Ar Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 13, Oct.-Nov. 2019, p. 1064-1074

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۳، مهر - آبان ۱۳۹۸، ص. ۱۰۷۴-۱۰۶۴

ارزیابی کیفی آب زیرزمینی دشت سرایان با استفاده از شاخص کیفی WQI

فرشته بهرامی[۱]، مهدی دستورانی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۳۰

چکیده

از آنجایی که شاخص WQI یکی از مناسبترین شاخص‌ها برای ارزیابی کیفیت آب‌های زیرزمینی محسوب می‌شود در این پژوهش از شاخص WQI برای ارزیابی کیفیت منابع آب‌زیرزمینی در دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۶ استفاده شد. پارامترهای مورد استفاده عبارت بودند از: PH، کلراید، سولفات، کل جامدات محلول، سختی کل، قلیائیت و سدیم. نتایج ارزیابی نشان داد که میزان کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت سرایان در سال ۱۳۹۶ بهتر از سال ۱۳۹۱ بود. با توجه به اینکه خشکسالی چند ساله در منطقه حاکم هست نتایج نشان داد که پمپاژ بیش از حد از آب‌های زیرزمینی چاه‌ها و عدم مدیریت مناسب در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در سال ۱۳۹۱ باعث کاهش کیفیت منابع آبی گردیده است. بطوریکه ۱۵درصد از منابع آبی در محدوده بد و ۵ درصد در محدوده خیلی بد قرار گرفتند. اجرای طرح احیا و تعادل بخشی منابع آب با هدف کنترل و مدیریت برداشت منابع آب و در نتیجه برقراری تعادل بین تغذیه و برداشت از این منابع باعث گردید با توجه به اینکه دشت سرایان بحرانی ممنوعه می‌باشد ولی کیفیت آب بدلیل کاهش برداشت و مدیریت مناسب در بهره‌برداری در سال ۱۳۹۶ افزایش یابد بطوریکه تمام منابع آبی مورد مطالعه در محدوده خوب و عالی قرار گفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: شاخص کیفیت آب، دشت سرایان، آب زیرزمینی، بحرانی ممنوعه

مقدمه

تامین آب با کیفیت مناسب از مهم‌ترین نیازهای انسان امروزی است. متاسفانه افزون بر مساله کمیت آب در دسترس، کیفیت منابع آبی و آلودگی آنها از مسایل محدودکننده در بحث تامین آب است و بنابراین ارزیابی کیفیت و آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی بویژه در مناطقی که منابع آب زیرزمینی برای آشامیدن استفاده می‌شود بسیار با اهمیت است (سلیمانی و همکاران،۱۳۹۲). آب های زیرزمینی منابع طبیعی ارزشمندی می‌باشند که در سرتاسر جهان بصورت آبخوان‌های محلی گسترش یافته‌اند (Vasanthavigar et al.,2010).

در دسترس بودن، کیفیت بالاتر و حضور یک‌سری مواد معدنی در آب‌های زیرزمینی باعث گردیده است که این منابع در مقایسه با منابع آب سطحی، مصرف بیشتری برای نیازهای بشری داشته باشد (اسلامی و همکاران،۱۳۹۶). آب‌زیرمینی با داشتن مقادیر مختلف از عنصرهای گوناگون گاهی بسیار مفید و گاهی شدیدا مضر است.بنابراین بسته به نوع استفاده در هر منطقه کیفیت و نحوه تاثیرگذاری آن باید مورد سنجش قرار گیرد (علی اکبری و همکاران،۱۳۹۳). از جمله مصارف آب‌های زیرزمینی در بخش‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی می‌باشد و این مصارف در دهه‌های اخیر به‌دلیل رشد جمعیت و صنعت افزایش چشمگیر داشته است(Ramakrishnaiah et al.,2009). بطور کلی کیفیت آب‌های زیرزمینی به کیفیت منبع تغذیه‌کننده آبخوان، ریزش‌های جوی، سطح آب سفره و فرایندهای ژئوشیمیایی زیرسطحی بستگی دارد(Reza and Singh.,2010). از طرفی کیفیت آب‌های زیرزمینی تحت تاثیر آلاینده های رهاشده به محیطزیست ناشی از فعالیت های انسانی قرار می‌گیرد(Bhardwaj et al.,2010). بر اساس آمار منتشر شده توسط سازمان بهداشت جهانی(WHO) حدود ۸۰ درصد از بیماری‌های بشر به سبب آب آلوده می‌باشد. روند آلودگی منابع آب زیرزمینی به گونه‌ای است که حتی بعد از شناخت منبع آلودگی نمی‌توان کیفیت آن را به سرعت بهبود بخشید. به همین دلیل پایش منظم کیفیت این آبها، ایجاد راهکارهای مناسب برای برآورد کیفیت و بهبود آن یک امر ضروری می‌باشد(رنجبر و همکاران،۱۳۹۲). تجزیه و تحلیل کیفیت آب بصورتی که ارزیابی و نظارت بر کیفیت آب‌های زیرزمینی برای استفاده پایدار را ساده نماید، حائز اهمیت می‌باشد. شاخص کیفیت آب (WQI) یکی از موثرترین ابزارها برای انتقال اطلاعات در مورد

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
(*-نویسنده مسئول: Email: mdastourani@birjand.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

کیفیت آب به شهروندان، مقامات دولتی و سیاست گذاران است(Magesh and Chandrasekar.,2013). WQI تکنیک مهمی است که برای خلاصه کردن داده‌های فراوانی کیفی آب بصورت یک شاخص و به تبع آن تعیین کیفیت آب‌های زیرزمینی و مناسب بودن آب برای اهداف آشامیدنی استفاده می‌شود (Sánchez et al.,2013). از خصوصیات این شاخص قابلیت فهم ساده و آسان برای مسئولین و تعیین شرایط قبولی یا رد استفاده از یک منبع آب برای کاربرد آشامیدنی می‌باشد. به منظور تعیین این شاخص یکسری پارامترهای کیفی نیاز می‌باشد (اسلامی و همکاران،۱۳۹۶). با استفاده از این شاخص اثرات ترکیبی پارامترهای موثر بر کیفیت آب مشخص شده و سپس از لحاظ کیفی رتبه‌بندی می‌شود (رنجبر و همکاران،۱۳۹۲). در مطالعه اسلامی و همکاران (۱۳۹۶) شاخص کیفیت آب برای آب‌های زیرزمینی واقع در استان کرمان مورد مطالعه قرار گرفت و جهت تعیین این شاخص از ۹ پارامتر PH، کلراید، سولفات، قلیائیت، نیترات، سختی‌کل، کل مواد محلول، سدیم و فلوراید استفاده شد. نتایج آنها نشان داد که در بیشتر مناطق استان کرمان شاخص WQI در شرایط بد و نامطلوب قرار دارد و با توجه به اینکه پارامترهای PH، سختی کل، قلیائیت و شوری دارای بیشترین تاثیر بر مقدار شاخص WQI می‌باشد، فرآیندهای تصفیه و اقدامات کنترلی جهت کاهش اثرات این پارامترها ضروری می‌باشد. در مطالعه نصرآبادی و همکاران (۱۳۹۲) که به بررسی شاخص کیفی در آب‌های زیرزمینی شهر تهران پرداختند، مشاهده شد که کیفیت آب در سال ۱۳۹۱ کمتر از سال ۱۳۹۰ بوده است. همچنین مقدار شاخص در بخش‌های شرقی و جنوبی شهر تهران نسبت به سایر بخش‌های نمونه‌برداری بالاتر می‌باشد که بازگوکننده کیفیت پایین‌تر آب این مناطق می‌باشد. در مطالعه رنجبر و همکاران (۱۳۹۲) شاخص کیفیت آب برای آب‌های زیرزمینی واقع در دشت اشتهارد مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت و آنالیز شیمیایی ۶۲ نمونه برداشت شده از سرتاسر منطقه و محاسبه شاخص WQI نشان داد که ۴۲ درصد از نمونه‌ها دارای کیفیت خیلی‌خوب، ۱۰درصد خوب، ۱۰درصد ضعیف، ۸ درصد خیلی ضعیف و ۳۰ درصد نامناسب برای مصارف شرب بودند. در مطالعه راما کریشنا و همکاران (۲۰۰۹) شاخص کیفیت آب برای آب‌های زیرزمینی واقع در کشور هند مورد مطالعه قرار گرفت و جهت تعیین این شاخص از ۱۲ پارامتر PH، سختی، کلسیم، منیزیم، بی‌کربنات، کلراید، نیترات، سولفات، کل مواد محلول، آهن، منگنز و فلوراید استفاده شد. در مطالعه راماکریشنا و همکاران پارامترهای موثر در مقدار شاخص WQI را آهن، نیترات، کل جامدات محلول، سختی، فلوراید، قلیائیت و منگنز گزارش نمودند. کریستین کولیتی و همکاران شاخص کیفیت آب را برای حوزه آبریز رودخانه ریودوس پدراس مورد مطالعه قرار دادند و جهت تعیین این شاخص از پارامترهای PH، مواد معلق، کدورت، هدایت الکتریک، فسفر کل، آمونیاک، نیتروژن آمونیاکی و نیترات استفاده نمودند و مشاهده کردند که منشا اصلی آلودگی منابع آبی در حوزه آبریز رودخانه ریودوس پدراس بدلیل فعالیت‌های کشاورزی است و گزارش نمودند که پارامترهای آمونیاک، نیترات و نیتروژن آمونیاکی ارتباط قوی‌تری با شاخص کیفیت آب دارند. رضا و سینگ (۲۰۱۰) با استفاده از شاخص WQI کیفیت ۲۴ نمونه آب زیرزمینی برداشت شده در طول فصل تابستان و نیز فصل بعد از باران‌های موسمی در منطقه Orissa هند را مورد بررسی قرار دادند آنها دریافتند که کیفیت آب زیرزمینی بعد از بارانهای موسمی در مقایسه با فصل تابستان در شرایط بدتری قرار دارد.

زارعی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از شاخص WQI کیفیت سفره آب‌زیرزمینی شهر شیراز را بررسی کردند، نتایج آنان نشان داد که پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده آب چاه‌های شیراز از شرایط مطلوبی برخوردار بود و از دیدگاه بهداشتی برای شرب و مصارف دیگر مشکل‌آفرین نیست و حتی پایین‌تر از حد مجاز استاندارد آب‌های زیرزمینی بودند. در مناطق خشک و نیمه‌خشک منابع آب‌زیرزمینی منبع اصلی آب شرب می‌باشند، بنابراین نظارت بر کیفیت آنها بسیار حائز اهمیت است. در شهرستان سرایان از نظر دیگر زمینه‌های مطالعاتی از قبیل بررسی اثرات زیست محیطی هجوم جبهه آب‌های شور به آبخوان سرایان، پتاسیل‌یابی آلودگی آبهای زیرزمینی و تغییرات مکانی و زمانی کمیت و کیفیت آب زیرزمینی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است ولی در زمینه بررسی شاخص کیفیت آب WQI پژوهشی در منطقه صورت نگرفته است. در این مطالعه شاخص کیفیت آب WQI برای آب‌های زیرزمینی شهرستان سرایان در ۱۸حلقه چاه و ۲ رشته قنات شهرستان سرایان مورد بررسی قرار گرفت که تعیین این شاخص توسط پارامترهای PH، کلراید، سولفات، قلیائیت، سختی‌کل، کل مواد محلول و سدیم انجام پذیرفت. هدف از این تحقیق تعیین پارامترهای مختلف آب در شهرستان سرایان به منظور همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب و مطلع شدن از وضعیت کیفیت آب این چاه‌ها و قنات‌ها بوده است.

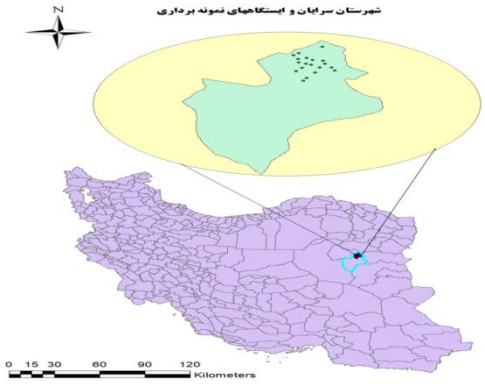
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: دشت سرایان با وسعت ۹۳۴۲ کیلومترمربع در شرق و شمال‌غربی استان خراسان‌جنوبی واقع شده که مرکز آن شهر سرایان است. این دشت بیش از هشت درصد وسعت استان را در برگرفته و از شمال‌شرق و شرق به شهرستان قائن، از شمال به شهرستان گناباد، از جنوب به شهرستان بیرجند، از غرب به شهرستان‌های فردوس و بشرویه و از جنوب‌غربی به شهرستان طبس محدود می‌شود. این دشت بین ۵۷ درجه و ۳۹ دقیقه و ۵ ثانیه تا ۵۸ درجه و ۵۰ ثانیه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۳۴ دقیقه و ۱۵ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۶ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی واقع شده‌است. دشت

www.SID.ir

Archive of SID

سرایان شامل شهرهای سرایان، سه قلعه و آیسک است. متوسط سالیانه درجه حرارت ۱۶/۲ درجه سانتی گراد است و میانگین بارندگی ۱۵۲/۸ میلی‌متر گزارش شده است. آب و هوای منطقه خشک و نیمه خشک است (نخعی نژادفرد و همکاران،۱۳۹۶). موقعیت استان خراسان جنوبی در ایران و همچنین شهرستان سرایان در شکل ۱ نشان داده شده است. مناطقی که در این تحقیق به‌منظور بررسی کیفیت و تعیین شاخص WQI وارد مطالعه شد و موقعیت جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است.



شکل۱- محدوده مورد مطالعه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری

جدول ۱-موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی در شهرستان سرایان

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	مختصات ایستگاه	
		X	Y
S1	قنات اله آبادکریمو	۶۳۹۰۵۲	۳۷۶۷۰۲۳
S2	چاه محمدعلی صادق‌سرند	۶۲۶۲۸۰	۳۷۵۸۷۲۶
S3	چاه عابدینی	۶۲۳۳۲۲	۳۷۵۶۱۳۸
S4	چاه مالکی‌آیسک	۶۳۰۵۹۲	۳۷۵۲۴۷۴
S5	چاه عربی و سخنور	۶۲۵۸۰۴	۳۷۵۱۴۸۲
S6	چاه عطایی	۶۳۳۷۹۴	۳۷۵۰۰۱۴
S7	چاه علیزاده	۶۳۹۵۸۹	۳۷۴۹۴۴۸
S8	چاه کدخدایی	۶۲۶۳۳۷	۳۷۴۷۰۱۱
S9	چاه حسین پاسبان‌آیسک	۶۳۰۳۷۶	۳۷۴۵۴۳۶
S10	چاه عطارزاده	۶۴۰۶۵۹	۳۷۴۵۳۷۰
S11	چاه شهیدچمران	۶۳۳۲۰۳	۳۷۴۴۰۸۴
S12	چاه سعیدی	۶۳۷۹۰۱	۳۷۴۰۶۸۴
S13	چاه نعمت تقدیسی‌زنگویی	۶۴۴۴۰۲	۳۷۴۰۵۱۲
S14	چاه سعادت‌عمرویی	۶۲۸۱۵۴	۳۷۴۰۱۴۹
S15	چاه قربانی	۶۴۶۱۸۴	۳۷۳۶۹۸۳
S16	قنات بسطاق	۶۴۶۳۶۰	۳۷۳۶۷۱۷
S17	چاه خسروی‌قدرت آباد	۶۲۴۹۲۶	۳۷۳۵۷۶۵
S18	چاه برات اصلانی	۶۳۵۵۵۷	۳۷۳۴۱۵۶
S19	چاه حسن شاهی	۶۳۰۷۸۸	۳۷۲۶۸۹۸
S20	چاه یداله عفتی	۶۲۹۱۴۰	۳۷۲۳۵۲۵

تعیین شاخص WQI

شاخص کیفیت آب برای مصارف آشامیدنی و یا آبیاری، کیفیت کلی آب را از طریق یک عدد واحد در یک زمان و مکان مشخص بر اساس پارامترهای کیفی مختلف آب بیان می‌کند (Yogedra and Puttaiah.,2008). هدف از این تحقیق بررسی کیفیت منابع آب در شهرستان سرایان بود. بدین منظور

www.SID.ir

Archive of SID

جهت محاسبه مقدار شاخص WQI، از داده های کیفی آب سال ۹۱ و ۹۶ که در طرح پایش و آزمایشات روتین سازمان منابع آب ایران انجام شده است، استفاده شد. در این مطالعه از پارامترهای فیزیکوشیمیایی منابع آب زیرزمینی منطقه از قبیل PH، کلراید، سولفات، کل‌جامدات محلول، سختی‌کل، قلیائیت، سدیم استفاده شد. پارامترهای مورد نیاز برای تعیین این شاخص در جدول ۲ گزارش شده است. از رابطه ۱ برای تعیین شاخص WQI منابع آب زیرزمینی شهرستان سرایان استفاده شد. در این رابطه qi رتبه کیفیت آب را با توجه به غلظت پارامتر i نشان می‌دهد و wi فاکتور وزن می‌باشد که بستگی به اهمیت پارامتر کیفی از نظر بهداشت و سلامتی دارد. مقادیر فاکتور وزن پارامترهای مختلف در جدول ۱ گزارش شده است. با توجه به مقدار بدست آمده برای شاخص WQI و ارجاع به جدول ۲ می‌توان از وضعیت آب مورد نظر از نظر آشامیدن آگاه شد (اسلامی و همکاران،۱۳۹۶).

$$WQI = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \quad (۱)$$

به‌منظور تعیین qi از رابطه (۲) استفاده شد. Va مقدار پارامتر i در زمان نمونه‌برداری، Vi مقدار پارامتر i در حالت ایده‌آل(Vi برای اکسیژن ۱۴/۷، برای PH برابر ۷ و برای سایر پارامترها مقدار صفر می‌باشد) و Si مقدار پارامتر i در حالت استاندارد می‌باشد (جدول ۱). همچنین جهت محاسبه پارامتر Wi از رابطه (۳) استفاده شد. مقدار K از رابطه (۴) حاصل می‌گردد (اسلامی و همکاران،۱۳۹۶).

$$W = \frac{K}{S_i} \quad (۲)$$

$$q_i = \frac{V_a - V_i}{S_i - V_i} \quad (۳)$$

$$K = 1 \Big/ \sum (1/S_i) \quad (۴)$$

از آنجایی که داده‌های مربوط به دو پارامتر نیترات و فلوراید وجود نداشت، از رابطه ۳ و ۴ جهت محاسبه دوباره وزن سایر پارامترها استفاده گردید و در جدول ۲ وزن اصلاح‌شده گزارش شد.

جدول ۲- مقادیر استاندارد و ضریب وزنی کیفی ورودی به شاخص WQI (اسلامی و همکاران، ۱۳۹۶)

پارامتر	مقدار استاندارد(Si)	ضریب وزنی(Wi)	ضریب وزنی اصلاح شده(Wi)
PH	۸/۵	۰/۱۴۲۸	۰/۸۲۰۹۱
کلراید	۲۵۰	۰/۰۰۴۸	۰/۰۲۷۹۱
سولفات	۲۵۰	۰/۰۰۴۸	۰/۰۲۷۹۱
قلیائیت	۱۲۰	۰/۰۱۰۱	۰/۰۵۸۱۵
نیترات	۵۰	۰/۰۲۴۲	N
سختی کل	۲۰۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۲۳۲۶
کل مواد محلول	۱۰۰۰	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۶۹۸
سدیم	۲۰۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۳۴۸۹
فلوراید	۱/۵	۰/۸۰۹	N

جدول ۳- طبقه‌بندی کیفیت منبع آب با توجه به شاخص WQI (Yogendra and Puttaiah., 2008)

وضعیت کیفی آب	دامنه شاخص
عالی	۲۶<
خوب	۲۶-۵۰
بد	۵۱-۷۰
خیلی‌بد	۷۱-۹۰
غیرقابل آشامیدن	۹۱-۱۰۰

با توجه به توضیحات ارائه شده فوق، شاخص WQI برای سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۶ جهت ارزیابی آب زیرزمینی شهرستان سرایان محاسبه شد و بر اساس جدول ۳ و دامنه شاخص WQI وضعیت کیفی مشخص و طبقه‌بندی انجام گردید.

ترسیم نمودارها، آنالیز آمارهای توصیفی، انحراف معیار، واریانس و ضریب همبستگی توسط نرم افزار اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

در جدول شماره ۴ نتایج حاصل از پارامترهای مختلف اندازه گیری شده در چاه‌ها و قنوات مورد نظر در سال ۱۳۹۱درج شده است. با توجه به جدول ۴ مشاهده شد کمترین مقدار شاخص WQI در سال ۱۳۹۱ مربوط به ایستگاه شماره ۱۵ چاه قربانی با وضعیت عالی از نظر کیفیت و بالاترین مقدار شاخص WQI در ایستگاه شماره ۱۶ قنات روستای بسطاق با وضعیت خیلی‌بد است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول٤- مقادیر پارامترها و شاخص WQI برای چاه‌ها و قنوات مورد نظر در سال ۱۳۹۱

شماره ایستگاه	PH	Cl	SO_4(mg/l)	T.ALK(mg/l)	TH(mg/l)	TDS(mg/l)	Na(mg/l)	WQI
S1	۷/۷۸	۲/۱	۰/۷	۳/۵	۲۲۵	۷۰۰	۱/۸	۴۵
S2	۷/۸۸	۵/۴	۴/۷	۶/۸	۱۷۰	۱۰۸۰	۱۳/۴	۵۱
S3	۷/۸۲	۸/۲	۲/۷	۸/۱	۲۴۰	۱۲۲۰	۱۴/۲	۴۸
S4	۷/۵۴	۱۲/۹	۶/۴	۵/۷	۴۷۵	۱۶۰۰	۱۵/۵	۳۵
S5	۷/۷۶	۵/۷	۲/۶	۶/۳	۲۰۰	۹۳۰	۱۰/۵	۴۴
S6	۷/۹۵	۴/۵	۲/۳	۶/۷	۲۱۰	۸۶۰	۹/۲	۵۵
S7	۷/۷۵	۱۰/۹	۱۲/۹	۶/۲	۴۰۵	۱۹۲۰	۲۱/۸	۴۶
S8	۷/۷۹	۵/۵	۳/۲	۶/۲	۲۲۵	۹۵۰	۱۰/۴	۴۶
S9	۷/۸۹	۱۸/۵	۱۱/۱	۵/۴	۴۹۵	۲۲۳۷	۲۵	۵۵
S10	۷/۸	۶/۱	۶	۵/۸	۲۴۰	۱۱۴۰	۱۳	۴۷
S11	۷/۸۴	۷/۵	۳/۷	۵/۸	۱۹۰	۱۰۸۵	۱۳/۱	۴۹
S12	۷/۵۶	۲۷/۲	۸/۷	۴/۵	۸۱۵	۲۵۸۰	۲۴	۴۰
S13	۷/۵	۲۸/۶	۹/۱	۷/۲	۶۹۰	۲۸۷۰	۳۱	۳۶
S14	۷/۵۹	۱۹/۸	۹/۱	۵/۶	۴۷۰	۲۲۱۰	۲۵/۱	۳۹
S15	۷	۲۹	۸/۱	۱۰/۴	۶۴۵	۳۰۴۰	۳۴/۵	۹
S16	۸/۲۴	۲۲/۲	۸/۹	۸/۲	۴۰۵	۲۵۲۰	۳۱/۲	۷۴
S17	۷/۰۵	۸۴/۵	۲۹/۹	۸/۵	۲۳۶۰	۷۸۶۰	۷۵/۵	۳۰
S18	۷/۴۴	۳۱/۲	۸/۶	۴/۲	۸۶۰	۲۸۱۵	۲۶/۷	۳۴
S19	۷	۱۳۶/۴	۱۴/۹	۴/۲	۳۸۱۵	۹۹۵۰	۷۹	۴۰
S20	۷	۱۲۱/۸	۱۰/۱	۵/۵	۲۸۰۰	۸۷۹۰	۸۱/۲	۳۱

با توجه به شکل ۲ مشاهده شد که در سال ۱۳۹۱بیشترین مناطق مورد مطالعه از نظر میانگین شاخص در محدوده کیفیت آب خوب قرار گرفته است. بطور متوسط ۷۵ درصد از مناطق مورد مطالعه دارای کیفیت آب در محدوده خوب، ۱۵ درصد از مناطق دارای کیفیت آب در محدوده بد، ۵ درصد در محدوده عالی و ۵ درصد در محدوده خیلی‌بد می‌باشند. بررسی‌های کاردان مقدم و همکاران (۱۳۹۶) در یک دوره آماری ۵ ساله از سال ۱۳۸۶تا ۱۳۹۰ بر روی کیفیت آب زیرزمینی آبخوان سرایان نشان داد که اکثر چاه‌های آبخوان سرایان در قسمت شمالی در کلاس C3S1 و چاه‌های قسمت جنوبی در کلاس C4S2در سال ۱۳۸۵ قرار دارند و پس از گذشت ۵ سال، تغییرات کیفی براثر کاهش حجم آبخوان و برداشت بی‌رویه سبب شده تا وضعیت کیفی آبخوان بخصوص در مناطق جنوبی آبخوان که خروجی آبخوان نیز می‌باشد بحرانی‌تر شده و در کلاس کیفی C4S3 و C4S4 قرار گیرد. مطالعات نخعی‌نژادفرد و همکاران (۱۳۹۶) در یک دوره آماری ۱۴ ساله (۱۳۹۱-۱۳۷۷) بر روی۲۰ حلقه چاه، ۶ رشته قنات و سه چشمه در دشت سرایان نشان داد که در سال۱۳۹۱ دشت سرایان با کاهش عمق آب مواجه شده است و این کاهش عمق در قسمت های شمالی تمرکز بیشتری پیدا کرده است و کاهش سطح آب زیرزمینی کاهش کیفیت را نیز به همراه داشته است

در جدول ۵ نتایج حاصل از پارامترهای مختلف اندازه گیری شده در چاه‌ها و قنوات مورد نظر در سال ۱۳۹۶ درج شده است. در بررسی کیفیت منابع آبی در سال ۱۳۹۶با مراجعه به جدول ۵ مشاهده می‌گردد کمترین مقدار شاخص WQI در سال ۱۳۹۶

مربوط به ایستگاه شماره ۱۵ چاه قربانی با وضعیت عالی از نظر کیفیت و بالاترین مقدار شاخص در ایستگاه شماره ۸ و ۱۶ به ترتیب چاه کدخدایی و قنات روستای بسطاق با وضعیت خوب است.

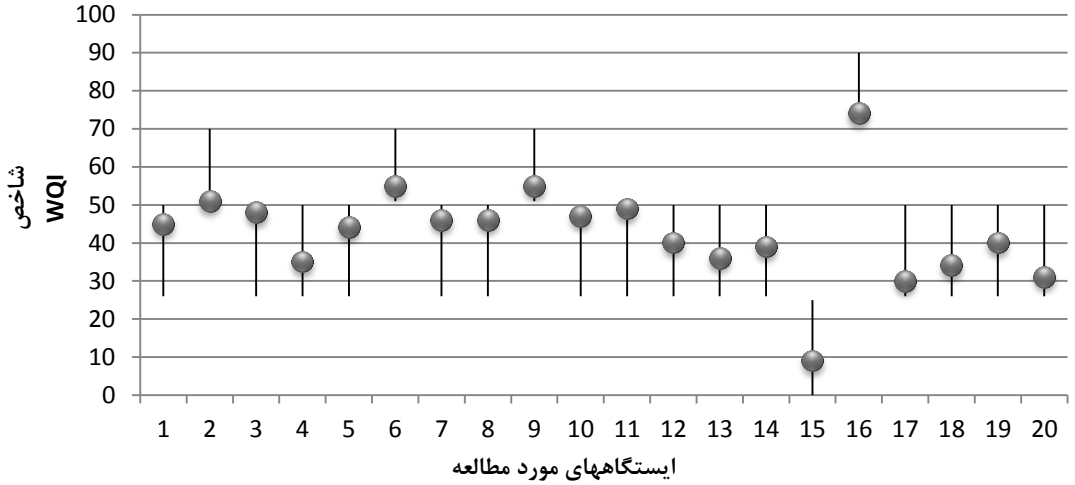
با توجه به شکل ۳ مشاهده شد که در سال ۱۳۹۶بیشترین مناطق مورد مطالعه شهرستان سرایان از نظر میانگین شاخص کیفیت آب در محدوده کیفیت آب خوب قرار گرفته است. بطور متوسط ۷۰ درصد از مناطق، دارای کیفیت آب در محدوده خوب و ۳۰ درصد در محدوده عالی می‌باشند.

مقایسه عددی شاخص WQI در دو سال ۹۱ و ۹۶ نشان داد که میزان کیفیت آب در سال ۱۳۹۶ بهتر از سال ۱۳۹۱ است. اضافه برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی جهت تامین آب شرب و حتی آب بخش کشاورزی می‌تواند سبب بروز تغییراتی در کیفیت آب زیرزمینی گردد که علاوه بر کیفیت، این امر در افت سفره آب زیرزمینی نیز بسیار موثر است که می‌تواند به سمت شوری آبها و باعث ناپایداری سفره‌های آب زیرزمینی گردد (زارعی و همکاران،۱۳۹۱).

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۴ هیدروگراف آب زیرزمینی دراز مدت دشت سرایان تا پایان سال آبی ۹۶-۹۵ را نشان می‌دهد و گویای این حقیقت است که برداشت‌های بی‌رویه از چاه‌های آب کشاورزی و خشکسالی نقش بسیار مهمی در پایین آوردن کیفیت آب در سال ۹۱ ایفا نموده است. اولین آگهی ممنوعیت دشت سرایان در سال ۱۳۵۹ اعلام و آخرین آگهی ممنوعیت نیز در سال ۱۳۹۵ اعلام و دشت سرایان به مدت ۵ سال ممنوعه بحرانی اعلام گردید و در راستای اجرای طرح احیا و تعادل بخشی منابع آب با هدف کنترل و مدیریت برداشت منابع آب و در نتیجه برقراری تعادل بین تغذیه و برداشت از این منابع، تمام چاه-های کشاورزی شهرستان سرایان در چند سال اخیر مجهز به کنتورهای هوشمند گردیدند. نصب این کنتورها موجب کنترل برداشت‌ها شده است و کشاورزان منطقه نیز با افزایش راندمان و تغییر الگوی کشت متناسب با منطقه ،حقآبه خود را مدیریت می‌نمایند.



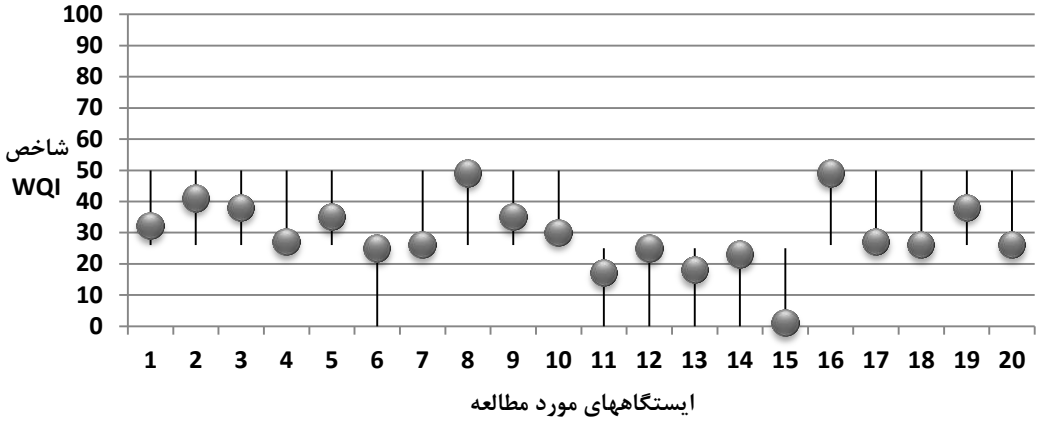
شکل ۲- شاخص WQI در ایستگاه‌های مورد مطالعه در سال ۱۳۹۱

جدول۵- مقادیر پارامترها و شاخص WQI برای چاه‌ها و قنوات مورد نظر در سال ۱۳۹۶

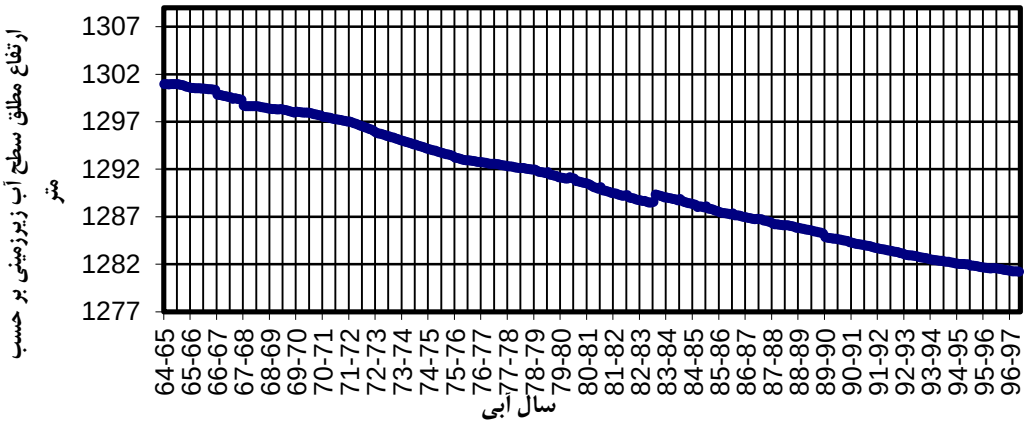
شماره ایستگاه	PH	Cl	SO_4(mg/l)	T.ALK(mg/l)	TH(mg/l)	TDS(mg/l)	Na(mg/l)	WQI
S1	۷/۵۶	۱/۵	۰/۵	۲	۱۵۰	۲۹۰	۱/۵	۳۲
S2	۷/۷۲	۳/۱	۱/۵	۵/۵	۱۵۰	۶۸۵	۷	۴۱
S3	۷/۶۳	۸/۵	۳/۵	۴/۱	۲۴۰	۱۰۳۰	۱۱	۳۸
S4	۷/۴	۱۰/۹	۸	۳/۵	۴۱۰	۱۵۲۱	۱۴	۲۷
S5	۷/۶	۵/۶	۲/۱	۴	۱۵۵	۷۷۸	۹/۱	۳۵
S6	۷/۴۲	۳/۵	۳/۵	۴	۱۶۵	۷۸۰	۸	۲۵
S7	۷/۳۸	۱۱/۱	۵/۵	۶/۲	۳۹۵	۱۴۹۰	۱۴/۱	۲۶
S8	۷/۸۵	۴/۹	۴	۴/۵	۱۶۵	۹۱۸	۱۰/۲	۴۹
S9	۷/۵۳	۱۵	۱۰/۵	۳/۵	۴۹۰	۱۹۹۵	۱۹/۵	۳۵
S10	۷/۵	۷	۶	۳/۸	۲۲۵	۱۱۱۹	۱۲	۳۰
S11	۷/۲۵	۶/۵	۳/۸	۷	۲۹۵	۱۱۱۴	۱۱	۱۷
S12	۷/۲۵	۲۹/۸	۱۳/۹	۳/۶	۱۰۱۰	۳۱۰۰	۲۶/۳	۲۵
S13	۷/۱۸	۲۸/۶	۱۴	۳/۵	۶۵۰	۲۹۴۴	۳۲	۱۸
S14	۷/۳	۲۰	۱۱	۵/۲	۴۵۰	۲۳۶۰	۲۶/۵	۲۳
S15	۶/۸۶	۲۲/۵	۱۵	۸/۲	۶۰۰	۳۰۴۵	۳۳	۱
S16	۷/۷۸	۲۱/۵	۱۱/۵	۳/۸	۴۵۵	۲۴۵۰	۲۸	۴۹
S17	۶/۸۱	۱۰۹/۵	۷۰/۴	۷/۲	۳۰۹۰	۱۲۲۵۰	۱۲۱/۵	۲۷
S18	۷/۳۱	۲۳/۲	۱۵/۹	۲/۶	۷۳۵	۲۷۸۰	۲۵	۲۶
S19	۶/۹۹	۱۱۶/۶	۳۸	۲/۶	۳۶۷۵	۱۰۱۸۹	۸۱/۵	۳۸
S20	۶/۹۱	۱۲۰/۹	۴/۹	۳/۲	۲۲۳۰	۸۷۵۰	۹۰	۲۶

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- شاخص WQI در سال ۱۳۹٦ در ایستگاه‌های مورد مطالعه



شکل ٤- هیدروگراف آب زیرزمینی دراز مدت دشت سرایان تا پایان سال آب۱۳۹٦-۱۳۹۵

جدول٦- افت آبخوان سرایان در دوره آماری ۱۰ ساله (اداره کل منابع آب خراسان جنوبی، ۱۳۹٦)

سال	افت آبخوان سرایان (متر)
۱۳۸۷	-۰/۶۳
۱۳۸۸	-۰/۴۸
۱۳۸۹	-۰/۹۶
۱۳۹۰	-۰/۵۹
۱۳۹۱	-۰/۶۰
۱۳۹۲	-۰/۶۴
۱۳۹۳	-۰/۵۳
۱۳۹۴	-۰/۴۳
۱۳۹۵	-۰/۴۲
۱۳۹۶	-۰/۳۲

جدول ۶ افت آبخوان دشت سرایان را در بازه زمانی ۱۰ ساله نشان می دهد و گویای این حقیقت است که افت آبخوان در سال ۹۶ بدلیل کاهش برداشت از منابع آبی نسبت به سال ۹۱ و ۹۲ به نصف کاهش یافته است و کاهش میزان برداشت از منابع آبی افزایش ارتقا

www.SID.ir

Archive of SID

کیفیت آب در دشت سرایان را به دنبال داشته است و شکل ۲ و ۳ گویای این واقعیت است.

با بررسی در دو جدول ۴ و ۵ مقادیر بیشینه، کمینه، میانگین و واریانس پارامترهایی که جهت تعیین شاخص WQI در سال های ۹۱ و ۹۶ مورد استفاده قرار گرفته محاسبه گردید و در جدول۶، ۷ و ۸ ارائه شده است.

در این جداول مشخص می‌شود که بیشترین انحراف از معیار و پراکندگی در سال ۱۳۹۱و ۱۳۹۶مربوط به پارامتر TDS، TH است.

همچنین در جدول ۹ و ۱۰ نیز ضریب همبستگی بین پارامترهای مورد بررسی مربوط به کیفیت آب چاه‌های مورد مطالعه آورده شده است.

جدول ۷- مقادیر بیشینه، کمینه، میانگین و واریانس پارامترهای دخیل در شاخص WQI در سال ۱۳۹۱

پارامتر	تعداد نمونه	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس
PH	۲۰	۷	۸/۲۴	۷/۶۰۹	۰
Cl	۲۰	۲/۱	۱۳۶/۴	۲۹/۴	۱۴۹۸
SO_4(mg/l)	۲۰	۰/۷	۲۹/۹	۸/۱۸۵	۴۱
T.ALK(mg/l)	۲۰	۳/۵	۱۰/۴	۶/۲۴	۳
TH(mg/l)	۲۰	۱۷۰	۳۸۱۵	۷۹۶/۷۵	۹۹۷۳۰۱
TDS(mg/l)	۲۰	۷۰۰	۹۹۵۰	۲۸۱۷/۸۵	۷۴۶۹۱۲۹
Na(mg/l)	۲۰	۱/۸	۸۱/۲	۲۷/۸۰۵	۵۵۲

جدول ۸- مقادیر بیشینه، کمینه، میانگین و واریانس پارامترهای دخیل در شاخص WQI در سال ۱۳۹۶

پارامتر	تعداد نمونه	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس
PH	۲۰	۶/۸۱	۷/۸۵	۷/۳۶	۰/۰۹۰۸
Cl	۲۰	۱/۵۰	۱۲۰/۹۰	۲۸/۵۱	۱۴۸۷/۸۰
SO_4(mg/l)	۲۰	۰/۵۰	۴/۹۰	۳۲/۳۸	۸۱۱۲/۳۴
T.ALK(mg/l)	۲۰	۲	۸/۲۰	۴/۴۰	۲/۷۴
TH(mg/l)	۲۰	۱۵۰	۳۶۷۵	۷۸۶/۷۵	۱۰۱۴۸۶۳/۸۸
TDS(mg/l)	۲۰	۲۹۰	۱۲۲۵۰	۲۹۷۹/۴۰	۱۱۲۸۵۸۵۵/۳۱
Na(mg/l)	۲۰	۱/۵۰	۱۲۱/۵۰	۲۹/۰۶	۹۹۹/۶۸

جدول ۹- ضریب همبستگی پیرسون بین پارامترهای شیمیایی آب منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۹۱

	SO4	CL	T.ALK	PH	TDS	TH	NA	WQI
SO4	1							
CL	0.628	1						
T.ALK	0.201	-0.101	1					
PH	-0.562	-0.778	-0.061	1				
TDS	0.719	0.992	-0.032	-0.789	1			
TH	0.648	0.991	-0.149	-0.778	0.985	1		
NA	0.766	0.966	0.085	-0.776	0.987	0.945	1	
WQI	-0.290	-0.356	-0.179	0.861	-0.372	-0.352	-0.378	1

جدول ۱۰- ضریب همبستگی پیرسون بین پارامترهای شیمیایی آب منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۹۶

	SO4	CL	T.ALK	PH	TDS	TH	NA	WQI
SO4	1							
CL	0.690	1						
T.ALK	-0.127	-0.039	1					
PH	-0.464	-0.727	-0.312	1				
TDS	0.555	0.974	0.078	-0.751	1			
TH	0.481	0.962	-0.026	-0.711	0.973	1		
NA	0.603	0.961	0.133	-0.754	0.990	0.931	1	
WQI	-0.088	-0.047	-0.457	0.711	-0.079	-0.020	-0.109	1

www.SID.ir

Archive of SID

از بررسی جداول ۸ و ۹ مشاهده شد که بیشترین تاثیر مربوط به پارامتر PH است. هرچند که پارامتر قلیائیت تاثیر قابل توجهی در میزان WQI دارد. اهمیت PH در مقدار شاخص WQI بدلیل وزن بالایی می‌باشد که به این شاخص اختصاص داده شد (اسلامی و همکاران،۱۳۹۶). مقدار PH آب مناطق مورد مطالعه در سال ۱۳۹۶ بین ۷/۸۵-۶/۸۱ قرار دارد و این رنج از PH در محدوده مجاز استاندارد تعیین شده توسط سازمان WHO (۸/۵-۶/۵) می‌باشد(Ramesh and Elango.,2012).

بنابراین با توجه به موارد ذکر شده در فوق و مطالعات انجام شده، از آنجا که برداشت بی‌رویه و خشکسالی از دلایل مهم کاهش افت کیفیت آب زیرزمینی دشت سرایان می‌باشد لازم است تمهیدات و اقداماتی نظیر مدیریت مناسب بهره‌برداری از منابع آب، اجرای شبکه‌های آبیاری نوین، کنترل استفاده از سموم و کودها، آموزش و ترویج کشاورزان جهت استفاده بهینه از منابع آب و جلوگیری از آلودگی منابع آب باکیفیت منطقه صورت گیرد.

نتیجه گیری

WQI برای ارزیابی کیفیت آب بسیاری از آب‌های سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته است. هدف آن تبدیل داده‌های پیچیده کیفی آب به اطلاعات قابل درک و کاربردی است. این شاخص مقدار زیادی از داده‌های پارامترهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی آب را با روشی ساده به یک عدد کاهش می‌دهد که از مزیت اصلی آن به‌شمار می‌آید (Shabbir and Ahmad.,2015). در این مطالعه کیفیت آب زیرزمینی شهرستان سرایان با استفاده از شاخص WQI در دو سال ۹۱ و ۹۶ مورد ارزیابی قرار گرفت در نهایت مقایسه کیفیت منابع آب شهرستان سرایان در دو سال ۹۱ و ۹۶ نشان داد که با کاهش برداشت از منابع آبی می‌توان کمک شایانی در بهبود پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب داشت و در بیشتر مناطق شهرستان سرایان، شاخص WQI در شرایط خوب قرار دارد و از طرفی مشاهده گردید که مهمترین پارامترهای اثرگذار در این شاخص PH، قلیائیت و سختی کل می‌باشد. بنابراین با توجه به بحران و چالش‌هایی موجود برنامه‌ریزی برای حفظ و بهره برداری بهینه از منابع آبی باید در راس امور قرار گیرد. جلوگیری از برداشت بی‌رویه آب، مدیریت مصرف آب با جایگزینی روش‌های نوین آبیاری، تغییر الگوی کشت و روی آوردن به محصولاتی با نیاز آبی کم و اقتصادی، اجرای طرح‌های آبخیزداری و ترویج کشت‌های گلخانه‌ای به‌عنوان راهکارهایی جهت احیا و تعادل بخشی منابع آب شهرستان سرایان ارائه می‌گردد و این مهم جز با همکاری کلیه اقشار جامعه میسر نمی‌گردد.

منابع

اسلامی،ف.، شکوهی،ر.، درویش متولی،م و سالاری،م. ۱۳۹۶. ارزیابی شاخص کیفیت آب (WQI) منابع آب زیرزمینی استان کرمان در سال ۱۳۹۴. مجله سلامت محیط و کار. ۳. ۱: ۴۸-۵۸.

رنجبر،آ.، سلطانی،ج. ۱۳۹۲. ارزیابی کیفی آب زیرزمینی دشت اشتهارد با استفاده از شاخص کیفی (WQI). اولین همایش و نمایشگاه تخصصی محیط زیست، انرژی و صنعت پاک. آذرماه، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.

زارعی،ا.، خوشنامون‌د،م. ۱۳۹۱. بررسی شاخص‌های کیفی آب شرب چاه‌های عمیق (مطالعه موردی:شهر شیراز). اولین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط زیست. اسفندماه، دانشگاه آزاد همدان.

سلیمانی،س.، محمودی‌قرایی،م.ح.، قاسم‌زاده،ف و سیاره،ع. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات کیفی منابع آب باختر کوهسرخ با استفاده از شاخص GQI در محیط GIS. مجله علوم زمین. ۲۳ .۸۹: ۱۷۵-۱۸۲.

علی‌اکبری،پ.، خزیمه‌نژاد،ح و صادقی طبس،ص. ۱۳۹۳. بررسی میزان کیفیت آب زیرزمینی آبخوان قائن جهت مصرف شرب بر اساس شاخص WQI. دومین همایش بحران ملی بحران آب (تغییر اقلیم، آب و محیط‌زیست). شهریورماه، دانشگاه شهرکرد.

کاردان‌مقدم،ح.، بنی‌حبیب،م. ۱۳۹۶. بررسی اثرات زیست محیطی هجوم جبهه‌های آب شور به آبخوان‌های کویری (مطالعه موردی: استان خراسان جنوبی –آبخوان سرایان). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۱. ۳: ۶۸۸-۶۷۳.

نخعی نژادفرد،س.، زهتابیان،غ.، ملکیان،آ و خسروی،ح. ۱۳۹۶. بررسی تغییرات زمانی و مکانی کمیت و کیفیت آب های زیرزمینی دشت سرایان در خراسان جنوبی. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۲۴ .۲: ۲۶۷-۲۷۸.

نصرآبادی،ت.، عباسی‌مائده،پ. ۱۳۹۲. بررسی کیفیت آب زیرزمینی شهر تهران با استفاده از شاخص سازمان بهداشت جهانی. فصلنامه انسان و محیط زیست. ۲۶: ۱-۱۱.

Bhardwaj,V., Singh,D.S and Singh,A. 2010. Hydrogeochemistry of groundwater and anthropogenic control over dolomitization reactions in alluvial sediments of the Deoria district: Ganga plain, India. Environmental Earth Sciences. 59,5: 1099–1109.

Coletti,C., Testezlaf,R., Túlio AP,R., Renata TG de,S., Daniela de A,P. 2010. Water quality index using

www.SID.ir

Archive of SID

SciencesJournal. 9,12: 1392-1397.

Sánchez,E., Colmenarejo,M.F., Vicente,J., Rubio,A., García,M.G. 2007. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Ecological Indicators.7,2: 315-328.

Vasanthavigar,M., Srinivasamoorthy,K., Vijayaragavan,K., Rajiv Ganthi,R., Chidambaram,S., Anandhan,P. , Manivannan,R and Vasudevan,S. 2102. Application of water quality index for groundwater quality assessment: Thirumanimuttar sub-basin, Tamilnadu, India. Environ Monit Assess. 171:595–609.

Yogendra,K., Puttaiah,E.T. 2008. Determination of Water Quality Index and Suitability of Urban Waterbody in Shimoga Town, Karnataka. Conference Proceedings of the 12th World Lake Conference.Taal.

multivariate factorial analysis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.14,5.

Magesh,N.S., Chandrasekar,N. 2013. Evaluation of Spatial Variations in Groundwater Quality by WQI and GIS Technique: a Case Study of Virudunagar District, Tamil Nadu, India. Arabian Journal of Geosciences. 6,6:1883-1898.

Ramakrishnaiah,C.R., Sadashivaiah and Ranganna,G. 2009. Assessment of Water Quality Index for the Groundwater in Tumkur Taluk, Karnataka State, India. Journal of Chemistry.6,2: 523-530.

Ramesh,K., Elango,L. 2012. Groundwater quality and its suitability for domestic and agricultural use in Tondiar river basin, Tamil Nadu, India. Environmental Monitoring and Assessment. 184,6: 3887-3899.

Reza,R., Singh,G. 2010. Assessment of Ground Water Quality Status by Using Water Quality Index Method in Orissa, India. World Applied

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 13, Oct.-Nov. 2019, p. 1064-1074

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۳، مهر - آبان ۱۳۹۸، ص. ۱۰۷۴-۱۰۶۴

Quality Assessment of Groundwater in the Plain of Sarayan Using Water Quality Index (WQI)

F. Bahrami[1]*, M. Dastourani[2]

Recived: Oct.26, 2018 Accepted: Dec.12, 2018

Abstract

Since the WQI index is one of the most suitable indicators for assessing groundwater quality, WQI index for assessing the quality of groundwater resources in two years 2012 and 2017 was used in this research. The parameters used were pH, chloride, sulfate, total solids solubility, total hardness, alkalinity, sodium. The results of the survey showed that the quality of groundwater resources of the Sarayan plain was more than 2012 in 2017. Regarding the multi-year drought in the region, the results showed that excessive pumping of underground water wells and lack of proper management of groundwater resources in 2012 caused a decrease in the quality of water resources. 15% of the water resources are in the bad range and 5% in the very poor range. The implementation of a water resources rehabilitation and balance plan aimed at controlling and managing water resources harvesting and, as a result, balancing nutrition and harvesting of these resources, has made it difficult for plains to be prohibited, but water quality due to reduced harvest and proper management in Operation will increase in 2017, so that all the water resources studied are in good and excellent range.

Keyword: Water Quality Index, Plain Sands, Groundwater, Forbidden Criticality

1- Graduate Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran.
2 - Assistant Professor, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran.
(*- Corresponding Author Email: mdastourani@birjand.ac.ir)

www.SID.ir