تحلیل درجهٔ آسیب‌پذیری امتداد خط ساحلی غرب دریای خزر (تالش تا انزلی)

شهناز علیزاده: *دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران*
مجتبی یمانی[۱]: *استاد ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران*
محمدرضا ثروتی: *استاد زمین‌شناسی، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران*
منیژه قهرودی‌تالی: *استاد ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران*

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱)

چکیده

مناطق ساحلی از طرفی تحت‌تأثیر فرایندهای هیدرودینامیک دریا و خشکی و از طرف دیگر تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی اطراف خط ساحلی است که اغلب توان بالایی در آسیب‌پذیری دارد و باید قابل‌توجه قرار گیرد. پژوهش‌های دیرینه‌شناسی، افت‌وخیز تراز آبی دریای خزر را در قالب ارقام چند ده متری تأیید می‌کند. سواحل دریای خزر دارای توپوگرافی و کاربری اراضی متفاوتی از جمله اراضی پست مرتبط با مصب رودخانه‌ها، خورها یا پیشرفتگی‌های آب دریا در خشکی و سواحل نسبتاً بلندتر ماسه‌ای و شنی است و عموماً شیب پس‌کرانهٔ آن نیز بسیار اندک است. این عوامل، شرایط مساعدی را برای غرقاب شدن زمین‌ها در مواقع افزایش سطح تراز آب دریا یا بالا آمدن سطح پیزومتری آبخوان‌های ساحلی فراهم می‌کند. هدف این تحقیق، تعیین آسیب‌پذیری خط ساحلی غرب دریای خزر (تالش تا انزلی) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و تکنیک مقایسهٔ زمانی ـ مکانی تغییرات است. متغیرهای مورد بررسی در این پژوهش، شامل تغییرات ائوستاتیک تراز دریا، ژئومورفولوژی، توپولوژی و کاربری اراضی است. نتیجهٔ پژوهش نیز حاکی از آن است که سواحل با آسیب‌پذیری کم، متعلق به نواحی اطراف موج‌شکن پره سر و مناطقی است که توسط جریان‌های خشکی تقویت می‌شود. ۵۶/۲ کیلومتر از ۹۳/۴ کیلومتر (شصت درصد) ساحل مورد مطالعه نیز نیازمند توجه ویژه در جهت تعیین رویکردهای مدیریتی برای حفاظت از ساحل، جلوگیری از فرسایش ساحلی و تقویت و تغذیهٔ ساحل است.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری، تالش ـ انزلی، خط ساحلی، کرانهٔ غربی خزر، DSAS .

[۱] نویسندهٔ مسئول: myamani@ut.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

۱ـ مقدمه

مناطق ساحلی از پویاترین محیط‌های کرهٔ زمین به شمار می‌رود که در آن فرایندهای خشکی و دریایی با هم در تلاقی است. فرایند فرسایش و خشکی‌زایی بر زندگی جوامع انسانی، اراضی زراعی و منابع طبیعی واقع در منطقه ساحلی تأثیر می‌گذارد (Jayson, 2013). بی‌توجهی نسبت به تغییرات و آسیب‌پذیری خطوط ساحلی، به مخاطرات محیطی منجر می‌شود که از جمله عوامل اصلی تأثیرگذار بر جوامع انسانی و تأسیسات است. در بررسی وضعیت آسیب‌پذیری این نواحی، توجه به عوامل ژئومورفیک از جمله مسائل مهمی است که کمتر در مطالعات و پژوهش‌های بنیادی و کاربردی به آن توجه می‌شود. مناطق ساحلی، از طرفی تحت‌تأثیر فرایندهای هیدرودینامیک دریا و خشکی و از طرف دیگر تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی اطراف خط ساحلی است که اغلب توان بالایی در آسیب‌پذیری دارد و باید قابل توجه قرار گیرد. ژئومورفولوژی ساحلی یکی از مهم‌ترین روش‌های تحلیل فرایندهای موجود در ساحل است؛ زیرا مقیاس مکانی و زمانی وسیع‌تری نسبت به سایر روش‌ها دارد؛ از این رو، استفاده از این روش دید وسیع و کلی‌نگری به مدیران ساحلی نسبت به فرایندهای گذشته، مسائل موجود و روند تغییرات آتی می‌دهد (Whitehouse, 2009).

مناطق ساحلی، گسترهٔ تقابل و تعامل مجموعه نیروهای محیط دریایی و خشکی با یکدیگر است که این امر به تغییرات کوتاه مدت و دراز مدت در شکل و مشخصات مناطق ساحلی منجر می‌شود. یکی از موارد کاملاً مؤثر و دخیل در تعیین طرح کاربری اراضی ساحلی، شناخت وضعیت و شرایط منطقهٔ ساحلی از دیدگاه آب‌گرفتگی و طغیان‌های دریایی، فرسایش و رسوب‌گذاری و عوامل طبیعی است. مطالعه و شناخت این عوامل به نحو مؤثری می‌تواند تصمیم‌های گرفته شده در طرح کاربری موردنظر را دچار تغییرات اساسی یا اصلاح کند و توصیه‌های مفید و کاربردی را برای طراحی و اجرای مناسب‌تر ساخت‌وسازهای ساحلی ارائه دهد. یکی از مهم‌ترین عناصر برای برنامه‌ریزی و توسعهٔ مناسب در مناطق ساحلی، اطمینان از این مسئله است که توسعه در فاصله‌ای به اندازهٔ کافی دور از منبع آبی صورت گیرد تا فرایندها و عملکردهای بوم‌شناختی طبیعی فضای منطقهٔ ساحلی را مختل نکند؛ این همان مفهوم حریم و مکمل تفسیری است که از سواحل، به‌عنوان منابع عمومی در مبحث طرح‌ریزی کاربری زمین در مدیریت یکپارچه سواحل شده‌است (Hoseinzadeh et al, 2016). با توجه به اینکه نوسان‌های سطح آب دریای خزر حتی در مقیاس دهه‌ای بسیار سریع اتفاق می‌افتد، رعایت عنصر ایمنی در سایهٔ مدیریت یکپارچهٔ ساحلی با تعیین حریم دریا در این سواحل ممکن خواهد بود؛ به عبارتی، یکی از مهم‌ترین مسائل در برنامه‌ریزی توسعهٔ آینده در سواحل منطقهٔ موردمطالعه باید اطمینان از این امر باشد که توسعهٔ ساخت‌وساز در فاصله‌ای به‌اندازهٔ کافی مناسب از پهنهٔ آبی جانمایی شود تا اجازهٔ اجرای فرایندهای طبیعی از فضای منطقهٔ ساحلی گرفته نشود. بررسی میزان آسیب‌پذیری منطقهٔ ساحلی در قالب نقش عوامل ژئومورفولوژیکی، ضرورت تعیین این حریم را به خوبی روشن می‌سازد. در طرح‌ریزی مدیریتی منطقهٔ ساحلی، تعیین حریم و تعیین آسیب‌پذیری ساحل نسبت به بالا

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

آمدن سطح آب دریا اقدامی اجتناب‌ناپذیر است (IMO, 2003). در واقع، برای تعیین قابلیت و پتانسیل مقابله با مخاطرات ساحلی، آماده‌سازی نقشهٔ آسیب‌پذیری ساحلی اقدامی ضروری است (Arulraj, 2006).

دریای خزر به‌عنوان یک حوضهٔ بستهٔ آبی، هر چند مصون از برخی فعالیت‌های دینامیکی از جمله جریان‌های جزر و مدی است، اما برخی از حالت دینامیکی آن از جمله نوسان آبی و تغییرات نسبتاً شدید تراز ایستایی آب، جدای از شرایط آب‌های آزاد به تحولات و ایجاد دینامیک خاص منجر شده‌است. پژوهش‌های دیرینه‌شناسی، افت‌وخیز تراز آبی این دریا را در قالب ارقام چند ده متری تأیید می‌کند. سواحل این دریا دارای توپوگرافی و کاربری اراضی متفاوتی از جمله اراضی پست مرتبط با مصب رودخانه‌ها، خلیج‌ها یا پیشرفتگی‌های آب دریا در خشکی و سواحل نسبتاً بلندتر ماسه‌ای و شنی است (Monavari, 1990) و شیب بسیار کم در اراضی پشت ساحل آن نیز وجود دارد. این عوامل، شرایط مساعدی را برای غرقاب شدن زمین‌ها در مواقع افزایش سطح تراز آب دریا یا بالا آمدن سطح پیزومتری آبخوان‌های ساحلی فراهم می‌کند (Ramsar Convention, Miankale International Lagoon). از سال ۱۳۵۶ تا ۱۳۷۴، حدود ۷۷۸ کیلومترمربع از زمین‌های ساحلی زیر آب رفته که از این میزان، ۳۴ درصد در استان گیلان واقع شده‌است (Ghanghorme, 1999). بنابراین، شناختن مناطق با پتانسیل آسیب‌پذیری بالا و تقویت و تعیین رویکردهای مدیریتی برای حفاظت از سواحل موردبررسی از ضروریات به شمار می‌رود.

مطالعات متعددی در زمینهٔ ناپایداری ساحل و بررسی آسیب‌پذیری آن صورت گرفته‌است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: Rehman و همکاران (2022) در منطقهٔ داکشینا کانادا[1] در هند، به ارزیابی آسیب‌پذیری ساحلی با استفاده از GIS و هشت پارامتر از جمله شیب، ارتفاع، ژئومورفولوژی، عمق‌سنجی، افزایش سطح دریا، میانگین دامنهٔ جزر و مدی، میانگین ارتفاع موج و تغییر خط ساحلی پرداختند و شاخص آسیب‌پذیری ساحلی (CVI) نشان داد که نزدیک به ۳۹/۷ کیلومتر از خط ساحلی آسیب‌پذیر است. Kovaleva و همکاران (2022)، از شاخص آسیب‌پذیری ساحلی به عنوان ابزاری برای ارزیابی وضعیت فعلی و برنامه‌ریزی برای فعالیت‌های انسانی در منطقهٔ ساحلی خلیج شرقی فنلاند (دریای بالتیک) استفاده کردند. در این ارزیابی، از هفت پارامتر فیزیکی استفاده شد که بر اساس ویژگی‌های زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، لیتودینامیک و هیدرودینامیک گروه‌بندی شد. Boufekane و همکاران (2022) نیز به هیبریداسیون روش GALDIT برای ارزیابی آسیب‌پذیری واقعی و آیندهٔ ساحل در برابر نفوذ آب دریا پرداختند (آبخوان ساحلی دشت ججل[2] در شمال الجزایر واقع در جنوب دریای مدیترانه). نتایج به کارگیری مدل GALDIT در شرایط واقعی (2020) نشان داد که منطقهٔ با آسیب‌پذیری بالا در جایی است که حد نفوذ آب دریا در فاصلهٔ بین ۸۴۰ تا ۱۴۲۰ متر از خط ساحلی قرار دارد. Ahmed و همکاران (2022) در ساحل

1 Dakshina Kannada
2 Jijel

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

چنای[1] در ایالت تامیل نادو[2] در هند، به ارزیابی آسیب‌پذیری سواحل در مواقع حوادث شدید آب و هوایی و اثر آن بر سیستم‌های رودخانه‌ای و زیرساخت‌های مناطق ساحلی پرداختند. Berre و همکاران (2022) در بریتانی[3] فرانسه، آسیب‌پذیری سیستمیک مناطق ساحلی در برابر فرسایش و سیل دریایی را به عنوان رویکردی مفهومی و روش‌شناختی ارزیابی کردند. این رویکرد، مفهومی مبتنی بر چهار مؤلفه است: مخاطرات، دارایی‌ها، مدیریت و بازنمایی‌های اجتماعی. مخاطرات و دارایی‌ها زیربنای مفهوم ریسک است و به افزایش آسیب‌پذیری تمایل دارد؛ حال آنکه مدیریت به کاهش آن تمایل دارد و بازنمایی‌های اجتماعی می‌توانند با توجه به شرایط، در افزایش یا کاهش آن نقش داشته باشد. Cai و همکاران (2022)، به بررسی گسترش آسیب‌پذیری فرسایش ساحلی در سرزمین اصلی چین به دلیل تغییرات فعالیت‌های انسانی پرداختند و میزان آسیب‌پذیری خط ساحلی در چهل سال گذشته را با استفاده از مدل AHP و ده شاخص شامل عوامل طبیعی، انسانی، اجتماعی، اقتصادی و غیره ارزیابی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که فعالیت‌های انسانی می‌تواند آسیب‌پذیری سواحل را بیشتر تحت‌تأثیر قرار دهد و خطر فرسایش را به یک نگرانی قابل توجه تبدیل کند. Queiroz و همکاران (2022) با استفاده از شاخص‌های مبتنی بر ماهوارهٔ جهانی، به ارزیابی آسیب‌پذیری ساحلی برای مدیریت فرسایش در منطقه‌ای از شمال شرق برزیل پرداختند. آنها برای این منظور، از مجموعه داده‌های محیطی مانند عوامل بیوفیزیکی و اجتماعی استفاده کردند و نتایج نشان داد که بین مناطق دارای شهرنشینی بالا و پوشش گیاهی کم، با میزان آسیب‌پذیری بالای سواحل در برابر فرسایش رابطهٔ مستقیم وجود دارد. Abdrabo و همکاران (2022) به بررسی آسیب‌پذیری بالقوهٔ مناطق شهری ساحلی در برابر افزایش سطح دریا در حوضهٔ جنوب شرقی لوانتین[4] پرداختند و به این نتیجه رسیدند که پویایی شهری در منطقه، آسیب‌پذیری بالقوهٔ آنها را تا سال ۲۰۵۰ در مقایسه با آسیب‌پذیری فعلی افزایش می‌دهد. Thirumurthy و همکاران (2022)، به ارزیابی آسیب‌پذیری محیطی ساحلی چند معیاره با استفاده از فرایند سلسله مراتبی AHP در GIS پرداختند. در این تحقیق از هفت متغیر از جمله افزایش سطح دریا، ارتفاع ساحلی، شیب ساحلی، روزهای بارانی شدید، تغییر خط ساحلی تاریخی، دامنهٔ جزر و مد و ژئومورفولوژی استفاده شد. نتیجه حاکی از آن بود که در دو منطقهٔ پرجمعیت کانچی پورام[5] و تیرو والور[6]، به ترتیب ۲۹٪ و ۱۴/۳٪ دارای آسیب‌پذیری بالاست و ۷۰/۵٪ و ۸۵/۷ ٪ آسیب‌پذیری متوسط دارد. Hossain و همکاران (2022) با استفاده از مدل‌های تجربی، به ارزیابی آسیب‌پذیری ساحلی منطقهٔ مدینیپور[7] - بالاسور[8] هند پرداختند. این ارزیابی به آسیب‌پذیری ساحل در

1 Chennai
2 Tamil Nadu
3 Brittany
4 Levantine
5 Kancheepuram
6 Tiruvallur
7 Medinipur
8 Balasore

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

برابر تغییرات آب و هوایی مثل طوفان‌های استوایی و موج‌های طوفان می‌پردازد. بالا آمدن سطح دریا است که به فرسایش ساحلی، طغیان، شور شدن و افزایش اثرات یوفیزیکی و اجتماعی ـ اقتصادی منجر می‌شود. برای این تحقیق، از شش پارامتر زمین‌شناسی یعنی ارتفاع، شیب، عمق‌سنجی، ژئومورفولوژی ساحلی، تغییرات خط ساحلی و کاربری اراضی و چهار متغیر فرایند فیزیکی یعنی سطح دریا، میانگین جزر و مد، ارتفاع موج قابل توجه و ارتفاع موج طوفان استفاده و مشخص شد که ۱۳/۵٪ از ساحل، آسیب‌پذیری بالا دارد. Hamid و همکاران (2021)، به بررسی فناوری ژئودتیک فضایی برای شاخص آسیب‌پذیری فیزیکی ساحلی و استراتژی‌های مدیریت پرداختند؛ به طوری که پیش‌بینی می‌شود بهره‌برداری از این فناوری، استراتژی‌های مدیریت ساحلی مؤثر را ارتقا می‌دهد. Hoseinzadeh و همکاران (2016) از طریق شاخص آسیب‌پذیری سواحل (CVI)، به پهنه‌بندی پایداری منطقه ساحلی محمودآباد پرداختند که بر مبنای پنج پارامتر ارتفاع، شیب، لندفرم ژئومورفولوژی، کاربری اراضی و فاصله از جاده، در دو زیر شاخص طبیعی و انسانی اجرا شد. بر مبنای نقشهٔ نهایی آسیب‌پذیری ساحل، طبقات با آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا، ۲۱/۶ درصد از راضی با ارتفاع کمتر از ۲۳/۵- متر را شامل شده‌است. Sabaei و همکاران (2011)، به بازبینی حریم قانونی سواحل دریای خزر به سبب تغییرات تراز آب دریا در سواحل گیلان پرداختند که در نقشهٔ نهایی به‌دست‌آمده از ارزیابی ساحلی، به چهار طبقه با شدت آسیب‌پذیری کم، متوسط، بالا و بسیار بالا بر اساس طبقه‌بندی چارکی ارزش‌های موجود در نقشه‌هایی تقسیم شده‌است. Negahban و همکاران (2017) نیز به بررسی و پایش تغییرات خط ساحلی دریای عمان در منطقهٔ جاسک پرداختند. دربارهٔ مطالعات صورت گرفته در منطقهٔ موردمطالعه نیز می‌توان به Afshariazad و همکاران (2012) اشاره کرد که به طبقه‌بندی و تحلیل پدیده‌های ژئومورفیکی سواحل غربی خزر از انزلی تا آستارا با رویکردی به نوسان‌های سطح آب دریا پرداختند. Derafshi و همکاران (2016) نیز به تعیین سلول‌های ساحلی در سواحل جنوبی دریای خزر پرداختند. این پژوهش سعی دارد تا با استفاده از آنالیز پارامترهای مؤثر ائوستاتیک، توپولوژی، ژئومورفولوژی و کاربری اراضی از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی و تهیهٔ لایه‌های رستری آن، وزن‌دهی و ترکیب لایه‌ها در محیط نرم‌افزار Arc GIS، مناطق دارای بیشترین آسیب‌پذیری را شناسایی، تعیین و معرفی کند.

۲ـ محدودهٔ مورد مطالعه

محدودهٔ تحت بررسی، خطوط ساحلی سه شهرستان تالش، رضوان‌شهر و انزلی از استان گیلان است (شکل ۱) که از حوالی روستای شیرآباد در تالش آغاز و تا بندر انزلی ادامه می‌یابد. بر اساس سیستم مختصات جغرافیایی، از ۴۸ درجه و ۵۴ دقیقه و ۵۱ ثانیهٔ طول شرقی و ۳۸ درجه و ۰۶ دقیقه و ۰۰ ثانیه عرض شمالی تا ۴۹ درجه و ۲۷ دقیقه و ۴۱ ثانیه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۸ دقیقه و ۴۴ ثانیه عرض شمالی کشیده شد که شامل حاشیهٔ باریک جنوب غربی دریای خزر است که بلافاصله بعد از دریا شروع می‌شود و امتداد آن تا پایکوه‌های شمالی البرز و شرقی

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

تالش می‌رسد. طول منطقهٔ مورد مطالعه، ۹۳/۴ کیلومتر و عرض آن همواره متغیر است و از غرب به شرق افزایش می‌یابد؛ در حالی که در مصب رودخانه‌های بزرگ مثل سفیدرود عریض‌تر می‌شود و تا شصت کیلومتر امتداد می‌یابد. سطح هموار و یکنواخت از ویژگی‌های آن است. شیب آن نیز بسیار آرام و از پایکوه‌ها به سمت دریای خزر می‌باشد. گاهی شیب، آن قدر ملایم و کم می‌شود که آب‌های جاری با توجه به بافت ریز رسوب‌ها، باتلاق‌هایی به وجود آورده‌است. حد جنوبی منطقه در تمام طول آن، به وسیلهٔ دیوار ممتد و مرتفع البرز و تالش محصور می‌شود و ارتباط آن با ناحیهٔ جغرافیایی داخلی فقط از طریق دره‌های عمیق و گردنه‌های بلند ممکن است (Alaee Taleghani, 2007).



شکل ۱: بازهٔ ساحلی مورد بررسی

۳ـ مواد و روش‌ها

برای شناسایی میزان آسیب‌پذیری نواحی ساحلی استان گیلان در زمینهٔ مسائل هیدرودینامیکی، استفاده از عوامل مؤثر ژئومورفولوژیکی یکی از روش‌های ارزیابی میزان آسیب‌پذیری نواحی ساحلی در مقابله با این فرایندها است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

در این پژوهش برای دستیابی به شاخص آسیب‌پذیری منطقهٔ ساحلی شهرستان‌های تالش تا انزلی، از چهار متغیر در قالب دو زیر شاخص طبیعی (NCVI)[1] و انسان منشأ (HCVI)[2] استفاده و متغیرهای مورد نظر نیز به دوازده زیرمجموعه تقسیم شد. متغیرهای موردنظر با توجه به مراجع یادشده و هدف مطالعه شامل تغییرات ائوستاتیک دریا، توپوگرافی زمین، ژئومورفولوژی و کاربری اراضی بود که از سه متغیر اول، در تهیهٔ نقشهٔ زیر شاخص NCVI و یک متغیر دیگر در تهیهٔ نقشه HCVI استفاده شد. تصاویر ماهواره‌ای لندست ۲ برای تاریخ ده آوریل ۱۹۷۵، تصویر لندست ۵ برای تاریخ ۲۷ آوریل ۱۹۹۷ و تصویر لندست ۸ برای تاریخ ۲۸ می ۲۰۲۰، نقشه‌های توپوگرافی ۱: ۲۵۰۰۰ و مدل رقومی ارتفاع ۱۲/۵ متر منطقهٔ مورد مطالعه ابزارهای پژوهش و از نرم‌افزار DSAS، ENVI، IDRISI،SAGA و Arc GIS برای تجزیه و تحلیل استفاده شد.

روش تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز برای تهیهٔ نقشهٔ آسیب‌پذیری منطقهٔ مورد مطالعه

ـ تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی توپولوژی شامل طبقات ارتفاعی، شیب و جهت شیب از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) ۱۲/۵ متر منطقه در محیط GIS؛

ـ تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی تغییرات ائوستاتیک دریا با استفاده از برنامهٔ DSAS در محیط GIS؛

ـ تهیهٔ لایهٔ ژئومورفولوژی شامل تراکم مصب رودخانه‌ها و فاصله از مصب رودخانه‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای منطقه در محیط GIS؛

ـ تهیهٔ لایه‌های اطلاعاتی کاربری اراضی شامل زراعی و ساختمانی از طریق نرم‌افزارهای GIS، SAGA، ENVI و IDRISI.

ـ روش وزن‌دهی

بعد از تهیهٔ تمام لایه‌هایی که در استخراج آسیب‌پذیری ساحل مؤثر است، تمام لایه‌ها با توجه به درجهٔ اهمیت و مقدار تأثیر هرکدام از عناصر، وزن‌دهی و همپوشانی و در آخر، نقشهٔ آسیب‌پذیری ساحل تولید می‌شود که مراحل آن به شرح زیر است:

مرحلهٔ اول: برای تهیهٔ لایه‌های رقومی موردنیاز از دستور Density و Distance در قسمت Spatial Analysis استفاده و در قسمت Reclasssify وزن‌دهی شد.

مرحلهٔ دوم: ترکیب لایه‌ها از طریق Raster Calculator در قسمت Spatial Analysis است که در این مرحله، نقشهٔ نهایی با پنج گروه مناطق با آسیب‌پذیری خیلی زیاد ساحلی، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم تولید شد.

[1] Natural Coastal Vulnerability Index
[2] Human-Include Coastal Vulnerability Index

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

۴ـ یافته‌های تحقیق

۴ـ۱ـ وزن‌دهی به عوامل مؤثر

در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، بیشترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که بیشترین تأثیر را در تعیین هدف دارد (جدول ۱). از آن جایی‌که هدف این پژوهش، تعیین میزان آسیب‌پذیری ساحل در سواحل تالش تا انزلی در استان گیلان است، پارامترهای تأثیرگذار در تغییرات خط ساحلی می‌تواند به‌عنوان مهم‌ترین عوامل برای رسیدن به هدف نهایی در نظر گرفته شود. بنابراین، برای مؤلفه‌های تغییرات ائوستاتیک و اثر عوامل ژئومورفولوژی با توجه به اهمیت آنها در تغییرات خط ساحلی، باید بالاترین ارجحیت و وزن‌دهی را در نظر گرفت. وزن به سایر عوامل به نسبت کاهش تأثیرشان در نفوذپذیری کمتر می‌شود؛ به عبارت دیگر، مؤثرترین عامل در آسیب‌رسانی به ساحل بیشترین وزن را خواهد داشت.

جدول ۱: وزن‌دهی به عوامل بر اساس ارجحیت به‌صورت مقایسهٔ زوجی (منبع: Ghodsipour, 2008)

ترجیحات (قضاوت شفاهی)		مقدار عددی
کاملاً مرجح یا کاملاً مهم یا کاملاً مطلوب	Extremely preferred	۹
ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	Very strongly preferred	۷
ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی	Strongly preferred	۵
کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب	Moderately preferred	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	Equally preferred	۱
ترجیحات بین فواصل قوی		۸،۶،۴،۲

۴ـ۲ـ پتانسیل آسیب‌پذیری ساحل

فرایند تصمیم‌گیری در چهار سطح به شرح زیر انجام شد:

سطح اول: هدف کلی سلسله‌مراتب در بالاترین سطح قرار دارد. در اینجا هدف اصلی، تهیهٔ نقشهٔ آسیب‌پذیری ساحل است.

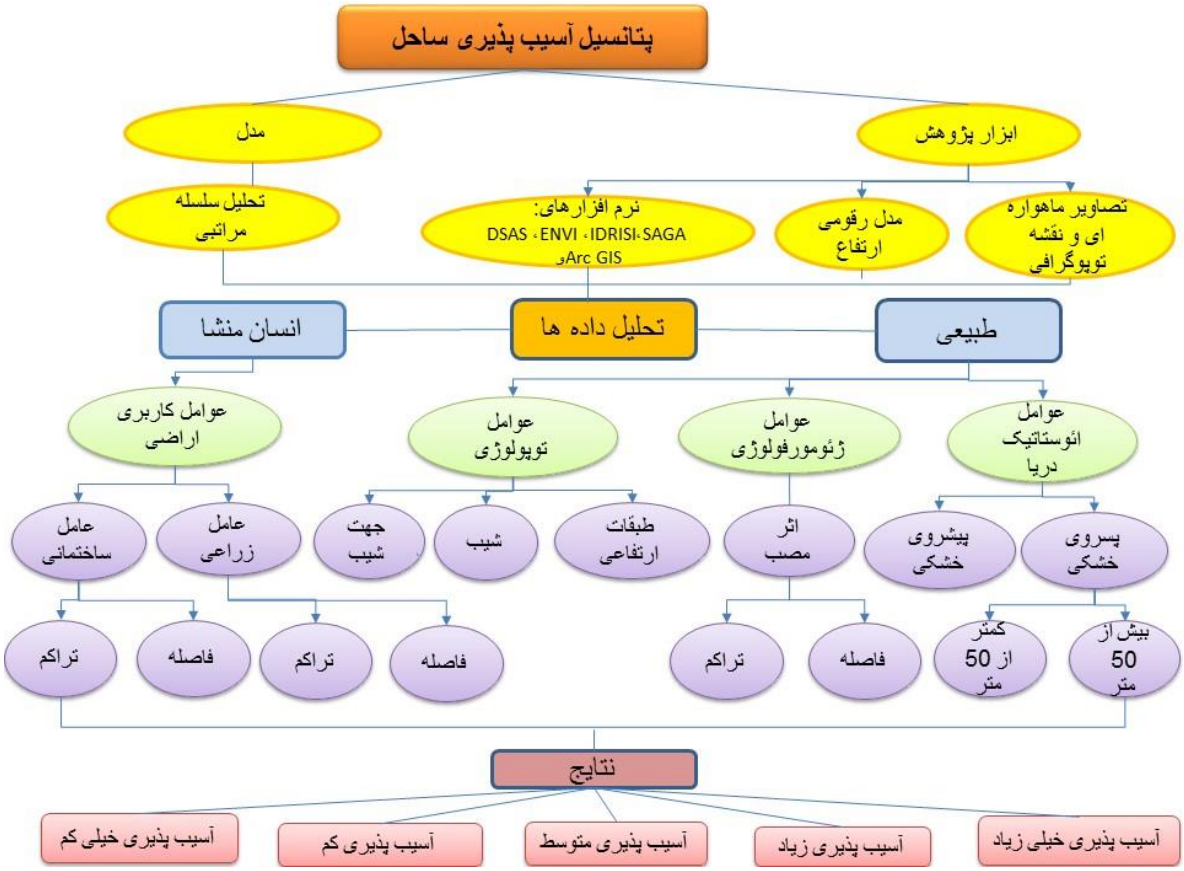
سطح دوم: این سطح معیارها را در برمی‌گیرد و شامل عوامل مؤثر در ایجاد آسیب به ساحل، نظیر عوامل تغییرات ائوستاتیک، ژئومورفولوژی، توپولوژیکی و کاربری اراضی است.

سطح سوم: این سطح زیر معیارها را در برمی‌گیرد و شامل پارامترهای پسروی و پیشروی خشکی، عامل زراعی و ساختمانی، اثر مصب، طبقات ارتفاعی، شیب و جهت شیب است.

سطح چهارم: در این سطح برای مقایسه‌بندی از پنج طبقهٔ آسیب‌پذیری خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم استفاده شد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]



شکل ۲: ساختار سلسله مراتبی پتانسیل آسیب‌پذیری ساحل

۴ـ۳ـ محاسبهٔ وزن نهایی

برای محاسبهٔ وزن نهایی هر یک از عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری ساحل مراحل زیر صورت گرفت:

ـ لایهٔ زراعی: (لایهٔ تراکم زراعی * ۰/۰۶۲۷) + (لایهٔ فاصله از زراعی * ۰/۰۲۶)

ـ لایهٔ ساختمانی: (لایهٔ تراکم ساختمانی * ۰/۱۶۴۵) + (لایهٔ فاصله از ساختمانی * ۰/۰۷۴۲)

ـ لایهٔ کاربری اراضی: لایهٔ زراعی + لایهٔ ساختمانی

ـ لایهٔ ائوستاتیک دریا: (پس‌روی خشکی بیش از پنجاه متر* ۰/۱۴۵۰) + (پس‌روی خشکی کمتر از پنجاه متر * ۰/۰۴۰۶) + (پیشروی خشکی * ۰/۰۱۴۴)

ـ لایهٔ ژئومورفولوژی: (لایهٔ فاصله از مصب * ۰/۱۰۶۴) + (لایهٔ تراکم مصب * ۰/۲۵۳۲)

ـ لایهٔ توپولوژی: (لایهٔ شیب * ۰/۰۳۴۴) + (لایهٔ ارتفاع * ۰/۰۴۶۰) + (لایهٔ جهت شیب * ۰/۰۳۲۵)

ـ لایهٔ پتانسیل: (لایهٔ توپولوژی * ۰/۱۱۷۷) + (لایهٔ ژئومورفولوژی * ۰/۲۳۸۸) + (لایهٔ کاربری اراضی * ۰/۰۵۲۵) + (لایهٔ ائوستاتیک دریا * ۰/۵۹۱۰)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

پس از مشخص شدن عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری ساحل تالش تا انزلی و وزن‌دهی به هر یک از معیارها و زیرمعیارها، سرانجام محاسبهٔ وزن نسبی آنها صورت گرفت و در محیط Arc GIS، لایهٔ رستری هر کدام از عوامل بر بردار وزنشان ضرب شد و درنهایت، لایهٔ آسیب‌پذیری ساحل تالش تا انزلی از طریق حاصل جمع لایه‌های نهایی عوامل ائوستاتیک دریا، توپولوژی، ژئومورفولوژی و کاربری اراضی تهیه شد.

۴ـ۴ـ آسیب‌پذیری در اثر تغییرات ائوستاتیک دریا

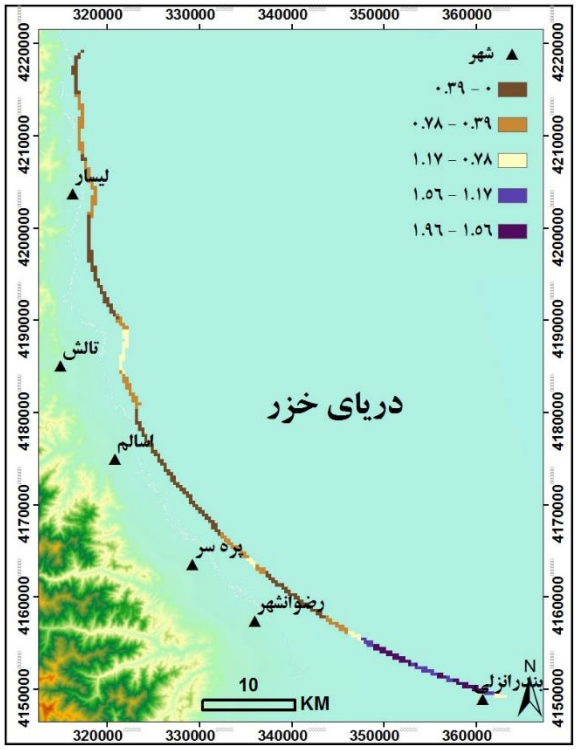
نوسان‌های تراز آب خزر در دوره‌های تاریخی نشان می‌دهد که تغییرات ساحلی خزر، از یک الگوی حادثه‌ای ـ تدریجی پیروی می‌کند (Ghanghorme, 1999). تغییرات سطح آب دریای خزر، به‌مراتب سریع‌تر از تغییرات سطح آب دریاهای آزاد است (Kroonenberg, 1997). این فرایند به بروز تغییرات زیست‌محیطی و دگرگونی در ژئومورفولوژی ساحل این دریا منجر شده‌است. همچنین تغییر بستر برخی از رودخانه‌ها، سدها، آب‌بندها و افزایش فعالیت انسانی در این مناطق، به کاهش سطح آب دریای خزر به پایین‌ترین میزان (۲۹ – متر) تا سال ۱۹۷۷ منجر شد، اما از سال ۱۹۷۸ برخلاف پیش‌بینی‌های قبلی مبنی بر ادامهٔ روند کاهش سطح آب تا سال ۲۰۰۰، تراز آب دریا روند افزایش خود را آغاز کرد و به‌طور متوسط، سالانه پانزده سانتی‌متر به سطح آب اضافه شد. چنین وضعی تا سال ۱۹۹۵ ادامه داشت و از این سال، پس‌روی آب خزر مشاهده شد (Danekar, 1998). آخرین سیکل این تغییرات، از سال ۱۳۵۶ شمسی آغاز شد و دریای خزر به روند بالا آمدن آب خود ادامه داد. قبل از این دوره از سال ۱۳۰۸ تا ۱۳۵۶، سیکل کاهش ارتفاع آب جریان داشت که به دلیل عمق کم در سواحل شمالی و شرقی در فاصلهٔ این دوره، یک جابه‌جایی ۱۸۰ کیلومتری در خط ساحلی پدید آمد (Ataov, 1999). شکل ۶ و جدول ۲، بیانگر آسیب‌پذیری ساحل در اثر تغییرات ائوستاتیک دریا در نواحی مورد بررسی است. بیشترین مسافت ساحل به طول ۵۸ کیلومتر، آسیب‌پذیری زیادی دارد و به سواحلی باز می‌گردد که پس‌روی خشکی در آنها به بیش از پنجاه متر می‌رسد (روستاهای اوتار محله تا بوراسرا، امیربیگلو تا قنبرمحله، پشته تا دیناچال، الکام تا کوچک محله) و کمترین آسیب، مربوط به سواحلی است که پیشروی خشکی در آنها رخ داده‌است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

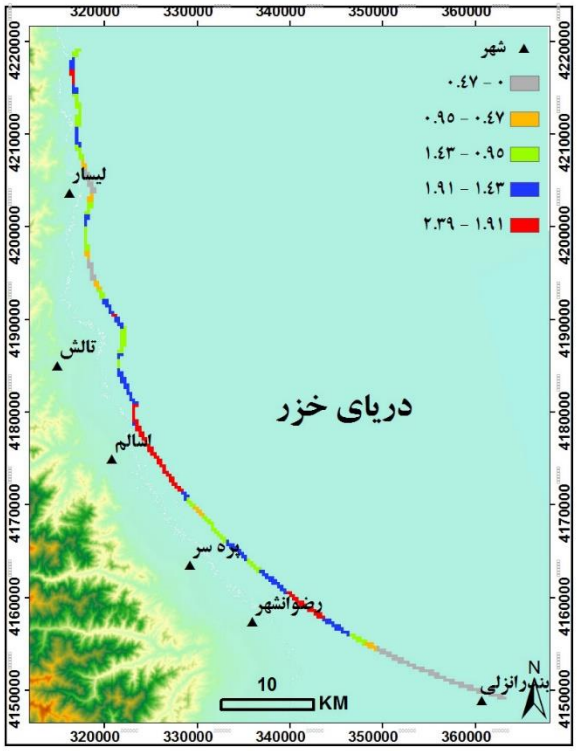
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

جدول ۲: اثر تغییرات ائوستاتیک بر آسیب‌پذیری ساحل

متغیر	زیرمجموعه	آسیب‌پذیری خیلی کم	آسیب‌پذیری کم	آسیب‌پذیری متوسط	آسیب‌پذیری زیاد	آسیب‌پذیری خیلی زیاد
ائوستاتیک	تراکم پس‌روی خشکی کمتر از ۵۰ متر (کیلومترمربع)	۰ - ۰/۳۹	۰/۳۹ – ۰/۷۸	۰/۷۸ – ۱/۱۷	۱/۱۷ – ۱/۵۶	۱/۵۶ – ۱/۹۶
	تراکم پس‌روی خشکی بیش از ۵۰ متر (کیلومترمربع)	۰ - ۰/۴۷	۰/۴۷ – ۰/۹۵	۰/۹۵ – ۱/۴۳	۱/۴۳ – ۱/۹۱	۱/۹۱ – ۲/۳۹
	تراکم پیشروی خشکی (کیلومترمربع)	۲/۳۱ – ۲/۸۹	۱/۷۳ – ۲/۳۱	۱/۱۵ – ۱/۷۳	۰/۵۷ – ۱/۱۵	۰ - ۰/۵۷

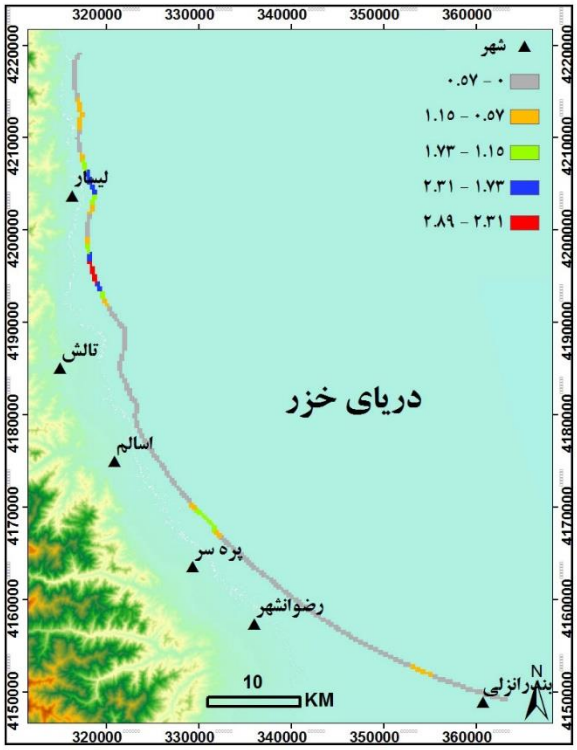


شکل ۳: تراکم پسروی خشکی کمتر از ۵۰ متر به کیلومترمربع

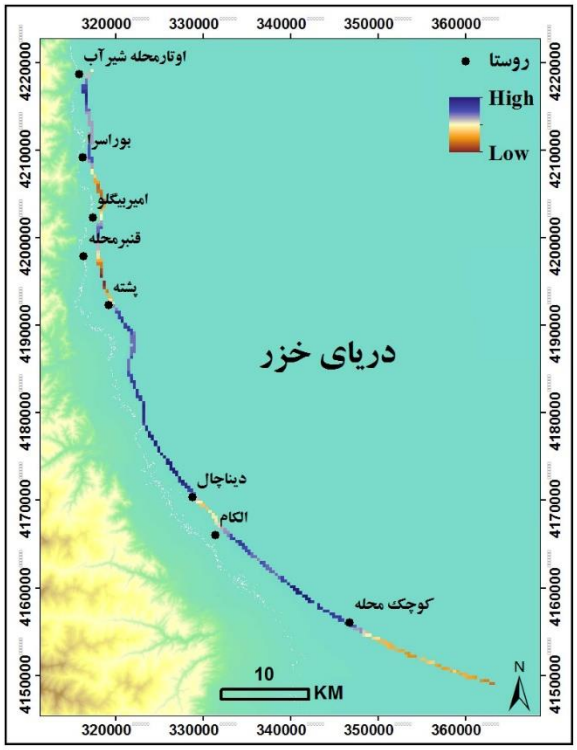


شکل ۴: تراکم پسروی خشکی بیش از ۵۰ متر به کیلومترمربع

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]



شکل ۵: تراکم پیشروی خشکی به کیلومترمربع



شکل ۶: آسیب‌پذیری در اثر تغییرات ائوستاتیک دریا

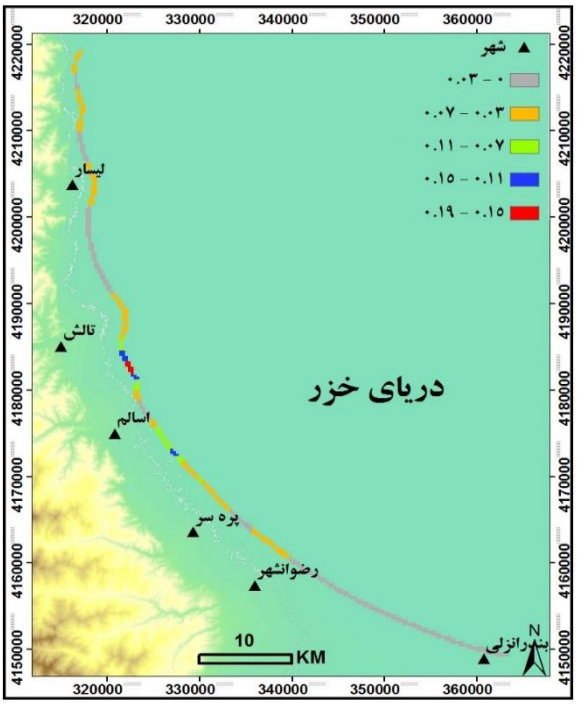
۴ـ ۵ـ آسیب‌پذیری در اثر عوامل ژئومورفیک

دهانهٔ رودخانه‌ها از اشکال بارز ژئومورفیک در منطقهٔ مورد بررسی است. رسوبات حمل شده توسط رودخانه‌ها در دهانهٔ آنها انباشته می‌شود و از منظر عمومی، پیشروی خط ساحلی را به سوی دریا نشان می‌دهد؛ هر چند در برخی مواقع ممکن است این سطوح نتواند از خط ساحلی عمومی فراتر رود (Yamani, 2013). در منطقهٔ مورد مطالعه، دوازده رودخانهٔ اصلی به دریای خزر منتهی می‌شود که بار رسوبی قابل‌توجهی را به همراه خود به ساحل می‌آورد و این امر به تقویت و تغذیهٔ طبیعی در سواحل اطراف این دهانه‌ها منجر می‌شود و از میزان آسیب‌پذیری سواحل می‌کاهد. با توجه به شکل ۹، بیشترین آسیب‌پذیری از این نظر مربوط به سواحل بندر انزلی و حد فاصل شهرهای لیسار و تالش است.

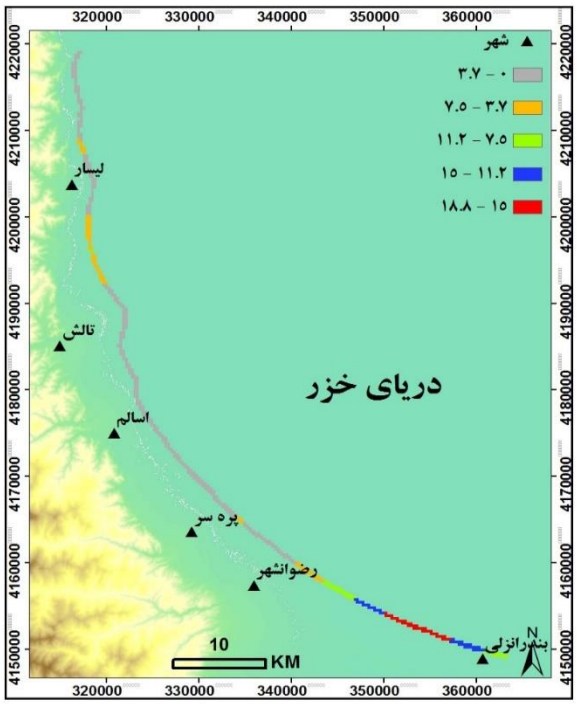
جدول ۳: اثر عوامل ژئومورفیک بر آسیب‌پذیری ساحل

متغیر	زیرمجموعه	آسیب‌پذیری خیلی کم	آسیب‌پذیری کم	آسیب‌پذیری متوسط	آسیب‌پذیری زیاد	آسیب‌پذیری خیلی زیاد
ژئومورفولوژی	تراکم مصب (کیلومترمربع)	۰/۱۵ – ۰/۱۹	۰/۱۱ – ۰/۱۵	۰/۰۷ – ۰/۱۱	۰/۰۳ – ۰/۰۷	۰ – ۰/۰۳
	فاصله از مصب (کیلومتر)	۰ – ۳/۷	۳/۷ – ۷/۵	۷/۵ – ۱۱/۲	۱۱/۲ – ۱۵	۱۵ – ۱۸/۸

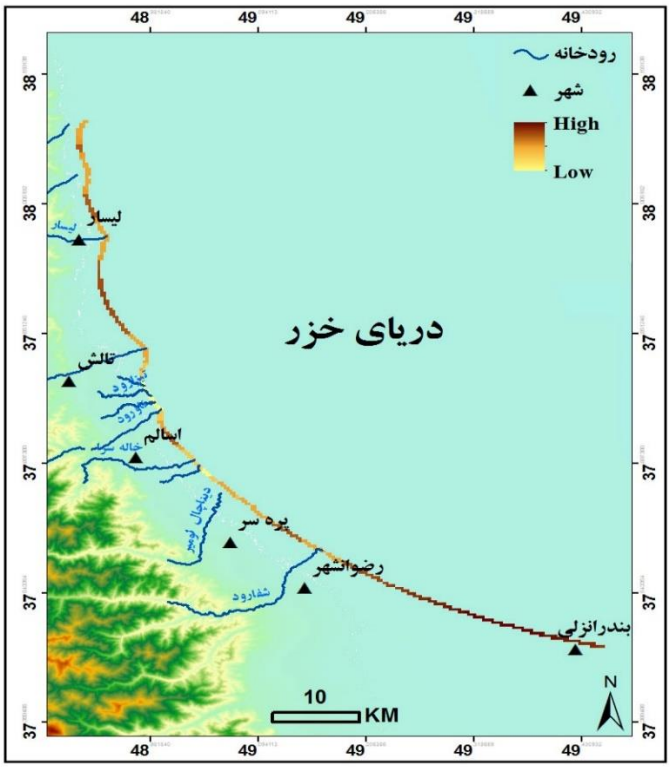
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]



شکل ۷: تراکم مصب رودخانه به کیلومتر مربع



شکل ۸: فاصله از مصب رودخانه به کیلومتر



شکل ۹: آسیب‌پذیری از نظر ژئومورفولوژی

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

۴ـ۶ـ آسیب‌پذیری در اثر عوامل توپولوژی

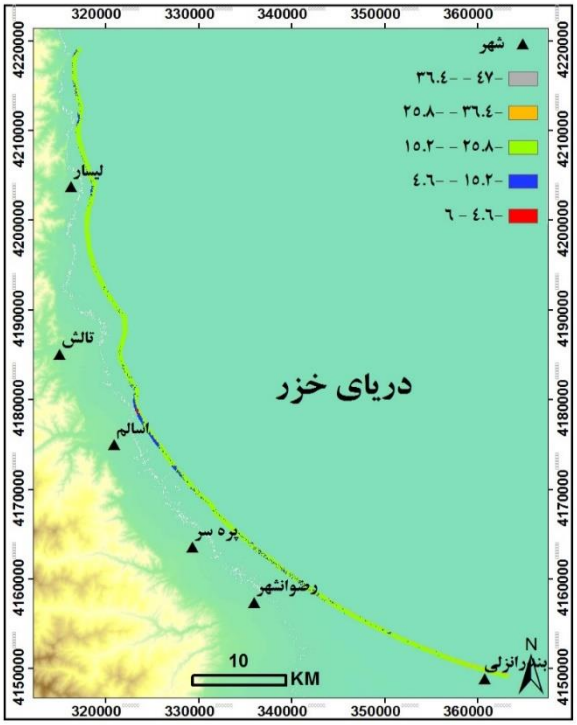
سواحل دریای خزر، دارای توپوگرافی و کاربری اراضی متفاوتی از جمله اراضی پست مرتبط با مصب رودخانه‌ها، خلیج‌ها یا پیشرفتگی‌های آب دریا در خشکی و سواحل نسبتاً بلندتر ماسه‌ای و شنی است (Monavari, 1990). شیب بسیار کم، در اراضی پشت ساحل وجود دارد. این عوامل، شرایط مساعدی را برای غرقاب شدن زمین‌ها در مواقع افزایش سطح تراز آب دریا یا بالا آمدن سطح پیزومتری آبخوان‌های ساحلی فراهم می‌کند (Ramsar Convention, Miankale International Lagoon). ارتفاع و شیب کم و همین‌طور جهت شیب‌های مایل به داخل خشکی، از عوامل آسیب‌زای سواحل است؛ زیرا به غرقاب شدن سواحل در زمان افزایش سطح تراز آب دریا منجر می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱۳ قابل‌مشاهده است، در تمام محدودهٔ مورد بررسی از نظر توپولوژی، شرایط خوبی برای محافظت طبیعی از ساحل وجود ندارد و فقط اندکی در سواحل اطراف روستای رستم محله ــ که در مابین شهرهای تالش و اسالم واقع است ــ نسبت به سایر نواحی، شرایط بهتری دارد.

جدول ۴: اثر عوامل توپولوژی بر آسیب‌پذیری ساحل

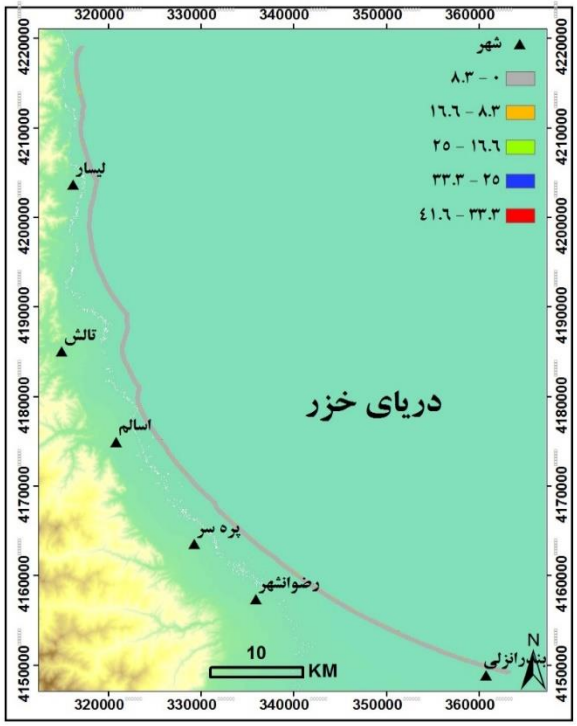
متغیر	زیرمجموعه	آسیب‌پذیری خیلی کم	آسیب‌پذیری کم	آسیب‌پذیری متوسط	آسیب‌پذیری زیاد	آسیب‌پذیری خیلی زیاد
توپوگرافی	ارتفاع (متر)	۶ – ۴/۶-	۴/۶- – ۱۵/۲-	۱۵/۲- – ۲۵/۸-	۲۵/۸- – ۳۶/۴-	۳۶/۴- – ۴۷-
	شیب (درجه)	۴۱/۶ – ۳۳/۳	۳۳/۳ – ۲۵	۲۵ – ۱۶/۶	۱۶/۶ – ۸/۳	۸/۳ – ۰
	جهت شیب	شرقی	شمال شرق و جنوب شرق	شمال و جنوب و مسطح	شمال غرب و جنوب غرب	غرب

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

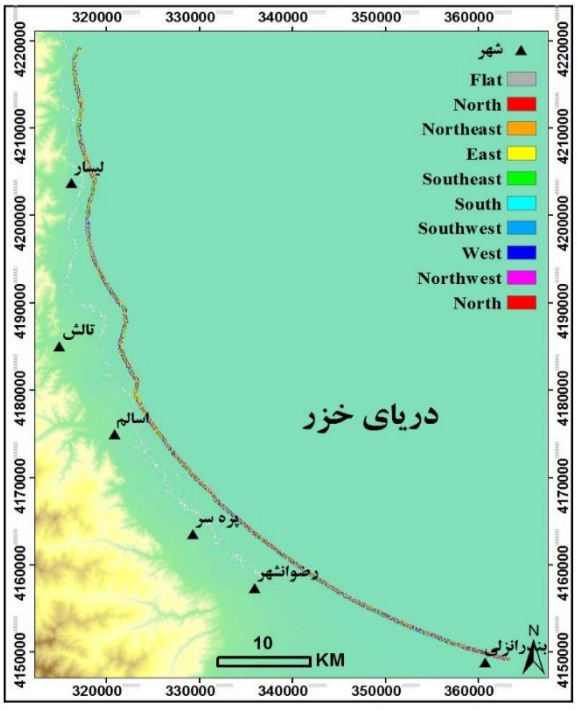
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]



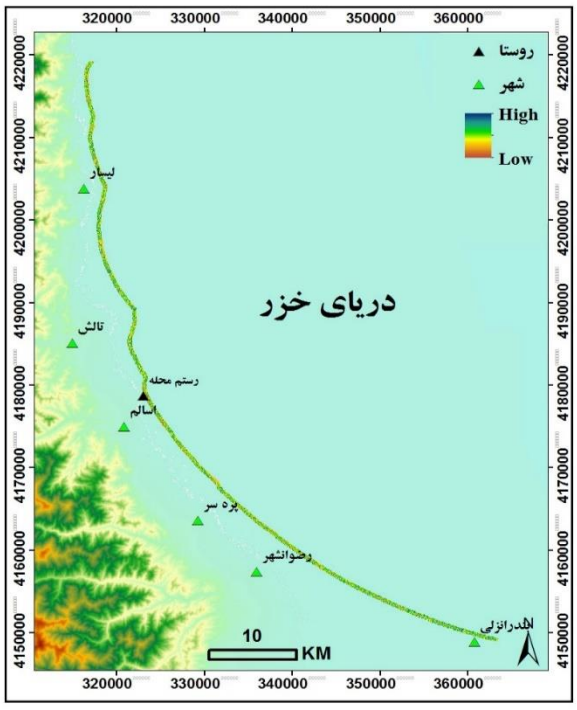
شکل ۱۰: ارتفاع به متر



شکل ۱۱: شیب به درجه



شکل ۱۲: جهت شیب



شکل ۱۳: آسیب‌پذیری از نظر توپولوژی

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

۴ـ۷ـ آسیب‌پذیری در اثر تغییرات کاربری اراضی

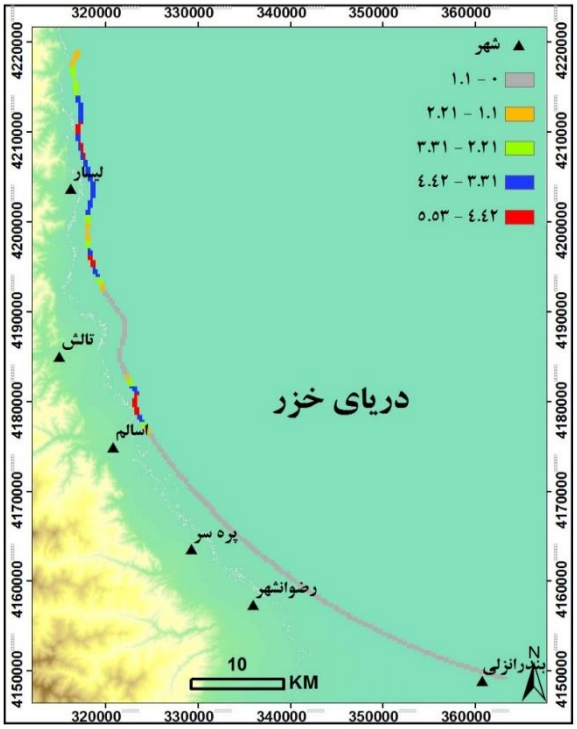
کاربری اراضی پس‌کرانهٔ سواحل مورد بررسی، شامل زمین‌های زراعی یا ساختمانی است که هم از تغییرات خطوط ساحلی تأثیر می‌پذیرد و هم بر آنها تأثیرگذار است. در سواحلی که در طی ۴۵ سال در اثر تغییرات سطح آب دریا به زیرآب رفته‌اند، کاربری ارضی پس‌کرانه که عمدتاً اراضی زراعی است، به عقب رانده شده‌است. با توجه به تغییر یکسان سطح آب دریا، تغییرات خطوط ساحلی در قسمت‌های مختلف متفاوت است؛ مناطقی که پس‌کرانه‌ها از زمین‌های زراعی تشکیل شده یا به زمین‌های زراعی تبدیل شده بود، گرفتار پس‌روی خط ساحلی بیش از پنجاه متر شد، اما در مناطقی که پس‌کرانه از سازه‌های انسانی تشکیل شده بود، تغییرات خط ساحلی کمتر و پایدارتر بود؛ به‌طور مثال، ساحل موج‌شکن پره‌سر در طی ۴۵ سال با وجود پیشروی آب دریا در طی این سال‌ها، خط ساحلی نیز پیشروی داشت. بنابراین، می‌توان گفت مناطقی که پس‌کرانهٔ آنها از اراضی زراعی تشکیل شده، آسیب‌پذیرتر از نواحی است که از سازه‌های انسانی تشکیل شده‌است. چنان که در شکل ۲۰ مشاهده می‌شود، بیشترین آسیب از نظر عامل کاربری اراضی مربوط به سواحل شهرهای لیسار و اسالم است.

جدول ۵: اثر تغییرات کاربری اراضی بر آسیب‌پذیری ساحل

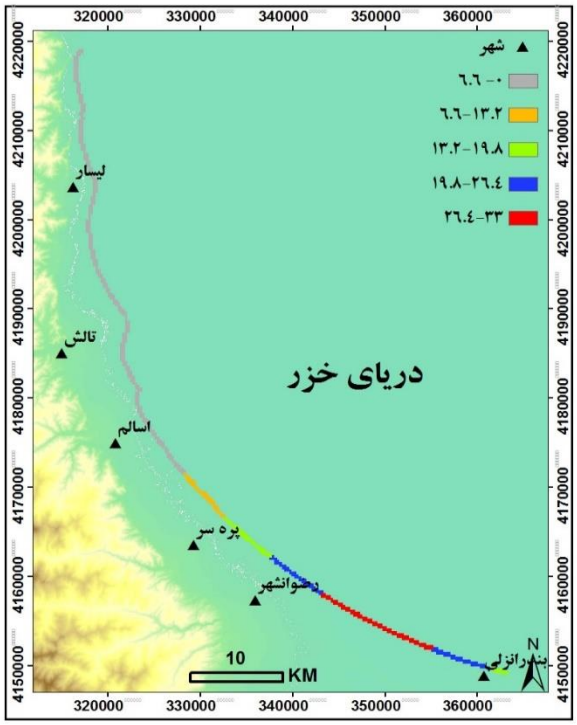
متغیر	زیرمجموعه	آسیب‌پذیری خیلی کم	آسیب‌پذیری کم	آسیب‌پذیری متوسط	آسیب‌پذیری زیاد	آسیب‌پذیری خیلی زیاد
کاربری اراضی	تراکم زراعی (کیلومترمربع)	۱/۱ - ۰	۲/۲۱ – ۱/۱	۳/۳۱ – ۲/۲۱	۴/۴۲ – ۳/۳۱	۵/۵۳ – ۴/۴۲
	فاصله زراعی (کیلومتر)	۳۳ – ۲۶/۴	۲۶/۴ – ۱۹/۸	۱۹/۸ – ۱۳/۲	۱۳/۲ – ۶/۶	۶/۶ - ۰
	تراکم ساختمانی (کیلومترمربع)	۳/۵۷ – ۲/۹۹	۲/۹۹ – ۲/۴۲	۲/۴۲ – ۱/۸۵	۱/۸۵ – ۱/۲۸	۱/۲۸ – ۰/۷۱
	فاصله ساختمانی (کیلومتر)	۰/۳۹ - ۰	۰/۷۸ – ۰/۳۹	۱/۱۷ – ۰/۷۸	۱/۵۶ – ۱/۱۷	۱/۹۶ – ۱/۵۶

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

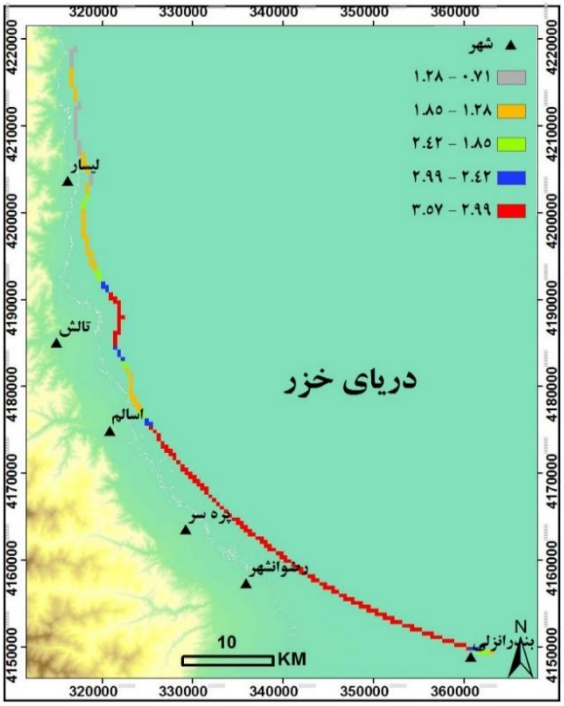
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]



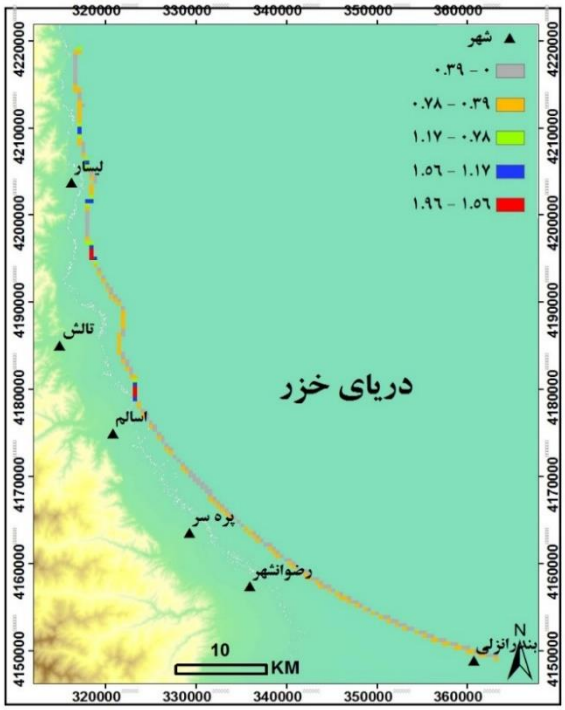
شکل ۱۴: تراکم کاربری زراعی به کیلومترمربع



شکل ۱۵: فاصله از کاربری زراعی به کیلومتر

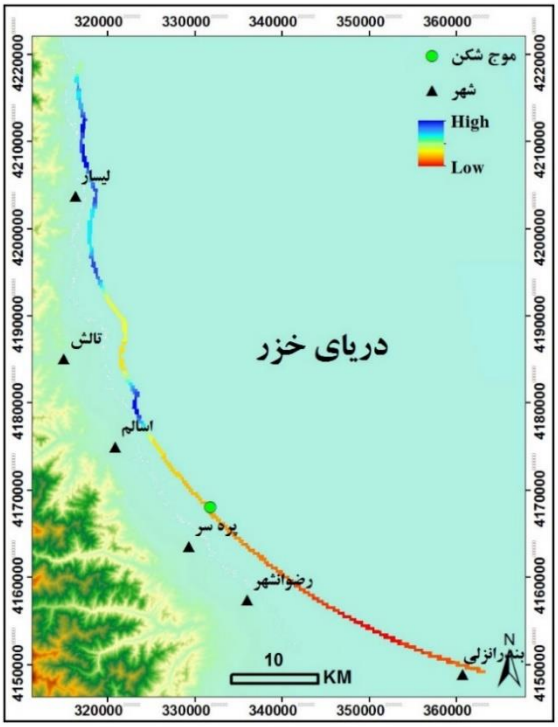


شکل ۱۶: تراکم کاربری ساختمانی به کیلومتر مربع

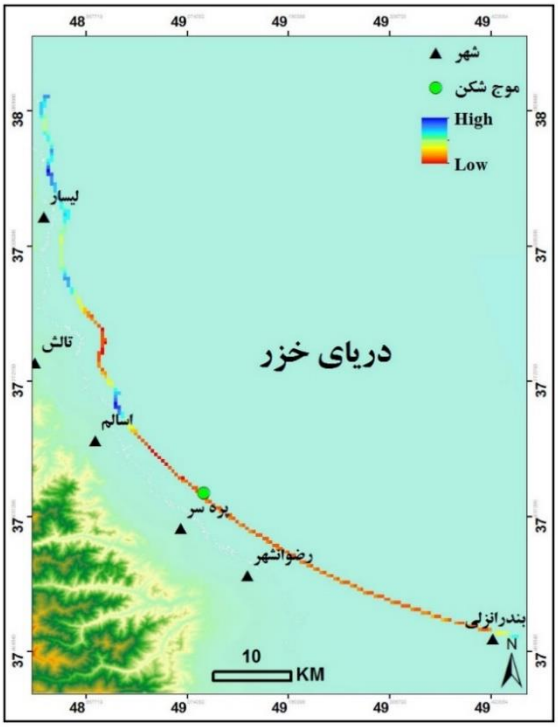


شکل ۱۷: فاصله از کاربری ساختمانی به کیلومتر

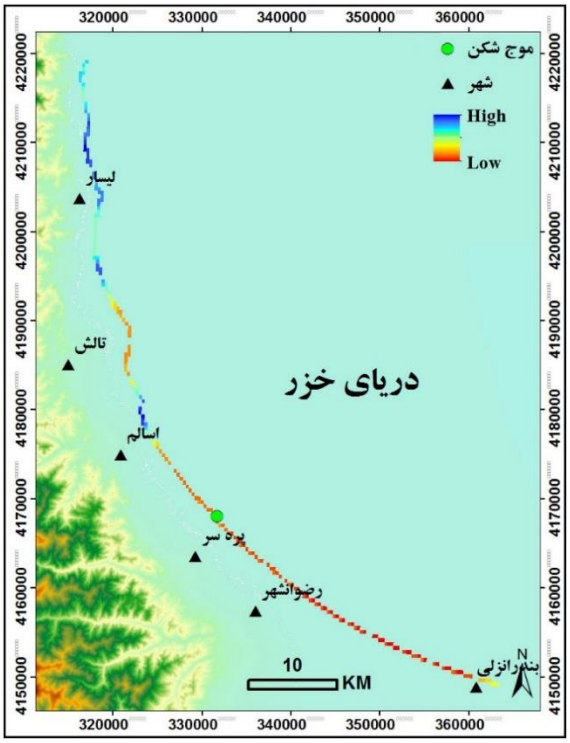
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]



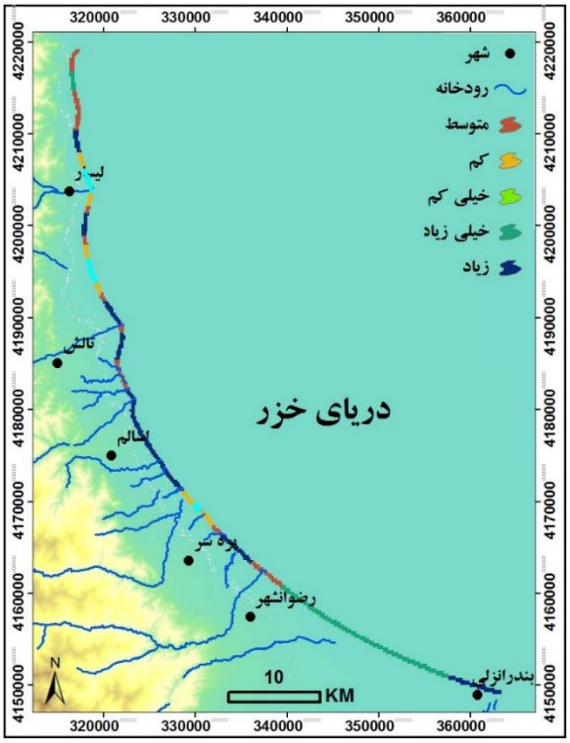
شکل ۱۸: آسیب‌پذیری از نظر عامل زراعی



شکل ۱۹: آسیب‌پذیری از نظر عامل ساختمانی

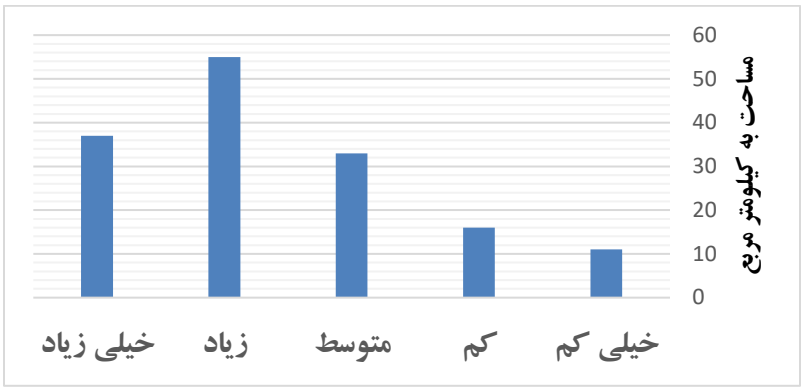


شکل ۲۰: آسیب‌پذیری از نظر کاربری اراضی



شکل ۲۱: آسیب‌پذیری نهایی خط ساحلی تالش تا انزل

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]



شکل ۲۲: میزان آسیب‌پذیری ساحل

نتیجه‌گیری

روش تحلیل سلسله مراتبی به برنامه‌ریزان کمک می‌کند تا یک مسئله پیچیدهٔ طبیعی را به ساختار سلسله مراتبی تبدیل کند، سپس با سرعت و دقت کافی به حل آن بپردازد. با توجه به نقشهٔ آسیب‌پذیری به‌دست‌آمده (شکل ۲۱)، بر اساس چهار عامل مؤثر در آسیب‌پذیری خط ساحلی جنوب غربی دریای خزر از تالش تا انزلی در قالب لایه‌های مختلف اطلاعاتی، می‌توان پهنه‌های آسیب‌پذیری مختلف را در سواحل استان گیلان مشاهده کرد. بالاترین ضریب اثرگذاری، متعلق به عامل تغییرات ائوستاتیک دریا و بعد از آن، مربوط به متغیر ژئومورفولوژی است. در این میان، آسیب‌پذیری بالا بیشتر منطبق بر سواحلی است که پس‌روی خشکی در اثر تغییرات ائوستاتیک دریا بیش از پنجاه متر، کمترین فاصله و بیشترین تراکم کاربری زراعی و بیشترین فاصله و کمترین تراکم کاربری ساختمانی، کمترین ارتفاع و کمترین شیب و جهت شیب به سمت خشکی، کمترین تراکم و بیشترین فاصله از مصب‌های رودخانه‌ها را دارد. پهنه‌های با آسیب‌پذیری پایین نیز منطبق بر سواحلی است که پیشروی خشکی در اثر تغییرات ائوستاتیک دریا، بیشترین فاصله و کمترین تراکم کاربری زراعی و کمترین فاصله و بیشترین تراکم کاربری ساختمانی، بیشترین ارتفاع و بیشترین شیب و جهت شیب به سمت دریا، بیشترین تراکم و کمترین فاصله از مصب‌های رودخانه‌ها را دارد. با توجه به شکل ۲۲، بیشترین مساحت ساحل مربوط به مناطق با آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد است که به سواحل بندر انزلی، رضوانشهر، اسالم و برخی نواحی تالش بازمی‌گردد. کمترین مساحت ساحل نیز مربوط به مناطق با آسیب‌پذیری خیلی کم است که با سواحل شهرستان‌های لیسار و پره‌سر انطباق دارد. به طور کلی، سواحل با آسیب‌پذیری کم متعلق به نواحی اطراف موج‌شکن پره‌سر و مناطقی است که توسط جریان‌های خشکی تقویت می‌شود. بنابراین، ۵۶/۲ کیلومتر از ۹۳/۴ کیلومتر (شصت درصد) ساحل مورد مطالعه، به توجه ویژه در جهت تعیین رویکردهای مدیریتی برای حفاظت از ساحل، جلوگیری از فرسایش ساحلی و تقویت و تغذیهٔ ساحل نیازمند است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

منابع

1. Abdrabo, M. A.; Abdelwahab, R. G.; & M. A. Hassaan, 2022. Urban dynamics and potential vulnerability of coastal urban areas to sea level rise in the southeastern Levantine Basin, *Urban Climate*, 44, 101212.
2. Afshariazad, M., & H. Pouraki., (2012). Classification and analysis of geomorphic phenomena of the western shores of the Caspian Sea with an approach to sea level fluctuations. *Journal of geography and regional development*. 19, 177-194.
3. Ahmed, M. A.; Sridharan, B.; Saha, N.; Sannasiraj, S. A.; & S. N. Kuiry, 2022. Assessment of coastal vulnerability for extreme events, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 82, 103341.
4. Alaee Taleghani, M., 2007. Geomorphology of Iran, Ghoomes Publishing company Ltd, fourth edition.
5. Arulraj, M.; P. Kasinath. Pandian, S. Ramachandran, 2006. Vulnerability mapping and resettlement for Baratang Island, Andaman, India. Map India (see also http://www.gisdevelopment.net/proceeding).
6. Ataov, T., 1999. Caspian Sea: environmental problems and issues, *Studies of Central Asia and the Caucasus*, 25, 115-123.
7. Berre, I. L.; Meur_Ferec, C.; Cuq, V.; Guillou, E.; Lami, T.; Dantec, N. L.; Letortu, P.; Lummert, C.; Philippe, M.; Rouan, M.; Nous, C.; & A. Henaff, 2022. Systemic vulnerability of coastal territories to erosion and marine flooding: A conceptual and methodological approach applied to Brittany (France), *international journal of disaster risk reduction*, 78, 103122.
8. Boufekane, A.; Maizi, D.; Madene, E.; Busico, G.; & A. Zghibi, 2022. Hybridization of GALDIT method to assess actual and future coastal vulnerability to seawater intrusion, *Journal of Environmental Management*, 318, 115580.
9. Cai, F.; Cao, C.; Qi, H.; Su, X.; Lei, G.; Liu, J.; Zhao, S.; Liu, G.; & K. Zhu, 2022. Rapid migration of mainland China's coastal erosion vulnerability due to anthropogenic changes, *Journal of Environmental Management*, 319, 115632.
10. Danekar, A., 1998. Prevention of environmental crisis in the Caspian Sea, *Studies of Central Asia and the Caucasus*, 21, 131.
11. Derafshi, Kh.; Nazarali, M.; & M. Jandaghialaei, 2016. Determining coastal sedimentary cells in the southern shores of the Caspian Sea, The fourth national conference of the Iranian Association of Geomorphology, Faculty of Geography, University of Tehran.
12. Ghanghorme, A., 1999. Flooding of the southern shores of the Caspian Sea, *National Center for Caspian Sea Studies and Research*.
13. Ghanghorme, A., 2005. Peaceful coexistence with Caspian sea water fluctuations for the sustainable development of Iran's coasts, *Geographical research*, 54, 1-11.
14. Ghodsipour, H., 2008. Hierarchical analysis process, Publications of Amirkabir University of Technology, Tehran, Fifth Edition.
15. Hamid, A. I. A.; Din, A. H. M.; Abdullah, N. M.; Yusof, N.; Hamid, M. R. A.; & A. M. Shah, 2021. Exploring space geodetic technology for physical coastal vulnerability index and management strategies: A review., Ocean & Coastal Management, 214, 105916.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

16. Hoseinzadeh, M. M.; Motevalli, S.; Derafshi, K.; & I. Khakpoor, 2016. Zoning of Lands Stability and Instability in Coastal Area using Coastal Vulnerability Index (CVI), Case Study: Mahmoudabad Province, *Journal of Natural Environmental Hazards*, 5, 9.
17. Hossain, S. A.; Mondal, I.; Thakur, S.; & M. F. Al-Quraishi, 2022. Coastal vulnerability assessment of India's Purba Medinipur-Balasore coastal stretch: A comparative study using empirical models, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 77, 103065.
18. IMO, 2003. Integrated coastal zone management plan for Andaman Islands, Report submitted to ministry of environment and forestry, New Delhi, 325P.
19. Jayson-Quashigah, P. N.; Appeaning Addo, K.; & K. Sosthenes Kodzo, 2013. Medium resolution satellite imagery as a tool for monitoring shoreline change. Case study of the eastern coast of Ghana, *Journal of Coastal Research, Special Issue*, 65, 511-516.
20. Kovaleva, O.; Sergeev, A.; & D. Ryabchuk, 2022. Coastal vulnerability index as a tool for current state assessment and anthropogenic activity planning for the Eastern Gulf of Finland coastal zone (the Baltic Sea), *Applied Geography*, 143, 102710.
21. Kroonenberg, S. B.; Rusakov, G. V.; & A. A. Svitoch, 1997. "The wandering Volga delta: a response to rapid Caspian sea-level change", *Sedimentary Geology*, 107, 189-209.
22. Monavari, M., 1990. Ecological investigation of Anzali lagoon, *Gilakan publication*, p.104.
23. Negahban, S.; Bagheri, K.; Heydari, S.; & L. Garrousi, 2017. Investigating and monitoring the changes of the coastline of Oman Sea in Jask region, *researches of Quantitative geomorphology*, 1, 119-136.
24. Queiroz, H. A. D. A.; Gonçalves, R. M.; & M. Mishra, 2022. Characterizing global satellite-based indicators for coastal vulnerability to erosion management as exemplified by a regional level analysis from Northeast Brazil, *Science of The Total Environment*, 817, 15, 152849.
25. Ramsar Convention, Miankale International Lagoon, An introduction to the characteristics of the Caspian Sea, Caspian Sea Geological Organization.
26. Rehman, S.; Jahangir, S.; & A. Azhoni, 2022. GIS based coastal vulnerability assessment and adaptation barriers to coastal regulations in Dakshina Kannada district, India, *Regional Studies in Marine Science*, 55, 102509.
27. Saeidsabaei, M.; Danekar, A.; & A. Darvishsefat, 2011. Reviewing the legal boundaries of the Caspian Sea coast due to sea level changes Sample area: Gilan, *Land preparation magazine*, 4, 115-136.
28. Thirumurthy, S.; Jayanthi, M.; Samynathan, M.; Duraisamy, M.; Kabiraj, S.; & N. Anbazhahan, 2022. Multi-criteria coastal environmental vulnerability assessment using analytic hierarchy process based uncertainty analysis integrated into GIS, *Journal of Environmental Management*, 313, 114941.
29. Whitehouse, R.; Balson, P.; Beech, N.; Brampton, A.; Blott, S.; Burningham, H.; Cooper, N.; French, J.; Guthrie, G.; Hanson, S.; Nicholls, R.; Pearson, S.; Pye, K.; Rossington, K.; Sutherland, J.; & M. Walkden, 2009. Characterization and prediction of larg-scale, long-term change of coastal geomorphologic behaviors: Final science report, R&D Project Record, BS32 4UD, Joint Defra/Environment Agency Flood and Coastal Erosion Risk Management R&D Programme, August 2009.
30. Yamani, M., & V. Mohammadnegad., (2013). Coastal Geomorphology, authorship: Eric Bird, Tehran University Publications, 2nd editi

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

Analyzing the degree of vulnerability along the coast line of the west of the Caspian Sea (Talesh to Anzali)

Shahnaz Alizadeh: *Ph.D Candidate in Geomorphology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran*
Mojtaba Yamani[1]: *Professor of Geomorphology, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran*
Mohammadreza Sarvati: *Professor of Geology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran*
Manijeh Ghahroudi Tali: *Professor of Geomorphology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran*

Article History (Received: 2022/09/18 **Accepted:** 2022/12/22**)**

Extended abstract

1- Introduction

Coastal areas are highly vulnerable, because they are involved with both sea hydrodynamic processes and human activities. Coastal geomorphology is considered as a prominent way to analyze coastal processes. Paleontology researches demonstrate tens of meters fluctuation in water level of the Caspian Sea. The shores of the Caspian Sea have variable topography and land use including lowlands (estuaries of rivers, gulfs and progradation) and sandy uplands. There is a slight slope in lowlands which cause flooding of lands when the sea level rises and also increased piezometric level of coastal aquifers. One the most important issues which must be considered in future development planning of coastal areas, is a proper space between constructions and sea that let natural processes be done. In fact, to determine the potential to deal with coastal hazards, it is necessary to prepare a coastal vulnerability map and identify areas with high vulnerability potential and strengthen and determine management approaches to protect investigated beaches. The investigated region is a 93.4 kilometer coastline in three cities including Talesh, Rezvanshahr and Anzali.

2- Methodology

To identify the level of vulnerability of the coastal areas of Gilan province in relation to hydrodynamic issues, the use of effective geomorphological factors is one of the methods of evaluating the level of vulnerability of the coastal areas in dealing with these processes. In this research, four variables were used in the form of 12 sub criteria , using the hierarchical analysis method, to achieve the vulnerability index of the coastal area of Talesh to Anzali cities. According to the mentioned references and the purpose of the study, the desired variables include sea level changes, land topography, geomorphology and land use. Landsat satellite images, topographic maps 1:25000 and digital model of 12.5 meters height

[1] **Corresponding Author: myamani@ut.ac.ir**

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

of the research area as well as SAGA, IDRISI, ENVI, DSAS and Arc GIS software were used for analysis.

3- Results

The highest influence coefficient belongs to the factor of sea eustatic changes and then to the geomorphology variable. The most vulnerable coasts are those in which there are regression (more than 50 meters), the least distance and the highest density of agricultural use, the greatest distance and the lowest density of construction use, the lowest height and the slowest slope and the direction of the slope towards the land, the lowest density and the greatest distance from estuaries of rivers. The least vulnerable coasts are those in which there are progradation, the greatest distance and the lowest density of agricultural use, the least distance and the highest density of construction use, the highest height and the steepest slope and the direction of the slope towards the sea, the highest density and the least distance from estuaries of rivers. The largest coastal area belongs to areas with high and very high vulnerability including coastal areas of Anzali, Rezvanshahr, Asalem and some regions of Talesh. The smallest coastal area belongs to areas with very low vulnerability including coastal areas of Leisar and Pareh Sar. Generally, the coasts with low vulnerability are those around the breakwater of Pareh Sar and also those strengthened by the land currents. Therefore 56.2 kilometers out of 93.4 kilometers (60 percent) of investigated area, require a special attention to determine management approaches to protect coasts, prevent coastal erosion and nourishing the beach.

4- Discussion & conclusions

According to eustatic changes of the sea, areas with high vulnerability have the most length (58 kilometers) which have more than 50 meters regression, and the least vulnerability belongs to coasts with progradation. The estuaries of rivers are one of the prominent geomorphic forms in the studied area. In the area, there are 12 main rivers leading to the Caspian Sea which carry a considerable amount of sediment to coastal areas. This nourishes the coasts around estuaries and reduces vulnerability of the area. The most vulnerability in this respect, belongs to coasts of Bandar Anzali and areas between the Cities of Leisar and Talesh. Height, slow slope and the direction of slopes towards the land are the vulnerable factors of the beach, because they cause flooding in lands when the sea level rises. In terms of topology, there are no good conditions for natural protection of the beach in all the investigated areas, except a few beaches around the village of Rostam Mahalleh, located between the cities of Talesh and Asalem. In the coasts which have been submerged over the past 45 years, the backshore land use, which is mainly agricultural land, has been pushed back. Despite same sea level changes, the changes of coastlines are different. So that the backshore agricultural areas have an over 50 meters regression, while backshore areas with human structures have been more stable. For example, the beach of Pareh Sar breakwater has progressed in past 45 years despite the advance of sea water

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]

during the years. Therefore, it can be stated that the backshores with agricultural areas are more vulnerable than areas containing constructions. In terms of land use factor, the most vulnerability belongs to the coasts of Leisar and Asalem.

Keywords: Vulnerability, Talesh-Anzali, Coastline, the west bank of the Caspian, DSAS

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.22517812.1402.13.1.1.3]