می شود.

جدول۲- دسته بندی مقادیر تغذیه (پیسکوپو، ۲۰۰۱)[۸]

مقدار تغذیه		نفوذپذیری خاک		بارندگی(mm)		شیب(٪)	
نسبت	محدوده	ضریب	محدوده	ضریب	محدوده	ضریب	محدوده
۸	۹- ۱۱	۴	متوسط	۱	۵۰۰>	۴	۲>
۵	۷-۹	۲	کم			۳	۲ - ۱۰
۳	۵ - ۷					۲	۱۰-۳۳

مواد تشکیل دهنده آبخوان

محیط آبخوان و مواد تشکیل دهنده آن تعیین کننده طول و چگونگی روند مسیر سیستم جریان آب زیرزمینی در سفره می باشد. طول مسیر در تعیین زمان لازم برای فرآیند های میرایی نظیر جذب، واکنش های شیمیایی و پراکنش از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. محیط آبخوان همچنین بر مقدار سطح مؤثر موادی که با آلوده کننده در تماس هستند، مؤثر می باشد.

[14]- Piscopo

www.SID.ir

Archive of SID

توپوگرافی

توپوگرافی به صورت شیب و تغییرات شیب سطح زمین مورد توجه قرار می گیرد. توپوگرافی به کنترل حرکت آلودگی و یا نگهداری آن بر روی سطح زمین کمک می کند. شیب های که فرصت نفوذ بالاتری را فراهم می کنند، پتانسیل آلودگی بالاتری را دارند. توپوگرافی بر توسعه و گسترش خاک و بالطبع بر ظرفیت میرایی آلودگی مؤثر است. درصد شیب با استفاده از مدل رقومی ارتفاع محاسبه می شود.

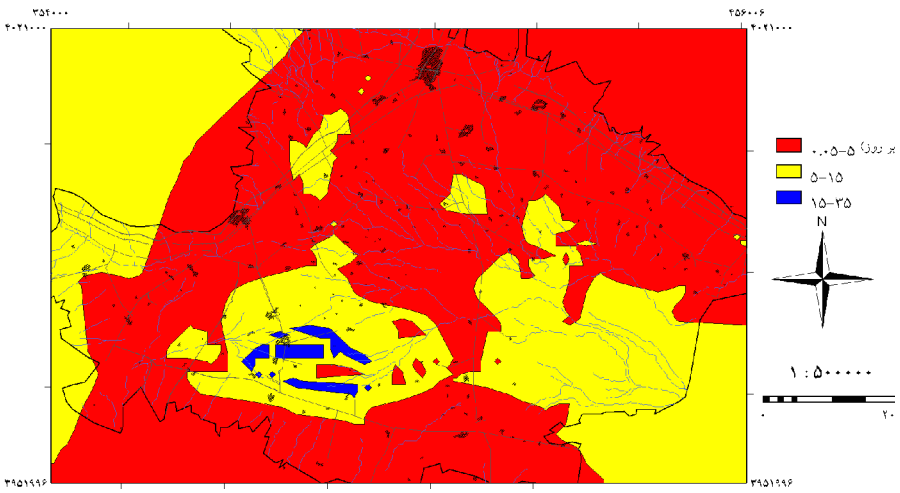
نقشه اثر ناحیه غیر اشباع

منطقه غیر اشباع از این جهت که خصوصیات میرایی مواد تشکیل دهنده منطقه خاک و سنگهای بالای سطح ایستابی را مشخص می کند به همین علت به عنوان شاخص مهمی در تعیین آسیب پذیری آبخوان بکار می رود. به طور کلی فاکتورهایی که در تعیین اثر منطقه غیر اشباع مورد توجه قرار می گیرند، عبارتند از تراوایی خاک، ظرفیت میرایی خاک، عمق آب زیرزمینی وشکستگیهای زمین و...

اثر ناحیه غیر اشباع منطقه توسط ترکیب نفوذ پذیری و عمق سطح ایستابی محاسبه می شود. بنابراین نقشه نفوذ پذیری منطقه تهیه شده و دو نقشه عمق سطح ایستابی و نفوذ پذیری برای بدست آوردن نقشه نهائی اثر ناحیه غیر اشباع همپوشانی می شوند. و سرانجام نقشه اثر ناحیه غیر اشباع بدست آمده و برای همپوشانی با دیگر پارامترهای شاخص DRASTIC آماده می شود.

نقشه هدایت هیدرولیکی

برای ایجاد نقشه هدایت هیدرولیکی از نقشه ضخامت لایه اشباع و قابلیت انتقال منطقه مورد مطالعه استفاده می شود. نقشه هدایت هیدرولیکی (شکل3) به کمک قابلیت سیستم اطلاعات جغرافیایی محاسبات نقشه [15] از تقسیم نقشه قابلیت انتقال بر ضخامت لایه اشباع بدست آمد.



نقشه هدایت هیدرولیکی (شکل3)

تولید نقشه خاکشناسی

برای تهیه نقشه خاکشناسی منطقه مطالعاتی از مجموع سه پروژه مطالعات خاکشناسی نیمه نفصیلی زیر استفاده شد، تا خاکهای کل منطقه را پوشش دهد.

۱. مطالعات خاکشناسی قسمتی از دشت قزوین

به طور کلی بیشتر خاک های این قسمت را رس لومی و لوم سیلت دار و رسی تشکیل می دهند.

۲. مطالعات خاکشناسی طالقان

بطور کلی بیشتر خاکهای منطقه را خاکهای رس لومی و لوم ماسه ای تا لوم تشکیل می دهد.

[15] Map calculation

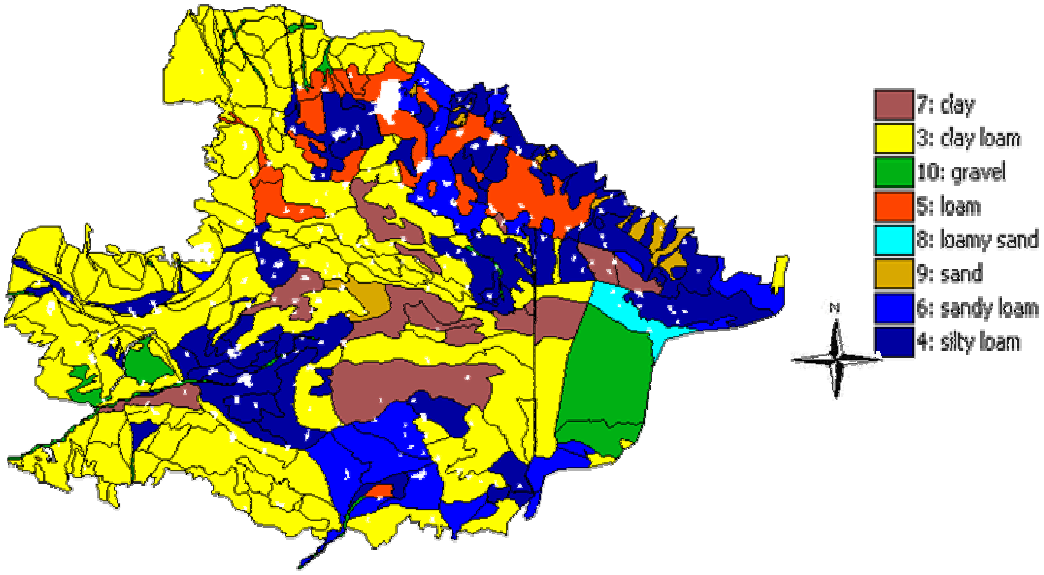
www.SID.ir

Archive of SID

۳. مطالعات خاکشناسی کرج- آبیک

. بافت خاک در این مناطق بسته به موقعیت محل و نزدیکی یا دوری به کوه های اطراف ازشنی درشت تا رسی متفاوت است ولی بیشتر آن رس شنی می باشد.

با قرار دادن نقشه های سه مطالعه فوق در کنار هم نقشه خاکشناسی کل منطقه مورد مطالعه (شکل ۴) بدست می آید.



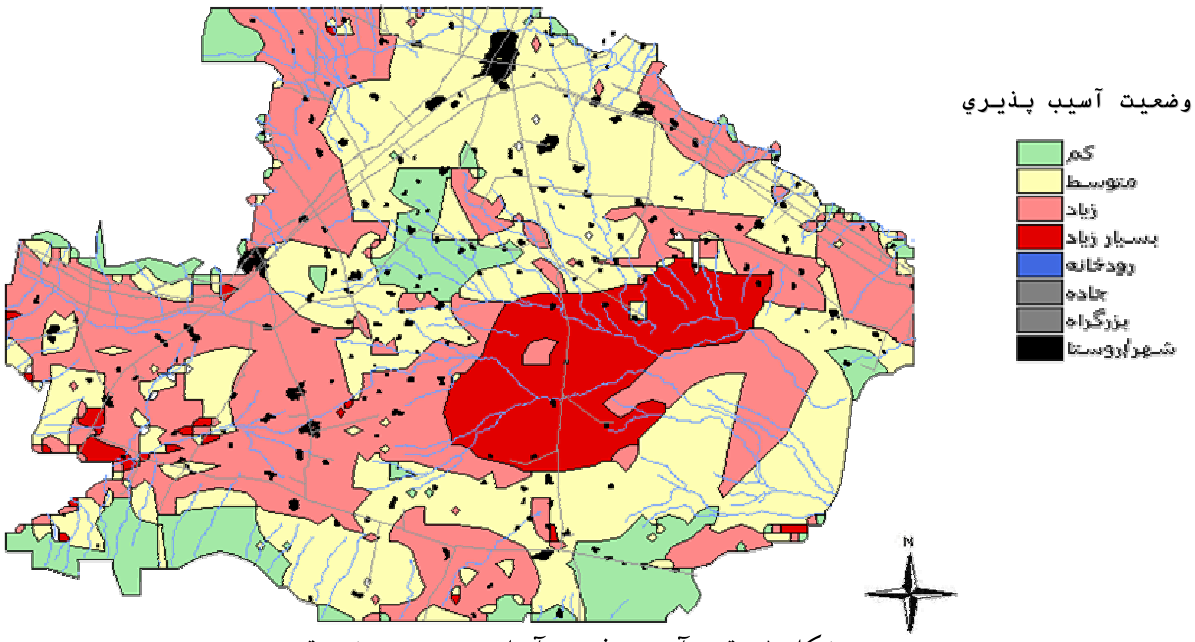
شکل ۴-نقشه خاکشناسی منطقه

تهیه نقشه آسیب پذیری آبخوان و برآورد میزان آسیب پذیری

بعد از اینکه پارامترهای DRASTIC در منطقه بدست آمد، با یکدیگر ترکیب شده و نقشه آسیب پذیری آبخوان بدست می آید. مقدار شاخص آسیب پذیری در فاصله ۱۰۸ – ۳۵ بود. و بنا به دسته بندی های متفاوتی که انجام گرفت، انتخاب بهترین دسته بندی بر اساس توزیع نرمال مقدار شاخص بین ۴۷-۳۵ نشاندهنده آسیب پذیری کم و ۵۸-۴۸ آسیب پذیری متوسط و ۷۲-۵۹ آسیب پذیری زیاد و ۱۰۸ – ۷۲ آسیب پذیری بسیار زیاد می باشد. نقشه آسیب پذیری آبهای زیرزمینی دشت قزوین در شکل ۵ آمده است.

www.SID.ir

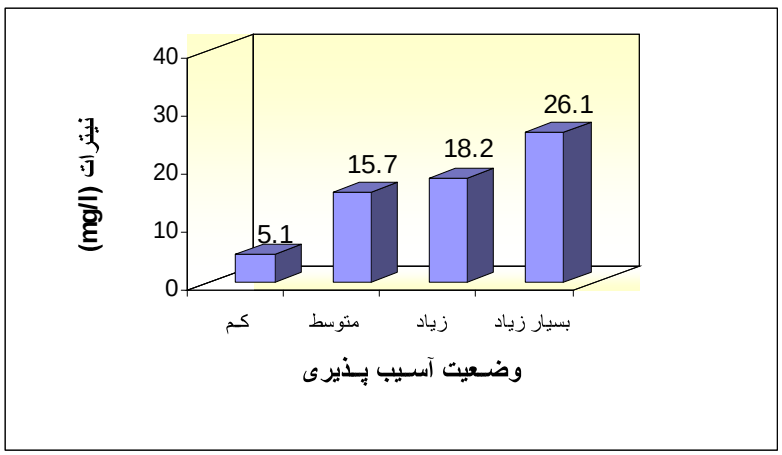
Archive of SID



شکل ۵- نقشه آسیب پذیری آبهای زیرزمینی دشت قزوین

نتایج و بحث

روش DRASTIC برای تعیین پتانسیل آسیب پذیری آب زیرزمینی در منطقه دشت قزوین مورد بررسی قرار گرفت. هفت پارامتر DRASTIC در محاسبه آسیب پذیری آب زیرزمینی در محیط GIS دخالت داده شدند. پارامتر تغذیه خالص از همپوشانی نفوذ پذیری و بارندگی و شیب بدست آمد. مقدار شاخص DRASTIC بین ۱۰۸ -۳۵ بود. که براساس دسته بندی با توزیع نرمال در حدود ۳۰ درصد از سطح منطقه دارای آسیب پذیری متوسط ۱۱ درصد آسیب پذیری بسیار زیاد و ۱۶ درصد آسیب پذیری کم و حدوداً ۴۳ درصد آسیب پذیری زیاد داشتند. میانگین غلظت نیترات در چاههای منطقه در محدوده های با آسیب پذیری بسیار زیاد تقریباً برابر ۲۶ میلیگرم در لیتر و در مناطق با آسیب پذیری کم تقریباً ۵ میلیگرم در لیتر مشاهده شد. هیستوگرام بیانگر رابطه بین وضعیت آسیب پذیری های مناطق با میزان نیترات آن ترسیم شد. (شکل 6)



شکل 6- هیستوگرام بیانگر رابطه بین وضعیت آسیب پذیری های مناطق با میزان نیترات

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین افزایش پتانسیل آسیب پذیری آب زیرزمینی با افزایش غلظت نیترات در منطقه مطابقت دارد. در مناطقی که آسیب پذیری آب زیرزمینی نسبت به آلودگیها بالا است، به علت عمق کم سطح ایستابی و نوع مواد تشکیل دهنده آبخوان می باشد. با توجه به آسیب پذیری مشخص شده و گروه بندی آن حریم کیفی آبخوان مشخص شده و تدابیری جهت حفاظت از آبخوان بایستی در نظر گرفته شود. .امروزه به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) میتوان نقشه های آسیب پذیری آب زیرزمینی را در مناطق مختلف کشور فراهم کرده و تصمیمهای مدیریتی لازم را جهت حفاظت از آبهای زیرزمینی کشور اتخاذ کرد. و به طور کلی سیستم اطلاعات جغرافیایی()GIS مناسب ترین ابزار جهت برآورد آسیب پذیری آبخوان و به روز نمودن نقشه های آسیب پذیری می باشد.

منابع

۱- خلقی، مجید (۱۳۸۰)-مدلهای ریاضی در جریان آبهای زیرزمینی صفحه ۶۹ – گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

2- Al-adamat.R.A.N , Foster I.D.L, Baban S.M.J, Groundwater vulnerability and risk mapping for the Basaltic aquifer of the Azraq basin of Jordan using GIS and Remote sensing and DRASTIC, Applied Geography,(2003)

3- Albinet,M and J.Margat (1970) Cartographie de la vulnerability a la pollution des mappes deau soutteraime Orleans , France, Bull BRGM 2 eme serie, L: 13-22

4- Aller,L.T. Bennet, JH. Lehr and RJ Petty (1987) DRASTIC: a standard system for evaluating groundwater pollution potential using hydrologic setting, US EPA Report, 600/2-871-Ada-Ok

5- Aust,H., H. Vierhuff and W.Wagner (1980) Groundwater vorkommen in der Bundesrepublik Deutshland Bauwesen and Stadtbau, Bomm 1-64

6- Doerfliger N, Jeannin PY, Zwahlen F (1997) Water vulnerability assessment in karst environments: a new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools (EPIK method). Environ Geol 39(2):165–176

7- Evans, B .M.,& Mayers, W.L.,A GIS- based approach to evaluating regional groundwater pollution potential with DRASTIC و Soil and Water Conservation, 45(1990),242-245

8- Piscopo, G., Please, P., Sinclair, P., 2001, Macquarie Catchment Groundwater Vulnerability Map Explanatory Notes, Department of Land and Water Conservation, New South Wales.

9- Secunda, S., Collin, M., & Melloul, A. J. 1998. Groundwater vulnerability assessment using a composite model combining DRASTIC with extensive land use in Israel's Sharon region. Journal of Environmental Management, 54, 39–57.

10-Thapinta and P.F.Hudak, Use of geographic information system for assessing groundwater pollution potential by pesticides in central Thiland, Environment international , Vol.29(2003) 87-93

11-USEPA, (1993) A review of methods for assessing aquifer sensivity and groundwater vulnerability to pesticide contamination, Report No. EPA 813-R-93-002-Washington DC.

www.SID.ir