

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

زهره صالحی نژاد<sup>۱</sup> سیدعلی المدرسی<sup>۲\*</sup>

۱. کارشناسی ارشد سنجش ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی یزد، یزد، ایران

۲. دانشیار، گروه سنجش ازدور، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی یزد، یزد، ایران

\*پست الکترونیکی مسئول مکاتبات:

almodaresi@iauyazd.ac.ir

Commented [۱۵]: زیرنویس شود

## چکیده

استان سیستان و بلوچستان و از جمله شهرستان‌های ساحلی چابهار و کنارک از دیرباز به‌طور مکرر در معرض مخاطرات طبیعی از جمله سیل قرار داشته‌اند. هدف اصلی پژوهش ارزیابی مناطق سیل‌زده و تعیین موقعیت و وسعت مناطقی که بیشترین آسیب سیل دی‌ماه ۱۳۹۸ در دو شهرستان چابهار و کنارک شامل شده‌اند، است. با توجه به تغییرات اقلیمی از جمله بارش زیاد و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل-۱ در دو بازه‌ی زمانی قبل و بعد از وقوع حادثه، براساس تحلیل و پردازش تصاویر در نرم‌افزار SNAP، ضریب پراکنش سیگما صفر هردو تصویر استخراج و به دوطبقه آب و غیر آب تفکیک گردید و حد آستانه ۰/۰۱ به‌دست‌آمده است. با استفاده از الگوریتم پیکسل مبنا تصویر باینری آب و غیر آب به‌صورت صفر و یک تهیه و براساس اختلاف دو تصویر، منطقه سیل‌زده مشخص شد. سپس مناطق سیل‌زده با به‌کارگیری الگوریتم جنگل تصادفی طبقه‌بندی شد که ضریب کاپا برابر ۰/۹۱ نشان از صحت بالای طبقه‌بندی است. پس از تهیه نقشه مناطق سیل‌زده به مکان‌یابی نقاط امن پارزشگذاری در نرم‌افزار Expert choice بر اساس معیارهای موردبررسی که شامل (حريم مسيل‌های رودخانه، ساختار، جهت و عرض شبکه ارتباطی و شیب منطقه مورد مطالعه) و با استفاده از منطق فازی گاما ۰/۹ در محیط نرم‌افزار ArcGIS10.6 پرداخته‌شده است. نتایج به‌دست‌آمده وسعت نزدیک به ۴۲۶/۴۶ کیلومترمربع مناطق تحت تأثیر سیلاب که بیشترین آسیب و تخریب کاربری شهری و روستایی، کشاورزی و دامداری و مسدود شدن راه‌های ارتباطی اکثر روستاها و همچنین تهیه نقشه مناطق امن برای خدمات‌رسانی به‌صورت هوایی، دریایی و زمینی تعیین گردیده است.

Deleted: بر اساس

:Deleted

Deleted: بر اساس

:Deleted

:Deleted

## کلمات کلیدی

ارزیابی مناطق سیل‌زده، تصاویر راداری سنتینل سری یک، الگوریتم پیکسل مبنا، الگوریتم جنگل تصادفی، منطق فازی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

## 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 پدیده‌های 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 (۵). 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 سنسورهای رادار، ابزاری مناسب جهت استخراج سریع منطقه سیل‌زده است (۷). ایجاد سریع نقشه مناطق سیل‌زده با استفاده از داده‌های رادار اطلاعات ارزشمندی را جهت برنامه‌ریزی و مدیریت زودهنگام بلایای طبیعی خصوصاً سیل فراهم می‌کند (۱۵). ماهواره سنتینل سری یک به دلایل؛ افزایش قدرت تفکیک زمانی و همچنین تفکیک مکانی و عرض وسیع پوششی زمین تا ۲۵۰ کیلومتر به‌نوبه خود قابل توجه است. 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 دقیق 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 (پژوهشکده سوانح طبیعی).

از جمله پژوهش‌های صورت گرفته در پهنه‌بندی و آشکارسازی پدیده سیل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در ایران می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

کامران ولی زاده (۲۳) با استفاده از تصاویر پهپاد و سیستم اطلاعات جغرافیایی به پهنه‌بندی سیلاب و تلفیق آن با لایه کاربری اراضی در محدوده لیبوقان زیرحوزه آجی‌چای در جنوب شرقی تبریز در استان آذربایجان شرقی لایه پهنه سیلاب مشخص گردید کاربری‌های باغات و اراضی بایر و مناطق مسکونی بیش‌تر از سایر کاربری‌ها زیرپوشش سیل قرار می‌گیرند.

بهاروند (۲) تعیین مناطق با پتانسیل بالای خطر در حوزه وارک واقع در استان لرستان به‌منظور بررسی مخاطرات زیست‌محیطی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (ETM) که نتایج بررسی نقشه مخاطرات زیست‌محیطی منطقه نشان می‌دهد که به ترتیب زمین‌لغزش و سیلاب از نقش پررنگ‌تری در ایجاد پهنه‌های با خطر بالا برخوردار می‌باشند.

زالی و همکاران (۲۴) با استفاده از روش مورفومتری در سامانه اطلاعات جغرافیایی به اولویت‌بندی زیرحوضه‌های آبخیز از نظر حساسیت به سیل ناگهانی و میزان همبستگی بین پارامترهای مختلف در حوضه آبخیز که نتایج به‌دست‌آمده از همبستگی‌ها نشان داده که بین طول جریان و مساحت با مقدار ۰/۹۹/ بیشترین میزان همبستگی و بین تعداد جریان و رتبه آبراهه با مقدار ۰/۸۵/ کمترین میزان همبستگی وجود

**Commented [۲۵]:** ۱. عدم اشاره به منابع جدید: متن ارائه شده به نظر می‌رسد که از منابع مورد استفاده جدید برای اطلاعات و داده‌ها، به طور کامل ارجاع داده نشده است که می‌تواند اعتبار و قابلیت اعتماد متن را کاهش دهد.

۲. عدم توضیحات کافی در مورد روش‌ها و الگوریتم‌های استفاده شده: توضیحات در مورد روش‌های استفاده شده برای تحلیل تصاویر ماهواره‌ای و پهنه‌بندی مناطق سیل‌زده به نظر می‌رسد کمی کمبود دارد که می‌تواند درک بهتری از روش کار و دقت نتایج را فراهم کند.

۳. عدم توضیحات دقیق در مورد داده‌ها و دقت آن‌ها: متن به‌نظر می‌رسد که اطلاعات مربوط به دقت و دقت داده‌های استفاده شده برای تحلیل و پهنه‌بندی مناطق سیل‌زده به صورت کامل مطرح نشده است که می‌تواند موجب عدم قابلیت اعتماد در نتایج شود.

۴. نیاز به ارائه جزئیات بیشتر در مورد نتایج مطالعات مشابه: متن به نکات اشاره می‌کند که مطالعات مشابه در این زمینه انجام شده است، اما جزئیات بیشتری در مورد نتایج و روش‌های استفاده شده در این مطالعات مفید خواهد بود.

۵. عدم توضیحات کافی در مورد ارتباط میان مطالعات مشابه و پژوهش حاضر: متن به‌نظر می‌رسد که به اندازه کافی به ارتباط میان مطالعات مشابه و پژوهش حاضر اشاره نشده است که می‌تواند اطلاعات بهتری را برای مخاطبان فراهم کند.

۶. منابع مورد استفاده طوری انتخاب می‌شد تا براساس آن نتایج را با سایر مطالعات مقایسه نمایند.  
۷. محدودیت‌های تحقیق را ذکر بدهید.  
۸. اهداف توضیح دهید.

با بهبود و اصلاحات در موارد فوق، کیفیت و قابلیت اعتماد متن ارائه شده افزایش خواهد یافت.

**Commented [۲۶]:** صلاح انواع خطاهای نگارشی با نرم افزار ویراستار انجام گیرد  
<https://virastyar.ir>

**Deleted:** پهپادو

**Deleted:** زیر حوزه

**Deleted:** آجی چای

**Deleted:** مورفومتریکی

**Deleted:** زیر حوضه‌های

Deleted: زیر حوضه‌های

دارد. همچنین در این مطالعه ثابت شده که ادغام و تجزیه و تحلیل مورفولوژی با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌تواند ابزاری قابل توجه برای درک ویژگی‌های زیرحوضه‌های آبخیز مربوط به مدیریت سیل فراهم کند.

پژوهش‌های خارجی فراوانی در راستای استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای بررسی، پهنه‌بندی و مدیریت عوامل و پیامدهای سیل به‌ویژه در مناطق شهری انجام شده است که به‌اختصار به چند مورد آن اشاره می‌شود. در این مورد می‌توان به مطالعات زیر اشاره نمود:

وینسمیوس و همکاران (۲۱) در رابطه با خسارت‌های ناشی از طغیان رودخانه‌ها در سال‌های اخیر پرداخته‌اند؛ دوتوری و همکاران (۸) ناردی و همکاران (۱۴) سیل ناگهانی یکی از بدترین بلایای طبیعی مرتبط با آب‌وهوا در نظر گرفته می‌شود. آن‌ها خطرناک هستند زیرا ناگهانی هستند و به دنبال طوفان‌های کوتاه باران شدید بسیار غیرقابل پیش‌بینی هستند. رادنر و جی (۱۶) به کار بردن تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه امکان ارزیابی سریع و دقیق خسارت پس از فاجعه را فراهم می‌کنند که می‌تواند توسط دولت‌ها برای هماهنگی بهتر مورد استفاده قرار گیرد. پژوهش در رابطه ماشین و سنجش‌ازدور همان‌طور که توسط ژو و همکاران (۲۵)، ژانگ و دو (۲۶) خلاصه شده است.

Deleted: کاربردن

روش‌های مختلفی برای پهنه‌بندی دقیق سیل بر اساس شدت باز پراکنش پیکسل‌ها وجود دارد که از آن جمله می‌توان به روش الگوریتم یادگیری نظارت‌شده جنگل تصادفی اشاره کرد. روش طبقه‌بندی جنگل تصادفی یکی از روش‌های یادگیری ماشین است که دارای صحت عملکرد بالایی است (۱۲).

Deleted: بر اساس

افزودن یک بعد زمانی با استفاده از تصاویر قبل و بعد از فاجعه می‌تواند به پیشرفت در دقت تقسیم‌بندی ساختمان‌های آسیب‌دیده بعد از سیل کمک کند. توئل و همکاران (۱۸) گریمالدی و همکاران (۱۱) ارائه اطلاعات حیاتی در طی اطلاعات اضطراری می‌تواند از تصاویر ماهواره‌ای تهیه شود که برای کالیبراسیون و اعتبار سنجی مدل‌های هیدرودینامیکی استفاده می‌شود. همچنین احمد و کراتی (۱)؛ اولن و بوکهاگن (۱۵)؛ تاووس و همکاران (۱۷)؛ مطالعات صورت گرفته در رابطه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۱- برای پهنه‌بندی مناطق سیل‌زده انجام داده‌اند. بورا و همکاران (۴) با استفاده از داده‌های راداری ماهواره سنتینل ۱- اقدام به پایش سیل در پارک ملی کازیرانگا هند در طول بارش‌های موسمی سال ۲۰۱۷، نمودند. میمی ژانگ و همکاران (۲۷) 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. لیندرسون و همکاران (۱۳) به استفاده از داده‌های سری زمان، مکانی رایگان برای مطالعه بلایای هیدرولوژیکی (سیل، خشک‌سالی و تعامل آن‌ها با جوامع انسانی) آشکارسازی نقاط آسیب‌پذیر پرداخته‌اند. الخراچی و همکاران (۹) با استفاده از تصاویر راداری سنتینل ۱- بازه زمانی سه‌روزه ۲۴ آوریل تا ۲۷ 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 آسیب‌پذیر بسیار بالا قرار دارد. یو لا و همکاران (۲۰) با استفاده از تصاویر سنتینل ۱- با استفاده از روش‌های جبری برای آشکارسازی مناطق مستعد سیل در سه منطقه استرالیا و موزامبیک و برزیل پرداختند. او دین و متین (۱۹) 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 سلسله مراتبی (AHP) پرداختند که نتایج نشان می‌دهد مناطق مستعد سیل بسیار بالا حدود ۱۳ درصد از بنگلادش را پوشش می‌دهد. واناما کریشنا و همکاران (۲۲) به تهیه سریع نقشه سیل با استفاده از پایش نیمه‌خودکار تصاویر راداری سنتینل ۱- پرداختند. با توجه به 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 وانایاما (۵) 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 کیلومترمربع) اکتبر (۷۰۰ کیلومترمربع) است. همچنین یک همبستگی واضح بین متغیرهای ساحلی-گیاهی، هیدرولوژی و آب‌وهوا را نشان می‌دهد. بانگراو همکاران (۳) به تهیه نقشه وسعت سیل در دشت سیلابی کاپریویل با استفاده از سری زمانی سنتینل-۱ پرداختند، آن‌ها در این پژوهش به قابل‌اعتماد 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 به‌عنوان یک جایگزین مؤثر مستقل یا پرکننده شکاف برای تصاویر نوری در طول یک رویداد سیل باشد. گایا (۱۰) با استفاده از کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجنش‌ازدور و داده‌های بارش به‌پیش بینی و مدیریت سیل حوضه نیاندو دریاچه ویکتوریا برای بازه زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ و از ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲ پرداختند. کارنو کوند و ماریا دی ماتامونوز (۶) در پژوهشی با پیش سیل بر اساس مطالعه سنتینل-۱ بر روی رودخانه ابرو (اسپانیا) که با استفاده از پیکربندی پلاریزاسیون افقی عمودی (VH) به تفکیک پهنه‌های سیل بر اساس تصویر قبل و بعد از وقوع سیل و رضایت از مفید بودن تصاویر سنتینل-۱ به‌عنوان داده‌های پایه برای بهبود راهنمای روش‌شناختی پرداختند.

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 شکل‌گرفته و رشد نموده‌اند، همواره این رخداد خطر بزرگی به‌حساب آمده و معمولاً سکونتگاه‌های غیررسمی در معرض خطر بیشتری واقع می‌شوند. وجود بستر ناپایدار زمین و مسیل‌های فراوان از شاخصه‌های ریخت‌شناسی این شهرها است (پژوهشکده سوانح طبیعی). 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 (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 موردنیاز، 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 خودکار تغییر، یکی از روش‌های بهینه است که می‌تواند در نظارت بر مخاطرات طبیعی مورد استفاده قرار گیرد (پژوهشکده سوانح طبیعی)

استان سیستان و بلوچستان با توجه به شرایط آب‌وهوایی در سال‌های اخیر به‌دفعات 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 سال ۸۸۳ کشته و سیلاب هیرمند در ۱۳۹۵ و سیلاب چابهار و کنارک در سال ۹۸ اشاره نمود. (پژوهشکده سوانح طبیعی).

## روش پژوهش

### موقعیت جغرافیایی

شهرستان چابهار در جنوب استان سیستان و بلوچستان با مساحتی بالغ بر ۲۴٬۷۲۹ کیلومترمربع است و از جنوب با آب‌های گرم عمان، در 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. میانگین بارش سالانه در این شهرستان ۲/۱۱۴ میلی‌متر است. همچنین شهرستان کنارک با مساحتی بالغ بر ۸۹۶۹ کیلومترمربع 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)

Commented [۴d]: ؟  
منبع با شماره اشاره شود

Commented [۵d]: ؟  
منبع با شماره اشاره شود

Commented [۶d]:

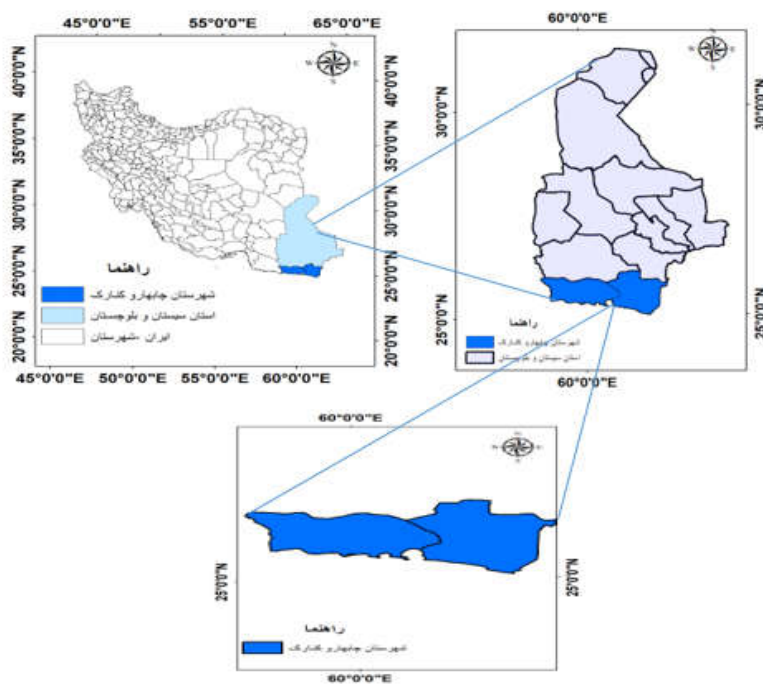
Deleted: طول

Deleted: عرض

Deleted: در زون ۴۰

Commented [۷d]: دوره مدت + نام ایستگاه؟

Deleted:



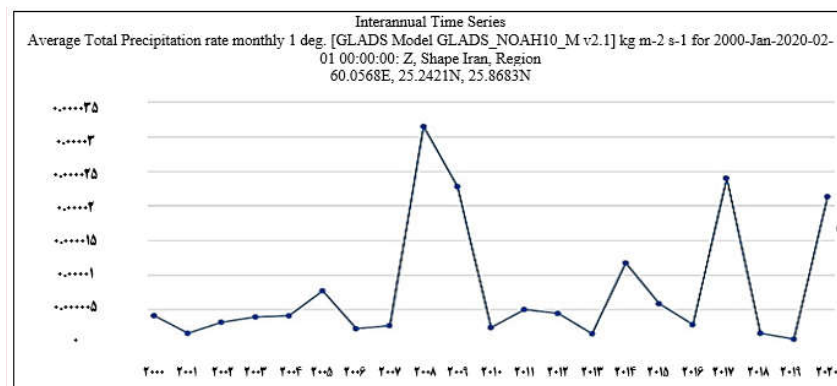
شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی استان سیستان و بلوچستان و شهرستان چابهار و کنارک

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

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 امدادسانی تهیه گردیده است.

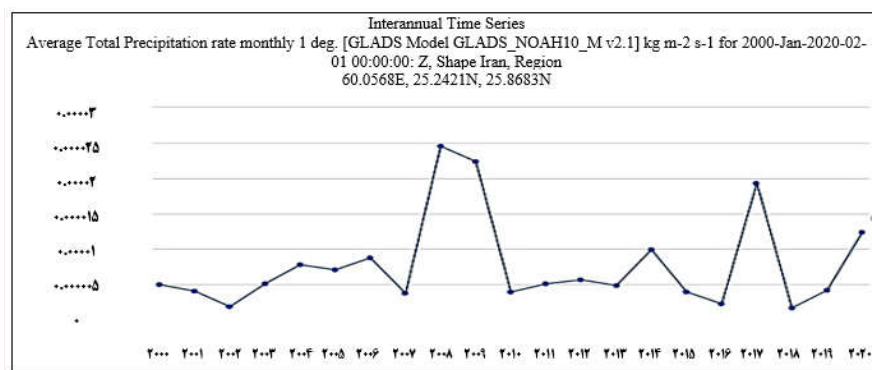
#### الف - بررسی بارش سالانه

سال ۹۸ بر اساس بارش یک سال آبی گذشته و سال آبی جاری و مقایسه افزایش چشم‌گیر میزان بارندگی به‌خصوص 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 تهیه‌شده از سایت حیوانی با بازه زمانی بیست‌ساله در محدوده شهرستان‌های چابهار و کنارک را نمایش می‌دهد.



شکل ۲. نمودار میانگین کل میزان بارش ماهانه از سال ۲۰۰۰-۲۰۲۰

Fig 2. Average total monthly rainfall from 2000-2020



شکل ۳. متوسط شار بارش ماهانه از سال ۲۰۰۰-۲۰۲۰

Fig 3. Average monthly rainfall from 2000-2020

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 (Sentinel Application Platform-Version) پردازش‌های اولیه صورت گرفت.

جدول ۱. تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۱ در دوباره زمانی ۱۲ روزه قبل از سیل ۲۰۲۰/۰۱/۰۴ و بعد از سیل ۲۰۲۰/۰۱/۱۶

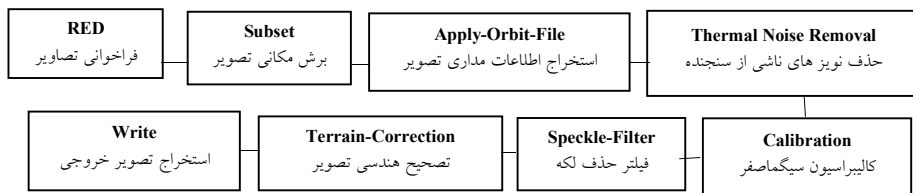
Table 1. Sentinel 1 satellite imagery in the 12-day recurrence before the flood of 2020.01.04 and after the flood of 2020.01.16

تاریخ جمع‌آوری داده‌ها	لیست مجموع داده مد تصویربرداری IW در حالت صعودی تهیه‌شده از سازمان فضایی اروپا	ردیف
	نام	
۲۰۲۰/۰۱/۰۴	S\A IW GRDH \SDV ۲۰۲۰۰۱۰۴ T ۰۱۵۰۳۸ ۲۰۲۰۰۱۰۴ T ۰۱۵۱۰۲ ۰۳۰۶۴۴ ۰۳۸۳۰۰ ۴DF۶.SAFE	۱
۲۰۲۰/۰۱/۱۶	S\A IW GRDH \SDV ۲۰۲۰۰۱۱۶ T ۰۱۵۰۳۷ ۲۰۲۰۰۱۱۶ T ۰۱۵۱۰۱ ۰۳۰۸۱۹ ۰۳۸۹۲۰۹BDV.SAFE	۲

Commented [۹۵]: واحد متریک برای محور y لازم است

Commented [۱۰۵]: واحد متریک برای محور y لازم است

فن‌های متعددی جهت پردازش تصویر و استخراج اطلاعات وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها شامل تصحیحات هندسی، تصحیحات رادیو متریک، بارز سازی تصویر، ترکیب تصاویر و فیلترگذاری هستند که در این پژوهش از آن‌ها استفاده شده است. برای این منظور از تصاویر راداری ماهواره سنتینل سری 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 (SNAP8.0.0) مورد پردازش قرار گرفته شده است. هر تصویر از قطبش‌های افقی افقی (VV) و افقی عمودی (VH) و توان تفکیک مکانی ۱۰ متری و توان تفکیک طیفی باند ۳۰ می‌باشند. پس از لینک کردن دو تصویر در محیط نرم‌افزار اسنپ (SNAP) موقعیت منطقه را روی کره زمین مشخص می‌کنیم. (شکل ۴).



شکل ۴. فلوچارت مراحل پیش‌پردازش تصاویر سنتینل-۱  
Figure 4. Flowchart of pre-processing steps of Sentinel-1 images

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 (DEM) فرایند تصحیح انجام می‌شود. در قسمت Map Projection نوع سیستم مختصات را UTM/WGS84 تنظیم می‌کنیم. تصحیح رادیو متریک حذف و نرمال‌سازی عواملی است که بر روی امواج الکترومغناطیسی رسیده به سنجنده اثر منفی گذاشته است. برای انجام تصحیح رادیو متریک در اولین گام ارزش‌های رقومی به تابش طیفی تبدیل می‌شود که این عمل با استفاده از ضرایب کالیبراسیون سنجنده و با استفاده از رابطه (۱) صورت می‌گیرد.

$$L = \text{Gain} * \text{DN} + \text{Offset} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن تابش طیفی (Wem-2Ster-1um-1)، DN ارزش رقومی پیکسل (۰ تا ۲۵۵) و Gain و Offset ضرایب کالیبراسیون سنجنده می‌باشند. سپس مطابق رابطه ۲ مقدار تابش طیفی به بازتاب طیفی تبدیل می‌شود.

$$p = \frac{\pi \cdot L \cdot d^2}{ESUN \cdot \cos(SZ)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن L تابش طیفی در سنجنده،  $d^2$  مجذور فاصله زمین و خورشید بر اساس واحدهای ستاره‌شناسی، ESUN ارتفاع خورشید و SZ زاویه خورشید هنگام تابش در زمان اخذ تصویر ماهواره‌ای است. مرحله بعدی کالیبره کردن (calibrate) که از روی دیجیتال نامبرهای راداری به آن مقادیر امواج راداری باز پراکنده‌شده از پوشش‌های متفاوت برسیم.

در این قسمت چون ما قصد داریم مقادیر باز پراکنده‌شده را برآورد کنیم از فرمت Sigma0 Band استفاده می‌کنیم و در تنظیمات مربوطه تیک این گزینه را فعال می‌نماییم. انتخاب فرمت Sigma 0 Band به این دلیل است که قصد داریم اثر backscatter توپوگرافی داخل شهر را حذف کنیم. هدف از کالیبره کردن تصاویر سنتینل (کالیبراسیون سیگمانات)، 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

Dem :Deleted

Commented [۱۱د]: منبع علمی بیان شود  
اولا براسستی  
ارزش رقومی پیکسل (۰ تا ۲۵۵) ست؟

و Gain یک ضریب است

در معادله بالا پارامتر Gain اشاره به میزان شیب خط رابطه بین درجه روشنایی و انرژی رسیده به سنجنده دارد. پارامتر Offset نیز اشاره به عرض از مبدأ رابطه بین درجه روشنایی و انرژی رسیده به سنجنده دارد.

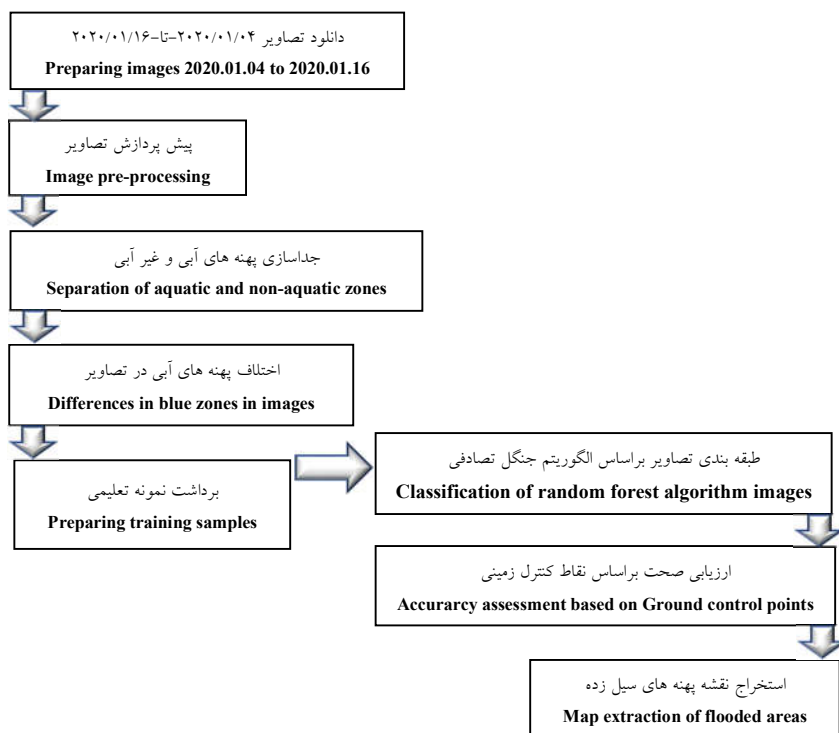
Deleted: با

Deleted: دریچه

Commented [۱۲د]: بصورت فاعل بصورت سوه شخص بیان شود  
ما نه

الزامی است. جدول کالیبراسیون گنجانده شده در فایل داده (Look Up Table) امکان تبدیل ساده ارزش های شدت تصویر را به ارزش سیگما صفر می دهد. بر اساس این جدول، ضریب ثابت کالیبراسیون اعمال می شود.

### ج - پردازش رقومی تصاویر ماهواره ای



شکل ۵. فلوچارت مراحل اجرای پژوهش

Figure 5. Flowchart of research implementation steps

طبق مراحل اجرایی (شکل ۵) پس از فراخوانی دو تصویر تصحیح شده با عنوان Time1.dim و Time2.dim آن ها را به یک دیتای واحد تبدیل کرده فرایندی که چندین تصویر یا چندین باند در قالب یک دیتاست واحد قرار می گیرند، با عنوان (Time\_stack) ذخیره می کنیم. در مرحله بعد نشان می دهیم که چطور می توانیم به راحتی مناطق آبی و غیر آبی را در تصاویر از هم متمایز کنیم. برای این منظور از الگوریتم پیکسل مینا یک شرط بر مبنای 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 ۱/۰ قرار داده و در غیر این صورت هر مقدار دیگر داشتند مقدار آن ها را معادل عدد صفر قرار دهد. جدول (۲)

جدول ۲. الگوریتم پیکسل مینا

Table 2. Pixel based algorithm

مرجع	روابط	روش های جبری
(۲۰)	ID=Cube(t2)-Cube(t1)	اختلاف تصاویر ID Differencing mage



این کار را برای هر دو تصویر انجام داده و برای تفکیک پهنه‌های آبی تصویر بعد از وقوع سیل از پهنه‌های آبی تصویر قبل از وقوع سیل از فرمول  $water\ time\ 2 - water\ time\ 1$  استفاده می‌کنیم، نتیجه تصویری است که مناطق سیل‌زده را فقط نمایش می‌دهد. زمانی که شما به پوشش‌های آبی که در زمان تصویر اول وجود داشته‌اند نگاه می‌کنید ملاحظه می‌کنید که در زمان تصویر دوم یک سری پهنه‌های آبی به آن اضافه شده و وقتی از هم کم بشوند فقط آن پهنه‌های اضافی ناشی از سیل باقی می‌ماند. در مرحله بعد یک طبقه‌بندی بر اساس الگوریتم جنگل تصادفی (Random Forest) روی نقشه ایجاد می‌کنیم و با استفاده از مناطق طبقه‌بندی شده نقشه مناطق سیل‌زده را نیز تولید می‌کنیم. جدول (۳)

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		تعریف سه کلاس
Water areas		پهنه‌های آبی
Flooded areas		پهنه‌های سیل‌زده
Other		سایر
Layer Manager		انتخاب عوارض برای طبقه‌بندی هر کلاس
Save Product		ذخیره پروژه
Supervised Classification		طبقه‌بندی نظارت شده
Random Forest		الگوریتم جنگل تصادفی
OpenAdd		فراخوانی تصویر موردنظر
Train Vector		به دلیل اینکه داده‌های ما وکتوری هستند
Water areas Flooded areas Other Time1 Time2		کلاس‌های تعریف شده و باندهای ورودی برای طبقه‌بندی
Run		فرایند ذخیره‌سازی و پردازش
نتیجه		خروجی به شکل داده وکتوری با سه کلاس مجزا

Formatted: Space Before: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

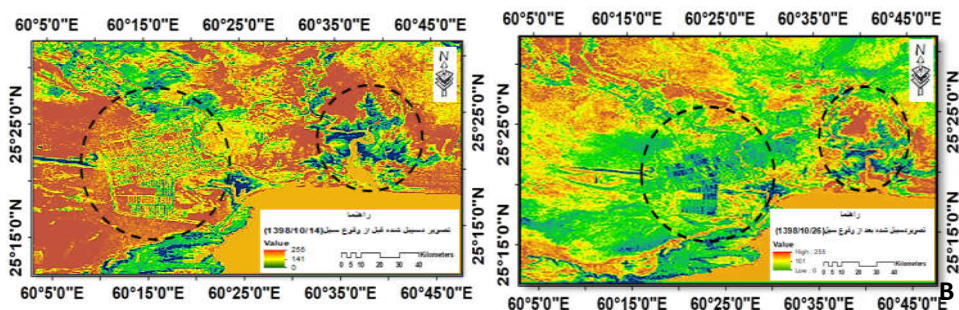
Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 0 pt, Line spacing: single

:Deleted

و در محیط نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS\_10.6) 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 دو شهرستان چابهار و کنارک اتفاق افتاده است به نمایش گذاشته شده است. (شکل ۶)

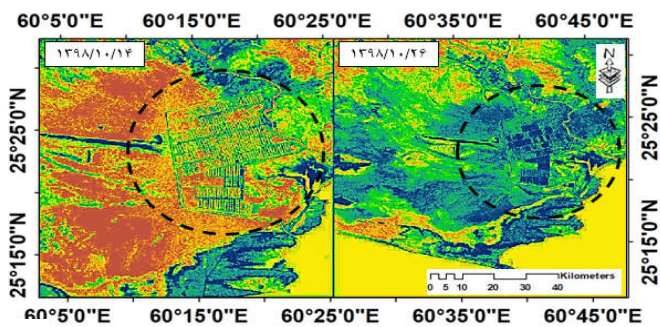


A: تصویر دسیبل شده قبل از وقوع سیل (۲۰۲۰/۰۱/۰۴)

B: تصویر دسیبل شده بعد از وقوع سیل (۲۰۲۰/۰۱/۱۶)

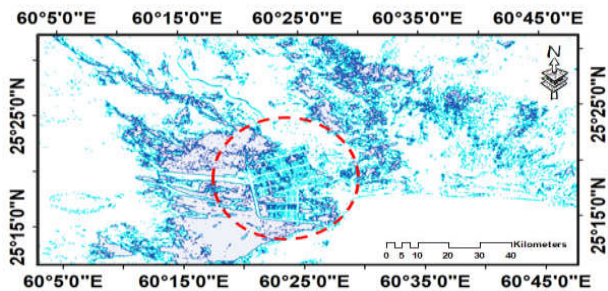
A: decibel image before the flood January 4, 2020

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

C: Tile evenly. Link to two images before and after the flood and the blue zones and the changes that have taken place

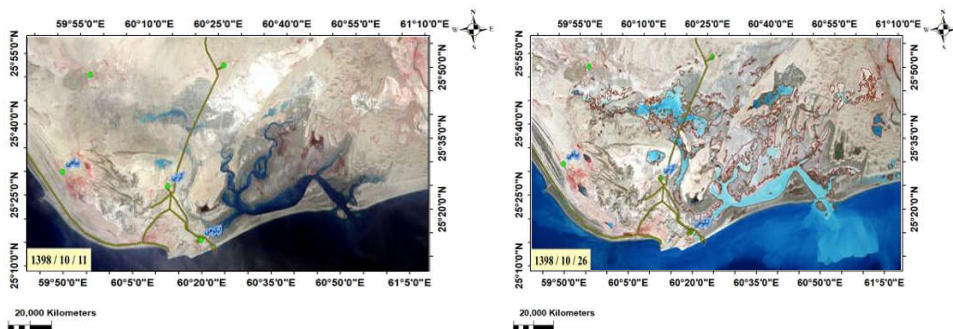


D: نقشه ارزیابی پهنه‌های سیل زده

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

قطع برق در بر اثر واژگونی تیر برق

هم‌جواری سیلاب با مناطق مسکونی

Demolition of houses in the flooded area

Power outage due to overturning of the power pole

Proximity of floods to residential areas

شکل ۸. تصاویر سیل ۹۸ شهرستان چابهار کنارک

Figure 8. Pictures of the flood of Chabahar city of Konarak

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 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)

جدول ۴. ارزیابی صحت الگوریتم طبقه‌بندی

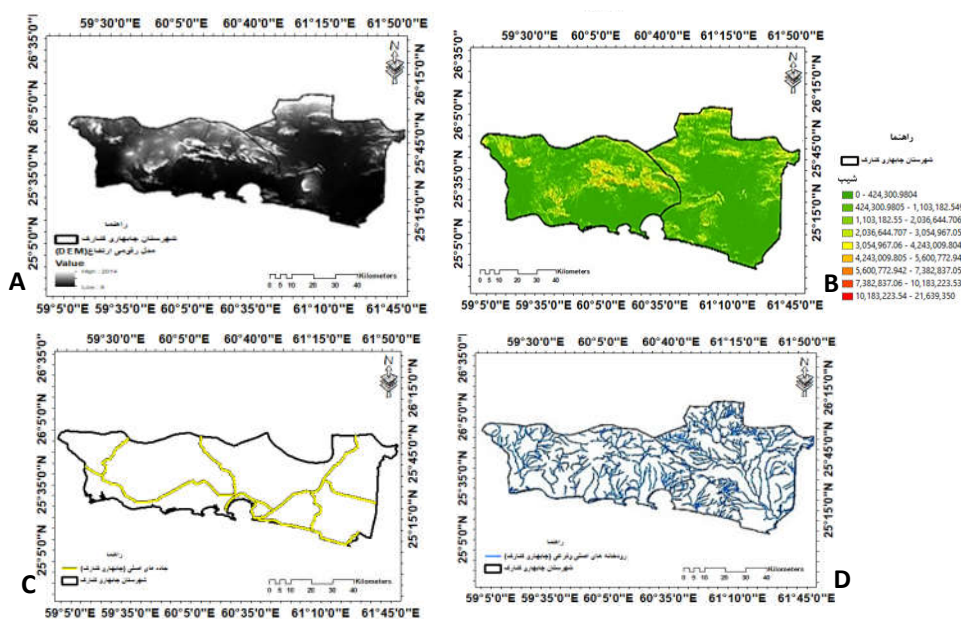
Table 4. Evaluate the accuracy of the classification algorithm

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 سیل‌خیز بودن را دارد و هرساله خسارات بسیاری را شامل می‌شود و با توجه به نقشه پهنه‌بندی مناطق بالقوه سیل‌زده از ۴ معیار اصلی برای مکان‌یابی مناطق امن برای اسکان سیل‌زدگان استفاده شده است که عبارت‌اند از: ۱. عامل ارتفاع ۲. عامل شیب ۳. عامل جاده‌های اصلی ۴. 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 آبراه‌های موجود در کوه‌ها که با سرعت بالایی به سمت مناطق پایین‌دست 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 مورد نیاز برای مکان‌یابی مناطق امن برای اسکان و خدمات‌رسانی به سیل‌زدگان. تهیه نقشه شیب از مدل‌های رقمی ارتفاع (DEM) 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 Chabhar 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 محیط نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS10.6) نقشه‌های موردنظر جهت مکان‌یابی نقاط امن با یکدیگر تلفیق گردیدند. ابتدا نقشه شیب و نقشه جاده و نقشه رودخانه‌های اصلی و فرعی و مدل رقمی ارتفاع را در محیط نرم‌افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS10.6) 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) به وسیله نرم‌افزار اکسپرت چویس (Expert choice) مشخص شده است. مرحله همپوشانی وزنی لایه‌ها در محیط آرک مپ (Arc map) انجام می‌شود. نقشه خروجی به صورت رستر است که آن را کلاس‌بندی و ارزش‌گذاری می‌کنیم. پس از اتمام مراحل کلاس‌بندی و طبقه‌بندی مراحل تحلیل بر روی نقشه (لایه)

آماده شده برای تعیین مکان‌های مناسب و نامناسب آغاز می‌شود (۱۹). 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 ۱۰۰۹ و ۱۱ ژانویه ۲۰۲۰ (۲۰، ۱۹) و ۲۱ دی ۱۳۹۸ در شهرستان چابهار و کنارک (استان سیستان و بلوچستان) منجر به خسارات بسیاری گردید. روش ارائه شده 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 سری یک دارای عملکرد مناسبی برای شناسایی مناطق سیل‌زده می‌باشند که با نتایج مطالعات احمد و کرانتی (۱)، بانگیرا و همکاران، (۳) باراسا و واناما (۵)، بورا و همکاران (۴)، کارنو کوند و ماریا دی ماتامونوز (۶)، الخراجی و همکاران (۹)، اولن و بوکهاگن (۱۵)، ناووس و همکاران (۱۷)، او دین و متین (۱۹)، یو لا و همکاران (۲۰)، واناما کریشنا و همکاران (۲۲) میمی ژانگ و همکاران (۲۷) سازگار است. مقدار آستانه سیگما صفر یا ضریب باز پراکنش برای آشکارسازی پهنه‌های آبی و مناطق سیل‌زده، ۰/۰۱ به دست آمد که با نتایج بورا و همکاران (۴)، الخراجی و همکاران (۹)، یو لا و همکاران (۲۰)، کریشنا و همکاران (۲۲) و میمی ژانگ و همکاران (۲۷) مطابقت دارد. ارزیابی الگوریتم‌های طبقه‌بندی تصویر حاکی از آن بود که الگوریتم جنگل تصادفی دارای ضریب کاپا و درصد بالای (۰/۹۱) که نتایج یافته‌های ماریا دی ماتامونوز (۶)، الخراجی و همکاران (۹)، یو لا و همکاران (۲۰)، واناما کریشنا و همکاران (۲۲) و میمی ژانگ و همکاران (۲۷) حاکی از کارایی بالای این الگوریتم است. پس از آشکارسازی پهنه‌های سیل‌زده به بررسی و مکان‌یابی نقاط امن بارویش AHP فازی، معیارها با کمک نظرات کارشناسان خبره مدیریت بحران و واردکردن اطلاعات به نرم‌افزار اکسپرت چویس، اوزان نهایی هریک از معیارها استخراج گردید که با نتایج یافته زالی و همکاران (۲۴) 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 (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 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 (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 سلسله مراتبی (FAHP) پرداخته که مناطق امن بارنگ آبی از پتانسیل زیادی از نظر نقاط امن برای اسکان و خدمات سیل‌زدگان برخوردار می‌باشند. (شکل ۱۰)

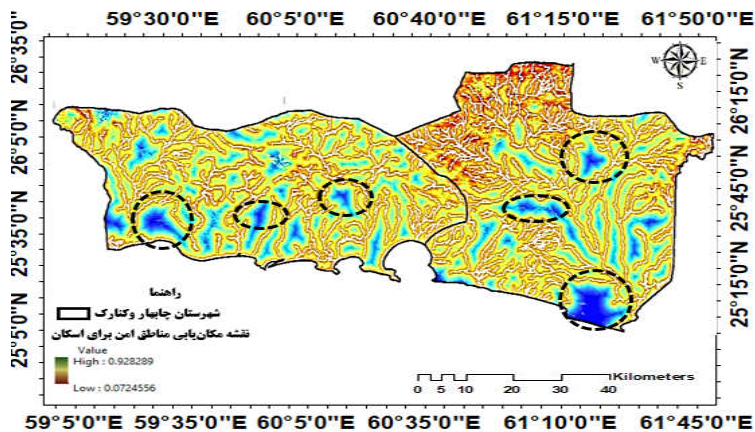
Commented [۱۲۵]: با توجه به متن ایرادات فنی و علمی در آن دیده شد:

۱. تاریخ‌های ارائه شده برای سیل در چابهار و کنارک هم در قالب تقویم گرگوری (۱۰ تا ۱۱ ژانویه ۲۰۲۰) و هم تقویم ایرانی (۲۱ تا ۲۱ دی ۱۳۹۸) آمده است. استفاده از دو سیستم ممکن است سبب ابهام شود. بهتر است تنها از یک فرمت برای یکپارچگی استفاده شود.

۵. محدودیت‌ها و عدم قطعیت‌های روش شناختی و نتایج بحث نشده‌اند. همه مطالعات علمی باید محدودیت‌ها را اذعان داشته باشند.

۶. برخی یافته‌ها بدون ارائه داده یا آمار مرتبط برای تأیید ادعا مطرح شده‌اند. نیاز به شواهد کمی بیشتر است. خلاصه‌تر و دقیق‌تر باشد تا وضوح و دقت علمی را افزایش دهد.





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

#### نتیجه‌گیری

**Commented [۱۲۵]:** نتایج را با سایر مطالعات مقایسه نمایید.  
 • محدودیت‌ها را ذکر و پیشنهادهای بدهید.  
 در پایان متن، بیشتر توجه به نتیجه‌گیری‌ها و پیشنهادهای کاربردی مورد نیاز است. اینکه چه اهمیتی این تحلیل‌ها برای منطقه و مطالعات آینده دارند باید بیان شود

اهمیت استفاده از داده‌های سنجش‌ازدوری 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 پژوهش در این رابطه بپردازیم. 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. باشناسایی نواحی درگیر با سیلاب‌های احتمال، نوع کاربری اراضی، برآورد میزان خسارت ناشی از وقوع سیلاب و اجرای طرح‌های مهندسی می‌توان برای پیشگیری از وقوع آن برنامه‌ریزی نمود. همچنین توجه روزافزون برای استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در رابطه با مسئله مدیریت مخاطرات طبیعی و برآورد میزان خسارت و ارزیابی سریع مناطق تحت تأثیر بر اهمیت موضوع می‌افزاید از طرفی در این‌جور مواقع 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.

#### تقدیر و تشکر

نویسندگان مایل‌اند از خدمات ESA برای تأمین منابع رایانه‌های مورداستفاده با داده‌های Copernicus Sentinel-1 و همچنین از خدمات NASA Giovanni برای تهیه نمودار میانگین کل میزان بارش ماهانه از سال ۲۰۲۰-۲۰۰۰ و متوسط شار بارش ماهانه از سال ۲۰۲۰-۲۰۰۰ تشکر نمایند.

#### منابع

- Ahmed, C. F. and Kranthi, N. 2018. Flood vulnerability assessment using geospatial techniques: Chennai, India. Indian Journal of Science and Technology. 11(6): 215-223. doi:https://doi.org/10.17485/just/2018/v11i6/110831, February 2018
- Baharvand S, Suri S, and Rahmarad J. 2017. Zoning of environmental hazards of landslides, earthquakes, floods, and erosion using the fuzzy hierarchical method. Case study: Wark Basin. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 8 (3): 89-103. doi:https://doi.org/10.1007/s11104-009-0053-7. (In Persian)

3. 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>
4. 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>
5. 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>
6. 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>
7. 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>
8. DTottori, F. Szewczyk, W. Ciscar, J. C. Zhao, F. Alfieri, L. Hirabayashi, Y. and Feyen, L.: Increased human and economic losses from river flooding with anthropogenic warming, *Nat. Clim. Change*, 8, 781–786, . doi:<https://doi.org/10.1038/s41558-018-0257-z>, 2018.
9. Elkhachy, 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 flash flood detection and modeling in New Cairo City, Egypt. *Journal of Flood Risk Management*, 14(2), e12692 . doi:<https://doi.org/10.1111/jfr3.12692>
10. 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>
11. Grimaldi S. Li Y. Pauwels V.R.N. & Walker J.P. Remote sensing-derived water extent and levels to constrain hydraulic flood forecasting models: opportunities and challenges. *Surv Geophys* 2016, 37, (5), 977–1034. . doi:<https://doi.org/10.1007/s10712-016-9378-y>.
12. 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>
13. Lindersson, S. Brandimarte, L. Mård, J. & Di Baldassarre, G. (2020). A review of freely accessible global datasets for the study of floods, droughts, and their interactions with human societies. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 7(3), e1424. doi:<https://doi.org/10.1002/wat2.1424>
14. Nardi, F. Annis, A. Di Baldassarre, G. Vivoni, E. R. and Grimaldi, S.: GFPLAIN250m, a global high-resolution dataset of Earth's floodplains, *Scient. Data*, 6, 180309 . doi:<https://doi.org/10.1038/sdata.2018.309>, 2019.
15. Olen, S. and Bookhagen, B. 2018. Mapping damage-affected areas after natural hazard events using sentinel-1 coherence time series. *Remote Sensing*. 10(8): 1272. doi:<https://doi.org/10.3390/rs10081272>
16. Rudner, T. G. Rußwurm, M. Fil, J. Pelich, R. Bischke, B. Kopačková, V. & Biliński, P. (2019, July) Multi3Net: segmenting flooded buildings via fusion of multiresolution, multisensor, and multitemporal satellite imagery. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* (Vol. 33, No. 01, pp. 702-709). doi:<https://doi.org/10.1609/AAAI.v33i01.3301702>
17. Tavus, B. Kocaman, S. Gokceoglu, C. and Nefeslioglu, H. A. 2018. Considerations on the use of sentinel-1 data in flood mapping in urban areas: Ankara (Turkey) 2018 Floods. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*. 575-581. doi:<https://doi.org/10.5194/users-archives-XLII-5-575-2018>
18. Twelve, A. Cao, W. Plank, S. and Martinis, S. 2016. Sentinel-1-based flood mapping: a fully automated processing chain. *International Journal of Remote Sensing*. 37(13): 2990-3004. doi:<https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1192304>
19. 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>
20. 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>
21. Winsemius, H. C. Aerts, J. C. J. H. van Beek, L. P. H. Bierkens, M. F. P. Bouwman, A. Jongman, B. Kwadijk, J. C. J. Ligtoet, W. Lucas, P. L. van Vuuren, D. P. and Ward, P. J.: Global drivers of future river flood risk, *Nat. Clim. Change*, 6, 381–385,2016.. doi:<https://doi.org/10.1038/nclimate2893>
22. 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>

23. Valizadeh Kamran Kh, Dalir Hassan Nia R, Azari Amghani Kh. 2019. Flood zoning and its effect on the use of surrounding lands using UAV images and GIS. Journal of RS and GIS for Natural Resources. 10 (3): 59-75. DOI: doi:https://doi.org/10.1007/s11104-009-0053-7. (In Persian)
24. Zali, Mehrab, Soleimani, Karim, Habibnejad Roshan, Mahmoud, ... & Mir Hassan. (2021). Comparison and prioritization of flooding in Nekarood sub-basins using the morphometric method in GIS. Remote sensing and GIS in natural resources. http://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1401.13.2.2.2(In Persian)
25. Zhu, X. X. Tuia, D. Mou, L. Xia, G.S. Zhang, L. Xu, F. and Fraundorfer, F. 2017. Deep learning in remote sensing: A comprehensive review and list of resources. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine 5(4):8–36. doi:https://doi.org/10.1109/MGRS.2017.2762307
26. Zhang, L. Zhang, L. and Du, B. 2016. Deep learning for remote sensing data: A technical tutorial on the state of the art. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine 4:22–40 doi:https://doi.org/10.1109/MGRS.2016.2540798
27. 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 salehinezhad<sup>1</sup>,seyed ali almodaresi<sup>2\*</sup>

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

\* Corresponding author e-mail

addressalmodaresi@iauvazd.ac.ir

Commented [۱۵]: زیر نویس شود

### 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.



**keywords: Evaluation of flooded areas, Sentinel Series 1 radar images, Algebraic algorithm, Stochastic forest algorithm, Fuzzy logic, GIS**

## ارزیابی مناطق سیل خیز با استفاده از تصاویر سنتینل-۱ برای مکان‌یابی نقاط امن

### (مطالعه موردی: شهرستان چابهار و کنارک)

**طرح مسئله:** سیل یکی از حوادث طبیعی غیرمترقبه محسوب می‌شود که بر اثر طغیان آب و زیرآب رفتن بخش قابل توجهی از زمین رخ می‌دهد. در خلال یا پس از یک بارندگی شدید مقدار دبی رودخانه به سرعت افزایش یافته و در نتیجه آب از 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 به صورت طبیعی در بسیاری از رودخانه‌ها رخ داده و باعث به وجود 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 پدیده‌های 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. به‌این‌ترتیب 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 قابل توجهی در پی دارد این است که متأسفانه برنامه‌ریزی‌های انجام شده 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 استخراج شده 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. 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 راداری 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 سلسله مراتبی 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 تعیین شده را در نظر داشت. برای مدیریت و برنامه‌ریزی مناسب در آشکارسازی سریع پهنه‌های تحت تأثیر سیل و مکان‌یابی نقاط امن و انجام اقدامات پیشگیرانه موردنیاز، 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 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 به صورت اسنادی کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده است. مراحل پژوهش به صورت دریافت نمودار میانگین کل میزان بارش ماهانه از سال ۲۰۲۰-۲۰۰۰ و همچنین متوسط شار بارش ماهانه از سال ۲۰۲۰-۲۰۰۰ که روند روبه رشد میزان بارش طی سال‌های اخیر تهیه شده از سایت جیوانی 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 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 (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 و وزن دهی شده و سپس در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS) به تهیه نقشه گاما ۰/۹ با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (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 پیکسل مینا و طبقه‌بندی با الگوریتم جنگل تصادفی با ضریب کاپا ۹۱ درصد نشان از صحت بالای طبقه‌بندی 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 راه‌های ارتباطی اکثر روستاها است. تهیه نقشه مناطق امن برای خدمات‌رسانی به صورت هوایی، دریایی و زمینی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی گاما ۰/۹ شکل (۱۰) مناطق امن بارنگ آبی نمایش داده شده است. شناسایی، پهنه‌بندی، تهیه نقشه نواحی سیل گیر 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 پیکسل مینا 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 سلسله مراتبی فازی به مکان‌یابی مناطق امن برای اسکان موقت و خدمات امداد و نجات پرداخته که در نهایت خروجی به شکل نقشه مکان‌یابی پرداخته شد. به‌طور کلی، بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان به توانایی روش ارائه شده 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 پیکسل مینا، الگوریتم جنگل تصادفی، منطق فازی، سیستم اطلاعات جغرافیایی

## Evaluation of floodplains using sentinel-1 images to locate safe places (Case study: Chabahar and Konarak counties)

### Abstract

**Statement of the Problem:** Flood is one of the unexpected natural disasters that occur due to flooding and submergence of a significant part of the earth. During or after heavy rainfall, the flow of the river increases rapidly, and as a result,

water overflows from its normal bed and covers the floodplain and surrounding areas. The size of floods and their recurrence over time depend on the intensity of rainfall, soil permeability, and topography of the area. Floods are the biggest natural disasters that can occur in different climates and affect the environment, agriculture, and infrastructure.

Periodic floods occur naturally in many rivers and cause the formation of areas called floodplains. The cause of these floods is heavy rains and sometimes accompanied by melting snow, which causes the river to overflow and water to flow into the fields along the river. The occurrence of natural disasters, such as floods, often has devastating consequences on human settlements, causing heavy losses to residents, destroying buildings and infrastructure, and imposing far-reaching economic and social consequences on communities and countries. Climate change is one of the most important and influential reasons for the occurrence of floods in December 1998 in Sistan and Baluchestan provinces, where we are witnessing a disturbance in the balance in the type, amount, and time of rainfall. In this way, the type of rainfall has changed from snow to rain. On the other hand, we see heavy rainfall and severe droughts. However, the distribution of these precipitations in different seasons of the year is out of balance and is not uniform. One of the reasons that floods in Iran cause significant damage is that, unfortunately, we do not fully implement the plans made to take the necessary measures. Matching accurate information extracted from the site is very important. Therefore, the use of remote sensing, which provides high-resolution images, and the ability to extract accurate and timely spatial information, especially radar data, is a suitable tool for the rapid extraction of flooded areas. Quickly create a map of flooded areas using data Radar provides valuable information for early planning and management of natural disasters, especially floods. Consider planning priorities;

**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 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 random forest algorithm with 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 therapid detection of flooded areas and thelocation for relief services. This technique 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