مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۶، صفحات ۳۱۷ تا ۳۲۸

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

پیش بینی استعداد آلودگی آب‌های زیرزمینی با استفاده از شاخص دراستیک و تحلیل سری‌های زمانی سالانه (مطالعه موردی: دشت ماهیدشت کرمانشاه)

شهرام گرگانی*، علی بافکار، سید احسان فاطمی
گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۲۰
تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۷/۱۲
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۱۷
تاریخ انتشار: ۹۶/۰۹/۲۱

واژگان کلیدی: سری زمانی، شاخص دراستیک، سیستم اطلاعات جغرافیایی، دشت ماهیدشت

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
shahram_gorgani@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: بارندگی و تراز آب زیرزمینی جزء پارامترهای مهم شاخص دراستیک هستند، بنابراین سری زمانی آنها با استفاده از روش تحلیل سری‌های زمانی مورد بررسی قرار گرفت تا از نتایج آن در آسیب‌پذیری دشت ماهیدشت واقع در استان کرمانشاه استفاده شود.

روش بررسی: مدل دراستیک یک مدل کمی بوده که هفت پارامتر مؤثر در انتقال آلودگی شامل عمق تا سطح ایستابی، تغذیه خالص، محیط آبخوان، محیط خاک، توپوگرافی، محیط غیراشباع و هدایت هیدرولیکی را در خود جای داده است. این اطلاعات در منطقه به‌صورت هفت لایه اطلاعاتی در نرم افزار ARC GIS۱۰ تهیه و با وزن دهی و رتبه بندی و تلفیق آنها، شاخص دراستیک برای کل منطقه بین ۳٤ تا۱۲۰ واحد برآورد گردید. از آنجایی‌که پدیده بارش یکی از عدم قطعیت‌ها در طرح‌های آبی بوده و منشا عدم قطعیت‌های دیگری نظیر رواناب سطحی، تغذیه، تراز آب زیرزمینی و غیره است و نیز تراز آب زیرزمینی و تغذیه از عوامل اصلی در مدل دراستیک بوده و جزء متغیرهای هیدرولوژیکی و سری‌های زمانی هستند، لذا با استفاده از روش‌های استوکاستیکی (Stochastic) به تحلیل و پیش‌بینی آنها در افق ۱٤۱۰ پرداخته شد.

یافته‌ها: در نهایت با انتخاب داده‌های پیش‌بینی شده در سال ۱٤۱۰ و ایجاد دولایه جدید عمق تا سطح ایستابی و تغذیه، همچنین وزن دهی و رتبه دهی مجدد و جایگذاری آن در مدل دراستیک، نقشه آسیب‌پذیری دیگری ایجاد شد که در آن شاخص دراستیک ۳٤ تا ۱۱۰ واحد حاصل گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در ۱۸ سال آینده (۱۳۹۳-۱٤۱۰) با پایین رفتن بیشتر سطح ایستابی و کاهش بارندگی شاخص دراستیک کمتر می‌شود.

Please cite this article as: Gorgani Sh, Bafkar A, Fatemi SE. Prediction of groundwater pollution potential using the DRASTIC index and annual time series analysis (case study: Plain Mahidasht Kermanshah). Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(3):317-28.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

مقدمه

یکی از روش‌های مدیریت کیفی منابع آب زیرزمینی ارزیابی پتانسیل آلودگی است که با توجه به آن می‌توان حریم کیفی منابع آب زیرزمینی را تعیین و مدیریت مناسبی جهت کاربری اراضی مرتبط با سفره آبدار اعمال کرد. برای جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی، شناسایی مناطق آسیب‌پذیر آبخوان امری ضروری است. سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (USEPA) با همکاری انجمن ملی آب زیرزمینی مدل دراستیک را برای ارزیابی پتانسیل آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از آلاینده‌های انتشاری طراحی کرده است (۱). توسعه روزافزون جوامع بشری و گسترش فعالیت‌های صنعتی سهم عمده‌ای در آلودگی‌های محیط‌زیست به‌ویژه آب دارد، یکی از مهم‌ترین منابع آبی آسیب‌پذیر در برابر ابرآلودگی، آبخوان‌ها هستند. این منابع به شکل‌های مختلف در معرض آلودگی قرار دارند که تشخیص و کنترل آلودگی‌ها در آنها نسبت به آب‌های سطحی مشکل‌تر و پر هزینه‌تر است. همچنین به دلیل استمرار آلودگی در این منابع، بهترین روش جلوگیری از آلودگی آنها، شناسایی منابع آلوده‌کننده و مناطق آسیب‌پذیر، تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی آسیب‌پذیری و اتخاذ سیاست‌های مدیریتی مناسب است (۲). در این زمینه تحقیقات زیادی در ایران و کشورهای دیگر انجام شده است از جمله: Fathi Hafshejani و همکاران (۳) آبخوان شهرکرد، Sadeghi Ravesh و همکاران (٤) دشت خضرآباد، Nakhae و همکاران (٥) دشت خاتون آباد Amir Ahmadi و همکاران (٦) دشت نیشابور در داخل ایران و همچنین Afonso و همکاران (۷) آسیب‌پذیری آلودگی آب زیرزمینی در شهر پورتو (Porto) در شمال پرتغال، Breabăn و همکاران (۸) ارزیابی پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی شهر برلاد (Barlad city) بخش وازلی (Vaslui County) یکی از شهرستان‌های رومانی (Romania)، Adjim و همکاران (۹) ارزیابی پتانسیل آسیب‌پذیری آب زیرزمینی آکیفرماجنیا (Maghnia) در شمال شرقی الجزایر (Algeria) در خارج از کشور را می‌توان نام برد. در زمینه تحلیل و پیش‌بینی سری‌های زمانی Azad Talatapeh و همکاران (۱۰) از مدل‌های ARMA (Moving Average Autoregressive) در پیش‌بینی ماهانه تبخیر- تعرق پتانسیل در ایستگاه سینوپتیک ارومیه استفاده کردند. Haji Bigelow و همکاران (۱۱) با به‌کارگیری باران‌های ماهانه دوره ۳۰ ساله (۱۳۸۰-۱۳۵۰) و پس از تعیین پارامترهای مدل غیر فصلی و فصلی SARIMA و با استفاده از نرم افزار مینی تب (Minitab) مقادیر باران ماهانه ده سال آخر آماری (۱۳۹۰-۱۳۸۰) در ایستگاه باران سنجی بابا امان واقع در استان خراسان شمالی را تخمین زدند. Omidi و همکاران (۱۲) از داده‌های ۳۰ ساله روزانه دبی، بارش و دما در بازه زمانی (۱۳۹۱-۱۳٦۱) جهت پیش‌بینی جریان رودخانه حوضه آبریز خرم آباد استفاده کردند. Behmanesh و همکاران (۱۳) مدل‌های خطی ARMA(3) و AR(p)(Autoregressive) را در پیش‌بینی مقادیر ماهانه تبخیر- تعرق گیاه مرجع ایستگاه سینوپتیک ارومیه مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد مدل سری زمانی ARMA(1,1) نتایج بهتری در مقایسه با مدل‌های خطی دیگر داشت در تمام تحقیقات صورت گرفته در زمینه پهنه‌بندی کیفی با مدل دراستیک، تمامی پارامترها ثابت در نظر گرفته شده‌اند و آسیب‌پذیری آلودگی در زمان انجام تحقیق مدنظر بوده است. در این تحقیق مدل مذکور با استفاده از تحلیل و پیش‌بینی سری‌های زمانی قابلیت اعمال و تولید نقشه‌های آسیب‌پذیری در زمان حال و آینده را دارا هستند. در نتیجه لازم است که سری زمانی بارندگی و تراز آب زیرزمینی به‌صورت فواصل زمانی با میانگین سالانه مورد تحلیل و پیش بینی قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در محدوده استان کرمانشاه و در ناحیه‌ای بین عرض‌های جغرافیایی″٤٢ ′٩ °٣٤ تا ″١ ′٢٩ °٣٤ شمالی و طول‌های جغرافیایی ″٢ ′٣٦ °٤٦ تا ″ ٣٢ ′٥٨ °٤٦ شرقی واقع شده است. در روش دراستیک هفت عامل قابل اندازه‌گیری برای سیستم هیدروژئولوژیکی برآورد می‌شود. این عوامل شامل عمق آب زیرزمینی، تغذیه،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

محدوده آبخوان، محیط خاک، توپوگرافی، مواد تشکیل‌دهنده، زون غیر اشباع و هدایت هیدرولیکی هستند. به هر کدام از آنها با توجه به پتانسیل آلودگی آن، نرخی از ۱ تا ۱۰ اختصاص داده شده است (۱ به معنای کمترین و ۱۰ بیشترین خطر برای آلودگی آب زیرزمینی) هریک از این مشخصه‌ها با توجه به اهمیت نسبی آن در توانایی انتقال آلودگی به سیستم آب زیرزمینی در ضریب وزنی ضرب شده که براساس معیار کیفی، (از ۱ تا ۵) تعیین می‌شود. داده‌های مورد استفاده همگی در محیط ARC GIS ۱۰ به فرمت رستری تبدیل و عمل تلفیق لایه‌های مورد نظر انجام می‌شود. تمام لایه‌ها بر روی یکدیگر قرار گرفته و با همدیگر جمع شده و ارزش‌های دراستیکی مربوط به هر سلول برای تمام منطقه محاسبه شده و به صورت یک نقشه قابل مشاهده است. شاخص دراستیک از معادله ۱ بدست می‌آید.

(۱)

$$DRASTIC\ Index = D_r D_w + R_r R_w + A_r A_w + S_r S_w + T_r T_w + I_r I_w + C_r C_w$$

بعد از بدست آوردن شاخص دراستیک، برای تبدیل به درجات مختلف آسیب‌پذیری از تقسیم بندی آلر (Aller) استفاده می‌شود (۱). بعد از تهیه لایه‌ها و تلفیق لایه‌ها در محیط ARC GIS ۱۰ نقشه آسیب‌پذیری آبخوان تهیه می‌شود و مناطق با آسیب‌پذیری مختلف مشخص می‌شود. به طور خلاصه لایه‌های ذکر شده به ترتیب زیر تهیه می‌شوند:

۱- عمق تا سطح ایستابی

در محدوده مورد مطالعه ٤٤ حلقه چاه مشاهده‌ای (۱۳۹۲) وجود دارد که در سطح منطقه پراکنده هستند و سطح آب در آنها میانگین عمق تا سطح ایستابی ماه‌های سال آبی ۹۲-۹۱ است. اطلاعات این چاه‌های مشاهده‌ای از گروه مطالعات شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمانشاه تهیه گردید. با استفاده از داده‌های سطح آب (عمق تا سطح ایستابی) و رتبه‌بندی آن با توجه به مدل دراستیک نقشه لایه عمق تا سطح ایستابی تهیه شد.

۲- لایه تغذیه

آمار بارندگی سالیانه سه ایستگاه باغ طیقون، ماهیدشت و سرفیروزآباد از مرکز تحقیقات هواشناسی کرمانشاه گرفته شد و از بارندگی سالیانه برای مدلسازی استفاده شد. با استفاده از داده‌های بارندگی سالانه ایستگاه‌های محدوده دشت، نقشه بارندگی دشت ماهیدشت در محیط ARC GIS ۱۰ تهیه گردید. سپس با استفاده از روش پیسکوپو (Piscopo) (١٤) نقشه تغذیه تهیه و با روش Aller و همکاران (۱) رتبه بندی شد.

لایه‌های محدوده اشباع و غیر اشباع آبخوان دشت:

با استفاده از لوگ حفاری ۷۰ چاه موجود در محدوده مورد (۱۳۹۲)، براساس نسبت جنس مواد تشکیل‌دهنده محدوده اشباع و غیر اشباع آبخوان در هرکدام از چاه‌ها، به هر یک رتبه‌ای براساس معیارهای تئوری روش دراستیک اختصاص داده شد. سپس شبکه تیسن منطقه براساس موقعیت چاه‌ها و نسبت به مرز منطقه مورد مطالعه تهیه شد، درنهایت لایه بدست آمده براساس رتبه داده شده به هر چاه به لایه رستری تبدیل گردید.

۳- بافت خاک

با استفاده از لوگ‌های حفاری چاه‌های موجود در دشت نقشه بافت خاک تا عمق ۲ متری در محیط ARC GIS ۱۰ تهیه شد، سپس با توجه به رتبه‌بندی آن توسط تئوری مدل دراستیک لایه بافت خاک ایجاد گردید.

۴- لایه توپوگرافی

با استفاده از نقشه DEM منطقه ماهیدشت، نقشه توپوگرافی دشت و با استفاده از آن نقشه درصد شیب در محیط ARC GIS ۱۰ تهیه، سپس با توجه با تئوری دراستیک رتبه‌بندی شد.

۵- تهیه لایه هدایت هیدرولیکی

برگه‌های مربوط به گزارش آزمایش پمپاژ ۱۰۵حلقه چاه بهره‌برداری موجود در محدوده مورد مطالعه از شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمانشاه تهیه گردید. آزمایش پمپاژ بصورت پلکانی با تغییر دور موتور و افزایش دبی، در زمان‌های مختلف انجام شد. در نهایت اختلاف سطح آب در چاه قبل از شروع پمپاژ با سطح آب در چاه بعد از بازیافت اندازه‌گیری شد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

فاصله بین تراز آب ساکن اولیه قبل از پمپاژ و تراز آب فعلی در حین بازیافت را افت یا فروکش باقیمانده می‌گویند. با استفاده از معادله ۲ می‌توان قابلیت انتقال آبخوان را بدست آورد:

(۲)

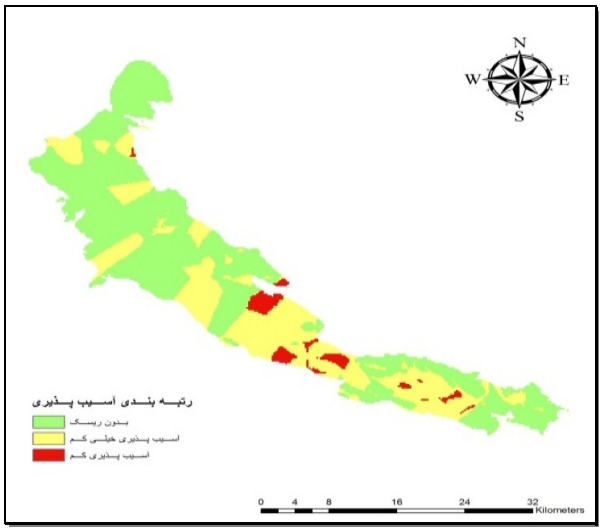
$$s_r = \frac{Q_0}{4pT} \ln \frac{t}{t - t_1}$$

که در آن :

s_r: فروکش باقیمانده در زمان، t: زمان از شروع پمپاژ برحسب دقیقه، t_1: زمان توقف پمپاژ، Q_0: دبی اولیه پمپاژ لیتر بر ثانیه، T: قابلیت انتقال بر حسب متر مربع بر روز است. با درون یابی T بدست آمده نقاط مختلف دشت نقشه هم قابلیت انتقال محدوده مورد مطالعه در محیط ۱۰ ARC GIS تهیه شد. در محدوده مورد مطالعه ٦٥ حلقه چاه به سنگ کف برخورد کرده بود. با کم کردن عمق این چاه‌ها از تراز سطح ایستابی ضخامت اشباع آنها حاصل شد. با درون‌یابی در محیط ۱۰ ARC GIS نقشه هم ضخامت اشباع آبخوان تهیه شد. سپس با توجه به معادله K=T/b (۱۵) از تقسیم نقشه هم قابلیت انتقال آبخوان بر نقشه هم ضخامت اشباع آبخوان نقشه هدایت هیدرولیکی محدوده بدست آمد. با استفاده از رتبه‌بندی توسط مدل دراستیک لایه هدایت هیدرولیکی دشت تهیه گردید.

یافته‌ها

نتیجه همپوشانی و تلفیق هفت لایه ساخته شده یک اندیس عددی است که از رتبه و وزن‌های اختصاص یافته به پارامترهای مدل دراستیک مشتق می‌شود. بعد از محاسبه اندیس دراستیک نواحی آسیب‌پذیر آبخوان مشخص گردید. شکل ۱ نقشه آسیب‌پذیری آبخوان دشت ماهیدشت- سرفیروزآباد را با توجه به پارامترهای مورد استفاده موجود نشان می‌دهد. شاخص دراستیک برای دشت بین ۳٤ تا ۱۲۰ برآورد گردید. طبقه‌بندی شاخص دراستیک به روش بالوشاء (Baalousha) (١٦) به این صورت است که در آن از ۷۹-۳٤ محدوده بدون ریسک، ۹۹-۸۰ آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱۲۰-۱۰۰ آسیب‌پذیری کم تقسیم‌بندی می‌شوند. بخش زیادی از محدوده بدون آسیب‌پذیری یا آسیب‌پذیری خیلی کمی دارد. با توجه به ماهیت روش دراستیک و اینکه بارندگی در محدوده دشت خیلی کم و سطح آب زیرزمینی در سال ۱۳۹۲ پایین بوده است، با این شرایط استنباط می‌گردد که منابع زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه در ناحیه آلایندگی شدید قرار نمی‌گیرد. به این دلیل که هر چقدر ضخامت ناحیه غیراشباع بیشتر شود احتمال آسیب‌پذیری کمتر می‌شود. حتی اگر در این مدل پساب‌های آبیاری و فاضلاب‌ها در نظر گرفته شود با توجه به پایین رفتن سطح آب احتمال آلوده شدن آب زیرزمینی خیلی کم است.



شکل ۱- نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری محدوده دشت با روش دراستیک

۱- نتایج تحلیل سری زمانی بارندگی

سری زمانی بارندگی ایستگاه ماهیدشت از سال ۱۳۵۱ تا ۱۳۹۲ به صورت سالانه با استفاده از نرم افزار مینی تب (Minitab) مورد بررسی قرار گرفت، در نمودار ۱ نمودار سری زمانی بارندگی ایستگاه ماهیدشت نشان داده شده است. سری زمانی مورد مطالعه فقط شامل ترم تصادفی (Stochastic) است. از روی نمودار سری زمانی مشخص است تفاوت بین بیشترین و کمترین مشاهده زیاد نیست و سری زمانی فوق نرمال است. نمودار ۲ نمودار خود همبستگی سری را نشان می‌دهد. از نمودار خود همبستگی پیداست که سری زمانی فاقد ساختار همبستگی است و کاملا در بازه پایداری قرار دارد. مدل‌های

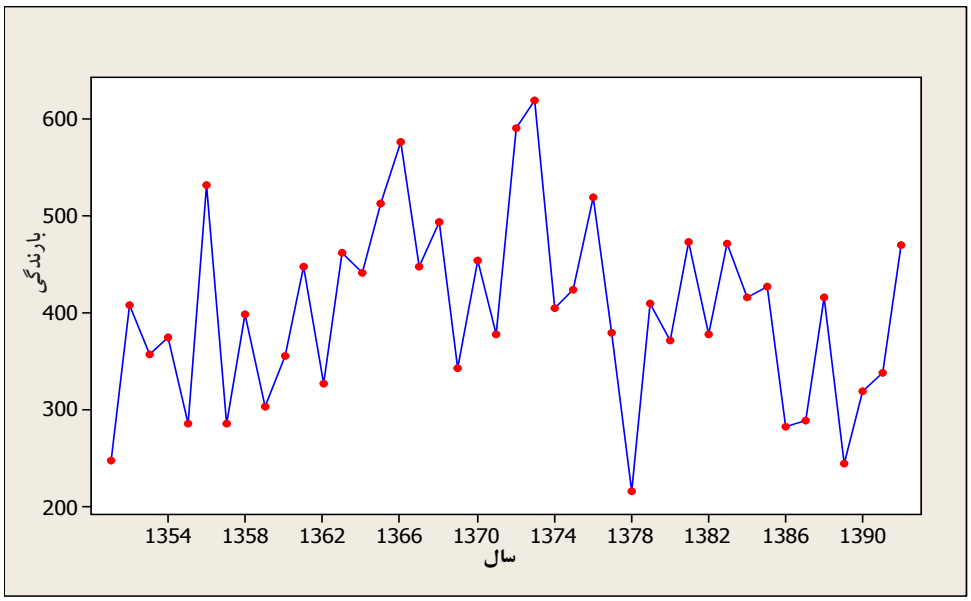
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

جدول ۱- مدل‌های برازش داده شده به ایستگاه باران سنجی ماهیدشت

نوع مدل	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	ϕ_4	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	ضریب ثابت	آکائیکه
ARMA(2,2)	-۰/۰۱۸	۰/۴۰۷			-۰/۱۳۴	۰/۱۵۴			۲۴۴/۳۵۱	۳۸۶/۳۸۷
ARMA(1,1)	۰/۷۸۱۱				۰/۶۲۱۸				۸۷/۱۲۷۸	۳۸۳/۴۲۷
ARMA(1,0)	۰/۱۵۶								۳۳۸/۸۴۷	۳۸۲/۹۰۲۵
ARMA(0,1)					-۰/۱۰۶				۴۰۱/۶۱۶	۳۸۳/۲۴۹۲
ARMA(2,0)	۰/۱۱۵	۰/۲۳۸							۲۵۸/۷۴۳	۳۸۲/۵۶۶
ARMA(0,2)					-۰/۱۱۴	-۰/۱۸۰			۴۰۱/۲۹۷	۳۸۳/۳۵۶۵
ARMA(4,2)	۰/۰۹۱	-۰/۵۵۴	۰/۱۹۷	۰/۴۳۹	۰/۰۱۰	-۰/۹۳۵			۳۲۴/۷۹۲	۳۸۰/۲۶۶۴
ARMA(3,2)	۱/ ۰۶۸	-۰/۷۰۴	۰/۰۲۱		۱/۰۰۲	-۰/۸۹۶			۲۴۶/۳۲۰	۳۸۴/۷۳۵۴
ARMA(2,3)	۰/۳۶۸	۰/۵۰۱۱			۰/۲۳۶۱	۰/۴۰۱۰	۰/۲۷۸۷		۵۲/۸۴۲۷	۳۸۸/۷۲۲۵
ARMA(2,4)	-۰/۰۱۰۳	۰/۸۳۴۰			-۰/۱۲۱۹	۰/۶۸۴۱	۰/۱۱۷۴	۰/۱۸۳۳	۷۱/۳۱۸۷	۳۹۱/۰۷۲

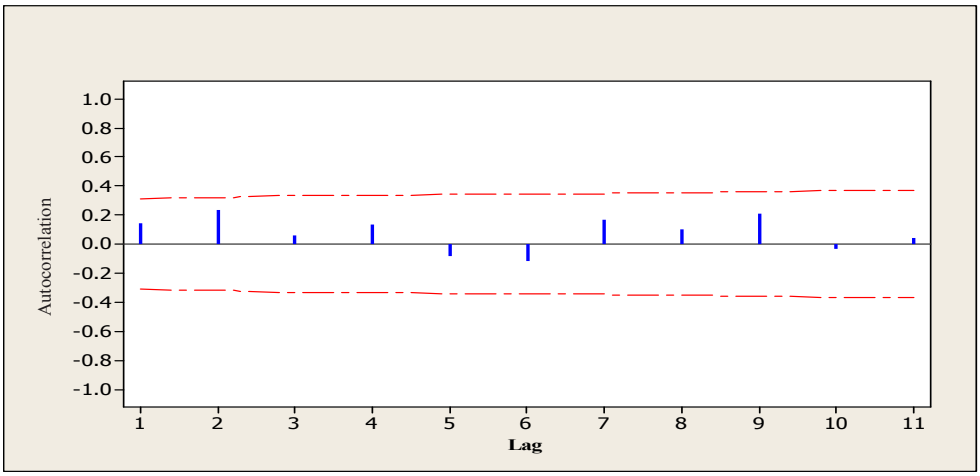
برازش داده شده به سری به صورت جدول ۱ است.

با توجه جدول ۱ مدل ARMA(4,2) دارای کمترین مقدار اطلاعات آکائیکه (Akaike Information Criterion) است و به‌عنوان مدل برتر انتخاب می‌شود. برای ایستگاه باران‌سنجی باغ طیفون نیز که یکی دیگر از ایستگاه‌های منطقه است، همین مراحل اجرا می‌شود و در نهایت یک مدل به‌عنوان مدل برتر وارد مرحله پیش‌بینی می‌شود. پس از پیش‌بینی سری زمانی، داده‌های بارندگی سالانه ایستگاه‌های باران‌سنجی محدوده مورد مطالعه را در سال ۱۴۱۰ انتخاب و سپس نقشه بارندگی دشت در محیط ARC GIS ۱۰ تهیه شد. با استفاده از نقشه بارندگی جدید و روش پیسکوپو (Piscopo) نقشه تغذیه دشت تهیه گردید (شکل ۲).



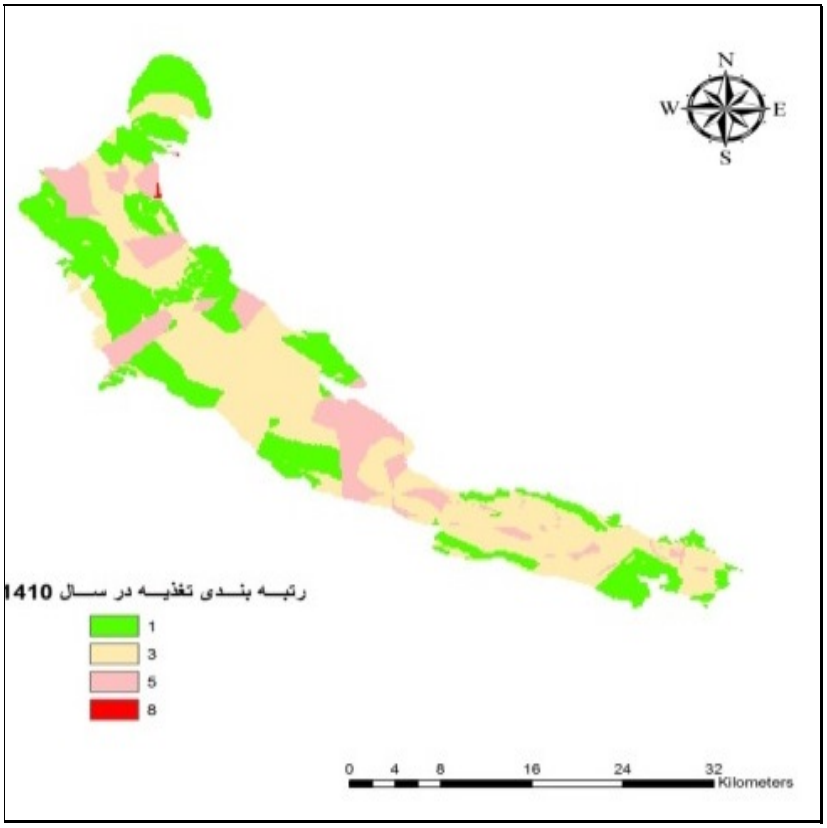
نمودار ۱- نمودار سری زمانی بارندگی سالیانه ایستگاه باران‌سنجی ماهیدشت

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]



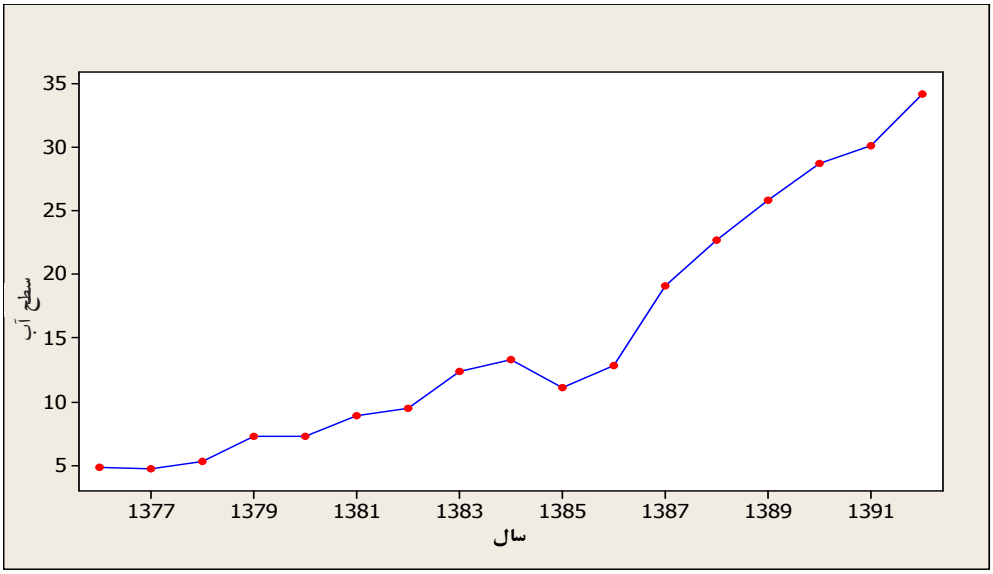
نمودار ۲- نمودار خودهمبستگی سری زمانی بارندگی ایستگاه ماهیدشت

شـــکل ۲ لایه تغذیه در سال ۱٤۱۰ را نشان می‌دهد. این لایه با لحاظ کردن بارندگی در سال ۱٤۱۰ رتبه‌بندی شد.

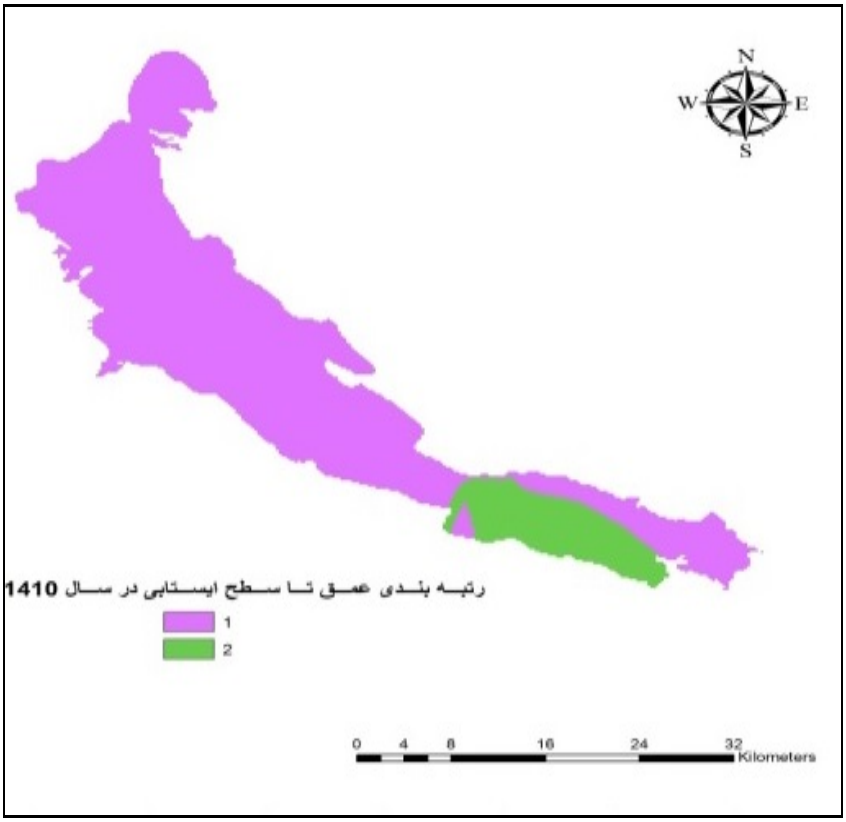


شکل ۲- نقشه رتبه‌بندی تغذیه در سال ۱٤۱۰

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]



نمودار ۳- نمودار سری زمانی عمق تا سطح ایستابی پیزومتر رباط ماهیدشت



شکل ۳- لایه عمق تا سطح ایستابی در سال ۱۴۱۰

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

۲- نتایج تحلیل سری زمانی عمق تا سطح ایستابی

سری زمانی ٤٤ عدد پیزومتر موجود در محدوده مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. در اولین قدم نمودار سری زمانی میانگین سالانه این پیزومترها رسم شد تا از روی این نمودارها ماهیت سری مشخص شود. نمودار ۳ نمودار سری زمانی پیزومتر رباط ماهیدشت را نمایش می‌دهد. از روی شکل مشخص است که سری زمانی دارای ترم قطعی است و روند کلی سری رو به افزایش است. منظور از افزایش روند سری، پایین رفتن تراز آب زیرزمینی است. اما پرش یا تناوبی در سری مشاهده نمی‌شود چون سری زمانی به صورت میانگین سالانه است و علاوه بر جزء تصادفی، سری زمانی دارای ترم روند نیز هست. بنابراین این سری زمانی در شیب ناایستا است. برای ایجاد ایستایی در شیب و میانگین، از درجات تفاضل‌گیری پایین استفاده می‌شود. از بین مدل‌های برازش داده شده مدل ARMA(0,1) که کمترین مقدار اطلاعات آکائیکه (Akaike Information Criterion) را دارد به‌عنوان مدل برتر انتخاب می‌شود.

بنابراین با استفاده از مدل ARMA(0,1) سری زمانی عمق تا سطح ایستابی تا سال ۱٤۱۰ پیش‌بینی گردید. برای سایر پیزومترهای محدوده دشت به همین ترتیب سری زمانی تحلیل و پیش‌بینی شد. با وارد کردن میانگین سالانه پیش‌بینی شده پیزومترهای محدوده دشت در سال ۱٤۱۰ و درون‌یابی در محیط ARC GIS ۱۰ نقشه هم عمق تا سطح ایستابی تهیه و با توجه به تئوری دراستیک رتبه‌بندی انجام گرفت (شکل ۳).

بحث

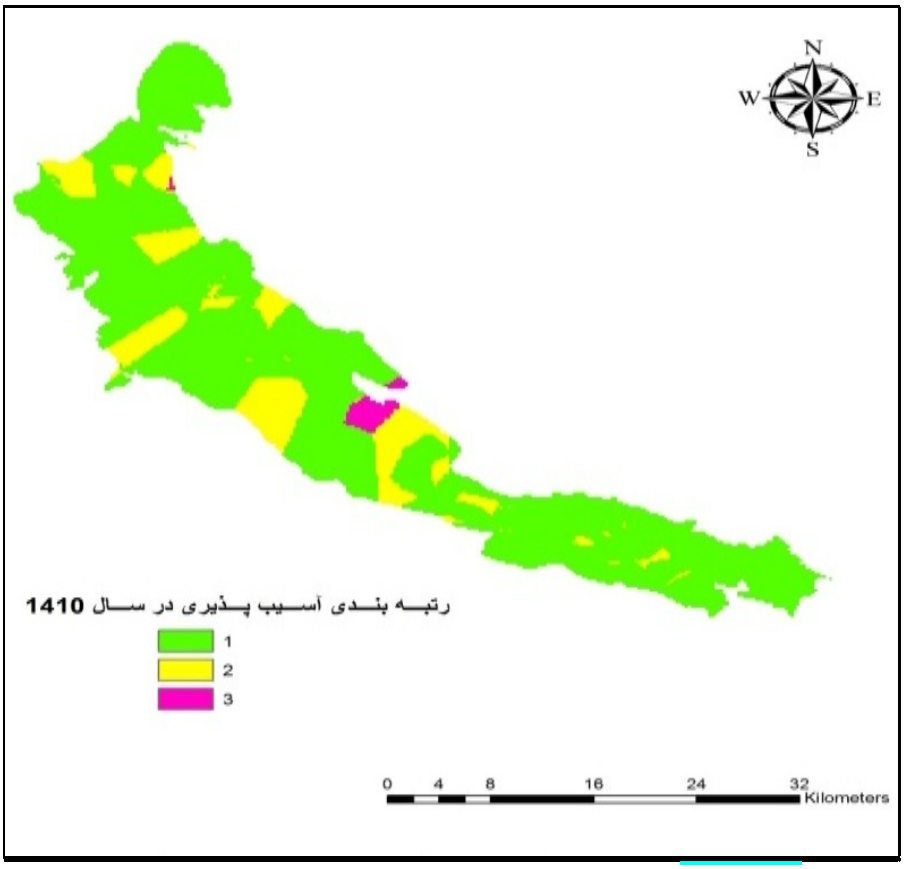
ابتد با رسم نمودار سری زمانی، ترم‌های غیر قطعی تشخیص داده شد بعد از حذف این ترم‌ها و نرمال کردن سری زمانی، نمودار خودهمبستگی وخودهمبستگی جزئی رسم گردید. همانطور که دیده شد توابع خودهمبسته، خودهمبسته جزئی و انحراف معیار باقیمانده‌های مدل از مهمترین پارامترها در انتخاب مدل‌های آماری و تعیین پارامترهای آنها هستند که در غالب معیار اطلاعات آکائیکه (Akaike Information Criterion) تعریف گردید. با توجه به اینکه در مدل دراستیک عمق تا سطح ایستابی رتبه ۵ و تغذیه رتبه ٤ را دارند، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در ۱۸ سال آینده (۱۳۹۳-۱٤۱۰) با پایین رفتن بیشتر سطح ایستابی و کاهش بارندگی شاخص دراستیک کمتر می‌شود. از آنجا که روند تغییرات سطح آب زیرزمینی نزولی است، انتظار می‌رود در آینده نیز این روند ادامه پیدا کرده و همچنان با افت سطح آب زیرزمینی در دشت مواجه خواهیم بود. در ارتباط با روند سالانه تغییرات با توجه به نمودار پیش‌بینی، چنین استنباط می‌شود که روند سالانه‌ای که در گذشته بوده در آینده نیز ادامه خواهد یافت. سری زمانی پیش‌بینی شده عمق تا سطح ایستابی همان روند رو به افزایش را ادامه می‌دهد و تا سال ۱٤۱۰ میانگین سطح آب اکثر پیزومترها پایین می‌رود. این پایین رفتن سطح آب امری کاملا بدیهی است، چون روند کلی این پیزومترها در ۲۰ سال اخیر همین را تایید می‌کند. البته مساله از نظر استوکاستیکی بررسی می‌شود، با توجه به رشد جمعیت در گذشته و استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی به دلیل سهل الوصول بودن این منابع آبی و عدم نظارت کافی بر برداشت‌ها، داده‌های موجود تاییدکننده کاهش سطح آب زیرزمینی نسبت به زمان است. این اتفاق در آینده نیز صادق بوده و علاوه بر آن تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌های ناشی از آن تشدیدکننده این مسئله خواهد شد. لذا خروجی‌های مدل در تمامی پیزومترهای موجود در محدوده مطالعاتی این مطلب را تایید می‌کند، که در تمامی نقاط منطقه مورد مطالعه روند کاهش تراز سطح آب زیرزمینی با شدت بیشتری در آینده اتفاق خواهد افتاد. چون هدف از این تحقیق بررسی استعداد آلودگی آب زیرزمینی دشت بوده با این اوضاع اصولا باید شاخص آسیب‌پذیری با توجه به اینکه آب زیرزمینی وزن ۵ را به خود اختصاص داده است عدد پایین‌تری را نشان دهد، تاثیرگذاری میزان بارندگی به این صورت بوده است که شدت لایه تغذیه نسبت به شرایط کنونی کاهش یافته است و این با تغییر اقلیم و گرم‌تر شدن هوا مطابقت دارد. با تهیه لایه‌های عمق تا سطح ایستابی و لایه تغذیه و تلفیق دو لایه جدید با پنج لایه موجود نقشه آسیب‌پذیری دیگری تهیه شد که در

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

آن شاخص آسیب‌پذیری از ۳٤ تا ۱۱۰ تغییر می‌کند و نسبت به وضع موجود ده درجه کاهش می‌یابد. طبقه‌بندی شاخص دراستیک بالوشاء (Baalousha) به این صورت است که در آن از ۷۹-۳٤ محدوده بدون ریسک، ۹۹-۸۰ آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱۱۰-۱۰۰ آسیب‌پذیری کم تقسیم‌بندی می‌شوند. با مقایسه این شاخص با شاخص موجود مشخص می‌شود که دو عامل تغذیه و عمق تا سطح ایستابی که به ترتیب وزن ٤ و ۵ دراستیک را به خود اختصاص می‌دهند موجب بهبودی نقشه آسیب‌پذیری می‌شوند. با توجه به پایین رفتن سطح آب زیرزمینی و کاهش بارندگی سالانه این شرایط قابل پیش‌بینی بود. نقشه آسیب‌پذیری شکل ٤، این نتیجه‌گیری را بهتر نمایش می‌دهد. همانطور که از نقشه آسیب‌پذیری مشاهده می‌شود قسمت اعظم دشت در معرض خطر آلودگی قرار نمی‌گیرد و بقیه محدوده دشت شامل آسیب‌پذیری خیلی کم یا کم است.

نتیجه‌گیری

از آنجا که تعداد پارامترهای مدلسازی پهنه‌بندی آلودگی آب زیرزمینی در روش دراستیک نسبت به سایر روش‌های دیگر بیشتر بوده، لذا از تکامل بیشتری برخوردار بوده و پر کاربردترین روش نسبت به سایر روش‌های رتبه‌دهی و وزن‌دهی است. در این تحقیق با استفاده از تمام داده‌های هیدرولوژی و هیدروژئولوژی واقعی موجود، اجرای مدل دراستیک در زمان حال از نظر وضعیت آسیب‌پذیری آلودگی آب زیرزمینی در دشت ماهیدشت میسر گردید. خروجی مدل دراستیک اعمال شده در منطقه مورد مطالعه، آسیب‌پذیری ذاتی آبخوان را نشان می‌دهد و می‌تواند به عنوان ابزار اولیه در توسعه و مدیریت منابع آب در آینده نیز به کار رود. در ضمن این مدل قادر به تولید اطلاعاتی از جنس میزان و نوع آلاینده نیست. یکی از نوآوری‌های این تحقیق ارائه یک چارچوب جدید برای توسعه



شکل ٤- نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری محدوده دشت با روش دراستیک در سال ۱٤۱۰

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

مدل دراستیک در آینده با استفاده از تحلیل سری‌های زمانی در شرایط عدم قطعیت است. بخش سری زمانی این تحقیق یک مطالعه تحلیلی است که در آن با استفاده از اطلاعات گذشته، روند تغییرات سطح آب زیرزمینی و بارندگی دشت ماهیدشت – سرفیروزآباد مورد بررسی قرار گرفت و ضمن به مدل در آوردن این تغییرات، بارندگی و سطح آب زیرزمینی در آینده پیش‌بینی شد. با توجه به این شرایط مهمترین اقدامی که در شیوه مدیریت مصرف آب باید صورت گیرد، جلوگیری از مصرف بی رویه آب به‌خصوص در بخش کشاورزی است. استفاده از روش‌های پیشرفته آبیاری و کشت محصولات با نیاز آبی پایین، باعث کاهش فشار بر منابع شده و امکان ترمیم ذخیره در دراز مدت را فراهم می‌کند. همچنین آموزش همگانی در تقلیل مصارف زائد و صرفه‌جویی تاثیرگذار است. البته تغییرات اقلیم هیچ وقت به طور قطعی قابل پیش‌بینی نیست، اما روند تغییرات پارامترهای اقلیمی و آنچه که در حال حاضر مشاهده می‌شود، نشان می‌دهد که آینده چندان خوشایندی در انتظار جامعه محتاج به آب، کشاورزی و حیات نیست و چاره اندیشی‌ها در جهت بهبود مصرف بهینه آب، مدیریت صحیح مصرف آفت‌کش‌ها در مواقع آبیاری برای جلوگیری از آلود شدن منابع زیرزمینی، احداث تصفیه خانه‌های مجهز برای قابل استفاده کردن پساب‌ها با جدیت بیشتر و مدیریت بهتری انجام گیرد. نکته دیگری که شاید خیلی کم به آن توجه شود این است احداث سدهای عظیم در مسیر رودخانه‌های بزرگ با احتمال بالایی، بر اقلیم و تغذیه آب زیرزمینی مناطق پایین دست تاثیرگذار بوده و حتی باعث خشک شدن منابع آبی این مناطق، تبخیر و هدر رفت بیشتر آب می‌شود. تحلیل توام سری‌های زمانی بارندگی و سطح ایستابی در دشت‌ها و مناطق ایران یک روش ساده، کاربردی و هوشمندانه برای تحلیل‌گران و برنامه‌ریزان در زمینه مدیریت منابع آب است. همچنین می‌توان تحلیل سری‌های زمانی دما و دبی رودخانه‌ها را به شیوه جدی‌تر و کاربردی در جهت بررسی وضع موجود و برنامه‌ریزی بهتر برای حفاظت از منابع آب در آینده به این مجموعه اضافه کرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه با عنوان "ارزیابی و پیش‌بینی پتانسیل آلودگی آب زیرزمینی دشت ماهیدشت با روش دراستیک" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۳ است. که با کمک اساتید محترم دکتر علی بافکار و دکتر سید احسان فاطمی و حمایت دانشگاه رازی کرمانشاه اجرا شده است.

منابع

1. Aller L, Lehr JH, Petty R, Bennett T. DRASTIC: a standardized system to evaluate groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. Ohio: National Water Well Association; 1987.
2. Knödel K, Lange G, Voigt H-J. Environmental Geology: Handbook of Field Methods and Case Studies. Berlin: Springer; 2007.
3. Fathi Hafshejani E, Beigi Harchegani H. Zoning of Shahrekord aquifer vulnerability potential by using the DRASTIC model and verifying it using seasonal variations of concentration of nitrate and phosphate contaminants. Scientific Journal of Management System. 2012;5(14):1-16 (in Persian).
4. Sadeghi Ravesh MH, Zehtabian GR. Assessment of vulnerability Khezrabad Aquifer using DRASTIC method. Scientific Journal of the Environment. 2013;55:21-31 (in Persian).
5. Nakhaee M, Amiri V, Rahimi M. Estimation of pollution potential and groundwater sensitivity analysis in Khatunabad Aquifer using DRASTIC model based GIS. Advanced Applied Geology Journal. 2013;8:1-10 (in Persian).
6. Amir Ahmadi A, Ebrahimi M, Zanganeh MA, Akbari E. Investigation of vulnerability of aquifer of Neishabour plain using using DRASTIC model on GIS. Journal of Geography and Environmental Hazards. 2013;2(6):37-56 (in Persian).
7. Afonso MJ, Pires A, Chaminé HI, Marques JM, Guimarães L, Guilhermino L, et al. Aquifer vulnerability assessment of urban areas using a GIS-based

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

cartography: Paranhos groundwater pilot site, Porto, NW Portugal. Proceedings of the 33th International Geological Congress General Symposium: Hydrology; 2008 Aug 6-14; Oslo, Norway.
8. Breabăn IG, Paiu M. Application of DRASTIC model and GIS for evaluation of aquifer vulnerability: Study case Barlad city area. Proceedings of the International Conference on Water resources and wetlands; 2012 Sep 14-16, Tulcea, Romania.
9. Adjim M, Bensaoula F. Application of the DRASTIC groundwater vulnerability mapping to the aquifer of Maghnia (North-West of Algeria). Larhyss Journal. 2013;16:21-30.
10. Azad Talatapeh N, Behmanesh J, Montaseri M. Predicting potential evapotranspiration using time series models (case study: Urmia). Journal of Water and Soil (Agricultural Sciences and Technology). 2013;27(1):213-23 (in Persian).
11. Hajibigeloo M, Ghezelsofloo AA, Alimirzaei H. Discussion and forecast monthly average rainfall techniques using SARIMA (Case study: pluviometry station Babaaman Bojnourd). Irrigation Sciences and Engineering. 2013;36(3):41-54 (in Persian).
12. Omidi R, Radmanesh F, Hidari Zarei. River flow prediction using stochastic models (Case study: Khorramabad Basin). Proceedings of the First National Conference on Challenges on Water Resources and Agriculture; 2014 Feb 13, Isfahan, Iran (in Persian).
13. Behmanesh J, Azad N, Montaseri M, Basharat S. Comparison of linear and nonlinear (bilinear) time series models in reference crop evapotranspiration prediction in Urmia synoptic station. Journal of Water Research in Agriculture. 2015;28(1):85-96 (in Persian).
14. Piscopo G. Groundwater vulnerability map, explanatory notes, Castlereagh Catchment. Sydney: NSW Department of Land and Water Conservation, Centre for Natural Resources; 2006.
15. Karamouz M, Fallahi M, Nazif S, Rahimi Farahani M. Long lead rainfall prediction using statistical downscaling and artificial neural network modeling. Transaction A: Civil Engineering. 2009;16(1):165-72.
16. Baalousha H. Vulnerability assessment for the Gaza Strip, Palestine using DRASTIC. Environmental

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Prediction of groundwater pollution potential using the DRASTIC index and annual time series analysis (case study: Plain Mahidasht Kermanshah)

Sh Gorgani*, A Bafkar, SE Fatemi

Department of Water Engineering, College of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 11 July 2017
Revised: 4 October 2017
Accepted: 9 October 2017
Published: 12 December 2017

Key words: Time series, DRASTIC index, Geographical information system, Mahidasht plain

***Corresponding Author:**
shahram_gorgani@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Objective: Rainfall and groundwater level are important parameters of DRASTIC index, thus their time-series were examined using time series analysis for Mahidasht plain vulnerability in Kermanshah Province.

Materials and Methods: DRASTIC model is a quantitative model that seven parameters for transfer of pollution are considered including depth of water table, net recharge, aquifer, soil, topography, unsaturated environment and hydraulic conductivity. The data was prepared in seven-layer information in Arc GIS10 software. After integration, weighting and ranking, DRASTIC index for the region was estimated between 34 and 120. Precipitation is an uncertainty factor in water projects. Precipitation is the origin of other uncertainties such as surface runoff, recharge, and water balance. Underground water level and recharge are main factors in the DRASTIC model that are considered as component hydrological variables and time series, thus, they were analyzed and forecasted using stochastic methods on the horizon in 2032.

Results: Finally, selection of the data predicted in 2032 and the creation of dual new depth to the water table and recharge, as well as the weighting and ranking of the repeated placement in the DRASTIC model, another vulnerabilities map is prepared in which the index DRASTIC was 34 to 110 units.

Conclusion: Results showed that due to further decrease of water table and reduced rainfall, DRASTIC index will be less in the next 18 years (2014-2032).

Please cite this article as: Gorgani Sh, Bafkar A, Fatemi SE. Prediction of groundwater pollution potential using the DRASTIC index and annual time series analysis (case study: Plain Mahidasht Kermanshah). Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(3):317-28.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]