Research Paper

# Investigating the water quality status of Gamasiyab River in Nahavand Subbasin

Fatemeh Faraji [1], Abdollah Taheri Tizro [2*], Safar Marofi [3], Abazar Solgi [4]

[1] Ph.D. Student in water resources engineering, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. Email: ffaraji1395@yahoo.com
[2] Associate Professor, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. ORCID: 0000-0001-9015-027X. Email: ttizro@Basu.ac.ir
[3] Professor, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. ORCID: 0000-0002-4649-8516. Email: marofi@Basu.ac.ir
[4] Postdoctoral Researcher, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. ORCID: 0000-0003-1230-2332. Email: abazar_solgi@yahoo.com

10.22125/iwe.2025.483811.1836

Received:
**March 5, 2024**
Accepted:
**February 17, 2025**
Available online:
**April 25, 2025**

**Keywords:**
**Water quality, Gamasiyab river, Permeability index, Pocorios Index, Nahavand Subbasin.….**

## Abstract

The rivers are of particular importance as one of the sources that supply the water needs of human societies, and in fact, they are considered the arteries of every country. Besides the quantity and yield of rivers, the quality of their water should also be taken into consideration as one of the important parameters. The statistics of 4 quantitative and qualitative sampling stations of the region were used to investigate the water quality status of the Gamasiyab River in the Nahavand subbasin in the west of Iran. The statistical period used in this study is 54 years (from the water year 1969-70 to the water year 2022-23). In this study, the chemical quality of surface water sources in the Nahavand subbasin in the Karkheh basin has been investigated and analyzed using the results of qualitative analysis of water samples at water measuring stations. To be able to have a more detailed analysis of the quality of surface water in this subbasin, the water quality was examined in different time scales including ten-year, seasonal, annual, and the entire statistical period. Also, to check the quality situation in terms of drinking, agriculture, and industry, and check for corrosiveness used the Wilcox diagram, Schuler diagram, indexes of electrical conductivity (Ec), sodium percentage (SP(Na%)), sodium absorption ratio (SAR), magnesium hazard (MH), permeability index (PI), kelly index (KI), Residual Sodium Carbonate (RSC), Langelier Index (LI), Reisner Index (RI), Aggressive Index (AI) and Pocorios Index (PI). The results showed that the qualitative status of all stations in all time scales is good qualitative status in terms of indexes of MH, KI, and RSC. Examining the results showed that, in general, the water quality status of the studied stations is suitable in terms of various indicators for drinking, agriculture, and industry.

* **Corresponding Author:** Abdollah Taheri Tizro
**Address:** Associate Professor, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
**Email:** ttizro@yahoo.com, ttizro@Basu.ac.ir
**Tel:** 09181190052

## 1. Introduction

Considering that the quantity and quality of the water of the Gamasiyab River and the branches of other rivers (the Malayer water, the Kharchang rud, the Ghelghel rud) that enter it, play an important role in the sustainable development of water resources for drinking, agricultural, and industrial needs of Nahavand county. So, the water quality should be emphasized by monitoring and control of sources of river water pollution. In this study, the water chemical quality in the rivers located in the Nahavand subbasin has been investigated and analyzed using the results of the qualitative analysis of water samples at the water measuring stations. The aim of this study is to investigate the quality of surface water in the Nahavand subbasin in water measuring stations for use in various drinking, industrial, and agricultural purposes. The statistical period used in this study is 54 years (from the water year 1969-70 to the water year 2022-23.

## 2. Methodology

The Gamasiyab River is located in the west of Iran, in the limits of Hamadan, Kermanshah, and Lorestan provinces. This river originates from the Gamasiyab karstic spring, 20 kilometers southwest of Nahavand city and at a short distance from the connecting road from Nahavand to Noorabad, Lorestan, at an altitude of 1860 meters. As this river passes through the Nahavand Plain, other branches are added to it (Kharchang Rud (at the Babaghasem station) Ab Malayer (at the Vasaj station), Ghelghel Rud (at the Firuzan station), Khorram Rud (at the Doab station)), which forms the Gamasiyab River. To be able to have a more detailed analysis of the quality of surface water in this subbasin, the water quality was examined in different time scales including ten-year, seasonal, annual, and the entire statistical period. Also, to check the quality situation in terms of drinking, agriculture, and industry, and check for corrosiveness used the Wilcox diagram, Schuler diagram, indexes of electrical conductivity (Ec), sodium percentage (SP(Na%)), sodium absorption ratio (SAR), magnesium hazard (MH), permeability index (PI), kelly index (KI), Residual Sodium Carbonate (RSC), Langelier Index (LI), Reisner Index (RI), Aggressive Index (AI) and Pocorios Index (PI).

## 3. Discussion and Conclusion

The condition of the river water in terms of drinking at the stations was investigated. Examining the water quality of the rivers in hydrometry stations showed that the water quality of the rivers in these stations is in an inappropriate class in terms of drinking consumption, and there is no problem with drinking. The Wilcox chart is used to check the quality of water for irrigation purposes. The Wilcox diagram for the Sang sorakh station shows that most of the water samples are in the C2-S1 class and some of the samples are in the C1-S1 class, which are in good condition for irrigation. The Wilcox diagram for the Babaghasem station shows that a large number of water samples are in the C2-S1 class and a few limited samples are in the C3-S1 class, which are in good condition for irrigation. Examining the Wilcox diagram for the Vasaj station shows that a large number of water samples are in the C2-S1 class, some of the samples are in the C1-S1 class, and one sample is in the C3-S1 class, in terms of quality, they are in good condition for irrigation. Examining the Wilcox diagram for the Doab station shows that one sample is in the C1-S1 class and the rest of the water samples are in the C2-S1 class, which are in good condition for irrigation.

## 4. Results

In terms of the SAR index, all stations are in excellent condition at all time scales. In terms of the Na% index, the Sang Sorakh station is in excellent quality condition in all time scales. The Babaghasem station had a good quality status in the summer season, the Vasaj station had a good quality status in the 1990-99 decade and in the summer season. The doab station was also in good quality condition in the 1970-79 decade and summer season and in other time scales it is in excellent quality condition. The qualitative status of all stations in all time scales in terms of the indexes of MH, KI, and RSC is good qualitative status. The qualitative status of all stations in all time scales in terms of the PI permeability index had average qualitative status. The Sang Sorakh, Babaghasem, Vasaj, and Doab stations in terms of the LI index are in the qualitative state of calcium carbonate decomposition. The water of all stations in terms of the RI index has severe corrosiveness in all time scales. Based on the Porcorios (PI) index, the water of all stations has corrosiveness in all time scales. Based on the AI index, the water of all stations has moderate corrosiveness in all time scales. Examining the results showed that the water quality status of the studied stations is suitable for drinking, agriculture, and industry in terms of various indexes.

## 5. The most important references

1) Abdeveis, S., Sedghi, H., Hassonizadeh, H., Babazadeh, H. 2020. Application of water quality index and water quality model QUAL2K for evaluation of pollutants in Dez River, Iran. Journal of Water Resources, 47(5):892-903.
2) Aghazadeh, N. and Asghari Mogaddam, A. 2010. Assessment of groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural uses in the Oshnavieh area, northwest of Iran. Journal of Environmental Protection, 1: 30-40.
3) Paliwal, K. V., 1972. Irrigation with Saline Water. Water Technology Centre, Indian Agriculture Research Institute, New Delhi, pp. 769.
4) Richards, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agricultural Handbook 60, USDA and IBH Publishing Co. Ltd. New Delhi, India pp.98-99.
5) Rossum, J.R., and Merrill, D.T. 1983. An Evaluation of the Calcium Carbonate Saturation Index. Journal-American Water Works Association.75 (2):95-100.
6) Wilcox, L.V., 1955. Classification and Use of Irrigation Water, Washington: US Department of Agriculture. Circular No.969, p. 19.

**Acknowledgments**

The authors of this study express their appreciation and gratitude to the Hamadan Regional Water Company for providing the information needed for this study.

# بررسی وضعیت کیفی آب رودخانه گاماسیاب در محدوده مطالعاتی نهاوند

فاطمه فرجی*، عبداله طاهری تیزرو، صفر معروفی، اباذر سلگی

تاریخ ارسال:۱۴۰۳/۰۸/۱۵
تاریخ پذیرش:۱۴۰۳/۱۱/۲۹

مقاله پژوهشی

## چکیده

رودخانه‌ها، به عنوان یکی از منابع تأمین کننده نیاز آبی جوامع بشری از اهمیت خاصی برخوردار بوده و در حقیقت شریان‌های هر کشور محسوب می‌گردند. علاوه برکمیت و میزان آورد رودخانه‌ها، باید کیفیت آب آنها نیز جز پارامترهای مهم، مورد توجه قرار گیرد. برای بررسی وضعیت کیفی آب رودخانه گاماسیاب در محدوده مطالعاتی نهاوند در غرب ایران از آمار ۴ ایستگاه نمونه برداری کمی و کیفی منطقه استفاده شد. دوره آماری مورد استفاده در این مطالعه ۵۴ سال (از سال آبی ۴۹-۱۳۴۸ تا سال آبی ۰۲-۱۴۰۱ می‌باشد. در این مطالعه کیفیت شیمیایی منابع آب سطحی در محدوده مطالعاتی نهاوند در حوضه کرخه با استفاده از نتایج آنالیز کیفی نمونه‌های آب در محل ایستگاه‌های آبسنجی، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. به منظور اینکه بتوان تجزیه و تحلیل دقیق‌تری از وضعیت کیفی آب سطحی در این محدوده مطالعاتی داشت، وضعیت کیفی آب در مقیاس‌های مختلف زمانی شامل دوره‌های ده ساله، فصلی، سالانه و کل دوره آماری مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از دیاگرام ویلکاکس، دیاگرام شولر، و شاخص‌های مختلف هدایت الکتریکی (Ec)، درصد سدیم ((SP(Na%)، نسبت جذبی سدیم (SAR)، خطر منیزمی (MH)، شاخص نفوذپذیری (PI)، شاخص کلی (KI)، شاخص کربنات سدیم مانده (RSC)، شاخص لانژلیه (LI)، شاخص رایزنر (RI)، شاخص خورندگی (AI) و شاخص پوکوریوس (PI) برای بررسی وضعیت کیفی از نظر مصرف شرب، کشاورزی، صنعت و بررسی از نظر خورندگی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که وضعیت کیفی همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی از نظر شاخص MH، KI و RSC در وضعیت کیفی مناسب قرار دارند. بررسی نتایج نشان داد که به طور کلی وضعیت کیفی آب ایستگاه‌های مورد مطالعه از نظر شاخص‌های مختلف برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعت مناسب می‌باشد.

**کلیدواژه‌ها: کیفیت آب، رودخانه گاماسیاب، شاخص نفوذپذیری، شاخص پورکوریوس، محدوده مطالعاتی نهاوند.**

۱- دانشجوی دکتری مهندسی منابع آب، گروه مهندسی علوم آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. ایمیل : ffaraji1395@yahoo.com
۲- دانشیار گروه مهندسی علوم آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. ایمیل : ttizro@Basu.ac.ir (نویسنده مسول)
۳-استاد گروه مهندسی علوم آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. ایمیل : marofi@Basu.ac.ir
٤- پژوهشگر پسا دکتری، گروه مهندسی علوم آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. ایمیل : abazar_solgi@yahoo.com

## مقدمه

در مناطقی از جهان که میزان بارندگی جوابگوی نیاز آبی گیاهان زراعی نیست، کمبود آب بوسیله آبیاری از منابع آبی تأمین می‌شود. واضح است که کیفیت آب آبیاری هم در رشد گیاهان بسیار مؤثر بوده و مخصوصاً در مناطق خشک و کویری، نقش تعیین کننده‌ای دارد. چون تغییر دادن کیفیت شیمیایی آب‌های آبیاری عملاً امکان‌پذیر نیست. لذا باید با شناخت کافی از کیفیت آب، گیاهان متناسب برای کشت انتخاب گردد. عناصر و ترکیبات مختلفی در آب‌ها وجود دارند که روی کیفیت شیمیائی و فیزیکی مؤثر می‌باشند. در این میان بررسی آنیون‌ها و کاتیون‌ها می‌توانند بسیاری از ویژگی‌های آب را نشان دهند و به کمک آنها سایر مشخصات آب نیز تعیین می‌گردد. مهمترین آنیون‌های موجود در آب بی‌کربنات، سولفات، کلر و نیترات بوده و مهمترین کاتیون‌ها عبارتند از کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم می‌باشند. شاخص‌های نسبت جذب سدیم (SAR)، درصد سدیم (Na%)، RSC و شاخص نفوذپذیری (PI) خطر درازمدت سدیم آب آبیاری را نسبت به خاک نشان می‌دهند. انباشت سدیم آب در خاک باعث تخریب ساختمان خاک شده و نفوذپذیری آن را کاهش می‌دهد (آقازاده و اصغری مقدم،۲۰۱۰).

یکی از شاخص‌های کیفی آب که در آبیاری مطرح است، شاخص پتانسیل رسوبگذاری و خورندگی لانژلیه (LI) است. شاخص LI با استفاده از pH، TDS، سختی کل و قلیائیت کل آب محاسبه می‌شود. سختی بیانگر کلسیم و منیزیم آب و قلیائیت بیانگر کربنات و بی‌کربنات موجود در آب هستند. بنابراین، شاخص LI برآیند اثر TDS و املاح خاص (کربنات و بی‌کربنات از یک طرف و کلسیم و منیزیم از طرف دیگر) را تحت کنترل متغیر اساسی pH مطرح می کند. بسته به pH آب، بخشی از کربنات و بی‌کربنات‌های آب با کلسیم و منیزیم آن ترکیب و رسوب می‌کنند. مقادیر منفی شاخص LI پتانسیل خورندگی آب و مقادیر مثبت LI توان رسوبگذاری آب را نشان می‌دهد (مختاری و همکاران، ۱۳۸۹).

کیفیت آب آبیاری در واقع کیفیت آب‌های زیرزمینی یا سطحی، محتوای مواد معدنی و مغذی (بیش ازحد یا کمبود) آنها را که مستقیماً بر عملکرد گیاهان تأثیر می گذارد و همچنین ترکیب خاک را تغییر می‌دهد، نشان می دهند. کیفیت خوب منابع آبی برای آبیاری تأثیر زیادی بر کیفیت و عملکرد محصولات دارد. کیفیت آب آبیاری به طورکلی از طریق برخی شاخص‌ها از قبیل هدایت الکتریکی (EC) (هاندا، ۱۹۶۹)، نسبت جذب سدیم (ریچاردز، ۱۹۵۴)، درصد سدیم (ویلکاکس، ۱۹۹۵)؛ تاد، ۱۹۹۵)، خطر منیزیم (MH) (پالیوال، ۱۹۷۲؛ هاندا، ۱۹۶۹)، شاخص نفوذپذیری (دانین، ۱۹۷۵) و شاخص Kelly (KI) (کلی، ۱۹۶۳) ارزیابی می‌شود.

خوردگی یکی از مهمترین مشکلات در صنعت آب است و می‌تواند سلامت عمومی، کیفیت و هزینه تولید آب سالم را تحت تأثیر قرار دهد. خوردگی داخلی لوله‌ها و اتصالات آن می‌تواند تأثیر مستقیمی بر غلظت بعضی از اجزای تشکیل دهنده آب مثل سرب، کادمیوم، روی، آهن، منگنز و ... داشته باشد که برای آنها مقادیر پیشنهادی و استاندارد توصیه و در نظر گرفته شده است (پیری‌علم و همکاران، ۱۳۸۷).

رسوب‌گذاری عبارتست از بوجود آمدن یک لایه سخت بر روی سطوح در تماس با آب در اثر به حد اشباع رسیدن جامدات محلول در آب (راسوم و مریل، ۱۹۸۳). رسوب کلسیم تشکیل شده در آب یکی از متداول ترین مقیاس‌های کنترل در سیستم‌های آبی است. تشکیل رسوب در لوله‌ها و در آبهایی که کربنات کلسیم در حد فوق اشباع باشد و مقادیر سختی آن هم بالا باشد، منجر به گرفتگی لوله‌ها شده و کارایی گرم کننده‌های آب گرم و دیگ بخار را کاهش می دهد. رسوبات همچنین می‌توانند در سیستم‌های منازل مشکلات فراوانی از جمله افزایش میزان مصرف انرژی را بوجود آورند (پیری‌علم و همکاران، ۱۳۸۷).

در ادامه به برخی از مطالعات صورت گرفته در زمینه کیفیت آب پرداخته می‌شود:

مقیمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از مدل QUAL2KW به مطالعه تغییرات فصلی خودپالایی رودخانه کارون و تغییرات غلظت اکسیژن محول و نیترات و کلیفرم در رودخانه پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد غلظت نیترات در فصل زمستان به دلیل استفاده از کودهای نیتراته

برای رشد گیاهان و ورود پساب این آلاینده به رودخانه بیشتر از سایر فصل‌ها است.

بیگلری و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از مدل QUAL2KW منابع آلاینده رودخانه زرینه‌رود را شناسایی و با سناریوهای متعدد کنترل آلودگی‌های این رودخانه را برای دستیابی به استانداردهای کیفیت آب برای بقای آبزیان مورد مطالعه قرار دادند. نتایج شبیه‌سازی نشان داد آلودگی به مواد مغذی سبب شده تا در برخی از فصول سال و در برخی از بازه‌های رودخانه، شرایط کیفیت آب برای حیات گونه‌های شاخص ماهیان، مساعد نباشد.

عبدویس و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از مدل QUAL2K شاخص کیفیت آب رودخانه دز را مورد ارزیابی قراردادند. پارامترهای EC، DO، CBOD، $NO_3$ و pH بررسی شدند. بر اساس نتایج بدست آمده، کیفیت آب رودخانه خوب ارزیابی شده است.

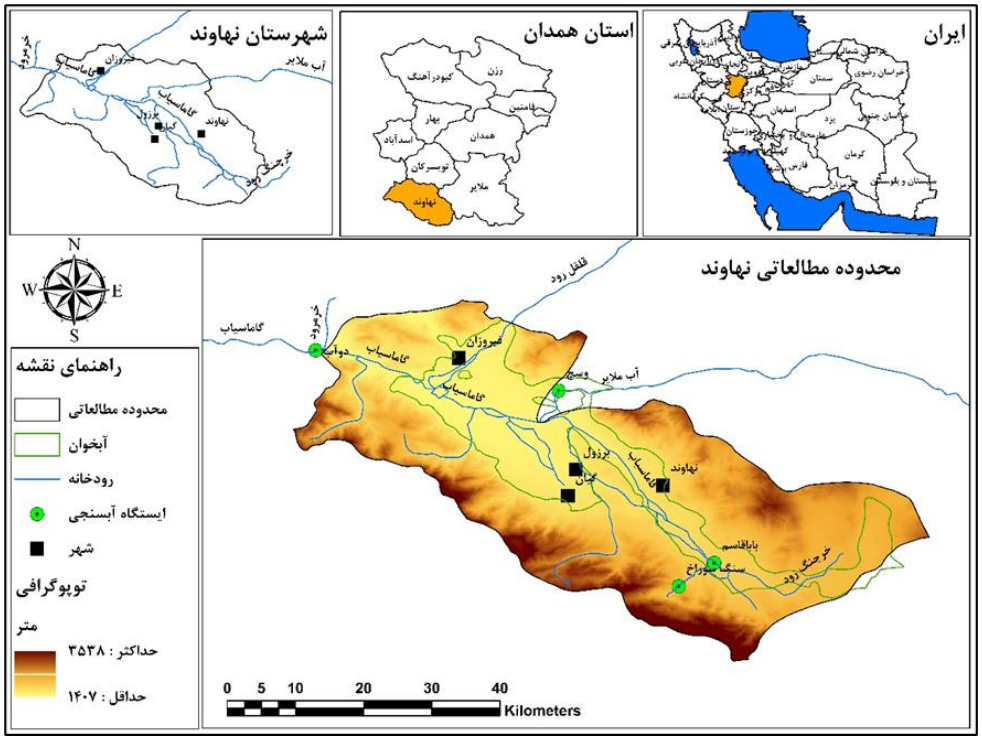
بابامیری و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از مدل QUAL2KW به ارزیابی وضعیت کیفی رودخانه عباس‌آباد پرداختند. نتایج نشان داد که دبی رودخانه دارای اثر بالایی بر قدرت خودپالایی رودخانه می‌باشد.

با توجه به اینکه کمیت و کیفیت آب رودخانه گاماسیاب و شاخه‌های رودخانه‌های دیگر (آب ملایر، خرچنگ‌رود، قلقل‌رود) که به آن وارد می‌شوند، نقش مهمی در توسعه پایدار منابع آبی برای نیازهای شرب، کشاورزی و صنعتی شهرستان نهاوند ایفا می‌کند، پایش کیفی آب و کنترل منابع انتشار آلودگی آب رودخانه باید مورد توجه و تأکید قرار گیرد. در این مطالعه کیفیت شیمیایی آب رودخانه‌های واقع در محدوده مطالعاتی نهاوند با استفاده از نتایج آنالیز کیفی نمونه‌های آب در محل ایستگاه‌های آبسنجی، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. هدف این مطالعه به طورکلی بررسی وضعیت کیفی آبهای سطحی محدوده مطالعاتی نهاوند در ایستگاه‌های آبسنجی جهت استفاده در مصارف مختلف شرب، صنعت و کشاورزی می‌باشد. در جهت بررسی دقیق‌تر این موضوع، اقدام به بررسی وضعیت کیفی آب سطحی در دوره‌های مختلف زمانی از جمله دوره‌های ده ساله، فصلی و سالانه و کل دوره آماری شده است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

رودخانه گاماسیاب در غرب کشور، در محدوده استان های همدان، کرمانشاه و لرستان واقع شده است. رودخانه گاماسیاب از چشمه کارستی گاماسیاب در ۲۰ کیلومتری جنوب غربی شهر نهاوند و در فاصله اندکی از جاده ارتباطی نهاوند به نورآباد لرستان، از ارتفاع ۱۸۶۰ متری از محلی به نام کوه سنگ سوراخ سرچشمه می‌گیرد. و بعد از عبور از دشت نهاوند، با پیوستن سایر سرشاخه‌ها نظیر آب ملایر (در ایستگاه وسج)، قلقل‌رود در ایستگاه فیروزان و خرم‌رود، رودخانه گاماسیاب را تشکیل می‌دهد. این رودخانه درحوالی روستای دوآب به استان کرمانشاه وارد می‌شود این رودخانه تا اتصال به شاخه قره‌سو به این نام خوانده می‌شود. رودخانه گاماسیاب از شاخه‌های مهم رود کرخه به شمار می‌رود که در نهایت به تالاب هورالعظیم می‌ریزد. محدوده مطالعاتی نهاوند با کد ۲۲۳۳ در شمال شرقی حوضه واقع شده است. این محدوده از سمت شمال به محدوده مطالعاتی کنگاور و تویسرکان، از سمت شمال شرق، شرق و جنوب شرقی به محدوده مطالعاتی ملایر، از جنوب به محدوده‌های اشترینان و الشتر، از جنوب غرب به نورآباد، از غرب به صحنه محدود بوده و زیر نظر شرکت سهامی آب منطقه‌ای همدان است. این محدوده مطالعاتی دارای مساحت ۱۷۷۹/۲ کیلومتر مربع می‌باشد. حداکثر ارتفاع در این محدوده ۳۵۳۸ متر، در ارتفاعات رشته کوه گرین، در جنوب غربی محدوده و حداقل آن ۱۴۰۷ متر، در قسمت خروجی محدوده، روی رودخانه گاماسیاب می‌باشد. در این محدوده، شهرهای نهاوند، فیروزان، گیان و برزول قرار دارند. در شکل (۱) موقعیت محدوده مطالعاتی نهاوند در حوضه آبریز کرخه، استان همدان و کشور ایران نشان داده شده است.




**شکل (۱): موقعیت محدوده مطالعاتی نهاوند در استان همدان، حوضه آبریز کرخه و کشور ایران.**

## تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات کیفی

در این مطالعه کیفیت شیمیایی آب رودخانه‌های واقع در محدوده مطالعاتی نهاوند با استفاده از نتایج آنالیز کیفی نمونه‌های آب در محل ایستگاه‌های آب‌سنجی، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. آمار و اطلاعات مورد بررسی شامل نتایج حاصل از تجزیه کامل شیمیایی آب می‌باشد و پارامترهایی نظیر مقادیر هدایت الکتریکی (Ec)، کل مواد محلول جامد (TDS)، pH، کاتیون‌ها (کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، سدیم (Na) و پتاسیم (K))، آنیون‌ها (کلر (Cl)، سولفات ($SO_4$) و بی‌کربنات ($Hco_3$))، درصد سدیم، نسبت جذب سدیم و سختی کل (TH) مورد بررسی قرار گرفت.

اولین گام در استفاده از داده‌های کیفیت آب، بررسی دقت داده‌های برداشت شده است. در بررسی داده‌های کیفی آب سطحی پس از بررسی های اولیه اطلاعات آخرین دوره نمونه‌برداری و برطرف نمودن خطاهای موجود، نمونه‌های دارای درصد خطای بالاتر از ۵ درصد مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها در تحلیل‌ها مورد استفاده قرار نگرفتند. برای کنترل آمار و اطلاعات دریافتی کیفیت شیمیایی آب در ایستگاه‌های آب سنجی مراحل زیر انجام گرفت :

- ابتدا مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها با استفاده از آمار خام محاسبه و با یکدیگر مقایسه شدند که موارد اختلاف چندانی مشاهده نشد.
- در مرحله بعد آبدهی‌های همزمان اندازه‌گیری شده با آبدهی‌های روزانه و قرائت ساعتی طغیان‌ها در صروت لزوم کنترل گردید.
- مجموع کاتیون‌ها و آنیون‌ها در هر تاریخ نمونه‌برداری با یکدیگر مقایسه شدند و نمونه‌هایی که اختلاف آنها کمتر از حد مجاز بوده است مورد استفاده قرار گرفت.
- با بهره‌گیری از روابط تجربی‌بین هدایت الکتریکی و مجموع مواد محلول، مقادیر مجموع مواد محلول و هدایت الکتریکی کنترل و موارد مشکوک اصلاح گردید.
- مقادیر نسبت جذب سدیم، درصد سدیم و سختی کل با استفاده از آمار خام محاسبه و با مقادیر ثبت شده مقایسه و در صورت نیاز اصلاحات لازم انجام شد.

در جدول (۱) موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری و کیفی استفاده شده در داخل و اطراف محدوده مطالعاتی نهاوند ارائه شده است. ایستگاه‌های سنگ سوراخ و دوآب از ایستگاه‌های قدیمی منطقه بوده که بر روی رودخانه

گاماسیاب در سال ۱۳۴۸ تأسیس شده و از سال ۱۳۴۹ دارای آمار کیفی هستند. ایستگاه باباقاسم (جفرآباد) بر روی رودخانه خرچنگ‌رود از سال ۱۳۶۵ و ایستگاه وسج بر روی رودخانه آب ملایر از سال ۱۳۶۲ دارای آمار کیفی هستند.

**جدول (۱): مشخصات ایستگاه‌های استفاده شده در این تحقیق.**

| نام رودخانه | نام ایستگاه | کد ایستگاه | طول جغرافیایی (متر) | عرض جغرافیایی (متر) | ارتفاع از سطح دریا (متر) |
|---|---|---|---|---|---|
| **گاماسیاب** | سنگ سوراخ | ۲۱-۱۰۵ | ۲۵۹۱۰۸ | ۳۷۷۱۷۹۰ | ۱۷۸۰ |
| **خرچنگ رود** | باباقاسم (جعفرآباد) | ۲۱-۳۸۱ | ۲۶۳۵۲۸ | ۳۷۷۵۱۰۱ | ۱۶۹۷ |
| **آب ملایر** | وسج | ۲۱-۳۷۵ | ۲۴۵۲۶۷ | ۳۸۰۰۷۷۰ | ۱۵۲۸ |
| **گاماسیاب** | دوآب | ۲۱-۱۱۵ | ۷۶۷۷۰۵ | ۳۸۰۷۰۵۴ | ۱۴۱۰ |

## طبقه‌بندی آب براساس شاخص‌های مختلف برای آبیاری

**الف- هدایت الکتریکی (Ec)**

کیفیت آب آبیاری بر اساس مقدار هدایت الکتریکی به ۴ طبقه تقسیم می‌شود، اگر مقدار هدایت الکتریکی کمتر از ۲۵۰ میکروزیمنس در سانتیمتر باشد، وضعیت کیفی کم (کیفیت عالی) می‌باشد، اگر مقدار هدایت الکتریکی ۲۵۱ تا ۷۵۰ میکروزیمنس در سانتیمتر باشد، وضعیت کیفی متوسط (کیفیت خوب) است. اگر مقدار هدایت الکتریکی ۷۵۱ تا ۲۲۵۰ میکروزیمنس در سانتیمتر باشد، وضعیت کیفی زیاد (کیفیت مجاز) می‌باشد، اگر مقدار هدایت الکتریکی ۲۲۵۱ تا ۶۰۰۰ میکروزیمنس در سانتیمتر باشد، وضعیت کیفی بسیار زیاد (نامناسب) است (هاندا، ۱۹۶۹).

**ب-درصد سدیم (SP(Na%))**

درصد سدیم نشان دهنده یون‌های سدیم نسبت به سایر کاتیونها آب می‌باشد. در رابطه (۱) شاخص درصد سدیم ارائه شده است، همه پارامترها برحسب میلی اکی والان در لیتر (meq/l) می‌باشند (تاد، ۱۹۹۵).

$$SP(Na\%) = \frac{Na^+ + K^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+} \times 100 \qquad (۱)$$

کیفیت آب آبیاری بر اساس مقدار درصد سدیم به ۵ طبقه تقسیم می‌شود، اگر مقدار درصد سدیم کمتر از ۲۰ باشد، وضعیت کیفیت عالی می‌باشد، اگر مقدار درصد سدیم بین ۲۰ تا ۴۰ باشد، وضعیت کیفیت خوب است. اگر مقدار درصد سدیم ۴۰ تا ۶۰ باشد، وضعیت کیفیت مجاز می‌باشد، اگر مقدار درصد سدیم بین ۶۰ تا ۸۰ باشد، وضعیت کیفیت مشکوک و اگر مقدار درصد سدیم بیشتر از ۸۰ باشد، وضعیت کیفیت نامناسب است (ویلکاکس، ۱۹۹۵).

**ج- نسبت جذبی سدیم (SAR)**

نسبت جذبی سدیم عبارت است از نسبت بین میزان سدیم و مجموع مقادیر کلسیم و منیزیم آب. این شاخص نشان دهنده خطر سدیم آب آبیاری است و مطابق رابطه (۲) محاسبه می‌شود.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{(Ca^{2+} + Mg^{2+})}{2}}} \qquad (۲)$$

کیفیت آب آبیاری بر اساس مقدار نسبت جذبی سدیم به ۴ طبقه تقسیم می‌شود، اگر مقدار SAR کمتر از ۱۰ باشد، خطر قلیایی شدن کم (کیفیت عالی) می‌باشد، اگر مقدار SAR بین ۱۰ تا ۱۸ باشد، خطر قلیایی شدن متوسط (کیفیت خوب) است. اگر مقدار SAR بین ۱۸ تا ۲۶ باشد، خطر قلیایی شدن زیاد (کیفیت نسبتاً خوب) می‌باشد، اگر مقدار SAR بیشتر از ۲۶ باشد، خطر قلیایی شدن خیلی زیاد (کیفیت ضعیف) است (ریچاردز، ۱۹۵۴).

**د- خطر منیزمی (MH)**

خطر منیزمی به عنوان کسری بین منیزیم و مجموع کل منیزیم و کلسیم محاسبه می‌شود. این پارامترها برحسب meq/l بوده و از رابطه (۳) بدست می‌آید.

$$MH = \frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \times 100 \qquad (۳)$$

براساس این شاخص کیفیت آب در ۳ طبقه قرار می‌گیرد. اگر مقدار MH بین صفر تا ۵۰ باشد، طبقه‌بندی آب

از نظر منیزیمی شدن مناسب است. اگر مقدار MH بین ۵۰ تا ۶۵ باشد، طبقه‌بندی آب از نظر منیزیمی شدن در مرز مناسب و نامناسب می‌باشد. اگر مقدار MH بیشتر از ۶۵ باشد، طبقه‌بندی آب از نظر منیزیمی شدن در مرز نامناسب است (هاندا، ۱۹۶۹).

**د- شاخص نفوذپذیری (PI)**

استفاده پایدار از آب غنی شده با کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و بی‌کربنات برای اهداف آبیاری نفوذپذیری خاک را کاهش و در نهایت عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شاخص نفوذپذیری به طور کلی از رابطه (۴) محاسبه می‌شود (دانین، ۱۹۷۵).

$$PI = \frac{Na^{+} + K^{+} + \sqrt{Hco3^{-}}}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+}} \times 100 \qquad (۴)$$

براساس شاخص نفوذپذیری کیفیت آب می‌تواند به ۳ کلاس طبقه‌بندی شود. آب در کلاس یک، دارای نفوذپذیری بیشتر از ۷۵ درصد می‌باشد یعنی برای آبیاری خوب است. در کلاس دو آب دارای نفوذپذیری بین ۲۵ تا ۷۵ درصد است یعنی برای آبیاری متوسط می‌باشد. آب در کلاس سه دارای نفوذپذیری کمتر از ۲۵ درصد می‌باشد لذا برای آبیاری نامناسب است (دانین، ۱۹۷۵).

**و- شاخص Kelly (KI)**

شاخص کلی نسبت بین سدیم و مجموع کلسیم و منیزیم است به عبارت دیگر این شاخص نشان دهنده مقدار بیش از حد سدیم در آب است. که مناسب بودن آب آبیاری را خوب، متوسط و نامناسب توصیف می‌کند. این شاخص از رابطه (۵) محاسبه می‌شود (کلی، ۱۹۶۳).

$$KI = \frac{Na^{+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \qquad (۵)$$

آبی با مقدار شاخص کلی کمتر از یک ($KI < 1$) برای آبیاری قابل قبول (خوب) است، در حالی‌که مقدار KI بین ۱ و ۲ دارای کیفیت متوسط و مقدار بیشتر از ۲ نشان‌دهنده نامناسب بودن برای اهداف آبیاری است (کلی، ۱۹۴۰).

**ه- شاخص کربنات سدیم مانده (RSC)**

شاخص کربنات سدیم مانده و شاخص نفوذپذیری نیز به نوعی خطر سدیم را ارائه می‌کنند. بخشی از کربنات و بی‌کربنات موجود در آب به صورت کربنات‌های کلسیم و منیزیم رسوب کرده و از این رهگذر، به درصد سدیم محلول و تبادلی خاک افزوده می‌شود. خطر بالقوه این پدیده با شاخص RSC بیان می‌شود. این شاخص از رابطه (۶) محاسبه می‌شود (ویلکاکس، ۱۹۵۵).

$$RSC = (co_3{}^{-2} + Hco_3{}^{-}) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \qquad (۶)$$

مقادیر RSC کمتر از ۱/۲۵ میلی‌گرم در لیتر برای آبیاری مناسب و مقادیر بیشتر از ۲/۵۰ میلی‌گرم در لیتر نامناسب است.

## ۴-۲ طبقه‌بندی آب براساس شاخص‌های خوردگی

شاخص‌های خوردگی براساس فرمول‌های توصیه شده شامل شاخص لانژلیه (LI)، شاخص رایزنر (RI)، شاخص خورندگی (AI) و شاخص پوکوریوس (PI) می‌باشند.

**الف-شاخص لانژلیه (LI)**

شاخص لانژلیه از رابطه (۷) قابل محاسبه است (دیزوان، ۱۹۹۷). pHS (pH اشباع از کربنات کلسیم) براساس رابطه (۸) محاسبه می‌شود. مقادیر a، b، c و d از روی جداول مربوطه محاسبه می‌شود.

$$LI = \mathrm{pH} - \mathrm{pH}_s \qquad (۷)$$

$$\mathrm{pH}_s = (9.3 + \mathrm{a} + \mathrm{b}) - (\mathrm{c} + \mathrm{d}) \qquad (۸)$$

اگر مقدار شاخص لانژلیه کمتر از صفر باشد، آب زیراشباع بوده و تجزیه کربنات کلسیم جامد انتظار می‌رود. اگر مقدار شاخص لانژلیه صفر باشد، آب از کربنات کلسیم اشباع بوده و تمایل به ایجاد یا تجزیه کربنات کلسیم می‌رود. اگر مقدار شاخص لانژلیه بزرگتر از صفر باشد، آب فوق اشباع بوده و تمایل به رسوب کربنات کلسیم دارد (دیزوان، ۱۹۹۷).

**ب-شاخص رایزنر (RI)**

مقدار شاخص رایزنر از رابطه (۹) بدست می آید (راسوم و مریل، ۱۹۸۳).

$$RI = 2\mathrm{pH}_s - \mathrm{pH} \qquad (۹)$$

اگر مقدار شاخص رایزنر کمتر از ۴ باشد، آب رسوبدهی زیادی دارد. اگر بین ۵ تا ۶ باشد، آب نسبتاً رسوبده بوده و کمی خورنده است. اگر مقدار شاخص رایزنر بین ۶ تا ۶/۵ باشد نه خاصیت خورندگی دارد و نه رسوبدهی. اگر مقدار شاخص بین ۶/۵ تا ۸ باشد، آب خاصیت خورندگی داشته و

رسوبدهی کم می‌باشد، و اگر مقدار شاخص بزرگتر از ۸ باشد، آب خاصیت خورندگی شدید دارد (راسوم و مریل، ۱۹۸۳).

**ج-شاخص خورندگی (AI)**

برای محاسبه شاخص خورندگی (AI) از رابطه (۱۰) استفاده می‌شود (راسوم و مریل، ۱۹۸۳). در این رابطه A قلیائیت کل برحسب میلی‌گرم در لیتر $CaCO_3$، H سختی کلسیم برحسب میلی‌گرم در لیتر $CaCO_3$.

$$AI = \mathrm{pH} + \log((A)(H)) \quad (۱۰)$$

اگر مقدار شاخص خورندگی کمتر از ۱۰ باشد، آب دارای خاصیت خورندگی زیاد است. اگر این شاخص بین ۱۰ تا ۱۲ باشد، آب دارای خورندگی متوسط است و اگر این شاخص بزرگتر از ۱۲ باشد، آب فاقد خورندگی است (راسوم و مریل، ۱۹۸۳).

**د-شاخص پوکوریوس (PI)**

شاخص پوکوریوس از رابطه (۱۱) محاسبه می‌شود. در این رابطه، $\mathrm{pH}_{eq}$ مقدار pH در حالت تعادل می‌باشد که از رابطه (۱۲) محاسبه می‌شود (پیشنمازی،۱۳۸۲).

$$PI = 2\mathrm{pH}_s - \mathrm{pHeq} \quad (۱۱)$$

$$\mathrm{pH}_{eq} = 1.456\log(T - AIK) + 4.54 \quad (۱۲)$$

$T - AIK$ کل قلیائیت بر حسب میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. چنانچه شاخص پوکوریوس بزرگتر از ۶ باشد مؤید خورنده بودن آب و اگر کوچکتر از ۶ باشد آب رسوبگذار است (پیشنمازی،۱۳۸۲).

## ۳-نتایج و بحث

### ۳-۱ نتایج بررسی وضعیت کیفی آب سطحی

پس از کنترل آمار و انتخاب آمار نهایی، پارامترهای آماری کیفیت شیمیایی آب در ایستگاه‌های آب‌سنجی براساس نتایج آنالیز در کل دوره موجود هر ایستگاه محاسبه گردید. این پارامترها شامل تعداد نمونه‌ها، حداکثر، میانگین، حداقل، انحراف معیار، ضریب تغییرات، و درصدکاتیون ها وآنیون‌ها می‌باشد. پارامترهای آماری در هر ایستگاه به صورت جداول (۲) تا (۴) ارائه شده است. با توجه به این جداول، میانگین Ec در ایستگاه سنگ سوراخ ۳۰۲ میکروموس بر سانتیمتر، در ایستگاه باباقاسم ۵۰۲ میکروموس بر سانتیمتر، در ایستگاه وسج ۵۲۳ میکروموس بر سانتیمتر و در ایستگاه دوآب ۴۷۷ میکروموس بر سانتیمتر می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد کیفیت آب در ایستگاه سنگ سوراخ که در بالادست منطقه قرار دارد خیلی خوب می‌باشد (یعنی میانگین Ec، ۳۰۲ میکروموس بر سانتیمتر) با اضافه شدن شاخه‌های دیگر به رودخانه گاماسیاب، کیفیت آن در ایستگاه دوآب به ۴۷۷ میکروموس بر سانتیمتر رسیده است.

**جدول(۲): پارامترهای کیفیت آب رودخانه گاماسیاب در ایستگاه سنگ سوراخ (۱۴۰۲-۱۳۴۹).**

| پارامتر | Debi | Ec | TDS | PH | Ca | Mg | Na | K | Hco3 | Co3 | Cl | So4 | SAR | %Na | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MCM | µmhos/cm | mg/L | | meq/L | | | | | | | | | % | mg/L |
| تعداد نمونه‌ها | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | ۲۰۷ | **۲۰۷** |
| حداکثر | ۱۱/۶۳ | ۵۸۴/۰۰ | ۳۷۳/۷۰ | ۸/۶۰ | ۳/۱۰ | ۲/۲۰ | ۱/۱۸ | ۰/۱۳ | ۴/۷۰ | ۰/۳۵ | ۲/۱۰ | ۱/۶۰ | ۱/۱۰ | ۳۵/۱۱ | ۲۵۳/۵۷ |
| میانگین | ۳/۹۹ | ۳۰۲/۰۳ | ۱۹۲/۶۲ | ۷/۹۱ | ۲/۰۲ | ۰/۶۹ | ۰/۳۴ | ۰/۰۱ | ۲/۴۱ | ۰/۰۴ | ۰/۳۹ | ۰/۲۲ | ۰/۲۹ | ۱۱/۱۷ | ۱۳۵/۰۳ |
| حداقل | ۱/۳۴ | ۱۹۰/۰۰ | ۱۲۰/۰۰ | ۷/۱۰ | ۰/۸۵ | ۰/۱۰ | ۰/۰۴ | ۰/۰۰ | ۰/۱۵ | ۰/۰۰ | ۰/۱۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۳ | ۱/۲۷ | ۷۵/۸۹ |
| انحراف معیار | ۲/۱۴ | ۵۶/۵۶ | ۳۶/۲۹ | ۰/۲۵ | ۰/۳۸ | ۰/۳۶ | ۰/۱۸ | ۰/۰۲ | ۰/۵۸ | ۰/۰۷ | ۰/۲۱ | ۰/۲۷ | ۰/۱۶ | ۵/۶۰ | ۲۵/۳۵ |
| ضریب تغییرات | ۰/۵۴ | ۰/۱۹ | ۰/۱۹ | ۰/۰۳ | ۰/۱۹ | ۰/۵۲ | ۰/۵۲ | ۱/۴۴ | ۰/۲۴ | ۱/۸۷ | ۰/۵۴ | ۱/۲۳ | ۰/۵۵ | ۰/۵۰ | ۰/۱۹ |

**جدول(۳): پارامترهای کیفیت آب رودخانه خرچنگ رود در ایستگاه باباقاسم (۱۴۰۲-۱۳۶۲).**

| پارامتر | Debi | Ec | TDS | PH | Ca | Mg | Na | K | Hco3 | Co3 | Cl | So4 | SAR | %Na | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MCM | µmhos/cm | mg/L | | meq/L | | | | | | | | | % | mg/L |
| تعداد نمونه ها | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ | ۱۳۴ |
| حداکثر | ۵.۱۸ | ۱۰۷۶.۰۰ | ۶۷۷.۱۷ | ۸.۶۵ | ۵.۴۰ | ۲.۸۰ | ۶.۶۳ | ۰.۱۶ | ۵.۴۰ | ۰.۴۰ | ۴.۴۵ | ۳.۶۰ | ۴.۶۶ | ۶۲.۱۳ | ۳۴۸.۲۹ |
| میانگین | ۰.۶۵ | ۵۰۲.۵۶ | ۳۲۴.۱۹ | ۷.۹۳ | ۲.۷۰ | ۱.۴۸ | ۰.۷۷ | ۰.۰۲ | ۳.۶۳ | ۰.۰۵ | ۰.۵۸ | ۰.۶۷ | ۰.۵۴ | ۱۵.۱۰ | ۲۰۸.۹۴ |
| حداقل | ۰.۰۰ | ۲۰۰.۰۰ | ۱۲۶.۰۰ | ۷.۲۰ | ۰.۹۰ | ۰.۴۰ | ۰.۱۰ | ۰.۰۰ | ۱.۸۰ | ۰.۰۰ | ۰.۲۰ | ۰.۰۰ | ۰.۰۶ | ۲.۱۹ | ۸۹.۵۰ |
| انحراف معیار | ۰.۸۴ | ۱۳۹.۵۲ | ۹۴.۱۴ | ۰.۲۸ | ۰.۹۲ | ۰.۴۶ | ۰.۷۵ | ۰.۰۲ | ۰.۸۶ | ۰.۰۹ | ۰.۴۶ | ۰.۷۳ | ۰.۵۲ | ۹.۱۱ | ۵۱.۱۸ |
| ضریب تغییرات | ۱.۳۰ | ۰.۲۸ | ۰.۲۹ | ۰.۰۳ | ۰.۳۴ | ۰.۳۱ | ۰.۹۷ | ۱.۱۸ | ۰.۲۴ | ۱.۷۸ | ۰.۸۰ | ۱.۰۹ | ۰.۹۶ | ۰.۶۰ | ۰.۲۴ |

**جدول(۴): پارامترهای کیفیت آب رودخانه آب ملایر در ایستگاه وسج (۱۴۰۲-۱۳۶۵).**

| پارامتر | Debi | Ec | TDS | PH | Ca | Mg | Na | K | Hco3 | Co3 | Cl | So4 | SAR | %Na | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MCM | µmhos/cm | mg/L | | meq/L | | | | | | | | | % | mg/L |
| تعداد نمونه ها | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۰۲ |
| حداکثر | ۲۹.۵۳ | ۱۰۴۲.۰۰ | ۶۷۷.۳۰ | ۸.۶۰ | ۴.۵۰ | ۳.۸۰ | ۳.۴۶ | ۰.۰۹ | ۵.۴۰ | ۰.۵۰ | ۲.۱۰ | ۴.۲۲ | ۱.۹۴ | ۴۵.۱۰ | ۳۴۸.۱۸ |
| میانگین | ۲.۱۰ | ۵۲۳.۱۲ | ۳۳۸.۵۴ | ۷.۹۷ | ۲.۵۸ | ۱.۶۲ | ۰.۹۵ | ۰.۰۲ | ۳.۳۶ | ۰.۰۶ | ۰.۶۴ | ۱.۰۹ | ۰.۶۶ | ۱۷.۹۷ | ۲۰۹.۰۱ |
| حداقل | ۰.۰۰ | ۱۴۷.۰۰ | ۹۲.۶۱ | ۷.۱۰ | ۱.۰۰ | ۰.۱۰ | ۰.۱۱ | ۰.۰۰ | ۱.۲۰ | ۰.۰۰ | ۰.۲۰ | ۰.۰۰ | ۰.۰۸ | ۲.۶۱ | ۶۹.۶۹ |
| انحراف معیار | ۴.۴۵ | ۱۳۳.۱۹ | ۹۰.۱۳ | ۰.۳۲ | ۰.۷۷ | ۰.۶۳ | ۰.۶۴ | ۰.۰۲ | ۰.۸۹ | ۰.۱۱ | ۰.۳۲ | ۱.۰۴ | ۰.۴۳ | ۹.۰۴ | ۴۹.۶۳ |
| ضریب تغییرات | ۲.۱۲ | ۰.۲۵ | ۰.۲۷ | ۰.۰۴ | ۰.۳۰ | ۰.۳۹ | ۰.۶۷ | ۱.۰۰ | ۰.۲۶ | ۱.۷۷ | ۰.۵۱ | ۰.۹۵ | ۰.۶۵ | ۰.۵۰ | ۰.۲۴ |

**جدول(۵): پارامترهای کیفیت آب رودخانه گاماسیاب در ایستگاه دوآب (۱۴۰۲-۱۳۴۹).**

| پارامتر | Debi | Ec | TDS | PH | Ca | Mg | Na | K | Hco3 | Co3 | Cl | So4 | SAR | %Na | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MCM | µmhos/cm | mg/L | | meq/L | | | | | | | | | % | mg/L |
| تعداد نمونه ها | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ | ۲۴۸ |
| حداکثر | ۹۴.۲۰ | ۱۰۸۰.۰۰ | ۶۹۰.۰۰ | ۸.۷۰ | ۴.۴۵ | ۳.۰۰ | ۷.۹۰ | ۰.۴۴ | ۵.۶۸ | ۶.۰۷ | ۱.۸۰ | ۵.۵۰ | ۶.۵۶ | ۷۲.۹۵ | ۳۰۳.۶۶ |
| میانگین | ۱۳.۸۰ | ۴۷۷.۷۳ | ۳۰۶.۰۳ | ۸.۰۱ | ۲.۴۵ | ۱.۵۷ | ۰.۸۱ | ۰.۰۳ | ۳.۴۰ | ۰.۱۶ | ۰.۶۲ | ۰.۶۹ | ۰.۵۹ | ۱۶.۵۹ | ۲۰۰.۰۷ |
| حداقل | ۰.۰۰ | ۱۵۰.۰۰ | ۹۴.۵۰ | ۶.۹۰ | ۱.۰۰ | ۰.۳۳ | ۰.۱۰ | ۰.۰۰ | ۰.۱۶ | ۰.۰۰ | ۰.۱۰ | ۰.۰۰ | ۰.۰۶ | ۱.۸۵ | ۷۴.۶۳ |
| انحراف معیار | ۱۷.۵۷ | ۱۰۱.۵۰ | ۶۵.۱۵ | ۰.۲۸ | ۰.۷۳ | ۰.۴۵ | ۰.۶۵ | ۰.۰۴ | ۰.۸۷ | ۰.۵۶ | ۰.۲۱ | ۰.۶۹ | ۰.۵۳ | ۷.۷۴ | ۴۰.۵۲ |
| ضریب تغییرات | ۱.۲۷ | ۰.۲۱ | ۰.۲۱ | ۰.۰۳ | ۰.۳۰ | ۰.۲۹ | ۰.۸۱ | ۱.۶۴ | ۰.۲۶ | ۳.۵۶ | ۰.۳۴ | ۱.۰۱ | ۰.۹۱ | ۰.۴۷ | ۰.۲۰ |

## نتایج بررسی کیفیت آب رودخانه‌ها در دهه‌های مختلف

در این بخش، نتایج بررسی کیفیت آب رودخانه‌ها در دهه‌های مختلف، در جداول (۶) تا (۱۱) ارائه شده است. از نظر بررسی شاخص‌های کیفی، مشاهده می‌شود ایستگاه سنگ سوراخ دارای کیفیت بهتری نسبت به سایر ایستگاه می‌باشد. بررسی نتایج این جداول نشان می‌دهد که مقدار Ec در ایستگاه سنگ سوراخ در طی دوره‌های ده ساله از دوره اول ۵۸- ۱۳۴۹تا دوره ۹۸-۱۳۸۹ افزایش یافته است که نشان می‌دهد در طی این سال‌ها کیفیت آب کاهش

یافته است. در ایستگاه باباقاسم، مقدار Ec در طی دوره‌های ده ساله کاهش یافته است، یعنی کیفیت آب این ایستگاه بهبود یافته است.

**جدول (۶): پارامترهای کیفیت آب رودخانه‌ها در ایستگاه‌های آبسنجی در دوره‌های ده ساله (۵۸-۱۳۴۹).**

| ایستگاه-رودخانه | Debi | Ec | TDS | PH | Ca | Mg | Na | K | Hco3 | Co3 | Cl | So4 | SAR | %Na | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MCM | µmhos/cm | mg/L | | meq/L | | | | | | | | | % | mg/L |
| سنگ سوراخ-گاماسیاب | ۴.۲۱ | ۲۶۸.۷۳ | ۱۷۲.۸۹ | ۸.۰۲ | ۱.۸۰ | ۰.۵۴ | ۰.۳۷ | ۰.۰۳ | ۲.۰۶ | ۰.۱۰ | ۰.۳۹ | ۰.۱۹ | ۰.۳۵ | ۱۴.۲۴ | ۱۱۶.۶۰ |
| باباقاسم-خرچنگ رود | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| وسج-آب ملایر | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| دوآب-گاماسیاب | ۲۱.۵۴ | ۴۲۱.۴۹ | ۲۷۲.۷۰ | ۸.۰۸ | ۱.۸۷ | ۱.۵۳ | ۰.۹۳ | ۰.۰۴ | ۳.۰۰ | ۰.۲۰ | ۰.۵۵ | ۰.۶۲ | ۰.۷۲ | ۲۱.۸۱ | ۱۶۸.۷۶ |

**جدول (۸): پارامترهای کیفیت آب رودخانه‌ها در ایستگاه‌های آبسنجی در دوره‌های ده ساله (۶۸-۱۳۵۹).**

| ایستگاه-رودخانه | Debi | Ec | TDS | PH | Ca | Mg | Na | K | Hco3 | Co3 | Cl | So4 | SAR | %Na | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MCM | µmhos/cm | mg/L | | meq/L | | | | | | | | | % | mg/L |
| سنگ سوراخ-گاماسیاب | ۴.۳۵ | ۲۷۴.۸۵ | ۱۷۵.۲۴ | ۷.۸۳ | ۲.۰۳ | ۰.۴۴ | ۰.۲۸ | ۰.۰۱ | ۲.۰۹ | ۰.۰۵ | ۰.۴۰ | ۰.۲۳ | ۰.۲۵ | ۱۰.۰۰ | ۱۲۲.۹۶ |
| باباقاسم-خرچنگ رود | ۰.۷۰ | ۵۷۹.۶۶ | ۳۷۸.۹۱ | ۷.۹۹ | ۲.۸۹ | ۱.۵۲ | ۱.۲۷ | ۰.۰۱ | ۳.۶۴ | ۰.۲۰ | ۰.۸۳ | ۱.۰۸ | ۰.۸۶ | ۱۹.۰۷ | ۲۲۵.۸۱ |
| وسج-آب ملایر | ۲.۷۰ | ۵۳۱.۷۸ | ۳۴۵.۴۴ | ۸.۰۴ | ۲.۸۱ | ۱.۵۱ | ۱.۰۱ | ۰.۰۳ | ۳.۱۸ | ۰.۰۸ | ۰.۸۲ | ۱.۱۸ | ۰.۶۹ | ۱۸.۳۸ | ۲۱۵.۰۱ |
| دوآب-گاماسیاب | ۱۶.۹۲ | ۴۷۶.۸۹ | ۳۰۶.۲۱ | ۸.۰۲ | ۲.۶۶ | ۱.۴۱ | ۰.۶۶ | ۰.۰۳ | ۳.۳۵ | ۰.۱۱ | ۰.۶۵ | ۰.۷۳ | ۰.۴۷ | ۱۴.۰۳ | ۲۰۲.۵۳ |

**جدول (۸): پارامترهای کیفیت آب رودخانه‌ها در ایستگاه‌های آبسنجی در دوره‌های ده ساله (۷۸-۱۳۶۹).**

| ایستگاه-رودخانه | Debi | Ec | TDS | PH | Ca | Mg | Na | K | Hco3 | Co3 | Cl | So4 | SAR | %Na | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MCM | µmhos/cm | mg/L | | meq/L | | | | | | | | | % | mg/L |
| سنگ سوراخ-گاماسیاب | ۳.۷۴ | ۲۹۴.۹۱ | ۱۸۹.۵۸ | ۷.۹۹ | ۱.۹۷ | ۰.۶۵ | ۰.۳۵ | ۰.۰۲ | ۲.۱۱ | ۰.۰۴ | ۰.۴۳ | ۰.۳۷ | ۰.۳۰ | ۱۱.۰۱ | ۱۳۰.۴۴ |
| باباقاسم-خرچنگ رود | ۰.۸۶ | ۵۴۳.۰۲ | ۳۵۲.۷۸ | ۸.۰۰ | ۲.۶۷ | ۱.۶۶ | ۰.۸۵ | ۰.۰۳ | ۳.۵۱ | ۰.۰۶ | ۰.۵۰ | ۱.۰۹ | ۰.۵۹ | ۱۷.۰۸ | ۲۱۵.۲۵ |
| وسج-آب ملایر | ۳.۷۵ | ۵۷۷.۲۱ | ۳۷۷.۸۸ | ۷.۹۸ | ۲.۳۳ | ۲.۱۰ | ۱.۲۳ | ۰.۰۲ | ۳.۱۸ | ۰.۰۷ | ۰.۷۴ | ۱.۶۹ | ۰.۸۴ | ۲۱.۹۱ | ۲۲۰.۴۳ |
| دوآب-گاماسیاب | ۲۰.۰۵ | ۵۰۲.۰۰ | ۳۲۲.۱۲ | ۸.۰۱ | ۲.۲۳ | ۱.۷۸ | ۱.۰۱ | ۰.۰۳ | ۳.۲۹ | ۰.۰۷ | ۰.۶۶ | ۱.۰۱ | ۰.۷۵ | ۱۷.۷۵ | ۱۹۹.۰۵ |

**جدول (۹): پارامترهای کیفیت آب رودخانه‌ها در ایستگاه‌های آبسنجی در دوره‌های ده ساله (۸۸-۱۳۷۹).**

| ایستگاه-رودخانه | Debi | Ec | TDS | PH | Ca | Mg | Na | K | Hco3 | Co3 | Cl | So4 | SAR | %Na | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MCM | µmhos/cm | mg/L | | meq/L | | | | | | | | | % | mg/L |
| سنگ سوراخ-گاماسیاب | ۳.۶۶ | ۳۳۱.۱۹ | ۲۱۱.۳۳ | ۷.۹۱ | ۲.۲۳ | ۰.۸۵ | ۰.۳۶ | ۰.۰۱ | ۲.۷۷ | ۰.۰۳ | ۰.۴۲ | ۰.۲۲ | ۰.۲۹ | ۱۰.۳۴ | ۱۵۳.۳۵ |
| باباقاسم-خرچنگ رود | ۰.۷۴ | ۴۹۷.۱۷ | ۳۲۵.۵۶ | ۷.۹۳ | ۲.۸۸ | ۱.۵۰ | ۰.۶۶ | ۰.۰۱ | ۴.۰۶ | ۰.۰۲ | ۰.۵۴ | ۰.۳۸ | ۰.۴۶ | ۱۳.۰۹ | ۲۱۸.۰۹ |
| وسج-آب ملایر | ۰.۵۶ | ۵۲۶.۳۶ | ۳۴۰.۹۵ | ۸.۰۲ | ۲.۵۱ | ۱.۷۰ | ۰.۹۸ | ۰.۰۲ | ۳.۴۰ | ۰.۰۴ | ۰.۵۶ | ۱.۱۹ | ۰.۶۶ | ۱۸.۲۲ | ۲۰۹.۱۰ |
| دوآب-گاماسیاب | ۷.۷۳ | ۴۷۲.۹۱ | ۳۰۴.۳۶ | ۸.۰۴ | ۲.۴۸ | ۱.۶۳ | ۰.۷۳ | ۰.۰۲ | ۳.۵۴ | ۰.۰۵ | ۰.۵۵ | ۰.۷۱ | ۰.۵۱ | ۱۵.۳۹ | ۲۰۳.۷۶ |

**جدول (۱۰): پارامترهای کیفیت آب رودخانه‌ها در ایستگاه‌های آبسنجی در دوره‌های ده ساله (۹۸-۱۳۸۹).**

| ایستگاه-رودخانه | Debi | Ec | TDS | PH | Ca | Mg | Na | K | Hco3 | Co3 | Cl | So4 | SAR | %Na | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MCM | µmhos/cm | mg/L | | meq/L | | | | | | | | | % | mg/L |
| سنگ سوراخ-گاماسیاب | ۴.۰۷ | ۳۳۲.۰۳ | ۲۱۰.۶۲ | ۷.۸۱ | ۲.۰۸ | ۰.۸۵ | ۰.۳۴ | ۰.۰۱ | ۲.۸۲ | ۰.۰۰ | ۰.۳۱ | ۰.۱۲ | ۰.۲۸ | ۱۰.۵۴ | ۱۴۵.۹۰ |
| باباقاسم-خرچنگ رود | ۰.۴۸ | ۳۸۸.۳۴ | ۲۴۰.۸۷ | ۷.۸۷ | ۲.۱۲ | ۱.۲۴ | ۰.۴۸ | ۰.۰۱ | ۳.۱۱ | ۰.۰۰ | ۰.۴۶ | ۰.۲۳ | ۰.۳۷ | ۱۲.۹۸ | ۱۶۶.۸۶ |
| وسج-آب ملایر | ۲.۱۵ | ۴۷۶.۷۴ | ۳۰۴.۹۱ | ۷.۹۳ | ۲.۶۳ | ۱.۱۹ | ۰.۸۴ | ۰.۰۱ | ۳.۳۸ | ۰.۰۵ | ۰.۶۰ | ۰.۶۳ | ۰.۶۰ | ۱۷.۰۵ | ۱۸۹.۷۰ |
| دوآب-گاماسیاب | ۴.۴۶ | ۵۲۸.۸۲ | ۳۳۲.۶۳ | ۸.۰۱ | ۳.۱۳ | ۱.۵۳ | ۰.۷۸ | ۰.۰۲ | ۳.۸۸ | ۰.۴۰ | ۰.۶۹ | ۰.۴۶ | ۰.۵۰ | ۱۴.۰۴ | ۲۳۲.۲۰ |

**جدول (۱۱): پارامترهای کیفیت آب رودخانه‌ها در ایستگاه‌های آبسنجی در دوره‌های ده ساله (۱۴۰۲-۱۳۹۸).**

| ایستگاه-رودخانه | Debi | Ec | TDS | PH | Ca | Mg | Na | K | Hco3 | Co3 | Cl | So4 | SAR | %Na | TH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MCM | µmhos/cm | mg/L | | meq/L | | | | | | | | | % | mg/L |
| سنگ سوراخ-گاماسیاب | ۴.۰۶ | ۲۸۰.۰۰ | ۱۷۴.۲۸ | ۷.۸۲ | ۱.۹۴ | ۰.۶۸ | ۰.۲۹ | ۰.۰۱ | ۲.۳۰ | ۰.۰۰۰ | ۰.۳۹ | ۰.۲۲ | ۰.۲۶ | ۱۰.۱۴ | ۱۳۰.۴۲ |
| باباقاسم-خرچنگ رود | ۰.۲۳ | ۵۸۴.۵۵ | ۳۷۵.۴۰ | ۷.۸۱ | ۳.۵۲ | ۱.۵۵ | ۰.۷۸ | ۰.۰۳ | ۴.۲۷ | ۰.۰۰ | ۰.۷۹ | ۰.۸۱ | ۰.۵۱ | ۱۴.۰۴ | ۲۵۲.۲۹ |
| وسج-آب ملایر | ۱.۴۰ | ۴۷۹.۱۸ | ۳۰۵.۸۲ | ۷.۹۰ | ۳.۰۰ | ۱.۳۴ | ۰.۴۷ | ۰.۰۱ | ۳.۷۸ | ۰.۰۸ | ۰.۵۰ | ۰.۴۰ | ۰.۳۲ | ۱۰.۲۲ | ۲۱۵.۸۱ |
| دوآب-گاماسیاب | ۳.۵۶ | ۴۷۱.۷۵ | ۳۰۰.۶۹ | ۸.۱۹ | ۲.۴۶ | ۱.۵۶ | ۰.۶۷ | ۰.۰۰ | ۳.۵۱ | ۰.۱۴ | ۰.۷۶ | ۰.۲۹ | ۰.۴۸ | ۱۴.۷۰ | ۱۹۹.۸۳ |

## نتایج بررسی کیفیت آب رودخانه‌ها در فصول مختلف

در جدول (۱۲) پارامترهای کیفی آب رودخانه ها در فصول مختلف ارائه شده است. براساس این جدول، مقدار Ec در ایستگاه سنگ سوراخ در فصل زمستان دارای بیشترین مقدار (یعنی ۳۱۳ میکروموس بر سانتیمتر) بوده، یعنی کیفیت آب در فصل زمستان بدتر بوده است. ایستگاه باباقاسم با ۵۶۴ میکروموس بر سانتیمتر در فصل تابستان، بیشترین مقدار Ec را داشته است. در ایستگاه وسج، بیشترین مقدار Ec با ۵۴۸ میکروموس مربوط به فصل تابستان است. بیشترین مقدار Ec در ایستگاه دوآب در فصل تابستان با مقدار ۵۱۷ میکروموس دیده شده است.

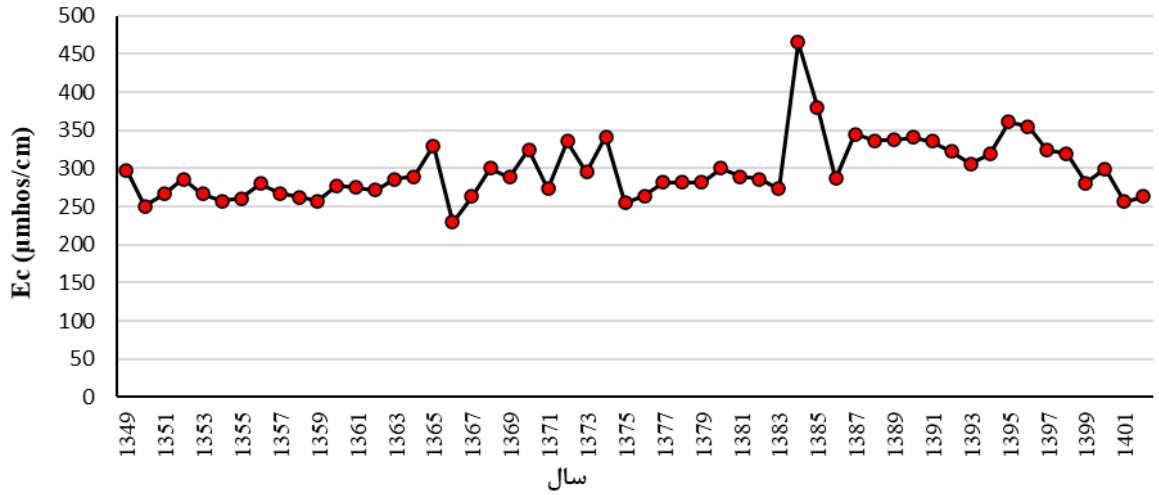
**جدول (۱۲): پارامترهای کیفیت آب رودخانه‌ها در ایستگاه‌های آبسنجی در فصول مختلف.**

| فصل | ایستگاه-رودخانه | Debi MCM | Ec µmhos/cm | TDS mg/L | PH | Ca | Mg | Na | K | Hco3 | Co3 | Cl | So4 | SAR | %Na | TH mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | meq/L | | | | | | | | | % | |
| بهار | سنگ سوراخ-گاماسیاب | ۶.۷۴ | ۲۹۲.۷۸ | ۱۸۵.۹۸ | ۷.۸۷ | ۲.۰۰ | ۰.۶۷ | ۰.۳۲ | ۰.۰۱ | ۲.۳۵ | ۰.۰۵ | ۰.۳۶ | ۲۳ | ۰.۸ | ۱۰.۵۰ | ۱۳۲.۹۱ |
| | باباقاسم-خرچنگ رود | ۱.۱۲ | ۴۱۴.۸۴ | ۳۱۰.۹۹ | ۷.۹۶ | ۲.۵۸ | ۱.۲۶ | ۰.۶۰ | ۰.۰۲ | ۳.۴۱ | ۰.۰۵ | ۰.۵۳ | ۴۷ | ۶ | ۳۴.۳۴ | ۱۹۲.۷۹ |
| | وسج-آب ملایر | ۵.۷۳ | ۴۹۲.۸۲ | ۳۱۸.۵۷ | ۷.۹۴ | ۲.۴۳ | ۱.۴۹ | ۰.۹۶ | ۰.۰۱ | ۳.۲۸ | ۰.۰۵ | ۰.۶۳ | ۹۳ | ۸ | ۸۶.۹۱ | ۱۹۴.۹۱ |
| | دوآب-گاماسیاب | ۲۰.۴۹ | ۴۳۲.۳۵ | ۲۷۷.۰۰ | ۷.۹۷ | ۲.۳۵ | ۱.۴۰ | ۰.۵ | ۰.۰۲ | ۳.۱ | ۰.۰۸ | ۰.۵۳ | ۵۴ | ۸ | ۹۲.۷۷ | ۱۸۶.۷۷ |
| تابستان | سنگ سوراخ-گاماسیاب | ۳.۳۴ | ۲۹۳.۰۸ | ۱۸۵.۹۵ | ۷.۹۴ | ۱.۸۷ | ۰.۷۲ | ۰.۳۷ | ۰.۰۲ | ۳ | ۰.۰۳ | ۰.۳۶ | ۲۴ | ۳ | ۹۶.۷۲ | ۱۲۸.۷۲ |
| | باباقاسم-خرچنگ رود | ۰.۱۷ | ۵۴۶.۵۴ | ۳۹۲.۳۵ | ۷.۸۱ | ۲.۵۶ | ۱.۷ | ۰.۲۵ | ۰.۰۳ | ۸ | ۰.۰۷ | ۰.۸۳ | ۹۰ | ۰ | ۴۵.۹۷ | ۲۱۴.۹۷ |
| | وسج-آب ملایر | ۰.۱۰ | ۶۳۴.۶۹ | ۴۱۲.۹۸ | ۷.۹۶ | ۲.۸۲ | ۱.۹۲ | ۰.۵۵ | ۰.۰۲ | ۴ | ۰.۰۷ | ۰.۹۳ | ۱.۶ | ۱ | ۳۹.۵۷ | ۲۳۵.۵۷ |

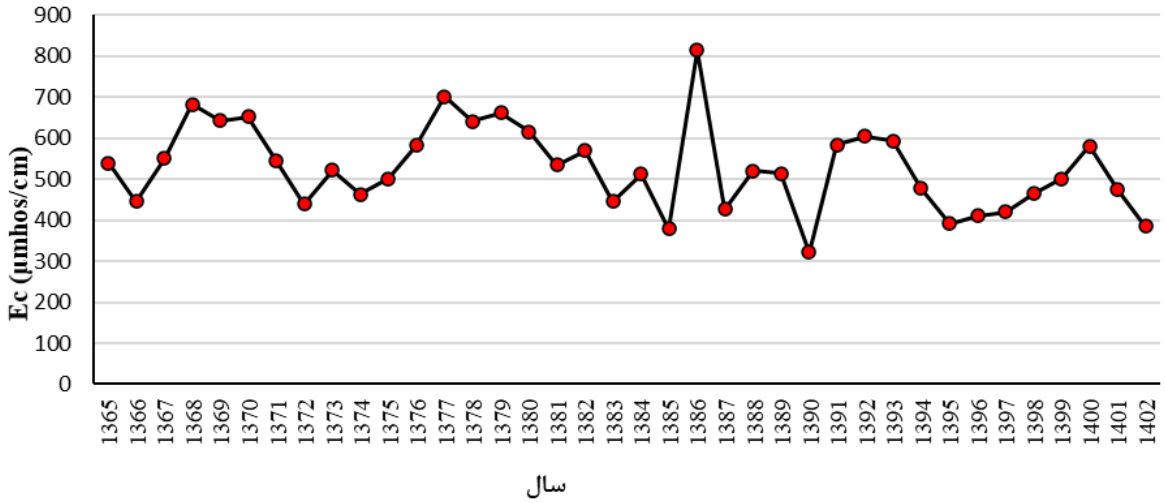
| فصل | ایستگاه-رودخانه | Debi MCM | Ec µmhos/cm | TDS mg/L | PH | Ca meq/L | Mg meq/L | Na meq/L | K meq/L | Hco3 meq/L | Co3 meq/L | Cl meq/L | So4 meq/L | SAR | %Na % | TH mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پاییز | دوآب-گاماسیاب | ۲.۳۹ | ۵۱۷.۲۸ | ۳۲۹.۸۸ | ۸.۰۴ | ۲.۳۲ | ۱.۷۵ | ۱.۰۰ | ۰.۰۳ | ۳.۳۲ | ۰.۰۳۲ | ۰.۷۲ | ۰.۷۴ | ۰.۷۱ | ۲۰.۰۷ | ۲۰۲.۴۹ |
| | سنگ سوراخ-گاماسیاب | ۲.۷۱ | ۳۰۳.۶۵ | ۱۹۴.۶۲ | ۷.۹۲ | ۲.۰۶ | ۰.۶۹ | ۰.۰۰ | ۰.۰۱ | ۲.۴۳ | ۰.۰۰۳ | ۰.۳۸ | ۰.۲۳ | ۰.۲۷ | ۱۰.۳۲ | ۱۳۶.۶۷ |
| | باباقاسم-خرچنگ رود | ۰.۷۴ | ۴۷۱.۶۱ | ۳۷۸.۱۸ | ۷.۹۳ | ۲.۹۵ | ۱.۴۸ | ۰.۶۰ | ۰.۰۲ | ۳.۴ | ۰.۰۰۳ | ۰.۵۰ | ۰.۷۳ | ۰.۱ | ۱۲.۲۹ | ۲۲۰.۷۲ |
| | وسج-آب ملایر | ۰.۹۷ | ۵۴۸.۸۰ | ۳۵۴.۵۰ | ۸.۰۷ | ۲.۷۵ | ۱.۷۹ | ۰.۰۰ | ۰.۰۰ | ۳.۳ | ۰.۰۰۵ | ۰.۵۶ | ۱.۲۷ | ۰.۴ | ۱۴.۹۴ | ۲۲۵.۶۰ |
| زمستان | دوآب-گاماسیاب | ۱۰.۸۶ | ۴۹۳.۸۶ | ۳۱۶.۷۷ | ۸.۰۲ | ۲.۶ | ۱.۷ | ۰.۷۴ | ۰.۰۲ | ۲ | ۰.۰۱۷ | ۰.۶ | ۰.۶ | ۰.۵ | ۱۵.۰۹ | ۲۱۴.۷۹ |
| | سنگ سوراخ-گاماسیاب | ۲.۲۷ | ۳۱۵.۸۶ | ۲۰۱.۹۰ | ۷.۹۰ | ۲.۱۲ | ۰.۷۰ | ۰.۳۶ | ۰.۰۱ | ۲.۵ | ۰.۰۵ | ۰.۴۴ | ۰.۱۸ | ۰.۳ | ۱۱.۳۵ | ۱۴۰.۰۷ |
| | باباقاسم-خرچنگ رود | ۱.۱۲ | ۴۶۹.۴۳ | ۳۵۲.۸۲ | ۷.۹۷ | ۲.۲ | ۱.۵۹ | ۰.۸۳ | ۰.۰۲ | ۰ | ۰.۰۶ | ۰.۵۸ | ۰.۷۰ | ۰.۷ | ۱۶.۰۹ | ۲۰۹.۵۲ |
| | وسج-آب ملایر | ۲.۰۵ | ۴۸۴.۶۴ | ۳۱۲.۶۴ | ۷.۹۵ | ۲.۵۰ | ۱.۵۱ | ۰.۷۹ | ۰.۰۲ | ۸ | ۰.۰۷ | ۰.۵۶ | ۰.۸۷ | ۰.۶ | ۱۶.۳۲ | ۱۹۹.۲۶ |
| | دوآب-گاماسیاب | ۱۹.۳۷ | ۴۷۶.۹۱ | ۳۰۶.۳۴ | ۸.۰۳ | ۲.۴۷ | ۱.۵۱ | ۰.۹۰ | ۰.۰۳ | ۶ | ۰.۰۹ | ۰.۱ | ۰.۸۴ | ۰.۶ | ۱۶.۸۸ | ۱۹۷.۸۷ |

## نتایج بررسی هدایت الکتریکی آب رودخانه‌ها در سالهای مختلف

در شکل (۲) تغییرات مقدار هدایت الکتریکی برای ایستگاه سنگ سوراخ ارائه شده است. همانطوری‌که در این شکل دیده می‌شود، مقدار هدایت الکتریکی در طی دوره ۵۴ ساله بین ۲۵۰ تا ۳۵۰ میکروموس بر سانتیمتر در نوسان بوده است که نشان از کیفیت خوب آب رودخانه گاماسیاب در این ایستگاه دارد. در شکل (۳) تغییرات مقدار هدایت الکتریکی برای ایستگاه باباقاسم ارائه شده است. همانطوری که در این شکل دیده می‌شود، مقدار هدایت الکتریکی در طی دوره ۴۱ ساله بین ۳۰۰ تا ۷۰۰ میکروموس بر سانتیمتر در نوسان بوده است که نشان از نوسان بالا در مقادیر هدایت الکتریکی آب رودخانه خرچنگ رود در این ایستگاه دارد.

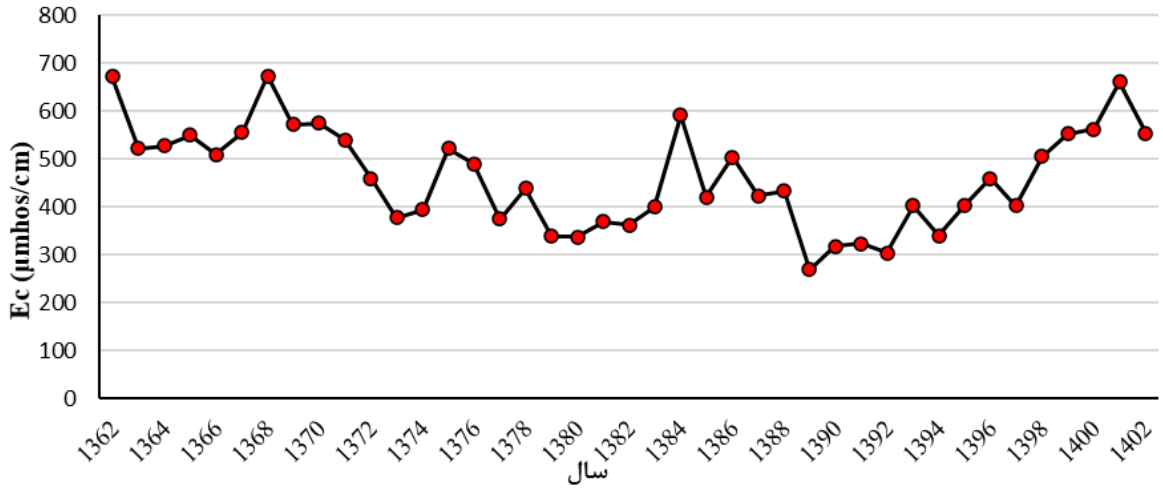



**شکل (۲): تغییرات مقدار هدایت الکتریکی در سال‌های مختلف-رودخانه گاماسیاب ایستگاه سنگ سوراخ.**

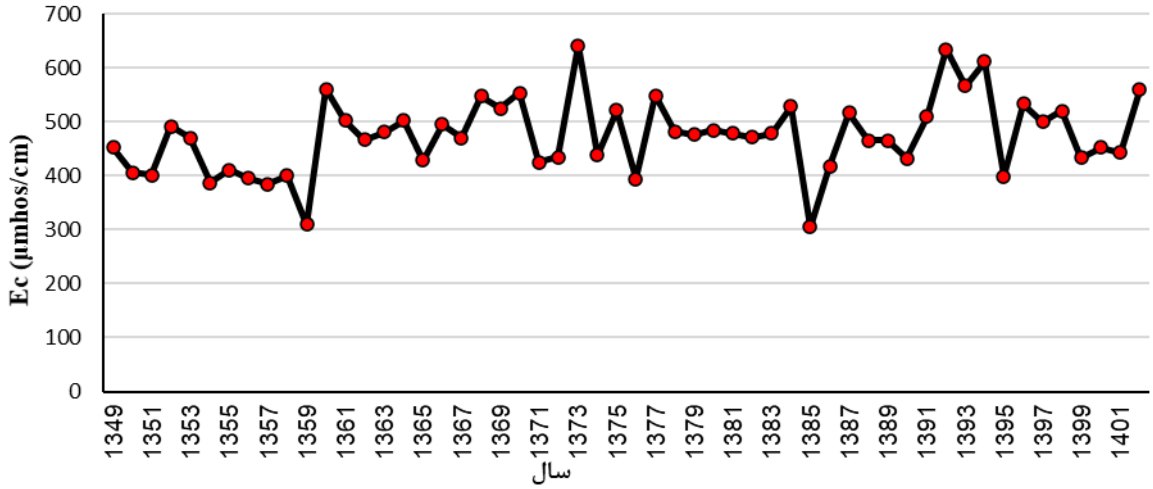



**شکل (۳):تغییرات مقدار هدایت الکتریکی در سال‌های مختلف-رودخانه خرچنگ رود ایستگاه باباقاسم.**

در شکل (۴) تغییرات مقدار هدایت الکتریکی برای ایستگاه وسج ارائه شده است. همانطوری‌که در این شکل دیده می شود، مقدار هدایت الکتریکی در طی دوره ۳۸ ساله دارای نوسان بالایی است که نشان از کاهش کیفیت آب این ایستگاه در سال‌های مختلف دارد. در شکل (۵) تغییرات مقدار هدایت الکتریکی برای ایستگاه دوآب ارائه شده است. همانطوری‌که در این شکل دیده می‌شود، مقدار هدایت الکتریکی در طی دوره ۵۴ ساله بین ۳۰۰ تا ۶۵۰ میکروموس بر سانتیمتر در نوسان بوده است که نشان می دهد مقدار هدایت الکتریکی آب رودخانه گاماسیاب بعد از ورود شاخه‌های خرچنگ‌رود و آب ملایر (از کیفیت عالی در ایستگاه سنگ سوراخ) مقداری کیفیتش کاهش می‌یابد.




**شکل (۴): تغییرات مقدار هدایت الکتریکی در سال‌های مختلف-رودخانه آب ملایر ایستگاه وسج.**




**شکل (۵): تغییرات مقدار هدایت الکتریکی در سال‌های مختلف-رودخانه گاماسیاب ایستگاه دوآب.**

## نتایج بررسی وضعیت آب رودخانه‌ها برای مصرف شرب

بررسی وضعیت آب رودخانه برای مصرف شرب در ایستگاه‌ها صورت گرفت. نمودار شولر برای ایستگاه سنگ سوراخ، وضعیت آب رودخانه در این ایستگاه را از نظر مصرف شرب، در کلاس نامناسب نشان می‌دهد و برای مصرف شرب مشکلی ندارد. همچنین نمودار شولر برای ایستگاه باباقاسم، وضعیت آب رودخانه خرچنگ رود در این ایستگاه را از نظر مصرف شرب، در کلاس نامناسب نشان می‌دهد که برای مصرف شرب مشکلی ندارد. وضعیت آب رودخانه آب ملایر در این ایستگاه وسج با نمودار شولر بیان کننده این است که وضعیت آب از نظر مصرف شرب، در کلاس نامناسب قرار گرفته و برای مصرف شرب مشکلی ندارد. بررسی وضعیت کیفیت آب رودخانه گاماسیاب در ایستگاه دوآب با نمودار شولر نشان دهنده این است که وضعیت آب رودخانه در این ایستگاه از نظر مصرف شرب، در کلاس نامناسب قرار گرفته و برای مصرف شرب مشکلی ندارد.

## نتایج بررسی وضعیت آب رودخانه‌ها برای مصرف کشاورزی

برای بررسی وضعیت کیفی آب برای مصارف آبیاری از نمودار ویلکاکس استفاده می‌شود. نمودار ویلکاکس برای ایستگاه سنگ سوراخ نشان دهنده این است که بیشتر نمونه‌های آب در کلاس C2-S1 قرار گرفته و تعدادی از نمونه‌ها هم در کلاس C1-S1 قرار دارندکه از نظر کیفیت برای آبیاری در وضیت خوبی قرار دارند. نمودار ویلکاکس برای ایستگاه باباقاسم بیان کننده این مطلب است که تعداد زیادی از نمونه‌های آب در کلاس C2-S1 قرار گرفته و چند تا نمونه محدود در کلاس C3-S1 قرار دارند که از نظر کیفیت برای آبیاری در وضعیت خوبی قرار دارد. بررسی نمودار ویلکاکس برای ایستگاه وسج نشان می‌دهد که تعداد زیادی از نمونه‌های آب در کلاس C2-S1 قرار گرفته و چند تا از نمونه‌ها هم در کلاس C1-S1 قرار گرفته، یک نمونه هم در کلاس C3-S1 قرار دارند که از نظر کیفیت برای آبیاری در وضعیت خوبی قرار دارند. بررسی نمودار ویلکاکس برای ایستگاه دوآب بیان کننده این است که یک نمونه در کلاس C1-S1 و بقیه نمونه‌های آب در کلاس C2-S1 قرار دارند که از نظر کیفیت برای آبیاری در وضعیت خوبی قرار دارند.

## نتایج بررسی وضعیت آب رودخانه‌ها از نظر شاخص-های مختلف

در این بخش وضعیت آب رودخانه ها از نظر شاخص

های مختلف Ec، SAR و Na% در مقیاس‌های مختلف زمانی از دهه‌های مختلف، کل دوره و فصول مختلف در جدول (۱۳) ارائه شده است. از نظر شاخص Ec ایستگاه‌های

سنگ سوراخ، باباقاسم، وسج و دوآب در وضعیت کیفی خوب قرار دارند. از نظر شاخص SAR، همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی در وضعیت عالی قرار دارند. از نظر شاخص Na% ایستگاه سنگ سوراخ در همه مقیاس‌های زمانی در وضعیت کیفی عالی قرار دارند. ایستگاه باباقاسم در فصل تابستان دارای وضعیت کیفی خوب می‌باشد، ایستگاه وسج در دهه ۷۸-۱۳۶۹و فصل تابستان در وضعیت کیفی خوب قرار دارند. ایستگاه دوآب نیز در دهه ۵۸-۱۳۴۹ و فصل تابستان در وضعیت کیفی خوب قرار دارند و در بقیه مقیاس‌های زمانی در وضعیت کیفی عالی قرار دارند. در جدول (۱۴) وضعیت کیفی ایستگاه‌ها از نظر شاخص‌های MH، KI، PI و RSC مورد بررسی قرار گرفته است. بر این اساس وضعیت کیفی همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی از نظر شاخص MH، KI و RSC در وضعیت کیفی مناسب قرار دارند. براساس جدول (۱۴) وضعیت کیفی همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی از نظر شاخص نفوذپذیری PI در وضعیت کیفی متوسط قرار دارند.

**جدول(۱۳): بررسی وضعیت کیفی ایستگاه‌ها از نظر شاخص‌های Ec، SAR و Na%**

| نام ایستگاه | دوره | وضعیت کیفی از نظر شاخص Ec | | وضعیت کیفی از نظر شاخص SAR | | وضعیت کیفی از نظر شاخص Na٪ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی |
| سنگ سوراخ | ۱۳۴۹-۵۸ | ۲۶۸.۷۳ | خوب | ۰.۳۵ | عالی | ۱۴.۲۴ | عالی |
| | ۱۳۵۹-۶۸ | ۲۷۴.۸۵ | خوب | ۰.۲۵ | عالی | ۱۰.۰۰ | عالی |
| | ۱۳۶۹-۷۸ | ۲۹۴.۹۱ | خوب | ۰.۳۰ | عالی | ۱۱.۰۱ | عالی |
| | ۱۳۷۹-۸۸ | ۳۳۱.۱۹ | خوب | ۰.۲۹ | عالی | ۱۰.۳۴ | عالی |
| | ۱۳۸۹-۹۸ | ۳۳۲.۰۳ | خوب | ۰.۲۸ | عالی | ۱۰.۵۴ | عالی |
| | ۱۳۹۹-۱۴۰۲ | ۲۸۰.۰۰ | خوب | ۰.۲۶ | عالی | ۱۰.۱۴ | عالی |
| | کل دوره | ۳۰۲.۰۳ | خوب | ۰.۲۹ | عالی | ۱۱.۱۷ | عالی |
| | فصل بهار | ۲۹۲.۷۸ | خوب | ۰.۲۸ | عالی | ۱۰.۵۰ | عالی |
| | فصل تابستان | ۲۹۳.۰۸ | خوب | ۰.۳۳ | عالی | ۱۲.۹۶ | عالی |
| | فصل پاییز | ۳۰۳.۶۵ | خوب | ۰.۲۷ | عالی | ۱۰.۳۲ | عالی |
| | فصل زمستان | ۳۱۵.۸۶ | خوب | ۰.۳۰ | عالی | ۱۱.۳۵ | عالی |
| باباقاسم | ۱۳۴۹-۵۸ | - | - | - | - | - | - |
| | ۱۳۵۹-۶۸ | ۵۷۹.۶۶ | خوب | ۰.۸۶ | عالی | ۱۹.۰۷ | عالی |
| | ۱۳۶۹-۷۸ | ۵۴۳.۰۲ | خوب | ۰.۵۹ | عالی | ۱۷.۰۸ | عالی |
| | ۱۳۷۹-۸۸ | ۴۹۷.۱۷ | خوب | ۰.۴۶ | عالی | ۱۳.۰۹ | عالی |
| | ۱۳۸۹-۹۸ | ۳۸۸.۳۴ | خوب | ۰.۳۷ | عالی | ۱۲.۹۸ | عالی |
| | ۱۳۹۹-۱۴۰۲ | ۵۸۴.۵۵ | خوب | ۰.۵۱ | عالی | ۱۴.۰۴ | عالی |
| | کل دوره | ۵۰۲.۵۶ | خوب | ۰.۵۴ | عالی | ۱۵.۱۰ | عالی |
| | فصل بهار | ۴۱۴.۸۴ | خوب | ۰.۴۶ | عالی | ۱۴.۳۴ | عالی |
| | فصل تابستان | ۵۴۶.۵۴ | خوب | ۰.۹۰ | عالی | ۲۰.۴۵ | خوب |
| | فصل پاییز | ۴۷۱.۶۱ | خوب | ۰.۴۱ | عالی | ۱۲.۲۹ | عالی |
| | فصل زمستان | ۴۶۹.۴۳ | خوب | ۰.۵۷ | عالی | ۱۶.۰۹ | عالی |
| وسج | ۱۳۴۹-۵۸ | - | - | - | - | - | - |
| | ۱۳۵۹-۶۸ | ۵۳۱.۷۸ | خوب | ۰.۶۹ | عالی | ۱۸.۳۸ | عالی |

| نام ایستگاه | دوره | وضعیت کیفی از نظر شاخص Ec | | وضعیت کیفی از نظر شاخص SAR | | وضعیت کیفی از نظر شاخص Na٪ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی |
| | ۱۳۶۹-۷۸ | ۵۷۷.۲۱ | خوب | ۰.۸۴ | عالی | ۲۱.۹۱ | خوب |
| | ۱۳۷۹-۸۸ | ۵۲۶.۳۶ | خوب | ۰.۶۶ | عالی | ۱۸.۲۲ | عالی |
| | ۱۳۸۹-۹۸ | ۴۷۶.۷۴ | خوب | ۰.۶۰ | عالی | ۱۷.۰۵ | عالی |
| | ۱۳۹۹-۱۴۰۲ | ۴۷۹.۱۸ | خوب | ۰.۳۲ | عالی | ۱۰.۲۲ | عالی |
| | کل دوره | ۵۲۳.۱۲ | خوب | ۰.۶۶ | عالی | ۱۷.۹۷ | عالی |
| | فصل بهار | ۴۹۲.۸۲ | خوب | ۰.۶۸ | عالی | ۱۸.۸۶ | عالی |
| | فصل تابستان | ۶۳۴.۶۹ | خوب | ۱.۰۱ | عالی | ۲۴.۳۹ | خوب |
| | فصل پاییز | ۵۴۸.۸۰ | خوب | ۰.۵۴ | عالی | ۱۴.۹۴ | عالی |
| | فصل زمستان | ۴۸۴.۶۴ | خوب | ۰.۵۶ | عالی | ۱۶.۳۲ | عالی |
| | ۱۳۴۹-۵۸ | ۴۲۱.۴۹ | خوب | ۰.۷۲ | عالی | ۲۱.۸۱ | خوب |
| | ۱۳۵۹-۶۸ | ۴۷۶.۸۹ | خوب | ۰.۴۷ | عالی | ۱۴.۰۳ | عالی |
| | ۱۳۶۹-۷۸ | ۵۰۲.۰۰ | خوب | ۰.۷۵ | عالی | ۱۷.۷۵ | عالی |
| | ۱۳۷۹-۸۸ | ۴۷۲.۹۱ | خوب | ۰.۵۱ | عالی | ۱۵.۳۹ | عالی |
| | ۱۳۸۹-۹۸ | ۵۲۸.۸۲ | خوب | ۰.۵۰ | عالی | ۱۴.۰۴ | عالی |
| دوآب | ۱۳۹۹-۱۴۰۲ | ۴۷۱.۷۵ | خوب | ۰.۴۸ | عالی | ۱۴.۷۰ | عالی |
| | کل دوره | ۴۷۷.۷۳ | خوب | ۰.۵۹ | عالی | ۱۶.۵۹ | عالی |
| | فصل بهار | ۴۳۲.۳۵ | خوب | ۰.۴۸ | عالی | ۱۴.۹۲ | عالی |
| | فصل تابستان | ۵۱۷.۲۸ | خوب | ۰.۷۱ | عالی | ۲۰.۰۷ | خوب |
| | فصل پاییز | ۴۹۳.۸۶ | خوب | ۰.۵۲ | عالی | ۱۵.۰۹ | عالی |
| | فصل زمستان | ۴۷۶.۹۱ | خوب | ۰.۶۶ | عالی | ۱۶.۸۸ | عالی |

**جدول(۱۴):بررسی وضعیت کیفی ایستگاه‌ها از نظر شاخص‌های MH، KI، PI و RSC**

| نام ایستگاه | دوره | وضعیت کیفی از نظر شاخص MH | | وضعیت کیفی از نظر شاخص KI | | وضعیت کیفی از نظر شاخص PI | | وضعیت کیفی از نظر شاخص RSC | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی |
| | ۱۳۴۹-۵۸ | ۲۳.۱۶ | مناسب | ۰.۱۶ | مناسب | ۶۷.۰۰ | متوسط | -۰.۱۸ | مناسب |
| | ۱۳۵۹-۶۸ | ۱۷.۷۲ | مناسب | ۰.۱۱ | مناسب | ۶۲.۹۶ | متوسط | -۰.۳۳ | مناسب |
| | ۱۳۶۹-۷۸ | ۲۴.۹۶ | مناسب | ۰.۱۳ | مناسب | ۶۰.۸۸ | متوسط | -۰.۴۶ | مناسب |
| | ۱۳۷۹-۸۸ | ۲۷.۵۵ | مناسب | ۰.۱۲ | مناسب | ۵۸.۹۶ | متوسط | -۰.۲۹ | مناسب |
| سنگ | ۱۳۸۹-۹۸ | ۲۸.۹۰ | مناسب | ۰.۱۲ | مناسب | ۶۱.۸۷ | متوسط | -۰.۱۱ | مناسب |
| سوراخ | ۱۳۹۹-۱۴۰۲ | ۲۵.۸۷ | مناسب | ۰.۱۱ | مناسب | ۶۲.۳۲ | متوسط | -۰.۳۲ | مناسب |
| | کل دوره | ۲۵.۴۲ | مناسب | ۰.۱۳ | مناسب | ۶۲.۱۷ | متوسط | -۰.۲۷ | مناسب |
| | فصل بهار | ۲۴.۹۴ | مناسب | ۰.۱۲ | مناسب | ۶۲.۱۶ | متوسط | -۰.۲۷ | مناسب |
| | فصل تابستان | ۲۷.۷۲ | مناسب | ۰.۱۴ | مناسب | ۶۴.۴۰ | متوسط | -۰.۲۳ | مناسب |
| | فصل پاییز | ۲۴.۹۷ | مناسب | ۰.۱۲ | مناسب | ۶۱.۴۳ | متوسط | -۰.۲۹ | مناسب |

| نام ایستگاه | دوره | وضعیت کیفی از نظر شاخص MH | | وضعیت کیفی از نظر شاخص KI | | وضعیت کیفی از نظر شاخص PI | | وضعیت کیفی از نظر شاخص RSC | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی |
| | فصل زمستان | ۲۴.۷۳ | مناسب | ۰.۱۳ | مناسب | ۶۱.۳۴ | متوسط | -۰.۲۷ | مناسب |
| | ۱۳۴۹-۵۸ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۱۳۵۹-۶۸ | ۳۴.۵۱ | مناسب | ۰.۲۹ | مناسب | ۵۵.۹۶ | متوسط | -۰.۵۸ | مناسب |
| | ۱۳۶۹-۷۸ | ۳۸.۳۹ | مناسب | ۰.۲۰ | مناسب | ۵۲.۸۱ | متوسط | -۰.۷۶ | مناسب |
| | ۱۳۷۹-۸۸ | ۳۴.۳۰ | مناسب | ۰.۱۵ | مناسب | ۵۳.۰۸ | متوسط | -۰.۳۱ | مناسب |
| | ۱۳۸۹-۹۸ | ۳۶.۹۰ | مناسب | ۰.۱۴ | مناسب | ۵۸.۶۲ | متوسط | -۰.۲۵ | مناسب |
| باباقاسم | ۱۳۹۹-۱۴۰۲ | ۳۰.۴۹ | مناسب | ۰.۱۵ | مناسب | ۴۸.۸۷ | متوسط | -۰.۸۰ | مناسب |
| | کل دوره | ۳۵.۴۹ | مناسب | ۰.۱۸ | مناسب | ۵۴.۱۹ | متوسط | -۰.۵۰ | مناسب |
| | فصل بهار | ۳۲.۸۵ | مناسب | ۰.۱۷ | مناسب | ۵۵.۶۱ | متوسط | -۰.۳۸ | مناسب |
| | فصل تابستان | ۳۹.۴۹ | مناسب | ۰.۳۰ | مناسب | ۵۸.۰۰ | متوسط | -۰.۴۸ | مناسب |
| | فصل پاییز | ۳۳.۴۷ | مناسب | ۰.۱۴ | مناسب | ۵۰.۴۸ | متوسط | -۰.۶۶ | مناسب |
| | فصل زمستان | ۳۷.۸۲ | مناسب | ۰.۲۰ | مناسب | ۵۴.۷۴ | متوسط | -۰.۴۵ | مناسب |
| | ۱۳۴۹-۵۸ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۱۳۵۹-۶۸ | ۳۴.۹۶ | مناسب | ۰.۲۳ | مناسب | ۵۲.۶۶ | متوسط | -۱.۰۶ | مناسب |
| | ۱۳۶۹-۷۸ | ۴۷.۴۲ | مناسب | ۰.۲۸ | مناسب | ۵۳.۳۳ | متوسط | -۱.۱۹ | مناسب |
| | ۱۳۷۹-۸۸ | ۴۰.۳۷ | مناسب | ۰.۲۳ | مناسب | ۵۴.۶۷ | متوسط | -۰.۷۶ | مناسب |
| | ۱۳۸۹-۹۸ | ۳۱.۱۱ | مناسب | ۰.۲۲ | مناسب | ۵۷.۶۳ | متوسط | -۰.۳۷ | مناسب |
| وسج | ۱۳۹۹-۱۴۰۲ | ۳۰.۸۲ | مناسب | ۰.۱۱ | مناسب | ۵۰.۳۲ | متوسط | -۰.۴۷ | مناسب |
| | کل دوره | ۳۸.۶۳ | مناسب | ۰.۲۳ | مناسب | ۵۴.۲۱ | متوسط | -۰.۷۸ | مناسب |
| | فصل بهار | ۳۸.۱۳ | مناسب | ۰.۲۵ | مناسب | ۵۶.۹۳ | متوسط | -۰.۵۹ | مناسب |
| | فصل تابستان | ۴۰.۴۲ | مناسب | ۰.۳۳ | مناسب | ۵۵.۱۲ | متوسط | -۱.۰۳ | مناسب |
| | فصل پاییز | ۳۹.۳۴ | مناسب | ۰.۱۷ | مناسب | ۴۹.۷۴ | متوسط | -۱.۰۶ | مناسب |
| | فصل زمستان | ۳۷.۶۱ | مناسب | ۰.۲۰ | مناسب | ۵۴.۴۰ | متوسط | -۰.۶۶ | مناسب |
| | ۱۳۴۹-۵۸ | ۴۵.۰۵ | مناسب | ۰.۲۷ | مناسب | ۶۱.۸۷ | متوسط | -۰.۱۹ | مناسب |
| | ۱۳۵۹-۶۸ | ۳۴.۵۵ | مناسب | ۰.۱۶ | مناسب | ۵۲.۹۹ | متوسط | -۰.۶۱ | مناسب |
| | ۱۳۶۹-۷۸ | ۴۴.۴۰ | مناسب | ۰.۲۵ | مناسب | ۵۶.۵۷ | متوسط | -۰.۶۵ | مناسب |
| | ۱۳۷۹-۸۸ | ۳۹.۵۸ | مناسب | ۰.۱۸ | مناسب | ۵۴.۰۵ | متوسط | -۰.۵۳ | مناسب |
| | ۱۳۸۹-۹۸ | ۳۲.۸۴ | مناسب | ۰.۱۷ | مناسب | ۵۰.۶۸ | متوسط | -۰.۳۹ | مناسب |
| دوآب | ۱۳۹۹-۱۴۰۲ | ۳۸.۷۲ | مناسب | ۰.۱۷ | مناسب | ۵۴.۲۴ | متوسط | -۰.۳۷ | مناسب |
| | کل دوره | ۳۹.۰۷ | مناسب | ۰.۲۰ | مناسب | ۵۵.۱۶ | متوسط | -۰.۴۷ | مناسب |
| | فصل بهار | ۳۷.۳۰ | مناسب | ۰.۱۷ | مناسب | ۵۶.۳۲ | متوسط | -۰.۳۷ | مناسب |
| | فصل تابستان | ۴۳.۰۷ | مناسب | ۰.۲۵ | مناسب | ۵۵.۸۷ | متوسط | -۰.۴۳ | مناسب |
| | فصل پاییز | ۳۸.۴۹ | مناسب | ۰.۱۷ | مناسب | ۵۲.۳۱ | متوسط | -۰.۵۴ | مناسب |
| | فصل زمستان | ۳۷.۹۶ | مناسب | ۰.۲۳ | مناسب | ۵۶.۲۸ | متوسط | -۰.۵۳ | مناسب |

## نتایج بررسی وضعیت آب رودخانه‌ها برای مصارف صنعتی

در این بخش وضعیت آب رودخانه‌ها از نظر شاخص‌های مختلف خورندگی LI، RI، پورکوریوس PI و AI در مقیاس های مختلف زمانی از دهه‌های مختلف، کل دوره و فصول مختلف در جدول (۱۵) ارائه شده است. از نظر شاخص LI ایستگاه‌های سنگ سوراخ، باباقاسم، وسج و دوآب در وضعیت کیفی تجزیه کربنات کلسیم قرار دارند. از نظر شاخص RI، آب همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی دارای خورندگی شدید است. از نظر شاخص پورکوریوس PI، آب همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی دارای خورندگی است. از نظر شاخص AI، آب همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی دارای خورندگی متوسط است.

**جدول (۱۵):بررسی وضعیت کیفی آب ایستگاه‌ها از نظر شاخص‌های خورندگی.**

| نام ایستگاه | دوره | وضعیت کیفی از نظر شاخص LI | | وضعیت کیفی از نظر شاخص RI | | وضعیت کیفی از نظر شاخص پوکوریوس PI | | وضعیت کیفی از نظر شاخص AI | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی |
| سنگ سوراخ | ۱۳۴۹-۵۸ | -۰.۷۷ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۵۶ | خورندگی شدید | ۱۶.۲۲ | خورنده | ۱۱.۰۷ | خورندگی متوسط |
| | ۱۳۵۹-۶۸ | -۱.۰۷ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۹۶ | خورندگی شدید | ۱۶.۶۷ | خورنده | ۱۰.۷۴ | خورندگی متوسط |
| | ۱۳۶۹-۷۸ | -۰.۹۰ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۸۰ | خورندگی شدید | ۱۶.۶۲ | خورنده | ۱۱.۰۳ | خورندگی متوسط |
| | ۱۳۷۹-۸۸ | -۰.۸۳ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۵۷ | خورندگی شدید | ۱۶.۱۸ | خورنده | ۱۱.۰۴ | خورندگی متوسط |
| | ۱۳۸۹-۹۸ | -۰.۹۳ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۶۸ | خورندگی شدید | ۱۶.۱۷ | خورنده | ۱۰.۹۰ | خورندگی متوسط |
| | ۱۳۹۹-۱۴۰۲ | -۱.۰۵ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۹۱ | خورندگی شدید | ۱۶.۵۴ | خورنده | ۱۰.۷۹ | خورندگی متوسط |
| | کل دوره | -۰.۹۰ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۷۱ | خورندگی شدید | ۱۶.۳۵ | خورنده | ۱۰.۹۶ | خورندگی متوسط |
| | فصل بهار | -۱.۰۰ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۸۸ | خورندگی شدید | ۱۶.۵۷ | خورنده | ۱۰.۸۹ | خورندگی متوسط |
| | فصل تابستان | -۰.۸۵ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۶۴ | خورندگی شدید | ۱۶.۲۴ | خورنده | ۱۱.۰۲ | خورندگی متوسط |
| | فصل پاییز | -۰.۹۱ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۷۳ | خورندگی شدید | ۱۶.۴۳ | خورنده | ۱۰.۹۵ | خورندگی متوسط |
| | فصل زمستان | -۰.۸۴ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۵۸ | خورندگی شدید | ۱۶.۱۵ | خورنده | ۱۰.۹۸ | خورندگی متوسط |
| باباقاسم | ۱۳۴۹-۵۸ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۱۳۵۹-۶۸ | -۰.۲۴ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۴۷ | خورندگی شدید | ۱۴.۵۷ | خورنده | ۱۱.۸۱ | خورندگی متوسط |
| | ۱۳۶۹-۷۸ | -۰.۳۹ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۷۹ | خورندگی شدید | ۱۵.۰۰ | خورنده | ۱۱.۶۵ | خورندگی متوسط |
| | ۱۳۷۹-۸۸ | -۰.۵۱ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۹۶ | خورندگی شدید | ۱۵.۲۹ | خورنده | ۱۱.۴۶ | خورندگی متوسط |
| | ۱۳۸۹-۹۸ | -۰.۷۵ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۳۷ | خورندگی شدید | ۱۵.۷۰ | خورنده | ۱۱.۱۶ | خورندگی متوسط |
| | ۱۳۹۹-۱۴۰۲ | -۰.۴۰ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۶۱ | خورندگی شدید | ۱۴.۶۱ | خورنده | ۱۱.۴۹ | خورندگی متوسط |
| | کل دوره | -۰.۴۹ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۹۱ | خورندگی شدید | ۱۵.۱۴ | خورنده | ۱۱.۵۲ | خورندگی متوسط |
| | فصل بهار | -۰.۵۳ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۰۲ | خورندگی شدید | ۱۵.۳۷ | خورنده | ۱۱.۴۲ | خورندگی متوسط |
| | فصل تابستان | -۰.۵۲ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۸۵ | خورندگی شدید | ۱۴.۷۸ | خورنده | ۱۱.۶۲ | خورندگی متوسط |
| | فصل پاییز | -۰.۵۳ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۰۰ | خورندگی شدید | ۱۵.۳۴ | خورنده | ۱۱.۴۴ | خورندگی متوسط |
| | فصل زمستان | -۰.۴۰ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۷۶ | خورندگی شدید | ۱۴.۹۲ | خورنده | ۱۱.۵۸ | خورندگی متوسط |
| وسج | ۱۳۴۹-۵۸ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ۱۳۵۹-۶۸ | -۰.۲۳ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۴۹ | خورندگی شدید | ۱۴.۶۴ | خورنده | ۱۱.۷۶ | خورندگی متوسط |

| نام ایستگاه | دوره | وضعیت کیفی از نظر شاخص LI | | وضعیت کیفی از نظر شاخص RI | | وضعیت کیفی از نظر شاخص پوکوریوس PI | | وضعیت کیفی از نظر شاخص AI | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی | مقدار شاخص | وضعیت کیفی |
| | **۱۳۶۹-۷۸** | -۰.۲۵ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۴۸ | خورندگی شدید | ۱۴.۴۰ | خورنده | ۱۱.۷۸ | خورندگی متوسط |
| | **۱۳۷۹-۸۸** | -۰.۳۳ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۶۷ | خورندگی شدید | ۱۴.۸۴ | خورنده | ۱۱.۷۱ | خورندگی متوسط |
| | **۱۳۸۹-۹۸** | -۰.۴۶ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۸۵ | خورندگی شدید | ۱۵.۰۳ | خورنده | ۱۱.۵۰ | خورندگی متوسط |
| | **۱۳۹۹-۱۴۰۲** | -۰.۶۰ | تجزیه کربنات کلسیم | ۹.۰۹ | خورندگی شدید | ۱۵.۴۷ | خورنده | ۱۱.۲۸ | خورندگی متوسط |
| | **کل دوره** | -۰.۳۶ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۶۹ | خورندگی شدید | ۱۴.۸۲ | خورنده | ۱۱.۶۵ | خورندگی متوسط |
| | **فصل بهار** | -۰.۴۱ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۷۷ | خورندگی شدید | ۱۴.۸۵ | خورنده | ۱۱.۵۹ | خورندگی متوسط |
| | **فصل تابستان** | -۰.۰۸ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۱۲ | خورندگی شدید | ۱۳.۸۶ | خورنده | ۱۱.۸۹ | خورندگی متوسط |
| | **فصل پاییز** | -۰.۳۲ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۷۱ | خورندگی شدید | ۱۵.۰۵ | خورنده | ۱۱.۷۰ | خورندگی متوسط |
| | **فصل زمستان** | -۰.۴۶ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۸۷ | خورندگی شدید | ۱۵.۰۸ | خورنده | ۱۱.۵۲ | خورندگی متوسط |
| | **۱۳۴۹-۵۸** | -۰.۳۰ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۶۹ | خورندگی شدید | ۱۵.۴۴ | خورنده | ۱۱.۶۷ | خورندگی متوسط |
| | **۱۳۵۹-۶۸** | -۰.۳۸ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۷۷ | خورندگی شدید | ۱۵.۰۸ | خورنده | ۱۱.۵۴ | خورندگی متوسط |
| | **۱۳۶۹-۷۸** | -۰.۳۹ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۷۹ | خورندگی شدید | ۱۴.۹۶ | خورنده | ۱۱.۷۰ | خورندگی متوسط |
| | **۱۳۷۹-۸۸** | -۰.۴۹ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۸۹ | خورندگی شدید | ۱۵.۰۲ | خورنده | ۱۱.۵۹ | خورندگی متوسط |
| | **۱۳۸۹-۹۸** | -۰.۲۶ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۵۴ | خورندگی شدید | ۱۴.۷۷ | خورنده | ۱۱.۶۵ | خورندگی متوسط |
| **دوآب** | **۱۳۹۹-۱۴۰۲** | -۰.۲۵ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۶۹ | خورندگی شدید | ۱۵.۱۷ | خورنده | ۱۱.۶۷ | خورندگی متوسط |
| | **کل دوره** | -۰.۳۶ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۷۴ | خورندگی شدید | ۱۴.۹۵ | خورنده | ۱۱.۶۱ | خورندگی متوسط |
| | **فصل بهار** | -۰.۵۰ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۹۷ | خورندگی شدید | ۱۵.۲۵ | خورنده | ۱۱.۴۴ | خورندگی متوسط |
| | **فصل تابستان** | -۰.۲۴ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۵۲ | خورندگی شدید | ۱۴.۵۸ | خورنده | ۱۱.۷۳ | خورندگی متوسط |
| | **فصل پاییز** | -۰.۳۶ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۷۳ | خورندگی شدید | ۱۴.۹۹ | خورنده | ۱۱.۶۱ | خورندگی متوسط |
| | **فصل زمستان** | -۰.۳۳ | تجزیه کربنات کلسیم | ۸.۶۹ | خورندگی شدید | ۱۴.۹۰ | خورنده | ۱۱.۶۷ | خورندگی متوسط |

## نتیجه‌گیری

در این مطالعه وضعیت کیفی آب رودخانه گاماسیاب در شهرستان نهاوند و شاخه‌های فرعی که به آن وارد می‌شوند از دیاگرام ویلکاکس، دیاگرام شولر، و شاخص‌های مختلف در مقیاس‌های مختلف زمانی سالانه، فصلی، دهه‌های مختلف و کل دوره آماری بررسی شد. کیفیت آب در چهار ایستگاه سنگ سوراخ، باباقاسم، وسج و دوآب در این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت. وضعیت کیفی آب ایستگاه‌ها در مقیاس‌های زمانی مختلف از نظر شاخص‌های مختلف Ec، SAR، Na%، MH، KI، PI، RSC، MH، KI، و RSC و شاخص‌های مختلف خورندگی LI، RI، پورکوریوس PI و AI، مورد بررسی قرار گرفت.

از نظر شاخص Ec ایستگاه‌های سنگ سوراخ، باباقاسم، وسج و دوآب در وضعیت کیفی خوب قرار دارند. از نظر شاخص SAR، همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی در وضعیت عالی قرار دارند. از نظر شاخص Na% ایستگاه سنگ سوراخ در همه مقیاس‌های زمانی در وضعیت کیفی عالی قرار دارند. ایستگاه باباقاسم در فصل تابستان دارای وضعیت کیفی خوب می‌باشد، ایستگاه وسج در دهه ۷۸-۱۳۶۹و فصل تابستان در وضعیت کیفی خوب قرار دارند. ایستگاه دوآب نیز در دهه ۵۸-۱۳۴۹ و فصل تابستان در وضعیت کیفی خوب قرار دارند و در بقیه مقیاس‌های زمانی در وضعیت کیفی عالی قرار دارند. وضعیت کیفی همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی از نظر شاخص MH، KI و RSC در وضعیت کیفی مناسب قرار دارند. وضعیت

کیفی همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی از نظر شاخص نفوذپذیری PI در وضعیت کیفی متوسط قرار دارند. از نظر شاخص LI ایستگاه‌های سنگ سوراخ، باباقاسم، وسج و دوآب در وضعیت کیفی تجزیه کربنات کلسیم قرار دارند. از نظر شاخص RI، آب همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی دارای خورندگی شدید است. از نظر شاخص پورکوریوس PI، آب همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی دارای خورندگی است. از نظر شاخص AI، آب همه ایستگاه‌ها در همه مقیاس‌های زمانی دارای خورندگی متوسط است. بررسی نتایج نشان داد که به طور کلی وضعیت کیفی آب ایستگاه‌های مورد مطالعه از نظر شاخص های مختلف برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعت مناسب می‌باشد.

## تقدیر و تشکر

نویسندگان این تحقیق، از شرکت آب منطقه‌ای همدان به دلیل در اختیار قرار دادن اطلاعات مورد نیاز این مطالعه، کمال تقدیر و تشکر را بعمل می‌آورند.

## منابع

بیگلری، م.ر.، س. سیما، و م. سعادت‌پور. ۱۳۹۷. مدل‌سازی و مدیریت کیفیت آب رودخانه با رویکرد کنترل آلودگی در مبدأ به منظور تأمین سلامت آبزیان (مطالعه موردی: زرینه‌رود). تحقیقات منابع آب ایران، دوره ۱۴، شماره ۵، ص ۷۰-۵۷.

پیری علم، ر.، ق.ا. شمس خرم آبادی، م.ر. شاه منصوری، و م. فرزاد کیا. ۱۳۸۷. تعیین پتانسیل خورندگی یا رسوب‌گذاری آب آشامیدنی شبکه‌های توزیع شهر خرم آباد با استفاده از اندیس‌های خوردگی. فصلنامه علمی-پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان، دوره دهم، شماره ۳، ص۸۶-۷۹.

پیشنمازی، س.ا. ۱۳۸۲. نقش آب و کنترل خوردگی در صنایع، با تحلیلی از نمونه‌های خوردگی، انتشارات ارکان دانش، چاپ دوم، صص ۵۱۸.

مختاری، س ا.، م. عالیقدری، ص. حضرتی، ه. صادقی، ن. قراری، و ل. قربانی. ۱۳۸۹. ارزیابی وضعیت خورندگی و رسوبگذاری شبکه ی توزیع آب آشامیدنی شهر اردبیل با استفاده از شاخص‌های لانژلیر و رایزنر. مجله علمی پژوهشی سلامت و بهداشت اردبیل، جلد ۱، شماره ۱، ص. ۲۳-۱۴.

مقیمی‌نژاد، س.، ک. ابراهیمی، و ر. کراچیان. ۱۳۹۶. مطالعه تغییرات فصلی خودپالایی رودخانه کارون. نشریه مهندسی عمران امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، دوره ۴۹، شماره ۴، ص ۶۳۴-۶۲۱.

Abdeveis, S., H. Sedghi, H. Hassonizadeh and H. Babazadeh. 2020. Application of water quality index and water quality model QUAL2K for evaluation of pollutants in Dez River, Iran. Journal of Water Resources, 47(5):892-903.

Aghazadeh, N., and A. Asghari Mogaddam. 2010. Assessment of groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural uses in the Oshnavieh area, northwest of Iran. Journal of Environmental Protection, 1: 30-40.

Babamiri, O., A. Vanaei, X. Guo, P. Wu, A. Richter and K.T.W. Ng. 2021. Numerical simulation of water quality and self-purification in a mountainous river using QUAL2KW. Journal of Environmental Informatics, 37(1):26-35.

Dezuane, J.P.E. 1997. Hand Book of Drinking water Quality. Second Edition, books.google.com.

Doneen, L.D. 1975. Water quality for irrigated agriculture. Plants in saline environments, pp.56- 76. Springer, Berlin, Heidelberg.

Handa, B.K. 1969. Description and Classification of Media for Hydrogeochemichal Investigation. Symposium on Groundwater Studies in Arid and Semi-arid Regions.

Kelly, W.P. 1963. Use of Saline Irrigation Water. Soil science, 95(6): 385-391.

Paliwal, K.V. 1972. Irrigation with Saline Water. Water Technology Centre, Indian Agriculture Research Institute, New Delhi, pp. 769.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agricultural Handbook 60, USDA and IBH Publishing Co. Ltd. New Delhi, India, pp.98-99.

Rossum, J.R. and D.T. Merrill. 1983. An Evaluation of the Calcium Carbonate Saturation Index. Journal-American Water Works Association. 75 (2):95-100.
Todd, D.K. 1955. Groundwater Hydrology. John Wiley and Sons Publications, 3rd Ed, New York.
Wilcox, L.V. 1955. Classification and Use of Irrigation Water, Washington: US Department of Agriculture. Circular No.969, pp. 19.