



ارزیابی مناطق سیل خیز با استفاده از تصاویر سنتینل-۱ برای مکانیابی نقاط امن (مطالعه موردی: شهرستان چابهار و کنارک)

زهره صالحی نژاد^۱، سید علی المدرسی^{۲*}

دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۰۳ / پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۹ / دسترسی اینترنتی: ۱۴۰۳/۱۲/۲۱

چکیده

تهیه و براساس اختلاف دو تصویر، منطقه سیل زده مشخص شد. سپس مناطق سیل زده با به کارگیری الگوریتم جنگل تصادفی طبقه بندی شد که ضریب کاپا برابر ۰/۹۱ نشان از صحت بالای طبقه بندی است. پس از تهیه نقشه مناطق سیل زده به مکانیابی نقاط امن با ارزش گذاری در نرم افزار Expert choice بر اساس معیارهای مورد بررسی که شامل (حریم مسیل های رودخانه، ساختار، جهت و عرض شبکه ارتباطی و شیب منطقه مورد مطالعه) و با استفاده از منطق فازی گاما ۰/۹ در محیط نرم افزار Arc GIS 10.6 پرداخته شده است. نتایج به دست آمده وسعت نزدیک به ۴۲۶/۴۶ کیلومتر مربع مناطق تحت تأثیر سیلاب که بیشترین آسیب و تخریب کاربری شهری و روستایی، کشاورزی و دامداری و مسدود شدن راه های ارتباطی اکثر روستاها و همچنین تهیه نقشه مناطق امن برای خدمات رسانی به صورت هوایی، دریایی و زمینی تعیین گردیده است.

طرح مسئله: سیل یکی از حوادث طبیعی غیر مترقبه محسوب می شود که بر اثر طغیان آب و زیر آب رفتن بخش قابل توجهی از زمین رخ می دهد. در خلال یا پس از یک بارندگی شدید مقدار دبی رودخانه به سرعت افزایش یافته و در نتیجه آب از

استان سیستان و بلوچستان و از جمله شهرستان های ساحلی چابهار و کنارک از دیرباز به طور مکرر در معرض مخاطرات طبیعی از جمله سیل قرار داشته اند. هدف اصلی پژوهش ارزیابی مناطق سیل زده و تعیین موقعیت و وسعت مناطقی که بیشترین آسیب سیل دی ماه ۱۳۹۸ در دو شهرستان چابهار و کنارک شامل شده اند، است. با توجه به تغییرات اقلیمی از جمله بارش زیاد و با استفاده از تصاویر ماهواره ای سنتینل-۱ در دو بازه ی زمانی قبل و بعد از وقوع حادثه، براساس تحلیل و پردازش تصاویر در نرم افزار SNAP، ضریب پراکنش سیگما صفر هردو تصویر استخراج و به دو طبقه آب و غیر آب تفکیک گردید و حد آستانه ۰/۰۱ به دست آمده است. با استفاده از الگوریتم پیکسل مبنا تصویر باینری آب و غیر آب به صورت صفر و یک

زهره صالحی نژاد^۱، سید علی المدرسی^۲ (✉)

- ۱- کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی یزد، یزد، ایران
- ۲- استاد تمام، گروه سنجش از دور، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی یزد، یزد، ایران

DOI: 10.30495/girs.2022.692298

پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: almodaresi@iauyazd.ac.ir

ایجاد سریع نقشه مناطق سیل‌زده با استفاده از داده‌های رادار اطلاعات ارزشمندی را جهت برنامه‌ریزی و مدیریت زود هنگام بلایای طبیعی خصوصاً سیل فراهم می‌کند. هم‌چنین بعد از شناسایی پهنه‌های تحت تأثیر سیل گام بعدی مکان‌یابی مناسب برای اسکان و خدمات‌رسانی به شهروندان و ساکنین این مناطق به دلیل مسدود شدن مسیر ارتباطی باید جزو اولویت‌های برنامه‌ریزی در نظر گرفته شود؛

هدف: در این پژوهش، آشکارسازی پهنه‌های سیل‌زده با استفاده از داده‌های رادار ماهواره سنتینل سری یک با استفاده از پردازش نیمه‌خودکار و مکان‌یابی مناطق امن برای اسکان موقت و خدمات امداد و نجات با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) است. با توجه به موقعیت جغرافیایی شهرستان چابهار کنارک در جنوب استان سیستان و بلوچستان، این حوزه دارای پتانسیل بالایی از نظر مخاطرات طبیعی از جمله سیل است که باید برنامه‌ریزی‌های از پیش تعیین‌شده را در نظر داشت. برای مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب در آشکارسازی سریع پهنه‌های تحت تأثیر سیل و مکان‌یابی نقاط امن و انجام اقدامات پیشگیرانه مورد نیاز، به اطلاعات دقیق و به‌روز ارجاع شده مکانی احتیاج است. به‌دست‌آوردن تصاویر ماهواره‌های چند زمانی و استفاده از فن‌های پردازش تصویر برای تشخیص خودکار تغییر، یکی از روش‌های بهینه است که می‌تواند در نظارت بر مخاطرات طبیعی مورد استفاده قرار گیرد.

روش تحقیق: شهرستان‌های چابهار و کنارک در جنوب استان سیستان و بلوچستان با مساحتی بالغ بر ۳۳۶۹۸ کیلومتر مربع، دارای اقلیم بیابانی گرم و مرطوب هستند. میانگین بارش سالانه ۲/۱۱۴ میلی‌متر است و سالانه در خطر سیل می‌باشند. در پژوهش حاضر که مبتنی بر ارزیابی مناطق سیل‌خیز برای مکان‌یابی مناطق امن در دو شهرستان چابهار کنارک استان سیستان و بلوچستان است، روش گردآوری اطلاعات بر اساس بنیادهای نظری اکتشافی به‌صورت اسنادی کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده است. مراحل پژوهش به‌صورت دریافت نمودار میانگین کل میزان بارش ماهانه از سال ۲۰۲۰-۲۰۰۰ و همچنین

بستر عادی خود سرریز و دشت سیلابی و مناطق اطراف را در برمی‌گیرد. اصولاً بزرگی سیل‌ها و تکرار آن‌ها در طول زمان تابع شدت بارندگی، نفوذپذیری زمین و وضع توپوگرافی منطقه است. سیل بیانگر بزرگ‌ترین فاجعه طبیعی است که ممکن است در اقلیم‌های مختلف رخ دهد و بر محیط‌زیست، کشاورزی و زیرساخت‌ها تأثیر بگذارد. سیل‌های دوره‌ای به‌صورت طبیعی در بسیاری از رودخانه‌ها رخ داده و باعث به‌وجود آمدن مناطقی بنام دشت‌های سیلابی می‌گردد. علت وقوع این سیلاب‌ها بارش باران‌های شدید و گاهی نیز توأم با ذوب برف است که باعث طغیان رودخانه و جاری شدن آب در زمین‌های حاشیه‌ای رود می‌شود.

وقوع بلایای طبیعی، نظیر سیل اغلب پیامدهای مخربی بر سکونتگاه‌های انسانی باقی می‌گذارد و تلفات سنگینی بر ساکنان وارد ساخته است، ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها را نابود و عوارض اقتصادی و اجتماعی پدیده‌ای بر جوامع و کشورها تحمیل کرده است. تغییرهای الگوی آب‌وهوایی از دلایل مهم و تأثیرگذار بر وقوع سیلاب دی‌ماه ۹۸ در استان سیستان و بلوچستان است که شاهد برهم خوردن تعادل در نوع، میزان و زمان بارندگی‌ها هستیم. به این ترتیب که نوع بارندگی‌ها از سمت بارش برف به باران تغییر یافته است. از سویی دیگر میزان بارندگی‌ها شدید و خشک‌سالی‌های شدید را در مقابل شاهد هستیم. این در حالی است که پراکندگی این بارش‌ها در فصول مختلف سال از تعادل خارج شده است و به‌طور یکنواخت نیست. یکی از دلایلی که سیلاب‌ها در ایران خسارات قابل‌توجهی در پی دارد این است که متأسفانه برنامه‌ریزی‌های انجام‌شده برای انجام اقدامات لازم را به‌طور تمام و کمال اجرا نمی‌کنیم. استخراج منطقه سیل‌زده در کم‌ترین زمان ممکن، جهت مدیریت به‌موقع منطقه سیل‌زده با آگاهی قبلی منطبق بر اطلاعات دقیق استخراج‌شده از محل، امری بسیار مهم است. لذا استفاده از علم سنجش‌ازدور که با در اختیار قرار دادن تصاویر باحد تفکیک بالا، امکان استخراج اطلاعات دقیق و بهنگام مکانی و به‌خصوص داده‌های رادار، ابزاری مناسب جهت استخراج سریع منطقه سیل‌زده است.

تخریب کاربری شهری و روستایی، کشاورزی و دامداری و مسدود شدن راه‌های ارتباطی اکثر روستاها است. تهیه نقشه مناطق امن برای خدمات‌رسانی به‌صورت هوایی، دریایی و زمینی با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی فازی گاما ۰/۹ شکل (۱۰) مناطق امن بارنگ آبی نمایش داده شده است. شناسایی، پهنه‌بندی، تهیه نقشه‌ی نواحی سیل‌گیر و آنالیز، مدیریت و مکان‌یابی مناطق امن با استفاده از فن‌های سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در این پژوهش به‌خوبی تفسیر شده است.

نتیجه‌گیری: در این پژوهش برای آشکارسازی مناطق سیل‌زده شهرستان‌های چابهار کنارک استان سیستان و بلوچستان، از فن پایش نیمه‌خودکار با استفاده از الگوریتم پیکسل‌مبنا و طبقه‌بندی با الگوریتم جنگل تصادفی با استفاده از داده‌های سنجنده سنتینل سری یک استفاده شد. همچنین بعد از برآورد پهنه‌های سیل‌زده با استفاده از نقشه‌های مدل رقومی ارتفاع، شیب، جاده‌های اصلی، آبراهه‌های اصلی و فرعی و ارزش‌گذاری با نرم‌افزار اکسپرت چویس و مدل سلسله‌مراتبی فازی به مکان‌یابی مناطق امن برای اسکان موقت و خدمات امداد و نجات پرداخته که در نهایت خروجی به شکل نقشه مکان‌یابی پرداخته شد. به‌طورکلی، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان به توانایی روش ارائه‌شده در آشکارسازی سریع مناطق سیل‌زده و مکان‌یابی جهت خدمات امداد رسانی پی برد این فن برای حوادث طبیعی دیگر از جمله زلزله، زمین‌لغزش، آتش‌سوزی و غیره قابل استفاده است.

کلمات کلیدی: ارزیابی مناطق سیل‌زده، تصاویر راداری سنتینل سری یک، الگوریتم پیکسل‌مبنا، الگوریتم جنگل تصادفی، منطق فازی، سیستم اطلاعات جغرافیایی

متوسط شار بارش ماهانه از سال ۲۰۲۰-۲۰۰۰ که روند روبه رشد میزان بارش طی سال‌های اخیر تهیه‌شده از سایت حیوانی با بازه زمانی بیست‌ساله در محدوده مورد مطالعه که افزایش بارندگی سال ۹۸ نسبت به سال گذشته مشخص و سپس به محاسبه وسعت مناطق سیل‌زده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۱، در سطح تصویر مختلط تک منظر، گذر بالا، قطبش VH، با بازه زمانی ۱۲ روزه که قبل و بعد از وقوع سیل است در محیط نرم‌افزار اسنپ (SNAP) و طبقه‌بندی آن در دو کلاس مناطق سیل‌زده و سایر در محیط نرم‌افزار انوی (ENVI) و پردازش این دو تصویر برای محاسبه مساحت تحت تأثیر سیل و تخمین میزان خسارتی که به این منطقه وارد شده در محیط نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS) که مشاهده می‌شود مساحتی بالغ بر ۴۲۶ کیلومترمربع را در برمی‌گیرد. با توجه به اهمیت خدمات امداد و نجات به دلیل مسدود شدن راه‌های ارتباطی و مکان‌یابی مناطق امن برای اسکان و خدمات‌رسانی با استفاده از نقشه‌های (ارتفاع، شیب، جاده اصلی، رودخانه اصلی و فرعی) ابتدا به وزن دهی در محیط نرم‌افزار اکسپرت چویس (Expert choice) پرداخته که نزدیکی به جاده اصلی ۱/۰ و شیب مناسب ۰/۹ و دوری از رودخانه‌ها ۰/۵ وزن دهی شده و سپس در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS) به تهیه نقشه گاما ۰/۹ با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی (FAHP) پرداخته که مناطق امن بارنگ آبی از پتانسیل زیادی از نظر نقاط امن برای اسکان و خدمات سیل‌زدگان برخوردار است.

نتایج و بحث: نتایج نمودار بارش حاکی از تغییرات اقلیمی و روبه رشد میزان بارش طی سال‌های اخیر و افزایش بارندگی سال ۹۸ نسبت به سال گذشته در دو شهرستان چابهار و کنارک است. نتایج حاکی از پردازش دو تصویر قبل و بعد از وقوع سیل با استفاده از الگوریتم پیکسل‌مبنا و طبقه‌بندی با الگوریتم جنگل تصادفی با ضریب کاپا ۹۱ درصد نشان از صحت بالای طبقه‌بندی است. نتایج به‌دست‌آمده وسعت نزدیک به ۴۲۶/۴۶ کیلومترمربع مناطق تحت تأثیر سیلاب که بیشترین آسیب و

مقدمه

وقوع بلایای طبیعی، نظیر سیل اغلب پیامدهای مخربی بر سکونتگاه‌های انسانی باقی می‌گذارد و تلفات سنگینی بر ساکنان وارد ساخته است، ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها را نابود و عوارض اقتصادی و اجتماعی پر دامنه‌ای بر جوامع و کشورها تحمیل کرده است. سیل بیانگر بزرگ‌ترین فاجعه طبیعی است که ممکن است در اقلیم‌های مختلف رخ دهد و بر محیط‌زیست، کشاورزی و زیرساخت‌ها تأثیر بگذارد (۴). استخراج منطقه سیل‌زده در کم‌ترین زمان ممکن، جهت مدیریت به موقع با آگاهی قبلی منطبق بر اطلاعات دقیق به دست آمده از محل، امری بسیار مهم است. لذا استفاده از سنجش‌ازدور و به‌خصوص داده‌های رادار، ابزاری مناسب جهت آشکارسازی منطقه سیل‌زده است (۶). ایجاد سریع نقشه مناطق سیل‌زده با استفاده از داده‌های رادار اطلاعات ارزشمندی را جهت برنامه‌ریزی و مدیریت زودهنگام بلایای طبیعی خصوصاً سیل فراهم می‌کند (۱۰). در پنج دهه اخیر بیش از نیمی از کل خسارات ناشی از بلایای طبیعی در جهان مربوط به خسارات سیلاب‌ها بوده است. پژوهش‌ها گویای این است که زمان مواجهه با خطر سیل نخستین گام شناسایی هرچه سریع‌تر پهنه‌های است که تحت تأثیر این پدیده قرار گرفته‌اند پس از آشکارسازی پهنه‌ها، گام بعدی مکان‌یابی نقاط امن جهت اسکان موقت و خدمات‌رسانی و امداد به‌صورت زمینی، هوایی و دریایی برای مدیریت هر چه بهتر این بحران طبیعی است. ماهواره سنتینل-۱ به دلایل افزایش قدرت تفکیک زمانی و همچنین تفکیک مکانی و عرض وسیع پوششی زمین تا ۲۵۰ کیلومتر به‌نوبه خود قابل‌توجه است. پژوهش‌های بسیاری در رابطه با آشکارسازی مناطق سیل‌زده و بررسی خسارت آن با استفاده از داده‌های سنتینل-۱ صورت گرفته شده است.

بورا و همکاران (۲) در مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های راداری ماهواره سنتینل-۱، اقدام به پایش سیل در پارک ملی کزیرانگا هند در طول بارش‌های موسمی سال ۲۰۱۷، نمودند. نتایج مطالعات آنها که به مقایسه تصاویر اپتیک و رادار

در رابطه با پایش سیل پرداخته شده است؛ استفاده از داده‌های رادار برای پایش سیل و شناسایی مکان‌های مناسب جهت عملیات امداد و نجات و ساخت پناهگاه‌های حیوانات و یافتن مسیرهای مناسب بسیار حیاتی است. میمی ژانگ و همکاران (۱۹) در پژوهشی به استفاده از تصاویر سنتینل-۱ برای ترسیم وسعت سیل در پاکستان با استفاده از پایش نیمه‌خودکار بر اساس الگوریتم منطق فازی به آشکارسازی مناطق تحت پوشش سیل در پاکستان پرداخته‌اند. داده‌های سنتینل-۱ به طور خودکار وسعت سیل را با هزینه محاسباتی کمی تشخیص می‌دهد و با توجه به دردسترس بودن عموم و چرخه تکرار سریع می‌تواند نتایج تقریباً واقعی را برای واکنش سریع و اضطراری پس از سیل ارائه دهد؛ دقت کلی ۹۱/۱ درصد تا ۹۶/۶ درصد و ضرایب کاپا ۰/۸۹ تا ۰/۹۵ را نشان می‌دهد. الخراچی و همکاران (۱۱) با استفاده از تصاویر راداری سنتینل-۱ بازه زمانی سه‌روزه ۲۴ تا ۲۷ آوریل سال ۲۰۱۸ به پایش مناطق مستعد سیل در شهر جدید قاهره در مصر پرداخته و در نهایت بر اساس نقشه‌های به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که ۱۱ درصد از ساختمان‌های شهر جدید قاهره در معرض مناطق پرخطر قرار دارند. علاوه بر این ۲۸ درصد از زمین‌های بایر در یک منطقه در محدوده آسیب‌پذیر بسیار بالا قرار دارد. یولا و همکاران (۱۷) با استفاده از تصاویر سنتینل-۱ و به‌کارگیری روش‌های جبری برای آشکارسازی مناطق مستعد سیل در سه منطقه استرالیا و موزامبیک و برزیل پرداختند. نتایج مطالعات ایشان بالاترین ضرایب کاپا برای استرالیا ۰/۹۲، موزامبیک ۰/۷۸ و ۰/۶۸ درصد برای برزیل را نشان داد که ضریب کاپا پایین برای موزامبیک می‌تواند تحت تأثیر توپوگرافی روی تصاویر رادار باشد. او دین و متین (۱۶) به پهنه‌بندی خطر سیل بالقوه با استفاده از تصاویر راداری سنتینل-۱ و تهیه نقشه مناسب پناهگاه سیل برای کاهش خطر بلایا در بنگلادش با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی^۱ پرداختند که نتایج نشان می‌دهد مناطق مستعد سیل بسیار بالا حدود ۱۳ درصد از بنگلادش را پوشش می‌دهد. واناما کریشنا و همکاران (۱۸) به تهیه سریع

^۱ AHP

مفید بودن تصاویر سنتینل ۱- به عنوان داده‌های پایه برای بهبود راهنمای روش‌شناختی پرداختند. نتایج در نقشه‌برداری نهایی سیل برای این منطقه مورد مطالعه با استفاده از پیکربندی پلاریزاسیون VH و فیلتر لی ۷*۷ به دست آمده است. پور اکرمی و همکاران (۱۴) در پژوهشی به استخراج سریع محدوده سیل زده با استفاده از تصاویر سنتینل، پرداختند. نتایج نشان داد که روش حد آستانه‌گذاری روی تصاویر راداری، روشی سریع و مناسب برای استخراج نقشه سیل است.

سلیمانی ساردو و همکاران (۱۵) در مطالعه‌ای با استفاده از تصاویر سنتینل ۱- جهت پیش‌خسارت سیلاب فروردین ۱۳۹۹، جنوب استان کرمان بر اساس الگوریتم جنگل تصادفی پرداخته‌اند که نتایج حاکی از صحت بالای روش طبقه‌بندی جنگل تصادفی با (ضریب کاپا=۰/۹۲) نسبت به سایر الگوریتم‌ها بود. با روی هم گذاری نقشه کاربری اراضی و مناطق سیل زده، در صد آب‌گرفتگی هر یک از کاربری‌ها مشخص شد. بر طبق نتایج به دست آمده اراضی بایر، مسکونی و مرتع به ترتیب با میزان ۲۷/۹، ۱۶ و ۱۲ درصد دارای بیشترین درصد آب‌گرفتگی بودند.

پیمان خواه و همکاران (۱۳) در پژوهشی به پیش‌سریع سیل با استفاده از تصاویر سنتینل ۱- و لندست ۸- رودخانه کشکان شهرستان پلدختر پرداخته که نتایج حاصل این پژوهش عملکرد مناسب تصاویر سنتینل ۱- برای تشخیص تغییرات مناطق سیل زده است.

دودانگه و همکاران (۷) به شناسایی مناطق سیل زده (در منطقه گلستان و خوزستان) با استفاده از محاسبات آماری سری زمانی بر پایه تلفیق داده‌های راداری و اپتیک پرداختند. بر اساس نتایج، این روش دقت مناسبی جهت پیش و تهیه نقشه‌های سیلاب دارد و برای سایر مناطق با وسعت‌های متفاوت قابل تعمیم است.

محمدنژاد آروق (۱۲) در مطالعه‌ای به تهیه نقشه گسترش سیلاب فروردین ۱۳۹۸ شهرستان پلدختر با استفاده از تصاویر سنتینل ۱- پرداخته و نتایج نشان می‌دهد در محدوده مورد مطالعه، ۹۹/۷ کیلومتر مربع از اطراف رودخانه در اثر سیل به

نقشه سیل با استفاده از پایش نیمه‌خودکار تصاویر راداری سنتینل ۱- پرداختند. با توجه با بارندگی‌های شدید غیرمنتظره در اوت ۲۰۱۸ بسیاری از مناطق ایالت کرالا در هند سیل فاجعه باری را تجربه کردند آن‌ها در این پژوهش متذکر شده‌اند که استفاده از این فن و تهیه نقشه سیل سرعت عمل بسیار بالایی دارد.

باراسا و وانایما (۳) در پژوهش نظارت بر طغیان دریاچه آب شیرین مناطق استوایی با استفاده از تصاویر سنتینل ۱- در شرق اوگاندا با استفاده از الگوریتم شی گرا برای بازه زمانی فصلی پرداختند که نتایج حاکی از آن است که از نظر فصلی اندازه آب‌گرفتگی در ماه فوریه (۹۰۲ کیلومتر مربع) اکتبر (۷۰۰ کیلومتر مربع) است. همچنین یک همبستگی واضح بین متغیرهای ساحلی - گیاهی، هیدرولوژی و آب‌وهوا را نشان می‌دهد.

بانگیراو همکاران (۱) به تهیه نقشه وسعت سیل در دشت سیلابی کاپریویل با استفاده از سری زمانی سنتینل ۱- پرداختند، آن‌ها در این پژوهش به قابل اعتماد بودن و کارایی نتایج حاصله از این فن برای مشخص کردن سریع وسعت طغیان و مقایسه نتایج با نقشه‌های حاصل از تحلیل لندست ۸- که در نهایت تجزیه و تحلیل نشان داد که داده‌های سنتینل ۱- می‌تواند به عنوان یک جایگزین مؤثر مستقل یا پرکننده شکاف برای تصاویر نوری در طول یک رویداد سیل باشد.

گایا (۹) با استفاده از کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی^۲ و سنجش از دور و داده‌های بارش به پیش بینی و مدیریت سیل حوضه نیاندو دریاچه ویکتوریا برای بازه زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ و از ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲ پرداختند که نتایج قابل توجهی با ضریب رگرسیون ۰/۷۸ درصد به دست آمد. کارنو کوند و ماریا دی ماتامونوز (۵) در پژوهشی با پیش سیل بر اساس مطالعه سنتینل ۱- بر روی رودخانه ابرو (اسپانیا) که با استفاده از پیکربندی پلاریزاسیون افقی عمودی^۳ به تفکیک پهنه‌های سیل بر اساس تصویر قبل و بعد از وقوع سیل و رضایت از

^۲ GIS

^۳ VH

خودکار تغییر، یکی از روش‌های بهینه است که می‌تواند در نظارت بر مخاطرات طبیعی مورد استفاده قرار گیرد. استان سیستان و بلوچستان با توجه به شرایط آب‌وهوایی در سال‌های اخیر به دفعات تحت تأثیر سیلاب‌های شدید قرار گرفته است، از مهم‌ترین سیلاب سال‌های اخیر در استان می‌توان به سیلاب بزرگ هیرمند سال ۶۹ با بیش از ۱۰ کشته، سیلاب هیرمند در ۱۳۹۵ و سیلاب چابهار و کنارک در سال ۹۸ اشاره نمود.

روش پژوهش

موقعیت جغرافیایی

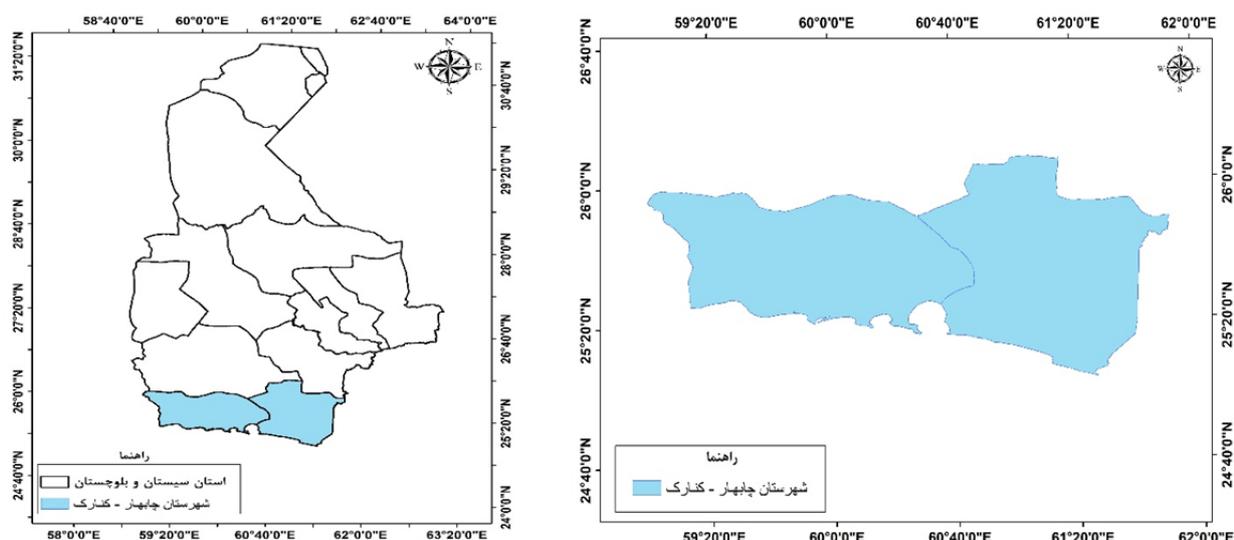
شهرستان چابهار در جنوب استان سیستان و بلوچستان با مساحتی بالغ بر ۲۴.۷۲۹ کیلومتر مربع است و از جنوب با آب‌های گرم عمان، بین طول جغرافیایی ۶۰ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی و عرض ۲۵ جغرافیایی درجه و ۱۷ دقیقه شمالی واقع شده است. از شمال با شهرستان قصر قند از غرب با شهرستان کنارک و از شرق با شهرستان دشتیاری همسایه است. شهرستان چابهار دارای اقلیم بیابانی گرم و خشک است. هم‌چنین شهرستان کنارک با مساحتی بالغ بر ۸۹۶۹ کیلومتر مربع در ۶۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی در زون ۴۰ است که از شمال به شهرستان نیکشهر، از جنوب به دریای عمان، از شرق به شهرستان چابهار و از غرب به استان هرمزگان محدود است. (شکل ۱)

زیر آب‌رفته است؛ هم‌چنین گسترش سیلاب در مسیرهای ماندری رودخانه، نشان‌دهنده تغییرات ژئو مورفولوژیک شدید این بخش‌هاست.

بررسی‌های آماری نشان می‌دهد حدود ۷۰ درصد خسارات ایجادشده در اثر رخداد بلایای طبیعی در جهان ناشی از وقوع سیلاب‌ها است. برای شهرهایی که در بسترهای طبیعی مستعد وقوع سیلاب شکل گرفته و رشد نموده‌اند، همواره این رخداد خطر بزرگی به حساب آمده و معمولاً سکونتگاه‌های غیررسمی در معرض خطر بیشتری واقع می‌شوند. وجود بستر ناپایدار زمین و مسیل‌های فراوان از شاخصه‌های ریخت‌شناسی این شهرها است.

هدف از این پژوهش، آشکارسازی پهنه‌های سیل‌زده با استفاده از داده‌های راداری ماهواره سنتینل سری یک و مکان‌یابی مناطق امن برای اسکان موقت و خدمات امداد و نجات با استفاده از روش تحلیلی سلسله مراتبی فازی است. با توجه به موقعیت جغرافیایی شهرستان چابهار- کنارک در جنوب استان سیستان و بلوچستان، این حوزه دارای پتانسیل بالایی از نظر مخاطرات طبیعی از جمله سیل است که باید برنامه‌ریزی‌های از پیش تعیین‌شده را در نظر داشت.

برای مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب در آشکارسازی سریع پهنه‌های تحت تأثیر سیل و مکان‌یابی نقاط امن و انجام اقدامات پیشگیرانه مورد نیاز، به اطلاعات دقیق و به‌روز ارجاع شده مکانی احتیاج است. به دست آوردن تصاویر ماهواره‌های چند زمانی و استفاده از فن‌های پردازش تصویر برای تشخیص



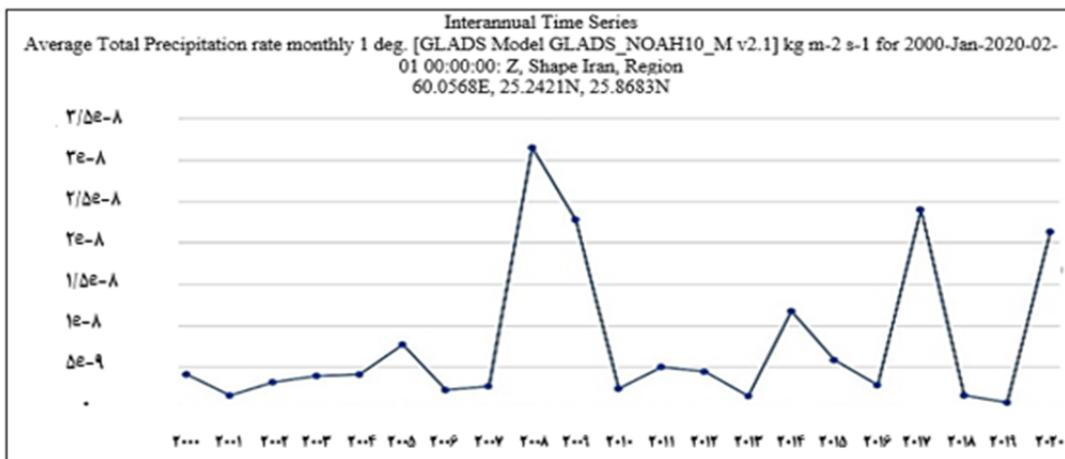
شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی استان سیستان و بلوچستان و شهرستان چابهار و کنارک

Fig 1. Map of the geographical location of Sistan and Baluchestan province and Chabahar and Konarak cities

الف - بررسی بارش سالانه

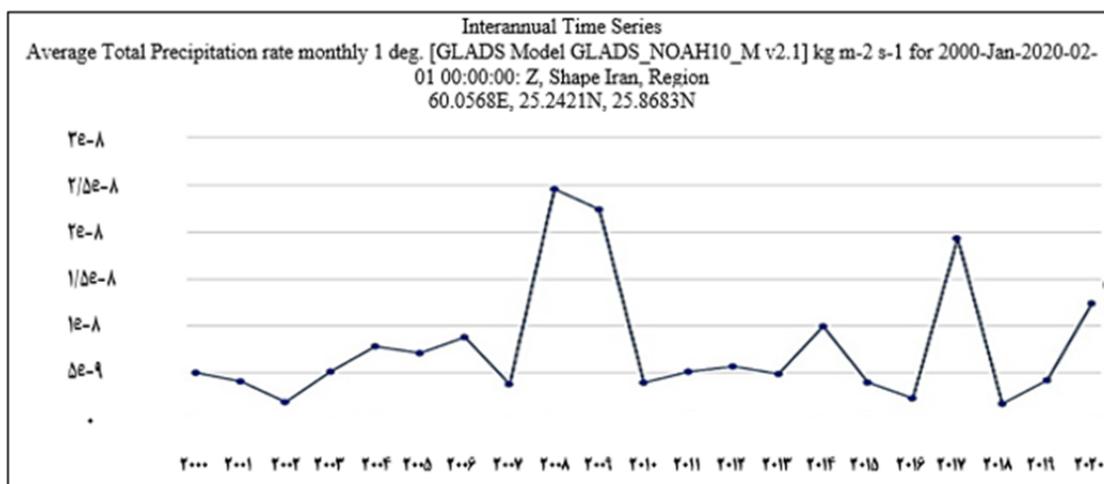
سال ۹۸ بر اساس بارش یک سال آبی گذشته و سال آبی جاری و مقایسه افزایش چشمگیر میزان بارندگی به خصوص در شهرستان‌های چابهار و کنارک که بیشترین آسیب سیل دی‌ماه ۹۸ را شامل شدند. بررسی نمودار میانگین کل میزان بارش ماهانه از سال ۲۰۲۰-۲۰۰۰ (شکل ۲) و همچنین متوسط شار بارش ماهانه از سال ۲۰۲۰-۲۰۰۰ (شکل ۳) که روند روبه رشد میزان بارش طی سال‌های اخیر تهیه شده از سایت حیوانی با بازه زمانی بیست‌ساله در محدوده شهرستان‌های چابهار و کنارک را نمایش می‌دهد.

در پژوهش حاضر که مبتنی بر ارزیابی مناطق سیل‌خیز برای مکان‌یابی مناطق امن در دو شهرستان چابهار کنارک استان سیستان و بلوچستان است، روش گردآوری اطلاعات بر اساس بنیادهای نظری اکتشافی به صورت اسنادی کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده است. مراحل پژوهش به صورت: الف - میزان بارش سالانه، ب - دریافت تصاویر و پردازش‌های اولیه، ج - پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای، د- تعیین مناطق سیل‌زده، ه- جمع‌بندی و تلفیق اطلاعات نقشه مکان‌یابی نقاط امن برای خدمات امدادرسانی تهیه گردیده است.



شکل ۲. نمودار میانگین کل میزان بارش ماهانه (واحد مترآب) از سال ۲۰۰۰-۲۰۲۰

Fig 2. Graph of the total average amount of monthly rainfall (water meter unit) from 2000-2020



شکل ۳. متوسط شار بارش ماهانه (واحد مترآب) از سال ۲۰۰۰-۲۰۲۰

Fig 3. Average monthly precipitation flux (unit of water meters) from 2000-2020

(شکل ۴) تعلق در این پژوهش از آن‌ها استفاده شده است. برای این منظور از تصاویر راداری ماهواره سنتینل-۱ تصویر قبل از وقوع سیل ۱۴ دی‌ماه سال ۹۸ سیستان و بلوچستان و تصویر بعد از وقوع سیل ۲۶ دی‌ماه سال ۹۸ که در محیط نرم‌افزار اسنپ مورد پردازش قرار گرفته شده است (جدول ۱). هر تصویر از قطبش‌های افقی^۵ و افقی عمودی^۶ و توان تفکیک مکانی ۱۰ متری و توان تفکیک طیفی باند ۳۰ هستند.

ب - دریافت و پردازش تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۱

در ابتدا تصاویر قبل و بعد از پدیده سیل از سایت <https://scihub.copernicus.eu> دانلود جدول (۱) و در نرم‌افزار SNAP^۴ پردازش‌های اولیه صورت گرفت.

روش‌های متعددی جهت پردازش تصویر و استخراج اطلاعات وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها شامل تصحیحات هندسی، تصحیحات رادیومتریک، بارزسازی تصویر، ترکیب تصاویر و فیلترگذاری هستند که با عنوان مرحله پیش‌پردازش

^۵ VV

^۶ VH

^۴ Sentinel Application Platform-Version

مداری و حذف نویزهای ناشی از سنجنده و در مرحله بعدی نیز، کالیبره کردن انجام می‌شود. در این قسمت مقادیر باز پراکنده شده را برآورد و از فرمت سیگما صفر استفاده و در تنظیمات مربوطه تیک این گزینه فعال شده است. انتخاب فرمت سیگما صفر به این دلیل است که اثر بازپخش زمینی توپوگرافی داخل شهر را حذف شود.

هدف از کالیبره کردن تصاویر سنتینل (کالیبراسیون سیگما صفر)، تبدیل ارزش پیکسل خام به مقدار بازپخش زمینی آن پیکسل است. هرچند تصاویر کالیبره نشده برای استفاده کیفی کافی است ولی برای استفاده کمی از داده‌های سنتینل، کالیبراسیون الزامی است. جدول کالیبراسیون گنجانده شده در فایل داده (LUT) امکان تبدیل ساده ارزش‌های شدت تصویر را به ارزش سیگما صفر می‌دهد. بر اساس این جدول، ضریب ثابت کالیبراسیون اعمال می‌شود (۸).

پس از لینک کردن دو تصویر موقعیت منطقه را روی کره زمین مشخص می‌کنیم. (شکل ۴).

جدول ۱. جزئیات تصاویر دریافتی

Table 1. Details of received images

تصاویر سنتینل ۱- با پروداکت تایپ GRDH سنسور مدار IW		
ردیف	تاریخ جمع‌آوری داده‌ها (میلادی)	تاریخ جمع‌آوری داده‌ها (شمسی)
۱	۲۰۲۰/۰۱/۰۴	۱۳۹۸/۱۰/۱۴
۲	۲۰۲۰/۰۱/۱۶	۱۳۹۸/۱۰/۲۶

منظور از تصحیح هندسی شامل حذف و نرمال‌سازی عواملی است که هندسه تصاویر را دچار اعوجاج می‌کند؛ در این مرحله بر اساس مدل رقومی ارتفاعی فرایند تصحیح انجام می‌شود. همچنین تصحیحات رادیومتریک، استخراج اطلاعات



شکل ۴. فلوچارت مراحل پیش‌پردازش تصاویر سنتینل ۱-

Figure 4. Flowchart of Sentinel-1 image preprocessing steps

و در غیر این صورت مقادیر دیگر را معادل عدد صفر قرار دهد (رابطه ۱).

(رابطه ۱)

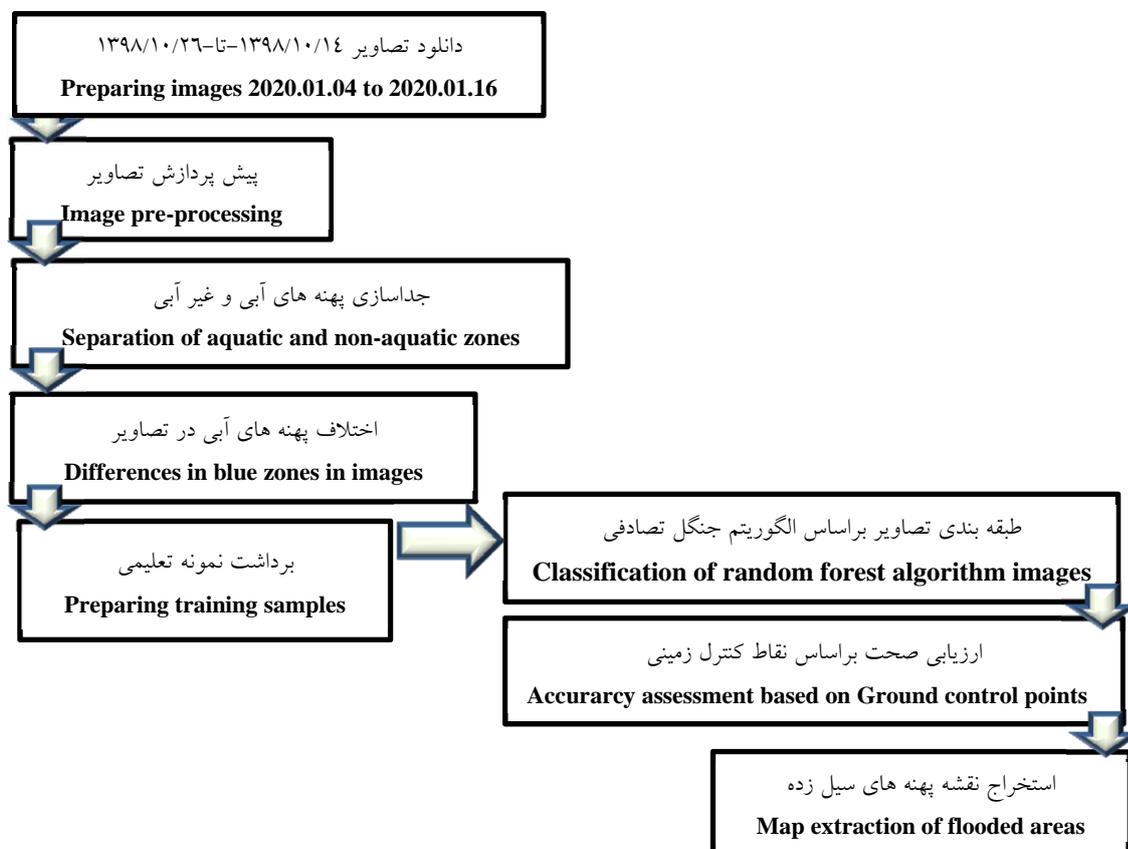
$$\text{Sigma 0-VH} > 0.01 \text{ then } 1.0 \text{ else } 0$$

طبق مراحل اجرایی (شکل ۵) پس از فراخوانی دو تصویر تصحیح شده با عنوان Time1 و Time2 آن‌ها را به یک دیتای واحد^۷ تبدیل کرده فرآیندی که چندین تصویر یا چندین باند در قالب یک دیتاست واحد قرار می‌گیرند. در مرحله بعد نشان داده شده است که چطور می‌توان به راحتی مناطق آبی و غیرآبی را در تصاویر از هم متمایز کرد. برای این منظور از الگوریتم جبری پیکسل مبنا^۸ (جدول ۲) یک شرط برمبنای تفکیک آن دسته از مقادیر که ارزش سیگما صفر کمتر از ۰/۰۱ دارند را به عنوان محدوده آبی برای ما در نظر بگیرد مقدار یک قرار داده

⁷ Layer Stack

⁸ Pixel Based

ج - پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای



شکل ۵. فلوچارت مراحل اجرای پژوهش

Figure 5. Flowchart of research implementation steps

جدول ۲. الگوریتم پیکسل مبنا

Table 2. Pixel based algorithm

مرجع	روابط	روش های جبری
(۲۰)	$ID = \text{Cube}(t2) - \text{Cube}(t1)$	اختلاف تصاویر ID Differencing mage

باقی می ماند. در مرحله بعد یک طبقه بندی بر اساس الگوریتم جنگل تصادفی^۹ که الگوریتم یادگیری جمعی است و از زیرمجموعه های گوناگون داده های آموزشی (بگینگ و بوستینگ) استفاده می کند و مجموعه ویژگی های اولیه با استفاده از روش زیر فضایی تصادفی، m زیر فضا با ابعاد K را به صورت تصادفی انتخاب می کند انتخاب ویژگی ها می تواند همراه با جایگزینی یا بدون جایگزینی باشد (۱۰) شاخص

این کار را برای هر دو تصویر انجام داده و برای تفکیک پهنه های آبی تصویر بعد از وقوع سیل از پهنه های آبی تصویر قبل از وقوع سیل از فرمول $\text{water time 2} - \text{water time 1}$ استفاده می کنیم. نتیجه تصویری است که مناطق سیل زده را فقط نمایش می دهد. زمانی که شما به پوشش های آبی که در زمان تصویر اول وجود داشته اند نگاه می کنید ملاحظه می کنید که در زمان تصویر دوم یک سری پهنه های آبی به آن اضافه شده و وقتی از هم کم بشوند فقط آن پهنه های اضافی ناشی از سیل

⁹ Random Forest

آن ویژگی اهمیت بیشتر در تصمیم‌گیری دارد (۴) روی نقشه ایجاد می‌کنیم و با استفاده از مناطق طبقه‌بندی شده نقشه مناطق سیل‌زده را نیز تولید می‌کنیم. جدول (۳)

اهمیت متغیر به منظور برآورد اهمیت متغیر m ام درخت k ام محاسبه می‌شود؛ بدین صورت که با حذف متغیر مورد نظر، میزان کاهش صحت نتایج بررسی می‌شود. به عبارتی دیگر، اگر فقدان ویژگی خاصی به کاهش بیشتر صحت متوسط بینجامد،

جدول ۳. فرایند طبقه‌بندی با الگوریتم جنگل تصادفی

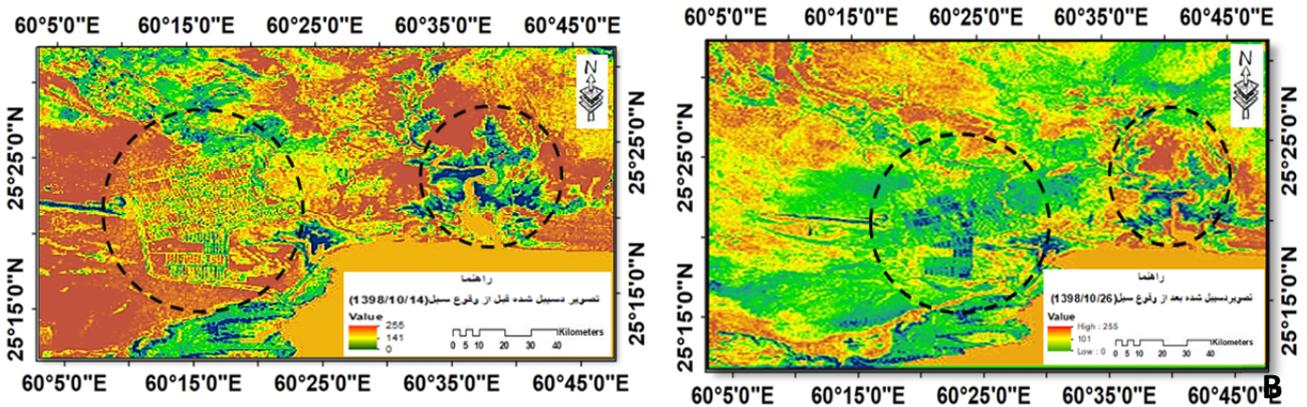
Table 3. Classification process with stochastic forest algorithm

نام پارامتر	مقدار پیش فرض	توضیحات
Vector		داده‌های برداری
New Vector Data		اطلاعات برداری جدید
Definition of three classes Water areas Flooded areas Other		تعریف سه کلاس پهنه‌های آبی پهنه‌های سیل‌زده سایر
Layer Manager		انتخاب عوارض برای طبقه‌بندی هر کلاس
Save Product		ذخیره پروژه
Supervised Classification		طبقه‌بندی نظارت‌شده
Random Forest		الگوریتم جنگل تصادفی
OpenAdd		فراخوانی تصویر مورد نظر
Train Vector		به دلیل اینکه داده‌های ما وکتوری هستند
Water areas Flooded areas Other Time1 Time2		کلاس‌های تعریف‌شده و باندهای ورودی برای طبقه‌بندی
Run		فرایند ذخیره‌سازی و پردازش
نتیجه		خروجی به شکل داده وکتوری با سه کلاس مجزا

دو شهرستان چابهار و کنارک اتفاق افتاده است به نمایش گذاشته شده است. (شکل ۶)

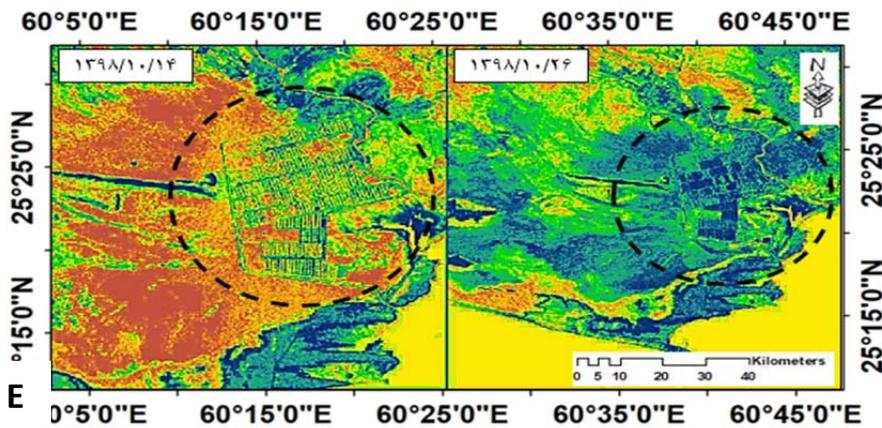
و در نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی^{۱۰} به محاسبه مساحت پهنه‌های سیل‌زده می‌پردازیم و نتیجه نهایی به صورت یک نقشه پراکندگی مساحت زیر سیل رفته در حادثه دی‌ماه در شهرستان‌های استان سیستان و بلوچستان که بیشترین آسیب در

¹⁰ Geographic Information System (GIS)

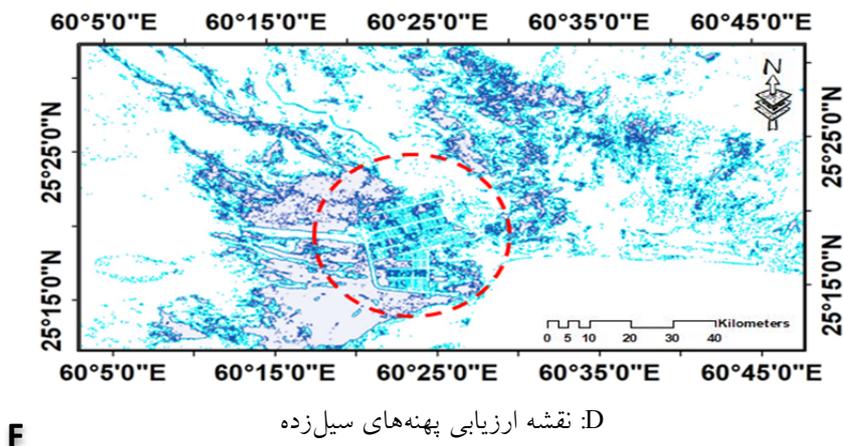


A: تصویر دسی بل شده قبل از وقوع سیل (۲۰۲۰/۰۱/۰۴)
A: decibel image before the flood January 4, 2020

B: تصویر دسی بل شده بعد از وقوع سیل (۲۰۲۰/۰۱/۱۶)
B: decibel image after the flood (January 16, 2020)

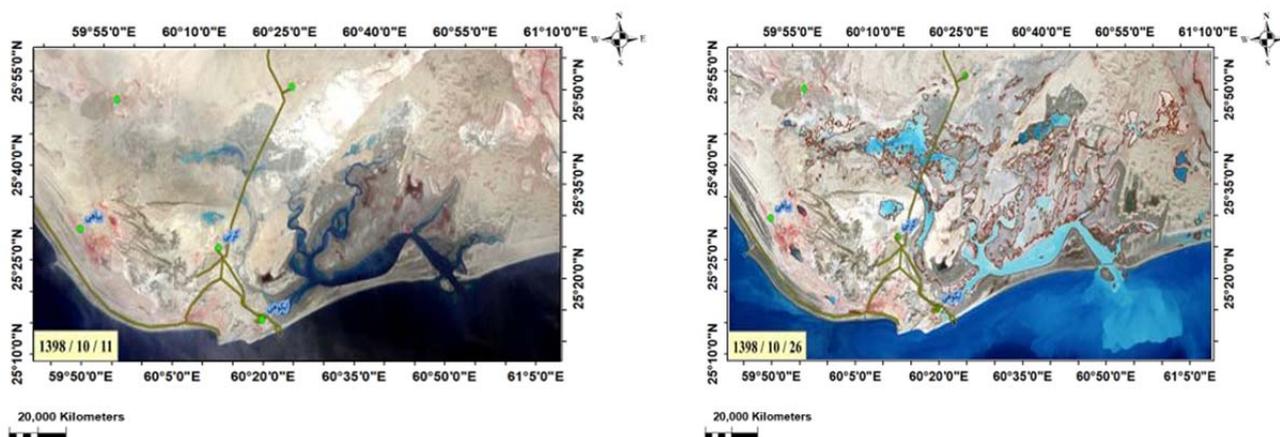


C: لینک دو تصویر در زمان قبل و بعد از وقوع سیل و پهنه‌های آبی و تغییراتی که صورت گرفته
C: Tile evenly. Link to two images before and after the flood and the blue zones and the changes that have taken place



D: نقشه ارزیابی پهنه‌های سیل زده
D: Flood Zone Assessment Map

شکل ۶. مراحل ارزیابی مناطق سیل زده
Figure 6. Steps of monitoring flooded areas



شکل ۷. پهنه سیلابی بخش زرآباد کنارک واقع در سیستان و بلوچستان (سازمان فضایی ایران)
 Fig7. Flood zone of Zarabad Kanarak section located in Sistan and Baluchestan (Iran Space Agency)



تخریب خانه‌ها در منطقه سیل زده
 Demolition of houses in the flooded area

قطع برق در بر اثر واژگونی تیر برق
 Power outage due to overturning of the power pole

هم‌جواری سیلاب با مناطق مسکونی
 Proximity of floods to residential areas

شکل ۸. تصاویر سیل ۹۸ شهرستان چابهار کنارک
 Figure 8. Images of the 98th flood of Chabahar-Kanarak city

از روش ارزیابی مناطق سیل زده و ایجاد ماتریس خطای حاصل از طبقه‌بندی جنگل تصادفی نتایج درصد صحت کلی و ضریب کاپا به شرح زیر است. جدول (۴)

ضریب کاپا دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را در مقایسه با یک روش طبقه‌بندی محاسبه می‌کند. نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش با داده‌های واقعیت زمینی مقایسه شد و بدین ترتیب با بررسی تصویر نقشه تغییرات حاصل شده

جدول ۴. ارزیابی صحت الگوریتم طبقه‌بندی

Table 4. Accuracy evaluation of the classification algorithm

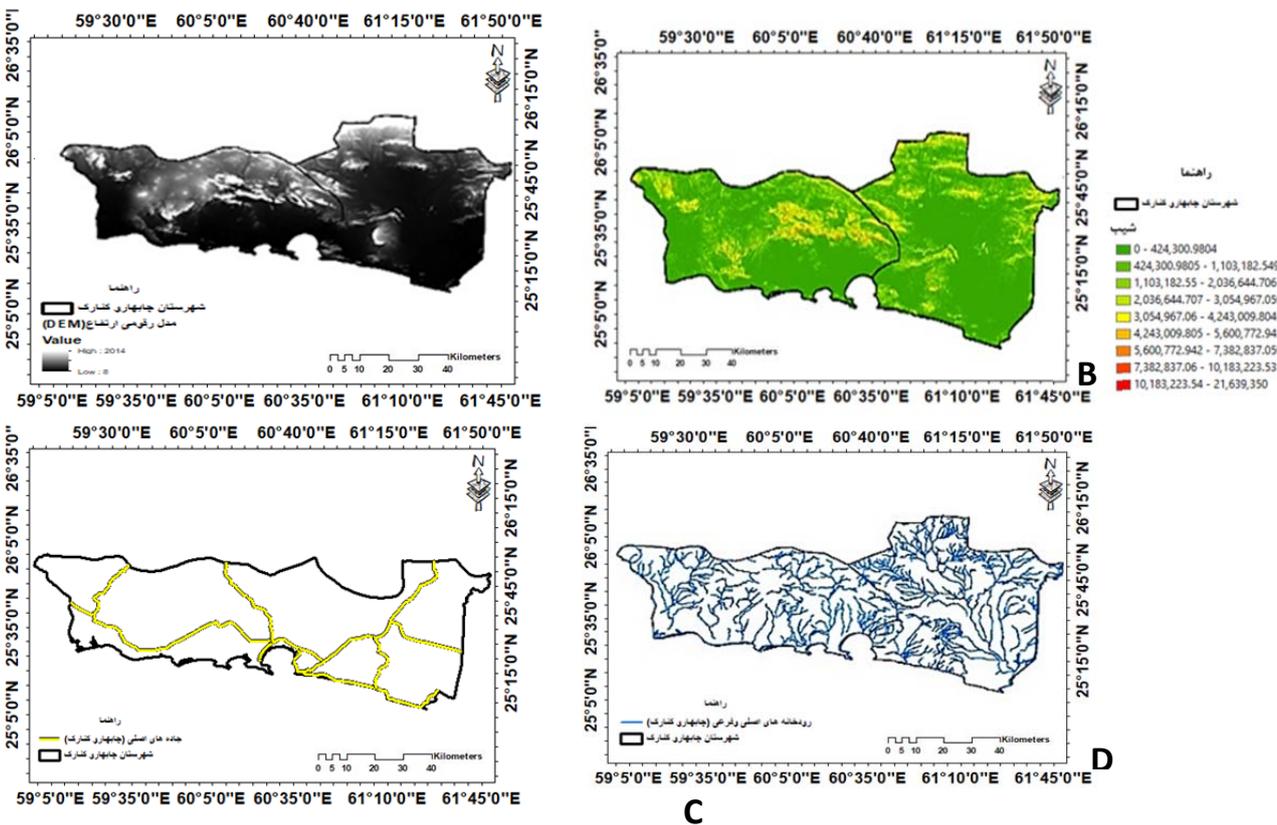
الگوریتم طبقه‌بندی Classification algorithm	درصد صحت کلی Percentage of overall accuracy	ضریب کاپا Kappa coefficient
جنگل تصادفی Random forest	۹۶/۳	۰/۹۱

د- تعیین مناطق سیل زده

یکی از مهم‌ترین عملیات که امروزه در زمینه کاهش مخاطرات ناشی از جریان سیلاب و رواناب در مناطق شهری و روستایی صورت می‌گیرد، پهنه‌بندی و مکان‌یابی مناطق پرخطر و کم‌خطر در معرض سیل و رواناب است.

از آنجاکه محدوده مورد مطالعه شرایط و ویژگی‌های سیل خیز بودن را دارد و هر ساله خسارات بسیاری را شامل می‌شود و باتوجه به نقشه پهنه‌بندی مناطق بالقوه سیل زده از ۴ معیار اصلی برای مکان‌یابی مناطق امن برای اسکان سیل‌زدگان استفاده شده است که عبارت‌اند از: ۱. عامل ارتفاع ۲. عامل شیب ۲. عامل جاده‌های اصلی ۳. عامل رودخانه‌های اصلی و فرعی. کوه‌ها به‌عنوان مهم‌ترین ناهمواری‌ها و مناطقی با سیل‌گیری

پایین به دلیل ارتفاع زیاد و دامنه‌های با شیب کم وجود دارد که در صورت پوشانده شدن از بسترهای نفوذناپذیر در انتقال آب جمع‌آوری شده از آبراهه‌های موجود در کوه‌ها که با سرعت بالایی به سمت مناطق پایین دست هدایت می‌شوند، نقشی حیاتی در شدت گرفتن سیلاب ایفا می‌نمایند. رودخانه‌ها به‌عنوان محیطی مهیا برای آغاز سیلاب از جمله عوامل مرتبط با ایجاد و تشدید سیلاب به شمار می‌آیند. تهیه نقشه‌های موردنیاز برای مکان‌یابی مناطق امن برای اسکان و خدمات‌رسانی به سیل‌زدگان، تهیه نقشه شیب از مدل‌های رقومی ارتفاع منطقه، نقشه مسیر اصلی جاده‌ها، نقشه رودخانه‌ها. (شکل ۹)



شکل ۹. A: DEM شهرستان چابهار و کنارک B: نقشه شیب C: نقشه جاده‌های اصلی D: نقشه رودخانه‌های اصلی و فرعی

Fig 9. A: DEM of Chabahar and Konarak counties B: Slope map C: Map of main roads D: Map of main and secondary rivers

ه- جمع‌بندی و تلفیق اطلاعات

در این مرحله در نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه‌های موردنظر جهت مکان‌یابی نقاط امن با یکدیگر تلفیق گردیدند. ابتدا نقشه شیب و نقشه جاده و نقشه رودخانه‌های اصلی و فرعی و مدل رقومی ارتفاع را فازی نموده و با همپوشانی گاما ۰/۹ نقشه‌های فازی شده نقاط امن و مناسب برای اسکان سیل‌زدگان تهیه گردیده شد. در این پژوهش وزن لایه‌های (شیب، جاده اصلی، رودخانه اصلی و فرعی) به‌وسیله نرم‌افزار اکسپرت چویس^{۱۱} مشخص شده است. مرحله همپوشانی وزنی لایه‌ها در محیط آرک مپ^{۱۲} انجام می‌شود. نقشه خروجی به‌صورت رستر^{۱۳} است که آن را کلاس‌بندی و ارزش‌گذاری می‌کنیم. پس از اتمام مراحل کلاس‌بندی و طبقه‌بندی مراحل تحلیل بر روی نقشه آماده‌شده برای تعیین مکان‌های مناسب و نامناسب آغاز می‌شود (۱۴). هدف از تلفیق نقشه‌های فاکتور در این پژوهش، تعیین محدوده‌های امن برای اسکان سیل‌زدگان و فاصله از رودخانه‌ها و نزدیکی به جاده‌های اصلی برای امداد و نجات است.

بحث و نتایج

سیل در ۱۹،۲۰ و ۲۱ دی ماه ۱۳۹۸ در شهرستان چابهار و کنارک (استان سیستان و بلوچستان) منجر به خسارات بسیاری گردید. روش ارائه‌شده در این پژوهش اطلاعات ارزشمندی جهت شناسایی مناطق تحت تأثیر سیل و مدیریت سیل در این مناطق فراهم می‌کند. بدین ترتیب این مطالعه چارچوبی را برای آشکارسازی مناطق سیل‌زده با استفاده از داده‌های سنتینل سری یک فراهم می‌کند که یک‌راه حل جدید، سریع و مقرون‌به‌صرفه برای پایش زمان واقعی رخداد سیل است. نتایج این مطالعه نشان داد که تصاویر سنتینل ۱- دارای عملکرد مناسبی برای شناسایی مناطق سیل‌زده می‌باشند که با نتایج مطالعات بانگیرا و همکاران، (۱) باراسا و واناما (۳)، بورا و همکاران (۲)، کارنو کوند و ماریا دی ماتامونوز (۵)، الخراچی

و همکاران (۱۱)، او دین و متین (۱۶)، یولا و همکاران (۱۷)، واناما کریشنا و همکاران (۱۸) میمی ژانگ و همکاران (۱۹)، پورا کریمی و همکاران (۱۴)، سلیمانی ساردو و همکاران (۱۵)، پیمان خواه و همکاران (۱۳) و محمدنژاد آروق (۱۲) سازگار است. ارزیابی الگوریتم‌های طبقه‌بندی تصویر حاکی از آن بود که الگوریتم جنگل تصادفی دارای ضریب کاپا و درصد بالای (۰/۹۱) که نتایج یافته‌های یولا و همکاران (۱۷) و میمی ژانگ و همکاران (۱۹) حاکی از کارایی بالای این الگوریتم است. پس از آشکارسازی پهنه‌های سیل‌زده به بررسی و مکان‌یابی نقاط امن باروش FAHP، معیارها با کمک نظرات کارشناسان خبره مدیریت بحران و واردکردن اطلاعات به نرم‌افزار اکسپرت چویس، اوزان نهایی هر یک از معیارها استخراج گردید و نقشه نهایی مکان‌یابی نقاط امن تهیه گردید که با نتایج مطالعات او دین و متین (۱۶) مطابقت دارد.

-تلفیق نقشه‌ها و تولید نقشه نهایی

در این پژوهش ابتدا نمودار میزان بارش سالانه در شهرستان‌های استان سیستان و بلوچستان و افزایش بارندگی سال ۹۸ نسبت به سال گذشته مشخص و سپس به محاسبه وسعت مناطق سیل‌زده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل-۱ با بازه زمانی ۱۲ روزه که قبل و بعد از وقوع سیل است در محیط نرم‌افزار اسنپ^{۱۴} و طبقه‌بندی آن در دو کلاس مناطق سیل‌زده و سایر در محیط نرم‌افزار انوی^{۱۵} و پردازش این دو تصویر برای محاسبه مساحت تحت تأثیر سیل و تخمین میزان خسارتی که به این منطقه وارد شده در محیط نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی^{۱۶} که مشاهده می‌شود مساحتی بالغ بر ۴۲۶ کیلومتر مربع را در برمی‌گیرد. با توجه به اهمیت خدمات امداد و نجات به دلیل مسدود شدن راه‌های ارتباطی و مکان‌یابی مناطق امن برای اسکان و خدمات‌رسانی با استفاده از نقشه‌های (شیب جاده اصلی، رودخانه اصلی و فرعی) ابتدا به وزن دهی در محیط نرم‌افزار اکسپرت چویس^{۱۷} پرداخته که نزدیکی به

^{۱۴} SNAP

^{۱۵} ENVI

^{۱۶} ArcGIS

^{۱۷} Expert choice

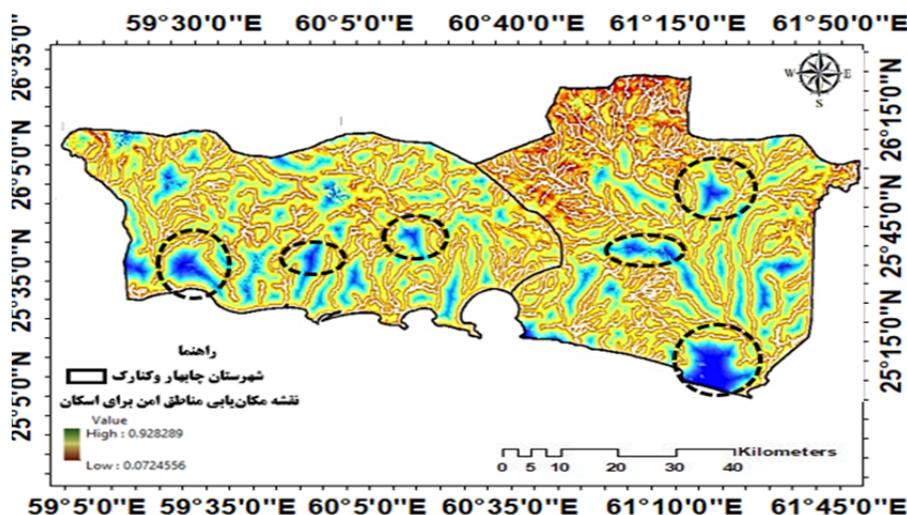
^{۱۱} Expert choice

^{۱۲} Arc map

^{۱۳} Raster

مراتبی فازی پرداخته که مناطق امن بارنگ آبی از پتانسیل زیادی از نظر نقاط امن برای اسکان و خدمات سیل‌زدگان برخوردار می‌باشند. (شکل ۱۰)

جاده اصلی ۱/۰ و شیب مناسب ۰/۹ و دوری از رودخانه‌ها ۰/۵ وزن دهی شده و سپس در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی به تهیه نقشه گاما ۰/۹ با استفاده از تحلیل سلسله



شکل ۱۰. نقشه مکان‌یابی مناطق امن برای اسکان و خدمات‌رسانی امداد و نجات سیل‌زدگان

Fig10. Location map of safe areas for accommodation and flood relief services

تصاویر ماهواره ای فراهم می‌کند که راه حل جدید، سریع و مقرون به صرفه می‌باشد. تصاویر راداری ماهواره سنتینل-۱ از نظر برداشت رایگان و مداوم طی شبانه روز، تفکیک مکانی ده متر و تفکیک زمانی حداقل دوازده روز، برای شناسایی هر چه سریع‌تر پهنه‌های خطر به قصد اطلاع‌رسانی گروه امداد و نجات عملکرد مناسبی دارد. یافته‌های پژوهش حاضر می‌تواند اطلاعات اساسی برای مدیریت مخاطرات طبیعی و برآورد میزان خسارت و ارزیابی سریع مناطق تحت تاثیر فراهم نماید. با توجه به سرعت عمل و کم هزینه بودن و نتایج کاربردی این شیوه، در قیاس با روش‌های قدیمی رایج، استفاده از این تکنیک پیشنهاد می‌شود.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مایل‌اند از خدمات ESA برای تأمین منابع رایانه‌های مورد استفاده با داده‌های Copernicus Sentinel-1 و همچنین از خدمات NASA Giovanni برای تهیه نمودار

نتیجه‌گیری

اهمیت استفاده از داده‌های سنجنش‌ازدوری و تفسیر و پردازش به‌موقع آن‌ها از نظر پهنه‌بندی و ارزیابی مناطق مستعد خطر سیل و همچنین مکان‌یابی برای اسکان موقت و امداد رسانی و خدمات ما را بر این داشت که به پژوهشی در این رابطه پردازیم. با توجه به سیل‌خیز بودن استان سیستان و بلوچستان به‌ویژه شهرستان‌های بندر چابهار و شهرستان کنارک و اهمیت کاربری ساحلی و تجاری بودن این دو شهرستان و توجه به افزایش میزان بارش در فصل پاییز و زمستان در سال ۹۸ که رئیس مرکز ملی خشک‌سالی و مدیریت بحران سازمان هواشناسی دو عامل ۱. تغییرپذیری آب‌وهوا و ۲. تغییرات اقلیمی را علت تغییر الگوی بارش‌ها و بارش‌های شدید در جنوب کشور می‌داند و احتمال اینکه این مسئله در سال‌های آتی تکرار گردد بسیار است. این مطالعه چارچوبی برای شناسایی نواحی درگیر با سیلاب‌های احتمالی، نوع کاربری اراضی، برآورد میزان خسارت ناشی از وقوع سیلاب و اجرای طرح‌های مهندسی برای شناسایی و نظارت با استفاده از

شار بارش ماهانه از سال ۲۰۲۰-۲۰۰۰ تشکر نمایند.

میانگین کل میزان بارش ماهانه از سال ۲۰۲۰-۲۰۰۰ و متوسط

منابع

- Bangira, T. Iannini, L. Menenti, M. Van Niekerk, A. & Vekerdy, Z. (2021). Flood Extent Mapping in the Caprivi Floodplain Using Sentinel-1 Time Series. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 14, 5667-5683. doi:https://doi.org/10.1109/JSTARS.2021.3083517
- 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. doi:https://doi.org/10.1007/s10661-018-6893-y
- Barasa, B. & Wanyama, J. (2020). Freshwater lake inundation monitoring using Sentinel-1 SAR imagery in Eastern Uganda. *Annals of GIS*, 26(2), 191-200. doi:https://doi.org/10.1080/19475683.2020.1743754
- Breiman, L., 1996, Out-of-Bag Estimation, Technical report, Statistics Department, University of California Berkeley, Berkeley CA 94708, 1996b. 33, 34
- Carreño Conde, F. & De Mata Muñoz, M. (2019). Flood monitoring based on the study of Sentinel-1 SAR images: The Ebro River case study. *Water*, 11(12), 2454. doi:https://doi.org/10.3390/w11122454
- Dadhich, G. Miyazaki, H. & Babel, M. 2019. Applications of sentinel-1 synthetic aperture radar imagery for floods damage assessment: A case study of Nakhon Si Thammarat, Thailand. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*. 1927-1931. doi:https://doi.org/10.5194/users-archives-XLII-2-W13-1927-2019
- Dodangeh, P., Abadi, K. and Kayani, A. (2022). Identification of flooded areas with time series statistical calculations based on combining radar and optical data. *Ecohydrology*, 8(3), 623-639.
- El-Darymli, K., McGuire, P., Gill, E., Power, D. & Moloney, C., 2014, Understanding the Significance of Radiometric Calibration for Synthetic Aperture Radar Imagery, *IEEE 27th Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering CCECE*, PP. 1
- Gaya, C. O. (2020). Application of GIS and Remote Sensing in Flood Management in the Lake Victoria Basin (Doctoral dissertation, JKUAT-COETEC). <http://localhost/xmlui/handle/123456789/5264>
- Horning, N. 2010. Random Forests: An algorithm for image classification and generation of continuous fields data sets. In *Proceedings of the International Conference on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences*, Osaka, Japan. 911. doi:https://doi.org/10.5194/ISPRSARCHIVES-XXXIX-B7-203-2012
- Lkhrachy, I. Pham, Q. B. Costache, R. Mahajan, M. Rahman, K. U. Shahabi, H... & Anh, D. T. (2021). Sentinel-1 remote sensing data and Hydrologic Engineering Centres River Analysis System two-dimensional integration for
- 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.
- Peyman Khah, Peyman, Attarchi, Sara, & Moharrami, Maysam. (2023). Rapid flood monitoring using Sentinel-1 and Landsat-8 images (Case Study: Keshkan River, Poldakhter County). *Newar*, 47(122-123), 82-94. doi: 10.30467/nivar.2023.417413.1265
- Pour Akrami, S. Tavakli Sabour, S. M. Mohammadi Islam Javi, Z. Ghasemzadeh, A. 2016. Rapid extraction of flooded area using SAR images. 24th National Geomatics Conference. pp. 1-6
- Soleimani Sardo, Farshad, Rafiei Sardoi, Misbahzadeh, & Azare. (2021). Using Sentinel-1 images to monitor flood damage in April 2019, south of Kerman province based on random forest algorithm. *Iranian Journal of Watershed Science and Engineering*, 15(53), 23-32
- Uddin, K. & Matin, M. A. (2021). Potential flood hazard zonation and flood shelter suitability mapping for disaster risk mitigation in Bangladesh using geospatial technology. *Progress in disaster science*, 11, 100185. doi:https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2021.100185
- Ulloa, N. I. Yun, S. H. Chiang, S. H. & Furuta, R. (2022). Sentinel-1 Spatiotemporal Simulation Using Convolutional LSTM for Flood Mapping. *Remote Sensing*, 14(2), 246.. doi:https://doi.org/10.3390/rs14020246
- Vanama, V. S. K. Mandal, D. & Rao, Y. S. (2020). GEE4FLOOD: rapid mapping of flood areas using temporal Sentinel-1 SAR images with Google Earth Engine cloud platform. *Journal of Applied Remote Sensing*, 14(3), 034505.. doi:https://doi.org/10.1117/1.JRS.14.034505
- Zhang, M. Chen, F. Liang, D. Tian, B. & Yang, A. (2020). Use of Sentinel-1 GRD SAR images to delineate flood extent in Pakistan. *Sustainability*, 12(14), 5784. doi:https://doi.org/10.3390/su12145784



Evaluation of floodplains using Sentinel-1 images to locate safe points (Case study: Chabahar and Konarak counties)

Zohreh Salehinezhad¹, Seyed ali Almodaresi^{2*}

Received: 2022-02-22 / Accepted: 2022-06-30 / Published: 2025-03-11

Abstract

Sistan and Baluchestan provinces, including the coastal cities of Chabahar and Konarak, have long been exposed to natural hazards, including floods. The main purpose of this study is to evaluate the flooded areas and determine the location and extent of the areas that have suffered the most flood damage in January 2017 in Chabahar and Konarak counties. Due to climate change such as heavy rainfall and using Sentinel-1 satellite images in the two time periods before and after the accident, based on the analysis and processing of images in SNAP software, the Sigma zero scattering coefficient of both images was extracted and divided into two levels of water and others. The water was separated and the threshold of 0.01 was obtained. Using the algebraic algorithm of water and non-water binary images in the form of zero and one and based on the difference between the two images, the flooded area was identified.

The flooded areas were then classified using a random forest algorithm with a kappa coefficient of 0.91. Indicates the high accuracy of the classification. After preparing the map of flooded areas to locate safe points of value in Expert choice software based on the studied criteria which include (river area, structure, direction, width of communication network, and slope of the study area) and using fuzzy logic of 0.9 gammas in the environment Arc GIS10.6 software is discussed. The obtained results have determined the area of nearly 426.46 square kilometers of areas affected by floods, which have the most damage and destruction to urban and rural land use, agriculture, and animal husbandry and block the communication routes of most villages, as well as mapping safe areas for air, sea and land services.

Statement of the Problem: The province of Sistan and Baluchistan, including the coastal cities of Chabahar and Konarak, have been repeatedly exposed to natural hazards, including floods, for a long time. The main goal of the research is to evaluate the flooded areas and determine the location and extent of the areas that were most affected by the flood of January 2018 in the two cities of Chabahar and Konarak. Considering climate changes, including heavy rainfall, and using Sentinel-1 satellite images in two time periods before and after the accident, based on the analysis and processing of images in SNAP software, the sigma zero dispersion coefficient of both images was extracted and divided

Zohreh Salehinezhad¹, Seyed Ali Almodaresi²✉

1. MSc. Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty of Engineering, Islamic Azad University of Yazd, Yazd, Iran

2. Associate Professor, Department of Remote Sensing, Faculty of Engineering, Islamic Azad University of Yazd, Yazd, Iran

DOI: 10.30495/girs.2022.692298

e-mail: almodaresi@iauyazd.ac.ir

into two layers of water and other Water was separated and the threshold limit was 0.01. By using pixel based algorithm, the binary image of water and non-water was prepared as zero and one and based on the difference between the two images, the flooded area was determined. Then, the flooded areas were classified using the random forest algorithm, and the Kappa coefficient is 0.91, which shows the high accuracy of the classification. After preparing the map of the flooded areas, locating the safe points with evaluation in the Expert choice software based on the examined criteria that include (sanctity of the river channels, structure, The direction and width of the communication network and the slope of the studied area) and using fuzzy logic gamma 0.9 in Arc GIS10.6 software environment. The obtained results showed that the area of 426.46 square kilometers affected by the flood, which has the most damage and destruction of urban and rural use, agriculture and animal husbandry, and the blocking of communication routes of most villages, as well as the preparation of a map of safe areas for providing services by air, sea and land, has been determined.

Purpose: In this study, detection of flooded areas using radar data from Sentinel Series 1 satellite using semi-automatic processing and locating safe areas for temporary accommodation and rescue services using the fuzzy hierarchical analysis (FAHP) method Due to the geographical location of Chabahar Konarak city in the south of Sistan and Baluchestan province, this area has a high potential in terms of natural hazards, including floods, which should be considered in advance. For proper management and planning in rapid detection of flood-affected areas and locating safe points and taking the necessary preventive measures, accurate and up-to-date spatial information is required. Obtaining multi-time satellite images and using fans Image processing for automatic detection of change is one of the optimal methods that can be used in monitoring natural hazards.

Methodology: Chabahar and Konarak counties in the south of Sistan and Baluchestan province with an area of 33,698 square kilometers, have a hot and humid desert climate. The average annual rainfall is 2.114 mm and they are at risk of floods annually. In the present study, which is based on the evaluation of flood-prone areas for locating safe areas in the two cities of Chabahar, Konarak, Sistan, and Baluchestan province, the data collection method is based on exploratory theoretical foundations in the form of library documents. Research stages to receive a graph of the average monthly rainfall from 2000-2000 and also the average monthly rainfall from 2020-2000, which is a growing trend of rainfall in recent years, prepared from Giwani site with a period of 20 years in the study area

that increases rainfall. The year 1998 is determined compared to the previous year and then by calculating the area of flooded areas using Sentinel 1 satellite images, at the level of the one-dimensional mixed image, high throughput, and VH polarization, with a period of 12 days before and after the flood. SNAP software and its classification into two classes of flooded areas and others in the software environment (ENVI) and processing of these two images to calculate the area affected by the flood and estimate the amount of damage to this area in the software environment of the Geographic Information System (ArcGIS). It is observed that it covers an area of 426 square kilometers. Due to the importance of rescue services due to the blockage of communication routes and locating safe areas for accommodation and services using maps (altitude, slope, main road, main and secondary river) first in-weight Expert Choi's software environment (Expert choice) that the proximity to the main road is 0.1 and the appropriate slope is 0.9 and the distance from the rivers is weighed 0.5 and then in the environment of the Geographic Information System (ArcGIS) to prepare a gamma map of 0.9 using hierarchical analysis (FAHP) states that safe blue areas have great potential for safe havens for flood victims.

Results and discussion: The results of the precipitation diagram show the climate change and the growth trend of precipitation in recent years and the increase in rainfall in 1998 compared to last year in Chabahar and Konark. Base and classification pixels with a random forest algorithm with a kappa coefficient of 91% show high classification accuracy. The obtained results are the area of nearly 426.46 square kilometers of areas affected by floods, which is the most damaged and destroyed urban and rural land use, agriculture and animal husbandry, and the blockage of communication routes in most villages. Mapping Safe Areas for Air, Sea, and Land Services Using Gamma Fuzzy Hierarchical Analysis Figure 0.9 (10) Safe Areas are shown in blue. Identification, zoning, mapping of floodplains and analysis, management, and location of safe areas using remote sensing techniques and GIS are well interpreted in this study.

Conclusion: In this study, to detect flooded areas of Chabahar and Konarak cities of Sistan and Baluchestan province, a semi-automatic monitoring technique using based-pixel algorithm and stratification with random forest algorithm using Sentinel Series 1 sensor data was used. Also, after estimating the flooded areas using digital model maps of elevation, slope, main roads, main and secondary waterways and valuation with Expert Choice software and fuzzy hierarchical model to locate safe areas for temporary accommodation and

relief services. In general, based on the results, we can understand the ability of the proposed method in the rapid detection of flooded areas and the location for relief services. This technique can be used for other natural disasters. It can be used for earthquakes, landslides, fires, etc.

Keywords: Evaluation of flooded areas, Sentinel Series 1 radar images, based-Pixel algorithm, Stochastic forest algorithm, Fuzzy logic, GIS

Please cite this article as: Salehinezhad Z, Almodaresi S, A. Evaluation of floodplains using Sentinel-1 images to locate safe points (Case study: Chabahar and Konarak counties) . Journal of RS and GIS for Natural Resources, 15(4): 28-47