



## ارزیابی خطر سیلاب در سواحل مکران، جنوب خاوری ایران

عزیزالله تاجور<sup>۱\*</sup>، محمدرضا فنودی<sup>۲</sup>، نسیم الیاس پور<sup>۳</sup>، مصطفی حسینیان<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> گروه اقیانوس‌شناسی، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار [Tajvar@cmu.ac.ir](mailto:Tajvar@cmu.ac.ir)

<sup>۲</sup> دکتری آب و هواشناسی، رئیس اداره هواشناسی چابهار، منطقه آزاد چابهار [mrcsalari@gmail.com](mailto:mrcsalari@gmail.com)

<sup>۳</sup> دبیر زمین‌شناسی، دوره متوسطه دوم، آموزش و پرورش منطقه آزاد چابهار [Elyaspour.n@gmail.com](mailto:Elyaspour.n@gmail.com)

<sup>۴</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد الکترونیکی ایران،

[mhasanian.gis@gmail.com](mailto:mhasanian.gis@gmail.com)

### چکیده

مخاطرات طبیعی ناشی از سیلاب‌های ساحلی و رخداد سونامی همواره سواحل مکران در جنوب خاوری ایران را تهدید می‌نمایند. خطرات ناشی از سیلاب‌های موسمی (مونسون)، طوفان‌های حاره‌ای و حتی سونامی همواره این منطقه را تحت تاثیر قرار داده و تهدید می‌کنند. این شرایط آب و هوایی قادر است حجم بسیار زیادی از نزولات جوی و بارش‌های سنگین را با خود به همراه بیاورند. از شاخص‌ترین این طوفان‌ها می‌توان به طوفان گونو در سال ۲۰۰۷ میلادی اشاره کرد. همچنین بارندگی‌های سنگین چند روزه در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ نیز که منجر به سیل عظیمی در منطقه شد و اکثر بخش‌های جنوب خاوری ایران را تحت تاثیر قرار داد. از این‌رو، تهیه نقشه‌های ارزیابی خطر سیلاب در این منطقه ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. در این پژوهش تلاش شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Google Earth و به کمک ابزار RS/GIS نقشه حوضه‌ی آبریز منطقه تهیه و خطر سیلاب ناشی از سونامی، طوفان‌های دریایی و سایر مخاطرات طبیعی در سواحل جنوب خاوری ایران مورد ارزیابی قرار گیرد. پس از پیش‌پردازش‌های لازم با استفاده از روش طبقه‌بندی MLC دو کلاس آب و خشکی از تصاویر استخراج و مرز این دو کلاس به عنوان خط ساحلی در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از تهیه نقشه‌های پایش خطر سیلاب بیانگر تکرار چرخه سیلاب در سال‌های آینده است که می‌تواند به عواملی مانند زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، هیدرودینامیک، اقلیم و فعالیت‌های انسانی در منطقه مرتبط باشد.

### واژه‌های کلیدی

سیلاب، پهنه‌بندی، طوفان‌های حاره‌ای، سواحل مکران

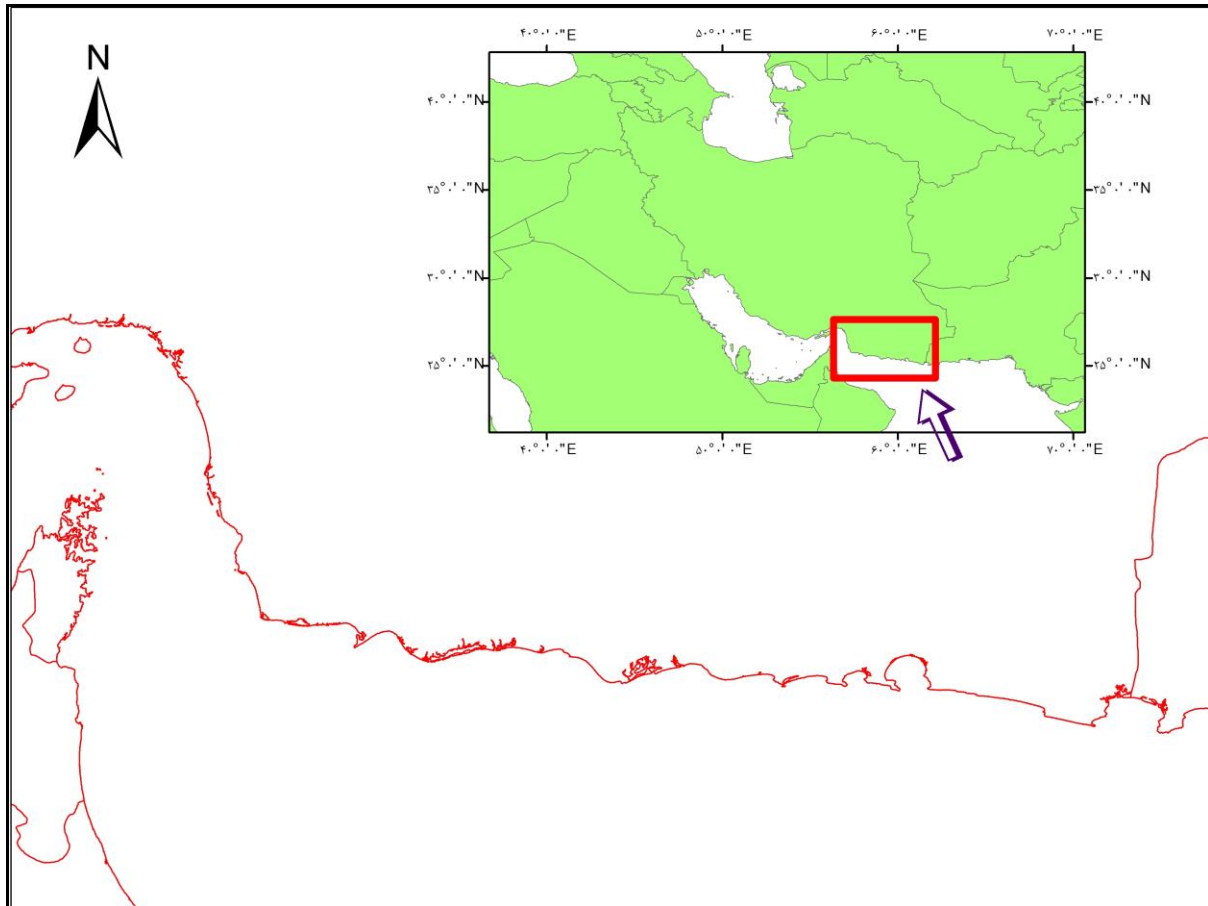


## ۱. مقدمه

امروزه نواحی ساحلی سهم قابل توجهی از جمعیت جهان را در خود جای داده و تراکم جمعیت نیز در این مناطق به طور روز افزون در حال افزایش است. بر اساس آمار موجود حدود ۱۰٪ از جمعیت جهان تا ارتفاع ۱۰ متری از سطح دریاها زندگی می‌کنند که مساحت این ناحیه فقط ۲٪ از کل مساحت خشکی‌های کره زمین را شامل می‌شود [۱]. افزایش تدریجی گرمای زمین در کنار تغییرات آب و هوایی ناگهانی سبب گردیده تا این مناطق ساحلی همواره در خطر سیلاب باشند. با این حال، ابزارهای زیادی برای برآورد اثرات بالا آمدن سطح آب دریاها بر روی خشکی‌ها و همچنین تخمین خطر سیلاب‌های منطقه‌ای گسترش یافته است. اغلب این ابزارها و یا نرم‌افزارها به طور ساده با در نظر گرفتن سطوح ارتفاعی مشخص نسبت به سطح آب موجود کار می‌کنند. این ابزارها عمدتاً برای نشان دادن اثرات بالا آمدن آب در مقیاس جهانی استفاده می‌شوند. از این رو، منطقه ساحلی مکران در جنوب خاوری ایران برای مطالعه خطر سیلاب انتخاب شده است (شکل ۱). چرا که این منطقه همواره تحت تاثیر پیامدهای ناخوشایند مخاطرات طبیعی از جمله خطرات ناشی از سیلاب‌های موسمی، طوفان‌های حاره‌ای و حتی رخداد سونامی قرار داشته و دارد. ارتباط این منطقه با شمال دریای عمان و اقیانوس هند، نزدیکی به مدار راس السرطان و قرار گرفتن در مسیر بادهای موسمی شبه قاره هند و جبهه‌های استوایی موجب گردیده است که منطقه دارای آب و هوایی گرمسیری معتدل با رطوبت نسبی بالا باشد. بارندگی در طول سال پراکندگی نامنظم دارد به طوری که در سال ۱۴۰۱ حداکثر بارندگی ۲۱/۴ میلی متر در آذرماه گزارش شده است [۲]. مجموع بارندگی سالانه ۵۳/۵ میلیمتر در سال گزارش شده است که ۹۵ درصد آن مربوط به فصول پاییز و زمستان و درصد ناچیزی در تابستان‌های بسیار گرم و طولانی است. این محدوده تحت تاثیرات مستقیم و غیر مستقیم بادهای موسمی تابستانی (Summer monsoons) اقیانوس هند با جهت شرقی است که طی این طوفان‌های تابستانی سطح آب تا چندین متر بالا می‌آید. سرعت وزش باد در این منطقه در طی سال متفاوت بوده و بیشترین سرعت وزش باد در فصل بهار گزارش شده است که طبق آمار سال حداکثر سرعت وزش باد در اواخر شهریور ماه به مقدار ۱۳ متر بر ثانیه و حداقل سرعت در اواخر اردیبهشت ماه به مقدار ۵ متر بر ثانیه بوده است [۲].

## ۲. روش انجام پژوهش

برای انجام پژوهش حاضر با توجه به اهداف و ماهیت آن، از روش‌های کتابخانه‌ای، نرم افزارهای تخصصی و نقشه‌های زیربنایی استفاده شده است. ابتدا بر مبنای حوضه‌ی آبریز هر بخش، برخی از متغیرهای تاثیر گذار در وقوع سیلاب نظیر نوع پوشش گیاهی، خصوصیات زمین‌شناسی، توپوگرافی، ارتفاع و شیب در منطقه اجرای طرح جمع‌آوری، ترسیم و به صورت لایه‌های اطلاعاتی وارد نرم‌افزار GIS گردیده است. با توجه به اینکه یکی از مخاطرات طبیعی در این منطقه، احتمال رخداد سونامی و سیلاب ناشی از آن است، سعی شده به طور مختصر در مورد زمین‌لرزه‌های منطقه نیز داده‌هایی ارائه شود. سپس هر یک از متغیرها طبقه‌بندی و هر کدام از طبقه‌ها وزندهی شده تا در نهایت یک نقشه‌ی پهنه بندی خطر سیلاب با چهار پهنه‌ی خطر شامل (۱) احتمال وقوع کم، (۲) متوسط و (۳) زیاد و خیلی زیاد تهیه شود.



شکل ۱. موقعیت سواحل مکران در جنوب خاوری ایران؛ این نوار ساحلی از تنگه هرمز در باختر تا مرز کشور ایران و پاکستان در خاور گسترش دارد.

### ۳. بحث و بررسی

نوار ساحلی مکران در جنوب خاوری ایران، در حاشیه دریای عمان بصورت اتفاقی و غیر معمول تحت تاثیر طوفان‌های حاره‌ای (پدیده مونسون) قرار دارند و این در حالی است که این طوفان‌ها قادر به تولید امواج بزرگ هستند. در نواحی بسیاری در امتداد این خطوط ساحلی، بخصوص در بخش‌های شرقی و مرکزی، امواج ناشی از این طوفان‌ها شرایط غالب موج غالب را برای طراحی تشکیل داده و خیزاب ناشی از آن موجب آبرگرفتنی نواحی ساحلی می‌شود. از شاخص‌ترین این طوفان‌ها می‌توان به طوفان گونو در سال ۲۰۰۷ میلادی اشاره کرد. که به دنبال آن بارندگی شدیدی منطقه را فرا گرفت. یکی از مهمترین چالش‌های اصلی ارزیابی آبرگرفتنی ساحل در دریای عمان ناشی از امواج طوفان محدودیت وجود و دستیابی به داده‌های تاریخی است. در طوفان مذکور ارتفاع موج شاخص در حالت بحرانی (با احتساب شرایط امواج اقیانوسی) به ۲/۵۶ متر رسیده است (جدول ۱).

جدول ۱. برآورد ارتفاع موج شاخص در شمال دریای عمان، موقعیت جغرافیایی ایستگاه بویه اندازه‌گیری ارتفاع موج آورده شده است.

طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	میانگین ارتفاع موج ماهیانه در سال دوره آماری ۲۰ ساله با نبود داده‌ای متفاوت (بر حسب سانتیمتر)											
		ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
۶۰° ۳۹' ۰۰"	۲۵° ۱۵' ۵۰"	۸۶	۱۰۰۰	۱۰۸	۱۲۱	۱۴۶	۲۱۹	۲۵۶	۲۳۲	۱۳۹	۱۱۵	۸۸	۷۵

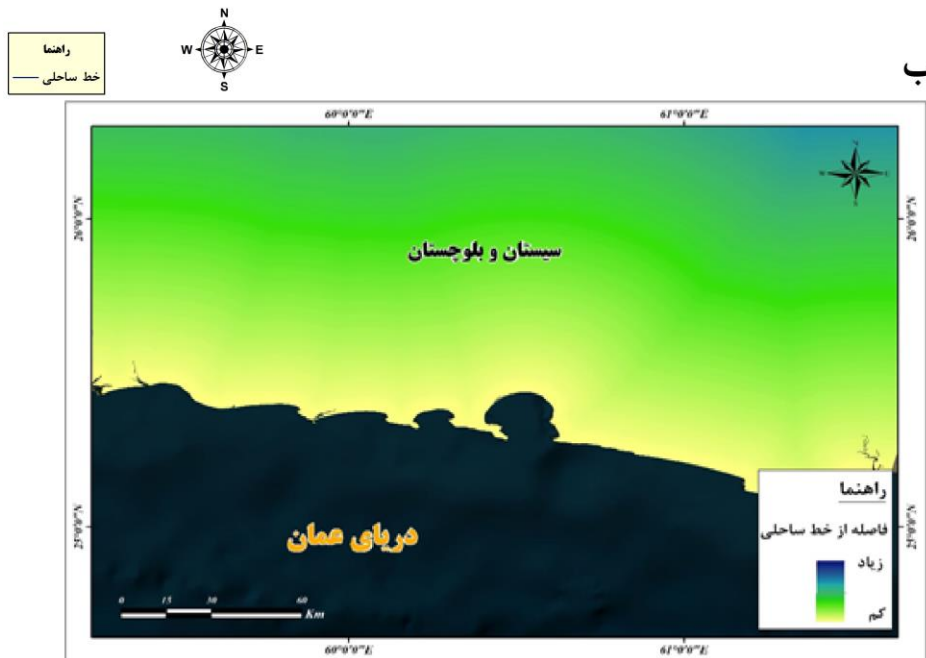
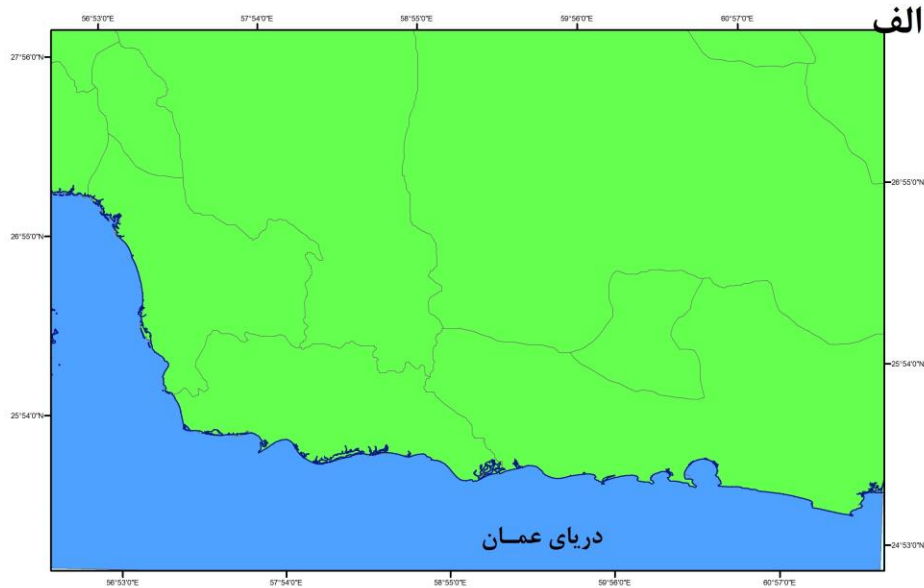


افزون بر امواج حاصل از طوفان‌های حاره‌ای و مونسون، سواحل مکران در شمال دریای عمان در معرض وقوع سونامی نیز است. در این منطقه به دلیل فرورانش ورقه اقیانوسی عمان به زیر ورقه قاره‌ای ایران و پاکستان، شکستگی‌ها و گسل خوردگی‌های متعددی بر روی ورقه اقیانوسی و قاره‌ای ایجاد شده است. جابه‌جایی بلوکهای سنگی در امتداد هر یک از این شکستگی‌ها و گسل‌ها می‌تواند خطر رخداد زمین‌لرزه و متعاقب آن سونامی را به دنبال داشته باشد. از مهمترین گسل‌های بزرگ منطقه می‌تواند به راندگی‌های بشاگرد، چاهان، قصرقند و راندگی اصلی مکران اشاره کرد. راندگی اصلی مکران یا مگاتراست مکران گسلی است که در دریای عمان وجود دارد و درازای کلی آن به حدود ۱۰۰۰ کیلومتر می‌رسد. این گسل بزرگ به موازات خط ساحلی از شرق پاکستان تا غرب منطقه تا تنگه هرمز کشیده شده است. آخرین فعالیت این گسل که منجر به رخداد سونامی در منطقه شده است به سال ۱۹۴۵ میلادی بر می‌گردد. وقوع این سونامی حدود ۴۰۰۰ کشته برجای گذاشت که بخش عمده آنها در پاکستان و هندوستان بوده است [۳]. با توجه به گسترش شهرها و مناطق شهری و پیشرفت قابل ملاحظه مناطق ساحلی، به نظر می‌رسد جنبش این گسل خسارت‌های جانی و مالی به مراتب بیشتر از وقوع طوفان‌های حاره‌ای به دنبال خواهد داشت. بنابراین مطالعه اثرات ناشی از رخداد اینگونه مخاطرات طبیعی و تهیه نقشه‌های ارزیابی الزام‌ناپذیر است.

بطور کلی، تهیه نقشه خطر سیلاب با استفاده از یک دیدگاه پرکاربرد عمومی است که نسبت به ارزیابی خطر سیلاب‌ها وجود دارد. احتمال حوادث مخاطره آمیزی مانند سیلاب‌ها می‌تواند پیامدهای بالقوه ناگواری برای دارایی‌های اجتماعی - اقتصادی و اکولوژیکی یک منطقه به همراه داشته باشد. در مورد ارزیابی خطر سیلاب با استفاده از GIS، سه نوع داده مکانی مورد نیاز است تا بتوان مدل‌های تعیین خطر سیلاب‌ها را پیاده نمود. بیشتر ارزیابی‌ها و برآوردهای خطر سیلاب در نواحی ساحلی با استفاده از مدل‌های رقومی ارتفاع و تخمین میزان خطر بالا آمدن سیلاب بر بالای سطح مینای ارتفاعی تراز آب در منطقه مورد نظر است. ابعاد پیکسل و دقت مدل رقومی ارتفاع برای ارزیابی درست خطر سیلاب ضروری است. زیرا این داده‌ها وضعیت هر نقطه از ساحل را در سناریوهای مختلف سیلاب‌های شبیه سازی شده تعیین می‌نماید که آیا منطقه مدنظر به زیر آب خواهند رفت یا خیر. بطور کلی، امروزه لایه‌های مختلف DEM در دسترس عمومی به علت رایگان و آماده بودن جهت مدلسازی، کاربرد وسیعی پیدا کرده‌اند. اما استفاده از این داده‌ها برای ارزیابی خطر سیلاب در نواحی ساحلی به سبب خطاهای آنها در حال بازنگری هستند. در این مطالعه حاضر نیز برای تشخیص و تفکیک مرز تماس هیدرولوژیکی و تعیین نواحی که به زیر آب خواهند رفت، از مدل‌های ارتفاعی DEM استفاده و نتایج آن مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. با توجه به مطالبی که به آنها اشاره شد، وقوع سیلاب و خطرات ناشی از آن همواره سواحل مکران را تهدید می‌کنند. از این رو توسعه مدل‌های پهنه‌بندی جهت اتخاذ تصمیمات بهینه پیش از رخداد سیلاب و پس از آن و نیز مدیریت آن بسیار مهم و ضروری می‌باشد. در این پژوهش، به منظور تعیین پهنه‌های خطر ناشی از رخداد سیلاب در سواحل مکران، از مدل تحلیل سلسله مراتبی بهره گرفته شده است. جهت اجرای این مدل در منطقه از داده‌های مختلفی مانند فاصله از خط ساحلی، ارتفاع از سطح دریا، توپوگرافی سواحل، فاصله از گسل اصلی مکران و تراکم پوشش گیاهی استفاده شده است.

### ۱.۳. فاصله از خط ساحلی

خط ساحلی، محل تلاقی پهنه آبی با خشکی است. با توجه به اینکه خط ساحلی نقش تعیین کننده‌ای در پایش مناطق خطر ایفا می‌کند، می‌بایست به صورت دقیق استخراج گردد. در پژوهش حاضر به کمک سامانه تحت وب GEE و تصاویر سنجنده SENTINEL خط ساحلی در بازه‌های زمانی مختلف استخراج شد. همچنین در تهیه این نقشه‌ها تلاش شده است تا اثر پسروی و پیشروی آب ناشی از جذر و مد در تصاویر ماهواره‌ای به حداقل برسد [۴]. برای تعیین میزان آسیب‌پذیری مناطق مختلف با توجه به فاصله آنها از خط ساحلی نقشه منطقه مورد مطالعه تهیه شده است (شکل ۲) [۵]. همانگونه که در نقشه هم آشکار است، بین فاصله از خط ساحلی و میزان آسیب‌پذیری ناشی از سیلاب رابطه معکوس وجود دارد. به گونه‌ای که با فاصله گرفتن از و دور شدن از خط ساحلی، میزان آسیب‌پذیری به تدریج کاهش می‌یابد. در واقع همانگونه که در شکل (۲) نیز نشان داده شده است، مناطقی که با رنگ قرمز مشخص شده‌اند آسیب‌پذیری بیشتری در نتیجه رخداد سیلاب داشته و در مناطق سبز رنگ میزان خطر و آسیب‌پذیری کمتر است.



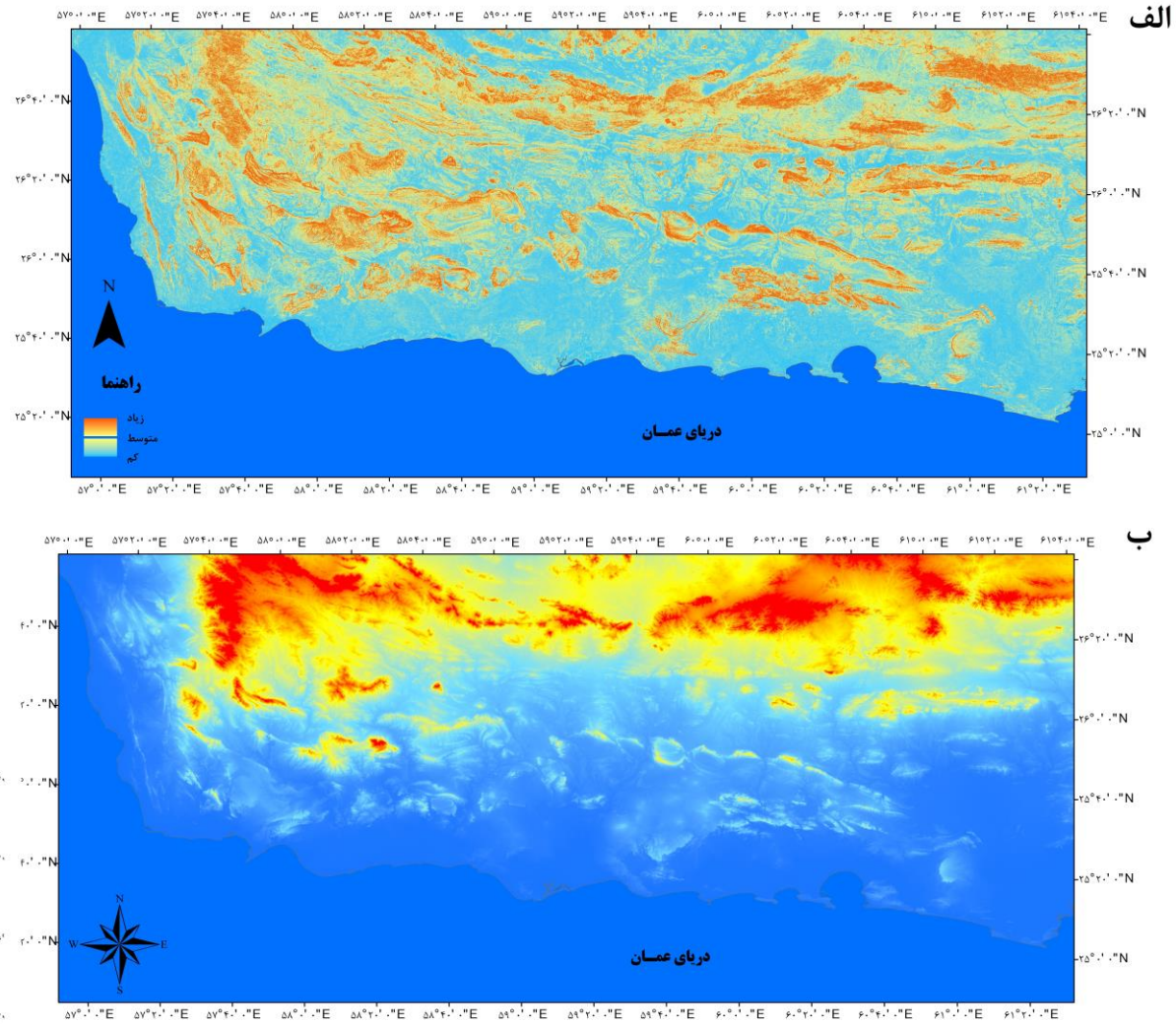
شکل ۲. الف) تفکیک پهنه آبی و خاکی از یکدیگر در سواحل مکران، ب) نقشه فاصله از خط ساحلی

### ۲.۳. ارتفاع از سطح دریا

ارتفاع از سطح دریا نقش تعیین کننده‌ای در مناطق درگیر ناشی از سیلاب دارد. به گونه‌ای که هر چه ارتفاع منطقه بیشتر باشد، سیلاب کمتر آن منطقه را تهدید می‌کند (شکل ۳). بنابراین برای تفکیک مناطق با ریسک خطر بالا از مناطق با ریسک پایین از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) منطقه استفاده شده است. بر این اساس، منطقه مورد مطالعه در ۵ کلاس طبقه‌بندی شده است (جدول ۲). بر مبنای این طبقه‌بندی، نقشه آسیب‌پذیری بخش‌های مختلف تهیه شد. با توجه به داده‌های جدول ۲ و نقشه میزان آسیب‌پذیری (شکل ۳)، مناطق



دارای ارتفاع بیش از ۱۵ متر هیچگونه آسیب‌پذیری در برابر سیلاب نداشته و در دسته نقاط بی‌خطر یا آسیب‌پذیری خیلی کم قرار می‌گیرند.



شکل ۳. نقشه‌های الف) ارتفاع از سطح دریا و ب) توپوگرافی در سواحل مکران

جدول ۲. کلاس‌بندی ریسک آسیب‌پذیری بر مبنای ارتفاع از سطح دریا و توپوگرافی سواحل

ارتفاع (m)	توپوگرافی (m)	آسیب‌پذیری
> ۴	۰-۲	خیلی زیاد
۴-۸	۲-۶	زیاد
۸-۱۲	۶-۱۰	متوسط
۱۲-۱۵	۱۰-۱۵	کم
< ۱۵	> ۱۵	خیلی کم

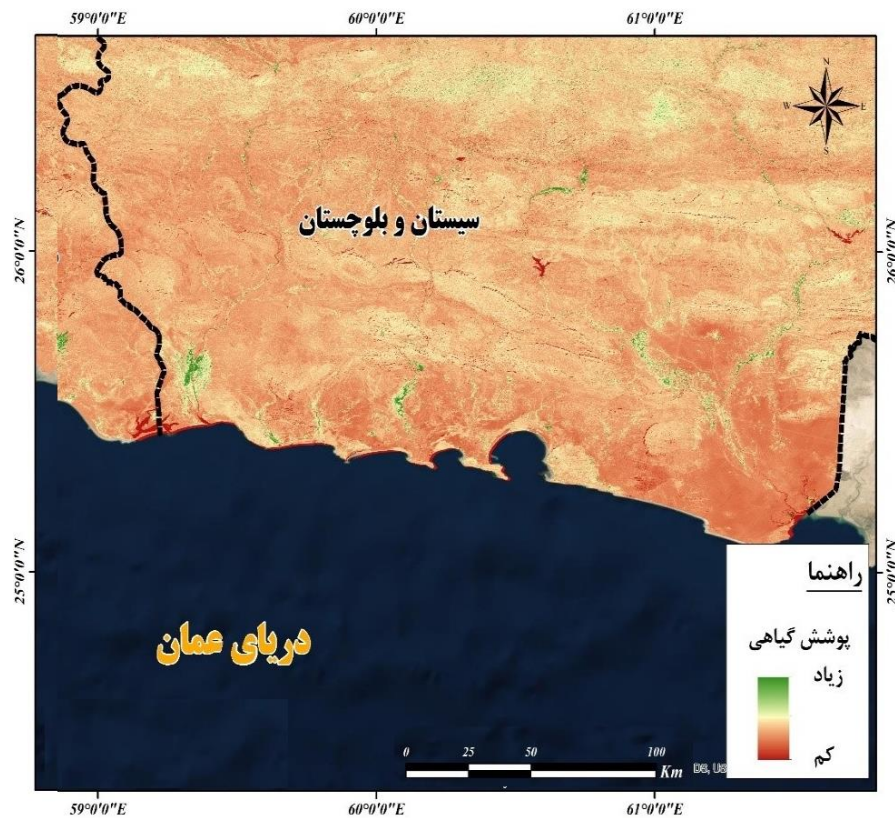


### ۲.۳. توپوگرافی سواحل

توپوگرافی و ارتفاع نقاط نسبت به سطح دریا را می‌توان در یک رده دسته‌بندی نمود؛ به گونه‌ای که همانند ارتفاع هر چه توپوگرافی شدیدتر باشد میزان آسیب‌پذیری نیز کمتر است (شکل ۳). به عبارتی نقاط مرتفع نسبت به مناطق پست ساحلی که ارتفاع پایین‌تری از سطح آبهای آزاد دارند، از آسیب‌پذیری کمتری برخوردار هستند. نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه نیز تهیه شده است. بخش‌های مختلف سواحل مکران بر مبنای توپوگرافی طبقه‌بندی شده و آنگونه که در نقشه شکل ۳ نشان داده شده است، بخش‌هایی که با رنگ قرمز مشخص شده‌اند، بیشترین آسیب‌پذیری و نقاط سبز رنگ کمترین میزان آسیب‌پذیری در برابر امواج ناشی از سیلاب خواهند داشت.

### ۴.۳. پوشش گیاهی منطقه

نوع پوشش گیاهی هر منطقه از جمله عوامل موثر در کاهش یا افزایش میزان خسارات ناشی از امواج سیلابی به شمار می‌آید. به طوریکه هرچه پوشش گیاهی متراکم‌تر باشد به عنوان مانعی در برابر کاهش سرعت و شدت سیلاب عمل کرده و به تبع آن میزان خسارت وارده را کاهش می‌دهد. در این مطالعه، میزان پوشش گیاهی مناطق در سال‌های مختلف استخراج شده است. اگرچه با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه مورد مطالعه، انتظار پوشش گیاهی متراکم و تاثیرگذار در منطقه نمی‌رود؛ ولی به منظور تفکیک نقاط آسیب‌پذیر نقشه پوشش گیاهی تهیه شده است. بر این اساس، میزان آسیب‌پذیری نقاط مختلف سواحل مکران بر مبنای پوشش گیاهی تفاوت چندانی با همدیگر نداشته و با توجه به پوشش گیاهی ضعیف و متوسط منطقه نقش تعیین‌کننده‌ای در مهار سیلاب‌ها نخواهند داشت.



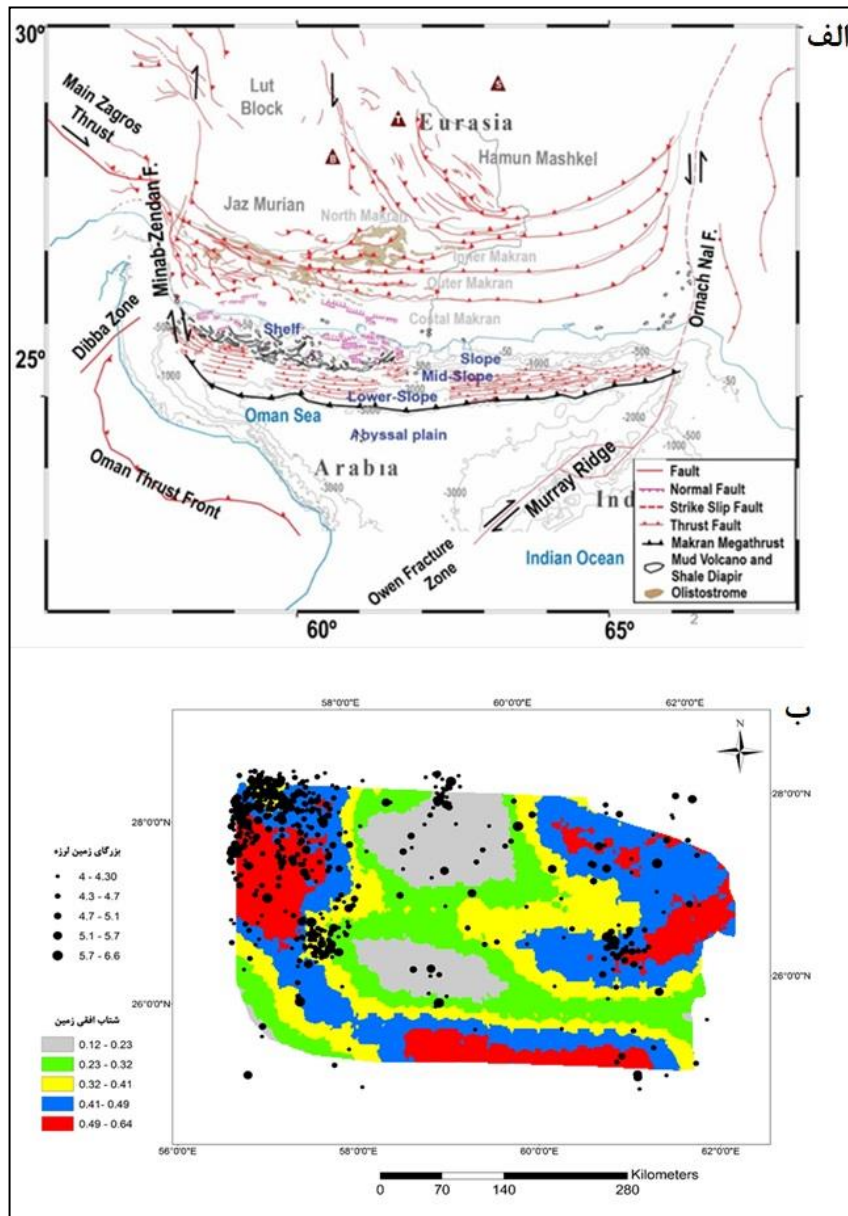
شکل ۴. نقشه‌های پراکنندگی پوشش گیاهی در سواحل مکران



### ۵.۳. فاصله از گسل اصلی مکران

همانطور که اشاره شد، یکی از مهمترین خطراتی که به طور بالقوه سواحل مکران را تهدید می‌کند، وقوع زمین‌لرزه و متعاقب آن رخداد سونامی در این منطقه است. در کنار کمبود و یا نبود شواهد موجود از زمین‌لرزه‌های تاریخی در منطقه مکران، آثار و شواهد رویداد زمین‌لرزه‌های دستگامی ویرانگر مانند سونامی اخیر ۲۸ نوامبر ۱۹۴۵ در اقیانوس هند و نیز شواهد همراه با پادگان‌های دریایی هولوسن و نرخ سریع بالاآمدگی در امتداد سواحل مکران نشان می‌دهد؛ زون فرورانش مکران مستعد رویداد زمین‌لرزه‌های متعدد با بزرگای متفاوت است که وقوع هر کدام از آنها در گستره دریا منجر به ایجاد سونامی مخربی خواهد شد. به عبارتی، فرآیند فرورانش و جابه‌جایی ورقه‌ها نسبت به یکدیگر در این منطقه سبب گردیده تنش بسیار زیادی در بین واحدهای سنگی حاکم باشد. در بخش‌هایی که این تنش فشاری از حد مقاومت بلوک‌های سنگی عبور می‌کند، شکستگی‌هایی با مقیاس‌های متفاوت در منطقه شکل گرفته است (شکل ۵، الف). این شکستگی‌ها که در امتداد آنها واحدهای سنگی جابه‌جا شده‌اند، همان گسل‌های تراسی و معکوس متعددی هستند، که با روند عمومی E-W در سرتاسر منطقه مکران تشکیل شده‌اند (شکل ۵، الف). یکی از بزرگترین و مهمترین این گسل‌ها، مگاتراس مکران (یا گسل راندگی اصلی مکران) است که در محل لبه‌ی فرورانش شکل گرفته است (شکل ۵، الف). از دیگر تراس‌های بزرگ منطقه می‌توان به ترتیب از جنوب به شمال به تراست چاه‌خان، تراست قصرقند و تراست بشاگرد اشاره کرد (شکل ۵، الف). تمامی این گسل‌ها و سرشاخه‌های بی‌شماری که از آنها منشعب می‌شوند، جزو گسل‌های فعال محسوب شده و هر آن احتمال فعالیت مجدد آنها و رخداد زمین‌لرزه در منطقه وجود دارد. اگرچه تاکنون نیز فعالیت این گسل‌ها سبب رخداد زمین‌لرزه‌های متعددی با عمق متوسط تا زیاد (بین ۳۰ تا ۸۰ کیلومتر) و با بزرگای متفاوت از ۳ تا بالای ۸ ریشتر در منطقه شده است. تا فاصله ۷۰ کیلومتری ساحل، رومرکز زمین‌لرزه‌های مکران کم ژرفا هستند، ولی پس از فاصله ۷۰ کیلومتری، زمین‌لرزه‌ها کانون ژرف‌تری دارند به گونه‌ای که در جنوب کمان ماگمایی، به ژرفای حدود ۸۰ کیلومتر می‌رسد [۷]. در شکل (۵، ب) نقشه بیشینه شتاب افقی زمین ناشی از رخداد زمین‌لرزه در پهنه مکران بر اساس مشخصات گسل‌های اصلی و فعال منطقه تهیه شده است. همانگونه که در این نقشه آشکار است، پس از گسل میناب که زمین‌لرزه حاصل آن می‌تواند بیشترین شتاب افقی زمین را ایجاد کند، جنبش در امتداد مگاتراس مکران در مرتبه دوم قرار دارد. از این رو، هر زمین‌لرزه‌ای که در امتداد گسترش این راندگی به وقوع بپیوندد، زمین‌لرزه‌ای با بزرگای به نسبت زیادی رو ایجاد می‌کند که متعاقب آن امواج ناشی از سونامی قادر هستند سواحل مکران را به زیر آب ببرند.





شکل ۵. الف) نقشه پراکندگی گسل‌های اصلی پهنه مکران [7]، ب) نقشه بیشینه شتاب افقی زمین ناشی از رخداد زمین‌لرزه در پهنه مکران

#### ۴. نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که برای ارزیابی خطر سیلاب و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر در بخش‌های مختلف سواحل مکران آن باید توجه ویژه‌ای به داده‌های پایه مورد استفاده نمود. چرا که این منطقه از کشور ما به طور ویژه‌ای تحت تاثیر طوفان‌های حاره‌ای و استوایی قرار دارند و این در حالی است که این طوفان‌ها قادرند حجم بسیار زیادی از نزولات جوی و بارش‌های سنگین را با خود به همراه بیاورند. از شاخص‌ترین این طوفان‌ها می‌توان به طوفان گونو در سال ۲۰۰۷ میلادی اشاره کرد. همچنین بارندگی‌های سنگین چند روزه در سال‌های



۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ نیز که منجر به سیل عظیمی شد و اکثر بخش‌های جنوب خاوری ایران را تحت تاثیر قرار داد، منازل مسکونی روستایی تخریب، راه‌های ارتباطی قطع و اغلب زمین‌های کشاورزی و محصولات مردم بومی منطقه را دچار خسارت های جبران ناپذیری نمود. بنابراین لزوم تهیه داده‌های دقیق‌تر برای مناطق پرجمعیت ساحلی بیش از پیش نمایان است در این مطالعه، بیشتر به داده‌های کلی پرداخته شد و وضعیت توپوگرافی، پوشش گیاهی و فاصله از گسل اصلی مکران مد نظر قرار گرفت. این درحالی است که برای مدلسازی دقیق و با تمام جزئیات مطالعات و تحقیقات بیشتری نیاز است. امید آن می‌رود، پژوهش حاضر نقطه شروعی برای بررسی همه جانبه سیلاب و خطرات ناشی از آن در سواحل جنوب خاوری کشور باشد.

##### ۵. منابع

- [1] United Nations. 2014. World urbanization prospects: 2014 revision population, New York: United Nations publication.
- [2] سازمان هواشناسی کشور، آمار سالیانه ایستگاه سینوپتیک چابهار، ۱۴۰۱.
- [3] Ambraseys, N.N. and Melville, C.P., 2005. A history of Persian earthquakes. Cambridge university press.
- [4] Bui, D.T., B. Pradhan, H. Nampak, Q.T. Bui, Q.A. Tran and Q.P. Nguyen. 2016. Hybrid artificial intelligence approach based on neural fuzzy inference model and metaheuristic optimization for flood susceptibility modeling in a high-frequency tropical cyclone area using GIS. Journal of Hydrology, 540: 317-330.
- [5] Nguyen, P.T., D.H. Ha, M. Avand, A. Jaafari, H.D. Nguyen, N. Al-Ansari and L.S. Ho. 2020. Soft Computing Ensemble Models Based on Logistic Regression for Groundwater Potential Mapping. Applied Sciences, 10(7): 2469. <https://doi.org/10.3390/app10072469>.
- [6] McCall, G. J. H., Kidd, R. G. W. 1982. The Makran, southeastern Iran; the anatomy of a convergent plate margin active from Cretaceous to present. In: Jeremy, K. L. (ed.) Trench-Forearc geology; sedimentation and tectonics on modern and ancient active plate margins, conference. London, United Kingdom, Geological Society of London, 387 - 397.
- [7] Pajang, S., Khatib, M. M., Heyhat, M., Cubas, N., Bessiere, E., Letouzey, Le Pourhiet, L. 2022. The distinct morphologic signature of underplating and seamounts in accretionary prisms, insights from thermomechanical modeling applied to Coastal Iranian Makran. Tectonophysics, 845, 229617.