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

Archive of SID

بررسی پدیده رسوب‌گذاری در محدوده آبشکن های استان بوشهر و تخمین نرخ انتقال رسوب در سواحل این استان

مهندس آرش عربشاهی - دکتر محمد رضا جعفرزاده
گروه عمران دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

تخمین نرخ انتقال رسوب ساحلی همواره از مهم‌ترین و در عین حال مشکل‌ترین مراحل در طراحی سازه‌های دریایی، خصوصاً سازه‌های متصل به ساحل می‌باشد. از جمله روابطی که به این منظور بدست آمده، معادله ارائه شده توسط مرکز تحقیقات مهندسی سواحل (cerc) وابسته به ارتش آمریکا می‌باشد.اگرچه این رابطه در کشور ما بطور گسترده ای توسط مهندسین مشاور مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی در مورد صحت نتایج حاصل از این روش در سواحل ایران ،هیچگاه بررسی و تحقیق جامعی انجام نگرفته است.

در تحقیق حاضر،با مطالعه بر روی وضعیت رسوبگذاری در بالادست آبشکن های ساخته شده در سواحل استان بوشهر، نرخ انتقال رسوب ساحلی تخمین زده شده و با مقادیر بدست آمده از معادله cerc مقایسه گردید.به این منظور با استفاده از پروفیل توزیع رسوب در عرض منطقهٔ شکست،بازده رسوب‌گیری آبشکن‌ها بدست آمد و سپس با استفاده از معادلات تغییر شکل خط ساحل در اثر وجود مانع، معادله تئوری خط ساحل بدست آمده و با واقعیت مقایسه گردید و این کار آنقدر تکرار شد تا این دو خط بر همدیگر منطبق گردید و بدینوسیله نرخ انتقال رسوب ساحلی تخمین زده شد.

از مهمترین نتایج حاصل از این تحقیق،تعیین میزان کارآیی معادله cerc در محاسبه نرخ انتقال رسوب ساحلی در سواحل استان بوشهر و همچنین تعیین زمان تداوم وزش باد در سواحل این استان می‌باشند.

مقدمه

تخمین نرخ انتقال رسوب ساحلی همواره از بزرگترین مشکلات مهندسین در هنگام طراحی سازه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

دریایی، خصوصاً سازه‌های متصل به ساحل می‌باشد. وجود پارامترهای مختلف در ایجاد و انتقال رسوب و نیاز به داشتن آمار و اطلاعات کافی از وضعیت باد،موج،هیدروگرافی و شکل خط ساحل در منطقهٔ موردنظر،باعث می‌گردد که بر آورد نرخ انتقال رسوب با خطای زیادی همراه باشد. از طرف دیگر نتایج حاصل از روابط ارائه شده برای محاسبه نرخ انتقال رسوب، تفاوتهای عمده‌ای با یکدیگر دارند. این اختلافها عمدتاً ناشی از روشی است که معادله بر اساس آن بدست آمده است. در شرایط واقعی،وجود پدیدهٔ جزرومد باعث جابجا شدن منطقهٔ شکست در ساحل می شود. بنابراین انجام آزمایش بر روی جریان و رسوب ساحلی با مشکل روبرو می‌شود. با توجه به اینکه سرعت و جهت وزش بادها معمولاً به طور فصلی تغییر می‌کند،بنابراین هر گونه آزمایش محلی باید حداقل در یک دورهٔ یکساله انجام پذیرد تا بتوان به نتایج آن اطمینان نمود. با توجه به این موارد،آزمایش روی سواحل واقعی با مشکلات زیادی همراه بوده و نیاز به صرف وقت و هزینه بسیار زیاد دارد.

در شرایط آزمایشگاهی نیز،عوامل محدود کننده‌ای وجود دارند که در نتایج خطاهایی را وارد می‌کنند. از جمله اینکه امکان ایجاد امواج واقعی دریا در آزمایشگاه تقریباً غیرممکن است. همچنین امکان مشابه سازی قطر دانه های رسوبی ریزدانه در آزمایشگاه تقریباً غیر ممکن است. بطوری که ریزترین دانه صنعتی موجود که در آزمایشات مورد استفاده قرارمی‌گیرد،وقتی به ابعاد واقعی در دریا تبدیل می‌شود،قطری در حدود ۴ الی ۵ میلیمتر پیدا می‌کند. در حالی که در بسیاری از سواحل ماسه‌ای،قطر میانه دانه‌بندی در حدود ۰/۲ میلی‌متر می‌باشد.

با توجه به مسائل فوق،محققین برای بدست آوردن رابطهٔ تخمین نرخ انتقال رسوب ساحلی،روشهای متفاوتی را به کاربر برده‌اند و به نتایج مختلفی رسیده‌اند.

معادله CERC

از جمله روابطی که برای تخمین نرخ انتقال رسوب ساحلی بدست آمده،معادله ارائه شده توسط مرکز تحقیقات مهندسی سواحل (cerc)،وابسته به ارتش ایالات متحده آمریکا می‌باشد.اگرچه این رابطه در کشورما بطور گسترده‌ای توسط مهندسین مشاور مورد استفاده قرار می‌گیرد،ولی در مورد صحت نتایج حاصل از این روش در سواحل ایران ،هیچگاه بررسی و تحقیق جامعی انجام نگرفته است .

صورت‌های مختلف رابطه cerc که براساس روش شار انرژی (energy flux) بدست آمده در جدول (۱)ارائه شده است .[4]

در جدول فوق،Hs = ارتفاع موج مشخصه در آب عمیق ،HSb=ارتفاع موج مشخصه در محل شکست ،a=زاویه موج نسبت به خط ساحل در آب عمیق ،ab= زاویه تاج موج نسبت به خط ساحل در محل شکست و T= پریود موج می‌باشد.

در هر مورد با توجه به آمار و اطلاعات موجود،می‌توان یکی از روابط را انتخاب کرده و نرخ انتقال رسوب را محاسبه نمود. از آنجایی که این روابط برای سواحل خاصی بدست آمده‌اند،احتمال دارد که جوابهای حاصل از آن در سواحل دیگر جوابهای مناسبی بدست ندهد.بنابراین قبل از استفاده از این معادلات در هر منطقه،باید

www.SID.ir

Archive of SID

محدودیت استفاده از آنها را مورد بررسی قرار داد .

این روابط برای سواحلی بدست آمده‌اند که قطر میانه ذرات رسوب در آنهادر حدودD50=0/2mm بوده و روسوبات از نوع ماسه کوارتزی باشند. همچنین اطلاع از ارتفاع موج مشخصه در آب عمیق،احتمال وقوع امواج در جهات مختلف، شرایط هیدروگرافی بستر و شکل کلی خط ساحل و عوارض موجود در طول آن لازم است.

در معادلات cerc فرض می شود که موج در قطاع هایی به سمت ساحل حرکت می کند، نه فقط در یک جهت. اگر قسمتی از این قطاع بر روی خشکی قرار بگیرد،میزان تأثیر آن در انتقال رسوب کاهش می‌یابد. همچنین ممکن است قطاع نسبت به خط ساحل به گونه‌ای قرارگیرد که قسمتی از آن موجب انتقال رسوب راست و قسمت دیگر آن موجب انتقال رسوب چپ شود. برای وارد نمودن این دو مسئله در روابط فوق،از تابع f(a.) استفاده می‌شود که بر اساس حدود قطاع،مقادیر مختلفی دارد.تعیین حدود بالا و پائین در تابع f(a.) و محاسبه آن نیاز به کمی دقت دارد و عدم توجه به آن باعث ایجاد خطا در نتایج حاصله می‌شود.از آنجایی که معمولاً در بسیاری مناطق،آمار موج وجود ندارد،بنابراین برای تخمین ارتفاع موج از معادلاتی استفاده می‌شود که بر اساس سرعت باد،ارتفاع موج ایجاد شده را بدست می‌دهند. در اینجا ذکر یک نکته ضروری است و آن اینکه برای محاسبهٔ نرخ انتقال رسوب،حتماً باید از سرعت های متوسط باد برای تعیین ارتفاع موج استفاده نمود، نه از سرعتهای ماکزیمم باد که بر اساس آن،طرح سازه‌ای موج شکن انجام می‌شود. برای انجام محاسبات مربوط به باد و رسوب،یک برنامه کامپیوتری تدوین گردید.این برنامه با استفاده از آمار باد،ارتفاع و احتمال وقوع امواج در هر جهت را برای سرعت های مختلف محاسبه نموده و براساس شیب متوسط بستر،محاسبات انکسار (refraction) و کم عمق (shoaling) را انجام داده تا به مرحله شکست موج می‌رسد.سپس با استفاده از معادله (cerc) نرخ انتقال رسوب ساحلی را در هر حالت محاسبه کرده و در جدولی ثبت نام می‌نماید.پارامترهای به کار رفته در این جدول عبارتند از:

u = سرعت باد بر نات،قبل از انجام تصحیحات مربوطه می‌باشد و برنامه این سرعت را تصحیح نموده و بر اساس آن محاسبات موج و رسوب را انجام می‌دهد.

Hs:ارتفاع موج مشخصه برحسب متر در آب عمیق است.

Qrt:نرخ انتقال رسوب راست یا بار راست بر حسب متر مکعب در سال. برای ناظری که در ساحل و رو به دریا ایستاده باشد،دبی انتقال رسوب از سمت چپ به سمت راست ناظر را بار چپ می‌نامند.

Qlt:نرخ انتقال رسوب چپ یا بار چپ بر حسب متر مکعب در سال. مانند حالت قبل،دبی انتقال رسوب از سمت راست ناظر به طرف سمت چپ ناظر را بار چپ می‌نامند.

Qn:قدر مطلق تفاضل انتقال رسوب راست و چپ بر حسب متر مکعب در سال می‌باشد.

Qg:جمع انتقال رسوب چپ و راست بر حسب متر مکعب در سال می‌باشد.

توزیع سرعت در عرض منطقهٔ شکست

ماکزیمم ارتفاعی که موج در آب عمیق می‌تواند داشته باشد بر اساس نسبت ارتفاع موج (H)به طول موج (L)

www.SID.ir

Archive of SID

و یا به عبارت دیگر بر اساس شیب موج محدود می‌شود. میشل (michell 1893) این مقدار را برابر ۰/۱۴۲ بدست آورد. در آبی که به تدریج کم عمق می‌شود،این حد شکست علاوه بر نسبت h بر L به شیب کف دریا نیز بستگی پیدا می‌کند. رابطه زیر توسط گودا (goda 1972) برای تعیین عمق شکست بدست آمده است.[۴]

$$\frac{d_b}{H_b}=\frac{1}{b-(ah_b/gt^2)} \qquad (۵)$$

$$a=43/75(1-e^{-19S}) \qquad (۶)$$

$$b=\frac{1/56}{(1+e^{-19/5S})} \qquad (۷)$$

که در آنجا :

عمق شکست موج = db

پریود موج = T

ارتفاع شکست موج = hb

شیب متوسط بستر دریا = S

پس از خط شکست،نیروی موج به دو مؤلفه تقسیم می‌شود. یک مؤلفه در جهت عمود بر ساحل حرکت نموده و مؤلفه دیگر به موازات خط ساحل حرکت می‌کند وباعث ایجاد جریاناتی موازی خط ساحل می‌گردد. این جریانات موازی ساحل عامل انتقال حدود ۸۰ الی ۹۰ درصد رسوباتی هستند که در اثر شکست موج از بستر کنده شده و در آب غوطه‌ور شده‌اند بین ۱۰ الی ۲۰ درصد از رسوبات نیز به وسیلهٔ جریان های عمود بر ساحل به سمت ساحل حرکت کرده یا از آن دور می‌شوند.

در مورد نحوهٔ توزیع رسوب و محل وقوع ماکزیمم انتقال رسوب در عرض منطقهٔ شکست،مطالعات آزمایشگاهی و محلی زیادی انجام شده،ولی هنوز نتیجه قطعی و دقیقی در این مورد بدست نیامده است. در زیر به تعدادی از این آزمایشات و نتایج مربوطه اشاره می‌شود:

الف ـ آقای بایکر (bijker, 1971)با استفاده از این حوضچهٔ آزمایشگاهی که در آن امواج تولید شده با زاویه‌ای مشخص به سمت ساحل حرکت نموده و باعث ایجاد جریان موازی خط ساحل می‌گردیدند،آزمایشاتی انجام داد.در قسمت انتهای حوضچه تعدادی محفظه مستطیلی قرار داشت که به عنوان تله رسوبی استفاده می‌شدو رسوبات که عمدتا" به صورت بار کف بودند در آنجا جمع‌آوری می‌شدند.بایکر فرض نمود که میزان رسوب به تله افتاده در هر محفظه نشانگر میزان نرخ انتقال رسوب در آن امتداد باشد.نتایج آزمایشات نشان داد که حداکثرانتقال ساحلی در $\frac{y}{yb}$ = ۰/۹ رخ می‌دهد که در آن yb عرض منطقه شکست و Y فاصله محل وقوع ماکزیمم انتقال تا خط ساحل است و منحنی در طرفین سریعا" به سمت صفر میل می‌نماید.(۲)

ب ـ آقایان ساواراگی و دگوچی (sawaragi & deguchi, 1978) معادله توزیع رسوب را بر اساس آزمایشات انجام شده در محل و آزمایشگاه با اندازه‌گیری بار کف بدست آوردند.روش آزمایش بدین گونه بود که محفضه‌های استوانه‌ای شکل در باز را در کف دریا و به فواصل مشخص قرار دادند،به طوری که محفظه در کف دریا فرورفته و لبه آن همسطح با بستر بود. با اندازه‌گیری رسوب به تله افتاده توزیع رسوب در

www.SID.ir

Archive of SID

عرض نوار شکست بدست آمد.

از مشکلات ایجاد شده در محل،وجود پدیدهٔ جزر و مد بود که باعث تغییر در موقعیت منطقه شکست می‌گشت. به هر حال نتایج آزمایشات نشان دادند که ماکزیمم نرخ انتقال رسوب در محدوده‌ای بین $0.5 < \frac{y}{yb} < 1$ اتفاق می‌افتد.(۲)

ج ـ آقای تورنتون (thornton, 1973) بر اساس اندازه‌گیری بار کف در محل، مطالعاتی بر روی توزیع رسوب انجام داد.ایشان از محفظه های بیضوی شکل که در کف دریا و در جهت جریان قرار داشتند استفاده نمود. طبق نظر تورنتون،میزان دقت این روش بستگی به تخمین میزان بازده رسوبگیری تله ها دارد که در اثر اغتشاشات جریان و شکل تله تغییر می‌کند. تورنتون مقداری بین ۴۰ تا ۱۰۰ درصد برای بازده رسوبگیری محاسبه نمود. به هر حال نتایج تحلیل نشان دادند که ماکزیمم انتقال رسوب در رخ می‌دهد.(۲)

د ـ آقای فولفورد(fulford, 1982)با استفاده از میزان رسوب به تله افتاده در پشت یک سازه دریایی متصل به ساحل نظیر یک آبشکن،توزیع رسوب در عرض منطقه ساحلی را بدست آورد. طبق مشاهدات ایشان،ماکزیمم انتقال نرخ رسوب در $\frac{y}{yb} = 0.33$ به وقوع می‌رسد. (۲)

هـ ـ آقای واتانیب (Watanabe, 1992)بر اساس آزمایشات انجام شده،محل وقوع ماکزیمم انتقال رسوب را مستقل از قطر ذرات رسوبی و شیب بستر دانسته و آن را در $\frac{y}{yb} = 0.72$ پیش بینی نموده است.(۵)

و ـ آقای کامفوس (kamphuis, 1992) با استفاده از یک حوضچه تولید موج که در آن امواج با زاویه‌ای نسبت به خط ساحل تولید شده و سبب ایجاد جریان و انتقال ساحلی می‌گردند، آزمایشاتی انجام داد. در انتهای حوضچه برای تعیین رسوب به حرکت درآمده تعدادی محفظه تعبیه شده بود. نتایج آزمایشات نشان داد که منحنی توزیع رسوب دارای دو نقطه ماکزیمم در $\frac{y}{yb} = 0.2$ و $\frac{y}{yb} = 0.85$ می‌باشد.(۳)

ز ـ آقایان ورد و فلمینگ (wood & fleming, 1981)بر اساس یک روش ریاضی،معادله‌ای برای توزیع سرعت جریان ساحلی به دست آوردند. این معادله به صورت زیر می‌باشد(۶):

(۸)

$$V = B_1 X^{P1} + A X \qquad 0 \le X \le 1$$

$$V = B_2 X^{P2} \qquad 1 < X < \infty$$

که در آن :

$$P_1 = \frac{-3}{4} + \left(\frac{9}{16} + \frac{1}{P}\right)^{1/2} \qquad A = \frac{1}{1 - 2/5p}$$

$$P_2 = \frac{-3}{4} - \left(\frac{9}{16} + \frac{1}{P}\right)^{1/2} \qquad B_1 = \frac{P_2 - 1}{P_1 - P_2}$$

$$\gamma = \frac{H_b}{d_b} \qquad B_2 = \frac{P_1 - 1}{P_1 - P_2}$$

$$P = \frac{\pi SN}{\gamma f_c}$$

در این روابط :

www.SID.ir

Archive of SID

$x = \frac{x}{x_b}$:که در آن x فاصله هر نقطه از ساحل و xb عرض منطقه شکست است.

N = ضریب اختلاط هوا با آب.

F_c = ضریب اصطکاک بستر.

S = شیب بستر.

Y = اندیس شکست موج (نسبت ارتفاع موج به عمق موج در محل شکست).

همانطور که اشاره شد،این معادله،توزیع سرعت جریان در عرض منطقهٔ شکست را بدست می‌دهد. اما از آنجایی که شدت انتقال رسوب با سرعت جریان نسبت مستقیم دارد، بنابراین می‌توان همین معادله را برای توزیع رسوب در منطقه شکست نیز در نظر گرفت. بر طبق این معادله،ماکزیمم انتقال رسوب در محلی در حدود $\frac{y}{yb} = ۰/۷$ روی می‌دهد.

شکل (۲):طرح شماتیک توزیع سرعت بر اساس رابطه وود و فلمینگ (wood & fleming, 1981)در این پروژه برای محاسبهٔ توزیع رسوب در عرض منطقهٔ شکست از رابطه اخیر استفاده گردید و بر اساس آن برنامهٔ کامپیوتری توزیع رسوب تدوین شد.سپس با استفاده از خروجی‌های برنامه انتقال رسوب،نحوهٔ توزیع رسوب در عرض منطقه شکست در هر حالت محاسبه شد.

با استفاده از این برنامه، می توان در حالتهایی که طول آبشکن به گونه‌ای باشد که عرض منطقه شکست را به طور کامل قطع نکند،نسبت رسوب به تله افتاده در پشت شاخه به کل رسوب انتقالی را محاسبه نمود. در این حالت فرض می‌شود رسوبات در خطوط موازی با خط ساحل حمل شده و فقط آن قسمت از رسوبات که مستقیماً به پشت شاخه آورده می‌شوند در آن قسمت ترسیب شده و بقیهٔ رسوبات از انتهای شاخه می‌گذرند،بدون اینکه شاخه تأثیری بر روی آنها داشته باشد. در شکل ۳ این مسئله نشان داده شده است.

شکل (۳): نحوهٔ محاسبه رسوب به تله افتاده نسبت به کل رسوبات انتقالی با استفاده از پروفیل توزیع سرعت.

تغییر شکل خط ساحل

همانگونه که در قسمت قبل دیده شد،در اثر شکست موج جریانی از رسوب در امتداد ساحل شروع به حرکت می‌نماید. هرگاه در مسیر این جریانات مانعی ساخته شود،رسوبات در پشت آن به تله افتاده و ترسیب می‌شوند و در نتیجه شکل خط ساحل تغییر می‌نماید. اگر یک آبشکن عمود بر ساحل به گونه‌ای ساخته شود که عرض منطقه شکست را به طور کامل قطع کند، شکل خط ساحل به صورت معادله زیر تغییر میکند.

(۹)

$$y(x,t) = ۲\theta \left(\frac{Q_0 t}{\pi\theta h}\right)^{۰/۵} [e^{-u^۲} - u\sqrt{\pi}\xi] \qquad t \le t_p$$

که در آن :

$$u = -۲x\left(\frac{\theta h}{Q_0 t}\right)^{۰/۵}$$

$$\xi = ۱ - ۲\left[\frac{۱}{\sqrt{\pi}} \int_0^u e^{-u^۲}\, du\right]$$

www.SID.ir

Archive of SID

در این روابط :

θ =زاویه نزدیک شدن موج به ساحل به رادیان،این زاویه باید به اندازه کافی کوچک باشد تا بتوان $tg\theta$ را برابر θ در نظر گرفت.

Q_0 = نرخ انتقال رسوب ساحلی.

h = فاصله بین بالاترین و پائین‌ترین ترازی که رسوب در بین آن منتقل می‌شود.

t= زمان.

این معادله در شکل ۴ توصیف شده است.

شکل ۴:طرح کلی مدل تغییر شکل خط ساحل،[۶]

مقدار داخل کروشه در معادلهٔ ۹ را می‌توان با محاسبهٔ مقدار u،از شکل ۵ بدست آورد.

شکل ۵: ارتباط بین u و

پس از این که خط ساحل به انتهای شاخه رسید،کنارگذری رسوب آغاز می‌گردد.

در این حالت قسمتی از رسوبات از انتهای شاخه عبور نموده و بقیه رسوبات در پشت شاخه به تله افتاده و باعث تغییر شکل خط ساحل می‌شوند. از این زمان به بعد،شکل خط ساحل به صورت معادله زیر تغییر می‌کند[۱]:

$$y(x,t) = L\,E\left(\frac{x}{4At}\right) \qquad t \geq t_p \qquad (10)$$

در این رابطه :

L = طول آبشکن.

A = پارامترهای شامل جملهٔ انتقال رسوب بوده و می‌توان آن را با اعمال شرایط مرزی بین معادلات ۹ و ۱۰ در زمان $t=t_p$ بدست آورد.

t=زمان

E=نشان دهندهٔ تابع خطا (error function)بوده و برای این معادله از جدول ۲ قابل محاسبه است.

جدول ۲:مقادیر تابع خطا برای معادله ۱۰،[1]

آمار و اطلاعات موجود مربوط به استان بوشهر

الف : آمار باد

کاملترین آمار با در دسترس آمار ایستگاه هواشناسی بوشهر می‌باشد،که احتمال وقوع باد با سرعتهای مختلف را در ماههای سال بدست می‌دهد. برای حصول نتیجه بهتر،میانگین آمار باد ایستگاه بوشهر بین سالهای ۱۳۴۹ تا ۱۳۶۵ (۱۹۷۰ - ۱۹۸۵)محاسبه شد که در جدول ۳ ثبت شده است.

لازم به ذکر است که به کاربردن این آمار برای مناطق دور از ایستگاه بوشهر بدون خطا نخواهد بود ولی متأسفانه آمار کامل دیگری در کرانه های استان در دسترس نمی‌باشد. لذا از همین آمار برای تمام کرانه استان بوشهر استفاده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

ب ـ نقشه های موجود

نقشه های مورد استفاده در این پروژه عبارت بودند از:

ـ نقشه های با مقیاس $\frac{1}{50000}$ پوششی ایران و نقشه های هیدروگرافی با مقیاس $\frac{1}{350000}$ تهیه شده به وسیلهٔ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

ـ نقشه های هیدروگرافی تهیه شده توسط شرکت های مشاور جهت استفاده در طرح بنادر صیادی.

ـ نقشه های تهیه شده از وضعیت رسوب گذاری بنادر یا آبشکن ها توسط نویسندگان مقاله و همکاران در طی انجام مطالعه.

ج ـ نمونه رسوبات

از ۴ نقطه در بستر دریا در منطقهٔ شکست و مناطق رسوبگذاری شده نمونه‌گیری شده و منحنی دانه بندی رسوبات تهیه گردید. با بررسی منحنی دانه بندی در این ۴ نقطه ملاحظه گردید که قطر میانه ذرات رسوبی در این سواحل در حدود $D_{50}=0/19$ میلیمتر می‌باشد و رسوبات از نوع ماسه کوارتزی هستند. بنابراین استفاده از معادلهٔ cerc از این نظر مجاز می‌باشد.

بررسی آبشکن های استان بوشهر

آبشکن سالم آباد

آبشکن سالم آباد در محل روستای سالم آباد،جهت ایجاد ساحل و جلوگیری از تخریب خانه های روستا در اثر پیشرفت دریا،در حدود سال ۱۳۶۸ ساخته شده‌است. این روستا در ۱۰۳ کیلومتری شهر بوشهر قرار دارد. نقشه شماره ۱ بر اساس وضعیت رسوب‌گذاری و فرسایش اطراف این آبشکن تهیه شد. طول آبشکن در حدود ۴۸ متر می‌باشد. در حال حاضر بالادست آبشکن کاملا" از رسوب پرشده و آنگونه که مشهود است،مدت زمان زیادی از شروع کنارگذری رسوب از انتهای آن میگذرد. نوع رسوب گذاری و فرسایش در این محل به خوبی نشان دهنده جهت خالص انتقال رسوب ساحلی از شمال غرب به جنوب شرق می‌باشد. این پدیده تقریبا" در تمام طول ساحل استان بوشهر مشاهده می‌شود با استفاده از برنامه تهیه شده،پتانسیل انتقال رسوب ساحلی محاسبه شد که نتایج در جدول ۴ ثبت گردیده است. ملاحظه می‌شود پتانسیل انتقال رسوب خالص در این محل برابر $Qn=37035$ متر مکعب در سال می‌باشد.

با توجه به عرض منطقه شکست برای جهات و سرعتهای مختلف باد که توسط برنامه محاسبه گردیده،ملاحظه می‌شود که در بعضی حالات،عرض منطقه شکست از طول اپی بزرگتر است. به عبارت دیگر اپی کاملا"عرض منطقه شکست را قطع نمی‌نماید و بنابراین فقط قسمتی از رسوبات انتقالی را در پشت خود به تله می‌اندازد. برای محاسبهٔ نسبت رسوب به تله افتاده به کل رسوب انتقالی،از برنامه توزیع رسوب استفاده‌شد که نتایج محاسبات در جدول ۵ آورده شده است. با توجه به نتایج نهایی محاسبات ملاحظه می‌شود که :

$$t_e = \frac{\text{میزان رسوب به تله افتاده}}{\text{کل رسوب خالص منتقل شده}} = \frac{27442}{37035} = 0/74$$

www.SID.ir

Archive of SID

به عبارت دیگر تنها حدود ۷۴ درصد از کل رسوبات منتقل شده در عرض نوار ساحلی در پشت اپی به تله می‌افتد و باعث تغییر در خط ساحل می‌شود.

در مرحله بعد با استفاده از وضعیت موجود،نرخ انتقال رسوب ساحلی تخمین زده می‌شود.به این منظور از معادلان ۹ و ۱۰ که خط ساحل تئوری را در اثر رسوب‌گذاری یک مانع بدست می دهند،استفاده می‌نماییم. به این صورت که مقادیری برای پارامترهای موجود در این معادلات فرض نموده و خط ساحل تئوری رابدست می‌آوریم و آنرا با خط ساحل واقعی مقایسه می‌نماییم و این کار را آنقدر تکرار می‌کنیم تا خط ساحل تئوری و واقعی بر همدیگر منطبق شوند .در این حالت می‌توان گفت که مقادیر انتخابی صحیح بوده است. مقدار h را با استفاده از نتایج برنامه انتقال رسوب که ماکزیمم عرض منطقهٔ شکست را بدست می‌دهد و نقشهٔ تهیه شده از محل آبشکن بدست آوردیم. حدود مقدار θ را نیز با استفاده از وضع موجود و نتایج برنامه آنالیز موج حدس‌زده و با چند بار تغییر به مقدارمناسب آن رسیدیم.

با توجه به نقشه ملاحظه می‌شود که کنارگذری رسوب از انتهای شاخه آغاز شده‌است.بنابراین خط ساحل تئوری بر اساس معادله ۱۰ تغییر می‌کند. با انجام تعداد زیادی تکرار،در حالت زیر بهترین تطابق بین منحنی تئوری وخط ساحل واقعی بدست آمد:

$Q_{\circ} = ۲۵۰۰۰ \ m^{۳}/yr$

$\theta = ۶^{\circ}$

$h = ۲/۵ m$

در این حالت معادله خط ساحل تئوری به صورت زیر می‌باشد:

$$y(x,t) = ۴۸ E \left(\frac{x}{\sqrt{۲۳۸۷۲t}}\right)$$

و زمان شروع کنارگذری رسوب در این حالت $tp=۱/۷۳$سال بدست می‌آید. با توجه به اینکه در زمان برداشت وضعیت رسوب‌گذاری در حدود ۵ سال از ساخت آبشکن گذشته بوده است،بنابراین معادله خط ساحل تئوری در این زمان به صورت زیر است :

$$y(x) = ۴۸ E \left(\frac{x}{۳۴۵}\right)$$

شکل حاصل از این معادله و خط ساحل واقعی در شکل ۶ رسم شده‌اند که نشان دهندهٔ تطابق خوب این دو منحنی می‌باشد.

از آنجایی که میزان رسوب به تله افتاده در پشت اپی در حدود ۷۴ درصد از کل رسوبات می‌باشد،بنابراین حجم کل انتقال رسوب ساحلی در این محل برابر است با:

$$Q = \frac{۲۵۰۰۰}{۰/۷۴} = ۳۳۷۸۴ \ m^{۳}/yr$$

www.SID.ir

Archive of SID

که این رقم تقریباً ۹ درصد از مقدار بدست آمده بوسیله معادله cerc کمتر است.

آبشکن بونجو

روستای بونجو در حدود ۹۸ کیلومتری شهر بوشهر واقع است. خانه های این روستا در اثر برخورد امواج در معرض خطر تخریب قرار گرفته بوده و برای مقابله با این مسئله،در سال ۱۳۶۹ یک آبشکن به طول ۴۲ متر در این محل ساخته شده است. این آبشکن نسبت به خط ساحل عمود نبوده و زاویه‌ای در حدود درجه دارد. از وضعیت رسوب‌گذاری و فرسایش در اطراف این آبشکن نیز نقشهٔ شماره ۲ تهیه گردید.

با استفاده از برنامه انتقال رسوب،محاسبات موج و رسوب در این محل انجام پذیرفت که نتایج در جدول ۶ ثبت شده است. با توجه به نتایج ملاحظه می‌شود که دبی خالص انتقال رسوب در این محل Q_n = ۵۵۷۴۳ متر مکعب در سال می‌باشد.

با استفاده از برنامه توزیع رسوب،نسبت رسوب به تله افتاده در پشت اپی برابر te =۵۶ درصد بدست آمد. یعنی در حدود ۵۶ درصد از کل رسوبات انتقالی در پشت اپی به تله افتاده و باعث تغییر شکل خط ساحل می‌شوند.

با توجه به نقشه تهیه شده ملاحظه می‌شود که مدت زمان زیادی از شروع کنارگذری رسوب می‌گذرد. بنابراین خط ساحل تئوری را از مقاله ۱۰ بدست می‌آوریم. پس از چندین بار تغییر در مقادیر پارامترها،در حالت زیر بهترین تطابق بین خط ساحل واقعی و تئوری به وجود آمد :

Q_s = ۲۴۰۰۰ m^3/yr

$\theta = 7^\circ$

h = ۲/۵ m

و معادله تغییرات خط ساحل تئوری به صورت زیر می‌باشد :

$$y(x,t) = 42\,E\left(\frac{x}{\sqrt{17405t}}\right)$$

با توجه به گذشت ۵ سال از زمان ساخت اپی،معادله خط ساحل تئوری در این زمان به صورت زیر است:

$$y(x) = 42\,E\left(\frac{x}{295}\right)$$

شکل خط ساحل تئوری و واقعی در شکل ۷ رسم شده‌اند که نشان دهندهٔ مطابقت خوب این دو می‌باشد.

با توجه به اینکه میزان به تله‌اندازی رسوبات در پشت اپی برابر ۵۶ درصد بدست آمد،بنابراین نرخ کل انتقال رسوب خالص در این محل برابر است با :

$$Q = \frac{24000}{0/56} = 42857$$

www.SID.ir

Archive of SID

اختلاف این عدد با مقدار بدست آمده از معادله cerc برابر است با :

$$\frac{۵۵۷۴۳-۴۲۸۵۷}{۵۵۷۴۳} \times ۱۰۰ = ٪۲۳$$

آبشکن بوالخیر

این آبشکن در نزدیکی روستای بوالخیر در ۸۰ کیلومتری شهر بوشهر در حدود سال ۱۳۶۷ ساخته شده است. این آبشکن در حقیقت قسمتی از موج شکن اصلی یک بندر صیادی می‌باشد که قرار بوده در این محل ساخته شود،ولی بنا به دلایلی پس از ساخت این قسمت ادامه کار متوقف گردیده است. در حال حاضر این شاخه با توجه به طول نسبتاً زیاد خود که حدوداً ۳۴۰ متر است،به صورت مانعی در سر راه انتقال رسوب ساحلی عمل می‌نماید که باعث رسوب‌گذاری در قسمت بالاست و فرسایش در قسمت پائین‌دست آن شده است. نقشهٔ شماره ۳ براساس وضعیت رسوب‌گذاری و فرسایش این شاخه تهیه شده است. با استفاده از برنامه انتقال رسوب،محاسبات موج و رسوب در محل این آبشکن انجام پذیرفت که نتایج آن در جدول ۷ ثبت شده است.

نتایج اجرای توزیع رسوب در این محل نشان داد که تقریباً تمام رسوبات انتقالی در عرض منطقه شکست در پشت شاخه به تله افتاده و باعث تغییر شکل خط ساحل می‌شود. با استفاده از معادله ۹ خط ساحل تئوری بدست آمد. در حالت زیر بهترین انطباق بین تئوری و واقعیت بدست آمد:

$Q_s = ۳۵۰۰۰ \ m^3/yr$

$\theta = ۱۴°$

$h = ۴ \ m$

معادله خط ساحل تئوری به صورت زیر تغییر می‌کند:

$$y(x,t) = ۲۱۳/۵۳ \ E(u)\sqrt{t}$$

با توجه به گذشت حدود ۷ سال از ساخت اپی،معادله خط ساحل تئوری به صورت زیر می‌باشد:

$$y(x) = ۵۶۵ \ E(u)$$

در شکل ۸،خط ساحل تئوری و واقعی ترسیم شده‌اند.

مقایسه ارقام بدست آمده از معادله cerc و وضع موجود نشان می‌دهد که عدد بدست آمده از وضع موجود در حدود ۱۹ درصد از عدد بدست آمده از معادله cerc کمتر است.

www.SID.ir

Archive of SID

آبشکن پور شهاب (خور شهاب)

در محل روستای پورشهاب در ۸۶ کیلومتری شهر بوشهر،جهت جلوگیری از تخریب خانه‌های روستا در اثر حمله امواج،یک آبشکن به طول تقریبی ۱۲۸ متر در حدود سال ۱۳۶۹ ساخته شده است. نقشه شماره ۴ بر اساس وضعیت رسوب‌گذاری و فرسایش اطراف این آبشکن تهیه شده است. با توجه به نقشه ملاحظه می‌شود که خط ساحل تقریبا" به انتهای شاخه رسیده و در آستانهٔ شروع کنارگذری قرارگرفته است.

نتایج اجرای برنامه انتقال رسوب در جدول ۸ ثبت شده است. اجرای برنامهٔ توزیع رسوب نیز نشان داد که تقریبا" در همهٔ حالات آبشکن کل عرض منطقه شکست را قطع می‌نماید. بنابراین اکثر رسوبات در پشت آن به تله می‌افتند و باعث تغییر در شکل خط ساحل می شوند.

با توجه به نقشه شماره ۴،ملاحظه می‌شود که آبشکن تقریبا" در آستانه کنارگذری رسوب قرارگرفته است. بنابراین از معادله ۹ تغییرات خط ساحل را بدست می‌آوریم. با وجود انجام تعداد زیادی آزمون و خطا،در هیچ حالتی تطابق کامل بین خط ساحل واقعی و تئوری ایجاد نشد. این مسئله می‌تواند به علت وجود یک پیشامدگی خشکی در دریا،در قبل از این که آبشکن به وجود آمده باشد. به هر حال بهترین انطباق در حالت زیر به وجود می‌آید:

$Q_s = ۴۳۰۰۰\ m^۳/yr$

$\theta = ۷^\circ$

$h = ۳\ m$

خط ساحل تئوری و واقعی در شکل ۹ رسم شده‌اند.

در این حالت t=۵/۵ سال بدست می‌آید که با توجه به عمر تقریبا" ۵ ساله آبشکن و با توجه به اینکه آبشکن در آستانه کنارگذری رسوب قرار گرفته،می‌توان به صحت ارقام فوق اطمینان بیشتری حاصل نمود.

اختلاف بین میزان انتقال رسوب خالص بدست آمده از وضع موجود و معادله cerc در این حال برابر است با :

$$\frac{۵۵۷۴۳-۴۳۰۰۰}{۵۵۷۴۳} \times ۱۰۰ = ٪۲۳$$

خلاصه

در قسمتهای قبل،با بررسی آبشکن‌های ساخته شده در استان بوشهر،با در نظر گرفتن فرضیاتی به نرخ انتقال رسوب ساحلی رسیدیم. همانگونه که ملاحظه گردید،بین ارقام بدست آمده از وضعیت موجود و نرخ انتقال رسوب بدست آمده از معادله cerc،بین ۹ تا ۲۳ درصد اختلاف وجود دارد.قسمتی از این اختلاف میتواند ناشی از فرضیاتی باشد که در زیر در مورد هرکدام بحث می‌شود:

الف ـ در این پروژه،برای پیش بینی وضع موج از آمار باد ایستگاه بوشهر استفاده نموده‌ایم که این پیش بینی مسلما" با درصدی خطا همراه بوده است و برای حصول به نتایج دقیق‌تر،باید آمار موج در محل در دسترس باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

ب ـ زمان وزش تداوم باد در آمار باد ایستگاههای هواشناسی مشخص نیست که این بـزرگترین مـعایب و نواقص این آمار می‌باشد. معمولاً زمانی بین ۳ تا ۵ ساعت به عنوان زمان تداوم زمان وزش باد در خلیج فارس در نظر گرفته می‌شود که کاملاً فرضی بوده و دقیق نیست. به هر حال محاسبات متعددی که درحین انجام این پروژه انجام پذیرفت،نشان دهندهٔ این مسئله بود که احتمالاً زمان تداوم وزش باد در این قسمت از خلیج فارس (در محدودهٔ سواحل استان بوشهر)در حدود ۳ ساعت و یا حتی کمتر از آن می‌باشد.زیرا با زمان تداوم‌های بزرگتر از این مقدار،معادله cerc مقدار انتقال رسوب زیادی بدست می‌دهد که به استناد نتایج بدست آمده در این تحقیق،نمی‌تواند صحیح باشد.

ج ـ به علت در دسترس نبودن هرگونه آمار جزر و مد در این منطقه،به جز تراز سطح آب در چند حالت مشخص در دو نقطه،فرض بر این گذاشته شد که بالاترین خط ساحل در ابتدای آبشکن‌ها بالاترین حد بالا آمدن آب یا HHWL باشد و با این فرض،خط CDتعیین شده و با استناد به نتایج بدست آمده از برنامه آنالیز شکست موج و ماکزیمم عرض منطقه شکست،مقدار h در معادلات مربوطه بدست آمد.این مسئله،یعنی فرض نمودن بالاترین تراز سطح آب می‌تواند با خطا همراه باشد که در نهایت در نتایج بدست آمده اثر می‌گذارد.

د ـ به دلیل کمبود امکانات،امکان انجام هیدروگرافی کامل منطقه نزدیک به آبشکن میسر نبود،و شیب بستر دریا عموماً با اندازه‌گیری عمق در نزدیکی خط ساحل،بدست آمده‌است. به همین دلیل عرض منطقهٔ شکست که با توجه به محل شکست موج به دست می‌آید،می‌تواند تا حدودی تغییر کند که در نتایج مؤثر خواهد بود.

هـ ـ همانگونه که ملاحظه‌گردید،برای توزیع رسوب در منطقهٔ شکست،مدل‌های مختلفی ارائه گردیده است که با یکدیگر اختلاف زیادی دارند.در این پروژه از مدل وود استفاده گردید که در آن ماکزیمم انتقال رسوب،در محلی در حدود Y_b ۰/۷ اتفاق می‌افتد.از آنجایی که توزیع رسوب در عرض نوار انتقال رسوب ساحلی می‌تواند متفاوت با فرض انجام شده باشد،لذا امکان دارد اختلافی بین نتایج حاصل از واقعیت و تئوری حاصل شود.

البته مدل انتخاب شده این

مزیت را دارد که تقریباً حد واسط مدل‌های مختلف قرار دارد. زیرا تعدادی از مدل‌ها ماکزیمم انتقال رسوب را در حدود y_b ۰/۹ تا y_b دانسته و برخی نیز محل وقوع ماکزیمم انتقال در حدود y_b ۰/۳ تا yb ۰/۵ می‌دانـند. بنابراین انتخاب y_b ۰/۷ = Y_{max} حد واسط ارقام فوق می‌باشد.

و ـ احتمال روگذری موج از روی اپی و همچنین عبور موج و جریان ساحلی از داخـل بـدنه وجـود دارد کـه می‌تواند باعث انتقال قسمتی از رسوبات به پائین دست اپی شود که از این مسئله در اینجا صرفنظر گردیده است.

نتیجه گیری

۱ـ با توجه به جمیع موارد فوق،می توان چنین نتیجه گرفت که اختلاف بین ارقام بدست آمده از دو روش،در حد کاملاً معقول و قابل قبول می‌باشد. با استناد به محاسبات انجام پذیرفته،می‌توان گفت که زمان تداوم وزش باد در سواحل استان بوشهر،خصوصاً از شهر بوشهر تا حدود ۱۵۰ کیلومتری جنوب شرق این شهر،در حدود ۳ ساعت می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

۲ـ با در نظر گرفتن تمام عوامل مؤثر در محاسبهٔ نرخ انتقال رسوب ساحلی،معادلهٔ cerc در محدودهٔ سواحل این استان جوابهای قابل قبول و معتبری از نرخ انتقال رسوب بدست می‌دهد.البته نکته مهمی که حتماً باید در نظر گرفته شود،این است که هر گونه تغییر در خط ساحل،نظیر خورها یا دماغه‌ها،و یا ورود جریان رودخانه‌های بزرگ به دریا،می‌تواند شدیداً نرخ انتقال رسوب در یک ناحیه را تحت تأثیر قرار دهد.بطوریکه ارقام بدست آمده از معادله cercدیگر قابل اعتماد نباشند.برای مثال وجود خلیج های بوشهر و هلیله در شمال غرب و جنوب شرق شهر بوشهر،مانع رسیدن رسوبات زیاد به داخل این محدوده می‌شوند،در حالی که معادله cercارقام بسیار بزرگی را بدست می‌دهد. وضع موجود بنادر در این قسمت و وضعیت شیب بستر دریا،نشان دهندهٔ نرخ انتقال رسوب بسیار کمتر از مقدار بدست آمده از معادله فوق است. [۷]و[۱۱]

References

1. Brunn, P., POrt Engineering, Gulf Publication Company, Fourth Edition, vol.2, 1990.

2. Fulford, E.T., "Distribution of sediment transport across the surf zone", Proc. coastal sediments '87,ASCE, PP.452-467.

3. Kamphuis, j.W., "Alongshore sediment transport rate",journal of waterway, Port, coastal and ocean Eng., ASCE, VOL.117,NO.6., Nov/Des 1991.

4. U.S. Army C.E.R.C, Shore Protection Manual, 1984 (second printing,1990).

5. Watanabe, "Total rate and distribution of longshore sand transport",coastal Eng. conf., A

SCE, 1992, chapter 194,PP. 2528-2541.

6. Wood, A.M.M. and Fleming, C.A., Coastal hydraulics, the MacMillan press ltd, Second Edition, 1981.

۷ـ ایزد پناه،هادی،"بررسی پدیده رسوب‌گذاری در بنادر صیادی جلالی،محمد عامری قدیم،محمد عامری جدید،رستمی،لاور و دیر در استان بوشهر"،پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد،۱۳۷۵

۸- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح،نقشه های پوششی ایران،مقیاس $\frac{۱}{۵۰۰۰۰}$

۹- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح،نقشه های هیدروگرافی خلیج فارس،مقیاس $\frac{۱}{۳۵۰۰۰۰}$

۱۰- سازمان هواشناسی کشور،سالنامه هواشناسی،۱۳۴۹ الی ۱۳۶۵

۱۱- عربشاهی،آرش،"بررسی پدیده رسوب‌گذاری در بنادر صیادی جفره،بندرگاه،عامری،رستمی و نخل‌تقی در استان": پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۵.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ : شکل‌های مختلف رابطهٔ CERC برای محاسبه نرخ انتقال رسوب ساحلی.

شماره رابطه	داده‌های مورد نیاز	معادله
۱	Hs_b, α_b	$Q = ۳/۵۸۸\times۱۰^{۶} Hs_b^{۲/۵} \sin(۲\alpha_b)$
۲	Hs_o, α_o	$Q = ۲/۰۲۹۴\times۱۰^{۶} Hs_o^{۲/۵} \cos\alpha_o^{۰/۲۵} \sin(۲\alpha_o)$
۳	$Hs_o, t, \alpha_b, \alpha_o$	$Q = ۱/۲۶۶۲\times۱۰^{۶} Hs_o^{۲} T \sin\alpha_b \cos\alpha_o$
۴	Hs_b, T, α_o	$Q = ۲۰/۳۷\times۱۰^{۶} \frac{Hs_b^{۳}}{T} \sin\alpha_o$

در جدول فوق، Hs_o = ارتفاع موج مشخصه در آب عمیق، Hs_b = ارتفاع موج مشخصه در محل شکست، α_o = زاویه موج نسبت به خط ساحل در آب عمیق، α_b = زاویه تاج موج نسبت به خط ساحل در محل شکست و T = پریود موج می‌باشد.

جدول ۲ : مقادیر تابع خطا برای حل معادله ۱۰، [۱]

U	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۱/۲	۲	∞
∅(U)	۰	۰/۱۱۲	۰/۲۲۳	۰/۳۲۸	۰/۴۲۸	۰/۵۲	۰/۶۶۷	۰/۷۹۶	۰/۹۱	۰/۹۹۵	۱

$E(U) = ۱ - \varnothing(U)$

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: آمار باد متوسط ۱۵ ساله ایستگاه بوشهر.

ارتفاع اندازه گیری باد = 10.0 متر

سرعت باد (نات)	توزیع سرعت باد (نات)								
	1 3	4 6	7 9	10 12	13 15	16 18	19 21	22 24	25 27
شمال	7	1027	2161	203	0	0	0	0	0
شمال شرق	26	1646	126	35	0	0	0	0	0
شرق	39	1045	311	54	0	0	0	0	0
جنوب شرق	0	534	534	957	98	6	0	0	0
جنوب	2	213	613	652	205	40	2	0	0
جنوب غرب	0	573	1706	272	8	0	0	0	0
غرب	0	505	2567	2810	1	0	0	0	1
شمال غرب	0	91	2910	6381	730	0	0	0	0

تعداد هوای ارام = 11379

تعداد کل دیده بانی = 40505

سرعت باد (نات)	احتمال وقوع (درصد)								
	1 3	4 6	7 9	10 12	13 15	16 18	19 21	22 24	25 27
شمال	.02	2.54	5.34	.5	0	0	0	0	0
شمال شرق	.06	4.06	.31	.09	0	0	0	0	0
شرق	.1	2.58	.77	.13	0	0	0	0	0
جنوب شرق	0	1.32	1.32	2.36	.24	.01	0	0	0
جنوب	.005	.53	1.51	1.61	.51	.1	.005	0	0
جنوب غرب	0	1.41	4.21	.67	.02	0	0	0	0
غرب	0	1.25	6.34	6.94	.002	0	0	0	.002
شمال غرب	0	.22	7.18	15.75	1.8	0	0	0	0

درصد هوای ارام = %28.13

www.SID.ir

جدول ۴: نتایج محاسبهٔ تفصیل انتقال رسوب سنجی بر اساس معادلهٔ CERC در محل آبشکن ۴ منجو

	NORTH			NORTH EAST			EAST			SOUTH EAST		
U knot	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr
3	0.06	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.06	0	0
6	0.17	7	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.17	0	0
9	0.32	72	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.32	0	0
12	0.50	20	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.50	0	0
15	0.70	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.70	0	0
18	0.93	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.93	0	0
21	1.17	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	1.17	0	0
24	1.44	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	1.44	0	0
27	1.73	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	1.73	0	0

	SOUTH			SOUTH WEST			WEST			NORTH WEST		
U knot	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr
3	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0
6	0.17	0	48	0.17	0	2.7	0.17	141	7	0.17	36	0
9	0.32	0	654	0.32	0	3643	0.32	3408	161	0.32	5550	0
12	0.50	0	2108	0.50	0	1752	0.50	11272	532	0.50	36785	0
15	0.70	0	1575	0.70	0	123	0.70	8	0	0.70	9911	0
18	0.93	0	622	0.93	0	0	0.93	0	0	0.93	0	0
21	1.17	0	56	1.17	0	0	1.17	0	0	1.17	0	0
24	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0
27	1.73	0	0	1.73	0	0	1.73	73	3	1.73	0	0

Qlt = 67284.73 (m^3/year)

Qrt = 11542.04 (m^3/year)

Qq = 78826.77 (m^3/year)

Qn = [illegible] (m^3/year)

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

جدول ۵: نتایج محاسبه توزیع سرعت در عرض منطقهٔ شکست و محاسبهٔ بازده رسوبگیری آبشکن سالم‌آباد.

WIND DIRECTION = south-east

W (KNOT)	Q R TO L	Qt R TO L	Q L TO R	Qt L TO R
3	0	0	0	0
6	0	0	0	0
9	0	0	1	1
12	0	0	6	6
15	0	0	1	1
18	0	0	0	0
21	0	0	0	0
24	0	0	0	0
27	0	0	0	0

WIND DIRECTION = west

W (KNOT)	Q R TO L	Qt R TO L	Q L TO R	Qt L TO R
3	0	0	0	0
6	240	240	0	0
9	5782	5232	0	0
12	19123	6875	0	0
15	13	2	0	0
18	0	0	0	0
21	0	0	0	0
24	0	0	0	0
27	124	3	0	0

WIND DIRECTION = south

W (KNOT)	Q R TO L	Qt R TO L	Q L TO R	Qt L TO R
3	0	0	0	0
6	0	0	93	93
9	0	0	1263	1143
12	0	0	4069	2012
15	0	0	3039	905
18	0	0	1201	171
21	0	0	109	11
24	0	0	0	0
27	0	0	0	0

WIND DIRECTION = north-west

W (KNOT)	Q R TO L	Qt R TO L	Q L TO R	Qt L TO R
3	0	0	0	0
6	17	17	0	0
9	2571	2571	0	0
12	17039	15419	0	0
15	4591	2927	0	0
18	0	0	0	0
21	0	0	0	0
24	0	0	0	0
27	0	0	0	0

WIND DIRECTION = south-west

W (KNOT)	Q R TO L	Qt R TO L	Q L TO R	Qt L TO R
3	0	0	0	0
6	16	16	135	135
9	228	145	1918	1223
12	110	39	923	332
15	8	1	65	12
18	0	0	0	0
21	0	0	0	0
24	0	0	0	0
27	0	0	0	0

trapped sediment in right to left direction= 33487.66

trapped sediment in left to right direction= 6045.621

net trapped sediment= 27442.04

www.SID.ir

جدول ۶: نتایج محاسبه پتانسیل انتقال رسوب ساحلی بر اساس معادلهٔ CERC در محل آبشکن بونجو.

	NORTH			NORTH EAST			EAST			SOUTH EAST		
U knot	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr
3	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0
6	0.17	0	48	0.17	0	257	0.17	141	7	0.17	36	0
9	0.32	0	654	0.32	0	3643	0.32	3408	161	0.32	5550	0
12	0.50	0	2108	0.50	0	1752	0.50	11272	532	0.50	36785	0
15	0.70	0	1575	0.70	0	123	0.70	8	0	0.70	9912	0
18	0.93	0	622	0.93	0	0	0.93	0	0	0.93	0	0
21	1.17	0	56	1.17	0	0	1.17	0	0	1.17	0	0
24	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0
27	1.73	0	0	1.73	0	0	1.73	73	3	1.73	0	0

	SOUTH			SOUTH WEST			WEST			NORTH WEST		
U knot	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr
3	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0
6	0.17	0	48	0.17	0	257	0.17	141	7	0.17	36	0
9	0.32	0	654	0.32	0	3643	0.32	3408	161	0.32	5550	0
12	0.50	0	2108	0.50	0	1752	0.50	11272	532	0.50	36785	0
15	0.70	0	1575	0.70	0	123	0.70	8	0	0.70	9912	0
18	0.93	0	622	0.93	0	0	0.93	0	0	0.93	0	0
21	1.17	0	56	1.17	0	0	1.17	0	0	1.17	0	0
24	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0
27	1.73	0	0	1.73	0	0	1.73	73	3	1.73	0	0

Qlt = 67284.73 (m^3/year)

Qrt = 11542.04 (m^3/year)

Qg = 78826.77 (m^3/year)

Qn = 55742.7 (m^3/year)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷ : نتایج محاسبه پتانسیل انتقال رسوب ساحلی بر اساس معادلهٔ CERC در محل آبشکن بوالخیر.

U knot	NORTH Hs m	NORTH Qrt m^3/yr	NORTH Qlt m^3/yr	NORTH EAST Hs m	NORTH EAST Qrt m^3/yr	NORTH EAST Qlt m^3/yr	EAST Hs m	EAST Qrt m^3/yr	EAST Qlt m^3/yr	SOUTH EAST Hs m	SOUTH EAST Qrt m^3/yr	SOUTH EAST Qlt m^3/yr
3	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0
6	0.17	0	41	0.17	0	269	0.17	123	13	0.17	38	0
9	0.32	0	556	0.32	0	3815	0.32	2962	313	0.32	5946	0
12	0.50	0	1793	0.50	0	1835	0.50	9798	1035	0.50	39409	0
15	0.70	0	1339	0.70	0	129	0.70	7	1	0.70	10619	0
18	0.93	0	529	0.93	0	0	0.93	0	0	0.93	0	0
21	1.17	0	48	1.17	0	0	1.17	0	0	1.17	0	0
24	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0
27	1.73	0	0	1.73	0	0	1.73	64	7	1.73	0	0

U knot	SOUTH Hs m	SOUTH Qrt m^3/yr	SOUTH Qlt m^3/yr	SOUTH WEST Hs m	SOUTH WEST Qrt m^3/yr	SOUTH WEST Qlt m^3/yr	WEST Hs m	WEST Qrt m^3/yr	WEST Qlt m^3/yr	NORTH WEST Hs m	NORTH WEST Qrt m^3/yr	NORTH WEST Qlt m^3/yr
3	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0
6	0.17	0	41	0.17	0	269	0.17	123	13	0.17	38	0
9	0.32	0	556	0.32	0	3815	0.32	2962	313	0.32	5946	0
12	0.50	0	1793	0.50	0	1835	0.50	9798	1035	0.50	39409	0
15	0.70	0	1339	0.70	0	129	0.70	7	1	0.70	10619	0
18	0.93	0	529	0.93	0	0	0.93	0	0	0.93	0	0
21	1.17	0	48	1.17	0	0	1.17	0	0	1.17	0	0
24	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0
27	1.73	0	0	1.73	0	0	1.73	64	7	1.73	0	0

Qlt = 69112.09 (m^3/year)

Qrt = 11722.18 (m^3/year)

Qg = 80834.27 (m^3/year)

Qn = 57389.9 (m^3/year)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸: نتایج محاسبه پتانسیل انتقال رسوب ساحلی بر اساس معادلهٔ CERC در محل آبشکن پورشهاب.

	NORTH			NORTH EAST			EAST			SOUTH EAST		
U knot	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr
3	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0
6	0.17	0	48	0.17	0	257	0.17	141	7	0.17	36	0
9	0.32	0	654	0.32	0	3643	0.32	3408	161	0.32	5550	0
12	0.50	0	2108	0.50	0	1752	0.50	11272	532	0.50	36785	0
15	0.70	0	1575	0.70	0	123	0.70	8	0	0.70	9912	0
18	0.93	0	622	0.93	0	0	0.93	0	0	0.93	0	0
21	1.17	0	56	1.17	0	0	1.17	0	0	1.17	0	0
24	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0
27	1.73	0	0	1.73	0	0	1.73	73	3	1.73	0	0

	SOUTH			SOUTH WEST			WEST			NORTH WEST		
U knot	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr	Hs m	Qrt m^3/yr	Qlt m^3/yr
3	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0	0.06	0	0
6	0.17	0	48	0.17	0	257	0.17	141	7	0.17	36	0
9	0.32	0	654	0.32	0	3643	0.32	3408	161	0.32	5550	0
12	0.50	0	2108	0.50	0	1752	0.50	11272	532	0.50	36785	0
15	0.70	0	1575	0.70	0	123	0.70	8	0	0.70	9912	0
18	0.93	0	622	0.93	0	0	0.93	0	0	0.93	0	0
21	1.17	0	56	1.17	0	0	1.17	0	0	1.17	0	0
24	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0	1.44	0	0
27	1.73	0	0	1.73	0	0	1.73	73	3	1.73	0	0

Qlt = 67284.73 (m^3/year)

Qrt = 11542.04 (m^3/year)

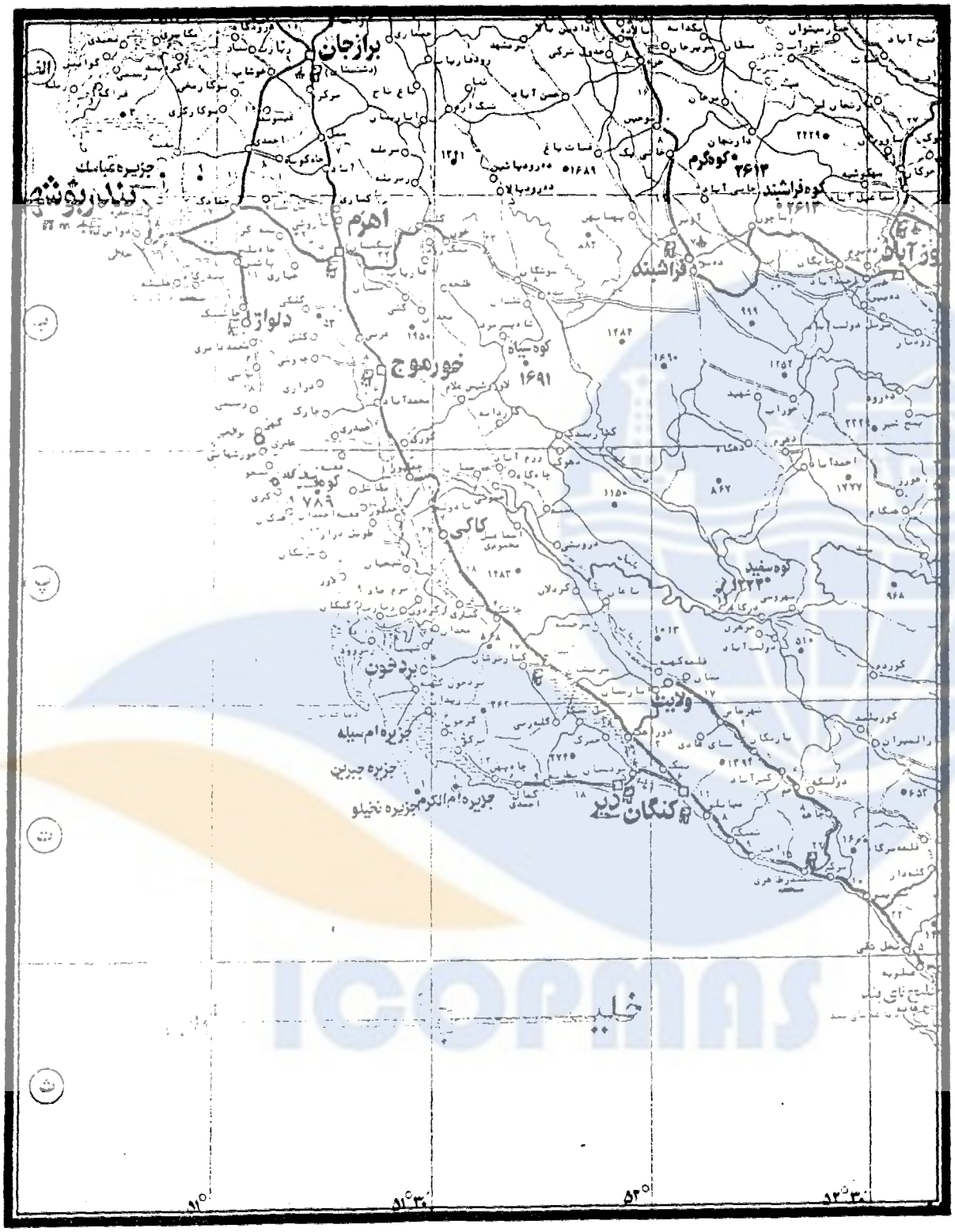
Qg = 78826.77 (m^3/year)

Qn = 55742.7 (m^3/year)

www.SID.ir

Archive of SID

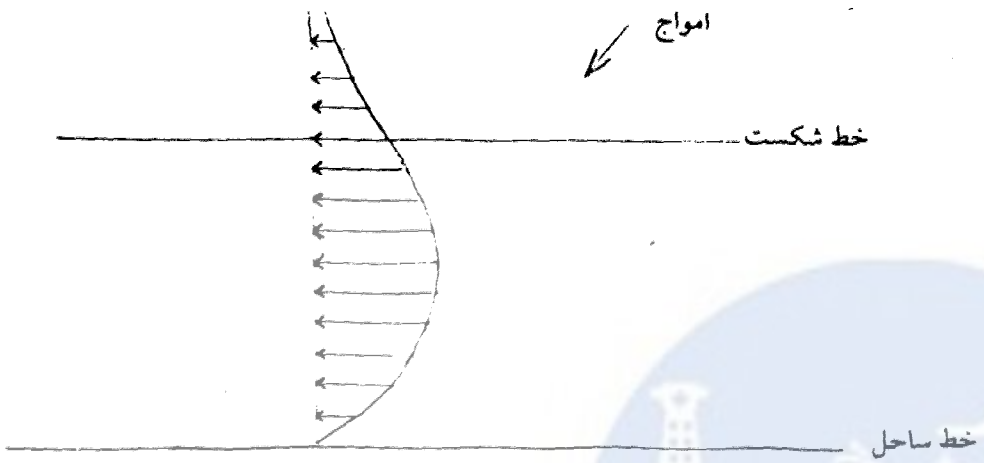
Archive of SID



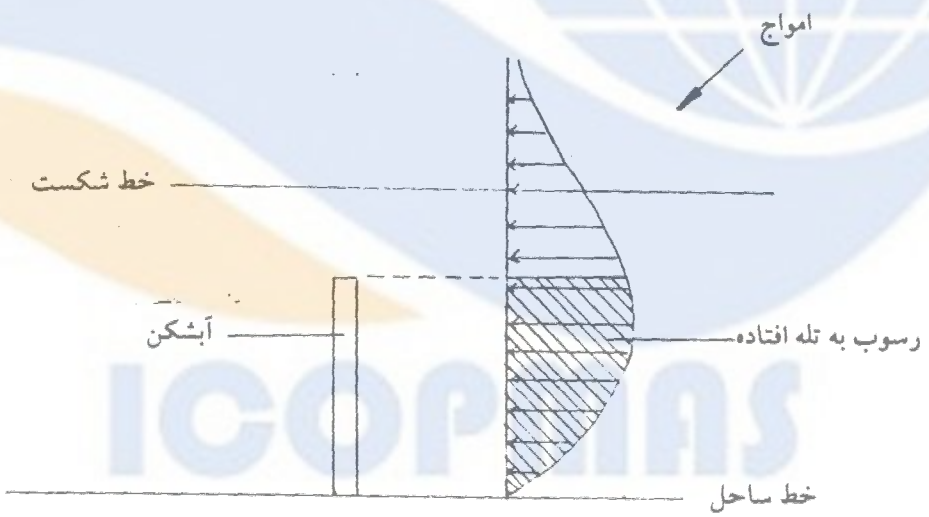
شکل ۱ : موقعیت کلی بنادر و آبشکن‌های استان بوشهر.

www.SID.ir

Archive of SID



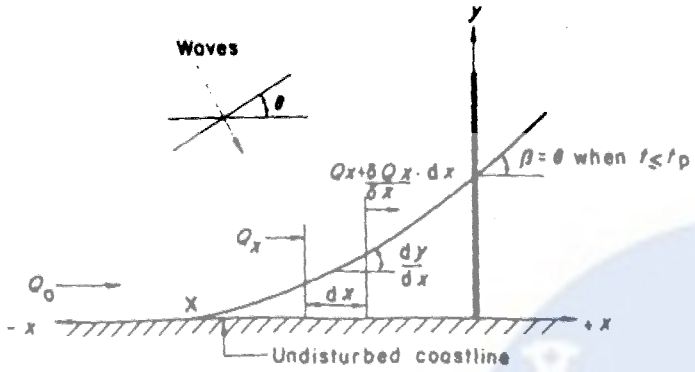
شکل (۲) : طرح شماتیک توزیع سرعت بر اساس رابطهٔ وود و فلمینگ (Wood & Fleming, 1981)



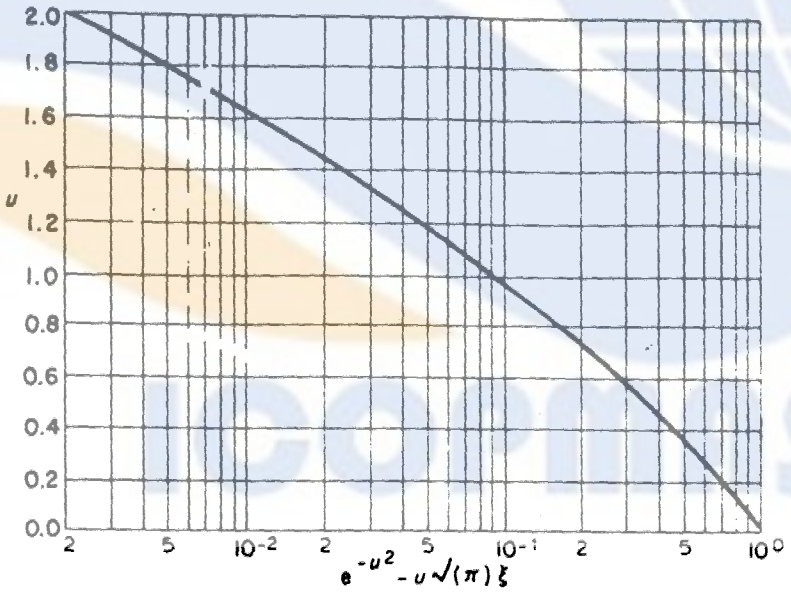
شکل (۳) : نحوهٔ محاسبهٔ رسوب به تله افتاده نسبت به کل رسوبات انتقالی با استفاده از پروفیل توزیع سرعت.

www.SID.ir

Archive of SID



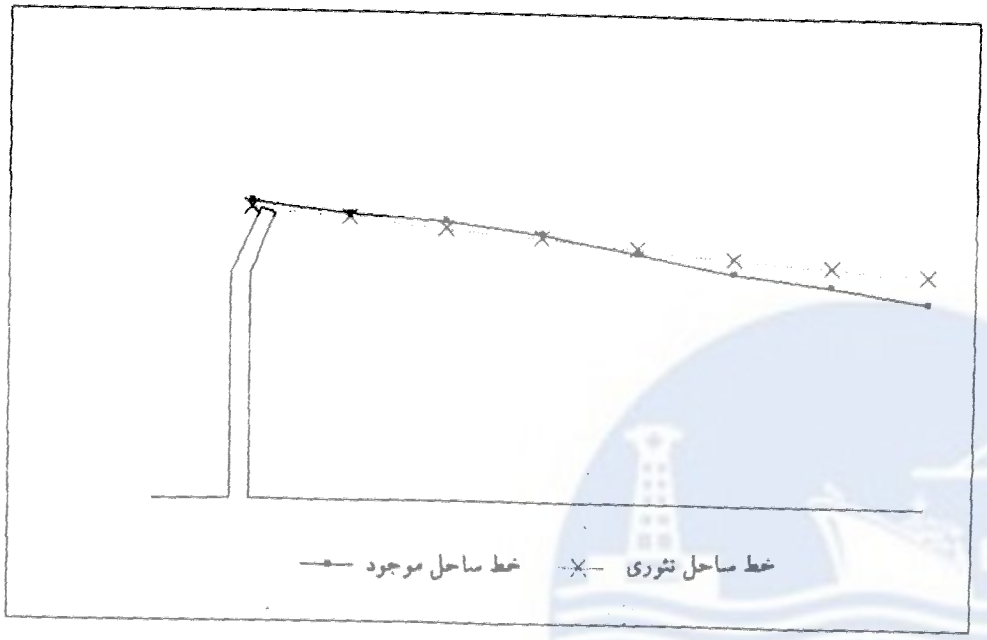
شکل ۴: طرح کلی مدل تغییر شکل خط ساحل، [۶]



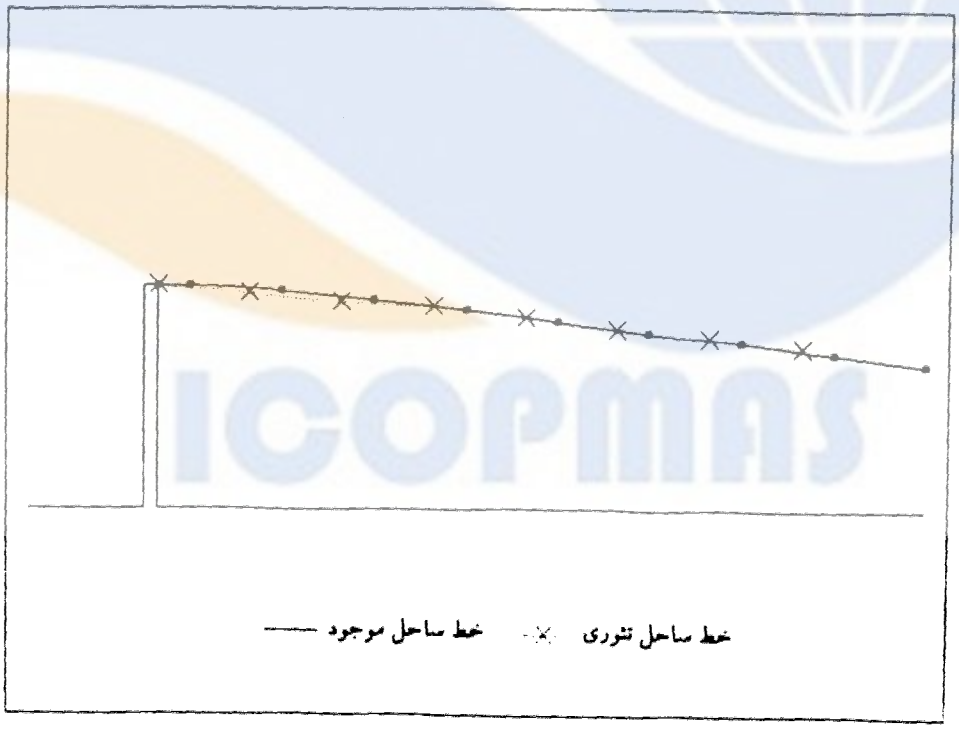
شکل ۵: ارتباط بین u و $[e^{-u^2} - u\sqrt{\pi}\xi]$، [۶]

www.SID.ir

Archive of SID



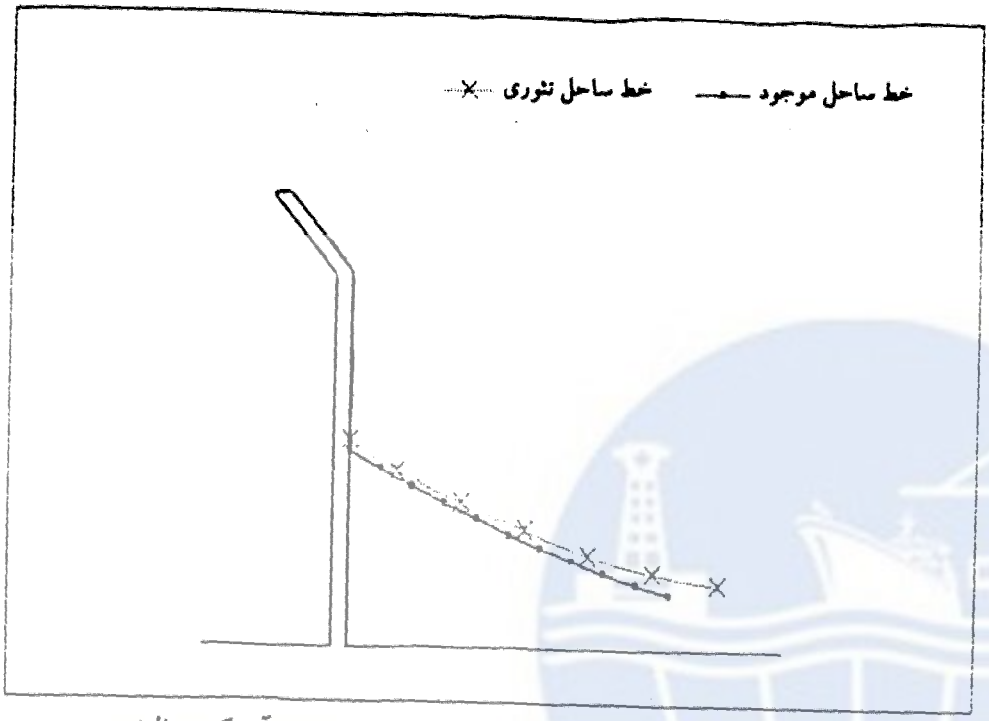
شکل ۶ : خط ساحل تئوری و خط ساحل موجود، بالادست آبشکن سالم آباد



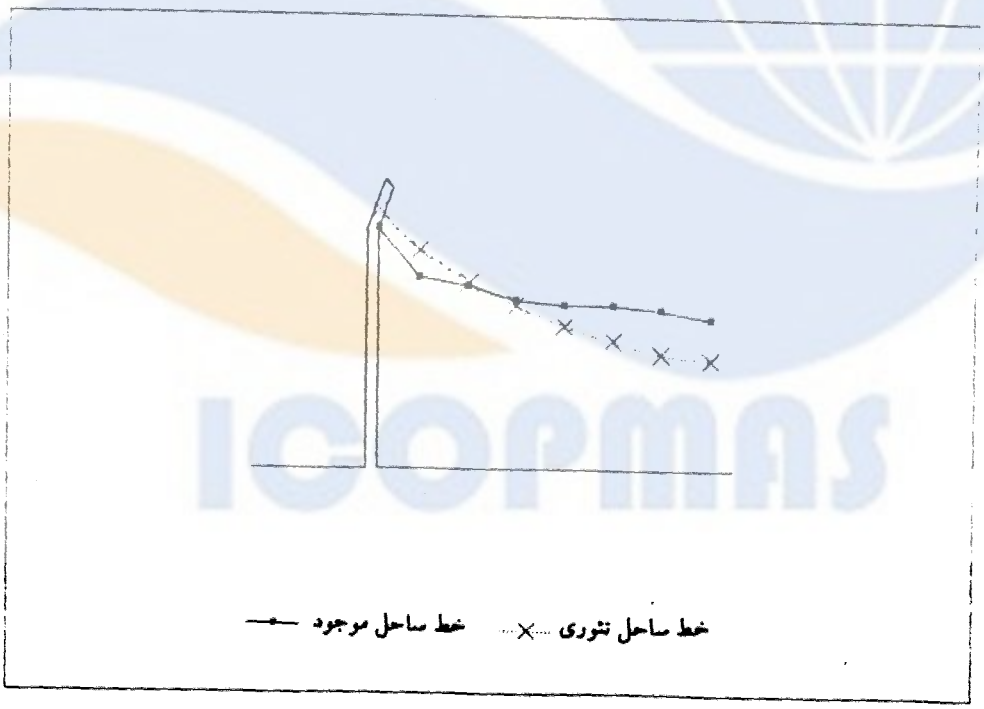
شکل ۷ : خط ساحل تئوری و خط ساحل موجود، بالادست آبشکن بونجو

www.SID.ir

Archive of SID



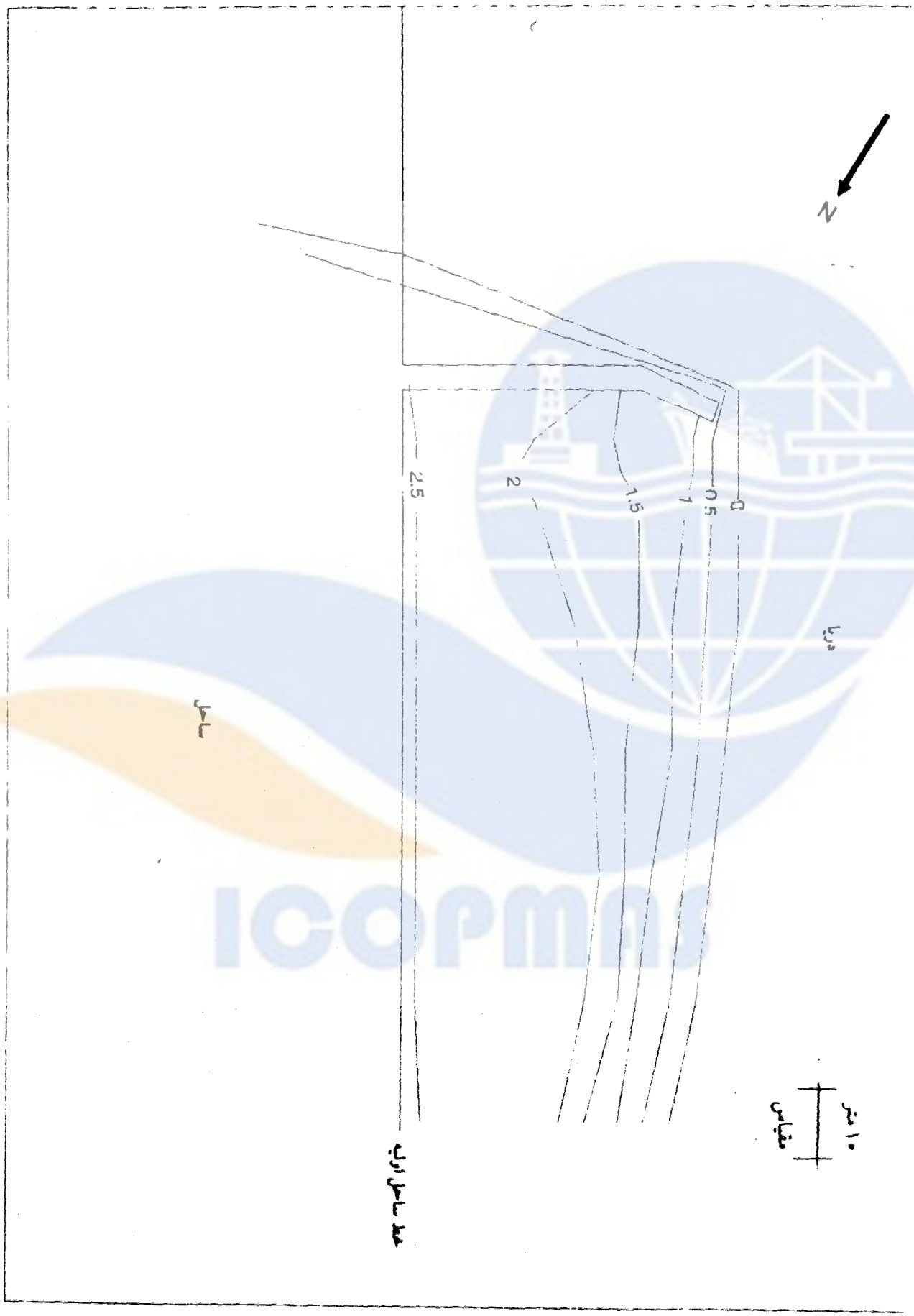
شکل ۸ : خط ساحل تئوری و خط ساحل موجود، بالادست آبشکن بوالخیر



شکل ۹ : خط ساحل تئوری و خط ساحل موجود، بالادست آبشکن خورشهاب

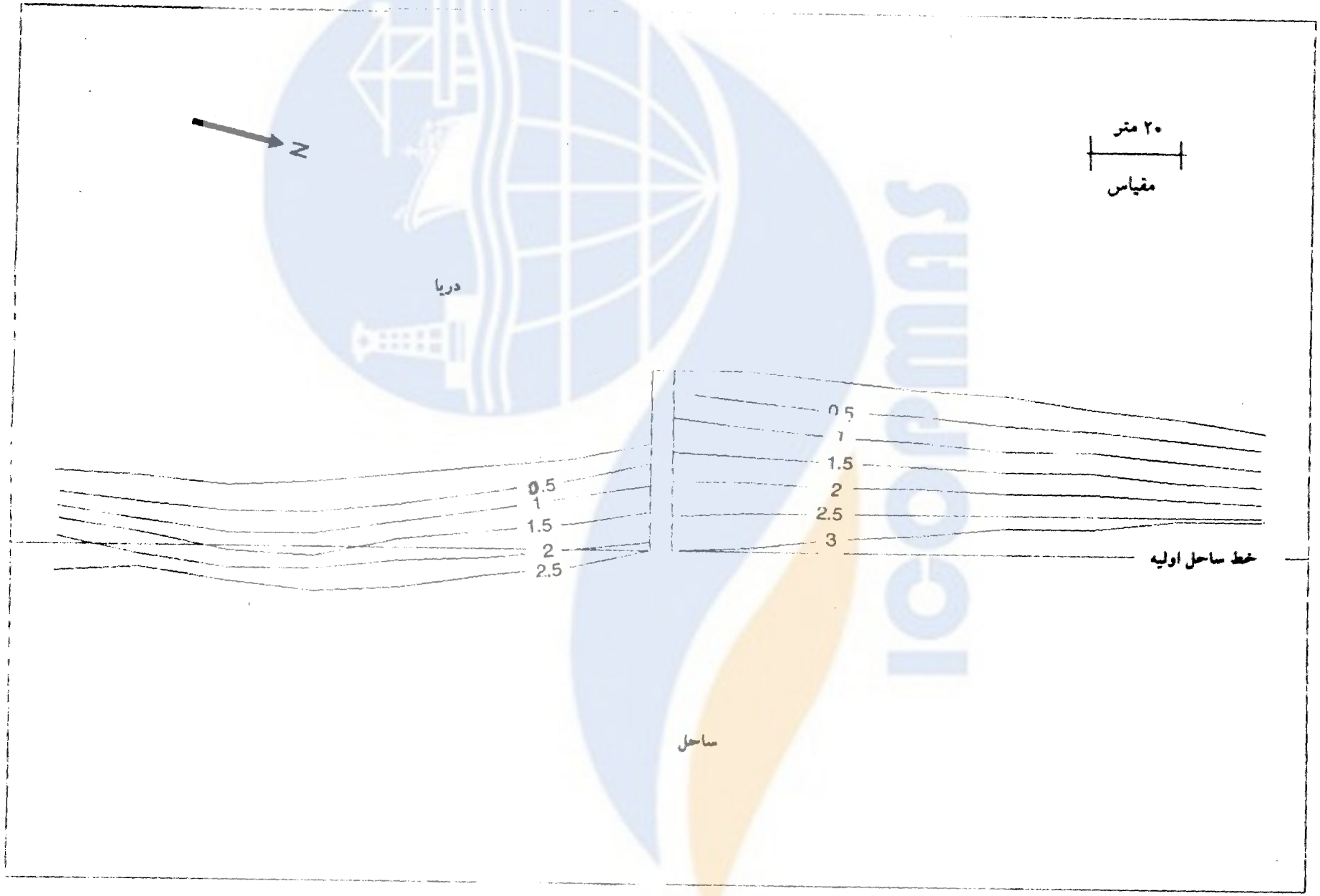
www.SID.ir

Archive of SID



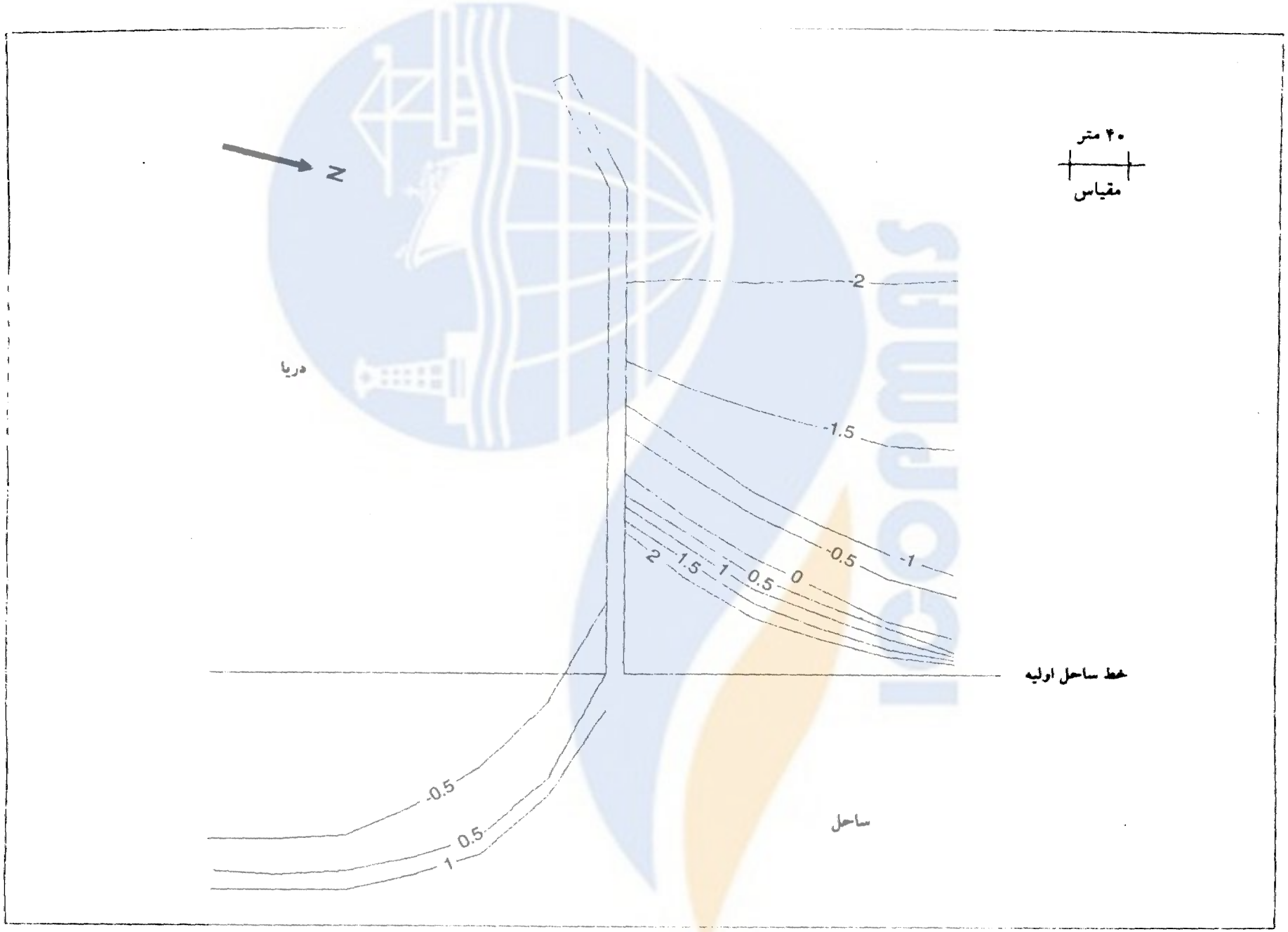
نقشهٔ ۱: وضعیت توپوگرافی ساحل در محل آبشکن سالم‌آباد.

www.SID.ir



نقشهٔ ۲ : وضعیت توپوگرافی ساحل در محل آبشکن بونجو.

www.SID.ir
Archive of SID



نقشهٔ ۳: وضعیت توپوگرافی ساحل در محل آبشکن بوالخیر.

www.SID.ir
Archive of SID

Archive of SID

نقشهٔ ۴: وضعیت توپوگرافی ساحل در محل آبشکن پورشهاب.

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation of Sedimentation in the Breakwaters of Bushehr Province and Estimation of Sediment Transfer Rate on these Coasts

A. Arabshahi, Eng. – M. R. Jafarzadeh, Ph.D.

Civil Engineering Group - Engineering School of Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Estimating the coastal sediment transfer rate was always one of the most important and complicated phases of designing maritime structures, especially those connected to shore. One of the equations obtained for this purpose is the one proposed by the Coast Energy Research Center (CERC), of US Army. Although this equation is being vastly used by consultant engineers in our country, there were no comprehensive investigations on the validity of its results in Iranian coasts. In this research, surveying sedimentation status upstream the constructed breakwaters of the Bushehr Province coasts helps estimate and compare the coastal sediment transfer rate to the values of the CERC equation. By implementing the sediment distribution profiles at the width of the breaking zone, the sedimentation output of the breakwaters was achieved and then by using the coastline shape shifting equations under the influence of a barrier, the theoretical coastline equation was obtained and compared to the reality. This procedure was repeated until these two coastlines overlapped and thus, the coastal sediment transfer rate was estimated. One of the most important results of this investigation was the efficiency indication of the CERC equation in calculating the coastal sediment transportation rate of the Bushehr Province, and also the time indication of the wind continuity at the coasts of this state.

Keywords: sedimentation; Persian Gulf; breakwater; sediment transfer rate

www.SID.ir