



Research Paper

Monitoring Changes in Water Bodies of Ramsar Convention Wetlands over the Period (1984-2021) Based on Remote Sensing Data

Fateme Garshabi¹ , Qadir Ashournejad^{*2} 

1. M. A student in Remote Sensing and Geographic Information System (GIS), Department of Geography, Mazandaran University, Babolsar, Iran.
2. Assistant Professor of Remote Sensing and Geographic Information System (GIS), Department of Geography, Mazandaran University, Babolsar, Iran.

 DOI: 10.22124/GSCAJ.2024.23504.1207

Received: 2022/12/25

Accepted: 2023/12/3

Abstract

The exponential growth of remote sensing-based information in the last decade has provided unprecedented opportunities for monitoring Earth's resources, including wetlands, which are among the most valuable ecosystems in existence. Knowing the changes in wetlands plays a crucial role in the quality of management in such areas. This study monitored the surface water levels in Iran and the changes in Iranian wetlands recorded under the Ramsar Convention over 37 years (1984-2021) using global surface water (GSW) remote sensing product images produced by the Joint Research Centre (JRC) of the European Commission. The product data were integrated with the boundaries of the wetlands in a GIS environment, and the areas of existing water, lost water, and added water levels over 37 years were estimated for each province and wetland. The results showed that in Iran, there are 6285.86 km² of permanent water, 1860.29 km² of added permanent water, 3601.68 km² of lost permanent water, 3957.54 km² of seasonal water, 11,614.55 km² of new seasonal water, and 16,222.89 km² of lost seasonal water. The wetlands registered under the Ramsar Convention have a total of 430198 hectares of permanent water, 15077 hectares of new permanent water, 325955 hectares of lost permanent water, 167270 hectares of seasonal water, 486853 hectares of new seasonal water, and 628942 hectares of lost seasonal water.

Keywords: Surface Water, Change Monitoring, Wetland, Remote Sensing, Ramsar Convention.

Highlight

- Over the 37-year study period, Ramsar-listed wetlands in Iran experienced a 15.85% decrease in permanent surface water and a 30.61% decrease in seasonal surface water.
- During the 37-year study period, the amount of lost permanent surface water in Ramsar listed wetlands in Iran was 21 times greater than the amount of new permanent surface water. The amount of lost seasonal surface water in these wetlands was 1.2 times greater than the amount of new seasonal water.

Extended Abstract

Introduction

Access to water is essential for sustainable development, and its scarcity can threaten the security of individuals, institutions, and economies. Awareness of the amount of water resources and how they change is one of the key prerequisites for effective planning and management of these resources. On February 2, 1971, in Ramsar, Iran, an international agreement titled the "Convention on Wetlands of International Importance" was approved. The Convention is notable for its near-universal membership (171 countries). However, the state of the world's wetlands has deteriorated over the past 50 years. One method for monitoring surface water areas is through the use of remote sensing data. These data can provide a continuous and consistent representation of Earth's surface; therefore, satellite remote sensing is recognized as a vital data source for monitoring water resources.

Methodology

In this research, the Global Surface Water product has been used to assess changes in surface water areas. This product, provided by the European Joint Research Centre (JRC), utilizes Landsat satellite images with a resolution of 30 meters over the past 37 years (1984–2021). The entire Landsat 5 (TM), Landsat 7 (+ETM), and Landsat 8

*. Corresponding Author: ashournejad@umz.ac.ir

(OLI) archives were directly corrected, and high-temperature atmospheric reflectance images obtained from 1984 to 2021 have been employed. The layers of changes in surface water include the following:

1. Permanent water
2. New permanent water (conversion of land to permanent water)
3. Lost permanent water (conversion of permanent water to dry land)
4. Seasonal water
5. New seasonal water (conversion of land to seasonal water)
6. Lost seasonal water (conversion of seasonal water to land)
7. Conversion of seasonal water to permanent water
8. Conversion of permanent water to seasonal water
9. Permanent ephemeral water
10. Temporary seasonal water

These layers reflect changes in the status of water bodies between the beginning and end of the time series (1984–2021), without providing details about what occurred in the intervening years. In cases where there was no water at the beginning or end of the observation period but was observed in some intermediate years, these instances are classified as temporary permanent water (conversion from dry land to permanent water) or temporary seasonal water (conversion from dry land to seasonal water).

Results and discussion

After analyzing the data obtained from Landsat satellites, the results showed that in Iran, there are 6285.86 km² of permanent water, 1860.29 km² of added permanent water, 3601.68 km² of lost permanent water, 3957.54 km² of seasonal water, 11,614.55 km² of new seasonal water, and 16,222.89 km² of lost seasonal water. The wetlands registered under the Ramsar Convention have a total of 430198 hectares of permanent water, 15077 hectares of new permanent water, 325955 hectares of lost permanent water, 167270 hectares of seasonal water, 486853 hectares of new seasonal water, and 628942 hectares of lost seasonal water.

Conclusion

The analysis of surface water resources indicated that Iran is experiencing significant changes in its surface water. Most of the surface water in Iran, particularly in Ramsar sites, is seasonal, with reduced water availability or complete drying during certain months of the year due to low rainfall. The eastern and central provinces have the lowest amount of permanent water, and because these regions are dry and semi-arid, they are at a high risk of water scarcity. The wetlands examined in this study that contain permanent water have lost a significant amount of their water over the past 37 years, with some having changed from permanent to seasonal. Additionally, a large portion of the permanent and seasonal surface water across Iran and Ramsar sites has now become transient and has disappeared.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgment

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

Citation:

Garshasbi, F., & Ashornejad, Q. (2024). Monitoring Changes in Water Bodies of Ramsar Convention Wetlands over the Period (1984-2021) Based on Remote Sensing Data. *Geographical Studies of Coastal Areas Journal*, 5 (2), pp. 21-39.
DOI: 10.22124/GSCAJ.2024.23504.1207

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.



پایش تغییرات پهنه‌های آبی تالاب‌های کنوانسیون رامسر در بازه (۱۹۸۴-۲۰۲۱) بر مبنای داده‌های سنجش از دور

فاطمه گرشاسبی^۱، غدیر عشورنژاد^{۲*}

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، گروه جغرافیا، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

۲. استادیار سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، گروه جغرافیا، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

doi DOI: 10.22124/GSCAJ.2024.23504.1207

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۹/۱۲

چکیده

رشد تصاعدی اطلاعات مبتنی بر سنجش از دور در دهه گذشته فرصت‌های بی‌سابقه‌ای را برای نظارت بر منابع زمین از جمله تالاب‌ها که از با ارزش‌ترین اکوسیستم‌های موجود هستند فراهم کرده است. اطلاع از تغییرات تالاب‌ها نقش اساسی در کیفیت مدیریت این‌گونه مناطق دارد. در این پژوهش میزان آب‌های سطحی ایران و تغییرات تالاب‌های ایرانی ثبت شده در کنوانسیون رامسر در یک دوره ۳۷ سال (۱۹۸۴-۲۰۲۱) با استفاده از تصاویر محصول سنجش از دوری آب‌های سطحی جهانی (GSW)، تولید شده در مرکز تحقیقات مشترک اروپا (JRC) مورد پایش قرار گرفت. داده‌های محصول با مرز تالاب‌ها در محیط GIS تلفیق و مساحت سطح آب موجود، سطح آب ازدست‌رفته و سطح آب اضافه شده در طی ۳۷ سال برای هر استان و هر تالاب برآورد شد. نتایج نشان می‌دهد در ایران و در دوره مطالعه شده ۶۲۸۵/۸۶ کیلومترمربع آب دائمی، ۱۸۶۰/۲۹ کیلومترمربع آب دائمی اضافه شده، ۳۶۰۱/۶۸ کیلومترمربع آب دائمی ازدست‌رفته، ۳۹۵۷/۵۴ کیلومترمربع آب فصلی، ۱۱۶۱۴/۵۵ کیلومترمربع آب فصلی جدید، ۱۶۲۲۲/۸۹ کیلومترمربع آب فصلی ازدست‌رفته، وجود دارد. تالاب‌های ثبت شده در کنوانسیون رامسر نیز در مجموع دارای ۴۳۰۱۹۸/۹ هکتار آب دائمی، ۱۵۰۷۷/۹۷ هکتار آب دائمی جدید، ۳۲۵۹۵۵/۴ هکتار آب دائمی ازدست‌رفته، ۱۶۷۲۷۰ هکتار آب فصلی، ۴۸۶۸۵۳/۷ هکتار آب فصلی جدید، ۶۲۸۹۴۲/۸ هکتار آب فصلی ازدست‌رفته می‌باشند.

واژگان کلیدی: آب سطحی، پایش تغییرات، تالاب، سنجش از دور، کنوانسیون رامسر.

نکات برجسته:

- تالاب‌های ثبت شده در کنوانسیون رامسر در ایران در طول ۳۷ سال دوره مورد مطالعه ۱۵/۸۵ درصد آب‌های سطحی دائمی خود و ۳۰/۶۱ درصد آب‌های سطحی فصلی خود را از دست داده‌اند.
- در طول ۳۷ سال دوره مورد مطالعه، مجموعه آب‌های سطحی دائمی از دست‌رفته در تالاب‌های ثبت شده در کنوانسیون رامسر در ایران ۲۱ برابر آب‌های سطحی دائمی جدید و مجموعه آب‌های سطحی فصلی از دست‌رفته در این تالاب‌ها ۱/۲ برابر آب‌های فصلی جدید بوده است.

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه سنجش از دور، از جمله در زمینه‌ی مطالعه و نظارت بر سطح زمین حاصل شده که از لحاظ بررسی تغییرپذیری مکانی-زمانی فرایندهای طبیعی به دلیل محدودیت استفاده از روش‌های زمینی، دارای اهمیت است (Chupin et al, 2022:2). از آنجایی که کمی‌سازی تغییرات مکانی و زمانی برای مدیریت مؤثر منابع آب حیاتی است، از سنجش از دور می‌توان به‌عنوان یک منبع داده مهم برای نظارت، اندازه‌گیری و پایش منابع آب در سطح جهانی استفاده کرد (Cooley et al, 2017:2). سید موسوی و همکاران، (۲۰۱۴:۲۰). موقعیت و ماندگاری آب‌های سطحی بر تنوع زیستی و رفاه انسان تأثیر می‌گذارد و برای دسترسی به توسعه پایدار ضروری است. در طول سه دهه گذشته تقریباً ۹۰۰۰۰ کیلومترمربع از پهنه‌های آبی دنیا به‌طورکلی از بین رفته و بیش از ۷۲۰۰۰ کیلومترمربع از حالت دائمی به حالت فصلی تبدیل شده است (Pekel et al, 2016:420). از آنجایی که ایران به دلیل رویدادهای مختلف از جمله خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت اقلیمی، رشد قابل توجه جمعیت و فعالیت کشاورزی و صنعتی با وضعیت چالش برانگیزی در تأمین آب موردنیاز ساکنان خود مواجه بوده است. موضوع مبرم در این شرایط به‌کارگیری تکنیک‌های دقیق پایش منابع آب موجود برای مدیریت چالش آب است (Heydarizad et al, 2022:2). بنابراین آگاهی از کم‌وکیف منابع آب و چگونگی تحولات آن جزء پیش‌شرط‌های اصلی و اساسی برای برنامه‌ریزی و مدیریت معقول آن‌ها محسوب می‌شود (باقری و همکاران، ۱۳۹۵:۳). تالاب‌ها به‌عنوان یکی از منابع آب سطحی نقشی بی‌بدیل در تنظیم آب‌وهوای جهانی، حفظ چرخه هیدرولوژیکی جهانی، کنترل فرسایش، چرخه مواد مغزی، تصفیه پسماند، تأمین زیستگاه، تولید غذا، تولید مواد اولیه، گردشگری، حفاظت از تنوع اکوسیستم و رفاه انسان ایفا می‌کنند (Hu et al, 2017:3, Costanza et al, 1997:256). ارزش کل خدمات اکوسیستم تالاب ۴۷ درصد از ارزش‌های اکوسیستم جهانی را تشکیل می‌دهد (Costanza et al, 2014:153). اکوسیستم‌های تالاب نه تنها می‌توانند خدمات غیرمستقیم را برای انسان به ارمغان بیاورند، بلکه ارزش‌های اقتصادی مستقیمی را نیز برای انسان به ارمغان می‌آورند (Smardon, 2009). در ۲ فوریه ۱۹۷۱ در رامسر ایران، یک نشست بین‌المللی تحت عنوان «کنوانسیون تالاب‌های با اهمیت بین‌المللی» به تصویب رسید. این کنوانسیون به دلیل عضویت تقریباً جهانی (۱۷۱ کشور)، فهرست روبه‌رشد تالاب‌های با اهمیت بین‌المللی و برنامه موفقیت‌آمیز توسعه مرتبط با بخش خصوصی مورد توجه قرار گرفته است؛ با این حال، وضعیت تالاب‌های جهان در ۵۰ سال گذشته بدتر شده است و دبیرخانه کنوانسیون رامسر از کاهش ۳۵ درصدی تالاب‌های جهانی بین سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۵ خبر می‌دهد (Bridgewater et al, 2021:3920, Gardner et al, 2018:3). تخریب تالاب‌ها چه در کشورهای توسعه یافته و چه در کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران وجود دارد و اساسی‌ترین چالش در مدیریت این اکوسیستم با ارزش، عدم دانش کافی در رابطه با خدمات ارائه شده توسط آن است. بسیاری از تالاب‌های در ایران به‌شدت مورد بهره‌برداری قرار گرفته، دچار تغییرات زیست محیطی شده و موجودیت آن‌ها در خطر نابودی قرار دارد (جعفری آذر و همکاران، ۱۳۹۹:۴۲, Sabzghabaei et al, 2015:345). بر اساس گزارش سایت کنوانسیون رامسر، ایران در صدر لیست مونترو (لیست قرمز تالاب‌های کنوانسیون رامسر که تغییرات شدیدی در ویژگی‌های اکولوژیکی آن‌ها رخ داده، در معرض نابودی‌اند و به احیا احتیاج دارند) قرار دارد. از ۲۸ تالاب ایرانی ثبت شده در این کنوانسیون ۷ تالاب انزلی، هامون، بختگان، شادگان، شورگل، یادگارلو و دورگه سنگی در این لیست قرار دارند. بر این اساس برای مدیریت این اکوسیستم ارزشمند پایش تغییرات آن‌ها با ابزارهایی مانند فناوری سنجش از دور می‌تواند راهگشا و مؤثر باشد.

۲. مبانی نظری

در دسترس بودن و کیفیت منابع آب شیرین در سراسر جهان نگرانی فزاینده‌ای برای جامعه بین‌المللی است. رفاه انسان، سلامت و عملکرد اکوسیستم، اقتصاد و سیاست همگی به میزان، زمان و مکان در دسترس بودن آب بستگی دارند (Gleick, 2000:21). اطلاع از ذخایر و جریان آب برای درک مشکلات منابع آب ضروری است زیرا کمتر از ۱ درصد منابع آب جهانی در دریاچه‌ها، مرداب‌ها، تالاب‌ها و رودخانه‌ها وجود دارد (Guntner et al, 2007: 2). در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، از جمله ایران رقابت شدیدی بین انسان و اکوسیستم برای مصرف آب وجود دارد؛ در نتیجه ارزیابی جامع

منابع آب با یک روش مناسب در مقیاس زمانی و مکانی مدیریت منابع آب در آینده را بهبود می‌بخشد (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۶۴). پراکندگی نامناسب مکانی و زمانی، مدیریت منابع آب را در ایران با مشکل مواجه ساخته است. بر اساس الگوی مصرف آب در ایران، استان‌های کمتر برخوردار از منابع آبی شامل خراسان جنوبی و رضوی، خوزستان، سیستان و بلوچستان، فارس، قم، کرمان و هرمزگان مصرف بیشتری نسبت به میانگین کشوری دارند (کیانی و سیدی، ۱۳۹۲: ۲۸). از جمله منابع آب در سطح زمین تالاب‌ها هستند. اصطلاح تالاب طیف گسترده‌ای از زیستگاه‌های مختلف را پوشش می‌دهد و اگرچه تعاریف متفاوت است، اما اشتراکات زیادی دارند، زیرا آن‌ها انتقال بین اکوسیستم آبی و خشکی را نشان می‌دهند. تالاب‌ها هم از نظر مکان و هم در زمان پویا هستند و به راحتی می‌توانند از یک حالت اکولوژیکی به حالت دیگر در نتیجه نوسانات سالانه و فصلی در شرایط محیطی مانند تغییر الگوهای بارندگی سالانه تغییر مکان دهند. علاوه بر این، مرزهای طبیعی پویا و فازی بین انواع مختلف تالاب و سایر دسته‌های پوشش زمین، نظارت طولانی‌مدت از راه دور تالاب‌ها را مختل می‌کند (Brinkmann et al, 2020: 2). تالاب‌ها اکوتون‌هایی هستند که فعل‌وانفعالات سیستم‌های زمینی و آبی را مهار می‌کنند و تا همین اواخر به‌عنوان زمین‌های بایر در نظر گرفته می‌شدند. آن‌ها همراه با جنگل‌ها و اقیانوس‌ها، یکی از سه اکوسیستم اصلی جهان محسوب می‌شوند. تالاب‌ها از طریق ته‌نشینی و فیلتراسیون رواناب و فراهم‌کردن محیط‌هایی برای جذب مواد مغذی، سیستم‌های آبی را از محیط‌های مرتفع محافظت می‌کنند. به همین ترتیب، تالاب‌ها می‌توانند با انحراف و اتلاف حجم و انرژی سیل، ارتفاعات را از سیستم‌های آبی محافظت کنند (Reddy et al, 1994: 857). مناظر تالاب، مناظر بسیار تحت کنترل هستند که مستقیماً تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار دارند. مناظر بسیار تحت کنترل را به‌عنوان مناظری تعریف می‌کنند که در آن اقدامات مدیریت انسانی می‌تواند ساختار چشم‌انداز نسبتاً پایداری را حفظ کند، با شیوه‌های سنتی استفاده از زمین سازگار شود، یکپارچگی بیوفیزیکی و عناصر فرهنگی انسانی را متعادل کند، و توانایی سیستم منظر را برای ارائه اولیه حفظ کند (Yang et al, 2023: 3). بر اساس تعریف کنوانسیون حفاظت از تالاب‌ها مناطقی پوشیده از مرداب، باتلاق، لجن زار یا آبگیرهای طبیعی و مصنوعی اعم از دائمی یا موقت که در آن آب‌های شور یا شیرین به صورت راکد یا جاری یافت می‌شود، از جمله شامل آبگیرهای دریایی که عمق آن‌ها در پائین‌ترین حد جزر از شش متر تجاوز نکند. بر اساس این کنوانسیون، تالاب‌هایی با اهمیت بین‌المللی شناخته می‌شوند که معیارهای زیر را داشته باشند:

۱- گروه A از معیارها: مکان‌های شامل انواع تالاب شاخص، کمیاب یا منحصر بفرد

معیار ۱: تالابی باید از نظر بین‌المللی با اهمیت تلقی شود که شامل نمونه‌ای طبیعی یا تقریباً "طبیعی از انواع تالاب‌های شاخص، کمیاب یا منحصر بفرد باشد که در جغرافیای زیستی مربوطه یافت می‌شود.

گروه B از معیارها: مکان‌های دارای اهمیت بین‌المللی برای حفظ تنوع زیستی. معیارهای در ارتباط با گونه‌ها و جوامع اکولوژیکی

معیار ۲: تالابی باید از نظر بین‌المللی با اهمیت تلقی شود که بتواند گونه‌های آسیب‌پذیر یا در خطر انقراض بحرانی و یا جوامع اکولوژیکی در معرض تهدید را پشتیبانی کند.

معیار ۳: تالابی باید از نظر بین‌المللی با اهمیت تلقی شود که بتواند جمعیت‌هایی از گیاه یا جانور که برای حفظ تنوع زیستی یک منطقه جغرافیایی زیستی خاص اهمیت دارند را پشتیبانی کند.

معیار ۴: تالابی باید از نظر بین‌المللی با اهمیت تلقی شود که اکثر گونه‌های گیاهی یا جانوری را که در مرحله بحرانی از چرخه زیستی خود قرار دارند پشتیبانی کند و یا در طی شرایط نامساعد تأمین پناه نماید.

از نظر مقیاس مکانی، منابع آب در سطوح مختلف وجود دارد: سطح بین‌المللی، سطح ملی، سطح استان یا ناحیه و سطح محلی؛ همچنین به موازات این سطوح، مرزهای سیستم هیدرولوژیکی مانند حوضه‌های رودخانه، حوضه‌های فرعی و حوضه‌های آبخیز قرار دارند. از نظر مقیاس زمانی، منابع و مصارف آب دارای الگوهای زمانی مشخصی هستند. توزیع زمانی منابع آب بسیار مهم است (سیل، خشکسالی، جریان‌های پایه، الگوهای سیلابی) و همچنین توزیع در طول زمان تقاضاها (تقاضای اوج، نیازهای ثابت، الگوهای کشت و غیره) (Savenije et al, 2008: 291). برای بررسی تغییرات مکانی و زمانی آب در مقیاس‌های محلی، مدل‌های گوناگونی از جمله مدل‌های بودجه آب وجود دارد که توسط فشار جوی هدایت می‌شوند و تغییرات فرآیندهای هیدرولوژیکی را شبیه‌سازی می‌کنند (Guntner et al, 2007: 3). علیرغم اهمیت زیاد اطلاع از میزان ذخایر آب از

مقیاس منطقه‌ای تا جهانی، تغییرات زمانی و مکانی آب در سال‌های گذشته با دقت کافی برای مناطق بزرگ بررسی نشده است که دلیل اصلی آن، فقدان سیستم‌های نظارتی در مقیاس بزرگ است (Rodell and Famiglietti, 2007). در حال حاضر نظارت از ماهواره‌ها امکان پوشش فضایی و وسیع منابع آب را فراهم می‌کند. برای آب‌های سطحی مانند تالاب‌ها رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، تغییرات زمانی و مکانی آب را می‌توان با استفاده از فناوری راداری در سنجش از دور مشاهده کرد (Maheu et al, 2003).

۳. پیشینه پژوهش

پژوهش‌هایی در رابطه با موضوع مورد مطالعه صورت گرفته است. باقری و همکاران (۱۳۹۵) به تحلیل تغییرات دریاچه بختگان تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی پرداختند. نتایج نمایانگر آن بود که کاهش بارندگی و مهم‌تر از آن افزایش سطوح زیر کشت آبی در بالادست دریاچه بختگان و در نتیجه افزایش مصرف آب برای آبیاری، باعث خشک شدن کامل دریاچه بختگان شده است. در این بین عامل دوم سبب تبدیل شدن کمبود آب ناشی از خشکسالی به بحران آب در منطقه شده است. دسترنج و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی تغییرات سطحی و حجمی آب دریاچه ارومیه را با استفاده از تصاویر و ارتفاع سنجی ماهواره‌ای بررسی کردند. باتوجه به نتایج بدست آمده، علت اصلی کاهش آب دریاچه، برداشت آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشد؛ لذا علاوه بر جلوگیری برداشت بی‌رویه آب، اصلاح در روش کشاورزی و نوع محصولات آن ضروری است. مصطفی‌زاده و همکاران (۱۳۹۸) به ارزیابی تغییر زمانی و مکانی آب سطحی مازاد در برخی از آبخیزهای استان اردبیل پرداختند. طبق نتایج، حجم آب مازاد در همه ایستگاه‌ها به استثنای چهار ایستگاه مشیران، بوران، دوس تبیگلو و سامیان، در بیش‌تر ماه‌ها و فصل‌های مختلف و به خصوص ماه‌های گرم سال چندان زیاد نیست و برای تأمین نیازهای بخش‌های مختلف کشاورزی، خانگی، و صنعت نه تنها جریان و آبدهی طبیعی رودخانه مصرف می‌شود، بلکه جریان زیست محیطی نیز از رودخانه برداشته می‌شود. با برداشتن جریان زیست محیطی و در نظر نگرفتن آن در نظام مدیریتی منابع آب، حیات زیست‌بوم‌های وابسته به جریان‌های سطحی در خطر خواهد بود. پریجنت^۱ و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات در دینامیک آب‌های سطح زمین از دهه ۱۹۹۰ و ارتباط با فشار جمعیت را بررسی کردند. نتایج برای سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۷ کاهش متوسط ۶ درصدی منطقه با پوشش آب جهانی در طول دوره پانزده‌ساله، عمدتاً در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری آمریکای جنوبی و جنوب آسیا را نشان می‌دهد. بزرگ‌ترین کاهش آب‌های آزاد در جایی مشاهده می‌شود که افزایش جمعیت در دو دهه گذشته اتفاق افتاده است که نشان‌دهنده تأثیر مقیاس جهانی فعالیت‌های انسانی بر آب شیرین سطح قاره است. پکل و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی تغییرات طولانی‌مدت آب‌های سطحی جهانی پرداختند. نتایج نشان داد بیش از ۷۰ درصد از اتلاف خالص دائمی آب جهانی در خاورمیانه و آسیای مرکزی رخ داده است که با خشکسالی و اقدامات انسانی از جمله انحراف رودخانه‌ها یا سدسازی و برداشت بی‌رویه مرتبط است. همچنین نتایج اثر تغییرات آب‌وهوا و نوسانات آب‌وهوایی و فعالیت‌های انسانی بر آب‌های سطحی را نشان می‌دهد. دنگ^۲ و همکاران (۲۰۱۹) تغییرات بلندمدت بدنه‌های آب سطحی در حوضه رودخانه یانگ تسه را بررسی کردند. نتایج نشان داد که مساحت بدنه‌های آبی دائمی و آب‌های فصلی ۲۹۰۷۶/۷۰ کیلومتر مربع و ۲۱۵۲۶/۲۴ کیلومتر مربع بود که به ترتیب ۵۷/۴۶ و ۴۲/۵۴ درصد از کل آب‌های سطحی را تشکیل می‌دهند. به‌طور کلی، کل بدنه‌های آب سطحی روند افزایشی را تجربه کردند و تغییرات بدنه‌های آبی سطح باز با تغییرات آب‌وهوایی و فعالیت‌های شدید انسانی مرتبط بود. مونیشی^۳ و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی رامسر سایت گیلومبرو لار تانزانیا پرداختند. یافته‌ها نشان می‌دهد که تحول سریعی به سمت فعالیت‌های فشرده کشاورزی در حوضه تالاب وجود دارد و حداقل

1- Prigent et al

2- Pekel et al

3- Deng et al

4- Yangtza

5- Munishi et al

6- Ramsar site

7- kilombero

۹۰ درصد از مساحت تالاب به کاربری‌های دیگر تبدیل شده است. یاگمور و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از سنجش‌ازدور به بررسی یکی از رامسر سایت‌های ترکیه (مک مار) پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد سطح آب در مک مار تقریباً ۹۰ درصد کاهش یافته است. مائو و همکاران (۲۰۲۱) به تجزیه و تحلیل ۵۷ رامسر سایت در چین پرداختند. نتایج نشان می‌دهد در ۱۸ رامسر سایت، سطح تالاب کاهش پیدا کرده است که عمدتاً ناشی از فعالیت‌های کشاورزی بود. همچنین تغییرات مداوم کاربری اراضی در ۴۳ سایت رامسر (۷۵٪) رخ داد و تهدیدات انسانی ناشی از تغییر پوشش زمین به‌ویژه در شرق چین قابل توجه بود. پژوهش‌های صورت گرفته در ایران تا کنون معطوف به مطالعه موردی تالاب‌ها بوده است و تا کنون پژوهشی به بررسی تغییرات زمانی و مکانی سطوح آبی ایران و تمامی تالاب‌های کنوانسیون رامسر نپرداخته است. در این پژوهش به ارزیابی تغییرات زمانی و مکانی سطوح آبی در سراسر ایران (به تفکیک استان‌ها) و تمامی تالاب‌های کنوانسیون رامسر بر مبنای پروداکت‌های سنجش‌ازدور پرداخته شده است.

۴. روش پژوهش

برای دستیابی به میزان تغییرات زمانی و مکانی پهنه‌های آب سطحی برای استان‌ها و تالاب‌های کنوانسیون رامسر در ایران، از محصول آب‌های سطحی جهانی (GSW) استفاده شد. این محصول که توسط مرکز تحقیقات مشترک اروپا (JRC) ارائه شده است از تصاویر ماهواره لندست و با وضوح ۳۰ متر در طول ۳۷ سال گذشته (۱۹۸۴-۲۰۲۱)، استفاده می‌کند. تمام آرشیو لندست ۵ (TM)، لندست ۷ (ETM+) و لندست ۸ (OLI) به‌طور مستقیم تصحیح و پوشش ابر، برف و یخ حذف شد و از تصاویر دمای بالای انعکاس اتمسفر به دست آمده بین سال‌های ۱۹۸۴ و ۲۰۲۱ استفاده شد. لندست ۵، ۷ و ۸ در مدار قطبی نزدیک با پوشش تکراری هر ۱۶ روز قرار می‌گیرند. دو ماهواره به‌طور هم‌زمان با یک چرخه ۸ روزه کار می‌کنند. سطح زمین که توسط مدارهای مجاور به تصویر کشیده شده است با ۷/۳ درصد از استوا همپوشانی دارد و در عرض جغرافیایی ۷۰ درجه به ۶۸/۳ درصد افزایش می‌یابد. مدارهای مجاور در غرب مدار قبلی با فاصله یک هفته از هم جمع‌آوری می‌شوند. بنابراین پیکسل‌ها در نواحی کناری هر دو مدار، منظره‌های منحصربه‌فردی هستند. فریم‌های تصویر متوالی در امتداد مسیر مداری نیز با هم همپوشانی دارند، اما این‌ها داده‌های یکسان هستند، نه نماهای منحصربه‌فرد. برای تولید این محصول، دور انتهایی حذف شد اما پیکسل‌های دور کناری برای تجزیه و تحلیل حفظ شد. آب یک هدف بسیار متغیر است و خواص طیفی آن در طول موج‌های اندازه‌گیری شده توسط لندست ۵، ۷ و ۸ بر اساس غلظت کلروفیل، جامدات معلق و بار ماده آلی محلول رنگی، اعماق و مواد کف بدنه برای آب‌های کم‌عمق، و همچنین تغییرات در شرایط مشاهده (هندسه سنسور، هدف خورشید، و ضخامت نوری) متفاوت است. در زمان تولید این محصول، ۳۰۶۶۰۸۰ تصویر (۱۸۲۳ ترابایت داده)، ۹۹/۹۵ درصد از خشکی را پوشش می‌داد. پیکسل‌ها در جاهایی که اشباع بیشتر یا کمتر از حد اتفاق می‌افتد (که به صورت لکه‌های تصادفی یا افت خط آشکار می‌شود) و جاهایی که یک یا چند باند طیفی گم شده بودند (معمولاً در لبه‌های تصویر رخ می‌دهد) حذف شدند. برای پرداختن به چالش فوق‌الذکر از تکنیک‌های اکتشاف کلان داده و داده کاوی استفاده شد که شامل سیستم‌های خبره، تجزیه و تحلیل بصری و استدلال شواهدی است. سیستم‌های خبره برای مقابله با طیف وسیعی از شرایط، انعطاف‌پذیری را فراهم می‌کنند. تحلیل‌های بصری توانایی‌های شناختی و ادراکی انسان را با ظرفیت‌های ذخیره‌سازی و پردازش پلت‌فرم‌های رایانش ابری ترکیب می‌کنند و استدلال شواهدی با مشکلات مربوط به عدم قطعیت‌ها و مسائل کیفیت در مجموعه داده‌ها سروکار دارد. سیستم‌های خبره طبقه‌بندی‌کننده‌های غیر پارامتری هستند که می‌توانند عدم قطعیت در داده‌ها را توضیح دهند، تخصص تفسیر تصویر را در فرایند طبقه‌بندی بگنجانند، و می‌توانند با منابع داده‌ای متعدد استفاده شوند. سیستم خبره مشخص شده برای تخصیص هر پیکسل به یکی از سه کلاس

8- Yagmur et al

9- Meke Maar

10- Mao et al

11- Global Surface Water

12- Joint research center

3Thematic Mapper

4Enhanced Thematic Mapper Plus

5Operational Land Imager

هدف، اعم از آب، خشکی یا مشاهدات غیر معتبر (برف، یخ، ابر یا مسائل مربوط به حسگر) توسعه یافته است. موتور استنتاج این سیستم، یک درخت تصمیم‌گیری متوالی رویه ای بود که از ویژگی‌های چندطیفی و چند زمانی آرشو لندست و همچنین لایه‌های داده جانبی استفاده می‌کرد. معادلات توصیف بدنه خوشه مورد استفاده در سیستم خبره از طریق تجزیه و تحلیل بصری ایجاد شد. اولین گام ساخت یک کتابخانه طیفی بود که رفتار طیفی سه کلاس هدف را در محدوده وسیعی از شرایط ممکن ثبت کرد. ۶۴۲۵۴ نمونه به دست آمده از طریق تفسیر بصری ۹۱۴۹ صحنه لندست تنوع طیفی طبقات هدف را ثبت کردند. رکوردهای نگهداری شده در کتابخانه شامل مقادیر طیفی از همه باندها بود. این رکوردها با استخراج شاخص گیاهی تفاوت نرمال شده و تبدیل فضای رنگ^۱ (HSV) برای ترکیب‌های باند زیر غنی شدند: مادون قرمز موج کوتاه و مادون قرمز نزدیک. مدل رنگی HSV به خوبی برای تجزیه و تحلیل تصویر سازگار است؛ زیرا مؤلفه‌های محدوده رنگ، محدوده اشباع و روشنایی کلی جدا شده‌اند. همچنین تغییرات در شرایط مشاهده، ابتدا مؤلفه V (محدوده مقدار) و سپس مؤلفه S (محدوده اشباع) را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ در حالی که H (محدوده رنگ) نسبتاً پایدار می‌ماند (به جز زمانی که ماهیت اساسی هدف تغییر می‌کند، مانند زمانی که زمین به آب تبدیل می‌شود). در نتیجه، این ویژگی ثابت زمانی را در اندازه‌گیری‌ها افزایش می‌دهد و طبقه‌بندی‌های مبتنی بر HSV با موفقیت برای تشخیص آب‌های سطحی در زمان واقعی در مقیاس‌های قاره‌ای استفاده شده‌اند. اطلاعات نگهداری شده در کتابخانه طیفی سپس از طریق تجزیه و تحلیل بصری با هدف استخراج معادلات توصیف کننده بدنه خوشه در فضای ویژگی چند بعدی برای سیستم خبره تجزیه و تحلیل شد. نمی‌توان همه پیکسل‌ها را به‌طور واضح به یکی از کلاس‌های هدف اختصاص داد، زیرا هم‌پوشانی بین خوشه‌ها به گونه‌ای بود که نمی‌توان آن را در هر جایی در فضای ویژگی‌های چند بعدی حل کرد. در این موارد از استدلال شواهدی - به عنوان بخشی از سیستم خبره - برای هدایت تکالیف کلاس استفاده شد. این امر موقعیت جغرافیایی و مسیر زمانی را در چند طیفی در نظر گرفت. مسیر زمانی در فضای ویژگی برای به دست آوردن اطلاعات در مورد احتمال آب بودن یک پیکسل استفاده شد. اگر یک پیکسل به صراحت برای مدتی در داخل بدنه آب قرار گیرد، احتمال زیادی وجود دارد که در واقع آب باشد. حتی اگر گهگاه پوسته‌ای را اشغال کند که در آن با انواع پوشش‌های دیگر هم‌پوشانی داشته باشد. فرکانسی که یک پیکسل با آن، بخش بی چون و چرای بدنه آب را اشغال می‌کند برای تخمین احتمال آب بودن آن استفاده می‌شود. سایه، از هر منبعی که باشد، می‌تواند باعث تشخیص کاذب آب شود؛ زیرا ویژگی‌های طیفی زیرین سطح به طور واقعی نشان داده نمی‌شوند و ممکن است با آب هم‌پوشانی داشته باشند. سایه‌های ساختمان به فصل وابسته هستند (مربوط به تغییرات زاویه اوج خورشیدی) و بنابراین یک پیکسل ممکن است در طول زمان به داخل و خارج از خوشه «همپوشانی سایه-آب» حرکت کند. این حرکت ممکن است به سمت یک خوشه خشکی یا آب باشد. با گذشت زمان، اگر یک پیکسل به طور انحصاری به سمت خوشه آب حرکت کند، آن مکان به احتمال زیاد یک ویژگی آبی دائمی در منطقه شهری خواهد بود. هرچه فرکانسی که یک پیکسل با آن پوسته آب بدون ابهام را اشغال می‌کند بیشتر باشد، احتمال حضور آب در آن مکان بیشتر می‌شود. این موضوع به سیستم خبره اجازه می‌دهد تا از ویژگی‌های آبی دائمی در مناطق شهری نقشه‌برداری کند و همچنین ائتلاف آب به دلیل گسترش شهری و احیای زمین را محاسبه کند. با این حال، تشخیص آب فصلی در مناطق شهری مشکل‌سازتر است؛ زیرا این پیکسل‌ها در طول زمان حتی در غیاب سایه بین زمین و آب در فضای ویژگی‌های چندطیفی حرکت می‌کنند. تشخیص‌های آب که توسط تشخیص‌های زمین پرنتر می‌شوند، به احتمال زیاد سایه هستند. در این مکان‌ها، فرکانسی که پیکسل‌ها بخش صریح خوشه آب را اشغال می‌کردند دوباره در سرتاسر سری‌های زمانی در نظر گرفته شد و هرچه این فرکانس کمتر باشد، احتمال سایه بیشتر می‌شود. در نهایت، بازرسی بصری نقشه‌های آب کاذب باقیمانده پراکنده را شناسایی کرد و به صورت دستی حذف شدند. این خطاها با سایت‌های صنعتی، مزارع فتوولتائیک و زیرساخت‌های شهری مرتبط بود. برخی از این خطاها ممکن است همچنان باقی مانده باشند، اما تاثیر آن‌ها در اعتبارسنجی در نظر گرفته شده است. سیستم خبره در گوگل ارث انجین اجرا شد. اجرای سیستم خبره بر روی یک واحد پردازش مرکزی کامپیوتر (CPU) ۱۲۱۲ سال طول می‌کشید، اما با استفاده از ۱۰۰۰۰ کامپیوتر در گوگل ارث انجین پردازش در حدود ۴۵ روز تکمیل شد. اگرچه ساخت، آزمایش و اعتبارسنجی سیستم خبره تقریباً دو سال طول کشید. اعتبارسنجی با استفاده از مجموع ۴۰۱۲۴ نقطه کنترلی انجام شد که هم به صورت

جغرافیایی (جهانی)، هم به صورت موقت (در طول ۳۷ سال) و هم در بین سنجنده‌ها (TM، ETM و OLI) توزیع شده‌اند. دو مجموعه داده مرجع تولید شد: یک نمونه ۲۷۲۶۸ پیکسلی به تخمین خطای حذف و ۱۲۸۵۶ پیکسل برای مشخص کردن خطاهای کمیسیون استفاده شد. برای تولید مجموعه داده خطای حذف، یک قاب نمونه سیستماتیک (شبکه ۱ درجه عرض جغرافیایی در ۱ درجه طول جغرافیایی) استفاده شد. در این چارچوب، کره زمین به مناطقی با احتمال بالای وقوع آب بر اساس نقشه‌های جهانی آب‌های سطحی منتشر شده، برای تمام عرض‌های جغرافیایی تا ۶۰ درجه شمالی (مرجع ۶۰) و یکی از ۶۰ درجه شمالی تا ۷۸ درجه شمالی طبقه‌بندی شد. یک نقطه به طور تصادفی در لایه مرجع آب در هر سلول شبکه طول / عرض جغرافیایی انتخاب شد. سپس یک تصویر با کمتر از ۱۰ درصد پوشش ابری مربوط به این مکان به طور تصادفی برای هر سنجنده در طول بازه زمانی آرشیو انتخاب شد. وجود آب برای هر نقطه اعتبارسنجی منفرد در هر تاریخ با بررسی بصری همه نقاط با استفاده از ابزار اعتبارسنجی شرح داده شده تأیید شد. در برآورد خطای حذف فقط از نقاطی که به‌عنوان آب تأیید شده بودند استفاده شد. برای تعیین خطاهای کمیسیون یک شبکه ۱ درجه عرض جغرافیایی در ۱ درجه طول جغرافیایی دوباره به‌عنوان یک قاب نمونه سیستماتیک استفاده شد. برای هر سلول شبکه طول و عرض جغرافیایی، تصاویر به طور تصادفی از آرشیو هر سه سنجنده انتخاب شدند و سیستم خبره تشخیص آب روی آن‌ها اجرا شد. سپس یک نقطه برای هر سنجنده از مناطق طبقه‌بندی شده به‌عنوان آب به طور تصادفی انتخاب شد. حضور واقعی آب برای هر نقطه اعتبارسنجی منفرد در هر تاریخ به صورت بصری با استفاده از ابزار اعتبارسنجی بررسی شد. اگر در واقع آب وجود نداشت، آنگاه این امر با خطای کارکرد مطابقت دارد. برای هر پیکسل در پایگاه داده، تصویر لندست با وضوح کامل انتخاب شده برای اعتبارسنجی نمایش داده شد و پیکسل خاص برای تفسیر برجسته شد. تصاویری از همان مکان که در تاریخ‌های قبل و بعد از تصویر نمونه به دست آمده بود، همراه با تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا و/یا عکس برداری هوایی از گوگل ارث و مؤسسه تحقیقات سیستم‌های محیطی (ESRI) نیز ارائه شد. با استفاده از تمام این ورودی‌ها، یک مترجم خبره، وجود آب در آن مکان و زمان را تأیید یا رد کرد. پایگاه داده به طور خودکار با نتایج پر شده طبقه‌بندی کننده دارای کمتر از ۱ درصد تولید آب کاذب بود و کمتر از ۵ درصد مناطق دارای آب را از دست داد. تجزیه نمونه اعتبارسنجی توسط سنجنده نشان داد که هر سه سنجنده به طور قابل مقایسه‌ای خوب عمل کردند. خطاهای کمیسیون فقط ۰/۲ درصد و خطای حذف ۱/۲ درصد بود. تجزیه نمونه اعتبارسنجی بیشتر بر اساس کلاس فصلی آب (با استفاده از کلاس فصلی برای سال مربوطه که در آن نقطه اعتبارسنجی به طور تصادفی به دست آمده است) نشان می‌دهد که اگرچه هر سه سنجنده به طور مشابه عمل کردند، حذف برای کلاس‌های آب فصلی، بیشتر از کلاس‌های آب دائمی بود. دقت برای TM، ETM+ و OLI هنگام قضاوت در برابر خطاهای کمیسیون به ترتیب ۹۹/۶، ۹۹/۵ و ۹۹/۷ درصد برای آب دائمی بود؛ در حالی که دقت در نظر گرفتن خطاهای حذف برای آب دائمی ۹۸/۸، ۹۷/۸ و ۹۹/۱ درصد بود. خطاهای کمیسیون برای آب فصلی کمی بیشتر بود. دقت ۹۸/۸ درصد (TM)، ۹۸/۴ درصد (ETM) و ۹۸/۵ درصد (OLI) و خطاهای بیشتر حذف برای آب فصلی در دقت‌های ۷۴/۹ درصد (TM)، ۷۳/۸ درصد (ETM) و ۷۷/۴ درصد (OLI) منعکس شده است. خطاهای حذف برای آب فصلی بیشتر از آب دائمی است زیرا فرصت‌های کمتری برای مشاهده هر آب وجود دارد. بنابراین مکان‌هایی که آب فصلی می‌تواند رخ دهد ممکن است در یک تاریخ از دست رفته باشد. اما ممکن است در تاریخ دیگری به درستی نقشه‌برداری شود. به طور کلی، کمتر از ۱ درصد از نقاط (۲۱۴ نمونه از ۲۷۲۶۸) در پایگاه داده اعتبارسنجی که در آن آب واقعاً وجود داشت، در طول زمان کاملاً بدون نقشه باقی ماندند. سطح آب دائمی در تمام طول سال دارای آب است در حالی که سطح آب فصلی کمتر از ۱۲ ماه از سال دارای آب است. در بعضی از مناطق که مشاهده آب در طول تمام ۱۲ ماه سال وجود نداشت به‌عنوان آب فصلی در نظر گرفته شد. لایه‌های تهیه شده برای تغییرات آب در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول شماره ۱- پارامترهای پهنه‌های آب سطحی

۱. سطوح آب دائمی	۶. سطوح آب فصلی از دست‌رفته (تبدیل آب فصلی به خشکی)
۲. سطوح آب‌های دائمی جدید (تبدیل زمین به آب دائمی)	۷. تبدیل آب فصلی به دائمی
۳. سطوح آب دائمی از دست‌رفته (تبدیل آب دائمی به خشکی)	۸. تبدیل آب دائمی به فصلی
۴. سطوح آب فصلی	۹. دائمی زودگذر
۵. سطوح آب فصلی جدید (تبدیل زمین به آب فصلی)	۱۰. فصلی زودگذر

موارد ذکر شده به تغییرات حالت پهنه‌های آبی در ابتدا و انتهای سری زمانی (۱۹۸۴-۲۰۲۰) اشاره دارد و آنچه را که در سال‌های موارد ذکر شده به تغییرات حالت پهنه‌های آبی در ابتدا و انتهای سری زمانی (۱۹۸۴-۲۰۲۰) اشاره دارد و آنچه را که در سال‌های میانی اتفاق افتاده توصیف نمی‌کند. مواردی وجود دارد که آب در ابتدا یا انتهای ثبت مشاهده وجود نداشت، اما در برخی از سال‌های بینابینی وجود داشت. چنین مواردی به‌عنوان آب دائمی زودگذر (زمینی که با آب دائمی جایگزین می‌شود) یا آب فصلی زودگذر (زمینی که با آب فصلی جایگزین می‌شود) طبقه‌بندی شدند. مشخصات و ویژگی‌های اصلی مجموعه داده‌های جهانی آب‌های سطحی در جدول شماره ۱ پیوست ارائه شده است. با تلفیق محصول نام برده شده با مساحتی برابر با ۹۰۰ متر مربع ($30 m^2 \times 30 m^2$) برای هر پیکسل و حدود مرز تالاب‌های کنوانسیون رامسر در محیط برنامه GIS مساحت هریک از پارامترها به تفکیک هر تالاب محاسبه شد (رابطه ۱).

$$WPA_{ij} = NP_{ij} \times A \quad (1)$$

که در آن WPA_{ij} مساحت پارامتر آبی نوع j برای تالاب i می‌باشد. NP_{ij} تعداد پیکسل‌های پارامتر آبی نوع j برای تالاب i و A اندازه پیکسل سایز محصول مورد استفاده می‌باشد.

۱.۴ منطقه مورد مطالعه

ایران کشوری در جنوب غربی آسیا است. بیشتر استان‌های ایران در نواحی غربی و شمال غربی متمرکز هستند. جمعیت شهری نیز در این استان‌ها متمرکزتر است. این کشور دارای ۳۱ استان و با ۱۵ کشور هم مرز است. مساحت این کشور ۱/۶۴۸ میلیون کیلومتر مربع و دومین کشور بزرگ خاورمیانه است (pilevar, 2020:3). بخش بزرگی از این مساحت دارای اقلیم گرم و خشک است. در مرداد ۱۳۹۸ طبق جدیدترین برآورد مؤسسه منابع جهان در اطلس خطرات آبی، ایران در رده چهارم بعد از قطر، فلسطین و لبنان در نزدیک شدن به روز آخر یعنی روزی که منابع آبی در آن ممکن است به پایان برسد، قرار دارد. (موسسه منابع جهان) در این پژوهش منابع آبی ایران و تالاب‌های ایرانی ثبت در کنوانسیون رامسر مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. از میان تالاب‌های ثبت شده در کنوانسیون رامسر ۹ تالاب در نوار شمالی ایران، ۵ تالاب در نوار جنوبی، ۱ تالاب در شرق، ۶ تالاب در نواحی مرکزی و ۷ تالاب در مناطق غربی قرار دارند. نقشه و اطلاعات مکانی و ویژگی‌های مربوط به موقعیت تالاب‌های کنوانسیون رامسر در شکل ۱ و جدول شماره ۲ پیوست ارائه شده است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی رامسر و سایت‌های ایران

شماره به‌کاررفته در نقشه به ترتیب شامل: ۱- آجی گل، آلاگل، آلماگل، ۲- امیرکلایه، ۳- انزلی، ۴- ارژن، ۵- چغاخور، ۶- دهانه رود گز و حرا، ۷- دهانه رود میناب، ۸- دورگه‌سنگی، حسنلو، یادگارلو، ۹- تالاب‌های فریدونکنار از باران، ۱۰- گاوخونی، ۱۱- قویی، کانی‌برازان، ۱۲- قوریگل، ۱۳- گمیشان، ۱۴- خلیج گواتر هورباهو، ۱۵- هامون، ۱۶- خورخوران، ۱۷- میان‌کاله، ۱۸- پریشان، ۱۹- شادگان، ۲۰- کولاب (بوجاق)، ۲۱- دریاچه ارومیه، ۲۲- زریوار، ۲۳- بختگان

۵. یافته‌های پژوهش و بحث

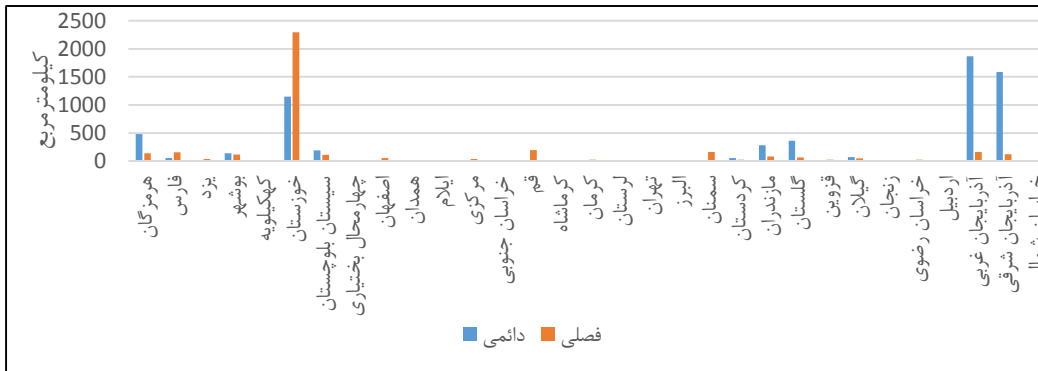
با تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از لایه‌های آب‌های سطحی (محصول ماهواره Landsat) برای پهنه‌های آبی ایران، مساحت هریک از پارامترهای آب دائمی، آب دائمی جدید، آب دائمی از دست رفته، آب فصلی، آب فصلی جدید، آب فصلی از دست رفته، تبدیل آب دائمی به فصلی، تبدیل آب فصلی به دائمی، آب دائمی زودگذر و آب فصلی زودگذر، به تفکیک هر یک از استان‌های ایران محاسبه و در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. مساحت پهنه‌های آب دائمی و فصلی ایران (واحد: کیلومتر مربع)

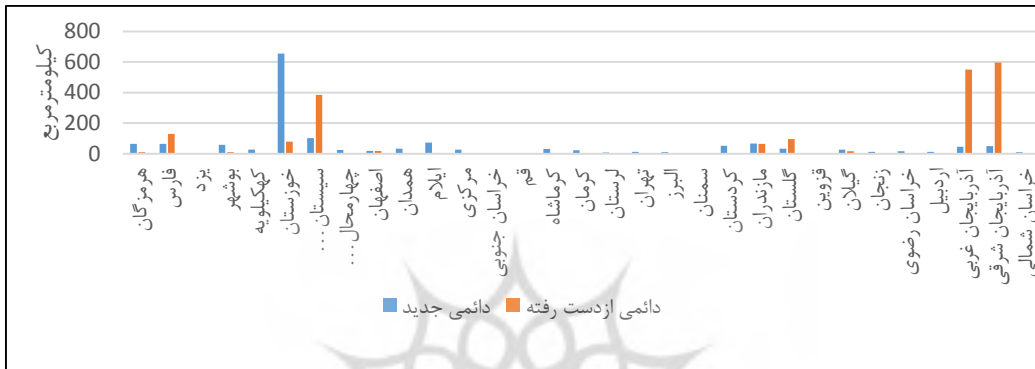
نام استان	آب دائمی	آب فصلی	تبدیل آب دائمی به فصلی	تبدیل آب فصلی به دائمی	آب دائمی از دست رفته	آب فصلی از دست رفته	آب دائمی جدید	آب فصلی جدید
هرمزگان	۴۸۱/۱۳	۱۴۰/۰۳	۶۴	۹/۵۰	۶۲۱/۳۵	۸۶/۴۳	۹۶/۲۴	۱۲/۸۴
فارس	۴۱/۵۹	۱۵۶/۶۴	۶۳/۹۷	۱۲۹/۴۵	۵۳۱/۲۵	۷۳۲/۰۹	۹۸/۱۶	۱/۸۹
یزد	۰/۰۱	۳۳/۱۸	۱/۹۲	۰	۲۲۹/۹۷	۱۳/۸۱	۰/۳۷	۰/۰۰۳۶
بوشهر	۱۳۹/۹۵	۱۱۴/۲۷	۵۷/۰۴	۱۰/۳۹	۳۳۰/۵۷	۴۸/۸۵	۱۳/۵۴	۱۶/۴۱
کهگیلویه و بویر احمد	۴/۳۴	۱۲/۷۸	۲۵/۷۵	۰/۲۲	۲۴/۶۱	۴/۴۳	۱/۹۸	۰/۲۱
خوزستان	۱۱۴۷/۳۰	۲۲۹۶/۳۳	۶۵۸/۴۲	۷۹/۷۴	۲۵۷۸/۹۲	۹۹۸/۳۶	۱۷۸/۸۵	۲۳۸/۳۶
سیستان و بلوچستان	۱۹۲/۲۶	۱۱۰/۹۷	۱۰۱/۳۹	۳۸۵/۷۳	۷۰۵/۱۱	۵۹۷/۴۹	۴۲/۲۵	۴/۸۲
چهارمحال بختیاری	۵/۸۷	۲۰/۳۶	۲۴/۳۵	۰/۵۶	۳۸/۴۵	۸/۱۹	۷/۵۲	۲/۴۹
اصفهان	۲۰/۲۹	۵۴/۰۴	۱۸/۹۹	۱۸/۲۶	۴۲۷/۹۳	۳۵/۷۷	۲۲/۶۸	۰/۱۱
همدان	۲/۰۶	۱۷/۵۱	۳۳/۵۱	۰/۲۴	۴۸/۸۰	۶/۱۴	۰/۷۵	۱/۳۵
ایلام	۱/۱۰	۸/۵۶	۷۳/۶۷	۰/۱۵	۵۹/۵۹	۱/۶۸	۰/۳۳	۳/۸۴
مرکزی	۰/۳۰	۳۵/۱۰	۲۷/۵۵	۰/۰۰۶۳	۷۶/۵۵	۶/۵۴	۰/۱۰	۰/۱۲
خراسان جنوبی	۰/۰۲	۱/۲۹	۲/۹۷	۰	۴۶/۰۱	۴/۸۶	۰/۰۲	۰/۰۰۹
قم	۰/۰۰۵۴	۱۹۲/۹۶	۰/۱۹	۰/۰۴	۲۳۸/۶۴	۱۵۸/۰۶	۰/۰۰۶۳	۰/۰۱
کرمانشاه	۰/۰۸	۰/۷۰	۳۰/۴۳	۰/۰۳	۲۲/۹۱	۲/۵۴	۰/۱۰	۰/۱۵
کرمان	۱/۷۳	۲۱/۸۴	۲۲/۳۳	۰/۰۲	۵۲۷/۳۱	۹۷/۵۹	۱/۰۷	۰/۵۵
لرستان	۰/۵۳	۵/۱۸	۶/۹۸	۰/۰۱	۹/۱۸	۷/۶۱	۰/۰۰۹	۰/۳۲
تهران	۴/۲۲	۳/۲۳	۱۱/۱۴	۰/۴۰	۱۳/۰۵	۰/۹۱	۰/۶۱	۰/۹۸
البرز	۴/۹۱	۲/۰۴	۱۰/۰۷	۰/۰۰۹	۹/۶۶	۳/۳۸	۰/۳۱	۰/۰۴
سمنان	۰/۰۰۹۹	۱۶۳/۰۴	۳/۴۶	۰	۳۳۸/۵۵	۲۶/۸۳	۰/۰۰۰۹	۰/۱۲
کردستان	۵۰/۸۳	۲۲/۴۷	۵۱/۹۳	۰/۰۵	۳۹/۰۲	۷/۰۷	۲/۶۹	۰/۹۹
مازندران	۲۸۱/۶۱	۸۱/۱۷	۶۷/۴۳	۶۵/۱۶	۲۲۵/۲۷	۵۶/۸۷	۶۹/۵۰	۳/۲۵
گلستان	۳۵۹/۱۷	۶۵/۸۵	۳۳/۲۴	۹۶/۲۶	۲۸۵/۴۴	۱۰۷/۴۲	۱۱۷/۳۹	۱/۱۱
قزوین	۵/۱۵	۲۲/۷۹	۱/۲۷	۰/۰۳	۱۷/۹۴	۲/۶۰	۲/۴۱	۰/۲۸
گیلان	۶۹/۵۰	۴۵/۷۷	۲۵/۵۳	۱۵/۶۴	۱۰۳/۴۴	۳۳/۰۳	۵۹/۲۵	۲/۵۳
زنجان	۰/۷۲	۱۷/۸۶	۱۲/۹۱	۰/۵۴	۳۲/۰۴	۱۴/۶۹	۱/۲۱	۰/۳۷
خراسان رضوی	۰/۶۱	۲۲/۲۴	۱۷/۰۷	۰/۲۰	۱۸۶/۴۸	۱۲/۷۰	۰/۲۲	۳/۸۶
اردبیل	۷/۱۱	۵/۷۱	۱۲/۰۸	۰/۸۹	۲۵/۶۲	۳/۷۸	۱/۷۸	۱/۰۷
آذربایجان غربی	۱۸۶۶/۱۲	۱۶۰/۷۷	۴۵/۲۴	۵۵۰/۵۴	۲۰۲/۶۶	۱۷۷/۸۴	۱۳۴۰/۹۴	۷/۱۵
آذربایجان شرقی	۱۵۸۷/۲۱	۱۱۹/۶۷	۴۸/۷۹	۵۹۷/۳۳	۲۸۱/۳۶	۲۰۸/۱۶	۱۲۶۹/۴۹	۱/۰۹
خراسان شمالی	۰/۰۰۸۱	۰/۰۲	۹/۴۷	۰/۰۰۰۹	۸/۸۶	۰/۱۳	۰/۰۰۲۷	۰

منبع: یافته‌های پژوهش

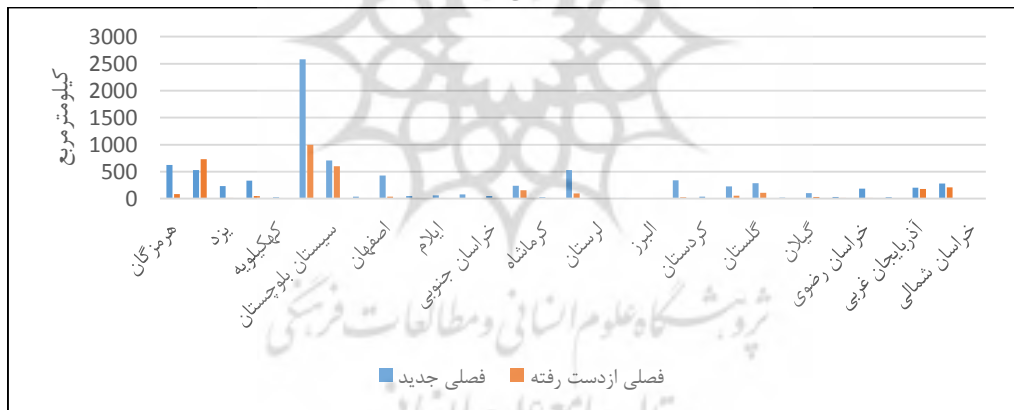
مقایسه‌ی هر یک از پارامترهای به دست‌آمده نیز در شکل‌های ۲ تا ۶ ارائه شده است.



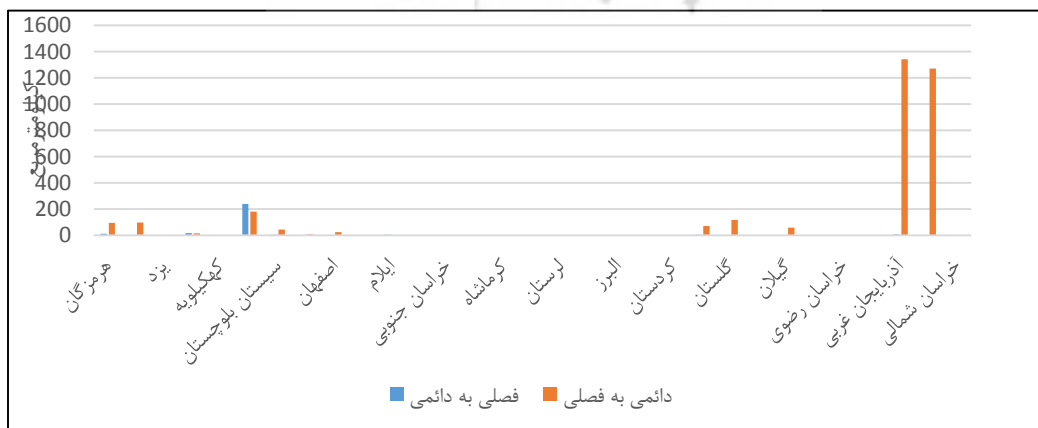
شکل ۲. مقایسه پهنه‌های آب دائمی و فصلی در ایران



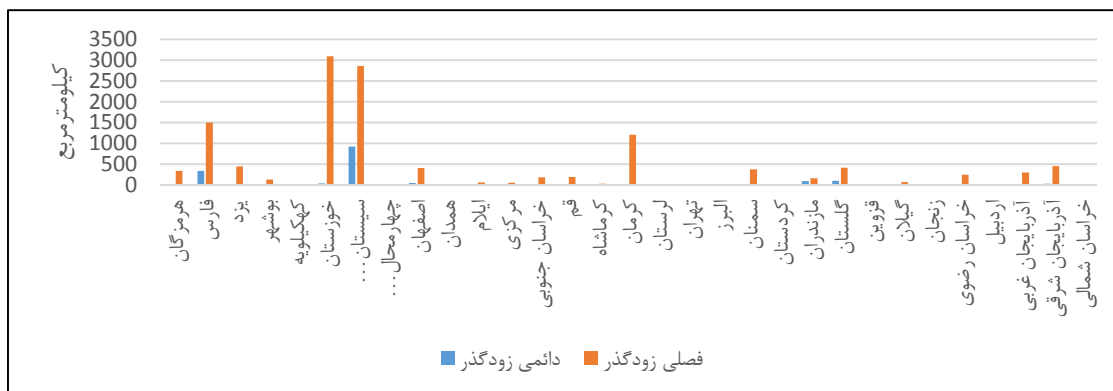
شکل ۳. مقایسه پهنه‌های آب دائمی جدید و از دست رفته در ایران



شکل ۴. مقایسه پهنه‌های آب فصلی جدید و از دست رفته در ایران

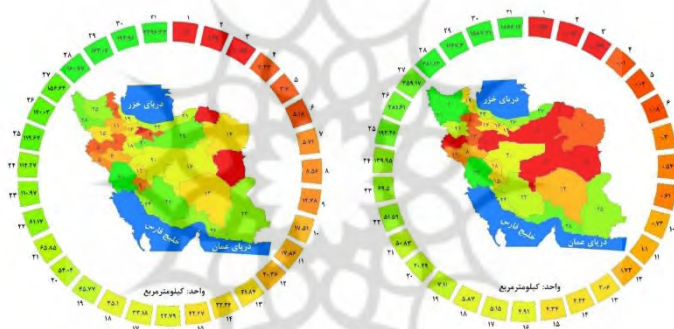


شکل ۵. مقایسه تغییرات پهنه‌های آب دائمی به فصلی و آب فصلی به دائمی



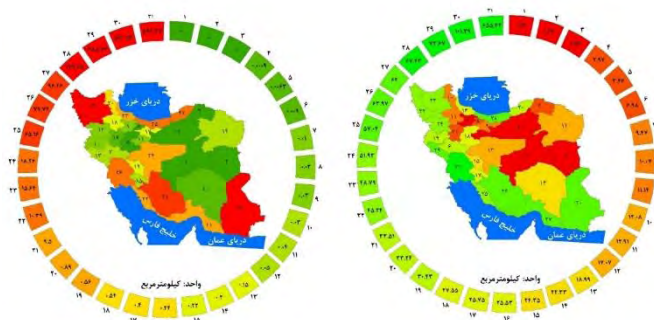
شکل ۶. مقایسه آب‌های فصلی و دائمی زودگذر در ایران

با توجه به اطلاعات هر یک از پارامترهای مربوط به پهنه‌های آبی ایران، در حال حاضر مساحت آب‌های دائمی ایران بدون احتساب آب‌های سرزمینی، ۶۲۸۵/۸۶ کیلومتر مربع می‌باشد؛ بیشترین میزان مربوط به استان آذربایجان غربی با ۱۸۶۶/۱۲ کیلومتر مربع تعلق دارد که دلیل اصلی آن وجود دریاچه ارومیه است و کمترین میزان این پارامتر مربوط به استان قم با ۰/۰۵۴ کیلومتر مربع است (شکل ۷). همچنین ایران دارای ۳۹۵۷/۵۴ کیلومتر مربع آب فصلی می‌باشد که بیشترین میزان آن مربوط به استان خوزستان با ۲۲۹۶/۳۳ کیلومتر مربع می‌باشد و بیشترین سهم از میزان آب‌های فصلی خوزستان نیز مربوط به تالاب شادگان و هورالعظیم است. همچنین کمترین میزان این پارامتر مربوط به استان خراسان شمالی با ۰/۰۲ کیلومتر مربع است (شکل ۸).



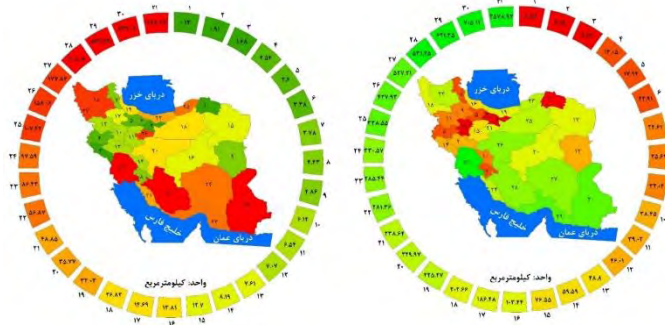
شکل ۷. مساحت آب دائمی استان‌های ایران / شکل ۸. مساحت آب فصلی استان‌های ایران

در طول این ۳۶ سال (۱۹۸۴-۲۰۲۱)، ۱۵۶۰/۲۵ کیلومتر مربع به مساحت آب‌های دائمی ایران اضافه و ۱۹۶۱/۵۳ کیلومتر مربع از مساحت آب‌های دائمی ایران کاسته شده است. بیشترین سهم از آب‌های دائمی جدید متعلق به استان خوزستان با ۶۵۵/۴۲ کیلومتر مربع و کمترین سهم متعلق به استان قم با ۰/۱۹ کیلومتر مربع می‌باشد (شکل ۹). از دلایل عمده سهم بیشتر خوزستان در آب‌های دائمی جدید می‌توان به احداث سدهای متعدد و دریاچه‌های آن‌ها از جمله دریاچه سد کارون، دریاچه سد کرخه، دریاچه سد جره و ایجاد تالاب انسان ساخت ناصری اشاره کرد. همچنین در این دوره هیچ آب دائمی از دست‌رفته‌ای در استان‌های یزد، سمنان و خراسان جنوبی وجود ندارد و در عوض استان آذربایجان شرقی بیشترین میزان آب دائمی از دست‌رفته با ۵۹۷/۳۳ کیلومتر مربع را به دلیل تغییرات دریاچه ارومیه داراست (شکل ۱۰).



شکل ۹. مساحت آب دائمی جدید استان‌های ایران / شکل ۱۰. مساحت آب دائمی از دست‌رفته استان‌های ایران

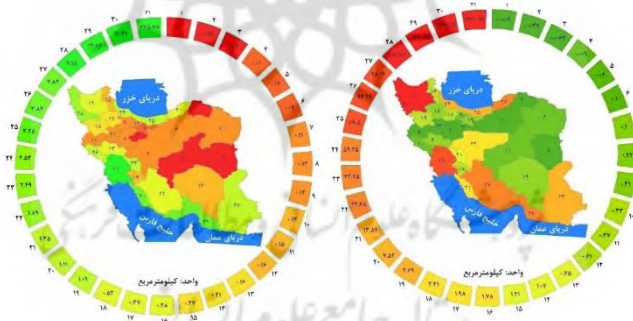
در رابطه با پهنه‌های آبی فصلی، ۸۲۸۶/۶۰ کیلومترمربع آب فصلی جدید در ایران ایجاد شد و ۳۴۶۶/۰۲ کیلومترمربع از آب‌های فصلی از بین رفتند. کمترین میزان آب‌های فصلی جدید مربوط به استان خراسان شمالی با ۸/۸۶ کیلومترمربع و بیشترین میزان آن به استان خوزستان با ۲۵۷۸/۹۲ کیلومترمربع تعلق دارد که بخش بزرگی از این آب‌های فصلی جدید مربوط به تالاب شادگان و بخشی از تالاب ناصری می‌باشد. (شکل ۱۱). در این دوره بیشترین میزان آب‌های فصلی ازدست‌رفته نیز مربوط به استان خوزستان با ۹۹۸/۳۶ کیلومترمربع می‌باشد که بخش بزرگی از آن در تالاب شادگان و تالاب هورالعظیم اتفاق افتاده است و کمترین میزان مربوط به استان خراسان شمالی ۰/۱۳ کیلومترمربع می‌باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۱. مساحت آب فصلی جدید استان‌های ایران

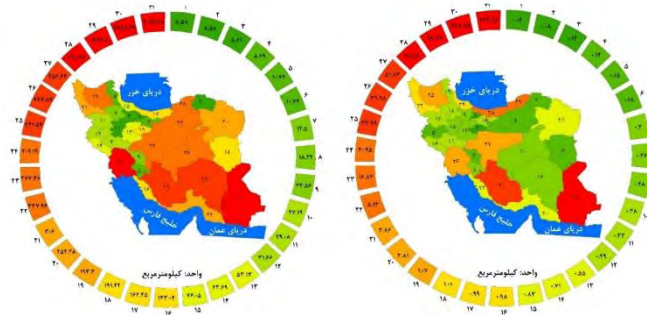
شکل ۱۲. مساحت آب فصلی ازدست‌رفته استان‌های ایران

طی این سال‌ها ۳۰۰/۰۴ کیلومترمربع از آب‌های فصلی به پهنه‌های آب دائمی تبدیل شدند که استان خراسان شمالی هیچ سهمی از این میزان ندارد و استان خوزستان با ۲۳۸/۳۶ کیلومترمربع بیشترین سهم را دارد. در استان خوزستان بخش‌هایی از تالاب شادگان و همچنین بخش‌هایی از تالاب هورالعظیم بیشترین سهم را از این تغییر دارا هستند. (شکل ۱۳). همچنین ۳۳۲۷/۹۳ کیلومترمربع از مساحت آب‌های دائمی به پهنه‌های آب فصلی تبدیل شدند که بیشترین سهم مربوط به استان آذربایجان غربی به دلیل تغییرات دریاچه ارومیه با ۱۳۴۰/۹۴ کیلومترمربع و کمترین سهم مربوط به استان سمنان با میزان ۰/۰۰۹ کیلومترمربع است (شکل ۱۴).



شکل ۱۳. تغییر آب دائمی به فصلی استان‌های ایران

همان‌طور که در روش پژوهش گفته شد تغییرات پهنه‌های آبی باتوجه به اولین و آخرین سال‌های دوره محاسبه شد؛ اما در سال‌های بین ۱۹۸۴ تا ۲۰۲۱ پهنه‌های آبی فصلی و دائمی وجود داشتند که ناپدید شدند و در پژوهش حاضر از این پهنه‌ها به‌عنوان زودگذر نام برده شده است. در طی این دوره در ایران ۱۶۴۰/۱۴ کیلومترمربع آب دائمی زودگذر وجود داشته است که بیشترین میزان آن مربوط به استان سیستان و بلوچستان با ۹۲۳/۸۶ کیلومترمربع است و تالاب هامون بیشترین سهم را از آب‌های دائمی گذرا داراست. همچنین کمترین میزان مربوط به استان البرز با ۰/۰۴ کیلومترمربع می‌باشد. (شکل ۱۵). در طی این دوره در ایران ۱۲۷۵۶/۸۶ کیلومترمربع آب فصلی زودگذر وجود داشته که بیشترین سهم مربوط به استان خوزستان با ۳۰۹۹/۶۸ به دلیل وجود این آب‌های گذرا در اطراف تالاب شادگان، هورالعظیم و رودخانه کارون است؛ کمترین سهم نیز مربوط به استان البرز با ۸/۵۸ کیلومترمربع می‌باشد (شکل ۱۶).



شکل ۱۵. مساحت آبی دائمی زودگذر استان های ایران / شکل ۱۶. مساحت آبی فصلی زودگذر استان های ایران

۵.۱. تالاب های ثبت شده در کنوانسیون رامسر

با استفاده از لایه های آب سطحی به دست آمده از ماهواره Landsat، مساحت هریک از پارامترهای آب دائمی، آب دائمی جدید، آب دائمی از دست رفته، آب فصلی، آب فصلی جدید، آب فصلی از دست رفته، تبدیل آب دائمی به فصلی، تبدیل آب فصلی به دائمی، آب دائمی زودگذر و آب فصلی زودگذر، به تفکیک هر یک از تالاب های ایرانی ثبت شده در کنوانسیون رامسر نیز محاسبه و در جدول شماره ۵ ارائه شده است.

جدول ۵. مساحت هر یک از پارامترهای آبی به تفکیک تالاب های کنوانسیون رامسر (واحد: هکتار)

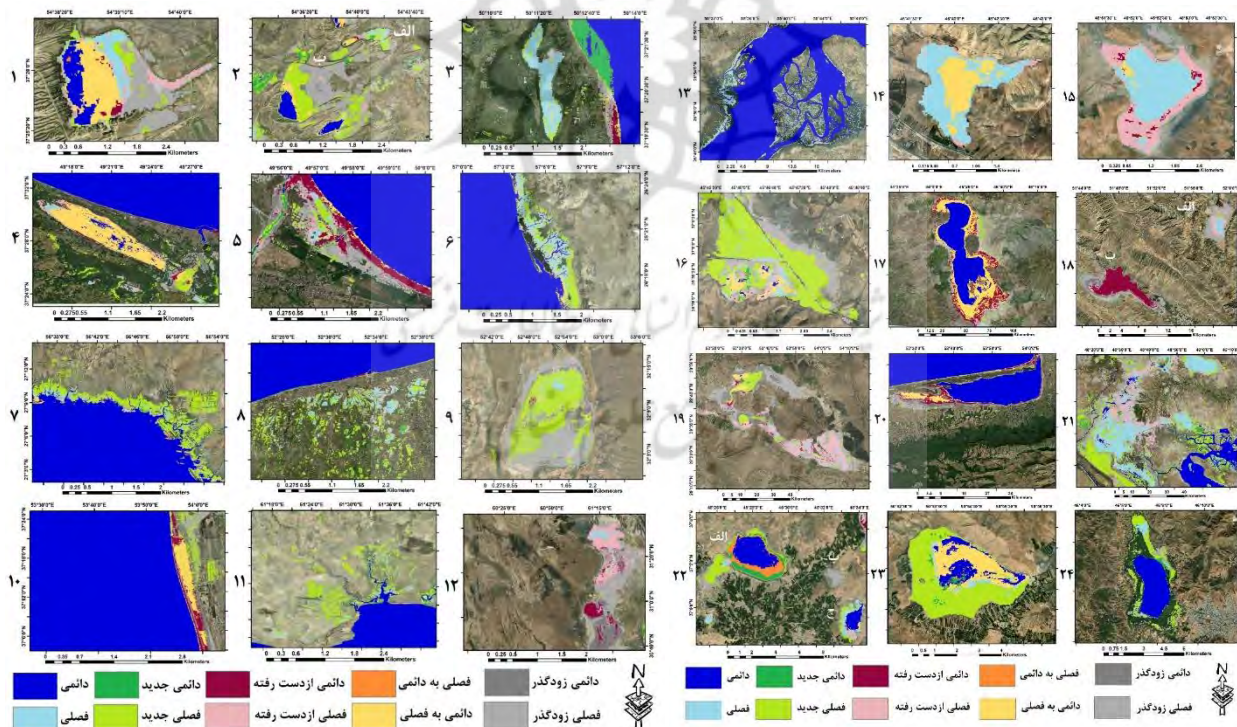
نام تالاب	دائمی	دائمی جدید	دائمی از دست رفته	فصلی	فصلی جدید	فصلی از دست رفته	فصلی به فصلی	دائمی به فصلی	فصلی زودگذر	دائمی زودگذر
آچی گل گلستان	۵/۸۵	۲۳/۶۷	۱۲/۴۲	۱۹۹/۴۴	۲۷۲/۶۱	۸۵/۸۶	۰/۶۳	۷۸/۶۶	۰	۱۱۴/۹۳
آلاگل گلستان	۷۵۷/۶۲	۱۰۳/۰۵	۰/۳۶	۱۳۰/۲۳	۲۴۱۹/۹۲	۱۴۵/۶۲	۱/۱۷	۴۴۱/۳۶	۱۳۹/۰۵	۳۱۹۳/۳۸
آلماگل گلستان	۷۱/۲۸	۰/۴۵	۹/۲۷	۶۴/۲۶	۴۱/۰۴	۴۹/۲۳	۲/۶۱	۱۳۸/۶۹	۱/۳۵	۱۵۱/۰۲
امیرکلاهی گیلان	۰/۰۹	۰	۰	۳۶۷/۵۶	۵۵/۴۴	۱۵/۹۳	۰	۱۲/۳۳	۰	۴/۷۷
انزلی گیلان	۴۵۱/۷۱	۷/۳۸	۲۸۱/۶۱	۲۵۶/۹۵	۶۳۱/۳۵	۶۹۲/۵۵	۰/۹	۴۸۴۸/۶۶	۴۱۰/۹۴	۹۲۴/۳۹
ارژن فارس	۰	۰	۰/۴۵	۴۷۴/۵۷	۷۱/۴۶	۶۲۸/۱۱	۰	۰/۰۹	۰/۱۸	۱۵۱۹/۷۴
چغاخور چهار محال بختیاری	۲۴۳/۸۱	۵۱/۰۳	۰	۸۵/۹۵	۱۰۷۳/۴۳	۰/۲۷	۱۵/۰۳	۴۹۶/۲۶	۰	۳۴/۰۲
دهانه رودگز و حرا هرمزگان	۸۱۹/۷۲	۵۸/۲۳	۶/۶۶	۲۳۴۷/۸۳	۲۶۶۴/۹۹	۱۲۲/۴	۱۳۸/۱۵	۸۴۴/۰۲	۰	۱۵/۸۴
دهانه رودمیناب هرمزگان	۳۳۲۰/۸۲	۴۵۸/۴۶	۸۳/۴۳	۲۶۸۷/۶۷	۱۰۲۵۲/۰۸	۱۹۸/۵۴	۴۵۶/۸۴	۱۰۳۱/۸۵	۰	۱۳۸/۶
دورگه سنگی آذربایجان غربی	۲۵۵/۱۵	۰	۶/۰۳	۱۹۶/۳۸	۱۱۵/۴۷	۶۱/۵۶	۴/۴۱	۴۵/۱۸	۰	۶/۸۴
تالاب های فریدونکنار ازبایران	۶/۷۵	۳۷/۷۱	۰	۱۴۷۸/۰۷	۱۲۳۱/۲	۴۵۳/۹۶	۱۳/۴۱	۰	۰	۵۲۹/۶۵
گاوخونی اصفهان	۰	۰	۳۶۷/۰۲	۲۷۷۴/۴۳	۲۸۵۶۹/۷۸	۱۲۷۲/۱۵	۰	۹۶۵/۲۵	۵۰۲۵/۰۶	۲۷۴۱۷/۲۴
قویی آذربایجان غربی	۰	۰	۲۴/۲۱	۳۶۰/۲۷	۱/۴۴	۲۵۸/۴۸	۰	۲۰/۷۹	۰	۷۰/۱۱
قوریگل آذربایجان شرقی	۰	۰	۰	۱۲۸/۲۵	۰/۴۵	۸/۲۸	۰	۷۶/۰۵	۰	۰
گمیشان گلستان	۲۳۵/۵۳	۷۶/۹۵	۶۷۰۸/۶	۱۲۶/۳۶	۳۳۸۴	۶۸۳/۱۹	۰/۱۸	۸۶۰۳/۹۱	۵۷۹۸/۳۴	۳۳۶۳/۳
خلیج گواتر هورباهو سیستان	۹۳۲/۲۲	۱۷۰/۴۶	۰/۰۹	۲۱۴۸/۳۹	۱۰۶۲۰/۲۷	۱۱۱/۸۷	۷۳/۴۴	۱۶۸/۱۲	۰	۲۹۵۰/۲
هامون سیستان و بلوچستان	۰	۰	۳۷۰۰۷/۹۱	۵۱۳۰/۹	۳۱۱۶/۷۹	۵۳۴۹۴/۲	۰	۱۷۵۷/۸۸	۹۱۴۲۵/۱۵	۱۸۲۶۴/۹۹

نام تالاب	دائمی	دائمی جدید	دائمی از دست رفته	فصلی از دست رفته	فصلی جدید	فصلی از دست رفته	فصلی جدید	دائمی به فصلی	دائمی به فصلی	فصلی زودگذر	دائمی زودگذر
کانی برازان آذربایجان غربی	۱۱/۰۷	۱۳/۴۱	۱/۰۸	۷۸/۸۴	۸۳۰/۰۷	۱۰۳/۵۹	۵/۵۸	۸۸/۴۷	۰/۱۸	۲۹۳/۰۴	
خورخوران هرمزگان	۱۷۵۱۱/۶۶	۶۲/۲۸	۲۰/۳۴	۱۱۶۴/۹۶	۸۵۰/۹۵	۴۱۸۸/۶۹	۱۰۴/۴	۸۰۸/۹۲	۰	۳۱۸/۷۸	
تالاب میانکاله	۵۱۵۱۲/۹۴	۲۰۰/۸۸	۸۳۵۳/۰۸	۹۳۱/۰۵	۱۶۷۶/۴۳	۱۲۳/۲۱	۱۱/۲۵	۷۲۹۵/۲۲	۱۰۹۷۷/۶۶	۷۵۵۲/۱۷	
پریشان فارس	۰	۰	۳۳۲۱/۱۸	۲۸۷/۱۹	۰	۱/۵۳	۰	۰/۱۸	۷۰۸/۸۴	۱۲۵۲/۲۶	
شادگان خوزستان	۹۶۷۳/۸۳	۴۶۲۱/۵۹	۲۰۴/۱۲	۴۳۲۲۰/۹۷	۶۸۴۳۵/۳۷	۱۱۳۵۵۹/۳	۷۲۰۷/۱۱	۲۰۱۸/۸۸	۲۴/۸۴	۸۶۱۹۰/۹۳	
حسنلو آذربایجان غربی	۹۷۱/۱۹	۳۲۹/۸۵	۰	۲۵/۶۵	۵۰۹/۶۷	۳۵/۸۲	۵۰۷/۲۴	۰	۴/۴۱	۱۶۶/۱۴	
کولاب (بوجاق) گیلان	۴۲/۸۴	۸/۴۶	۳۰۳/۱۲	۱۱۳/۱۳	۱۰۷/۲۸	۵۵/۳۵	۰/۹۹	۶۳/۵۴	۱۱۴/۴۸	۲۹۱/۵۱	
دریاچه ارومیه	۳۴۲۰۷/۲۹	۱۹۹/۹۸	۱۱۴۴۷/۰۶	۳۱۵۴۲/۹۳	۲۸۵۶۷/۸	۱۹۷۹۱/۷۲	۵۶/۷۹	۲۶۰۱/۶۶	۳۹۷۰/۶۲	۵۹۹۰۶/۴۳	۵۱
یادگارلو آذربایجان غربی	۰	۰	۰	۲/۰۷	۴/۵۹	۰	۰	۰	۰	۱۸۸/۹۱	
زریوار کردستان	۱۱۵۹/۹۲	۴۹/۸۶	۰/۵۴	۳۰/۳۳	۵۰۶/۷۹	۱۷۸/۰۲	۴/۱۴	۳/۱۵	۵/۶۷	۱۹۱/۵۲	
بختگان فارس	۱۳۵/۶۳	۰	۵۴۲۷/۰۹	۵۷۳۴۰/۸۹	۲۲۸۷۰/۵۳	۱۰۲۷۵/۳	۰	۸۰۱۳/۳۳	۳۰۷۳۵/۹۹	۵۶۴۸/۸۵	۹

منبع: یافته‌های پژوهش

در میان تالاب‌های کنوانسیون رامسر، بیشترین آب دائمی به ترتیب متعلق به دریاچه ارومیه با $۳۴۲۰۷۹/۳$ و تالاب میان کاله با $۵۱۵۱۲/۹۴$ هکتار می‌باشد. بیشترین آب فصلی نیز به ترتیب متعلق به تالاب شادگان با دارا بودن $۱۱۳۵۵۹/۳$ هکتار آب فصلی است. همچنین تالاب شادگان در طی این دوره ۳۷ ساله با $۴۶۲۱/۵۹$ هکتار دارای بیشترین آب دائمی جدید نیز می‌باشند. دریاچه ارومیه با ازدست‌دادن $۱۱۴۴۷۴/۰۶$ هکتار از آب‌های دائمی خود از بالاترین میزان آب‌های دائمی از دست رفته در میان رامسر سایت‌های ایران برخوردار است که از جمله دلایل آن می‌توان به ساخت ۴۴ سد در سه دهه گذشته (سازمان محیط زیست) در حوضه آبریز ارومیه و کاهش میزان آب ورودی به این دریاچه، حفر چاه‌های غیر مجاز و ایجاد پل میان گذر دریاچه ارومیه که باعث اختلال در روند گردش آب دریاچه ارومیه شد اشاره کرد. در این میان دریاچه پریشان که یکی از بزرگ‌ترین دریاچه‌های آب شیرین در ایران و خاور میانه بوده است به دلیل کاهش بارندگی، حفر چاه‌های غیر مجاز و برداشت بی رویه با از دست دادن $۳۳۲۱/۱۸$ هکتار از آب‌های دائمی خود به طور کامل خشک شده است. در این دوره تالاب شادگان با $۶۸۴۳۵/۳۷$ هکتار آب فصلی جدید دارای بالاترین میزان این پارامتر در میان تالاب‌های ذکر شده می‌باشد که از جمله دلایل آن افزایش بارندگی (سازمان هواشناسی کشور) و در نتیجه افزایش ورود آب از رود جراحی به تالاب شادگان می‌باشد. تالاب بختگان به دلیل احداث سد درودزن و سیوند و سپس کاهش ورودی آب رودخانه کر که منبع اصلی تامین آب این تالاب است، دارای بیشترین میزان آب فصلی از دست رفته با $۵۷۳۴۰/۸۹$ هکتار می‌باشد. تالاب هامون نیز به دلیل کاهش بارندگی و ایجاد سد بر روی رودخانه هیرمند در افغانستان که منبع تامین آب این تالاب است، با از دست دادن ۵۳۳۴۰ هکتار از آب‌های فصلی خود در رتبه بعدی قرار دارد. در این دوره ۳۷ ساله $۲۶۰۱۵۱/۶۶$ هکتار از آب‌های دائمی دریاچه ارومیه به آب فصلی تبدیل شده و بخش اعظم آن در قسمت جنوبی دریاچه اتفاق افتاده است؛ از عمده دلایل آن احداث پل میان گذر دریاچه ارومیه می‌باشد که مانع از گردش و رسیدن آب به قسمت جنوبی می‌شود. بیشترین میزان تغییر آب‌های فصلی به دائمی نیز مربوط به تالاب شادگان با $۷۲۰۷/۱۱$ می‌باشد. دریاچه هامون با $۹۱۴۲۵/۱۵$ هکتار دارای بالاترین میزان آب دائمی زودگذر می‌باشد؛ همچنین این دریاچه با $۱۸۲۶۴۶/۹۹$ هکتار از بالاترین میزان آب فصلی زودگذر نیز برخوردار است؛ احداث سد بر رودخانه هیرمند و کاهش بارندگی از جمله دلایل عدم ماندگاری این آب‌ها می‌باشد. در این بین تالاب یادگارلو با دارا بودن $۱۸۸/۹۱$ هکتار آب فصلی زودگذر در معرض

خشکی کامل قرار دارد که احداث زهکشی سدحسنلو در حاشیه آن از عمده دلایل است. در ادامه نقشه تغییرات رامسر سایت های ایران در این دوره ۳۷ ساله (۱۹۸۴-۲۰۲۱) در شکل ۱۷ ارائه شده است. بیشترین منابع آبی سطحی در ایران و به طور ویژه در رامسر سایت ها، مربوط به سطوح آب فصلی می باشد که این سطوح آبی به دلیل کمبود بارش در ایران، در ماه هایی از سال خشک و یا دارای میزان کمتری از آب هستند. در این بین استان های نواحی شرقی و مرکزی از کمترین میزان آب دائمی برخوردارند که به دلیل خشک و نیمه خشک بودن، در معرض خطر کمبود آب و بی آبی قرار دارند. تالاب های دارای آب دائمی بررسی شده در این پژوهش نیز در ۳۷ سال گذشته میزان زیادی از آب دائمی خود را ازدست داده و یا سطوح آب آن ها از دائمی به فصلی تغییر کرده است. بر این اساس در طی این ۳۷ سال ایران در مجموع دارای ۱۴/۴۳ درصد آب دائمی، ۴/۲۶ درصد آب دائمی اضافه شده، ۸/۲۶ درصد آب دائمی ازدست رفته، ۹/۰۸ درصد آب فصلی، ۲۶/۶۷ درصد آب فصلی اضافه شده و ۳۷/۲۵ درصد آب فصلی ازدست رفته بوده است. در این بین استان های نواحی ساحلی و حوضه آبخیز دریاچه ارومیه بیشترین میزان آب دائمی را دارا هستند و استان های نواحی مرکزی دارای بیشترین میزان آب فصلی می باشند. همچنین تالاب های ثبت شده در کنوانسیون رامسر در این ۳۷ سال دارای ۲۰/۹۴ درصد آب دائمی، ۰/۷۲ درصد آب دائمی اضافه شده، ۱۵/۸۵ درصد آب دائمی ازدست رفته، ۸/۱۴ درصد آب فصلی، ۲۳/۶۹ درصد آب فصلی اضافه شده و ۳۰/۶۱ درصد آب فصلی از دست رفته بوده اند. یافته های پژوهش حاضر با پژوهش باقری و همکاران (۱۳۹۵) مبنی بر کاهش سطح آب و تغییر شدید رامسر سایت بختگان، دسترنج و همکاران (۱۳۹۶) مبنی بر کاهش سطح آب دریاچه ارومیه، مونیسی و همکاران (۲۰۱۹)، یاگمور و همکاران (۲۰۲۰) و مائو و همکاران (۲۰۲۱) مبنی بر تغییرات شدید رامسر سایت ها در تانزانیا، ترکیه و چین و کاهش سطح آب در آن ها همسو می باشد. همچنین یافته های این پژوهش با پژوهش مصطفی زاده (۱۳۹۸) مبنی بر کاهش سطح آب های سطحی حوضه های آبخیز در اردبیل همسو است. یافته های تحقیق پریجت و همکاران (۲۰۱۲) و پکل و همکاران (۲۰۱۶) در سطح جهانی مبنی بر وجود بیشترین میزان کاهش آب های سطحی در آسیای جنوبی و اتلاف ۷۰ درصدی آب های سطحی در خاورمیانه نیز نتایج پژوهش حاضر را تأیید می کند.



شکل ۱۷. نقشه تغییرات تالاب های کنوانسیون رامسر

نقشه تغییرات تالاب ها به ترتیب: ۱- آلماکل ۲- الف: آجی گل ب: آلاگل ۳- امیرکلایه ۴- انزلی ۵- کولاب (بوجاق) ۶- دهانه رودگز و حرا ۷- دهانه رودمیناب ۸- تالاب های فریدونکار و ازاران ۹- گاوخونی ۱۰- گمیشان ۱۱- خلیج گواتر و هور باهو ۱۲- هامون ۱۳- خورخوران ۱۴- قوریگل ۱۵- قویی ۱۶- کانی برازان ۱۷- دریاچه ارومیه ۱۸- الف: ارژن ب: پریشان ۱۹- بختگان ۲۰- میان کاله ۲۱- شادگان ۲۲- الف: حسنلو ب: یادگارلوج: دورگه سنگی ۲۳- چغاخور ۲۴- زریوار

۶. نتیجه‌گیری

بحث مدیریت منابع آب سطحی به‌ویژه تالاب‌ها در ایران به‌دلیل قرارگرفتن آن در منطقه خشک و نیمه‌خشک از اهمیت زیادی برخوردار است. آگاهی از تغییرات کمی منابع آب سطحی و تالاب‌ها به مدیریت صحیح منابع آب می‌انجامد. با توجه عدم وجود پژوهشی در رابطه با بررسی آب‌های سطحی در تمام ایران، در این پژوهش تغییرات آب‌های سطحی و تمامی رامسرسایت‌ها در ایران با استفاده از داده‌های سنجش از دوری در یک دوره ۳۷ ساله (۱۹۸۴-۲۰۲۱) مورد پایش قرار گرفت. آنچه از بررسی منابع آب سطحی به دست آمد نشان‌دهنده تغییرات و تلفات شدید سطوح آبی سطحی به‌ویژه تالاب‌ها در ایران است. این موضوع نشان‌دهنده عدم آگاهی کافی در مورد ارزش تالاب‌ها و عدم توجه به برنامه ریزی برای حفظ و احیای این تالاب‌ها توسط تصمیم‌گیران و برنامه ریزان است. با توجه به این مسئله یکی از راه‌های حفظ رامسرسایت‌ها و کنترل عوامل تخریب‌کننده آن‌ها، پایش منظم تغییرات این تالاب‌هاست که این مسئله با استفاده از سنجش از دور امکان‌پذیر است.

از جمله مواردی که می‌توان به‌عنوان پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی به آن اشاره کرد شامل موارد زیر است: تغییرات منابع آبی به‌ویژه تالاب‌ها به‌دلیل نقش ویژه آن‌ها در اکوسیستم و تأثیر این تغییرات بر محیط‌زیست منطقه به طور مداوم با استفاده از داده‌ها و محصولات سنجش از دوری مورد پایش قرار گیرد. دلایل تغییرات آب‌های سطحی و رامسر سایت‌ها در ایران و چگونگی تأثیر نقش عوامل انسانی و طبیعی بر میزان افزایش و یا کاهش این تغییرات بررسی شود؛ زیرا شناخت و شناسایی این عوامل می‌تواند به جلوگیری، کنترل و یا کاهش تأثیر آن‌ها منجر شود.

تأثیر تغییرات منابع آب سطحی و تالاب‌ها بر خدمات اکوسیستمی منابع مانند تولیدات گیاهی، حیوانی و معدنی، خدمات تنظیمات مانند بهبود کیفیت آب، کاهش سیلاب‌ها و طوفان‌ها بررسی شود. محاسبه ارزش اقتصادی خدمات اکوسیستمی تالاب‌ها برای تصمیم‌گیری و مدیریت آن‌ها اهمیت دارد. ارزش‌گذاری اقتصادی و بررسی تأثیر تغییرات منابع آب سطحی و تالاب‌ها بر اقتصاد مردم منطقه پیشنهاد می‌شود. تغییرات تالاب‌های فهرست آئین‌نامه اجرایی تبصره ماده یک قانون حفاظت، احیا و مدیریت تالاب‌های کشور و همچنین رودخانه‌های دارای سد به‌دلیل اهمیت آن‌ها با استفاده از داده‌های سنجش از دوری در تحقیقات آتی مورد پایش قرار گیرد.

۷. حامیان پژوهش

این پژوهش حامی مالی و معنوی نداشته است.

۸. مشارکت نویسندگان

نویسندگان در تمام مراحل و بخش‌های انجام شده سهم برابر داشته‌اند.

۹. تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافی ندارند.

۱۰. تقدیر و تشکر

نویسندگان بدینوسیله از همه کسانی که به نوعی در انجام این پژوهش یاری رسانده‌اند قدردانی می‌نمایند.

منابع

باقری، محمدحسین؛ باقری، علی و سهولی، غلام‌عباس (۱۳۹۵). تحلیل تغییرات پهنه آبی دریاچه بختگان تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی. تحقیقات منابع آب ایران، ۱۲(۳)، صص. ۱-۱۱.

- حسین زاده، نوید؛ حاج عباسی، محمدعلی و بسالت پور، علی اصغر (۱۳۹۷). مدل سازی هیدرولوژیکی تغییرات زمانی و مکانی منابع آب آبی و سبز در حوضه آبخیز جوانمردی با استفاده از مدل SWAT. *مدیریت خاک و تولید پایدار*، ۸(۲)، صص. ۱۶۳-۱۷۶.
- دسترنج، حمیدرضا؛ نوکلی، فرخ و سلطانیپور، علی (۱۳۹۷). بررسی تغییرات سطحی و حجمی آب دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و ارتفاع سنجی ماهواره‌ای. *اطلاعات جغرافیایی «سپهر»*، ۲۷(۱۰۷)، صص. ۱۴۹-۱۶۳.
- سید موسوی، سید مرتضی و آخوندزاده هنزائی، مهدی (۱۴۰۰). پایش و پیش‌بینی تغییرات پهنه آبی تالاب‌ها با استفاده از یک سیستم هوشمند عصبی - فازی مبتنی بر داده‌های سامانه گوگل ارث انجین (مطالعه موردی تالاب انزلی، ۲۰۱۹-۲۰۰۰). *مهندسی فناوری اطلاعات مکانی*، ۹(۴)، صص. ۱۹-۴۲.
- کیانی، غلامحسین و سیدی‌ویند، ندا (۱۳۹۲). تحلیل الگوی مصرف آب در ایران با استفاده از شاخص اعداد. *اقتصاد منابع طبیعی*، ۲(۲)، صص. ۲۳-۳۱.
- مصطفی‌زاده، رئوف؛ نبوی، سید سعید؛ سلیمان‌پور، سید مسعود و آسیابی هیر، رقیه (۱۳۹۸). ارزیابی تغییر زمانی و مکانی آب سطحی مازاد در برخی از آبخیزهای استان اردبیل. *پژوهش‌های آبخیزداری*، ۳۲(۲)، صص. ۴۳-۵۹.
- وبسایت سازمان حفاظت محیط زیست (۱۴۰۲). معرفی تالاب‌های ایران و کنوانسیون رامسر، <https://crw.doe.ir>
- Bridgewater, P., & Kim, R. E. (2021). 50 Years on, w (h)ither the Ramsar convention? A case of institutional drift. *Biodiversity and Conservation*, 30(13), pp. 3919-3937.
- Brinkmann, K., Hoffmann, E., & Buerkert, A. (2020). Spatial and temporal dynamics of urban wetlands in an Indian megacity over the past 50 years. *Remote sensing*, 12(4), pp. 1-33.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Aderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S., & Turner, R.K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environ Chang*, 26(1), pp. 152-158
- Chupin, V., Dolgikh, G., Gusev, E., & Timoshina, G. (2022). Remote Sensing of Infrasound Signals of the Voice of the Sea during the Evolution of Typhoons. *Remote Sensing*, 14(24), pp. 1-17.
- Cooley, S. W., Smith, L. C., Stepan, L., & Mascaro, J. (2017). Tracking dynamic northern surface water changes with high-frequency planet CubeSat imagery. *Remote Sensing*, 9(12), pp. 1-21.
- Costanza, R., D'Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J. Raskin, R., Sutton, P., & Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), pp. 253-260.
- Deng, Y., Jiang, W., Tang, Z., Ling, Z., & Wu, Z. (2019). Long-term changes of open-surface water bodies in the Yangtze River basin based on the Google Earth Engine cloud platform. *Remote Sensing*, 11(19), pp. 1-22.
- Gardner, R., Finlayson, M. (2018). *Global Wetland Outlook*, Switzerland: Secretariat of the Ramsar Convention
- Gleick, P. H. (2000). *The world's water 2000-2001*. Washington, DC: Island Press.
- Global surface water product website (2021). Access to data, <https://global-surface-water.appspot.com/download>
- Güntner, A., Stuck, J., Werth, S., Döll, P., Verzano, K., & Merz, B. (2007). A global analysis of temporal and spatial variations in continental water storage. *Water Resources Research*, 43(5), pp. 1-13.
- Guo, H., Wenxue, F., & Guang, L. (2019). *Scientific Satellite and Moon-Based Earth Observation for Global Change*. Singapore: Springer.
- Guo, H., Goodchild, M., & Alessandro, A. (2020). *Manual of Digital Earth*, Singapore: Springer.
- Heydarizad, M., & Ghalibaf, H. (2022). Spatial Variation and Controlling Parameters of $\delta^{18}O$ and δ^2H Signatures in Surface Water Resources Across Iran. *Engineering and irrigation sciences*, 45(2), pp. 63-80.
- Hu, S., Niu, Z., Chen, Y., Li, L., & Zhang, H. (2017). Global wetlands: Potential distribution, wetland loss, and status. *Science of the total environment*, 586 (1), pp. 319-327.
- Maheu, C., Cazenave, A., & Mechoso, C. R. (2003). Water level fluctuations in the Plata basin (South America) from Topex/Poseidon satellite altimetry. *Geophysical research letters*, 30(3), pp. 1-21.
- Mao, D., Wang, Z., Wang, Y., Choi, C. Y., Jia, M., Jackson, M. V., & Fuller, R. A. (2021). Remote observations in China's Ramsar Sites: wetland dynamics, anthropogenic threats, and implications for sustainable development goals. *Remote Sensing*, 2021(1), pp.1-13.
- Munishi, S., & Jewitt, G. (2019). Degradation of Kilombero valley Ramsar wetlands in Tanzania. *Physics and Chemistry of the Earth*, 112(2), pp. 216-227.
- Pekel, J. F., Cottam, A., Gorelick, N., & Belward, A. S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540(7633), pp. 418-436.
- Pilehvar, A, A. (2021). Spatial-geographical analysis of urbanization in Iran. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8(1), pp. 1-12.
- Prigent, C., Papa, F., Aires, F., Jimenez, C., Rossow, W. B., & Matthews, E. (2012). Changes in land surface water dynamics since the 1990s and relation to population pressure. *Geophysical Research Letters*, 39(8), pp. 1-6.
- Reddy, K. R., & Gale, P. M. (1994). Wetland processes and water quality: a symposium overview. *Journal of environmental quality*, 23(5), pp. 875-877.

- Rodell, M., & Famiglietti, J. S. (1999). Detectability of variations in continental water storage from satellite observations of the time dependent gravity field. *Water resources research*, 35(9), pp. 2705-2723.
- Sabzghabaei, Gh.R., Monavari, S.M., & Khorasani, N. (2015). Analysing pressures and threats on the Southern Wetlands of Iran with the application of RAPPAM methodology (case study: Khuzestan Province), *Global Nest Journal*, 17(2), pp. 344-356
- Smardon, R.C. (2009). *Sustaining the Worlds Wetlands*, New York: Springer.
- Yagmur, N., & Musaoglu, N. (2020). Temporal Analysis of Ramsar Sites via Remote Sensing Techniques—A Case Study of Meke Maar. *Materials Science and Engineering*, 737(1), pp. 1-10.
- Yang, B., Xiao, Z., Meng, Q., Yuan, Y., Wang, W., Wang, H., Yongmei, W., & Feng, X. (2023). Deep learning-based prediction of effluent quality of a constructed wetland. *Environmental Science and Ecotechnology*, 13(1), pp. 1-11.

References:

- Bagheri, M.H.A., Bagheri, Gh., & Sohooli, A. (2016). Analysis of changes in the Bakhtegan lake water body under the influence of natural and human factors. *Iran Water Resource Research*, 12(3), pp.1-11. [In Persian]
- Bridgewater, P., & Kim, R. E. (2021). 50 Years on, w (h)ither the Ramsar convention? A case of institutional drift. *Biodiversity and Conservation*, 30(13), pp. 3919-3937.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Aderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S., & Turner, R.K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environ Chang*, 26(1), pp. 152-158.
- Costanza, R., D'Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J. Raskin, R., Sutton, P., & Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), PP. 253-260.
- Chupin, V., Dolgikh, G., Gusev, E., & Timoshina, G. (2022). Remote Sensing of Infrasound Signals of the Voice of the Sea during the Evolution of Typhoons. *Remote Sensing*, 14(24), pp. 1-17.
- Cooley, S. W., Smith, L. C., Stepan, L., & Mascaro, J. (2017). Tracking dynamic northern surface water changes with high-frequency planet CubeSat imagery. *Remote Sensing*, 9(12), pp. 1-21.
- Dastranj, H., Tavakoli, F., & Soltanpour, Ali. (2018). Investigating the water level and volume variations of Lake Urmia using satellite images and satellite altimetry. *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 27(107), pp. 149-163. [In Persian]
- Deng, Y., Jiang, W., Tang, Z., Ling, Z., & Wu, Z. (2019). Long-term changes of open-surface water bodies in the Yangtze River basin based on the Google Earth Engine cloud platform. *Remote Sensing*, 11(19), pp. 1-22.
- Gardner, R., Finlayson, M. (2018). *Global Wetland Outlook*, Switzerland: Secretariat of the Ramsar Convention
- Gleick, P. H. (2000). *The world's water 2000-2001*. Washington, DC: Island Press.
- Güntner, A., Stuck, J., Werth, S., Döll, P., Verzano, K., & Merz, B. (2007). A global analysis of temporal and spatial variations in continental water storage. *Water Resources Research*, 43(5), pp. 1-13.
- Guo, H., Wenxue, F., & Guang, L. (2019). *Scientific Satellite and Moon-Based Earth Observation for Global Change*, Singapore: Springer Singapore.
- Guo, H., Goodchild, M., & Alessandro, A. (2020). *Manual of Digital Earth*, Singapore: Springer Nature.
- Heydarizad, M., & Ghalibaf, H. (2022). Spatial Variation and Controlling Parameters of $\delta^{18}O$ and δ^2H Signatures in Surface Water Resources Across Iran. *Engineering and irrigation sciences*, 45(2), pp. 63-80.
- Hosseinzadeh, N., HajAbbassi, M.A., & Besalatpoor, A.A.(2018). Hydrological modelling of spatial and temporal changes of blue and green water resources in Javanmardi watershed using SWAT model. *Soil Management and Sustainable Production*, 8(2), pp. 163-176. [In Persian]
- Hu, S., Niu, Z., Chen, Y., Li, L., Zhang, H. (2017). Global wetlands: Potential distribution, wetland loss, and status. *Science of the total environment*, 586 (1), pp. 319-327.
- Kiyani, GH.H., & Seydivand, N.(2013). Analysis of water consumption pattern in Iran using numerical index. *natural resources economy*, 2(2), pp. 23-31. [In Persian]
- Maheu, C., Cazenave, A., & Mechoso, C. R. (2003). Water level fluctuations in the Plata basin (South America) from Topex/Poseidon satellite altimetry. *Geophysical research letters*, 30(3), pp. 1-21.
- Mao, D., Wang, Z., Wang, Y., Choi, C. Y., Jia, M., Jackson, M. V., & Fuller, R. A. (2021). Remote observations in China's Ramsar Sites: wetland dynamics, anthropogenic threats, and implications for sustainable development goals. *Remote Sensing*, 2021(1), pp.1-13.
- Mehdi Nesab, M., & Mirzaei, R (2017). Evaluation of the quality and estimation of the changes in the water area of the wetlands of Poldakhter city. *Scientific Research Journal of Wetland Ecobiology*, 10(4), pp. 55 -68. [In Persian]
- Mostafazadeh, R., Nabavi, S.S., Soleimanpour, S.M., & Asiabi, R.(2019). Assessment of Temporal and Spatial Variations of Excess Water in Some Watersheds the ProvinceofArdabil. *Watershed Management Research*, 32(2), pp. 43-59. [In Persian]

- Munishi, S., & Jewitt, G. (2019). Degradation of Kilombero valley Ramsar wetlands in Tanzania. *Physics and Chemistry of the Earth*, 112(2), pp. 216-227.
- Pekel, J. F., Cottam, A., Gorelick, N., & Belward, A. S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540(7633), pp. 418-436.
- Pilehvar, A.A. (2021). Spatial-geographical analysis of urbanization in Iran. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8(1), pp. 1-12.
- Prigent, C., Papa, F., Aires, F., Jimenez, C., Rossow, W. B., & Matthews, E. (2012). Changes in land surface water dynamics since the 1990s and relation to population pressure. *Geophysical Research Letters*, 39(8), pp. 1-6.
- Reddy, K. R., & Gale, P. M. (1994). Wetland processes and water quality: a symposium overview. *Journal of environmental quality*, 23(5), pp. 875-877.
- Rodell, M., & Famiglietti, J. S. (1999). Detectability of variations in continental water storage from satellite observations of the time dependent gravity field. *Water resources research*, 35(9), pp. 2705-2723.
- Sabzghabaei, Gh.R., Monavari, S.M., & Khorasani, N. (2015). Analysing pressures and threats on the Southern Wetlands of Iran with the application of RAPPAM methodology (case study: Khuzestan Province), *Global Nest Journal*, 17(2), pp. 344-356
- Savenije, H. H., & Van der Zaag, P. (2008). Integrated water resources management: Concepts and issues. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 33(5), 290-297.
- Smardon, R.C. (2009). *Sustaining the Worlds Wetlands*, NewYork: Springer
- Yagmur, N., & Musaoglu, N. (2020). Temporal Analysis of Ramsar Sites via Remote Sensing Techniques—A Case Study of Meke Maar. *Materials Science and Engineering*. 737(1), pp. 1-10.
- Yang, B., Xiao, Z., Meng, Q., Yuan, Y., Wang, W., Wang, H., Yongmei, W., & Feng, X. (2023). Deep learning-based prediction of effluent quality of a constructed wetland. *Environmental Science and Ecotechnology*, 13(1), pp. 1-11.

نحوه استناد به این مقاله:

گرشسای، فاطمه و عشور نژاد، غدیر (۱۴۰۳). پایش تغییرات پهنه‌های آبی تالاب‌های کنوانسیون رامسر در بازه (۱۹۸۴-۲۰۲۱) بر مبنای داده‌های سنجش از دور. *مطالعات جغرافیایی نواحی ساحلی*، ۵(۲)، ۳۹-۲۱.

DOI: 10.22124/GSCAJ.2024.23504.1207

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.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی