

طبقه‌بندی سواحل استان هرمزگان با استفاده از روش‌های تجربی

مریم شیعه‌علی^{۱*}، وحید چگینی^۲ و آزاده ولی‌پور^۳

^۱دکتری فیزیک دریا، شرکت اقلیمی کاسپین، مشهد، ایران

^۲استادیار، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، تهران، ایران

^۳استادیار، گروه علوم فنون دریایی، واحد جویبار، دانشگاه آزاد اسلامی، جویبار، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۱۶، تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۱)

چکیده

طبقه‌بندی سواحل یکی از روش‌های مؤثر برای بررسی نحوه واکنش سواحل در مقابل عوامل هیدرودینامیکی مانند امواج و کشند است. به علاوه از این روش می‌توان در مدیریت جامع مناطق ساحلی و به خصوص در تهیه برنامه مدیریت خط ساحلی استفاده کرد. استان هرمزگان یکی از استان‌های مهم کشور در مجاورت خلیج فارس و دریای عمان است که با توجه به پیشرفت قابل توجه صنعتی استان، طبقه‌بندی سواحل آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در این تحقیق، با استفاده از داده‌های میدانی، روش‌های آزمایشگاهی و محاسبات، واکنش‌های خط ساحلی و حالت ساحل در ناحیه غربی استان هرمزگان، بررسی شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در سه ایستگاه این منطقه که در بخش مرکزی محدوده قرار می‌گیرند، حالت ساحل به صورت فراپراکنا است و در دو ایستگاه مجاور این سه ایستگاه، حالت ساحل به صورت پادگانه ناشی از جزر است. همچنین در شرقی‌ترین ایستگاه منطقه، ساحل از نوع سد ماسه‌ای ناشی از جزر/سواحل ناشی از آب متلاطم بوده است.

واژه‌های کلیدی: استان هرمزگان، ساحل فراپراکنا، ساحل پادگانه ناشی از جزر، سد ماسه‌ای ناشی از جزر، طبقه‌بندی سواحل، عوامل هیدرودینامیکی

۱ مقدمه

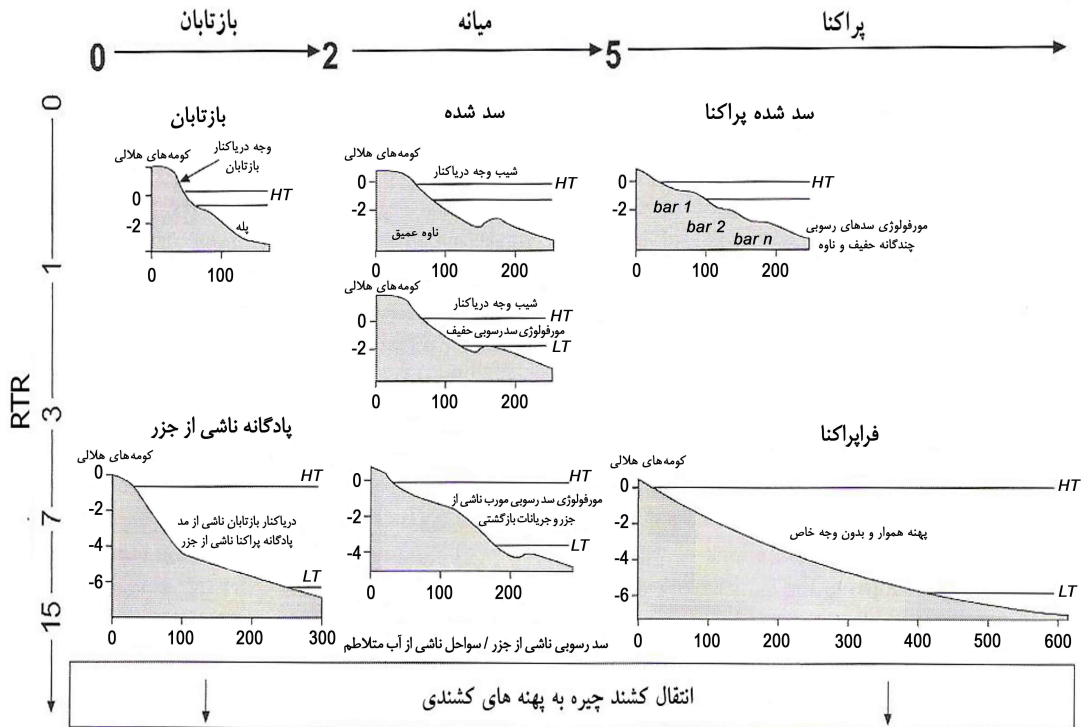
سواحل هر کشور از نظر اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و حتی نظامی اهمیت خاصی دارند، زیرا از یک سو حدود ۷۵ درصد سطح زمین را اقیانوس‌ها و دریاها تشکیل داده‌اند و از سوی دیگر، بسیاری از تأسیسات زیربنایی در مناطق ساحلی قرار دارند (کرمی خانیکی، ۱۳۸۳). در اغلب مناطق ساحلی جهان، سواحل به صورت نهشت‌های رسوبی است که ناشی از تأثیرات امواج و جریان‌ها بر آن‌ها بوده و در مرز بین آب، هوا و خشکی ایجاد شده و مناطق پشت ساحل را محافظت می‌کنند (ترنهایل، ۱۹۹۷). استفاده از ساحل برای پروژه‌های عمرانی هر کشور، به فرایندهای مؤثر در آن ناحیه بستگی دارد؛ بنابراین طبقه‌بندی سواحل از این دیدگاه نقش مهمی در تعیین مکان‌های ساخت‌وسازی دریایی خواهد داشت. به طور کلی، روش‌های طبقه‌بندی سواحل بر اساس چهار معیار مهم زمین‌شناسی، هیدرودینامیکی، اقلیمی و بشری است. بر اساس معیار زمین‌شناسی، اندازه ذرات رسوبی (فریدمن، ۱۹۶۱) و ترکیبات آن‌ها در توصیف و طبقه‌بندی محیط‌های ساحلی رسوبی دارای اهمیت زیادی است که بر اساس این نوع طبقه‌بندی سه نوع غالب سواحل رسوبی با ترکیبات معدنی سیلیکاتی، کربناتی و تبخیری مشخص شده‌اند. در طبقه‌بندی محیط‌های ساحلی، وجود ترکیبات ریزفسیلی در رسوبات نیز مورد توجه قرار گرفته است (هیینستیل و مارتین، ۱۹۹۹؛ لدوک و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین طبقه‌بندی دقیق‌تر سواحل می‌تواند با توجه به منشأ رسوبی و با در نظر گرفتن اندازه ذرات رسوبی و آنالیز محتوای ریزفسیلی و معدنی صورت گیرد (آلکانتارا-کاریو و همکاران، ۲۰۱۰). از طرف دیگر طبقه‌بندی سواحل بر اساس وجود یا نبود انواع رسوب با استفاده از ترکیب اندازه دانه‌ها و ویژگی‌های معدنی (آلکانتارا-کاریو و آلونزو، ۲۰۰۱) همانند آنالیز ضخامت رسوبات ته‌نشین شده، با اهمیت است (فونتان بوزاس و همکاران،

۲۰۱۳). شالمیستر و جینگز در مطالعه‌ای در این زمینه در سال ۲۰۰۲ که براساس سواحل شنی صورت گرفته است، سواحل شنی را به سه دسته تقسیم‌بندی کرده‌اند. آن‌ها این تقسیم‌بندی را بر اساس مشخصه‌های مورفودینامیکی، برای سواحل نیوزیلند پیشنهاد کرده‌اند. در این مطالعه دریاکنارها را می‌توان از نظر رسوب به سه دسته تقسیم‌بندی کرد: ۱. سواحل با شن خالص که دارای شیب زیاد بین ۰/۰۸ تا ۰/۲۴ هستند، ۲. سواحل مخلوط از شن و ماسه که دارای شیب متوسط بین ۰/۰۴ تا ۰/۱۳ هستند، ۳. سواحل شنی مخلوط که دارای شیبی بین ۰/۰۵ تا ۰/۰۱۴ هستند.

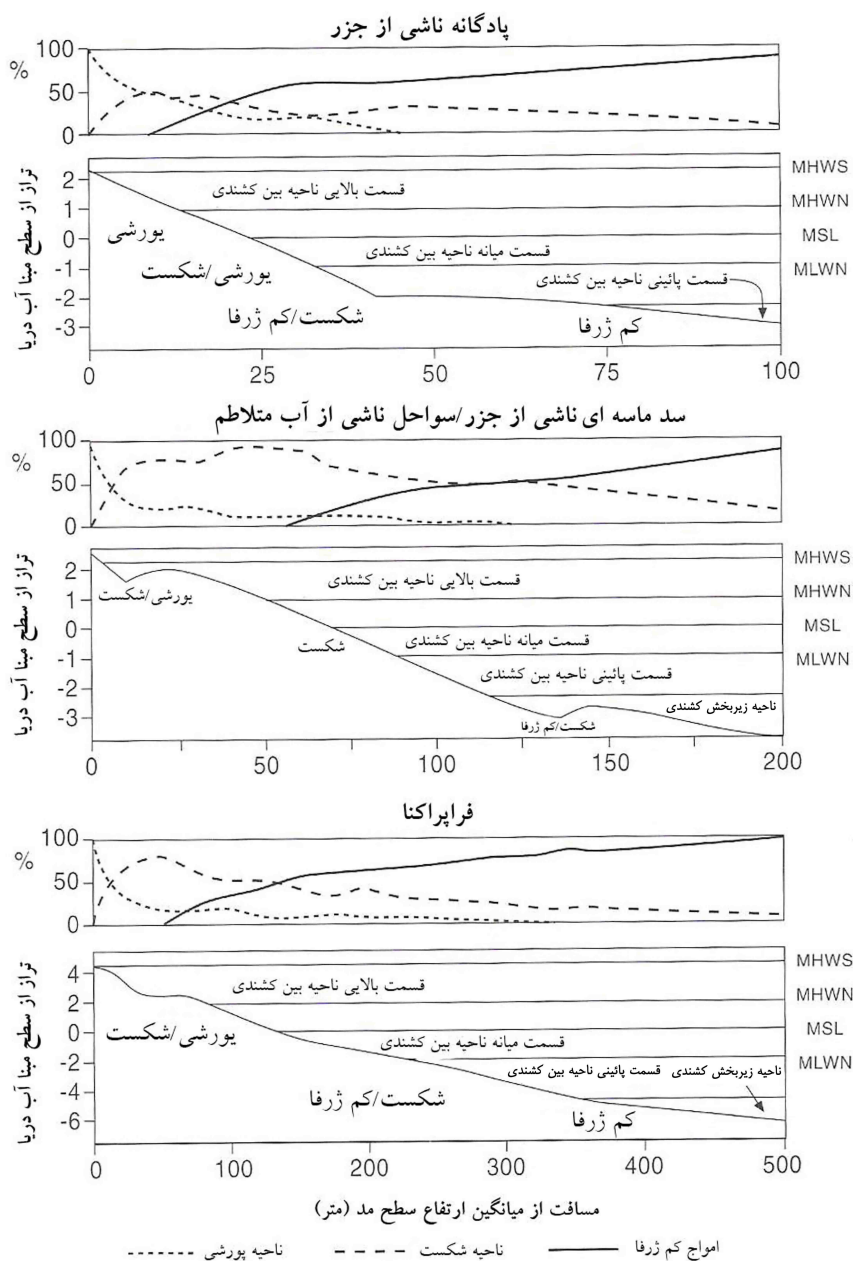
با در نظر گرفتن نقش عوامل بشری در ساحل، سواحل را می‌توان به سه نوع طبقه‌بندی کرد: سواحلی که به‌طور غیرمستقیم اصلاح شده‌اند، سواحل میانه یا روستایی و سواحل پیشرفته بشری (آلکانتارا-کاریو و همکاران، ۲۰۱۴). طبقه‌بندی بر اساس عوامل هیدرودینامیکی، یکی از روش‌های مؤثر برای بررسی نحوه واکنش ساحل در مقابل عواملی همچون امواج و کشند است؛ این نوع طبقه‌بندی ساحل اخیراً مورد توجه اقیانوس‌شناسان و مهندسان سواحل قرار گرفته است. فعالیت در این زمینه در خارج از کشور از سه دهه پیش شروع شده است، اما مطالعه و بررسی طبقه‌بندی سواحل در داخل کشور از نظر اثر امواج و کشند روی ساحل به‌نوعی مطالعه‌ای جدید محسوب می‌شود. از مطالعات بااهمیتی که در این زمینه صورت گرفته، مطالعات رایت و شرت در سال ۱۹۸۴ بر روی سواحل موج چیره (Wave dominated) است. این مطالعات برای سواحلی است که طبق رابطه هانسن $TR - RTR = \frac{TR}{H_b}$ محدوده کشندی و H_b ارتفاع شکست موج است - دارای مقدار $RTR < 3$ بوده و شرایط سواحل موج چیره را دارا هستند. مسلینک و شرت در سال ۱۹۹۳ برای سواحل موج - کشند (Wave-Tide)

لغزان رخ می‌دهد و سهم زیادی در انعکاس انرژی موج در وجه ساحل دارد. سواحل پراکنا (Dissipative) ($\Omega > 5$) در جایی وجود دارند که انرژی موج شکستی از نوع آشفته است و این انرژی در طول یک ساحل پهن که شیب ملایمی دارد، از بین خواهد رفت و سواحل میانه (Intermediate) نیز، دارای Ω برابر با ۱ تا ۵ تشخیص داده شده‌اند (مسلینک و شرت، ۱۹۹۳). در شکل ۱، حالت‌های مختلف سواحل موج چیره و موج-کشند نشان داده شده است. مسلینک و هگ (۱۹۹۵) حالت‌های مورفودینامیک سواحل موج-کشند را که قبلاً توسط مسلینک و شرت ارائه شده بود، کامل‌تر کردند؛ با توجه به شکل ۲ و جدول ۱ خصوصیات این نوع سواحل مشخص شده است. در مطالعه‌ای دیگر در سال ۲۰۰۴، فینکل انواع مختلف طبقه‌بندی ساحل را بررسی کرده است؛ او برای این منظور سواحل شرقی فلوریدا را طبقه‌بندی کرد. نتایج

($3 < RTR < 15$)، با استفاده از ویژگی‌های کشند و با توجه به تحقیق‌های گسترده‌ای که روی مورفودینامیک دریاکنارهای خردکشندی صورت گرفته است، چنین بیان کردند که گروه‌های خاصی از دریاکنارهای طبیعی بر اساس چهار پارامتر: متوسط ارتفاع شکست، دوره تناوب میانگین موج شکننا، مشخصه‌های رسوب قسمت بالای وجه دریاکنار و متوسط محدوده مهکشند وجود دارند که آن‌ها را می‌توان در قالب دو پارامتر بدون بعد: محدوده کشندی نسبی RTR و سرعت سقوط بدون بعد $(\Omega = H_b / W_s T)$ که W_s سرعت سقوط میانگین رسوب و T پریود موج است، خلاصه کرد. براساس این دو طبقه‌بندی (رایت و شرت، ۱۹۸۴؛ و مسلینک و شرت، ۱۹۹۳) با استفاده از پارامتر سرعت بدون بعد، حالت ساحل چنین توضیح داده می‌شود که دریا کنار بازتابان (Reflective) ($\Omega < 1$) در جایی وجود دارد که شکست



شکل ۱. حالت‌های مختلف دریاکنار بر اساس مدل ارتفاع شکست موج و دوره تناوب موج و سرعت سقوط رسوبات در حالت مد و میانگین محدوده کشندی (مسلینک و شرت، ۱۹۹۳).



شکل ۲. رخدادهای نسبی ناحیه یورش، شکست و ناحیه کم ژرفای فرآیندهای امواج که در یک دوره کشندی برای پادگانه ناشی از جزر، سد ماسه‌ای ناشی از جزر / دریاکنار ناشی از آب متلاطم و دریاکنارهای فراپراکنا روی می‌دهد (مسلینک و هگ، ۱۹۹۵).

مطالعه و بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که سواحل پرخطر روی سواحل غربی یافت شده و این سواحل می‌توانند از نظر ریخت‌شناسی جزء سواحل میانه و سد ماسه‌ای ناشی از جزر و سواحل ناشی از آب متلاطم طبقه‌بندی شوند. همچنین اختلافات شاخص و شدت آن‌ها

نشان داد سواحل میانه در این ناحیه دارای سدهای رسوبی منفرد یا دوگانه هستند که توسط کومه‌های هلالی و جریانات بازگشتی توسعه یافتند. اسکات و همکاران (۲۰۰۷) سواحل جنوب غربی انگلستان را از طریق آزمایش بر روی امواج پرنرژری و حداکثر تراز کشندی

اقتصادی، ارتقاء رفاه اجتماعی مردم بومی مناطق ساحلی و برنامه‌ریزی صحیح کاربری اراضی را در مناطق ساحلی بررسی می‌کنند (احمدیان و همکاران، ۱۳۹۴). در مطالعه‌ای که توسط کریمی پور و همکاران (۱۳۸۸) در تعیین منطقه ساحلی برای مطالعات ICZM در ایران صورت گرفته، بیان شده است که شاخص‌های شناخته شده قابل به کارگیری و تعمیم در همه کشورها، برای تعریف ساحل و مشخص کردن محدوده ICZM و مدیریت نوار ساحلی وجود ندارد. هر یک از کشورهای ساحلی با توجه به ویژگی‌های ساحل‌های خود می‌توانند از شاخص‌های همپوش با شرایط جغرافیایی محیط زیستی ویژه خویش استفاده کنند. تا جایی که به شرایط جغرافیایی ایران و مدیریت نوار ساحلی برمی‌گردد، حداکثر اعمال مدیریت در خشکی ۶۰ متر تا ۶۰۰ متر را در برمی‌گیرد. در تحقیقی دیگر احمدیان و همکاران (۱۳۹۴) منطقه آزاد انزلی و شرایط محیطی در آن و طرح‌ها و برنامه‌هایی که برای توسعه این منطقه تهیه شده است را بررسی کرده و تعارضاتی را که ممکن است در آینده مدیریت یکپارچه سواحل در محدوده شهرستان

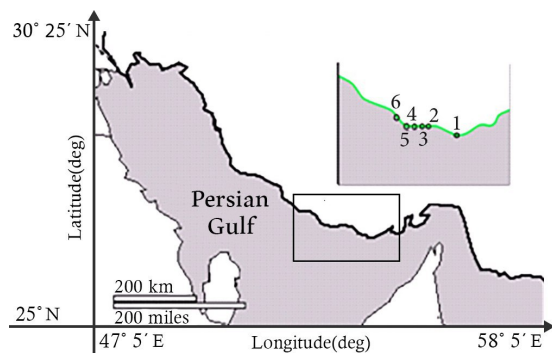
در سواحل پرخطر به طبیعت هیدرودینامیکی و نوع ساحل بستگی داشته و پادگانه ناشی از جزر (بازتابان) و سواحل ناشی از آب متلاطم و میانه و مورفولوژی سد ماسه‌ای ناشی از جزر دارای بیشترین خطر سامانه جریان‌های تند برگشتی بوده‌اند. مطالعه مهم داخلی در این زمینه، تحقیقی است که توسط آزاده ولی پور و همکاران (۱۳۸۵) برای سواحل استان مازندران انجام گرفته است. بر اساس نتایج این تحقیق، سواحل این منطقه از نوع موج چیره است. از طرفی، حالت‌های ساحل در محدوده شرقی و مرکزی این استان به صورت پراکنا است که درجه پراکنایی آن از شرق به غرب کاسته شده است. همچنین حالت ساحل در قسمت غربی استان مازندران به صورت میانه است.

مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی (ICZM) روشی در جهت خنثی کردن تأثیرات نامطلوب فعالیت‌های انسانی در مناطق ساحلی است. برنامه‌های مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی به طور کلی با توجه به ویژگی‌های محیطی سواحل، عواملی از جمله استفاده پایدار از منابع ساحلی، حفظ تنوع زیستی، حفاظت سواحل در مقابل مخاطرات محیطی، کنترل آلودگی، مدیریت برنامه‌های توسعه

جدول ۱. خلاصه ای از مشخصه های مورفودینامیکی پادگانه ناشی از جزر، سد ماسه ای ناشی از جزر/ سواحل ناشی از آب متلاطم و دریا کنار های فراپراکتنا (مسلینک و هگ، ۱۹۹۵).

پارامتر/ فرآیند	پادگانه ناشی از جزر	سد ماسه‌ای ناشی از جزر/ سواحل ناشی از آب متلاطم	فراپراکتنا
Ω	< ۲(۳)	۲ - ۵	> ۵(۳)
RTR	۳ - ۱۵	۳ - ۷	۳ - ۱۵
شرایط مد و قسمت بالای نیم رخ بین کشندی			
اندازه رسوبات	۰/۳ mm	۰/۲ - ۰/۴ mm	۰/۳ mm
شیب	> ۰/۰۵	۰/۰۳ - ۰/۰۵	۰/۰۲ - ۰/۰۴
نوع شکست	لغزان/ چرخان	چرخان	آشفته/چرخان
شرایط جزر و قسمت پایین نیم رخ بین کشندی			
اندازه رسوبات	< ۰/۲ mm	< ۰/۳ mm	< ۰/۲ mm
شیب	< ۰/۰۳	۰/۰۲ - ۰/۰۴	< ۰/۰۳
نوع شکست	آشفته	آشفته/چرخان	آشفته

داده‌های رسوب سازمان زمین‌شناسی (دریایی) و همچنین داده‌های کشندی سازمان نقشه‌برداری (آب‌نگاری) برای سال ۲۰۰۲ انتخاب شده‌اند (شکل ۳). در جدول ۲، شماره ایستگاه‌ها، اسامی آن‌ها و مختصات دقیق جغرافیایی هر ایستگاه مشخص شده است.



شکل ۳. نقشه و ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه.

در تحقیق حاضر، برای تعیین شیب عمومی ساحل ابتدا نقشه‌های اسکن‌شده با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ منطقه را در نرم‌افزار Arc GIS9.2 فراخوانی کرده و سپس به منظور تبدیل خروجی‌ها، بر اساس موقعیت جغرافیایی، آن‌ها را در محیط نرم‌افزار Arc GIS9.2 با استفاده از ابزار Georeferencing، زمین مرجع نموده و توسط نرم‌افزار Arc Catalog، با انجام عملیاتی از نقشه، شیب ساحل را در هر نقطه تعیین شده‌اند. سپس با استفاده از شیب عمومی به‌دست آمده، ارتفاع شکست و عمق شکست طبق روابط زیر محاسبه شده‌اند.

انزلی را با چالش مواجه سازد، مشخص کرده‌اند. همچنین بر ارتباط مؤثر منطقه آزاد انزلی و مدیریت آن با سازمان محیط زیست و سازمان بنادر و دریانوردی تأکید شده است. سازمان بنادر و دریانوردی نیز در سال ۱۳۹۳ به‌عنوان متولی تهیه و تدوین مطالعات طرح مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی، به تهیه نرم‌افزار پشتیبان تصمیم‌گیری مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی اقدام کرده است.

با توجه به اهمیت حفاظت سواحل در برابر مخاطرات محیطی در راستای اهداف مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی، بررسی واکنش‌های ساحل در برابر عوامل هیدرودینامیکی و نوع حالت ساحل ضروری به نظر می‌رسد. به دلیل اهمیت نیروهای هیدرودینامیکی و تأثیر آن بر شکل‌گیری حالت ساحل و با توجه به شرایط ویژه استان هرمزگان که در مجاورت خلیج فارس و دریای عمان قرار دارد، در تحقیق حاضر با استفاده از امواج ناشی از باد، تراز کشندی و مشخصات رسوب سواحل و با روش مسلینک و شرت، حالت سواحل غربی استان هرمزگان در سال ۲۰۰۲ بررسی و حالت ساحل در شش ایستگاه این منطقه تعیین شده است.

۲ روش تحقیق

در این مطالعه، شش ایستگاه در طول سواحل غربی استان هرمزگان، بین بندر لنگه تا گاوبندی با توجه به داده‌های موج پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی،

جدول ۲. موقعیت ایستگاه‌های مورد بررسی استان هرمزگان.

شماره ایستگاه	موقعیت ایستگاه	مختصات جغرافیایی ایستگاه
ایستگاه اول	دماغه بستانه	طول جغرافیایی " ۱۸° ۳۹' ۵۴" ، عرض جغرافیایی " ۲۹° ۳۰' ۲۶"
ایستگاه دوم	بین بندر چارک و گرزه	طول جغرافیایی " ۱۴° ۳' ۵۴" ، عرض جغرافیایی " ۲۷° ۴۴' ۲۶"
ایستگاه سوم	حوالی گرزه	طول جغرافیایی " ۵° ۵۳' ۵۳" ، عرض جغرافیایی " ۲۲° ۴۳' ۲۶"
ایستگاه چهارم	بین بندر گرزه و چیرویه	طول جغرافیایی: " ۲۴° ۵۱' ۵۳" ، عرض جغرافیایی: " ۲۳° ۴۲' ۲۶"
ایستگاه پنجم	حوالی بندر چیرویه	طول جغرافیایی: " ۴° ۴۴' ۵۳" ، عرض جغرافیایی: " ۶° ۴۲' ۲۶"
ایستگاه ششم	حوالی مقدان	طول جغرافیایی: " ۹° ۳۹' ۵۳" ، عرض جغرافیایی: " ۴° ۳۴' ۲۷"

کم عمق، این رابطه به طور تقریبی مساوی است با:

$$H = H_0 \left(\frac{c_0}{2\sqrt{gd}} \right)^{1/2} \left(\frac{\cos \theta_0}{1} \right)^{1/2} \quad (۶)$$

حال اگر زاویه شکست کوچک فرض شود، داریم:

$$\kappa d_b = H_0 \left[\frac{c_0}{2gd_b} (\cos \theta_0) \right]^{1/2}, \quad (۷)$$

$$d_b = \frac{1}{g^{1/5} \kappa^{4/5}} \left(\frac{H_0^2 c_0 \cos \theta_0}{2} \right)^{2/5} \quad (۸)$$

برای ساحل که در آن $d = mx$ و $m = \tan \beta$ (شیب ساحل)، فاصله از ساحل تا خط موج شکنها از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$x_b = \frac{d_b}{m} = \frac{1}{mg^{1/5} \kappa^{4/5}} \left(\frac{H_0^2 c_0 \cos \theta_0}{2} \right)^{2/5} \quad (۹)$$

سرانجام ارتفاع موج شکنها به صورت زیر تخمین زده می‌شود (چگینی، ۱۳۷۷):

$$H_b = \kappa m x_b = \left(\frac{\kappa}{g} \right)^{1/5} \left(\frac{H_0^2 c_0 \cos \theta_0}{2} \right)^{2/5} \quad (۱۰)$$

معیار گنی زیر برای تشخیص نوع شکست موج با استفاده از شاخص نوع شکست تعریف می‌شود:

$$\xi_{0b} = \frac{\tan \beta}{[H_b/L_0]^{1/2}}, \quad (۱۱)$$

که H_b ارتفاع موج ورودی به ناحیه شکست در آب عمیق، L_0 طول موج در آب عمیق و $\tan \beta$ شیب بستر نسبت به راستای افق است.

لازم به ذکر است، جهت محاسبه و برآورد شیب ساحل، استفاده از نقشه‌ای با دقت بیشتر مناسب‌تر است، اما به دلیل محدودیت دسترسی به این اطلاعات از مقیاس ذکر شده استفاده شده است.

امواج زمانی می‌شکنند که ارتفاع آن‌ها مساوی کسری از عمق آب شود:

$$H_b = \kappa d_b, \quad (۱)$$

که κ شاخص شکست موج بوده و زمانی که شیب ساحل m به صفر میل کند، مقدارش به 0.78 می‌رسد d_b عمق شکست است. با نتایج آزمایشگاهی رابطه ارتفاع موج شکنها با شیب ساحل به صورت زیر در آمده است:

$$\kappa = b(m) - a(m) \frac{H_b}{gT^2}, \quad (۲)$$

به طوری که:

$$a(m) = 43.8(1.0 - e^{-19m}), \quad (۳)$$

$$b(m) = 1.56(1.0 + e^{-19.5m})^{-1}, \quad (۴)$$

پارامترهای $a(m)$ و $b(m)$ بدون بعد هستند. برای اولین تقریب، می‌توان عمق شکست موج را در صورت مشخص بودن خصوصیات موج دور از ساحل با کمک فرمول‌های کاهش ژرفا و انکسار در حالت خطوط تراز مستقیم و موازی به دست آورد:

$$H = H_0 \left(\frac{c_0}{2nc} \right)^{1/2} \left(\frac{\cos \theta_0}{\cos \theta} \right)^{1/2}, \quad (۵)$$

که H_s ارتفاع میانگین موج شاخص، θ_0 جهت میانگین موج، H ارتفاع میانگین موج، T دوره تناوب میانگین موج، C_0 سرعت موج و L_0 طول موج است. برای آب

$$B = \left[\frac{g \left(\frac{\gamma_s}{\gamma} - 1 \right)}{\nu^2} \right]^{\frac{1}{3}} d_{50}, \quad (12)$$

$$W_s = \frac{\gamma B^3}{18d} \quad B^3 \leq 39, \quad (13)$$

$$W_s = \frac{\gamma B^{2/1}}{6d} \quad 39 < B^3 < 10^4, \quad (14)$$

$$W_s = \frac{1/05 \gamma B^{1/5}}{d} \quad 10^4 < B^3 < 3 \times 10^6, \quad (15)$$

که γ_s وزن مخصوص دانه، γ وزن مخصوص سیال، g شتاب گرانی، d_{50} قطر ۵۰ درصد رسوبات، ν ویسکوزیته سینماتیکی سیال و B شاخص شناوری است. در جدول ۴ ویژگی‌های رسوب آمده است. در این جدول $D(\varphi)$ نشان‌دهنده عدد فی رسوبات است.

برای یک بستر با شیب عمومی یکنواخت، روابط زیر برای تشخیص نوع شکست قابل تعریف است:

- شکست نوع آواری (Collapsing) $\xi_{ob} > 3/7$

- شکست نوع لغزان (Surging) $\xi_{ob} = 2/5 - 3/1$

- شکست نوع چرخان (Plunging) $\xi_{ob} = 0/5 - 2/5$

- شکست نوع آشفته (Spilling) $\xi_{ob} < 0/5$

شایان ذکر است؛ اطلاعات میانگین برای امواج و کشند در تمام ایستگاه به صورت ماهانه و سالانه محاسبه شده که جدول ۳ مقادیر سالانه اطلاعات امواج را در سال ۲۰۰۲ نشان داده است. به طوری که در این جدول، H_s ارتفاع میانگین است.

در این مطالعه ویژگی‌های رسوب ایستگاه‌ها که توسط سازمان زمین‌شناسی (دریایی) تهیه شده است، در آزمایشگاه بررسی شده و سرعت سقوط ذره W_s با استفاده از شاخص شناوری B ، طبق روابط زیر محاسبه شده است.

جدول ۳. ویژگی اطلاعات امواج یکساله در ایستگاه‌های این منطقه (۲۰۰۲).

ایستگاه	θ_0	L_0	C_0	T	H_s	H
ایستگاه اول	۲۳۵/۶۵۴	۱۳/۱۰۳	۴/۵۲۱	۲/۸۹۸	۰/۴۷۸	۰/۳۰۴
ایستگاه دوم	۱۴۳/۸۲۱	۴/۵۹۹	۲/۶۷۹	۱/۷۱۷	۰/۲۵۴	۰/۱۵۹
ایستگاه سوم	۷۶/۴۵۴	۱/۴۲۵	۱/۴۹۱	۰/۹۵۶	۰/۱۶۷	۰/۱۰۵
ایستگاه چهارم	۹۶/۱۹۵	۲/۳۴۶	۱/۹۱۳	۱/۲۲۶	۰/۲۲۳	۰/۱۳۹
ایستگاه پنجم	۱۱۷/۹۵۴	۳/۴۱۹	۲/۳۱	۱/۴۸	۰/۲۷۳	۰/۱۷۰
ایستگاه ششم	۱۱۸/۸۳۳	۳/۴۸	۲/۳۳۰	۱/۴۹۴	۰/۲۸۱	۰/۱۷۶

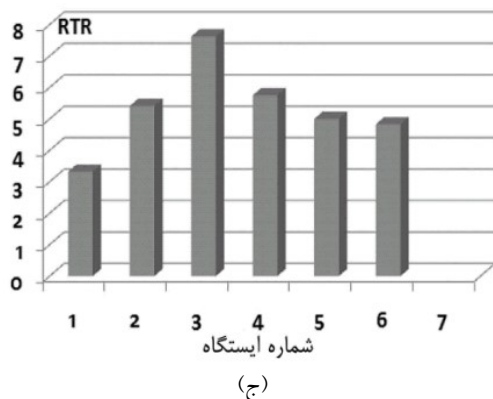
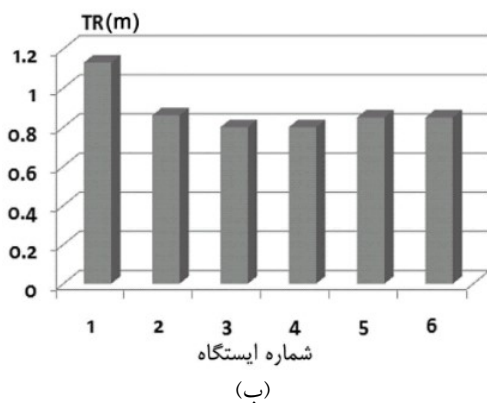
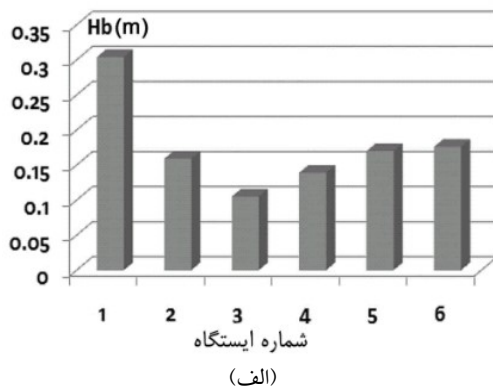
جدول ۴. ویژگی اطلاعات رسوب در ایستگاه‌های این منطقه (۲۰۰۲).

ایستگاه	W_s	γ_s (gr/cm ³)	$D(\varphi)$	d_{50} (mm)
ایستگاه اول	۰/۰۲۳	۲/۱	۱/۵۷۷	۰/۲۵
ایستگاه دوم	۰/۰۶۰۳	۲	۱/۱۴	۰/۶۴
ایستگاه سوم	۰/۰۲۸۲	۲/۸۵	۱/۷۵۲	۰/۲۱۵
ایستگاه چهارم	۰/۰۰۳۵	۱/۵	۲/۶۷۸	۰/۱۲
ایستگاه پنجم	۰/۰۰۹۹	۲/۵	۲/۷۲۳	۰/۱۱۵
ایستگاه ششم	۰/۱۹۷	۲/۵	۱/۷۵۹	۲/۵

۳ یافته‌ها

ایستگاه، به جز ماه آوریل که حالت ساحل به فراپراکنا تبدیل شده، این حالت در تمامی ماه‌های سال حفظ شده است؛ به طوری که درصد وقوع سالیانه آن (پادگانه ناشی از جزر) نزدیک به ۹۲ درصد است. در سه ایستگاه بعدی

از آنجایی که هر دو عامل هیدرودینامیکی موج و کشند اثر نسبتاً یکسانی در این منطقه داشته‌اند، سواحل مورد مطالعه استان هرمزگان، تحت اثر این دو عامل قرار گرفته و بر اساس رابطه هانسن و برقراری $15 < RTR < 3$ ، نوع ساحل در تمامی ایستگاه‌ها، موج-کشند بوده (شکل ۴) و این شرایط در اغلب ماه‌های سال حفظ شده است. بر طبق نتایج طبقه‌بندی هانسن و اطلاعات آزمایشگاهی و محاسباتی رسوب منطقه و همچنین با استفاده از شکل‌های ۱ و ۲ و جدول ۱ حالت ساحل مطابق طبقه‌بندی مسلینک و شرت مشخص شده است، به طوری که در ایستگاه‌های این منطقه هر سه نوع ساحل بازتابان، میانه و پراکنا ایجاد شده‌اند.



شکل ۴. میانگین سالیانه، (الف) ارتفاع شکست امواج H_b ، (ب) محدوده کشندی TR، (ج) محدوده کشندی نسبی RTR در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه.

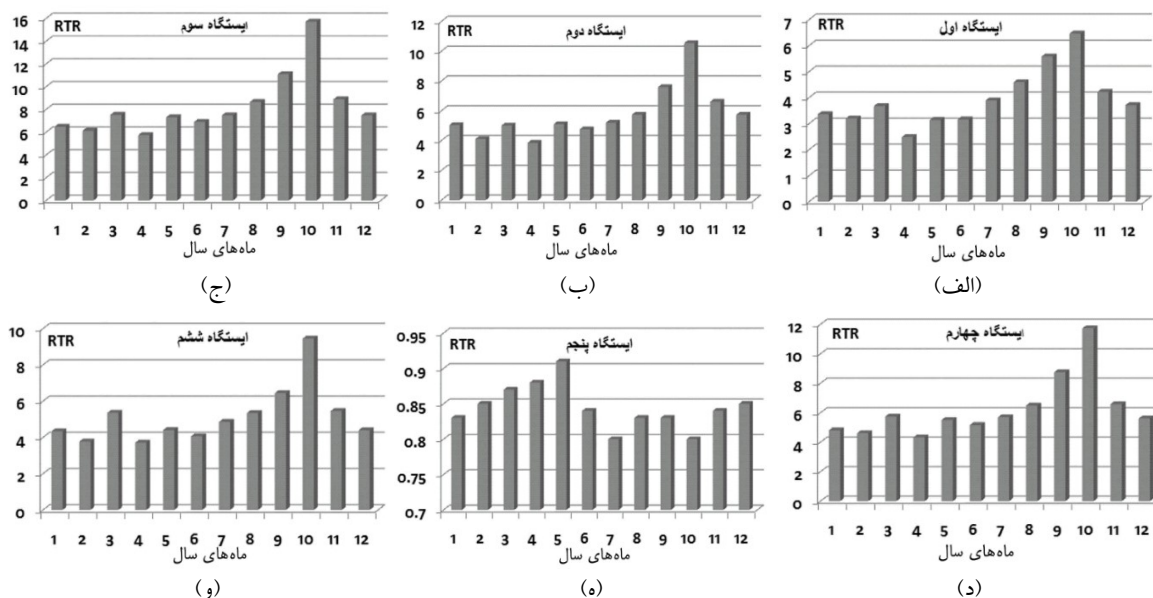
در دماغه بستانه (ایستگاه اول)، با توجه به جدول ۵، ساحل دارای کمترین شیب ایستگاه‌های منطقه است؛ اما اثر امواج و کشند در مقایسه با دیگر ایستگاه‌ها قوی‌تر است. نوع شکست در این ایستگاه و همچنین تمامی ایستگاه‌های محدوده مورد بررسی از نوع آشفته بوده است. دماغه بستانه دارای حالت میانگین سالیانه، سد ماسه‌ای ناشی از جزر است که در صد وقوع سالیانه این حالت ۷۵ درصد است و ۲۵ درصد از سال (ماه‌های فوریه، مارس و آوریل) به دلیل تغییر محدوده کشندی نسبی و تغییر سرعت سقوط بدون بعد (شکل‌های ۵ و ۶)، ساحل به حالت فراپراکنا نزدیک می‌شود. در حد فاصل بندر چارک و گرز (ایستگاه دوم)، ساحل دارای بیشترین شیب منطقه بوده و مطابق جدول ۵، قطر رسوبات خط ساحلی در این مکان، نسبتاً زیاد است (قطر رسوبات خط ساحلی طبق جدول ۱، با قسمت بالای نیم‌رخ بین کشندی یا در شرایط مد، مقایسه می‌شود). همچنین با توجه به سرعت سقوط بدون بعد و محدوده کشندی نسبی، مشخص شده که میانگین سالیانه حالت ساحل، پادگانه ناشی از جزراست. با توجه به شکل‌های ۵ و ۶ در این

درصد (ماه‌های ژانویه، فوریه و جون) حالت ساحل به سد ماسه‌ای ناشی از جزر تبدیل شده است. غربی‌ترین ایستگاه منطقه (مقدان)، دارای درشت‌ترین رسوب است؛ به طوری که قطر رسوب در خط ساحلی این ایستگاه ۲/۵ میلی‌متر و شیب ساحل در این مکان نسبتاً زیاد است (جدول ۵). همچنین با توجه به مقادیر RTR و Ω در ماه‌های مختلف مشخص شده که ساحل این ایستگاه هم به صورت میانگین سالیانه و ماهیانه دارای حالت یادگانه ناشی از جزر است.

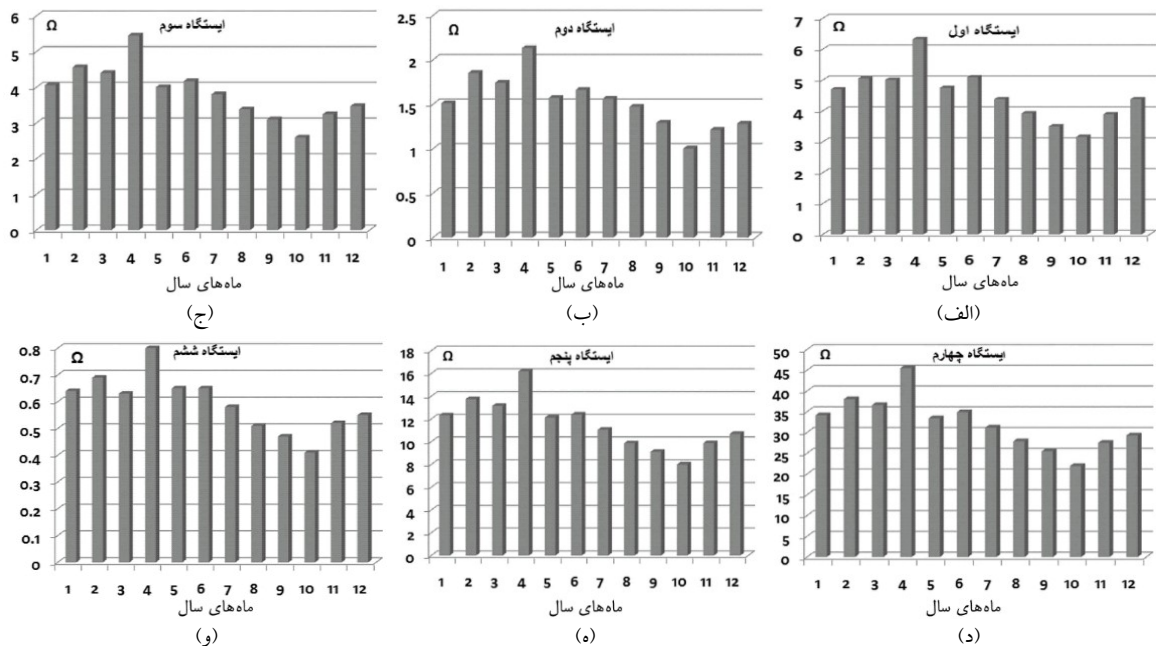
(سوم، چهارم و پنجم) که بین بندر گرزه و چیرویه قرار گرفته‌اند، میانگین سالیانه حالت ساحل فراپراکنا بوده است. در ایستگاه‌های چهارم و پنجم این منطقه، عمق رسوب‌های اندازه‌گیری شده ۲۴/۵ متر است، به همین دلیل با اندازه رسوبات (جدول ۵) در قسمت پایین نیم‌رخ بین کشندی یا در شرایط جزر (جدول ۱) مقایسه شده‌اند؛ در این دو ایستگاه حالت ساحل در تمامی ماه‌های سال شرایط فراپراکنا را حفظ کرده است، اما در ایستگاه سوم (حوالی گرزه)، مطابق شکل‌های ۵ و ۶، درصد وقوع سالیانه حالت ساحل فراپراکنا ۷۵ درصد است و در ۲۵

جدول ۵. شاخص‌های تعیین حالت ساحل به روش شرت و مسلینک.

ایستگاه	RTR	Ω	$\tan \beta$	D_{50}	ξ_b	عمق رسوب
ایستگاه اول	۳/۳۲	۴/۵۶	۰/۰۲۷۷	۰/۲۵	۰/۰۱۸	خط ساحلی
ایستگاه دوم	۵/۴۱	۱/۵۳	۰/۰۳۳	۰/۶۴	۰/۱۷۹	خط ساحلی
ایستگاه سوم	۷/۶۲	۳/۸۹	۰/۰۱۵۱۵	۰/۲۱۵	۰/۰۵۶	خط ساحلی
ایستگاه چهارم	۵/۷۵	۳۲/۳۹	۰/۰۲۲	۰/۱۲	۰/۰۹	۲۴/۵ متر
ایستگاه پنجم	۵	۱۱/۵۶	۰/۰۰۵۹	۰/۱۱۵	۰/۰۱۳	۲۴/۵ متر
ایستگاه ششم	۴/۸۳	۰/۵۹	۰/۰۱۸	۲/۵	۰/۰۱۳	خط ساحلی



شکل ۵. محدوده کشندی نسبی RTR در ماه‌های سال ۲۰۰۲ برای (الف) ایستگاه اول، (ب) ایستگاه دوم، (ج) ایستگاه سوم، (د) ایستگاه چهارم، (ه) ایستگاه پنجم، (و) ایستگاه ششم.



شکل ۶. سرعت سقوط بدون Ω بعد در ماه‌های سال ۲۰۰۲ برای (الف) ایستگاه اول، (ب) ایستگاه دوم، (ج) ایستگاه سوم، (د) ایستگاه چهارم، (ه) ایستگاه پنجم، (و) ایستگاه ششم.

۴ نتیجه‌گیری

حالت‌های مختلف سواحل موج-کشند، به عوامل کشند، موج، شیب ساحل، نوع شکست و قطر رسوبات وابسته است که به صورت عوارض ساحلی خاص مشاهده می‌شوند. بر این اساس، سواحل استان هرمزگان که از نوع موج-کشند محسوب می‌شوند، دارای ویژگی دریاکنارهای پادگانه ناشی از جزر (Low Tide Terrace Beaches) هستند و با یک شیب در قسمت بالای نیم‌رخ دریاکنار و شیب ملایم در قسمت پادگانه در حالت جزر مشخص می‌شود. این دریاکنارها وقتی گسترش می‌یابند که $RTR = 3 - 15$ و $\Omega < 2$ باشد. رسوبات قسمت بالای نیم‌رخ دریاکنار در جایی که اندازه دانه‌ها عموماً از 0.3 میلی‌متر بیشتر است، معمولاً به طور چشمگیری زبرتر از دانه‌های رسوبی است که روی پادگانه در حالت جزر دریاکنار یافت می‌شود. برای $RTR = 3 - 7$ آب متلاطم ناشی از زهکشی (Drainage Rips) ممکن است به داخل جریانات بازگشتی آرام (Rips Subdued) ناحیه شکست تخلیه شود، اما برای $RTR = 7 - 15$ پادگانه در حالت جزر

بدون شکل خاصی خواهد بود. در ایستگاه دوم و ششم، حالت ساحل، پادگانه ناشی از جزر بوده است، زیرا در ایستگاه دوم RTR بین $3/84$ تا $10/53$ و Ω نیز بین $1/005$ تا $1/85$ و همچنین در ایستگاه ششم RTR بین $3/71$ تا $9/45$ متغیر و Ω نیز بین $0/41$ تا $0/8$ بوده است. این دو ایستگاه با این شرایط و دیگر عوامل از جمله اندازه رسوبات و نوع شکست و همچنین شیب ساحل با حالت پادگانه در حالت جزر هماهنگی زیادی دارند. در قسمت بالای ناحیه بین کشندی، این دریاکنارها، به وسیله فرآیندهای یورشی تحت تأثیر قرار گرفته و با یک ترکیب از فرآیندهای یورشی و ناحیه شکست، مورفودینامیک ناحیه میانه بین کشندی را کنترل می‌کنند. با این وجود فرآیندهای یورشی چیره‌شده در قسمت بالای نیم‌رخ بین کشندی مشخص می‌کنند که ریخت‌شناسی سد یورشی احتمالاً شکل نمی‌گیرد، زیرا در هر حال شیب کلی دریاکنار تند بوده و در حالت شبه تعادلی با فرآیندهای یورشی قرار دارد. ناحیه پایین بین کشندی به وسیله ترکیبی از فرآیندهای ناحیه شکست و ناحیه کم‌عمق

کنترل می‌شود و تحت تأثیر قرار می‌گیرد و تنها تغییرات جزئی در ریخت‌شناسی دریاکنار در یک چرخه قمری روی دریاکنارهای دارای پادگانه، در حالت جزر اتفاق می‌افتد.

سدهای ماسه‌ای ناشی از جزر/سواحل ناشی از آب متلاطم (Low Tide Bar/ Rip Beaches) دریاکنار زمانی شکل می‌گیرد که $RTR = 3-7$ و $2 < \Omega$ اشد. حالت ساحل در ایستگاه اول (نزدیکی بندر بستانه) به سد ماسه‌ای ناشی از جزر/دریاکنار ناشی از آب متلاطم نزدیک است. چون در این ایستگاه در طول سال $\Omega = 4/56$ و $RTR = 3/32$ و همچنین دیگر خصوصیات از جمله قطر رسوبات، نوع شکست و شیب ساحل با این نوع ساحل هماهنگ است. ریخت‌شناسی سد ماسه‌ای در حالت مد که تحت تأثیر امواج کم‌عمق و ناحیه شکست است، به قسمت بالایی دریاکنار محدود می‌شود؛ جایی که امواج شکست چرخان در امتداد ناحیه شکست میانه نسبتاً باریک رخ داده است. شکست امواج روی سد ماسه‌ای طی جزر افزایش می‌یابد، ناهه دوباره اصلاح و ترمیم می‌شود و سلول جریان بازگشتی در حالت جزر افزایش می‌یابد. مورفودینامیک ناحیه بالایی بین کشندی روی سد ماسه‌ای ناشی از جزر به وسیله ترکیبی از فرآیندهای یورشی و ناحیه شکست کنترل می‌شود و نتیجه آن ممکن است در ایجاد ریخت‌شناسی سد ماسه‌ای یورشی مشخص و حاکم باشد. اگرچه ناحیه میانه و پایین بین کشندی تحت تأثیر فرآیندهای ناحیه شکست قرار می‌گیرد، فرآیندهای امواج در ناحیه شکست و نواحی کم‌عمق، ناحیه زیر بخش کشندی را کنترل می‌کند که نتیجه آن حاکمیت ریخت‌شناسی سدهای رسوبی/جریان‌های تند برگشتی است.

ویژگی سواحل فراپراکنا (Ultra-Dissipative) شیب کم آن‌ها است. نیم‌رخ این سواحل نیز مشخصه خاصی ندارد و زمانی که $RTR = 3-15$ و $\Omega > 5$ و همچنین

وقتی که $RTR = 7-15$ و $\Omega > 2$ است، این سواحل شکل می‌گیرند. در ایستگاه سوم، حالت غالب ساحل فراپراکنا است، زیرا به‌طور سالیانه $RTR = 7/63$ و $\Omega = 3/89$ است. در ایستگاه چهارم و ایستگاه پنجم نیز با توجه به مقادیر RTR و Ω شیب ساحل، قطر رسوبات و نوع شکست، حالت ساحل فراپراکنا است. فرآیندهای ناحیه شکست و یورشی، فرآیندهای مورفودینامیکی را در ناحیه بالایی درون کشندی دریاکنارهای فراپراکنایی کنترل می‌کنند. ناحیه‌های میان‌کشندی و پایین‌کشندی اصولاً به وسیله ترکیبی از فرآیندهای امواج کم‌عمق و ناحیه شکست کنترل می‌شوند. فرآیندهای یورشی ممکن است در محل به طور موضعی مهم باشند که نتیجه آن‌ها در شکل‌گیری سدهای رسوبی یورشی است. شایان ذکر است که ناحیه زیر بخش کشندی به وسیله فرآیندهای امواج کم‌عمق تحت تأثیر شدید قرار می‌گیرند.

دریاکنارهای فراپراکنا، به طور موقتی بسیار پایدار هستند و انتظار نمی‌رود حتی طوفان‌های شدید نیز تأثیر زیادی بر آن‌ها داشته باشند که دلیل آن شیب کم کلی در نیم‌رخ دریاکنار و نداشتن ویژگی‌های مورفودینامیکی جانبی است. شرایط ناحیه شکست با شکستی از نوع آشفته در سرتاسر چرخه کشندی به‌صورت ساحل پراکنا است؛ البته شرایط مد روی دریاکنارهایی با مقدار Ω متوسط و در حالتی که شکست از نوع چرخان باشد، از این حالت مستثنا است. آخرین مورد ذکر شده دریاکنار، اغلب با رسوبات نسبتاً درشت‌دانه‌تر و شیب بیشتر ساحل و در حالت مد دریاکنار مشاهده می‌شود.

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که سواحل غربی استان هرمزگان به دلیل اهمیت موج و کشند در منطقه، به صورت موج - کشند است و با وجود اینکه عوارض و حالت‌های ساحل منطقه مورد مطالعه، دارای تنوع و شامل هر سه نوع ساحل بازتابان، میانه و پراکنا است؛ اما سواحل از نوع فراپراکنا که جزء دسته سواحل

- to a case study in Fuerteventura: *Scientia Marina*, **65**, 7-20.
- Finkle, Ch. W., 2004, Coastal classification: systematic approaches to consider in the development of a comprehensive scheme: *Journal of Coastal Research*, **20**(1), 166-213.
- Fontan Bouzas, A., Alcantara-Carrio, J., Montoya, I., Barranco, A., Albarracin, S., 2013, Distribution and thickness of sedimentary facies in the coastal dune, beach and nearshore sedimentary system at Maspalomas, Canary Islands: *Geo-Marine Letters*, **33**, 117-127.
- Friedman, GM., 1961, Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics: *Journal of Sedimentary Petrology*, **31**, 514-520.
- Hippensteel, SP., Martin, RE., 1999, Foraminifera as an indicator of over wash deposit, barrier island sediment supply, and barrier island evolution: Folly Island, South Carolina: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **149**, 115-125.
- Leduc, J., Bilodeau, G., de Vernal, A., Mucci, A., 2002, Distribution of benthic foraminiferal populations in surface sediments of the Saguenay Fjord, before and after the 1996 flood: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **180**, 207-223.
- Masselink, G., Hegge, B., 1995, Morphodynamics of meso- and macrotidal beaches: examples from central Queensland: *Australia Marine Geology*, **129**, 1-23.
- Masselink, G., Short, A. D., 1993, The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology; a conceptual beach model: *Journal of Coastal Research*, **9**, 785-800.
- Scott, T., P, Russell., Masselink, G., Woolers, A., Short, A., 2007, Beach Rescue statistics and their Relation to Nearshore Morphology and Hazards: *Journal of Coastal Research*, Special Issue **50**, 1-6.
- Short, A. D., 1999, *Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics*. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons. 379p.
- Shulmeister, J., Jennings, R., 2002, A field based classification scheme for gravel beaches: *Journal of Marine Geology*, **186**, 211-228.
- Trenhaile A. S., 1997, Coastal Dynamic and landforms, 85-116pp.
- Wright, L. D., and Short, A. D., 1984, Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis: *Marine Geology*, **56**, 93-118.
- پراکنا محسوب می‌شوند در اغلب مناطق ساحلی این منطقه ایجاد شده و شکل گرفته‌اند، همچنین در برخی از ایستگاه‌های منطقه، در بعضی از ماه‌های سال شکل سواحل که به صورت پادگانه ناشی از جزر یا سد ماسه‌ای است به حالت سواحل پراکنا نزدیک شده و تغییر می‌یابند؛ بدین ترتیب اثر قوی‌تر کشند نسبت به موج، بر سواحل این منطقه مشخص می‌شود.
- ### سپاس‌گزاری
- بدین‌وسیله از سازمان زمین‌شناسی دریایی برای در اختیار گذاشتن مشخصات رسوب منطقه و همچنین سرکار خانم دکتر لک به خاطر همکاری و مساعدت در تهیه مشخصات آزمایشگاهی رسوب صمیمانه سپاس‌گزاری می‌کنیم.
- ### منابع
- کریمی خانیکی، ع.، ۱۳۸، سواحل ایران: پژوهشکده سازمان حفاظت خاک و آبخیزداری، صفحه ۳.
- چگینی، و.، ۱۳۷۷. نظریه‌های موج: شرکت تحقیقات خاک و آبخیزداری، ۱، ۱۱۱-۱۰۸.
- ولی پور، آ.، چگینی، و.، ترابی آزاد، م.، ۱۳۸۵، واکنش‌های مختلف خط ساحلی استان مازندران در مقابل امواج ناشی از باد: مجله علوم دریایی ایران، ۵(۲)، ۷۵-۸۸.
- Alcantara-Carrio, J., Fontán Bouzas, A., Albarracin, S., Correa, ID., Montoya Montes, I., Mahiques M., 2014, Geomorphological Coastal Classifications after Natural Processes and Human Disturbance: *Oceanography*, **2**(3), 2-3.
- Alcantara-Carrio, J., Fernandez-Bastero, S., Alonso, I., 2010, Source area determination of aeolian sediments at Jandia Isthmus (Fuerteventura, Canary Islands): *Journal of Marine Systems*, **80**, 219-234.
- Alcantara-Carrio, J., Alonso, I., 2001, Aeolian sediment availability in coastal areas defined from sedimentary parameters. Applications

Costal classification of Hormozgan Province using experimental methods

Maryam Shiea-Ali^{1*}, Vahid Chegini², and Azadeh Vali Pour³

¹Ph. D. Student of Physical oceanography, Caspian Climate Company, Mashhad, Iran, Iran

² Assistant Professor, Iranian National Institute of Oceanography and Atmospheric Science, Tehran, Iran

³Assistant Professor, Department of Marine Science and Technology, Jouybar branch, Islamic Azad University, Jouybar, Iran

(Received: 07 December 2015, Accepted: 30 January 2017)

Summary

Coastal classification is an effective method for investigating the reaction of coasts against such hydrodynamical factors as waves and tides. This method is also employed in integrated coastal zone management, especially shoreline management. Coastal classification models are of two kinds, equilibrium models, predicting the effects of constant incident waves on nearshore features such as bars and troughs, and morphologic state models, predicting the sequence of bar-trough shapes and scales under the varying influences varying waves. Wright and Short (1984) presented the most widely accepted beach classification scheme where three main beach states are identified, namely dissipative, intermediate, and reflective. Intermediate beaches are divided into four states, low tide terrace, transverse bar rip, rhythmic bar beach, and longshore bar trough.

In this paper, the beach states of the southern coasts (Hormozgan Province) of Iran were classified using Masselink and Short (1993) and Masselink and Hegge (1995) methods. Owing to its location, and abundant oil and gas resources, Persian Gulf is one important military, economic and political interest, hence the necessity of its investigation. We primarily studied different kinds of hydrodynamic forces dominating the beaches of the province. Six stations were chosen throughout the shoreline between 54°39' 18" latitude and 26°30' 29" longitude up to 53° 9' 39" longitude and 27°4' 34" latitude. Next, the waves, tides, and sediments were evaluated in different depths in these stations via laboratory actions. We employed the wave data of 2002 from the modeling project (ISWM) which was done in the National Institute of Oceanography, and the sediment data of Hormozgan Province coast were gleaned from the Marine Geological Organization. In order to determine the general slope of the beach by Arc GIS software, hydrographic maps were used with approximately 1/100000, and the slope of each station was calculated. After that, through breaker height (H_b), the tide range (TR), wave period (T) and sediment fall velocity (W_s), two dimensionless parameters, namely the relative tide range ($RTR = TR/H_b$) and the dimensionless fall velocity ($\Omega = H_b/W_s T$) were calculated in each station.

The results indicated that in the southern regions of Iran (Hormozgan Province), due to the tidal effects in and based on ($3 < RTR < 15$), a mixed wave-tide exists in all stations, a condition which remains constant throughout the year. Furthermore, following the study of the morphodynamic characteristics of low tide terrace, low tide bar/rip, ultra-dissipative beaches and relative occurrence of swash, surfzone, and shoaling wave processes were calculated over a half lunar tidal cycle for low tide terrace, low tide bar/rip, and ultra-dissipative beaches. Based on Masselink and Hegge methods and Masselink and Short (1993) beach classification scheme, we observed a relatively high variety of beach states in the studied regions: Reflective, dissipative, and intermediate. The beach states in three stations of the central regions are ultra-dissipative, in two stations are low tide terrace, and in the easternmost station is low tide bar/rip.

Keywords: coastal classification, hydrodynamical factors, ultra-dissipative, low tide terrace, low tide bar, Hormozgan Province

*Corresponding author:

m.shiea@caspian-clm.com