



Revealing the Cloudiness Trend Based on Observational and Satellite Data in the Basin of Urmia Lake

Fatemeh Ghavidel¹, Majid Rezaei Banafsheh²  , Gholam Hasan Mohammadi³

1- Department of Climatology, Tabriz University, Tabriz, Iran

Email: Fatemeh_ghavidel_63@yahoo.com

2- (Corresponding Author) Department of Climatology, Tabriz University, Tabriz, Iran

Email: mrbanafsheh@tabrizu.ac.ir

3- Department of Climatology, Tabriz University, Tabriz, Iran

Email: gh-mohammadi@irimo.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article History:

Received:

27 March 2024

Received in revised form:

26 May 2024

Accepted:

6 July 2024

Available online:

20 August 2024

Keywords:

Cloud Cover,

Trend Analysis,

Ridit Analysis,

The Basin of the Urmia Lak.

ABSTRACT

Clouds are important moderators of the Earth's climate and play a large role in creating precipitation, temperature changes, and hydrological and radiation balances. This research was carried out to reveal cloud changes in the basin of Urmia Lake. For this purpose, the observed data of the total cloud cover of five selected stations for the statistical period of 70 years (1951–2020) and the total cloud cover product (CFFCM) of the MODIS sensor were used, and the analysis of the cloudiness trend using Ridit analysis was done for the first time. The results showed that the highest percentage of total cloud cover belongs to the cloudless, fully cloudy, and semi-cloudy classes. The results of Ridit and Mann Kendall's analysis showed a negative trend in the spring, summer, and winter seasons and a negative and decreasing trend in the fall season, except for Urmia, Saqez, and Khoy. In the results of the MODIS satellite data trends, the results indicate a negative trend and a non-significant decrease in cloudiness in all four stations on an annual and seasonal basis, except Urmia station, which has a positive trend and a non-significant increase in all four seasons and on an annual basis. Also, the compatibility of the results of the Ridit analysis and the satellite data of the MODIS sensor had similarities and correspondence, thus proving the correctness of the results obtained from the Ridit analysis.

Cite this article: Ghavidel, F., Rezaei Banafsheh, M., & Mohammadi, G. H. (2024). Revealing the Cloudiness Trend Based on Observational and Satellite Data in the Basin of Urmia Lake. *Physical Geography Research Quarterly*, 56 (2), 1-16.

<http://doi.org/10.22059/jphgr.2024.367924.1007794>



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press

Extended Abstract

Introduction

Clouds are one of the most important climate factors affecting Earth's water systems and play a decisive role in the rainfall distribution on Earth's level. Also, due to their influence on the amount of solar radiation and the extraction of energy from the Earth's surface, they are the controllers of the energy outflows on the Earth's surface. Thus, any change in time and space in the clouds can affect other climate factors and complicate the effects of climate change. The basin of Urmia Lake is one of the most important and largest ecosystems in northwest Iran, whose change has notable impacts on the local climate and economic, social, and hydrological conditions. The basin of Urmia Lake has been hit by a severe low-water crisis in recent years, which has led to a significant drop in the lake's water level and a worrying drop in its level. The basin is considered to be one of the crucial poles for the slaughter of debris and various agricultural products, so cloud coverage and its association with other climate parameters, such as temperature and rain, can have a constructive impact on the lives and economies of its inhabitants. Then, in the current study, the supernatic process of the sky was carried out using the reductive analysis of the observation data of weather stations for the first time in Iran and the world to reveal supernatic changes in the sky in the basin of Urmia Lake.

Materials and methods

The purpose of this research is to reveal changes in cloudiness in the basin of Urmia Lake, and for this purpose, data on the total amount of cloudiness on a daily scale for the statistical period of 71 years (1951–2021) for the selected stations under study were taken from the Statistics Center of the Meteorological Organization. The overall cloud cover was classified into five classes (0 to 8 octa) based on the standard of the "International Civil Aviation Organization" (ICAO). Daytime data, including synopses of 06, 09, 12, and 15 Greenwich, were analyzed for cloudiness.

Then, the overall cloud cover was classified into five classes such as cloudless, slightly cloudy, partly cloudy, semi-cloudy, and

fully cloudy in the SPS environment. The Redit analysis method was used to analyze the changes from year to year and the cloudiness trend. Redit analysis is a statistical method introduced by Bross in 1958 in the statistical literature. It compares the distribution of ordinal (rank) scale variables and is similar to non-parametric statistical techniques that require calculation. The changes are for consecutive classes. Redit analysis compares the changes from year to year to the reference distribution, and if the changes over time increase compared to the values of the reference distribution, it shows an increasing trend, and if there is a decrease, it shows a decreasing trend. By drawing a graph of the changes in the Redit values and drawing a line equal to 0.5, it is possible to identify the years or periods when cloudiness was improved (or decreased). Also, by drawing a trend line on these data, it is possible to check the cloudiness trend, but this approach is not able to express the significance of the cloudiness trend. Therefore, an attempt was made to perform the Mann-Kendall test on the results of the Redit analysis to test the significance of the cloudiness trend. Furthermore, this research used the MODIS cloud sensor product on the Tera and Aqua satellites (CFFCM) as another data source to study the overall cloud cover. MODIS Tera (MOD08_M3 v6.1) sensor data for 22 years (2001–2022) and MODIS Aqua (MYD08_M3 v6.1) sensor data for 20 years (2003–2022) on a monthly scale were extracted from the NASA website for overall cloud coverage. The Mann-Kendall test was used to test the significance of the cloudiness trend. Finally, the correlation charts of observational and satellite data (AQUA and TERA) for the period (2003–2020) were studied annually and seasonally.

Result and discussion

This research aims to reveal changes in the overall cloudiness of the sky based on observational and satellite data in the basin of Urmia Lake. The research findings showed that the analysis of Redit and Mann Kendall on an annual and seasonal basis indicates a negative trend and a decrease in the overall cloudiness of the sky in this basin. So all five stations annually and in the

winter season have a decreasing and decreasing trend of cloudiness, and in the autumn season, the stations of Urmia, Saqez, and Khoy have an increasing trend, and Tabriz and Maragheh have a decreasing trend. In the spring and summer seasons, three out of five stations show a decreasing trend, which indicates a decrease in the amount of cloud cover in these seasons, which can be the reason for the increase in temperature and the decrease in relative humidity in the spring and summer. The results of both Aqua and Tera satellites are the same annually and seasonally, so the cloudiness of the sky in Urmia station has a positive trend and insignificant increase, but in Tabriz, Khoy, Saqez, and Maragheh stations, it has a negative trend and insignificant decrease. The results obtained from the analysis of Ridity and the data of two satellites, Aqua and Tera, on an annual and seasonal basis also show the most significant agreement between the results obtained from the analysis of Ridity and the data of Aqua and Tera satellites on an annual basis, but also seasonally, respectively. They are most appropriate in summer, autumn, and winter. However, except for Urmia and Khoy stations, the rest still need to comply in the spring. According to the obtained results, the compatibility of the results of the Ridity analysis with the satellite data was confirmed, and the correctness of the results obtained from the Ridity analysis was proved.

Conclusion

Generally, the results are obtained from observational and satellite data, indicating a reduction in all cloud days and overall supernova coverage of the sky at the stations studied. So, the most significant percentage of total supernovae coverage of the sky must belong to cloudless, fully cloudy, and semi-cloudy levels that a decrease in moisture entry into the area studied may cause. Also, since the rainfall in the northwest of Iran, in which the basin of Urmia Lake is affected by periods due to decreased temperature, increased relative humidity. The introduction of cooling systems occurs more in the autumn and winter periods; the reduction of all cloud days and overall supernatural coverage of the sky in all segments, especially in the fall and winter, can create drier climate conditions and have a noticeable impact on the local climate and economic-social and hydrological conditions of the basin of Urmia Lake.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

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.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

آشکارسازی روند ابرناکی بر اساس داده‌های مشاهداتی و ماهواره‌ای در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

فاطمه قویدل^۱، مجید رضایی بنفشه^۲، غلام حسن محمدی^۳

۱- گروه اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: Fatemeh_Ghavidel_63@yahoo.com
۲- نویسنده مسئول، گروه اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: mrbanafsheh@tabrizu.ac.ir
۳- گروه اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: gh-mohammadi@irimo.ir

چکیده

ابرها از تعدیل کننده های مهم اقلیم کره زمین هستند و نقش زیادی در ارتباط با ایجاد بارش، تغییرات دما، بیلان هیدرولوژی و بیلان تابشی دارند و از مهم ترین عناصر اقلیمی تأثیر گذار بر سامانه های آب و هوایی در سطح کره زمین به شمار می روند. این پژوهش با هدف آشکارسازی تغییرات ابرناکی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه انجام شد. بدین منظور از داده‌های دیدبانی شده مقدار کلی ابر پنج ایستگاه منتخب برای دوره آماری ۷۰ سال (۲۰۲۰ - ۱۹۵۱) و از محصول پوشش کلی ابرناکی (CFFCM) سنجنده مودیس استفاده و تحلیل روند ابرناکی با استفاده از تحلیل ریدیت برای اولین بار انجام شد. نتایج نشان دادند بیشترین درصد پوشش کلی ابرناکی به ترتیب متعلق به کلاسه‌های بدون ابر، ابری و نیمه ابری است. نتایج تحلیل ریدیت و من کندال به صورت سالانه و در فصول بهار، تابستان و زمستان روند منفی و در فصل پاییز به غیر از ارومیه، سقز و خوی روند منفی و کاهشی داشتند. در نتایج روند داده‌های ماهواره‌ای سنجنده مودیس نیز نتایج حاکی از روند منفی و کاهش غیر معنی دار ابرناکی در هر چهار ایستگاه به صورت سالانه و فصلی بوده به جز ایستگاه ارومیه که در هر چهار فصل و به صورت سالانه، روند مثبت و افزایش غیر معنی دار دارد. همچنین انطباق نتایج تحلیل ریدیت و داده‌های ماهواره‌ای سنجنده مودیس نیز دارای همسانی و مطابقت بوده، بدین طریق درستی نتایج به دست آمده از تحلیل ریدیت نیز اثبات گردید.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۱/۰۸

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۳/۰۳/۰۶

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۴/۱۶

تاریخ چاپ:

۱۴۰۳/۰۵/۳۰

واژگان کلیدی:

پوشش ابر،
تحلیل روند،
تحلیل ریدیت،
دریاچه ارومیه.

استناد: قویدل، فاطمه؛ رضایی بنفشه، مجید و محمدی، غلام حسن. (۱۴۰۳). آشکارسازی روند ابرناکی بر اساس داده‌های مشاهداتی و ماهواره‌ای در حوضه آبریز دریاچه ارومیه. *مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۵۶ (۲)، ۱-۱۶.

<http://doi.org/10.22059/jphgr.2024.367924.1007794>

مقدمه

ابرها از مهمترین عناصر اقلیمی تأثیرگذار بر سامانه‌های آب و هوایی در سطح کره زمین به شمار می‌آیند و نقش تعیین‌کننده‌ای در توزیع بارش در سطح زمین دارند. همچنین به علت تأثیر بر مقدار تابش خورشیدی و مقدار خروج انرژی از سطح زمین، کنترل‌کننده‌ی بیلان انرژی در سطح زمین می‌باشند (رسولی و همکاران، ۱۳۹۲: ۸۶). لذا ایجاد هر گونه تغییرات زمانی و مکانی در ابرها می‌تواند بر سایر عناصر اقلیمی تأثیرگذار باشد و باعث پیچیده‌تر شدن اثرات تغییرات اقلیمی گردد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۶). اهمیت ابرناکی و روزه‌های ابری در آب و هوا و همچنین نقش آن در زندگی انسان موجب شده، مطالعه‌ی پوشش ابر به عنوان یکی از مهمترین پارامترهای آب و هوایی حائز اهمیت باشد. اما با وجود نقش مهمی که در تعیین آب و هوای هر منطقه دارد، در مقایسه با پارامترهایی مانند دما و بارش، کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است (Matuszko, 2003: 977). پس از ورود ماهواره‌ها به عرصه علم، به علت فراهم شدن اطلاعات فراوان در مورد ابرها، مطالعه آن‌ها برای بهبود کارایی مدل‌های اقلیمی مورد توجه قرار گرفت. ماهواره‌ها قادرند خصوصیات فیزیکی ابرها مانند: ضخامت، توسعه افقی، محتوای آب، دما، فشار و اندازه قطره‌های آب را با دقت اندازه‌گیری کنند. این توانایی به باز شدن زمینه‌های تحقیقاتی جدیدی در مطالعه ابرها منجر شد و پژوهشگران زیادی تحقیقات خود را بر روی این زمینه متمرکز کردند (رسولی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۴).

نتایج مطالعات اخیر در مورد اقلیم‌شناسی ابر حاکی از روند کاهشی در پوشش ابر در اکثر مناطق مورد مطالعه بوده است (Jaswal, 2017: 107; Zhang et al, 2008: 142; Filipiak & Mietus, 2009: 1294; Kruger, 2007: 603) و همکاران، ۱۳۹۲: ۸۵؛ فلاحی و همکاران، ۱۳۹۶: ۵؛ احمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۳۷؛ جوانمرد و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۵؛ بنایان و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۱۸). نشان دادند که ابرناکی با ساعات آفتابی، همبستگی منفی، با بارش و رطوبت نسبی، همبستگی مثبت دارد. (Jaswal, 2017: 107) نشان داد تغییرپذیری پوشش ابر با پارامترهای اقلیمی چون دمای روزانه مرتبط است (Valjarević et al, 2021: 964) رای بررسی ارتباط بین توپوگرافی و توزیع پوشش کلی ابرناکی در صربستان از سنجنده مودیس و از روش من - کندال برای بررسی روند استفاده کرده‌اند (Manara et al, 2023: 223) تغییرپذیری و روند کل پوشش ابر در ایتالیا را با استفاده از روش من - کندال بررسی کرده و نشان دادند ابرناکی به صورت فصلی و سالانه در ایتالیا کاهش پیدا کرده است. (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۶: ۵) سری زمانی ابرها را در سطوح پایین، متوسط و بالا بررسی کرده و نشان دادند ابرهای سطح پایین ۶۲ درصد، ابرهای سطح متوسط ۵۵ درصد و ابرهای سطح بالا ۴۴ درصد ایستگاه‌های مورد مطالعه، دارای تغییرات قابل ملاحظه هستند. استفاده از داده‌های ماهواره‌ای برای بررسی و شناسایی نوع و مقدار ابرها متداول است که تحقیقات زیادی را می‌توان یافت (Wylie et al, 2005: 3021; Wang et al, 2004: 1606; Kalesse et al, 2013; Hana et al, 2008: 351; Hodel et al, 2008: 1721; Askelson, 2007: 524; 2004: 1606) 6340 قاسمی فر و همکاران، ۱۳۹۷: ۵؛ حاتمی و موحدی، ۱۳۹۷: ۲۱۳؛ رستم زاده و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۲۵). اخیراً از روش‌های رگرسیون، حداقل مربعات، همبستگی خطی، من - کندال و بعضاً تحلیل خوشه‌ای نیز برای مطالعه ابرها استفاده شده است (Jaswal, Filipiak & Mietus, 2009: 1294; Zhang et al, 2008: 142; Kruger, 2007: 603) 2017: 107; رسولی و همکاران، ۱۳۹۲: ۸۵؛ فلاحی و همکاران، ۱۳۹۶: ۵؛ احمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۳۷). این روش‌ها برای آنالیز روند ابرناکی روی داده‌های مشاهداتی کارایی ندارند. پیشینه مطالعات انجام شده نشانگر عدم مطالعه روند ابرناکی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه بوده و بیشتر مطالعات انجام گرفته در زمینه تغییرات دما و بارش (رضایی بنفشه و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۳؛ یاراحمدی، ۱۳۹۳: ۷۷؛ قادرپور و همکاران، ۱۳۹۵: ۶۲۷) بوده است.

حوضه آبریز دریاچه ارومیه یکی از مهمترین و بزرگترین اکوسیستم‌های آبی در شمال غرب ایران است که تغییر در آن، تأثیرات قابل ملاحظه‌ای در وضعیت اقلیمی محلی و شرایط اقتصادی - اجتماعی و هیدرولوژی دارد (دلور و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۴). با عنایت به اهمیت منطقه ای بحران خشک شدن دریاچه ارومیه و اینکه ابرها تأمین کننده بارش بوده و تغییرات آن در شرایط محیطی بسیار موثر است، ضرورت تحقیق حاضر را تبیین می‌نماید. اینکه آیا روند خاص و معنی داری در ابرناکی آسمان در حوضه آبریز دریاچه ارومیه رخ داده است یا نه؛ سوال اصلی این مطالعه است. در این راستا تلاش گردید از داده های دیدبانی هواشناسی که مطمئن ترین داده‌ها برای مطالعات اقلیمی هستند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین از داده های ماهواره ای برای انطباق و ارزیابی نتایج استفاده شد. با عنایت به ماهیت رتبه‌ای داده ها از تحلیل ریدیت که یک روش آماری کارآمدی در این زمینه است، استفاده شد. این روش برای اولین بار برای روندیابی ابرناکی استفاده شده است.

روش پژوهش

هدف از این پژوهش آشکارسازی تغییرات ابرناکی در حوضه‌ی آبریز دریاچه ارومیه بوده و بدین منظور داده‌های مقدار پوشش کلی ابرناکی در مقیاس روزانه برای دوره آماری ۷۱ سال (۲۰۲۱ - ۱۹۵۱) برای ایستگاه‌های منتخب مورد مطالعه از مرکز آمار سازمان هواشناسی أخذ گردید (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

نام ایستگاه‌ها	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع ایستگاه‌ها	شروع داده‌ها	پایان داده‌ها
ارومیه	۳۷° ۳۳'	۴۵° ۰۵'	۱۳۲۸	۱۹۵۱/۱/۱	۲۰۲۱/۳/۳۱
تبریز	۳۸° ۰۵'	۴۶° ۱۷'	۱۳۶۱	۱۹۵۱/۱/۱	۲۰۲۱/۳/۳۱
خوی	۳۸° ۳۳'	۴۴° ۵۸'	۱۱۰۳/۴	۱۹۵۹/۷/۱	۲۰۲۱/۳/۳۱
سقز	۳۶° ۱۵'	۴۶° ۱۷'	۱۵۲۲/۸	۱۹۶۱/۲/۱	۲۰۲۱/۳/۳۱
مراغه	۳۷° ۲۴'	۴۶° ۱۶'	۱۳۴۴	۱۹۸۲/۶/۱	۲۰۲۱/۳/۳۱

پوشش کلی ابرناکی در پنج کلاسه از (۰ تا ۸ اکتا) بر اساس استاندارد «سازمان بین‌المللی هوانورد غیر نظامی» ICAO طبق جدول ۲ طبقه‌بندی گردید (دستور العمل متار و اسپسی، ۱۳۸۱: ۹۵). در هواشناسی یکای اندازه‌گیری میزان پوشش ابر در هر منطقه اکتا (Okta) است. این هشت درجه از صفر اکتا (آسمان کاملاً صاف) تا ۸ اکتا (تمام ابری) است. علاوه بر این ۸ درجه در کد سیناپ، یک نشانگر دیگر با شماره‌ی ۹ وجود دارد که نشان‌دهنده‌ی وضعیتی است که آسمان به دلایلی کاملاً از دید پنهان است که معمولاً به دلایل مه (ابر) یا برف سنگین هست. در مرحله غربالگری داده‌ها رکوردهای ثبت شده برای کد ۹ حذف شدند و برای ابرناکی داده‌های ساعات روز، شامل سینوپ های ۰۶، ۰۹، ۱۲ و ۱۵ گریجوی آنالیز شد. دلایل استفاده از این داده ها عبارتند از: الف: اینکه بعضی از ایستگاه‌ها ۲۴ ساعته (ایستگاه‌های سینوپتیک اصلی) و بعضی ۱۲ ساعته (ایستگاه‌های سینوپتیک تکمیلی) هستند، و ایستگاه‌های ۱۲ ساعته برای شب داده ثبت شده ندارند. ب: همچنین به خاطر اینکه کارشناسان همدیدی به صورت بصری مقدار ابرناکی را تخمین می‌زنند، تخمین مقدار ابرناکی در شب ممکن است با خطا همراه باشد؛ ج- نهایتاً به دلیل اینکه تحلیل توأمان داده‌های ۲۴ ساعته (با ۸ رکورد در روز) و ۱۲ ساعته (با ۵ رکورد در روز) باعث بروز خطا است. لذا برای حذف عوامل ایجاد خطا در بانک اطلاعاتی اولیه از سینوپ های ساعات روز

استفاده شد. سپس پوشش کلی ابرناکی در پنج کلاس: آسمان صاف، کمی ابری، قسمتی ابری، نیمه ابری و تمام ابری طبق جدول ۲ در محیط Spss طبقه‌بندی گردید.

جدول ۲. طبقه‌بندی پوشش کلی ابرناکی

طبقات	پوشش ابر برحسب اکتا	سطوح به فارسی	سطوح به انگلیسی
۱	۰	صاف	Clear
۲	۱ تا ۲	کمی ابری	Few
۳	۳ تا ۴	قسمتی ابری	Scatter
۴	۵ تا ۶ تا ۷	نیمه‌ابری	Broken
۵	۸	تمام ابری	Overcast

در این مطالعه در ابتدا به منظور بررسی تغییرات درون گروهی ابرناکی و درک آسان‌تر تغییرات روند در ایستگاه‌های مورد مطالعه، کلاسه‌ها در قالب سه طبقه ابری، نیمه ابری و بدون ابر در مقیاس سالانه بررسی شد. به دلیل گسسته (ناپارامتریک) بودن ماهیت آماری داده‌های مشاهداتی ابرناکی، برای تحلیل تغییرات سال به سال و روند ابرناکی، از روش تحلیل ریدیت استفاده شد. با توجه با ماهیت آماری داده‌ها، تنها روش آماری که می‌تواند به درستی روند ابرناکی را به دست دهد روش تحلیل ریدیت است. به طور خلاصه مراحل محاسبه تحلیل ریدیت بعد از غربالگری داده‌ها به شرح زیر می‌باشد: ۱- کدگذاری و شمارش فراوانی رخداد هر یک از کلاسه‌های ابرناکی (طبق جدول ۲) برای کل دوره، جهت تعیین توزیع مرجع، ۲- تکرار مرحله فوق برای هر یک از سال‌ها به طور جداگانه جهت مقایسه تغییرات هر سال نسبت توزیع مرجع (تغییرات نسبت به شرایط میانگین خود ایستگاه مقایسه می‌گردد)؛ ۳- ترسیم نمودار تغییرات سال به سال مقادیر ریدیت جهت بررسی دوره‌های افزایش (یا کاهش) میزان ابرناکی در کل دوره آماری مورد مطالعه، ۴- اجرای روند خطی روی مقادیر ریدیت سالانه و قضاوت در خصوص وجود یا عدم وجود روند در ابرناکی. محاسبات آماری مربوط به تحلیل ریدیت به قرار زیر می‌باشد:

Ridit Analysis^۱: تحلیل ریدیت روشی برای مقایسه توزیع متغیرهای مقیاس ترتیبی (رتبه‌ای) و مشابه تکنیک‌های آماری ناپارامتریک است که مستلزم محاسبه تغییرات برای کلاس‌های متوالی هست (Doyle & Dorling, 2002:3164). از روش تحلیل ریدیت (Craig & Sloane, 1982:41; Doyle & Dorling, 2002:3164; Fauikenberp, 1979:1617). برای بررسی روند دید استفاده کردند. تحلیل ریدیت در بسیاری از زمینه‌ها، به ویژه در زمینه علوم اجتماعی (روان‌سنجی، جامعه‌شناسی، اقتصادسنجی)، دندانپزشکی (Flesis et al, 1979: 2080) پزشکی (Donaldson, 1998: 221)، علوم دامی (Bilgin, 2003:135)، مورد استفاده قرار گرفته است. تحلیل ریدیت تغییرات سال به سال را نسبت به توزیع مرجع مقایسه می‌کند و اگر در گذر زمان تغییرات نسبت به مقادیر توزیع مرجع، افزایش داشته باشد، روند افزایشی و اگر کاهش داشته باشد، روند کاهشی را نشان می‌دهد.

توزیع مرجع (Reference Distribution): توزیع مرجع دوره‌ی آماری را یکجا به شکل توزیع درآورده و مقایسه می‌کند. در درون توزیع مرجع محاسبه ریدیت‌ها و میانگین ریدیت‌ها به شرح زیر است:

اگر $f_A(v)$ تابع چگالی احتمال مشاهدات در یک دوره مشخص A و $f_R(v)$ تابع چگالی احتمالی توزیع مرجع باشد و f_A و f_R توابع توزیع تجمعی باشند، احتمال اینکه یک مشاهده از توزیع A بالاتر از یک مشاهده از توزیع R باشد از طریق رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد:

1. Relative To An Identified Distribution

$$P(V_A > V_R) = \int_0^{\max} \int_0^V f_A(v) f_R(v) dv' dv = \int_0^{\max} f_A(v) f_R(v) dv \quad \text{رابطه ۱:}$$

اگر f_{Rj} و f_{Ai} به ترتیب فراوانی‌های نسبی کلاسه i برای هر توزیع باشند میانگین ریدیت بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$P(V_A > V_R) = \sum_{i=1}^k f_{Ai} (\sum_{j=1}^{i-1} f_{Rj} + \frac{1}{2} f_{Ri}) = \text{Mean Ridit} \quad \text{رابطه ۲:}$$

$f_{Ai} = n_i/n, n_i$ تعداد مشاهدات در کلاسه i و n_0 تعداد کل مشاهدات است. توزیع $f_{Rj} = N_j/N$ به طور مشابه برای f_{Ai} تعریف می‌شود، با این تفاوت که برای کلاسه‌های K و R ساخته شده است (Doyle & Dorling, 2002: 3165).

اگر عدد به دست آمده از تحلیل ریدیت بالاتر از $0/5$ باشد یعنی نسبت به توزیع مرجع بالاتر بوده و ابرناکی افزایش داشته ولی اگر پایین‌تر از $0/5$ باشد یعنی نسبت به توزیع مرجع پایین‌تر بوده و ابرناکی کاهش داشته است. با ترسیم نمودار از تغییرات مقادیر ریدیت و ترسیم یک خط هم مقدار $0/5$ روی آنها می‌توان سال‌ها و یا دوره‌هایی که بهبود (یا کاهش) در ابرناکی وجود داشت را شناسایی کرد. همچنین با ترسیم خط روند روی این داده‌ها می‌توان روند ابرناکی را نیز بررسی کرد ولی این رویکرد قادر به بیان معنی‌داری روند ابرناکی نیست. لذا تلاش گردید با اجرای آزمون من - کندال روی خروجی‌های تحلیل ریدیت نسبت به آزمون معنی‌داری روند ابرناکی نیز اقدام شود.

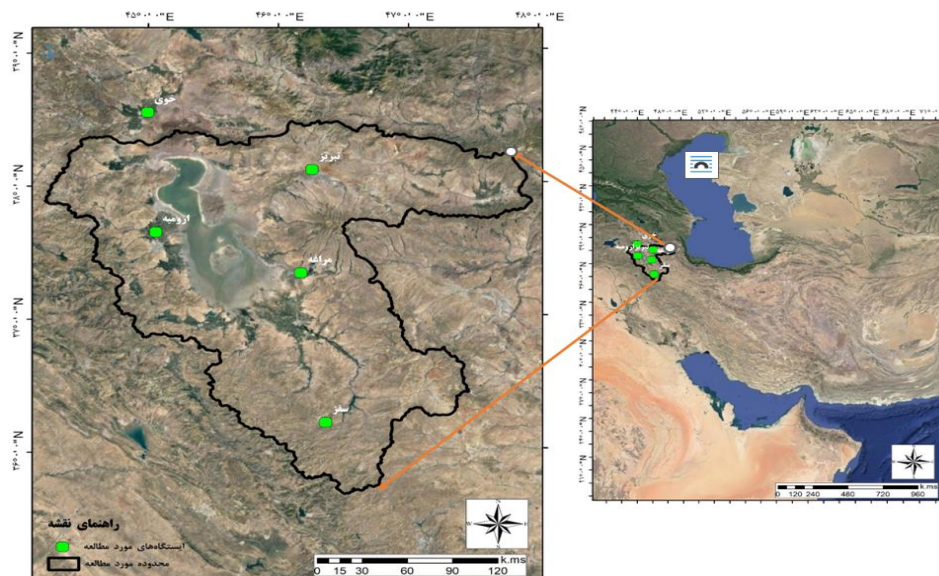
آزمون من - کندال ابتدا توسط Mann (۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط Kendall (۱۹۷۵) بسط و توسعه یافت (Serrano et al, 1999:87). این آزمون بر اساس علامت تفاوت میان داده‌ها استوار است. لذا از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردند اثرپذیری ناچیز دارد. فرض صفر این آزمون بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد و پذیرش فرض یک، دال بر وجود روند در سری داده‌ها است (Fan & Wang, 2011:519; Partal & Kahya, 2006: 2011; Yue et al, 2002:254). همکاران، ۱۳۹۰: ۷۴؛ رسولی و همکاران، ۱۳۹۲: ۸۵؛ احمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۳۷. در این پژوهش به منظور استفاده از یک منبع داده دیگر برای مطالعه پوشش کلی ابرناکی از فرآورده ابر سنجنده مودیس سوار بر ماهواره ترا و آکوا (CFFCM) استفاده گردید که ضریب پوشش ابرهای سطح زمین را نشان می‌دهد. این محصول از هر دو ماهواره ترا و آکوا برای زمان‌های روز و شب در دسترس است. داده‌های سنجنده مودیس ترا^۲ (MOD08_M3 v6.1) برای دوره‌ی ۲۲ ساله (۲۰۰۱ - ۲۰۲۲) و مودیس آکوا^۳ (MYD08_M3 v6.1) برای دوره‌ی ۲۰ ساله (۲۰۰۳ - ۲۰۲۲) در مقیاس ماهانه، از سایت سازمان ناسا^۴ برای پوشش کلی ابرناکی استخراج و از آزمون من - کندال جهت آزمون معنی‌داری روند ابرناکی استفاده شد. نهایتاً نمودارهای انطباق داده‌های مشاهداتی و ماهواره‌ای (آکوا و ترا) برای بازه زمانی مشترک (۲۰۰۳ - ۲۰۲۰) به صورت سالانه و فصلی مورد مطالعه قرار گرفت.

محدوده مورد مطالعه

حوضه آبریز دریاچه ارومیه با مختصات جغرافیایی ۴۴ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی در شمال غرب ایران قرار گرفته است. این حوضه با مساحت ۵۱۸۷۶ کیلومتر مربع یکی از شش حوضه آبریز اصلی کشور است. این حوضه بین استان‌های آذربایجان غربی (۴۶٪)، آذربایجان

1. Cloud Fraction From Cloud Mask - worldview.earthdata.nasa.gov
2. Cloud Fraction From Cloud Mask-Terra
3. Cloud Fraction From Cloud Mask- Aqua
4. <https://giovanni.gsfc.nasa.gov>

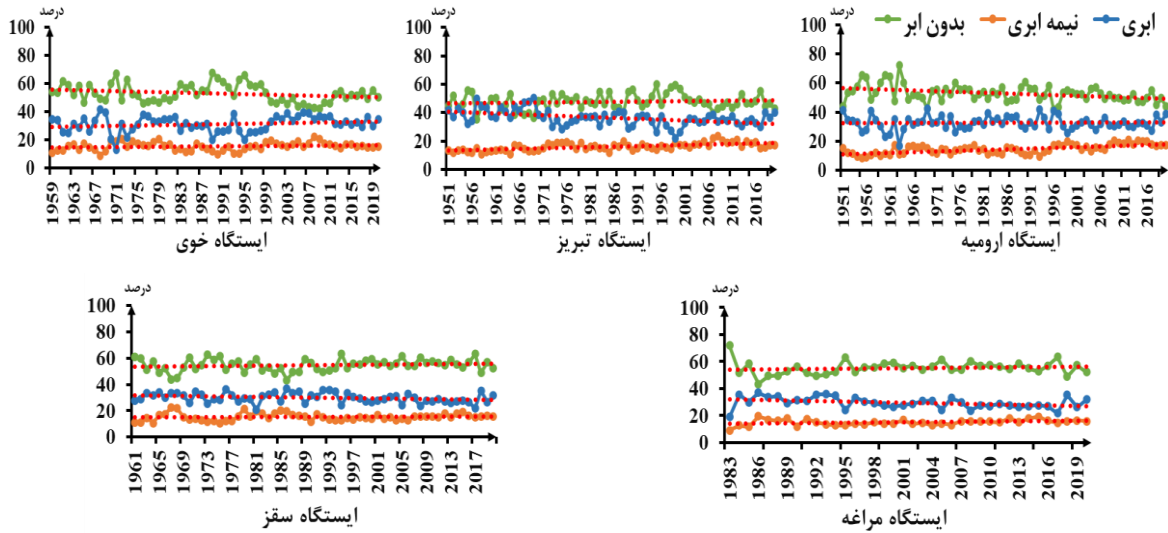
شرقی (۴۳٪) و کردستان (۱۱٪) قرار دارد (باقری وند و همکاران، ۱۳۹۶: ۳۵). میانگین سالانه بارندگی در منطقه بین ۱۸۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر متغیر است (صلاحی و همکاران، ۱۳۹۶: ۴۸). موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های منتخب مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه و ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

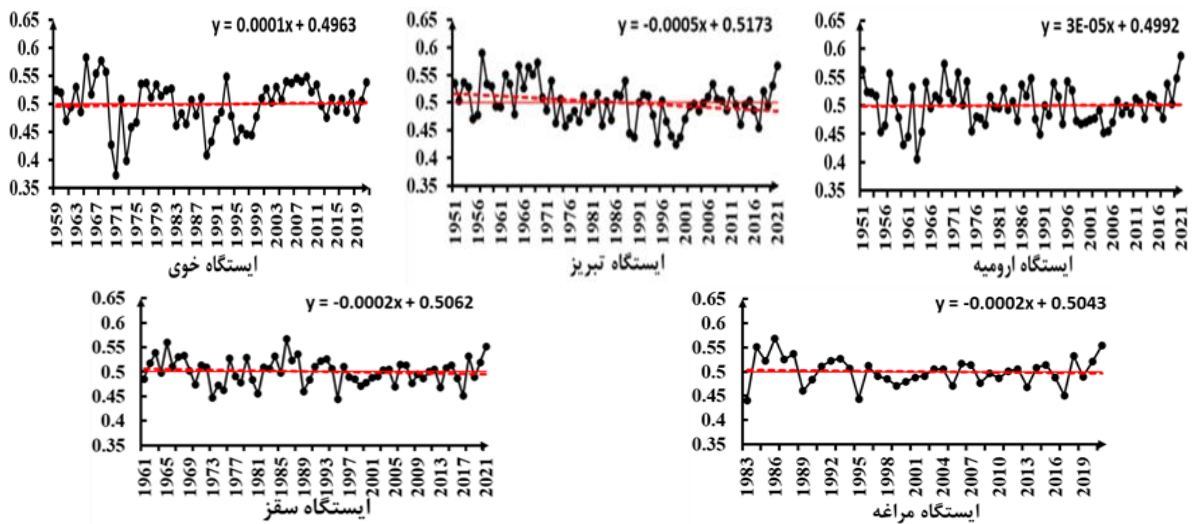
یافته‌ها

شکل ۲ درصد رخداد هر یک از کلاسه‌ها به صورت سالانه در سه کلاسه ابری، نیمه ابری و بدون ابر در ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در شکل ۲ برای درک آسان‌تر تغییرات روند، کلاسه‌ها در سه طبقه خلاصه شد. بدین منظور برای کلاسه ابری (طبقات نیمه ابری و تمام ابری)، برای نیمه ابری (طبقه قسمتی ابری) و برای بدون ابر (طبقات صاف و کمی ابری) در نظر گرفته شد و نمودار آن‌ها ترسیم گردید. به لحاظ میزان ابرناکی از درصد پوشش کلی ابرناکی در ایستگاه‌های تبریز، ارومیه، خوی، سقز و مراغه در طبقات ابری و نیمه ابری به ترتیب کاسته شده و طبقه بدون ابر افزایش یافته است. در طبقه ابری ایستگاه‌های ارومیه و خوی روند مثبت ولی ایستگاه‌های تبریز، سقز و مراغه روند منفی نشان می‌دهند. در طبقه نیمه ابری هر پنج ایستگاه روند مثبت و در طبقه بدون ابر ارومیه و خوی روند منفی و بقیه ایستگاه‌ها روند مثبت دارند. در ایستگاه تبریز، ارومیه، خوی و سقز نمودارها روند معنی‌دار داشته اما ایستگاه مراغه دارای روند معنی‌دار نیست. به طور کلی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه بیشترین درصد به ترتیب متعلق به کلاسه‌های بدون ابر، ابری و نیمه ابری بوده و این نشانگر آن است که در حوضه آبریز دریاچه ارومیه، ابرناکی در طی سال‌های آماری مورد مطالعه کاهش یافته است.



شکل ۲. درصد پوشش کلی ابرناکی در سه کلاسه تمام ابری، نیمه ابری و بدون ابر در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

در شکل ۳ نتایج نمودارهای تحلیل ریدیت ایستگاه‌های تبریز، سقز، ارومیه، مراغه و خوی نشان داده شده است. در ایستگاه ارومیه روندی اثبات نشده است. با این وجود تغییرات سال به سال قابل ملاحظه ای در ابرناکی آسمان وجود داشته است. در این میان وجود ابرناکی های پایین تر از توزیع مرجع در سال های ابتدایی (۱۹۵۱ تا ۱۹۶۵) و ابرناکی نسبتاً بالاتر در چند سال انتهایی قابل تشخیص است. در ایستگاه تبریز از سال ۱۹۸۲-۱۹۵۱ افزایش ابرناکی و از ۲۰۲۱-۱۹۸۳ کاهش ابرناکی وجود دارد. خط روند نیز دارای روند منفی است. ایستگاه خوی روند مثبت را نشان می‌دهد. از سال ۱۹۵۹ تا ۱۹۹۳ کاهش ابرناکی اما از ۱۹۹۴ تا ۲۰۲۱ افزایش ابرناکی دارد. در ایستگاه مراغه از سال ۱۹۸۳ تا ۲۰۱۵ ابرناکی افزایش و از ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ ابرناکی کاهش داشته و روند منفی است. در ایستگاه سقز از سال ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۳ ابرناکی افزایش و از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۲۱ ابرناکی کاهش داشته و خط روند نیز حاکی از روند منفی است.



شکل ۳. نمودارهای تغییرات و روند پوشش کلی ابرناکی با استفاده از تحلیل ریدیت در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

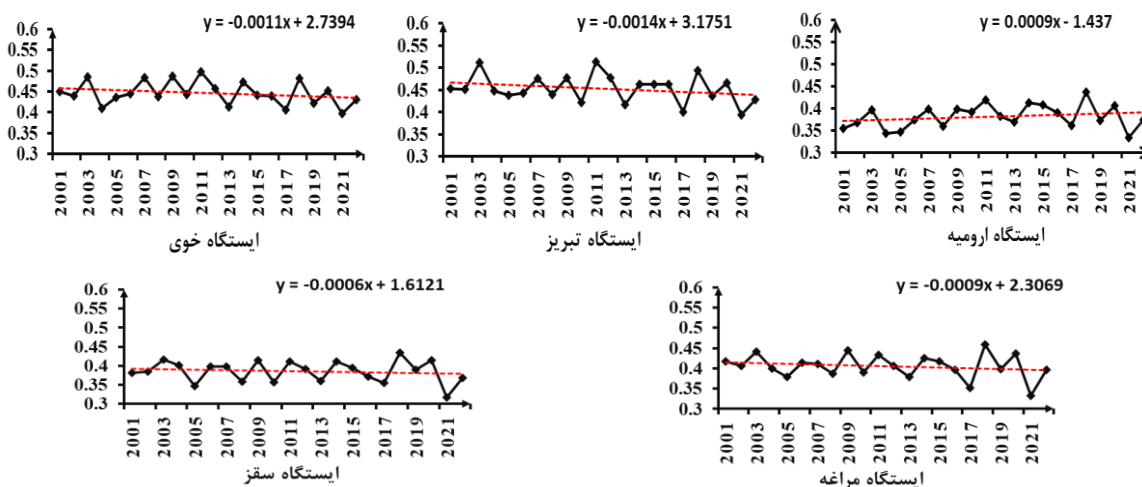
بر اساس جدول ۳ روند تغییرات پوشش کلی ابرناکی ایستگاه خوی بر اساس روش من- کندال به صورت سالانه افزایش داشته اما بقیه ایستگاه‌ها کاهش ابرناکی دارند که در این بین تنها روند کاهشی ایستگاه تبریز (با آماره Z من-کندال $-۲/۰۵$) در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است. در فصل بهار ابرناکی ایستگاه‌های ارومیه و خوی افزایش و ایستگاه‌های مراغه، تبریز و سقز کاهش داشته که در سطح ۹۹ درصد روند ایستگاه‌های تبریز ($-۲/۶۴$) و سقز ($-۲/۷۳$) معنی‌دار است. در فصل تابستان ایستگاه‌های ارومیه، تبریز و مراغه دارای روند کاهشی و ایستگاه‌های خوی و سقز روند افزایشی ابرناکی را نشان می‌دهند. در فصل پاییز تبریز و مراغه روند کاهشی و بقیه ایستگاه‌ها روند افزایشی دارند. در فصل زمستان همه ایستگاه‌ها کاهش ابرناکی دارند اما ایستگاه‌های تبریز و سقز در سطح ۹۰ درصد؛ مراغه در سطح ۹۹ درصد و ارومیه در سطح ۹۵ درصد روند کاهشی معنی‌دار دارند. ایستگاه تبریز در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه تنها ایستگاهی است که هم به صورت سالانه و هم در فصول بهار و زمستان دارای روند کاهشی معنی‌دار است. در رتبه بعدی ایستگاه سقز در فصل بهار و زمستان روند کاهشی معنی‌دار دارد. به غیر از خوی که دارای روند کاهشی غیر معنی‌دار است بقیه ایستگاه‌ها در فصل زمستان روند کاهشی معنی‌دار دارند ولی در فصل‌های پاییز و تابستان هیچ کدام از ایستگاه‌ها روند معنی‌داری را نشان نمی‌دهند. با توجه به نتایج به دست آمده اکثر ایستگاه‌ها در حوضه آبریز دریاچه ارومیه روند منفی و کاهشی داشته و ابرناکی کاهش یافته است.

جدول ۳. جدول آزمون معنی‌داری روند برای خروجی‌های تحلیل ریدیت با استفاده از روش ناپارامتری من- کندال در گام‌های زمانی سالانه و فصلی

ایستگاه‌ها	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
ارومیه	-۰/۳۵	-۰/۸۰	۰/۲۷	-۲/۳۸*	-۰/۲۰
تبریز	-۲/۶۴**	-۰/۰۷	-۰/۳۵	-۳/۵۳***	-۲/۰۵*
خوی	۰/۴۷	۰/۱۸	۰/۱۵	-۱/۸۶+	۰/۱۹
سقز	-۲/۷۳**	۱/۸۶+	۰/۸۷	-۳/۸۶***	-۰/۹۰
مراغه	-۰/۷۳	-۰/۰۵	-۰/۲۸	-۲/۸۵**	-۰/۴۴

سطح معنی‌داری ۹۹ درصد * سطح معنی‌داری ۹۰ درصد *سطح معنی‌داری ۹۵ درصد

در شکل ۴ پوشش کلی ابرناکی بر اساس داده‌های ماهواره ترآ در ایستگاه‌های تبریز، سقز، مراغه و خوی روند منفی دارد که حاکی از کاهش ابرناکی است. تنها ایستگاه ارومیه روند مثبت و افزایش ابرناکی را نشان می‌دهد.



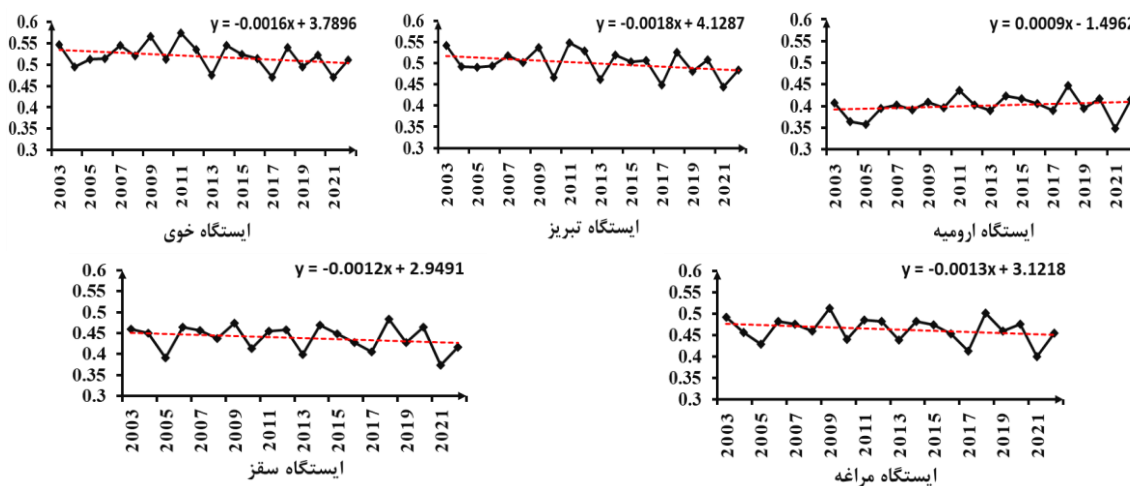
شکل ۴. نمودارهای تغییرات میانگین سالانه ابرناکی بر اساس داده‌های ماهواره ترآ در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

در این نمودارها مقیاس داده‌ها به صورت Fraction یا واحدی از ۱ می‌باشد. بر اساس جدول ۴ نتایج روند داده‌های ماهواره آکوا از روند منفی و کاهش غیر معنی‌دار ابرناکی در هر چهار ایستگاه به صورت سالانه و فصلی بوده به جز ایستگاه ارومیه که در هر چهار فصل و به صورت سالانه، ایستگاه خوی در فصل بهار و ایستگاه سقز در فصل تابستان دارای روند مثبت و افزایش غیر معنی‌دار ابرناکی هستند.

جدول ۴. نتایج روند تغییرات پوشش کلی ابرناکی با استفاده از روش ناپارامتری من - کندال به صورت سالانه و فصلی بر اساس داده‌های ماهواره آکوا

ایستگاهها	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
ارومیه	۰/۰۰	۰/۵۱	۰/۷۹	۰/۷۳	۱/۰۷
تبریز	-۰/۳۹	-۱/۰۷	-۰/۶۸	-۱/۳۵	-۱/۰۷
خوی	۰/۰۶	-۰/۳۹	-۰/۹۰	-۰/۸۵	-۱/۱۸
سقز	-۰/۶۲	۰/۶۲	-۰/۲۸	-۱/۴۱	-۰/۴۵
مراغه	-۰/۱۷	-۰/۱۱	-۰/۱۱	-۱/۰۷	-۰/۷۹
***سطح معنی‌داری ۹۹ درصد		**سطح معنی‌داری ۹۵ درصد			

در شکل ۵ نمودارهای سالانه ابرناکی آکوا نیز مانند ترأ نشان می‌دهند ایستگاه‌های تبریز، سقز، مراغه و خوی دارای روند منفی و کاهش ابرناکی بوده ولی ایستگاه ارومیه روند مثبت و افزایش ابرناکی دارد.



شکل ۵. نمودارهای تغییرات میانگین سالانه ابرناکی بر اساس داده‌های ماهواره آکوا در حوضه آبریز دریاچه ارومیه.

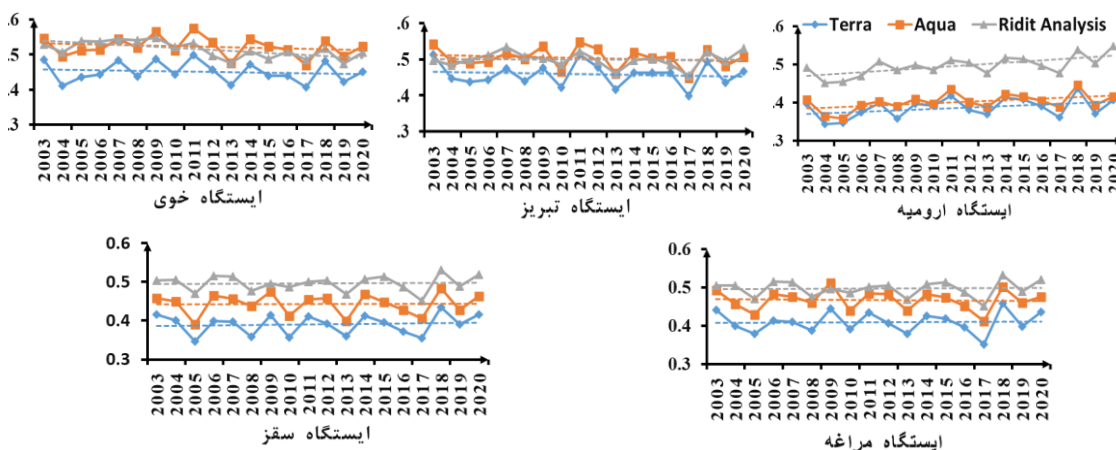
در این نمودارها مقیاس داده‌ها به صورت Fraction یا واحدی از ۱ می‌باشد. در جدول ۵ روند تغییرات پوشش کلی ابرناکی بر اساس داده‌های ماهواره آکوا در ایستگاه‌های تبریز، خوی، سقز و مراغه به صورت سالانه و فصلی حاکی از روند منفی و کاهش غیر معنی‌دار ابرناکی بوده، به جز ایستگاه ارومیه که در هر چهار فصل و به صورت سالانه و ایستگاه‌های سقز و مراغه در فصل تابستان دارای افزایش غیر معنی‌دار ابرناکی است.

جدول ۵. نتایج روند تغییرات پوشش کلی ابرناکی با استفاده از روش ناپارامتری من - کندال به صورت سالانه و فصلی بر اساس داده‌های ماهواره آکوا

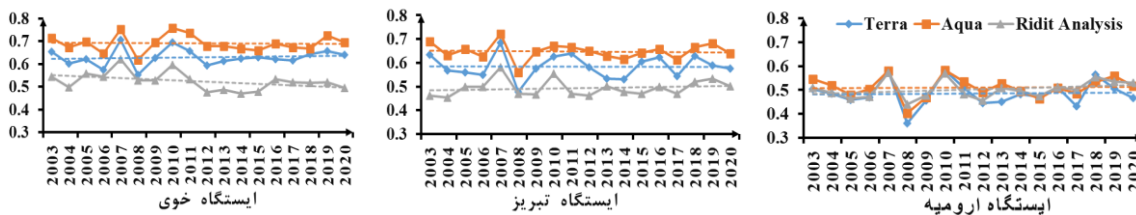
ایستگاه‌ها	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
ارومیه	۰/۰۰	۰/۱۶	۰/۴۲	۱/۴۶	۰/۸۸
تبریز	-۰/۲۹	-۱/۲۷	-۱/۴۰	-۱/۰۱	-۱/۲۰
خوی	-۰/۸۸	-۰/۶۸	-۱/۰۷	-۰/۵۵	-۱/۳۳
سقز	-۰/۷۵	۰/۰۳	-۰/۶۸	-۱/۰۱	-۰/۸۸
مراغه	-۰/۷۵	۰/۲۳	-۰/۸۱	-۰/۴۲	-۱/۳۳
**سطح معنی داری ۹۹ درصد		*سطح معنی داری ۹۵ درصد			

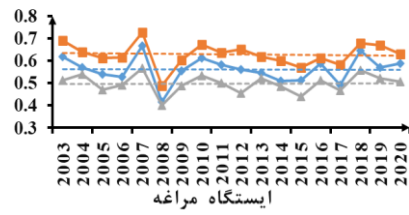
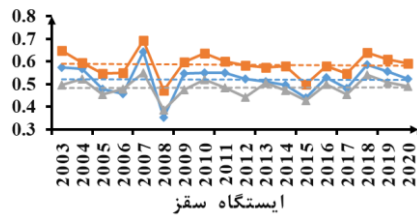
شکل ۶ انطباق تحلیل ریدیت با داده‌های ماهواره آکوا و ترآ را به صورت سالانه و فصلی برای ایستگاه‌های مورد مطالعه در حوضه آبریز دریاچه ارومیه نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده نشان دادند که به صورت سالانه هر سه داده‌های به دست آمده از تحلیل ریدیت و ماهواره‌های آکوا و ترآ به غیر از مراغه که با داده‌های ماهواره ترآ مطابقت داشته و روند افزایشی را نشان می‌دهد، در کلیه ایستگاه‌ها با هم انطباق دارند. به طوری که در ایستگاه‌های ارومیه و سقز روند افزایشی و در تبریز و خوی روند کاهشی است. در فصل بهار تنها نتایج تحلیل ریدیت ایستگاه ارومیه انطباق و روند افزایشی را نشان می‌دهد. اما ایستگاه خوی تنها با داده ماهواره آکوا مطابقت داشته و روند کاهشی دارد. در فصل تابستان نتایج هر سه داده با هم مطابقت داشته، ارومیه، سقز و مراغه روند افزایشی، تبریز و خوی دارای روند کاهشی می‌باشند. در فصل پاییز نتایج هر سه داده در ایستگاه‌های ارومیه، تبریز و خوی مطابقت دارند به طوری که ارومیه روند افزایشی و تبریز و خوی روند کاهشی دارند. ایستگاه‌های سقز و خوی با داده ماهواره ترآ هماهنگی داشته و روند افزایشی را نشان می‌دهند. در فصل زمستان ایستگاه‌های ارومیه، سقز و خوی با هم انطباق داشته، ارومیه روند افزایشی و خوی و سقز روند کاهشی دارند. مراغه نیز با داده‌های ماهواره آکوا مطابقت داشته و روند کاهشی دارد.

نمودارهای سالانه

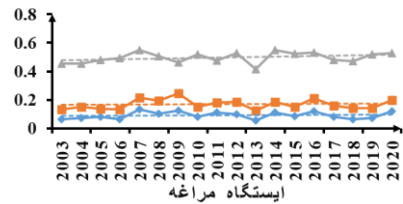
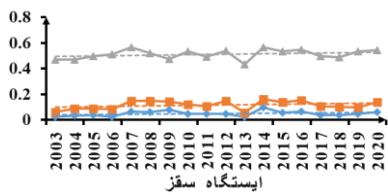
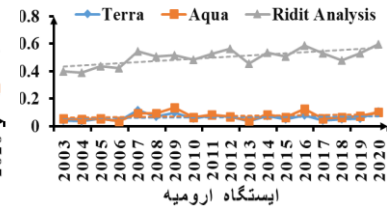
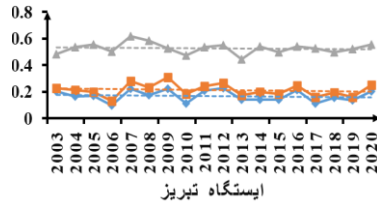
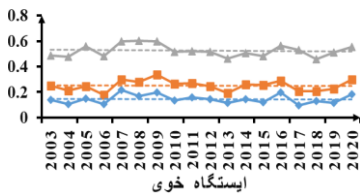


نمودارهای فصل بهار

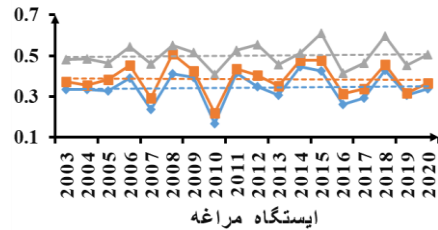
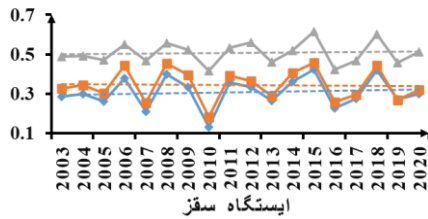
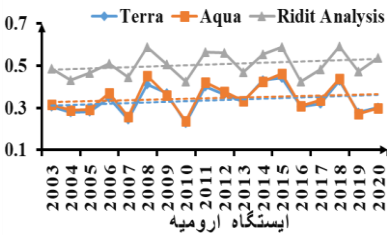
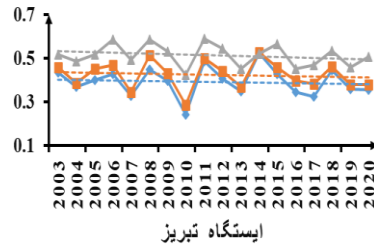
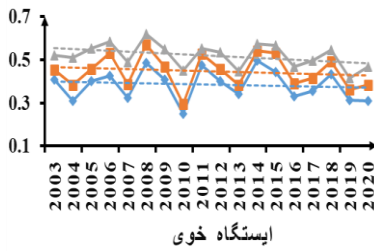




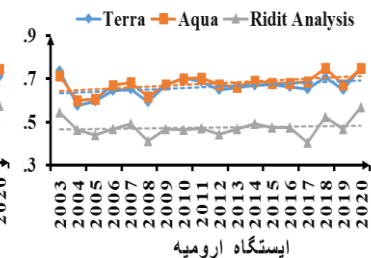
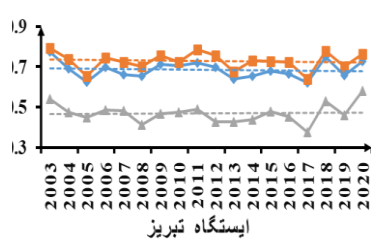
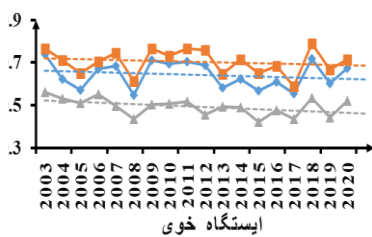
نمودارهای فصل تابستان

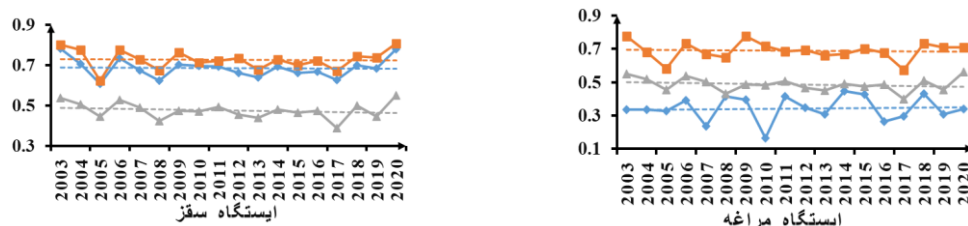


نمودارهای فصل پاییز



نمودارهای فصل زمستان





شکل ۶. نتایج انطباق تحلیل ریدیت با داده‌های ماهواره آکوا و ترآ به صورت سالانه و فصلی برای ایستگاه‌های مورد مطالعه در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

بحث

به طور کلی یافته‌های به دست آمده از داده‌های مشاهداتی و ماهواره‌ای حاکی از کاهش روزهای تمام ابری و پوشش کلی ابرناکی در ایستگاه‌های مورد مطالعه است. به طوری که بیشترین درصد پوشش کلی ابرناکی به ترتیب متعلق به سطوح بدون ابر، ابری و نیمه ابری است که می‌تواند ناشی از کاهش رطوبت ورودی به منطقه مورد مطالعه باشد که مطالعات (رحیم زاده و خوشکام، ۱۳۸۲: ۵۳؛ قائدی و مسعودیان، ۱۳۸۶: ۱۶۵) نیز حاکی از روند کاهشی میزان رطوبت هوا در اغلب مناطق کشور است. همچنین با توجه به اینکه بارش‌های شمال غرب ایران که حوضه آبریز دریاچه ارومیه در آن قرار دارد به دلیل کاهش دما و افزایش رطوبت نسبی هوا و ورود سامانه‌های بارشی، در فصل پاییز و زمستان بیشتر اتفاق می‌افتد کاهش روزهای تمام ابری و پوشش کلی ابرناکی در همه فصول به ویژه در فصل پاییز و زمستان می‌تواند شرایط اقلیمی خشک تری را به وجود آورده و تأثیرات قابل ملاحظه‌ای در وضعیت اقلیمی محلی و شرایط اقتصادی - اجتماعی و هیدرولوژیکی حوضه آبریز دریاچه ارومیه ایفا کند.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق هدف آشکارسازی تغییرات پوشش کلی ابرناکی بر اساس داده‌های مشاهداتی و ماهواره‌ای در حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه است. نتایج تحلیل ریدیت و من کندال به صورت سالانه و فصلی حاکی از روند منفی و کاهش در پوشش کلی ابرناکی در این حوضه است. به طوری که هر پنج ایستگاه به صورت سالانه و در فصل زمستان روند کاهشی و کاهش ابرناکی و در فصل پاییز ایستگاه‌های ارومیه، سقز و خوی روند افزایش و تبریز و مراغه روند کاهشی دارند. در فصل بهار و تابستان نیز از پنج ایستگاه سه ایستگاه روند کاهشی نشان می‌دهند که نشانگر کاهش میزان ابرناکی در این فصول نیز است که دلیل آن می‌تواند افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی هوا در این فصول باشد. نتایج هر دو ماهواره آکوا و ترآ به صورت سالانه و فصلی نیز یکسان بوده به طوری که ابرناکی آسمان در ایستگاه ارومیه دارای روند مثبت و افزایش غیر معنی‌دار بوده اما در ایستگاه‌های تبریز، خوی، سقز و مراغه دارای روند منفی و کاهش غیر معنی‌دار است. نتایج به دست آمده از تحلیل ریدیت و داده‌های دو ماهواره آکوا و ترآ به صورت سالانه و فصلی نیز نشانگر بیشترین انطباق میان نتایج به دست آمده از تحلیل ریدیت و داده‌های ماهواره آکوا و ترآ به صورت سالانه بوده و به صورت فصلی نیز به ترتیب در فصل تابستان و پاییز و زمستان بیشترین انطباق را دارند. ولی در فصل بهار به غیر از ایستگاه‌های ارومیه و خوی بقیه ایستگاه‌ها دارای انطباق نمی‌باشند. با توجه به نتایج به دست آمده انطباق نتایج تحلیل ریدیت با داده‌های ماهواره‌ای مورد تأیید قرار گرفت و درستی نتایج به دست آمده از تحلیل ریدیت اثبات گردید. این نتایج با نتایج به دست آمده از پژوهش‌های (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۳۷؛ قاسمی دستگردی و همکاران، ۱۳۹۱: ۵) در مورد پوشش ابر در ایران و (Manara et

پوشش کلی ابرناکی و روزهای تمام ابری همخوانی دارد. (al, 2023:223; Valjarević et al, 2021:964) در مطالعات خارجی با استفاده از روش من- کندال، مبنی بر کاهش

حامی مالی

بر اساس اظهار نویسندگان این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهام نویسندگان در پژوهش

نویسندگان در تمامی مراحل و بخش‌های انجام پژوهش سهم برابر داشته‌اند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در ارتباط با نویسندگی یا انتشار مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از تمامی کسانی که در انجام پژوهش حاضر یاری‌رسان بوده‌اند، به‌ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقاله را عهده‌دار بوده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

- احمدی، محمود؛ احمدی، حمزه و داداشی، عباسعلی. (۱۳۹۷). واکاوی روند تغییرات و الگوی فضایی ابرناکی سالانه و فصلی در ایران. *مجله مخاطرات محیط طبیعی*، ۷ (۱۵)، ۲۵۴ – ۲۳۷. doi: 10.22111/JNEH.2017.3200
- باقری وند، محمد. (۱۳۹۶). *بررسی ارتباط دما و بارش فصول مختلف با ارتفاع، حوضه آبریز دریاچه ارومیه*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما نادر پروین، رشته آب و هواشناسی، دانشگاه پیام نور مرکز ارومیه.
- بنایان، محمد؛ محمدیان، آزاده و علیزاده، امین. (۱۳۸۹). بررسی نوسان پذیری اقلیمی در شمال شرق ایران. *نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۴ (۱)، ۱۳۱ – ۱۱۸. doi:10.22067/JSW.V010.2927
- جوانمرد، سهیلا؛ تاجبخش، سحر و بذاق جمالی، جواد. (۱۳۹۷). *مطالعه‌ی اقلیم‌شناسی رخداد پوشش ابرهای پایین در ایران*. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، ۹ (۳۳)، ۳۲ – ۱۵.
- حاتمی بهمن بیگلو، خداکرم و موحدی، سعید. (۱۳۹۷). *شناسایی فصلی و ماهانه ابرناکی در ایران با بهره‌گیری از داده‌های فرآورده ابر سنجنده مودیس ماهواره ترآ. جغرافیا و توسعه*، ۱۶ (۵۰)، ۲۳۰ – ۲۱۳. doi:10.22111/GDIJ.2018.3574
- دلاور، مجید؛ بابایی، ام‌السلمه و فتاحی، ابراهیم. (۱۳۹۳). *بررسی اثرات تغییر اقلیم بر نوسانات تراز آب دریاچه ارومیه*. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، ۵ (۱۹)، ۶۵ – ۵۳.
- دستورالعمل METAR and SPECI. (۱۳۸۱). مرکز آموزش عالی هواشناسی و علوم جو، ۹۵. <https://www.weather.gov/media/surface/SFCTraining.pdf>
- رحیم زاده، فاطمه و خوشکام، محبوبه. (۱۳۸۲). *تغییرات سری‌های رطوبت در ایستگاه‌های سینوپتیک کشور*. سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان، ۶۲-۵۳.
- رستم زاده، هاشم؛ رسولی، علی اکبر؛ وظیفه دوست، مجید و ملکی، ناصر. (۱۳۹۹). *ارزیابی و تحلیل نقش خصوصیات فیزیکی ابر در مقدار بارش محتمل با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای MSG منطقه مورد مطالعه: غرب ایران*. *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۴ (۷۲)، ۲۴۵ – ۲۲۵. doi:10.22034/gp.2020.10850
- رسولی، علی اکبر. (۱۳۹۰). *مقدمه‌ای بر هواشناسی و اقلیم‌شناسی ماهواره‌ای*. تبریز: انتشارات دانشگاه تبریز.

- رسولی، علی اکبر؛ جهانبخش اصل، سعید و قاسمی، احمدرضا. (۱۳۹۲). بررسی تغییرات زمانی و مکانی مقدار پوشش ابر در ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۲۸ (۳)، ۱۰۲ - ۸۵.
- رسولی، علی اکبر؛ جهانبخش اصل، سعید و قاسمی، احمدرضا. (۱۳۹۳). بررسی ارتباط بین پارامترهای مهم ابر و بارش روزانه در ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۲۹ (۱)، ۴۲ - ۲۳.
- رضایی بنفشه، مجید؛ سرافروزه، فاطمه و جلالی، طاهره. (۱۳۹۰). بررسی روند دما و بارش‌های روزانه حدی در حوضه دریاچه ارومیه. *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۱۶ (۳۸)، ۷۴ - ۴۳.
- صلاحی، برومند؛ گودرزی، مسعود و حسینی، سید اسعد. (۱۳۹۶). پیش‌بینی تغییر پارامترهای اقلیمی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در دوره ۲۰۱۱-۲۰۳۰. *نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری ایران*، ۱۱ (۳۷)، ۴۷-۵۶.
- فلاحی، مصطفی. (۱۳۹۶). *اثر تغییر اقلیم بر ویژگی‌های ابرناکی در ایران*. رساله دکتری، استاد راهنما بهلول علیجانی، رشته آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیا.
- قاسمی دستگردی، احمدرضا. (۱۳۹۱). *مدل‌سازی تغییرات زمانی و مکانی پوشش ابری با تأکید بر روزهای بارش در ایران*. رساله دکتری، استاد راهنما علی‌اکبر رسولی، رشته آب و هواشناسی، دانشگاه تبریز، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
- قاسمی فر، الهام. (۱۳۹۷). *تحلیل آب و هواشناسی ماهواره‌ای ابرناکی در ایران*. رساله دکتری، استاد راهنما منوچهر فرج زاده اصل، رشته آب و هواشناسی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی.
- قادرپور، محسن؛ عبقری، هیراد و طبری، حسین. (۱۳۹۵). ارزیابی روند مکانی بارش در حوضه آبریز دریاچه ارومیه. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۴۸ (۴)، ۶۴۳ - ۶۲۷. doi: 10.22059/JPHGR.2016.60833.627
- قائدی، سهراب و مسعودیان، سید ابوالفضل. (۱۳۸۶). بررسی روند رطوبت جو ایران در نیم سده گذشته. *مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان*، ۲۷ (۶)، ۱۷۳-۱۶۵.
- محمدی، بختیار. (۱۳۹۰). تحلیل روند بارش سالانه ایران. *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۲ (۳)، ۱۰۶-۹۵. doi: 10.22059/JPHGR.2014.50620.77
- یاراحمدی، داریوش. (۱۳۹۳). تحلیل هیدروکلیماتولوژیکی نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۴۶ (۱)، ۹۲ - ۷۷.

References

- Ahmadi, M., Ahmadi, H., & Dadashi, A.A. (2017). Analyzing the trend of changes and the spatial pattern of annual and seasonal clouds in Iran. *Journal of Natural Environment Hazards*, 7(15), 237-254. doi: 10.22111/JNEH.2017.3200 [in Persian].
- Askelson, M. (2007). On the use of satellite cloud top pressure data in the estimation of snowfall occurrence and precipitation rates. *23rd Conference on IIPS*.
- Bagheri Vand, M. (2016). *Investigating the relationship between temperature and precipitation in different seasons with altitude in the Urmia Lake catchment area*. Master's thesis, supervisor Nader Parvin, Climatology, Payam Noor University. [in Persian].
- Banayan, M., Mohammadian, A., & Alizadeh, A. (1389). Investigating the climatic fluctuations in northeastern Iran Water and Soil Journal (Agricultural Sciences and Industries), 24(1), 118-131. [in Persian]. doi:10.22067/JSW.V010.2927
- Bilgin, Ö.C. (2003). Ridity Analysis and Application, Atatürk Univ. *Research in Agricultural Sciences*, 34 (2), 135-138.
- Craig C. D., & Fauikenberp G. D. (1979). The application of ridity analysis to detect trends in visibility. *Atmospheric Environment*, 13(12), 1617-1622. doi:10.1016/0004-6981(79)90319-6
- Delavar, M., Babaei, A. A., & Fatahi, A. (2013). Investigating the effects of climate change on the water level fluctuations in Lake Urmia. *Journal of Climatology Research*, 5(19), 53-65. [in Persian].
- Donaldson, G.W. (1998). Ridity Scores for Analysis and Interpretation of Ordinal Pain Data. *European Journal of Pain*, 2(3), 221-227. doi:10.1016/S1090-3801(98)90018-0

- Doyle, M., & Dorling, S. (2002). Visibility trends in the UK 1950–1997. *Atmospheric Environment*, 36(19), 3161-3172. doi:10.1016/S1352-2310(02)00248-0
- Falahi, M. (2016). *The effect of climate change on cloud characteristics in Iran Doctoral dissertation*. supervisor Bahlul Alijani, Climatology, Kharazmi University, Faculty of Geography. [in Persian].
- Fan, X., & Wang, M. (2011). Change trends of air temperature and precipitation over Shanxi Province, China. *Theoretical and Applied Climatology*, 103, 519-531. doi:10.1007/s00704-010-0319-2.
- Filipiak, J., & Mietus, M. (2009). Spatial and temporal variability of cloudiness in Poland. 1971–2000. *Int. J. Climatol*, 29(9), 1294-1311. doi:10.1002/joc.1777
- Fleiss, J.L., Chilton N.W., & Wallenstein, S. (1979). Redit Analysis in Dental Clinical Studies. *J Dental Research*, 58 (11), 2080-2084. doi: 10.1177/00220345790580110701
- Ghaderpour, M., Abghari, H., & Tabari, H. (2015). Evaluation of the spatial trend of precipitation in the basin of Urmia Lake. *Natural Geography Research*, 48(4), 627–643. [in Persian]. doi:10.22059/JPHGR.2016.60833.
- Ghaedi, S., & Masoudian, S. A. (1386). Investigating the trend of atmospheric humidity in Iran. *in the last half century Isfahan University Research Journal*, 27(6), 165–173. [in Persian].
- Ghasemi Dastgerdi, A. R. (2011). *Modeling temporal and spatial changes of cloud cover with emphasis on rainy days in Iran*. PhD dissertation, supervisor Ali Akbar Rasouli, Climatology, Tabriz University, Faculty of Literature and Human Sciences. [in Persian].
- Ghasemi Dastgerdi, A. R. (2011). *Modeling temporal and spatial changes of cloud cover with emphasis on rainy days in Iran*. PhD dissertation, supervisor Ali Akbar Rasouli, Climatology, Tabriz University, Faculty of Literature and Human Sciences. [in Persian].
- Ghasemifar, A. (2017). *Analysis of the hydrology and meteorology of the Abernaki satellite in Iran Doctoral thesis*. supervisor Manouchehr Farajzade Asl, Climatology, Tarbiat Modares University, Faculty of Humanities. [in Persian].
- Hanna, W., Schultz, D., & Irving, A. (2008). Cloud-Top Temperatures for Precipitating Winter Clouds. *J of Appl. Meteorolo*, 47(1), 351-359. doi:10.1175/2007JAMC1549.1
- Hatami Bahman Biglou, Kh., & Movahedi, S. (2017). Seasonal and monthly identification of cloudiness in Iran using the data produced by Terra satellite MODIS cloud sensor. *Geography and Development*, 16 (50), 213–230. doi:10.22111/GDIJ.2018.3574
https://ams.confex.com/ams/87ANNUAL/techprogram/paper_120019.htm
- Jaswal, A. K. (2017). Variability and Changes in Cloud Cover Over India During 1951–2010. 107-127. doi:10.1007/978-981-10-2531
- Jawanmard, S., Tajbakhsh, S., & Badagh Jamali, j. (2017). Climatological study of low cloud cover occurrence in Iran. *Journal of Climatology Research*, 9(33 and 34), 15-32. [in Persian].
- Kalesse Heike H., & Kollias, P. (2013). Climatology of High Cloud Dynamics Using Profiling ARM Doppler Radar Observations. *Climate*, 26 (17), 6340-6359. doi:10.1175/JCLI-D-12-00695.1
- Kendall, M.G. (1975). *Rank Correlation Methods*. Charles Griffin, London.
- Kruger, A. C.(2007). Trends in cloud cover from 1960 to 2005 over South Africa. *Water SA*, 33(5), 603-608.
- Manara, V., Brunetti, M., Wild, M., & Maugeri, M.(2023). Variability and trends of the total cloud cover over Italy (1951–2018). *Atmospheric Research*, 285(2023), 106625, doi:10.1016/j.atmosres.2023.106625.
- Mann, H. B. (1945). Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica*, 13, 245-259.
- Matuszko, D. (2003). Cloudiness changes in Cracow in the 20 th century. *International Journal of climatology*, 23(8), 975- 984. doi: 10.1002/joc.887
- METAR & SPECI instructions. (1381). Higher Education Center for Meteorology and Atmospheric Sciences, 95.
- Mohammadi, b. (2010). Analysis of Iran's annual rainfall trend. *Journal of Geography and Environmental Planning*, 22(3), 95–106. dor: 20.1001.1.20085362.1390.22.3.6.1 [in Persian].
- O'Del, Ch. W., Wentz, F.J., & Bennartz, R. (2008). Cloud Liquid Water Path from Satellite-Based Passive Microwave Observations: A New Climatology over the Global Oceans. *Journal Climate*, 21 (8), 1721-1739. doi:10.1175/2007JCLI1958.1

- Partal, T., & Kahya, E. (2006). Trend analysis in Turkey precipitation data. *Hydrologic Processes*, 20(9), 2011–2026. doi:10.1002/hyp.5993
- Rahimzadeh, F., & Khushkam, M. (1382). Changes in humidity series in synoptic stations of the country. *The third regional conference and the first national climate change conference, Isfahan*, 53–62. [in Persian].
- Rasouli, A. A. (2010). *An introduction to satellite meteorology and climatology*. Tabriz University Press, 384.
- Rasouli, A. A., Jahanbakhsh Asl, S., & Ghasemi, A.R. (2012). Investigating temporal and spatial changes in cloud cover in Iran. *Geographical Research*, 28(3), 85–102. [in Persian].
- Rasouli, A. A., Jahanbakhsh Asl, S., & Ghasemi, A.R. (2013). Investigating the relationship between important cloud parameters and daily precipitation in Iran. *Geographical Research*, 29(1), 23–42. [in Persian].
- Rezaei Banafsheh, M., Sarafroze, M., & Jalali, T. (1390). Investigating the trend of temperature and maximum daily rainfall in the Urmia Lake Basin. *Journal of Geography and Planning*, 16(38), 74–43. [in Persian].
- Rostamzadeh, H., Rasouli, A. A., vazifeh doost, M., & Maleki, N. (2019). Evaluation and analysis of the role of cloud physical characteristics in the amount of possible precipitation using MSG satellite data from the study area: West Iran. *Journal of Geography and Planning*, 24(72), 225–245. doi:10.22034/gp.2020.10850 [in Persian].
- Salahi, B., Goodarzi, M., & Hosseini, S. A. (2016). Forecasting the change in climatic parameters of the Urmia Lake catchment in the period 2011–2030. *Iran Journal of Watershed Science and Engineering*, 11(37), 47. [in Persian].
- Serrano, A., Mateos, V.L., & Garcia, J.(1999). Trend analysis of monthly precipitation over the Iberian peninsula for the period 1921-1995. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, 24(1), 85-90. doi:10.1016/S1464-1909(98)00016-1
- Sloane, C.S. (1982). Visibility Trends-I. Methods of Analysis. *Atmospheric Environment*, 16(1), 41- 51. doi:10.1016/0004-6981(82)90312-2
- Sloane, C.S. (1982). Visibility Trends-II. Mideastern United States 1948-1978. *Atmospheric Environment*, 16(10), 2309- 2321. doi:10.1016/0004-6981(82)90117-2
- Valjarević, A., Morar, C., Živković, J., Niemets, L., Kićović, D., Golijanin, J., Gocić, M. Martić Bursać, N., Stričević, L., Žiberna, I., Bačević, N., Milevski, I., Durlević, U., & Lukić, T. (2021). Long Term Monitoring and Connection between Topography and Cloud Cover Distribution in Serbia. *Atmosphere*, 964(12),1-22. doi: 10.3390/atmos12080964
- Wang Chung Chieh, Ch., Chen, G., & Carbone, R. E. (2004). A Climatology of Warm-Season Cloud Patterns over East Asia Based on GMS Infrared Brightness Temperature Observations. *Monthly Weather Review*, 132 (7),1606-1629. doi:10.1175/1520-0493(2004)132<1606:ACOWCP>2.0.CO;2
- Wylie, D., Jackson, D., Menzel, W.P., & Bates, J.J. (2005). Trends in global cloud cover in two decades of HIRS observation. *Journal of Climate*, 18(15), 3021-3031. doi:10.1175/JCLI3461.1
- Yar Ahmadi, D. (2013). Hydroclimatological analysis of water level fluctuations in the basin of Urmia Lake. *Natural Geography Research*, 46(1),77–92. doi: 10.22059/JPHGR.2014.50620 [in Persian].
- Yue, S., Pilon, P., & Cavadias, G. (2002). Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho test for detecting monotonic trends in hydrologic series. *Journal of Hydrology*, 259(1), 254-271. doi:10.1016/S0022-1694(01)00594-7
- Zhang, X., Peng, L., Zheng, D., & Tao, J. (2008). Cloudiness variations over the Qinghai-Tibet Plateau during 1971–2004. *Journal of Geographical Sciences*, 18(2), 142-154. doi:10.1007/s11442-008-0142-1