Investigation of Nitrate and Nitrite concentration and other physicochemical parameters of drinking water sources in Saveh city during the year of 2018

ABSTRACT

Background and Aim: Qualitative parameters of drinking water such as concentration of nitrate, nitrite, sulfate, total soluble solids, sodium, magnesium, fluoride, total hardness and electrical conductivity can play an important role in groundwater resources and are mainly related to agriculture, waste disposal areas and sewage. The aim of this study was to determine these parameters in drinking groundwater resources of Saveh city using Geographic Information System during the year of 2018 and investigation of contaminant's in the region's aquifer.

Materials and Methods: This research is a descriptive-analytic study. 120 samples of water from 12 drinking water wells were prepared in spring and two times in the morning and afternoon in different parts of the city of Saveh. The quality parameters of drinking water, including concentration of nitrate, nitrite, sulfate, total soluble solids, sodium, magnesium, fluoride, total hardness and electrical conductivity were entered into the GIS software and stored in a database and then processed by the information system software, color mapping was prepared and geographical maps (GIS) were mapped to qualitative status. Also, reverse interpolation was used to estimate the conditions of the whole region.

Results: The average concentration of chlorine, sulfate, electrical conductivity, total soluble solids, total hardness and sodium exceeds the permissible limits, and the non-qualitative water conditions are quite evident. Also, the amount of two magnesium and sulfate ions was above the standard 1053. It should be kept in mind that the high levels of these two ions can interfere with the digestive system. Fluoride and nitrate levels were also acceptable range in all areas.

Conclusion: The highest deviation level from 1053 standard was for total soluble solids, sodium, magnesium, and sulfate. It is better to consider a comprehensive program to solve the problem, including use of nanotechnology, filtering or ion exchange.

Document Type: Research article
Keywords: Quality, Well, Zoning, Standard

▶ **Citation:** Rasolevandi T, Moradi H, Azarpira H, Mahvi AH , Aali R, Sarlak Z, Ghorbanpour MA , Sadeghipour M, Atamaleki A. Investigation of nitrate and nitrite concentration and other physicochemical parameters of drinking water sources in Saveh city during the year of 2018. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Summer 2018;4 (2) :140-145 .

Tayebeh Rasolevandi
Msc student of Environmental Health Engineering, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Hanieh Moradi
Student of B.Sc of Environmental Health Engineering, Faculty of Nursing and Midwifery of Saveh, Saveh University of Medical Sciences, Saveh, Iran.

Hossein Azarpira
*Assistant Professor,Environmental Health Engineering Department, Faculty of Nursing and Midwifery of Saveh, Saveh University of Medical Sciences, Saveh, Iran. (Corresponding Author), Email: hazarpira912@gmail.com.

Amir Hossein Mahvi
Associate Professor,Environmental Health Engineering Department,School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Rahim Aali
Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Health Technology Incubator Center, School of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran.

Zahra Sarlak
Student of B.Sc of Environmental Health Engineering, Faculty of Nursing and Midwifery of Saveh, Saveh University of Medical Sciences, Saveh, Iran.

Mohammad Amin Ghorbanpour
Ms.c of Environmental Health Engineering and Health Center Employee of Saveh University of Medical Sciences.

Maryam SadeghiPour
BS.c of Microbiology and Employee of Water and Wastewater Laboratory in Saveh Municipal Water and Wastewater Company,Saveh, Iran.

Ali Atamaleki
Phd Student, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Received: 2018/07/15
Accepted: 2018/08/16

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی غلظت نیترات، نیتریت و سایر پارامترهای فیزیکوشیمیایی منابع آب شرب شهر ساوه در سال ۱۳۹۷

چکیده

زمینه و هدف: پارامترهای کیفی آب شرب مانند غلظت نیترات، نیتریت، سولفات، کل جامدات محلول، سدیم، منیزیم، فلوراید، سختی کل و هدایت الکتریکی می‌توانند نقش مهمی در منابع آب زیرزمینی ایفا کنند و عمدتاً با کشاورزی، مناطق دفع زباله و فاضلاب مرتبط هستند. مطالعه حاضر با هدف تعیین این پارامترها در استفاده از منابع آب زیرزمینی شهر ساوه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و بررسی آلاینده‌های موجود در آبخوان منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی - تحلیلی، تعداد ۱۲۰ نمونه آب از ۱۲ حلقه چاه آب شرب در فصل بهار سال۹۷ در دو نوبت صبح و بعدازظهر در نقاط مختلف شهر ساوه تهیه شد. پارامترهای کیفی آب شرب از جمله غلظت نیترات، نیتریت، سولفات، کل جامدات محلول، سدیم، منیزیم، فلوراید، سختی کل و هدایت الکتریکی وارد نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی شد و به‌صورت بانک اطلاعاتی ذخیره گردید و پس از پردازش، توسط نرم‌افزار سیستم اطلاعات با پهنه‌بندی رنگی تهیه و نقشه‌های هم جغرافیایی (GIS) وضعیت کیفی ترسیم گردید. همچنین از روش درون‌یابی معکوس برای تخمین شرایط کل منطقه استفاده گردید.

یافته‌ها: غلظت متوسط کلرور، سولفات، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، سختی کل و سدیم از حدود مجاز فراتر رفته و شرایط غیر کیفی آب کاملاً مشهود است. همچنین میزان دو یون سینرژیست منیزیم و سولفات که در استاندارد ۱۰۵۳ میزان آنها نباید به صورت متقابل به ترتیب بیش از ۲۵۰ و ۳۰ mg/L باشد، متأسفانه از این استاندارد تبعیت نکرده است. میزان دو یون منیزیم و سولفات بیش از حد استاندارد ۱۰۵۳ بود. باید در نظر داشت میزان بالای هم زمان این دو یون می‌تواند باعث اختلال در جهاز هاضمه گردد. همچنین میزان فلوراید و نیترات در همه نقاط در حدود مجاز بود.

نتیجه‌گیری: بیشترین میزان انحراف از حد مطلوب استاندارد ملی ۱۰۵۳ مربوط به کل جامدات محلول، سدیم، سولفات- منیزیم می‌باشد که بهتر است برنامه جامعی برای رفع مشکل از جمله استفاده از فناوری نانوفیلتر و یا تبادل یونی اندیشید.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

کلید واژه‌ها: استاندارد، پهنه‌سازی، چاه، کیفیت

◀ **استناد:** رسوله وندی ط، مرادی ح، آذرپیرا ح، محوی الف، عالی ر، سرلک ز، قربانپور م، صادقی‌پور م، عطا ملکی ع. بررسی غلظت نیترات، نیتریت و سایر پارامترهای فیزیکوشیمیایی منابع آب شرب شهر ساوه در سال ۱۳۹۷. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. تابستان ۱۳۹۷؛۴ (۲): ۱۴۰-۱۴۵.

طیبه رسوله وندی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

حانیه مرادی
دانشجوی کارشناسی بهداشت محیط، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی ساوه ، ساوه، ایران.

حسین آذرپیرا
* استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده پرستاری‌و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی ساوه، ساوه، ایران. (نویسنده مسئول)، ایمیل: hazarpira912@gmail.com.

امیرحسین محوی
دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

رحیم عالی
استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران.

زهرا سرلک
دانشجوی کارشناسی بهداشت محیط، دانشکده پرستاری‌و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی ساوه، ساوه، ایران.

محمد امین قربان‌پور
کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز بهداشت ساوه، ساوه، ایران.

مریم صادقی‌پور
کارشناس میکروبیولوژی آزمایشگاه آب و فاضلاب شرکت آب و فاضلاب شهری ساوه، ساوه، ایران.

علی عطا ملکی
دانشجوی دکترای مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۲۵

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کشور ایران بیش از سه دهه در حال تجربه مشکلات جدی کمیت و کیفیت آب است. خشکسالی‌های مکرر توأم با برداشت بیش از حد آب‌های سطحی و زیرزمینی از طریق شبکه بزرگی از زیرساخت‌های هیدرولیکی و چاه‌های عمیق، وضعیت آب کشور را به سطح بحرانی رسانده است. از نشانه‌های این وضعیت، خشک شدن دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و تالاب‌ها، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی، فرونشست زمین، تخریب کیفیت آب، فرسایش خاک، بیابان‌زایی و طوفان‌های گردوغبار بیشتر است (۱). منابع آب تجدیدپذیر کل ایران به m^3 ۱۳۰ میلیارد بالغ می‌گردد. مطالعات و بررسی‌ها نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۶ از کل منابع آب تجدید شونده کشور، حدود m^3 ۵/۸۹ میلیارد جهت مصارف بخش‌های کشاورزی، صنعت و معدن و خانگی برداشت می‌شده است که حدود m^3 ۸۳ میلیارد (۹۳ درصد) آن به بخش کشاورزی، m^3 ۵/۵ میلیارد (۶ درصد) به بخش خانگی و مابقی به بخش صنعت و نیازهای متفرقه دیگر اختصاص داشته است. در حالی که تنها ۱۲ درصد از مساحت ایران زیر کشت قرار داشته است، حدود ۹۳ درصد از مصرف آب ایران در بخش کشاورزی است. چهار مشکل اساسی در تأمین آب از چاه‌های زیرزمینی برای تأمین آب شرب شامل: کمبود آب، شور شدن تدریجی آب، بالا رفتن یون‌هایی که اثر هم‌افزایی دارند (منیزیم - سولفات) و افزایش نیترات و نیتریت و سدیم می‌باشد. میزان مصرف و نوع کودهای شیمیایی در کشاورزی در صورتی که بیش از حد لازم باشد، علاوه بر ضرر اقتصادی که به جامعه وارد می‌کند، مواد غذایی مصرفی مصرف کنندگان را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲). در صورت استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی در کشاورزی، نیترات‌های اضافه آن وارد آب می‌شود، آب توسط مردم مورد مصرف قرار می‌گیرد و در نهایت در بدن به ترکیبات سرطان‌زا تبدیل خواهد شد. ترکیبات نیترات از جمله عوامل آلاینده منابع آب‌های زیرزمینی محسوب می‌شود که در سال‌های اخیر به لحاظ گسترش کشاورزی و فعالیت‌های انسانی، میزان متوسط آن رو به افزایش است. این یون ممکن است هنگام عبور آب از زمین، وارد آب آشامیدنی شود و یا ممکن است در نتیجه آلودگی آب با مواد آلی و تجمع زباله شهری و صنعتی و یا تجمع کود حیوانی شیمیایی یا نشت تأسیسات فاضلاب شهری، وارد منابع آب زیرزمینی گردد، ولی در چند دهه اخیر افزایش کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار سبب افزودن نیترات در آب شده است. در خصوص ذرات معلق، مطالعات متعددی صورت گرفته است. Amouei و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که در برخی از مناطق سفره آب زیرزمینی شهرستان خواف، غلظت نیترات بیش از ۵ برابر حد مجاز می‌باشد (۳). Mohammadi و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی میزان فلوراید در آب‌های زیرزمینی ۵ روستای شهرستان آذربایجان غربی را مورد بررسی قرار دادند، این مطالعه نشان داد که فلوروز اسکلت یک مشکل سلامتی عمومی در این مناطق روستایی است (۴) ساوه به دلیل وابستگی اقتصادی مردم به کشاورزی و همچنین عدم اجرای شبکه بهداشتی جمع‌آوری فاضلاب، در معرض آلودگی بسیاری از جمله نیترات، شوری و یون‌های سینرژیست قرار دارد. بر اساس استانداردهای ایران، میزان کل جامدات محلول (شوری) ۱۵۰۰، نیترات و نیتریت به ترتیب ۵۰ و ۳ و میزان یون‌های سینرژیست منیزیم و سولفات ۳۰ و ۳۰۰ و همچنین سدیم ۲۰۰ mg/L تعیین شده است. مطالعه حاضر با هدف بررسی وضعیت کیفی آب چاه‌های شرب اصلی تأمین کننده شهر ساوه و مطابقت با استاندارد ملی ۱۰۵۳ انجام شد.

روش کار

در این مطالعه توصیفی - تحلیلی، ۱۲۰ نمونه آب از ۱۲ حلقه چاه در فصل بهار سال ۹۷ در دو نوبت صبح و بعدازظهر در نقاط مختلف شهر ساوه که برای تأمین آب آشامیدنی استفاده می‌شود، تهیه شد. جهت نمونه‌برداری، از بطری‌های پلی‌اتیلن به حجم ۱ L استفاده شد. نمونه‌های برداشت شده سریعاً جهت تعیین میزان نیترات و نیتریت به آزمایشگاه ارسال گردید. تعیین غلظت نیترات، نیتریت، سولفات، کل جامدات محلول، سدیم، منیزیم، فلوراید، سختی کل

Archive of SID
www.SID.ir

و هدایت الکتریکی نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر DR ۵۰۰۰ و دستگاه‌های مربوطه مانند pH متر و EC متر انجام گرفت. به منظور اندازه‌گیری غلظت یون نیترات از برنامه ۳۵۵ با طول موج ۵۰۰ nm و معرف Nitravar5 و برای اندازه‌گیری یون نیتریت از برنامه ۳۷۱ با طول موج ۵۰۷ nm و معرف Nitraver3 استفاده شد. آزمایش پارامترها وارد نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی شد و به‌صورت بانک اطلاعاتی ذخیره گردید و پس از پردازش، توسط نرم‌افزار سیستم اطلاعات با پهنه‌بندی رنگی تهیه و نقشه‌های هم جغرافیایی (GIS) با غلظت‌های اندازه‌گیری شده ترسیم گردید. در این پژوهش از روش درون‌یابی معکوس استفاده شد. روش درون‌یابی معکوس بر این فرض استوار است که تأثیر پدیده مورد نظر با افزایش مسافت کاهش می‌یابد؛ به بیانی دیگر پدیده پیوسته در نقاط اندازه‌گیری نشده، بیشترین شباهت را به نزدیک‌ترین نقاط برداشت شده دارد، لذا برای تخمین نقاط مجهول، نمونه‌های اطراف باید مشارکت بیشتری نسبت به آنهایی که در فاصله دورتر قرار دارند، داشته باشند (۵). در این مدل از فاصله به عنوان وزن متغیر معلوم در پیش‌بینی نقاط اندازه‌گیری نشده استفاده می‌شود، زیرا نقش متغیر پیوسته در تأثیرگذاری با فاصله از مکان نقطه مجهول کاهش می‌یابد (۶)، بنابراین هرچه فاصله داده معلوم از نقطه مجهول افزایش یابد، لازم است وزن‌ها بر اساس فاصله کاهش یابد، بنابراین فاصله‌ها معکوس می‌شود؛ به بیان دیگر از معکوس فاصله به عنوان وزن نقاط اندازه‌گیری شده در پیش‌بینی نقاط مجهول استفاده می‌شود. از طرف دیگر تأثیر شدت وابستگی مکانی در داده‌ها را با استفاده از توان در معکوس فاصله می‌توان اعمال نمود. درون‌یابی در این شیوه به این ترتیب برآورد می‌شود که محدوده مورد نظر تبدیل به ماتریسی با سلول‌های هم اندازه می‌شود. مختصات مکانی این ماتریس روشن است و دارای واحد اندازه‌گیری می‌باشد. برای مثال دارای سلول‌های ۵۰×۵۰ m است (۷). در این شبکه مقدار متغیر در برخی سلول‌ها معلوم است یا به عبارتی اندازه‌گیری شده است و در سایر سلول‌ها این میزان نامعلوم است. سلول‌هایی که ارزش آن نامعلوم است، با استفاده از سلول‌های اطراف در یک شعاع مشخص برآورد می‌شود.

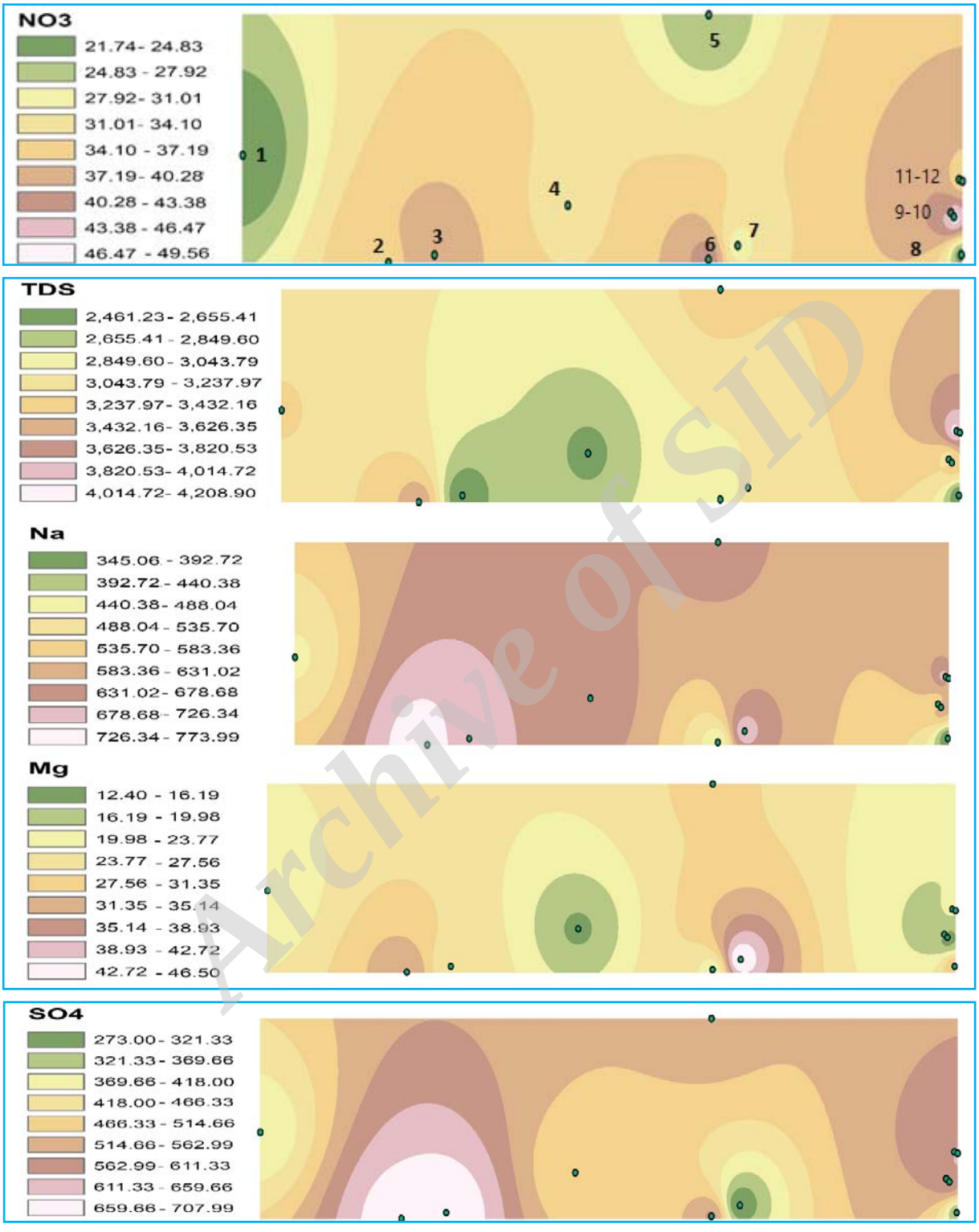
یافته‌ها

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، غلظت متوسط کلرور، سولفات، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، سختی کل و سدیم از حدود مجاز فراتر رفته و شرایط غیر کیفی آب کاملاً

جدول ۱. مقادیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در ۱۲ حلقه چاه آب شرب شهرستان ساوه در فصل بهار ۱۳۹۷

پارامتر / زمان نمونه‌برداری	نیمه دوم فروردین	نیمه اول اردیبهشت	نیمه دوم اردیبهشت	نیمه اول خرداد	نیمه دوم خرداد	فصل بهار	حداکثر مجاز
	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	
نیترات (mg/l)	۳۶/۷۸	۳۸/۳۲	۳۳/۶۵	۳۴/۱۵	۳۵/۵۹	۳۶/۰۱	۵۰
نیتریت (mg/l)	۲/۱۲	۲/۲۶	۲/۳۲	۲/۴۱	۲/۳۶	۲/۲۶	۳
فلوراید (mg/l)	۰/۷۵	۰/۹۵	۱/۲۵	۱/۰۸	۱/۱۱	۱/۰۳	۱/۵
سختی کل (mg/l)	۵۷۰	۵۵۳	۵۲۴	۵۱۲	۵۲۲	۵۳۶	۵۰۰
کل جامدات محلول (mg/l)	۳۱۶۰	۳۱۵۴	۳۱۹۲	۳۱۸۱	۳۱۶۵	۳۱۷۱	۱۵۰۰
هدایت الکتریکی (µS/cm)	۴۸۸۰	۴۸۶۱	۴۸۹۳	۴۸۷۶	۴۸۸۵	۴۸۷۹	۲۰۰۰
منیزیم (mg/l)	۳۸	۴۲	۴۰	۲۸	۳۳	۳۳	-
pH	۷/۸۲	۷/۴۵	۷/۲۸	۶/۹۴	۷/۷۷	۷/۴۵	۹-۶/۵
سولفات (mg/l)	۵۶۰	۵۳۵	۵۲۳	۵۴۷	۵۶۶	۵۴۶	۴۰۰
کلرور (mg/l)	۶۰۶	۶۲۵	۶۰۰	۶۲۹	۶۱۵	۶۱۵	۶۰۰
پتاسیم (mg/l)	۳/۷	۴/۳	۵/۳	۶	۵	۴/۸۶	-
سدیم (mg/l)	۶۲۲	۶۲۸	۶۳۹	۶۱۶	۶۴۰	۶۲۹	۲۰۰

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱. پهنه‌بندی رنگی نقشه‌های هم جغرافیایی و نمایش تخمین شرایط کیفی آب کل منطقه با روش درون‌یابی معکوس

Archive of SID
www.SID.ir

مشهود است. همچنین میزان دو یون سینرژیست منیزیم و سولفات که در استاندارد ۱۰۵۳ میزان آنها نباید به‌صورت متقابل به ترتیب بیش از ۲۵۰ و ۳۰ باشد، اما متأسفانه از این استاندارد تبعیت نکرده است. باید در نظر داشت میزان بالای هم‌زمان این دو یون می‌تواند باعث اختلال در جهاز هاضمه گردد. همچنین میزان بالای سدیم می‌تواند باعث مشکل برای بیماران دارای فشارخون و یا دیالیزی گردد. همچنین میزان فلوراید و نیترات در همه نقاط در حدود مجاز بوده است.

بحث

همانطور که در نمایش تخمین شرایط کیفی آب کل منطقه با روش درون‌یابی معکوس مشاهده شد، تقریباً ۱۰۰ درصد مناطق از نظر کل جامدات محلول دچار مشکل می‌باشند و تنها در چاه‌های ۳ و ۴ کمی نزدیک به حد استاندارد است. این مسأله باعث شوری و یا مزه تلخ در آب آشامیدنی مردم شده است. در چاه شماره ۲ و ۳ شدت اثر یون‌های سینرژیست منیزیم و سولفات بسیار بالاست. همچنین در چاه‌های ۲ و ۳ و ۴ میزان سدیم بسیار بالاست. همچنین پارامتر کلرور طبق جدول و پهنه‌بندی انجام شده بسیار بالا و نگران کننده است. از چاه‌های ۱ تا ۱۲، فقط چاه‌های ۳ و ۴ قابل شرب می‌باشند. برداشت بیش از حد آب، استفاده زیاد از کودها و همچنین کاهش بارش، باعث افزایش املاح نامطلوب در آب گردیده است. اندازه‌گیری‌ها و نقشه‌ها نشان می‌دهد این افزایش املاح باعث نامطلوب شدن آب شده که باید تدابیری از جمله استفاده از فیلترهای نانو که می‌تواند با مقدار بسیار کمتری نسبت به سیستم‌های اسمز معکوس شرایط آب را بهبود بخشد، مورد توجه قرار گیرد. در مطالعه Amouei و همکاران (۲۰۱۲) که در رابطه با کیفیت آب خواف انجام شد، پارامترهای سولفات، کلرید، سدیم، کل مواد محلول، هدایت الکتریکی و کدورت به ترتیب در ۲۰، ۱۰، ۳۶، ۳۰، ۲۳ /۲۰ و ۱۰ درصد بیش از حد استاندارد بود (۳).

نتیجه‌گیری

در برخی مناطق که فقط برخی یون‌ها بیش از حد مجاز است، می‌توان در صورت امکان با اختلاط آب چاه‌ها به کیفیت مطلوب رسید و در صورتی که این امکان وجود ندارد، از روش تبادل یونی و یا نانوفیلتراسیون که در سطح گسترده‌ای در شهرهایی همچون کرمان استفاده شده، استفاده کرد. نکته بسیار مهم این است که این میزان از یون‌های با توجه به شرایط اقلیمی در آینده افزایش خواهد یافت و از هم اکنون برنامه‌ریزی لازم باید انجام گردد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل کار تحقیقات دانشجویی به شماره ۹۶۰۲-۰۶-۴۱ می‌باشد، بدین‌وسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشکده علوم پزشکی ساوه که حمایت مالی این پروژه را بر عهده داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References:

1. Onyango MS, Masukume M, Ochieng A, Otieno F. Functionalised natural zeolite and its potential for treating drinking water containing excess amount of nitrate. Water SA. 2010;36(5).
2. Fadaei A, Sadeghi M. Evaluation and assessment of drinking water quality in Shahrekord, Iran. Resources and Environment. 2014;4(3).
3. Amouei A, Mahvi A, Mohammadi A, Asgharnia HA, Fallah S, Khafajeh A. Physical and chemical quality assessment of potable groundwater in rural areas of Khaf, Iran. World Appl Sci J. 2012;18(5):693-7.
4. Mohammadi AA, Yousefi M, Yaseri M, Jalilzadeh M, Mahvi AH. Skeletal fluorosis in relation to drinking water in rural areas of West Azerbaijan, Iran. Scientific reports. 2017;7(1):17300.
5. Shojanazeri H, Adnan WAW, Ahmad SMS, Rahimipour S. Authentication of images using Zernike moment watermarking. Multimedia Tools and Applications. 2017;76(1):577-606.
6. Reed P, Minsker B, Valocchi AJ. Cost-effective long-term groundwater monitoring design using a genetic algorithm and global mass interpolation. Water Resources Research. 2000;36(12):3731-41.
7. Musashi JP, Pramoedyo H, Fitriani R. Comparison of Inverse Distance Weighted and Natural Neighbor Interpolation Method at Air Temperature Data in Malang Region. CAUCHY. 2018;5(2):48-54.

Archive of SID
www.SID.ir