

روند تغییرات برخی از خصوصیات شیمیایی آب‌های زیرزمینی دشت سگزی اصفهان طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۷

علی خانامانی^{۱*}، اسماعیل دودانگه^۱، فرشاد سلیمانی^۱، حمیدرضا کریم‌زاده^۲ و سعید سلطانی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۱۶)

چکیده

منابع آب زیرزمینی به عنوان مهم‌ترین منبع آب شیرین به حساب می‌آیند. نیاز فزاینده به منابع آب در ایران، موجب بهره‌برداری بی‌رویه و سبب برهم زدن تعادل طبیعی منابع آب زیرزمینی شده است، به طوری که تراز سفره‌های آبدار در بسیاری از مناطق کشور منفی شده است. هدف از این تحقیق، بررسی روند تغییرات برخی از خصوصیات آب‌های زیرزمینی دشت سگزی اصفهان طی دوره آماری ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۷ می‌باشد. بدین منظور، داده‌های مورد نیاز از سازمان آب منطقه‌ای اصفهان تهیه و آزمون همگنی با آزمون تام (ران-تست) در سطح اطمینان ۹۵ درصد روی داده‌ها انجام گردید. جهت بررسی استقلال داده‌ها نیز از توابع خودهمبستگی مربوط به سری‌های زمانی (ACF) استفاده شد، بدین صورت که میزان خودهمبستگی داده‌ها در تأخیرهای زمانی مختلف محاسبه و در نهایت از آزمون من-کنندال جهت ارزیابی روند سری‌های زمانی تغییرات خصوصیات آب‌های زیرزمینی استفاده شد. نتایج آزمون ران-تست نشان داد تمامی سری‌های مورد استفاده در این تحقیق همگن می‌باشند ($P\text{value} > 0.05$). نتایج آزمون تحلیل روند برای چاه‌های منطقه، نشان‌دهنده روند معنی‌دار افزایش میزان کلر در منابع آب زیرزمینی منطقه است ($P\text{value} > 0.05$). هم‌چنین میزان کلسیم نیز ۳ واحد افزایش نشان می‌دهد. نتایج هم‌چنین نشان داد که تمامی سری‌های مورد استفاده در این تحقیق تصادفی هستند و آزمون تحلیل روند من-کنندال می‌تواند شاخص مناسبی برای ارزیابی روند موجود در داده‌ها باشد. به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه‌ای که از منابع آب زیرزمینی صورت می‌گیرد، با افزایش عمق سطح آب، بر میزان املاح مختلف شوری مانند کلر و سدیم افزوده می‌شود که این موضوع بر شدت تخریب منابع سطحی زمین مانند خاک و پوشش گیاهی می‌افزاید که این وضعیت بیشتر در چاه‌های محدوده اراضی کشاورزی دیده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: دشت سگزی، من‌کنندال، آب زیرزمینی، روند

۱. گروه بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: khamamani@gmail.com

مقدمه

آب‌های زیرزمینی به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تامین‌کننده آب با چالش‌های متفاوتی مانند افت سطح آب زیرزمینی، کاهش نرخ بارندگی و آلاینده‌های طبیعی و غیرطبیعی روبه‌روست (۴). مقایسه سرانه کل منابع آب شیرین قابل دسترسی در بین مناطق مختلف جهان، تفاوت چشمگیری را نشان می‌دهد. بیش از یک میلیارد نفر از جمعیت جهان، آب سالم و نیمی از مردم جهان، سیستم فاضلاب مناسب ندارند و هم‌چنین ۸۰ درصد کل بیماری‌ها در کشورهای در حال توسعه، دارای منشأ آب ناسالمند (۷).

در تحقیقی که توسط نگارنده و همکاران (۲) در بررسی دلایل بیابان‌زایی صورت گرفت، عاملی که در تمامی مطالعات به‌عنوان یکی از دلایل اصلی بیابان‌زایی مشخص شد، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب سطحی و زیرزمینی است. در مناطق خشک و بیابانی، گردآوری، تغذیه و تنظیم بهره‌برداری صحیح آب، از مهم‌ترین راهکارهای مدیریت منابع آب به شمار می‌رود. تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی، به عنوان راهبردی برای توسعه و تقویت این منابع و جبران زیان‌های وارده به آنها، جهت ذخیره‌سازی و به‌هنگام کردن جریان‌های سطحی به شمار می‌آید. با توجه به این واقعیت که منابع آب زیرزمینی ایران در حدود ۷۷/۸ درصد مصارف شرب، صنعت و کشاورزی را تأمین می‌کند، برنامه‌ریزی و ارائه طرح‌هایی که موجب استفاده بهینه از منابع آبی موجود شود، از اولویت ویژه‌ای برخوردار است.

پخش سیلاب یکی از راهکارهای مدیریت منابع آب در مناطق خشک و نیمه خشک است که می‌تواند تأثیرات مثبتی بر منابع آب زیرزمینی داشته باشد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب دشت‌های مناطق خشک و نیمه خشک، شرایط لازم را جهت اجرای طرح‌های پخش سیلاب دارا می‌باشند. ما همواره باید این واقعیت را به‌خاطر بسپاریم که: نرخ مجاز برداشت از منابع آب را استعداد طبیعی منطقه در تغذیه آبخوان تعیین می‌کند و نه نیاز روزافزون بشر به آب و چه بسا پدیده‌های

تخریب سرزمین و بیابان‌زایی عقوبت عدم درک همین واقعیت باشند (۲).

نیاز فزاینده به منابع آب در ایران، موجب بهره‌برداری بی‌رویه و سبب برهم زدن تعادل طبیعی منابع آب زیرزمینی شده است (۶)، به‌طوری‌که تراز سفره‌های آبدار در بسیاری از مناطق کشور منفی شده است (۵). توسعه کشاورزی و صنعت موجب افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی شده که میزان تغذیه آبخوان‌های کشور، جوابگوی این برداشت نبوده و سطح آب زیرزمینی افت نموده است (۶). بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در دراز مدت منجر به افت شدید سطح ایستابی و در نهایت خشک شدن آبخوان می‌گردد. این امر باعث بروز مشکلات جدیدی از جمله افزایش هزینه تمام شده هر متر مکعب آب به دلیل تحمیل هزینه‌های انتقال و در نهایت، افزایش انرژی پمپاژ می‌گردد (۵). جهت بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آبخوان‌ها، مطالعات مختلفی صورت گرفته که به برخی از آنها اشاره می‌شود.

مویو (۱۱) در بررسی کیفیت شیمیایی و میکروبیولوژیکی آب‌های زیرزمینی زیمباوه به این نتیجه رسید نترات که یک مشکل جدی در سلامت جهانی تلقی می‌گردد، میزان آن در برخی مناطق ۳۷ درصد از میزان مجاز فراتر است. هم‌چنین نشان داد که میزان منگنز نیز از میزان مجاز فراتر است که دلیل آن احتمالاً ژئولوژی منطقه می‌باشد. مشکل سختی آب نیز بسیار جدی است، به‌طوری‌که میزان آن در برخی مناطق به 2550 mg/l می‌رسد. به هر حال، آلودگی‌های میکروبی بیشتر در مناطق رسی دیده می‌شود.

بایگ و همکاران (۸) وضعیت آرسنیک و خصوصیات فیزیکی - شیمیایی آب‌های سطحی و زیرزمینی جامشورو در پاکستان را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که میزان آرسنیک در آب‌های زیرزمینی خیلی بیشتر از میزان آن در آب‌های سطحی می‌باشد که دلیل آن، غرقابی کردن گسترده به شیوه آبیاری رودخانه‌ای ایندوس است. هم‌چنین مشخص گردید که از بین خصوصیات فیزیکی - شیمیایی مورد بررسی،

۳۳° عرض شمالی و ۴۰' ۵۱° تا ۵۰' ۵۲° طول غربی (شکل ۱) و در جنوب جاده اصفهان- نائین و در شمال رودخانه زاینده‌رود قرار دارد و دارای وسعت تقریبی ۶۶۰ هزار هکتار می‌باشد. خاک‌های منطقه بر اساس طبقه‌بندی FAO (1988) عمدتاً در رده‌های: Cambisols, Regosols, Fluvisols, Gypsisols و Solonchaks (۹) و به روش کلید طبقه‌بندی خاک (۲۰۱۰)، عمدتاً در دو رده Entisols و Aridisols طبقه‌بندی می‌شوند (۱۴). میانگین بارندگی منطقه ۱۲۵/۵ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت منطقه ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. کاربری‌های منطقه مورد مطالعه عبارت‌اند از: اراضی کشاورزی آبی، اراضی شوره‌زار که عمدتاً دستخوش رسوبات فرسایش یافته بادی است، اراضی مسکونی، صنعتی و تعداد زیادی کوره‌های آجرپزی و گچ‌پزی و همچنین معادن شن و ماسه.

جمع‌آوری داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق، آمار کیفی آب‌های زیرزمینی دشت سگری اصفهان طی دوره آماری ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۷ می‌باشد، که این داده‌ها از سازمان آب منطقه‌ای استان اصفهان اخذ گردید. این داده‌ها مربوط به ۵۰ حلقه چاه پیژومتری در داخل و اطراف منطقه مورد مطالعه می‌باشد که توزیع قرارگیری چاه‌های موجود در محدوده مورد مطالعه، در شکل ۱ نشان داده شده است.

روش کار

یکی از ابزارهایی که برای تعیین تغییرات در اقلیم ناحیه‌ای و سری‌های زمانی هیدرولوژیکی استفاده می‌شود، تحلیل روند است. تحلیل روند به علت تأثیر جهانی تغییر اقلیم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (۱۰). این ابزار در این مطالعه جهت تعیین تغییرات کیفیت آب زیر زمینی از جمله غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول مانند: پتاسیم، سدیم، منیزیم، کلسیم، سولفات، کلر، کربنات و اسیدپته (pH)، TDS، هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذب سدیم (SAR) و مجموع غلظت

میزان هدایت الکتریکی، سدیم، پتاسیم و سولفات در آب‌های سطحی و زیرزمینی و میزان کلسیم و کلر در آب‌های زیرزمینی بیش از حد مجاز است (۸).

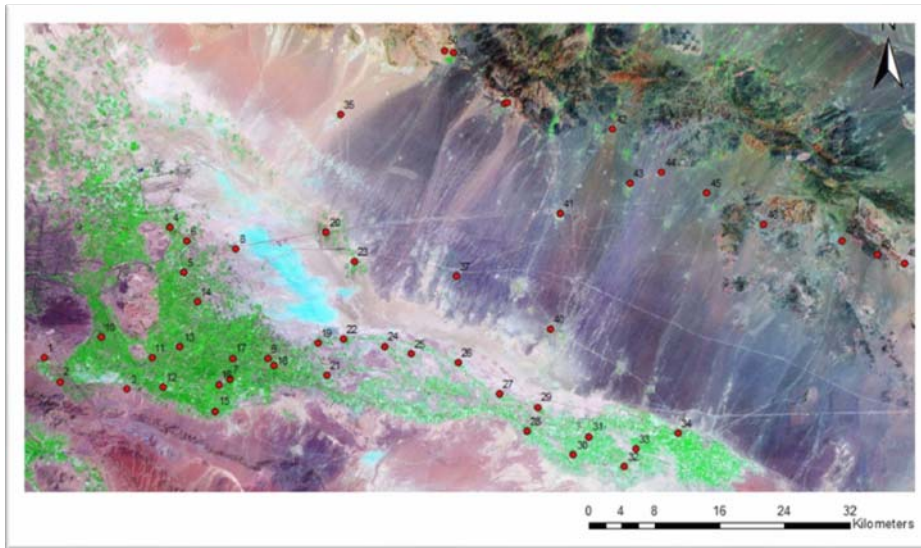
ملکوتیان و کرمی (۷) در بررسی روند تغییرات کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت بم و بروات طی سال‌های ۸۳-۱۳۷۶، از اطلاعات ۳۰ حلقه چاه استفاده نموده و در مجموع ۱۲ پارامتر شیمیایی را مورد ارزیابی قرار دادند. آنها در این تحقیق از مقادیر حداکثر، حداقل و میانگین هر پارامتر برای هر چاه در سال استفاده نمودند که در نهایت این مقادیر با طبقه‌بندی شولر و ویل‌کوکس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. احتشامی و همکاران (۱) پس از بررسی تغییرات فیزیکی و شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت هشتگرد طی دوره ده ساله ۷۹-۱۳۶۹ به این نتیجه رسیدند که طی این دوره، سطح منابع آب منطقه ۶/۱۴ متر افت داشتند که معادل ۳۰ میلیون مترمکعب کسری مخزن می‌باشد و پیشنهاد دادند که برداشت از چاه‌ها با نصب کنتورهای حجمی، کنترل گردد.

استان اصفهان با دارا بودن اقلیمی خشک و نیمه‌خشک، وابسته به آب‌های زیرزمینی می‌باشد. در اثر بهره‌برداری بی‌رویه از این منابع آبی، سطح آب‌های زیرزمینی در برخی مناطق استان تا ۳۰۰ متر هم گزارش شده است. در نتیجه این افت، شوری آب این منابع افزایش یافته و همچنین خصوصیات شیمیایی آن به حدود بحرانی رسیده و حتی در برخی موارد، خارج از محدوده استاندارد می‌باشد. بهره‌برداری این آب جهت مصارف کشاورزی باعث گردیده سطح اراضی کشاورزی شور شده که نهایتاً منجر به تخریب و رها شدن اراضی و در نتیجه بیابان‌زایی شدید در منطقه گردیده است. لذا هدف از این مطالعه بررسی روند تغییرات خصوصیات آب زیرزمینی دشت سگری اصفهان و بررسی تأثیرات آن در سطح زمین و بر شرایط خاک و پوشش گیاهی طی دوره زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۷ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه دارای مختصات جغرافیایی ۲۰' ۳۲° تا



شکل ۱. موقعیت قرارگیری چاه‌های پیزومتری در منطقه مورد مطالعه

$$Var(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5)}{18} \quad [3]$$

$$E(s) = 0 \quad [4]$$

که t_p شماره گره برای مقدار P ام و q تعداد گره‌هاست. مقدار نمره استاندارد شده Z از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$Z_{MK} \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{Var(s)}}, & \text{if } S > 0 \\ 0, & \text{if } S = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{Var(s)}}, & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad [5]$$

مقادیر مثبت Z نشان‌دهنده روندهای افزایشی و مقادیر منفی Z نشان‌دهنده روندهای کاهشی است. فرض صفر مبنی بر عدم وجود روند در داده‌ها برای مقادیر Z بزرگ‌تر از $Z_{1-p/2}$ رد می‌شود. در این مطالعه سطوح معنی‌داری $p=0.05$ و $p=0.01$ به کار گرفته شده است (۱۲ و ۱۵).

نتایج و بحث

درمورد آزمون ناپارامتریک به نمونه مورد آزمون، فرض بر این است که داده‌ها باید مستقل باشند. بنابراین اولین مرحله کار با داده‌ها با انجام آزمون همگنی و تصادفی بودن داده‌ها انجام شد.

آنیون‌ها و کاتیون‌ها به کار گرفته شده است. روش‌های متفاوتی برای تعیین روند وجود دارد که از آن‌جمله می‌توان به آزمون پارامتریک تی و آزمون‌های غیرپارامتریک من-کندال، اسپیرمن، من-ویتنی و کولموگروف-اسمیرنوف اشاره کرد. آزمون اسپیرمن و من-کندال هر دو برای تعیین روندهای یکنواخت به کار برده می‌شوند (۱۲ و ۱۵).

آزمون من-کندال

آزمون من-کندال برای ارزیابی روند سری‌های زمانی استفاده می‌شود. آماره آزمون من-کندال به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{sign}(X_i - X_j) \quad [1]$$

که در آن X_i و X_j مقادیر مرتب شده نمونه، n تعداد نمونه است. برای $\text{Sign}(X_i - X_j)$ داریم:

$$\begin{cases} \text{Sign}(X_i - X_j) = -1, & \text{for } (X_i - X_j) < 0 \\ \text{Sign}(X_i - X_j) = 0, & \text{for } (X_i - X_j) = 0 \\ \text{Sign}(X_i - X_j) = 1, & \text{for } (X_i - X_j) > 0 \end{cases} \quad [2]$$

مقادیر میانگین $E(s)$ و واریانس $Var(s)$ آماره S به شکل زیر تعریف می‌شود:

آنالیز داده‌ها

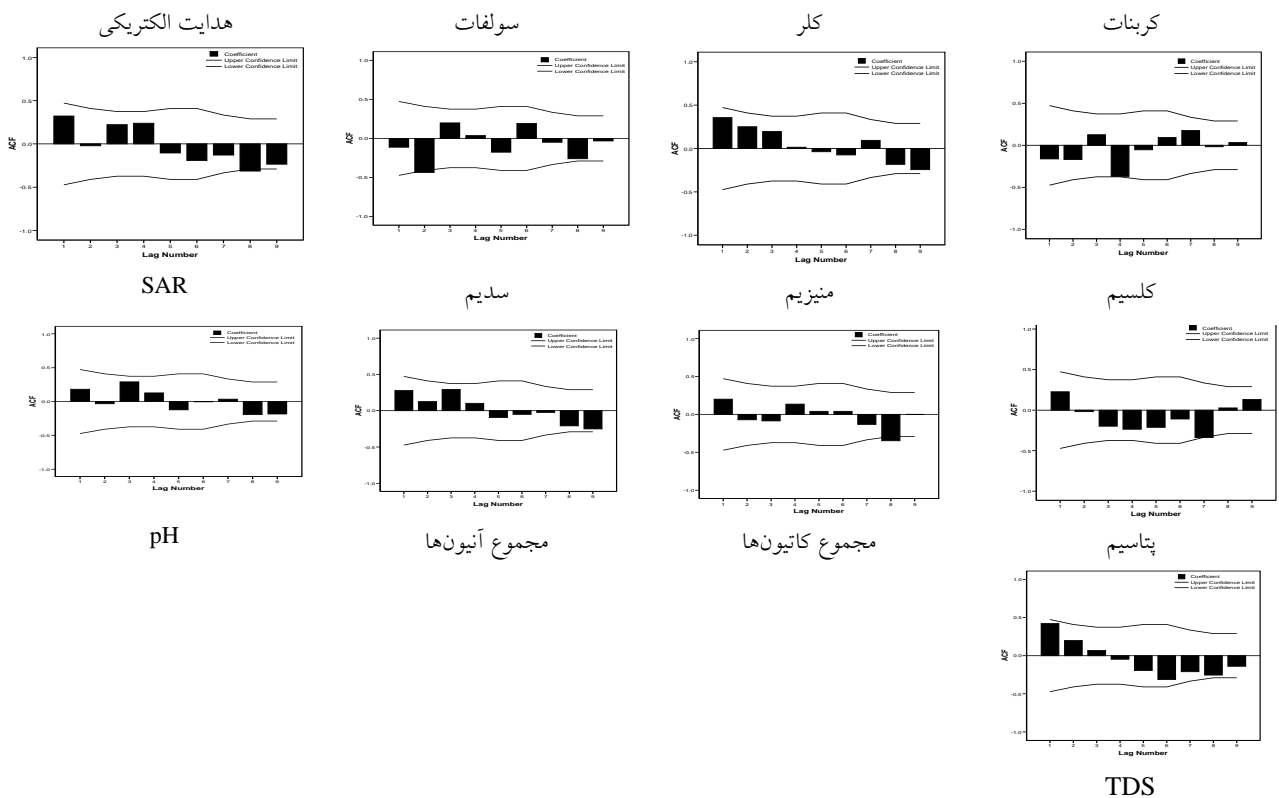
میزان شوری آب چاه‌های تحت مطالعه از ۳۸/۰ (چاه شماره ۳۸) تا ۱۲/۰۳ ds/m (چاه شماره ۱۱) متغیر می‌باشد که بر اساس راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب برای آبیاری، معیار شوری موثر بر آب قابل دسترس در کلاس ناچیز تا شدید قرار می‌گیرد، که میزان مواد جامد محلول (TDS) نیز با آن مطابقت دارد. هم‌چنین تأثیر شوری آب بر نفوذپذیری خاک، در چاه‌های شماره ۲۹، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۶، ۳۷ و ۳۸ متوسط و در بقیه چاه‌های منطقه ناچیز می‌باشد. سمیت یون کلر نیز که بر گیاهان زراعی حساس موثر است، برای چاه‌های شماره ۲۴، ۲۷، ۲۹، ۳۰، ۳۶، ۳۷ و ۳۸ در کلاس ناچیز، برای چاه‌های شماره ۵، ۷، ۱۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳ و ۳۴ در کلاس متوسط و برای بقیه چاه‌های منطقه، در کلاس شدید قرار می‌گیرد. از دیگر یون‌هایی که سمیت آنها بر محصولات زراعی حساس تأثیرگذار می‌باشد، می‌توان یون بیکربنات را نام برد. بر اساس غلظت یون بیکربنات در آب چاه‌های منطقه، چاه شماره ۳۸ در کلاس ناچیز، چاه‌های ۱۸ و ۲۳ در کلاس شدید و بقیه چاه‌ها در کلاس متوسط قرار می‌گیرند. هم‌چنین آب‌های منطقه از نظر اسیدیته در دامنه ۶/۹ تا ۸/۴ قرار دارند که همگی دارای دامنه نرمال می‌باشند.

بیشترین میزان هدایت الکتریکی (EC) (۱۲/۰۳ ds/m) و کل مواد جامد محلول (TDS) (۸۴۲۱) در قسمت غربی منطقه و محدوده چاه شماره ۱۱ دیده می‌شود. در این محدوده اراضی کشاورزی منطقه قرار دارند و به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه‌ای که از منابع آب زیرزمینی جهت مصارف کشاورزی صورت می‌گیرد، باعث می‌گردد تا مقداری شوری و TDS در این محدوده بسیار بالا رود. در اثر آبیاری اراضی کشاورزی با این آب شور، اراضی اطراف شور شده و باعث می‌گردد ساختمان خاک متلاشی شود. هم‌چنین با بالا رفتن میزان شوری خاک، بازدهی محصول پایین می‌آید و در نتیجه، بقایای گیاهی که پس از فصل زراعت در خاک به‌جا می‌مانند، بسیار کاهش یافته و میزان مواد آلی خاک تنزل پیدا می‌کند. کاهش مواد آلی باعث می‌شود تا رشد گیاهان کاهش یافته و سطح خاک لخت

همگنی داده‌ها با آزمون تام (ران- تست) در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. این آزمون تغییرات سری زمانی را نسبت به یک مقدار مرکزی (معمولاً میانگین) ارزیابی می‌کند (۱۳).

نتایج آزمون ران- تست نشان داد تمامی سری‌های مورد استفاده در این تحقیق همگن می‌باشند ($P_{\text{value}} > 0.05$). برای اختصار، از آوردن جدول نتایج مربوط به آزمون همگنی صرف‌نظر شده است. برای بررسی استقلال داده‌ها نیز از توابع خودهمبستگی مربوط به سری‌های زمانی (ACF) استفاده شد، بدین صورت که میزان خودهمبستگی داده‌ها در تاخیرهای زمانی مختلف محاسبه شد. در صورت تصادفی بودن داده‌ها، ضرایب خودهمبستگی در تاخیرهای زمانی مختلف باید نزدیک صفر باشد و در غیر این صورت یک یا چند ضریب به طور معنی‌داری غیر صفر خواهد بود. نتایج آزمون استقلال داده‌ها برای سری زمانی داده‌های کیفیت آب مربوط به چاه نمونه‌برداری شماره یک در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به نمودار توابع خودهمبستگی، تمامی سری‌های مورد استفاده در این تحقیق تصادفی هستند و آزمون تحلیل روند من- کندال می‌تواند شاخص مناسبی برای ارزیابی روند موجود در داده‌ها باشد.

نتایج آزمون من- کندال برای برخی چاه‌های منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. پارامترهایی که روند معنی‌دار داشته‌اند، با علامت ستاره مشخص شده‌اند. نتایج آزمون تحلیل روند برای چاه‌های منطقه مورد مطالعه، نشان دهنده روند معنی‌دار افزایش میزان کلر در منطقه می‌باشد ($P_{\text{value}} > 0.05$)، به طوری که در ۱۴ مورد از ۵۰ حلقه چاه مورد مطالعه روند افزایشی برای میزان کلر مشهود است. در مورد چاه‌های شماره ۵ و ۳۸ روند معنی‌دار کاهش وجود داشته است. دلیل افزایش کلر در چاه‌ها این می‌باشد که با پایین رفتن سطح آب زیرزمینی، میزان شوری این منابع زیاد شده و در نتیجه میزان کلر افزایش می‌یابد. در مورد میزان کلسیم نیز به جز چاه‌های ذکر شده در بالا، بیشتر نقاط دارای روند معنی‌دار افزایشی می‌باشند.



شکل ۲. توابع خودهم‌بستگی سری‌های زمانی کیفیت آب مربوط به چاه شماره یک

شدت بیابان‌زایی در منطقه می‌شوند. زهتابیان و همکاران (۳) وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی دشت ورامین را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که اگر روند برداشت منابع آب با همین سرعت ادامه یابد، شاهد شور شدن آب زیرزمینی و در نتیجه، تخریب خاک و بیابان‌زایی می‌باشیم.

در قسمت جنوب غربی منطقه که در مجاورت رودخانه زاینده‌رود قرار دارد و آب مصرفی جهت کشاورزی از رودخانه تامین می‌گردد، منابع آب زیرزمینی از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار می‌باشد. دلیل این امر، بهره‌برداری به مقدار کم از منابع آب زیرزمینی در این محدوده می‌باشد. هم‌چنین، منابع آبی این محدوده به‌وسیله رودخانه زاینده‌رود تغذیه می‌شوند. در قسمت مرکزی منطقه که از نظر معیار خاک دارای شرایط نامطلوب و شوری و قلیائیت خاک بسیار بالا می‌باشد، وضعیت آب زیرزمینی مناسب می‌باشد که دلیل آن نامناسب بودن شرایط خاک جهت مصارف کشاورزی در این محدوده می‌باشد و در

گردد، در نتیجه باد می‌تواند به طور مستقیم به سطح خاک برخورد کند و هم‌چنین به دلیل این‌که مانعی در مقابل باد به عنوان بادشکن عمل نمی‌کند، سرعت باد بسیار بالا می‌رود و بر شدت فرسایش بادی در منطقه افزوده می‌شود.

در اثر افزایش املاح شوری و کل مواد جامد محلول خاک، بافت خاک سبک‌تر می‌شود و در نتیجه، سرعت آستانه فرسایش بادی کمتر و خاک سطحی به راحتی توسط باد جابجا می‌شود. به دلیل متلاشی شدن ساختمان خاک نیز، خاک سطحی در مقابل فرسایش بسیار حساس شده و میزان فرسایش‌پذیری خاک به شدت افزایش می‌یابد. در اثر برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در این منطقه، عمق سطح آب افت زیادی داشته است. در نتیجه با پایین رفتن عمق سطح آب، میزان رطوبت خاک و رشد گیاهان کاهش پیدا می‌کند. هم‌چنین در اثر کاهش رطوبت خاک، چسپندگی ذرات خاک کم شده و این ذرات به راحتی در معرض فرسایش بادی قرار گرفته و باعث افزایش

در این منابع افزایش یافته و در نتیجه میزان املاح شوری مانند کلر و سدیم روند افزایشی خواهد داشت که این موضوع باعث می‌شود با آمدن این آب به سطح زمین بر اثر نیروی شعریه و یا پمپاژ، بر شدت تخریب منابع سطحی زمین مانند خاک و پوشش گیاهی افزوده گردد. هم‌چنین در مناطقی که شرایط خاک جهت انجام کشاورزی مناسب می‌باشد، وضعیت آب زیرزمینی از شرایط مطلوبی برخوردار نمی‌باشد که دلایل این امر، بهره‌برداری بیش از حد از این منابع در این مناطق و هم‌چنین تخلیه زه‌کش اراضی کشاورزی به منابع آبی اطراف خود می‌باشد. در نتیجه چاه‌های محدوده اراضی کشاورزی دارای بیشترین میزان املاح و شوری می‌باشند. در لندفرم بیابانی که پست‌ترین قسمت حوضه و دارای خاک شور و قلیایی می‌باشد، وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی مطلوب می‌باشد که دلیل آن، عدم برداشت از این منابع جهت مصارف کشاورزی است.

نتیجه به دلیل این‌که هیچ‌گونه بهره‌برداری از منابع آبی صورت نمی‌گیرد، این منابع در محدوده مرکزی منطقه از وضعیت مطلوبی برخوردار می‌باشند. ملکوتیان و کرمی (۷) در بررسی روند تغییرات کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت بم و بروات طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۷۶، به این نتیجه رسیدند که تغییرات کیفیت شیمیایی، روندی در جهت نامطلوب شدن آب چاه‌های منطقه دارند و پیشنهاد کردند به منظور حفظ کیفیت و افزایش کمیت منابع آب این دشت، نسبت به گسترش برنامه‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری و کنترل سیلاب‌ها برای تغذیه مصنوعی دشت اقدام گردد. بر طبق مطالعات صورت گرفته، تغذیه منابع آب زیرزمینی بوسیله رودخانه‌های سطحی و پخش سیلاب کمک قابل توجهی به بهبود وضعیت کیفی و کمی این منابع دارد.

نتیجه‌گیری

با بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، عمق سطح آب

منابع مورد استفاده

۱. احتشامی، م.، ع. ر. رضایی رویا و ع. و. آغاسی. ۱۳۸۱. بررسی روند تحول پتانسیل آب زیرزمینی دشت هشتگرد در ده سال گذشته و علل آن. علوم و تکنولوژی محیط زیست ۱۳: ۶۱-۷۴.
 ۲. خنامانی، ع.، ج. عابدی کوپائی و ا. توکلی نبوی. ۱۳۸۹. برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و اثر آن بر بیابان‌زایی. دهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. ص ۱۱۸-۱۲۷.
 ۳. زهتابیان، غ. ر.، ع. رفیعی امام، س. ک. علوی پناه و م. جعفری. ۱۳۸۳. بررسی آب زیرزمینی دشت ورامین جهت استفاده از آبیاری اراضی کشاورزی. پژوهش‌های جغرافیایی ۳۸: ۹۱-۱۰۲.
 ۴. شمعیان، غ. ح.، م. رقیمی و ا. بخشکی. ۱۳۸۵. هیدروژئوشیمی آب‌های زیرزمینی در دشت گرگان: راهکاری برای حساسیت‌سنجی آلودگی آب‌های زیرزمینی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۴(۱۳): ۱۱۲-۱۲۴.
 ۵. صفایی جزئی، ر. ۱۳۸۶. ارائه مدل ریاضی آب زیرزمینی دشت کمیجان اراک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ص ۹۸-۱۲۳.
 ۶. قهاری، غ. ر. و م. پاکپور. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر استحصال و پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت گربایگان. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۱۴(۳): ۳۶۸-۳۹۰.
 ۷. ملکوتیان، م. و ا. کرمی. ۱۳۸۳. بررسی روند تغییرات کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت بم و بروات طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۷۶. مجله پزشکی هرمزگان ۸(۲): ۱۰۹-۱۱۶.
8. Baig, J. A., T. G. Kazi, M. B. Arain, H. I. Afridi, GH. A. Kandhro, R. A. Sarfraz, M. KH. Jamal and A. Q. Shah.

2009. Evaluation of arsenic and other physico-chemical parameters of surface and ground water of Jamshoro, Pakistan. *J. Hazardous Mater.* 166(2-3): 662–669.
9. FAO – UNESCO. 1988. *Soil Map of the World*.
10. Kruger, A.C. and S. Shongwe. 2004. Temperature trends in South Africa: 1960-2003. *Intl. J. Climatol.* 24: 1929-1945.
11. Moyo, N. A. G. 2013. An analysis of the chemical and microbiological quality of ground water from boreholes and shallow wells in Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts 66*: 27-32.
12. Oxoz, B. and M. Bayazit. 2003. The power of statistical tests for trend detection. *Turkish. J. Eng. Env. Sci.* 27: 247-251.
13. Rodrigo, S., M. J. Esteban-Parra, D. Pozo-Vazquez and Y. Castro-Diez. 2000. Rainfall variability in southern Spain on decadal to centennial time scales. *J. Climatol.* 20(7): 721-732.
14. USDA. 2010. *Keys to Soil Taxonomy*, By Soil Survey Staff, 11th ed., *In*: Michael, L.(Ed.), Golden Director, Soil Survey Division, Natural Resources Conservation Service.
15. Xu, Z. X., K. Takeuchi and H. Ishidaira. 2003. Monotonic trend and step changes in Japanese precipitation. *J. Hydrol.* 279: 144-150.