

## بررسی زیست‌محیطی-رسوب‌شناسی مناطق ساحلی دریای مکران ایران (جنوب استان سیستان و بلوچستان)

محمی‌الدین امراری<sup>۱\*</sup>، سیدرضا موسوی‌مرمی<sup>۲</sup>، راضیه لک<sup>۳</sup>، احمد معتمد<sup>۴</sup> و اسداله ممبویی<sup>۵</sup>

(۱) دانشجوی دکتری گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ahrari\_49@yahoo.com

(۲) استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، harami2004@yahoo.com

(۳) استادیار پژوهشکده علوم زمین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، lak\_ir@yahoo.com

(۴) استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

(۵) دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، amahboobi2001@yahoo.com

\*عده‌دار مکاتبات

دریافت: ۹۰/۵/۳؛ دریافت اصلاح شده: ۹۰/۱۰/۳؛ پذیرش: ۹۰/۱۰/۵؛ قابل دسترس در تارنما: ۹۱/۱/۳۱

### مکیده

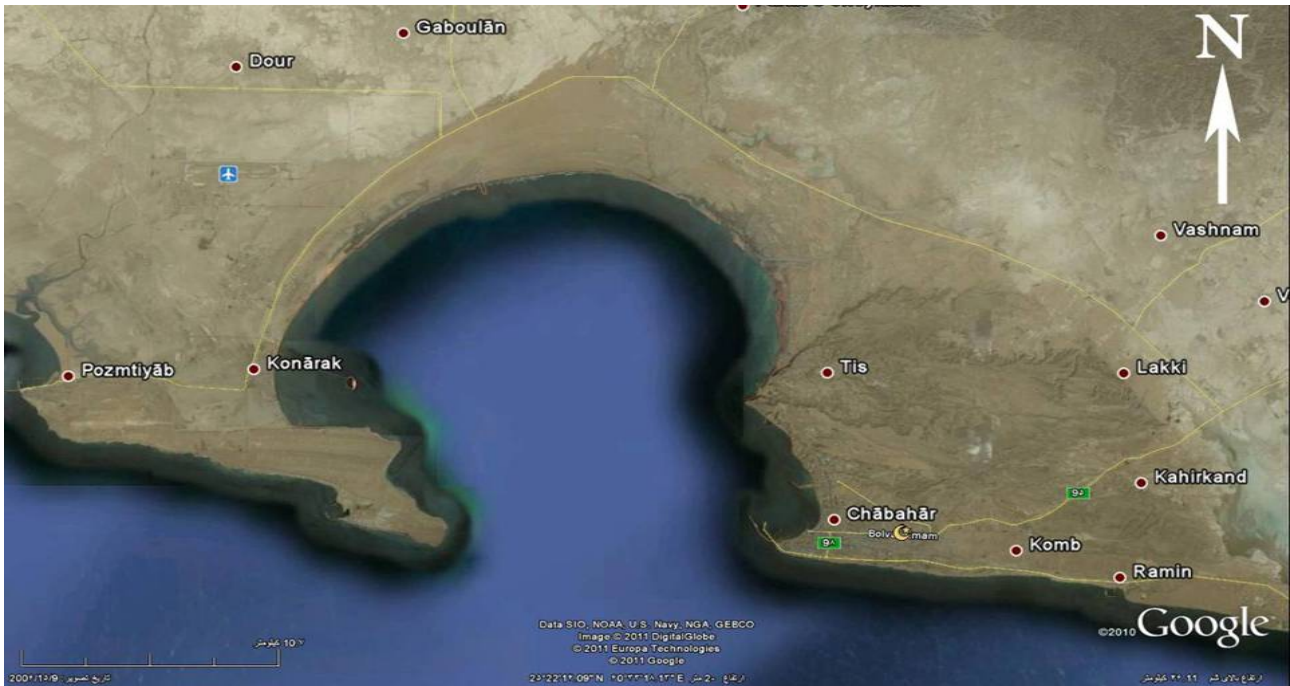
در این پژوهش، مناطق ساحلی جنوب استان سیستان و بلوچستان مورد مطالعه قرار گرفتند. این مناطق در تجارت بین‌المللی، مدیریت سواحل و صنایع دریایی نقش قابل توجهی را دارند. شناخت زمین‌های مناسب جهت توسعه و ساخت سازه‌های دریایی مانند اسکله‌های سوخت‌گیری، صیادی، تجاری و بنادر ساحلی و دور از آلودگی‌های زیست‌محیطی، بسیار حائز اهمیت است. در این پژوهش، روش تحقیق براساس مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای، صحرایی و عملیات پیمایشی، نمونه‌برداری از رسوبات ساحلی اعم از سطحی و عمقی بوده است. پس از تهیه مقاطع نازک، رسوبات منطقه بررسی و تیپ‌های مختلف رسوبی آن شناسایی شدند. با تلفیق اطلاعات به‌دست آمده، سواحل دارای پتانسیل ساخت و توسعه اسکله، بنادر، محل‌های مناسب جهت سوخت‌گیری و محل‌های نامناسب، شناسایی شدند. در این تحقیق مشخص شد که عواملی مانند تغییرات سطح آب دریا، فرایندهای تکتونیکی، فرایندهای اقلیمی، فرایندهای هیدرولیکی به‌ویژه عمل جریان‌های جزر و مدی و نیز دخالت‌های انسانی و فعالیت‌های عمرانی در اسکله‌ها و مناطق ساحلی جنوب استان سیستان و بلوچستان، مهم‌ترین فرایندهای تخریبی و سازنده سواحل می‌باشند. همچنین مشخص شد سواحل پسرورنده در خلیج‌های چابهار و پزم، شاخص یک ساحل پسرورنده در زمان پیشروی دریا می‌باشند. سواحل دریای عمان پس از تحمل بالا آمدگی مداوم ناشی از تئوتکتونیک و زون فرورانش که در حال حاضر نیز ادامه دارد، در معرض دو گروه عوامل محیطی خشکی و دریایی قرار گرفته‌اند. البته عوامل زمین‌شناختی به‌عنوان عوامل اصلی محسوب می‌گردند. واحدهای سنگی، تحت تأثیر فرایندهای دگرسانی مانند انحلال، تجزیه و دگرسانی اجزاء سازنده، دچار فرسایش شدید شده و سواحل را در برابر هجوم، ضربه امواج و بارگذاری‌های موضعی بسیار آسیب‌پذیر نموده‌اند. در برخی نقاط مانند شرق رمین تا غرب پسابندر، این عوامل به تنهایی ریزش و جدایش توده‌های سنگی ساحلی و نهایتاً عقب‌نشینی آنها را موجب می‌شوند. در برخی نقاط ساحلی دیگر مانند دیواره‌های دریایی حد فاصل خلیج‌های پزم و چابهار و نیز گواتر، عوامل هیدرودینامیکی مانند اثر امواج و عوامل اقلیمی مانند بادهای مونسون و فرسایش بادی، به‌عنوان عوامل مکمل عوامل اصلی در فرسایش و عقب‌نشینی سواحل سنگی نقش داشته‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** سواحل، زون فرورانش، فرسایش، تغییرات سطح آب دریا، بالا آمدگی.

۱- مقدمه

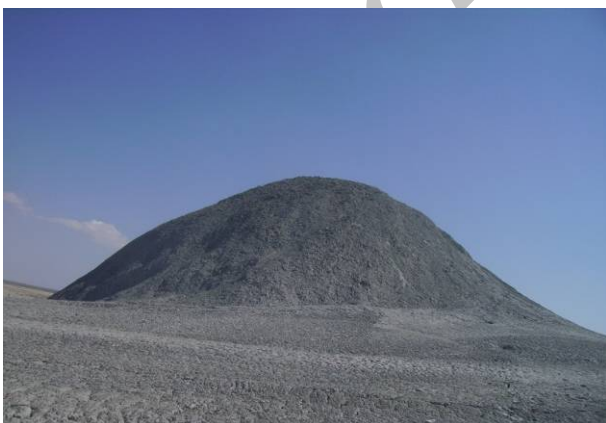
گسترش این صنعت بسیار ضروری است. استان سیستان و بلوچستان در جنوب شرقی ایران، دارای ۳۶۰ کیلومتر مرز آبی با دریای عمان است. شهرستان‌های چابهار و کنارک، دو شهرستان مهم ساحلی این استان به شمار می‌روند که مستقیماً با دریا ارتباط دارند (تصویر ۱). شهرستان چابهار، با اقیانوس هند ارتباط مستقیم داشته و از نظر زیست

در مناطق بندری، مطالعات زمین‌شناسی به‌ویژه رسوب‌شناسی بسیار حایز اهمیت است. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه با آب‌های آزاد در ارتباط می‌باشد و نقش مهمی در تجارت دریایی دارد، بنابراین توسعه سازه‌های دریایی و شناخت مناطق مناسب جهت استفاده و



تصویر ۱- تصویر ماهواره‌ای بریده شده از تصاویر (Google Earth)، از سواحل مکران و نمایش محدوده مورد مطالعه

و لای از ژرفای زمین) در این منطقه محسوب می‌شود که معروف‌ترین آن‌ها گل‌فشان تنگ (تصویر ۲) در حوزه‌ی شهرستان کنارک می‌باشد.



تصویر ۲- گل‌فشان حاصل از فعالیت‌های پیوسته تکتونیکی سواحل در شمال خور تنگ

سازندهای اصلی این منطقه شیل، مارن، ماسه‌سنگ و کنگلومرا است که شیل و مارن گسترش بالایی را در منطقه دارند (صمدیان و جعفریان ۱۳۷۵). بیشترین جلوه‌های زمین‌شناسی منطقه در توالی واحدهای

محیطی و صید و صیادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. آب و هوای سواحل جنوبی ایران به دلیل تأثیر آب‌های گرم خلیج فارس و جریان‌های موسمی اقیانوس هند و پایین بودن عرض‌های جغرافیایی، وضعیت ویژه‌ای دارد که به اقلیم سواحل جنوبی ایران معروف است. از ویژگی‌های این اقلیم می‌توان باران کم، رطوبت نسبی و گرمای زیاد را نام برد. سواحل مکران به علت رانده شدن صفحه اقیانوس هند در زیر صفحه مکران، جزو سواحل جوان و فعال محسوب می‌گردند. لیتوسفر اقیانوسی صفحه عربی به سمت شمال در حرکت است و به زیر صفحه لوت و بلوک افغان/هلمند می‌رود. نرخ حرکت دو ساحل عربی و مکران در اندازه‌گیری‌های ژئودتیک، دقیقاً بین مسقط و عمان ۱/۹ سانتیمتر در سال اندازه‌گیری شده است. این در حالی است که نرخ جمع‌شدگی امروزی بین ساحل مکران در چابهار و اورازیا حدود ۸ میلی‌متر در سال اندازه‌گیری شده است (Dolati 2010, Vernant et al. 2004) که تشکیل سواحل صخره‌ای چابهار را می‌توان به عامل فوق نسبت داد. این فرورانش که عامل بسیاری از پدیده‌های تکتونیکی است، یکی از علل به‌وجود آمدن گل‌فشان‌ها (جوشش حباب‌های گل

شیل، مارن و ماسه سنگ رخنمون دارد که می توان به کوه های بدلندی (Bad land) اشاره کرد. غالب ترین شکل های مورفولوژیکی ساحلی در محدوده ی مورد مطالعه، برش های عمیق بدلندی می باشند. کوه های بدلندی یا مریخی به خاک های سست با درصد بالای مارن گفته می شود که در اثر جریان ها در سطح آنها برش های عمیقی ایجاد شده است (تصویر ۳).



تصویر ۳ - کوه های مریخی در سواحل جنوب شرقی چابهار

به منظور جلوگیری از رشد اورگانیزم های دریایی بر بدنه ی کشتی ها استفاده می شوند، را نام برد. بنابراین درصد عناصر سنگین مانند آهن، منیزیم، منگنز و ترکیبات کربناته ناشی از رسوبگذاری و تجزیه پوسته های فسیلی بر اهمیت موضوع در منطقه می افزاید.

#### ۴- زمین شناسی و زمین سافت منطقه

مکران به دو بخش ساختاری بیرونی (ساحلی) و درونی (داخلی) تقسیم می گردد. ناحیه مورد مطالعه، در بخش ساحلی آن قرار دارد (تصویر ۴). مکران شامل کوه های شرقی-غربی است که از سواحل دریای عمان تا فروافتادگی جازموریان ادامه دارد. مرز غربی این کوه ها توسط خط عمان (گسل میناب) از زون برخوردی زاگرس جدا شده و در شرق پس از گذر از بلوچستان پاکستان تا محور لاس بلا (Las Bela) ادامه می یابد. در امتداد محور لاس بلا، گسل های چپگرد «چمن» و «ارناچ نال» معرف یک زون تراذیسی بین زون فرورانش مکران و زون برخوردی هند-اوراسیا است. از ۱۶۰۰۰۰ کیلومتر مربع گستره مکران، حدود ۷۰۰۰۰ کیلومتر مربع آن در ایران و بقیه در پاکستان است (آقنابتی ۱۳۸۸).

در بخش های زیادی از محدوده نوار ساحلی، آثار فسیلی فراوانی مشاهده شده که این مسئله نشان دهنده ی پوشیده شدن منطقه از آب در دوران های گذشته است. وجود فسیل نهنگ در داخل کوه های بدلندی واقع در دروازه ی مریخ در ۱۰ کیلومتری شرق چابهار، تأیید کننده ی این مسئله است. در حال حاضر در محدوده ی نوار ساحلی استان، ۹ بندر به نام های بریس، پسابندر، رمین، چابهار، تیس، کنارک، پزم، تنگ و گالک وجود دارد که اکثر این بنادر صیادی می باشند. بندر چابهار، مهم ترین بندر حاشیه ی دریای مکران از لحاظ فعالیت های بازرگانی، تجاری و صنعتی است که شامل دو بندر مهم شهید بهشتی و شهید کلاتری است (سازمان منطقه آزاد چابهار، واحد گردشگری ۱۳۸۵). مطالعات ژئوشیمیایی از نظر زیست محیطی، نشان داده است که با توجه به اسیدیته بالای آب های ساحلی که از نوع سولفات می باشند، میزان خوردگی در این سواحل حائز اهمیت است (محمدی و لک ۱۳۸۹). از دیگر منابع آلوده کننده ی دریا، می توان مواد زائد جامد خانگی و شهری، پساب صنعتی، خانگی و کشاورزی، تخلیه ی آب توازن کشتی ها به دریا، آلودگی های نفتی ناشی از نفتکش ها، انتشار نفت در دریا، عوامل طبیعی نظیر طوفان ها و رنگ های ضد ارگانیزم که

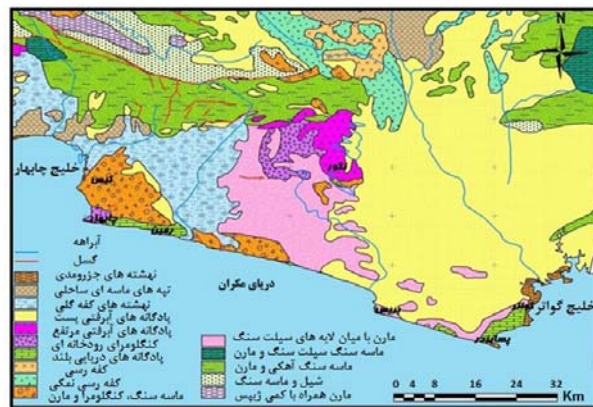
دریایی کواترنری پوشیده شده اند (آقنابتی ۱۳۸۸). به دلیل شرایط حاکم بر زون فرورانش، واحدهای زمین ساختی-چینه شناسی منطقه گاهی نظم چینه ای ندارند (احراری رودی و همکاران ۱۳۸۵).

### ۳- روش مطالعه

در این پژوهش، ابتدا داده های ماهواره ای تهیه شده از منطقه طی سال های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین به منظور شناسایی مورفولوژی سواحل، از نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی و ژئومورفولوژی استفاده گردید. بر این اساس، انواع سواحل اعم از صخره ای، پرتگاهی، تلماسه ای و غیره شناسایی شدند. سپس تمامی مناطق ساحلی از غرب به شرق مورد پیمایش میدانی و برداشت های زمین شناسی قرار گرفت و در صورت نیاز نمونه برداری از رسوبات صورت گرفت. در نهایت ۲۴۳ نمونه رسوب از ۲۳ مغزه تهیه شده انتخاب و ۱۷ نمونه رسوب سطحی از نهشته های بادی و ۶۵ نمونه سنگی برداشت گردید. به منظور تعیین منشأ ذرات آواری، نمونه های رسوبی، مورد آزمایشات رسوب شناسی (دانه بندی و مورفوسکوپی) و آنالیزهای ژئوشیمی (ICP: Inductively Coupled Plasma) (توسط سازمان زمین شناسی کشور) جهت تعیین مقدار عناصر اصلی و فرعی قرار گرفتند و از نمونه های سنگی، ۶۵ مقطع نازک (Thin Section) تهیه گردید. پس از مطالعه مقاطع نازک و براساس شواهد صحرایی، رسوب شناسی (از جمله دانه بندی و مورفوسکوپی)، مطالعات پتروگرافی و رخساره های رسوبی، محدوده های مناسب (با حداقل آلودگی زیست محیطی، جهت توسعه و ساخت سازه ها و بناهای دریایی) و محدوده های نامناسب و آلوده شناسایی و تفکیک شدند (احراری رودی و همکاران ۱۳۸۵).

### ۴- بحث

پرتگاه های ساحلی مکران، بزرگ ترین منشور برافزایشی دنیا، در جنوب شرقی ایران، شامل سه بخش مارنی، ماسه سنگی و مخلوط رسوبات سیلیسی-آواری و کربناته پلیو-پلیستوسن می باشند که در پلاتفرمی پرانرژی و تحت تأثیر امواج رسوب گذاری شده اند (احراری رودی و همکاران ۱۳۸۵). رسوبات مارنی سست و بسیار فرسایش پذیر می باشند، اما بخش ماسه سنگی، زود فرسا بوده و ارتفاع نسبتاً متوسطی را دارد. رسوبات مخلوط سیلیسی-آواری و کربناته که پادگانه های دریایی خوانده می شوند، افقی بوده و دارای سختی نسبتاً زیادی می باشند. در این مطالعه، چهار برش چینه شناسی در جنوب کمپ تیاب، اسکله شهید بهشتی، غرب روستای رمین و جنوب روستای لیپار واقع در جنوب شرق چابهار، اندازه گیری و نمونه برداری شد که



تصویر ۴- بخشی از نقشه زمین شناسی چابهار همراه با موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)

سیستم گسلش منطقه ساحلی دریای مکران به صورت دو نوع گسلش و سه نوع سازوکار است. این سیستم شامل گسل های نرمال با سازوکار شیب لغز و روند شرقی-غربی، گسل های امتداد لغز با سازوکار راستگرد با روند شمال غرب-جنوب شرق و گسل های امتداد لغز با سازوکار چپگرد با روند شمال شرق-جنوب غرب می باشد (آقنابتی ۱۳۸۸). در منطقه مورد مطالعه، چین ها روند تقریبی شرقی-غربی داشته که با جهت کوتاه شدگی و فشار بیشینه در راستای شمال شرق، هماهنگی دارند. کوتاه شدگی بیشتر با راندگی همراه است و می توان گفت که مرز بسیاری از واحدهای سنگ چینه ای از نوع راندگی است.

بنابراین، ساختار مکران، دارای الگویی فلسی (Imbricated) می باشد که فلس ها با گسل های معکوس پرشیب مرزبندی می شوند و نتیجه آن رانده شدن فلس از پس خشکی (Interland) شمال-شمال شرق به سمت پیش خشکی (Foreland) جنوب-جنوب غرب است. عامل ایجاد این ساختار، رویدادی است که اوج آن در میوسن بوده و از آن پس نیز با شدت کمتری هم چنان ادامه دارد (هاشمی ۱۳۸۵). زیرا به لحاظ تداوم فرورانش، در ناحیه مکران، گسل ها هنوز فعال بوده و زمین به بالا آمدن ادامه داده که این عمل با چین خوردگی، کوتاه شدگی و پسروی خط ساحلی همراه است (صمدیان و جعفریان ۱۳۷۵).

در شمالی ترین بخش مکران، مجموعه ای از رسوبات پلاژیک کرتاسه بالا رخنمون دارند که با ردیف های فلیشی کرتاسه پسین-ائوسن پوشیده و یا در آمیخته اند. بخش میانی مکران با فلیش های الیگوسن، با چند ناپیوستگی موازی درون سازندی و یک ناپیوستگی زاویه ای در بالا، پوشیده شده است. رسوبات میوسن، به ویژه پلیوسن، بیشتر رخساره آواری داشته که بخش میانی تا ساحل دریای مکران را زیر پوشش دارند. جوان ترین رسوبات مکران، ماسه سنگ های سست و کم سیمان به سن پلیو-پلیستوسن بوده که به ویژه در نواحی ساحلی با پادگانه های

این خلیج‌ها، تحت تأثیر عوامل تکتونیکی و فرآیند بالآمدگی سواحل قرار گرفته، دچار شکستگی و فرسایش شده و در نهایت باعث ایجاد خلیج‌های ساحلی مانند خلیج‌های چابهار، گواتر و پزم شده است. از سوی دیگر حرکت ماسه‌های ساحل به سمت خشکی، به همراه ماسه‌های تخریب شده از سطوح ماسه‌سنگی، باعث ایجاد دشت‌های ماسه‌ای روان در این مناطق شده است (موسوی حرمی ۱۳۸۸) (تصویر ۵).

خلیج‌های نوار ساحلی دریای مکران از شرق به غرب با ساختاری نسبتاً یکسان (خلیج گواتر، خلیج چابهار و خلیج پزم) قرار گرفته‌اند. این سه خلیج از طریق شاخه‌هایی به صورت خور و یا مصب با محیط خشکی در ارتباط هستند که این مسئله باعث ارتقای شرایط زیست‌محیطی حاکم بر این مناطق شده است. در مجموع، وجود مورفولوژی‌های مختلفی از سواحل گلی، ماسه‌ای، سنگی و صخره‌ای با مورفولوژی متنوع و نیز وضعیت هیدرولوژیکی خورها، مصب‌ها، خلیج‌های کوچک و... با وجود شرایط هیدروگرافی، جزرومدی و رسوبی، پناهگاه مناسبی را برای زیست موجودات در این منطقه فراهم آورده‌اند (تصویر ۶).

جهت تعیین بهتر وضعیت تخریب و فرسایش در سواحل جنوب استان، با بررسی خصوصیات صحرایی، آنالیزهای عنصری (ICP) و سایر داده‌های آزمایشگاهی، رخساره‌های رسوبی در مغزه‌ها و رسوبات سطحی و عمقی شناسایی شده که در نهایت مناطق پسرونده و پیشرونده شناسایی شدند (جدول ۱، تصاویر ۷، ۸ و ۹).

بیشترین ضخامت در توالی برش لپار قابل مشاهده است. همچنین جهت مطالعه‌ی رسوبات عمقی و بررسی تغییرات نسبی سطح آب دریا، ۲۳ مغزه رسوبی، با دستگاه مغزه‌گیر ایوگر (Euger) با مجموع ضخامت ۹۷/۴۴ متر، از سواحل جنوبی استان از خلیج پزم در غربی‌ترین تا خلیج گواتر در شرقی‌ترین بخش بندر تهیه شد. براساس مطالعات چینه‌نگاری سکانشی، دو سکانش رسوبی در منطقه مورد مطالعه شناسایی شدند که وجود سطح فرسایشی مشخص (SB<sub>2</sub>) نشان‌دهنده مرز نوع دوم در این سکانش‌ها است.

تغییرات سطح دریا در منطقه مورد مطالعه، با منحنی‌های جهانی مطابقت کاملی ندارد که علت آن فعالیت‌های تکتونیکی است (احراری رودی و همکاران ۱۳۸۵). پادگانه‌های دریایی شرق چابهار، با افزایش ارتفاع، قدیمی‌تر شده که با گذشت زمان، تغییرات نسبی سطح دریا را ثبت می‌کنند (احراری رودی و همکاران ۱۳۸۵).

تغییرات نسبتاً شدید سطح آب دریا در این رسوبات، بیشتر به علت فرایندهای تکتونیکی ناشی از نرخ برافزایشی زون فرورانش و تغییرات جهانی سطح دریا (Eustasy) بوده است (Bloom et al. 1974, Miall 1996, Reyss et al. 1999, Zuffa et al. 1995). نوار ساحلی منطقه مورد مطالعه، به دلیل وضعیت خاص تکتونیکی جزو مناطق فعال محسوب می‌شود (Wanner et al. 2011).

در سواحل منطقه، جریان‌های دریایی حاکم در مقیاس وسیع، همراه با ورود آب رودخانه‌ها به دریا، باعث تشکیل خلیج‌های زیبایی در منطقه شده است. این خلیج‌ها به علت شکل نیمه دایره‌ای، به خلیج‌های امگایی (نعلی شکل) معروف هستند.



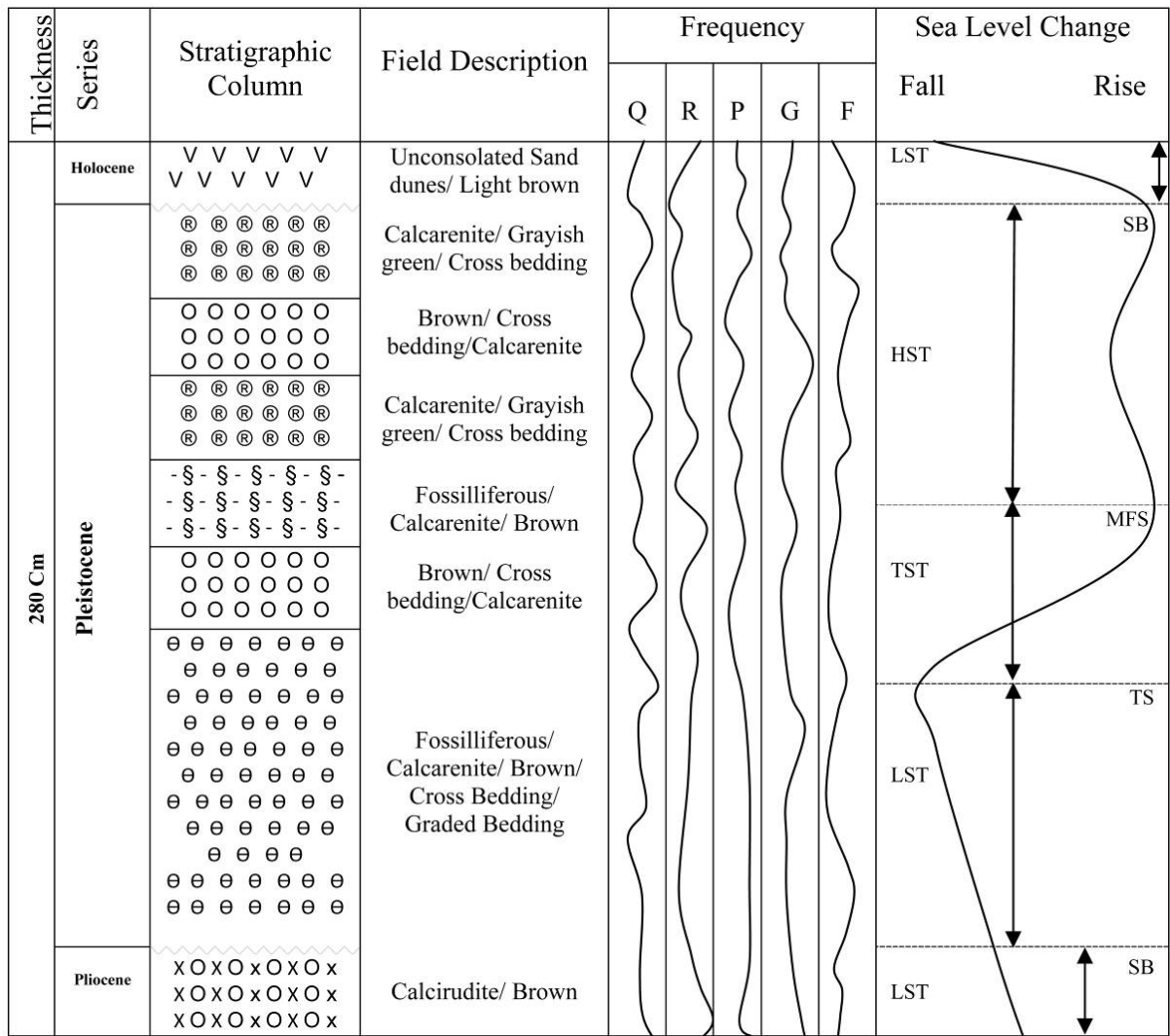
تصویر ۵- گسترش منطقه ساحلی خلیج چابهار



تصویر ۶- خورهای رسوبی به عنوان زیستگاه پرندگان (فلامینگو)

جدول ۱- نتایج ICP در نمونه های عمقی خور شور

Sample No.	Fe (%)	K (%)	Ca (%)	Al (%)	Mg (%)	Na (%)
S1-01-89	3.43	1.36	5.32	5.49	1.82	2.62
S1-02-89	1.65	0.71	14.9	2.75	1.02	1.13
S1-03-89	2.95	1.21	5.62	5.00	1.57	2.39
S1-04-89	2.91	1.17	5.56	4.92	1.54	2.38
S1-05-89	2.17	0.94	6.52	3.84	1.20	2.31
S1-06-89	2.22	0.93	5.84	3.95	1.26	2.48
S1-07-89	2.47	0.99	5.54	4.22	1.34	2.36
S1-08-89	2.52	1.02	5.54	4.30	1.42	2.35
S4-01-89	4.28	1.76	4.21	6.47	2.07	2.70
S22-07-89	2.63	1.01	5.86	4.21	1.88	2.80
S22-08-89	3.63	1.40	4.57	5.44	1.77	2.51
S22-09-89	5.05	2.16	2.07	7.28	2.54	2.86



تصویر ۷- نمودار تغییرات نسبی سطح آب دریا، درصد فراوانی اجزای متشکله، برش تیاب، مقیاس ۱:۱۰۰



تصویر ۸- نمونه‌ای از مغزه رسوبی خور پارک، عمق ۱ متری، رسوبات تبخیری در سطح به خوبی قابل مشاهده می‌باشند

همچنین با توجه به تغییرات عناصر اصلی به ویژه آهن، کلسیم، آلومینیوم، سدیم، منیزیم و منگنز و مقایسه آنها با یکدیگر، بررسی تغییرات وزنی بین عناصر، وجود بیشترین مقدار عناصر اصلی مذکور در رسوبات دانه ریز گلی و نیز با توجه به عدم تشکیل دولومیت اولیه، منشاء تشکیل عناصر اصلی، آواری است. یکی دیگر از عوامل مهم تغییر سواحل، رودخانه‌های منطقه مانند رودخانه سرکان در غرب منطقه پزم و رودخانه لیپار در شرق منطقه است که در حالت طغیان سواحل را متاثر می‌سازند (تصویر ۱۲). با توجه به منطقه فرورائش و عملکرد گسل‌های مزدوج و امتداد لغز (تصویر ۱۳) و نقش نئوتکتونیک، تغییرات تخریبی حاصله نیز چشمگیر است، به طوری که ایجاد سواحل پرتگاهی در غرب و شرق این سواحل کاملاً مشهود بوده که در ایجاد رسوب و شکستگی بسیار مؤثر می‌باشند.

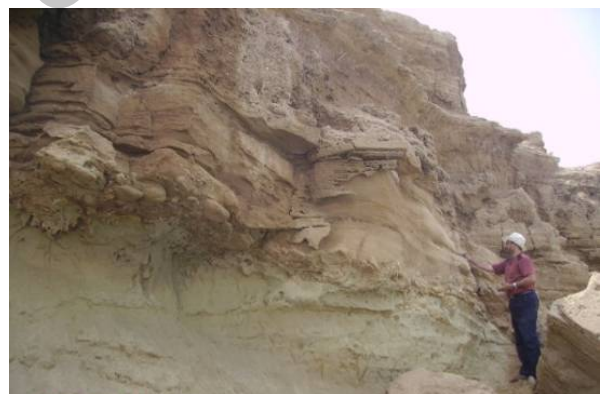


تصویر ۹ - نحوه مغزه‌گیری از رسوبات منطقه ساحلی لیپار



تصویر ۱۲- نمایی از رسوبات دشت سیلابی رودخانه لیپار با رسوبات گلی فراوان

بر اساس وجود تغییرات مقدار عناصر اصلی و مقایسه آنها با یکدیگر و کاهش مقدار دانه‌های آواری با منشاء خارج از حوضه، مشخص شد که از غرب به شرق چابهار شدت عمل پیشروی و پسروی آب دریا در تخریب سواحل کاهش می‌یابد، یعنی با تغییر خط مد آب و پیشروی آب، توسعه ساحلی خیلی کمتر از مناطق شرقی مثل رمین، لیپار و گواتر است (تصاویر ۱۰ و ۱۱).



تصویر ۱۰- واحد ماسه‌سنگی بایوکلاستی تشکیل شده در دماغه پزم



تصویر ۱۳- عملکرد توأم سیستم‌های درزه و شکاف در خردشدگی واحدهای سنگی شرق چابهار

فرسایش بادی، از دیگر عوامل مؤثر در تغییر خطوط ساحلی است. در طی زمان و به علت عدم تجانس هوا و خشکی، این تغییرات زیاد اتفاق افتاده که باعث حرکت تپه‌های ماسه ای و تخریب تپه‌های قدیمی شده است (تصویر ۱۴).



تصویر ۱۱- رخنمون واحد سنگی متشکل از تناوب ماسه‌سنگ و مارن در غرب پسابندر



فعالیت های عمرانی و بشری مانند توسعه راه های ساحلی، احداث و ساخت بنادر (صیادی یا تجاری)، توسعه شهری (مناطق مسکونی و تجاری) و احداث سدهای آبگیر نیز باعث تغییرات عمده ای به ویژه در محل اسکله ها شده است. سپس این عوامل با فعالیت های ناشی از پسروری آب دریا توأم شده و باعث تخریب یا عقب نشینی دریا و در نهایت تخریب این نوع سازه ها می گردد. این تغییرات هم در غرب و هم در شرق سواحل قابل مشاهده می باشند. بنادر صیادی پسابندر، بریس، رمین، پزم و بنادر تجاری و نظامی که به ویژه در خلیج چابهار تا کنارک احداث شده اند، نقش قابل توجهی را در تغییرات خطوط ساحلی داشته اند (تصویر ۱۵). مجاورت سواحل جنوب استان سیستان و بلوچستان با اقیانوس هند و دریای عمان، سبب شده که سواحل منطقه تحت تأثیر سونامی، شرایط آب و هوایی، اقلیم خاص ناحیه و تحت تأثیر طوفان های حاره ای قرار گرفته، که این موضوع در تخریب سواحل بسیار مؤثر می باشد.



تصویر ۱۴- حرکت تپه های ماسه ای به علت وزش بادهای پر تداوم

با توجه به نرخ رسوب گذاری در بخش های مختلف ساحلی، امواج دارای بار رسوبی می شوند. این مسئله، باعث ایجاد موج های گلی شده که تحت تأثیر جریان های دریایی باعث فرسایش و تخریب سواحل می شوند (هرچند که تأثیر نیروی جزر و مد قابل توجه است).



تصویر ۱۵- نمایی از تأثیر قابل توجه فعالیت های عمرانی در تغییرات شدید مناطق ساحلی

## ۵- نتیجه گیری

جایگاه زمین ساختی و چینه شناسی، ماهیت سنگ شناسی و فرایندهای فرسایشی، در تغییرات خط ساحلی و بالا آمدگی سواحل مؤثرند.  
 ۴- امواج رسیده به سواحل سنگی دریای مکران، به صورت طوفانی به سواحل حمله برده که در محل درزه و شکاف ها و بریدگی گوه های گسلی (به ویژه شرق مناطق رمین و لپبار) بیشترین تأثیر را دارد.  
 ۵- بالا بودن ظرفیت حمل رسوب جریان های ساحلی منطقه نسبت به واردات رسوب از خشکی در سواحل سنگی، باعث شستن رسوبات تجمع یافته در دامنه دیواره های سنگی و بالاخره ادامه روند فرسایش و عقب نشینی ساحلی گردیده که این محل ها (از شرق اسکله شهید بهشتی تا غرب روستای پسابندر) برای ساخت، سوخت گیری و توسعه بنادر و اسکله ها مناسب نمی باشند.

۱- بر اساس وضعیت توسعه و تخریب در سواحل مکران در جنوب سیستان و بلوچستان، دو مجموعه سواحل ماسه ای پست (با شیب کم) و سواحل سنگی (حالت پرتگاهی) شناسایی گردید.  
 ۲- پیمایش های میدانی و بررسی های زمین شناسی نشان داد که مهم ترین تغییرات خطوط ساحلی سنگی دریای مکران، پسروری و بالا آمدگی تدریجی آنهاست (سواحل پیشرونده).  
 ۳- تنوع عوامل زمین شناسی به عنوان عوامل پیدایش واحدهای سنگی ساحلی دریای مکران تا حدود زیادی در ایجاد تغییرات ساحلی مؤثرند. البته با توجه به شواهد صحرایی مانند ساخت های رسوبی، وضعیت شکستگی ها و گسل های منطقه، عوامل دیگری مانند

سازمان منطقه آزاد چابهار، واحد گردشگری، ۱۳۸۵، "آشنایی با مراکز تاریخی و آثار باستانی چابهار"، ۲۵ ص.

صمدیان، م. ر. و جعفریان، م. ب.، ۱۳۷۵، "نقشه زمین شناسی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ چابهار"، سازمان زمین شناسی کشور.

محمدی، ع. و لک، ر.، ۱۳۸۹، "گزارش رسوب شناسی و ژئوشیمی رسوبی حوضه رسوبی دریای عمان"، سازمان زمین شناسی کشور، ۸۷ ص.

موسوی حرمی، س. ر.، ۱۳۸۸، "رسوب شناسی"، مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی- مشهد، ۴۴۰ ص.

هاشمی، م.، ۱۳۸۵، "بررسی زمین شناسی مهندسی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ چابهار"، گزارش داخلی سازمان زمین شناسی کشور، ۳۷ ص.

Bloom, A. L., Broecker, W. S., Chappell, J. M. A., Matthews, R. K. & Mesolella, K. J., 1974, "Quaternary sea level fluctuations on a tectonic coast: New 230TH/234U dates from the Huon Peninsula, New Guinea", *Quaternary Research*, Vol. 4 (2): 185-205.

Dolati, A., 2010, "Stratigraphy, structural geology and low-temperature thermochronology across the Makran accretionary wedge in Iran", *Diss ETH, No. 19151*, 215 pp.

Miall, A.D., 1996, "The Geology of Stratigraphic Sequences", *Springer; 1 edition*, 433 pp.

Reyss, J. L., Pirazzoli, P. A., Haghypour, A., Hatté, C. & Fontugne, M., 1999, "Quaternary marine terraces and tectonic uplift rates on the south coast of Iran", *Geological Society, London, Special Publications*, Vol. 146: 225-237.

Vernant, P. H., Nilforoushan, F., Hatzfeld, D., Abbasi, M. R. Vigny, C., Masson, F., Nankali, H., Matinod, J., Ashtian, A. & Chery, J., 2004, "Present day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and Northern Oman", *Geophysical Journal International*, Vol. 157 (1): 381-398.

Wanner, H., Solomina, O., Grosjean, M., Ritz, S. P. & Jetel, M., 2011, "Structure and origin of Holocene cold events", *Quaternary Science Reviews*, Vol. 30: 3109-3123.

Zuffa, G. G., Cibin, U. & Giulio, A. D., 1995, "Arenite petrography in sequence stratigraphy", *The Journal of Geology*, Vol. 103: 451-459.

۶- سواحل دریای مکران پس از تحمل بالا آمدگی کف حوضه به علت وجود زون فرورانش که در حال حاضر نیز ادامه دارد، در معرض دو گروه عوامل محیطی های خشکی (عامل سازنده) و دریا (عامل مخرب) قرار گرفته اند، عوامل زمین شناختی، بعنوان عوامل اصلی محسوب می گردند. از طرفی سه سیستم گسلی شامل گسلهای طولی، مزدوج و نرمال، بطور متقاطع و گسترده در واحدهای سنگی ساحلی عمل نموده و شبکه وسیعی از درزه، شکاف و گوه های گسلی را در سواحل مکران ایران ایجاد نموده است.

در این شرایط واحدهای سنگی تحت تأثیر فرایندهایی مانند انحلال، تجزیه و دگرسانی اجزاء سازنده، دچار پوکی فزاینده شده اند و سواحل را در برابر هجوم، ضربه امواج و بارگذاری های موضعی بسیار آسیب پذیر می نمایند.

۶- در برخی نقاط مانند شرق رمین تا غرب پسابندر، این عوامل به تنهایی ریزش و جدایش بلوکه های سنگی ساحلی و نهایتاً عقب نشینی آنها را موجب شده است. در دیگر نقاط ساحلی مانند دیواره های دریایی حدفاصل خلیج های پزم و چابهار و نیز گواتر، عوامل هیدرودینامیکی (مانند اثر امواج)، اقلیمی (مانند بادهای مونسون) و فرسایش بادی، به عنوان عوامل مکمل عوامل اصلی در فرسایش و عقب نشینی سواحل سنگی نقش داشته اند.

۷- عوامل مؤثر در تغییرات منطقه در سواحل غیر سنگی همان عوامل مؤثر در واحدهای سنگی است. البته، در این مناطق تأثیر عوامل هیدرودینامیکی و اقلیمی متمایزتر شده که تغییرات کوتاه مدت خود را نشان داده است. همچنین نقش پروژه های عمرانی در تغییرات ساحلی بسیار قابل مشاهده است.

۸- سواحل پسرورنده در خلیج چابهار و پزم، شاخص یک ساحل پسرورنده در زمان پیشروی آن به سمت دریا می باشند.

۹- بهترین مناطق ساحلی جهت ساخت و توسعه اسکله ها (اعم از تجاری، صیادی، سوخت گیری)، بنادر و سایر سازه های دریایی در جنوب استان سیستان و بلوچستان شامل مناطق ساحلی واقع در حواشی خلیج پزم، خلیج چابهار، شرق آب شیرین کن، سواحل تیس و تا حدودی سواحل واقع در جنوب روستای تیاب پیشنهاد می گردند.

## مراجع

آقاباتی، ع.، ۱۳۸۸، "زمین شناسی ایران"، سازمان زمین شناسی کشور، ۶۰۶ ص.

احراری رودی، م.، موسوی حرمی، س. ر.، محبوبی، ا. و نجفی، م.، ۱۳۸۵، "بازنگری سن و تفسیر تاریخچه رسوبگذاری پادگانه های دریایی شرق چابهار"، دهمین انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ۹ ص.