یادداشت فنی

تحلیل فرآیندهای رسوبی بنادر لنگه و کنگ مبتنی بر تفسیر مدل‌های مفهومی و عددی

رضاپارسا[۱*]، احمد شانه‌ساززاده[۲]، حسین اردلان[۳]

[۱] دانشجوی دکتری، دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛ rparsa@aut.ac.ir
[۲] استادیار،گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه اصفهان؛ a.shanehsazzadeh@eng.ui.ac.ir
[۳] دانشجوی دکتری، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی؛ hardalans@gmail.com

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۱/۲۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۷/۱۶
تاریخ انتشار مقاله: ۱۳۹۲/۰۸/۰۱

کلمات کلیدی:
انتقال رسوب
تغییرات خط ساحل
مدل مفهومی
مدل عددی
ضریب ظرفیت رسوبی

چکیده

در این مقاله به بررسی فرآیند رسوبی و تغییرات خط ساحلی منطقه بنادر لنگه و کنگ پرداخته شده است. بدین منظور مطالعات جامعی بر پارامترهای اثرگذار در فرآیندهای رسوبی صورت گرفته است. ابتدا مدل مفهومی ارائه شده و بر اساس آن مدل‌های تجربی و عددی، واسنجی و صحت سنجی گردیده‌اند. در این مطالعه بر اساس تاریخچه انباشت رسوب و تغییرات خط ساحل ضریب ظرفیت رسوبی معرفی می‌گردد که رابطه‌ای منطقی بین پتانسیل و میزان رسوبات فعال برقرار می‌کند. این ضریب برای سواحل موج شکن‌های شرقی در محدوده کنگ حدود ۰/۳ و در محدوده لنگه ۰/۱۳ بدست آمده است. هدف از این مقاله ضمن معرفی فرآیندهای رسوبی منطقه مورد مطالعه، ارائه روند مطالعات جامع رسوب با تکیه بر کلیهٔ شواهد و اطلاعات موجود و استفاده از همپوشانی و تنوع اطلاعاتی در بکارگیری صحیح از نتایج مدل‌های تجربی و عددی می باشد که منجر به معرفی ضریب ظرفیت رسوبی منطقه می‌گردد.

Conceptual and Numerical Modeling of Coastal Sediment Processes at Kong and Lengeh Ports at Northern Persian Gulf Coastline

Reza Parsa[1]* , Ahmad Shanehsazzadeh[2], Hosein Ardalan[3]

[1]PhD Candidate, Department of Civil and Environmental Engineering, Amirkabir University of Technology; rparsa@aut.ac.ir
[2]Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Isfahan; a.shanehsazzadeh@eng.ui.ac.ir
[3]PhD Candidate, Department of Civil Engineering, K.N.Toosi University of Technology; hardalans@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 16 Apr. 2013
Accepted: 8 Oct. 2013
Available online: 23 Oct. 2013

Keywords:
Sediment Transport
Shoreline Changes
Conceptual Model
Numerical Model
Sediment Capacity Coefficient

ABSTRACT

In this article, sediment processes and shoreline changes at Lengeh and Kong ports coastline are investigated. Comprehensive studies on effective parameters on sediment processes have been performed and coastal sediment transport rate in the area is estimated. For this purpose a conceptual model has been envisaged and the empirical and numerical models, calibrated and validated based on the conceptual model. Relation between potential of sediment transport and activated sediment is obtained by introducing "sediment capacity coefficient" based on historical sedimentation and shoreline changes. The coefficient is estimated 0.3 and 0.13 at the eastern coasts of Kong and Lengeh port, respectively. Among the aim of the article is introducing a sound procedure for a comprehensive sediment studies based on all evidences and information to utilize results of empirical and numerical models in an integrated approach which lead to identifying sediment capacity coefficient.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-02-21]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1392.9.17.6.8]

۱ - مقدمه

آشنایی با فرآیندهای ساحلی، پیش‌بینی رسوب‌گذاری و یا فرسایش و ارزیابی تغییرات خط ساحل از جنبه‌های مختلف مدیریتی و مهندسی حائز اهمیت می‌باشند. زیرا نحوه بهره‌برداری و عملکرد سازه‌ها و تأسیسات ساحلی کاملاً متأثر از فرآیندهای مذکور می‌باشند. از طرف دیگر اطلاعات فوق الذکر به عنوان شاخصی جهت ارزیابی زیست محیطی و اقتصادی پروژه‌ها عمل نموده و امکان‌سنجی توسعه پایدار سواحل را در قالب مدیریت یکپارچه سواحل فراهم می‌آورد [۱]. مورفولوژی سواحل نتیجهٔ فرآیندهای پیچیده دینامیکی در مقیاس‌های مختلف شامل امواج، جریانات و انتقال رسوب در تقابل با تغییرات بستر می‌باشد [۲]. برای مدیریت‌های محلی ساحل و کاربردهای مهندسی به خصوص به منظور ارزیابی عملکرد بلند مدت تأسیسات ساحلی، مطالعات دو مقیاس منطقه‌ای و محلی انجام می‌پذیرد [۵،۴،۳].

پروژه‌های مهندسی ممکن است اثرات جانبی نامناسبی را بر ساحل ایجاد کنند. بهره‌برداری بنادر زیادی در جهان به جهت مشکلات رسوب‌گذاری و یا فرسایش با مخاطره روبه رو شده است [۶]. در کشور ایران نیز به عنوان نمونه بندر ماهیگیری سوزا در سواحل جنوبی جزیره قشم از بنادری است که به علت رسوب گذاری شدید در حوضچه و دهانه بندرکاربری خود را تقریباً به طور کامل از دست داده است [۷].

مطالعات رسوب امروزه بخش لاینفک مطالعات پروژه‌های ساخت تأسیسات ساحلی می‌باشد که در این راستا استفاده از مدل‌های تجربی و نرم‌افزارهای تخصصی یک رویکرد رایج شده‌است. این درحالی است که عدم توجه به ظرفیت‌های رسوبی و تاریخچه تغییرات خط ساحل، در موارد زیادی پیش‌بینی‌های مبتنی برنتایج خامِ مدل‌های مذکور را غیر واقعی و بلا استفاده ساخته و نهایتاً عملکرد درازمدت سازه‌ها را دچار مشکل نموده است. امروزه پیش بینی روند تغییرات خط ساحل مبتنی بر مدل‌های مفهومی و استفاده از مدل‌های تجربی و عددی صرفاً به عنوان ابزارهایی برای کمّی نمودن آن‌ها یک رویکرد غالب می باشد[۸].

مطالعه حاضر برگرفته از مجموعه مطالعات جامع رسوب و تغییرات خط ساحل استان هرمزگان واقع در سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد [۱۱،۱۰،۹]. در این مطالعات بنادر کنگ و لنگه با توجه به این‌که از بنادر مهم سواحل جنوبی کشور می‌باشند به طور خاص مورد مطالعه قرار گرفتند. این دو بندر در فاصله کمتر از ۶ کیلومتری یکدیگر در شمال خلیج فارس ساخته شده‌اند. بندر لنگه از بنادر تجاری بوده و متعلق به سازمان بنادر و دریانوردی کشور می باشد و بندر کنگ بندر شیلاتی متعلق به سازمان شیلات ایران است. در این مطالعه به تعیین فرآیندهای رسوبی و پیش بینی بلند مدت تغییرات ساحلی در حوالی بنادر کنگ و لنگه به منظور کاربردهای مهندسی پرداخته شده است. در این میان مطالعه فرآیندهای رسوبی و پیش بینی تغییرات خط ساحل در مراحل توسعه این بنادر مورد توجه قرارگرفته‌اند. تلفیق مطالعات منطقه‌ای و محلی محدوده دو بندر و تفسیر نتایج مدل‌های تجربی و عددی مبتنی بر مدل مفهومی، از مزایای مطالعات حاضر می‌باشد که فرآیندهای انتقال رسوبی منطقه و تغییرات خط ساحل اطراف دو بندر را به خوبی تبیین می‌نماید. علاوه برآن این دو بندر به عنوان شاخص‌هایی محسوب می شوند که فرآیند رسوبی بازهٔ نسبتاً طولانی سواحل شمالی خلیج فارس در محدوده این بنادر را تفسیر می نمایند [۱۱].

در مقاله حاضر ابتدا موقعیت بنادر کنگ و لنگه و شرایط محیطی حاکم بر آنها تشریح شده است. سپس به بررسی فرآیندهای رسوبی منطقه ساحلی بنادر کنگ و لنگه و پیش بینی تغییرات دراز مدت خط ساحلی با رویکرد جامع فوق الذکر پرداخته شده است. در این راستا با استفاده از اطلاعات پایه و تاریخچه تغییرات خط ساحل و با در نظر گرفتن منشاء رسوبی و راستا و شدت نیروهای محرک محیطی، مدل مفهومی فرآیند ارائه گردیده است و براساس آن مدل عددی انتقال رسوب و تغییرات خط ساحل با معرفی ضریبی به نام ضریب ظرفیت رسوبی واسنجی گردیده است. از مزایای مطالعه حاضر ارائه روند علمی مطالعات جامع رسوب با تکیه بر کلیهٔ شواهد و اطلاعات موجود و استفاده از همپوشانی و تنوع اطلاعاتی در بکارگیری صحیح ازنتایج مدل‌های تجربی و عددی می باشد.

۲- مشخصات بنادر لنگه و کنگ

بنادر لنگه و کنگ از بنادر مهم کشور ایران محسوب می‌شوند؛ این دو بندر در سواحل سرزمینی استان هرمزگان در شمال خلیج‌فارس واقع شده‌اند. این دو بندر دارای سابقه دیرینه‌ای هستند و با گذشت زمان در دوره‌های مختلف مورد بازسازی قرار گرفته‌اند تا در نهایت به شکل امروزی درآمده اند. اخیراً مطالعاتی جهت افزایش بهره‌وری این بنادر انجام پذیرفته است و نتیجه آن افزایش مساحت بندر لنگه و اصلاح موجشکن‌ها جهت بهبود شرایط آرامش این بندر می‌باشد. شکل ۱ موقعیت بنادر کنگ و لنگه را نشان می‌دهد.

سواحل شرق بندر کنگ کاملاً در غلبه لندفرم دریا کنار ماسه‌ای می‌باشد؛ درحالی که ساحل غرب بندر لنگه و پاره ساحل‌هایی از سواحل مابین تین دو بندر پهنه‌های جزرومدی مشاهده می‌شود[۱۲].

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-02-21]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1392.9.17.6.8]

شکل ۱ - موقعیت بنادر لنگه وکنگ در سواحل خلیج فارس

۲-۱- مشخصات محیطی

۲-۱-۱-مشخصات سواحل

در مطالعات فرآیندهای ساحلی و تغییرات خط ساحل، راستای خط ساحل از این حیث که نحوه تأثیر امواج بر ساحل را تعیین می‌کند، دارای اهمیت می‌باشد زاویه خط عمود بر ساحل با شمال جغرافیایی در منطقه حوالی دو بندر لنگه و کنگ حدود ۱۴۴ درجه ساعت‌گرد نسبت به شمال جغرافیایی می‌باشد. از آنجایی که روند تغییرات عمق نیز در فرآیندهای ساحلی مؤثر می‌باشد برداشت‌های میدانی متعددی از مقاطع عرضی ساحل منطقه انجام پذیرفت که بر اساس این مقاطع عرضی، شیب عرضی در منطقه غرب بندر لنگه حدود ۱/۵-۰/۵درصد، در منطقه بین بندر لنگه و بندرکنگ ۱/۵-۰/۳ درصد و در منطقه شرق بندرکنگ ۱/۵-۰/۴درصد محاسبه شده‌است [۱۳].

از پارامترهای مهمی که در تعیین فرآیند رسوبی نقش بازی می‌کند دانه‌بندی و جنس رسوبات بستر منطقه مطالعاتی می‌باشد. مشخصات دانه‌بندی با نمونه‌برداری گسترده در محدوده بنادر لنگه و کنگ مورد بررسی قرار گرفته است. در حوالی هر دو بندر غالب رسوبات در محدودهٔ ماسه ریزدانه قرار دارند. به طور کلی رسوبات بستر در منطقه کنگ اندکی ریزدانه‌تر از منطقه لنگه می باشند که نمی‌تواند منشاء تغییرات فاحشی در فرآیندهای رسوبی گردد.

۲-۱-۲- منابع رسوبی

منابع رسوبی مهم سواحل مورد مطالعه را می‌توان در دو بخش مورد بررسی قرار داد.

الف) منابع رودخانه‌ای: رودخانه‌های فصلی منطقه لنگه و کنگ از جمله رود شور در ۸۰۰ متری شرقی بندر کنگ، با توجه به حوضه آبریز بسیار کوچک و آورد بسیار ناچیز و فصلی، در فرآیند ساحلی کم تأثیر می باشند [۱۴].

ب) رسوبات محدوده تنگه خوران : علاوه بر رسوبات نهشته شده بر سواحل اطراف محدودهٔ مورد بررسی، رسوبات مناطق دوردست که قابلیت منتقل شدن به منطقه را دارند نیز از جمله منابع رسوبی منطقه محسوب می شوند. یکی از موقعیت‌های دریایی که بالقوه می‌تواند چنین شرایطی را برای بنادر لنگه و کنگ ایجاد نماید، محدوده تنگه خوران است. جریانات جزرومدی قادر است بخشی از رسوبات آن منطقه را به محدوده بنادر لنگه و کنگ انتقال دهند، که اثرات آن در منطقه مشهود می‌باشد [۱۱].

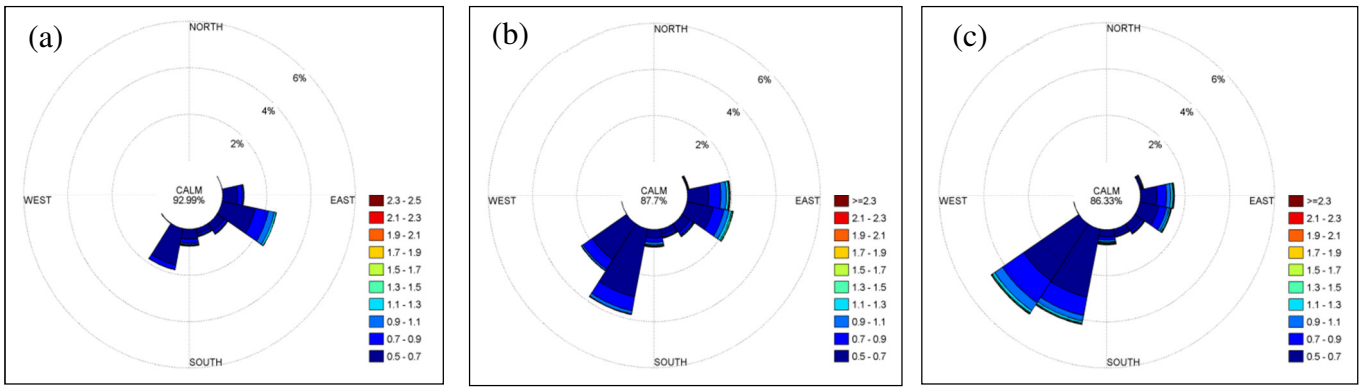
۲-۱-۳- میدان هیدرودینامیک

گلموج‌های عمق ۱۰ متری در نزدیکی بندر لنگه و کنگ در شکل ۲ نمایش داده شده است. چنانچه مشاهده می شود جهت‌های غالب امواج از سمت جنوب غرب با فراوانی بیشتر و شرق و جنوب شرق با فراوانی کمتر ولی شدت بیشتر می‌باشند. به طور کلی شرایط عمومی میدان موج حاکم در منطقه حاکی از حاکمیت میدان موج ضعیف در منطقه می‌باشد بطوری که حدود ۹۰ درصد مواقع ارتفاع امواج، کمتر از ۰/۵ متر می‌باشد.

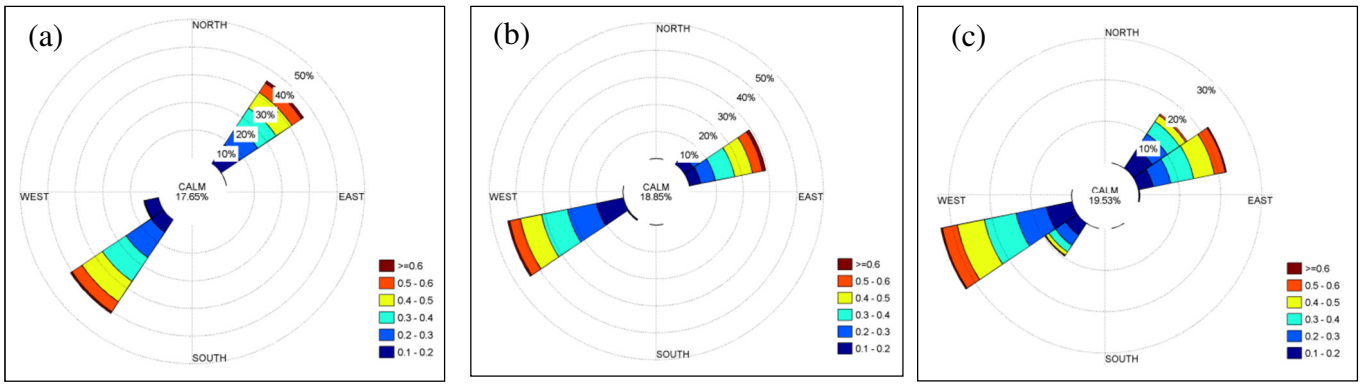
از جمله پارامترهای دیگری که علاوه بر موج، معرف شرایط هیدرودینامیک منطقه می‌باشد، شرایط میدان جریانات ساحلی در منطقه است. شکل ۳ گل جریان منطقه اطراف بنادر لنگه و کنگ را به نمایش گذاشته است. علاوه بر موارد فوق الذکر، یک کانال جزرومدی در روبروی سازه‌های لنگه وکنگ وجود دارد که می‌تواند اثرات خاصی در محدوده مطالعه داشته باشد. این کانال جزرومدی از مناطق شمالی قشم شروع می‌شود که توسط جریانات تند جزرومدی تنگه خوران ایجاد شده‌است. کانال مذکور در منطقهٔ دماغه شناس و دماغه گشه در غرب بنادر مورد بررسی بخش عمده‌ای از جریانات رسوبی موازی ساحل را به سمت آب عمیق هدایت می‌نمایند. انتظار می رود که بنادر لنگه و کنگ که حدوداً در منتهی‌الیه غربی این کانال قرار دارند، تحت تأثیر جریانات عبوری از کانال قرار گیرند. اگرچه در اعماق کم (در منطقه شکست و پس از آن رو به ساحل) از شدت جریان‌های جزرومدی به طور قابل ملاحظه‌ای کاسته می‌گردد ولی وجود موج شکن‌های طولانی که تا اعماق بیشتر از عمق شکست امتداد یافته‌اند، باعث تشدید تأثیرات جزرومدی در رسوب‌گذاری و تغییرات خط ساحل منطقه گردیده است [۱۱].

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-02-21]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1392.9.17.6.8]



شکل ۲ - گلموج در عمق ۱۰ متری، (a) در منطقه غرب بندر لنگه؛ (b) در منطقه میان بندر لنگه و بندرکنگ ؛ (c) در منطقه شرق بندر کنگ(واحد ارتفاع امواج در گلموج‌ها متر می‌باشد) [۱۱]



شکل ۳ - گل جریان در عمق ۱۰ متری، (a) در منطقه غرب بندر لنگه؛ (b) در منطقه میان بندر لنگه و بندرکنگ ؛ (c) در منطقه شرق بندر کنگ(واحد سرعت جریان در گل جریان‌ها متر بر ثانیه می‌باشد) [۱۱]

۳- تحلیل تاریخچه تغییرات خط ساحل بر مبنـای تصـاویر هوایی و ماهواره‌ای

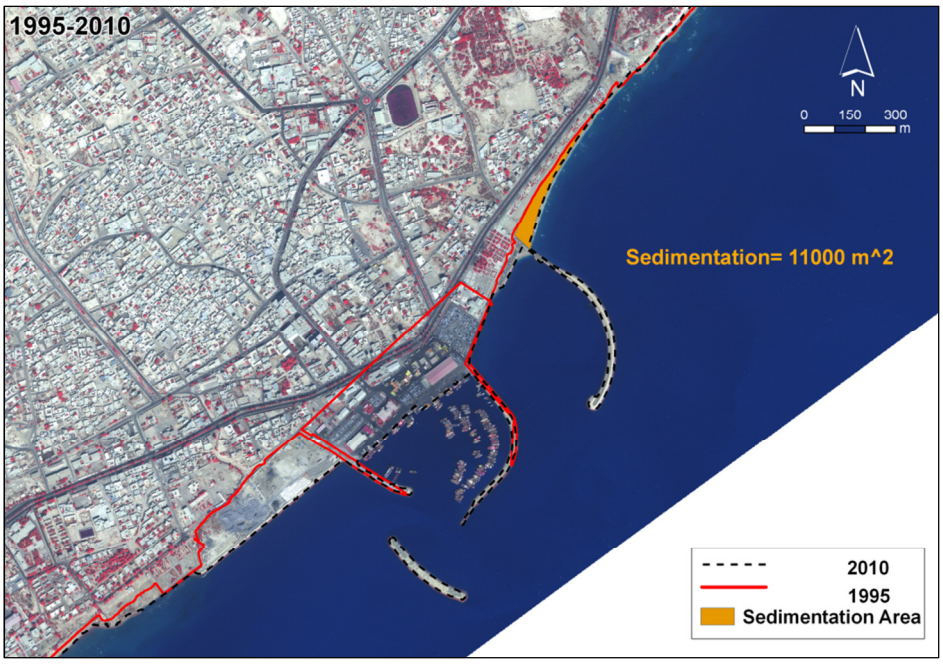
به منظور امکان مقایسهٔ تغییرات خطوط ساحلی بر اساس تصاویر هوایی و ماهواره‌ایِ مختلف در دسترس در شرایط یکسان، خط داغ آب که بالاترین خط اثر آب تحت اثر کلیه عوامل تأثیرگذار می‌باشد انتخاب شد؛ با این انتخاب اثر اختلاف سطح آب در ساعات مختلف روز به دلیل جزر و مد از مطالعات خارج شده است. مسئله حائز اهمیت در این مرحله تشخیص صحیح خط داغ آب می‌باشد. این کار با بررسی تغییر رنگ در طیف رنگ تصاویر صورت پذیرفته و به کمک شواهد موجود، عوارض خاص منطقه، پوشش گیاهی و حتی با بررسی تغییرات خط آب در شیب عمومی مقاطع عرضی ناشی از تغییر سطح آب در شرایط مختلف صحت‌سنجی شده است. جهت مقایسهٔ خطوط ساحل، تصویر هوایی سال ۱۹۹۵ با تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۰ مقایسه شده و مساحت رسوب‌گذاری و فرسایش محاسبه شده است.

- محدوده بندرلنگه

در شکل ۴ خطوط ترسیم شده تصویر هوایی سال ۱۹۹۵ با تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۰ در منطقه بندر لنگه مقایسه شده است. مقایسه تصاویر حاکی از ادامهٔ انباشت رسوب طی یک دوره ۱۵ ساله در ساحل شرقی سازهٔ بندر لنگه می‌باشد. مساحت رسوب انباشته شده در ساحل شرقی سازه حدود ۱۱۰۰۰ مترمربع می‌باشد که حدوداً معادل ۱۰۰۰ مترمکعب حجم انباشت سالیانه می‌باشد. حجم رسوبات از محاسبه حجم ریزسطح رسوب انباشته شدهٔ دوره مورد نظر نسبت به تراز بستر در ابتدای دوره بدست آمده است که با تقسیم آن بر سال‌های دوره، حجم انباشت سالیانه را نتیجه داده‌است. از سال ۱۹۹۵تا ۲۰۱۰ پیشروی ساحل به سمت دریا حدود ۵۹ متر در مجاورت موج‌شکن بندر بوده است. بررسی و مقایسه تصاویرهوایی و ماهواره‌ای در محدوده غرب بندر لنگه نشان دهنده عدم تغییرات محسوس خط ساحل در این منطقه می‌باشد.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-02-21]

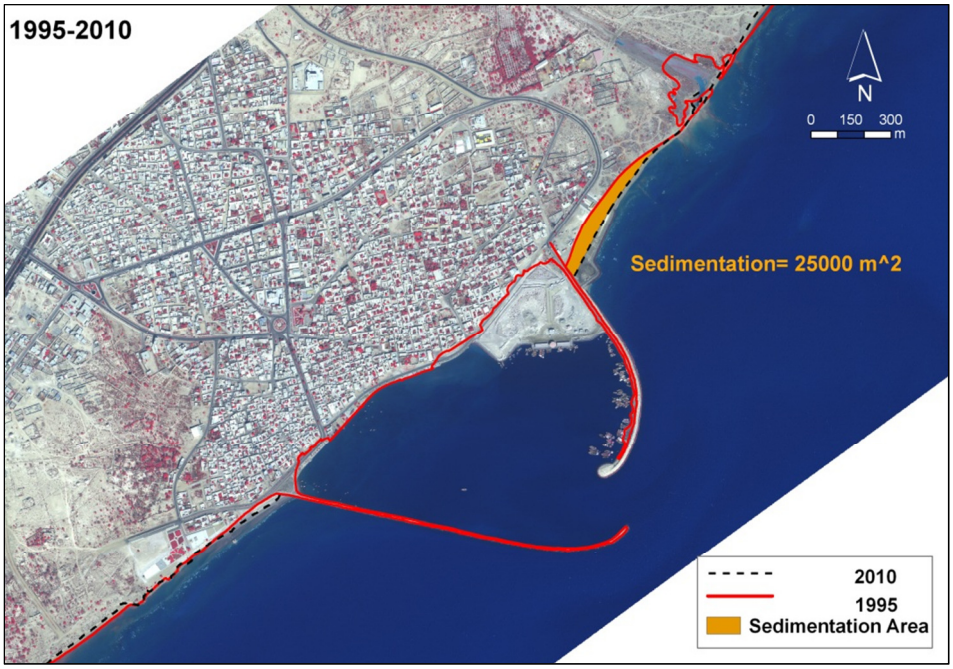
[DOR: 20.1001.1.17357608.1392.9.17.6.8]



شکل ۴ - مقایسه تغییرات خط ساحلی بندرلنگه سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۵

- محدوده بندرکنگ

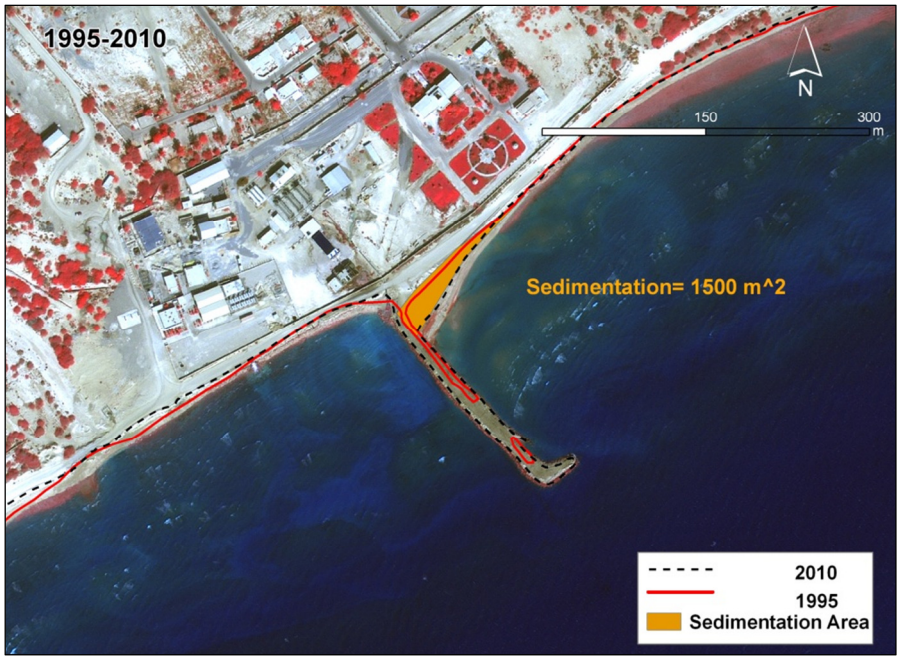
در شکل ۵ خطوط ترسیم شده تصویر هوایی سال ۱۹۹۵ با تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۰ در منطقه بندر کنگ مقایسه شده است. مقایسه تصاویر حاکی از ادامهٔ انباشت رسوب طی یک دوره ۱۵ ساله در ساحل شرقی سازهٔ بندر کنگ می‌باشد. مساحت رسوب انباشته شده در ساحل شرقی سازه برابر با ۲۵۰۰۰مترمربع می‌باشد که حدوداً معادل ۲۰۰۰ مترمکعب حجم انباشت سالیانه می‌باشد. از سال ۱۹۹۵تا۲۰۱۰پیشروی ساحل به سمت دریا حدود ۵۸ متر در مجاورت موجشکن بندر بوده است. منطقه غرب بندر کنگ و در مجاورت جتی ساخته شده، پهنه جزرومدی می‌باشد. بررسی و مقایسه خطوط ساحلی تصاویر سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۵ در شکل ۶ ملاحظه می شود. فرآیند غالب در ساحل شرقی جتی، طی سال‌های۲۰۱۰-۱۹۹۵ رسوب‌گذاری می‌باشد، مساحت رسوب انباشته شده در ساحل شرقی سازه برابر با ۱۵۰۰مترمربع می‌باشد.



شکل ۵- مقایسه تغییرات خط ساحلی بندرکنگ سال‌های۲۰۱۰-۱۹۹۵

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-02-21]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1392.9.17.6.8]



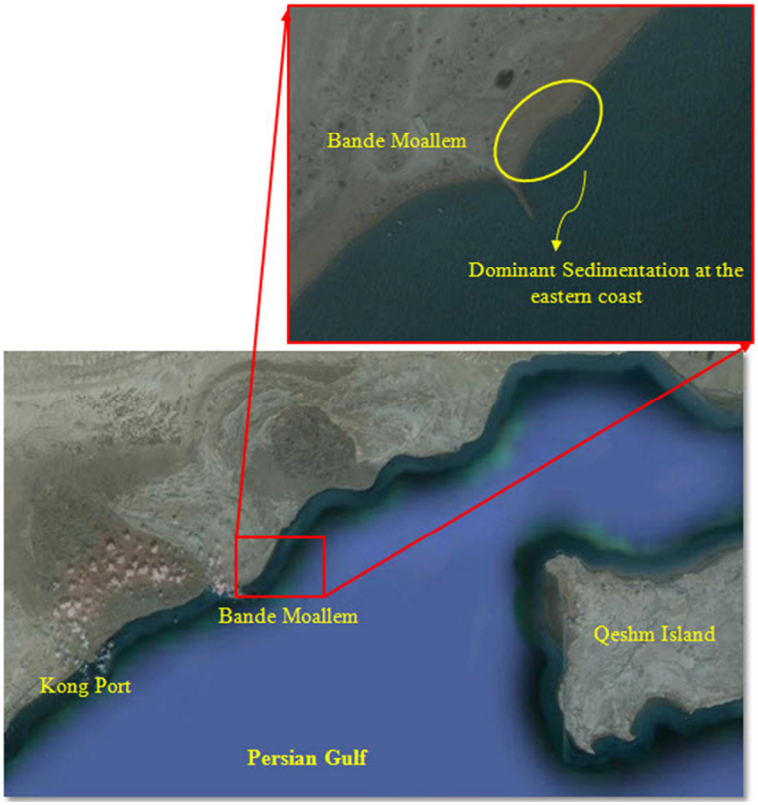
شکل ۶ - مقایسه تغییرات خط ساحلی جتی واقع درغرب بندرکنگ سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۵

۴- مدل مفهومی

همانطور که از مقایسه تصاویر هوایی و ماهواره‌ای مشخص گردید درساحل شرقیِ سازه‌های احداث شده در منطقه، رسوب‌گذاری قابل ملاحظه‌ای اتفاق افتاده است. با بررسی میدان موج و جریان منطقه (اشکال ۲ و ۳) ملاحظه می‌گردد که در این منطقه اغلب مواقع ارتفاع امواج کمتر از ۰/۵متر و در شرایط آرامش می‌باشد و در مواقعِ دیگر نیز ارتفاع امواج غالباً کمتر از ۱/۰ متر است، که شرایط میدان موج بسیار ضعیفی محسوب می‌شود؛ بنابراین انتظار نمی‌رود انتقال رسوب بالایی ناشی از تأثیر امواج در این منطقه وجود داشته باشد. تغییرات ناچیز خطوط ساحلی در مجاورت سازه‌ها، نرخ انتقال رسوب پایین را تأیید می‌نماید. از طرف دیگر جهت غالب امواج از جنوب غرب می‌باشد و به طور طبیعی انتظار می‌رود ساحل غربی ساحل رسوب‌گیر باشد. جریان جزرومدی موازی ساحل نیز با صرف نظر از برتری جزئی با جریانات از شرق تقریباً دوطرفه می‌باشد. دو مورد فوق‌الذکر انتقال رانهٔ رسوبی از غرب به شرق و انتظار ترسیب در پشت موج شکن‌های غربی را به ذهن متبادر می کند؛ در حالی که شواهد موجود ناقض این تصور می باشد. با طی مسیر به سمت شرق و دقت در جتی واقع در بند معلم ملاحظه می‌شود که در این منطقه نیز همچنان رسوب‌گذاری غالب در ساحل شرقی صورت پذیرفته است (شکل ۷). شرایط بوجود آمده در سواحل این سازه با توجه به این‌که در نزدیکی جزیره قشم واقع شده و در صورت وجود امواج شرقی یا جنوب شرقی با طول بادگیر زیاد، جزیرهٔ قشم مانع رسیدن آن‌ها به منطقه می‌شود، احتمال دخیل بودن عاملی غیر از موج را تقویت می‌کند. نکتهٔ دیگر این‌که حجم رسوب‌گذاری‌ها با حرکت از بند معلم به سمت غرب کاهش پیدا می‌کند و این نشان دهنده فرآیند رسوبی فعال‌تری در سمت شرق منطقه می‌باشد. بنابراین با توجه به موارد فوق‌الذکر و منبع رسوبی نسبتاً ضعیف در منطقه، به نظر می رسد علاوه بر رسوبات نهشته شده بر سواحل محدودهٔ مورد بررسی، رسوبات مناطق دوردست که قابلیت منتقل شدن به منطقه را دارند نیز از جمله منابع رسوبی منطقه محسوب شده و در فرآیند رسوبی منطقه نقش بازی می‌کنند. جریانات جزرومدی نسبتاً قوی در محدودهٔ تنگهٔ خوران قادر است بخشی از رسوبات و نهشته‌های غنی ریزدانه آن منطقه را به خارج تنگه و به سمت منطقه مطالعاتی انتقال دهد. جریانات جزرومدی مذکور به صورت جت آب همراه با رسوبات از تنگه خارج شده و توسط کانال جزرومدی مقابل ساحل که تا دماغه شناس، در غرب بنادر کنگ و لنگه، نیز کشیده شده است، هدایت می‌شوند. خروج جریان از منطقه تنگهٔ خوران و پخش شدن آن در فضایی وسیع‌تر باعث کم شدن سرعت و در نتیجه کاهش قابلیت حمل رسوبات شده و متعاقب آن رسوب‌گذاری صورت می‌پذیرد و در ادامه، سازه‌های امتداد یافته در عمق نظیر بند معلم و موج شکن‌های کنگ و لنگه باعث به تله انداختن این رسوبات می‌گردد. در این حین امواج که از شرق و جنوب شرقی تابیده می‌شوند نیز به انتقال رسوبات و طی مسیر بیشتر آن‌ها کمک می کنند. اثر فرآیند انتقال رسوبات تنگهٔ خوران به منطقه، در سازه‌ها و مناطق شرقیِ منطقه (برای مثال بند معلم) مشهودتر است و به سمت غرب از اثر آن کاسته می شود وکمترین اثر را در مناطق انتهایی که موقعیت لنگه و کنگ می‌باشد دارد. وجود رسوبات ریزدانه می‌تواند دلیلی بر فعالیت این فرآیند باشد.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-02-21]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1392.9.17.6.8]



شکل ۷- موقعیت بند معلم در شرق بندر کنگ و نمایش رسوب‌گذاری غالب در ساحل شرقی آن

۵- برآورد پتانسیل نرخ انتقال رسوب و تعیین ضریب ظرفیت رسوبی

در این مطالعه پتانسیل نرخ انتقال رسوب موازی ساحل، با دو روش تجربی و عددی محاسبه گردیده و مقایسه شده‌اند. در این راستا ابتدا از رابطه کمفس به عنوان یک روش تجربی شناخته شده استفاده شده است [۱۵]. با بهره‌گیری از این رابطه میزان خالص پتانسیل نرخ انتقال رسوب موازی ساحل حدود ۱۲ هزار مترمکعب در سال در جهت جنوب غرب به شمال شرق برآورد شده است. نکته حائز اهمیت این که رابطه تجربی کمفس تنها پتانسیل انتقال رسوبِ ناشی از امواج را برآورد می‌کند و اثر جریانات جزرومدی در روابط لحاظ نشده است. به جهت عدم توانایی این رابطه در لحاظ کردن اثر جریانات و منابع رسوبی خاص منطقه، جهت انتقال رسوب خالص سالیانه برعکس بدست آمده است. به هرحال این محاسبات خالی از ارزش نبوده و دست‌کم می‌تواند توانایی کم میدان موج منطقه برای انتقال رسوب را به اثبات رساند و از جهت دیگر می‌توان از برآورد بدست آمده جهت صحت‌سنجی‌های اولیه مدل‌های عددی نیز بهره برد.

در ادامه با استفاده از مدل عددی LITDRIFT از مجموعه نرم افزار MIKE [۱۶] پتانسیل نرخ انتقال رسوب خالص سالانه بدون در نظر گرفتن اثر جریانات برابر ۱۱ هزارمترمکعب در سال در جهت جنوب غرب به شمال شرق بدست آمده است. قرابت مناسبی بین نرخ انتقال رسوب خالص سالانه از مدل عددی و مقدار بدست آمده از رابطه تجربی وجود دارد. سپس با در نظر گرفتن اثر جریانات، وجود منابع رسوبی و همسان کردن شرایط مدل عددی براساس مدل مفهومی و شواهد تاریخی، پتانسیل نرخ انتقال رسوب به تفکیک برای بنادر لنگه و کنگ برآورد و تحلیل شده است.

- بندر لنگه

نتایج حاصله از مدل عددی پتانسیل نرخ انتقال رسوب سواحل اطراف بندر لنگه به تفکیک جهت در جدول ۱، ستون ۲ ارائه گردیده است؛ پرواضح است که این مقادیر بالقوه بوده و لزوماً اتفاق نمی افتند. مقدار واقعی رسوب‌گذاری سالیانه در دو طرف بندر لنگه که براساس تحلیل تاریخچه تغییرات خط ساحل بدست آمده‌است در ستون ۳ جدول مذکور ارائه گردیده است، مقادیر این ستون در واقع میزان فعال شدهٔ پتانسیل انتقال رسوب محاسبه شده می‌باشند. اگرچه امواج از سمت غرب دارای فرکانس وقوع بیشتری نسبت به شرق می‌باشند (شکل۳)، ولی به علت عدم وجود منابع رسوبی، این امواج حاوی هیچ رسوبی نیستند لذا عملاً مقدار رسوب واقعی ناشی از تعادل جریان رفت و برگشتی بسیار ناچیز می‌باشد. بر عکس در امواج شرقی، اگر چه فرکانس وقوع کمتری دارند اما هرگاه با جریان جزرومدی همراه می‌گردند این پتانسیل به جهت رسوبات حمل شده توسط آن، فعال می‌گردد. بنابراین اگرچه پتانسیل انتقال رسوب با توجه به شرایط هیدرودینامیک، از غرب به

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-02-21]
[DOR: 20.1001.1.17357608.1392.9.17.6.8]

شرق به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از شرق به غرب سازه لنگه می‌باشد ولی دخالت عامل دیگری به نام ظرفیت رسوبی باعث گردیده است که عملاً رسوب‌گذاری در بخش شرقی رخ دهد. این ظرفیت با معرفی "ضریب ظرفیت رسوبی" در جدول ۳ معرفی شده است. با اعمال این ضریب که در عمل بین ۰(ناچیز) و ۱(نامحدود) متغیر می باشد رابطه حجم بالقوه و واقعی انباشت رسوب برقرار می‌گردد. با توجه به تصاویر هوایی و ماهواره‌ای، حجم انباشت رسوب سالانه در سمت غرب ناچیز و در سمت شرق حدود ۱۰۰۰مترمکعب در سال است و لذا ملاحظه می‌گردد که ضریب ظرفیت رسوبی در سمت شرق صفر و در سمت غرب ۱۰۰۰/۸۰۰۰ یعنی ۰/۱۲۵ می‌باشد.

- بندر کنگ

نتایج حاصل از مدل عددی پتانسیل نرخ انتقال رسوب سواحل اطراف بندر کنگ به تفکیک جهت در ستون ۲ جدول ۲ ارائه گردیده است. با توجه به توضیحات فوق الذکر، ضریب ظرفیت رسوبی منطقه غرب کنگ، با توجه به فقدان منبع رسوبی همراه شونده با امواج از سمت غرب نزدیک صفر می‌باشد. این ضریب برای منطقه شرق بندر، که سالانه از ۶ هزار مترمکعب پتانسیل انتقال رسوب حدود ۲ هزارمترمکعب آن فعال شده و در تغییر خط ساحل شرکت نموده‌اند؛ ۰/۳۳ می‌باشد.

باید توجه داشت که با توجه به بلند بودن بازوی موج‌شکن‌های هر دو بندر، در پشت بازوهای شرقی، امواج غربی عملاً امکان فعالیت ندارند. نکته این‌که استفاده از ضریب ظرفیت رسوبی یک رویکرد کاربردی است که عملاً رسوبات انتقالی که در پشت سازه‌ها به دام نیفتاده و از روی سازه عبور می‌نماید و یا به آب عمیق منتقل می‌شوند را نیز لحاظ می‌نماید.

جدول ۱ - نرخ انتقال رسوب و ضریب ظرفیت رسوبی در بندر لنگه

۱	۲	۳	۴
	پتانسیل نرخ انتقال رسوب (m^3/yr)	نرخ انتقال رسوب فعال شده (m^3/yr)	ضریب ظرفیت رسوب
از سمت شرق	۸۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۱۲۵
از سمت غرب	-۱۸۰۰۰	۰	۰

جدول ۲ - نرخ انتقال رسوب و ضریب ظرفیت رسوبی در بندر کنگ

۱	۲	۳	۴
	پتانسیل نرخ انتقال رسوب (m^3/yr)	نرخ انتقال رسوب فعال شده (m^3/yr)	ضریب ظرفیت رسوب
از سمت شرق	۶۰۰۰	۲۰۰۰	۰/۳۳
از سمت غرب	-۲۶۰۰۰	۰	۰

۶- پیش‌بینی تغییرات خط ساحل

به منظور بررسی و پیش‌بینی خطوط ساحلی در مجاورت سازه‌ها و شبیه‌سازی تغییرات خط ساحل از مدل LITLINE از مجموعه نرم افزار MIKE [۱۷] استفاده شده است. ویژگی شبیه‌سازی عددی در پروژه حاضر، در نظر گرفتن شرایط خاص فعالیت رسوبی منطقه و عوامل و پارامترهای دخیل در آن از طریق اعمال ضرایب ظرفیت رسوبی می‌باشد که در جداول ۱ و ۲ به ترتیب برای بنادر لنگه و کنگ ارائه شده اند. بر اساس مدل‌سازی عددی، ساحل شرق بندر لنگه پس از گذشت ۲۰ سال حدود ۷۰ متر و ساحل شرق بندر کنگ حدود ۷۵ متر به سمت دریا پیشروی کرده است. در ذیل نتایج بدست آمده از مدل عددی که با اعمال ضرایب ظرفیت رسوبی واسنجی (کالیبره) شده‌اند با در نظر گرفتن تاریخچه تغییرات خط ساحل در دهه‌های قبل صحت‌سنجی می‌شوند.

بندر لنگه

با در نظر گرفتن تاریخچه تغییرات خط ساحل و با فرض تداوم شرایط موجود، توقع می‌رود پس از گذشت ۲۰ سال (از سال ۲۰۱۰)، حدود ۲۰ هزار مترمکعب در ساحل شرقی بندرلنگه رسوب‌گذاری شده و باعث پیشروی حدود ۶۵ متری ساحل به سمت دریا نسبت به خط ساحل سال ۲۰۱۰ شود که برآورد صورت گرفته با خروجی مدل عددی (۷۰ متر) قرابت دارد.

بندر کنگ

با در نظر گرفتن تاریخچه تغییرات خط ساحل و با فرض تداوم شرایط موجود، توقع می‌رود با گذشت ۲۰ سال (از سال ۲۰۱۰)، حدود۴۰ هزار مترمکعب در ساحل شرقی بندر کنگ رسوب‌گذاری شده و باعث پیشروی حدود ۷۰ متری ساحل به سمت دریا نسبت به خط ساحل سال ۲۰۱۰ شود که برآورد صورت گرفته با خروجی مدل عددی (۷۵ متر) قرابت دارد.

۷- نتیجه‌گیری

مدل‌های تجربی و عددی انتقال رسوب ساحلی و تغییرات خط ساحل علیرغم پیشرفت‌های سال‌های اخیر کماکان با فرضیات ساده کننده متعددی همراه هستند و صرفاً مقدار پتانسیل انتقال رسوب و تغییرات خط ساحل مبتنی بر آن را تخمین می زنند. لذا واسنجی و صحت سنجی این مدل‌ها براساس مدل‌های مفهومی مبتنی بر شواهد و تاریخچه فرآیندها و منابع رسوبی در دسترس بسیار حیاتی می باشد. در مطالعه حاضر با رویکرد فوق‌الذکر فرآیندهای رسوبی و تغییرات خط ساحل در اطراف دو بندر مهم تجاری لنگه و صیادی کنگ مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است و براساس آن و با معرفی ضریب ظرفیت رسوبی، میزان انباشت رسوب و تغییرات خط ساحل برای دوره ۲۰ سال آتی تخمین زده شده است. با استناد به محاسبات و بررسی‌های صورت گرفته، می‌توان چنین جمع‌بندی نمود که به علت ضعف امواج و تقارن جریان رفت و برگشتی جزرومد سواحل بکر منطقه در فاصله قابل ملاحظه از سازه‌ها تا

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-02-21]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1392.9.17.6.8]

حدودی در تعادل پایدار هستند. در محل بنادر، با توجه به پیشروی موج‌شکن‌ها درعمق دریا، روند رسوب‌گذاری در شرق و غرب هر سازه متفاوت است؛ درشرق به علت وجود منبع رسوبی، جریان جزر و مدی به همراه امواج با تداوم کم ولی بعضاً قوی باعث نهشت رسوب می‌گردند. منشاء این رسوبات بخشی از منابع منطقه‌ای شامل آورد رودخانه‌های فصلی می‌باشد و بخشی حاصل فلاش رسوبات تنگه خوران در کانال زیردریایی موجود در امتداد ساحل کنگ و لنگه می‌باشد. این میزان البته بخشی از پتانسیل فعال شونده انتقال رسوب در این جهت می‌باشد. برعکس در بازوی‌های غربی علیرغم تداوم نسبی بیشتر امواج، به علت فقر منبع رسوبی عملاً پتانسیل انتقال رسوب فعال نمی‌شود. بنابراین با معرفی ضریبی به نام ضریب ظرفیت رسوبی که بر اساس تاریخچه انباشت رسوب و تغییرات خط ساحل تعیین می‌گردد، می‌توان بین پتانسیل رسوبی که توسط مدل‌های تجربی و یا عددی بدست می‌آیند و میزان واقعی فعال شونده رابطه منطقی برقرار نمود و لذا نتایج مدل‌ها را برای پیش بینی آینده تعمیم داد. این ضریب در جهت شرق بنادر لنگه و کنگ به ترتیب ۰/۱۲ و ۰/۳۳ و از جهت غرب برای هر دو بندر ناچیز می‌باشد. با استفاده از نتایج مدل عددی و اعمال ضریب ظرفیت رسوبی، پیشروی حداکثر ساحل در ده سال آتی در محل بازوهای شرقی بنادر کنگ و لنگه حدود ۳۵ متر و در بیست سال آینده به ترتیب ۶۵ و ۷۰متر بدست آمده که با روند تغییرات خط ساحل در گذشته انطباق دارد. در سواحل غربی بنادر علیرغم وجود میدان هیدرودینامیکی قوی‌تر، به علت عدم وجود منابع رسوبی (ضریب ظرفیت رسوبی برابر ۰) تغییرات محسوسی انتظار نمی رود.

۸ - تشکر و قدردانی

این تحقیق مبتنی بر مطالعات پروژه پایش و شبیه‌سازی سواحل استان هرمزگان می‌باشد که توسط شرکت فرادریاعرشه و شرکت سوگرا فرانسه برای سازمان بنادر و دریانوردی ایران انجام پذیرفته است. نویسندگان مراتب تشکر خود را از شرکت مهندسان مشاور فرادریاعرشه و اداره سواحل بنادرِ سازمان بنادر و دریانوردی ابراز می نمایند.

۹ - مراجع

1- Barter, P., W. J., Burgess, K. A., Jay, H, Hosking, A. S. D., (2003), *Future Coast: Predicting the Future Coastal Evolution of England and Wales*, International Conference on Estuaries and Coasts, Hangzhou, China.

2- Baquerizo, A., Losada, M.A., (2008), *Human interaction with large scale coastal morphological evolution; An Assessment of the Uncertainty*, Coastal Engineering 55,569–580.

3- Larson, M., Rosati, J. D., Kraus, N. C., (2002), *Overview of Regional Coastal Processes and Controls*, Coastal and Hydraulics Engineering Technical Note CHETN-XIV-4, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

4- Shanehsazzadeh, A., Parsa, R., Ardalan, H., (2012), *Combination of Large-scale and Local Shoreline Change Models for Hormozgan Coastline at the Northern Persian Gulf*, The 10th International Conference on Coasts, Ports and Marine Structures.

5- Sabatier, F., Samat, O., Ullmann, A., Suanez, S., (2009), *Connecting large-scale coastal behavior with coastal management of the Rhône delta*, Geomorphology 107, 79–89.

6- van Rijn, L.C., (2005), *Principles of Sedimentation and Erosion Engineering in Rivers*, Estuaries and Coastal Seas, 600 p., incl. toolkit on CDROM. Aqua Publications (WWW.AQUAPUBLICATIONS.NL), The Netherlands.

7- FDA, (2012), *Sediment Study of Hotspots: Suza Port,* Unpublished technical report Submitted to Port & Maritime Organization by Fara Darya Arsheh consultant Engineers and Sogreah (In Persian).

8- De Vriend, H. J. (1991), *Mathematical Modelling and Large-scale Coastal Behaviour*, Journal of Hydraulic Research, 29:6, 741-753.

9- FDA, (2012), *Comprehensive Sediment and Shoreline Study for Hormozgan Province and Qeshm Island Coasts*, Unpublished technical report Submitted to Port & Maritime Organization by Fara Darya Arsheh consultant Engineers and Sogreah(In Persian).

10- FDA, (2012), *Determination of Sediment Cells and Sub-Cells of Hormozgan Province Coasts*, Unpublished technical report Submitted to Port & Maritime Organization by Fara Darya Arsheh consultant Engineers and Sogreah (In Persian).

11- FDA, (2012), *Sediment Study of Hotspots: Lengeh and Kong Ports*, Unpublished technical report Submitted to Port & Maritime Organization by Fara Darya Arsheh consultant Engineers and Sogreah (In Persian).

12- FDA, (2010), *Geomorphological Studies Report for Hormozgan Province Coasts*, Unpublished technical report Submitted to Port & Maritime Organization by Fara Darya Arsheh consultant Engineers and Sogreah (In Persian).

13- DNP, (2011), *Coastal Characteristic Measurement Report for Hormozgan Province Coasts*, Unpublished technical report Submitted to Port & Maritime Organization by Darya Negar Parsa consultant Engineers and Sogreah (In Persian).

14- FDA, (2010), *Fluvial Sediment Studies Report for Hormozgan Province C*oasts, Unpublished technical report Submitted to Port & Maritime Organization by Fara Darya Arsheh consultant Engineers and Sogreah (In Persian).

15- Kamphuis J.W., (2000), *Introduction to Coastal Engineering and Management*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

16- *Litdrift User Guide 'Long shore Current and Littoral Drift'*, (2009), DHI.

17- *Litline User Guide 'Coastline Evolution'*, (2009), DHI.

[Downloaded from marine-eng.ir on 2026-02-21]

[DOR: 20.1001.1.17357608.1392.9.17.6.8]