



Research Paper

Investigating the possibility of climate change in Sepidan city using the non-parametric Mann-Kendall test

Ghasem Ali Moghtaderi ^{a*}^a *Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Law, Payam Noor University, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 23 September 2024;

Accepted: 29 December 2024

Available online 17 May 2025

Keywords:Me-Kendal, Trend,
Sepidan, Temperature,
Precipitation

ABSTRACT

Today, the topic of climate change is one of the significant issues of climate research. Forecasting the trend of climate change for environmental management. and survival of human societies is important. In this research, the statistics of Sepidan in a statistical period of 19 years (2005-2023) have been used. the trend and type of changes in temperature and rainfall were analyzed monthly, seasonally and annually. The results showed that the average temperature, the average minimum temperature and the maximum annual temperature have a decreasing trend, and the largest decrease with a statistic of -0.64 is to maximum temperature. Seasonal changes of average temperature showed that spring has a decreasing trend and other seasons have no trend. The average minimum temperature in the spring and summer has a decreasing trend, and the average maximum temperature in the three seasons of spring, summer and autumn has a decreasing trend. The monthly average temperature changes have a decreasing trend only in July and September, and there is no trend in the rest of the months. The average minimum temperature in January, July, August, September and October has a decreasing trend and the rest of the months have no trend. The average maximum temperature of March, April, May and November has no trend and the rest of the months have a decreasing trend. The results of the analysis of rainfall changes indicate that the annual and seasonal averages have no trend, and the monthly average rainfall in the hot months of the year, i.e., May, June, July and September, has a decreasing trend and the rest of the months have no trend.

1. Introduction

Today, the topic of climate change is one of the significant issues of climate research. Forecasting the trend of climate change for environmental management. And survival of human societies is important. In this research, the statistics of Sepidan in a statistical period of 19 years (2005-2023) have been used. the trend and type of changes in temperature and rainfall were analyzed monthly, seasonally and annually. The results showed that the average temperature, the average minimum temperature and the maximum annual temperature have a decreasing trend, and the largest decrease with a statistic of -0.64 is to maximum temperature. Seasonal changes of average temperature showed that spring has a decreasing trend and other seasons have no trend.

The average minimum temperature in the spring and summer has a decreasing trend, and the average maximum temperature in the three seasons of spring, summer and autumn has a decreasing trend. The monthly average temperature changes have a decreasing trend only in July and September, and there is no trend in the rest of the months. The average minimum temperature in January, July, August, September and October has a decreasing trend and the rest of the months have no trend. The average maximum temperature of March, April, May and November has no trend and the rest of the months have a decreasing trend. The results of the analysis of rainfall changes indicate that the annual and seasonal averages have no trend, and the monthly average rainfall in the hot months of the year, i.e.,

*Corresponding Author.

Email Adresses: epnu.moghtaderi@pnu.ac.ir (Gh.moghtaderi)**To cite this article:**

Moghtaderi, Gh. (2025). Investigating the possibility of climate change in Sepidan city using the non-parametric Mann-Kendall test. Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas, 6 (21). 175-190.



Doi: 10.22034/gsma.2025.2041793.1024

May, June, July and September, has a decreasing trend and the rest of the months have no trend.

2. Methodology

In order to investigate and explain the manner and time of changes in time series we used non-parametric method i.e., Mann-Kendall.

In this research, due to the Importance of climate change and global warming and changes in energy, climatic data such as temperature and rainfall of Sepidan (2005-2023) have been used monthly, annually and seasonally to find out the variability.

3. Results

Results show that on annual scale, the average temperature, the average maximum temperature and the average minimum temperature has a decreasing trend, seasonal analysis of temperature parameters shows that some seasons have trend and some not. Average temperature in spring and summer has a decreasing trend and winter and autumn are without trend, the average maximum temperature has no trend in winter and the rest of seasons have decreasing trend and average temperature only in spring has trend. Monthly temperature changes show that the average minimum temperature in January, July, August, September, October and December have a decreasing trend and other months have no trend. The average maximum temperature in the months of January, February, June, July, August September October and December is in a decreasing trend. The average temperature also has decreasing trend only in two months of July and September Analysis of annual, seasonal and monthly rainfall changes show that they have negative trend in warmer months.

4. Discussion

Nowadays, the issue of climate change is one of the significant issues of climate research. Forecasting the climate change trend is important and necessary. Climate changes have provided the basis for the occurrence of entropy or irregularities in the climatic elements, especially temperature and precipitation.

5. Conclusion

Sepidan is one of the mountainous and cold regions in Fars affected by climate change, in general, the change in some parameters, such as temperature, has a decreasing trend, unlike many regions of the country. The average temperature, the average minimum temperature and the average maximum temperature show the decreasing trend This situation is caused by the altitude and mountainous nature of the region. Seasonal examination of temperature parameters at Sepidan shows the existence of a trend and lack of a trend in other seasons. So that the average minimum temperature in spring and summer has a decreasing trend and winter and autumn have no trend. The average maximum temperature also has no trend in winter and spring, summer and autumn has a decreasing trend. The average temperature has a decreasing trend in spring and other without a trend. In terms of seasonal temperature changes, the biggest decreasing to spring. Examining the Kendall and critical statistics in relation to monthly temperature changes shows that the average minimum temperature in January, July, August, September has a decreasing trend and other months have no trend. The average maximum temperature in the months of January, February, June, July, August, September has a decreasing trend and there is no trend in other months. The average temperature in two months of July and September has a decreasing trend and there is no trend in the other months. It is worth noting that the most of decreasing trend in the temperature parameters is related to September. The study of the monthly changes in precipitation shows a decreasing trend in the hot months of the year and the lack of a trend in other months. The largest decrease with a statistic (T) of -0.66 belong to June and there isn't any trend in seasonal precipitation.

Acknowledgments

We would like to thank the Statistics and Information Center of the Meteorological Organization and the Meteorological Research Institute for providing the data of Sepidan station.



دانشگاه لرستان

شاپای الکترونیکی: ۲۷۱۷-۲۳۲۵

فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی

<http://www.gsma.lu.ac.ir>



مقاله پژوهشی

بررسی احتمال تغییر اقلیم در شهرستان سپیدان با استفاده از آزمون ناپارامتری من - کندال

قاسمعلی مقتدری^۱

^۱ استادیار، گروه جغرافیا، دانشکده حقوق، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

چکیده	اطلاعات مقاله
تحقیقات علمی در زمینه روندهای اقلیمی حاکی از آن است که هم اکنون تغییرات سریع تر از دوره های گذشته در حال وقوع است. امروزه موضوع تغییرات آب و هوا از مسائل قابل توجه پژوهش های آب و هوایی است. پیش بینی روند تغییرات آب و هوا برای مدیریت محیط زیست و ادامه حیات جوامع انسانی بسیار مهم و ضروری می باشد. در این پژوهش از آمار ایستگاه سپیدان در یک دوره آماری ۱۹ ساله (۲۰۰۵-۲۰۲۳) استفاده شده است. در این بررسی روند و نوع تغییرات دما و بارش بصورت ماهانه، فصلی و سالانه مورد بررسی قرار گرفت نتایج نشان داد که میانگین دما، میانگین حداقل دما و حداکثر دمای سالانه دارای روند کاهشی است و بیشترین کاهش با آماره ۰.۶۴- مربوط به حداکثر دماست. تغییرات فصلی میانگین دما نشان داد که فصل بهار دارای روند کاهشی است و سایر فصول بدون روند است. میانگین حداقل دما در فصول بهار و تابستان دارای روند کاهشی است. میانگین حداکثر دما در سه فصل بهار، تابستان و پاییز دارای روند کاهشی است. تغییرات ماهانه میانگین دما، فقط ماه های ژولای و سپتامبر دارای روند کاهشی است و بقیه ماه ها فاقد روند است. میانگین حداقل دما در ماه های ژانویه، ژولای، آگوست، سپتامبر و اکتبر دارای روند کاهشی و بقیه ماه ها فاقد روند است. میانگین حداکثر دما در ماه های مارس، آوریل، می و نوامبر بدون روند و بقیه ماه ها دارای روند کاهشی است. نتایج بررسی تغییرات بارش حاکی از این است که میانگین سالانه و فصلی فاقد روند است و میانگین ماهانه بارش در ماه های گرم سال یعنی ماه های می، ژوئن، ژولای و سپتامبر دارای روند کاهشی و بقیه ماه ها فاقد روند است.	دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۷/۰۲ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۱۰/۰۹ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۲/۲۷

واژگان کلیدی:

من - کندال، روند، سپیدان، دما، بارش.

۱. مقدمه

4: 2015) در حال حاضر یکی از مشکلات در معضلات فعلی در جامعه جهانی بروز تغییرات آب و هوا و گرمایش جهانی است، تغییراتی که فراتر از مرزبندی سیاسی و جغرافیایی است و تمامی کشورها و یا به تعبیر بهتری همه ی انسان ها به نوعی در این فرایند نقش دارند که اثرات و تبعات فراوان و متفاوتی در نقاط مختلف دنیا بر جای می گذارد (Basiri Sadr, 2021). دما محسوس ترین عنصر اقلیمی است که ارتباط تناتنگ با سایر عناصر اقلیمی از جمله بارش دارد و

انسان از زمان های گذشته، شاهد تغییرات ناگهانی و شدید آب و هوایی در همه مقیاس های زمانی بوده و خشکسالی ها، طوفان ها، موج های گرمایی و کاهش شدید دما و یا نوسانات بارش همواره تاثیراتی در محیط زندگی وی بر جا گذاشته است (Shaemi & Habibi, 2007) بررسی مساله تغییرات عناصر اقلیمی از جهت تاثیر آن بر اکوسیستم های گیاهی، جانوری، فعالیت های کشاورزی، صنعت، انرژی، حمل و نقل و توریسم و ... حایز اهمیت فراوان است (Rai,

* نویسنده مسئول:

پست الکترونیک نویسنده گان: epnu.moghtaderi@pnu.ac.ir (ق، مقتدری).

نحوه استنادی به مقاله: مقتدری، قاسمعلی (۱۴۰۴). بررسی احتمال تغییر اقلیم در شهرستان سپیدان با استفاده از آزمون ناپارامتری من - کندال. فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی. سال ششم،

شماره ۱ (۲۱)، صص ۱۹۰-۱۷۵.



Doi: 10.22034/gsma.2025.2041793.1024

(Maui, 2024: 367) در تحقیق خود با عنوان تحلیل روند دما و بارش با استفاده از روش من - کندال و شیب سن در شهر ماکوینی (کنیا) به این نتیجه رسیدند که بارش دارای روند کاهشی و حداکثر و حداقل دما حدود ۹ ماه از سال دارای روند افزایشی بوده است.

(Sintayehu, 2021)، در بررسی خود با عنوان تحلیل روند دما و بارش در آدیس آبابا به این نتیجه رسیدند که میانگین حداقل دما بین ۸/۴۵ درجه سانتی گراد تا ۱۲/۵ درجه و میانگین حداکثر بین ۲۱/۱ تا ۲۵/۵ درجه سانتی گراد تغییر کرده است و ضریب تغییرات برای هر دو عنصر حداقل و حداکثر در آوریل ۵/۴ درصد و در دسامبر ۱۴/۰۸ درصد بوده و بارش نیز دارای روند کاهشی بوده است.

(Jada et al, 2021: 1860)، در تحقیقی که در مورد منطقه سوس-ماسای^۱ کشور مراکش با عنوان تحلیل روند متغیرهای هواشناسی انجام دادند به این مهم رسیدند که بارش‌های منطقه غیر قابل پیش‌بینی، نامنظم و با روند منفی و میانگین حداقل دما دارای روند افزایشی است.

(Khorsandi et al, 2023: 52)، در مطالعه خود با عنوان روند زمانی تغییرات دما و بارش در حوضه‌های آبریز ایران، به این نتیجه رسیدند که روند بارش در ایستگاه‌های شمال کشور در فصل پاییز و تابستان دارای روند افزایشی، فصل زمستان دارای روند کاهشی و فصل بهار بدون روند می باشد و کلیه متغیرهای دما دارای روند افزایشی است.

(Khosravi & Azari, 2022: 289)، در تحقیقی با عنوان: تعیین روند زمانی و مکانی و نقطه تغییر دما و بارش در حوضه کشف رود بیان داشته که روند دمای بیشینه در فصول بهار و زمستان و همچنین در مقیاس سالانه برای کلیه ایستگاه‌های حوضه افزایشی است اما در فصل تابستان و پاییز الگوی یکسانی وجود ندارد، نتایج بارش نشان داد که بارش

تغییرات آن باعث یک سلسله واکنش‌های زنجیره‌ای و دامنه دار می‌شود (Mazidi & Toofani, 2021: 354)، البته واژه تغییر اقلیم یک واژه کلی است که ناپیوستگی گسستگی اقلیم را تشریح می‌کند. این گسستگی و ناپیوستگی در یک گستره با یک سری زمانی که نمایانگر اقلیم است رخ می‌دهد. سری‌های زمانی از یک عامل اقلیمی مثل دما، بارش و فشار در طول شبانه‌روز، ماه، فصل و سال همواره دچار تغییر می‌شود و این نوسانات برای ما محسوس و قابل پذیرش است اما تغییراتی که در طول سال‌ها و قرن‌ها و گاه هزاران سال پیش می‌آیند ناشناخته و ناآشنا هستند و همواره توجه محققین به خود معظوف کرده است. Moghtaderi (2024)، اهمیت این مطالعه این است که تغییر در دما سایر عناصر اقلیمی را نیز دستخوش تغییر می‌سازد و باعث بروز بی‌نظمی‌های در آن می‌شود.

تاکنون تحقیقات زیادی در رابطه با تغییر عناصر اقلیمی با استفاده از روشی ناپارامتریک من - کندال توسط دانشمندان داخلی و خارجی انجام پذیرفته است. هدف همه محققین این بوده است که آیا در سری داده‌های اقلیمی روند وجود دارد یا خیر در صورت وجود آیا مثبت است یا منفی؟ ولی متأسفانه پیرامون این موضوع در شهرستان سپیدان هیچ‌گونه تحقیقی انجام نشده است.

(Gunduz, 2023: 2)، به تحلیل دما و بارش در حوضه آبریز سد عرفانلی ترکیه با استفاده از روش‌های آماری از جمله روش من کندال پرداخته است، نتیجه این تحقیق نشان داد که در این حوضه دما دارای روند افزایشی و بارش دارای روند کاهشی است.

(Salami et al, 2016)، به بررسی متغیرهای هیدرومتئورولوژی منطقه ساحلی لاگوس نیجریه با استفاده از روش من کندال پرداختند و به این نتیجه رسیدند که به غیر از دما سایر عناصر نظیر بارش، رطوبت نسبی، سرعت باد و بالاآمدن سطح آب دریا دارای روند افزایشی است.

¹Sousse- masa

گرافیک و غیرگرافیک صورت می‌گیرد که در شکل غیر گرافیک آن نسبت کلی متغیرها از نظر وجود تغییر ناگهانی و یا عدم وجود آن مورد تحلیل قرار می‌گیرد اما در آزمون گرافیک علاوه بر موارد فوق، زمان، نحوه و نوع تغییر به راحتی قابل تحلیل است. در این تحقیق به جهت اهمیت تغییر اقلیم و گرمایش جهانی و تغییر در موازنه انرژی از داده‌های اقلیمی مهم یعنی دما و بارش ایستگاه سینوپتیک سپیدان (۲۰۲۳-۲۰۰۵) بصورت ماهانه، سالانه و فصلی برای پی بردن به میزان تغییرپذیری استفاده شده است. برای تحلیل داده‌های ذکر شده از روش من-کندال (گرافیک و غیرگرافیک استفاده شده است.

۲.۱. مراحل محاسبه آزمون غیر گرافیک

برای محاسبه این آزمون ابتدا آماره T محاسبه می‌شود برای محاسبه آزمون T از فرمول زیر استفاده می‌شود
فرمول (۱)

$$T = 4P / (N(N-1)) - 1$$

T: آماره من کندال

N: تعداد کل سال‌های آماری

P: مجموع تعداد رتبه‌های بزرگتر از ردیف n_i حاصل P هم از رابطه زیر بدست می‌آید.

فرمول (۲)

$$P = \sum_{i=1}^n n_i$$

این آماره برای $N > 10$ به توزیع نرمال با میانگین صفرو واریانس $(4N+10)/(9(N-1))$ شبیه می‌باشد.

سپس در مرحله بعد، آماره بحرانی و معنی‌داری آزمون از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$T(t) = (-\wedge +) \text{tg} \sqrt{((4N+10)/(9N(N-1)))}$$

فرمول (۳)

T(t): آماره بحرانی

N: تعداد کل سال‌های آماری

Tg: مقدار متغیر استاندارد Z بر اساس سطح معنی‌داری و احتمال ۹۵ درصد $1/96$ می‌باشد.

سالانه تغییر نکرده ولی میزان بارش فصل زمستان دارای روند کاهشی است.

(Mazidi & Toofani, 2021: 354)، در تحقیق خود تحت عنوان بررسی روند تغییرات دما و بارش ایستگاه ارومیه به این نتیجه رسیدند که هیچ‌گونه روندی در دما و بارش این منطقه وجود ندارد.

(Bahek, 2013)، در مطالعه خود با عنوان بررسی احتمال تغییر اقلیم در استان کرمان با روش من کندال به این نتیجه رسید که زمان شروع بیشتر تغییرات ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان است میزان تغییرات بارش در ماه‌های گرم چشمگیرتر می‌باشد.

۲. روش تحقیق

پژوهش حاضر بر حسب هدف کاربردی از ماهیت، کمی در جهت بررسی و تبیین نحوه و زمان تغییرات سری‌های زمانی تاکنون روش‌های آماری پارامتریک و ناپارامتریک زیادی ارائه شده که غالب آزمون‌های پارامتریک بر اساس فرض نرمال بودن داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در صورت نرمال نبودن داده‌ها جهت حصول نتایج مطلوب از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده می‌شود (Ramezanipour, 2007). کاربرد روش‌های آماری به منظور رفتار خطی و غیر خطی عناصر اقلیمی از بهترین روش‌های ارزیابی روند دراز مدت اقلیم است. به دلیل اینکه برخی سری‌های اقلیمی از جمله دما و بارش از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کند (Alizadeh, 2011). در این صورت برای بررسی روند می‌توان از آزمون‌های رتبه-ای استفاده نمود از جمله این آزمون‌ها می‌توان به آزمون من-کندال اشاره نمود. این آزمون به منظور ارزیابی وجود روند، فرضیات زیر را مورد آزمون قرار می‌دهد (Rai, 2015).

H_0 = داده‌های تصادفی و فاقد روند هستند

H_1 = داده‌های غیر تصادفی و دارای روند هستند

آزمون ناپارامتری من-کندال ابتدا توسط من در سال ۱۹۴۵ ارائه و سپس توسط کندال در سال ۱۹۷۵ تکمیل گردید، در این روش مطالعه آزمون تغییر پارامترها به دو صورت

(Karimi et al, 2015) برای محاسبه مقادیر u ، u' از فرمول‌های زیر استفاده می‌شود.
فرمول (۷)

$$V(t) = ([t_i - E(t_i)]) / \sqrt{(\text{var}(t_i))}$$

برای تعیین زمان و وقوع تغییر لازم است علاوه بر $u(t)$ ، $u'(t)$ نیز محاسبه شود برای محاسبه آن ابتدا باید امید ریاضی معکوس و واریانس معکوس را از رابطه زیر بدست آوریم (معروف نژاد و قاسمی، ۱۳۹۵: ۱۵۷).

فرمول ۸

$$(E_i)' := [N - (n_i - 1)](N - n_i) / 4$$

فرمول ۹

$$(V_i)' = ([N - (n_i - 1)](N - n_i) [2(N - n_i - 1)] + 5) / 72$$

فرمول ۱۰

$$(U_i)' = (-(\sum t_i' - (E_i)))' / \sqrt{(V_i)'}$$

در آزمون گرافیکی من-کندال اگر دنباله u ، u' بر اساس i به صورت نمودار رسم گردد در حالت معنی داری روند دو دنباله در نقطه شروع پدیده یکدیگر را قطع خواهند کرد در حالتی که اگر روند وجود نداشته باشد دو دنباله به صورت موازی خواهند بود و یا با چند بار برخورد و به طوری که به تغییر جهت آنها منجر نشود عمل می‌کنند (Rahimzadeh, 2011) در این تحقیق کلیه محاسبات با برنامه نویسی در محیط اکسل انجام شده و از دقت کامل برخوردار است

خود اختصاص داده است ۷۰/۱ درصد مساحت شهرستان را کوهستان و ۲۹/۹ درصد را دشت حاصلخیز قرار گرفته است، Akbarian Ronizi (2016-180) سیدان از شمال به شهرستان اقلید، از غرب به کهکیلویه و بویراحمد، از جنوب به

با توجه به مقدار بحرانی بدست آمده برای $T(t)$ ، حالت‌های مختلفی مشاهده می‌شود اگر $T > T(t)$ باشد نشان دهنده روند مثبت، $T < T(t)$ باشد نشان دهنده روند منفی و در حالتی که $T(t) > T > -T(t)$ باشد هیچ گونه روند مهم و معناداری در سری‌ها مشاهده نمی‌شود و سری ما تصادفی هستند.

۲.۲. مراحل محاسبه آزمون گرافیک

برای تعیین جهت روند و نوع و زمان تغییر نیاز به آزمون گرافیکی من-کندال می‌باشد. بدین منظور از جدول ویژه‌ای استفاده می‌شود که در این جدول ابتدا داده‌های آماری به ترتیب سال (ستون اول) وارد شده و در ستون دوم داده‌ها شماره ردیف می‌گیرند. سپس در ستون سوم مقادیر پارامتر مورد نظر نوشته می‌شود و در ستون چهارم، مقادیر عددی ستون سوم به ترتیب صعودی تنظیم می‌گردد و جهت تکمیل جدول مورد نظر نیاز به محاسبه ضریب t آزمون کندال می‌باشد که از فرمول زیر بدست می‌آید.

فرمول (۴)

$$t_i = \sum_{j=1}^n (i-1) \cdot n_{ij}$$

فرمول (۵)

$$E(t) = n(n-1)/4$$

فرمول (۶)

$$V(t) = ([n(n-1)(2n+5)]) / 72$$

آزمون گرافیکی کندال توسط دو مولفه u ، u' جهت روند، نوع و زمان تغییر در سری زمانی را به دست می‌دهد در واقع چنانچه مقدار u معنادار باشد. روند افزایشی و یا کاهش‌ی را به وضوح می‌توان در نمودار گرافیکی کندال مشاهده نمود.

۲.۱. معرفی محدوده مورد مطالعه

شهرستان سپیدان با مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۹ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۰ درجه و ۱۶ دقیقه عرض جغرافیایی به مرکزیت اردکان در شمال غربی استان فارس قرار دارد و با ۲۶۴۹ کیلومتر مربع وسعت، ۲/۱ درصد مساحت استان را به



شکل ۲. نمودار تغییرات میزان بارندگی سالانه ایستگاه سپیدان



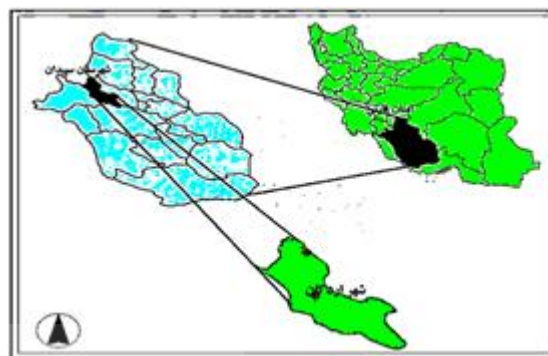
شکل ۳. نمایی از طبیعت زمستانی سپیدان

بمنطقه سپیدان در زون زاگرس قرارداد زون زاگرس شامل واحد دشت خوزستان، زاگرس چین خورده با زاگرس خارجی و زاگرس مرتفع یا زاگرس داخلی می باشد (شکل ۴) (Hossein Nia, 2014:2).



شکل ۴. نقشه موقعیت ساختاری شهرستان سپیدان

شیراز و از شرق به مرودشت محدود است و حدود ۲۲۵۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. طبیعت کوهستانی با چشم اندازهای زیبا، منابع آب فراوان با بارندگی خوب و گسترش منابع کارستی، آبشار زیبای مارگون، پیست اسکی زمستانی، باغات تابستانی آن را به یک شهرستان تبدیل کرده است (Hossein Nia, 2014). (شکل ۱)



شکل ۱. نقشه موقعیت شهرستان سپیدان در کشور و استان

آب و هوای شهرستان سپیدان سرد کوهستانی است، ارتفاعات آن دنباله سلسله جبال زاگرس بوده و دارای زمستانهای سرد توام با بارش برف و باران (شکل ۳) و تابستانهای معتدل می باشد. میانگین دما در شهرستان سپیدان حدود ۱۶ درجه سانتی گراد و میانگین حداکثر دما ۲۰/۵ درجه سانتی گراد و میانگین حداقل دما ۱۰/۱۹ درجه سانتی گراد می باشد. میانگین بارندگی در ایستگاه سپیدان حدود ۵۶۰/۵ میلی است. در طول دوره آماری مورد بررسی سال ۲۰۲۰ با ۱۰۴/۵۰ میلی متر پر باران ترین سال و سال ۲۰۱۸ با ۲۶۷/۴ میلی متر، کم باران ترین سال بوده است (شکل ۲).

^۱ میانگین عناصر اقلیمی بر اساس آمار ۱۹ ساله ایستگاه سینوپتیک سپیدان از سال تاسیس تا ۲۰۲۳ محاسبه شده است

۳. یافته‌های تحقیق

الف- تحلیل آزمون غیرگرافیک من کندال جهت

تعیین تغییرات سالانه، فصلی و ماهانه دما و بارش

با توجه به محاسبات انجام شده آمار بحرانی $T(t)$ دما و بارش در ایستگاه سپیدان $\pm 0/33$ است. مقایسه آماره کندال

$T(t)$ با محدوده بحرانی $T(t)$ نشان می‌دهد که در مقیاس سالانه میانگین دما، میانگین حداکثر دما و میانگین حداقل دما دارای روند کاهشی است. و بیشترین کاهش یا آماره $-0/64$ - مربوط به میانگین حداکثر دما است (جدول ۱).

جدول ۱. نتایج آماره کندال (T) و آماره بحرانی $T(t)$ - میانگین، میانگین حداقل و میانگین حداکثر دمای سالانه

پارامتر آماره	میانگین دما	میانگین حداقل دما	میانگین حداکثر دما
آماره کندال	$-0/45$	$-0/50$	$-0/64$
آماره بحرانی	$\pm 0/33$	$\pm 0/33$	$\pm 0/33$
وضعیت	روند کاهشی	روند کاهشی	روند کاهشی

دما نیز در فصل زمستان بدون روند و فصول بهار، تابستان و پاییز دارای روند کاهشی است. میانگین دما نیز فقط در فصل بهار دارای روند کاهشی و سایر فصول بدون روند می‌باشد. از نظر تغییرات فصلی دما بیشترین تغییر (روند کاهشی) مربوط به فصل بهار با آماره $-0/58$ - می‌باشد.

بررسی فصلی پارامترهای دما در ایستگاه سپیدان نیز بیانگر وجود روند در برخی از فصول و عدم وجود روند در فصول دیگر دارد، همچنان که که جدول ۲ نشان می‌دهد. میانگین حداقل دما در فصول بهار و تابستان دارای روند کاهشی و فصول زمستان و پاییز بدون روند می‌باشد. میانگین حداکثر

جدول ۲. نتایج آماره کندال (T) و آماره بحرانی $T(t)$ - میانگین، میانگین حداقل و میانگین حداکثر دمای فصلی

پارامتر فصل	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	سالانه
میانگین حداقل دما	$-0/13$	$-0/58$	$-0/46$	$-0/32$	$-0/50$
وضعیت	بدون روند	روند کاهشی	روند کاهشی	بدون روند	روند کاهشی
میانگین حداکثر دما	$-0/27$	$-0/53$	$-0/51$	$-0/38$	$-0/64$
وضعیت	بدون روند	روند کاهشی	روند کاهشی	روند کاهشی	روند کاهشی
میانگین دما	$-0/20$	$-0/49$	$-0/31$	$-0/32$	$-0/45$
وضعیت	بدون روند	روند کاهشی	بدون روند	بدون روند	روند کاهشی

بررسی آزمون آماره (T) و آماره بحرانی (T)_t کندال در رابطه با تغییرات ماهانه دما (میانگین حداقل، میانگین حداکثر و میانگین دما) بیانگر این امر است که میانگین حداقل دما در ماه‌های ژانویه، ژولای، آگوست، سپتامبر، اکتبر و دسامبر دارای روند کاهشی، و سایر ماه‌ها بدون روند

روند می باشد. میانگین حداکثر دما در ماه‌های ژانویه، فوریه، ژوئن، ژولای، آگوست، سپتامبر، اکتبر و دسامبر دارای روند کاهشی و سایر ماه‌ها بدون روند می باشد. میانگین دما نیز فقط دوماه ژولای و سپتامبر دارای روند کاهشی است و سایر ماه‌ها بدون روند می باشد (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج آماره کندال (T) و آماره بحرانی (T)_t - میانگین، میانگین حداقل و میانگین حداکثر ماهانه دما

پارامتر	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
میانگین حداقل دما	-۰/۳۵	-۰/۱۹	-۰/۱۳	-۰/۱۷	-۰/۱۷	-۰/۱۷	-۰/۳۲	-۰/۳۸	-۰/۳۵	-۰/۵۲	-۰/۴۰	-۰/۳۱	-۰/۳۵
وضعیت	روند کاهشی	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	روند کاهشی	روند کاهشی	روند کاهشی	روند کاهشی	بدون روند	روند کاهشی
میانگین حداکثر دما	-۰/۴۴	-۰/۳۷	-۰/۱۰	-۰/۱۱	-۰/۱۳	-۰/۵۷	-۰/۴۹	-۰/۴۹	-۰/۳۸	-۰/۶۵	-۰/۴۲	-۰/۲۵	-۰/۳۷
وضعیت	روند کاهشی	روند کاهشی	بدون روند	بدون روند	بدون روند	روند کاهشی	روند کاهشی	روند کاهشی	روند کاهشی	روند کاهشی	روند کاهشی	بدون روند	روند کاهشی
میانگین دما	-۰/۳۲	-۰/۳۱	-۰/۱۰	-۰/۱۰	-۰/۰۱	-۰/۳۱	-۰/۳۷	-۰/۳۷	-۰/۲۵	-۰/۴۷	-۰/۲۷	-۰/۱۶	-۰/۲۹
وضعیت	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	روند کاهشی	بدون روند	روند کاهشی	بدون روند	بدون روند	بدون روند

روندی مشاهده نمی شود. در نظر تغییرات فصلی بارش نیز هیچ گونه روند وجود ندارد (جدول ۵).

ب- تحلیل آزمون غیرگرافیک من- کندال جهت تغییرات سالانه، فصلی و ماهانه بارش

نتایج حاصل از اعمال آزمون آماره (T) و آماره بحرانی (T)_t بر روی داده‌های ماهانه بارش نشان می‌دهد که بارش شهرستان سپیدان در ماه‌های گرمتر سال دارای روند منفی و کاهشی است و سایر ماه‌ها بدون روند می‌باشد و بیشترین کاهش با آماره (T)_t -۰/۶۶ مربوط به ماه ژوئن می‌باشد (جدول ۴) در سایر ماه‌ها روندی مشاهده نمی‌شود و نوسانات بیشتر به صورت ناگهانی است و در وضعیت سالانه بارش نیز

^۱ مقدار آماره بحرانی (T)_t برابر با ± 0.33 می باشد.

جدول ۴. نتایج آماره کندال (T) و آماره بحرانی T (t) - میانگین ماهانه بارش

پارامتر	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
بارندگی	۰/۱۹	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۳۶	-۰/۶۶	-۰/۶۱	-۰/۲۵	-۰/۵۶	-۰/۲۳	۰/۰۴	-۰/۰۴	۰/۱۳
وضعیت	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند	روند کاهش	روند کاهش	روند کاهش	بدون روند	روند کاهش	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند

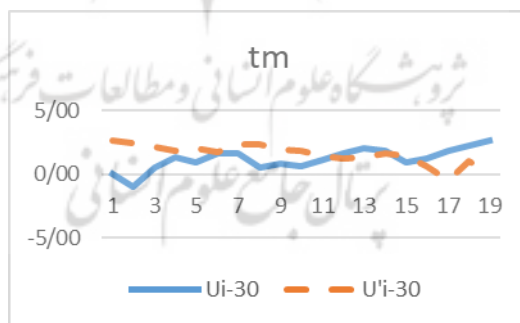
جدول ۵. نتایج آماره کندال (T) و آماره بحرانی T (t) - میانگین فصلی بارش

فصول	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
بارندگی	۰/۰۱	-۰/۳۲	-۰/۰۹	۰/۰۹
وضعیت	بدون روند	بدون روند	بدون روند	بدون روند

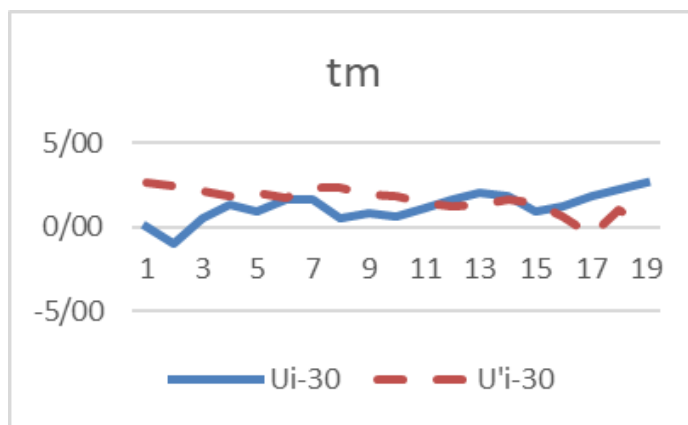
ج- تحلیل آزمون گرافیک من کندال جهت تعیین تغییرات دما

برای مشخص کردن جهت و سال شروع روند با جهش ناگهانی ابتدا نمودارهای U_i و U_i' با برنامه نویسی در نرم افزار اکسل برای تمام پارامترهای دما (میانگین حداقل، میانگین حداکثر و میانگین دما) و همچنین بارش در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه ترسیم شد که نتایج آن رسم پیش از ۱۰۰

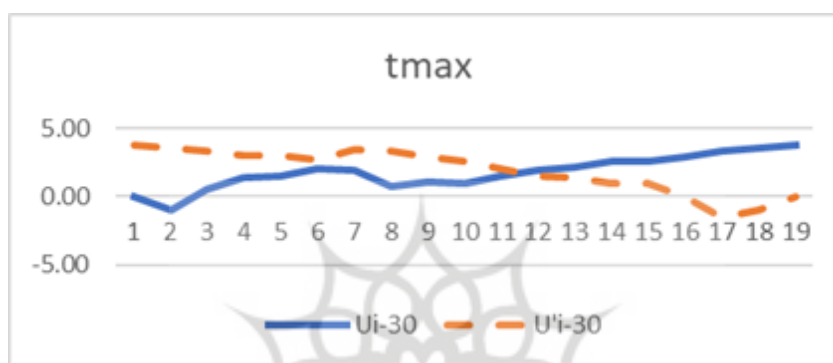
نمودار بود که به دلیل حجم زیاد نمودارها، امکان ترسیم همه آنها در این بحث وجود نداشته است. بررسی آزمون گرافیکی من- کندال بر روی میانگین حداقل، میانگین حداکثر و میانگین سالانه دما نشان دهنده وجود روند منفی است و تقریباً در هر سه پارامتر شروع تغییرات از سال ۲۰۱۵ است (شکل-های ۵، ۶ و ۷)



شکل ۵. نمودار گرافیکی من- کندال، میانگین حداقل سالانه



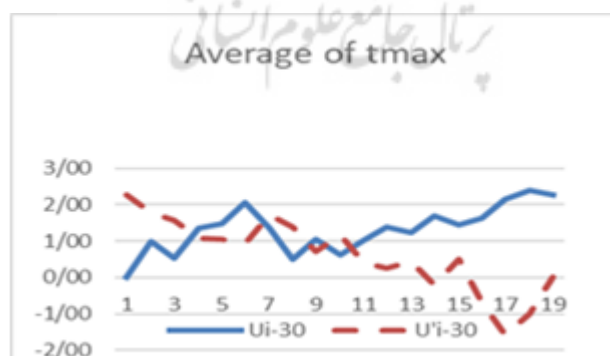
شکل ۶. نمودار گرافیکی من کندانال - میانگین دمای سالانه



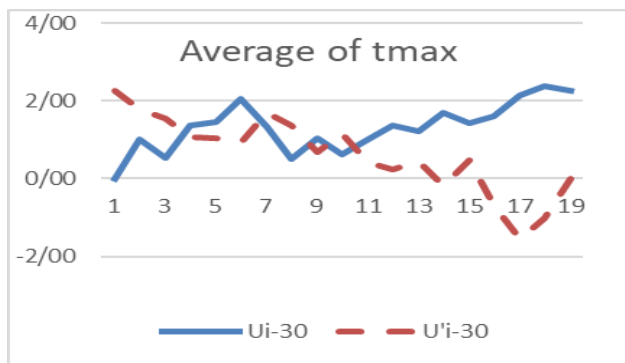
شکل ۷. نمودار گرافیکی من - کندانال میانگین حداکثر سالانه دما

بدون روند می باشد (شکل های ۸، ۹ و ۱۰) میانگین حداکثر دما در سه فصل بهار، تابستان و پاییز دارای روند کاهشی است و فصل زمستان فاقد روند می باشد (شکل ۱۰).

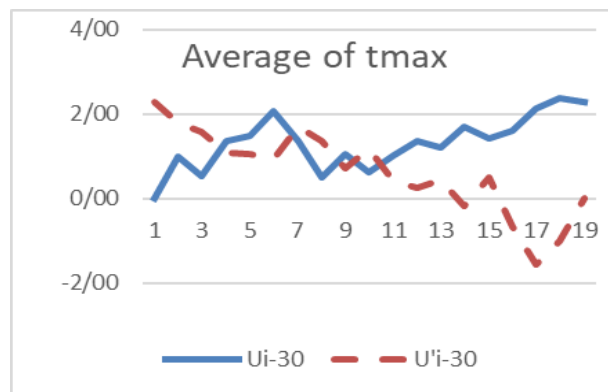
بررسی فصلی آزمون من - کندانال نشان می دهد که میانگین حداقل دما در دو فصل بهار و تابستان دارای روند کاهشی است و شروع کاهش در فصل بهار از سال ۲۰۱۶ و فصل تابستان شروع کاهش از سال ۲۰۲۰ می باشد و سایر فصول



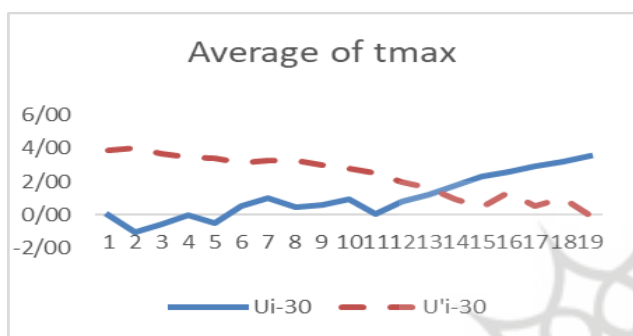
شکل ۸. نمودار گرافیکی من کندانال - میانگین حداقل دمای فصل بهار



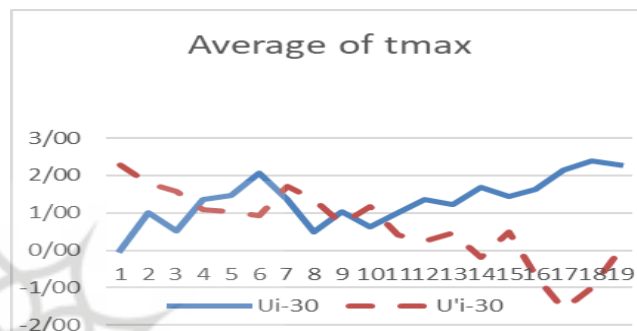
شکل ۱۰. نمودار گرافیکی من کندال - میانگین دمای فصل پاییز



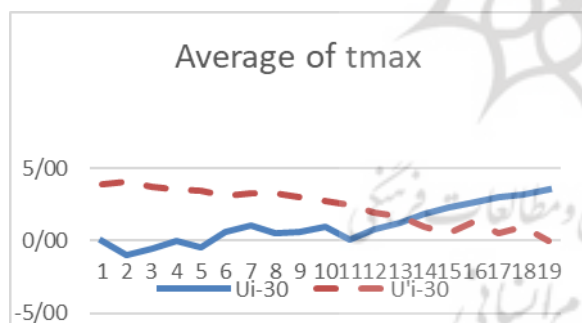
شکل ۹. نمودار گرافیکی من کندال - میانگین حداقل دمای فصل تابستان



شکل ۱۲. نمودار گرافیکی من - کندال میانگین حداقل دمای سپتامبر



شکل ۱۱. نمودار گرافیکی من کندال - میانگین حداکثر دمای فصل بهار

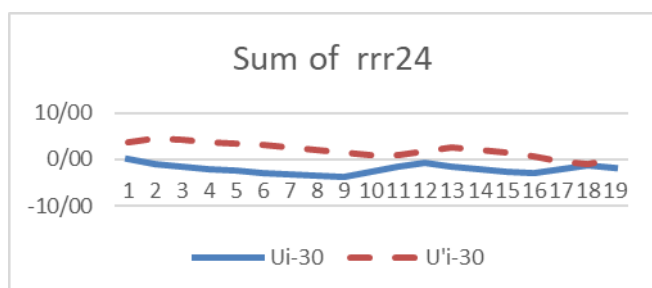


شکل ۱۳. نمودار گرافیکی من - کندال میانگین دمای ماه سپتامبر

میانگین حداکثر دما نیز ۸ ماه از سال دارای روند کاهشی و ۴ ماه فاقد روند می‌باشد و بیشترین روند کاهشی مربوط به ماه سپتامبر می‌باشد (شکل ۱۳) میانگین دما نیز فقط دومه‌ماه ژولای و سپتامبر دارای روند کاهشی و بقیه ماه‌ها فاقد روند می‌باشد. نکته جالب و مهم این است که بیشترین روند کاهشی در

میانگین فصلی دما نیز فقط فصل بهار دارای روند کاهشی است و سایر فصول فاقد روند می‌باشد (شکل ۱۲). نکته جالب اینکه از نظر تغییرات فصلی این است که در فصل بهار تمام پارامترهای مربوط به دما دارای روند کاهشی است که نشان‌دهنده پایین بودن دمای هوا در فصل بهار و به دنبال آن خطر سرمای دیررس بهاره است که به کشاورزی و خصوصا محصولات باغی خسارت زیادی وارد می‌کند. بررسی ماهانه آزمون گرافیکی من کندال نیز نشان‌دهنده ماه‌های با روند کاهشی و ماه‌های بدون روند می‌باشد. به طوری که میانگین حداقل دمای ۶ ماه از سال فاقد روند و شش ماه از سال دارای روند کاهشی است و بیشترین روند کاهشی مربوط به ماه سپتامبر می‌باشد (شکل ۱۳).

بدون روند می‌باشد. کاهش‌ها بیشتر مربوط به فصل گرم سال است (شکل ۱۶).



شکل ۱۶. نمودار گرافیکی بارش ماه ژوئیه

۴. بحث و نتیجه‌گیری

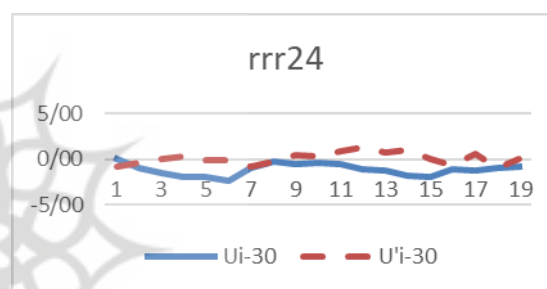
امروزه موضوع تغییر آب و هوا از مسائل قابل توجه پژوهش‌های آب و هوایی است. پیش‌بینی روند تغییر آب و هوا برای مدیریت محیط زیست و ادامه حیات جوامع انسانی بسیار مهم و ضروری است. تغییرات اقلیمی زمینه بروز آنتروپی یا بی‌نظمی‌ها را در عناصر اقلیمی مخصوصاً دما و بارش فراهم نموده است. آنتروپی اقلیمی به معنای بالا بودن میانگین دما در فصل پاییز و زمستان، بروز بارندگی‌های حدی در زمان محدود و نامتناسب با فصل بارش. شهرستان سپیدان یکی از مناطق کوهستانی و سردسیر استان فارس می‌باشد. که مثل سایر مناطق تحت تاثیر تغییر اقلیم قرار دارد، علی‌رغم بی‌نظمی‌هایی که در برخی عناصر اقلیمی این منطقه وجود دارد ولی به طور کلی تغییر در برخی از پارامترها مثل دما برخلاف خیلی از مناطق کشور دارای روند کاهشی است. که این وضعیت ناشی از ارتفاع زیاد و کوهستانی بودن منطقه است، اکثر تحقیقاتی که در رابطه با سایر نقاط ایران و جهان صورت گرفته، (Khosravi & Azari, 2022)، (Khosrandi et al, 2023)، (Mazidi & Toofani, 2021)، (Maroofnezhad & Ghasemi, 2017)، (Bahek, 2013)، (Sintayehu et al, 2021)، (Jada et al, 2021) حکایت از روند افزایشی دما دارد در صورتی که این منطقه در کلیه پارامترهای مربوط به دما دارای روند کاهشی است. روند کاهشی دما منجر به افزایش رطوبت نسبی در منطقه شده و از

پارامترهای دما مربوط به ماه آخر فصل تابستان یعنی سپتامبر است.

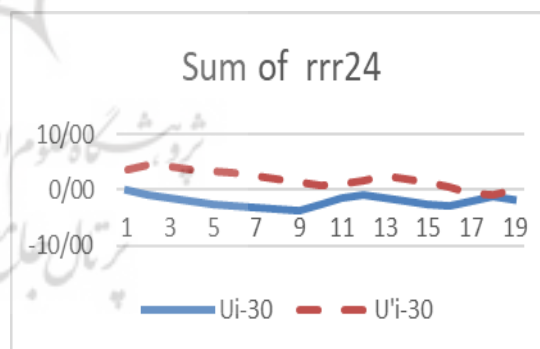
د) تحلیل آزمون گرافیکی من-کندال جهت تعیین تغییرات بارش

بارش یکی از عناصر موثر اصلی در اقلیم هر منطقه است که در برنامه‌ریزی‌های شهری و روستایی، مکان‌یابی صنعتی، معماری، کشاورزی و... نقش تعیین‌کننده دارد (NazariTahrudi et al, 2016)

بررسی آزمون گرافیکی سالانه بارش نشان داد که هیچ‌گونه روندی در بارش سالانه وجود ندارد، فقط در سال ۲۰۱۱ تغییر ناگهانی در بارش اتفاق افتاده است (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. نمودار گرافیکی من-کندال، میانگین بارش سالانه



شکل ۱۵. نمودار گرافیکی بارش - ماه ژوئن

همچنین در مقیاس فصلی نیز هیچ‌گونه روندی وجود ندارد چون نمودار U و U (به صورت موازی با همدیگر حرکت کرده‌اند) (شکل ۱۵). از نظر تغییرات ماهانه بارش نیز فقط چهار ماه می، ژوئن، ژوئیه و سپتامبر دارای روند کاهشی و بقیه ماه‌ها

گردو و، امکانات تفریحی مثل، آبشار، پیست اسکی، تفرجگاه‌های مختلف، باعث جذب توریست از نقاط مختلف استان و کشور شده و هم زمینه مساعدی را برای رشد و توسعه کشاورزی فراهم آورده است، لذا با مدیریت صحیح و انطباق وسازگاری با شرایط جدید ناشی از تغییر اقلیم می‌توان بر مشکلات ناشی از آن غلبه نمود و به رشد و بالندگی آن کمک کرد.

خشکی هوا مخصوصاً در فصل زمستان می‌کاهد، بارندگی در منطقه نیز در مقیاس‌های مختلف زمانی، ماهانه، سالانه و فصلی دارای روند کاهشی است که این وضعیت ناشی از تغییر و بی‌نظمی شرایط آب و هوایی است، البته متوسط بارندگی این شهرستان بیش از دو برابر متوسط بارندگی کشور است که از این نظر از شرایط خوبی برخوردار است. علی‌رغم تغییرات اقلیمی، این شهرستان نقش اساسی در توسعه کشاورزی و گردشگری دارد، باغ‌های مختلف مرکبات، انگور، انجیر،

فهرست منابع

- Akbarian Ronizi, S.R. 2016. Assessment of tourism sustainability in tourism target villages (Case study: Sepidan County). Quarterly Journal of Rural Research. 7 (1). 167-193. [10.22059/jrur.2016.58390](https://doi.org/10.22059/jrur.2016.58390). [In Persian].
- Alizadeh, A2011. Principles of Applied Hydrology, Imam Reza University Press.
- Arvin, A., Attaei, A., H, Karimi, P. 2022. Determining of the Potential Areas of Winter Sports Using AHP Method in Sepidan Township. Journal of Urban Ecology Researches. 13(3),33-44. [10.30473/grup.2022.54994.2548](https://doi.org/10.30473/grup.2022.54994.2548). [In Persian].
- Bahek, B. 2013. Investigating the possibility of climate change in Kerman province using the Mann-Kendall method, Territorial Geographic Quarterly, 3(39). [In Persian]
- Basiri Sadr, M. 2021. Geopolitics of Climate Change in Iran, Sami Publications. [In Persian]
- Erfani, M. Ardakani, T. Momeni Ardakani, S. 2022. Investigating of affective human factors on tourism using combined method of SWOT and structural equation (Case study: Sepidan County). journal of environmental science and technology;24(4). (119):17-30. Available from: <https://sid.ir/paper/1063609/en>. [In Persian].
- Gunduz, F. 2023. Analysis of temperature and precipitation series of Hirfanli Dam basin by mann Kendall. Turkish journal of Engineering.
- Hossein Nia, Sh.2014. Study of geomorphological factors in the physical development of Sepidan city, Master's thesis, Islamic Azad University of Laresta. [In Persian]
- Jada El Kasri. et al. 2021. Trend Analysis of meteorological variables: Rainfall and temperature, Civil Engineering Journal, vol 7, N,11, November2021
- Karimi, M. et al. 2015. Studying the temperature change trend of the Shiraz synoptic station using the Mann-Kendall statistical method – Quarterly Journal of Natural Geography, 27. [In Persian].
- Khorsandi, M. Ghalkhani, H. Bateni, M.M.2023. Trend Analysis of Precipitation and Air Temperature in water basins of Iran. Agricultural meteorology.11(2). 51-69. [10.22125/agmj.2023.368274.1142](https://doi.org/10.22125/agmj.2023.368274.1142). [In Persian].
- Khosravi A, Azari M. .2022. Spatio-temporal trend and change detection of temperature and precipitation of Kashafrud basin. jgs. 22(66), 289-306.doi:[10.52547/jgs.22.66.289](https://doi.org/10.52547/jgs.22.66.289). [In Persian].
- Maroofnezhad, A. Ghasemi, Sh. 2017. analysis of changes using the method of mann-kendall (case study of four townships of chaharmahal and bakhtiari province). environmental based territorial planning (amayesh), 10(37), 149-166. sid. <https://sid.ir/paper/130597/en>. [In Persian].
- Maui V. K, et al, (2024) Rainfall and temperature Trend analysis using mann- kendall and sen's slopc Estimator Test in Makueni county, Kenya, Jounal of materials Environmental Science Volme15. Issue3
- Mazidi, A. Toofani, H. 2021. investigation of temperature change trend of Urmia synoptic station by Menandal. Geography and Human Relations. 4(2). 357-370. [20.1001.1.26453851.1400.4.2.20.4](https://doi.org/10.1001.1.26453851.1400.4.2.20.4). [In Persian].
- Moghtaderi, Gh. 2024. Investigating the possibility of climate change in Al-Rastan County using the nonparametric Mann-Kendall test. Quarterly

- Journal of Physical Geography. 17 (65). [In Persian].
- Nazari Tahrudi, M. Khalili, K. Ahmadi, F. 2016. Spatial and Regional Analysis of Precipitation Trend over Iran in the Last Half of Century. water and soil.30(2). 643-654. <https://doi.org/10.22067/jsw.v30i2.39130>. [In Persian].
- Rahimzadeh, F. 2011. Statistical Methods in Meteorological and Climatological Studies, Hosseini Publications. [In Persian]
- Rai, L. 2015. Statistical analysis of changes in the onset and end of precipitation in southwestern Iran, Master's thesis, Payam Noor Center of Shiraz. [In Persian]
- Ramezanipour, M. 2007. Precipitation changes and their impact on the water regime of rivers in Gilan province, a case study of Navroud-Ghaleh-Rodkhan-Polroud rivers. PhD thesis, Islamic [In Persian].
- Azad University, Research Sciences Branch. [In Persian]
- Salami. A w, et al. 2016. Trend analysis of hydro-meteorological variables in the Coastal area of Lagas using mann-Kendall trend. Journal of Applied Sciences and Environmental management. [In Persian]
- Shaemi, A. Habibi, M. 2007. Global Warming, Meteorological Research Institute Publications. [In Persian]
- Sintayehu, et al. 2021. Precipitation and temperature trend analysis by mann Kendall test The case of Addis Ababa methodological African Journal on land policy and Geospatial sciences, Vol4. Issue4. September 2021
- Varesi, H.R. Mousavi, S.A. Gholmi Bimorgh, Y. 2013. An analysis of Margoan Waterfall ecotourism with an emphasis on sustainable development, Journal of Spatial Planning. 3(2). [In Persian].

