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

تحلیل نرخ انتقال رسوبات بادی در خلیج چابهار

محسن سلطانپور
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
soltanpour@kntu.ac.ir

زهرا پزنده ماسوله
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
pazande@sina.kntu.ac.ir

محمد دیباج نیا
Baird & Associates
mdibajnia@baird.com

مصطفی رضایی اصل
مرکز جهاد تحقیقات آب و انرژی
m.rezaiiasl@yahoo.com

مقدمه

پیش بینی نرخ انتقال رسوب از پیش نیازهای اصلی در طراحیهای مرتبط با مهندسی سواحل است. اگرچه انتقال رسوب در اکثر حالات عمدتا توسط امواج و جریانها صورت می گیرد اما حالاتی نیز وجود دارد که رسوبات منتقل شده توسط باد قابل توجه می باشند. در چنین شرایطی صرفنظر کردن از انتقال رسوبات بادی در بودجه رسوبی به خطا های بزرگی در تعیین مولفه های رسوبی منطقه مورد بررسی منجر می گردد. اصولا حجم تحقیقات انجام شده در خصوص انتقال رسوبات ساحلی توسط باد در مقایسه با سایر مکانیزم های انتقال رسوب بسیار محدود می باشد و پراکندگی آراء محققین در خصوص پیش بینی نرخ این انتقال رسوب نیز قابل ملاحظه است. در این مقاله میزان انتقال رسوبات بادی با استفاده از روابط مختلف و انجام اندازه گیریهای میدانی در محدوده آب شیرین‌کن در خلیج چابهار مورد مطالعه قرار گرفته است.

محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در داخل خلیج چابهار و در ضلع غربی کارخانه آب شیرین کن در طول جغرافیایی۲۵ درجه و ۲۶ دقیقه شمال و عرض جغرافیایی ۶۰ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی واقع شده است. مساحت این محدوده ۳۰۰ هکتار است که حدود ۱۰۴ هکتار از آن به منظور تثبیت شنهای روان در سال ۱۳۸۳ مالچ پاشی شده است (اشکال ۱ و ۲).

از مولفه‌های مهم بودجه رسوب در این منطقه، انتقال رسوبات توسط باد می‌باشد که از جنوب به سوی شمال و عمدتا در محدوده زمانی خرداد تا شهریور ماه روی می‌دهد. درختچه‌های کوچکی جهت جلوگیری از ورود این رسوبات در سواحل غربی اسکله آب شیرین‌کن کاشته شده اند.

وضعیت بادهای منطقه مورد مطالعه

اطلاعات باد موجود منطقه شامل آمار سه ساعته ایستگاههای باد چابهار و کنارک و اطلاعات باد ۶ ساعته خریداری شده ECMWF می باشد. موقعیت محلی این اطلاعات در شکل ۳ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که ارتفاع اطلاعات باد در سه داده موجود متفاوت می باشد به گونه ای که در ایستگاه چابهار سرعت باد در ارتفاع ۸ متری از سطح زمین و در ایستگاه کنارک در ارتفاع ۱۲ متری برداشت شده اند در حالی که در خروجیهای ECMWF سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری ارائه شده است.

شکل ۴ گلبادهای حاصل از اطلاعات باد منطقه را نشان می دهد. همانگونه که در گلبادهای ارائه شده دیده می شود جهت وزش غالب باد در ایستگاه کنارک از جنوب به شمال است در حالی که در ایستگاه چابهار فراوانی بادهای جهت جنوب شرقی به شمال غربی نیز قابل توجه می باشند. همچنین سرعت باد در ایستگاه کنارک نسبت به دو داده دیگر بیشتر است.

www.SID.ir

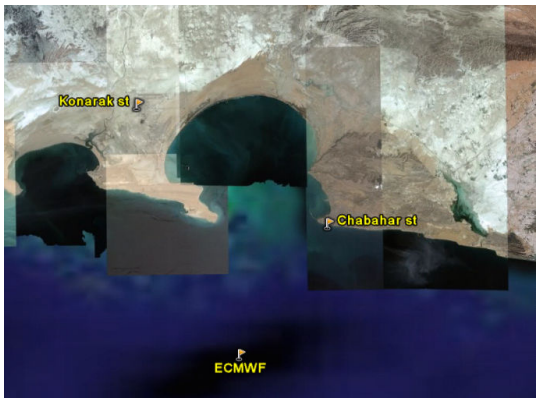
Archive of SID

شکل ۱: منطقه مورد مطالعه در مجاورت آب شیرین کن خلیج چابهار

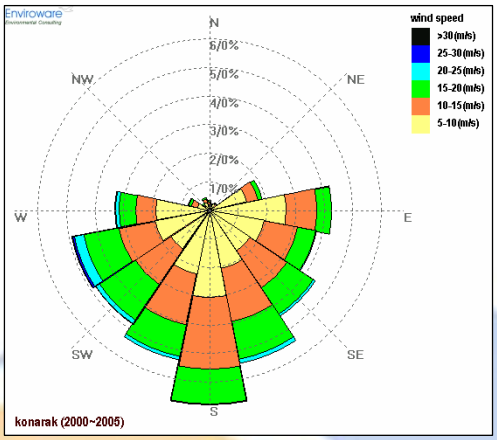
شکل ۲ عکس هوایی محدوده ماش پاشی شده در سواحل غربی آب شیرین کن چابهار

www.SID.ir

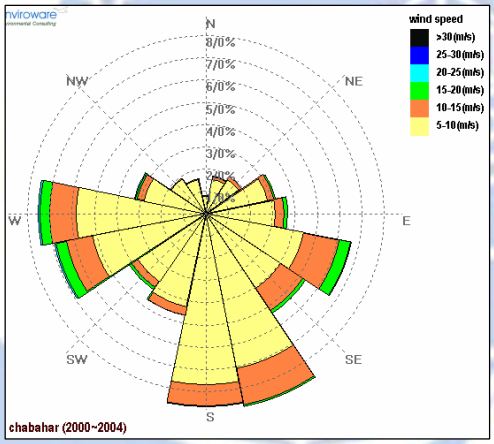
Archive of SID



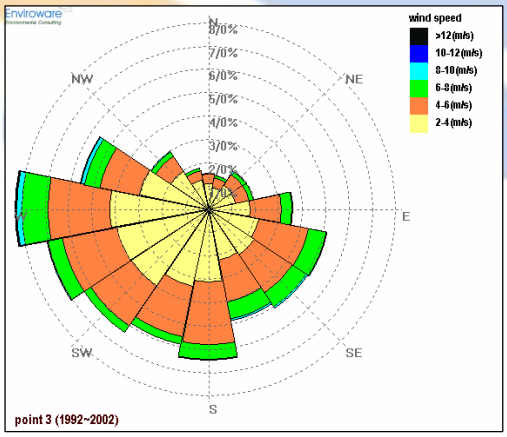
شکل ۳: موقعیت اطلاعات باد منطقه



ب- گلباد ایستگاه باد کنارک از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵



الف- گلباد ایستگاه باد چابهار از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴



ج- گلبادECMWF از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۲

شکل ۴: گلباد حاصل از اطلاعات باد منطقه

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه گیری ها

در این تحقیق مختصات محدوده مالچ پاشی شده با استفاده از GPS و ارتفاع رسوبات انباشته شده بر روی مالچ با خط کش اندازه گیری شده اند. بسته به قدرت باد و اندازه ذرات، ارتفاع ماسه انباشتی در نقاط مختلف متفاوت است به گونه ای که با دور شدن از ساحل میزان ماسه بادی کاهش یافته و ارتفاع ماسه انباشتی بر روی مالچ کمتر می شود. در نقاط نزدیک ساحل این ارتفاع ماسه در محدوده ۱۲-۹ سانتی متر متغیر می باشد که با دورشدن از ساحل به حدود ۷-۵ سانتی متر می رسد. ارتفاع ماسه ها در مناطق خیلی دور بین ۳-۰ سانتی متر متغیر است. شکل ۵ نقاط برداشت عمق ماسه بادی و شکل ۶ نمایی از ماسه بادی های انباشته شده را نشان می دهد. اشکال ۷ و ۸ نیز به ترتیب ارتفاع ماسه بادی در ۳۴ نقطه برداشت شده و منحنی های تراز هم ارتفاع ماسه را نشان می دهند. حجم انباشت رسوبات در این محدوده با گذشت سه سال از زمان مارچ پاشی ۳۰۰۰۰ متر مکعب با ارتفاع میانگینی در حدود ۳ cm برآورد می گردد. همانگونه که مشاهده می شود بیشترین ارتفاع ماسه انباشتی در بخش میانی روی داده است که پوشش گیاهی محدودی در آن وجود دارد. با در نظر گرفتن عرض ۱۶۰۰ متری ضلع جنوبی محدوده مالچ پاشی شده به عنوان عرض ورودی رسوبات، متوسط میزان نرخ انتقال رسوبات بادی در حدود ۶/۴ متر مکعب در متر عرض ساحل در سال می باشد.

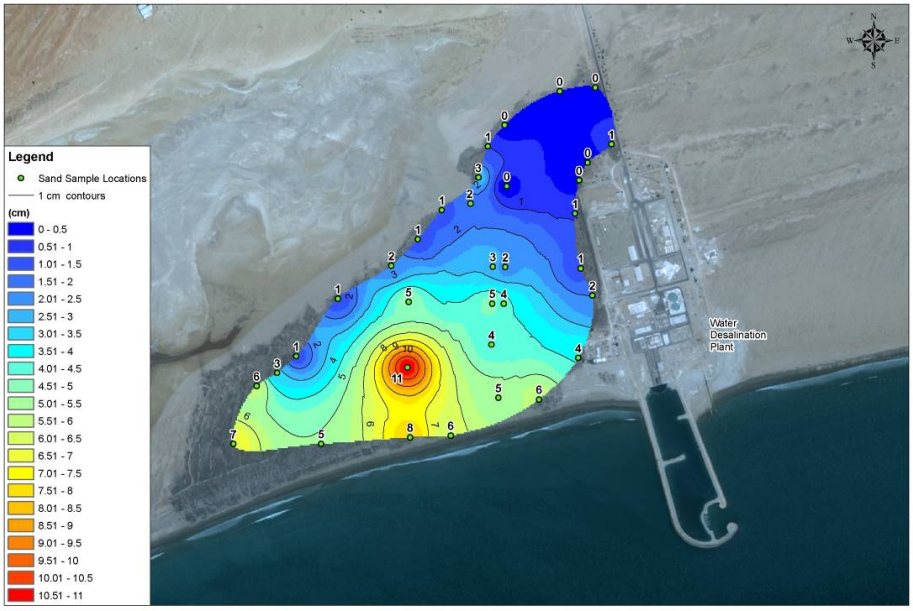
شکل۵: محل برداشت ارتفاع ماسه در محدوده مالچ پاشی

شکل۶: ارتفاع ماسه در مناطق مسطح نزدیک به ساحل (۹ تا ۱۲ سانتی‌متر)

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۷: محدوده برداشت اطلاعات و ارتفاع ماسه بادی در نقاط برداشت شده



شکل۸: منحنی تراز ماسه بادی انباشت شده

روابط نرخ انتقال رسوبات

سرعت باد و گرادیان عمودی آن (توزیع سرعت در ارتفاع) در نزدیکی سطح زمین دو عامل اصلی انتقال رسوبات توسط باد هستند. مشخصه ها و ویژگی های رسوب مانند اندازه، توزیع اندازه، تراکم و حجم مرطوب آن نیز نقش مهمی در میزان انتقال ایفا می کنند. در اثر توزیع عمودی سرعت باد، در سطح زمین نیرویی برشی حاصل می شود که در صورت وجود روئیدنیها تنها می تواند بر روی بالاترین لایه خاک موثر باشد. گرادیان سرعت مشخصا متاثر از توپوگرافی محلی، روئیدنی های گیاهی و کاربری زمین قرار دارد که این مجموعه

www.SID.ir

Archive of SID

شکل عمومی زبری سطح زمین نامیده می شود. در این تحقیق از مجموعه روابط متنوعی که برای تخمین نرخ انتقال ماسه ها توسط باد در واحد عرض ساحل پیشنهاد شده‌اند، سه رابطه Kawamura (1951)، Bangnold (1973) و Hsu (1991) رای پیش بینی نرخ انتقال رسوبات بادی خلیج چابهار انتخاب شده اند:

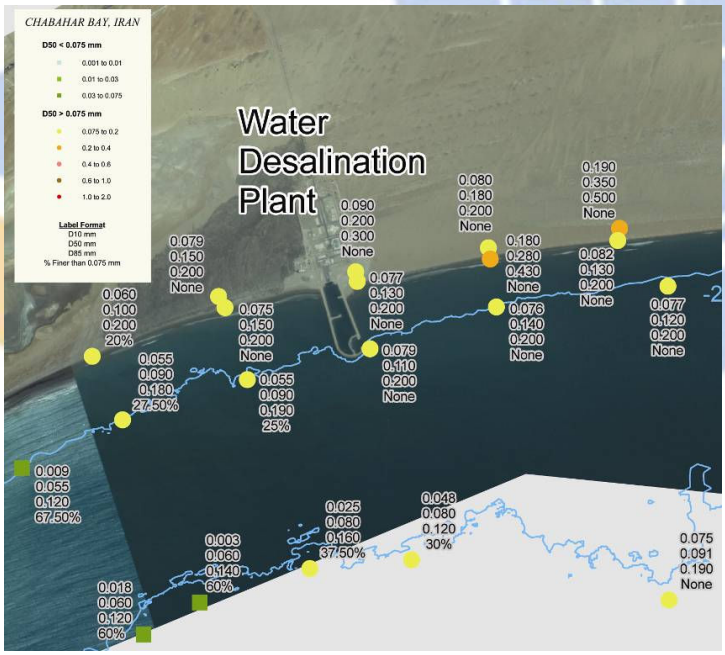
$$Bagnold: q = 1.1\frac{\rho_a}{g}u_*^3 \qquad (۱)$$

$$Kawamura: q = K_K\frac{\rho_a}{g}(u_* + u_{*_c})^2(u_* - u_{*_c}) \qquad (۲)$$

$$Hsu: q = K_H\left[\frac{u_*}{\sqrt{gD}}\right]^3 \qquad (۳)$$

که در آنها: ρ_a = جرم حجمی هوا و برابر ۰/۰۰۱۲۲۶ gm/cm^3، g= شتاب ثقل ، u^* = سرعت برشی برحسب cm/s ، u_{*_c} = سرعت برشی آستانه برحسب cm/s ، q= نرخ انتقال رسوبات برحسب gm/cm-s، K_K = ضریب تجربی ۱/۰۵ و K_H = ضریب ابعادی نرخ انتقال رسوبات بادی است که از رابطه $e^{-9.63 + 4.91D}$ محاسبه (D بر حسب میلیمتر) می شود.

شکل ۹ نتایج آزمایشات دانه بندی رسوبات محدوده آب شیرین کن را نشان می دهد. با توجه به قطر میانگین ۰/۱۵ میلیمتر رسوبات منطقه، چهار قطر رسوبی ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲ و ۰/۴ میلیمتر جهت بررسی حساسیت روابط به قطر میانگین ذرات مورد مقایسه قرار گرفته اند. همچنین فرض شده است که ماسه ها خشک بوده و بارش قابل ملاحظه ای در منطقه وجود ندارد.



شکل۹: دانه بندی ذرات در محدوده آب شیرین کن چابهار

محاسبات دربازه زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ صورت گرفته است. همچنین رسوبات انتقال یافته تنها برای سرعتهای بالاتر از سرعت آستانه برشی بالاتر از سرعت برشی آستانه محاسبه شده اند. سرعت آستانه برشی بر اساس روش ارائه شده در CEM (۲۰۰۵) محاسبه شده است که به طور مثال برای قطر میانگین ۰/۲ میلیمتر سرعت آستانه برشی ۲۴/۱ cm/s را ارائه می دهد. شکل ۱۰ گلباد های

www.SID.ir

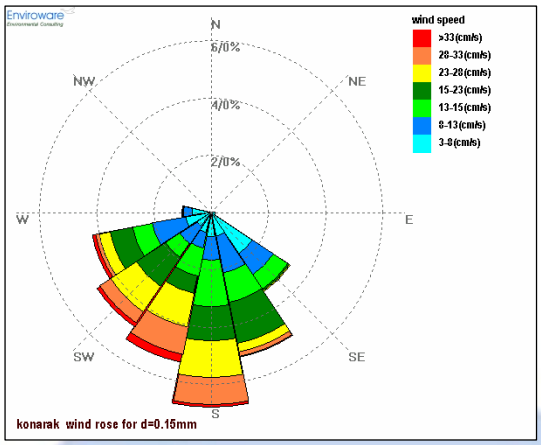
Archive of SID

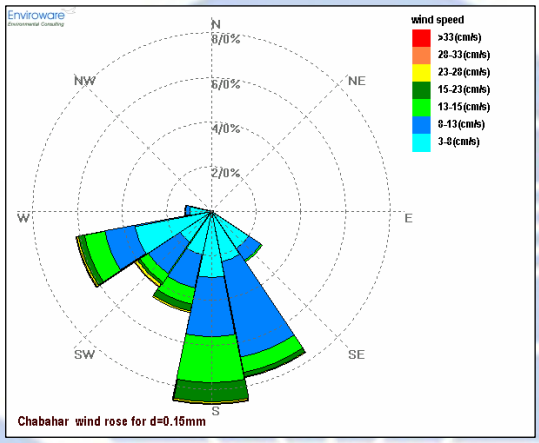
موثر متناظر با قطر میانگین ۰/۱۵ میلیمتر و جدول ۱ میانگین سالانه نرخ انتقال رسوبات بادی (m3/m/year) را حالات مختلف نشان می دهد.

تحلیل و نتیجه گیری

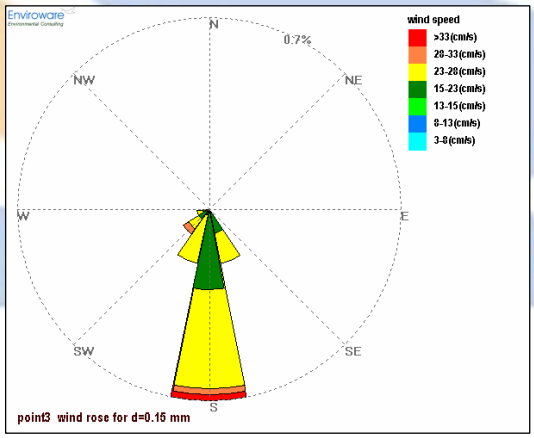
در اکثر حالات بادهای ایستگاه چابهار از سمت غرب و شرق بوده و بنابراین تاثیر کمتری در نرخ انتقال رسوبات در راستای شمالی – جنوبی دارد در حالی که بادهای غالب ثبت شده در ایستگاه کنارک عمدتا از سوی جنوب می باشندکه انتقال رسوب بیشتری نسبت ایستگاه چابهار در راستای جنوب به شمال باعث می شوند. در اطلاعات ECMWF نیز علی رغم جهت غالب جنوب به شمال فراوانی وقوع بادها کم می باشد. در مجموع اطلاعات ایستگاه باد کنارک در مقایسه با دو داده دیگر نتایج قابل قبولتری را ارائه می دهند.

نرخ انتقال رسوبات بدست آمده از داده های باد ایستگاه کنارک با قطر میانگین ذرات رسوب ۰/۱۵ در محدوده ۴ تا ۱۱ m3/m/year می باشد و نرخ محاسبه شده توسط رابطه Bagnold (۵/۶ m3/m/year) بهترین نتیجه را در این منطقه ارائه می دهد.





الف- ایستگاه باد چابهار از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ ب- ایستگاه باد کنارک از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵



ج- گلبادECMWF از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۲

شکل ۱۰: گلبادهای موثر حاصل از اطلاعات باد منطقه (متناظر با قطر ۰/۱۵ میلیمتر)

www.SID.ir

Archive of SID

ردیف	رابطه مورد استفاده	قطر میانگین ذرات	سرعت آستانه برشی در سطح زمین cm/s	نرخ خالص عبوری - چابهار m3/m/year	نرخ خالص عبوری- کنارک m3/m/year	نرخ خالص عبوری-ECMWF m3/m/year
۱	Hsu	۰/۱	۱۷/۱۸	۲/۹۸۰	۲۰/۳۷۴	۴/۹۶
۲	Hsu	۰/۱۵	۲۱/۰۴	۰/۹	۱۱/۱	۰/۹۹
۳	Hsu	۰/۲	۲۴/۲۹	۰/۳۰۸	۶/۳۶۰	۰/۱۱
۴	Hsu	۰/۴	۳۴/۳۶	۰/۰۱۶	۰/۵۸۱	۰
۵	Bagnold	۰/۱	۱۷/۱۸	۱/۲۶۳	۷/۴۷۳	۱/۹۷۸
۶	Bagnold	۰/۱۵	۲۱/۰۴	۰/۵۳۶	۵/۶۵۳	۰/۴۳۸
۷	Bagnold	۰/۲	۲۴/۲۹	۰/۰۳۰۵	۳/۶۳۰	۰/۰۵۰
۸	Bagnold	۰/۴	۳۴/۳۶	۰/۰۱۰۲	۰/۲۹۸	۰
۹	Kawamura	۰/۱	۱۷/۱۸	۰/۸۳۹	۶/۵۶۰	۱/۲۴
۱۰	Kawamura	۰/۱۵	۲۱/۰۴	۰/۳۰۳	۴/۱۵۸	۰/۲۰۷
۱۱	Kawamura	۰/۲	۲۴/۲۹	۰/۰۸۴	۲/۱۷۳	۰/۰۲۵
۱۲	Kawamura	۰/۴	۳۴/۳۶	۰/۰۰۰۲	۰/۱۰۷	۰

جدول۱: نرخ انتقال رسوبات بادی برمبنای داده های چابهار ،کنارک و ECMWF

قدردانی

بسیاری از همکاران شرکت جهاد تحقیقات آب و انرژی مستقیما در فعالیتهای مرتبط با این تحقیق مشارکت داشته اند. مولفین لازم می دانند مراتب تشکر خویش را از آقایان مهندس سیف الله حقیقی مدیریت شرکت جهاد تحقیقات آب و انرژی، مهندس حسینی بندرآبادی مسئول تیم اندازه گیریهای میدانی و مهندس افشار مدیر گروه دریا ابراز نمایند. همچنین از پشتیبانی و حمایتهای مستمر مدیران سازمان بنادر و دریانوردی آقایان مهندس کبریایی مدیریت اداره کل مهندسی سواحل و بنادر و مهندس اللهیار مدیر پروژه مونیتورینگ و مدلینگ بخشهایی از سواحل سیستان و بلوچستان سپاسگذاری می شود.

مراجع

Bagnold, R.A., 1973. “The nature of saltation and ‘bed-load’transport in water.” Proc. R. Sot. London, Ser. A 332,473-504.

Hsu, S. A., and Blanchard, B. W. 1991. “Shear Velocity and Eolian Sand Transport on a Barrier Island,” Proceedings, Coastal Sediments ‘91, American Society of Civil Engineers, New York, Vol 1, pp 220-234.

Kawamura, R. 1951. “Study on Sand Movement by Wind,” Report, Institute of Science and Technology, University of Tokyo. (translation, University of California, Berkeley, Hydraulic Engineering Laboratory Research Report, HEL-2-9, Berkeley, CA, 1964, pp 1-64).

Us army corps of engineers (2005), Coastal Engineering Manual (CEM), wind blown sediment transport chapter III-4, EM 1110-2-1100, pp. 18-21.

www.SID.ir

Archive of SID

Analysis of wind sediment transport rate in Chabahar Bay

M. Soltanpour, K.N.Toosi University of Technology
Z. Pazandeh Masooleh, K.N.Toosi University of Technology
M. Dibaj Nia, Baird & Associates
M. Rezaei Asl

Abstract

Prediction of the sediment transport rate is a main requirement in coastal engineering. Although in most cases sediment transport takes place mainly by waves and currents, there are also cases where sediments are transported by wind. In such circumstances, refraining from sediment transport in sedimentary budget leads to large errors in the determination of sedimentary component. Despite other mechanisms of sediment transportation, there are a few researches on the wind sediments transports. In this paper, wind sediment transport in the Chabahar Bay Desalination Plant is studied.

Keywords: coastal engineering, Chabahar Bay, Persian Gulf, Wind Sediment Transport

www.SID.ir