

ارزیابی آسیب پذیری آبخوان دشت امامزاده جعفر گچساران با استفاده از مدل DRASTIC و تکنیک های GIS

فرحناز عزیزی

دانشجوی کارشناسی ارشد هیدروژئولوژی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

Fazizi90@yahoo.com

09171436619

حسین محمدزاده

استادیار، مرکز تحقیقات آبهای زیرزمینی (متاب)، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، صندوق پستی: ۹۱۷۷۵-۱۴۳۶

mohammadzadeh@um.ac.ir

چکیده

بخش قابل ملاحظه ای از مصارف آب کشور، به خصوص در بخش شرب، از منابع آب زیرزمینی تأمین می گردد. در بسیاری از موارد آلودگی آب های زیرزمینی، بعد از آلوده شدن چاه های آب شرب و در زمانی تشخیص داده می شود که رفع آلودگی آبخوان تقریباً غیر ممکن می گردد. بنابراین، حفاظت کیفی منابع آب از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از راه های مناسب برای جلوگیری از آلودگی آب های زیرزمینی، شناسایی مناطق آسیب پذیر آبخوان به آلودگی و مدیریت بهره برداری از منابع آب و کاربری اراضی است.

در این مقاله نقشه پهنه بندی آسیب پذیری آبخوان دشت امامزاده جعفر گچساران واقع در ناحیه گرمسیری و خشک جنوب استان کهگیلویه و بویراحمد به کمک مدل DRASTIC و سامانه ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) ارزیابی شده است. در این روش، هفت عامل هیدروژئولوژیک مؤثر بر آسیب پذیری آبخوان شامل عمق سطح ایستابی (D)، تغذیه خالص (R)، محیط آبخوان (A)، محیط خاک (S)، توپوگرافی (T)، محیط غیراشباع (I) و هدایت هیدرولیکی (C) مورد بررسی قرار گرفته و نتایج تحلیل حساسیت به روش حذف پارامتر نشان می دهد که مهمترین پارامتر تاثیر گذار بر شاخص آسیب پذیری محیط غیراشباع آبخوان می باشد.

براساس نتایج حاصل، ۴/۲، ۵۶/۲ و ۳۷/۰ درصد از سفره مورد مطالعه به ترتیب دارای آسیب پذیری بالا، متوسط و کم بوده و آسیب پذیری ۲/۶ درصد از منطقه قابل اغماض می باشد. منطقه ی با آسیب پذیری بالا در بالادست جریان آب های زیرزمینی منطقه قرار داشته و در صورت ورود آلودگی به این بخش از آبخوان، احتمال پخش آن در کل آبخوان وجود دارد. از اینرو، با توجه به تاثیر زیانبار آلودگی بر کیفیت آب های زیرزمینی، ضمن جلوگیری از فعالیت های صنعتی و کشاورزی آلوده کننده در منطقه ی با آسیب پذیری بالا، بمنظور حفاظت کیفی منابع آب زیرزمینی نسبت به دامنه وسیعی از آلاینده های بالقوه بایستی الگوی مدیریتی مناسبی در راستای بهره برداری بهینه از منابع آب زیرزمینی و کاربری اراضی منطقه اتخاذ گردد.

واژه های کلیدی: آسیب پذیری آبخوان، مدل DRASTIC، تکنیک های GIS، دشت امامزاده جعفر گچساران

مقدمه

سالمی است که بشر به اهمیت آب های زیرزمینی پی برده است، اما پتانسیل آلودگی آب های زیرزمینی در نتیجه فعالیت های انسانی در سطح یا نزدیک به سطح زمین در چند سال گذشته مشخص شده است. در بسیاری از موارد آلودگی آب های زیرزمینی، بعد از آلوده شدن چاه های آب شرب و در زمانی تشخیص داده می شود که رفع آلودگی آبخوان تقریباً غیر ممکن می گردد. بنابراین، حفاظت کیفی منابع آب از اهمیت زیادی برخوردار است، و در یک حوزه وسیع شامل مجموعه بررسی های هیدرولوژیکی و سیاست های مدیریتی منابع آب می باشد که بطور کلی می توان این دو مورد را توسط مؤلفه آسیب پذیری بررسی و تشریح کرد.

مفهوم آسیب پذیری آب های زیرزمینی اولین بار در اواخر دهه ۱۹۶۰ در فرانسه جهت هشدار درباره آلودگی آب ارائه گردید (واربا و زاپرس^۱، ۱۹۹۴). آسیب پذیری آب زیرزمینی به معنی امکان نفوذ و انتشار آلاینده ها از سطح زمین به درون سیستم آب زیرزمینی می باشد (هاتر و والکر^۲، ۲۰۰۱). با توجه به تاثیر زیانبار آلودگی، بر کیفیت آب های زیرزمینی، می توان به اهمیت مطالعات ارزیابی آسیب پذیری آب های زیرزمینی به آلودگی پی برد.

روش های مختلفی برای ارزیابی آسیب پذیری سفره های آب زیرزمینی ارائه شده است که می توان آنها را به سه گروه روش های پردازشی، شاخص _ همپوشانی و آماری _ تحلیلی تقسیم بندی نمود. مدل DRASTIC بر اساس روش شاخص _ هم پوشانی استوار بوده و توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (US-EPA)^۳ و انجمن چاه های آب آمریکا (AWWA)^۴ ارائه شده است. در مدل DRASTIC، هفت پارامتر مؤثر بر آسیب پذیری آبخوان شامل عمق سطح ایستابی (D)، تغذیه خالص (R)، محیط آبخوان (A)، محیط خاک (S)، توپوگرافی (T)، محیط غیراشباع (I) و هدایت هیدرولیکی (C) مورد بررسی قرار می گیرد (آلر و همکاران، ۱۹۸۷). این مدل کاربرد وسیعی در بررسی آسیب پذیری آب زیرزمینی نسبت به دامنه وسیعی از آلاینده های بالقوه دارد (راندکویست و همکاران^۵، ۱۹۹۱؛ ناکس^۶ و همکاران، ۱۹۹۳؛ فریچ^۷ و همکاران، ۲۰۰۰؛ آل-آدامت^۸ و همکاران، ۲۰۰۳؛ پیسکاپ^۹، ۲۰۰۱؛ بابیکر^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۵)

آلر^{۱۱} و همکارانش در سال ۱۹۸۷ این روش را جهت تعیین پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی توسعه داده اند. بطوریکه برای بخش هایی از ایالات متحده آمریکا (آلر و همکاران، ۱۹۸۷؛ فریچ و همکاران، ۲۰۰۰) ناحیه ژانگ جی در چین (یان^{۱۲} و همکاران، ۲۰۰۶) منطقه روسیفا^{۱۳} در اردن (ناکا^{۱۴} و همکاران، ۲۰۰۶) آبخوان کاکامیگاهارا^{۱۵} در ژاپن (بابیکر و همکاران، ۲۰۰۵) با استفاده از این مدل و سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه های آسیب پذیری آب زیرزمینی تهیه شده است.

دشت امامزاده جعفر در شمال شرق شهر گچساران واقع شده و به دلیل اهمیت آبخوان دشت امامزاده جعفر در تامین آب مورد نیاز صنعت، شرب و کشاورزی شهرستان نفت خیز گچساران از نظر آسیب پذیری آب زیرزمینی نسبت به آلاینده های بالقوه، به کمک مدل DRASTIC مورد ارزیابی قرار گرفته است.

1 - Vrba & Zaprozec

2 - Harter & Walker

3 - united state Environmental protection Agency

4 - American water wells Association

5 - Rundquist et al

6 - Knox

7 - Fritch

8 - Al-Adamat

9 - Piscopo

10 - Babiker

11 - Aller

12 - Yuan

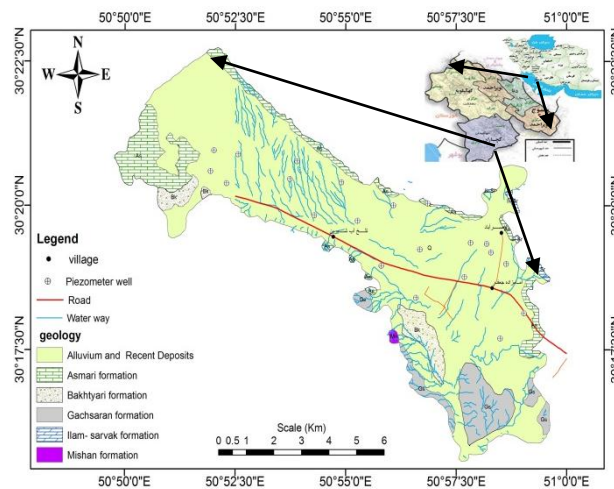
13 - Russeifa

14 - Naqa

15 - Kakamigahara

موقعیت منطقه مورد مطالعه

دشت امامزاده جعفر در فاصله ۵ کیلومتری شمال شرق شهر گچساران و در ناحیه گرمسیری و خشک جنوب استان کهگیلویه و بویراحمد، بین عرض ۱۶°، ۳۰' تا ۲۸°، ۳۰' شمالی و طول جغرافیایی ۵۲°، ۵۰' تا ۵۱°، ۲' شرقی واقع شده است (شکل ۱). حوزه آبریز این دشت از زیر مجموعه حوزه آبریز رودخانه زهره به وسعت ۲۲۰ کیلومتر مربع بوده که حدود ۱۶۰ کیلومتر مربع آن کوهستانی و بقیه دشت نسبتاً مسطح و متوسط ارتفاع آن از سطح دریا ۷۲۰ متر می باشد. اقلیم منطقه نیمه خشک با تابستانهای خیلی گرم و زمستان معتدل است.



شکل ۱: موقعیت و زمین شناسی دشت امامزاده جعفر گچساران

دشت امامزاده جعفر با امتداد شمال غربی _ جنوب شرقی در زون زاگرس چین خورده واقع شده است. تشکیلات زمین شناسی مختلفی از رسوبات متعلق به دوره ژوراسیک تا کواترنری در محدوده مورد مطالعه رخنمون دارند. ضخامت آبرفت های دشت از صفر در دامنه ارتفاعات تا حدود ۱۳۲ متر در مرکز متغیر است، در نواحی شمالی مواد آبرفتی و واریزه ای در امتداد مخروط افکنه ها غالباً درشت از نوع قله سنگ، گراول، ماسه و رس، در نواحی مرکزی با دانه بندی متوسط و در نواحی خروجی دشت، مواد ریزدانه از جنس سیلت، رس و لیمون می باشد. جهت جریان آب های زیرزمینی در دشت از شمال غرب به جنوب شرق بوده، متوسط ضخامت آبخوان حدود ۷۹ متر و حداقل و حداکثر عمق آب زیرزمینی بترتیب حدود ۹۰ متر (در نواحی شمالی) و حدود ۲۰ متر (در نواحی جنوبی دشت) می باشد.

مواد و روش ها

مدل DRASTIC پتانسیل آلودگی یک ناحیه را با جمع نمودن عوامل کلیدی موثر بر انتقال مواد محلول ارزیابی می نماید. شاخص آسیب پذیری در این روش از مجموع حاصلضرب وزن و رتبه ی هفت پارامتر مطابق رابطه زیر بدست می آید.

$$D_i = D_r D_w + R_r R_w + A_r A_w + S_r S_w + T_r T_w + I_r I_w + C_r C_w \quad (1)$$

در این رابطه D_i شاخص دراستیک، D عمق سطح ایستابی، R مقدار تغذیه، A محیط آبخوان، S بافت خاک، T توپوگرافی، I زون غیر اشباع، C هدایت هیدرولیکی، W وزن پارامتر و I رتبه پارامتر می باشند.

به هر پارامتر مدل DRASTIC و نسبت به اهمیت هر یک از آنها در آسیب پذیری وزنی برابر ۱ تا ۵ اختصاص داده می شود. در محدوده مطالعاتی دشت امامزاده جعفر پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات، لایه های مورد نیاز مدل DRASTIC تهیه و بر اساس تئوری این مدل و اعمال رتبه بندی و وزن دهی مناسب نقشه شاخص DRASTIC منطقه مطابق جدول (۱) تهیه شد، نتیجه حاصله یک لایه رستری است که در این لایه سلول های دارای ارزش عددی بزرگتر مناطقی را نشان می دهند که آسیب پذیری ذاتی آب های زیرزمینی در مقابل آلودگی در این مناطق بیشتر می باشد و بالعکس. شاخص مدل DRASTIC بدون بعد و غیرقابل اندازه گیری می باشد و به خصوصیات آبخوان بستگی دارد. می توان شاخص آسیب پذیری را به پنج گروه آسیب پذیری قابل اغماض از ۲۳ تا ۴۶، آسیب پذیری کم از ۴۷ تا ۹۲، آسیب پذیر متوسط ۹۳ تا ۱۳۶، آسیب پذیری زیاد از ۱۳۷ تا ۱۸۴ و آسیب پذیری خیلی زیاد بین ۱۸۴ تا ۲۳۰ تقسیم بندی کرد. بر اساس شاخص D_i محاسبه شده، می توان گفت که کدام منطقه در خطر آلودگی بیشتر قرار دارد.

لایه های مدل DRASTIC

۱- عمق سطح ایستابی (D)

این پارامتر با فاصله ای که مواد آلاینده طی می کند تا به سطح ایستابی برسد، مرتبط است و یکی از مهمترین فاکتورهای مدل DRASTIC است. بدیهی است که ظرفیت میرایی با افزایش عمق تا سطح ایستابی افزایش می یابد. برای رتبه بندی و تعیین ارزش عددی عمق آب زیرزمینی ابتدا پس از درون یابی اطلاعات مربوط به عمق چاه ها به صورت آماری نقشه هم ارزش عمق آب زیرزمینی تهیه، سپس محدوده های عمق آب زیرزمینی براساس جدول (۱) تفکیک و رتبه بندی انجام شد. نقشه رتبه بندی شده عمق سطح ایستابی آبخوان دشت امامزاده جعفر گچساران از نظر آسیب پذیری مطابق مدل DRASTIC در شکل (۲-الف) نشان داده شده است.

۲- تغذیه خالص آبخوان (R)

میزان تغذیه خالص آبخوان موجب می گردد تا آلوده کننده به صورت عمودی انتقال یافته و به سطح ایستابی برسد. میزان تغذیه خالص آبخوان از حاصلضرب نقشه نوسان تراز سطح آب زیرزمینی در آبدهی ویژه دشت مطابق رابطه (۲) محاسبه و میزان کل تغذیه آبخوان حدود $3/8$ میلیون مترمکعب در سال ۸۹-۱۳۸۸ برآورد گردید. محدوده های مختلف تغذیه آب زیرزمینی براساس جدول (۱) تفکیک و رتبه بندی این پارامتر مطابق جدول انجام شد. نقشه رتبه بندی شده تغذیه خالص آبخوان از نظر آسیب پذیری مطابق مدل DRASTIC در شکل (۲-ب) نشان داده شده است.

$$\Delta V = A \times S_y \times dh/dt \quad (2)$$

که در آن، ΔV ، مقدار تغییرات حجم آب ذخیره شده، A ، مساحت محدوده مورد مطالعه، S_y ، آبدهی ویژه و $\frac{dh}{dt}$ ، نوسان تراز سطح ایستابی می باشد.

۳- محیط آبخوان (A)

سیستم حاکم بر سفره آب زیرزمینی از محیط سفره تأثیر می پذیرد، نوع ترکیب، دانه بندی و خصوصیات مواد تشکیل دهنده ی منطقه اشباع، بر طول مسیر و جهت جریان آب تأثیر دارد، با افزایش طول مسیر زمان لازم برای انجام خصوصیات میرایی محیط آبخوان (نظیر جذب، تجزیه شیمیایی، پخش و تاخیر را کنترل می کند.

اطلاعات مربوط به محیط آبخوان از کاوشهای زیرسطحی، لوگ حفاریهای اکتشافی، پیرومتری و چاههای بهره برداری، کاوشهای ژئوفیزیکی و مطالعه زمین شناسی و زمین ساخت منطقه به دست می آید. رتبه بندی این لایه مطابق جدول (۱) و نقشه رتبه بندی شده محیط آبخوان دشت امامزاده جعفر گچساران در شکل (۲- ج) نشان داده شده است.

۴- محیط خاک (S)

محیط خاک قسمت بالایی منطقه غیراشباع می باشد که تا حد نفوذ ریشه گیاهان یا فعالیت موجودات ارگانیکی ادامه دارد. خاک و بافت آن اثر قابل توجهی بر نفوذ مواد آلاینده به درون زمین و در نهایت به سطح آب زیر زمینی را داراست. محیط خاک بر حسب رده بندی بافتی آن مشخص و امتیاز بندی می شود. رتبه بندی محیط خاک بر اساس جدول (۱) انجام شده و نقشه رتبه بندی محیط خاک دشت امامزاده جعفر در شکل (۲- د) نشان داده شده است.

۵- توپوگرافی (T)

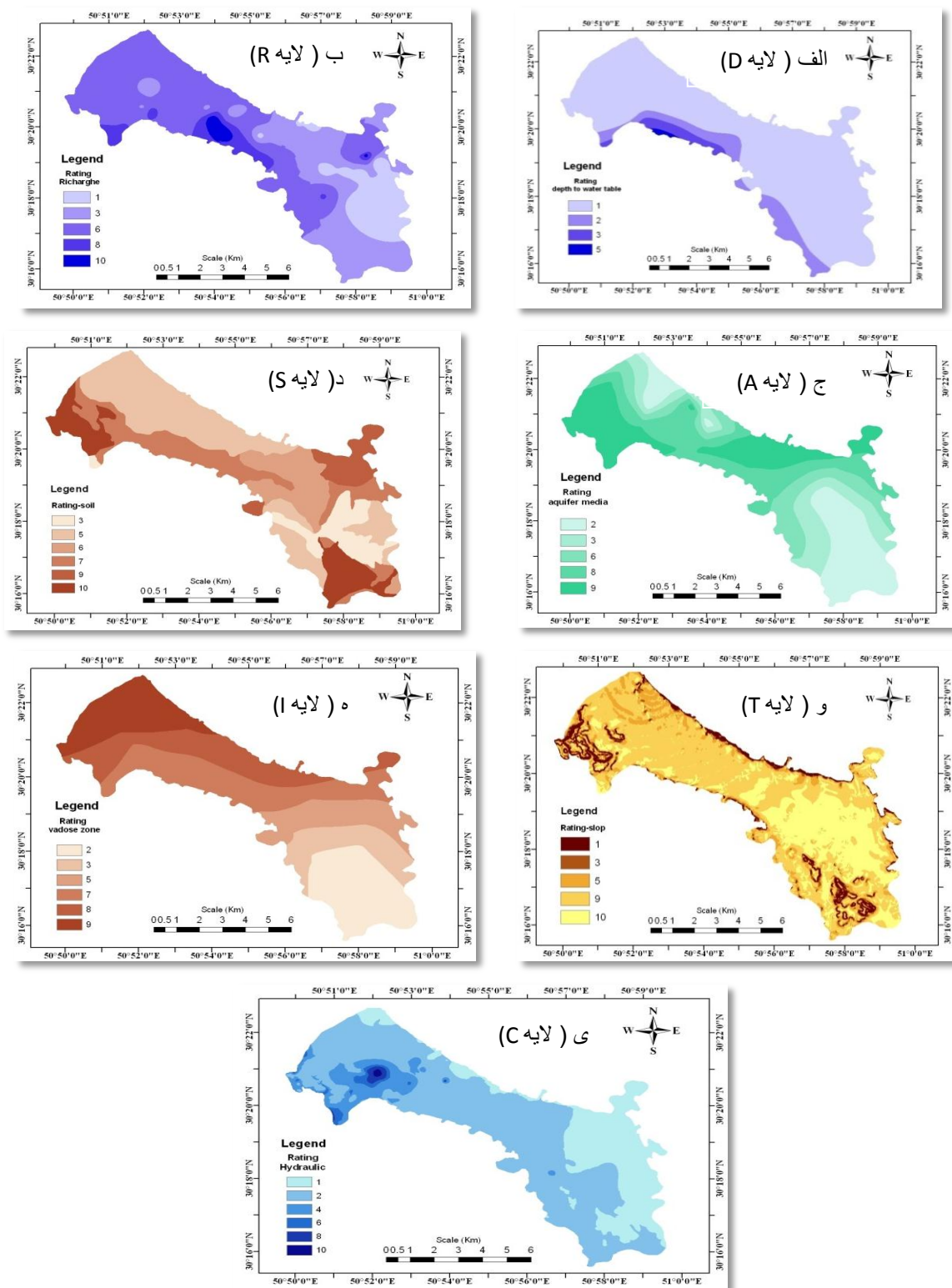
این پارامتر تغییرات شیب سطح زمین را مورد توجه قرار می دهد، شیب، حرکت آلوده کننده و یا نگهداری آن را بر سطح زمین در کنترل دارد، فرض براین است که هر چه شیب کمتر باشد حرکت آلوده کننده ها در سطح زمین کند بوده و مواد آلاینده محلول، فرصت بیشتری برای نفوذ خواهند داشت. رتبه بندی شیب توپوگرافی مطابق جدول (۱) انجام گردیده و نقشه رتبه بندی شده شیب دشت امامزاده جعفر در شکل (۲- و) نشان داده شده است.

۶- محیط غیر اشباع آبخوان (I)

درمدل DRASTIC فرض بر این است که شرایط منطقه غیر اشباع اثر زیادی بر مواد آلاینده دارد زیرا در این منطقه آلاینده ها تا قبل از رسیدن به سطح ایستابی فرصت جذب و یارقیق شدگی پیدا می کنند (آلر و بن^{۱۶}، ۱۹۸۷). اطلاعات محیط غیر اشباع نیز مانند محیط آبخوان بدست می آید با این تفاوت که جنس رسوبات بالای سطح ایستابی در نظر گرفته می شود، رتبه بندی این لایه بر اساس جدول (۱) و نقشه رتبه بندی شده محیط غیراشباع آبخوان دشت امامزاده جعفر در شکل (۲- ه) نشان داده شده است.

۷- هدایت هیدرولیکی (C)

هدایت هیدرولیکی، نفوذ پذیری سفره یا توانایی مواد سفره به منظور انتقال آب یا مواد محلول می باشد و عمدتاً توسط تخلخل مواد تشکیل دهنده آبخوان کنترل می شود. در واقع شدتی است که آب زیرزمینی تحت شیب هیدرولیکی محیط، جریان پیدا می کند (تاد^{۱۷}، ۱۹۸۰). افزایش K باعث پتانسیل آلودگی بیشتر یا بالاتر می باشد. رتبه بندی این پارامتر بر اساس جدول (۱) و شکل (۲- ی) نقشه رتبه بندی شده هدایت هیدرولیکی دشت امامزاده جعفر را نشان می دهد.



شکل ۲: نقشه های رتبه بندی شده پارامترهای مدل DRASTIC (الف) عمق سطح ایستابی، (ب) تغذیه خالص، (ج) محیط آبخوان،

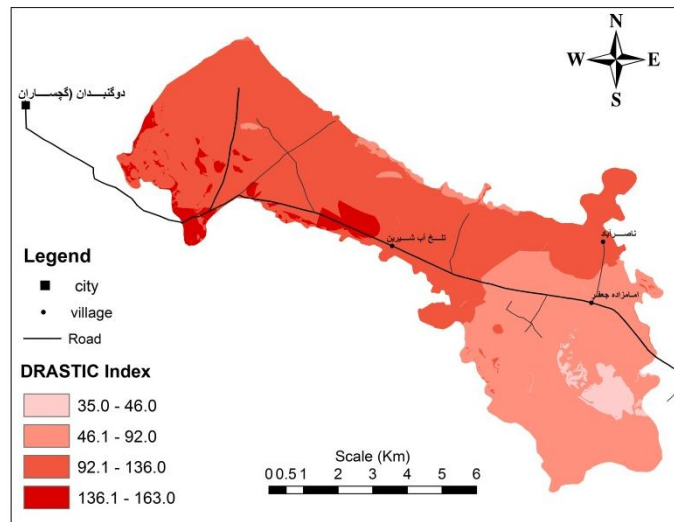
(د) محیط خاک، (ه) توپوگرافی، (و) محیط غیراشباع، (ی) هدایت هیدرولیکی

جدول ۱: رتبه بندی و وزن دهی پارامترهای DRASTIC

Depth to water table		net Recharge		Aquifer media		Soil		Topography		Impact of vadose zone		hydraulic Conductivity	
Range	Rating	Range	Rating	Range	Rating	Range	Rating	Range	Rating	Range	Rating	Range	Rating
0 – 1.5	10	0 – 25	1	Massive Shale	1	Thin or absent	10	0 – 2	10	Confining Layer	1	0 – 4	1
1.5 – 4.5	9	25 – 50	3	Metamorphic/Igneous	2	Lomay sand	9	2 – 6	9	Silt/Clay	2	4 – 12	2
4.5 – 9	7	50 – 90	6	Weathered Metamorphic Igneous	4	Sandy loam	7	6 – 12	5	Shale	3	12 – 20	4
9 – 15	5	90 – 125	8	Glacial Till	5	Loam with gravel	6	12 – 18	3	Limestone	3	20 – 24	6
15 – 23	3	> 125	10	Bedded Sandstone, Limestone	6	Loam	5	> 18	1	Sandstone	5	24 – 30	8
23 – 30	2			Massive sandstone	5	Clay loam	3			BeddeLimestone, Sandstone	6	> 30	10
> 30	1			Masive Limestone	3					Sand and GravelW.Silt	7		
				Sand and Gravel	8	Sand and Gravel	9						
				Karsts Limestone	9	Karsts Limestone	9						
Weight: 5		Weight: 4		Weight: 3		Weight: 2		Weight: 1		Weight: 5		Weight: 3	

نقشه پهنه بندی آسیب پذیری آبخوان دشت امامزاده جعفر

شاخص آسیب پذیری در دشت امامزاده جعفر به روش DRASTIC براساس پارامترهای هفت گانه از ۳۵ تا ۱۶۳ تغییر می کند. با این توصیف محدوده دشت امامزاده جعفر گچساران به طور عمده در دوگروه آسیب پذیری کم و متوسط قرار می گیرد (شکل ۳).



شکل ۳: نقشه آسیب پذیری آبخوان دشت امامزاده جعفر گچساران

آنالیز حساسیت مدل DRASTIC

برخی از محققین معتقدند که آسیب پذیری آب زیرزمینی نسبت به آلودگی را با تعداد کمتری از پارامترها و با دقت بیشتر و هزینه کمتر می توان ارزیابی کرد (باربر^{۱۸} و همکاران، ۱۹۹۳ و مرچانت^{۱۹}، ۱۹۹۴). برخی دیگر معتقدند که وزن ها نرخهای نسبت داده شده به پارامترها دارای دقت کافی بوده و هیچ دلیلی برای شک کردن به این ضرایب وجود ندارد (ناپولیتانو و فابری^{۲۰}، ۱۹۹۶). بمنظور از بین بردن این تردیدها آنالیز حساسیت برای این مدل انجام گرفته است. در طی این مرحله پارامترهای ورودی مدل تغییر داده شده و عکس العمل سیستم نسبت به این تغییرات مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۱- تحلیل حساسیت حذف پارامتر

تحلیل حساسیت حذف پارامتر، حساسیت نقشه آسیب پذیری را به حذف یک یا چند پارامتر و اهمیت هر یک از پارامترها را در ارزیابی آسیب پذیری نشان می دهد. این روش توسط مانسون^{۲۱} و سابودا^{۲۲} در سال ۱۹۹۰ ارائه شد. میزان حساسیت در این روش از رابطه (۳) بدست می آید. در این رابطه S میزان حساسیت را نشان می دهد، D_i و D_i' به

¹⁸ - Barber

¹⁹ - Merchant

²⁰ - Napolitano & Fabbri

²¹ - Manson

²² - Saboda

ترتیب، شاخص‌های آسیب‌پذیری بدون حذف و با حذف پارامتر می‌باشند و n تعداد لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده برای محاسبه D_i و D'_i هستند.

$$S = \left(\frac{D_i - D'_i}{D_i} \right) \times 100 \quad (3)$$

نتایج حاصل از این آنالیز در جدول (۲) ارائه شده و حاکی از آن است که بیشترین تغییر در شاخص پتانسیل آسیب‌پذیری آبخوان با حذف پارامتر محیط غیراشباع اتفاق می‌افتد به طوری که میانگین تغییرات ۲/۴۲ است. این مسئله به دلیل وزن زیاد پارامتر و خصوصیات منطقه غیراشباع در دشت می‌باشد. همچنین حساسیت مدل آسیب‌پذیری به حذف پارامترهای عمق آب زیرزمینی، شیب، میزان تغذیه، محیط آبخوان و محیط خاک به ترتیب با میانگین تغییرات ارائه شده در رتبه‌های بعدی حساسیت قرار می‌گیرد.

جدول ۲: نتایج آماری تحلیل حساسیت مدل آسیب‌پذیری به روش حذف پارامتر و تحلیل حساسیت تک پارامتری

پارامتر	تحلیل حساسیت به روش حذف پارامتر			
	شاخص تغییرات			
	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین
D	۰/۴۳	۱/۸	۰/۰۲	۱/۲۶
R	۰/۵۱	۲/۷۳	۰	۰/۹۵
A	۰/۴۵	۲/۳۸	۰/۰۱	۰/۸۶
S	۰/۵۹	۲/۹۴	۰	۰/۶۷
T	۰/۵۱	۲/۲۵	۰	۰/۰۱
I	۱/۳۷	۵/۹۵	۰/۰۱	۲/۴۲
C	۰/۳۵	۱/۹۴	۰/۱۴	۱/۳۵

صحت‌سنجی مدل با استفاده از یون نیترات

هدف از این مرحله بدست آوردن اطمینان بیشتر از مدل تهیه شده است، با توجه به این که در مناطق مورد مطالعه کشاورزی از رونق خاصی برخوردار بوده و غالباً از کودهای حیوانی و یا کودهای شیمیایی نیتراتی استفاده می‌شود و همچنین یون نیترات سیال و توسط محیط جذب نمی‌شود، جهت صحت‌سنجی مدل از یون نیترات استفاده گردید. جهت بررسی دقت مدل، صحت‌سنجی آن از نظر آماری مورد بررسی قرار گرفت، محاسبه ی دقت از نظر آماری به این صورت انجام می‌گیرد که برای هر یک از نقاط دارای نیترات معلوم، عدد DRASTIC آن نقطه با توجه به نقشه ی شاخص محلی DRASTIC مشخص می‌شود و با تقسیم غلظت نیترات $[NO_3] \text{ (mg/l)}$ بر شاخص DRASTIC بدست آمده یک نسبت ثابت (Q) بدست می‌آید.

$$Q = [NO_3^-] / D_i \quad (4)$$

هر چه این نسبت برای همه ی نقاط به هم نزدیک تر باشد، دقت مدل بیشتر است. برای دشت امامزاده جعفر گچساران این نسبت تقریباً برای نقاط مختلف به هم نزدیک است و با توجه به داده های جدول (۳) می‌توان گفت که این مدل از دقت بالایی برخوردار است.

جدول ۳: مقادیر غلظت نیترات و شاخص DRASTIC در محدوده دشت امامزاده جعفر

شماره چاه	X	Y	[NO ₃] (mg/l)	D _i	Q
۱	۴۹۴۳۴۸	۳۳۵۵۹۹۴	۱۵	۸۷	۰/۱۷۲
۲	۴۹۴۷۹۲	۳۳۵۵۹۲۱	۱۱	۸۷	۰/۱۲۶
۳	۴۹۵۵۰۵	۳۳۵۵۷۴۷	۱۰	۱۰۳	۰/۰۹۷
۴	۴۹۵۷۱۶	۳۳۵۵۷۵۱	۱۱	۱۰۳	۰/۱۰۶
۵	۴۹۶۳۶۹	۳۳۵۵۵۰۵	۱۳	۱۱۰	۰/۱۱۸
۶	۴۲۶۲۶۹	۳۳۵۵۸۶۰	۱۴	۹۸	۰/۱۴۲
۷	۴۹۶۰۲۹	۳۳۵۵۸۵۴	۱۲	۱۰۲	۰/۱۱۷
۸	۴۹۴۷۴۰	۳۳۵۵۸۷۴	۱۴	۹۰	۰/۱۵۵

نتیجه گیری

نقشه پهنه بندی آسیب پذیری آبخوان دشت امامزاده جعفر به روش DRASTIC نشان می دهد که، آسیب پذیری ۲/۶ درصد از منطقه قابل اغماض و ۴/۲، ۵۶/۲ و ۳۷/۰ درصد از آبخوان به ترتیب دارای آسیب پذیری بالا، متوسط و کم بوده می باشد. منطقه ی با آسیب پذیری بالا در قسمت های شمال غربی دشت یعنی در بالادست جریان آب های زیرزمینی منطقه قرار داشته و در صورت ورود آلودگی به این بخش از آبخوان، احتمال پخش آن در کل آبخوان وجود دارد. با توجه به تاثیر زیانبار آلودگی بر کیفیت آب های زیرزمینی، ضمن جلوگیری از فعالیت های صنعتی و کشاورزی آلوده کننده در منطقه، بمنظور حفاظت کیفی منابع آب زیرزمینی بایستی الگوی مدیریتی مناسبی در راستای بهره برداری بهینه از منابع آب زیرزمینی و کاربری اراضی منطقه اتخاذ گردد. نقشه های حساسیت و قابلیت آسیب پذیری آبخوان می تواند به عنوان یکی از راهبردها توسط نهادهای ذیربط مورد استفاده واقع گردد. نتایج آماری تحلیل حساسیت به روش حذف پارامتر نشان می دهد که مهمترین پارامتر تاثیر گذار بر شاخص آسیب پذیری محیط غیراشباع آبخوان می باشد. بررسی آماری دقت مدل نسبت به آلودگی ناشی از یون نیترات نشان می دهد که مدل از دقت بالایی برخوردار می باشد.

Reference:

- Al-Adamat, R. A. N., Foster, I. D. L., Baban, S. M. J. 2003. Groundwater vulnerability and risk mapping for the Basaltic aquifer of the Azraq basin of Jordan using GIS, Remote sensing and DRASTIC. Applied Geography, 23: 303-324.
- Aller, L., Bennet, T., Lehr, J. H., Petty, R. J., Hackett, G. 1987. DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential using Hydrogeologic Settings. EPA/600/2-87/035:19-25. U.S.Environmental Protection Agency, Ada, Oklahoma.

3. Babiker, I. S., Mohamed, M. A. A., Hiyama, T., KATO, K. 2005. A GIS-based DRASTIC model for assessin aquifer vulnerability in Kakamigahara Heights, Gifu Prefecture, central Japan. *Sci Total Environ* 345:127-140.
4. Barber, C., Bates, L. E., Barron, R., Allison, H. 1993. Assessment of the relative vulnerability of groundwater to pollution: a review and background paper for the conference workshop on vulnerability assessment. *Austral. Geol. & Geophys.* 14(2/3): 147-154.
5. Fritch, T. G., McKnight, C. L., Yelderman, J. C., Arnold, J. G. 2000. An aquifer vulnerability assessment of the Paluxy quifer, Central Texas, USA, using GIS and a modified DRASTIC approach. *Environ Manage*, (25): 337-345.
6. Harter, T., Walker, L. G. 2001. Assessing vulnerability of groundwater. US Natural Resources Conservation Service.
7. Knox, R. C., Sabatini, D. A., Canter, L. W. 1993. *Subsurface transport and fate processes*. USA: Lewis Publishers.
8. Merchant, J. W. 1994. GIS-based groundwater pollution hazard assessment: A critical review of the DRASTIC model. *Photogramm. Engng & Remote Sensing*, 60(9): 1117-112.
9. Naqa, A., Hammouri, N., Kuisi, M. 2006. GIS-based evaluation of groundwater vulnerability in the Russeifa area, Jordan. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 23(3): 277-287.
10. Napolitano, P., Fabbri, A. G. 1996. Single-parameter sensitivity analysis for aquifer vulnerability assessment using DRASTIC and SINTACS. *HydroGIS 96: application of geographical information systems in hydrology and water resources management. Proceedings of Vienna Conference. IAHS Pub*, (235): 559-566.
11. Piscopo, G. 2001. Groundwater vulnerability map, explanatory notes, Castlereagh Catchment, NSW. Department of Land and Water Conservation, Australia, <http://www.dlwc.nsw.gov.au/care/water/groundwater/reports/pdfs>.
12. Rundquist, D. C., Peters, A. J., Liping, D., Rodekahr, D. A., Ehrman, R. L., Murray, G. 1991. State-wide groundwater vulnerability assessment in Nebraska using the DRASTIC/GIS model. *Geo Cartography International*, (6): 51-58.
13. Todd, D. K. 1980. *Groundwater Hydrology*. John Wiley, New York, 650.
14. Vrba, J., Zaporozec, A. 1994. *Guide book on mapping groundwater vulnerability*. International Association of Hydrogeologists, Verlag, Heinz Heise.
15. Yuan, M., Zhang, X., Wang, L. 2006. Fuzzy pattern recognition method for assessing groundwater vulnerability to pollution in the Zhangji area. *Journal of Zhejiang University SCIENCE A*, 7(11): 1917-1922.

Evaluation of aquifer vulnerability (Ghachsaran Emamzadeh Jaafar plain) using DRASTIC model and GIS techniques

Farahnaz azizi

Master student of hydrogeology, Ferdowsi University of Mashhad; Fazizi90@yahoo.com

Hossien mohammadzadeh

Assistant professor, Groundwater Research Center (GRC), Ferdowsi University of Mashhad;
mohammadzadeh@um.ac.ir

Abstract

A considerable part of water consumption in Iran, especially for drinking water, is provided from groundwater resources. In many cases, the groundwater contaminations were identified after contamination of drinking water wells, when it is almost impossible to remove pollutants from aquifer. Therefore, the quality protecting of groundwater resources is very important. One of the best ways to prevent groundwater contamination is identifying aquifer vulnerability areas, and then managing the water resources exploitations and the land uses.

In this paper, the aquifer vulnerability of Gachsaran Emamzadeh Jaafar located in S of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province, is evaluated using DRASTIC model and the geographic information system (GIS). In this method, seven important hydrogeological parameters to aquifer vulnerability including: depth to water table (D), Net Recharge (R), aquifer media (A), soil media (S), topography (T), impact of vadose zone (I) and hydraulic conductivity (C) were investigated. sensitivity analysis method: the map removal sensitivity analysis showing that the impact of vadose zone parameter (I) has a significant impact on the vulnerability index.

Based on the results of this research, about 4.2, 56.2 and 37.0 % of Emamzadeh Jaafar aquifer have high, moderate, and low vulnerability, respectively. and the vulnerability of 2.6% of the areas is negligible. Since the high vulnerability areas is covered upstream of the aquifer, entrance of any contaminants can be distributed in groundwater flow direction. Therefore, considering the harmful effects of pollutants, in spite of banding polluted industrial and agricultural activities in high vulnerability areas, in order to protect groundwater quality, we should apply appropriate management pattern in using groundwater resources and land usages.

Keyword: aquifer vulnerability, DRASTIC model, GIS technique, Emamzadeh Jaafar-ghachsaran plain