



در منابع طبیعی

ارزیابی آزمایشگاهی انعکاس امواج از دیوارهای ساحلی صندوقه‌ای

• علی کریمی خانیکی، استادیار پژوهشی بخش حفاظت سواحل مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور
• ملوک شکرلب، دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک دریا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شمال

تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۸۲ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۸۳

E-mail: akk1168@yahoo.com

چکیده

انعکاس موج از دیوارهای ساحلی یکی از پارامترهای مهم در طراحی این سازه‌ها محسوب می‌گردد. انعکاس موج از دیوار ساحلی از یک طرف باعث افزایش ارتفاع موج در جلوی سازه و در نتیجه افزایش ارتفاع طراحی دیوار و افزایش هزینه ساخت می‌گردد و از طرف دیگر افزایش میزان انرژی موج و اغتشاش در جلوی سازه و نهایتاً کاهش ایمنی سناورها را در پی خواهد داشت. از این رو در طراحی دیوارهای ساحلی به خصوص هنگامی که به عنوان دیواره اسکله یا بندر به کار می‌روند، سعی می‌شود تا با انتخاب شکل مناسب برای دیوار، انعکاس موج به حداقل برسد. یکی از اشکال مناسب، استفاده از بلوک‌های بتنی توخالی صندوقه‌ای (کیسونی) در ساخت دیوارهای ساحلی می‌باشد. میزان راندمان این گونه دیوارها برای جذب انرژی موج به پارامترهای سازه‌ای از قبیل ابعاد حفره‌ها و نحوه چیدن بلوکها و نیز پارامترهای هیدرولیکی از قبیل ارتفاع و پرپود موج بستگی دارد. در این مقاله تأثیر هر یک از این پارامترها بر روی میزان انعکاس از دیوارهای ساحلی صندوقه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور مدل‌هایی از دیوار ساحلی با شکل‌های مختلف شامل: دیوار صاف، دیوار صندوقه‌ای با چیدمان شطرنجی و دیوار کاملاً متخلخل تحت شرایط مختلف هیدرودینامیکی در آزمایشگاه مورد آزمایش قرار گرفته است. نتایج این آزمایشات نشان می‌دهد که با استفاده از بلوک‌های توخالی می‌توان ضریب انعکاس را به میزان قابل توجهی کاهش داد و میزان کاهش تابع پارامترهای مختلفی از جمله: ارتفاع آب در جلوی سازه، پرپود و ارتفاع موج و ابعاد صندوقه‌ها می‌باشد.

کلمات کلیدی: دیوار ساحلی، انعکاس موج، دیوار صندوقه‌ای، ضریب انعکاس، سازه‌های ساحلی

Pajouhesh & Sazandegi No:67 pp: 11-17

Wave reflection from caisson marine walls

By: A. Karami Khaniki, Associated Professor of Coastal Protection, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute., M. Shekarlab: Postgraduate Student, Physical Oceanography, Azad University.

Wave reflection is one of the important parameters in design of a marine wall. Higher amount of reflection from a marine wall increases the wave height of wall and therefore the cost of the project. To reduce the wave reflection from a marine wall, special shapes of the wall facing should be used. One of the most efficient types, which seriously dissipates

wave energy and reduces the wave reflection, is caisson wall. This paper evaluates the wave reflection coefficient from caisson walls with different porosity (different dimensions and layout for caisson blocks). This study was done by using some experimental tests on a small-scale model wall. The results from the tests clearly show a relationship between wave reflection coefficient and the wall porosity and the wave parameters.

Key Words: Marine wall, Wave reflection, Caisson wall, Reflection coefficient, Coastal structures

(۳)

$$\eta = \eta_i + \eta_r = \frac{H_i}{2} \left[\cos\left(\frac{2\pi x}{L} - \frac{2\pi t}{T}\right) + \cos\left(\frac{2\pi x}{L} + \frac{2\pi t}{T}\right) \right]$$

$$\eta = H_i \cos\frac{2\pi x}{L} \cos\frac{2\pi t}{T} \quad (۴)$$

معادله‌های بالا نیمرخ موج ایستاده را نشان می‌دهد.

انعکاس موج از دیوارهای ساحلی قائم متخلخل

دیوارهای قائم متخلخل جهت استهلاک انرژی موج در انتهای فلووم‌های موج و یا جهت ساخت دیواره اسکله در داخل بندر بکار می‌رود. پژوهشگران زیادی در زمینه دیوارهای متخلخل و اثرات آن بر بازتاب موج پژوهش‌های ارزنده‌ای انجام داده‌اند که بعضی از آنها به شرح زیر است.

Jarlan نخستین پژوهشگری بود که کاربرد موج شکن‌های دیوار متخلخل را پیشنهاد نمود. وی رابطه‌ای برای محاسبه ضریب انعکاس موج به صورت تابعی از تخلخل موج شکن ارائه کرد (۷).

Marks یکسری آزمایش‌های مدل فیزیکی بر روی موج شکن‌های دیواره متخلخل ثابت و شناور انجام داد. آزمایش‌های انجام شده در شرایط آب کم ژرفا نشان داد که در صورت استفاده از یک دیواره متخلخل در جلوی دیواره غیر متخلخل، نیروی وارده به دیوار انتهایی ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. او نشان داد که ضریب عبور موج از موج شکن با کاهش طول موج کاهش می‌یابد (۱۰، ۱۱).

چگینی با اشاره به آزمایشات Osorio، Terrett و Lean بر روی موج شکن‌های متخلخل نتیجه گرفت که (۵):

- ضریب انعکاس موج نسبت به پریود موج حساس است.
- فاصله بین دیوارهای متخلخل و غیر متخلخل (d) باید کمتر از یک سوم کوتاهترین طول موج باشد.

- بهترین راندمان استهلاک موج در موج شکن وقتی حاصل می‌شود که طول فلووم (L) مضربی زوج از یک چهارم طول موج (L) باشد. اگر ۱ مضرب فردی از طول موج باشد، سازه کارایی خود را از دست می‌دهد.

LeMehaute به طور نظری و تجربی نشان داد که استفاده از یک جاذب موج پیش‌رونده می‌تواند موجب افزایش راندمان استهلاک انرژی در داخل فلووم موج شود. در این نوع دیوار ضریب تخلخل به سمت آخرین دیوار

مقدمه

امواج تقریباً از تمام سازه‌های ساحلی منعکس می‌شوند. بازتاب موج در سواحل باز، مانند بندر تجاری و بندر قایق‌های کوچک دارای اهمیت بیشتری است. اندرکنش امواج تابشی و بازتابی در جلوی سازه دارای طبیعت پیچیده‌ای بوده و مشکلاتی را در حین بهره‌برداری از سازه به وجود می‌آورد، به‌طور نمونه امواج تیز ایجاد شده در جلوی سازه، خطراتی برای قایق‌های کوچک ایجاد می‌کنند. همچنین بازتاب حاصل از برخورد امواج مورب به سازه موجب افزایش جریانات کرانه‌ای شده و نرخ انتقال رسوب را افزایش می‌دهد. لذا در عمل سعی می‌شود تا آنجا که ممکن است از میزان انعکاس موج از سازه کاسته شود. در این مقاله ابتدا ضریب بازتاب موج از دیواره‌های قائم نفوذ ناپذیر (دیوار صاف) و همچنین نتایج پژوهش‌های انجام شده بر روی دیوارهای متخلخل (دارای حفره) عمودی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در ادامه نتایج آزمایشات انجام گرفته بر روی مدل‌هایی از دیوار ساحلی صندوق‌های ارائه خواهد گردید.

انعکاس موج از دیوار قائم نفوذ ناپذیر

در دیوارهای قائم نفوذ ناپذیر تقریباً صد درصد انرژی تابشی از طریق سازه قائم غیر متخلخل، منعکس می‌گردد. در این حالت ضریب بازتاب موج تقریباً برابر یک است و ارتفاع موج بازتابی و موج تابشی برابر می‌شود. نیمرخ موج تابشی طبق معادله زیر بدست می‌آید (۱۴):

$$\eta_i = \frac{H_i}{2} \cos\left(\frac{2\pi x}{L} - \frac{2\pi t}{T}\right) \quad (۱)$$

که η_i نیمرخ موج تابشی و H_i ارتفاع موج تابشی و T پریود موج و L طول موج است. نیمرخ موج بازتابی به طریقه زیر تعیین می‌شود:

$$\eta_r = \frac{H_r}{2} \cos\left(\frac{2\pi x}{L} + \frac{2\pi t}{T}\right) \quad (۲)$$

که در آن η_r نیمرخ موج بازتابی، و H_r ارتفاع موج بازتابی است. اگر دیواره قائم نفوذ ناپذیر باشد، $H_i = H_r$ ، که در این حالت نیمرخ موج در جلوی سازه بوسیله روابط زیر بدست می‌آید:

کاهش می‌یابد (۹).

Iwata, Sawaragi و Pena متذکر شدند که در صورت استفاده از دو ردیف دیوار به جای یک دیواره متخلخل در جهت پیشروی موج، ضریب انعکاس موج کاهش می‌یابد (۱۳). آنها استفاده از موج‌شکن ساخته شده از دو دیواره متخلخل را به جای موج‌شکن ساخته شده از یک دیواره متخلخل، پیشنهاد نمودند. آنها با فرض انعکاس‌های متوالی بین نخستین دیوار متخلخل و دیواره غیر متخلخل انتهائی و با در نظر گرفتن ضرایب انعکاس و عبور موج و اختلاف فازهای یکسان حاصل از عبور موج از دیوارهای متخلخل، سعی کردند رابطه‌ای برای تعیین ضریب انعکاس موج از سازه پیدا کنند. آنها سپس با ترکیب (جمع آثار قوا) موج تابشی و امواج منعکس شده متوالی، روابطی برای محاسبه ضریب انعکاس موج و نوسان سطحی آب درون موج‌شکن (به صورت بی بعد) بدست آوردند. جهت استفاده از این روش باید قبلاً ضرایب انعکاس و عبور موج و اختلاف فازهای بین امواج عبور کرده و تابشی را بطور تجربی تعیین نمود (۱۳).

Kondo با استفاده از نظریه امواج بلند دامنه کوتاه یک راه حل نظری برای محاسبه ضرایب بازتاب و عبور موج از دو نوع موج شکن ساخته شده از دیوار متخلخل با دیواره غیر متخلخل انتهائی و موج شکن ساخته شده از دو دیواره متخلخل بدون دیواره غیر متخلخل انتهائی، ارائه نمود (۷). او صحت نتایج مطالعات نظری خود را با استفاده از آزمایشهای مدل فیزیکی ارزیابی نمود، Kondo نتیجه گرفت که در صورت استفاده از موج شکن‌های ساخته شده از دو دیواره متخلخل بجای موج شکن‌های دیواره متخلخل معمولی، ضریب انعکاس کمتری حاصل می‌شود. در محدوده مقادیر $0.3 < l/L$ نتایج نظری با ضرایب تجربی انعکاس (Kt) و عبور موج (Kt) مطابقت داشتند (۸).

چگینی به‌طور نظری و تجربی نشان داد که عمق نسبی آب (h/L) اثر بسیار کمی بر روی Kt و Kt دارد. برخی پژوهشگران نیز قبلاً به‌طور تجربی این مطلب را اثبات نموده بودند. او همچنین به‌طور نظری نشان داد که تیزی موج نقش عمده‌ای در ضریب عبور موج از میان صفحه متخلخل دارد. به‌طوری‌که این ضریب با افزایش H_1/L یا H_1/L_0 کاهش می‌یابد. او دو روش عددی و نظری برای تعیین ضریب انعکاس موج از جاذب‌های متخلخل عمودی ارائه نمود (۱، ۲، ۳، ۵).

Wilkinson و Chegini دو پارامتر بی بعد جدید معرفی نمودند که با استفاده از آنها می‌توان عملکرد هیدرولیکی جاذبه‌ای موج متخلخل عمودی و تک صفحه متخلخل را مشخص نمود (۴). این دو پارامتر عبارتند از پارامتر استهلاک Ω و پارامتر موج صفحه متخلخل Γ . به‌طوری‌که:

$$\Omega = \frac{\alpha}{\left(\frac{H_1}{L}\right)^{\frac{1}{2}} s} \quad \text{و} \quad \Gamma = \frac{\alpha}{\left(\frac{H_1}{L}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (5)$$

که در آن:

$$\begin{aligned} \alpha = C_d P &= \text{فاکتور صفحه متخلخل} \\ H &= \text{ارتفاع موج} \\ H_1 &= \text{ارتفاع موج تابشی} \\ C_d &= \text{ضریب تخلیه سوراخ‌های صفحه متخلخل} \\ P &= \text{ضریب تخلخل صفحه} \end{aligned}$$

L = طول موج تابشی

 L_0 = طول موج تابشی در آب عمیق

S = فاصله بین صفحات متخلخل در جاذب موج و با فاصله بین آخرین

صفحه متخلخل و دیواره غیر متخلخل انتهائی

آنها نشان دادند که نرخ استهلاک موج در جاذبه‌های موج متخلخل عمودی با افزایش Ω کاهش می‌یابد. در نتیجه با افزایش این پارامتر ضریب انعکاس از سازه افزایش پیدا می‌کند (۴). چگینی به‌طور نظری و تجربی نشان داد که ضریب انعکاس موج از تک صفحه متخلخل با افزایش Γ کاهش می‌یابد (۵). او اثبات نمود که برای بالابردن راندمان جاذبه‌ای موج متخلخل عمودی در استهلاک انرژی موج رابطه زیر بایستی در مورد اولین صفحه متخلخل جاذب موج برقرار باشد:

$$\Gamma(\text{first Screen}) \geq 1/8$$

اثر هندسه سوراخ‌ها را می‌توان بر حسب ضریب تخلیه سوراخ‌های صفحه، C_d بیان نمود. C_d به‌طور کلی تابعی از نسبت ضخامت صفحه به قطر سوراخ، تخلخل صفحه، هندسه سوراخ‌ها و عدد رینولدز است. این ضریب در مورد صفحه نازک و اعداد رینولدز زیاد، تنها به تخلخل صفحه و هندسه سوراخها بستگی دارد. ضریب تخلیه با افزایش P افزایش می‌یابد. بنابراین می‌توان این دو پارامتر را به شکل زیر ترکیب نمود:

$$\alpha = C_d P \quad (6)$$

ضریب تخلیه سوراخ‌های صفحه متخلخل با استفاده از رابطه زیر که توسط Dailey و همکاران (۱۹۶۶) مورد استفاده قرار گرفت، محاسبه گردید (۶).

$$C_d = 0.6 + 0.4P^3 \quad (7)$$

که در آن P ضریب تخلخل صفحه است. با مشخص بودن G_r ، ضریب انعکاس و عبور امواج منظم از صفحه متخلخل را می‌توان برآورد نمود. مقایسه نتایج حاصله برای دو نوع صفحه مورد آزمایش با تخلخل‌های مشابه نشان داد که شکل سوراخ‌ها اثر بسیار کمی بر روی ضرایب انعکاس و عبور موج دارد (۶).

Van der Meer و همکاران با تولید امواج چند جهته بر روی ۲ مدل فیزیکی و با توجه به زاویه یورش موج به نتایج زیر دست یافتند (۱۵):
(۱) در دیواره عمودی همواره در محدوده زاویه حمله موج $90^\circ \pm 40^\circ$ ضریب بازتاب ۹۵٪ است.

(۲) در دیواره عمودی مشبک، اگر زاویه یورش موج 90° باشد، مقدار ضریب انعکاس برابر ۵۰٪ و اگر زاویه یورش موج 60° باشد این ضریب به ۳۰٪ کاهش می‌یابد. (این نتایج با صفحات تخلخل ۳۴٪ بدست آمده است).

Sarandily و French با آزمایش‌های متعدد بر روی یک مدل فیزیکی با دیواره عمودی حفره‌دار متخلخل به این نتیجه دست یافتند که در دیواره‌های عمودی حفره‌دار متخلخل، عمق حفره باید متناسب با بسامد موج تابشی بر دیوار باشد. به‌خصوص در مورد امواج با پریود کوچکتر از ۵ ثانیه این پارامتر نقش عمده‌ای دارد (۱۲).

Vander Meer، همکارانش نشان دادند که تخلخل صفحه (P) نقش تعیین کننده‌ای در استهلاک انرژی موج دارد. بطوریکه حداکثر اغتشاش ایجاد شده توسط موج با تخلخل صفحه متناسب است (۱۵).

مدل فیزیکی مورد استفاده در آزمایشات

برای مطالعه انعکاس موج از دیوارهای مشبک صندوقه‌ای با یک وجه باز نمونه‌هایی از دیوار صاف، متخلخل و نیمه متخلخل بوسیله بلوکهای مکعبی توخالی در آزمایشگاه ساخته شد. هر یک از این بلوکهای مکعبی توخالی به ابعاد $10 \times 10 \times 10$ سانتی متر با ضخامت جداره ۱ سانتی متر و به وسیله مواد پلاستیکی طوری ساخته شدند که یک وجه آن باز باشد (شکل ۱). این ابعاد در طبیعت معادل بلوکهای 1×1 متر می‌باشد (برای مدل با مقیاس ۱:۳۰). دیوارهای مدل ساخته شده در فلوم موج آزمایشگاه هیدرولیک پژوهشکده تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی تحت آزمایش قرار گرفتند. این فلوم موج دارای ۳۳ متر طول، ۵/۵ متر عرض و ۱/۵ متر ارتفاع است. دیوارهای مدل در انتهای فلوم برپا شد (شکل ۲) و آزمون‌های بازتاب امواج از این مقاطع انجام شده است. پاروی مولد موج از نوع پاروی پیستونی قائم است. طول پارو ۵/۵ متر و آبخور آن یک متر است. عامل حرکت پارو یک جک هیدرولیکی است که به وسیله واحدهای سخت افزاری و نرم افزاری سیستم مولد موج هدایت می‌شود. سیستم کنترل مولد موج شامل یک رایانه، برنامه نرم افزاری مولد موج (Wave Synthesiser WS) و نیز سنسورهای موج می‌باشد. طیف انرژی و سایر پارامترهای موج به وسیله کاربر برنامه نرم افزاری (WS) انتخاب و توسط سیستم سخت افزار موج مورد نظر تولید و کنترل می‌شود. برای ثبت نوسانات سطح آب از سنسور ارتفاع سنج موج برای موج تابشی استفاده شده است. همچنین سه عدد سنسور برای ثبت ضریب بازتاب امواج استفاده شده است.

آزمون‌های مدل فیزیکی

برای بررسی میزان ضریب بازتاب موج هریک از مدل‌های ساخته شده (صاف، متخلخل و نیمه متخلخل) در شرایط مختلف عمق آب در فلوم ($0/375$ متر و $0/270$ متر و $0/165$ متر) و تحت طیفی از امواج (با پریودهای اوج موج $0/161$ و $2/10$ و $2/41$ و $2/81$ ثانیه) و ارتفاع امواج تابشی در محدوده بین $0/03$ متر تا $0/12$ متر مورد آزمایش قرار گرفت. طیف مورد استفاده طیف Jonswap و تعداد موج در هر آزمایش بطور متوسط ۲۵۰ موج اختیار شد.

برای انجام آزمون‌ها ابتدا سطح آب درون فلوم در ارتفاع مورد نظر تنظیم شده و سنسور ارتفاع سنج موج با شرایط آزمون کالیبره گردید. برای شروع هر آزمون پارامترهای مربوط به امواج مدل مانند طیف انرژی موج، ارتفاع موج، پریود اوج، مقیاس طولی مدل، عمق آب در محل پارو و سایر پارامترها به وسیله کاربر به برنامه داده شد. سنسور ارتفاع سنج موج نوسانات سطح آب را در حین انجام آزمونها ثبت کرده و نتایج حاصله توسط برنامه (WS) ثبت گردید.

نتایج آزمون‌ها و تجزیه و تحلیل آنها

مدل هریک از دیوارهای صندوقه‌ای (صاف، متخلخل و شطرنجی) در عمق‌های مختلف آب ($0/165$ متر و $0/270$ متر و $0/375$ متر) و تحت ارتفاع

موج ($0/12 < H_i < 0/3$ m) مورد آزمایش قرار گرفته که نتایج آنها در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. در این شکل‌ها منحنی تغییرات ضریب انعکاس بر حسب تیزی موج برای عمق‌های مختلف و برای دیوارهای مختلف با هم مقایسه شده‌اند. همچنین منحنی‌های مناسب بر روی هر یک از داده‌های آزمایش برآزش داده شده که معادله هریک در روی شکل مربوطه نشان داده شده است. از مقایسه این منحنی‌ها با معادلات مربوطه نتایج زیر بدست آمده است:

۱- تاثیر عمق نسبی (d/L) بر روی ضریب انعکاس موج: در هر سه مدل در عمق‌های $d = 0/375$ m و $d = 0/270$ m با ثابت بودن عمق و افزایش عمق نسبی که ناشی از کاهش طول موج است، مقدار K_r کاهش می‌یابد. البته روند کاهش در بعضی از منحنی‌ها دارای نوسانات کمی است. این موضوع در مدل‌های متخلخل و شطرنجی به خوبی دیده می‌شود. هنگامی که آزمون‌ها در $0/5 < d/L < 0/5$ انجام شده، این روند بیشتر مشاهده می‌شود. البته در تمامی مدل‌ها در عمق $d = 0/165$ m که $d/L < 0/5$ است به دلیل کاهش ژرفا، کاهش K_r نیز مشاهده می‌شود، که با دو حالت قبلی کمی تفاوت دارد.

۲- تاثیر شکل بلوک‌ها بر روی ضریب انعکاس موج: با مقایسه هر سه مدل در عمق‌های مورد آزمون می‌توان دریافت که مقدار K_r در دیوار متخلخل به مراتب کمتر از مقدار آن در دیوار صاف بوده و نسبت به دیوار شطرنجی کمتر است. پس مدل متخلخل بهترین جاذب موج در این آزمون‌ها است.

۳- تاثیر پریود موج بر روی ضریب انعکاس موج: با مقایسه سه مدل در عمق‌های مورد آزمون مشاهده می‌شود که مقدار K_r در یک پریود خاص با افزایش تیزی موج بندرت تغییر کرده است که این مورد در عمق‌های $d = 0/375$ m و $d = 0/270$ m بیشتر مشاهده می‌شود. غالباً روند تغییرات K_r برای یک پریود خاص به طور ثابت باقی مانده است. در مجموع می‌توان گفت پریود موج تاثیر چندانی بر ضریب انعکاس ندارد.

۴- تاثیر تیزی موج بر روی ضریب انعکاس موج: تقریباً در تمام آزمایش‌ها در محدوده $0/14 < H/L$ با افزایش تیزی موج ضریب انعکاس به شدت کاهش پیدا کرده است. این پدیده از آنجا ناشی می‌شود که با افزایش ارتفاع موج، اصطکاک با بستر افزایش یافته که این امر باعث استهلاک انرژی و نهایتاً باعث کاهش ضریب انعکاس می‌گردد. شدت کاهش ضریب انعکاس در محدوده $0/14 < H/L$ تقریباً ثابت می‌ماند.

نتیجه‌گیری

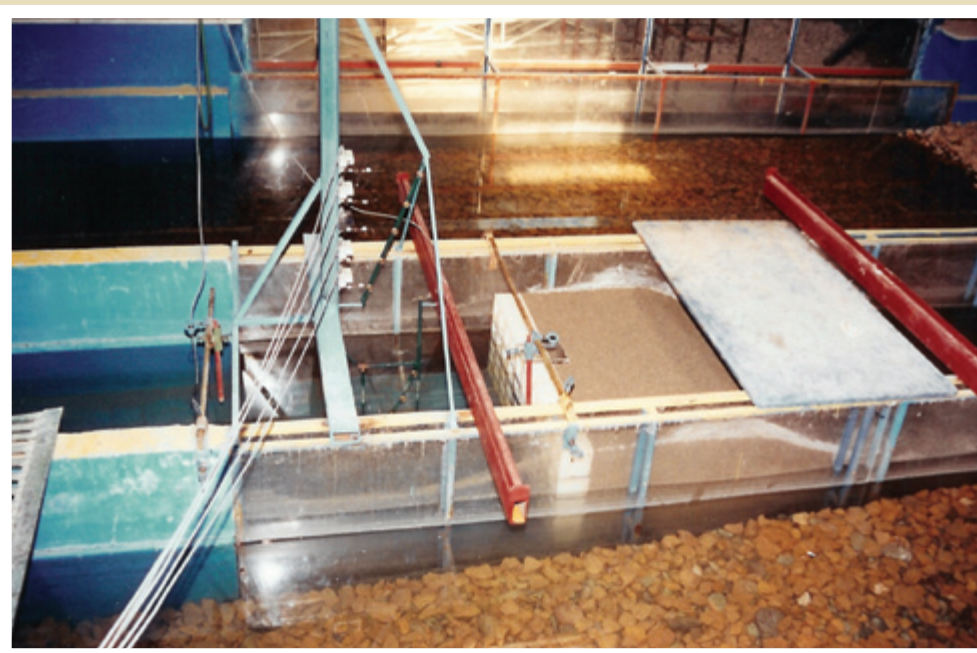
۱- ضریب بازتاب موج از دیوارهای ساحلی به چهار عامل متخلخل و شکل دیواره، تیزی موج تابشی، عمق نسبی و پریود موج تابشی بستگی دارد.

۲- ضرایب انعکاس موج از دیوارهای متخلخل به مراتب کمتر از دیوارهای صاف است. استفاده از دیوار صندوقه‌ای به جای دیوار قائم صاف می‌تواند ضریب بازتاب را تا ۴۰ درصد کاهش دهد.

۳- با افزایش H_i/L ضریب بازتاب موج از دیوار ساحلی کاهش می‌یابد. شدت این کاهش برای یک دیواره متخلخل به مراتب بیشتر از دیوار صاف است. در منحنی تغییرات ضریب بازتاب بر حسب تیزی موج، یک نقطه



شکل ۱- یکی از مدل‌های ساخته شده در داخل فلوم (دیوار نیمه متخلخل یا شطرنجی)



شکل ۲- دیوار مدل در حال آزمایش

عطف در $H/L=0/0.14$ مشاهده می‌گردد.

۴- در عمق‌های زیاد عمق نسبی آب اثر بسیار کمی بر روی ضریب بازتاب موج دارد، اگر چه این تاثیر در عمق‌های کم محسوس است.

سپاسگزاری

از آقای مهندس پیمان آق تومان و مهندس مرتضی دهقانی و به لحاظ همکاری در این تحقیق و نیز از پرسنل محترم بخش فنی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری که مقدمات اجرای مدل فیزیکی در این تحقیق را فراهم نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- ۱ - چگینی، وحید. ۱۳۷۶؛ طراحی جاذبه‌های موج متخلخل عمودی، اولین کنفرانس هیدرولیک ایران. تهران.
- ۲ - چگینی، وحید. ۱۳۷۶؛ انعکاس و عبور امواج آبی از صفحه متخلخل، اولین کنفرانس هیدرولیک ایران. تهران.
- ۳ - چگینی، وحید. ۱۳۷۷؛ راهنمایی طراحی موج شکن‌ها، شرکت جهاد تحقیقات آب و آبخیزداری.

4-Chegini, V. and Wilkinson, D.1995., Theoretical analysis of upright perforated wave absorbers, Proc. 4th Int. Conf. On Coastal and Port Eng. In Developing Countries(COPEDEC IV),25/29,RJ, Brazil, PP 2354-2365,Sept.

5- Chegini, V. 1994., Design of upright perforated energy dissipaters for use in wave basins, Ph.D. Thesis, Dept. of water Eng. School of Civil Eng., Uni of New South Wales, Australia, March Dailey, J.W. and Harleman,D.R.F: Fluid Dynamics Addison-Wesley Publishing Co., Inc., New York, N.Y.,1966,PP320.

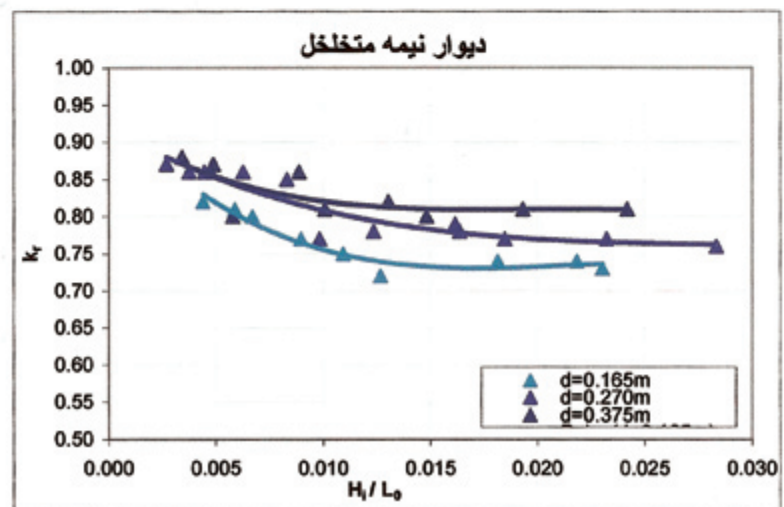
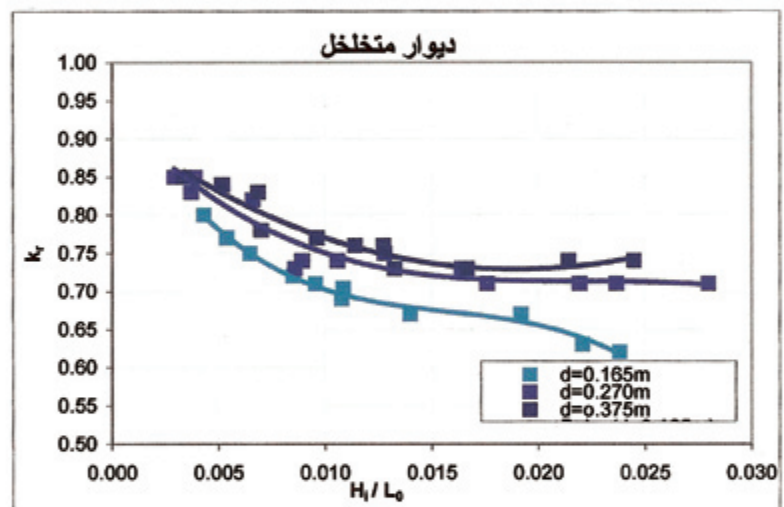
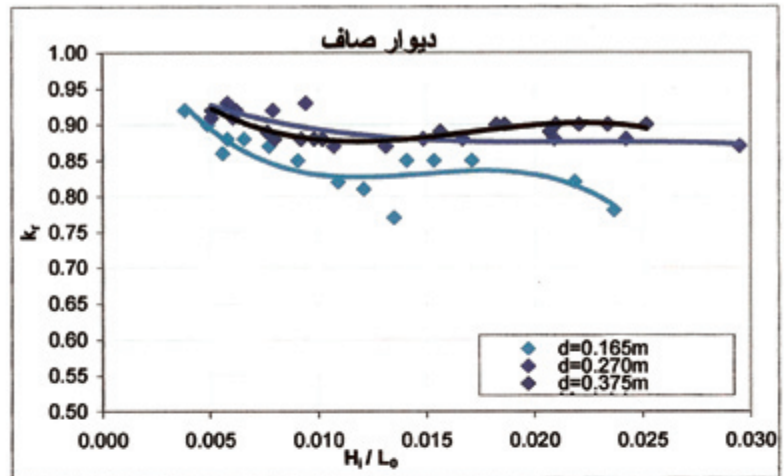
6-Dailey, J.W. and Harbeman, D.R.F., 1966; Fluid dynamics, Addison-Wesley Publishing Co., New york, pp. 320.

7-Jarlan, G. L.E. 1961., A perforated vertical wall breakwater, The Dock and Harbor Authority, Vol.XLI, No.486, PP394-398, April.

8- Kondo, H., 1979, Analysis of breakwaters having two porous walls, Coastal Structures, No. 79, pp. 962-977.

9- Le Mehaute, B.1972., Progressive wave absorber. J. of Hyd. Res., IAHR, Vol. 10, No. 2, PP153-169.

10-Marks,W. and Jarlan, G.L.E. 1968.,



شکل ۳- رابطه ضریب انعکاس و تیزی موج برای عمق‌های مختلف آب در جلوی دیوار

Experimental studies on a fixed perforated breakwater
Proc.of the 11th Int.Conf.on Coastal Eng., ASCE,
Vol.11.PP 1121-1140.

11-Marks,W.1966., A progressive mobile breakwater
for fixed and floating application,Proc.of the 10th
Int.Conf.on Coastal Eng., ASCE, Vol.2.PP1079-1129,

12-Sarandily, A., and P.d. French.1986., Development
and design of wave reflection. Seawall for Central
Reclamation Phase Iii, 3rd Hong Kong.

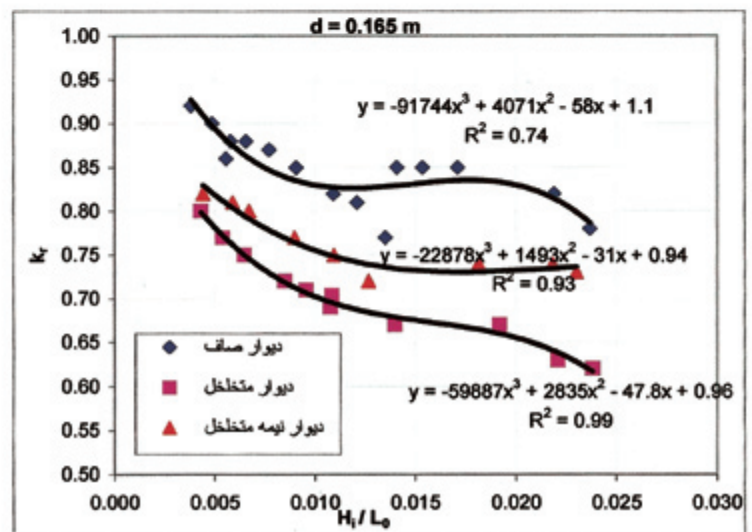
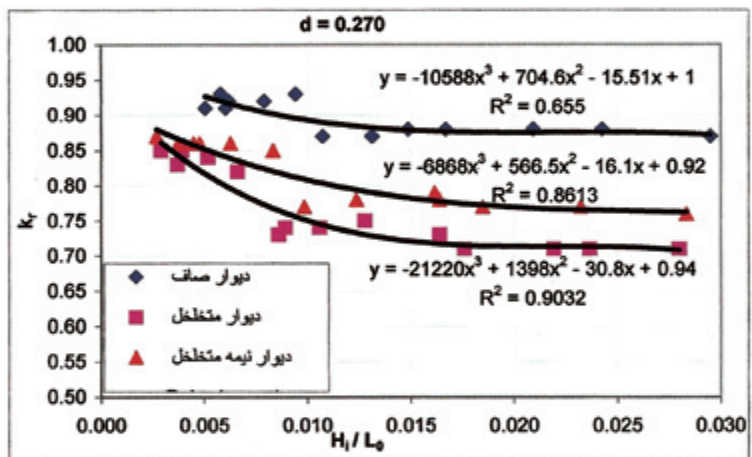
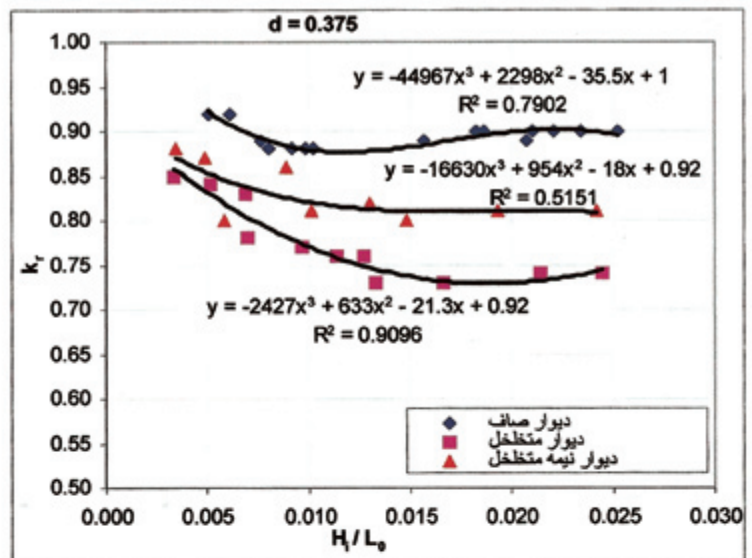
13- Sawaragi, T., Iwata, K. and Pena, J.C., 1976;
Transmission et reflection de la houle par une digue
formee de planches Verticales, La Houille Blanche,
No. 8, pp. 625-637.

14-US Army, Corps of Engineers.1984., Shore
protection manual, U.S. Government Printing,
Washington D.C.

15-Van der Meer. 1996; Reflection performance of
vertical coastal structures in multi-directional seas 2nd
ICOPMAS, Tehran- Iran.



Archiv



شکل ۴- رابطه ضریب انعکاس و تیزی موج برای دیوارهای مختلف