

## Forecasting the maximum temperature of the future periods in northwest Iran based on the CMIP6 climate models

Roghayeh Maleki Meresht<sup>1</sup>, Bromand Salahi<sup>2\*</sup> , Mahnaz Saber<sup>3</sup>

1. Postdoctoral Researcher, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2. *Corresponding Author*, Professor of Climatology, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

3. Postdoctoral Researcher, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

---

### Article Info

**Article type:**  
Research Article

**Article history:**

**Received:** 29 November 2023

**Revised:** 10 August 2024

**Accepted:** 17 September 2024

**Keywords:**

Maximum temperature,  
Northwest of Iran, CMIP6.

### ABSTRACT

One of the most important challenges for mankind is the issue of climate change and how to face the dangers caused by it. The purpose of this research was to forecast the maximum temperature in northwest Iran based on CMIP6 climate models. For this purpose, after trending the maximum temperature data of 12 selected stations in the northwest of Iran from 1985 to 2014 using the Man-Kendall test, maximum temperatures were simulated in SDSM6.1 using (SSP 2-4.5) and (SSP 5-8.5) scenarios of CanEsm5, MPI-ESMI-2HR models and predicted for the next 30 years. To evaluate the performance of CMIP6 models and compare the basic and predicted values, 3 statistical measures are used. Including Mean Square Error (MSE), Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Error (MAE). The results of trending by the Man-Kendall method indicated a significant upward trend at the 99% confidence level in all stations except Jolfa station. The results of maximum temperature modelling showed that the CanESM5 model has less error and more accuracy in predicting the maximum temperature compared to the MPI-ESMI-2HR model. According to the results, an increase in temperature will be experienced in all stations and all months of the year in the coming decades, and the amount of this increase was higher in (SSP 5.8.5) scenario. In general, according to the findings, the highest percentage of temperature increase in all stations will occur in the cold months and often in late autumn and winter. Based on the results, the maximum temperature in all stations will increase from 0.2°C to 2°C. Tekab, Urmia, and Maragheh stations with a 12-13% increase, and Mako and Jolfa with a 6% increase will experience the highest and lowest increase in maximum temperature, respectively, compared to other stations.

---

**Cite this article:** Maleki Meresht, R. , Salahi, B. and Saber, M. (2025). Forecasting the maximum temperature of the future periods in northwest Iran based on the CMIP6 climate models. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 14(44), 1-4.  
DOI: 10.22111/jneh.2024.47321.2006



© Bromand Salahi

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

DOI: 10.22111/jneh.2024.47321.2006

---

\* Corresponding Author Email: [salahi@uma.ac.ir](mailto:salahi@uma.ac.ir)

## INTRODUCTION

Climate change and climate components are one of the current topics of interest to researchers in the field of climate and meteorology. Northwest Iran, as one of the cold regions of the country, has always been welcoming to domestic and foreign tourists due to its favourable and cool climate and special and unique tourist attractions. With the occurrence of global warming and the undeniable increase in temperature in various places, the northwest region of Iran has also undergone changes, and the increase in temperature in this region will reduce the tourist attractions of the region and harm its economy. The present study aims to predict the maximum temperature of future periods in northwest Iran with the new CMIP6 models.

## DATA AND METHODS

In the first part of this study, the average annual maximum temperature during the years 1985-2014 for 12 selected stations in northwest Iran (Jolfa, Tabriz, Sarab, Maragheh, Parsabad, Meshkinshahr, Ardabil, Khalkhal, Maku, Urmia, Takab and Sardasht) was trended based on the non-parametric Mann-Kendall test. In the second part of the study, the maximum temperature forecast of the studied stations for the future (2015-2043) was performed with the SDSM6.1 downscaling under the SSP2-4.5 and SSP5-8.5 scenarios of the CanEsm5 and MPI models. In this part, two data series were needed. The first group is the daily data of the maximum temperature of the studied stations during the years 2014-1985, which was received from the Iranian Meteorological Organization and, the second group is the daily data of the historical period (2014-1985) and the future (2015-2043) of the two models, which were received from the website of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6). Then, the accuracy of the models was examined based on the MSE, RMSE, and MAE indices.

## RESULTS AND DISCUSSION

The results of the Mann-Kendall test showed that during the years 2014-1985, in the studied stations, the U curve moved in the positive range and the two curves intersected each other in the positive range. Therefore, the average annual maximum temperature, except for the Jolfa station, in other stations had a significant increasing trend at the 99% confidence level because the U curve crossed the  $Y=1.96$  line. In all the stations studied, there has been an increase in the maximum temperature in recent years. During the statistical period under study, the components U and U' of the average annual maximum temperature at the Mako synoptic station have undergone many changes and jumps and, successively, the two curves have collided, and the intersection of the U' and U indices indicates a sudden change in the average time series. Apart from Parsabad station, where jumps are observed throughout the statistical period, in other stations under study, jumps have often occurred during the first 10 years of the statistical period. According to the results of model validation with RMSE, MSE and MAD indices, although the simulation error rate with both models, especially in the MSE index, was relatively high, the CanESM5 model had a lower error than the MPI model at all stations. According to the MPI model prediction, the highest increase in maximum temperature will be 0.5°C in Ardabil in December, 0.8°C in Jolfa and Khalkhal in November, 1.2°C in Maku in October, 2°C in Meshkinshahr in July, 0.6°C and 0.2°C in Maragheh and Sarab in February, 1°C in Parsabad in January, 1.3°C and 1.4°C in November, 0.3°C and 0.5°C in Sardasht and Tabriz in December. According to the MPI model results, the maximum temperature at all stations will increase by 0.2°C to 1.8°C, with the highest increase being at Takab station. According to the CanESM5 model forecast, the highest increase in maximum temperature will be 0.5°C and 0.7°C in Ardabil and Urmia in December, respectively, in Khalkhal in November by 0.7°C, in Maku in October by 1.1°C, in Meshkinshahr, Maragheh and Jolfa by 0.8°C, 1.3°C and 1°C in November, in Parsabad and Sarab by 0.7°C and 0.8°C in January, in Takab, Sardasht and Tabriz by 1.3°C, 0.9°C and 1.3°C in November. According to the results of the CanESM5 model, the maximum temperature will increase by 0.5 to 1.3°C in most of the studied stations.

## CONCLUSION

According to the results of the trend analysis, the maximum temperature, except for the Jolfa station, had a significant increasing trend in other stations. Therefore, given the high percentage of confidence (99%), this increasing trend is expected to continue in the coming years. Based on the prediction made for the near future (2015-2043) under the scenarios (SSP2-4.5) and (SSP5-8.5) of the MPI model over the coming decades, the maximum temperature will increase in all 12 stations in all months. Based on the results of this study, the maximum temperature increase in the MPI model will be up to 2 °C and in the CanESM5 model up to 1.3 °C.

## REFERENCES

- Abdolzadeh, F., Khorshiddoust, A. M., Jahanbakhsh, S. (2023). Projection of the future outlook of temperature and precipitation in Urmia Lake basin by the CMIP6 models. *Physical Geography Research Quarterly*, 55(1), PP 95-112. Doi: [10.22059/jphgr.2023.352727.1007737](https://doi.org/10.22059/jphgr.2023.352727.1007737) [In Persian]
- Darvand, S., Eskandari Damaneh, H., Eskandari Damaneh, H., Khosravi, H. (2021). Prediction of the changing trend of temperature and rainfall in the future period and its impact on desertification. *Water and Soil Management and Modelling*, 1(1), PP 53-66. doi: [10.22098/mmws.2021.1181](https://doi.org/10.22098/mmws.2021.1181) [In Persian]
- Maleki Nejad, H., Soleimani Mutlaq, M., Jaidari, A., Shater Abshuri, S. (2012). Analysis of changes in rainfall and drought using Mann-Kendall and age tests in Tehran province, *Newar Scientific and Technical Journal*, 80, 43-55. Doi: [20.1001.1.20085362.1393.25.3.10.6](https://doi.org/20.1001.1.20085362.1393.25.3.10.6) [In Persian]
- Mohammadi, H., Khalili, R., Mohammadi, S. (2021). Forecasting temperature and precipitation changes using LARS-WG climate-generating radiative forcing scenarios in South Zagros, *Newar*, 45, PP 138-153. doi: [10.30467/nivar.2022.319565.1209](https://doi.org/10.30467/nivar.2022.319565.1209) [In Persian]
- Seymohammadi, S., Tavakoli, M., Zarafshani, K., Mahdizadeh, H., Amiri, F. (2021). Prediction Impact of Climate Change on the Temperature & Precipitation by General Circulation Model, a Strategy for Sustainable Agriculture: (Case of Kermanshah Township). *Journal of Environmental Science and Technology*, 23(6), PP 15-31. doi: [10.30495/jest.2018.22114.3137](https://doi.org/10.30495/jest.2018.22114.3137) [In Persian]
- Zareian M. Effects of Climate Change on Temperature and Precipitation in Yazd Province Based on Combined Output of CMIP6 Models. *jwss* 2022; 26 (2) :91-105 doi: [10.47176/jwss.26.2.31501](https://doi.org/10.47176/jwss.26.2.31501) [In Persian]

### References (in English)

- Cui, T., Li, Ch., Tian, F. (2021). Evaluation of Temperature and Precipitation Simulations in CMIP6 Models over the Tibetan Plateau, *Earth and space science*, 8 (7). <https://doi.org/10.1029/2020EA001620>
- Hennessy, K. J., Whetton, P. H., Walsh, K., Smith, I. N., Bathols, J. M., Hutchinson, M., Sharples, J. (2007). Climate change effects on snow conditions in mainland Australia and adaptation at ski resorts through snowmaking. *Climate Research*, 35(3), pp 255. DOI: [10.3354/cr00706](https://doi.org/10.3354/cr00706)
- Mesgari, E., Hosseini, S. A., Hemmesy, M. S., Houshyar, M., & Golzari Partoo, Leila. (2022). Assessment of CMIP6 models' performances and projection of precipitation based on SSP scenarios over the MENAP region, *Journal of Water and Climate Change* Vol 13 No 10, 3607 doi: [10.2166/wcc.2022.195](https://doi.org/10.2166/wcc.2022.195).
- Scott, D., Dawson, J., Jones, B. (2008). Climate change vulnerability of the US Northeast winter recreation-tourism sector *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13(5-6), pp 577-596.
- Sung, H.M., Kim, J., Shim, S. (2021). Climate Change Projection in the Twenty-First Century Simulated by NIMS-KMA CMIP6 Model Based on New GHG Concentration Pathways. *Asia-Pacific J Atmos Sci*, 57, pp 851-862. Doi: [10.1007/s13143-021-00225-6](https://doi.org/10.1007/s13143-021-00225-6).



مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۴، شماره ۴۴، تیر ۱۴۰۴

## پیش‌نگری دمای بیشینه دوره‌های آبی در شمال غرب ایران براساس برون‌داد

### مدل‌های اقلیمی CMIP6

رقیه ملکی مرشت<sup>۱</sup>، برومند صلاحی<sup>۲\*</sup>، مهناز صابر<sup>۳</sup>

۱. پژوهشگر پسادکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲. استاد آب و هواشناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل (نویسنده مسئول)

۳. پژوهشگر پسادکتری، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی بشر، مسأله تغییر اقلیم و چگونگی رویارویی با مخاطرات ناشی از آن است. هدف از این پژوهش، پیش‌بینی دمای حداکثر شمال غرب ایران بر اساس مدل‌های اقلیمی CMIP6 بود. بدین منظور داده‌های متغیر دمای حداکثر ۱۲ ایستگاه منتخب شمال غرب ایران طی دوره آماری ۲۰۱۴-۱۹۸۵ از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید و پس از روندیابی با بهره‌گیری از آزمون من-کندال، تحت دو سناریوی متوسط (SSP 2-4.5) و بدبینانه (SSP 5-8.5) مدل‌های CanEsm5، MPI-ESMI-2HR، در نرم‌افزار SDSM6.1 شبیه‌سازی و برای ۳۰ سال آبی پیش‌بینی گردید. جهت ارزیابی عملکرد مدل‌های CMIP6 و مقایسه مقادیر پایه و پیش‌بینی‌شده، از ۳ سنجه آماری شامل: میانگین مربعات خطا (MSE)، ریشه میانگین مربع خطا (RMSE) و میانگین خطای مطلق (MAE) بهره گرفته شد. نتایج حاصل از روندیابی به روش من-کندال حاکی از روند صعودی معنادار در سطح اطمینان ۹۹٪ در همه ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه تکاب بود که روند صعودی دما در آن معنادار نبود. نتایج مدل‌سازی دمای حداکثر نشان داد که مدل CanESM5 در مقایسه با مدل MPI-ESMI-2HR در پیش‌بینی دمای حداکثر خطای کمتر و دقت بیشتری دارد. طبق پیش‌نگری انجام‌شده بر اساس سناریوهای دو مدل، طی دهه‌های آبی در همه ایستگاه‌ها و در کل ماه‌های سال افزایش دما تجربه خواهد شد که میزان این افزایش تحت سناریوی بدبینانه (SSP 5.8.5) بیشتر بود. در مجموع طبق یافته‌های این پژوهش، بالاترین درصد افزایش دما در همه ایستگاه‌ها در ماه‌های سرد سال و اغلب در اواخر پاییز و زمستان رخ خواهد داد. بر اساس نتایج، دمای بیشینه در همه ایستگاه‌ها ۰/۲ الی ۲ درجه سلسیوس افزایش خواهد داشت. ایستگاه‌های تکاب، ارومیه و مراغه با ۱۲ الی ۱۳ درصد افزایش، ماکو و جلفا با ۶٪ افزایش به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان افزایش دمای بیشینه را در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها تجربه خواهند کرد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۸	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۰	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۷	
واژه‌های کلیدی: دمای حداکثر، شمال غرب ایران، CMIP6.	
استناد: استناد: ملکی مرشت، رقیه، صلاحی، برومند و صابر، مهناز. (۱۴۰۴). پیش‌نگری دمای بیشینه دوره‌های آبی در شمال غرب ایران براساس برون‌داد مدل‌های اقلیمی CMIP6. مخاطرات محیط طبیعی، ۱۴(۴۴)، ۴-۱. DOI: 10.22111/jneh.2024.47321.2006	
ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان	© رقیه ملکی مرشت، برومند صلاحی، مهناز صابر.



## مقدمه

تغییر اقلیم و مؤلفه‌های اقلیمی یکی از مباحث روز و مورد توجه پژوهشگران در حوزه آب و هواشناسی است. شمال غرب ایران به‌عنوان یکی از مناطق سردسیر کشور به دلیل بهره‌مندی از آب و هوای مطلوب و خنک و جاذبه‌های گردشگری خاص و منحصر به فرد، همواره پذیرای گردشگران داخلی و خارجی بوده است. با وقوع گرمایش جهانی و افزایش انکارناپذیر دما در نقاط مختلف، منطقه شمال غرب ایران نیز دچار تحولاتی شده و افزایش دما در این منطقه قطعاً از جاذبه‌های گردشگری منطقه کاسته و اقتصاد آن را متضرر خواهد ساخت. هدف پژوهش حاضر، پیش‌بینی دمای حداکثر دوره‌های آبی شمال غرب ایران با مدل‌های جدید CMIP6 است.

## داده‌ها و روش‌ها

در بخش اول این پژوهش، میانگین دمای حداکثر سالانه، طی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۸۵ برای ۱۲ ایستگاه منتخب شمال غرب ایران (جلفا، تبریز، سراب، مراغه، پارس‌آباد، مشکین‌شهر، اردبیل، خلخال، ماکو، ارومیه، تکاب و سردشت) بر اساس آزمون ناپارامتری من-کندال رونمایی گردید. در در بخش دوم پژوهش، پیش‌نگری دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه برای آینده (۲۰۴۳-۲۰۱۵)، با ریزگردان SDSM6.1 تحت سناریوهای SSP2-4.5 و SSP5-8.5 مدل‌های CanEsm5 و MPI انجام شد. در این بخش، نیاز به دو سری داده بود. دسته اول، داده‌های روزانه دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه طی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۸۵ که از سازمان هواشناسی ایران دریافت گردید و دسته دوم، داده‌های روزانه دوره تاریخی (۲۰۱۴-۱۹۸۵) و آینده (۲۰۴۳-۲۰۱۵) دو مدل که از وب‌سایت پروژه مقایسه مدل جفت شده گزارش ششم<sup>۱</sup> دریافت شد. سپس دقت مدل‌ها براساس شاخص‌های MSE، RMSE و MAE بررسی شد.

## نتایج و بحث

نتایج آزمون من-کندال نشان داد که طی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۸۵، در ایستگاه‌های مورد مطالعه، منحنی U در بازه مثبت حرکت کرده و دو منحنی در بازه مثبت یکدیگر را قطع کرده‌اند. لذا میانگین دمای حداکثر سالانه به‌جز ایستگاه جلفا، در سایر ایستگاه‌ها به دلیل این که نمودار U از خط  $Y=1.96$  عبور کرده، دارای روند افزایشی معنادار در سطح اطمینان ۹۹٪ بود. در همه‌ی ایستگاه‌های مورد مطالعه طی سال‌های اخیر، در دمای حداکثر افزایش رخ داده است. طی دوره آماری مورد مطالعه، مؤلفه‌های U و U' میانگین دمای حداکثر سالانه در ایستگاه سینوپتیک ماکو، تغییرات و جهش‌های زیادی داشته است و به‌طور متوالی، دو منحنی با هم برخورد کرده‌اند که محل تلاقی شاخص‌های U و U' نشان دهنده تغییر ناگهانی در میانگین سری زمانی است. به غیر از ایستگاه پارس‌آباد که جهش‌ها در طول دوره آماری مشاهده می‌گردد در سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه، جهش‌ها اغلب طی ۱۰ سال نخست دوره آماری رخ داده است. طبق نتایج اعتبار سنجی مدل‌ها با شاخص‌های MSE، RMSE و MAD، اگرچه میزان خطای شبیه‌سازی با هر دو مدل به‌ویژه در شاخص MSE، نسبتاً بالا بود، اما در همه ایستگاه‌ها مدل CanESM5 نسبت به

1. <https://esgf-node.llnl.gov/search/cmip6/>

مدل MPI خطای کمتری داشت. بر اساس پیش‌بینی مدل MPI، بیشترین افزایش دمای حداکثر اردیبهیل  $0.5^{\circ}\text{C}$  در ماه دسامبر، جلفا و خلخال  $0.8^{\circ}\text{C}$  در نوامبر، ماکو  $1.2^{\circ}\text{C}$  در اکتبر، مشکین‌شهر  $2^{\circ}\text{C}$  در جولای، مراغه و سراب به ترتیب  $0.6^{\circ}\text{C}$  و  $0.2^{\circ}\text{C}$  در فوریه، پارس‌آباد  $1^{\circ}\text{C}$  در ماه ژانویه، تکاب و ارومیه به ترتیب  $1.3^{\circ}\text{C}$  و  $1.4^{\circ}\text{C}$  در نوامبر، سردشت و تبریز به ترتیب  $0.3^{\circ}\text{C}$  و  $0.5^{\circ}\text{C}$  در ماه دسامبر خواهد بود. طبق نتایج مدل MPI دمای حداکثر در همه ایستگاه‌ها  $0.2^{\circ}\text{C}$  الی  $1.8^{\circ}\text{C}$  افزایش خواهد داشت که بیشترین افزایش مربوط به ایستگاه تکاب خواهد بود. طبق پیش‌نگری مدل CanESM5، بالاترین میزان افزایش دمای حداکثر اردیبهیل و ارومیه در ماه دسامبر به ترتیب  $0.5^{\circ}\text{C}$  و  $0.7^{\circ}\text{C}$ ، در خلخال ماه نوامبر به میزان  $0.7^{\circ}\text{C}$ ، در ماکو ماه اکتبر  $1.1^{\circ}\text{C}$ ، در مشکین‌شهر، مراغه و جلفا به ترتیب  $0.8^{\circ}\text{C}$  و  $1.3^{\circ}\text{C}$  و  $1^{\circ}\text{C}$  در نوامبر، در پارس‌آباد و سراب به ترتیب  $0.7^{\circ}\text{C}$  و  $0.8^{\circ}\text{C}$  در ماه ژانویه، در تکاب، سردشت و تبریز به ترتیب  $1.3^{\circ}\text{C}$ ،  $0.9^{\circ}\text{C}$  و  $1.3^{\circ}\text{C}$  در ماه نوامبر خواهد بود. بر اساس نتایج مدل CanESM5 در اغلب ایستگاه‌های مورد مطالعه دمای حداکثر  $0.5^{\circ}\text{C}$  الی  $1.3^{\circ}\text{C}$  افزایش خواهد یافت.

### نتیجه‌گیری

طبق نتایج تحلیل روند، دمای حداکثر به استثنای ایستگاه جلفا، در سایر ایستگاه‌ها روند افزایشی معنادار داشت. لذا با توجه به درصد بالای اطمینان (۹۹٪)، انتظار می‌رود این روند افزایشی طی سال‌های آتی نیز تداوم یابد. بر اساس پیش‌بینی انجام شده برای آینده نزدیک (۲۰۴۳-۲۰۱۵) تحت سناریوهای (SSP2-4.5) و (SSP5-8.5) مدل MPI طی دهه‌های آینده، دمای حداکثر در هر ۱۲ ایستگاه در تمامی ماه‌ها افزایش خواهد یافت. براساس نتایج این مطالعه، میزان افزایش دمای حداکثر در مدل MPI تا  $2^{\circ}\text{C}$  و در مدل CanESM5 تا  $1.3^{\circ}\text{C}$  خواهد بود.

### منابع

- داروند، سروه؛ اسکندری دامنه، هادی؛ اسکندری دامنه، حامد؛ خسروی، حسن. (۱۴۰۰). پیش‌بینی روند تغییرات دما و بارش در دوره‌ی آبی و تأثیر آن بر بیابان‌زایی، نشریه مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک، ۱ (۱)، ۶۶-۵۳. doi: [10.22098/mmws.2021.1181](https://doi.org/10.22098/mmws.2021.1181)
- زارعیان محمدجواد. (۱۴۰۱). اثرات تغییر اقلیم بر دما و بارش استان یزد بر اساس خروجی ترکیبی مدل‌های CMIP6. علوم آب و خاک، ۲۶ (۲)، ۹۱-۱۰۵. doi: [10.47176/jwss.26.2.31501](https://doi.org/10.47176/jwss.26.2.31501)
- صی محمدی، سمیره؛ توکلی، محسن؛ زرافشانی، کیومرث؛ مهدی زاده، حسین؛ امیری، فرزاد. (۱۴۰۰). پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیمی بر دما و بارش با استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو، راهکاری برای کشاورزی پایدار، (مطالعه موردی: شهرستان کرمانشاه)، علوم تکنولوژی محیط‌زیست، ۲۵ (۶)، ۳۱-۱۸. doi: [10.30495/jest.2018.22114.3137](https://doi.org/10.30495/jest.2018.22114.3137)
- عبدالعلی‌زاده، فیروز؛ خورشیددوست، علی محمد؛ جهانبخش اصل، سعید. (۱۴۰۲). پیش‌نگری چشم‌انداز آبی دما و بارش حوضه آبریز دریاچه ارومیه مبتنی بر مدل‌های CMIP6. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۵۵ (۱)، ۹۵-۱۱۲. Doi: [10.22059/jphgr.2023.352727.1007737](https://doi.org/10.22059/jphgr.2023.352727.1007737)
- محمدی، حسن؛ خلیلی، رضا؛ محمدی، سجاد. (۱۴۰۰). پیش‌نگری تغییرات دما و بارش با استفاده از سناریوهای واداشت تابشی مولد آب و هوایی LARS-WG در زاگرس جنوبی، نیوار، ۴۵ (۱۱۴-۱۱۵)، ۱۳۸-۱۲۹. doi: [10.30467/nivar.2022.319565.1209](https://doi.org/10.30467/nivar.2022.319565.1209)
- ملکی نژاد، حسین؛ سلیمانی مطلق، مهدی؛ جایدی، اعظم؛ شاطر آبشوری، سمیه (۱۳۹۲). تحلیل روند تغییرات بارندگی و خشک‌سالی با استفاده از آزمون‌های من-کندال و سن در استان تهران، مجله علمی و فنی نیوار، ۸۰، ۴۳-۵۵. doi: [20.1001.1.20085362.1393.25.3.10.6](https://doi.org/20.1001.1.20085362.1393.25.3.10.6)

- Cui, T., Li, Ch., Tian, F. (2021). Evaluation of Temperature and Precipitation Simulations in CMIP6 Models over the Tibetan Plateau, *Earth and space science*, 8 (7). <https://doi.org/10.1029/2020EA001620>
- Hennessy, K. J., Whetton, P. H., Walsh, K., Smith, I. N., Bathols, J. M., Hutchinson, M., Sharples, J. (2007). Climate change effects on snow conditions in mainland Australia and adaptation at ski resorts through snowmaking. *Climate Research*, 35(3), pp 255. DOI:[10.3354/cr00706](https://doi.org/10.3354/cr00706)
- Mesgari, E., Hosseini, S. A., Hemmesy, M. S., Houshyar, M., & Golzari Partoo, Leila. (2022). Assessment of CMIP6 models' performances and projection of precipitation based on SSP scenarios over the MENAP region, *Journal of Water and Climate Change Vol 13 No 10*, 3607 doi: 10.2166/wcc.2022.195.
- Scott, D., Dawson, J., Jones, B. (2008). Climate change vulnerability of the US Northeast winter recreation-tourism sector Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 13(5-6), pp 577-596.
- Sung, H.M., Kim, J., Shim, S. (2021). Climate Change Projection in the Twenty-First Century Simulated by NIMS-KMA CMIP6 Model Based on New GHG Concentration Pathways. *Asia-Pacific J Atmos Sci*, 57, pp 851-862. Doi:[10.1007/s13143-021-00225-6](https://doi.org/10.1007/s13143-021-00225-6).