یادداشت فنی

مطالعه تشابه و خوشه‌بندی آب زیرزمینی مصرفی فضای سبز شهر اصفهان و بررسی تغییرات کیفیت آن در یک دهه

جهانگیر عابدی کوپایی [۱] امیرحسین قره شیخلو [۲] زهرا خسروانی شیری [۲]

(دریافت ۸۷/۱۰/۵ پذیرش ۸۸/۶/۱۴)

چکیده

به‌منظور طبقه‌بندی و بررسی کیفی آب زیرزمینی مصرفی فضای سبز شهر اصفهان، تعداد ۱۰ چاه آبیاری در امتداد خیابان چهارباغ و حاشیه زاینده‌رود انتخاب شد. نمونه‌برداری به‌صورت ماهانه انجام گرفت و نتایج آنالیز به‌صورت میانگین فصلی مورد تحلیل قرار گرفت. آنالیزهای مختلفی نظیر pH، EC، Na^{+}، Cl^{-}، HCO^{3-} و Fe^{2+} طبق روشهای استاندارد انجام شد و نتایج حاصل با استفاده از نرم‌افزار Surfer به‌صورت خطوط هم‌مقدار ترسیم شد. همچنین با استفاده از نرم‌افزارهای آماری بر اساس تشابه موجود بین کیفیت آب چاههای مختلف، طبقه‌بندی فصلی چاهها صورت گرفت. نتایج نشان داد به‌دلیل تخلیه فاضلابهای صنعتی و شهری و کودهای شیمیایی، کیفیت آب برخی از چاهها وضعیت نامطلوبی دارند. همچنین بررسی روند تغییرات کیفیت آب در طی یک دهه یعنی از سال ۱۳۷۴ تا سال ۱۳۸۳ حاکی از کاهش کیفیت آب آبیاری و افزایش میزان محدودیتها برای مصرف فضای سبز بود.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، کیفیت آب، خوشه‌بندی، شهر اصفهان

Clustering of Groundwater Used in Isfahan Landscape Irrigation and Their Qualititative Changes Over one Decade

Jahangir Abedi Koupai [1] *Amir Hossein Ghareh Sheikhloo* [2] *Zahra Khosravani Shiri* [2]

(Received Dec. 26, 2008 Accepted Sep. 5, 2009)

Abstract

Ten irrigation wells were selected along Chaharbagh Street and the Zayandehrood River bank to investigate and classify the groundwaters used for irrigating Isfahan landscape for their quality. Monthly sampling was performed and the results of the quality tests were used as seasonal averages. Different measurements such as pH, EC, Na^{+}, $C1^{-}$, HCO_3^{-}, Fe^{+2} were made according to standard methods and the Surfer program was used and the results were represented as isolines. Also seasonal classification of wells was performed based on similarities found among the water quality of the wells using statistical programs. Results revealed the poor quality of water from some of the study wells due to the discharge of urban and industrial wastewaters, chemical manure, etc. Besides, investigation of changes in water quality indicated the declining irrigation water quality and the increasing availability of water for landscape irrigation.

Keywords: Groundwater, Water Quality, Clustering, Isfahan

۱- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان (نویسنده مسئول)
تلفن: ۳۹۱۳۴۳۳ (۰۳۱۱) Koupai@cc.iut.ac.ir
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی (بیابانزدایی)، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

1. Assoc. Prof. of Irrigation, College of Agriculture, Isfahan University of Technology (Corresponding Author)
(+98 311) 3913433 Koupai@cc.iut.ac.ir
2. Grad. Student of Desertification Control, College of Natural Resources, Isfahan University of Tech.

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

افزایش جمعیت و بالارفتن استانداردهای زندگی در بسیاری از کشورها موجب تقاضای روز افزون آب زیرزمینی برای مصارف مختلف کشاورزی، صنعتی و شهری شده است. آب زیرزمینی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تأمین کننده آب، با چالشهای متفاوتی از جمله آلاینده‌های طبیعی و غیر طبیعی روبروست. آب زیرزمینی به‌دلیل استعداد آلودگی کمتر و همچنین ظرفیت ذخیره زیاد نسبت به آبهای سطحی، به‌عنوان یک منبع مهم آب مورد توجه است [۱].

به‌طور کلی کیفیت آب زیرزمینی به دو عامل بستگی دارد: منشأ آب زیرزمینی (رودخانه یا بارندگی) و واکنش‌های شیمیایی بین آب و محیطی که آب در آن جریان دارد. معمولاً برای تعیین مناسب بودن کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف مختلف، آزمایش‌های تجزیه شیمیایی روی نمونه‌ها انجام شده و با مقایسه نتایج با مقادیر استاندارد، کیفیت آب برای مصارف مختلف مشخص می‌گردد. در مواردی ممکن است بعضی از عناصر موجود در آب آبیاری در غلظتی یافت شود که جذب آنها توسط گیاه باعث تجمع عناصر فوق در بافتهای گیاهی شده و در گیاه ایجاد مسمویت نماید. معمولاً مسمویت ناشی از کیفیت نامطلوب آب، محدود به عناصری چون کلر و سدیم است [۲]. یون‌های کلر و سدیم در طیف گسترده‌ای از غلظت، در آب آبیاری یافت می‌شود. درختان و گیاهان دائمی در مقابل این عناصر، حساسیت بیشتری از خود نشان می‌دهند. این یون‌ها به‌وسیله ریشه جذب و به اندامهای هوایی منتقل می‌گردند و نهایتاً در برگ گیاه تجمع می‌کنند و سبب سوختگی و خشکیدگی نوک برگ می‌شوند و سپس به طرف حاشیه برگ پیشرفت می‌نمایند [۲].

کلباسی و موسوی در سال ۱۳۷۹ مطالعه‌ای بر روی آلودگی آبهای زیرزمینی حاشیه زاینده‌رود انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که آب بسیاری از چاهها در وضعیت نامطلوب قرار دارد. منابع اصلی آلودگی در آبهای زیرزمینی حاشیه زاینده‌رود، تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و شهری به این رود و مصرف زیاد آب، کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات در مناطق کشاورزی اطراف رودخانه تشخیص داده شده است [۳]. ریاحی و همکاران در سال ۱۳۸۱ در بررسی کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی اطراف سازمان انرژی اتمی اصفهان، در طی دوره سه و نیم سال به این نتیجه رسیدند که عوامل سختی کل، یون کلراید و TDS دارای تغییرات فصلی بوده و این محدودیتها در تابستان به حداکثر و در زمستان به حداقل خود می‌رسد [۴].

رزاقی خمسی و همکاران در سال ۱۳۸۱ در بررسی اثرات انتقال آبهای سطحی شرق به غرب تهران بر کیفیت آبهای‌زیرزمینی، با بررسی ۹ فلز موجود در آب زیرزمینی در بازه زمانی ۲۰ ساله (۱۳۶۱ تا ۱۳۸۱)، به این نتیجه رسیدند که تغییرات کیفی در انتهای دوره مطالعه نسبت به ابتدای آن افزایش یافته و این افزایش بین ۳ برابر برای فلز کادمیم تا ۱۹ برابر برای فلز آهن است [۵].

چیت سازان و همکاران در سال ۱۳۸۴ کیفیت آبهای زیرزمینی دشتهای زویری چری و خران خوزستان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنالیزها نشان داد که میزان نیترات در بخش غرب و جنوب غربی آبخوان بیش از میزان استاندارد و همچنین بیش از مقدار نیترات موجود در سایر بخش‌های آبخوان بود که این امر به‌خاطر افزایش استفاده از مواد شیمیایی و کشاورزی در منطقه مورد مطالعه بود [۶]. چان و همکاران[1] در سال ۱۹۹۹ در تحقیقی درباره کیفیت آب زیرزمینی در کالیفرنیا، به این نتیجه رسیدند که کاهش کیفیت آب آبیاری بیشتر در اثر فعالیتهای انسانی ایجاد شده است [۷]. لطیف و همکاران در سال ۱۳۸۴ با نمونه‌برداری از چهل چاه در حوالی دشت مشهد در مدت شش‌ماه، از تیر تا آذر ۱۳۸۰، مقدار مواد شیمیایی از جمله TDS، pH، EC، نیترات، کربنات و بیکربنات را تعیین کردند و این پارامترها را با استانداردهای جهانی مقایسه نمودند. در این مطالعه EC از ۰/۴ تا ۳/۲ دسی زیمنس برمتر، TDS از ۲۳۰ تا ۱۹۹۵ میلی‌گرم در لیتر و سختی از ۱۵۲ تا ۱۰۳۷ تعیین شد. در تحقیق مذکور نشت فاضلاب شهری به آبهای زیرزمینی به‌عنوان منشأ آلودگی معرفی شده است [۸].

ناصری و سرور در سال ۱۳۸۴ به‌منظور بررسی تأثیر گسل خزر بر آبخوان‌های مسیر ساری تا گرگان، تعداد ۴۵ حلقه چاه عمیق انتخاب و میزان EC، TDS و آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی را اندازه‌گیری کردند و چگونگی تغییرات آنها در مقاطع عمود بر گسل خزر را مورد بررسی قرار دادند [۹]. شمعانیان در سال ۱۳۸۴ با استفاده از GIS، کیفیت آبهای زیرزمینی و احتمال آسیب‌پذیری آن از منابع آلودگی در حوضه آبریز گرگان‌رود-قره سو را ارزیابی کرده و مهم‌ترین آلاینده منبع آلودگی را در این منطقه به‌ترتیب سولفات و کلراید و فعالیتهای کشاورزی معرفی نمود[۱۰].

هدف از این تحقیق مطالعه تشابه و خوشه‌بندی آبهای زیرزمینی مورد مصرف فضای سبز شهر اصفهان و بررسی روند تغییرات کیفیت آن در مدت یک دهه (۱۳۷۴ تا ۸۳) به‌منظور اعمال مدیریت لازم برای استفاده بهینه از آب با کیفیت مناسب بود.

۲- مواد و روشها

۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه

شهر اصفهان در مرکز ایران و در عرض جغرافیایی ′۴۱ °۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ′۴۱ °۵۱ شرقی قرار گرفته است. ارتفاع متوسط

[1] Chon et al.

Archive of SID

www.SID.ir

این شهر از سطح آزاد دریا ۱۵۷۵ متر است. میانگین دمای سالانه آن حدود ۱۶ درجه سلسیوس و میانگین بارش سالانه آن ۱۲۰ میلی‌متر گزارش شده است. منطقه انتخاب شده برای جمع‌آوری نمونه‌ها در مرکز شهر و در طول خیابان چهارباغ و حاشیه رودخانه زاینده رود بود (شکل ۱) [۱۱].

شکل ۱- محلهای مشخص شده نمونه‌گیری چاههای آب (خیابان چهارباغ و حاشیه زاینده رود) [۱۱]

۲-۲- نمونه‌برداری آب و اندازه‌گیری پارامترهای شیمیایی آب

تعداد ده چاه آبیاری در امتداد خیابان چهارباغ و حاشیه زاینده رود انتخاب شد. این چاهها در محدوده مناطق ۱، ۳، ۵ و ۶ شهری اصفهان قرار گرفته‌اند به‌طوری‌که چاههای شماره ۱ و ۳ در منطقه ۳ شهری، چاههای شماره ۲ و ۴ در منطقه ۱ شهری، چاههای شماره ۵، ۶ و ۷ در منطقه ۵ شهری و چاههای شماره ۸، ۹ و ۱۰ در منطقه ۶ شهری قرار گرفته‌اند. پس از انتخاب ایستگاههای نمونه‌برداری، زمان نمونه‌برداری به‌صورت فصلی تعیین شد. به این ترتیب که در فصلهای پائیز و زمستان سال ۱۳۸۲ و بهار و تابستان ۱۳۸۳ نمونه‌برداری به‌صورت ماهانه انجام گرفت و نتایج آنالیز به‌صورت میانگین فصلی تحلیل شد. آنالیزهای مختلفی نظیر pH، EC، Na^+، Cl^-، HCO_3^- و Fe^{+2} طبق روشهای استاندارد انجام شد.

۲-۳- بررسی تشابه کیفیت چاهها و طبقه‌بندی آنها

به‌منظور بررسی تشابه موجود بین چاههای مورد مطالعه و طبقه‌بندی آنها با نرم‌افزار SPSS، داده‌های شش پارامتر اندازه‌گیری شده در فصلهای مختلف توسط شاخص فاصله اقلیدسی نسبی (به‌عنوان معیار فاصله‌ای) و به‌روش واریانس حداقل، طبقه‌بندی خوشه‌ای گردید و نتایج حاصل به‌صورت دندروگرام ترسیم شد.

۲-۴- بررسی تغییرات کیفیت آبهای زیرزمینی

نتایج حاصل از سنجش پارامترهای آب با جدول ارائه شده توسط فائو مقایسه و کیفیت آب مشخص شد (جدول ۱). با مقایسه این نتایج و نتایج تحقیق مشابهی که در سال ۱۳۷۴ صورت گرفت، روند تغییرات در طول یک دهه ارزیابی شد [۱۲]. همچنین برای رسم خطوط هم مقدار پارامترهای مورد آزمایش، طول و عرض جغرافیایی چاهها و همچنین کمیّت پارامترهای مورد آزمایش با استفاده از نرم افزار Surfer مورد تحلیل قرار گرفت و نقشه‌های هم‌مقدار پارامترهای مورد آزمایش رسم شد. در این تحقیق برای رسم خطوط هم‌مقدار از روش شبکه‌بندی زمین- آمار استفاده شد.

جدول ۱- راهنمای مقادیر مشخص یون‌ها در آب آبیاری [۱۳]

پارامتر	درجه ایجاد مشکل		
	بدون مشکل	دارای مشکل متوسط	دارای مشکل شدید
EC (dS/m)	کمتر از ۰/۷۰	۰/۷۰-۳	بیشتر از ۳
Cl^- آبیاری سطحی (meq/lit)	کمتر از ۴	۴ - ۱۰	بیشتر از ۱۰
Cl^- آبیاری بارانی (meq/lit)	کمتر از ۳	بیشتر از ۳	-
Na^+ آبیاری سطحی (meq/lit)	کمتر از ۳	۳-۹	بیشتر از ۹
Na^+ آبیاری‌بارانی (meq/lit)	کمتر از ۳	بیشتر از ۳	-
HCO_3^- (meq/lit)	کمتر از ۱/۵	۱/۵- ۸/۵	بیشتر از ۸/۵

۳- نتایج و بحث

طبقه‌بندی چاهها، براساس تشابه ۸۰ درصدی کیفیت پارامترهای شیمیایی آب، در فصلهای مختلف انجام گرفت. با توجه به نتایج به‌دست آمده در فصل پائیز، ده چاه آب آبیاری مورد مطالعه در هفت گروه طبقه‌بندی شد. چاههای شماره ۲، ۴ و ۱۰ در یک گروه و چاههای شماره ۱ و ۳ در یک گروه و بقیه چاهها نیز هر یک در گروه متمایزی قرار گرفتند. در فصل زمستان چاههای مورد مطالعه به شش گروه طبقه‌بندی شد. بر این اساس چاههای شماره ۲، ۳، ۶ و ۷ در یک گروه، چاههای شماره ۵ و ۱۰ در یک گروه و ۴ چاه دیگر یعنی چاههای شماره ۱، ۴، ۸ و ۹ هر یک در یک گروه قرارگرفتند. در فصل بهار چاههای مذکور به پنج گروه تفکیک شد: گروه اول چاههای شماره ۱، ۲، ۳، ۵ و ۱۰، گروه دوم چاههای شماره ۴ و ۸ و گروههای سوم، چهارم و پنجم به‌ترتیب شامل چاههای شماره ۶، ۷ و ۹ بودند. در فصل تابستان ده چاه آبیاری مورد مطالعه در چهار گروه طبقه‌بندی شد. چاههای شماره ۱، ۳، ۷ و ۱۰ در یک گروه، چاه شماره ۲ در گروه دوم، چاههای شماره ۴، ۵، ۶ و ۸ در گروه سوم و چاه شماره ۹ در گروه چهارم قرار گرفت. به‌طور کلی با گرم‌تر شدن فصل، تعداد گروهها کاهش یافت. این امر احتمالاً به‌خاطر کاهش

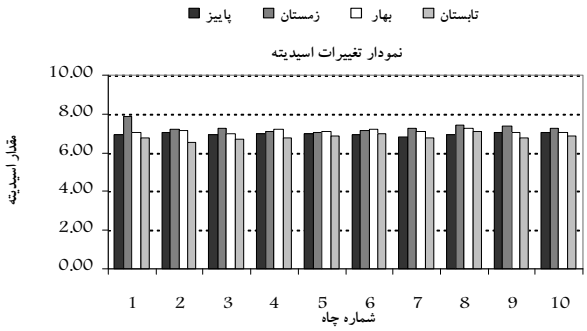
Archive of SID

www.SID.ir

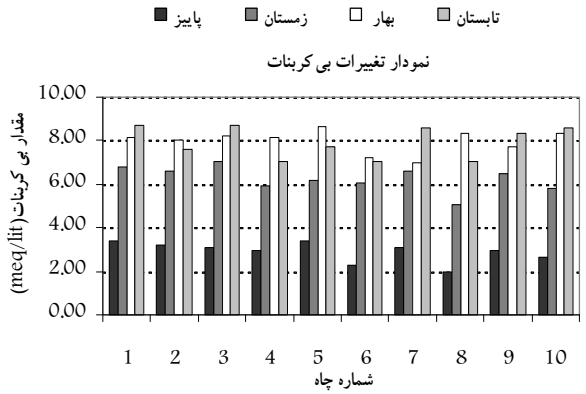
کیفیت آب آبیاری چاهها بوده که سبب تشابه بیشتر چاهها به یکدیگر شد. همچنین همان‌طور که ملاحظه می‌شود چاه شماره ۹ در همه فصلها به‌صورت جداگانه و در یک گروه متمایز طبقه‌بندی شد که نشان دهنده این است که کیفیت آب این چاه در هیچ فصلی هیچ تشابهی با آب چاههای دیگر ندارد و بسیار متمایز است (شکل ۲).

با توجه به شکلهای ۲ تا ۷، مقدار هر یک از پارامترها از فصلی به فصل دیگر متغیر بوده و در مجموع از فصل پائیز تا فصل بهار سال بعد یک روند افزایشی را دنبال می‌کند. همچنین مقایسه نتایج حاصل با نتایج تحقیق پیشین در سال ۱۳۷۴، تغییر در برخی پارامترها را نشان می‌دهد [۱۲].

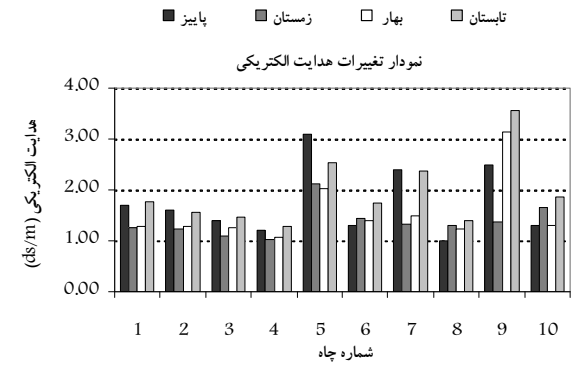
پارامترهای بیکربنات، هدایت الکتریکی و یون کلر دارای تغییرات قابل ملاحظه‌ای بود. در بقیه پارامترها تغییرات محسوسی



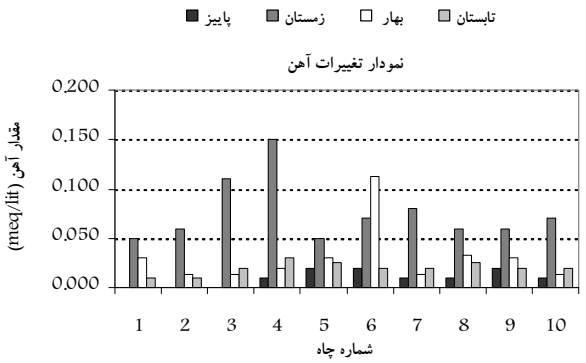
شکل ۲- نمودار تغییرات اسیدیته اندازه‌گیری شده در فصلهای مختلف سال



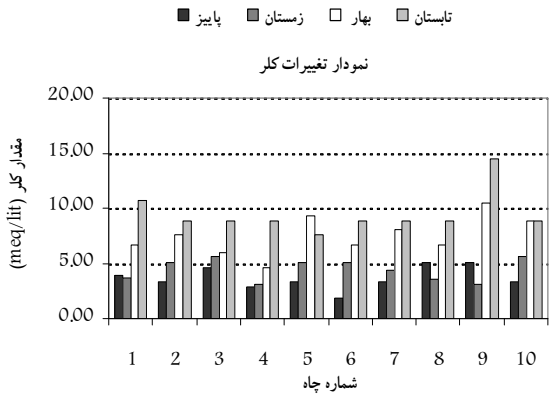
شکل ۳- نمودار تغییرات بیکربنات اندازه‌گیری شده در فصلهای مختلف سال



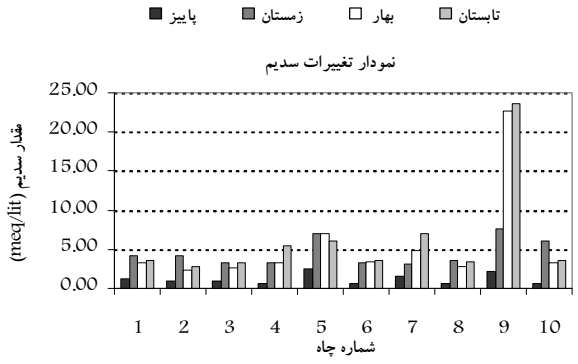
شکل ۴- نمودار تغییرات هدایت الکتریکی اندازه گیری شده در فصلهای مختلف سال



شکل ۵- نمودار تغییرات آهن اندازه‌گیری شده در فصلهای مختلف سال

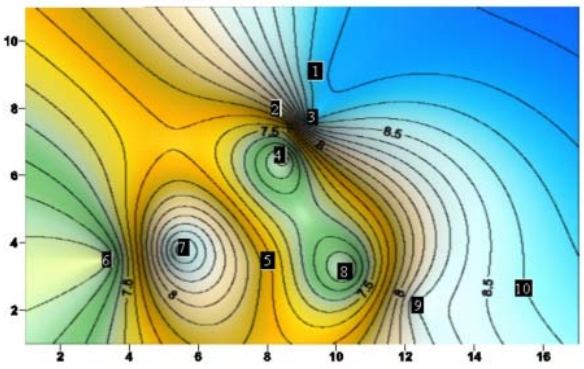


شکل ۶- نمودار تغییرات کلر اندازه‌گیری شده در فصلهای مختلف سال

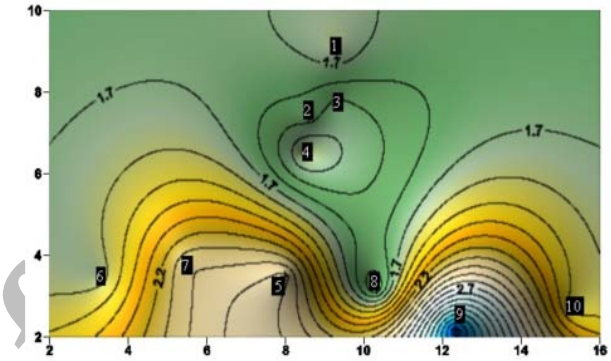


شکل ۷- نمودار تغییرات سدیم اندازه‌گیری شده در فصلهای مختلف سال

www.SID.ir



شکل ۸- خطوط هم مقدار هدایت الکتریکی در آب چاههای آبیاری (تابستان ۱۳۸۴)



شکل ۹- خطوط هم مقدار بیکربنات در آب چاههای آبیاری (تابستان ۱۳۸۴)

مشاهده نشد. در این قسمت تنها به بحث در مورد روند و میزان تغییرات پارامترهای ذکر شده در بالا پرداخته شد. متوسط غلظت یون بیکربنات آب چاههای مورد مطالعه بین ۵/۶ تا ۷ میلی اکی والان در لیتر بود. مقایسه این نتایج با کیفیت آب چاههای مذکور در سال ۱۳۷۴، نشان دهنده این است که یون بیکربنات در آبهای مناطق مختلف اصفهان نسبت به گذشته افزایش یافته است. لازم به توضیح است که میزان یون بیکربنات آب چاهها در سال ۱۳۷۴ بین ۴ تا ۶ میلی اکی والان بر لیتر بوده است[۱۲]. با توجه به جدول راهنمای کیفیت آب آبیاری مشخص می‌شود که غلظت بیکربنات اندازه‌گیری شده در چاههای آب در زمان‌های مختلف، محدودیت متوسطی دارد (جدول ۱).

در مطالعات گذشته، غلظت یون کلراید بین ۳ تا ۶ اکی والان بر لیتر گزارش شده است [۱۲]. نتایج حاصل از این تحقیق در مورد یون کلر نشان داد که میزان کلر در چاههای مناطق مختلف بین ۴/۸ تا ۸/۲ میلی اکی والان در لیتر بوده است. بنابراین غلظت این یون نیز در چاههای مختلف نسبت به گذشته افزایش پیدا کرده است. با توجه به جدول راهنمای کیفیت آب آبیاری، میزان یون کلر اندازه‌گیری شده در چاههای آب دارای محدودیت متوسط است (جدول ۱).

متوسط هدایت الکتریکی در سال ۱۳۷۴ در منطقه مورد مطالعه بین ۰/۶ تا ۱/۶ دسی زیمنس بوده است که اکنون مقدار این پارامتر بین ۱/۱ تا ۲/۶ بر متر در چاههای مختلف متفاوت است و از لحاظ محدودیت در طبقه متوسط قرار گرفته است. همان‌طور که در بالا نیز ذکر شد، بقیه پارامترها تغییرات خاصی نداشتند.

با استفاده از نرم‌افزار Surfer خطوط هم مقدار پارامترهای مورد آزمایش در فصلهای مختلف ترسیم شد که در اینجا تنها به ارائه نقشه‌های هم مقدار بی‌کربنات و هدایت الکتریکی در فصل تابستان پرداخته شد (شکلهای ۸ و ۹).

۴- نتیجه گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، طبقه‌بندی چاهها در مدیریت بهینه آنها کمک قابل توجهی می‌کند. کاهش کیفیت آب می‌تواند بر شادابی درختان موجود در فضای سبز و زرد شدن برگها تأثیر گذار باشد. بنابراین لازم است کیفیت آب در هر فصلی مورد ملاحظه قرار گیرد تا کیفیت نامناسب آب آبیاری سبب صدمه به فضای سبز شهری نشود. کیفیت آب آبیاری با گرم‌تر شدن فصل تنزل می‌یابد. همچنین بررسی روند کیفیت آب در دهه اخیر نشان داد که کیفیت آب روند نزولی داشته که علت آن تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و شهری و کودهای شیمیایی در زمین‌های کشاورزی حومه شهر به رودخانه زاینده رود است.

۵- قدردانی

از سازمان پارکها و فضای سبز شهرداری اصفهان برای حمایت مالی از این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

۶- مراجع

1- Faithful, J., and Finlayson, W. (2005). “Water quality assessment for sustainable agriculture in the Wet Tropics-A community-assisted approach.” *Marine Pollution Bulletin*, 51(1-4), 99-112.

2- Gurunadha Rao, V.V.S., and Gupta, S.K. (2000). “Mass transport modeling to assess contamination of a water supply well in Sabarmati river bed aquifer, Ahmedabad City.” *J. of Environmental Geology*, 39(8), 893-900.

3- Kalbasi, M., and Mousavi, S. F. (2000). “Change of water quality of main drains discharged to Zayandehrud and their effect on the river in a one-year period.” *J. of Agriculture and Natural Resources*, 4(3), 13-27.

Archive of SID
www.SID.ir

4- Riahi, F., Peiami, F., Radgoudarzi, F., Zare, M., and Saberi, Sh. (2002). "Study the chemical and bacteriologic quality of groundwater resources around the atomic energy in south east of Isfahan." *J. Water and Wastewater*, 45, 46-50.

5- Razzaghi Khamsy, B., Karamouz, M., and Jafarzadeh, N. (2002). "Study the effect of transferring surface water from the east to the west of Tehran on groundwater quality." *J. Water and Wastewater*, 46, 29-40.

6- Chitsazan, M., and Ghanbari, I. (2004). "Contamination potential of the groundwater in the plains of Zouviricheri and Kharan using DRASTIC model and GIS." *J. Water and Wastewater*, 59, 39-51.

7- Ahn, H.I., and Chon, H.T. (1999). "Assessment of groundwater contamination using geographic information systems." *Environ Geochem Health*, 21, 273-289.

8- Latif, M., Mousavi, S.F., Afyuni, M., and Velayati, S. (2004). "Study the nitrate contamination of groundwater and detectionof its source in Mashhad plain." *J. of Agriculture Sciences and Natural Resources*, 12, 21-33.

9- Naseri, H. R., and Sorouri, A. (2004). "The role of Caspian fault on physical and chemical characteristics of groundwater." *Proceeding of the 9th Conference of Geological Society of Iran*, Tehran.

10- Shamanyan, Gh., Qayyemi, M., Yakhkeshy, A., and Ahmadi, M. H. (2004). "Hydrochemical of groundwater resources in the Gorganrud-Gharaso basin in Golestan province." *Proceeding of the 9th Conference of Geological Society of Iran*, Tehran.

11- Abedi Koupai, J. (2006). *Optimization and application of unconventional waters in parks and landscapes of Isfahan*, Final Report of Research Project, Isfahan University of Technology.

12- Kalbasi, M. (1995). *Study the quality of groundwater used in landscape of Isfahan*, Public Relations organization of parks and landscape of Isfahan Inc., Isfahan.

13- FAO. (1985). *Water quality for agriculture*, Irrigation and Drainage Paper, No. 29. Rome, Italy.

Archive of SID

www.SID.ir