ارزیابی آسیب‌پذیری سواحل نسبت به بالا آمدن تراز آب دریا، استان مازندران

صدرالدین متولی [۱*]، محمد مهدی حسین‌زاده [۲]، خه‌بات درفشی [۳]

۱-دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۲- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی
۳- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۲۸
تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۵/۶/۱۶

چکیده

در ۵۰ سال گذشته بالا آمدن سطح آب دریای خزر و پایین رفتن تدریجی و مجدد آن که بخشی از رفتار طبیعی‌اش است، ساختمان‌ها، زمین‌های زراعی و بخش‌های مسکونی و تجاری زیادی را تخریب کرده و یا در معرض تهدید قرار داده است. حریم قانونی فعلی دریای خزر مطابق تعریف ارائه شده در قانون اراضی مستحدثه و ساحلی ۶۰ متر از آخرین نقطه پیشرفتگی آب در سال ۱۳۴۲ بیان شده است. با توجه به حداکثر تراز آب دریای خزر در سال یاد شده که برابر ۲۷/۶۶- متر می‌باشد، ۸۸/۸۷ درصد از طول خط کرانه استان مازندران در محدوده حریم قانونی به زیر آب رفته است. در این پژوهش برای دست‌یابی به شاخص آسیب‌پذیری منطقه ساحلی استان مازندران در برابر نوسانات تراز آب دریا، پنج متغیر در قالب دو زیر شاخص طبیعی و انسان منشاء بکار گرفته شد. متغیرهای مورد نظر با توجه به هدف مطالعه شامل تغییرات ارتفاع زمین، شیب، ناهمواری‌های ساحلی کاربری اراضی و دوری و نزدیکی از جاده است. تعیین حریم‌های حائل اولیه و ثانویه در استان مازندران نشان داد که در محدوده خط ساحل سال ۱۳۸۹ تا تراز ۲۴/۷- متر (حریم حائل اولیه)، بیش‌ترین کاربری اراضی به ساختارهای طبیعی، زراعی و باغی اختصاص دارد؛ ساختارهای طبیعی با ۸۰۴۵ هکتار بیش‌ترین مساحت را دارند که معادل ۳۵/۷ درصد از مجموع اراضی واقع شده در محدوده حائل اولیه را شامل می‌شوند. در محدوده حریم عمودی ثانویه استان مازندران (تراز ارتفاعی ۲۴/۷- تا ۲۳/۵- متر)، کاربری‌های زراعی با ۹۶۴۴ هکتار غالب می‌شوند و بیش‌ترین مساحت را در میان اراضی واقع شده در این محدوده دارند.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری سواحل، استان مازندران، شاخص CVI، تعیین حریم، نوسانات تراز آب.

*- نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۲۱۲۲۱۶ Email: sadr_m1970@yahoo.com

مقدمه

پژوهش در خصوص سوانح بزرگ طبیعی و ناشی از فناوری‌ها، به موضوعی مهم در جغرافیا و کاربرد آن تبدیل شده است (برنامه بین‌المللی انسان و زیست کره، ۱۹۷۰؛ إسکورو، ۱۹۹۱؛ ویچرک، ۱۹۹۳؛ هندرسون، ۱۹۹۱؛ گویگو، ۱۹۹۱؛ پاسیون، ۱۹۹۰). در یک مطالعه موردی و در بررسی وضعیت مخاطرات نواحی ساحلی، توجه به شاخص‌های ژئومورفولوژی و ژئوتکنیکی از جمله مسائل مهمی است که کم‌تر در مطالعات و پژوهش‌های دانشگاهی و اجرایی به آن توجه می‌شود؛ این امر به ویژه در مورد توجه به شاخص‌های ژئومورفولوژی تأثیرگذار بر بروز مخاطرات محیطی نواحی ساحلی بسیار بارزتر می‌باشد (عمونیا، ۱۳۹۰). در کنار جذابیت‌های بی‌شمار، مناطق ساحلی تحت‌تأثیر فرآیندهای دریایی و هیدرودینامیک بوده و محل پذیرش پیامدهای ناشی از طوفان‌های دریایی، بالا آمدن سطح آب، فرسایش و امثال آن هستند که اغلب پتانسیل بالایی جهت آسیب‌رسانی یا تخریب بوم‌سازگان طبیعی و یا انسان ساخت حاکم بر آن‌ها را دارند. به منظور شناسایی میزان مخاطره نواحی ساحلی در ارتباط با مسائل دریایی و هیدرودینامیکی، استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژی یکی از روش‌های ارزیابی میزان آسیب‌پذیری نواحی ساحلی در مقابله با این فرآیندها می‌باشد (عبدالهی، ۱۳۸۵؛ قانقرمه، ۱۳۸۸؛ والی-خودجینی، ۱۹۹۱؛ دیاکونسکو و کناپ، ۲۰۰۱؛ فیروزفر و همکاران، ۲۰۱۲؛ کاکرودی و همکاران، ۲۰۱۲). در سال‌های اخیر بالا آمدن سطح آب دریای خزر و پایین رفتن تدریجی و مجدد آن که بخشی از رفتار طبیعی‌اش است، ساختمان‌ها، زمین‌های زراعی و بخش‌های مسکونی و تجاری زیادی را تخریب کرده و یا در معرض تهدید و آب‌گرفتگی قرار داده است. دلیل اصلی این خسارت از بین رفتن کارایی حریم قانونی و پیشروی فعالیت‌های انسانی در جهت رو به دریای مناطق ساحلی است. در نظر گرفتن نوسانات تراز آب دریای خزر و تعیین حریم مناطق متأثر از این نوسانات، می‌تواند به عنوان یک شاخص تأثیرگذار بر موفولوژی ساحل و ساخت و سازهای هر منطقه ساحلی باشد. پیشنهاد حریم باید بر اساس این عقیده صورت گیرد که این محدوده در جهت رو به خشکی منابع آبی و به منظور فراهم آمدن شرایط لازم برای انجام کارکردهای طبیعی اکوسیستم و تبادل مفید دریا و محیط زیست خشکی، جلوگیری از آلودگی و حفظ کرانه‌های ساحلی در قبال فرسایش و شست‌وشو و نیز حفاظت ناشی از مخاطره‌های محیطی چون آب‌گرفتگی، فرسایش و آشفتگی‌های ناشی از تغییرهای اقلیمی در نظر گرفته می‌شود (سعید صبائی و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به مطالبی که ذکر شد و در نظر گرفتن نوسانات تراز آب دریای خزر به‌عنوان یک مخاطره طبیعی و همچنین بررسی نقش جغرافیا به‌ویژه ژئومورفولوژی و تکنیک‌های GIS، حریم آسیب‌پذیری در محدوده ساحلی استان مازندران در جهت رو به خشکی به‌صورت فاصله افقی تعریف شده که این تعیین به‌منظور حفظ محیط زیست ساحلی از پتانسیل طبیعی مخرب مرتبط با توسعه واحدهای کاربر در پسکرانه مجاور صورت می‌گیرد (هاینس، ۲۰۰۵). تردیدی نیست که تعیین پهنای حریم افقی نمی‌تواند ثابت باشد. به نظر می‌رسد که این پهنا بر اساس شدت آسیب‌پذیری محلی متفاوت است. بنابراین، تعیین شدت آسیب‌پذیری محل نسبت به بالا آمدن آب دریا نخستین گام برای تعیین حریم افقی می‌باشد. روش‌های مختلفی برای تعیین آسیب‌پذیری ساحل وجود

دارد و بیش‌تر آن‌ها بر این ایده استوار است که نتیجه حاصل از یکپارچه‌سازی اطلاعات باید وسیله‌ای معتبر برای برنامه‌ریزی و مدیریت ساحلی باشد (سعید صبائی و همکاران، ۱۳۹۰). ضرورت دست‌یابی به روشی ساده و آسان برای یکپارچه نمودن داده‌های سهیم در ارزیابی شدت آسیب‌پذیری ساحل، منجر به توسعه شاخص‌های مختلف ارزیابی منطقه ساحلی نسبت به تهدیدها شده تا تعیین شدت آسیب‌پذیری در یک قالب ساده امکان‌پذیر شود (چلفستین، ۲۰۰۵). شاخص آسیب‌پذیری ساحل (CVI) یکی از این روش‌هاست. استفاده از شاخص‌های آسیب‌پذیری جهت ارزیابی آسیب‌پذیری یک منطقه ساحلی، نخستین بار توسط گورنیتز و کانسیروک در سال ۱۹۸۹ در سواحل آمریکا بکار گرفته شد. آن‌ها متذکر شدند که این روش می‌تواند در دیگر نواحی جهان نیز مورد استفاده قرار گیرد (ابوده و وورف، ۲۰۰۶). روش مذکور قطعاً جهت آغاز یک برنامه مدیریتی بر پایه اصول مدیریت یکپارچه سواحل پذیرفته شده است (چلفستین، ۲۰۰۵). در این روش از طریق تحلیل برخی از پارامترها و مشخصه‌های موجود در سطح زمین شدت آسیب‌پذیری نهایی ساحلی نسبت به بالا آمدن سطح آب دریا بررسی می‌شود. به عبارتی شماری از مشخصه‌ها در سطح زمین هستند که شناسایی آن‌ها منجر به یافتن سریع و منطقی آسیب‌پذیری نسبی منطقه ساحلی می‌شود (ابوده و وورف، ۲۰۰۶). برخی از شاخص‌های آسیب‌پذیری، فیزیکی، برخی اقتصادی- اجتماعی و برخی ترکیبی از هر دو می‌باشند (آدگر و همکاران، ۲۰۰۴) که در مجموع انعکاس دهنده آسیب‌پذیری ساحل از مخاطره‌های محتمل بر محیط ساحلی است. به منظور شناسایی میزان مخاطره نواحی ساحلی در ارتباط با مسائل دریایی و هیدرودینامیکی، استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژی یکی از روش‌های ارزیابی میزان آسیب‌پذیری نواحی ساحلی در مقابله با این فرآیندها می‌باشد. در این بررسی، شاخص آسیب‌پذیری ساحل با پنج متغیر در قالب دو زیر شاخص طبیعی (NCVI) و انسان منشاء (HCVI) در سطح استان مازندران بکار گرفته می‌شود. متغیرهای مورد نظر با توجه هدف مطالعه شامل تغییرات ارتفاع زمین، شیب، لندفرم‌های ژئومورفیک ساحلی، کاربری اراضی و دوری و نزدیکی از جاده است که سه متغیر اول در تهیه نقشه زیر شاخص NCVI و دو متغیر دیگر در تهیه نقشه HCVI استفاده می‌شوند.

محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی در این پژوهش استان مازندران (نوار ساحلی) است که با ۲۳۷۵۶/۴ کیلومتر مربع مساحت، بین ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. دریای خزر در شمال، استان تهران، سمنان و قزوین در جنوب و استان‌های گیلان و گلستان به‌ترتیب در غرب و شرق آن قرارگرفته است (شکل ۱). مهم‌ترین مناطق مسکونی و شهری واقع شده در شرق منطقه مطالعاتی ساری، نکا، رستم‌کلا، بهشهر، گلوگاه و کیاسر هستند؛ رامسر، کتالم و سادات محله، تنکابن، خرم‌آباد، نشتارود، عباس‌آباد، سلمان‌شهر، کلارآباد، کلاردشت، مرزن‌آباد، چالوس و نوشهر هم از مهم‌ترین مراکز سکونتگاهی و شهری در غرب استان مازندران می‌باشند. موقعیت و وضعیت طبیعی استان مازندران نشانگر دو ناحیه عمده جلگه ساحلی و کوهستانی البرز است. امتداد و جهت رشته‌کوه‌های البرز به صورت دیواری مرتفع

و طولانی، نوار ساحلی و جلگه‌های کناره‌ای دریای مازندران را محصور کرده است. در سراسر استان مازندران، شیب و ارتفاع زمین از ارتفاعات به سوی جلگه و به سمت دریای خزر کاهش می‌یابد. طول نوار ساحلی در بخش جنوب دریای خزر حدود ۸۹۰ کیلومتر است که از این میزان ۴۸۷/۱۵ کیلومتر در کرانه‌های استان مازندران قرار دارد. محدوده مورد مطالعه تمام طول خط ساحلی استان در بازه تغییرات ارتفاعی بین ۲۷/۵- متر تا صفر (هم‌تراز آب‌های آزاد) را با گستره‌ای معادل ۲۷۲۸۸۷ هکتار مشتمل بر ۳۷ دهستان ساحلی دربر می‌گیرد. این محدوده ۵۰ درجه و ۳۵ دقیقه و ۴۲ ثانیه تا ۵۴ درجه و ۳ ثانیه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه و ۳۶ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه و ۴۳ ثانیه عرض شمالی واقع شده است. کوتاه‌ترین خط ساحلی در دهستان میان‌دورود بزرگ (به طول ۷۹۵ متر) و بلندترین امتداد ساحلی در دهستان میانکاله (به طول ۱۶۷ کیلومتر) قرار دارد (سعیدصبائی و همکاران، ۱۳۹۱).

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی استان مازندران در نوار ساحلی

مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای دست‌یابی به شاخص آسیب‌پذیری منطقه ساحلی استان مازندران، پنج متغیر در قالب دو زیر شاخص طبیعی (NCVI) و انسان منشاء (HCVI) بکار گرفته شد. متغیرهای مورد نظر با توجه به مراجع یاد شده و هدف مطالعه شامل تغییرات ارتفاع زمین، شیب، ناهمواری‌های ساحلی کاربری اراضی و دوری و نزدیکی از جاده است که سه متغیر اول در تهیه نقشه زیر شاخص NCVI و دو متغیر دیگر در تهیه نقشه HCVI استفاده می‌شوند. جدول‌های ۱ و ۲ نشان‌دهنده پنج متغیری هستند که در قالب دو جنبه مورد اشاره (طبیعی و انسان منشاء) بکار گرفته شده است. متغیرهای در نظر گرفته شده برای نقشه‌سازی، بر اساس شدت آسیب‌پذیری آن‌ها نسبت به بالا آمدن ارتفاع آب دریا طبقه‌بندی شدند. متغیر شیب بر اساس روش شکست طبیعی (که بر پایه روش آماری Jenks Optimization با هدف کاهش واریانس ارزش‌ها در هر کلاس) و به کمک نرم‌افزار ArcGIS طبقه‌بندی شد. متغیر ارتفاع از سطح زمین با در نظر گرفتن ارتفاع‌های بحرانی آب دریای خزر به کلاس‌های مساوی طبقه‌بندی شده است (از مدل رقومی ارتفاع به عنوان نقشه پایه استفاده شد). متغیر ناهمواری‌های ساحلی یا به عبارتی نقشه لندفرم‌های منطقه

ساحلی بر اساس میزان حساسیت نسبی هر کدام از فرم‌ها و ساختارهای ساحلی نسبت به فرسایش ارزش‌گذاری شد (تیلر و هامر، ۱۹۹؛ اوده و وورف، ۲۰۰۶). زیرا هر یک از ساختارها و فرم‌های ساحلی از مقاومت نسبی متفاوتی در برخورد با نوسان‌های ساحلی برخوردارند. از ارزش نسبی زمین برای تعیین اولویت میان کاربری‌های زمین استفاده شد (مکلاوگلین و همکاران، ۲۰۰۲). حفاظت از منطقه تحت آسیب‌پذیری تنها در صورتی که توجیه اقتصادی، فرهنگی و یا زیست محیطی داشته باشد، انجام می‌پذیرد. اگر چه ارزش زمین به روش‌های مختلفی چون ارزش پولی، هزینه جایگزینی، ارزش زیبائی شناختی و یا حفاظتی قابل طبقه‌بندی است، اما این روش‌ها اغلب زمان‌بر و پر هزینه هستند. بنابراین، در این بخش بر پایه برآورد نظری ارزش نسبی نوع کاربری زمین برای انسان، طبقه‌بندی کاربری اراضی صورت پذیرفت (مکلاوگلین و همکاران، ۲۰۰۲). در خصوص متغیرهای مورد استفاده، بر اساس بند الف ماده دو قانون اراضی مستحدثه و ساحلی اهمیت ویژه‌ای به جاده به عنوان یکی از ساختارهای مؤثر در تحدید حدود حریم داده شده است. به طوری‌که وقتی حریم به جاده سراسری برخورد کند، فاکتور اصلی در تعیین حریم نه الزامات موجود در مشخص کردن آن، بلکه وضعیت جاده است. به این ترتیب مطابق جدول‌های ۱ و ۲ هر متغیر در مقیاس ۱ تا ۶ دسته‌بندی شد؛ به‌طوری‌که عدد ۶ نشان‌دهنده بیش‌ترین و عدد ۱ نشان‌دهنده کم‌ترین میزان آسیب‌پذیری آن متغیر نسبت به بالا آمدن سطح ارتفاع آب دریا است. اگر چه نتیجه ارزیابی به صورت عددی بیان می‌شود که نمی‌تواند مستقیماً برابر با اثرات فیزیکی ناشی از بالا آمدن سطح آب دریا بر منطقه ساحلی باشد، اما نشان‌دهنده مناطقی است که مجموع اثرات منفی ناشی از بالا آمدن سطح آب دریا در آن بارزتر است. شاخص واحد آسیب‌پذیری در واقع ریشه دوم نتیجه به دست آمده از حاصل‌ضرب متغیرهای طبقه‌بندی شده تقسیم بر تعداد کل متغیرهاست. متغیرهایی که در هر زیر شاخص قرار می‌گیرد، بر اساس رابطه ۱ ترکیب می‌شوند.

رابطه ۱)

$$CVI= \sqrt{(a_1 \times a_2 \times \dots \times a_n)}/n$$

در این رابطه CVI زیر شاخص آسیب‌پذیری طبیعی و یا انسان منشاء، a_n متغیرهای طبقه‌بندی شده مورد استفاده در هر زیر شاخص و n تعداد متغیرها می‌باشد. در نهایت شاخص آسیب‌پذیری نهایی (TCVI) ترکیبی از دو زیر شاخص فوق خواهد بود که نشان‌دهنده چهار طبقه با آسیب‌پذیری نسبی کم، متوسط، بالا و بسیار بالا بر اساس طبقه‌بندی چارکی ارزش‌های موجود در نقشه نهایی است.

جدول ۱: متغیرهای به‌کار گرفته شده در زیر شاخص انسان منشاء (HCVI)

متغیر	درجه آسیب‌پذیری					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
کاربری اراضی	بخشی از دریا که در محدوده مورد مطالعه قرار می‌گیرد	پوشش گیاهی کم‌تراکم، منابع آب، تالاب و زمین‌های شور دارای پوشش گیاهی و یا فاقد آن	مرتع و مناطق ساحلی	جنگل	کشاورزی	ساختارهای شهری و صنعتی
فاصله از جاده (متر)	بخشی از دریا که در محدوده مورد مطالعه قرار می‌گیرد	زمین‌های واقع در فاصله بیش از ۵۰۰ متری جاده اصلی (در جهت رو به خشکی)	زمین‌های واقع در فاصله ۵۰۰ متری از جاده اصلی (در جهت روبه به خشکی)	زمین‌های واقع در فاصله ۳۰۰ متری از جاده اصلی (در جهت رو به خشکی)	زمین‌های واقع در فاصله ۱۰۰ متری از جاده اصلی (در جهت رو به خشکی)	زمین‌های واقع در جهت رو به دریای جاده اصلی

جدول ۲: متغیرهای به‌کار گرفته شده در زیر شاخص طبیعی (NCVI)

متغیر	درجه آسیب‌پذیری					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
ارتفاع (متر)	< ۲۳/۵-	۲۳/۵- تا ۲۴/۵-	۲۴/۵- تا ۲۵/۵-	۲۵/۵- تا ۲۶/۵-	۲۶/۵- تا ۲۷/۵-	۲۷/۵- تا ۳۱/۵-
شیب (درجه)	۱۰/۴ – ۳۳/۲۴	۵/۱ – ۱۰/۴۰	۲/۵۵ – ۵/۱	۱/۰۶ – ۲/۵۵	۰/۲۱ – ۱/۰۶	۰ - ۰/۲۱
لندفرم ساحلی	بخشی از دریا که در محدوده مورد مطالعه قرار می‌گیرد	کوه	دشت آبرفتی، سیلاب دشت، بستر رودخانه، دریاچه قوسی	دهانه روخانه، دشت ساحلی، کولاب ساحلی	بنداب ساحلی، زبانه، خلیج کوچک ساحلی	تپه ماسه‌ای، دشت دلتا، دریاکنار، جزایر سدی، پهنه گلی

نتایج

تعیین حریم‌های حائل اولیه و ثانویه در استان مازندران نشان از آن دارد که در محدوده خط ساحل سال ۱۳۸۹ تا تراز ۲۴/۷- متر (حریم حائل اولیه)، بیش‌ترین کاربری اراضی به ساختارهای طبیعی، زراعی و باغی اختصاص دارد؛ ساختارهای طبیعی با ۸۰۴۵ هکتار بیش‌ترین مساحت را دارند که معادل ۳۵/۷ درصد از مجموع اراضی واقع شده در محدوده حائل اولیه را شامل می‌شوند. ۵۲۳۲ هکتار مساحت اراضی زراعی در این محدوده می‌باشد که ۲۳/۲ درصد از مجموع مساحت اراضی حریم عمودی اولیه است. اراضی با کاربری باغی هم با ۲۹۵۷ هکتار مساحت (۱۳/۱ درصد) از گسترش قابل توجهی در محدوده حریم عمودی اولیه استان مازندران برخوردار هستند. مساحت ساختارهای شهری و صنعتی در این محدوده ۲۷۶۴ هکتار (۱۲/۳ درصد) می‌باشد (جدول ۳).

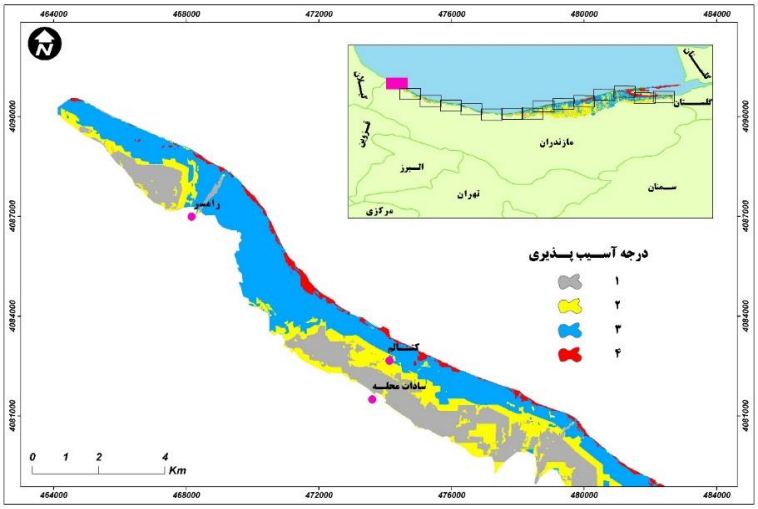
جدول ۳: درصد و مساحت کاربری‌ها در محدوده‌های حائل اولیه و ثانویه استان مازندران

نوع کاربری	توضیحات	مساحت در محدوده حائل اولیه		مساحت در محدوده حائل ثانویه	
		هکتار	درصد	هکتار	درصد
ساختارهای شهری و صنعتی	مناطق مسکونی، واحدهای صنعتی، سد، موج شکن و مناطق برداشت زمین	۲۷۶۳,۸	۱۲,۳	۱۵۰۵,۳۴	۷,۸۵
کشاورزی	کشاورزی آبی، استخرهای پرورش ماهی، کشتاب ورزی ها	۵۲۳۲,۲	۲۳,۲	۹۶۴۴,۹۱	۵۰,۳۱
باغ	مناطقی که باغ و مرتع جنگل به صورت ترکیبی وجود دارند	۲۹۵۷,۳	۱۳,۱	۱۷۰۶	۸,۹
ساختارهای طبیعی	تپه‌های ماسه‌ای، بستر رودخانه‌ها، تالاب، زمین‌های شور دارای پوشش گیاهی و یا فاقد آن	۸۰۴۵	۳۵,۷	۳۸۴۹,۴۴	۲۰
مرتع	مرتع متراکم، نیمه متراکم و کم تراکم	۵۷۵,۱	۲,۶	۱۱۲۳,۳۵	۵,۸۶
جنگل	جنگل متراکم، نیمه مرتاکم و کم تراکم	۲۹۵۶,۰	۱۳,۱	۱۳۴۱,۰۲	۷

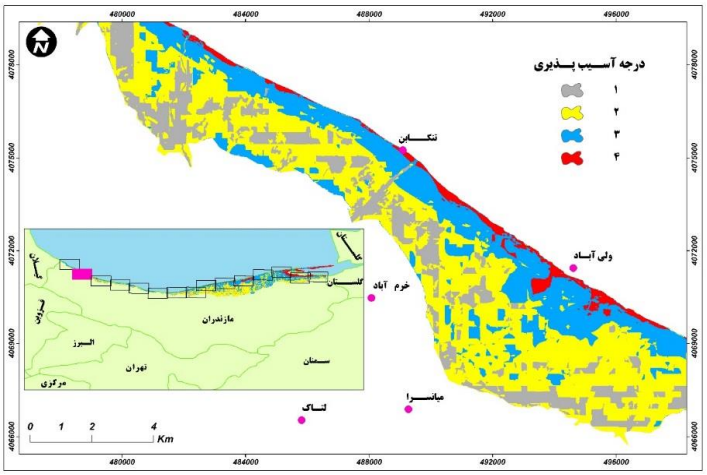
در محدوده حریم عمودی ثانویه استان مازندران (تراز ارتفاعی ۲۴/۷- تا ۲۳/۵- متر)، کاربری‌های زراعی با ۹۶۴۴ هکتار غالب می‌شوند و بیش‌ترین مساحت را در میان اراضی واقع شده در این محدوده دارند (۵۰ درصد از کل اراضی محدوده حائل ثانویه). پس از آن ساختارهای طبیعی با ۳۸۴۹ هکتار مساحت، ۲۰ درصد از پهنه‌های محدوده ثانویه را به خود اختصاص داده‌اند. مساحت ساختارهای شهری و صنعتی در این محدوده ۱۵۰۵ هکتار است که ۷/۸۵ درصد از کل اراضی قرار گرفته در این حریم را به خود اختصاص داده است. اراضی باغی با ۱۷۰۶ هکتار مساحت، ۸/۹ درصد از اراضی حریم ثانویه استان را دربر گرفته است. لازم به توجه است که اختصاص فاصله افقی برای استخراج حریم دریا در نوار ساحلی با توجه به ناهمگونی شیب و تراز ارتفاعی خشکی، وضعیت‌های متفاوتی پدید می‌آورد. در مجموع، ۲۲۵۳۰ هکتار از اراضی استان مازندران در محدوده میان خط ساحل سال ۱۳۸۹ تا تراز ۲۴/۷- متر قرار گرفته است (حریم حائل اولیه)؛ حریم حائل ثانویه از تراز ۲۴/۷- متر تا ۲۳/۵- متر حدود ۱۹۱۷۰ هکتار از اراضی استان را دربرگرفته است. جدول ۳ مساحت پراکنش هر کدام از کاربری‌ها را در حریم‌های تعیین شده اولیه و ثانویه برای استان مازندران نشان می‌دهد. بررسی وضعیت ارتفاعی زمین‌های واقع در محدوده حریم قانونی نشان داد که متوسط ارتفاع اراضی واقع در دهستان خیرود کنار در محدوده حریم قانونی بیش از ۲۳/۵- متر، دهستان بلده کجور در محدوده ارتفاعی ۲۵/۵- تا ۲۴/۵- متر، دهستان-های باریک‌رود، بابلرود، چهل شهید، دابوی شمالی، هزارپی شمالی و کلارآباد در محدوده ارتفاعی

۲۵/۵- تا ۲۶/۵- متر، دهستان‌های بهنمیر، میان‌کاله، میان‌دورود بزرگ، لاریم، اهلمرستاق شمالی و کلارآباد در محدوده ارتفاعی ۲۶/۶- تا ۲۷/۵- متر و دهستان‌های امامزاده عبدالله و قره طغان در محدوده ارتفاعی پایین‌تر از ۲۷/۵- متر قرار گرفته است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که ۴ آبادی با جمعیت ساکن ۵۱۶ نفر تا محدوده تراز ۲۴/۷- متر قرار گرفته است؛ مجتمع مسکونی شهید رجایی (۴۵۰ نفر) پرجمعیت‌ترین آن‌هاست. در محدوده تراز ارتفاعی ۲۴/۷- متر تا تراز ۲۳/۵- متر نیز ۱۷ آبادی و ۴ صیدگاه با جمعیتی بالغ بر ۷۷۱۹ نفر قرار گرفته است؛ آبادی‌های ولی‌آباد (۲۱۹۱ نفر) و بنه‌کار (۱۰۶۸ نفر) پرجمعیت‌ترین آن‌ها هستند. بررسی وضعیت جاده اصلی ممتد با نوار ساحلی نشان می‌دهد که ۳ کیلومتر از طول جاده تا تراز ارتفاعی ۲۴/۷- متر قرار گرفته است.

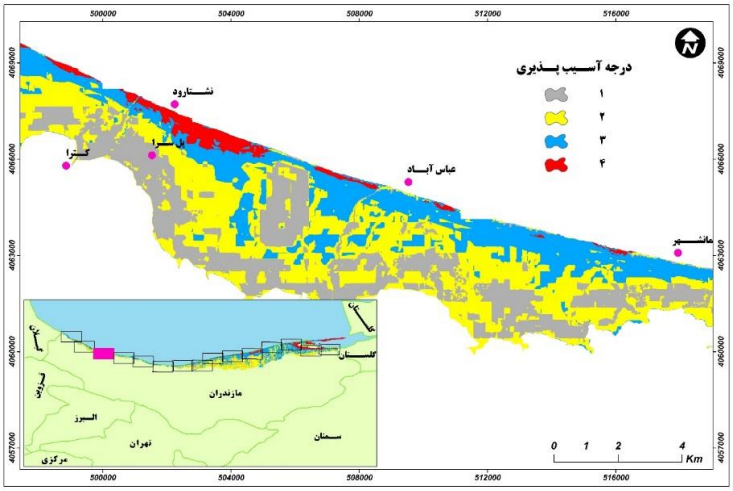
بیش‌ترین طول آن در دهستان رودپی شمالی (۹۵۵ متر) و کم‌ترین آن در دهستان اهلمرستاق شمالی (۱۵ متر) است. طول جاده فوق تا تراز ارتفاعی ۲۳/۵- متر حدود ۸ کیلومتر می‌باشد که بیش‌ترین آن در دهستان گلیجان (۳ کیلومتر) و کم‌ترین آن در دهستان میان‌کاله (۲۰ متر) قرار دارد. البته متفاوت بودن طول تا حد زیادی به دهستان‌ها بستگی دارد. نتایج حاصل از تهیه نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران در ۱۵ شیت نقشه با مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ در چهار طبقه آسیب‌پذیری تهیه گردید. معیار تعیین حریم افقی در تهیه این نقشه بر پایه متوسط فاصله مناطق بسیار آسیب‌پذیر تا تراز ۲۳/۵- متر است. شکل‌های ۲ تا ۱۶ نقشه‌های نهایی آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای دو شاخص آسیب‌پذیری طبیعی و انسان منشاء می‌باشند.



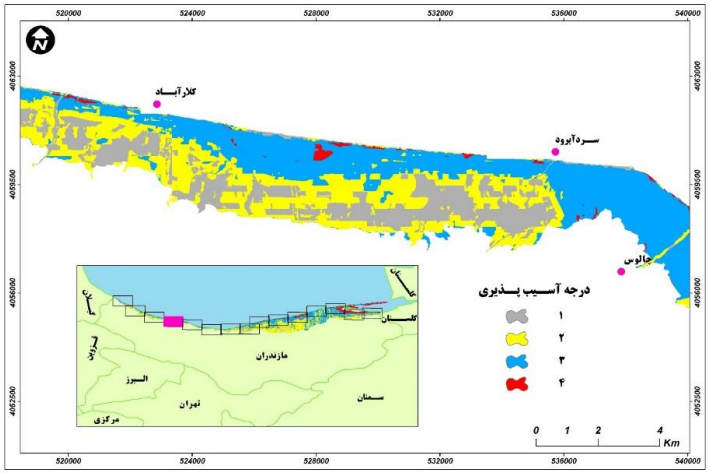
شکل ۲: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه رامسر)



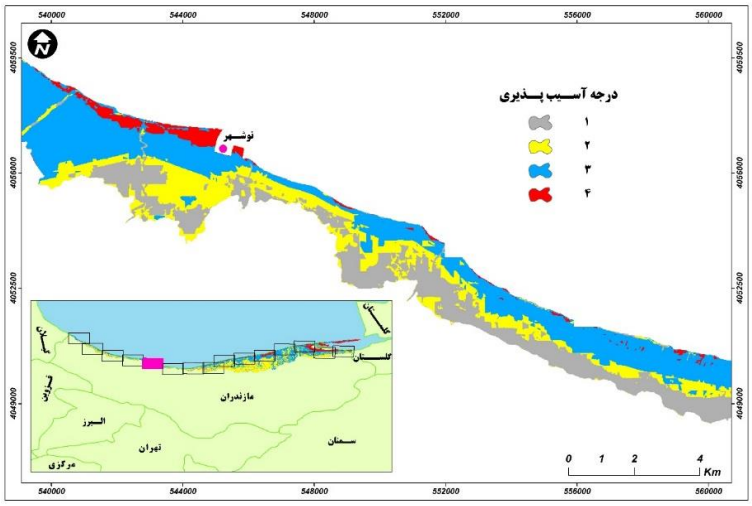
شکل ۳: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه تنکابن)



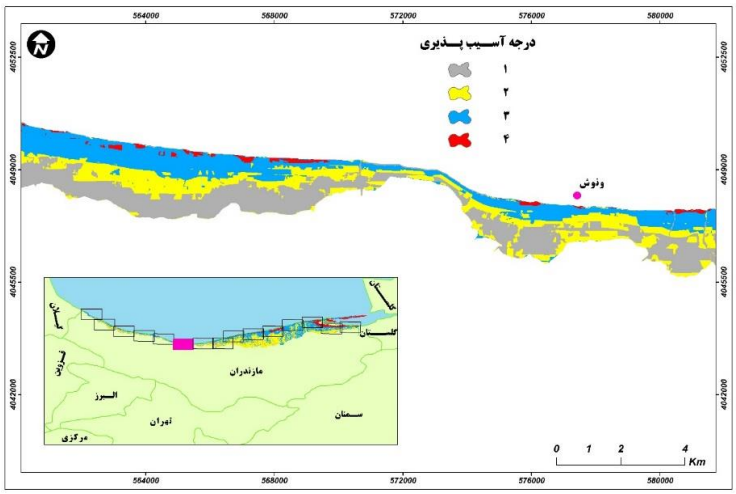
شکل ۴: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه نشتارود)



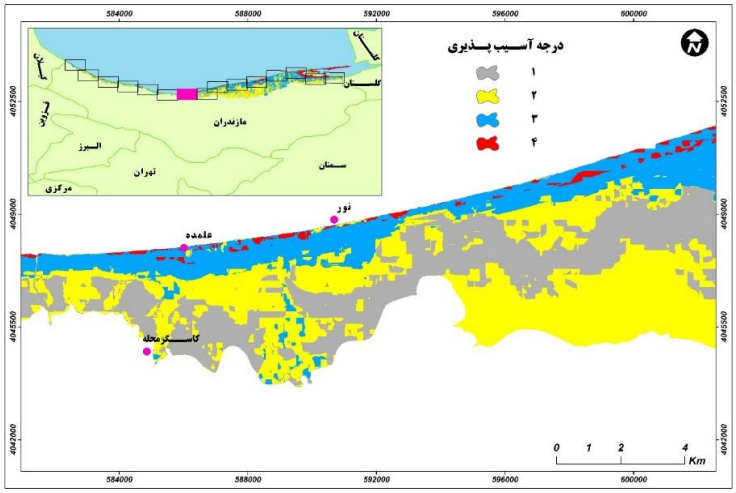
شکل ۵: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه چالوس)



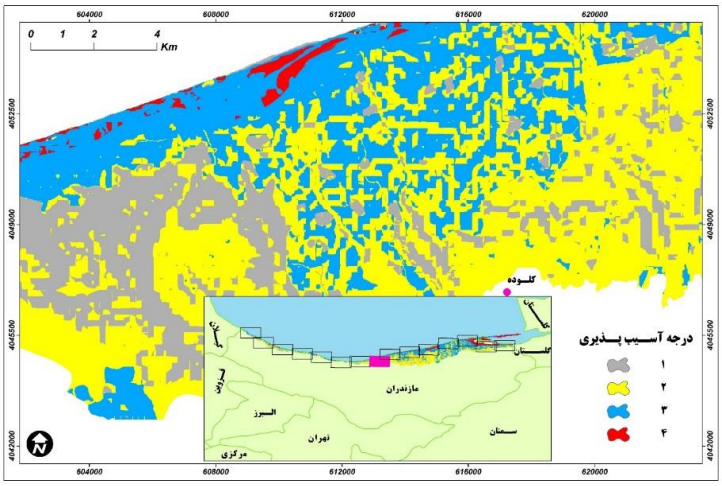
شکل ۶: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه نوشهر)



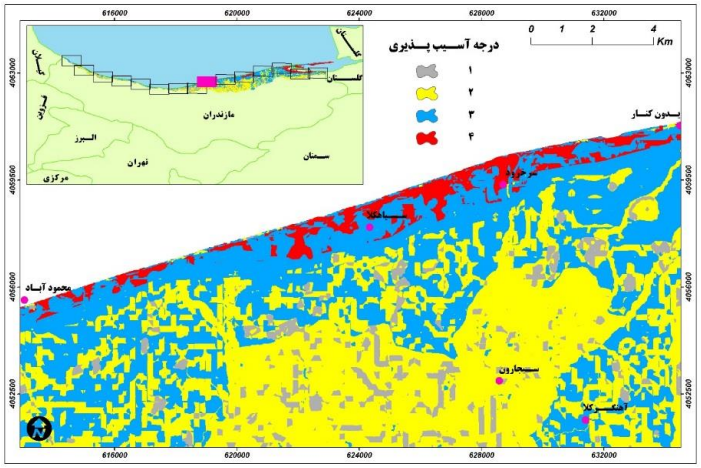
شکل ۷: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه ونوش)



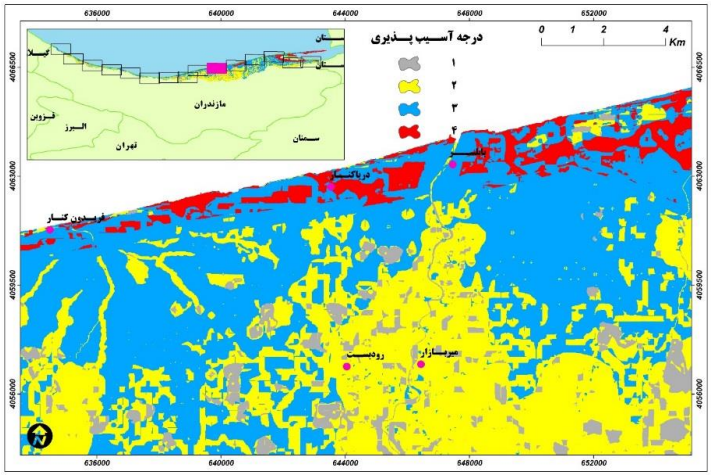
شکل ۸: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه نور)



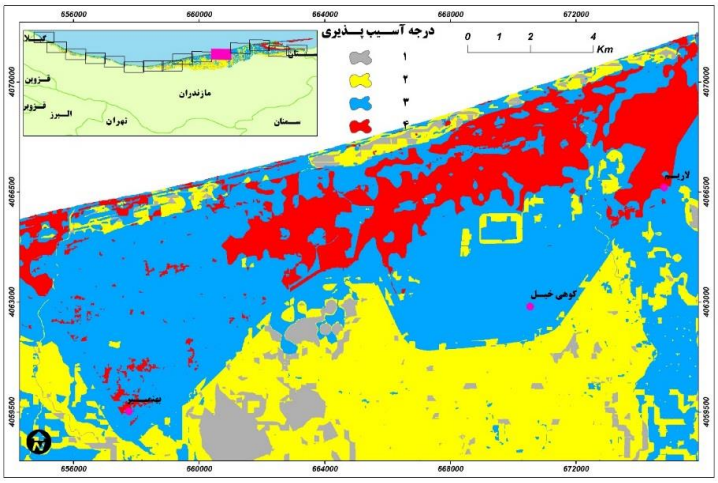
شکل ۹: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه کلوده)



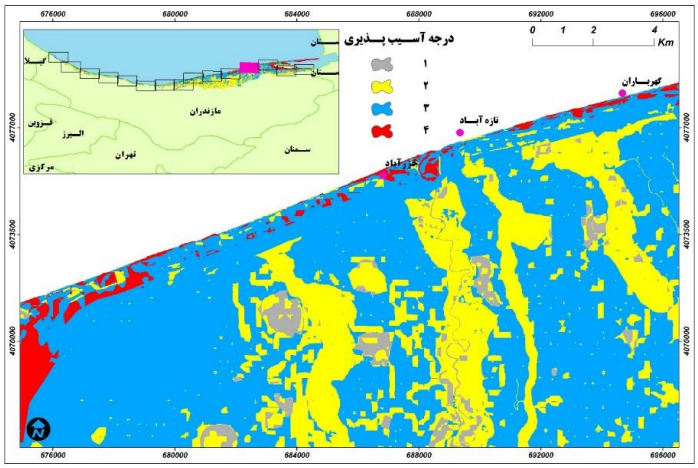
شکل ۱۰: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه محمودآباد)



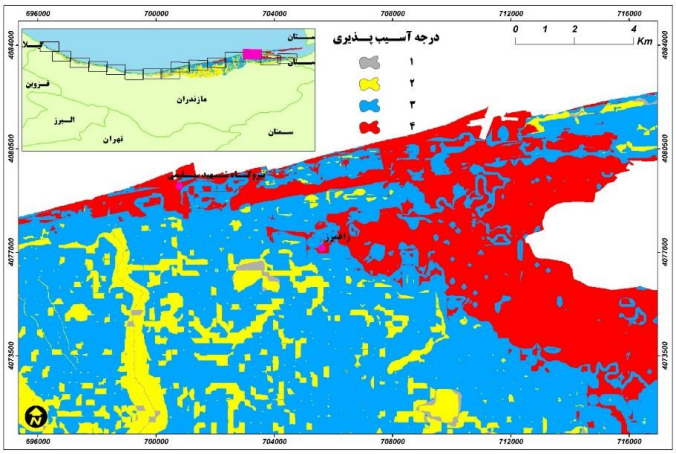
شکل ۱۱: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه بابلسر)



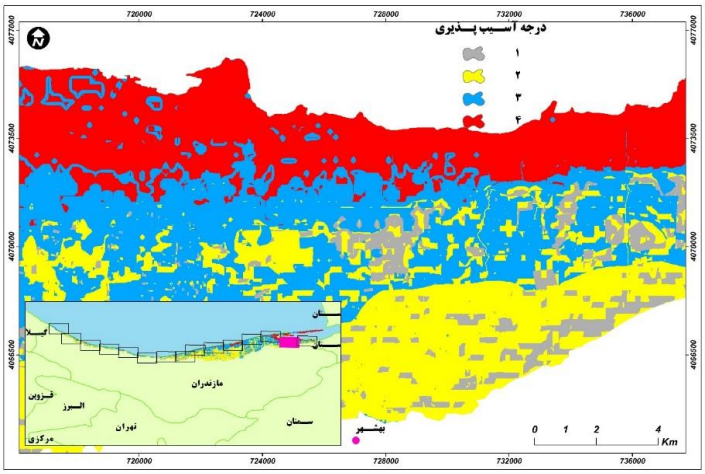
شکل ۱۲: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه بهنمیر)



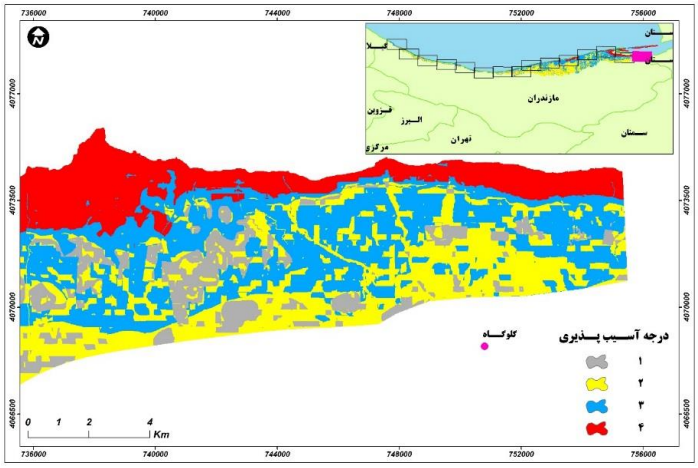
شکل ۱۳: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه خزرآباد)



شکل ۱۴: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه امیرآباد)



شکل ۱۵: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه بهشهر)



شکل ۱۶: نقشه آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران بر مبنای شاخص CVI (منطقه گلوگاه)

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده، جای هیچ شکی نیست که محدوده حریم قانونی عملاً کارایی خود را از دست داده و ضرورت بازنگری در آن حتمی است. به‌علاوه، بر طبق اصول اولیه مدیریت یکپارچه سواحل، تعیین محدوده فعل و انفعالات بالقوه ناشی از بالا آمدگی آب و مشخص نمودن آن به‌عنوان منابع عام که دخل و تصرف عمومی در آن ممنوع باشد، جزء ضروریات است و در طرح‌ریزی راهبردی که بهترین نوع توسعه بر پایه اصول توسعه پایدار و همگام با طبیعت است، لازم می‌باشد. متأسفانه هجوم فعالیت‌های انسانی در سواحل شمال کشور در کنار قابلیت‌های فراوان منطقه ساحلی برای رشد و توسعه، سبب شده است که تصمیم‌گیری در خصوص اجرایی نمودن مفاد قانونی در خصوص پاکسازی حریم دریا در چالشی بین سود و زیان متوقف گردد (سعید صبائی و همکاران، ۱۳۹۱). هدف از تعیین حریم و بررسی آسیب‌پذیری سواحل استان مازندران در برابر نوسانات تراز آب دریا، تنها حفظ امنیت کاربری‌های ناحیه ساحلی و نیز فراهم آوردن انجام

فرآیندهای ساحلی نیست. حفظ ارزش‌های تفریحی، تفرجی و زیبایی‌شناسی ساحلی به‌عنوان یکی از پیامدهای تعیین حریم در نواحی ساحلی بسیار مورد توجه است، تا آنجا که به حفظ و نگهداری شخصیت، به‌عنوان یکی از ضوابط طرح‌های بهسازی و نوسازی سواحل تأکید فراوان شده است. منظور از حفظ و نگهداری شخصیت در نواحی ساحلی برقراری هماهنگی بین کاربری‌های مجاور ساحل و وضعیت طبیعی ناحیه ساحلی است، تا آنجا که در ضوابط فوق تأکید می‌شود که بناهای موجود در ناحیه ساحلی که مغایر با روحیه ساحل هستند، می‌باید بتدریج حذف شوند و در مقابل، دیدهای منتهی به دریا و ساحل از داخل شهر باید حفظ و تقویت گردد. در این مطالعه، دو رویکرد تعیین مناطق آسیب‌پذیر سواحل استان مازندارن در برابر نوسانات تراز آب دریای خزر بر مبنای تعیین حریم‌های اولیه (اراضی تا تراز ۲۴/۷- متر) و ثانویه (تراز ۲۴/۷- تا ۲۳/۵- متر) و تعیین حریم دریای خزر در کرانه ساحلی استان مازندارن بر مبنای حداکثر تراز آب دریا در سال ۱۳۴۲ دنبال گردید. برای دست‌یابی به شاخص آسیب‌پذیری منطقه ساحلی استان مازندران، پنج متغیر در قالب دو زیر شاخص طبیعی (NCVI) و انسان منشاء (HCVI) به‌کار گرفته شد. متغیرهای موردنظر با توجه به مراجع یاد شده و هدف مطالعه شامل تغییرات ارتفاع زمین، شیب، ناهمواری‌های ساحلی کاربری اراضی و دوری و نزدیکی از جاده بودند که سه متغیر اول در تهیه نقشه زیر شاخص NCVI و دو متغیر دیگر در تهیه نقشه HCVI استفاده شدند. تعیین حریم‌های حائل اولیه و ثانویه در استان مازندران نشان از آن دارد که در محدوده خط ساحل سال ۱۳۸۹ تا تراز ۲۴/۷- متر (حریم حائل اولیه)، بیش‌ترین کاربری اراضی به ساختارهای طبیعی، زراعی و باغی اختصاص دارد؛ ساختارهای طبیعی با ۸۰۴۵ هکتار بیش‌ترین مساحت را دارند که معادل ۳۵/۷ درصد از مجموع اراضی واقع شده در محدوده حائل اولیه را شامل می‌شوند. در محدوده حریم عمودی ثانویه استان مازندران (تراز ارتفاعی ۲۴/۷- تا ۲۳/۵- متر)، کاربری‌های زراعی با ۹۶۴۴ هکتار غالب می‌شوند و بیش‌ترین مساحت را در میان اراضی واقع شده در این محدوده دارند (۵۰ درصد از کل اراضی محدوده حائل ثانویه). پس از پیاده‌سازی سناریوهای بحرانی دریای خزر در استان مازندران، مشخص شد که بخش زیادی از مساحت اراضی مورد مطالعه در محدوده‌های آسیب‌پذیر از نظر شاخص‌های ژئومورفیک ساحلی (محدوده تراز ۲۴/۷- و نیز ۲۳/۵- متر) قرار دارند. بنابراین چشم‌پوشی بر بحرانی و پر خطر بودن این محدوده‌ها و در پیش گرفتن شرایط فعلی هوشمندانه نیست (سعید صبائی و همکاران، ۱۳۹۱). با در نظر گرفتن این موارد و با تکیه بر نتایج پژوهش حاضر، پیشنهادهایی در ارتباط با نحوه تعامل با تأثیر شاخص‌های ژئومورفیک بر ساخت و ساز ساحلی در منطقه مطالعاتی و همچنین در سایر بخش‌های سواحل شمالی کشور ارائه می‌گردد.

الف) پیشنهاد می‌شود تراز ۲۴/۷- متر (محدوده حایل اولیه)، به عنوان محدوده بحرانی بالا آمدن آب دریای خزر در نظر گرفته شود و ملاحظات قانونی برای اعلام این تراز به عنوان حریم جدید قانونی دریا توسط دستگاه‌های زیربط در دستور کار قرار گیرد.

ب) با توجه به نتایج بدست آمده ضروری است نسبت به ساماندهی برخی فعالیت‌های انسانی در محدوده دریا تا خط هم ارتفاع ۲۴/۷- متر اقدام شود و پیشنهاد می‌شود فعالیت‌هایی از جمله احداث کارخانه، دفع پسماندهای شهری، حفر

چاه‌های عمیق، برداشت شن و ماسه به طور کلی ممنوع اعلام شده و ساختارهایی از این قبیل بتدریج به محدوده‌ای خارج از این مناطق انتقال یابد.

ج) پیشنهاد می‌شود ساختارهای زیربنایی و اصلی در جهت رو به دریای جاده‌ها احداث نشود. حفظ ارزش‌های تفریحی و زیبایی شناختی ساحل به عنوان یکی از پیامدهای تعیین حریم در نواحی ساحلی بسیار مورد توجه است تا آنجا که به حفظ و نگهداری (شخصیت) به عنوان یکی از ضوابط طرح‌های بهسازی و نوسازی سواحل تأکید فراوان شده است.

د) همچنین پیشنهاد می‌شود مدیریت محدوده افقی در هر بخش ساحل بر پایه ویژگی‌های غالب آن از نظر پارامترهای دخیل در تعیین آن یعنی ارتفاع، کاربری اراضی، شکل زمین و فاصله مدیریتی از ساحل باشد.

منابع

-سعید صبائی، م.، دانه‌کار، ا. و درویش صفت، ع. ا.، ۱۳۹۰. بازبینی حریم قانونی سواحل دریای خزر به سبب تغییرات تراز آب دریا مطالعه نمونه: گیلان، آمایش سرزمین، سال سوم، شماره چهارم، ص ۱۳۶-۱۱۵.

-سعید صبائی، م.، دانه‌کار، ا.، درویش صفت، ع. ا.، قانقرمه، ع. و آزرم دل، ح.، ۱۳۹۱. معرفی حریم توسعه در سواحل جنوبی دریای خزر مطالعه موردی: استان مازندران، نشریه محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۵، شماره ۲، ص ۲۰۵-۲۲۲.

-عبدالهی، ع.، ۱۳۸۵. دینامیک دریای خزر طی دوره هولوسن و نقش آن در تغییرات خط ساحلی محدوده ساحلی شرق دریای خزر، سازمان بنادر و کشتیرانی، معاونت فنی و مهندسی اداره کل مهندسی سواحل و بنادر، ۱۳۵ ص.

-عمونیا، ح.، ۱۳۹۰. تأثیر تغییرات سطح آب دریا در ژئومورفولوژی و نقش آن در مدیریت خط ساحلی دریای خزر (مطالعه موردی: خط ساحلی از بابلرود تا تالار)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ۱۵۸ ص.

-قانقرمه، ع.، ۱۳۸۸. گزارش نوسانات سطح تراز آب دریای خزر، مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر، گزارش داخلی، ۱۴۶ ص.

-قانقرمه، ع. و ملک، ج.، ۱۳۸۴. همزیستی مسالمت‌آمیز با نوسانات آب دریای خزر به منظور توسعه پایدار سواحل ایران (مطالعه موردی: ساحل جنوب‌شرقی)، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۴، ص ۱-۱۱.

-Aboudha, P.A. and Woodroff, C.D., 2006. International assessment of the vulnerability of the coastal zone to climate change, Including an Australian perspective, Australian greenhouse office, Department of the environment and heritage: School of earth and environmental sciences, University of Wollongong, Australia, 67 p.

-Adger, N.W., Brooks, N., Kelly, M., Bentham, G. and Eriksen, S., 2004. New indicators of vulnerability and adoptive capacity, Tyndall Centre technical (See also http://www.tyndall.ac.uk/research/theme3/final_reports), 234 p.

-Diaconescu, C. and Knapp, J.H., 2001. South Caspian basin: A natural laboratory for sea level change and hydrology stability: Earth system processes - Global meeting (June, 24-28, 2001), 342 p.

-Escourou, G., 1991. Le climat et laville Nalhan, 190 p.
-Firoozfar, A., Edward, N. and Bromhead, A.P., 2012. Caspian Sea level change impact regional seismicity: Journal of Great lakes research, v. 38(4), p. 667-672.
-Firoozfar, A., Edward, N. and Bromhead, A.P., 2012. Caspian Sea level change impact regional seismicity: Journal of Great lakes research, v. 38(4), p. 667-672.
-Gornitz, V.M., Daniels, R.C., White, T.W. and Birdwell, K.R., 1994. The development of a coastal risk assessment database: Vulnerability to sea-level rise in the U.S. Southwest: Journal of coastal research, Special Issue, v. 12, p. 327-338.
-Guigo, M., 1991. Gestion de Environment ET Etude dl Impact, Masson Paris, 211 p.
-Haines, P.E., 2005. Determining appropriate setbacks for future development around ICOLLS, 14th NSW Coastal conference, Narooma, 543 p.
-Henderson, A., 1991. Policy Advice on Greenhouse Induced Climatic Change: Progress in Physical Geography, p. 15-53.
-Kakroodi, A.A., Krooneberg, S.B., Hoogendoorn, R.M., Mohaammad khani, H., Yamani, M. and Ghasemi, R., 2012. Rapid Holocene sea level changes along the Iranian Caspian coast: Journal of Quaternary, international, v. 263, p. 93-103.
-Lahijani, H., Rahimpour-Bonab, H., Tavakoli, V. and Hosseindoost, M., 2007. Evidence for late Holocene Highstands in Central Guilan-East Mazanderan, South Caspian coast, Iran: Journal of Quaternary International, v. 197(1-2), p. 55-71.
-McLaughlin, S., McKenna, J. and Cooper, J.A.G., 2002. Socio-economic data in coastal vulnerability indices: Constraints and opportunities: Journal of coastal research, Special Issue, v. 36, p. 487-497.
-Pacione, M., 1990. Conceptual Issues in Applied Urban Geography: SOC. Geography, 81 p.
-Program International Man and Biosphere, 1970. UNESCO, 253 p.
-Szlafstein, C.F., 2005. Climate change, sea-level rise and coastal natural hazards: A GIS-based vulnerability assessment, State of Para, Brazil: Human security and climate change an international workshop Asker near Oslo, 143 p.
-Thieler, E.R. and Hammar-klose, E.S., 1999. National assessment of coastal vulnerability to sea level rise: preliminary results for the US Atlantic coast, US Department of the interior, US geology survey, 287 p.
-Vali-khodjeini, A., 1991. Hydrology of the Caspian Sea and its problems: Proceedings of the Vienna symposium, August 1991, 367 p.
-Wicherek, S., 1993. Land Erosion in Temperate Plains and Hills Environment: Elsevier, 43 p.