Archive of SID

فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۶ شماره ۱، صفحه ۱۷۳-۱۵۸، (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2019.119334
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0875.1398.26.158.74.1.1575.1580

ارزیابی روند تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت کرج

لیلا بیابانی[۱]، غلامرضا زهتابیان[۲]، حسن خسروی[۳*] و مهین حنیفه‌پور[۴]

۱- دانشجوی دکترای مدیریت و کنترل بیابان، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
۲- استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
۳*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران، پست الکترونیک: hakhosravi@ut.ac.ir
۴- دانشجوی دکترای بیابان‌زدایی، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۰۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۸/۰۲

چکیده

مدیریت استفاده بهینه از منابع آب یکی از مهمترین مسائل مطرح در توسعه پایدار به‌شمار می‌آید. با توجه به اهمیت مطالعه آب‌های زیرزمینی در زمینه شرب، صنعت و کشاورزی، بررسی تغییرات کیفی آب می‌تواند برای بشر حائز اهمیت باشد. در این پژوهش، به‌منظور بررسی تغییر کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت کرج از دو شاخص افت آب زیرزمینی و هدایت الکتریکی (EC) استفاده شده است و هیدروگراف‌های تراز آب با روش تیسن بر پایه داده‌های چاه‌های پیزومتری ترسیم و نقشه خطوط هم‌افت، هم‌ارتفاع و هم‌EC با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ترسیم گردیده است. همچنین تغییرات کمی چاه‌ها در ماه‌های مختلف در یک دوره ۱۵ ساله (۹۵-۱۳۸۰) تعیین شد. نتایج حاصل از هیدروگراف‌های تراز آب زیرزمینی نشان می‌دهد که طی ۱۵ سال میزان افت متوسط سالانه ۱/۰۲ متر (۱۰۲ سانتی‌متر) بوده است که به‌نوبه خود موجب کاهش کیفیت آب زیرزمینی نیز شده است. همچنین نقشه‌های تغییرات کمی نشان می‌دهد سطح وسیعی از دشت کرج به دلیل عدم تغذیه مناسب و برداشت‌های بی‌رویه از آب زیرزمینی دارای افت آب است. رابطه بین هدایت الکتریکی با آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} , CL^{-} Na^{+},So_4^{2-}, $Hco3^{-}$) بررسی شد. نتایج نشان داد که هدایت الکتریکی آب زیرزمینی دشت کرج در همه قسمت‌ها (به‌غیراز آنیون بی‌کربنات) با غلظت یون‌های اصلی موجود در آب رابطه مستقیم دارد که مشخص‌کننده تغییر تیپ آب از بی‌کربناته به سمت سولفاته و کلرور سدیک است. شاخص معیار بارش سالانه (SIAP) نیز برای پنج ایستگاه هواشناسی محاسبه شد و مشخص گردید که برخی از سال‌ها با کاهش بارندگی، بروز خشک‌سالی و درنتیجه با افزایش افت آب زیرزمینی مواجه شده است.

واژه‌های کلیدی: تغییرات کمی و کیفی، هیدروگراف، هدایت الکتریکی، افت آب‌زیرزمینی.

مقدمه

در کشور ایران، منابع آب زیرزمینی به‌عنوان مهمترین منابع تأمین آب موردنیاز برای بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت از اهمیت زیادی برخوردار است. کشاورزی با اختصاص سهم ۹۳ درصدی و برداشت بیش از ۸۰ درصد آن از منابع آب زیرزمینی نقش عمده‌ای در تغییرات کمی و کیفی آبخوان‌ها دارد (Ahmadi & Sedghamiz, 2007). آب‌های زیرزمینی دارای مزیت‌های مختلفی است که در این میان می‌توان به کیفیت بالاتر و آلودگی کمتر آنها اشاره کرد. در مناطق خشک و بیابانی که آب‌های سطحی به میزان کم دیده

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود، آب‌های زیرزمینی به‌عنوان مهمترین منبع تأمین آب قابل دسترس هستند (Taqhizadeh Mehrjerdi *et al*., 2008, Zehtabian *et al*., 2010; Khosravi *et al*., 2016). در چند سال اخیر، شاهد افت کمی و کیفی و به هم خوردن تعادل طبیعی منابع آب زیرزمینی هستیم و در بیشتر آبخوان‌ها بیلان آب، منفی و کیفیت آن نیز به‌شدت افت کرده است (Alizadeh, 2010). تهیه نقشه‌های بهنگام تغییرات ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی می‌تواند گام مهمی در بهره‌برداری صحیح از منابع آب باشد. به‌ویژه اینکه نقشه‌های تغییرات ویژگی‌های شیمیایی آب‌های زیرزمینی، نقش ارزنده‌ای در فرایند تصمیم‌گیری و مدیریت استفاده و بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی ایفا می‌کنند (Shabani, 2016). در این میان استفاده از روش‌های سنتی برای بررسی وضعیت کمی و کیفی سفره‌های آب زیرزمینی زمان‌بر و پرهزینه است. ازاین‌رو روش‌های زمین‌آماری با توجه به توانمندی‌هایی مانند کاهش تعداد نمونه‌برداری و ارائه برآوردهای دقیق‌تر از وضعیت مکانی متغیرها، به لحاظ استفاده می‌توانند باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش دقت برآوردها شود (Jahanshahi *et al*, 2014). در بررسی تغییرات کمیت و کیفیت آب تحقیقات متعددی انجام شده است که به تعدادی از آنها اشاره می‌شود.

Jafari و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تغییرات مکانی شوری و قلیائیت آب‌های زیرزمینی استان اصفهان با استفاده از زمین‌آمار به این نتیجه رسیدند که از میان روش‌های مختلف، روش کریجینگ با مدل دایره‌ای بهترین عملکرد و کمترین خطا را دارد؛ همچنین کیفیت آب زیرزمینی از لحاظ کشاورزی، از جنوب به شمال و همچنین از غرب به شرق استان مخصوصاً در پلایا (اراضی فاقد کشاورزی) که کلاس کیفیت آب غیرقابل استفاده غالب است کاهش می‌یابد. Zaiming و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی مکانی تراز آب زیرزمینی و بعضی پارامترهای شیمیایی مربوط به ۱۳۰ چاه واقع در دشت‌های شمال کشور چین نشان دادند که بهترین مدل‌های برازش داده شده به لگاریتم داده‌ها شامل تراز آب زیرزمینی و TDS مدل کروی، برای TH مدل نمایی و برای EC مدل گوسن بودند. با تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی مشخص شد که تراز آب زیرزمینی از غرب به سمت شرق دشت دارای افت بوده و روند تغییرات TDS و EC به‌صورت افزایشی می‌باشد و بیشترین میزان TH مربوط به قسمت میانی و خط ساحلی دشت است. همچنین در سال (۲۰۱۱) Jamshidzadeh و همکاران، در ارزیابی کمیت و کیفیت آب زیرزمینی کاشان بر اساس داده‌های ۵۳ چاه مشاهداتی بیان کردند که در طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۰۶، سطح تراز آب ۷/۹۳ متر کاهش‌یافته و متوسط کاهش سطح آب در هر سال ۰/۴۹۶ متر بود. برای مطالعه کیفیت آب زیرزمینی، عواملی مانند EC، pH، TH، TDS و CL آنالیز شد و مقایسه نتایج با کیفیت استاندارد آب شرب توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) نشان داد که در بیشتر نمونه‌ها، آب قابل شرب نیست. در سال (۲۰۱۰) Fattahi در نتایج بررسی روند بیابان‌زایی در استان قم با استفاده از داده‌های هیدرومتری و هواشناسی نشان داد که میزان افت سطح آب زیرزمینی در دشت قم تا قبل از احداث سد ۱۵ خرداد به‌طور متوسط حدود ۰/۵ متر در سال بوده که بعد از احداث سد، به‌طور متوسط به ۱/۴ متر در سال افزایش یافته است. این موضوع نشان می‌دهد که بیلان آب زیرزمینی کاهش قابل توجهی دارد. Dianati و همکاران در سال (۲۰۰۹) به بررسی روند تغییرات هدایت الکتریکی و سختی آب زیرزمینی در منطقه ساحلی ساری پرداختند، نتایج آنان بیانگر این بود که EC آب زیرزمینی از شمال به جنوب کاهش داشته که پیشروی آب شور در منطقه، یکی از عوامل مهم در این مسئله بوده است. در سال (۲۰۰۹) Akbari و همکاران افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت مشهد را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و آمار ۷۰ حلقه چاه مشاهده‌ای در طی ۲ دوره ۱۰ ساله (۱۳۷۶-۱۳۶۶ و ۱۳۸۷- ۱۳۷۷) مورد بررسی قراردادند. نتایج آنان نشان داد که سطح آب زیرزمینی در بخش‌های مرکزی و غربی دشت تا ۳۰ متر افت داشته که به‌طور متوسط هر سال ۶۰ سانتی‌متر سطح آب افت داشته است. Fetouani و همکاران در سال (۲۰۰۸) در ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت آبی تریفا در شمال‌شرق موروسکو که روی کیفیت فیزیکی – شیمیایی و باکتریولوژی آب زیرزمینی دشت مذکور متمرکزشده بود، ثابت نمودند که بین

www.SID.ir

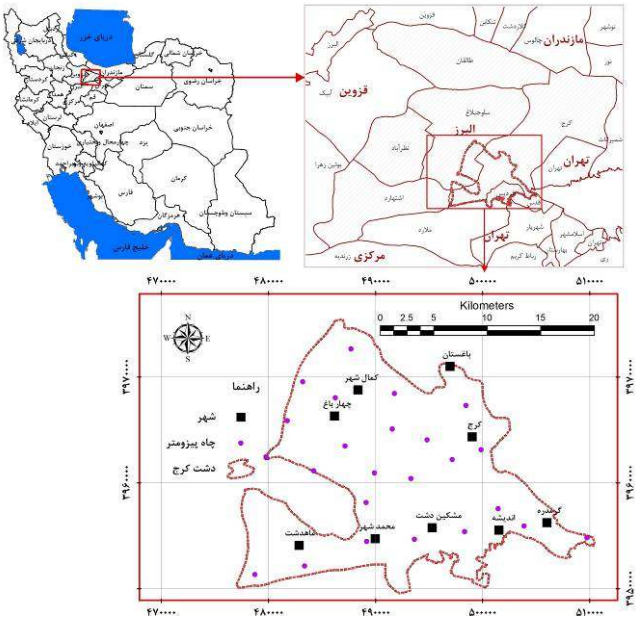
Archive of SID

بهره‌برداری و وابستگی مکانی پارامترهای کیفی، همبستگی زیادی وجود دارد، بنابراین کیفیت آب در این نواحی بحرانی است. در سال (۲۰۰۷) Panda و همکاران روند تغییرات سطح آب ایالت اوریسای هند در ۱۰۰۲ چاه طی سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۳ مورد بررسی قراردادند. برای درک سازوکار اثر خشک‌سالی در ترکیب با فشار استفاده بشر ابتدا با استفاده از روش آمار ناپارامتری من–کندال تغییرات سطح آب زیرزمینی در دوره مورد نظر را به‌دست آوردند و بعد با استفاده از آزمون همگنی روند، تأثیر استفاده بشر و خشک‌سالی را بر سطح آب زیرزمینی بررسی نمودند. نتایج نشان داد که به‌علت کمبود بارندگی در سال‌های خشک، بالا بودن دما، فشار استفاده بشر و جبران نشدن آن در سال‌های مرطوب، سطح آب افت کرده است. به علت خشک‌سالی‌های پی‌درپی و برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، میزان ذخایر سفره‌های آب زیرزمینی دشت کرج به مقدار زیادی کاهش‌یافته است. افت آبخوان دشت کرج ازجمله مخاطرات جدی زیست‌محیطی استان و هشداری جدی برای محیط‌زیست و زندگی مردم است. دشت کرج با ۲۰ متر افت سطح آب‌های زیرزمینی مواجه است که با روند کنونی سالانه ۶۸ میلیون مترمکعب بیلان منفی برداشت از منابع آب زیرزمینی البرز وجود دارد. به‌طوری‌که تا سال ۱۴۲۰ حدود ۶ میلیون و ۵۰۰ هزار نفر جمعیت برای البرز پیش‌بینی‌شده که با این روند تا پایان برنامه ششم توسعه ۴۵ میلیون مترمکعب کمبود تأمین آب برای استان وجود خواهد داشت. دلیل اصلی کاهش سالانه یک متری عمق آب‌های زیرزمینی، رشد جمعیت و مصرف بیش از حد از منابعی است که تغذیه نشده است. هدف از این مطالعه ارزیابی روند تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت کرج با استفاده از شاخص افت آب زیرزمینی و هدایت الکتریکی و بررسی وضعیت کاتیون و آنیون‌ها است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

دشت کرج در دامنه جنوبی کوه‌های البرز با وسعت ۴۲۱ کیلومترمربع بین ″۵۰°۴۴′۴۷ و ″۵۱°۰۶′۵۶ طول شرقی و ″۳۵°۴۱′۱۷ تا ″۳۵°۵۵′۲۹ عرض شمالی قرارگرفته است. این دشت در حوزه آبخیز رودخانه کرج واقع‌شده که مساحت حوزه در محل خروجی از دشت کرج ۱۹۱۲/۲ کیلومتر مربع است (شکل ۱).



شکل ۱– موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور، استان و شهرستان

www.SID.ir

Archive of SID

دشت کرج دارای آب و هوای نیمه‌بیابانی و خشک در فصل تابستان و سرد در فصل زمستان است. میانگین دمای سالیانه کرج ۱۵ درجه سانتی‌گراد که دمای حداقل ۴- درجه و حداکثر ۴۰ درجه سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی سالیانه ۲۵۲/۳ میلی‌متر بوده که در قسمت‌های شمالی بیشتر از قسمت‌های جنوبی است. همچنین میانگین رطوبت هوا ۵۱ درصد است که در فصول مختلف گرم و سرد سال متفاوت است.

روش تحقیق

در این پژوهش برای بررسی شاخص‌های اقلیمی و اثر نوسان‌های اقلیمی روی کیفیت و کمیت آب زیرزمینی از داده‌های پنج ایستگاه هواشناسی موجود استفاده شده است. ویژگی‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

ایستگاه	نوع ایستگاه	مختصات ایستگاه		ارتفاع
		UTM X	UTM Y	
کرج	سینوپتیک	۴۹۹۹۸۰	۳۹۶۱۷۹۱	۱۳۲۱
سد کرج	تبخیرسنجی	۵۰۷۷۳۰	۳۹۷۷۹۴۲	۱۶۲۱
ده صومعه	تبخیرسنجی	۴۷۴۸۶۱	۳۹۷۸۳۸۶	۱۴۳۰
کریم‌آباد کرج	تبخیرسنجی	۴۶۵۱۶۵	۳۹۶۵۵۲۷	۱۱۹۵
بیلقان	باران‌سنجی	۵۰۳۰۸۸	۳۹۶۵۴۳۵	۱۴۳۸

بر اساس داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی شاخص معیار بارش سالانه SIAP از رابطه شماره (۱) محاسبه گردید (Saleh *et al.*, 2014).

$$SIAP = (Pi - P)/SD$$ رابطه (۱)

که در آن:

Pi= مجموع بارش در یکسال معین

P= میانگین بارش

SD= انحراف معیار بارش

برای بررسی نوسان‌های سطح آب زیرزمینی دشت کرج، ابتدا آمار مربوط به ۲۴ چاه پیزومتر در ۱۵ سال جمع‌آوری‌شده است. سپس بر پایه توزیع چاه‌های مشاهده‌ای، روش تیسن‌بندی انجام گردید. همچنین محاسبه ارتفاع متوسط آب و هیدروگراف واحد دشت کرج از مهر ۱۳۸۱- ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵- ۱۳۹۴ ترسیم شده است. از ۲۴ حلقه چاه پیزومتر برای ترسیم هیدروگراف و محاسبه مقادیر سالانه افت آب زیرزمینی و از ۲۸ حلقه چاه انتخابی برای بررسی کیفیت آب زیرزمینی و محاسبه روند تغییرات هدایت الکتریکی استفاده شده است.

هدف از تهیه آبنمود آبخوان آبرفتی، به‌دست آوردن دید کلی از روند تغییرات سطح آب زیرزمینی است. به دلیل آنکه چاه‌های پیزومتری موجود، نمی‌توانند تمامی سطح آبخوان را پوشش دهند، ازاین‌رو به کمک مدل تیسن برای هر چاه با توجه به موقعیت و تراکم چاه‌های اطراف، سطحی در نظر گرفته می‌شود. این مساحت‌ها باید به‌گونه‌ای باشند که جمع همه آنها برابر با سطح کل آبخوان گردد.

$$A=\Sigma\, a_i$$ رابطه (۲)

A = مساحت آبخوان

a= مساحت پلی‌گون i ام

با این روش هیدروگراف بر پایه میانگین‌گیری وزنی است، به‌طوری‌که وزن هر پیزومتر، از تقسیم مساحت هر پلی‌گون

www.SID.ir

Archive of SID

تیسن به مساحت کل آبخوان محاسبه شده است.

رابطه (۳) $Wi= ai/A$

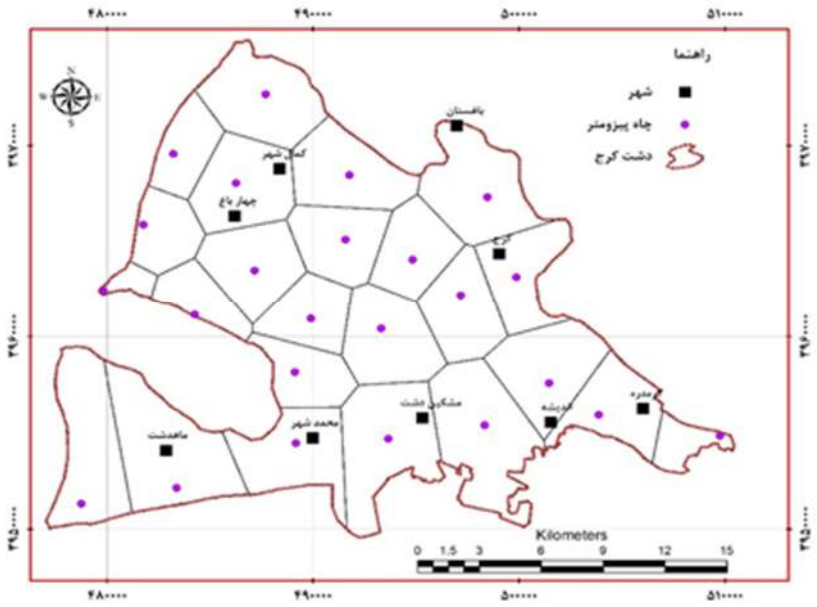
Wi = وزن به‌دست‌آمده برای هر چاهبرای به‌دست آوردن ارزش عددی هیدروگراف آبخوان، باید وزن به‌دست‌آمده Wi را در تراز آب زیرزمینی هر چاه در ماه‌های مختلف h_{ji} ضرب و بعد تمامی اعداد به‌دست‌آمده در ماه‌های (j) برابر جمع شوند، درنتیجه تراز آب زیرزمینی آبخوان در ماه J ام از رابطه ۴ به‌دست می‌آید.

تراز آب زیرزمینی آبخوان در ماه J ام

رابطه (۴) $=\sum (hji \times Wi)$

در نهایت با رسم نموداری که محور X آن ماه‌های سال و محور y آن تراز آب زیرزمینی باشد، هیدروگراف واحد هرسال و هیدروگراف ۱۵ سال در محیط Excel رسم گردید و مقدار افت میانگین سالانه و ماهانه برای هرسال محاسبه شد. در این پژوهش با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش کریجینگ نقشه‌های هم‌افت آب زیرزمینی رسم گردید، همچنین به‌منظور استحصال نتایج بهتر و نشان دادن مسیر جریان آب، نقشه خطوط هم‌ارتفاع آب نیز ترسیم شده است.

با توجه به این نکته که کیفیت آب معرف ویژگی‌های آب است Mozafarizadeh and Chitzazan (۲۰۰۷) و بررسی کیفیت و روند تغییرات آن در مناطق خشک جزء گام‌های آغازین بررسی منابع آب است، از میان متغیرهای کیفی آب، شاخص EC با توجه به آمار موجود در منطقه، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و با استفاده از GIS نقشه خطوط هم EC با بهره‌گیری از نتایج ۲۴ چاه، برای منطقه مورد مطالعه تهیه شد. برای بررسی رابطه بین هدایت الکتریکی با آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی، همبستگی بین نمونه‌های آب مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۲- تیسن‌بندی دشت کرج بر اساس ۲۴ چاه پیزومتری

www.SID.ir

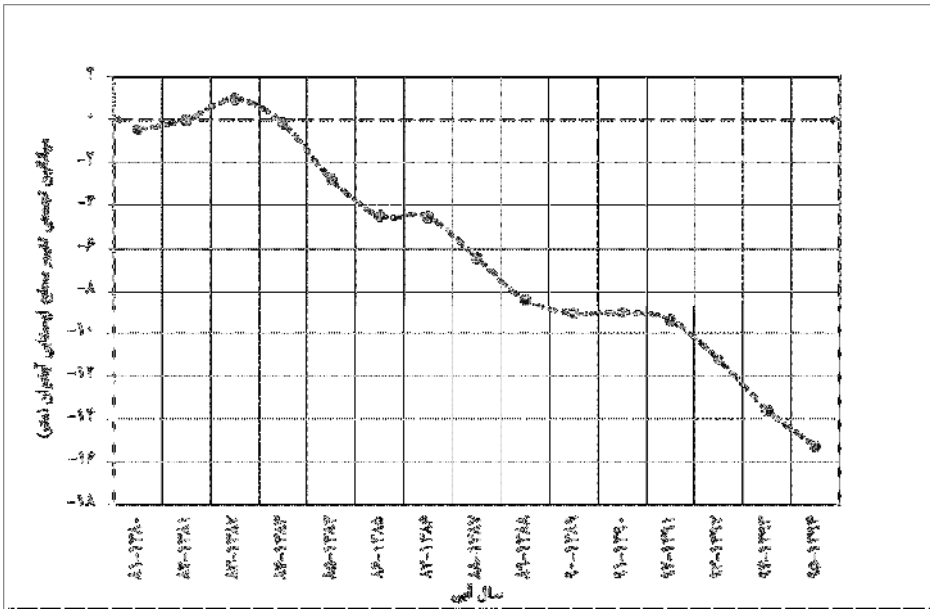
Archive of SID

نتایج

بر اساس توزیع چاه‌های مشاهده‌ای، روش تیسن‌بندی در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.

بر اساس داده‌های حاصل از هیدروگراف واحد دشت کرج، سطح آب زیرزمینی در آبخوان آبرفتی دشت کرج دارای روند نزولی است و طی مدت ۱۵ سال ۱۵/۳ متر افت داشته است، به‌گونه‌ای که میزان افت متوسط سالانه ۱/۰۲ متر (۱۰۲ سانتی‌متر) بوده است (شکل ۳).

مقدار افت آب زیرزمینی بر اساس هیدروگراف واحد سال‌به‌سال در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج حاصل از جدول مذکور نشان داده است که در سال ۹۴-۱۳۹۳ سطح آب ۲/۳۷ متر افت کرده است. همچنین سال ۸۲-۱۳۸۱، ۸۳-۱۳۸۲ و ۹۱-۱۳۹۰ فاقد افت آب بوده است و سطح آب زیرزمینی به‌ترتیب به میزان ۴۵، ۹۸ و ۲ سانتی‌متر افزایش یافته است.



شکل ۳- هیدروگراف واحد دشت کرج از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵

نقشه پهنه هم‌ارزش افت آب زیرزمینی

هدف از تهیه این نقشه بررسی تغییرات سطح برخورد به آب زیرزمینی در حدفاصل مهرماه سال ۱۳۸۰ تا مهرماه سال ۱۳۹۵ است؛ به‌طوری‌که می‌توان مناطقی از آبخوان را که افت یا صعود آب زیرزمینی داشته مشخص کرد و مناطق حساس به کاهش یا افزایش تغذیه را نشان داد (شکل ۴). نقاطی که دارای خط هم میزان صفر هستند بیانگر آن است که در طی دوره هیچ‌گونه تغییر در تراز آب رخ نداده است و تغییرات بیلان آب زیرزمینی در این نقاط صفر است. مناطقی که خطوط هم میزان منفی دارند نشان‌دهنده افت تراز در اثر اضافه برداشت از آب زیرزمینی یا کاهش در تغذیه آبخوان است. مناطقی هم که میزان مثبت دارند نشان‌دهنده صعود تراز آب زیرزمینی است.

همچنین در این نقشه مشخص‌شده است گستره وسیعی از آبخوان دشت کرج به دلیل عدم تغذیه مناسب و همچنین برداشت‌های بی‌رویه از آب زیرزمینی دارای افت است. حداکثر رقم منحنی افت برابر ۲۰ متر است که نواحی وسیعی از قسمت‌های خروجی از حد استان البرز در حوزه آبخیز رودخانه کرج را دربرگرفته است. این منحنی از حدود چاه‌های مشاهده‌ای کوهک، چمن، حافظیه و مشکین‌آباد

www.SID.ir

Archive of SID

می‌گذرد. منحنی دیگر ۱۵- متر است که تقریباً به‌موازات منحنی افت ۲۰ متر بوده و از شمال منحنی مذکور عبور کرده و علاوه بر نواحی خروجی، نواحی میاندشتی و حتی سراب دشت را در شمال چاه مشاهده‌ای گلشهر و جنوب ترمینال تا نزدیکی گوهردشت را شامل شده است.

جدول ۲- مقادیر افت آب زیرزمینی ۱۵ سال

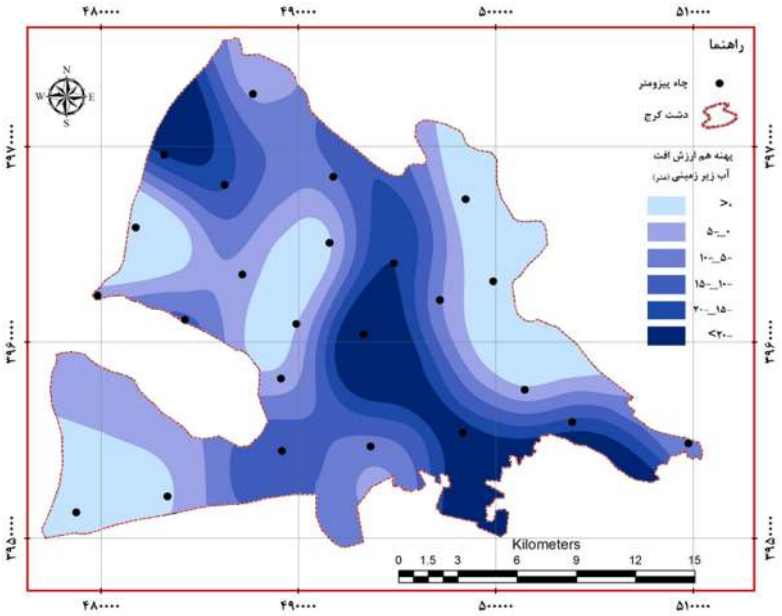
سال آبی	میانگین تغییر سطح ایستابی آبخوان (متر)	میانگین تجمعی تغییر سطح ایستابی آبخوان (متر)	میانگین تغییر حجم آبخوان (میلیون مترمکعب)	میانگین تجمعی تغییر حجم آبخوان (میلیون مترمکعب)	وسعت آبخوان (کیلومترمربع)	متوسط ضریب ذخیره (درصد)
۱۳۸۰-۸۱	-۰/۴۶	-۰/۴۶	-۱۰/۴۷	-۱۰/۴۷		
۱۳۸۱-۸۲	۰/۴۵	-۰/۰۲	۱۰/۰۹	-۰/۳۸		
۱۳۸۲-۸۳	۰/۹۸	۰/۹۷	۲۲/۲۶	۲۱/۸۷		
۱۳۸۳-۸۴	-۱/۱۵	-۰/۱۸	-۲۵/۹۶	-۴/۰۹		
۱۳۸۴-۸۵	-۲/۶	-۲/۸۷	-۵۸/۸۷	-۶۲/۹۵		
۱۳۸۵-۸۶	-۱/۷۱	-۴/۴۹	-۳۸/۶۷	-۱۰۱/۶۲		
۱۳۸۶-۸۷	-۰/۰۴	-۴/۵۳	-۰/۹۵	-۱۰۲/۵۶		
۱۳۸۷-۸۸	-۱/۹	-۶/۴۴	-۴۳/۰۲	-۱۴۵/۵۸	۳۷۷	۰/۰۶
۱۳۸۸-۸۹	-۱/۹۷	-۸/۴۱	-۴۴/۵۴	-۱۹۰/۱۲		
۱۳۸۹-۹۰	-۰/۶۷	-۹/۰۸	-۱۵/۲۲	-۲۰۵/۳۴		
۱۳۹۰-۹۱	۰/۰۲	-۹/۰۵	۰/۵۵	-۲۰۴/۷۹		
۱۳۹۱-۹۲	-۰/۳۵	-۹/۴	-۷/۸۱	-۲۱۲/۶۱		
۱۳۹۲-۹۳	-۱/۸۳	-۱۱/۲۳	-۴۱/۴	-۲۵۴/۰۱		
۱۳۹۳-۹۴	-۲/۳۷	-۱۳/۶	-۵۳/۶۱	-۳۰۷/۶۲		
۱۳۹۴-۹۵	-۱/۶۸	-۱۵/۲۸	-۳۸	-۳۴۵/۶۲		
متوسط سالانه	-۱/۰۲		-۲۳/۰۴			

منحنی افت ۱۰ متر تقریباً در شرق دشت و نواحی مرکزی دشت کرج در امتداد شمالی- جنوبی کشیده شده است. در نواحی شمال‌غربی دشت حوالی دانشگاه تربیت‌معلم و قوهه وضعیت به همین منوال بوده و منحنی ۲۰- متر تا ۱۰- متر بوده است. چاه مشاهده‌ای مهرشهر به دلیل واقع‌شدن در داخل مجموعه شهری و تحت تأثیر گرفتن ناشی از آب مصرفی شرب این ناحیه مسکونی نه‌تنها افتی را نشان نداده بلکه بالاآمدگی سطح آب زیرزمینی را نشان می‌دهد که این باعث شده تا در ناحیه مورد نظر افتی ملاحظه نشود و در واقع این ناحیه فاقد تغییرات و یا نوسانهای سطح آب زیرزمینی است.

www.SID.ir

Archive of SID

عموماً افت آب زیرزمینی در امتداد شاخه اصلی رودخانه کرج است، هرچند که در شمال آزادراه تهران- کرج منحنی هم‌افتی ملاحظه نمی‌شود ولی در پایین‌دست مسیر مترو منحنی‌های هم‌افت تا ۲۰- متر ملاحظه می‌شود که دلیل این امر را می‌توان در کم شدن تغذیه آبخوان توسط رودخانه دانست.



شکل ۴- نقشه پهنه هم‌ارزش افت آب زیرزمینی سال ۱۳۹۵-۱۳۸۰

تراز آب زیرزمینی

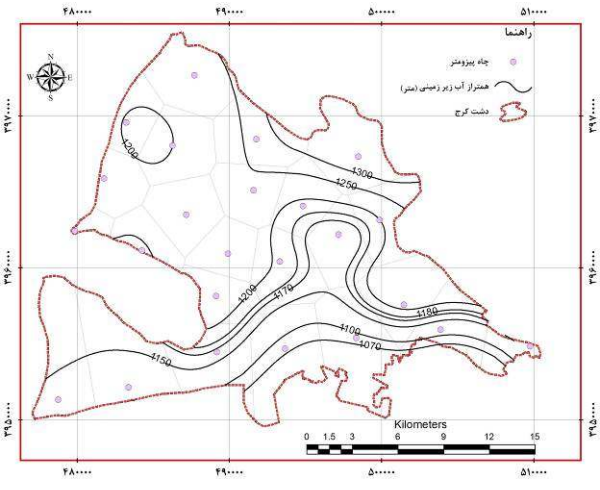
نقشه تراز آب زیرزمینی با اهداف گوناگون ازجمله تعیین نواحی تغذیه و تخلیه، جهت جریان آب زیرزمینی، محاسبه گرادیان هیدرولیک در آبخوان آبرفتی، استفاده در محاسبات حجم آب زیرزمینی ورودی و خروجی در مقاطع مختلف آبخوان و انجام محاسبات لازم در بیلان منابع آب تهیه شده است.

نقشه تراز آب زیرزمینی مهرماه سال ۱۳۸۱ در شکل ۵ ارائه شده است. مطابق این نقشه، حداکثر رقم منحنی تراز برابر ۱۳۰۰ متر از سطح دریا اختلاف دارد. این منحنی در شمال دشت کرج و از حوالی گوهردشت می‌گذرد. تقریباً به‌موازات این منحنی، منحنی دیگری با رقم ۱۲۵۰ متر ترسیم‌شده که در راستای شرقی- غربی کشیده شده است. منحنی ۱۲۰۰ متر که از شرق دشت کرج و در شمال آزادراه تهران- کرج ترسیم شده است از شمال چاه مشاهده‌ای ترمینال عبور کرده و در ادامه از شرق چاه مهرشهر به سمت جنوب چاه علی‌آباد کشیده شده است. گرادیان هیدرولیک در فاصله بین دو منحنی ۱۲۰۰ تا ۱۲۵۰ متر در ناحیه مرکزی دشت به کمترین مقدار خود می‌رسد و بیشترین مقدار در حاشیه شرقی دشت کرج مشاهده شده است. بر اساس نقشه مذکور، مجموعه آبراهه‌ها و مسیل‌های شمال به جنوب دشت کرج و همچنین شاخه اصلی رودخانه کرج طی مقاطع مشخص‌شده، نقش تغذیه این دشت را در محدوده مورد نظر نشان می‌دهد. همچنین به دلیل برداشت زیاد در قسمت غرب دشت کرج حوالی چاه مشاهده‌ای عرب‌آباد یک منحنی تقریباً بسته‌ای ایجادشده است. تراز آب زیرزمینی در مهرماه سال ۹۵ در شکل ۶ ارائه شده است. در شمال این دشت که مقاطع ورودی آب زیرزمینی را شامل می‌شود تغییرات چندان فاحشی ملاحظه نمی‌گردد، درصورتی‌که در نواحی خروجی به دلیل برداشت‌ها و تخلیه بیش از مقدار تغذیه رقوم منحنی حداقل ۱۰۷۰ متر به سمت

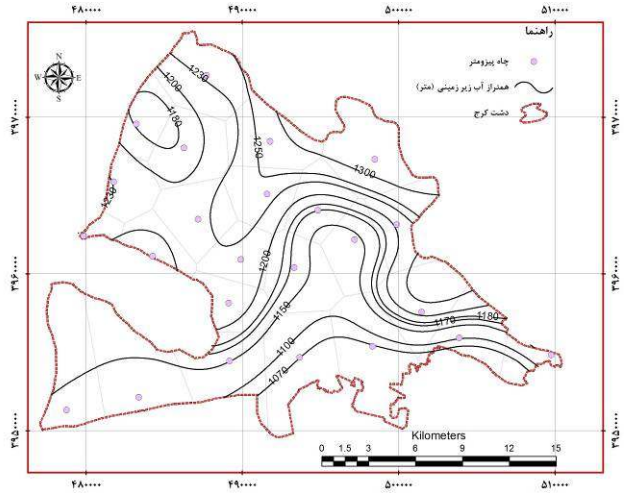
www.SID.ir

Archive of SID

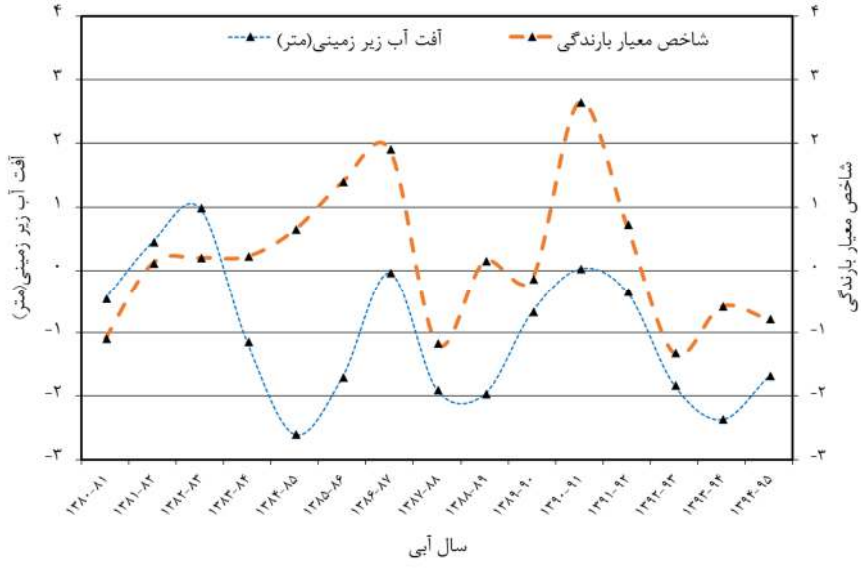
نواحی میان دشتی حرکت کرده است. شیب آب زیرزمینی در این نقشه در حدفاصل منحنی ۱۲۰۰ تا ۱۲۵۰ متر نسبت به سال ۸۱ کمی کمتر شده که این تفاوت را می‌توان به علت تغذیه کم و برداشت بیشتر از آب زیرزمینی عنوان کرد. در غرب دشت منحنی بسته ۱۸۰۰ متر ترسیم شده که این مورد نیز به برداشت بیشتر از آب زیرزمینی ارتباط دارد. در قسمت جنوب‌غربی دشت منحنی ۱۱۵۰ متر ناشی از خروج آب زیرزمینی در این ناحیه است که به‌دلیل عدم امتداد منحنی ۱۱۰۰ متر این نقطه ذکر نشده است.



شکل ۵- نقشه خطوط هم‌تراز آب سال ۸۱-۱۳۸۰



شکل ۶- نقشه خطوط هم‌تراز آب سال ۹۵-۱۳۹۴



شکل ۷- مقایسه افت آب زیرزمینی و شاخص **SIAP** طی دوره آماری ۱۵ ساله (۹۵-۱۳۸۰)

www.SID.ir

Archive of SID

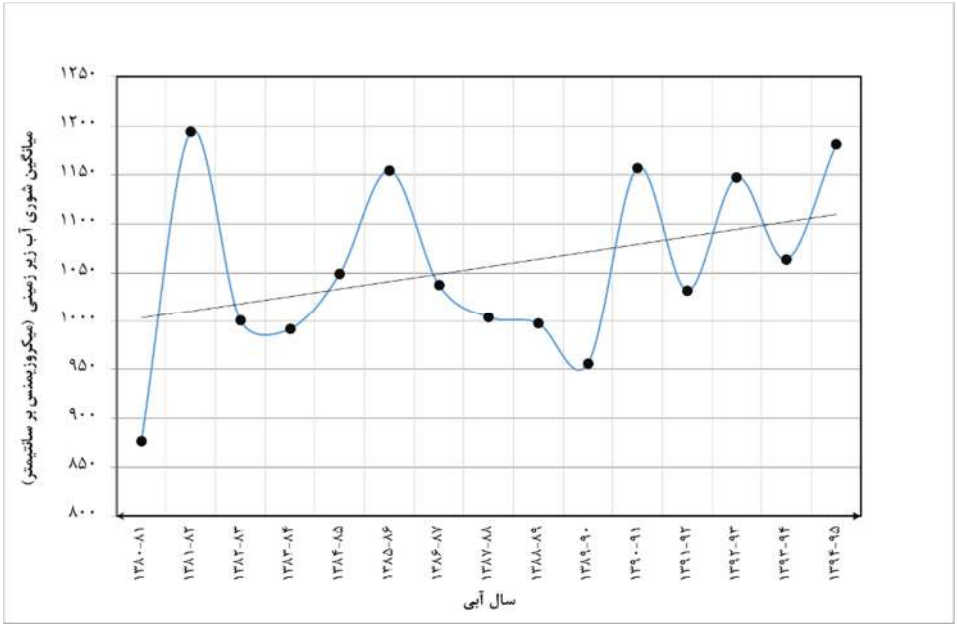
افت آب زیرزمینی و خشک‌سالی برحسب سال در شکل ۷ نشان داده شده است. همانطورکه مشاهده شد در برخی از سال‌ها با کاهش بارندگی و بروز خشک‌سالی مواجه شده و به‌تبع آن افت آب زیرزمینی نیز افزایش داشته است. ازاین‌رو بررسی‌های انجام‌شده رابطه معنی‌داری را بین مقدار افت آب زیرزمینی و SIAP نشان داد.

هم‌هدایت الکتریکی آب زیرزمینی

میانگین شوری آب زیرزمینی طی دوره آماری ۱۵ ساله (۹۵-۱۳۸۰) در آبخوان آبرفتی کرج در جدول (۳) ارائه شده است. طبق جدول کمترین شوری آب زیرزمینی در سال ۸۹ با میزان ۹۵۶/۰۶ میکرو زیمنس بر متر و بیشترین شوری آب زیرزمینی در سال ۸۱ با میزان ۱۱۹۴/۱ میکرو زیمنس بر متر است (شکل ۸).

جدول ۳- مقادیر تغییرات EC آب زیرزمینی ۱۵ سال

سال آبی	میانگین شوری آب زیرزمینی (میکرو زیمنس بر متر)	سال آبی	میانگین شوری آب زیرزمینی (میکرو زیمنس بر متر)
۱۳۸۰-۸۱	۸۷۶/۵۷	۱۳۸۸-۸۹	۹۹۷/۲۶
۱۳۸۱-۸۲	۱۱۹۴/۱۰	۱۳۸۹-۹۰	۹۵۶/۰۶
۱۳۸۲-۸۳	۱۰۰۰/۵۰	۱۳۹۰-۹۱	۱۱۵۷/۲۹
۱۳۸۳-۸۴	۹۹۱/۷۰	۱۳۹۱-۹۲	۱۰۳۲/۰۱
۱۳۸۴-۸۵	۱۰۴۹/۲۶	۱۳۹۲-۹۳	۱۱۴۷/۲۴
۱۳۸۵-۸۶	۱۱۵۴/۴۰	۱۳۹۳-۹۴	۱۰۶۳/۸۳
۱۳۸۶-۸۷	۱۰۳۷/۵۳	۱۳۹۴-۹۵	۱۱۸۰/۹۶
۱۳۸۷-۸۸	۱۰۰۳/۹۰	متوسط سالانه	۱۰۵۶/۱۷



شکل ۸- میانگین شوری آب زیرزمینی طی دوره آماری ۱۵ ساله (۹۵-۱۳۸۰)

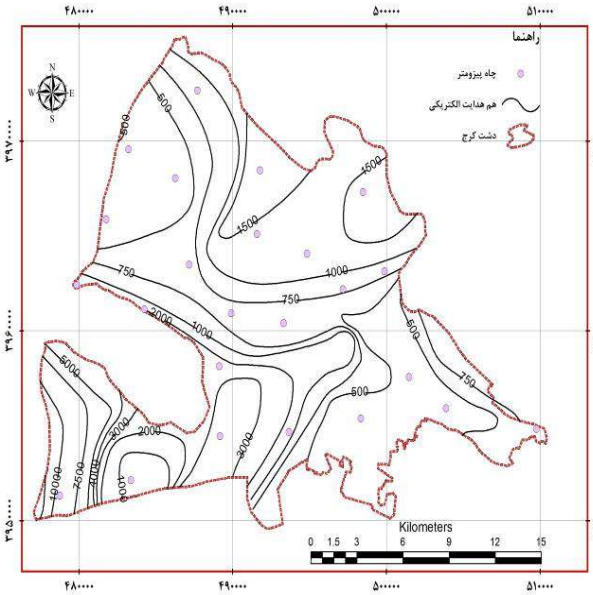
www.SID.ir

Archive of SID

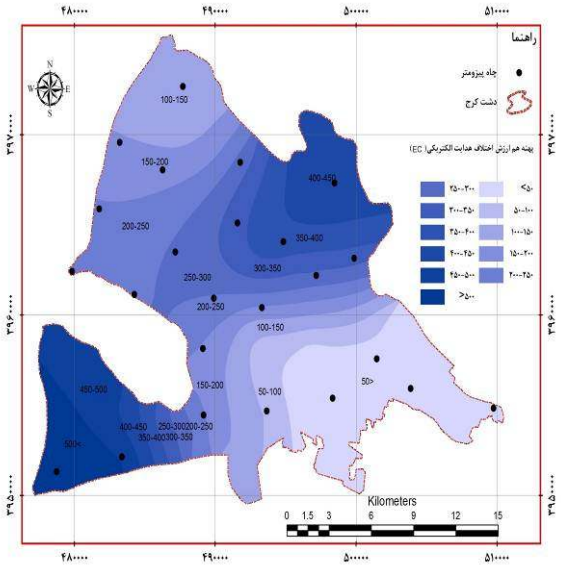
برای بررسی هدایت الکتریکی دشت کرج و تغییرات زمانی و مکانی آن نقشه منحنی‌های هم‌ارزش هدایت الکتریکی با توجه به آمارهای موجود به‌طور میانگین برای دوره آماری ۱۵ ساله رسم گردید (شکل ۹). در آبخوان آبرفتی دشت کرج رقوم منحنی‌های هم‌هدایت الکتریکی آب زیرزمینی بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر متغیر است. در اراضی زاغ‌آباد واقع در جنوب‌غربی دشت شوری آب زیرزمینی بیش از ۱۰۰۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر است که به‌سمت شرق کاهش داشته است. در اراضی مخروط‌افکنه‌ای رودخانه کرج، شوری آب زیرزمینی کمتر از ۵۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر است که به‌سمت غرب میزان شوری آب زیرزمینی افزایش می‌یابد و این رقم در اراضی جعفرآباد به بیش از ۳۰۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر می‌رسد.

اراضی شمالی، محتوای شوری آب زیرزمینی بیش از ۱۵۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر است که به سمت جنوب و مرکز دشت به‌دلیل تأثیر جبهه زیرزمینی ورودی از رودخانه کردان محتوای شوری آب زیرزمینی کاهش‌یافته و به کمتر از ۷۵۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر می‌رسد و دوباره از مرکز دشت به سمت ارتفاعات حلقه در این رقم افزایش می‌یابد. در نقشه هم‌اختلاف هدایت الکتریکی که در شکل ۱۰ ارائه شده است، در فاصله ۱۵ سال از سال ۱۳۸۲ به بعد تغییرات قابل‌توجهی ملاحظه می‌گردد. مطابق نقشه مذکور بیشترین رقم این اختلاف از ۵۰۰ در اراضی مردآباد شروع و به‌رقم حداقل ۵۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر در حاشیه رودخانه کرج می‌رسد. در نواحی شمال‌غرب رقم ۱۵۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر در شمال قوهه مشاهده شده است. همچنین در حوالی تربیت‌معلم این رقم در حد ۲۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر قابل ملاحظه است. در شمال دشت حوالی گوهردشت رقم منحنی هم‌اختلاف به عدد ۴۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر می‌رسد.

نتایج همبستگی بین شاخص هدایت الکتریکی با آنیون‌ها و کاتیون‌ها که در شکل ۱۱ نشان داده شده است مشخص می‌نماید که هدایت الکتریکی در تمام موارد با غلظت یون‌های اصلی موجود در آب رابطه مستقیم دارد. به‌عبارت دیگر با افزایش EC، یون‌های بی‌کربنات‌ها کاهش و آنیون‌ها و کاتیون‌های مرتبط با شوری آب افزایش می‌یابند. هدایت الکتریکی در تمام موارد با غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی در آب همبستگی مثبتی را نشان داده است. این همبستگی در مورد یون پتاسیم حداکثر و در مورد دو یون کلسیم و بیکربنات حداقل است.



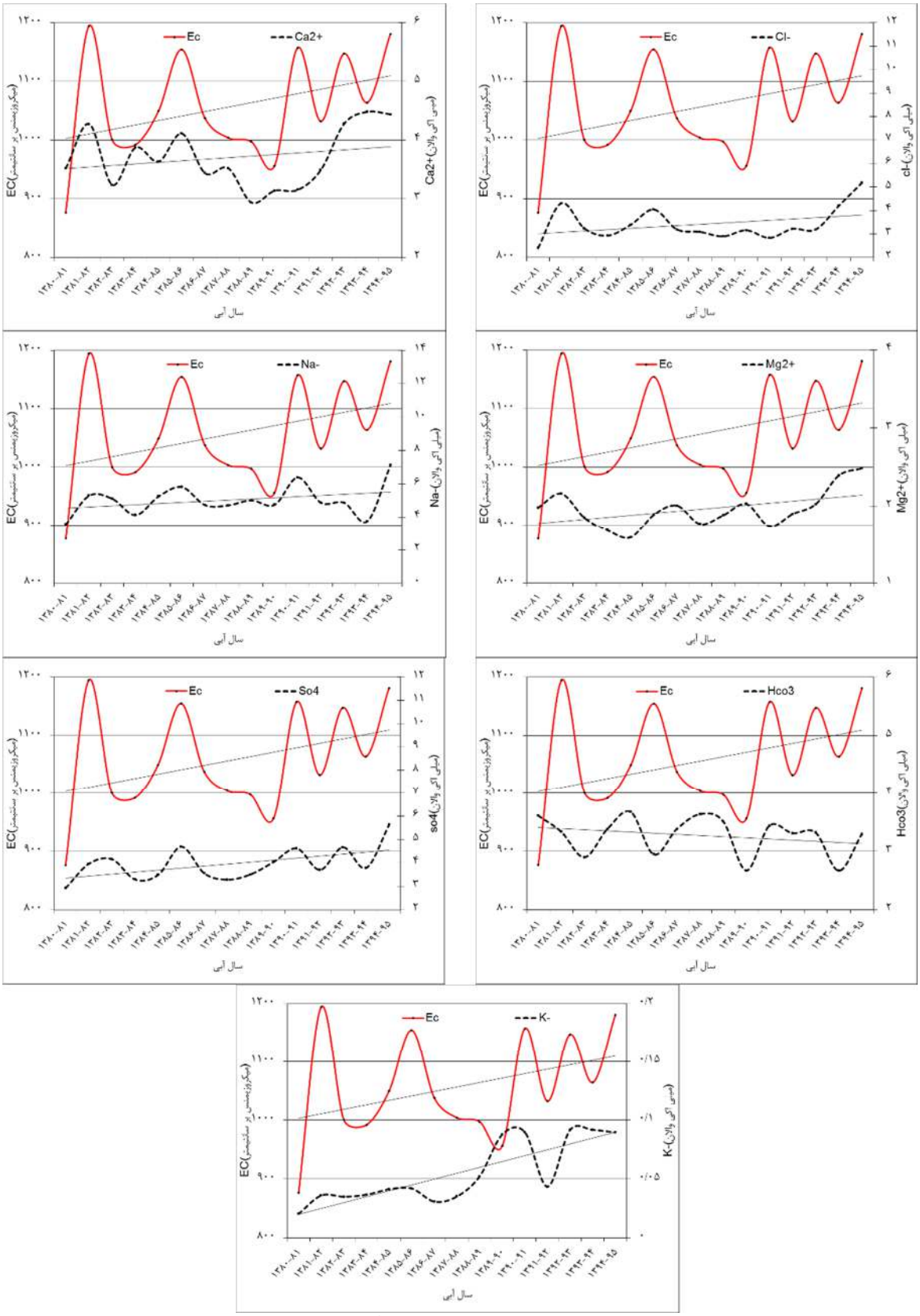
شکل ۹- نقشه خطوط هم EC



شکل ۱۰- نقشه اختلاف هدایت الکتریکی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۱- مقایسه روند تغییرات هدایت الکتریکی با آنیون‌ها و کاتیون‌ها در طی ۱۵ سال اخیر

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس جدول ۴، میزان کلسیم، کلر و بی‌کربنات در حد مطلوب است، اما میزان سولفات، سدیم و منیزیم کمتر از حد مطلوب است. همچنین کیفیت آب آبیاری از لحاظ شور بودن و سدیمی بودن طبق جدول در کلاس سدیم کم و شوری متوسط (S_1C_2) قرار دارد.

جدول ۴- خلاصه آماری داده‌های کیفی آب زیرزمینی دشت کرج

متغیر	واحد	میانگین	بیشینه	کمینه
سختی کل (TH)	میلی‌گرم بر لیتر	۲۹۶/۷۳	۵۴۹/۳۱	۲۴۰/۹۳
نسبت جذبی سدیم (SAR)	-	۴/۱۵	۵/۷۸	۲/۸۸
پتاسیم (K+)	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۲
سدیم (Na+)	میلی‌گرم بر لیتر	۵/۰۳	۷/۱۳	۳/۵۷
منیزیم (Mg2+)	میلی‌گرم بر لیتر	۱/۹۶	۲/۴۹	۱/۵۹
کلسیم (Ca2+)	میلی‌گرم بر لیتر	۳/۷	۴/۴۸	۲/۹۴
سولفات (So42-)	میلی‌گرم بر لیتر	۳/۹۵	۵/۶۲	۲/۹۳
کلر (CL-)	میلی‌گرم بر لیتر	۳/۴۱	۵/۱۷	۲/۴
بیکربنات (Hco3-)	میلی‌گرم بر لیتر	۳/۲۷	۳/۶۷	۲/۶۷
اسیدیته (pH)	-	۷/۹۵	۸/۶۲	۷/۵۸
کل املاح محلول (TDS)	میلی‌گرم بر لیتر	۱۰۵۶/۱۷	۱۱۹۴/۱	۸۷۶/۵۷
هدایت الکتریکی ((EC	میکرو زیمنس بر سانتیمتر	۶۴۹/۲۱	۷۶۰/۲۶۱	۵۵۴/۲

بحث

با توجه به وضعیت کنونی در ایران، عامل ۹۱ درصدی کاهش منابع آب زیرزمینی مربوط به بخش کشاورزی است و پایین بودن کیفیت آب آبیاری سبب نگرانی‌ها و صدماتی به کشاورزی پایدار شده است. بر این اساس نتایج حاصل از آزمایش‌های کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی ۲۴ حلقه چاه عمیق و نیمه‌عمیق دشت کرج، مقادیر بارش و نوسان‌های سطح آب زیرزمینی طی ۱۵ سال نشان می‌دهد که روند تغییرات پارامترهای کیفی آب با توجه به کاهش بارندگی و افت سطح آب زیرزمینی، در سال‌های اخیر نیز تحت تأثیر قرارگرفته و بر میزان املاح همواره افزوده شده است. بر اساس داده‌های آب نمود آبخوان آبرفتی دشت کرج، سطح آب زیرزمینی دارای روند نزولی بوده و در طی مدت ۱۵ سال ۱۵/۳ متر افت نموده است. میزان افت در سال آبی ۹۴-۱۳۹۳ برابر ۲/۳۷ متر و در سال‌های آبی ۸۲-۱۳۸۱، ۸۳-۱۳۸۲ و ۹۱-۱۳۹۰ فاقد افت بوده و به‌ترتیب در این سال‌ها به میزان ۴۵، ۹۸ و ۲ سانتی‌متر افزایش یافته است. در نقشه پهنه هم‌ارزش افت آب زیرزمینی مشخص‌شده است که گستره وسیعی از دشت کرج به دلیل عدم تغذیه مناسب و همچنین برداشت‌های بی‌رویه از آب زیرزمینی دارای افت است. Masoudi و همکاران (۲۰۱۶)، Rahmani و همکاران (۲۰۰۹)، Ebrahimi و همکاران (۲۰۰۹)، Babakhani و همکاران (۲۰۱۶)، Rafiee Imam و همکاران (۲۰۰۴)، Zare Abyaneh و همکاران (۲۰۱۲) و Nakhaee و همکاران (۲۰۱۶) نیز در پژوهش‌های خود به این موضوع دست یافتند که برداشت بی‌رویه از منابع، یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار

www.SID.ir

Archive of SID

در افت آب زیرزمینی است.

نتایج حاصل از آنالیزهای آنیونی و کاتیونی نشان می‌دهد که روند تغییر هدایت الکتریکی به‌طورکلی به این صورت است که در دشت کرج نحوه تکامل کیفیت آب زیرزمینی همانند سایر آبخوان‌های آبرفتی دیگر از سمت بی‌کربنات‌ها کلسیک به سمت سولفاته و یا کلرور سدیک در حال انتقال است. از عوامل اصلی در این موضوع، می‌توان به کاهش سطح آب زیرزمینی ناشی از افزایش تخلیه، کاهش تغذیه، آب برگشتی حاصل از مصارف شرب شهری و روستایی، آب برگشتی مصارف کشاورزی و صنایع اشاره نمود.

همان‌طور که در شکل‌های (۱۰ و ۱۱) نشان داده‌شده است، به‌طورکلی هدایت الکتریکی در طول سالهای گذشته در مناطق میاندشتی آبخوان کرج رو به افزایش بوده و موجب گردیده تا تیپ آب در این مناطق از سمت بی‌کربنات‌ها به سمت یون‌های سولفات و کلرور سوق پیدا کند. در تفکیک سال آبی به دو دوره تر و خشک، در فصول تر هدایت الکتریکی آب زیرزمینی کمترین مقدار و در فصول خشک آب زیرزمینی دارای بیشترین هدایت الکتریکی است. درنتیجه افت سطح آب با کیفیت آب رابطه مستقیم دارد. به‌طوری‌که با نزدیک شدن به سمت شوره‌زارها مقدار EC افزایش یافته است. یکی از مهمترین دلایل آن نفوذ آب‌شور و شورآب‌های موجود در زیر آبخوان به داخل سفره آب شیرین به علت پمپاژ زیاد یا حفر چاه تا سفره تحتانی است. کمترین شوری آب زیرزمینی در سال ۸۹ با میزان ۹۵۶/۰۶ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر و بیشترین شوری آب زیرزمینی در سال ۸۱ با میزان ۱۱۹۴/۱ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر است. نقشه هم‌اختلاف هدایت الکتریکی در فاصله ۱۵ سال از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۹۶ تغییرات قابل‌توجهی را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که بیشترین رقم این اختلاف از ۵۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر در اراضی مردآباد شروع و به‌رقم حداقل ۵۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر در حاشیه رودخانه کرج می‌رسد. با توجه به رابطه همبستگی موجود بین هدایت الکتریکی و سایر آنیون‌ها و کاتیون‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که در منطقه مورد بررسی با کاهش ارتفاع سطح آب زیرزمینی میزان هدایت الکتریکی و یون‌های سدیم، کلر و منیزیم افزایش و در نتیجه کیفیت آب کاهش یافته است. Chitzazan و همکاران (۲۰۰۹) نیز در بررسی خود بیان نمودند که کاهش بارندگی و بروز خشک‌سالی بر روی افت آب زیرزمینی تأثیر دارد و افت زیاد خود باعث کاهش کیفیت آب‌ها می‌گردد و موارد تخریبی دیگری را هم به دنبال خواهد داشت.

سپاسگزاری

این پژوهش از حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران کشور (طرح شماره ۹۴۰۱۱۸۹۸) برخوردار بوده است؛ ازاین‌رو از همه دست‌اندرکاران قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Ahmadi, S. and Sedghamiz, A., 2007. Geostatistical analysis of spatial and temporal variations of groundwater level. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 129:277–294.
- Akbari, M., Jorga, M. and Sadat, M., 2009. Investigation of Groundwater Loss Using Geographic Information System (GIS) (Case study: Mashhad plain aquifer). Journal of Water and Soil Conservation Studies, 16(4): 63-78.
- Alizadeh, A., 2010. Principles of applied hydrology. 30th Edition, University of Mashhad, Reza (AS). 912p.
- Babakhani, M., Zehtabian, G., Keshtkar, A.R. and Khosravi, H., 2016. Trend of groundwater quality changes, using geo statistics (case study: ravar plain).Journal of Pollution, 2(2): 115-129.
- Chitzazan, M., Mirzaie, Y., Mohammadi, H., Shaban, M., Ghaffari, H. and Mousavi, F., 2009. The impact of a short term on the quantity and quality of groundwater resources (Case study of Khoyesh plain in Khuzestan province). Second National Conference on the Effects of Ages and its Management Solutions, Isfahan, 70-77 p.
- Dianati Tilaki, R. and Falah. F., 2009. Trend analysis of groundwater EC and Hardness in coastal region of Sari, Mazandaran Province, 12th Conference of Environmental.
- Ebrahimi, A., Mohammadi, F., Kaveh, N. and Mallammadi, M., 2009. Analysis and evaluation of the effect of drought on reduction of water levels in Chaharmahal and Bakhtiari province wetlands using RS, GIS. Fifth National Conference on Watershed

www.SID.ir

Archive of SID

Sarayan plain in south Khorasan province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 24 (267): 267-278
- Panda, D.K., Mishra, A., Jena, S. K., James, B. K. and Kumar. A., 2007. The influence of drought and anthropogenic effects on ground water in Orissa, India. Journal of Hydrology, 343: 140-153.
- Rahmani, M., Mesbah, H., Hosseini Marandi, H. and Najafinejad, A., 2009, Investigating the effect of underground water damage on the creation of a ditch in Fars Neyriz plain. 5th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering, Gorgan, Golestan, Iran.
- Rafiee Imam, A., Zahtabian, G. R. and Ehsani, A., 2004. Investigating the development of farms and vegetation planting on the edge of the desert. Iranian Journal of Range and Desert Research, 11(3): 323-341.
- Saleh, I. and Shahedi, K., 2014. The effect of climate change on flow regime using two meteorological and hydrological indices. Journal of Applied Hydrology, 1(1): 45-50.
- Shabani, M., 2008. Determine the most suitable land statistics method for the preparation of a map of TDS changes and groundwater pH (case study: Arsanjan Plain).Journal of Water Engineering, 1(1): 47-57.
- Taqhizadeh Mehrjerdi, R., Mahmoudi, S., Khodaee, S. and Heidari, A., 2008. A Study of Spatial Change of Underground Ahabi Salinity Using Land Statistics (A Case Study: Rafsanjan), Second Specialized Conference on Environmental Engineering.
- Zare Abyaneh, H., Bait Warkeshe, M. and Marofi, S., 2012. Evaluation of water depth fluctuations in Malayer plain. Journal of Water and Soil Science, 22(2): 173-190.
- Zaiming, Z., Guanghui, Z., Mingjiang, Y. and Jinzhe, W., 2012. Spatial variability of the shallow groundwater level and its chemistry characteristics in the low plain around the Bohai Sea, North China. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 184(6): 3697-3710.
- Zehtabian, G., Khosravi, H. and Ghodsi, M., 2010. High demand in a land of water scarcity: Iran. Water and sustainability in Arid Regions, Springer, Chapter 5, 75–86pp.

Management Sciences and Engineering, Gorgan, Iran.
- Fattahi, M., 2010. Investigation of desertification process in Qom province using remote sensing data with emphasis on changes in land use and quantitative and qualitative changes of water resources. Iranian Journal of Range and Desert Research, 16(2):234-253.
- Fetouani, M., Sbaa, M., Vanclooster, M. and Bendra, B., 2008. Assessing ground water quality in the irrigated plainof Triffa (northeast Morocco). Journal of Agricultral Water Management, 95: 133-140.
- Jafari, R. and Bakhshandeh Mehr, L., 2014. Investigation of spatial variations of salinity and alkalinity of groundwater in Isfahan province using statistics of land, science and technology of agriculture and natural resources.Journal of Water and Soil Science, 18(68): 183-195.
- Jahanshahi, A., Rohi Moghaddam, A and Dewari, A., 2014. Evaluation of groundwater quality characteristics using GIS and statistics (Case study: Abkhane plain, Babak City). Journal of Water and Soil Sience, 24(2): 183-197.
- Jamshidzadeh, Z. and Mirbagheri. S., 2011. Evaluation of groundwater quantity and quality in the Kashan Basin, Central Iran. Journal of Desalination, 270: 23-30.
- Khosravi, H., Karimi, K., Nakhaee, S. and Mesbahzadeh, T., 2016. Investigation of spatial structure of groundwater quality using geostatistical approach in Mehran plain. Iran. Journal of Pollution 2 (1): 57-65
- Masoudi, R., Zehtabian, Gh. R., Ahmadi, H. and Malekian, A., 2016. Evaluation of the quantitative and qualitative changes of groundwater quality in Kashan plain.Journal of Desert Management, 5: 65-78.
- Mozafarizadeh, J. and Chitzazan, M., 2007. Investigating the effect of geological formations on the quality of groundwater resources in Gotvand plain. First Conference on Environmental and Medical Geology, Shahid Beheshti University, Tehran.
- Nakhaee, S., Zehtabian, G., Malekian, A. and Khosravi, H., 2017. A survey on spatial and temporal variations of groundwater quality and quantity in

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation of qualitative and quantitative changes of groundwater resources in Karaj Plain

L. Biabani [1] ,Gh.R. Zahtabian[2] , H. Khosravi[3*] and M. Hanifehpoor [4]

1-Ph.D. Student in Desert Management and Control, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2- Professor, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3*- Corresponding author, Associate Professor, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email:hakhosravi@ut.ac.ir
4- Ph.D. Student in Combat Desertification, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email

Received:04/21/2018 Accepted:10/24/2018

Abstract

Managing the optimal use of water resources is one of the most important issues in sustainable development. Considering the importance of studying groundwater in the field of drinking, industry and agriculture, the study of water qualitative changes can be important for humankind. In this study, groundwater level depletion and electrical conductivity (EC) were used to investigate the quantitative and qualitative changes of groundwater in Karaj plain. The water level hydrographs were drown using Thiessen method based on the piezometric wells data and the groundwater depletion, the elevation contour line, and iso- electrical conductivity maps were provided using GIS. Quantitative changes were studied with reading of each well in different months in a 15-year period (2001-2016). The obtained results showed that the vast range of Karaj plain was depleted due to the lack of proper recharge as well as the over-exploration of groundwater. In addition, the relation between EC and anions and cations (such as Ca^{2}+, Mg^{2}+, K+, Cl-, Na+, SO_4^{2}-, HCO^{3}-) were determined. The calculated Standard Index of Annual Precipitation (SIAP) in five meteorological stations showed groundwater depletion due to rainfall reducing and drought. Electrical conductivity had direct relation with concentration of ions in all cases. According to the hydrographs, the average level of groundwater decreased to 1.02 m over 15 years and the groundwater level depletion consequently decreased the water quality.

Keywords: Quantitative and qualitative changes, hydrograph, electrical conductivity, drop in groundwater.

www.SID.ir