

اجرای موج شکنهای خرده سنگی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

اجرای موج شکن از دریا

Marine-base Construction of Breakwater

۱



مشخصات ساخت موج شکن از دریا

- ۱- استفاده از شناورهای با تناژ بالا برای حمل و ریختن مصالح در دریا
- ۲- داشتن عمق کافی یا وجود اسکله در محل بارگیری مصالح سنگی در ساحل
- ۳- بالا بودن حجم مصالح سنگی
- ۴- داشتن عمق کافی در محل اجرای موج شکن در دریا

۲

بارگیری و حمل دریایی اولین گام اجرای دریایی است



حمل مصالح مغزه
به محل اجرا

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

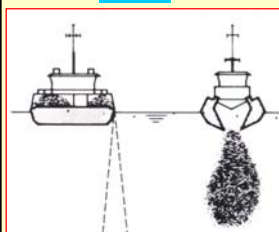
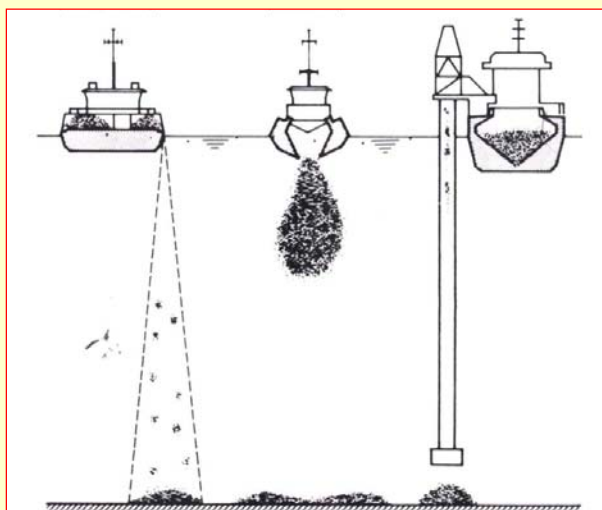
بارج حامل مصالح سنگی برای اجرای موج شکن از دریا



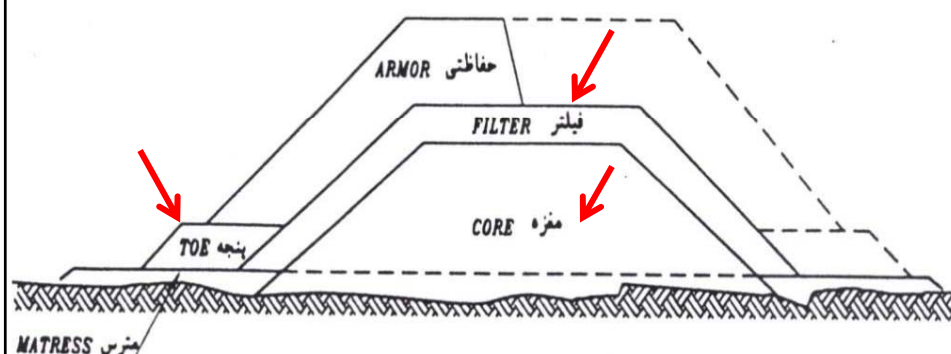
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



- انواع بارج برای اجرای سنگریزی در دریا در فایل مربوطه با عنوان “خاکریزی در دریا” در فصل ۳ این مجموعه آموزشی تشریح شد.



بارجهای خود تخلیه برای اجرای **مغزه** و **فیلتر** و **پنجه** به کار می روند

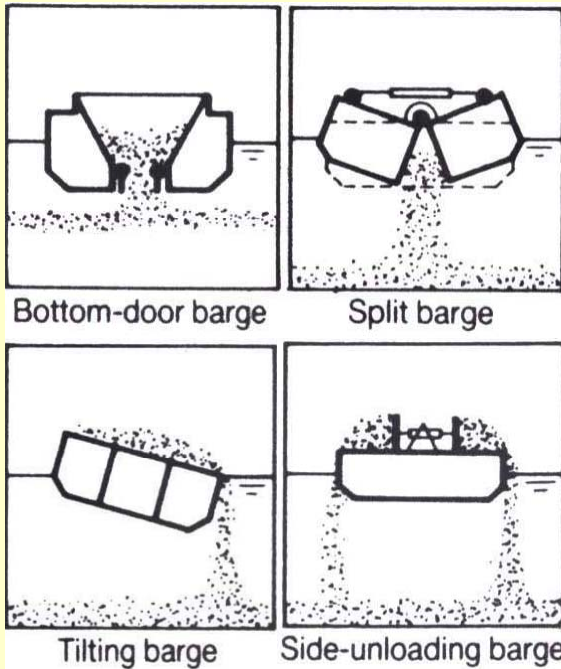




انواع بارجهای خود تخلیه:

- بارجهای بازشو (Split barges)
- بارجهای کف درب (Bottom door barges)
- بارجهای کج شونده (Tilting barges)
- بارجهای تخلیه جانبی (Side unloading barges)

۷



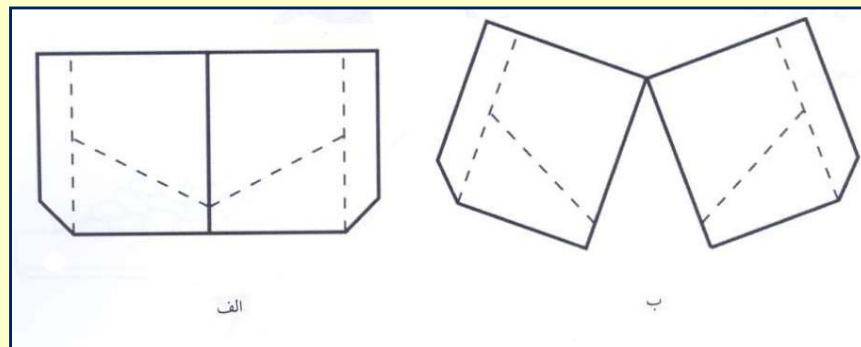
بارجهای خود
تخلیه برای
اجرای مغزه
و فیلتر و پنجه

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بارجهای خود تخلیه متعارف بین ۵۰۰ تا ۸۰۰ تن ظرفیت دارند.

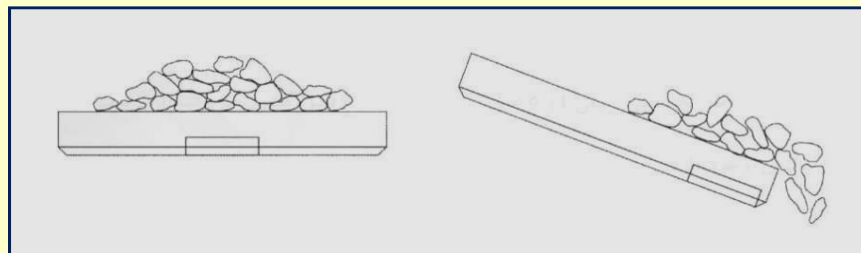
برای همه انواع بارج باید سطح عرشه بارج در برابر سنگ تقویت شود.

بارجهای بازشو (Split barges)





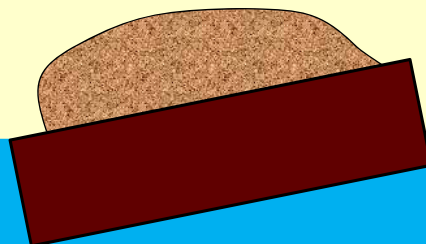
بارجهای کج شونده (Tilting barges)



۱۳



بارج کج شونده



۱۴



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بارج کج شونده

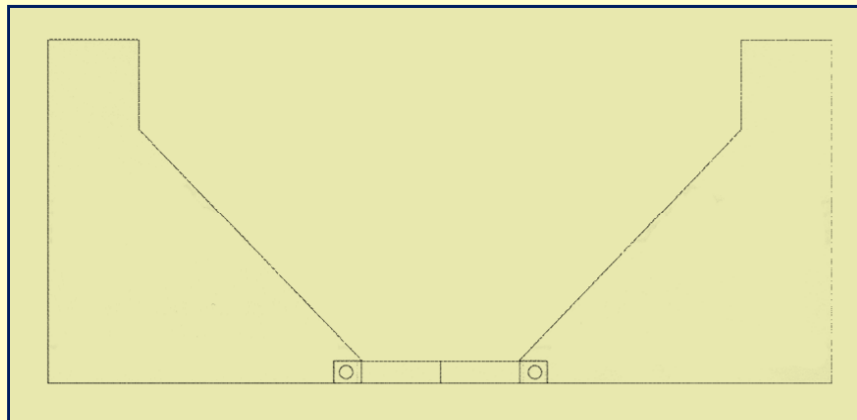


۱۵

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بارجهای دارای درب در کف (Bottom door barges)





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بارجهای
دارای درب
کف



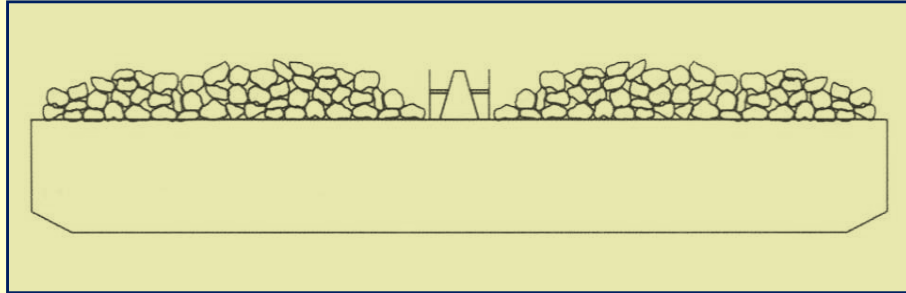
600 m³, with 6 bottom doors



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

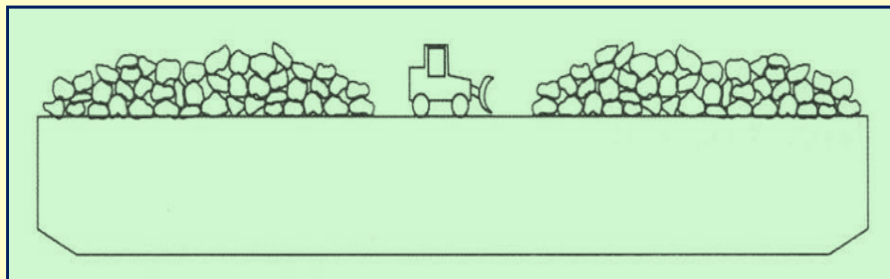
بارجهاي تخلیه جانبی (Side unloading barges)



۱۹



تخلیه جانبی مصالح با استفاده از لودر



۲۱

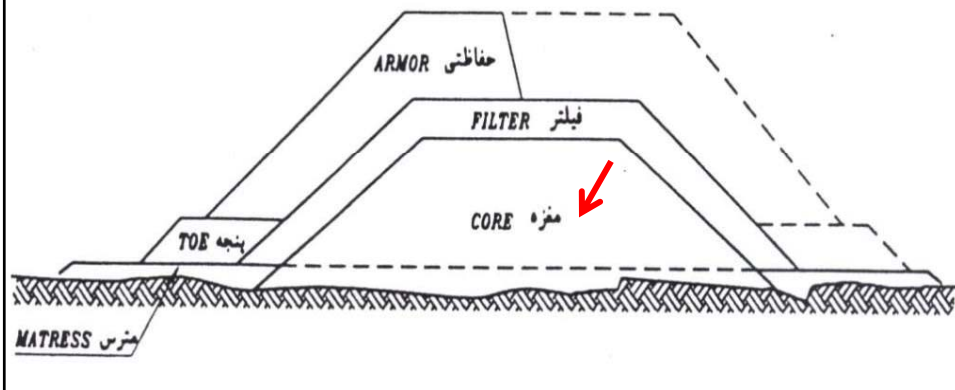


بارج مناسب برای اجرای دریایی بخش های
مختلف موج شکن های سنگریزه ای

۲۲

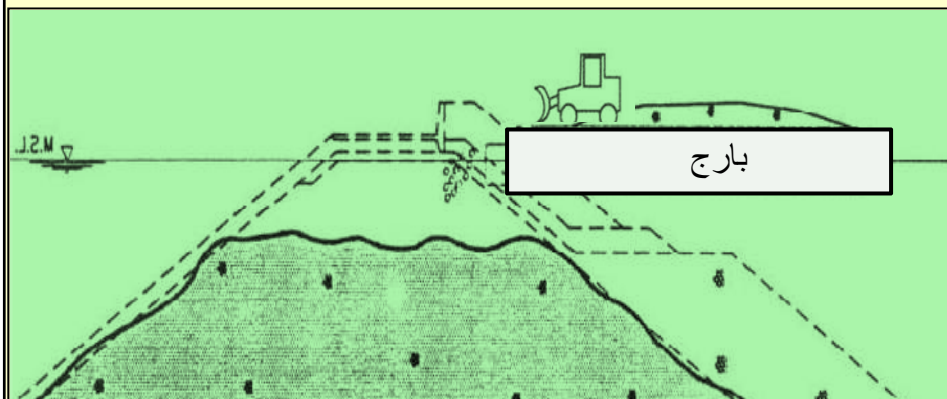


اجرای **مغزه** به دقت بسیار زیادی نیاز ندارد و انواع بارج خود تخلیه برای **ریختن مغزه** قابل استفاده است ولی **شیب مغزه** باید جرثقیل چنگک دار یا بیل مکانیکی تنظیم شود.

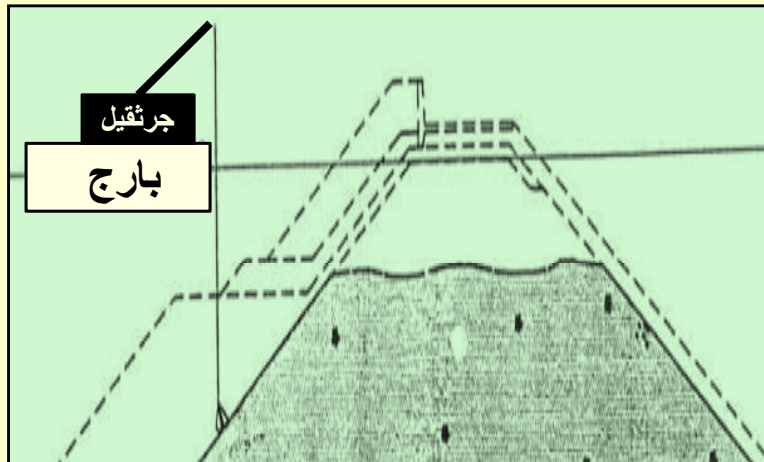


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

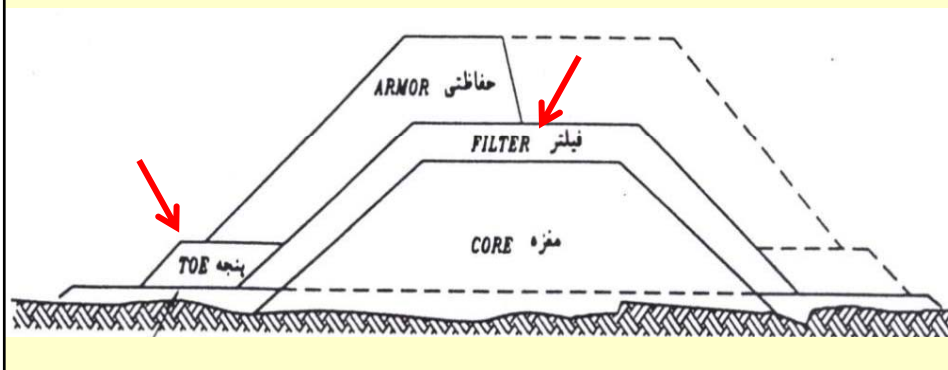
مثالی از قراردادی مغزه به صورت
مستقیم از روی بارج با لودر



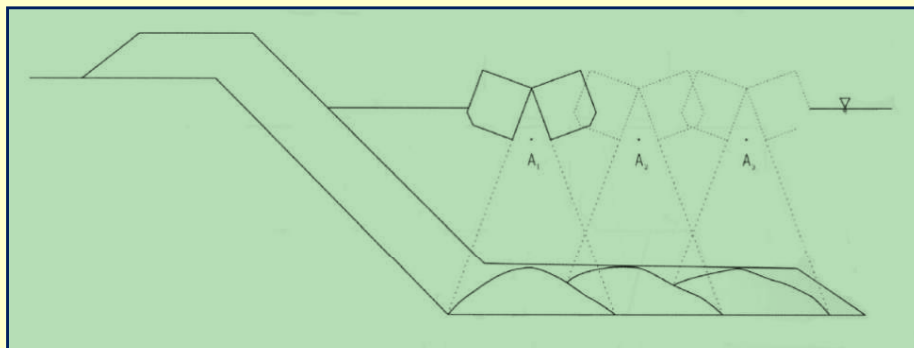
مثالی از تنظیم شیب مغزه با جرثقیل روی بارج



اجرای **فیلتر** و **پنجه** دقت زیادی می‌خواهد و بارج با **تخلیه جانبی** کاربرد بیشتری دارد ولی بارج **خودبازشو** هم به کار می‌رود. استفاده از **جرثقیل** با چنگک یا سینی هم برای ریختن **فیلتر درشت** متداول می‌باشد. شیب فیلتر با جرثقیل چنگک دار تنظیم میشود.

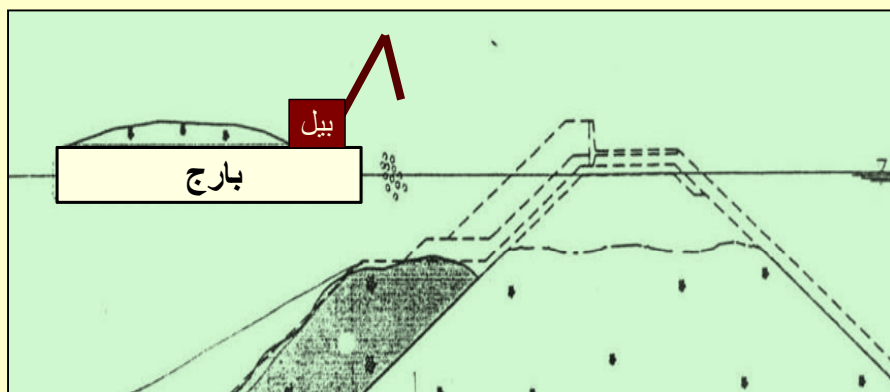


ساخت پنجه از دریا با بارج خودبازشو

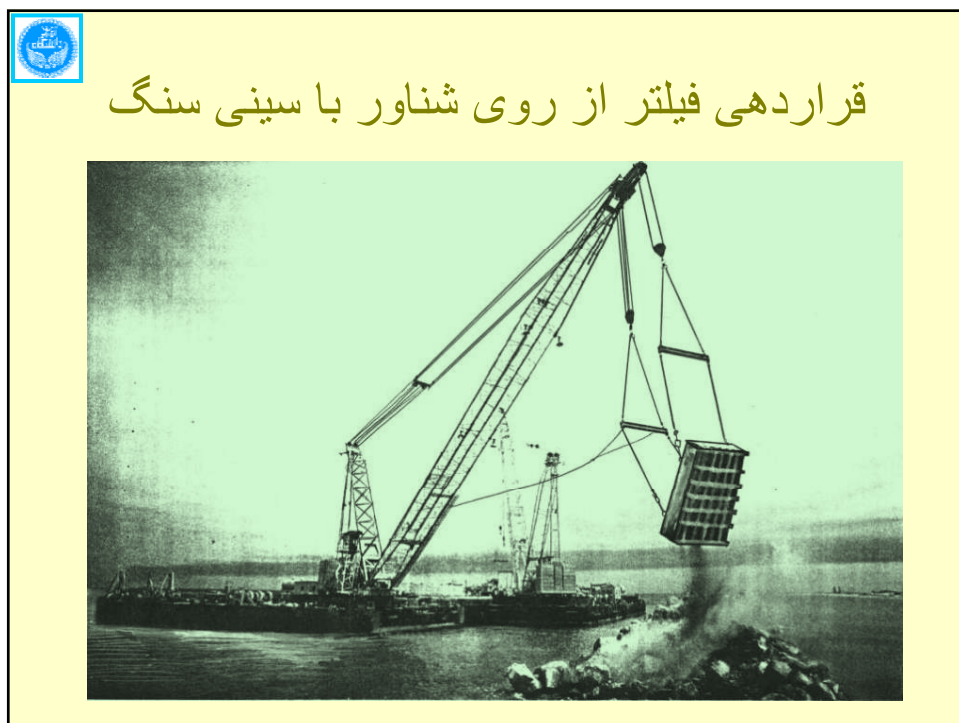


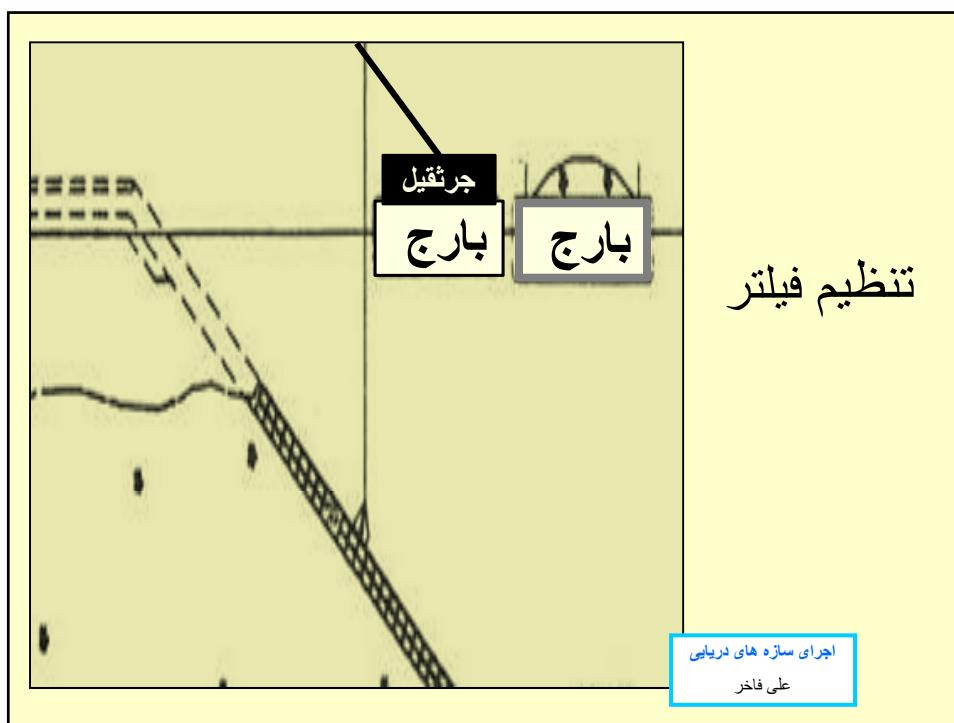
۲۷

قراردهی فیلتر به صورت مستقیم از روی بارج با بیل مکانیکی



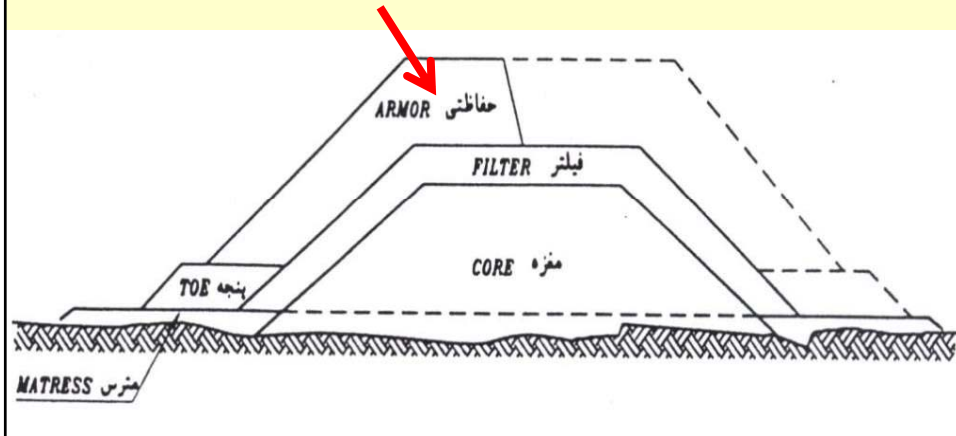
۲۸







قرار دادن لایه حفاظتی یا سنگهای آرمور از دریا



قرار دادن سنگهای آرمور از دریا

❑ برای آرمور با قطعات کوچک می‌توان از بارج استفاده کرد و آنها را گروهی ریخت ولی وقتی قطعات بالای یک تن باشند، نیاز به جرثقیل می‌باشد.

❑ لایه آرمور با سنگهای کوچک می‌تواند با بارج تخلیه جانبی هم اجرا شود.



قرار دادن سنگهای آرمور از دریا

□ برای اجرای لایه آرمور با قطعات بزرگتر از یک تن، استفاده از بارج با جرثقیل گردان و یا شناوری که جرثقیل بر روی آن مستقر است متداول می‌باشد.

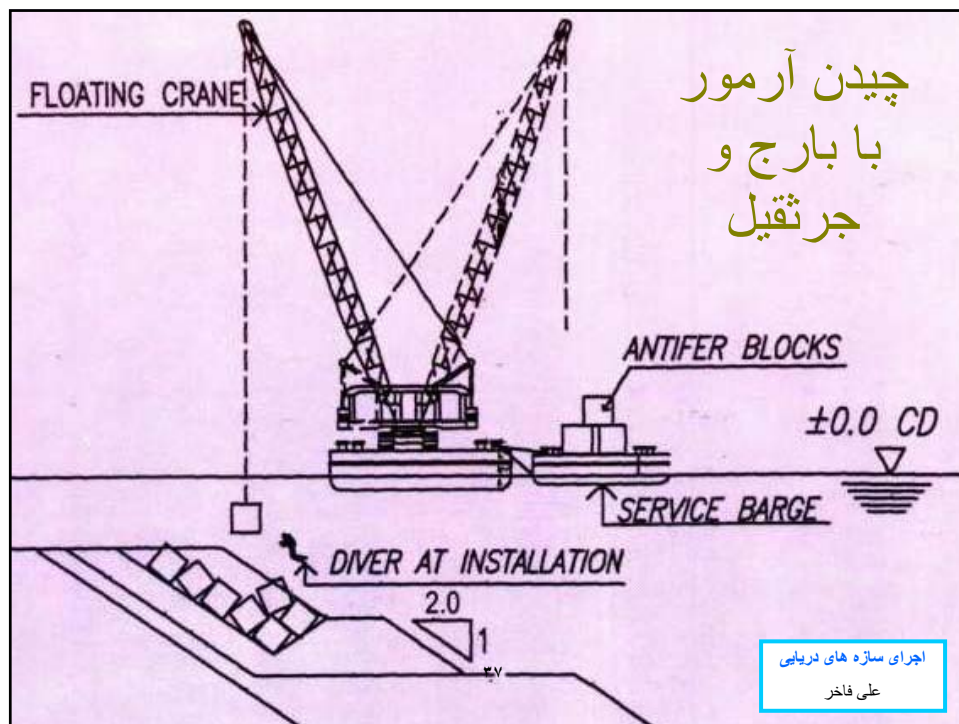
□ اغلب دقت مورد نیاز برای چیدمان لایه آرمور به نحوی است که اجازه تخلیه گروهی را نمی‌دهد و باید به صورت تک – تک چیده شود.

۳۵

قرار دادن سنگهای آرمور از دریا با جرثقیل و بارج



۳۶



بارج هایی که انواع مصالح سنگی را به محل اجرای
موج شکن در روش دریایی می رسانند، باید مصالح
را در خشکی بارگیری کنند.





بارگیری بارج ها در ساخت موج شکن از دریا



برای بارگیری بارج ها، اسکله مورد نیاز است.



استفاده از بارجهای رمپ دار



رمپ



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



دو روش بارگیری بارجها در اسکله

دو روش برای حمل مصالح به بارج :

۱- استفاده از تسمه نقاله برای لایه‌های ریزدانه مثل مغزه و مترس (نظیر اجرای موج شکن بندر شهید رجایی).

۲- استفاده از بارجهای رمپ دار که ماشین‌های حامل سنگ با استفاده از رمپ وارد بارج شده و مصالح را تخلیه می‌نماید.

تسمه نقاله



تسمه نقاله



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



بارگیری بارجه‌ها در ساخت موج شکن از دریا

ترجیح دارد که یک محوطه ذخیره مصالح در محل بارگیری وجود داشته باشد تا بارگیری مصالح و انتقال به بارج کمتر وابسته به پشتیبانی مصالح از معدن گردد.



حداکثر تراز ممکن برای اجرای مغزه با بارج

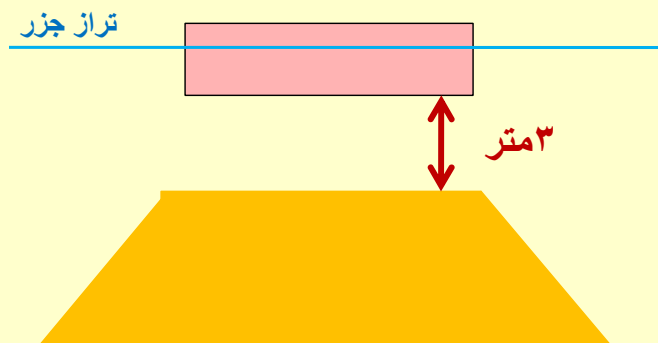
□ بالاترین تراز ممکن برای اجرای مصالح مغزه با بارج، بستگی به حداکثر آبخور بارج به اضافه یک مقدار ایمنی به منظور در نظر گرفتن heave (حرکت قائم بارج) دارد.

□ معمولاً بالاترین تراز اجرایی در حدود سه متر پایین تر از تراز جزر است.

□ برای بارجهایی که در کف دارای درب هستند، تراز اجرایی پایین تر می آید.



در ساخت از دریا، قراردادی مصالح در تراز
حداکثر ۳ متر زیر تراز کف بارج در
هنگام جزر عملی است. برای قسمت
های فوقانی باید موج شکن را از خشکی
اجرا کرد.



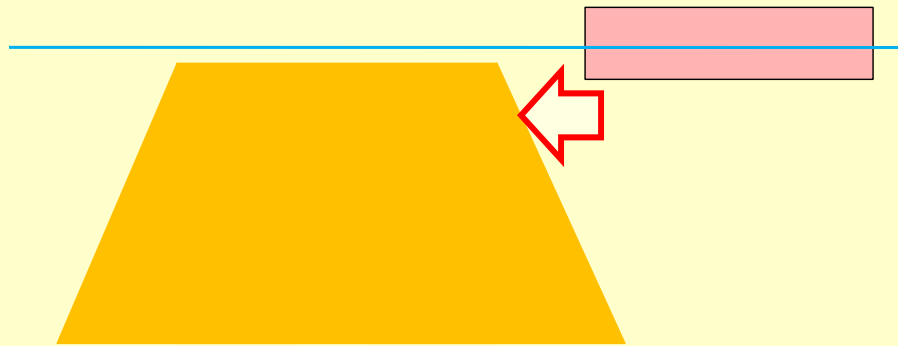
مقایسه شکل مقطع عرضی موج شکن

اجرا از دریا	اجرا از خشکی
تراز مغزه حداکثر سه متر زیر تراز جزر است تا اجازه تخلیه مصالح از روی بارج را بدهد.	تراز تاج بالای سطح آب است. عرض تاج براساس ابعاد ماشین آلات محاسبه می شود. شیب های کم و برم های عریض مشکلاتی به وجود می آورد.



محدودیت‌های مانور شناور در اجرای دریایی

□ نزدیکی شناور به بدنه قسمت های اجرا شده موج شکن، ممکن است باعث برخورد شناور شود.



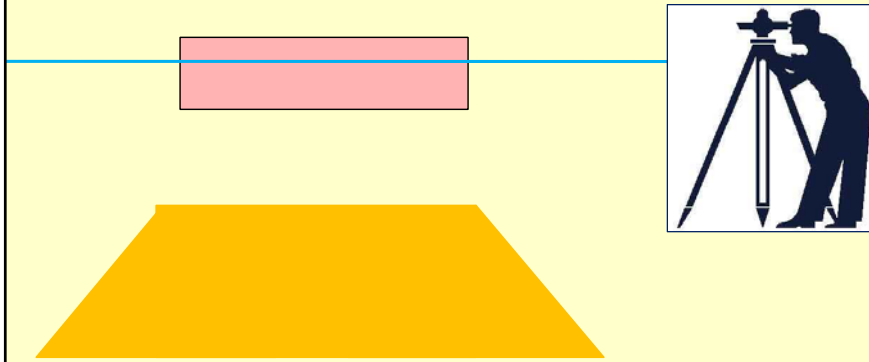
مقایسه اجرا از خشکی و دریا از نظر محدودیت‌های محیطی

اجرا از خشکی	اجرا از دریا
میزان وقفه در کار کمتر از اجرا از دریا است.	ریسک برخورد بارج با موج شکن در موج بزرگتر از ۰/۵ تا ۰/۷۵ متر زیاد است.



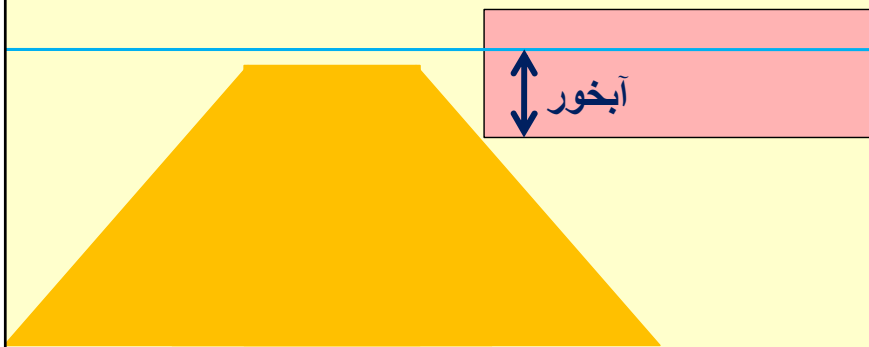
محدودیت‌های مانور شناور در اجرای دریایی

❑ دقت بالایی مورد نیاز در اجرا، موجب افزایش دقت موقعیت یابی می‌شود.



محدودیت‌های مانور شناور در اجرای دریایی

❑ آب‌خور زیاد بارج و همچنین شیب بدنه موج شکن از عوامل ایجاد محدودیت می‌باشد.



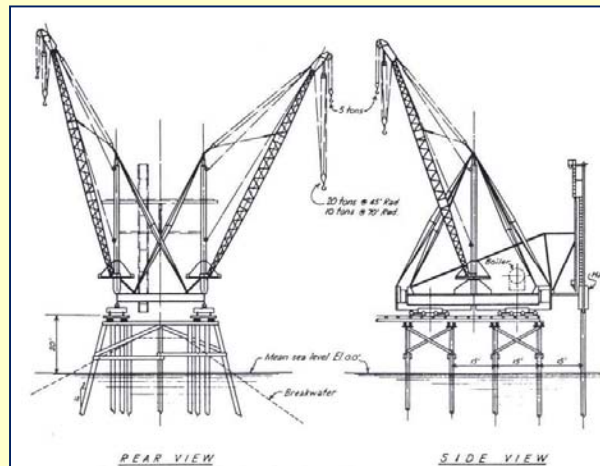


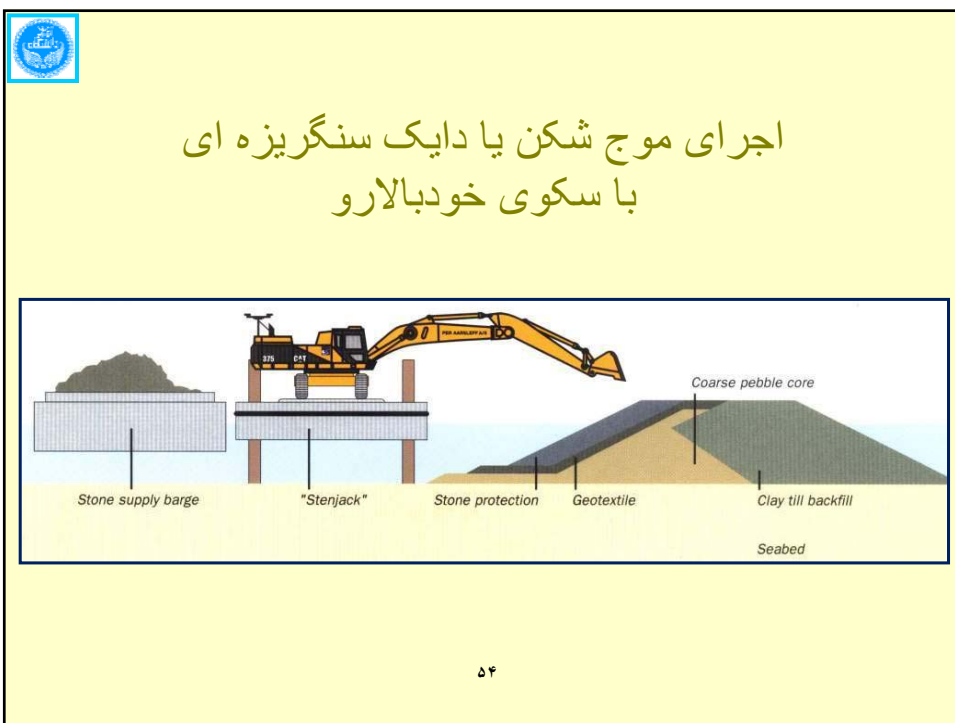
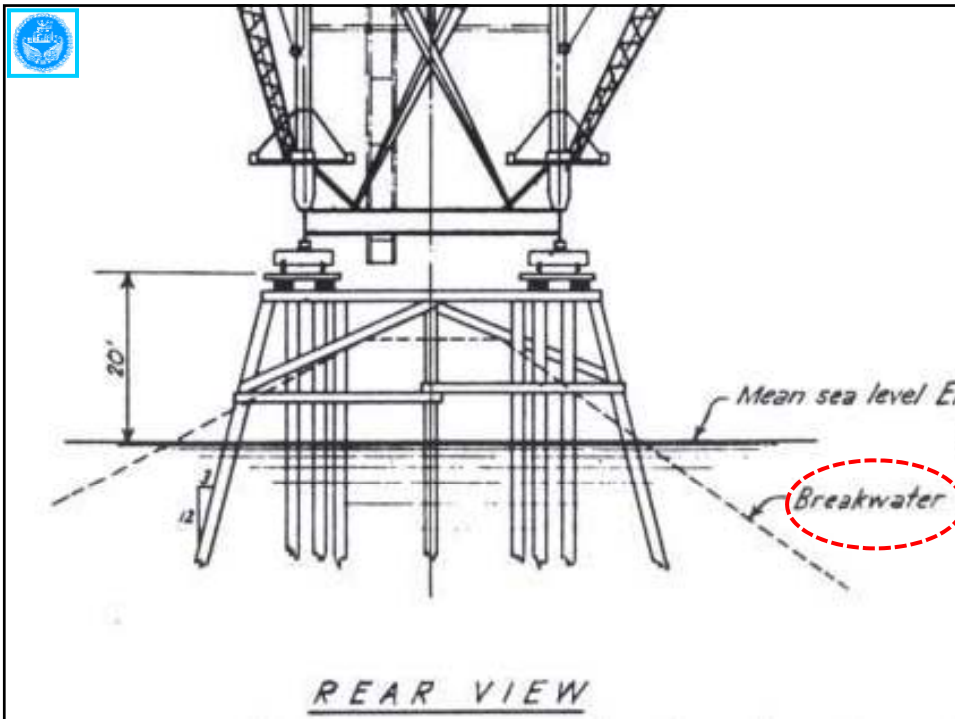
برای اجرای موج شکن از دریا، گاهی ممکن است از نوعی سکو برای قرارگیری جرثقیل و سایر تجهیزات استفاده شود تا نیاز به بارج و شناور کاهش یابد.

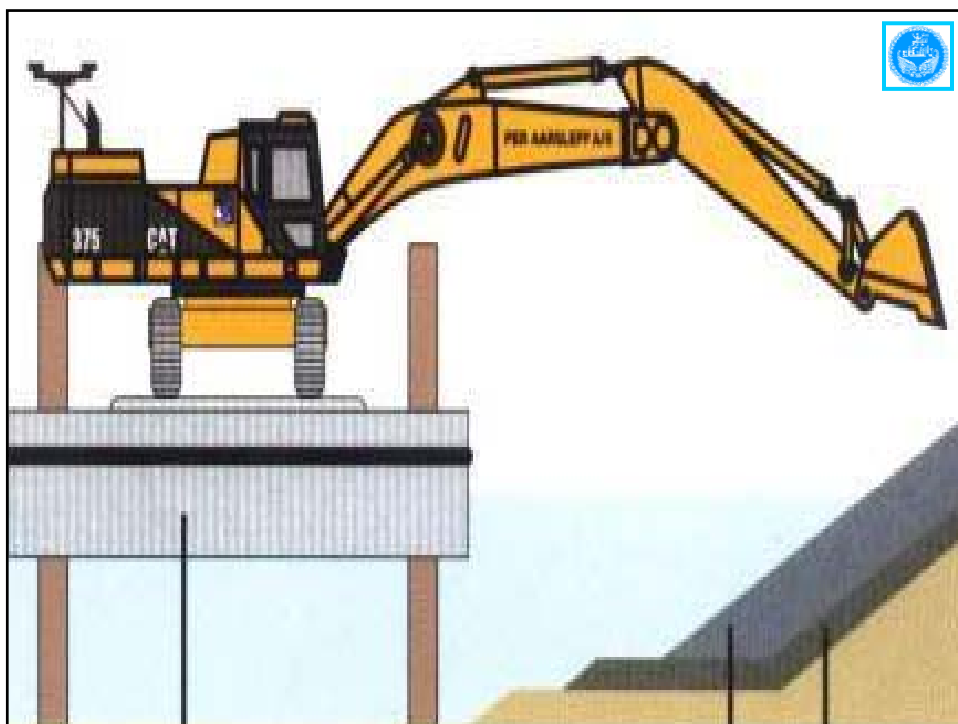
۵۱



trestle برای قرارگیری جرثقیل و اجرای موج شکن







تعیین حجم مصالح در اجرای دریایی

❑ حجم توده مصالح روی بارج با حجم مصالح ریخته شده در دریا فرق دارد. زیرا تراکم توده مصالح در دو حالت فرق دارد.

❑ برای تعیین حجم مصالح ریخته شده در هسته باید از میر یا سوند فلزی و ابزار نقشه برداری استفاده کرد و مغزه اجراشده را برداشت کرد.



موقعیت یابی محل ریختن مصالح

❑ **روش ۱-** تخلیه مصالح سنگی با بارجهایی که به دستگاه مختصات یاب مجهزند.

❑ **روش ۲-** بارج حامل مصالح به کمک یک قایق که به دستگاه مختصات یاب مجهز می‌باشد، در محل مورد نظر مستقر می‌شود.

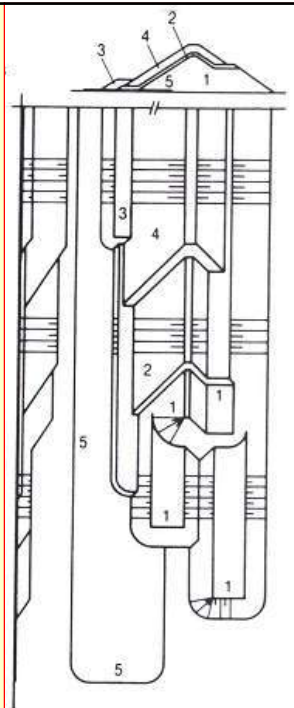
۵۷



ضرورت استفاده از بارج هایی با تناژ زیاد

استفاده از بارجهایی با تناژ کم در اجرای دریایی مقرون به صرفه نخواهد بود. زیرا موقعیت یابی محل ریختن مصالح و همچنین پهلویگیری و بارگیری وقت گیر است.

۵۸

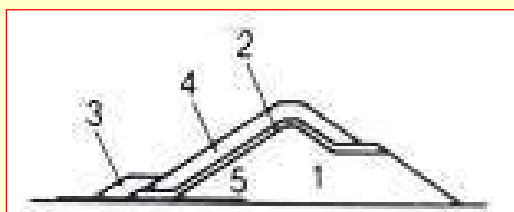


مثال از مراحل
اجرای دریایی

۵۹

- ۱- اجرای مغزه
- ۲- فیلتر
- ۳- پنجه
- ۴- آرمور
- ۵- اجرای مترس در محدوده های خارج از پوشش لایه های قبلی

مثال از مراحل
اجرای دریایی



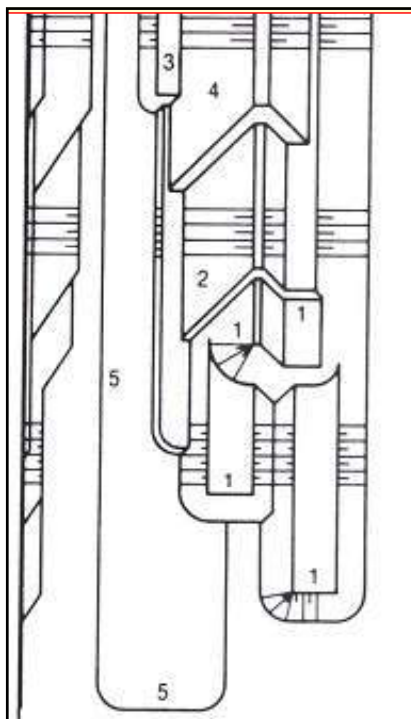
۶۰

مثال از مراحل اجرای دریایی

- ۱- اجرای مغزه
- ۲- فیلتر
- ۳- پنجه
- ۴- آرمور
- ۵- اجرای مترس

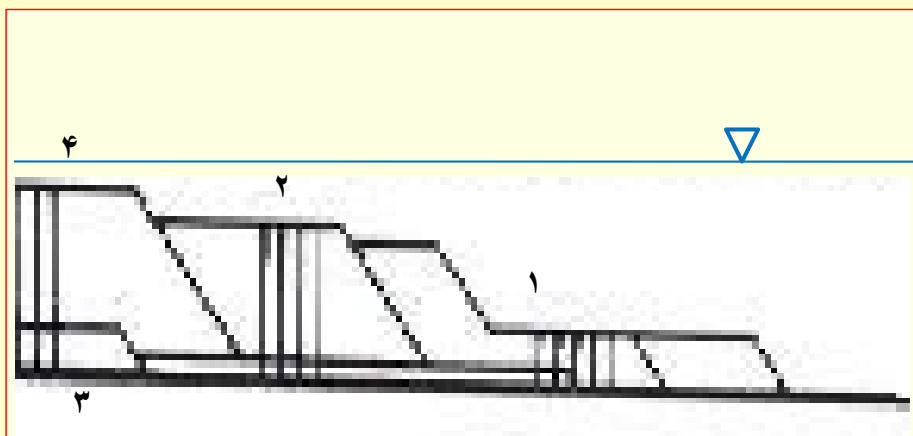
مترس در گام اول زیر پوشش لایه های
قبلی نیست ولی با پیشرفت آنها به زیر می رود

۶۱



مثال از مراحل اجرای دریایی

- ۱- اجرای مغزه
- ۲- فیلتر
- ۳- پنجه
- ۴- آرمور





مقایسه اجرا از خشکی و دریا از نظر حفاظت بستر در مقابل آبشستگی

اجرا از خشکی	اجرا از دریا
حفاظت بستر در مقابل آبشستگی به علت تمرکز جریان در یک نقطه، امکان آب شستگی در راس موقت موج شکن زیاد است.	می‌تواند در پیشاپیش کار انجام شود.



مقایسه اجرا از خشکی و دریا از نظر تعمیر و نگهداری

اجرا از خشکی	اجرا از دریا
می‌تواند با تجهیزات کار در خشکی انجام شود.	تعمیر و نگهداری فقط می‌تواند با تجهیزات شناور انجام شود.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

علت استفاده کمتر روش اجراء از دریا،
به نقل از مجریان پروژه ها در ایران

❑ نبود اسکله در نزدیک پروژه برای بارگیری سنگ

❑ گران بودن بارج

❑ در نظر نگرفتن روش اجرا از دریا توسط طراحان



ترکیب اجرای دریایی و خشکی

اغلب اجرای موج شکن های بزرگ با ترکیب
اجرا از خشکی و اجرای دریایی به صورت
مکمل هم صورت می گیرد.

ترکیب این دو روش می تواند در طول موج شکن
یا در مقطع عرضی آن انجام شود.



مثالی از ترکیب اجرای دریایی و خشکی

موج شکن شیپویگان در آمریکا



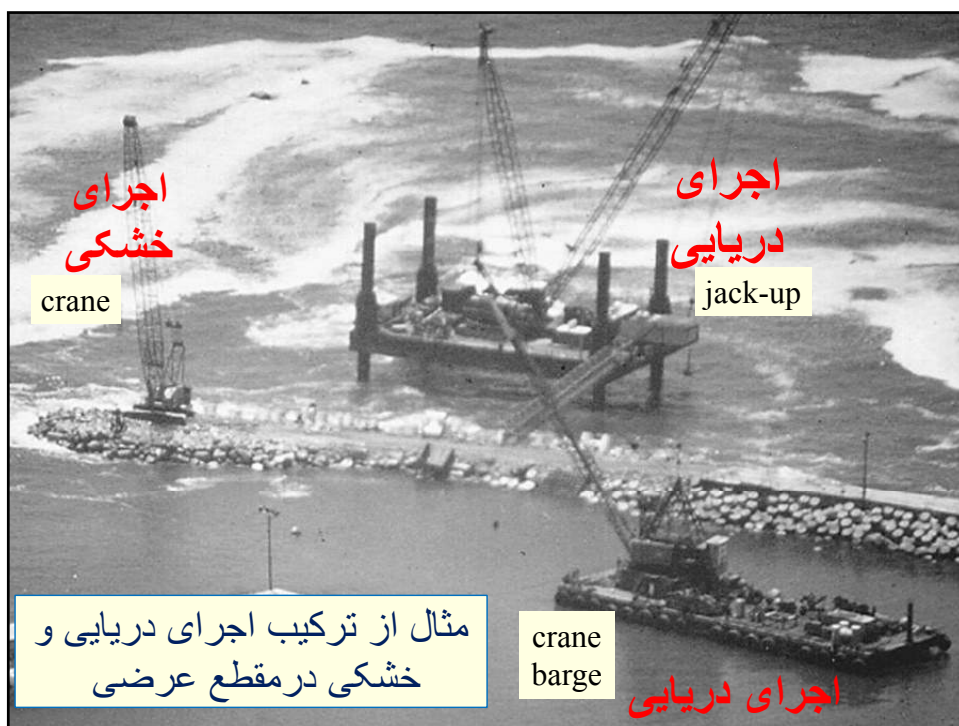
موج شکن در
حال اجرا

۶۷



مثالی دیگر از ترکیب اجرای دریایی و خشکی





ترکیب دریا و خشکی

گاهی برنامه زمانی ایجاب می‌کند که اجرا از انتهای موج شکن به صورت دریایی و از ابتدا بصورت خشکی و کار در دو جبهه دریا و خشکی به صورت همزمان انجام شود.

ابتدا

انتهای موج شکن

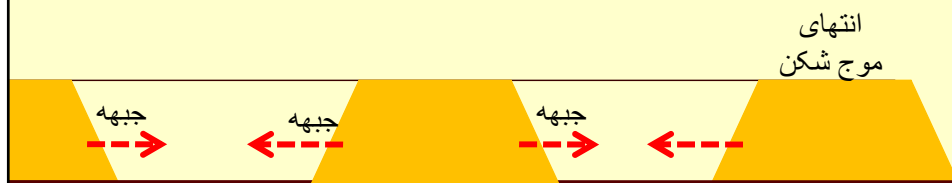
جبهه اجرا از خشکی
-->

جبهه دریایی
<--

مقطع طولی موج شکن



گاهی در موج شکن های خیلی بزرگ، تعداد بیشتری جبهه کار در دریا و خشکی به صورت همزمان به کار می رود.



مقطع طولی موج شکن

۷۱



مقایسه اجرا از خشکی و دریا از نظر جبهه های کار

اجرا از خشکی	اجرا از دریا
یک جبهه کار موجود است و مراحل اجرا باید به دنبال هم انجام شود.	چند جبهه کار می تواند فراهم باشد. زمان بسیج تجهیزات دریایی طولانی تر است.

۷۲



ترکیب دریا و خشکی

اگر عمق آب زیاد باشد بخش تحتانی مغزه را باید از دریا اجرا کرد زیرا مصالح در عمق زیاد در روش اجرا از خشکی متراکم نمی شوند.

سطح آب

بخش تحتانی مغزه

۷۳

مقطع عرضی



سطح آب

اجرای خشکی

اجرای دریایی

بخش بالایی مغزه

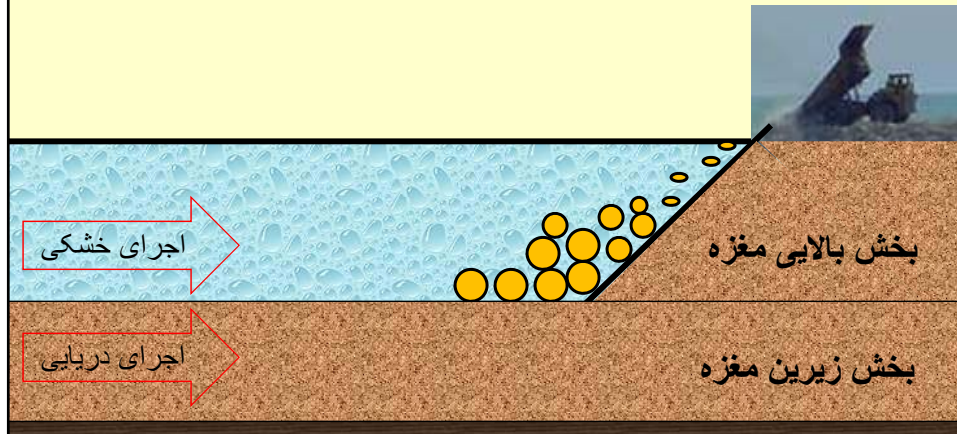
بخش زیرین مغزه

مقطع عرضی

۷۴



جداشدگی دانه ها دلیل دیگری برای اجرای موج شکن در آب عمیق با ترکیب اجرا از خشکی و دریا است.



جرثقیل بارج

اجرای خشکی

اجرای دریایی

مشکلات اجرای شیب در عمق آب زیاد، دلیل محکمی برای اجرای موج شکن در آب عمیق با ترکیب اجرا از خشکی و دریا است.

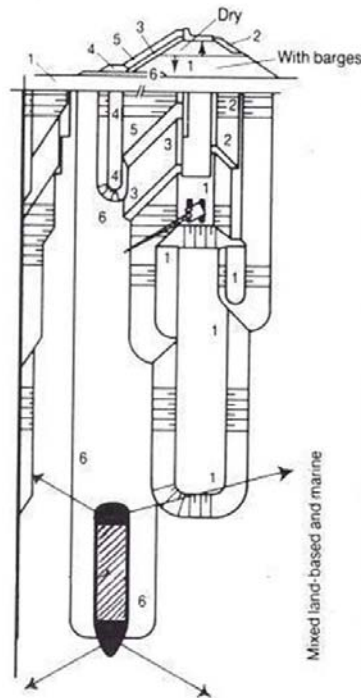
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



مقایسه اجرا از خشکی و دریا

محدودیت عمق	
اجرا از خشکی	اجرا از دریا
اجرای موج شکن در آب عمیق با زحمت انجام می‌شود.	به عمق آب حداقل ۳ تا ۴ متر نیاز دارد. امکان کار در محدوده جزر و مدی وجود ندارد.

۷۷

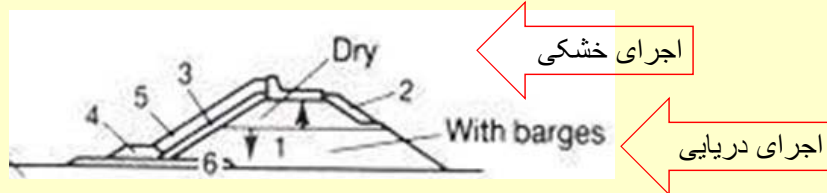


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مثالی از
مراحل اجرای
ترکیب خشکی
و دریایی

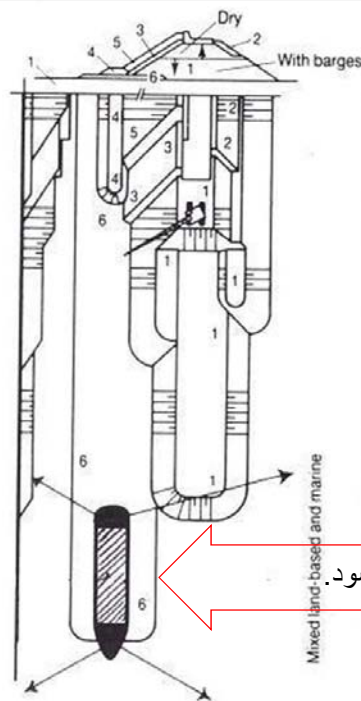
۷۸

مثالی از مراحل اجرای ترکیب خشکی و دریایی



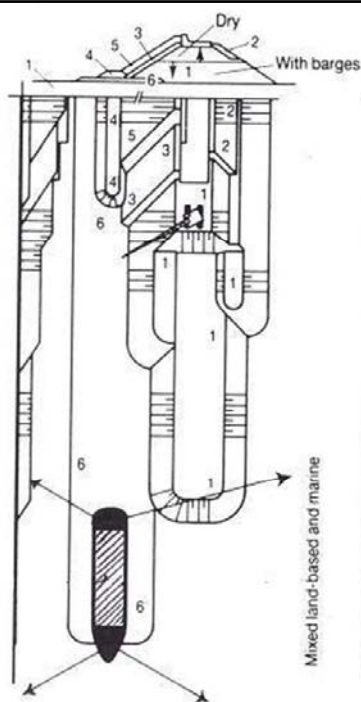
۷۹

مثالی از مراحل اجرای ترکیب خشکی و دریایی



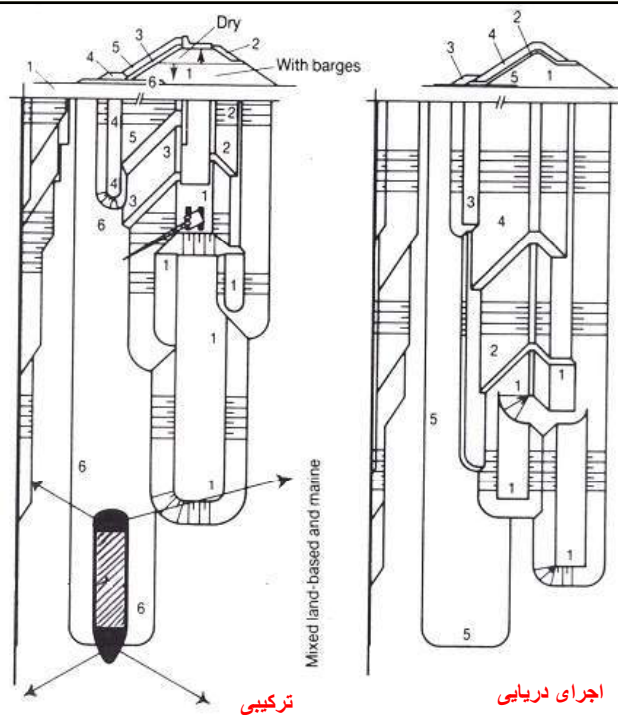
۸۰

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



۸۱

مثالی از
مراحل اجرای
ترکیب خشکی
و دریایی



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مقایسه
اجرای
دریایی
و
اجرای
ترکیبی

ترکیبی

اجرای دریایی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

مثالی از روش اجرای یک موج شکن بزرگ

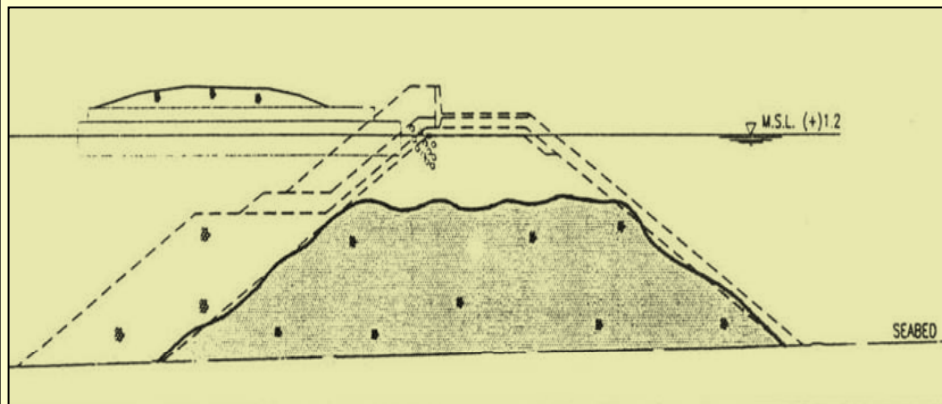
ترکیب روش اجرای خشکی و دریا به دلیل
بزرگی کار و عمق آب ۳۰ متر پیشنهاد شده
است.

۸۳

اجرای سازه های دریایی

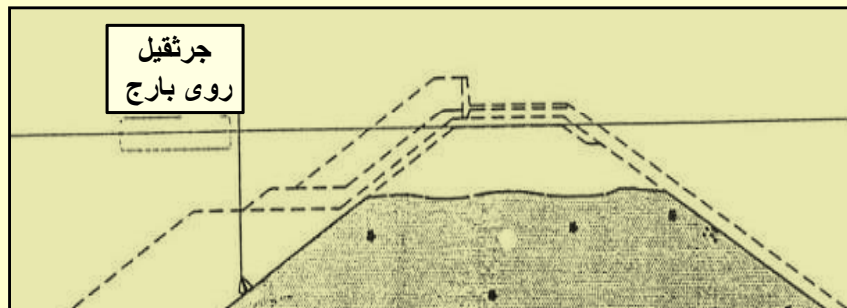
علی فاخر

مرحله ۱- ریختن مستقیم مغزه



قراردهی مغزه می تواند به صورت مستقیم از
روی بارج با لودر انجام شود.

مرحله ۲ - تنظیم شیب مغزه



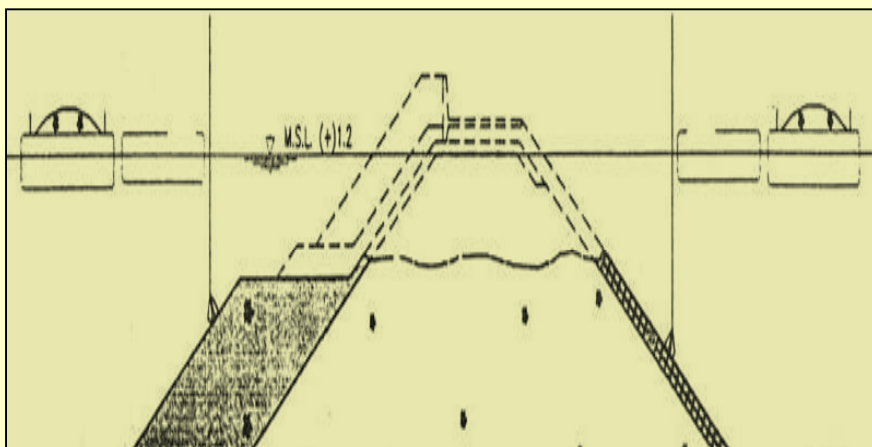
- تنظیم شیب مغزه با یک جرثقیل ۸۰ تن که مجهز به چنگک با ظرفیت 1.5 m^3 است و روی بارج مستقر می باشد.
- یک بارج ۵۰۰ تنی به عنوان بارج کار و یک بارج ۱۰۰۰ تنی برای پشتیبانی مصالح استفاده می شود.

مرحله ۳- ریختن مستقیم فیلتر

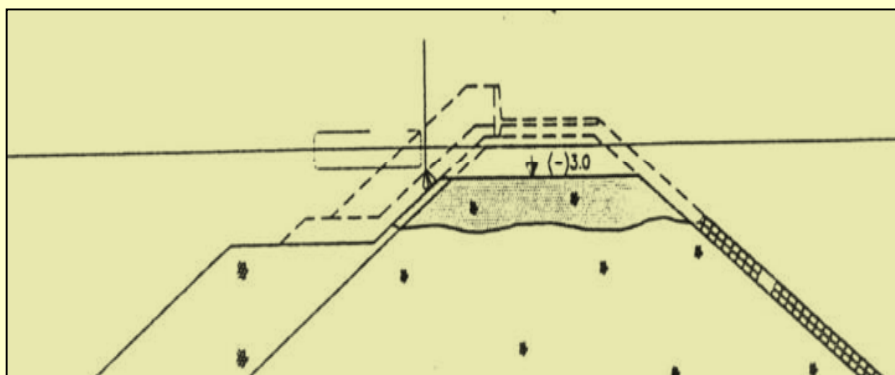


قراردهی فیلتر به صورت مستقیم از روی بارج پشتیبانی با بیل مکانیکی انجام شود.

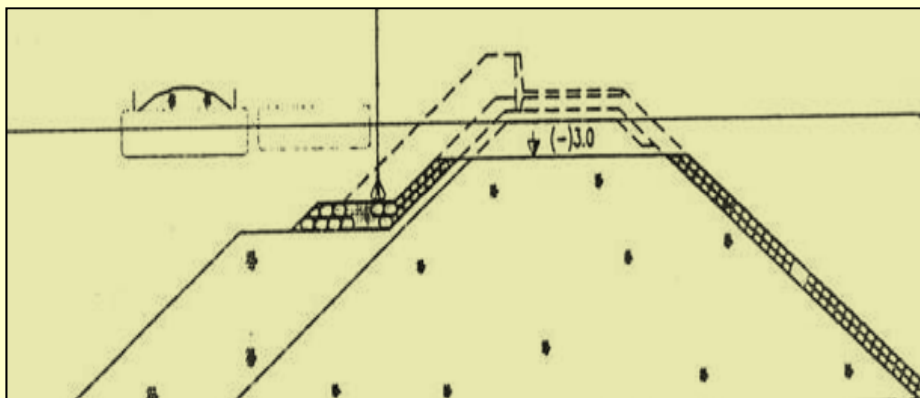
مرحله ۴ - تنظیم فیلتر و قراردعی فیلتر ثانویه



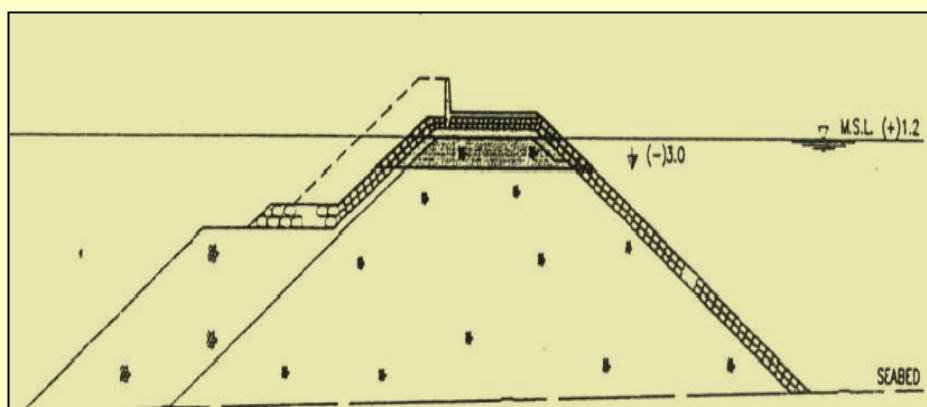
مرحله ۵- ریختن مستقیم و پرداخت مغزه و فیلتر تا تراز ۳ متر زیر آب



مرحله ۶- قراردهی فیلتر ثانویه تا تراز ۳ متر زیر آب



مرحله ۷- نهایی کردن موج شکن بجز قراردهی بلوک های آرمور بالای تراز ۳/۰۰- با اجرا از خشکی





مرحله ۸- قراردعی بلوکهای آرمور از دریا

- بارج باید به خوبی مهار شود تا کمترین حرکت و جابجایی در اثر موج و جریان را داشته باشد. موقعیت دقیق آن با نقشه برداری تعیین می‌شود.
- برای فائق آمدن به مشکلات تعیین دقیق موقعیت درزیر آب، موقعیت می‌تواند با DGPS تعیین شود.
- آنتن GPS به بوم جرثقیل متصل می‌شود تا اجازه دهد که موقعیت نوک به صورت پیوسته نمایش داده شود.

۹۱

