

ارزیابی نرخ انتقال رسوب در بندر شهید باهنر

کامران لاری¹، مسعود ترابی آزاد²، زهره خیری³

1 و 2- گروه فیزیک دریا-دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
2- دانش آموخته فیزیک دریا دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

چکیده

انتقال رسوب یکی از مهمترین پارامترها در مسائل مهندسی سواحل می‌باشد. تعیین نرخ انتقال رسوب در مورفولوژی سواحل و احداث تاسیسات بندری، ساخت حوضچه‌ها و اسکله‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. این مسئله در بنادر تاثیر بسیاری در پیش بینی عمر طرح، میزان ایمنی آن در مقابل رسوب گذاری و تعیین تناوب لایروبی دارد. در این تحقیق، نرخ انتقال رسوب در منطقه بندر شهید باهنر مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا با استفاده از داده های موج، جریان و دانه بندی منطقه میزان انتقال رسوب با روش های نیمه تجربی محاسبه شد و با میزان انتقال رسوب حاصل از نقشه های هیدروگرافی مقایسه و کالیبره شد. نتایج حاصل نشان داد که در منطقه مورد نظر روش بایکر از ارزیابی دقیقتری برخوردار است.

واژگان کلیدی: انتقال رسوب، بندر شهید باهنر، فرمول بایکر.

مقدمه

نرخ انتقال رسوب ناشی از امواج به کمک مدل C.E.R.C محاسبه می‌شود. در این روش برای محاسبه نرخ انتقال رسوب از رابطه زیر استفاده می‌شود.

(1)

$$Q = KH_s^2 \sin^2 \alpha_b$$

H_s : ارتفاع موج آب عمیق؛

K : ضریب ثابت؛

α_b : زاویه شکست موج

انتقال رسوب در سواحل می تواند در دو جهت اتفاق بیفتد. در صورتی که انتقال رسوب در سمت راست ناظر اتفاق بیفتد انتقال رسوب راست Q_R و در صورتی که انتقال رسوب در سمت چپ ناظر باشد، انتقال رسوب چپ Q_L را خواهیم داشت که هر دو مولفه با هم نرخ انتقال رسوب کل را مشخص می کنند. نرخ ناخالص حمل رسوب در طول ساحل Q_g ، از مجموع مقادیر حمل رسوب از سمت چپ و راست یک نقطه در واحد زمان بدست می آید و نرخ خالص حمل رسوب در طول ساحل Q_n از تفاضل مقادیر حمل رسوب از راست و چپ بدست می آید.

بنادر با کاربردهای مختلف، گسترش تجارت و در نتیجه حمل و نقل دریایی، انجام فعالیت‌های اکتشافی، استخراج و صادرات نفت و گاز از دریا موجب افزایش فعالیت‌های دریایی شده است. جهت پاسخ گویی به این نیاز روز افزون احداث بنادر با کاربری های مختلف مورد توجه قرار گرفته است. نرخ انتقال رسوب در بنادر از اهمیت زیادی برخوردار است. مدل های نیمه تجربی متعددی برای محاسبه نرخ انتقال رسوب ارائه شده است. از جمله مدل نیمه تجربی که توسط مرکز تحقیقات مهندسی سواحل ارتش امریکا (C.E.R.C-1984) مطرح و گسترش یافت. همچنین بایکر 1971، کمفوز¹ (1991)، و واتانابه در 2003 مدل‌هایی را برای محاسبه نرخ انتقال رسوب ارائه کردند. با توجه به لزوم لایروبی‌های منظم در بنادر هدف این تحقیق برآورد نرخ انتقال رسوب و بدست آوردن مدل مناسب در بندر شهید باهنر می باشد.

داده‌ها و روش‌ها

¹ Kamphuis

فرمول پیشنهاد شده توسط واتانابه برای کل مواد گسترش پیدا کرده است تا نرخ انتقال رسوب را هم به عنوان مواد کف و هم معلق محاسبه کند فرمول آن به صورت زیر است:

(6)

$$q_w = A \left[\frac{(\tau_{b,wc} - \tau_{b,cr})v}{\rho g} \right]$$

A: حدود 0/5 برای امواج مونوکروماتیک و 2 برای امواج اتفاقی است.

$\tau_{b,cr}$: تنش برشی بحرانی برای آغاز حرکت است (از منحنی شیلدز برای جریان متلاطم مشخص شده است)
v: سرعت جریان؛ ρ : چگالی آب؛ g: شتاب گرانش می باشد.

بندر شهید باهنر در جنوب ایران و در شمال خلیج فارس در مختصات 56 درجه و 12 دقیقه طول شرقی و 27 درجه و 9 دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. این بندر در استان هرمزگان و در 3 کیلومتری غرب بندرعباس در حاشیه خلیج فارس و در شمال جزیره قشم و تنگه هرمز واقع شده است. وسعت بندر حدود 500000 متر مربع می باشد. بندر شهید باهنر از لحاظ پهنه بندی چهارگانه اقلیمی ایران، در اقلیم گرم و مرطوب سواحل جنوبی کشور قرار گرفته است. آب و هوای منطقه در زمستان گرم و مرطوب می باشد. به طور کلی فقدان روزهای یخبندان و کمی بارندگی از ویژگی های مهم آب و هوایی منطقه محسوب می شود. شکل (1) نقشه هیدروگرافی بندر را نشان می دهد.

دانه بندی رسوبی بندر شهید باهنر

با انجام عملیات نمونه گیری از بستر، منحنی دانه بندی بدست آمد که در شکل (2) نمایش داده شده است. با توجه به منحنی دانه بندی منطقه مورد مطالعه، رسوبات منطقه برابر 0/08 میلیمتر و D90 رسوبات برابر 0/006 میلیمتر است. چگالی رسوب در این منطقه $\frac{kg}{m^3}$ 1760

حاصل نتایج بررسی های کمفوز طی سال های 1986 و 1991 بر روی مدل های هیدرولیکی سه بعدی و داده های صحرائی، ارائه فرمولی برای محاسبه انتقال رسوب در ساحل می باشد که در آن، تاثیر فاکتورهایی مانند شیب بستر، اندازه ذره رسوب و تناوب موج لحاظ شده است.

$$Q = \epsilon / \epsilon \times 10^4 \times H_{sb}^3 \quad (2)$$

$$T_b^{1/5} m_b^{1/5} D_b^{-1/5} (\sin(\alpha_b))^{1/5} \left(\frac{m^3}{yr} \right)$$

که در رابطه (2)، H_{bs} ارتفاع شکست موج شاخص؛ T_p تناوب موج؛ m_b شیب ساحل؛ α_b : زاویه شکست موج؛ D_{50} قطر ذرات رسوبی است.

بایکر در سال 1971 فرمولی را برای محاسبه انتقال رسوب به صورت تابعی از میدان موج و جریان در طول ساحل ارائه نمود. وی در ابتدا توانست توزیع انتقال رسوب در ناحیه ساحل را پیش بینی نماید و سپس در حالت جزئی وزن نرمال رسوب منتقل شده را بدست آورد. فرمول انتقال بایکر بر دو مولفه بار بستر و انتقال بار معلق استوار است.

انتقال رسوب بستر از رابطه زیر محاسبه می شود:

(3)

$$q_{b,B} = A D_b \frac{v}{c} \sqrt{g} \exp \left[\frac{-0.2v(s-1)D_b \rho g}{\mu \tau_{b,wc}} \right]$$

در معادله بالا، A ضریب تصحیح (1 برای امواج ناشکنا و 5 برای امواج شکنا)، D_{50} قطر متوسط ذره؛ v سرعت متوسط جریان؛ c ضریب چزی بر پایه D_{50} ؛ g شتاب ثقل زمین؛

$$\rho_s \text{ چگالی رسوب؛ } \frac{\rho_s}{\rho} \text{ چگالی نسبی رسوب؛ } \tau_{b,wc}$$

تنش برشی بستر با توجه به امواج و جریان می باشد.

همچنین انتقال بار معلق از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$q_{s,B} = v \bar{c} h \quad (4)$$

در نهایت، انتقال رسوب نهایی از جمع مقادیر دو رابطه 3 و 4 بدست می آید.

$$Q_B = q_{b,B} + q_s \quad (5)$$

می‌باشد. همچنین بررسی درصد فراوانی رسوب‌ها نشان داد در شکل (3) درصد فراوانی‌ها نشان داده شده است.

که از این

میزان رسوب

7/835٪

لای،

19/949٪

رس،

71/646٪

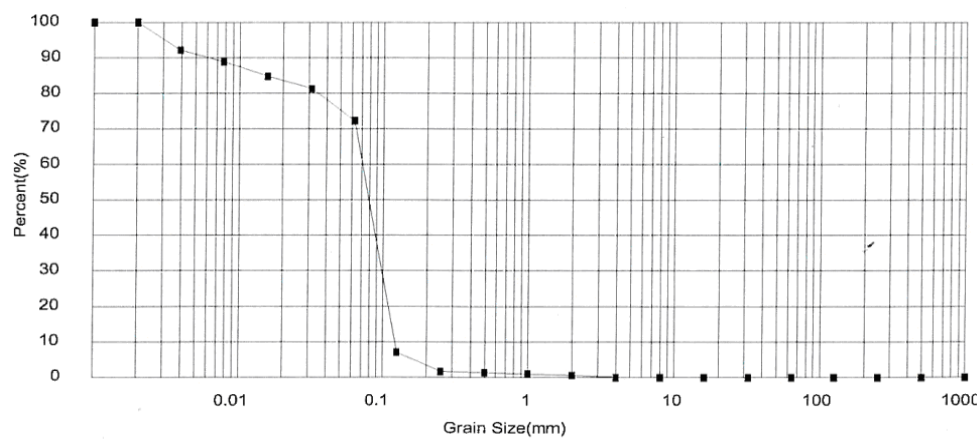
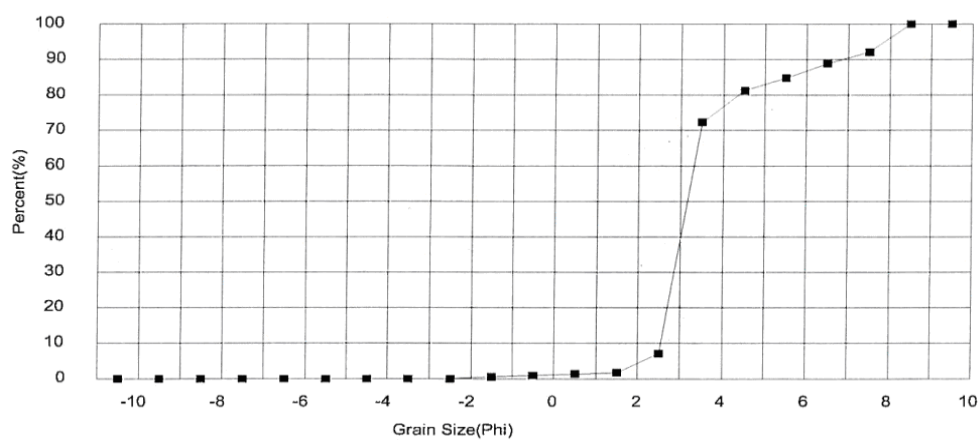
ماسه و

0/569٪ شن

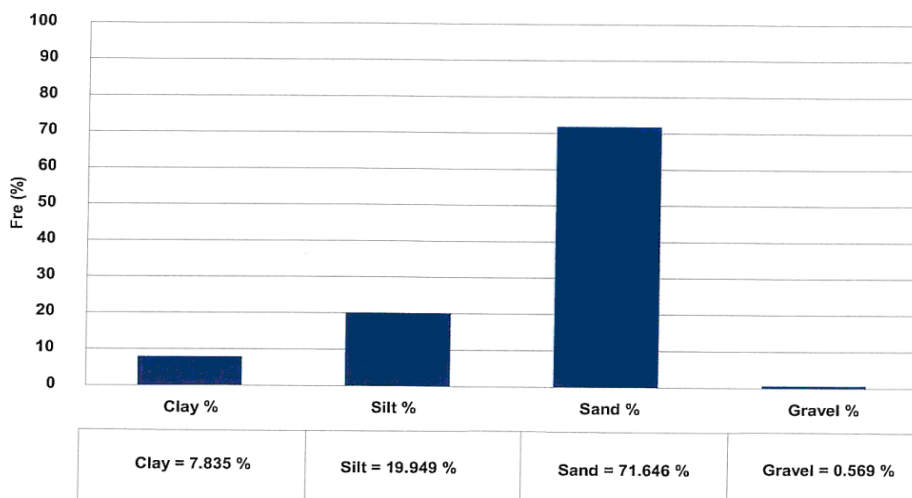
می‌باشد که



شکل 1: نقشه هیدروگرافی بندر شهید باهنر



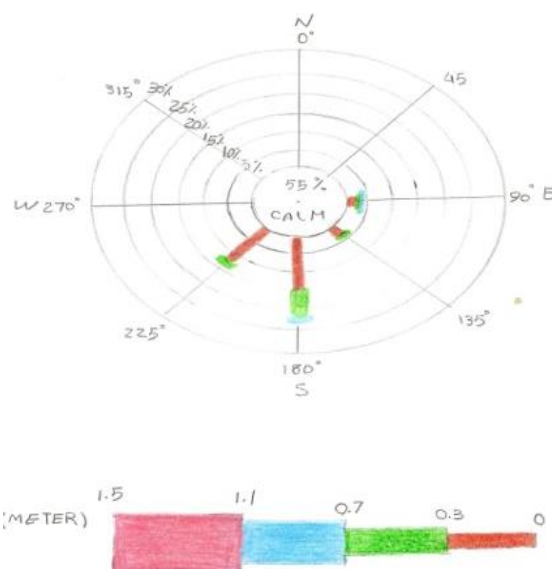
شکل 2: منحنی دانه بندی بندر شهید باهنر



Name of Sample = slightly gravelly muddy sand
 Average(MZ)= 3.694
 Kurtosis= 2.281 (very leptokurtic)
 Median= 3.159
 Inclusive Graphic Standard Deviation= 1.534 (Bad Sorting)
 Inclusive Graphic Skewness= 0.621 (Strongly fine Skewed)

شکل 3: درصد فراوانی رسوبات بندر شهید باهنر

فراوانی نسبی و ارتفاع در جهات 90° و 225° و حداکثر ارتفاع موج در جهت 90° می باشد که در حدود 1/9 m است. در منطقه خلیج فارس، عمدتاً امواج ناشی از باد محلی هستند و امواج دور آ از درصد کمی برخوردارند. ارتفاع موج میانگین در این منطقه 0/3 m و تناوب میانگین امواج 3 s می باشد. داده های موج از مدل سازی انجام شده توسط سازمان بنادر و دریانوردی استخراج شده اند. همچنین سرعت جریان در منطقه حدود 0/9 m/s است.



شکل 4: گلموج سالیانه بندر شهید باهنر

نتایج

با استفاده از اطلاعات موج آب عمیق، مشخصات موج در منطقه شکست نظیر ارتفاع موج در منطقه شکست H_b ، عمق آب در منطقه شکست H_b ، و زاویه شکست موج α_b ، محاسبه و در نهایت از برخی روابط تجربی برای محاسبه نرخ انتقال رسوب استفاده شد.

گلموج آب های منطقه در شکل 4 ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود امواج غالب منطقه براساس

مقادیر زاویه شکست موج و ارتفاع موج شکنا با استفاده از روابط موجود محاسبه و در جدول 1 آمده است.

جدول 1: مقادیر زاویه شکست موج و ارتفاع موج شکنا

α_b	180	90	135	225
α	4/83	11/06	12/53	9/21
(M) H_b	0/55	0/67	0/5	0/42

جدول 2: نرخ انتقال رسوب چپ، راست و خالص برای روش های Kamphuis و C.E.R.C

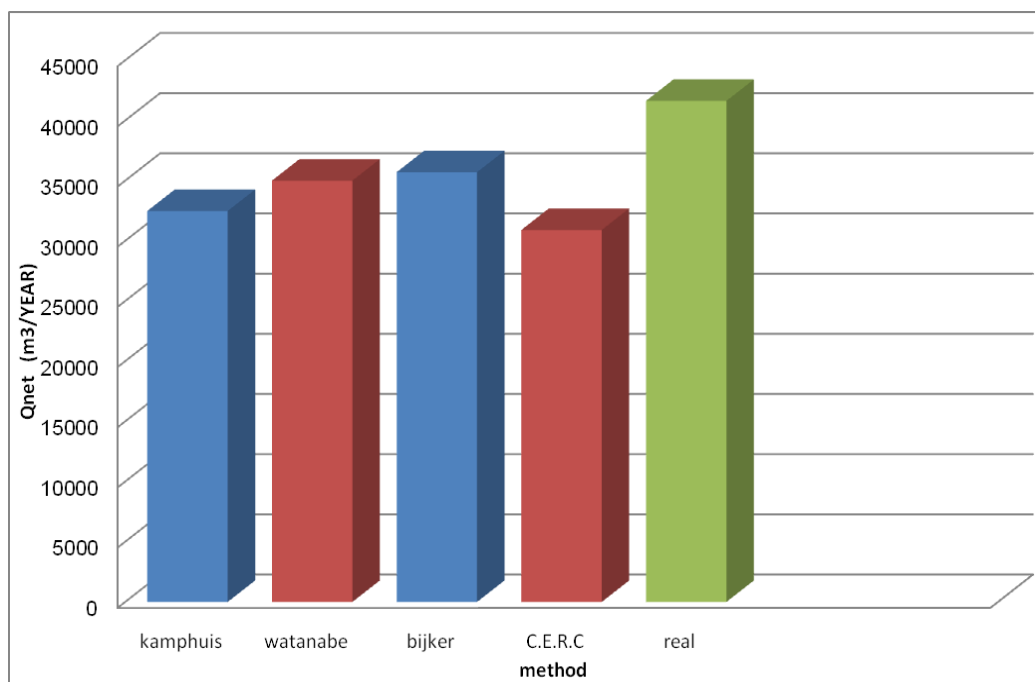
method	$Q_R \left(\frac{m^r}{year} \right)$	$Q_l \left(\frac{m^r}{year} \right)$	Q_{net}
C.E.R.C	63702	94608	30905
KAMPHUIS	12413	88931	32482

در روش C.E.R.C مقادیر Q_l و Q_R برای درصد فراوانی امواج در جهت های مختلف محاسبه و در نهایت Q_{net} بدست آمد.

جدول 3: درصد خطای مدل ها

method	$Q \left(\frac{m^r}{year} \right)$	Error percent
C.E.R.C	30905	25/7
KAMPHUIS	32482	21/96
Watanabe	35004	15/9
Bijker	35702	14/23
Real	41627	

با بررسی نقشه های هیدروگرافی بندر شهید باهنر توسط نرم افزار LAND حجم رسوبات سالیانه 41627 متر مکعب بدست آمد. نرخ انتقال رسوب چپ، راست و خالص با استفاده از روش های C.E.R.C و Kamphuis محاسبه شدند (جدول 2). پس از انجام محاسبات نرخ انتقال رسوب به چندین روش مختلف، میزان انتقال رسوب خالص برای هر روش محاسبه شد تا امکان مقایسه نتایج بدست آمده با مقدار بدست آمده از مقایسه دو نقشه هیدروگرافی در سال های 1384 و 1385 فراهم گردد و درصد خطای هر روش مشخص گردد (جدول 3). شکل (5) نتایج حاصل از محاسبات نرخ انتقال رسوب به چندین روش مختلف را برای بندر شهید باهنر نشان می دهد.



شکل 5: نمودار مقایسه بین Q_{net} محاسبه شده از روش‌های مختلف با Q_{net} واقعی

بحث و نتیجه گیری

با توجه به مقادیر بدست آمده برای انتقال رسوب چپ و راست از روش C.E.R.C و Kamphuis جهت انتقال رسوب کلی در بندر شهید باهنر به سمت شرق می‌باشد. روش بایکر با 14/23 درصد خطا بهترین برآورد نرخ انتقال رسوب برای منطقه بندر شهید باهنر است و ضریب کالیبراسیون برای این روش 0/85 بدست آمد. با توجه به منحنی دانه‌بندی منطقه مورد مطالعه D_{50} رسوبات منطقه برابر 0/08 میلیمتر و D_{90} رسوبات برابر 0/006 میلیمتر است.

از مقایسه نقشه‌های هیدروگرافی سال‌های 1384 و 1385 میزان انتقال رسوب سالیانه 41627 متر مکعب محاسبه شده است.

ارتفاع موج میانگین در این منطقه 0/3 m و تناوب میانگین امواج 3s می‌باشد.

- 1- چگینی، و، 1377. مجموعه کتاب‌های مهندسی دریا. جلد اول. نظریه‌های موج، شرکت جهاد تحقیقات آب و آب خیزداری.
- 2- چگینی، و، 1385. تولید و تحلیل امواج تصادفی. مرکز ملی اقیانوس شناسی ایران. زولیو و فریگارد، پ.
- 3- طرح جامع بندر شهید باهنر، سازمان بنادر و دریانوردی
- 4- بابایک، ا، ح، 1387. الگوی انتقال رسوب و روش‌های مناسب لایروبی در بار کانال خور موسی. پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

منابع

- 5- عسگری نسب، ق، 1387. مطالعه و بررسی روش‌های مختلف لایروبی و لایروبی بهینه و تخلیه در بندر شهید رجایی. پایان نامه کارشناسی ارشد هیدروگرافی، دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- 6- احمدی نژاد؛ م، 1387. ارزیابی روابط برآورد انتقال رسوب غیر چسبنده در منطقه ساحلی بندر ریگ استان بوشهر. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
7. Vicksburg, Ms (1984). SPM,. Shore protection manual. coastal Engineering Research Center, us Army Engineering Waterways Experiment station.
8. Andrew chadwich and Christopher Fleming. Coastal Engineering, processes, Theory and design practice, Dominic Reeve, spon press Taylor & Franics Group, LONDON and NEW YORK.
9. (1987) "short term impoundment of longshore sediment transport" Miscellaneous Paper CERC-87-7; U. S. Army Engineer Water ways Experiment station; Vicksburg, MS.
10. Kamphuis, J. W. (1991)."Alongshore sediment transport rate," Journal of Waterways, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE, 117 (6), 624-641.
11. Bijker, E. W. 1971. Longshore transport computations. Journal of Waterways, Harbours and Coastal Engineering Division, ASCE, 97 (WW4): 687-701.
12. watanabe, I., Sakai, S. I., 2003. Environmental release and behavior of brominated flameretardants. Environ. Int. 29, 665-682.