Archive of SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

نهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی
ICOPMAS 2010
10- 8 آذر ماه (تهران)

بررسی عددی الگوی انتقال رسوبات چسبنده در محدوده کانال قشم

امین صادقی گوربندی ، کارشناس ارشد سازه های دریایی ، اداره کل بنادر و دریانوردی استان هرمزگان ، aminsgh@yahoo.com
علیرضا آروین ،دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های دریایی، دانشگاه هرمزگان، alireza.arvin@gmail.com
مجتبی تجزیه چی، عضو هیئت علمی/دکترای مهندسی سواحل ، دانشگاه هرمزگان، m.tajziechi@hormozgan.ac.ir
وحید چگینی ، دکترای مهندسی سواحل ، موسسه ملی اقیانوس شناسی ، vahid_chegini@inco.ac.ir
کامران بن فیری ، کارشناس ارشد هیدروگرافی ، اداره کل بنادر و دریانوردی استان هرمزگان، k.benfiri@yahoo.com

چکیده

کانال قشم یا تنگه خوران (شکل1) یکی از مهمترین مناطق دریایی ایران و منطقه می باشد. قرارگیری مهمترین بنادر ایران(بندر رجایی و باهنر) در شرق کانال و مهمترین زیستگاه آبی کشور (جنگل های مانگرو) در غرب کانال و ظرفیت بالای توسعه سواحل شمالی و جنوبی، اهمیت ویژه اقتصادی، زیست محیطی و استراتژیک به این منطقه بخشیده است. در این تحقیق با استفاده از مدلهای عددیMike21,Mike3,Delft3D و با توجه به اطلاعات میدانی موجود، مدلسازی کمی و کیفی دو بعدی و سه بعدی جهت بررسی شرایط هیدرودینامیک و مدل دو بعدی یکساله جهت بررسی الگوی کیفی از نحوه انتقال رسوبات در منطقه صورت پذیرفته است. داده های میدانی نوسانات سطح آب و مولفه های جزر و مدی در دو مرز باز شرقی و غربی اعمال گردید. واسنجی مدل با استفاده از پارامتر زبری بستر و مقایسه نتایج مدل با مقادیر اندازه گیری شده نوسانات سطح آب در مرکز کانال صورت پذیرفت. اعتبار سنجی مدل با مقایسه مقادیر سرعت جریان های بدست آمده از مدل با مقادیر اندازه گیری شده میدانی در سه نقطه در شرق، مرکز و غرب کانال صورت پذیرفت.
آنالیز حساسیت مدل نسبت به باد و موج، تاثیر جزر و مد را به عنوان اصلی ترین عامل ایجاد جریان ها در منطقه نشان می دهد. نتایج نشان دهنده غلظت بالاتر رسوبات در مناطق غربی کانال می باشد. از جمله نتایج مهم این مدلسازی، مشخص شدن مناطق تحت رسوبگذاری و فرسایش در کانال قشم می باشد.

کلید واژه: کانال قشم،جریان های جزر و مدی،رسوبات چسبنده

1) مقدمه

امروزه سیستم های مدلسازی با قابلیت پیش بینی تغییرات تدریجی به عنوان یک اصل مهندسی و سیاستگذاری در مناطق ساحلی مطرح می باشد. پدیده انتقال رسوب و رفتار ریخت شناسی یک منطقه، به دلیل اهمیت آن در تعیین محل مناسب جهت احداث بنادر و سازه های دریایی مقوله ای کلیدی در فرآیند های ساحلی می باشد. در حالت کلی، احداث هر نوع سازه ساحلی سبب تغییر در روند انتقال رسوب طبیعی در ناحیه ساحلی مورد نظر می شود. این تغییرات سبب رسوبگذاری در برخی نواحی و فرسایش در نواحی دیگر خواهد شد[1].

شکل1) نمایی از کانال قشم

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

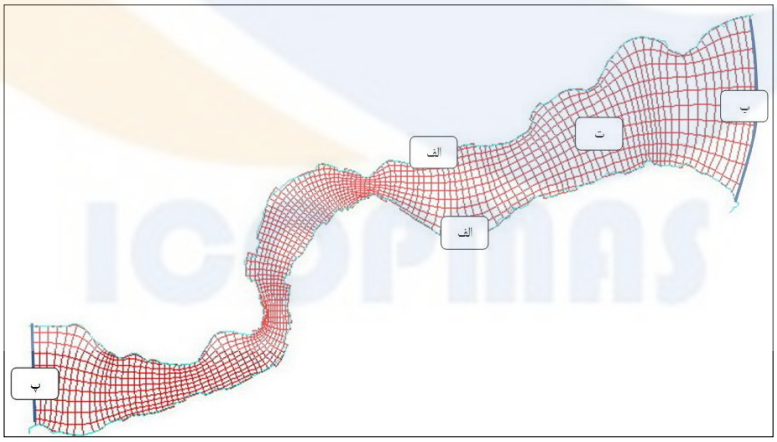
تغییرات رخ داده در مورفولوژی ساحلی ممکن است از راندمان طراحی های اجرا شده بکاهد یا هزینه های زیادی (از قبیل لایروبی، سازه سازی هایی جهت جلوگیری از رسوبگذاری در یک ناحیه خاص) را به پروژه تحمیل نماید. با توجه به اهمیت کانال قشم داشتن اطلاعات از رفتار رسوبات در این منطقه بسیار ضروری می باشد. جهت بررسی بلند مدت تاثیرات رسوبات چسبنده در شکل کلی منطقه کانال قشم، مدلی یکساله در بازه زمانی 1/1/2005 الی 1/12/2005 اجرا گردید. پس از اجرای مدل نتایج با ارزشی از الگوی انتقال رسوبات چسبنده، تغییر شکل بستر کانال، تغییرات جرم و غلظت رسوبات قابل دستیابی است.

اطلاعات موجود در طرح آبرسانی به قشم[2] واقع در شرق کانال و اطلاعات برداشت شده توسط شیلات استان هرمزگان[3] در غرب کانال، نشان از چسبنده بودن رسوبات می دهد. با توجه به پارامترهای فراوان دخیل در فرآیند مدلسازی رسوبات چسبنده و کمبود اطلاعات میدانی رسوب در این منطقه، از مقادیر پیشنهاد شده مناسب جهت رسوبات چسبنده استفاده گردید.

2) برپایی مدل

در این تحقیق مدل های عددیMike21,Mike3,Delft3D جهت بدست آوردن الگوی کیفی از نحوه انتقال رسوبات در منطقه کانال قشم بکار گرفته شدند. اساس حل معادلات در این مدل های عددی حل معادلات آب های کم عمق می باشد. شرایط لازم برای استفاده از معادلات آبهای کم عمق $h/L<1/20$ می باشد که در آن h عمق آب و L طول موج می باشد[4]. بر اساس معادله طول موج و توجه به حداکثر عمق در خلیج فارس (100 متر) و حداکثر نوسانات جزر و مدی (3متر)، طول موج محاسبه شده برای خلیج فارس در حدود 45 کیلومتر می باشد. بنابراین مقدار h/L برای خلیج فارس کمتر از 0.0022 می باشد که بسیار کمتر از 1/20 است. با توجه به قرار گیری تنگه خوران در خلیج فارس و اعماق این منطقه کاربرد معادلات آب های کم عمق در این ناحیه حاکم می باشد.

جهت تعیین مرزهای خشک مدل از نقشه های هیدروگرافی و عکس های هوایی سازمان نقشه برداری با مقیاس 1:25000 استفاده گردید. دو مرز باز در شرق و غرب معرفی گردید(شکل 2). پس از ایجاد شبکه محاسباتی، اطلاعات عمق سنجی وارد گردید. با توجه به کمبود اطلاعات رقومی در بعضی مناطق، با استفاده از منحنی های تراز برداشت گردید و درونیابی گردید. به جهت بالا بردن حساسیت مدل در نزدیکی بستر و سطح آب، سیستم شبکه σ در راستای قائم تعریف گردید. در مدل Delft3D ضخامت لایه های لحاظ شده در راستای قائم جهت مدلسازی سه بعدی هیدرودینامیک و رسوب به صورت 2،3،4،6،8،10،12،15،20،20 درصد از عمق لحاظ گردید. یک مرحله از مدلسازی جهت بررسی تاثیر باد به لحاظ بالاتر بردن حساسیت در سطح آب ضخامت لایه ها به صورت 8،12،24،24،12،8،4،2،2،4 درصد از عمق لحاظ گردید. در مدل Mike3 مثلثبندی نا منظم[1] پس از درونیابی مجددا بر مبنای تغییرات عمق بازسازی[2] شد. همچنین لایه بندی در 20 لایه با ضخامت یکسان در نظر گرفته شد.



شکل 2) الف: مرزهای خشک ب: مرز باز شرقی پ: مرز باز غربی ت: خطوط شبکه در مدل Delft3D

با در نظر داشتن این موضوع که نتایج خروجی این مدل جهت بررسی فرآیند فرسایش و رسوبگذاری در دراز مدت مورد نیاز می باشد، انتخاب محدوده زمانی مناسبی که نتایج حاصل از آن در بازه مورد نظر، قابلیت تعمیم به زمان های دیگر را داشته باشد، بدیهی است. با توجه به هارمونیک بودن پدیده جزر و مد و تاثیر آن به عنوان مهمترین عامل در ایجاد جریانات در کانال قشم، استفاده از حداقل یک بازه 28 روزه که

[1] Flexible mesh
[2] Refine mesh

www.SID.ir

Archive of SID

حاوی یک جزر و مد ضعیف[3] و یک جزر و مد قوی[4] باشد،لازم است. با توجه به اطلاعات موجود از تراز سطح آب در ماه سپتامبر سال 2005 یک مدلسازی سه بعدی هیدرودینامیک، ابتدا برای این ماه صورت پذیرفت. پس از صحت سنجی مدل، مدلسازی دو بعدی(عمق متوسط) هیدرودینامیک و رسوب به صورت توام برای سال 2005 اجرا شد. پایداری و همگرایی مدل به مشخصات پارامتری خاصی همچون گام زمانی، فاصله گره های شبکه و غیره بستگی دارد. در مدول هیدرودینامیک و موج طیفی عدد شاخصی جهت تعیین شرایط مدول تعریف گردیده است.در Delft3D این عدد (Cr) به صورت زیر تعریف می گردد[5]:

$$C_r = 2\Delta t\sqrt{gH\left(\frac{1}{\Delta x^2}+\frac{1}{\Delta y^2}\right)} < 4\sqrt{2}$$

که در آن Δt گام زمانی، g شتاب ثقل،H عمق آب، Δx و Δy فواصل خطوط شبکه می باشند. با توجه به فواصل چند صد متری خطوط شبکه و گام زمانی یک ثانیه ، مدل از لحاظ همگرایی با مشکلی مواجه نبود.

در مدول هیدرودینامیک و موج طیفی Mike عدد شاخص CFL جهت تعیین شرایط پایداری مدول ، تعریف گردیده است. این عدد که عدد CFL نام دارد مبتنی بر سرعت گروهی موج می باشد.

عدد CFL به وسیله زیر معین می گردد[6].

$$CFL = \left|c_x\frac{\Delta t}{\Delta x}\right| + \left|c_y\frac{\Delta t}{\Delta y}\right| + \left|c_\sigma\frac{\Delta t}{\Delta \sigma}\right| + \left|c_\theta\frac{\Delta t}{\Delta \theta}\right|$$

که در آن:

$c_x, c_y, c_\sigma, c_\theta$: سرعت انتشار یک موج گروهی در چهار بعد θ, σ, y, x

$\Delta x, \Delta y$: ویژگی های مقیاس طول در جهت y, x برای هر المان

$\Delta\sigma, \Delta\theta$: فواصل زاویه ای و فرکانسی

از آنجایی که برای انتگرال گیری زمانی از معادلات بقای انرژی عمل موج یک روش صریح استفاده شده، گام زمانی بوسیله شرط عدد $CFL\langle 1$ محدود می گردد.

برای ارضای شرط فوق گام زمانی باید تا عددی که شرط فوق برقرار گردد؛ کاسته شده؛ تا مدل به پایداری برسد. بدین منظور پس از سعی و خطای فراوان، گام زمانی 2 ثانیه برای مدل دو بعدی همچنین 1 ثانیه جهت مدل سازی سه بعدی در نظر گرفته شده است.

3) شرایط مرزی

قرارگیری جزیره قشم به صورت مانعی در جنوب تنگه خوران در مقابل امواج و انجام آنالیز حساسیت نسبت به این عامل ، نشان از تاثیر کم موج در ایجاد جریانات در این منطقه نسبت به عامل جزر و مد دارد. داده های موجود جهت مدلسازی جزر و مد در منطقه شامل برداشت های میدانی صورت گرفته و جداول جزر و مدی ارائه شده توسط سازمان نقشه برداری می باشد. این اطلاعات در مناطق بندر رجایی، باسعیدو، دلاوران، پهل، لافت و طبل موجود می باشد؛ که با توجه به معرفی جزر و مد به عنوان یکی از شرایط مرزی در مرزهای باز، تنها دو منطقه بندر رجایی(مرز شرقی) و باسعیدو(مرز غربی) به دلیل نزدیک تر بودن به مرزهای مد نظر در این مدل سازی، مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به کمبود داده های جزرو مد در مرز غربی و عدم تطبیق محدوده زمانی این اطلاعات و همچنینی لزوم هماهنگی نوع داده های دو مرز شرقی و غربی (هر دو مرز باز از نظر میدانی یا مدلسازی بودن اطلاعات جزر و مد می بایستی هماهنگ شود) بجای بکاربردن داده های میدانی بصورت مستقیم از اطلاعات مدلسازی جزر و مد که درستی آن با دیتای میدانی کنترل شده، (در بازه زمانی که اطلاعات موجود می باشد) بهره گرفته شد. مدلسازی های صورت گرفته با استفاده از 69 مولفه جزر و مدی در شرق و 36 مولفه جزر و مدی در غرب صورت پذیرفت. مدلسازی صورت گرفته در شرق کانال با توجه به 69 ثابت جزر و مدی در ماه آوریل سال 2005 صورت پذیرفت و با داده های میدانی موجود در این بازه مقایسه گردید. برای دوره یک ماهه شبیه سازی مقدار ضریب همبستگی R=0.99 ، می باشد. مدلسازی صورت گرفته در غرب کانال با توجه به 36 مولفه جزر و مدی در بازه 21 روزه ماه آوریل سال 2002 صورت پذیرفت و با داده های میدانی (برداشت های 10 دقیقه ای)

[3] neap
[4] spring

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

موجود در این بازه مقایسه گردید. پس از اطمینان از مولفه های جزر ومدی، جهت ایجاد نوسانات تراز سطح آب، این مولفه ها به صورت شرایط مرزی به مدل معرفی گردیدند. از دیگر اطلاعات وارده در مرزها غلظت رسوبات می باشد. بر اساس مطالعات انجام شده در سه ایستگاه در طرح آبرسانی به جزیره قشم ، غلظت متوسط رسوبات معلق به میزان $0.016 \quad kg/m^3$ به دو مرز باز شرقی و غربی اعمال گردید. به جهت تاثیر شوری در پدیده لخته شدن رسوبات چسبنده، با توجه به اطلاعات موجود در منطقه، عدد 38 PSU در دو مرز باز شرقی و غربی اعمال گردید.

از جمله مقادیر اعمال شده ضریب زبری بستر می باشد. این پارامتر جهت واسنجی مدل بکار گرفته شد. ضریب زبری بستر که به صورت ضریب مانینگ (n) یا ضریب شزی در مدل معرفی می شود، به عنوان عاملی جهت تعیین میزان اثر گذاری اصطکاک کف بر الگوی جریان در معادلات شبیه سازی پیش بینی شده اند. این ضرایب، به صورت یک عدد ثابت برای تمامی سطح مدل یا به صورت یک ماتریس دو بعدی در سطح مدل قابل تعریف می باشند. تنش برشی بستر در Delft3D به صورت زیر تعریف شده است[5]:

$$\vec{\tau}_b = \frac{\rho_\circ g \vec{u}|\vec{u}|}{C^2}$$

که در آن ضریب زبری شزی (C)، علاو ه بر فرمول شزی که خود برابر با ضریب زبری می باشد با استفاده از فرمول های مانینگ و وایت کالربوک تعیین می گردد. در این مدلسازی جهت محاسبه زبری بستر از فرمول مانینگ به صورت زیر استفاده گردید.

$$C = \frac{H^{\frac{1}{6}}}{n}$$

که در آن n ضریب مانینگ و H عمق آب می باشد.

واسنجی مدل با تغییر در ضریب مانینگ در محدوده ضرایب توصیه شده و اجرای مدل برای یک محدوده زمانی معین (ماه sep سال 2005) و مقایسه نتایج مدل به ازای ضرایب زبری مختلف با اندازه‌گیری سرعت جریان در نقطه C2 در محدوده مرکزی کانال قشم در همان بازه زمانی انجام شده است. در نهایت ضریب مانینگ 0.018 به عنوان مناسب ترین عدد انتخاب گردید.

در جدول 1 ، مقادیر دیگر چهت معرفی شرایط بستر و رسوبات چسبنده دیده می شود.

از سوی دیگر برای مدل Mike ضریب زبری بستر که به صورت ضریب مانینگ (M) یا ضریب شزی در مدل معرفی می شود، به عنوان عاملی جهت تعیین میزان اثر گذاری اصطکاک کف بر الگوی جریان در معادلات شبیه سازی پیش بینی شده اند. این ضرایب که در حقیقت عکس مانینگ و عدد شزی می باشند، به صورت یک عدد ثابت برای تمامی سطح مدل یا به صورت یک ماتریس دو بعدی در سطح مدل قابل تعریف می باشند[6]. البته در شبیه سازی، از یکی از این ضرایب که با رابطه زیر به یکدیگر مرتبط می شوند، استفاده می شود.

$$C = Mh^{\frac{1}{6}}$$

M ضریب مانینگ و C ضریب شزی و h عمق آب می باشد.

مقادیر توصیه شده برای عدد مانینگ۵ در حدود $20 \sim 40 m^{1/3}/s$ و عدد شزی[۶] در حدود $30 \sim 50 m^{1/3}/s$ می باشد[6]. در صورتی که تغییرات عمق در مدل زیاد باشد، از ضریب مانینگ استفاده می شود. . پس از سعی و خطای فراوان و اجرای چند باره مدل و مقایسه نتایج آن با داده های میدانی و ضریب مانینگ برابر M=55 بدست آمده و مدل واسنجی شد.

جدول 1) مقادیر ثابت لحاظ شده جهت مدلسازی رسوب

مقادیر ثابت	مقدار
چگالی بستر	350 Kg/m3
سرعت ته نشینی	0.0005 m/s
تنش برشی بحرانی برای رسوبگذاری	1 Pa
تنش برشی بحرانی برای فرسایش	0.4 Pa
نرخ فرسایش	0/000025 (Kg/m2/s)

[5] Manning Number
[6] Chezy number

www.SID.ir

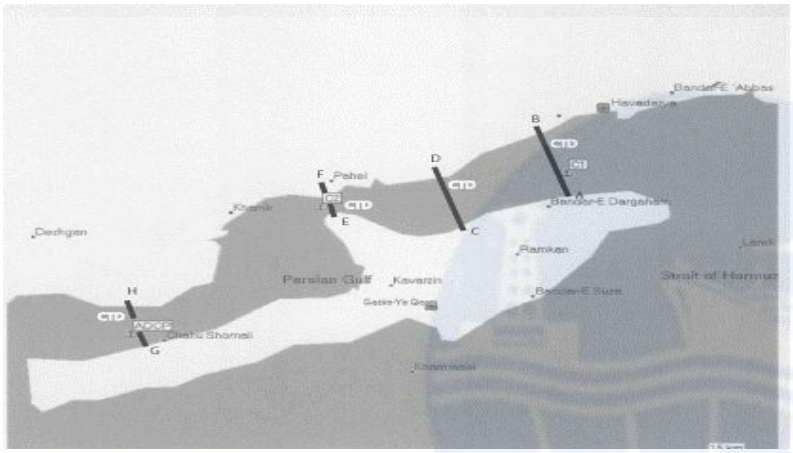
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

4) صحت سنجی مدل

با توجه به کمبود اطلاعات رسوب می بایستی به صحت نتایج هیدرودینامیک که به عنوان پایه و مبنای مطالعات رسوب می باشد، بپردازیم. بنابراین اطلاعات هیدرودینامیک صحت سنجی شد تا به کارایی مدول رسوب نیز اطمینان حاصل شود. از طرفی اطلاعات موجود، اطلاعات جریان سنجی سه بعدی بودند. در واقع اطلاعات میدانی موجود نقطه ای و مربوط یک عمق معین می باشد، که این مستلزم اجرای مدول سه بعدی هیدرودینامیک بوده تا تغییرات مشخصات جریان در عمق قابل برداشت باشد. لذا پس از اجرای مدول هیدرودینامیک سه بعدی و اطمینان از صحت آن، مدول دو بعدی هیدرودینامیک و رسوب توأماً اجرا می گردد. در این تحقیق نتایج به دست آمده از مدل 3 بعدی با نتایج اندازه گیری های میدانی در سه نقطه منطقه کانال قشم توسط مرکز ملی اقیانوس شناسی[7] مقایسه و درستی سنجی شده است. درشکل 2 موقعیت مقادیر اندازه گیری متغیر های مختلف نشان داده شده است.



شکل2)مقاطع اندازه گیری متغیرهای مختلف توسط مرکز ملی اقیانوس شناسی[7]

مقادیر میدانی سرعت جریان در سه ایستگاه C3،C2،C1 به ترتیب واقع در مقاطع AB، EF، GH جهت صحت سنجی نتایج هیدرودینامیک بکار گرفته شد. در جدول 2 نتایج مقایسه آماری سرعت جریان میدانی U (شرقی-غربی) و مدلسازی در سه ایستگاه مذکور نشان داده شده است.

جدول 2) نتایج مقایسه آماری سرعت جریان میدانی U (شرقی-غربی) و مدلسازی در سه ایستگاه

Mike3					Delft 3D				
R	R2	RSME(cm/s)	β	ایستگاه	R	R2	RSME(cm/s)	β	ایستگاه
0.9670	0.9352	5.7856	0.9123	C1	0.932	0.869	6.4595	1.1961	C1
0.944	0.892	6.566	0.8721	C2	0.931	0.868	5.9135	1.3812	C2
0.9762	0.95304	5.9037	0.941	C3	0.927	0.860	2.5789	0.7997	C3

5) نتایج مدلسازی

پس از صحت سنجی مدل سه بعدی یکماهه ، مدل دو بعدی یکساله جهت بررسی بلند مدت تاثیرات رسوبات چسبنده در شکل کلی منطقه کانال قشم، در بازه زمانی 1/1/2005 الی 1/12/2005 اجرا گردید. ضخامت اولیه رسوب در کل سطح کانال 1/5 متر لحاظ گردیده است. با توجه به نبود اطلاعات مناسب از ضخامت رسوب در منطقه، حساسیت مدل نسبت به این پارامتر کنترل گردید. نتایج نشان می دهد با افزایش ضخامت تغییر بسیار کمی(حداکثر 1 میلیمتر در اجرای یکماهه مدل) در ارتفاع رسوبگذاری و رسوب برداری بوجود می آید. شکل 3 حاصل از اجرای آخرین گام زمانی مدل یکساله دو بعدی رسوب می باشد. مناطق با ارتفاع رسوب کمتر از 1/5 متر تحت فرسایش و بیش از آن دچار رسوبگذاری گردیده اند.

www.SID.ir

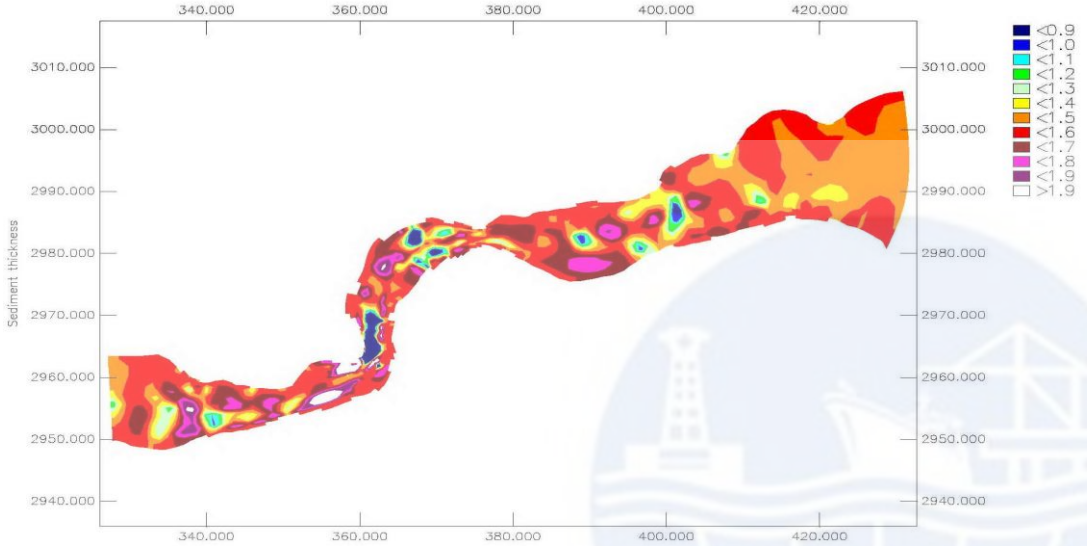
www.SID.ir

Archive of SID

از 1546 سلول محاسباتی، 615 سلول در ناحیه شرق و 931 سلول در ناحیه غرب موجود می باشد. پس از اجرای یکساله مدل 269 سلول در ناحیه شرق دچار فرسایش و باقی سلول ها دچار رسوبگذاری شده اند.

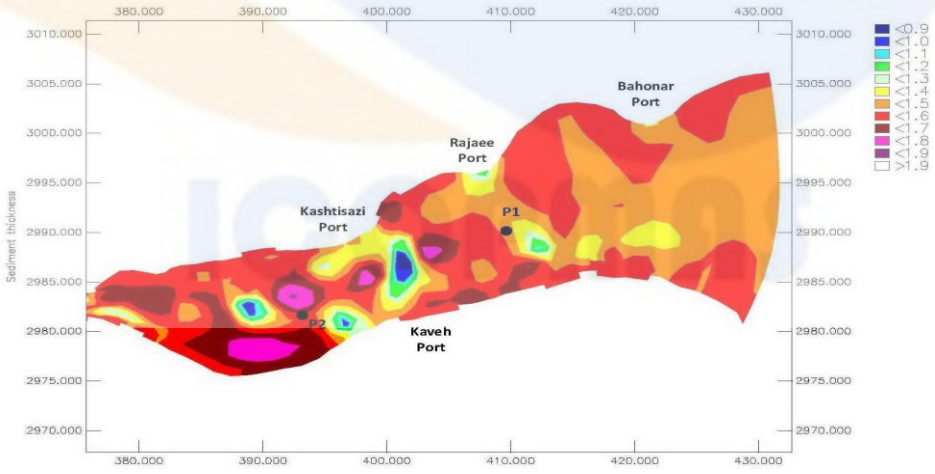
سه ناحیه اصلی تحت فرسایش در شرق کانال مناطق مقابل بندرشهید رجایی، کشتی سازی و یک ناحیه در سمت غرب کشتی سازی می باشد. این پدیده با وسعتی کمتر در مقابل بندر باهنر نیز دیده می شود.(شکل 4)

مناطق مهم تحت رسوبگذاری شامل محدوده مابین بندر باهنر و رجایی، غرب بندر رجایی و در ابعاد بیشتر در سمت غرب کشتی سازی می باشد. در سمت جنوب، به غیر از محدوده غرب بندر کاوه تقریباً در کلیه مناطق ساحلی با پدیده رسوبگذاری مواجه هستیم. شدید ترین ناحیه



شکل 3) تغییرات ضخامت بستر (مناطق با ضخامت کمتر از 1/5 متر دچار فرسایش و ضخامت بیش از 1/5 دچار رسوبگذاری شده اند)

تحت رسوبگذاری، منطقه شرق تنگ شدگی کانال می باشد. در بین مناطق سمت شرقی کانال قشم ناحیه جنوبی نقطه P2 که دارای شدیدترین میزان رسوبگذاری می باشد، به نظر نامناسبترین مکان برای احداث سازه های دریایی می رسد.



شکل 4) تغییرات ضخامت بستر در ناحیه شرقی کانال قشم

همانگونه که نتایج مدلسازی نشان می دهد، به نظر می رسد عامل اصلی وسعت رسوبگذاری در مناطق شمالی سمت شرقی کانال، پیشروی مناطق اقتصادی بندر باهنر، رجایی و کشتی سازی در دریا می باشد، که خود عاملی برای ایجاد رسوبگذاری در مناطق شرقی و غربی آنها شده است. همانگونه که در شکل 4 ملاحظه می شود علیرغم حاکم بودن پدیده رسوبگذاری در سمت شرق، کانال اصلی در بیشتر مناطق تحت

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

فرسایش می باشد. میانگین تغییرات تراز بستر در کل منطقه شرق نشان از کاهش متوسط 8 میلیمتری در ضخامت رسوبات این ناحیه می دهد.

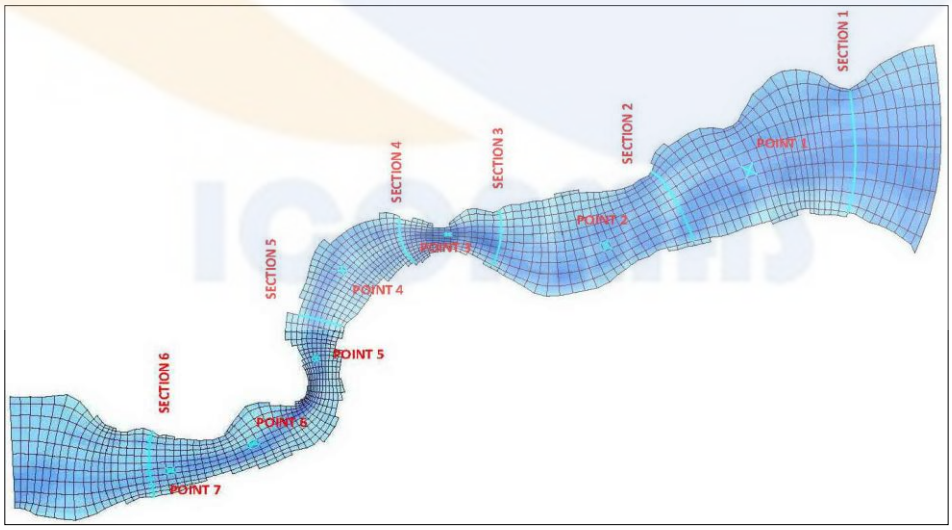
نتایج مدلسازی نشان دهنده حاکم بودن پدیده رسوبگذاری از نظر وسعت مناطق و فرسایش از لحاظ متوسط تغییرات تراز بستر در سمت غرب کانال می باشد(شکل 3). از 931 سلول محاسباتی، 579 سلول دچاررسوبگذاری شده اند. همانگونه که انتظار می رفت با توجه به قرارگیری محل تلاقی جریانات شرق و غرب در این منطقه و همچنین ورورد جریانهای با سرعت بیشتر از محل تنگ شدگی به ناحیه غربی کانال، تنش های بیشتری در بستر این ناحیه بوجود می آید که عاملی جهت فرسایش شدیدتر در این منطقه است.

همانگونه که ملاحظه می شود در بیشتر مناطق همچون قسمت شرق کانال قشم، نواحی تحت فرسایش درون کانال اصلی می باشد. مناطق تحت رسوبگذاری شامل حاشیه های شمالی و جنوبی این منطقه می باشد. با وجود در نظر نگرفتن منطقه جنگل های مانگرو حاشیه تحت رسوبگذاری آن در مدل و همچنین شکل کلی کانال، به نظر شرایط ایده الی جهت پدیده رسوبگذاری در آن منطقه می باشد. به طور کلی تغییرات از لحاظ شدت و شکل جریانات، رسوبگذاری و فرسایش در ناحیه غرب نسبت به ناحیه شرق شدیدتر می باشد. به یقین تغییرات انسانی در شکل سواحل این ناحیه می تواند عامل بوجود آمدن تغییرات مورفولوژیکی بسیار شدیدتری نسبت به آنچه در سمت شرق دیده شد، گردد. میانگین تغییرات تراز بستر در این ناحیه کاهش 7 سانتیمتری ضخامت رسوبات را طی اجرای یکساله مدل نشان می دهد.

به طور کلی در کانال قشم از لحاظ مناطق تحت فرسایش و رسوبگذاری، بیشتر مناطق تحت رسوبگذاری می باشند اما از لحاظ میانگین تغییرات جرم و تراز بستر، فرسایش پدیده غالب می باشد. میانگین تغییرات تراز بستر در کل کانال در طول اجرای یکساله مدل کاهش 4 سانتیمتری را نشان میدهد. نتیجه مذکور پس از اجرای یکساله مدل بدست آمد و این درحالی است که نتایج یکماهه(سمپتامبر)، غالب بودن پدیده رسوبگذاری در کانال را نشان می داد.

از جمله نتایج مهم و کاربردی مدلسازی رسوب، بررسی تغییرات غلظت و نرخ انتقال رسوبات چسبنده می باشد. نرخ تغییرات انتقال بستر از فرسایش به رسوبگذاری در بازه های زمانی جزر و مدی، کنترل کننده میزان رسوبات معلق موجود برای انتقال در جریان می باشد. وقتی که جهت جریان به صورت متناوب به واسطه جزر و مد تغییر می کند، نرخ انتقال میانگین جزرومدی تعیین کننده نهایی میزان رسوبات می باشد. نرخ انتقال بواسطه آشفتگی جریان و پاسخ رسوب به نوسانات سطح آب حین جزر و مد می باشد[8].

جهت بررسی انتقال رسوبات و تغییرات غلظت 6 مقطع عرضی و 7 نقطه در کانال پیشبینی گردید.(شکل 5)



شکل 5) مقاطع عرضی و نقاط در نظر گرفته شده جهت مطالعه غلظت و انتقل رسوب در کانال قشم

با در نظر گرفتن غلظت رسوب در مرزها ، میانگین حجم عبوری رسوبات در واحد ثانیه طی اجرای یک ساله مدل از هر یک از مقاطع عرضی قابل دستیابی می باشد.(جدول3)

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

جدول 3 حجم ، میانگین و ماکزیمم دبی رسوب عبوری از مقاطع مختلف کانال پس از اجرای یکسال مدل

شماره مقطع	حجم رسوب عبوری طی یکسال m^3	میانگین دبی رسوب عبوری $\frac{m^3}{s}$	ماکزیمم دبی رسوب عبوری $\frac{m^3}{s}$
1	7.86×10^4	0.0031	1.237
2	4.01×10^5	0.0127	1.909
3	3.86×10^5	0.0123	0.622
4	2.26×10^5	0.0072	0.850
5	6.55×10^5	0.0208	1.026
6	7.61×10^5	0.0242	0.851

همانگونه که ملاحظه می شود میانگین دبی عبوری رسوب از کلیه مقاطع به تبعیت از شکل کلی جریان در کانال مثبت، یعنی شرقی به غربی می باشد. با توجه به جهت غالب جریان انتظار آن را داریم که با حرکت از سمت شرق به غرب از میانگین دبی رسوب عبوری در مقاطع کاسته شود. اما همانگونه که در جدول 3 دیده می شود این روند به گونه ای دیگر است. علت این امر پدیده فرسایش و رسوبگذاری می باشد.(شکل 6)

شکل 6 مناطق تحت فرسایش و رسوبگذاری ما بین مقاطع عرضی لحاظ شده جهت بررسی رسوب عبوری

با توجه به شکل 6 منطقه بزرگ تحت فرسایش در فاصله مقطع شماره یک و دو به عنوان یک چشمه رسوب عمل کرده و باعث افزایش حجم رسوب عبوری از مقطع شماره 2 می گردد. در منطقه حد فاصل مقاطع 2و3 و همچنین 3 و4 پدیده فرسایش دیده می شود. اما شدت رسوبگذاری در دو منطقه شرق ناحیه تنگ شدگی کانال و سمت غرب کشتی سازی باعث عبور حجم کمتری از رسوبات از این دو مقطع می شود. مناطق وسیع در غرب کانال که با فرسایش مواجه می باشند عامل افزایش حجم رسوب عبوری از مقاطع 5 و 6 می باشد. حداکثر حجم عبوری رسوبات در واحد زمان و طول در محل برخورد جریانات در غرب کانال می باشد.

در شکل 7 دو حالت کلی تغییرات غلظت در 7 نقطه یاد شده در کانال دیده می شود. این دو شکل در واقع حالت کلی و متناوبی است که به طور دائم با شدتی کمتر یا بیشتر در کانال تکرار می شود. در حالت جریان های به سمت درون کانال، افزایش غلظت رسوبات بیشتر در ناحیه غرب دیده می شود. این به دلیل برخورد جریان های ناهمسو در آن منطقه و رخ دادن پدیده فرسایش می باشد. هنگام برگشت جریان، فرسایش و بالا رفتن غلظت رسوبات بیشتر در ناحیه تنگ شدگی کانال و قسمت های میانی سمت شرق کانال رخ می دهد.

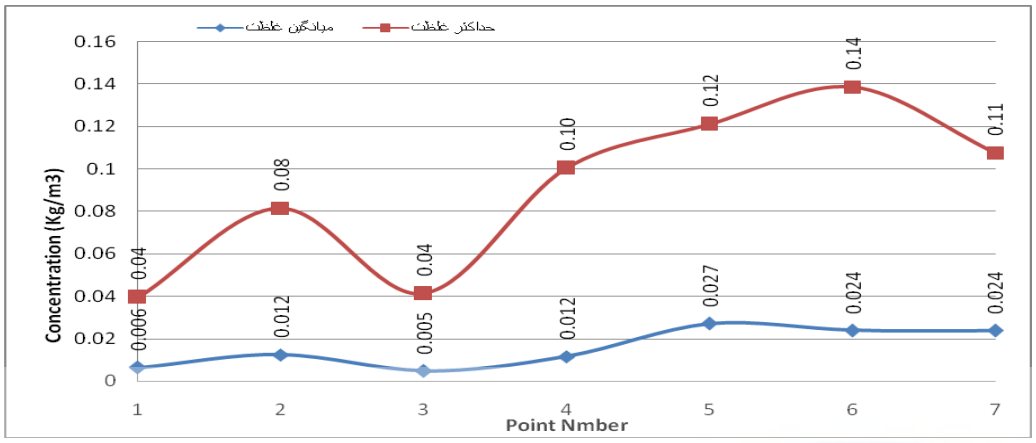
به تبعیت از شکل جریان در کانال قشم، نحوه کلی انتقال رسوبات و تغییرات غلظت رسوب قابل بررسی می باشد. با توجه به تاخیر فاز جزر و مدی گفته شده(در حدود 1/5 ساعت) بین شرق و غرب کانال، هنگام بر قراری جریان و انتقال رسوب در یک جهت مشخص در سمت شرق با تاخیر فاز گفته شده جهت جریان و انتقال رسوب در سمت غرب با شرق یکسان می شود. با توجه به بحث فرسایش و رسوبگذاری انتظار آن را داریم که با حرکت از سمت شرق کانال به طرف نواحی مرکزی و غربی بر میزان انتقال رسوبات افزوده شود.

www.SID.ir

www.SID.ir

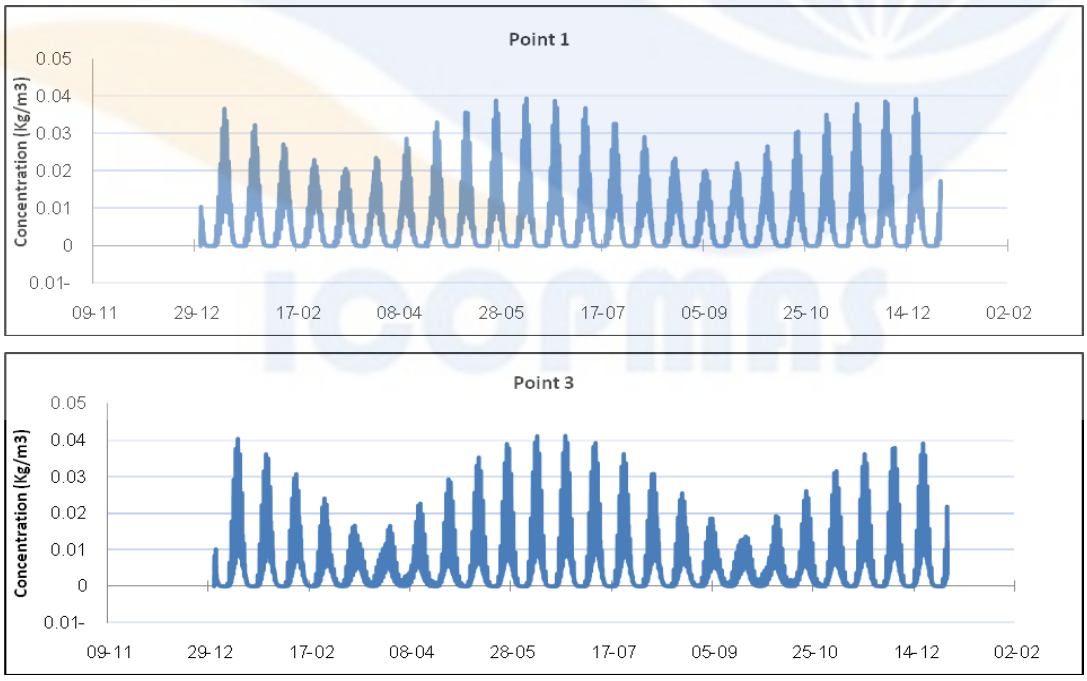
Archive of SID

همانگونه که در شکل 7 ملاحظه می شود از نقطه 3 موجود در منطقه تنگ شدگی تا غرب کانال با یک افزایش تدریجی در میانگین غلظت رسوبات مواجه هستیم. حداکثر غلظت رسوبات در نقطه هفت که در سمت غرب منطقه تداخل جریان های ناهمسو می باشد دیده می شود.



شکل7) نمودار تغییرات غلظت میانگین و حداکثر غلظت ها در هفت نقطه کانال طی اجرای یکساله مدل

از سوی دیگر غلظت ها تا زمان جزر و مد شدید[7] روند صعودی داشته و پس از آن تا زمان جزر و مد خفیف[8] به حداقل مقدار خود می رسد. برای نمونه در شکل8 نمودار تغییرات غلظت در نقاط شماره 1 و 3 طی اجرای یکساله مدل دیده می شود. با توجه به رویداد دو جزر و مد شدید و خفیف در یکماه قمری، این روند 24 بار در طول اجرای یکساله مدل تکرار می شود. حداکثر غلظت رسوبات در نقاط 1 تا 4 در اواخر بهار و پاییز دیده می شود. در نقاط 5 تا 7 حداکثر غلظت ها در اواسط تابستان و زمستان دیده می شود. در شکل 9 دو حالت تغییرات غلظت در کانال هنگام جریان های همسو در شرق و غرب کانال دیده می شود. این دو شکل در واقع حالت کلی و متناوبی است که به طور دائم با شدتی کمتر یا بیشتر در کانال تکرار می شود. در حالت جریان های همسو افزایش غلظت رسوبات بیشتر در ناحیه غرب دیده می شود. این به دلیل برخورد جریان های ناهمسو در آن منطقه و رخ دادن پدیده فرسایش می باشد. هنگام برگشت جریان، فرسایش و بالا رفتن غلظت رسوبات بیشتر در ناحیه تنگ شدگی کانال و قسمت های میانی سمت شرق کانال رخ می دهد.



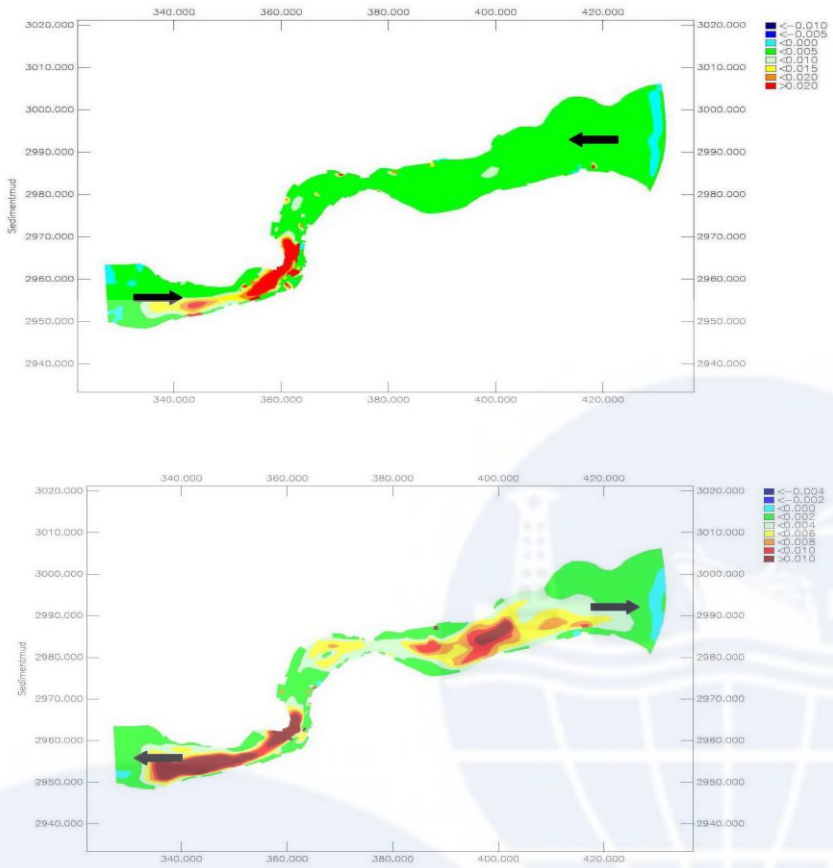
شکل8) نمودار تغییرات تراز سطح آب و غلظت رسوبات در نقطه شماره 1 و 3 در ماه فوریه 2005

[7] Spring tide
[8] Neap tide

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل 9) توزیع غلظت ها در کانال در دو حالت جریان های به سمت درون و خارج کانال

6) نتیجه

مدلسازی عددی صورت گرفته نشان از غالب بودن جریان های شرق به غرب در کانال قشم می باشد. برخورد جریان های بوجود آمده در شرق و غرب کانال در ناحیه غربی کانال و آشفتگی جاریان ناشی از آن، بیشترین میزان فرسایش و غلظت رسوبات را در این بوجود می آورد. با توجه به عمق کم ناحیه غربی و دور بودن سواحل این منطقه، از کانال طبیعی قشم و همچنین پدیده رسوبگذاری در سواحل، شرایط نامناسبی جهت احداث بنادر در این بخش از کانال قشم دیده می شود. به جهت تاثیر جزر و مد به عنوان اصلی ترین عامل بوجود آورنده جریانات در کانال قشم، رفتار متناوب از تغییرات غلظت و انتقال رسوبات در کانال دیده می شود.

7) مراجع:

[1]-Toorman, E.A. (2001), Cohesive Sediment transport modeling:European Perspective, Elsevier, Pages1-18

[2]- شرکت صنایع دریایی ایران(صدرا) با همکاری شرکت Lowson&Treloar ، (2004) مطالعات طرح آبرسانی به قشم، شرکت آب منطقه ای هرمزگان.

[3]-خدادادی جوکار.ک، رزمجو. غ،1372 ،" گزارش نهایی بررسی مقدماتی خورهای مهم استان هرمزگان" وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان.

[4]-U.S. Army Corps of Eng ., (2004),” Coastal Engineering Manual”.

[5]- WL|Delft Hydraulics , (2006),‘Delft3D User Manual’, Delft Hydraulics

[6]-DHI Software 2005, MIKE 21 User Guide Manual .

[7]-حاجی زاده ذاکر ، ناصر، 1385، "مطالعات فیزیکی اقیانوس شناسی در کانال قشم"، مرکز ملی اقیانوس شناسی

[8]- Van Rijn,L.(1993) ,Principles of Sediment Transport in Rivers,Estuaries and Coastal Seas,.Delft Hydraulics, No C11,Pages 11-48.

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

www.SID.ir

www.SID.ir