Archive of SID

یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز
11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management
۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

ریسک آلودگی ناشی از شیرابه زباله در آبخوان کارستی تنگه کناره یاسوج

محسن فرزین[۱]، ابراهیم گلزار[۲]

۱- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲- دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران

M.Farzin@ut.ac.ir

چکیده

هدایت هیدرولیکی بالا، قابلیت انتقال و ناهمگنی و آن‌ایزوتروپی شدید آبخوان‌های کارستی، آسیب‌پذیری آنها را در مقابل آلاینده‌ها (فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) افزایش می‌دهد به طوری که ممکن است در زمانی اندک، حجم قابل توجهی از منابع آب اینگونه آبخوان‌ها در خطر آلودگی قرار گیرد. تخریب و آلودگی منابع کارست در ایران رو به افزایش است و بنابراین انجام تحقیقات و ارائه برنامه اجرایی برای حفاظت از منابع کارستی را باید جدی تلقی نمود. از این رو، حساسیت آبخوان کارستی تنگه کناره یاسوج به آلودگی ناشی از تخلیه زباله شهر و حومه یاسوج با استفاده از روش تعیین آسیب‌پذیری **COP** مورد بررسی قرار گرفت. میزان آسیب‌پذیری آبخوان کارستی منطقه بین ۰/۶ تا ۴/۲ محاسبه گردید که نشان دهنده دامنه آسیب‌پذیری خیلی کم تا زیاد است به طوری که مساحت طبقه با اسیب‌پذیری زیاد با سطحی معادل ۱۳۸ هکتار بر روی سازند دوره کواترنر و مساحت محدوده با طبقه آسیب‌پذیری متوسط ۶۸۴۵ هکتار که عمدتا بر روی سازند آسماری، قرار گرفته است؛ همچنین بیشترین مساحت طبقه با آسیب‌پذیری کم با سطح ۱۸۸۴ هکتاری اساسا بر روی سازندهای پابده، گورپی و رازک واقع شده است. درصد مساحت طبقات آسیب‌پذیر از زیاد به کم به ترتیب ۱/۶، ۷۷/۱ و ۲۱/۲ می‌باشد. سپس با تهیه نقشه زون‌بندی حفاظتی آبخوان بر اساس نقشه آسیب-پذیری، مشخص شد که هر چند محل تخلیه زباله شهر یاسوج در زون ۳ حفاظت (آسیب‌پذیری کم) قرار گرفته است، با این وجود، احتمال آلودگی آبخوان کارستی و در نتیجه آلودگی آب پمپاژی از چاه‌های شرب، بسیار زیاد می‌باشد. بنابراین لازم است که در این مورد بازنگری و توجه ویژه‌ای اعمال گردد.

کلمات کلیدی: آبخوان کارستی، آلودگی، آسیب‌پذیری، یاسوج

مقدمه

ماهیت کارست به گونه‌ای است که همواره خطرپذیری زیادی را در ارتباط با هر گونه فعالیت انسانی که با آن سروکار داشته باشد را به دنبال دارد. آبخوان کارستی و سفره آب زیرزمینی محیط‌های درز و شکاف‌دار بر خلاف آبخوان محیط‌های متخلخل، خودپالایی بسیار کمی دارند؛ به عبارت دیگر هر گونه آلودگی در سفره آب زیرزمینی کارستی سریعا گسترش می‌یابد. در واقع، شرایط ویژه هیدرودینامیکی حاکم بر آبخوان‌های کارستی سبب ایجاد تفاوت شدید بین این آبخوان‌ها و آبخوان‌های آبرفتی شده است. بالا بودن قابلیت هدایت هیدرولیکی، قابلیت انتقال و ناهمگنی و آن‌ایزوتروپی شدید آبخوان‌های کارستی، آسیب‌پذیری آنها را در مقابل

www.SID.ir

Archive of SID

آلاینده‌ها (فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) افزایش می‌دهد به طوری که ممکن است در زمانی اندک، حجم قابل توجهی از منابع آب اینگونه آبخوان‌ها در خطر آلودگی قرار گیرد. به طوری که گاهی مواقع، آبخوان کارستی در ازای بارش‌های بسیار تند (اغلب بالای ۳۰ میلیمتر)، در فاصله زمانی بین ۱۰ تا ۱۵ ساعت واکنش نشان می‌دهد که حتی در بعضی موارد کمتر از این زمان نیز به وقوع می‌پیوندد. طی فصل مرطوب زمستان، واکنش آبخوان به بارندگی به صورت کاملا واضح، نمایان می‌شود؛ به طوری که با بارش زیاد باران، واکنش سطح آب زیرزمینی در کمتر از ۴ ساعت را به همراه دارد که موجب افزایش بسیار سریع سطح آب زیرزمینی می‌شود (میلانوویچ، ۲۰۰۰).

در محیط متخلخل، انتقال باکتریایی با جذب باکتری‌ها به ماتریکس رسوب کاهش می‌یابد. در حالی که در سفره‌های کارستی، رسوب متحرک بوده و از این رو می‌تواند به عنوان وسیله‌ای برای حمل و انتقال آلودگی‌های جذب شده از جمله باکتری‌ها عمل نماید. بعلاوه، سفره‌های کارستی سایر ویژگی‌هایی را که ارتباط زیادی به بررسی آلودگی باکتریایی دارد را نشان می‌دهد: اول، غالبا در سفره‌های کارستی ارتباط مستقیم و سریعی بین آب سطحی و آب زیرزمینی برقرار است. دوم، کارست بسیار ناهمگن است؛ چاه‌های حفره شده در آن ممکن است تنها در فاصله چند متری رفتار هیدروژئولوژیکی بسیار متفاوتی را بروز دهند که نشان می‌دهد چاه‌ها می‌توانند درجه مختلفی از آسیب‌پذیری و حساسیت به آلودگی میکروبیولوژیک داشته باشند. سوم، کیفیت آب در کارست میتواند به طور قابل توجهی طی دوره‌های زمانی کوتاه تغییر کند؛ ممکن است نمونه‌برداری فصلی، هفتگی یا حتی روزانه برای توصیف وقایع آلودگی کافی نباشد (ساسوسکی و مایلرویی[۷۵]، ۲۰۰۷).

جریان آب در مجاری زیرزمینی مهمترین نوع حرکت آب در کارست است و به شکل جریان‌های متمرکز در طول مسیرهای متمایز جریان‌های زیرزمینی رخ می‌هد. چون کل تخلخل پهنه‌های کارستی نسبتا کم است و بین ۰/۷ تا ۳ درصد تغییر می‌کند و ممکن است به طور موضعی بیشتر هم باشد، اگر این تخلخل در هر متر مکعب توده سنگ به طور یکنواخت توزیع شود، حرکت آب در سیستم کارست عملا غیر ممکن خواهد بود. به هر جهت، بررسی‌های اخیر به وضوع آشکار نموده است که حرکت خیلی سریع آب در کارست با کمیت‌های قابل ملاحظه و با عبور از این سیستم اتفاق می‌افتد و به این نتیجه می‌رسیم که آب از طریق مجاری با ابعاد بزرگ جریان پیدا می‌نماید (آغاسی و افراسیابیان، ۱۳۷۸).

به طور کلی، سرعت حرکت آب در آبخوان کارستی، علاوه بر وضعیت زمین ساخت (درزه‌ها و سطوح لایه‌بندی، چین‌ها، گسل‌ها، شکستگی‌ها) و ژئومرفولوژیک، با شرایط هیدرولوژیک منطقه نیز متناسب است؛ به طوری که در فصل خشک که سطح سفره آب زیرزمینی پایین است، حرکت آب در سیستم کارستیک آرام می‌باشد و برعکس در زمستان که تراز آب و حجم ورودی بالا است، جریان آب در آبخوان بسیار سریع خواهد بود.

تخریب و آلودگی منابع کارست در ایران رو به افزایش است و بنابراین انجام تحقیقات و ارائه برنامه اجرایی برای حفاظت از منابع کارستی را باید جدی تلقی نمود. از این رو، این مقاله سعی بر آن دارد تا با تعیین شدت آسیب‌پذیری آبخوان کارستی تنگه کناره یاسوج با استفاده از روش **COP** (ویاز[۷۶] و همکاران، ۲۰۰۶)، احتمال آلودگی آبخوان را به سبب تخلیه زباله شهر یاسوج و حومه مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش ها

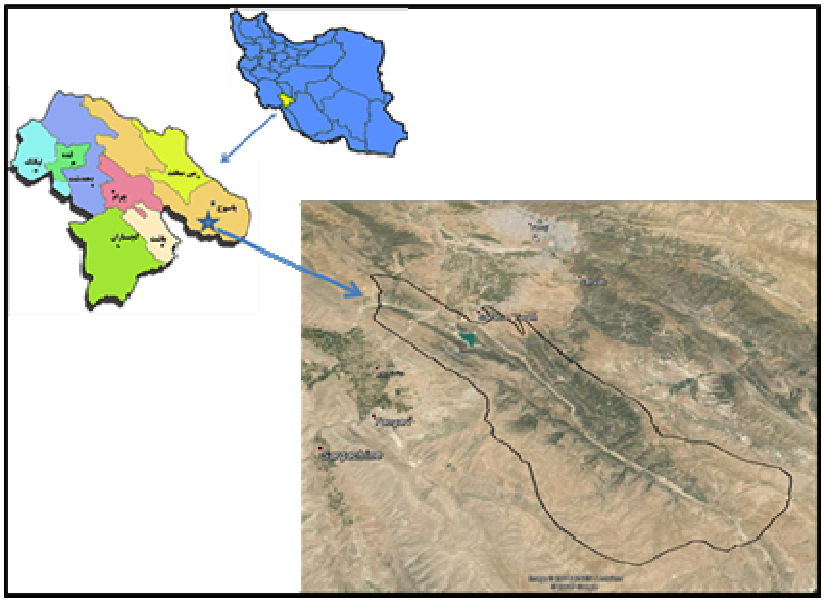
- منطقه مورد مطالعه

[75] Sasowsky and Mylroie
[76] Vias

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه تنگه کناره در جنوب شرقی شهر یاسوج با مختصات جغرافیایی ″41 ′30 °51 تا ″17 ′40 °51 طول شرقی ″55 ′30 ۳۰ تا و″14′۳۲ ۳۰ عرض شمالی، واقع شده است (شکل ۱). این محدوده یکی از زیرحوزه‌های رودخانه بشار یاسوج بوده که در نهایت به کارون بزرگ می‌پیوند. تنگه کناره یاسوج عموما از سازندهای کربناته و کارستی تشکیل شده و یکی از مهمترین منابع تامین آب شرب شهر یاسوج می‌باشد به طوری که توسط چندین حلقه چاه عمیق بخشی از آب شهری مورد نیاز پمپاژ می‌شود و همچنین دو چشمه دائمی موجود در ناحیه با نام پریکدان و سرابتاوه جهت مصرف روستائیان و عشایر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این محدوده، چندین روستاها و ابنیه را دربرمی‌گیرد که مهمترین آنها را میتوان روستای پریکدان، چاه‌های آب شرب یاسوج، سد مخزنی شاه‌قاسم و محل دفن زباله‌های شهر یاسوج دانست.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان

محدوده مورد مطالعه در زون زاگرس چین‌خورده قرار گرفته است. چین خوردگی‌های ملایم و تکتونیک ساده از ویژگی‌های بارز محسوب می‌شود؛ گسل خوردگی و تاثیرات ناشی از گسلش موجب حذف بعضی از رخسارها و یا فشردگی آنها شده است. وجود رخساره‌های مقاوم و سخت در کنار یکدیگر و فرسایش شدید آنها باعث برجسته نمودن سازندهای آهکی بخصوص آسماری و فروافتادگی سازندهای دیگر از قبیل پابده-گورپی شده است. آبراهه‌های منطقه غالباً جوان و کوهستانی بوده و در مسیر جریان تخریب و فرسایش ایجاد می‌کنند. در یک نگاه کلی میتوان گفت که منطقه عموماً از رسوبات آهکی و آهک آسماری با سطوح و توپوگرافی خشن و ارتفاع‌ساز با پوشش گیاهی متراکم تا تنک شکل گرفته است. سازندهای منطقه عبارتند از: گورپی، پابده، آسماری، رازک و آبرفت‌های دوره کواترنر. متوسط بارندگی در منطقه ۸۶۰ میلیمتر بوده که آذرماه با متوسط ۱۸۲ میلیمتر بیشترین بارش ماهانه را به خود اختصاص داده است. لازم به ذکر است که در منطقه مورد مطالعه یک سد مخزنی (سد شاه قاسم) بر روی سازند پابده و گورپی احداث شده است به طوری که هدف اصلی آن، مهار سیلاب‌ها، جلوگیری از هدر رفت رواناب و تامین آب کشاورزی بیان شده است.

- روش تحقیق

www.SID.ir

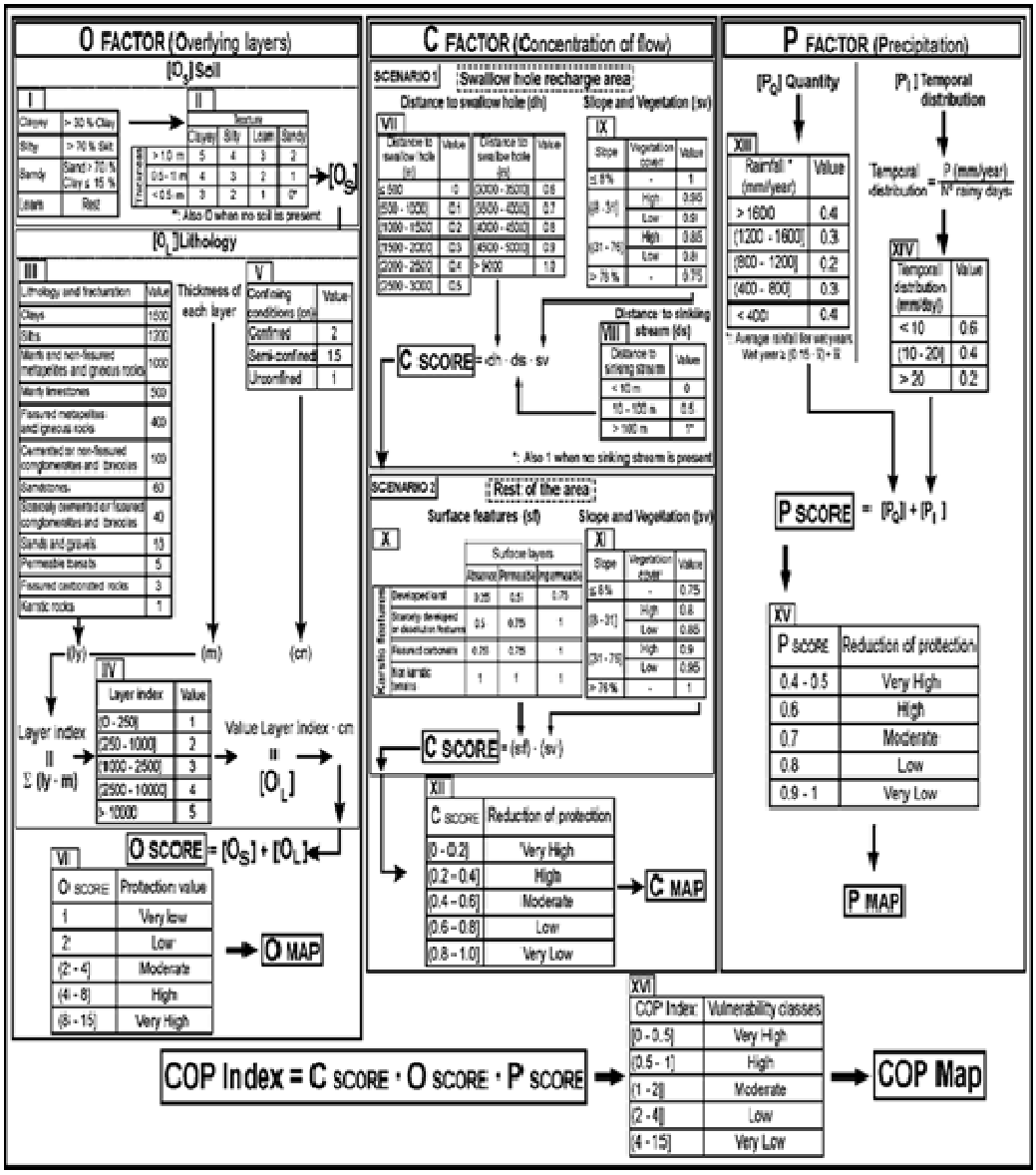
Archive of SID

با توجه به گستردگی وسیع سازندهای کربناته و رخساره‌های کارستی در زون زاگرس و گاهاً مقدار بارش نسبتاً مشابه با برخی از کشورهای اروپایی از جمله اسپانیا، رویکرد اروپایی (ذالن[۷۷]، ۲۰۰۴) به منظور تعیین آسیب‌پذیری آبخوان‌های کارستیک در محدوده زاگرس مد نظر قرار گرفت و نیز از آنجایی که هدف از مطالعه منطقه مورد نظر، تعیین آسیب‌پذیری ذاتی آبخوان کارستی به عنوان یک مخزن می‌باشد و همچنین اطلاعات و داده‌های مربوط به آزمایش ردیابی در منطقه موجود نبوده و در نتیجه وضعیت مجاری و حفره-های زیرزمینی و ارتباط آنها با یکدیگر محرز نیست، بررسی توسعه و گسترش شبکه کارست منطقه (عامل K) ضرورتی نداشته و بنابراین میتوان از روش COP (ویاز و همکاران، ۲۰۰۶) آسیب‌پذیری آبخوان را تعیین نمود و بر اساس نقشه تهیه شده، زون‌های حفاظتی مورد نظر تعیین و محدوده‌های مربوط به هر زون نیز تعریف شود. بنابراین این تحقیق مبتنی است بر مطالعات کتابخانه‌ای، میدانی و نرم افزاری. در ابتدا اطلاعات و نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی مربوط به منطقه مورد نظر جمع‌آوری و جهت انتقال به محیط نرم افزار GIS رقومی شدند. جهت تهیه داده‌ها، نقشه‌ها و اطلاعات مورد نیاز در رابطه با وضعیت کارست شدگی، خاک و پوشش گیاهی منطقه، طی چند نوبت بازدید میدانی و پیمایش صحرایی به عمل آید. در نهایت، تمامی عملیات و محاسبات ریاضی جهت تهیه نقشه عوامل و زیرعامل‌های مد نظر در روش COP در محیط GIS و با استفاده از توابع Geoprocessing، Overlaying، Raster Calculator انجام گردید. چارت کلی و نحوده نمره‌دهی به عوامل موثر در آسیب‌پذیری آبخوان کارستی با استفاده از روش COP به صورت زیر است:

[77] Zwahlen

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- چارت محاسباتی روش COP و نحوه نمره‌دهی آن به عوامل مختلف

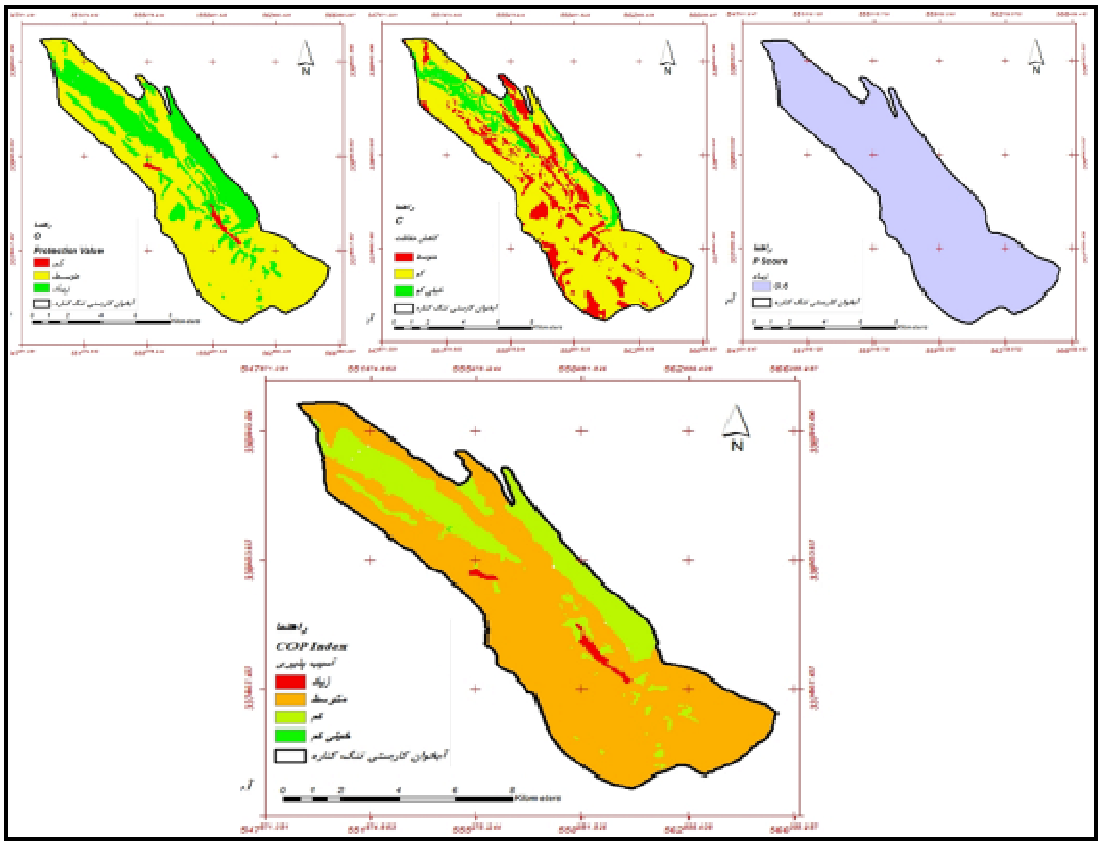
نتایج و بحث

پس از محاسبه و تهیه نقشه سه عامل C، O و P و تعیین آسیب‌پذیری منطقه بر حسب آنها، طبق دستورالعمل مدل COP و با استفاده از تابع Raster Calculate لایه‌های مذکور در محیط GIS در یکدیگر ضرب شده و نقشه نهایی آسیب‌پذیری (Vulnerability) محدوده تنگ کناره تا گردنه ملەشوره یاسوج تهیه گردید (شکل ۳). میزان آسیب‌پذیری آبخوان کارستی منطقه بین ۰/۶ تا ۴/۲ محاسبه گردید که نشان دهنده دامنه آسیب‌پذیری خیلی کم تا زیاد است (جدول ۱ و شکل ۳) به طوری که مساحت طبقه با اسیب‌پذیری زیاد با سطحی معادل ۱۳۸ هکتار بر روی سازند دوره کواترنر و مساحت محدوده با طبقه آسیب‌پذیری متوسط ۶۸۴۵ هکتار که عمدتا بر روی سازند آسماری، قرار گرفته است؛ همچنین بیشترین مساحت طبقه با آسیب‌پذیری کم با سطح ۱۸۸۴ هکتاری اساسا بر روی سازندهای پابده، گورپی و رازک واقع شده است. درصد مساحت طبقات آسیب‌پذیر از زیاد به کم به ترتیب ۱/۶، ۷۷/۱ و ۲۱/۲ می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود اراضی کواترنری درجه آسیب‌پذیری زیادی را نشان می‌دهند که با توجه به نمره

www.SID.ir

Archive of SID

آن در عوامل گفته شده، این طبقه از آسیب‌پذیری قابل پیش‌بینی بود. این حالت برای سازندهای آهکی و مارنی منطقه نیز صادق است به طوری که سازند اسماری در عمدتا در طبقه قرار متوسط گرفته است.



شکل ۳- نقشه آسیب‌پذیری محدوده تنگه کناره یاسوج با استفاده از روش COP

جدول ۱- مساحت طبقات آسیب‌پذیری منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش COP

شاخص COP	آسیب‌پذیری	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۰/۶ -۱	زیاد	۱۳۸	۱/۶
۱ - ۲	متوسط	۶۸۴۵	۷۷/۱
۲ - ۴	کم	۱۸۸۴	۲۱/۲
۴ - ۴/۲	خیلی کم	ناچیز	-

www.SID.ir

Archive of SID

آبخوان تنگ کناره یاسوج یکی از مهمترین آبخوانهای کارستی استان کهگیلویه و بویراحمد به حساب می‌آید به طوری که چندین چاه آب شرب به منظور تامین بخشی از آب مورد نیاز مصارف شهری یاسوج، تقریبا در منتهی علیه این آبخوان حفر شده است؛ همچنین دو چشمه پریکدان و سرابتاوه نیز آب شرب اهالی روستای پریکدان، باغات اطراف و طرح‌های پرورش ماهی را تامین می‌نماید شکل ۴). از این رو، تعیین نواحی پر خطر و آسیب‌پذیر حوضه تغذیه کننده این آبخوان امری ضروری و حیاتی است؛ چراکه از این طریق میتوان از ایجاد آلودگی در نواحی حساس یا رسیدن آلایندها به هر نقطه از سطح آبخوان جلوگیری کرد. رخنمون سازندهای زمین‌شناسی محدوده آبخوان تنگ کناره یاسوج عموما در تسخیر سازند آهکی آسماری با درز و شکاف فراوان است با این وجود سازندهای نفوذناپذیر پابده، گورپی و رازک نیز بخش‌های از سطح منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. خاک منطقه تکامل ناچیزی دارد و به طور کلی ضخامتی کمتر از نیم متر دارد. پوشش گیاهی منطقه قابل توجه بوده و به دو صورت جنگل متراکم با تیپ غالب بلوط ایرانی و مرتع با تیپ غالب گون و گیاهان کپه‌ای دیده می‌شود؛ با این وجود اراضی باغی و زراعی نیز بخش محدودی از سطح منطقه را اشغال کرده است. میزان بارش و پراکنش آن نیز قابل توجه می‌باشد و متوسط سالانه حداقل ۸۶۰ میلیمتر را دارد.

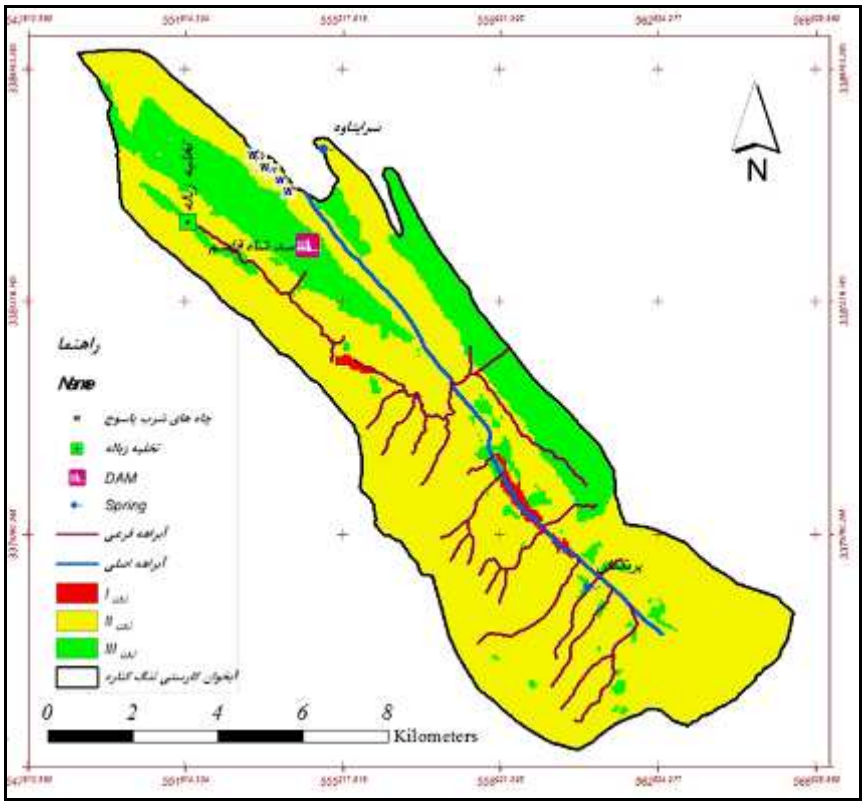
از طرف دیگر، روش COP یکی از متداول‌ترین روش‌هایی است که آسیب‌پذیری آبخوان‌های کارستی را به صورت ذاتی مشخص می‌نماید و توسط بسیاری از محققین مورد استفاده قرار گرفته است (برای نمونه، باقرزاده و همکاران، ۱۳۸۸؛ باقرزاده و همکاران، ۱۳۸۹، سیف و همکاران، ۱۳۹۳، گرمابی و همکاران، ۱۳۹۲؛ اندرو و همکاران، ۲۰۰۹؛ مارین و همکاران، ۲۰۱۲؛ معصومی پور و همکاران، ۲۰۱۳). این روش سه عامل اساسی لایه‌های پوششی، عوارض سطحی و وضعیت بارندگی در هر منطقه را مد نظر قرار می‌دهد. و درنهایت با توجه به نمراتی که هر کدام از عوامل دریافت می‌دارند و ضرب آنها نقشه نهایی آسیب‌پذیری تهیه می‌شود

مهمترین کاربرد تهیه نقشه آسیب‌پذیری آبخوان را میتوان زون‌بندی حفاظتی محدوده آبخوان مورد نظر دانست. به طوری که با تعریف و تبیین هر کدام از زون‌های حفاظتی مطابق با درجه و طبقه آسیب‌پذیری آبخوان، سطوح مختلف محدوده مورد نظر به کاربری‌های ویژه‌ای اختصاص داده می‌شود. به عبارت دیگر، بسته به وضعیت زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و ... هر منطقه می‌توان تعداد زون و نواحی مشخصی را تبیین کرد به طوری که هر کدام از زون‌ها محدودیت ویژه‌ای را جهت جلوگیری از هر گونه آلودگی آبخوان و حرکت آلاینده به طرف منابع آبی ارزشمند، اعمال کرد. از این رو، برای منطقه مورد مطالعه می‌توان سه زون حفاظتی مشخص کرد (شکل۴):

- **زون I** که برای نواحی با درجه آسیب‌پذیری زیاد در نظر گرفته می‌شود. در این زون انواع آلاینده می‌تواند سریعا به نقطه عرضه آب برسد در نتیجه به حفاظت بالایی نیاز دارد از این رو، محدودیت‌های کاربری اراضی باید سختگیرانه باشد.
- **زون II** که برای نواحی با درجه آسیب‌پذیری متوسط به آلودگی در نظر گرفته می‌شود. در این ناحیه که ظرفیت خودپالایی مشخصی برای آبخوان وجود دارد، فعالیت‌های انسانی بدون اثر مستقیم بر چشمه امکان‌پذیر است. در منطقه مورد مطالعه، این زون اساسا دربرگیرنده سازند آسماری است؛ هر چند این سازند ضخامت قابل توجهی داشته و نسبت به الودگی حساسیت میانه‌ای دارد با این وجود باید توجه داشت که درز و شکاف فراوانی در این ناحیه وجود دارد که میتواند آلاینده‌ها را به سرعت و بدون پالایش و نیز گاها از نقاط بسیار دور منطقه انتقال دهد.
- **زون III** که برای نواحی با درجه آسیب‌پذیری کم و خیلی کم نسبت به آلودگی در نظر گرفته می‌شود. این زون حفاظت کمی نیاز دارد و محدودیت‌های کاربری اراضی کمتر از دو زون دیگر می‌باشد. این زون کل نواحی رخنمونی سازندهای پابده، گورپی، رازک و بخش‌های کوچکی (به صورت لکه) از سازند آسماری را در برمی‌گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- زون‌بندی حفاظتی محدوده کارستی تنگه کناره یاسوج

نتیجه گیری

هنگامی که زون‌های حفاظتی تعیین گردید، سازمان مدیریت مربوطه باید ضوابط ویژه‌ای برای فعالیت‌های کاربری اراضی در سطح حوضه چشمه یا چاه طبق مرزبندی حفاظتی، تنظیم کند و آن را اعمال نماید. فهرست و مکان فعالیت‌های انسانی که برای کیفیت آب زیرزمینی و سیاست‌های مدیریتی کاربری اراضی تهدید قلمداد می‌شوند، مرحله بعدی است که لازمه آن تعیین فعالیت مناسب با توجه به درجه حفاظت فعلی و احتمال تاثیرگذاری فعالیت مورد نظر بر سایر زون‌ها می‌باشد. بنابراین، چنانچه لازم باشد باید محدودیت‌های محیط حفاظتی و زون‌های تعیین شده، به صورت دوره‌ای به منظور بروزرسانی آنها با فاکتورهای دیگر یا طبق اطلاعات جدید هیدروژئولوژیکی، بازنگری شود. در این تحقیق، محل تخلیه زباله شهر یاسوج در محدوده آبخوان کارستی تنگ کناره مورد بررسی قرار گرفته است. همانگونه که در شکل ۴ می‌بینیم، هر چند که محل تخلیه زباله (شکل ۵) در زون III قرار گرفته است ولی ذکر چند نکته ضروری به نظر می‌رسد:

- سطح زون III که زباله‌ها درون آن تخلیه و تجمع می‌یابد بسیار محدود و کوچک می‌باشد به طوری که ورود کامیون حامل زباله و تخلیه زباله به زون مجاور یعنی زون II اجتناب‌ناپذیر است.
- نه تنها این محل فاصله نزدیکی با چاه‌های آب شرب دارد بلکه اختلاف ارتفاع زیادی که بین آنها وجود دارد، حرکت جریان آب زیرسطحی و زیرزمینی ناشی از هرگونه بارش را از محل تخلیه زباله به طرف محل چاه‌ها و کل آبخوان تسهیل می‌نماید.
- همانطور که در شکل ۴ مشخص است در پایین دست محل تخلیه زباله یک سد مخزنی جهت تامین آب مورد نیاز بخش کشاورزی و نیز تغذیه آبخوان احداث شده است. جریان آبی سطحی که به طرف سد، جریان خواهد داشت عمدتا از دو آبراهه

www.SID.ir

Archive of SID

که چشمه‌هایی را نیز در بر دارد، تامین می‌شود؛ این در حالی است که آبراهه غربی تا حوالی محل تخلیه زباله امتداد دارد که مطمئنا شیرابه حاصل از زباله‌های (شکل ۶) متعدد توسط این آبراهه به محل ذخیره آب سطحی نیز منتقل می‌شود.

از این رو احتمال آلودگی آبخوان کارستی و در نتیجه آلودگی آب پمپاژی از چاه‌های شرب، بسیار زیاد می‌باشد. بنابراین لازم است که در این مورد بازنگری و توجه ویژه‌ای اعمال گردد.

شکل ۵- محل تخلیه زباله شهر و حومه یاسوج در محدوده مورد مطالعه

شکل ۶- شیرابه حاصل از زباله‌های شهر یاسوج و حومه در محدوده مورد مطالعه

منابع

www.SID.ir

Archive of SID

باقرزاده، س.، کلانتری، ن.، رحیمی، م.ح.، مرادزاده، م. و خوبیاری.ع.، ۱۳۸۸. ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان‌های کارستی به روش EPIK (مطالعه موردی آبخوان کارستی شیمبا). مجموعه مقالات بیست و هفتمین گردهمایی علوم زمین، تهران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صفحات ۱۳-۵.

باقرزاده، سمیه.، کلانتری، ن.، مرادزاده، م.، رحیمی، م.ح.، فاضلی، م. و کشاورزی، م.ر.، ۱۳۸۹. جدیدترین روش پهنه بندی آسیب پذیری آبخوان های کارستی با استفاده ازتکنیک های GIS و سنجش از دور: روش .COP مجموعه مقالات همایش ملی ژئوماتیک۸۹، تهران، صفحات ۱۰-۱.

سیف، ع.، جعفری اقدم، م. و جهانفر، ع.، ۱۳۹۳. ارزیابی و تهیه نقشه آسیب‌پذیری آبخوان‌های کارستی با استفاده از مدل COP)مطالعه موردی: آبخوان کارستی گلین، استان کرمانشاه)، مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، شماره ۳ (۳): ۷۹-۶۵.

گرمابی، م.، ناصری، ح.ر.، علیجانی، ف. و رضایی، م.، ۱۳۹۲. ارزیابی آسیب‌پذیری آبخوان‌های کارستی و کنگلومرایی قلعه تل (شمال شرق خوزستان) با استفاده از روش‌های COP و .PaPRIKa مجموعه مقالات سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین المللی-تخصصی علوم زمین، بهمن‌ماه ۹۲، تهران، بدون صفحه.

محرابی‌نژاد، ع.، ۱۳۸۷. پهنه‌بندی آسیب‌پذیری آبخوان کارستی ایذه کاربرد روش COP در محیط .GIS پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۰ صفحه.

Andreo, B., Ravbar, N. and Vias, M.J., 2009. Source vulnerability mapping in carbonate (karst) aquifers by extension of the COP method: application to pilot sites. Hydrogeology Journal 17: 749–758.

Marin, A.I., Dorfliger, N., Andreo, B., 2012. Comparative application of two methods (COP and PaPRIKa) for groundwater vulnerability mapping in Mediterranean karst aquifers (France and Spain). Environmental Earth Sciences 65: 2407-2421.

Masoompour Samakosh, J., Bagheri, S., Davoodi, M., Yarahmadi, D., Jafari-Aghdam, M. and Soltani., 2013. ASSESSING AND MAPPING THE VULNERABILITY OF KARSTIC AQUIFER USING GIS AND COP MODEL. Global NEST Journal 15(3): 384-393.

Vias, J.M., Andreo, B., Perles, M.J., Carrasco, F., Vadillo, I. and Jimenez, P., ۲۰۰۶. Proposed method for groundwater vulnerability mapping in carbonate (karstic) aquifers: the COP method. Hydrogeology Journal ۱۴: ۹۱۲–۹۲۵.

Zwahlen, F., (Ed.), 2004. Vulnerability and Risk Mapping for the Protection of Carbonate (Karst) Aquifers. Final report (COST Action 620). European Commission, 297 pp.

www.SID.ir