
ABSTRACT

Chemical quality change of the underground water resources of Bam and Baravat plain between 1997-2003

M. Malakootian, PhD¹ A. Karami, BSc²

¹Department of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences ²Superintendent, Kerman Water and Wastewater Engineering Company

Introduction: Freshwater shortage and its sustainability and unsustainability are under consideration across the world. The fact that considerable parts of Iran are located in the arid and semiarid regions, is indicative of these geographical and climatic characteristics. This descriptive study is conducted to evaluate the chemical quality of water in Bam and Baravat plain and the variations in this trend.

Methods: In this investigation, 20 piezometric water wells and 10 water wells were selected in view of their dispersion in the plain, and 12 chemical parameters of water were tested according to recommended methods of STANDARD METHODS, 20th edition during study period.

The results of tests were recorded as minimum, average, and maximum of each parameter for every well in a year and the results of the year of 2003 were drawn as a diagram with the use of Schuler and Wilcox chart.

Results: The quality of water as compared with standard did not show undesirability of drinking water wells, but the quality variations of both present piezometric and drinking water wells in region tend to be worse in some cases. Based on Schuler's classification, water from region No.1 was found to be safe for drinking, from region No.2 suitable only for emergency situations, from region No.3 unsafe for drinking purposes.

According to Wilcox's classification, water from region No.1 was found to be suitable for irrigation, from region No.2 for emergency purposes, and from region NO.3 unsafe for any usage.

Conclusion: In order to preserve quality and to enhance the water resources of Bam and Baravat plain it is recommended to take steps towards development of watershed management programs and control of flood water for artificial recharge of the plain.

Key words: Water – Chemistry, Analytical – Bam

Correspondence:
M. Malakootian, PhD
P.O.Box: 76175-531
Kerman – Iran
Tel: +98 341 3220083
Fax: +98 341 3223029
E.mail:
MMalakootian@Yahoo.com

بررسی روند تغییرات کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت بم و بروات طی سالهای ۱۳۸۳-۱۳۷۶

دکتر محمد ملکوتیان^۱ اکبر کرمی^۲

^۱ استادیار، گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان ^۲ کارشناس مسئول بهداشت و کنترل کیفی آب شرکت آب و فاضلاب استان کرمان

مجله پزشکی هرمزگان سال هشتم شماره دوم تابستان ۸۳ صفحات ۱۱۵-۱۲۲

چکیده

مقدمه: مشکل کمبود آب شیرین و بحث پایداری و عدم پایداری آن در گستره وسیعی از کشورهای جهان خصوصاً ایران مطرح است. ویژگیهای اقلیمی و جغرافیایی ایران سبب شده است که بخش عمده‌ای از ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گیرد. این مطالعه بمنظور بررسی تغییرات شیمیایی کیفیت آب دشت بم - بروات و تعیین روند تغییرات آن انجام گرفت.

روش کار: در این بررسی توصیفی تعداد ۲۰ حلقه چاه آب پیزومتری و ۱۰ حلقه چاه آب مورد استفاده برای شرب با توجه به پراکنندگی آنها در دشت انتخاب گردید. ۱۲ پارامتر شیمیایی مهم آب با استفاده از روشهای مندرج در کتاب روشهای استاندارد سال ۹۸ در طول سالهای ۷۶ تا ۸۳ نمونه‌برداری و مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج بصورت حداکثر، میانگین و حداقل هر پارامتر برای هر چاه در هر سال تعیین شد. همچنین میانگین، حداکثر و حداقل غلظت‌ها در سال ۸۲ با طبقه‌بندی شولر و ویلکوکس مقایسه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج: تغییرات کیفیت شیمیایی، روندی درجهت نامطلوب شدن آب چاههای شرب نشان داد. آب چاههای پیزومتری موجود نیز در منطقه در مواردی در جهت نامطلوب شدن کیفیت شیمیایی تغییر کرده است. بر اساس طبقه‌بندی و نمودار شولر آب منطقه ۱ از نظر آشامیدن مناسب و منطقه ۲ از این نظر فقط برای حالت اضطراری مناسب و منطقه ۳ نامناسب تشخیص داده شدند. بر اساس نمودار و طبقه‌بندی ویلکوکس آب منطقه شماره ۱ برای آبیاری مناسب و آب منطقه ۲ برای حالت اضطراری و آب منطقه ۳ نامناسب تشخیص داده شدند.

نتیجه‌گیری: پیشنهاد می‌شود که بمنظور حفظ کیفیت و افزایش میزان آب منابع دشت بم و بروات نسبت به گسترش برنامه‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری و کنترل سیلابها برای تغذیه مصنوعی دشت اقدام گردد.

کلید واژه‌ها: آب - تجزیه شیمیایی - بم

نویسنده مسئول:
دکتر محمد ملکوتیان
گروه بهداشت محیط -
دانشکده بهداشت، دانشگاه
علوم پزشکی کرمان
ص.ب ۵۳۱-۷۶۱۷۵
کرمان - ایران
تلفن: ۳۲۲۰۰۸۳ ۳۴۱ ۹۸+
فاکس: ۳۲۲۳۰۲۹ ۳۴۱ ۹۸+

مقدمه:

وروشهای اتخاذ شده درجهت حفظ و مصرف بهینه از این منابع ساماندهی گردد (۱، ۲، ۳).

مقایسه سرانه کل منابع آب شیرین قابل دسترسی در بین مناطق مختلف جهان تفاوت چشمگیری نشان میدهد. بیش از یک میلیارد نفر از جمعیت جهان آب سالم ندارند، نیمی از مردم جهان سیستم فاضلاب مناسب ندارند، و ۸۰ درصد کل بیماریها در کشورهای در حال توسعه دارای منشأ آب ناسالم اند (۴). در حال حاضر ۴۵۰ میلیون نفر در ۲۹ کشور جهان ساکن نواحی کم آب هستند. این رقم ممکن است در سال ۲۰۵۰ به ۲/۵ میلیارد نفر برسد (۵). امروزه دشواریهای ناشی از کمبود آب

گرچه در ابتدا در بحث توسعه پایدار تنها بهره‌برداری از منابع قابل تجدید مطرح بود ولی امروزه در مفهوم آن بهره‌برداری بهینه از تمامی منابع جای دارد. آب بعنوان یک منبع قابل تجدید همواره بعنوان یک رکن اصلی توسعه مطرح بوده است. با افزایش جمعیت و افزایش نیاز آب در بخشهای مختلف کشاورزی، شرب، بهداشت و صنعت و نهایتاً افزایش تولید و ایجاد پتانسیل‌های آلودگی فشار زیادی به منابع آبها وارد شده است. از آنجا که منابع تجدیدشونده آب در هراقلیم ارقام نسبتاً ثابتی می‌باشند از اینرو بایستی سیاستها

استان و نهایتاً افت سطح آب زیرزمینی و کاهش حجم مخزن این دشت‌ها دارد (۹).

شهرستان بم و بروات در جنوب استان کرمان یکی از خشک‌ترین مناطق استان است. این منطقه بعلت سطح تبخیر بالا و کمبود ریزشهای جوی به نسبت ثلث بارندگی سالانه کل استان (۵۰ میلیمتر در سال) و مجاورت با کویر لوت بعنوان یکی از مناطق بحرانی از نظر کمبود منابع آب مطرح است. دشت بم و بروات نیز بعلت برداشت بی‌رویه از منابع آبهای زیرزمینی در بین ۱۰ حوزه آبریز مهم استان درجه چهارم را بخود اختصاص داده و از متوسط افت سالانه‌ای معادل ۰/۲۳ متر برخوردار است. طبیعی است که این اضافه برداشت و افزایش تخلیه فاضلابها به منابع آب دشت تغییراتی در کیفیت منابع آب ایجاد نماید. این مطالعه بمنظور بررسی روند این تغییرات در جهت کنترل بهداشتی کیفیت شیمیایی منابع آب شرب و مشخص شدن محدودیتهای نوع مصرف، در ارتباط با کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت بم و بروات صورت گرفته است (۹، ۱۰).

روش کار:

محدوده مطالعاتی جزء حوزه آبریز کویر لوت می‌باشد. ارتفاع متوسط آن از دریا ۹۶۰ متر، وسعت آن ۹۹۲۱ کیلومترمربع است که ۴۳۵۷ کیلومترمربع آن شامل دشت می‌باشد. محدوده مذکور دارای آب و هوای گرم و کویری است. دشت مورد مطالعه را رسوبات آبرفتی دوران چهارم تشکیل داده و مخازن اصلی آب زیرزمینی منطقه در این بخش واقع است. عمق متوسط چاههای پیژومتر در برخورد با سطح سفره آب (سطح استاتیک) بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر می‌باشد (۱۰).

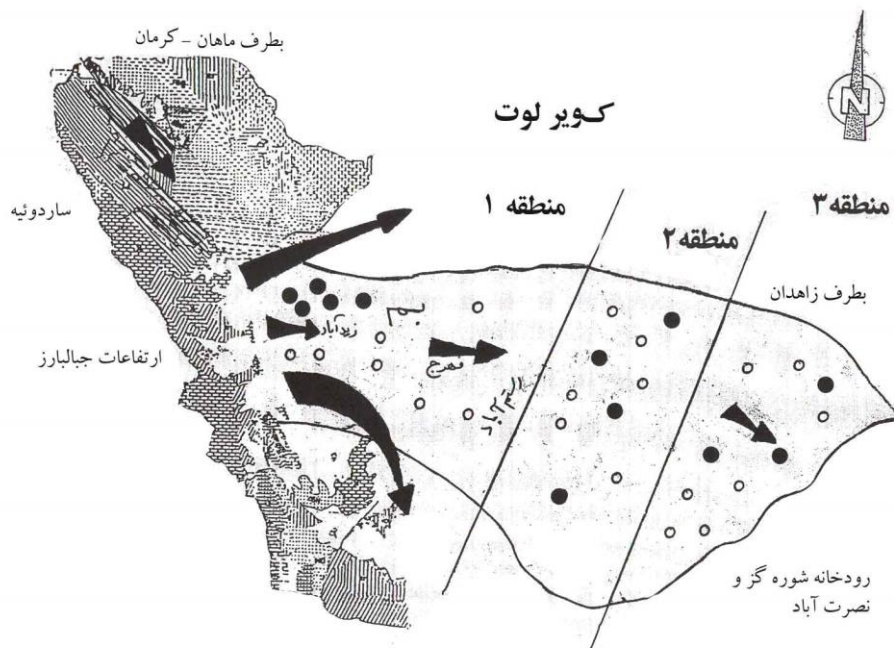
در ابتدا با توجه به مساحت منطقه تعداد ۲۰ حلقه چاه پیژومتری که توسط شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان برای بررسی وضعیت سطح ایستایی آب و کیفیت شیمیایی دشت بر اساس اصول علمی و آماری حفر شده است، انتخاب گردید. تعداد ۱۰ حلقه چاه آب شرب که آنها نیز در این دشت واقع می‌باشند، بعنوان نمونه تعیین شدند. بازدیدهای صحرائی و نقشه‌های جغرافیایی، زمین‌شناسی و توپوگرافی منطقه نشان داد که باتوجه به پراکنندگی چاهها در سطح دشت نمونه‌های انتخابی بنحوی است که وضعیت آبهای زیرزمینی منطقه رامشخص می‌کند. دشت مورد مطالعه به سه منطقه ۱ و ۲ و ۳ طبق (شکل ۱) که

وگفت و شنود درمورد آن بامحوریت نگهداری، بهره برداری بهینه و صیانت از این نعمت آسمانی از محافل علمی و کارشناسی فراتر رفته و تا سطح مدیران و برنامه ریزان ملی و اجلاسهای منطقه ای و جهانی ارتقاء یافته و در ادبیات مدیریت منابع آب واژه جدیدی تحت عنوان بحران آب افزوده شده است (۶). پیش‌بینی می‌شود در صورتیکه روند کنونی ادامه یابد تا سال ۲۰۲۵ از هر سه نفر جمعیت کره زمین دو نفر آنها در مناطق «بحران زده از نظر آب» زندگی خواهند کرد (۵). مطالعات فائو در ۹۳ کشور حکایت از عدم پایداری آب در این کشورها را دارد. عدم پایداری به این مفهوم است که استفاده از آبها بیش از مقداری است که در منابع جایگزین می‌شود. گرچه مشکل کمبود آب شیرین و بحث پایداری و عدم پایداری آن در گستره های وسیعی از کشورهای جهان مطرح است. اما ویژگیهای اقلیمی و جغرافیایی برخی از کشورها که در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند، چنان ابعادی به کمبود آب و عدم دسترسی مطمئن به آن طی فصول و سالهای مختلف داده است که در این مناطق کلمه آب باحیات جامعه مترادف شده است. ایران که حدود ۹۵ درصد خاک آن در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد در زمره این مناطق است (۷). ویژگیهای خاص اقلیمی و جغرافیایی ایران، ریزشهای جوی بارزیم مدیترانه ای، وضعیت توپوگرافی و تنوع پستی و بلندیها، عرصه های گسترده ای را برای نفوذ آب به زمین فراهم نموده است. مجموعه این شرایط که موجب هدایت به استفاده از تکنولوژی قنات در ایران شده به اهمیت استفاده و بهره برداری از آبهای زیرزمینی سابقه ای دیرین بخشیده است (۸).

استان کرمان در زمره مناطق خشک و کم آب در گستره فلات ایران مطرح است. این شرایط که موجب ریزشهای جوی بسیار محدود و فقدان رودخانه های دائمی قابل اعتماد در دشتها گردیده موجب رویکرد به استفاده از قنات در اعصار گذشته و استفاده از روشهای جدید برای بهره برداری از منابع آب زیرزمینی را در دهه های اخیر شده است. وسعت حوزه‌ها و زیرحوزه‌های استان کرمان ۱۶۰۷۲۰ کیلومترمربع برآورد میشود. وضعیت تغییرات حجم مخزن سفره های آبهای زیرزمینی دشتهای استان حکایت از بیلان منفی در اکثریت قریب به اتفاق دشتهای

درمیانه هرفصل تهیه و نسبت به اندازه‌گیری پارامترهای pH, EC, T.D.S, T.H, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , NO_3^- , SO_4^{--} , Cl^- , سبب حداکثر، میانگین و حداقل هر پارامتر برای هر چاه در هر سال تعیین و روند تغییرات میانگین در سالهای مختلف مقایسه گردید. ضمناً در هر مورد حداقل و حداکثر نتایج هرپارامتر با استانداردهای مصوب ایران مقایسه و نتیجه‌گیری لازم انجام شد. روشهای مورد عمل برای کلیه آزمایشات از کتاب روشهای استاندارد چاپ ۱۹۹۸ اقتباس شده است (۱۲، ۱۳، ۱۴).

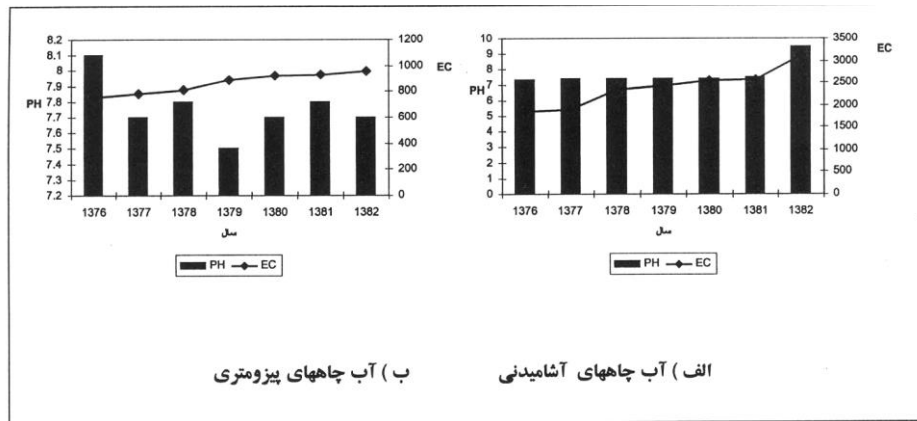
پراکندگی چاهها در آن مشخص شده است تقسیم گردید. سپس سه شاخص حداقل، میانگین و حداکثر پارامترهای کیفی آب در آخرین سال آزمایش (۱۳۸۲) در هر منطقه بر اساس تعداد چاههای واقع شده در آن محاسبه شد. مقایسه لازم برای تعیین قابلیت آب برای آشامیدن طبق نظریه شولر و رای تعیین قابلیت آبیاری برای کشاورزی بر اساس نظریه ویلکوکس انجام گردید (۱۱). برای تعیین روند تغییرات کیفیت آب چاههای آشامیدنی و پیژومتری واقع در دشت درفاصله زمانی سال ۷۶ تا سال ۸۳ (۷ سال) از هر چاه در هر فصل حداقل یک نمونه تقریباً



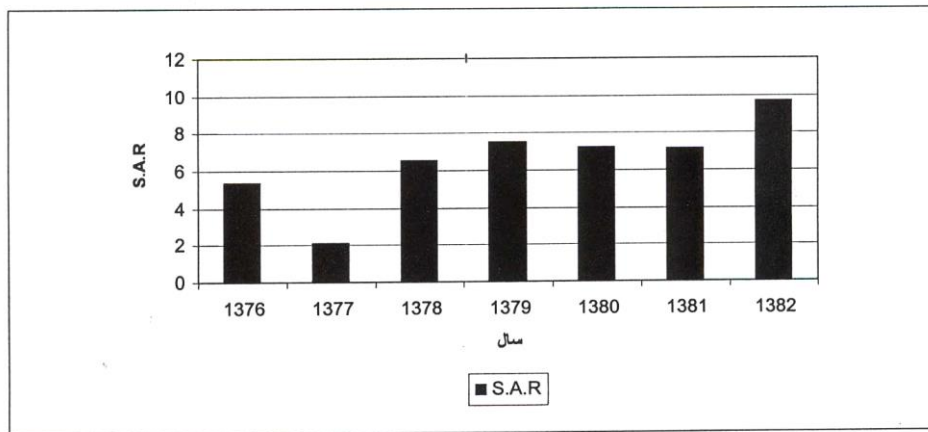
ونیترا آب چاههای شرب و پیژومتری طی سالهای ۷۶ تا ۸۳ و روند تغییرات میانگین PH و EC در آب چاههای شرب و پیژومتری طی سالهای مذکور نشان‌دهنده افزایش پارامترهای کیفی آب چاههای شرب و پیژومتری می‌باشد. نمودار شماره ۱ روند افزایش تغییرات PH و EC چاههای مورد بررسی را نشان می‌دهد. در نمودار شماره ۲ نیز کیفیت آب چاههای پیژومتری واقع در دشت بم و بروات طی سالهای ۷۶ تا ۸۳ از نظر نسبت جذب سدیم (SAR) آمده است.

نتایج:

نتایج آزمایشات مربوط به حداکثر، حداقل و میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده کیفیت شیمیایی آب چاههای شرب و پیژومتری دشت بم و بروات به ترتیب در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. روند تغییرات میانگین کل جامدات محلول، سختی کل، یونهای کلسیم، منیزیم، پتاسیم، بی‌کربنات، سولفات، کلراید



شکل ۱- تغییرات میانگین پارامترهای PH و EC چاههای مورد استفاده به عنوان آب آشامیدنی و چاههای پیزومتری دشت بم - بروات در ۷۶ تا ۸۳



شکل ۲- تغییرات کیفیت آب چاههای پیزومتری دشت بم و بروات طی سالهای ۷۶-۷۳ از نظر جذب سدیم (SAR)

جدول شماره ۱ - حداکثر، میانگین و حداقل مقادیر اندازه‌گیری شده کیفیت شیمیایی آب چاههای شرب (۱۰ حلقه) دشت بم و

بروات در سالهای ۷۶ تا ۸۳ (بر حسب میلی گرم)

سال	حالت	PH	EC	T.D.S	T.H	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻
۷۶	حداکثر	۸۳	۱۴۹۴	۹۴۰	۲۴۰	۶۲	۲۰	۲۲۸	۸/۵	۳۸۵	۶۵	۲۱۴	۱۲
	میانگین	۸/۱	۷۵۶	۵۲۱	۱۳۵/۵	۳۱/۵	۷/۷	۱۰۵/۵	۴	۱۷۵	۴۲	۷۳	۸/۵
	حداقل	۸	۵۰۲	۲۳۱	۸۴	۲۰/۴	۳/۶	۷۲/۵	۲/۲	۱۶۵/۹	۱۵	۴۰	۰/۳
	انحراف معیار	۰/۱۶	۲۷۶/۳۱	۱۷۶/۳۵	۱۰۶/۱۵	۲۱/۱۳	۴/۱۷	۴۶/۲۱	۱/۸۲	۶۳/۹۵	۳۲/۱۸	۴۵/۱۶	۳/۷۸
۷۷	حداکثر	۸/۳	۱۵۱۲	۹۵۰	۲۴۰	۶۵/۶	۲۰	۲۵۶/۶	۶/۸	۳۹۰/۴	۱۶۴/۶	۲۱۰	۱۸۳
	میانگین	۷/۷	۷۸۰	۵۲۸	۱۴۷/۵	۳۳/۵	۸	۱۱۱/۵	۴/۵	۱۸۰	۸۳/۵	۸۱	۸/۵
	حداقل	۷/۵	۵۲۹	۲۸۱	۸۴	۲۴	۳/۸	۷۰	۲/۴	۱۶۵/۹	۵۰	۴۴	۱
	انحراف معیار	۰/۱۶	۲۸۰/۱۴	۱۷۹/۱۶	۱۱۶/۱۲	۲۱/۱۳	۳/۸۴	۴۹/۱۲	۱/۳۱	۶۳/۸۱	۳۷/۱۴	۴۵/۱۶	۰/۸۱
۷۸	حداکثر	۸/۳	۱۵۰۰	۹۵۰	۲۲۸	۵۹	۲۲	۲۴۶	۷	۳۶۶	۱۷۲/۸	۲۰۶	۱۹/۵
	میانگین	۷/۸	۸۱۰	۵۳۱	۱۴۷/۵	۳۴	۸/۵	۱۳۱/۵	۵/۵	۱۸۲/۵	۸۷/۵	۸۵	۹/۵
	حداقل	۷/۵	۵۲۹	۲۸۱	۸۴	۲۴	۳/۸	۷۰	۲/۴	۱۶۵/۹	۵۰	۴۴	۱
	انحراف معیار	۰/۱۷	۲۸۰/۱۴	۱۷۵/۱۶	۱۴۵/۱۶	۲۱/۱۳	۵/۰۲	۴۸/۱۲	۱/۳۱	۶۳/۸۱	۴۰/۱۲	۴۳/۱۵	۴/۲۱
۷۹	حداکثر	۹/۲	۱۴۸۳	۹۳۴	۲۴۰	۵۷/۶	۲۲	۲۶۹/۸	۶/۹	۳۹۰/۴	۱۶۰/۱	۲۰۶	۱۲
	میانگین	۷/۵	۸۸۵	۶۵۱	۱۵۵	۳۵	۸/۹	۱۳۳/۵	۶/۶	۱۸۷	۹۵	۸۵	۱۰/۵
	حداقل	۷/۶	۵۰۱	۲۹۰	۸۰	۲۰/۲	۶/۷	۷۱/۳	۱/۲	۹۵/۲	۴۴	۴۶	۲۲

انحراف معیار	۰/۱۶	۲۷۸/۱۵	۱۷۸/۸۱	۱۴۹/۱۵	۲۰/۱۲	۴/۷۸	۴۹/۱۴	۱/۱۵	۴۸/۱۶	۳۷/۱۸	۴۵/۱۴	۳/۵۴
حداکثر	۸/۱	۱۵۲۷	۹۸۰	۲۴۸	۵۹/۲	۲۴/۶	۲۴۸/۷	۶/۸	۴۱۴/۶	۱۶۰/۱	۲۰۰	۱۵/۲
میانگین	۷/۷	۹۲۱	۶۷۵	۱۶۷/۵	۳۶	۱۱/۵	۱۳۷/۵	۷/۷	۲۲۷	۹۷	۹۵	۱۱
حداقل	۷/۵	۵۲۴	۲۹۵	۹۵	۲۰/۷	۷/۶	۸۱	۲/۳	۲۰۰	۵۵	۵۰	۳/۵
انحراف معیار	۰/۱۶	۲۸۱/۱۶	۱۷۹/۱۴	۱۴۰/۱۵	۲۰/۱۹	۵/۱۱	۴۵/۱۶	۱/۲۲	۶۳/۱۷	۳۷/۱۱	۴۲/۸۱	۳/۶۵
حداکثر	۸	۱۴۶۹	۹۲۶	۲۷۶	۵۷/۶	۲۴/۹	۲۲۶/۳	۶/۳	۴۰۰	۲۲۳/۹	۱۹۶	۲۱/۶
میانگین	۷/۸	۹۳۰	۷۷۰	۱۷۰	۳۸	۱۵	۱۴۰	۷/۸	۲۳۵	۹۸	۹۷	۱۱/۵
حداقل	۷/۵	۵۶۵	۲۹۸	۹۲	۷/۲	۸/۶	۷۷/۶	۲	۱۸۹	۶۰	۵۲	۷
انحراف معیار	۰/۱۵	۲۷۹/۳	۱۷۸/۴۷	۱۴۸/۱	۲۰/۲۸	۵/۱۴	۴۸/۱۱	۱/۲۷	۶۴/۶۱	۴۵/۶۱	۴۴/۴۲	۴/۶۵
حداکثر	۹	۱۶۳۰	۱۰۵۰	۲۸۵	۶۶	۲۸	۲۴۰/۵	۸	۴۳۵	۲۳۰	۲۰۰	۲۴
میانگین	۷/۷	۹۵۷	۶۷۵	۱۷۵	۴۰	۱۶/۲	۱۴۸	۵/۵	۲۳۸	۱۰۷	۱۰۰	۱۳
حداقل	۶/۵	۶۵۰	۳۰۵	۱۱۰	۲۸	۹/۵	۹۵/۵	۳	۱۹۸	۷۸	۶۸	۱۱
انحراف معیار	۰/۱۳	۲۸۵/۴	۱۸۲/۵	۱۵۱/۴	۲۲/۸	۶/۳	۵۰/۲	۶۷/۱۲/۷۵	۴۸/۲	۴۸/۲	۴۵/۳	۵/۵
حداکثر مجاز (استاندارد ایران برای آب آشامیدنی)	۸	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۵۰	۲۰۰	۱۰	-	۴۰۰	۵۰۰	۵۰

بحث و نتیجه گیری:

نتایج آزمایشات مربوط به کیفیت شیمیایی آب چاههای شرب (۱۰ حلقه) طی ۷ سال نشان می‌دهد که در هیچیک از موارد مقادیر پارامترهای کیفی از حداکثر مجاز در استانداردهای ایران فراتر نرفته است. لذا کیفیت آب چاههای مذکور همچنان برای آشامیدن مناسب می‌باشد. روند تغییرات کیفیت آب این چاهها طی سالهای ۷۶ تا ۸۳ به این جهت که مقادیر اکثر پارامترها رو به افزایش گذاشته است تغییراتی را درجهت نامطلوب شدن نشان می‌دهد. آزمایشات مربوط به کیفیت شیمیایی آب چاههای پیزومتری (۲۰ حلقه) طی ۷ سال نشان می‌دهد که در مواردی مقادیر حداقل و حداکثر برخی از پارامترها و همچنین میانگین آنها از استانداردهای ایران برای استفاده بعنوان آب شرب بیشتر است. از طرفی در مواردی روند تغییرات درجهت نامطلوب شدن می‌باشد. لذا در استفاده از آب مناطقی که کیفیت آب چاههای آن از حدود مجاز برای مصرف شرب بیشتر است بایستی اجتناب نمود. بر اساس همین نتایج روند تغییرات آب چاههای پیزومتری طی سالهای ۷۶ تا ۸۳ از نظر نسبت جذب سدیم (SAR) نیز تغییراتی را در جهت نامطلوب شدن نشان می‌دهد.

باتوجه به طبقه بندی شولر (مقایسه داده‌های جدول ۱ و ۲ با داده‌های جدول ۳) مقادیر اکثر پارامترها در منطقه ۱ واقع در غرب دشت نزدیک ارتفاعات جبال بارز بطرف رستم آباد در حدود قابل قبول برای شرب قرار دارد. لذا استفاده از این محدوده برای استفاده شرب توصیه می‌گردد. مقایسه داده‌های جداول ۴ و ۵ طبقه‌بندی ویلکوکس با میانگین مقادیر EC و SAR که در جداول ۱ و ۲ آمده است نشان می‌دهد که آب منطقه ۱ برای استفاده کشاورزی نیز مناسب است.

منطقه ۲ واقع در مرکز دشت در حوالی شرق رستم آباد براساس نتایج حاصل از جدول و دیاگرام شولر برای آب شرب تقریباً مناسب بوده و برای حالت اضطراری پیشنهاد میشود. آب این منطقه نیز براساس جدول ویلکوکس تقریباً برای کشاورزی مناسب می‌باشد.

آب منطقه ۳ واقع در شرق دشت بطرف زاهدان و بسمت رودخانه شوره گز براساس نتایج حاصل از جدول ویلکوکس، برای استفاده کشاورزی مناسب نمی‌باشد.

جدول شماره ۲- حداکثر، میانگین و حداقل مقادیر اندازه‌گیری شده کیفیت شیمیایی آب چاههای پیزومتری (۲۰ حلقه) دشت بم و بروات در سالهای ۷۶ تا ۸۳ (بر حسب میلی گرم)

سال	حالت	PH	EC	T.D.S	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	S.A.R
۷۶	حداکثر	۷/۵	۳۶۰	۱۸۰۰	۲۲۰	۸۵	۱۰۰۰	۲۰۰	۸۵۰۰	۱۲۰۰	۱۴/۴۵
	میانگین	۷/۳	۱۸۵۰	۱۱۰۰	۸۵	۳۱	۲۲۵	۱۸۵	۳۸۵	۳۵۸	۵/۲۹
	حداقل	۷/۲	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۵	۱۲	۸۰	۱۲۵	۴۵	۵۰	۲/۹۵
۷۷	انحراف معیار	۰/۱۴	۲۸۵/۱۴	۳۲۱/۱۶	۸/۱۶	۹۷/۱۴	۸۵/۱۶	۹۱/۱۶	۱۰۲/۱۲	۱۰۲/۱۲	-
	حداکثر	۷/۵	۲۵۰۰	۳۸۰۰	۲۶۰	۱۶۰	۶۵۰	۷۲۰	۶۵۰	۷۵۰	۷/۷۹

۲/۰۸۷	۴۱۰	۳۱۰	۱۹۵	۲۴۰	۳۷	۸۷	۱۳۰۰	۱۹۰۰	۷/۴	میانگین	
۱/۹۵	۵۰	۴۰	۱۲۰	۹۰	۵	۴۵	۲۲۰	۲۶۰	۷/۲	حداقل	
—	۸۸/۱۶	۷۸/۱۴	۷۵/۱۳	۱۱۵/۱۴	۲۵/۱۲	۴۷/۱۴	۲۶۸/۱۴	۲۸۵/۱۶	۰/۱۶	انحراف معیار	
۱۲/۳۱	۱۲۱۰	۲۱۵۰	۸۵۰	۱۱۴۰	۲۶۰	۲/۵	۳۸۰۰	۶۰۰۰	۷/۵	حداکثر	۷۸
۶/۵۲	۴۲۵	۳۸۵	۲۱۵/۵	۳۱۰	۴۸	۹۲	۱۴۵۰	۲۳۵۰	۷/۴	میانگین	
۱/۸	۳۰	۶۰	۱۴۰	۶۰	۴	۲۰	۴۵۰	۲۰۰۰	۷/۲	حداقل	
—	۸۱/۱۲	۷۸/۱۴	۶۳/۱۱	۸۱/۱۷	۱۸/۱۴	۴۱/۱۴	۲۵۵/۱۴	۲۸۱/۱۴	۰/۱۴	انحراف معیار	۷۹
۱۳/۸	۱۱۵۰	۷۵۸	۳۵۰	۱۱۰۰	۱۶۰	۲۲۰	۳۹۵۰	۲۴۵۰	۷/۵	حداکثر	
۷/۵	۴۳۲	۴۱۵	۲۳۵	۳۹۵	۵۷	۱۱۵	۱۶۵۰	۲۴۲۰	۷/۴	میانگین	
۵/۴	۳۲	۵۰	۱۶۰	۹۹	۴	۲۲	۲۳۵	۲۳۵	۷/۲	حداقل	۸۰
—	۸۱/۱۲	۷۸/۱۴	۶۳/۱۱	۱۸/۱۷	۸۱/۱۴	۴۱/۱۴	۲۵۵/۱۴	۲۸۱/۱۴	۰/۱۴	انحراف معیار	
۵/۸	۱۲۴۰	۹۹۷	۷۵۰	۴۵۰	۱۲۵	۲۵۰	۳۹۰۰	۳۸۰۰	۷/۵	حداکثر	
۷/۲	۴۵۰	۳۲۵	۲۳۹	۴۰۵	۶۸	۱۲۵	۲۰۵۰	۲۵۵۰	۷/۴	میانگین	۸۱
۵/۴	۴۵	۴۵	۱۳۰	۹۹	۴	۱۸	۲۲۰	۹۸۰	۷	حداقل	
—	۸۵/۱۶	۷۸/۱۴	۹۸/۱۴	۵۷/۱۴	۱۶/۱۷	۸۱/۱۶	۲۹۷/۱۴	۳۷۵/۱۲	۰/۱۴	انحراف معیار	
۱۵/۹	۱۲۳۵	۹۵۵	۷۲۵	۱۱۵۰	۱۰۵	۲۲۰	۳۹۵	۶۰۰۰	۷/۵	حداکثر	۸۲
۷/۱	۴۶۵	۴۳۵	۲۴۲	۴۱۰	۷۲	۱۲۸	۲۱۰۰	۲۵۷۰	۷/۵	میانگین	
۱/۵	۵۰	۴۷	۱۵۰	۲۷	۴	۲۰	۱۵۰	۳۰۰	۷/۱	حداقل	
—	۸۸/۱۶	۸۵/۱۴	۸۱/۱۶	۵۷/۱۴	۱۶/۱۸	۳۸/۱۶	۲۸۱/۱۶	۳۱۵/۱۴	۰/۱۴	انحراف معیار	۸۲
۱۷/۱	۱۲۳۰	۱۱۸۰	۸۱۰	۱۴۲۰	۱۳۰	۳۱۰	۶۰۰۰	۸۰۰۰	۱۱	حداکثر	
۹/۷	۶۱۵	۵۳۵	۵۱۰	۳۵۶	۷۳	۱۸۶	۲۸۵۰	۳۱۲۰	۹/۵	میانگین	
۱۱/۵	۸۵۰	۸۵۰	۲۲۰	۳۸۰	۱۰	۶۵	۴۰۰	۳۸۰	۸	حداقل	۸۲
۵/۵	—	۹۰/۲	۸۹/۵	۸۴/۵	۵۹/۳	۱۸/۲۱	۴۱/۳	۳۰۵/۲	۰/۲۱	انحراف معیار	
—	۵۰۰	۴۰۰	—	۲۰۰	۵۰	۲۵۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۸	حداکثر مجاز (استاندارد ایران برای آب آشامیدنی)	

جدول شماره ۳ - طبقه‌بندی آب آشامیدنی طبق نظریه شولر (۱۳)

CL ⁻ mg/lit	SO ₄ ²⁻ mg/lit	Na ⁺ mg/lit	Mg ⁺⁺ mg/lit	Ca ⁺⁺ mg/lit	PH	طبقه‌بندی آبها برای آشامیدن
۲۸	۳۷	۶۹	۴/۵	۲۰	۷/۳	قابلیت شرب (خوب)
۳۵	۴۸	۷۳	۶	۲۵	۷/۸	قابلیت شرب (قابل قبول)
۵۴	۵۷	۱۰۴	۳۷	۸۵	۹	نامناسب
۵۵۰	۶۵۰	۷۳۰	۷۲	۱۳۰	۱۰	بد
۶۰۳	۷۲۰	۸۸۰	۸۵	۱۷۵	۱۱	قابل استفاده در شرایط اضطراری
۱۲۴۲	۹۶۰	۱۱۵۰	۱۴۴	۲۴۰	>۱۱	غیر قابل شرب

جدول شماره ۴ - طبقه‌بندی آب جهت کشاورزی بر اساس نسبت جذب سدیم (SAR) و یا خطر قلیایی شدن (۱۱، ۱۲)

SAR < 10	(S ₁)	خطر قلیایی شدن کم
SAR = 10-18	(S ₂)	خطر قلیایی شدن متوسط
SAR = 18-26	(S ₃)	خطر قلیایی شدن زیاد
SAR > 26	(S ₄)	خطر قلیایی شدن خیلی زیاد

جدول شماره ۵ - طبقه‌بندی آب جهت کشاورزی بر اساس هدایت الکتریکی EC (۱۰، ۱۱)

EC (µmhos/cm)	طبقه	کیفیت از نظر خطر برای خاک
۲۵۰-۱۰۰	C ₁	کم
۷۵۰-۲۵۰	C ₂	متوسط
۲۲۵۰-۷۵۰	C ₃	زیاد
>۲۲۵۰	C ₄	خیلی زیاد

جدول شماره ۶ - مقایسه حداقل، میانگین و حداکثر EC (بر حسب میکروموس بر سانتیمتر) و SAR در مناطق سه‌گانه مورد مطالعه

SAR			EC			پارامتر منطقه
حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	
۲/۷	۲/۲	۰/۶	۱۳۰۰	۷۵۰	۲۰۰	منطقه ۱
۳/۴	۱/۲	۱	۲۲۵۰	۱۳۲۰	۴۰۰	منطقه ۲
۵/۵	۳/۲	۱	۶۰۰۰	۳۲۵۰	۵۰۰	منطقه ۳

References

منابع

۱. ابراهیمی، پرویز. بررسی و ارزیابی مدیریت عرضه و تقاضای آب شرب در شرایط خشکسالی اصفهان. مجله آب و محیط زیست- تهران، شماره ۴۸-۴۹، ۱۳۸۰، ص ۸۹-۹۸.
۲. سازمان برنامه و بودجه. مستندات برنامه اول و دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران. تهران. ۱۳۷۳.
۳. وجدانی، حمیدرضا. چالش عمده پیشروی ناپایداری آب، مطالعه موردی استان همدان، مجله آب و محیط زیست، تهران، شماره ۵۳، ۱۳۸۱، ص ۱۲-۱۶.
۴. جروم سی، گلن. تئودور جی، گوردن. ترجمه محسن بهرامی. وضعیت آینده در آستانه هزاره سوم. نشر خضرا. شرکت متن وابسته به وزارت نیرو، تهران- ایران، ۱۳۸۲.
۵. جروم سی، گلن. تئودور جی، گوردن. ترجمه محسن بهرامی. وضعیت آینده ۲۰۰۱. نشر خضرا. شرکت متن وابسته به وزارت نیرو، تهران - ایران، ۱۳۸۲.
۶. قنادی، مجید. سیمای جهانی آب، مجله آب و محیط زیست. تهران، شماره ۴۵، ۱۳۸۰، ص ۱۵-۴.
۷. مرادی نژاد، امیر و آقارضا، حشمت‌اله. بررسی خشکسالی در استان مرکزی، مجله آب و فاضلاب، مهندسی مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب، شماره ۴۴، ۱۳۸۱، ص ۲۶-۲۰.
8. Chester DR. Groundwater Contamination. Florida: CRC press; 2000.
۹. شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان کرمان. گزارش هیدروگراف واحد دشتهای استان کرمان. شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان کرمان. واحد مطالعات، کرمان، ۱۳۸۲.
۱۰. شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان کرمان. ادامه گزارش مطالعات محدوده دشت بم-نرماشیر. شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان کرمان. واحد مطالعات، کرمان، ۱۳۸۱.
۱۱. عزیزاده، امین. کیفیت آب در آبیاری، انتشارات دانشگاه امام رضا، آستان قدس رضوی، مشهد، ۱۳۶۳.
12. Champman D, Kimstach V. Water quality assessment. Unesco, WHO; 1996.
13. Thomas NV. Global water quality standards. Ground Water; 1996.
14. Standard methods for examination of water and wastewater. 20th ed. APHA, AWWA, WEF; 1998.
۱۵. بنی‌اسدی، محسن. بررسی و مطالعه تأثیر طرح پخش سیلاب آبخوان آب باریک بم در وضعیت اقتصادی و اجتماعی ساکنین منطقه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد از دانشگاه آزاد گرگان، ۱۳۷۷، گرگان-ایران.