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
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

بررسی اثر ارتفاع تیغه موج شکن شناور پانتونی تیغه دار بر میزان ضرایب انتقال و انعکاس در معرض امواج نا منظم با استفاده از مدل های فیزیکی

نرگس فروزنده — دانشگاه صنعتی سهند
حبیب حکیم زاده — دانشگاه صنعتی سهند
پیمان آق تومان — مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری
علی کرمی خانیکی — مرکز تحقیقات حفاظت خاک وآبخیزداری

narges_fr_82@yahoo.com hakimzadeh@sut.ac.ir

چکیده

در این تحقیق تاثیر ارتفاع موج شکن شناور تیغه دار بر میزان ضرایب انتقال و انعکاس امواج نا منظم دریا مورد بررسی قرار گرفته است پژوهش حاضر با استفاده از یک مدل فیزیکی در فلوم موج مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری انجام شده است . امواج تابیده شده به مدل نامنظم و طیف انرژی موج مربوطه JONSWAP بوده است. همچنین محدوده ارتفاع امواج بین ۲ تا ۱۲ سانتی متر و پریودهای میانگین بین ۶۳/. تا ۱/۲۶ ثانیه در نظر گرفته شده اند. برای بررسی تاثیر ارتفاع تیغه، مو ج شکن های پانتونی با تیغه هایی به ارتفاع های ۸ ، ۱۶ و ۲۴ سانتی متر مورد آزمایش قرار گرفته اند و با وضعیت بدون تیغه مقایسه شده اند در این آزمایشات عمق آب ۶۰ سانتی متر در نظر گرفته شده است. مقیاس مدل ۱:۱۰ انتخاب شده و تعداد امواج تابیده شده به مدل در هر سری از آزمایشها ۲۵۰ موج در نظر گرفته شده است.

کلیدواژه‌ها : موج شکن شناور ، مدل فیزیکی، تغییر ارتفاع تیغه، ضریب انتقال، ضریب انعکاس

مقدمه

در امتداد سواحل مختلف جهان تأسیسات زیادی وجود دارند که باید در مقابل امواج دریا محافظت شوند. بیشتر این تأسیسات نیاز به کاهش ارتفاع موج در حد بالایی ندارند و ایجاد موج‌شکن ثابت در این نقاط غیراقتصادی می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که موج‌شکن شناور یک راه حل مناسب در ایجاد محیط‌بندری آرام در حد قابل قبول باشد. موج شکن های شناور در انجام عملیات دریایی مانند عملیات نظامی، محافظت بنادر تجاری و تفریحی، تفریگاه های ساحلی و محل های پرورش ماهی مورد استفاده فراوان دارند.

امروزه موج شکن های شناور پانتونی یکی از معمولی‌ترین نوع موج شکن های شناور است که در بنادر قایق های تفریحی و نیز بنادر مهم مورد استفاده قرار می‌گیرد. انتقال انرژی موج تابشی از موج شکن شناور موجب ایجاد موج عبور کرده در پشت سازه می شود و اندازه گیری ارتفاع های موج در پشت سازه به منزله سنجش مستقیمی از راندمان موج شکن در کاهش اثر موج است.

پارامتر های هیدرولیکی

در بررسی مشخصات امواج , معمولترین پارامتر بی بعد برای بیان مشخصات موج پارامتر تیزی است که در رابطه (۱) بیان می شود .

$$s_{om} = \frac{H_i}{L_m} \qquad (۱)$$

$$L_m = \frac{gT_m^{\,2}}{2\pi} tgh\left(\frac{2\pi d}{L_m}\right) \qquad (۲)$$

در روابط (۱) و (۲), H_i ارتفاع موج تابشی (معمولاً ارتفاع عمده موج H_s) , L_m طول موج بدست آمده از پریود میانگین (T_m) و d عمق آب است .

همانگونه که میدانیم تمامی سازه هایی که در معرض برخورد امواج قرار دارند درصدی از این امواج را باز می تابانند، میزان بازتاب امواج با ضریب بازتاب سازه , C_r ، نمایش داده می شود.این ضریب در واقع نسبت ارتفاع موج بازتابی به ارتفاع موج تابشی است و یا جذر نسبت انرژی بازتابی به انرژی موج تابشی است .

$$C_r = \frac{H_r}{H_i} = \sqrt{\frac{E_r}{E_i}} \qquad (۳)$$

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

همچنین میزان انتقال امواج با ضریب انتقال سازه , C_t ,نمایش داده می شود این ضریب در واقع نسبت ارتفاع موج انتقالی بـه ارتفـاع مـوج تابشی است و یا جذر نسبت انرژی انتقالی به انرژی موج تابشی است.

$$C_t = \frac{H_t}{H_i} = \sqrt{\frac{E_t}{E_i}} \qquad (۴)$$

مدل سازی فیزیکی

به علت آنکه هزینه ساخت سازه‌های دریایی عموماً بسیار بالاست و بدلیل اهمیت این سازه‌ها در مسائل اقتصادی جامعه، انجام تحلیل هـای ریاضی و عددی پیش از ساخت اینگونه سازه ها لازم و ضروری است ولی این مدل ها همواره قـادر بـه ارائـه اطلاعـات کـافی جهـت تـضمین عملکرد هیدرولیکی این سازه‌ها نیستند. از اینرو مدل هایی فیزیکی از این سازه‌ها در مقیاسهای کوچک ساخته شده بطوریکه رفتار مـدل هماننـد رفتار نمونه واقعی و قابل مقایسه با آن باشد. در عمل هر دو مطالعه پیش از ساخت سازه های مذکور ضرورت دارد.

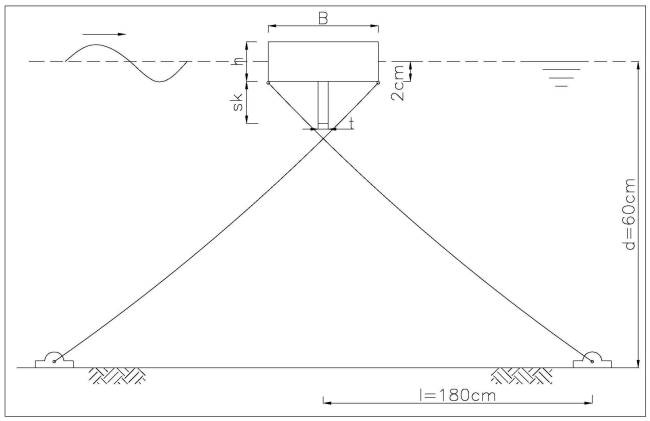
در آزمایشات مربوط به مدل سازی سازه های ساحلی نیروی غالب، نیروی وزن یا ثقل است. از اینرو معیار مناسب برای مدلسازی، معیار عدد فرود است و نوع جریان نیز باید کاملا آشفته در نظر گرفته شود تا بتوان از اثرات لزجت صرف نظر کرد. همچنین کنترل اثرات لزجت بـه وسـیله کنترل معیار رینولدز ممکن می شود که با رعایت این معیارها مقیاس 1:10 ($\lambda = ۱۰$) برای آزمایشات انتخاب شده است [۱].

برپایی مدل

آزمایشات مدل فیزیکی بر روی سه مدل آزمایشگاهی موج شکن شناور با اندازه تیغه های متفاوت انجام شده است این مدلها از چـوب ضـد آب ساخته شدند. طرح کلی مدل ها با مشخص کردن علائم اختصاری مربوطه در شکل ۱معرفی شده است. در جـدول ۱ نیـز مشخـصات مـدل های آزمایشگاهی پانتون ها ذکر شده است. با توجه به جدول ۱، در روند طراحی، ارتفاع تیغه (Sk) برابر مقادیر ۰ ، ۸ ،۱۶و۲۴ سـانتیمتر در نظـر گرفته شده است و در هر چهار مدل طول قسمت جعبه ای و طول تیغه به ترتیب برابر ۸۵ و ۸۱ سانتی متر و ارتفـاع قـسمت صـندوقه ای (h) برابر ۸ سانتی متر در نظر گرفته شده است. به دلیل شرایط آزمایشگاهی برای موجشکن با تیغه ۲۴ سانتیمتر بـه ناچـار از تیغـه بـا ضـخامت ۱۸ میلیمتر استفاده شد و تیغه این موجشکن نسبت به بقیه تیغه‌ها دارای ضخامت کمتر ولی ارتفاع بیشتر بوده است. همچنین وزن این سازه از وزن موجشکن با تیغه ۱۶ سانتیمتر کمتر و از مو ج شکن با تیغه ۸ سانتیمتر بیشتر بوده است.

آزمایشات در فلوم موج مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیز داری وزارت جهاد کشاورزی که دارای ۳۳ متر طول، ۵/۵ متـر عـرض و ۱/۵ متر عمق است و در انتهای آن جاذبه‌های موج سنگی با شیب عمومی ۱:۸ متشکل از سنگهای شکسته است، اجرا شده است

(شکل ۲). پاروی مولد موج از نوع پاروی پیستونی قائم می‌باشد و دارای ۵/۵ متر طول و یک متر آبخور بوده اسـت کـه بوسـیله یـک جـک هیدرولیکی حرکت می‌کند. جک به وسیله تأمین فشار روغن از سیستم هیدرولیکی تأمین نیرو (power pack)که فـشار معـادل ۱۴۰ بـار را بـه شیلنگهای انتقال به جک اعمال می‌کند، به جلو و عقب حرکت نموده و پارو را نیز در همان راستا به حرکت وا می‌دارد. ثبت نوسـانات سـطح آب توسط چهار دستگاه ارتفاع سنج موج در حین انجام آزمایش صورت گرفته و در رایانه ذخیره شده اند. یک دسـتگاه ارتفـاع سـنج مـوج در جلـوی سازه برای اندازه گیری امواج تابشی ترکیب شده با امواج بازتابی، یک دستگاه ارتفاع سنج موج در پشت سازه برای اندازه گیـری امـواج انتقـالی وسه دستگاه ارتفاع سنج دیگر برای اندازه گیری مقدار بازتاب در وسط فلوم نصب شدند. داده های برداشت شده از این سنـسورها بـا اسـتفاده از روش پیشنهادی Mansard [۲] و به وسیله نرم افزار W.S (Wave Synthesizer) تحلیل شده و ضرایب انعکاس و ارتفـاع مـوج تابـشی در جلوی سازه محاسبه شده است.



www.SID.ir

www.SID.ir

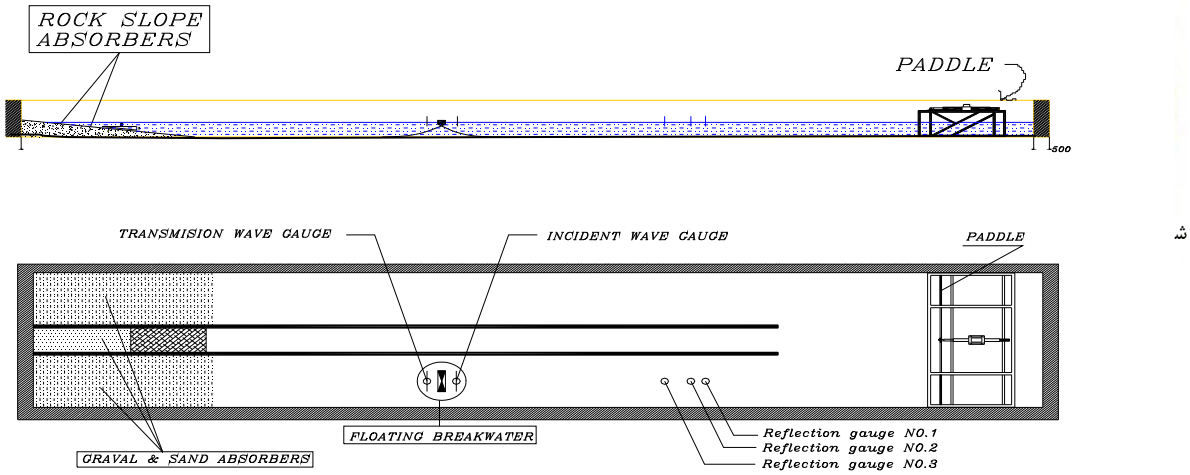
Archive of SID

Archive of SID

شکل۱- طرح شماتیک مدل آزمایشگاهی با معرفی علائم اختصاری طولی

جدول۱- معرفی مشخصات مدلهای آزمایشگاهی

مدلهای آزمایشگاهی	B (cm)	h (cm)	Sk (cm)	t (cm)	M (kg)
مدل ۱	24	8.0	0.0	0.0	4.080
مدل ۲	24	8.0	8.0	3.6	6.341
مدل ۳	24	8.0	16	3.6	8.601
مدل ٤	24	8.0	24	1.8	7.471



شکل۲- مقطع طولی و پلان فلوم موج و نحوه استقرار سازه و سنسورها در مرکز تحقیقات خاک و آبخیزداری جهاد

آزمایشات مدل فیزیکی

امواج تابیده شده به مدل از نوع نامنظم و طیف انرژی موج مربوطه JONSWAP بوده است. محدوده ارتفاع امواج بین ۲ تا ۱۲ سانتی متر و پریودهای میانگین بین ۰/۶۳ تا ۱/۲۶ ثانیه در نظر گرفته شده اند. بنابراین آزمایشات مربوط به هر مدل برای بازه گستردهای از تیزی امواج بین ۰/۰۱ الی ۰/۰۸ انجام شده است. در این آزمایشات عمق آب ۶۰ سانتی متر در نظر گرفته شده است وتعداد امواج تابیده شده به مدل در هر سری آزمایش ۲۵۰ عدد در نظر گرفته شده است.

تجزیه وتحلیل داده ها

در تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده از آزمایشات نمودارهایی بر حسب پارامتر بی بعد تیزی موج و ضرایب انتقال و انعکاس سازه ترسیم شده اند، نمودارهای (۱) الی (۴). از بررسی های انجام شده بر روی نمودارهای مذکور معلوم گردید که در هر صورت در تمامی مدل های آزمایشگاهی موج شکن های شناور پانتونی با افزایش تیزی موج میزان ضریب انتقال به صورت لگاریتمی کاهش یافته و ضریب انعکاس به صورت لگاریتمی افزایش یافته است. ولی مقدار کاهش یا افزایش ضرایب انتقال یا انعکاس به مقدار نسبت ارتفاع تیغه به ارتفاع سازه بستگی

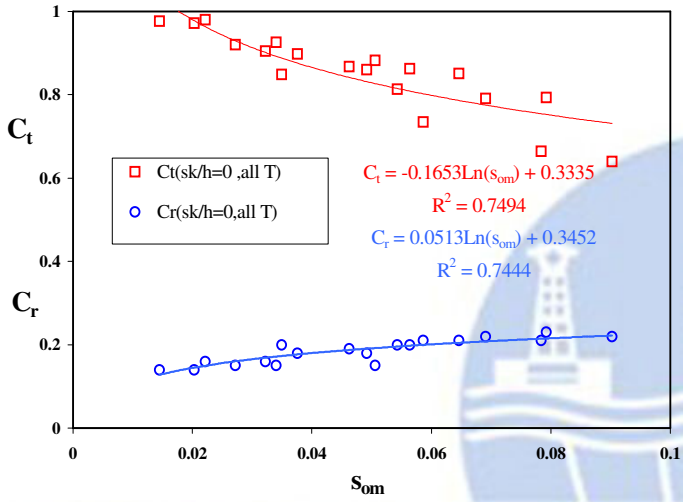
www.SID.ir

www.SID.ir

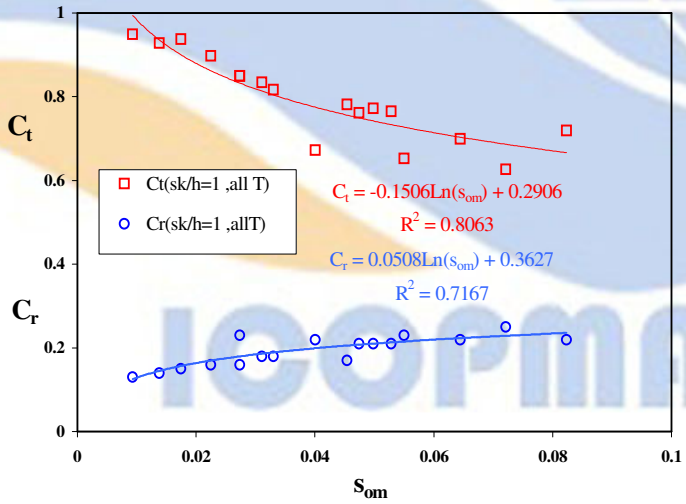
Archive of SID

Archive of SID

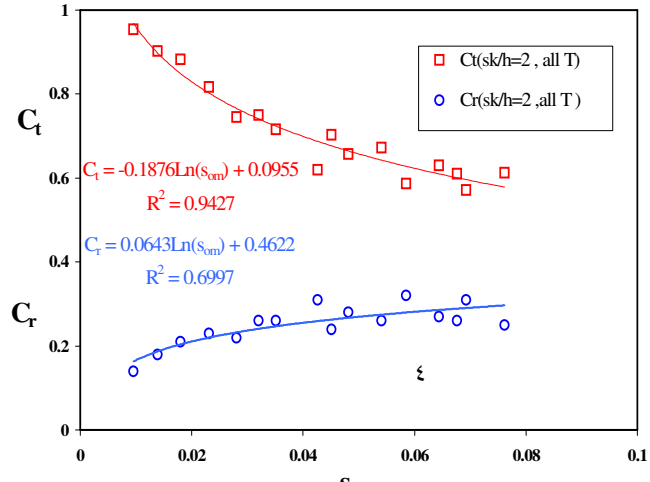
دارد. از اینرو در ادامه، نمودارهای تغییرات ضرایب انتقال و انعکاس به تفکیک نسبت ارتفاع تیغه به ارتفاع سازه (صندوقه) ترسیم گردیده اند، نمودارهای (۵) و (۶). بنابراین با بررسی های این نمودارها معلوم شد که با افزایش ارتفاع تیغه ضریب انتقال کاهش می‌یابد و ضریب انعکاس افزایش می‌یابد که می توان علت را در افزایش آبخور سازه و مهمتر از آن افزایش جرم سازه جستجو کرد. همچنین می توان دریافت که به علت وزن دار بودن تیغه‌ها، مقدار بیشتری از انرژی موج منعکس می‌شود و با افزایش جرم، جابجایی و حرکت سازه کاهش پیدا می‌کند و ضریب انتقال را کاهش می‌دهد. نکته مهم دیگری که در اینجا باید بدان توجه نمود این است که تاثیر جرم سازه در راندمان آن موثر تر از آبخور است و چنانچه در نمودار(۵) مشخص شده است تیغه ۲۴ سانتیمتری با وزن کمتر از تیغه ۱۶ سانتیمتری راندمان کمتری نسبت به آن دارد و راندمان آن تقریبا با تیغه ۸ سانتیمتری برابر است.



نمودار۱ – تغییرات ضریب انتقال وانعکاس موج برحسب تیزی موج برای موج شکن پانتون با Sk/h=0



نمودار ۲ – تغییرات ضریب انتقال وانعکاس موج برحسب تیزی موج برای موج شکن پانتونی تیغه دار با نسبت ارتفاع تیغه به ارتفاع سازه مساوی ۱ =Sk/h



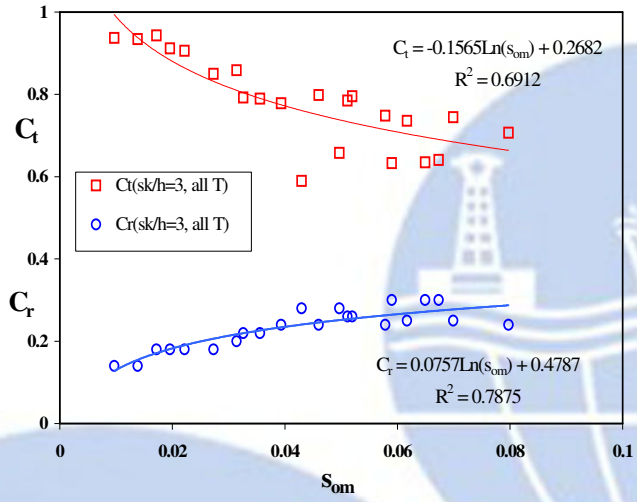
www.SID.ir

www.SID.ir

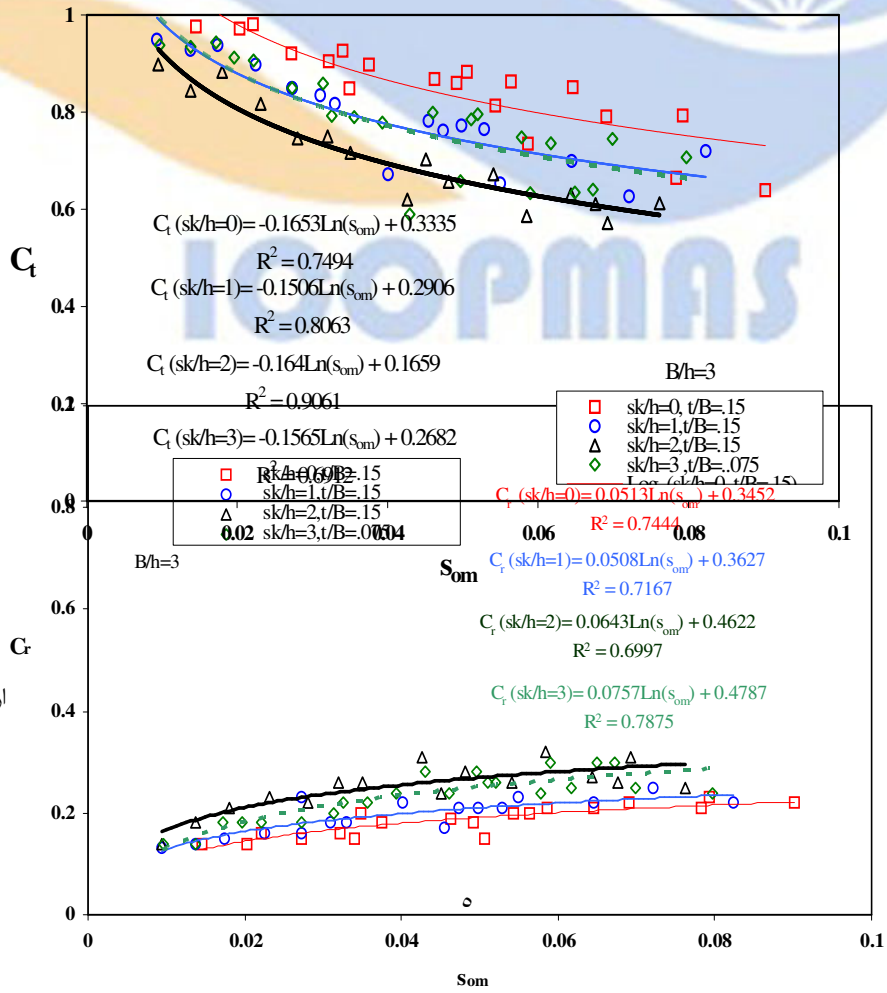
Archive of SID

Archive of SID

نمودار ۳ – تغییرات ضریب انتقال وانعکاس موج برحسب تیزی موج برای موج شکن پانتونی تیغه دار با نسبت ارتفاع تیغه به ارتفاع سازه مساوی Sk/h= 2



نمودار ۴ – تغییرات ضریب انتقال وانعکاس موج برحسب تیزی موج برای موج شکن پانتونی تیغه دار با نسبت *ارتفاع تیغه به ارتفاع سازه مساوی* ۳ Sk/h=



نمودار ۵ – تغییرات ضریب انتقال موج برحسب تیزی موج برای موج شکن پانتونی تیغه دار با تفکیک نسبت ارتفاع تیغه به ارتفاع صندوقه

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

نمودار ۶ – تغییرات ضریب انعکال موج برحسب تیزی موج برای موج شکن پانتونی تیغه دار با تفکیک نسبت ارتفاع تیغه به ارتفاع صندوقه

نتیجه گیری

در این مقاله تاثیر ارتفاع موج شکن شناور تیغه دار بر میزان ضرایب انتقال و انعکاس امواج نا منظم دریا با استفاده از مدل های فیزیکی ارائه شده است. آزمایشات بر روی مدل های فیزیکی در فلوم موج مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری انجام شده است . امواج تابیده شده به مدل از نوع نامنظم و طیف انرژی موج مربوطه JONSWAP برای محدوده ارتفاع امواج بین ۲ تا ۱۲ سانتی متر و پریودهای میانگین بین ۶۳/. تا ۱/۲۶ ثانیه در نظر گرفته شده اند. ارتفاع تیغه های مورد استفاده ۸ ، ۱۶ و ۲۴ سانتی متر بوده است و نتایج بدست آمده با وضعیت بدون تیغه مقایسه شده اند. عمق آب ۶۰ سانتی متر در نظر گرفته شده، مقیاس مدل فیزیکی ۱:۱۰ انتخاب شده و تعداد امواج تابیده شده به مدل در هر سری از آزمایشها ۲۵۰ عدد بوده است. از بررسی های انجام شده بر روی نتایج آزمایشگاهی بر روی مدل ها معلوم گردید که در تمامی مدل های فیزیکی موج شکن های شناور پانتونی با افزایش تیزی موج میزان ضریب انتقال به صورت لگاریتمی کاهش یافته و ضریب انعکاس به صورت لگاریتمی افزایش یافته است. ولی مقدار کاهش یا افزایش ضرایب انتقال یا انعکاس به مقدار نسبت ارتفاع تیغه به ارتفاع سازه بستگی دارد. همچنین بررسی های دیگر نشان داد که با افزایش ارتفاع تیغه ضریب انتقال کاهش می‌یابد و ضریب انعکاس افزایش می‌یابد. نکته مهم دیگری که در این پژوهش می توان بدان اشاره نمود این است که تاثیر جرم سازه در راندمان آن موثر تر از آبخور است.

مراجع

[1] Hughes, S.A."*Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering* ", Advanced Series on Ocean Engineering,۲۰۰3

[۲] Mansard, E.P.D. and Funkej, E.R., "*The measurement of Incident And Reflected Spectral Using a Least Squares Method*", Proc۱۷th –Coastal Engineering conf., Sydney,Australia,۱۹۸۰

[۳] William.A.N, Lee.H.S,Huang.Z, "*Floating Pontoon Breakwaters* " Journal of Ocean Engineering, vol.۲۷, ۲۰۰۰

[۴] Mc-carteny, Brucel, "*Floating Breakwater Design* ", ASCE, Journal of Waterway, Ports, Coastal and Ocean Engineering ,Vol.۱۱۱, No.۲,۱۹۸ 5

[5] چگینی،وحید"راهنمایی طراحی موج شکن ها" ،شرکت تحقیقات آب وآبخیزداری،تابستان 1377

www.SID.ir

www.SID.ir