

Research Paper

Investigating the quality of water resources and distribution network in Fararat village, Shahriyar city

Maryam Jafari¹, Azin Paydayesh^{2*}

1. Technology development expert (water& energy), ministry of energy, Tehran. Iran

2. Associate Professor, Department of Chemical engineering, Mahshahr Branch, Islamic Azad University, Mahshahr, Iran

Received: 2019/02/20

Revised: 2019/04/04

Accepted: 2020/09/21

Use your device to scan and read the article online



DOI:

[10.71632/wej.2025.1184078](https://doi.org/10.71632/wej.2025.1184078)

Keywords: Microbial Quality, Physicochemical quality, Salinity, Corrosion

Abstract

Introduction: The increasing reliance on groundwater resources as a significant source of drinking water underscores the importance of quality assessments of these resources. The microbial and physicochemical characteristics of water indicate its acceptability and potability. The objective of this study is to investigate the microbial and physicochemical parameters, salinity, and corrosivity of drinking water in Fararat village.

Methods: In this research, water samples were collected according to the Iranian national standard No. 2348 and subsequently analyzed in the laboratory following the national standards No. 1011 and 1053 for microbial and physicochemical testing, respectively. Additionally, the quality of water was determined using Schoeller, Piper, and Durov graphical diagrams.

The assessment of microbial characteristics revealed several instances of contamination in both wells and the distribution network. Notable reasons for well contamination included non-compliance with source protection zones, high ambient temperatures, and widespread pollution. For the distribution network, contamination was attributed to a lack of chlorine (due to depletion or breakage in chlorination pipes).

Findings: The evaluation of physicochemical quality over an eight-month period indicated that most parameters exhibited an upward trend during the warm season; however, changes in salinity remained within national standards and did not significantly impact drinking water quality. Graphical studies identified the water type as calcium bicarbonate in all cases. Overall, from a drinking perspective, the water quality falls within acceptable standards and is deemed suitable for use.

Citation: Jafari M, Paydayesh A, Investigating the quality of water resources and distribution network in Fararat village, Shahriyar city. Water Resources Engineering Journal. 2025; 18(65): 64- 78.

***Corresponding author:** Azin Paydayesh

Address: Department of Chemical Engineering, Mahs.C, Islamic Azad University, Mahshahr, Iran.

Tell: 06152338579

Email: a.paydayesh@iau.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Water plays a vital role in human life and water quality is one of the important parameters affecting individual and social health. On the other hand, due to increasing public awareness and paying more attention to the quality and appearance aspects of water, periodic controls of drinking water are more prominent than before. Thus, the physical, chemical and microbial properties of water are among the important parameters that have a special place in the health and safety of drinking water as well as the satisfaction level of consumers.

This study investigates the physicochemical, and microbiological properties of drinking water from the village of Fararat, utilizing both field and laboratory research. The evaluation of water quality involved tools such as the AqQa software, which produces graphical representations like Schuler, Piper, and Durov diagrams to analyze water characteristics. The study also employed Ryznar and Langelier indices to assess salinity, corrosion, and sedimentation levels in the water.

Materials and Methods

In order to investigate the characteristics of water sources and drinking water in the village of Fararat, field and laboratory researches were conducted. Sampling and testing were done in a period of 8 months from December 1401 to July 1402 based on warm and cold seasons. Water quality tests began with measurements of microbial quality and then physicochemical parameters. Microbial investigation was carried out using standard methods for identifying the coliform based on the multi-tube fermentation method (probable, confirmation and supplementary stages) and the test results were expressed as the most probable number (MPN) of organisms present. Physicochemical parameters were including temperature, pH, turbidity, and electrical conductivity. The alkalinity was measured via titration with bromocresol green as the indicator, while total hardness was calculated by summing the concentrations of calcium and magnesium ions. Additionally, total dissolved solids

(TDS) were measured, providing insights into the overall water quality.

In addition, an ion chromatography device was employed to measure the amount of cations and anions in water samples as chemical composition analysis. All samples were filtered before injection into the instrument. Considering the amount of electrical conductivity and indicators such as sodium absorption ratio (SAR), sodium exchange ratio (ESR) and soluble sodium ratio (SSP), the salinity parameter investigated. Evaluate the level of salinity, corrosiveness and sedimentation of water was carried out using Langlier (LSI), Ryznar (RSI), and Aggressive (AI) and Puckorius Scaling (PSI) indices.

For more investigations, the use of data processing software such as AqQa was used to investigate the water condition, which presents the quality of water for analysis by displaying graphical quality diagrams. In this research, Schuler's diagram was used to determine the potability of water, Piper and Duro's diagram was used to determine the type (hydrochemical surface) of water.

Findings and Discussion

The microbiological analysis indicated a 13.3% contamination rate in the water samples. Contaminated samples were identified in early May and late July, with one sample showing fecal contamination due to inadequate sanitation near the well, compounded by livestock grazing in the vicinity. The contamination levels were found to be within manageable limits, with chlorination effectively resolving the issue. Despite minor microbial presence, the water quality remained suitable for injection into the distribution network. The results also revealed that some water samples from the distribution network were contaminated during both hot and cold seasons due to a lack of chlorine in the water supply.

Physicochemical evaluations showed seasonal variability in water quality. The lowest recorded temperature was 20°C during the cold season, and the highest was 25°C in the hot season. The pH values ranged from 6.95 to 7.74, indicating slightly alkaline water. Turbidity values were higher during the cold season, likely due to fluctuations in well water levels. TDS measurements varied

between 214 and 534 mg/L, with higher values recorded during warmer months, which could be attributed to environmental factors such as wastewater discharge and runoff. Total hardness, which ranged from 148 to 320 mg/L, was primarily due to calcium and magnesium ions. The alkalinity of the water also showed a seasonal trend, with lower values in winter (104 mg/L) and higher values in summer (152 mg/L).

Water quality were analyzed using AqQa software, and they were presented in Schuler, Durov, and Piper diagrams. These diagrams indicated that the water samples had high quality and fit for human consumption. The Piper diagram showed that the water was predominantly of the calcium bicarbonate type, with the presence of strong acids such as chloride and sulfate outweighing weaker acids like bicarbonate. The consistency in water quality across different seasons highlighted the stability of the ionic ratios, with no significant variation in major ion concentrations.

To assess the potential for corrosion and sedimentation in the water distribution network, the Ryznar and Langelier indices were calculated. These indices indicated that the water in Fararat village was prone to corrosion due to its high levels of dissolved minerals, which could pose long-term challenges to the water infrastructure. Ryznar values ranged from 15.78 to 17.25, and Langelier values ranged from -4.86 to -4.194, further confirming the corrosive nature of the water. However, salinity levels were found to be low and acceptable, ensuring that the water remained potable.

Conclusion

In summary, this study conducted 16 tests on water samples from water resources and distribution network in Fararat village from shahriyar city to evaluate their microbiological and physicochemical properties. The results showed that while most parameters increased during the warmer months, all values remained within national standards for drinking water. The calcium bicarbonate type water exhibited seasonal variations in ionic concentration, but the overall quality remained safe for human consumption. The microbial investigations showed that although some

contamination from nearby agricultural runoff was detected, it did not exceed permissible limits. The water was also found to be mildly corrosive due to the presence of dissolved minerals, which could affect the longevity of metal pipes in the water distribution system. Ultimately, according to Iran national standards, the water from the Fararat village wells was deemed fit for drinking, with its physical and chemical properties falling within acceptable limits for consumption.

Ethical Considerations compliance with ethical guidelines

The cooperation of the participants in the present study was voluntary and accompanied by their consent.

Funding

No funding.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Azin Paydayesh

Methodology and data analysis: Maryam Jafari

Supervision and final writing: Azin Paydayesh, Maryam Jafari

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

بررسی کیفیت منابع آب و شبکه توزیع روستای فرارت شهرستان شهریار

مریم جعفری^۱، آذین پیدایش^{۲*}

۱. دانش آموخته دکترای مهندسی شیمی و کارشناس توسعه فناوری (آب و برق)، وزارت نیرو، تهران، ایران

۲. دانشیار گروه مهندسی شیمی، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران

چکیده

مقدمه: افزایش روزافزون اقبال به استفاده از منابع آب زیرزمینی به عنوان یکی از منابع مهم تامین آب شرب مبین اهمیت ارزیابی‌های کیفی این منابع می‌باشد. خصوصیات میکروبی و فیزیکوشیمیایی آب، مقبولیت و قابل شرب بودن آن را نشان می‌دهد. هدف از این پژوهش بررسی پارامترهای میکروبی، فیزیکوشیمیایی، خصوصیات شوری و خوردگی آب شرب روستای فرارت و همچنین بررسی تغییرات زمانی این پارامترها می‌باشد.

روش: در این پژوهش مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۴۸ نمونه‌های آب نمونه‌برداری شده و سپس در آزمایشگاه مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۱۱ و ۱۰۵۳ مورد سنجش میکروبی و فیزیکوشیمیایی قرار گرفتند. همچنین کیفیت آب توسط نمودارهای گرافیکی شولر، پایپر و دورو تعیین شده است.

یافته‌ها: در بررسی خصوصیات میکروبی چند مورد آلودگی چاه و شبکه مشاهده گردید که از جمله دلایل آلوده شدن چاه عدم رعایت حریم منبع و گرمای هوا و شیوع آلودگی‌ها و دلیل آلودگی شبکه آب نبود کلر در شبکه (اتمام کلر، شکستگی در لوله کلرزنی) بوده است. بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی چاه و شبکه توزیع طی این دوره ۸ ماهه نشان داد اکثر پارامترها دارای روندی صعودی در فصل گرم سال هستند ولی تغییرات و افزایش املاح در محدوده استاندارد ملی بوده و از لحاظ کیفیتی تاثیر چندانی بر آب شرب نداشت. مطالعات گرافیکی تیپ آب را در تمامی موارد بیکربنات کلسیمی معرفی نمودند.

نتیجه: به طور کلی از نظر شرب آب کیفیت آب در محدوده استاندارد و قابل استفاده می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۰۱

تاریخ داوری: ۱۳۹۸/۰۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۳۱

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



DOI:

[10.71632/wej.2025.1184078](https://doi.org/10.71632/wej.2025.1184078)**کلمات کلیدی:** کیفیت میکروبی، کیفیت

فیزیکوشیمیایی، شوری، خوردگی

* نویسنده مسئول: آذین پیدایش

نشانی: گروه مهندسی شیمی، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران.

تلفن: 06152338579

پست الکترونیکی: a.paydayesh@iau.ac.ir

۱- مقدمه

آب نقشی حیاتی در زندگی انسان ایفا می کند و کیفیت آب یکی از پارامترهای مهم تاثیر گذار بر سلامت فردی و اجتماعی است [۱]. دسترسی به منابع آب آشامیدنی سالم در بسیاری از کشورهای دنیا مسئله ای مهم است. طبق آمار سازمان جهانی بهداشت، سالانه ۱/۱ میلیارد نفر در جهان به منابع آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند [۲] و حدود ۸۰ درصد از مرگ و میر کودکان در اثر بیماری های گوارشی مانند اسهال به دنبال مصرف آب آشامیدنی آلوده روی می دهد [۳]. بهره مندی از منابع آب سالم، یکی از شاخص های مهم سلامت در کشورهای در حال توسعه تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی است [۴]. اگرچه فاضلاب شهری به عنوان مهمترین عامل آلاینده آب معرفی شده است اما پسماندهای کشاورزی نیز با توجه به استفاده گسترده از کود و آفت کش ها، در دراز مدت می توانند به شدت بر کیفیت آب مناطق روستایی و حتی آب های زیرزمینی که منابع اصلی تامین آب در تمام دنیا هستند، تاثیر منفی داشته باشند [۵]. [۶] از طرفی با توجه به افزایش آگاهی های عمومی و توجه بیشتر به جنبه های کیفی و ظاهری آب، اهمیت موضوع کیفیت آب به عنوان یکی از مهم ترین معیارها برای قضاوت در مورد عملکرد متولیان آن در نظر گرفته می شود [۷] و کنترل های دوره ای آب آشامیدنی بیش از پیش نمایان می شود [۸]. از این منظر، خواص فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب از جمله پارامترهای مهمی هستند که در بهداشت و سلامت آب مصرفی و همچنین سطح رضایتمندی مصرف کنندگان جایگاه خاصی دارند [۹]. [۱۰]. باید توجه داشت که در این بین بررسی عوامل میکروبی و شیمیایی به دلیل عدم قضاوت با چشم ظاهری از اهمیت بالاتری برخوردارند [۱۱]، [۱۲]، [۱۳].

در همین راستا در سالهای اخیر تحقیقات فراوانی در مورد کیفیت فیزیکی شیمیایی و میکروبی آب در داخل کشور در نواحی روستایی و شهری انجام شده است [۱۴]، [۱۵]، [۱۶]، [۱۷]، [۱۸]، [۱۹]، [۲۰] و در برخی موارد گزارش ها حاکی از نامناسب بودن کیفیت آب بوده است از جمله تحقیقات جعفرزاده و همکاران در مورد آب آشامیدنی در استان های جنوبی ایران [۲۱]، تحقیقات ابولی و همکاران در مورد آب آشامیدنی بطری شده [۲۲]، تحقیقات نوری و همکاران آب آشامیدنی شهر تهران [۲۳] و همچنین نتایج حاصل از ارزیابی آب چاه در لواسانات و آب شبکه شهر گرگان که به ترتیب توسط امینی و همکاران و شهریاری و همکاران وی انجام شده است [۲۴]، [۲۵].

در این تحقیق به بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب روستای فرارت پرداخته شده است. اهمیت و ضرورت بررسی روستای فرارت از دو جنبه قابل ذکر می باشد. اولین جنبه موضوع سلامت و همه گیر شدن بیماری های ناشی از آب مخصوصاً در فصول گرم که زمان طغیان بیماری ها می باشد، است. جنبه دیگر نزدیکی این روستا به پایتخت است. جنبه مجهول و مورد بررسی این پژوهش میزان انحراف پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی نسبت به شاخص استاندارد و روند تغییرات فوق و به طور کلی بررسی کیفیت کنونی آب مکان مورد مطالعه به کمک نرم افزارهای تخصصی با کمک این عوامل می باشد. همچنین خوردن گی، شوری و رسوب گذاری که از پارامترهای مهم تاثیر

گذار بر کیفیت و مطلوبیت آب می باشند نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲- روش انجام پژوهش

۲-۱- روش گردآوری اطلاعات

به منظور بررسی خصوصیات منابع آب و آب شرب روستای فرارت تحقیقات میدانی و آزمایشگاهی انجام شد. استفاده از نرم افزارهای داده پرداز مانند AqQa یکی از روش های بررسی وضعیت آب می باشد که از طریق نمایش نمودارهای کیفی گرافیکی کیفیت آب را جهت تحلیل ارائه می دهد. در این پژوهش از دیاگرام شولر جهت تعیین قابلیت شرب آب، دیاگرام پایپر و دورو جهت تعیین تیپ (رخساره هیدروشیمی) آب استفاده شده است. از اندیس های رایزنر و لاتزیه برای بررسی میزان شوری، خوردن گی و رسوب گذاری آب بهره گرفته شده است.

۲-۲- زمان و مکان انجام پژوهش

نمونه برداری و انجام آزمایشات در یک بازه ۸ ماهه از آذر ماه ۱۴۰۱ الی تیر ماه ۱۴۰۲ انجام گرفته است. روستای فرارت، در دهستان جوقین از توابع بخش مرکزی شهرستان شهریار در استان تهران واقع شده است. در شکل ۱ و ۲ نقشه محل قرارگیری روستای فرارت و تصاویر ماهواره ای محل روستا نشان داده شده است.



شکل ۱- محل قرارگیری روستای فرارت



شکل ۲- تصویر ماهواره ای محل قرارگیری روستای فرارت

۳-۲- پارامترهای میکروبی

یکی از روش های استاندارد برای شناسایی گروه کلیفرم بر اساس روش تخمیر چند لوله ای (مرحله احتمالی، تأیید و تکمیلی) می باشد. نتایج آزمایش به صورت محتمل ترین تعداد ممکن (MPN) ارگانیسم های موجود بیان می شود. این عدد بر اساس فرمول های احتمالات، تخمینی از تراکم متوسط کلی فرم ها در نمونه مورد بررسی ارائه می نماید.

۳-۲-۱- مرحله احتمالی

نمونه های برداشته شده از چاه همگی به روش ۱۵ لوله ای و نمونه های برداشته شده از شبکه توزیع بسته به میزان کلر موجود به روش ۱۰ لوله ای (لاکتوز-براث) و یا حضور-غیاب (P-A) مورد کشت قرار گرفت. تولید گاز در لوله ها طی ۴۸ ساعت بیانگر پاسخ مثبت به آزمایش احتمالی است و عدم تشکیل گاز در پایان ۴۸ ساعت بیانگر نتیجه منفی می باشد.

۳-۲-۲- مرحله تأییدی

تمام لوله های آزمایش مرحله احتمالی را که پس از گرماگذاری تشکیل گاز در آنها مشاهده شده بود، برای مرحله تأییدی آزمایش شدند. برای این کار نمونه ها به لوله حاوی محیط کشت BGB منتقل شد. محیط کشت تلقیح شده به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۵ درجه گرماگذاری شد. تشکیل گاز به هر میزان در لوله های دوره هم در هر زمان از ۴۸ ساعت گرماگذاری، بیانگر پاسخ مثبت در این مرحله است.

۳-۳-۲- مرحله تکمیلی

این مرحله برای لوله هایی که در مرحله تأییدی نتیجه مثبت داشتند انجام شد تا مشخص گردد که آیا کلیفرم در نمونه وجود دارد یا نه. نتیجه آزمایش لوله های حاوی محیط کشت EC براث مثبت، نشانه مثبت بودن مرحله تکمیلی و وجود کلیفرم های مدفوعی می باشد. در حالی که اگر نتیجه BGB مثبت ولی جواب EC براث منفی باشد، نشانه وجود کلیفرم های غیر مدفوعی است. برای محیط کشت EC به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴۴/۵ درجه سانتیگراد گرماگذاری شد.

۳-۳-۲- شمارش میکرواورگانیسم های هتروتروف (HPC)

برای شمارش میکرواورگانیسم های هتروتروف از روش پورپلیت استفاده شد. بدین صورت که ۱ میلی لیتر از نمونه به محیط کشت مذاب R2 Agar افزوده شده و پس از مخلوط شدن، سرد و منجمد گردید و در انکوباتور در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت گرماگذاری شد.

۴-۲- پارامترهای فیزیکوشیمیایی

دما در محل توسط دماسنج، pH توسط دستگاه pH متر مدل ۷۳۷ شرکت Metrohm، کدورت توسط کدورت سنج مدل Q2100 شرکت HACH و هدایت الکتریکی (EC^1) توسط دستگاه هدایت سنج WTW مدل ۷۲۰ در بدو ورود به آزمایشگاه اندازه گیری شدند.

برای اندازه گیری قلیائیت از روش تیتراسیون و با کمک معرف بروموکرزول استفاده شد. میزان سختی از طریق محاسبه بدست آمده است. سختی کل برابر با مجموع کلسیم و منیزیم بوده و سختی دائم اگر سختی کل بزرگتر از قلیائیت کل باشد از حاصل تفاضل قلیائیت از سختی کل و در غیر اینصورت میزان صفر می باشد. یکی دیگر از پارامترهای ارزیابی فیزیکوشیمیایی آب، بررسی میزان کل جامدات محلول در آب است (TDS) که از رابطه زیر محاسبه شد [۲۶]:

$$TDS = (F + Cl + SO_4 + PO_4 + NO_3 + Ca + Na + Mg + K) + (0.6 * \text{قلیائیت کل})$$

علاوه بر این از دستگاه کروماتوگرافی یونی (مدل Pac 882 ساخت شرکت Metrohm) برای اندازه گیری مقادیر کاتیون ها و آنیون های موجود در نمونه های آب استفاده شد. نمونه ها قبل از تزریق به دستگاه توسط فیلتر خلا صاف شده و سپس به دستگاه تزریق شدند.

۵-۲- بررسی میزان شوری، خوردگی و رسوب گذاری آب

با توجه به میزان هدایت الکتریکی و شاخص هایی مانند نسبت جذب سدیم (SAR^2)، نسبت سدیم تبادلی (ESR^3) و درصد سدیم انحلال پذیر (SSP^4) می توان پارامتر شوری را مورد بررسی قرار داد. میزان خوردگی نیز با استفاده از اندیس های لانژیه (LSI)، رایزنر (RSI)، پورکورپوس (AI) و تهاجمی (PSI) مورد بررسی قرار گرفت [۲۷].

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج ارزیابی میکروبی آب

در جدول ۱ نتایج حاصل از نمونه برداری میکروبی ارائه شده است، ۲ نمونه آلوده مشاهده شده خام مربوط به ۶ اردیبهشت و ۲۴ تیر بود. پس از بررسی های انجام شده در نمونه ۶ تیر که آلودگی مدفوعی نیز در چاه مشاهده گردید علت عدم رعایت حریم و چرای احشام در نزدیکی چاه تشخیص داده شد. و نمونه دیگر که در تیر ماه آلودگی کلیفرمی نشان داد از آلودگی مدفوعی پاک بوده که علت می توان گرمای هوا و شیوع آلودگی ها باشد. میزان آلودگی و میانگین آنها به نسبت تعداد نمونه ها ۱۳/۳٪ بود که این نتایج حاکی از مناسب بودن آب از لحاظ میکروبی جهت تزریق به شبکه بود. لازم به ذکر است که درصد ناچیز میکروبی با کلرزی قابل رفع بوده و از اهمیت چندانی برخوردار نبود.

¹ Electrical Conductivity

² Sodium Adsorption Ratio

³ Exchangable Sodium Ratio

⁴ Soluble Sodium Percent

میزان آلودگی و میانگین آنها به نسبت تعداد نمونه ها ۱۳/۳٪ بود که این نتایج حاکی از مناسب بودن آب از لحاظ میکروبی جهت استفاده از شبکه بود. می توان احتمال داد درصد ناچیز میکروبی حاصل از خطای انسانی و خرابی تجهیزات بوده باشد.

نتایج بدست آمده از ۱۶ نمونه آب شبکه مشخص کرد که دو نمونه از آب شبکه آلوده بود که یکی از نمونه ها مربوط به فصل سرد (۱۴۰۱/۱۲/۱۱) و دیگری مربوط به فصل گرم (۱۴۰۲/۰۴/۱۰) بود که در هر دو مورد میزان کلر موجود در شبکه صفر بوده که نشان دهنده عدم گندزدایی آب و آلودگی آن بود.

جدول ۱- نتایج ارزیابی میکروبی

ردیف	تاریخ	دما	pH	کدورت	کلر	علت کلر صفر	روش آزمون اولیه	نتیجه	تست تاییدی	تست تکمیلی
1	1401.09.03	20	7.38	0.2	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
2	1401.09.17	20	7.41	0.3	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
3	1401.10.01	20	7.42	0.7	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
4	1401.10.15	20	7.42	0.71	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
5	1401.11.06	20	7.75	1.3	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
6	1401.11.27	20	7.32	1.1	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
7	1401.12.04	20	7.75	0.25	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
8	1401.12.11	20	7.43	0.9	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
9	1402.01.19	25	6.94	0.53	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
10	1402.01.26	25	7.23	0.71	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
11	1402.02.06	25	7.11	0.63	0	خام	MPN 15 لوله ای	آلوده -1-1-3	1-1-0	1-0
12	1402.02.23	25	7.49	0.2	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
13	1402.03.06	25	7.23	0.87	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
14	1402.03.20	25	7.43	0.15	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
15	1402.04.10	25	7.00	0.71	0	خام	MPN 15 لوله ای	پاک	-	-
16	1402.04.24	25	7.34	1.7	0	خام	MPN 15 لوله ای	آلوده 0-0-2	0-0-0	0-0-0
17	1401.09.03	20	7.47	0.3	0.7	---	PA	پاک		
18	1401.09.17	20	7.38	0.38	0.6	---	PA	پاک		

19	1401.10.01	20	7.46	0.2	0.8	---	PA	پاک
20	1401.10.15	20	7.50	0.92	0.4	---	MPN	
21	1401.11.06	20	7.65	0.2	0.6	---	10لوله ای	پاک
22	1401.11.27	20	7.64	1.9	0.5	---	PA	پاک
23	1401.12.04	20	7.43	0.3	0.6	---	PA	پاک
24	1401.12.11	20	7.4	1.3	0		سهل انگاری آبدار	پاک
25	1402.01.19	25	7.57	0.27	0		اتمام کلر	MPN
26	1402.01.26	25	7.10	1.00	0.5	---	10لوله ای	آلوده 2 2 0
27	1402.02.16	25	7.32	0.21	0.3	---	MPN	
28	1402.02.23	25	7.59	0.3	0.2	---	10لوله ای	پاک
29	1402.03.06	25	7.69	0.97	0.4	---	PA	پاک
30	1402.03.20	25	7.4	1.7	0.6	---	MPN	
31	1402.04.10	25	7.18	2.10	0		شکستن لوله کلرزن	10لوله ای پاک
32	1402.04.24	25	7.36	1.00	0.3	---	MPN	

۳-۲- نتایج ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب

نتیجه حاصل از نمونه برداری های انجام شده در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲ - نتایج آزمایشات فیزیکوشیمیایی انجام شده

ردیف	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
محل نمونه برداری	خام	شبکه	خام	شبکه	خام	شبکه	خام	شبکه	خام	شبکه	خام	شبکه	خام	شبکه	خام	شبکه
تاریخ نمونه برداری	۱۴۰۱/۰۹/۰۳	۱۴۰۱/۰۹/۰۳	۱۴۰۱/۱۰/۰۱	۱۴۰۱/۱۰/۰۱	۱۴۰۱/۱۱/۰۶	۱۴۰۱/۱۲/۰۴	۱۴۰۲/۰۱/۱۹	۱۴۰۲/۰۱/۱۹	۱۴۰۲/۰۲/۲۳	۱۴۰۲/۰۲/۲۳	۱۴۰۲/۰۳/۲۰	۱۴۰۲/۰۳/۲۰	۱۴۰۲/۰۳/۲۰	۱۴۰۲/۰۴/۲۴	۱۴۰۲/۰۴/۲۴	۱۴۰۲/۰۴/۲۴
دما در آزمایشگاه (°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25	25	25
PH	7.38	7.47	7.42	7.46	7.75	7.65	7.75	7.43	6.94	7.57	7.49	7.59	7.43	7.4	7.34	7.36

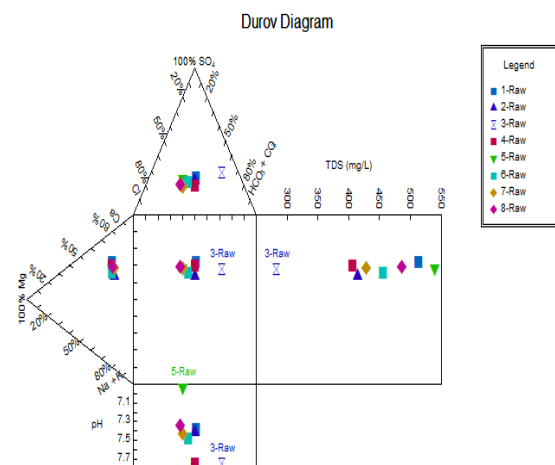
فسفات	بیکربنات	برماید	سولفات	کلراید	فلوراید	قلیائیت کل (mg/L as CaCO ₃)	سختی دائم (mg/L as CaCO ₃)	سختی کل (mg/L as CaCO ₃)	TDS (mg/L)	کدورت (NTU)	هدایت الکتریکی (μ mhos/cm)
0	126.88	0.063	54.372	72.339	0.115	104.00	101.89	205.89	296.05	1	532.00
0	136.64	0.108	68.832	129.479	0.085	112.00	180.14	292.14	418.24	1.7	745.00
0	126.88	0	69.084	114.457	0.085	104.00	148.66	252.66	387.21	1.7	685.00
0	131.76	0.08	54.74	112.766	0.11	108.00	137.68	245.68	362.07	0.15	650.00
0	136.64	0.049	60.826	91.085	0.142	112.00	126.50	238.50	345.16	0.3	615.00
0	146.40	0	67.308	102.404	0.121	120.00	136.61	256.61	382.39	0.2	685.00
0	141.52	0	63.692	88.060	0.1	116.00	109.53	225.53	350.32	0.27	625.00
0	161.04	0.00	85.3	124.8	0.134	132.00	188.29	320.29	458.53	0.53	815.00
0	154.32	0.032	58.89	87.64	0.092	126	117	241.5	334.56	0.3	632.836
0	151.28	0	53.464	81.411	0.088	124.00	112.00	236.00	329.62	0.25	595.00
0	153.72	0.068	45.246	100.55	0.085	126.00	125.72	251.72	350.25	0.2	639.00
0	136.64	0	51	18.164	0.101	112.00	36.75	148.75	214.44	1.3	387.00
0	141.52	0	73.569	100.594	0.096	116.00	159.19	275.19	385.84	0.2	685.00
0	151.28	0.123	61.347	77.878	0.102	124.00	94.24	218.24	338.44	0.7	607.00
0	161.04	0	61.484	65.91	0.105	132.00	72.52	204.52	324.30	0.3	580.00
0	185.44	0.088	86.538	90.453	0.082	152.00	141.10	293.10	419.25	0.2	751.00

نیتریت	نیترات	کربنات	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم
0	13.464	0	89.08	17.00	30.03	1.31
0	5.787	0	61.31	12.37	36.1402	1.15
0	6.045	0	65.87	12.94	38.54	1.20
0	10.115	0	84.25	15.60	30.74	1.28
0	3.273	0	44.83	8.86	20.00	1.02
0	6.193	0	75.42	15.25	30.52	1.32
0	5.646	0	71.37	13.99	27.1402	1.27
0	6.04	0	75.63	13.65	30.5	1.34
0	12.4	0	95.30	19.80	40.10	1.50
0	7.115	0	68.02	13.39	39.15	1.18
0	8.121	0	75.1401	16.09	39.10	1.27
0	6.517	0	73.35	13.32	31.43	1.25
0	5.39	0	75.75	13.60	33.61	1.23
0	8.492	0	76.19	15.01	40.25	1.24
0	9.31402	0	88.27	17.26	36.20	1.42
0	4.761	0	63.30	11.51	26.10	1.09

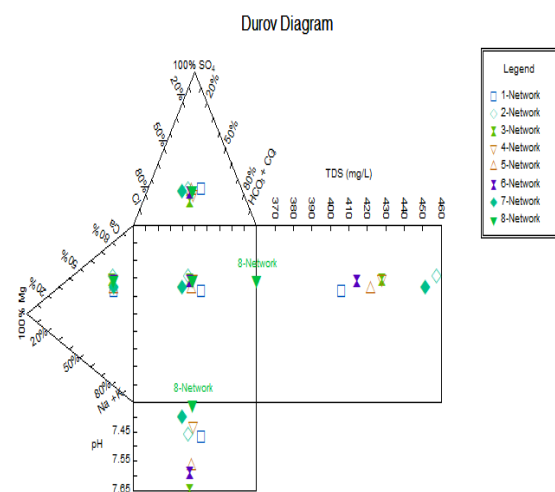
کل نمونه ها نیز مشخص است که مقدار کمینه (۱۴۸/۷۴) در فصل سرد ۱۴۰۱/۱۱/۶ و مقدار بیشینه (۳۲۰/۲۸) در فصل گرم ۱۴۰۱/۱/۱۹ بود. سختی کل در آب شبکه اغلب مربوط به یون های کلسیم و منیزیم بود و طبق استاندارد ۱۰۵۳ حداکثر مجاز سختی کل ۵۰۰ میلی گرم در لیتر میباشد که می توان گفت آب روستای فرارات از سختی آب قابل قبول برخوردار بود. میزان سختی دائم آب با مقدار کمینه (۳۶/۷۸) در فصل سرد ۱۴۰۱/۱۱/۶ و مقدار بیشینه (۱۲۴/۲۳) در فصل گرم ۱۴۰۲/۲/۲۳ اندازه گیری شد. سختی یون های غیر کربنات نسبت به حرارت مقاوم است و رسوب نمیکند در سختی دائم طبق استاندارد ۱۰۵۳ حداکثر مجاز کلسیم ۳۰۰ میلی گرم و منیزیم ۳۰ میلی گرم در لیتر میباشد که طبق نمونه های گرفته شده از شبکه آب روستای فرارات میزان سختی دائم قابل قبول و در حد مطلوب بود. از دیگر پارامترهای فیزیکوشیمیایی اندازه گیری شده، مقدار قلیائیت آب بود که طبق اندازه گیری های انجام شده مقدار کمینه ۱۰۴ میلی گرم بر لیتر در فصل سرد ۱۴۰۱/۱۱/۶ و مقدار بیشینه ۱۵۲ میلی گرم بر لیتر در فصل گرم ۱۴۰۲/۲/۲۳ مشخص شد. قلیائیت آب چاه و شبکه در اثر دما رو به افزایش بوده و شرایط محیط و نوع خاک محل نمونه برداری نیز میتواند در این امر تاثیر داشته باشد. چنانچه در جدول ۲ نیز مشخص است

با توجه به نتایج گزارش شده و چنانچه در جدول ۲ مشخص است کمترین و بیشترین دمای اندازه گیری شده به ترتیب ۲۰ درجه سانتی گراد (فصل سرد) و ۲۵ درجه سانتی گراد (فصل گرم) بود. این بدین معنا است که شرایط انجام آزمون در ماه های گرم و سرد در محدوده ۵ درجه متغیر می باشد. همچنین کمترین و بیشترین pH اندازه گیری شده نیز به ترتیب ۹۵/۶ و ۷۴/۷ بوده است. بیشینه کدورت (۱/۷) در فصل سرد دی ماه ۱۴۰۱ و کمینه کدورت (۰/۱۵) در فصل گرم تیر ماه ۱۴۰۲ بوده که میزان این تغییرات با افزایش و کاهش آب چاه نیز رابطه دارد. میزان کدورت در نمونه های شبکه از احتمال پایین آمدن سطح چاه منبع می باشد که با کم شدن آب چاه و افزایش عمق ایستابی آب باعث بالا رفتن غلظت و ذرات موجود شده و کدورت آب افزایش می یابد [۲۸]. مقدار بیشینه TDS (۴۵۸/۵۳۴) و در فصل گرم ماه اول سال ۱۴۰۲ و مقدار کمینه آن (۲۱۴/۴۳۷) که در فصل سرد بهمن ماه ۱۴۰۱ بوده که یکی از علل اختلاف TDS در محل مربوط به دما و شرایط محیطی منطقه میباشد. شایان ذکر است که میزان تغییرات TDS (میزان ذرات معلق جامد) مربوط به منابع آب آشامیدنی در مناطقی که از آب چاه استفاده می شود به عواملی همچون تخلیه پساب ها، روان آب های شهری و فاضلاب های صنعتی برمیگردد. با بررسی سختی

در این گراف ترکیبات یونی اصلی به همراه pH و ذرات معلق جامد نشان داده می‌شوند. گراف‌های ارائه شده در این بخش براساس نمونه‌های خام و شبکه در شکل ۵ و ۶ ارائه شده‌اند.



شکل ۵ - دیاگرام درو نمونه های خام



شکل ۶ - دیاگرام درو نمونه های شبکه

همانطور که مشخص است مقادیر pH در نمونه خام و شبکه به ترتیب محدوده مطلوب برای نمونه خام ۷/۷۵ و ۶/۹۴ و برای نمونه شبکه ۷/۶۹ و ۷/۱ بود که نشان دهنده مطلوبیت خاصیت اسیدی آب شرب خام و شبکه روستای فرات بود. از طرف دیگر مقادیر کل جامدات محلول همگی در محدوده کمتر از ۱۵۰۰ که حداکثر مقدار مجاز میباشد قرار داشت که خود مهر تایید بر کیفیت آب شرب این منبع بود.

۳-۳-۳ گراف پایپر

در این گراف ترکیبات یونی اصلی ارائه می‌شوند. این گراف‌ها براساس نمونه‌های خام و شبکه در شکل ۸ و ۷ قرار داده شده‌اند. به ترتیب نمونه های خام و شبکه نمودار پایپر نمونه ها از نظر تیپ غالبی برخوردار نبوده و از نظر کاتیون ها بیشتر از نوع کلسیم بود. نتایج حاصل از رخساره هیدروشیمیایی موجود در نمودار پایپر در نمونه های خام و شبکه نشان داد که غلظت قلیایی خاکی ها (Mg+2, Ca+2) بیشتر از قلیاییها (K+ , Na+) و غلظت آنیون های اسیدهای قوی (Cl-, SO42)

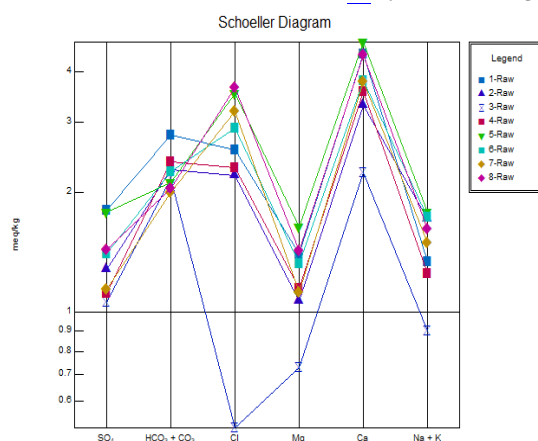
محتوی کربنات، فسفات و نیتрат در همه نمونه ها صفر بوده و محتوی برماید نیز اغلب صفر بوده است. در اغلب موارد کمترین مقدار محتوی یونی در فصل سرد و بیشترین مقدار در فصل گرم گزارش شده است با این حال محتوی یونی تمام نمونه های چاه و شبکه در فصول سرد و گرم در محدوده مجاز استاندارد قرار گرفتند که نشان دهنده سلامت و قابل شرب بودن آب بود.

۳-۳-۳ تیپ و رخساره بندی

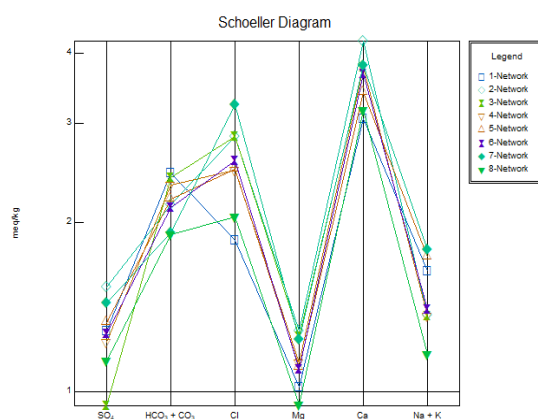
براساس مقادیر حاصل از آزمایشات انجام شده داده‌های بدست آمده در نرم افزار AqQA مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آنالیز داده ها در این نرم افزاریه صورت گراف شولر، گراف درو و گراف پایپر به دست آمد.

۳-۳-۱ گراف شولر

این گراف نشان دهنده ترکیبات یونی اصلی در نمونه‌ها می‌باشد. گراف‌های مربوط به براساس نمونه‌های خام و شبکه در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است. تمام نمونه های مربوط به آب روستای فرات در دسته خوب قرار گرفته و لذا مانعی بر سر راه شرب این آب وجود نداشت و تغییر شیب نسبت ثابت خطوط نشان دهنده ثابت ماندن نسبت مقدار یون ها به یکدیگر بود [۲۹].



شکل ۳ - دیاگرام شولر نمونه های خام



شکل ۴ - دیاگرام شولر نمونه های شبکه

۳-۳-۲ گراف درو

جدول ۳ - پارامترهای تعیین خورندگی و رسوب گذاری

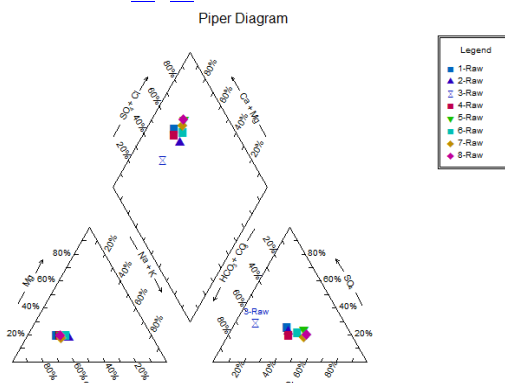
کد نمونه	شاخص LSI	شاخص RSI	شاخص AI	شاخص PSI
خام-1	-4.699	16.779	11.711	16.422
خام-2	-4.737	16.894	11.488	16.707
خام-3	-4.752	17.254	11.364	17.461
خام-4	-4.331	16.411	11.893	16.555
خام-5	-4.86	16.66	11.335	15.954
خام-6	-4.4	16.29	11.705	16.194
خام-7	-4.254	15.937	11.854	15.848
خام-8	-4.194	15.728	11.855	15.526
شیکه-1	-4.826	17.122	11.451	16.945
شیکه-2	-4.446	16.352	11.726	16.247
شیکه-3	-5.382	18.413	12.841	16.994
شیکه-4	-4.639	16.709	11.599	16.522
شیکه-5	-4.218	16.185	11.854	16.371
شیکه-6	-4.299	16.188	11.741	16.236
شیکه-7	-4.162	15.723	11.82	15.628
شیکه-8	-4.279	15.918	11.691	15.783

در جدول ۳، پارامترهای موثر بر میزان خورندگی و رسوب گذاری آب خام روستای فرارات بررسی شده است. در بررسی های صورت گرفته با توجه به اندیس های پایداری، خورندگی آب منبع تامین آب روستای فرارات به اثبات رسید. کمینه و بیشینه پارامتر رایزنر بین ۱۵/۷۸۲ تا ۱۷/۲۵۶ بود. مقادیر متناظر برای اندیس لانتزویه نیز بین ۴/۱۹۴- تا ۴/۸۶- قرار گرفته بود. در بررسی های صورت گرفته با توجه به اندیس های پایداری، خورندگی آب منبع تامین آب روستای فرارات به اثبات رسید. کمینه و بیشینه پارامتر رایزنر بین ۱۵/۷۲۳ تا ۱۸/۴۱۳ قرار گرفته بود. مقادیر متناظر برای اندیس لانتزویه نیز بین ۴/۱۶۲- تا ۵/۳۸۲- قرار گرفته بود. با توجه به نتایج بدست آمده و مقایسه مقادیر اندیس ها با معیارهای موجود خورندگی آب منبع تامین روستای فرارات مشهود است. از طرف دیگر از نظر شوری، منبع تامین آب شرب روستای فرارات از شوری بسیار کم و مطلوب برخوردار بود.

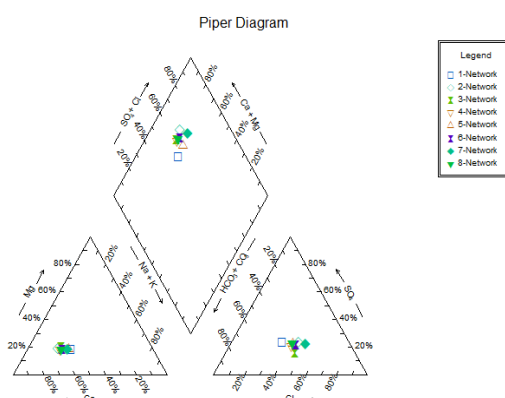
جدول ۴ - پارامترهای تعیین شوری

کد نمونه	شاخص SAR	رده	شاخص EC	رده
خام-1	4.123	S1	751	C1
خام-2	6.14	S1	607	C2
خام-3	3.86	S1	387	C2
خام-4	4.283	S1	595	C2
خام-5	5.286	S1	815	C2
خام-6	5.763	S1	685	C2
خام-7	5.028	S1	650	C2
خام-8	4.984	S1	745	C2
شیکه-1	6.093	S1	580	C2
شیکه-2	4.351	S1	685	C2
شیکه-3	4.533	S1	639	C2
شیکه-4	4.565	S1	632.84	C2
شیکه-5	6.136	S1	625	C2
شیکه-6	4.774	S1	615	C2
شیکه-7	5.961	S1	685	C2
شیکه-8	4.268	S1	532	C2

بیشتر از غلظت اسیدهای ضعیف ($\text{HCO}_3, \text{CO}_3$) بود. با توجه به تیپ آب احتمالاً وجود یون کلسیم غالب به دلیل وجود کانی های کربناته در منطقه مورد مطالعه بوده است [۱۶ و ۱۷].



شکل ۷ - دیاگرام پاییر نمونه های خام



شکل ۸ - دیاگرام پاییر نمونه های شبکه

۳-۴- بررسی شوری، خورندگی و رسوب گذاری

با توجه به نحوه انتقال و بهره برداری از منابع تامین آب، شبکه آبرسانی و کاربرد وسیع لوله و اتصالات در این زمینه و مخصوصاً با توجه به فلزی بودن اغلب آن ها خورندگی و رسوب گذاری از دلایل بسیاری از مشکلات پیش آمده بر سر راه آبرسانی می باشند. یکی از روش های بررسی میزان خورندگی آب، بررسی اندیس های خورندگی است. اندیس لانتزویه نشان دهنده درجه اشباع آب نسبت به کربنات کلسیم می باشد، که با استفاده از pH به عنوان متغیر اصلی میزان اشباعیت تخمین زده می شود. اندیس رایزنر مبین ارتباط بین حالت اشباع کربنات کلسیم و تشکیل پوسته بوده و آن را به صورت کمی نشان می دهد. به بیانی دیگر اندیس های توضیح داده شده تفاوت بین pH اب واقعی و pH آب اشباع شده توسط کربنات کلسیم را نشان می دهند. اندیس تهجمی اثر پارامترهایی چون pH، غلظت کلسیم و قلیائیت را در خورندگی و رسوب گذاری آب تعیین می نماید. اندیس پورکوربوس نشان دهنده ظرفیت بافری آب بوده و حداکثر مقدار رسوبی که جهت ایجاد تعادل در آب می تواند تشکیل شود را بیان می دارد. نتایج بدست آمده از جهت بررسی شوری نمونه های برداشت شده در جداول ۳ و ۴ ارائه گردیده است.

۴- نتیجه گیری نهایی

در این مطالعه ۱۶ نمونه از آب روستای فرارات جهت بررسی میکروبی و خواص فیزیکوشیمیایی قرار گرفت. بررسی آنالیز کیفیت فیزیکوشیمیایی نشان داد اکثر پارامترها دارای روندی صعودی در فصل گرم سال دارند ولی تغییرات و افزایش املاح در محدوده استاندارد ملی بوده و از لحاظ کیفیتی تاثیر چندانی بر آب شرب نداشت. سایر نتایج پژوهش نشان داد که از نظر شرب آب همه چاه ها در محدوده استاندارد بوده و تیپ آب در همه موارد بیکربنات کلسیم است. میزان هدایت الکتریکی چاه در مواردی به بالاترین محدوده مجاز رسیده بود که علت افزایش هدایت الکتریکی نزدیکی آن به زمین های کشاورزی و همچنین کثرت زمین کشاورزی در آن منطقه بود. غلظت کلرور و نیترات در روستای فرارات به دلیل نزدیکی زمین های کشاورزی و استفاده زیاد از کود شیمیایی کمی بالا بوده ولی در محدوده استاندارد قرار بود. غلظت سولفات و سدیم در نمونه ها به بیشترین حد مجاز رسیده بود که بافت زمین شناسی و استفاده از کود های سولفات در منطقه می تواند دلیل اصلی آن بوده باشد. در بررسی بعمل آمده از آمار جمعیتی منطقه در طی چند سال گذشته مشخص شد که جمعیت منطقه روند رو به افزایش گرفته که به تبع آن استفاده بی رویه از آب را به

دنبال دارد که منجر به افزایش تولید فاضلاب خانگی و نفوذ آن به آب های زیرزمینی و افزایش پارامترهای کیفی را به همراه دارد.

ملاحظات اخلاقی پیروی از اصول اخلاق پژوهش

همکاری مشارکت کنندگان در تحقیق حاضر به صورت داوطلبانه و با رضایت آنان بوده است.

حامی مالی

هزینه تحقیق حاضر توسط نویسندگان مقاله تامین شده است.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: آذین پیدایش؛ روش شناسی و تحلیل داده ها: مریم جعفری؛ نظارت و نگارش نهایی: آذین پیدایش، مریم جعفری.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. A. Salari, S. Khanzadi, and Z. Rezaei, "Nitrate and Nitrite Concentration in the Drinking Water of Some Universities in Iran," *Journal of Nutrition, Fasting and Health*, vol. 8, no. 3, pp. 141–144, Sep. 2020, doi: 10.22038/JNFH.2019.42454.1212.
2. WHO, "Guidelines for drinking-water quality: second addendum. In: Recommendations, third ed.," vol. 1, 2008.
3. J. M. Balbus and M. E. Lang, "IS THE WATER SAFE FOR MY BABY?," *Pediatr Clin North Am*, vol. 48, no. 5, pp. 1129–1152, Oct. 2001, doi: 10.1016/S0031-3955(05)70365-5.
4. A. Narayana and V. Bhargav, "A Review on: Assessment of Groundwater Quality as Drinking Water Sources in Chikkaballapur District," vol. 13, no. 4, 2024, doi: 10.15680/IJIRSET.2024.1304361.
5. F. Ganji, H. Kamani, M. Ghayebzadeh, H. Abdipour, and H. Moein, "Evaluation of physical and chemical characteristics of wastewater and sludge of Zahedan urban wastewater treatment plant for reuse," *Heliyon*, vol. 10, no. 2, p. e24845, Jan. 2024, doi: 10.1016/J.HELIYON.2024.E24845.
6. M. Amiri Gharaghani, A. Mohammadpour, M. Keshtkar, A. Azhdarpoor, and R. Khaksefidi, "Quality evaluation and health risk assessment of drinking water in Minab County: hydrochemical analysis and artificial neural network modeling," *Environ Sci (Camb)*, vol. 10, no. 1, pp. 250–262, Dec. 2023, doi: 10.1039/D3EW00525A.
7. K. Godini, K. Sayehmiri, G. Alyan, S. Alavi, and R. Rostami, "Investigation of Microbial and Chemical Quality of Bottled Waters Distributed in Ilam (wester Iran) 2009-10," *Journal of Ilam University of Medical Sciences*, vol. 20, no. 2, pp. 33–37, 2012, doi: 10.18869/ACADPUB.SJIMU.
8. a babaei, f ghafari zadeh, h normoradi, k ahmadi angali, m moslemnia, and j salimi, "Investigation on the Microbial Quality of Water Treatment centers in Abadan City," *Journal of Ilam University of Medical Sciences*, vol. 22, no. 4, pp. 132–140, 2014, doi: 10.18869/ACADPUB.SJIMU.
9. M. Farhadkhani, M. Nikaeen, B. A. Adergani, M. Hatamzadeh, B. F. Nabavi, and A. Hassanzadeh,

- "Assessment of Drinking Water Quality from Bottled Water Coolers," Iran J Public Health, vol. 43, no. 5, pp. 674-81, 2014, Accessed: Nov. 08, 2025.
10. S. Sorlini, D. Palazzini, J. M. Sieliechi, and M. B. Ngassoum, "Assessment of Physical-Chemical Drinking Water Quality in the Logone Valley (Chad-Cameroon)," Sustainability 2013, Vol. 5, Pages 3060-3076, vol. 5, no. 7, pp. 3060-3076, Jul. 2013, doi: 10.3390/SU5073060.
11. M. H. Dehghani, M. Ghaderpoori, M. Fazlzadeh, and S. Golmohamadi, "Survey of Bacteriological Quality of the Drinking Water in Rural Areas of Saqqez City," Iranian Journal of Health and Environment, vol. 2, no. 2, pp. 132-139, 2009, Accessed: Nov. 08, 2025.
12. hasan amirbeygi, "principles of treatment and water health," 1st ed., andysheh rafae press, Ed., 2004, pp. 16-50.
13. A. Ram, S. K. Tiwari, H. K. Pandey, A. K. Chaurasia, S. Singh, and Y. V. Singh, "Groundwater quality assessment using water quality index (WQI) under GIS framework," Applied Water Science 2021 11:2, vol. 11, no. 2, pp. 1-20, Feb. 2021, doi: 10.1007/S13201-021-01376-7.
14. M. R. Goodarzi et al., "Water Quality Index Estimations Using Machine Learning Algorithms: A Case Study of Yazd-Ardakan Plain, Iran," Water 2023, Vol. 15, Page 1876, vol. 15, no. 10, p. 1876, May 2023, doi: 10.3390/W15101876.
15. M. Hosseininia and R. Hassanzadeh, "Groundwater quality assessment for domestic and agricultural purposes using GIS, hydrochemical facies and water quality indices: case study of Rafsanjan plain, Kerman province, Iran," ApWS, vol. 13, no. 3, p. 84, Mar. 2023, doi: 10.1007/S13201-023-01891-9.
16. G. Panahi, M. H. Eskafi, H. Rahimi, A. Faridhosseini, and X. Tang, "Physical-chemical evaluation of groundwater quality in semi-arid areas: case study—Sabzevar plain, Iran," Sustain Water Resour Manag, vol. 7, no. 6, Dec. 2021, doi: 10.1007/S40899-021-00576-Y.
17. Z. Yousefi and H. Sahebani, "Assessment of chemical quality of drinking water in rural areas of Babol, Northern Iran," Environmental Health Engineering And Management Journal, vol. 4, no. 4, pp. 233-237, Oct. 2017, doi: 10.15171/EHEM.2017.32.
18. A. Abbasnia et al., "Evaluation of groundwater quality using water quality index and its suitability for assessing water for drinking and irrigation purposes: Case study of Sistan and Baluchistan province (Iran)," Human and Ecological Risk Assessment, vol. 25, no. 4, pp. 988-1005, May 2019, doi: 10.1080/10807039.2018.1458596; WGROUP:STRING:PUBLICATION.
19. Z. Rezaei, S. Khanzadi, E. Shamloo, and A. Salari, "Evaluation of Physicochemical Parameters of Drinking Water and Investigating the Performance of Several Purification Methods on Water Quality of Some Universities in Iran, 2022," Journal of Nutrition and Food Security, vol. 8, no. 3, pp. 360-367, 2023, doi: 10.18502/JNFS.V8I3.13282.
20. M. Qasemi et al., "Characteristics, water quality index and human health risk from nitrate and fluoride in Kakhk city and its rural areas, Iran," Journal of Food Composition and Analysis, vol. 115, p. 104870, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.JFCA.2022.104870.
21. N. Jaafarzadeh, M. Panahi Fard, S. Jorfi, and A. Zahedi, "Carcinogenic risk assessment of nitrate contamination of drinking water resources in South Provinces of Iran," Int J Environ Anal Chem, vol. 104, no. 2, pp. 251-260, 2024, doi: 10.1080/03067319.2021.2019720.
22. S. Abolli, H. Soleimani, M. Askari, M. Ghani, V. Oskoei, and M. Alimohammadi, "Health risk assessment according to exposure with heavy metals and physicochemical parameters; water quality index and contamination

- degree evaluation in bottled water," *Int J Environ Anal Chem*, vol. 104, no. 19, pp. 1-18, Mar. 2023, doi: 10.1080/03067319.2023.2191194.
23. M. Nouri and A. M. Faraj, "Monitoring and assessment of water quality in Tehran city using physicochemical and microbial indexes," *Journal of Applied Research in Water and Wastewater*, vol. 9, no. 2, pp. 121-124, Dec. 2022, doi: 10.22126/ARWW.2022.7066.1229.
 24. A. Shahryari et al., "Fungal and bacterial evaluation in drinking water distribution network and their association with physicochemical parameters," *Desalination Water Treat*, vol. 319, p. 100440, Jul. 2024, doi: 10.1016/J.DWT.2024.100440.
 25. S. Amini, M. Rafati, and M. Sayadi, "The physicochemical characteristics of well water samples in Lavasanat region, Iran," *Journal of Advances in Environmental Health Research*, vol. 7, no. 3, pp. 178-186, Jul. 2019, doi: 10.22102/JAEHR.2019.176005.1128.
 26. Y. I. Memon et al., "Statistical analysis and physicochemical characteristics of groundwater quality parameters: a case study," *Int J Environ Anal Chem*, vol. 103, no. 10, pp. 2270-2291, 2023, doi: 10.1080/03067319.2021.1890064.
 27. S. Joorabian Shooshtari, K. Shayesteh, M. Gholamalifard, M. Azari, and J. I. López-Moreno, "Responses of surface water quality to future land cover and climate changes in the Neka River basin, Northern Iran," *Environ Monit Assess*, vol. 193, no. 7, Jul. 2021, doi: 10.1007/S10661-021-09184-X.
 28. D. Dohare, S. Deshpande, and A. Kotiya, "Analysis of Ground Water Quality Parameters: A Review," 2014.
 29. S. Selvam, G. Manimaran, and P. Sivasubramanian, "Hydrochemical characteristics and GIS-based assessment of groundwater quality in the coastal aquifers of Tuticorin corporation, Tamilnadu, India," *Appl Water Sci*, vol. 3, no. 1, pp. 145-159, 2013, doi: 10.1007/S13201-012-0068-8.