Research Paper

Investigation of Trend Changes of Hydroclimatic Parameters in Miankaleh Wetland, Mazandaran

Hossein Alavi[1] Karim Solaimani[2 *] Fatemeh Shokrian[3] Esmaeil Mokhtarpour[4]

DOI:10.22034/HYD.2023.57490.1702

Refference to this article: Alavi, Seyyed Hosein; Solaimani, Karim; Shokrian, Fatemeh; Mokhtarpour, Esmaeil. (2023). Investigation of Trend Changes of Hydroclimatic Parameters in Miankaleh Wetland, Mazandaran. *Hydrogeomorphology*, 10(35): 98 – 119.

Keywords

Mann-Kendall test, Sen slope, Hydroclimate, Miankaleh wetland

A B S T R A C T

This study investigated the trend of hydroclimate parameters of the Miankaleh wetland using the Mann-Kendall test and Sen slope estimator. Temperature, precipitation, and evaporation parameters were used from the synoptic stations of Dashte-Naz and Hashem Abad. Also, the discharge data were used from the hydrometric stations of Khalil Mahalleh, Tazeh Abad, Baghoo, and Vatana stations. The results of the Mann-Kendall test showed that the temperature in the Dashte-Naz station in spring and summer seasons has a significant increasing trend with 95% confidence and a significant decreasing trend in winter. Also, there is an increasing trend in Hashem Abad station, with a 95% confidence level in the spring and autumn seasons. Precipitation in Dashte-Naz station with a 95% confidence level has a decreasing and increasing trend, respectively. The most frequent trend changes in Dubai are related to Vatana station, which has a decreasing trend on an annual scale. Evaporation in Dashte-Naz station has a decreasing trend in the autumn and winter seasons and has an increasing trend in spring. Also, in Hashem Abad station, the evaporation rate in autumn has a decreasing trend. The Sen slope estimator method results showed that precipitation in Dashte-Naz station in December was -2.983, and on the annual scale, it is related to Hashem Abad station with -6.283. The highest monthly positive trend line slope of all parameters is related to August precipitation in Dashte- Naz station with a value of 3.20, and the highest annual scale is related to evaporation in Hashem Abad station with a value of 2.157.

Receive Date: 2022/07/11

Accept Date: 2022/10/31

Available: 2024/01/30

Appreciation: This article is an extract from the master's thesis, so the authors consider it necessary to express their gratitude for the financial and moral support of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

*** Corresponding Author: Karim Solaimani**
E-mail: solaimani2001@yahoo.co.uk k.solaimani@sanru.ac.ir

1. M.Sc. Graduated, Department of Watershed Management Science and Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2. Professor, Department of Watershed Management Science and Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
3.Assistant Professor, Department of Watershed Management Science and Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
4. Technical and Watershed Management Deputy of Natural Resources Department of Mazandaran Province

Extended Abstract

Introduction

The increase in the temperature of the earth, the limitation of water resources, and climate change are among the most critical environmental issues in the world (Ezaani et al., 2009:1). Climate change, with variations in precipitation, temperature, and evaporation, affects the water balance of wetlands to a great extent and makes wetland restoration and management programs more complicated (Zolfaqarian, 2015:1). In recent years, the Miankala wetland has faced the problem of water level reduction and one of the leading causes can be considered climate changes and recent droughts (Dashti et al., 2017: 6). This issue has caused a decrease in river water flow and the water level of the Caspian Sea, and as a result, a decrease in the water resources of the Miankala wetland, therefore, in order to maintain the existing conditions and improve them, it is necessary to examine the trend of changes in the time series of hydroclimatic data. Two categories of parametric and non-parametric tests are used to investigate the trend of hydroclimatic variables (Ruzbeh et al., 2015: 756). Non-parametric methods are more valuable than parametric methods; this requires more consideration of data frequency distribution. Among the non-parametric tests, the Mann-Kendall test and the Sen slope estimator are among the most common methods of time series trend analysis (Pudine et al., 2016: 115). Abbasi and Rostami (1400) in Ilam station and Golgol station 30 years, investigated the trend of precipitation parameters, maximum, minimum, and average temperature, and discharge using the Mann-Kendall and age test, and the results showed that the discharge trend in most months is decreasing. Rainfall increases in some months and decreases in other months. Most months' average and maximum temperatures are upward, but the average minimum temperature trend is often downward. Omidvar and Mohammadi Ravari (1401) investigated changes in temperature and precipitation in Baft City, and the results show a significant trend in temperature and no significant trend in precipitation. Jain et al. (2023) investigated precipitation and temperature trends in monthly, seasonal, and annual time series using the Mann-Kendall test and Sen slope in Damu, Madhya Pradesh, India. The results showed that the rainfall has a significant downward trend, and the temperature also has a decreasing trend. Ugwu et al. (2023) evaluated the trend of monthly rainfall data from 1986 to 2019 in the three states of Gombe, Kaduna, and Sokoto in Sudan using the non-parametric Mann-Kendall test. The findings show that the rainfall in Gombe (Z-value = -0.5930) and Kaduna (Z-value = -2.520) has a decreasing trend, but in Sokoto (Z-value = 1.9272), it has an increasing trend. Kaduna showed a uniform decreasing trend with (P-value = 0.0117). In Sokoto, although there is an increase, it is not uniform as the P-value of 0.0540 is greater than the significant value of 0.05. Due to the importance of climatic parameters on the survival of wetlands, the research aims to investigate the trend of time series of hydroclimatic parameters of discharge, precipitation, temperature, and evaporation in Miankale wetland in Mazandaran province using Mann-Kendall tests and Sen slope estimator.

Methodology

The Miankaleh Wetland is geographically located southeast of the Caspian Sea, twelve kilometres from Behshahr city of Mazandaran province. In order to investigate the trend of climatic parameters (in monthly, seasonal and annual time series of rainfall, average temperature, and evaporation data) with a statistical period of 21 years (2001-2021) from Dashte-Naz of Sari and HashemAbad stations in Gorgan and for discharge data from Khalil Mahaleh and Tazeh Abad stations in Mazandaran and Bagoo and Vatana have been used in Golestan Province with a statistical period of 19 years (2001-2019).

Mann-Kendall test and Sen estimation method

The present study used the Mann-Kendall test to investigate the time series trend. The Sen estimator method is better than the Mann-Kendall method for checking the series trends with much-repeated data and more acceptable results.

Results and Discussion

Precipitation

In general, due to the insufficient number of series with a significant trend compared to the series without a trend based on the available results, no significant trends have been observed on a seasonal and annual scale in the two studied stations.

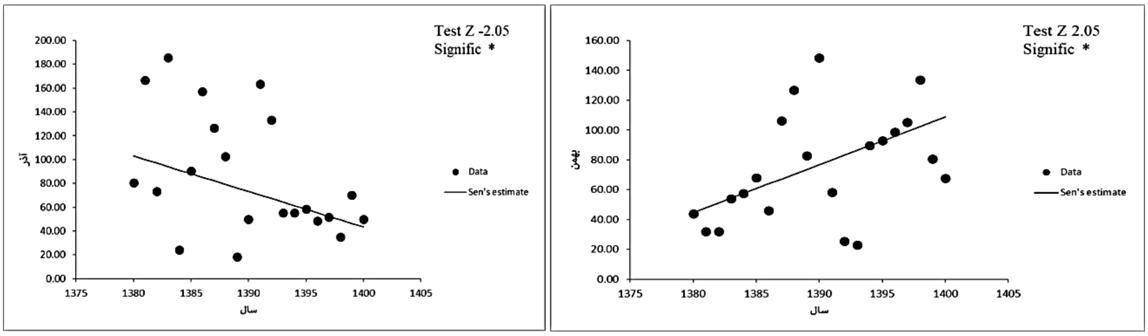


Fig (1): Trend of precipitation Changes in Dashte-Naz station based on the Sen slop method

Discharge

The results indicate that the discharge series follows a downward trend. The main factor behind the downward discharge trend is the extensive climatic changes in recent years.

Temperatures

Based on the results obtained about temperature, an increasing trend was observed in the studied time series.

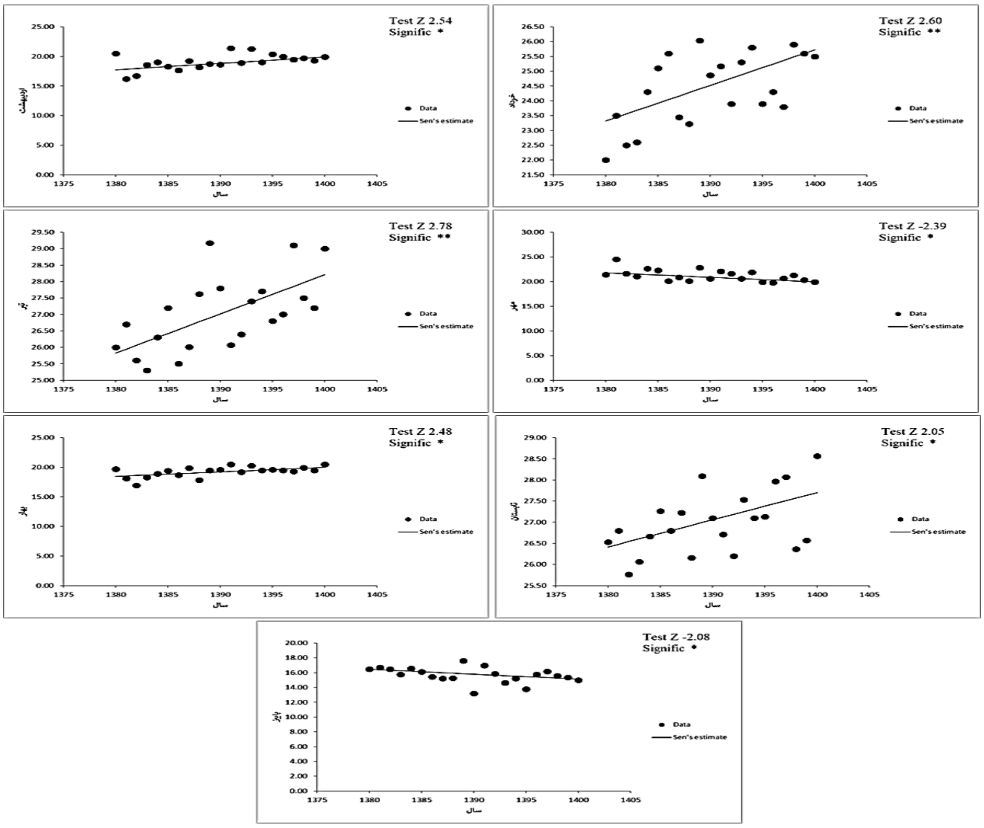


Fig (2): The trend of temperature changes in the Dashte-Naz station based on the Sen Slop method

Evaporation

The trend of changes in the time series of evaporation based on the Mann-Kendall test in the stations shows that evaporation also has a decreasing trend.

Conclusions

In general, it can be explained that many factors influence the climate; hence, its changes result from a few specific parameters and many factors that lead to climate changes in a region.

References

Abbasi, S. and Rostami, N.A. 1400. Long-term trend analysis and investigation of the relationship between climatic and hydrological series (case study: Ilam Dam watershed). *Journal of Watershed Promotion and Development*, 9(33): 38-30.

Dashti, S.S., Sabzqabaei, G.R., Jafarzadeh, K & Bazmara Baleshti, M. 2018. Evaluation of the change process of Miankale coastal wetland with the land improvement approach. *Journal of Wetland Ecobiology*, 10(4): 5-20.

Jain, A., Manekar, V & Patel, J. 2023. Trend Analysis of Rainfall and Temperature in the Damoh District, Central India.

Omidvar, K & Mohammadi Raori, F. 2022. Investigation of the trend of temperature and precipitation changes in Baft city. *The fourth national congress of development and promotion of agricultural engineering and soil science of Iran*, Tehran.

Ezaani, A., Iraqinejad, S and Shifte Soumeh, B. 2010. Investigating the effect of climate change on the water resources of Mazandaran province. The first national conference on water resources management of coastal lands, Sari.

Pudine, A., Salahi, B., Khosravi, M & Hamidianpour, M. 2018. Analysis of the trend of changes in the maximum wind speed of 120 days in Sistan with Mann-Kendall tests and age estimation slope. *Earth Science Research*, 9(2): 114-128.

Rouzbeh, S., Shahidi, K., Darabi, H & Soleimani, K. 2016. Investigating the process of hydroclimatic changes in the Maharlo basin using Mann-Kendall and Shib-Sen tests. *The 11th National Conference of Iran Watershed Science and Engineering*, Yasouj.

Ugwu, E., Ugbor, D., Agbo, J & Alfa, A. 2023. Analyzing rainfall trend and drought occurences in Sudan Savanna of Nigeria. *Scientific African*. 20. e01670.

Zulfagharian, H. 2016. *Investigating the effects of climate change on the area of wetlands. Masters*. University of Tehran. Tehran.

مقاله پژوهشی

بررسی روند تغییرات پارامترهای هیدرواقلیمی تالاب میانکاله، مازندران

سید حسین علوی[1]، کریم سلیمانی*[2]، فاطمه شکریان[3]، اسماعیل مختارپور[4]

DOI:10.22034/HYD.2023.57490.1702

ارجاع به این مقاله: علوی، سید حسین؛ سلیمانی، کریم؛ شکریان، فاطمه؛ مختارپور، اسماعیل (۱۴۰۲). بررسی روند تغییرات زمانی پارامترهای هیدرواقلیمی تالاب میانکاله، مازندران. *هیدروژئومورفولوژی*، ۱۰ (۳۵): ۱۱۹ – ۹۸.

کلیدواژه‌ها

آزمون من-کندال، شیب سن، هیدرواقلیم، تالاب میانکاله

چکیده

در این مطالعه به بررسی روند تغییرات سری زمانی پارامترهای هیدرواقلیمی تالاب میانکاله با استفاده از آزمون من-کندال و شیب سن پرداخته شد. داده‌های دما، بارش و تبخیر را از ایستگاه‌های سینوپتیک، دشت‌ناز و هاشم‌آباد و همچنین داده‌های دبی از ایستگاه‌های هیدرومتری، خلیل محله و تازه‌آباد و باغو و وطنا استفاده گردید. نتایج حاصل از آمون من-کندال نشان داد که دما در ایستگاه دشت ناز در فصول بهار و تابستان با اطمینان ۹۵٪ دارای روند معنی‌دار افزایشی و در فصل زمستان دارای روند معنی‌دار کاهشی است. همچنین در ایستگاه هاشم‌آباد در فصول بهار و پاییز دارای روند افزایشی با سطح اطمینان ۹۵٪ است. بارش در ماه‌های آذر و بهمن در ایستگاه دشت‌ناز با سطح اطمینان ۹۵٪ به ترتیب دارای روند کاهشی و افزایشی است. بیشترین تغییرات روند در دبی نیز مربوط به ایستگاه وطنا می‌باشد که در مقیاس سالانه دارای روند کاهشی می‌باشد. تبخیر نیز در ایستگاه دشت‌ناز در فصول پاییز و زمستان دارای روند کاهشی و در فصل بهار دارای روند افزایشی است. همچنین در ایستگاه هاشم‌آباد میزان تبخیر در فصل پاییز دارای روند کاهشی می‌باشد. نتایج حاصل از روش تخمین‌گر شیب سن نشان می‌دهد بارش در ایستگاه دشت‌ناز در آذر ماه برابر با ۲/۹۸۳- و در مقیاس سالانه نیز مربوط به ایستگاه هاشم‌آباد با ۶/۲۸۳- می‌باشد. بیشترین شیب خط روند مثبت ماهانه در بین تمامی پارامترها مربوط به بارش ۳/۲۰ در مرداد ماه در ایستگاه دشت‌ناز می‌باشد و در مقیاس سالانه نیز بیشترین مقدار مربوط به تبخیر در ایستگاه هاشم‌آباد با ۲/۱۵۷ می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۰/۳۰

قدردانی:

این مقاله مستخرج از پایاننامه کارشناسی ارشد می باشد لذا نویسندگان بر خود لازم می دانند تا از حمایت های مالی و معنوی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری سپاسگزاری نمایند.

* **نویسنده مسئول: کریم سلیمانی**

رایانامه: k.solaimani@sanru.ac.ir solaimani2001@yahoo.co.uk

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۲- استاد گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۴- معاون فنی و آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی استان مازندران، ساری، ایران.

مقدمه

اقلیم یکی از از عوامل اساسی در سیاره زمین است (مسیبی و موحدی، ۱۳۷۴: ۶). افزایش دما کره زمین، محدودیت منابع آبی و تغییر اقلیم از جمله مهمترین مسئله‌های زیست محیطی جهان است (اذعانی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱). تغییر اقلیم با تغییر در میزان بارش، دما و تبخیر، بیلان آبی تالاب‌ها را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث پیچیده‌تر شدن برنامه‌های احیا و مدیریت تالاب‌ها می‌شود (ذوالفقاریان، ۱۳۹۵: ۱). در سال‌های اخیر تالاب میانکاله با مشکل کاهش سطح آب مواجه شده و روبه خشکی می‌رود که می‌توان یکی از علل اصلی آن را تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌های اخیر دانست (دشتی و همکاران، ۱۳۹۷: ۶) که موجب کاهش آبدهی رودها و کاهش تراز آب دریای خزر و باعث ایجاد نوسان در منابع آبی این تالاب شده است، از این رو برای حفظ شرایط موجود و بهبود آن نیاز به بررسی روند تغییرات سری زمانی داده‌های هیدرواقلیمی است. برای بررسی روند متغیرهای هیدرواقلیمی از دو دسته آزمون پارامتری و غیرپارامتری استفاده می‌شود (روزبه و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۵۶). روش‌های ناپارامتری از کاربرد بیشتری نسبت به روش‌های پارامتری برخوردارند که علت آن عدم توجه توزیع فراوانی داده‌ها می‌باشد (پودینه و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱۵). در بین آزمون‌های ناپارامتری دو آزمون من-کندال [1] و تخمین‌گر شیب سن [2] جزو متداول‌ترین روش‌های تحلیل روند سری‌های به‌شمار می‌روند (پودینه و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱۵). مطالعات زیادی برای شناسایی روند تغییرات هیدرواقلیمی در سال‌های اخیر در سطح جهان و تاثیر آن بر منابع آب و تغییر در عوامل اقلیمی مانند بارش، دما و تبخیر صورت گرفته است. محمدی (۱۳۹۰) با استفاده از داده‌های ۱۴۳۷ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی طی دوره‌ی ۴۰ ساله (۱۳۴۳-۱۳۸۲) روند بارش ایران را بررسی نمود. معنی‌داری روند میانگین بارش با استفاده از آزمون من-کندال و میزان شیب خط روند با استفاده از روش شیب خط سن آزمون شد. نتایج نشان داد در سطوح اطمینان ۹۹٪ و ۹۵٪ روند افزایشی یا کاهشی معنی‌داری در سری‌های زمانی میانگین ایستگاهی و یاخته‌ای بارش ایران وجود ندارد و همچنین میانگین ایستگاهی بارش به طور متوسط حدود ۰/۶۴ میلی‌متر در هر سال و میانگین یاخته‌ای بارش در هرسال در حدود ۰/۵ میلی‌متر کاهش پیدا کرده است. ابراهیمی و کردوانی (۱۳۹۳) تغییرات اقلیمی را با روش من-کندال در تالاب انزلی روندیابی کردند. در این مطالعه از داده‌های سالانه بارندگی و دمای متوسط، حداقل و حداکثر در دوره آماری (۲۰۰۰ تا ۱۹۵۱) استفاده شد. نتایج نشان داد بارش سالانه هیچ‌گونه تغییر شدیدی نداشته و دمای حداکثر دارای روند منفی و دمای حداقل دارای روند مثبت است. به طور کلی این نتیجه حاصل می‌شود که تغییر اقلیم در منطقه با تغییر دما رابطه بیشتری نسبت به تغییرات بارندگی دارد. پورمحمدی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر پارامترهای اقلیمی حوضه‌ی آبخیز تویسرکان به کمک مدل‌های گردش عمومی جو پرداختند. نتایج نشان داد بارش ۱۹ تا ۲۲ درصد کاهش و دمای کمینه ۱۳ تا ۲۰ درصد و دمای بیشینه ۴/۲ تا ۴/۶ درصد نسبت به دوره‌ی پایه درحوضه‌ی آبخیز تویسرکان افزایش داشت. دستورانی و یزدان‌پناه (۱۳۹۹) تغییرات بارندگی و دبی را در نه ایستگاه هیدرومتری و پنج ایستگاه باران‌سنجی در حوضه آبریز ارس در شمال غرب کشور با استفاده از آزمون‌های من-کندال و تخمین‌گر سن در دوره آماری ۱۳۹۵-۱۳۶۶ مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از روند افزایشی در دو ایستگاه در مقیاس سالانه بارندگی و همچنین کاهش روند دبی در شش ایستگاه است. عباسی و رستمی (۱۴۰۰) در ایستگاه شهر ایلام و ایستگاه گل‌گل در یک دوره ۳۰ ساله اقدام به بررسی روند پارامترهای بارش، دمای حداکثر، حداقل و متوسط و دبی با استفاده از آزمون من-کندال و سن پرداختند. نتایج نشان داد که روند دبی در اکثر ماه‌ها کاهشی است. بارندگی در برخی از ماه‌ها روند افزایشی و در برخی ماه‌های دیگر روند کاهشی دارد. میانگین دما و میانگین دمای حداکثر در اکثر ماه‌ها روند صعودی ولی روند میانگین دمای حداقل، غالباً نزولی می‌باشد. آقایاری سامیان و همکاران (۱۴۰۱) اثر تغییر اقلیم بر نوسانات رواناب سطحی حوضه‌ی آبریز رودخانه ارس را مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد

1 Mann - Kendall
2 Sen slope estimator

با مدلسازی داده‌های اقلیمی طی دوره شبیه‌سازی میزان دما و تبخیر و تعرق افزایش خواهد یافت و در مقابل میزان نزولات جوی کاهش اتفاق افتاده و رواناب سطحی کاهش پیدا می‌کند. امیدوار و محمدی راوری (۱۴۰۱) روند تغییرات دما و بارش در شهرستان بافت را مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان از روند معنی‌دار در دما و در بارش نیز عدم وجود روند معنی‌دار دارد. یانمینگ و همکاران[1] (۲۰۱۲) بر اساس داده‌های ماهانه هواشناسی جمع‌آوری‌شده از ایستگاه‌های هواشناسی کونمینگ[2] در چین با استفاده از آزمون من-کندال در دوره آماری ۲۶ ساله به بررسی روند تغییرات سری‌های زمانی بارش و دما پرداختند. نتیجه آزمون روند من-کندال نشان داد که روند تغییر بارندگی فصول مختلف با روند کل سال مطابقت ندارد و در فصل بهار، زمستان و کل سال افزایش آشکار و در پاییز کاهش آشکار مشاهده شد. ژائو و همکاران[3] (۲۰۱۵) در رودخانه وی در چین با استفاده از آزمون من-کندال به بررسی روند تغییر متغیرهای هیدرواقلیمی در دوره ۲۰۱۰-۱۹۶۰ پرداختند. نتایج نشان داد که بارش و رواناب دارای روند کاهشی هستند. دما در کل دوره روند افزایشی دارد. اوکافور و همکاران[4] (۲۰۱۷) به بررسی روند سری‌های زمانی پارامترهای هیدرواقلیمی با استفاده از آزمون من-کندال و شیب سن طی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۷۵ در رودخانه کادونا[5] در نیجریه پرداختند. نتایج مطالعه حاکی از روند افزایشی دما و رواناب بود. سطح آب و تبخیر روندهای آماری کاهشی را نشان داد و برای بارندگی روند قابل توجهی در ایستگاه های مورد مطالعه مشاهده نشد. اکتر و همکاران[6] (۲۰۱۹) در تحقیقی با استفاده از آزمون ناپارامتریک من-کندال در حوضه رودخانه سورما[7] در شمال شرق بنگلادش به بررسی روند تغییرات بارش و دبی پرداختند. نتایج نشان از روند کاهشی بارش و دبی برای دوره آماری ۲۰۱۶-۱۹۷۳ دارد. همبستگی بین بارش و دبی در سطح ۹۹ درصد معنی دار است. الزوپی و همکاران[8] (۲۰۲۰) در اتیوپی با استفاده از آزمون من-کندال روند دراز مدت بارش و دما را مورد بررسی قرار دادند. نتایج بدست آمده نشان از افزایش قابل توجه روند دمای متوسط دارد درحالی که در بارندگی‌های فصلی و سالانه روند قابل توجهی مشاهده نمی‌شود. هازاریکا و گوسوامی[9] (۲۰۲۱) در تحقیقی با استفاده از آزمون من-کندال و برآورد شیب سن روند تغییرات داده‌های بارش و دما در شمال شرق هند را بررسی کردند که نتایج نشان داد در بارندگی روند خاصی مشاهده نشد اما دمای حداقل و حداکثر در دوره ۲۰۱۵-۱۹۶۶ برای تمام ایستگاه‌ها روند افزایشی دارد. حنیف و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی روندهای فصلی و سالانه زمانی و مکانی شاخص‌های بارندگی در پراک[10]، مالزی، در طول ۳۵ سال گذشته با آزمون‌های من-کندال و تخمین‌گر شیب سن پرداختند، نتایج نشان داد که بیشتر شاخص‌های بارندگی روند کاهشی را نشان می‌دهند و برای فصل موسمی جنوب غربی با نرخ کاهشی ۲/۲۰ میلی‌متر در سال برجسته‌تر بود. روند بلند مدت برای بارندگی فصلی نشان داد که بارندگی ۰/۲۹ میلی‌متر در سال در طول موسمی جنوب غربی کاهش یافت. در مقابل، شمال شرق و فصول بین موسمی افزایش جزئی را نشان دادند. جین و همکاران[11] (۲۰۲۳) به بررسی روند بارش و دما در سری‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه با استفاده از آزمون من-کندال و شیب سن در ناحیه دامو مادیا پرادش[12] هند پرداختند. نتایج نشان داد بارندگی دارای روند نزولی قابل توجهی می‌باشد همچنین دما نیز دارای روند کاهشی است. اوگوو و همکاران[13] (۲۰۲۳) در سه ایالت گومبه، کادونا و سوکوتو سودان به ارزیابی روند داده‌های بارش ماهانه از سال ۲۰۱۹ تا ۱۹۸۶ با آزمون ناپارامتریک من-کندال پرداختند. یافته‌ها نشان داد که بارندگی در گومبه (Z-value = -۰/۵۹۳۰) و کادونا (Z-value = -۲/۵۲۰) روند کاهشی دارد، اما در سوکوتو (Z-value =۱/۹۲۷۲) روند افزایشی دارد. کادونا با (P-value =۰/۰۱۱۷) روند کاهشی یکنواخت را نشان داد. در سوکوتو، اگرچه افزایش وجود دارد، اما یکنواخت نیست زیرا مقدار P-value۰/۰۵۴۰ بزرگتر از مقدار قابل توجه ۰/۰۵ است. بدلیل اهمیتی که پارامترهای اقلیمی بر ادامه حیات تالاب‌ها دارند، هدف پژوهش

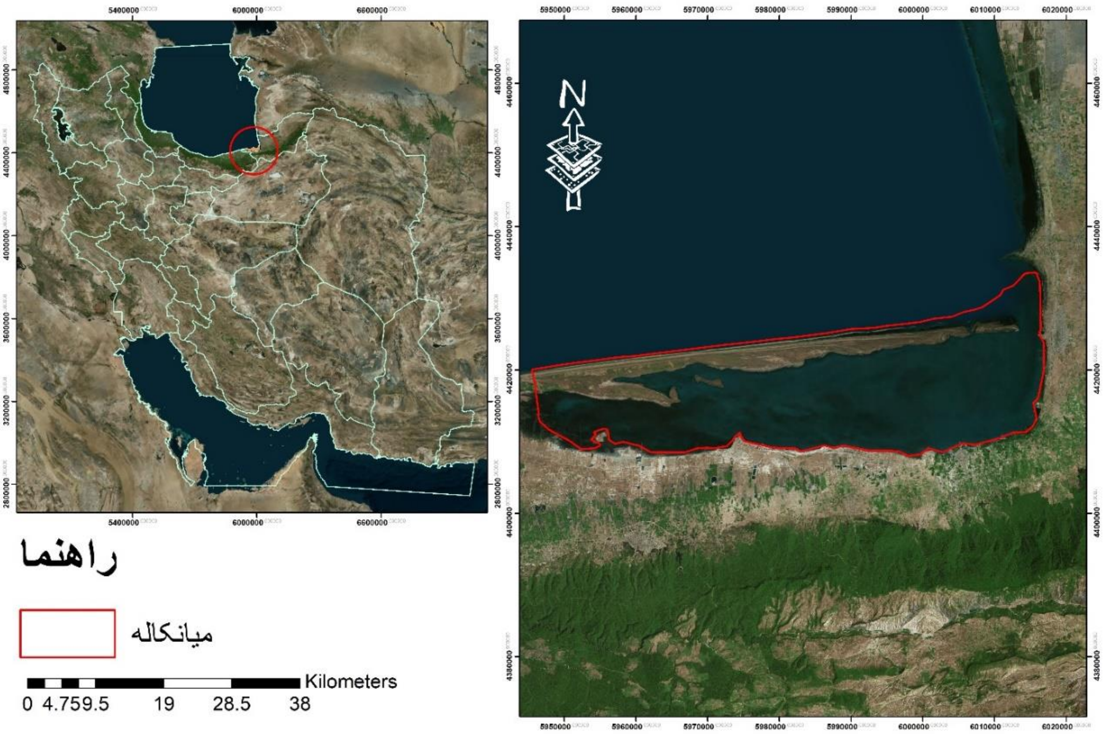
1 Yanming et al.
2 Kunming
3 Zhao et al.
4 Okafor et al.
5 Kaduna
6 Akter et al.
7 Surma
8 Elzopy et al.
9 Hazarika and Goswami
10 Perak
11 Jain et al.
12 Damoh Madhya Pradesh
13 Ugwu et al.

بررسی روند سری‌های زمانی پارامترهای هیدرواقلیمی دبی، بارش، دما و تبخیر در تالاب میانکاله در استان مازندران با استفاده از آزمون‌های من-کندال و تخمین‌گر شیب سن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

تالاب میانکاله در جنوب شرقی دریای خزر و دوازده کیلومتری شهرستان بهشهر استان مازندران قرار دارد (شکل ۱). این تالاب بین طول شرقی ۵۳ درجه و ۲۴ دقیقه و ۸ ثانیه تا ۵۴ درجه و ۲ دقیقه و ۲ ثانیه و عرض شمالی بین ۳۶ درجه و ۴۶ دقیقه و ۳۶ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه و ۲۶ ثانیه قرار دارد. وسعت تالاب میانکاله ۶۸۸۰۰ هکتار است که ۲/۸۵ درصد از مازندران را تشکیل می‌دهداست (دشتی و همکاران، ۱۳۹۷: ۷). تالاب میانکاله از نظر هیدرولوژیک تحت تاثیر دریای خزر، رودخانه قره‌سو و رودخانه غازمحله در غرب شهرستان کردکو می‌باشد (تقوی کلجاهی، ۱۳۹۳: ۱۰۳).



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه

Fig (1): The study area

جهت بررسی روند پارامترهای اقلیمی در سری‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه از داده‌های بارش، میانگین دما و تبخیر با دوره آماری ۲۱ ساله (۱۴۰۰-۱۳۸۰) ایستگاه‌های دشت‌ناز ساری و هاشم‌آباد گرگان و برای داده‌های دبی از ایستگاه‌های خلیل محله و تازه‌آباد در مازندران و باغو و وطنا در گلستان با دوره آماری ۱۹ ساله (۱۳۹۸-۱۳۸۰) استفاده شده است.

جدول (۱): مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

Table (1): Characteristics of the used stations

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	سال تاسیس
دشت‌ناز ساری	سینوپتیک	۵۳° ۱۱´	۳۶° ۳۷´	۱۳۷۸
هاشم‌آباد گرگان	سینوپتیک	۵۴° ۱۶´	۳۶° ۵۱´	۱۳۶۳
خلیل محله	هیدرومتری	۵۳° ۳۸´	۳۶° ۴۲´	۱۳۵۰
تازه‌آباد	هیدرومتری	۵۳° ۳۶´	۳۶° ۴۱´	۱۳۷۷
باغو	هیدرومتری	۵۴° ۰۱´	۳۶° ۴۵´	۱۳۵۴
وطنا	هیدرومتری	۵۳° ۵۹´	۳۶° ۲۵	۱۳۴۸

آزمون من-کندال

در مطالعه حاضر برای بررسی روند سری‌های زمانی از آزمون من-کندال که یک آزمون ناپارامتریک است استفاده شده است. آزمون من-کندال ابتدا به وسیلهٔ مان (۱۹۴۵) ارائه شد و سپس کندال (۱۹۷۵) آن را بسط و توسعه داد (فالح‌قالهری و رضایی، ۱۳۹۴: ۷). از نقاط قوت این روش می‌توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند اشاره کرد. تأثیرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردند نیز از دیگر مزایای استفاده از آن است. جهت بررسی روند تغییرات با استفاده از آزمون من-کندال سه آماره MK-Stat، P-Value و Sen-Slope مورد استفاده قرار میگیرد. در این آزمون فرض صفر دلالت بر تصادفی بودن و نبود روند در سری زمانی داده‌ها دارد و فرض یک نشان از وجود روند در سری داده‌ها دارد. محاسبه این آزمون به این ترتیب زیر است (معادله ۱):

$$S = \sum_{k=1}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{n} sgn(xj - xk) \quad \text{معادله ۱:}$$

در این رابطه n مدت سری زمانی داده‌ها، x_j و x_k داده‌های متوالی kام و jام سری است. در رابطه فوق $k,j \leq n$ و $k\neq j$. تابع علامت نیز از روابط زیر قابل محاسبه است (معادله ۲):

$$Sgn\,(x_j-x_k) = \begin{cases} +1 \;\; if \;\; (xj - xk) > 0 \\ \;\;0 \;\; if \;\; (xj - xk) = 0 \\ -1 \;\; if \;\; (xj - xk) < 0 \end{cases} \quad \text{معادله۲:}$$

واریانس آن از رابطه زیر محاسبه می‌شود (معادله ۳):

$$Var(S) = \frac{n(n-1) - \sum t(t-1)(2t+5)}{18} \quad \text{معادله ۳:}$$

t در این رابطه نشان دهنده اندازه بازه زمانی در سری داده‌ها و Σt مجموع بازه‌ها می‌باشد. در مواردی که مدت سری زمانی داده‌ها از ۱۰ بیشتر باشد آماره Z استاندارد شده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد (معادله ۴):

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(s)}} & if\ \ S > 0 \\ 0 & if\ \ S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(s)}} & if\ \ S < 0 \end{cases}$$ معادله ۴:

بنابراین، در آزمون دو طرفه روند، اگر رابطه $Z \leq Z\alpha/2$ در سطح ۹۵٪ باشد، باید تصادفی بودن سری داده‌ها را پذیرفت و در غیر این صورت باید وجود روند را قبول کرد. اگر معنی‌داری داده‌ها در سطح ۹۹٪ اطمینان باشد فرضیه صفر در صورتی رد می‌شود که $Z > Z0.995$ ۲/۵۷۵ = باشد. مقادیر مثبت و منفی Z به ترتیب نشان دهنده روند مثبت و منفی می‌باشد (حجام و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۶۱-۱۶۰).

روش تخمین‌گر سن

در سال ۱۹۶۸ سن با توسعه و تکوین مطالعاتی که در سال ۱۹۵۰ انجام داده بود روشی ناپارامتریک به نام تخمین‌گر سن را برای تحلیل و بررسی سری‌های زمانی ارائه نمود. روش تخمین‌گر سن در مقایسه با روش من‌کندال برای بررسی روند سری‌هایی که دارای داده‌های تکراری فراوان است، برتری دارد و نتایج قابل قبول‌تری را دارا می‌باشد. در این روش ابتدا شیب میانه را برای سری زمانی محاسبه کرده سپس به تحلیل معنی‌داری شیب حاصله در سطوح اعتماد مختلف می‌پردازیم. شیب N جفت از داده‌ها از طریق معادله زیر محاسبه می‌گردد (معادله ۵):

$$\emptyset_i = \frac{(xj - xk)}{J - K} \quad for \quad i = 1.\dots.N$$ معادله ۵:

در معادله حاضر x_j و x_k مقادیر داده‌ها در زمان‌های j و k (j>k) را نشان می‌دهد، تخمین شیب سن، میانه این N مقدار از $\emptyset i$ می‌باشد. در سری زمانی اگر n مقدار x_j داشته باشیم، $\emptyset i$ شیب به روش زیر محاسبه می‌شود (معادله ۶):

$$N = \frac{\mathbf{n(n-1)}}{\mathbf{2}}$$ معادله ۶:

برآورد شیب سن به صورت زیر انجام می‌پذیرد (هیبن و همکاران[1]، ۲۰۲۲: ۵) (معادله ۷):

$$\emptyset = \begin{cases} \left[\frac{(N+1)}{2}\right]^Q & \text{فرد}\ N \\ \frac{1}{2}\left(\left[\frac{N}{2}\right]^Q + \left[\frac{(N+2)}{2}\right]^Q\right. & \text{زوج}\ N \end{cases}$$ معادله۷:

نتایج

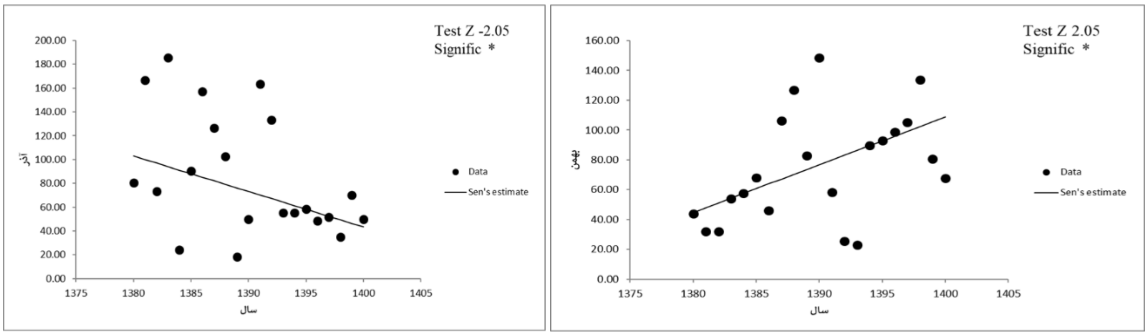
در این بخش نتایج حاصل بررسی روند سری‌های زمانی داده‌های هیدرواقلیمی با استفاده از آزمون من-کندال و تخمین‌گر شیب سن که در جداول مربوط موجود می‌باشد و همچنین گراف‌هایی که دارای روند معنی‌دار با اطمینان ۹۵٪ یا ۹۹٪ هستند مورد بررسی قرار گرفتند.

بارش

روند تغییرات مقادیر بارش در ایستگاه‌های دشت‌ناز ساری و هاشم‌آباد گرگان در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به جدول ۱ در ایستگاه دشت‌ناز آذر ماه داری روند کاهشی و بهمن ماه دارای روند افزایشی در سطح اطمینان ۹۵٪ است. در ایستگاه هاشم آباد نیز روند

[1] Hiben et al.

محسوسی در مقیاس‌های ماهانه، فصلی و سالانه مشاهده نمی‌شود اما در ماه آذر و فصل بهار به سمت روند کاهشی حرکت صعودی دارد. براساس روش تخمین‌گر سن در ایستگاه دشت‌ناز در جدول ۱ شیب خط روند در آذر ماه ۲/۹۸۳- و در بهمن ماه ۳/۲۰۰ می‌باشد(شکل ۲). به طور کلی با توجه به ناکافی بودن تعداد سری‌های دارای روند معنی دار نسبت به سری‌های فاقد روند براساس نتایج بدست آماده، روند معنی‌داری در مقیاس فصلی و سالانه در دو ایستگاه مورد مطالعه مشاهده نشده است.



شکل (۲): روند تغییرات بارش در ایستگاه دشت‌ناز به روش شیب سن

Fig (2): Trend of precipitation changes in Dashte-Naz station based-on Sen slop method

جدول (۲): روند تغییرات بارش در ایستگاه‌های دشت‌ناز و هاشم‌آباد با استفاده از آزمون من-کندال و تخمین‌گر شیب سن ۱۴۰۰-۱۳۸۰

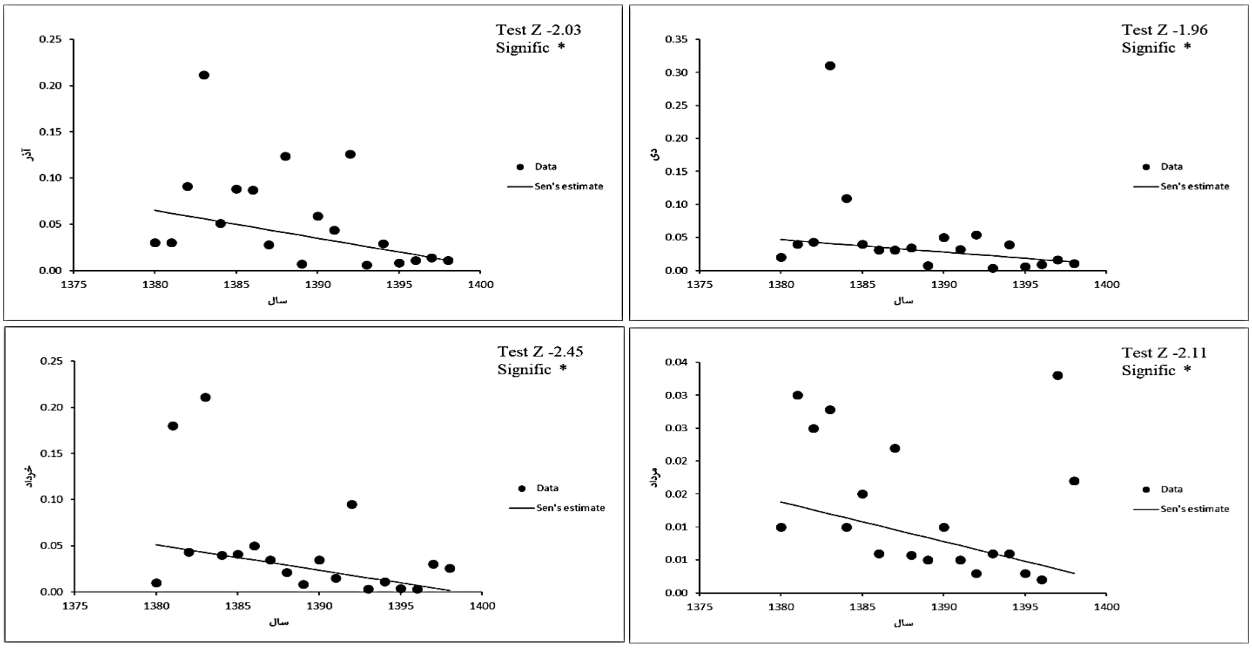
Table (2): Trend of precipitation changes in Dashte-Naz and HashemAbad stations using Mann-Kendall Test and Sen slope estimator 2001-2021

ایستگاه	MK-Stat		P-Value		Sen-Slope	
	دشت‌ناز	هاشم‌آباد	دشت‌ناز	هاشم‌آباد	دشت‌ناز	هاشم‌آباد
مهر	۰/۳۹	-۱/۳۶	۰/۶۷۲	۰/۱۶۵	۰/۶۲۶	-۱/۸۵۷
آبان	-۰/۹۴	-۱/۴۲	۰/۳۳۴	۰/۱۴۷	-۰/۷۴۷	-۰/۶۹۴
آذر	-۱/۰۳	-۱/۰۶	۰/۲۹	۰/۲۷۷	-۰/۴۱۷	-۰/۵۲۳
دی	-۰/۲۴	-۰/۷۵	۰/۷۸۶	۰/۴۳۲	-۰/۱۰۰	-۰/۴۵۲
بهمن	۰/۰۰	-۰/۴۲	۰/۹۷۶	۰/۶۵	۰/۰۰۵	-۰/۰۷۷
اسفند	-۰/۷۵	-۱/۴۸	۰/۴۳۲	۰/۱۳۱	-۰/۶۹۳	-۰/۸۰۶
فروردین	۱/۳۰	۱/۵۴	۰/۱۸۴	۰/۱۱۶	۲/۳۷۶	۱
اردیبهشت	-۱/۲۴	-۰/۹۴	۰/۲۰۵	۰/۳۳۴	-۲/۳۷۹	-۱/۳۴۴
خرداد	-۲/۰۵*	-۱/۷۲	۰/۰۳۷	۰/۰۸	-۲/۹۸۳	-۱/۳۴۴
تیر	۰/۰۹	-۰/۴۵	۰/۹۰۴	۰/۶۲۹	۰/۲۷۲	-۰/۶۱۵
مرداد	۲/۰۵*	۱/۵۱	۰/۰۳۷	۰/۱۲۳	۳/۲۰۰	۲/۴۷۲
شهریور	۰/۲۷	۰/۰۰	۰/۷۶۳	۱	۰/۵۰۵	-۰/۰۱۱
پاییز	-۰/۶۳	-۱/۹۰	۰/۵۰۶	۰/۰۵۳	-۱/۱۶۷	-۴/۰۸۶
زمستان	-۰/۷۵	-۱/۰۶	۰/۴۳۲	۰/۲۷۷	-۱/۰۴۶	-۱/۶۳۵
بهار	-۰/۷۵	-۰/۸۲	۰/۴۳۲	۰/۳۹۸	-۲/۲۶۸	-۱/۵۶۲
تابستان	۰/۶۳	-۰/۳۳	۰/۵۰۶	۰/۷۱۷	۳/۰۲۵	-۰/۸۲۲
سالانه	-۰/۴۵	-۱/۵۴	۰/۶۲۹	۰/۱۱۶	-۱/۶۵۲	-۶/۲۸۳

***معنی‌داری در سطح ۵٪**

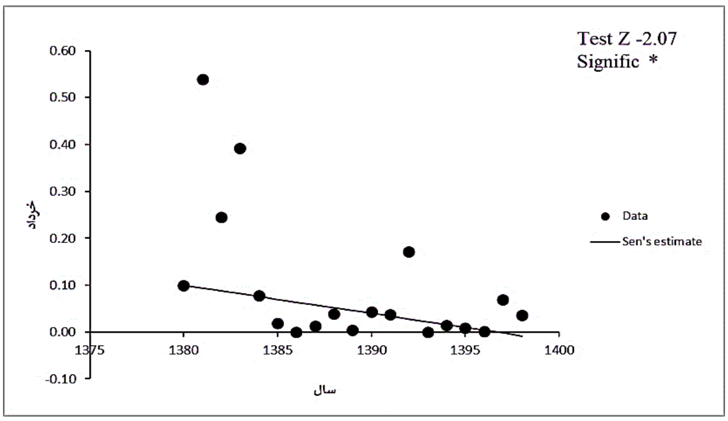
دبی

نتایج بدست آمده از آزمون من-کندال و تخمین‌گر سن برای چهار ایستگاه، خلیل محله و تازه‌آباد در مازندران و باغو و وطنا در گلستان در جدول دو و سه و نمودارها در مقیاس‌های ماهانه، فصلی و سالانه در دوره آماری ۱۳۹۸-۱۳۸۰ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در استان مازندران ایستگاه خلیل محله ماه خرداد و ایستگاه تازه‌آباد در ماه‌های آذر، دی، خرداد و مرداد با اطمینان ۹۵٪ دارای روند کاهشی معنی‌دار می‌باشند. در ایستگاه‌های استان گلستان، ایستگاه باغو در مرداد ماه با اطمینان ۹۵٪ دارای روند افزایشی معنی‌دار می‌باشد و برای ایستگاه وطنا ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، شهریور و فصول و بهار و همچنین در مقیاس سالانه با اطمینان ۹۵٪ روند کاهشی دارد و در ماه مرداد و فصل تابستان با اطمینان ۹۹٪ دارای روند کاهشی می‌باشد. براساس روش تخمین‌گر شیب سن بیشترین شیب منفی روند مربوط به ایستگاه وطنا می‌باشد که در مقیاس ماهانه، فروردین ماه با مقدار ۰/۰۱۹-، در مقیاس فصلی بهار با مقدار ۰/۰۱۷- و در مقیاس سالانه با مقدار ۰/۰۱۱- را نشان می‌دهد. نتایج کلی حاکی از آن است که سری دبی از روند نزولی پیروی می‌کند. به نظر می‌رسد اصلی‌ترین عامل روند نزولی دبی تغییرات گسترده اقلیمی در سال‌های اخیر باشد.



شکل (۳): روند تغییرات دبی در ایستگاه تازه‌آباد به روش شیب سن

Fig (3): Trend of discharge changes in Tazeh Abad station based-on Sen slop method



شکل (۴): روند تغییرات دبی در ایستگاه خلیل محله به روش شیب سن

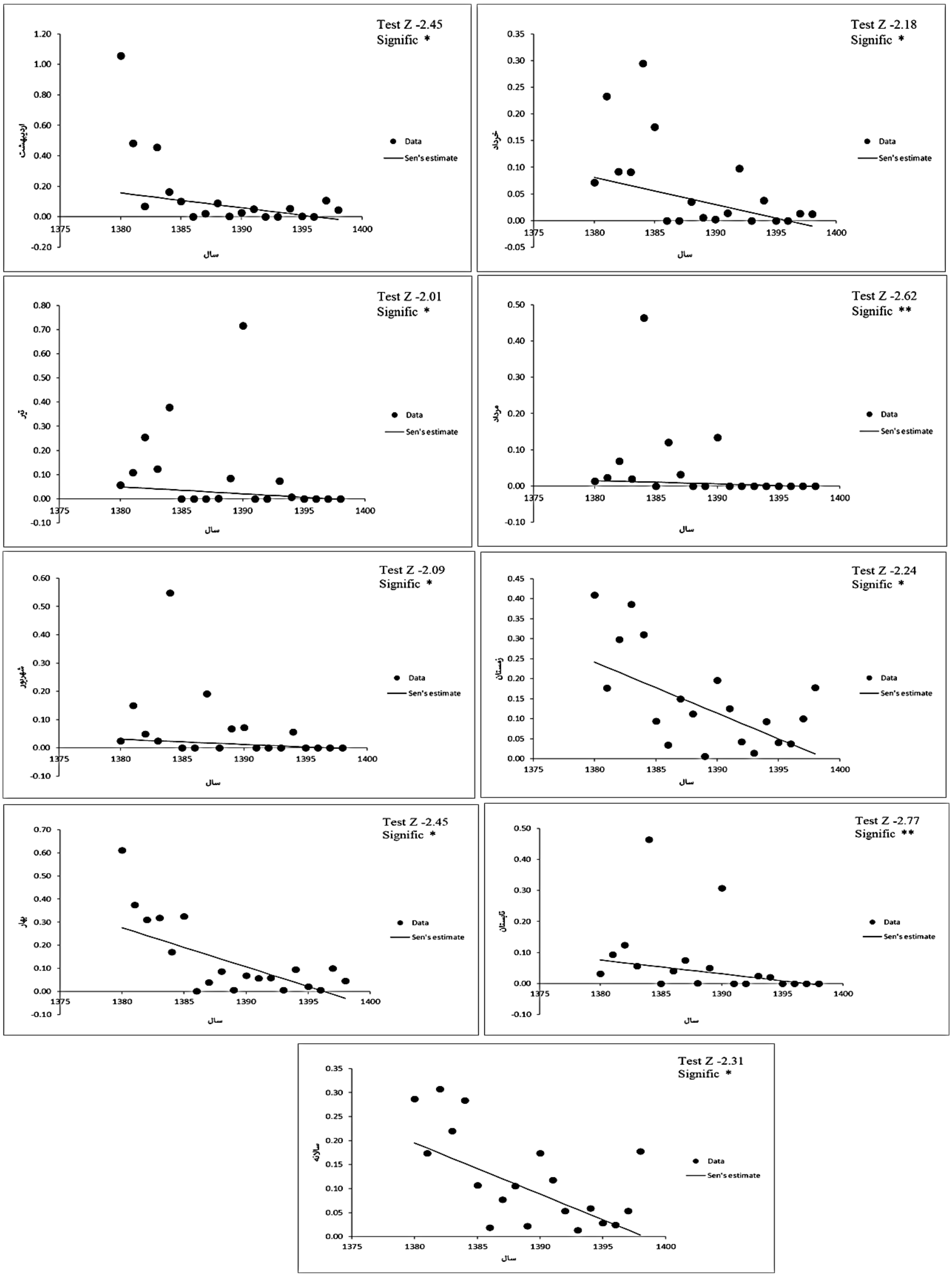
Fig (4): Trend of discharge changes in Khalil Mahalleh station based-on Sen slop method

جدول (۳): روند تغییرات دبی در ایستگاه‌های تازه‌آباد و خلیل محله با استفاده از آزمون من-کندال و تخمین‌گر شیب سن ۱۳۹۸-۱۳۸۰

Table (3): Trend of discharge changes in Tazehabad and Khalil Mahalleh stations using Mann-Kendall Test and Sen slop estimator in 2001-2019

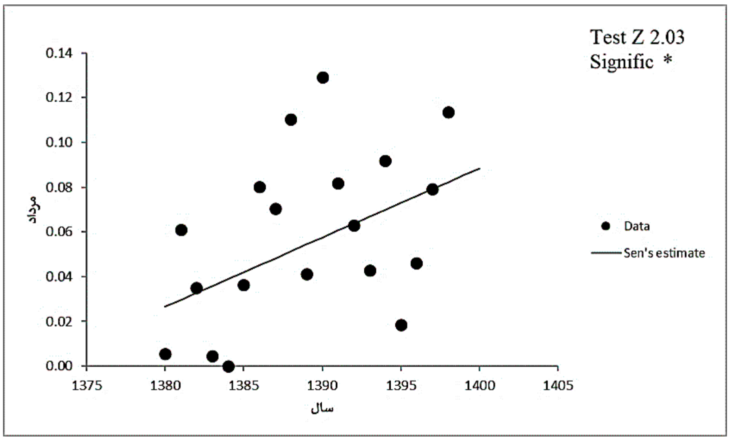
	MK-Stat		**P-Value**		**Sen-Slope**	
ایستگاه	تازه‌آباد	خلیل محله	تازه‌آباد	خلیل محله	تازه‌آباد	خلیل محله
مهر	۰/۰۶	۰/۸۸	۰/۵۲۹	۰/۳۶۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
آبان	-۰/۹۱	۰/۰۰	۰/۳۴۴	۱	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
آذر	-۲/۰۳*	۰/۲۱	۰/۰۳۹	۰/۸۰۷	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
دی	۱/۹۶*	-۰/۷۴	۰/۰۴۶	۰/۴۴۱	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۲
بهمن	۰/۰۰	۰/۰۰	۱	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
اسفند	۰/۷۰	-۱/۴۷	۰/۴۶۳	۰/۱۳۲	۰/۰۰۳	-۰/۰۱۷
فروردین	-۰/۰۷	-۱/۲۶	۰/۹۱۶	۰/۱۹۶	۰/۰۰۰	-۰/۰۱۲
اردیبهشت	-۰/۵۶	-۰/۹۸	۰/۵۵۲	۰/۳۱	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۶
خرداد	-۲/۴۵*	-۲/۰۷	۰/۰۱۳	۰/۰۳۶	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۶
تیر	-۱/۴۰	-۰/۸۱	۰/۱۵۱	۰/۳۹۸	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
مرداد	-۲/۱۱	-۰/۹۴	۰/۰۳۲	۰/۳۲۷	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
شهریور	-۱/۲۳	-۰۱/۲۱	۰/۲۰۶	۰/۲۱۲	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۲
پاییز	-۰/۶۳	۰/۲۸	۰/۵۰۶	۰/۷۵۳	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۲
زمستان	-۰/۰۷	-۱/۱۹	۰/۹۱۶	۰/۲۲۱	۰/۰۰۰	-۰/۰۱۰
بهار	-۰/۸۴	-۱/۴۷	۰/۳۸۲	۰/۱۳۲	-۰/۰۰۲	-۰/۰۱۲
تابستان	-۱/۱۲	-۰/۸۸	۰/۲۴۸	۰/۳۶۳	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۱
سالانه	-۰/۴۲	-۱/۴۰	۰/۶۴۹	۰/۱۵۱	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۷

***معنی‌داری در سطح ۵٪**



شکل (۵): روند تغییرات دبی در ایستگاه وطنا به روش شیب سن

Fig (5): Trend of discharge changes in Vatana station based-on Sen slop method



شکل (۶): روند تغییرات دبی در ایستگاه باغو به روش شیب سن

Fig (6): Trend of discharge changes in Baghoo station based-on Sen slop method

جدول (۴): روند تغییرات دبی در ایستگاه‌های باغو و وطنا با استفاده از آزمون من-کندال و تخمین‌گر شیب سن ۱۳۹۸-۱۳۸۰

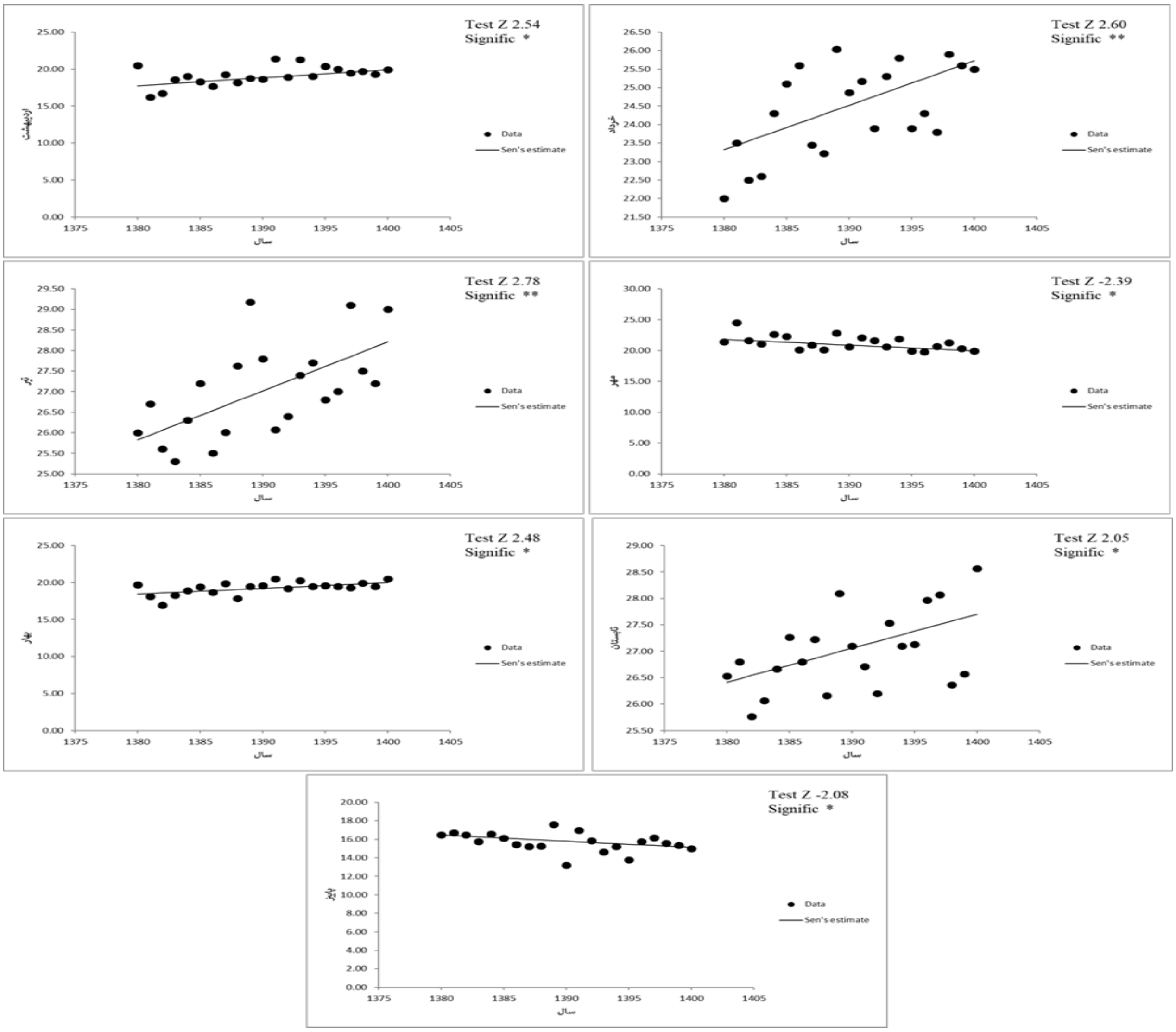
Table (4): Trend of discharge changes in Baghoo and Vatana Stations Using Mann-Kendall Test and Gradient estimator from 2001-2019

Sen-Slope		P-Value		MK-Stat		
باغو	وطنا	باغو	وطنا	باغو	وطنا	ایستگاه
۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۳۱	۰/۸۶	۰/۹۸	۰/۱۴	مهر
۰/۰۰۵	-۰/۰۰۳	۰/۴۲۱	۰/۳۳	۰/۷۷	-۰/۹۵	آبان
۰/۰۰۱	-۰/۰۰۵	۰/۷	۰/۱۲	۰/۳۵	-۱/۵۴	آذر
۰/۰۰۴	-۰/۰۰۳	۰/۱۷۲	۰/۲۲	۱/۳۳	-۱/۱۹	دی
۰/۰۰۹	-۰/۰۰۷	۰/۱	۰/۱۳	۱/۶۱	-۱/۴۷	بهمن
۰/۰۰۰	-۰/۰۱۵	۰/۹۷۲	۰/۰۵	۰/۰۰	-۱/۸۹	اسفند
۰/۰۰۲	-۰/۰۱۹	۰/۷۵۳	۰/۰۷	۰/۲۸	-۱/۷۵	فروردین
۰/۰۰۷	-۰/۰۱	۰/۱۱۵	۰/۰۱	۱/۵۴	-۲/۴۵*	اردیبهشت
۰/۰۰۳	-۰/۰۰۵	۰/۲۴۸	۰/۰۳	۱/۱۲	-۲/۱۸*	خرداد
۰/۰۰۰	-۰/۰۰۳	۰/۷۵۳	۰/۰۴	۰/۲۸	-۲/۰۱*	تیر
۰/۰۰۳	-۰/۰۰۱	۰/۰۳۹	۰/۰۱	۲/۰۳*	-۲/۶۲**	مرداد
۰/۰۰۰	-۰/۰۰۲	۰/۸۶۱	۰/۰۳	۰/۱۴	-۲/۰۹*	شهریور
۰/۰۰۴	-۰/۰۰۱	۰/۳۸۲	۰/۰۷	۰/۸۴	-۰/۳۵	پاییز
۰/۰۰۴	-۰/۰۱۳	۰/۴۲۱	۰/۰۲	۰/۷۷	-۲/۲۴*	زمستان
۰/۰۰۳	-۰/۰۱۷	۰/۷	۰/۰۱	۰/۳۵	-۲/۴۵*	بهار
۰/۰۰۰	-۰/۰۰۴	۰/۸۶۱	۰/۰۱	-۰/۱۴	-۲/۷۷**	تابستان
۰/۰۰۴	-۰/۰۱۱	۰/۲۷۸	۰/۰۲	۱/۰۵	-۲/۳۱*	سالانه

***معنی‌داری در سطح ۰.۵٪، **معنی‌داری در سطح ۰.۱٪**

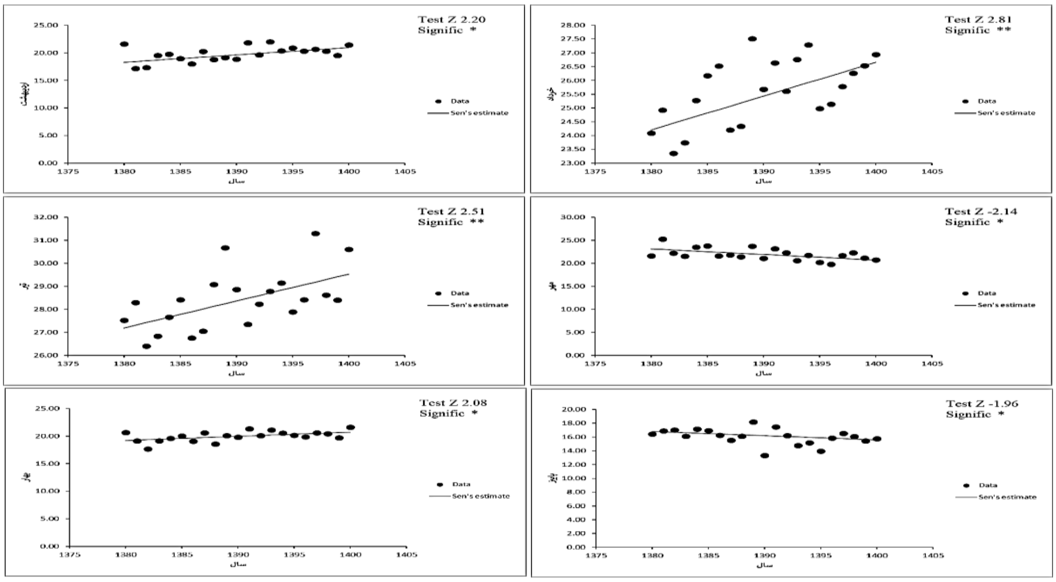
درجه حرارت

تغییرات درجه حرارت در دوره آماری ۱۳۹۸-۱۳۸۰ در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه در جدول ۳ نشان داده شده است. در ایستگاه دشت‌ناز با اطمینان ۹۵٪ ماه اردیبهشت روند افزایشی و ماه مهر روند کاهشی را نشان می‌دهد. در فصول بهار و تابستان روند افزایشی با اطمینان ۹۵٪ و فصل پاییز با اطمینان ۹۵٪ روند معنی‌دار کاهشی دارد. در ماه‌های خرداد و تیر شاهد روند افزایشی با اطمینان ۹۹٪ هستیم. در ایستگاه هاشم‌آباد نیز در مقیاس ماهانه با اطمینان ۹۵٪ اردیبهشت و تیر دارای روند معنی‌دار افزایشی و مهر دارای روند کاهشی است. در مقیاس فصلی با اطمینان ۹۵٪ بهار روند افزایشی و پاییز روند کاهشی را نشان می‌دهد. در ماه خرداد با اطمینان ۹۹٪ روند افزایش مشاهده شد. در روش شیب سن در ایستگاه دشت‌ناز بیشترین شیب مثبت خط روند در مقیاس ماهانه مربوط به خرداد ماه با مقدار ۰/۱۲ و درمقیاس فصلی به فصل بهار با ۰/۰۷۶ مربوط است. در ایستگاه هاشم‌آباد بیشترین شیب مثبت خط روند در مقیاس ماهانه به اردیبهشت ماه با ۰/۱۳۲ مربوط است و در مقیاس فصلی نیز فصل بهار با مقدار ۰/۰۷۶ دارای بیشترین شیب خط روند است. به طور کلی براساس نتایج بدست آماده روند افزایشی در پارامتر دما مشاهده می شود.



شکل (۷): روند تغییرات درجه حرارت در ایستگاه دشت‌ناز به روش شیب سن

Fig (7): Trend of temperature changes in Dashte-Naz station based-on Sen slop method



شکل (۸): روند تغییرات درجه حرارت در ایستگاه هاشم‌آباد به روش شیب سن

Fig (8): Trend of temperature changes in HashemAbad station using Sen slop method

جدول (۵): روند تغییرات دما در ایستگاه‌های دشت‌ناز و هاشم‌آباد با استفاده از آزمون من-کندال و تخمین‌گر شیب سن ۱۴۰۰-۱۳۸۰

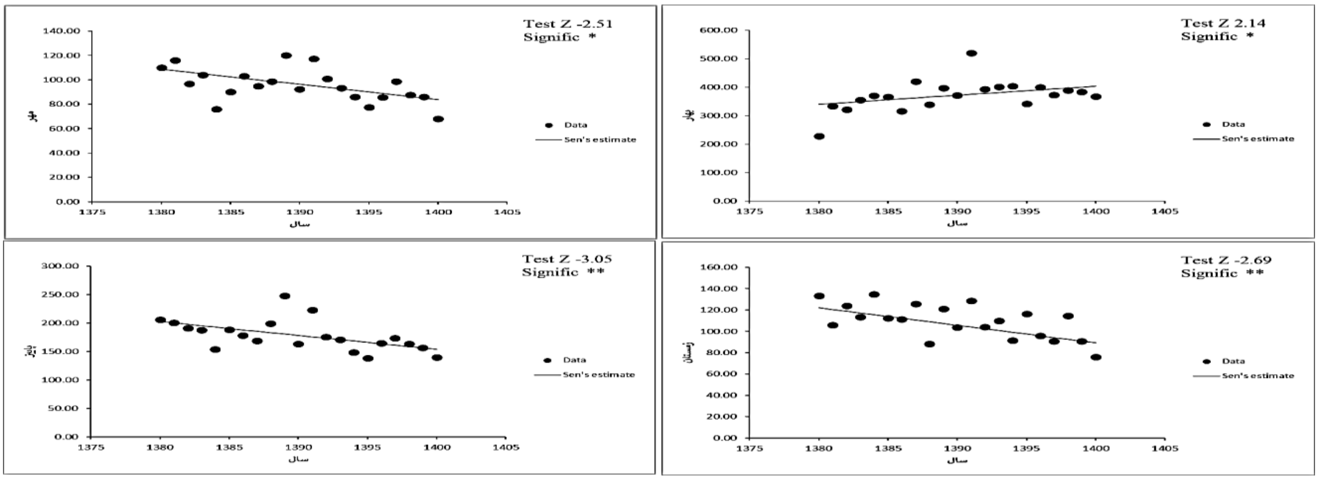
Table (5): Trend of temperature changes in Dashte-Naz and HashemabAd Stations using Mann-Kendall test and Sen slop estimator from 2001-2021

ایستگاه	MK-Stat		P-Value		Sen-Slope	
	دشت‌ناز	هاشم‌آباد	دشت‌ناز	هاشم‌آباد	دشت‌ناز	هاشم‌آباد
فروردین	۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۸۵۶	۰/۷۶۳	۰/۰۰۴	۰/۰۱۴
اردیبهشت	۲/۵۴*	۲/۲۰*	۰/۰۱	۰/۰۲۵	۰/۱۰۸	۰/۱۳۲
خرداد	۲/۶۰**	۲/۸۱**	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۱۲۰	۰/۱۲۳
تیر	۲/۷۸**	۲/۵۱*	۰/۰۰۵	۰/۰۱۱	۰/۱۱۹	۰/۱۱۷
مرداد	۱/۱۲	۰/۸۸	۰/۲۵	۰/۳۶۵	۰/۰۳۹	۰/۰۳۲
شهریور	۰/۸۲	۰/۶۳	۰/۳۹۷	۰/۵۰۶	۰/۰۳۵	۰/۰۳۶
مهر	-۲/۳۹*	-۲/۱۴*	۰/۰۱۶	۰/۰۳	-۰/۰۹۲	-۰/۱۲۱
آبان	-۱/۴۵	-۱/۴۵	۰/۱۳۹	۰/۱۳۹	-۰/۰۹۱	-۰/۰۹۱
آذر	۰/۱۵	-۰/۲۷	۰/۸۵۶	۰/۷۶۳	۰/۰۰۸	-۰/۰۰۹
دی	۰/۶۷	۱/۴۲	۰/۴۸۷	۰/۱۴۷	۰/۰۵۰	۰/۰۸۶
بهمن	۰/۱۲	۰/۴۵	۰/۸۸	۰/۶۲۹	۰/۰۰۹	۰/۰۲۶
اسفند	-۰/۳۹	-۰/۸۱	۰/۶۷۲	۰/۳۹۹	-۰/۰۱۷	-۰/۰۳۸
بهار	۲/۴۸*	۲/۰۸*	۰/۰۱۲	۰/۰۳۵	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶
تابستان	۲/۰۵*	۱/۵۴	۰/۰۳۷	۰/۱۱۶	۰/۰۶۴	۰/۰۴۸
پاییز	-۲/۰۸*	۱/۹۶*	۰/۰۳۵	۰/۰۴۶	-۰/۰۶۷	-۰/۰۶۱
زمستان	۰/۰۰	۰/۷۵	۰/۹۷۶	۰/۴۳۲	۰/۰۰۰	۰/۰۲۲
سالانه	۱/۰۰	۱/۱۸	۰/۳۰۵	۰/۲۲۷	۰/۰۲۳	۰/۰۳۲

***معنی‌داری در سطح ۰/۵٪، **معنی‌داری در سطح ۰/۱٪**

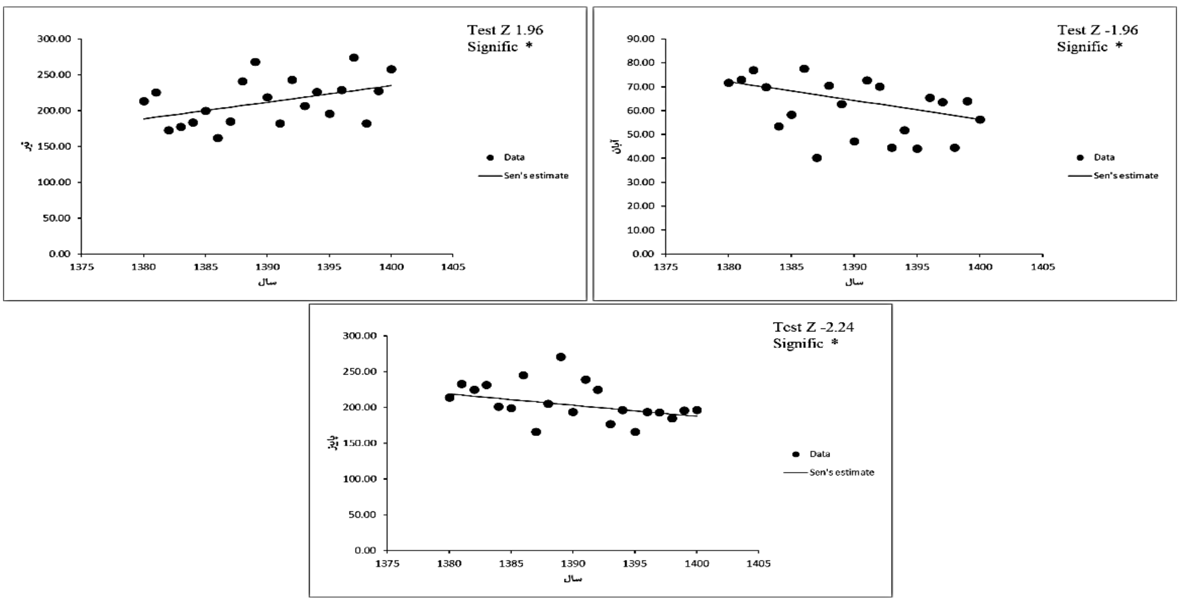
تبخیر

روند تغییرات مقادیر سری‌های زمانی تبخیر براساس آزمون من-کندال در ایستگاه دشت‌ناز و هاشم‌آباد در طی دوره ۱۳۹۸-۱۳۸۰ در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه در جدول ۳ آمده است. در ایستگاه دشت‌ناز مهر ماه با اطمینان ۹۵٪ دارای روند کاهشی معنی‌دار می‌باشد، در مقیاس فصلی فصل بهار با اطمینان ۹۵٪ دارای روند معنی‌دار افزایشی و فصول پاییز و زمستان با اطمینان ۹۹٪ دارای روند معنی‌دار کاهشی است. ایستگاه هاشم‌آباد در آبان و تیر ماه دارای روند کاهشی معنی‌دار با اطمینان ۹۵٪ می‌باشد و همچنین در فصل پاییز نیز با اطمینان ۹۵٪ روند معنی‌دار کاهشی را نشان می‌دهد. براساس روش شیب سن در ایستگاه دشت‌ناز بیشترین شیب منفی خط روند در مقیاس ماهانه به مهر ماه با ۱/۲۵۰- مربوط است و در مقیاس فصلی نیز فصل پاییز با ۲/۴۳۸- بیشترین شیب خط منفی را نشان می‌دهد. در ایستگاه هاشم‌آباد نیز آبان ماه بیشترین شیب منفی خط را با ۰/۷۸۹- در مقیاس ماهانه نشان می‌دهد و فصل پاییز با ۱/۵۶۷- بیشترین شیب منفی را در مقیاس فصلی نشان داد. نتایج نشان می‌دهد تبخیر نیز دارای روند کاهشی است.



شکل (۹): روند تغییرات تبخیر در ایستگاه دشت‌ناز به روش شیب سن

Fig (9): Trend of evaporation changes Dashte-Naz station using Sen slop method



شکل (۱۰): روند تغییرات تبخیر در ایستگاه هاشم‌آباد به روش شیب سن

Fig (10): Trend of evaporation changes in HashemAbad station using Sen slop method

جدول (۶): روند تغییرات تبخیر در ایستگاه‌های دشت‌ناز و هاشم‌آباد با استفاده از آزمون من-کندال و تخمین‌گر شیب سن ۱۴۰۰-۱۳۸۰

Table (6): Trend of evaporation changes in Dashtenaz and HashemAbad stations using Mann-Kendall test and Sen slop estimation from 2001-2021

ایستگاه	MK-Stat		P-Value		Sen-Slope	
	دشت‌ناز	هاشم‌آباد	دشت‌ناز	هاشم‌آباد	دشت‌ناز	هاشم‌آباد
فروردین	۱/۱۸	-۰/۴۵	۰/۲۲۷	۰/۶۲۹	۰/۹۱۹	۰/۵۶۵
اردیبهشت	۱/۶۶	۰/۸۲	۰/۰۹۱	۰/۳۹۸	۱/۸۳۲	۰۰/۶۷۰
خرداد	۰/۵۱	۱/۴۲	۰/۵۸۶	۰/۱۴۷	۰/۱۹۳	۱/۳۶۳
تیر	۰/۶۳	۱/۹۶*	۰/۵۰۶	۰/۰۴۶	۰/۵۶۷	۲/۳۲۱
مرداد	-۰/۸۲	-۰/۰۹	۰/۳۹۸	۰/۹۰۴	-۰/۸۵۷	-۰/۱۷۴
شهریور	۰/۸۲	۱/۶۰	۰/۳۹۸	۰/۱۰۳	۰/۶۹۰	۱/۶۰۸
مهر	-۲/۵۱*	-۱/۵۴	۰/۰۱۱	۰/۱۱۶	-۱/۲۵۰	-۰/۸۴۵
آبان	-۱/۹۰	-۱/۹۶*	۰/۰۵۳	۰/۰۴۶	-۰/۷۵۸	-۰/۷۸۹
آذر	-۱/۹۰	-۰/۸۵	۰/۰۵۳	۰/۳۸۱	-۰/۳۸۲	-۰/۱۸۵
دی	-۰/۲۷	۰/۷۵	۰/۷۶۲	۰/۴۳۲	-۰/۰۶۹	۰/۲۸۲
بهمن	-۱/۷۵	-۰/۴۵	۰/۰۷۵	۰/۶۲۹	-۰/۵۰۹	-۰/۰۹۱
اسفند	-۱/۸۱	-۱/۲۷	۰/۰۶۵	۰/۱۹۴	-۰/۹۶۷	-۰/۷۴۸
بهار	۲/۱۴*	۱/۰۰	۰/۰۳	۰/۳۰۵	۳/۱۷۹	۱/۱۷۵
تابستان	۰/۵۱	۱/۷۸	۰/۵۸۷	۰/۰۷	۱/۱۷۸	۳/۸۴۳
پاییز	-۳/۰۵**	-۲/۲۴*	۰/۰۰۲	۰/۰۲۳	-۲/۴۳۸	-۱/۵۶۷
زمستان	-۲/۶۹**	-۱/۷۸	۰/۰۰۷	۰/۰۷	-۱/۶۴۶	-۱/۵۲۱
سالانه	۰/۴۵	۰/۳۳	۰/۶۲۹	۰/۷۱۷	۰/۷۷۰	۲/۱۵۷

***معنی‌داری در سطح ۵٪، **معنی‌داری در سطح ۱**

بحث و نتیجه‌گیری

اقلیم تحت تاثیر پارامترهای متعددی است، از این رو می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات اقلیمی فقط نتیجه چند پارامتر خاص نیست و این تأثیر پارامترهای گوناگون است که منجر به تغییرات اقلیمی یک منطقه می‌گردد. در این مطالعه برای بررسی روند تغییرات زمانی پارامترهای بارش، تبخیر و دما با دوره ۲۱ ساله و دبی با دوره ۱۹ ساله از آزمون ناپارامتریک من‌کندال و تخمین‌گر شیب سن استفاده شده است. روند افزایشی دما در ایستگاه‌های مورد مطالعه در تمام فصول به جز فصل پاییز در ایستگاه دشت‌ناز مشاهده شد که این روند افزایشی مثبت را می‌توان به گرمایش جهانی رخ داده در جهان مرتبط دانست. در همین راستا مطالعاتی که توسط عباسی و رستمی (۱۴۰۰)، کنعانی و همکاران (۱۳۹۸)، آزاد (۱۳۹۵) و روزبه و همکاران (۱۳۹۵) انجام شده است که نشان از روند افزایشی دما دارد. روند افزایشی

دما باعث کاهش رطوبت نسبی هوا می‌شود که با کاهش رطوبت نسبی از مقدار بارش‌ها نیز تا حدودی کاسته می‌شود. شیب خط روند میانگین درجه حرارت سالانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه مثبت و صعودی می‌باشد. روند بارش در مقیاس فصلی و سالانه دارای روند معنی‌دار نمی‌باشد اما رو به کاهش است، در این راستا مطالعات انجام شده توسط ابراهیمی و کردوانی (۱۳۹۳) و الزوپی و همکاران (۲۰۲۰) نشان می‌دهد بارش دارای روند معنی‌دار نمی‌باشد. روند دبی در این مطالعه در ایستگاه وطنا، تازه‌آباد و خلیل محله در مقیاس فصلی و سالانه دارای روند نزولی می‌باشد، از علل روند کاهشی دبی می‌توان به کاهش نزولات جوی خصوصا برف در ارتفاعات اشاره کرد. از دیگر عوامل موثر بر روند نزولی دبی افزایش دما می‌باشد که مقدار قابل توجهی از بارش برف را به باران تبدیل می‌کند همچنین این افزایش دما ذوب برف را تسریع کرده و در نتیجه باعث تغییر الگوی جریان در زمان می‌گردد. نتایج حاصل از مطالعات انجام شده با مطالعاتی که توسط دستورانی و یزدان‌پناه (۱۳۹۹)، شاکریان و همکاران (۱۳۹۸) و اکتر و همکاران (۲۰۱۹) صورت گرفته هم‌خوانی دارد. تبخیر در فصول بهار و تابستان و سالانه دارای روند افزایشی است اما در فصول پاییز و زمستان دارای روند کاهشی است که می‌توان این روند را ناشی از روند تغییرات سری‌های زمانی سایر متغییرهای مورد مطالعه دانست. مطالعه انجام شده توسط بورن و هچ (۲۰۰۷) با نتایج حاصل از این پژوهش هم‌خوانی دارد. شیب خط روند تبخیر سالانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه مثبت و صعودی می‌باشد که این امر در شیب خط درجه حرارت نیز صدق می‌کند و می‌تواند علت شیب صعودی در تبخیر باشد. در نهایت توجه به روند پارامترهای هیدرواقلیمی می‌تواند در مدیریت و احیای تالاب‌ها به ما یاری دهد.

قدردانی

این مقاله مستخرج از پایاننامه کارشناسی ارشد می باشد لذا نویسندگان بر خود لازم می دانند تا از حمایت های مالی و معنوی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری سپاسگزاری نمایند.

منابع

Abbasi, S. & Rostami, N.A. 1400. Long-term trend analysis and investigation of the relationship between climatic and hydrological series (case study: Ilam Dam watershed). *Journal of Watershed Promotion and Development*, 9(33): 38-30.

Aghayari Samian, R., Khorshid Doost, A.M, Jahanbakhsh Asl, S. & Hosseini Baghanam, A. 2023.The Effect of Climate Change on Surface Runoff Fluctuations in the Aras River Basin Reza. *Hydrogeomorphology*, 10(33): 61- 85.

Akter, S., Howladar, M., Ahmed, Z & Chowdhury, T.R. 2019. The rainfall and discharge trends of Surma River area in North-eastern part of Bangladesh: an approach for understanding the impacts of climatic change, Environmental Systems Research, 8.

Azad, N. 2016. Investigating changes in hydrological processes using the combined method of Mann-Kendall test and wavelet transformation (case study: Lake Urmia catchment). Masters. Tabriz University, Faculty of Civil Engineering, Tabriz.

Burn, D & Hesch, N. 2007. Trends in evaporation for the Canadian Prairies. *Journal of Hydrology*. 336. 61-73.

Dashti, S.S., Sabzqabaei, G.R., Jafarzadeh, K & Bazmara Baleshti, M. 2018. Evaluation of the change process of Miankale coastal wetland with the land improvement approach. *Journal of Wetland Ecobiology*, 10(4): 5-20.

Dasturani, M & Yazdan-Panah Qaraei, F. 2020. Investigating the trend of rainfall and runoff in Aras watershed. Systems of rain catchment surfaces, 8 (1): 25-34.

Ebrahimi, H & Kordavani, P. 2014. Climate change study in Anzali International Wetland by Mann-Kendall method. *Wetland Ecobiology Research Quarterly*, 21(6): 59-72.
Elzopy, K., Chaturvedi, A., Chandran, M., Gopinath, G., Naveena, K & Udayar Pillai, S. 2020. Trend analysis of long-term rainfall and temperature data for Ethiopia.

Ezaani, A., Iraqinejad, S and Shifte Soumeh, B. 2010. Investigating the effect of climate change on the water resources of Mazandaran province. *The first national conference on water resources management of coastal lands*, Sari.

Fallah Ghalhari, G.A & Rezaei, H. 2015. The role of climatic parameters on the phenological stages of barberry in Gonabad city. *Land Geography*, 12(47), 1-15.

Hashem Galugerdi, S., Vali, A.A & Sharifi, M.R. 2021. Investigating the process of desertification in the center of Khuzestan province using remote sensing time series data. *Iran water and soil research*. 52 (11): 2857-2843.

Hanif, M., Mustafa, M, Liaqat, M.U., Hashim, A & Wan Yusof, K. 2022. Evaluation of Long-Term Trends of Rainfall in Perak, Malaysia. Climate. 10(3): 44. 10.3390/cli10030044.

Hazarika, J & Goswami, K. 2021. Non-parametric Methods in the Analysis of Hydroclimatic Variables. *Thailand Statistician*. 19(2): 420–436.

Hiben, M., Gebeyehu, A & Ashenafi, A. 2022. Hydroclimatic Variability, Characterization, and Long Term Spacio-Temporal Trend Analysis of the Ghba River Subbasin, Ethiopia. *Advances in Meteorology*. 2022. 1-16.

Hojam, S., Khoshkho, Y & Shamsuddin Vandi, R. 2008. Analyzing seasonal and annual rainfall changes in several selected stations in the central area of Iran using non-parametric methods. *Geographical Research*, 40(64): 157-168.

Jain, A., Manekar, V & Patel, J. 2023. Trend Analysis of Rainfall and Temperature in the Damoh District, Central India.

Kanani, R., Fakheri Fard, A., Ghorbani M.A & Din Pajoh, Y. 2019. Analysis of the process of gradual and rapid changes in the hydroclimatic factors of the watershed (case study: Lighvan Chai basin). *Science of Water and Soil (Agricultural Science)*, 29(1): 110-97.

Mohammadi, b. 2011. Analysis of Iran's annual rainfall trend. *Environmental Geography and Planning*, 22(3): 106-95.

Mosaibi, M & Movahedi, S. 1995. Human role in climate change. Sepehr Scientific-Research Quarterly of Geographical Information, 4(16): 6-11.

Omidvar, K & Mohammadi Raori, F. 2022. Investigation of the trend of temperature and precipitation changes in Baft city. *The fourth national congress of development and promotion of agricultural engineering and soil science of Iran*, Tehran.

Okafor, G., Jimoh, O.D & Larbi, I. 2017. Detecting Changes in Hydro-Climatic Variables during the Last Four Decades (1975-2014) on Downstream Kaduna River Catchment, Nigeria. *Atmospheric and Climate Sciences*, 7. 161-175.

Poormohammadi, S., Dastorani, M.T, Massah Bavani, A & Jafari, H. 2017. The Impact of Climate Change on the Climatic Parameters in Tuyserkan Catchment Using General Circulation Models. *Hydrogeomorphology*,4(12):89-110.

Pudine, A., Salahi, B., Khosravi, M & Hamidianpour, M. 2018. Analysis of the trend of changes in the maximum wind speed of 120 days in Sistan with Mann-Kendall tests and age estimation slope. *Earth Science Research*, 9(2): 114-128.

Rouzbeh, S., Shahidi, K., Darabi, H & Soleimani, K. 2016. Investigating the process of hydroclimatic changes in the Maharlo basin using Mann-Kendall and Shib-Sen tests. *The 11th National Conference of Iran Watershed Science and Engineering*, Yasouj.

Shakerian, S., Torabi Pode, H., Shahinejad, B & Naghvi, H. 2019. Investigating the trend of changes in rainfall and discharge of the rivers of Karun Bozor Basin using the TFPW-MK method, *Iranian Journal of Water Resources Research*, 15(3): 282-272.

Taghvi Koljahi, S., Riazi, B & Taqvi, L. 2014. Determining the environmental status of Miankale lagoon. *Environmental Science and Technology Quarterly*. 16(2): 101-109.

Ugwu, E., Ugbor, D., Agbo, J & Alfa, A. 2023. Analyzing rainfall trend and drought occurences in Sudan Savanna of Nigeria. *Scientific African*. 20. e01670.

Yanming, Z., Jun, W & Xinhua, W. 2012. Study on the Change Trend of Precipitation and Temperature in Kunming City Based on Mann-Kendall Analysis.

Zulfagharian, H. 2016. Investigating the effects of climate change on the area of wetlands. Masters. University of Tehran. Tehran.

Zhao, J., Huang, Q., Chang, J., Liu, D., Huang, S & Shi, X. 2015. Analysis of temporal and spatial trends of hydro-climatic variables in the Wei River Basin. *Environmental Research*. 36.