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



# ارائهٔ روابط جدید بازتاب امواج از دیوارهای ساحلی توده سنگی

Archive of SID

بیمان آق تومان[۱]، نازنین کمالی[۲]، وحید چگینی[۳]، محرم دولتشاهی پیروز[۴]

۱- فوق لیسانس فیزیک دریا، مرکز تحقیقات حفاظت خاک وآبخیزداری ۲- فوق لیسانس فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی
۳- دکترای عمران (سواحل، سازه های دریایی)، مرکز ملی اقیانوس شناسی ۴- دکترای عمران (سواحل، سازه های دریایی)، دانشکدهٔ فنی دانشگاه تهران

## مقدمه

در این تحقیق روابط جدیدی برای محاسبهٔ ضرایب بازتاب امواج از دیوارهای ساحلی توده سنگی ارائه شده است. این پژوهش بر اساس انجام آزمایشات مدل فیزیکی بر روی مقاطع دیوارهای ساحلی در فلوم موج مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی در طی سال ۱۳۷۹ انجام شده است. امواج تابیده شده به مدل مقاطع دیوار ساحلی مورد آزمون، نامنظم و طیف انرژی موج مربوطه JONSWAP است. مدل مقاطع مورد آزمایش، از سه لایهٔ آرمور مختلف و متشکل از مصالح سنگی، بلوکهای بتنی آنتی فر و بلوک های تتراپود برای بررسی تأثیر شکل مصالح بر روی میزان بازتاب امواج اجرا شدند. برای بررسی تأثیر شیب سازه بر میزان بازتاب امواج، در آزمایشات مدل فیزیکی از چهار شیب سازه ای ۱/۵ : ۱، ۲ : ۱، ۲/۵ : ۱ و ۳ : ۱ استفاده شده است.

مقیاس در نظر گرفته شده جهت اجرای مدل فیزیکی به گونه ای انتخاب شده که از اثرات مقیاس بتوان صرفنظر کرد. روش محاسبه ضرایب بازتاب امواج از مدل سازه، روش Mansard و با استفاده از سه دستگاه ارتفاع سنج موج در میانه فلوم موج بوده است. مجموعاً تعداد ۱۸۶ آزمایش در این تحقیق انجام شده که نتایج آن به صورت روابط جدید محاسبهٔ ضریب بازتاب و نمودارهای طراحی ارائه شده است.

## بازتاب امواج از دیوارهای ساحلی توده سنگی

یکی از روش های سازه ای مؤثر و متداول در حفاظت سواحل احداث دیوارهای ساحلی توده سنگی است. دیوار ساحلی به سازه ای اتلاق می شود که برای حفاظت ساحل در راستای خط ساحلی احداث می شود. معمولاً روشهای سازه ای حفاظت ساحل دارای حجم عملیات و هزینه های اجرایی بسیار زیاد هستند. معمولا در مهندسی ساحل برای جذب انرژی امواج از شیب های توده سنگی استفاده می شود. شیب های توده سنگی انرژی امواج را به مراتب کمتر از شیب های غیر متخلخل و یا هموار مشابه بازتاب می کنند. برهم کنش امواج تابشی و بازتابی باعث بوجود آمدن محیطی متلاطم در جلوی سازه می شود که امواج حاصله بعضا تیز و ناپایدار هستند. امواج بازتابی دارای سرعت های مداری بیشتری شده و احتمال افزایش حرکت مواد و مصالح را در ساحل و یا سازه افزایش می دهند. علاوه بر این بازتاب امواج بر اثر اصابت امواج مورب می تواند باعث مسائل مهم رسوبگذاری در بنادر و خورها شود.

## آزمایشات مدل فیزیکی

آزمایشات مدل فیزیکی بر روی سه مقطع دیوار ساحلی متشکل از مصالح سنگی و بلوک های مصنوعی آنتی فر و تتراپود برای بررسی تأثیر شکل مصالح بر بازتاب امواج انجام شده اند. محدودهٔ ارتفاعات شاخص امواج در آزمایشات مدل فیزیکی از ۰/۵ تا ۱/۷۵ متر و پریودهای میانگین ۳، ۴، ۵/۵ و ۷ ثانیه در طبیعت در نظر گرفته شده اند. در سه مقطع دیوار ساحلی مورد آزمایش، شیب رو به دریای سازه به ترتیب برای بلوک های بتنی ۱/۵ : ۱ و برای مصالح سنگی شیب های ۱/۵ : ۱، ۲ : ۱، ۲/۵ : ۱ و ۳ : ۱ و در تمام آزمایشات دانه بندی سنگهای لایه آرمور ۱/۴۳ منظور شد. مقیاس مدل برای مقاطع با لایه آرمور متشکل از بلوک های آنتی فر، تتراپود و سنگ به ترتیب ۱۶ : ۱، ۱۳/۸ : ۱ و ۲۰ : ۱ در نظر گرفته شده است.

## نتایج

بر اساس ثبت ها و اندازه گیری های انجام شده در طی انجام آزمایشات، نمودارهای بازتاب امواج به صورت ضریب بازتاب امواج بر حسب پارامتر تشابه شکست ترسیم شدند. نمودار شکل ۱ نتایج حاصل از این تحقیق را برای سه شکل مصالح آنتی فر، تتراپود و سنگ نشان می دهد. در این نمودار مقادیر بازتاب امواج از دیوار ساحلی متشکل از بلوک های تتراپود به ترتیب بیشتر از دیوار ساحلی متشکل از مصالح سنگی و بلوک های آنتی فر است.

www.SID.ir

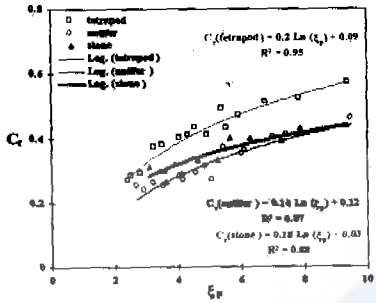


www.SID.ir

Archive of SID



Archive of SID




**شکل ۱- ضریب بازتاب امواج بر حسب پارامتر تشابه شکست برای سه شکل مصالح لایهٔ آرمور (سنگ، بلوکهای آنتی فر و تتراپود)**

با استفاده از آنالیز ابعادی برای تعیین پارامتر بدون بعد شکل مصالح، عدد بدون بعد ارتفاع نسبی واحد آرمور بدست آمد. مقادیر اعداد بدون بعد ارتفاع نسبی واحد آرمور برای مصالح سنگی، بلوک آنتی فر و بلوک تتراپود در جدول ۱ ارائه شده اند.

**جدول ۱- مقادیر پارامتر بدون بعد ارتفاع نسبی واحد آرمور برای سه شکل مصالح لایهٔ آرمور (سنگ، بلوکهای آنتی فر و تتراپود)**

| Armour Type | h / Dn |
|---|---|
| Tetrapod | ۰/۶۵ |
| Antifer | ۰/۷۵ |
| Stone | ۰/۸ |

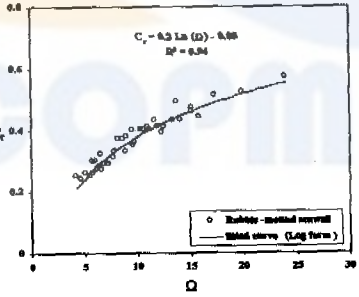
با توجه به نمودار شکل ۱ و حاصلضرب پارامتر تشابه شکست با ارتفاع نسبی واحد آرمور، پارامتر ضریب شکل C با استفاده از روش های آماری و با تطابق نمودارها، به صورت جدول زیر استخراج شده است:

| Armour Type | C |
|---|---|
| Tetrapod | ۰/۹ |
| Antifer | ۱/۲۵ |
| Stone | ۱/۱ |

از اینرو پارامتر بدون بعد جدید $\Omega$ برای نشان دادن تأثیر شکل مصالح بر ضریب بازتاب موج توسط نگارندگان ارائه شده است:

$$\Omega = \frac{1}{C} \bullet \xi_P \bullet \frac{h}{D_n} \qquad (۱)$$

بر اساس پارامتر بدون بعد جدید $\Omega$ (معادلهٔ ۱) نمودار ضرایب بازتاب در شکل ۲ ترسیم شده است.




**شکل ۲- ضریب بازتاب امواج بر حسب پارامتر جدید $\Omega$ و منحنی برازش داده شده با معادلهٔ مربوطه**

www.SID.ir



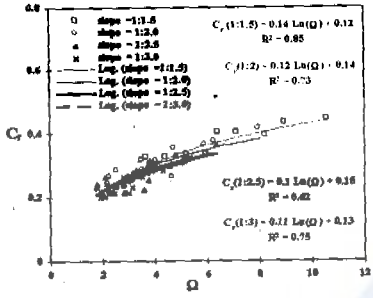
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار شکل ۳ ضرایب بازتاب امواج را بر حسب پارامتر بدون بعد $\Omega$ برای دیوارهای ساحلی توده سنگی با مصالح لایهٔ آرمور سنگ و چهار شیب سازه ای مختلف به طور مجزا نشان می دهند.

Archive of SID




شکل ۳- ضریب بازتاب امواج بر ای چهار شیب سازه ای مختلف بر حسب پارامتر جدید $\Omega$

به دلیل عدم انطباق نمودارهای شکل ۳ و وجود تأثیر شیب سازه بر میزان بازتاب امواج، ضریب تصحیح شیب یا ضریب یکنواختی ($\alpha$) توسط نگارندگان به صورت زیر ارائه شده است:

| $\cot\theta$ | $\alpha$ |
|---|---|
| ۱/۵ | ۱/۰ |
| ۲/۰ | ۱/۱ |
| ۲/۵ | ۱/۲ |
| ۳/۰ | ۱/۳ |

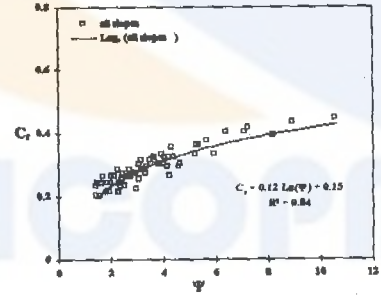
که در آن:

$$\alpha = 0.2\cot\theta + 0.7 \qquad (۲)$$

برای اعمال تأثیر شیب سازه، پارامتر بدون بعد جدید $\Psi$ به صورت زیر توسط نگارندگان تعریف شده است:

$$\Psi = \frac{\Omega}{\alpha} \qquad (۳)$$

نمودار شکل ۴ ضرایب بازتاب از دیوار ساحلی توده سنگی را بر حسب پارامتر جدید $\Psi$ نشان می دهد. در این نمودار تأثیر شکل مصالح لایهٔ آرمور (سنگ، بلوک آنتی فر و بلوک تتراپود) و شیب سازه ای لحاظ شده است.




شکل ٤- ضریب بازتاب امواج بر حسب پارامتر جدید $\Psi$

www.SID.ir



www.SID.ir

Archive of SID



Archive of SID

**تشکر و سپاسگزاری**

از آقایان مهندس نیکزاد امیری معاون محترم بخش فنی و مسئول آزمایشگاه های مدل فیزیکی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، رحمت اـ خلیلی مسئول فنی و تأسیسات و مهدی علی وردلو به خاطر زحمات شبانه روزی ایشان تشکر و قدردانی می شود.

**مراجع**

[1] Allsop, N. W. H. and Channell, A.R.: "Wave reflections in harbours", *Report OD 102, Hydraulics Research*, Wallingford, 1989.

[2] Chesnut, C.B. and Galvin, C. J.: "Lab profile and reflection changes for Ho/Lo = 0.02", *Proc. of the 14th Conf. on Coastal Eng., ASCE,* 1974, pp 958-977.

[3] Goda, Y. and Suzuki, Y.: "Estimation of incident and reflected waves in random wave experiments", *Proc. of the 15th Conf. on Coastal Eng., ASCE,* 1976, pp 828-845.

[4] Madsen, O.S. and White, S.M.: "Reflection and transmission Characteristics of porous rubble mound breakwaters", *MR 76-5,* U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Eng. Res. Center, Fort Belvoir, Va., March 1976.

[5] Mansard, E.P.D. and Funke, E.R.: "The measurement of incident and reflected spectra using a least squares method", *Proc. of the 17th Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE,* 1979.

[6] Manual on the Use of Rock In Coastal and Shoreline Engineering, CIRIA, special publication, 83. CUR Report 154, A.A.B, 1991.

[7] Moraes, C.D.: "Experiment of wave reflection on impermeable shores", *Proc. of the 12th Conf. on Coastal Eng., ASCE,* Vol. I, 1970, pp 509-521.

[8] Postma, G.M.: "Wave reflection from rock slopes under random wave attack", *M.sc. Thesis,* Delft Univ. of Tech., Dept. of Civil Eng., Delft, The Netherlands, 1989.

[9] Seelig, W.N.: "Two-Dimensional tests of wave transmission and reflection characteristics of laboratory breakwaters", *TR 80-1,* U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Eng. Res. Center, Fort Belvoir, Va., June 1980.

[10] Seelig, W.N.: "Wave reflection from coastal structures", *Coastal Structures '83,* 1983, pp 961-973.

[11] Seelig, W.N. and Ahrens, J : "Estimation of wave reflection and energy dissipation coefficients for beaches, revetments and breakwaters", U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Eng. Res. Center, Fort Belvoir, Va., Feb. 1981.

[12] Seelig, W.N. and Ahrens, J : "Wave reflection and energy dissipation by coastal structures", *Wave Forces on Inclined and Vertical Wall Structures,* 1995, pp 28-51.

[13] Van der Meer, J.W.: "Rock slopes and gravel beaches under wave attack", *Ph.D. Thesis,* Delft Univ. of Tech., Delft, The Netherlands, 1988.

[۱۴] آق تومان، پیمان، "بررسی واکنش های هیدرولیکی موج شکن های توده سنگی سنتی"، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشکدهٔ علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تابستان ۱۳۷۶.

[۱۵] چگینی، وحید، مجموعه کتابهای مهندسی دریا، سه جلد، شرکت جهاد تحقیقات آب و آبخیزداری ۱۳۷۷.

[۱۶] صفری، نوید، "محاسبهٔ ضرایب بازتاب امواج از سازه های ساحلی"، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشکدهٔ علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تابستان ۱۳۷۸.

www.SID.ir



www.SID.ir