پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال دوم، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۲
صص. ۱۱۸-۹۹

طبقه‌بندی مورفولوژیکی خط‌هوشمند ساحلی در راستای مدیریت یکپارچهٔ مناطق ساحلی (پژوهش موردی: از نوشهر تا بابلسر)

عزتا... قنواتی* ـ دانشیار دانشکدهٔ علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی
رضا منصوری ـ کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۱۲/۱۵ تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۰۴/۱۳

چکیده

هر دانشی موضوعات مورد پژوهش خود را به‌منظور شناخت بهتر و سهولت در امر پژوهش، طبقه‌بندی می‌کند. با توجه به اینکه تمام فعالیت‌های انسان اعم از اقتصادی ـ اجتماعی، توسعه‌ای و غیره، روی سطح زمین انجام می‌شود و این سطح از لندفرم‌هایی تشکیل شده که موضوع مورد پژوهش ژئومورفولوژی است، بنابراین ضرورت مطالعه، شناخت و طبقه‌بندی این لندفرم‌ها، گام نخست برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچهٔ محیط و به‌ویژه مناطق ساحلی است. هدف این پژوهش بررسی و طبقه‌بندی لندفرم‌های سواحل نوشهر تا بابلسر به روش خط هوشمند ساحلی است. خط هوشمند، نقشه‌ای خطی است که خط ساحل را نمایش می‌دهد و با توجه به تغییر ویژگی لندفرم‌های ساحلی، به بخش‌هایی تقسیم می‌شود. هر بخشِ جداگانهٔ خط ساحلی، شامل مجموعه‌ای از ویژگی‌های بخش مورد نظر است. این منطقه در راستای عرض جغرافیایی "۵۵ '۱۸ °۳۶ تا "۰۰ '۴۴ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی "۰۰ '۳۰ °۵۱ تا "۰۰ '۴۵ °۵۲ خاوری با مساحتی در حدود ۲۰۶۸/۵۷ کیلومتر مربع قرار گرفته است. در این راستا از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، کاربری‌زمین، تصاویر ماهواره‌ای Landsat & IRS در محیط سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و نیز، بازدیدهای میدانی استفاده شده است. یافته‌های پژوهش نشانگر این است که کرانه‌های منطقهٔ مورد پژوهش را می‌توان در پنج کلاسِ کرانه‌های ماسه‌ای، کرانه‌های ماسه‌ای با کاربری مسکونی، کرانه‌های ریگی، دهانهٔ رودخانه‌ها و تأسیسات انسانی (مانند بندر، موج‌شکن و غیره) طبقه‌بندی کرد. در این بین گسترده‌ترین لندفرم، کرانه‌های ماسه‌ای است که به‌طور چشمگیری در منطقه وجود دارد. با توجه به پست بودن و شیب کم این کرانه‌ها و نیز اینکه این مناطق از مراکز پرجمعیت کشور شمرده می‌شوند، در برابر تغییر اقلیم و بالاآمدن تراز دریا که برای دههٔ آینده پیش‌بینی‌شده، در معرض خطر قرار می‌گیرند. بنابراین بایستی در مدیریت این مناطق به این مسئله توجه ویژه کرد.

کلیدواژه‌ها: خط‌هوشمند ساحلی، دریای کاسپین، ژئومورفولوژی ساحلی، مدیریت مناطق ساحلی.

---

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۸۴۱۳۲۱ E-mail:Ezghanavati@yahoo.com

مقدمه

سواحل جزئی از سیستم زمین هستند که اکثریت انسان‌ها آن را برای محل سکونت خود برمی‌گزینند، به‌طوری که حدود ۶۰ درصد از جوامع در مناطق ساحلی زندگی می‌کنند (کراک نل، ۱۹۹۹). به بیان دیگر، بیش از نیمی از جمعیت جهان در نوار ۶۰ کیلومتری از خط کرانه‌ای استقرار یافته‌اند (رامی‌یر و همکاران، ۲۰۱۱). کمابیش نیمی از جمعیت ایالات متحده، در یکی از ۴۵۱ شهرستان ساحلی زندگی می‌کنند و این روند مشابه در بیشتر کشورهای ساحلی دیگر دیده می‌شود (داگلاس، ۲۰۰۲، به نقل از قنواتی، ضیاییان فیروزآبادی، جنگی و خسروی، ۲۰۰۸). محیط‌های ساحلی از حساس‌ترین سیستم‌های محیطی به‌شمار می‌روند که تحت تأثیر فرایندهای هیدرودینامیکی حاکم، تغییر و تحول در آنها نسبتاً سریع بوده و شاید از این نظر قابل مقایسه با سایر سیستم‌های ژئومورفولوژی نباشند (یمانی و نوحه‌گر، ۱۳۸۵: ۶). به‌گفتهٔ دیگر، خطوط ساحلی دنیا با درازای بیش از ۴۴۰۰۰۰ کیلومتر، یکی از پویاترین محیط‌های طبیعی را نشان می‌دهند و یکی از مهم‌ترین زمینه‌های اعمال متقابل فعالیت انسان و فرایندهای جغرافیایی را عرضه می‌کنند (گودرزی‌نژاد، ۱۳۷۸)، از این لحاظ خط ساحلی که مرز جداکنندهٔ دریا و خشکی است، اهمیت ویژه‌ای دارد. خوشبختانه سرزمین ما نیز از این موهبت بزرگ خدادادی برخوردار است. به‌گفتهٔ بهتر، وجود بیش از ۳۰۰۰ کیلومتر خط ساحلی در شمال و جنوب کشور (کرمی خانیکی، غریب‌رضا، عسگری، آق‌تومان، ۱۳۸۳)، لزوم بررسی و مطالعه در مورد مسائل ساحلی کشور را به امری پرهیزناپذیر بدل کرده است. سواحل به روش‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند و تا کنون طبقه‌بندی‌های متعددی از سواحل ارائه شده است که هر یک از اعتبار و اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. این‌گونه طبقه‌بندی‌ها برحسب به‌کارگیری معیارها و عوامل مختلفی مانند، ماهیت ساحل (توصیفی)، مصرف انرژی، شمارش تعداد تضاریس خط کرانه، زمین‌ساخت و چگونگی شکل‌گیری ساحل (ژنتیکی)، ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی یا ویژگی‌های دیگر انجام گرفته است (علایی طالقانی، ۱۳۷۲). اصولاً در تمام نقشه‌ها با مقیاس‌های کوچک و بزرگ، سواحل با خطی مشخص شده‌اند که خشکی را از آب جدا می‌کند، ولی در طبیعت، سواحل روی خطوط ثابتی نیستند، بلکه یک نوار کم و بیش پهن را شکل می‌دهند و این‌گونه مرز مشخصی بین خشکی و دریا به‌وجود می‌آورند (ثروتی، ۱۳۷۸).

افزایش روند فعالیت‌های انسانی در ابعاد مختلف، مسائل و مشکلات روزافزونی را در مناطق ساحلی دنیا ایجاد کرده؛ به‌طوری که اسباب نگرانی کشورها و سازمان‌های جهانی را فراهم آورده و توجه مدیران و برنامه‌ریزان را به خود معطوف داشته است. بدین ترتیب تدوین معیارهای طبقه‌بندی و ارزیابی مناطق ساحلی، در راستای اصل توسعهٔ پایدار و بهره‌برداری بهینه از پتانسیل‌های موجود در این مناطق است. طی سال‌های اخیر، بسیاری از سازمان‌ها، کنوانسیون‌ها و کنفرانس‌های بین‌المللی، لزوم انجام برنامه‌هایی برای شناسایی، طبقه‌بندی، معرفی و حفاظت از مناطق ویژه و حساس ساحلی را مورد تأکید قرار داده‌اند و این امر، در سطح جهانی و منطقه‌ای جایگاه ویژه‌ای یافته است؛ به‌طوری که در سال ۱۹۹۲، دستورکار ۲۱ کنفرانس جهانی محیط زیست در ریودوژانیرو، انگیزهٔ گسترده‌ای را در کشورها برای برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچهٔ مناطق ایجاد کرد (وزارت راه و ترابری، ۱۳۸۸). نخستین گام در مدیریت، آمایش و برنامه‌ریزی مناطق ساحلی، تعیین محدودهٔ جغرافیایی و مدیریت آن است. مناطق جغرافیایی زمین‌های ساحلی و مجاور دریا که در برنامهٔ ICZM قرار می‌گیرند، معمولاً منطقهٔ ساحلی شمرده می‌شوند. توصیف طبیعی از منطقهٔ ساحلی عبارت است از: یک

منطقهٔ انتقالی پویا که در آنجا خشکی و دریا با هم در کنش بوده و هر دو ناحیهٔ سمت خشکی و سمت آبهای نزدیک ساحل را دربرمی‌گیرد. خط ساحلی در حقیقت فصل مشترکی است که خشکی، دریا و هوا را به هم پیوند داده و محیطی بسیار پویا را تشکیل می‌دهد که در آنجا ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پیوسته تغییر می‌کنند و گاهی اوقات تغییرات چشمگیری در نیمرخ خط ساحلی ایجاد می‌کنند. صخره‌ها، تلماسه‌ها، سواحل سنگی جزر و مدی، سواحل لجنی و ماسه‌ای، دهانهٔ رودخانه‌ها، خلیج‌های کوچک و خورها، همه عوارض و لندفرم‌های مناطق ساحلی محسوب می‌شوند. با توجه به اینکه انسان و تمام فعالیت‌های او، اعم از اقتصادی ـ اجتماعی، توسعه‌ای و... روی سطح زمین انجام می‌شود و سطح زمین را عوارض و لندفرم‌هایی پوشانده که موضوع مورد مطالعهٔ دانش ژئومورفولوژی است، بنابراین ضرورت شناخت و مطالعهٔ این عوارض و لندفرم‌ها، گام نخست برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچهٔ محیط و به‌ویژه مناطق ساحلی محسوب می‌شود. به‌طور طبیعی هر دانشی برای شناخت بهتر و مناسب‌تر موضوعات، ابتدا آن را به‌منظور سهولت در مطالعه، به طبقات یا بخش‌های مختلفی تقسیم‌بندی می‌کند. به همین دلیل باید در گام نخست مدیریت محیط و به‌ویژه مناطق ساحلی، بستر طبیعی منطقه، یعنی عوارض و لندفرم‌های تشکیل‌دهندهٔ سطح زمین به‌طور علمی و منطقی شناسایی و طبقه‌بندی شوند. شایان ذکر است که به‌سبب رشد فزایندهٔ جمعیت در نواحی ساحلی، این نواحی حساس شکننده‌تر شده‌اند. با توجه به شکننده‌بودن محیط‌های ساحلی و ضرورت استفادهٔ بهینه از منابع و توانمندی‌های این مناطق حساس، بدیهی است که مدیریت منطقی و یکپارچهٔ محیط در مناطق ساحلی اهمیت بیشتری می‌یابد و امری ضروری به نظر می‌رسد. از این رو بهبود سیاست‌های مدیریتی، به‌منظور بهبود وضعیت موجود و استفادهٔ بهینه از این‌گونه مناطق، باید در دستور کار قرار گیرد. یکی از مراحل اصلی مدیریت بهینهٔ مناطق ساحلی، طبقه‌بندی یکپارچهٔ سواحل است و در این راستا پژوهش پیش رو با هدف طبقه‌بندی مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلیِ کرانه‌های استان مازندران (از نوشهر تا بابلسر) انجام گرفته است.

کرانهٔ پهنه‌های آبی، یکی از زمینه‌های پژوهشی دانش ژئومورفولوژی است که به بررسی و مطالعه در مورد ماهیت، چگونگی شکل‌گیری و تکامل عوارض و لندفرم‌های سطح کرهٔ زمین می‌پردازد و از جنبه‌های گوناگون حائز اهمیت فراوانی هستند. اهمیت این موضوع از دیرباز توجه بسیاری از دانشمندان و از جمله ژئومورفولوژیست‌ها را به خود جلب کرده است؛ به‌طوری که در دو سدهٔ گذشته مطالعات و بررسی‌های فراوانی در زمینهٔ مسائل گوناگون این مناطق انجام گرفته که یکی از این موارد، طبقه‌بندی سواحل است. طی دهه‌های اخیر، طبقه‌بندی‌های گوناگون و مفیدی از سواحل ارائه شده است که پژوهشگران در برخی موارد آن را توسعه داده یا تکمیل کرده‌اند. در هریک از طبقه‌بندی‌های صورت‌گرفته از سواحل، معیارها، ملاک‌ها و ویژگی‌های خاصی مد نظر بوده است، اما به‌طور کلی می‌توان روش‌های گوناگون طبقه‌بندی را در دو گروه بزرگ، یعنی طبقه‌بندی ژنتیکی و توصیفی جای داد. در طبقه‌بندی‌های ژنتیکی به منشأ و عوامل به‌وجود آورنده ساحل توجه شده، در حالی‌که در طبقه‌بندی‌های توصیفی، وضعیت ظاهری موجود مورد توجه قرار گرفته است.

در جهان پژوهش‌های متعددی در زمینهٔ طبقه‌بندی سواحل انجام گرفته، اما متأسفانه در ایران توجه کمتری به مناطق ساحلی و طبقه‌بندی آنها شده است و در این بخش به برخی از آنها اشاره می‌شود.

کرمی‌خانیکی و همکاران (۱۳۸۲) در یک طرح پژوهشی کلیهٔ خصوصیات مناطق ساحلی کشور مانند، خصوصیات هیدرودینامیکی، زمین‌شناسی، خصوصیات اقلیمی، کاربری زمین، ویژگی‌های خاک‌شناسی و... را گردآوری و این اطلاعات را با عنوان «بانک اطلاعات ساحلی ایران» در قالب یک نرم‌افزار رایانه‌ای ارائه کرده‌اند. همچنین نامبردگان در این پژوهش با بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای و به روش شپارد، سواحل استان خوزستان را به‌منزلهٔ مدلی برای تمام سواحل ایران طبقه‌بندی کردند.

حسین‌زاده و همکاران (۱۳۸۷) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های توپوگرافی و بررسی‌های میدانی، به شناسایی اشکال ژئومورفولوژیکی سواحل آستارا پرداخته و این منطقه را به روش شپارد طبقه‌بندی کرده‌اند. هدف اصلی پژوهش آنها شناسایی اشکال ژئومورفولوژیک منطقه و نقش فرایندهای مختلف در ایجاد آن بوده است.

خدابخش، غریب‌رضا و عسگری (۱۳۸۷) محیط‌های رسوبی ساحلی را با استفاده از تلفیق روش‌های رقومی و چشمی برای سواحل استان خوزستان تفکیک و طبقه‌بندی کردند. آنها در این پژوهش با استفاده از تصاویر TM سال ۱۹۸۸ و ETM^{+}سال ۲۰۰۰ به شناسایی، تفکیک و پهنه‌بندی محیط‌های رسوبی سواحل و تجزیه و تحلیل آن در محیط GIS پرداختند.

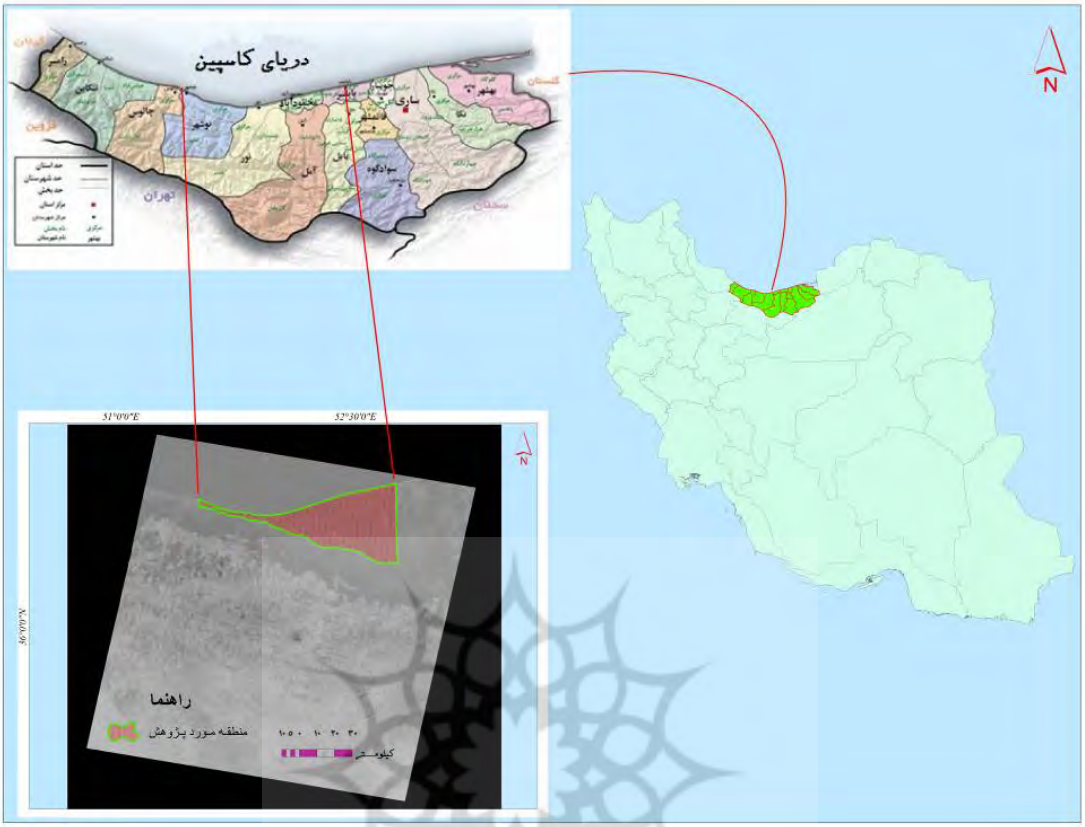
دمی‌زاده، چوپانی و حسینی‌پور (۲۰۰۶) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Aster ۲۰۰۱ و بر اساس روش شپارد، به طبقه‌بندی منابع زمین در منطقهٔ ساحلی میناب پرداختند. آنها با استفاده از روش‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای و تفسیر چشمی، لندفرم‌های ساحلی را شناسایی و با استفاده از الگوریتم خوشه‌ای (Iso Data) آنها را طبقه‌بندی کرده‌اند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که دشت‌های آبرفتی، مخروط‌های آبرفتی و دلتاها، بزرگترین واحدهای ساحلی در این منطقه هستند.

طبقه‌بندی مورفولوژیکی ساحلی در فرمت خطی را برای نخستین بار شارپلز و همکاران (۲۰۰۹– ۲۰۰۷) به‌منظور طبقه‌بندی‌کردن تمام سواحل استرالیا به‌کار گرفتند. نقشهٔ ژئومورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی در گام نخست، به‌منظور ارزیابی آسیب‌پذیری ساحلی در برابر بالا آمدن تراز آب دریا و تغییر اقلیم توسط بخش مشترک‌المنافع تغییر اقلیم و علوم زمین استرالیا[1] مورد استفاده قرار گرفته است.

موقعیت جغرافیایی منطقه ساحلی مورد پژوهش (از نوشهر تا بابلسر)

دریای خزر (کاسپین) بزرگترین پهنهٔ آبی محصور در خشکی است که کرانه‌های جنوبی آن مرز شمالی کشور را تشکیل می‌دهد و تحت تأثیر تغییرات اقلیمی و عوامل زمین‌ساختی طی کواترنر، از خط ساحلی پایداری برخوردار نبوده است (یمانی و کامرانی دلیر، ۱۳۸۹). کرانه‌های این دریا از دیرباز برای اقوام و ساکنان حاشیه‌ای آن از جنبه‌های گوناگون اهمیت فراوانی داشته است. منطقهٔ مورد پژوهش در این نوشتار، مناطق ساحلی استان مازندران از نوشهر تا بابلسر را دربرمی‌گیرد. این منطقه از لحاظ موقعیت ریاضی در راستای پهنای جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۸ دقیقه و ۵۵ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۴۴ دقیقهٔ شمالی و در راستای طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۴۵ دقیقهٔ خاوری قرار گرفته است و سواحل جنوبی دریای کاسپین را شامل می‌شود (شکل ۱).

1. Commonwealth Department of Climate Change and Geoscience Australia



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد پژوهش در سطح استان و کشور

مواد و روش‌ها

روش پژوهش در این نوشتار بر پایهٔ ترکیبی از روش‌های کتابخانه‌ای، آزمایشگاهی و بازدیدهای میدانی استوار شده است. همچنین برای طبقه‌بندیِ کرانه‌های منطقهٔ مورد پژوهش (از نوشهر تا بابلسر) کـه هـدف اصـلی ایـن پـژوهش اسـت، از مجموعه داده‌ها و اطلاعات فراوانی چون، نقشـه‌هـای توپـوگرافی ۵۰۰۰۰ : ۱، نقشـه‌هـای زمـین‌شناسـی ۱۰۰۰۰۰: ۱ و ۲۵۰۰۰۰: ۱، نقشه‌های کاربری زمین، قابلیت زمین، داده‌های رقومی، تصاویر ماهواره‌هـای Landsat سـری ETM^{+} & TM و ماهوارهٔ IRS و تصاویر ماهواره‌ای Google Earth مربوط به منطقهٔ مـورد پـژوهش در قالـب سـامانهٔ اطلاعـات جغرافیایی (ArcGIS 10) استفاده شده است.

خط هوشمند ساحلی، نقشه‌ای خطی است که خط ساحل را نمایش می‌دهد و با توجه به تغییر ویژگـی لنـدفرم‌هـای ساحلی به بخش‌هایی تقسیم می‌شود. هر بخشِ جداگانهٔ خط ساحلی، دربردارندهٔ مجموعه‌ای از ویژگی‌های تشریح‌کننـدهٔ نوع لندفرم در ارتباط با بخش مورد نظر در ساحل است. در این نوع نقشه، نه‌تنها ویژگی‌های دقیق موقعیت خـط سـاحلی ثبت می‌شود، بلکه محدودهٔ اسمی فراتر از ۵۰۰ متر به درون خشکی و به سوی دریا را نیز شامل می‌شود. بـه‌گفتـهٔ بهتـر اصطلاح خط هوشمند ساحلی، به یک نقشه در محیط سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و در فرمت خطی اشاره دارد که دریافت سریع داده‌های متنوع ساحلی را هم از نقشه‌های جدید و هم از مجموع داده‌های موجود در یک نقشـهٔ طبقـه‌بنـدی‌شـدهٔ

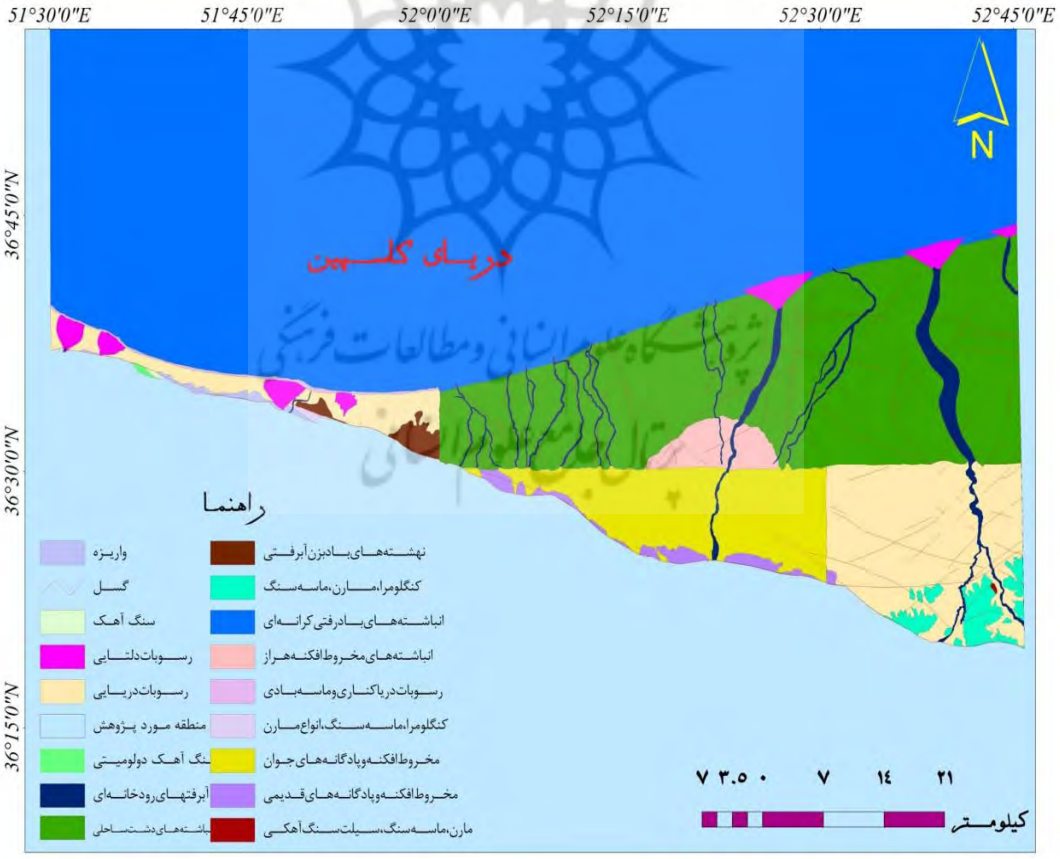
مجزا امکان‌پذیر و تحلیل آن را برای بسیاری از اهداف آسان می‌کند (شارپلز و همکاران، ۲۰۰۹– الف). درواقع خط هوشمند، علاوه‌بر اینکه خط ساحلی را به‌صورت طبقه‌بندی‌شده به نمایش می‌گذارد، از یک جدول خصوصیات توصیفی نیز برخوردار است. این جدول می‌تواند اطلاعات مهم و بی‌شماری را در مورد خط ساحلی ذخیره کند و این برتری را دارد که می‌توان با کوچکترین دگرگونی در خط ساحلی یا ویژگی‌های آن، دگرگونی صورت‌گرفته را در جدول لحاظ کرد و نقشه‌ای تازه با شرایط جدید به‌دست آورد. درواقع این فرمت، کار بهنگام‌سازی نقشه و اطلاعات آن که یکی از ضروریات هر نقشه است را به‌آسانی در محیط سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی اجرا می‌کند. به بیان دیگر، نقشهٔ مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی، نقشهٔ مفصلی از انواع لندفرم‌های ساحلی یا عوارض مورفولوژیکی است. فرمت خط هوشمند، چهارچوب مناسبی را فراهم آورده که می‌توان دامنهٔ گسترده‌ای از اطلاعات دیگر زیست‌محیطی، اجتماعی ـ اقتصادی، جمعیتی ـ انسانی، تفریحی، حقوقی، سیاسی و اطلاعات مرتبط با ساحل را به آن ضمیمه کرد. برای مثال، می‌توان پایگاه دادهٔ گسترده‌ای از اطلاعات لندفرم‌های ساحلی را از طریق یک فیلد مشترک مربوط به لندفرم، به نقشهٔ خط هوشمند ساحلی متصل کرد؛ به‌گونه‌ای که با کلیک روی لندفرم مرتبط در فیلد نقشه‌های خط هوشمند ساحلی، اطلاعات و ویژگی‌های مرتبط با آن لندفرم قابل نمایش و بهره‌برداری باشد. از آنجایی که ادغام داده‌ها از منابع بی‌شمار در فرمت خط هوشمند به‌آسانی انجام می‌گیرد، بنابراین خط هوشمند ساحلی ابزار کارآمدی است که می‌توان آن را برای مدیریت و ارزیابی یکپارچهٔ مورفولوژیکی ساحلی با هدف ارزیابی تغییرات و آسیب‌پذیری ساحلی مورد استفاده قرار داد؛ در غیر این صورت می‌بایست ارزیابی ساحلی با استفاده از صدها مجموعه دادهٔ مرتبط مورفولوژیکی با مقیاس‌های مختلف و طبقه‌بندی‌های گوناگون انجام پذیرد که این کاری بس دشوار است (شارپلز، مونت و پدرسون، ۲۰۰۹– ب).

بهره‌گیری از روش خط هوشمند ساحلی که از آن با عنوان «رویکرد خطی در مقابل آسیب‌پذیری منطقهٔ ساحلی» نیز یاد می‌شود، روشی است که شارپلز و همکاران وی طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ به‌منظور تهیه و طبقه‌بندی نقشهٔ مورفولوژیکی برای تمام سواحل قارهٔ استرالیا از آن بهره گرفته‌اند. در تهیهٔ این پروژه بیش از دویست لایه نقشه با هم ادغام شده است. از نقشهٔ مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی، در مرحلهٔ نخست برای ارزیابی آسیب‌پذیری سواحل کشور استرالیا در برابر بالا آمدن تراز آب دریا و تغییر اقلیم توسط بخش مشترک‌المنافع تغییر اقلیم و علوم زمین استرالیا مورد استفاده قرار گرفته است، اما پیش‌بینی می‌شود که نقشه‌های تهیه شده در این فرمت، در آینده بتوانند برای بسیاری از اهداف مدیریتی در مناطق ساحلی مورد استفاده قرار گیرند (شارپلز و همکاران، ۲۰۰۹– الف). در واقع برتری فرمت نقشهٔ خطی در به‌کار گرفتن و نمایش محدودیت‌هایی است که نمی‌توان با روش پلیگونی در عوارض خطی، مانند خط ساحلی، مشخص کرد. به‌علاوه، نقشهٔ خطی قادر است که ساحل را در هر نقطه‌ای که اطلاعات توصیفی تغییر می‌کند، تقسیم‌بندی کند و بر این اساس اجازه می‌دهد تا تمام تغییرات انجام‌گرفته در راستای کرانه‌ها، ثبت شوند (شارپلز و همکاران، ۲۰۰۹– ب).

یافته‌های پژوهش

زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقهٔ مورد پژوهش

دریای کاسپین به‌همراه دریاچهٔ آرال، تا شروع دوران سوم با فرورفتگی ایران مرکزی ارتباط داشته است. با بالا آمدن البرز طی حرکات لارامید، ارتباط آن با فرورفتگی ایران مرکزی قطع شده و خود به‌صورت یک حوضهٔ جداگانه درآمد. در زمین‌شناسی به این حوضه، فرورفتگی آرالو ـ کاسپین[1] گفته می‌شود (علایی‌طالقانی، ۱۳۹۰). در واقع دریای کاسپین، بزرگترین حوضهٔ آبی محصور در خشکی، از زمان پلیوسن میانی (رینولدز و همکاران، ۱۹۹۶)، به‌وسیلهٔ رشته‌کوه‌های قفقاز در باختر، البرز در جنوب، کپه‌داغ در جنوب خاوری و صحرایی گسترده در بخش‌های شمالی و خاوری دربرگرفته شده است (وورویپف، ۱۹۸۶؛ لاهیجانی، ۱۹۹۷، به نقل از شاه‌کرمی، رحیم‌پور، علیزاده، لروی و شاه‌حسینی، ۱۳۸۷). دریای کاسپین پس از جدا شدن از آبهای آزاد، چرخه‌های متعدد نوسان تراز آب را تجربه کرده است. این تغییرات به‌مراتب سریع‌تر از تغییرات تراز آب دریاهای آزاد بوده است (کرون‌برگ، روساکو و اسوی‌توچ، ۲۰۰۰). پس از استقلال و تثبیت نسبی چالهٔ کاسپین، پیشروی و پسروی‌های متعدد دریا از اواخر دوران سوم تا کنون، سبب تشکیل نهشته‌های محیط دریایی و خشکی در منطقه شده و واحدهای کواترنری متعددی را تشکیل داده است (شکل ۲).



شکل ۲. نقشهٔ زمین‌شناسی منطقهٔ مورد پژوهش

1. Aralo- Caspian Depression

جلگهٔ جنوبی دریای کاسپین در تقسیم‌بندی‌های ساختمانی ایران، جزئی از البرز شمالی؛ یعنی واحد گرگان ـ رشت است (درویش‌زاده و محمدی، ۱۳۷۴). این واحد به‌وسیلهٔ گسل‌های البرز، لاهیجان و تالش از واحد البرز مرکزی جدا می‌شود (علایی‌طالقانی، ۱۳۹۰). عوارض و لندفرم‌های این منطقه که شامل دلتاها، دشت‌ها و جلگه‌های سیلابی ساحلی، جزایر و زبانه‌های ماسه‌ای هستند، از نتیجهٔ فرایندهای رسوب‌گذاری و انتقال رسوب از خشکی، رسوب‌گذاری دریایی، امواج و جریان‌های دریایی تشکیل شده‌اند. به‌دلیل ژرفای زیاد بخش جنوبی کاسپین، بیشتر کرانه‌های این منطقه به‌صورت صاف و مستقیم است.

از آنجا که ناحیهٔ ساحلی سیستمی پویا و چندوجهی است که در آن فرایندهای فیزیکی، بوم‌شناختی، اجتماعی و اقتصادی بر یکدیگر تأثیر متقابل دارند، چنین فضای فرابخشی و چند موضوعی حاکم بر این مناطق، سبب می‌شود در بحث مدیریت سواحل از مدیریت یکپارچهٔ مناطق ساحلی[1] صحبت به‌میان آید که گاه از آن با عنوان مدیریت جامع یا تلفیقی نیز نام برده می‌شود (ابراهیم‌زاده، ۱۳۸۴).

موضوع مدیریت مناطق ساحلی در کشور، برای نخستین بار در حدود دو دهه پیش مطرح شد. مرکز ملی اقیانوس‌شناسی، سازمان حفاظت محیط‌زیست و سازمان بنادر و کشتیرانی[2]، از جمله نهادهایی بودند که هریک به نحوی به مدیریت منطقهٔ ساحلی پرداختند. مرکز ملی اقیانوس‌شناسی با برگزاری «کارگاه منطقه‌ای مدیریت جامع سواحل» موضوع مدیریت سواحل و جنبه‌های یکپارچگی در این مدیریت را در اواخر سال ۱۳۷۴ به بحث و تبادل نظر گذاشت (وزارت راه و ترابری، ۱۳۸۸). اصولاً تنوع فعالیت‌ها در سواحل از یکسو و تعارض میان بهره‌برداران یا برنامه‌های بخشی از سوی دیگر، نظارت و مدیریت بهینهٔ منابع در مناطق ساحلی کشور را الزام‌آور می‌کند.[3] همچنین پیچیدگی بسیار زیاد فعالیت‌های طبیعی، فیزیکی و انسانی در منطقهٔ ساحل، وظایف مدیریت آن را مشکل کرده است (گودرزی‌نژاد، ۱۳۷۸: ۱۵۸)؛ چرا که این پیچیدگی باعث ایجاد مسائل و مشکلات متعددی در مناطق ساحلی می‌شود. ازجمله این موارد می‌توان به مسائل محیط زیستی سواحل، فشار بیش از ظرفیت انسان‌ها بر مناطق یادشده و تخریب و آسیب‌های احتمالی بر سواحل اشاره کرد. به همین دلیل این مناطق نیازمند مدیریت مستمر و یکپارچه هستند. بدیهی است که مدیریت ساحل بدون شناخت عوارض و لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی آن میسر نخواهد شد. از آنجایی که دانش ژئومورفولوژی در زمینهٔ مطالعهٔ تغییرات خط ساحل، رسوب‌گذاری، فرسایش و تخریب، تغییر پسکرانه، سیلاب، حفاظت مرداب‌ها و خورها، مدیریت ساحل و... حساسیت ویژه‌ای دارد، بنابراین می‌تواند نقش مؤثر و بسزایی در این زمینه ایفا کند.

طبقه‌بندی مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی

پیکرشناسی خطوط کرانه‌ای ایران، در اصل تابع چگونگی ساختمان ناهمواری‌های اطراف آنها است، اما فرایندها و نیروهای درونی و بیرونی نیز نقش چشمگیری در چگونگی شکل کنونی این خطوط برعهده دارند. به بیان دیگر، نوع

1. Integrated Coastal Zone Management (ICZM)

۲. نام سازمان بنادر و کشتیرانی، به‌طور رسمی از سال ۱۳۸۷ به سازمان بنادر و دریانوردی تغییر یافته است.

3. http://iraniczm.pmo.ir/fa/abouticzm/iraniczm

سواحل ایران بر اساس جنس، پیکرشناسی، شیب، مرحلهٔ سنی و تکامل خطوط ساحلی، به دو دستهٔ کلی صخره‌ای و ماسه‌ای طبقه‌بندی می‌شوند. بر این اساس سواحل جنوب دریای کاسپین از نوع کرانه‌های ماسه‌ای (زمردیان، ۱۳۸۱: ۱۹۴) هستند. در واقع این کرانه‌ها بیشتر به‌صورت دریاکنارهای پست و هموار با شیبی آرام به سوی دریا رخنمون دارند. با توجه به مطالعات و بررسی‌های انجام شده در منطقهٔ مورد پژوهش، پنج نوع لندفرم گوناگون مشخص شده است. در طبقه‌بندی مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی، برای تسهیل در ایجاد پایگاه داده، عوارض و لندفرم‌های پنج‌گانهٔ شناسایی‌شده، به‌طور قراردادی با پنج کد به شرح زیر مشخص شده است:

کد ۰۱– نوع لندفرم: کرانه‌های ماسه‌ای با کاربری مناطق مسکونی؛

کد ۰۲– نوع لندفرم: کرانه‌های ماسه‌ای؛

کد ۰۳– نوع لندفرم: کرانه‌های ریگی؛

کد ۰۴– نوع لندفرم: تأسیسات انسانی؛

کد ۰۵– دهانهٔ رودخانه.

هر یک از این کدهای طبقه‌بندی، مختص یک نوع لندفرم با ویژگی‌های خاص خود است. ویژگی لندفرم‌های شناسایی‌شده در منطقهٔ مورد پژوهش به‌تفکیک هر یک از شهرستان‌های ساحلی منطقه، در جدول ۱ نشان داده شده است.

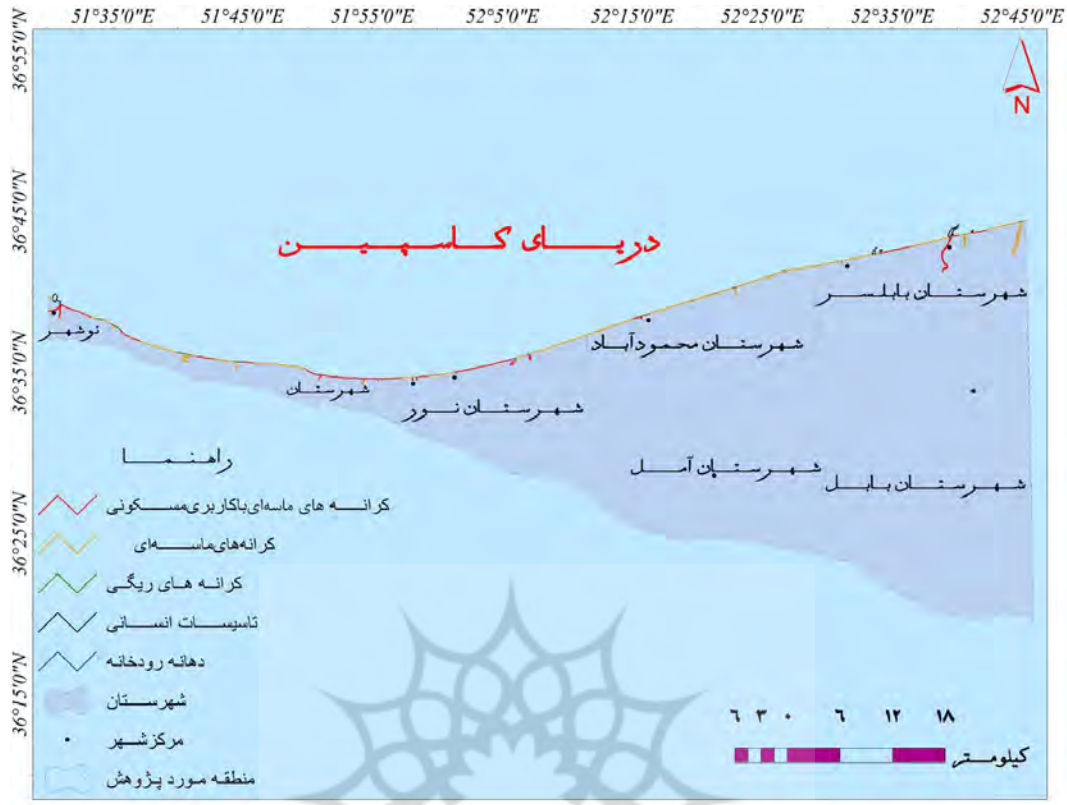
جدول ۱. لندفرم‌های شناسایی شده در طبقه‌بندی مورفولوژیکی خط‌هوشمند ساحلی منطقه مورد پژوهش

ردیف	شهرستان	نوع لندفرم					درازای کرانه‌های شهرستان مورد نظر (کیلومتر)	درازای کل‌کرانه‌های منطقهٔ مورد پژوهش (کیلومتر)
		۰۱	۰۲	۰۳	۰۴	۰۵		
۱	منطقه	✓	✓	✓	✓	✓	–	۱۱۶/۵۲ کیلومتر
۲	نوشهر	✓	✓	✓	✓	✓	۴۱/۶۸ کیلومتر	۱۱۶/۵۲ کیلومتر
۳	نور	✓	✓		–	✓	۲۲/۶۳ کیلومتر	۱۱۶/۵۲ کیلومتر
۴	محمودآباد	✓	✓	✓	–	✓	۲۷/۸۸ کیلومتر	۱۱۶/۵۲ کیلومتر
۵	بابلسر	✓	✓	–	✓	✓	۲۴/۳۲ کیلومتر	۱۱۶/۵۲ کیلومتر

✓ : وجود نوع لندفرم در شهرستان مورد نظر؛

– : عدم وجود نوع لندفرم در شهرستان مورد نظر.

در این بخش، به‌منظور دستیابی به یک شمای کلی و یکپارچه از منطقهٔ مورد پژوهش، نقشهٔ مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی تمام منطقه، از نوشهر تا بابلسر ارائه شده است (شکل ۳).



شکل ۳. نقشهٔ طبقه‌بندی مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی کرانه‌های منطقهٔ مورد پژوهش

کد ۰۱ برای نشان دادن نوع لندفرم کرانه‌های ماسه‌ای با کاربری مسکونی تعریف شده است (شکل ۴). این کلاس طبقه‌بندی، دومین نوع لندفرم چشمگیر[۱] در منطقهٔ مورد پژوهش است که به‌طور گسترده در بخش باختری منطقه مشهود است. این کلاس که بیشتر آن به تصرف انسان درآمده است، به‌صورت خطوط ممتد، بیشتر در محدودهٔ شهرستان‌های ساحلی نوشهر و نور قابل مشاهده است.

شکل ٤. نمونه‌هایی از مناطقی که در کلاس طبقه‌بندی ۰۱ قرار دارند؛ A: بندر نوشهر؛ B: منطقهٔ مسکونی و صنعتی

۱. نخستین نوع لندفرم چشمگیر شناسایی‌شده در منطقهٔ مورد پژوهش، کلاس طبقه‌بندی ۰۲ است که در ادامه بدان پرداخته خواهد شد.

کد ۰۲ به‌منظور نشان دادن نوع لندفرم کرانه‌های ماسه‌ای تعریف شده است (شکل ۵- C). کرانه‌های ماسه‌ای، چشمگیرترین نوع لندفرم در کرانه‌های دریای کاسپین و منطقهٔ مورد پژوهش هستند که به‌صورت خطوط مستقیمی با حالتی کمانی شکل وجود دارند. این کلاس طبقه‌بندی که در بیشتر منطقه وجود دارد، در اصل ناشی از فعالیت‌های دریایی است. درواقع به‌دنبال پسروی پایانی دریای کاسپین در گذشته، موادی که بیشتر ترکیبات آنها از جنس شن و ماسه و در برخی موارد گل هستند، از آب خارج شده و این نوع لندفرم را تشکیل داده‌اند. کرانه‌های ماسه‌ای در منطقه کاربری‌های متنوعی دارند که مهم‌ترین آنها جذب گردشگرانی است که برای بازدید و بهره‌گیری از این مناطق به این نواحی سفر می‌کنند. با توجه به توانایی‌های بالا و منحصربه‌فرد منطقه، می‌توان از این صنعت سودآور برای توسعهٔ پایدار بهرهٔ فراوان برد. بنابراین در این کرانه‌ها مجموعه امکانات رفاهی، اقامتی و گردشگری مناسبی ایجاد شده که هرساله پذیرای شمار فراوانی از گردشگران علاقه‌مند به کرانه‌های ساحلی (شکل ۵- A و B) است. به‌واسطهٔ شیب ملایم و پست‌بودن این نواحی در سراسر منطقه، این کلاس نسبت به نوسانات و تغییرات تراز دریا در دوره‌های پیشین حساس بوده و درصورت بالا آمدن تراز دریا، در برابر این رویداد در امان نخواهد بود.

شکل ۵. A و B) نمونه‌هایی از مناطق و امکانات رفاهی ـ گردشگری در کرانه‌های منطقهٔ مورد پژوهش؛ C) بخشی از کرانه‌های ماسه‌ای در منطقهٔ مورد پژوهش

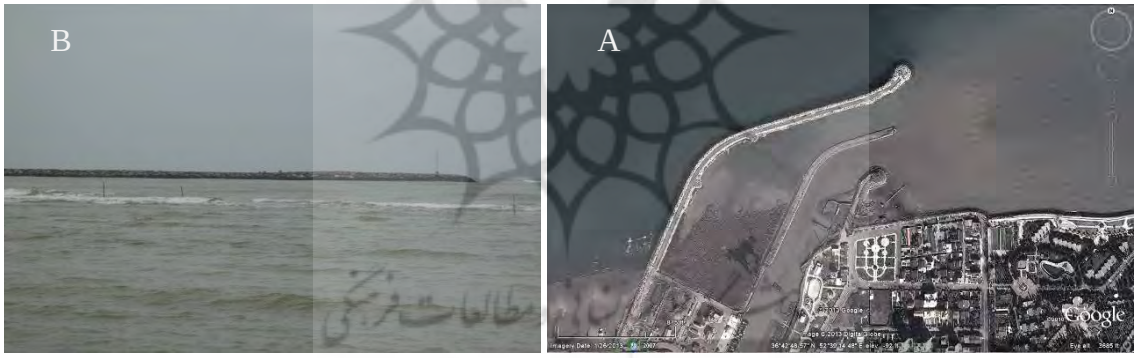
منبع: نگارندگان

در مناطقی که کرانه‌های ماسه‌ای از شیب کمتری برخوردار بوده و پهنای دشت یا جلگهٔ ساحلی نیز بیشتر باشد، به‌دنبال بالا آمدن تراز دریا، پیشروی آب دریا می‌تواند تا مسافت قابل توجهی در خشکی نفوذ کرده و زمین‌ها و تأسیسات

بیشتری را به زیر آب ببرد و آسیب بیشتری وارد کند. از این رو با توجه به وجود این ویژگی‌ها در بخش خاوری منطقه، این بخش آسیب بیشتری را تحمل می‌کند.

کد ۰۳ برای نشان دادن نوع لندفرم کرانه‌های ریگی تعریف شده است. کرانه‌های ریگی در منطقهٔ مورد پژوهش حضور کمتری نسبت به دیگر کلاس‌ها دارند. این‌گونه کرانه‌ها بیشتر در دهانهٔ رودها و مناطقی یافت می‌شوند که پهنای جلگهٔ ساحلی کم است. لذا این کلاس تنها در بخش باختری منطقه وجود دارد.

کد ۰۴ به نوع لندفرم تأسیسات انسانی از جمله بندر، اسکله، لنگرگاه، موج‌شکن و دیگر تأسیسات ساختهٔ دست بشر اختصاص یافته است. معمولاً مناطق کرانه‌ای، به‌منظور انجام دادن برخی از فعالیت‌های صنعتی و بازرگانی مورد توجه بشر واقع می‌شوند. از این رو، از دیرباز تا کنون در بخش‌هایی از کرانه‌های دریایی، از جمله کرانه‌های دریای کاسپین، تأسیسات گوناگونی چون بندر، اسکله، موج‌شکن و... ایجاد شده است (شکل ۶). ایجاد این‌گونه تأسیسات رونق و شکوفایی را در زندگی ساحل‌نشینان در زمینه‌های گوناگون به‌دنبال داشته است. به‌دلیل اهمیت و نقش کلیدی این‌گونه مناطق در منطقه، آنها را در یک کلاس جدا با کد ۰۴ قرار داده‌ایم. به‌طور کلی این گونه تأسیسات فقط در کرانه‌های شهرستان‌های نوشهر و بابلسر وجود دارند که مهم‌ترین آنها بندر نوشهر و تأسیسات جانبی آن است (شکل ۶).



شکل ٦. نمونه‌هایی از تأسیسات انسانی در منطقه؛ A: تصویر ماهواره‌ای از موج‌شکن؛ B: نمونه‌ای از یک موج‌شکن

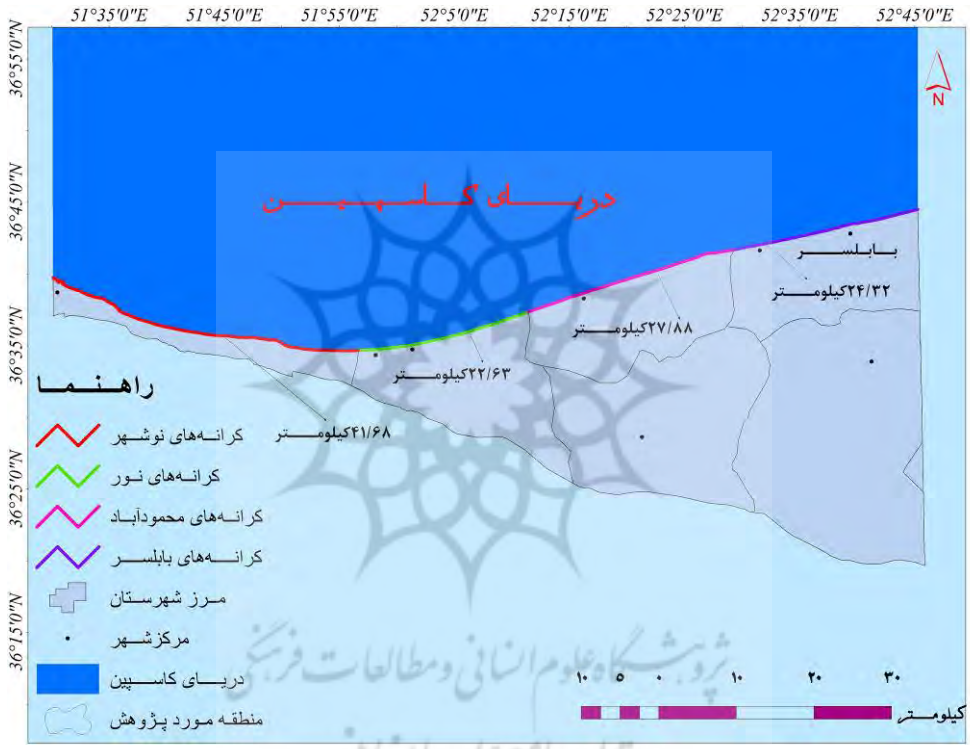
کد ۰۵ نشانگر نوع لندفرم دهانهٔ رودخانه‌ها است. رودخانه‌های زیادی در سطح جلگهٔ منطقهٔ مورد پژوهش جریان دارند. دهانهٔ رودخانه‌ها یکی دیگر از نوع لندفرم‌های شناسایی شده در منطقهٔ هستند که در کلاس کد ۰۵ قرار داده شده‌اند، اما برای طبقه‌بندی این عارضه، به‌طور قراردادی آن دسته از رودخانه‌هایی که پهنای دهانهٔ ورودی آنها به دریا بیشتر بوده[۱] لحاظ شده‌اند.

کرانه‌های شهرستان نوشهر

از دیدگاه تقسیمات سیاسی، منطقهٔ مورد پژوهش، شامل شش شهرستان از شهرستان‌های استان مازندران است که عبارتند از: نوشهر، نور، محمودآباد، بابلسر، بابل و آمل. شهرستان نوشهر یکی از شهرستان‌های کرانه‌ای است که تقریباً

۱. دهانهٔ رودخانه‌هایی با پهنای کمتر از ۱۰ متر در طبقه‌بندی این کلاس وارد نشده است.

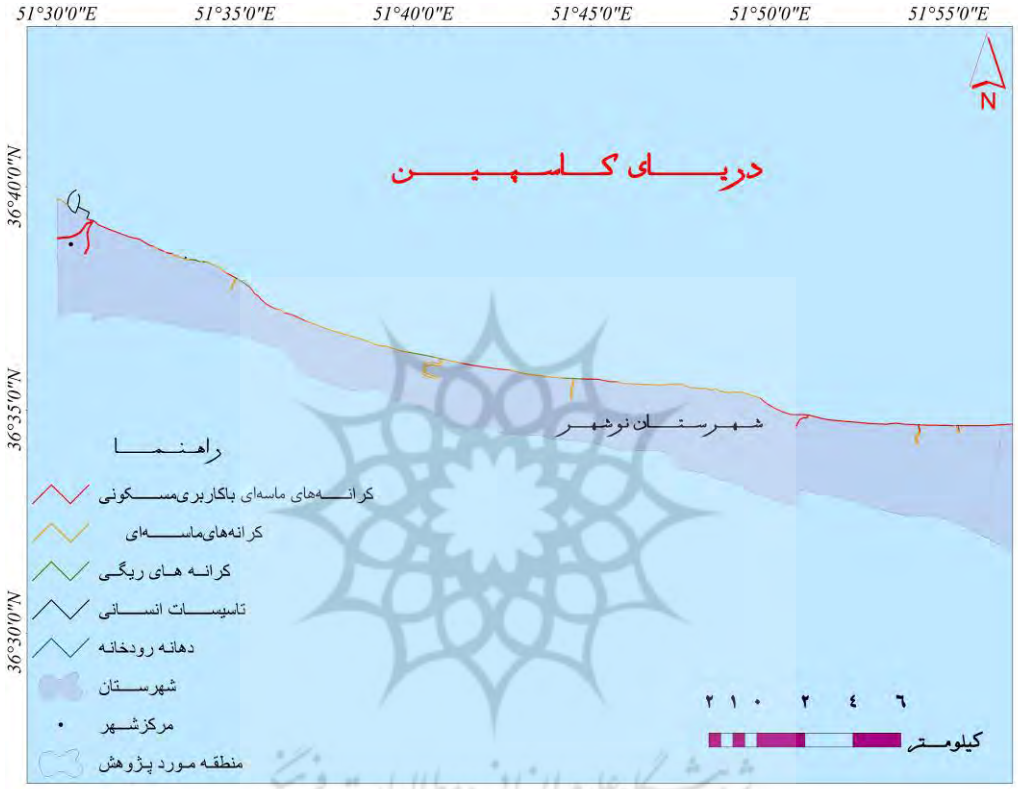
با ۴۲ کیلومتر (شکل ۷) خط ساحلی، پیرامون دریای کاسپین در باختر منطقه واقع شده است. جلگهٔ ساحلی در این شهرستان به کمترین پهنای خود در سطح استان می‌رسد. اما با وجود این یکی از تمرکزگاه‌های مهم شهری در منطقه به‌شمار می‌رود؛ به‌طوری که فعالیت‌های گوناگون صنعتی، بازرگانی، شهری، کشاورزی، شیلات و... در سطح این شهرستان انجام می‌گیرد، بنابراین یکی از مراکز مهم در منطقه محسوب می‌شود. وجود بندر نوشهر و فعالیت‌های وابسته به آن، گویای اهمیت این شهرستان در سطح استان، کشور و حتی منطقهٔ حاشیه‌ای دریای کاسپین است. جمعیت تقریبی این شهرستان به حدود ۱۱۷ هزار نفر می‌رسد (مؤسسهٔ جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، ۱۳۸۸).



شکل ۷. تفکیک خطوط کرانه‌ای بر اساس طول در هر یکی از شهرستان‌های ساحلی

همان‌طور که پیش‌تر نیز گفته شد، پهنای جلگه در این بخش به کمترین مقدار خود می‌رسد. به‌دنبال این پدیدهٔ طبیعی که ناشی از نزدیکی کوهستان البرز با دریای کاسپین است، دامنهٔ حضور و دخالت انسان تا کرانه‌های دریا پیش رفته است است؛ به‌طوری که در برخی مناطق بر اثر این پیشروی و ایجاد تأسیسات مسکونی و صنعتی، مانند مراکز اداری و ویلاهای منفرد شخصی یا مجتمع‌های متعدد، دسترسی به منطقهٔ ساحلی از بین رفته و در تصرف این‌گونه تأسیسات و صاحبان آنها است. در پی دخالت‌های بشر در این نواحی، کرانه‌های منطقه که معمولاً از نوع ماسه‌ای هستند، دچار تغییراتی در کاربری خود شده‌اند. بنابراین، در پژوهش حاضر به‌منظور بررسی و طبقه‌بندی دقیق‌تر، این‌گونه مناطق در قالب یک نوع لندفرم با نام «کرانه‌های ماسه‌ای با کاربری مسکونی» مشخص شده است. این کار سبب می‌شود تا تجزیه و تحلیل روی منطقه متناسب با واقعیات موجود انجام گیرد و در مدیریت بهینهٔ این مناطق آنها را لحاظ کرد. سایر کلاس‌های طبقه‌بندی لندفرم‌های موجود، متناسب با نوع طبیعی خود لندفرم‌ها هستند. بدین ترتیب هر پنج نوع لندفرم

شناسایی‌شده در طبقه‌بندی مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی در منطقهٔ مورد پژوهش، در کرانه‌های شهرستان نوشهر نیز دیده می‌شود (شکل ۸). از بین کلاس‌های طبقه‌بندی شده در کرانه‌های این شهرستان، چشمگیرترین نوع لندفرم نخست متعلق به کرانه‌های ماسه‌ای با کاربری مسکونی و دوم متعلق به کرانه‌های ماسه‌ای است. توضیحات بیشتر در مورد ویژگی کلاس‌های طبقه‌بندی شده، در جدول ۲ ارائه شده است.



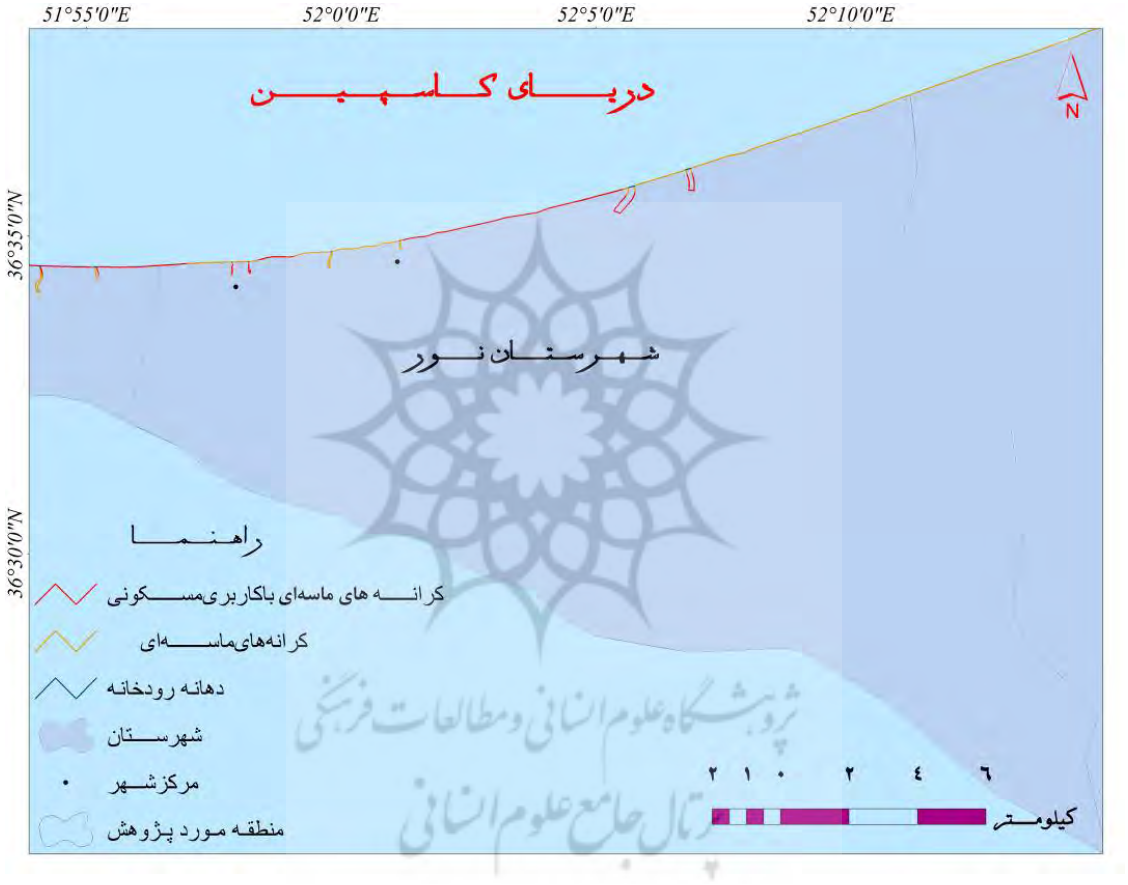
شکل ۸. نقشهٔ طبقه‌بندی مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی کرانه‌های شهرستان نوشهر

جدول۲. ویژگی کلاس‌های طبقه‌بندی شدهٔ خط هوشمند ساحلی در کرانه‌های شهرستان نوشهر

ردیف	شهرستان	کد کلاس طبقه‌بندی (نوع‌لندفرم)	درازای لندفرم مورد نظر (متر)	ملاحظات
۱		۰۱	۲۸۱۷۶/۸۸۸۲۷	آسیب‌پذیر نسبت به تغییر اقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، همراه با تخریب، تخلیه و...)
۲		۰۲	۲۷۰۷۵/۴۹۵۵۶	آسیب‌پذیر نسبت به تغییراقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، همراه با تخریب، فرسایش و...)
۳	نوشهر	۰۳	۲۳۶۹/۷۳۰۸۵۶	آسیب‌پذیر نسبت به تغییر اقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، همراه با تخریب، فرسایش و...)
۴		۰۴	۳۰۲۷/۱۴۲۵۹۴	آسیب‌پذیر نسبت به تغییر اقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، همراه با تخریب و...)
۵		۰۵	۳۴۷/۵۲۴۳۵۱	تغییر در وضعیت رسوبدهی و فرسایش کرانه‌ها، همراه با تغییر ابعاد دهانه، احتمال تغییر مسیر و...

کرانه‌های شهرستان نور

نور با جمعیتی حدود ۱۰۶ هزار نفر، دومین شهرستان کرانه‌ای در منطقهٔ مورد پژوهش است که کمابیش حدود ۲۳ کیلومتر (شکل ۷) با دریای کاسپین مرز آبی دارد. به‌طور کلی هرچه از باختر به سوی خاور منطقه پیش رویم، بر پهنای جلگهٔ ساحلی افزوده می‌شود. از این رو پهنای منطقهٔ ساحلی در شهرستان نور به نسبت شهرستان نوشهر بیشتر می‌شود. شکل ۹ نقشهٔ طبقه‌بندی‌شدهٔ خط هوشمند کرانه‌های شهرستان نور را نشان می‌دهد.



شکل ۹. نقشه طبقه‌بندی مورفولوژیکی خط‌هوشمند ساحلی کرانه‌های شهرستان نور

همان‌طور که شکل ۹ نشان می‌دهد، می‌توان کرانه‌های شهرستان نور را با توجه به ویژگی‌های آن در سه کلاس گوناگون با کدهای ۰۱، ۰۲ و ۰۵ طبقه‌بندی کرد که در این میان کدهای ۰۱ و ۰۲ سهم بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به گستردگی و نزدیکی چشمگیر مناطق مسکونی و صنعتی در کرانه‌های این منطقه، بایستی به آسیب‌های احتمالی این‌گونه مناطق در برابر بالا آمدن تراز دریا توجه ویژه شود. اطلاعات تکمیلی پیرامون کرانه‌های طبقه‌بندی‌شدهٔ این بخش از منطقهٔ مورد پژوهش، در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. ویژگی کلاس‌های طبقه‌بندی‌شدهٔ خط هوشمند ساحلی در کرانه‌های شهرستان نور

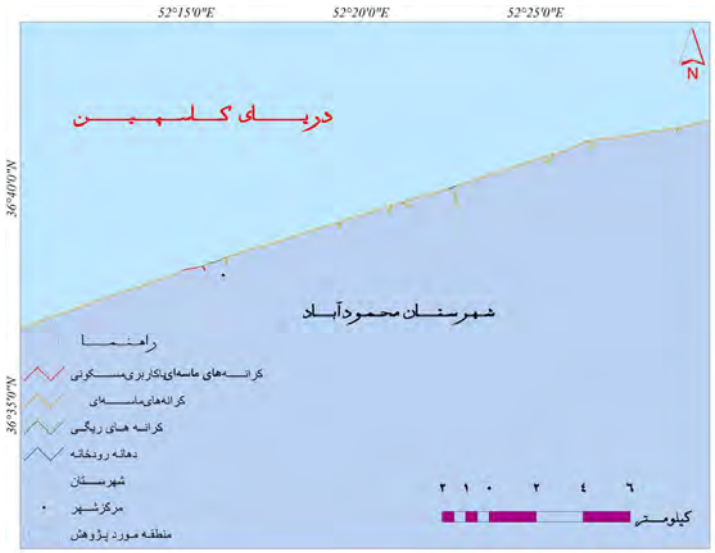
ردیف	شهرستان	کد کلاس طبقه‌بندی (نوع‌لندفرم)	درازای لندفرم مورد نظر (متر)	ملاحظات
۱		۰۱	۱۰۸۴۸/۲۳۲۷۲	آسیب‌پذیر نسبت به تغییر اقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، همراه با تخریب، تخلیه و...)
۲		۰۲	۲۲۸۵۶/۳۳۳۵۸	آسیب‌پذیر نسبت به تغییر اقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، همراه با تخریب، فرسایش و...)
۳	نور	۰۳	–	–
۴		۰۴	–	–
۵		۰۵	۳۵۷/۲۷۷۷۴۹	تغییر در وضعیت رسوبدهی و فرسایش کرانه‌ها، همراه با تغییر ابعاد دهانه، احتمال تغییر مسیر و...

کرانه‌های شهرستان محمودآباد

شهرستان محمودآباد با جمعیت تقریبی ۹۱ هزار نفر و حدود ۲۸ کیلومتر (شکل ۷) خط ساحلی با دریای کاسپین، سومین شهرستان ساحلی در منطقهٔ مورد پژوهش محسوب می‌شود. پهنای جلگهٔ ساحلی در این بخش از منطقه، تقریباً به بیش از دو برابر بخش باختر آن می‌رسد، از پیامدهای آن می‌توان به فاصله گرفتن مراکز مسکونی و صنعتی از خط ساحلی اشاره کرد. در نگاهی کلی می‌توان گفت که بخش‌های زیادی از کرانه‌های این شهرستان از نوع لندفرم کرانه‌های ماسه‌ای (کد ۰۲) است (شکل ۱۰). بنابراین در صورت تغییر اقلیم و بالا آمدن تراز دریا و نیز با توجه به اینکه تراز زیر ۲۵ متر مرز خطر تعیین شده، احتمال آب‌گرفتگی این کرانه‌ها و به زیر آب رفتن تأسیسات مناطق ساحلی (مراکز مسکونی و صنعتی، راه‌های ارتباطی، تأسیسات گردشگری و...) موجود در این محدوده وجود دارد. از این رو شایسته است به این مسئلهٔ مهم در برنامه‌های مدیریتی منطقه توجه ویژه شود تا میزان آسیب‌پذیری به پایین‌ترین مقدار برسد. ویژگی هر یک از کلاس‌های طبقه‌بندی در این شهرستان در جدول ۴ آمده است.

جدول ٤. ویژگی کلاس‌های طبقه‌بندی‌شدهٔ خط هوشمند ساحلی در کرانه‌های شهرستان محمودآباد

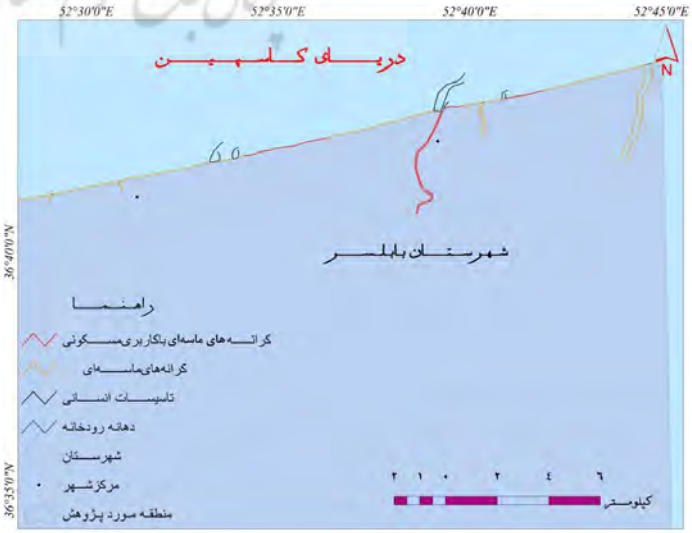
ردیف	شهرستان	کد کلاس طبقه‌بندی (نوع‌لندفرم)	درازای لندفرم مورد نظر (متر)	ملاحظات
۱		۰۱	۱۳۱۸/۰۰۲۸۵۲	آسیب‌پذیر نسبت به تغییراقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، همراه با تخریب، تخلیه و...)
۲		۰۲	۴۶۹۰۸/۴۳۹۷۲	آسیب‌پذیر نسبت به تغییراقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، همراه با تخریب، فرسایش و...)
۳	محمودآباد	۰۳	۵۰۷/۲۵۵۰۳۴	آسیب‌پذیر نسبت به تغییر اقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، همراه با تخریب، فرسایش و...)
۴		۰۴	–	–
۵		۰۵	۶۷۷/۰۹۹۸۶۵	تغییر در وضعیت رسوبدهی و فرسایش کرانه‌ها، به‌علاوهٔ تغییر ابعاد دهانه، احتمال تغییر مسیر و...



شکل ۱۰. نقشهٔ طبقه بندی مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی کرانه‌های شهرستان محمودآباد

کرانه‌های شهرستان بابلسر

شهرستان بابلسر با واقع شدن در بخش خاوری منطقهٔ مورد پژوهش، چهارمین و آخرین شهرستان کرانه‌ای است که حدود ۲۵ کیلومتر (شکل ۷) خط ساحلی دارد. پهنای جلگهٔ ساحلی در این بخش از منطقهٔ مورد پژوهش به بیشینهٔ مقدار خود در سطح استان و منطقه می‌رسد. تمرکز مراکز شهری در این بخش در مقایسه با بخش باختری کمتر است، ولی با وجود این مراکز شهری پرجمعیتی در کرانه‌های ساحلی نیز شکل گرفته‌اند. این شهرستان با جمعیتی حدود ۱۲۰ هزار نفر، پُرجمعیت‌ترین شهرستان ساحلی منطقهٔ مورد پژوهش به‌شمار می‌رود. همچنین به‌منظور فعالیت‌های مرتبط با دریا، تعدادی تأسیسات انسان‌ساخت نیز در کرانه‌های این بخش ایجاد شده است. از پنج کلاس طبقه‌بندی شده در منطقه، چهار کلاس آن در کرانه‌های شهرستان بابلسر وجود دارد و تنها کلاس ۰۳ (کرانه‌های ریگی) در این شهرستان شناسایی نشده است (شکل ۱۱). با این همه، در بین کلاس‌های تعیین‌شدهٔ این بخش باز هم برتری با کرانه‌های ماسه‌ای (کد ۰۲) است (جدول ۵).



شکل ۱۱. نقشهٔ طبقه بندی مورفولوژیکی خط هوشمند ساحلی کرانه‌های شهرستان بابلسر

جدول ۵. ویژگی کلاس‌های طبقه‌بندی‌شدهٔ خط هوشمند ساحلی در کرانه‌های شهرستان بابلسر

ردیف	شهرستان	کد کلاس طبقه‌بندی (نوع‌لندفرم)	درازای لندفرم مورد نظر (متر)	ملاحظات
۱		۰۱	۱۵۰۴۶/۷۶۴۶۲	آسیب‌پذیر نسبت به تغییر اقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، به‌علاوهٔ تخریب و...)
۲		۰۲	۴۵۵۰۲/۹۰۲۰۱	آسیب‌پذیر نسبت به تغییر اقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، به‌علاوهٔ تخریب، تخلیه و...)
۳	بابلسر	۰۳	–	–
۴		۰۴	۷۸۴۲/۲۹۰۵۱۵	آسیب‌پذیر نسبت به تغییر اقلیم و افزایش تراز دریا (به زیرآب رفتن، به‌علاوهٔ تخریب و...)
۵		۰۵	۴۸۴/۹۵۹۱۴۳	تغییر در وضعیت رسوبدهی و فرسایش کرانه‌ها، همراه با تغییر ابعاد دهانه، احتمال تغییر مسیر و...

بحث و نتیجه‌گیری

خط هوشمند ساحلی یکی از جدیدترین راهکارهای مدیریت یکپارچهٔ مناطق ساحلی است که برای نخستین بار در کرانه‌های ساحلی کشور به‌کار گرفته شده است. خط هوشمند ساحلی، نقشه‌ای خطی است که خط ساحل را نمایش می‌دهد و با توجه به تغییر ویژگی لندفرم‌های ساحلی به بخش‌هایی تقسیم می‌شود. هر بخشِ جداگانهٔ خط ساحلی دربردارندهٔ مجموعه‌ای از ویژگی‌های تشریح‌کنندهٔ نوع لندفرم در ارتباط با بخش مورد نظر در ساحل است. درواقع، اصطلاح خط هوشمند ساحلی به یک نقشه در محیط سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و در فرمت خطی اشاره دارد که دریافت سریع داده‌های متنوع ساحلی را در قالب یک نقشهٔ طبقه‌بندی‌شده که نقشهٔ مفصلی از انواع لندفرم‌های مورفولوژیکی است را امکان‌پذیر کرده و تحلیل آن را برای بسیاری از اهداف آسان می‌کند. همچنین از آنجایی که ادغام داده‌ها از منابع بی‌شمار در فرمت خط هوشمند به‌آسانی انجام می‌گیرد، بنابراین این فرمت می‌تواند به‌منزلهٔ ابزاری کارآمد برای مدیریت و ارزیابی یکپارچهٔ مورفولوژیکی ساحلی با هدف ارزیابی تغییرات و آسیب‌پذیری ساحلی نیز، مورد استفاده قرار گیرد.

بدین ترتیب با توجه به نقشه‌های طبقه‌بندی‌شدهٔ خط هوشمند ساحلی، مشخص می‌شود که کرانه‌های منطقه، در پنج کلاس گوناگون شامل: کرانه‌های ماسه‌ای با کاربری مناطق مسکونی (کد ۰۱)، کرانه‌های ماسه‌ای (کد ۰۲)، کرانه‌های ریگی (کد ۰۳)، تأسیسات انسانی (کد: ۰۴) و دهانهٔ رودخانه‌ها (کد ۰۵) طبقه‌بندی شده‌اند و گسترده‌ترین کلاس آن کرانه‌های ماسه‌ای است که در تمام شهرستان‌های ساحلی منطقه وجود دارد. بر اساس محاسبات صورت‌گرفته، درازای خط ساحلی از نوشهر تا بابلسر ۱۱۶/۵۲ کیلومتر است. همچنین منطقهٔ مورد پژوهش با مساحتی حدود ۲۰۶۸/۵۷ کیلومترمربع، شامل شش شهرستان استان مازندران می‌شود. شهرستان‌های ساحلی منطقه از باختر به سوی خاور، شامل نوشهر، نور، محمودآباد و بابلسر هستند و به‌ترتیب ۴۱/۶۸، ۲۲/۶۳، ۲۷/۸۸ و ۲۴/۳۲ کیلومتر خط ساحلی دارند (شکل ۷). براساس این یافته‌ها، تمام پنج کلاس طبقه‌بندی‌شده فقط در شهرستان نوشهر با ۴۱/۶۸ کیلومتر خط‌ساحلی شناسایی شد. در شهرستان نور نیز با وجود ۲۲/۶۳ کیلومتر خط‌ساحلی، دو کلاس کرانه‌های ریگی و تأسیسات انسانی (کدهای ۰۳ و ۰۴) در آن شناسایی نشده، ولی بقیه کلاس‌ها وجود دارند. همچنین در کرانه‌های شهرستان

محمودآباد با ۲۷/۸۸ کیلومتر خط‌ساحلی، چهار کلاس شناسایی شد و فقط کلاس تأسیسات انسانی (کد ۰۴) در آن وجود ندارد. در شهرستان بابلسر، آخرین شهرستان کرانه‌ای در منطقهٔ مورد پژوهش، فقط کلاس کرانه‌های ریگی (کد ۰۳) شناسایی نشد، سایر کلاس‌ها در کرانه‌های این شهرستان با ۲۴/۳۲ کیلومتر خط ساحلی وجود دارند.

با توجه به جداول ۲ تا ۵، مشاهده می‌شود که کلاس‌های کرانه‌های ماسه‌ای با کاربری مسکونی و کرانه‌های ماسه‌ای (کدهای ۰۱ و ۰۲)، درمجموع گسترده‌ترین نوع لندفرم شناسایی‌شده در منطقهٔ مورد پژوهش هستند. فقط در شهرستان نوشهر با توجه به تراکم جمعیتی بالا و پهنای کم جلگهٔ ساحلی، کلاس کد ۰۱ (کرانه‌های ماسه‌ای با کاربری مسکونی) سهم بیشتری را به خود اختصاص داده و کلاس کد ۰۲ (کرانه‌های ماسه‌ای) در جایگاه دوم قرار گرفته است. در سرتاسر کرانه‌های منطقهٔ مورد پژوهش گسترده‌ترین نوع لندفرم، کلاس کدهای ۰۱ و ۰۲ با عنوان کرانه‌های ماسه‌ای با کاربری مسکونی و کرانه‌های ماسه‌ای است که در شهرستان‌های نور، محمودآباد و بابلسر بیشترین طول را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین با توجه به اینکه این مناطق از تراکم جمعیتی بالایی نیز برخوردارند و نیز، زمین‌های پسکرانهٔ این مناطق شیب و ارتفاع کمی دارند، در صورت تغییر اقلیم و بالا آمدن تراز دریا با خطراتی همچون به زیر آب رفتن زمین‌ها و زیرساخت‌های ساحلی، تخریب تأسیسات و ساختمان‌های گوناگون مسکونی، صنعتی، اداری، آموزشی و... روبه‌رو خواهند شد. شایان ذکر است که پیچیدگی بسیار زیاد فعالیت‌های طبیعی، فیزیکی و انسانی در منطقهٔ ساحل، وظایف مدیریت آن را مشکل می‌کند؛ چرا که این پیچیدگی باعث ایجاد مسائل و مشکلات متعددی در مناطق ساحلی شده و خواهد شد. به همین دلیل این مناطق نیازمند مدیریت مستمر و یکپارچه هستند. بدیهی است که مدیریت سواحل بدون شناخت عوارض و لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی آن میسر نخواهد شد. از آنجایی که دانش ژئومورفولوژی در زمینهٔ مطالعه تغییرات خط ساحل، رسوب‌گذاری، فرسایش و تخریب، تغییر پسکرانه، سیلاب، حفاظت مرداب‌ها و خورها، مدیریت ساحل و... حساسیت ویژه‌ای دارد، بنابراین می‌تواند نقش مؤثر و بسزایی در این زمینه ایفا کند.

منابع

ابراهیم‌زاده، ع. (۱۳۸۴). **طرح جامع تعیین و تدوین استراتژی توسعهٔ محیط زیست استان سیستان و بلوچستان،** پژوهشکدهٔ علوم زمین و جغرافیا، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

ثروتی، م. ر. (۱۳۸۸). **جغرافیای طبیعی دریاها و سواحل،** تهران: انتشارات سمت.

درویش‌زاده، ع. و محمدی، م. (۱۳۷۴). **زمین‌شناسی ایران (رشتهٔ جغرافیا).** تهران: انتشارات پیام نور.

زمردیان، م. ج. (۱۳۸۷). **ژئومورفولوژی ایران، جلد دوم، فرایندهای اقلیمی و دینامیک‌های بیرونی.** مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

شاه‌کرمی، س. (۱۳۸۸). **تفسیر تغییرات تراز آب دریای خزر با استفاده از داده‌های پذیرفتاری مغناطیسی رسوبات بستر،** مجلهٔ رخساره‌های رسوبی، سال دوم، شمارهٔ ۱، صص. ۵۹-۴۱.

شایان، س. (۱۳۸۴). **فرهنگ اصطلاحات جغرافیای طبیعی،** تهران: انتشارات مدرسه.

علایی طالقانی، م. (۱۳۷۲). **طبقه‌بندی انواع سواحل،** مجلهٔ رشد آموزش زمین‌شناسی، شماره ۳۲ و ۳۳، صص. ۳۵-۲۹.

علایی طالقانی، م. (۱۳۹۰). **ژئومورفولوژی ایران،** تهران: انتشارات قومس.

کرمی‌خانیکی، علی، غریب‌رضا، محمد رضا، عسگری، رزیتا، آق‌تومان، پیمان، (۱۳۸۳). **سواحل ایران**، تهران: مرکز پـژوهش‌هـای حفاظت خاک و آبخیزداری.

گودرزی نژاد، ش. (۱۳۷۸). **ژئومورفولوژی و مدیریت محیط**، جلد دوم، تهران: انتشارات سمت.

مؤسسهٔ جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی (۱۳۸۸). **اطلس جامع گیتاشناسی (۸۹-۸۸)**، تهران.

وزارت راه و ترابری (۱۳۸۸). **خلاصه گزارش مطالعات برایند مدیریت یکپارچهٔ مناطق ساحلی کشور (ICZM)**، سازمان بنادر و کشتیرانی، معاونت فنی و مهندسی، اداره کل مهندسی سواحل و بنادر.

یمانی، م. و نوحه‌گر، ا. (۱۳۸۵). **ژئومورفولوژی ساحلی شرق تنگهٔ هرمز**، بندرعباس: انتشارات دانشگاه هرمزگان.

یمانی، م. و کامرانی دلیر، ح. (۱۳۸۹). **تأثیر تغییرات سطح اساس در ریخت‌شناسی بستر رودخانـه‌هـای محـدودهٔ دلتـای سفیدرود**، فصلنامهٔ زمین شناسی ایران، سال چهارم، شماره ۱۶، صص. ۶۱ تا ۷۴.

Cracknell, A.P., 1999, **Remote Sensing Techniques in Estuaries and Coastal Zones- an Update**, International Journal of Remote Sensing, Vol. 19, No. 3, 19, PP. 485-495.

Ghanavati, E., Firouzabadi, P., Z., Jangi, A., A., Khosravi, S., 2008, **Monitoring Geomorphologic Changes Using Landsat TM and ETM+ Data in the Hendijan River Delta, Southwest Iran,** International Journal of Remote Sensing, Vol.29, No.4, PP. 945-959.

Kroonenberg, S.B., Rusakov, G.V. & Svitoch, A.A., 1997, **The Wandering Volga Delta: a Response to Rapid Caspian Sea-level Change**, Sedimentary Geology, Vol. 107, No.3-4, PP. 189- 209.

Ramieri, E., Hartley, A., Barbanti, A., Santos, F.D., Gomes, A., Hilden, M., Laihonen, P., Marinova, N., Santini, M., 2011, **Methods for Assessing Coastal Vulnerability to Climate Change,** European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation Thetis (Italy).

Reynolds, A.D., Simmons, M.D., Bowman, M.B.J., Henton, J., Brayshaw, A.C., Ali-Zade, A.A., Guliyev, I.S. Suleymanova, S.F., Ateava, E.Z., Mamedova, D.N., & Koshkarly, R.O., 1996, **Implications of Outcrop Geology for Reservoirs in the Neogene Productive Series, Apsheron Peninsula, Azerbaijan,** AAPG Bull., Vol. 82, No. 1, PP.25-49.

Sharples, C., Mount, R., Pederson, T., 2009-b, **The Australian Coastal Smartline Geomorphic & Stability Map Version I: Manual & Data Dictionary**, the University of Tasmania, Hobort Tasmania.

Sharples, C., Mount, R., Pederson, T., lacey, M., Newton, J., Jaskierniak, D., Wallace, L., 2009-a, **The Australian Coastal Smartline Geomorphic & Stability Map Version I: Project Report,** Australian Government Geoscience, Australia.