

بررسی وضعیت رژیم جریان، رسوب گذاری و تغییرات خطوط ساحلی

در راستای توسعه سواحل کوه مبارک

خدایار سپهوند^۱، دکتر صدری نسب^۲، محمد اکبری^۳، مهدی کریمی^۴

^۱ کارشناس هیدروگرافی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

^۲ استادیار دانشگاه علوم و فنون خرمشهر

^۳ کارشناس هیدروگرافی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

^۴ کارشناس ارشد هیدرولیک سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

چکیده

در این پژوهش سواحل کوه مبارک از نقطه نظر وضعیت جریان و رژیم رسوب گذاری و فرسایش مورد ارزیابی قرار گرفته است. جهت مدلسازی جریان، از نرم افزار MIKE-21 با استفاده از اطلاعات آب نگاری سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح در این منطقه، بهره جویی شده است. همچنین تصاویر هوایی و ماهواره‌ای سواحل کوه مبارک در طی سالهای گذشته جهت ارزیابی تغییرات خطوط ساحلی مورد استفاده قرار گرفته است. تغییرات عمق در پروفیل‌هایی در شمال و جنوب بندر کوه مبارک نیز با استفاده از اطلاعات دوره‌ای هیدروگرافی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: توسعه سواحل، بندر جاسک، مدلسازی جریان، رژیم رسوب گذاری، تغییرات خطوط ساحلی

۱- مقدمه

از شاخص‌های مهم توسعه در یک منطقه، فقر زدائی و ایجاد اشتغال در آن منطقه است، که عدم توجه به این امر، باعث رشد فقر در همه زمینه‌ها و به تبع آن، تشدید پدیده مهاجرت که از معضلات پیش روی ملل در حال توسعه می‌باشد. از اصلی‌ترین زمینه‌های توسعه در شهرهای ساحلی، رویکرد توسعه بنادر در آن منطقه می‌باشد.

در محیط‌های ساحلی، تأثیر امواج و جریانات ساحلی و هم‌چنین تقابل رودها و دریا و علاوه بر آن اثر وزش باد در حضور ماسه‌زارهای وسیع و غیرو همگی از عوامل تغییردهنده شرایط مورفولوژیک محسوب می‌شوند. در غالب سواحل، تغییرات ناشی از موارد فوق‌الذکر با سرعت بسیار پایینی صورت می‌پذیرد و در واقع تقابل ساحل و عوامل تغییردهنده آن در پایداری نسبی می‌باشند. چنانچه تغییراتی بر طبیعت دریایی منطقه ساحلی اعمال گردد، روند طبیعی عملکرد متقابل دریا و ساحل از حالت پایدار و ماندگار خارج شده و واکنش‌هایی جهت رسیدن به پایداری جدید در منطقه به‌وجود خواهد آمد. این واکنش‌ها در قالب رسوب‌گذاری و فرسایش و تغییرات خط ساحل بروز می‌نمایند و تا زمان پایداری یا تعادل مجدد طبیعت ادامه می‌یابد. از این میان مشخصاً پروژه‌های اجرا شده و طرح‌های ساخت دست بشر، نوعی تداخل در روند طبیعت محسوب شده و تعادل و پایداری سواحل را برهم زده و باعث شروع تغییراتی در منطقه ساحلی پروژه می‌گردد که تا سالین دراز ادامه می‌یابد و تا رسیدن به پایداری مجدد ادامه دارد. از آن‌جاکه حالت پایدار جدید می‌تواند مغایر با عملکرد مطلوب سازه‌ها و تأسیسات ساخته شده باشد، بررسی و پیش‌بینی فرآیندها و اتخاذ روش‌هایی برای مواجهه با اثرات ناخواسته آنها به‌منظور مدیریت و برنامه‌ریزی سواحل و بنادر حائز اهمیت می‌باشد. علاوه بر آن شناخت فرآیندهای ساحلی در سواحل بکر و دست نخورده برای ارائه برنامه‌های مدیریتی و انجام پروژه‌های مهندسی آینده الزامی است.

کوه مبارک یکی از شهرهای استان هرمزگان در جنوب ایران و شرق استان هرمزگان است. این شهر در بخش بیابانی شهرستان جاسک و در کرانه دریای عمان واقع شده است. از طریق راه اصلی در ۱۵۵ کیلومتری میناب و ۶۵ کیلومتری جاسک قرار دارد. آب و هوای منطقه کوه مبارک از نوع گرم و مرطوب می‌باشد و پوشش گیاهی بسیار ناچیزی در منطقه دیده می‌شود و میزان بارندگی‌های منطقه بسیار کم است. با توجه به وضعیت نامناسب شرایط کشاورزی، عمده فعالیت ساکنان این منطقه ماهیگیری است که این مسئله اهمیت بنادر صیادی این خطه از کشور را دو چندان می‌سازد.

بندر چند منظوره کوه مبارک در سواحل شهر کوه مبارک واقع شده است. منطقه کوه مبارک همواره یکی از مناطق مورد نظر جهت احداث بندر صیادی بوده است که مطالعات فاز ۱ این بندر در سال ۱۳۶۹ توسط مهندسین مشاور سازه پردازی انجام پذیرفته است. کار احداث این بندر از سال ۱۳۸۳ (۲۰۰۴ میلادی) آغاز گردیده و ساخت آن در سال ۱۳۸۹ (۲۰۱۰) پایان یافته و در حال حاضر دارای تأسیسات خاصی نمی‌باشد.

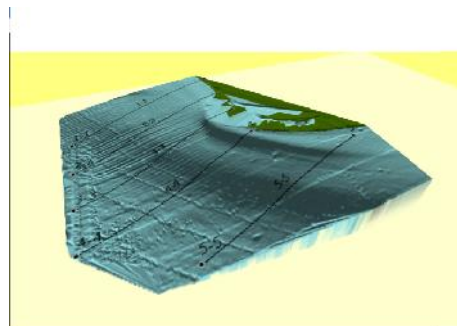
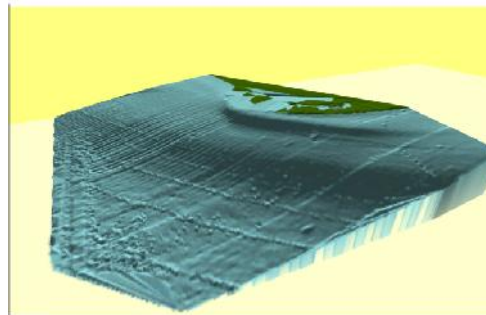
۲- مشخصات ساحل منطقه

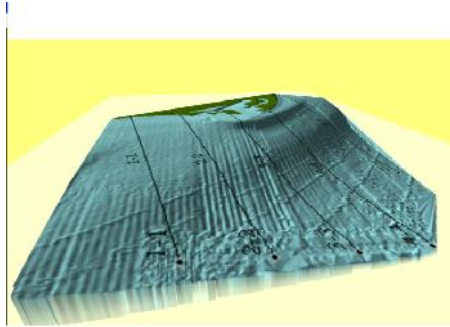
از مشخصه‌های مهم و تأثیرگذار ساحل، در مطالعات سواحل و از جمله مطالعات انتقال رسوب و تغییرات خط ساحل، راستای خط ساحل در منطقه می‌باشد. لذا معمولاً در مطالعات، این راستا را به وسیله زاویه بین خط عمود بر ساحل و شمال جغرافیایی معرفی می‌نمایند. این زاویه از این حیث که نحوه تأثیر امواج در فرآیند رسوبی، هم‌چنین بردارهای موازی و عمود بر ساحل جریانات را می‌شناسند دارای اهمیت می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، زاویه عمومی خط عمود بر ساحل با شمال جغرافیایی با در منطقه حوالی بندر کوه مبارک حدود ۲۵۰ درجه (ساعتگرد از راستای شمال جغرافیایی) می‌باشد.



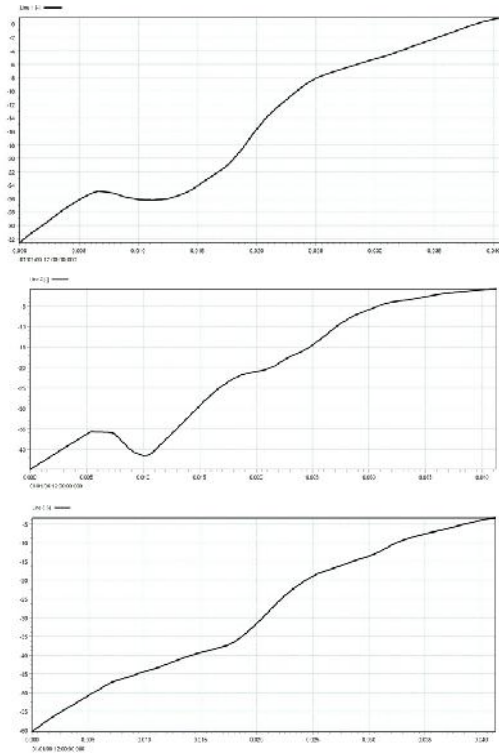
شکل ۱- راستای عمومی خط ساحل نسبت به شمال جغرافیایی در منطقه کوه مبارک

از دیگر مشخصه‌های ساحل که در مطالعات انتقال رسوب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است مقاطع عرضی ساحل در محدوده طرح می‌باشد. بدین منظور با استفاده از اطلاعات اندازه گیری عمق (هیدروگرافی) سازمان جغرافیایی منطقه، مقاطع عرضی استخراج شده و جهت مقایسه در دوره‌های زمانی گذشته مورد استفاده قرار گرفته است. در شکل ۲ وضعیت کلی بستر مربوط به سواحل منطقه کوه مبارک و هم‌چنین موقعیت مقاطع عرضی انتخاب شده جهت مقایسه در شکل ۳ نشان داده شده است.





شکل ۲- وضعیت کلی بستر و محل پروفیل های انتخابی در منطقه کوه مبارک با استفاده از اطلاعات هیدروگرافی سازمان جغرافیایی

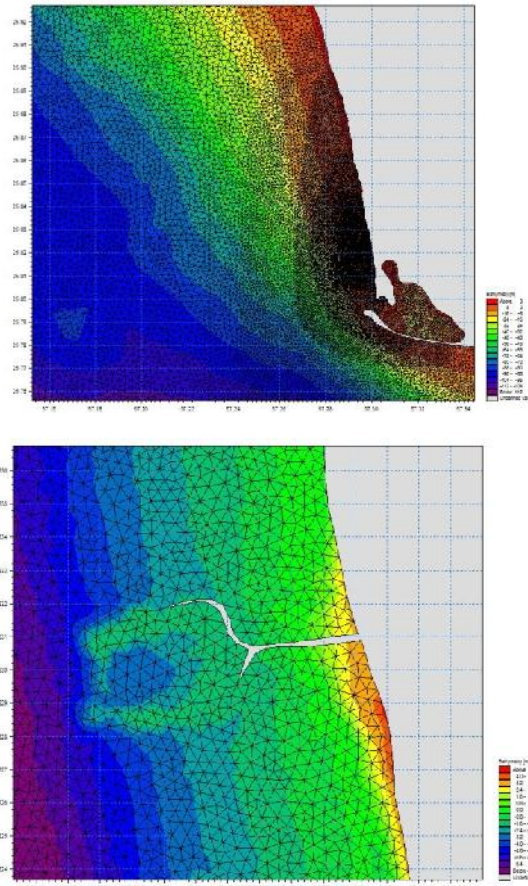


شکل ۳- مقاطع عرضی انتخاب شده در منطقه

۳- وضعیت جریان منطقه

اولین و مهم ترین مطالعاتی که در توسعه ساحلی انجام می گیرد، مطالعات هیدرودینامیکی مربوط به آن منطقه می باشد. از جمله پارامترهای مهمی که معرف شرایط هیدرودینامیک منطقه می باشد، شرایط میدان جریان های ساحلی در منطقه است. جهت شناخت وضعیت هیدرودینامیک و جریان در یک منطقه از ابزار مدل سازی استفاده شده است که با اندازه گیری های میدانی صحت سنجی و کالیبره شده است. ابعاد شبکه محاسباتی طراحی شده در مدل حاضر در امتداد ساحل و عمود بر آن به ترتیب در حدود ۲۲ و ۲۵ کیلومتر بوده که شامل ۲۶۴۱۵ المان محاسباتی می باشد. بیشینه طول میانگین ابعاد المانها در مرزهای آبهای عمیق در حدود ۳۰۰ متر بوده و با نزدیک شدن به مرزهای خشکی مقدار آن کاهش یافته، بطوریکه طول ابعاد ریزترین المانها در محدوده دستگاه اندازه گیری در حدود ۲۸ متر می باشد. در اینجا به معرفی شرایط جریان های جزرومدی پرداخته شده است که بعضاً نقش قابل ملاحظه ای در انتقال رسوب ساحلی بازی می کنند. نحوه انتخاب موقعیت و نوع داده های مرزی به گونه ایست که کمترین رخداد خطای محاسباتی پیرامون مرزهای باز وجود داشته باشد، در ضمن بتوان الگوی درستی از جریان جزرومدی ایجاد شده در دهانه ورودی خور کوه مبارک و بندر آن شبیه سازی نمود.

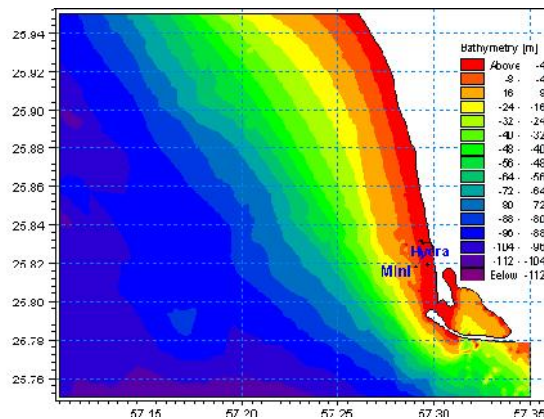
عمق یابی و مش بندی استفاده شده و گل جریان های عمق ۱۰ متری بدست آمده در سواحل کوه مبارک که با استفاده از مدل عمومی جریان، توسعه داده شده در مرکز مدل سازی پدیده های اقیانوسی در سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح می باشد، در شکل های زیر نمایش داده شده است.



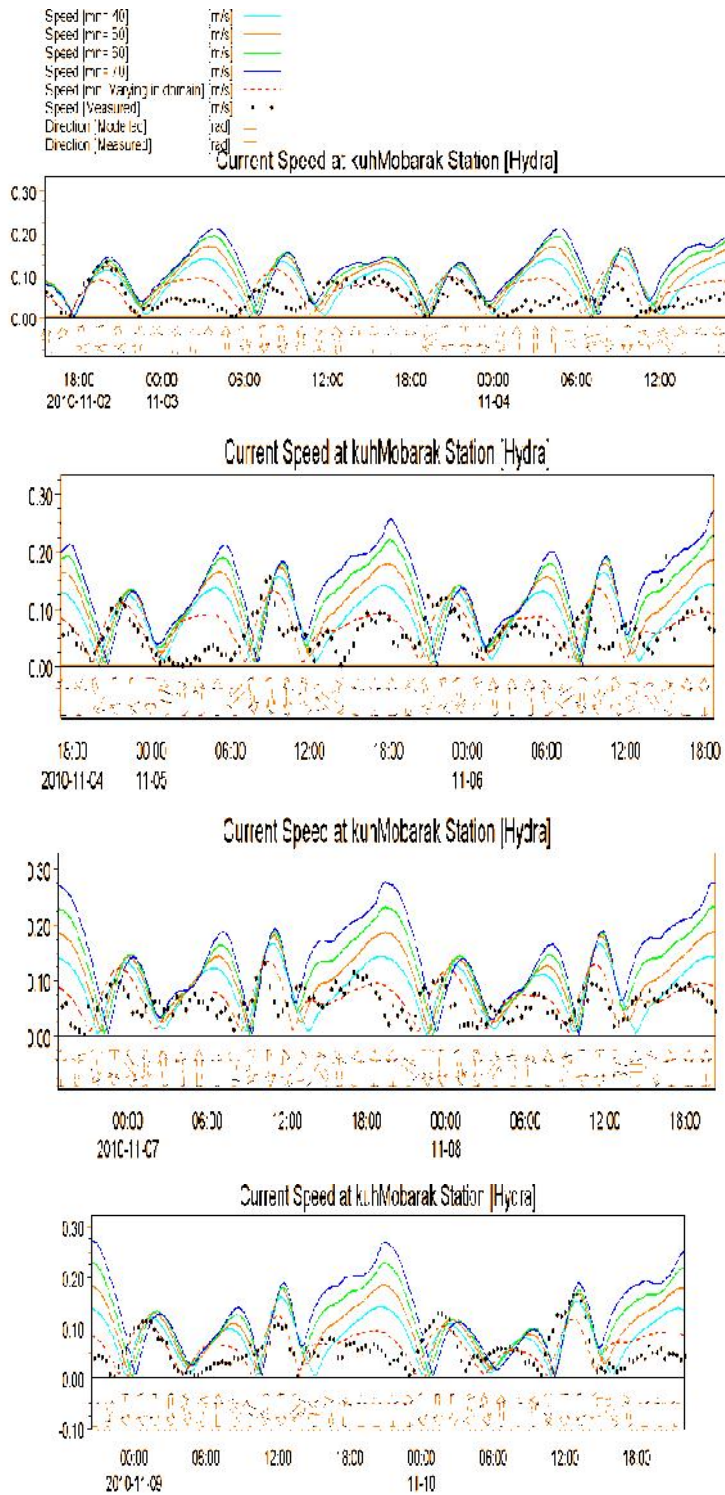
شکل ۴- وضعیت عمق یابی و مش بندی استفاده شده در مدل جریان و مش بندی مربوط به کوه مبارک

در مرحله واسنجی مقدار عدد مانینگ در دامنه مدل طی اجراهای مکرر و بر مبنای مقایسه سرعت‌های مدلسازی شده و اندازه گیری در موقعیت نصب ایستگاه هایدرا واقع در جنوب بندر کوه مبارک در عمق ۰/۹۷ متر بهینه می گردد (شکل ۵). به این صورت که با فرض ثابت بودن دیگر شرایط ورودی، مدل برای اعداد مانینگ مختلف (برابر با ۴۰، ۵۰، ۶۰ و $70 \text{ m}^1/3/\text{s}$) بطور ثابت برای دوره واسنجی (نیمه ابتدایی کل دوره اندازه گیری) اجرا و نتایج آنها مورد بررسی قرار گرفت.

به عنوان نمونه در شکل ۶ مقایسه تاریخچه زمانی سرعت های مدلسازی و برداشت شده در موقعیت ایستگاه های مذکور بازای اعداد مانینگ مختلف (به ترتیب ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰) برای یک دوره کوتاه ارائه شده و نشان می دهد که بیشترین تطابق داده های اندازه گیری با نتایج مدلسازی به ازای اعداد مانینگ در حدود ۴۰ می باشد.

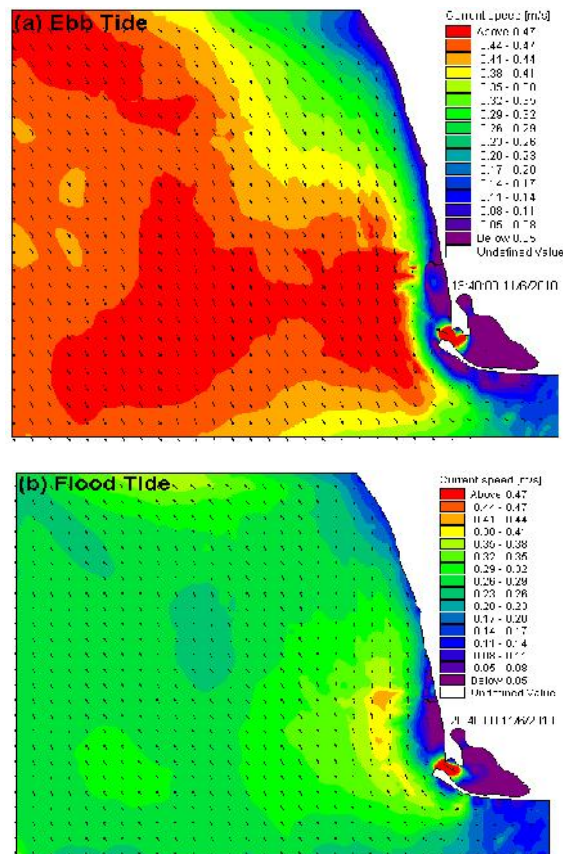


شکل ۵- محل ایستگاه هایدرا در جنوب بندر کوه مبارک

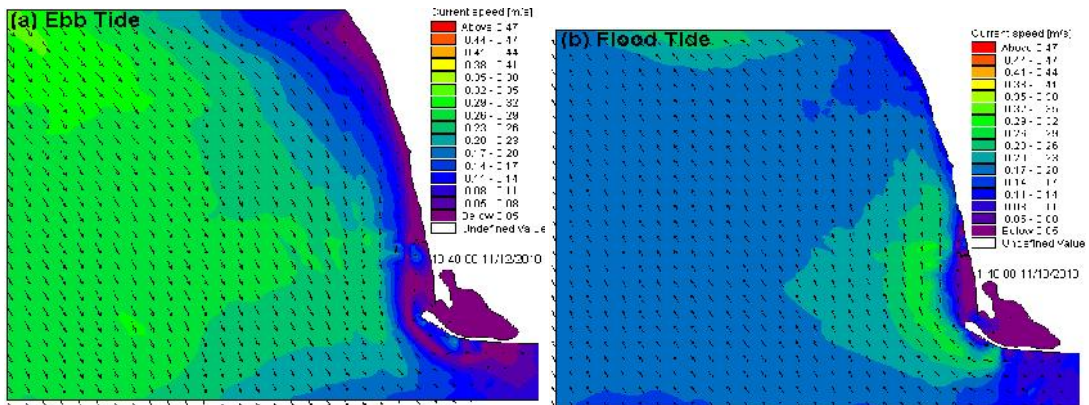


شکل ۶- مقایسه تاریخچه زمانی سرعت‌های جزرومدی مدل سازی شده به ازای اعداد مانینگ مختلف و داده‌های اندازه‌گیری در موقعیت ایستگاه کوه مبارک [هایدرا]

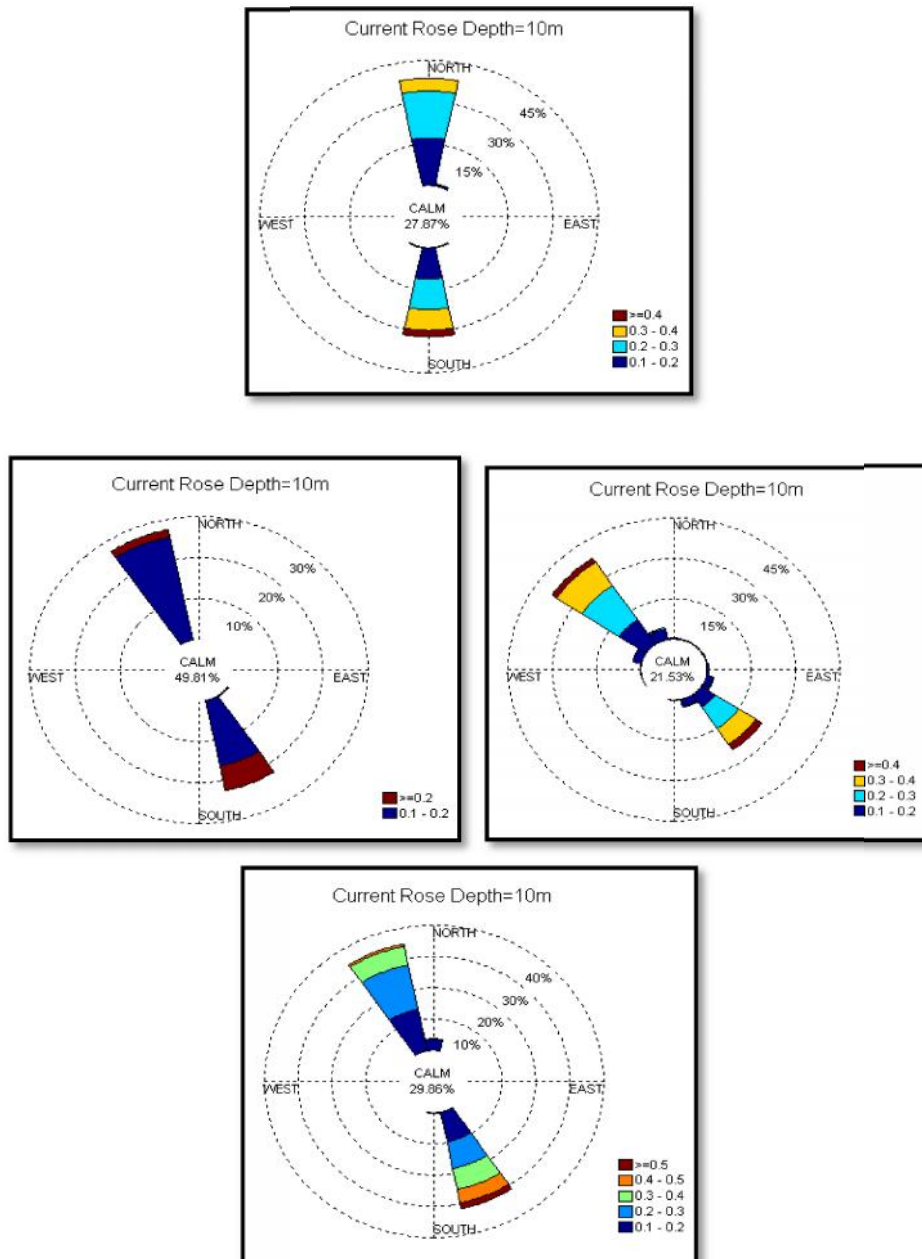
در شکل‌های ۷ و ۸ الگوی جریان در موقعیت زمانی مهکشند و کهکشند آمده است. همچنین در شکل‌های ارائه شده به عنوان گل جریان، جهت ارائه شده برای جریان، نشان‌دهنده جریان به سمت آن جهت است، بنابراین جهت جریان غالب در ابتدای این سواحل از سمت جنوب شرقی به شمال غربی و در انتهای آن از جنوب به شمال می‌باشد. با توجه به اطلاعات جریان، در ابتدای سواحل مقدار سرعت میانگین جریان ۰/۰۹۵ و مقدار حداکثر آن ۰/۲۹۵ متر بر ثانیه و در انتهای سواحل، مقدار سرعت میانگین جریان ۰/۰۸۲ و مقدار حداکثر آن ۰/۲۱۵ متر بر ثانیه می‌باشد.



شکل ۷- توزیع الگوی جریان در موقعیت زمانی مهکشند



شکل ۸- توزیع الگوی جریان در موقعیت زمانی کهکشند



شکل ۹- گل جریان‌های غالب سواحل کوه مبارک در عمق ۱۰ متری به ترتیب از شمال به جنوب

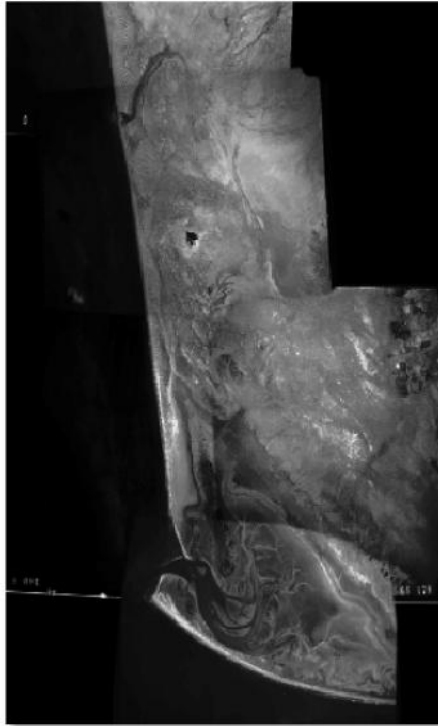
۴- وضعیت رژیم رسوب گذاری

رسوب‌گذاری از جمله مسائل مهم بنادر می‌باشد که هرساله هزینه‌های بسیار گزافی را برای تداوم بهره‌وری، بر دوش مسئولان می‌گذارد. مطالعه و بررسی دقیق فرایندهای رسوبی و تعیین میزان رسوب‌گذاری و فرسایش و تغییرات خط ساحل از مطالعات پایه و مهم برای ساخت و توسعه بنادر می‌باشد.

تصاویر هوایی و ماهواره‌ای می‌توانند در بررسی و شناخت رژیم انتقال رسوب و مورفولوژی ساحلی یک منطقه نقش بسزایی داشته باشند. با مقایسه این تصاویر می‌توان تغییرات خط ساحل و نقاط فرسایش و رسوب‌گذاری ساحل را به خوبی تشخیص داد. تصاویر ماهواره‌ای و هوایی زیر برای سواحل جاسک موجود بوده که تصاویر هوایی تنها دماغه جاسک را پوشش می‌دهند. این تصاویر در کنار اندازه‌گیری‌های داغ آب ساحلی جهت بررسی تغییرات خطوط ساحلی مورد استفاده قرار گرفته است.

- تصویر هوایی سازمان نقشه‌برداری کشور سال ۱۹۶۸ میلادی

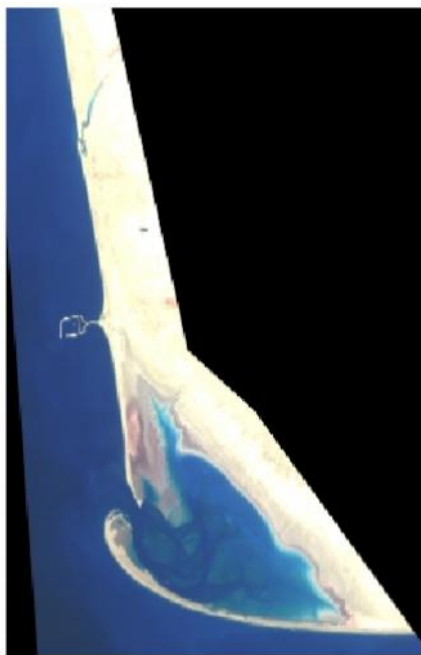
- تصویر هوایی سازمان نقشه برداری کشور سال ۱۹۹۵ میلادی
- تصویر ماهواره‌ای Geoeye سال ۲۰۱۰ میلادی



شکل ۱۰- تصویر هوایی سازمان نقشه برداری کشور سال ۱۹۶۸



شکل ۱۱- تصویر هوایی سازمان نقشه برداری کشور سال ۱۹۹۵



شکل ۱۲- تصویر ماهواره‌ای GeoEye سال ۲۰۱۰

با بررسی خطوط ساحلی در زمان‌های مختلف و مقایسه آنها با یکدیگر، الگو و همچنین میزان فرسایش یا رسوب‌گذاری در مناطق مختلف بدست می‌آیند. بدین منظور ابتدا خط ساحلی منطبق بر خط داغ آب (بالاترین خط اثر آب بر ساحل) برای ناحیه اطراف کوه مبارک برای کلیه تصاویر در دسترس رسم شده است. در شکل ۱۳ خطوط ترسیم شده داغ آب در تصاویر هوایی سال‌های ۱۹۶۸، ۱۹۹۵ و ۲۰۱۰ در ناحیه بندر کوه مبارک نشان داده شده است. با توجه به شروع به ساخت سازه در سال ۲۰۰۳ توقع تغییر خط ساحل در سال‌های پیش از آن نمی‌رفته است که این مورد در تصویر مشهود است. در سال‌های پس از ساخت سازه تا سال ۲۰۱۰، پیشروی خط ساحل به سمت دریا در سواحل شمالی حدود ۱۵۰ متر و در ساحل جنوبی ۱۹۰ متر در نزدیکی موج‌شکن بوده است. مساحت پیشروی در ساحل شمالی ۳۰ هزار مترمربع و در ساحل جنوبی ۴۰ هزار مترمربع بوده است. حجم رسوب‌گذاری قابل تشخیص از این تصاویر در ساحل شمالی حدوداً ۱۷ هزار مترمکعب و در ساحل جنوبی حدوداً ۲۸ هزار مترمکعب بوده است.



شکل ۱۳- مقایسه تغییرات خط ساحلی بندر کوه مبارک سال‌های ۱۹۶۸-۲۰۱۰

منطقه کوه مبارک سواحل ماسه‌ای دارد که در بین چندین خور با پهنه‌های جزرومدی محصور شده است. هرچند امواج با ارتفاع نسبتاً بالا (بالای یک متر) هم در این منطقه در مواقعی اتفاق می‌افتد ولی بیش از ۸۰ درصد مواقع شرایط آرامش (امواج با ارتفاع کم‌تر از ۰/۵ متر) در این منطقه حاکم است؛ سرعت جریان جزرومدی موازی ساحل نیز اغلب کم‌تر از ۰/۳ متر بر ثانیه می‌باشد. به‌طور کلی منطقه کوه مبارک منطقه کم انرژی محسوب می‌شود. با این وجود به نظر می‌رسد حضور خور-مصب‌ها و آورد رسوبی رودهای منطقه، تأثیر شاخصی بر شرایط داشته باشد. همان‌طور که در شکل ۱۴ دیده می‌شود

شود خور- مصب وسیع مبارک در جنوب و دو خور- مصب دیگر در شمال بندر کوه مبارک قرار دارد. وسعت خور- مصب مبارک باعث تغییر کلی رفتار ساحل و حاکم شدن شرایط عمومی خورها در آن حوالی گشته است. آنچه حائز اهمیت می باشد منبع رسوبی منطقه جنوبی در خور- مصب مبارک و آورد رسوب آن به سمت شمال در منطقه بندر کوه مبارک می باشد. مسلم است که حضور چنین خور- مصب وسیع، منبع رسوبی مناسبی جهت شرکت در فرآیندهای رسوبی داشته باشد؛ با این وجود حضور جزیره‌های سدی در مقابل خور- مصب نشان می دهد که شرایط هیدرودینامیک منطقه توانایی انتقال همه این رسوبات را در سواحل نداشته و بخش عمده‌ای از این رسوبات در منطقه ورود به ساحل زمین گیر شده‌اند.



شکل ۱۴- خور- مصب‌های سواحل اطراف کوه مبارک

همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می شود، در سواحل شمالی بندر کوه مبارک نیز دو خور- مصب در نزدیکی وجود دارد که نزدیک‌ترین آن‌ها در فاصله ۱/۵ کیلومتری و پس از آن دیلر در ۳ کیلومتری شمال کوه مبارک واقع شده است که به جهت نزدیک بودن به موقعیت بندر امکان تأثیر گذاری بر منطقه را دارند. ولی وسعت و شواهد دیگر از عدم توانایی این منابع در فعال نمودن کامل پتانسیل رانه رسوبی دارد.

جهت رانه رسوبی به سمت جنوب تخمین زده می شود؛ با این وجود، منابع رسوبی سواحل شمالی بندر، رسوب گذاری در ساحل شمالی را دپکته می کنند که باز دیدهای محلی تأیید کننده مورد اخیر بوده است. آنچه جلب توجه می کند رسوب گذاری بیشتر در ساحل جنوبی بندر علیرغم جهت شمال به جنوب رانه خالص می باشد. کلید پاسخ به این مسئله حضور و توانایی زیاد خور- مصب مبارک در تأمین رسوب و تأثیر آن در فرآیند رسوب ساحلی است، که باعث رسوب گذاری در ساحل جنوبی شده است. مقایسه شرایط سواحل جنوبی و شمالی حکایت از بالفعل شدن پتانسیل رانه رسوبی به سمت شمال و عدم فعال شدن کامل آن به سمت جنوب به جهت کمبود منابع رسوبی در سواحل شمال دارد. در نهایت هر چند در دو سمت بندر رسوب گذاری رخ داده است ولی رسوب گذاری سمت جنوبی بیشتر می باشد.

بررسی‌های اولیه شامل مقایسه خط داغ آب نشان دهنده پیشروی حدود ۱۹۰ متری در ساحل جنوبی موج شکن و ۱۵۰ متری در ساحل شمالی آن می باشد. باز دید صورت گرفته شرایط عمومی فوق‌الذکر را تأیید نمود با این تفاوت که به نظر رسید تمایز دوساحل شمالی و جنوبی از حیث رسوب گذاری بیشتر می باشد؛ بدین صورت که پیشروی ساحل در جنوب بندر حدود دوبرابر شمال بندر و سطح رسوب گذاری جنوبی حدود چهار برابر شمال می باشد (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- سواحل شمالی و جنوبی بندر کوه مبارک در نزدیکی موج شکن دسترسی

۵- بحث و نتیجه گیری

باتوجه به شواهد کلی، تصاویر هوایی و ماهواره‌ای و همچنین بازدیدهای محلی تغییرات خط ساحل در پشت هر دو موج شکن شمالی و جنوبی قابل تشخیص می‌باشد. با دقت در منابع رسوبی، آشکار شد که با توجه به تأمین رسوبات توسط خور - مصب مبارک در جنوب بندر کوه مبارک و عدم تأمین کامل منبع رسوبی در سواحل شمالی بندر، رسوب گذاری در شمالی و جنوبی بندر صورت گرفته است.

در کل رسوب گذاری در ساحل جنوبی بیشتر از ساحل شمال رخ داده است. براساس تصاویر هوایی و ماهواره‌ای رسوب گذاری در ساحل شمالی ۱۷ هزار متر مکعب و در ساحل جنوبی ۲۸ هزار متر مکعب برآورد شده است. در بازدیدهای محلی نیز رسوب گذاری در ساحل جنوبی حدود چهار برابر ساحل شمالی تخمین زده شد.

۶- مراجع و منابع

[۱]. گزارش مطالعات بنادر صیادی کشور، ۱۳۸۶، شرکت سازه پردازی ایران، سازمان شیلات.

[۲]. گزارش مطالعات ژئومورفولوژی سواحل هرمزگان، ۱۳۸۹، سازمان بنادر و دریانوردی.

[۳]. گزارش مطالعات طرح مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی کشور، ۱۳۸۶، شرکت جهاد تحقیقات آب و آبخیزداری، سازمان بنادر و کشتیرانی.

[4]- Coastal Eng. Manual (CEM), 2005. Part III Chap II, "Long shore Sediment Transport."

[5]- MIKE by DHI User Guide 'Long shore Current and Littoral Drift', 2009, DHI.