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

دومین کنفرانس بین‌المللی سواحل، بنادر و سازه‌های دریائی، (ICOPMAS) ۱۱ - ۱۴ آذرماه ۱۳۷۵، تهران، ایران

پیش بینی تغییر شکل خطوط ساحلی با استفاده از مدل ریاضی

علیرضا وفایی

شرکت بین المللی مهندسی ایران - ایریتک

چکیده

پیش بینی نحوه تغییر رژیم حرکت رسوبات در مناطق ساحلی و بالنتیجه تغییر شکل ساحل در درازمدت به دلیل فعالیتهای بشر از قبیل ایجاد سازه‌های مختلف و انباشت یا برداشت مصالح ساحلی، به عنوان یک مسئله مهم در طراحی پروژه‌های این منطقه مطرح می‌باشد. در مواردی که علت فرسایش و یا رسوبگذاری ناخواسته، قابل حذف نیست و یا برای حفاظت سواحل مصنوعی، بعضاً ساخت برخی سازه‌های ساحلی ضروری می‌گردد. در طراحی چنین سازه‌هائی جهت پیشگیری از تغییرات نامطلوب ساحل و برای یافتن موقعیت و اندازه بهینه سازه، استفاده از مدل جهت شبیه سازی الزامی می‌باشد. هزینه، زمان و تجهیزات مورد نیاز برای ساخت مدل فیزیکی و پیشرفت تکنولوژی کامپیوتر در سالهای اخیر سبب گشته‌اند تا مدلهای ریاضی به عنوان یک ابزار قدرتمند در این زمینه مطرح گردند.

در این مقاله ضمن مرور اجمالی فرآیند حرکت رسوبات و عوامل موثر در این فرآیند، یک مدل ریاضی (بر اساس تئوری یک خطی) جهت شبیه سازی تغییر شکل خط ساحل در مجاورت سازه‌های ساحلی در دراز مدت ارائه شده است. پس از تشریح مبانی تئوری و معادلات حاکم، روش تفاوتهای محدود و آلگوریتم حل عددی معادلات ارائه گردیده است. در پایان ضمن ارائه نتایج کاربرد این مدل برای برخی سازه‌ها، بعضی از عوامل موثر بر روی مدل و عوامل مهم در طراحی این سازه‌ها تشریح گردیده‌اند.

۱- فرآیند حرکت رسوبات

حرکت رسوبات در دریا عمدتاً در حل شکست امواج (Sure Zone) که انرژی موج تبدیل به توربولانس میشود، رخ میدهد. در مناطق ساحلی، باد و جزر و مد دو علت اصلی فرآیند حرکت رسوبات در دریا میباشند.

www.SID.ir

Archive of SID

باد عامل بوجود آورنده امواج، جریانهای دریائی و تغییر سطح آب (Wind Set-up) میباشد و جزر و مد سبب تغییر متناوب سطح آب گشته و ایجاد جریان مینماید. افزایش سطح آب در محل شکست امواج (Wave Set-up) سبب ایجاد جریان بسمت ساحل و شکست امواج بصورت مایل سبب ایجاد جریان بموازات ساحل میشود. حرکت اربیتالی امواج، جریانها و عمدتاً توربولانس ناشی از شکست امواج سبب بلند شدن و بحالت معلق در آمدن مصالح بستر میگردد. این مصالح توسط جریانهای ساحلی در جهات عمود و موازی با ساحل حمل میشوند. حمل رسوبات به موازات خط ساحل عمدتاً توسط جریانهای ناشی از امواج انجام می‌پذیرد. زمانیکه بین میزان مصالح وارده و مصالح حمل و خارج شده از یک منطقه عدم تعادل بوجود آید، تغییر در بستر دریا و خط ساحل مشاهده میشود. چنین عدم تعادلی میتواند ناشی از دخالتهای بشر نظیر ساخت سازه‌های ساحلی باشد.

در تغییر شکل سواحل بایستی میان تغییرات کوتاه مدت و دراز مدت تفاوت قائل شد. بعنوان مثال تغییرات فصلی در شرایط هیدرولیکی دریا سبب تغییرات کوتاه مدت میگردد و این تغییرات الزاماً با روند تغییر خط ساحل در دراز مدت تطابق ندارد. بطور کلی میتوان گفت که حرکت رسوبات بموازات خط ساحل و بویژه عدم تعادل در این حرکت علت اصلی تغییرات در دراز مدت و حرکت در جهت عمود بر خط ساحل عامل تغییرات کوتاه مدت خط ساحل میباشد.

۲- تئوری تک خطی

مشاهدات نشان میدهند که پروفیل سواحل صرف نظر از تغییرات تناوبی فصلی، در دراز مدت شیب ثابتی را دارا میباشند (1). این اصل مبنای تئوری تک خطی را تشکیل میدهد. بر اساس این تئوری خط ساحلی را میتوان بصورت خط مستقیمی فرض نمود که در هنگام فرسایش و یا رسوبگذاری بموازات خود حرکت مینماید و پروفیل بستر دارای شیب ثابتی میباشد. حرکت رسوبات تا عمق مشخصی که عمق تثبیت بستر (Depth Of Closure) نامیده میشود امکان پذیر بوده و پس از آن پروفیل بستر حرکت نمینماید. در این تئوری از آنجا که پروفیل بستر همواره در حالت تعادل فرض شده، از حرکت رسوبات در جهت عمود ب رساحل و در نتیجه تغییرات کوتاه مدت پروفیل ساحل صرف نظر گردیده و تنها تغییرات دراز مدت خط ساحل که ناشی از امواج و جریانهای دریائی ناشی از امواج میباشند منظور گردیده است.

با توجه به مفروضات این تئوری، داشتن موقعیت یک نقطه بر روی بستر جهت مشخص نمودن کل پروفیل و در نتیجه دانستن موقعیت یک خط جهت مشخص نمودن پلان ساحل کفایت مینماید. از آنجا که بهترین خط مبنا، خط ساحل میباشد، این تئوری، بنام تئوری خط ساحل نیز نامیده میشود.

۳- معادلات حاکم

باتوجه به مفروضات تئوری تک خطی معادله مبنای این تئوری، قانون بقای حجم رسوبات میباشد. در یک سیستم مختصاتی (شکل ۱) که در آن محور X در جهت ساحل و محور Y در جهت دریا باشد، تغییر در محل

www.SID.ir

Archive of SID

خط ساحل (ΔY) در بخشی از ساحل (ΔX) در طی مدت مشخص (Δt) سبب تغییر حجم رسوبات (ΔV) میگردد که این حجم معادل

میباشد. در این معادله D_B ارتفاع برم در محل ساحل و D_C عمقی است که پس از آن حرکت قابل ملاحظه‌ای در بستر مشاهده نمیگردد (عمق تثبیت بستر). چنین تغییر حجمی میتواند ناشی از اختلاف در میزان حمل رسوبات در امتداد ساحل $\delta Q / \delta x$ و یا وجود یک منبع خطی (q) چشمه(Line Source) و یا چاه (Line Sink) برای رسوبات باشد. بنابراین، قانون بقای حجم رسوبات را میتوان بصورت زیر نوشت:

با تساوی معادلات (۱) و (۲) و گرفتن حد آن در جائی که زمان بسمت صفر میل نماید، معادل حاکم جهت میزان تغییر در محل خط ساحل بدست می‌آید.

با دانستن Q، q، D_B و D_C و شرایط حدی در دو طرف خط ساحل میتوان تغییرات خط ساحل را با استفاده از معادله فوق شبیه سازی نمود. عمق تثبیت بستر بصورت تجربی معادل دو برابر ارتفاع موج عمده سالیانه برآورد گردیده (2) و ارتفاع برم نیز قابل اندازه گیری میباشد. شدت منبع خطی چشمه و یا چاه برای رسوبات، مانند مصالح تخلیه شده از دهانه رودخانه و انباشت یا برداشت مصالح از کنار ساحل را نیز میتوان مشخص نمود. جهت تعیین میزان حمل رسوبات در امتداد ساحل (Ω) معادلات مختلفی ارائه گردیده است. از آنجا که اختلاف ارتفاع امواج در حال شکست در کنار سازه‌های ساحلی بعلت بوجود آمدن محل حفاظت شده (Shadow Zone) در پشت سازه عامل اصلی تغییر شکل خط ساحل میباشد (4,3) معادله زیر که این اثر را دربر دارد توصیه گردیده است (2)

زیر نویس b نشانگر موج در حال شکست، α_{bs} زاویه بین موج در حال شکست و خط ساحل و ضریب a_1 و a_2 از روابط زیر حاصل میگردند:

www.SID.ir

Archive of SID

در معادلات فوق K_1 و K_2 پارامترهای کالیبراسیون، ρ و ρs بترتیب وزن حجمی آب و ماسه و $\tan\beta$ شیب متوسط بستر میباشند.

در معادله (۴) بخش اول که بنام فرمول CERC نامیده میشود (5) بیانگر میزان حمل رسوبات بموازات ساحل ناشی از نزدیک شدن امواج مایل و بخش دوم بیانگر میزان حمل رسوبات بموازات ساحل ناشی از اختلاف ارتفاع امواج در حال شکست در طول خط ساحل (6) میباشد. میزان تاثیر هر یک از دو عامل فوق در هر منطقه توسط پارامترهای کالیبراسیون کنترل میگردند.

۴- مدل ریاضی

با استفاده از روش تفاوتهای محدود (8,7,4) میتوان به راه حل عددی معادله (۳) دست یافت. در این روش خط ساحل در محور مختصات به N قطعه کوچک و مساوی تقسیم میگردد (شکل ۲). در این محور مختصات میزان حمل رسوبات (Q_i) در دیواره هر قطعه و موقعیت خط ساحل $Y1$ در وسط هر قطعه تعریف میگردد و از اینرو در هر محور مختصات تعداد N موقعیت خط ساحل و تعداد $N+1$ میزان حمل رسوبات وجود خواهد داشت که از میان آنها Q_1 و Q_{N+1} توسط شرایط حدی در دو سمت خط ساحل تعریف میگردند. با استفاده از روش فوق میتوان معادله (۳) را بصورت زیر نوشت.

در این معادله ΔQ اختلاف در میزان حمل رسوب در دیواره هر قطعه میباشد.

۴-۱- روش تفاوتهای محدود

با استفاده از روش تفاوتهای محدود معادله (۳) را میتوان بصورت زیر نوشت (2):

تغییر در محل خط ساحل و تغییر در میزان حمل رسوب را میتوان بصورت زیر بیان نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

در معادلات فوق، بالا نویسها نشانگر مرحله زمانی و زیرنویسها نشانگر موقعیت در محور مختصاتی (شکل ۲) میباشند.

چنانچه معادلات (۸ الف و ب) را در معادله (۷) وارد نموده و پارامتر $B = \frac{\Delta t}{2\Delta x(D_B+D_C)}$ را تعریف نمائیم معادله زیر حاصل میگردد.

در معادله فوق YC_i مجموعه مقادیر مشخص در مرحله زمانی n بوده و از رابطه زیر بدست می‌آید.

۴-۲- آلگوریتم حل عددی

چنانچه رابطه بین میزان حمل رسوب در بخشهای مجاور خطی فرض گردد، میتوان با استفاده از یک روش موسوم به روش حل دو مرحله‌ای (4)، معادله (۹) را حل نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

با دانستن Q^{n+1}_i و Q^{n+1}_{N+1} بعنوان شرایط حدی، معادله (۱۴) را میتوان $N+1$ مرتبه برای $N+1$ مجهول نوشت.

بر طبق روش حل دو مرحله‌ای، معادله (۱۴) بصورت زیر نوشته میشود،

میباشند. معادله (۱۵) در دو مرحله قابل حل میباشد در مرحله اول با دانستن EE_1 و FF_1 از شرط حدی در $i=1$، معادلات (۱۹ الف و ب) برای N تا $i=2$، حل میگردد و در مرحله دوم با دانستن Q^{n+1}_{N+1} بر حسب EE_N و FF_N از شرط حدی در $i=N$، معادله (۱۵) برای 1 تا $i=N$، قابل حل میباشد. سپس با حل معادله (۹) موقعیت جدید خط ساحل حاصل میگردد.

۴-۳- شرایط حدی

شرایط حدی بر حسب موقعیت خط ساحل و یا میزان حمل رسوبات در دو انتهای محدوده محاسباتی قابل تعریف میباشند که در روش حل دو مرحله‌ای حالت دوم مورد استفاده قرار میگیرد.

بطور کلی دو نوع شرط حدی امکان پذیر است. در حالت اول خط ساحل در انتهای محدوده مورد مطالعه تغییر قابل ملاحظه‌ای از خود نشان نمیدهد. در این حالت میتوان فرض نمود که،

این شرط در مدل ریاضی بصورت زیر بیان میگردد.

در حالت دوم بعلت وجود یک مانع طبیعی و یا سازه ساحلی، ورود یا خروج رسوبات از محوطه مورد مطالعه امکان پذیر نمیباشد. این حالت بصورت زیر بیان میگردد.

۴-۴- فرآیند حمل رسوبات در کنار سازه‌های دریائی

بطور کلی از نظر میزان حمل رسوبات در کنار سازه‌های دریائی، این سازه‌ها را میتوان به دو نوع سازه‌های عمود بر ساحل (Groin) و سازه‌های موازی با ساحل (Detached Breakwater) تقسیم نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

کلیه سازه‌های ساحلی را میتوان بعنوان نوعی از دو سازه فوق و یا ترکیبی از آنها مدل سازی نمود. بعنوان مثال موج شکن L شکل را میتوان بصورت ترکیبی از دو سازه موازی و عمود بر ساحل شبیه سازی نمود.

۴-۴-۱- سازه‌های عمود بر ساحل

حرکت رسوبات در کنار سازه‌های عمود بر ساحل به دو صورت امکان پذیر است. چنانچه سازه تا عمق تثبیت بستر امتداد نیافته باشد حرکت رسوبات در انتهای سازه در دریا انجام میپذیرد. در این حالت چنانچه میزان حمل رسوبات در طول مقطع عمود بر ساحل مساوی فرض گردد، درصد رسوبات قابل حمل از انتهای سازه با استفاده از رابطه زیر حاصل میگردد.

در رابطه فوق درصد رسوبات حمل شده از نوک سازه (BYP) از صفر تا یک متغیر است.
در صورتیکه سازه دارای قابلیت نفوذپذیری بوده و یا ارتفاع سازه کوتاهتر از ارتفاع امواج باشد، عبور رسوبات از داخل جداره و یا روی سازه میسر میگردد. میزان این نوع عبور رسوبات از سازه (PERM) را میتوان بصورت درصدی از کل میزان حمل رسوبات تعریف نمود.
کل رسوبات عبور نموده از جداره بالا و یا نوک هر سازه عمود بر ساحل (PB) را میتوان با استفاده از رابطه زیر در هر مرحله زمانی برای هر سازه بصورت درصدی از کل رسوبات قابل حمل بیان نمود (2).

۴-۴-۲- سازه‌های موازی با ساحل

معادله بکار رفته در مدل ریاضی جهت تعیین میزان حمل رسوبات به موازات ساحل (معادله ۱۴) بیانگر کل میزان حمل رسوب در محل شکست امواج و اطراف آن میباشد. در حالتیکه یک سازه دریائی (نظیر موج شکن) در عمقی کمتر از عمق شکست امواج موازی با خط ساحل قرار گرفته است (شکل ۳)، این سازه رسوبات در حال حمل را به دو بخش در سمت ساحل (Q_i) و دریا (Q_i^*) تقسیم مینماید (9). در مجاورت این نوع سازه، خط ساحل تنها بر اثر اختلاف در میزان حمل رسوبات در پشت سازه رخ میدهد. با گذشت زمان در اثر رسوب مصالح و تشکیل برجستگی (Salient) در پشت سازه، نظر به اینکه شیب بستر در مدل ریاضی ثابت فرض گردیده، عمق بستر و بالنتیجه میزان حمل رسوبات در پشت سازه کاهش مییابد. مناسبترین معادله جهت تعیین نحوه میزان رسوبات در حال حمل در مقطع عرضی محل شکست امواج معادله زیر میباشد (10).

در معادله فوق a نشانگر میزان تورم سطح آب بر اثر امواج (Wave Set Up) و مساوی ۲۵ درصد عمق آب در محل شکست امواج فرض میگردد. با استفاده از رابطه فوق مقدار رسوبات حمل شده از ساحل تا هر

www.SID.ir

Archive of SID

نقطه در دریا بطریق زیر محاسبه میشود.

قانون بقای حجم رسوبات برای محدوده مطالعاتی II در شکل (۳ ب) بصورت زیر بیان میگردد.

Qsink چاه خطی است که مصالح را از محدوده مطالعاتی I خارج مینماید. شدت این چاه qsink در هر نقطه از رابطه زیر حاصل میگردد.

در رابطه فوق Ωi نشانگر مقدار رسوبی است که در موقعیت i از سمت دریا در محل سازه عبور مینماید. این بخش از حمل رسوبات در بالادست (Up Coast) سازه روی داده و از ابتدای محدوده محاسباتی تا محل سازه به تدریج افزایش می‌یابد. در پائین دست (Down Coast) سازه علاوه بر Q_{down} که بر اثر شکست امواج در پشت سازه روی میدهد، مقداری از رسوبات از سمت دریا (Qdown) به محدوده مطالعاتی III (شکل ۳) وارد میگردد. در مدل ریاضی فرض شده که این بخش از رسوبات بصورت یک چشمه خطی در پائین دست سازه عمل می‌نماید. شدت این چشمه که از انتهای منطقه حفاظت شده توسط سازه آغاز میگردد به صورت خطی به حداکثر خود در محل وقوع حداکثر فرسایش افزایش یافته و پس از آن بصورت قرینه کاهش مییابد (9).

۵- نتایج کاربرد مدل ریاضی

بر اساس مدل ریاضی توضیح داده شده یک برنامه کامپیوتری جهت شبیه سازی تغییر شکل خط ساحل در دراز مدت تهیه گردیده است (9). در این بخش دو مورد کاربرد این برنامه جهت پیش بینی تغییر شکل خط ساحل بعلت ساخت سازه‌های ساحلی آورده شده است.

۵-۱- طرح اسکله آهن قشم

در طرح اسکله آهن قشم جهت دسترسی به اسکله که در منطقه عمیق در دریا واقع شده، یک راه سنگی بطول ۱۱۱۲ متر پیش بینی گردیده است (شکل ۴). تاثیر نمودن این راه بر روی توازن طبیعی حرکت رسوبات و جریانها در منطقه از یکسو و احتمال ساخت ابنیه مختلف در دریا و یا ساحل مجاور از سوی دیگر، مطالعه نحوه تغییر شکل ساحل بعلت ساخت این راه را ضروری نموده است (۱).

www.SID.ir

Archive of SID

۵-۱-۱- مدل سازی

پارامترهای مورد نیاز در مدل ریاضی بشرح ذیل شبیه سازی گردیده‌اند. از آنجا که در مدل ریاضی شیب بستر ثابت و خطوط تراز با یکدیگر موازی فرض شده‌اند. در مدل، بجای استفاده از خط ساحل که با دیگر خطوط تراز موازی نمیباشد، یک خط ساحلی فرضی با استفاده از خط تراز ۱- تعریف گشته است.

بر اساس مطالعات مربوط به حالت دریا در این منطقه (۱)، جهت غالب NE و امواج بارتفاع ۲/۲۵ متر و پریود ۸ ثانیه که دارای دوره برگشت یکساله میباشند در مدل شبیه سازی شده‌اند. همچنین بر اساس این مطالعات عمق تثبیت بستر ۴/۵ متر و ارتفاع برم با اندازه گیریهای انجام شده در محل معادل ۰/۵ متر مفورض گردیده‌اند.

پارامتر کالیبراسیون K1، ضریبی جهت تعیین سرعت فرآیند رسوبگذاری و فرسایش میباشد. بعبارت دیگر رسوبگذاری و فرسایش مقدار این پارامتر تسریع میگردد و با کاهش آن بتعویق می‌افتد. از آنجا که در حد اطلاعات موجود هیچگونه سوابقی جهت تعیین سرعت این فرآیند در منطقه موجود نبوده، K1 معادل ۰/۵۸ فرض گردیده است (9). پارامتر کالیبراسیون K2 ضریبی است که میزان حمل رسوبات بر اثر اختلاف ارتفاع موج در حال شکست، بعلت ایجاد یک منطقه حفاظت شده در کنار سازه ساحلی را نشان میدهد. از اینرو این ضریب در بالادست سازه تاثیری نداشته و میزان فرسایش و رسوبگذاری در پائین دست سازه را تعیین مینماید. مقدار عددی این ضریب بین نیم تا یک برابر مقدار K1 متغیر میباشد (7).

در مدل تهیه شده، راه سنگی نفوذ ناپذیر فرض گردیده و همچنین جهت از بین بردن تاثیر سازه بر روی محدوده‌های مدل، خط ساحل از دو طرف امتداد داده شده است.

۵-۱-۲- نتایج شبیه سازی

نتایج شبیه سازی طوفانهائی با مشخصات ذکر شده برای مدتهای مختلف در شکل (۵) نشان داده شده است. این نتایج نشان میدهد که در سمت شرق راه سنگی رسوبگذاری رخ داده است. با گذشت زمان بعلت افزایش رسوبات در پشت راه سنگی و بالنتیجه کاهش عمق در نوک این راه، میزان رسوبگذاری کاهش یافته و پس از مدتی متوقف میگردد. در سمت غرب، در مجاورت راه سنگی خط ساحل فرسوده شده و رسوبات در محل فرورفتگی ساحل در منتهی الیه غربی محدوده مطالعاتی رسوب نموده‌اند. این فرآیند حتی پس از به تعادل رسیدن خط ساحل در سمت شرق نیز ادامه می‌یابد.

۵-۱-۳- استفاده از نتایج مدل

همانطور که قبلاً نیز ذکر گردید، بعلت کمبود اطلاعات کالیبره نموده مدل از نظر زمانی و در نتیجه تعیین میزان فرسایش و رسوبگذاری در هر مقطع زمانی میسر نمیباشد. با این وجود دانستن نحوه تغییر شکل خط ساحل پس از رسیدن به حالت تعادل مجدد، کمک نموده است تا محل ساخت تاسیسات جانبی نظیر ساختمان آبگیر در دریا، محل پهلوگیری شناورهای پشتیبانی در کنار راه سنگی و ساختمانهای جنبی در کنار ساحل تعیین گردد (۱). ضمناً دانستن محلهائی که در معرض فرسایش قرار دارند به طراحی راه سنگی و ساختارهای حفاظت ساحلی کمک نموده است (۲).

www.SID.ir

Archive of SID

۵-۲- طرح ساخت و حفاظت ساحل مصنوعی

جهت ایجاد یک ساحل ماسه‌ای و نحوطه حفاظت شده از امواج برای یک هتل در دریای مدیترانه یک سری موج شکن بموازات خط ساحل در منطقه مورد نظر طرح گردیده است. جهت تعیین موقعیت و طول مناسب موج شکنها گزینه‌های مختلفی با استفاده از مدل فیزیکی (11) و مدلهای ریاضی بررسی و نتایج آنها با یکدیگر مقایسه گردیده‌اند (12). بمنظور نشان دادن نحوه بهره‌گیری از مدل ریاضی، در این بخش خلاصه‌ای از بررسی دو گزینه توسط مدل تک خطی آورده شده است.

۵-۲-۱- گزینه‌ها

همانطور که قبلاً نیز ذکر شد شیب بستر دریا بر اساس تئوری تک خطی ثابت و در این مدل معادل ۵ درصد فرض گردیده است. در گزینه اول سه موج شکن بطولهای مساوی ۱۰۰ متر با فواصل ۵۰ متر در اعماق ۴، ۲/۵ و ۱/۵ متر و در گزینه دوم هر سه موج شکن در عمق ۴ متر واقع شده‌اند. با توجه به شیب ثابت بستر، در گزینه اول سه موج شکن بترتیب در فواصل ۸۰، ۵۰ و ۳۰ متری (بصورت پله‌ای) و در گزینه دوم هر سه موج شکن در فاصله ۸۰ متری (بصورت خطی) از خط ساحل قرار گرفته‌اند. لازم به ذکر است که در هر دو گزینه هدف از ساخت سه موج شکن کوتاه بجای یک موج شکن طویل، کاهش عملیات اجرائی و هزینه‌های مربوطه بوده است.

۵-۲-۳- نتایج حاصل از شبیه سازی

نتایج حاصل از شبیه سازی به طوفان پیاپی برای جانمائی سه موج شکن بصورت پله‌ای و خطی در شکل ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان میدهند همانطور که در مدل فیزیکی نیز مشاهده شده بود در هر دو گزینه پس از پایان آزمایش اول سه برجستگی در پشت سه موج شکن تشکیل میگردد.

در پائین دست مجموعه موج شکنها عقب نشینی (فرسایش) خط ساحل بوقوع پیوسته و این پدیده برای گزینه خطی قابل ملاحظه‌تر میباشد. در حالتیکه هر سه موج شکن خارج از محدوده شکست امواج (Surf Zond) واقع شده‌اند، بخش عمده حمل رسوبات در حد فاصل بین خط ساحل و موج شکنها اتفاق میافتد، ولی با قرار دادن موج شکنها در نقاط مخالف این محدوده بخشی از رسوبات در پشت موج شکن و بخش دیگری در جلوی موج شکن (سمت دریا) حمل میگردد. در جانمائی خطی در پائین دست موج شکنها افزایش یکباره میزان حمل رسوبات سبب فرسایش خط ساحل میگردد ولی در جانمائی پله‌ای از آنجا که میزان حمل رسوبات در جلوی موج شکن بتدریج افزایش یافته، از افزایش یکباره حمل رسوبات و در نتیجه فرسایش زیاد خط ساحل در پائین دست موج شکنها جلوگیری میشود (9). نتایج شبیه سازی برای هر دو جانمائی نشان میدهد که پس از انجام آزمایش دوم، برجستگی تشکیل شده در پشت موج شکنهای آزمایش اول به دو طرف پخش شده و طول پیشروی خط ساحل در نوک برجستگی کاهش می‌یابد. زمانیکه یک برجستگی در پشت موج شکن تشکیل گردید، شکل خط ساحل در این محل سبب بوجود آمدن جریان از سمت برجستگی به دو طرف آن میگردد. از سوی دیگر افزایش اختلاف ارتفاع موج در حال شکست سبب بوجود آمدن جریان از دو طرف بسمت برجستگی میشود. شکل هر برجستگی در پشت موج شکن با به تعادل رسیدن این دو پدیده تثبیت میگردد. از آنجا که در آزمایش دوم ارتفاع موج کاهش یافته، برجستگیهای پشت موج شکنها بسمت حالت

www.SID.ir

Archive of SID

تعادلی جدید تغییر می‌یابند. همانطور که در نتایج آزمایشات نیز ملاحظه میگردد این برجستگیها در پایان آزمایش سوم نیز در محل خود باقی مانده و شکل خود را حفظ نموده‌اند. زیرا ارتفاع موج در آزمایش دوم و سوم تفاوت چندانی ندارد. نتایج بدست آمده نشان داده‌اند که جانمائی پله‌ای موج شکنها ضمن حفاظت بهتر ساحل و بیشتر بودن میزان تجمع ماسه در پشت موج شکنها، از فرسایش زیاد ساحل در پائین دست نیز جلوگیری می‌نماید، لذا این گزینه نسبت به جانمائی خطی ارجح میباشد.

فهرست منابع

1- Pelnard-Considere, R. 1956. Theorie de "Essai de L'Evolution des Form de Rivage en plage de Sable et de Galets", 4th journess de L'Hydraulique les Energies de la Mer, Raport No.1.

2- Hanson, H. 1987. A Generalized Shoreline Change Numerical Model for Engineering Use, Report No. 1007, University of Lund, Sweden.

3- Krause, N.C., Harikai, S. and Kubota, S. 1981. "A Numerical Simulation of Shoreline Evolution at Oarai Beach" preceeding of 28th Japanese Conference coastal Engineering, Japanese Society of Civil Engineering, PP. 632-645.

4- Krause, N.C. and Harikai, S. 1983. "Numerical Model of the Shoreline Change at Oarai Beach", Coastal Engineering, Vol.7, No.1 PP.1-28.

5- Shore Protection Manual, 1984. US Army Engineer Waterway Experiment Station, Coastal Engineering Research Center, Us Government Printing office, Washingtone DC.

6- Ozasa, H. and Brampton, A.H. 1980 "Mathematical Modeling of Beaches Backed by Seawalls", Coastal Engineering, Vol.4, No.1, PP.47-64.

7- Hanson, H. and Kraus, N.C. 1980 Numerical Model for Studying Shoreline Change in the Vicinity of Coastal Structures, Report No.3040, Department of Water Resources Engineering, University of Lund, Sweden.

8- Kraus, N.C. 1983. "Application of a Shoreline prediction Model", Preceeding of Coastal Structures 83, American Society of civil Engineers, PP. 632-645.

9- Vafaei, A.R. 1992. "Mathematical Modeling of Shoreline Evolution in the Vicinity of Coastal Structures", Master's Thesis, Middle East Technical University.

10- Perlin, M. and Dean, R.G. 1985. "3-D Model of Bathymetric Response to Structures", Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, Vol.III, No. WW2, PP. 153-170.

www.SID.ir

Archive of SID

11- Ozhan, E. 1988. Ramada Resort Hotel: Marina and Artificial Beach Project, Coastal and Harbor Engineering Research Center (KLARE), METU, Report.No.40.

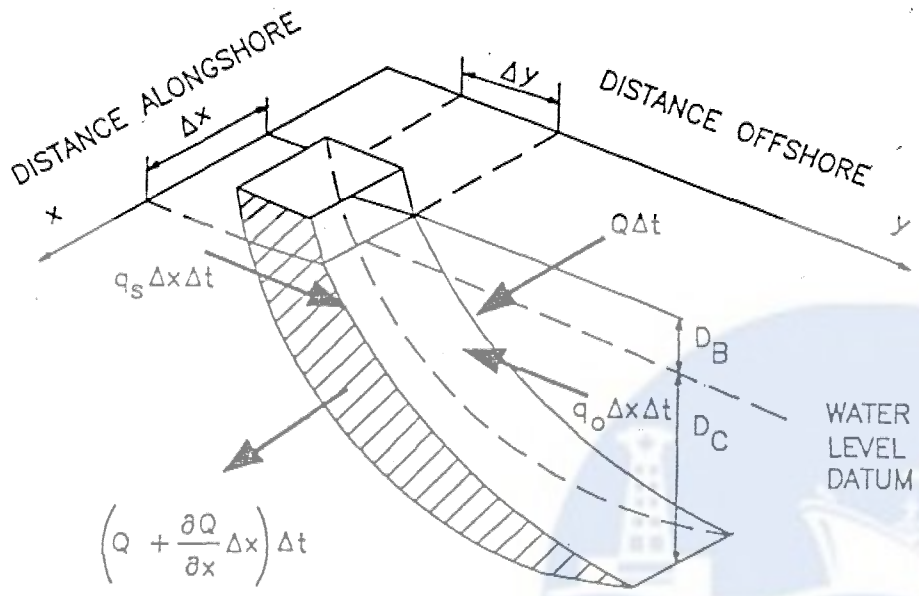
12- Ozhan, E. and Vafaei, A.R. 1991. "The Use of Hydraulic and Mathematical Models for Designing a Small Artificial Beach", Coastal Sediment 91. Preceedings to Coastal sediment conference, American Society of Civil Engineers.

۱- «طرح اساسی اسکله آهن قشم»، شرکت بین المللی مهندسی ایران - ایریتک، ۱۳۷۲

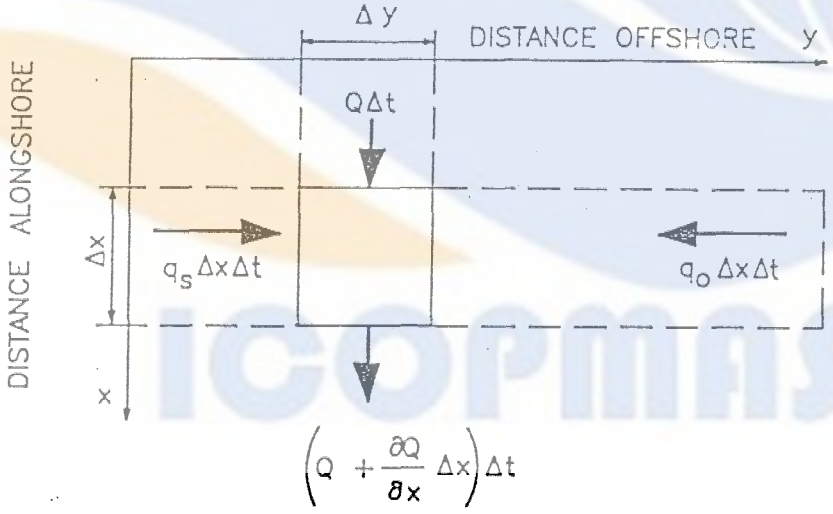
۲- طرح تفصیلی راه سنگی اسکله آهن قشم، شرکت بین المللی مهندسی ایران - ایریتک، ۱۳۷۲

www.SID.ir

Archive of SID



الف ـ مقطع عرضی

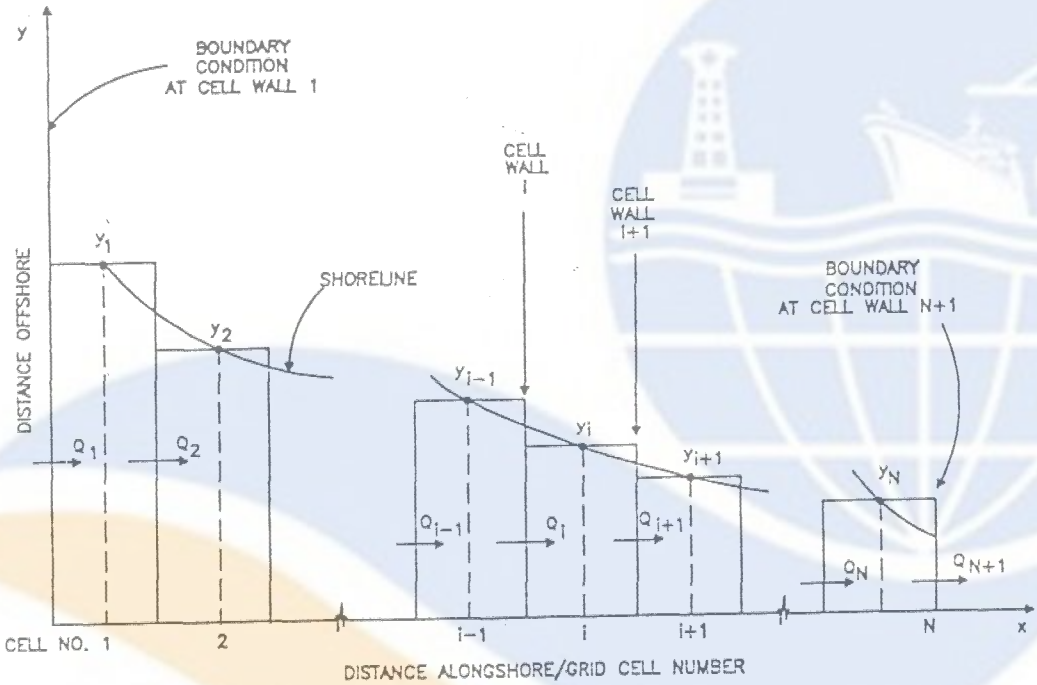


ب ـ پلان

شکل ۱ ـ نمایش پارامترهای بکار رفته درمحاسبه تغییرشکل خط ساحل

www.SID.ir

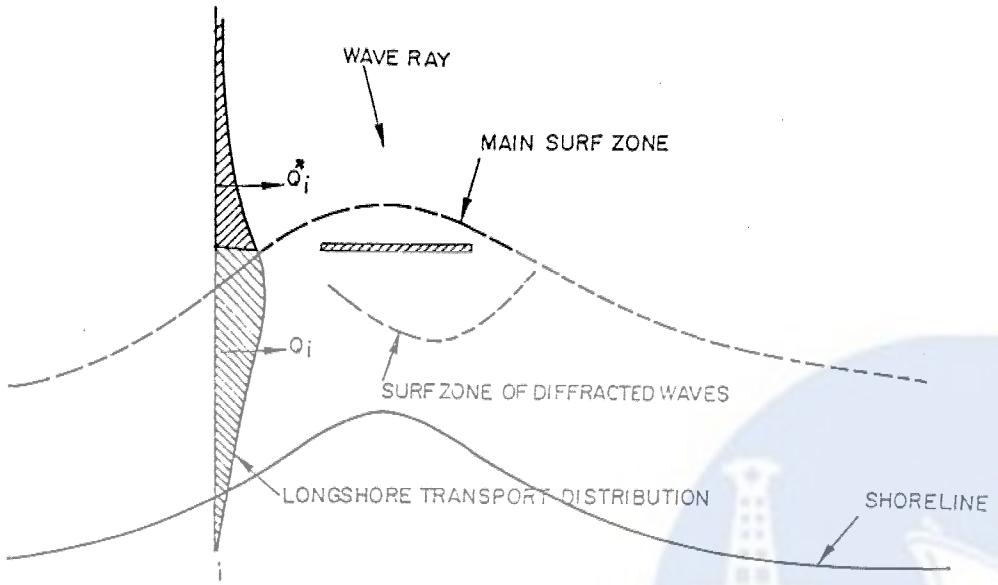
Archive of SID



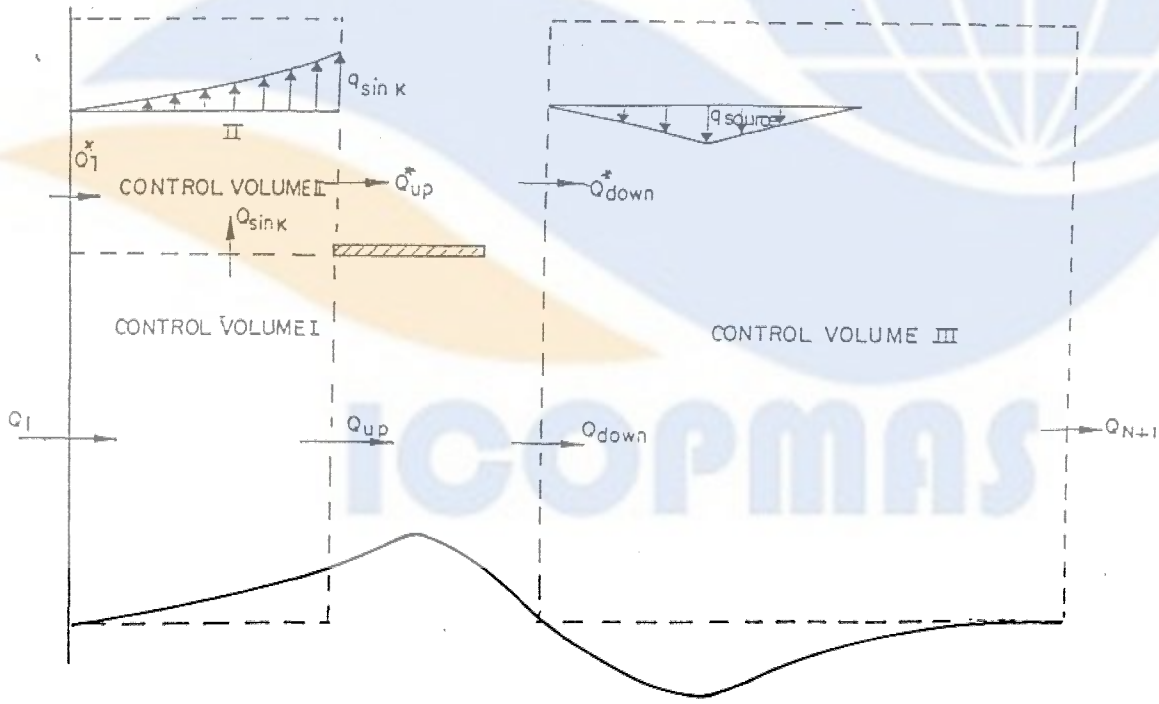
شکل ۲- شبکه مختصاتی بکاررفته در روش تفاوتهای محدود.

www.SID.ir

Archive of SID



(الف)

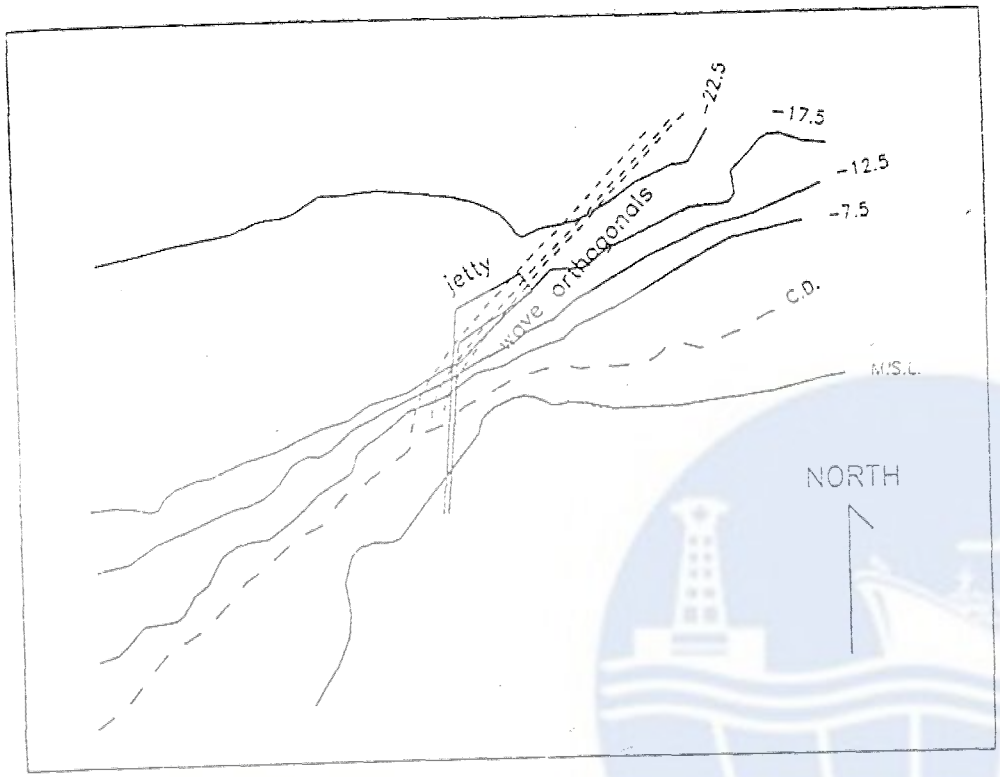


(ب)

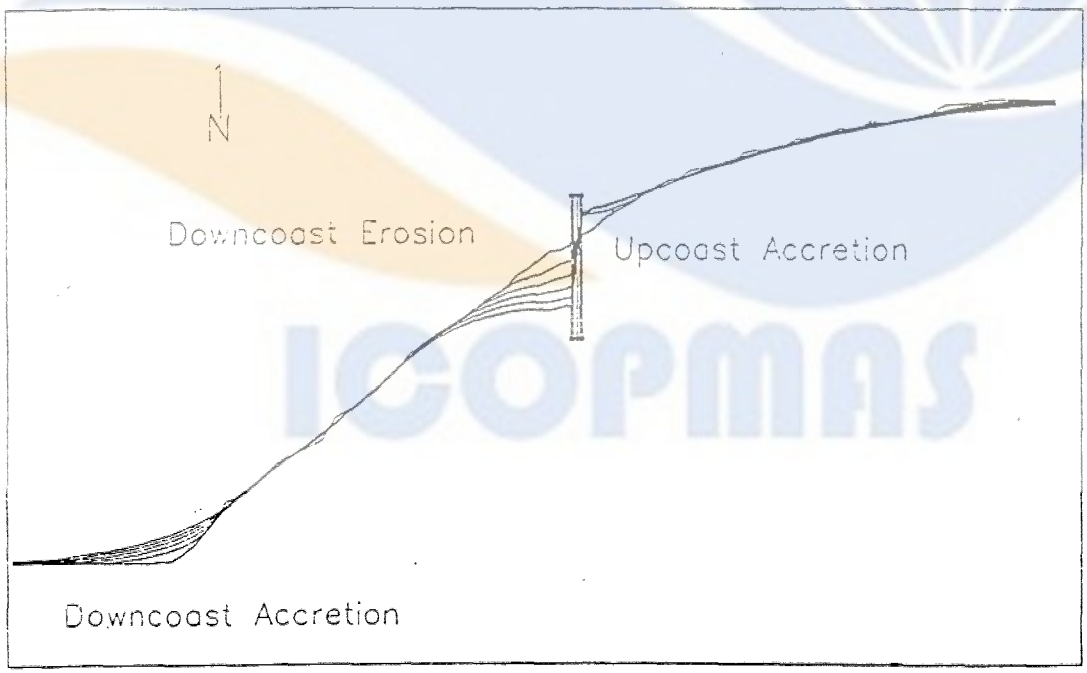
شکل ۳ـ نمایش پارامترهای مربوط به‌حرکت رسوبات در اطراف سازه موازی با خط ساحل

www.SID.ir

Archive of SID



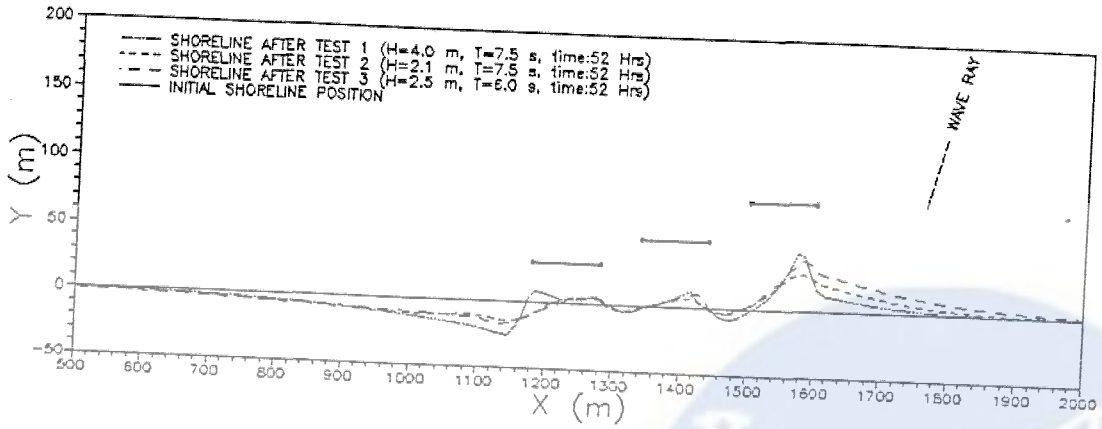
شکل ۴ ـ شکل اولیه بستردریا ، موقعیت راه دسترسی به اسکله وجهت حرکت امواج



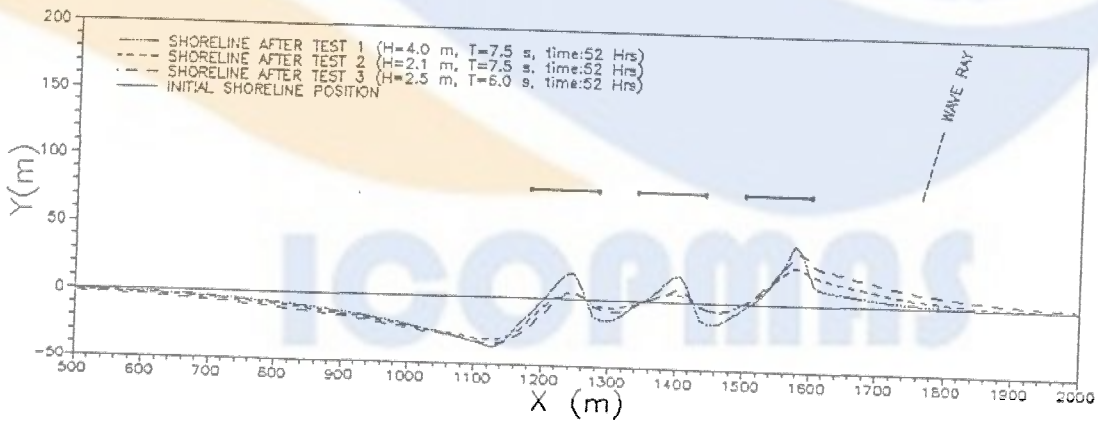
شکل ۵ ـ نحوه تغییر شکل خط ساحل پس از ساخت راه دسترسی

www.SID.ir

Archive of SID



الف ـ جانمائی سه موج شکن بصورت پله‌ای



ب ـ جانمائی سه موج شکن بصورت خطی

شکل ۶ ـ نتایج شبیه سازی توسط مدل تک خطی

www.SID.ir

Archive of SID

Prediction of Coastline Shape Shifts Using a Mathematical Model

A. Vafai.

Iran International Engineering Company - IRITEC

Abstract

The prediction of the change regime in the sedimentation movements in coastal areas and consequently, the long-term coast shape changes caused by human activities, including building various structures and coast material removal or accumulation is a significant issue in designing projects in coastal areas. In cases where the cause of unwanted erosion or sedimentation cannot be eliminated, or in order to preserve the artificial coast, it is often necessary to build some coastal structures. In designing structures to prevent unfavorable coastal changes and to find the efficient size and location of the structures, it is crucial to implement a model to simulate the process. The cost, time and equipment required for building physical models, and computer technology advances in recent years have made mathematical modeling a powerful instrument in this field. In this article, while briefly reviewing the sediment transfer and its effective factors, a mathematical model (according to the single-line theory) is presented in order to simulate the long-term changes of the coastline near the coastal structures. After describing the theoretical principles and the relevant equations, the limited diversity method and numerical solution algorithm for the equations are presented. In the end, while the results of the implementation of this model for some structures are presented, some of the factors affecting the model and the important factors of designing these structures are described.

Keywords: coastal structures; mathematical modeling; coastline changes

www.SID.ir