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

نهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی

ICOPMAS 2010

10- 8 آذر ماه (تهران)

تخمین ویژگیهای خاص رسوبات بستر دریا با استفاده از امواج فراصوتی

مجید عباسپور، ریاست دانشکده /استاد، ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ، m-abbaspour@jamejam.net

امیرحسین جاوید، ریاست دانشکده/دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ، ahjavid@gmail.com

افشین محسنی آراسته، استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، afshinma2000@yahoo.com

کامران لاری، معاون دانشکده/استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، k_lary@yahoo.com

سارا اله یاری بیک، دانشجوی مقطع دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ، sara_ay1383@yahoo.com

کلیدواژه ها: رسوب، فراصوت، قطر رسوب، آزمایشگاهی

مقدمه:

تخمین دقیق ویژگیهای لایه مرزی در اکثر تحقیقات و پروژه های علوم پایه و مهندسی مسئله اصلی و محافظت محیط ساحلی موضوع حیاتی بسیاری از کشورهاست . برای محافظت ساحل از امواج ، سازه های دریائی مثل موج شکنها، دیواره های دریائی ، کیسونها و ... استفاده می شوند. خسارت و از بین رفتن سازه های دریائی، دو علت اصلی دارد: 1- ویژگی ساختاری (که نیرو و ضربه موج روی سازه اثر می کند) و2- بی ثباتی کف مثل آب شستگی در مجاورت سازه. بنابراین درک بهتر ویژگیهای مرز کف تقریبا مهمترین مسئله برای مهندسی ساحل که شامل طراحی سازه های ساحلی است، می باشد. در تحقیقات قبلی، اغلب از تخمین انرژی و مشخصه های دینامیکی امواج برای طراحی سازه ها استفاده می کردند. با توجه به اهمیت لایه مرزی کف که توسط مهندسین ساحل کشف شد، تنها تحقیقات کمی برای بررسی ویژگیهای لایه مرزی کف انجام شده است.[1]

استفاده از امواج صوتی و فراصوتی برای تحقیقات در آب دریا روشی جدید می باشد که در سالهای اخیر بسیار مورد توجه دانشمندان قرار گرفته است. بعلت اینکه امواج صوتی تنها امواجی هستند که در آب با تضعیف و میرائی بسیار کم و سرعتی زیاد منتشر می شوند ، می توان از آنها برای تحقیقات در بسیاری از زمینه ها استفاده نمود.[2و3]

مسئلهٔ اصلی این تحقیق درک بهتر و کاملتر مکانیسمها و ویژگیهای فیزیکی مربوط به میزان پیشروی ، نفوذ ، پراکندگی و اتلاف امواج صوتی بهنگام برخورد آنها با رسوبات بستر و در نتیجه بررسی ویژگیهای رسوبات از این طریق می باشد. هدف از این آزمایشات درک بهتر فرایندهای فیزیکی و مکانیکی صوت و بستر شامل تضعیف ، انتشار ، اتلاف و پراکنش در رسوبات بستر توسط مطالعات آزمایشگاهی می باشد.

مزیت استفاده از روشهای آزمایشگاهی کم هزینه تر بودن این روشها نسبت به روشهای میدانی می باشد و نیز بخصوص اینکه در آب کم عمق پیچیدگیهای دینامیکی و شرایط محیطی غیرقابل پیش بینی باعث می شود که اندازه گیری ها بسیار زمان بر و طاقت فرسا و دچار عدم قطعیت فراوان شوند. مهمترین مزیت مطالعات آزمایشگاهی پراکنش از رسوبات این است که می توان مساله را توسط کاهش تعداد پارامترهای کنترل کننده و بررسی تاثیرات مکانیسم های پراکنش مختلف بصورت مجزا ذکر کرد.

به عنوان مثال جهت حذف تاثیر حبابهای ریز می توان از کلرین و یا جهت حذف زبری در مقیاس بزرگتر از قطر رسوبات می توان از مسطح کردن سطح استفاده کرد. تا کنون جهت مطالعات بستر از فرستنده با پهنای باند باریک استفاده شده ولی در این تحقیق جهت اندازه گیری سایز رسوبات

www.SID.ir

www.SID.ir

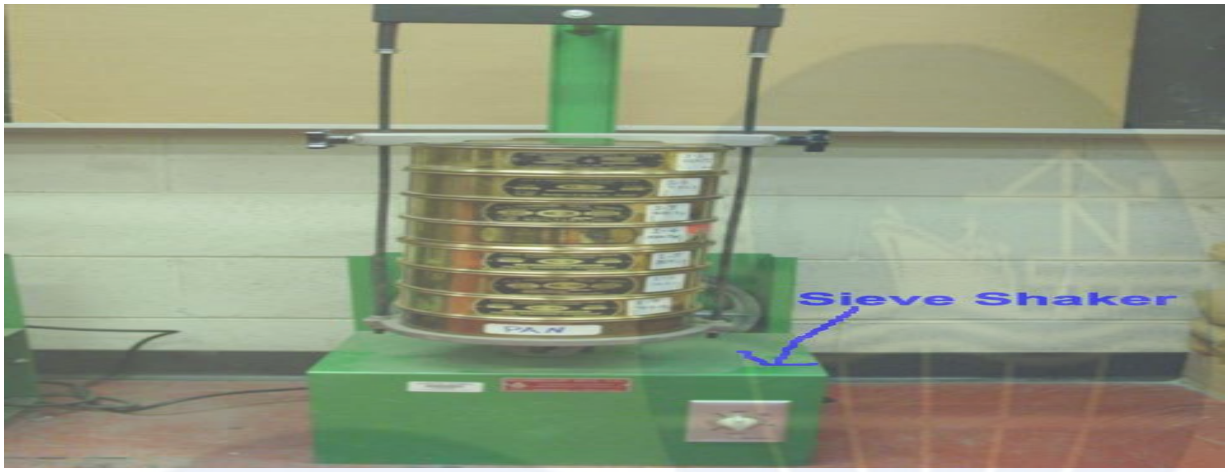
Archive of SID

لازم است برای اندازه گیری قدرت backscattering از فرستنده با پهنای باند وسیع استفاده کرد(به علت اینکه بتوان تمام بازه فرکانسی را بصورت پیوسته پوشش داد).

اندازه گیری های پراکنش از بستر در فرکانسهای کمتر از 300 کیلوهرتز انجام می شود درحالیکه از فرکانسهای بالاتر (در حدود مگاهرتز) می توان جهت بررسی فرایندهای دینامیکی بستر در آب کم عمق استفاده کرد. جهت اینکه بتوان از امواج فراصوتی برای بررسی های اندرکنش صوت و بستر استفاده کرد لازم است طول موج این امواج قابل مقایسه با قطر دانه های رسوب باشد.

شرح آزمایش:

دو نوع رسوب اشباع شده با آب با دانه بندی های متفاوت (ماسه های درشت و متوسط) جهت مطالعه انتخاب شده اند. ابتدا سایز رسوبات توسط روشهای غیر آکوستیکی (استفاده از الکهای آزمایشگاهی و shaker) اندازه گیری شده اند(شکل 1).



شکل1) تعیین اندازه دانه ها به وسیله روش الکهای آزمایشگاهی

قبل از انجام آزمایش هر کدام از دو نوع رسوب بصورت مجزا در ظرف حاوی آب و کلرین جهت حذف ارگانیسم هایی که ممکن است حباب تولید کنند ریخته شدند و سپس به داخل ظرف کوچکتری در تانک آزمایشگاهی منتقل شدند.

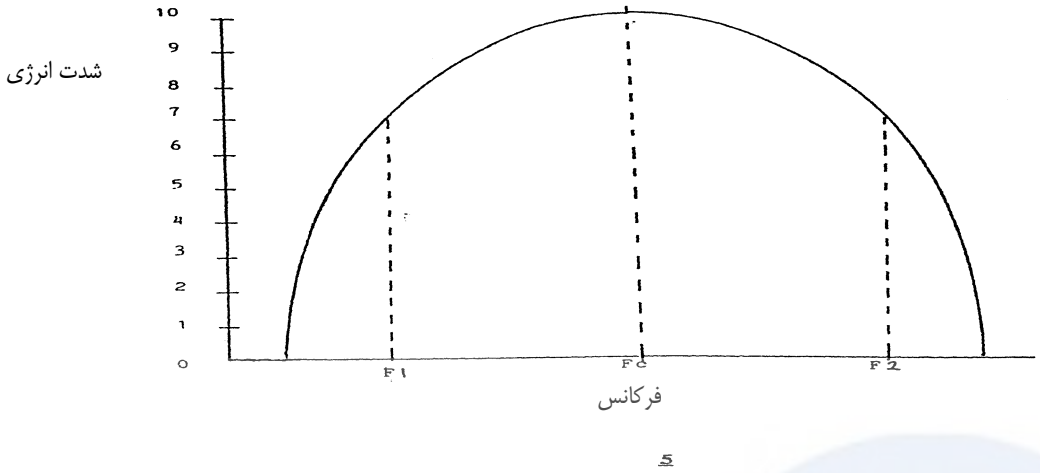
در این روش فرستنده امواج فراصوتی (Transducer) بعنوان گیرنده نیز عمل می کند و ما از دو فرستنده با فرکانسهای مرکزی 1 و 4 مگاهرتز استفاده کرده ایم که این دو فرکانس می توانند بازه فرکانسی گسترده 100 تا 6 مگاهرتز را بصورت پیوسته پوشش دهند.

هر فرستنده یا پراب که از جنس کریستالهایی خاص می باشد، (برای کریستال پراب ها از مواد پیزوالکتریک استفاده می شود که وقتی این مواد به جریان متغییر متصل می شوند کریستال آنها منقبض و منبسط می شود و در نتیجه انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی یا همان صوت و بالعکس تبدیل می کنند که از جمله این مواد می توان به کوارتز، لیتیم سولفات، سرامیکهای پولاریزه شده و پلاستیک اشاره کرد که در این تحقیق از سرامیکهای پلاریزه استفاده شده است زیرا این نوع از سرامیکها بهترین تولید کننده انرژی هستند و می توانند تا دمای 550 درجه سانتیگراد گرم شوند ولی از این دما بالاتر غیر پلاریزه می شوند همچنین می توانند با ولتاژ پایین کار کرده و با رطوبت نیز سازگار هستند) در فرکانسی مشخص دارای بیشترین شدت انرژی می باشد که به آن فرکانس مرکزی می گویند که با F_c نشان داده می شود. (مطابق شکل 2)

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل 2) تغییرات شدت انرژی نسبت به فرکانس مرکزی F_c. (F_1-F_2 نشان دهنده پهنای باند می باشد)

از یک کریستال امواج صوتی با فرکانسهای متفاوتی متصاعد می گردد که دلیل این تفاوت فرکانس در کریستال یکسان نبودن میزان ارتعاش در کلیه نواحی است. دو فرکانس F_1 و F_2 فرکانسهای بالاتر و پایینتر از فرکانس مرکزی هستند که شدت انرژی که با این فرکانس از پراب متصاعد می شود هفتاد درصد شدت انرژی فرکانس مرکزی است. اختلاف بین این دو فرکانس بازه فرکانس کاری پراب را مشخص می کند و به آن پهنای باند گفته می شود.

تقارن دو سمت و پهنای باند برای پراب های مختلف متفاوت می باشد و کم یا زیاد می شود و نیز امکان دارد نمودار تغییرات شدت صوت با فرکانس در دو سمت فرکانس مرکزی متقارن نباشد که در مورد پراب های این آزمایش از این نوع پراب استفاده شده است.

فرستنده امواج صوتی این امواج را با فرکانسهای مشخص تولید میکند که به علت اینکه سرعت موج صوتی در رسوب و آب متفاوت است، پس از برخورد صوت با هرکدام از فصول مشترک، ما پیک متفاوتی را دریافت خواهیم کرد که در آخر که موج صوتی با کف برخورد میکند (backwall echo) موج بر می گردد و دوباره به فرستنده برخورد کرده و دریافت و ثبت می شود.

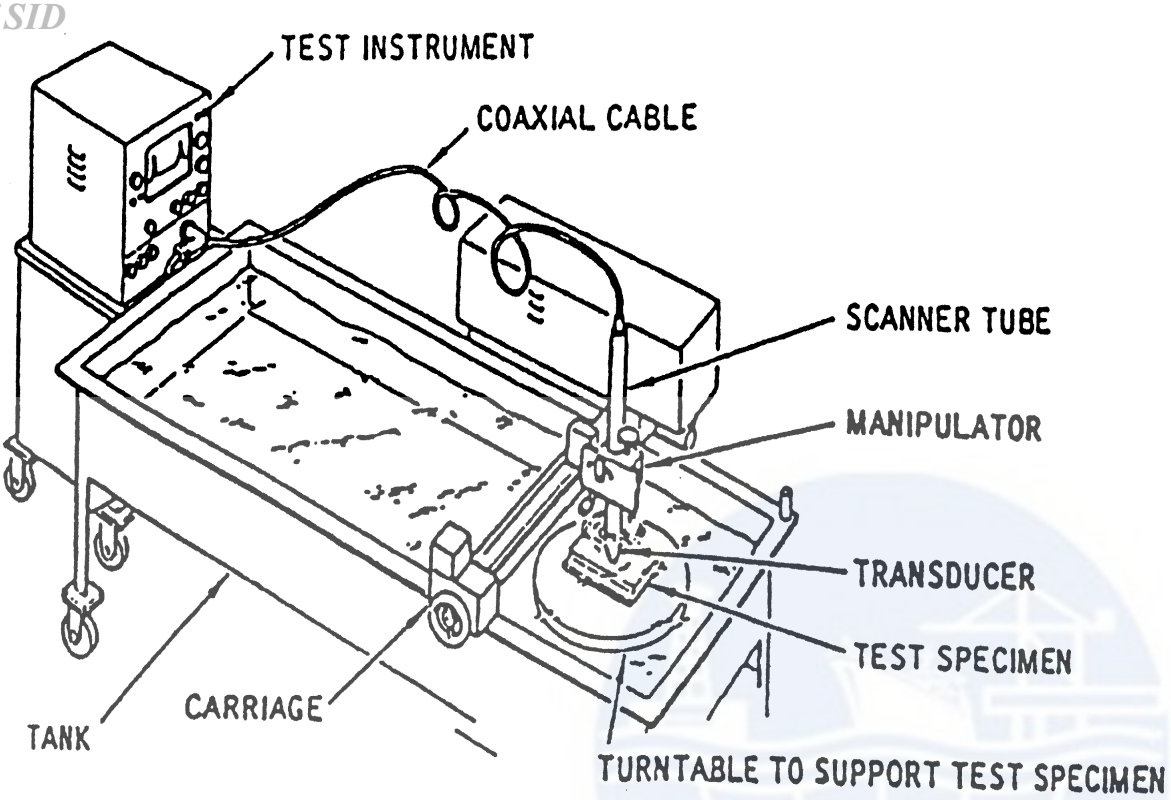
تانک حاوی نمونه های مختلف رسوب (Test Specimen) در داخل تانک اصلی یا خارجی (به علت ایجاد درجه آزادی بیشتر و اینکه باید فرستنده در داخل آب باشد و درصورت نیاز بتوان صوت را زاویه دار تاباند) قرار گرفت و جهت اجتناب از حرکت و تکانهای احتمالی روی سه نظام Turntableمحکم شد (شکل 3).

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل3) نمایه ای از تست غوطه وری انجام شده

تانک خارجی باید به نگهدارنده های مکانیکی (manipulator) که روی ریلها (carriage)حرکت می کنند مجهز باشد که اینها مبدل و متعلقات دیگر را حمل میکنند و کل سیستم به طریق کنترل از راه دور و توسط کامپیوتر کنترل می شود، بنابراین انعطاف بالایی در تغییر مکانها خواهیم داشت (دقت در جابجایی مکانی یک دهم میلیمتر و در تغییرات زاویه یک دهم درجه می باشد).[2و3]

سطح رسوبات جهت حذف زبری در مقیاس بزرگتر از سایز رسوبات توسط صفحه ای مسطح گردید. بنابراین می توان مطمئن شد که تنها مکانیسم تاثیرگذار و کنترل کننده در قدرت backscattering میانگین سایز رسوبات می باشد (نه زبری بزرگ مقیاس و یا حبابهای گاز) بدین معنی که می توان گفت قدرت backscattering تنها وابسته به فرکانس و ویژگیهای رسوبات می باشد که می تواند بصورت تابعی از تنها یک پارامتر نسبت میانگین سایز رسوبات/ طول موج نشان داده شود.

پالسهای مافوق صوت در فرکانسهای متفاوت از 0/1 تا 6 مگاهرتز (توسط دو پراب با پهنای باند وسیع) توسط فرستنده امواج فراصوتی ایجاد شده و مبدل بصورت اتوماتیک در راستای افقی هر 0/5 سانتیمتر با زاویه برخورد ثابت، پالس های مافوق صوت را فرستاده و دریافت کرد که تعداد اندازه گیری ها جهت حذف نویز زیاد بود (بیش از 64 مرتبه).

امواج صوتی با زاویه ثابت و معین در مکانهای متفاوت در راستای x و y (طول و عرض تانک داخلی) فرستاده شدند که این عمل توسط هردو پراب (با فرکانسهای مختلف) انجام شد و بار دیگر ما تنها پراب را در راستای عمق جابجا کردیم و در عمقهای مختلف پیک های دریافتی ثبت شد.

جهت انجام کالیبراسیون بدین صورت عمل کردیم که با اندازه گیری فاصله توسط کولیس با دقت 0/02 میلیمتر و تعیین زمان از روی محور افقی دستگاه فرستنده امواج فراصوتی (محور افقی دستگاه تست اولتراسونیک می تواند جهت نشان دادن زمان و یا مکان، بسته به هدف، تنظیم شود) سرعت صوت را توسط رابطه x=vt تخمین زده و با سرعت صوت در رسوب که کتابهای مرجع معین می باشد مقایسه کرده و اصلاحات جهت کالیبراسیون را انجام دادیم.

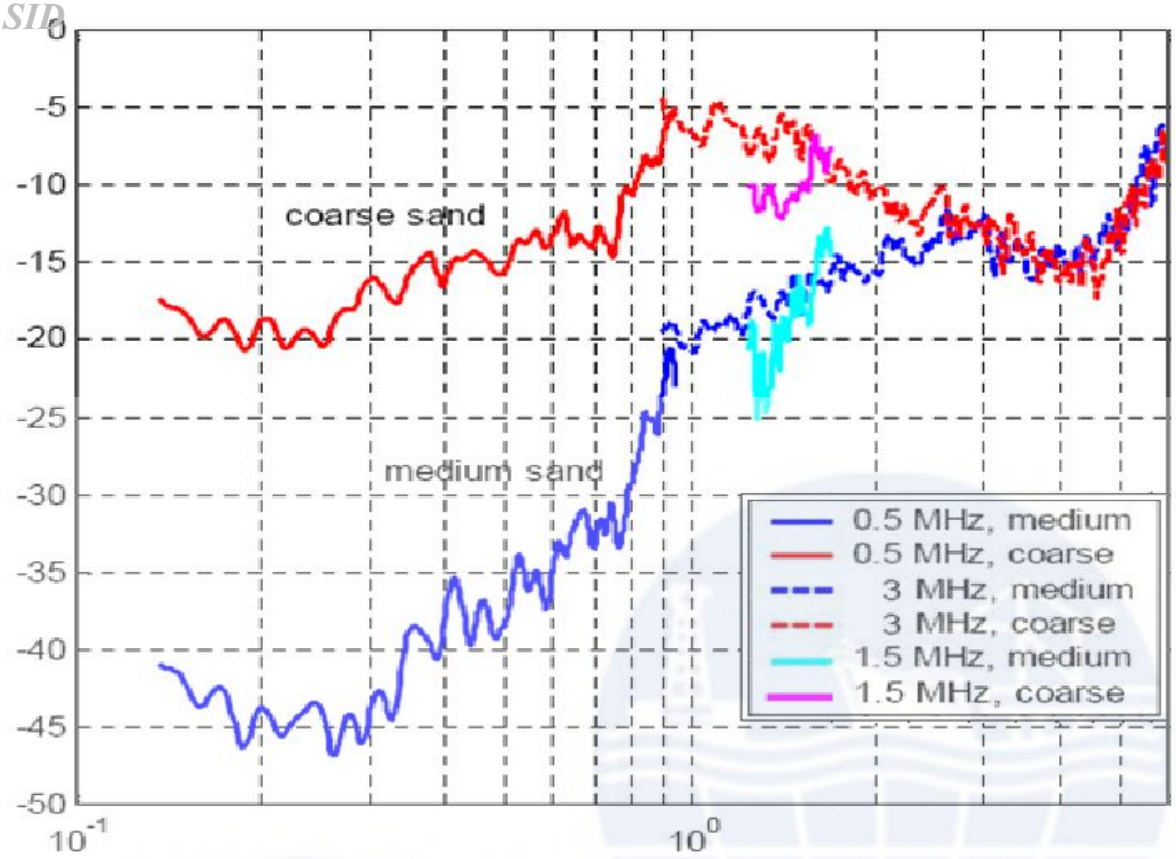
توسط اطلاعات بدست آورده شده از کالیبراسیون و مراحل اولیه اندازه گیری سایز رسوبات توسط الکهای متفاوت و shaker و استفاده از تحلیل طیفی و آنالیز فوریه همچنین استفاده از نرم افزارهای مناسب از جمله Matlab توانستیم اطلاعات را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم.

www.SID.ir

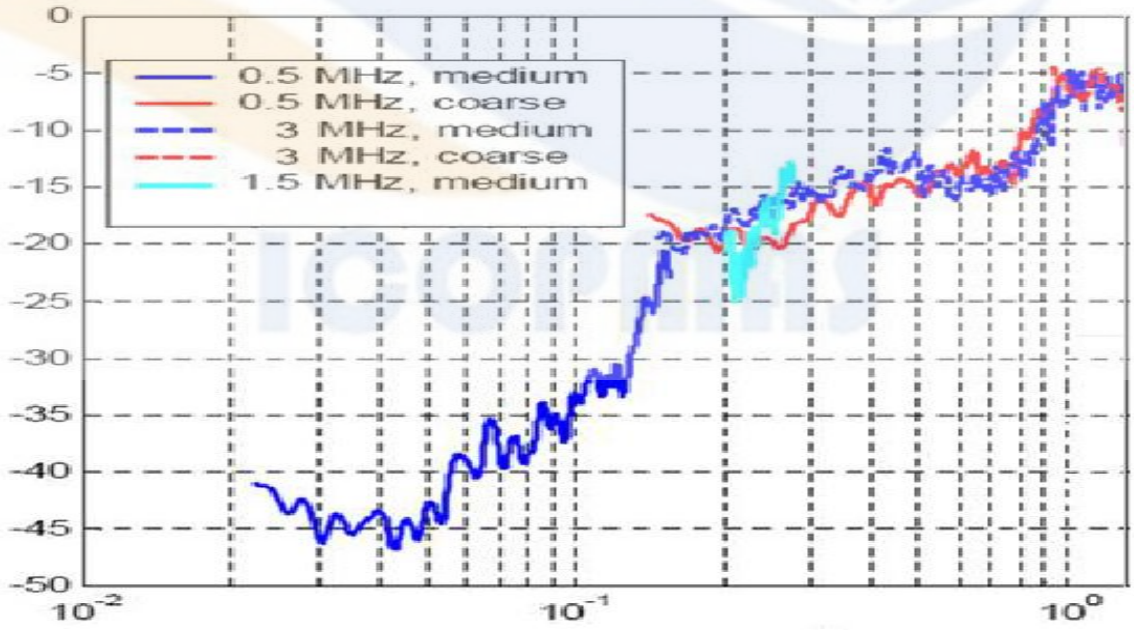
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل 4) قدرت Backscattering برای ماسه متوسط و درشت



شکل 5) داده های شکل 2 برحسب میانگین قطر رسوبات بر طول موج در آب

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

نتیجه گیری:

در شکل 4 قدرت backscattering در بازه فرکانسی گسترده 0/1 تا 6 مگاهرتز برای دو نوع رسوب ماسه های متوسط و درشت با زاویه برخورد عمودی نشان داده شده اند که تفاوت در قدرت backscattering بین دو سایز رسوب در فرکانسهای کمتر از 2 مگاهرتز قابل توجه می باشد.
برای مثال این اختلاف در فرکانسهای0/20 تا 0/27 مگاهرتز حدود 25 دسی بل می باشد. این نمودار حساسیت شدید قدرت backscattering در این فرکانسها را به سایز متوسط رسوبات نشان می دهد.
در فرکانسهای بیش از 2/5 مگاهرتز اختلاف کاهش می یابد و بنابراین قدرت backscattering حساسیت کمی به سایز رسوبات خواهد داشت. با استفاده از این بررسی به این نکته رسیدیم که باید اندازه گیری های مربوط به این سایز از رسوبات را در فرکانس های کمتر از 2 مگاهرتز انجام داد.
نسبت قطر میانگین رسوبات به طول موج صوت در آب (d/λ) در بازه فرکانسی انتخاب شده از 0/024 تا 1/3 برای ماسه متوسط و از 0/15 تا 6 برای ماسه درشت متغیر بود. بنابراین در بازه d/λ بین 0/15 تا 1/3 ما دو دسته اطلاعات با میانگین سایز رسوبات متفاوت داریم.
در شکل 5 قدرت backscattering (مثل شکل 4) برحسب نسبت d/λ رسم شده است. در این تحقیق مشخص شد که قدرت backscattering تنها تابعی از یک پارامتر نسبت d/λ می باشد و رابطه نزدیک و مستقیمی با میانگین سایز رسوب دارد و هر چه سایز رسوبات افزایش یابد، قدرت backscattering نیز زیاد خواهد شد.
با مشخص بودن λ (فرکانس و در نتیجه طول موج هر پراب مشخص می باشد) برای هر آزمایش می توان میانگین قطر رسوبات را با دقتی بسیار زیاد تخمین زد، پس می توان از هرفرکانسی جهت بررسی سایز خاصی از رسوبات استفاده کرد (جهت بررسی رسوبات با دانه بندی در حد رس باید برای حساسیت بیشتر از فرکانس های بالاتر و جهت بررسی رسوبات با دانه های درشت تر از ماسه، شن و سنگریزه از فرکانسهای پایینتر استفاده کرد).
اگر قدرت backscattering در فرکانس های مشخص و برای یک دانه بندی های یکنواخت اندازه گرفته شود می توان از داده های بدست آمده جهت پیش بینی و کالیبراسیون و اندازه گیری های مرتبط با سایز رسوبات استفاده کرد.
توسط این روش می توان از راه دور و بدون دسترسی مستقیم به بستر، سایز متوسط رسوبات را تعیین و بررسی کرد. نتایج scattering از رسوبات که در این تحقیق بررسی شد درک بهتری از اندرکنش صوت با بستر در فرکانسهای بالا را نشان می دهد.

مراجع:

[1]-Lin,C., Jeng,D.S., Jeng,C.N.(2002), An experimental study on the flow characteristics of a standing wave:application of FLDV measurements, Ocean Engineering, Vol. 29.
[2]- Ivakin,A.N.(2009), High-Frequency Scattering from Water Saturated Sandy Sediments: Laboratory Study, Journal of acoustic society of America.
[3]-Papadakis,P.,Taroudakis,M.(2007), estimation of sea floor parameters by modal arrival Measurements using data from a laboratory experiment, 19th international congress on acoustics Madrid, 2-7 september 2007.

www.SID.ir

www.SID.ir