



Assessment of Vegetation Cover Changes and its Relationship with Temperature and Precipitation (Case Study: Urmia Lake Basin)

Mazidi, A.¹  | Dehghan, H.²  | Toofani Kopai, H.²

1. Associate Professor of Climatology and Faculty Member, Department of Geography, Yazd University, Yazd, Iran.
2. PhD student in Climatology, Yazd University, Yazd, Iran.

Corresponding Author E-mail: mazidi@yaz.ac.ir

(Received: 04 Feb 2025, Revise: 22 Jun 2025, Accepted: 12 Jul 2025, Published online: 23 Sep 2025)

Abstract

Vegetation is an essential factor in the structure and function of terrestrial ecosystems and one of the fundamental links in the vital water-soil-plant-atmosphere chain. This research was conducted to investigate vegetation changes and the factors affecting it in the Urmia Lake Basin. In this regard, precipitation images from the CHRIPS database and LST and NDVI images from the MODIS sensor were used during a 23-year statistical period (2001-2023). The results of the seasonal rainfall rate show that rainfall in this basin has a decreasing trend from the surrounding towards the center of the basin. The highest rainfall in this basin is related to the winter season in 2018 and 2019, and the lowest rainfall is related to the summer season in 2003. The land surface temperature has increased due to changes in the vegetation of the Urmia Lake Basin. It was also found that most seasons during this period had a temperature between 20 and 40 degrees Celsius, which covered an area of about 25 to 35 thousand square kilometers. The study of vegetation cover in the Urmia Lake Basin showed that the largest area of vegetation occurs in the spring season, which has a decreasing trend ($R^2 = -0.151$), and the smallest area of vegetation occurs in the winter season with a decreasing trend ($R^2 = -0.44$). The results of the correlation between rainfall and vegetation showed that there is a positive and significant correlation in the winter and autumn seasons, and a positive and non-significant correlation in the spring and summer seasons at the 0.05 confidence level. The correlation between temperature and vegetation showed that there is a positive correlation and a strong and significant relationship in the winter season at the 0.01 confidence level.

Keywords: Land Surface Temperature, Vegetation Cover, Urmia Lake Basin, MODIS Sensor

Cite this article: Mazidi, A. , Dehghan, H. and Toofani Kopai, H. (2025). Assessment of Vegetation Cover Changes and its Relationship with Temperature and Precipitation (Case Study: Urmia Lake Basin). Nivar, 49(130-131), 177-194. Doi: <https://doi.org/10.30467/nivar.2025.504638.1322>

E-mail: (2) dehghanhamideh8@gmail.com | (2) hajartoofani1376@gmail.com



بررسی تغییرات پوشش گیاهی و رابطه آن با دما و بارش حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی دوره ۲۰۰۱-۲۰۲۳

احمد مزیدی^۱ | حمیده دهقان^۲ | هاجرطوفانی کوپائی^۲

۱. دانشیار اقلیم شناسی و عضو هیئت علمی گروه جغرافیا دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۲. دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه یزد، یزد، ایران.

رایانامه نویسنده مسئول: mazidi@yaz.ac.ir

(دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۶، بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۰۱، پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۱، انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱)

چکیده:

پوشش گیاهی، یکی از عوامل ضروری در ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های خشکی و یکی از حلقه‌های اساسی زنجیر حیاتی آب-خاک-گیاه و اتمسفر است. تحقیق حاضر به منظور بررسی تغییرات پوشش گیاهی و عوامل موثر بر آن، در حوضه آبریز دریاچه ارومیه انجام شد. در این رابطه تصاویر بارش برگرفته پایگاه CHRIPS و تصاویر LST و NDVI برگرفته از سنجنده مودیس، طی دوره آماری ۲۳ ساله (۲۰۰۱-۲۰۲۳) استفاده شد. نتایج میزان بارندگی فصلی نشان می‌دهد بارش‌ها در این حوضه از اطراف حوضه به سمت مرکز حوضه روند کاهشی داشته است. بیشترین بارش‌ها در این حوضه مربوط به فصل زمستان در سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ و کمترین بارش‌ها مربوط به فصل تابستان در سال ۲۰۰۳ می‌باشد. دمای سطح زمین به دلیل تغییر در پوشش گیاهی حوضه آبریز دریاچه ارومیه افزایش یافته است. همچنین مشخص شد که اکثر فصول طی این دوره دمایی مابین ۲۰ تا ۴۰ درجه سانتی گراد داشته‌اند که ناحیه‌ای حدود ۲۵ تا ۳۵ هزار کیلومتر مربع را در بر گرفته است. بررسی پوشش گیاهی حوضه آبریز دریاچه ارومیه نشان داد که بیشترین مساحت پوشش گیاهی در فصل بهار که دارای روند کاهشی ($R^2=0.151$) بوده است و کمترین مساحت پوشش گیاهی در فصل زمستان با روند کاهشی ($R^2=0.44$) رخ داده است. نتایج همبستگی بین بارش و پوشش گیاهی نشان داد در فصل زمستان و پاییز همبستگی مثبت و معنی داری و در فصل بهار و تابستان همبستگی مثبت و غیرمعنی داری در سطح اطمینان ۰/۰۵ وجود دارد. همبستگی دما و پوشش گیاهی نشان داد در فصل زمستان همبستگی مثبت و رابطه قوی و معناداری در سطح اطمینان ۰/۰۱ وجود دارد.

واژگان کلیدی: دمای سطح زمین، پوشش گیاهی، حوضه آبریز دریاچه ارومیه، سنجنده مودیس

۱. مقدمه

متاثر از تغییرات شرایط آب و هوایی است و هم‌اینکه شرایط آب و هوایی منطقه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین ارتباط پیچیده دو طرفه‌ای بین پوشش گیاهی و شرایط اقلیم شناختی هر منطقه برقرار است که در صورت عدم دخالت انسان این رابطه بارزتر می‌باشد (مازلی و چیزی، ۲۰۰۶). بارندگی یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر پوشش گیاهی محسوب می‌گردد. امروزه از تصاویر ماهواره‌ای به طور گسترده‌ای

عناصر اقلیمی مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر شرایط پوشش گیاهی به شمار می‌آیند. ارزیابی ارتباط کمی الگوی پوشش گیاهی و عناصر اقلیمی، از مهم‌ترین کاربردهای سنجنش از دور در مقیاس جهانی و منطقه‌ای است. بارش و دما به طور مستقیم بر توازن آب تاثیر گذار بوده و به نوبه خود جزو عوامل تغییر در رطوبت خاک و رشد گیاه‌اند (توکر، ۱۹۹۶). تغییرات پوشش گیاهی هر منطقه اعم از مرتع و جنگل هم

استناد: مزیدی، احمد، دهقان، حمیده و طوفانی کوپائی، هاجر. (۱۴۰۴). ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی و رابطه آن با دما و بارش (مطالعه موردی: حوضه آبریز دریاچه

ارومیه). نیوار، ۴۹(۱۳۰-۱۳۱)، ۱۷۷-۱۹۴. DOI: <https://doi.org/10.30467/nivar.2025.504638.1322>

رایانامه: (۲) dehghanhamideh8@gmail.com | (۲) hajartoofani1376@gmail.com

ناشر: سازمان هواشناسی کشور.



DOI: <https://doi.org/10.30467/nivar.2025.504638.1322>

مرور زمان در اثر عوامل طبیعی و یا انسانی دچار تغییر شده شرایط و عملکرد اکوسیستم‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین، نیاز به آشکارسازی، پیش بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت به سزایی برخوردار است (پتورلی، ۲۰۰۵). شاخص‌های پوشش گیاهی به طور گسترده به عنوان معیارهایی برای تجزیه و تحلیل تغییرات پوشش اراضی از جمله پوشش گیاهی و عوامل دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند (ماگی و همکاران، ۲۰۱۹). دمای سطح زمین تابعی از انرژی خالص در سطح زمین است که به مقدار انرژی رسیده به سطح زمین، گسیلندگی سطح، رطوبت و جریان هوای اتمسفر بستگی دارد. پژوهش در دمای سطح زمین (LST^۱) نشان می‌دهد که آن، تابعی از پاسخ انرژی سطح در پدیده‌های متنوع آب، خاک، پوشش گیاهی و غیره است (شالو، ۲۰۱۱). دمای سطح زمین را می‌توان از تابش مادون قرمز ساطع شده از سطح زمین و با معادله معکوس استفان-بولتزمن برآورد نمود (رویتز، ۱۹۹۴). بررسی دمای رویه زمین به دلیل تاثیر زیاد آن بر محیط زیست انسانی و طبیعی، امری اجتناب ناپذیر است. دمای سطح زمین در بسیاری از شهرها با توجه به تغییرات رخ داده در پوشش‌های کاربری سطحی و فعالیت‌های انسانی رو به افزایش است. یکی از دلایل آن کاهش مناطق سبز و پوشش‌های گیاهی است که بر میزان تابش خورشیدی جذب شده، دمای سطح زمین، میزان تبخیر و تعرق، گرمای ذخیره شده، باد و در نتیجه تغییر شرایط جوی در نزدیکی سطح زمین تاثیر گذار است و در گذر زمان تاثیرات نامطلوبی بر سلامت انسان می‌گذارد (مالیک^۳ و همکاران، ۲۰۰۸). تحقیقات و مطالعات زیادی در خصوص عناصر اقلیمی بر پوشش گیاهی انجام گرفته است که در زیر به برخی از آنها اشاره شده است. ریماکوس^۴ و همکاران (۲۰۱۷)، اقدام به تحلیل ارتباط بین خشکسالی‌های بدست آمده از شاخص SPI در مقیاس‌های زمانی مختلف و ارتباط آن با شاخص NDVI مادیس و مشتقات آن در لیتونی (شرق اروپا) نمودند. نتایج نشان داد که بسته به نوع کاربری

برای پایش اثر نوسان‌های بارندگی بر تغییرات پوشش گیاهی استفاده می‌شود. به کمک امواج الکترومغناطیس و بدون حضور فیزیکی در منطقه می‌توان بر اساس بازتابش گیاهان، میزان پوشش گیاهی را مشخص نمود. با مطالعات پوشش گیاهی می‌توان مناطق حساس و آسیب پذیر به فرسایش را تشخیص داد و به منظور کاهش خسارات بعدی مانند سیل و هدر رفت خاک برنامه‌ریزی نمود. به کمک شاخص‌های پوشش گیاهی می‌توان میزان بارندگی را برآورد نمود (هادیان و همکاران، ۱۳۹۳). شرایط آب و هوایی غیرعادی، مرتبط با تغییرات اقلیمی با اثرات فعالیت‌های انسانی در چند دهه گذشته همراه بوده است. آنها منجر به مشکلات زیست محیطی متعددی مانند آلودگی هوا، طوفان گردوغبار، ازدست دادن تنوع زیستی، فرسایش خاک و تخریب پوشش گیاهی می‌شود (لی و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین، دانش چگونگی تاثیر تغییرات آب و هوایی بر اکوسیستم‌های مختلف، نقش مهمی در حفاظت و مدیریت پوشش گیاهی دارد (تیان و همکاران، ۲۰۲۱). تبادل جرم و انرژی بین سطح زمین و جو به شدت تحت تاثیر نوسانات کمیت، نوع و وضعیت پوشش رویشی زمین از جمله تاج گیاهان است. از سوی دیگر، تنوع پوشش گیاهی در هر منطقه معین نیز تاثیر زیادی بر جو مناطق مجاور و الگوی‌های جوی در سراسر جهان دارد. فناوری سنسجش از دور ابزار مفیدی است که امکان تجزیه و تحلیل دینامیک پوشش گیاهی ارتباط آن با دمای سطح زمین (LST)، بارش، رطوبت خاک، دمای هوا، رطوبت و سایر پارامترهای جو را به همراه موقعیت جغرافیا فراهم می‌کند (باربوسا و همکاران، ۲۰۱۵). تغییرات زمانی و مکانی رخ داده در انواع پوشش سطحی، تأثیر مهمی بر شرایط آب و هوایی و اکولوژیکی یک منطقه جغرافیایی دارد (شمسی پور و همکاران، ۱۳۹۲). تغییرات ناگهانی محیطی ناشی از تغییرات اقلیمی در مقیاس محلی، منطقه‌ای و جهانی به عنوان یک تهدید بالقوه برای انسان در این قرن مطرح شده است (زرکانی و همکاران، ۱۳۹۷). پوشش‌های گیاهی، به

4-Rimkus

1- Land Surface Temperature

2- Reutter

3- Mallick

NDVI استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد نقشه تهیه شده با استفاده از باند ۱۱ دقت بیشتری از باند ۱۰ دارد. همچنین برای مناطق سردسیر یا تصاویر نیمه دوم سال، باند حرارتی ۱۰ و برای تصاویر نیمه نخست سال یا مناطق گرمسیری، باند ۱۱ نتایج قابل قبول بهتری تولید می‌کنند. جهانبخش اصل و همکاران (۱۳۹۵) کاربرد شاخص NDVI در برآورد تاثیر عناصر دما و بارش بر پوشش گیاهی در شهرستان ورزقان بررسی نمودند. برای این منظور ابتدا نوسان عناصر آب و هوایی دما و بارش شهرستان ورزقان مورد بررسی قرار گرفت و در مرحله بعد جهت استخراج شاخص NDVI شهرستان ورزقان از ۳ تصویر ماهواره ای لندست استفاده شده است و در آخر از همبستگی پیرسون برای بررسی ارتباط عناصر آب و هوایی بارش و دما با شاخص پوشش گیاهی NDVI در سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۰-۱۳۸۵ استفاده شد. نتایج نشان داد که پوشش گیاهی شهرستان ورزقان در سال ۱۳۸۵ به علت کاهش بارش و افزایش دما نسبت به سال ۱۳۸۱ کاهش یافته است و در سال ۱۳۹۰ پوشش گیاهی در سطح شهرستان از لحاظ وسعت و تراکم افزایش افزایش می‌یابد که این موضوع نشان می‌دهد که بارش در این سال افزایش داشته است. کرمی و همکار (۱۳۹۷) با استفاده از سنجندهای OLI و TM5 ماهواره لندست برای بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۷ تغییرات مساحت کمی و کیفی پوشش گیاهی شهرستان بجنورد با استفاده از شاخص NDVI محاسبه کردند نتایج نشان داد که پوشش گیاهی متراکم روند افزایشی داشته است. برای بررسی ارتباط پوشش گیاهی با دمای سطح زمین از شاخص LST استفاده مشخص شد که مناطق دارای پوشش گیاهی متراکم دارای دمایی پایین تر نسبت به سایر نقاط می‌باشد همچنین نتیجه به دست آمده از بررسی پارامترهای اقلیمی در بازه زمانی ۱۹۹۱ - ۲۰۱۷ و پیش بینی این پارامترها برای ۲۰ سال آینده نشان دهنده این می‌باشد که میانگین مجموع بارش سالانه روند کاهشی و میانگین دمای سالانه روند افزایشی داشته ۲۵۴/۵۰ میلیمتر به ۱۹۰ میلیمتر و

اراضی، شاخص پوشش گیاهی حساسیت متفاوتی به تغییرات بارش دارد. به نحوی که حساسیت نواحی جنگلی به تغییرات زمانی مکانی بارش، کمتر از حساسیت مراتع و نواحی کشاورزی است. به هر حال نتیجه گرفتند که شاخص NDVI به تنهایی قادر به برآورد دقیق خشکسالی هواشناسی نمی‌باشد. ون‌و همکاران (2017) در مطالعه خود به بررسی تغییرات طولانی مدت پوشش گیاهی در چین با استفاده از شاخص نرمال شده پوشش گیاهی پرداختند. نتایج نشان داد که عوامل انسانی مانند تراکم جمعیت و افزایش مناطق ساخت و سازنده آهنگ توسعه شهری تغییرات قابل توجهی در پوشش گیاهی منطقه داشته اند. گلیسپیا و همکاران (2018)، تغییرات پوشش گیاهی در مناطق حفاظت شده جنوب کالیفرنیا را بررسی کردند. بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای و شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی استفاده کردند. نتایج نشان داد که پوشش گیاهی منطقه در حال کاهش است. همچنین نتایج این تحقیق توانایی بالای تصاویر ماهواره‌ای و شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی را برای ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی تایید کرد. لیو و همکاران (2019)، به منظور یافتن الگوهای تغییر پوشش گیاهی حوضه‌ی نیمه خشک- نیمه مرطوب رودخانه- وی^۸ واقع در کشور چین، از روش من کندال و در کنار آن موجک متقابل استفاده نمودند. آنها ابتدا الگوهای تغییر پوشش گیاهی حوضه‌ی رودخانه را به کمک شاخص اختلاف نرمال شده‌ی پوشش گیاهی (NDVI⁹) بدست آوردند و سپس روابط بین سری زمانی پوشش گیاهی با مولفه‌های بارش، دما و رطوبت خاک را به وسیله آزمون موجک متقابل یافتند. مطالعه‌ی همبستگی بین سری‌های NDVI سالانه و سری‌های بارش، دما و رطوبت خاک حوضه‌ی آبریز نشان داد که افزایش معنی‌دار پوشش گیاهی در این منطقه، بیشتر از بارش و عوامل انسانی تحت تاثیر دما و رطوبت خاک می‌باشد. وربست^{۱۰} و کراکاتور به بررسی پوشش گیاهی پرداختند. المدرسی و همکاران (۱۳۹۳) برای استخراج LST به کمک لندست ۸ از شاخص

8-Wei River

9-Normalized Difference Vegetation Index

10 Verbessert

5-Wen et al

6-Gillespie et al

7-Liu

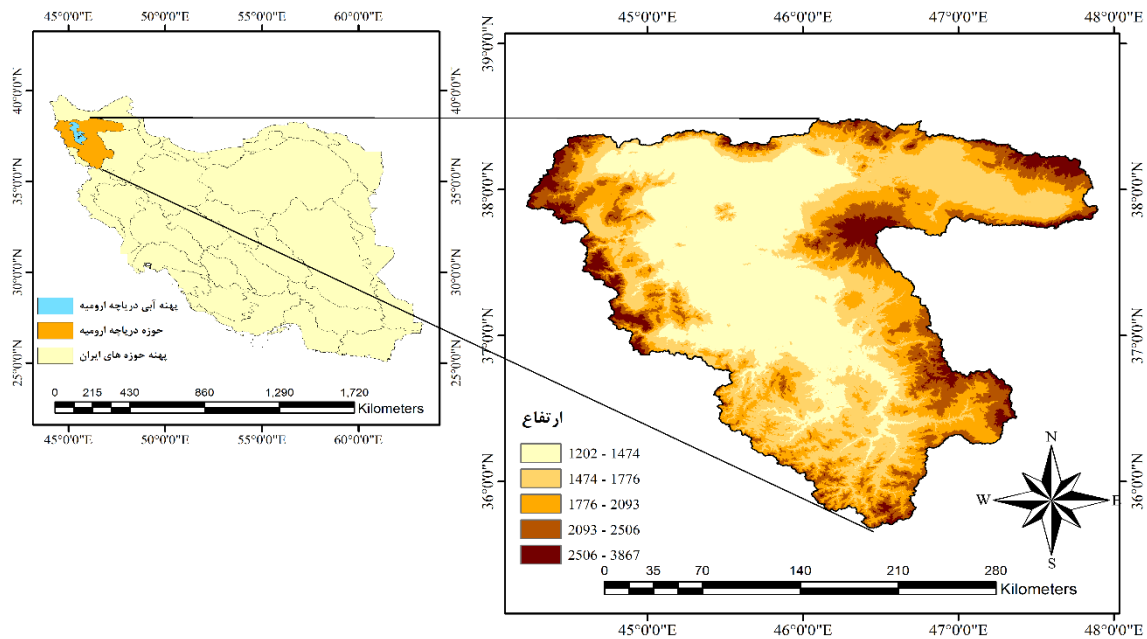
به تصمیم گیرهای آینده در زمینه مدیریت و کنترل منابع طبیعی، امور سیستم و اراضی مرتعی یاری رساند. هدف از این پژوهش ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی و رابطه آن با دما و بارش در حوضه آبریز دریاچه ارومیه می‌باشد.

۲. روش انجام تحقیق

۲-۱. محدوده و قلمرو پژوهش

حوضه آبریز دریاچه ارومیه مساحت تقریبی به وسعت ۵۲۰۰۰ کیلومتر مربع دارد. این حوضه در شمال غربی ایران با مختصات جغرافیایی $33^{\circ} 44'$ تا $53^{\circ} 47'$ طول شرقی و $40^{\circ} 35'$ تا $29^{\circ} 37'$ در شمال غرب ایران واقع شده است که از لحاظ وسعت بیستمین دریاچه جهان و از دریاچه‌های فوق اشباع از نمک محسوب می‌گردد. حوضه آبریز دریاچه ارومیه به وسیله بخش شمالی کوه های زاگرس و دامنه های جنوبی کوه سبلان و نیز دامنه های شمالی، غربی و جنوبی کوه سهند احاطه شده است. حدود ۳۳۴۶۹ کیلومتر مربع از سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه را مناطق کوهستانی (۶۵٪)، ۱۲۵۶۴ کیلومتر مربع آن را دشت ها و کوهپایه ها (۲۴٪) و ۵۳۲۰ کیلومتر مربع آن را نیز دریاچه ارومیه (۱۰٪) در بر گرفته است (ستاد احیای دریاچه ارومیه). دریاچه ارومیه به دلیل برخورداری از ویژگی‌های اکولوژیکی و طبیعی منحصر به فرد از سال ۱۳۴۶ به عنوان پارک ملی انتخاب و به همراه جزایر کبودان و قیون داغی جزو مناطق حفاظت شده اعلام شد. این دریاچه در سال ۱۳۵۴ در کنوانسیون رامسر به عنوان تالاب بین المللی تعیین و در سال ۱۳۵۶ توسط سازمان یونسکو جز مناطق حفاظت شده زیست کره قرار گرفت (کهنه پوشی و همکاران، ۱۳۹۲). شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

دما ۱۳ درجه به ۱۵ درجه خواهد رسید. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۹)، در پژوهشی تغییرات فضایی-زمانی دمای سطح زمین (LST) و ارتباط آن با پوشش گیاهی در سطح دریاچه بختگان پرداختند. به این منظور از داده‌های ماهواره لندست از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ میلادی استفاده کردند و جهت محاسبه دمای سطح زمین الگوریتم پلانک استفاده کردند و تصاویر نرمال شده با استفاده از پارامتر انحراف معیار در ۵ طبقه دمایی پهنه بندی شد. نتایج نشان داد که متوسط دمای سطح زمین در پهنه دریاچه در بازه ۲۰۰۳-۲۰۱۸ سیری صعودی داشته است. روستا و همکاران (۱۴۰۰) در بررسی پایداری روند تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از سنجش از دور در حوضه آبریز شمالی افغانستان، با داده‌های مادیس شامل شاخص پوشش گیاهی بهبود یافته (EVI^{11})، شاخص وضعیت پوشش گیاهی (VCI)، تصاویر دمای سطح زمین (LST) و داده‌های بارش ماهانه به این نتیجه رسیدند که میانگین پوشش گیاهی در کل دوره اماری ۴۵/۲۱ درصد بوده است. در این پژوهش مساحت پوشش گیاهی در ۲۰۱۱، ۲۰۰۸، ۲۰۰۱ به کمترین میزان ۹/۹، ۹/۹ و ۱۹/۳ درصد رسیده است. براساس شاخص VCI نیز در این سال‌ها به ترتیب ۸۳/۵، ۸۱/۳۹، ۷۴/۹ درصد از حوضه تحت شرایط خشکسالی قرار داشته و داده‌های بارندگی نیز تایید می‌کنند که این سال‌ها به ترتیب کمترین میزان بارندگی ۹۶/۷، ۱۳۳، ۱۱۷ میلی‌متر داشته است. عابدینی و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای به پایش تغییرات دمای سطح زمین و بررسی رابطه کاربری اراضی با دمای سطح در شهرستان مشکین شهر با استفاده از تصاویر سنجنده OLD و TM پرداختند. به همین منظور ابتدا تصاویر مربوطه اخذ شد سپس نسبت به مدل سازی و طبقه بندی تصاویر اقدام کردند. نتایج نشان داد که رابطه قوی بین کاربری اراضی و دمای سطحی وجود داشته است. تغییرات پوشش گیاهی متأثر از عوامل اقلیمی می‌تواند بسیاری از مدیران و مجریان مرتبط با آب و محیط را نسبت



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

از لحاظ عملکرد NDVI رفتار مشابه RVI دارد. البته این شاخص چنانچه از نام آن پیداست، دارای مقادیر نرمال در دامنه بین -۱ و +۱ است که بررسی و نمایش مقادیر را به راحتی امکان پذیر می‌سازد. مقادیر مختلف NDVI نمایانگر پوشش‌های مختلف می‌باشند، مثلاً مقادیر NDVI بین ۰/۵ تا ۰/۱ برای مناطق گیاهی تنک، مقادیر بین ۰/۱ تا ۰/۵ برای مناطق گیاهی معمولی و از ۰/۵ به بالا برای مناطق گیاهی بسیار متراکم و غنی می‌باشد. آب و یخ دارای مقادیر منفی NDVI می‌باشند و خاک‌ها دارای مقادیر کمتر از ۰/۵ و ابرها نیز معمولاً دارای مقادیر نزدیک صفر هستند. یکی از عمده‌ترین خطاهایی که بر روی مقادیر NDVI به دست آمده برای یک منطقه اثر می‌گذارند، اثر ابرها و آلودگی‌های جوی از قبیل دود و مه و غبار می‌باشند. اگر روی پیکسلی که محتوی پوشش گیاهی متراکم است، لکه ابری داشته باشد، افت زیادی در مقدار NDVI آن به وجود خواهد آمد و اطلاعات مربوط به آن پیکسل از دست خواهد رفت. بنابراین، استفاده از یک تصویر NDVI در یک زمان نمی‌تواند به طور کامل مشخص کننده پوشش گیاهی منطقه باشد. میانگین حسابی برای هر پیکسل از طریق رابطه (۲) زیر بدست می‌آید:

رابطه (۲)

۲-۲. داده‌ها

در پژوهش حاضر، از داده‌های پوشش گیاهی NDVI سنجنده مودیس ۱۶ روزه با وضوح ۲۵۰ متر و تصاویر دمای سطح زمین (LST) محصول ماهواره مودیس و سنجنده ترا با وضوح فضایی ۱ کیلومتری و وضوح زمانی ۸ روزه که از سایت <http://appears.earthdatacloud.nasa.gov> و داده‌های بارش ماهانه سنجنده Chirps با تفکیک مکانی پنج کیلومتری و از ادرس اینترنتی (<https://disc.gsfc.nasa.gov>) طی دوره آماری ۲۳ ساله (۲۰۰۱-۲۰۲۳) استفاده شده است. پس از دریافت داده‌ها، ابتدا تصاویر در محیط نرم افزار Arc GIS پردازش شده و در ادامه در محیط نرم افزار اکسل داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۳. روش‌ها

۲-۳-۱. شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI)

این شاخص از معروف‌ترین و ساده‌ترین شاخص‌های گیاهی مورد استفاده است که برحسب دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک به صورت رابطه (۱) زیر تعریف می‌شود.

$$\text{رابطه (۱): } NDVI = (NER - RED) / (NER + RED)$$

$$\text{Summer LST} = \frac{\sum_{i=25}^{36} \text{LST}_i}{12}$$

$$\text{Fall LST} = \frac{\sum_{i=25}^{46} \text{LST}_i}{10}$$

داده‌های مورد استفاده برای محاسبه دمای سطح زمین در این پژوهش MOD11A2 بوده است. برای انجام این پژوهش ابتدا داده‌های مورد نظر را از سایت به صورت ماهانه دریافت شد. تصاویر بدست آمده به کلورین بود که آن را با کم کردن از ۲۷۳/۱۵ درجه به سانتی گراد تبدیل شد. سپس تصاویر را در محیط GIS به صورت طبقه‌بندی فصلی مورد بررسی قرار گرفت. طبقات دمایی تعیین شده برای منطقه در ۸ طبقه دمایی ($40 >$ ، $30-40$ ، $20-30$ ، $10-20$ ، $0-10$ ، $5-10$ ، $0-5$ ، $0-0$ ، $0-5$) می‌باشد.

۳-۳-۲. پایگاه بارش CHIRPS

پایگاه بارش CHIRPS پایگاهی با بیش از سی سال اطلاعات بارش است. اطلاعات بارش این پایگاه از سال ۱۹۸۱ بعد موجود است. این پایگاه عرض جغرافیایی بین 50 S-50 N و تمام طول‌های جغرافیایی را پوشش می‌دهد. تفکیک مکانی اطلاعات بارش این پایگاه ۰/۰۵ درجه است که براساس اطلاعات ماهواره‌ای و ایستگاهی تهیه شده است. اطلاعات CHIRPS در مطالعات ارزیابی روند و پایش خشکسالی استفاده می‌شود (Maidment و همکاران، ۲۰۱۵) نسخه دوم این اطلاعات در فوریه ۲۰۱۵ ارائه شده است و در مقیاس زمانی شش ساعته تا سه ماهه موجود است.

۳-۳-۲. شاخص بارش استاندارد (SPI¹³)

شاخص بارش استاندارد شده توسط مکی و همکارانش در سال ۱۹۹۳ به منظور تعیین و پایش خشکسالی در کلرادو ارائه گردید. شاخص SPI، برای احتمال بارش در هر بازه‌ی زمانی کاربرد دارد، اساساً از این شاخص برای بازه‌های زمانی (۳، ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸ ماهه) محاسبه می‌شود و برای کمک به ارزیابی شدت خشکسالی اهمیت زیادی دارد. این شاخص در آنالیز داده‌های بارندگی و همچنین برای کمی کردن کمبود بارش در مقیاس‌های زمانی گوناگون کاربرد دارد. به منظور تفسیر و بررسی نتایج حاصل از این محاسبه جدول (۱) ارائه

$$\text{Winter Vegetation Coverage} = \frac{\sum(\text{image 353 to image 065})}{6}$$

Coverage=

$$\text{Spring Vegetation Coverage} = \frac{\sum(\text{image 081 to image 161})}{6}$$

Coverage=

$$\text{summer vegetation coverage} = \frac{\sum(\text{image 177 to image 257})}{6}$$

coverage=

$$\text{Fall vegetation coverage} = \frac{\sum(\text{image 273 to image 337})}{5}$$

مقادیر مختلف پوشش گیاهی نمایانگر پوشش‌های مختلف هستند. طبقات پوشش گیاهی این پژوهش شامل ($0/2 <$ ، $0/3-0/2$ ، $0/4-0/3$ ، $0/5-0/4$ ، $0/6-0/5$ ، $0/7-0/6$ ، $0/8-0/7$) می‌باشد. مقادیر کمتر از ۰/۲ به دلیل اینکه شامل آب و خاک و مواردی غیر از پوشش گیاهی است حذف گردید.

۳-۳-۲. دمای سطح زمین (LST)

LST دمای سطح زمین است به طور کلی به معنی درجه حرارت پوسته زمین است. برای خاک بایر، LST نشان دهنده درجه حرارت سطح خاک است، همانطور LST نشان دهنده درجه حرارت سطح پوشش گیاهی می‌باشد. با این حال، در زمین با پوشش گیاهی پراکنده، LST توسط دمای سطح پوشش گیاهی، بوته‌های گیاهی و خاک تعیین می‌شود. LST یک ورودی بسیار مفید برای مدل‌سازی اجزای تعادل انرژی و نقشه برداری تبخیر و تعرق (ET) است. بازیابی LST با استفاده از باندهای دمایی IR تصاویر ماهواره‌ای موثرترین راه برای استخراج تعادل انرژی و تبخیر و تعرق در مقیاس منطقه-ای است. دمای سطح زمین (LST) یکی از پارامترهای کلیدی در فیزیک فرآیندهای زمین سطح در مقیاس‌های منطقه‌ای و جهانی است، که ترکیبی از نتایج حاصل از تمام فعل و انفعالات سطح جو و شار انرژی بین هوا و زمین می‌باشد (من استین^{۱۲}، ۱۹۸۷). میانگین حسابی برای هر پیکسل از طریق رابطه (۳) زیر بدست می‌آید:

$$\text{Winter LST} = \frac{\sum_{j=1}^{12} \text{LST}_j}{12} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\text{Spring LST} = \frac{\sum_{i=13}^{24} \text{LST}_i}{12}$$

¹³ Standard Precipitation Index

^{۱۳} Mann stein

و نتایج آن برای مقیاس کوتاه مدت کاملاً صحیح نیست زیرا توزیع اولیه‌ی بارش دارای چولگی است (کمالی و همکاران، ۱۳۸۸). میانگین SPI، در مقیاس زمانی در یک موقعیت صفر خواهد بود و انحراف معیار آن برابر است، این مزیت محسوب می‌شود زیرا SPI، نرمال شده است. بنابراین اقلیم-های خشک تر و مرطوب تر می‌توانند به همان روش نشان داده شوند. علاوه بر دوره‌های خشکسالی، دوره‌های ترسالی هم به وسیله‌ی این شاخص بررسی می‌شوند. یک حادثه‌ی خشکسالی هر زمانی که SPI، به طور مداوم منفی باشد و شدت آن به ارقام ۱- یا کمتر برسد، اتفاق می‌افتد. این حادثه زمانی که SPI، به مقادیر مثبت برگردد، تمام می‌شود (نوریان و همکاران، ۱۳۸۱).

شده است. ویژگی اصلی شاخص SPI، انعطاف‌پذیری در اندازه‌گیری وضعیت خشکسالی منطقه است به دلیل اینکه مدت زمان خشکسالی‌ها بسیار گسترده می‌باشد. هرگاه مقادیر SPI، به طور مداوم منفی باشند به عبارتی مقدار آن به ۱- و کمتر برسد نشان دهنده وقوع خشکسالی و مقادیر مثبت آن معرف ترسالی می‌باشد (آسیایی، ۱۳۸۵). این شاخص از معادله ی (۴) محاسبه می‌شود:

$$SPI = \frac{X_i - \bar{X}}{SD} \quad \text{رابطه (۴):}$$

که در این معادله X_i بارش هر ماه یا سال، \bar{X} میانگین بارش در طول دوره آماری و SD انحراف از معیار می‌باشد. لازم به توضیح است که شاخص SPI، یک متغیر استاندارد شده است که انحرافات بیشتر یا کمتر از میانگین را نشان می‌دهد

جدول (۱): طبقه بندی خشکسالی براساس شاخص SPI (کمالی و همکاران، ۱۳۸۸)

وضعیت	SPI شاخص
ترسالی بسیار شدید	۲ و بیشتر
ترسالی شدید	۱.۵ تا ۱.۹۹
ترسالی متوسط	۱ تا ۱.۴۹
نزدیک به نرمال	-۰.۹۹ تا ۰.۹۹
خشکسالی متوسط	-۱ تا -۱.۴۹
خشکسالی شدید	-۱.۵ تا -۱.۹۹
خشکسالی بسیار شدید	۲- و کمتر

گرفت به منظور رابطه بین متغیر وابسته، پوشش گیاهی و متغیر مستقل، دمای سطح زمین و بارش از رویکرد همبستگی استفاده می‌شود. این ضریب بین دو عدد +۱ و -۱ تغییر می‌کند و از طریق رابطه زیر (۵) محاسبه می‌شود: رابطه (۵):

$$P = 1 - \frac{6(\sum di)^2}{n(n^2-1)}$$

که در آن P: ضریب همبستگی اسپرمن، n: تعداد مشاهده ها، xi زمان، $\sum di$ مجموع مجذور تفاوت دو رتبه می باشد

۳- بحث و یافته های تحقیق

۳-۱- عوامل موثر بر تغییرات مکانی و زمانی NDVI

۳-۱-۱- عوامل اقلیمی

۳-۱-۱-۱- بارش

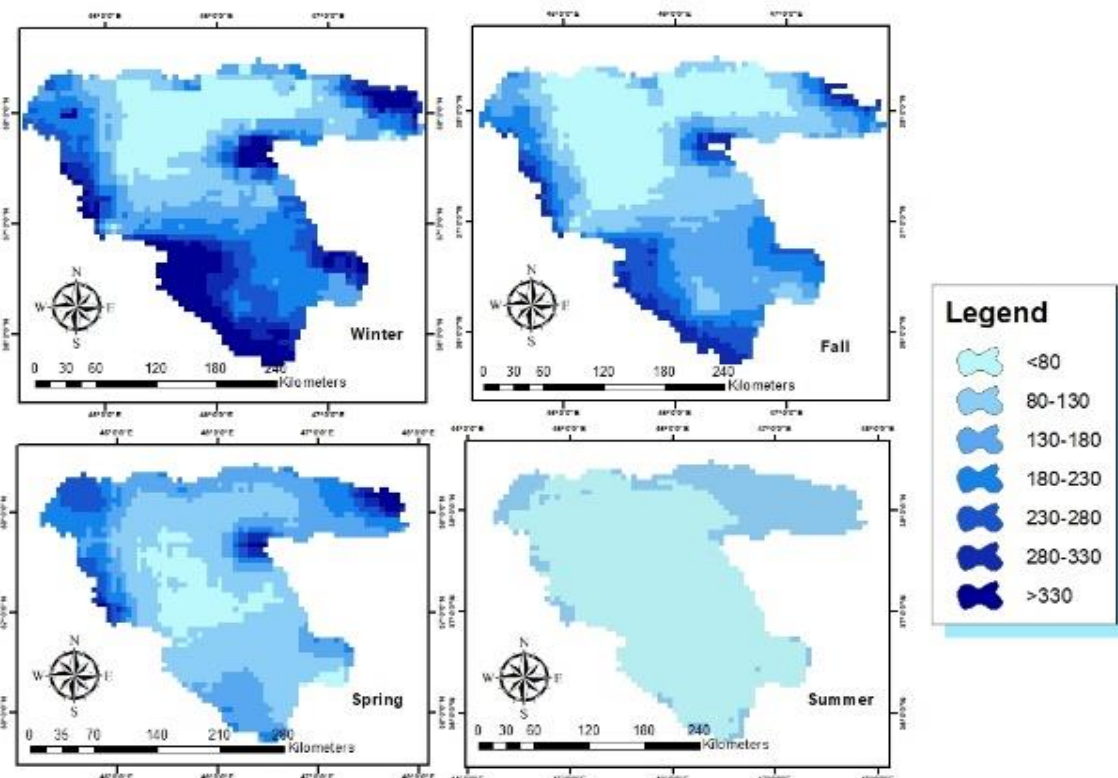
در پژوهش حاضر شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)، دمای سطح زمین (LST) و بارش CHRIPS = طی دوره اماری ۲۳ ساله (۲۰۰۱-۲۰۲۳) مورد مطالعه قرار

آبریز بارش کمتر از ۸۰ میلی متر وجود دارد. شکل شماره (۳) مساحت بارش CHRIPS به کیلومتر مربع رادر قالب بارش فصلی برای حوضه آبریز دریاچه ارومیه نشان می‌دهد. باتوجه به شکل طی دوره (۲۰۲۳-۲۰۰۱) بارش در فصل زمستان بیشترین مساحت پوشیده شده بارش‌های ۸۰ تا ۱۸۰ میلی‌متر به وسعت ۳۱۴۸۱ کیلومتر مربع در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. یارش‌های کمتر از ۸۰ میلی متر بیشترین بارشی است که طی این دوره ثبت شده و مربوط به فصل تابستان می‌باشد که ۵۱۸۸۷/۱۴ کیلومتر مربع از منطقه را شامل می‌شود. در فصل بهار و پاییز بارش در محدوده ۸۰-۱۳۰ میلی‌متر بیشترین مقدار بارش ثبت شده است که به ترتیب ۲۱۵۹۰/۳۱، ۲۵۶۹۲/۱۲ کیلومتر مربع از منطقه را پوشش می‌دهد. کمترین مقدار بارش در شرق و قسمت کوچکی از شمال شرق و در قسمت مرکزی مشاهده می‌شود. در فصل بهار نیز، بیشترین بارش‌ها در شمال غرب و غرب دیده می‌شود.

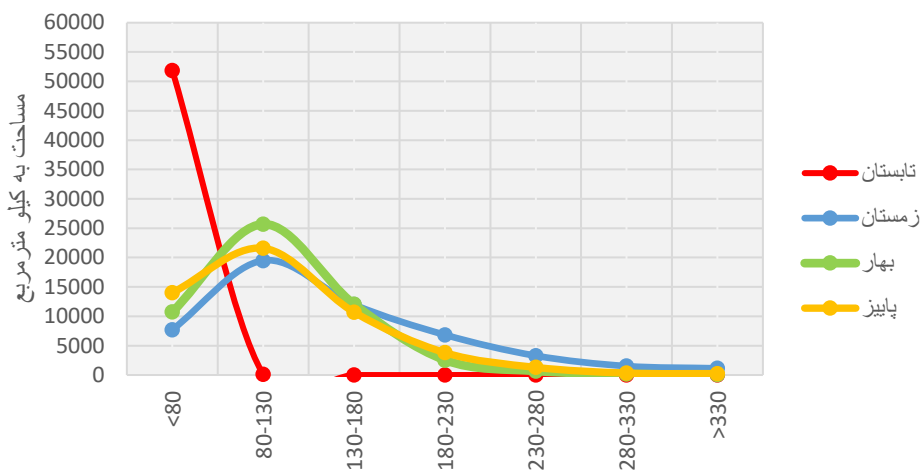
سپس با استفاده از رابطه (۶) امار t محاسبه می‌شود که بعد از مقایسه آن با t جدول (با درجه آزادی $n-2$) معنی داری و عدم معنی داری آن مشخص می‌گردد. در رابطه (۸) Z و n به ترتیب تعداد مشاهده و نمره استاندارد می‌باشد.

$$t = \frac{P\sqrt{n-2}}{1-Pz}$$

شکل (۲) بارش فصلی حوضه آبریز ارومیه را طی دوره آماری (۲۰۲۳-۲۰۰۱) نشان می‌دهد. که بیشترین بارش‌ها به ترتیب در فصل زمستان، پاییز، بهار، تابستان بوده است. در فصل زمستان بارش‌های سنگین در قسمت‌های غرب و جنوب حوضه آبریز متمرکز شده است. هرچه به سمت مرکز و شمال حوضه می‌رویم از میزان بارش‌ها کاسته می‌شود. در فصل پاییز، بیشترین بارش‌ها در قسمت جنوب غرب، جنوب در فصل تابستان بارش ۸۰-۱۳۰ میلی متر در قسمت شمال شرق حوضه آبریز مشاهده می‌شود و در بقیه قسمت‌های حوضه



شکل ۲: نقشه بارش فصلی (میلی متر) حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی دوره آماری (۲۰۲۳-۲۰۰۱)



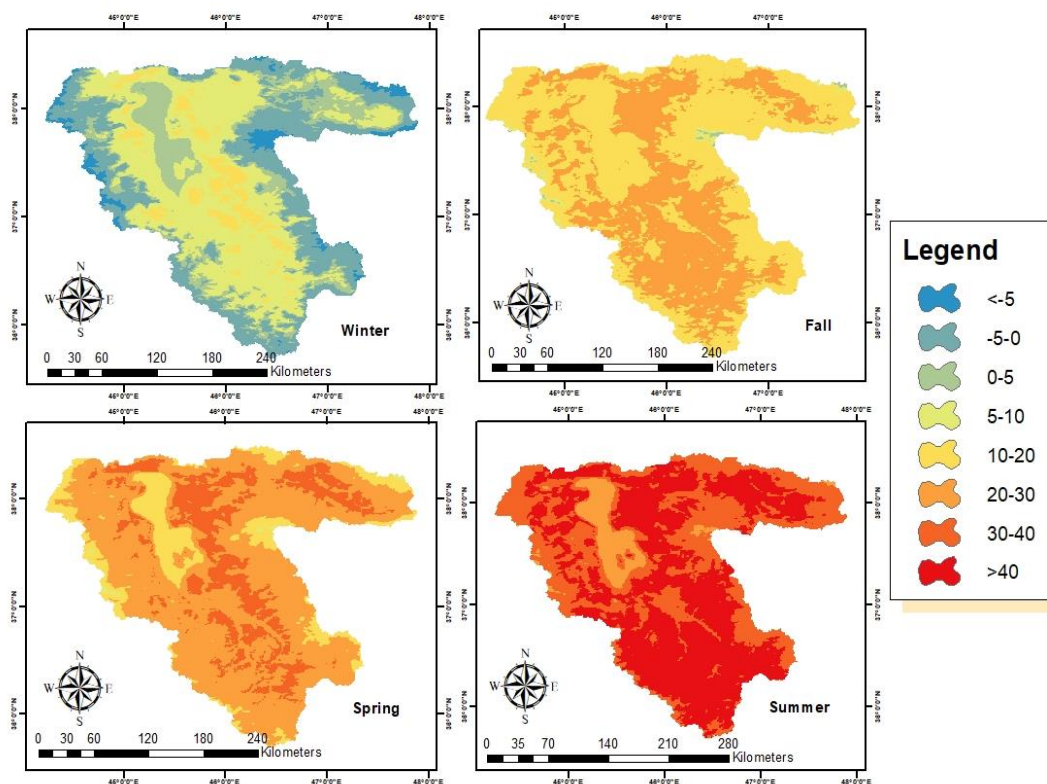
شکل (۳) مساحت های بارش فصلی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی دوره آماری (۲۰۰۱-۲۰۲۳)

۱/۵-۲/۵ در حال تغییر بوده است. در سال های ۲۰۰۴، ۲۰۰۸، ۲۰۱۲، ۲۰۱۴، ۲۰۱۵، ۲۰۱۷ خشکسالی در فصل زمستان، در سال های ۲۰۰۹، ۲۰۱۰، ۲۰۱۸، ۲۰۱۹، ۲۰۲۰ ترسالی در فصل زمستان و بقیه سال ها نرمال بوده اند. بررسی نوسان های بارش فصل تابستان حوضه آبریز دریاچه ارومیه از مقادیر استاندارد شده Z نشان می دهد این عامل تغییرات بین ۱/۵- تا ۱/۵ در حال تغییر بوده است در سال های ۲۰۰۱، ۲۰۰۲، ۲۰۰۳، ۲۰۰۵، ۲۰۰۶، ۲۰۱۷، ۲۰۱۸، ۲۰۱۹ خشکسالی در فصل تابستان، در سال های ۲۰۰۸، ۲۰۰۹، ۲۰۱۵، ۲۰۲۰ ترسالی در فصل تابستان و بقیه سال ها نرمال بوده اند.

به منظور بررسی تغییرات شاخص های اقلیمی فصلی حوضه آبریز دریاچه ارومیه، آمار فصلی بارش CHRIPS طی آماری ۲۳ ساله (۲۰۰۱-۲۰۲۳) در نظر گرفته شد. شکل (۴) بارش حوضه آبریز دریاچه ارومیه را در فصول مختلف سال نشان می دهد. بیشترین بارش های مربوط به فصل زمستان در سال های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ با میزان ۲۰۰ میلی متر به بالا بوده است. کمترین بارش مربوط به فصل تابستان می باشد که کمترین آن مربوط به سال ۲۰۰۳ که مقدار آن ۱۰/۸۵ میلی متر بوده است. همچنین بررسی نوسان های بارش فصلی حوضه آبریز دریاچه ارومیه از مقادیر استاندارد شده Z استفاده شده است. در فصل زمستان این عامل تغییرات بین

ساله محدوده بسیار کوچکی را در بر گرفته است. بر روی دریاچه ارومیه و حاشیه‌های شرقی و غربی دمای ۱۰-۲۰ درجه مشاهده می‌شود و بقیه قسمت‌های دیگر دریاچه ارومیه دمای ۳۰-۴۰ درجه مشاهده شده است در فصل پاییز دمای بزرگتر از ۴۰ درجه مشاهده نشده است.

اقتصادی و اجتماعی در فصل‌های بعدی سال منجر شود. در فصل پاییز؛ در حاشیه‌های شرقی یک لکه‌ی سبز رنگی به وضوح دیده می‌شود که دمای ۵ تا ۱۰ درجه را نشان می‌دهد این دما می‌تواند به عنوان یک عامل مفید برای حوضه آبریز دریاچه ارومیه محسوب شود اما متاسفانه طی دوره آماری ۲۳



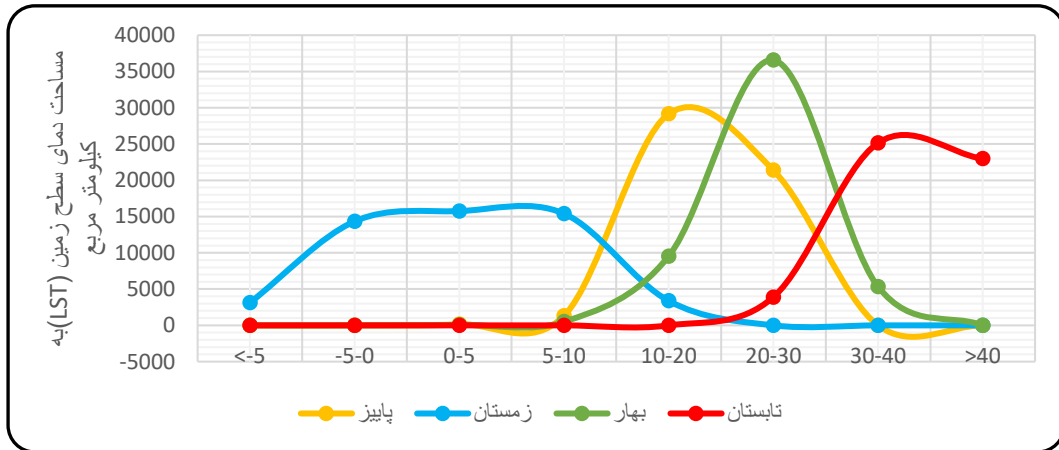
شکل (۵): دمای سطح زمین (LST) فصلی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی دوره آماری (۲۰۰۱-۲۰۲۳)

سانتی گراد است که ۲۹۰۲۰ کیلومتر مربع از منطقه را شامل می‌شود. سری زمانی میانگین تغییرات LST در حوضه آبریز دریاچه ارومیه در طول دوره مورد مطالعه در شکل (۷) ارائه شده است. در فصل زمستان بیشترین دما ۷ درجه سانتی گراد است که مربوط به سال ۲۰۱۸ می‌باشد و کمترین دما سال ۲۰۰۳ با دمای ۱- درجه سانتی گراد می‌باشد. در فصل پاییز سال ۲۰۱۰ با دمای ۲۲/۹۷ درجه سانتی گراد گرم‌ترین دمای سال و سردترین دما مربوط به سال ۲۰۰۱ می‌باشد. در فصل تابستان سال ۲۰۱۷ با دمای ۴۱/۷۳ درجه سانتی گراد گرم‌ترین دمای سال و سردترین دما ۳۷ درجه سانتی گراد در سال ۲۰۰۹ طی این دوره بوده است، در فصل بهار گرمترین دما مربوط به

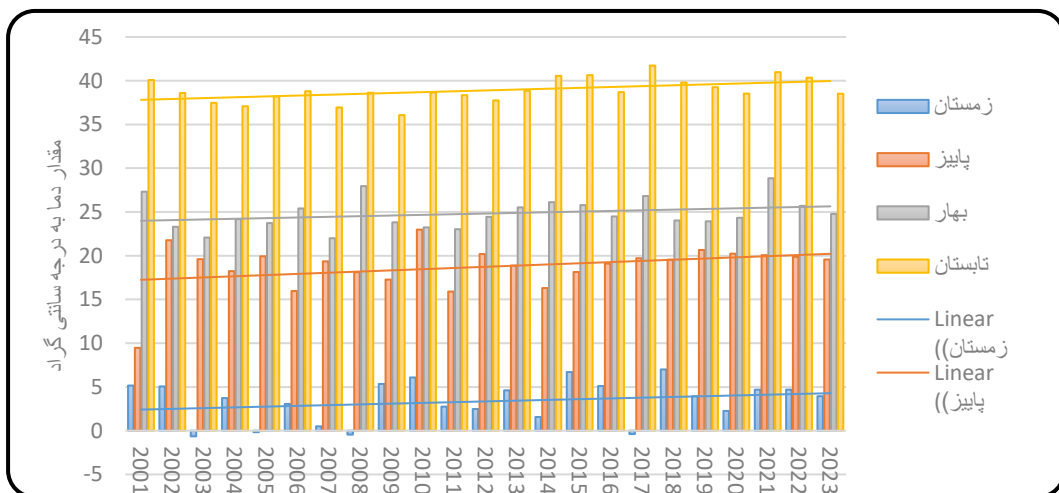
شکل شماره (۶) مساحت دمای سطح زمین (LST) را در قالب دمای فصلی برای حوضه آبریز دریاچه ارومیه با مقیاس یک کیلومتری نشان می‌دهد. باتوجه به شکل طی این دوره در فصل زمستان بیش از ۱۵۰۰۰ کیلومتر مربع از منطقه دارای دمای صفر تا ۵ درجه سانتی گراد بوده است. دمای بیش از ۴۰ درجه سانتی گراد بیشترین دمایی است که طی این دوره ثبت شده و مربوط به فصل تابستان می‌باشد که ۲۵۴۲۳۷ کیلومتر مربع از منطقه را شامل می‌شود. در فصل بهار ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد بیشترین دمایی است که طی این دوره ثبت شده است که ۳۶۶۸۷ کیلومتر مربع از منطقه را پوشش می‌دهد. در فصل پاییز بیشترین دما مربوط ۱۰ تا ۲۰ درجه

سال نشان دهنده همگونی در منطقه مورد مطالعه است که روند افزایشی قابل توجهی را نشان می‌دهد.

سال ۲۰۲۱ با دمای ۲۸/۸۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و کمترین دما در سال ۲۰۰۷ که ۲۱/۹۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. روند زمانی دمای سطح زمین (LST) در تمام فصول



شکل (۶) مساحت دمای سطح زمین (LST) فصلی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی دوره آماری (۲۰۰۱-۲۰۲۳)



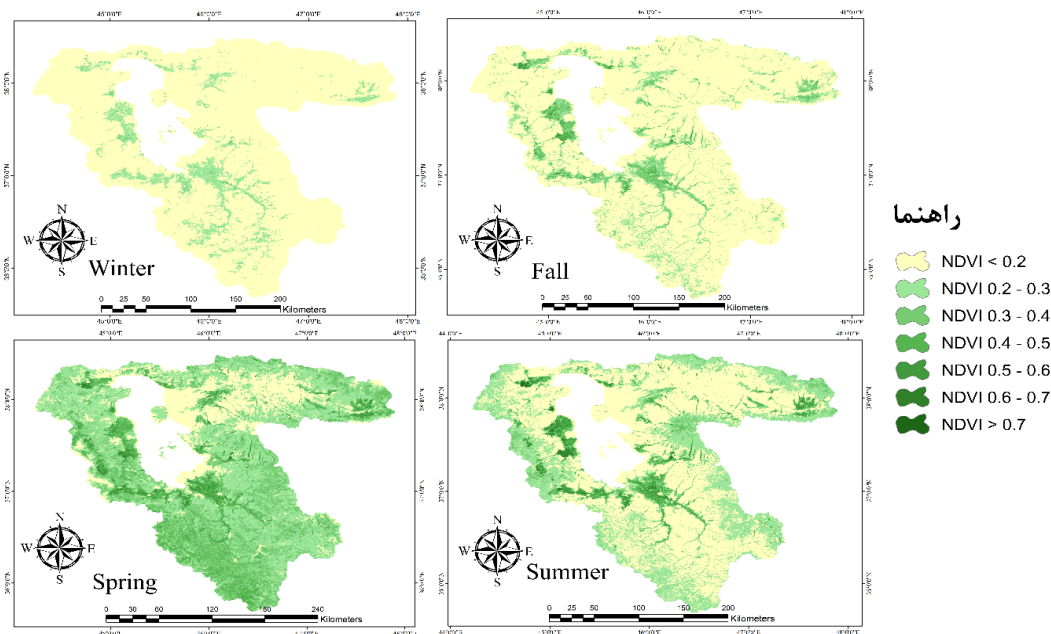
شکل (۷) میانگین سری زمانی دمای سطح زمین (LST) حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی دوره (۲۰۰۱-۲۰۲۳)

سبز پررنگ (> 0.7) دارای مقادیر مثبت بزرگتری نسبت به سایر قسمت‌ها می‌باشد که نشان دهنده پوشش گیاهی انبوه-تری است و همچنین، قسمت‌های سبز کم رنگ ($0.4-0.7$) دارای مقادیر مثبت کمتری هستند که نشان دهنده پوشش گیاهی ضعیف است و همچنین قسمت‌های زردرنگ (< 0.2) دارای مقادیر منفی هستند که نشان دهنده فاقد پوشش گیاهی می‌باشد. طبق نقشه، در فصل زمستان، پوشش گیاهی حوضه آبریز دریاچه ارومیه خیلی کم است به خاطر اینکه در فصل زمستان، دما در منطقه مورد مطالعه به شدت کاهش می‌یابد.

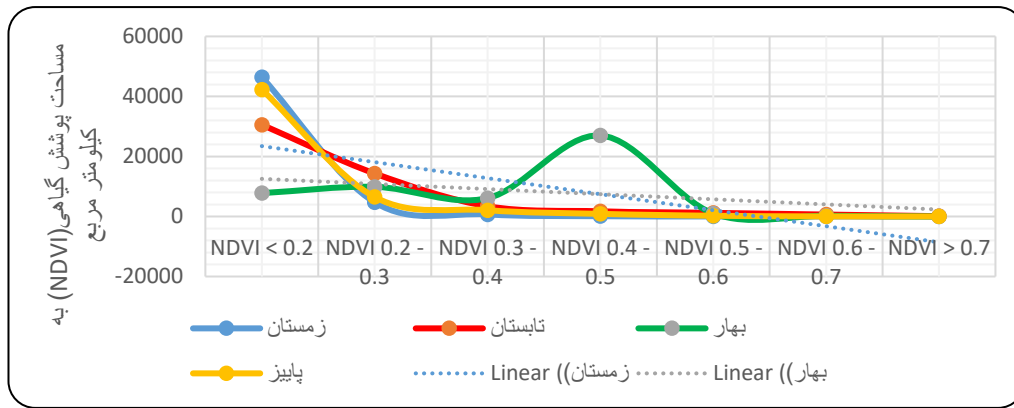
تغییرات پوشش گیاهی حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی دوره آماری ۲۳ سال (۲۰۰۱-۲۰۲۳) به صورت زیر طبقه‌بندی شده است. شاخص پوشش گیاهی NDVI یکی از کاربردی‌ترین شاخص‌های پوشش گیاهی است که کارایی مفید آن در بسیاری از مطالعات توسط محققان مختلف گزارش شده است ارزش عددی این شاخص بین اعداد $+1$ و -1 در نوسان است و ثابت شده که هرچه به عدد $+1$ نزدیک شود بر میزان پوشش گیاهی افزوده می‌شود. شکل (۸) نقشه پوشش گیاهی سالانه (۲۰۰۱-۲۰۲۳) را نشان می‌دهد. قسمت‌های با رنگ

منطقه دارای آب و هوای معتدل و خاک حاصلخیز است که به رشد و تکثیر گونه‌های مختلف گیاهان کمک می‌کند علاوه بر این، نزدیک بودن به دریاچه ارومیه باعث فراهم شدن منابع آب برای گیاهان محلی می‌شود. شکل شماره (۹) مساحت پوشش گیاهی را در قالب پوشش گیاهی فصلی برای حوضه ابریز دریاچه ارومیه نشان می‌دهد. با توجه به شکل در فصل‌های زمستان، پاییز و تابستان بیشترین محدوده پوشش گیاهی (۰.۲ <) که به ترتیب مساحت ۴۲۲۸۴، ۳۰۵۷۵، ۴۶۴۵۹ کیلومتر مربع را در بر می‌گیرد. در فصل بهار، طبقه پوشش گیاهی در محدوده ۰/۴-۰/۵ می‌باشد که بیشترین پوشش گیاهی را در مساحت ۲۶۹۸۰ کیلومتر مربع در بر گرفته است.

برف و یخبندان‌های زیادی روی سطح آب تشکیل می‌شود این شرایط سبب می‌شود که گیاهان کمترین فعالیت رشد و تولید داشته باشند و نورخورشید در فصل زمستان نسبت به فصول دیگر کمتر است. در فصل بهار پوشش گیاهی زیاد است و بیشتر مناطق پوشیده از پوشش گیاهی است دلیل آن می‌تواند مربوط به بارش در منطقه مورد مطالعه باشد. این بارندگی‌ها باعث افزایش رطوبت خاک می‌شود و شرایط مناسبی برای رشد گیاهان فراهم می‌کند. در این فصل دما معمولاً ملایم و مناسب برای رشد گیاهان است در فصل بهار ساعات روز نسبت به زمستان طولانی‌تر است و نور خورشید بیشتر است این نور خورشید باعث فعال شدن فتوسنتز در گیاهان می‌شود. در فصل تابستان، در قسمت مرکزی و سمت حاشیه غربی دریاچه ارومیه، پوشش گیاهی زیاد است این



شکل (۸): نقشه پوشش گیاهی فصلی حوضه ابریز دریاچه ارومیه طی دوره آماری (۲۰۰۱-۲۰۲۳)



شکل (۹) مساحت پوشش گیاهی (NDVI) فصلی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی دوره آماری (۲۰۰۱-۲۰۲۳)

رابطه بین NDVI و عوامل اقلیمی (دما و بارش)

با توجه به نقش تعیین کننده بارش در مناطق خشک و نیمه خشک می توان بیان کرد که نقش کنترلی بارش بر NDVI بیش از دما است (جدول ۲). همبستگی فصلی پوشش گیاهی با بارش و دمای سطح زمین در منطقه مورد مطالعه طی دوره آماری (۲۰۰۱-۲۰۲۳) در سطح ۰/۰۵ درصد ارائه شده است. نتایج همبستگی بین بارش و پوشش گیاهی نشان داد در

هیچکدام از فصل ها رابطه معنی داری وجود ندارد فقط در فصل تابستان در سطح ۰/۰۸ ضریب همبستگی ۰/۳۷ می باشد. نتایج همبستگی بین دما و پوشش گیاهی در فصل زمستان در ضریب معناداری ۰/۰۰۳ همبستگی مثبت معنی داری وجود دارد. در حوضه آبریز ارومیه ممکن است نوع پوشش گیاهی شامل گیاهانی باشد که به کاهش دما مقاوم هستند.

جدول ۲: همبستگی فصلی پوشش گیاهی با بارش و دمای سطح زمین در منطقه مورد مطالعه طی دوره آماری (۲۰۰۱-۲۰۲۳)

		پوشش گیاهی
Spearman's rho دمای تابستان	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	0.225 0.313 23
Spearman's rho بارش تابستان	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	0.372 0.088 23
Spearman's rho دمای زمستان	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	0.619** 0.003 23
Spearman's rho بارش زمستان	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	0.322 0.154 23
Spearman's rho بارش بهار	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	0.246 0.271 23
Spearman's rho دما بهار	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	-0.150 0.494 23
Spearman's rho بارش پاییز	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	0.260 0.242 23
Spearman's rho دما پاییز	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	0.117- 0.622 23

۴. نتیجه گیری

داد در هیچکدام از فصل‌ها رابطه معنی‌داری وجود ندارد فقط در فصل تابستان در سطح ۰/۰۸ ضریب همبستگی ۰/۳۷ می‌باشد. نتایج همبستگی بین دما و پوشش گیاهی در فصل زمستان در ضریب معناداری ۰/۰۳ همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد. درحوزه آبریز ارومیه ممکن است نوع پوشش گیاهی شامل گیاهانی باشد که به کاهش دما مقاوم هستند. استفاده از این روابط می‌تواند تا حدودی تغییرات پوشش گیاهی را در مقیاس زمانی مختلف بررسی کرد و به منظور تحلیل دقیق‌تر باید عوامل محیطی و انواع پوشش‌های گیاهی را نیز در نظر گرفت. تحقیق حاضر در مورد تاثیرگذاری دما و بارش بر پوشش گیاهی با تحقیقات محققانی نظیر خورانی و همکاران (۱۳۹۶)، طاهری قاسم آبادی و همکاران (۱۳۹۷)، خورشید دوست و همکاران (۱۴۰۱)، روستا و همکاران (۱۴۰۱) همسو است. شرایط متفاوت هر منطقه نیز از عوامل مهمی است که در تعیین نوع روابط بین پوشش گیاهی و بارش اثرگذار است. نتایج این تحقیق می‌تواند در برنامه‌ریزی و مطالعات پوشش گیاهی منطقه مفید باشد.

منابع

1. Khorani, A., Alimoradi, S., & Esmailpour, Y. (2017). Vegetation cover dynamics in relation to temperature and precipitation in rangelands of the Karun Basin, Khuzestan Province. *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*, 17(44), 155–176. (In Persian)
2. Khorshiddoost, A. M., Panahi, A., Khorramabadi, F., & Imanipour, H. (2022). Effects of climatic parameters on vegetation cover distribution in central Iran. *Spatial Analysis of Environmental Hazards Journal*, 9(2), 73–86. (In Persian)
3. Rousta, I., Mahmoud, A. R., & Mazidi, A. (2022). Analysis of vegetation cover change trend stability using remote sensing (Case study: Northern Afghanistan watershed). *Geography and Environmental Sustainability*, 12(2), 17–35. (In Persian)
4. Zarghani, H., Mofidi, A., & Shafiee Nia, M. (2018). Climate change analysis and its consequences: Case study of sea level rise.

تغییرات زمانی و مکانی در پوشش سطحی تاثیرات قابل توجهی بر شرایط آب و هوایی و اکولوژیکی یک منطقه دارد. دمای سطح زمین از سنج‌های بنیادین مطالعات مربوط به زمین و شهرها می‌باشد که به دلیل کارایی روشنی که بر روند زندگی دارد، به طور مستمر مورد بحث بوده است. شاخص‌های متنوعی برای پایش میزان پوشش گیاهی مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای توسعه یافته است که شاید معروف‌ترین آنها شاخص NDVI است. از این رو در این تحقیق رابطه شاخص پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در حوضه آبریز دریاچه ارومیه در دوره آماری ۲۳ سال (۲۰۰۱-۲۰۲۳) مورد مطالعه قرار گرفت. بیشترین مساحت پوشیده شده بارش‌های ۸۰ تا ۱۸۰ میلی متر به وسعت ۳۱۴۸۱ کیلومتر مربع در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. بارش‌های کمتر از ۸۰ میلی متر بیشترین بارشی است که طی این دوره ثبت شده و مربوط به فصل تابستان می‌باشد که ۵۱۸۸۷/۱۴ کیلومتر مربع از منطقه را شامل می‌شود. تغییرات وضعیت LST طی دوره مورد مطالعه طبقه‌بندی دمایی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در دوره زمانی ۲۳ ساله نشان می‌دهد در فصل بهار حوضه آبریز دریاچه ارومیه دمای بالاتر از ۴۰ درجه سانتی گراد مشاهده نمی‌شود اما دمای ۳۰-۴۰ درجه سانتی گراد به صورت لکه‌های نارنجی پررنگ بر حریم دریاچه ارومیه، قسمت‌های شرق و جنوب ظاهر شده است با وجود اینکه محدوده‌های کمی را در مقایسه با کل دریاچه را شامل می‌شود. ولی خود به تنهایی می‌تواند هشدار جهت افزایش مساحت این محدوده دمایی در سال‌های آتی باشد. تغییرات پوشش گیاهی حوضه آبریز دریاچه ارومیه نشان داد که در فصل بهار پوشش گیاهی زیاد است و بیشتر مناطق پوشیده از پوشش گیاهی است دلیل آن می‌تواند مربوط به بارش در منطقه مورد مطالعه باشد این بارندگی‌ها باعث افزایش رطوبت خاک می‌شود و شرایط مناسبی برای رشد گیاهان فراهم می‌کند. در فصل بهار، طبقه پوشش گیاهی در محدوده ۰/۴-۰/۵ می‌باشد که بیشترین پوشش گیاهی را در مساحت ۲۶۹۸۰ کیلومتر مربع در بر گرفته است. نتایج همبستگی بین بارش و پوشش گیاهی نشان

- Donatas Valiukas, Drought identification in the eastern Baltic region using NDVI, *Earth Syst. Dynam.*, 8, 627–637, 2017.
15. Illespie TW, Ostermann-kelm S, Dong C, Willis KS, Okin GS, MacDonald GM. 2018. Monitoring changes of NDVI in protected areas of southern California. *Ecological Indicators*, 88:485-494
16. Liu, S., Huang, Sh., Xie, y., Wang, h., Huang, q., Leng, G., Li, P., Wang, L., 2019. Spatial temporal changes in vegetation cover in a typical semi-humid and semi-arid region in China: Changing patterns, causes and implications. *Ecological Indicators*, Volume 98, PP. 462-475
17. Liu S, Liu Y, Wang C, Dang X (2022) The Distribution Characteristics and Human Health Risks of High-Fluorine Groundwater in Coastal Plain: A Case Study in Southern Laizhou Bay, China *Frontiers in Environmental Science*:568 Liu W, Kogan F (1996) Monitoring regional drought using the veget.
18. Krakauer, Y., Lakhankar, T., Anadón, D. 2017. Mapping and Attributing Normalized Difference Vegetation Index Trends for Nepal, *remote sensing* 9: 1-15
19. Magee, T.K., P.L. Ringold and M.A. Bellmen. 2008. Alien species importance in native vegetation along wadeable streams, John Day River Basin, Oregon, USA. *Plant Ecology*, 195: 287-307.
20. Maselli, F., & M. Chiesi, 2006, Integration of Multi-source NDVI Data for the Estimation of Mediterranean Forest Productivity, *International Journal of Remote Sensing*, 27, pp. 55-72.
21. Mallick, J., Kant, Y., Bharath, B., (2008). Estimation of land surface temperature over Delhi using Landsat-7 ETM+. *J. Ind. Geophys. Union*, Vol , No 12, Pp 131-140.
22. Maidment R.I., Allan R.P. and Black E. 2015. Recent observed and simulated changes in precipitation over Africa. *Geophysical Research Letters*, 42: 8155-8164 .
23. Nanzad, L., Zhang, J., Tuvdendorj, B., Nabil, M., Zhang, S. and Bai, Y., 2019. NDVI anomaly for drought monitoring and its correlation with climate factors over Mongolia from 2000 to 2016. *J. Arid Environ.*
- Proceedings of the 2nd National Conference on Climatology of Iran. (In Persian)
5. Shamsipour, A. A., Azizi, Q., Karimi Ahmadabad, M., & Moghbel, M. (2013). Behavioral analysis of land surface temperature patterns in urban environments: Case study of Tehran. *Geography and Environmental Sustainability*, 6, 67–86. (In Persian)
6. Taheri Ghasemabadi, J., Karami, M., & Asadollahi, A. (2018). Quantitative and qualitative vegetation cover changes using satellite imagery and its relationship with climatic parameters: Case study of Bojnourd. *Journal of Modern Research in Geography, Architecture and Urban Planning*, 13, 1–12. (In Persian)
7. Kohneposhi, S. H., Shayan, H., & Baradaran, S. (2013). Environmental degradation of Lake Urmia: Status, causes and consequences. *Proceedings of the 2nd International Conference on Environmental Hazards*, Tehran. (In Persian)
8. Karami, M., Taheri Ghasemabadi, J., & Asadollahi, A. (2018). Quantitative and qualitative vegetation cover changes using satellite imagery and climatic parameters: Case study of Bojnourd. *Noor Journal*, 2(13). (In Persian)
9. Specialized Economic and Social Committee of Lake Urmia Restoration Program. (n.d.). Economic and social status assessment of the Lake Urmia watershed. (In Persian)
10. Noorian, A. M. (2002). National report on natural disaster risk management. *Iran Meteorological Organization*. (In Persian)
11. Hadizadeh, H., & Al-Hosseini, S. A. (2017). Monitoring vegetation cover changes using Landsat satellite imagery: Case study of Jiroft County. *Proceedings of the 5th National Conference on Geomorphology and Environmental Challenges*. (In Persian)
12. Hadian, F., Hosseini, Z., & Hosseini, M. (2014). Monitoring vegetation cover changes using rainfall data and satellite imagery in northwest Iran. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 21(4). (In Persian)
13. Barbosa, H. A., Lakshmi Kumar, T. V., & Silva, L. R. M. (2015). Recent trends in vegetation dynamics in the South America and their relationship to rainfall. *Natural Hazards*, 77, 883–899.
14. Egidijus Rimkus, Edvinas Stonevicius, Justinas Kilpys, Viktorija Maciulyte, and

- Crops Using Sentinel-2 Optical Imagery. *Remote Sensing* 13:3822.
29. Tucker, C. J., 1996, History of the Use of AVHRR Data for Land Applications, In: G. D Souza, A. S. Selward and J. P. Malingreau, Editors, *Advances in the use of NOAA AVHRR data for land applications*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 1-19.
30. WenZ, Wu S, Chen J, Lu M. 2017. NDVI indicated long-term interannual changes in vegetation ac trinities and their responses to climatic and anthropogenic factors in the three Gorges Reservoir Region , China. *Science of the Total Environment* ,574:947-959.
31. Verbesselt. J., Hyndman. R., Newnham. R., Culvenor. D., 2010. "Detecting trend and seasonal changes in satellite image time series". *Remote Sensing of Environment* 114 , 106115.
24. Pettorelli, N., O. Vik, A. Mysterud, J.M. Gaillard, C.J. Tucker and N.C. Stenseth. 2005. Using the satellite derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Journal Trends in Ecology and Evolution*, 20: 503-510.
25. Reutter, H., F.S. Olesen and H. Fischer. 1994. Distribution of the brightness temperature of land surfaces determined from AVHRR data. *Remote Sensing*, 15: 95- 104.
26. Rondeaux, G., Steven, M., and Baret, F., 2013. "Optimization of soil-adjusted vegetation indices", *Remote Sens. Environ.* 2: 98-107.
27. Shi, S., Yu, J., Wang, F., Wang, P., Zhang, Y. and Jin, K., 2021. Quantitative contributions of climate change and human activities to vegetation changes over multiple time scales on the Loess Plateau. *Science of the Total Environment*, 755, 142419.
28. Tian H, Wang Y, Chen T, Zhang L, Qin Y (2021) Early-Season Map- ping of Winter