علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یک، شماره سه، خرداد ماه ۹۸

ارزیابی شدت تخریب منابع آب زیرزمینی با استفاده از مدل اصلاحی بیابان زایی IMDPA و GIS در دشت شیراز استان فارس

سعیده برزگر [۱]

مسعود مسعودی* [۲]

masoudi@shirazu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۷ **تاریخ پذیرش:۹۶/۴/۲۶**

چکیده

زمینه و هدف: بسیاری از عرصه های منابع طبیعی و کشاورزی در اثر استفاده بی رویه و عدم مدیریت صحیح آب‌های زیرزمینی تبدیل به بیابان گردیده اند. علت بیابان زایی و تخریب سرزمین علاوه بر عوامل طبیعی ناشی از عملکرد نادرست انسان می باشد که پیامد هایی مانند شور شدن و افت سطح آب زیرزمینی را به همراه دارد. در این راستا به منظور برنامه‌ریزی مقابله با تخریب منابع آب زیرزمینی، ارزیابی شدت تخریب منابع آب زیرزمینی دشت شیراز انجام گردید.

روش بررسی: در این مطالعه از مدل اصلاحی IMDPA برای تعیین شدت تخریب منابع آب زیرزمینی استفاده شد. نقشه نهایی تخریب منابع آب زیرزمینی از تلفیق لایه های اطلاعاتی شاخص های معیار آب حاصل شد.

یافته ها: نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در حدود ۵۵ درصد از منابع آب زیر زمینی قسمت اصلی دشت شیراز در کلاس خطر متوسط و در حدود ۳۰ درصد در کلاس خطر شدید و خیلی شدید تخریب قرار دارند.

بحث و نتیجه گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص هدایت الکتریکی بیش‌ترین تاثیر را در تخریب منابع آب زیرزمینی دشت شیراز داشته است. هم چنین مشخص شد که مدل پیشنهادی کارایی خوبی برای برآورد شدت تخریب منابع آب زیرزمینی دارد. لذا پیشنهاد می شود این مدل در مناطق مشابه برای تعیین شدت تخریب منابع آب زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آب‌های زیرزمینی، کلاس خطر، تخریب، GIS.

۱- کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- دانشیار بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران(مسوول مکاتبات).

J.Env. Sci. Tech., Vol 21, No.3, May, 2019

Degradation severity assessment of groundwater resourses using the modified version of IMDPA and GIS in Shiraz plain, Fars province

Saeedeh Barzegar[1]
Masoud Masoudi * [2]
masoudi@shirazu.ac.ir

Admission Date: July 17, 2017 Date Received: April 26, 2016

Abstract

Background and Objective: Many agriculture and natural resources have turned into desert due to overuse and mismanagement of groundwater. The main cause of desertification and land degradation, in addition to natural factors, is improper human activities that lead to some consequences such as salinity and lowering the groundwater level. In this regard, the degradation severity assessment of groundwater resources was done in Shiraz plain to plan for encountering the degradation of groundwater resources.

Method: In this study, the modified IMDPA model was used to determine the severity of groundwater resources degradation. The final map of groundwater resources degradation was created by integrating the information layers of indices of water criterion.

Findings: The results of this study indicated that about 55% of the main part of the plain is under moderate hazard class of water degradation and about 30% of it is under severe and very severe hazard classes of water degradation.

Discussion and Conclusion: The results of this study showed that the electrical conductivity index had the greatest impact on the degradation of groundwater resources in Shiraz plain. Moreover, it was found that the proposed model has a good performance in estimating the severity of groundwater resources degradation. Therefore, the model is recommended to be applied in similar areas to determine the severity of groundwater resources degradation.

Keywords: Groundwaters, Hazard class, Degradation, GIS.

1- MSc. in Environmental Management, Department of Environment, Tehran University, Tehran, Iran.

2- Associate Professor, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Shiraz University, Shiraz, Iran* (Corresponding Author).

مقدمه

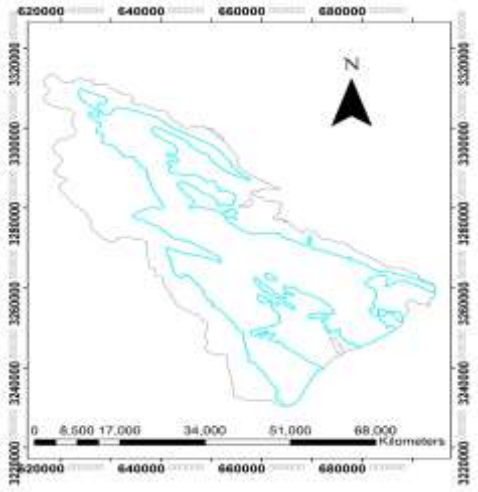
بعد از یخچال ها منابع آب زیرزمینی با حجمی معادل ۳۷ میلیارد کیلومتر مکعب بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرین به حساب می آیند(۱و ۲). آب‌های زیرزمینی به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تامین کننده آب، در اثر برداشت بیش‌تر از میزان تغذیه طبیعی آن ها طی دهه های اخیر از نظر کمی و کیفی با کاهش قابل ملاحظه ای روبرو شده اند. منظور از کاهش کیفی آب زیرزمینی آلودگی آب و افت کیفیت آن است و کاهش کمی آب نیز به معنای کاهش حجم و افت سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی می باشد(۳، ۴ و ۵). استان فارس۸۰ درصد آب مصرفی خود را از منابع آب زیرزمینی تأمین می کند در حالی که این میزان در کشور تقریبا ۵۲ درصد است به همین دلیل این استان عمدتاً با مشکل بیلان منفی آب زیرزمینی دشت ها روبه رو شده است. از طرفی بسیاری از عرصه های منابع طبیعی و کشاورزی در اثر استفاده ی بی رویه و عدم مدیریت صحیح آب‌های زیرزمینی تخریب و تبدیل به بیابان گردیده اند(۶، ۷، ۸ و ۹). در سال های اخیر برای ارزیابی تخریب منابع آب زیرزمینی و پدیده بیابان زایی مدل های زیادی ارایه شده است. وصالی ۱۳۸۷با بررسی شدت بیابان زایی ناشی از فعالیت های انسانی براساس مدل IMDPA[1]، وضعیت بیابان زایی را در منطقه آران و بیدگل از نظر کیفی در کلاس متوسط محاسبه کرد(۱۰). ناطقی و همکاران در ارزیابی شدت بیابان زایی دشت سگزی با استفاده از مدل IMDPA دریافتند که معیار آب با میانگین وزنی ۳/۹۷ واقع در کلاس خیلی شدید بیشترین تأثیر را در بیابان زایی منطقه داشت(۱۱). طباطبایی فر و همکاران ۱۳۹۲ به تجزیه و تحلیل معیارهای شدت بیابان زایی دشت گرمسار با استفاده از مدل IMDPA پرداختند. نتایج پژوهش آن ها نشان داد که معیار آب در میان معیارهای مورد بررسی بیشترین اثر را بر روی تخریب زمین و بیابان زایی داشت(۱۲). اسفندیاری و حکیم زاده وضعیت بالفعل بیابان زایی را با تأکید بر تخریب خاک براساس مدل IMDPA در منطقه آباده طشک فارس مورد بررسی قرار دادند. آن ها دریافتند که ۴۷ درصد از کل مساحت منطقه در کلاس کم خطر بیابان زایی، ۴۳ درصد در کلاس خطر متوسط و ۱۰ درصد از مساحت کل منطقه در کلاس خطر شدید بیابان زایی قرار داشت(۶).

عدم شناخت صحیح و بهره برداری بی رویه منابع آب زیرزمینی بدون توجه به امکانات آن ها خسارت جبران ناپذیری مانند افت شدید و غیرقابل برگشت سطح آب زیرزمینی، کاهش دبی چاه ها و قنوات، پیشروی جبهه های آب شور و تداخل آب‌های شور، تغییر کیفیت آب زیرزمینی، انتشار و پخش آلودگی ها، افزایش آسیب پذیری دشت ها نسبت به خشک‌سالی، نشست زمین و به خطر افتادن اکوسیستم طبیعی را به دنبال خواهد داشت (۱۳ و ۱۴). در نتیجه مدیریت بهینه منابع آب زیرزمینی در جهت حفظ پایداری این منابع از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به-دلیل اهمیت بسزای منابع آب زیرزمینی بررسی های دقیق کمی و کیفی این منابع میتواند کمک شایانی در مدیریت و برنامه ریزی آن ها داشته باشد. لذا هدف این مطالعه ارزیابی تخریب کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و هم چنین ترسیم نقشه وضعیت تخریب کمی و کیفی منابع آب‌های زیرزمینی دشت شیراز می باشد. به کار گیری این نقشه ها جهت برنامه ریزی و مدیریت منابع آب در آینده امری حیاتی می باشد.

روش

شهرستان شیراز با مختصات جغرافیایی ۵۲/۳۳ طول شرقی و ۲۹/۳۶ عرض شمالی در ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا معادل۱۰۶۸۸/۸ کیلومتر مربع، وسعت دارد. در این مطالعه دشت شیراز واقع در واحد هیدرولوژیک شیراز برای مطالعه انتخاب شده است.

1-Iranian model of desertification potential assessment



شکل۱- نقشه دشت مورد مطالعه در شهرستان شیراز

Figure 1. Map of Shiraz Plain

شناخت مهم ترین عوامل موثر بر تخریب منابع آب زیرزمینی برای جلوگیری از گسترش پدیدهٔ بیابان زایی و حمایت از عرصه های آسیب پذیر در برابر عوامل تخریب ضرورت دارد. به همین منظور طرح جامع کمی سازی معیارها و شاخص های تاثیرگذار بر روند بیابان زایی در زیست بوم های طبیعی کشور با تکیه بر شرایط خاص اکولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی و آبخیزداری کشور با همکاری معاونت امور مراتع و خاک سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور و دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۳ در سطح ملی تدوین شد. بر پایه نتایج این طرح ۹ معیار و ۳۵ شاخص بیابان زایی در ایران شامل اقلیم، زمین شناسی- ژئومورفولوژی، خاک، پوشش گیاهی، کشاورزی، فرسایش (آبی و بادی)، اقتصادی -اجتماعی و تکنولوژی توسعه شهری - صنعتی به عنوان عوامل اصلی و کلیدی بیابان زایی همراه با روش شناسی ارزیابی کمی و کیفی آن ها در قالب مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان زایی IMDPA ارایه شد (۱۵). در این مدل هر یک از این شاخص-ها در چهار کلاس خطر کم، خطر متوسط، خطر شدید و بسیار شدید مورد ارزیابی قرار می گیرند. همچنین بهره گیری از سیستم های اطلاعات جغرافیایی در تلفیق لایه ها از برتری‌های این مدل می باشد (۱۵ و ۱۶).

در تحقیق حاضر با توجه به شرایط منطقه ای دشت شیراز یک مدل جدید جهت ارزیابی شدت تخریب کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی براساس مدل IMDPA ارایه شده است. تفاوت‌های این مدل با مدل IMDPA در تفکیک شاخص های کیفی وکمی معیار آب، ۵ کلاسه شدن هر یک از شاخص ها، استفاده از شاخص کیفی با حداکثر محدودیت در بین سایر شاخص ها برای تعیین تخریب کیفی، استفاده از میانگین حسابی برای محاسبه تخریب نهایی منابع آب زیرزمینی می باشد.

ارزیابی کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی

به منظور ارزیابی کمی منابع آب زیرزمینی طی مدت ۱۸ سال از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۰، مقادیر میانگین میزان سطح آب‌های زیرزمینی از ۲۹ سفره آب زیرزمینی موجود در منطقه اندازه گیری شد. در مرحله بعد با اطلاعات بدست آمده از میزان افت سطح آب‌های زیرزمینی منطقه در محیط نرم افزار Arc GIS نسخه۱۰، لایه اطلاعاتی ایجاد شد و سپس با استفاده از روش تیسن و طبقه بندی ارایه شده در جدول ۱، نقشه خطر افت سطح آب زیرزمینی تهیه شد. در ارزیابی کیفی منابع آب زیرزمینی برای تعیین شدت تخریب کیفی منابع آب زیرزمینی از داده های شاخص های تخریب کیفی منابع آب شامل کلر Cl، هدایت الکتریکی EC[۱] و نسبت جذب سطحی سدیم SAR[۲] مربوط به ۵۵ سفره آب زیرزمینی در سال ۱۳۸۹ تا۱۳۹۰ و نیز داده های شاخص هدایت الکتریکی EC مربوط به ۲۰ سفره آب زیرزمینی در سال ۱۳۸۸تا ۱۳۸۹ در دشت شیراز استفاده شد. شاخص نسبت جذب سطحی سدیم از رابطه ۱ محاسبه می‌شود. در این فرمول Mg، Ca، Na برحسب meq/lit می‌باشند.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca+Mg)/2}} \qquad (1)$$

شاخص هدایت الکتریکی نیز نمایان‌گر میزان املاح کاتیونی و آنیونی محلول موجود در آب است. هر چه میزان هدایت الکتریکی یک نمونه آب بیش تر باشد، کیفیت آب نامطلوب‌تر می باشد. شاخص هدایت الکتریکی برحسب میکرو زیمنس برمتر در ۲۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه می شود (۴). در مرحله

۱- هدایت الکتریکی Electrical Conductivity

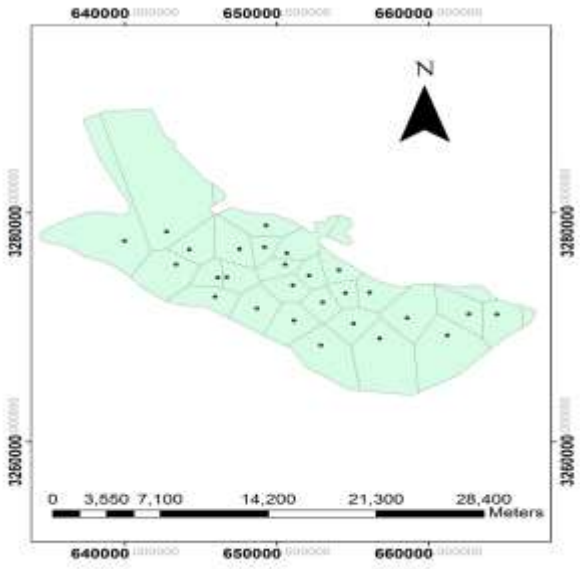
۲- نسبت جذب سطحی سدیم Sodium Adsorption Ratio

بعد برای هر یک از شاخص های کیفی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۸۹ و سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۰ در نرم افزار Arc GIS ۱۰ به صورت جداگانه لایه اطلاعاتی تهیه شد سپس کلاس های خطر هر شاخص مطابق طبقه بندی های جداول ۲، ۳ و ۴ مشخص شد. در نهایت نقشه شدت تخریب کیفی منابع آب زیرزمینی از تلفیق لایه های اطلاعاتی شاخص هدایت الکتریکی بعنوان شاخص با حداکثر محدودیت در هر سال، با محاسبه میانگین حسابی مقادیر آن‌ها به دست آمد.

جدول ۱- کلاس ها و درجات خطر شاخص افت سطح آب زیرزمینی

Table 1. Classes and hazard degrees of lowering water table index

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



شکل ۲- نقشه موقعیت جغرافیایی چاه های مورد مطالعه برای داده های کمی دشت شیراز

Figure 2. Geolocation map of studied wells for quantitative data in the Shiraz plain

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

Table 2. Classes and hazard degrees of electrical conductivity index (EC)

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

جدول ۳- کلاس ها و درجات خطر شاخص کلر (Cl)

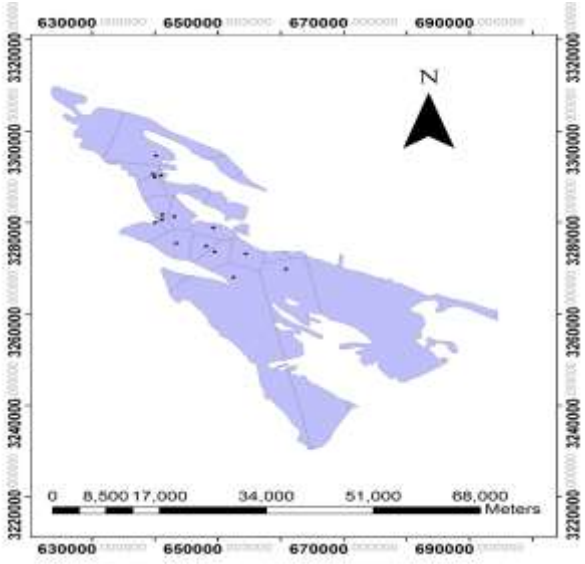
Table 3. Classes and hazard degrees of chlorine index (Cl)

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

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

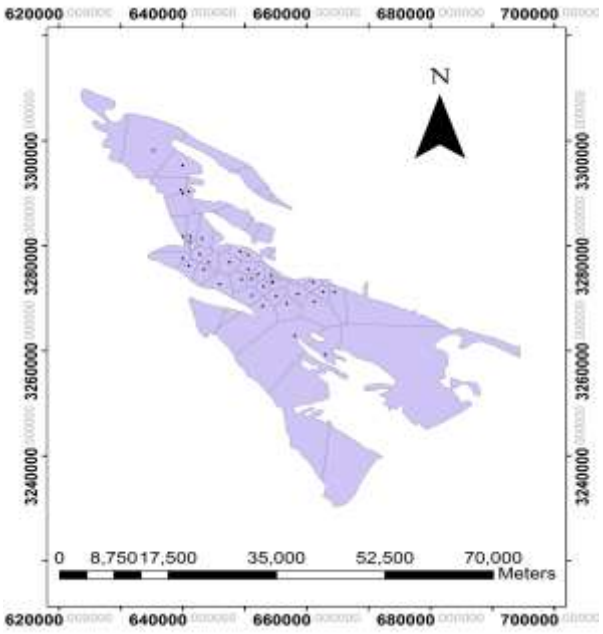
Table 4. Classes and hazard degrees of Sodium Adsorption Ratio index (SAR)

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



شکل ۳- نقشه موقعیت جغرافیایی چاه های مورد مطالعه برای داده های کیفی سالهای ۱۳۸۸-۱۳۸۹ دشت شیراز

Figure 3. Geolocation map of studied wells for 2009-2010 qualitative data in the Shiraz plain



شکل ۴- نقشه موقعیت جغرافیایی چاه های مورد مطالعه داده های کیفی سال های ۱۳۸۹-۱۳۹۰ دشت شیراز

Figure 4. Geolocation map of studied wells for2010-2011 qualitative data in the Shiraz plain

ارزیابی تخریب منابع آب زیرزمینی

با ادغام نقشه های شدت تخریب کیفی منابع آب زیرزمینی و شدت تخریب کمی آب زیرزمینی، نقشه تخریب نهایی منابع آب زیرزمینی بدست آمد و سپس کلاس های خطر نهایی تخریب منابع آب زیرزمینی دشت شیراز با توجه به میانگین حسابی مقادیر کلاس های خطر شاخص های کمی و کیفی (رابطه ۲) طبق طبقه بندی جدول ۵ مشخص شد. در نتیجه نقشه نهایی تخریب منابع آب زیرزمینی از تلفیق شاخص های معیار کیفی مانند هدایت الکتریکی، کلر و نسبت جذب سدیم سال های مذکور و شاخص کمی افت سالیانه سطح آب زیرزمینی در مدت ۱۸ سال حاصل شد.

(۲) ۲/(شاخص کیفی[EC]+ شاخص کمی[افت سطح آب زیرزمینی])= معیار آب زیرزمینی

جدول ۵- کلاس های خطر شدت تخریب منابع آب زیرزمینی

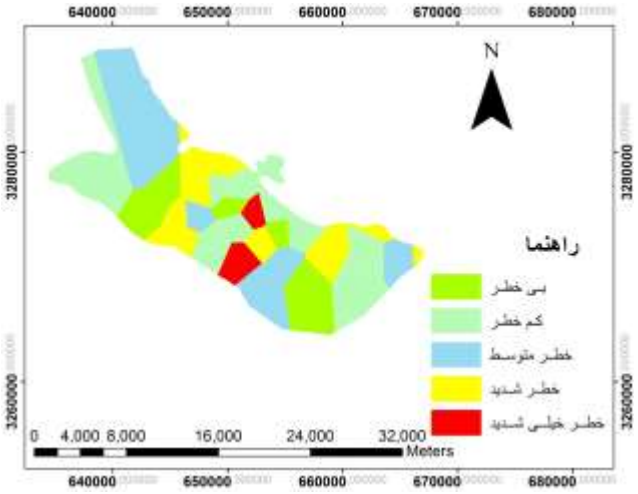
Table 5. Hazard classes of the degradation severity of groundwater resources

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

یافته ها

با توجه به بررسی های انجام شده روی مقادیر شاخص های معیار آب زیرزمینی مطابق ساختار مدل مشخص شد که در اکثر محدوده منطقه مورد مطالعه شاخص های کلر و نسبت جذب سدیم در کلاس بدون خطر واقع شده اند و نیز شاخص

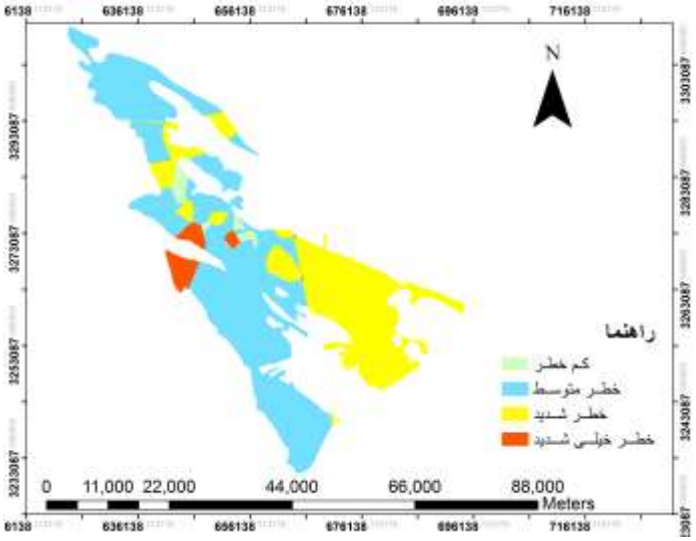
هدایت الکتریکی در قسمت عمده دشت، خطر متوسط داشت. شکل های ۵ تا ۷ نتایج ارزیابی تخریب منابع آب زیرزمینی را در منطقه نشان می دهند.



شکل ۵- نقشه کلاس های خطر افت سالیانه سطح آب سال های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۰

Figure 5. Map of the hazard classes of the annual lowering of water table for 1992-2011

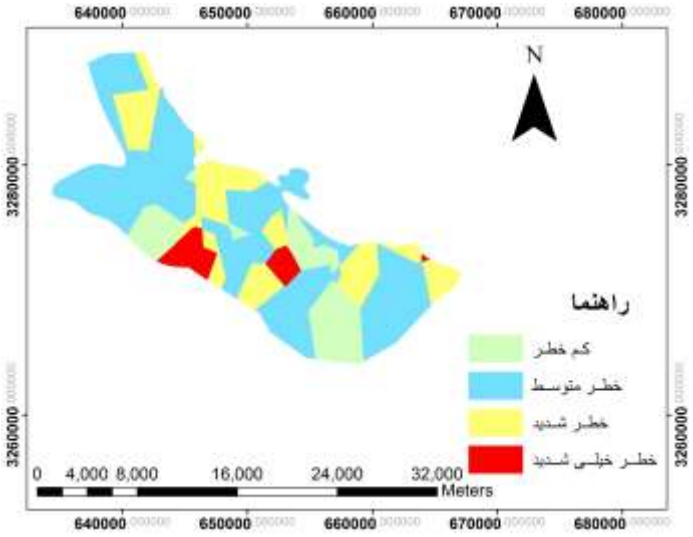
با توجه به شکل ۵، ۴/۱۷ درصد از منابع آب زیرزمینی منطقه در کلاس خطر بسیار شدید، ۱۶/۸۷ درصد در کلاس خطر شدید، ۲۸/۸۱ درصد در کلاس خطر متوسط، ۳۳/۶۸ درصد در کلاس کم خطر و ۱۶/۴۷ درصد در کلاس بدون خطر افت قرار گرفته اند.



شکل ۶- نقشه خطر شدت تخریب کیفی منابع آب زیرزمینی

Figure 6. Map of hazard of quality degradation severity of groundwater resources

طبق شکل ۶، نقشه خطر شدت تخریب کیفی منابع آب زیرزمینی نسبت به کل منطقه، ۲/۲۴ درصد کلاس کم خطر، ۶۱/۴۶ درصد کلاس خطر متوسط ، ۳۲/۸ درصد کلاس خطر شدید و ۳/۵ درصد کلاس خطر بسیار شدید دارد.



شکل ۷- نقشه کلاس های خطر شدت تخریب نهایی منابع آب زیرزمینی

Figure 7. Map of hazard classes of the severity of the final degradation of groundwater resources

شکل ۷ نشان دهنده کلاس های خطر شدت تخریب نهایی منابع آب زیرزمینی منطقه است. با توجه به نقشه وضعیت شدت تخریب منابع آب زیرزمینی، محدوده مورد مطالعه در ۴ کلاس خطر تخریب قرار گرفته است به طوری که ۱۵/۲۸ درصد از کل منطقه در کلاس خطر کم، ۵۵/۶۶ درصد در کلاس خطر متوسط، ۲۳/۹۹درصد در کلاس خطر شدید و ۵/۰۷ درصد در کلاس خطر بسیار شدید تخریب واقع شده اند. در مجموع نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل شاخص های معیار آب زیرزمینی و ارزیابی شدت تخریب منابع آب زیرزمینی در کل منطقه گویای این است که از بین شاخص های مورد ارزیابی شاخص هدایت الکتریکی بیش‌ترین تاثیر را در تخریب دارد.

نتیجه گیری

در این تحقیق با استفاده از مدل اصلاحی IMDPA با تاکید بر معیار آب مطابق با شرایط محلی به ارزیابی شدت تخریب کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی در دشت شیراز پرداخته شد. تاثیر شاخص های کیفی هدایت الکتریکی(EC)، کلر (Cl) و نسبت جذب سدیم (SAR) در سال های ۱۳۸۹- ۱۳۸۸ و۱۳۹۰-۱۳۸۹ و شاخص کمی افت سالیانه سطح آب زیرزمینی در مدت ۱۸سال، مورد بررسی قرار گرفت. بررسی انجام شده بر روی شاخص های موثر بر معیار آب مشخص کرد که شاخص هدایت الکتریکی از بین سایر شاخص های معیار آب بیش‌ترین تاثیر را در تخریب منابع آب زیرزمینی دشت شیراز داشته است. این نتیجه با نتایج حاصل از بررسی و تهیه نقشه شدت بیابان زایی براساس مدل IMDPA با تاکید بر دو معیار آب و خاک در منطقه ابوزیدآباد (۳)، بررسی وضعیت فعلی بیابان زایی منطقه جرقویه اصفهان با استفاده از مدل IMDPA با تاکید بر معیارهای آب، خاک و پوشش گیاهی (۱۷)، تعیین و بررسی شدت بیابان زایی با استفاده از مدل IMDPA با تاکید بر معیارهای آب، خاک ، پوشش گیاهی و اقلیم (مطالعه موردی: کویر میقان اراک) (۵) و پهنه بندی وضعیت بیابان زایی منطقه خضرآباد - اله آباد دشت یزد با استفاده از مدل IMDPA با تاکید بر معیارهای آب، خاک (۱۸) مطابقت دارد. همچنین تحقیقات انجام گرفته در مناطق مختلف مانند دشت سگزی (۱۱)، دشت کاشان (۱۹)، دشت واقع در جنوب گرمسار (۱۲)، زرین دشت فارس (۲۰)، دشت یزد (۱۸)، منطقه طشک فارس (۶، ۷ و ۸) که در رابطه با ارزیابی شدت بیابان زایی با استفاده از مدل IMDPA بودند، معیار آب را به‌عنوان عامل اصلی تخریب سرزمین عنوان کردند.

نهایتا نتایج تحقیق نشان داد که ۵/۰۷ درصد از منابع آب زیرزمینی دشت شیراز در کلاس خطر بسیار شدید، ۲۳/۹۹درصد در کلاس خطر شدید، ۵۵/۶۶ درصد در کلاس خطر متوسط و ۱۵/۲۸ درصد در کلاس خطر کم تخریب قرار

داشتند. در نتیجه با توجه به تجزیه و تحلیل انجام شده و مقایسه آن با شرایط منطقه می توان نتیجه گرفت که مدل پیشنهادی و شاخص های مورد بررسی آن کارایی خوبی در برآورد شدت تخریب منابع آب زیرزمینی دارند. لذا این مدل می تواند در مناطق مشابه برای تعیین خطر شدت تخریب منابع آب زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین مدل اصلاحی IMDPA به منظور نشان دادن میزان شدت خطر تخریب کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی جهت مدیریت بهینه منابع آب زیرزمینی و حفظ پایداری آن ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

References

1. Sedaghat, M., 2007. Land and Water Resources (Groundwater), Sixth Edition, Tehran, Payame Noor Publication. (In Persian)
2. Foster, S., 1998. Groundwater: assessing vulnerability and promoting protection of a threatened resource, Stockholm water symposium.
3. 3.Abdi, J., 2007. Investigation and preparation of desertification intensity map based on IMDPA model with emphasis on two criteria of water and soil in Abu Zaidabad, Master's Thesis, University of Tehran, Natural Resources Faculty, P. 118. (In Persian)
4. Dolatshahi, R., 2007. Preparation of desertification intensity map based on IMDPA model with emphasis three criteria of water, Soil and vegetation (Case Study: South Garmsar), Master's Thesis, Tehran University, Natural Resources Faculty, P. 133. (In Persian)
5. Razavi, M., 2008. Determination and Investigation of Severity of Desertification Using the IMDPA Model with Emphasis on Water, Soil, Vegetation and Climate Criteria (Case Study: Desert Meighan). Master's Thesis, Department of natural resources, University of Tehran, P. 100. (In Persian)
6. Esfandiari, M., Hakimzadeh Ardakani, M., 2010. Assessing the actual status of desertification, with an emphasis on soil resource degradation based on the IMDPA model (case study: Abadeh Tashk-Fars), Journal of rangeland and desert research Iran. No. 4:624 -631. (In Persian)
7. Zhehtabian, Gh., Esfandiari, M., 2010. Investigating the effects of agricultural development and exploitation of groundwater resources on desertification of Tashk Area (Fars Province), Journal of aridboom. No. 2: 1-8. (In Persian)
8. Esfandiari, M., Hakimzadeh M.A., Ekhtesasi, M.R., Zahtabian, Gh.R., 2009. Evaluation of theseverity of desertification with Water Criterion Using the IMDPA Model (Case Study: Tashk, Fars), The first international conference of water resources management, Shahrud, Iran.
9. Azareh, A., Zahtabian, Gh., Nazari Samani, A.A., Khosravi, H., 2015. Monitoring the desertification of Garmsar plain with Emphasizing the two criteria of water and agriculture, Pasture and Watershed Journal, Iranian Natural Resources Journal. No 3: 427-439. (In Persian)
10. Vesali, A., 2008. Investigation of Biophysical Indices of Severity of Desertification Affected by Human Activities (Case Study: Kashan and Aran Bidgol), Master's Thesis, University of Tehran, Faculty of Natural Resources, P. 191. (In Persian)
11. Nateghi, S., Zahtabian, G., Ahmadi, H., 2009. Evaluation of Desertification Severity in Segzi Plain Using the

IMDPA model, Pasture and Watershed Journal, Iranian Natural Resources Journal. No.3:419-430. (In Persian)

12. Tabatabaifar, M., Zahtabian, gh., Rahimi, m., Khosravi, H., Niko, SH., 2013. Assessment of the effect of climate change changes and groundwater condition on the severity of desertification of Garmsar plain, Journal of Desert Management. No. 2:39-48. (In Persian)
13. Izadi, A., Davari, K., Alizadeh, A., ghahraman, B., 2008. Application of combined data model in predicting groundwater level, Iranian Irrigation and drainage Journal. No. 2: 133-144. (In Persian)
14. 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.
15. Ahmadi, h., 2005. The final report determination plan of desertification criteria and indicators in Iran, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, P. 125. (In Persian)
16. Makhdoum Farkhondeh, M., Darvishsefat, A.A., Jafarzadeh, E., Makhdoum, A.R., 2011. Environmental assessment and planning with Geographic Information Systems (GIS), Sixth Edition, Tehran University Press, P. 220. (In Persian)
17. Shakerian, N., Zehtabian, Gh., Azarnivand, H., Khosravi, H., 2011. Investigating the current status of desertification in Jarghouyeh region of Isfahan using IMDPA model (with emphasis on water, soil and vegetation criteria), Journal of Pasture and Watershed.No. 4: 411 -421. (In Persian)
18. Shokoohi, A., Zahtabiyan, Gh., Tavili, A., 2012. The zoning of desertification status in Khezrabad-Allahabadad region in Yazd plain using IMDPA model with emphasis on Water and soil criteria, Journal of Rangeland and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources. No. 4:517 -528. (In Persian)
19. Massoudi, R., Zhehtabian, Gh., Ahmadi, h., Khalighi Sygarudi, sh., 2015. Assessment of Desertification Based on Two Criteria of Water and Climate (Case Study: Kashan Plain), Journal of Rangeland and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources. No. 4:711 -723. (In Persian)
20. Zakeri Nejad R, Masoudi M, Fallah Shamsi S.R, Afzali S. F 2011. Evaluation of Severity of desertification with Groundwater criterion and Using Geographic Information System, A Case Study: Zarrin Dasht in Fars, Iranian Journal of Irrigation and Water Engineering. No. 7: 1-10. (In Persian)