Research Paper

Evaluation of Aqueduct Water Quality Using Chemistry Program for Different Uses in Nain

Hossein Yousefi*[1], Elyas Reyhani[2], Leili Amini[3], Leila Ghasemi[4]

1 Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Iran, *Hosseinyousefi@ut.ac.ir, Corresponding Author
2 M.Sc., Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Iran, elyas.reyhani@ut.ac.ir
3 M.Sc., Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Iran, leili.amini@ut.ac.ir
4 M.Sc., Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Iran, ghasemi.leila@ut.ac.ir

10.22125/IWE.2022.163668

Received:
February 20, 2021
Accepted:
September 18, 2022
Available online:
December 11, 2022

Keywords:
Chemistry program, water quality, aqueduct, Naein City.

Abstract

Water, on the one hand, deals with the health of people, and on the other hand, promotes economic prosperity. One of the important and determining factors in different uses of water is its chemical quality, and to manage these resources, it is necessary to obtain scientific studies and control them with full knowledge of groundwater systems, and chemical analysis of these waters is a suitable tool for quality assessment and water resource management. In this study, the data required to investigate the chemical quality of water in 17 aqueducts south of Nain in 2012, was obtained from the Regional Water Organization. The chemistry program was used to perform chemical quality analysis of water. After the studies and drawing of the Schuler, Wilcox, and Piper diagrams, the quality of the aqueducts was determined for drinking, agriculture, and industrial purposes. According to the Schuler diagrams, the aqueducts in question are not limited to drinking. Regarding water quality for agricultural uses (Wilcox chart), 6 aqueducts out of 17 aqueducts studied are unsuitable for agricultural use (very salty) and the rest of the aqueducts, are suitable and some can be used for agriculture, and according to RSC of a total of 17 aqueducts, all in the appropriate, only the Feyzabad and Jamakan aqueducts are possible in the category. Regarding the industry, most of the aqueducts are part of the sedimentation group and only two aqueducts of Heydar Abad and Arand are in the corrosive category. In the south of Naein City, according to the results obtained to avoid irreparable damage, needs proper and comprehensive management, and also to preserve and protect these waters, other studies are needed to have a proper understanding of the water hydraulic system

1. Introduction

Not only is groundwater the most abundant source of fresh water on Earth, but groundwater is the cleanest water in terms of pollution Excessive exploitation of groundwater resources, reduction of rainfall and unsuitable cultivation pattern, and other factors, has caused the situation of groundwater resources in the country to become critical, which not only has reduced the level of groundwater but also the quality of this water has decreased day by day and has suffered from various pollutions. Water, on the one hand, deals with the health of people, and on the other hand, promotes economic prosperity. One of the important and determining factors in different uses of water is its chemical quality, and to manage these resources, it is necessary to obtain scientific studies and control them with full knowledge of groundwater systems, and chemical analysis of these waters is a suitable tool for quality assessment and water resource management. The aim of this study is to analyze the groundwater quality of

Nainshahr aqueducts to have optimal, appropriate, and comprehensive management of existing groundwater resources. Because to maintain the existing water resources, it is necessary to have a proper understanding of the hydraulic system and its quality. The results can be used to plan for the proper use of groundwater resources.

2. Materials and Methods

In this study, the data required to investigate the chemical quality of water in 17 aqueducts south of Nain in 2012, was obtained from the Regional Water Organization. The chemistry program was used to perform chemical quality analysis of water. After the studies and drawing of the Schuler, Wilcox, and Piper diagrams, the quality of the aqueducts was determined for drinking, agriculture, and industrial purposes. According to the Schuler diagrams, the aqueducts in question are not limited to drinking.

3. Results

Regarding the quality of water for drinking purposes, according to the diagram of drinking water in 17 stations, it has an acceptable condition in terms of drinking and is relatively suitable. Regarding water quality for agricultural uses (Wilcox chart), six quaternary plots (Veria, Ali Abad, Fodaz, Mozdeye, Hanafsh and Shadad) from the 17 aqueducts were studied for inappropriate agricultural use (very salty). And the rest of the aqueducts are suitable and some are suitable for agriculture on the basis of the RSC of a total of 17 aqueducts, all in the proper category only the Feyzabad and Jamakan Qanat are acceptable. Regarding the industry, most of the aqueducts are part of the sedimentation group and only two aqueducts of Heydar Abad and Arand are in the corrosive category. In terms of water hardness, Aliabad, Afifabad, Moazadiyeh, Hanafash, and Shadad aqueducts are quite hard. The type of reservoir type is also found in the reservoirs of Khadnat, Hyderabad, Kashkakeh, Ali Abad, Sershak, Dolatabad, Afif Abad Abbas Abad, Moazdeyeh, Hanafh, calcareous dolomite and Vermonian, Feizabat and Jamakan aqueducts, such as lime and Venus quarries, Erand, Moein Abad, FDAS and Sided are dolomitic type lime and all the existing aqueducts in the region are predicted for igneous rocks of the type of feldspar alkaline-opencast.

4. Discussion and Conclusion

Investigation of salinity and solute parameter changes in the studied aqueducts showed that during the years 2004 to 2012, these parameters in most of the studied aqueducts had an upward trend, which indicates a decrease in water quality in the aqueducts studied in this article. According to the results obtained to avoid irreparable damage, it needs proper and comprehensive management, and also to preserve and protect these waters, other studies are needed to have a proper understanding of the water hydraulic system.

5. Six important references

1) BRUNGS, W. A. 1973. Effects of residual chlorine on aquatic life. Journal (Water Pollution Control Federation), 2180-2193.
2) Çelik, R. 2015. Temporal changes in the groundwater level in the Upper Tigris Basin, Turkey, determined by a GIS technique. Journal of African Earth Sciences, 107, 134-143.
3) Chai, T., Xiao, C., Li, M., & Liang, X. 2020. Hydrogeochemical Characteristics and Groundwater Quality Evaluation Based on Multivariate Statistical Analysis. Water, 12, 2792.
4) Edition, F. 2011. Guidelines for drinking-water quality. WHO chronicle, 38, 104-8. Hounslow, A. 2018. Water quality data: analysis and interpretation, CRC press.
5) Masciopinto, C., Liso, I. S., Caputo, M. C. & DE Carlo, L. 2017. An Integrated Approach Based on Numerical Modelling and Geophysical Survey to Map Groundwater Salinity in Fractured Coastal Aquifers. Water, 9, 875.
6) Todd, D. K. 1974. Salt-water intrusion and its control. Journal (American Water Works Association), 180-187.

Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال سیزدهم. شمارپنجاه. زمستان .۱۴۰۱

ارزیابی کیفیت آب قنات‌ها با استفاده از برنامه Chemistry جهت مصارف مختلف در نائین

حسین یوسفی* [۱]، الیاس ریحانی[۲]، لیلی امینی[۳]، لیلا قاسمی [۴]

مقاله پژوهشی

تاریخ ارسال :۱۳۹۹/۱۲/۰۲
تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۶/۲۷

چکیده

آب از یک‌سو با سلامت و بهداشت مردم سروکار دارد و از سوی دیگر باعث رونق اقتصادی می‌شود. بنابراین یکی از عوامل مهم و تعیین‌کننده در مصارف مختلف آب، کیفیت شیمیایی آن است و برای مدیریت این منابع لازم است بررسی‌های علمی حاصل شود و با شناخت کامل سیستم‌های آب زیرزمینی، آن‌ها را کنترل کرد و آنالیز شیمیایی این آب‌ها ابزاری مناسب برای ارزیابی کیفیت و مدیریت منابع آب است. در این تحقیق به‌منظور بررسی کیفیت شیمیایی آب ۱۷ رشته قنات جنوب نائین شهر در سال ۱۳۹۱ داده‌های موردنیاز از سازمان آب منطقه‌ای اخذ گردید و جهت آنالیزهای کیفیت شیمیایی آب از برنامه Chemistry استفاده شد. پس از بررسی‌های صورت‌گرفته و ترسیم نمودارهای شولر، ویلکوکس و پایپر، کیفیت قنات‌ها برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعت تعیین گردید. براساس نمودار شولر، قنات‌های موردنظر جهت مصارف شرب محدودیتی ندارند. درمورد کیفیت آب برای مصارف کشاورزی، ۶ رشته قنات از ۱۷ قنات موردمطالعه برای مصارف کشاورزی نامناسب هستند و مابقی قنات‌ها، برخی مناسب و برخی قابل استفاده برای کشاورزی هستند و براساس RSC مجموع ۱۷ قنات همگی در رده مناسب، تنها قنات فیض‌آباد و جامکان در رده قابل‌قبول است. درمورد صنعت، اکثر قنات‌های موردمطالعه جزء گروه رسوبگذار هستند و تنها دو قنات حیدرآباد و آرند در رده خورنده قرار می‌گیرند. در جنوب نایین با توجه به نتایج بدست آمده برای جلوگیری از آسیب‌های جبران‌ناپذیر، نیاز به مدیریت مناسب و جامع دارد و همچنین برای حفظ و صیانت از این آب‌ها نیازمند مطالعات دیگر است تا بتوان درک مناسبی از سیستم هیدرولیکی آب داشت.

واژه‌های کلیدی: برنامه Chemistry، کیفیت آب، قنات، شهر نائین.

[۱] دانشیار، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران، Hosseinyousefi@ut.ac.ir (* نویسنده مسئول)
[۲] کارشناسی ارشد مهندسی اکوهیدرولوژی، دانشکده عاوم وفنون نوین، دانشگاه تهران، elyas.reyhani@ut.ac.ir
[۳] کارشناسی ارشد مهندسی اکوهیدرولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران، leili.amini@ut.ac.ir
[۴] کارشناسی ارشد مهندسی اکوهیدرولوژی، دانشکده علوم وفنون نوین، دانشگاه تهران، ghasemi.leila@ut.ac.ir

مقدمه

نه تنها آب زیرزمینی فراوان‌ترین منبع آب شیرین کره‌ی زمین است، بلکه آبخوان‌ها به‌عنوان یکی از بهترین مخازن آب زیرزمینی جهت نگهداری و بازیافت آب به شمار می‌روند (Sieker *et al.*, 2006). آب‌های زیرزمینی یک منبع مهم گسترده برای فعالیت‌های کشاورزی، خانگی و صنعتی می‌باشد. عواملی مانند افزایش جمعیت در جهان، استفاده زیاد از آب‌های زیرزمینی در بخش کشاورزی و بارش نامنظم به دلیل تغییرات اقلیم، اثر منفی روی پتانسیل آب‌های زیرزمینی دارند (Çelik, 2015). بر اساس پیش‌بینی سازمان ملل بحران کم‌آبی به‌سرعت درحال‌توسعه بوده و هم‌اکنون چندین کشور به‌طورجدی با این بحران درگیر هستند و تعدادی دیگر از کشورها ازجمله ایران تا سال ۲۰۲۵ به جمع آن‌ها خواهند پیوست (Jackson et al., 2011). با استفاده از قنات که یکی از اختراعات بی‌نظیر ایرانیان در جهان است، می‌توان مقدار قابل توجهی از آب‌های زیرزمینی را جمع‌آوری کرد و به سطح زمین رساند، که همانند چشمه‌های طبیعی، آب آن در تمام طول سال بدون هیچ کمکی از درون زمین به سطح آن جاری گردد. منابع آب زیرزمینی در مقایسه با منابع آب سطحی، معمولا محسنات و ویژگی‌های خاصی دارند، مانند کیفیت خوب از جمله کیفیت خوب میکروبیولوژیکی و نیاز کمتر به تصفیه و پالایش، تأثیرپذیری کمتر در برابر خشکسالی، سرمایه‌گذاری اولیه کمتر و نیاز به طرح‌ها و نقشه‌های محدودتر می‌باشد. از همه مهمتر، در شرایطی که عرضه آب سطحی در اغلب موارد انطباق لازم را با نیازها در سطح نقاط مصرف و مزارع ندارد، استحصال آب زیرزمینی ازطریق پمپاژ، با کنترل و مدیریت عرضه می تواند در انطباق با تقاضاها باشد. منابع آب زیرزمینی با کیفیت و کمیت مناسب، مناطق قابل اطمینانی برای تأمین نیازهای انسان محسوب می‌شود. بنابراین مدیریت منابع آب به‌ویژه آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، از اهمیت خاصی برخوردار است. کیفیت آب تعیین‌کننده نوع استفاده از آب برای مصارف مختلف است. کمیت زیاد منابع آب در یک محیط نمی‌تواند تضمین‌کننده رفع نیازهای محیط باشد، بلکه باید آب ازنظر کیفی بررسی شود و متناسب باکیفیت آن برای مصارف مختلف استفاده گردد.

در رابطه با آلوده شدن آب‌های زیرزمینی، سوابق و بررسی‌ها نشان می‌دهند مشکلات اصلی کیفیت منابع آب زیرزمینی کشور عبارت‌اند از: - نامشخص بودن کیفیت منابع آب زیرزمینی: در اغلب مناطق کشور اندازه‌گیری کمی یا کیفی آب‌های زیرزمینی انجام‌شده است. بااین‌وجود اغلب این اندازه‌گیری‌ها پارامترهای محدودی مانند برخی آنیون‌ها و کاتیون‌ها را دربرمی گیرد و در بسیاری از مناطق داده‌های بسیار محدودی درزمینه سایر پارامترها مانند فلزات سنگین، سموم و هیدروکربورها وجود دارد. همچنین در برخی مناطق اندازه‌گیری‌ها به‌صورت موردی یا در یک بازه زمانی کوتاه انجام‌شده است. بنابراین اطلاعات کافی در مورد شرایط پایه و روند تغییرات کیفیت آب در بسیاری از مناطق وجود ندارد. افزایش شوری آب: این مشکل در اغلب مناطق مشاهده می‌شود و مهم‌ترین دلیل آن افزایش برداشت آب و کاهش ذخایر آب زیرزمینی و کاهش نزولات جوی که یکی از حالت‌های به وجود آمده هجوم آب‌های شور به سمت آب شیرین هست. برای بررسی کیفیت آب در این مناطق پایش روند و در صورت استفاده از آب زیرزمینی برای کاربری‌های مختلف پایش سازگاری باید انجام شود. - سازندهای زمین‌شناسی نامناسب مانند سازند گچساران، نشت هیدروکربورهای نفتی از پالایشگاه‌ها و توسعه ناکافی تأسیسات جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب که درنتیجه آلودگی منابع آب زیرزمینی به نیترات در شهرهایی مانند اراک، مشهد و تهران ناشی از تخلیه فاضلاب به چاه‌های جذبی، استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات درنتیجه ورود آن‌ها به منابع آب زیرزمینی، در انتها تخلیه پساب‌های صنعتی. (دستورالعمل پایش کیفیت آبهای زیرزمینی). فاضل خالقی (۱۳۹۹)، در پژوهشی به ارزیابی کیفیت آب شرب منطقه هشترود با استفاده از متغیرهای هیدروشیمیایی و نگرش زیست محیطی پرداخت. بر اساس دیاگرام شولر نمونه‌های آب این منطقه در محدوده آبهای قابل قبول قرار گرفتند که نشانگر مطلوب بودن کیفیت آب منطقه برای مصارف

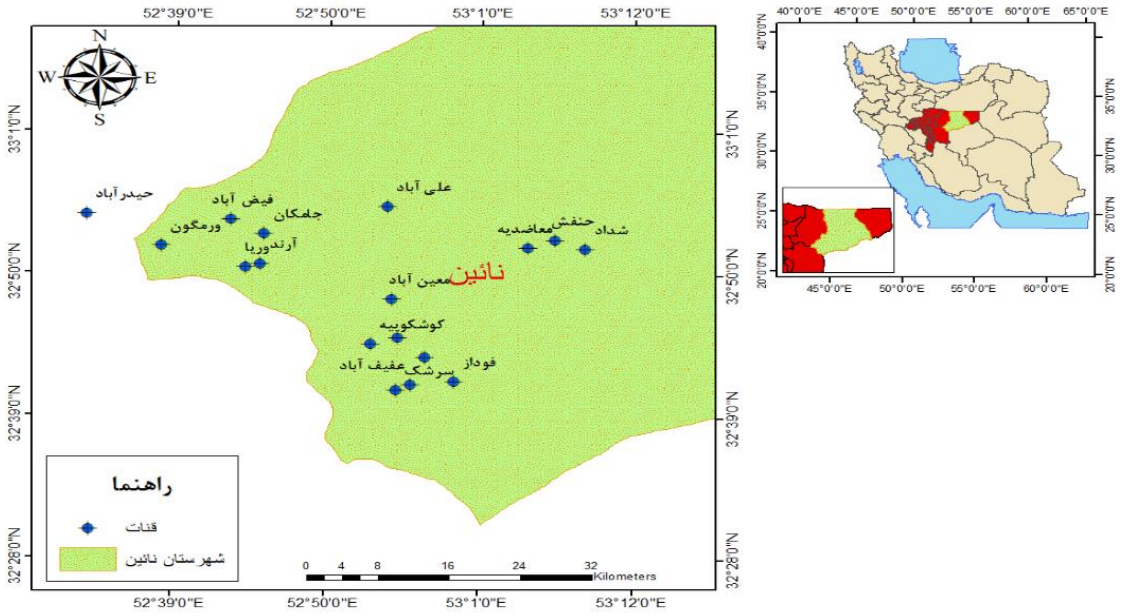
آشامیدنی می باشد. کیفیت آب منطقه برای مصارف صنعتی در اکثر نمونه ها در رده خورنده قرار داشت. خورنده بودن آب منطقه منجر به هدر رفت آب در شبکه شرب شهری می شود که سبب بروز مشکلات بهداشتی و خسارت مادی می‌شود. غلام دخت بندری و همکاران (۱۳۹۷) در یک پژوهش کیفیت هیدرژئوشیمیایی منابع آب زیرزمینی در حوزه سیاهو شهرستان بندرعباس را از نظر شرب، کشاورزی و صنعت بررسی کردند. طبق بررسی ها و اطلاعات موجود، مقدار بالای نمک و مواد محلول در حوزه سیاهو، نشان‌دهنده تاثیر بسزای سازندهای زمین شناسی (تبخیری، شیلی، کربناتی) و گنبد نمکی بر منابع آب زیرزمینی و کاهش کیفیت منابع آب بود. چراغی و همکاران، (۱۳۹۷) به بررسی تجزیه و تحلیل های آماری پارامترهای کیفی و ارزیابی شاخص پهنه بندی کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف شرب در خرم آباد پرداختند. شاخص کیفی آب زیرزمینی در منطقه، کیفیت آب زیرزمینی را بین ۷۳ تا ۸۱ نشان داد که بیان کننده مناسب تا قابل قبول بودن آن است. همبستگی بین شاخص کیفی آب زیرزمینی و پارامترهای کیفی نشان دهنده ی این بود که سختی کل و میزان بی کربنات و جامدات محلول بیشترین تاثیر را در کیفیت آب زیرزمینی داشته اند. حیدری نژاد و همکاران (۱۳۹۷)، پژوهشی با هدف پایش کیفی پارامترهای شیمیایی فیزیکی منابع آب زیرزمینی سه شهرستان در استان خراسان رضوی پرداختند. نتایج نشان داد که اکثر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شهرستان خواف در محدوده ی استاندارد ملی بوده و اما شهرستان تایباد و رشتخوار از نظر برخی پارامترها فراتر از محدوده استاندارد هستند. فاضل‌پور عقدائی و همکاران (۱۳۹۷)، منظور مدیریت بهینه منابع به تحلیل کیفیت منابع آب زیرزمینی حوزه آبخیز خوانسار هرات پرداختند. این حوزه دارای دو رشته قنات و پنج دهنه چشمه است.تحلیل نتایج نشان دهنده‌ی این بود که آب‌های با کیفیت بالا و مناسب در مناطق ورودی حوزه قرار دارند و عموما از تیپ کربناته هستند. جعفری اول و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهشی به پایش کیفیت آب قنوات پهنه ی شرق تهران از نظر شاخص‌های زیست محیطی پرداختند. از نظر شاخص‌های لازم برای کشاورزی، نتایج آزمایش‌ها حکایت از مطلوب بودن قنوات پهنه‌ی شرقی تهران داشتند. صالحی و همکاران (۱۳۹۶)، به بررسی کیفیت آب زیرزمینی شهرستان سقز جهت شرب و کشاورزی پرداختند. نتایج نشان دهنده‌ی که کیفیت آب شهرستان سقز برای شرب و کشاورزی مناسب و نتایج میانیابی مکانی بر اساس معیارهای ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین خطای اریب (MBE) و میانگین خطای مطلق (MAE) نشان داده که برای پارامترهای سدیم، کلر، نسبت سدیم قابل جذب و سولفات روش وزن دهی عکس فاصله با توان یک و برای پارامترهای شوری، سختی و غلظت املاح محلول وزن دهی عکس فاصله با توان ۳ و برای نیترات روش کریجینگ دایره ای مناسب ترین روش جهت پهنه بندی هستند. روزرخ و همکاران (۱۳۹۶)، هدف از این پژوهش بررسی هیدروژئوشیمی، نابهنجاری های هیدروژئوشیمیایی تعیین کاربری مصارف (شرب، کشاورزی و صنعت) آب‌های زیرزمینی منطقه ی مورد مطالعه است. نتایج نشان دهنده‌ی این بود که اغلب آب‌های با کیفیت پایین از نظر شرب، کشاورزی و صنعت در بخش‌های مرکزی و شمالی دشت وجود دارند. حیدری و رضایی (۱۳۹۰)، تحقیقی را با عنوان "بررسی هیدروژئوشیمی به روش درون‌یابی با استفاده از نرم‌افزار ARCGIS در دشت آبدان‌دیر هرمزگان" انجام دادند. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین عامل تأثیرگذار بر کیفیت و شوری آب‌های زیرزمینی منطقه، ورود آب دریا به علت بهره‌برداری‌های بیش از حد از آب‌های زیرزمینی است. (Jiang & et al., 2020) خصوصیات هیدروشیمیایی و ارزیابی کیفیت آب رودخانه‌ها را در مناطق مختلف شهرها مورد بررسی قرار دادند. نتایج ارزیابی کیفیت آب آبیاری نشان داد که نمونه-های رودخانه Tuo دارای نمک زیاد و قلیایی کم هستند که می‌تواند برای آبیاری مورد استفاده قرار گیرد در شرایط خوب شسته شدن خاک، در حالی که نمونه‌های آب رودخانه Bian دارای نمک زیاد بودند، که برای آبیاری گیاهان با تحمل شدید نمک مناسب بود. (Chai& et al., 2020) به بررسی خصوصیات هیدروژئوشیمیایی و ارزیابی کیفیت آبهای زیرزمینی شهر دهوی در چین، بر اساس تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره پرداختند. نتایج حاصل برای توسعه و مدیریت منابع آب زیرزمینی مفید خواهد بود.

هدف از پژوهش حاضر، تحلیل کیفیت آب زیرزمینی قنات‌های نایین شهر برای داشتن مدیریتی بهینه، مناسب و جامع برای منابع آب زیرزمینی موجود است. چرا که برای حفظ و صیانت از منابع آب موجود، داشتن درک درست و مناسبی از سیستم هیدرولیکی و کیفیت آنها ضروری است. نتایج حاصله می‌توانند به منظور برنامه‌ریزی برای استفاده مناسب منابع آب زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه قنات‌های نائین شهر در استان اصفهان می‌باشد که در فلات مرکزی ایران واقع‌شده است مرکز این شهرستان که شهر نایین می‌باشد در فاصله ۱۴۵ کیلومتری شرق مرکز استان اصفهان قرار دارد. این شهرستان دارای دو بخش مرکزی و انارک بوده و شامل سه شهر به نام‌های نایین، انارک و بافران است میانگین ماهانه رطوبت نسبی هوا طبق آمار بلندمدت (۲۰۱۴-۱۹۹۲) ۲۹ درصد است و مجموع بارش سالانه ۱۰۰/۸ میلی‌متر است.



شکل (۱): موقعیت شهرستان نائین و قنات‌های موردمطالعه

و در این تحقیق از برنامه Chemistry به‌منظور بررسی کیفیت شیمیایی آب ۱۷ رشته قنات جنوب نائین شهر در استان اصفهان در سال ۱۳۹۱ استفاده‌شده است. جهت آنالیز شیمیایی آب، ابتدا نرمال بودن داده‌ها بررسی شد و سپس نمودارهای شولر، ویلکوکس و پایپر و جداول مربوطه با استفاده از برنامه موردنظر رسم گردید.

جدول (۱): آنالیز شیمیایی کیفیت آب قنات‌های مورد مطالعه (واحد اندازه‌گیری meq)

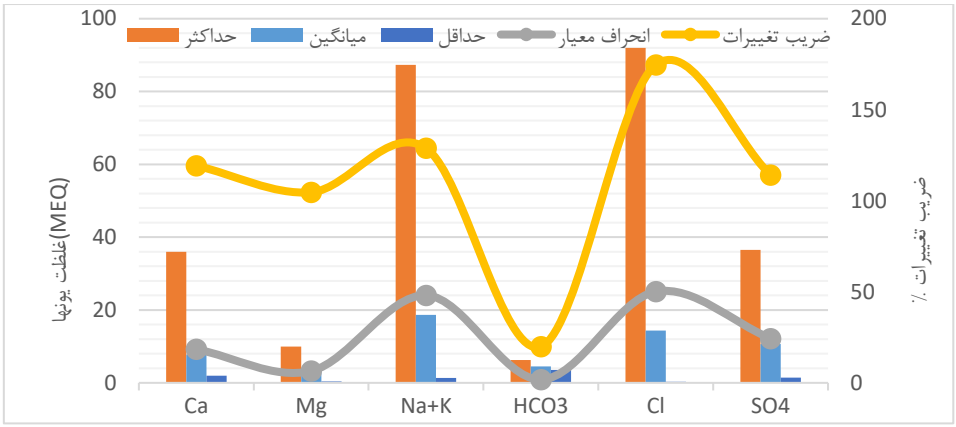
محل نمونه برداری	EC	T.D.S	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	HCO_3^{-}	CO_3^{2-}	Cl^{-}	SO_4^{2-}
حیدر آباد	۷۰۸	۴۶۰	۷/۴	۳/۴	۱/۴	۲/۴	۰/۰۱	۴/۳	۰	۱/۵	۱/۴۱
ورمگون	۵۱۶	۳۳۵	۸	۳/۷	۰/۶	۱/۳	۰/۰۱	۳/۶	۰	۰/۳	۱/۷۱
فیض آباد	۸۷۷	۵۷۰	۷/۵	۳	۰/۴	۵/۶	۰/۰۱	۴/۹	۰	۱/۷	۲/۴۱
وریا	۶۷۰۰	۳۹۵	۸/۱	۲/۹	۱/۱	۲/۵	۰/۰۱	۳/۵	۰	۱	۲/۰۱
آرند	۷۰۲	۴۵۶	۷/۲	۲/۹	۱/۱	۳	۰/۰۱	۳/۵	۰	۱/۳	۲/۲۱
جامکان	۱۵۰۵	۱۰۵۴	۷/۸	۴/۱	۰/۷	۱۱/۷	۰/۰۱	۶/۱	۰	۶	۴/۴۱
کوشکوییه	۷۹۸	۵۱۹	۷/۹	۳/۱	۱/۵	۴/۱	۰/۰۱	۴/۴	۰	۱/۸	۲/۵۱
علی آباد	۵۳۸۰	۳۷۶۶	۷/۶	۱۴/۲	۷/۴	۳۷	۰/۳	۵/۳	۰	۲۰	۳۳/۶
معین آباد	۶۵۷	۴۲۷	۸/۱	۲/۵	۰/۶	۳/۷	۰/۰۱	۳/۵	۰	۱	۲/۳۱
سرشک	۱۵۵۰	۱۰۸۵	۷/۸	۳/۱	۲/۵	۱۰/۸	۰/۰۱	۵/۳	۰	۴/۸	۶/۳۱
دولت آباد	۸۵۴	۵۵۵	۸/۱	۲	۱/۵	۵/۷	۰/۰۱	۳/۹	۰	۲/۱	۳/۲۱
عفیف آباد	۱۷۰۶	۱۱۶۴	۷/۹	۳/۵	۲/۷	۱۲	۰/۰۱	۳/۵	۰	۵/۲	۹/۵۱
عباس آباد	۱۱۱۷	۷۸۲	۷/۹	۳	۲/۲	۷	۰/۰۱	۳/۴	۰	۳/۱	۴/۸۱
فوداز	۲۸۸۰	۲۰۱۶	۸	۶/۴	۲/۴	۲۱/۶	۰/۰۱	۶/۳	۰	۸	۱۶/۱۱
معاضدیه	۶۵۸۰	۴۶۰۶	۷/۶	۱۶/۴	۷/۱	۴۷/۷	۰/۰۱	۴/۲	۰	۴۱	۲۶/۱
حنفش	۷۶۷۰	۵۳۶۹	۷/۹	۲۱/۲	۹/۸	۵۳	۰/۰۱	۴/۶	۰	۵۳	۲۶/۵
شداد	۱۲۱۵۰	۸۵۰۵	۷/۵	۳۶	۱۰	۸۷	۰/۳	۴/۸	۰	۹۲	۳۶/۵

نرمال بودن داده ها

منظور از نرمال بودن توزیع داده‌ها این است که هیستوگرام فراوانی داده‌ها تقریبا به‌صورت منحنی نرمال باشد. بخش زیادی از تکنیک‌های آماری مورد استفاده شامل میانگین، انحراف معیار و آنالیز واریانس مستلزم نرمال بودن توزیع داده‌ها می‌باشند. بسیاری از داده‌های جمع‌آوری‌شده از محیط طبیعی دارای توزیع نرمال می‌باشند و بسیاری از داده‌های با توزیع غیرنرمال را می‌توان به راحتی به توزیع نرمال تبدیل کرد و جنبه‌هایی از محیط زیست که تمایل به تولید داده‌های با توزیع نرمال دارند به خوبی شناسایی شده‌اند و ویژگی‌های مربوط به چنین توزیعی به طور وسیعی مورد مطالعه قرار گرفته است. مقادیر میانگین حتی اگر از داده‌های توزیع شدیدا غیرنرمال برگرفته باشند، می توانند تشکیل مجموعه داده هایی با توزیع نرمال دهند؛ که در شکل ۲ مشخصه های آماری داده ها آمده است. (حکیم خانی و علی جانپور، ۱۳۸۹)

جدول (۲): مشخصه‌های آماری مولفه‌های مختلف شیمیایی بر حسب (meq)

پارامترهای آماری	EC	T.D. S	pH	Ca	Mg	Na	K	HCO_3	CO_3	CI	SO_4
تعداد نمونه	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷
میانگین	۳۰۷۹/۴	۱۸۸۷/۹	۷/۷۸	۷/۷۳	۳/۱۲	۱۸/۵۹	۰/۰۵	۴/۴۷	۰	۱۴/۳۴	۱۰/۶۸
S. D	۳۳۸۴/۹	۲۳۲۰/۲	۰/۲۷	۹/۲۲	۳/۲۶	۲۳/۹۵	۰/۱	۰/۸۹	۰	۲۵/۰۴	۱۲/۱۹
CV%	۱۰۹/۹۲	۱۲۲/۹	۳/۴۷	۱۱۹/۲۸	۱۰۴/۵	۱۲۸/۸	۲۰۰	۱۹/۹۱	–	۱۷۴/۶	۱۱۴/۱۴
Max	۱۲۱۵۰	۸۵۰۵	۸/۱	۳۶	۱۰	۸۷	۰/۳	۶/۳	۰	۹۲	۳۶/۵
Min	۵۱۶	۳۳۵	۷/۲	۲	۰/۴	۱/۳	۰/۰۱	۳/۵	۰	۰/۳	۱/۴۱
مد	مد ندارد	مد ندارد	۷/۹	۳	۰/۶	مد ندارد	۰/۰۱	۳/۵	۰	۱	مد ندارد
میانه	۱۵۵۰	۷۸۲	۷/۹	۳/۴	۱/۵	۷	۰/۰۱	۳/۴	۰	۳/۱	۴/۴۱
دامنه تغییرات	۱۱۶۳۴	۸۱۷۰	۰/۹	۳۴	۹/۶	۸۵/۷	۰/۲۹	۲/۸	۰	۹۱/۷	۳۵/۰۹



شکل(۲): نمودار پارامترهای آماری مولفه های شیمیایی

مراحل تجزیه و تحلیل کیفیت آب با استفاده از برنامه Chemistry، عبارتند از:

۱- ورود داده‌ها به صفحه اکسل برنامه: ابتدا باید نتایج آنالیز شیمیایی وارد صفحه کاری برنامه شود. قبل از وارد کردن داده‌ها، باید واحد اندازه‌گیری غلظت یون‌ها تعیین شود (meq یاppm). داده‌های ۱۷ رشته قنات با واحد میلی اکی ولانت بر لیتر وارد صفحه مورد نظر شد.

۲- خطای آنالیز شیمیایی: بعد از ورود داده‌ها، با استفاده از منوی خطای آنالیز شیمیایی برنامه، درصد خطای هر نمونه محاسبه شد. معمولا برای آنالیز شیمیایی آب، خطای ۵ درصد در نظر گرفته می شود اما ممکن است در نقاطی که اطلاعات آنالیز شیمیایی بسیار محدود است، از نمونه‌های دارای خطای ۵ درصد نیز استفاده شود. برای ۱۷ قنات مورد مطالعه خطای آنالیز برابر صفر بود و مجموع کاتیون‌ها با مجموع آنیون‌ها با هم برابر شدند.

جدول (۳): خطای آنالیز شیمیایی

محل نمونه برداری	مجموع کاتیون	مجموع آنیون	درصد خطا
حیدر آباد	۷/۲۱	۷/۲۱	۰
ورمگون	۵/۶۱	۵/۶۱	۰
فیض آباد	۹/۰۱	۹/۰۱	۰
وریا	۶/۵۱	۶/۵۱	۰
آرند	۷/۰۱	۷/۰۱	۰
جامکان	۱۶/۵۱	۱۶/۵۱	۰
کوشکوییه	۸/۷۱	۸/۷۱	۰
علی آباد	۵۸/۹	۵۸/۹	۰
معین آباد	۶/۸۱	۶/۸۱	۰
سرشک	۱۶/۴۱	۱۶/۴۱	۰
دولت آباد	۹/۲۱	۹/۲۱	۰
عفیف آباد	۱۸/۲۱	۱۸/۲۱	۰
عباس آباد	۱۲/۲۱	۱۲/۲۱	۰
فوداز	۳۰/۴۱	۳۰/۴۱	۰
معاضدیه	۷۱/۳	۷۱/۳	۰
حنفش	۸۴/۱	۸۴/۱	۰
شداد	۱۳۳/۳	۱۳۳/۳	۰

۳- ترسیم نمودارها: در این مرحله می‌توان نمودارهای پایپر، شولر و ویلکوکس را ترسیم کرد. این نمودارهای برای ۱۷ رشته قنات موردنظر با استفاده از برنامه Chemistry، ترسیم گردید. نام اختصاری قنات در مطالعات صورت گرفته و نمودارهای ترسیم شده،aq است. آب‌های کشاورزی به توجه به مقدار سدیم و هدایت الکتریکی به ترتیب در ۴ و ۳ کلاس طبقه‌بندی می‌شوند.

جدول(۴): طبقه‌بندی آب برای کشاورزی بر اساس نسبت جذب سدیم

کیفیت آب	کلاس	SAR
عالی	S_1	۱۰>
خوب	S_2	۱۸-۱۰
متوسط	S_3	۲۶-۱۸
ضعیف	S_4	۲۶<

جدول (۵):طبقه‌بندی آب برای کشاورزی بر اساس هدایت الکتریکی

کیفیت آب	کلاس	EC (µmhos/cm)
کم	C_1	۲۵۰-۱۰۰
متوسط	C_2	۷۵۰-۲۵۰
زیاد	C_3	۷۵۰-۲۲۵۰
خیلی زیاد	C_4	۲۲۵۰<

۴- بررسی کیفیت منابع آب

عملیات زیر برای ۱۷ قنات موردنظر صورت گرفته است:

۱- طبقه‌بندی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی

۲- طبقه‌بندی کیفیت آب برای مصارف صنعتی

۳- طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس سختی کل و محاسبه سختی موقت و دائم

۴- جنس تقریبی سنگ مخزن یا مواد تشکیل‌دهنده آبخوان بر اساس نسبت‌های معرف

۵- درصد کلاس‌های آب برای مصارف کشاورزی (کلاس‌های نمودار ویلکوکس) و مصارف شرب (کلاس‌های نمودار شولر) در کل محدود مطالعاتی

۶- ترکیب شیمیایی فرضی آب (املاح محلول) به روش هیل نتایج حاصله در قالب جداول و شکل مربوطه ارائه شده است.

تعیین تیپ و رخساره‌ی آب

در این مرحله تیپ و رخساره‌ی آب توسط نمودار پایپر[۱] مشخص شده است. یکی از روش‌های متداول در تعیین تیپ (رخساره‌ی هیدروشیمی) آب، استفاده از نمودار پایپر است.

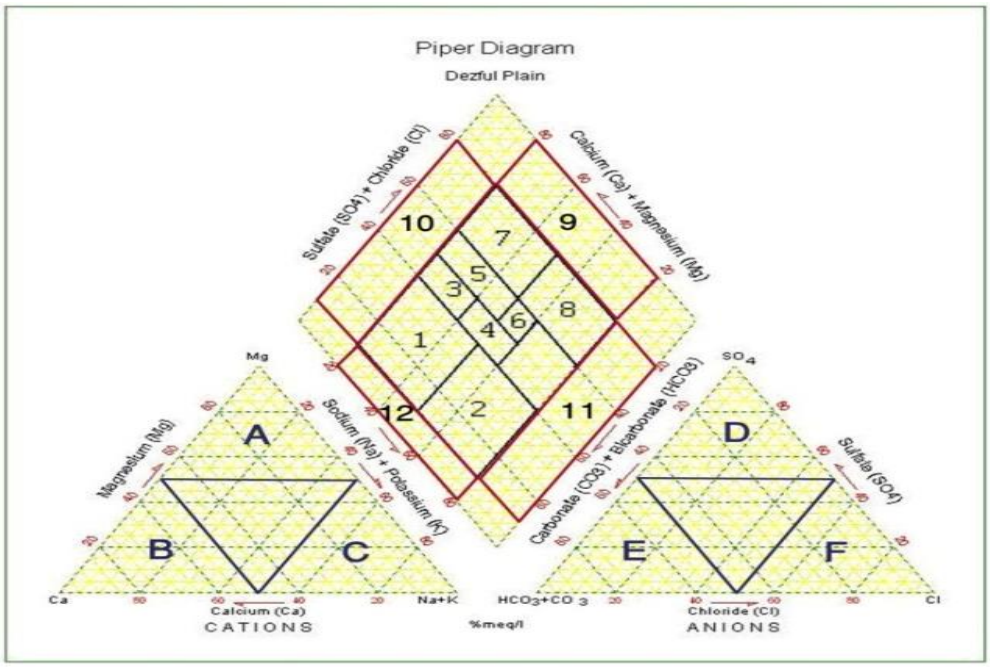
۱ . Piper Diagram

در جدول ۶ براساس نمودار پایپر، هشت رخساره‌ی شیمیائی ذیل قابل تشخیص ارائه شده است:

جدول (۶): رخساره‌های شیمیایی قابل تشخیص براساس نمودار پایپر

رخساره‌ای شیمیایی	معادل فارسی رخساره‌ها
$Ca\text{-}Mg\text{-}HCO_3$	بی کربنات- منیزیم- کلسیم
$Na\text{-}HCO_3$	بی کربنات- سدیم
$Ca\text{-}Mg\text{-}HCO_3\text{-}Cl$	کلر- بی کربنات- منیزیم- کلسیم
$Na\text{-}HCO_3\text{-}Cl$	کلر- بی کربنات- سدیم
$Ca\text{-}Mg\text{-}Cl\text{-}HCO_3$	بی کربنات- کلر- منیزیم - کلسیم
$Na\text{-}Cl\text{-}HCO_3$	بی کربنات- کلر- سدیم
$Ca\text{-}Mg\text{-}Cl$	کلر- منیزیم - کلسیم
$Na\text{-}Cl$	کلر- سدیم

۱- محدوده‌ی متعلق به هر رخساره در نمودار لوزی شکل پایپر در شکل زیر نشان داده شده است. این هشت رخساره می‌توانند در سه نوع اصلی ذیل قرار گیرندبر اساس این نمودار، سه نوع آب شیرین، ترکیبی و شورمزه قابل شناسایی است.(Sikdar et al., 2001)



شکل (۳): نمودار پایپر(Sikdar *et al.*, 2001)

الف) آب‌های شیرین[۱]: با توجه به شکل ۳، دو رخساره‌ی ۱ و ۲ در این تیپ قرار می‌گیرند ب) آب‌های ترکیبی[۲]: با توجه به شکل ۳، دو رخساره‌ی ۳ تا ۶ در این تیپ قرار می‌گیرند و کیفیت پایین‌تری نسبت به تیپ قبلی دارند. این

۱. Fresh water

۲. Blended water

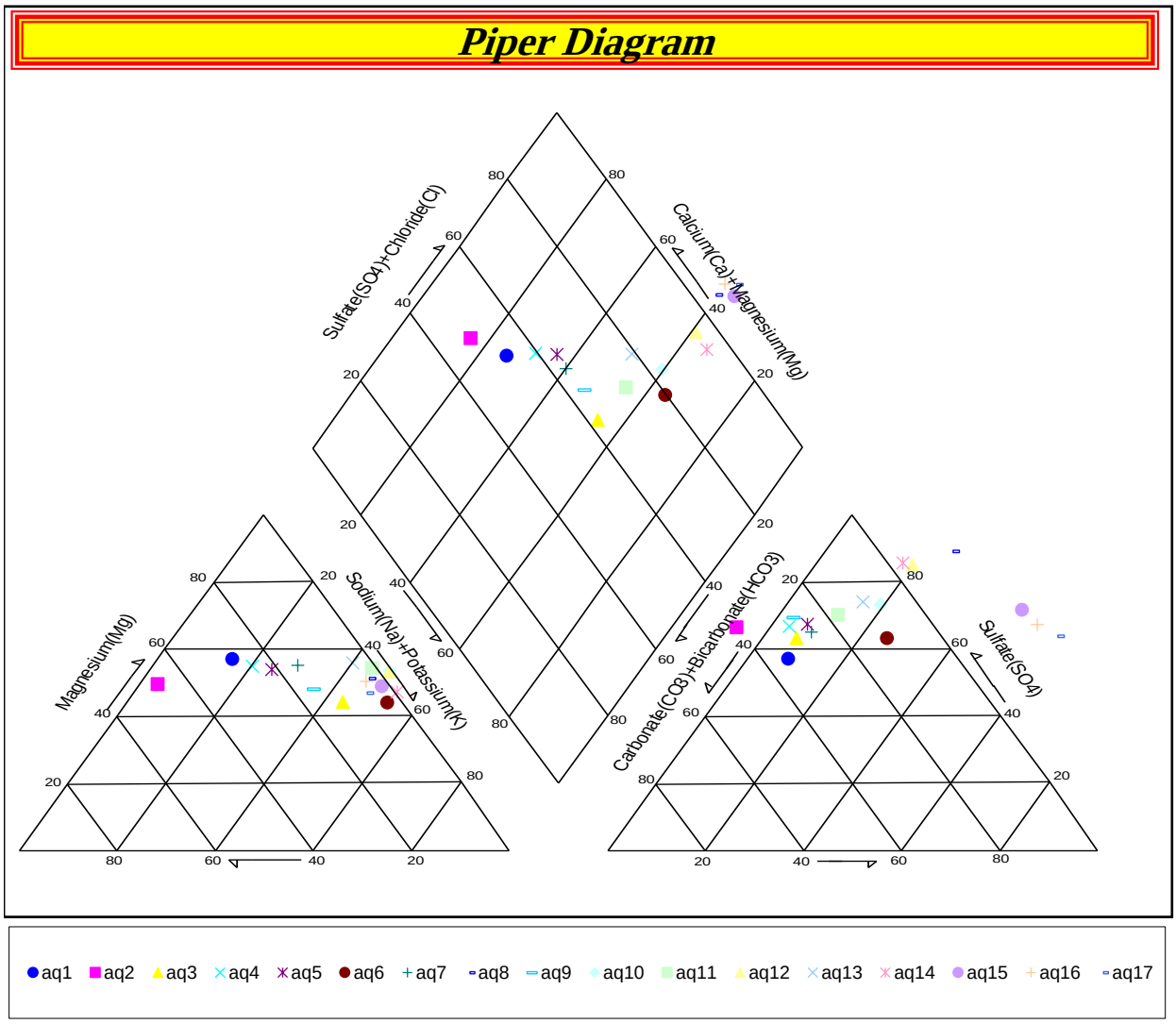
آب‌ها در دسته‌ی آب‌های سخت قرار می‌گیرند ج) آب‌های شورمزه[۱]: با توجه به شکل ۳، رخساره‌های ۷ و ۸ در این تیپ قرار دارند. در این تیپ میزان کلرید افزایش یافته است، ولی بیکربنات آن مثل نمونه‌های قبلی است. همچنین با توجه به شکل ۳، نوعی تقسیم‌بندی برای رخساره‌هایی که در محدوده‌هایی غیر از موارد فوق قرار می‌گیرند وجود دارد که به صورت زیر است.

جدول (۷): محدوده/ تیپ و رخساره‌ی آب

ناحیه‌ی ۹: تیپ کلرور- سولفاته	ناحیه‌ی A: تیپ منیزمی
ناحیه‌ی ۱۰: تیپ کلسیم- منیزیم	ناحیه‌ی B: تیپ کلسیمی
ناحیه‌ی ۱۱: تیپ سدیم- پتاسیم	ناحیه‌ی C: تیپ سدیم-پتاسیمی
ناحیه ۱۲: تیپ کربنات-بی کربنات	ناحیه‌ی D: تیپ سولفاته
	ناحیه‌ی E: تیپ بی‌کربناته-کربناته

نواحی A، B، C، D، E و F نیز برای تشریح بهتر تیپ آب به کار می‌روند؛ و در شکل ۴ نمودار پایپر منطقه آمده است.(Piper, 1944)

[۱]. Brackish water

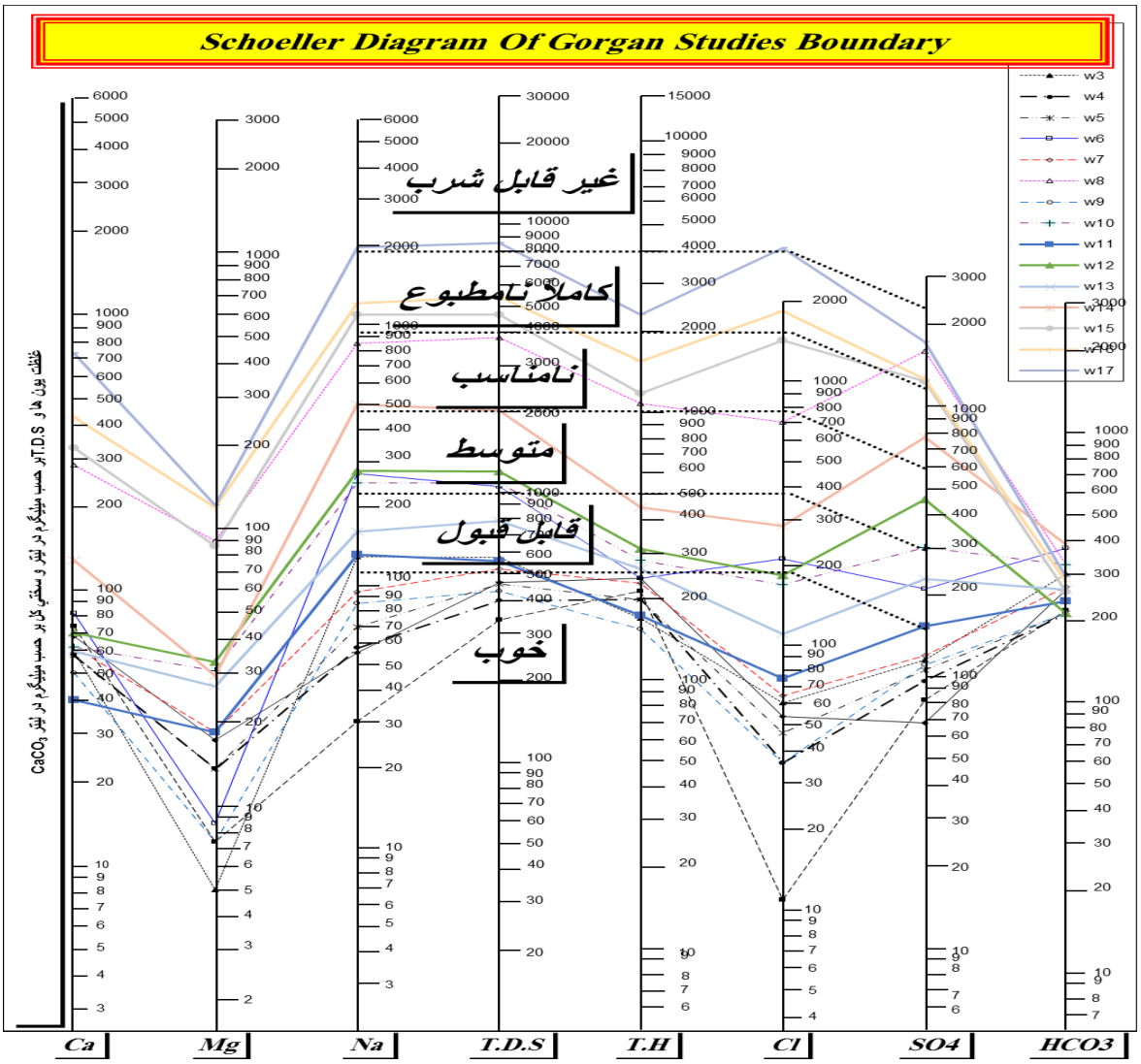


شکل (۴): نمودار پاپیر ترسیمی منطقه موردمطالعه

جدول (۸): ترکیبات شیمیایی فرضی آب (املاح محلول) به روش هیل بر حسب میلی گرم در لیتر

محل نمونه برداری	$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$CaCl_2$	$Mg(HCO_3)_2$	$MgSO_4$	Mg_2	$NaHCO_3$	Na_2SO_4	NaCL	KCl
حیدر آباد	۲۷۶/۴۲	۰	۰	۶۵/۶۹	۳۰/۱۲	۰	۰	۶۴/54	۸۷/۱۳	۰/۷۵
ورمگون	۲۹۲/۶۸	۶/۸	۰	۰	۳۶/۱۴	۰	۰	۷۱/۶۳	۱۶/۹۶	۰/۷۵
فیض آباد	۲۴۳/۹	۰	۰	۲۹/۲	۰	۰	۱۲۹/۰۱	۱۷۰/۹۲	۹۸/۸۳	۰/۷۵
وریا	۲۳۵/۷۷	۰	۰	۴۳/۸	۳۰/۱۲	۰	۰	۱۰۷/۰۹	۵۷/۸۹	۰/۷۵
آرند	۲۳۵/۷۷	۰	۰	۴۳/۸	۳۰/۱۲	۰	۰	۱۲۱/۲۸	۷۵/۴۴	۰/۷۵
جامکان	۳۳۳/۳۳	۰	۰	۵۱/۰۹	۰	۰	۱۱۱/۸۱	۳۱۲/۷۷	۳۵۰/۲۹	۰/۷۵
کوشکوییه	۲۵۲/۰۳	۰	۰	۹۴۰/۸۹	۱۲/۰۵	۰	۰	۱۶۳/۸۳	۱۰۴/۶۸	۰/۷۵
علی آباد	۴۳۰/۸۹	۶۰۵/۴۴	۰	۰	۴۴۵/۷۸	۰	۰	۱۲۲۶/۹۵	۱۱۵۲/۰۵	۲۲/۳۹
معین آباد	۲۰۳/۲۵	۰	۰	۴۳/۸	۰	۰	۳۴/۴	۱۶۳/۸۳	۵۷/۸۹	۰/۷۵
سرشک	۲۵۲/۰۳	۰	۰	۱۶۰/۵۸	۱۸/۰۷	۰	۰	۴۲۶/۲۴	۲۸۰/۱۲	۰/۷۵
دولت آباد	۱۶۲/۶	۰	۰	۱۰۹/۴۹	۰	۰	۳۴۰/۴	۲۲۷/۶۶	۱۲۲/۲۲	۰/۷۵
عفیف آباد	۲۸۴/۵۵	۰	۰	۰	۱۶۲/۶۵	۰	۰	۴۸۲/۹۸	۳۰۳/۵۱	۰/۷۵
عباس آباد	۲۴۳/۹	۰	۰	۸۴/۸۹	۵۴/۲۲	۰	۰	۲۷۷/۳	۱۸۰/۷	۰/۷۵
فوداز	۵۱۲/۲	۶/۸	۰	۰	۱۴۴/۵۸	۰	۰	۹۶۵/۲۵	۴۶۷/۲۵	۰/۷۵
معاضدیه	۳۴۱/۴۶	۸۲۹/۹۳	۰	۰	۴۲۷/۷۱	۰	۰	۴۸۲/۲۷	۲۳۹۱/۸۱	۷/۴۶
حنفش	۳۷۳/۹۸	۱۱۲۹/۳	۰	۰	۵۹۰/۳۶	۰	۰	۷/۰۹	۳۰۹۳/۵۷	۷/۴۶
شداد	۳۹۰/۲۴	۲۱۲۲/۵	۰	۰	۳۱۹/۲۸	۲۲۳/۸۱	۰	۰	۵۰۸۷/۷۲	۲۲/۳۹

این نمودار نشان می‌دهد در دوره خشکسالی تمرکز نمونه‌ها در محدوده آب‌های شور و ترکیبی و در ناحیه E و C تیپ سدیمی قرار دارند. درواقع نمودار پایپر نشان می‌دهد که کیفیت آب‌های زیرزمینی در دوره ترسالی بسیار بهتر از دوره خشکسالی است.



شکل (۵): نمودار شولر ترسیمی برای قنات‌های مورد مطالعه

با توجه به شکل ۷ نمودار شولر آب آشامیدنی ایستگاه در ۱۷ از نظر آشامیدن دارای وضعیت قابل قبولی است و نسبتا مناسب است؛ و همین‌طور در جدول ۹ درصد هر یک از کلاس‌های طبقه بندی شولر برای مصارف شرب آمده است.

جدول (۹): درصد هر یک از کلاس‌های طبقه‌بندی شولر برای مصارف شرب در کل محدوده

طبقه بندی آب	TDS	TH	pH	Na	Cl	SO_4
خوب	۲۹/۴۱	۵۲/۹۴	۸۸/۲۴	۳۵/۲۹	۵۸/۸۲	۴۱/۱۸
قابل قبول	۲۳/۵۳	۲۳/۵۳	۵/۸۸	۱۷/۶۵	۱۷/۶۵	۱۷/۶۵
متوسط	۱۷/۶۵	۰	۵/۸۸	۱۷/۶۵	۰	۱۱/۷۶
نامناسب	۱۱/۷۶	۱۷/۶۵	۰	۱۱/۷۶	۵/۸۸	۵/۸۸
کاملا نامطبوع	۱۱/۷۶	۵/۸۸	۰	۱۱/۷۶	۱۱/۷۶	۲۳/۵۳
غیرقابل شرب	۵/۸۸	۰	۰	۰	۵/۸۸	۰

با توجه به جدول بالا مقدار TDS و Cl حدود ۵/۸۸ درصد کلاس غیرقابل شرب را تشکیل می‌دهد که این موضوع حاکی از مقدار بالای این دو پارامتر در آب هستند.

طبقه‌بندی آب ازنظر کشاورزی

مهم‌ترین معیارهای کیفی در طبقه‌بندی آب ازنظر کشاورزی، شوری (هدایت الکتریکی) و مقدار سدیم موجود در آن است؛ زیرا این دو نه‌تنها بر رشد گیاه مؤثرند، بلکه درجه تناسب آب را ازنظر آبیاری و تأثیر آن بر نفوذپذیری خاک مشخص می‌سازند. در نمودار ویلکوکس محور افقی به شوری آب و محور عمودی به نسبت جذبی سدیم (SAR) اختصاص دارد. مختصات مربوط به هر نمونه آب در منطقه‌ای قرار می‌گیرد که ازنظر شوری C و ازنظر سدیم S می‌گیرد. که نسبت جذب سدیم SAR از رابطه (۳) به دست آورده شد که در آن سدیم و کلسیم و منیزیم، با میلی اکی ولانت بر لیتر بیان می‌گردد.

رابطه (۴)

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{.5\,(Ca^{++} + Mg^{++}}}$$

و خروجی حاصل از نمودار ویلکوکس در گروه‌های مختلف ذکرشده در به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌گردد.

الف: آب‌های خیلی خوب که در آن‌ها EC کمتر از ۲۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر بوده و در کلاس C1S1 قرار دارند.

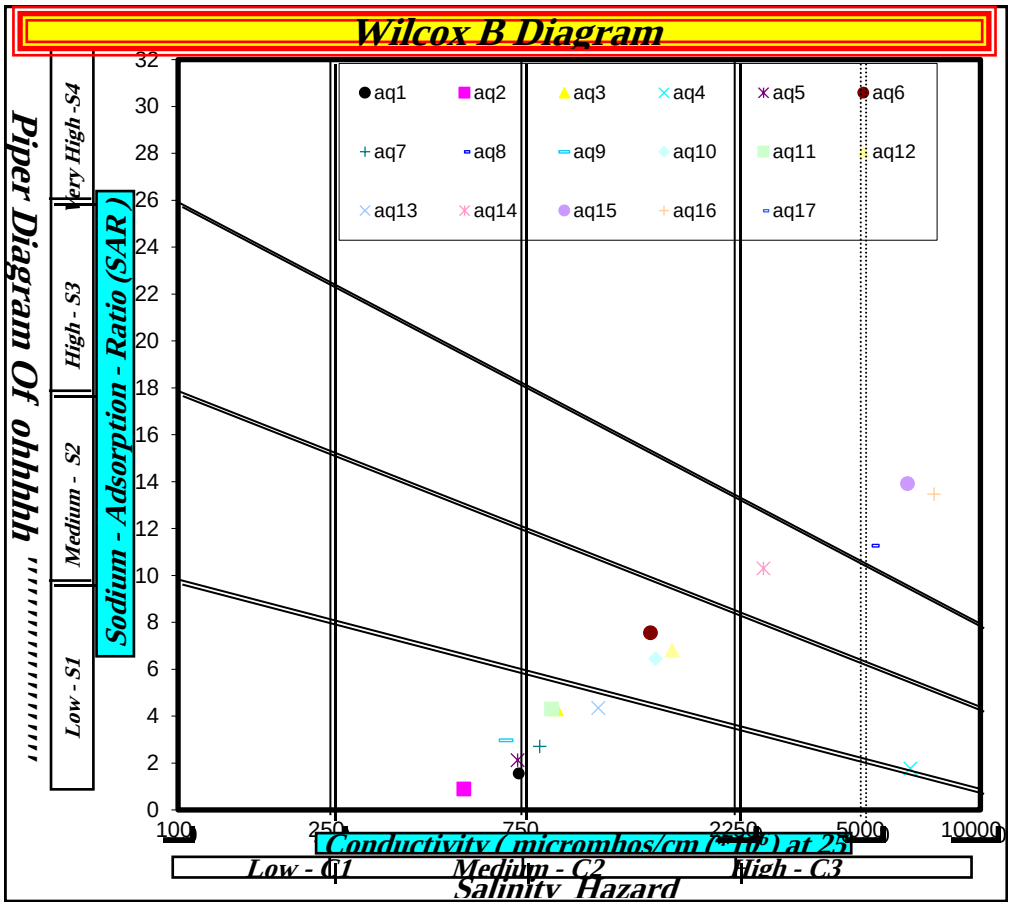
ب: آب‌های خوب که مربوط به یکی از کلاس‌های C2 S1، C2 S2، C1 S2 می‌باشد.

پ: آب‌هایی باکیفیت متوسط که مربوط به یکی از کلاس‌های C3 S3، C1 S3، C2 S3، C3 S1، C3 S2 بوده و تنها برای آبیاری زمین‌های درشت‌بافت و با زهکش خوب مناسب است.

ت: آب‌های نامناسب که در کلاس‌های C1 S4، C2 S4، C3 S4، C4 S1 C4 S4، C4 S2، C4 S3 قرار دارند که هرچقدر اندیس آن‌ها افزایش می‌یابد نامناسب‌تر می‌گردد.(Edition, 2011)

جدول (۱۰): طبقه بندی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی

محل نمونه برداری	symbol	SAR	EC	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
حیدر آباد	aq1	۱/۵۵	۷۰۸	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
ورمگون	aq2	۰/۸۹	۵۱۶	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
فیض آباد	aq2	۳/۴	۸۷۷	C3-S1	شور – قابل استفاده برای کشاورزی
وریا	aq4	۱/۷۷	۶۷۰۰	C4-S1	خیلی شور – نامناسب برای کشاورزی
آرند	aq5	۲/۱۲	۷۰۲	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
جامکان	aq6	۷/۵۵	۱۵۰۵	C3-S2	شور – قابل استفاده برای کشاورزی
کوشکوییه	aq7	۲/۷	۷۹۸	C3-S1	شور – قابل استفاده برای کشاورزی
علی آباد	aq8	۱۱/۲۶	۵۳۸۰	C4-S4	خیلی شور – نامناسب برای کشاورزی
معین آباد	aq9	۲/۹۷	۶۵۷	C2-S1	کمی شور – مناسب برای کشاورزی
سرشک	aq10	۶/۴۵	۱۵۵۰	C3-S2	شور – قابل استفاده برای کشاورزی
دولت آباد	aq11	۴/۳۱	۸۵۴	C3-S1	شور – قابل استفاده برای کشاورزی
عفیف آباد	aq12	۶/۸۲	۱۷۰۶	C3-S2	شور – قابل استفاده برای کشاورزی
عباس آباد	aq13	۴/۳۴	۱۱۱۷	C3-S1	شور – قابل استفاده برای کشاورزی
فوداز	aq14	۱۰/۳	۲۸۸۰	C4-S3	خیلی شور – نامناسب برای کشاورزی
معاضدیه	aq15	۱۳/۹۲	۶۵۸۰	C4-S4	خیلی شور – نامناسب برای کشاورزی
حنفش	aq16	۱۳/۴۶	۷۶۷۰	C4-S4	خیلی شور – نامناسب برای کشاورزی
شداد	aq17	۱۸/۱۴	۱۲۱۵۰	C4-S4	خیلی شور – نامناسب برای کشاورزی



شکل (۶): نمودار ویلکوکس ترسیمی برای قنات‌های مورد مطالعه

جدول(۱۰): درصد هر یک از کلاس‌های طبقه‌بندی ویلکاکس برای مصارف کشاورزی در کل محدوده

C4				C3				C2				C1			
S4	S3	S2	S1	S4	S3	S2	S1	S4	S3	S2	S1	S4	S3	S2	S1
۲۳/۵۳	۵/۸۸	۰	۵/۸۸	۰	۰	۱۷/۶۵	۲۳/۵۳	۰	۰	۰	۲۳/۵۳	۰	۰	۰	۰

تجمع و تمرکز نمونه ها در دسته C_2S_1 می‌باشد که در دسته آب‌های متوسط برای کشاورزی قرار می‌گیرند. همچنین ازنظر شوری دارای وضعیت نامناسبی بوده و چندان مناسب برای کشاورزی نمی‌باشد.

طبقه‌بندی کیفیت بر اساس درصد سدیم و درجه قلیائیت:

RSC و SAR از دیگر عوامل تشخیص آب ازنظر قابلیت استفاده در کشاورزی است.

مقدار (RSC) (کربنات سدیم باقیمانده) برای آبیاری نباید از ۲/۵ میلی اکی والانت بر لیتر بیشتر باشد و مقدار SAR از این نظر نیز به ۵ دسته عالی (کمتر از ۲۰)، خوب (۴۰-۲۰)، قابل قبول (۶۰-۴۰)، مشکوک (۸۰-۶۰) و بد (بیشتر از ۸۰) تقسیم می‌شوند.(Specification, 1992)

جدول(۱۲): کیفیت آب قنات‌ها

محل نمونه برداری	SAR	Na%	کیفیت%Na	RSC	کیفیت براساس RSC
حیدر آباد	۵۵/۱	۳۳/۴۳	خوب	-۰/۵	مناسب
ورمگون	۰/۸۹	۲۳/۳۵	خوب	-۰/۷	مناسب
فیض آباد	۴/۳	۶۲/۲۶	مشکوک	۱/۵	قابل قبول
وریا	۱/۷۷	۳۸/۵۶	خوب	-۰/۵	مناسب
آرند	۲/۱۲	۹۴۴۲	قابل قبول	-۰/۵	مناسب
جامکان	۷/۵۵	۷۰/۹۳	مشکوک	۱/۳	قابل قبول
کوشکوییه	۲/۷	۴۷/۱۹	قابل قبول	-۰/۲	مناسب
علی آباد	۱۱/۲۶	۶۳/۳۳	مشکوک	-۱۶/۳	مناسب
معین آباد	۲/۹۷	۵۴/۴۸	قابل قبول	۰/۴	مناسب
سرشک	۶/۴۵	۶۵/۸۷	مشکوک	-۰/۳	مناسب
دولت آباد	۴/۳۱	۶۲	مشکوک	۰/۴	مناسب
عفیف آباد	۶/۸۲	۶۵/۹۵	مشکوک	-۲/۷	مناسب
عباس آباد	۴/۳۴	۵۷/۴۱	قابل قبول	-۰/۹	مناسب
فوداز	۱۰/۳	۷۱/۰۶	مشکوک	-۲/۵	مناسب
معاضدیه	۱۳/۹۲	۶۷/۰۴	مشکوک	-۱۹/۳	مناسب
حنفش	۱۳/۴۶	۶۳/۱۴	مشکوک	-۲۶/۴	مناسب
شداد	۱۸/۱۴	۶۵/۴۹	مشکوک	-۴۱/۲	مناسب

طبقه‌بندی کیفیت آب برای مصارف صنعتی

ازآنجاکه مهم‌ترین پارامتر تعیین کیفیت آب جهت مصارف صنعتی بررسی مسئله خورندگی و رسوب‌گذار بودن در شبکه‌ای آب‌رسانی و تأسیسات صنعتی می‌باشد لازم است آب‌های تحت پوشش در صورت کاربرد صنعتی ازنظر خورندگی و رسوب‌گذاری مورد ارزیابی دقیق قرار گیرند. اکثر آب‌ها یا دارای خورندگی می‌باشند که موجب از بین رفتن مواد فلزی می‌شوند و یا رسوب‌گذارند که موجب گرفتگی لوله‌های مشبک و... در جداره چاه‌های منطقه می‌شوند برای بررسی کیفیت آب برای مصارف صنعتی از شاخص اشباع لانژلیه (LSI) استفاده‌شده است. جهت محاسبه این شاخص آنالیز پارامترهای قلیائیت، سختی کلسیمی، کل مواد جامد، درجه حرارت و pH آب ضروری است کیفیت آب، تغییر درجه حرارت و یا تبخیر می‌تواند شاخص را تحت تأثیر قرار دهد. شاخص لانژیه درواقع تفاوت مابین pH واقعی آب و pH اشباع‌شده توسط کربنات کلسیم بوده و به‌عنوان شاخصی جهت بیان مقدار خورندگی و یا رسوب‌گذاری آب به کار می‌رود؛ که از روابط ۵ به دست می‌آید.(Brungs, 1973)

روابط (۵):

$$LSI = PH_S - PH$$

$$pHs = (9/3+A+B) - (C-D)$$

$$A= (\log10\ [TDS]-1) / 10$$

$$B = -13/12 \times \log10(C°+273) + 34/55$$

$$C = \log10\ [Ca^{2+}\ as\ CaCO3] - 0/4$$

$$D = \log10\ [alkalinity\ as\ CaCO3]$$

تفسیر نتایج شاخص LSI به‌صورت زیر است.

LSI > 0 پتانسیل تشکیل پوسته وجود ندارد و آب $CaCO_3$ را در خود حل می‌کند (خورندگی)

LSI = 0 حالت تعادل و عدم تمایل به رسوب‌گذاری و خوردگی

LSI < 0تمایل به تشکیل پوسته رسوب$CaCO_3$

جدول (۱۳): طبقه بندی کیفیت آب برای مصارف صنعتی

محل نمونه برداری	symbol	قلیائیت بر حسب CaO	Ca(mg/l)	ضریب C	pHs	pH	pHs-pH	کیفیت آب برای مصارف صنعتی
حیدر آباد	aq1	۵۵/۵۹	۶۸	۱۱/۲۹	۷/۷	۷/۴	۰/۳	خورنده
ورمگون	aq2	۳۰/۲۹	۷۴	۱۱/۲۸	۷/۹	۸	-۰/۱	رسوبگذار
فیض آباد	aq2	۱۲۹/۱۹	۶۰	۱۱/۳	۷/۴	۷/۵	-۰/۱	رسوبگذار
وریا	aq4	۵۷/۸۹	۵۸	۱۱/۲۹	۷/۸	۱/۸	-۰/۳	رسوبگذار
آرند	aq5	۶۹/۳۹	۵۸	۱۱/۲۹	۷/۷	۷/۲	۰/۵	خورنده
جامکان	aq6	۲۶۹/۴۹	۸۲	۱۱/۳۱	۷	۷/۸	-۰/۸	رسوبگذار
کوشکوییه	aq7	۹۴/۶۹	۶۲	۱۱/۲۹	۷/۵	۷/۹	-۰/۴	رسوبگذار
علی آباد	aq8	۸۶۲/۷	۲۸۴	۱۱/۳۴	۶	۷/۶	-۱/۶	رسوبگذار
معین آباد	aq9	۸۵/۴۹	۵۰	۱۱/۲۹	۷/۷	۸/۱	-۰/۴	رسوبگذار
سرشک	aq10	۴۴۸/۷۹	۶۲	۱۱/۳۱	۷/۱	۷/۸	-۰/۷	رسوبگذار
دولت آباد	aq11	۱۳۱/۴۹	۴۰	۱۱/۲۹	۷/۶	۸/۱	-۰/۵	رسوبگذار
عفیف آباد	aq12	۲۷۶/۳۹	۷۰	۱۱/۳۱	۷	۷/۹	-۰/۹	رسوبگذار
عباس آباد	aq13	۱۶۱/۳۹	۶۰	۱۱/۳	۷/۳	۷/۹	-۰/۶	رسوبگذار
فوداز	aq14	۴۹۷/۱۹	۱۲۸	۱۱/۳۳	۶/۵	۸	-۱/۵	رسوبگذار
معاضدیه	aq15	۱۱۰۱	۳۲۸	۱۱/۳۵	۵/۸	۷/۶	-۱/۸	رسوبگذار
حنفش	aq16	۱۲۲۲/۹	۴۲۴	۱۱/۳۵	۵/۶	۷/۹	-۲/۳	رسوبگذار
شداد	aq17	۲۰۱۲/۷	۷۲۰	۱۱/۳۶	۵/۲	۷/۵	-۲/۳	رسوبگذار

طبقه‌بندی آب بر اساس سختی آب[1]:

سختی آب مربوط به املاح خاصی است که در آب وجود دارد. این املاح شامـــل کاتیون‌هایی مثل منیزیم، کلسیم، استرانسیم، آهن، آلومینیم، منگنـــز و مس بوده که با آنیون‌هایی مانند بی‌کربنات، کربنات، کلرید، سولفات، سیلیکات و نیترات به‌صورت محلول در آب وجود دارد. یکی از شاخص‌های کیفیت آب آشامیدنی، سختی آن می‌باشد که بر مبنای کربنات کلسیم موردسنجش قرار می‌گیرد. بیشترین سختی آب مربوط به یون‌های کلسیم و منیزیم بوده و سختی کل برحسب میلی‌گرم بر لیتر از رابطه (۶) به دست می‌آید:

رابطه (۶)
$$TH = Ca \times \frac{Ca\,CO_3 \text{ نزو لداعم}}{Ca \text{نزو لداعم}} + Mg \times \frac{Ca\,CO_3 \text{ وزن معادل}}{Mg \text{ وزن معادل}}$$

$$TH = 2/497\,Ca^{++} + 4/115\,Mg^{++}$$

که مقدار Ca و Mg به میلی‌گرم در لیتر است

[1] Classifcation water quality based on total hardness

جدول (۱۴): طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس سختی کل

محل نمونه برداری	علامت اختصاری	سختی کل	سختی موقت	سختی دائم	کیفیت آب براساس سختی کل
حیدر آباد	aq1	۲۳۸/۹۳	۲۳۸/۹۳	۰	سخت
ورمگون	aq2	۲۱۴/۴۱	۲۱۴/۴۱	۰	سخت
فیض آباد	aq2	۱۶۹/۵۷	۱۶۹/۵۷	۰	سخت
وریا	aq4	۱۹۹/۱۴	۱۹۹/۱۴	۰	سخت
آرند	aq5	۱۹۹/۱۴	۱۹۹/۱۴	۰	سخت
جامکان	aq6	۲۳۹/۳۲	۲۳۹/۳۲	۰	سخت
کوشکوییه	aq7	۲۲۸/۸۸	۲۲۸/۸۸	۰	سخت
علی آباد	aq8	۱۰۷۴/۵۶	۵۳۰	۵۴۴/۵۶	کاملا سخت
معین آباد	aq9	۱۵۴/۴۸	۱۵۴/۴۸	۰	سخت
سرشک	aq10	۲۷۸/۲۶	۲۷۸/۲۶	۰	سخت
دولت آباد	aq11	۱۷۳/۹۵	۱۷۳/۹۵	۰	سخت
عفیف آباد	aq12	۳۰۸/۱۲	۳۰۸/۱۲	۰	کاملا سخت
عباس آباد	aq13	۲۵۸/۴۶	۲۵۸/۴۶	۰	سخت
فوداز	aq14	۴۳۸/۱۳	۴۳۸/۱۳	۰	کاملا سخت
معاضدیه	aq15	۱۱۶۹/۶۱	۴۲۰	۷۴۹/۶۱	کاملا سخت
حنفش	aq16	۱۵۶۵/۶۵	۴۶۰	۱۰۸۲/۶۵	کاملا سخت
شداد	aq17	۲۲۹۱/۶۴	۴۸۰	۱۸۱۱/۶۴	کاملا سخت

جدول(۱۵): جنس تقریبی سنگ مخزن یا مواد تشکیل دهنده

محل نمونه برداری	علامت اختصاری	نسبت های معرف				
		Ca/Mg	جنس سنگ مخزن	شاخص غیرتعادلی کلروآلکالن	Na/Ca	جنس سنگ آذرین
حیدر آباد	aq1	۲/۴۳	دولومیت آهکی	-۰/۶۱	۰/۷۱	فلدسپات آلکالن - بازالتی
ورمگون	aq2	۶/۱۷	آهک	-۳/۳۷	۰/۱۹	فلدسپات آلکالن - بازالتی
فیض آباد	aq2	۷/۵	دولومیت آهکی	-۲/۳	۰/۵۳	فلدسپات آلکالن - بازالتی
وریا	aq4	۲/۶۴	دولومیت آهکی	-۱/۵۱	۰/۲۷	فلدسپات آلکالن - بازالتی
آرند	aq5	۲/۶۴	آهک	-۱/۳۲	۰/۳	فلدسپات آلکالن - بازالتی
جامکان	aq6	۵/۸۶	دولومیت آهکی	-۰/۹۵	۰/۵۴	فلدسپات آلکالن - بازالتی
کوشکوییه	aq7	۲/۰۷	دولومیت آهکی	-۱/۲۸	۰/۳۳	فلدسپات آلکالن - بازالتی
علی آباد	aq8	۱/۹۲	دولومیت آهکی	-۰/۸۷	۰/۴۴	فلدسپات آلکالن - بازالتی
معین آباد	aq9	۴/۱۷	آهک دولومیتی	-۲/۷۱	۰/۴۷	فلدسپات آلکالن - بازالتی
سرشک	aq10	۱/۲۴	دولومیت آهکی	-۱/۲۵	۰/۵۲	فلدسپات آلکالن - بازالتی
دولت آباد	aq11	۱/۳۳	دولومیت آهکی	-۱/۷۲	۰/۵۱	فلدسپات آلکالن - بازالتی
عفیف آباد	aq12	۱/۳	دولومیت آهکی	-۱/۳۱	۰/۵۲	فلدسپات آلکالن - بازالتی
عباس آباد	aq13	۱/۳۶	دولومیت آهکی	-۱/۲۶	۰/۴۳	فلدسپات آلکالن - بازالتی
فوداز	aq14	۲/۶۷	آهک دولومیتی	-۱/۷	۰/۶۱	فلدسپات آلکالن - بازالتی
معاضدیه	aq15	۲/۳۱	دولومیت آهکی	-۰/۱۷	۰/۲۲	فلدسپات آلکالن - بازالتی
حنفش	aq16	۲/۱۶	دولومیت آهکی	۰	۰	فلدسپات آلکالن - بازالتی
شداد	aq17	۳/۶	آهک دولومیتی	۰/۰۵	۰/۰۵	فلدسپات آلکالن - بازالتی

در تحقیقی مشابه غلام دخت بندری و همکاران (۱۳۹۷) به ارزیابی کیفیت هیدروشیمیایی آب زیرزمینی حوزه سیاهو پرداختند. داده‌های آنها نشان‌دهنده‌ی این بود که تاثیر بسزای سازندهای زمین شناسی و گنبد نمکی بر منابع آب زیرزمینی و کاهش کیفیت منابع آب است. درحالی که در تحقیق حاضر استفاده‌های نادرست و عدم رعایت اصول بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی، سبب کاهش کیفیت آب در قنات‌های موردمطالعه شده است. در پژوهش دیگری نیز فاضل‌پور عقدایی و همکاران (۱۳۹۴) به منظور مدیریت بهینه منابع آب به بررسی کیفیت منابع آب زیرزمینی خوانسار هرات پرداختند. برخلاف پژوهش حاضر که اطلاعات کافی در مورد قنات‌ها در دسترس قرار داشت، در تحقیق فاضل‌پور و همکارانش به دلیل بکر بودن منطقه و عدم وجود آمار، اطلاعات کافی برای انجام مطالعات کیفی در دسترس نبوده و به‌طور تصادفی نمونه‌برداری انجام داده‌اند.

نتیجه‌گیری

همان‌طور که گفته شد، منابع آب زیرزمینی باکیفیت و کمیت مناسب، مناطق قابل‌اطمینانی برای تأمین نیازهای انسان محسوب می‌شود. همچنین یکی از عوامل مهم و تعیین‌کننده در مصارف مختلف آب، کیفیت شیمیایی آب است. در این مقاله، کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی (قنات‌ها) برای نائین شهر در سال ۱۳۹۱ ارزیابی شد و کیفیت آب برای مصارف مختلف و همچنین روند تغییرات برخی از پارامترهای کیفی بررسی شد. یکی از روش‌های متداول در تعیین رخساره (تیپ) هیدروشیمی آب، استفاده از نمودار پایپر است. بر اساس نمودار رسم شده پایپر برای ۱۷ رشته قنات نائین شهر، در قنات‌های علی‌آباد، فیض‌آباد، فوداز، شداد، حنفش و معاضدیه، تیپ آب از نوع سولفات کلسیم و منیزیم و در دیگر قنات‌ها، تیپ آب از نوع کربناتی-کلسیمی است. نمودار شولر نشان می‌دهد که قنات‌های مورد مطالعه برای مصارف شرب، در دسته خوب قرار دارند. در مورد کیفیت آب برای مصارف کشاورزی (نمودار ویلکوکس)، ۶ رشته قنات (وریا، علی‌آباد، فوداز، معاضدیه، حنفش و شداد) از ۱۷ قنات مورد مطالعه برای مصارف کشاورزی نامناسب (خیلی شور) هستند. مابقی قنات‌ها، برخی مناسب و برخی قابل استفاده برای کشاورزی هستند. قنات آرند و حیدرآباد از نظر مصارف صنعتی جزء خورنده ها و ۱۵ رشته قنات دیگر رسوبگذار هستند (در کل آب منطقه موردمطالعه ازنظر صنعت، رسوب‌گذار است). بر اساس سختی کل، ۶ رشته قنات (علی‌آباد، عفیف‌آباد، فوداز، معاضدیه، حنفش و شداد) جزء آب‌های کاملا سخت و ۱۱ رشته قنات دیگر (حیدرآباد، ورمگون و غیره) جزء آب‌های سخت هستند. با استفاده از نسبت‌های معرف، ۳ نوع جنس سنگ مخزن (دولومیت آهکی، آهکی، آهک دولومیتی)، تقریب زده شده است و مشخص شده است که جنس سنگ آذرین از نوع فلدسپات آلکالن-بازالتی می‌باشد. بررسی تغییرات پارامتر شوری و املاح محلول در قنات‌های موردمطالعه نشان داد که طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۱، این پارامترها در اکثر قنات‌های موردمطالعه دارای روند صعودی بوده‌اند که این امر نشان‌دهندهٔ کاهش کیفیت آب در قنات‌های موردمطالعه در این مقاله می‌باشد.

منابع

جعفری اول، ی.، عبادتی، ن.، یوسفی، ح.، کلاتنتری، ب.، و میرزایی، م. ۱۳۹۶. پراکنش و پایش کیفی آب قنوات شرق تهران به منظور مدیریت منابع آب. اکوهیدرولوژی، دوره ۴، شماره ۱، ص ۵۲-۳۹.

چراغی، ز.، ساریخانی،ر.، فرحپور، م.، و قاسمی دهنوی، آ. ۱۳۹۷. ارزیابی و تجزیه و تحلیل آماری پارامترها و شاخص کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف آشامیدنی در منطقه خرم‌آباد. مجله مهندسی منابع آب، سال یازدهم.

حیدری نژاد، ز.، حیدری، م.، سلیمانی، ح.، و نجفی صالح، ح. ۱۳۹۷. ارزیابی کیفیت فیزیکی و شیمیایی منابع آب زیرزمینی شهرستان‌های خواف، تایباد و رشتخوار طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۸۴. مجله طب پیشگیری، دوره ۵، شماره ۱، ص۳۶-۴۲.

حیدری، ز. و رضایی، م. ۱۳۹۰. بررسی هیدروژئوشیمی به روش درونیابی با استفاده از نرم‌افزار ARCGIS (مطالعه موردی دشت آبدان دیر استان هرمزگان). سی‌امین گردهمایی علوم زمین

حکیم خانی، ش. و علی جانپور، ا. ۱۳۸۹. تشخیص داده‌های پرت در روش منشایابی رسوب. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک (علوم کشاورزی و منابع طبیعی). دوره ۱۷، شماره ۱، ص ۴۳-۲۳.

خالقی، ف.، ۱۳۹۹. ارزیابی کیفیت آب شرب منطقه هشترود با استفاده از متغیرهای هیدروشیمیایی و نگرش زیست محیطی. فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست، سال چهاردهم، شماره۱، ص ۵۶-۴۵.

دین پژوه، ی.، فاخری فرد، ا.، حسن پور اقدام، م.، و بهشتی وایقان، و. ۱۳۹۴. تحلیل روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی در دشت شبستر - صوفیان. علوم و مهندسی آبیاری (مجله‌ی علمی کشاورزی)، جلد ۳۸، شماره ۱، ص ۶۹-۵۶.

دستورالعمل پایش کیفیت آب‌های زیرزمینی، ۱۳۹۱، نشریه شماره ۲۰، وزارت نیرو

روزرخ، ج.، اصغری مقدم، ا.، و ندیری، ع.، ۱۳۹۶. بررسی ویژگی‌های هیدروژئوشیمیایی و طبقه‌بندی کیفی منابع آب زیرزمینی دشت هرزندات برای مصارف مختلف با استفاده از روش‌های هیدروشیمیایی. علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، ویژه نامه شماره ۵ ، ص ۷۹- ۹۲.

صالحی، ح.، زینی وند، ح.، و احمدی، ش. ۱۳۹۶. ارزیابی کیفی آب‌های زیرزمینی و انتخاب مناسب ترین روش میان یابی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شهرستان سقز. فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال نهم، شماره ۳۲، ص ۱۸-۵.

غلام دخت بندری، م.، رضایی، پ.، و غلام دخت بندری، ز. ۱۳۹۷. ارزیابی کیفیت هیدروژئوشیمیایی آب زیرزمینی حوزه سیاهو، شمال شرق شهر بندرعباس. فصلنامه علمی پژوهشی سلامت و محیط زیست، دوره ۱۱، شماره ۱، ص ۱۱۰-۹۷.

فاضل‌پور عقدایی.، ملکی نژاد، ح.، اختصاصی، م.، و برخورداری، ج. ۱۳۹۷. تحلیل کیفیت منابع آب زیرزمینی به منظور مدیریت بهینه منابع، مطالعه موردی حوزه آبخیز خوانسار هرات. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال پنجم، شماره ۲۰، ص ۱۰۶-۹۶.

BRUNGS, W. A. 1973. Effects of residual chlorine on aquatic life. Journal (Water Pollution Control Federation), 2180-2193.

Çelik, R. 2015. Temporal cha nges in the groundwater level in the Upper Tigris Basin, Turkey, determined by a GIS technique. Journal of African Earth Sciences, 107, 134-143.

Chai, T., Xiao, C., Li, M., & Liang, X. 2020. Hydrogeochemical Characteristics and Groundwater Quality Evaluation Based on Multivariate Statistical Analysis. Water, 12, 2792.

Ding, F., Yamashita, T., Lee, H. S. & Pan, J. Numerical study on seawater intrusion into groundwater in Liaodong Bay coastal plain, China. Water Resource and Environmental Protection (ISWREP), 2011 International Symposium on, 2011. IEEE, 725-729.

Edition, F. 2011. Guidelines for drinking-water quality. WHO chronicle, 38, 104-8. Hounslow, A. 2018. Water quality data: analysis and interpretation, CRC press.

Jiang, Y., Gui, H., Yu, H., Wang, M., Fang, H., Wang, Y., Chen. C., Zhang, Y., & Huang, Y. 2020. Hydrochemical Characteristics and Water Quality Evaluation of Rivers in Different Regions of Cities: A Case Study of Suzhou City in Northern Anhui Province, China. Water, 12, 950.

Jackson, C. R., Meister, R. & Prudhomme, C. 2011. Modelling the effects of climate change and its uncertainty on UK Chalk groundwater resources from an ensemble of global climate model projections. Journal of Hydrology, 399, 12-28.

Masciopinto, C., Liso, I. S., Caputo, M. C. & DE Carlo, L. 2017. An Integrated Approach Based on Numerical Modelling and Geophysical Survey to Map Groundwater Salinity in Fractured Coastal Aquifers. Water, 9, 875.

Piper, A. M. 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses. Eos, Transactions American Geophysical Union, 25, 914-928.

Sieker, H., Bandermann, S., Schroter, K., Ostrowski, M., Leichtfuss, A., Schmidt, W., Thiel, E., Peters, C. & Muhleck, R. 2006. Development of a decision support system for integrated water resources management in intensively used small watersheds. Water Practice and Technology, 1, wpt2006004.

Sikdar, P., Sarkar, S. & Palchoudhury, S. 2001. Geochemical evolution of groundwater in the Quaternary aquifer of Calcutta and Howrah, India. Journal of Asian Earth Sciences, 19, 579-594.

Specification, I. S. D. W. 1992. Bureau of Indian Standards. New Delhi.

Todd, D. K. 1974. Salt-water intrusion and its control. Journal (American Water Works Association), 180-187.

Evaluation of Aqueduct Water Quality Using Chemistry Program for Different Uses in Nain

Hossein Yousefi*[1] , Elyas Reyhani[2], Leili Amini[3] , Leila Ghasemi[4]

Abstract

Water on the one hand, deals with the health of people, and on the other hand, promotes economic prosperity. One of the important and determining factors in different uses of water is its chemical quality, and to manage these resources, it is necessary to obtain scientific studies and control them with full knowledge of groundwater systems, and chemical analysis of these waters is a suitable tool for quality assessment and water resource management. In this study, the data required to investigate the chemical quality of water in 17 aqueducts south of Nain in 2012, was obtained from the Regional Water Organization. Chemistry program was used to perform chemical quality analysis of water. After the studies and drawing the Schuler, Wilcox and Piper diagrams, the quality of the aqueducts was determined for drinking, agriculture and industry purposes. According to the Schuler diagrams, the aqueducts in question are no limited for drinking. Regarding water quality for agricultural uses (Wilcox chart), 6 aqueducts out of 17 aqueducts studied are unsuitable for agricultural use (very salty) and the rest of the aqueducts, are some suitable and some can be used for agriculture, and according to RSC of a total of 17 aqueducts, all in the appropriate, only the Feyzabad and Jamakan aqueducts are possible in the category. Regarding the industry, most of the aqueducts are part of the sedimentation group and only two aqueducts of Heydar Abad and Arand are in the corrosive category. In the south of Naein City, according to the results obtained to avoid irreparable damage, it needs proper and comprehensive management, and also to preserve and protect these waters, other studies are needed to have a proper understanding of the water hydraulic system.

Keywords: Chemistry program, water quality, aqueduct, Naein City**.**

[1] Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Iran, *Hosseinyousefi@ut.ac.ir, Corresponding Author
[2] M.Sc, Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Iran, elyas.reyhani@ut.ac.ir
[3] M.Sc, Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Iran, leili.amini@ut.ac.ir
[4] M.Sc, Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Iran, ghasemi.leila@ut.ac.ir