ارزیابی خطر تخریب منابع آب‌های زیرزمینی با استفاده از یک مدل پیشنهادی و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شهرستان جهرم

پرویز جوکار[۱] و مسعود مسعودی*[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۲/۲۹

چکیده

آب های زیرزمینی از منابع مهم تأمین آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشند. مدیریت بهینه منابع آبی و حفظ و ارتقای کیفیت و کمیت آنها نیازمند وجود داده‌هایی در زمینه موقعیت، مقدار و پراکنش آب در یک منطقه جغرافیایی معین می‌باشد. موضوع این تحقیق بررسی خطر تخریب کیفی و کمی آب‌های‌زیرزمینی در دشت‌های شهرستان جهرم با استفاده از مدل اصلاحی IMDPA و سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) است. هدف از این پژوهش پهنه‌بندی مناسب و تهیه نقشه‌های آسیب‌پذیری منطقه در جهت تعیین مناطق در معرض ریسک بیشتر بود. ارزیابی کیفی منابع آب زیر زیرزمینی شامل بررسی وضعیت تخریب به لحاظ پارامترهای EC, CL و SAR مورد بررسی و در ارزیابی کمی به بررسی افت سطح آب زیزمینی پرداخته شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که از نظر افت سطح آب-زیرزمینی (وضعیت کمی) حدود ۴۰ ٪ دشتهای شهرستان در وضعیت خطر شدید و خیلی شدید قرار دارند . از نظر وضعیت کیفی حدود ۵۶ ٪ دشتهای شهرستان در وضعیت خطر شدید و خیلی شدید قرار دارند. به طور کلی ۳۱ ٪ دشتهای شهرستان در وضعیت خطر شدید و خیلی شدید از نظر تخریب منابع آب زیرزمینی قرار دارند.

واژگان کلیدی: آب‌های زیرزمینی، کلاس خطر، خطر تخریب کیفی، خطر تخریب کمی، مدیریت منابع آب

۱دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی، بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست.

۲دانشیار دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی، بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست. نویسنده مسئول:masoudi@shirazu.ac.ir

مقدمه

بیابان زایی عبارتست از بهم خوردن تعادل خاک، پوشش گیاهی، هوا و آب در مناطق دارای اقلیم خشک تداوم این شرایط، کاهش یا نابودی کامل توان بیولوژیک اراضی، از بین رفتن شرایط مساعد زندگی و افزایش مناظر ناخوشایند بیابانی را در پی خواهد داشت (۳). ارزیابی بیابان زایی به منظور مدیریت پایدار زیست محیطی و انجام فعالیت های مرتبط با محیط زیست به پایش و ارزیابی این پدیده می پردازد. یکی از اشکال تخریب و بیابان زایی، تخریب منابع آب زیرزمینی می باشد.

آب های زیرزمینی به آب‌هایی گفته می‌شود که در لایه‌های آب‌دار و اشباع زیر زمین تجمع پیدا کرده‌اند. منابع آب زیرزمینی دومین منبع آب شیرین موجود در جهان هستند. محاسبه منابع آب جهانی نشان می‌دهد که منابع آب-زیرزمینی چیزی در حدود ۰/۶درصد از کل منابع آب و ۶۰٪ از منابع تجدیدپذیر قابل دسترس را به خود اختصاص می‌دهد (۱۶). با این وجود حدود یک سوم جمعیت جهان وابسته به آب زیرزمینی بوده و بیش از ۷۰ درصد منابع آب زیرزمینی به مصرف کشاورزی می رسد (۱۷). منابع آب زیرزمینی در کشور ایران و بسیاری از کشورهای دیگر که آب و هوایی مشابه دارند، مهمترین منابع آب مورد استفاده در کشاورزی و شرب به شمار می‌رود (۵). بنابراین شناخت کیفیت و کمیت آب های زیرزمینی به عنوان یکی از مهمترین و آسیب پذیرترین منابع تأمین آب در دهه های اخیر یک امر کاملاً بدیهی است (۱۱). در استان فارس سهم آبهای سطحی در تامین آب در بخشهای مختلف کشاورزی، شهری و صنعتی۲۰ درصد و سهم منابع آبهای زیرزمینی ۸۰ درصد است در حالی که در کشور به ترتیب ۴۸ و ۵۲ درصد است. این موضوع حاکی از فشار مضاعف بر منابع آب زیرزمینی در این استان است (۱۰). با پیشرفت فناوری، بهره برداری از ذخایر آب زیرزمینی در چند دهه اخیر به شدت افزایش یافته و در نتیجه روند افت سطح آب زیرزمینی و کاهش این ذخایر را به دنبال داشته است. کاهش بارندگی و نزولات جوی نیز اثرات متفاوتی را بر روی آب های زیرزمینی، رطوبت خاک و جریان رودخانه‌ها بر جا می‌گذارد (۱۵). این امر مدیریت صحیح و علمی منابع آب زیرزمینی را به طور جدی مد نظر دست اندرکاران و مسئولان قرار داده است (۴). آب های زیرزمینی در قیاس با آبهای سطحی دارای مزیت‌های مختلفی مانند کیفیت بالاتر و آلودگی کمتر هستند. در مناطق خشک و نیمه خشک در اغلب موارد که آب های سطحی به میزان خیلی کم دیده می شوند، آبهای زیرزمینی قابل دسترس می باشند (۱۱). بنابراین آب‌های زیرزمینی از منابع مهم بهره برداری در مناطق خشک و نیمه خشک می باشند. مطالعات متعددی در این زمینه صورت گرفته که به چند مورد اشاره می شود:

رسولی و چراغی (۱۰) در تحقیقی به بررسی خصوصیات شیمیایی آب های زیرزمینی در قسمت هایی از استان فارس پرداختند. ویژگیهای مهم آب را که در امر آبیاری حائز اهمیت است اندازه گیری و با استفاده از رهنمودهای ارائه شده توسط فائو مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که اغلب آبهای مورد استفاده در فرایند آبیاری دارای محدودیت متوسط و شدید برای مصرف می باشند.

شاهی دشت و عباس نژاد (۱۴) به بررسی کمیت و کیفیت آب های زیرزمینی دشت های استان کرمان، ارزیابی پیامدهای ناشی از اضافه برداشت و ارائه راهکارهای مفید جهت رفع مشکلات منطقه پرداختند. بر اساس محاسبات انجام شده، سطح آب زیرزمینی استان از سال آبی ۸۱-۸۰ تا ۸۶-۸۵، به طور متوسط سالیانه ۹۰ سانتی متر افت داشته است.

مصباح زاده و همکاران (۸) مدل IMDPA را در منطقه ابوزیدآباد کاشان به منظور ارائه یک مدل منطقه ای برآورد شدت بیابانزایی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که ۷۰ درصد از منطقه دارای شدت بیابان زایی شدید است. مسعودی (۶؛ ۷) به ارزیابی ریسک تخریب سرزمین در قسمتی از حوضه مند در جنوب ایران با در نظر گرفتن چهار شکل تخریب سرزمین شامل فرسایش آبی، شوری خاک، افت آب زیرزمینی، زوال پوشش گیاهی و همچنین استفاده از شاخص های مرتبط با هر شکل تخریب، ابتدا به ارزیابی ریسک اشکال فوق در محیط GIS پرداخت. سپس با ترکیب نقشه های ریسک خطر اشکال فوق و با درنظر گیری حداکثر خطر اشکال فوق، نقشه های ریسک تخریب سرزمین در حوزه مند را تعیین نمود.

سپهر و همکاران (۱۳) تحقیقی برای ارزیابی بیابانزایی در مناطق خشک و نیمه خشک بر اساس مدل مدالوس انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که با توجه به اینکه مدل مدالوس برای مناطق مدیترانه ای تنظیم شده است، لذا برای تدوین مجدد آن در مناطق خشک و نیمه خشک بایستی معیار آب زیرزمینی بررسی و جدی گرفته شود.

صادقی (۱۲) وضعیت بیابانی شدن اراضی محدودهٔ شهر اصفهان با استفاده از مدلIMDPA و با تأکید بر شاخص های بیابان زایی و بر اساس میانگین هندسی بررسی کرد. نتایج نشان داد که مهمترین عامل موثر در بیابانی شدن منطقه، تبدیل باغات و اراضی زراعی به مسکونی و شهری و کاهش سرانهٔ فضای سبز و همچنین کاهش نسبت پذیرش جمعیت بالقوه به جمعیت بالفعل (کاهش زیست توده) است.

رنجبران و همکاران (۹) به بررسی مدل IMDPA به منظور ارزیابی بیابانزایی استان گلستان پرداختند. نتایج نشان داد که منطقه به لحاظ وضعیت آب زیر زمینی در شرایط تخریب متوسط قرار دارد.

همانطور که از مطالعات مشخص است معیار آب زیر زمینی اهمیت زیادی در مناطق خشک و نیمه خشک دارد. بخصوص منطقه مورد مطالعه که پتانسیل زیادی برای اراضی کشاورزی آبی (بعنوان یک ویژگی مهم در برآورد نیازهای اقتصادی- اجتماعی) دارد. بنابراین باید با توجه به شرایط منطقه، مدل کالیبره گردد. نحوه محاسبه شدت تخریب نیز از مباحث با اهمیت این مطالعه است تا بتوان شرایط واقعی تری از ارزیابی داشت.

در روش پیشنهادی سعی گردیده است تا عوامل مؤثر در تخریب منابع آب اراضی به صورت گام به گام مورد بررسی قرار گیرد و امکان ارزیابی نسبتا آسان برای کارشناسان و پژوهشگران فراهم شود.

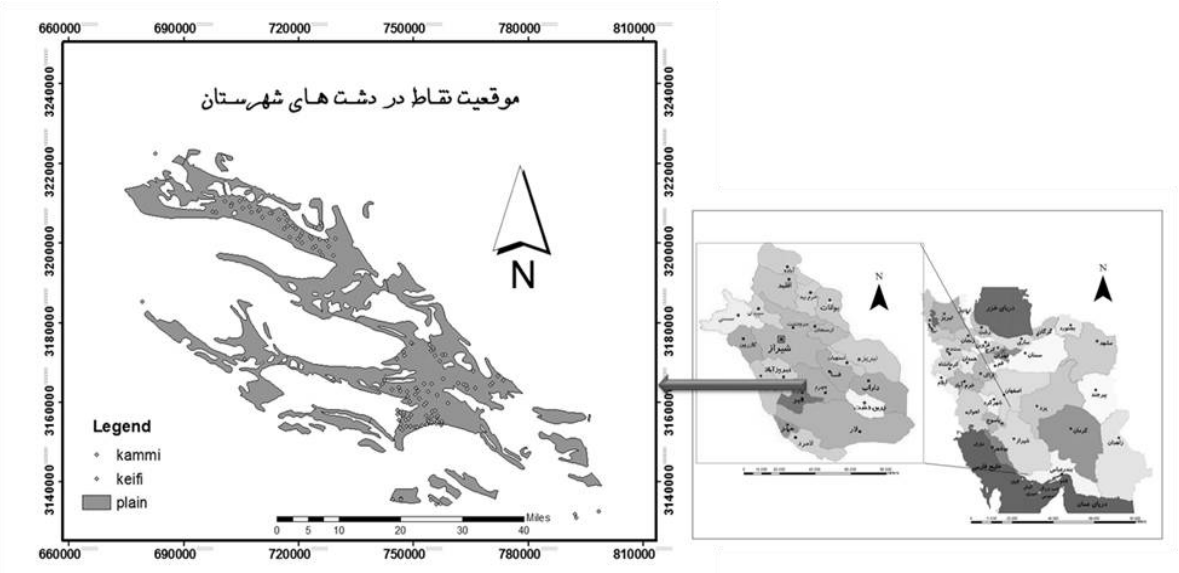
هدف از این تحقیق ارزیابی تخریب کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و هم چنین ترسیم نقشه وضعیت هر یک از پارامترهای کیفی مورد بررسی و نقشه تخریب کمی آب های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه به منظور مدیریت بهینه می باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

جهرم یکی از شهرستان‌های تابعه استان فارس می‌باشد که در نیمه جنوبی استان واقع شده است. این شهرستان ۵۴۳۶ کیلومتر مربع وسعت دارد و در عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۴ دقیقه شرقی قرار گرفته است. ارتفاع متوسط مرکز این شهرستان حدود ۱۰۵۰ متر و هوای شهرستان جهرم به طور کلی گرم و درنواحی کوهستان معتدل می باشد. شهرستان جهرم شامل چهار بخش مرکزی، خفر، سیمکان و کردیان است. دشت منطقه با روند ریختاری منتج از تکاپوی عوامل زمین ساختی و نو زمین ساختی پویا در ناحیه، پهنه مرکزی نقشه را شامل می گردد. طیف زمانی برون زدهای سنگی و رسوبی از پرکامبرین تا پلیستوسن زیرین است که این واحدها در پاره ای از موارد توسط رسوبات کم ضخامت کواترنر پوشیده شده اند. رودخانه شور جهرم رودخانه فصلی بوده و بزرگترین مسیل موجود در حوضه مند می باشد که پس از گذشتن از بخش شمالی دشت جهرم، به رودخانه قره آغاج می پیوندد. رودخانه قره آغاج که از کوههای چهل چشمه و بن رود واقع در شهرستان شیراز سرچشمه می گیرد، از دشتهای خفر و خانکهدان، تادوان دال، یرگ و مافیان و سیمکان در شهرستان جهرم می گذرد. باید یادآور شود که در این شهرستان دریاچه ای وجود ندارد. رودخانه سیمکان نیز که از تنگ آتشگاه در ۱۲ کیلومتری جنوب خاور میمند سرچشمه می گیرد، بعد از مشروب کردن بسیاری از روستاهای بخش سیمکان در تنگ مکان به رودخانه قره آغاج می ریزد. رسوبات آبرفتی منطقه در بخشهای جنوبی و شرقی دشت

جهرم، دانه درشت و دارای نفوذپذیری خوب و در منـاطق غربی و شمال غربی، دانه ریز و دارای نفوذپذیری اندک می باشند. جهت جریانهای زیرزمینی در حاشـیه ارتفاعـات بـه سمت مرکز دشت بوده و سپس به سمت غرب متمایل شده و به رودخانه شور جهـــرم می رسد. همچنین بیلان دشت با توجه به جریانهای ورودی و میزان برداشت، منفی است. شکل ۱ موقعیت این شهرستان را نشان می دهد:



شکل۱- موقعیت نقاط اندازه گیری شده در شهرستان جهرم و استان فارس

روش تحقیق

در این مطالعه داده‌های مورد نیاز ارزیابی تخریب منابع آب زیرزمینی شامل وضعیت کیفی (پارامترهای EC, Cl و SAR) و کمی (افت سطح آب زیرزمینی) با استفاده از گزارشات و اطلاعات موجود در شرکت آب منطقه‌ای استان فارس تهیه گردید. این مطالعه در سطح شهرستان جهرم صورت گرفت.

برای ارزیابی شدت بیابان زایی و تهیه نقشه آن از جنبه معیار آب زیر زمینی با توجه به شرایط منطقه از مدل جدید به نام مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان زایی (IMDPA[1]) استفاده می شود که با همکاری معاونت امور مراتع و خاک سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور و دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۴ تعیین شده و جدیدترین مدل جهت ارزیابی شدت بیابانزایی می باشد (۱). این مدل پتانسیل بیابانزایی را مورد بررسی قرار می دهد. برای انجام ارزیابی پتانسیل بیابانزایی در این

[1] Iranian Model For Desertification Potential Assessment

مدل ۹ معیار شامل اقلیم، زمین شناسی- ژئومرفولوژی، خاک، پوشش گیاهی، کشاورزی، آب، فرسایش، اقتصادی- اجتماعی، تکنولوژی و توسعه شهری می باشند. در این مدل برای هر معیار دست کم ۳ شاخص ارزیابی ارائه شده است که میانگین هندسی (رابطه ۱) ارزش کمی این شاخص ها به عنوان ارزش کمی آن معیار قلمداد می شود و در نهایت میانگین هندسی ارزش کمی تمام معیارها (رابطه۲)، ارزش کمی پتانسیل بیابانزایی را نشان می دهد. معیارهای یاد شده در ۴ کلاس خطر (کم، متوسط، شدید و خیلی شدید) و با وزنی بین ۱ تا ۴ (۱ بهترین محدوده و ۴ بدترین محدوده) طبقه بندی می گردند.

رابطه ۱ : $X1=[(Layer-1)\times(layer-2)\ldots\times(Layer-n)]^{1/n}$

در رابطه فوق X1 معیار تعریف شده، Layer شاخص های مرتبط با معیار و n تعداد شاخص است.

رابطه ۲ : $X2=[(Layer-1)\times(layer-2)\ldots\times(Layer-n)]^{1/n}$

در رابطه فوق X2 امتیاز نهایی، Layer معیار و n تعداد معیار است.

در این مقاله با توجه اهمیت معیار آب زیر زمینی به بررسی آن پرداخته شده است. در واقع یک مدل جهت ارزیابی شدت تخریب کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی ارائه شده است که تفاوت هایی با مدل IMDPA دارد از جمله تفاوت ها تفکیک شاخص های کیفی وکمی در مدل، ۵ کلاسه شدن شاخص ها (در واقع طبقه میانی، خطر متوسط برای آن تعریف گردیده است) و نیز نقشه نهایی تخریب منابع آب زیرزمینی، استفاده از حداکثر محدودیت بین شاخص های کیفی برای تعیین تخریب کیفی، نحوه محاسبه و رسیدن به نقشه نهایی شامل استفاده از میانگین حسابی برای شاخص های کیفی و کمی می باشند. محاسبات در زیر تشریح شده است:

ارزیابی کمی منابع آب زیرزمینی

همانطور که اشاره شد به منظور بررسی افت سطح آب زیرزمینی از اطلاعات دقیق مربوط به آماربرداری‌های انجام شده توسط شرکت آب منطقه‌ای استان فارس استفاده شد. به این منظور ۵۶ نقطه در محیط نرم افزار GIS تعریف شد و میزان افت سطح آب زیرزمینی در طی ۱۰ سال اخیر در سطح شهرستان جهرم در این مناطق بررسی گردید. نقاط مذکور بر اساس اطلاعات ثبت شده توسط سازمان آب استان فارس تهیه شده است و در این مطالعه نقاط طوری انتخاب شده اند که پراکنش مناسبی به منظور پهنه بندی دشت داشته باشد. نقاط تعریف شده تغییرات سطح آب زیرزمینی در طی ۱۰ سال اخیر با میانگین‌گیری از وضعیت سطح آب زیرزمینی در هر سال آبی و نهایتاً رسم نمودار تغییرات سطح آب زیرزمینی و برررسی وضعیت معناداری[1] صورت گرفت. براین اساس در صورت معنادار نبودن وضعیت افت سطح آب زیرزمینی طبقه ۱ یا بدون خطر و در صورت

[1] آزمون همبستگی پیرسون و در سطح احتمال ۹۵٪

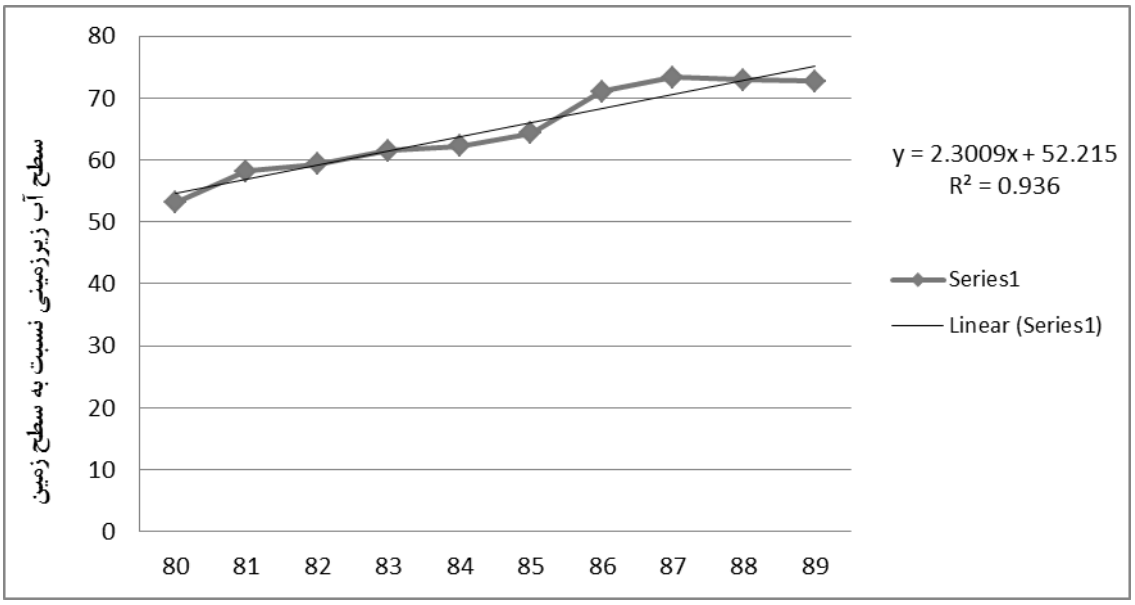
معنادار بودن با محاسبه تغییرات وضعیت آب زیرزمینی براساس فرمول رگرسیونی بدست آمده در سال اول و دهم اختلاف این دو محاسبه گردید و نهایتاً بر ۱۰ تقسیم شد تا میزان تغییرات سالانه (از طریق شیب خط رگرسیونی نیز قابل برآورد است) نیز بدست آید (رابطه۳). سپس اطلاعات بدست آمده از میزان افت در مناطق مورد مطالعه شهرستان وارد محیط GIS گردید و با استفاده از روش تیسن پهنه بندی انجام گرفت و نهایتاً با استفاده از جدول ۱ طبقه‌بندی صورت گرفته و نقشه خطر افت سطح آب زیرزمینی تهیه گردید. طبقه‌بندی این شاخص برگرفته از طبقه‌بندی ارائه شده توسط مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی (IMDPA) می‌باشد. شکل ۲ نمونه ای از روند تغییرات را در یکی از ایستگاههای جهرم نمایش می دهد.

رابطه۳: روند تغییرات=y2-y1/10 ، y2 افت آب در انتهای دوره ۱۰ ساله، y_1 افت آب در ابتدای دوره ۱۰ ساله

جدول۱- کلاس ها و درجات خطر شاخص افت آب زیرزمینی (۲)

درجه خطر	کلاس خطر	دامنه مقادیرافت آب زیرزمینی (سانتی متر در سال)
۱	بی خطر	عدم افت آب یا عدم معنی داربودن روند تغییرات [1]
۲	کم	۰-۲۰
۳	متوسط	۲۰-۳۰
۴	شدید	۳۰-۵۰
۵	خیلی شدید	≥۵۰

[1] آزمون همبستگی پیرسون و در سطح احتمال ۹۵٪



شکل ۲- نمودار روند تغییرات سطح آب زیرزمینی (نسبت به سطح زمین) در یکی از ایستگاههای دشت جهرم

ارزیابی کیفی منابع آب زیرزمینی

شاخص هدایت الکتریکی (EC[1])، نمایانگر میزان املاح کاتیونی و آنیونی محلول موجود در آب است که میتواند هدایت جریان الکتریسیته در آب را تسریع نماید. هر چه میزان هدایت الکتریکی یک نمونه آب بیشتر باشد میزان املاح موجود در آن بیشتر و با توجه به تقسیم بندی های کیفیت می تواند نشانگر کیفیت نامطلوب آب باشد. هدایت مخصوص الکتریکی برحسب میکرو زیمنس بر سانتیمتر در ۲۵ درجه سانتیگراد محاسبه می شود (۱۸). شایان یادآوری است که با توجه به وسعت بالای اراضی کشاورزی آبی در شهرستان جهرم (حدود ۱۳٪)، پارامترهای موثر در تخریب منابع آب با نظرات کارشناسان و همچنین مطالعات صورت گرفته در این رابطه همانند (۱۹)، شاخص هایی که اهمیت بالاتری در ارزیابی منطقه مورد مطالعه داشتند استفاده گردید. از اینرو در ارزیابی کیفی از داده های شاخص های کلر (Cl)، هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذب سدیم(SAR[2])، برای تعیین شدت تخریب کیفی منابع آب زیرزمینی استفاده شد که طبقه بندی آنها در جداول ۲، ۳ و ۴ نمایش داده شده است. ۱۰۰ نقطه مشخص شامل داده های کیفی EC، Cl و SAR سالهای ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۰ می باشد. نقاط مذکور بر اساس اطلاعات ثبت شده توسط سازمان آب استان فارس تهیه شده است و در این مطالعه نقاط طوری انتخاب شده اند که پراکنش مناسبی به منظور پهنه بندی دشت

[1] Electrical Conductivity

[2] Sodium adsorption ratio

داشته باشد. به دلیل اینکه از چاه ها در زمان های مختلف چندین بار اندازه گیری صورت گرفته است، از مقادیر هر یک از شاخص های کیفی EC، Cl و SAR جداگانه میانگین گرفته شد. سپس در محیط نرم افزار Arc GIS 9.3 یک لایه برای سال های مذکور ساخته و مشخصات داده های کیفی از جمله مقادیر شاخص های EC، Cl و SAR و کلاس های خطر شاخص ها به لایه ها افزوده شد. ارزیابی شدت تخریب کیفی منابع آب زیرزمینی بر اساس محاسبه حداکثر محدودیت شاخص های کیفی لایه ها (شاخصی که بدترین کلاس خطر را در بین سایر شاخص های لایه داشته باشد) است. در این تحقیق شاخص حداکثر محدودیت شاخص EC است. سپس نقشه های تخریب کیفی منابع آب زیر زمینی و خطر تخریب کیفی منابع زیر زمینی با روش تیسن بدست آمدند.

جدول۲- کلاس ها و درجات خطر شاخص هدایت الکتریکی (EC) (۲)

درجه خطر	کلاس خطر	دامنه اعداد (میکرو موس بر سانتی متر)
۱	بی خطر	۰-۲۵۰
۲	کم	۲۵۰-۷۵۰
۳	متوسط	۷۵۰-۲۲۵۰
۴	شدید	۲۲۵۰-۵۰۰۰
۵	خیلی شدید	≥۵۰۰۰

جدول۳- کلاس ها و درجات خطر شاخص کلر (Cl) (۲)

درجه خطر	کلاس خطر	دامنه اعداد (میلی گرم بر لیتر)
۱	بی خطر	۰-۱۲۵
۲	کم	۱۲۵-۲۵۰
۳	متوسط	۲۵۰-۵۰۰
۴	شدید	۵۰۰-۱۵۰۰
۵	خیلی شدید	≥۱۵۰۰

جدول ۴- کلاس ها و درجات خطر شاخص نسبت جذب سدیم (SAR) (۲)

درجه خطر	کلاس خطر	دامنه اعداد
۱	بی خطر	۰-۱۰
۲	کم	۱۰-۱۸
۳	متوسط	۱۸-۲۶
۴	شدید	۲۶-۳۲
۵	خیلی شدید	≥۳۲

ارزیابی تخریب منابع آب زیر زمینی

با ادغام نقشه شاخص های شدت تخریب کیفی منابع آب زیر زمینی و نقشه شدت تخریب کمی افت آب زیر زمینی نقشه شدت تخریب نهایی منابع آب زیر زمینی بدست آمد. عملیات تلفیق این دو نقشه با تابع Intersect و با هدف تهیه معیار آب زیرزمینی انجام شد. به منظور ارزیابی شدت تخریب منابع آب زیر زمینی از کلاس های تخریب کمی و کیفی هر لایه میانگین حسابی گرفته شد (رابطه ۴) و کلاس های خطر نهایی تخریب منابع آب زیرزمینی با توجه به مقادیر میانگین حسابی (جدول۵) مشخص شد. میانگین حسابی بر اساس عملیات جبری جمع صورت می گیرد و میانگینی از نقشه های پارامترها را در هر پلی گون محاسبه می نماید. در واقع پس از آنکه دو لایه اطلاعاتی مذکور به طور جداگانه در Arcgis9.3 تهیه شد، به منظور تهیه نقشه نهایی وضعیت تخریب منابع آب از میانگین شاخص های (امتیازات عددی) معیار مربوطه استفاده می شود (۱۸؛۱۹). طبقه بندی شدت تخریب منابع آب زیرزمینی ازجدول ۵ محاسبه شد.

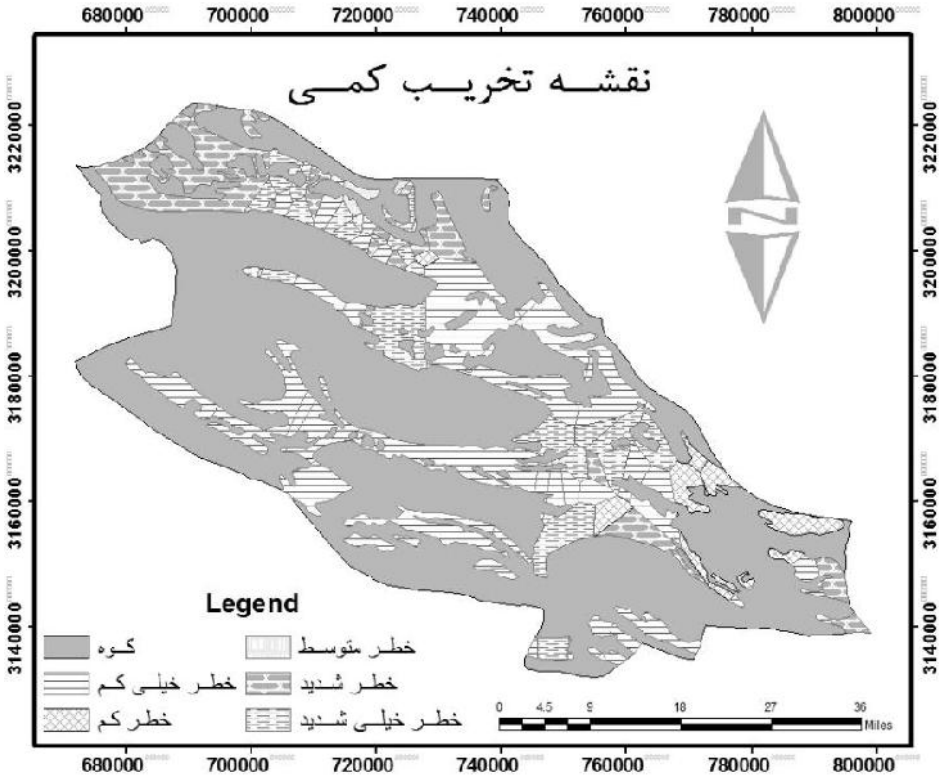
(رابطه۴): ۲/ (شاخص کمی+ شاخص کیفی) = معیار آب زیرزمینی

جدول ۵- کلاس های شدت تخریب منابع آب زیر زمینی ((۲) بر اساس دامنه امتیازات نهایی)

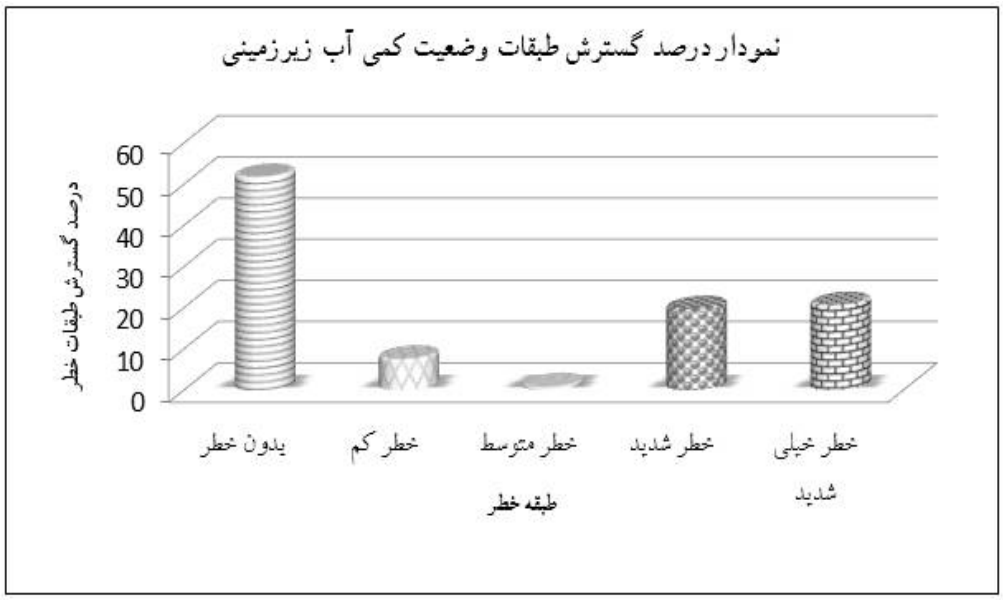
درجه خطر	دامنه اعداد	کلاس خطر
۱	۱-۱/۴۹	بی خطر
۲	۱/۵-۲/۴۹	کم
۳	۲/۵-۳/۴۹	متوسط
۴	۳/۵-۴/۴۹	شدید
۵	≥۴/۵	خیلی شدید

نتایج و بحث

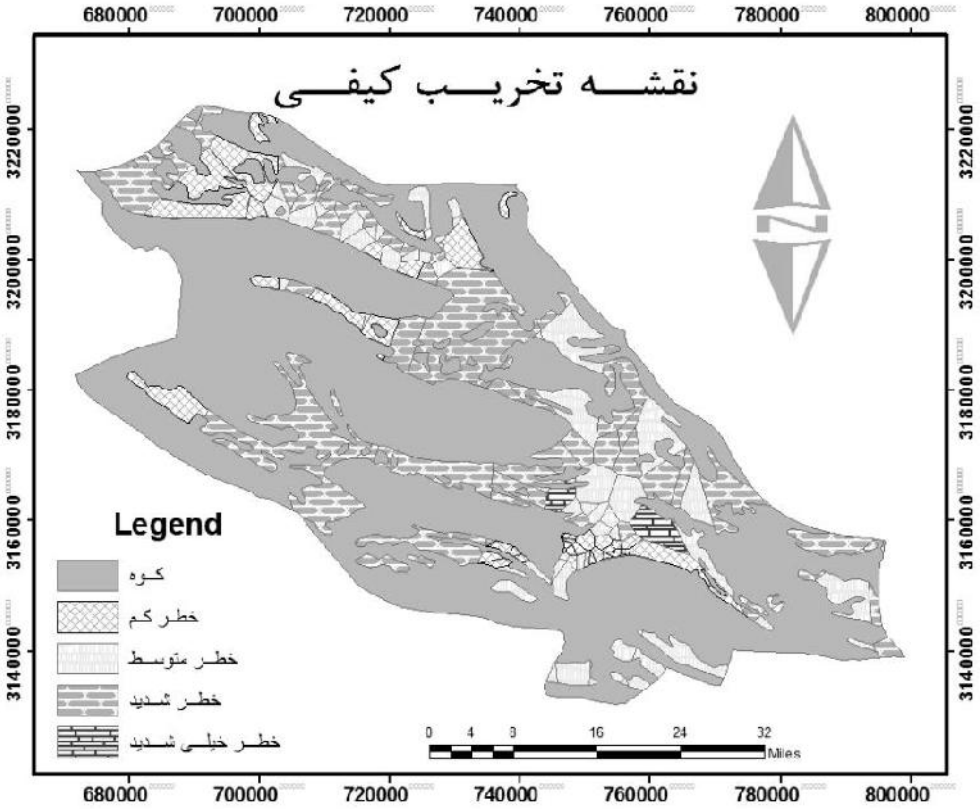
نقشه های خطر تخریب آب زیرزمینی (کمی و کیفی) در شهرستان جهرم در شکل های۳ و ۵ و نمودار درصد گسترش طبقات خطر برای پنج طبقه خطر در شکل های ۴ و ۶ نمایان است. در سطح دشتهای شهرستان رسم گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که از نظر افت سطح آب‌زیرزمینی (وضعیت کمی) حدود ۵۱ ٪ دشتهای شهرستان در وضعیت بدون خطر و ۴۰ ٪ در طبقه شدید و خیلی شدید قرار دارند. از نظر وضعیت کیفی حدود ۱۷٪ دشتهای شهرستان در وضعیت خطر کم و ۵۶ ٪ در طبقه شدید و خیلی شدید قرار دارند.



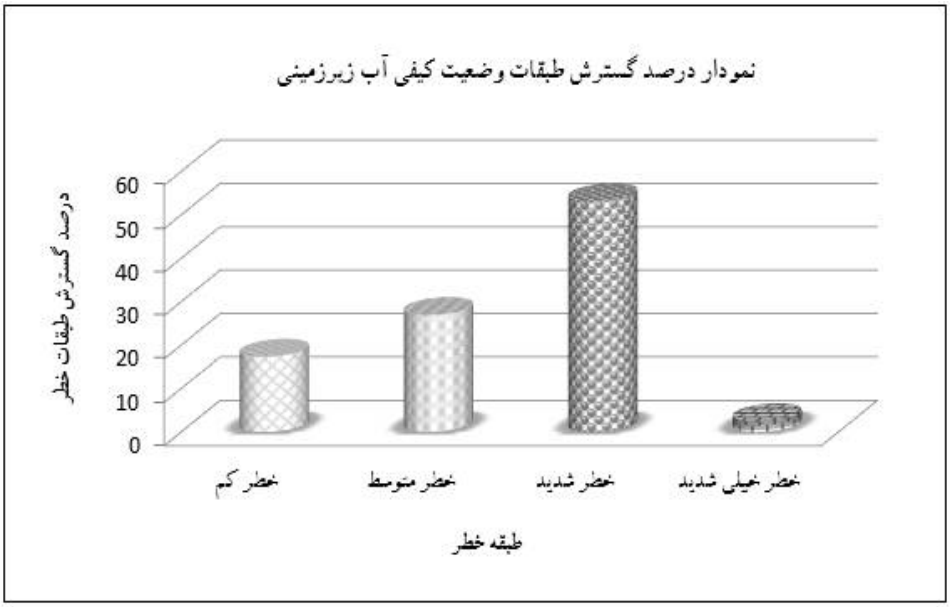
شکل۳- خطر (ریسک) تخریب کمی در دشتهای شهرستان جهرم



شکل۴- درصد گسترش طبقات وضعیت کمی آب زیرزمینی در دشتهای شهرستان جهرم

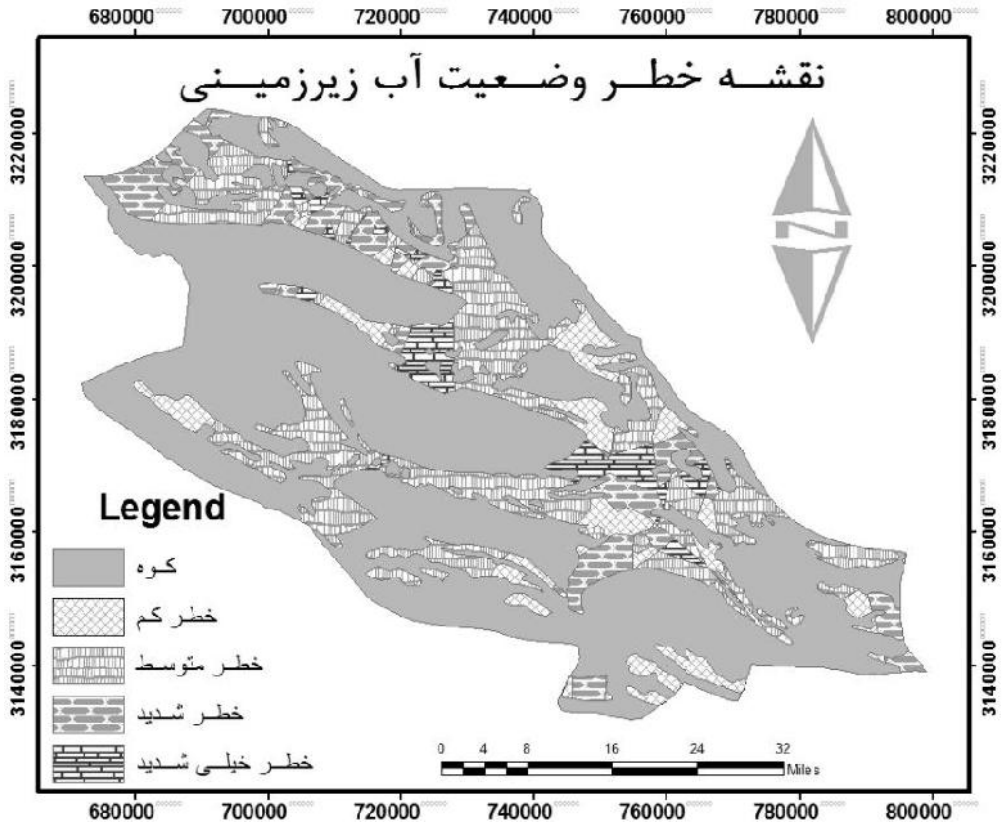


شکل۵- خطر(ریسک) تخریب کیفی در دشتهای شهرستان جهرم

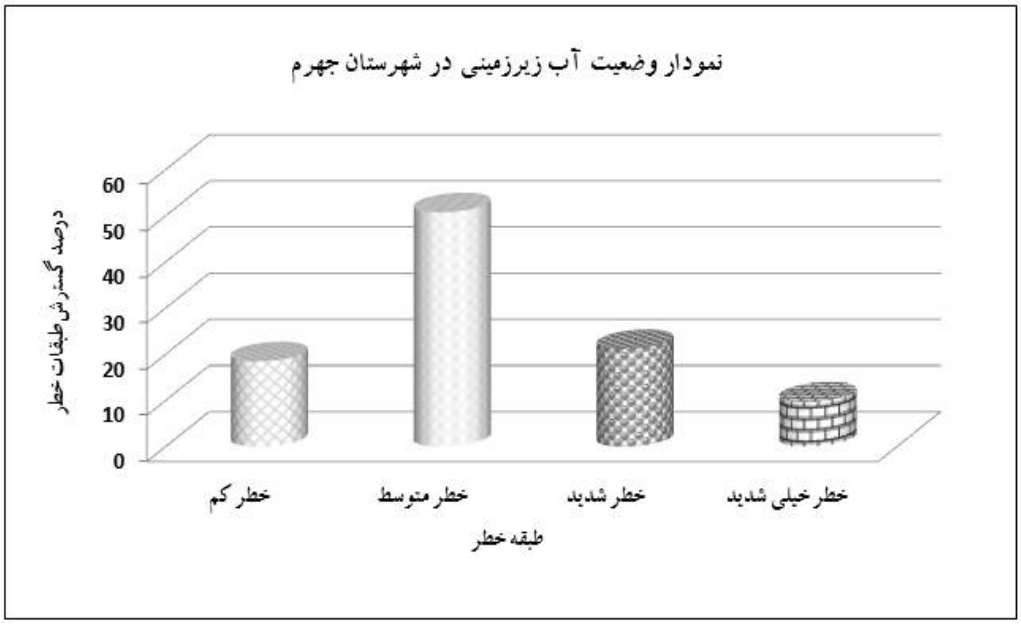


شکل۶- درصد گسترش طبقات وضعیت کیفی آب زیرزمینی در دشتهای شهرستان جهرم

از تلفیق نقشه های کمی و کیفی نقشه خطر تخریب آب‌های زیرزمینی در دشتهای شهرستان جهرم بدست آمد (شکل۷). به طور کلی ۱۸ ٪ دشتهای شهرستان در وضعیت خطر کم و ۳۱ ٪ در طبقه شدید و خیلی شدید از نظر وضعیت آب زیرزمینی قرار دارند (شکل۸). البته وجود خطر کمتر همیشه به این معنا نیست که یک منطقه در وضعیت مناسبی از نظر آب‌زیرزمینی قرار دارد چرا که گاه به دلیل کمبود شدید آب یا وجود مناطق خشک و بیابانی برخی از مناطق در وضعیتی قرار دارند که خطر تخریب در آنها ضعیف‌تر می‌باشد. البته این موضوع نیازمند شناخت وضعیت فعلی یک منطقه می‌باشد.



شکل۷- خطر(ریسک) تخریب منابع آب زیرزمینی در دشتهای شهرستان جهرم



شکل۸- درصد گسترش طبقات وضعیت تخریب منابع آب زیرزمینی در دشتهای شهرستان جهرم

بر اساس مطالعات زهتابیان و اسفندیاری (۱۹) معیار آب بعنوان عامل اصلی بیابان زایی در دشت مورد مطالعه که پتانسیل بالایی به لحاظ اراضی کشاورزی دارد، قلمداد می شود. وجود چاههای عمیق و دسترسی به آن و همچنین تمرکز جمعیت عامل این مسئله است. این تحقیق با نتایج ایشان مطابق است، بطوریکه اراضی دشت بویژه اراضی کشاورزی شهرستان جهرم از لحاظ معیار آب غالبا در شرایط تخریب متوسط تا خیلی شدید قرار دارد و این مطلب اهمیت مدیریت منابع آب را در شهرستان جهرم دو چندان می نماید.

محاسبه تخریب کیفی (حداکثر محدودیت یا بدترین شاخص) بر این اساس استوار است که پارامترهای بیانگر ریسک[1] نقش تعیین کننده ای در عملکرد سرزمین ایفا می نماید (۷). در صورتیکه در سایر معیار آب در وضعیت بیابانی شدن منطقه مطالعات مانند احمدی (۱)، ذاکری نژاد و همکاران (۱۸) از میانگین هندسی بهره گرفته شده است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

در این تحقیق یک مدل برای ارزیابی شدت تخریب کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی در دشت های شهرستان جهرم در استان فارس با بررسی شاخص های کیفی و کمی تخریب ارائه شد. پس از تهیه و تلفیق دو نقشه کمی وکیفی خطر تخریب منابع آب زیرزمینی با استفاده از محاسبه میانگین حسابی، میزان شدت تخریب منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه حاصل شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که از نظر افت سطح آب‌زیرزمینی (وضعیت کمی) حدود ۴۰ ٪ دشتهای شهرستان در وضعیت خطر شدید و خیلی شدید قرار دارند. از نظر وضعیت کیفی حدود ۵۶ ٪ دشتهای شهرستان در وضعیت خطر شدید و خیلی شدید قرار دارند. به طور کلی ۳۱ ٪ دشتهای شهرستان در وضعیت خطر شدید و خیلی شدید از نظر تخریب منابع آب زیرزمینی قرار دارند. در پایان یکسری پیشنهادات به منظور اهمیت تحقیق ارائه می گردد:

۱- با توجه به نقشه نهایی شدت تخریب منابع آب زیرزمینی، مناطقی که در کلاس شدید و خیلی شدید می باشد، توجه هرچه بیشتر مسئولین امر در این زمینه را می طلبد تا با اقدامات مناسب از توسعه هرچه بیشتر بیابان در منطقه جلوگیری نمود.

۲- پیشنهاد می شود تا با کاربرد مدل مذکور در مناطق مختلف و شرایط اقلیمی متفاوت بر حسب اهمیت و گستره اثر شاخص ها ضریبی برای شاخص های غالب در نظر گرفته شود تا برآوردی دقیق تر از وضعیت موجود داشته باشیم. استفاده از شیوه های آنالیز سلسله مراتبی (AHP) در این موارد می تواند سودمند باشد.

[1] Risk

۳- همچنین پیشنهاد می شود به منظور آمایش سرزمین (برنامه ریزی و مدیریت منطقه) از نقشه تهیه شده استفاده گردد.

منابع

1. Ahmadi, H., 2005. Reporting the model of desertification intensity using the proposed model IMDPA. Tehran, Tehran University. (In Persain)
2. Ekhtesasi, M.R. and Sepehr, A., 2011. Methods and Models of Desertification Assessment and Mapping. Yazfd, Yazd University. 286 pp. (In Persain)
3. FAO/UNEP. 1984. Provisional methodology for assessment and mapping of desertification. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 84pp.
4. Katibeh, H. and Hafezi, S. 2005. Application of Modflow in Groundwater Management and Evaluation of Artificial Recharge Project of Ab-barik Aquifer (Bam). Journal of Water and Wastewater. 15 (2): 45-58. (In Persain)
5. Mahdavi, M., 2005. Applied hydrology. Volume II, Tehran University Press. 437 pp. (In Persain)
6. Masoudi, M. 2005. Risk Assessment of land degradation in part of mond basin, southern Iran.PhD.Thesis of Pune University India.
7. Masoudi,M.2010. Risk assessment and remedial measures of land degradation in parts of southern Iran".LAMBERT academic publishing,Germany.
8. Mesbahzadeh, T. Ahmadi, H. Zehtabian, GH. Sarmadian, F. Moghiminejad, F., 2013. Calibration of IMDPA model with regarding to land criteria to present regional model for desertification intensity (Case study: Abuzaidabad, Kashan). Journal of Range and Watershed Management. 66 (3): 469-476. (In Persain)
9. Ranjbaran, H., Shurvarzy, H., and Alimohammadi, A. 2014. Mapping Desertification using Iranian Model of Desertification Potential Assessment (IMDPA) and GIS in Golestan Province, Iran. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci., Vol 4 [1] December 2014: 117-128.
10. Rasouli, F. and Cheraghi, A. 2009. Evaluation of the quality of groundwater used in irrigation in Fars province. 1st Conference of Groundwater, Behbahan. 2009. (In Persain)
11. Rizzo, D.M., Mouser, J.M. 2000. Evaluation of Geostatistics for Combined Hydrochemistry and Microbial Community Fingerprinting at a Waste Disposal Site. pp. 1-11.
12. Sadeghi, S. (2010). The survey of desertification of Isfahan city emphasis on techtogenic desertification indices. M.Sc thesis, Faculty on Natural Resources, Yazd University.
13. Sepehr, A., Hassanli, A. M., Ekhtesasi, M. R. & Jamali, J. B. 2007. "Quantitative assessment of desertification in south of Iran using MEDALUS method. Environmental Monitoring and Assessment Journal, 134: 243-254.
14. Shahidasht, A. and Abbasnejad, A., 2011. Present of Management Solutions for Groundwater Resources in Kerman Province. 7 (2): 131-146. (In Persain)

15. Shahidi, N. Honar, M. and Gholami, A. 2009. Investigating the Effect of Drought on the Quantitative Condition of Groundwater Resources in Selected Plains of Fars Province. Second National Conference on Drought Effects and Management Tools. 2009. (In Persain)
16. The Department of Environment and Conservation (NSW). 2007. Guidelines for the Assessment and Management of groundwater Contamination. Published by: Department of Environment and Conservation NSW, Website:www.environment.nsw.gov.au.
17. Vahabzadeh, A. 2009. Understanding the Environment: Earth, Living Planet. Sixth Edition, Mashhad University Press. 722 pp. (In Persain)
18. Zakerinejad, R. Masoudi M. Afzali F. and Falah R., 2012. Assessment of Desertification using ground water criteria and GIS (case study:Zarin Dasht Fars). Irrigation & Water Engineering. 2 (7): 1-10. (In Persain)
19. Zehtabian, G. and Esfandiari, M. 2011. Evaluation of the agricultural development and groundwater use on desertification in Tashk region, Fars province. Arid Biom Scientific and Research Journal. 1 (2): 1-8. (In Persain)