

اجرای موج شکنهای خرده سنگی



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سایر مصالح مورد استفاده در موج شکن

غیر از سنگ

۱



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سایر مصالح مورد استفاده در موج شکن

- ☐ بلوکهای بتنی بجای قطعات بزرگ سنگی
- ☐ ضایعات تولیدات صنعتی
- ☐ تزریق
- ☐ ژئوسنتتیک یا پارچه گونه ها
- ☐ اجزای توری سنگی (گابیون)
- ☐ ژئوتیوپ

۲



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

سایر مصالح مورد استفاده در موج شکن

بلوکهای بتنی بجای قطعات بزرگ سنگی

۳



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بلوکهای بتنی بجای قطعات بزرگ سنگی



راس موج شکن بندر پتروشیمی

۴



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بلوکهای بتنی بجای قطعات بزرگ سنگی

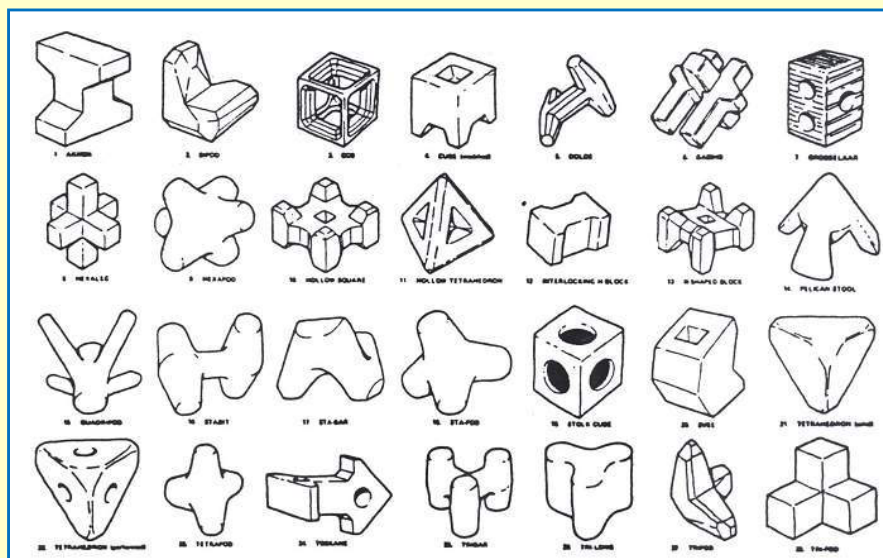
❑ اگر برداشت سنگ از معدن به دلایلی مثل فاصله زیاد اقتصادی نباشد یا سنگ با کیفیت مناسب وجود نداشته باشد، از بلوکهای بتنی استفاده می‌شود.

❑ بلوکهای بتنی، بجای آرمورهای سنگی بسیار سنگین استفاده می‌شوند. بطور کلی بلوکهای سنگی سنگین‌تر از ۱۰ الی ۱۵ تن بندرت یافت می‌شود.

.



قطعات بتنی مختلف جهت استفاده در لایه آرمور





وزن قطعات آرمور از روابطی مثل رابطه هاتسن تعیین میشود.

وزن خشک یک
قطعه آرمور

وزن واحد حجم
مصالح آرمور

ارتفاع موج
طرح

$$W = \frac{w_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

شیب کناری

ضریب پایداری که تابع شکل
قطعات آرمور است

چگالی
specific gravity
مصالح آرمور



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

نقش **ضریب پایداری** در تعیین وزن قطعات
آرمور از رابطه هاتسن:

هرچه این ضریب بزرگتر باشد، کارایی
هیدرولیکی آن قطعه آرمور بهتر است.

$$W = \frac{w_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

**ضریب پایداری که از اندازه گیری های
آزمایشگاهی به دست می آید**



نام آرمورهای بتنی متداول

	Name armour unit	Year of development	Country
	Cube	-	-
	Tetrapode	1950	France
	Tribar	1958	USA
	Modified cube	1959	USA
	Stabit	1961	UK
	Akmon	1962	NL
	Tripod	1962	NL
	Dolos	1963	RSA
	Cob	1969	UK
	Stolk cube	1969	Netherlands



نام آرمورهای بتنی متداول (ادامه)

	Name armour unit	Year of development	Country
	Antifer Cube	1973	France
	Seabee	1978	Australia
	Shed	1982	UK
	Accropode	1980	France
	Haro	1984	Belgium
	Core-loc	1996	USA
	A-Jack	1998	USA
	Diahtis	1998	Ireland
	Xbloc	2003	NL



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

وقتی از بلوکهای بتنی به جای قطعات بزرگ سنگی استفاده میشود، وزن بلوکهای بتنی از قطعه سنگی معادل آن کمتر است، زیرا ضریب پایداری (K_D) بلوکهای بتنی بزرگتر از قطعات سنگی است.

$$W = \frac{w_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

ضریب پایداری



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

شکل آرمورهای بتنی

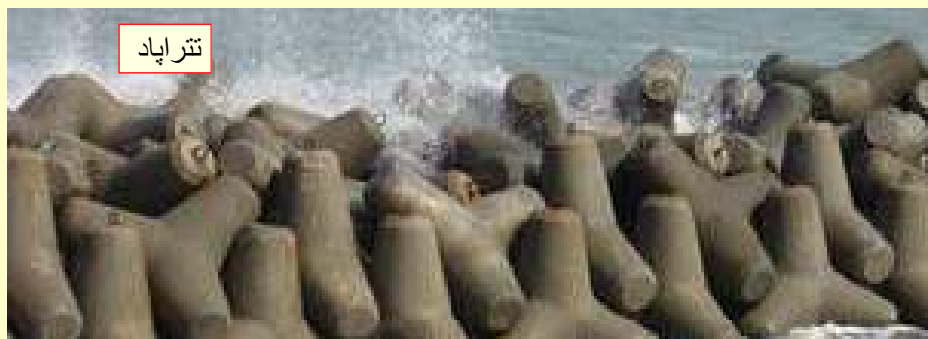
- آرمورهای بتنی می‌تواند به شکل مکعب ساده ساخته شود. ولی شکلهای پیچیده متعددی به صورت گسترده استفاده می‌شود.
- شکلهای دولوس (Dolos) و تتراپاد (Tetrapod) به صورت وسیع مورد پذیرش می‌باشد و به صورت گسترده تاکنون به کار رفته‌اند.



دولوس

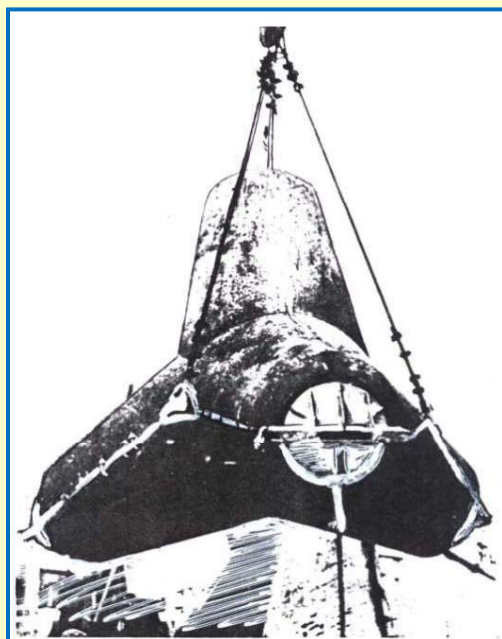


تتراپاد



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

۱۳



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بلوک تتراپاد
در حال انتقال



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

قالب بلوک تتراپاد



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

قالب بلوک تتراپاد در حال بتن ریزی



در مقایسه انواع آرمور باید به سهولت ساخت قالب و سهولت بتن ریزی توجه کرد.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

کارگاه ساخت بلوکهای بتنی تتراپاد



۱۷





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

کارگاه ساخت بلوکهای بتنی تتراپاد در عسلویه



۱۹

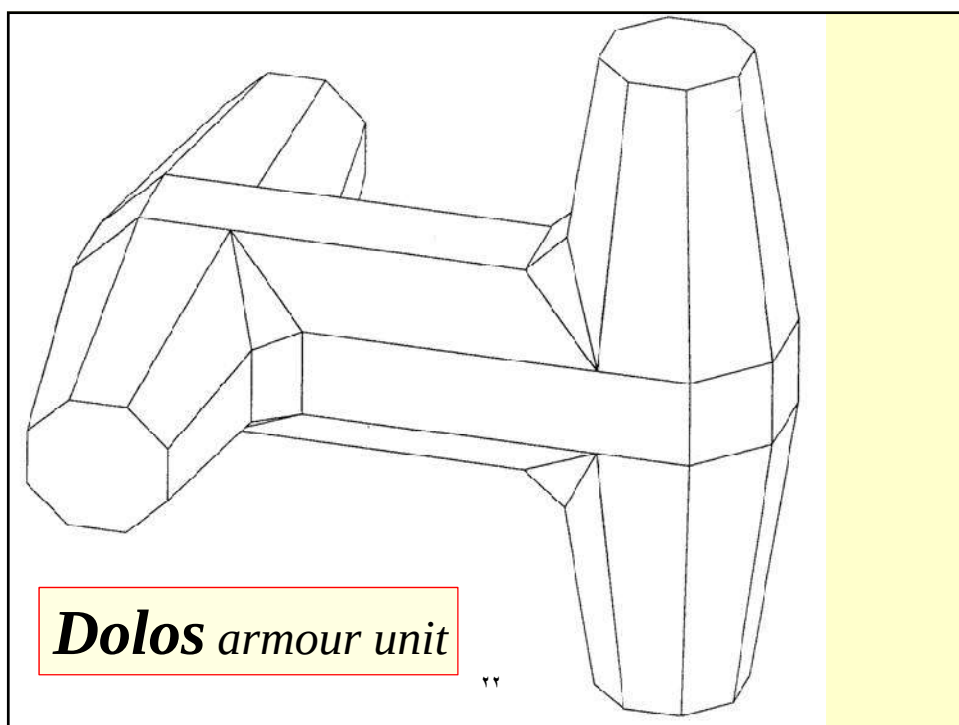


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

قطعات تتراپاد در چند لایه روی هم قرار می گیرند.



۲۰

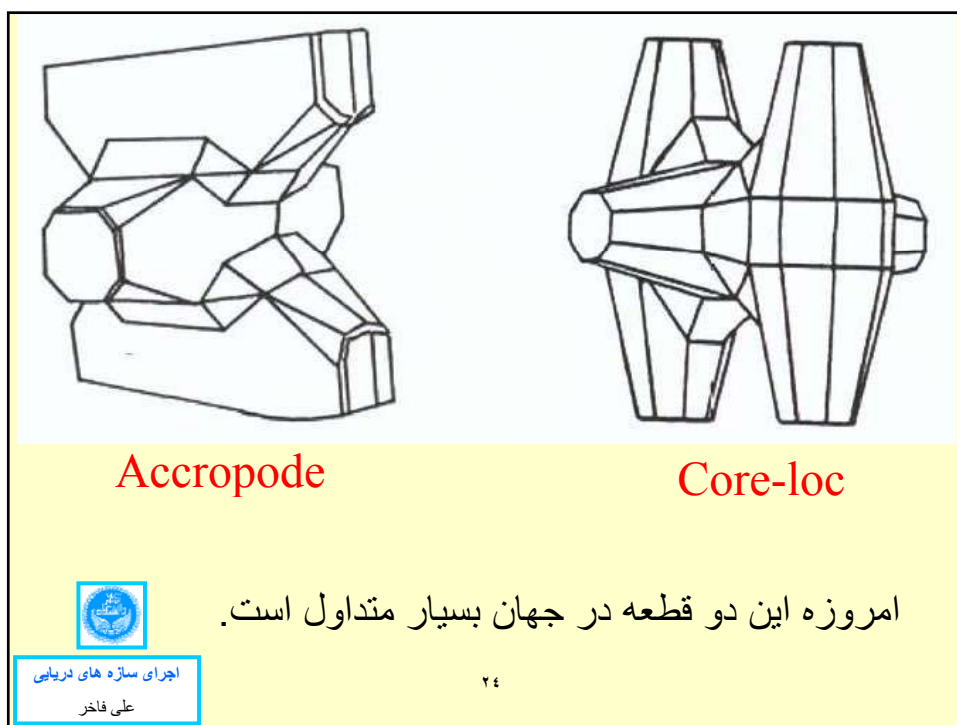




اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

دولوس



Accropode

Core-loc



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

امروزه این دو قطعه در جهان بسیار متداول است.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

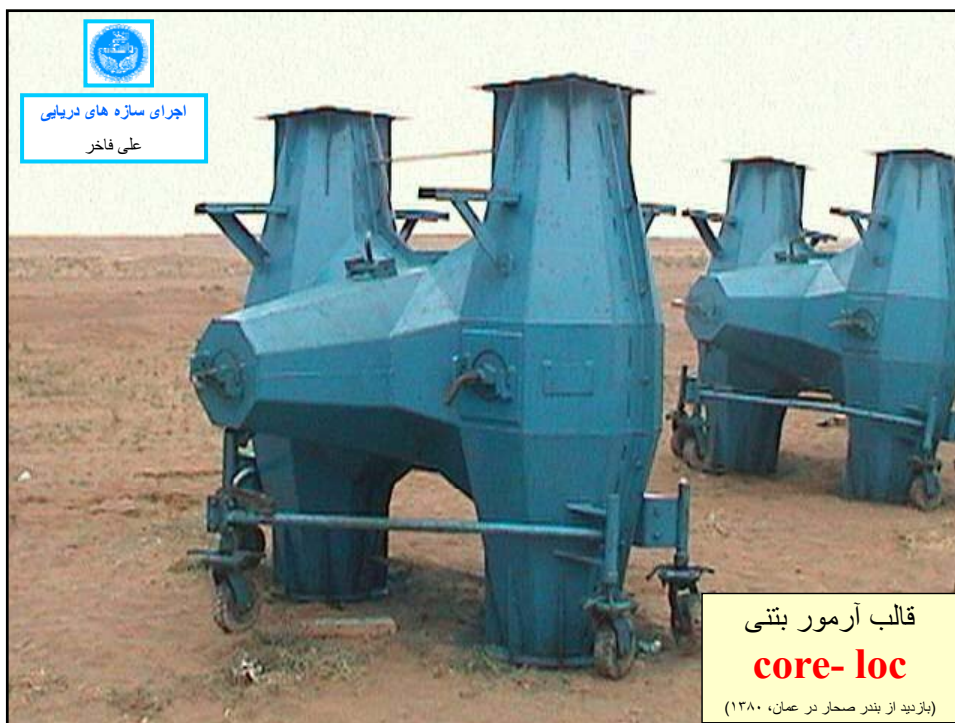
Core-loc



۲۵



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



قالب آرمور بتنی
core- loc

(بازدید از بندر صحار در عمان، ۱۳۸۰)





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

آرمور Accropode



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

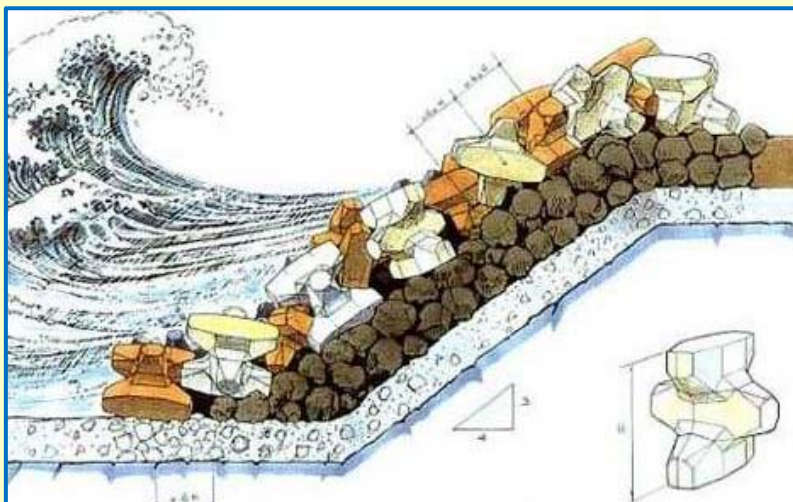
کنار هم قرارگیری قطعات
Accropode





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

Accropode در یک لایه قرار می گیرد.



در مقایسه انواع آرمور باید به امکان تک لایه ای یا لزوم دو لایه ای بودن، توجه کرد.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر





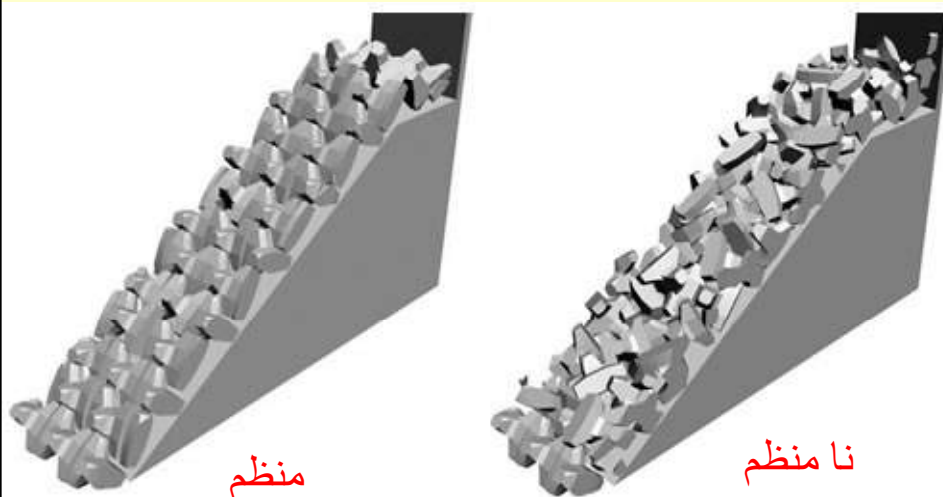
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

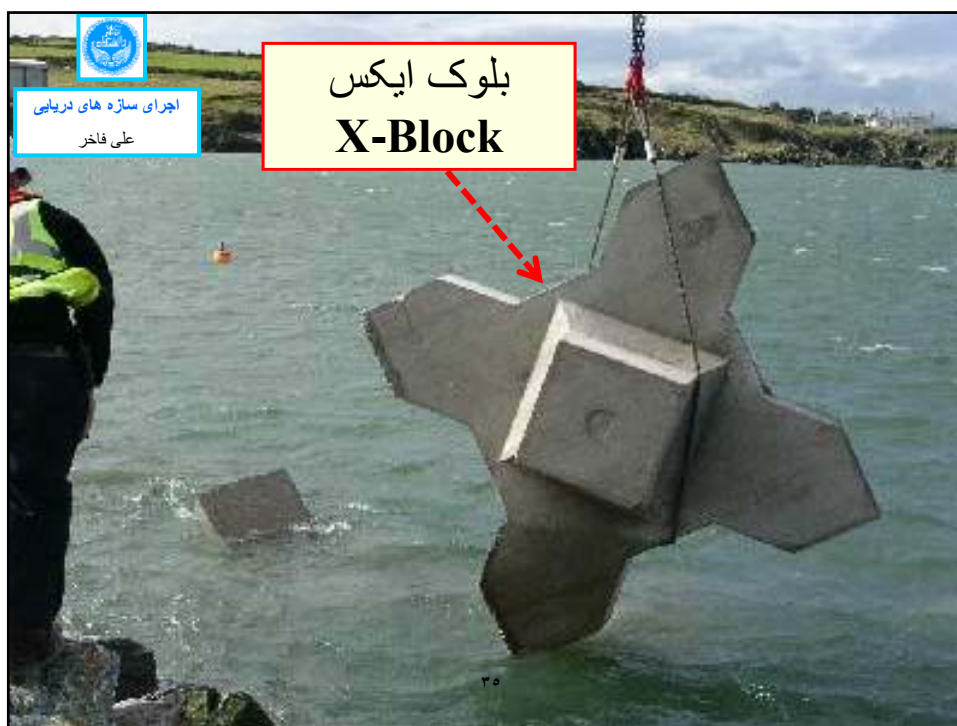
کمک به راننده جرثقیل در نصب Accropode



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

دو نوع قرارگیری Accropode

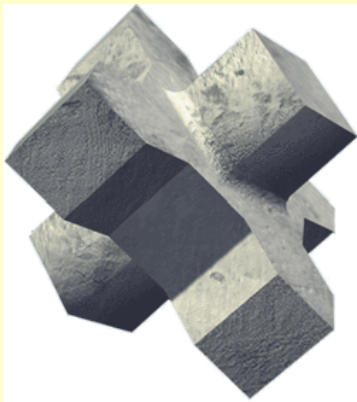






اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بلوک ایکس X-block

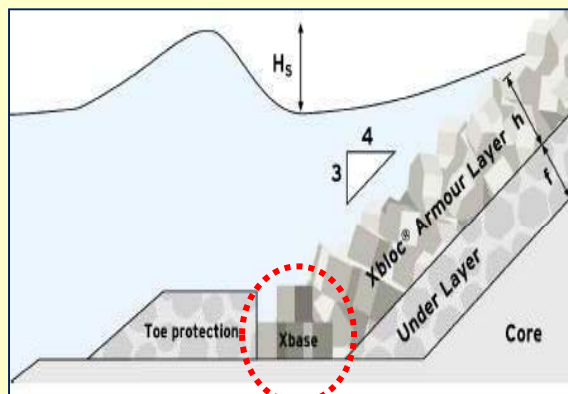


- ضریب KD آن مثل Accropode است.
- از نظر نحوه قرارگیری تقارن دارند (بر خلاف Accropode) یعنی در هر جهتی نصب می شوند.
- اختراع آن به نام DMC هلند است.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



قطعه پایینی
X-base

۳۷

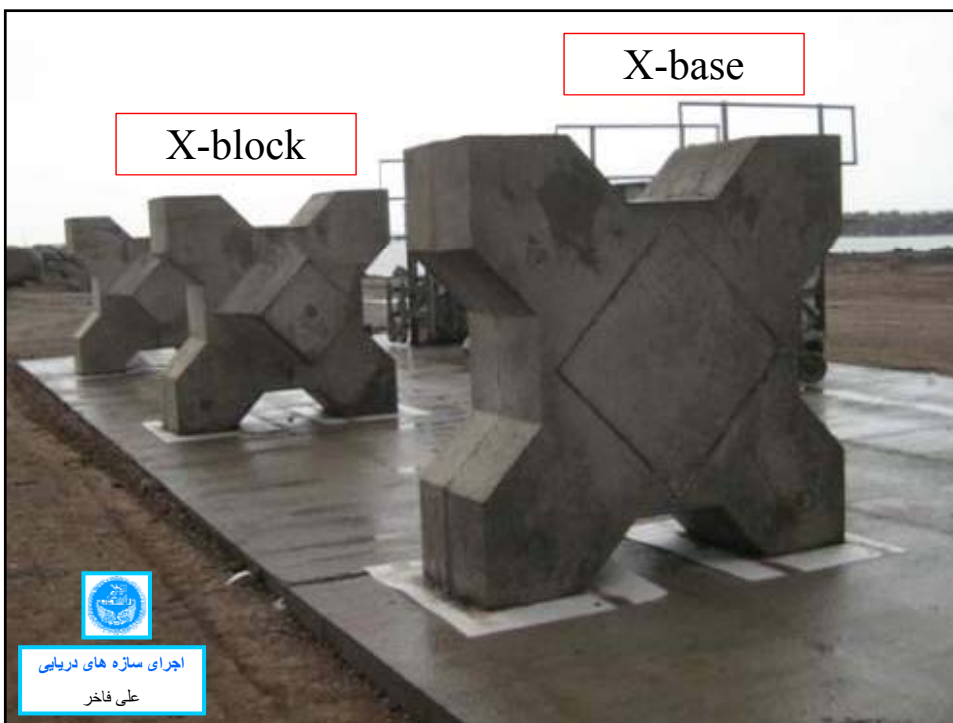
X-base

X-block



اجرای سازه های دریایی

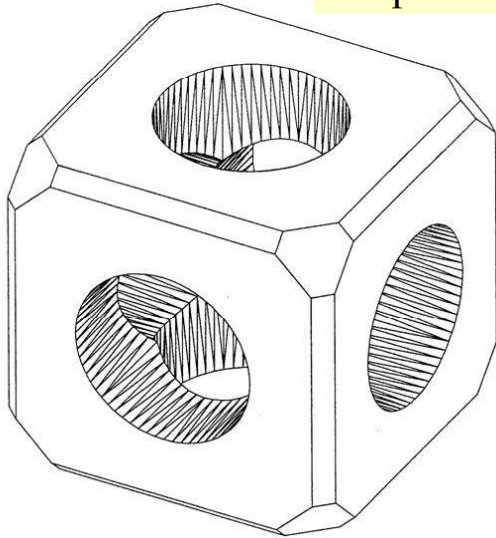
علی فاخر





بلوکهای توخالی SHED

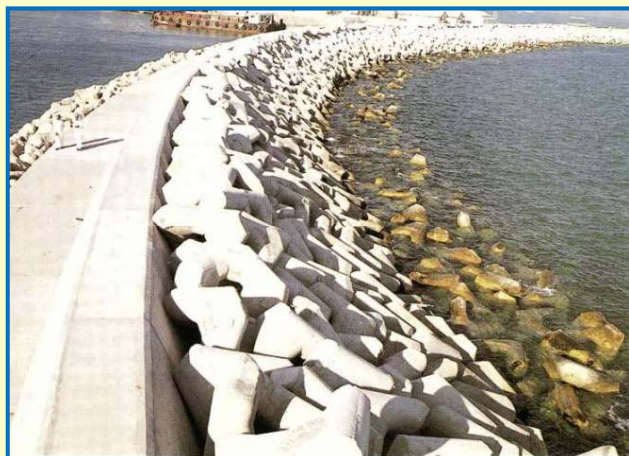
Shephard Hill Energy Dissipator



Hollow armour units such as the SHED and Accropode are placed in a regular pattern forming a single layer



Stabit



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



بلوک بتنی آنتی فر
(Antifer)

۴۳











اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

انتقال بلوکها برای
نصب در موج شکن

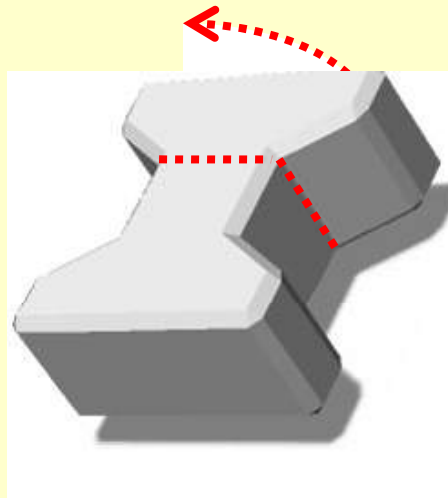


کارگاه ساخت بلوکهای بتنی **آنتی فر** در عسلویه

Akmon

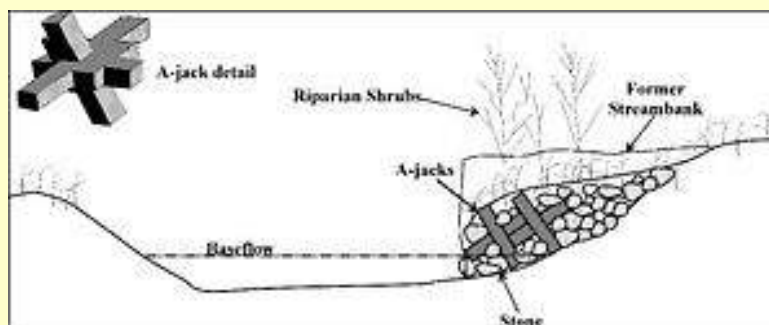


Akmon



A-jack

two concrete T-shaped pieces joined perpendicularly at the middle, forming six legs.





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

هزینه های بلوک های بتنی شامل هزینه های متداول ساخت و همچنین هزینه های حق اختراع بلوک مربوطه می شود. برای مثال core-loc متعلق به مهندسین ارتش آمریکا و گران است و حق اختراع تتراپاد ناچیز است.

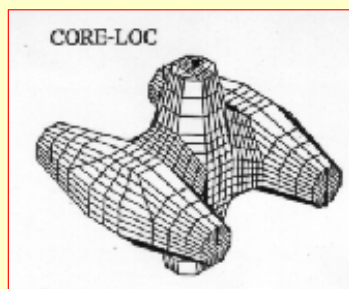
••

طبقه بندی بلوک های بتنی آرمور

الگوی نصب	تعداد لایه	Concrete armour unit type							
		Massive			Bulky			Slender	
Random	Double layer	Cube  1973	Antifer Cube  1984	Haro  1984	Stabilt  1981	Akmon  1982		Tetrapod  1950	Dolos  1983
	Single layer	Cube 			Acropode®  1980	Xbloc®  2003	Acropode II®  2004	Core-loc II®  2006	Core-loc®  1995
Uniform	Single layer				Seabee  1978		Diahtis  1998	Cob  1989	Shed  1982

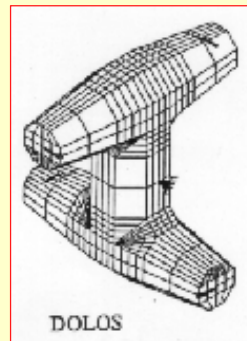
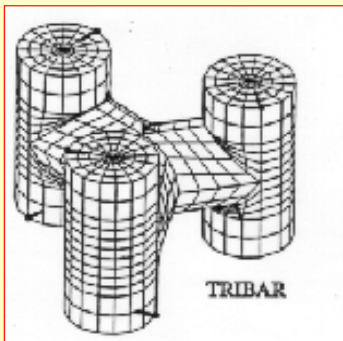
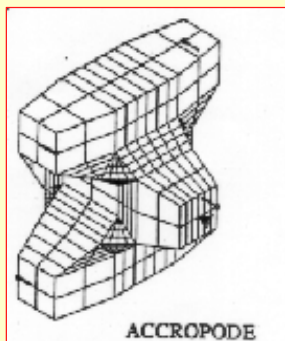
الگوی نصب	تعداد لایه	Shape	Stability factor		
			Own weight	Interlocking	Friction
Random	Double layer	Simple	Cube Antifer Cube Haro		
		Complex	Tetrapod Akmon	Tribar Tripod	
				Stabit Dolos	
	Single layer	Simple	Cube	A-Jack®	
		Complex		Accropode® Core-loc® Xbloc®	
Uniform	Single layer	Simple			Seabee Hollow Cube Diahris
		Complex			Ccb Shed

۵۷



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مدلسازی عددی قطعات برای
کنترل تنش ها در هنگام ابداع و
بهبود انجام میشود.





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سایر مصالح مورد استفاده در موج شکن

ضایعات تولیدات صنعتی

۵۹

کاربرد احتمالی	مشخصات	مواد تپ	ضایعات تولید شده از
در مغزه یا فیلتر	سخت، ترد، ذرات ریز تا درشت	سرباره های فلزی ضایعات معدنی خاک کستر	استخراج فلزات
در صورت امکان مغزه	توده سنگی	آجر بتن مصالح ساختمانی	ساخت و تخریب ابنیه
احتمالاً در بخش تحتانی مغزه	ماسه یا رس های سیلانی	رسی ها، سیلنت ها، ماسه ها	لایروبی

۶۰



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سایر مصالح مورد استفاده در موج شکن

تزریق

۶۱



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

تزریق در موج شکن

- ❑ تزریق برای اصلاح باربری یک لایه یا قسمت سست افقی یا مایل در موج شکن تجربه شده است.
- ❑ ماده تزریق می تواند دوغاب (ملات) سیمان و ماسه و یا ماده آسفالتی باشد.
- ❑ تزریق در زیر آب هم در برخی شرایط ممکن است.
- ❑ مشکل اصلی تزریق موج شکن در زیر آب، خلل و فرج زیاد موج شکن و فرار سیال تزریق می باشد.

۶۲



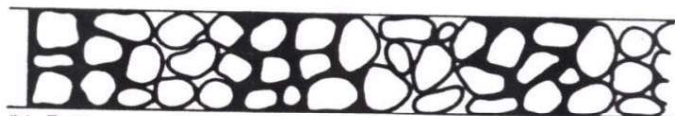
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

تزریق در موج شکن



(a) Surface grouting

تزریق سطحی



(b) Pattern grouting

تزریق الگویی



(c) Full grouting

تزریق کامل



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سایر مصالح مورد استفاده در موج شکن

ژئوسنتتیک یا پارچه گونه ها

Geosynthetics در موج شکن برای
اصلاح باربری پی بکار رفته است. در ضمن
کیسه‌های شن و ماسه نیز به عنوان مصالح
مغزه در بعضی موارد بکار رفته است. ولی
استفاده از پارچه گونه ها در بدنه موج شکن
نیازمند تحقیق بیشتر است.

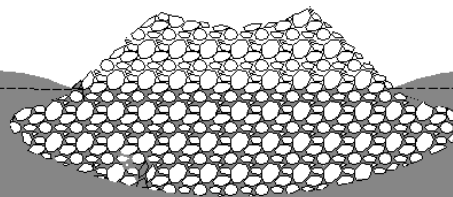
۶۰



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

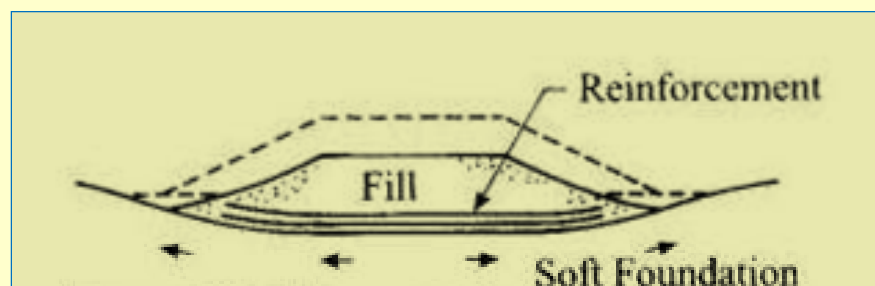
احتمال فرورفت سنگدانه های
موج شکن در زمین های نرم وجود دارد.

Geosynthetics برای اصلاح باربری زمین
زیر موج شکن قابل استفاده است.





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



۶۷



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سایر مصالح مورد استفاده در موج شکن

اجزای توری سنگی (گابیون)

۶۸

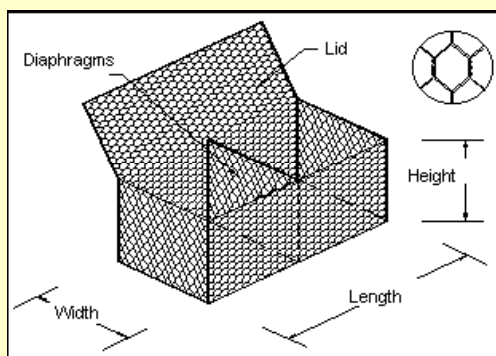


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



۶۹



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



۷۰



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



۷۱



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

گابیون (عناصر توریسنگی) در موج شکن

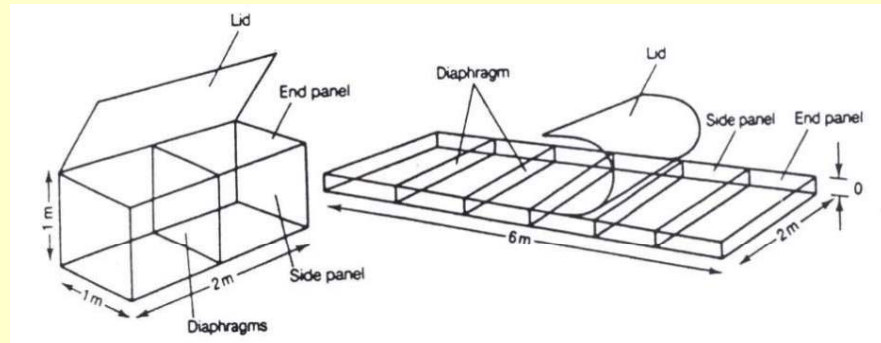
- ❑ یک گابیون یک جعبه یا محفظه تشک (مترس) شکل است که از مش سیمی فولادی ساخته شده است.
- ❑ گابیونهای سر هم شده با سیم به هم متصل می شوند و درون آن با سنگ پر می شود.
- ❑ قطر سیم متغیر است، ولی عموماً بین ۲ تا ۳ میلیمتر می باشد.
- ❑ سیمها معمولاً پوشش گالوانیزه یا PVC دارد. پوششهای PVC معمولاً در کارهای دریایی به کار می رود.
- ❑ دوام پذیری گابیونهای بستگی به کیفیت آب و حضور عناصر فرساینده در آن دارد.
- ❑ استفاده از گابیون به عنوان آرمور در حد پروژه های تحقیقاتی مطالعه شده است (حسینی، ۱۳۷۸).

۷۲



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

گابیون و ابعاد متعارف



۷۳



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

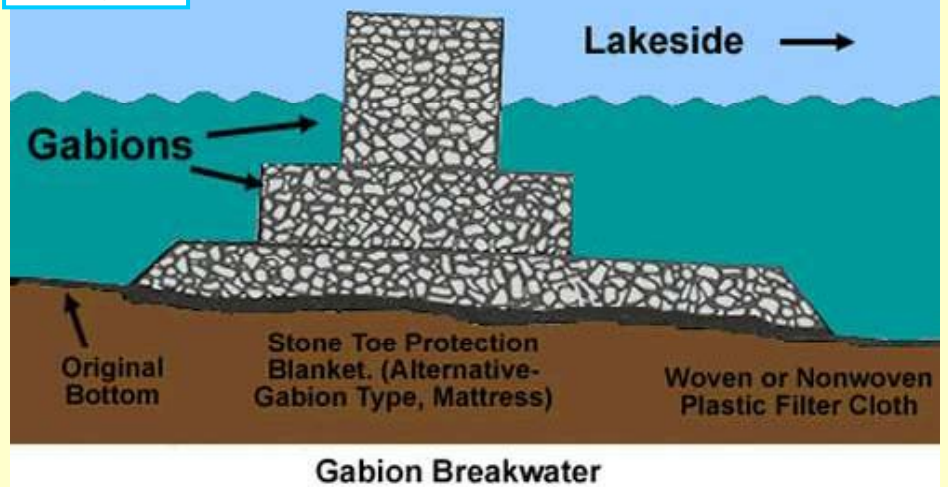
کاربرد و مزایای گابیون

- ❑ واحدهای گابیون انعطاف پذیر است و می تواند خود را با تغییرات سطح زمین در اثر نشست تطبیق دهد.
- ❑ گابیونها به صورت گسترده در کارهای دریایی نظیر حفاظت کرانه ها و صخره های دریایی، حفاظت خطوط لوله و کابل و حفاظت پاشنه سازه ها به کار می رود.
- ❑ در بعضی کاربردها لازم است که سازه گابیون نفوذ ناپذیر باشد و یا بتواند فشار uplift را تحمل کند. در این صورت بین سنگها با قیر یا دوغاب سیمان تزریق می شود.

۷۴



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



۷۵



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سایر مصالح مورد استفاده در موج شکن

ژئوتیوب

۷۶



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

ژئوتیوب

- ❑ با پمپ کردن مواد لایروبی به درون لوله ای بزرگ از ژئوسینتتیک به وجود می آید
- ❑ اغلب برای حفاظت ساحل یا اجرای دایک به کار می رود ولی استفاده در موج شکن هم مطرح شده است
- ❑ در موج شکن به عنوان مغزه مطرح است و باید پوشش شود.

۷۷



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر











موفق باشید

فاخر

مهم نیست چقدر منابع
در اختیار دارید. اگر
ندانید چگونه از منابع
استفاده کنید آنها هرگز
کافی نخواهند بود.

