

Research Paper

An Explanation of the Impact of Changes in climate elements on the land use changes in the Karoon River Basin ♦

Robab Razmi^{1*}, Hossein Asakereh², Seyed Abolfazl Masoodian³

1. Phd Student in Climatology, Department of Geography, Zanjan University, Zanjan, Iran.
2. Professor, Department of Geography, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
3. Professor, Department of Geography, University of Esfahan, Esfahan, Iran.

DOI:10.22124/gscaj.2023.22236.1161

Received: 2022/05/16

DOR: 20.1001.1.27831191.1401.3.4.4.9

Accepted: 2022/10/11

Abstract

Precipitation and temperature are important elements of climate. Changes in these elements can have a significant impact on the changes in other environmental components, including changes in land use. This study aimed to investigate the long-term changes in temperature and precipitation in the Karun basin. Then the probable relationship between these changes and land use changes was investigated. Therefore, the daily temperature and precipitation data from 177 synoptic stations and 230 rain gauge stations were prepared from 1972 to 2014. Daily maps were made up of 4 x 4 km, using the kriging interpolation method. Due to the climatic and spatial diversity of the Karun, the basin was divided into 12 smaller sub-basins. Using google earth engine (GEE) and using the digital data of Landsat 5, 7, and 8 series satellites, TM, and OLI/TIRS sensors, land use maps were extracted by calculating the mean of each use. For the classification of images, the algorithm of the minimum distance from the mean was used for several years (1987 - 1997 - 2007-2018). To monitor the temporal changes in land use, the dynamic model of land use was also used. The results of the research showed that in the high basins of Karun, the variation in the climatic elements played a significant role in land use changes. In the sub-basins of Karun, the decrease in rainfall over time has had a destructive effect on the degradation of forests, pastures, water levels, and water agriculture in the region. So that in recent years, the amount of destruction of forests and pastures has reached its peak and it is mostly dedicated to aquatic cultivation. The drilling of deep and semi-deep wells and the unprincipled exploitation of the underground water have also caused that over time, Karun faces surface and underground water crises and as a result many economic, agricultural, and social crises.

Keywords: Precipitation, Temperature, Dynamic Model, Land use, GEE.

Highlight

- Temperature and precipitation in the Karun catchment have had long-term changes.
- Land use has changed.

Extended Abstract

Introduction

The increasing world population, greenhouse gases emission, and land use changes through dam construction, deforestation, desertification, etc., have caused changes in the climate system. These changes can be effective along with positive feedback on the natural ecosystems and the activity of human societies. Precipitation and temperature are important elements of climate. Precipitation and air temperature are important elements of climate. The change of these two elements can have a significant impact on the changes of other environmental components, including changes in land use. In this study, the temperature and precipitation trend in the Karun

♦ The current article is taken from the doctoral thesis of the first author entitled "Explanation of the effect of some atmospheric processes (rainfall and evaporation) and land use on the amount of water in the Karun Bozor watershed" which was defended in Zanjan University under the guidance of the second author and the advice of the third author.

* Corresponding Author: robab.razmi@gmail.com

basin has been investigated. Then, the possible relation among these changes, temperature, and precipitation was evaluated by examining the decade-long changes in land use.

Methodology

To achieve the objectives of the research, two types of data including ground data and satellite data were used. GEE system was used to monitor land use changes on the surface of the earth using Landsat satellite images. Also, Kendall's test was used to identify the trend of climatic elements. To detect the land use changes, the classification algorithm of minimum distance from the mean was used. Using the dynamic model, the changes in the time series of users were evaluated.

Results and discussion

The fluctuations and multiple collisions of Mann-Kendall diagrams showed that precipitation has varying behavior. Changes can be seen in mountain basins such as sub-basins 2, 3, and 4. As the height decreases, the amount of fluctuations is significantly reduced. This shows that height has an influential role in the rainfall changes in the region. The results of classification showed that considerable variation has occurred in subbasins land use. Most changes have been related to changes in water levels, arid regions, and forests. The impact of human activity, including afforestation and the development of hydroponics, the conversion of pastures into agricultural lands, increases the risk of floods, fires, soil erosion, and the entry of polluting substances into water sources.

Conclusion

In the Karun basin, the decrease in rainfall over time has had a destructive effect on the reduction of forests, pastures, water levels and water agriculture in the region. So that during the last decade, the amount of destruction of forests and pastures has reached its peak and more is devoted to dryland farming. Also, the occurrence of these changes has led to an increase in the extent of arid areas in the region over time and has reached the maximum possible extent in recent years. In the Karun basin, taking into account that the area under cultivation of irrigated crops has increased and the amount of water in the region has decreased over time, it can be expected that the huge amount of water demand for irrigated cultivation and the lack of water will lead to water stress in the future. The increase in cultivation areas has been in line with the destruction of forests to be used in the agricultural sector. Therefore, from year to year, the extent of forests in the Karun region has decreased.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

The authors contribute equally to the conceptualization and writing of the article. All authors approved the content of the article submitted for review and agree on all aspects of the work.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

Citation:

Razmi, R., Asakereh, H., and Masoodian, S. A. (2023). An Explanation of the Impact of Changes in climate elements on the land use changes in the Karoon River Basin. *Geographical Studies of Coastal Areas Journal*, 4 (11), pp. 69-89. DOI:10.22124/gscaj.2023.22236.1161

Copyrights:

Copyright for this article are retained by the author(s), with publication rights granted to *Geographical studies of Coastal Areas Journal*. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



تبیین تأثیر تغییر عناصر اقلیمی بر تغییرات کاربری‌های سطح زمین در زیر حوضه‌های حوضه آبریز کارون

رباب رزمی^{۱*}، حسین عساکره^۲، سید ابوالفضل مسعودیان^۳

۱. دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۲. استاد گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۳. استاد گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

DOI: 10.22124/gscj.2023.22236.1161

DOR: 20.1001.1.27831191.1401.3.4.4.9

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۲/۲۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۷/۱۹

چکیده

تغییر اقلیم پدیده‌ای است که بررسی همه‌جانبه آن نیازمند بررسی طولانی‌مدت عناصر مختلف اقلیمی نظیر دما، بارش، تبخیر، رطوبت و ... می‌باشد. بارش و دما از عناصر مهم آب و هوایی هستند که تغییر آنها می‌تواند تأثیر بسزایی در تغییرات سایر اجزا محیطی از جمله تغییرات کاربری‌های سطح زمین داشته باشد. می‌توان گفت تغییر پوشش سطح زمین، ارتباط مستقیمی با تغییر اقلیم جهانی دارد. بر این اساس در تحقیق حاضر تلاش شده است که تغییرات طولانی مدت دما و بارش در حوضه آبریز کارون و سپس ارتباط احتمالی این تغییرات با تغییرات کاربری‌های سطح زمین مورد بررسی قرار گیرد. لذا داده‌های دما و بارش روزانه از ۱۵۲ ایستگاه همدید و باران سنجی از سال ۱۹۷۲ تا ۲۰۱۴ تهیه شده و نقشه‌های روزانه آنها با اندازه یاخته‌های 4×4 کیلومتر با استفاده از تکنیک میان‌بازی کریجینگ تولید شد. به دلیل تنوع اقلیمی و مکانی موجود در کارون، حوضه آبریز به ۱۲ زیرحوضه کوچک‌تر تقسیم شد. سپس با استفاده از کد نویسی در سامانه گوگل ارث انجین GEE و با بهره‌گیری از داده‌های رقومی ماهواره‌های سری لندست ۵، ۷ و ۸ سنجنده‌های TM و OLI/TIRS، نقشه‌های کاربری اراضی با محاسبه میانگین هر کاربری استخراج گردید. با استفاده از الگوریتم حداقل فاصله از میانگین طی دوره‌های چند ساله (۱۹۸۷-۱۹۹۷-۲۰۰۷-۲۰۱۸) طبقه‌بندی تصاویر انجام شد. برای پایش تغییرات زمانی کاربری‌های اراضی نیز از مدل پویایی کاربری‌ها بهره گرفته شد. همچنین برای بررسی رفتار طولانی مدت دما و بارش از آزمون من کندانال بهره گرفته شد. سپس تغییرات زمانی این عناصر و هم زمانی این تغییرات با تغییرات کاربری‌های اراضی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که از بین دو عنصر اقلیمی مورد مطالعه، بارش، بیشترین تأثیر را بر تغییر کاربری‌های سطح زمین، به ویژه در حوضه‌های مرتفع کارون داشته است. همچنین کاهش بارش طی زمان به همراه تأثیر عوامل انسانی، تأثیر مخربی روی تغییرات نوع کاربری‌ها به ویژه کاهش سطح جنگل‌ها، مراتع، سطوح آبی و کشاورزی آبی منطقه داشته است. بررسی روند دما نیز نشان داد که با وجود نوساناتی که در رفتار دما دیده می‌شود اما این تغییرات جزئی بوده و نسبت به بارش، تأثیر چندانی در تغییرات کاربری‌های سطح زمین نداشته است.

واژگان کلیدی: بارش، دما، شاخص پویایی، کاربری اراضی، کارون، GEE.

نکات برجسته:

- دما و بارش در حوضه آبریز کارون تغییرات طولانی مدت داشته است.
- کاربری‌های سطح زمین دچار تغییرات شده است.

۱. مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول با عنوان «تبیین تأثیر برخی فرآیندهای جوی (بارش و تبخیر) و کاربری اراضی بر میزان آبدهی حوضه آبریز کارون بزرگ» می‌باشد که به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه زنجان دفاع شد.

* نویسنده مسئول: robab.razmi@gmail.com

۱. مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت جهانی، گسیل گازهای گلخانه‌ای، تغییر کاربری زمین از طریق سدسازی، جنگل زدایی، بیابان‌زایی و... باعث دگرگونی‌هایی در سیستم اقلیم شده است (عساکره، ۱۳۸۶: ۲۸). این دگرگونی‌ها و گرمایش جهانی حاصل از فعالیت‌های انسانی طی سالیان اخیر، امروزه به یکی از پیچیده‌ترین مسائل پیش روی بشر تبدیل شده‌اند (Liu and et al, 2017: 1). در این زمینه عناصر، پدیده‌ها و رویدادهای اقلیمی تغییراتی آشکار را به شکل افزایش بسامد فرین‌های اقلیمی (نظیر طوفان‌های سهمگین، مخاطرات طبیعی)، ذوب شدن یخچال‌های قطبی، افت سطح آب‌های زیرزمینی، آتش‌سوزی‌های طبیعی و... تجربه می‌کنند. به‌عنوان مثال می‌توان کاهش سطح یخ‌پوشان در منطقه هیمالیا (Henry, 2012)، افزایش طوفان‌های تگرگ در استرالیا و اروپا همچنین کاهش آن در شرق آسیا و شمال امریکا (Raupach et al, 2021) افزایش شدت وقوع بارش‌های سنگین و وقوع سیلاب‌های سهمگین (Tabari, 2020)، افزایش دمای حداقل، مثل خوزستان در ایران (دشت‌بزرگی و همکاران، ۱۳۹۴) و موارد بسیاری از این مخاطرات اقلیمی اشاره کرد.

تغییراتی که در بالا از آنها یاد شد می‌توانند توأم با بازخورد مثبت بر زیست بوم‌های طبیعی و فعالیت جوامع انسانی مؤثر افتند (Chatterjee et al, 2014: 64). برای مثال بارش و دمای هوا از عناصر مهم آب و هوایی هستند که تغییر این دو عنصر، می‌تواند تأثیر بسزایی در تغییرات سایر اجزا محیطی از جمله تغییرات کاربری‌های سطح زمین داشته باشد. از منظری دیگر می‌توان استنباط کرد که تغییر پوشش سطح زمین، ارتباطی مستقیم با تغییر اقلیم جهانی، تکامل محیط اکولوژیک و روابط متقابل انسان و محیط زیست دارد. تغییرات اقلیمی و کمبود منابع به‌عنوان خطرات و تهدیدهایی تلقی می‌شوند که مشکلات اجتماعی مانند فقر، بی‌عدالتی، ناامنی اجتماعی، خشونت، تروریسم یا جنگ داخلی را تشدید می‌کنند. زمین و کاربری‌های اراضی به‌عنوان یکی از فراوان‌ترین و در عین حال مورد مناقشه‌ترین منابع در سطح جهان مطرح می‌باشند (Froese and Janpeter, 2019: 25). در سال ۲۰۱۴، هیئت بین‌دولتی تغییرات اقلیمی (IPCC) برای اولین بار، فصلی را در مورد امنیت انسانی در پنجمین گزارش ارزیابی خود گنجانده. بدین ترتیب اذهان جهانی را به این واقعیت جلب کرد که تغییرات آب و هوایی باعث کاهش سطح معیشت میلیون‌ها نفر در سراسر جهان شده است (Adger, 2014). تغییرات اقلیمی ممکن است به صورت محلی یا جهانی به شکل تغییر دما و الگوهای بارندگی خودنمایی کنند اما، تغییرات زمین نه تنها از طریق پدیده‌های طبیعی بلکه از طریق دخالت انسانی هم ایجاد می‌شود (بارنت و همکاران، ۲۰۱۰، ۵۲). لذا می‌توان گفت کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر مؤثر بر تغییرات پوشش سطح زمین است (Meyer and Turner, 1996: 238).

کاربری اراضی در مفهوم کلی آن به نوع استفاده از زمین در وضعیت موجود گفته می‌شود که در برگیرنده تمامی کاربری‌ها در بخش‌های مختلف کشاورزی، منابع طبیعی و صنعت می‌شود (سلاجقه و همکاران، ۱۳۹۰: ۸۷). بنابراین، نه تنها تغییرات اقلیمی بر کاربری زمین تأثیرگذار است بلکه تغییرات کاربری سطح زمین نیز تأثیر متقابلی بر تغییرات محیطی و اقلیمی سطح زمین می‌گذارد. به‌عنوان مثال مطالعه ژانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۴) نشان‌دهنده اثر تغییر اقلیم و تغییر کاربری‌های اراضی بر میزان بهره‌برداری از زمین‌های اطراف رودخانه یانگ تسه دارد. همچنین مطالعه وو^۲ و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که تغییر اقلیم و تغییر کاربری‌های اراضی روی تغییرات جنگل‌های جنوبی چین بسیار مؤثر بوده است. از طرف دیگر مطالعه بر کمز^۳ و همکاران (۲۰۱۹) نشان‌دهنده اثر تغییر کاربری‌های سطح زمین بر اقلیم منطقه ای و محلی در غرب اروپا می‌باشد. شایان ذکر است که این فرایندهای متداخل اقلیم - کاربری زمین در سطح جهانی موجب تکوین فرم‌های مختلفی شده است. به‌عنوان مثال می‌توان به تأثیر کاربری اراضی روی تغییر دمای سطح زمین (کیو^۴ و همکاران، ۲۰۱۳، کایت^۵ و همکاران، ۲۰۱۶)، تغییر زیست بوم منطقه (بیرو^۶ و همکاران، ۲۰۱۳)، تغییر در میزان ذخایر آبی، تأثیر بر کیفیت آب رودخانه‌ها (پیلگریم^۷ و همکاران، ۲۰۱۴) و تغییر در اکوسیستم مناطق مختلف و موارد متعدد دیگری اشاره کرد.

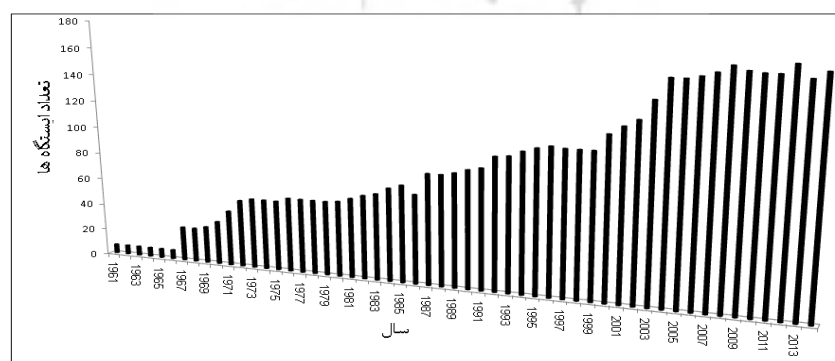
1. Zhang
2. Wu
3. Berckmans
4. Qu
5. Kayet
6. Biró
7. Pilgrim

با عنایت به آنچه گفته شد، میزان پایداری منابع طبیعی به صورت مستقیم و (یا) غیر مستقیم با پوشش سطحی اراضی مناطق مختلف ارتباط دارد (محمد اسماعیل، ۱۳۸۹: ۸۲) از این رو حفظ هماهنگی بین منابع پایدار و نیازهای اجتماعی-اقتصادی نیازمند شناخت و مطالعه پوشش زمین و کاربری اراضی می باشد. به عنوان مثال نتایج مطالعه لیوبیم سوا^۱ و همکاران (۲۰۰۵)، ژائو^۲ و همکاران (۲۰۱۱)، داوودی راد و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد که پایش و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پدیده‌های سطح زمین، پایه‌ای ضروری برای درک بهتر روابط و برهم کنش پدیده‌های انسانی و طبیعی فراهم می کند. در تحقیق حاضر تلاش شده است ابتدا تغییرات طولانی مدت دما و بارش در حوضه آبریز کارون مورد بررسی قرار گیرد. سپس با بررسی تغییرات دهه‌ای کاربری‌های سطح زمین در این منطقه، ارتباط احتمالی بین این تغییرات و دما و بارش مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

۲. روش پژوهش

۲.۱. داده‌های تحقیق

به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، از دو نوع داده شامل داده‌های زمینی و داده‌های ماهواره‌ای استفاده شد. داده‌های ایستگاه‌های زمینی: داده‌های ایستگاهی شامل داده‌های دما و بارش منطقه می باشد که به صورت روزانه از ۳۶ ایستگاه همدید وابسته به سازمان هواشناسی کشور و ۱۲۴ ایستگاه باران سنجی از وزارت نیرو از سال ۱۹۷۲ تا ۲۰۱۴ تهیه شد. شایان ذکر است که سال شروع دوره آماری همه این ایستگاه‌ها از سال ۱۹۷۲ نبوده است. همان طور که در شکل ۲ دیده می شود، تا سال ۱۹۹۰ کمتر از ۹۰ ایستگاه در منطقه موجود بوده و روند ساخت ایستگاه‌ها بعد از سال ۲۰۰۰ شدت بیشتری گرفته است. لذا با توجه به تکنولوژی بکار رفته در ایستگاه‌ها و تعداد بیشتر ایستگاه‌های موجود، به داده‌هایی که بعد از این سال‌ها به دست آمده اند می توان اعتماد بیشتری کرد. با این حال، برای بهره مندی بهینه از داده‌های موجود، پس از گردآوری داده های خام، همه آنها به لحاظ کمی و کیفی مورد بررسی قرار گرفتند. بدین صورت که داده‌های هر کدام از ایستگاه‌ها به صورت جداگانه و روزانه به لحاظ کمبود و نبود داده‌ها، داده‌های پرت، و کفایت طول دوره آماری مورد بررسی قرار گرفت. اگر داده‌های ایستگاه‌های قدیمی و ایستگاه‌های جدید در منطقه موجود بودند تلاش گردید از ترکیب داده های دو ایستگاه بهره گرفته شود. یا اگر ایستگاه های باران سنجی و همدید کنار هم بودند مبنا بر استفاده از ایستگاه های همدید قرار گرفت. در نهایت تعداد ایستگاه هایی که در ابتدای مطالب ارائه شده است انتخاب گردید. در نهایت اندازه یاخته‌ها براساس روش میانگین شناور و آزمون - خطا با روش‌های مختلف محاسبه گردید. در نهایت نقشه‌های روزانه دما و بارش با اندازه یاخته‌های 4×4 کیلومتر با استفاده از تکنیک میان‌یابی کریجینگ به عنوان روش بهینه میان‌یابی (عساکره، ۱۳۸۶: ۱۴۹) تولید شد. پس از تهیه نقشه برای هر روز، مقادیر متغیرهای مورد نظر به صورت سالانه برای هر کدام از زیرحوضه‌ها محاسبه گردید. در نهایت روند طولانی مدت متغیرها محاسبه شد. می دانیم که به دلیل کم بودن تعداد ایستگاه‌ها در اوایل دوره (قبل از سال ۱۹۹۰) طبیعتاً خطای میان‌یابی نیز بیشتر می باشد که تلاش گردید با انتخاب ایستگاه‌های با طول دوره آماری مناسب و با داده های همگن این نقیصه جبران گردد.

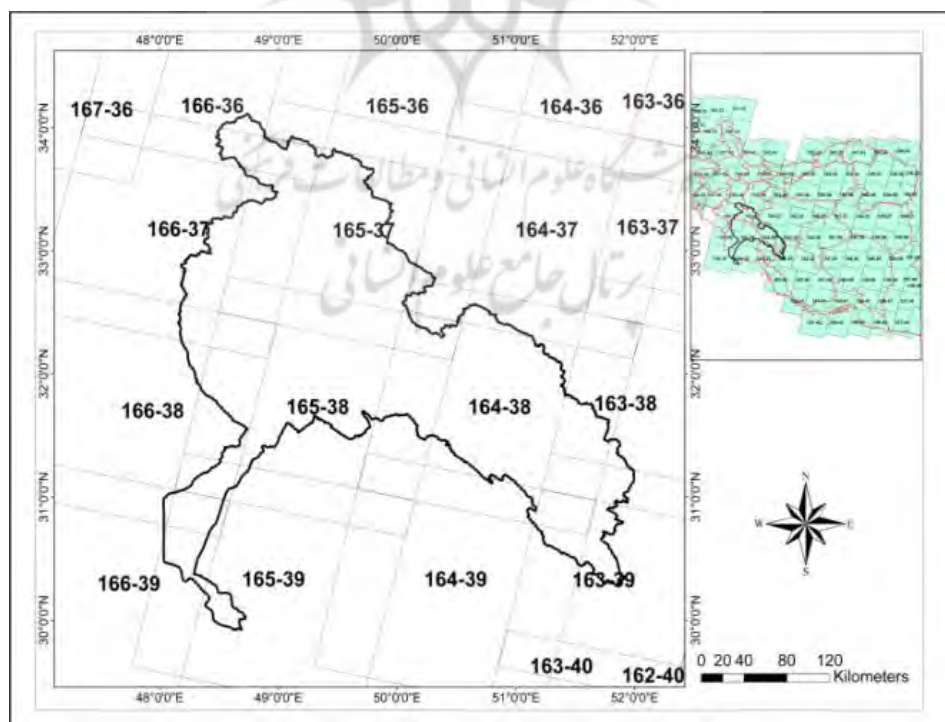


شکل ۲: تعداد ایستگاه‌های موجود در منطقه بر حسب زمان

1. Lioubimtseva
2. Zhao

حوضه آبریز کارون به دلیل گستردگی زیاد و دارا بودن خاصیت لانه‌گزینی، دارای ویژگی‌های متنوع اقلیمی و مکانی است. لذا این حوضه آبریز به ۱۲ زیرحوضه کوچک‌تر تقسیم‌بندی شده است. موقعیت این زیرحوضه‌ها در کارون در شکل ۱ ارائه شده است. نتایج این تقسیم‌بندی کمک کرد تا تحلیل مناسبی از وضعیت تغییرات کاربری‌ها و تغییر عناصر اقلیمی در منطقه داشته باشیم. داده‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای: در این پژوهش تغییر کاربری‌های سطح زمین طی دوره آماری ۴۰ ساله (۱۹۷۸-۲۰۱۸) در حوضه آبریز کارون مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج طبقه‌بندی کاربری‌ها طی ۴ دوره یعنی سال‌های (۱۹۷۸-۱۹۸۷)، (۱۹۸۸-۱۹۹۷)، (۱۹۹۸-۲۰۰۷) و (۲۰۰۸-۲۰۱۸) در شکل‌های ۶ نشان داده شده است. داده‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای: در این پژوهش تغییر کاربری‌های سطح زمین طی دوره آماری ۴۶ ساله (۱۹۷۲-۲۰۱۸) در حوضه آبریز کارون مورد ارزیابی قرار گرفت. از آنجا که هدف تقسیم دوره به چند دوره ده ساله بود لذا دوره داده‌های اقلیمی با دوره داده‌های ماهواره‌ای متفاوت شده است. شایان ذکر است که هم به دلیل تفاوت زمانی برداشت تصاویر در هر زیرحوضه و هم به دلیل اینکه یک فیلتر ابری ۱۵ درصدی برای انتخاب تصاویر در نظر گرفته شده است لذا تعداد تصاویری که در هر زیرحوضه برای طبقه‌بندی استفاده شده است متفاوت می‌باشد. شایان ذکر است که به دلیل کم بودن تعداد تصاویر لندست در اوایل دوره، با بررسی تعداد تصاویر موجود، ابتدای دوره جهت طبقه‌بندی سال ۱۹۷۸ در نظر گرفته شد. و بعد از آن، کل دوره به ۴ دوره ده ساله تقسیم گردید و استخراج کاربری‌های اراضی برای این دوره ها انجام شد.

جهت استخراج تغییرات کاربری‌های زمین در زیر حوضه‌های کارون، از داده‌های رقومی ماهواره‌ای سری لندست ۵، ۷ و ۸ سنجنده‌های TM و OLI/TIRS استفاده شده است. مشخصات سنجنده‌های مورد استفاده در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد. همچنین در شکل ۳ مسیرهای عبور ماهواره لندست جهت تصویر برداری از ایران و حوزه آبریز کارون نشان داده شده است. از آنجا که وسعت زیرحوضه‌های کارون متفاوت می‌باشد لذا تعداد تصاویری که برای هر زیرحوضه در دسترس بود متفاوت می‌باشد. مجموعه تصاویر این ماهواره که طی چهار دهه جمع‌آوری شده است اطلاعات منحصر به فردی در زمینه‌های کشاورزی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی، تغییرات جهانی و ... در اختیار محققین قرار می‌دهد. به علت قدمت این تصاویر هر گاه هدف مطالعه کشف تغییرات پدیده‌ها در زمان‌های گذشته باشد از این تصاویر استفاده می‌شود (رسولی، ۱۳۹۳: ۵۸). کل تصاویر مورد استفاده برای استخراج کاربری‌های اراضی در زیرحوضه‌های کارون در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۳. مسیرهای عبور ماهواره لندست از حوضه آبریز کارون

جدول ۱. مشخصات سنجنده‌های ماهواره‌های لندست مورد استفاده

ماهواره	سنجنده	ترکیب باند طیفی (محدوده طیفی)	قدرت تفکیک مکانی	تاریخ
لندست ۵	TM	۳-۴ (قرمز و مادون قرمز نزدیک)	۳۰ متر	۱۹۹۷-۱۹۸۴
لندست ۷	ETM+	۳-۴ (قرمز و مادون قرمز نزدیک)	۳۰ متر	۲۰۰۷-۱۹۹۸
لندست ۸	OLI/TIRS	۴-۵ (قرمز و مادون قرمز نزدیک)	۳۰ متر	۲۰۱۸-۲۰۱۳

جدول ۲. تعداد تصاویر مورد استفاده جهت استخراج نقشه‌های کاربری اراضی زیرحوضه‌ها در طول دوره مورد مطالعه

زیرحوضه‌ها	تعداد تصاویر لندست ۵	تعداد تصاویر لندست ۷	تعداد تصاویر لندست ۸
زیرحوضه ۱	۳۱۲	۳۲۴	۳۶۸
زیرحوضه ۲	۱۵۰	۸۴	۹۰
زیرحوضه ۳	۴۲۷	۲۵۲	۲۶۳
زیرحوضه ۴	۶۷۸	۴۱۸	۳۵۸
زیرحوضه ۵	۴۲۹	۲۵۱	۲۴۴
زیرحوضه ۶	۴۲۷	۲۵۱	۲۴۴
زیرحوضه ۷	۵۵۹	۳۰۶	۳۱۱
زیرحوضه ۸	۵۸۰	۳۳۵	۴۰۵
زیرحوضه ۹	۳۰۴	۱۳۳	۲۲۱
زیرحوضه ۱۰	۵۷۷	۳۲۳	۳۲۴
زیرحوضه ۱۱	۵۹۹	۳۱۲	۳۳۵
زیرحوضه ۱۲	۷۲۴	۴۰۷	۴۱۲

برای پایش تغییرات کاربری اراضی سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، از سامانه گوگل ارث انجین GEE بهره گرفته شد. گوگل ارث انجین (GEE) یک بستر مبتنی بر داده‌های ابری است که دسترسی به منابع محاسباتی با کارایی بالا را برای پردازش داده‌های جغرافیایی حجیم آسان می‌سازد. مهم‌ترین ویژگی این سامانه، عدم نیاز به سخت افزار پیشرفته و دسترسی آنلاین به پایگاه داده‌های سازمان فضایی اروپا و آمریکا و بسیاری پایگاه‌های اطلاعاتی دیگر است (Shelestov et al, 2017: 4). برای پایش تغییرات کاربری‌ها از تصاویر بازتاب زمین (SR) Surface reflectance ماهواره های لندست استفاده شده است. چرا که در این تصاویر، تأثیر اتمسفر از جمله پراکنش گرد و غبار و پوشش‌های ابری نازک تصحیح شده است (Wahap and Shafri, 2020: 4).

در پژوهش حاضر ابتدا مرز منطقه روی نقشه جهانی انطباق داده شد. سپس با استفاده از کدنویسی در محیط GEE که با الگوریتم مربوط به همین محیط نوشته می‌شود، ابتدا برای هر کدام از کاربری‌ها، نمونه‌های تعلیمی انتخاب شد. بدین منظور برای هر کدام از طبقات بیش از ۱۵۰ نمونه اختیار و به نرم افزار معرفی شد. در این بین برای اطمینان از صحت انتخاب نمونه‌ها، از نرم افزار Google Earth و همچنین میزان ضریب کاپا بهره گرفته شد. در نهایت نقشه‌های کاربری اراضی با محاسبه میانگین هر کاربری طی دوره‌های چند ساله (۱۹۸۷-۱۹۹۷-۲۰۰۷-۲۰۱۸) استخراج و برای مرحله پردازش در محیط ArcGIS آماده شد.

۲.۱.۱. تحلیل تغییر عناصر اقلیمی: تغییرات کاربری اراضی از قبیل زمین‌های کشاورزی، چراگاه‌ها، جنگل‌ها و مراتع در مقابل سایر کاربری‌ها، حساسیت بیشتری نسبت به تغییر اقلیم دارند (Meyer and Turner, 1996: 237). درک این حساسیت مستلزم شناخت کاملی از وضعیت اقلیمی است که روی کاربری‌ها اثر مستقیم و غیر مستقیم می‌گذارند.

به طور کلی رفتار عناصر اقلیمی در سه شکل روند، نوسان و افت و خیز مشاهده می شود. ردیابی این گونه رفتارها ما را در شناخت بیشتر تغییرات اقلیمی یاری می رساند. در تحقیق حاضر روند تغییرات عناصر اقلیمی دما و بارش به عنوان مهم ترین عناصر مؤثر بر کاربری ها مورد بررسی قرار گرفت. روش های مختلفی برای بررسی روند سری های وجود دارد. از آن جا که روش من کنдал (Kendall and Man, 1975) یکی از روش های معتبر و بسیار پر کاربرد در حیطه آشکارسازی روند در سری های زمانی است و از آن جا که به وسیله سازمان جهانی هواشناسی (Mitchell et al, 1999) توصیه شده است، در این تحقیق از آزمون آماری من کنдал برای شناسایی روند عناصر اقلیمی بهره گرفته شد. برای بدست آوردن آزمون من کنдал آماره های $U(t_i)$ و $U'(t_i)$ ترسیم شد. برای بدست آوردن مقادیر $U(t_i)$ از معادله زیر استفاده می شود (Chatterjee et al, 2014: 66):

$$U(t_i) = \frac{t_i - E(t_i)}{\sqrt{\text{var}(t_i)}}$$

برای تعیین زمان وقوع تغییر، لازم است که علاوه بر $U(t_i)$ مولفه $U'(t_i)$ هم محاسبه شود. $U'(t_i)$ نیز به همان طریق $U(t_i)$ بدست می آید با این تفاوت که محاسبات به حالت معکوس در سری های زمانی انجام می شود. اگر دنباله و در نقطه شروع پدیده در خارج از محدوده ± 1.96 (سطح معنی داری ۵ درصد) هم دیگر را قطع کنند این امر نشان دهنده جهش در آن نقطه می باشد. اگر $U > +1.96$ باشد نشان دهنده روند مثبت و اگر $U > -1.96$ باشد نشان دهنده روند منفی است (معروف نژاد و قاسمی، ۱۳۹۵: ۱۵۷).

۲.۱.۲. بررسی تغییر کاربری های زمین: انتخاب روش و الگوریتم برای بازیابی و کشف تغییرات کاربری اراضی اقدامی مهم و اساسی است. الگوریتم طبقه بندی حداقل فاصله از میانگین، روشی است پیکسل پایه، که در آن در گام اول مقادیر میانگین طیفی در هر باند و برای هر کلاس تعیین می شود. پس از مشخص شدن پیکسلی که میانگین ارزش طیفی نمونه های انتخابی هر طبقه را به خود اختصاص داده است، فاصله ی هر پیکسل طبقه بندی نشده با پیکسل های میانگین مقایسه می شود و سپس پیکسل مدنظر به کلاسی اختصاص می یابد که کمترین فاصله را با میانگین دارد (علوی پناه، ۱۳۹۲: ۳۰۹). در تحقیق حاضر جهت طبقه بندی تصاویر از الگوریتم حداقل فاصله از میانگین استفاده شد. طبقه بندی تصاویر در شش گروه انجام شده و برای هر کدام از طبقات بیش از ۲۰۰ نمونه تعلیمی برداشت شد. تعداد تصاویر استفاده شده برای هر زیرحوضه جهت انجام طبقه بندی در جدول ۲ ارائه شده است. طبقات شامل سطوح آب، مناطق شهری، اراضی بایر، سطح مرتع، جنگل، سطوح برف پوشان، سطوح انحرالی، کشاورزی آبی، کشاورزی دیم، باغات می باشند.

هر طبقه بندی نیازمند ارزیابی صحت و دقت طبقه بندی می باشد. در این تحقیق برای ارزیابی دقت طبقه بندی از ضریب کاپا بهره گرفته شد. ضریب کاپا دقت طبقه بندی را نسبت به یک طبقه بندی کاملاً تصادفی محاسبه می کند. برآوردهای کاپا، با استفاده از عناصر ماتریس خطا عبارت است از (Jensen, 2015: 570):

$$\hat{k} = \frac{N \sum_{i=1}^k X_{ii} - \sum_{i=1}^k (X_{i+} X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^k (X_{i+} X_{+i})}$$

که در آن N تعداد کل پیکسل های واقعیت زمینی، k تعداد ردیف های ماتریس خطا، X_{ii} تعداد مشاهدات در ردیف i ام و ستون i ام، X_{i+} مجموع عناصر سطر i ام و X_{+j} مجموع عناصر ستون j ام هستند. بر اساس نظر جنسن ۲۰۱۵، طبقه بندی که میزان دقت آن در ضریب کاپا بیش از ۰.۸۵ باشد طبقه بندی بسیار مناسبی می باشد. طبقه بندی که ضریب کاپا بین ۰.۴ و ۰.۸ باشد طبقه بندی قابل قبول و اگر کمتر از ۰.۴ باشد طبقه بندی از دقت کافی برخوردار نخواهد بود (Jensen, 2015: 570). بررسی میزان صحت نقشه های کاربری اراضی زیرحوضه های آبریز کارون در جدول ۳، نشان دهنده دقت بالای تفکیک کاربری های مختلف در سال های مورد مطالعه بود به طوری که ضریب کاپای محاسبه شده در کلیه سال های مورد مطالعه بیش از ۸۰ درصد بدست آمده است.

جدول ۳. مقادیر ضرایب کاپا برای نقشه‌های کاربری اراضی در سال‌های مختلف در هر زیرحوضه

ضریب کاپا	بارز	بیدله	ارمند	بهشت آباد	مرغک	عباس پور	سپید دشت	تنگ پنج	دشت بزرگ	بامدژ	اهواز	گتوند
۱۹۸۷	۰/۸۵۶	۰/۸۴۵	۰/۸۱۵	۰/۸۱۱	۰/۸۱۰	۰/۸۲۶	۰/۸۰۸	۰/۸۶۱	۰/۸۵۴	۰/۸۵۱	۰/۸۴۶	۰/۸۴۹
۱۹۹۷	۰/۸۴۵	۰/۸۷۷	۰/۸۴۹	۰/۸۳۰	۰/۸۰۳	۰/۸۳۵	۰/۸۳۳	۰/۸۷۸	۰/۸۶۵	۰/۸۷۳	۰/۸۹۱	۰/۸۵۶
۲۰۰۷	۰/۷۹۸	۰/۸۲۶	۰/۸۱۲	۰/۸۲۵	۰/۸۰۱	۰/۸۱۹	۰/۸۲۷	۰/۸۳۱	۰/۸۱۴	۰/۸۲۱	۰/۸۳۶	۰/۸۴۷
۲۰۱۸	۰/۸۹۱	۰/۸۸۵	۰/۸۹۳	۰/۸۸۱	۰/۸۷۴	۰/۸۴۶	۰/۸۹۰	۰/۸۵۴	۰/۸۶۹	۰/۸۹۳	۰/۸۸۱	۰/۸۵۸

۳.۱.۲. پایش تغییرات کاربری‌های سطح زمین: یکی از راه‌ها برای پایش تغییرات زمانی کاربری اراضی، استفاده از مدل پویایی کاربری‌ها است. این مدل نه تنها می‌تواند نشان‌دهنده تغییر سری‌های زمانی کاربری‌ها باشد، بلکه می‌تواند وضعیت کلی تغییرات کاربری سطح زمین در مناطق مختلف و اختلاف درون منطقه‌ای را نیز تحلیل کند (Hui-yi, 2001: 308). این مدل بدین صورت نوشته می‌شود:

$$K = \frac{|U_a - U_b|}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

در این مدل K میزان تغییرات سالانه کاربری‌ها در طول دوره مورد مطالعه، U_a مقدار عددی تغییرات کاربری‌ها در سال ابتدای طول دوره آماری و U_b مقدار تغییرات در سال انتهایی دوره آماری و T طول دوره مورد مطالعه می‌باشد. به عبارتی دیگر در این روش از قدر مطلق نسبت سالانه تفاضل استاندارد شده اختلاف کاربری‌ها در ابتدا و انتهای دوره آماری بهره گرفته می‌شود. لذا در این بخش تنها شدت (بدون در نظر گرفتن جهت) تغییرات نمایان می‌شود.

۲.۲. محدوده مورد مطالعه

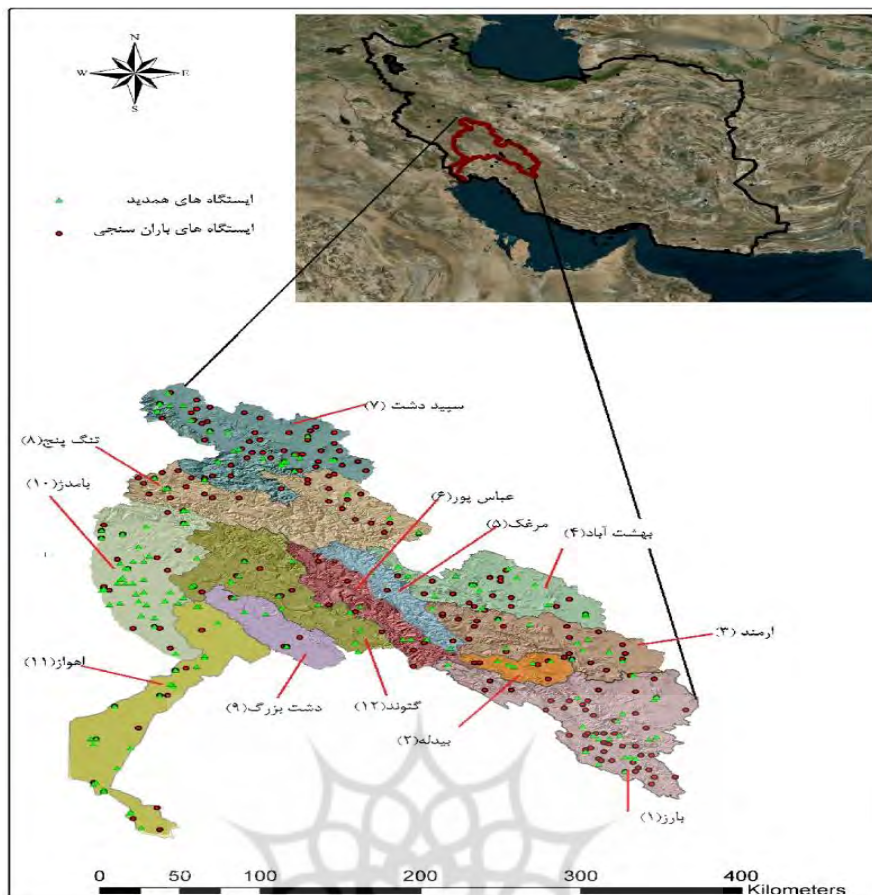
حوضه آبریز کارون بزرگ با وسعتی معادل ۶۷۱۱۲ کیلومتر مربع، در جنوب باختری ایران و بخش‌های وسیعی از استان‌های چهارمحال و بختیاری، خوزستان، کهگیلویه و بویراحمد، اصفهان، لرستان و همدان را پوشش می‌دهد. این حوضه با مختصات جغرافیایی زیر مشخص می‌شود:

(شکل ۱ الف):

$$N: 29^{\circ} 54' - 34^{\circ} 07'$$

$$E: 48^{\circ} 00' - 52^{\circ} 00'$$

موقعیت حوضه آبریز کارون و توزیع جغرافیایی زیرحوضه‌های آن در شکل ۱ قابل مشاهده است. رودخانه کارون بزرگ‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه کشور است که سرشاخه‌های اصلی آن از ارتفاعات زاگرس در استان‌های مجاور سرچشمه گرفته و به جلگه خوزستان وارد می‌شود. رودخانه کارون طیف وسیعی از ارتفاعات در اقلیم نیمه‌خشک را در بر گرفته است (Nourani and Mano, 2007: 3174). ۶۹ درصد از مساحت حوضه کوهستانی و ۳۱ درصد آن مناطق دشت و کوه پایه می‌باشد (Dehghani et al, 2015: 86). این رودخانه در مسیر خود آب مورد نیاز شهرها و روستاهای متعدد با جمعیتی بیش از ۳/۵ میلیون نفر (Yousefi, 2016: 56)، کارخانه‌های صنعتی و هزاران هکتار اراضی کشاورزی، مراکز پرورش ماهی و کشت و صنعت را تأمین می‌نماید.



شکل ۱. موقعیت حوضه و زیر حوضه های آبریز کارون در جنوب غرب ایران

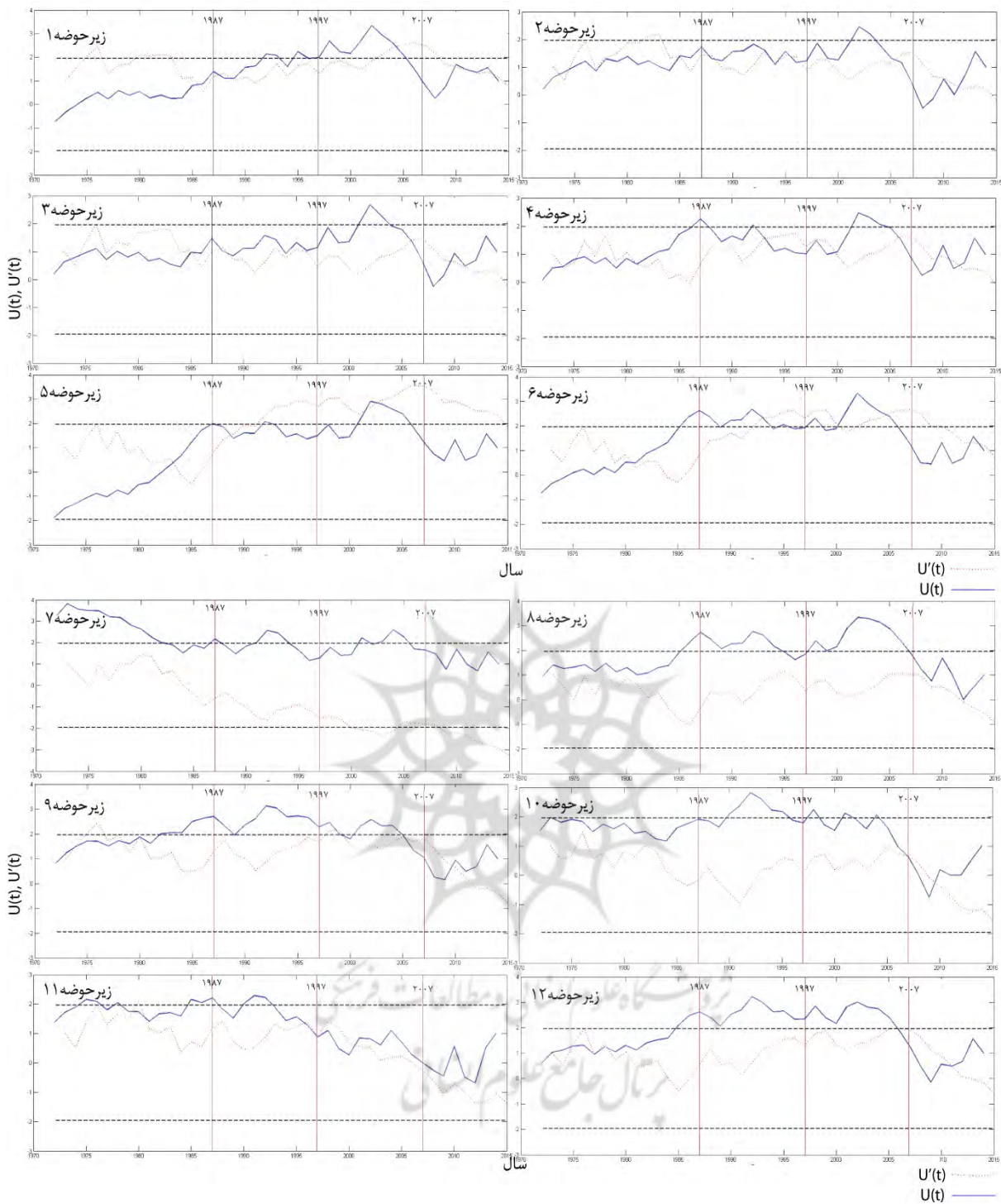
۳. یافته های پژوهش

۱.۳. تغییر عناصر اقلیمی

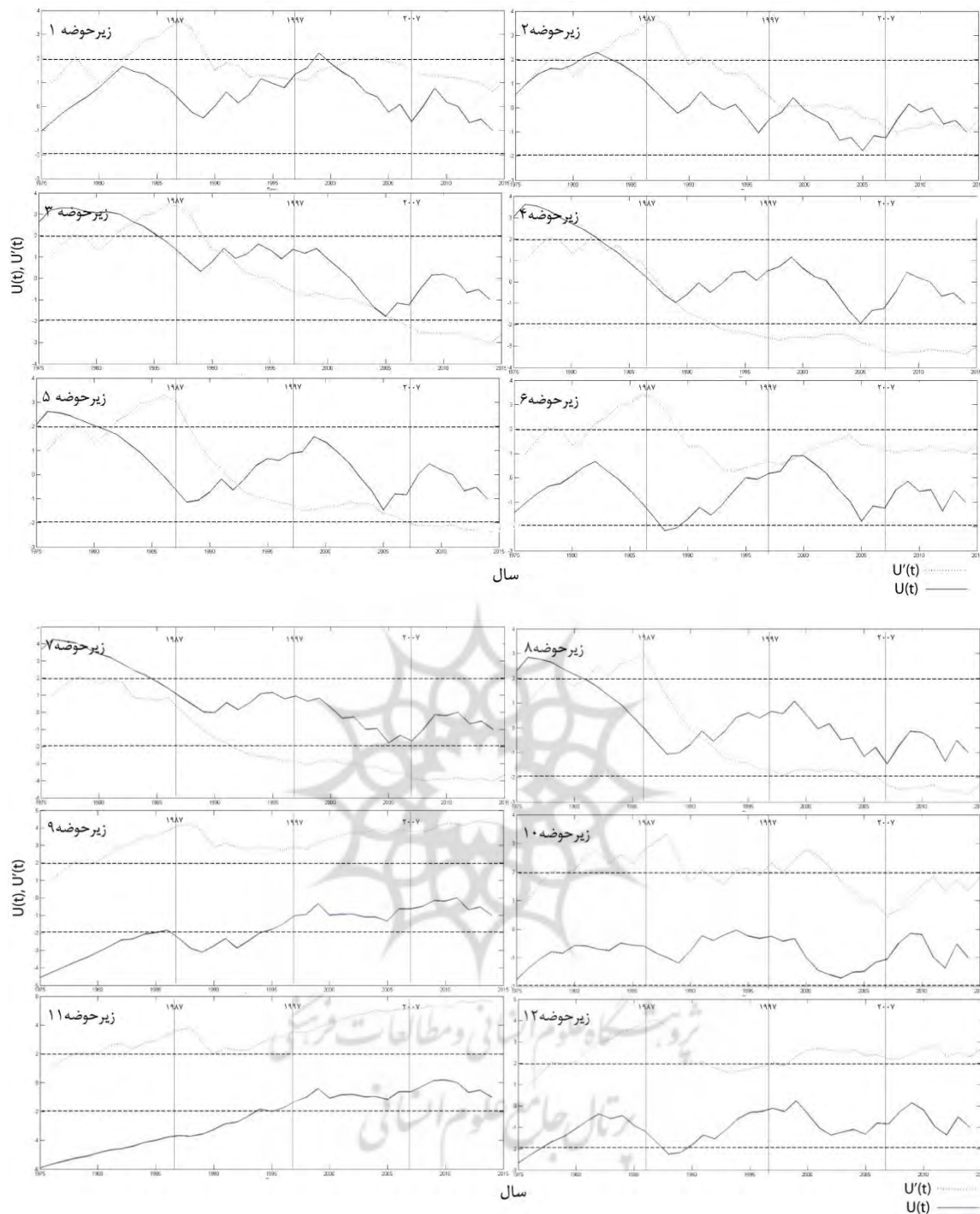
با استفاده از آزمون من کندال، روند و تغییرات طولانی مدت عناصر اقلیمی دما و بارش سالانه در زیرحوضه های کارون مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین جهت و سال شروع روند یا تغییر ناگهانی، ابتدا نمودارهای U, U' برای عناصر اقلیمی ترسیم شده و نتایج در شکل ۴ و ۵ ارائه شده است.

در این حوضه ها، برای بررسی تغییرات کاربری های سطح زمین، طول دوره آماری، به ۴ زیردوره تقسیم بندی شده است که سال های پایانی این دوره ها روی نمودارهای من کندال نشان داده شده است. هدف، این بوده است که تغییرات کاربری ها در ارتباط با تغییرات متغیرهای اقلیمی مورد ارزیابی قرار گیرد.

براساس این جدول و شکل ها، نوسانات و برخوردهای متعدد نمودارهای U, U' ، نشان می دهد که بارش رفتاری بسیار متغیر دارد. بیشترین تغییرات در حوضه های کوهستانی نظیر زیرحوضه های ۲ و ۳ و ۴ دیده می شود. با کاهش ارتفاع از میزان نوسانات به طور چشم گیری کاسته می شود. این امر نشان می دهد که ارتفاع نقش مؤثری در تغییرات بارش منطقه دارد. بارش در حوضه آبریز بارز (۱) قبل از سال ۱۹۸۶ روند مشخصی نداشته اما بعد از سال ۱۹۸۶ میل به افزایش نشان می دهد اما این افزایش معنی دار نیست. بعد از سال ۲۰۰۵ به صورت معنی داری کاهش می یابد. اشکال ارائه شده در شکل ۶ و تقسیم بندی هایی که در زیردوره ها انجام شده است (شکل ۴ و ۵) نشان می دهد که تغییرات عناصر اقلیمی در تغییر کاربری های اراضی به ویژه تغییرات سطوح آب نقش مؤثری داشته و در نتیجه به صورت غیر مستقیم باعث تغییر در اراضی تحت کشت آبی و دیم شده است. همان طور که در شکل ۷ مشاهده می شود در این زیرحوضه طی زمان، سطوح بایر کاهش یافته؛ در مقابل کشاورزی دیم افزایش قابل توجهی داشته است.



شکل ۴. تغییرات سالانه بارش در زیر حوضه‌های حوضه آبریز کارون



شکل ۵. تغییرات سالانه دما در زیرحوضه‌های حوضه آبریز کارون

مقایسه روند تغییرات بارش و دما در حوضه آبریز بارز نشان می‌دهد که دما و بارش طی چهار دوره تقریباً رفتاری عکس داشته‌اند. به ویژه از سال ۱۹۹۷-۲۰۰۷ این رفتار معکوس، چشم‌گیرتر بوده است. در طی این دوره با وجود اینکه همبستگی بین سطوح آبی و کشت دیم ۳۵ درصد است اما، آمار مربوط به وسعت سطوح (شکل ۶) نشان می‌دهد که با افزایش میزان آب و سطوح برفی موجود در منطقه، از گستره کشت دیم به میزان قابل توجهی کاسته شده است. در این دوره متوسط بارش نیز نسبت به دوره‌های قبل و بعد بیشتر بوده است. در جدول ۴ دیده می‌شود که میانگین بارش سالانه زیرحوضه ۱ از ۵۹۳/۷۸ میلی‌متر به بیش از ۶۶۷ تا ۷۹۰ میلی‌متر در این دوره رسیده است. اما در دهه آخر به شدت از این میزان کاسته شده است.

با توجه به شکل های ۵ و ۴، در حوضه آبریز بیدله (۲) با وجود اینکه دما در طول چهار دوره کاهش یافته است اما بارش تا سال ۱۹۹۷ نوساناتی تقریباً ثابت داشته است. اما بعد از ۱۹۹۸ کاهش زیادی نشان می‌دهد. در جدول ۴ نیز کاهش میانگین بارش در دوره‌های ذکر شده به طور آشکاری دیده می‌شود. به گونه ای که میانگین بارش از ۵۸۷ میلی متر به ۴۸۱ میلی متر رسیده است. از یک طرف با وجود کاهش بارش و از طرف دیگر کاهش سطح جنگل ها، مراتع، سطوح آبی و کشاورزی آبی منطقه و ارتباطی که بین این عوامل وجود دارد چنین به نظر می‌رسد که طی دهه اخیر فعالیتی‌های انسانی در کنار عوامل طبیعی مشترکاً باعث تخریب جنگل ها و مراتع و کاهش سطح آنها در منطقه شده است. این یافته‌ها به وضوح در شکل ۶ و ۷ قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۴. متوسط شرایط اقلیمی دما و بارش در زیرحوضه های کارون در زیردوره های تعیین شده

متغیر	بارش				دما			
	سال	۱۹۸۷	۱۹۹۷	۲۰۰۷	۲۰۱۴	۱۹۸۷	۱۹۹۷	۲۰۰۷
زیرحوضه ۱	۵۹۳/۷۸	۶۶۶/۹۹	۷۹۰/۴۹	۵۲۵/۴۴	۱۵/۹۶	۱۴/۹۴	۱۶	۱۵/۴۹
زیرحوضه ۲	۵۸۶/۰۷	۵۵۰/۸۴	۵۴۵/۵۹	۴۸۱/۱	۱۶/۶	۱۵/۲	۱۵/۵۵	۱۵/۶۳
زیرحوضه ۳	۵۴۴/۵۴	۵۳۹/۵۰	۶۰۱/۲۶	۴۵۰/۹۸	۱۵/۳۴	۱۳/۳۳	۱۳/۵۲	۱۳/۵۵
زیرحوضه ۴	۵۰۹/۴۶	۵۷۰/۳۷	۵۶۲/۶۶	۴۵۱	۱۴/۵۶	۱۱/۱۰	۱۱/۷۰	۱۱/۸۷
زیرحوضه ۵	۷۳۴/۶۴	۱۰۱۳/۶۲	۱۰۵۱/۵۴	۷۷۳/۹۷	۱۸/۶۲	۱۵/۳۷	۱۶/۳۱	۱۶/۲۱
زیرحوضه ۶	۷۱۰/۸۰	۹۰۲/۷۱	۹۰۴/۶۱	۶۴۳/۸۷	۲۰	۱۸/۵۶	۱۹/۹۶	۱۹/۷۷
زیرحوضه ۷	۶۷۱/۴۵	۵۵۴/۷۱	۵۴۷/۷۳	۴۳۶/۵۲	۱۸/۴۲	۱۴/۶۵	۱۵/۱۳	۱۵
زیرحوضه ۸	۸۰۵/۶۳	۸۴۳/۲۱	۸۴۵/۸۲	۶۱۵/۵۱	۱۹/۴۶	۱۶	۱۷	۱۶/۸
زیرحوضه ۹	۴۴۸	۴۸۵/۷	۴۶۵/۷	۲۹۹	۲۳/۰۹	۲۳/۲۵	۲۴/۳۹	۲۴/۵۳
زیرحوضه ۱۰	۵۱۰/۲۹	۵۱۲/۸۳	۵۱۸/۵۱	۳۴۰/۷	۲۳/۹۳	۲۳/۴۰	۲۳/۸۶	۲۳/۷۰
زیرحوضه ۱۱	۲۶۳/۲۵	۲۶۸/۳۳	۲۲۵/۸۸	۲۰۴/۲۸	۲۱/۲۳	۲۳	۲۵/۲۴	۲۴/۳۷
زیرحوضه ۱۲	۶۳۳/۳۴	۷۱۴/۳۴	۷۲۰/۹۸	۴۶۰/۱۱	۲۲/۳۵	۲۱/۵۹	۲۳	۲۲/۷

در حوضه‌های آبریز ۳ و ۴، بارش روند خاصی نداشته و در مقابل دما کاهش یافته است. در حوضه‌های آبریز ۵ و ۶ نیز ویژگی‌های بلند مدت عناصر اقلیمی عکس هم بوده است. این عمل عکس قبل از ۱۹۸۷ از شدت بالایی برخوردار می‌باشد به نحوی که بارش با شیب تندی افزایش یافته دما نیز کاهش داشته است. اما بعد از این دوره هر دو عنصر به گونه‌ای مخالف اما متعادل عمل کرده اند. در این دوره جنگل‌ها به دلیل وجود آب در بهترین حالت گسترده شده اند. اما بعد از آن کمبود بارش و افزایش مقطعی دما و از طرف دیگر دخالت‌های انسانی (افزایش کشاورزی و سطح شهر) باعث شده است که سطح جنگل کاهش شایانی داشته باشد.

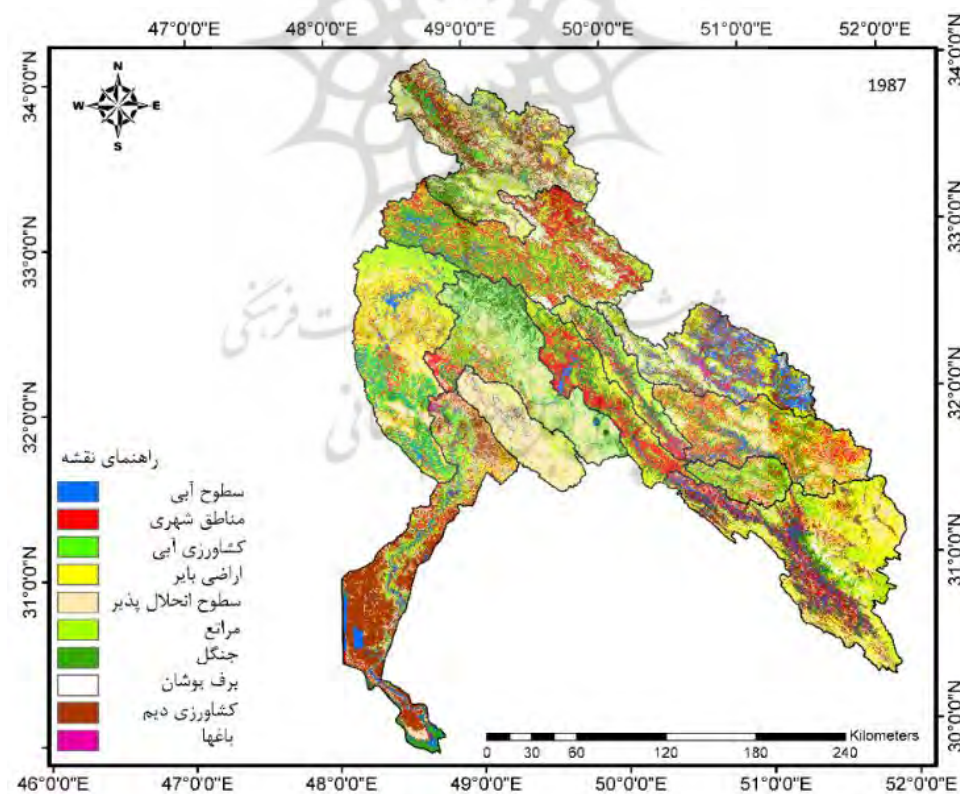
در حوضه های آبریز ۷ و ۸ عناصر اقلیمی در دهه اول هم سو عمل کرده اند و هر دو کاهش نشان می‌دهند (شکل‌های ۵ و ۴) اما بعد از ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۷ بارش تقریباً ثابت بوده و نوسان اندکی داشته است اما طی دهه آخر بر شدت نوسانات افزوده شده است. اما هیچ کدام از عناصر روند معنی دار آماری نداشته است. نقشه‌های کاربری حوضه آبریز ۷ نشان می‌دهند که در دوره سوم سطوح آبی افزایش پیدا کرده است و همچنین بر گستره کشت آبی، سطوح برف و وسعت جنگل‌ها افزوده شده و در عین حال از وسعت مناطق بایر کاسته شده است. این امر نشان می‌دهد که تغییر رفتار عناصر اقلیمی روی تغییر کاربری‌ها اثر گذار می‌باشند. در حوضه آبریز ۸ با وجود افزایش نسبی و اندک روند بارش از ۱۹۸۷-۲۰۰۷ و افزایش سطوح برفی، تنها تأثیر بسیار اندکی در افزایش سطح مراتع داشته است با این وجود از وسعت جنگل‌ها و سطوح آبی کاسته شده است.

بررسی رفتار عناصر اقلیمی در حوضه های ۹ و ۱۲ (حوضه های مجاور) نشان می‌دهد که بارش در هر دو حوضه از ۱۹۷۲ تا ۱۹۹۷ افزایش یافته است (شکل‌های ۵ و ۴ و جدول ۴) اما بعد از ۱۹۹۷ به ویژه در حوضه ۹ روند بارش کاهش معنی‌داری داشته است. برعکس، دما رفتار تقریباً ثابت و گاهی افزایشی نشان می‌دهد. باوجود این در این مناطق از گستره سطوح آبی

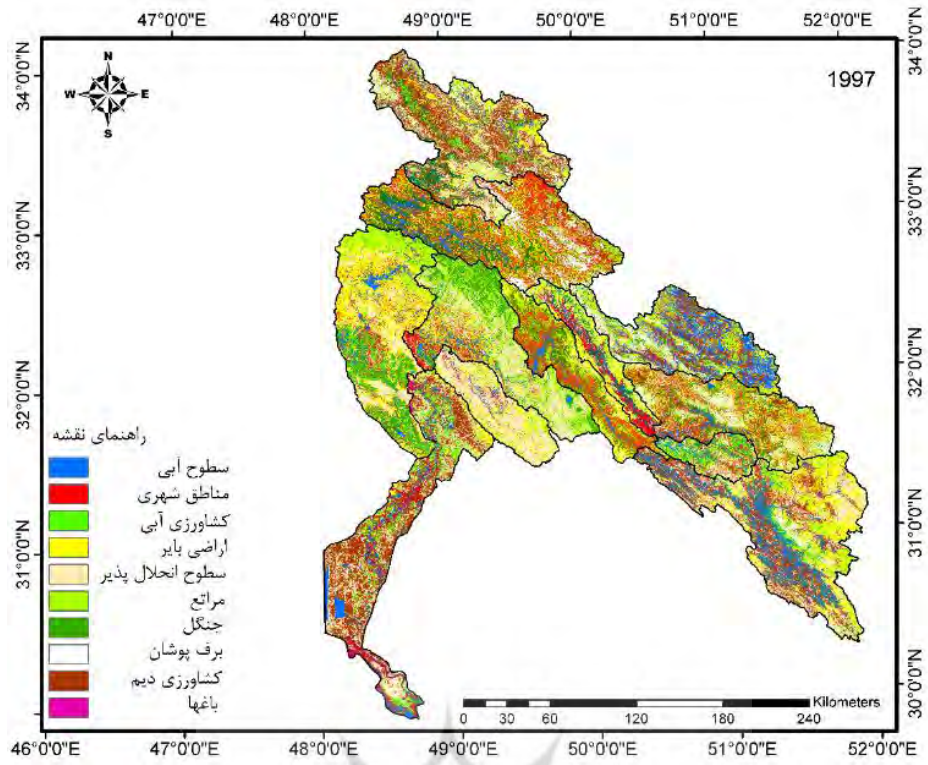
و مراتع و جنگل‌ها و کشاورزی آبی کاسته شده است. گرچه این کاهش چشم‌گیر نبوده و در حدود ۳-۵ درصد می‌باشد. در دو حوضه باقیمانده یعنی حوضه‌های ۱۰ و ۱۱ (دو حوضه مجاور) بارش تنها در دوره اول نوساناتی تقریباً ثابت دارد. اما بعد از این دهه کاهش یافته است گرچه این کاهش معنی‌دار نمی‌باشد. با این حال دما یا ثابت بوده یا افزایش بسیار کمی داشته است. در این زیرحوضه‌ها با توجه به ارتباطی که بین بارش و کاربری‌های آبی و پوشش گیاهی وجود دارد، کاهش بارش باعث شده است که طی دو دهه آخر از گستره سطح آبی، جنگل‌ها و مراتع به شدت کاسته شده و بر گستره مناطق لم‌یزرع افزوده شود. البته باید اذعان داشت که به غیر از کاهش بارش سایر عوامل انسانی نظیر کشت بی‌رویه، برداشت نامناسب از آب‌های سطحی و زیرزمینی جهت بهره‌برداری‌های کشاورزی و صنعتی و در نتیجه شورشدگی زمین‌ها و... در این افزایش مناطق بایر بی‌تأثیر نبوده است. مطالعه زندگی‌فر و همکاران (۱۴۰۰: ۱۰۶) نشان می‌دهد که در حوضه آبریز کارون، تعداد ۳۰۵۸۵ منبع آب زیرزمینی شامل چاه، چشمه و قنات وجود دارد که میزان تخلیه سالانه آنها حدود ۴۷۰۰/۹ میلیون مترمکعب می‌باشد. بر اساس گزارش این محققان روند افزایشی قابل توجهی در تعداد حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق و میزان تخلیه آنها در حوضه آبریز کارون از سال ۲۰۰۲ به بعد وجود دارد.

۲.۳. تغییر کاربری‌های سطح زمین

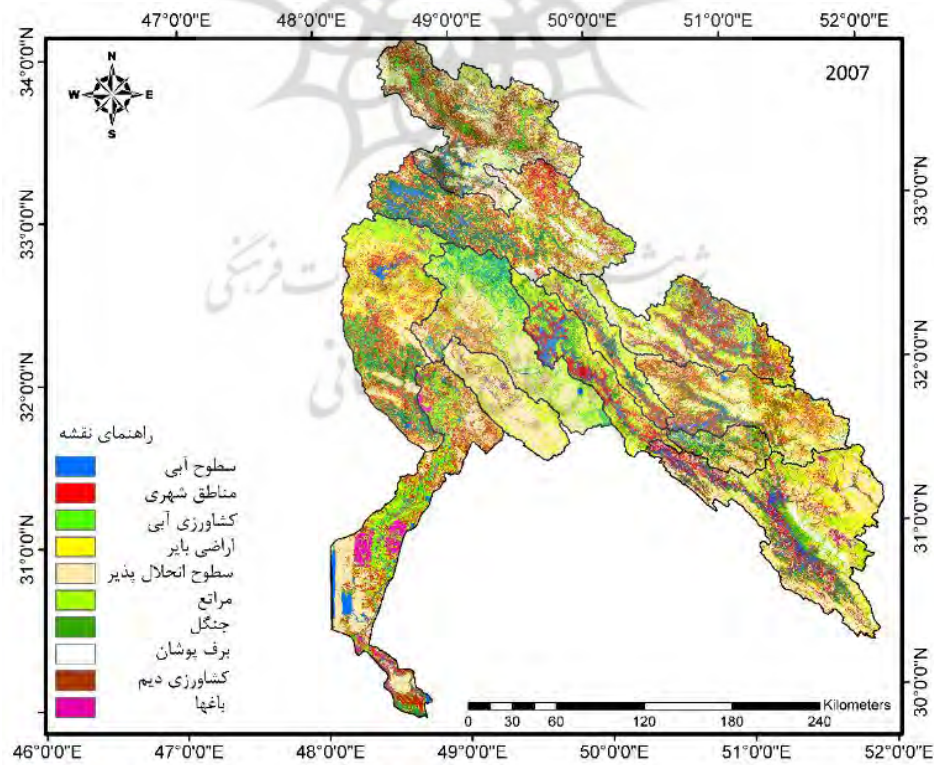
چنان‌که در شکل‌های ۵ و ۶ دیده می‌شود بیشترین تغییرات کاربری‌ها مربوط به تغییرات سطوح آب، سطوح زیرکشت آبی، مناطق بایر و جنگل‌ها بوده است. مهم‌ترین موردی که در شکل‌های ۶ قابل مشاهده است، تغییرات سطوح آبی است. نسبت این تغییرات از حوضه‌ای به حوضه دیگر بسته به مساحت تحت پوشش آب، متفاوت است. این تفاوت هم به لحاظ مکانی و هم به لحاظ زمانی قابل توجه می‌باشد.



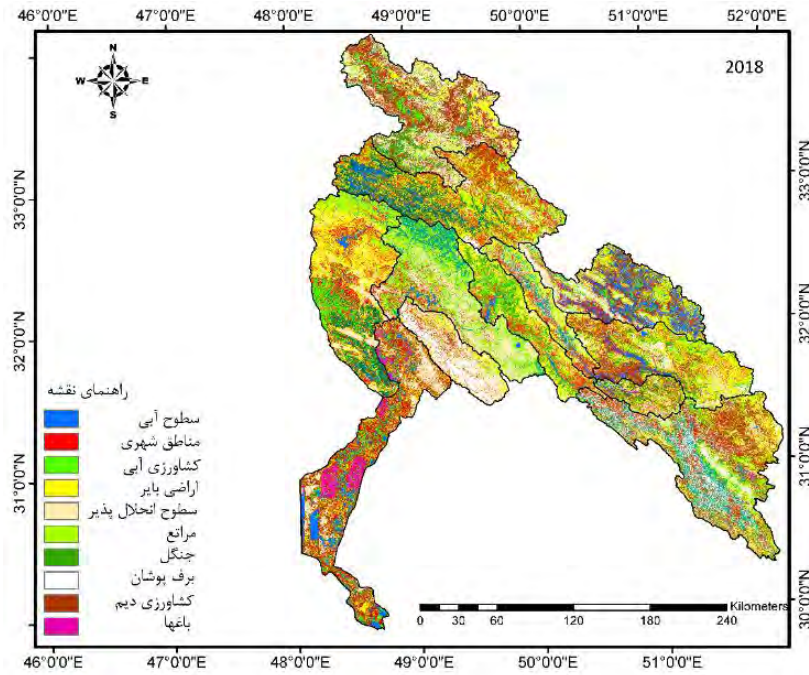
شکل ۶. الف) کاربری‌های اراضی زیرحوضه‌های حوضه آبریز کارون در سال ۱۹۸۷



شکل ۶. ب) کاربری‌های اراضی زیرحوضه‌های حوضه آبریز کارون در سال ۱۹۹۷

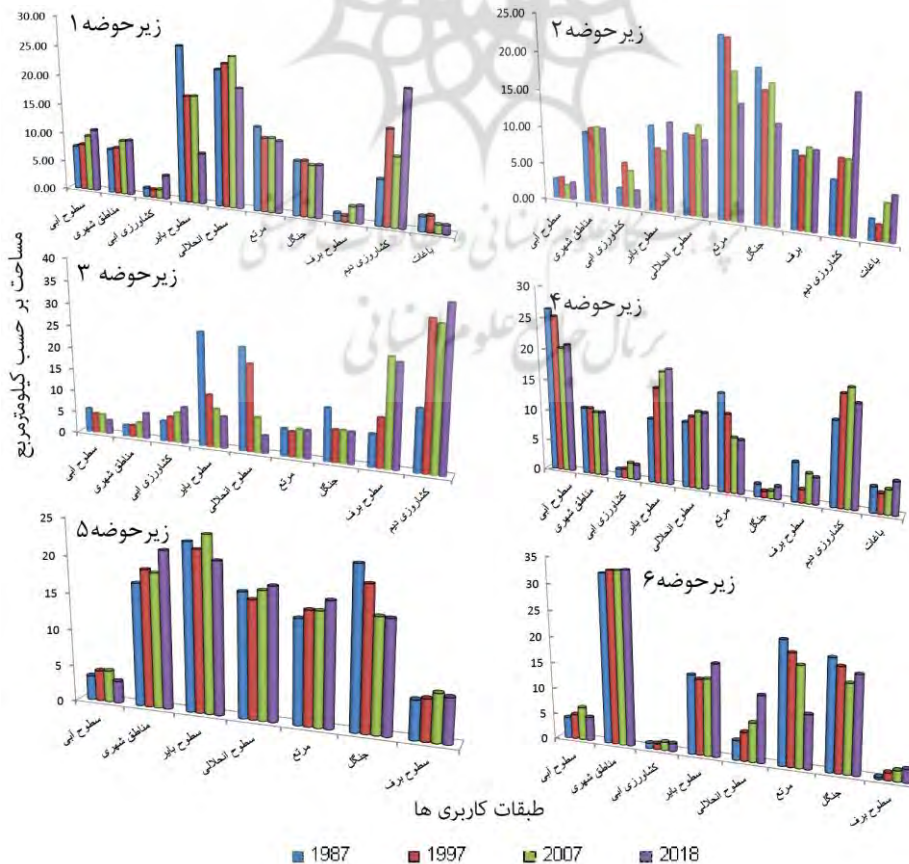


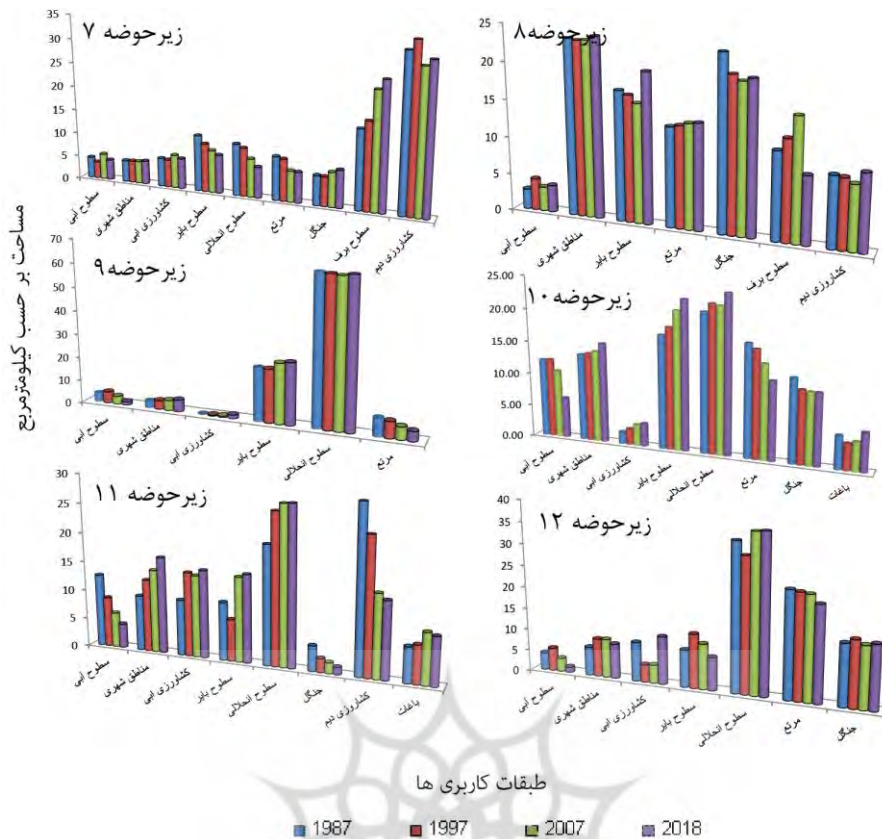
شکل ۶. ج) کاربری‌های اراضی زیرحوضه‌های حوضه آبریز کارون در سال ۲۰۰۷



شکل ۶. د) کاربری‌های اراضی زیرحوضه‌های حوزه آبریز کارون در سال ۲۰۱۸

اعداد ارائه شده در جدول ۵ دلیلی بر این مدعاست. در این جدول مقادیر شاخص پویایی کاربری‌های اراضی (شاخص k) زیرحوضه‌های کارون ارائه شده است. بر اساس این جدول تغییرات مساحت پوشیده از آب اعم از رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، تالاب‌ها در سال‌های اخیر نسبت به سال‌های ابتدایی دوره آماری زیاد بوده است. این تغییرات در بعد مکانی نیز بیشتر بوده و در زیرحوضه‌های کم ارتفاع و پست بیشتر مشاهده می‌شود.





شکل ۷. درصد مساحت تحت پوشش هر کدام از طبقات در سال‌های مختلف در زیرحوضه‌های کارون

در حوضه کارون بخش عمده‌ای از زمین‌های حاصل خیز به ویژه در حاشیه رودخانه‌ها و سطوح آبی به کشت محصولات آبی اختصاص یافته است. این نوع کشت در همه زیرحوضه‌ها گسترش داشته و بر اساس گزارش وزارت نیرو (۱۳۹۰ و ۱۳۹۶) در طول زمان نیز بر وسعت آنها افزوده شده است. بر اساس گزارش این سازمان، قبل از انقلاب وسعت مناطق تحت کشت آبی در کارون، ۱۷۲ هزار هکتار بوده است که در دهه ۸۴، ۷۰ هزار هکتار به آن اضافه شده و در دهه هشتاد به ۳۱۲ هزار هکتار رسیده است. نمودارهای ارائه شده در شکل ۶ نیز موارد مزبور را تأیید می‌کند. از طرف دیگر نقشه‌هایی که در شکل‌های ۴ و ۵ و ۶ و جدول ۵ ارائه شده‌اند، بیانگر نابودی جنگل‌ها به منظور استفاده در بخش کشاورزی بوده است. بنابر نظر نوروزی (۱۳۷۵، ۵۰) جنگل تراشی‌ها و تبدیل مراتع به اراضی زراعی، از جمله عواملی هستند که سبب افزایش فرسایش خاک در ایران شده است. فرسایش خاک عواقب زیانبار زیادی به دنبال دارد که از جمله آنها می‌توان به افزایش سیلاب‌های مخرب، پر شدن سدها و کاهش عمر مفید آنها (ولایتی و همکاران، ۱۳۸۵: ۶۹) اشاره کرد.

موضوع مهمی که مطرح می‌باشد مسأله سدهای پرشماری است که در حوضه آبریز کارون احداث شده است. بنابر اطلاعات بدست آمده از وزارت نیرو، بیش از ۵۰ سد در حوضه آبریز کارون ساخته شده است. ساخت یک سد محدود و وسیعی از اکوسیستم رودخانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث تخریب پوشش گیاهی و تغییر مورفولوژی رودخانه (Boix-Fayos, 2007). در بخش وسیعی از حریم رودخانه‌ها می‌گردد و در پایین دست رودخانه نیز آثار زیانباری گذاشته و وقوع سیلاب را تشدید می‌کند. بر اساس نظر هاشمی و همکاران (۱۳۹۷)، فعالیت‌های انسانی اثرگذار بر رودخانه کارون در مناطق کوهستانی از جمله اجرای طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ و کوچک سد سازی و انتقال بنی حوضه‌ای آب از رودخانه کارون به حوضه‌های مجاور، تعادل هیدرولوژیکی و اکولوژیکی کارون را در مناطق بالادست به هم زده است. مطالعه دهداری و همکاران (۱۳۹۷) نشان می‌دهد که پس از احداث سدهای کارون ۳ و کارون ۴ میزان تخریب جنگل‌ها و مراتع به شدت گسترش یافته و تغییرات زیادی را در اکوسیستم

منطقه ایجاد کرده است. همچنین بر اساس گزارش مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (۱۳۹۸) میزان بهره‌برداری از سدها در حوضه آبریز کارون از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ به میزان ده برابر افزایش داشته است. افراط در پروژه‌های سدسازی در حوضه آبریز کارون بدون پیش‌بینی و ظرفیت‌سنجی‌های اکولوژیکی و انتقال بین حوضه‌ای آب، موجب تخریب محیط زیست و اکولوژیک شده است. آثار زیانبار آن در وضعیت زیست محیطی منطقه و تالاب‌های آن قابل مشاهده است (افضلی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۲۱). در کل وقوع این تغییرات طبیعی و انسان ساخت، باعث شده است که در طول زمان بر گستره مناطق بایر در منطقه افزوده شود. این تغییرات در شکل‌های ۴ در همه زیرحوضه‌ها به‌ویژه زیرحوضه‌هایی که در ارتفاعات بالاتر قرار دارند، به‌وضوح قابل مشاهده است.

جدول ۵. مقادیر شاخص تغییرات کاربری‌های اراضی k در زیرحوضه‌های کارون

زیرحوضه‌ها	سطوح آبی	مناطق شهری	کشاورزی آبی	سطوح بایر	سطوح انحلالی	مراتع	جنگل	سطوح برف	کشاورزی دیم	باغات
زیرحوضه ۱	۱/۳۵	۰/۸۱	۵/۶۷	۲/۱۷	۰/۳۹	۰/۴۶	۰/۱۱	۴/۱۲	۶/۱۱	۱/۳۱
زیرحوضه ۲	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۱۷	۱/۱۳	۱/۰۸	۰/۱۰	۵/۰۱	۳/۸۲
زیرحوضه ۳	۱/۳۵	۴/۱۵	۲/۶۶	۲/۳۲	۲/۶۶	۰/۰۸	۱/۲۸	۶/۹۲	۵/۰۹	۰/۰۰
زیرحوضه ۴	۰/۶۸	۰/۱۳	۲/۷۳	۲/۵۶	۰/۵۴	۱/۴۵	۰/۰۰	۱/۰۴	۰/۶۸	۰/۹۶
زیرحوضه ۵	۰/۳۵	۰/۸۸	۰/۰۰	۰/۳۱	۰/۱۹	۰/۵۹	۰/۹۶	۰/۴۸	۰/۰۰	۰/۰۰
زیرحوضه ۶	۰/۴۵	۰/۰۹	۱/۵۵	۰/۵۴	۷/۷۶	۱/۸۱	۰/۳۹	۱۰/۵۷	۰/۰۰	۰/۰۰
زیرحوضه ۷	۰/۱۰	۰/۲۷	۰/۲۲	۱/۰۱	۱/۲۹	۰/۹۸	۰/۸۶	۱/۹۴	۰/۱۵	۰/۰۰
زیرحوضه ۸	۱/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۲۰	۰/۴۱	۰/۷۴	۰/۲۵	۰/۰۰
زیرحوضه ۹	۲/۰۳	۱/۸۹	۱۱/۰۱	۰/۴۸	۰/۰۲	۰/۵۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
زیرحوضه ۱۰	۱/۵۵	۰/۴۷	۲/۸۸	۱/۰۱	۰/۴۴	۰/۹۷	۰/۴۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۴
زیرحوضه ۱۱	۲/۱۵	۲/۳۸	۱/۸۵	۱/۶۵	۱/۰۸	۰/۰۰	۲/۳۳	۰/۰۰	۱/۷۳	۱/۱۶
زیرحوضه ۱۲	۲/۲۶	۰/۶۸	۰/۷۲	۰/۳۵	۰/۲۳	۰/۳۴	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
کل کارون	۱/۵۳	۰/۹۶	۲/۷۸	۰/۸۳	۰/۵۱	۰/۶۷	۰/۷۰	۰/۴۵	۰/۳۵	۰/۲۸

۴. نتیجه‌گیری

از آنجا که یکی از پیش‌شرط‌های اصلی برای مدیریت و برنامه‌ریزی اصولی جهت بهره‌برداری بهینه از سطح زمین، آگاهی از الگوی کاربری‌های اراضی و تغییرات آن در طول زمان و شناسایی عوامل مؤثر بر آن می‌باشد، لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات زمانی عناصر اقلیمی دما و بارش در حوضه آبریز کارون و تأثیر این تغییرات روی تغییرات کاربری‌های سطح زمین انجام شد. مطالعه دانشمندان نشان داده است که اثرات تغییر اقلیم بر کاربری‌های سطحی و متقابلاً اثر تغییر کاربری‌ها بر سایر بخش‌های اقلیم از جمله هیدرولوژی بسیار چشم‌گیر بوده است. در تحقیق حاضر نیز نتایج بدست آمده از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که تغییرات نسبتاً قابل توجهی در کاربری‌های هر کدام از زیرحوضه‌های کارون اتفاق افتاده است. بیشترین تغییرات مربوط به تغییرات سطوح آب، سطوح زیرکشت آبی، مناطق بایر و جنگل‌ها بوده است. بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان گفت تأثیر عملکرد انسانی از جمله جنگل تراشی‌ها و توسعه سطح زیرکشت، تبدیل مراتع و جنگل‌ها به زمین‌های کشاورزی عامل اصلی این تغییرات بوده است. لذا می‌توان چنین استنباط کرد که این تغییرات در آینده خطر افزایش سیل، آتش‌سوزی، فرسایش خاک، ورود مواد آلوده کننده به منابع آبی و ... را بیشتر خواهد کرد. همچنان که در مطالعه بیزدی (۲۰۱۴)، زندگی‌فر و همکاران (۱۴۰۰) هم نشان داده شده است که کاهش کیفیت آب‌های سطحی (کیفیت آب کارون)، حاصل از صنایع از یک طرف و وقوع خشکسالی‌های مکرر از طرف دیگر باعث تشدید بحران آبی و تغییر گسترده کاربری‌ها در منطقه کارون شده است.

اگر از دید اقلیمی به مسأله توجه کنیم باید گفت که نوسانات دما و عمدتاً کاهش بارش در کارون به‌ویژه در حوضه‌های مرتفع، می‌تواند منجر به افزایش نسبت بارش‌های مایع به کل بارش سالانه در منطقه شده و با تغییر نوع بارش، ذخایر برفی منطقه نیز کاهش یابد. همان‌طور که نشان داده شد، در حوضه‌های مرتفع کارون، کاهش بارش طی زمان، در کنار تأثیر سایر

عوامل انسانی که بدان‌ها اشاره شد، تأثیر مخربی روی کاهش سطح مراتع، سطوح آبی و کشاورزی آبی منطقه داشته است. وقوع این تغییرات و بحران‌ها باعث شده است که در طول زمان بر گستره مناطق بایر در منطقه افزوده شود. از آنجا که کارون یکی از منابع مهم تأمین‌کننده آب برای بخش‌های صنعتی و کشاورزی جنوب غرب ایران می‌باشد، لذا می‌توان چنین استنباط کرد که وقوع بحران‌های آبی و تنش‌های اجتماعی در منطقه اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. در صورت عدم مدیریت صحیح و کارآمد، چرخه‌ای از مشکلات ایجاد خواهد شد که به مرور زمان هر کدام به صورت بازخورد مثبت بر همدیگر اثر گذار بوده و به صورت مستقیم و غیر مستقیم موجب تشدید مشکلات کم آبی در منطقه شده و تبعات جبران‌ناپذیری را در پی خواهند شد. از طرف دیگر حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق و بهره‌برداری غیر اصولی از آب‌های زیرزمینی منطقه باعث می‌شود که به مرور زمان، کارون ایران با بحران‌های آبی سطحی و زیرزمینی و در نتیجه بحران‌های اقتصادی، کشاورزی و اجتماعی فراوانی روبرو باشد.

منابع

- افضلی، رسول؛ پیشگاهی‌فرد، زهرا؛ زارعی، بهادر و رحمانی، محمدرضا (۱۳۹۶). آسیب‌شناسی ژئوپلیتیکی مدیریت منابع آبی ایران در حوضه آبریز جنوب غربی کشور: رودخانه‌های کرخه و کارون بزرگ. *فصلنامه راهبرد اجتماعی فرهنگی*، ۶ (۲۳)، صص. ۱۰۵-۱۴۰.
- داودی‌راد، علی‌اکبر؛ صادقی، سیدحمیدرضا و سعدالدین، امیر (۱۳۹۴). پایش تغییرات دوره‌ای و مکانی استفاده از سرزمین در حوضه آبخیز شازند. *اكوهیدرولوژی*، ۲ (۴)، صص. ۴۰۵-۴۱۵.
- دهداری، سمیه؛ آرمنده، نظام؛ فرجی، محمد و آرمان، نسیم (۱۳۹۷). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی سدهای کارون ۳ و ۴ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، مرتع و آبخیزداری. *مجله منابع طبیعی ایران*، ۷۱ (۱)، صص. ۸۵-۹۶.
- دشت‌بزرگی، آمنه؛ علیجانی، بهلول؛ جعفرپور، زین‌العابدین و شکیبا، علیرضا (۱۳۹۴). شبیه‌سازی شاخص‌های حدی دمای استان خوزستان بر اساس سناریوهای RCP. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۴ (۱۶)، صص. ۱۰۵-۱۲۳.
- سلاجقه، علی؛ رضوی‌زاده، سمانه؛ خراسانی، نعمت‌الله؛ حمیدی‌فر، مینا و سلاجقه، سوسن (۱۳۹۰). تغییرات کاربری اراضی و آثار آن بر کیفیت آب رودخانه (حوضه آبخیز کرخه). *محیط‌شناسی*، ۳۷ (۵۸)، صص. ۸۱-۸۶.
- علوی‌پناه، سید کاظم (۱۳۹۲). *کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)*. چاپ چهارم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- محمداسماعیل، زهرا (۱۳۸۹). پایش تغییرات کاربری اراضی کرج با استفاده از تکنیک سنجش از دور. *پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)*، شماره ۱، صص. ۸۱-۸۸.
- معروف‌نژاد، عباس و قاسمی، شهلا (۱۳۹۵). روند تغییرات دما با استفاده از روش من‌کندال (مطالعه موردی: چهار شهرستان استان چهارمحال و بختیاری). *آمایش محیطی*، شماره ۳۷، صص. ۱۴۹-۱۶۶.
- هاشمی‌فرد، اکبر؛ کردوانی، پرویز و اسدیان، فریده (۱۳۹۷). تحلیل اثرات مواد الاینده با منشأ انسانی بر کیفیت آب رودخانه کارون. *برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، سال ۸ (۳۰)، صص. ۱۵۵-۱۶۴.
- فرخ‌زاده، بهنوش؛ چوبه، سپیده؛ نوری، حمید و گودرزی، مسعود (۱۳۹۷). بررسی اثر تغییر اقلیم و کاربری اراضی بر رواناب سطحی حوزه آبخیز بالیقلو چای اردبیل. *مهندسی و مدیریت آبخیز*، ۱۰ (۳)، صص. ۳۱۸-۳۳۱.
- حمصی، ملیحه‌سادات؛ یاراحمدی، داریوش؛ اونق، مجید و شمسی‌پور، علی‌اکبر (۱۳۹۸). ارزیابی تغییر اقلیم و کاربری زمین و ارائه برنامه پیشنهادی آمایش کم‌کربن در حوضه آبخیز دشت کاشان. *پژوهش جغرافیایی طبیعی*، ۵۱ (۴)، صص. ۶۱۳-۶۳۲.
- Adger, W. N., Pulhin, J. M., Barnett, J., Dabelko, G. D., Hovelsrud, G. K., Levy, M. (2014). *Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press, Provides a human security perspective on the nexus of climate change and violent conflict.
- Afkhami, M., Shariat, M., Jaafarzadeh, N., Ghadiri, H., and Nabizadeh, R. (2007). Regional water quality management for the Karun-Dez River basin, Iran. *Water and Environment Journal*, 21, pp. 192-199. [In Persian]
- Berckmans, J., Hamdi, R., Dendoncker, N. (2019). Bridging the Gap Between Policy-Driven Land Use Changes and Regional Climate Projections. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 10.1029/2018JD029207.
- Biró, M., Sztár, K., Horváth, F., Bagi, I., and Molnár, Zs. (2013). Detection of long-term landscape changes and

- trajectories in a Pannonian sand region: comparing land-cover and habitat-based approaches at two spatial scales. *COMMUNITY ECOLOGY*, 14 (2): pp. 219-230.
- Boix-Fayos, C., Barberá, G. G., López-Bermúdez, F., Castillo, V. M. (2007). Effects of check dams, reforestation and land-use changes on river channel morphology (Case study of the Rogativa catchment (Murcia, Spain)). *Geomorphology*, 91: pp. 103-123.
- Byzedi, M., Saghafian, B., Mohammadi, K. h., Sioseward, M. (2014). Regional analysis of streamflow drought: a case study in southwestern Iran. *Environ Earth Sci*, 71: pp. 2955-2972.
- CAO, Y., Wei, Z., Jing, W., and Chun, Y. (2011). Spatial temporal Pattern and Differences of Land Use Changes in the Three Gorges Reservoir Area of China during. *Journal of Mountain Science*, 8: pp. 551-563.
- Chatterjee, S., Dipak, B., Ansar, K. h. (2014). Detection of Approximate Potential Trend Turning Points in Temperature Time Series (1941-2010) for Asansol Weather Observation Station, West Bengal, India. *Atmospheric and Climate Sciences*, 4, 64-69.
- Dehghani, M., Saghafian, B., Rivaz, F., Khodadadi, A. (2015). Monthly stream flow forecasting via dynamic spatio-temporal models. *Stoch Environ Res Risk Assess*, 29: pp. 861-874. [In Persian]
- Dengshuai, C., Li, J., Zhou, Z., Liu, Y., Li, T., and Jingya, L. (2018). Simulating and mapping the spatial and seasonal effects of future climate and land -use changes on ecosystem services in the Yanh watershed, China. *Environ Sci Pollut Res*, 25: 1115-1131.
- Froese, R., Janpeter, S. (2019). The Nexus of Climate Change, Land Use, and Conflicts. *Current Climate Change Reports*, 5: pp. 24-35.
- Henderson, S. (1994). Land-Use Change And Climate. *Land Degradation & Rehabilitation*, Vol 5. pp.107-126.
- Henry, J., Vaux, J. r., Deborah, B., Edward, R., Cook, P, Gleick, W., Lau, K. M., Levy, M., Elizabeth, L. et al. (2012). *Himalayan Glaciers: Climate Change, Water Resources, And Water Security*. The National Academies Press. [In Persian]
- Jensen, J. (2015). *INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING A Remote Sensing Perspective*. University of South Carolina, ISBN.
- Jianwei, L., Zhang, C., Limin, K., and Zhou, Q. (2017). Effects of Climate and Land Use Changes on Water Resources in the Taoer River. *Advances in Meteorology*, Volume 2017, Article ID 1031854, 13 pages.
- Kayet, N., Khanindra, P., Abhisek, C., and Satiprasad, S. (2016). Spatial impact of land use/land cover change on surface temperature distribution in Saranda Forest, Jharkhand " Model. Earth Syst. Environ.
- Kendall, M. G. (1975). *Rank Correlation Methods*. Hafner, New York.
- Lafta, A. A. (2022). Numerical assessment of Karun river influence on salinity intrusion in the Shatt Al - Arab river estuary, northwest of Arabian Gulf. *Applied Water Science*, 12: 124.
- Lioubimtseva, E., Cole, R., Adams, J. M., Kapusti, G. (2005). Impacts of climate and land-cover changes in arid lands of Central Asia. *Journal of Arid Environments*, 62, pp. 285-308.
- Madelene, O., Chen, D. (2006). Land-use change: Impacts of climate variations and policies among small-scale farmers in the Loess Plateau, China. *Land Use Policy*, 23 (2006): pp. 361-371.
- Meyer, W, B., Turner, B. L. (1996). Land-use/land-cover change: challenges for geographers. *Get Journal*, 39 (3), pp. 237-240.
- Mitchell, J. M., Dzerdzeevskii, B., Flohn, H., Hofmeyr, W. L., Lamb, H. H., Rao, K. N., and Wallen, C. C. (1999). Climate change. WMO Technical Note No. 79. World Meteorological Organization.
- Noel, G., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R. (2016). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202 (3). DOI:10.1016/j.rse.2017.06.031
- Norozy, G. (1996). Water erosion in Iranian watershed, *forest and pasture*, vol. 32. [In Persian]
- Nourani, V., Mano, A. (2007). Semi-distributed flood runoff model at the subcontinental scale for southwestern Iran. *Hydrological Processes: An International Journal*, 21 (23), pp. 3173-3180.
- Pilgrim, .C. M., Mikhailova, E. A., Post, C. J., and Hains, J. J. (2014). Spatial and temporal analysis of land cover changes and water quality in the Lake Issaqueena watershed, South Carolina. *Environ Monit Assess*, 186: 7617-7630.
- Qu, R., Cui, X., Yan, H., Ma, E., and Zhan, J. (2013). Impacts of Land Cover Change on the Near-Surface Temperature in the North China Plain. *Advances in Meteorology*, Volume 2013.
- Rasouli, A. (2014). *principles of applied remote sensing satellite image processing*. Tabriz university press. [In Persian]
- Rastmanesh, F., Barati-haghighi, T., Zarasvandi, A. (2020). Assessment of the impact of 2019 Karun River flood on river sediment in Ahvaz city area, Iran. *Environ Monit Assess*, 192: 659. [In Persian]
- Raupach, T. H., Martius, O., Allen, J. T., Kunz, M., Lasher-Trapp, S., Mohr, S., Rasmussen, K. L., Trapp, R. J., Zhang, Q. (2021). The effects of climate change on hailstorms. *Nature Reviews Earth & Environment*.

- Shelestov, A., Lavreniuk, M., Kussul, N., Novikov, A., Skakun, S. (2017). Exploring Google Earth Engine platform for big data processing: Classification of multi-temporal satellite imagery for crop mapping. *Frontiers in Earth Science*, 5 (7): pp. 1-17.
- Tabari, H. (2020). Climate change impact on flood and extreme precipitation increases with water availability, *Nature, Scientific Reports*, 10: 13768. [In Persian]
- Velayati, S., Kadivar, A. A. (2006). Environmental problems of forests and pastures in Iran and the consequences. *Geography and Regional Development*, 7: pp 53-72. [In Persian]
- Wahap, N. A., Shafri-Helmi. Z. M. (2020). Utilization of Google Earth Engine (GEE) for land cover monitoring over Klang Valley, Malaysia. *Earth and Environmental Science*, 540.
- Yousefi, S., Mirzaee, S., Keesstra, S., Surian, N., Pourghasemi, H. R., Zakizadeh, H. R., and Tabibian, S. (2018). Effects of an extreme flood on river morphology (case study: Karoon River, Iran). *Geomorphology*, 304, pp. 30-39. [In Persian]
- Yousefi, S., Pourghasemi, H. R., Hooke, J., Navratil, O., and Kidová, A. (2016). Changes in morphometric meander parameters identified on the Karoon River, Iran, using remote sensing data. *Geomorphology*, 271: pp. 55-64. [In Persian]
- Yulong, Z., Song, C., Zhang, K., Cheng, X., Band, L. E., and Zhang, Q. (2019). Effects of land use/land cover and climate changes on terrestrial net primary productivity in the Yangtze River Basin, China, from 2001 to 2010. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, DOI:10.1002/2014JG002616.
- Zandifar, S., Fijani, E., Naeimi, M., Ebrahimi-Khusfi, Z. (2021). Analysis of Spatiotemporal Variations of Groundwater Drought, Case Study: Karun Watershed. *water and soil science*, 31 (3), pp. 101-118. [In Persian]
- Zhao, M., Xinmin, Z. (2002). A Theoretical Analysis on the Local Climate Change Induced by the Change of Landuse. *Advances in Atmospheric Sciences*, 19 (1).
- Zhao, X., Tan, K., Zhao, S., and Fang, J. (2011). Changing climate affects vegetation growth in the arid region of the northwestern China. *Journal of Arid Environments*, 75.
- ZHU, H., Xiu-bin, L., Shu-jin, H., Ming, Z., (2001). Land use change in Bohai Rim: a spatial-temporal analysis. *Journal of Geographical Sciences*, 11 (3).
- Zhuo, W., Dai, E., Wu, Z., and Lin, M. (2019). Future forest dynamics under climate change, land use change, and harvest in subtropical forests in Southern. *ChinaLandscape Ecol*, 34: pp. 843-863.

Referenses

- Adger, W. N., Pulhin, J. M., Barnett, J., Dabelko, G. D., Hovelsrud, G. K., Levy, M. (2014). *Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press, Provides a human security perspective on the nexus of climate change and violent conflict.
- Afkhami, M., Shariat, M., Jaafarzadeh, N., Ghadiri, H., and Nabizadeh, R. (2007). Regional water quality management for the Karun-Dez River basin, Iran. *Water and Environment Journal*, 21, pp. 192-199. [In Persian]
- Afzali, R., Pishgahifard, Z., Zarei, B., and Rahmani, M. (2017). Geopolitical pathology of Iran's water resources management in the southwestern watershed of the country: Karkhe and Karun Bozor rivers. *Social and Cultural Strategy Quarterly*, 6 (23), pp. 105-140. [In Persian]
- Alavi Panah, S. K. (2013). *Application of remote sensing in earth sciences (soil sciences)*. Fourth edition, Tehran: Tehran University Press. [In Persian]
- Berckmans, J., Hamdi, R., Dendoncker, N. (2019). Bridging the Gap Between Policy-Driven Land Use Changes and Regional Climate Projections. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 10.1029/2018JD029207.
- Biró, M., Szitár, K., Horváth, F., Bagi, I., and Molnár, Zs. (2013). Detection of long-term landscape changes and trajectories in a Pannonian sand region: comparing land-cover and habitat-based approaches at two spatial scales. *COMMUNITY ECOLOGY*, 14 (2): pp. 219-230.
- Boix-Fayos, C., Barberá, G. G., López-Bermúdez, F., Castillo, V. M. (2007). Effects of check dams, reforestation and land-use changes on river channel morphology (Case study of the Rogativa catchment (Murcia, Spain)). *Geomorphology*, 91: pp. 103-123.
- Byzedi, M., Saghafian, B., Mohammadi, K. h., Sioseward, M. (2014). Regional analysis of streamflow drought: a case study in southwestern Iran. *Environ Earth Sci*, 71: pp. 2955-2972.
- CAO, Y., Wei, Z., Jing, W., and Chun, Y. (2011). Spatial temporal Pattern and Differences of Land Use Changes in the Three Gorges Reservoir Area of China during. *Journal of Mountain Science*, 8: pp. 551-563.
- Chatterjee, S., Dipak, B., Ansar, K. h. (2014). Detection of Approximate Potential Trend Turning Points in Temperature Time Series (1941-2010) for Asansol Weather Observation Station, West Bengal, India.

- Atmospheric and Climate Sciences*, 4, 64-69.
- Dashtbozorgi, A., Alijani, B., Jafarpour, Z., and Shakiba, A. (2015). Simulation of temperature limit indices of Khuzestan province based on RCP scenarios. *Geography and Environmental Hazards*, 4 (16), pp. 105-123. [In Persian]
- Davoudirad, A., Sadeghi, S. H., and Saaduddin, A. (2015). Monitoring periodic and spatial changes of land use in Shazand watershed. *Ecohydrology*, 2 (4), pp. 405-415. [In Persian]
- Dehdari, S., Armand, N., Faraji, M. and Arman, N. (2018). Revealing land use changes of Karun 3 and 4 dams using satellite images, pasture and watershed. *Journal of Natural Resources of Iran*, 71 (1), pp. 85-96. [In Persian]
- Dehghani, M., Saghafian, B., Rivaz, F., Khodadadi, A. (2015). Monthly stream flow forecasting via dynamic spatio-temporal models. *Stoch Environ Res Risk Assess*, 29: pp. 861-874. [In Persian]
- Dengshuai, C., Li, J., Zhou, Z., Liu, Y., Li, T., and Jingya, L. (2018). Simulating and mapping the spatial and seasonal effects of future climate and land -use changes on ecosystem services in the Yanh watershed, China. *Environ Sci Pollut Res*, 25: 1115-1131.
- Farrokhzadeh, B., Chobeh, S., Nouri, Hamid and Gudarzi, Massoud (2018). Investigating the effect of climate change and land use on the surface runoff of the Baliqlo tea basin in Ardabil. *Watershed Engineering and Management*, 10 (3), pp. 331-318. [In Persian]
- Froese, R., Janpeter, S. (2019). The Nexus of Climate Change, Land Use, and Conflicts. *Current Climate Change Reports*, 5: pp. 24-35.
- Hashemifard, A., Kordavani, P., and Asadian, F. (2018). Analysis of the effects of pollutants of human origin on the water quality of the Karun River. *Regional planning*, year 8 (30), pp. 155-164. [In Persian]
- Henderson, S. (1994). Land-Use Change And Climate. *Land Degradation & Rehabilitation*, Vol 5. pp.107-126.
- Henry, J., Vaux, J. r., Deborah, B., Edward, R., Cook, P, Gleick, W., Lau, K. M., Levy, M., Elizabeth, L. et al. (2012). *Himalayan Glaciers: Climate Change, Water Resources, And Water Security*. The National Academies Press. [In Persian]
- Homsí, M. S., Yarahmadi, D., Onegh, M., and Shamsipour, A. (2018). Assessment of climate change and land use and presentation of a proposed low-carbon program in the Kashan plain watershed. *Natural Geographic Research*, 51 (4), pp. 613-632. [In Persian]
- Jensen, J. (2015). *INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING A Remote Sensing Perspective*. University of South Carolina, ISBN.
- Jianwei, L., Zhang, C., Limin, K., and Zhou, Q. (2017). Effects of Climate and Land Use Changes on Water Resources in the Taoer River. *Advances in Meteorology*, Volume 2017, Article ID 1031854, 13 pages.
- Kayet, N., Khanindra, P., Abhisek, C., and Satiprasad, S. (2016). Spatial impact of land use/land cover change on surface temperature distribution in Saranda Forest, Jharkhand " Model. *Earth Syst. Environ*.
- Kendall, M. G. (1975). *Rank Correlation Methods*. Hafner, New York.
- Lafta, A. A. (2022). Numerical assessment of Karun river influence on salinity intrusion in the Shatt Al- Arab river estuary, northwest of Arabian Gulf. *Applied Water Science*, 12: 124.
- Lioubimtseva, E., Cole, R., Adams, J. M., Kapusti, G. (2005). Impacts of climate and land-cover changes in arid lands of Central Asia. *Journal of Arid Environments*, 62, pp. 285-308.
- Madelene, O., Chen, D. (2006). Land-use change: Impacts of climate variations and policies among small-scale farmers in the Loess Plateau, China. *Land Use Policy*, 23 (2006): pp. 361-371.
- Marufnejad, A., Ghasemi, S. h. (2016). The trend of temperature changes using the Mann-Kendall method (case study: four cities of Chaharmahal and Bakhtiari provinces). *environment simulation*, No. 37, pp. 149-166. [In Persian]
- Meyer, W, B., Turner, B. L. (1996). Land-use/land-cover change: challenges for geographers. *Get Journal*, 39 (3), pp. 237-240.
- Mitchell, J. M., Dzerdzeevskii, B., Flohn, H., Hofmeyr, W. L., Lamb, H. H., Rao, K. N., and Wallen, C. C. (1999). Climate change. WMO Technical Note No. 79. World Meteorological Organization.
- Mohammad-Ismail, Z. (2010). Monitoring land use changes in Karaj using remote sensing technique. *Soil Research (Soil and Water Sciences)*, No. 1, pp. 81-88. [In Persian]
- Noel, G., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R. (2016). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202 (3). DOI:10.1016/j.rse.2017.06.031
- Norozy, G. (1996). Water erosion in Iranian watershed, *forest and pasture*, vol. 32. [In Persian]
- Nourani, V., Mano, A. (2007). Semi-distributed flood runoff model at the subcontinental scale for southwestern Iran. *Hydrological Processes: An International Journal*, 21 (23), pp. 3173-3180.
- Pilgrim, .C. M., Mikhailova, E. A., Post, C. J., and Hains, J. J. (2014). Spatial and temporal analysis of land cover changes and water quality in the Lake Issaqueena watershed, South Carolina. *Environ Monit Assess*,

186: 7617-7630.

- Qu, R., Cui, X., Yan, H., Ma, E., and Zhan, J. (2013). Impacts of Land Cover Change on the Near-Surface Temperature in the North China Plain. *Advances in Meteorology*, Volume 2013.
- Rasouli, A. (2014). *principles of applied remote sensing satellite image processing*. Tabriz university press. [In Persian]
- Rastmanesh, F., Barati-haghighi, T., Zarasvandi, A. (2020). Assessment of the impact of 2019 Karun River flood on river sediment in Ahvaz city area, Iran. *Environ Monit Assess*, 192: 659. [In Persian]
- Raupach, T. H., Martius, O., Allen, J. T., Kunz, M., Lasher-Trapp, S., Mohr, S., Rasmussen, K. L., Trapp, R. J., Zhang, Q. (2021). The effects of climate change on hailstorms. *Nature Reviews Earth & Environment*.
- Selajegheh, A., Razavizadeh, S., Khorasani, N., Hamidifar, M., and Selajegheh, S. (2011). Land use changes and their effects on river water quality (Karkheh watershed). *Environment*, 37 (58), pp. 81-86. [In Persian]
- Shelestov, A., Lavreniuk, M., Kussul, N., Novikov, A., Skakun, S. (2017). Exploring Google Earth Engine platform for big data processing: Classification of multi-temporal satellite imagery for crop mapping. *Frontiers in Earth Science*, 5 (7): pp. 1-17.
- Tabari, H. (2020). Climate change impact on flood and extreme precipitation increases with water availability, *Nature, Scientific Reports*, 10: 13768. [In Persian]
- Velayati, S., Kadivar, A. A. (2006). Environmental problems of forests and pastures in Iran and the consequences. *Geography and Regional Development*, 7: pp 53-72. [In Persian]
- Wahap, N. A., Shafri-Helmi, Z. M. (2020). Utilization of Google Earth Engine (GEE) for land cover monitoring over Klang Valley, Malaysia. *Earth and Environmental Science*, 540.
- Yousefi, S., Mirzaee, S., Keesstra, S., Surian, N., Pourghasemi, H. R., Zakizadeh, H. R., and Tabibian, S. (2018). Effects of an extreme flood on river morphology (case study: Karoon River, Iran). *Geomorphology*, 304, pp. 30-39. [In Persian]
- Yousefi, S., Pourghasemi, H. R., Hooke, J., Navratil, O., and Kidová, A. (2016). Changes in morphometric meander parameters identified on the Karoon River, Iran, using remote sensing data. *Geomorphology*, 271: pp. 55-64. [In Persian]
- Yulong, Z., Song, C., Zhang, K., Cheng, X., Band, L. E., and Zhang, Q. (2019). Effects of land use/land cover and climate changes on terrestrial net primary productivity in the Yangtze River Basin, China, from 2001 to 2010. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, DOI:10.1002/2014JG002616.
- Zandifar, S., Fijani, E., Naeimi, M., Ebrahimi-Khusfi, Z. (2021). Analysis of Spatiotemporal Variations of Groundwater Drought, Case Study: Karun Watershed. *water and soil science*, 31 (3), pp. 101-118. [In Persian]
- Zhao, M., Xinmin, Z. (2002). A Theoretical Analysis on the Local Climate Change Induced by the Change of Landuse. *Advances in Atmospheric Sciences*, 19 (1).
- Zhao, X., Tan, K., Zhao, S., and Fang, J. (2011). Changing climate affects vegetation growth in the arid region of the northwestern China. *Journal of Arid Environments*, 75.
- ZHU, H., Xiu-bin, L., Shu-jin, H., Ming, Z., (2001). Land use change in Bohai Rim: a spatial-temporal analysis. *Journal of Geographical Sciences*, 11 (3).
- Zhuo, W., Dai, E., Wu, Z., and Lin, M. (2019). Future forest dynamics under climate change, land use change, and harvest in subtropical forests in Southern. *ChinaLandscape Ecol*, 34: pp. 843-863.

نحوه استناد به این مقاله:

رزمی، رباب؛ عساکره، حسین و مسعودیان، سید ابوالفضل (۱۴۰۱). تبیین تأثیر تغییر عناصر اقلیمی بر تغییرات کاربری‌های سطح زمین در زیرحوضه‌های حوضه آبریز کارون. *مطالعات جغرافیایی نواحی ساحلی*، ۴ (۱۱)، صص. ۶۹-۸۹. DOI: 10.22124/gscj.2023.22236.1161.۸۹-۶۹

Copyrights:

Copyright for this article are retained by the author(s), with publication rights granted to *Geographical studies of Coastal Areas Journal*. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

