Kharazmi University

Spatial Analysis Environmental Hazards

**Online ISSN: 2588-5146**
**Homepage: https://khu.ac.ir**

# Analysis of the june (2024) flood in Ardabil Province with an emphasis on synoptic patterns

**Abdollah Faraji** [1] | **Nafiseh Rahimi** [2]✉

1. Department of Human Geography, Faculty of Geographical Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: abfaraji@znu.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Human Geography, Faculty of Geographical Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: rahimi.nafiseh2@gmail.com

## Article Info

**Article type:**
Research Article

**Article history:**
Received 05 May 2024
Accepted 19 October 2025
Published online 07 January 2025

**Keywords**:
Ardabil Province,
Radar Images,
June 2024,
Flood,
Synoptic Patterns.

## ABSTRACT

**Objective**: in recent decades, population growth, urbanization development, and change in land use have led flooding as one of the most destructive natural disasters in the world. Therefore, our goal is to identify flood areas and the synoptic patterns that lead to it, which are among the most important issues in preventing and reducing the effects of flooding and dealing with it.

**Methods**: In this study, in order to prepare a map of flooded areas, the extent of the floodwater that occurred in June (2024) in Ardabil province, were processed SAR radar images before and after the flood. Then, to identify synoptic patterns, daily maps of geopotential height at 500 hectopascals, sea level pressure at 1000 hectopascals, omega pressure at 500 hectopascals, and relative humidity at 700 hectopascals with a spatial resolution of 2.5 degrees in 2.5 degrees latitude were received and analyzed from the National Center for Environmental Prediction and the National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR) of the United States.

**Results**: The flood area study indicated that in the studied province, Bilehsavar city with an area of 593 hectares, Parsabad city with 505 hectares, Meshkin-shahr with 245 hectares, and Germi city with 192 hectares were flooded due to the waterlog. The analysis of the flood zones also showed that the largest volume of flood entering Ardabil Province during the studied period was related to the northern cities of the province, where the provision of all moisture conditions and instability at the full depth of the troposphere layer led to the occurrence of heavy flood-causing rainfall in these areas.

**Conclusions**: The results of this study indicate that the use of radar data, due to its outstanding capabilities, is a useful tool in detecting and continuously monitoring of floods. Therefore, by detecting flood-prone areas and synoptic conditions that produce floods, executive managers can make the best decisions to deal with possible future floods.

**Cite this article:** Faraji, A., & Rahimi, N. (2025). Analysis of the june (2025) flood in Ardabil Province with an emphasis on synoptic patterns. *Spatial Analysis Environmental Hazards*, 12 (4), 65-76. http//doi.org/10.66224/jsaeh.12.4.2

© The Author(s)
Publisher: Kharazmi University
DOI: http//doi.org/10.66224/jsaeh.12.4.2

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

# EXTENDED ABSTRACT

## *Introduction*

Population growth, urbanization development and land use change in recent decades have caused floods to be recognized as one of the most destructive natural disasters in the world. Therefore, understanding the flood phenomenon and the methods to deal with it, as well as the effects caused by it, is one of the most important issues that should be considered in comprehensive flood management. Comprehensive flood management is a set of activities that are used to prevent and reduce flood damage. Knowledge of past floods leads to a correct understanding of flood zones, water levels in past floods, river sections and how floods spread in the region. There are several methods for flood monitoring, one of which is artificial aperture radar (SAR). Therefore, in the present research, an attempt has been made to evaluate the area and extent of flooding caused by the Khordad 1402 flood in Ardabil province using SAR radar images, a map of the flooded areas, and the classification method of random forest satellite images. So that these maps are the basis for adopting policies regarding the management of watersheds and water resources, determining flood prone areas, planning to prevent and reduce future flood damage, etc.

## *Methods*

Describe the study method, In the present study, Sentinel-1 satellite images were used to identify the flood area. For this purpose, the images of this sensor with a time coverage of 12 days for before and after the flood were obtained from the Copernicus site with VV+VH polarization. Then the images were pre-processed in the SNAP software environment, and finally, based on the classification, the whole area was divided into three flooded areas, areas with water (they already had water) and other lands in the SNAP-6 software environment. became In the next step, it was processed in the ENVI environment, and in the last step, the final map was imported into the ArcGIS environment in order to convert it into a vector file.Next, synoptic conditions were analyzed simultaneously with the occurrence of torrential rainfall. For this purpose, June 7$^{th}$ of 2024 was selected as a representative torrential rainfall day, and the data of geopotential height pressure at 500 Hectopascal, sea level pressure at 1000 kPa, and omega at 700 Hectopascals with a mechanical gradient of 2.5 degrees at 2.5 degrees latitude were obtained from the National Center for Environmental Prediction and the National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR) of the United States, and the desired maps were drawn. Then, this map was analyzed.

## *Results*

The output image showed the extent of the water caused by the flood after seven days of the flood in the region. In general, the extent of water caused by floods in Ardabil province was 1603 hectares. The largest flood area in the northern parts of the province was located in the Mughan plain, especially in Beile-Swar city, after that, the western part of Pars-Abad region, parts of Aslandoz and Qashlaq-Gharbi in the area of the Ghori Chai watershed (one of sub-basins of Aras River) had the most flooding, and the geomorphology of the region has not been unaffected by the flooding of Bileh-Swar, Asllandoz and Western Qashlaq. After Pars-Abad city, the largest amount of water caused by flood was seen in the northern part of Meshkin Shahr city, namely Yafet, Salvat, Meshkin-Sharghi. In the city of Garmi, the highest amount of flooding has occurred in the west part of Angot in the west of the city, Azadlo and East Ajarod in the east of the city. In this city, the largest extent of flood water was located

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

around Dareh Rood, Balharod, Barzand Chayi, Dizi Chai, Garmi Chai and Mesil Qara Ghoch rivers. The formation of flood phenomenon in Ardabil province was influenced by various factors such as height, slope and land use etc. The study of synoptic conditions also indicated that the provision of all moisture and instability conditions throughout the depth of the troposphere layer led to the occurrence of heavy, flood-causing rainfall in areas of Ardabil province.

## Conclusion

With the flood monitoring of June 1402 in Ardabil province, it was found that in the studied province, Beileh-Swar city with an area of 593 hectares, Pars-Abad city with 505 hectares, Meshkin-shahr with 245 hectares, Grami city with 192 hectares, were affected by floods. They are flooded. The analysis of the flood areas also showed that the largest volume of flood entered Ardabil province during the study period was related to the northern cities of the province. Based on the results of the current research, the floors with high flooding potential are mostly related to the western parts of Pars-Abad, Garmi and Meshkin-Shahr, and the south-eastern and central parts of Beile-Swar.

***Keywords***: Ardabil Province, Radar Images, June 2024, Flood, Synoptic Patterns.

## Author Contributions

All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

## Ethical considerations

The authors have observed ethical principles in conducting and publishing this scientific research, and this is confirmed by them.

## Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]

[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

دانشگاه خوارزمی

**تحلیل فضایی مخاطرات محیطی**

***شاپا الکترونیکی:*** ۵۱۴۶- ۲۵۸۸

**Homepage: https://khu.ac.ir**

# واکاوی سیل خرداد ۱۴۰۲ استان اردبیل با تاکید بر الگوهای سینوپتیکی

**عبدالله فرجی[۱] | نفیسه رحیمی[۲] ✉**

۱. گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: abfaraji@znu.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: rahimi.nafiseh2@gmail.com

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:** مقاله پژوهشی

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۳/۰۲/۱۶

**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۴/۰۷/۲۷

**تاریخ انتشار:** ۱۴۰۴/۱۰/۱۷

**کلیدواژه‌ها:**
استان اردبیل،
تصاویر راداری،
خرداد ۱۴۰۲،
سیلاب،
الگوهای سینوپتیکی.

**چکیده**

**هدف:** رشد جمعیت، توسعه شهرنشینی و تغییر کاربری اراضی در دهه‌های اخیر موجب شده تا سیلاب به عنوان یکی از مخرب‌ترین بلایای طبیعی در جهان شناخته شود. از این رو هدف ما شناخت مناطق سیلابی و الگوهای سینوپتیکی منجر به آن است که در راستای پیشگیری و کاهش اثرات ناشی از سیل و مقابله با آن جز مهم‌ترین مسایل می‌باشد.

**روش پژوهش:** در این پژوهش به منظور تهیه نقشه مناطق سیل‌زده، شناسایی و وسعت آب سیلاب رخ داده در خرداد ماه ۱۴۰۲ در استان اردبیل، تصاویر راداری SAR برای قبل و بعد از وقوع سیلاب مورد پردازش قرار گرفت، سپس برای شناسایی الگوهای سینوپتیکی نقشه روزانه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، فشار تراز دریا ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، امگای فشار تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و نم نسبی فشار تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال با تفکیک مکانی ۲/۵ درجه در ۲/۵ درجه عرض‌جغرافیایی از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و مرکز ملی پژوهش‌های جوی ایالات متحده (NCEP/NCAR) دریافت شد و مورد تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** بررسی مساحت سیل حاکی از آن بود که در استان مورد مطالعه شهرستان بیله‌سوار با مساحت بالغ بر ۵۹۳ هکتار، شهرستان پارس‌آباد با ۵۰۵ هکتار، مشکین‌شهر با ۲۴۵ هکتار، شهرستان گرمی با ۱۹۲ هکتار، در اثر سیل دچار آب‌گرفتگی شده‌اند. آنالیز پهنه‌های سیلاب نیز نشان داد بیشترین حجم سیلاب وارد شده به استان اردبیل در زمان مورد مطالعه مربوط به شهرستان‌های شمالی استان می‌باشد که فراهم شدن تمامی شرایط رطوبتی و ناپایداری در تمام عمق لایه وردسپهر، منجر به رخداد بارش شدید سیلاب ساز در این مناطق شده است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این پژوهش، حاکی از آن است که بکارگیری داده‌های راداری بدلیل دارابودن قابلیت‌های برجسته، ابزار مفیدی در آشکارسازی و پایش دائمی سیلاب‌ها می‌باشد. لذا با آشکار سازی محدوده‌های در معرض خطر سیل و شرایط سینوپتیکی مولد سیلاب مدیران اجرایی می‌توانند بهترین تصمیمات را برای مقابله با سیل‌های احتمالی آینده اتخاذ نمایند.

استناد: فرجی، عبدالله؛ و رحیمی، نفیسه (۱۴۰۴). واکاوی سیل خرداد ۱۴۰۲ استان اردبیل با تاکید بر الگوهای سینوپتیک. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱۲ (۴)، ۶۵-۷۶. http//doi.org/10.66224/jsaeh.12.4.2

ناشر: دانشگاه خوارزمی

© نویسندگان



[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

## مقدمه

رشد جمعیت، توسعه شهرنشینی و تغییر کاربری اراضی در دهه‌های اخیر موجب شده تا سیلاب به عنوان یکی از مخرب‌ترین بلایای طبیعی در جهان شناخته شود. از این رو شناخت پدیده سیلاب و روش‌های مقابله با آن و همچنین اثرات ناشی از آن، از مهم‌ترین مسایلی است که باید در مدیریت جامع سیل مورد توجه قرار گیرد. مدیریت جامع سیلاب به مجموعه فعالیت‌هایی گفته می‌شود که در راستای پیشگیری و کاهش خسارات سیلاب به کار برده می‌شود. این فعالیت‌ها در گذشته بیشتر شامل رویکرد سازه‌ای مانند ساخت سیل‌بندها، آبشکن‌ها و غیره بوده است، اما در سال‌های اخیر رویکرد غیرسازه‌ای کنترل و مدیریت سیلاب به عنوان روش بهینه مطرح شده است. یکی از ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین این روش‌ها تهیه نقشه‌های سیل می‌باشد عمده‌ترین هدف از تهیه این نقشه‌ها، مشخص کردن محدوده‌های در معرض خطر سیل است. این نقشه‌ها گویای آن است که چه جاهایی در منطقه از جمله راه‌ها، مناطق مسکونی، صنعتی، اراضی کشاورزی و حوضه‌های آبریز و سایر کاربری‌ها در هنگام وقوع سیل غرقاب خواهند شد. آگاهی از سیلاب‌های گذشته منجر به درک صحیحی از پهنه‌های سیلابی، سطح تراز آب در سیلاب‌های گذشته، مقاطع رودخانه و نحوه پخش سیلاب در منطقه می‌گردد. این نوع از نقشه‌ها ارزیابی کلی از میزان خطرات موجود در منطقه ارائه می‌دهند و در صورتی که با دقت مناسبی تهیه شده باشند، می‌توانند مرجع اولیه برای بررسی و تحلیل سیلاب در منطقه باشند تا با بالابردن سطح آگاهی مردم در خصوص گسترش سیلاب در منطقه، با برنامه‌ریزی، خسارات و تلفات محتمل سیلاب را کاهش داد (رضایی و شکور، ۱۳۸۸).

روش‌های متعددی برای پایش سیلاب وجود دارد که هرکدام دارای مزایا و محدودیت‌هایی می‌باشد، در حالت کلی می‌توان این روش‌ها را در دو گروه اصلی قرار داد، گروه اول روش‌ها و مدل‌سازی‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی می‌باشد و گروه دوم بر پایه استفاده از سنجش از دور است (خان[1] و همکاران، ۲۰۱۱). سنجش از دور در دو دسته کلی که شامل سنجش از دور فعال و غیر فعال است، طبقه‌بندی می‌شود. سنجش از دور غیرفعال، براساس بازتاب انرژی تابیده شده از خورشید می‌باشد و با وجود کاربرد گسترده با محدودیت‌هایی همراه است. سنجش از دور فعال براساس انرژی ارسال شده توسط سنجنده و دریافت پراکنش امواج ارسالی عمل می‌کند (کلماس[2]، ۲۰۱۳). رادار دریچه مصنوعی[3] (SAR) نمونه‌ای از نوع سنجش از دور فعال است که در حالت سنسور از خودش امواج یا پالس تولید کرده و آن را به سمت زمین ارسال می کند و پس از برخورد به زمین انرژی برگشتی را ثبت می کند. از مزایا شاخص آن امکان تصویربرداری در شب و روز، در شرایط ابری و یا در هوای همراه بـــا ریزگردها است(مالکی و همکاران[4]، ۲۰۲۰). تصاویر رادرای در سال‌های گذشته بدلیل هزینه بالا در تامین این تصاویر، بسیار کم مورد استفاده قرار می‌گرفت اما از سال ۲۰۱۴ به بعد با دسترس عموم قرار گرفتن تصاویر ماهواره سنتینل[5]-۱ امکان استفاده رایگان از این داده‌ها فراهم گردید. این ماهواره با استفاده از باند C (C-SAR) داده‌های دوگانه پلاریمتری (VH+VV,HV+HH) را در چهار مد تصویربرداری می‌کنند. در مد نواری[6] تصاویر این ماهواره محدوده ۳۷۵ کیلومتری را بـــر روی زمین با دقت مکانی ۵ در ۵ متر پوشش می‌دهد (باززی و همکاران[7]، ۲۰۲۰). یکی از قابلیت‌های برجسته تصاویر ماهواره سنتینل ردیابی مخاطرات سیل، خرابی‌ها و خسارت‌های ناشی از آن، محاسبه مساحت محدوده سیل‌زده با دقت زمانی و مکانی بالا است.

[1] - Khan
[2]- Klemas
[3] - Synthetic Aperture Radar
[4]- Maleki et al
[5] - Sentinel-1
[6] - Strip Map
[7] - Bazzi et al

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

## پیشینه پژوهش

ایران از جمله کشورهایی است که همه ساله در نقاط مختلف آن، سیلاب‌هایی با شدت متفاوت رخ می‌دهد. با توجه به وقوع و اهمیت مطالعات سیلاب در سطح جهان و ایران، مطالعات متعددی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در زمینه پایش سیلاب در ایران و جهان صورت گرفته است که می‌توان به تحقیقات زیر اشاره نمود.

آگنیهوتری و همکاران[۱] (۲۰۱۹)، به کمک داده‌های SAR، سیلاب رودخانه رامگانگا[۲] را در منطقه گنگ[۳] بررسی کردند، نتایج آنها حاکی از آن بود که وقوع سیل منجر به تغییراتی در مورفولوژی رودخانه‌ها و دشت‌های سیلابی، تغییر عرض کانال رودخانه و سواحل آن می‌شود. آنها همچنین به این نتیجه رسیدند که پایش سیلاب به کمک تصایر راداری در منطقه مذکور به بهبود مدیریت منطقه مذکور کمک شایانی می‌کند. رحمان و تاکور[۴] (۲۰۱۷) به کمک سنجش از دور و داده‌های ماهواره‌ای رادار SAR گستردگی سیلاب منطقه کندراپارا[۵] در ایالت اوریسا[۶] هند را بررسی کردند، نتایج یافته‌های آنها حاکی از آن بود که بکارگیری SAR همراه با GIS کمک فراوانی در کاهش اثرات سیل و افزایش انعطاف‌پذیری در روند مدیریت سیل می‌کند. بورا و همکاران[۷] (۲۰۱۸)، به کمک داده‌های راداری سنتینل ۱، سیلاب پارک ملی کازیرانگا[۸] هند را در طی بارش‌های موسمی سال ۲۰۱۷ بررسی کردند، نتایج آنها بیانگر این بود که بدلیل قابلیت تصاویر راداری از قبیل قدرت نفوذ و حساسیت بالا به رطوبت خاک استفاده از آن‌ها در مطالعه سیلاب بسیار مفید است و می‌تواند به کمک این داده‌ها مدیریت مناسبی از قبیل شناسایی مناطق مناسب جهت ساخت پناهگاه برای حیوانات، شناسایی مناطق مناسب برای عملیات امداد و نجات صورت گیرد. رفیک و همکاران[۹] (۲۰۱۴) نیز با استفاده از داده‌های SAR و InSAR سیلاب منطقه باسیلیکاتا[۱۰] جنوب ایتالیا را مورد بررسی قرار دادند، نتایج آنها نشان داد که داده‌های راداری در تشخیص سیلاب از قابلیت بالایی برخوردار است. کواسی و همکاران[۱۱] (۲۰۲۰) به کمک باند C از تصاویر GRD داده‌های راداری سنتینل ۱، سیلاب رودخانه سن‌پدرو[۱۲] ساحل عاج را بررسی کردند، نتایج آنها نشان داد که در طی سه روز، ۶۰۰۰ هکتار از این منطقه به زیر آب رفته است.

پنجه کوبی و همکاران (۱۳۹۹) با کمک تصاویر و داده‌های راداری، شدت -مدت - مساحت بارش و تاثیر آن بر سیل را بررسی کرد. نتایج نشان داد که مقدار رواناب حوضه با شدت، مدت و پراکنش بارش رابطه معنی‌داری دارد و بیشینه رواناب به مجموع بارش و پراکنش بارش وابسته است. چنانچه مجموع و پراکنش بارش هم‌سو باشند، شدت سیلاب افزایش و اگر شدت و مجموع سیلاب ناهمسو باشند، شدت سیلاب کاهش خواهد یافت. سلیمانی و همکاران (۲۰۲۰) به کمک تصاویر سنتینل ۲ خسارات سیلاب فروردین ۱۳۹۸ استان گلستان را بررسی کردند، نتایج آنها با آشکارسازی پهنه خسارات سیل و انطباق آن با واقعیت‌های زمینی، حاکی از آن بود که داده‌های راداری از دقت بالایی در تشخیص خسارت‌های سیل در محدوده مکانی و زمانی مورد مطالعه داشته است. سلیمانی ساردو و همکاران (۲۰۲۱) نیز با استفاده از تصاویر سنتینل ۱ سیلاب فروردین ۱۳۹۹ جنوب استان کرمان را به کمک الگوریتم جنگل تصادفی بررسی کردند. نتایج بررسی آنها نشان داد درصد آب گرفتگی جنوب استان با توجه به کاربری آنها به ترتیب برای اراضی بایر ۲۷,۹درصد، مسکونی۱۶، و مرتع ۱۲ درصد بود. محمدنژاد آروق (۱۴۰۰) ، با استفاده از تصاویر راداری سنتینل ۱، نقشه گسترش سیلاب فروردین ۱۳۹۸ را برای شهرستان پلدختر به کمک روش آستانه‌گذاری اتسو تهیه کرد. نتایج نشان داد که گسترش سیل ضمن تغییر ژئومورفولوژیکی رودخانه کشکان منجر به زیر آب رفتن ۷,۹۹ کیلومتر مربع از

---

[1] - Agnihotri at all
[2] - Ramganga
[3] - Ganga
[4] - Rahman & Thakur
[5] - Kendrapara
[6] - Orissa
[7] - Borah at all
[8] - Kaziranga
[9] - Refice at all-
[10] - Basilicata
[11] - Kouassi at all
[12] - San pedro https://fa.tr2tr.wiki/wiki/San_Pedro_River_(Chile)

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

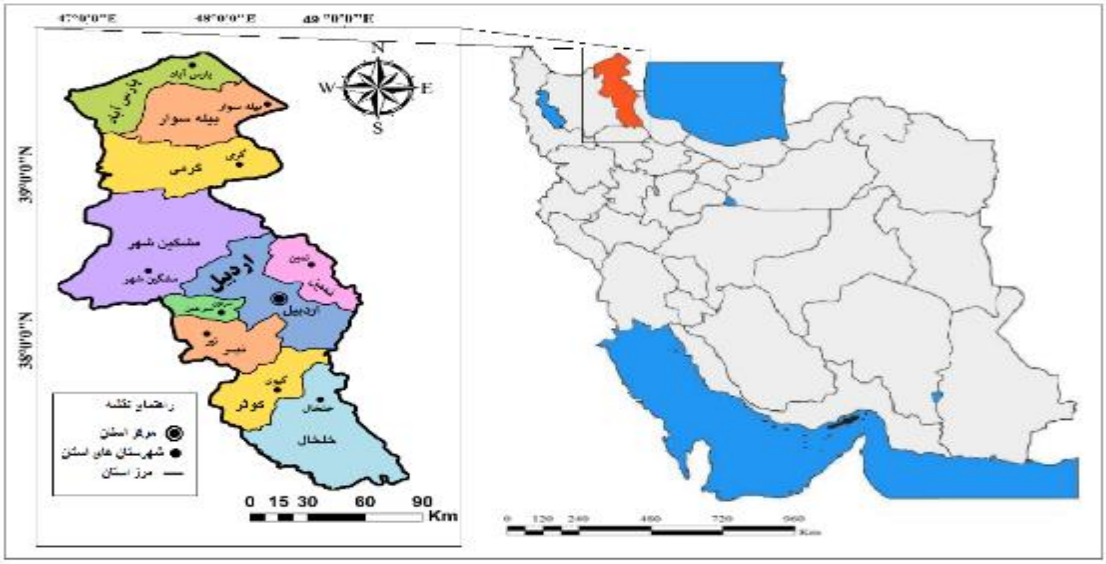
اطراف رودخانه شده است. عمادالدین و قاسمی(۱۴۰۰)، با استفاده از تصاویر راداری SAR، گسترش سیلاب فروردین ۱۳۹۸ شهرستان آق‌قلا را مورد بررسی قرار دادند، نتایج تحقیق آنها بیانگر این بود که در محدوده مورد مطالعه در تاریخ ۲۳ و ۲۹ مارس، به ترتیب ۱۰۷ کیلومتر و ۱۱۵ کیلومتر در اثر سیل به زیر آب رفته است. همچنین نتایج بازدید میدانی از این منطقه نشان داد که بارندگی شدید، پرشدن سد وشمگیر، شیب کم منطقه، عدم لایروبی رودخانه، وجود پل زیاد بر روی رودخانه و ارتفاع کم پل و درصد بالای رس در خاک از عوامل ایجاد سیل در منطقه بوده است.

در تحقیق حاضر سعی شده است با استفاده از تصاویر راداری SAR، نقشه مناطق سیل‌زده، مساحت و وسعت آبگرفتگی ناشی از سیل خرداد ۱۴۰۲ در محدوده استان اردبیل همراه با بررسی سینوپتیکی ارزیابی شود. تا این نقشه‌ها مبنایی برای اتخاذ سیاست‌هایی در خصوص مدیریت حوضه‌های آبریز و منابع آب، تعیین نقاط سیلاب خیز، برنامه‌ریزی برای جلوگیری و کاهش خسارت سیلاب آتی و غیره باشد.

## روش‌شناسی پژوهش

### ۱. قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

استان اردبیل با مساحتی بالغ بر ۱۷۹۵۳ کیلومترمربع و مختصات جغرافیایی ´۴۵ °۳۷ تا ´۴۲ °۳۹ عرض شمالی و ´۰۳ °۴۷ تا ´۵۵ °۴۸ طول شرقی از نصفالنهار گرینویچ با ۹ شهرستان، ۲۵ بخش، ۲۱ شهر و ۶۶ دهستان در شمال‌غربی فلات ایران در واقع شده است(شکل ۱ ). همسایه شمالی، غربی، جنوبی و شرقی این استان به ترتیب جمهوری‌آذربایجان با ۴۰۰ کیلومتر مرز مشترک، استان آذربایجان‌شرقی، زنجان و گیلان می‌باشد. مرتفع‌ترین نقطه استان با ۴۸۰۰ متر از سطح دریا کوه سبلان در جنوب‌شرقی مشگین‌شهر و پست‌ترین نقطه آن دشت مغان است (رحیمی، ۲۰۲۲).




**شکل ۱ . موقعیت جغرافیایی استان اردبیل در ایران**

### ۲.داده‌ها و روش کار

آژانس فضایی اروپا در ۳ آوریل ۲۰۱۴ اولین ماهواره از سری ماهواره‌های سنتینل را به فضا پرتاب کرد. این سنجنده خورشید آهنگ در ارتفاع ۶۹۳ کیلومتری از سطح زمین در مدار قطبی قرار گرفت و دارای قدرت تفکیک مکانی ۱۰*۱۰ متر، با سنجنده (A و B) فعال در باند C و رادار روزنه ترکیبی بود(عمادالدین و قاسمی، ۱۴۰۰). از قابلیت‌های بسیار برجسته این سنجنده جداسازی پهنه‌های آبی از سایر پهنه‌ها با رنگ تیره می‌باشد، لذا بکارگیری آن در پایش سیلاب می‌تواند بسیار مناسب باشد. لذا در مطالعه پیش‌رو برای شناسایی محدوده سیلابی از تصاویر ماهواره‌ای سنتیل - ۱ استفاده شد. بدین منظور تصاویر این سنجنده

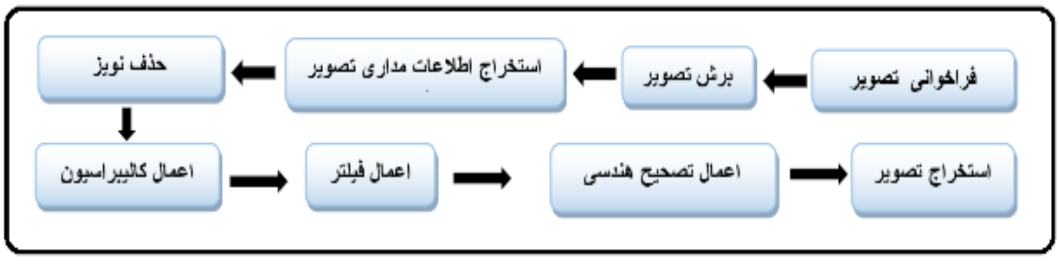
[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

با پوشش زمانی ۱۲ روزه برای قبل و بعد از سیل از سایت کوپرنیکوس با پولاریزیشن VV+VH اخذ گردید، این فواصل زمانی به منظور بررسی تغییرات حجم آب سیلابی و عقب نشینی آن در سطح منطقه بوده است(جدول ۱). همچنین سعی شد تا فریم انتخابی سطح وسیعی از مناطقی که مورد هجوم این مخاطره بودند، ازجمله مناطق مسکونی، اراضی کاربری شهرستان‌های اردبیل را پوشش دهد، تا مساحت مناطق سیل‌زده و وسعت آبگرفتگی ناشی از سیلاب در سطح منطقه نمایش داده شود.

**جدول ۱. مشخصات تصاویر مورد استفاده**

| Sentinel 1A (SAR) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Acquisition Date** | **Level 1. P** | **Mode** | **Orbit** | **Pixel spacing** | Polarization |
| ۲۰۲۳/۰۶/۰۹ | GRD | IW | DESCENDING | ۱۰×۱۰ | VV-VH |
| ۲۰۲۳/۰۵/۲۸ | GRD | IW | DESCENDING | ۱۰×۱۰ | VV-VH |

پیش‌پردازش تصاویر در محیط نرم‌افزار SNAP مطابق شکل (۲) صورت گرفت. به‌منظور اعمال فرآیند پیش‌پردازش ابتدا تصاویر انتخاب شده، فراخوانی شد و به اندازه حدود منطقه مورد مطالعه برش مکانی یافت سپس با استخراج اطلاعات مداری تصویر و حذف خطاهای ناشی از سنجنده، مقادیر بازپراکنده شده براساس کالیبراسیون سیگما صفر با هدف تبدیل ارزش پیکسل خام به مقدار بازپخش زمینی محاسبه شد. در مرحله بعدی با هدف حفظ وضوح و جزئیات تصویر و حذف نویزهای اسپکل از روی داده‌های بازپراکنده شده از فیلتر حذف لکه استفاده شد تا با حفظ وضوح و جزئیات تصویر، نویز لکه حذف گردد (امینی و همکاران، ۱۴۰۱). در ادامه با توجه به حرکات، ناهمواری و سیستم سنجنده که باعث خطاهای سیستمی و غیرسیستمی داده‌های سنجش از دور می‌شود، برای رفع آن از تصحیحات هندسی برای تصاویر استفاده شد. در گام بعدی بعد از اخذ و پیش‌پردازش هر دو تصویر، جهت شناسایی و تفکیک پهنه‌های آبی و غیرآبی از بازپراکنش پیکسل‌ها استفاده شد، پیکسل‌های مناطق دارای پهنه آبی، دارای ضرایب باز پراکنش پایین و مناطق غیرآبی دارای ضرایب بازپراکنش بالا بودند. به‌منظور تفکیک بازبخش آب و غیرآب حد آستانه با عدد یک و صفر انتخاب گردید سپس با استفاده از تصویر رنگ کاذب و با استفاده از کلاس‌بندی نظارت شده منطقه سیلاب را از محیط‌های غیرسیلابی و محیط‌هایی که قبلا دارای آب بودند با فرمول‌نویسی ساده، از یکدیگر تفکیک شدند. بدین منظور تصاویر سیگمانات به تصاویر دسیبل تبدیل گردید. این فرآیند از طریق یک تغییر شکل لگاریتمی در نرم‌افزار SNAP صورت پذیرفت. هدف از اعمال این فرآیند بر روی داده‌های اخذ شده این بود که با تغییر هیستوگرام تصویر از حالت چوله به حالت نرمال، پدیده‌های موجود در تصاویر بارزتر دیده شوند. سپس با توجه به مقادیر آستانه صفر و یک انتخاب شده در بالا مقادیر کمتر از حد آستانه استخراجی، معادل آب و ارزش‌های سلولی بالاتر از حدآستانه، به عنوان مناطق غیرآبی، مد نظر قرار گرفتند، سپس کل منطقه به سه پهنه سیل زده ، مناطق دارای آب (از قبل دارای آب بودند) و سایر اراضی در محیط نرم افزار SNAP-6 تقسیم شدند.




**شکل ۲. مراحل پیش پردازش تصاویر سنتینل- ۱**

در گام بعدی در محیط ENVI، به کمک الگوریتم درخت، داده‌های رستر باینری طبقه‌بندی شده، پردازش گردید. با توجه به اینکه الگوریتم درخت روشی نظارت شده و تحت کنترل کاربر است، بدلیل غیرمتریک بودن جداسازی از نقشه خروجی استخراج شوند (زمبون و همکاران[1]، ۲۰۰۶). در گام آخر نقشه نهایی به منظور تبدیل به فایل بردار به محیط ArcGIS وارد شده و داده-

[1] - Zambon et al

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

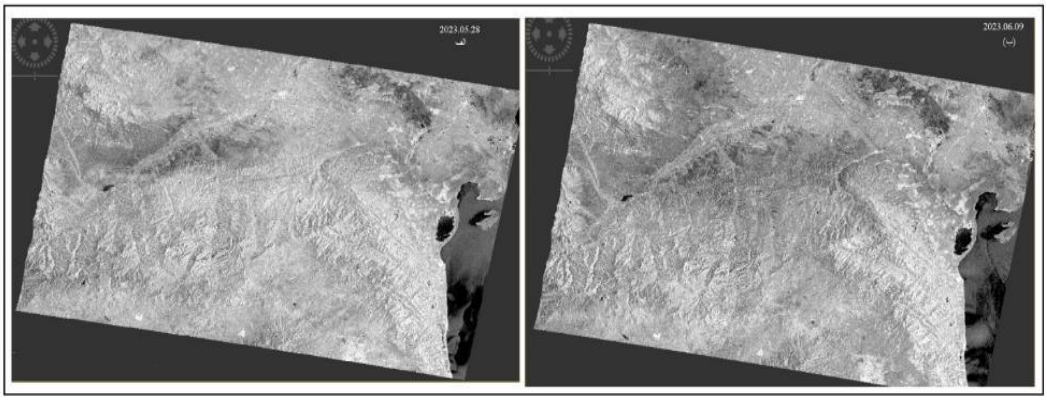
های بردار با نقشه کاربری اراضی اخذ شده از LAND COVER برای مناطق مورد مطالعه جهت برآورد اراضی با کاربری‌های مختلف که در مسیر عبور سیل هستند، روی هم‌گذاری شدند. در ادامه شرایط سینوپتیکی همزمان با رخداد بارش سیل‌آسا نیز مورد تحلیل قرار گرفت، بدین منظور روز ۱۸ خرداد ۱۴۰۲ به عنوان نماینده روز پربارش سیل‌آسا انتخاب شد و داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، فشار تراز دریا ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، امگای فشار تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و نم نسبی فشار تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال با تفکیک مکانی ۲/۵ درجه در ۲/۵ درجه عرض‌جغرافیایی از مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و مرکز ملی پژوهش‌های جوی ایالات متحده (NCEP/NCAR) دریافت و نقشه‌های مورد نظر ترسیم شد، سپس این نقشه‌ها مورد تحلیل قرار گرفت.

## یافته‌های پژوهش

### ۱. شناسایی مناطق سیلابی

براساس داده‌های اداره کل هواشناسی استان اردبیل از تاریخ ۱ تا ۳۱ خرداد ۱۴۰۲ بارندگی شدیدی در برخی از شهرستان‌های استان اردبیل اتفاق افتاده بود، بطوری که در یکی از ایستگاه‌ها میزان بارش به ۴۲ میلی‌متر (شهرستان گرمی) رسید، رخداد بارش خرداد ماه ۱۴۰۲ باعث آبگرفتگی و وقوع سیل در برخی از مناطق شمال استان اردبیل، تخریب پل‌های ارتباطی، تخریب منازل مسکونی در روستاهای دشت مغان و فوت تعدادی از ساکنین این مناطق گردید. لذا در این پژوهش به منظور شناسایی مساحت مناطق سیل‌زده و وسعت آب سیلاب برای قبل و بعد از وقوع سیل تصاویر سنتینل -۱ از سایت کوپرنیک اخذ شد و در نرم افزار SNAP عملیات پیش پردازش مطابق شکل ۲ بر روی آن صورت گرفت، در ادامه برای تفکیک پهنه‌های آبی و غیرآبی، از هیستوگرام تصاویر استفاده شد که در آن پیکسل‌های با ضریب باز پراکنش پایین‌تر نشان‌دهنده پهنه‌های آبی و پیکسل‌هایی با باز پراکنش بالاتر نشان دهنده پهنه های غیرآبی بودند. با بررسی تصاویر سیگما بعد از انجام پیش پردازش آن دسته از مناطقی که مقادیر سیگمانات آنها کمتر ۰،۰۱ بود بعنوان محدوده آبی درنظر گرفته شد. با انتخاب مقدار ۰،۰۱ با استفاده از تحلیل هیستوگرام تصویر، برای تفکیک ارزشی که آب را از غیر آب جدا می‌کند، مشخص شد که حجم آب سیلابی برای قبل و بعد از سیل خرداد ماه سال ۱۴۰۲ تغییرات چشمگیری داشته است، بطوری که تصویر مربوط به بازه‌ی قبل از سیلاب دارای نقاط تیره کمتر و تصویر بعد از وقوع سیلاب، دارای نقاط تیره رنگ بیشتری بود، وجود نقاط تیره رنگ در قسمت‌های شمالی استان بویژه در محدوده دشت مغان در سیگمانات صفر بسیار مشهودتر بود که این امر بیانگر این است که حجم آب وارد شده به قسمت‌های شمالی استان مساحت بیشتری را پوشش می‌دهد. در ادامه بعد از انجام فرایند های یاد شده در روش کار و حذف مناطق آبی که از قبل در منطقه وجود داشت، برای بدست آوردن نقاط سیلابی با استفاده از ابزار Band Math یک تصویر جدید ایجاد شد که نشان‌دهنده پهنه‌بندی مشخصی از سیلاب بود. سپس برای اینکه تصویر سیلاب بارزتر گردد، تصویر از سیگمانات به دسیبل تبدیل شد، در این تصاویر نیز نقاط تیره رنگ بطور بارزتر در دشت مغان دیده می‌شود(شکل۳). در نهایت نقشه خروجی با توجه به حد آستانه مشخص شده در سه کلاس پهنه آبی همچون مسیر ورود آب به رنگ آبی، مناطق سیل‌زده با رنگ زرد و سایر با رنگ خاکستری طبقه بندی شد.

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]



**شکل ۳. تصاویر دسیبل قبل (الف) و بعد از وقوع سیلاب (ب).** (منبع: یافته‌های تحقیق)

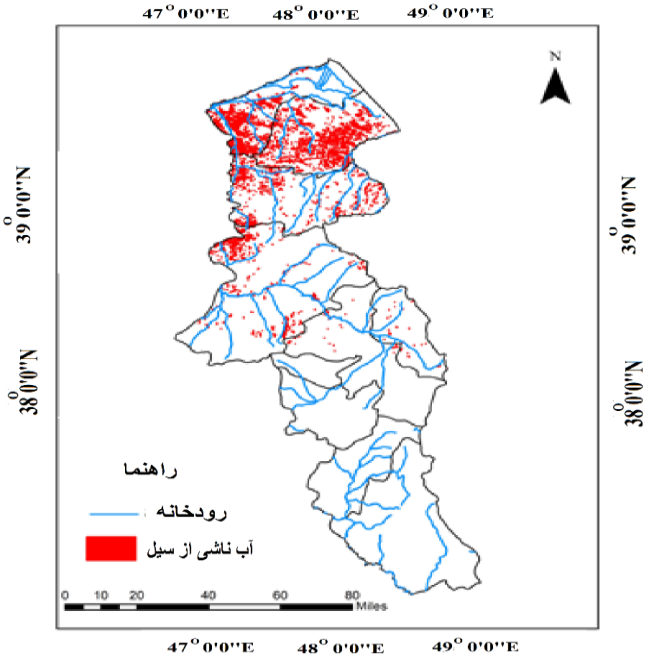
در گام بعد برای بالابردن دقت مطلوب و قابل قبولی کلاس‌ها، طبقه‌بندی مجدد در محیط SNAP صورت گرفت، تا پیکسل‌ها محدوده‌های تحت تاثیر سیلاب به صورت دقیق‌تر برمبنای ارزش پیسکل‌ها استخراج گردد. در این طبقه‌بندی آن دسته از پیسکل‌هایی که ارزش محدوده قرمز آن ۲۵۵ یا نزدیک به آن بودند و ارزش محدوده سبز و آبی آنها صفر یا نزدیک به صفر بودند انتخاب شد. سپس نقشه خروجی به نرم‌افزار جی‌آی‌اس منتقل گردید و مساحت مناطق سیل زده برای هر شهرستان ها تفکیک گردید (جدول ۲).

**جدول۲. مساحت مناطق سیل‌زده**

| شهرستان | تعداد پلیگون سیل | وسعت آب ناشی از سیل (هکتار) | شهرستان | تعداد پلیگون سیل | وسعت آب ناشی از سیل (هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|
| اردبیل | ۴۰ | ۸/۹۱۷۳۰۵ | گرمی | ۱۴۶۱ | ۱۹۲/۷۰۴۱۷۷ |
| بیله سوار | ۳۵۰۳ | ۵۹۳/۵۵۵۹۱۸ | مشکین شهر | ۱۷۷۳ | ۲۴۵/۴۰۲۵۵۵ |
| پارس‌آباد | ۳۲۹۴ | ۵۰۵/۰۳۱۰۶۶ | نمین | ۵۴ | ۶۰/۷ |

تصویر خروجی نشان‌دهنده وسعت آب ناشی از سیلاب بعد از وقوع سیلاب در منطقه بود. به طور کلی وسعت آب ناشی از سیلاب در استان اردبیل ۱۶۰۳ هکتار بود. بیشترین محدوه سیلابی در قسمت‌های شمالی استان در محدوده دشت مغان بویژه در در شهرستان بیله‌سوار قرار داشت، پس از آن قسمت غربی منطقه پارس‌آباد بخش‌هایی از اصلاندوز و قشلاق‌غربی در محدوه حوضه آبخیر قوری چای (یکی از زیر حوضه های رود ارس) بیشترین آبگرفتگی را داشتند که تاثیر ژئومورفولوژی منطقه در آبگرفتگی بیله‌سوار ، اصلاندوز و قشلاق غربی بی‌تاثیر نبوده‌است. بعد از شهرستان پارس‌آباد بیشترین وسعت آب ناشی از سیل در قسمت شمالی شهرستان مشکین شهر یعنی در یافت، صلوات، مشکین‌شرقی دیده شد. در شهرستان گرمی نیز بیشترین میزان آبگرفتگی در قسمت انگوت غربی در غرب شهرستان، آزادلو و اجارود شرقی در شرق شهرستان اتفاق افتاده است. در این شهرستان بیشترین وسعت آب سیلاب در اطراف رودخانه دره رود، بالهارود، برزند چایی، دیزی *چای*، *گرمی چای* و مسیل قره قوچ قرار داشت (شکل۴).

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]




**شکل۴. نقشه سیلاب منطقه مورد مطالعه**

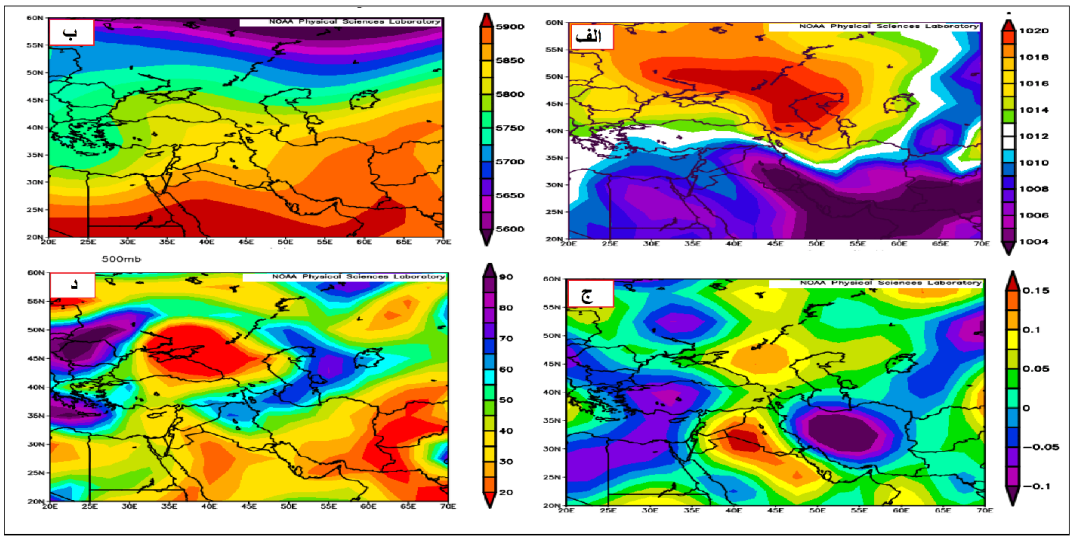
## ۲. شناسایی الگوهای سینوپتیکی بارش سیلابی

به منظور شناسایی الگوی سینوپتیکی بارش سیل‌خیز استان اردبیل نقشه فشار تراز دریا ۱۰۰۰ هکتوپاسکال برای ۱۸ خرداد ۱۴۰۲ انتخاب شد. بررسی نقشه فشار تراز دریا نشان داد که در این روز چندین مرکز فشار، شامل کم‌فشار عراق (۱۰۰۴ هکتوپاسکال)، کم‌فشار خلیج‌فارس (۱۰۰۴ هکتوپاسکال)، کم‌فشار عربستان (۱۰۰۴ هکتوپاسکال) و کم فشار ترکمنستان (۱۰۰۵) و کم فشار عمان ( ۱۰۰۴ هکتوپاسکال) و پرفشار شمال دریای خزر (۱۰۲۰ هکتوپاسکال) وجود داشته است. کم فشار مستقر در عراق از نوع ادغامی کم فشار حرارتی دینامیکی سودان و عربستان است و از روزهای قبل با حرکت همگرایی بر روی کشور عراق ادغام شده و منطبق با مرکز چرخندی سطوح میانی وردسپهر شده‌است و زبانه‌های آن در راستای شرقی- غربی با کجی محور تا مرکز کشور عراق پیشروی کرده است. این زبانه‌ها با عبور از دریاهای گرم و مرطوب جنوبی شرایط هم‌گرایی ترازهای پایین و به تبع آن واگرایی میانی را تقویت کرده و باعث شده است استان اردبیل که ما بین زبانه‌های کم فشار ادغامی و پرفشار سرد خزری واقع شده است شرایط دوگانه‌ای را در جریان هوا تجربه کند. این شرایط ناپایداری و جبهه‌ای در سطح زمین، استان اردبیل را برای رخداد یک روز بارشی سنگین و فراگیر آماده کرده است (۵ – الف).

بررسی نقشه ارتفاع ژئو پتانسیل تراز ۵۰۰ ژئوپتانسیل نیز نشان داد که در این روز چندین مرکز فشار همانند پرارتفاع آفریقا با ۵۸۵۰ ژئوپتانسیل‌متر ، کم ارتفاع روسیه با ۵۳۵۰ ژئوپتانسیل‌متر وجود داشته است. همچنین یک مرکز کم ارتفاع بریده با پربند ۵۸۰۰ بر روی شمال دریای مدیترانه با راستای مداری همراه با کجی محور بسته شده است. بسط یافتن پربندهای این هسته باعث کشیده شدن ضلع غربی آن به سمت غرب دریای مدیترانه و ضلع شرقی آن به سمت غرب و شمال غرب ایران شده است. شکل‌گیری این هسته در شمال دریای مدیترانه باعث شکل‌گیری ناوه با انحنای نصف‌النهاری و عمق زیاد در شمال دریای مدیترانه شده است. جابه‌جایی پربندهای این ناوه بدلیل وجود پرارتفاع عرض‌های پایین و پرارتفاع واقع در شمال شرق ایران با ایجاد جریان‌های جبهه‌ای باعث شده است شمال غرب ایران که در جلو ناوه و در معرض تاوایی مثبت و ناپایداری شدید حاصل از آن قرار دارد، بارش‌های شدیدی را تجربه کند (شکل ۵- ب.) برررسی نقشه امگای فشار تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان دهنده‌ی چندین هسته امگا همچون امگای مثبت در روسیه با ۰/۱ پاسکال بر ثانیه، امگای مثبت در عراق- عربستان ۰/۱۵ پاسکال بر ثانیه و امگای منفی در مرکز ایران با ۰/۱- پاسکال بر ثانیه بوده است که زبانه‌های این امگای منفی استان اردبیل را تحت تاثیر قرار داده است. کشیده شدن زبانه‌های این امگای منفی تا استان اردبیل منجر به صعود هوا(سرعت قایم بالاسو) و تقویت

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

ناپایداری جوی در منطقه شده است. لذا شرایط مناسبی برای تشکیل ابر و بارش‌های شدید و سیلاب فراهم کرده است(شکل ۵ – ج). مقادیر نم نسبی فشار تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال گویای این است که در این روز رطوبت نسبی در شمال غرب ایران بویژه در محدوده مورد مطالعه یعنی استان اردبیل به بیش از ۷۰ درصد رسیده است که بیانگر جوی اشباع از رطوبت می‌باشد. هسته مرکزی رطوبت با بیش از ۸۰ درصد در شرق دریای خزر واقع شده است که زبانه‌های آن با کشیده شدن بر روی دریای خزر از سمت شرق استان اردبیل را تحت تاثیر قرار داده است، چگالش این میزان از رطوبت در استان اردبیل منجر به این شده است که در برخی از شهرستان‌های استان مقدار بارش، به بیش از ۴۰ میلی‌متر برسد. وقوع این میزان از بارش اشباع خاک‌ها، جریان یافتن رواناب و مسیل‌ها و طغیان رودخانه‌ها را به همراه داشته است (شکل ۵– د).




**شکل ۵. الف: فشار تراز دریا (به هکتوپاسکال)؛ ب: ارتفاع ژئوپتانسیل‌متر در سطح تزار ۵۰۰ هکتوپاسکال؛ ج: امگای سطح تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال(پاسکال بر ثانیه)؛ د: نم نسبی در سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال (به درصد).**

## نتیجه‌گیری

بارش خرداد ماه ۱۴۰۲ با تخریب پل‌های ارتباطی، از بین رفتن ۱۰۰ درصدی راه‌های ارتباطی روستایی بین دو شهر بیله سوار و گرمی، از بین بردن باغات میوه و دامداری‌های، تخریب منازل مسکونی خسارت‌های فراوانی را به اموال و جان مردم در نواحی شهری و روستایی وارد کرده است، لذا اولین قدم برای کاهش این مخاطرات و برنامه‌ریزی برای مدیریت آن شناخت دقیق مناطق تحت سیلاب وکشف مناطق دارای آبگرفتگی می باشد. روش‌های متعددی از جمله روش های مبتنی بر مدلسازی هیدرولوژیکی و هیدورلیکی، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و غیره برای پایش سیلاب وجود دارد، که تکنولوژی سنجش از دور به کمک داد ه‌های ماهواره ای از مطمئن ترین، ارزانترین و سریعترین را هها برای شناسایی پهنه های سیلاب و پایش دائمی آن می‌باشد. هر چند داده‌های اپتیکال محدودیت ابرناکی دارند ولیکن می‌توان از تصاویر راداری SAR برای حل این مشکل استفاده کرد. در پژوهش حاضر برای تهیه نقشه آشکارسازی سیلاب در استان اردبیل از تصاویر راداری SAR استفاده شد. به کمک آستانه آشکارسازی پهنه‌های آبی و مناطق سیل زده، ضریب بازپراکنش ۰/۰۱ بدست آمد که با نتایج سلیمانی و همکاران (۱۴۰۰) و کاظمی و همکاران (۱۳۹۸) همسو بود. با بررسی مساحت سیل گرفتگی مشخص شد که در استان مورد مطالعه شهرستان بیله‌سوار با مساحتب بالغ بر ۵۹۳ هکتار، شهرستان پارس‌آباد با ۵۰۵ هکتار، مشکین‌شهر با ۲۴۵ هکتار، شهرستان گرمی با ۱۹۲ هکتار، در اثر سیل دچار آب‌گرفتگی شده‌اند. آنالیز پهنه‌های سیلاب نیز نشان داد بیشترین حجم سیلاب وارد شده به استان اردبیل در زمان مورد مطالعه مربوط به شهرستان‌های شمالی استان می‌باشد. براساس نتایج تحقیق حاضر بررسی شرایط سینوپتیکی بیانگر این بود که فراهم شدن تمامی شرایط رطوبتی و ناپایداری در تمام عمق لایه وردسپهر، منجر به رخداد بارش شدید سیلاب ساز در مناطقی از استان اردبیل شده است. نتایج این پژوهش، حاکی از آن است که بکارگیری داده‌های راداری

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

بدلیل دارابودن قابلیت های برجسته، ابزار مفیدی در آشکارسازی و پایش دائمی سیلاب‌ها می‌باشد. لذا با آشکار سازی محدوده‌های در معرض خطر سیل می‌تواند به مدیران اجرایی در پیشگیری و کاهش اثرات مخرب سیلاب‌ها، کمک کند تا بتوانند بهترین تصمیمات را برای مقابله با سیل‌های احتمالی آینده اتخاذ نمایند.

## ملاحظات اخلاقی

نویسندگان در انجام و انتشار این پژوهش علمی، اصول اخلاقی را رعایت کرده‌اند و این امر مورد تأیید آنهاست.

## مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در جمع‌آوری داده‌ها، تهیه گزارش پژوهش و تحلیل داده‌ها مشارکت داشتند.

## تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

## حامی مالی

مقاله حاضر از حمایت مالی هیچ سازمان و یا موسسه‌ای برخوردار نبوده است.

## سپاسگزاری

از داوران محترم به خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی سپاسگزاری می‌شود.

## منابع

امینی، لیلا؛ ارگانی، میثمو عبدالهی کاکرودی، عطا (۱۴۰۱). شناسایی پهنه های آبی ناشی از سیل استان گلستان با استفاده از قطبش های VV, VH و VV+VH تصاویر سنتیل-۱ و لندست-۸. *جغرافیا و مطالعات محیطی*، ۱۱(۴۳ )، ۹۴-۱۰۷.

پنجه کوبی، پرویز؛ ریحانی پروری، محمد؛ جاوردی، مهدی و رحمن نیا، محمد رضا (۱۳۹۹). واکاوی شدت- مدت- مساحت بارش و تأثیر آن در سیل، با استفاده از تصاویر و داده‌های رادار (مطالعهٔ موردی: سیل هشتم خرداد ۱۳۹۳). *نشریه سنجش از دور و GIS ایران*، ۱۲ (۱)، ۸۶-۷۳. https://doi.org/10.52547/gisj.12.1.73

جهانبخشی، فرشید و اختصاصی، محمدرضا (۱۳۹۷). ارزیابی عملکرد سه روش طبقه‌بندی تصویر (جنگل تصادفی، ماشین بردار پشتیبان و بیشترین شباهت) در تهیه نقشه کاربری اراضی. *علوم آب و خاک*. ۲۲ (۴)، ۲۳۵-۲۴۷.

رحیمی، نفیسه؛ جلالی، مسعود و رحیم پور، توحید (۱۴۰۱). امکان سنجی اقلیمی کاشت گردو در اراضی روستایی استان اردبیل. *اقتصاد فضا و توسعه روستایی*، ۱۱(۴۰)، ۹۵-۱۱۲. https://doi.org/20.1001.1.23222131.1401.11.40.5.0

رضایی، حمیدرضا و شکور، علی (۱۳۸۸). بررسی و نقش عوامل مشخص کننده بحران سیل در مدیریت شهری. همایش ملی مدیریت بحران آب.

سلیمانی ساردو، فرشاد؛ رفیعی سارویی، الهام؛ مصباح زاده، طیبه و آذره، علی (۲۰۲۰). استفاده از تصاویر سنتینل ۱ برای پایش خسارات ناشی از رویداد سیل در مارس ۲۰۲۰، جنوب استان کرمان بر اساس الگوریتم جنگل تصادفی، *مجله علوم و مهندسی آبخیرداری ایران*، ۱۵(۵۳)،۳۲-۲۳.

سلیمانی، کریم؛ شریفی پور، مهدی و عبدلی بوژانی، سپیده (۱۳۹۹)، الگوریتم آشکارسازی پهنه خسارت سیل با استفاده از تصاویر سنتینل ۲ (مطالعه موردی سیلاب فروردین ۱۳۹۸ استان گلستان)، *مجله اکوهیدرولوژی*، ۷(۲)، ۳۱۲-۳۰۳.

عمادالدین، سمیه و محمد قاسمی، مسعود (۱۴۰۰). پایش نقشه‌های گسترش سیلاب با استفاده از تصاویر راداری (SAR) مطالعه موردی: سیل فروردین ۱۳۹۸، شهرستان آق قلا. *پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی*، ۲(۶)، ۷۹-۹۶. https://doi.org/10.30488/ccr.2021.308697.1053

محمدنژاد آروق، وحید (۱۴۰۰). تهیه نقشه گسترش سیلاب با استفاده از تصاویر راداری سنتینل ۱. مطالعه موردی: سیل فروردین ۱۳۹۸، شهرستان پلدختر. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۱ (۴۱)، ۸۰-۶۹. https://doi.org/10.30488/gps.2020.226387.3224

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

## References


Agnihotri, A. K. Ohri, A. Gaur, S. Das, N. & Mishra, S. (2019). Flood inundation mapping and monitoring using SAR data and its impact on Ramganga River in Ganga basin. *Environmental monitoring and assessment*, 191(12), 1-16.

Amini, L. Argany, M. & Abdollahi Kakroodi, Ataollah. (2022). Detection of Flooded Areas in Golestan Province Using VV, VH and VV + VH Polarizations of Sentile-1 and Landsat-8 Images. *GEOGRAPHY AND ENVIRONMENTAL STUDIES*, 11(43), 94-107. (in Persian) https://sid.ir/paper/1034827/en

Bazzi, H., Ienco, D., Baghdadi, N., Zribi, M. & Demarez, V. (2020). Distilling before refine: Spatio-temporal transfer learning for mapping irrigated areas using Sentinel-1 Time Series, *in IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 17(11), 1909-1913. https://doi.org/10.1109/LGRS.2019.2960625

Borah, S. B., Sivasankar, T., Ramya, M. N. S. & Raju, P. L. N. (2018). Flood inundation mapping and monitoring in Kaziranga National Park, Assam using Sentinel-1 SAR data. *Environmental monitoring and assessment*, 190(9), 520.

Emadodin, S. & Mohammad Ghasemi, M. (2021). Monitoring of flood expansion maps using radar images (SAR) (Case study: Flood in March 2019, Aq Qala city). *Climate Change Research*, 2(6), 79-96. (in Persian) https://doi.org/10.30488/ccr.2021.308697.1053

Jahanbakhshi, F. & Ekhtesasi, M. R. (2019). Evaluation of Three Image Classification Methods (Random Forest, Support Vector Machine and the Maximum Likelihood) in Land Use Mapping. *Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 22(4), 235-247. (in Persian)

Khan, S.I. Hong, Y. Wang, J. Yilmaz, K.K. Gourley. J.J. Adler, R.F. & Irwin, D. (2011). Satellite remote sensing and hydrologic modeling for flood inundation mapping in Lake Victoria basin: Implications for hydrologic prediction in ungauged basins. IEEE Trans. Geosci. *Remote Sens*, 49 (1), 85-95.

Klemas, V. (2013). Using remote sensing to select and monitor wetland restoration sites: An overview. *Journal of Coastal Research*. 29, 958-970

Kouassi, K.H. N'go, Y.A. Armand, A.K. Koua, T.J. & Stoleriu, C.C. (2020) .Contribution of Sentinel 1 Radar Data to Flood Mapping in the San-Pédro River Basin. *Asian Journal of Geographical Research*,3(2),1-8.

Maleki, S. Baghdadi, N. Soffianian, A. El Hajj, M. Rahdari, V. (2020). Analysis of multi-frequency and multipolarization SAR data for wetland mapping in Hamoun-e-Hirmand wetland. *International Journal of Remote Sensing*, 41(6), 2277-2302 .

Mohamad Nejhad, V. (2021). Flood extent area mapping using sentinel 1 SAR image (a case study: the flood of Poledokhtar, (march 1398). *Geographical Planning of Space*. *11*(41), 69-80. (in Persian) https://doi.org/10.30488/gps.2020.226387.3224

panjehkoobi, P. jrayahni parvari, M. javardi, M. & rahmannia, M. R. (2020). Investigation of Intensity- Duration- Area of Rainfall and its Impact on Floods Using Radar Images (Case Study of the Flood on May 2014). *Iranian Journal of Remote Sensing & GIS*, 12(1), 73-86. (in Persian) https://doi.org/10.52547/gisj.12.1.73

Rahimi, N. Jalali, M.& Rahimpour, T.(2022). Climatic feasibility of walnut planting in Rural lands of Ardabil province. *SPACE ECONOMY & RURAL DEVELOPMENT*, 11 (40), 95-112. (in Persian)

Rahman, R. & Thakur, P. (2017). Detecting, mapping and analysing of flood water propagation using synthetic aperture radar (SAR) satellite data and GIS: A case study from the Kendrapara District of Orissa State of India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 10.2.

Refice, A., Capolongo, D., Pasquariello, G., D'Addabbo, A., Bovenga, F., Nutricato, R., Lovergine, Francesco P. & Pietranera, L. (2014). SAR and InSAR for Flood Monitoring: Examples With COSMO-SkyMed Data. *in IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7 (7), 2711-2722. https://doi.org/10.1109/JSTARS.2014.2305165

Rezaei, H. R., & Shakour, A. (2009). Investigation and role of flood crisis determinants in urban management. *National Conference on Water Crisis Management*.


[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]
[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]
[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]

Solaimani,karim. Sharifipour, Mahdi. & Abdoli Bojani, Sepideh. (2020). Flood Damage Detection Algorithm Using Sentinel-2 Images (Case study; Golestan Province, March 2019). *IRANIAN JOURNAL OF ECOHYDROLOGY*, 7(2 ), 303-312. (in Persian)

Soleimani Sardoo, F., Rafiei Sardooi, E., Mesbahzadeh, T. & Azareh, A. (2021). Utilizing Sentinel 1 Images for Monitoring Damage of Flood Event in March 2020, the South of Kerman Province Based on Random Forest Algorithm. *IRANIAN JOURNAL OF WATERSHED MANAGEMENT SCIENCE AND ENGINEERING*, 15(53 ), 23-32. (in Persian)

Zambon, M. Lawrence, R. Bunn, A. & Powell, S. (2006). Effect of Alternative Splitting Rules on Image Processing Using Classification Tree Analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 72(1), 25-30.

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30 ]

[ DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.4.4.7 ]

[ DOI: 10.66224/jsaeh.12.4.2 ]