ارزیابی اثرات نواحی صنعتی بر کیفیت منابع آب زیرزمینی با استفاده از مدل DRASTIC

فاطمه رجائی[1*]

۱- استادیار گروه علوم محیط‌زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان

*ایمیل نویسنده مسئول: rajaei_fatemeh@znu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۴

چکیده

در گذشته مکان‌یابی مناطق صنعتی بدون دیدگاه آمایش سرزمین و توجه به پارامترهای زیست‌محیطی به‌ویژه رعایت حریم مناسب از منابع آب زیرزمینی صورت پذیرفته است. بنابراین، در این مطالعه از مدل DRASTIC جهت بررسی آسیب‌پذیری آبخوان واقع‌شده در محدوده شهرک صنعتی علویجه و ارائه تمهیدات استفاده گردید. ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان با استفاده از ۷ پارامتر مؤثر بر انتقال آلاینده‌ها شامل عمق آب زیرزمینی، تغذیه خالص، محیط آبخوان، محیط خاک، توپوگرافی، تأثیر محیط غیراشباع و هدایت هیدرولیکی آبخوان در مدل DRASTIC انجام گرفت. نقشه‌های موضوعی پارامترهای موردنیاز پس از تشکیل بانک اطلاعات به کمک داده‌های مکانی، کمی و کیفی مربوط در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه و تلفیق شدند. در محدوده مورد مطالعه آسیب‌پذیری آبخوان به ۲ محدوده آسیب‌پذیری کم و متوسط قرار دارد. نواحی غربی شهرک صنعتی به دلیل رتبه بالاتر تغذیه آبخوان و محیط خاک از پتانسیل آسیب‌پذیری بالاتری نسبت به بخش شرقی برخوردار است. در انتها تمهیدات لازم جهت کاهش احتمال انتقال آلاینده‌ها به آبخوان از جمله ممانعت از توسعه و ایجاد نواحی صنعتی جدید روی آبخوان، بازچرخانی و کمینه‌سازی پساب‌های صنعتی در فرایند تولید ، سرمایه‌گذاری در ایجاد تصفیه‌خانه و استحصال پساب شهر علویجه جهت استفاده در صنعت، الزام اتصال تمامی واحدهای صنعتی به سیستم تصفیه‌خانه، برنامه پایش و اندازه‌گیری و غیره پیشنهاد گردید.

کلمات کلیدی: ‘‘آسیب‌پذیری آبخوان’’، ‘‘مدل درستیک’’، ‘‘کاربری اراضی’’، ‘‘شهرک صنعتی علویجه’’

۱- مقدمه

امروزه واحدهای صنعتی به‌صورت مجتمع‌ها و شهرک‌های صنعتی درآمده و به سرعت در حال گسترش هست. در اکثر این مناطق مطالعات جامع و مناسب از دیدگاه آمایش سرزمین برای مکان‌یابی احداث شهرک‌های صنعتی صورت نگرفته است و بنابراین پارامترهای زیست‌محیطی مانند فاصله مناسب از آبخوان یا سایر منابع آب مانند چاه، چشمه و قنات و رعایت حریم مناسب بررسی نشده است. همچنین اکثراً فاضلاب‌های شهرک‌های صنعتی بدون آن‌که عملیات تصفیه روی آن‌ها صورت گیرد مستقیماً توسط چاه‌های جاذب به داخل زمین تزریق و به تبع آلودگی منابع آب زیرزمینی را به همراه خواهد داشت. هنگامی‌که آبخوان آلوده می‌شود به دلیل ظرفیت بالا، زمان ماندگاری طولانی و عدم دسترسی فیزیکی، آلودگی ماندگار می‌شود. از طرفی رفع آلودگی فرایندی پیچیده و برگشت‌ناپذیر است و زمان، هزینه‌های لازم و تلاش جهت بهبود کیفیت آب زیرزمینی را محدود می‌سازد. لذا اطلاع از وضعیت آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی یکی از اصول مهم در مدیریت منابع آب‌های زیرزمینی هست. آسیب‌پذیری احتمال آلودگی آب‌های زیرزمینی یک مفهوم کیفی است و قابل‌اندازه‌گیری نیست و باید از اطلاعات دیگری که قابل‌اندازه‌گیری هستند نتیجه‌گیری شود. روش‌های مختلفی برای آسیب‌پذیری آب زیرزمینی ارائه‌شده است که می‌توان به روش‌های پردازشی، همپوشانی و آماری اشاره کرد. روش‌های پردازشی از مدل‌های شبیه‌سازی برای تخمین حرکت آلاینده استفاده می‌کنند. روش‌های آماری از روابط همبستگی بین متغیرهای مکانی و میزان آلاینده‌های موجود در آب زیرزمینی استفاده می‌کنند و همچنین روش‌های همپوشانی پارامترهای کنترل‌کننده حرکت آلاینده‌ها از سطح زمین به منطقه سیرشده را تلفیق کرده و شاخصی به نام شاخص آسیب‌پذیری را در نقاط مختلف یک منطقه تعیین می‌کنند.

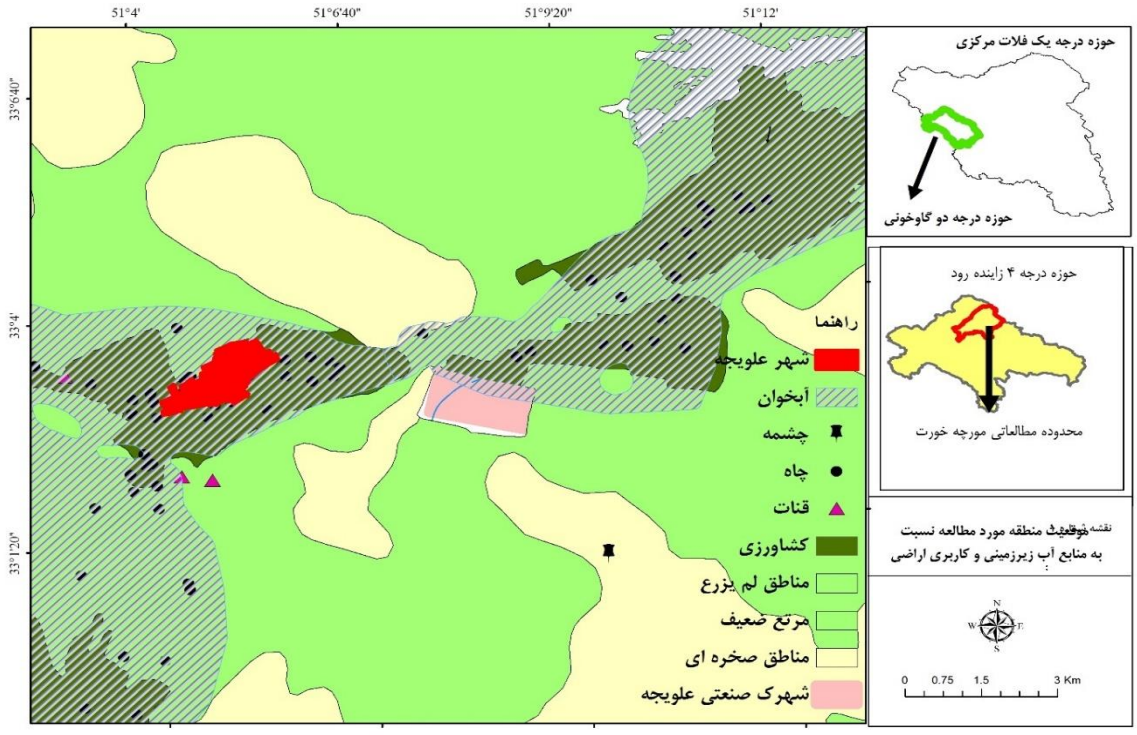
یکی از پراستفاده‌ترین و شناخته‌شده‌ترین روش‌های شاخص همپوشانی مدل DRASTIC هست (روحی و همکاران، ۱۳۹۶).Guler و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی جهت ارزیابی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی ناحیه ساحلی مدیترانه‌ای مرسین ترکیه، تحت کاربری‌های نامناسب، با استفاده از ضریب همبستگی پیرسونی مشخص کردند که همبستگی معنی‌داری بین غلظت نیترات و فاصله از نوع کاربری زمین‌های باغ مرکبات، مزارع، مجتمع‌های صنعتی و ساختمان‌های مسکونی وجود دارد. در مطالعه دیگر، Baier و همکاران (۲۰۱۴) تأثیرات آسیب‌پذیری و نوع کاربری اراضی بر آلودگی آب‌های زیرزمینی گوانجوی چین را با استفاده از نقشه‌های خطرپذیری و نیز براساس وزن دهی و رتبه‌بندی نوع کاربری‌ها و میزان خطرات انواع فعالیت‌های انسانی بررسی نمودند. نتایج نشان داد که صنایع شیمیایی، فعالیت‌های کشاورزی و نواحی مسکونی و تفریحی بدون سیستم شبکه آب و فاضلاب خطرپذیری بالایی دارند. در تحقیق دیگر، Koh و همکاران (۲۰۱۷) اثرات تغییرات کاربری زمین و اقدامات مدیریت آب زیرزمینی بر غلظت‌های نیترات و کلر آب‌های زیرزمینی در مقیاس مکانی-زمانی جزیره ججو کره جنوبی را مورد ارزیابی قراردادند. روند زمانی از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۲ در غلظت نیترات و کلر در بیش از ۳۹۰۰ حلقه چاه با استفاده از آزمون من-کندال و تجزیه‌وتحلیل شیب سن برآورد و با کاربری زمین مقایسه شد. نتایج نشان می‌دهد که روند صعودی نیترات با گسترش زمین‌های کشاورزی همراه است. هم‌چنین Jia، و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر کاربری اراضی شهری بر توزیع فضایی آلودگی آب‌های زیرزمینی شهر هاربین در شمال شرقی چین را بررسی نمودند. نتایج تحلیل من کندال نشان می‌دهد که شاخص‌های آلودگی آب‌های زیرزمینی همبستگی خوبی با کاربری اراضی دارند. از سوی دیگر، Asfaw و همکاران (۲۰۲۰) به

مدل‌سازی آسیب‌پذیری آبخوان حوضه‌ای در اتیوپی با استفاده از مدل اصلاح‌شده DRASTIC پرداختند. نتایج تحلیل آسیب‌پذیری نشان می‌دهد که بیش از ۸۵ درصد از آب‌های زیرزمینی حوزه مورد مطالعه در معرض آسیب‌پذیری متوسط تا زیاد قرار دارند. سفره‌های زیرزمینی بسیار آسیب‌پذیر در برابر آلودگی (۵/۷۴ درصد) عمدتاً در مناطق شهری یافت می‌شوند درحالی‌که اکثر سفره‌های زیرزمینی (۸۰/۳۴ درصد) که نسبتاً آسیب‌پذیر هستند، عمدتاً در زمین‌های زیر کشت یافت می‌شوند. در مطالعات صورت پذیرفته در داخل کشور ، صمدی (۱۳۹۴) به ارزیابی تأثیر کاربری اراضی و آسیب‌پذیری آبخوان کاشان بر آلودگی آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش DRASTIC و مدل تخریب پرداختند. نتایج نشان داد حدود ۱/۱ درصد از آبخوان در ناحیه شمال غرب، غرب و جنوب به دلیل وجود کاربری شهری، صنعتی و کشاورزی، میزان تغذیه بالا و وجود شن و مواد درشت‌دانه زیاد در منطقه غیراشباع، محیط خاک و محیط آبخوان دارای آسیب‌پذیری زیادی هست. همچنین کاربری‌های صنعتی، باغی، زارعی، شهری، زارعت دیم، بایر و مراتع به ترتیب با رتبه‌های ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۵/۵، ۲/۵، ۲ بیشترین تأثیر آلودگی نیترات با استفاده از مدل تخریب و خطرپذیری ذاتی ۰/۴۵ را بر آب‌های زیرزمینی بر اساس همبستگی جزئی و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ نشان دادند. ، از سوی دیگر، افتخاری و اکبری (۱۳۹۹) به ارزیابی و تحلیل پتانسیل آلودگی آبخوان دشت بیرجند با استفاده از مدل DRASTIC-LU پرداختند. نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مدل نشان داد که ۶۲، ۲۵،۱۰، ۰/۲ درصد از مساحت منطقه به ترتیب دارای آسیب‌پذیری کم تا متوسط، متوسط تا زیاد، کم و زیاد است. در تحقیقی دیگر سعادتی و همکاران (۱۳۹۹) به ارزیابی آسیب‌پذیری و پهنه بندی ریسک آب‌های زیرزمینی در دشت اردبیل پرداختند. ابتدا مدل‌سازی عددی برای تعیین مناطق گیرش چاه با استفاده از مدل MODFLOW و MODPATH صورت گرفت. نتایج نشان داد در بیشتر سطوح دشت، مقدار شاخص در محدوده طبقه حداقل بود. ولی مقادیر حداکثر این شاخص در مناطق پرجمعیت، حاشیه جاده‌ها و صنعتی بالا بود. در شهرستان نجف‌آباد به دلیل داشتن اقلیم خشک و نیمه‌خشک و تأمین بخش اعظم نیاز آبی از منابع آب زیرزمینی، توجه به آسیب‌پذیری منابع آب زیرزمینی اساسی هست. از طرف دیگر، در منطقه مورد مطالعه وجود کاربری‌هایی همچون شهر علویجه، شهرک صنعتی علویجه و کاربری کشاورزی بر روی آبخوان احتمال ورود آلودگی‌های منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای به محیط آبخوان و آسیب‌پذیری آن را افزایش می‌دهد. بنابراین در این تحقیق، آسیب‌پذیری آبخوان با استفاده از مدل درستیک بررسی گردید تا با اطلاع از وضعیت آن، تمهیدات لازم اخذ گردد.

۲- روش انجام تحقیق

• محدوده موردمطالعه

شهرک صنعتی علویجه در کیلومتر ۷۰ جاده اصفهان- علویجه واقع‌شده است و نزدیک‌ترین منطقه مسکونی به این گزینه، شهر علویجه در فاصله ۲ کیلومتری شرق آن هست (شکل ۱). شهرک صنعتی علویجه موجود با ۲۰۰ هکتار مساحت به خاطر قرار گرفتن در شهرستان نجف‌آباد کمک بسزایی در اقتصاد این شهرستان کرده است. از ۲۰۰ هکتار شهرک صنعتی علویجه ۱۵۸ هکتار دارای کاربری صنعتی است. از نظر اشتغال این شهرک صنعتی موجود موفق بوده است ۴۹۴۰ شغل ایجاد نماید و تا به امروز ۲۱۶ واحد به بهره‌برداری رسیده و پتانسیل بالایی در جذب سرمایه دارد. از دیدگاه محیط‌زیست فیزیکی، اقلیم منطقه مورد مطالعه جز مناطق خشک است. متوسط بارندگی ۱۵۳ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه ۱۶ سانتی‌گراد متغیر است. در محدوده مورد مطالعه، شبکه‌ای از خشکه رودهایی وجود دارد که در اغلب ماه‌های سال بدون آب هستند. همچنین موقعیت منطقه مورد مطالعه نسبت به منابع آب زیرزمینی در شکل شماره ۱ نشان داده‌شده است.



شکل ۱- موقعیت شهرک صنعتی علویجه نسبت به منابع آب زیرزمینی

- **روش DRASTIC**

مدل درستیک مدل رتبه‌بندی عددی آژانس حفاظت محیط‌زیست ایالات‌متحده امریکا و انجمن‌های چاه‌های آب امریکا برای ارزیابی نیروی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی است. این مدل از هفت مشخصه هیدرولوژیک قابل‌اندازه‌گیری و مؤثر در انتقال آلودگی به آب‌های زیرزمینی که شامل عمق آب زیرزمینی، تغذیه خالص، محیط آبخوان، محیط خاک، شیب، مواد تشکیل‌دهنده زون غیراشباع و هدایت الکتریکی تشکیل‌شده است. این لایه‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه می‌گردد (Rahman و همکاران، ۲۰۲۱). برای تعیین اهمیت نسبی هر کدام از لایه‌ها با توجه به اهمیت تأثیر در آلودگی سیستم آب‌های زیرزمینی یک وزن نسبی از ۱–۵ در نظر گرفته می‌شود. در این مدل به بازه‌های هر یک از مشخصه‌های هیدرولوژیک نیز یک رتبه براساس تأثیرپذیری آنها بر آسیب‌پذیری، اختصاص داده می‌شود (جدول ۱). در انتها هفت لایه تهیه‌شده روی‌هم گذاری می‌شوند و لایه نهایی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی حاصل می‌شود.

جدول ۱- وزن و رتبه‌های مربوط به پارمترهای مدل DRASTIC

هدایت هیدرولیکی آبخوان		توپوگرافی		تغذیه آبخوان	
رتبه‌بندی	طبقات (m/day)	رتبه‌بندی	طبقات (slop)	رتبه‌بندی	طبقات (m)
۱	۱,۳–۰,۰۱	۱۰	۲–۰	۱۰	0.1-1.5
۲	۳,۹–۱,۳	۹	۶–۲	۱	۵۰–۰
۴	۸,۶–۳,۹	۵	۱۲–۶	۳	۱۰۰–۵۰
۶	۱۳–۸,۶	۳	۱۸–۱۲	۶	۱۸۰–۱۰۰
۸	۲۴,۲–۱۳	۱	۱۸+	۸	۲۵۰–۱۸۰
۱۰	+۲۴,۲			۹	۲۵۰+

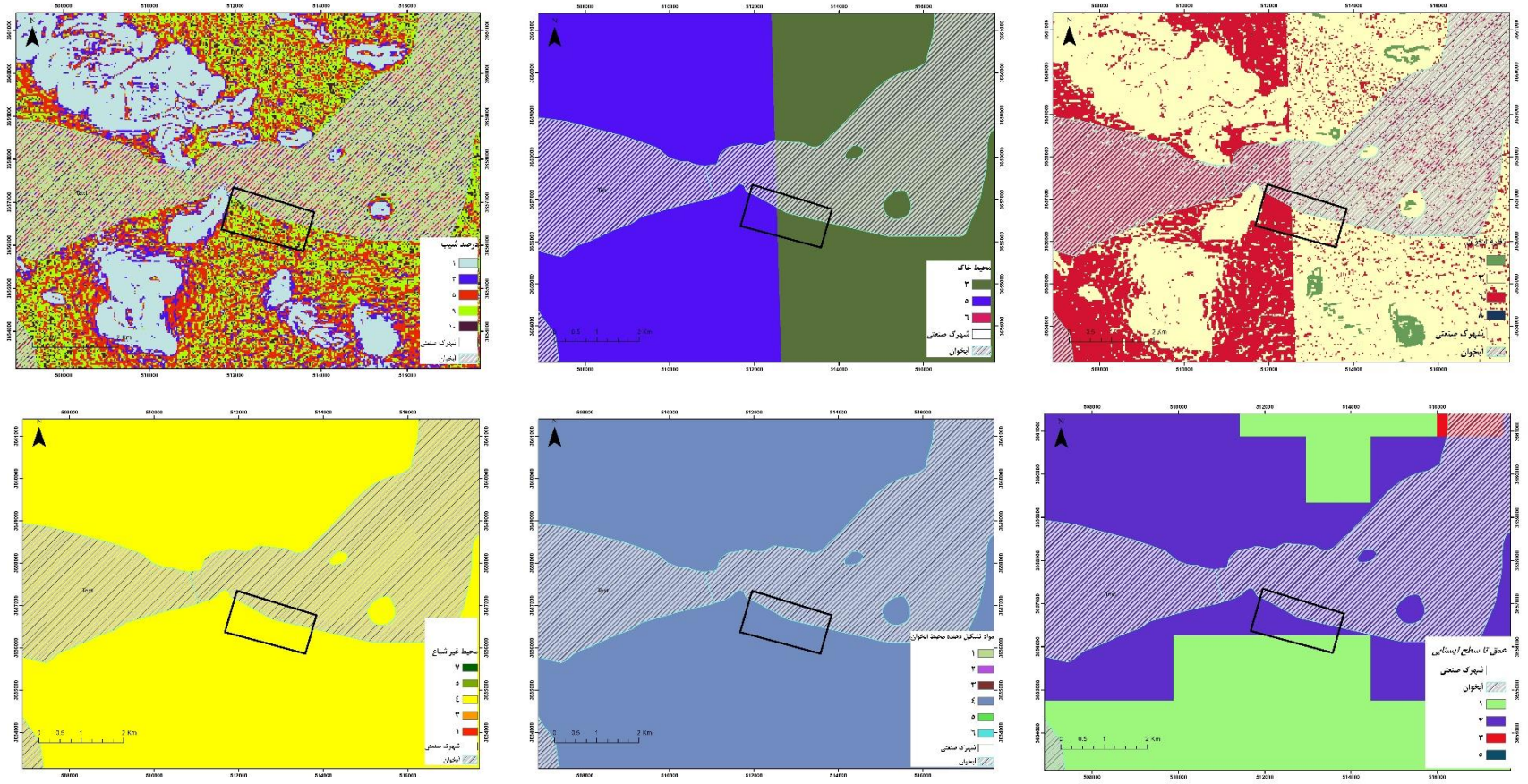
نوع خاک		عمق آب زیرزمینی		محیط آبخوان	
رتبه‌بندی	طبقات (m)	رتبه‌بندی	طبقات (m)	رتبه‌بندی	طبقات (m)
۱۰	clay	۱۰	0.1-1.5	۸	Boulder with Pebbel
۱	Clay-loam	۹	1.5-4.5	۷	Boulder with sand and Pebbel
۳	Sandy Clay-loam	7	4.5-9	۵	Sand and Pebble
۴	loam	5	9-15	۴	Silt and clay
۵	Sand clay	3	15-23	۳	Marl
۵	sandy loam	2	23-10.5	۱	Clay
۶	Silty clay	1	+30.5		

۳- نتایج و بحث

- **ارزیابی ریسک آسیب‌پذیری آبخوان**

ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان با استفاده از ۷ پارامتر مؤثر بر انتقال آلاینده‌ها شامل عمق آب زیرزمینی، تغذیه خالص، محیط آبخوان، محیط خاک، توپوگرافی، تأثیر محیط غیراشباع و هدایت هیدرولیکی آبخوان در مدل DRASTIC انجام‌شده است. نقشه‌های موضوعی پارامترهای موردنیاز پس از تشکیل بانک اطلاعات به کمک داده‌های مکانی، کمی و کیفی مربوط در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه و تلفیق شدند. در نقشه ۱ منطقه مورد مطالعه نسبت به حوزه‌های آبخیز کشور و نیز منابع آب زیرزمینی نمایش داده‌شده است. شهرک صنعتی علویجه در محدوده مطالعاتی مورچه‌خورت و حوضه درجه ۴ زاینده‌رود قرارگرفته است. چاه‌های موجود در منطقه موردمطالعه از نوع خرده مالکی است و عمدتاً جهت مصارف کشاورزی حفر گردیده‌اند. نزدیک‌ترین منبع برداشت آب زیرزمینی، یک چشمه در مرز جنوب شرقی منطقه مورد مطالعه است. در محدوده مورد مطالعه میانگین دبی آب چاه‌ها ۱۶/۴، چشمه ۱/۱۴ و قنات ۳۲ لیتر در ثانیه است. عمق برخورد به آب زیرزمینی به‌طور متوسط ۳۶ متر است و عمق آب زیرزمینی از ۸ تا ۹۶ متر متغیر می‌باشند. بر اساس تجزیه‌وتحلیل منحنی‌های تراز آب زیرزمینی در محدوده، حداکثر تراز آب زیرزمینی برابر ۲۱۳۵ متر است که به سمت شرق تدریجاً از تراز آب زیرزمینی کاسته شده و به حداقل ۱۸۰۵ متر می‌رسد (متوسط: ۱۹۷۱ متر). همچنین جهت جریان آب زیرزمینی در منطقه، از شمال غربی به جنوب شرقی هست. براساس روش پیسکوپو شاخص تغذیه آبخوان، در محدوده شهرک صنعتی دارای رتبه ۳ و ۶ است. مواد

تشکیل‌دهنده محیط آبخوان دارای نمره‌های ۴ (ذرات شن و ماسه همراه با رس (۵۰ درصد) همراه با کنگلومرا) و قسمت محدوده غیراشباع دارای رتبه ۳ (شن، قلوه‌سنگ و رس) است. با توجه به اینکه دانه‌بندی و خصوصیات رسوبات بین سطح زمین و آب زیرزمینی، وجود مواد با بافت ریز مثل کلی و لوم توانایی انتقال آلاینده‌ها از سطح خاک به آب زیرزمینی کاهش می‌دهد. بنابراین، احتمال مهاجرت و انتقال آلاینده‌های موجود در منطقه به آب زیرزمینی در حد متوسط تا کم بوده است. از طرف دیگر، با توجه به شیب کم منطقه، زمان تماس آب‌های سطحی و آلاینده‌ها با سطح زمین افزایش‌یافته و شانس بیشتری برای نفوذ وجود دارد و این مسئله میزان آسیب‌پذیری را در منطقه افزایش می‌دهد (شکل ۲). به‌طورکلی شاخص دراستیک در رنج ۲۳-۲۳۰ است. در منطقه مورد مطالعه این شاخص بین ۵۰-۱۳۰ به دست آمد (شکل ۳). آسیب‌پذیری آبخوان به ۲ محدوده آسیب-پذیری کم و متوسط تقسیم گردید. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده‌شده است حدود ۳۰ درصد از شهرک صنعتی علویجه بر روی آبخوان استقراریافته است و نواحی غربی شهرک صنعتی از پتانسیل آسیب‌پذیری بالاتری نسبت به بخش شرقی برخوردار است. در بخش غربی منطقه مورد مطالعه، آبخوان در قسمت غربی به دلیل رتبه بالاتر تغذیه آبخوان و محیط خاک آسیب‌پذیرتر است .با توجه به سرانه مصرف آب در حدود ۵۰ لیتر در روز به ازای هر نفر و اشتغال ۴۹۴۰ نفر کارکنان در شهرک صنعتی علویجه، میزان آب مصرفی ۲۴۸ مترمکعب در روز و با ضریب ۸۰ درصد تولید پساب، میزان فاضلاب تولیدی برابر با ۱۹۸ مترمکعب در روز هست که تخلیه این پساب به چاه‌های جاذب می‌تواند منجر به آلودگی آب زیرزمینی گردد. همچنین، با توجه به استقرار صنایع از گروه‌های شیمیایی، فلزی، غیرفلزی ، غذایی، نساجی، پساب شامل آلاینده‌های مختلف مانند مواد روغنی، آهار، اسیدی شدن فاضلاب، ترکیبات آنتی استاتیک، H_2O_2، تثبیت‌کننده‌ها، ضدعفونی‌کننده‌ها، نمک‌ها، سورفاکتانت ها، کاتیون‌ها، سولفید، اوره، جامدات محلول و معلق، اکسیژن بیولوژیکی مورد نیاز (BOD)، اکسیژن شیمیایی موردنیاز (COD)، مواد آلی، فلزات سنگین، فنل، فسفات، فلوراید، سیانید، کلر، نیترات ، دترجنتها ، ذرات معلق و غیره است. استقرار صنایع فلزی، غیرفلزی و نساجی تا رده ۵ در شهرک صنعتی، آلودگی پساب ناشی از فعالیت‌های این صنایع ، در صورت عدم رعایت‌های استانداردهای زیست‌محیطی و تخلیه آنها به چاه‌های جاذب می‌تواند باعث آلودگی شدید آب‌های زیرزمینی گردد. قابل ذکر است شهرک موجود بیش از ۸۰ درصد واحدها به سیستم تصفیه‌خانه شهرک متصل هست. و ۲۰ درصد واحدهای باقی‌مانده به سیستم تصفیه‌خانه وصل نمی‌باشند. این واحدها یا اقدام به انجام پیش‌تصفیه، تصفیه و بازچرخانی آب در فرایند تولید نموده‌اند و تعدادی از واحدها نیز در حال حذف چاهک‌های فاضلاب و اتصال به سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب می‌باشند. بااین‌وجود، الزام تمامی واحدها در خصوص اتصال به تصفیه‌خانه شهرک صنعتی جهت جلوگیری از انتقال بار آلودگی به منابع آب زیرزمینی ضروری هست. از طرف دیگر، با توجه به قرار گرفتن فضای سبز شهرک بر روی آبخوان می‌بایست آب مورداستفاده جهت آبیاری استانداردهای لازم را داشته باشد که در گذر زمان آلودگی به منابع آب زیرزمینی انتقال نیابد. از دیگر کاربری اراضی موجود در محدوده مطالعاتی که می‌تواند سبب افزایش آسیب‌پذیری آبخوان گردد وجود شهر علویجه بر روی آبخوان است که در دو کیلومتری شهرک صنعتی علویجه قرار گرفته است.



شکل ۲ .نقشه‌های رتبه‌بندی پارامترها در مدل درستیک

هر چند شـهر در محدوده آسـیب‌پذیری کم قرار دارد اما دارای تصـفیه‌خانه نیست و فاضلاب‌ها به چاه‌های جاذب تخلیه می‌گردد. همچنین اطراف این شهر و نیز شهرک صنعتی با اراضی کشاورزی و باغات پوشیده شده است و اراضـی کشـاورزی بر روی آبخوان قرار دارند (شـکل ۱) که در صـورت استفاده بیش‌ازحد از سموم و کودهای شیمیایی به‌ویژه کود نیتراته آلودگی منابع آب زیرزمینی رخ خواهد داد.

- **ارائه شیوه‌های پیشگیری، کاهش و کنترل**

پیامدها و یا اثرات سوء و مهم زیست‌محیطی یک طرح به‌ندرت به‌طور کامل قابل حذف هست. لیکن با مجموعه‌ای از اقدامات پیشگیرانه می‌توان شدت و دامنه این اثرات را کاهش داد. این اقدامات به‌صورت اقدامات کاهش‌دهنده اثرات سوء زیست‌محیطی قابل‌بررسی هست. به همین دلیل در این مرحله روش‌های تقلیل اثرات سوء وارده بر محیط‌زیست شهرک صنعتی علویجه بر منابع آب زیرزمینی ارائه‌شده است

تمهیدات پیشنهادی:

۱- ممانعت از توسعه و ایجاد نواحی صنعتی جدید روی آبخوان

۲- استفاده از خروجی تصفیه‌خانه در صنعت شن و ماسه

در حال حاضر کارگاه شن و ماسه که در فاصله ۲ کیلومتری شهرک قرارگرفته اسـت آب مورد نیاز خود را از چاه برداشـت می‌نماید. با توجه به اینکه خروجی تصفیه‌خانه مطابق استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی هست می‌توان بخشی از خروجی تصفیه‌خانه را در این صنعت استفاده نمود.

۳- بازچرخانی پساب‌های صنعتی در فرایند تولید

استفاده مجدد و بازچرخش پساب ناشی از فاضلاب می‌تواند در حفظ محیط‌زیسـت، کاهش مصـرف آب و بالطبع کاهش هزینه‌های جاری در صنایع نقش مهمی را بر عهده داشته باشد.

۴- استفاده از خروجی تصفیه‌خانه صنعت

۵- انجام پیش‌تصفیه در واحدها و استفاده مجدد در فرایند صنعت

۶- کمینه‌سازی تولید فاضلاب در صنعت

اولین گام در راستای کمینه سازی مصرف آب و کاهش تولید فاضلاب شـناخت فرایندهای مصـرف‌کننده آب و جایگزین نمودن فرایندهایی اسـت که آب کمتری مصـرف می‌نمایند. این فرایندهای کاهنده مصـرف آب می‌تواند شـامل تغییرات در نوع فرایند و یا تجهیزات مرتبط (چرخش مجدد آب در سیستم، نصب شیرهای خودکار برای قطع آب در موارد عدم نیاز، استفاده از سیستم‌های دارای فشار بالا برای مقاصد شستشو)، جداسازی فاضلاب بخش‌های مختلف به‌خصوص بخش‌های آلاینده باشد.

۷ حسـن بهره‌برداری و نگهداری از سـیسـتم‌های تصـفیه فاضـلاب ناحیه مطابق استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست

۸- طراحی تصفیه‌خانه مرکزی فاضلاب انسانی

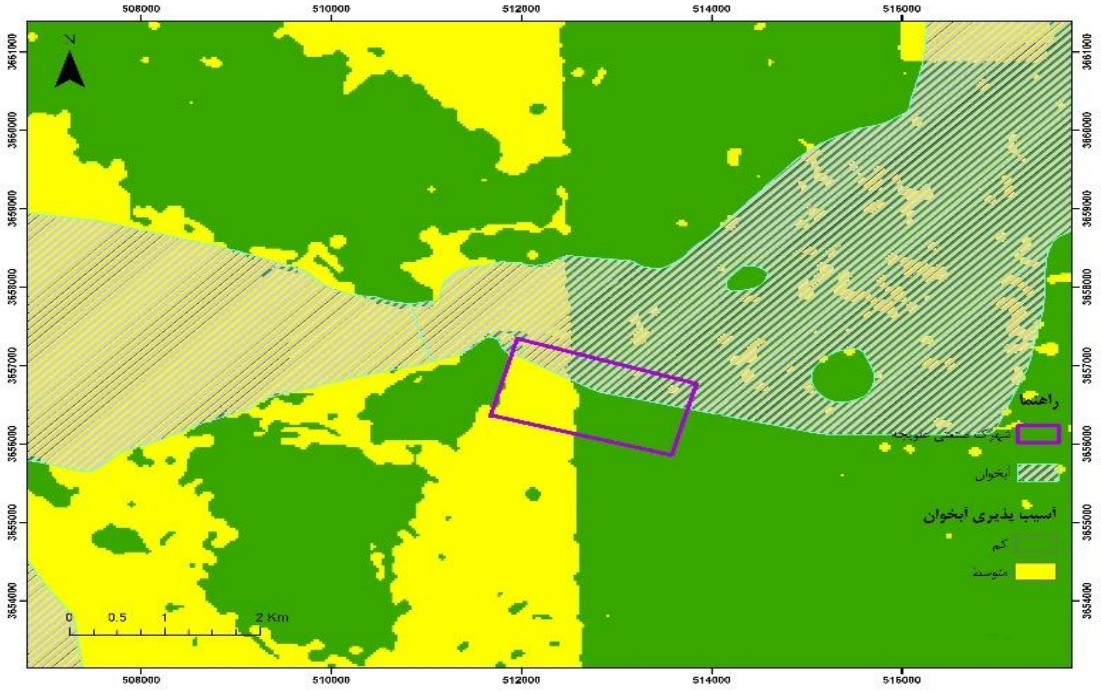
۹- تعمیرات و تجهیز تصفیه‌خانه و ارتقا آن

۱۰- سرمایه‌گذاری در ایجاد تصفیه‌خانه و استحصال پساب شهر علویجه جهت استفاده از پساب در صنعت

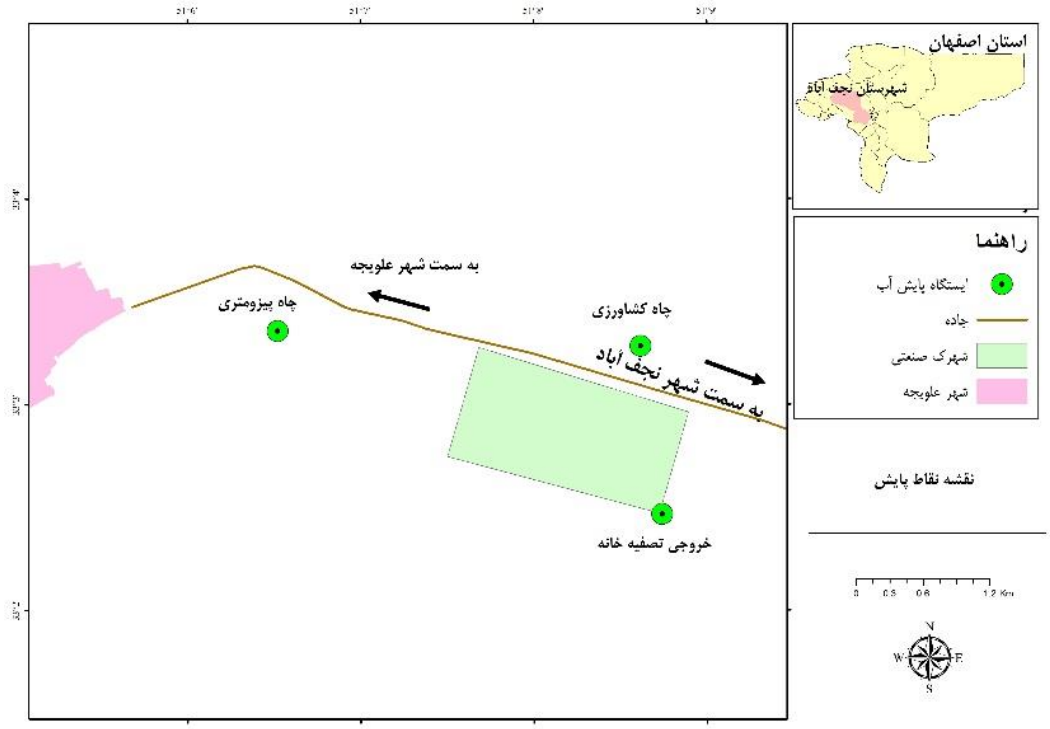
۱۱- الزام اتصال تمامی واحدهای صنعتی به سیستم تصفیه‌خانه

۱۲- پایش خروجی تصفیه‌خانه و مطابقت آن با استاندارد خروجی پساب به آب‌های سطحی و آبیاری فضای سبز

۱۳- برنامه پایش و اندازه‌گیری: پایش اثرات یا پیامدها در مورد سـنجش عوامل تأثیرگذار شـهرک صـنعتی بر محیط‌زیسـت به‌منظور تعیین تغییراتی هست که ممکن است فعالیت شهرک صنعتی بر اجزاء محیط‌زیست ایجاد گردد. جدول ۱ برنامه پایش را نشان می‌دهد. در شکل ۴ نیز موقعیت نقاط پایش پیشنهادی نشان داده‌شده است.



شکل ۳-.نقشه آسیب‌پذیری آبخوان



شکل ٤- نقاط پایش

جدول ۲- برنامه پایش محیط‌زیستی شهرک صنعتی

محیط پذیرنده	شاخص پایش	عامل پدیدآورنده	اقدامات کنترلی	عهده‌دار فعالیت‌های کنترلی	محل نمونه‌برداری	زمان نمونه‌برداری
آب و پساب	اسیدیته، دما و مواد جامد معلق	خروجی تصفیه‌خانه	تصفیه اصولی پساب	شرکت شهرک‌های صنعتی با نظارت اداره کل محیط‌زیست	مطابق نقشه ۱	هر شش ماه یک‌بار
	پارامترهای اکسیژن محلول، BOD ، مواد مغذی، ذرات معلق، تعداد کلی فرم مدفوعی و فلزات سنگین، آنیون‌ها و کاتیون‌ها غیره	فاضلاب بهداشتی و فاضلاب صنعتی	- جلوگیری از ایجاد چاه‌های جاذب و تخلیه پساب به آنها - اطمینان از کارکرد مناسب تصفیه‌خانه	شرکت شهرک‌های صنعتی با نظارت اداره کل محیط‌زیست	مطابق نقشه ۱	شش ماه یک‌بار

* **نقاط پایش آب: خروجی تصفیه‌خانه، چاه پیزومتری، چاه موجود رو به روی شهرک در اراضی کشاورزی**

منابع

- افتخاری م.، اکبری م .۱۳۹۹. توسعه روش DRASTIC با در نظر گرفتن کاربری اراضی به‌منظور تحلیل پتانسیل آلودگی آبخوان مناطق نیمه‌خشک. مهندسی محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۶، شماره ۴، ص ۳۴۵-۳۵۹.
- صمدی ج. ۱۳۹۴. ارزیابی تأثیر کاربری اراضی و آسیب‌پذیری آبخوان کاشان بر آلودگی آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش DRASTIC و مدل تخریب، تحقیقات منابع آب، دوره ۱۱، شماره ۱، ص ۱۳-۲۰.
- روحی م.، رضایی مقدم م.، رحیم پور ت. ۱۳۹۶. پهنه‌بندی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی با استفاده از مدل DRASTIC و SI در محیط GIS (مطالعه موردی: دشت عجب‌شیر) . اکو هیدرولوژی. دوره ۴ ف شماره ۲، ص ۵۸۷-۵۹۹.

- سعادتی ح، ملکیان آ، مقدم نیا ع. ۱۳۹۹. ارزیابی آسیب‌پذیری و پهنه‌بندی ریسک آب‌های زیرزمینی در دشت اردبیل. نشریه مدیریت آب و آبیاری. دوره ۴، شماره ۱، ص۴۲-۵۳.
- Asfaw D., Mengistu D. 2020. Modeling megech watershed aquifer vulnerability to pollution using modified DRASTIC model for sustainable groundwater management, Northwestern Ethiopia. Groundwater for Sustainable Development . Vol.11, P. 100375.
- Baier, K., et al . ۲۰۱۴ Management tools for sustainable ground water protection in mega urban areas – small scale land use and ground water vulnerability analyses in Guangzhou ,China. J. Environ. Res, Vol. ۸(۲), P .۲۶۲-۲۴۹
- Guler, C., et al. ۲۰۱۳. Assessment of groundwater vulnerability to nonpoint source pollution in a Mediterranean coastal zone (Mersin, Turkey) under conflicting land use practices. Ocean & Coastal Management, Vol. ۷۱, P.۱۵۲-۱۴۱
- Koh, E., et al. 2017. Impacts of land use change and groundwater management on long-term nitrate-nitrogen and chloride trends in groundwate of Jeju Island, Korea. Environ Earth Sci. ۷۶:۱۷۶
- Jia Z., et al. 2018. Impacts of urban land use on the spatial distribution of groundwater pollution, Harbin City, Northeast China. Journal of Contaminant Hydrology .Vol. 215, P.29-38.
- Rahman M., Haque M, Tareq Sh. 2021. Appraisal of groundwater vulnerability in south-central part of Bangladesh using DRASTIC model: An approach towards groundwater protection and health safety. Environmental Challenges.Volume 5, 100391.

Evaluation of the effects of industrial areas on the quality of groundwater resources using the DRASTIC model

Fatemeh Rajaei *

Assistant Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Zanjan University, Zanjan
Email Address: rajaei_fatemeh@znu.ac.ir

Introduction

Today, industrial units have become industrial complexes and towns and are expanding rapidly. In most of these areas, comprehensive and appropriate studies have not been conducted from the perspective of land use planning, therefore environmental parameters such as proper distance from aquifers or other water sources such as wells, springs and aqueducts and proper privacy have not been studied. Also, most of the wastewater of industrial will being injected directly into the ground through absorption wells without treatment, and consequently, it will pollute the groundwater sources. Therefore, knowing the status of groundwater vulnerability is one of the important principles in groundwater resource management. Vulnerability The possibility of groundwater pollution is a qualitative concept and cannot be measured and must be deduced from other information that can be measured. Various methods have been proposed for groundwater vulnerability. Overlap methods combine the parameters that control the movement of pollutants from the ground to the saturated area and determine an index called the vulnerability index in different parts of an area. One of the most widely used and well-known methods is the DRASTIC model overlap index (Rouhi et al., 2017). In Najafabad city, due to having an arid and semi-arid climate and providing most of the water needs from groundwater resources, attention to the vulnerability of groundwater resources is essential. On the other hand, in the study area, the presence of land uses such as Alavijeh city, Alavijeh industrial town and agricultural land use on the aquifer increases the probability of point and non-point source pollution entering the aquifer environment and its vulnerability. Therefore, in this study, the vulnerability of the aquifer was investigated using the correct model to be informed of its status, the necessary measures are taken.

Research method

• Scope of the study Alavijeh industrial town is located at km 70 of Isfahan-Alavijeh road and the closest residential area to this option is Alavijeh city, 2 km east of it (Figure 1). The existing Alavijeh industrial town with an area of 200 hectares, due to its location in Najafabad city, has greatly contributed to the economy of this city.

• DRASTIC model

It is the numerical ranking model of the US Environmental Protection Agency and the American Water Wells Association to assess the strength of groundwater vulnerability. This model consists of seven measurable and effective hydrological characteristics in the transfer of pollution to groundwater, including groundwater depth, artificial recharge, aquifer, soil environment, slope, unsaturated zone constituents and electrical conductivity. These layers are provided in the GIS environment (Rahman et al., 2021). To determine the relative importance of each layer, according to the importance of the impact on the pollution of the groundwater system, a relative weight of 1-5 is considered. In this model, the ranks of each of the hydrological characteristics are assigned a rank based on their impact on vulnerability. At the end, seven prepared layers are stacked and the final layer of groundwater vulnerability is obtained.

Conclusion

• Assess the risk of aquifer vulnerability

Alavijeh industrial town is located in the study area of Morchekhort and Zayandehrood grade 4 basin. The wells in the study area are of smallholder type and have been drilled mainly for agricultural purposes. Based on the analysis of groundwater level curves in the area, the maximum groundwater level is 2135 meters,

which gradually decreases to the east of the groundwater level and reaches at least 1805 meters (average: 1971 meters). It is also the direction of groundwater flow in the region, from northwest to southeast. According to the Piscopo method, the artificial recharge index is ranked 3rd and 6th in the industrial town. The constituents of the aquifer environment have a score of 4 (sand particles with clay (50%) with conglomerate) and the unsaturated area has a score of 3 (sand, rubble and clay). Due to the granulation and characteristics of sediments between the surface and groundwater, the presence of fine-textured materials such as clay and loam reduces the ability to transfer contaminants from the soil surface to groundwater. Therefore, the probability of migration and transfer of pollutants in the area to groundwater has been moderate to low. On the other hand, due to the low slope of the area, the contact time of surface water and pollutants with the ground surface is increased and there is a greater chance of infiltration, which increases the vulnerability in the area. In general, the Drastic index is in the range of 23-230. In the study area, this index was obtained between 50-130.Aquifer vulnerability was divided into 2 zones of low and medium vulnerability. As shown in Figure 1, about 30% of Alavijeh industrial town is located on the aquifer and the western part of the industrial town has a higher potential for vulnerability than the eastern part. In the western part of the study area, the aquifer in the western part is more vulnerable due to the higher rank of aquifer nutrition and soil environment.Due to the establishment of metal, non-metallic and textile industries up to grade 5 in the industrial town, wastewater pollution caused by the activities of these industries, if environmental standards are not observed and discharged to absorption wells can cause severe groundwater pollution. It is noteworthy that the existing town has more than 80% of the units connected to the town's treatment plant system and 20% of the remaining units are not connected to the treatment plant system. These units have either pre-treated, purified and recycled water in the production process and a number of units are also used absorbing wells and not connected to the wastewater treatment system. However, it is necessary to require all units to connect to the industrial town treatment plant to prevent the transfer of contaminant load to groundwater sources. Another land use in the study area that can increase the vulnerability of the aquifer is the presence of the city of Alavijeh on the aquifer, which is located two kilometers from the industrial town of Alavijeh. Although the city is in a low vulnerability zone, it does not have a treatment plant and sewage is discharged to absorption wells. Also, the area around this city and the industrial town are covered with agricultural lands and gardens, and agricultural lands are located on the aquifer, which in case of excessive use of pesticides and chemical fertilizers, especially nitrate fertilizer, pollution of groundwater sources will occur.

Keywords
"Aquifer Vulnerability", "DRASTIC Model", "Land Use", "Alavijeh Industrial Town"