



ارزیابی آسیب پذیری آب زیرزمینی استان تهران به روش DRASTIC

محمد رضا احمدی دستجردی^۱، فرزانه کرمانی^۲*

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده محیط زیست، کرج

Mohammad.rahmadi@yahoo.com

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده محیط زیست، کرج

Kermani.farzane@gmail.com

چکیده

آب های زیرزمینی از بزرگترین ذخایر قابل دسترس آب شیرین در کره زمین محسوب می شوند. وجود منابع مهم آلاینده های انتشاری و نقطه ای ناشی از فعالیت های انسانی در سطح زمین و نفوذ این آلاینده ها به آبخوان موجب کاهش کیفیت آب زیرزمینی می شود. رفع آلودگی آب زیرزمینی بسیار پرهزینه و فرآیندی طولانی است و اغلب زمانی آلودگی تشخیص داده می شود که رفع آلودگی آبخوان تقریباً غیرممکن می گردد. بنابراین جلوگیری از آلودگی آب های زیرزمینی در مدیریت محیط زیستی آب های زیرزمینی امری مهم و ضروری تلقی می شود. هدف از این مطالعه تهیه نقشه های مناطق حساس و مستعد نسبت به بروز آلودگی آب های زیرزمینی در استان تهران با استفاده از روش DRASTIC می باشد. بر این اساس لایه های هم عمق آب زیرزمینی، نقشه محیط آبخوان، نقشه شیب توپوگرافی، تغذیه خالص، محیط خاک، اثر منطقه غیر اشباع و هدایت هیدرولیکی آبخوان با استفاده از نرم افزار Arc Map ساخته و بر اساس روش DRASTIC وزن دهی و در آخر رویهم گذاری شد. نتایج نشان داد ۳۳ درصد استان که شامل بخش های جنوب و جنوب غربی می باشد دارای آسیب پذیری بدون خطر و کم خطر است. همچنین مناطق دارای آسیب پذیری کم تا متوسط ۲۲ درصد از کل محدوده مطالعاتی را پوشش داده اند، و مناطق شمال و شمال شرقی استان دارای بیشترین میزان آسیب پذیری با ۴۵ درصد مساحت منطقه می باشند. پیشنهاد می گردد در مناطقی که پتانسیل آسیب پذیری بالا می باشد اقدامات مدیریتی مناسبی صورت پذیرد.

واژه های کلیدی

آلودگی آب زیرزمینی، ارزیابی آسیب پذیری آبخوان، DRASTIC، استان تهران



مقدمه

آب زیرزمینی از مهمترین منابع طبیعی در جهان است و بزرگترین ذخیره قابل دسترس آب شیرین در کره زمین محسوب می‌شود [۱]. در شرایط کنونی، بخشی از مصارف آب کشور ایران به خصوص در بخش شرب توسط منابع آب زیرزمینی تأمین می‌گردد [۲].

توسعه روز افزون جوامع بشری و گسترش فعالیت‌های صنعتی سهم عمده‌ای در آلودگی‌های محیط زیست به ویژه آب دارد. بنابراین فعالیت‌های انسان در بعضی از موارد به توازن‌های ظریف موجود در طبیعت آسیب می‌رساند. بعضی از این آسیب‌ها توسط طبیعت قابل جبران هستند. به عبارتی طبیعت قادر است بعضی از خرابی‌ها را ترمیم و محیط خود را تصفیه نماید. اما جبران آلودگی در طبیعت شامل تمام آسیب‌های وارده به آن نمی‌شود و نیز جبران خسارت وارده به زمان نیاز دارد [۳]. وجود منابع آلاینده‌های انتشاری و نقطه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی در سطح زمین و نفوذ این آلاینده‌ها به آبخوان موجب کاهش کیفیت آب زیرزمینی می‌شود [۴]. در صورت آلوده شدن آب‌های زیر زمینی، تشخیص و کنترل آلودگی و آلودگی زدایی از این منابع بسیار مشکل می‌باشد [۵]. رفع آلودگی آب زیرزمینی بسیار پرهزینه و فرآیندی طولانی است و اغلب زمانی آلودگی تشخیص داده می‌شود که رفع آلودگی آبخوان تقریباً غیرممکن می‌گردد [۲]. با توجه به بالا بودن هزینه پالایش آبهای آلوده و محدودیت‌های موجود، بهترین راه حل، جلوگیری از آلودگی منابع آب زیرزمینی می‌باشد، که نیل به این هدف تنها با شناسایی مناطق دارای پتانسیل آسیب‌پذیری^۱، امکان‌پذیر است [۶].

ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان برای توسعه و مدیریت منابع آب زیرزمینی، تصمیمات کاربری زمین و نحوه برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب خصوصاً بهره برداری و حفاظت کیفی آب زیرزمینی بسیار مفید و پراهمیت می‌باشد [۷ و ۸]. مفهوم آسیب‌پذیری برای اولین بار در اواخر سال ۱۹۶۰ میلادی در فرانسه برای آگاهی بخشی در مورد آلودگی آب زیرزمینی ارائه شده است. آسیب‌پذیری را می‌توان به عنوان امکان نفوذ و پخش آلاینده‌ها از سطح زمین به سیستم آب زیرزمینی تعریف کرد. این روش کمک موثری به مدیریت آب‌های زیرزمینی می‌کند همچنین مناطق آسیب‌پذیر یا حساس نسبت به آلودگی مشخص می‌شوند [۴].

مدل دراستیک^۲ یکی از مدل‌هایی است که بیشترین کاربرد را در ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان دارد [۹]. سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (USEPA)، با همکاری انجمن ملی آب زیرزمینی، این مدل را برای ارزیابی پتانسیل آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از آلاینده‌های انتشاری طراحی کرده است. تا کنون تحقیقات زیادی در زمینه مدل دراستیک در داخل و خارج کشور انجام شده است. از دلایل آن می‌توان به این موارد اشاره نمود: این روش نسبتاً ارزان می‌باشد، به راحتی در سامانه اطلاعات جغرافیایی قابل اجرا می‌باشد، همچنین نتایج این مدل به راحتی تفسیر شده و می‌تواند با فرآیندهای تصمیم‌گیری ترکیب گردد [۱۰ و ۶].

مطالعات زیادی در زمینه ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان در مناطق مختلف انجام شده است. [۱] در گیلان، [۲] در دشت جوبین، [۴] در مسجد سلیمان، [۵] در بجنورد، [۶] در ملایر، [۸] در شهرکرد، [۱۰] در اندیمشک، [۱۱] در گچساران، [۱۲] در کاشان، [۱۳] در هند، [۱۴] در مصر، [۱۵] در مغولستان و همچنین [۱۶] در مراکش، همگی با استفاده از روش دراستیک به بررسی ارزیابی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی پرداختند.

بر اساس مطالب ذکر شده در کشورهای خشک و نیمه خشکی مانند ایران، حفاظت و نگهداری از منابع آب زیرزمینی در برابر آلودگی برای برنامه‌ریزی، مدیریت و آمایش سرزمین امری ضروری و مهم تلقی می‌شود. با توجه به افزایش روز افزون جمعیت در استان تهران، به طوری که بر اساس [۱۷] این استان ۱۷/۵٪ از جمعیت کل کشور را به خود اختصاص داده است، در راستای تأمین نیازهای آبی این جمعیت در زمینه‌های مختلف که بر اساس [۱۸] ۵۸٪ از آب استان تهران از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود، ارزیابی آسیب‌پذیری آبهای زیرزمینی استان تهران برای مدیریت معقول این منابع دارای اهمیت است. به همین دلیل هدف از این مطالعه تهیه نقشه‌های مناطق حساس و مستعد نسبت به بروز آلودگی آبهای زیرزمینی در استان تهران با استفاده از روش دراستیک می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه

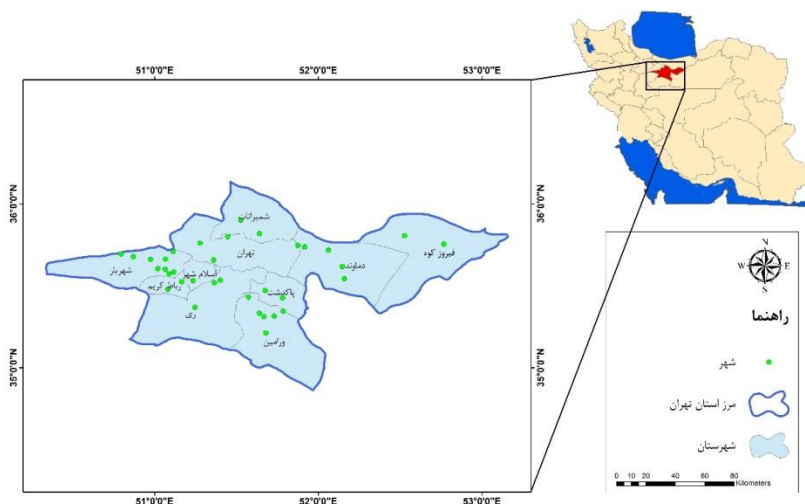
استان تهران با وسعتی حدود ۱۲/۹۸۱ کیلومتر مربع و در محدوده جغرافیایی ۵۰ الی ۵۳ درجه طول شرقی و ۳۴ الی ۳۶/۵ درجه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). این استان با بارش متوسط سالانه ۲۵۰ میلیمتر از شمال به استان مازندران، از شرق به استان سمنان، از

¹Vulnerability

² DRASTIC



جنوب به استانهای قم و مرکزی و از غرب به استان قزوین محدود می‌شود. در این مطالعه کل آبخوان های استان تهران مورد مطالعه قرار گرفت.



شکل ۱: موقعیت منطقه مطالعاتی

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ارزیابی آسیب‌پذیری با استفاده از مدل دراستیک که مخفف پارامترهایی است که در سیستم هیدروژئولوژیکی کنترل کننده آلودگی آب زیرزمینی می‌باشد، برای استان تهران انجام گرفت. این پارامترها شامل عمق آب زیرزمینی (D)، تغذیه خالص (R)، مواد تشکیل‌دهنده آبخوان (A)، محیط خاک (S)، توپوگرافی (T)، اثر منطقه غیر اشباع (I) و هدایت هیدرولیکی آبخوان (C) می‌باشد [۹]. در این روش به هر پارامتر امتیاز ۰ تا ۱۰ داده می‌شود (جدول ۱) و محدوده‌های عددی موثر در حوزه مورد نظر، بر اساس اثر آنها بر یتانسسل آلودگی تعیین می‌شود. سپس بر اساس وزن‌های اصلی روش دراستیک برای هر کدام از هفت فاکتور، وزنی بین ۱ تا ۵ (بسته به درجه اهمیت آن فاکتور در آسیب‌پذیری آب زیرزمینی) اعمال می‌شود (جدول ۲). سپس نواحی آسیب‌پذیر آبخوان مشخص می‌شوند. نمودار (۱) فرآیند کلی این تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول ۱: امتیاز بندی پارامترهای مدل دراستیک در ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان

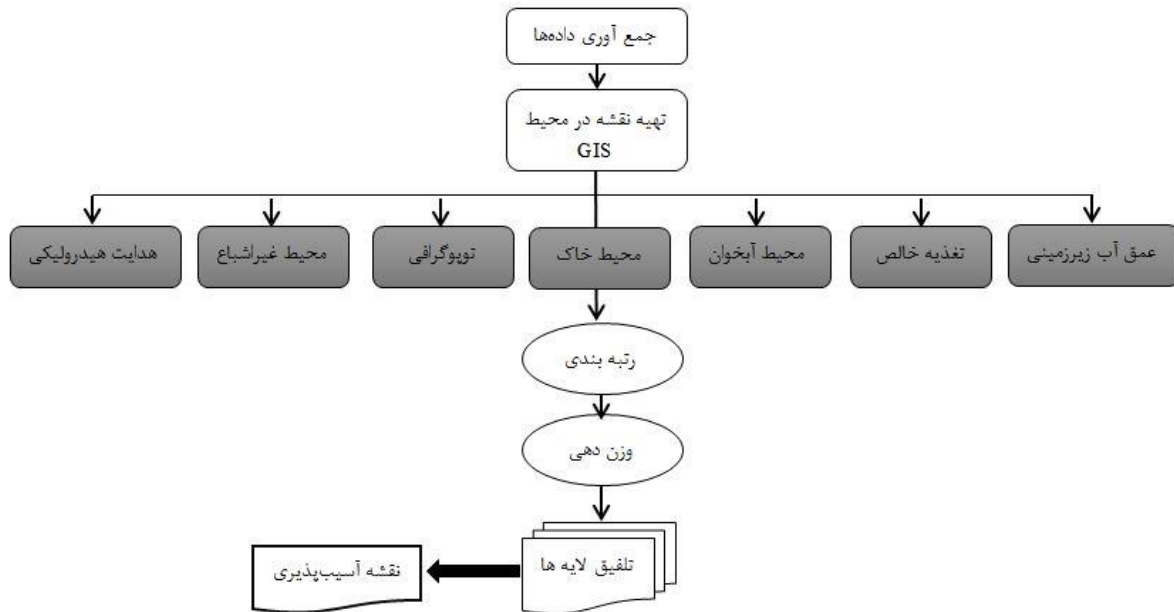
وزن	پارامتر	وزن	پارامتر	وزن	پارامتر
	تغذیه خالص (mm/year)		شیب توپوگرافی		عمق سطح ایستابی
۱	۵-۲	۱۰	۰-۲	۷	۱۰-۱۵
۳	۷-۵	۹	۲-۶	۵	۱۵-۲۰
۵	۹-۷	۵	۶-۱۲	۳	۲۰-۲۵
۷	۱۱-۹	۳	۱۲-۱۸	۲	۲۵-۳۰
۹	۱۳-۱۱	۱	>۱۸		
	منطقه غیر اشباع		محیط آبخوان		محیط خاک
۳	سیلت و رس	۳	ماسه سنگ متناوب با شیل و	۱۰	سنگ و صخره
۵	رس با تناوبی از شیل	۷	رس	۹	شن
۷	ماسه و رس	۹	شن و ماسه	۸	شنی لومی



۹	دولومیت و سنگ های آهکی دولومیتی	دولومیت و آهک	۷	شنی رسی لومی
			۶	رسی لومی
			۵	سیلنتی لوم
			۴	لومی ماسه ای
			۳	رسی
			۲	لومی
			هدایت هیدرولیکی	
			۱	۰,۴-۴
			۲	۴-۱۲
			۴	۱۲-۲۸
			۶	۲۸-۴۰
			۸	۴۰-۸۰

جدول ۲: وزن های نسبت داده شده به پارامترهای هفت گانه در روش دراستیک

وزن های اصلی دراستیک	عوامل دراستیک	
۵	عمق آب زیرزمینی	D
۴	تغذیه خالص	R
۳	محیط آبخوان	A
۲	محیط خاک	S
۱	توپوگرافی	T
۵	اثر منطقه غیر اشباع	I
۳	هدایت هیدرولیکی	C



نمودار ۱: فرآیند کلی تحقیق

عمق آب زیرزمینی^۳

عمق سطح ایستابی با فاصله‌ای که مواد آلاینده طی می‌کند تا به سفره برسد مرتبط است. هرچه عمق سطح ایستابی بیشتر باشد زمان بیشتری طول می‌کشد تا مواد آلاینده به سفره آب زیرزمینی برسند [۴]. برای تهیه لایه عمق آب زیرزمینی از نقشه هم عمق آب‌های زیرزمینی استفاده شد. این نقشه از درون‌یابی اطلاعات چاه‌های پیژومتریک بدست آمد. سپس بر اساس جدول ۱ امتیاز بندی گردید.

تغذیه خالص^۴

تغذیه آب زیرزمینی موجب می‌شود تا مواد آلاینده به صورت عمودی انتقال یافته، به سطح ایستابی رسیده و به صورت افقی در آبخوان حرکت کند [۴]. در مدل دراستیک فرض بر این است که عمده‌ترین منبع تغذیه ریزش‌های جوی می‌باشد. در این مقاله به منظور بررسی شبکه تغذیه از روش زیر استفاده شده است، سپس بر اساس جدول ۱ امتیاز بندی گردید.

$$\text{مقدار تغذیه} = \text{درصد شیب} + \text{مقدار بارندگی} + \text{نفوذ پذیری خاک}$$

جدول ۳: رتبه بندی تغذیه خالص

تغذیه		نفوذ پذیری خاک		بارندگی		شیب توپوگرافی	
رتبه	محدوده	رتبه	محدوده	رتبه	محدوده (mm)	رتبه	محدوده %
۴	< ۲	۵	بالا	۴	> ۸۵۰	۴	< ۲
۳	۲-۱۰	۴	نسبتا بالا	۳	۷۰۰-۸۵۰	۳	۲-۱۰
۲	۱۰-۳۳	۳	متوسط	۲	۵۰۰-۷۰۰	۲	۱۰-۳۳
۱	> ۳۳	۲	کم	۱	< ۵۰۰	۱	> ۳۳
۱	۳-۵	۱	خیلی کم	۱			

محیط آبخوان^۵

³ Depth to Water

⁴ Recharge

⁵ Aquifer



محیط آبخوان بیانگر ویژگی میرایی مواد تشکیل دهنده آبخوان است. این ویژگی خود نشان دهنده ی میزان پویایی و تحرک آلودگی، در میان اجزای آبخوان است. اساس تئوری این لایه بر تحکیم (سخت شدگی) و عدم تحکیم استوار است. سیستم حاکم بر آب زیرزمینی سفره از محیط سفره تاثیر می پذیرد، یعنی مدل حرکت جریان آب به صورت کانالی (سفره های کارستی) و یا انتشاری (سفره های دانه ریز) می باشد [۴]. به منظور تهیه این لایه از اطلاعات لاگ حفاری چاه های مشاهده ای و اکتشافی استفاده شد و سپس بر اساس جدول ۱ امتیاز بندی گردید.

محیط خاک^۶

محیط خاک تاثیر مهمی در چگونگی نفوذ آب، و حرکت آلاینده دارد. مواد ریز بافت مانند سیلت و رس، نفوذ پذیری خاک را کاهش می دهد و شن نفوذ پذیری خاک را افزایش می دهد [۴]. برای تهیه نقشه خاک از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و گزارشات نیمه تفضیلی خاکشناسی دشت تهران استفاده شده است. سپس بر اساس جدول ۱ امتیاز بندی گردید.

شیب توپوگرافی^۷

توپوگرافی حرکت آلوده کننده و نگهداری آن را بر سطح زمین در کنترل دارد. برای مثال شیب های کم موجب کندی حرکت آلوده کننده ها در سطح زمین شده و آلوده کننده ها شانس بیشتری برای نفوذ می یابند [۴]. در این مقاله نقشه شیب منطقه از DEM ۳۰ متر ماهواره Aster بدست آمد. در مدل دراستیک وزن فاکتور توپوگرافی نسبت به بقیه فاکتورها کمتر می باشد. سپس بر اساس جدول ۱ امتیاز بندی گردید.

اثر منطقه غیر اشباع^۸

این لایه مربوط به جنس خاک می باشد، که از زون خاک سطحی شروع و تا سطح ایستایی ادامه می یابد. و از نظر دارا بودن آب، غیر اشباع یا به صورت ناپیوسته اشباع می باشند. این لایه اهمیت زیادی در ارزیابی آسیب پذیری دارد [۴]. نحوه ی تهیه اطلاعات مربوط به منطقه غیر اشباع همانند محیط آبخوان است با این تفاوت که در این مورد دانه بندی و خصوصیات رسوبات ما بین سطح آب زیرزمینی و سطح زمین مورد توجه قرار می گیرد. پس از تهیه این لایه بر اساس جدول ۱ امتیاز بندی صورت گرفت.

هدایت هیدرولیکی^۹

سرعت حرکت و انتشار آلاینده در آبخوان توسط هدایت هیدرولیکی کنترل می شود. هرچه هدایت هیدرولیکی آبخوان بیشتر باشد، سرعت انتشار آلاینده بیشتر خواهد بود [۴]. برای تهیه نقشه هدایت هیدرولیکی از نتایج آزمون پمپاژ استان تهران استفاده شد. در مناطقی که آزمون پمپاژ انجام نشده بود بر اساس مقادیر نمونه و ساختارهای مشابه، نوع و بافت رسوبات تشکیل دهنده آبخوان هدایت هیدرولیکی تخمین زده شد. سپس بر اساس جدول ۱ امتیاز بندی گردید.

نتایج

عمق آب زیرزمینی

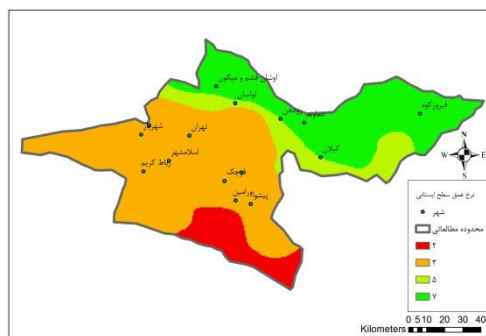
نتایج نشان داد عمق آب زیرزمینی در استان تهران بین ۱۰ متر در بخش های شمالی و شرقی و ۳۰ متر در بخش های جنوبی و خروجی دشت ورامین متغیر می باشد. همچنین بر اساس شکل (۲) بالاترین عمق مربوط به بخش های شمالی با رتبه ۷ و پایین ترین عمق مربوط به بخش های جنوبی استان با رتبه ۲ می باشد.

⁶ Soil Media

⁷ Topography

⁸ Impact of the Vadose Zone Media

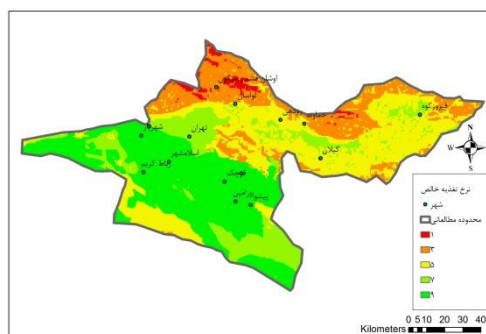
⁹ Hydraulic Conductivity



شکل ۲: نقشه عمق سطح آب

تغذیه خالص

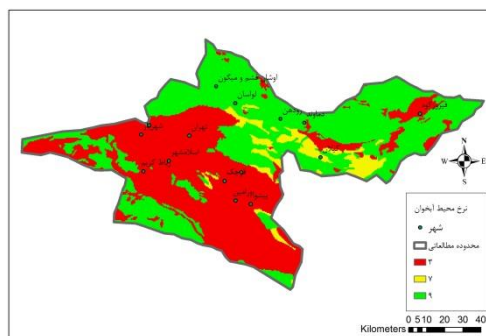
بر اساس شکل (۳) و جدول (۱) کمترین نرخ تغذیه مربوط به مناطق شمالی استان با رتبه ۱ است. این مناطق دارای تغذیه خالص ۲ تا ۵ میلی‌متر در سال می‌باشند. همچنین بیشترین میزان نرخ تغذیه خالص در بخش‌های مرکزی، جنوب و جنوب شرقی استان تهران با رتبه ۹ می‌باشد که این مناطق دارای تغذیه خالص ۱۱ تا ۱۳ میلی‌متر در سال است. بیشترین مساحت استان را از نظر این فاکتور رتبه ۹ و ۷ تشکیل می‌دهند.



شکل ۳: نقشه تغذیه خالص استان تهران

محیط آبخوان

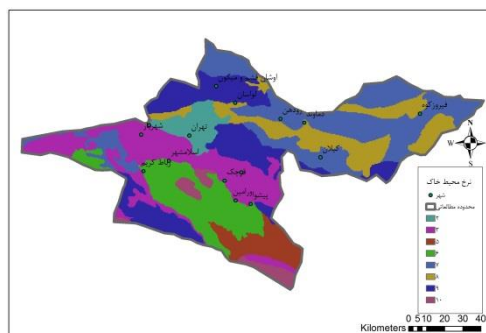
با توجه به جنس سازندهای زمین‌شناسی منطقه مطالعاتی، محیط آبخوان استان تهران به سه کلاس، طبقه‌بندی شد (شکل ۴). مناطق شمالی استان تهران بر اساس جدول (۱) دارای رتبه ۹ به دلیل وجود سازندهای دولومیتی و آهکی هستند که نشان‌دهنده میرایی و پویایی بیشتر در این مناطق است. همچنین مناطق جنوبی استان با سازندهای شیل و رس رتبه ۳ را به خود اختصاص داده است. کمترین مساحت استان را از نظر محیط آبخوان سازندهای شن و ماسه تشکیل می‌دهد.



شکل ۴: نقشه محیط آبخوان استان تهران

محیط خاک

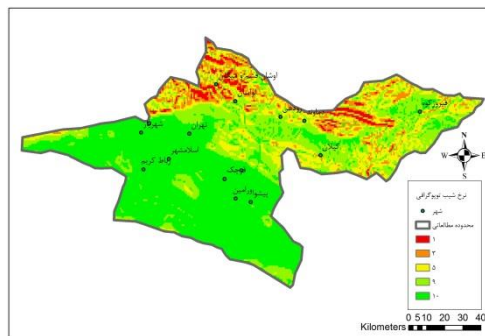
محیط خاک منطقه مطالعاتی به ۸ کلاس، طبقه‌بندی شد (شکل ۵). طبق نتایج حاصل از نقشه محیط خاک بخش‌های شمالی و شمال شرقی استان تهران دارای بافت خاک با نفوذپذیری بالاتر می‌باشد و بخش‌های مرکزی و جنوبی دارای بافت سنگین‌تر و نفوذپذیری کمتری نسبت به دیگر مناطق می‌باشند. وجود ذرات رس و سیلت در بخش‌های مرکزی و جنوبی باعث ایجاد بافت سنگین در خاک می‌شود و این موضوع باعث کاهش نفوذ آلودگی به منابع آب زیرزمینی می‌شود.



شکل ۵: نقشه محیط خاک استان تهران

توپوگرافی

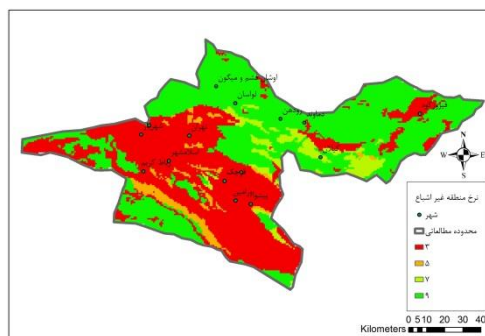
بر اساس شکل (۶) شیب منطقه مطالعاتی در بخش‌های شمالی بیش از ۱۸٪ می‌باشد. بخش‌های جنوبی استان با شیب صفر تا ۲٪ بیشترین مساحت منطقه را شامل می‌شود.



شکل ۶: نقشه شیب استان تهران

محیط غیر اشباع

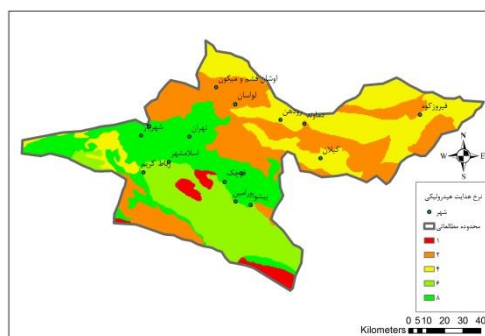
طبق شکل (۷) محیط غیر اشباع استان تهران به ۴ کلاس طبقه بندی شده است. که بخش‌های شمال و شرق استان دارای رسوبات درشت‌تر و رتبه ۹ در جدول (۱) و بخش‌های جنوبی و غربی استان دارای رتبه ۳ و رسوبات ریزتر می‌باشند. بر این اساس هرچه به سمت جنوب و غرب می‌رویم میزان جذب آلاینده‌ها کمتر می‌شود



شکل ۷: نقشه محیط غیر اشباع

هدایت هیدرولیکی

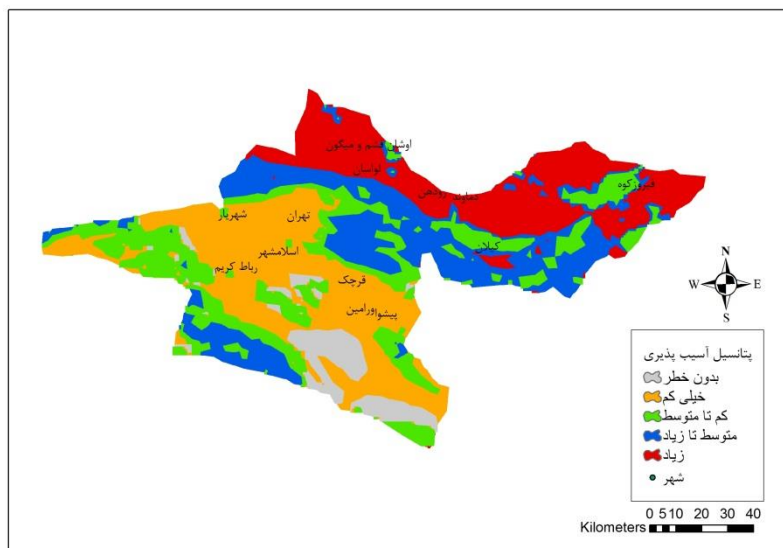
بر اساس شکل (۸) فاکتور هدایت هیدرولیکی در استان تهران از مناطق جنوبی به سمت شمالی کاهش می‌یابد.



شکل ۸: نقشه هدایت هیدرولیکی



شکل (۹) پتانسیل آسیب‌پذیری استان تهران را بر اساس روش دراستیک نشان می‌دهد. بر این اساس پتانسیل آسیب‌پذیری منابع آب زیرزمینی به ۵ طبقه از کلاس زیاد تا کلاس بدون خطر طبقه‌بندی گردید.



شکل ۹: نقشه پتانسیل آسیب‌پذیری منابع آب زیرزمینی استان تهران به روش دراستیک

طبق جدول ۴ پهنه‌بندی تولید شده از شاخص آسیب‌پذیری آبهای زیرزمینی منطقه مطالعاتی بین بازه ۷۰ در کمترین آسیب‌پذیری و ۱۷۸، با بیشترین آسیب‌پذیری می‌باشد. بر این اساس ۳۳ درصد استان که شامل بخش‌های جنوب و جنوب غربی می‌باشد دارای آسیب‌پذیری بدون خطر و کم خطر است. همچنین مناطق دارای آسیب‌پذیری کم تا متوسط ۲۲ درصد از کل محدوده مطالعاتی را پوشش داده اند، و مناطق شمال و شمال شرقی استان دارای بیشترین میزان آسیب‌پذیری با ۴۵ درصد مساحت منطقه می‌باشند.

جدول ۴: میزان مساحت آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی استان تهران

میزان آسیب‌پذیری	رتبه	درصد مساحت	محدوده	مساحت (km ²)
بدون خطر	۰	۶	<۷۹	۸۳۵
خیلی کم	۱	۲۷	۸۰-۹۹	۳۶۴۰
کم تا متوسط	۲	۲۲	۱۰۰-۱۱۹	۳۰۴۰
متوسط تا زیاد	۳	۲۳	۱۲۰-۱۳۹	۳۰۸۲
زیاد	۴	۲۲	>۱۳۹	۲۹۸۰

نتیجه‌گیری

تهیه نقشه مناطق آسیب‌پذیر یا حساس نسبت به آلودگی با کمک روش‌های نوین، کمک موثری به مدیریت و حفاظت آبهای زیرزمینی می‌کند [۱۲]. نتایج این پژوهش گویای این است که در بخش‌های شمالی استان به دلیل درشت‌دانه بودن رسوبات در ناحیه اشباع و غیر-اشباع به احتمال بیشتر، موجب افزایش آسیب‌پذیری این مناطق در شمال و شرق استان تهران شده است، در صورتی که مناطق جنوب و جنوب غربی استان تهران به دلیل ریز دانه بودن رسوبات قابلیت نفوذ به لایه‌های زیرین آبخوان کاهش می‌یابد و همچنین عامل عمق



سطح ایستایی در مناطق جنوبی استان بیشتر از سایر مناطق می‌باشد در نتیجه میزان نفوذ نزولات جوی و جریانات سطحی نسبت به سایر مناطق استان کمتر بوده است. نتایج این پژوهش نشان داد در منطقه ورامین قسمت‌های مرکزی شهرستان، دارای پتانسیل آسیب پذیری بدون خطر یا خیلی کم و قسمت‌های جنوبی و شرقی دارای پتانسیل کم- متوسط و متوسط- زیاد می‌باشد که این نتایج با مطالعات [۱۹] مطابقت دارد.

پیشنهاد می‌گردد با توجه به تأثیر زیانبار آلودگی بر کیفیت آبهای زیرزمینی، به منظور حفاظت از منابع آبی، در مناطقی که پتانسیل آسیب‌پذیری بالا می‌باشد (شمال و شمال شرقی) از فعالیتهای صنعتی و کشاورزی جلوگیری شود و همچنین برای بهره‌وری بهینه از منابع آب، پیش‌گیری و کنترل آلودگی در هر منطقه باید اقدامات مدیریتی مناسبی صورت پذیرد. همچنین ارزیابی مناطق آسیب‌پذیر آبخوان می‌تواند به عنوان یک راهبرد کلیدی در نهادهای زیربسط مورد استفاده قرار گیرد و به حفاظت و مدیریت این منابع آبی کمک شایانی کند.

مراجع

- [۱]. نوایان، م.، یوسفی، ث.، اسمعیلی ورکی، م.، قدسی، م.، فاتحی، ع.، ۱۳۹۲. "تعیین بهترین شاخص ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی استان گیلان". اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی، خوراسگان.
- [۲]. خدائی، ک.، شمسواری، ا.ع. و اعتباری، ب. ۱۳۸۵. "ارزیابی آسیب پذیری آبخوان دشت جوبین به روش های GODS و DRASTIC". زمین شناسی/ایران، سال دوم، شماره چهارم، ص ۷۳-۸۷.
- [۳]. گرگانی، ش.، بافکار، ع. و فاطمی، س.ا. ۱۳۹۵. "ارزیابی پتانسیل آلودگی آب های زیرزمینی با شاخص دراستیک (مطالعه موردی: دشت ماهیدشت کرمانشاه)". فصلنامه علمی پژوهشی/امن علمی بهداشت محیط ایران، شماره چهارم، ص ۵۲۷-۵۳۶.
- [۴]. ناصری، ح. و صارمی نژاد، ف.، ۱۳۹۰. "مقایسه ارزیابی آسیب پذیری آبخوان به روش های DRASTIC و منطق فازی مطالعه موردی (دشت گل گیر منطقه مسجد سلیمان)". فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال ۴، شماره ۱۱. ص ۱۷-۳۴
- [۵]. بوستانی، علی، المدرسی، س.ع.، میرحسینی، س.ا.، آغ قلعه، و شجاع، ز. ۱۳۹۳. "بررسی کیفی و آسیب پذیری منابع آب زیر زمینی با استفاده از مدل دراستیک در محیط GIS (مطالعه موردی: دشت بجنورد)". اولین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته فضایی در آمایش سرزمین. یزد.
- [۶]. معروفی، ص.، سلیمانی، س.، قبادی، م.ح.، رحیمی، ق. و معروفی، ح. ۱۳۹۱. "ارزیابی آسیب پذیری آبخوان دشت ملایر با استفاده از مدل‌های DRASTIC، SI و SINTICS". مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۱۹، شماره سوم، ص ۱۴۱-۱۶۶
- [۷]. حسینی، م.، صدقی، ح. و غلامی، و. ۱۳۹۱. "بررسی پتانسیل آلودگی منابع آب زیرزمینی با بکارگیری مدل دراستیک و سیستم اطلاعات جغرافیایی در آبخوان دشت هراز منطقه امل استان مازندران". همایش ملی علوم مهندسی آب و فاضلاب
- [۸]. میرزایی، س.، نادری، م.، بیگی، ح.، محمدی، ج. ۱۳۹۱. "ارزیابی آسیب پذیری آبخوان دشت شهرکرد با استفاده از مدل DRASTIC". مجله پژوهش آب/ایران، سال ششم، شماره یازدهم، ص ۱۴۳-۱۵۱.
- [9]. 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. pp 19-25. U.S.Environmental Protection Agency. Ada. Oklahom.
- [۱۰]. آصفی، م.، رادمنش، ف.، و زارعی، ح. ۱۳۹۳. "بهینه سازی مدل دراستیک در ارزیابی آسیب پذیری منابع آب زیرزمینی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: دشت اندیمشک)". علوم و مهندسی آبیاری مجله علمی کشاورزی، جلد ۳۷، شماره ۱، ص ۵۵-۶۷.
- [۱۱]. عزیز، ف. و محمدزاده، ح. ۱۳۹۱. "پهنه بندی آسیب پذیری و ارزیابی تغییرات مکانی کیفیت آبخوان دشت امامزاده جعفر گچساران با استفاده از DRASTIC و شاخص کیفی GWQI". مجله مهندسی منابع آب، سال ۵، ص ۱-۲۶
- [۱۲]. صمدی، ج. ۱۳۹۲. "آسیب پذیری آب زیرزمینی آبخوان کاشان به آلودگی نترات با استفاده از روش های آماری و تحلیل حساسیت". فصلنامه زمین شناسی ایران، سال نهم، شماره سی و پنجم، ص ۱۵-۲۷
- [13]. Rahman, A., 2008. "A GIS based DRASTIC model for assessing groundwater vulnerability in shallow aquifer in Aligarh", India. *Applied geography*, 28(1), pp.32-53.



- [14]. Ahmed, A.A., 2009. "Using generic and pesticide DRASTIC GIS-based models for vulnerability assessment of the Quaternary aquifer at Sohag, Egypt". *Hydrogeology Journal*, 17(5), pp.1203-1217.
- [15]. Zhang, Y.L., Chen, Z.Y., Cao, W.G., Li, Z.H., Wang, W.Z., Wang, L.J., Yu, J. and Liu, J., 2012. "The Application of DRASTIC and Isotope Method to the Evaluation of Groundwater Vulnerability in Hohhot, Inner Mongolia". *Diqiu Xuebao(Acta Geoscientica Sinica)*, 33(5), pp.819-825.
- [16]. Elfarrak, H., Hakdaoui, M. and Fikri, A., 2014. "Development of Vulnerability through the DRASTIC Method and Geographic Information System (GIS)(Case Groundwater of Berrchid)", Morocco. *Journal of Geographic Information System*,

[۱۷]. ارتقایی، خ. ۱۳۹۴. کد خبر: ۲۸۱۵۵، ۲۸۱۵۵/58، zistboom.com/fa/news/28155/58

[۱۸]. مرکز ملی آمار ایران، ۱۳۹۲

- [۱۹]. رنگزن، ک.، ضیائی، پ.، میرزایی، ل.، علیجانی، ف. ۱۳۸۷. "پهنه بندی آسیب پذیری آبخوان دشت ورامین با استفاده از DRASTIC و ارزیابی تجربی اثر منطقه غیر اشباع در محیط GIS". *فصلنامه زمین شناسی*، سال دوم، شماره ششم، ص ۲۱-۳۲

Underground Water Vulnerability Assessment of Tehran Using DRASTIC Method

Mohammadreza Ahmadi¹, Farzaneh Kermani^{2*}

¹ MSc. Student of Assessment and land use planning, Collage of Environment, Iran
Mohammad.rahmadi@yahoo.com

^{2*} MSc. Student of Assessment and land use planning, Collage of Environment, Iran
Kermani.farzane@gmail.com

Abstract

Underground water is one of the largest fresh water resources of on the earth. Any major pollutant source, which finds its way to underground water resources, will reduce the underground water quality. Removing the underground water's pollutants is expensive and it has a complicated process and even this pollution is determined when it's too late to eliminate. Therefore, prevent the underground water to be polluted is essential in underground water management. The goal of this study is to represent those areas where it's apt to get polluted in Tehran using the DRASTIC method. Based on DRASTIC method, depth to water map, aquifer map, slope map, recharge map, soil media map, Impact of the vadose zone media and hydraulic conductivity map are compiled and designed for Tehran using Arc map software. As consequences, this study showed that 33% of Tehran, including some part of south and southwest, is safe or is at low risk. Similarly, low-risk areas are consisting of 22% of Tehran. Finally, north and northeast of Tehran have got the most vulnerability by 45% of this area. It's highly recommended to scheme for proper management enforcement in those areas which are at high risk of vulnerability

Keywords: Underground water pollution, Aquifer Vulnerability Assessment, DRASTIC, Tehran Province