

Research Paper



Evaluation of Land Use Changes in Kiwi Chay Basin and Analysis of Precipitation and Temperature Changes in Future Periods with CMIP5 Mmodels



Shirin Mahdavian<sup>1</sup>, Batol Zeynali<sup>2\*</sup>, Bromand Salahi<sup>3</sup>



This paper is an open access and licenced under the CC BY NC licence.



DOI:10.22034/GP.2022.50623.2977

**Reference to this article:** Mahdavian, Sh; Zeynali, B; Salahi, B. (2023). Evaluation of Land Use Changes in Kiwi Chay Basin and Analysis of Precipitation and Temperature Changes in Future Periods with CMIP5 Mmodels. *Geography and Planning*, 27(85): 133-143.

Keywords

Fifth Climate Change Assessment Report, Land Use Change, Object Oriented Classification, Kiwi Tea Basin

Received: 2022/03/03

Accepted: 2022/08/29

Available: 2023/10/22

ABSTRACT

Climate diversity and land use / land cover change have a significant impact on hydrological regimes, especially in arid and semi-arid regions with critical water shortage problems. Therefore, estimating and evaluating climate change and land use and its consequences in each catchment is essential. This study examined the climate change of Kiwi Tea Basin using the data of four models of the Fifth Climate Change Assessment Report (CMIP5) under both optimistic and pessimistic scenarios (RCP8.5 and RCP4.5) using the LARS-WG6 microcirculation model. Changes in precipitation and temperature during three different periods (2040-2021, 2060-2041 and 2080-2061) compared to the base period (2019-1987) have been studied and for calibration and validation of LARS-WG6 model, observational data and output data of models with the use of F and T tests as well as RMSE, MSE, MAE and R2 indices were compared and evaluated. Based on the results of most of the models and the average of the studied models, in general, it is expected that the amount of precipitation and the minimum and maximum temperature in all the studied models will increase compared to the base period. Also, the results of evaluating land use changes with object-oriented classification showed that rangeland use with an area of 1224.18 and 1046.59 square kilometers, respectively, covered the largest area in both periods, while in 1987, residential use with an area of 3.66 square kilometers and in 2019, water use with an area of 3.77 square kilometers had the lowest area. Also, the most modified use of rangeland use was dryland agriculture (181 square kilometers), which indicates the destruction of rangelands. Findings showed that land use change in the period of 33 years (1987-2019) has led to a decrease in rangeland lands and also an increase in rainfed arable lands in the basin. Drought in some parts of this basin is annual and seasonal which shows the effect of climate change on land use change.

\* Corresponding Author: Batol Zeynali

E-mail: zeynali.b@uma.ac.ir

1. phd. Student of climatology, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran.

2. Associate Professor, Department of physical geography, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran.

3. Professor, Department of physical geography, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran.

## Extended Abstract

### Introduction

Limited water resources and increasing demand for various uses, causes the water crisis and its adverse consequences, which requires increased accuracy in its protection and optimal use. In order to supply and exploit water resources in various fields of consumption, especially agriculture, it is necessary to plan in principle for the sustainable exploitation of these resources, and for this purpose, the water potentials of the target areas should be well evaluated.

### Data and methods

The data used include daily precipitation, minimum and maximum temperatures of Khalkhal synoptic station with the length of the period (1987-2019). This data was obtained from the Meteorological Center of Ardabil Province. In order to calibrate and ensure the accuracy of the LARS-WG Model 6, a baseline scenario was first implemented for the statistical period (1987-2019). Then, the outputs of the model, which include minimum and maximum temperatures, monthly precipitation and their standard deviation, were compared with the observational data of 33 years (2019-1987) of the studied station. To validate the model, 3 Kolmogorov-Smirnov KS statistical tests (comparison of probability distributions), F test (standard deviation comparison) and T test for (comparison of means) were used. In the next step, using the data of 4 atmospheric circulation models of CMIP5 complex (EC-EARTH, HadGEM2-ES, MIROC5, MPI-ESM) whose specifications are given in table (1) and under two scenarios Rcp4.5) CO<sub>2</sub> concentration by 2100; 650 ppm and the effect of greenhouse gases on radiation inductions (4.5 watts per square meter) and 8.5 Rcp) CO<sub>2</sub> concentration by 2100; 1370 ppm and the effect of greenhouse gases on radiation inductions (up to 5.8 watts per square meter). Climatic variables were simulated for three pairs (2040-2021), (2060-2041) and (2080-2061). In the last stage, the climatic variables of the base period (1987-2019) were compared with the next three periods. Data from Landsat TM (1987) and Landsat 8 (2019) OLI over a period of 33 years were also used to assess the trend of land use change in the Kiwi Tea Basin.

### Discussion and results

The results obtained from the evaluation of the efficiency of the LARS-WG model show that the model has a more accurate accuracy in temperature simulation than precipitation simulation. The model has been equally successful in simulating temperature parameters (maximum temperature and minimum temperature). In general, the results of error measurement indices indicate that the LARS-WG6 model has good accuracy for micro-scaling of climatic parameters in the study station, especially temperature indices. The mean and standard deviation of the observed observational and computational precipitation data are proportional. This indicates that the probable distributions of the observational and computational data are approximately equal. Of course, simulation of precipitation data is slightly erroneous due to the presence or absence of a rainy day. Also, the graph of the mean and standard deviation of the monthly minimum and maximum observational and computational data shows that the estimation of the mean of the data is appropriate but the standard deviation of the data is inappropriate. Based on the results of most models and the average of the studied models in general, it is expected that the amount of precipitation will increase in the future. The highest difference in precipitation compared to the base period based on the HadGEM2 model is 60.9 mm in the period (2080-2061). The amount of minimum and maximum temperature in the next three periods (2040-2021, 2060-2041 and 2080-2061) compared to the base period (1987-2019) according to the studied models shows that in all three periods and based on all models The minimum and maximum temperatures will increase compared to the base period. The highest minimum temperature difference compared to the base period based on the HadGEM2 model is 3.4 degrees Celsius. The lowest minimum temperature difference is related to MIROC5 model with a rate of 0.95 compared to the base period. . The highest difference in maximum temperature is related to HadGEM2 model by 3.98 Celsius compared to the base period and the lowest difference in EC-EARTH model is 1 Celsius compared to the base period. In this study, after applying land classification by object-oriented method, land use map in seven classes; Rainfed agriculture, irrigated agriculture, gardens, forests, residential, pasture and water were prepared. Basin land use map, rangeland cover is the predominant land use class; However, a significant decrease has been observed from 1224.18 square kilometers to 1046.55 square kilometers between 1987 and 2019. In the same period, the area of irrigated agricultural use from 137.80 to 388.71 square kilometers, garden from 10.48 to 60.97 square kilometers, forest from 47.35 to 75.47 square kilometers and residential areas from 3.66 to 32.64 square kilometers Increased, while the area of rainfed agriculture decreased from 390.40 to 217.04 square kilometers and water decreased from 11.32 to 2.32 square kilometers. Also, the analysis of land use changes shows that in the years 2018-1987, (112.62%) 212.90 square kilometers of rainfed agricultural land has been converted to rangeland and 20.1 (10.1%) has been converted to irrigated agriculture. The highest land use transfer

is the conversion of rangeland to rainfed agriculture with an amount of (14.8%) 181.22 square kilometers. It is noteworthy that 67.37 square kilometers (3.69%) of residential areas have remained unchanged. The water has remained largely unchanged and only 2.31 square kilometers (0.07) has been turned into pasture. It is interesting to know that 10469.59 square kilometers (57.38) of the rangeland has changed its use from 1987 to 2019. Examining the relationship between climate change and land use, it was found that land use change in the period of 33 years (1987-2019) has led to a decrease in rangeland lands and also an increase in rainfed arable land in the basin, which is both a factor of climate change and Human factors can be involved.

## Result

In this study, the data of four models of general atmospheric circulation under two scenarios of optimism and pessimism (RCP8.5 and RCP4.5) were used using the LARS-WG6 microscale model and precipitation and temperature changes during three different periods (2040-2021, 2060 -2041 and 2080-2061) compared to the base period (2019-1987) were examined. The results show that the model was more accurate in simulating temperature than simulating precipitation. The model has been equally successful in simulating temperature parameters (maximum temperature and minimum temperature). In general, the results of error measurement indices indicate that the LARS-WG6 model has good accuracy for microscaling the climatic parameters in the study station, especially temperature indices. Based on the results of most models and the average of the studied models, in general, the amount of precipitation is expected to increase in the future. The results also show that the minimum and maximum temperatures in all periods and models will increase compared to the base period. The study of land use changes in 1987 and 2019 in Givi Chay catchment showed that rangeland use with an area of 1224.18 and 10469.59 square kilometers is the dominant land use, while in 1987 residential use with an area of 3.66 square kilometers in In 2019, water use with an area of 3.77 square kilometers had the lowest area. Also, the most modified use of pasture use was to dryland agriculture (181 square kilometers), which indicates the destruction of pastures. Based on the available evidence, climate change has occurred in this basin and, of course, changes in the land use of the basin have been affected by this phenomenon, although the role of human factors should not be ignored. One appropriate way to reduce land use change is to legally reduce the human factors that can be controlled and monitored to prevent the exacerbation of climatic factors that are usually long-term and uncontrollable.

**Keywords:** Fifth Climate Change Assessment Report, Land Use Change, Object Oriented Classification, Kiwi Basin.

## References

- Bouaziz M, Leidiy M, Gloaguen R. 2011. Optimal parameter selection for qualitative regional erosion risk monitoring, Aremotie sensing study of SC Ethiopia, *Geoscience frontiers*, 2(2): 237-245.
- Adel Effat, H, Abdel Kader, O (2014). Change detection of urban heat islands and some related parameters using multi-temporal Landsat images; a case study for Cairo city, *Journal of Urban Climate*, 10, 171-188.
- Fayez, A. (2020). 21st Century Climate Change Projections of Precipitation and Temperature in Jordan, *Procedia Manufacturing*, 44, 197-204.
- Getachew, B., Manjunatha, B.R., & Bhat, H.G. (2021). Modeling projected impacts of climate and land use/land cover changes on hydrological responses in the Lake Tana Basin, upper Blue Nile River Basin, Ethiopia. *Journal of Hydrology*, 595, 125974.
- Haque M I, Basak R. 2017. Land covers change detection using GIS and remote sensing techniques: A spatio-temporal study on Tanguar Haor, Sunamganj, Bangladesh. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 20 (2017) 251-263.
- Lal, R. (2006) Influence of Soil Erosion on Carbon Dynamics in the World, In: Roose, E. J., Lal, R., Feller, C., Barthes, B., Stewart, B. A. (Eds.), *Soil Erosion and Carbon Dynamics*, CRC Press, New York, pp. 23-32.
- Mader, S. S. (2007) *Biology*, 9 Th edition, Mc. GRAW.HILL press.
- Malekian, R., Namiranian, M., Feghhi, J. (2013) Studing effective factors in selection of under - story farming lands and their effects on forest stands using GIS, *GIS Development*, pp. 1-5.
- Marco H. 2019. Spatiotemporal Contextual Uncertainties in Green Space Exposure Measures: Exploring a Time Series of the Normalized Difference Vegetation Indices. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 852.
- Mohdhasmadi, I., Hz, P., & Mf, S. (2009). Evaluating supervised and unsupervised techniques for land cover mapping using remote sensing data. *Geografica: Malaysian journal of society and space*, 5.
- Modala, N. R; S, Ale, D. W, Goldberg, M, Olivares, C. L, Munster, N. Rajan, and R. A Feagin, (2016). Climate change projections for the Texas High Plains and Rolling Plains. *Theoretical and Applied Climatology*, 124:1-18.
- Nyatuame, M., Amekudzi, L. K., & Agodzo, S. K. (2020). Assessing the land use/land cover and climate change impact on water balance on Tordzie watershed. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 20, 100381. doi:10.1016/j.rsase.2020.100381.

- Pearce, D. W., W. R. Cline, A. N. Achanta, S. Fankhauser, R. K. Pachauri, R. S. J. Tol, and P. Vellinga. 1996. The social costs of climate change: Greenhouse damage and the benefits of control. In *Climate change 1995: Economic and social dimensions*, ed. J. Bruce, H. Lee, and E. Haites, 179–224. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Ribalaygua, J., Pino, MR, Pórtolés J., Roldán, E., Gaitán, E., Chinarro, D and Torres, L.2013. Climate change scenarios for temperature and precipitation in Aragón (Spain). *Sci Total Environ*.Oct 1; 463-464:1015-30.
- Ronald, C, Estoque, M, Yuji, M, S W (2017). Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia, *National Library of Medicine, U.S*,15(577),349-359.
- Saha, P. P., Zeleke, K., & Hafeez, M. (2019). Impacts of land use and climate change on streamflow and water balance of two sub-catchments of the Murrumbidgee River in south eastern Australia. In A. M. Melesse, W. Abtew, & G. Senay (Eds.), *Extreme hydrology and climate variability: Monitoring, modelling, adaptation and mitigation* (1st ed., pp. 279-299). Elsevier.
- Woldesenbet, T. A., Elagib, N. A., Ribbe, L., & Heinrich, J. (2018). Catchment response to climate and land use changes in the Upper Blue Nile sub-basins, Ethiopia. *The Science of the total environment*, 644, 193–206.





## ارزیابی تغییرات کاربری اراضی حوضه کیوی چای و تحلیل روند تغییرات بارش و دمای آن در دوره‌های آبی با مدل‌های CMIP5



شیرین مهدویان<sup>۱</sup>، بتول زینالی<sup>۲\*</sup>، برومند صلاحی<sup>۳</sup>



این مقاله به صورت دسترسی باز و با لایسنس CC BY NC کریتیو کامنز قابل استفاده است.



**ارجاع به این مقاله:** مهدویان، شیرین؛ زینالی، بتول؛ صلاحی، برومند. (۱۴۰۲). ارزیابی تغییرات کاربری اراضی حوضه کیوی چای و تحلیل روند تغییرات بارش و دمای آن در دوره‌های آبی با مدل‌های CMIP5. *نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۷ (۸۵): ۱۳۳-۱۴۳.

DOI:10.22034/GP.2022.50623.2977



### چکیده

تنوع آب و هوا و تغییر کاربری تأثیر قابل توجهی در رژیم‌های هیدرولوژیکی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک که دارای مشکلات بحرانی کمبود آب هستند، دارد. بنابراین تخمین و ارزیابی تغییرات آب هوایی و کاربری اراضی و پیامدهای ناشی از آن در هر حوضه آبریز امری ضروری است. این مطالعه با استفاده از داده‌های چهار مدل گزارش پنجم ارزیابی تغییر اقلیم (CMIP5) تحت دو سناریو خوش‌بینانه و بدبینانه (RCP8.5 و RCP4.5) با کاربست مدل ریز گردانی LARS-WG6 تغییرات آب و هوای حوضه کیوی چای را مورد بررسی قرار داد. تغییرات بارش و دما طی سه دوره مختلف (۲۰۲۱-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۶۰ و ۲۰۶۱-۲۰۸۰) نسبت به دوره پایه (۲۰۱۹-۱۹۸۷) مورد بررسی قرار گرفته و جهت واسنجی و صحت سنجی مدل LARS-WG6، داده‌های مشاهداتی و داده‌های خروجی مدل‌ها با استفاده از آزمون‌های F و T و همچنین شاخص‌های RMSE، MAE، MSE و  $R^2$  مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از اکثر مدل‌ها و متوسط مدل‌های مورد بررسی در مجموع انتظار می‌رود میزان بارش و دمای حداقل و حداکثر در تمام مدل‌های مورد بررسی، نسبت به دوره پایه افزایش یابد. همچنین نتایج ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با طبقه‌بندی شی گرا نشان داد که کاربری مرتع به ترتیب با مساحت ۱۲۲۴/۱۸ و ۱۰۴۶/۵۹ کیلومتر مربع بیشترین مساحت در هر دو دوره را در برگرفته در حالی که در سال ۱۹۸۷ کاربری مسکونی با مساحت ۳/۶۶ کیلومتر مربع و در سال ۲۰۱۹ کاربری آب با مساحت ۳/۷۷ کیلومتر مربع کمترین مساحت را داشتند. همچنین بیشترین کاربری تغییر یافته کاربری مرتع به کشاورزی دیم (۱۸۱ کیلومتر مربع) بوده است که نشان‌دهنده تخریب مراتع است. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۳۳ ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۹) به سمت کاهش اراضی مرتعی و همچنین افزایش اراضی زراعی دیم در سطح حوضه پیش رفته است. وقوع خشکسالی در برخی قسمت‌های این حوضه به شکلی سالانه و فصلی است که نشان‌دهنده اثر تغییرات اقلیمی بر تغییر کاربری اراضی است.

### کلیدواژه‌ها

گزارش پنجم ارزیابی تغییر اقلیم، تغییر کاربری اراضی، طبقه‌بندی شی‌گرا، حوضه کیوی چای

دریافت شده: ۱۴۰۰/۱۲/۱۲

پذیرفته شده: ۱۴۰۱/۰۶/۰۷

منتشر شده: ۱۴۰۲/۰۷/۳۰

\* نویسنده مسئول: بتول زینالی

رایانامه: zeynali.b@uma.ac.ir

۱. دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲. دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳. استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

## مقدمه

محدودیت منابع آب قابل دسترس و افزایش روزافزون تقاضا برای مصارف مختلف، زمینه‌ساز بروز بحران آب و پیامدهای ناگوار آن هست که افزایش دقت در حفاظت و بهره‌برداری بهینه از آن را طلب می‌نماید. به‌منظور تأمین و بهره‌برداری از منابع آب درزمینه‌های مختلف مصرف به‌خصوص کشاورزی، برنامه‌ریزی اصولی برای بهره‌برداری پایدار از این منابع لازم است و بدین منظور پتانسیل‌های آبی مناطق موردنظر بایستی به‌خوبی ارزیابی شود.

تغییرات اقلیم از پیچیده‌ترین چالش‌هایی است که بشر در حال حاضر و در آینده با آن مواجه بوده و خواهد بود. تغییر اقلیم علاوه بر تأثیر مستقیم بر عوامل اقلیمی، به‌صورت غیرمستقیم بر اقتصاد، اجتماع، کشاورزی و ... تأثیرگذار هست و پیامدهایی چون سیل، خشک‌سالی، مهاجرت، فقر و ... را به همراه دارد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۲). محققان تأثیرات اقلیمی بر پنج بخش مهم از اقتصاد را که به تغییرات آب و هوایی حساس هستند شناسایی کردند: کشاورزی، جنگلداری، آب، ساحل و انرژی. همه این بخش‌ها به‌جز انرژی با کاربری اراضی مرتبط هستند. کشاورزی و جنگلداری کاربری‌های کلیدی زمین هستند. آب برای زمین مهم است زیرا موجودیت آن بر قابلیت حیات کشاورزی از طریق آبیاری تأثیر می‌گذارد. در بخش ساحلی، افزایش سطح دریا ممکن است زمین‌های موجود در امتداد سواحل را برای مصارف شهری و دیگر مصارف تغییر دهد. تعدادی دیگر از تأثیرات آب و هوایی که می‌تواند بر کیفیت زندگی تأثیر بگذارد - مانند تغییر اکوسیستم، بیماری‌های بومی و استرس گرمایی - نیز به زمین و نحوه استفاده از آن مرتبط است. مطالعات اولیه نشان داد که دو برابر شدن میزان دی‌اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) در جو می‌تواند منجر به خسارات جهانی بین ۱.۴ تا ۱.۹ درصد به تولید ناخالص جهانی (GWP) شود (Pearce et al, 1996:181). فراتر از این، نقش تغییر کاربری اراضی در افزایش گازهای گلخانه‌ای از جمله کربن و به دنبال آن، تغییرات اقلیمی را نباید فراموش کرد، زیرا بیشترین مقدار کربن آلی کره زمین در سطح خاک، به‌ویژه خاک مراتع و جنگل‌ها نهفته است. بر این مبنای مقدار کربن موجود در خاک، حدود  $1500 \pm 200$  میلیارد تن یعنی سه برابر مقدار ذخیره‌شده آن در گیاهان است (Mader, 2007:3) که بخش اصلی آن در سطح خاک ذخیره‌شده و با تغییر کاربری جنگل‌ها و مراتع به جو زمین انتشار می‌یابد نقش این کربن انتشار یافته در تغییرات اقلیمی تا ۴۰ درصد است (Lal, 2006:25). از طرف دیگر تغییرات کاربری اراضی یکی از عامل‌های مهم در تغییر جریان هیدرولوژیک و فرسایش است و می‌توان با اطلاع از روند تغییرات کاربری اراضی در راستای هدایت اکوسیستم به سمت تعادل قدم برداشت.

مطالعه پیرامون تغییر اقلیم و کاربری اراضی در حوضه‌های آبریز از بعد توسعه پایدار و حفاظت از منابع محیط‌زیست مورد توجه پژوهشگران و مدیران منابع آب قرار گرفته است.

نظری سامانی و همکاران (۱۳۹۵) به تعیین نقش روند تغییرات اقلیمی و کاربری اراضی بر وضعیت بیابان‌زایی آبی سبزوآر پرداختند. در این پژوهش از مدل IMDPA برای تعیین شدت بیابان‌زایی و از دو مدل اقلیمی

HADCM3 و GFDL2.1 و سه سناریوی A1B, A2, B1. برای پیش‌بینی تغییرات اقلیم در آینده استفاده شد. نقشه کاربری اراضی در دو دوره ۱۳۸۵ و ۱۳۱۳ در چهار طبقه تهیه شد و به‌عنوان ورودی مدل زنجیره‌ای مارکوف برای پیش‌بینی تغییرات کاربری آینده در سه دوره ۱۴۱۹، ۱۴۴۹، و ۱۴۷۹ استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که میزان شدت بیابان‌زایی در طول زمان تغییر کرده که این تغییرات از طبقه کم به متوسط و طبقه متوسط به شدید متفاوت بوده و بیابان‌زایی در طول زمان افزایش پیدا کرده است. همچنین، روند اهمیت شاخص‌های اقلیمی در آینده به سمت استمرار بیشتر خشک‌سالی خواهد بود.

نتایج پژوهش حشمتی و قیطوری (۱۳۹۶) نشان داد که عوامل تغییر کاربری به‌طور عمده ریشه در نظام مالکیت زمین، قوانین و مدیریت کنونی منابع طبیعی، سیاست‌های دولت، روند خریدوفروش زمین‌های کشاورزی، گسترش بی‌رویه شهرها و لابی‌گری در مقیاس محلی دارد.

حیات زاده و موسوی (۱۳۹۷) تغییر اقلیم و کاربری اراضی حوضه آبریز فخرآباد را با مدل SWAT مدل‌سازی کردند. در این حوضه جهت مدل‌سازی نقشه کاربری اراضی از مدل CA-MARKOV و جهت پیش‌بینی اقلیم آبی (بارش و دما) خروجی‌های مدل گردش عمومی HADCM3 تحت سناریوهای انتشار A2, B1, A1B با مدل WG-LARS ریزمقیاس گردید. نتایج حاکی از کارایی قابل‌قبول مدل در این حوضه آبخیز است. با اجرای مدل SWAT برای شرایط آینده و تحت سناریوهای مختلف مشخص گردید که افزایش ۶.۲۲ درصدی میزان رواناب در آینده نزدیک با احتمال بیش از ۱۲ درصد تحت تأثیر تغییر اقلیم در منطقه هست.

ملکیان و همکاران (۱۳۹۸) آثار تغییر اقلیم بر برخی ویژگی‌های هیدرولوژیک منابع آب استان اردبیل را ارزیابی کردند. در این پژوهش از مدل CanESM2 برای پیش‌بینی دما و بارش تحت سه سناریوی RCP8.5, RCP4.5, RCP2.5 و همچنین از مدل بیلان برای شبیه‌سازی مؤلفه‌های بیلان آب استفاده شد. نتایج بیان‌کننده تغییرات نامحسوس و غیر معنادار جریان سطحی کل در دوره آبی در حوضه‌های بررسی‌شده نسبت به دوره مرجع است. باین‌حال تغییر در پارامترهای اصلی اقلیمی نظیر بارش و دما روی اجزای جریان سطحی تأثیراتی حدود ۳۰ درصد دارد، به‌طوری‌که میزان جریان سطحی که روی زمین جاری می‌شود در تمام دوره‌ها نسبت به پایه کاهش می‌یابد.

فلاح ذوله و همکاران (۱۳۹۹) اثر تغییر اقلیم بر خشک‌سالی‌های حوضه آبخیز ملایر را با استفاده از سری زمانی ARIMA پیش‌بینی کردند. نتایج حاکی از افزایش بارش و دما در هر سه مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه در دوره آینده هست و نشان می‌دهد که بزرگ‌ترین خشک‌سالی هواشناسی برای دوره پایه در سال ۱۳۷۹-۱۳۷۸ به میزان ۱.۹۶- رخ داده و ۱۴۱۸-۱۴۱۷ به میزان ۲.۴- رخ داده است.

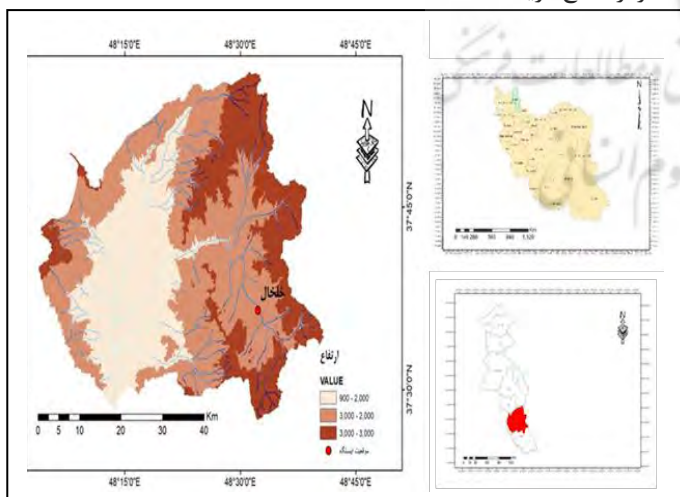
ولدسنبت<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۸) واکنش حوضه آبریز به تغییرات آب‌وهوا و کاربری زمین در حوضه‌های فرعی بالادست نیل (اتیوپی) را با استفاده از ابزار ارزیابی خاک و آب (SWAT) مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. شبیه‌سازی



## روش

حوضه رودخانه‌ی کیوی چای با مجموع مساحت زیر ۸۲۷ کیلومتر مربع یکی از حوضه‌های آبریز سفیدرود هست که در مختصات ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این حوضه از شمال به حوضه‌ی آبریز قره‌سو، از غرب به حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی قرقنو و از شرق به رشته‌کوه‌های تالش و از جنوب به حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی قزل‌اوزن محدود می‌شود. به‌طور کلی حوضه‌ی آبریز کیوی چای متشکل از رودخانه‌های اصلی به نام‌های هروآباد، آریچای و کیوی چای هست که با جهت جنوب شرق - شمال غرب جریان یافته و پس از دریافت جریان رودخانه‌های فرعی سنگورچای و رودخانه‌ی گراز در ارتفاع ۸۶۰ متر از سطح دریا در بخش جنوب غربی از منطقه خارج و به رودخانه‌ی قزل‌اوزن تخلیه می‌گردد. میانگین بارندگی در این حوضه ۴۴۴ میلی‌متر بوده و ۸۶ تا ۹۴ درصد از مجموع بارندگی در ماه‌های فروردین و اردیبهشت رخ می‌دهد. (رجبی و فیض اله پور، ۱۳۹۳: ۱۶۱). مرتفع‌ترین نقطه ارتفاعی به ۳۰۰۹ متر از سطح دریا در قله عجم داغ واقع در بخش خاوری و پست‌ترین محل با ارتفاع مطلق ۱۵۱۲ متر از سطح دریا مربوط به گلوگاه حوضه در بخش غربی حوضه هست. حضور کوه‌ها و تپه‌ها در بخش‌های وسیعی از اراضی حوضه آبریز کیوی چای موجب افزایش شیب و میزان پستی‌وبلندی اراضی گردیده است (مددی و همکاران، ۱۳۹۱). شکل ۱ موقعیت حوضه کیوی چای و ایستگاه سینوپتیک خلخال را نشان می‌دهد.

در محدوده حوضه کیوی چای دو ایستگاه سینوپتیک (خلخال و کوثر) وجود دارد که به دلیل طولانی بودن دوره آماری، در این پژوهش فقط از ایستگاه خلخال استفاده شد. ایستگاه سینوپتیک خلخال در محدوده ۳۷ درجه و ۶۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ دقیقه و ۵۴ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۱۷۹۷/۴ متر از سطح دریاست.



شکل ۱. موقعیت حوضه آبریز کیوی چای در اردبیل و ایران

میانگین مدل‌های گردش عمومی (GCMs) اقلیم کوتاه‌مدت، شرایط آب و هوایی مرطوب‌تر و گرم‌تر را در مقایسه با دوره پایه نشان داد. جریان رودخانه نیز با افزایش جریان فصل بارانی و کاهش جریان دوره خشک تشدید شد. باین‌حال، نتایج نشان داد که تبدیل زمین‌های زیر کشت در شیب تند به جنگل ممکن است این جریان‌های شدید را کاهش دهد.

سها<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر تغییر کاربری اراضی را روی ۲ حوضه مورومبیچ استرالیای شرقی تحت سه سناریوی A2، A1B، B1 در سه دوره زمانی آینده (۲۰۳۰، ۲۰۵۰ و ۲۰۹۰) ارزیابی کردند. نتایج شبیه‌سازی‌های مختلف تغییر کاربری اراضی تأثیر قابل‌توجهی بر خروجی و مؤلفه‌های بیلان آب این حوضه‌های آبریز نشان داد. تجزیه و تحلیل دو حوضه نشان داد که میزان تغییر در جریان نه‌تنها به نوع کاربری زمین بستگی دارد، بلکه به مکان و ارتفاع تغییر کاربری اراضی نیز وابسته است.

نیاتوماه<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از سناریوی اقلیمی RCP 4.5 و مدل CCCMA، LULC تغییرات اقلیمی پیش‌بینی‌شده را به بیلان آب در حوضه تورزی مرتبط می‌کند. بیلان آب پیش‌بینی‌شده (۲۰۵۰) افزایش در جریان سطحی (۱۹.۰۰ درصد) و کاهش در آب‌های زیرزمینی (۳۶.۴۰ درصد)، جریان پایه (۰.۷۷ درصد) و عملکرد آب (۶.۵۰ درصد) را نشان می‌دهد.

گتاجو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۲۱) اثرات ترکیبی آب‌وهوا و کاربری اراضی را در حوضه تانا (اتیوپی) با ابزار ارزیابی آب‌و خاک (SWAT) بررسی کردند. در این پژوهش برای ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم از مدل CANESM و برای پیش‌بینی تأثیرات آینده اقلیم و کاربری اراضی روی حوضه از زنجیره سلولی مارکوف استفاده شد. نتایج افزایش حداقل و حداکثر دما و کاهش ۲۵ درصدی بارش در حوضه را نشان می‌دهد. همچنین افزایش تبخیر و تعرق را تا پایان قرن بیست و یکم تحت RCP8.5 در مقایسه با دوره پایه به ترتیب تا ۰.۸۴٪، ۵۹.۸٪ و ۵۵.۵٪ تحت تغییر کاربری اراضی، اقلیم و تغییر ترکیبی کاربری و اقلیم نشان می‌دهد.

تحقیق حاضر در نظر دارد با توجه به اهمیت تأثیر تغییر اقلیم و کاربری اراضی بر حوضه‌ها و اکوسیستم‌های طبیعی، از طریق تحلیل زمانی و مکانی پارامترهای اقلیمی دما و بارش و تصاویر ماهواره‌ای تغییرات اقلیمی و کاربری اراضی را در این منطقه بررسی نماید و به دو سؤال اساسی در این زمینه پاسخ گوید:

۱. روند تغییر مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی (دما و بارش) تحت سناریوهای RCP گزارش پنجم ارزیابی تغییر اقلیم در حوضه کیوی چای چگونه خواهد بود؟

۲. کاربری اراضی غالب و تغییر کاربری اراضی حوضه کیوی چای در دوره مورد مطالعه (۱۹۸۷-۲۰۱۹) چگونه می‌باشد؟

همچنین از دو تصویر ماهواره ای سنجنده TM لندست ۵ (سال ۱۹۸۷) و سنجنده OLI لندست ۸ (سال ۲۰۱۹) در تاریخهای نزدیک به هم از نظر روز تصویربرداری در یک بازه زمانی ۳۳ ساله برای ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی حوضه کیوی چای استفاده شد. به منظور ارزیابی صحت و اصلاح هندسی نقشه‌های کاربری اراضی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور استفاده شد. همچنین برای پردازش، طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Arcgis 10.1، Envi 5.1 و Ecognition استفاده شد. خصوصیات تصاویر و نقشه مورد استفاده در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. تصاویر ماهواره‌ای و نقشه توپوگرافی مورد استفاده

نوع داده مورد استفاده	نام ماهواره	نام سنجنده	نام منطقه تصویر	تاریخ میلادی اخذ تصویر
تصویر ماهواره	لندست ۵	TM	کیوی چای	۱۹۸۷/۶/۲
ای نقشه	لندست ۸	OLA	کیوی چای	۲۰۱۹/۶/۱۰
توپوگرافی	-	-	استان اردبیل	۲۰۰۳

همچنین از روش مبتنی بر مدل‌های انتقال تابشی چون FLAASH به عنوان بهترین روش برای تصحیح اتمسفری و از نرم‌افزار Ecognition برای طبقه‌بندی شیء‌گرا استفاده شد. برای سگمنت سازی از الگوریتم Multiresolution و برای طبقه‌بندی از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی استفاده شد. همچنین باتوجه به در دسترس نبودن اطلاعات میدانی در بازه‌های زمانی انتخاب شده، به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی از بررسی تصاویر رنگی کاذب، خصوصیات طیفی پدیده‌ها، آرشو Earth Google، عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی سنواتی و پژوهش‌های انجام شده استفاده شد. در نهایت هفت کلاس غالب کاربری اراضی مشتمل بر کشاورزی دیم، کشاورزی آبی، باغ، جنگل، مسکونی، مرتع و آب تعیین شدند. سپس نمونه‌های تعلیمی از سطح منطقه با استفاده از بازبندی میدانی و تصاویر ماهواره Earth Google جمع‌آوری شد و برای ارزیابی صحت و دقت طبقه‌بندی بکار رفت.

در نهایت از معمول‌ترین عامل‌های برآورد دقت شامل دقت کل، دقت تولیدکننده، دقت کاربر و ضریب کاپا برای برآورد دقت طبقه بندی استفاده شد. دقت کلی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$OA = \frac{1}{N} \sum p_{jj} \quad [1] \text{ رابطه [۱]}$$

در این رابطه

OA- دقت کلی، N- تعداد پیکسل‌های آزمایشی، جمع - عناصر قطر اصلی ماتریس خطا

به دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی اغلب در تحقیقاتی که مقایسه دقت طبقه‌بندی مدنظر است از شاخص اجرایی کاپا استفاده می‌شود. چون

داده‌های مورد استفاده شامل مقادیر روزانه بارش، دمای کمینه و بیشینه ایستگاه سینوپتیک خلخال با طول دوره (۲۰۱۹-۱۹۸۷) هست. این داده‌ها از مرکز هواشناسی استان اردبیل اخذ شده است. به منظور کالیبره کردن و اطمینان از صحت مدل LARS-WG6 ابتدا یک سناریوی حالت پایه برای دوره آماری (۲۰۱۹-۱۹۸۷) اجرا گردید. سپس خروجی‌های مدل که شامل دمای حداقل و حداکثر و بارش ماهانه و انحراف معیار آن‌ها هست، با داده‌های ۳۳ سال (۲۰۱۹-۱۹۸۷) مشاهداتی ایستگاه مورد مطالعه مقایسه گردید. توزیع احتمالاتی داده‌ها با استفاده از ترسیم نمودار مقایسه‌ای میانگین و انحراف معیار به منظور اطمینان از نزدیکی توزیع احتمال داده‌های شبیه‌سازی شده با توزیع واقعی دوره، به منظور ارزیابی مدل انجام شد. برای صحت سنجی مدل نیز از ۳ آزمون آماری کولموگراف - اسمیرنوف KS (مقایسه توزیع‌های احتمال)، آزمون F (مقایسه استاندارد انحرافات) و آزمون T (مقایسه میانگین‌ها)، استفاده شد. در مرحله بعدی با استفاده از داده‌های ۴ مدل گردش کلی جو مجموعه CMIP5 (EC-EARTH، Rcp4.5 (میزان غلظت CO2 جدول (۱) آورده شده است و تحت دو سناریو Rcp4.5 و Rcp8.5 (میزان غلظت CO2 تا سال ۲۱۰۰؛ ۶۵۰ ppm و اثر گازهای گلخانه‌ای بر واداشتهای تابشی را ۵.۴ وات بر مترمربع) و Rcp8.5 (میزان غلظت CO2 تا سال ۲۱۰۰؛ ۱۳۷۰ ppm و نیز اثر گازهای گلخانه‌ای بر واداشتهای تابشی را تا ۵.۸ وات بر مترمربع) تخمین زده‌اند. شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی برای سه دوره (۲۰۲۱-۲۰۴۰)، (۲۰۴۱-۲۰۶۰) و (۲۰۸۰-۲۰۶۱) انجام شد. در مرحله آخر متغیرهای اقلیمی دوره پایه (۲۰۱۹-۱۹۸۷) با سه دوره آتی باهم مقایسه شد.

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی مدل‌های مورد مطالعه

ردیف	مدل	کشور	مؤسس	اندازه تفکیک (عرض×طول جغرافیایی، درجه)
۱	EC-EARTH	محصول ۱۱ کشور	EC-EARTH Consortium	1.121×1.125
۲	HadGEM2-ES	انگلستان	Met Office Hadley Centre	1.25×1.875
۳	MIROC5	ژاپن	Atmosphere and Ocean Research Institute	1.401×1.406
۴	MPI-ESM	آلمان	Max Planck Institute for Meteorology	1.865×1.875

از آنجاکه وضوح مدل‌های آب و هوایی نسبتاً کم است و سلول‌های محاسباتی این مدل‌ها فراتر از محدوده مکانی تحقیق است پس از انتخاب مدل  $\sum P_{ij}$  عمومی جو برای منطقه مورد مطالعه، خروجی این مدل‌ها باید کوچک شود تا امکان مقایسه با داده‌های مشاهده شده فراهم شود. لذا از مدل LARS-WG6 برای ارزیابی تغییرات بارش و دمای ایستگاه خلخال و شبیه‌سازی این متغیرها برای دوره آتی استفاده شد.



همچنین جهت اطمینان از صحت واسنجی مدل از شاخص‌های خطا سنجی MAE و RMSE و همچنین ضریب تعیین  $R^2$  استفاده شد (جدول ۶). نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که مدل در شبیه‌سازی دما از دقت بالاتری نسبت به شبیه‌سازی بارش برخوردار بوده است. دلیل این امر مربوط به ماهیت پارامتر دما می‌باشد که عنصری پیوسته است و تغییر پذیری بارش دلیل بر افزایش خطای مدل سازی این پارامتر می‌باشد. به عبارتی دیگر هر چه پارامتر حالت پیوستگی داشته باشد میزان خطای مدل سازی به حداقل می‌رسد. نتیجه بدست آمده با نتایج تحقیقات مشابهی نظیر بابائیان و نجفی نیک (۱۳۸۵) و گودرزی و چوبه (۱۳۹۸) هم خوانی دارد. در شبیه‌سازی پارامترهای دمایی (دمای حداکثر و دمای حداقل) مدل به یک نسبت موفق عمل کرده است. در مجموع نتایج حاصل از شاخص‌های خطا سنجی بیانگر آن است که مدل LARS-WG6 از دقت خوبی برای ریزمقیاس گردانی پارامترهای اقلیمی در ایستگاه مورد بررسی به ویژه شاخص‌های دمایی برخوردار است.

شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را مورد توجه قرار می‌دهد. شاخص کاپا از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Kappa = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c} \times 100 \quad [2]$$

که در آن  $P_0$  = درستی مشاهده شده،  $P_c$  = توافق مورد انتظار برای تعیین کمیت تغییرات زمانی و مکانی کاربری زمین در منطقه مورد مطالعه، از یک روش شناسایی تغییر چند زمانه پس از طبقه‌بندی، استفاده شده است. یک روش خوب برای شناسایی تغییرات می‌بایست اطلاعات زیر را ارائه دهد: (الف) تغییر منطقه و میزان تغییر؛ (ب) توزیع فضایی انواع کاربری زمین تغییر یافته؛ (ج) تغییر مسیر انواع کاربری زمین و (د) ارزیابی صحت نتایج تشخیص تغییر (Haque, 2017: 254). در این تحقیق، روش تشخیص تغییرات Thematic change dynamic در انوی برای شناسایی تغییراتی که طی سال‌ها اتفاق افتاده بود، اجرا شد. TCD به آمار تغییر متکی است که مسیر تغییر را برای هر کلاس کاربری زمین مشخص می‌کند. برای تشخیص تغییرات هر کلاس کاربری زمین به کلاس دیگر در دوره‌های داده شده، آمار تغییرات برای سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۱۹ محاسبه شد.

جدول (۳). ارزیابی آماری بارش خروجی مدل LARS-WG در مقایسه با داده‌های مشاهدات

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
بارش مشاهداتی	۲۷.۶	۳۷.۷	۴۷.۵	۵۹.۸	۴۹.۳	۱۴.۹	۹.۸	۶.۳	۷.۷	۳۲.۹	۴۲.۲	۳۱.۹
انحراف معیار مشاهداتی	۱۵.۲	۲۵.۹	۲۱.۹	۳۲.۱	۲۵.۲	۱۷.۲	۱۱.۵	۸.۶	۱۱.۴	۲۲.۳	۳۱.۵	۲۴.۳
بارش محاسباتی	۲۶.۷	۳۲.۱	۴۸.۸	۵۵.۶	۵۹.۸	۱۶.۰	۸.۷	۸.۶	۷.۶	۲۷.۹	۴۱.۷	۳۶.۶
انحراف معیار محاسباتی	۱۴.۶	۱۴.۷	۲۰.۹	۲۴.۶	۲۵.۵	۱۴.۳	۷.۶	۱۱.۴	۹.۳	۱۸.۷	۲۴.۹	۲۱.۹
آماره T	۰.۳	۱.۲	-۰.۳	۰.۶	-۱.۸	-۰.۳	۰.۵	-۰.۱	۰.۰	۱.۱	۰.۱	-۰.۹
معنی‌داری	۰.۸	۰.۲	۰.۸	۰.۵	۰.۱	۰.۸	۰.۶	۰.۳	۱.۰	۰.۳	۰.۹	۰.۴
آماره F	۱.۱	۳.۱	۱.۱	۱.۷	۱.۰	۱.۴	۲.۳	۱.۷	۱.۵	۱.۴	۱.۶	۱.۲
معنی‌داری	۰.۸	۰.۰	۰.۸	۰.۱	۱.۰	۰.۳	۰.۰	۰.۱	۰.۲	۰.۳	۰.۲	۰.۵

جدول (۶). عملکرد مدل ریزمقیاس گردانی LARS-WG با استفاده از

شاخص‌های خطا سنجی و همبستگی

ایستگاه	شاخص	RMSE	MSE	MAE	$R^2$	R
خلخال	بارش	۴.۲	۱۸.۰۵	۳.۱	۰.۹۳	۰.۹۷
	دمای حداکثر	۰.۱۹	۰.۰۳	۰.۱۵	۰.۹۹	۱
	دمای حداقل	۰.۲۴	۰.۰۶	۰.۲۱	۰.۹۹	۱

یافته‌ها

ارزیابی مدل LARS-WG

به منظور کالیبره کردن و اطمینان از صحت مدل LARS-WG ابتدا یک سناریوی حالت پایه برای دوره آماری (۱۹۸۷-۲۰۱۹) اجرا گردید. سپس خروجی‌های مدل که شامل دمای حداقل و حداکثر و بارش ماهانه و انحراف معیار آن‌ها هست، با داده‌های ۳۳ سال (۱۹۸۷-۲۰۱۹) مشاهداتی ایستگاه مورد مطالعه مقایسه گردید. نتایج ارزیابی داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده در جداول (۳، ۴، ۵) آورده شده است. مقایسه نتایج حاصل از آزمون T-test برای مقادیر میانگین‌ها و آزمون F-test برای انحراف معیار داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده برای پارامترهای دمای حداقل و حداکثر و میانگین بارش نشان دهنده توانایی مدل مولد آب و هوایی در بازسازی این پارامترها و عدم وجود اختلاف معنی دار بین داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده می‌باشد.

جدول (۴). ارزیابی آماری دمای حداقل خروجی مدل LARS-WG در مقایسه با داده‌های مشاهداتی

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
دمای کمینه مشاهداتی	-۹.۵	-۷.۸	-۳	۱.۸	۵.۴	۹.۵	۱۳.۷	۱۲.۹	۷.۷	۲.۸	-۲.۳	-۶.۱
انحراف معیار مشاهداتی	۳.۷	۳.۹	۲.۶	۱.۲	۱.۲	۱.۴	۱.۴	۱.۲	۱.۵	۱.۵	۱.۷	۲.۵
دمای کمینه محاسباتی	-۹.۹	-۷.۷	-۳.۱	۱.۹	۵.۷	۹.۴	۱۳.۷	۱۳.۲	۷.۷	۲.۶	-۲.۱	-۶.۲
انحراف معیار محاسباتی	۱.۱	۱.۷	۰.۹	۰.۸	۰.۶	۰.۶	۰.۶	۰.۶	۰.۸	۰.۷	۱.۰	۱.۱
آماره T	۰.۶	۰.۰	۰.۴	-۰.۵	-۱.۳	۰.۱	۰.۳	-۱.۳	۰.۱	۰.۱	-۰.۶	۰.۲
معنی‌داری	۰.۵	۱.۰	۰.۷	۰.۶	۰.۲	۰.۹	۰.۸	۰.۲	۰.۹	۰.۳	۰.۵	۰.۸
آماره F	۱۲.۵	۵.۲	۸.۹	۲.۷	۴.۴	۵.۸	۴.۷	۴.۶	۳.۸	۵.۳	۲.۹	۵.۱
معنی‌داری	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰

جدول (۵). ارزیابی آماری دمای حداکثر خروجی مدل LARS-WG در مقایسه با داده‌های مشاهداتی

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
دمای بیشینه مشاهداتی	۱.۷	۳.۳	۸.۴	۱۴.۶	۱۹.۵	۲۴.۰	۲۶.۰	۲۶.۶	۲۳.۶	۱۷.۳	۹.۵	۴.۶
انحراف معیار مشاهداتی	۲.۴	۲.۶	۳.۰	۱.۸	۱.۹	۱.۶	۱.۹	۱.۷	۱.۵	۲.۰	۲.۲	۲.۴
دمای بیشینه محاسباتی	۱.۳	۲.۹	۸.۳	۱۴.۷	۱۹.۴	۲۳.۹	۲۵.۸	۲۶.۳	۲۳.۷	۱۷.۵	۹.۹	۴.۲
انحراف معیار محاسباتی	۰.۶	۰.۹	۱.۰	۰.۷	۰.۸	۰.۹	۰.۹	۰.۸	۱.۰	۱.۰	۰.۹	۱.۱
آماره T	۰.۹	۰.۸	-۰.۳	-۰.۴	۰.۵	۰.۵	۰.۵	-۰.۸	-۰.۱	-۰.۴	-۱.۱	۰.۹
معنی‌داری	۰.۴	۰.۴	۰.۸	۰.۷	۰.۶	۰.۶	۰.۶	۰.۴	۰.۹	۰.۷	۰.۳	۰.۴
آماره F	۱۵.۰	۹.۱	۹.۷	۵.۷	۵.۸	۳.۳	۴.۹	۴.۱	۲.۵	۳.۹	۵.۵	۴.۹
معنی‌داری	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰

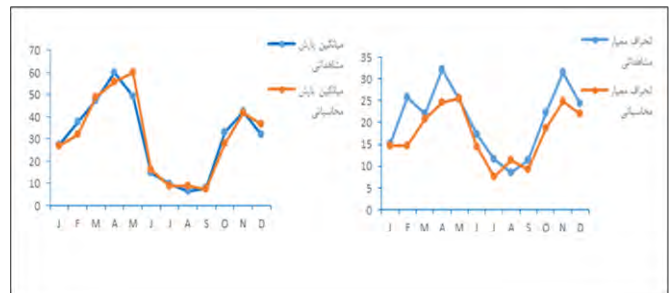


شکل (۳). ارزیابی میانگین و انحراف معیار دمای حداقل داده‌های مشاهداتی و محاسباتی تولیدشده

شکل ۲ تا ۴ نتایج ارزیابی عملکرد LARS-WG6 در شبیه‌سازی بارش و حداقل و حداکثر دمای ایستگاه را در دوره پایه (۲۰۱۹-۱۹۸۷) نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تقریباً میانگین و انحراف معیار داده‌های بارش مشاهداتی و محاسباتی تولیدشده متناسب است. این نشان دهنده این است که توزیع احتمالی داده‌های مشاهداتی و محاسباتی تقریباً باهم برابرند. البته شبیه‌سازی داده‌های بارش، به دلیل وجود یا عدم روز بارشی کمی با خطا مواجه است. همچنین نمودار میانگین و انحراف معیار ماهانه داده‌های حداقل و حداکثر مشاهداتی و محاسباتی نشان می‌دهد که برآورد میانگین داده‌ها مناسب اما انحراف معیار داده‌ها نامناسب است.

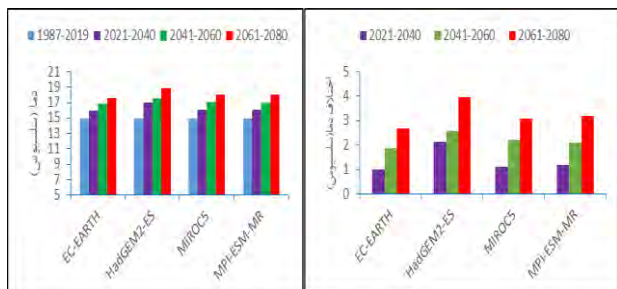


شکل (۴). ارزیابی میانگین و انحراف معیار دمای حداکثر داده‌های مشاهداتی و محاسباتی تولیدشده



شکل (۲). ارزیابی میانگین و انحراف معیار داده‌های بارش ماهانه مشاهداتی و محاسباتی تولیدشده

حداکثر در هر سه دوره و تمام مدل‌ها دارد. بیشترین اختلاف دمای حداکثر مربوط به مدل HadGEM2 به میزان ۳.۹۸ سلسیوس نسبت به دوره پایه و کمترین اختلاف در مدل EC-EARTH به میزان ۱ سلسیوس نسبت به دوره پایه هست (شکل ۷).



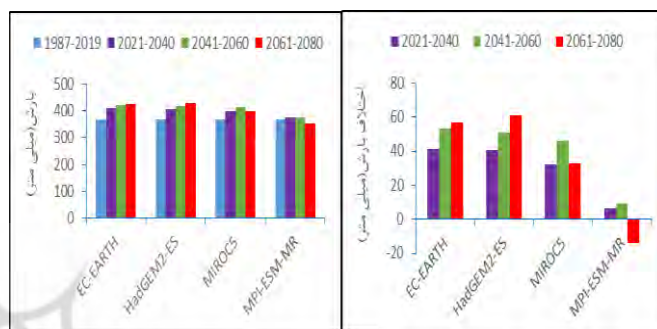
شکل (۷). وضعیت تغییرات دمای حداقل در دوره‌های آینده در مدل‌های مورد بررسی در ایستگاه خلخال

### تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز کیوی چای

زمین یک منبع طبیعی بسیار گران‌بها است. کل جامعه جهانی برای نیازهای اساسی زندگی خود به منابع زمینی وابسته هستند. فعالیت‌های انسانی تأثیر عمده‌ای در تغییر منابع زمین طی دهه‌های گذشته دارد. رشد بی‌رویه و کنترل نشده جمعیت از مقیاس خرد به مقیاس جهانی باعث تغییر کاربری‌ها شده است (Marco, 2019: 2).

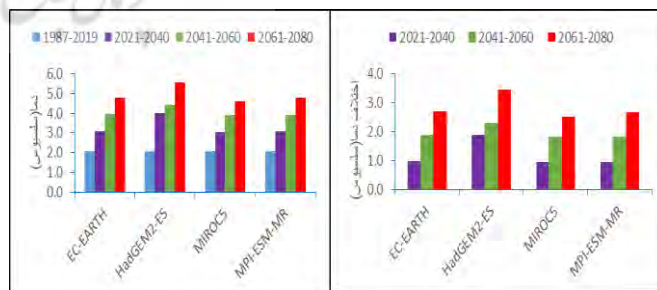
در این پژوهش، پس از اعمال طبقه‌بندی اراضی به روش شیء‌گرا، نقشه کاربری اراضی در هفت کلاس؛ کشاورزی دیم، کشاورزی آبی، باغ، جنگل، مسکونی، مرتع و آب تهیه گردید (شکل ۸). نقشه کاربری اراضی حوضه، پوشش مرتع، طبقه غالب کاربری زمین است؛ با این حال، کاهش قابل توجه از ۱۲۲۴/۱۸ کیلومترمربع به ۱۰۴۶/۵۹ کیلومترمربع بین سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ مشاهده شده است. در همین دوره مساحت کاربری کشاورزی آبی از ۱۳۷/۸۰ به ۳۸۸/۷۱ کیلومترمربع، باغ از ۱۰/۴۸ به ۶۰/۹۷ کیلومترمربع، جنگل از ۴۷/۳۵ به ۷۵/۴۷ کیلومترمربع و نواحی مسکونی از ۳/۶۶ به ۳۲/۶۴ کیلومترمربع افزایش یافته، در حالی که مساحت کشاورزی دیم از ۳۹۰.۴۰ به ۲۱۷.۰۴ کیلومترمربع و آب از ۱۱.۳۲ به ۲.۳۲ کیلومترمربع کاهش یافته است. جدول ۷ توزیع مساحت منطقه‌ای طبقات مختلف را برحسب کیلومترمربع ارائه می‌دهد.

چشم‌انداز تغییرات بارش، دمای حداقل و حداکثر با در نظر گرفتن نتایج، میزان بارش در دوره (۲۰۲۱-۲۰۴۰) و (۲۰۴۱-۲۰۶۰) در خروجی تمام مدل‌های مورد بررسی نسبت به دوره پایه افزایش خواهد یافت. همچنین در دوره (۲۰۸۰-۲۰۶۱) بارش فقط در مدل MPI-ESM به میزان ۱۴ میلی‌متر نسبت به دوره پایه کاهش داشته و در بقیه مدل‌ها افزایش خواهد داشت. بر اساس نتایج حاصل از اکثر مدل‌ها و متوسط مدل‌های مورد بررسی در مجموع انتظار می‌رود، میزان بارش در آینده افزایش یابد. بیشترین اختلاف بارش نیز نسبت به دوره پایه بر اساس مدل HadGEM2 به میزان ۶۰/۹ میلی‌متر در دوره (۲۰۸۰-۲۰۶۱) پیش‌بینی شده است (شکل ۵).



شکل (۵). وضعیت تغییرات بارش در دوره‌های آینده در مدل‌های مورد بررسی در ایستگاه خلخال

میزان دمای حداقل در سه دوره آینده (۲۰۲۱-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۶۰ و ۲۰۶۱-۲۰۸۰) نسبت به دوره پایه (۱۹۸۷-۲۰۱۹) به تفکیک مدل‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که در هر سه دوره و بر اساس همه مدل‌های مورد بررسی میزان دمای حداقل نسبت به دوره پایه افزایش خواهد یافت. همچنین بر اساس نتایج حاصل بیشترین اختلاف دمای حداقل نسبت به دوره پایه بر اساس مدل HadGEM2 به میزان ۳.۴ درجه سلسیوس هست. کمترین اختلاف دمای حداقل هم مربوط به مدل MIROC5 با میزان ۰.۹۵ نسبت به دوره پایه هست (شکل ۶).

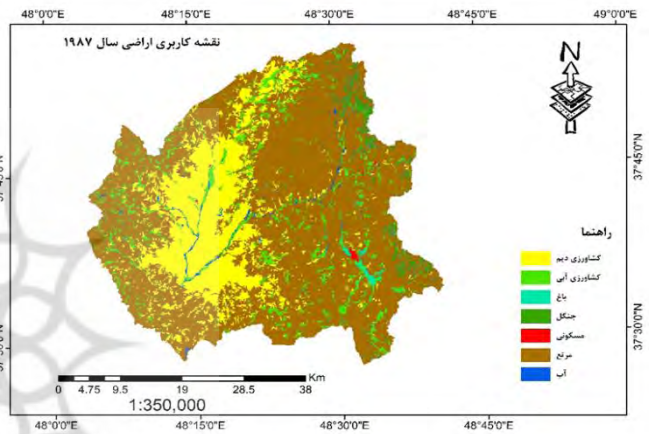
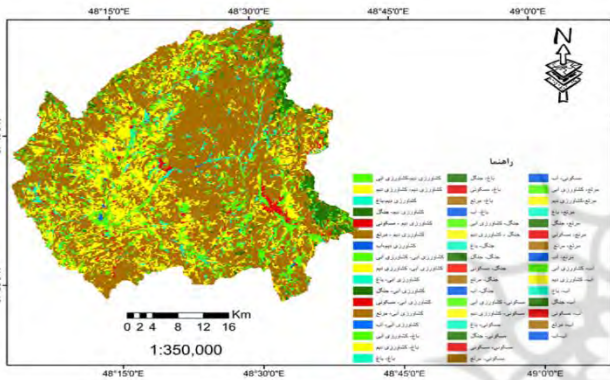
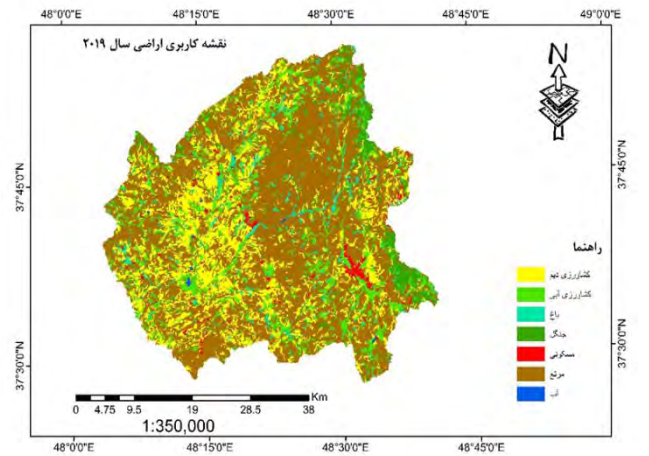


شکل (۶). وضعیت تغییرات دمای حداقل در دوره‌های آینده در مدل‌های مورد بررسی در ایستگاه خلخال

میزان دمای حداکثر در سه دوره آینده (۲۰۲۱-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۶۰ و ۲۰۶۱-۲۰۸۰) نسبت به دوره پایه به تفکیک مدل‌ها نشان از افزایش دمای

ماتریس انتقال تغییر کاربری اراضی

شکل ۹ میزان تغییراتی را که هنگام انتقال کلاس کاربری زمین به کلاس‌های دیگر در طول دوره مطالعه از ۲۰۱۹ - ۱۹۸۷ رخ داده است نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود بیشترین انتقال کاربری اراضی، تبدیل مرتع به کشاورزی دیم است. ۶۷/۳۷ کیلومترمربع (۳/۶۹٪) از نواحی مسکونی تغییر نکرده، آب هم تا حد زیادی بدون تغییر است و فقط ۲/۳۱ کیلومترمربع (۰/۰۷) به مرتع تبدیل شده است. علاوه بر این ۱۰۴۶/۵۹ کیلومترمربع (۵۷/۳۸) از مرتع از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ تغییر کاربری داده است. نگاه به نقشه روند انتقال قابل توجهی را با کاهش قابل توجه مرتع و افزایش کشاورزی دیم نشان می‌دهد.



شکل (۸). نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی حوضه آبریز کیوی چای سال‌های ۲۰۱۹ و ۱۹۸۷

جدول (۷). توزیع مساحت کاربری اراضی حوضه کیوی چای مورد مطالعه در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹

کاربری اراضی	۱۹۸۷		۲۰۱۹	
	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع	درصد
کشاورزی دیم	۳۹۰.۴۰	۲۱/۳۹	۲۱۷/۰۴	۱۱/۹۰
کشاورزی آبی	۱۳۷.۸۰	۷/۵۵	۳۸۸/۷۱	۲۱/۳۱
باغ	۱۰.۴۸	۰/۵۷	۶۰/۹۷	۳/۳۴
جنگل	۴۷.۳۵	۲/۵۹	۷۵/۴۷	۴/۱۴
مسکونی	۳.۶۶	۰/۲۰	۳۲/۶۴	۱/۷۹
مرتع	۱۲۲۴.۱۸	۶۷/۰۷	۱۰۴۶/۵۹	۵۷/۳۹
آب	۱۱.۳۲	۰/۶۲	۳/۷۷	۰/۱۳
کل	۱	۱۰۰	۱۸۲۵/۲۱	۱۰۰



جدول (۸). ماتریس انتقال تغییر کاربری زمین (کیلومترمربع) از ۱۹۸۷ به ۲۰۱۹. اعداد داخل پرانتز درصد را نشان می‌دهد که به جمع کل هر کاربری زمین در سال ۱۹۸۷ اشاره دارد (ردیف‌ها)

کاربری اراضی	۲۰۱۹						
	کشاورزی دیم	کشاورزی آبی	باغ	جنگل	مسکونی	مرتع	آب
کشاورزی دیم	۱۵/۳۷(۸/۲۵)	۲۰/۰۱(۱/۱۰)	۰/۴۲(۰/۰۲)	۳/۰۴(۰/۱۷)	۰/۵۶(۰/۰۳)	۲۱/۹۰(۱۱/۶۲)	۲/۳۹ (۰/۱۳)
کشاورزی آبی	۴۲/۶۷(۲۳/۳۴)	۵۷/۸۲(۳۱/۱۷)	۷/۳۶(۰/۴۰)	۱۲/۵۵(۰/۶۹)	۰/۲۹(۰/۰۲)	۹۳/۷۷(۵۱/۴)	۲/۵۸(۰/۱۴)
باغ	۸/۴۸(۰/۴۶)	۱۷/۴۰(۰/۹۵)	۰/۹۲(۰/۰۵)	۲/۱۵(۰/۱۲)	۰/۰۵(۰)	۳۰/۷۰(۱/۶۸)	۱/۲۶(۰/۰۷)
جنگل	۰/۸۰(۰/۰۴)	۶/۴۴(۰/۳۵)	۰/۱۷(۰/۰۱)	۱۹/۸۴(۱/۰۹)	۰/۰۱(۰)	۴۸/۱۶(۲/۶۴)	۰/۰۵(۰)
مسکونی	۵/۶۱(۰/۳۱)	۳/۱۰(۰/۱۷)	۰/۷۶(۰/۰۴)	۰/۲۴(۰/۰۱)	۲/۲۹(۰/۱۳)	۲۰/۰۵(۱/۱۰)	۰/۵۷(۰/۰۳)
مرتع	۱۸/۲۲(۹/۹۴)	۳۲/۴۰(۱۷/۷۸)	۰/۸۱(۰/۰۴)	۹/۲۶(۰/۵۱)	۰/۴۴(۰/۰۲)	(۴۴/۸۶)	۴/۳۵(۰/۲۴)
آب	۱/۲۴(۰/۰۷)	۰/۵۱(۰/۰۳)	۰/۰۲(۰)	۰/۰۴(۰)	۰(۰)	۰/۳۸(۰/۰۲)	۰/۱۲(۰/۰۱)
کل	۳۹۰/۳۹	۱۳۷/۶۹	۱۰/۴۷	۴۷/۱۳	۳/۶۵	۱۲۲۳/۰۵	۱۱/۳۲

### شکل (۹). نقشه پایش تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز کیوی چای در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹

تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز کیوی چای در بازه زمانی ۳۳ ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۹) به سمت کاهش اراضی مرطبی و همچنین افزایش اراضی زراعی آبی در سطح حوضه پیش رفته است.

تغییر در کاربری اراضی مرتع و جنگل، سبب هدر رفت کربن آلی، تخریب ساختمان خاک، تغییر جرم مخصوص ظاهری خاک، کاهش نفوذ آب در خاک، افزایش رواناب و فرسایش می‌شود. طبق نظر پژوهشگران، بیشترین حجم رواناب، مقادیر خاک هدر رفته و غلظت رسوب مربوط به مرتع تبدیل شده به زمین زراعی در شیب ۲۴ درصد اتفاق می‌افتد. با تبدیل مرتع دست نخورده به زمین زراعی حجم رواناب تولیدی حدود ۵ برابر افزایش پیدا می‌کند. در واقع، وجود پوشش گیاهی در سطح حوضه به دلیل اثراتی که در

مولفه‌های سیکل هیدرولوژی دارد از عوامل کاهش سیل خیزی محسوب می‌شود (آذرتاج و همکاران، ۱۳۹۷). یک ارتباط قوی بین دمای سطح زمین و تغییرات کاربری اراضی وجود دارد. افزایش نواحی مسکونی، کاهش پوشش گیاهی، تبدیل مراتع غنی از پوشش گیاهی به زمین‌های کشاورزی و بایر از دلایل افزایش دما می‌باشد که مطابق با نتایج تحقیقات امیری و همکاران، ۱۳۸۶؛ عبداللهی و همکاران، ۱۳۸۷؛ ایفات و همکاران، ۲۰۱۴؛ رونالد و همکاران، ۲۰۱۷ و درویشی و همکاران، ۱۳۹۸ می‌باشد. بنابراین در حوضه آبریز کیوی چای، با توجه به کاهش اراضی مرطبی و منابع آبی و افزایش اراضی زراعی و مسکونی که در طی بازه ۳۳ ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۹) اتفاق افتاده است (جدول ۷ و شکل ۸) می‌توان افزایش دما و افزایش حجم رواناب را در سطح کاربری‌های تغییر یافته انتظار داشت. این افزایش دما خود شروعی بر تغییر سایر پارامترهای اقلیمی در حوضه‌ی مورد مطالعه می‌باشد. طبق نتایج پژوهشگران، یک همبستگی قوی و منفی بین دمای سطح زمین و تبخیر تعرق واقعی برقرار است. یعنی با کاهش پوشش گیاهی به همراه

افزایش دمای سطح، تبخیر تعرق واقعی کاهش پیدا می‌کند. افزایش دمای سطح زمین به عنوان یکی از عوامل موثر در کاهش مقدار تبخیر تعرق واقعی در اثر خشکی سطح زمین و کاهش پوشش گیاهی می‌باشد (رضایی بنفشه و همکاران، ۱۳۹۲). بارش و تبخیر تعرق واقعی تاثیر مستقیم و مثبتی بر روی هم دارند (جعفری شندی و همکاران، ۱۳۹۷).

با توجه به اینکه تغییرات اقلیمی گذشته و آینده حوضه آبریز کیوی چای و تغییرات کاربری آن مورد مطالعه قرار نگرفته بود لذا در این پژوهش به این امر پرداخته شد که نوآوری تحقیق حاضر می‌باشد. تنوع آب و هوا و تغییر کاربری تأثیر قابل توجهی در رژیم‌های هیدرولوژیکی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک که دارای مشکلات بحرانی کمبود آب هستند، دارد. بنابراین تخمین و ارزیابی تغییرات آب هوایی و کاربری اراضی و پیامدهای ناشی از آن در هر حوضه آبریز امری ضروری است.

### نتیجه‌گیری

در این تحقیق داده‌های چهار مدل گردش عمومی جو تحت دو سناریو خوش‌بینانه و بدبینانه (RCP4.5 و RCP8.5) با کاربست مدل ریزمقیاس نمایی LARS-WG6 استفاده شد و تغییرات بارش و دما طی سه دوره مختلف (۲۰۲۱-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۶۰ و ۲۰۶۱-۲۰۸۰) نسبت به دوره پایه (۱۹۸۷-۲۰۱۹) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که مدل در شبیه‌سازی دما نسبت به شبیه‌سازی بارش دقت مناسب‌تری داشته است. در شبیه‌سازی پارامترهای دمایی (دمای حداکثر و دمای حداقل) مدل به یک نسبت موفق عمل کرده است. در مجموع نتایج حاصل از شاخص‌های خطا سنجی بیانگر آن است که مدل LARS-WG6 از دقت خوبی برای ریزمقیاس نمایی پارامترهای اقلیمی در ایستگاه مورد بررسی به‌ویژه شاخص‌های دمایی برخوردار است. بر اساس نتایج حاصل از اکثر مدل‌ها و متوسط مدل‌های مورد بررسی در مجموع انتظار می‌رود میزان بارش در آینده افزایش یابد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که میزان دمای حداقل و حداکثر



رضایی بنفشه، مجیدی؛ جهانبخش، سعید؛ ولی زاده کامران، خلیل. (۱۳۹۲). برآورد تبخیر تعرق واقعی در حوضه سفید رود با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای، فضای جغرافیایی، ۱۳ (۴۴)، ۲۴۱-۲۶۱.

زهره وندی، حسن؛ خورشید دوست، علی محمد؛ ساری صراف، بهروز (۱۳۹۹). پیش‌بینی تغییرات اقلیمی در غرب ایران با استفاده از ریزمقیاس گردانی خروجی مدل HadCM3 تحت سناریوهای مختلف، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، (۱۷)، ۴۹-۶۴.

طائی سمیرمی، سیاوش؛ مرادی، حمیدرضا؛ خدافل، مرتضی. (۱۳۹۴). پیش‌بینی تغییرات برخی از متغیرهای اقلیمی با استفاده از مدل ریزمقیاس LARS-WG و خروجی‌های مدل HADCM3 تحت سناریوهای مختلف، مهندسی و مدیریت آب، (۲۷)، ۱۴۵-۱۵۶.

عبداللهی، جلال؛ چراغی، علی محمد؛ رحیمیان، محمد حسن. (۱۳۸۷). مقایسه آثار زیست محیطی تغییر کاربری اراضی بر تغییر پوشش گیاهی و دمای سطحی در مناطق شهری و غیر شهری با بکارگیری سنجش از دور، مجله محیط شناسی، (۴۵)۳۴، ۸۵-۹۶.

فلاح ذوله، سمیرا؛ ایلدرمی، علیرضا؛ نوری، حمید. (۱۴۰۰). پیش‌بینی اثر تغییر اقلیم بر شاخص‌های خشک‌سالی (SPI) و (SDI) در حوضه آبخیز ملایر با استفاده از سری زمانی ARIMA. نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی، (۷۷)۲۵، ۲۱۸-۲۰۵.

کاکه ممی، آزاده؛ قربانی، اردوان؛ اصغری سراسکانرود، صیاد؛ و قلعه، احسان؛ و غفاری، سحر. (۱۳۹۹). بررسی رابطه تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی با دمای سطح زمین در شهرستان نمین. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی ( کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی، (۲)۱۱، ۲۷-۴۸.

گودرزی، مسعود؛ چوبه، سپیده. (۱۳۹۸). ارزیابی روش‌های ریزمقیاس نمایی در پیش‌بینی پارامترهای آب و هوایی تحت شرایط تغییر اقلیم در اردبیل، نشریه علمی پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۳ (۴۵)، ۶۳-۷۰.

ممدی، عقیل؛ نوعی، بهنام؛ اسمعیلی، اباندر. (۱۳۹۲). ارزیابی خطر زمین‌لغزش و پهنه‌بندی آن با استفاده از مدل LIM و به‌کارگیری فن GIS در حوزه آبخیز گیوی چای، اردبیل، نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی، (۴۳)۱۷، ۳۰۷-۳۲۶.

رجبی، معصومه؛ مهدی، فیض‌الله پور. (۱۳۹۳). پهنه‌بندی زمین‌لغزش‌های حوضه رودخانه گیوی چای با استفاده از مدل پرسپکترون چندلایه از نوع پیش‌خور پس انتشار (BP)، مجله جغرافیا و توسعه، ۱۲ (۳۶)، ۱۶۱-۱۸۰.

ملکیان، آرش؛ میردشتوان، مهسا؛ قدیمی، مهرنوش. (۱۳۹۸). بررسی آثار تغییر اقلیم بر برخی ویژگی‌های هیدرولوژیک منابع آب استان اردبیل، آکو هیدرولوژی، (۳)۶، ۶۹۵-۷۰۵.

نظری سامانی، علی اکبر؛ خلیقی، شهرام؛ عبدالشاه‌نژاد، مهسا؛ صیادی لطف آبادی، سینا؛ حبیبی نو خندان، مجید. (۱۳۹۸). تعیین نقش روند تغییرات اقلیمی و کاربری اراضی بر وضعیت بیابان‌زایی آبی، مطالعه موردی: سبزوار، مهندسی و مدیریت آب، (۳)۱۱، ۸۰۶-۸۱۸.

نظری سامانی، علی اکبر؛ قربانی، مهدی؛ حمیدرضا، کوه بنانی. (۱۳۸۹). ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز طالقان در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰، مجله علمی پژوهشی مرتع، (۴)۳، ۴۴۲-۴۵۱.

در تمام دوره‌ها و مدل‌ها نسبت به دوره پایه افزایش خواهد یافت. نتایج حاصل از این پژوهش با مطالعات ضرغامی و همکاران (۲۰۱۱)، ربیلائیگوا و همکاران (۲۰۱۳)، مدالا و همکاران (۲۰۱۶)، فایض (۲۰۲۰)، سمیرمی و همکاران (۱۳۹۳) و زهره وندی و همکاران (۱۳۹۹) مطابقت دارد.

همچنین بررسی تغییرات کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۹ در حوضه آبریز کیوی چای نشان داد که کاربری مرتع به ترتیب با مساحت ۱۲۲۴/۱۸ و ۱۰۴۶/۵۹ کیلومتر مربع طبقه غالب کاربری زمین است در حالی که در سال ۱۹۸۷ کاربری مسکونی با مساحت ۳/۶۶ کیلومتر مربع و در سال ۲۰۱۹ کاربری آب با مساحت ۳/۷۷ کیلومتر مربع کمترین مساحت را داشتند همچنین بیشترین کاربری تغییر یافته کاربری مرتع به کشاورزی دیم (۱۸۱ کیلومتر مربع) بوده است که نشان‌دهنده تخریب مراتع است که با نتیجه مطالعه کاکه ممی و همکاران (۱۳۹۹) مطابقت دارد. بر اساس شواهد موجود تغییر اقلیم در این حوضه رخ داده و البته تغییرات کاربری اراضی حوضه از این پدیده تاثیر پذیرفته است هر چند که نقش عوامل انسانی نیز نباید نادیده گرفته شود. یک راهکار درخور برای کاهش تغییرات کاربری اراضی این است که عوامل انسانی که قابلیت کنترل و نظارت بر آنها وجود دارد به شکل قانونی کاهش یابد تا از تشدید عوامل اقلیمی که معمولاً بلند مدت هستند و نمی‌توان آنها را کنترل کرد، پیشگیری شود.

## منابع

اشرف، بتول؛ موسوی بایگی، محمد؛ کمالی، غلامعلی؛ داوری، کامران. (۱۳۹۰). پیش‌بینی تغییرات فصلی پارامترهای اقلیمی در ۲۰ سال آبی با استفاده از ریزمقیاس نمای آماری داده‌های مدل HADCM3 مطالعه موردی: استان خراسان رضوی، مجله آب و خاک (۴)۲۵.

حسینی، مسیب؛ قیطوری، محمد. (۱۳۹۷). تغییر کاربری اراضی؛ پاشنه آشیل مدیریت بحران‌های زیست‌محیطی، عوامل و پیامدها، جغرافیا و پایداری محیط، (۱)۸، ۸۹-۱۰۵.

آذرتاج، الناز؛ رسول زاده، علی؛ اصغری، علی. (۱۳۹۷). بررسی تاثیر کاربری اراضی بر رواناب و فرسایش خاک با استفاده از شبیه سازی باران در منطقه حیران اردبیل، مهندسی و مدیریت آب، (۱)۱، ۱-۱۳.

بائیان، ایمان؛ نجفی نیک، زهره. (۱۳۸۵). بررسی تغییر اقلیم در استان خراسان رضوی ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ میلادی، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی اصفهان، شهر اصفهان، ۱-۷.

امیری، رضا؛ علی محمدی، عباس؛ علوی پناه، سید کاظم. (۱۳۸۶). مطالعه تغییر پذیری مکانی و زمانی حرارت در ارتباط با کاربری پوشش زمین در منطقه شهری تبریز با استفاده از داده های حرارتی و انعکاسی سنجنده‌های TM و ETM+ لندنست، مجله محیط شناسی، ۴۳-۱۲۰-۱۰۷.

جعفری شندی، فاطمه؛ جهانبخش، سعید؛ رضایی بنفشه، مجید؛ مسعودیان، ابوالفضل. (۱۳۹۷). بررسی تغییرات زمانی تبخیر تعرق واقعی و ارتباط آن با دما و بارش در استان آذربایجان شرقی با استفاده از داده های فراورده دورسنجی مودیس ترا، پژوهش های جغرافیای طبیعی، (۴)۵۰، ۶۸۵-۶۹۵.

درویشی، شادمان؛ رشیدیپور، مصطفی؛ سلیمانی، کریم. (۱۳۹۸). بررسی ارتباط تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره ای مطالعه موردی: شهرستان مریوان، جغرافیا و توسعه، ۵۴، ۱۴۳-۱۶۲.

- Bouaziz M, Leidiy M, Gloaguen R. 2011. Optimal parameter selection for qualitative regional erosion risk monitoring, Aremotoe sensing study of SC Ethiopia, *Geoscience frontiers*, 2(2): 237-245.
- Adel Effat, H, Abdel Kader, O (2014). Change detection of urban heat islands and some related parameters using multi-temporal Landsat images; a case study for Cairo city, *Journal of Urban Climate*, 10, 171-188.
- Fayez, A. (2020). 21st Century Climate Change Projections of Precipitation and Temperature in Jordan, *Procedia Manufacturing*, 44, 197-204.
- Getachew, B., Manjunatha, B.R., & Bhat, H.G. (2021). Modeling projected impacts of climate and land use/land cover changes on hydrological responses in the Lake Tana Basin, upper Blue Nile River Basin, Ethiopia. *Journal of Hydrology*, 595, 125974.
- Haque M I, Basak R. 2017. Land covers change detection using GIS and remote sensing techniques: A spatio-temporal study on Tanguar Haor, Sunamganj, Bangladesh. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 20 (2017) 251-263.
- Lal, R. (2006) Influence of Soil Erosion on Carbon Dynamics in the World, In: Roose, E. J., Lal, R., Feller, C., Barthes, B., Stewart, B. A. (Eds.), *Soil Erosion and Carbon Dynamics*, CRC Press, New York, pp. 23-32.
- Mader, S. S. (2007) *Biology*, 9 Th edition, Mc. GRAW.HILL press.
- Malekian, R., Namiranian, M., Fegghi, J. (2013) Studying effective factors in selection of under - story farming lands and their effects on forest stands using GIS, *GIS Development*, pp. 1-5.
- Marco H. 2019. Spatiotemporal Contextual Uncertainties in Green Space Exposure Measures: Exploring a Time Series of the Normalized Difference Vegetation Indices. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 852.
- Mohdhasmadi, I., Hz, P., & Mf, S. (2009). Evaluating supervised and unsupervised techniques for land cover mapping using remote sensing data. *Geografia: Malaysian journal of society and space*, 5.
- Modala, N. R; S, Ale, D. W, Goldberg, M, Olivares, C. L, Munster, N. Rajan, and R. A Feagin, (2016). Climate change projections for the Texas High Plains and Rolling Plains. *Theoretical and Applied Climatology*, 124:1-18.
- Nyatume, M., Amekudzi, L. K., & Agodzo, S. K. (2020). Assessing the land use/land cover and climate change impact on water balance on Tordzie watershed. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 20, 100381. doi: 10.1016/j.rsase.2020.100381.
- Pearce, D. W., W. R. Cline, A. N. Achanta, S. Fankhauser, R. K. Pachauri, R. S. J. Tol, and P. Vellinga. 1996. The social costs of climate change: Greenhouse damage and the benefits of control. In *Climate change 1995: Economic and social dimensions*, ed. J. Bruce, H. Lee, and E. Haites, 179-224. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Ribalaygua, J., Pino, MR, Pórtoles J., Roldán, E., Gaitán, E., Chinarro, D and Torres, L. 2013. Climate change scenarios for temperature and precipitation in Aragón (Spain). *Sci Total Environ.* Oct 1; 463-464:1015-30.
- Ronald, C, Estoque, M, Yuji, M, S W (2017). Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia, *National Library of Medicine, U.S.*, 15(577), 349-359.
- Saha, P. P., Zeleke, K., & Hafeez, M. (2019). Impacts of land use and climate change on streamflow and water balance of two sub-catchments of the Murrumbidgee River in south eastern Australia. In A. M. Melesse, W. Abtew, & G. Senay (Eds.), *Extreme hydrology and climate variability: Monitoring, modelling, adaptation and mitigation* (1st ed., pp. 279-299). Elsevier.
- Woldesenbet, T. A., Elagib, N. A., Ribbe, L., & Heinrich, J. (2018). Catchment response to climate and land use changes in the Upper Blue Nile sub-basins, Ethiopia. *The Science of the total environment*, 644, 193-206.