Journal of Geography and Planning
Online ISSN: 2717-3534 Print ISSN: 2008-8078
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

Investigating of changes in the chemical quality of surface water sources in Hashtrud's Qaranquchai River

Masoumeh Rajabi [1]✉ | Fariba Karami [2] | Majid Ranjbari, [3]

1. Corresponding author, Professor, Department of Geomorphology, University of Tabriz.E-mai: Mrajabi@tabrizu.ac.ir
2. Professor, Department of Geomorphology, University of Tabriz,. E-mail: fkarami@tabrizu.ac.ir
3. PhD student in Geomorphology, University of Tabriz, E-mail: Ranjbarim90@Gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 8 June 2023
Received in revised form 30 July 2023
Accepted 19 August 2023
Published online 20 November 2024

Keywords:
land use, Hydrochemistry of water, Nonparametric test, Qaranquchai basin.

ABSTRACT

The rivers are the most important supplies of fresh and agricultural water in the cities and villages. The importance of chemical quality of waters is becoming increasingly important due to the increase and diversity of Anthropogenic activities in the urban and rural environments. Therefore, the current study aimed to investigate the trend of land use changes and the chemical quality of surface water in a period of twenty years in the Qaranquchai River in Hashtrud Ccounty. The Qaranquchai is one of the sub-basins of Qezel Ozen River in the northwest of the country. In this research, Land use maps for the years 2021 and 2001 were prepared and drawn using Sentinel 2 and Landsat 7 satellite images, and were examined their changes. The chemical quality data of surface water in the hydrometric stations of the Qaranquchai basin, including Mg, Ca, EC, TDS, Cl, HCO, SO4, K and Na were obtained from the Regional Water Organization of East Azarbaijan province from 2000 to 2020. Then, their changes over 20 years were analyzed using the Mann-Kendall test. The results of the analysis of land use changes showed that in 2001, the largest area of land use was pasture, while in 2021, rainfed land had the largest area in the Qaranquchai basin. In fact, during the studied years, with the increase of rainfed agricultural land from 38% to 53.1%, pasture land decreased from 60.17% to 42.3%. The results of the investigation of the changes of the chemical quality indicators of the water in the hydrometric stations in the Qarangochai river in the studied time period, showed that the trend of changes was increasing. The result of the increasing process of each of the anions and cations in the river water has caused its quality to decrease.

Cite this article: Rajabi, M., Karami, F., & Ranjbari, M. (2024). Investigating of changes in the chemical quality of surface water sources in Hashtrud's Qaranquchai Riverr. *Journal of Geography and Planning*, 28 (89), 193-215. http//doi.org/ 10.22034/GP.2023.57029.3152

© The Author(s).
Publisher: University of Tabriz.
DOI: http//doi.org/ 10.22034/GP.2023.57029.3152

Extended Abstract

Introduction:

The rivers are the most important supplies of fresh and agricultural water in the cities and villages. The importance of chemical quality of waters is becoming increasingly important due to the increase and diversity of Anthropogenic activities in the urban and rural environments, as well as the discharge of waste materials such as effluents, sewage, and toxic substances into rivers (Alizadeh, 2019). The use of hazardous toxic and chemical materials in the industries, as well as the use of insecticides, pesticides, herbicides, and the use of chemical fertilizers and animal manures in agricultural lands, increases the possibility of washing, dissolving, and carrying these toxic substances into the rivers during irrigation, which result in some changes in the hydro-chemical quality of water (Khalil et al., 2011). Regarding the vast area of the country's lands, the improper use of agricultural water resources, fertilizers, and poisons can seriously endanger the rivers' water resources, quantitatively and qualitatively. The water resources undergo physical, chemical, and biological changes due to human factors such as the different land uses (Li & Zhang, 2008). Numerous research has been done in this regard due to the importance of the subject. For example, Din Pajooh et al. (2016) used nonparametric methods to analyze the water's chemical quality in the rivers of East Azerbaijan province. The data on the concentration of ions of SO4, SAR, EC, TDS, PH, HCO3, Na, Mg, Ca, etc. were used to do so. Also, the Mann-Kendall Trend Test was used to analyze the trend. Analysis of the river's water quality using the Wilcoxon test indicated that the water quality has dropped compared to previous decades. This drop in quality is due to a decrease in the flow of water in rivers and discharging pollutants into them. Ildremi et al. (2022) comprehensively evaluated the surface water quality and its suitability for drinking and irrigation purposes in the Karun and Dez river basins. In this study, different techniques, indices, and statistical analyses were used to evaluate the spatial-temporal changes of 12 quality parameters of the water samples collected from Karun and Dez river basins over 17 years. The results indicated that river water quality was not affected by natural factors but by human factors. Crocks et al. (2021) investigated the effects of land use and covered the river water quality in the basins of Conwy and Clwyd in a village in Northern Wales, Britain. The one-way analysis of variance (ANOVA) and Spearman Rank Correlation were used in this study. The results indicated that high-quality agricultural lands positively correlate with the nitrate and phosphorus concentration and the number of coliform bacteria. In this regard, the current study aimed to investigate of changes in the chemical quality of surface water sources in the Qaranquchai River in Hashtrud City. The Qaranquchai basin is among the northwestern sub-basins of the country, stemming from the Sahand Mountains.

Methodology:

In this research, firstly, the chemical quality data of surface water in the hydrometric stations of the Qaranquchai basin, including Mg, Ca, EC, TDS, Cl, HCO, SO4, etc., were obtained from the Regional Water Organization of East Azarbaijan province from 2000 to 2020. Then, their changes over 20 years were analyzed using the Mann-Kendall test (Equation1).

$$S_{gk} = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} sgn\left(\left(X_{jgk} - X_{igk}\right), \forall 1 \le i \le j \le n\right) \quad (1)$$

The trend line slope (Sen's estimator), a useful index in the Mann-Kendall test, was obtained through equation (2).

$$\beta_{gk} = Median\left(\frac{X_{igk} - X_{jgk}}{i-j}\right), \forall 1 \le i \le j \quad (2)$$

Results and Discussion:

In the analysis of the chemical quality of the river water over twenty years, the examination of the trend of changes in the index of Total Dissolved Solids (TDS) tested by the Mann-Kendall test showed that the monthly trend of changes has been significant and increasing in each time series, except for May and June. Also, seasonal studies show that despite the increasing and positive trend of TDS changes in the spring and summer, there is a relatively balanced linear trend (Sen's slope) in the autumn and winter. Examining the trend of changes in sulfate index (SO4) showed that its change trend in the spring, summer, and autumn for the period of 2000-2020 was insignificant; however, in the winter, it was higher than the alpha level of 0.05% of the mean trend with a value of 0.559.

Furthermore, in terms of the regression trend line or the Sen's slope, except for the winter, there has been a significant increase and positive trend for the rest of the year. Examining the trend of changes in Sodium Absorption Ratio (SAR) shows that the trend of the data in most months of the year except January has had a positive and significant trend. The seasonal and annual changes are also the same. Also, the regression trend line (Sen's slope) has been increasing.

Conclusion:

The Qaranquchai basin is one of the important basins in the country's northwestern region, whose water is used for agriculture and drinking. According to the results of the current study, it can be seen that the trend of water's chemical quality reduction in the Qaranquchai River. The results show that the changes of important indicators in the study area, including potassium (k), magnesium (Mg), sodium (Na), chlorine (Cl), electrical conductivity (Ec), water-soluble solids (TDS) and sulfate (So4) the trend of data changes in monthly, seasonal and annual time series has extreme fluctuations and abnormal changes. It seems that the reason for these extreme changes and fluctuations in these time series can be related to the climatic factors of the studied basin and changes in land use, as well as the activities of some industries and even mines and the existence of urban and rural population centers in different parts of The study area should be related.

Key word: Chemical quality of water, Mann Kendall test, Qaranquchai River.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جغرافیا و برنامه ریزی
شاپا چاپی: ۸۰۷۸-۲۰۰۸ شاپا الکترونیکی: ۳۵۳۴-۲۷۱۷
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

بررسی روند تغییرات کاربری اراضی و کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی در حوضه قرنقوچای هشترود

معصومه رجبی [۱] ✉ | فریبا کرمی [۲] | مجید رنجبری [۳]

۱. استادگروه ژئومورفولوژی ، دانشگاه تبریز، (نویسنده مسئول). رایانامه: Mrajabi@tabrizu.ac.ir

۲. استادگروه ژئومورفولوژی ، دانشگاه تبریز. رایانامه: fkarami@tabrizu.ac.ir

۳. مجید رنجبری، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه، تبریز. رایانامه: Ranjbarim90@Gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۷
تاریخ انتشار: ۳۰ /۰۸/ ۱۴۰۳

کلیدواژه‌ها:
کاربری اراضی،
هیدروشیمی آب،
آزمون‌های ناپارامتری،
حوضه قرنقوچای.

چکیده

رودخانه‌ها مهمترین منبع تامین آب شیرین و کشاورزی شهرها و روستاها هستند. امروزه کیفیت شیمیایی آب‌ها رودخانه‌ها، به دلیل افزایش و تنوع فعالیت‌های انسانی در محیط‌های شهری و روستایی اهمیت روزافزونی پیدا می کند. ازاینرو، پژوهش حاضر روند تغییرات کاربری اراضی و کیفیت شیمیایی آب رودخانه قرنقوچای در دوره زمانی بیست ساله بررسی می‌کند. قرنقوچای از زیرحوضه‌های رودخانه قزل اوزن در شمال غرب کشور می‌باشد. برای دستیابی به هدف تحقیق، نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۰۱ به کمک تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۲ و لندست ۷ تهیه و ترسیم و میزان تغییرات آنها بررسی شدند. برای بررسی روند تغییرات کیفیت شمیایی آب رودخانه قرنقوچای، پارامترهای هیدروشیمی آب در بازه زمانی ۱۳۹۹-۱۳۷۹ با آزمون من-کندال تحلیل شدند. نتایج تحلیل تغییرات کاربری اراضی نشان داد که در سال ۲۰۰۱ بیشترین مساحت کاربری به اراضی مرتعی اختصاص داشت، درحالی‌که در سال ۲۰۲۱ اراضی دیم بیشترین مساحت را در حوضه قرنقوچای داشته است. در واقع طی سال-های مورد مطالعه، با افزایش اراضی کشاورزی دیم از ۳۸ درصد به ۵۳/۱ درصد، اراضی مرتعی از ۶۰/۱۷ درصد به ۴۲/۳ درصد کاهش یافته است. نتایج بررسی تغییرات شاخص‌های پتاسیم (k)، منیزیم (Mg) سدیم (Na)، کلر (Cl)، هدایت الکتریکی (Ec)، مواد جامد محلول در آب (TDS) و سولفات (So4) در ایستگاه‌های هیدرومتری موجود در رودخانه قرنقوچای در بازه زمانی مورد مطالعه، نشان داد که روند تغییرات افزایشی بوده است. نتیجه روند افزایشی هر کدام از آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در آب رودخانه موجب کاهش کیفیت آن شده است. نتایج این پژوهش می‌تواند مورد استفاده مدیران و مسئولین در راستای اجرای طرح‌های آبخیزداری و برنامه‌های عمرانی قرار گیرد.

استناد: رجبی، معصومه؛ کرمی، فریبا؛ و رنجبری، مجید (۱۴۰۳). بررسی روند تغییرات کاربری اراضی و کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی در حوضه قرنقو چای هشترود. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۸ (۸۹)، ۲۱۵-۱۹۳.

http//doi.org/10.22034/gp.2023.57904.3174

ناشر: دانشگاه تبریز.

© نویسندگان.

مقدمه

تغییرات کاربری اراضی به عنوان عامل مهم و مؤثر بر تغییرات محیط زیست، بر طیف وسیعی از شرایط زیستی محیطی و منابع طبیعی مانند کمّیت و کیفیت منابع آب، توابع اکوسیستم و غیره تأثیرگذار بوده است (اسدزاده و همکاران، ۱۳۹۷). کاربری اراضی از اساسی‌ترین ویژگی‌های اکوسیستم‌های طبیعی است که آگاهی صحیح نسبت به آن و چگونگی تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم‌ترین پیش نیازها در برنامه‌ریزی‌های محیطی می‌باشد (ماس و همکاران، ۲۰۱۴). تغییر کاربری اراضی یکی از اقدامات انسان است که می تواند بر کیفیت آب تاثیر بگذارد (ایلدریمی و همکاران، ۱۳۹۶). کیفیت آب اخیراً به یک مسئله اساسی در مدیریت حوضه‌های رودخانه‌ای تبدیل شده است (بابیچ[1] و همکاران، ۲۰۱۹). چون بسیاری از رودخانه‌ها در سراسر جهان کاهش کیفیت آب را تجربه می‌کنند (لینترن[2] و همکاران، ۲۰۱۸). عوامل مختلفی بر ترکیب آب رودخانه تاثیر می‌گذارد و باعث ایجاد تغییرات از مکانی به مکان دیگر می‌شود. کیفیت آب رودخانه نسبت به عوامل انسانی (فعالیت‌های کشاورزی، شهری و صنعتی) بسیار حساس است. همچنین فرآیندهای طبیعی (تغییرات بارش، فرسایش و هوازدگی) نیز موجب تغییر در کیفیت آب‌های سطحی برای مصارف مختلف می‌شوند (حمید[3] و همکاران، ۲۰۲۰). دخالت‌های انسانی در بیشتر کاربری‌های مختلف اراضی به بروز تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی در رودها و منابع آبی منجر می‌شود. این تغییرات عموماً منفی بوده و بهره برداری از منابع آبی را به شدت محدود می‌کنند (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۷). بدیهی است مدیریت بهینه منابع آب، نیازمند حفظ کارکردهای هیدرولوژیکی، بیولوژیکی و شیمیایی زیست بوم و تطبیق فعالیت‌های انسانی با ظرفیت اکولوژیک زیست بوم است (روسو[4] و همکاران، ۲۰۱۴). در کشور ایران مدیریت نامطلوب و استفاده نادرست از منابع آب می تواند از نظر کمی و کیفی منابع آب رودخانه‌ها را در معرض تهدید جدی قرار دهد. در حالی که بخش کشاورزی می‌بایست موجبات دستیابی بر امینت غذایی در افق ۱۴۰۴ را فراهم نماید، شواهد حاکی از تغییر گسترده کاربری اراضی و تبدیل مراتع به زمین‌های زراعی دارد. در این میان، شهرستان هشترود در استان آذربایجان شرقی که یکی از قطب‌های مهم کشاورزی بویژه تولید گندم می‌باشد با این معضل مواجه می‌باشد. قرنقوچای که از ارتفاعات سهند سرچشمه می گیرد از زیر حوضه‌های رود قزل اوزن محسوب می‌شود. در سال های اخیر به نظر می‌رسد کیفیت شیمیایی آب رودخانه قرنقو رو به کاهش می‌باشد، از اینرو مطالعه حاضر به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی و کیفیت شیمیایی آب آن می‌پردازد. پژوهش‌های زیادی در اقصی نقاط جهان در بررسی کیفیت آب و علل کاهش آن انجام شده است برای مثال، لی و ژانگ[5] (۲۰۰۸) به بررسی کیفیت شیمیایی رودخانه هان چین پرداخته‌اند و برای این منظور از روش‌های آماری چند متغیره (تجزیه به مولفه‌های اصلی) استفاده کردند. نتایج پژوهش نشان داد که زمین‌هایی با کاربری کشاورزی باعث آلودگی آب شده است، در حالی که کاربری جنگل در آلودگی جریان بی تاثیر بوده است. بابیچ و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی کیفیت آب سطحی را در بخشی از حوضه رودخانه تیسا سیبری با استفاده از شاخص کیفیت آب، روش‌های آماری چند متغیره (تحلیل مولفه‌های اصلی) ارزیابی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که کیفیت آب در امتداد رودخانه تیسا در پایین دست، کمی کاهش می‌یابد. نتایج روش‌های آماری نشان داد که تغییرات کیفیت آب اغلب تحت تاثیر آلایندهای آلی (آنتروپوژنیک) اتفاق می‌افتد. کراکس[6] و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر کاربری زمین بر کیفیت آب رودخانه در دو حوضه آبریز در شمال ولز، کانوی و کلیود انگلستان را بررسی کردند. در آزمایشگاه شش متغیر کیفیت آب از جمله pH، هدایت الکتریکی (EC) و غیره اندازه‌گیری شدند. سپس روابط آن‌ها با پوشش زمین حوضه‌های آبریز بررسی شدند. تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در محل‌های نمونه‌برداری برای pH، EC و سایر عناصر مشاهده شد. اظهری[7] و همکاران (۲۰۲۳) کیفیت شیمیایی

1- Babić
2- Lintern
3- Hamid
1- Russo
2- Li and Zhang
3- Crooks
4- Azhari

آب سطحی را با استفاده از روش‌های آماری در حوضه آبریز اوئد لائو کشور مراکش بررسی کردند. نتایج تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی نشان می دهد که رود اوئد لائو در معرض دو نوع آلودگی می باشد که اولی به فعالیت‌های انسانی در اثر کشاورزی نسبت داده می شود. در کشور ایران نیز مطالعاتی در مورد کیفیت شیمیایی آب انجام شده است، برای مثال دین پژوه و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی تحلیل روند کیفیت شیمیایی آب رودخانه‌های استان آذربایجان شرقی را با روش‌های ناپارامتری بررسی کردند. در این زمینه از داده‌های غلظت یون‌های PH, HCO3, Na, Mg, Ca, TDS, EC, SAR, SO4 و غیره استفاده شد. همچنین برای آزمون روند از روش من – کندال استفاده شد. بررسی کیفیت آب رودخانه با روش ویلکاکس نشان داد که کیفیت آب نسبت به دهه‌های گذشته افت کرده است. دلیل این افت به کاهش دبی آب رودخانه ها و تخلیه آلاینده‌ها به آنها نسبت داده شده است. سهرابی زاده و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی تغییرات درازمدت داده‌های کیفیت رودخانه تالار در حوزه آبخیز تالار با استفاده از شاخص‌های(SO4، Na و TDS) و آزمون ناپارامتری من–کندال تحلیل کردند. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان دهنده وجود روند صعودی معنی‌دار در میزان Na و TDS سالانه و فصلی بوده، ولی روند SO4 تنها به صورت سالانه و در فصل بهار دارای روند صعودی معنی‌دار بوده و در سایر فصول روند صعودی غیرمعنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵درصد داشته است. هاشمی فرد و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی نقش عوامل اکوژئومورفولوژی و آنتروپژونیک را بر کیفیت آب رودخانه کارون بررسی کردند. در این مطالعه، ارتباط میان کاربری اراضی زیرحوضه‌های مربوط به هر ایستگاه با فراسنج‌های کیفی آب بررسی شدند. نتایج حاکی از ارتباط مستقیم میان کاهش کیفیت آب و افزایش کاربری کشاورزی و فعالیت صنایع در منطقه بود. همچنین نتایج نشان داد فراسنج های کیفیت آب با گذر از مناطق بالادست به پایین دست به نحو قابل توجهی کاهش می‌یابد. مالک پور لرکی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی تاثیرات تغییر کاربری اراضی بر روی کیفیت آب رودخانه شاوور را بررسی کردند. نتایج نشان داد که در سری داده های مورد مطالعه، روند معنی‌دار وجود دارد. بطوری‌که افزایش اراضی مسکونی و کشاورزی، کاهش اراضی مرتعی و جنگلی را در پی داشت. سپس، در دوره مطالعاتی روند تغییرات عوامل کیفی آب رودخانه شاوور به کمک آزمون من–کندال و نمودارها بررسی شد. نتایج نشان داد، روند کلی تغییرات پارامترهای Mg، Ca، EC، TDS، HCO،Cl و SO_4 در دوره زمانی مورد مطالعه، افزایشی بوده است. با توجه به تغییر معنی‌دار پارامترهای مورد مطالعه می‌توان دریافت، افزایش اراضی مسکونی و کشاورزی و کاهش اراضی مرتعی و جنگلی، باعث کاهش کیفیت آب رودخانه شاوور در طی دوره مورد مطالعه شده است. رضایی مقدم و همکاران (۱۴۰۲)، روند تغییرات کاربری اراضی حوضه رود زرد شهرستان باغملک استان خوزستان را در بازه زمانی ۲۰۱۸–۲۰۰۰ بررسی کردند. نتایج پژوهش نشان داد که اراضی بایر، فضای سبز و باغات روند کاهشی داشته است. در مقابل نواحی ساخته شده و زمین‌های زراعی (سطوح آبی) با روند افزایشی مواجه بوده است. ایلدرمی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی کیفیت آب‌های سطحی و تناسب آنها برای مصارف شرب و آبیاری را در حوضه رودخانه کارون و دز ارزیابی کردند. بدین منظور، از ۱۲ پارامتر کیفیت آب گردآوری شده از حوضه رودخانه کارون و دز در بازه زمانی ۱۷ ساله (۱۳۹۸–۱۳۸۲) استفاده شد. ارزیابی روند تغییرات کیفیت آب در بازه زمانی مطالعاتی نشان داد که کیفیت آب رودخانه کارون و دز از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ به ترتیب در طبقه "بسیار ضعیف" و "ضعیف" و از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۷ در طبقه"نامناسب" و "بسیار ضعیف" قرار دارد. در خصوص پارامترهای آبیاری نیز نبود روند مشخصی در مقادیر آنها می‌تواند بیانگر عدم تأثیر کیفیت آب رودخانه‌ها از عوامل طبیعی و تبعیت آن‌ها از عوامل انسانی می باشد. با عنایت به مطالعات انجام شده، هدف پژوهش حاضر بررسی روند تغییرات کیفیت شیمیایی آب رودخانه قرنقوچای با آزمون من– کندال و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در دوره مشابه می باشد.

داده و روشها

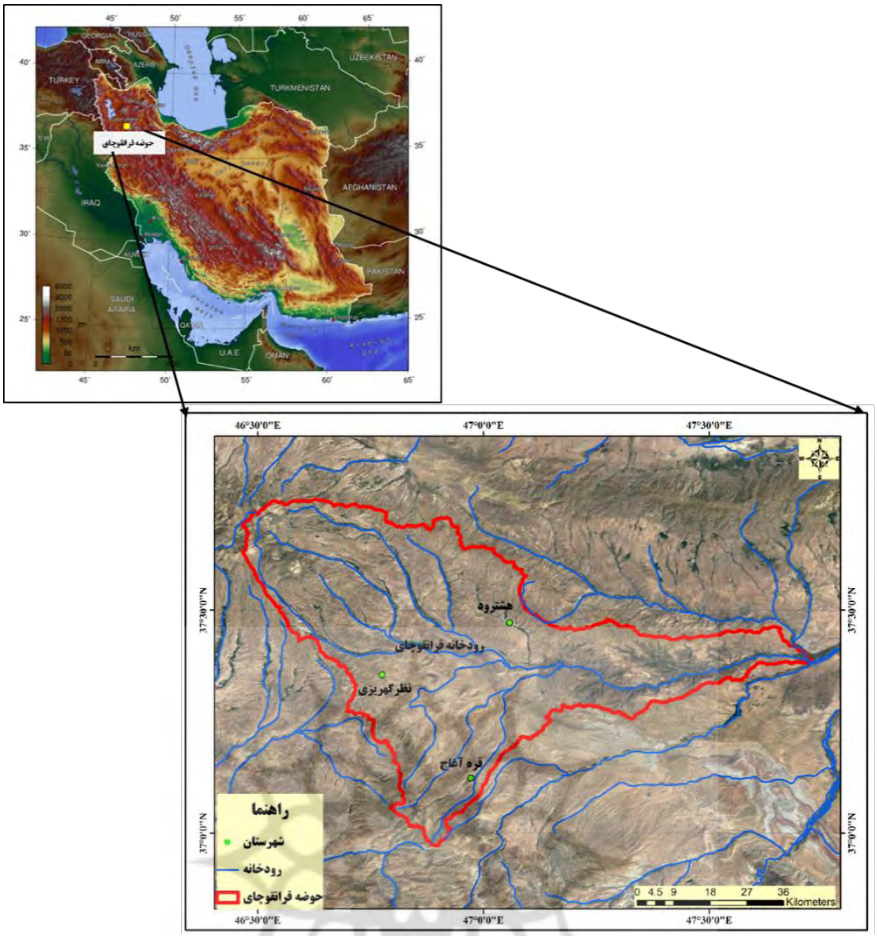
معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوضه آبریز قرنقوچای می‌باشد که در جنوب استان آذربایجان شرقی و در محدوده‌ی شهرستان هشترود و بخشی از آن در شهرستان چاراویماق واقع شده است. این حوضه با ۳۶۰۸/۲۸ کیلومتر مربع مساحت در بین مختصات جغرافیایی ´۲۰ °۳۷ تا ´۴۳ °۳۷ شمالی و ´۲۸ °۴۶ تا ´۵۸ °۴۶ شرقی واقع شده است (شکل۱). حوضه قرنقوچای از زیرحوضه-های قزل اوزن بخشی از حوضه بزرگ سفیدرود را تشکیل می‌دهد. بطورکلی حوضه قرنقو، توسط یک رودخانه اصلی به نام قرنقوچای، با جهت جریان شرقی- غربی و همچنین رودخانه‌های فرعی، به نام‌های کلقان چای، سراسکندر چای، آلمالوچای، آتش بیگ چای، چینی بلاغ، شورچای و شورجه چای، زهکشی می‌شود. هریک از این رودخانه‌های فرعی نیز توسط آبراهه‌های متعددی که از قلل مرتفع کوهستان سهند به نام‌های جام داغی، آغ داغ، اربط داغ، اوداغ و غیره سرچشمه می‌گیرند، تغذیه می-شوند. دره معروف و سرسبز شاهوردی، به عنوان محل شکل‌گیری رود اصلی قرنقو محسوب می‌شود.

داده‌های مورد استفاده

برای دستیابی به اهداف تحقیق از نقشه های توپوگرافی ۵۰۰۰۰: ۱ حوضه قرنقوچای و تصاویر ماهواره‌ای لندست برای شناسایی و تعیین محدوده مطالعاتی، تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ سال ۲۰۰۱ و سنتینل ۲ سال ۲۰۲۱ برای ارزیابی تغییرات نقشه کاربری اراضی استفاده شد. داده‌های کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی مانند HCO ,Cl ,TDS ,EC ,Ca ,SAR ,Na, K, Mg و SO_4 در بازه زمانی ۱۳۹۹-۱۳۷۹ از سازمان آب منطقه ای استان آذربایجان شرقی تهیه شد. با توجه به موقعیت منطقه و بازدیدهای صحرایی، کاربری اراضی فعلی در هفت سطح کاربری های مرتع، کشاورزی، باغ، مسکونی، شوره زار ، پهنه آب و اراضی بایر طبقه بندی شد (جدول ۱).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل (۱)-موقعیت حوضه قرنقوچای در استان آذربایجان شرقی و کشور ایران

آزمون من-کندال:

آزمون‌های ناپارامتری بسیاری برای تعیین روند در سری داده‌ها تا کنون بسط داده شده‌اند. از بین آزمون‌های ناپارامتری، آزمون من -کندال بهترین انتخاب برای بررسی روند یکنواخت در سری داده‌هاست(خو[1] و همکاران، ۲۰۰۳). استفاده از آزمون ناپارامتری من-کندال به نرمال بودن داده ها حساس نیست. در این روش آماره S برای ماه gام و ایستگاه kام با رابطه (۱) محاسبه شد (پاندا[2] و همکاران، ۲۰۰۷)، که در آن، n تعداد داده‌های سری و sgn(θ) تابع علامت است که با رابطه (۲) تعیین می شود.

$$S_{gk} = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} sgn\left(\left(X_{jgk} - X_{igk}\right), \forall 1 \le i \le j \le n\right) \quad (1)$$

(۲)

$$Sgn(\theta) \begin{cases} 1 \text{ اگر } \Theta > 0 \\ 0 \text{ اگر } \theta = 0 \\ -1 \text{ اگر } \theta < 0 \end{cases}$$

1- Xu
2- Panda

من–کندال نشان داد، وقتی n≤01 باشد، مطابق رابطه (۳)آماره S تقریبا به طور نرمال توزیع می شود، با میانگین صفر و انحراف معیار:

$$(\sigma_{gg})_k = \frac{\left[n(n-1)(m+5)\sum d(d-1)(2d+5)\right]}{18} \quad (۳)$$

که در آن، تعداد داده‌های یکسان در سری زمانی است که نرمال شد. سپس، آماره آزمون یا Z استاندارد شده که دارای توزیع نرمال استاندارد یا میانگین صفر و واریانس یک است، مطابق رابطه (۴) به دست آمده:

$$Z_{gk} = \frac{s'_{gk}}{(\sigma_{gg})_k^{1/2}} \quad (۴)$$

فرض صفر (نبود روند در سطح معنی داری a) به شرطی که Z1-α/2<Zgk<Z1+α/2- باشد، پذیرفته می‌شود. در این مطالعه سطح معنی داری ۰/۰۵ درصد به کار رفت.

شیب خط روند (تخمین‌گر سن): یک شاخص بسیار مفید در آزمون MK شیب سن است که با β نمایش داده می‌شود و شیب روند یکنواخت را در سری داده ها نشان می‌دهد. مقدار شیب روند با رابطه (۵) برآورد شد. که در آن، βgk تخمین‌گر شیب خط روند برای ایستگاه Kام در ماه iام است. مقادیر مثبت، نشان دهنده روند افزایشی و مقادیر منفی نشان دهنده روند کاهشی است.

$$\beta_{gk} = Median\left(\frac{X_{igk}-X_{jgk}}{i-j}\right), \forall 1 \le i \le j \quad (۵)$$

آزمون پتیت: آزمون پتیت برای تشخیص جهش در مقدار میانگین داده‌ها در طول زمان و معمولا همراه آزمون من–کندال به کار می‌رود. پس از این که معنی‌داری روند با این آزمون در سطوح مختلف تأیید شد روابط آزمون پتیت در ادامه می‌آید (لی و همکاران، ۲۰۱۴). ابتدا سری زمانی U_{tn} با رابطه (۶) به دست می آید، که در آن t ، طول دوره آماری و n تعداد داده در سری آماری است.

$$U_{t,n} = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=i+1}^{n} sgn(x_j - x_i) \quad (۶)$$

سپس تابع sgn(.) و مقدار k با رابطه (۷) محاسبه می شود. مقدار k در رابطه (۸) جایگزین و آماره P با رابطه (۸) محاسبه می شود. هر چه آماره P به صفر نزدیک‌تر باشد، اختلاف میانگین سری قبل از پرش و بعد از پرش معنی‌دارتر می‌شود و معمولا اگر (P>0.50) معنی‌دار تلقی می‌شود.

$$K = max_t|U_{t,n}| \quad (۷)$$

$$p = 2.e = \frac{6k^2}{n^3+n^2} \quad (۸)$$

بحث و بررسی

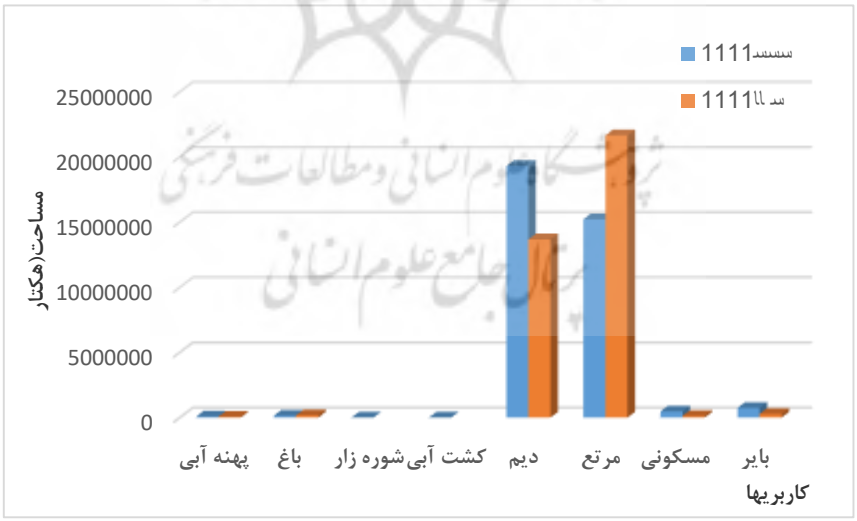
روند تغییرات کاربری اراضی در حوضه قرنقوچای

در این پژوهش برای تهیه نقشه کاربری اراضی حوضه قرنقوچای از تصاویر ماهواره ای لندست۷ با قدرت تفکیک ۳۰*۳۰ واحد پیکسل مربوط به سال ۲۰۰۱ و تصاویر ماهواره ای سنتینل۲ با قدرت تفکیک ۱۰*۱۰ واحد پیکسل مربوط به سال ۲۰۲۱ استفاده گردید. با کمک گرفتن از نرم‌افزارها Envi ۵/۶ و ARC GIS 10/8 خروجی بصورت فایل رستری تهیه شد. برای استخراج کاربری‌های مختلف در سطح منطقه مورد مطالعه از جمله کاربری‌های کشاورزی، مرتع، باغات، مسکونی، اراضی بایر، شوره زار و پهنه آبی، نتایج قابل قبولی با استفاده از تفسیر رقومی سنجنده‌های فوق به‌دست آمد. در نهایت کاربری‌های مورد نظر در سطح حوضه تفکیک شدند (شکل‌های ۳ و۴). تحلیل‌ها نشان دادند در سال ۲۰۰۱ محدوده اراضی مرتعی با مساحت ۲۱۶۶۰۶۰۰ هکتار و با ۶۰/۱۷ درصد بیشترین مساحت و پهنه آبی با مساحت ۷۲۰۰۰ هکتار و با ۰/۲درصد کمترین مساحت را شامل می‌شدند. در

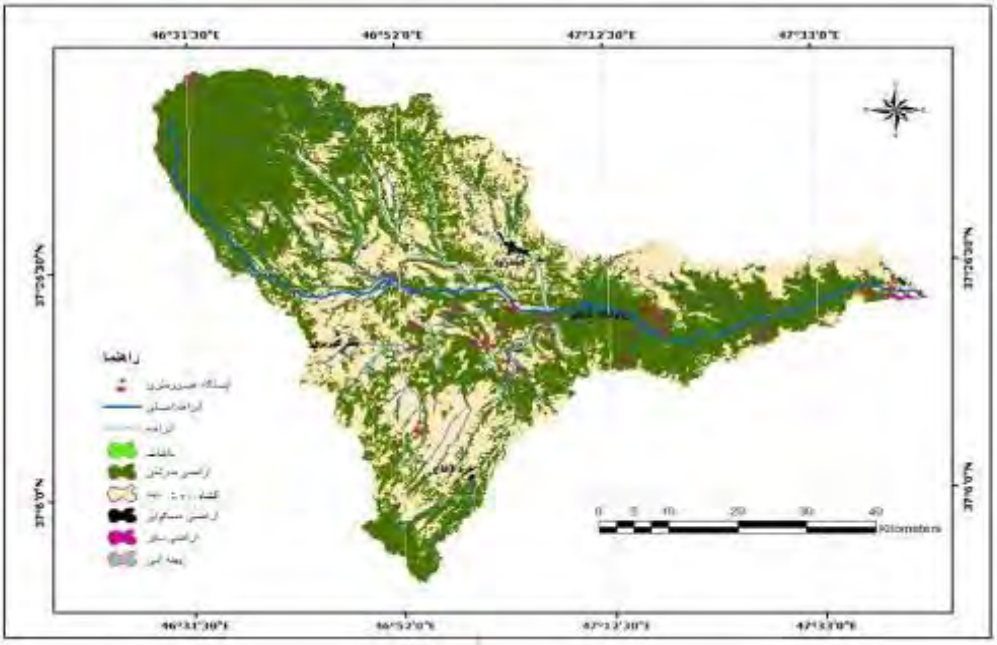
سال ۲۰۲۱ محدوده اراضی کشاورزی دیم با مساحت ۱۹۳۱۱۵۴۹ هکتار و با ۵۳/۱ درصد دارای بیشترین مساحت و پهنه‌های شوره زار با ۴۰۷۰ هکتار و با ۰/۱۱ درصدکمترین مساحت را در برگرفته است (جدول ۱؛ شکل۲). بنابراین با توجه به نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود که در طی بیست سال گذشته، حوضه قرنقوچای با کاهش اراضی مرتعی و افزایش اراضی مسکونی، کشاورزی دیم و آبی مواجه بوده است. به طوری که محدوده این اراضی از ۶۰/۱۷ درصد مساحت در سال ۲۰۰۱ به ۴۲/۳ درصد در سال ۲۰۲۱ کاهش یافته است. همچنین اراضی بایر و شوره زار بخصوص در بخش های جنوبی حوضه افزایش یافته است.

جدو(۱). مساحت کاربری های اراضی مربوط به سال های ۲۰۰۱و ۲۰۲۱

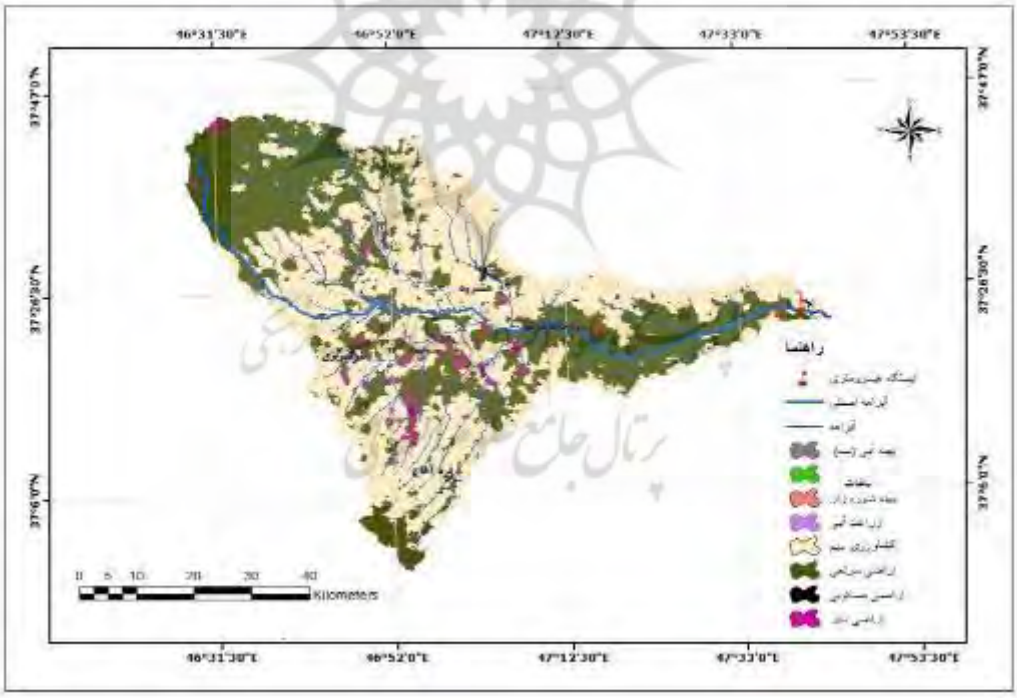
نوع کاربری	۲۰۰۱ هکتار	۲۰۲۱ هکتار	۲۰۰۱ درصد	۲۰۲۱ درصد
پهنه آبی	۷۲۰۰۰	۹۰۷۱۹	۰/۲	۰/۲۵
باغات	۱۷۴۷۰۰	۱۴۸۱۶۵	۰/۴۸	۰/۴۱
شوره زار	–	۴۰۷۰	–	۰/۱۱
کشت آبی	–	۴۳۳۶	–	۰/۱۲
دیم	۱۳۶۷۸۷۰۰	۱۹۳۱۱۵۴۹	۳۸	۵۳/۱
مرتع	۲۱۶۶۰۶۰۰	۱۵۲۲۶۵۳۷	۶۰/۱۷	۴۲/۳
مسکونی	۱۲۹۱۰۰	۴۶۷۵۵۴	۰/۳۵	۱/۲۹
بایر	۲۸۰۳۰۰	۷۴۱۷۹۹	۰/۷۷	۲/۰۶
مجموع	۳۵۹۹۵۴۰۰	۳۵۹۹۴۷۲۹	۹۹/۹۷	۹۹/۶۴



شکل(۲). نمودار ستونی مربوط به کاربری های اراضی منطقه در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۲۱



شکل (۳). نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۰۱



شکل(٤). نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۲۱

روند تغییرات آنیون ها و کاتیون ها

درپژوهش حاضر، ابتدا برای بررسی روند تغییرات کیفیت شیمیایی آب از شاخص‌ها و پارامترهای کیفی آب رودخانه قرنقوچای هشترود شامل Ca، Mg، EC، TDS، Cl، HCO_3، K، Na و SO_4 بدست آمده از داده‌های ثبت شده در ایستگاه‌های هیدرومتری

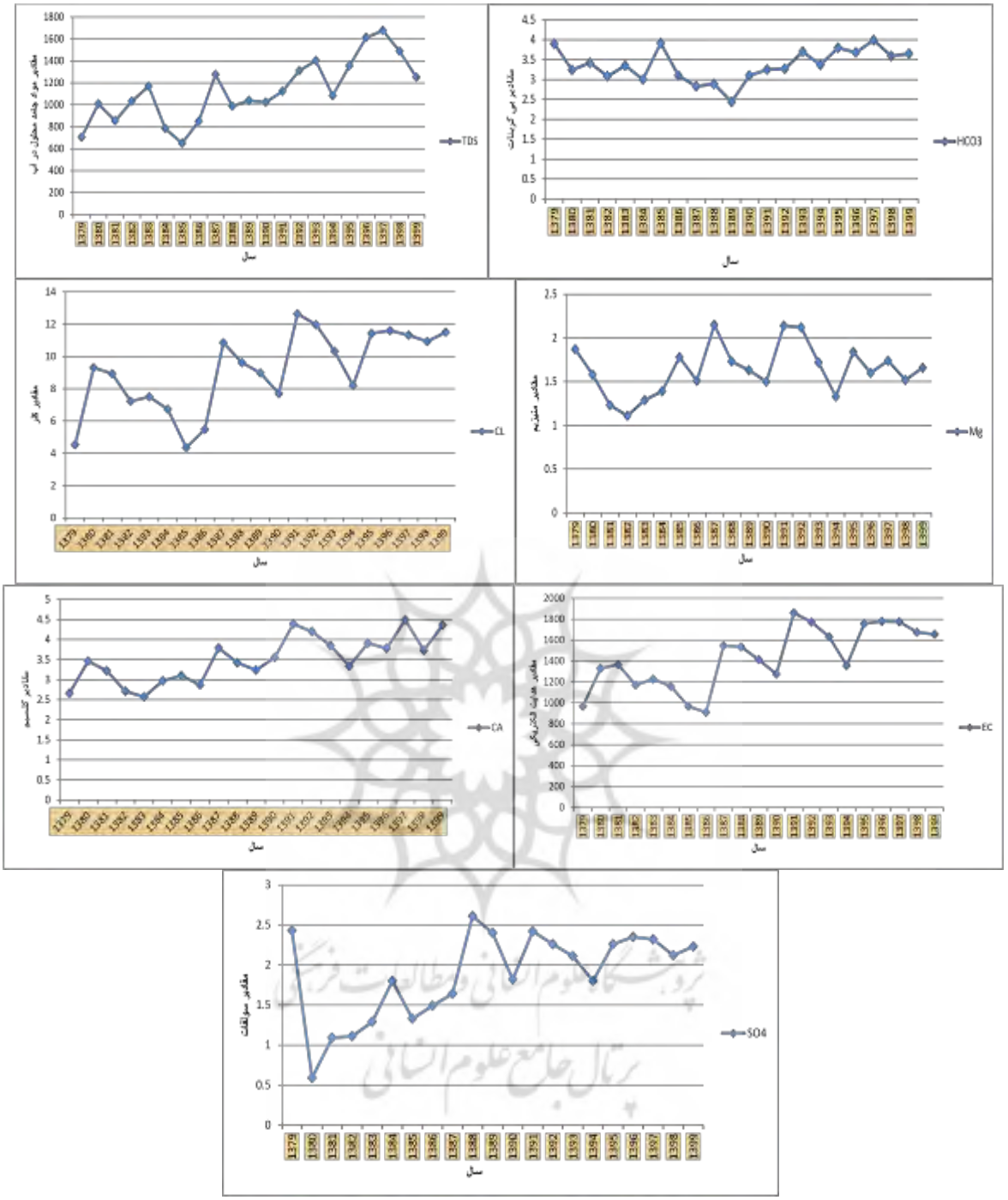
موجود در منطقه استفاده شده است. روند تغییرات هرکدام از شاخص‌ها براساس بیشینه،کمینه، میانگین و میانه بدست آمد و نتایج به صورت جدول (۲) آمده است.

جدول(۲). خلاصه آماری پارامترهای کیفیت شیمیایی آب رودخانه قرنقو چای

پارامتر	واحد	بیشینه	کمینه	میانگین	میانه	انحراف معیار	واریانس
TDS	$mg\ l^{-1}$	۳۶۱	۲۳۲	۱/۰۵۲	۸/۷۵	۶/۱۲	۳/۷۴
EC	$\mu S\ m^{-1}$	۷۶۸۰	۱۱	۱/۶۲	۱/۳۴	۹/۳۹	۸/۸۱
HCO_3	$mg\ l^{-1}$	۱۲/۴۵	۱/۳۵	۴/۱۳	۳/۶۵	۱/۷۱	۲/۹۴
CL	$mg\ l^{-1}$	۵۵	۰/۳۴	۹/۱۳	۶/۹	۷/۵۸	۵۷/۵۶
SO_4	$mg\ l^{-1}$	۲۲	۰/۱۲	۲/۸۳	۲/۳	۰/۱۲	۶/۸۴
Ca	$mg\ l^{-1}$	۱۴/۶	۱/۱	۴/۳۳	۳/۹۸	۱/۹۴	۳/۷۸
Mg	$mg\ l^{-1}$	۸/۸	۰/۰۳	۲/۲۵	۱/۹۹	۰/۶۵	۱/۹۶
K	$mg\ l^{-1}$	۲/۹	۰/۹	۰/۳۳	۰/۶۶	۰/۱۷	۰/۸
Sar	$mg\ l^{-1}$	۱۷/۶۸	۵/۱۴	۱۱/۳۲	۵/۳۸	۳/۳	۱/۸۵

نتایج مربوط به میانگین غلظت شاخص‌های کیفییت شیمیایی آب در ایستگاه‌های مختلف حوضه مورد مطالعه و در دوره‌ی بیست ساله از ۱۳۹۹-۱۳۷۹ بررسی شدند. براساس نتایج به دست آمده، بیشترین میزان بی کربنات (Hco_3) و نیز سولفات‌ها (SO_4) که از آنیون‌ها محسوب می‌شوند، در سال‌های ۱۳۹۷و ۱۳۸۵ افزایش داشته است. بیشترین میزان مواد جامد محلول در آب (TDS) و تغییرات هدایت الکتریکی(EC) از روند افزایشی برخوردار بوده است. بیشترین مقدار آن در سال۱۳۹۷ گزارش شده است. میزان کلر (Cl) در ایستگاه‌های حوضه دارای بیشترین نوسات و تغییرات بوده است. بطوری‌که در برخی سال‌ها به شدت روند افزایشی داشته و در سال‌های بعدی روند کاهشی داشته است. این وضعیت تاثیر بسزایی در تغییر کیفیت آب بخش کشاورزی در سال‌های آبی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ داشته است. منیزیم (Mg) و کلسیم (Ca) که جزءکاتیون‌ها محسوب می‌شوند، در حوضه مورد مطالعه از روند نسبتا متعادل افزایشی برخوردار بوده‌اند و چندان نوسانات شدیدی ندارد. نتیجه این روند افزایش هر کدام از آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در آب رودخانه موجب کاهش کیفیت آن گردیده است. بررسی روند تغییرات هر کدام از این آنیون‌ها و کاتیون‌ها بصورت نمودارهایی در شکل (۵) آمده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل۵: تغییرات برخی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب در رودخانه قرنقوچای

کاربرد آزمون آماری من کندال در تحلیل روند شاخص های کیفیت آب

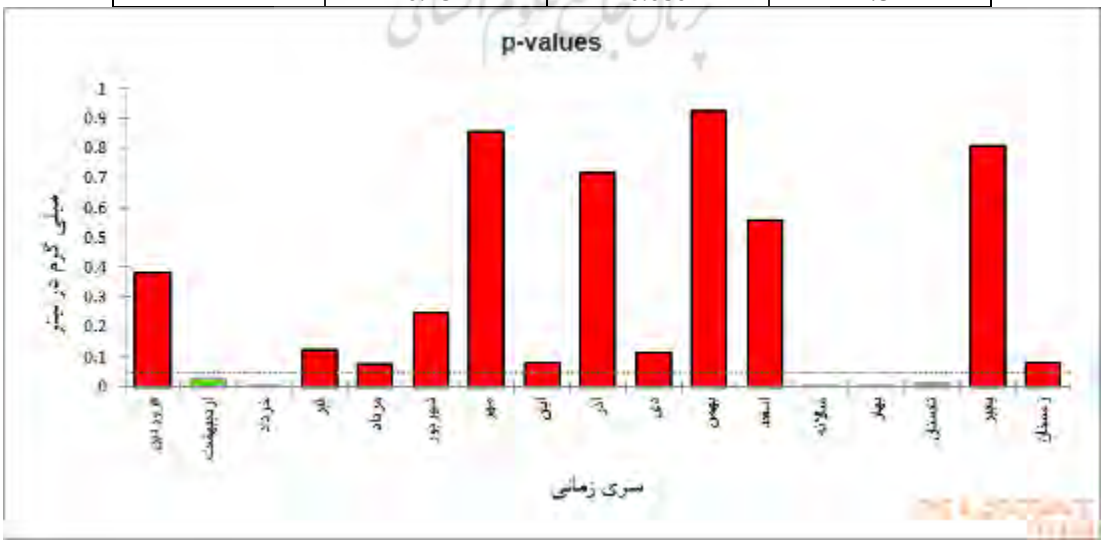
در این پژوهش به منظور بررسی و تحلیل روند شاخص‌های کیفیت آب رودخانه قرنقوچای هشترود در مقیاس زمانی سالانه، فصلی و ماهانه از روش آماری آزمون من-کندال استفاده شد. در ادامه نتایج بررسی‌های حاصل از آزمون ناپارامتری من-کندال برای هرکدام از شاخص‌های کیفی آب رودخانه قرنقوچای طی دوره مطالعاتی (۱۳۹۹-۱۳۷۹) مورد نظر در ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه آمده است.

بررسی روند تغییرات شاخص مواد جامد(نمک) محلول در آب(TDS)

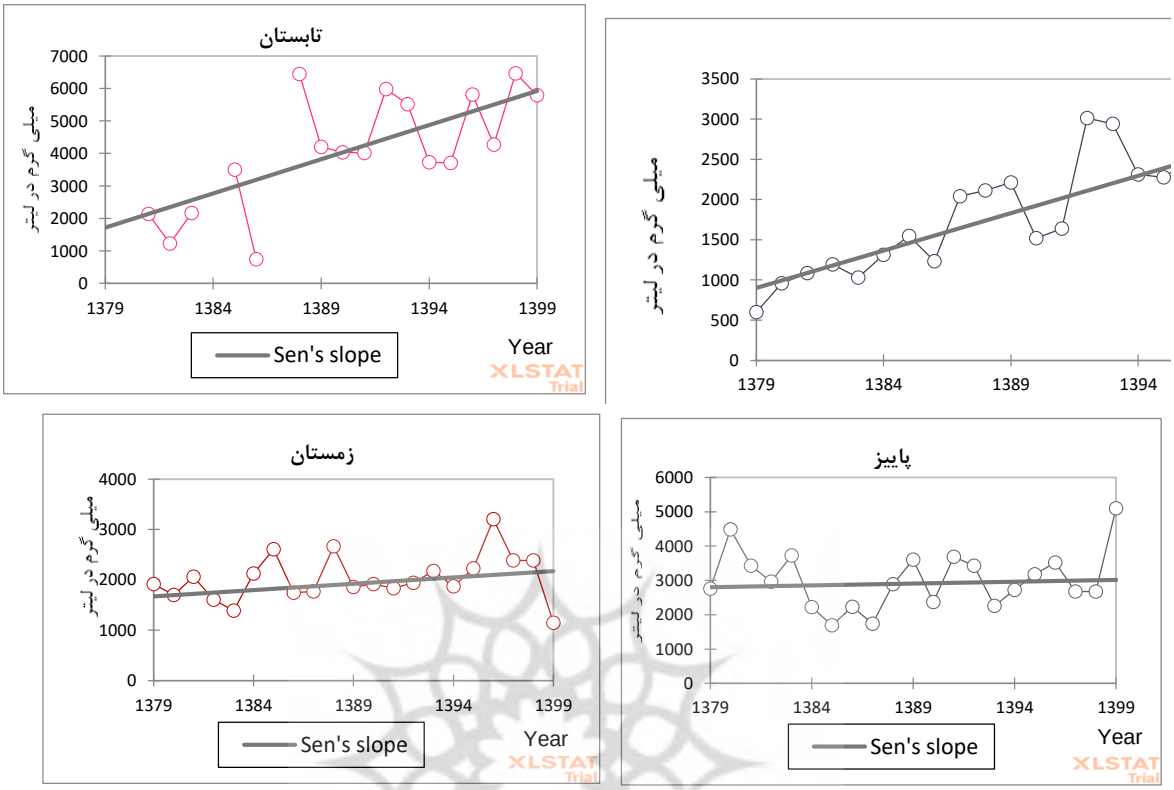
از آنجایی که شاخص TDS یکی از پارامترهای مهم در بررسی کیفیت آب می باشد، لذا بررسی روند تغییرات آن ضروری بنظر می‌رسد. با توجه به جدول (۳) و شکل (۶) خلاصه نتایج ازمون آماری من-کندال برای هر کدام از ماه‌ها، فصول و سالانه جداگانه آورده شده است که نشان می‌دهد روند تغییرات برای هر کدام از سری‌های زمانی روندی معنی‌دار و روبه افزایش بوده است. به لحاظ اینکه روند داده‌ها از مقدارآلفای ۰/۰۵ درصد بالاتر می‌باشد، بنابراین چون فرض p-value محاسبه شده بیشتر از سطح معنی‌داری ذکر شده (آلفای ۰/۰۵) می باشد، نمی‌توان فرضیه صفر H0 (عدم وجود روند در داده‌ها) را رد کرد. ضمن اینکه برای ماه‌های اردیبهشت و خرداد این روند غیر معنی‌دار می باشد با توجه به اینکه p-value محاسبه شده کمتر از سطح معناداری alpha =۰/۰۵ است، باید فرضیه صفر H0 را رد کرد و فرضیه جایگزین را پذیرفت. همچنین مطالعات فصلی نشان می‌دهد، با وجود روند افزایش و مثبت تغییرات TDS در فصول بهار و تابستان روند خطی (شیب سن) نسبتا متعادلی در فصل پاییز و زمستان وجود دارد (شکل ۷).

جدول ۳: نتایج آزمون من کندال برای شاخص TDS

سری\آزمون	Kendall's tau	p-value	Sen's slope
فروردین	0.143	0.381	3.479
اردیبهشت	0.352	**0.027**	14.625
خرداد	0.587	**0.001**	70.500
تیر	0.293	0.125	12.844
مرداد	0.352	0.075	54.250
شهریور	0.243	0.250	36.000
مهر	-0.033	0.856	-3.993
آبان	0.282	0.080	21.167
آذر	-0.062	0.717	-1.127
دی	0.253	0.116	14.833
بهمن	0.021	0.922	0.587
اسفند	0.100	0.559	4.700
سالانه	0.590	**0.000**	413.205
بهار	0.724	**<0.0001**	92.881
تابستان	0.456	**0.012**	210.369
پاییز	0.043	0.809	10.600
زمستان	0.282	0.080	24.842



شکل(٦).نمودار ستونی نتایج ازمون من کندال برای شاخص TDS بصورت ماهانه، فصلی و سالانه



شکل (۷). نمودار شیب سن برای مقادیر TDS در فصول مختلف سال

بررسی روند تغییرات شاخص سولفات (SO_4):

نتایج آزمون آماری من- کندال مربوط به تغییرات سولفات بصورت ماهانه، فصلی و سالانه در جدول (۴) و شکل (۸) نمایش داده شده است. نتایج نشان می‌دهد روند تغییرات سولفات در فصول بهار، تابستان و پاییز مربوط به دوره‌ی زمانی ۱۳۹۹-۱۳۷۹ غیر معنی‌دار بوده و در فصل زمستان با ۰/۵۵۹ بالاتر از سطح آلفای ۰/۰۵ درصد روند معنی‌داری داشته است و از لحاظ خط روند رگرسیونی و یا شیب سن بجز فصل زمستان در بقیه فصول سال روندی معنی‌دار افزایشی و مثبت داشته است (شکل ۹). روند افزایش سولفات در حوضه مطالعاتی بی ارتباط با تاثیرات کاربری‌های اراضی بر کیفیت آب رودخانه نیست. عبور رودخانه از میان کاربری‌های مختلف از جمله مسکونی (شهری و روستایی)، کشاورزی و بخصوص اراضی مرتعی و علفزارها و تاثیرات این نوع کاربری‌ها به لحاظ داشتن ترکیبات سولفاتی از جمله کودهای سولفات منیزم، کلسیم، آهن و پتاسیم در اوایل فصل بهار و اواخر زمستان به نسبت بارش‌های منطقه روند افزایش مثبت و معنی‌داری داشته است.

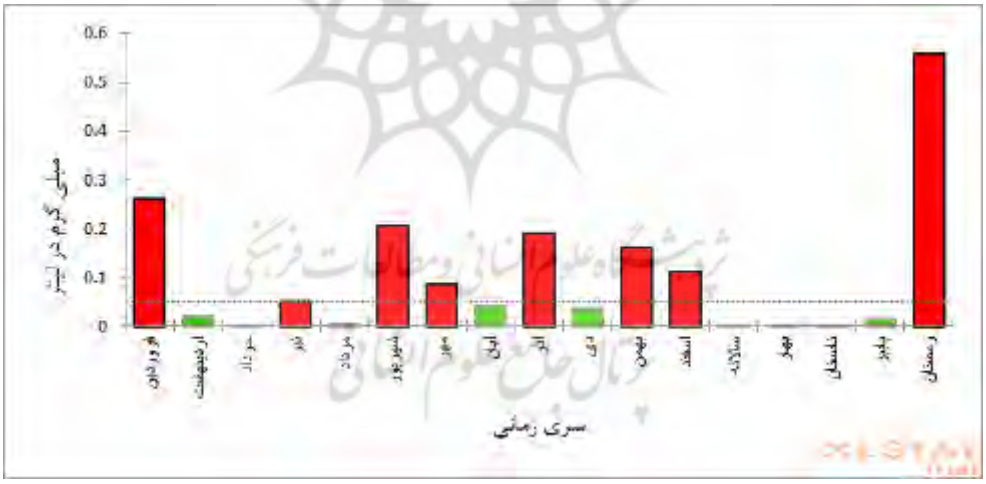
جدول ٤: نتایج آزمون من کندال برای شاخص SO_4

سری\آزمون	Kendall's tau	p-value	Sen's slope
فروردین	0.185	0.260	0.020
اردیبهشت	0.377	**0.021**	0.037
خرداد	0.518	**0.002**	0.150
تیر	0.370	0.052	0.078
مرداد	0.573	**0.004**	0.168
شهریور	0.265	0.207	0.083

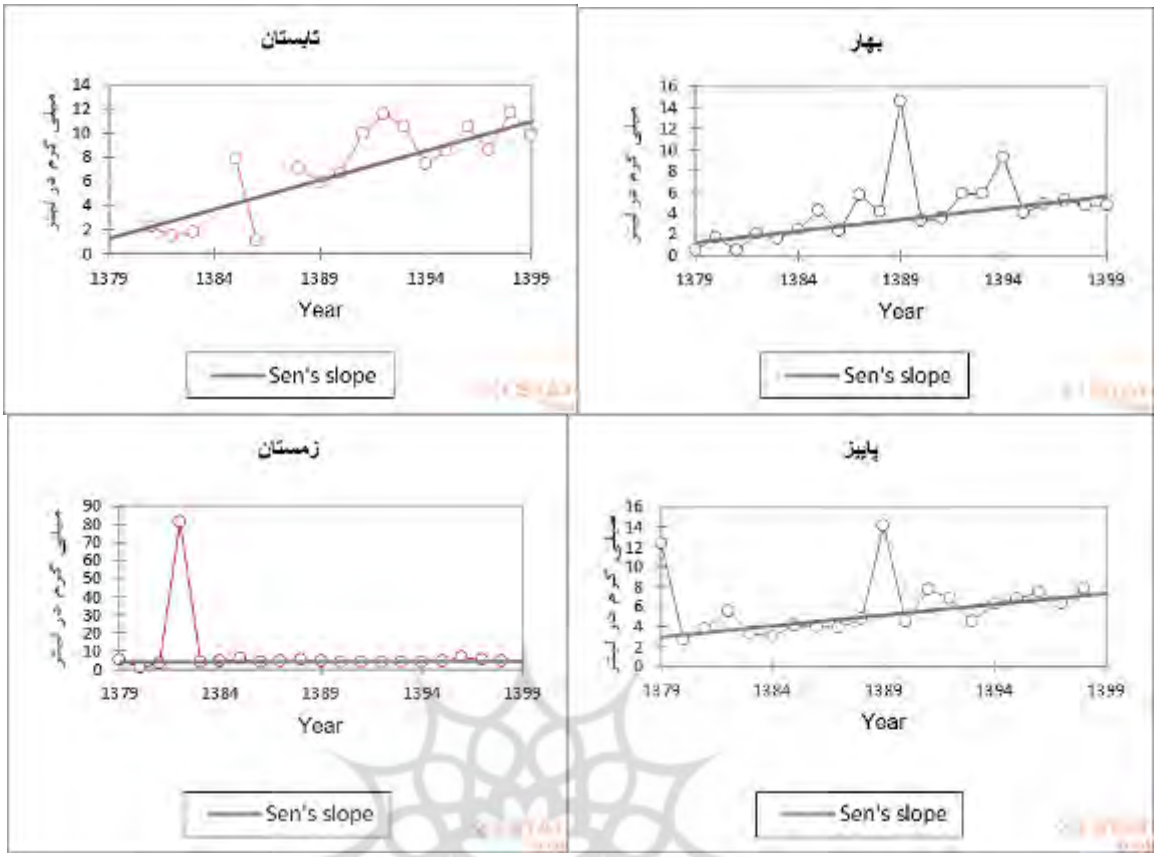
مهر	0.295	0.086	0.064
آبان	0.340	**0.040**	0.067
آذر	0.230	0.191	0.033
دی	0.351	**0.035**	0.052
بهمن	0.233	0.163	0.034
اسفند	0.267	0.111	0.031
سالانه	0.520	**0.001**	1.038
بهار	0.511	**0.001**	0.221
تابستان	0.568	**0.002**	0.486
پاییز	0.406	**0.014**	0.213
زمستان	0.100	0.559	0.043

بررسی روند تغییرات شاخص نسبت جذب سدیم (Sar)

نتایج آماری آزمون من- کندال سدیم قابل جذب (Sar) در طی دوره مطالعاتی ۱۳۹۹-۱۳۷۹ با توجه جدول (۵) و شکل (۱۰) نشان می دهد که روند داده‌ها در اکثر ماه‌های سال روندی مثبت و معنی‌داری داشته است. بجز دی ماه که روندی غیر معنی‌دار داشته و تغییرات فصول و سالانه نیز به همین ترتیب است و از خط روند رگرسیونی (شیب سن) رو به رشد و افزایشی برخوردار بوده است (شکل۱۱). فعالیت‌های کشاورزی و استفاده ازکودهای شیمیایی می‌تواند به عنوان یک منبع مهم سبب افزایش غلظت کاتیون سدیم در منابع آب شود. براساس مطالعات میدانی مشاهده شده که رواناب زمین‌های بایر و شوره زاره ها و اراضی کشاورزی دیم که دارای بیشترین مساحت کاربری‌های را در سال ۲۰۲۱ به خود اختصاص داده (۵۲/۳درصد)، حاوی املاح سدیم جذب شده هستند.



شکل(۸). نمودار ستونی نتایج ازمون من کندال برای شاخص SO_4 بصورت ماهانه ، فصلی و سالانه



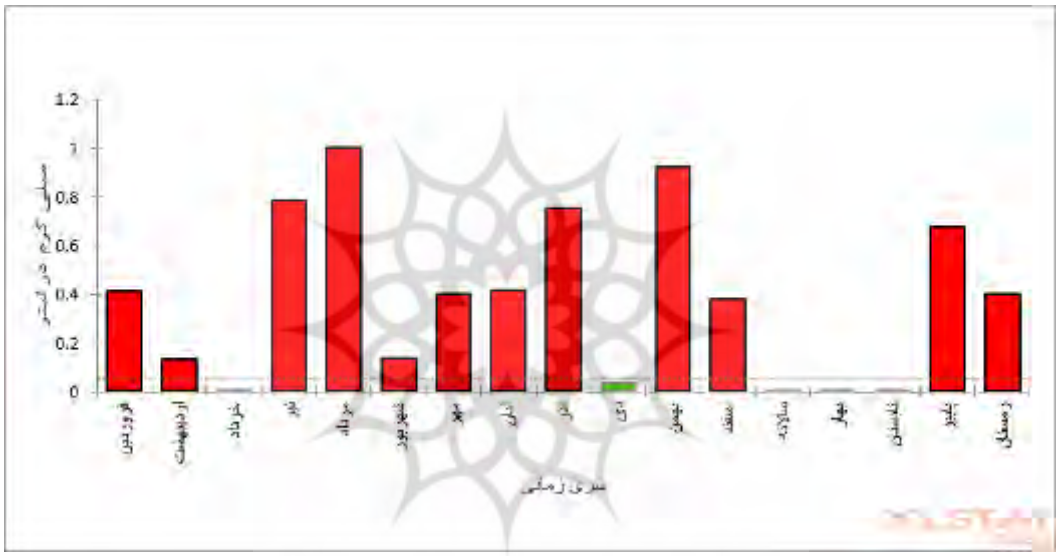
شکل(۹). نمودار شیب سن برای مقادیر SO_4 در فصول مختلف سال

جدول ۵: نتایج آزمون من کندال برای شاخص نسبت جذب سدیم(Sar)

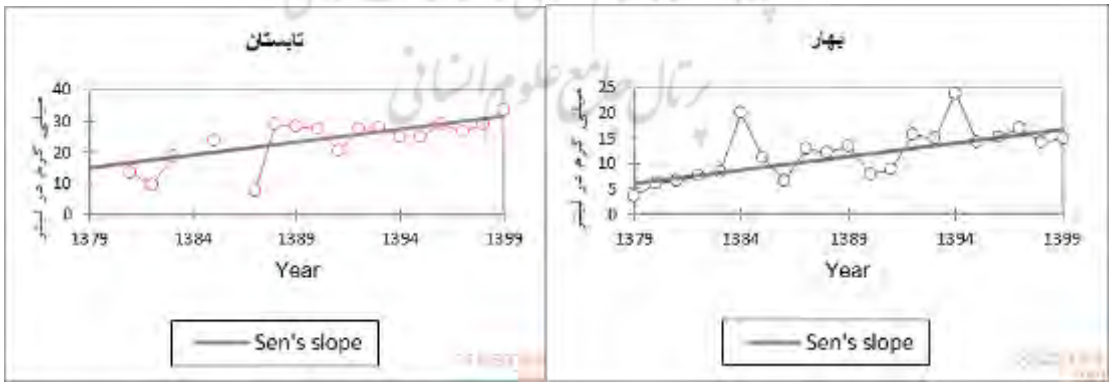
سری زمانی\آزمون	Kendall's tau	p-value	Sen's slope
فروردین	0.134	0.414	0.021
اردیبهشت	0.243	0.131	0.064
خرداد	0.504	**0.003**	0.305
تیر	0.059	0.787	0.038
مرداد	0.010	1.000	0.000
شهریور	0.309	0.139	0.125
مهر	-0.147	0.401	-0.070
آبان	0.137	0.417	0.084
آذر	-0.059	0.753	-0.031
دی	0.343	**0.038**	0.129
بهمن	0.021	0.922	0.003
اسفند	0.147	0.381	0.044
سالانه	0.514	**0.001**	1.847
بهار	0.590	**0.000**	0.537
تابستان	0.515	**0.004**	0.823
پاییز	-0.074	0.673	-0.041
زمستان	0.146	0.401	0.076

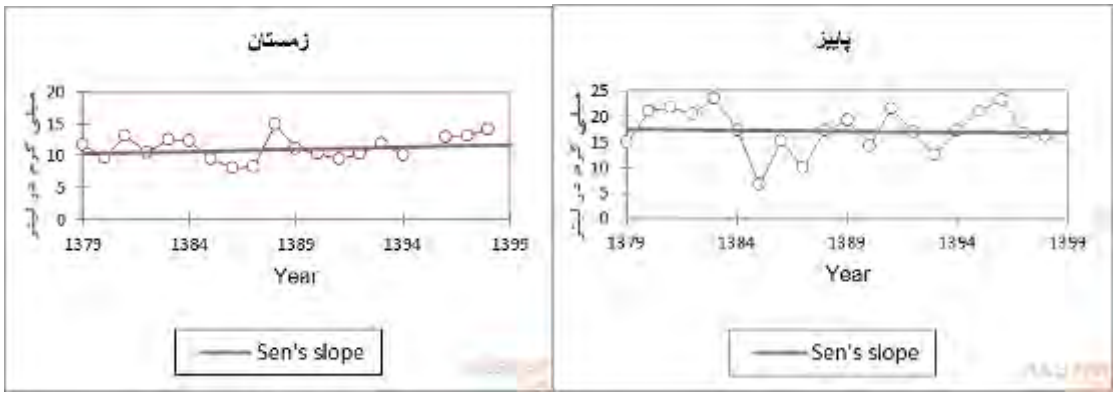
بررسی روند تغییرات شاخص پتاسیم (k)

اکثر کانی‌های پتاسیم در آب قابل حل هستند. چون سنگ‌های حاوی پتاسیم معمولاً در مقابل هوازدگی مقاوم‌اند، غلظت پتاسیم در آب های طبیعی نسبتاً کم است؛ لیکن چون نمک‌های پتاسیم به طور گسترده در صنعت و در کودهای کشاورزی مصرف می-شوند، از طریق تخلیه پساب‌های صنعتی و رواناب‌های کشاورزی پتاسیم وارد آب‌های شیرین می‌شود. متداول‌ترین گونه پتاسیم در آب، یون K^+ است. غلظت پتاسیم در آب شبکه‌های شهری بین ۸-۰/۵ mg/L با میانگین۲ mg/L گزارش شده است. غلظت پتاسیم در رودخانه‌ها به طور متوسط ۲/۳ mg/L و در آب‌های زیرزمینی از ۰/۵ تا۱۰ mg/L متغیر است. در حوضه مورد مطالعه میزان پتاسیم نسبت به سدیم کمتر است. حداکثر ۲/۹ mg/L و حداقل ۰/۹ mg/L گزارش شده است. با توجه به نتایج آماری بدست آمده از روش من-کندال نشان می دهد، p-value محاسبه شده بیشتر از سطح معنی داری ۰/۰۵ alpha است، بنابراین نمی توان فرض صفر H0 را رد کرد. به این معنی که در بین داده ها یک روند معنی‌دار وجود دارد و روند ها در داده ها شناسایی شده و اصلاحات مناسب اعمال شده است.



شکل (۱۰). نمودار ستونی نتایج ازمون من کندال برای شاخص SO_4 بصورت ماهانه، فصلی و سالانه





شکل (۱۱). نمودار شیب سن برای مقادیرنسبت جذب سدیم (Sar)در فصول مختلف سال

جدول (۶) و نمودار شکل‌های(۱۲ و ۱۳) روند تغییرات داده‌های شاخص پتاسیم را برای سری‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه را نمایش می‌دهد، نتیجه‌ای که بدست آمده نشان می‌دهد در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور داده‌ها روند کاهشی داشته‌اند و از سطح معنی‌دار alpha ۰/۰۵ کمتر بوده است. در بقیه فصول سال روند افزایشی و مثبت بوده است. دلیل این روند افزایشی مقادیر پتاسیم در فصول و یا ماه‌های مذکور عمدتا ناشی از استفاده کودهای نمک پتاسیم‌دار در مصارف بخش کشاورزی دیم در حوضه مورد مطالعه می باشد.

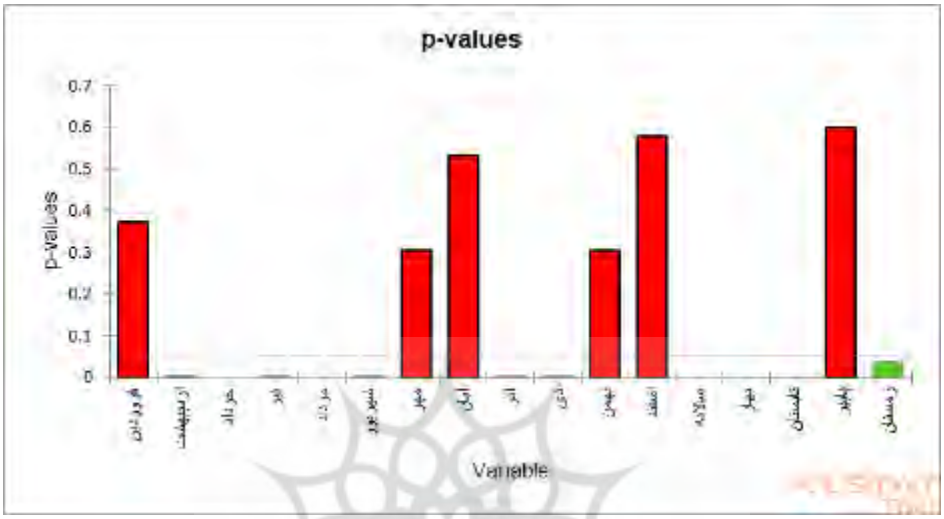
جدول ٦: نتایج آزمون من کندال برای شاخص پتاسیم (k)

Series\Test	Kendall's tau	p-value	Sen's slope
فروردین	0.094	0.371	0.001
اردیبهشت	0.330	**0.001**	0.003
خرداد	0.615	<**0.0001**	0.011
تیر	0.296	<**0.0001**	0.011
مرداد	0.529	<**0.0001**	0.015
شهریور	0.435	**0.000**	0.014
مهر	-0.080	0.304	0.000
آبان	0.050	0.533	0.000
آذر	0.179	**0.004**	0.003
دی	0.433	<**0.0001**	0.005
بهمن	0.080	0.303	0.000
اسفند	0.059	0.576	0.000
سالانه	0.505	<**0.0001**	0.083
بهار	0.555	<**0.0001**	0.018
تابستان	0.524	<**0.0001**	0.048
پاییز	-0.043	0.600	-0.001
زمستان	0.224	**0.037**	0.007

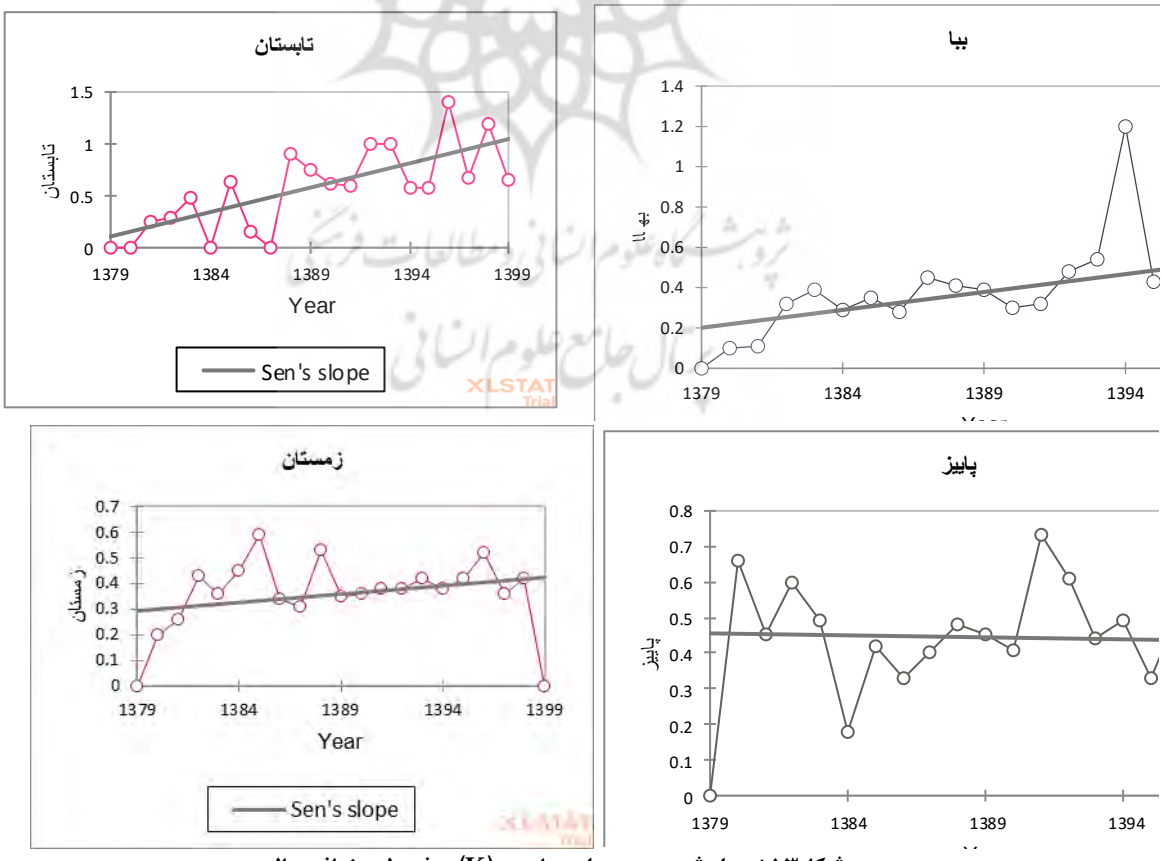
بررسی روند تغییرات شاخص منیزیم (Mg)

منیزیم یکی از عناصر معمولی آب می باشد که در آب، هم سختی کربناتی و هم بیکربناتی تشکیل داده و معمولا غلظت آن در مقایسه با اجزاء ترکیبی کلسیم کمتر است. نتایج بدست آمده از بررسی داده‌های منیزیم در ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه مورد مطالعه در جدول (۷) و شکل (۱۴) آمده است که نشان می‌دهد بجز ماه‌های خرداد، شهریور و مهر در بقیه ماه‌ها بیشتر روند

افزایشی داشته و از سطح معنی‌داری alpha ۰/۰۵ بالاتر بوده است. ضریب همبستگی من-کندال منفی بدست آمده است (۰.۰۵۴-) به این معنی که فرض صفر H0 را نمی توان رد کرد (عدم وجود روند در بین داده‌ها). از لحاظ خط روند رگرسیونی شیب سن در فصل پاییز و زمستان در بقیه روند کاهشی داشته و در فصول بهار و تابستان روندی معنی‌دار افزایشی و مثبت داشته است (شکل ۱۵). مقادیری که برای شاخص منیزیم از داده‌های استخراجی سازمان آب منطقه‌ای استان بدست آمده است، در بالاترین حد و ماکزیمم ۵/۴ میلی گرم در لیتر در سال ۱۳۸۸ برای ماه تیر و کمترین آن مینیمم ۰/۴۸ میلی گرم در لیتر برای ماه اسفند در سال ۱۳۸۲ گزارش شده است.



شکل(۱۲). نمودار ستونی نتایج ازمون من کندال برای شاخص پتاسیم (k) بصورت ماهانه، فصلی و سالانه



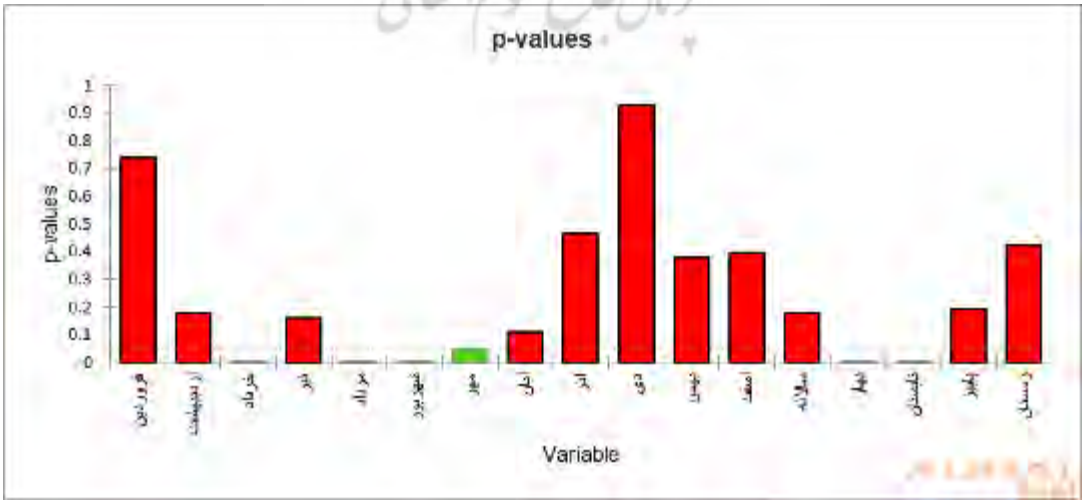
شکل۱۳:نمودار شیب سن برای پتاسیم (K)در فصول مختلف سال

جدول ۷: نتایج آزمون من کندال برای شاخص منیزیم (Mg)

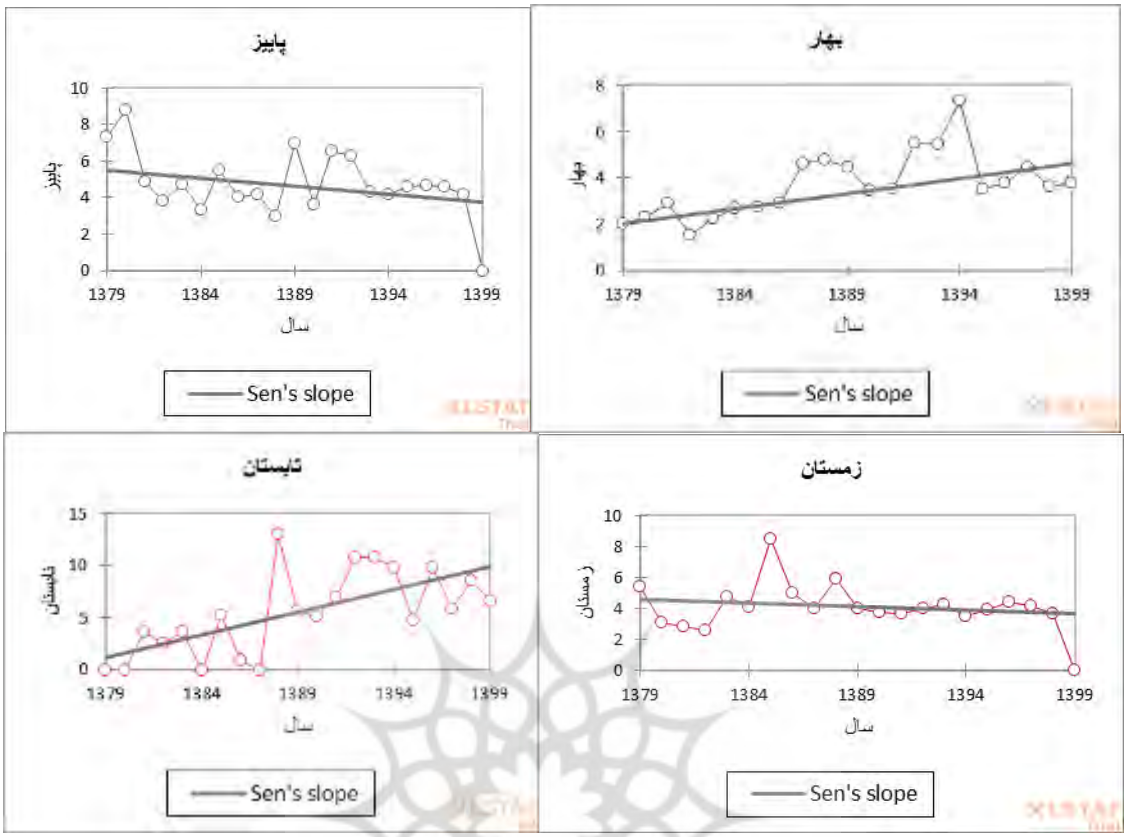
Series\Test	Kendall's tau	p-value	Sen's slope
فروردین	-0.054	0.738	-0.002
اردیبهشت	0.217	0.180	0.018
خرداد	0.615	**0.000**	0.102
تیر	0.230	0.158	0.094
مرداد	0.546	**0.001**	0.160
شهریور	0.489	**0.003**	0.135
مهر	-0.316	**0.048**	-0.028
آبان	-0.254	0.109	-0.027
آذر	-0.119	0.463	-0.013
دی	0.015	0.928	0.000
بهمن	-0.142	0.377	-0.016
اسفند	-0.134	0.397	-0.012
سالانه	0.219	0.178	0.349
بهار	0.532	**0.001**	0.128
تابستان	0.466	**0.004**	0.438
پاییز	-0.205	0.194	-0.088
زمستان	-0.133	0.421	-0.047

بررسی روند تغییرات شاخص کلر (Cl)

کلربه همراه سایر آنیون‌ها تقریبا در کلیه آب‌های طبیعی یافت می‌شود که غلظت آنها می‌تواند بسیار متفاوت باشد، ولی غالب ترکیبات کلر با سدیم (نمک طعام) و در درجه بعد با کلسیم و منیزیم می‌باشد. این مواد از اجزاء پایدار در آب بوده و غلظت آنها تحت تاثیر فرایند های طبیعی، فیزیک، شیمیایی و بیولوژیک تغییر نمی‌پذیرد. کلرها از رسوبات کانی طبیعی، از آب دریا هم از طریق نفوذ و هم به وسیله پراکنده شدن آب دریا در هوا، در اثر انجام امور کشاورزی و آبیاری و از فاضلاب های خانگی و صنعتی ناشی می‌شوند. اغلب رودخانه‌ها و



شکل (۱٤).نمودار ستونی نتایج ازمون من کندال برای شاخص منیزیم(Mg) بصورت ماهانه، فصلی و سالانه

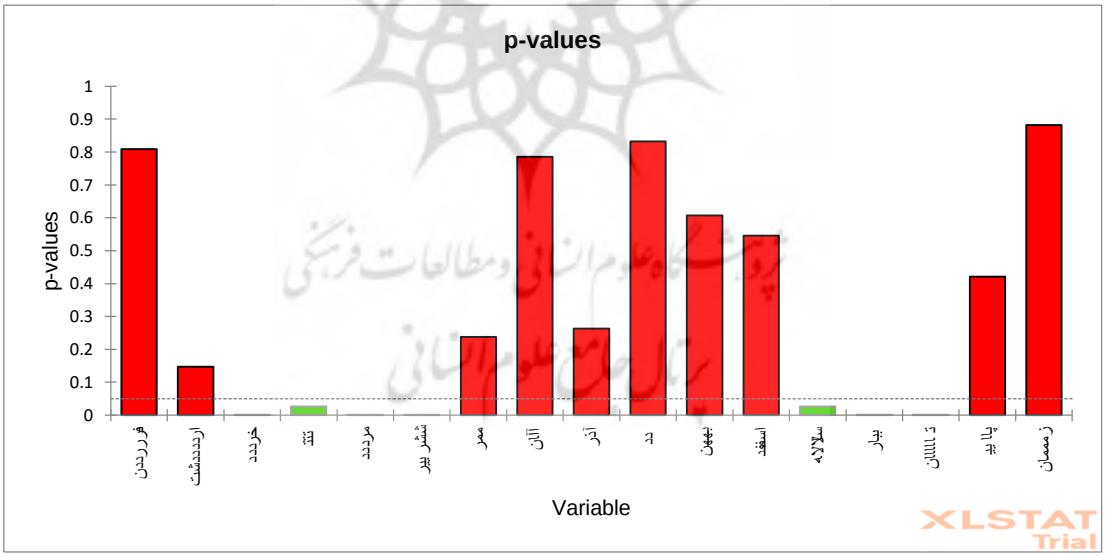


شکل (۱۵). شیب سن برای شاخص منیزیم(Mg) در فصول مختلف سال

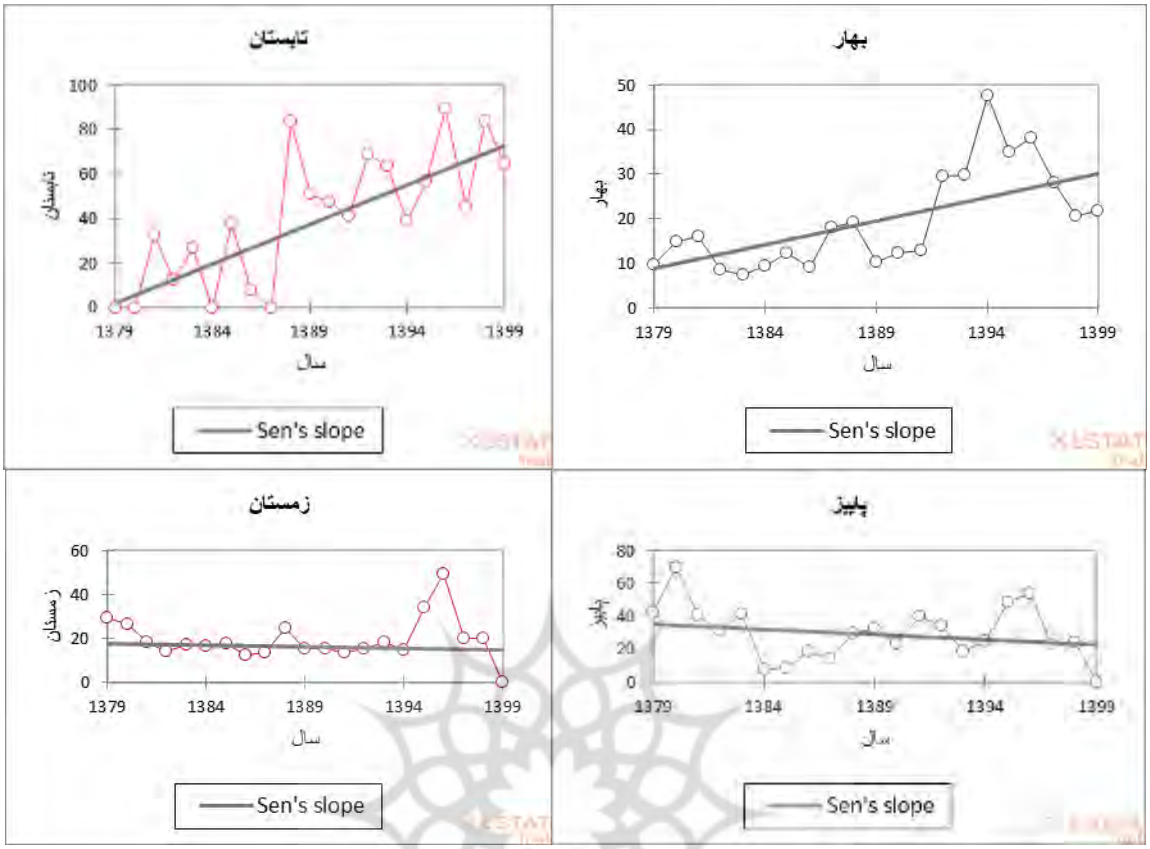
دریاچه‌ها دارای غلظت کلر کمتر از ۵۰ میلی گرم در لیتر می‌باشند و هرگونه افزایش قابل توجه غلظت کلر در آب، نشانه‌ای از آلودگی احتمالی به شمار می‌آید. مقدار کلر فاضلاب‌ها در شرایط هوای خشک احتمالا بیشتر از ۷۰ میلی گرم در لیتر یعنی بیش از غلظت آن در منبع اصلی آب می‌باشد. در بررسی داده‌ها که از منابع سازمان آب منطقه ای استان بدست آمده است، میزان کلر (Cl) موجود در ایستگاه های هیدرومتری در بالاترین حد و ماکزیمم ۳۸/۵۵ میلی گرم در لیتر مربوط به سال ۱۳۹۶ برای ماه تیر و کمترین آن مینیمم ۰/۴ میلی گرم در لیتر برای ماه آذر در سال ۱۳۸۹ گزارش شده است. نتایج بدست آمده از بررسی داده‌های کلر در ایستگاه‌های هیدرومتری در جدول (۸) و شکل (۱۶) نشان می‌دهد، در فصل‌های پاییز و زمستان بیشتر روند افزایشی داشته و از سطح معنی‌داری ۰/۰۵ alpha بالاتر بوده است. ضریب همبستگی من کندال منفی نیز بدست آمده است (۰/۰۳۸-) به این معنی که فرض صفر H0 را نمی توان رد کرد (عدم وجود روند در بین داده‌ها). از لحاظ خط روند رگرسیونی شیب سن در فصل پاییز و زمستان روند کاهشی داشته و در فصول بهار و تابستان روندی معنی دار مثبت و رو به افزایشی داشته است شکل (۱۷).

جدول ۸: نتایج آزمون من کندال برای شاخص کلر (Cl)

Series\Test	Kendall's tau	p-value	Sen's slope
فروردین	-0.038	0.809	-0.023
اردیبهشت	0.230	0.147	0.103
خرداد	0.574	**0.000**	0.954
تیر	0.359	**0.026**	0.799
مرداد	0.575	**0.000**	1.207
شهریور	0.563	**0.001**	1.133
مهر	-0.187	0.238	-0.431
آبان	-0.043	0.786	-0.076
آذر	-0.177	0.264	-0.206
دی	0.033	0.833	0.058
بهمن	-0.081	0.608	-0.053
اسفند	-0.096	0.546	-0.076
سالانه	0.352	**0.027**	3.369
بهار	0.524	**0.001**	1.064
تابستان	0.551	**0.001**	3.549
پاییز	-0.133	0.421	-0.616
زمستان	-0.029	0.882	-0.127



شکل(۱۶). نمودار ستونی نتایج ازمون من کندال برای شاخص کلر (Cl)بصورت ماهانه، فصلی و سالانه



شکل(۱۷). نمودار شیب سن برای شاخص کلر (Cl)در فصول مختلف سال

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی همزمان روند تغییرات کاربری اراضی و کیفیت شیمیایی آب رودخانه قرنقوچای یکی از حوضه‌های مهم در شمال غرب کشور ایران می باشد. برای این منظور ابتدا نتایج آزمایشگاهی هیدروشیمی عناصر شیمیایی آب موجود در منطقه مورد مطالعه که توسط سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی از ایستگاه‌های هیدرومتری در بازه زمانی ۲۰ ساله (۱۳۹۹-۱۳۷۹) انجام گرفته بود را تهیه و سپس داده‌های خام این عناصر استخراج و پردازش گردید. برای بررسی داده‌ها، از تکنیک آماری آزمون من کندال استفاده شد. نتایج بررسی تغییرات شاخص‌های مهم و موجود در منطقه مورد مطالعه از جمله پتاسیم (k)، منیزیم (Mg)، سدیم (Na)، کلر (Cl)، هدایت الکتریکی (Ec)، مواد جامد محلول درآب(TDS) و سولفات (So4) نشان می‌دهد روند تغییرات داده‌ها در سری‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه دارای نوسانات شدید و تغییرات غیر نرمالی بوده است، بطوری‌که در برخی از ماه‌ها و یا فصول سال روند داده‌های مربوط به هر کدام از شاخص‌های مذکور عمدتا روندی مثبت و افزایشی و از سطح معنی‌داری۰/۰۵alpha بزرگتر و برعکس در برخی از ماه ها و فصول سال از سطح معنی داری۰/۰۵alpha کمتر و پایین تر بوده است. همچنین خط روند رگرسیونی و شیب سن تغییرات داده‌ها مستثنی از این قاعده نمی‌باشد. نتایج روند کیفیت شیمیایی آب قرنقوچای با یافته‌های مطالعات دین پژوه (۱۳۹۵) در مورد افت کیفیت شیمیایی آب رودخانه‌های استان آذربایجان شرقی، سهرابی زاده و همکاران (۱۳۹۷) درباره تغییرات درازمدت داده‌های کیفیت رودخانه تالار و مالک‌پور لرکی و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه کاهش کیفیت آب رودخانه شاوور با کاهش اراضی جنگلی و مرتعی و افزایش کاربری زراعی، سلگی و شیخ زاده در مورد کاهش کیفیت شیمیایی آب رود ارس، خیری سلطان احمدی و همکاران (۱۴۰۰) روند افزایشی غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم و TDS مهابادچای در ارتباط با فعالیت‌های کشاورزی و استفاده گسترده از کودها و سموم شیمیایی و پساب‌های ناشی از فاضلاب‌های خانگی منطبق می‌باشد. احتمال می‌رود دلیل این تغییرات شدید و نوسانات در این سری‌های زمانی، حاکی

از تغییرات کاربری اراضی و نیز فعالیت‌های برخی از صنایع و حتی معادن و وجود مراکز جمعیتی شهری و روستایی تمرکز یافته در حاشیه‌های اصلی – فرعی رودخانه قرنقوچای و یا بصورت پراکنده در نقاط مختلف از حوضه مورد مطالعه باشد. همچنین نتایج بررسی نقشه‌ها بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۲و لندست ۷ نشان می‌دهد، با وجود افزایش اراضی کشاورزی دیم از ۳۸ درصد در سال ۲۰۰۱ به ۵۳/۱ درصد در سال ۲۰۲۱، اراضی مرتعی از ۶۰/۱۷ درصد در سال ۲۰۰۱ به ۴۲/۳ درصد در سال ۲۰۲۱ کاهش یافته است. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های اصغری و همکاران (۱۴۰۱) در مورد تغییرات کاهشی کاربری‌های مرتع و افزایش کاربری‌های زراعت آبی و دیم و مناطق مسکونی در حوضه قرنقوچای مطابقت دارد. قابل ذکر است اخیرا در بخش‌های جنوبی حوضه زمین‌ها و پایاب‌های سد سهند که بر روی قرنقوچای احداث شده است، به کشت و زراعت آبی برخی محصولات آب‌بر مثل گوجه فرنگی و هندوانه اختصاص یافته است که طبعا استفاده حداکثری از انواع سموم و کودهای شیمیایی را بدنبال دارد. از طرف دیگر بخش‌های شمالی حوضه هم از کمبود آب شرب و کشاورزی رنج می‌برد. بنابراین برای جلوگیری از این مسئله و تهدید جدی منابع آب حوضه قرنقوچای می‌بایست مسولین ذیربط با مدیریت صحیح و اصولی منابع آب‌های سطحی منطقه و اجرای برنامه‌های آمایشی مانند آبخیزداری و کنترل و نظارت بر امور اراضی و تغییرات کاربری زمین‌ها اقدامات مقتضی را در این زمینه بعمل آورند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

- اسدزاده، فرخ، خسروی اقدم، کمال، پرویز، لاله، رمضانپور، حسن، یغمائیان مهابادی، نفیسه (۱۳۹۷)، پیش بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف و سلول خودکار (مطالعه موردی: حوزه آبخیز روضه چای، ارومیه)، *نشریه حفاظت منابع آب و خاک*، دوره ۸، شماره ۱، صص ۱۱۶-۱۰۵.
- اصغری سراسکانرود، صیاد، امیدی فر، مصطفی، قلعه، احسان (۱۴۰۱)، شناسایی و استخراج لندفرم‌ها و کاربری اراضی حوضه قرنقوچای با استفاده از تکنیک‌های شی گرا، *نشریه هیدروژئومورفولوژی*، سال نهم، شماره ۳۱، صص ۲۳-۱.
- ایلدرمی، علیرضا، حسن زاده، نسرین، هدایت زاده، فریبا (۱۴۰۲)، ارزیابی جامع کیفیت آب‌های سطحی و تناسب آنها برای مصارف شرب و آبیاری (مطالعه موردی :حوضه رودخانه کارون و دز)، *مجله هیدروژئومورف*ولوژی، شماره ۳۴، صص ۳۱-۱.
- خیری سلطان احمدی، رضا، نظرنژاد، حبیب، اسدزاده، فرخ (۱۴۰۰)، ارزیابی تحلیلی کیفیت آب در طول رودخانه مهابادچای با شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران، *مجله سلامت و محیط زیست*، دوره چهاردهم، شماره چهارم، صص ۶۴۲-۶۲۹.
- دین پژوه، یعقوب (۱۳۹۵)، تحلیل روند کیفیت شیمیایی آب رودخانه‌های استان اذربایجان شرقی، *نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، شماره ، صص۱۲۴-۱۰۵.
- رضایی مقدم، محمد حسین، رجبی معصومه، موسوی، معصومه (۱۴۰۲)، بررسی و پایش تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریزرود زرد با استفاده از سنجش از دور و مدل زنجیره مارکوف، *نشریه جغرافیا و برنامه ریزی*، شماره ۸۳، دوره ۲۷، صص ۶۱-۴۴.
- سلگی، عیسی، شیخ زاده، حسن (۱۳۹۵)، مطالعه کیفیت آب رودخانه ارس با استفاده از متغیرهای فیزیکی- شیمیایی، *تحقیقات منابع آب ایران*، سال دوازدهم، شماره ۳، صص ۲۱۳-۲۰۷.
- سهرابی زاده، زهرا، شریفی مقدم، احسان، حکیم زاده، محمد علی (۱۳۹۷)، تحلیل روند تغییرات کیفیت آب حوزه آبخیز رودخانه تالار با استفاده از روش ناپارامتری من-کندال . *فصلنامه اکوسیستم های طبیعی ایران سال هشتم*، شماره سوم، صص ۳۳-۲۰.
- مالک پور لرکی، صغری، خرسندی کوهنستانی، زهره، فرجی،محمد (۱۳۹۹)، بررسی تاثیرات تغییر کاربری اراضی بر روی کیفیت آب رودخانه شاوور، *نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز*، جلد ۱۲، شماره ۲، صص۵۹۲-۵۸۰ .
- میرزائی، مژگان، سلگی، عیسی، سلمان ماهینی، عبدالرسول (۱۳۹۷)، نقش کاربری اراضی در کیفیت آب رودخانه زاینده رود، *مجله ی مهندسی منابع آب*، شماره ۱۱، صص ۷۰-۶۱.
- هاشمی فرد، اکبر، کردوانی، پرویز، اسدیان، فریده (۱۳۹۷)، بررسی نقش عوامل اکوژئومورفولوژی و آنتروپژونیک بر کیفیت آب رودخانه کارون، *مجله پژوهشی آب ایران*، شماره۴، صص۵۱-۵۹.
- Azhari, H., Cherif, Kh., Sarti, O., Azzirgue, M., Dakak, H., Yachou, H., Silva, E., Salmoun, F (2023), Assessment of Surface Water Quality Using the Water Quality Index (IWQ), Multivariate Statistical Analysis (MSA) and Geographic Information System (GIS) in Oued Laou Mediterranean Watershed, Morocco, Water, 15(130): 1-34.
- Babić, G., Vuković, M., Voza, D., Takić, L., Mladenović- Ranisavljević, I (2019), Assessing Surface Water Quality in the Serbian Part of the Tisa River Basin, Pol. J. Environ. Stud. 28:6, 4073-4085.

-Crooks, E. C., Harris, Ian M. and Patil, S. D (2021), Influence of Land Use Land Cover on River Water Quality in Rural North Wales, UK, JOURNAL OF THE AMERICAN WATER RESOURCES ASSOCIATION, Vol: 5, No:3, 357-373.

-Hamid, A., Ullah Bhat, S., Jehangir, A (2020), Local determinants infuencing stream water quality, Applied Water Science, 10: 24, 1-16.

-Li, S., Zhang, Q (2008), Geochemistry of the upper Han River basin, China. Applied Geochemistry 23, 3535-3544.

-Litern, A., Webb, J.A., Ryu, D., Liu, S., Bende-Michl, U., Waters, D., Leahy, P., Willson, p., Western, A.W (2018), Key factors influencing differences in stream water quality across space, WIRES Water, 5: 1-31.
Mas, J. F. Kolb, M. Paegelow, M. Olmedo, M.T.C. and Houet, T. 2014. Inductive pattern-based land use cover change models: A comparison of four software packages. Environmental Modelling & Software 51, 94-111.
-Rusoo, T., Alfredo, K.A., Fisher, J (2014), Sustainable water management in urban, agricultural and natural system, Water, 6(12):3934-3956.
-Xu, Z.X., K. Takeuchi and H. Ishidaira (2003), Monotonic trend and step changes in Japanese, precipitation Journal of Hydrology, 279: 144-150.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی