تهیه نقشه های دراستیک به منظور ارزیابی پتانسیل آسیب پذیری آبخوان کهنک با استفاده از GIS

مریم کریم زاده*[1] ، عبدالنبی عبده کلاهچی [2]و فروزان فرخیان [3]

1) کارشناس ارشد، گروه مدیریت محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحدعلوم و تحقیقات خوزستان، ایران.

2) عضوهیئت علمی، مرکز تحقیقات آبخیزداری، تهران، ایران.

3)استادیار، گروه مدیریت محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ایران.

*** نویسنده مسئول مکاتبات**: Maryam.k.1365@gmail.com

تاریخ دریافت: 91/1/15 **تاریخ پذیرش**:91/4/3

چکیده :

امروزه بررسی آبهای زیرزمینی در هر منطقه به علت وجود خشکسالی ،استفاده بهینه از منابع آب و جلوگیری وکاهش آلودگی این منابع امری ضروری محسوب می‌گردد. یکی از راههای مناسب برای جلوگیری از آلودگی آبهای زیرزمینی، شناسایی مناطق آسیب پذیر آبخوان و مدیریت کاربری اراضی است . استفاده از مدل های موجود در رابطه با پیش بینی و بررسی آلودگی آبهای زیرزمینی یکی از راههای شناسایی مناطق آسیب پذیرمحسوب می گردد. در این مطالعه جهت پتانسیل یابی آلودگی منابع آب زیرزمینی در آبخوان کهنک از روش DRASTIC و تکنیک های GIS استفاده گردید. مدل دراستیک شامل پارامتر عمق تا سطح ایستابی،تغذیه خالص ، محیط آبخوان، محیط خاک، توپوگرافی،محیط غیر اشباع و هدایت هیدرولیکی است که به صورت هفت لایه اطلاعاتی در نرم افزار ARC GIS با استفاده از لوگ چاههای بهره برداری ،و سایر اطلاعات مربوط به خاک و میزان بارندگی تهیه گردید و در نهایت شاخص دراستیک برای کل منطقه بین 99/96تا 152/55 برآورد گردید. نتایج مدل نشان می دهد که محدوده مورد مطالعه دراغلب مناطق دارای پتانسیل آسیب پذیری کم از نظر آلودگی و در برخی از مناطق دارای پتانسیل آسیب پذیری زیاد می‌باشد. در نهایت پیشنهاد گردید در مناطق با آسیب پذیری بالا حتی الامکان از ایجاد تأسیساتی که پتانسیل بالایی در رها سازی آلوده کننده ها به آبخوان را دارند نظیر پالایشگاه، شهرک صنعتی، و...جلوگیری شود. همچنین استفاده از کود های شیمیایی در این منطقه محدود گردد تا از آسیب بیشتر به آبخوان جلوگیری گردد .

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ، مدل دراستیک (DRASTIC) ، آسیب پذیری، آبخوان کهنک .

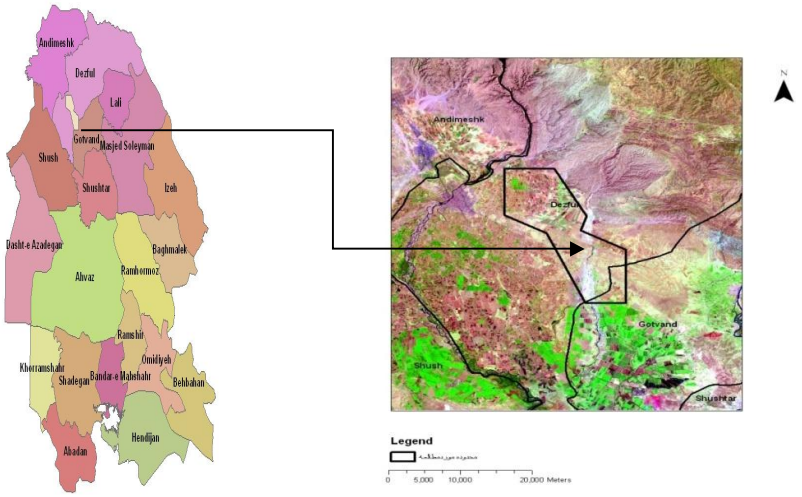
مقدمه

امروزه آلودگی آبهای زیر زمینی به عنوان یکی از مشکلات مهم محیط زیست محسوب می گردد. وجود منابع مهم آلاینده‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به خصوص استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی و مواد آفت کش و آلاینده‌های طبیعی (زمین شناسی) از قبیل رسوبات تبخیری، بعضی از یون‌های فلزی و عناصر رادیو اکتیو و نفوذ این آلاینده ها به آبخوان باعث کاهش کیفیت آب زیرزمینی می‌شود. به علت حرکت کند آب‌های زیرزمینی، سال ها طول می‌کشد تا آب‌های آلوده در چاه ها ظاهر گردند، حتی پس از حذف منبع آلودگی نیز سال‌های زیادی طول می‌کشد تا آبخوان آلوده به حالت نخست برگردد، بنابراین جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی در مدیریت منابع آب ضروری است، اما تغییرات مکانی و محدودیت داده ها موانعی را در پایش آب‌های زیرزمینی ایجاد می‌کند و مطالعات را در این زمینه پر هزینه و اغلب غیر ممکن می‌کند. جهت پتانسیل یابی آلودگی آب‌های زیرزمینی، تکنیک‌هایی زیادی وجود دارد که به این روش‌های ابداع شده، روش‌های ارزیابی آسیب پذیری آب‌های زیرزمینی به آلودگی می‌گویند. ارزیابی آسیب پذیری روشی کم هزینه و قدرتمند برای شناسایی نواحی مستعد در برابر آلودگی و پایش آب‌های زیرزمینی است. مفهوم آسیب پذیری آب‌های زیرزمینی برای اولین بار در فرانسه و در اواخر دهه 1960 به‌کار رفته است. امکان نفوذ و انتشار آلاینده‌ها به درون سیستم آب زیرزمینی را آسیب‌پذیری می‌نامند. در واقع آسیب‌پذیری پیش بینی وضعیتی در آینده است که احتمال آلودگی در زیر زمین و در مقیاس طولانی نشان می‌دهد که وابسته به میزان حساسیت این سیستم به تاثیرات انسانی و یا طبیعی می‌باشد. نقشه‌های آسیب پذیری آبهای زیرزمینی مناطقی را که نسبت به سایر نقاط حساسیت و خطر آلودگی بیشتری دارند مشخص می‌کند. روش‌های زیادی برای ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان ارائه شده است که شامل روش‌های فرآیندی، روش‌های آماری و روش‌های رتبه دهی و همپوشانی می‌باشند. روش DRSATIC از کاربردی‌ترین روش‌های ارزیابی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی می‌باشد. مدل DRASTIC اولین بار در سال 1987 توسط آلر برای آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده به منظور ارزیابی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی از ترکیب هفت لایه موضوعی طراحی شد. در طی سالهای گذشته این روش مورد توجه اغلب پژوهشگران و متخصصان بسیاری قرار گرفته است . دیکسن (2004)در پژوهشی تحت عنوان تهیه نقشه‌های آسیب پذیری آب‌های زیرزمینی با GIS و منطق فازی روش فازی را با روش دراستیک مقایسه کرده هدف آن ها استفاده از روشی برای تهیه نقشه‌های آلودگی با استفاده از لندیوز و اطلاعات ساختمان خاک و مقایسه با روش DRASTIC بود این کار را در ایالت ووبراف می‌سی سی پی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که روش ترکیبی نتایج بهتری دارد. همچنین روش القاء مدل آسیب پذیری آب زیرزمینی دراستیک درون GIS مبتنی بر رستر خودکار توسط ران کوایست و همکاران (1991) ارائه شد. نتیجه این تحقیق تعیین نواحی در نبراسکا بود که نسبت به آلودگی آب زیرزمینی آسیب پذیر در نظر گرفته شده اند و نیز ایجاد فلوچارت نمایش دهنده روش ها و نقشه ریسک آلودگی می باشد. آن ها بیان نمودند که این روش می تواند به طور موفقیت امیزی با حداقل آموزش و تجربه اجرا شود. فرنیچ و همکاران(2001) معادله دراستیک تصحیح شده با محیط GIS ، جهت ارزیابی آسیب پذیری آبهای زیرزمینی در آبخوان پالوکسی در شمال مرکزی تگزاس در آمریکا با هم ترکیب نمودند. آبخوان پالوکسی در شمال تگزاس آب کشاورزی منطقه را تأمین می‌کند. بنابراین تعیین آسیب‌پذیری این آبخوان از اهمیت بالایی برخوردار است. در این تحقیق برای محاسبه تغذیه خالص از داده‌های جریان رودخانه منطقه استفاده‌شد. نتایج

نشان داد که 47% از منطقه دارای پتانسیل آلودگی خیلی کم، 26% از منطقه دارای پتانسیل آلودگی متوسط، 22% از منطقه دارای پتانسیل آلودگی زیاد و 5% از منطقه دارای پتانسیل آلودگی خیلی زیاد می‌باشند. همچنین استفاده از مدل دراستیک در سال های اخیر توسط متخصصان ایرانی مورد توجه بوده است . نخعی (1384) مطالعه ای را تحت عنوان بررسی استعداد بالقوه آلودگی آبخوان دشت شیراز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام داد که آسیب پذیری آب زیرزمینی به نیترات در دشت شیراز با استفاده از مدل دراستیک مورد بررسی قرار گرفت و از نرم افزار Iiwis در انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل و نمایش نواحی از آبخوان که حساس به آلودگی می باشند استفاده شد. نتایج مدل نشان می دهد که تقریبا 85% محدوده دارای نمره کمتر از 110 (آلودگی متوسط) و 15 % بین 110 تا 70 (آلودگی بالا) دارا می باشد. حاجی کتابی و همکاران (1389) در بررسی دیگری به بررسی نقشه های دراستیک در دشت کامفیروز شیراز پرداخته اند. در نقشه دراستیک نهایی 19 درصد از مساحت دشت دارای خطر پذیری بالا و 74 درصد دارای خطر پذیری بسیار بسیار بالا می باشد. در نهایت پیشنهاد گردید در مناطق با خطر پذیری بالا کود نیترات کمتری استفاده گردد و یا به کشت محصولاتی اختصاص یابد که احتیاج به نیترات کمتری دارد . صادقی روشن و همکاران(1390) نیز در مطالعه ای با عنوان ارزیابی آسیب پذیری آبخوان دشت خضرآباد از روش دراستیک استفاده کرده اند .مطالعات انجام شده نشان داد که 11.75% از کل منطقه مطالعاتی شدیداً آسیب پذیر می باشد و آسیب پذیری با شدت متوسط 42.99% بیشترین سهم را در منطقه مطالعاتی به خود اختصاص داده است. نتایج این پژوهش امکان برنامه ریزی را برای به حداقل رساندن آلودگی منابع در اثر انجام طرح های توسعه فراهم می سازد.

محدوده مورد مطالعه

دشت دزفول در شمال استان خوزستان و در محدوده جغرافیایی 48 درجه و 24 دقیقه طول جغرافیایی و 32 درجه و 24 دقیقه عرض جغرافیایی واقع گردیده است. آبخوان کهنک در دشت دزفول واقع گردیده است. در واقع دشت دزفول به 2 آبخوان تقسیم شده است که از رودخانه دز تا رودخانه کهنک، آبخوان کهنک نامیده می‌شود و از رودخانه دز تا بالا رود آبخوان دزفول نامیده می‌شود.. سازند های زمین شناسی در این محدوده شامل سازند بختیاری می باشد که بر روی تشکیلات فارس قرارگرفته است. آبرفت دشت از رسوبات رودخانه‌های کارون، دز و کرخه ایجاد شده است. جنس رسوبات آبرفتی است و از قلوه سنگ‌های آهکی، شن درشت، سنگ جوش، ماسه سنگ و سیلیت تشکیل شده است. از این لحاظ سفره‌های آبرفتی قابلیت نفوذ خوبی دارند. ضخامت آبرفت در بخش جنوبی دشت دزفول (آبخوان کهنک) به 200 متر می رسد. در ادامه شکل1محدوده مورد مطالعه را نمایش می دهد.



شکل1: نقشه محدوده مورد مطالعه

مواد و روش ها

در این مطالعه برای بررسی پتانسیل آلودگی آبخوان کهنک از مدل دراستیک استفاده شد. مدل دراستیک شامل 7 پارامتر می باشد این پارامترها شامل عمق آب (Depth of groundwater)، تغذیه خالص (Net Recharge)، محیط آبخوان (Aquifer media)، بافت خاک (Soil media)، توپوگرافی (Topography)، تأثیر منطقه غیر اشباع (Image of vandose zone media) و هدایت هیدرولیکی آبخوان (Condauctivity of the aquifer hydramatic) می‌باشند. عوامل دراستیک مجموعه ای از پارامترهای قابل اندازه گیری هستند که دسترسی به اطلاعات مربوط به آن ها از منابع گوناگون و بدون نیاز به بررسی‌های دقیق میسر می‌باشد. در این روش شاخص آسیب پذیری از مجموع حاصلضرب وزن و رتبه هفت پارامتر فوق الذکر مطابق فرمول(1) زیر بدست می آید .

$$Di=DrDw+RrRw+ArAw+SrSw+TrTw+IrIw+CrCw \quad (1)$$

کهDi نمایه DRASTIC، D عمق آب زیر زمینی ، R تغذیه آب زیرزمینی، A محیط آبخوان، Sمحیط خاک، Tتوپوگرافی، I اثر محیط غیر اشباع، C هدایت هیدرولیکی آبخوان ،r نرخ و w وزن می‌باشند. با تهیه نقشه های رستری پارامترهای دراستیک در محیط GIS و بکارگیری قابلیت Calculator Raster این نرم افزار می توان لایه های مختلف را تلفیق و نقشه پهنه بندی آسیب پذیری را تهیه نمود .

وزن دهی پارامتر های دراستیک

به هریک از پارامترهای هفت گانه دراستیک به نسبت اهمیت آن در آسیب پذیری ، وزنی بین 1 تا 5 داده می شود (جدول 1). به مهم ترین پارامتر وزن 5 و به کم اهمیت ترین آن ها وزن 1 داده می شود (آلر و همکاران، 1997). ارزیابی آسیب پذیری هر منطقه باید بر اساس اهمیت هر یک از پارامترها در آن منطقه صورت بگیرد .به طور مثال توپوگرافی در یک منطقه کوهستانی نسبت به یک دشت

مسطح از اهمیت بیشتری برخوردار است. همچنین بایستی توجه داشت که بعضی از پارامترها در ایجاد دیگر پارامترهای هفت گانه دراستیک موثر می باشند .

جدول 1: وزن های نسبت داده شده به پارامترهای هفت گانه دراستیک (آلر و همکاران ، 1987)

پارامتر	ویژگی و نوع اثر	وزن
عمق تا سطح ایستابی (D)	عمق تا سطح ایستابی یکی از عوامل مهم در کنترل توانایی آلاینده برای رسیدن به آبخوان می‌باشد. این پارامترها به دلیل تعیین ضخامت موادی که آب نفوذی باید قبل از رسیدن به آبخوان را طی کند اهمیت دارد. هرچه عمق سطح آب بیشتر باشد زمان حرکت و ماندگاری آلودگی بیشتر می‌گردد و در نتیجه احتمال از بین رفتن آلودگی با عمق سطح ایستابی افزایش می‌یابد.	5
تغذیه خالص (R)	تغذیه خالص مقدار آبی است که از سطح زمین نفوذ کرده و موجب انتقال عمودی آلودگی تا سطح ایستابی می‌شود. و سپس به صورت افقی در آبخوان منتشر می‌گردد .آب تغذیه ای حجم آب قابل دسترس برای بخشیدگی و ترقیق آلاینده را در منطقه‌های اشباع و غیر اشباع کنترل می‌کند. معمولا هرچه تغذیه زیادتر باشد پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی بیشتر خواهد بود.	4
محیط آبخوان (A)	محیط آبخوان به مواد زمین شناسی تحکیم یافته یا تحکیم نیافته ای اطلاق می‌شود که بدنه یک آبخوان را تشکیل می‌دهد. محیط آبخوان و مواد تشکیل دهنده آن طول و چگونگی روند مسیر سیستم جریان آب زیرزمینی در آبخوان را مشخص می‌کند.و نقش موثری در انتشار آلاینده ها دارد .	3
محیط خاک (S)	به بالاترین بخش منطقه غیراشباع که با فعالیت بیولوژیکی عمده مشخص می‌شودمحیط خاک می‌گویند.خاک تاثیر بسیار مهمی در رسیدن تغذیه موثر به سطح ایستابی وبر چگونگی حرکت آلوده کننده دارد	2
توپوگرافی (T)	توپوگرافی به صورت میزان تغییرات شیب سطح زمین مورد توجه قرار می‌گیرد. توپوگرافی به کنترل حرکت آلودگی و یا بر روی سطح زمین کمک می‌کند .	1
تاثیر منطقه غیر اشباع (I)	منطقه غیر اشباع به ناحیه حد فاصل زون خاک تا سطح برخورد به آب اطلاق می‌گردد. محیط منطقه غیر اشباع طول مسیر و چگونگی روند حرکت آلوده کننده را کنترل کرده و از این رو بر روی زمان لازم برای میرایی موادی که در برخورد با آلوده کننده هستند موثر می‌باشد..	5
هدایت هیدرولیکی (C)	هدایت هیدرولیکی آبخوان نرخ جریان آب‌های زیرزمینی را تحت یک شیب هیدرولیکی معین کنترل می‌کند.و بوسیله تخلخل و مقدار فضاهای خالی مواد آبخوان کنترل می‌شود. هر چه هدایت هیدرولیکی آبخوان بیشتر باشد میزان میرایی و زوال آلودگی کاهش می‌یابد.	3

رتبه بندی پارامترهای دراستیک

به هر یک از پارامترهای دراستیک بر اساس محدوده ها یا کلاسه های عددی متفاوت ارزشی بین 1 تا 10 داده می شود . در جدول 2 محدوده های عددی مؤثر در حوزه مورد نظر بر اساس اثر آن ها بر پتانسیل آلودگی تعیین می شوند.

جدول 2: محدوده عددی پارامترهای دراستیک(آلر و همکاران 1987)

عمق تا سطح ایستابی (m)		**تغذیه خالص (min/year)**		**محیط آبخوان**	
بازه (Range)	نرخ(Rating)	بازه (Range)	نرخ (Rating)	بازه	نرخ
0-1,5	10	0-50	1	ماسه و گراول	10
1/5-4/5	9	50-100	3	شن وماسه	8
4-9	7	100-175	6	رس وسیلت همراه با مقداری ماسه	6
9-13/5	5	175-250	8	رس	3
13/5-18	3	>250	9	وزن:3	
18-22/5	2	وزن:4			
<22/5	1			**هدایت هیدرولیکی**	
وزن:۵		**توپوگرافی**		محیط	0,5-2
		%بازه	10	سیلت ماسه ای	2-4
خاک سطحی		0-2	9	ماسه سیلتی	4-20
		2-6	5	ماسه خیلی ریز	20-40
بازه	نمره	6-12	3	ماسه ریز	40-80
لایه خاک نازک یا اصلا وجود ندارد	10	12-18	1	ماسه ریز	80-130
گراول	9	18>	10	ماسه ریز تا متوسط	130-180
ماسه	8	وزن:۱		گراول متوسط تا درشت	180-400
تورب	7			گراول و ماسه درشت	0,5-2
رس متراکم و منقبض شده	6	**محیط غیر اشباع**		وزن :۳	
لوم ماسه ای	5	بازه	نرخ متغییر		
لوم	4	گراول و ماسه	9		
لوم سیلتی	3	ماسه وگراول همراه با کمی سیلت و رس	7		
لوم رسی	2	رس وسیلت	5		
کود	1	رس و سیلت همراه با کمی ماسه دانه ریز	4		
وزن:۲		وزن :۵			

نتایج

با توجه به مراحل تهیه مدل دراستیک و به کار گیری و تجزیه و تحلیل اطلاعت بررسی شده از منطقه مورد مطالعه ضمن تهیه لایه های اطلاعاتی مورد نیاز و تلفیق آن در محیط GIS نقشه پهنه بندی پتانسیل آسیب پذیری آبخوان کهنک تهیه گردیده است .که در زیر به مراحل آن اشاره می گردد .

لایه اول :عمق سطح ایستابی

این لایه با توجه به اختلاف ارتفاع سطح زمین تا سطح برخورد به آب برای هر چاه بااستفاده از لوگ آن به دست آمد. پس از استخراج لایه عمق سطح ایستابی و پهنه بندی آن ، در محیط GIS ، امتیازهای مربوط به هر عمق با استفاده از جدول‌های موجود ، در منوی Spatial Analyst در بخش Reclassify مشخص گردید. سپس نقشه مربوط به این لایه تهیه گردید (شکل2). امتیاز 1 به نواحی عمیق و امتیاز 7 به نواحی کم عمق تعلق گرفت.عمیق ترین سطح برخورد به آب65 متر و کم عمق ترین آن ها 9 متر بود. در

لایه دوم : تغذیه خالص

برای تهیه این لایه ابتدا باید لایه خاک و لایه توپوگرافی که در بخش‌های بعدی کاملاً توضیح داده می‌شوند، تهیه گردد. پس از تهیه این دو لایه و بدست آوردن میانگین بارندگی در محدوده مورد مطالعه از اداره هواشناسی استان خوزستان، لایه تغذیه خالص تهیه گردید. جمع بارندگی زراعی در محدوده مورد مطالعه در ایستگاه دزفول در اسفند ماه سال 1389، معادل 217/7 میلیمتر بود که در مقایسه با میزان بارندگی دوره مشابه سال قبل (211 میلیمتر) افزایش یافته است. پس از رویهم گذاری لایه خاک و لایه توپوگرافی در محیط GIS، در نوار ابزار Spatial Analyst در بخش Raster calculator لایه خاک و لایه توپوگرافی با عدد مربوط به بارندگی سالیانه جمع گردیدند. در نهایت لایه تغذیه خالص بدست آمد (شکل3).

لایه سوم : محیط آبخوان

این لایه مربوط به جنس سفره زیر زمینی است. این لایه نیز با توجه به لوگ چاه بهره برداری بدست آمد. ابتدا جنس هر چاه با توجه به لایه خاک موجود در آن مشخص گردید. با توجه به نقشه نهایی که بدست آمد مشخص گردید که بخش زیادی از این منطقه شنی و ماسه ای می‌باشد. البته باید توجه داشت که هرچه جنس سفره زیر زمینی دانه درشت تر باشد آلودگی ها با سرعت بیشتر وارد آب می‌شوند و با سرعت از سطح به عمق می‌روند(شکل 4).

لایه چهارم :خاک سطحی

پس از تهیه نقشه خاک محدوده مورد مطالعه از مرکز تحقیقات و حفاظت خاک استان خوزستان، لایه خاک با توجه به جدول شماره 5 امتیاز دهی شد و سپس نقشه پهنه بندی لایه خاک در محیط GIS تهیه گردید (شکل5). اطلاعات بدست آمده نشان می دهد که محدوده مورد مطالعه بیشتر از لومی و لومی ماسه ای تشکیل شده است .

لایه پنجم: توپوگرافی

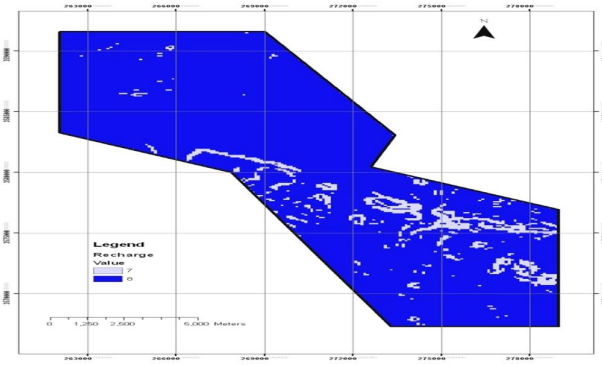
برای تهیه این لایه از DEM محدوده مورد مطالعه استفاده گردید . سپس در نوار ابزار Spatial Analyst در بخش Surface AnalysisگزینهSlope انتخاب گردید و نقشه شیب خاک تهیه گردید(شکل6). با توجه به نقشه بدست آمده محدوده مورد مطالعه در اغلب بخش ها دارای شیب 2 تا 6 درصد و کمتر از 2 درصد می‌باشد.

لایه ششم: تأثیر منطقه غیر اشباع

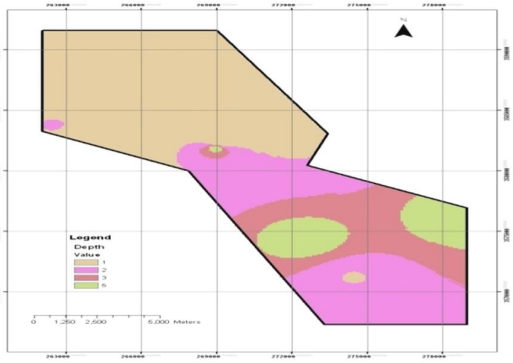
این لایه مربوط به جنس خاک می‌باشد. که با استفاده از لوگ چاههای بهره برداری بدست آمد. لایه‌های خاک موجود در هر چاه تا سطح ایستابی بررسی گردید و جنس لایه غیر اشباع هر چاه مشخص گردید. سپس امتیاز مربوط به هر لایه با توجه به جدول شماره 7مشخص گردید و نقشه نهایی در محیط GIS تهیه گردید (شکل7). بیشترین جنس خاک در این منطقه در لایه غیر اشباع ماسه و گراول می‌باشد.

لایه هفتم: هدایت هیدرولیکی

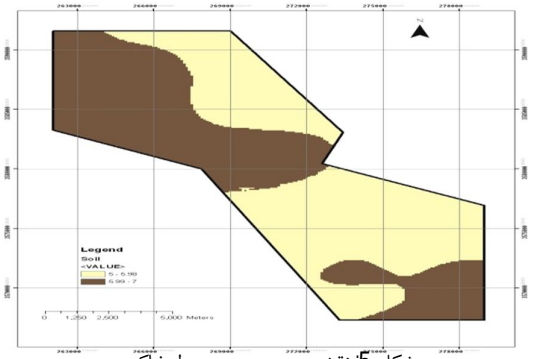
این لایه مربوط به نفوذ پذیری سفره یا توانایی مواد سفره به منظور انتقال آب یا مواد محلول می‌باشد. برای تهیه لایه هدایت هیدرولیکی از لوگ چاههای بهره برداری استفاده گردید. به این ترتیب که پس از مشخص شدن جنس آبخوان و با استفاده از جدول شماره 8 اعدد مربوط به هدایت هیدرولیکی مشخص شد. و در نهایت در محیط GIS نقشه نهایی تهیه گردید (شکل8).



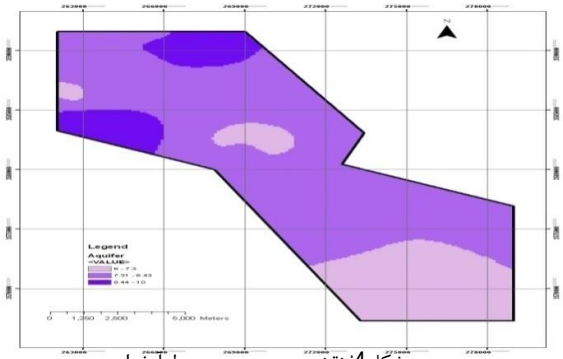
شکل 2: نقشه پهنه بندی عمق سطح ایستابی



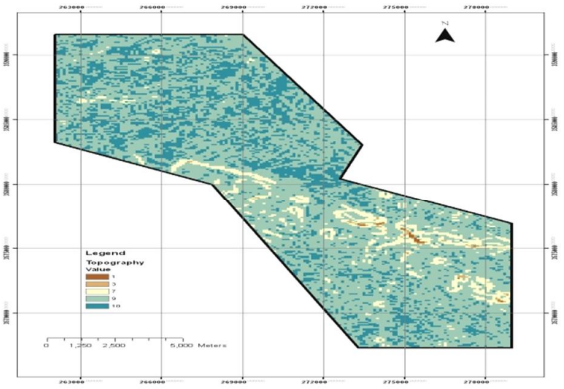
شکل 3:نقشه پهنه بندی میزان تغذیه خالص



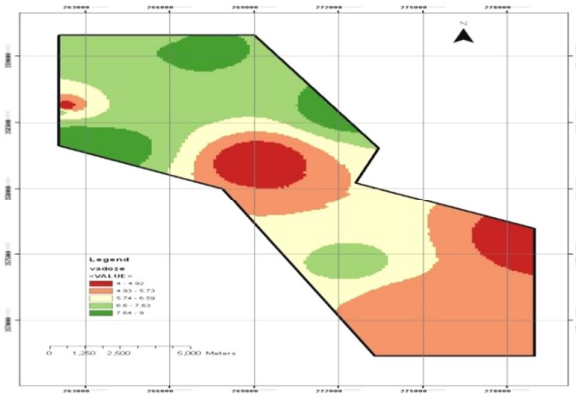
شکل 5: نقشه پهنه بندی محیط خاک



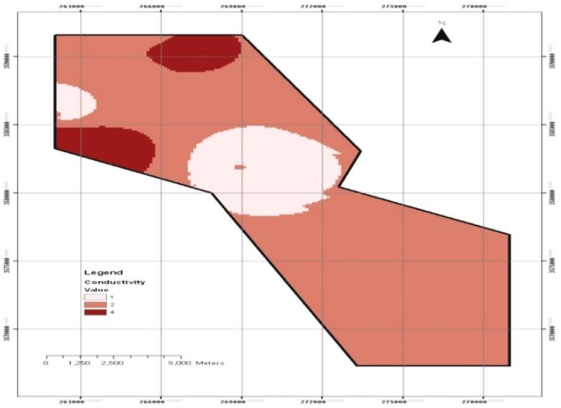
شکل4: نقشه پهنه بندی محیط آبخوان



شکل 6: نقشه پهنه بندی توپوگرافی



شکل 7: نقشه پهنه بندی منطقه غیراشباع



شکل 8: نقشه پهنه بندی هدایت هیدرولیکی

شاخص آسیب پذیری آبخوان کهنک

پس از تهیه 7 لایه که در بالا به آن اشاره شد، آخرین مرحله تهیه نقشه آسیب پذیری می‌باشد. تمامی لایه ها در نوارابزار Spatial Analyst در بخش Raster Calculator باید قرار گیرند. سپس هر لایه در وزن خودش ضرب شده و با سایر لایه ها جمع بسته می‌شود. درنهایت با استفاده از گزینه Evaluate نقشه نهایی تهیه می‌گردد (شکل9). محدوده استاندارد شاخص آسیب پذیری به روش دراستیک درجدول3 نشان داده شده است .

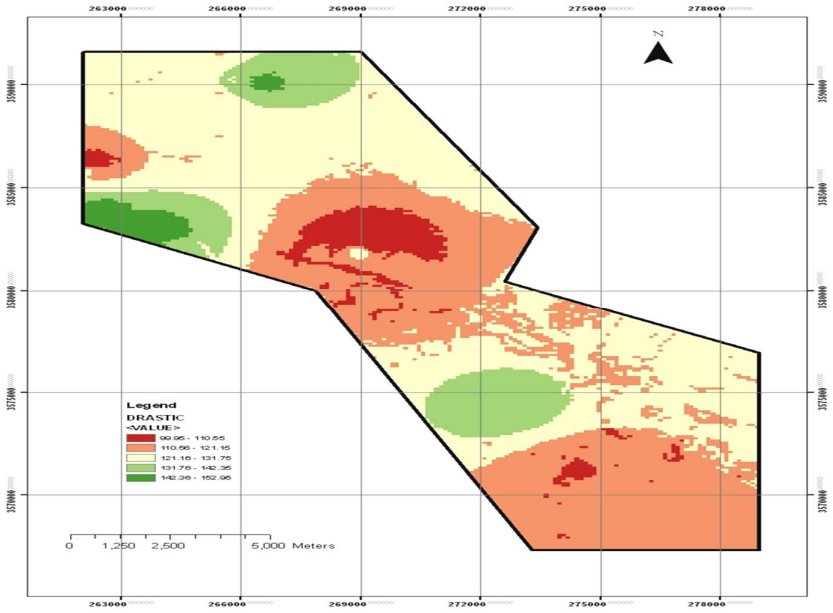
جدول 3:محدوده استاندارد شاخص آسیب پذیری به روش دراستیک (آلر و همکاران 1987)

محدوده شاخص آسیب پذیری به روش دراستیک	
شاخص دراستیک	پتانسیل آلودگی
<79	بدون خطر آلودگی
80-99	خیلی کم
100-119	کم
120-139	کم تا متوسط
140-159	متوسط تا زیاد
160-179	زیاد
180-199	خیلی زیاد
>199	کاملا مستعد آلودگی

با توجه به نقشه بدست آمده از مدل دراستیک مشخص می‌شود که شاخص آسیب پذیری محدوده مورد مطالعه بین 99/96 تا 152/55 متغییر است. محدوده موردنظر به 5 ناحیه تقسیم شده است. البته این 5 ناحیه در 3 بخش از جدول3 را پوشش می دهد .پتانسیل آلودگی در محدوده مورد مطالعه به سه بخش با آلودگی کم، کم تا متوسط و متوسط زیاد تقسیم می گردد.

جدول 4: محدوده شاخص آسیب پذیری آبخوان کهنک

شاخص دراستیک	پتانسیل آلودگی
99/96-110/55	کم
110/56-121/15	کم تا متوسط
131/75-121/16	کم تا متوسط
131/76-142/35	متوسط تا زیاد
142/35-152/55	متوسط تا زیاد



شکل 9: نقشه نهایی دراستیک

بحث و نتیجه گیری

با توجه به اینکه روش دراستیک نسبت به سایر روش های تعیین پتانسیل آسیب پذیری آبخوان به آلودگی از کاربردی ترین روش های رتبه دهی محسوب می گردد و از تعداد پارامترهای بیشتری در تهیه مدل استفاده می کند، برای تعیین پتانسیل آسیب پذیری آبخوان کهنک استفاده گردیده است. نتایج حاصل از مدل دراستیک نشان می دهد که محدوده مورد نظر از نظرپتانسیل آسیب پذیری به پنج بخش تقسیم می‌گردد. بخش اول دارای آسیب پذیری کم، بخش دوم دارای پتانسیل کم تا متوسط و بخش سوم دارای آسیب پذیری کم تا متوسط و بخش چهارم و پنجم دارای آسیب پذیری متوسط تا زیادمی باشد. با توجه به نقشه نهایی مشخص شد که در واقع پتانسیل آسیب پذیری و آلودگی در بخشی از نواحی شمالی، غرب و جنوب غربی بالا می باشد و در سایر نواحی پتانسیل آلودگی کم تا متوسط است. علت پتاسیل آلودگی بالا در این نواحی وجود زباله سوز در نواحی غربی، دامداری‌های متعدد وکشت‌های ممتد و بی وقفه و استفاده از کود های کشاورزی شیمیایی و بیولوژیکی درمنطقه می باشد. الیته با توجه به درشت دانه بودن ذرات خاک در آبخوان کهنک، اغلب مناطق دارای پتانسیل آسیب پذیری کم تا متوسط می باشد زیرا درشت دانه بودن ذرات باعث حرکت سریع آلاینده ها از سطح به عمق گردیده و در نتیجه بار آلودگی رفته رفته کاهش می یابد . همچنین به علت وجود شیب هیدرولیکی در منطقه و حرکت آلودگی ها به مناطق پایین دست و همچنین وجود چاههای عمیق، خاک رسی و آبیاری مزارع بالادست بوسیله آب رودخانه دز که در نهایت مشخص شد که در اغلب مناطق در آبخوان کهنک پتانسیل آسیب پذیری آبخوان کم باشد .

پیشنهادات

- بر اساس نقشه آسیب پذیری آبخوان کهنک که در این مطالعه تهیه شده است در مناطقی که با آسیب پذیری بالامشخص شده اند حتی الامکان از ایجاد تاسیساتی که پتانسیل بالایی در رها سازی کردن آلوده کننده ها به آبخوان را دارند نظیر پالایشگاه، شهرک صنعتی ، محل دفن زباله ، بیمارستان و...جلوگیری شود.
- با طراحی یک شبکه پایش آلودگی منابع آب زیرزمینی و سطحی ، به صورت ماهانه نمونه هایی از این منابع برداشت شود وآلاینده های مختلف از نظر تاثیر و میزان آلودگی مورد بررسی قرار گیرند.
- مدل دراستیک و نتایج حاصل از آن هم از نظر صحت و هم از نظر در اختیار گذاشتن جزئیات و نتایج بیشتر، امکانات مناسب تری را برای تصمیم گیری های مدیریتی در اختیار مسولان می گذارد .
- عدم استفاده از کود های شیمیایی در نواحی با پتانسیل آلودگی بالا که باعث جلوگیری از افزایش آلودگی می شود و همچنین به نواحی با پتانسیل آلودگی متوسط و یا بالا توجه بیشتری شود.
- با توجه به محدودیت مدل در رابطه با بررسی آلودگی محل های دفن زباله و دامداری ها، پیشنهاد می گردد تا مدل دراستیک در مطالعات بعدی اصلاح گردیده و پارامترهای مورد نیاز بر اساس استاندارد های موجود در مدل گنجانده شود.

منابع

صادقی روشن، م. و زهتابیان، غ.(1390)،ارزیابی آسیب پذیری آبخوان دشت خضرآباد به روش دراستیک مجموعه مقالات نخستین همایش ملی جهاد اقتصادی در عرصه کشاورزی و منابع طبیعی ، قم . ص.34-23.

حاجی کتابی،م و زارع،م .(1389). تهیه نقشه خطر پذیری به روش دراستیک و تصحیح آن با اندازه گیری های میدانی و روش ویلکاکسیون، مجموعه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدارtدانشگاه آزاد اسلامی شیراز ،ص.12-18

نخعی،م ؛ بومری،م و رنجبر، ع . (1384). بررسی استعداد بالقوه آلودگی سفره آب زیرزمینی دشت شیراز با استفاده از GIS،مجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران،دانشگاه تربیت معلم تهران ،ص.23-45.

Aller,L.and Bennet,T.(1987). A standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic setting .US Environmental Protection Agency ,EPA- 600/2-87-035.

Dixon,B.(2004). Predication of groundwater vulnerability using an integrated GIS based NEURO Fuzzy techniques .Journal of Spatial Hydrology ,4(2),34-56.

Fritch,TG., McKnight,CL., Yelderman, JC. and Arnald, FG .(2000). An aquifer vulnerability assessment of the paluxy aquifer ,central Texas ,USA, using GIS , and a modified DRASTIC approach. Environ Manage, 25:pp.337-345 .

Rundquist,DC.,Peters,AJ.,Di,Rodekohr.,Ehrman.,DA.andMurray,G.(1991). Statewidegroundwater –vulnerability assessment in Nebraska using thr DRASTIC /GIS Model. Geocarto Int 2:51-58 .