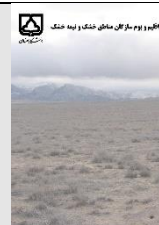




Semnan University

# Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions

<https://ceasr.semnan.ac.ir>



## Research Article

# Investigating the Relationship Between the Extreme Values of Temperature Parameters and Teleconnection Indexes (Case Study: Chaharmahal and Bakhtiari Province)

Ahmad Ghorbani <sup>a</sup>, Mohammad Reza Yazdani <sup>b,\*</sup>, Mohammad Rahimi <sup>c</sup> and  
Siamak Dokhani <sup>d</sup>

<sup>a</sup> MSc Graduate in Water Resources-Agricultural Meteorology, Semnan University, Semnan, Iran

<sup>b</sup> Associate Professor, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran

<sup>c</sup> Professor, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran

<sup>d</sup> Assistant Professor, Faculty of Range and Watershed Management, College of Natural Resources and Geology Science, Kashan University, Kashan, Iran

## ARTICLE INFO

### Article type:

Research full paper

### Article history:

Received:10 December 2023

Revised:16 November 2023

Accepted:8 January 2024

### Keywords:

Teleconnection,  
Temperature extreme  
values,  
Correlation regression,  
Chaharmahal and  
Bakhtiari

## EXTENDED ABSTRACT

**Background and Objectives:** Teleconnection patterns can affect climate parameters in different regions of the world. Investigating their effects, especially on the climatic extreme values, can provide appropriate information for optimal management of weather processes as well as terrestrial ecosystems, including vegetation. Temperature is one of the important elements of the atmosphere and is involved in climate changes on a regional and global scale, which quantitatively leads to tremendous events affecting the environment, including increased evaporation and transpiration and plant water needs, increased frequency of droughts, and lack of water resources. The effects of extreme events are often large at the local scale and can severely affect certain sectors and regions. The ever-increasing emission of greenhouse gases will cause global warming and cause damages and losses to the water, agriculture, environment, and economy sectors and will have a significant impact on the lives of humans and animals. One of the most important effects of this phenomenon will be the influence on extreme events of atmospheric and climatic elements such as drought, flood, and storm. On the other hand, atmospheric circulations are very variable. These changes lead to the emergence of air patterns and forms of atmospheric currents that occur in different time scales. The teleconnection patterns indicate large-scale changes that occur in the pattern of atmospheric waves and winds and affect the temperature pattern, precipitation, direction of clouds, and position and intensity of the winds in many regions. The effectiveness of these indicators has attracted the attention of researchers in various parts of the world, indicating the importance of these interactions on the atmosphere and surrounding environment. The purpose of present research was to investigate the effect of teleconnection patterns on temperature extreme values (minimum and maximum) in Chaharmahal and Bakhtiari province.

**Materials and Methods:** Chaharmahal and Bakhtiari province is one of the mountainous parts of the central plateau of Iran, which has an area of 16421 km<sup>2</sup> and is one of the mountainous and rainy provinces of the country, which are the source of two important rivers of the country, Zayandehroud and Karun. This

province has one percent of the total area of Iran, which is located in the Zagros-mountain range and in the path of the humid winds of the Mediterranean systems and causes the rise and discharge of these systems. This province has relatively good rainfall. In this research, 8 synoptic meteorological stations of the province in the statistical period of 30 years (1368-1398) were considered. Ten teleconnection indexes were used during this period to investigate their effect on climatic extreme values using Pearson's correlation coefficient.

**Results:** The changes in average minimum temperature shows that Kohrang station has the coldest minimum temperature in the studied area and annual average fluctuation of this variable has changed from -4.71 to -15.61 degrees Celsius during the studied period. On the other hand, Lordegan station has a higher average minimum temperature than other stations and the range of changes of this variable is from -0.16 to -5.8 degrees Celsius. Lordegan station has the highest values of extreme maximum temperature. The range of changes of this variable fluctuated from 32 to 38.5 degrees Celsius, while the range of these changes for Kohrang station was recorded from 28.7 to 32.2 degrees Celsius during the same period. Based on the results in EGheis and Avergan stations, the average maximum temperature correlation with TNH, NINO3, NINO12, NINO4 and PNA indices was significant at 1% level and with EA/WA, NP and NAO indices at 5% level and had no special relationship with AAO and SOI indices. Among these indices, the highest correlation of this variable with TNH index was 0.728 for EGheis station and 0.71 for Avergan station. At PoleZamankhan and Shahrekord stations, the average minimum temperature correlation was significant at 1% level with TNH, NINO12, and NINO4 indices and with NP, PNA, NAO, and SOI (only for PoleZamankhan station) at 5% significance level. There was no significant correlation with NINO3, AAO and SOI (only for Shahrekord station) and EA/WA indices (only for Kohrang station). The average minimum temperature was significant with TNH, NINO3, NINO12 and NINO4 indices at 1% level and with the EA/WA, PNA, NP and NAO indices at 5% level, and there was no significant correlation with the AAO and SOI indices. The highest correlation coefficient was related to TNH index (0.724) in this station. In Shahrekord and Brojen stations, the average maximum temperature correlation was significant with TNH, NINO3, NINO12, NINO4 and NP indices at 1% level and with EA/WA, PNA and NAO indices at 5% level and there was no significant correlation with the AAO and SOI indices. In PoleZamankhan station, the average maximum temperature correlation was significant with EA/WA, TNH, NINO3, NINO12, NINO4, NAO and PNA indices at 1% level and with NP index at 5% level, and there was no special relationship with the AAO and SOI indices. Results showed that correlation of TNH index with the average maximum temperature of the stations had the highest positive value compared to other indices. The NINO12 index was in the next rank, but its correlation was negative, and it is understood that the occurrence of this index has caused maximum temperature in these stations to decrease. Also, AAO and SOI indices have no significant correlation with this variable in the stations. Also, results reveal that correlation of TNH index with average minimum temperature of the stations had the highest positive value compared to other indices, and the lowest correlation was with Lordegan station and the highest was with Kohrang station. The NINO12 index was in the next rank; but its correlation was negative, and it is understood that the occurrence of this index caused the temperature to decrease at least in these stations. The NINO4 index is also in the third place, with the difference that, like the TNH index, it has a positive correlation in the minimum temperature. The AAO and SOI indices have mainly no significant correlation with this variable in the stations. In Lordegan and Avergan stations, the average minimum temperature correlation was significant with TNH, NINO3, NINO12, NINO4, NAO and PNA indices at 1% level and with

---

EA/WA and NP, NINO3 and NAO indices at 5% level and did not have a significant correlation with AAO and SOI. The highest correlation coefficient related to TNH index was 0.726 and 0.702 for Avergan and Lordegan stations.

**Conclusion:** In this research, Pearson's correlation was used in 8 meteorological stations in Chaharmahal and Bakhtiari province to investigate the effect of teleconnection indices on extreme maximum and minimum temperature values. In general, it can be said that the teleconnection indices have an effect on the extreme temperature values of the studied area (some have an increasing effect and some have a decreasing effect on these variables). These findings can be used in predicting these extreme values and preventing possible damages to agriculture sector and vegetation. Also, considering the role of temperature values on evaporation and water needs of plants, the results can be used in drought crisis management.

---

**Cite this article as:** Ghorbani, A., Yazdani, M. R., Rahimi, M. & Dokhani, S. 2024. Investigating the relationship between the extreme values of temperature parameters and teleconnection indexes (Case study: Chaharmahal and Bakhtiari province). *Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions*, 1(1), 184-197.

© 2024 Published by Semnan University Press.

<https://doi.org/10.22075/ceasr.2024.32621.1025>

---

## مقاله پژوهشی

## بررسی ارتباط بین مقادیر حد پارامترهای دمایی با شاخص‌های پیوند از دور (مطالعه موردی: استان چهارمحال و بختیاری)

احمد قربانی<sup>۱</sup>، محمد رضا یزدانی<sup>۲\*</sup>، محمد رحیمی<sup>۳</sup> و سیامک دخانی<sup>۴</sup>

۱- فارغ التحصیل رشته مدیریت منابع آب- هواشناسی کشاورزی، گروه بیابانزدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۲- دانشیار، گروه بیابانزدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۳- استاد، گروه بیابانزدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۴- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

\*: نویسنده مسئول، m\_yazdani@semnan.ac.ir

| اطلاعات مقاله                                                                                                                                                                                                                                                                              | چکیده مبسوط                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>نوع مقاله:</b><br/>مقاله کامل علمی- پژوهشی</p> <p><b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۲/۰۹/۱۹</p> <p><b>تاریخ ویرایش:</b> ۱۴۰۲/۰۹/۲۵</p> <p><b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۲/۱۱/۱۸</p> <p><b>واژه‌های کلیدی:</b><br/>پیوند از دور،<br/>مقادیر حد دما،<br/>ضریب همبستگی،<br/>استان چهارمحال و بختیاری</p> | <p><b>سابقه و هدف:</b> الگوهای پیوند از دور می‌توانند بر پارامترهای آب‌وهوایی در مناطق مختلف جهان تأثیر داشته باشند. بررسی اثرات آن‌ها، خصوصاً بر مقادیر حدی اقلیم، می‌تواند اطلاعات مناسبی را برای مدیریت بهینه فرایندهای آب‌وهوایی و همچنین اکوسیستم‌های زمینی از جمله پوشش گیاهی مهیا نماید. هدف از پژوهش حاضر، بررسی میزان تأثیر الگوهای پیوند از دور بر مقادیر حدی دما (حداقل و حداکثر) در استان چهارمحال و بختیاری است.</p> <p><b>مواد و روش‌ها:</b> استان چهارمحال و بختیاری از جمله بخش‌های کوهستانی فلات مرکزی ایران محسوب می‌شود و از استان‌های کوهستانی و پُر بارش کشور است که سرچشمه دو رودخانه مهم کشور، یعنی زاینده‌رود و کارون، محسوب می‌شود. در این تحقیق، از ۸ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در استان با دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۶۸-۱۳۹۸) استفاده گردید. از ۱۰ شاخص دورپیوندی طی این دوره برای بررسی تأثیر آنها بر مقادیر حدی اقلیم با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.</p> <p><b>یافته‌ها:</b> بررسی نتایج نشان می‌دهد که همبستگی شاخص TNH با میانگین دمای حداکثر ایستگاه‌ها بیشترین مقدار را در قیاس با سایر شاخص‌ها داشته و مثبت بوده است. در رتبه بعدی نیز شاخص NINO12 بوده است. اما همبستگی آن منفی بوده و به این معنی است که بروز این شاخص باعث کمتر شدن دمای حداکثر در این ایستگاه‌ها شده است. همچنین، شاخص‌های AAO و SOI عمدتاً فاقد همبستگی معنی‌داری با این متغیر در ایستگاه‌ها بوده‌اند. بررسی نتایج نشان می‌دهد که باز هم همبستگی شاخص TNH با میانگین دمای حداقل ایستگاه‌ها بیشترین مقدار را در قیاس با سایر شاخص‌ها داشته و مثبت بوده و کمترین همبستگی آن با ایستگاه لردگان و بیشترین آن با ایستگاه کوهرنگ بوده است. در رتبه بعدی نیز شاخص NINO12 بوده، اما همبستگی آن منفی بوده و به این مفهوم است که بروز این شاخص باعث کمتر شدن دمای حداقل در این ایستگاه‌ها شده است. شاخص NINO4 نیز در رتبه سوم قرار دارد، با این تفاوت که همانند شاخص TNH همبستگی مثبت در دمای حداقل دارد. همچنین، شاخص‌های AAO و SOI عمدتاً فاقد همبستگی معنی‌داری با این متغیر در ایستگاه‌ها بوده‌اند.</p> <p><b>نتیجه‌گیری:</b> در این تحقیق، برای بررسی تأثیر شاخص‌های پیوند از دور بر مقادیر حدی دمای حداکثر و</p> |

حداقل از همبستگی پیرسون در ۸ ایستگاه هواشناسی در استان چهارمحال و بختیاری استفاده شد. در مجموع، می‌توان گفت که شاخص‌های دورپیوندی بر مقادیر حدی دمای منطقه مورد مطالعه تأثیرگذار بوده و برخی تأثیر افزایشی و برخی تأثیر کاهشی بر این متغیرها داشته‌اند. نتایج به‌دست آمده می‌تواند در پیش‌بینی این مقادیر حد و جلوگیری از خسارات محتمل بر بخش کشاورزی و پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، با توجه به نقش مقادیر دما بر تبخیر و نیاز آبی گیاهان، نتایج می‌تواند در مدیریت بحران خشکسالی نیز استفاده شود.

استناد: قربانی، ا.، یزدانی، م. ر.، رحیمی، م. و دخانی، س. (۱۴۰۳). بررسی ارتباط بین مقادیر حد پارامترهای دمایی با شاخص‌های پیوند از دور (مطالعه موردی: استان چهارمحال و بختیاری). اقلیم و بوم‌سازگان مناطق خشک و نیمه‌خشک، ۱۹۷-۱۸۴، (۱۱).

<https://doi.org/10.22075/ceasr.2024.32621.1025>

ناشر: دانشگاه سمنان

## ۱- مقدمه

انتشار روزافزون گازهای گلخانه‌ای موجب پیدایش گرمایش جهانی<sup>۱</sup> شده و در پی آن آسیب و خسارات به بخش‌های منابع آب، کشاورزی، محیط‌زیست و اقتصاد وارد کرده و تأثیر به‌سزایی در زندگی انسان‌ها و جانوران در پی خواهد داشت. از جمله مهمترین اثرات این پدیده، اثرگذاری بر وقایع حدی عناصر جوی و اقلیمی مانند خشکسالی، سیل و طوفان خواهد بود (Lashkari et al., 2015). دما از عناصر مهم جوی و دخیل در تغییرات اقلیمی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی است که به لحاظ کمی منجر به رویدادهای شگرف تأثیرگذار بر محیط‌زیست از جمله افزایش تبخیر و ترق و نیاز آبی گیاه، افزایش فراوانی خشکسالی‌ها و کمبود منابع آب می‌شود. اثرات رویدادهای حدی اغلب در مقیاس محلی، زیاد بوده و می‌تواند شدیداً بخش‌ها و مناطق خاصی را تحت تأثیر قرار دهد. مطالعه تأثیرات رویدادهای حدی اقلیمی از جمله تأثیر ریزش بارش‌های سنگین برف و باران، توفان<sup>۲</sup>، تگرگ<sup>۳</sup>، شبنم شبانه، سیل<sup>۴</sup> و خشکسالی در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها در بخش‌های مختلفی مانند کشاورزی، منابع طبیعی، محیط‌زیست و مدیریت منابع آب تأثیرگذار است (Yazdani and Zolfaghari, 2016). از طرفی، گردش‌های جوی بسیار تغییرپذیرند. این تغییرات منجر به پیدایش الگوهای هوا و شکل‌هایی از جریان‌های جوی می‌شوند که در مقیاس‌های زمانی متفاوت رخ می‌دهند. الگوهای پیوند از دور بیانگر تغییرات کلانی است که در الگوی امواج جوی<sup>۵</sup> و رودبادها<sup>۶</sup> رخ می‌دهند و بر الگوی دما، بارش، مسیر رگبارها و موقعیت و شدت رودبادها در قلمروهای وسیع اثر می‌گذارند. میزان اثرگذاری این شاخص‌ها موجب توجه محققین و پژوهشگران در اقصی نقاط جهان شده و حاکی از اهمیت این برهم‌کنش‌ها بر جو و محیط پیرامون است. بایستی با برنامه‌ریزی‌های صحیح و مدیریت کارآمد، مانع از آسیب‌های جدی به ذخایر آبی، زیرساخت‌ها و معیشت مردم شد (Liu et al., 2023). Craig و Allan (۲۰۲۲) بیان کردند که الگوهای ارتباط از راه دور بر آب‌وهوا در مقیاس زمانی بین سالانه و دهه‌ای و منحصرأ بر بخش‌های مختلف اجتماعی-اقتصادی مانند کشاورزی تأثیر می‌گذارند. Omidvar و Jafari Nadoshan (۲۰۱۴) با مطالعه اثر نوسان قطبی (AO) بر نوسان‌های دما و

- 1- Global warming
- 2- Storm
- 3- Hail
- 4- Flood
- 5- Atmospheric wave pattern
- 6- Jet stream

بارش فصل زمستان در ایران مرکزی و با استفاده از میانگین‌گیری از داده‌ها در سری‌های زمانی فصلی در آزمون همبستگی نشان دادند که فاز مثبت نوسان قطبی در مرکز ایران کاهشی است و هیچ‌گونه رابطه معنی‌داری بین نمایه AO در زمستان وجود ندارد. مقصود و همکاران (۲۰۱۷) بیان داشته‌اند که با افزایش مقیاس زمانی از کوتاه‌مدت به بلندمدت، تأثیر سیگنال‌های اقلیمی بر وقوع خشکسالی هواشناسی افزایش می‌یابد و مؤثرترین سیگنال اقلیمی MEI (شاخص چندمتغیره النینو- نوسانات جنوبی) است. Gholami Rostam و همکاران (۲۰۱۸) نقش الگوهای پیوند از دور بر اقلیم ایران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که تمرکز بیشتر روی دو شاخص NAO و نوسانات جنوبی به ترتیب با ۲۱ و ۲۹ درصد مطالعات بوده است. اغلب پژوهش‌ها نشانگر تأثیرپذیری اقلیم ایران از دو شاخص NAO و نوسانات جنوبی می‌باشد. همچنین، لازم به ذکر است که در مورد نحوه تأثیرگذاری دو پدیده النینو و لانینا که به ترتیب موجب ترسالی و خشکسالی در کشور می‌شوند اتفاق نظر زیادی وجود دارد. Yang و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که اثرات الگوهای پیوند از دور از منطقه‌ای به منطقه‌ای دیگر متفاوت است.

Hajizadeh و Salahi (۲۰۱۳) در پژوهشی تحت عنوان تأثیر پدیده نوسان اطلس شمالی و شاخص‌های دمای سطحی اقیانوس اطلس بر تغییرپذیری بارش و دمای استان لرستان، با استفاده از روش همبستگی پیرسون و رگرسیون چندگانه دریافتند که شاخص اطلس شمالی در ماه‌های سرد سال همبستگی بیشتر با بارش و دما دارد و فاز مثبت با شاخص خشکسالی و ترسالی الیگوردز و بروجرد مرتبط است. Ghavidel و همکاران (۲۰۱۵) رابطه پیوند از دور بین الگوی دریای شمال- خزر و دماهای حداقل ایران را مطالعه کردند. نتایج حاکی از آن است که با استفاده از تحلیل همبستگی پیرسون، رابطه معنی‌دار و مستقیم بین دمای حداقل ایستگاه‌ها با الگوی دریای شمال- خزر وجود دارد که نشانگر کاهش دما در فاز مثبت و افزایش دما در فاز منفی است. تحقیق Ataie و همکاران (۲۰۱۵) با آشکارسازی نقش الگوهای پیوند از دور در شکل‌گیری تغییرات دمایی استان اصفهان، با آمار حداقل، حداکثر و متوسط دمای ۲۱ ایستگاه سینوپتیک به‌کار گرفته شده و تحلیل آماری رگرسیون خطی بیانگر تأثیرگذاری شاخص نوسانات اطلس شمالی در استان اصفهان می‌باشد. همبستگی معنادار و مستقیم با دمای حداکثر در ماه مارس و متوسط دما در ماه ژوئیه دیده شد و سایر ماه‌ها همبستگی منفی داشتند. Whan و Zwiers (۲۰۱۷) رابطه بین بارش‌های زمستانی در آمریکای شمالی و شاخص‌های اطلس شمالی (NAO) و (ENSO)، با استفاده از مدل‌های آب‌وهوایی منطقه‌ای (RCMs)، (CRCM5) و (CanRCM4) را مورد شبیه‌سازی قرار دادند. شواهد نشان داد که بارش شدید در شرق آمریکای شمالی با احتمال وقوع در فاز منفی شاخص NAO کاهش و در جنوب تحت فاز مثبت NAO افزایش می‌یابد. Yang و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از شاخص‌های الگوهای پیوند از دور از قبیل النینو- جنوبی (ENSO) در سطح اقیانوس آرام رابطه معنی‌دار وجود دارد. سیلوا و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از شاخص‌های الگوهای پیوند از دور بر پارامترهای دما و بارش روی حوضه رودخانه آمازون دریافتند که میزان افزایش بارش‌ها با شاخص لانینا و کمترین بارش با النینو همراه بوده است.

استان چهارمحال و بختیاری دارای یک درصد از کل وسعت ایران است که در بستر سلسله جبال زاگرس واقع می‌باشد و با وجود مساحت کم، ۱۰ درصد از منابع آب کشور را در اختیار دارد. به علت ماهیت کوهستانی مرتفع، که در مسیر بادهای مرطوب مدیترانه‌ای قرار داشته و موجب صعود و تخلیه بار این سامانه‌ها می‌گردد، این استان دارای بارش نسبتاً مناسب می‌باشد. این منطقه، تأمین‌کننده نزولات جوی سرشاخه‌های رودخانه‌های بزرگ کارون و زاینده‌رود است و با توجه به حجم نزولات جوی، کم بودن میزان تبخیر و موقعیت نسبتاً مناسب تشکیلات زمین‌شناختی، قسمت اعظم آب‌های سطح‌الارضی و تحت‌الارضی کشور به میزان ۴۵ تا ۵۰ درصد را تأمین می‌کند. تغییر در پارامترهای حدی دما می‌تواند بر بخش‌های مختلف اکوسیستم تأثیرگذار بوده و مدیریت منابع آب و همچنین پوشش گیاهی و کشاورزی را دچار چالش نماید. از طرفی، شناخت

ارتباط برخی از الگوهای پیوند از دور با مقادیر حدی دما می‌تواند در مدیریت بهینه بلایای منطقه کمک شایانی نماید (Mahmodi و همکاران، ۲۰۱۵).

هدف اصلی از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر برخی شاخص‌های پیوند از دور بر مقادیر حدی دما در استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد. نتایج این تحقیق می‌تواند مورد استفاده سیاستمداران و مدیران منطقه قرار گیرد و موجب کاهش تنش‌های مرتبط شود.

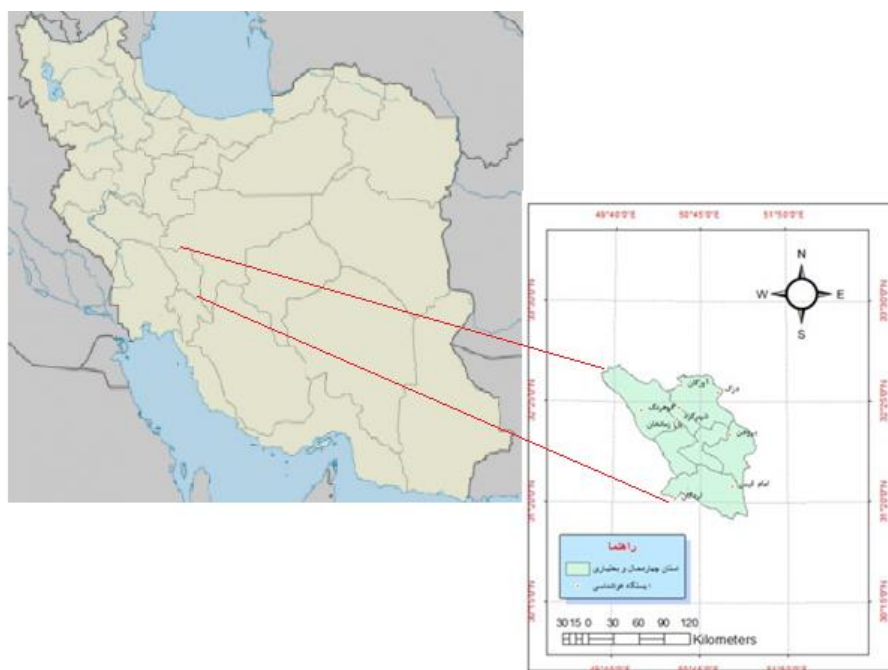
## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱ منطقه مورد مطالعه

استان چهارمحال و بختیاری از جمله بخش‌های کوهستانی فلات مرکزی ایران محسوب می‌شود و از عرض شمالی ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۸ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه شرقی گرینویچ دارای مساحت ۱۶۴۲۱ کیلومتر مربع است (شکل ۱). استان چهارمحال و بختیاری از استان‌های کوهستانی و پر بارش کشور است که سرچشمه دو رودخانه مهم کشور، یعنی زاینده‌رود و کارون، محسوب می‌شود. استان چهارمحال و بختیاری تأمین‌کننده حدود ۱۰ درصد آب کشور است.

### ۲-۲ روش تحقیق

در این تحقیق، از ۸ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در استان با دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۶۸-۱۳۹۸) استفاده گردید (شکل ۱). در جدول ۱، مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده آورده شده است.



شکل ۱. نقشه استان چهارمحال و بختیاری و موقعیت ایستگاه‌های منتخب

Fig. 1- Map of Chaharmahal and Bakhtiari province and the location of selected stations

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه در سطح استان چهارمحال و بختیاری

Table 1. Characteristics of the studied meteorological stations in Chaharmahal and Bakhtiari province

| ایستگاه      | نوع ایستگاه | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ارتفاع از سطح دریا (متر) |
|--------------|-------------|---------------|---------------|--------------------------|
| Station      | Type        | Longitude (E) | Latitude (N)  | Elevation (m)            |
| آورگان       | کلیماتولوژی | 56°-50'       | 32°-53'       | 2157                     |
| Avergan      | Climatology |               |               |                          |
| امام قیس     | کلیماتولوژی | 51°-11'       | 31°-44'       | 1005                     |
| Imamgheis    | Climatology |               |               |                          |
| بروجن        | سینوپتیک    | 51°-18'       | 32°-00'       | 2197                     |
| Borjen       | Synoptic    |               |               |                          |
| پل زمانخان   | سینوپتیک    | 50°-54'       | 32°-22'       | 1870                     |
| Polzamankhan | Synoptic    |               |               |                          |
| دزک          | کلیماتولوژی | 51°-03'       | 32°-46'       | 2054                     |
| Dezak        | Climatology |               |               |                          |
| شهرکرد       | سینوپتیک    | 50°-51'       | 32°-17'       | 2048                     |
| Shahrekord   | Synoptic    |               |               |                          |
| کوهرنگ       | سینوپتیک    | 50°-07'       | 32°-26'       | 2285                     |
| Kohrang      | Synoptic    |               |               |                          |
| لردگان       | سینوپتیک    | 50°-49'       | 31°-31'       | 1564                     |
| Lordegan     | Synoptic    |               |               |                          |

شاخص‌های دورپیوندی مورد استفاده در این تحقیق شامل ۱۰ شاخص می‌باشند که در جدول ۲ آورده شده‌اند.

جدول ۲. الگوها و شاخص‌های پیوند از دور مورد مطالعه

Table 2. Linkage patterns and studied teleconnection indices

| ردیف | شاخص                                           | اختصار   | ردیف | شاخص                                 | اختصار |
|------|------------------------------------------------|----------|------|--------------------------------------|--------|
| Row  | Index                                          | Symbol   | Row  | Index                                | Symbol |
| 1    | Eastern Tropical Pacific SST                   | NINO 1+2 | 6    | East Atlantic – West Russian         | EA-WR  |
| 2    | central Tropical Pacific SST(5N-5S)(160E-150W) | NINO4    | 7    | Tropical northern hemisphere pattern | TNH    |
| 3    | Multivariable Enso Index                       | MEI      | 8    | Antarctic Oscillation                | AAO    |
| 4    | Pacific North American Index                   | PNA      | 9    | North Pacific pattern                | NP     |
| 5    | Southern Oscillation Index                     | SOI      | 10   | Eastern Tropical Pacific SST         | NINO 3 |

ضریب همبستگی پیرسون<sup>۱</sup>: این ضریب برای محاسبه مقدار همبستگی در دو جامعه که افراد آن‌ها قابل اندازه‌گیری باشند به شرح زیر می‌باشد. اگر ضریب همبستگی با  $r$  نشان داده شود،  $C_{xy}$  کوواریانس<sup>۲</sup> دو جامعه  $Q_x$  و  $Q_y$  ریشه دوم واریانس‌های<sup>۳</sup> دو متغیر  $x$  و  $y$  خواهند بود:

$$r = \frac{C_{xy}}{\delta n \delta y} \quad (1)$$

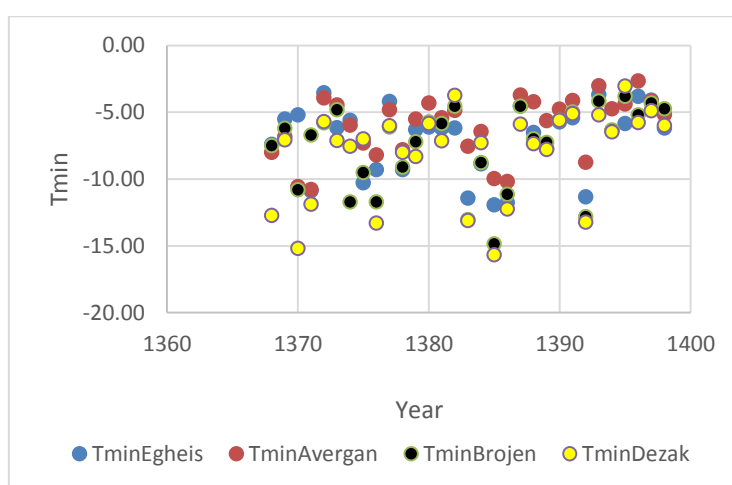
1- Pearsonian correlation

2- Covariance

3- Variance

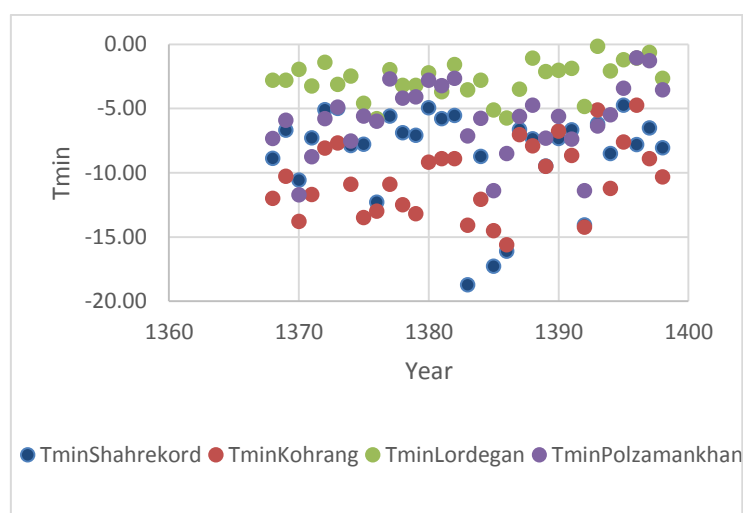
## ۳- نتایج و بحث

در شکل‌های ۲ و ۳، تغییرات متوسط دمای حداقل ایستگاه‌های مورد بررسی آورده شده است. بررسی تغییرات این متغیر نشان می‌دهد که ایستگاه کوه‌رنگ دارای سردترین دمای حداقل در محدوده مورد مطالعه است و دامنه نوسانات متوسط سالانه این متغیر از  $-4/71$  تا  $-15/61$  درجه سلسیوس طی دوره مورد بررسی تغییر کرده است. از طرف دیگر، ایستگاه لردگان دارای متوسط دمای حداقل بیشتری نسبت به بقیه ایستگاه‌ها می‌باشد و دامنه تغییرات این متغیر از  $-0/16$  تا  $-5/8$  درجه سلسیوس می‌باشد. تغییرات متوسط دمای حداکثر این ایستگاه‌ها در شکل‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. ایستگاه لردگان دارای بیشترین مقادیر حدی دما می‌باشد، به‌طوری که دامنه تغییرات این متغیر از  $32$  تا  $38/5$  درجه سلسیوس نوسان داشته است؛ در حالی که دامنه این تغییرات برای ایستگاه کوه‌رنگ در مدت زمان مشابه از  $28/7$  تا  $32/2$  درجه سانتیگراد ثبت شده است.



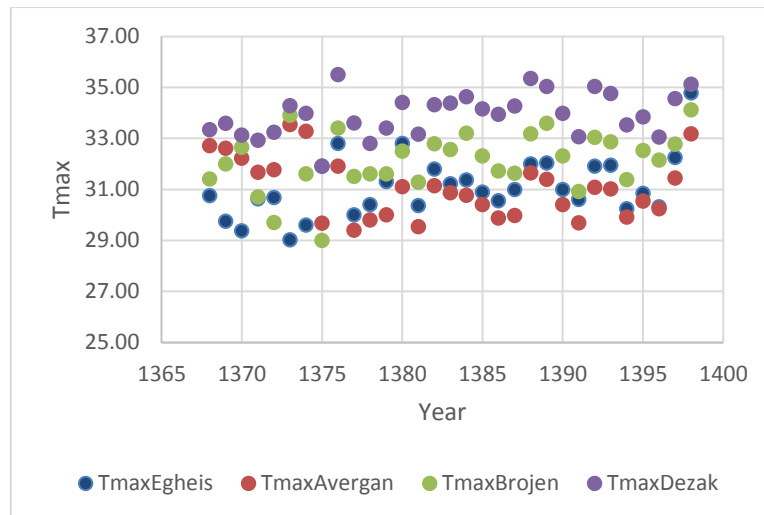
شکل ۲. تغییرات سالانه متوسط دمای حداقل در ایستگاه‌های منتخب (الف)

Fig. 2- Annual average minimum temperature changes in selected stations (A)



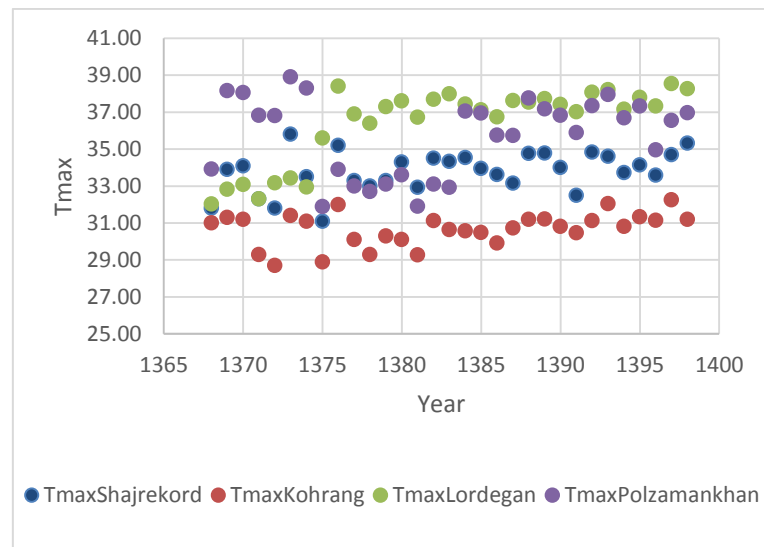
شکل ۳. تغییرات سالانه متوسط دمای حداقل در ایستگاه‌های منتخب (ب)

Fig. 3- Annual average minimum temperature changes in selected stations (B)



شکل ۴. تغییرات سالانه متوسط دمای حداکثر در ایستگاه‌های منتخب (الف)

Fig. 4- Annual average maximum temperature changes in selected stations (A)



شکل ۵. تغییرات سالانه متوسط دمای حداکثر در ایستگاه‌های منتخب (ب)

Fig. 5- Annual average maximum temperature changes in selected stations (B)

برای تبیین رابطه بین شاخص‌های پیوند از دور با متوسط دمای حداکثر ایستگاه‌ها از روش همبستگی پیرسون استفاده شده که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، در ایستگاه‌های امام قیس و آورگان، متوسط دمای حداکثر با شاخص‌های TNH، NINO3، NINO12، NINO4 و PNA در سطح یک درصد و با شاخص‌های WA/EA، NAO و NP در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و با شاخص‌های AAO و SOI رابطه خاصی نداشته است. از بین این شاخص‌ها، بیشترین همبستگی این متغیر با شاخص TNH به میزان ۰/۷۲۸ برای ایستگاه امام قیس و ۰/۷۱ برای ایستگاه آورگان بوده است. در ایستگاه‌های شهرکرد و بروجن، متوسط دمای حداکثر با شاخص‌های TNH، NINO3، NINO12، NINO4 و NP در سطح یک درصد و با شاخص‌های WA/EA، PNA و NAO در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و با شاخص‌های AAO و SOI همبستگی معنی‌داری نداشته است. در ایستگاه پل زمانخان، متوسط دمای حداکثر با شاخص‌های WA/EA، TNH، NINO3، NINO12، NINO4 و NAO در سطح یک درصد و با شاخص NP در سطح ۵

درصد معنی‌دار بوده و با شاخص‌های AAO و SOI رابطه خاصی نداشته است. بیشترین ضریب همبستگی مربوط به شاخص TNH و برابر ۰/۷۱۸ و ۰/۷۳ برای ایستگاه‌های بروجن و پل زمانخان بوده است. در ایستگاه‌های کوه‌رنگ، دزک و لردگان، متوسط دمای حداکثر با شاخص‌های TNH، NINO3، NINO12، NINO4، NAO و PNA در سطح یک درصد و با شاخص‌های WA/EA و NP در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و با شاخص‌های AAO و SOI رابطه خاصی نداشته است. بیشترین همبستگی آنها نیز با شاخص TNH می‌باشد.

جدول ۳. نتایج همبستگی پیرسون بین شاخص‌های پیوند از دور و متوسط دمای حداکثر

Table 3. Pearson correlation results for teleconnection indexes and Tmax

| شاخص<br>Index      | لردگان<br>Lordegan | کوه‌رنگ<br>Kohrang | شهرکرد<br>Shahrekord | دزک<br>Dezak | پل زمانخان<br>PoleZamankhan | بروجن<br>Brojen | امام قیس<br>EGheis | آورگان<br>Avergan |
|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| ایستگاه<br>Station |                    |                    |                      |              |                             |                 |                    |                   |
| EA/WA              | -0.123*            | -0.133*            | -0.123*              | -0.115*      | -0.141**                    | -0.126*         | -0.117*            | -0.116*           |
| TNH                | 0.715**            | 0.691**            | 0.723**              | 0.732**      | 0.730**                     | 0.718**         | 0.728**            | 0.710**           |
| AAO                | -0.063             | -0.054             | -0.059               | -0.065       | -0.050                      | -0.057          | -0.060             | -0.062            |
| NP                 | -0.132*            | -0.126*            | -0.138**             | -0.126*      | -0.130*                     | -0.136**        | -0.128*            | -0.121*           |
| NINO3              | -0.192**           | -0.232**           | -0.182**             | -0.176**     | -0.143**                    | -0.182**        | -0.202**           | -0.199**          |
| NINO12             | -0.624**           | -0.657**           | -0.614**             | -0.614**     | -0.573**                    | -0.615**        | -0.638**           | -0.633**          |
| NINO4              | 0.276**            | 0.276**            | 0.271**              | 0.274**      | 0.262**                     | 0.272**         | 0.273**            | 0.280**           |
| NAO                | -0.139**           | -0.136**           | -0.132*              | -0.135**     | -0.156**                    | -0.133*         | -0.130*            | -0.131*           |
| PNA                | 0.141**            | 0.129*             | 0.128*               | 0.137**      | 0.147**                     | 0.129*          | 0.141**            | 0.142**           |
| SOI                | -0.045             | -0.042             | -0.044               | -0.045       | -0.028                      | -0.036          | -0.044             | -0.056            |

\* همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد، \*\* همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد

\*Correlation significance at 5% level, \*\* Correlation significance at 1% level

در جدول ۴، رابطه بین شاخص‌های پیوند از دور با متوسط دمای حداکثر ایستگاه‌ها از روش همبستگی پیرسون آورده شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، در ایستگاه امام قیس، متوسط دمای حداکثر با شاخص‌های TNH، NINO12، NINO4 و PNA در سطح یک درصد و با شاخص‌های NINO3 و NAO در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است و با شاخص‌های WA/EA، NP، AAO و SOI رابطه خاصی نداشته است. در ایستگاه‌های لردگان و آورگان، متوسط دمای حداکثر با شاخص‌های TNH، NINO3، NINO12، NINO4، NAO و PNA در سطح یک درصد و با شاخص‌های WA/EA، NP و NAO در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است و با شاخص‌های AAO و SOI همبستگی معنی‌داری نداشته است. بیشترین ضریب همبستگی مربوط به شاخص TNH و برابر ۰/۷۲۶ و ۰/۷۰۲ برای ایستگاه‌های آورگان و لردگان بوده است. در ایستگاه بروجن، متوسط دمای حداکثر با شاخص‌های TNH، NP، NINO12 و NINO4 در سطح یک درصد و با شاخص‌های WA/EA، PNA و NAO در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است و با شاخص‌های NINO3، AAO و SOI همبستگی معنی‌داری نداشته است. در ایستگاه‌های پل زمانخان و شهرکرد، متوسط دمای حداکثر با شاخص‌های TNH، NINO12 و NINO4 در سطح یک درصد و با شاخص‌های NP، PNA، NAO و SOI (فقط برای ایستگاه پل زمانخان) در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و با شاخص‌های NINO3، AAO و SOI (فقط برای ایستگاه شهرکرد) و WA/EA همبستگی معنی‌داری نداشته است. در ایستگاه کوه‌رنگ، متوسط دمای حداکثر با شاخص‌های TNH، NINO3، NINO12 و

NINO4 در سطح یک درصد و با شاخص‌های WA/EA، PNA، NP و NAO در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و با شاخص‌های AAO و SOI رابطه همبستگی معنی‌داری دارد. بیشترین ضریب همبستگی مربوط به شاخص TNH و برابر ۰/۷۲۴ در این ایستگاه بوده است.

جدول ۴. نتایج همبستگی پیرسون بین شاخص‌های پیوند از دور و متوسط دمای حداقل

Table 4. Pearson correlation results for teleconnection indexes and Tmin

| شاخص   | ایستگاه  |          |          |               |          |            |          |          |
|--------|----------|----------|----------|---------------|----------|------------|----------|----------|
| Index  | Station  |          |          |               |          |            |          |          |
|        | آورگان   | امام قیس | بروجن    | پل زمانخان    | دزک      | شهرکرد     | کوهرنگ   | لردگان   |
|        | Avergan  | EGheis   | Brojen   | PoleZamankhan | Dezak    | Shahrekord | Kohrang  | Lordegan |
| EA/WA  | -0.114*  | -0.102   | -0.105*  | -0.096        | -0.114*  | -0.074     | -0.114*  | -0.118*  |
| TNH    | 0.726**  | 0.730**  | 0.727**  | 0.735**       | 0.730**  | 0.721**    | 0.744**  | 0.702**  |
| AAO    | -0.065   | -0.061   | -0.062   | -0.060        | -0.057   | -0.070     | -0.073   | -0.055   |
| NP     | -0.113*  | -0.116   | -0.135** | -0.109*       | -0.120*  | -0.133*    | -0.126*  | -0.125*  |
| NINO3  | -0.146** | -0.128*  | -0.095   | -0.049        | -0.059   | -0.095     | -0.157** | -0.160** |
| NINO12 | -0.593** | -0.577** | -0.542** | -0.502**      | -0.511** | -0.533**   | -0.608** | -0.596** |
| NINO4  | 0.287**  | 0.304**  | 0.297**  | 0.327**       | 0.312**  | 0.281**    | 0.295**  | 0.295**  |
| NAO    | -0.140** | -0.129*  | -0.122*  | -0.111*       | -0.131*  | -0.112*    | -0.128*  | -0.143** |
| PNA    | 0.139**  | 0.138**  | 0.124*   | 0.118*        | 0.127*   | 0.107*     | 0.120*   | 0.143**  |
| SOI    | -0.053   | -0.073   | -0.064   | -0.111*       | -0.071   | -0.088     | -0.058   | -0.063   |

\* همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد، \*\* همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد

\*Correlation significance at 5% level, \*\* Correlation significance at 1% level

#### ۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق، برای بررسی تأثیر شاخص‌های پیوند از دور بر مقادیر حدی دمای حداکثر و حداقل، از همبستگی پیرسون در هشت ایستگاه هواشناسی در استان چهارمحال و بختیاری استفاده شد. بررسی نتایج نشان می‌دهد که همبستگی شاخص حاره‌ای نیمکره شمالی (TNH) با میانگین دمای حداکثر ایستگاه‌ها بیشترین مقدار را در قیاس با سایر شاخص‌ها داشته و مثبت بوده است. در رتبه بعدی نیز شاخص NINO12 بوده است، اما همبستگی آن منفی بوده و به این مفهوم است که بروز این شاخص باعث کمتر شدن دمای حداکثر در این ایستگاه‌ها شده است. شاخص‌های AAO و SOI عمدتاً فاقد همبستگی معنی‌داری با این متغیر در ایستگاه‌ها بوده‌اند. بررسی نتایج نشان می‌دهد که باز هم همبستگی شاخص TNH با میانگین دمای حداقل ایستگاه‌ها بیشترین مقدار را در قیاس با سایر شاخص‌ها داشته و مثبت بوده که کمترین همبستگی آن با ایستگاه لردگان و بیشترین آن با ایستگاه کوهرنگ بوده است. در رتبه بعدی نیز شاخص NINO12 بوده، اما همبستگی آن منفی است و به این مفهوم است که بروز این شاخص باعث کمتر شدن دمای حداقل در این ایستگاه‌ها شده است. شاخص NINO4 نیز در رتبه سوم قرار دارد، با این تفاوت که همانند شاخص TNH همبستگی مثبت در دمای حداقل دارد. همچنین شاخص‌های AAO و SOI عمدتاً فاقد همبستگی معنی‌داری با این متغیر در ایستگاه‌ها بوده‌اند. در مجموع، می‌توان گفت که شاخص‌های دورپیوندی بر مقادیر حدی دمای منطقه مورد مطالعه تأثیرگذار بوده و برخی تأثیر افزایشی و برخی تأثیر کاهش‌ی بر این متغیرها داشته‌اند. نتایج به‌دست آمده می‌تواند در پیش‌بینی این مقادیر حدی و جلوگیری از خسارات محتمل بر بخش کشاورزی و پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، با توجه به نقش مقادیر دما بر تبخیر و نیاز آبی گیاهان، نتایج می‌تواند در مدیریت بحران خشکسالی نیز استفاده شود.

## ۵- سپاس‌گزاری

از سازمان آب منطقه ای استان چهار محال و بختیاری برای فراهم نمودن داده ها سپاسگزاری می شود.

## ۶- داده‌ها و اطلاعات

داده ها اطلاعات دما از سازمان آب منطقه ای استان چهار محال و بختیاری تهیه شده است.

## ۷- تعارض منافع

در این مقاله، تعارض منافع وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

## ۸- مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان در این مقاله به شرح زیر است:

آقای احمد قربانی در تهیه داده ها و اطلاعات مشارکت نمودند.

آقای دکتر محمد رضا یزدانی در انجام کارهای آماری و نگارش مقاله مشارکت داشتند.

آقای دکتر محمد رحیمی و دکتر سیامک دخانی در تحلیل نتایج مشارک نمودند.

## ۹- اصول اخلاقی

نویسندگان، اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این اثر علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنها می‌باشد.

## ۱۰- حمایت مالی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشجو احمد قربانی می باشد.

## ۱۱. مراجع

1. Ataie, H., Javari, M., & Fanai R. (2014). Revealing the role of teleconnection patterns in the formation of temperature changes in Isfahan province. *Journal of Applied Hydrology and Meteorology*, 2(1), 17-36. [In Persian]
2. Craig, M., & Allan, R.P.(2022). The role of teleconnection patterns in the variability and trends of growing season indices across Europe. *International Journal of Climatology*, 42(2), 1072-1091, <https://doi.org/10.1002/joc.7290>
3. Ghavidel, Y., Farajzadeh Asl, M., & Hatami Zarne, D. (2015). Analyzing teleconnection between the North-Caspian sea pattern and Iran's minimum temperatures. *Geographical Space Research*, 15(52), 159-137. [In Persian]
4. Gholami Rostam, M., Sadatinejad, S. J., & Malekian, A. (2018). Literature review on the connection between Iran's climate and teleconnection in the period of 1999 to 2014. *Nivar*, 42(102-103), 73-88. doi: 10.30467/nivar.2018.81045. [In Persian]
5. Hajizadeh, Z., & Salahi, B. (2013). An analysis on relationship between North Atlantic Oscillation and sea surface temperature of Atlantic Ocean with rainfall & temperature variability in Lorestan province. *Geographical Research*, 28(110), 117-128. [In Persian]

6. Lashkari, H., Azadi, M., Ahmadi, M., & KiKhosravi, A. (2015). Detection of climate change with extreme precipitation indices in great Khorasan, *Earth Science Research*, 6(23), 34-52. [In Persian]
7. Liu, L., Gao, Ch., Zhu, Zh., Tang, X., Zhang, D., & Zhang, S. (2023). Synchronized structure and teleconnection patterns of meteorological drought events over the Yangtze River Basin, China. *Water*, 15(21), 3707. <https://doi.org/10.3390/w15213707>
8. Maghsoud, F., Yazdani M. R., Rahimi M., Malekian, A., & Zolfaghari A. A. (2017). Comparison of the efficiency of artificial neural network in forecasting meteorological drought using teleconnection and climatic parameters (case study: south of Qazvin province). *Iranian Natural Resources Journal*, 70 (4). 1015-1030. [In Persian]
9. Mahmoudi, P., Khosravi, M., Masoodian, S. A., & Alijani, B. (2015). Relationship between tele connection patterns and Iran's pervasive frosts. *Geography and Development*, 13(40), 175-194. doi: 10.22111/gdij.2015.2105. [In Persian]
10. Omidvar, K., & Jafari Nadoshan, M. (2014). Study of arctic oscillation effect on temperature and precipitation fluctuations at winter in central Iran. *Quarterly Geographical Journal of Territory*, 11(41), 65-76. [In Persian]
11. Whan, K., & Zwiers, F. (2017). The impact of ENSO and the NAO on extreme winter precipitation in North America in observations and regional climate models. *Climate Dynamics*, 48(5), 1401-1411.
12. Yang, S., Li, Z., Yu, J.Y., Xiaoming, H., Wenjie, D., & Shan, H. (2018). El Niño-Southern Oscillation and Its Impact in the Changing Climate. *National Science Review*, 5(6), 840-857.
13. Yang, Y., Gan, T. Y., & Tan, X. (2019). Spatiotemporal changes in precipitation extremes over Canada and their teleconnections to large-scale climate patterns. *Journal of Hydrometeorology*, 20(2), 275-296.
14. Yazdani, M. R., & Zolfaghari, A. A. (2016). Evaluating impact of teleconnection indexes on river flow forecasting (Case study: Hablehrud River Basin), *Journal of Range and Watershed Management*, 69(2), 515-528. doi: 10.22059/jrwm.2016.61700. [In Persian]