

Combination of radar and optical images for rapid flood detection and monitoring in Google Earth Engine environment, (case study: Dashtiari County Flood of March 2024)

Dehani, R.¹  | Mazidi, A.²

1. Doctoral student of Climatology in Environmental Planning, Yazd University, Yazd, Iran.

2. Associate Professor of Climatology in Environmental Planning, Department of Geography, Yazd University, Yazd, Iran.

Corresponding Author E-mail: r.dehani.70@gmail.com

(Received: 18 Aug 2024, Revised: 24 Oct 2024, Accepted: 03 Nov 2024, Published online: 03 Nov 2024)

Abstract

Flash floods are one of the common natural hazards in the Sistan and Baluchistan region, which causes extensive damage to local communities. In this study, Sentinel 1 and Landsat 8 satellite images were used in the rapid identification and monitoring of flooded areas. The availability of these images with the use of cloud computing systems such as Google Earth Engine (GEE) provides a valuable opportunity for crisis management, as it enables easy access to ready data, which is essential for effective management programs deal with floods. Sentinel 1 radar images and Landsat 8 optical images were extracted the day before and after the recent floods March ۲۰۲۴ in the studied area. Image processing and extraction of features related to floods including water cover, water level changes and land cover changes were done. The results showed that the images of Sentinel 1 can effectively identify the flooded areas in Dashtiari region due to the power of cloud penetration and independence from light conditions. Also, Landsat 8 images were useful for more accurate assessment of water level and land cover. The combination of these two data sources increased the ability to quickly detect and monitor flood-affected areas. The integration of satellite remote sensing data can be an effective tool for flood crisis management in the region. This approach will help local authorities in planning emergency responses and mitigating the consequences of flooding.

Keywords: flood monitoring, Dashtiari, Landsat 8, Sentinel 1, Google Earth Engine

Cite this article: Dehani, R., & Mazidi, A. (2024). Combination of radar and optical images for rapid flood detection and monitoring in Google Earth Engine environment, (case study: sheerestan Dashtiari flood March 2024). Journal of the Nivar, 48(126-127), 138-150. DOI: <https://doi.org/10.30467/nivar.2024.474067.1305>

E-mail: (2) mazidi@yazd.ac.ir



ترکیب تصاویر راداری و اپتیک برای تشخیص و پایش سریع سیلاب در محیط گوگل ارث انجین (مطالعه موردی: شهرستان دشتیاری سیل اسفندماه ۱۴۰۲)

راشد دهانی^۱ | احمد مزیدی^۲

۱. دانشجوی دکتری اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۲. دانشیار اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

رایانامه نویسنده مسئول: r.dehani.70@gmail.com

(دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۸، بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۰۳، پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۳، انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۸/۱۳)

چکیده

سیلاب‌های ناگهانی یکی از مخاطرات طبیعی رایج در منطقه سیستان و بلوچستان است که موجب خسارات گسترده به جوامع محلی می‌شود. در این مطالعه، از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۱ و لندست ۸ در شناسایی و پایش سریع مناطق سیل‌زده استفاده شده است. در دسترس قرار گرفتن این تصاویر همراه با استفاده از سامانه‌های محاسبات ابری همانند، گوگل ارث انجین (GEE) فرصت ارزشمندی برای مدیریت بحران فراهم آورده است، زیرا امکان دسترسی آسان به داده‌های آماده را ممکن می‌سازد که برای برنامه‌های مدیریتی کارآمد در مواجهه با سیلاب ضروری است. تصاویر رادار سنتینل ۱ و تصاویر اپتیک لندست ۸ قبل و بعد از وقوع سیلاب‌های اسفند ماه ۱۴۰۲ در منطقه مورد مطالعه استخراج شد. پردازش تصویر و استخراج ویژگی‌های مربوط به سیلاب شامل پوشش آبی، تغییرات سطح آب و تغییرات پوشش زمین انجام شد. نتایج نشان داد که تصاویر سنتینل ۱ به دلیل قدرت نفوذ در ابر و استقلال از شرایط نوری می‌تواند به‌طور مؤثر مناطق سیل‌زده را در دشتیاری شناسایی کند. همچنین تصاویر لندست ۸ برای ارزیابی دقیق‌تر وضعیت سطح آب و پوشش زمین مفید بودند. ترکیب این دو منبع داده‌ای توانایی تشخیص و پایش سریع مناطق تحت تأثیر سیلاب را افزایش داد. ادغام داده‌های سنجنش‌ازدور ماهواره‌ای می‌تواند ابزار مؤثری برای مدیریت بحران سیلاب در منطقه باشد. این رویکرد به مسئولان محلی در برنامه‌ریزی واکنش‌های اضطراری و کاهش پیامدهای سیلاب کمک خواهد کرد.

کلیدواژه‌ها: پایش سیلاب، دشتیاری، تصاویر ماهواره‌ای، گوگل ارث انجین

۱. مقدمه

ارزشمندی از وضعیت سیلاب‌ها ارائه دهند (Wang et al, 2002). استفاده از روش‌های مبتنی بر سنجنش‌ازدور در علوم مختلف مرتبط با منابع آب و به‌خصوص در سامانه‌های پایش مخاطرات طبیعی به‌طور فزاینده‌ای در مناطق سیل‌زده در حال ارتقا است (Fazeli-Farsani et al., 2015, Voigt et al., 2016). با تحولی که از نظر فن‌آوری در دسترسی به داده‌های استخراج‌شده از تصاویر ماهواره‌ای رخ داده است،

سیلاب به‌عنوان یکی از مخرب‌ترین پدیده‌های طبیعی، همواره تأثیرات گسترده‌ای بر جوامع انسانی و محیط‌زیست داشته‌اند. گرمایش جهانی و به تبعیت از آن تغییرات اقلیمی تأثیرات مختلفی از جمله خطر سیل را در مناطق آسیب‌پذیر افزایش می‌دهد (Hirabayashi et al, 2013). تصاویر لندست با قدرت تفکیک مکانی مناسب و امکان تصویربرداری در بازه‌های زمانی کوتاه می‌تواند اطلاعات

استناد: دهانی، راشد، و مزیدی، احمد. (۱۴۰۳). ترکیب تصاویر راداری و اپتیک برای تشخیص و پایش سریع سیلاب در محیط گوگل ارث انجین (مطالعه موردی: شهرستان دشتیاری سیل اسفندماه ۱۴۰۲). مجله نیوار، ۴۸ (۱۲۶-۱۲۷)، ۱۳۸-۱۵۰. DOI: <https://doi.org/10.30467/nivar.2024.474067.1305>

رایانامه: (۲) mazidi@yazd.ac.ir



کاربران به طور کامل به حجم زیادی از داده‌ها دست‌یافته و بدون نیاز به دریافت و ذخیره حجم زیادی از آن‌ها می‌توانند تحلیل‌های تخصصی موردنظر را انجام دهند. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پردازش‌شده، محصولات آماده و همچنین افزایش سرعت محاسبات به‌خصوص برای پایش مخاطرات طبیعی مانند سیل به دلیل لزوم دسترسی سریع و به‌هنگام اطلاعات از ویژگی‌های منحصربه‌فرد این روش است (Ghaffarian et al., 2020). سامانه گوگل ارث انجین (GEE) یکی از ابزارهای ارزشمند جهت پایش سریع سیل است و امکان فراخوانی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای را فراهم کرده است (Amani, et al 2020). ایران از جمله مناطقی است که همه‌ساله سیلاب‌هایی با شدت‌های متفاوت در نقاط مختلف آن، رخ می‌دهد. سیل‌های گلستان، خوزستان، پل‌دختر در استان لرستان و سیستان و بلوچستان که در سال‌های اخیر روی‌داده‌اند مثال‌هایی از این نمونه به شمار می‌آیند (رجبی زاده و همکاران، ۱۳۹۸). با توجه به اهمیت موضوع و به‌منظور کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از آن، روش‌های متعددی برای مطالعه، تحلیل و پهنه‌بندی سیلاب در سطح جهان و ایران ارائه شده است که از جمله می‌توان به روش‌های استفاده از داغاب سیلاب، مقایسه عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش‌ازدور، استفاده از مدل‌های ریاضی و تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره اشاره کرد (سلیمانی و همکاران ۱۳۹۹ و ساسان پور و همکاران ۱۴۰۰).

(Kourgialas and Karatzas (۲۰۱۷) پتانسیل احتمال رخداد سیل در یونان را بررسی کردند. نتایج نشان داد مناطق شهری و کشاورزی از بیشترین آسیب‌پذیری برخوردار بودند. همچنین ۲۴٪ از کل مساحت یونان دارای پتانسیل سیل‌گیری بسیار زیاد است. (Singha et al (2022) عوامل مؤثر بر پتانسیل سیل‌گیری را بر اساس شاخص‌های مورفومتریک، آب‌شناختی، نفوذپذیری خاک، خصوصیات فیزیکی زمین و استنتاج‌های انسانی بررسی کردند. نتایج نشان داد فاکتورهای شیب و نفوذپذیری از مهم‌ترین عوامل پتانسیل سیل‌گیری بودند. (Bagheri & Farzaneh, 2021) بررسی‌های

(Daneshparvar al et ۲۰۲۲) نشان داد که فاکتورهای ارتفاع و شیب به ترتیب دارای بیشترین تأثیر بر سیلاب بودند. همچنین شماره منحنی و فاصله از رودخانه کمترین وزن را در هر دو روش تحلیل سلسله مراتبی و فرایند تحلیل شبکه‌ای داشتند. (Dung et al ۲۰۲۲) عوامل مؤثر بر پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌گیری را بر اساس روش AHP ارزیابی کردند. کلیه عوامل مؤثر در گروه‌هایی مرتبط با خصوصیات هیدرولوژیکی، ژئومورفولوژیکی، هواشناسی، پوشش و کاربری اراضی، خاکشناسی و زیرساخت‌ها و ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی دسته‌بندی شدند. انتظاری و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی به بررسی مخاطرات زمین‌لغزش و سیل با استفاده از مدل ترکیبی VIKOR-AHP در سطح استان البرز پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که دو شهرستان کرج و طالقان نسبت به وقوع مخاطرات ژئومورفولوژیک حساس و آسیب‌پذیرند. استفاده از تلفیق اطلاعات راداری (سنیتل ۱) و لندست ۸ ضمن برآورد پهنه سیلابی با استفاده از محیط گوگل ارث انجین جهت برآورد خسارت وارده به استان خوزستان در سیلاب فروردین‌ماه ۱۳۹۸ نمونه از مطالعات مرتبط با موضوع می‌باشد در اسفندماه ۱۴۰۲ شهرستان دشتیاری در استان سیستان و بلوچستان شاهد سیلاب‌های ویرانگری بود که موجب خسارات عمده‌ای به زیرساخت‌ها، منازل، اراضی کشاورزی و منابع طبیعی این منطقه شد. این سیلاب‌ها نتیجه بارش‌های سنگین و مداوم موسمی بودند که به‌طور ناگهانی و شدید رخ دادند، و به دلیل کمبود سامانه‌های مدیریت بحران و زیرساخت‌های نامناسب، کنترل و مدیریت آن با چالش‌های زیادی همراه بود. هدف این مقاله پایش سیلاب اسفندماه ۱۴۰۲ در این منطقه، با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین است.

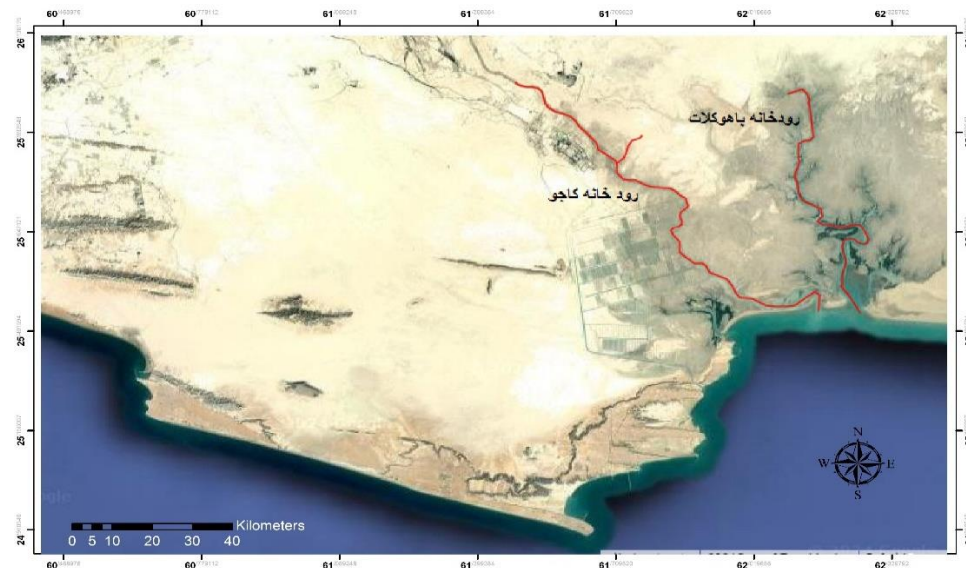
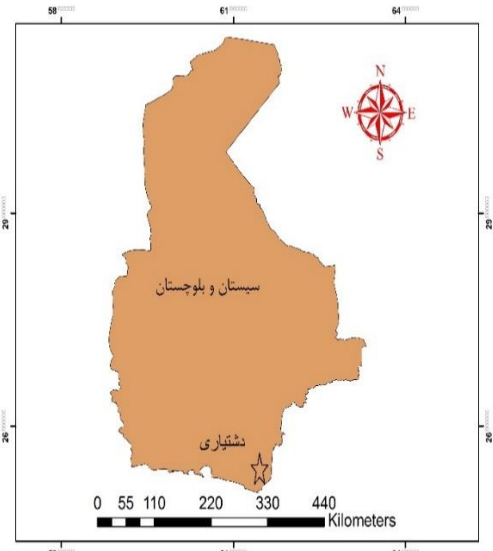
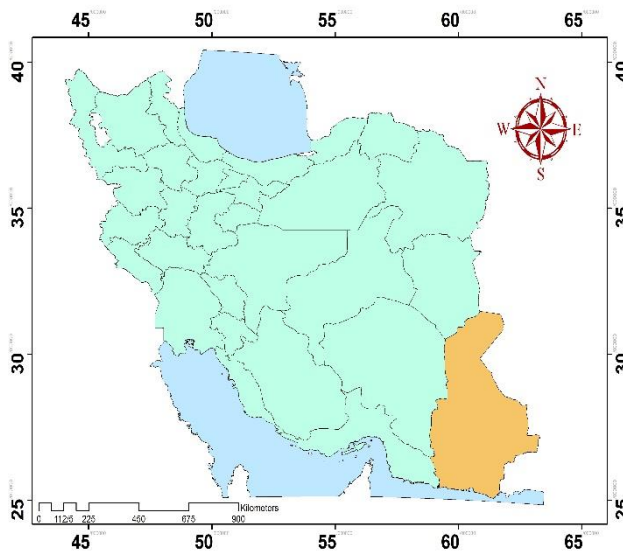
در این مطالعه داده‌های Sentinel-1 جهت پایش مورد استفاده قرار گرفته است و به‌منظور استخراج داده‌های سری زمانی از تصاویر Landsat 8 بهره گرفته شده است. همچنین استفاده از سامانه برخط گوگل ارث انجین باعث شده است که پایش سیلاب سریع‌تر انجام گیرد. در گذشته برای تشخیص پهنه‌های سیلابی از آب‌های سطحی دائمی یا

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

منطقه دشتیاری از نظر مختصات در منتهی‌الیه جنوب شرقی ایران قرار گرفته است. دشت ساحلی دشتیاری از طرف شمال به ارتفاعات مکران، از شرق به کشور پاکستان، از غرب به شهرستان چابهار و از سمت جنوب به دریای عمان ختم می‌شود (شکل ۱). با توجه به موقعیت جغرافیایی آن و امکان دسترسی به آب‌های آزاد جایگاه ویژه‌ای را در منطقه به وجود آورده است. رودخانه‌های کاجو و باهو کلات با رژیم سیلابی در آن جریان دارند (معصومی و همکاران، ۱۴۰۰).

فصلی از تصاویر Landsat 8 استفاده می‌شد. از روش دوریس و همکاران در سال ۲۰۲۰ جهت پایش سریع سیل استفاده شده است (Devries et al, 2020) با کمک این روش تمام تصاویر Sentinel-1، به همراه سایر داده‌های اولیه همانند Landsat، به صورت یکجا در محیط گوگل ارث انجین مورد استفاده قرار می‌گیرد. تا در صورت رخداد سیل، سطوح سیلابی سریع مورد پایش قرار گیرد. این الگوریتم به منظور تشخیص سیل‌های سریع و ناگهانی در زمان واقعی از آماره چند زمانه SAR (Synthetic Aperture Radar) استفاده می‌کند.



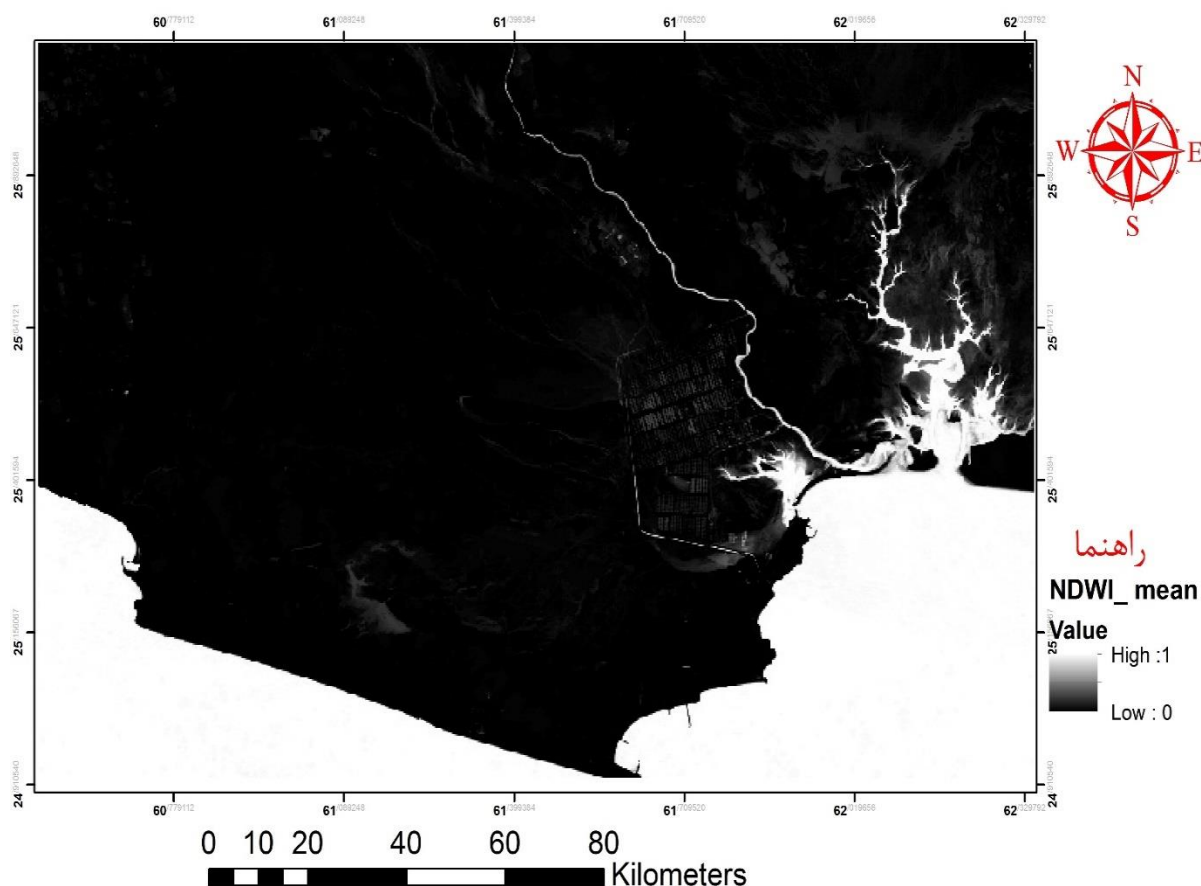
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۲-۲. داده‌ها و ابزار مورد استفاده

سامانه گوگل ارث انجین (GEE) یکی از ابزارهای مفید برای پایش سیل است و امکان فراخوانی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای را فراهم کرده است (Amani, et al 2020). در این مطالعه جهت پایش سیلاب تصاویر راداری سنتینل ۱ با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر، و تصاویر لندست ۸ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر از این سامانه دریافت و مورد استفاده قرار گرفته است. در تصاویر SAR^۱، عموماً پهنه‌های آبی به رنگ تیره مشاهده می‌شوند.

شاخص NDWI^۲ شاخص کارا در تحلیل تصاویر ماهواره‌ای جهت شناسایی پهنه‌های آبی است. و به‌طور ویژه برای تشخیص مناطق آبی از سایر اجزای محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شاخص از تفاوت در بازتاب نور در باندهای

مختلف عمل می‌کند و این تفاوت به‌وضوح در مناطق آبی قابل تشخیص است. با اعمال این شاخص مقدار ارزش بازتاب پیکسل‌ها در بازه بین -1 و +1 قرار می‌گیرند، که مقادیر بین -۱ تا صفر مناطق غیر آب و مقادیر بین صفر تا +1 پهنه‌های آبی و یا سیلابی را نشان می‌دهد (دودانگه و همکاران ۱۴۰۰). مقدار میانگین NDWI نشان می‌دهد که چند درصد از منطقه شامل آب است. در نتیجه، از این شاخص می‌توان جهت نقشه‌برداری مناطق آبی و انجام مطالعات محیط زیستی مرتبط با منابع آب استفاده کرد (دودانگه و همکاران ۱۴۰۰). در این مطالعه نیز به‌منظور دستیابی به پهنه آبی منطقه در مواقع غیر سیلابی از شاخص NDWI استفاده شده است (شکل ۲) داده‌های مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۱ نشان داده شده است.



شکل ۲: شاخص NDWI میانگین برای منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی 2019-01-01, 2024-05-01

² Normalized Difference Water Index

¹ Synthetic Aperture Radar

جدول ۱: داده های مورد استفاده در این پژوهش (مربوط به زمان سیل اسفند ۱۴۰۲)

کاربرد در این پژوهش	باند	تاریخ فراخوانی تصاویر	نشانی تصاویر در سامانه گوگل ارث انجین	داده ها
SAR-based anomallied and Z-scores	VV - VH	2023-01-20, 2024-06-01	COPERNICUS/S1_GRD	Sentinel-1
Historical Surface water regims	B5 - B6	2019-01-01, 2024-05-01	LANDSAT/LC08/C02/T1_RT	Landsat8

۲-۳. آماره های زمانی SAR

آماره های زمانی^۱ SAR تغییرات تصاویر راداری سنتینل-۱ یا سایر ماهواره های SAR را در طول زمان مشخص کنند. این آماره ها شامل میانگین، واریانس و انحراف معیار می باشند. با استفاده از این آماره ها، می توان به شناسایی نوسانات سطح آب، گیاهان، خاک، برف و سایر پارامترهای زمینی پرداخت. به عنوان مثال، با مقایسه آماره های زمانی SAR در دو زمان مختلف، می توان به شناسایی تغییرات در سطح آب در یک منطقه کمک کرد. در این مطالعه سیلاب منطقه از طریق تصاویر راداری سنتینل ۱ از روش (دوریس و همکاران ۲۰۲۰) و- همچنین معیار Z-score، با استفاده از روابط ۱ و ۲ زیر مورد بررسی قرار گرفت.

$$\Delta\sigma_0^{p,m,d}(t) = \sigma_0^{p,m,d}(t) - \bar{\sigma}_0^{p,m,d} \quad (1)$$

$$Z^{p,m,d}(t) = \frac{\Delta\sigma_0^{p,m,d}(t)}{std(\Delta\sigma_0^{p,m,d})} \quad (2)$$

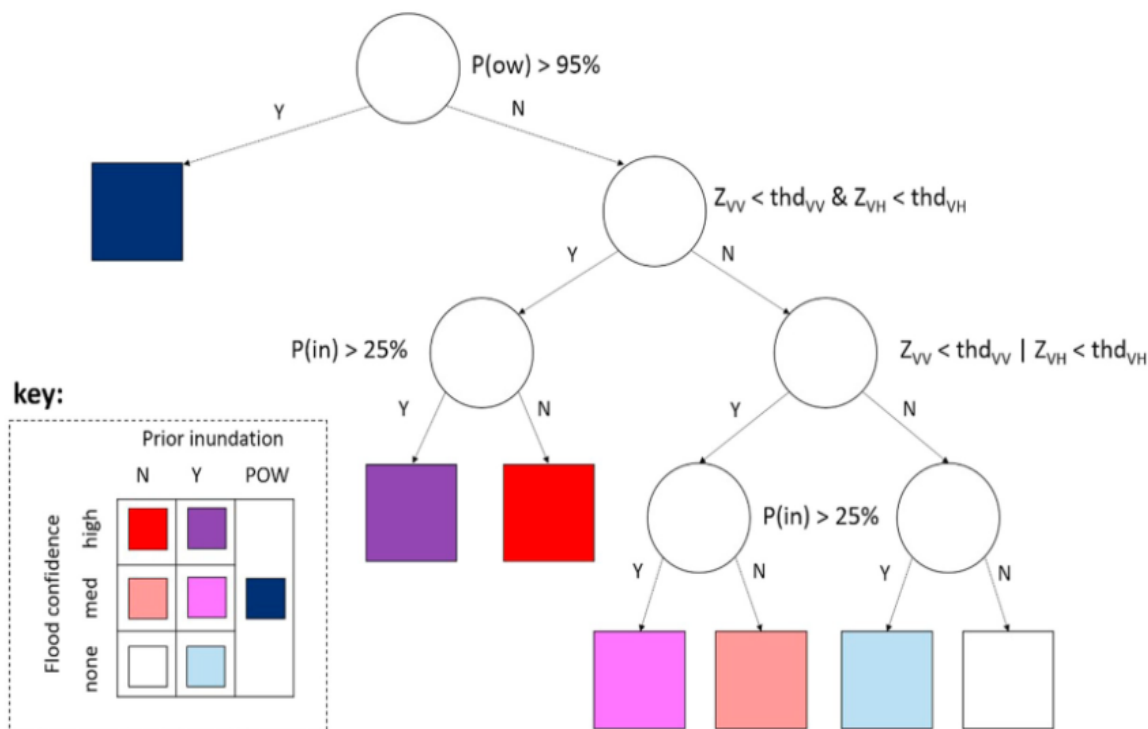
این روش به منظور شناسایی تغییرات شدید در تصاویر سنتینل ۱ مورد استفاده قرار می گیرد. از این طریق می توان با استفاده از تصاویر سنتینل ۱، میانگین و انحراف معیار بازتاب سطح زمین را محاسبه کرد. سپس Z-score برای هر پیکسل در تصویر تعیین می گردد. برای هر پیکسل، اندازه بازتاب

سطح زمین (σ_0) از میانگین بازتاب سطح زمین محاسبه شده در منطقه مورد نظر که برای آن تعیین شده است ($\bar{\sigma}_0$)، کسر شده و نتیجه به انحراف معیار بازتاب (std) تقسیم می گردد. این عمل به ما اجازه می دهد تا از نوسانات نسبی در بازتاب سطح زمین در زمان های مختلف در هر نقطه استفاده کنیم و با تشخیص تغییرات ناگهانی در مقدار Z-score، پهنه های سیلابی مشخص می شود. یکی از مزایای استفاده از این روش در پایش سیلاب، سرعت پردازش تصاویر است. به کمک این روش، می توان تصاویر سنتینل-۱ را در کمترین زمان پردازش کرد و مناطق غرقابی را با دقت بالا در نقشه های سیلاب مشخص نمود (Devries et al, 2020).

۲-۴. طبقه بندی سیل

روش طبقه بندی سیلاب یک روش پردازش تصویر است که جهت تعیین پهنه های غرقابی در نقشه پایش سیلاب به کار برده می شود. در این روش، با بهره گیری از تصاویر ماهواره ای، ابتدا یک الگوریتم طبقه بندی برای تصاویر طراحی ریزی می گردد (Devries et al, 2020). پس از آن با بهره گیری از این الگوریتم، مناطق دارای سیلاب از سایر مناطق در تصاویر مشخص می گردد. روش طبقه بندی سیلاب مورد استفاده در پژوهش حاضر در شکل ۳ شرح داده شده است.

¹ Temporal SAR statistics



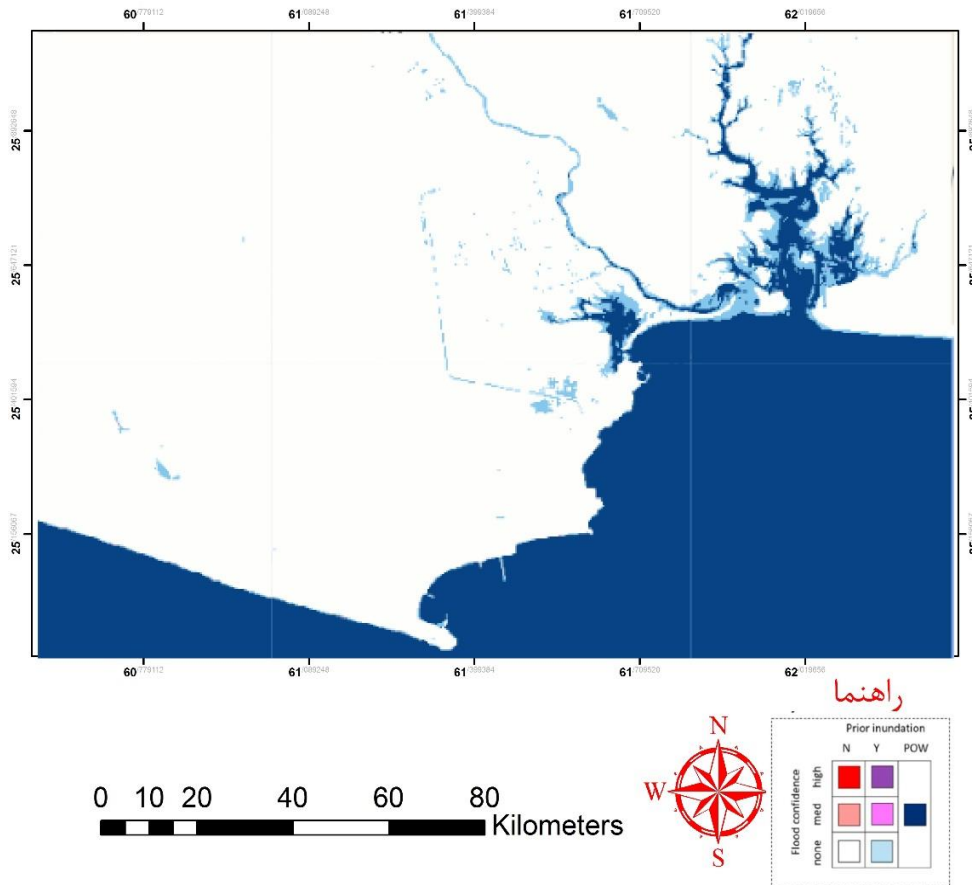
شکل ۳: فلوجارت روش طبقه‌بندی سیلاب موجود در منطقه مورد مطالعه (Devres et al, 2020)

درصد باشد. به‌عنوان مکانی سیلابی در صورت داشتن یک آب دائمی یا جزئی تعریف می‌شود.

۳. نتایج و بحث

همان‌گونه که پیش‌تر عنوان شد در این پژوهش از روش آستانه گذاری برای طبقه‌بندی تصاویر استفاده شده است. روش‌های آستانه گذاری با توجه به سادگی و انعطاف‌پذیری بالا معمولاً در طبقه‌بندی نظارت‌نشده مورد استفاده قرار می‌گیرند (پیمان خواه و همکاران، ۱۴۰۲) هم‌چنین برای تفکیک پهنه‌های آبی از سایر مناطق منطقه مورد مطالعه قبل از وقوع سیل از تصاویر Landsat8 و شاخص NDWI استفاده شده است (شکل ۴).

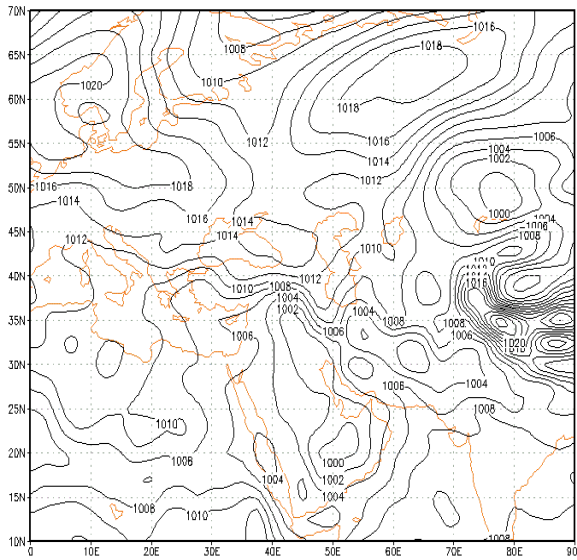
با استفاده از این روش ابتدا پیکسل‌هایی با آب آزاد دائمی (Open Water Probability) POW تعیین گردید که عنوان احتمال وجود آب آزاد بیشتر از ۹۵ درصد تعریف می‌شود. سپس آستانه‌های Z-score بر روی هر دو باند VV و VH اعمال می‌شود. در صورتی که امتیاز Z-score برای VV و VH برای هر پیکسل معین کمتر از این آستانه باشد به احتمال زیاد آن پیکسل نشان دهنده‌ی سیل است. اگر تنها Z-score یکی از آن دو کمتر از آستانه مورد نظر باشد، احتمال سیلاب در آن پیکسل متوسط است. در واقع ترکیبی از Z-score برای هر پولاتریزیسیون در هر مکان مورد آزمایش قرار می‌گیرد تا اثرات آن‌ها، بر دقت طبقه‌بندی ارزیابی شود. در نهایت، همه پیکسل‌هایی که به‌عنوان آب دائمی طبقه‌بندی نشده‌اند، اگر احتمال سیل آن بیشتر از 25



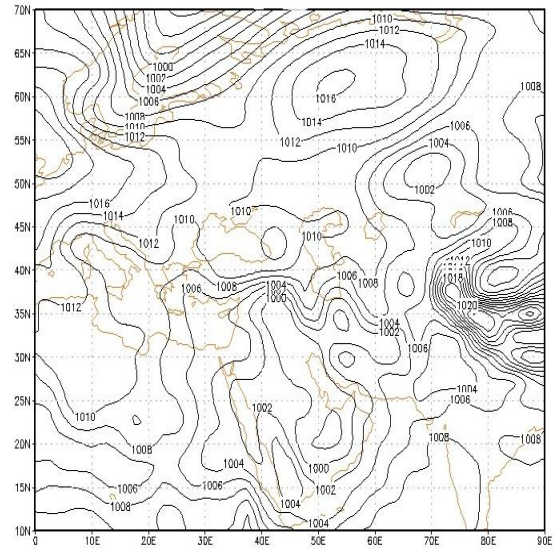
شکل ۴: نقشه تفکیک مناطق آبی از سایر مناطق در منطقه مورد مطالعه قبل از سیل (اسفند ماه ۱۴۰۱)

بازه زمانی فعالیت بارشی در اسفند ماه ۱۴۰۲ (شکل ۷ و ۸) حاکی از بالا بودن میزان رطوبت در نواحی پاکستان و جنوب شرقی ایران است و زش باد هم به گونه‌ای است که باعث انتقال رطوبت خلیج فارس و دریای عمان به مناطق جنوبی ایران می‌شود. وجود چنین شرایطی باعث ریزش بارش‌های سیلابی در بخش‌هایی از استان سیستان و بلوچستان شده است. که بیشترین میزان بارندگی طی روزهای ۱۰ و ۱۱ اسفند در منطقه عورکی با ۲۱۷ باهو کلات ۲۰۷.۵ و نگور ۲۰۳.۵ میلی متر اتفاق افتاده است.

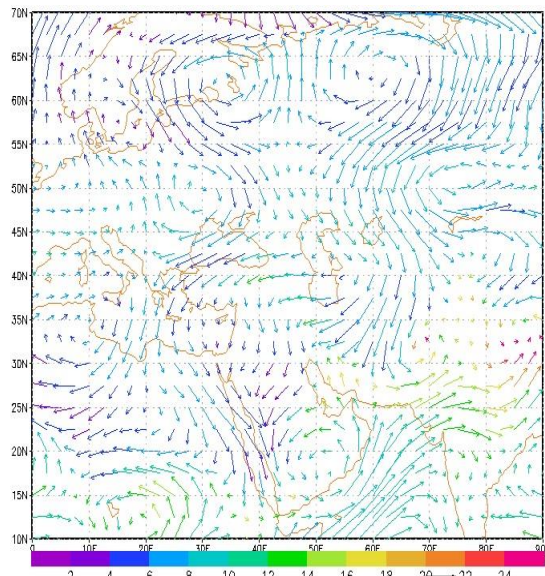
با توجه به بررسی نقشه‌های فشار سطح زمین در بازه زمانی فعالیت سامانه بارشی در اسفند ماه ۱۴۰۲ وجود یک سیستم کم فشار با فشار مرکزی ۹۹۶ هکتوپاسکال بر روی شبه جزیره عربستان دارد که به دلیل مجاورت با منابع آبی دریای عمان و خلیج فارس و نفوذ جریانات مرطوب به داخل آن باعث تقویت آن شده است (شکل ۵ و ۶) همچنین نقشه‌های فشار سطح زمین در بازه زمانی مورد نظر نشان می‌دهد که با گسترش زیانه کم فشار پاکستان به سمت جنوب شرقی ایران باعث انتقال هوای مرطوب اقیانوس هند به منطقه مورد مطالعه می‌شود. نقشه‌های وزش رطوبتی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در



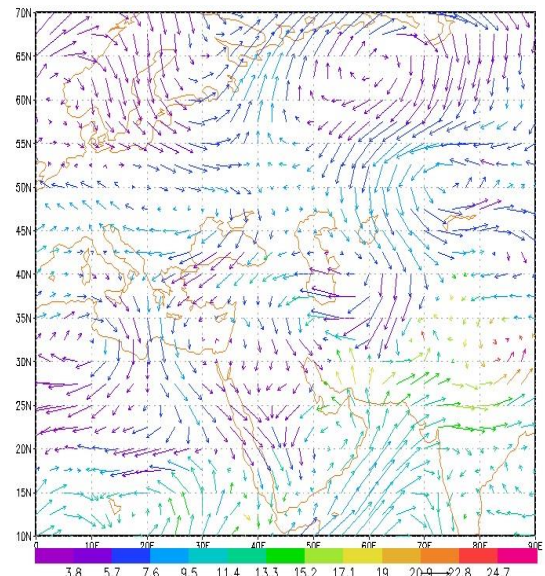
شکل ۶: نقشه فشار سطح زمین روز ۱۱ اسفند ۱۴۰۲



شکل ۵: نقشه فشار سطح زمین روز ۱۰ اسفند ۱۴۰۲



شکل ۸: نقشه وزش رطوبتی ۸۵۰ هکتوپاسکال ۱۱ اسفند ۱۴۰۲

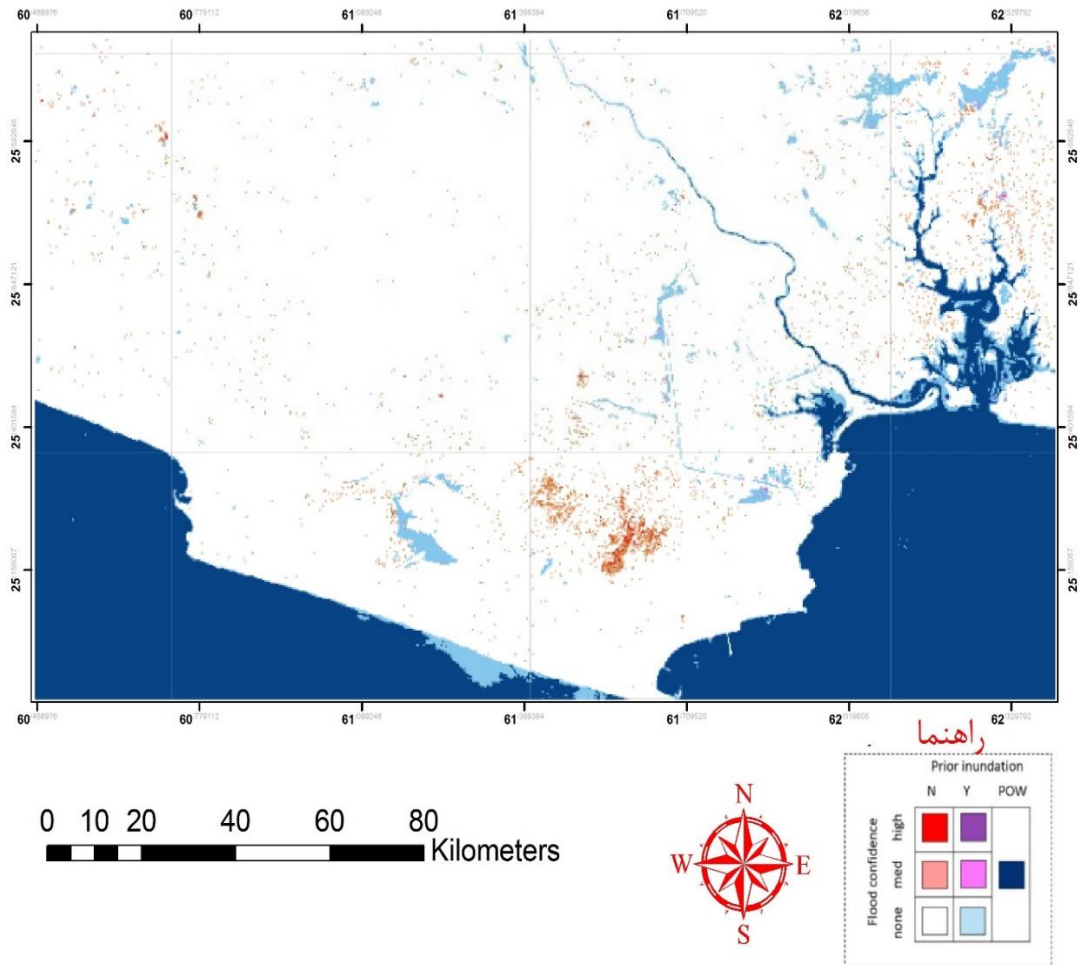


شکل ۷: نقشه وزش رطوبتی ۸۵۰ هکتوپاسکال ۱۰ اسفند ۱۴۰۲

اساسی در زمان قبل و بعد از سیل قابل مشاهده است. این تفاوت‌ها را می‌توان در پهنه‌های آبی اطراف رودخانه‌ها و دشت‌های پست منطقه مشاهده نمود. که پیش از وقوع سیل وجود نداشته و پس از گسترش سیل دچار آب‌گرفتگی شده‌اند. همان‌گونه که بر اساس تصاویر (شکل ۹) قابل مشاهده است میزان گسترش سیل در نواحی مختلف منطقه متفاوت می‌باشد.

از آنجایی که رودخانه‌های باهوکلان، دشتیاری و کاجو در منطقه با رژیم سیلابی جریان دارند و با توجه به هم پیوستن رودخانه‌های مذکور در منطقه دشتیاری و هم چنین شیب کم آن‌ها باعث پخش سیلاب در منطقه می‌شود.

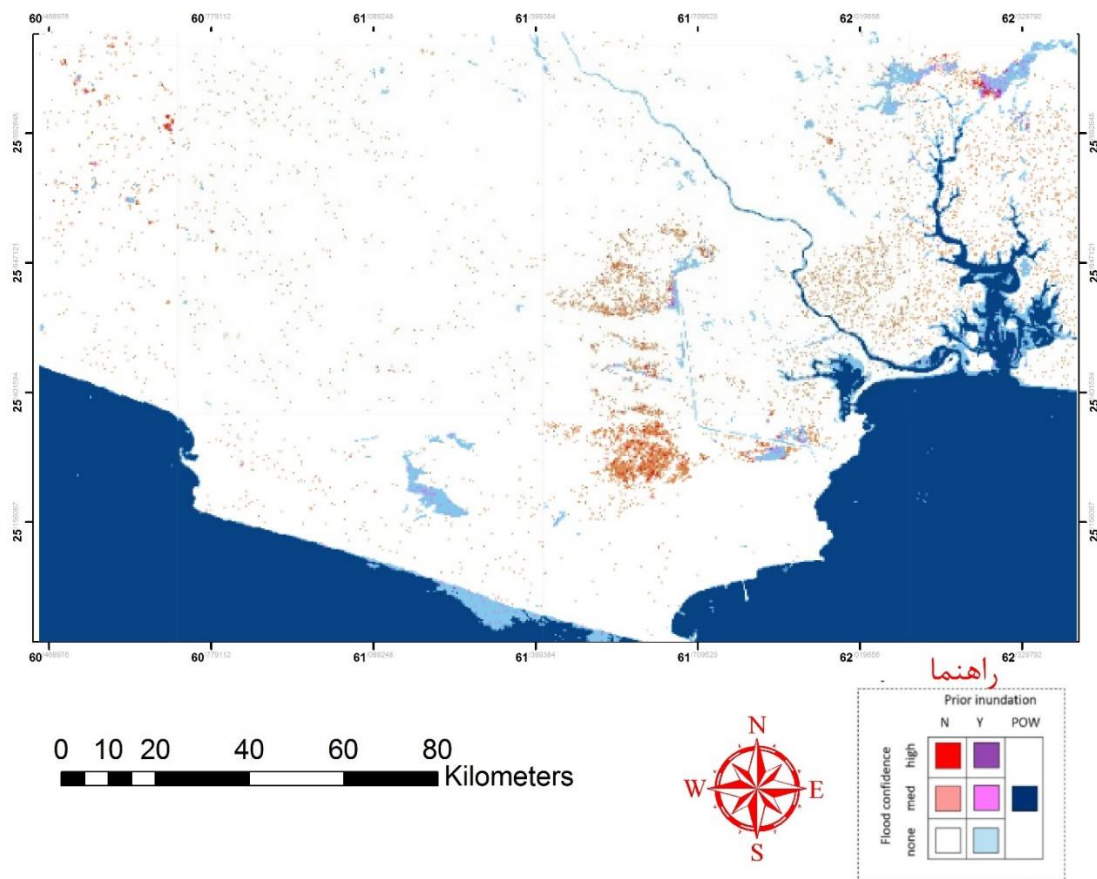
بازه زمانی استفاده‌شده در این پژوهش بر اساس زمان وقوع سیل اسفند ۱۴۰۲ شهرستان دشتیاری است و بر اساس نقشه‌های به‌دست‌آمده در منطقه مورد مطالعه تفاوت‌های



شکل ۹: نقشه گسترش سیلاب (بازه زمانی ۵ اسفند الی ۱۸ اسفند ۱۴۰۲)

این مناطق بیشتر اکثراً پهنه‌های بسیار مرطوبی هستند که در هنگام بارندگی پر آب شده و در نتیجه تشخیص پهنه‌های آبی را دچار مشکل می‌کنند. علت این امر را می‌توان در قدرت تفکیک تصاویر دانست همان‌گونه که در تصاویر قابل مشاهده است بعد از وقوع سیل، (شکل ۱۰) نقاط قرمز رنگ در نقشه نشان‌دهنده طغیان رودخانه‌های منطقه و پیشرفت سیلاب در منطقه دشتیاری می‌باشد.

طبقه‌بندی نقشه پایش سیل جهت تشخیص پهنه‌های دارای سیل با توجه به الگوریتم مورداستفاده در این پژوهش صورت گرفته است. مناطق دارای سیل از سایر مناطق در تصاویر تشخیص داده شده است. در نتیجه این روند مناطقی که دچار سیلاب شده‌اند تا حد زیادی مشخص گردیده‌اند. البته لازم به ذکر است که با ازاستفاده این روش پهنه‌های آبی دیگری نیز تشخیص داده شده‌اند که در واقع جز مناطق سیلابی نیستند.



شکل ۱۰: نقشه گسترش سیلاب (بازه زمانی ۲۱ اسفند ۱۴۰۲ الی ۵ فروردین ۱۴۰۳)

این پژوهش با مطالعات (Devries et al, 2020) و پیمان خواه و همکاران، (۱۴۰۲) همسو و نشان‌دهنده توانایی این الگوریتم جهت تشخیص بهنگام مناطق سیل‌زده است.

۴. نتیجه‌گیری

در حال حاضر با توسعه روزافزون علوم سنجش‌ازدور امر پایش مخاطرات طبیعی نظیر سیل به‌صورت کامل محقق گشته است. تصاویر راداری توانایی پایش سریع پهنه‌های سیلابی و همچنین روند پیشروی آن را فراهم نموده است. هدف از انجام این پژوهش پایش سریع سیل و تهیه نقشه سیلاب در منطقه دشتیاری با بهره‌مندی از تصاویر ماهواره‌های سنتینل ۱ و لندست ۸ با استفاده از سامانه گوگل ارث انجام است. با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و انجام کد نویسی در محیط ابری GEE، نقشه‌های قبل و بعد از سیل اسفند ۱۴۰۲ شهرستان دشتیاری استخراج و مورد تحلیل قرار گرفت. و بر

هم‌چنین به دلیل مورفولوژی پیچان‌رودی رودخانه‌ها و شیب کم منطقه باعث گسترش سیلاب در دشت و آب‌گرفتگی آن می‌گردد. مساحت پهنه سیلاب با استفاده از روش مورد اشاره در منطقه مورد مطالعه ۱۶۸۲.۷۰ کیلومتر مربع برآورد گردیده است. مقایسه پهنه سیلابی استخراج شده با استفاده از روش شناسی این پژوهش با اطلاعات به دست آمده از سایر مطالعات (باقری هارونی، ۱۴۰۱، Soleimani et al., 2020, Rajabzadeh et al., 2018) نشان‌دهنده دقت آن است. آب‌های جاری رودخانه باهو در منطقه ساحلی آن تحت تأثیر هیدرودینامیک آب‌های ساحلی قرار می‌گیرند در زمان سیل جریان آب از خشکی در کانال خورها تحت تأثیر جرز و مد و امواج توفانی قرار دارد و این امر باعث کاهش سرعت تخلیه جریان سیل به دریا شده و موجب تقویت سیل‌گیری روستاها و اراضی منتهی به منطقه ساحلی خلیج گواتر خواهد شد) معصومی و همکاران، (۱۴۰۰). هم‌چنین نتایج به‌دست آمده از

۲۰۳۰، مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۳، شماره ۳، ۱۴۰۰، صص ۶۳۸ - ۶۴۹.

4. Amani, M Ghorbanian, A, Ahmadi, S, Kakooei, M, 2020. Google earth engine cloud computing platform for remote sensing big data applications: A comprehensive review. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing.
 5. Bagheri, M.H. and Farzaneh. M.R., 2021. Timely estimation of flood damage using remote sensing in google earth engine (study area: 2020 Khuzestan flood). The 0th Comprehensive Conference on Flood Management and Engineering. Tehran
 6. Daneshparvar, B., Rasi Nezami, S., Feizi, A., & Aghmand, R. (2022). Comparison of results of flood hazard zoning using AHP and ANP methods in GIS environment: A case study in Ardabil province, Iran. J. Appl. Res. Water Wastewater., 9(1), 1-7.
 7. DeVries, B., Huang, C., Armston, J., Huang, W., Jones, J. W., & Lang, M. W. 2020. Rapid and robust monitoring of flood events using Sentinel-1 and Landsat data on the Google Earth Engine. Remote Sensing of Environment, 240, 111664
 8. Dung, N. B., Long, N. Q., Goyal, R., An, D. T., & Minh, D. T. (2022). The role of factors affecting flood hazard zoning using analytical hierarchy process: a review. Earth Syst. Environ., 6(3), 697-713.
 9. Fazeli Farsani, A., Ghazavi, R., & Farzaneh, M. R., 2015. Investigation of land use algorithms using images fusion techniques (Case study: Beheshtabad Sub-basin). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 6(1), 91- 106.
 10. Ghaffarian, S., Rezaie Farhadabad, A., & Kerle, N., 2020. Post-disaster recovery monitoring with google earth engine. Applied Sciences, 10(13), 4574.
 11. Hirabayashi, Y., Mahendran, R., Koirala, S., Konoshima, L., Yamazaki, D., Watanabe, S., Kim, H., Kanae, S., 2013. Global flood risk under climate change. Nat. Clim. Chang. 3, 816-821.
 12. Kourgialas, N. N., & Karatzas, G. P. (2017). A national scale flood hazard mapping methodology: The case of Greece - Protection and adaptation policy approaches. Sci. Total Environ., 601-602, 441-452.
- اساس تصاویر قبل و بعد از سیلاب تفاوت اساسی در میزان مساحت پهنه های آبی در بخش های مختلفی به خصوص در اطراف رودخانه های فصلی موجود در منطقه به دلیل مورفولوژی پیچان رودی رودخانه ها و شیب کم منطقه و نیز تأثیر هیدرودینامیک آب های ساحلی بر آب های جاری رودخانه باهو در منطقه ساحلی قابل مشاهده است. همچنین جزر و مد و امواج طوفانی بر سرعت تخلیه جریان آب از خشکی به سمت دریا اثر گذاشته و باعث تقویت خطر سیل گیری روستا ها و نواحی ساحلی شهرستان دشتیاری شده است. با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده می گردد که داده های ماهواره ای محدودیت های زمانی و مکانی رصد و پایش سیل را از میان برداشته است و در هر شرایط آب و هوایی قابل استفاده می باشند. همان گونه که از نتایج برمی آید می توان با استفاده از ترکیب تصاویر ماهواره سنتینل ۱ با توان تفکیکی ۱۰ متر و تصاویر لندست ۸ جزئیات دقیق سیلاب ها را در کوتاه ترین زمان مورد بررسی و میزان گسترش آن ها را تعیین نمود تا در آینده بتوان از آن برای مدیریت و برنامه ریزی در جهت کنترل سیل استفاده کرد. تحقیق حاضر نشان می دهد که میزان مخاطره سیل در پهنه های سیلابی منطقه دشتیاری بالا است و نیازمند عملیات تخصصی برای کنترل سیلاب در طول مسیر رودخانه ها برای کاهش خسارات جانی و مالی در منطقه می باشد.

منابع

۱. پیمان خواه، پ، عطارچی، س، محرمی، م، (۱۴۰۲) پایش سریع سیل با استفاده از تصاویر سنتینل-۱ و لندست-۸ مطالعه موردی: رودخانه کشکان شهرستان پل دختر، نیوار، دوره ۴۷، شماره ۱۲۲ - ۱۲۳، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، صص ۸۲ - ۹۴.
۲. سلیمانی، ک، درویشی، ش. (۱۳۹۹). پهنه بندی و پایش خطر سیل بهار ۱۳۹۸ خوزستان با استفاده از داده های لندست-۸ اکو هیدرولوژی، ۷(۳) ۶۶۲.
۳. معصومی ح، حبیبی ع، رضا غریب م. (۱۴۰۰) پیش بینی مورفولوژی رودخانه ها و سیلاب منطقه دشتیاری برای افق

- Czaran, L., Li, S., Pedersen, W., James, G.K., Proy, C., Muthike, D.M., Bequignon, J., Guha-Sapir, D., 2016. Global trends in satellite-based
15. Wang, Y., Colby, JD. and Mulcahy, KA. 2002. An efficient method for mapping flood extent in a coastal floodplain using Landsat TM and DEM data. *International Journal of Remote Sensing* 23(18), pp.3681– 3696.
13. Singha, C., Swain, K. C., Meliho, M., Abdo, H. G., Almohamad, H., & Al-Mutiry, M. (2022). Spatial analysis of flood hazard zoning map using novel hybrid machine learning technique in Assam, India. *Remote Sens.*, 14(24), 6229- 6255.
14. Voigt, S., Giulio-Tonolo, F., Lyons, J., Kučera, J., Jones, B., Schneiderhan, T., Platzeck, G., Kaku, K., Hazarika, M.K.,