

بررسی الگوی انتقال رسوب ناشی تحت عملکرد موج در مصب با استفاده از مدل سازی عددی

علی کرمی خانیکی^۱ و منیره سادات کیائی*^۲

۱. دانشگاه آزاد اسلامی گروه فیزیک دریا، واحد علوم و تحقیقات تهران و پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

۲. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۱۸

چکیده

موج یکی از عوامل اصلی شکل دهنده مصب است. شکست موج در آب های کم عمق دهانه مصب باعث شکل گیری جریان های کرانه ای و انتقال رسوب در این ناحیه می گردد. ارتفاع موج یکی از پارامترهای هیدرودینامیکی است که در این تحقیق اثر آن بر روی الگوی جریان و رسوبگذاری مورد بررسی قرار می گیرد. برای این منظور، یک حوضچه ساحلی که از طریق یک دهانه یا مصب به دریای باز متصل می گردد، در محیط نرم افزار مایک ۲۱ شبیه سازی شده است. برای شبیه سازی آن از یک شبکه مثلثی ساختارنیافته (Unstructured flexible mesh)، با ابعاد ۱۰ تا ۵۰ متری، در یک مدل تفاضل محدود استفاده می شود. در این مدلسازی، موج با ارتفاع های ۱/۵، ۲/۲ و ۳/۵ متر با پیوند ثابت ۸ ثانیه به صورت عمود بر خط ساحل تابیده می شود و مقادیر سرعت جریان و انتقال رسوب ناشی از آن در قسمت های مختلف مصب محاسبه می شود. نتایج شبیه سازی الگوی جریان ناشی از موج را به صورت چهار گردابه با تاوایی معکوس در طرفین کانال نشان می دهد که گردابه های قوی تر در بالادست دهانه (دریا) تشکیل می شوند که تا حد زیادی در الگوی گردش جریان در مصب موثرند. به طوری که با هجوم امواج مرتفع تر چرخه های روبه دریا در مقیاس بزرگتر تشکیل و موجب افزایش سرعت جریان در کانال می شوند، در صورتیکه در حضور امواج کم ارتفاع، چرخه های رو به دریا ضعیف شده و به ساحل نزدیک می شوند. متناسب با آن الگوی رسوبگذاری و فرسایش نیز تغییر می کند. الگوی انتقال رسوب ناشی از هجوم موج، نشان می دهد که در زمان های اولیه اجرا و پس از تابش چند صد هزار موج اول موجب بارگذاری در دهانه و مسدود شدن دهانه و بار گذاری در سواحل طرفین دهانه می شود. این الگوی انتقال رسوب در مطالعات میدانی در دهانه خور تیاب در بندر کلاهی مشاهده شد. بر اساس بررسی های انجام شده بر روی نتایج مدلسازی های عددی انجام شده در خصوص انتقال رسوبات ساحلی، به نظر می رسد که الگوی عمود بر ساحل بدون جریان های جزر و مدی یکی از عوامل اصلی ایجاد بارهای رسوبی موازی ساحل و ایجاد ناحیه کم عمق در محدوده ساحلی خور تیاب می باشد.

واژگان کلیدی: ارتفاع موج، فرسایش، رسوب غیر چسبنده، مصب، مایک ۲۱

مقدمه

مصوب ها به عنوان محل اتصال آبراهه ها و خلیج ها به دریای آزاد، نقش مهمی در ترابری دریایی ایفا می کنند. در این گونه موارد، وجود یک معبر عریض، عمیق و پایدار از اهمیت زیادی برخوردار است. این معبرهای دریایی به دلیل تداخل عوامل مختلف هیدرودینامیک و رسوب از پیچیدگی خاصی برخوردارند. در محل مصب، از یکسو جریان های جزر و مدی و از دیگر سو، انرژی امواج باعث ایجاد یک محیط رسوبی کاملاً فعال می گردند. بنابراین مصب ها نقش عمده ای در کنترل حرکات رسوب و توزیع آن در محل و حوزه های منطقه ای دارند. پارامترهای هیدرودینامیکی مصب ها نظیر امواج و جریانات دریایی، از عوامل مهم و تأثیر گذار در تعیین هندسه و شکل ساحل در محل مصب می باشد (Seaberg *et al.*, 2001). وجود تغییرات فصلی در مشخصات امواج و جریانات دریایی و تداخل دائمی آن ها در مصب ها، تأثیرات زیادی در مورفولوژی مصب دارند. انباشت رسوب در دهانه و کانال مصب، باعث ایجاد کم عمقی و مشکل برای تردد شناورها می گردد که باید به صورت دوره ای لایروبی گردد. از این رو شناخت دقیق فرآیندهای رسوبی در مصب ها نه تنها به استفاده بهینه از این مصب ها کمک می کند، بلکه هزینه ی نگهداری آن ها و نیز هزینه پروژه های حفاظتی به شدت کاهش می یابد. محققین مختلفی بر روی رفتار هیدرودینامیکی مصب ها مطالعه کرده اند، که به بعضی از آنها در ادامه این مطلب اشاره می شود.

در تحقیقی که توسط Van Leeuwen و De Swar (۲۰۰۲) انجام شد، یک حوضچه مستطیلی که توسط یک مصب کم عرض به اقیانوس مرتبط شده بود، بوسیله مدل فیزیکی مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق تأثیر نیروی کوریولیس در دو حالت موج عمود بر ساحل و موج موازی ساحل مورد مطالعه قرار گرفت. به عنوان نتیجه این تحقیق می توان به ایجاد جریان های گردابی در طرفین دهانه مصب اشاره کرد، که محقق آنها را ناشی از جریان های جزر و مدی و تداخل اصطکاک آن با دیواره های طرفین مصب می داند. وی همچنین نتیجه گرفت که نیروی کوریولیس تأثیری بر شکل این گردابه ها ندارد. Militello (۲۰۰۳) نسبت به مدل سازی یک مصب مطلوب به

عمق ۵ متر اقدام نمود و ابعاد حوضچه را $5\text{km} \times 1/5\text{km}$ در نظر گرفت. ابعاد مصب، خلیج و کانال فرضی تقریباً معادل ابعاد مصب Shineock در نیویورک بود. این تحقیق نشان داد که جریان ناشی از امواج، باعث ته نشینی رسوبات در قسمت بالادست می گردد. همچنین شکست امواج بر روی ناحیه دلتای مدی، باعث فرسایش آن می شود. با تغییر جهت جریانات روزانه ی مدی، مورفولوژی مصب و کناره های بالا دست دلتای مدی تغییر می کند. بنابراین موج، جریان جزر و مدی و انتقال رسوب، به صورت توأم، یک مصب ایده آل را می سازد. در تحقیق دیگری که توسط کرمی خانیکی و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد، الگوی جریان و رسوبگذاری ناشی از موج عمود بر ساحل در دهانه مصب، مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، یک حوضچه ساحلی که از طریق یک دهانه یا مصب به دریای باز متصل می گردد، در محیط نرم افزار مایک ۲۱ شبیه سازی شد. برای شبیه سازی از یک شبکه مثلثی ساختار نیافته (Unstructured flexible mesh)، با ابعاد ۱۰ تا ۵۰ متری، در یک مدل تفاضل محدود باگام زمانی ۱ ثانیه استفاده گردید. در این شبیه سازی، موج با ارتفاع ۱/۵ متر با پریود ۸ ثانیه به صورت عمود بر خط ساحل تابیده شد و مقادیر سرعت جریان و انتقال رسوب ناشی از آن در قسمت های مختلف مصب محاسبه گردید. Sancho و Fachin (۲۰۰۳) اثر زاویه موج، ارتفاع، جریان Undertow، محل بار و انرژی موج بر روی سواحل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تغییرات بستر به شدت، وابسته به زاویه تابش موج است. امواج عمود بر ساحل بارهای معکوس را تولید می نمایند و امواجی که به صورت مایل تابیده شده اند، بارهای کرانه ای را به طرف ساحل هدایت می کنند و موجب تغییرات جزئی شکل بستر می شوند. Kennedy و Kirby (۲۰۰۳) الگوی جریان ناشی از موج را به صورت دو جفت گردابه در در طرفین کانال های جریان برگشتی مشاهده و تشریح نمود. همچنین، آنها سرعت بالای جریان برگشتی در قسمت دهانه کانال را ناشی از وجود یک جفت گردابه قوی در طرفین دهانه ذکر نمودند.

در تحقیق حاضر، تأثیر تغییر زاویه امواج فرودی بر الگوی

این جریان ها از طریق نرم افزار ماژول Mike21/3

متقابل بین امواج و جریان‌ها با استفاده از یک رابطه دینامیکی بین مدول های HD و SW ارائه می‌دهد. همچنین، از طریق ایجاد یک رابطه بین سه مدول HD، ST و SW قادر به مدل سازی نحوه بازخورد کامل بین تغییرات تراز بستر در اثر گردش‌های ناشی از موج و جریان بصورت توأم ارائه می‌دهد. در این تحقیق از مدل دو بعدی جریان در مدول HD استفاده شده است که بر اساس معادلات آب کم عمق و ممنوم می‌باشد، که در واقع در آن از معادلات میانگین‌گیری شده ناپیراستوکس در یک شاره تراکم‌ناپذیر انتگرال‌گیری می‌شود. مدل ST برای بررسی میزان انتقال رسوبات غیرچسبیده تحت اثر جریان و موج به کار می‌رود این مدل برای محاسبه تغییرات انتقال رسوب غیر چسبیده در دو بعد تحت تاثیر موج و جریان به کار گرفته می‌شود. مدول موج یا SW، قادر است که نرخ رشد، کاهش و انتقال امواج را از دور از ساحل تا نزدیک آن، با در نظر گرفتن کم عمقی، انعکاس و تفرق شبیه سازی کند.

طراحی مدل

در این تحقیق، برای بررسی تاثیر ارتفاع موج بر الگوی جریان و رسوبگذاری در مصب، از مدلسازی عددی یک حوضچه ساحلی متصل به دریا استفاده گردید. طول حوضچه ۹۹۲ متر، عرض حوضچه ۴۶۰ متر، شیب بستر ۰/۰۰۷۳ و عرض دهانه مصب ۲۴/۴ متر می‌باشد. ابعاد حوضچه و مصب در شکل (۱) نشان داده شده است. شکل (۲) توپوگرافی بستر و شبکه بندی آن برای استفاده در شبیه سازی عددی را نشان می‌دهد. شبکه بندی حوضچه به صورت نامنظم، با المان مثلثی به ابعاد تقریبی گام مکانی ۱۰۰*۱۰۰ در حوضچه ۲۵*۲۵ در کانال می‌باشد. شبکه بندی حوضچه به صورت نامنظم، با المان مثلثی به ابعاد تقریبی ۱۰۰ متر در حوضچه و ۲۵ متر در کانال می‌باشد. جدول (۱)، پارامترهای مدل و جدول (۲)، مقادیر متغیرها را در مراحل اجرا نشان می‌دهد.

coupled بررسی شده است. برای این منظور از یک کانال مطلوب، برای مطالعه الگوی رسوبگذاری و جریان ناشی از هجوم امواج عمود بر ساحل، با ارتفاع های مختلف و پیروی ثابت استفاده گردید.

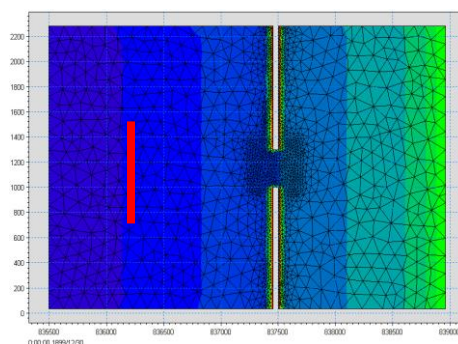
مواد و روش ها

نرم افزار مورد استفاده

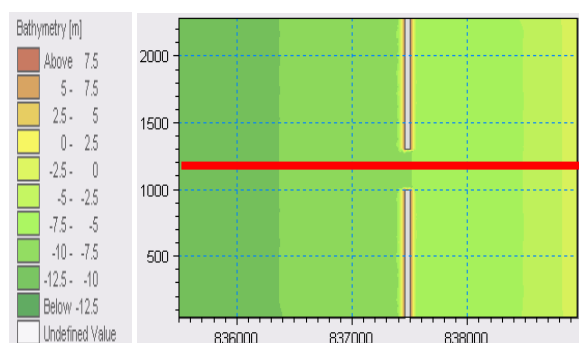
برای دستیابی به اهداف تحقیق از نرم‌افزار مدل‌سازی Mike 21 که توسط انستیتو هیدرولیک دانمارک با همکاری انستیتو کیفیت آب پایریزی و توسعه یافته، استفاده شده است. این نرم‌افزار از قابلیت‌های محاسباتی و گرافیکی بالایی در زمینه مدل کردن فرآیندهای پیچیده ساحلی در نواحی کم‌عمق، خلیج‌ها و دریاها برخوردار است. ماژول مورد استفاده در این تحقیق، Mike 21/3 - Coupled از جعبه نرم افزاری می‌باشد که یک سیستم مدلینگ دینامیکی برای کاربردهای ساحلی در مصب‌ها و محیط‌های رودخانه‌ای می‌باشد. برای مدل‌سازی انتقال رسوب ناشی از موج، از زیر مجموعه های مدل ماژول اصلی Couple Model 21/3. FM Sand که شامل ماژول هیدرودینامیکی یا جریان (Hydrodynamic, HD)، انتقال رسوب (Spectral wave, SW) و طیفی موج (transport, ST) استفاده شده است و بر اساس مولفه‌های محاسباتی اساسی ماژول اصلی می‌باشند. مدل هیدرودینامیک یا جریان (HD)، جزرومد، رودخانه، باد، جریان های ناشی از موج، برکشند طوفان و جریان های مدی و جزری را شامل می‌شود. با به کارگیری این مدول می‌توان، تغییرات سطح آب و جریان ها را در هر مکان از منطقه مورد مطالعه، بررسی نمود. لازم به ذکر است که این مدول، جریان های را در یک سیال تک لایه (به طور عمودی همگن) شبیه سازی می‌کند. جریان‌ها شامل جریان کشندی، جریان ناشی از موج یا ترکیبی از این دو می‌باشند. در واقع این نرم‌افزار روشی برای تحلیل برهم کنش

جدول ۱- پارامترهای مدل

پارامترها	مقادیر
طول، عرض، عمق حوضچه	۴۶۰، ۹۹۲، ۱/۶ متر
گره ها، المان ها، تعداد لایه	۲، ۱۸۳۴۵، ۸۹۸۷
زمان شبیه سازی، گام زمانی	۱۲ ساعت، ۲ ثانیه
شرایط اولیه	Cold start، رجوع به جدول ۲
(D ₅₀) قطر رسوب	۰،۲mm
چگالی آب	۲۶۵۰ kg/m ³
سرعت سقوط ذرات	۰/۰۶ m/s
استرس بحرانی	۰/۰۸
میزان تخلخل رسوب	۰/۰۵
زبری بستر	۳۲ (m ^{1/3} /s)
ادی ویسکوزیته افقی	($\frac{m^3}{s}$) ۰/۲۸
شیب بستر	۰/۰۲۲۰
حداکثر عدد کورانت (پایداری مدل)	۰/۸



شکل ۱- شبکه بندی مدل (مقطع عرضی کانال)



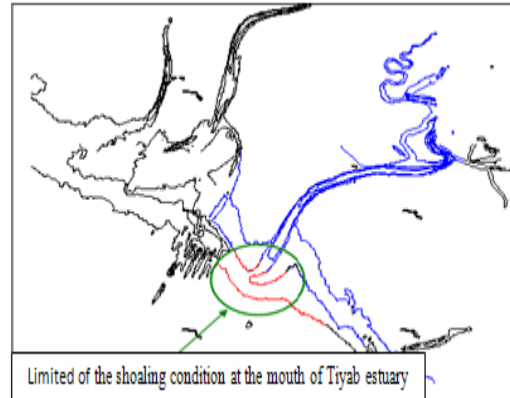
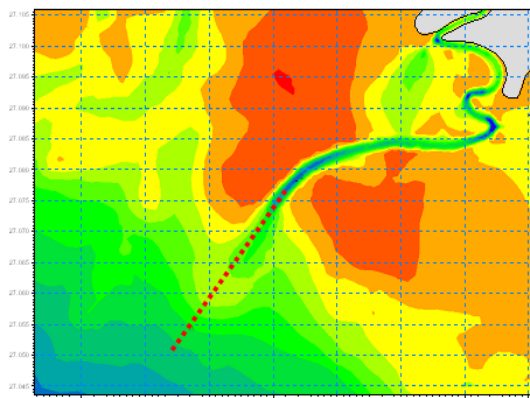
شکل ۲- مصب مورد مطالعه (مقطع طولی کانال)

جدول ۲- مشخصات موج ورودی به دهانه مصب

عمق آب (متر)	زاویه تابش موج (درجه)	پریود موج (ثانیه)	ارتفاع موج (متر)	اجرا
۱/۶	۲۷۰	۸	۰/۷۵	اجرا ۱
۱/۶	۲۷۰	۸	۱/۵	اجرا ۲
۱/۶	۲۷۰	۸	۲/۲	اجرا ۳

الف)، منطقه مورد مطالعه (دهانه خور تیاب در بندر کلاهی) و شکل (۳ ب)، کم عمقی دهانه خور (خط چین قرمز کم عمقی و مسیر حرکت موج را نشان می دهد.

برای بررسی الگوی انتقال رسوب تحت عملکرد موج از دهانه خور تیاب در بندر کلاهی استفاده می شود. این منطقه تحت هجوم موج با ارتفاع ۲ متر و پریود ۸ ثانیه می باشد. شکل (۳)

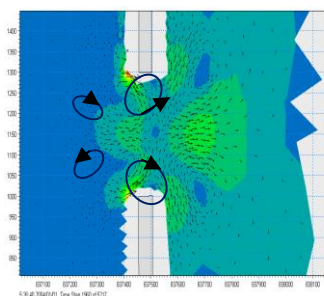


شکل ۳- الف) منطقه مورد مطالعه (دهانه خور تیاب در بندر کلاهی) ب) کم عمقی دهانه خور (خط چین قرمز کم عمقی و مسیر حرکت موج را نشان می دهد

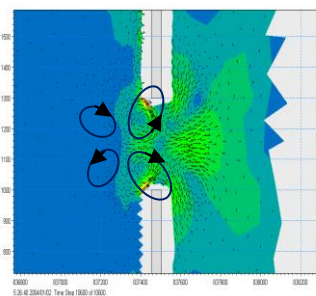
می دهد. شکل (۶)، تغییرات طولی سرعت جریان ناشی از موج و تغییرات بستر و شکل (۷)، پروفیل عرضی تغییرات سرعت جریان و تغییرات بستر ناشی از موج را نشان می دهد

نتایج

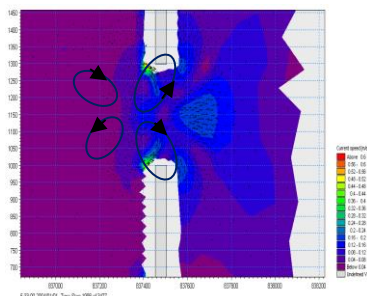
شکل (۴)، توزیع سرعت جریان ناشی از موج برای ارتفاع های مختلف ۲/۲ متر، ۱/۵ متر و ۰/۷۵ متر و شکل(۵)، توزیع تغییرات بستر برای موج با ارتفاع های مختلف را نشان



ج- موج با ارتفاع ۰/۷۵ متر

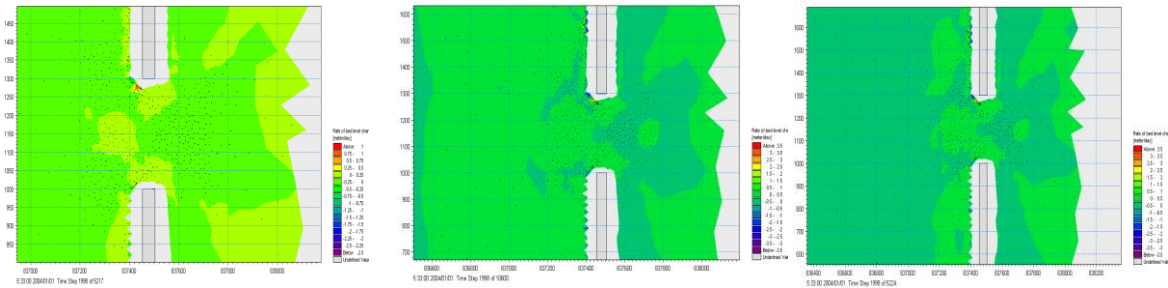


ب - موج با ارتفاع ۱/۵ متر



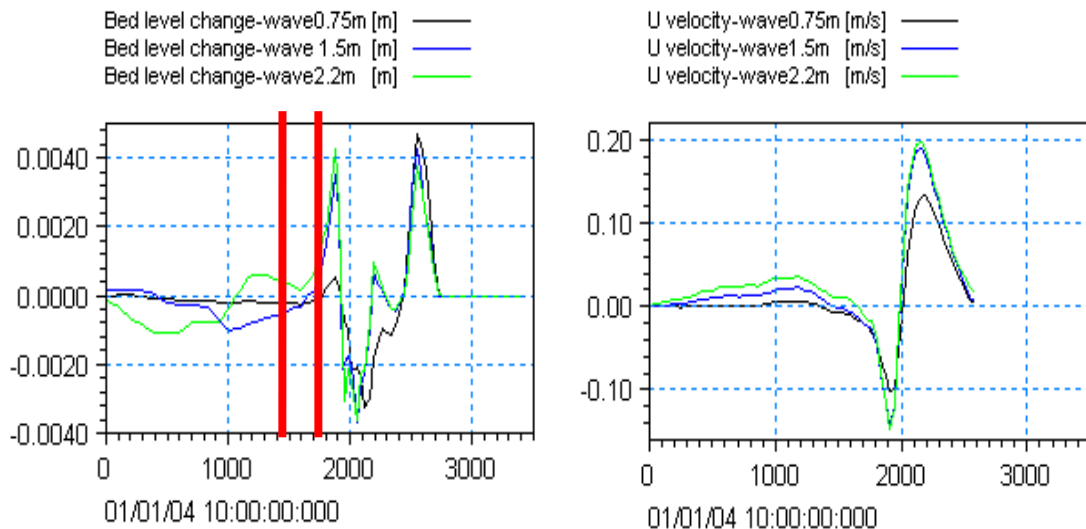
الف- موج با ارتفاع ۲/۲ متر

شکل ۴ - توزیع سرعت جریان ناشی از موج برای ارتفاع های مختلف



الف- موج با ارتفاع ۲/۲ متر ب - موج با ارتفاع ۱/۵ متر ج- موج با ارتفاع ۰/۷۵ متر

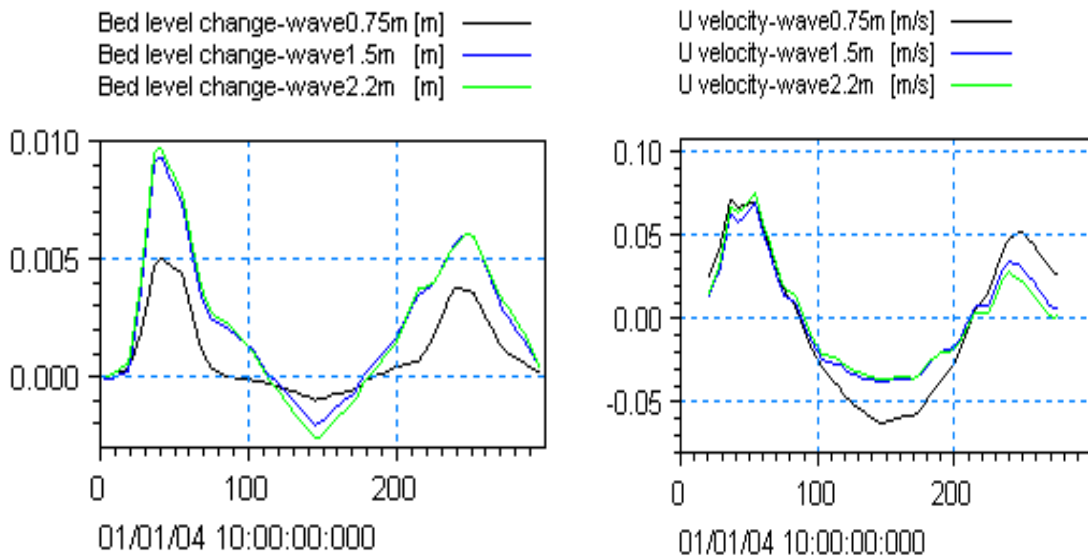
شکل ۵- توزیع تغییرات بستر برای موج با ارتفاع های مختلف (محور افقی، امتداد کانال و محور عمودی، تغییرات تراز بستر را نشان می دهد)



الف- توزیع طولی تغییرات سرعت جریان

ب- پروفیل طولی تغییرات تراز بستر

شکل ۶- تغییرات سرعت جریان ناشی از موج و تغییرات بستر (محور عمودی) در امتداد کانال (محور افقی) در مقطع طولی کانال (خطوط قرمز محدوده کانال، که از رسوب پر شده است را نشان می دهد)



الف- پروفیل عرضی تغییرات سرعت جریان ناشی از موج

ب- پروفیل عرضی نرخ تغییرات تراز بستر

شکل ۷- پروفیل عرضی تغییرات سرعت جریان و تغییرات بستر ناشی از موج با ارتفاع های مختلف در مقطع عرضی کانال

(شکل ۸ ب) نتایج به دست آمده بررسی های میدانی را نشان می دهد. خط چین با نسبت دادن ۱۰ درصد قابلیت تغییر در ارتفاع موج شاخص ژرفاب H_0 ، دوره تناوب موج شاخص، T و سرعت ته نشینی دانه ها $W(H_0, T)$ ، در شکل (۸) ترسیم شده اند. در ابتدا پیش بینی های ساده زیر پیشنهاد شد:

$$\text{بر افزایش (Accretion)} \quad \frac{H_0}{WT} < 3.2$$

$$\text{فرسایش (Erosion)} \quad \frac{H_0}{WT} \geq 3.2$$

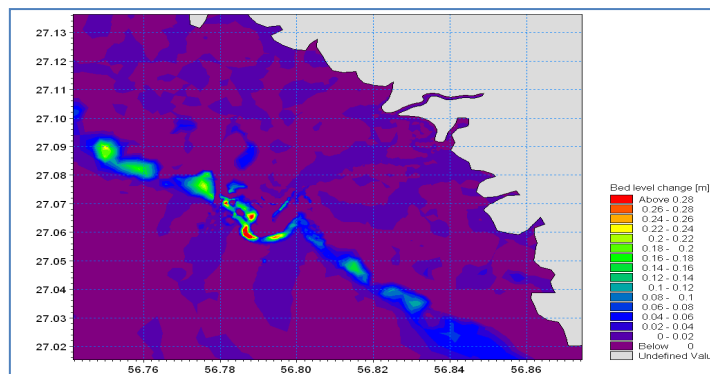
مطالعات میدانی (Kraus 1992) بیان گر رابطه متقابل فرسایش کانال با ارتفاع موج تابشی، بیانگر برازش بسیار خوب با داده های میدانی در شکل (۸ ب) است.

برای صحت سنجی مدل از نتایج تحقیقات مطالعات میدانی (Kraus 1992) بیان گر رابطه متقابل فرسایش کانال با ارتفاع موج تابشی است، استفاده شده است. شکل (۸)، بیانگر تغییرات H_0/L_0 به عنوان نمادی از ارتفاع بدون بعد موج نسبت به پارامتر بدون بعد H_0/WT می باشد. در این شکل می توان نتایج به دست آمده از مدل در شکل (الف) را با نتایج مطالعات میدانی در شکل (ب) مورد مقایسه قرار داد

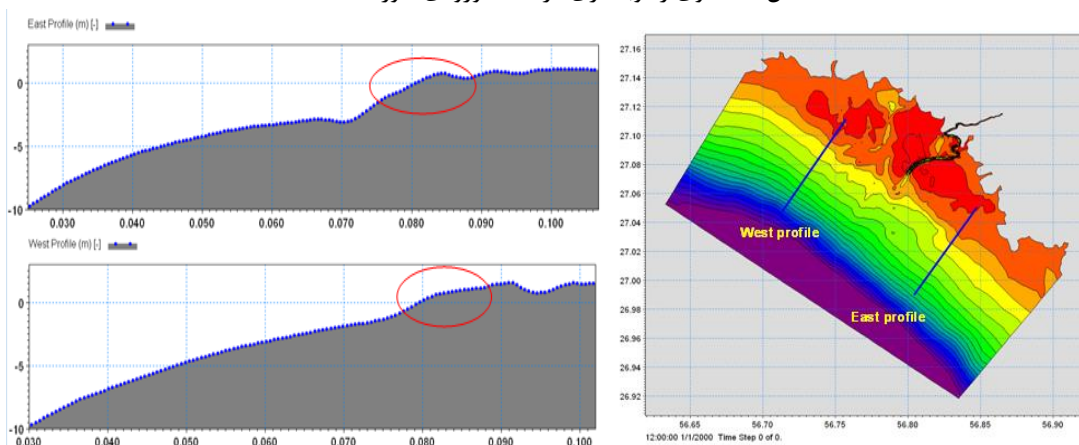
(1)

(2)

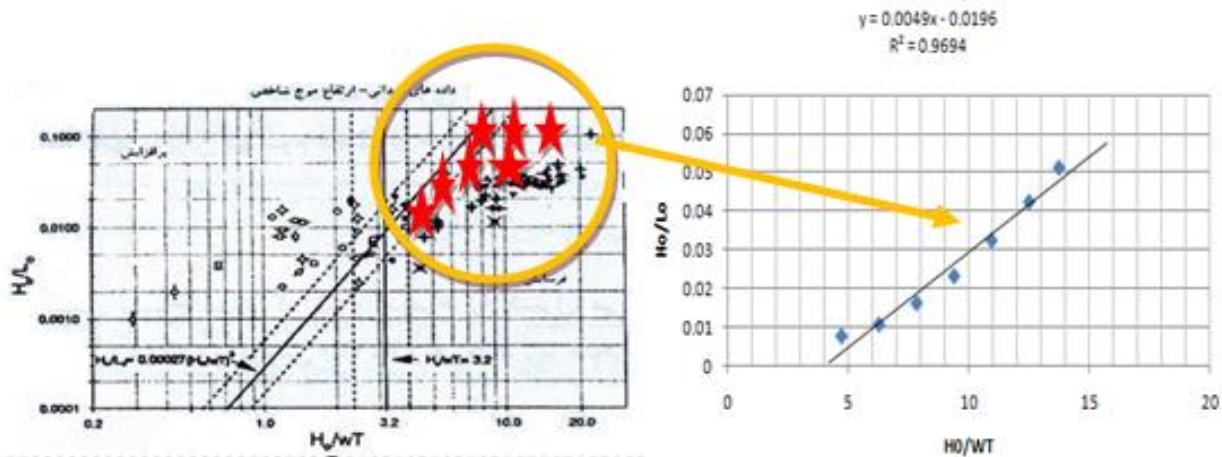
سیس خط قطری نشان داده شده در شکل (۸ ب) جایگزین این معیار شد. نقاط نشان داده شده در شکل (۸ الف)، بر اساس ضریب رگرسیون ۰/۹۶ به دست آمده که ضمن همخوانی با



شکل ۸- الگوی رسوبگذاری در دهانه ورودی خور



شکل ۹- (الف) پروفیل شرقی و غربی دهانه ورودی خور (ب) کم عمقی دهانه در پروفیل های مورد مطالعه صحت سنجی مدل عددی



شکل ۱۰- الف) پیش یاب های فرسایش در دهانه خروجی کانال با استفاده از نتایج به دست آمده از مدل سازی عددی (ب) پیش یاب های فرسایش و بر افزایش با استفاده از داده های میدانی (Kraus, 1992)

بحث و نتیجه گیری

خور نیز مشاهده می شود. شکل پس از هجوم امواج بعدی، رسوبات نشین شده در دهانه، به صورت عمودی به سمت دریا و داخل حوضچه هدایت می شوند و کم عمقی های سمت دریا و ساحل را به وجود می آورند. شکل (۹) کم عمقی در سواحل را برای پروفیل های غربی و شرقی در اثر هجوم موج نشان می دهد. علاوه بر آن، رسوب گذاری در طرفین عرضی کانال نیز صورت می گیرد (شکل ۷) که با افزایش ارتفاع موج، ارتفاع رسوبگذاری و فرسایش در هر دو مقطع طولی و عرضی، افزایش می یابد. به این ترتیب، تغییر ارتفاع امواج فرودی، موجب تغییر الگوی جریان در سلول های چرخشی منطقه نزدیک به ساحل می شود.

تاثیر تغییر ارتفاع موج بر وضعیت فرسایش و رسوب گذاری در مقطع طولی کانال و عرضی کانال در شکل های (۶) و (۷) نشان داده شده است. همانطوریکه در این شکل ها مشاهده می شود، با افزایش ارتفاع موج، میزان ارتفاع کم عمقی بالا دست و پایین دست مصب افزایش یافته و قله آن ها به سمت آب عمیق (سمت دریا) پیشروی می کند. این در حالی است که چاله ایجاد شده در وسط دهانه نیز عمیق تر شده و به سمت آب عمیق متمایل می گردد. نکته جالب توجه این است که سرعت جریان ورودی نسبت به جریان خروجی بیشتر است. این نشان می دهد که کم عمقی های بالا دست نسبت به پایین دست حجم بیشتری دارد. با استفاده از نتایج مدل سازی عددی می توان رابطه بین عوارض رسوبی و مشخصات موج (پریود و ارتفاع) را به دست آورد. این معادلات در جدول (۳) آمده است.

نتایج شبیه سازی، الگوی جریان در دهانه تحت اثر موج عمود بر ساحل را به صورت ایجاد جفت گردابه هایی در طرفین کانال نشان می دهد. که با شکست موج در دهانه و برخورد جریان برگشتی با موج ورودی به دهانه ایجاد می شود. این الگو با نتایج حاصل از تحقیقات (Kennedy & Kirby ۲۰۰۳) بر اساس نتایج حاصل از مدل سازی عددی، با افزایش ارتفاع موج تابشی، الگوی جریان تغییری نمی کند. هر چند، نقطه شکست موج به طرف دهانه ورودی کانال (سمت دریا) تغییر نموده و سرعت و شعاع گردابه ها افزایش می یابد. با تغییر نقطه شکست به داخل کانال، در حین افزایش شعاع گردابه ها نفوذ آنها به داخل دهانه بیش تر می شود. این در حالی است که سرعت گردابه های سمت دریا نسبت به ساحل کمتر است (شکل ۵ الف). به عبارت دیگر، گردابه های اصلی دریا سو ضعیف شده و به سمت ساحل جابجا می شوند. در حالی که گردابه های (Vortex) رو به ساحل قوی تر شده و رشد می کنند. همچنین، با توجه به جدول (۲)، با افزایش ارتفاع، سرعت جریان ورودی و خروجی از دهانه نیز افزایش می یابد.

عملکرد رسوبی مصب مانند شکل (۵ ج) می باشد. با توجه به این شکل، طی برخورد چند صد هزار موج به طرف دهانه، گردابه هایی در طرفین کانال ایجاد می شود. گردابه های ایجاد شده در چهار گوشه مصب، باعث انتقال آب و رسوب از طرفین، به سمت مرکز دهانه می شود که به دلیل سرعت پایین جریان در مرکز دهانه، رسوبات در مرکز دهانه ته نشین شده و باعث کم عمقی آن می گردد. این الگو در دهانه

جدول ۳- معادلات طول، عرض و ارتفاع رسوبگذاری و فرسایش قبل و بعد از دهانه حاصل از نتایج شبیه سازی

مقادیر عوارض رسوبی	قبل از دهانه	در دهانه	بعد از دهانه
طول عوارض رسوبی	$L_1 = 6.4881H_w^{0.656}T_w^{0.959}$	$L_2 = 1.01H_w^{-0.183}T_w^{0.619}$	$L_3 = 14.31H_w^{0.512}T_w^{0.909}$
عرض عوارض رسوبی	$Y_1 = 6.488H_w^{0.656}T_w^{0.955}$	$Y_2 = 5.186H_w^{-0.384}T_w^{1.135}$	$Y_3 = 14.012H_w^{0.605}T_w^{0.9}$
ارتفاع عوارض رسوبی	$D_1 = 0.261H_w^{0.267}T_w^{0.103}$	$D_2 = 0.251H_w^{0.872}T_w^{-0.125}$	$D_3 = 0.108H_w^{0.294}T_w^{0.294}$

معادلات نشان می دهد، در حالت کلی، هجوم امواج مرتفع به داخل دهانه باعث افزایش سرعت گردابه می شود و افزایش حجم رسوبگذاری در بالادست و پایین دست و فرسایش درکانال مصب می شود که این امر موجب تقویت کم عمقی مصب، بخصوص، در بالادست آن خواهد شد.

در این روابط، L_1 ، Y_1 و D_1 به ترتیب، طول، عرض و ارتفاع رسوبگذاری قبل از دهانه، L_2 ، Y_2 و D_2 ، طول، عرض و فرسایش در دهانه و همچنین L_3 ، Y_3 و D_3 ارتفاع رسوب گذاری بعد از دهانه برحسب متر می باشد. H_w ، ارتفاع موج بر حسب متر و T_w ، پریود موج بر حسب ثانیه می باشد.

منابع

- attached to 23rd International Conference on Coastal Engineering, Venice, Italy.
- Milittello, A. 2003. Numerical simulation of sediment pathways at an Idealized Inlet and Ebb shoal, Proceedings coastal sediments 03, 2003.CD ROM by published by World scientific publishing crop and East Meets west Productions. Croups Cristi. Texas, USA.
- Van Leeuwen, S.M. & De Swart, H.E. 2002. Intermediate modeling of tidal inlet systems: spatial asymmetries in flow and mean sediment transport. *Continental Shelf Research*, 22:1795-1810.
- Seaberg, W. C., king, D. B. & Stephens, B. E. 2001. Tidal Inlet Equilibrium Area Experiments. Inlet Laboratory Investigations Coastal and Hydraulics Laboratory, ERDC/CHL.TR-01-20.
- کریمی خانیکی، ع.، سادات کیایی، م. و علی اکبری بیدختی، ع. ۱۳۹۰. بررسی الگوی جریان و انتقال رسوب در مصب ها تحت اثر امواج عمود بر ساحل با استفاده از یک مدل عددی. سیزدهمین همایش صنایع دریایی بین المللی کیش، ایران.
- Fachin, S. & Sancho F. E. P. 2003. Morph dynamic instabilities in the surf zone. *Journal of Geology and Mining Research*, 105(C10): 24071- 24087.
- Kennedy, A.B. & Kirby, J.T. 2003. An unsteady wave driver for narrow banded waves: modeling near shore circulation driven by wave groups. *Coastal Engineering*, 48: 257-27.
- Kraus, N.C. 1992. Engineering approaches to cross-shore sediment transport processes. Proceeding of the short Course on Design and Reliability of Coastal Structures,

The Effect of Changes in Wave Height on Erosion Pattern and Sedimentation in Inlet

Karami Khaniki¹, A. & Kiaee^{2*}, M. S.

1. Dept. of Physical Oceanography, Islamic Azad University, Tehran
Science and Research Branch

2. Dept. of Physical Oceanography, Islamic Azad University, Tehran Science and Research Branch

Abstract

Wave is one of the main factors forming inlets. Refraction of waves in shallow waters of inlet's mouth forms bank flows and transports sediments in this area. Wave height is one of the hydrodynamic parameters and its effect on flow and sedimentation patterns are examined. In this study, for this purpose, a coastal basin that is connected to the open sea through a mouth is simulated in Mike 21 software. For this simulation, an unstructured flexible mesh, with the dimension of 10 to 50 meters was used, in a finite difference model. In this model, the waves with 0.75, 1.5 and 2.2 m heights and 8 sec. fixed period are emitted perpendicular to the coastline. Then, the amounts of flow and sediment transportation are calculated in different parts of the mouth according to simulation results. The flow rate increases as the wave height increases and proportionally the volume of transported sediment is also increased.

Key words: Wave height; inlet; non cohesive sediment; Mike21

*Corresponding author: nahid_sadatkiaee@yahoo.com