مقاله مستخرج از پایان نامه

فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۶۱، تابستان ۱۴۰۱ صص ۳۹-۴۹

بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی آب چاه‌های شرب شهرستان زرقان طی دوره پنج ساله ۹۴-۱۳۹۰

فاطمه تمدن[۱]

هانیه نوذری[۲*]

hnowzari@iauabadeh.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۳۰ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۲۱**

چکیده

زمینه و هدف: تامین آب آشامیدنی سالم برای مصرف انسان به میزان کافی و بهداشتی بسیار با اهمیت است. بنابراین آگاهی از کیفیت فیزیکوشیمیایی منابع آبی می تواند نقش عمده ای در بهره برداری و مصرف آنها جهت آشامیدن داشته باشد. اندازه گیری و پایش پارامترهای کیفی آب اولین قدم در تضمین آب سالم می باشد. هدف از این پژوهش بررسی کیفی آب چاههای شرب دشت زرقان در استان فارس بود.

روش بررسی: بدین منظور از داده های هواشناسی، سطح تراز آب زیرزمینی و نتایج آزمایشات فیزیکوشیمیایی ۱۲ متغیر شامل کل جامدات محلول، سختی کل، هدایت الکتریکی، pH، سولفات، بیکربنات، نیترات، سدیم، کلسیم، منیزیوم، کلراید و فلوراید از ده حلقه چاه شرب منطقه روستایی زرقان طی سالهای ۹۵-۱۳۹۰ استفاده شد.

یافته‌ها: داده‌های موجود توسط آزمونهای همبستگی پیرسون و تی تک نمونه ای توسط نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند. نتایج مقایسه پارامترهای مختلف آب چاه‌های منطقه زرقان با استاندارد ملی در دوره ۵ ساله نشان داد که با کاهش تراز آب زیرزمینی ناشی از خشکسالی میزان منیزیوم، کلراید، سدیم، سختی کل و هدایت الکتریکی افزایش یافته و بیشتر از حد مجاز استاندارد برای آشامیدن شده اند.

بحث و نتیجه گیری: آب چاههای شماره ۱، ۲، ۴ و ۷ از نظر کیفیت به مراتب نسبت به چاههای ۵، ۶، ۹ و ۱۰ از سطح بهتری جهت آشامیدن برخوردارند که بدلیل کاهش بارش و خشکسالی، برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی و تفاوت در جنس و نوع خاک هر قسمت از منطقه است.

واژگان کلیدی: منابع آب زیرزمینی، کیفیت آب، حد استاندارد، تراز آب زیرزمینی، زرقان

۱- کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، گرایش آلودگی محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

۲- گروه محیط زیست، واحد آباده، دانشگاه آزاد اسلامی، آباده، ایران (*نویسنده مسئول)

Human and Environment, No. 61, Summer 2022, pp. 39-49

The Study of the Physicochemical Quality of Drinking Wells Water in Zarghan County during Five-year-period of 2011-2015

Fatemeh Tamadon[1]
Haniyeh Nowzari[2*]
hnowzari@iauabadeh.ac.ir

Received: February 19, 2019 **Accepted: May 11, 2019**

Abstract

Background and Objective: Providing safe drinking water is so essential for human consumption adequately and healthy. Therefore, knowledge of the physicochemical quality of water resources can play a major role in their utilization and consumption for drinking. Measurement and monitoring of water quality parameters is the first step for ensuring safe water. The aim of this study was to investigate the quality of drinking water wells of Zarghan plain in Fars province.

Methods: For this purpose, the data of meteorology, groundwater level and physicochemical experiments of 12 parameters including Total Dissolved Solids, Total Hardness, Electrical Conductivity, pH, Sulfate, Bicarbonate, Nitrate, Sodium, Calcium, Magnesium, Chloride and Fluoride of ten drinking water wells in Zarghan rural district during 2011-2016 were used.

Findings: Data were analyzed by Pearson correlation matrix and one sample t-test using SPSS software. The results of comparing different parameters of water wells in Zarghan area with the national standard during 5-year-period showed that with decreasing groundwater level due to drought, the amount of Magnesium, Chloride, Sodium, Total Hardness and Electrical Conductivity increased and exceeded the maximum standard limit for drinking.

Discussion and Conclusion: Water wells no. 1, 2, 4 and 7 have a better level of drinking water quality than water wells no. 5, 6, 9 and 10 due to decreasing rain and drought, uncontrolled harvesting of groundwater resources, and differences in the matter nature and type of soil of each part of the area.

Keywords: Groundwater resources, water quality, standard limit, groundwater level, Zarghan

1- M.Sc. Environmental Engineering, the Tendency of Environmental Pollution, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

2- Department of Environment, Abadeh Branch, Islamic Azad University, Abadeh, Iran (*****Corresponding Author)

زمینه و هدف

منابع آب زیرزمینی در کشور ایران و بسیاری از کشورهای دیگر که آب و هوای مشابهی دارند، از جمله مهمترین منابع آب مورد استفاده در کشاورزی و شرب محسوب می شوند. استخراج آب زیرزمینی نه تنها دخالت مصنوعی در چرخه طبیعی آب بوده بلکه عامل آلودگی را نیز به سیستم تحمیل می کند. بنابراین اصلی‌ترین منبع نیاز بشری در مسیر بحران قرار می گیرد. در مناطق خشک و نیمه خشک علاوه بر مشکل کم آبی، کیفیت نامطلوب آب‌های موجود نیز مطرح می باشد (۱). ترکیب شیمیایی منابع آب زیرزمینی تابعی پیچیده از متغیرهای فراوانی ازجمله شرایط هیدروژئولوژیکی، تغییرات شیمیایی آب در جهت حرکت آن در مخزن، شرایط و ساختارهای زمین شناختی منطقه، تبخیر از سطح ایستابی و فعالیتهای انسانی در منطقه است. بنابراین کیفیت آب زیر زمینی به طور عمده توسط دو عامل طبیعی و انسانی تحت تاثیر قرار می گیرد (۲). به طور کلی عوامل مشخص کننده کیفیت آب آشامیدنی مجموع آنیونهای اصلی شامل بیکربنات، کربنات، کلرور، سولفات و نیز کاتیونهای اصلی شامل کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و سدیم است. وجود برخی از عناصر در مقادیر خارج از حد استاندارد در آب می تواند نقش منفی داشته باشد. بعنوان مثال وجود بیش از حد کلسیم و منیزیم در آب باعث افزایش سختی آن می شود و استفاده از آن را برای شرب محدود می نماید (۳).

امروزه مصرف آبی باکیفیت خوب و مناسب یکی از دغدغه های مهم و حیاتی برای مصرف کننده است که بطور مستقیم با رفاه و آسایش او در ارتباط است، بنابراین پایش کیفی آب، بطور مستمر ضروری به نظر می رسد؛ بطوریکه در این زمینه مطالعات زیادی در شهرهای مختلف ایران و همچنین سایر کشورها صورت گرفته است. از آن جمله رجایی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه بر روی کیفیت آب شرب روستایی دشت بیرجند و قاین اعلام کردند که کل جامدات محلول در ۳۳ درصد، سدیم در۷۰ درصد، کلراید در ۲۵ درصد و هدایت الکتریکی در ۵۱ درصد نمونه ها بیشتر از حد مجاز استاندارد ملی و فلوراید در ۹۲ درصد از نمونه های آنالیز شده کمتر از حداقل فلوراید توصیه شده بود (۴). محمدی کیش و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه آبخوان دشت مرودشت نشان دادند که آب منطقه از نظر شرب و کشاورزی مناسب است، اما نمودارهای شولز و ویلکوکس نشان می دهد منطقه در شرق و جنوب شرقی از نظر میزان SAR و TH نامناسب است (۵). بررسی روند تغییرات کیفی آب های زیرزمینی در دشتهای جنوبی استان فارس توسط حجازی جهرمی و همکاران (۱۳۹۲) حاکی از افزایش ۵۰ تا ۲۵۰ درصدی و ۲۲ تا ۷/۶۶ درصدی شاخص-های EC و SAR بود که دلیل عمده آن کاهش بارش و وقوع خشکسالی و افزایش بهره‌برداری در دوره‌های اخیر بوده است (۶). سلیمانی مطلق و همکاران (۱۳۹۴) در یک بررسی برروی منابع آبخیز کشکان استان لرستان نشان دادند که خشکسالی تاثیر قابل ملاحظه ای بر روی پارامترهای کیفی آب از جمله TDS، Na، Cl و EC داشته است و کیفیت آب از لحاظ نمودارهای شولر و ویلکوکس در اثر خشکسالی کاهش یافته است (۷). سوبا (۲۰۰۶) تغییرات فصلی کیفیت آب زیرزمینی را با آنالیز پارامترهای هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، قلیائیت کل، سختی کل، یونهای کلسیم، منیزیوم، پتاسیم و سدیم، کربنات و بیکربنات، کلرور، سولفات، نیترات و فلوراید در چاههای قسمتی از محدوده کانتور هند بررسی کرد و نشان داد که بیشتر نمونه ها به ویژه نمونه های بعد از بادهای موسمی، مطابق استانداردهای آب آشامیدنی نبودند و برای مصرف مطلوبیت نداشتند (۸). دامو و تاکو (۲۰۱۳) در تحقیقی که بر روی کیفیت آب شرب شهر پگرادتس در مرکز کشور آلبانی انجام دادند اعلام کردند آب شرب از نظر طعم، بو، دما، کدورت و کلراید و همچنین NO، pH، EC و بار میکروبی بر اساس استاندارد اندازه گیری شده دارای کیفیت "خوب" است و کدورت مشکل اصلی در کیفیت آب می باشد (۹). اشفق و فضیان (۲۰۱۴) در مطالعه ای در شهر الیگره هند در بررسی کیفیت آب های زیرزمینی اعلام کردند پارامتر های اندازه گیری شده pH، کدورت، سختی کل، کلراید و کل جامدات محلول همگی در محدوده استاندارد بوده و از کیفیت مناسبی

برخوردار هستند (۱۰). در بحث حفاظت از آبخوانها در برابر آلودگیها، انجام مطالعات کیفی لازم به نظر می رسد (۱۱). به این منظور ضرورت دارد از چاههای هر منطقه آزمایشات فیزیکوشیمیایی مربوطه انجام پذیرد تا سلامت آن ها مورد بررسی قرار گیرد. لذا با توجه به مطالب فوق و عدم انجام مطالعات قبلی در این خصوص در شهرستان زرقان، این پژوهش با هدف بررسی وضعیت کیفی آب چاههای شرب منطقه روستایی زرقان طی دوره ۵ ساله ۹۴-۱۳۹۰ انجام شد تا سلامت آب مصرفی مورد تایید قرار گیرد.

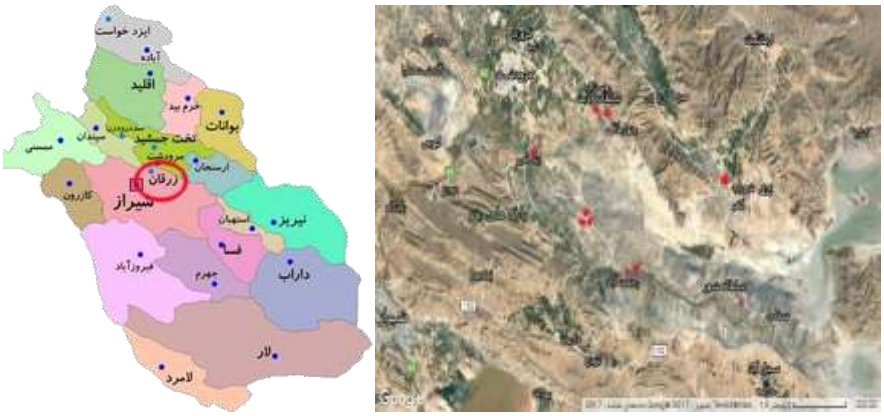
روش بررسی

بخش زرقان در فاصله ۳۰ کیلومتری شمال شرقی شیراز بین طول های ۵۲ درجه و ۵ دقیقه الی ۵۲ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و عرض های ۲۹ درجه و ۳۹ دقیقه الی ۳۰ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی قرار دارد. این بخش از شمال به محدوده بیضا، از طرف شمال - شمال شرقی به مرودشت – خرامه و از طرف جنوب به داریون و شیراز محدود می شود. مساحت آن ۱۷۲۲ کیلومتر مربع می باشد که ۹۳۸ کیلومتر مربع آن را دشت و ۷۸۴ کیلومتر مربع آن را ارتفاعات تشکیل می دهد. بلندترین نقطه منطقه حدود ۲۵۵۰ متر در ارتفاعات کوه کرته، کم ارتفاع ترین نقطه حدود ۱۵۷۵ متر در کفه آهوچرو و ارتفاع متوسط دشت ۱۶۰۰ متر از سطح دریا می باشد. از نظر زمین شناسی دشت زرقان در ناحیه زاگرس چین خورده ملایم قرار گرفته و شامل سازندهای زمین شناسی اواخر دوران دوم (کرتاسه) تا رسوبات دوران چهارم و عهد حاضر می‌باشد. در بخش زرقان بیشتر اهالی به حرفه‌های صنعتی و کشاورزی اشتغال دارند (۱۲).

مقادیر اندازه گیری شده متغیرهای فیزیکوشیمیایی که شامل ۱۲ مورد کل جامدات محلول، سختی کل، هدایت الکتریکی، pH، سولفات، بیکربنات، نیترات، سدیم، کلسیم، منیزیوم، کلراید و فلوراید ده حلقه چاه بخش روستایی زرقان طی سالهای ۹۵-۱۳۹۴ از اداره آب و فاضلاب روستایی شیراز جمع آوری گردید. تعداد ده حلقه چاه در این منطقه تحت پوشش اداره آبفا روستایی قرار داشت (شکل ۱) که از این تعداد فقط اطلاعات ۸ حلقه (چاههای شماره ۱، ۲، ۴ ، ۵ ، ۶، ۷ ،۹، ۱۰) بصورت کامل موجود بود اما دو چاه ۳ و ۸ چون مستهلک و غیرفعال شده بودند و نتایج آنالیز شیمیایی آنها در دوره زمانی مورد نظر موجود نبود حذف گردیدند.

ابتدا قبل از انجام هرآزمون نرمال بودن توزیع فراوانی داده ها با آزمون نرمالیتی[1] بررسی شد، سپس داده های بدست آمده از طریق آزمون های تی تک نمونه ای[2] و همبستگی پیرسون[3] با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

1- Normality test
2- One sample t-test
3- Pearson correlation matrix



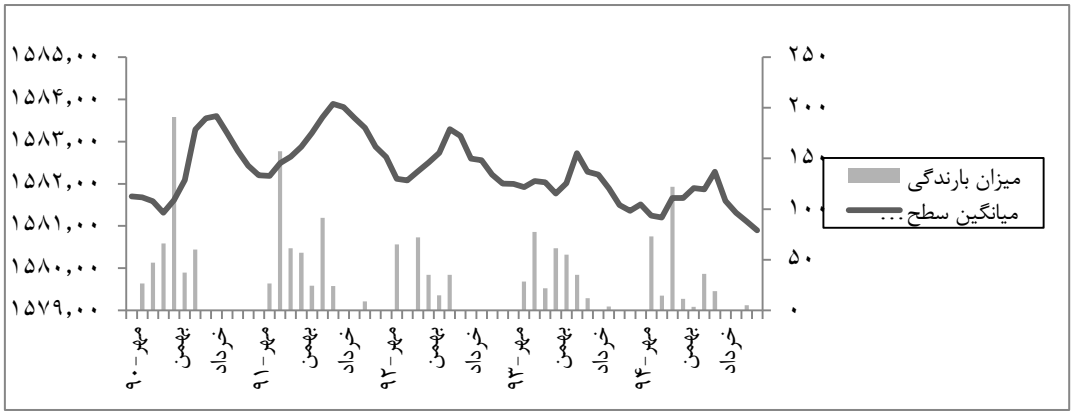
شکل۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و ایستگاههای نمونه برداری(ده حلقه چاه آب در بخش روستایی زرقان فارس)

Figure 1- The Geographical position of study area and the location of sampling stations (Ten water wells in Zarghan county, Fars)

یافته ها

بین میانگین بارندگی ماهیانه و میانگین تراز آب زیرزمینی ماهیانه آنالیز همبستگی پیرسون با فاصله تاخیری ۳، ۶، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه انجام شد. نتایج نشان داد بین میانگین بارندگی و تراز آب زیر زمینی با تاخیر ۳ ماهه همبستگی مثبت معنی دار در سطح ۹۹ درصد وجود دارد (میزان همبستگی =**۰/۴۸۷)(شکل ۲).

جهت انجام آزمون تی تست تک نمونه ای ۱۲ پارامتر کل جامدات محلول، سختی کل، هدایت الکتریکی، pH، سولفات، بیکربنات، نیترات، سدیم، کلسیم، منیزیوم، کلراید و فلوراید طی سالهای ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ در چاههای ۱، ۲، ۴، ۵، ۶، ۷، ۹ و ۱۰ سنجیده شدند و میانگین مقادیر آنها با مقدار استاندارد ملی مقایسه شدند.



شکل ۲- نمودار همبستگی بین میزان بارندگی و تراز آب زیر زمینی منطقه مورد مطالعه با تاخیر ۳ ماهه طی سالهای ۱۳۹۰-۱۳۹۵

Figure 1- The correlation between rain amount and groundwater level of the study area with 3-month-delay during 2011-2016

نتایج نشان داد که فقط در چاه ۵ میانگین مقدار سدیم طی دوره دوره بررسی بیش از حد مجاز روند افزایش داشته است که طی سالهای ۹۳ و ۹۴ دارای تفاوت معنی دار با حد استاندارد است ومیانگین آن از حد مجاز بیشتر می باشد ($p\leq۰/۰۱$، $p\leq۰/۰۵$) (جدول۱).

نتایج در چاه های ۲ و ۵ طی سال های ۹۴-۹۱ نشان داد که

میانگین میزان فلوراید دارای تفاوت معنی دار با حد استاندارد و کمتر از حداکثر مطلوب طی دوره بررسی است (۰/۰۵≤ p ≤ ۰/۰۱) (جدول۲).

نتایج چاههای ۵، ۶، ۹ و ۱۰ طی دوره بررسی نشان داد که میانگین میزان هدایت الکتریکی بیش از حد مجاز و دارای روند افزایشی می باشد، که طی سال ۹۴ دارای تفاوت معنی دار با حد استاندارد و میانگین بیش از حد مجاز بودند (p≤۰/۰۵ ، p≤۰/۰۵ ،p≤۰/۰۱ و p≤۰/۰۵) (جدول ۳). ذکراین نکته ضروری است که چاه ۱۰ که در سال ۹۴ حفر و به بهره برداری رسیده است و فقط نتایج نمونه برداری سال ۹۴ برای آن موجود بود.

نتایج نشان داد در چاههای ۵، ۶، ۹ و ۱۰ طی دوره بررسی میانگین میزان کلرور بیش از حد مجاز و دارای روند افزایشی می باشد که در سال ۹۴ دارای تفاوت معنی دار با حد استاندارد و میانگین بیش از حد مجاز هستند (۰/۰۱≤ p در سه مورد اول و ۰/۰۵≤ p در مورد چهارم) (جدول۴).

نتایج در چاههای ۵، ۶ و ۹ طی دوره بررسی نشان داد که میانگین میزان منیزیوم بیش از حد مجاز ودارای روند افزایشی می باشد که در سال ۹۴ دارای تفاوت معنی دار با حد استاندارد و میانگین بیش از حد مجاز است (در هر سه مورد p≤۰/۰۵) (جدول ۵).

نتایج در چاههای ۵، ۶ و ۹ طی دوره بررسی نشان داد که میانگین میزان سختی کل بیش از حد مجاز و دارای روند افزایشی می باشد که در سال ۹۴ دارای تفاوت معنی دار با حد استاندارد و میانگین بیش از حد مجاز هستند (۰/۰۱≤ p,p≤۰/۰۵ ,p≤۰/۰۵) (جدول۶).

جدول ۱- مقایسه مقدار میانگین ± انحراف معیار سدیم آب چاههای زرقان با حد استاندارد طی سالهای ۹۴-۱۳۹۰

Table 1- The comparison of the mean ± S.D. of Sodium of Zarghan wells water with the national standard during 2011-2015

چاه	سال	میانگین± انحراف معیار	P value	سطح معنی داری	استاندارد	واحد
۵	۹۱	۲۹۰±۲۸/۲	۰/۱۳۹	تفاوت معنی دار ندارد	۲۰۰	mg/l
	۹۲	۳۲۰±۵۶/۵۶	۰/۲۰۵	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۳	۳۸۵±۰/۰۷	۰/۰۱۷	۹۵ درصد		
	۹۴	۳۸۷±۳/۵	۰/۰۰۸	۹۹ درصد		

جدول ۲- مقایسه مقدار میانگین± انحراف معیار فلوراید آب چاههای زرقان با حد استاندارد طی سالهای ۹۴-۱۳۹۰

Table 2- The comparison of the mean ± S.D. of Fluoride of Zarghan wells water with the national standard during 2011-2015

چاه	سال	میانگین±انحراف معیار	P value	سطح معنی داری	حداکثر مجاز	واحد
۵	۹۱	۰/۱۲±۰/۰۲۸	۰/۰۰۹	۹۹ درصد	۱/۵	mg/l
	۹۲	۰/۱۵۸±۰/۳۹	۰/۱۵۸	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۳	۰/۱۶±۰/۱۳۴	۰/۰۴۵	۹۵ درصد		
	۹۴	۰/۳۸±۰/۰۲۱	۰/۰۰۹	۹۹ درصد		
۲	۹۱	۰/۲۵±۰/۰۲۵	۰/۰۱۳	۹۵ درصد	۱/۵	mg/l
	۹۲	۰/۵۱±۰/۴۱	۰/۲۵۴	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۳	۰/۳۶±۰/۰۸۵	۰/۰۴۸	۹۹ درصد		

جدول ۳- مقایسه مقدار میانگین ± انحراف معیار هدایت الکتریکی آب چاههای زرقان با حد استاندارد طی سالهای ۹۴-۹۰

Table 3- The comparison of the mean ± S.D. of Electrical Conductivity of Zarghan wells water with the national standard during 2011-2015

چاه	سال	میانگین ± انحراف معیار	P value	سطح معنی داری	استاندارد	واحد
۵	۹۱	۲۰۰۰±۳۳۷/۹	۰/۵۵۵	تفاوت معنی دار ندارد	۱۸۰۰	mµ/cm
	۹۲	۲۶۱۰±۱۰۰۴/۰۹	۰/۴۵۸	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۳	۲۷۶۵ ±۵۵۸/۶	۰/۲۴۷	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۴	۲۶۲۵ ±۳۵/۳	۰/۰۱۹	۹۵ درصد		
۶	۹۰	۲۳۹۰±۲۸/۲	۰/۰۱۶	۹۵ درصد	۱۸۰۰	mµ/cm
	۹۱	۲۶۰۰±۴۵/۲۲	۰/۱۷۱	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۲	۲۸۲۵ ±۳۹/۵۹	۰/۱۰۸	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۴	۳۰۰۵ ±۱/۴	۰/۰۲۵	۹۵ درصد		
۹	۹۱	۲۵۶۴ ±۸۳۵	۰/۴۱	تفاوت معنی دار ندارد	۱۸۰۰	mµ/cm
	۹۲	۱۷۲۵ ±۲۴۷	۰/۷۴	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۳	۲۱۵۵ ±۷۸۴	۰/۶۳	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۴	۲۴۹۷±۰/۴۱	۰/۰۰۳	۹۹ درصد		
۱۰	۹۴	۲۳۲۱ ±۶۹/۲۹	۰/۰۲۶	۹۵ درصد	۱۸۰۰	mµ/cm

جدول ۴- مقایسه مقدار میانگین± انحراف معیار کلرور آب چاههای زرقان با حد استاندارد طی سالهای ۹۴-۱۳۹۰

Table 4- The comparison of the mean ± S.D. of Chloride of Zarghan wells water with the national standard during 2011-2015

چاه	سال	میانگین± انحراف معیار	P value	سطح معنی داری	استاندارد	واحد
۵	۹۱	۶۸۴±۵۰/۹	۰/۰۸	تفاوت معنی دار ندارد	۴۰۰	mg/l
	۹۲	۷۱۰±۵۶/۶۵	۰/۰۸۲	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۳	۷۲۸±۴۵/۲۵	۰/۰۴۸	۹۵ درصد		
	۹۴	۸۵۵±۰/۰۷	۰/۰۰۷	۹۹ درصد		
۶	۹۰	۶۶۸±۱۸۱/۰۱	۰/۲۸۴	تفاوت معنی دار ندارد	۴۰۰	mg/l
	۹۱	۴۵۹±۸۹/۰۹	۰/۵۲۱	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۲	۵۷۵±۲۶۱/۶	۰/۵۱۶	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۴	۷۰۳±۴/۲	۰/۰۰۶	۹۹ درصد		
۹	۹۱	۵۴۰±۱۱۳	۰/۳۳۸	تفاوت معنی دار ندارد	۴۰۰	mg/l
	۹۲	۷۰۰±۲۷۷	۰/۳۶۵	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۳	۸۰۵±۱۱۷	۰/۱۸۵	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۴	۷۵۰±۰/۷۰	۰/۰۰۱	۹۹ درصد		
۱۰	۹۴	۶۳۰±۱۴/۱۴	۰/۰۲۸	۹۵ درصد	۴۰۰	mg/l

جدول ۵- مقایسه مقدار میانگین± انحراف معیار منیزیوم آب چاههای زرقان با حد استاندارد طی سالهای ۹۴-۱۳۹۰

Table 5- The comparison of the mean ± S.D. of Magnesium of Zarghan wells water with the national standard during 2011-2015

چاه	سال	میانگین±انحراف معیار	P value	سطح معنی داری	استاندارد	واحد
۵	۹۱	۴۰/۸±۱/۳۴	۰/۰۵	۹۵ درصد	۳۰	**mg/l**
	۹۲	۴۰/۸±۴/۱۷	۰/۱۶	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۳	۴۲/۳۵±۷/۵۶	۰/۲۶	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۴	۴۷/۶۲±۰/۶۸	۰/۰۱۸	۹۵ درصد		
۶	۹۰	۴۰/۵۶±۳۴/۳	۰/۴۷	تفاوت معنی دار ندارد	۳۰	**mg/l**
	۹۱	۳۰/۱±۲/۷	۰/۹۵	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۲	۳۲/۵±۱۱/۵۶	۰/۸۲	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۴	۵۴/۵±۱/۷۱	۰/۰۳	۹۵ درصد		
۹	۹۱	۴۰/۸±۱۱/۰	۰/۳۹	تفاوت معنی دار ندارد	۴۰	**mg/l**
	۹۲	۴۵/۲±۷/۵	/۲۱	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۳	۴۵/۲±۷/۵	۰/۲۱	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۴	۵۲/۴±۱/۳۷	۰/۰۲۸	۹۵ درصد		

جدول ۶- مقایسه مقدار میانگین± انحراف معیار سختی کل آب چاههای زرقان با حد استاندارد طی سالهای ۹۴-۱۳۹۰

Table 6- The comparison of the mean ± S.D. of Total Hardness of Zarghan wells water with the national standard during 2011-2015

چاه	سال	میانگین±انحراف معیار	P value	سطح معنی داری	استاندارد	واحد
۵	۹۱	۵۶۰±۲۸/۲	۰/۲	تفاوت معنی دار ندارد	۵۰۰	**mg/l**
	۹۲	۵۷۴±۴۵/۲۵	۰/۲۵۴	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۳	۶۴۴±۳۹/۵۹	۰/۱۲	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۴	۶۵۹±۱/۴۱	۰/۰۰۴	۹۹ درصد		
۶	۹۰	۵۶۶±۱۷۱/۱	۰/۶۹	تفاوت معنی دار ندارد	۵۰۰	**mg/l**
	۹۱	۴۲۴±۲۲/۶	۰/۱۳	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۲	۴۶۲±۱۱۵/۹۸	۰/۷۲	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۴	۶۰۵±۷/۰۷	۰/۰۳	۹۵ درصد		
۹	۹۱	۴۸۸±۶۲/۲	۰/۴۴	تفاوت معنی دار ندارد	۵۰۰	**mg/l**
	۹۲	۵۲۴±۱۳۰/۱	۰/۸۳	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۳	۶۰۲±۷۰/۷	۰/۲۹	تفاوت معنی دار ندارد		
	۹۴	۶۰۶±۸/۴۸	۰/۰۳۶	۹۵ درصد		

نتایج آزمون تی تست تک نمونه ای سایر پارامترها (سولفات، نیترات، کلسیم، کل جامدات محلول و pH) در چاههای مختلف نشان داد که میانگین آنها طی دوره بررسی با حدود استاندارد تفاوت معنی دار ندارند و بیش از حد مجاز نبودند. در مورد بی کربنات هم استاندارد ملی وجود ندارد.

بحث

نتایج نشان داد که کاهش میزان بارندگی از سال آبی ۹۱-۱۳۹۰ تا ۹۵-۱۳۹۴ باعث کاهش سطح تراز آب زیرزمینی منطقه با تاخیر ۳ ماهه شده است که این موضوع باعث افزایش پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب زیرزمینی منطقه می شود. مقایسه پارامترهای مختلف آب چاههای منطقه زرقان با استاندارد ملی در دوره ۵ ساله نشان داد که میانگین پارامترهای سختی کل، کلرور، منیزیوم و هدایت الکتریکی آب در چاههای ۵، ۶ و ۹ دارای روند افزایشی و در سال ۹۴ بیشتر از حد مجاز استاندارد بوده است (جداول ۳ تا ۶). همچنین در چاه ۱۰ که در سال ۱۳۹۴ حفر و مورد بهره برداری گرفته است نیز میانگین مقدار کلرور و هدایت الکتریکی در سال ۹۴ بیشتر از حد مجاز استاندارد است (جداول ۳ و ۴). از طرف دیگر میانگین سدیم نیز در چاه ۵ روند افزایشی داشته است و در سالهای ۹۳ و ۹۴ بیش از حد مجاز استاندارد بوده (جدول ۱). بررسی ها در مورد میانگین فلوراید نشان داد که چاههای ۲ و ۵ دارای نقصان فاحش و کمتر از حداکثر مطلوب در دوره بررسی هستند (جدول ۲)، قابل ذکر است که فلوراید به عنوان یک عنصر ضروری برای حیات بر میزان رشد و باروری تاثیر دارد و با وارد شدن این عنصر در دندان، میزان انحلال مینا در شرایط اسیدی حاصل از فعالیت باکتریها، کاهش می یابد و موجب نوعی حفاظت در برابر پوسیدگی دندان می گردد. بر این اساس تاثیر عوامل طبیعی و انسانی بر کیفیت آب زیرزمینی منطقه و افزایش میانگین پارامترهای آن و بیش از حد مجاز شدنشان از استاندارد ملی را به وضوح می توان مشاهده کرد. افزایش کلرور، منیزیوم و سدیم منجر به افزایش سختی کل و بالطبع افزایش هدایت الکتریکی آب چاهها شده و افزایش شوری را دربر دارد. افزایش شوری آب ضمن تغییر طعم آن بدلیل افزایش پتاسیل اسمزی و کاهش کیفیت آب برای آشامیدن، اثرات نامطلوبی را روی متابولیسم گیاهان، جانوران و انسان دارد. دلایلی از جمله تفاوت بافت و جنس خاک در هر قسمت از منطقه باعث شده که درصدهای گوناگون و متفاوت از املاح حل شونده در آب چاهها وجود داشته باشد و همچنین میزان ترقیق و تغلیظی که در هر بازه زمانی در هر چاه اتفاق می افتد، سبب متفاوت بودن میانگین املاح و تغییرات آنها در بین چاهها می شود. در صورتی بیلان آب سفره زیرزمینی حفظ می شود که میزان ورودی و خروجی به آن برابر باشد؛ اما با توجه به نتایج واضح است افزون بر اینکه میزان بارشها نتوانسته است کمبود آن را جبران کند، برداشت بی رویه از سفره ها در زمان خشکسالی نیز بر کاهش سطح تراز آب زیر زمینی منطقه موثر بوده است و به بالطبع آن باعث کاهش کیفیت آب زیر زمینی منطقه می شود.

نتایج این تحقیق با یافته های حجازی جهرمی و همکاران (۱۳۹۲) که در دشتهای جنوبی استان فارس افزایش ۵۰ تا ۲۵۰ درصدی شاخص های کیفی آب از جمله Mg، pH، EC، Cl و Na را نشان داده بودند و با یافته های محمدی کیش و همکاران (۱۳۹۲) که در بررسی آبخوانهای دشت مرودشت افزایش TH و SAR را نشان داده بودند، همخوانی دارد (۶ و ۵). همچنین با نتایج بدست آمده توسط سلیمانی مطلق و همکاران (۱۳۹۴) که نشان دادند خشکسالی تاثیر قابل ملاحظه ای روی پارامترهای کیفی آب از جمله Na، Cl و EC داشته و کیفیت آب شرب کاهش می یابد و با نتایج رجایی و همکاران (۱۳۹۰) که اعلام کرده بودند Na، Cl و EC بیش از حد مجاز استاندارد ملی و F کمتر از حداقل توصیه شده بودند، مطابقت دارد (۷ و ۴).

نتیجه گیری

بررسی نتایج حاصل از مطالعه حاضر با رهنمودهای استاندارد ملی ایران نشان می دهد پارامترهای فیزیکوشیمیایی سدیم، کلرور، منیزیوم، سختی کل و هدایت الکتریکی آب چاههای ۵،

۶، ۹ و ۱۰ بالاتر از حد استاندارد بوده و نیز دچار کمبود فلوراید محلول هستند که سبب شده آب آنها برای آشامیدن مناسب نباشند و باعث بروز مشکلاتی برای مصرف کنندگان شوند و سپری نمودن دوره های بدون بارندگی، خشکسالی و عدم تغذیه سفره های آب زیر زمینی، افزایش در میزان غلظت املاح این چاه ها درحدی که بطور معنی دار و محسوس از محدوده استاندارد فراتر روند و منجر به پایین آمدن کیفیت آبهای شربشان شوند را سبب شده اند. همچنین کیفیت بالاتر و مطلوب تر آب چاههای ۱، ۲، ۴ و ۷ را می توان بدلیل کیفیت جنس و بافت خاک در حوزه آبگیر آنها دانست. از موارد قابل توجه اینکه بین میانگین بارندگی و تراز آب زیر زمینی با تاخیر ۳ ماهه رابطه ای خطی و قوی برقرار می باشد، به بیان دیگر خشکسالی هیدرولوژیکی با ۳ ماه تاخیر پس از خشکسالی هواشناسی در منطقه بروز می کند که منجر به افزایش غلظت املاح بدلیل کاهش حجم سفره آب زیرزمینی و همچنین افزایش زمان ماند آب در آن می شود. همچنین کاهش حجم آب سفره های زیرزمینی به دلیل برداشت های بی رویه و جبران نشدن آن توسط بارشها، تغلیظ آب و افزایش زمان ماندگاری آن افزایش فاکتورهایی از جمله سختی و شوری را به دنبال دارد که باعث شده آب شرب بخش روستایی زرقان آبی سخت باشد.

بر این اساس پیشنهاد می شود در مورد آب چاههایی که از نظر میزان کلرور، منیزیوم، سدیم، هدایت الکتریکی و سختی آب بیش از حد استاندارد هستند تدابیری مانند جایگزینی منبع آبی با آب شرب با کیفیت بهتر جهت مصرف کنندگان اجرا گردد؛ در چاههایی با کمبود میزان فلوئور، افزودن آن به آب برای جلوگیری از عوارض ناشی از کمبودش بهترین و ارزانترین روش می باشد، و نمونه برداری از آب چاهها بصورت منظم و ماهانه توسط شبکه بهداشت انجام شود تا پایش منابع آب آشامیدنی زیرزمینی دقیق تر صورت گیرد و تغییرات نامطلوب فصلی و سالانه به موقع شناسایی گردند.

منابع

1- Mohamadi, A., Amoei, A., Tabariniya, H., Faraji, H., 2015, investigating the physicochemical analysis of potable ground water resources in rural area of Babol city. Journal of Neyshabur University of Medical Sciences, 3(2): 61-69 (In Persian).

2- Maleki, A., Daraei, H., Amini, H., 2014, Evaluation of chemical quality (Nitrate) of drinking water of village in Divandareh town. Journal of Kordestan University of Medical Sciences, 19: 57-67 (In Persian).

3- Qasim, S.R., Motley, E.M., Zhu, G., 2014, Water works engineering: Planning, design and operation. Translator: Mousavi, GH., Hafiz Press, 2nd ed., 362 pp. (In Persian).

4- Rajaei, G., Mehdinejad, M.H., Hesarimotlagh, S., 2012, A survey of chemical quality of rural drinking water of Birjand and Qaen plains. Journal of Health System Research, 1(7): 737-745 (In Persian).

5- Mohammadi kish, E., Nowzari, M.A., Saleh ehteramian, H., 2014, investigating the effect of the drought prevailing in Fars province on the quantity and quality of water supply sources (Case study: Marvdasht plain aquifer). National Conference of Environmental Science and Engineering, Ahwaz, Iran (In Persian).

6- Hejazi jahromi, K., Pirmiadian, N., Shamsnia, A., Shahidi, N., 2013, Quantitative and qualitative assessment of underground water sources for use in irrigation systems (Case study: Southern and southeastern plains of Fars province). Journal of Natural Geography of

Larestan Branch of IAU, 6(19): 33-44 (In Persian).

7- Soleymani motlagh, M., Talebi, A., Zarei, M., 2015, The study of the effects of drought on the quality of surface water resources in the Kashkan watershed. Journal of watershed management research, 6(12): 154-165 (In Persian).

8- Subba, R., 2006, Seasonal variation of groundwater quality in a part of Guntur District, Andhra Pradesh, India. Environmental Geology, 49(3): 413-422.

9- Damo, R. Tcko, P., 2013, Evaluation of water quality Index for drinking water. Polish Journal of Environmental Studies, 122(4): 1045-1051.

10- Ashfaq, A., Fazian, A., 2014, Evaluation of ground water quality of Aligarh city, India. International Journal of Current Research and Academic Review, 2(8): 323-327.

11- Kardavani, P., 2007, Geohydrology, Tehran University Press, 3rd ed., 360 pp. (In Persian).

12- Yazdandoust, P., Samani, N., Ashjari, J., 2013, Investigating the distribution and speed of nitrate pollution in Zarghan plain using a mathematical model. Fifth Conference on Iran Water Sources Management, Tehran, Iran (In Persian).