

## Monitoring the spatial and temporal changes of floods and water bodies using indicators extracted from the Landsat satellite (Case study: Southwest Iran)

Hadi Eskandari Damaneh<sup>1</sup>, Saeid Barkhori<sup>2</sup>, Zahra Azhdari<sup>3</sup>, Abdolvahid Navaki<sup>3</sup>, Hamed Eskandari Damaneh<sup>1</sup>, Hassan Khosravi<sup>1\*</sup>

- 1- Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran  
2- Department of Ecological Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Iran.  
3- Department of Ecological Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Hormozgan, Hormozgan, Iran.

\*Corresponding Author: hakhosravi@ut.ac.ir

(Received: 22 July 2023

Revised: 05 August 2023

Accepted: 30 August 2023)

### Extended Abstract

**Introduction:** Mapping and assessment of surface water dynamics is essential for continuous monitoring of water resources as it has significant implications in engineering and scientific research for floodplain delineation, wetlands, disaster management, biodiversity, climate change, and water resource management (Huang *et al.*, 2018; Jawak *et al.*, 2015). Traditional surface water monitoring methods mainly rely on field surveys or on established measuring stations. Although the accuracy of the data obtained by this method is high, it is time-consuming and has low efficiency. In addition, many aquifers are very difficult to access because they are located in remote and rugged places, and only data from limited points in incomplete time series are obtained due to the limitations of economic and land factors (Ogilvie *et al.*, 2018). With the expansion and development of remote sensing science and geographic information system, better ways have been provided to monitor water bodies in a long period such that the use of multispectral satellite images and different spectral indices for monitoring water bodies and floods is a fast and economical method in terms of time and cost. The high number of existing sensors and their differences in estimating the spectral and spatial characteristics of spectral indices have led to a good representation of the potential and limitations of satellite data. Therefore, in this research, to investigate the flood of 2019 in the southwest of Iran, the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) obtained from the Landsat 8 satellite images were used.

**Materials and methods:** The study area is a part of the southwest of Iran, which includes the southern part of Ilam province and the northern, northwestern, western and southwestern parts of Khuzestan province. In this study, to investigate the flood of 2018-2019, Landsat 8 sensor images were used for three months of January, February and March in 2019. This section used QGIS3.28, GIS10.8, Excel software and remote sensing data including satellite images related to Landsat 8 sensor. These multispectral data were obtained from the United States Geology website ([earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)) and were prepared for preprocessing and necessary processing. To prepare a map of the flood area and vegetation, radiometric and atmospheric corrections were performed on the received images (Eskandari Damaneh *et al.*, 2016). After applying the necessary preprocessing, the MNDWI and NDVI were used to prepare the map of changes in water bodies and vegetation for the years 2018 and 2019, respectively (Rugel *et al.*, 2017; Abutaleb *et al.*, 2015; Arekhi *et al.*, 2019).

**Results:** According to the results, the highest values of MNDWI in 2018 corresponded to those on March 12, which includes the northern and central parts. In 2019, the highest value of this index was on the date of March 19, which included the southern to southwestern parts of the study area. Examining the changes in MNDWI classes showed that in 2019, on February 2nd, 19th and March 7th, classes ranging from 0.11 to 0.15 occupied the highest level of the studied range, which is more than 68.75 percent of the area. This range and its trend were increasing. On the other hand, on the mentioned dates, classes ranging from 0.15 to 0.2 covered an area of more than 24.32% of the region, and these classes were decreasing. Accordingly, in 2019,

Citation: Eskandari damaneh, H., Barkhori, S., Azhdari, Z., Navaki, A., Eskandari damaneh, H., & Khosravi, H. (2023). Monitoring the spatial and temporal changes of floods and water bodies using indicators extracted from the Landsat satellite (Case study: Southwest Iran). *Integrated Watershed Management*, 3(3), 49-62. doi: 10.22034/iwm.2023.2007585.1094

### Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



on March 8th and May 14th, the largest percentage of the area under study was still in classes ranging from 0.11 to 0.15, and the total of these areas was more than 76.13% of the region, which was decreasing. On these dates, classes ranging from 0.15 to 0.2 included more than 20.03 percent of the study area, and these classes had gone through an increasing trend.

Examining the changes of NDVI classes showed that in 2019, on February 2nd, 19th and March 7th, the largest percentage of the study area was taken by classes ranging from 0.2 to 0.3, which totaled 71.81%, and was increasing. Also, on these dates, classes ranging from 0.3 to 0.5 included more than 11.46% of the study area and these classes were decreasing. Also, in 2019, on March 8th and May 14th, the largest percentage of the study area was still taken by classes ranging from 0.2 to 0.3, and the total of these areas was more than 82.54%, which was decreasing. Meanwhile, on these dates classes ranging from 0.3 to 0.5 included more than 11.64% of the study area, and these classes had been increasing.

**Discussion and conclusion:** The trend of spatial and temporal changes of the MNDWI index in this period shows that in February and March of 2019, the highest value of this index was in the northern and central parts of the studied region. While the highest value of this index was in March and May of 2019, it has been seen in the southern and southwestern parts of Khuzestan province. While this precipitation is in the season when the vegetation in this area is in good condition, the classes above 0.3 NDVI vegetation index in March 2018 and March 2019 are more than 42 and 38% of the area, respectively. Because the southern parts of Khuzestan province have lower altitudes than the northern and northwestern regions, it is plain and flat. This has caused it to serve as the foothills of the upper elevations of Khuzestan and Lorestan provinces, which in turn causes the influx of upstream waters into this region. Even if the vegetation cover is suitable in the season, it has caused a large and unexpected influx of water in these areas, which itself causes flooding of the residential regions, facilities and agricultural lands. In general, it can be concluded that by using the MNDWI and NDVI indices obtained from the Landsat satellite images, it is possible to monitor the water bodies and waterlogged areas resulting from natural hazards such as floods, as well as the vegetation of different regions with high accuracy. The findings of this study can be used in studies and decision making with sufficient confidence.

**Keywords:** Remote sensing, flood, MNDWI, NDVI, Landsat satellite

Citation: Eskandari damaneh, H., Barkhori, S., Azhdari, Z., Navaki, A., Eskandari damaneh, H., & Khosravi, H. (2023). Monitoring the spatial and temporal changes of floods and water bodies using indicators extracted from the Landsat satellite (Case study: Southwest Iran). *Integrated Watershed Management*, 3(3), 49-62. doi: 10.22034/iwm.2023.2007585.1094

**Copyrights:**

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



## پایش تغییرات مکانی و زمانی سیلاب و پهنه‌های آبی با استفاده از شاخص‌های مستخرج از ماهواره لندست (مطالعه موردی: جنوب غرب ایران)

هادی اسکندری دامنه<sup>۱</sup>، سعید برخوردار<sup>۲</sup>، زهرا اژدری<sup>۳</sup>، عبدالوحید ناوکی<sup>۳</sup>، حامد اسکندری دامنه<sup>۱</sup>

حسن خسروی<sup>۱\*</sup>

۱- گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- گروه آموزشی مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

۳- گروه مهندسی منابع طبیعی دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

\*نویسنده مسئول: hakhosravi@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۳۱

### چکیده

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندطیفی و شاخص‌های طیفی مختلف برای پایش پهنه‌های آبی و سیلاب‌ها از لحاظ وقت و هزینه روشی سریع و مقرون به صرفه است. در این پژوهش به منظور بررسی سیلاب سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در جنوب غربی ایران از شاخص اصلاح شده آب تفاضلی نرمال شده (MNDWI) و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) حاصل از تصاویر ماهواره لندست ۸ استفاده شد. این شاخص‌ها در ۵ کلاس بر مبنای دامنه یکسان طبقه‌بندی شدند و روند تغییرات هر کلاس در سال‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نتایج MNDWI نشان داد که در تاریخ‌های ۱۲ و ۳۰ بهمن‌ماه و همچنین ۱۶ اسفندماه سال ۱۳۹۷ کلاس‌های کمتر از ۰/۱۵ - ۰/۱۱ بیش‌تر از ۶۸/۷۵ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته و روند آن‌ها در حال افزایش است. بررسی این نتایج در تاریخ‌های یکم فروردین‌ماه و ۲۴ اردیبهشت سال ۱۳۹۸ نشان داد که بیشترین درصد مساحت محدوده مورد مطالعه همچنان در کلاس‌های کمتر از ۰/۱۵ - ۰/۱۱ است که مجموع این مساحت‌ها بیشتر از ۷۶/۱۳ درصد از منطقه است که در حال کاهش بوده است. در این تاریخ‌ها روند کلاس‌های بیشتر از ۰/۲ - ۰/۱۵ افزایشی بوده است. بررسی تغییرات NDVI نشان داد که در تاریخ‌های ۱۲، ۳۰ بهمن و ۱۶ اسفندماه سال ۱۳۹۷ بیشترین درصد مساحت این محدوده را کلاس‌های کم‌تر از ۰/۳ - ۰/۲ در بر گرفته که مجموع مساحت‌های آن‌ها ۷۱/۸۱ درصد است که در حال افزایش بوده است. در سال ۱۳۹۸، تاریخ‌های یکم فروردین‌ماه و ۲۴ اردیبهشت بیشترین درصد مساحت محدوده مورد مطالعه همچنان در کلاس‌های کم‌تر از ۰/۳ - ۰/۲ بوده و بیش‌تر از ۸۲/۵۴ درصد منطقه مورد مطالعه را شامل شده است که روند این کلاس‌ها کاهشی است. این در حالی است که در این تاریخ‌ها روند کلاس‌های بیشتر از ۰/۵ - ۰/۲ افزایشی است. به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که با استفاده از شاخص‌های سنجش از راه دور حاصل از تصاویر ماهواره لندست می‌توان مخاطرات طبیعی مانند سیلاب را به خوبی و با دقت بالا پایش کرد و اطلاعات حاصل از این مطالعات را در امور مطالعاتی و تصمیم‌گیری با اطمینان کافی لحاظ نمود.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور، سیلاب، MNDWI، NDVI، ماهواره لندست

استناد: اسکندری دامنه، ه.، برخوردار، س.، اژدری، ز.، ناوکی، ع.، اسکندری دامنه، ح.؛ و خسروی، ح. (۱۴۰۲). پایش تغییرات مکانی و زمانی سیلاب و پهنه‌های آبی با استفاده از شاخص‌های مستخرج از ماهواره لندست (مطالعه موردی: جنوب غرب ایران). مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز (۳)، ۴۹-۶۲.

### حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به صورت آزاد در وبسایت نشریه برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

## مقدمه

طلغیان آب‌های سطحی به‌عنوان سیل یکی از شایع‌ترین و مخرب‌ترین مخاطرات طبیعی است که زندگی انسان‌ها را به‌شدت تحت تأثیر قرار داده و مشکلات اقتصادی زیادی را در سراسر جهان ایجاد می‌کند؛ بنابراین، پایش دقیق رویدادهای سیل برای به دست آوردن اطلاعات دقیق در مورد علل و راه‌حل‌های مقابله با این پدیده مخرب ضروری است (Samela et al., 2020; Goffi et al., 2022). اولین دغدغه در طرح‌های مدیریت سیل، تهیه یک نقشه از محدوده آن است؛ زیرا پیامدهای قابل توجهی در محدوده سیل‌زده، تالاب‌ها، مدیریت بلایا، تنوع زیستی، تغییرات اقلیمی و مدیریت منابع آب دارد (Huang et al., 2018; Jawak et al., 2015). روش‌های سنتی پایش آب‌های سطحی عمدتاً به بررسی‌های میدانی یا بر اساس ایستگاه‌های اندازه‌گیری، تأسیس شده متکی می‌باشند. اگرچه دقت داده‌های به‌دست‌آمده از این روش بالا است، اما کار وقت‌گیر با راندمان پایینی است. علاوه بر این، دسترسی به بسیاری از پهنه‌های آبی سخت بوده زیرا این پهنه‌ها در مکان‌های دورافتاده و ناهموار قرار دارند و تنها داده‌هایی از نقاط محدود در سری‌های زمانی ناقص به دست می‌آیند (Ogilvie et al., 2018). اخیراً، با گسترش و توسعه علم سنجش‌از‌دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی راه‌های بهتری برای پایش پهنه‌های آبی در بازه زمانی طولانی‌مدت فراهم‌شده است (Albertini et al., 2022). در حال حاضر، تصاویر چند طیفی به‌دست‌آمده توسط ماهواره‌های MODIS، Landsat و Sentinel-2 رایج‌ترین منابع داده برای استخراج و بررسی پهنه‌های آبی می‌باشند. با توجه به وضوح مکانی، آرشو داده‌ها، هزینه، نسبت سیگنال به نویز، تصاویر ماهواره لندست یکی از پرکاربردترین و باکیفیت‌ترین منابع داده و با بهترین عملکرد را در اختیار کاربران قرار می‌دهد (Liu et al., 2023).

(Savari et al., 2023; Savari et al., 2022).

در طول چند سال گذشته، روش‌های مختلفی برای شناسایی پهنه‌های آبی و نقشه‌برداری مناطق سیل‌زده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ارائه شده است. این روش‌ها بیشتر بر پایه استخراج شاخص‌های مختلف از داده‌های چندطیفی بنا شده‌اند. به‌طور کلی دو رویکرد برای به دست آوردن این شاخص‌ها وجود دارد که به رویکرد تک‌باند و چندباند تقسیم می‌شوند. رویکرد تک‌باندی معمولاً با استفاده از باند مادون قرمز نزدیک (NIR<sup>۱</sup>)، پهنه‌های آبی را از سطوح دیگر متمایز می‌کند. دومین رویکرد، روش چندباندی است که برای نقشه‌برداری از پهنه‌های آبی در حوضه‌های مختلف از جمله حوضه‌هایی که دارای داده ناقص هستند، قابل استفاده است (Masocha et al., 2018). این شاخص‌های به‌دست‌آمده از سنجش‌از‌دور چندطیفی اجازه می‌دهند تا مناطق سیل‌زده و بدنه‌های آبی به سرعت و به‌طور مؤثر شناسایی شوند. از این شاخص‌ها می‌توان شاخص نرمالیزه شده آب (NDWI<sup>۲</sup>) (Xu, 2006)، شاخص استخراج خودکار آب (AWEI<sup>۳</sup>) (Feyisa et al., 2014)، شاخص اصلاح شده نرمالیزه شده آب (MNDWI<sup>۴</sup>) و شاخص نرمالیزه شده رطوبت (NDMI<sup>۵</sup>) را نام برد (Gang et al., 2012).

مطالعات مختلف بیان داشتند که داده‌های ماهواره لندست برای پایش تغییرات مکانی-زمانی بلندمدت پهنه‌های آبی و مناطق سیل‌زده، شکل و مورفولوژی رودخانه مناسب می‌باشند (Cavallo et al., 2022; Boothroyd et al., 2021). Henshaw و همکاران در سال ۲۰۱۳ از آرشو داده‌های ماهواره لندست برای تعیین روندهای مکانی-زمانی وسعت پوشش گیاهی و تغییرات شش مکان مختلف در امتداد رودخانه تالیامنتو در شمال شرقی ایتالیا استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها بیان داشت که با استفاده از شاخص طیفی MNDWI حاصل از تصاویر ماهواره لندست

۱. Near Infrared Red

۲. Normalized difference vegetation index

۳. Automated Water Extraction Index

۴. Modified Normalized Difference Water Index

۵. Normalized Difference Moisture Index

۶. Normalized Difference Vegetation Index

به‌خوبی می‌توان تغییرات رودخانه تالیامنتو و هم‌چنین با استفاده از NDVI، تغییرات مکانی-زمانی پوشش گیاهی را در طول این رودخانه مورد سنجش و بررسی قرارداد.

Rokni و همکاران در سال ۲۰۱۴ در پژوهش خود با استفاده از تصاویر چند زمانی لندست ۵، ۷ و سنجنده OLI لندست ۸ تغییرات مکانی و زمانی دریاچه ارومیه را در دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۳ مدل‌سازی کردند. برای این مدل‌سازی از شاخص‌های NDWI، MNDWI، WRI و NDVI که از تصاویر ماهواره‌ای لندست استخراج شد، استفاده کردند. از بین شاخص‌های مورد استفاده، MNDWI مناسب‌تر بود و برای مدل‌سازی تغییرات مکانی و زمانی دریاچه استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که مساحت دریاچه ارومیه در بازه زمانی ۲۰۱۳-۲۰۰۰ شدیداً کاهش یافته است، مخصوصاً بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ که دریاچه در مقایسه با سال ۲۰۰۰ حدود یک سوم مساحت خود را از دست داده است.

Eskandari Damaneh و همکاران در سال ۲۰۲۰ برای بررسی تغییرات کاربری دریاچه ارومیه بیان داشتند که دو شاخص کمکی NDVI و NDWI به ترتیب برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی و تغییرات بستر آبی دریاچه ارومیه مناسب می‌باشند. بر اساس نتایج این تحقیق در طول بازه زمانی ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷ پوشش گیاهی اطراف دریاچه ارومیه روند افزایشی داشته، این در حالی است که بستر آبی این دریاچه کاهش محسوسی داشته است.

Talukdar و Pal در سال ۲۰۲۰ در مدل‌سازی تغییرات رودخانه پوناربها با هند و بنگلادش با استفاده از NDWI بیان داشتند که مقدار NDWI در ۳۷/۸۷ درصد از منطقه کاهش یافته بوده که ۴۰/۲۶ کیلومتر مربع آن در مناطق کم‌عمق بوده است. Boothroyd و همکاران در سال ۲۰۲۱ از شاخص‌های مشتق شده از تصاویر چندطیفی ماهواره لندست در بازه زمانی ۱۹۸۸-۲۰۱۸ استفاده کردند، نتایج آن‌ها بیان داشت که به ترتیب شاخص‌های MNDWI و NDVI می‌توانند به‌خوبی بستر آبی و پوشش گیاهی را تفکیک

کنند.

Ashok و همکاران در سال ۲۰۲۱ با استفاده از شاخص‌های حاصل از تصاویر لندست ۷ و ۸ تغییرات فصلی بستر آبی تالاب رنوکا برای دوره ۲۰۱۹-۱۹۸۴ مورد مطالعه قراردادند. نتایج تحقیق آن‌ها ضمن تأیید کارایی مناسب شاخص‌های به‌دست‌آمده از این تصاویر برای بررسی تغییرات بستر تالاب رنوکا، روند تغییرات این دریاچه را در فصول مختلف در واحد زمان و مکان به‌خوبی نشان می‌دهد.

با توجه به بررسی منابع بالا و بررسی انجام‌شده، شاخص‌های طیفی دقت کافی را برای بررسی عوارض سطح زمین را دارند. از طرفی دیگر تحقیقی که به‌خوبی روند تغییرات سیل مناطق جنوب غربی ایران را با استفاده از این شاخص‌ها مورد بررسی قرار دهد، انجام نشده است؛ لذا این تحقیق با هدف بررسی روند تغییرات پهنه‌های آبی و مناطق سیل‌زده سال آبی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ جنوب غربی ایران که شامل قسمت‌های جنوبی استان ایلام و قسمت‌های جنوب و جنوب غربی استان خوزستان است، انجام شده است. در راستای رسیدن به این هدف و با توجه به شرایط پوشش زمین از پرکاربردترین شاخص‌های چندطیفی مانند شاخص اصلاح‌شده آب تفاضلی نرمال شده MNDWI و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی NDVI حاصل از تصاویر ماهواره لندست ۸ در دوره زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸ استفاده شد.

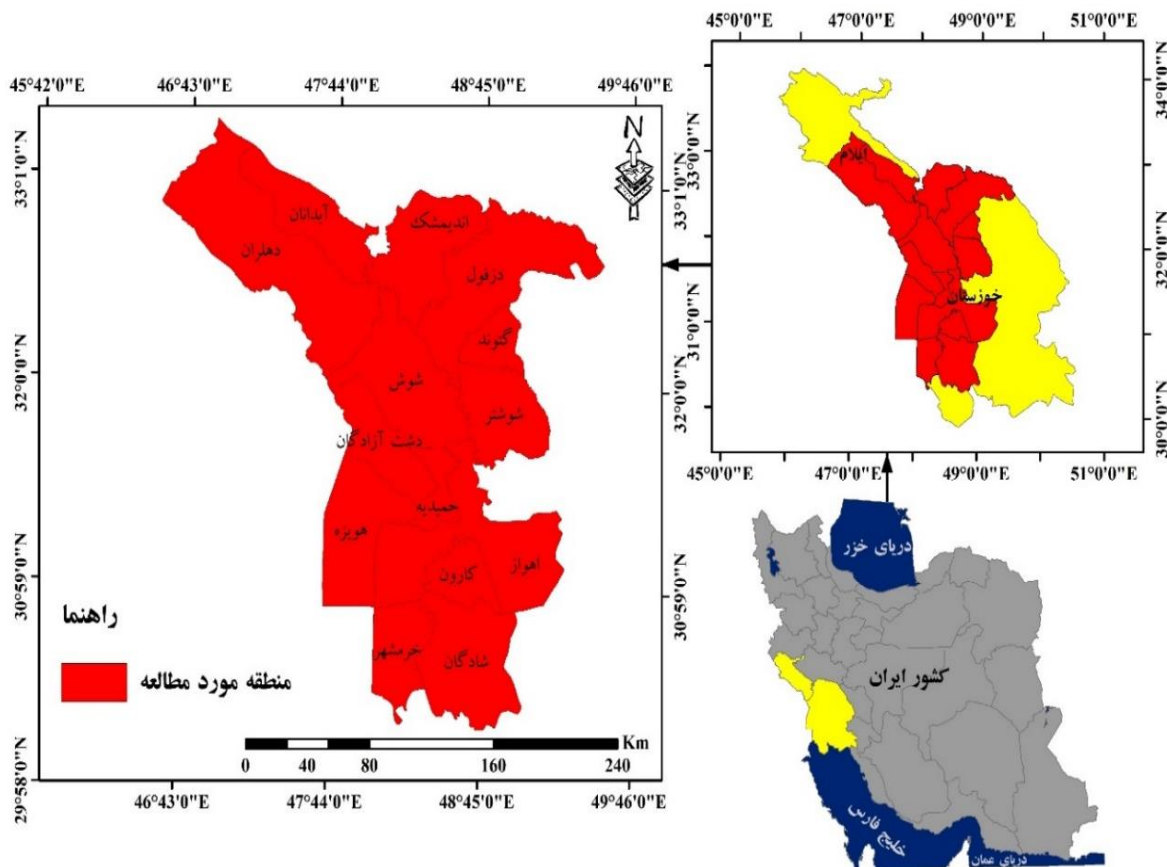
#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه جنوب غربی کشور ایران که شامل بخش جنوبی از استان ایلام که قسمت‌های جنوبی شهرستان‌های آبدانان و دهلران، قسمتی‌های از استان خوزستان که شامل شهرستان‌های اندیمشک، دزفول، گتوند، شوش، شوشتر، دشت آزادگان، حمیدیه، اهواز، هویزه، کارون، شادگان و خرم‌شهر است. این مناطق در محدوده "۴۵°۴۲' تا "۴۹°۴۶' طول شرقی و "۲۹°۵۸' تا "۳۳°۱۰' عرض شمالی واقع شده است. این مناطق شامل دو رود اصلی کرخه و کارون است

دومارتن، در طبقه‌بندی اقلیمی خشک، نیمه‌خشک و نیمه مرطوب قرار می‌گیرد (Rajabizadeh *et al.*, 2019). موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور ایران و استان‌های ایلام و خوزستان در شکل ۱ نشان داده شده است.

که حجم زیادی از آب‌های حوضه‌های بالادست توسط این دو رود از کوه‌های زاگرس به سمت تالاب هورالعظیم در هویزه و خرمشهر واقع در مرز ایران و عراق وارد می‌شود. متوسط بارش سالانه این منطقه ۲۸۵ میلی‌متر است که بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی



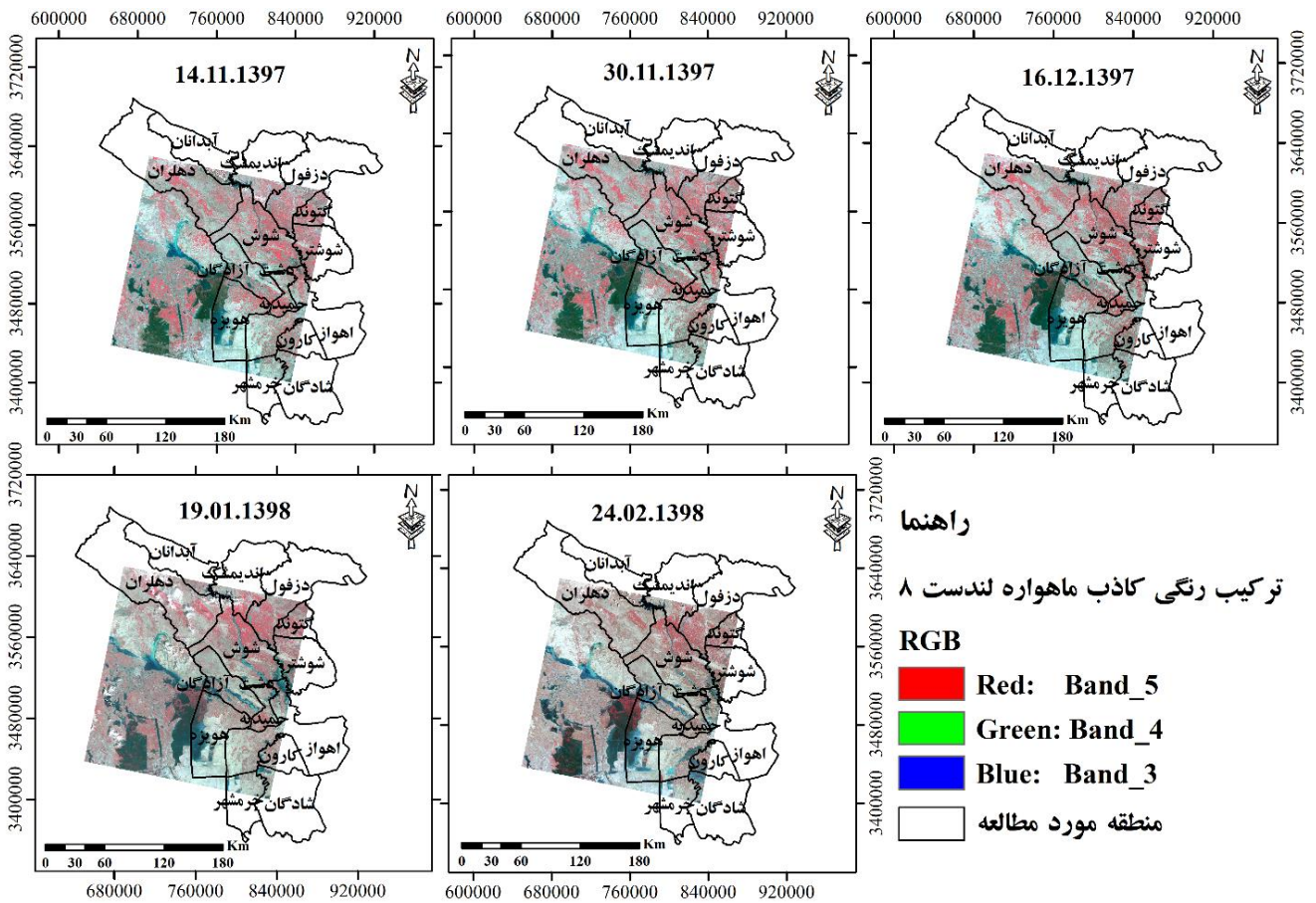
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان‌های ایلام و خوزستان  
Figure 1- Location of the study area in Iran and Ilam and Khuzestan provinces

دریافت و برای پیش‌پردازش و پردازش‌های لازم آماده شد. (Eskandari Damaneh *et al.*, 2022a; Eskandari Damaneh *et al.*, 2021). پس از اعمال تصحیحات رادیومتریک و اتم‌سفری نقشه بسترهای آبی و پوشش گیاهی به ترتیب شاخص‌های MNDWI و NDVI برای سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۷ با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شد (Rugel *et al.*, 2017; Eskandari Damaneh *et al.*, 2019; Abutaleb *et al.*, 2015; Arekhi *et al.*, 2019).

### روش تحقیق

#### داده‌های ماهواره‌ای و پردازش‌ها

در این پژوهش برای بررسی سیل سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷، در دوره زمانی سه ماه اسفند، فروردین و اردیبهشت (ژانویه، فوریه و مارس ۲۰۱۹) از تصاویر ماهواره لندست ۸ استفاده شد (شکل ۲، جدول ۱). همچنین برای تجزیه و تحلیل این داده‌ها از نرم‌افزارهای Arc GIS 10.8، QGIS 3.28 و Excel استفاده گردید. این داده‌های چندطیفی از سایت زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا (earthexplorer.usgs.gov)



شکل ۲- تصاویر ماهواره لندست ۸ از منطقه مورد مطالعه در تاریخ‌های مورد نظر  
Figure 2- Landsat 8 satellite images of the study area on the desired dates

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای

Table 1- Specifications of the satellite images

تاریخ میلادی	تاریخ خورشیدی	ماهواره	سنجنده	گذر / ردیف	قدرت تفکیک مکانی (متر)
02.03.2019	14.11.1397	لندست 8	OLI	166.38	30
02.19.2019	30.11.1397	لندست 8	OLI	166.38	30
03.07.2019	16.12.1397	لندست 8	OLI	166.38	30
04.08.2019	19.01.1398	لندست 8	OLI	166.38	30
05.14.2019	24.02.1398	لندست 8	OLI	166.38	30

جدول ۲- کلاس‌بندی شاخص‌های MNDVI و NDVI

Table 2- Classification of MNDVI and NDVI indices

کلاس شاخص	MNDVI	NDVI
1	0.058>	0.1>
2	0.058-0.11	0.1-0.2
3	0.11-0.15	0.2-0.3
4	0.15-0.2	0.3-0.4
5	0.2<	0.4-0.5

و ۴ نشان داده شده است. بر اساس شکل ۳، بیشترین مقادیر MNDWI در سال ۱۳۹۷ مربوط به تاریخ ۱۲ اسفندماه بوده که از لحاظ مکانی بیشترین مقدار آن در قسمت‌های شمالی و مرکزی منطقه مورد مطالعه دیده شده است؛ اما در سال ۱۳۹۸ بیشترین مقدار این شاخص که در تاریخ ۱۹ فروردین است، مربوط به قسمت‌های جنوبی تا جنوب غربی منطقه بوده است. بررسی تغییرات MNDWI در جدول ۳ نشان می‌دهد که در دوره زمانی سال ۱۳۹۷ تا ۱۹ فروردین سال ۱۳۹۸، مقادیر متوسط MNDWI در حال افزایش است، به طوری که مقدار متوسط MNDWI از ۰/۴۳ در تاریخ ۱۴ اسفند ۱۳۹۷ به ۰/۷ در تاریخ ۱۹ فروردین ۱۳۹۸ رسیده است.

$$MNDW = \frac{GREEN - SWR1}{GREEN + SWR1} \quad (1)$$

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad (2)$$

در این رابطه‌ها  $NIR^1$  = باند مادون قرمز،  $R^2$  = باند قرمز و  $SWR1^3$  = باند قرمز نزدیک می‌باشند. مقدار این دو شاخص بین ۱- و ۱+ است که مقادیر مثبت و منفی آن‌ها به ترتیب نشان‌دهنده مقادیر حداکثر و حداقل این شاخص می‌باشند (Eskandari Damaneh et al., 2022b). در این مطالعه شاخص‌های MNDWI و NDVI در ۵ کلاس بر مبنای دامنه یکسان طبقه‌بندی شدند (جدول ۳).

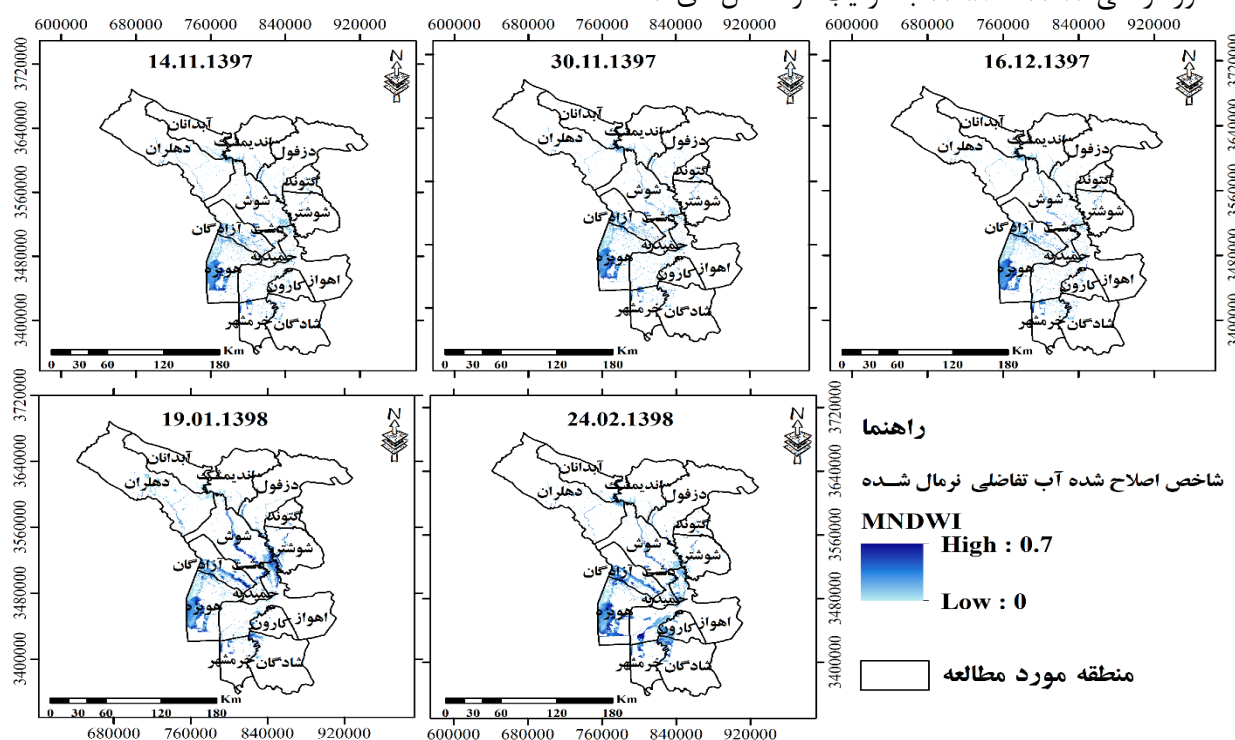
### نتایج

#### تغییرات مکانی و زمانی MNDWI و NDVI در دوره

زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸

#### الگوی تغییرات مکانی و زمانی MNDWI و NDVI در

دوره زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸ به ترتیب در شکل‌های ۳



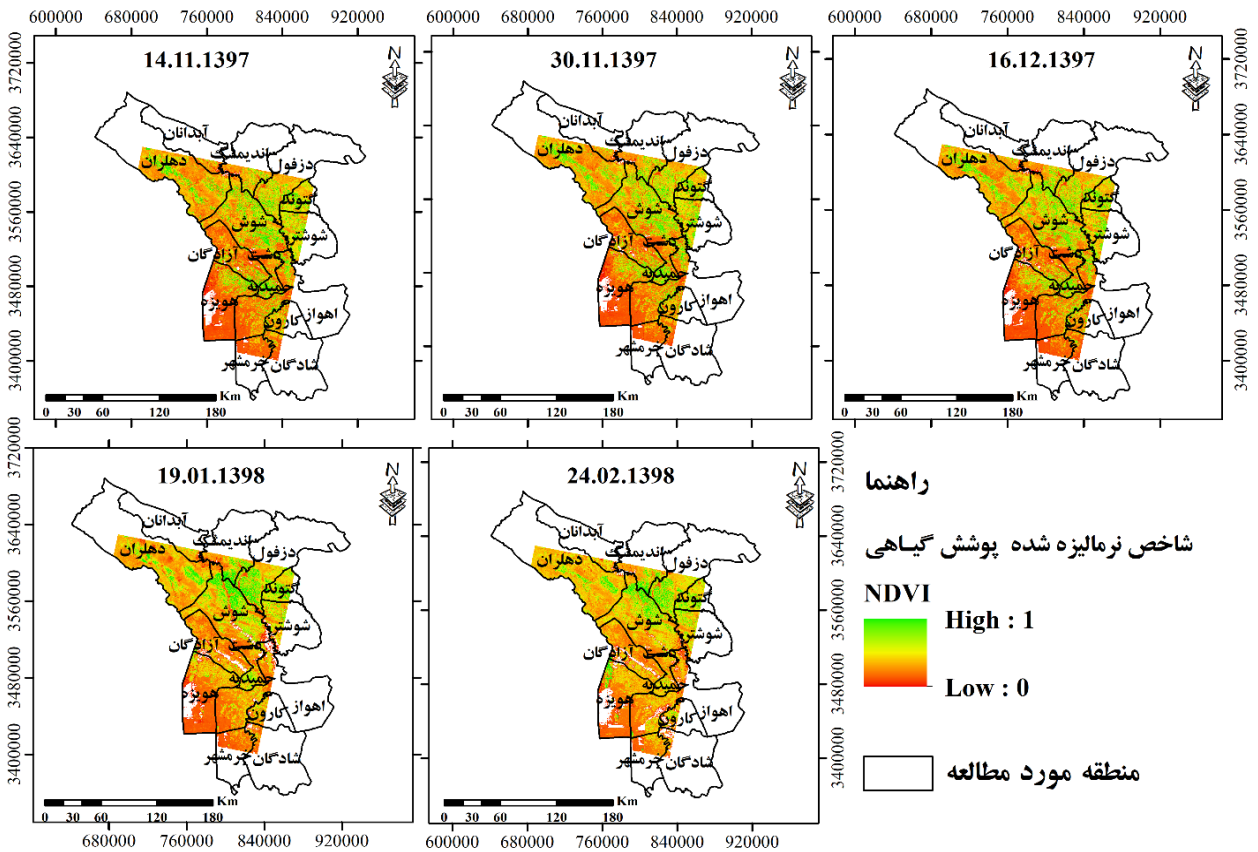
شکل ۳- نقشه تغییرات MNDWI در دوره زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸

Figure 3- Map of MNDWI changes in the period 2019

1. Near Infrared Red (NIR)
2. Red
3. Short-Wave infrared (SWIR)

NDVI در جدول ۳ نشان می‌دهد که مقادیر NDVI تا سال ۱۳۹۸ کاهش یافته، به گونه‌ای که در تاریخ ۱۴ اسفند ۱۳۹۷ مقدار متوسط این شاخص ۰/۱۹ بود که در تاریخ ۱۹ فروردین ۱۳۹۸ به ۰/۱۵ رسید.

الگوی تغییرات مکانی و زمانی NDVI در بازه زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸ در شکل ۴ نشان می‌دهد که حداکثر NDVI متعلق به قسمت‌های مرکزی تا شمالی منطقه مورد مطالعه بوده است. روند تغییرات MNDWI و NDVI نیز تقریباً عکس یکدیگرند. بررسی تغییرات



شکل ۴- نقشه تغییرات NDVI در دوره زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸

Figure 4- Map of NDVI changes in the period 2019

جدول ۳- تغییرات NDVI و MNDWI در دوره زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸

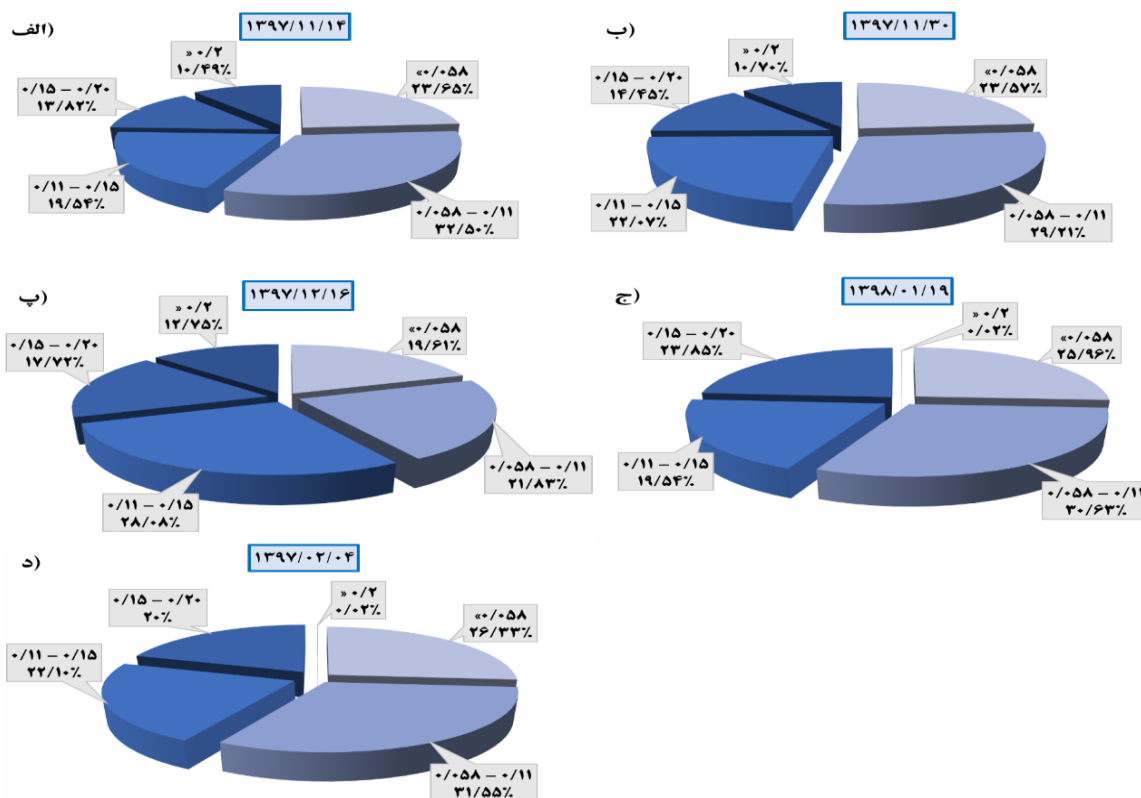
Table 3- Changes in the MNDWI and NDVI in the 2019

NDVI				MNDWI				تاریخ
انحراف استاندارد	حداکثر	متوسط	حداقل	انحراف استاندارد	حداکثر	متوسط	حداقل	
0.1	1	0.19	0	0.061	0.43	0/11	0	14.11.1397
0.12	0.83	0.18	0	0.07	0.52	0.12	0	30.11.1397
0.17	0.7	0.18	0	0.064	0.55	0.13	0	16.12.1397
0.09	0.58	0.15	0	0.07	0.7	0.135	0	19.01.1398
0.06	0.5	0.11	0	0.062	0.62	0.11	0	24.02.1398

تغییرات طبقات NDVI و MNDWI

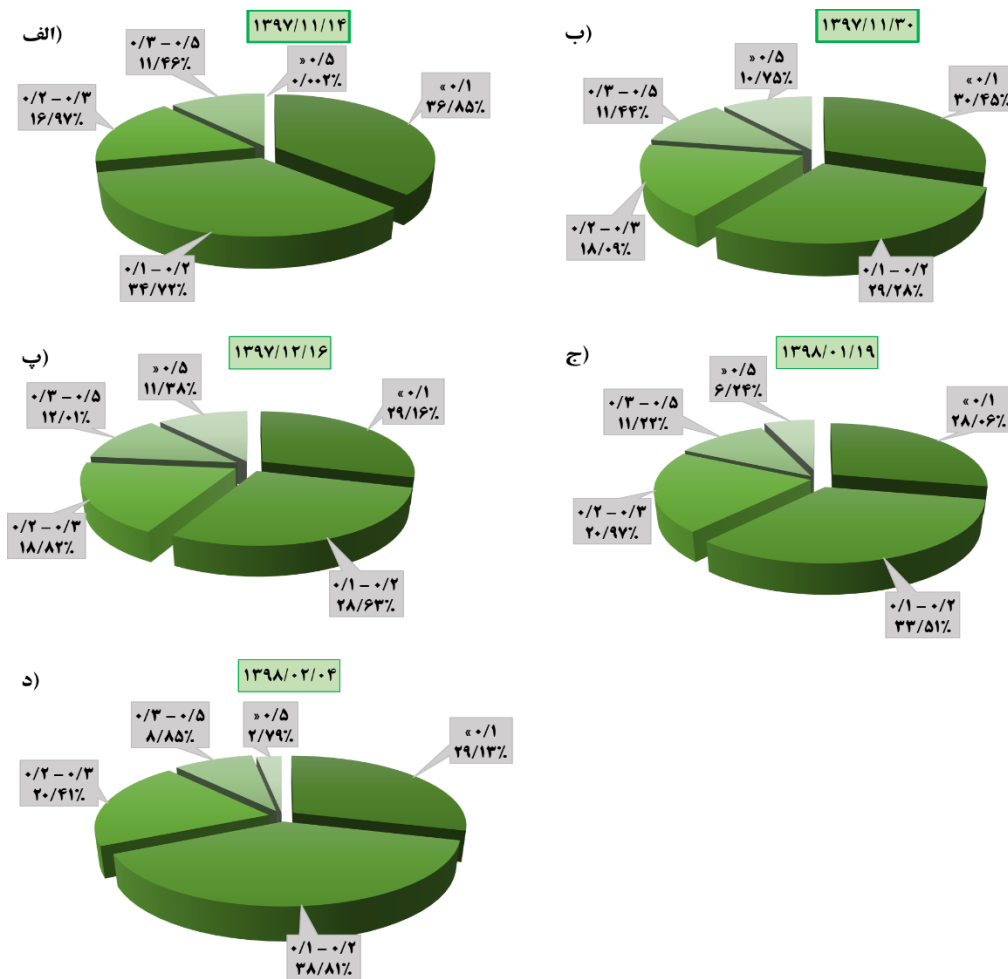
بررسی تغییرات MNDWI و NDVI در طبقات مختلف به ترتیب در شکل ۵ و ۶ نشان داده شده است. بررسی MNDWI در شکل ۵ نشان داد که در تاریخ‌های ۱۲ و ۳۰ بهمن‌ماه و همچنین ۱۶ اسفندماه سال ۱۳۹۷ کلاس‌های کم‌تر از ۰/۱۵-۰/۱۱ بیشترین سطح از محدوده مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است که بیشتر از ۶۸/۷۵ درصد از مساحت این محدوده است و روند آن‌ها در حال افزایش است. از طرفی دیگر در تاریخ‌های ذکر شده کلاس‌های بیشتر از ۰/۱۵-۰/۲ مساحتی بیشتر از ۲۴/۳۲ درصد از منطقه را شامل می‌شوند و این کلاس‌ها در حال کاهش می‌باشند. بر اساس شکل ۵ در سال ۱۳۹۸ تاریخ‌های یکم فروردین‌ماه و ۲۴ اردیبهشت در صد مساحت محدوده مورد مطالعه همچنان در کلاس‌های کمتر از ۰/۱۵-۰/۱۱ است که مجموع این مساحت‌ها بیشتر از ۷۶/۱۳ درصد از منطقه است که در حال کاهش بوده‌اند. در این تاریخ‌ها کلاس‌های بیشتر از

۰/۲-۰/۱۵ بیشتر از ۲۰/۰۳ درصد از منطقه مورد مطالعه است که این کلاس‌ها روند افزایشی را طی نموده‌اند. بررسی تغییرات NDVI در شکل ۶ نشان داد که تاریخ‌های ۱۲، ۳۰، بهمن و ۱۶ اسفندماه سال ۱۳۹۷ بیشترین مساحت محدوده مورد مطالعه را کلاس‌های کم‌تر از ۰/۳-۰/۲ در بر گرفته که مجموع مساحت‌های آن‌ها ۷۱/۸۱ درصد است که در حال افزایش بوده است. همچنین در این تاریخ‌ها کلاس‌های بیشتر از ۰/۵-۰/۳ بیش از ۱۱/۴۶ درصد از منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شوند و این کلاس‌ها در حال کاهش می‌باشند. بر اساس این شکل در سال ۱۳۹۸ در تاریخ‌های یکم فروردین‌ماه و ۲۴ اردیبهشت بیشترین درصد مساحت محدوده مورد مطالعه را همچنان کلاس‌های کم‌تر از ۰/۳-۰/۲ در بر گرفته که مجموع این مساحت‌ها بیش‌تر از ۸۲/۵۴ درصد بوده که در حال کاهش است. این در حالی است که در این تاریخ‌ها کلاس‌های بیشتر از ۰/۵-۰/۲ بیش از ۱۱/۶۴ درصد از منطقه مورد مطالعه است که این کلاس‌ها در حال افزایش بوده‌اند.



شکل ۵- درصد تغییرات کلاس MNDWI در تاریخ‌های الف) ۱۳۹۸/۱۱/۱۴، ب) ۱۳۹۸/۱۱/۳۰، پ) ۱۳۹۷/۱۲/۱۶، ج) ۱۳۹۸/۰۱/۱۹ و د) ۱۳۹۷/۰۲/۰۴

Figure 5- The percentage of MNDWI class changes on the dates a) 02/03/2019, b) 02/19/2019, c) 03/07/2019, d) 04/08/2019 and 05/14/2019



شکل ۶ - درصد تغییرات کلاس NDVI در تاریخ‌های الف) ۱۳۹۸/۱۱/۱۴، ب) ۱۳۹۸/۱۱/۳۰، پ) ۱۳۹۷/۱۲/۱۶، ج) ۱۳۹۸/۰۱/۱۹ و د) ۱۳۹۸/۰۲/۲۴

Figure 6- The percentage of NDVI class changes on dates a) 02/03/2019, b) 02/19/2019, c) 03/07/2019, d) 04/08/2019 and 05/14/2019

ماه‌های بهمن و اسفند سال ۱۳۹۷ بیشترین مقدار این شاخص در قسمت‌های شمالی و مرکزی منطقه مورد مطالعه بوده، این در حالی است که در ماه فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۹۸ بیشترین مقدار این شاخص در قسمت‌های جنوبی و جنوب غربی استان خوزستان دیده شده است. مطالعات نشان داده که بارش‌های سنگین انتهایی سال ۱۳۹۷ و ماه‌های ابتدایی سال ۱۳۹۸ باعث به وجود آوردن سیلاب‌های شدیدی در نقاط مختلف کشور به خصوص استان‌های لرستان، ایلام و خوزستان شده است. مطالعه Moradi Nejad و Tarkarani در سال ۲۰۱۹ نشان

### بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه برای بررسی روند تغییرات سیلاب جنوب غربی کشور ایران که شامل قسمت‌های جنوبی استان ایلام و قسمت‌های شمالی تا جنوب غربی استان خوزستان از تصاویر چندطیفی ماهواره لندست ۸ برای ماه‌های بهمن و اسفند سال ۱۳۹۷ و ماه‌های فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۹۸ استفاده گردید. در این راستا از MNDWI برای بررسی تغییرات بسترهای آبی و از NDVI برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی استفاده گردید. روند تغییرات مکانی و زمانی MNDWI در این بازه زمانی نشان می‌دهد که در

آب‌گرفتی مناطق مسکونی، تأسیسات و زمین‌های کشاورزی می‌شود. در منطقه مورد مطالعه این پژوهش عواملی مانند توزیع غیریکنواخت مکانی و زمانی بارندگی، استفاده نادرست و غیراصولی از زمین، تغییرات کاربری اراضی و استفاده بیش‌ازحد از طبیعت باعث شده تا حجم زیادی از آب بدون تغذیه سفره آب زیرزمینی در سطح زمین جاری شود. در پی این جاری شدن آب و عدم توانایی در کنترل آن، حجم زیادی از آب از کنترل خارج شده و باعث تخریب اراضی و خسارت مالی و جانی در مناطق پایین دست شود.

بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان بیان کرد که با استفاده از MNDWI و NDVI حاصل از تصاویر ماهواره لندست به خوبی می‌توان بسترهای آبی و مناطق آبیگری شده حاصل از مخاطرات طبیعی مانند سیلاب، بررسی تغییرات تالاب‌ها از جمله آبیگری و خشک شدن آن‌ها و همچنین تغییرات پوشش گیاهی مناطق مختلف را با دقت بالا پایش کرد. همچنین با توجه به اطلاعات حاصل از رصد تغییرات سیلاب و بسترهای آبی در گذر زمان، اقدامات مدیریتی از جمله محل‌های استراتژیکی برای کمک به افراد در زمان اتفاق این حادثه در نظر گرفت و متناسب با زمان مکان قبل از وقوع این پدیده مخرب؛ کارهای آبخیزداری از جمله سازه‌های مکانیکی و اقدامات بیولوژیکی را در بالادست انجام داد. از آنجایی که در این پژوهش برای بررسی روند تغییرات سیلاب از تصاویر ماهواره لندست ۸ استفاده شده است، پیشنهاد می‌گردد که برای بررسی دقیق‌تر از تصاویر سایر ماهواره‌ها از جمله داده‌های راداری ماهواره سنتینل ۱ و تصاویر چندطیفی سنتینل ۲ که تصویربرداری آن‌ها در بازه زمانی کوتاه‌تر و تفکیک مکانی بهتری (حداقل ۱۰ متر) نسبت به لندست می‌باشند، استفاده نمود.

دادند که به دلیل بارش‌های سنگین ۳ تا ۱۱ فرودین سال ۱۳۹۸ در استان لرستان، سیلاب‌های متوالی رخ داده در این استان است. در پی این بارش‌های شدید تعدادی از شهرهای این استان از جمله پلدختر، نورآباد، خرم‌آباد و دوره چگنی در محاصره آب قرار گرفتند. در اثر این سیلاب‌ها خسارات زیادی به بخش کشاورزی و مناطق مسکونی این مناطق سیل‌زده وارد کرده است.

مطالعه Rajabizadeh و همکاران در سال ۲۰۱۹ بیان داشت که در سال آبی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ بارندگی بی‌سابقه در سطح کشور به خصوص استان خوزستان باعث پر آب شدن سدها و آب‌گرفتی بسیاری از روستا شد. به طوری که از ابتدای اسفندماه سال ۱۳۹۷ تا پایان فروردین‌ماه سال ۱۳۹۸ حدود ۷۹۱۹ میلیون مترمکعب آب وارد سد کرخه شده که بیش از ۵۰ درصد از این آب از آن خارج شده است. همچنین سایر سدهای این استان در این بازه زمانی تقریباً پر از آب بوده‌اند. در حالی که این بارش‌ها در فصلی است که پوشش گیاهی در این منطقه در وضعیت مناسب بوده به طوری که بر اساس نتایج پژوهش حاضر کلاس‌های بالای ۰/۳ شاخص پوشش گیاهی NDVI در بازه زمانی اسفندماه ۱۳۹۷ و فروردین‌ماه ۱۳۹۸ به ترتیب بیش از ۴۲ و ۳۸ درصد از منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته است و از طرفی دیگر روند مقدار متوسط این شاخص کاهش یافته که نشان‌دهنده کاهش پوشش گیاهی متناسب با تغییرات فصل رشد در این منطقه بوده است. با توجه به اینکه قسمت‌های جنوبی استان خوزستان ارتفاع کم‌تری نسبت به مناطق شمالی و شمال غربی این استان دارد، آب‌های بالادست به سوی این مناطق سرازیر می‌شود. در این صورت حتی اگر پوشش گیاهی مناسب باشد باعث دریافت حجم زیاد و غیرمنتظره آب در این مناطق شده که خود باعث

## References

Abutaleb, K., Ngie, A., Darwish, A., Ahmed, M., Arafat, S. & Ahmed, F. (2015). Assessment of urban heat island using

remotely sensed imagery over Greater Cairo, Egypt. *Advances in Remote Sensing*, 4(01), 35-47.

- Albertini, C., Gioia, A., Iacobellis, V. & Manfreda, S. (2022). Detection of Surface Water and Floods with Multispectral Satellites. *Remote Sensing*, 14(23), 6005.
- Arekhi, M., Goksel, C., Balik Sanli, F. & Senel, G. (2019). Comparative evaluation of the spectral and spatial consistency of Sentinel-2 and Landsat-8 OLI data for Igneada longos forest. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 8(2), 56.
- Ashok, A., Rani, H. P. & Jayakumar, K. V. (2021). Monitoring of dynamic wetland changes using NDVI and NDWI based landsat imagery. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 23, 100547.
- Boothroyd, R. J., Nones, M. & Guerrero, M. (2021). Deriving planform morphology and vegetation coverage from remote sensing to support river management applications. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 657354.
- Cavallo, C., Nones, M., Papa, M. N., Gargiulo, M. & Ruello, G. (2022). Monitoring the morphological evolution of a reach of the Italian Po River using multispectral satellite imagery and stage data. *Geocarto International*, 37(25), 8579-8601.
- Eskandari Damaneh, H., Eskandari Damaneh, H., Khosravi, H. & Gholami, H. (2019). Analysis and monitoring of drought using NDVI index (Case study: the west basin of Jaz Murian wetland). *Rangeland*, 13(3), 461-475. (In Persian)
- Eskandari Damaneh, H., Gholami, H., Khosravi, H., Mahdavi Najafabadi, R., Khorani, A. & Li, G. (2020). Modeling Spatial and Temporal Changes in Land-Uses and Land Cover of the Urmia Lake Basin Applying Cellular Automata and Markov Chain. *Geography and Environmental Sustainability*, 10(2), 57-72. (In Persian)
- Eskandari Damaneh, H., Khosravi, H., Habashi, K., Eskandari Damaneh, H. & Tiefenbacher, J. P. (2022b). The impact of land use and land cover changes on soil erosion in western Iran. *Natural Hazards*, 110, 2185-2205.
- Eskandari Damaneh, H., Zehtabian, G., Khosravi, H., Azarnivan, H. & Barati, A. (2022a). Investigating the Influence of Drought on Trend of Vegetation Changes in Arid and Semiarid Regions, Using Remote Sensing Technique: A Case Study of Hormozgan province). *Desert Ecosystem Engineering*, 9(28), 13-28. (In Persian)
- Feyisa, G. L., Meilby, H., Fensholt, R. & Proud, S. R. (2014). Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote sensing of environment*, 140, 23-35.
- Gang, W. & Dong-sheng, G. U. A. N. (2012). Effects of vegetation cover and normalized difference moisture index on thermal landscape pattern: A case study of Guangzhou, South China. *Yingyong Shengtai Xuebao*, 23(9), 2429-2436.
- Goffi, A., Stroppiana, D., Brivio, P. A., Bordogna, G. & Boschetti, M. (2020). Towards an automated approach to map flooded areas from Sentinel-2 MSI data and soft integration of water spectral features. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 84, 101951.
- Henshaw, A. J., Gurnell, A. M., Bertoldi, W. & Drake, N. A. (2013). An assessment of the degree to which Landsat TM data can support the assessment of fluvial dynamics, as revealed by changes in vegetation extent and channel position, along a large river. *Geomorphology*, 202, 74-85.
- Huang, C., Chen, Y., Zhang, S. & Wu, J. (2018). Detecting, extracting, and monitoring surface water from space using optical sensors: A review. *Reviews of Geophysics*, 56(2), 333-360.
- Jawak, S.D., Kulkarni, K. & Luis, A.J., (2015). A review on extraction of lakes from remotely sensed optical satellite data with a special focus on cryospheric lakes. *Adv. Remote Sens*, 04 (03), 196-213.
- Liu, S., Wu, Y., Zhang, G., Lin, N. & Liu, Z. (2023). Comparing Water Indices for Landsat Data for Automated Surface Water Body Extraction under Complex Ground Background: A Case Study in Jilin Province. *Remote Sensing*, 15(6), 1678.
- Masocha, M., Dube, T., Makore, M., Shekede, M. D. & Funani, J. (2018). Surface water bodies mapping in Zimbabwe using landsat 8 OLI multispectral imagery: A comparison of multiple water

- indices. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts a/b/c*, 106, 63-67.
- Ogilvie, A., Belaud, G., Massuel, S., Mulligan, M., Le Goulven, P. & Calvez, R. (2018). Surface water monitoring in small water bodies: potential and limits of multi-sensor Landsat time series. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(8), 4349-4380.
- Ogilvie, A., Belaud, G., Massuel, S., Mulligan, M., Le Goulven, P., Malaterre, P. O. & Calvez, R. (2018). Combining Landsat observations with hydrological modelling for improved surface water monitoring of small lakes. *Journal of Hydrology*, 566, 109-121.
- Rajabizadeh, Y., Ayyoubzadeh, S. A. & Ghomeshi, M. (2019). Flood Survey of Khuzestan Province in 97-98 and Providing Solutions for its Control and Management in the Future. *Iranian journal of Ecohydrology*, 6(4), 1069-1084. (In Persian)
- Rokni, K., Ahmad, A., Selamat, A. & Hazini, S. (2014). Water feature extraction and change detection using multitemporal Landsat imagery. *Remote sensing*, 6(5), 4173-4189.
- Rugel, E. J., Henderson, S. B., Carpiano, R. M. & Brauer, M. (2017). Beyond the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): developing a natural space index for population-level health research. *Environmental research*. 159, 474-483.
- Samela, C., Coluzzi, R., Imbrenda, V., Manfreda, S. & Lanfredi, M. (2022). Satellite flood detection integrating hydrogeomorphic and spectral indices. *GIScience & Remote Sensing*, 59(1), 1997-2018.
- Savari, M., Damaneh, H. E. & Damaneh, H. E. (2022). Factors involved in the degradation of mangrove forests in Iran: A mixed study for the management of this ecosystem. *Journal for Nature Conservation*, 66, 126153.
- Savari, M., Damaneh, H. E. & Damaneh, H. E. (2023). Effective factors to increase rural households' resilience under drought conditions in Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 90, 103644.
- Talukdar, S. & Pal, S. (2020). Modeling flood plain wetland transformation in consequences of flow alteration in Punarbhaba river in India and Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, 261, 120767.
- Tarkarani, M & Moradi Nejhada, E. (2019). The Rise and Fall of the Dimensions of Social Capital in Disaster Management: The Case of April 2019 Water Flood in Lorestan. *iranian journal of social studies*, 13(2), 123-147. (In Persian)
- Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025-3033.