

اجرای موج شکنهای خرده سنگی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

اجرای موج شکن از دریا

Marine-base Construction of Breakwater

فروردین 1403



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

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

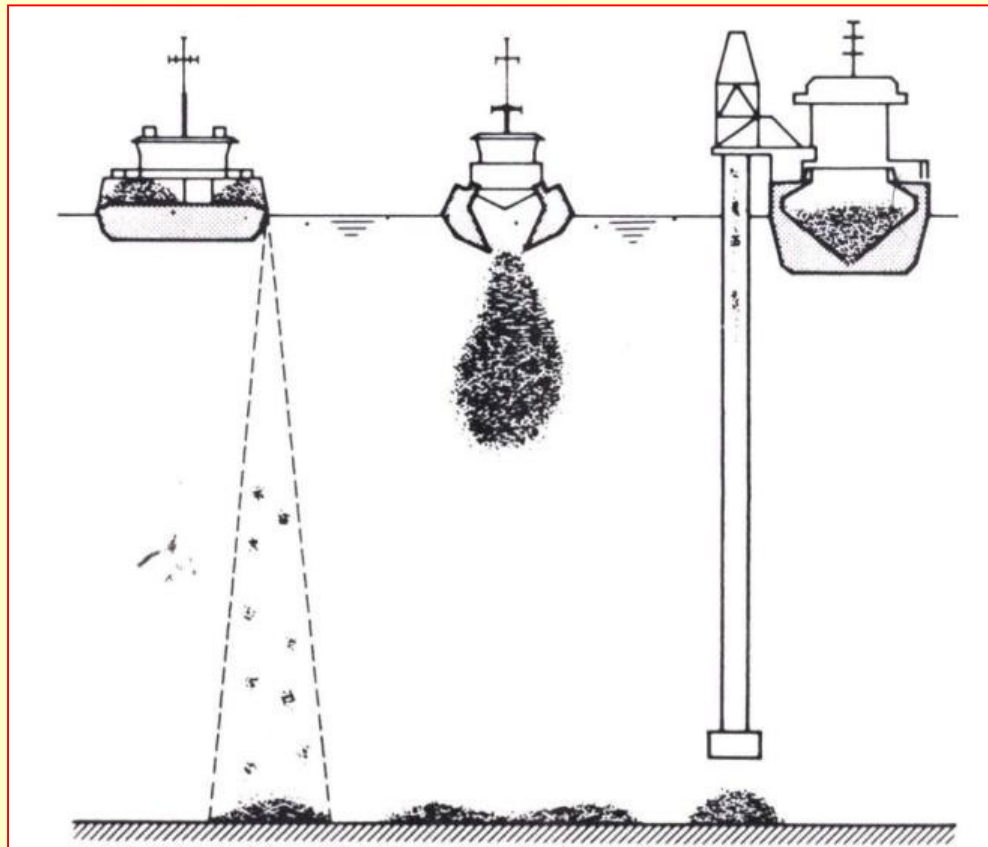
اجرای سازه های دریایی

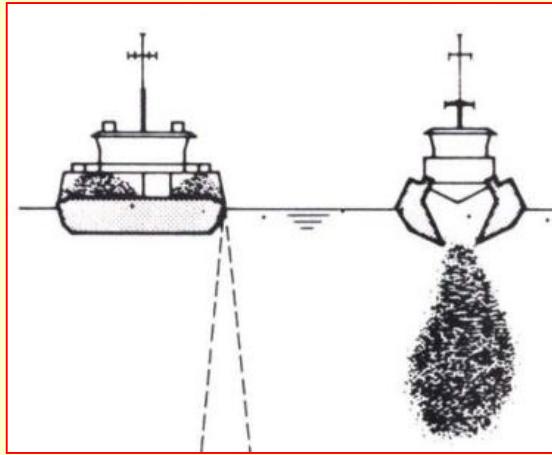
علی فاخر



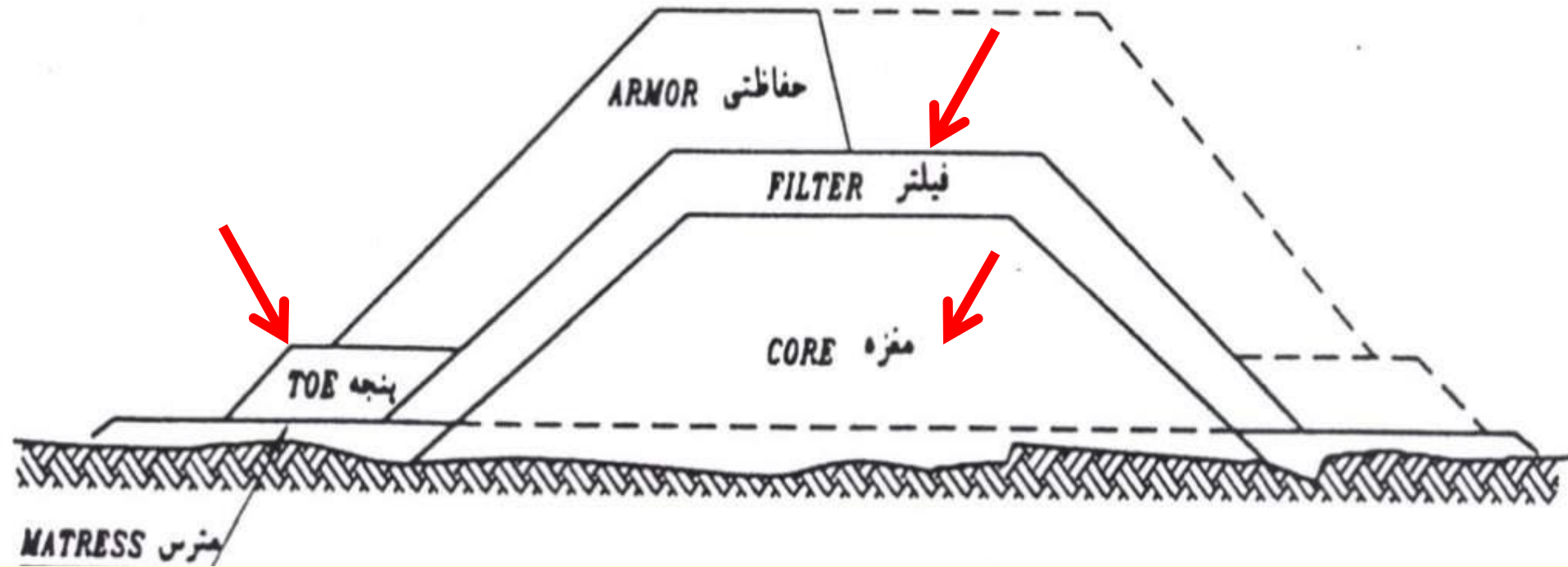


انواع بارج برای اجرای سنگریزی در دریا در فایل
مربوطه با عنوان "خاکریزی در دریا" در فصل ۳ این
مجموعه آموزشی تشریح شد.





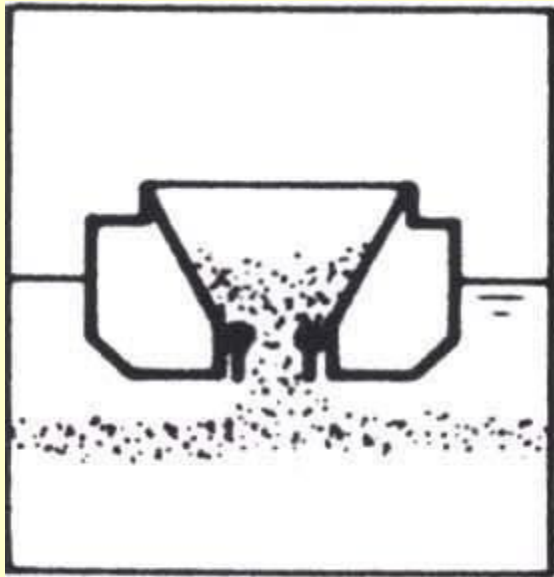
بارجهای خود تخلیه برای
اجرای مغزه و فیلتر و
پنجه به کار می روند



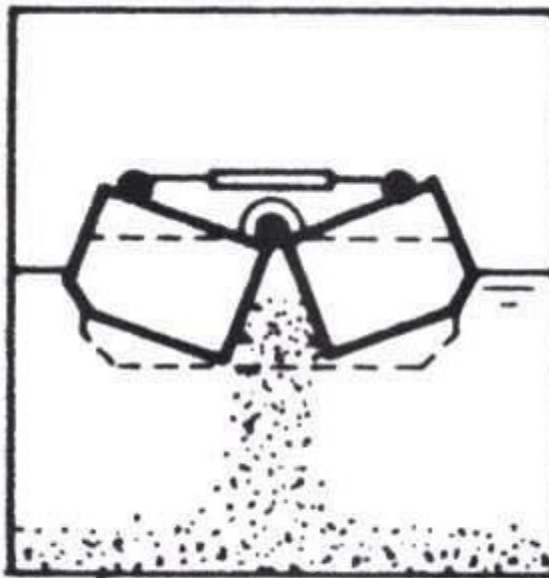


انواع بارجهای خود تخلیه:

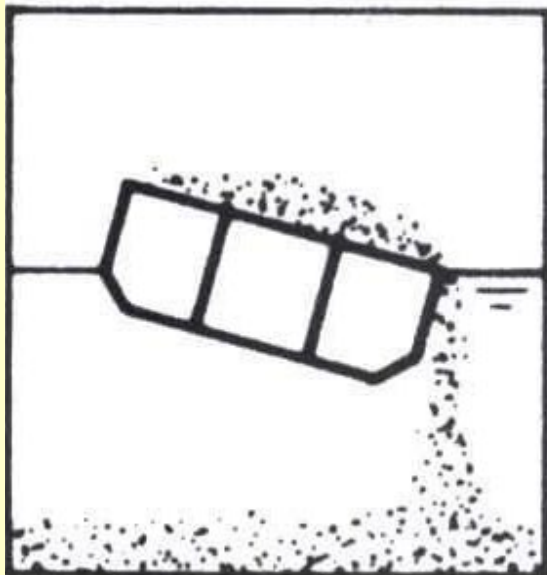
- بارجهای بازشو (Split barges)
- بارجهای کف درب (Bottom door barges)
- بارجهای کج شونده (Tilting barges)
- بارجهای تخلیه جانبی (Side unloading barges)



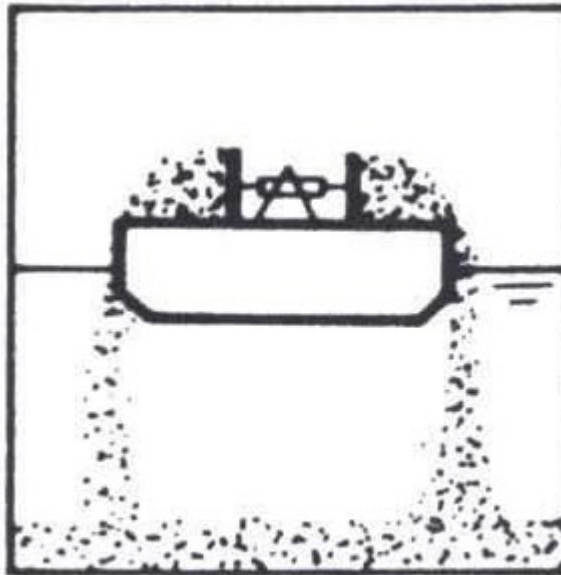
Bottom-door barge



Split barge



Tilting barge



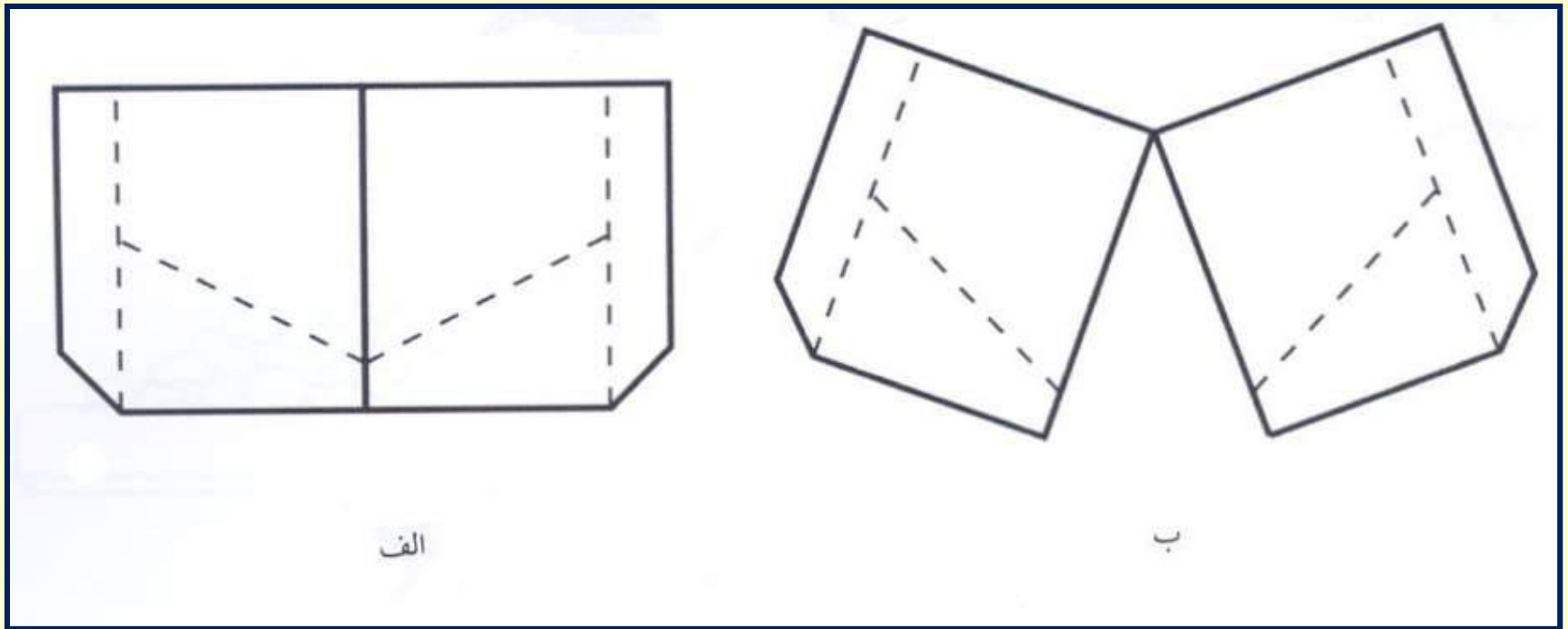
Side-unloading barge

بارجهای خود
تخلیه برای
اجرای مغزه و
فیلتر و پنجه

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)



بارج بازشو

(بندر پتروشیمی، ۱۳۸۳)



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

2004 5 27



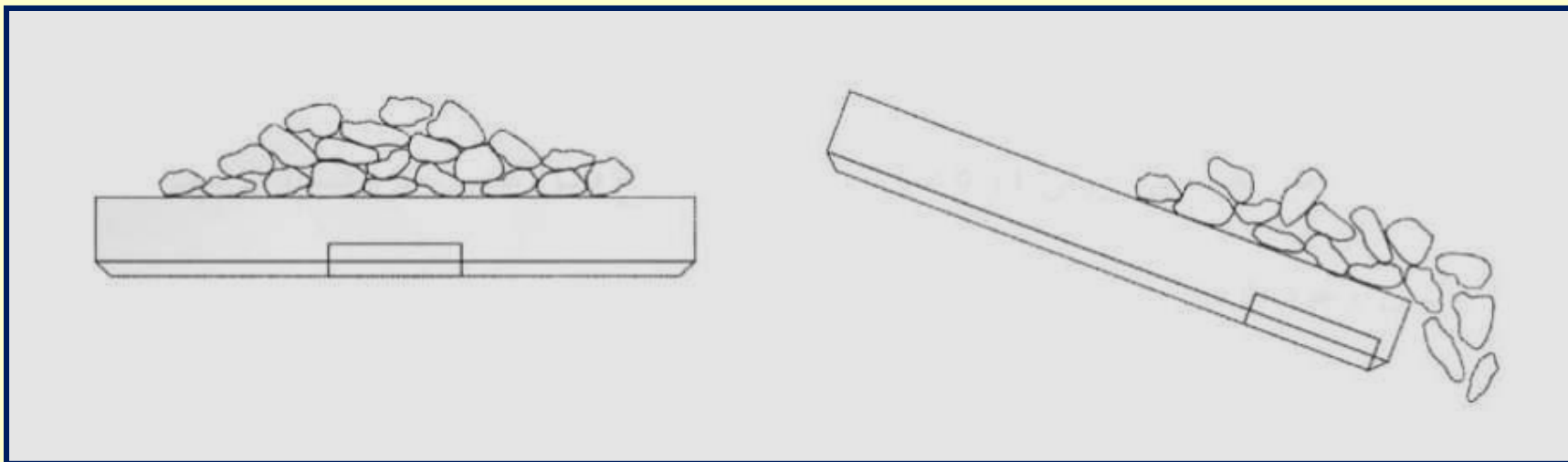
بارج بازشو

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



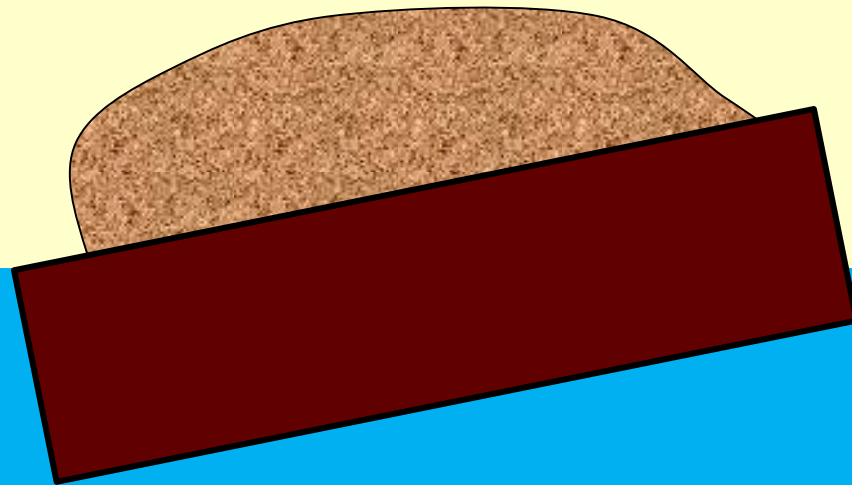
بارجهای کج شونده (Tilting barges)





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بارج کج شونده



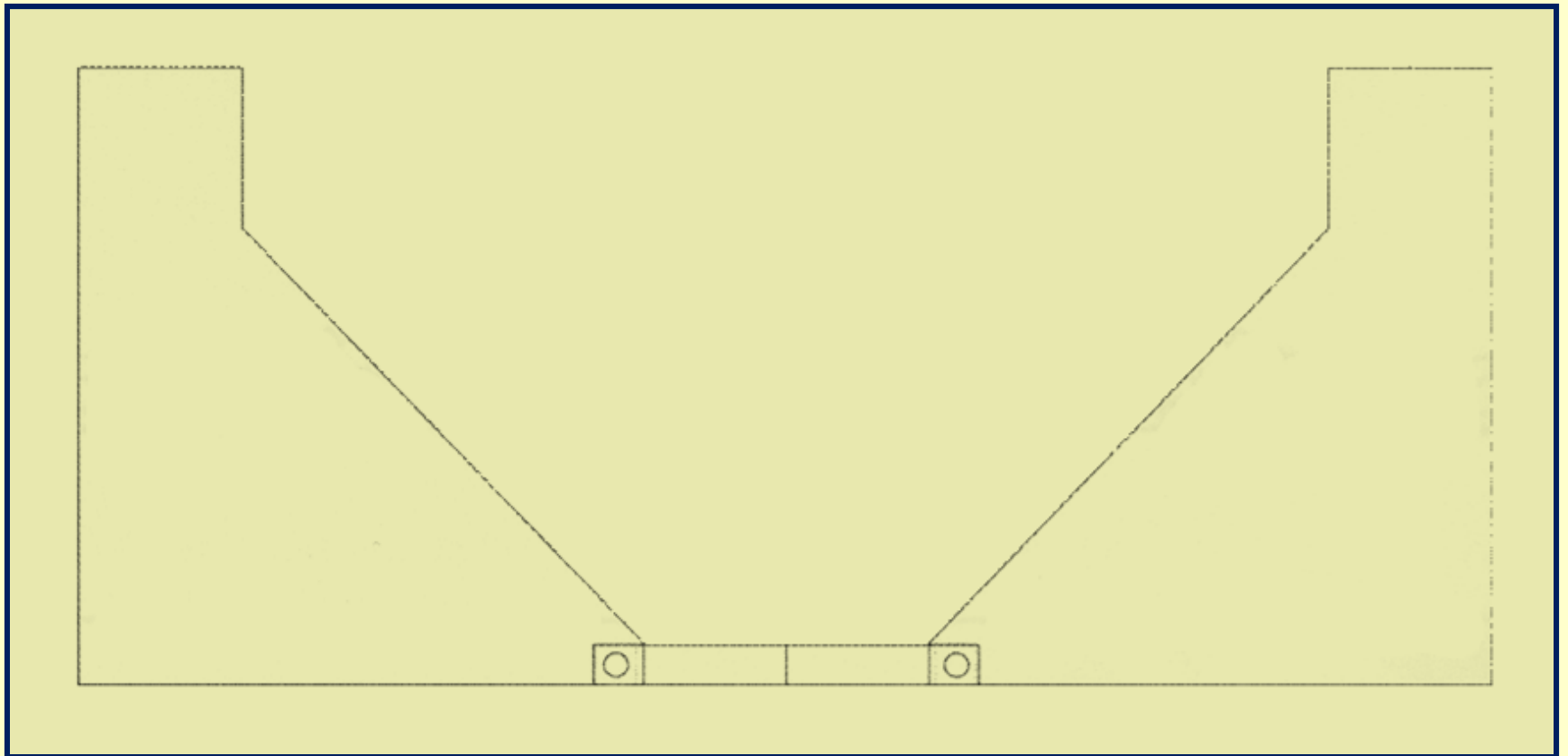


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بارج کج شونده



بارجهای دارای درب در کف (Bottom door barges)





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بارجهای دارای درب کف





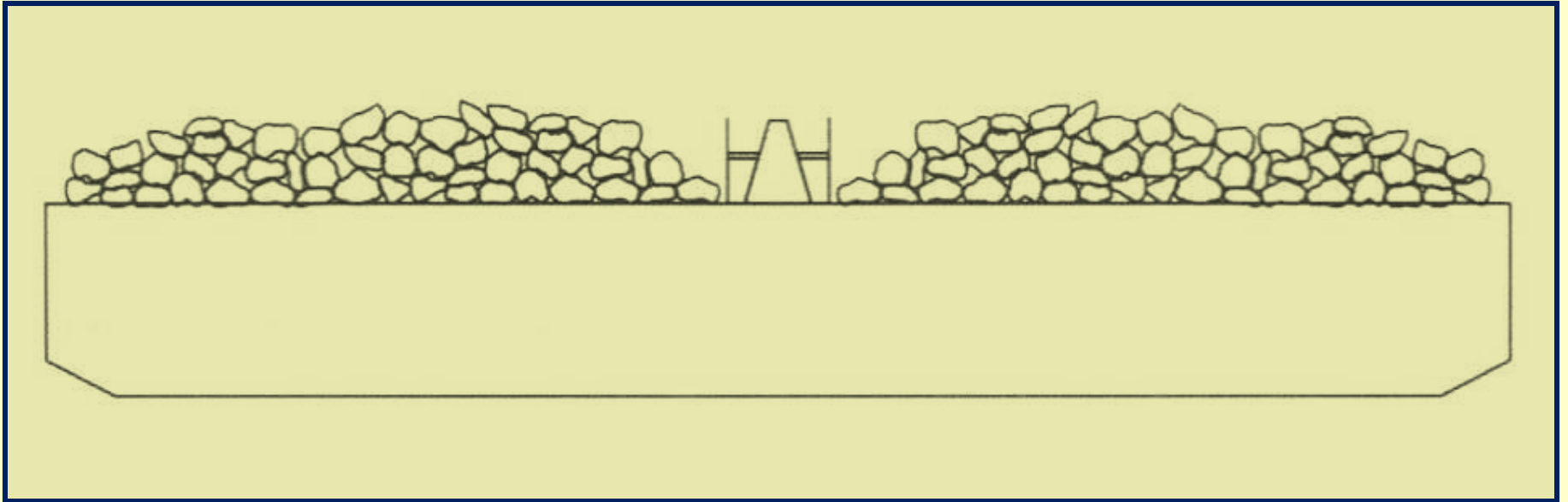
600 m³, with 6 bottom doors



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بارجهای تخلیه جانبی (Side unloading barges)



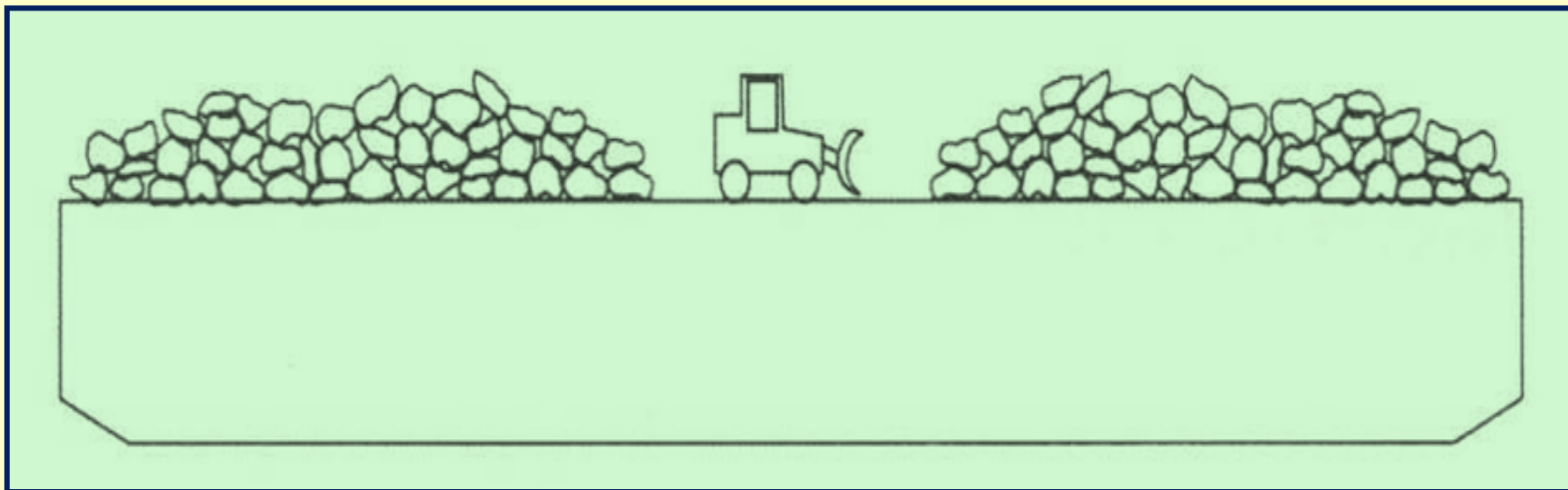
بارج با تخلیه جانبی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

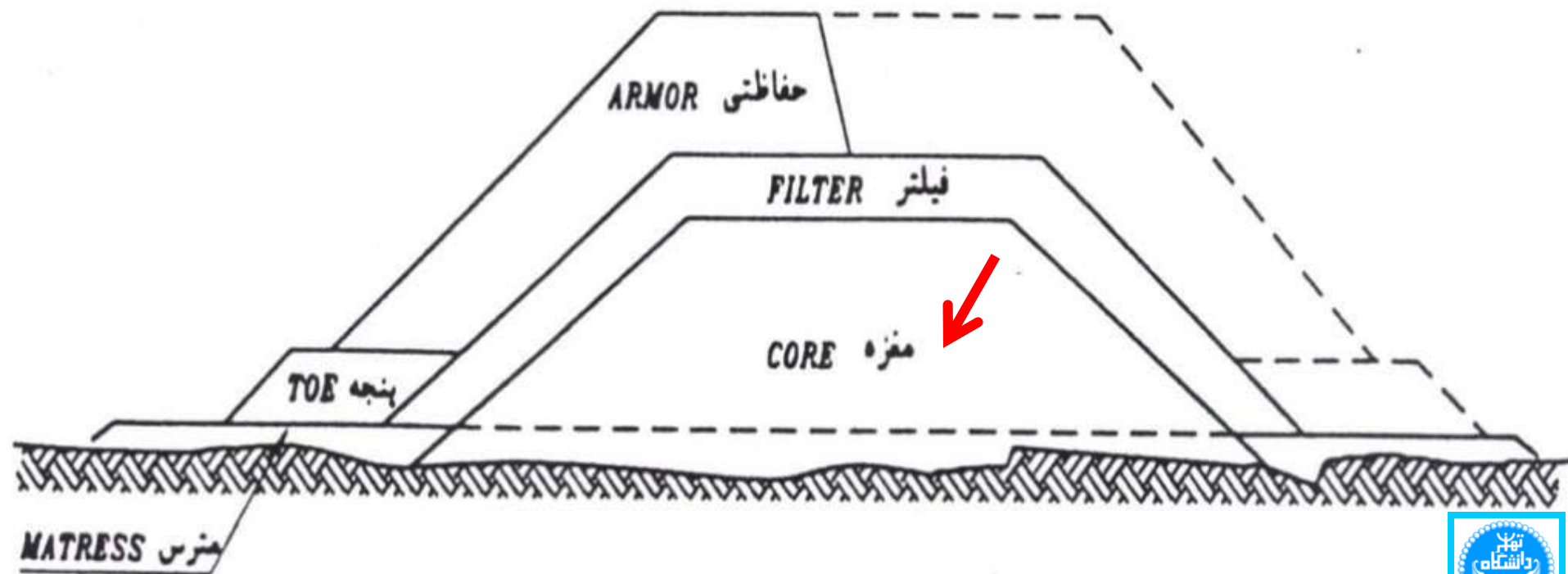
تخلیه جانبی مصالح با استفاده از لودر





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

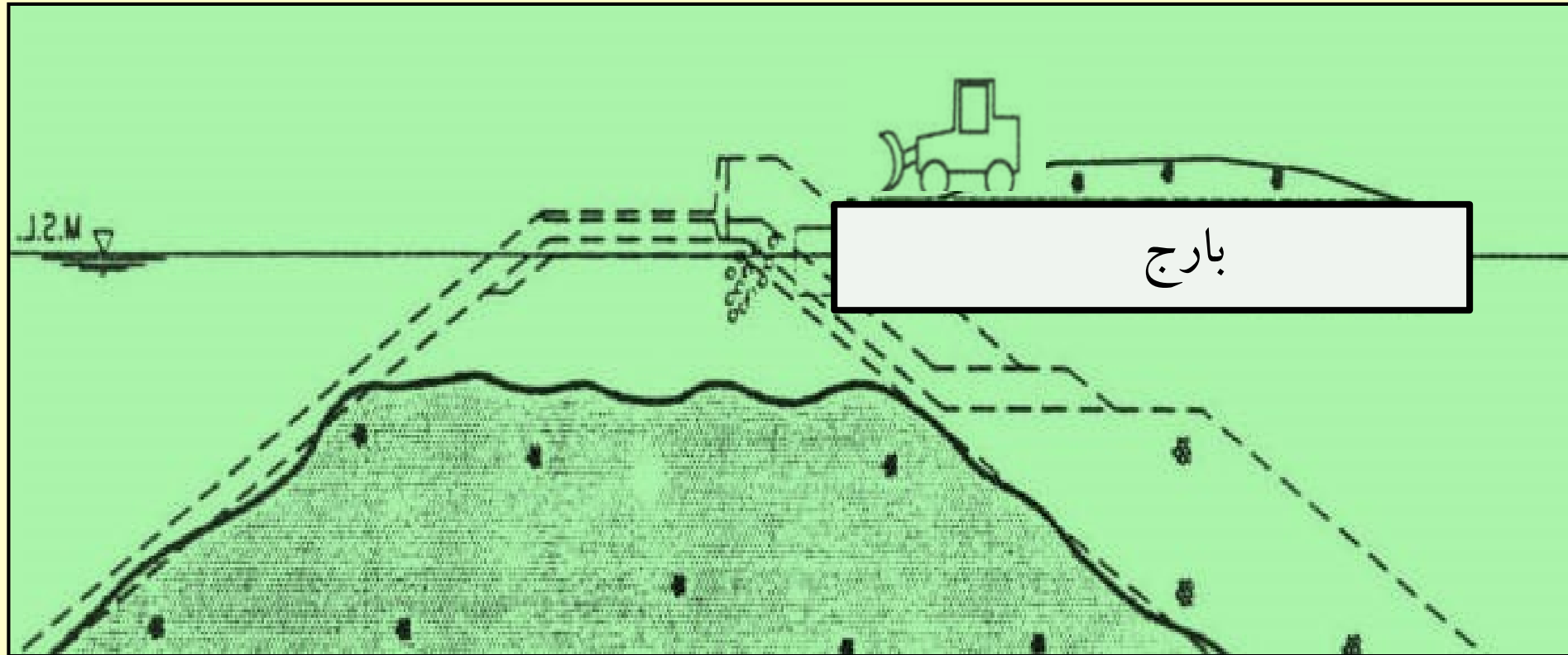
اجرای **مغزه** به دقت بسیار زیادی نیاز ندارد و انواع بارج از جمله بارج های خود تخلیه برای **ریختن مغزه** قابل استفاده است ولی **شیب مغزه** باید جرثقیل چنگک دار یا بیل مکانیکی تنظیم شود.



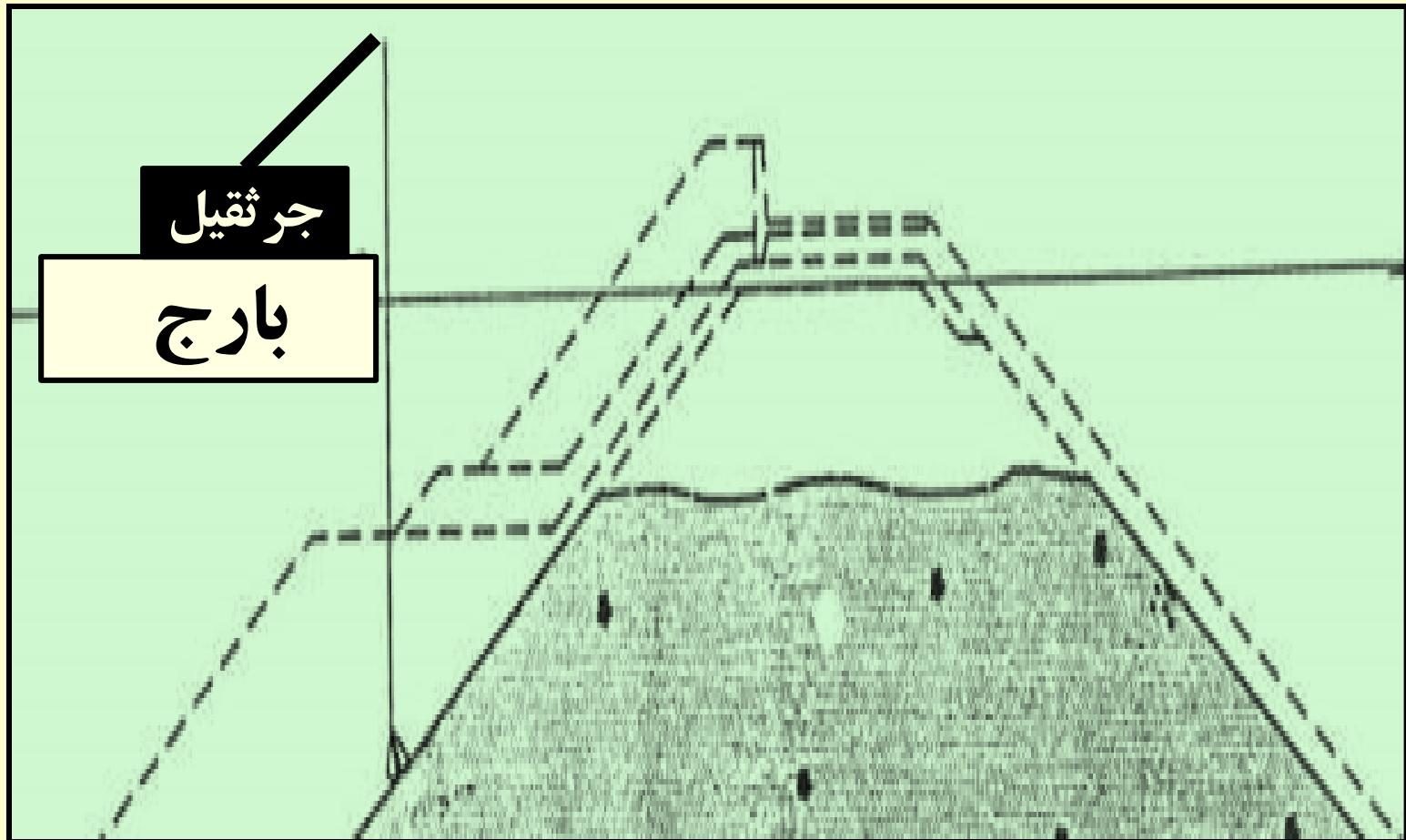


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

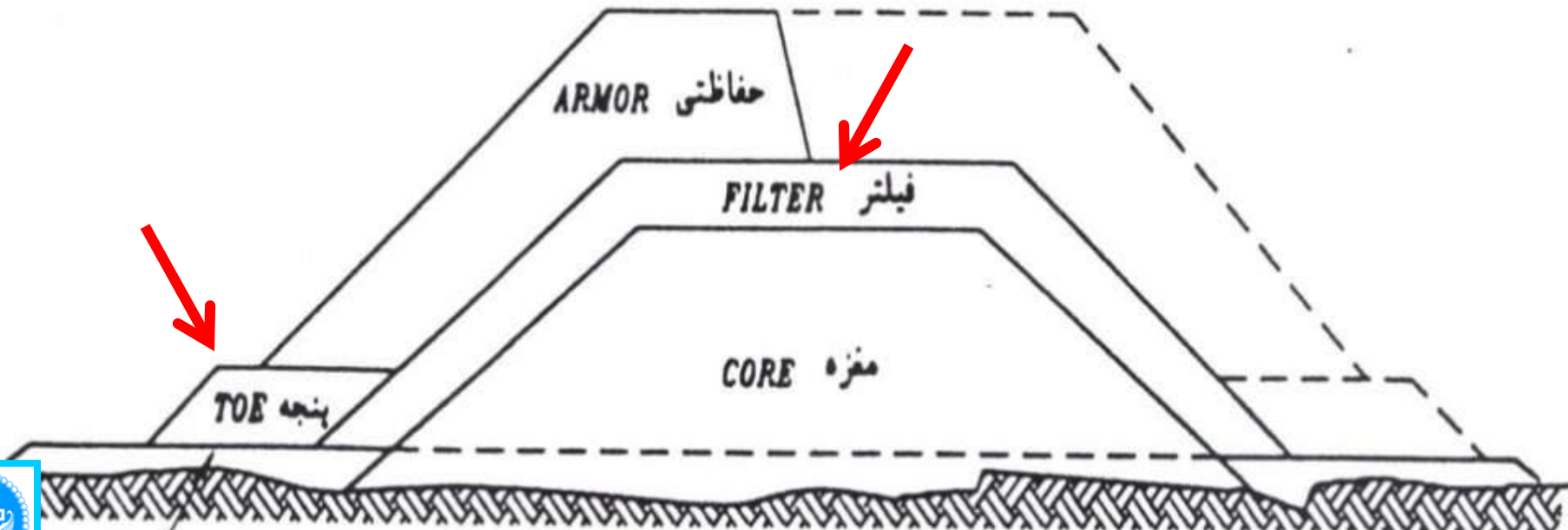
مثالی از قراردعی مغزه به صورت مستقیم از روی بارج با لودر



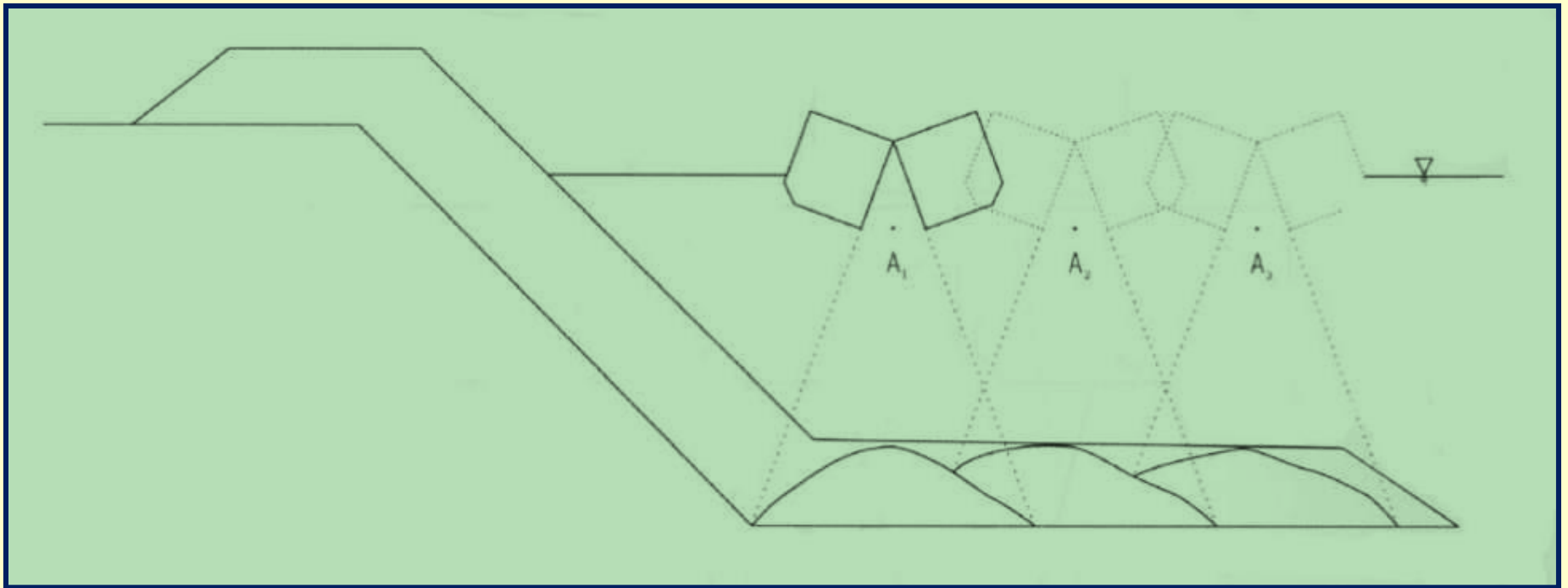
مثالی از تنظیم شیب مغزه با جرثقیل روی بارج



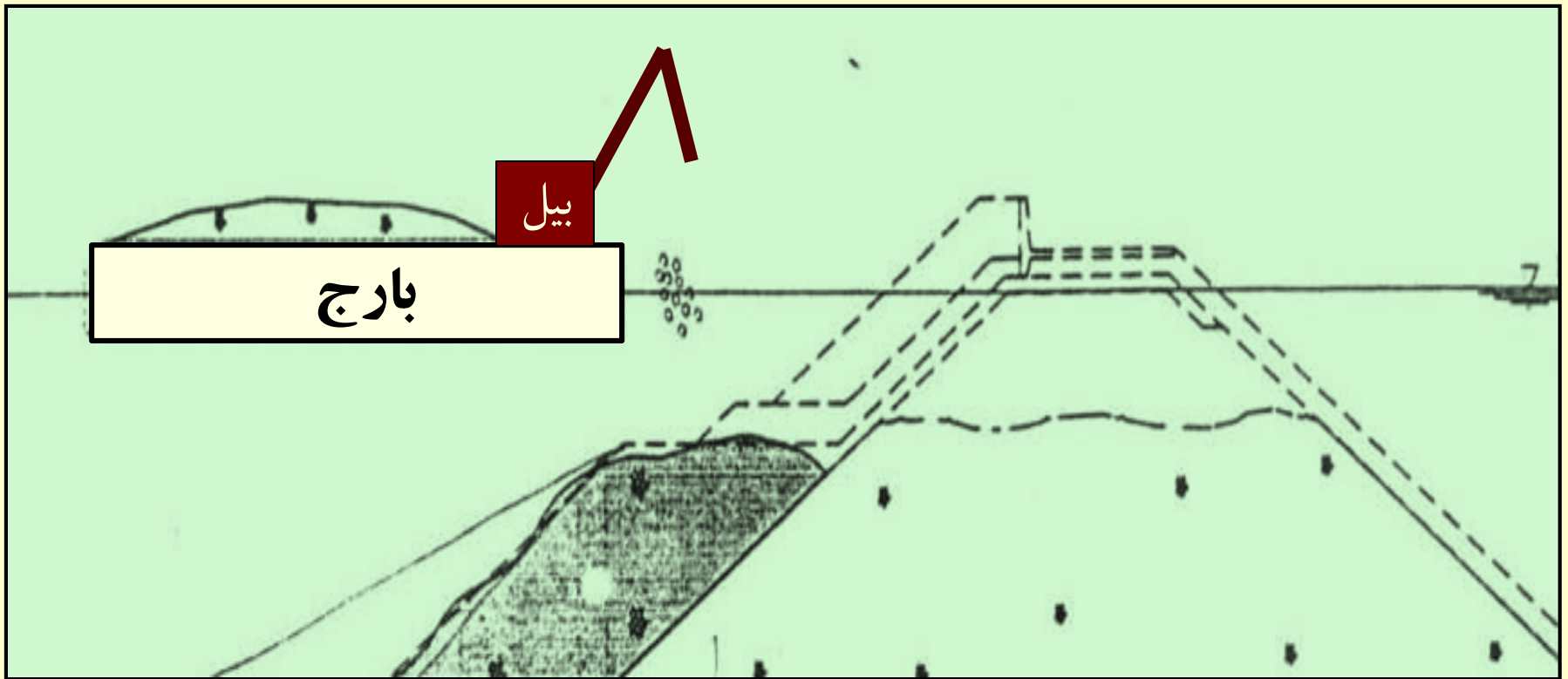
اجرای **فیلتر** و **پنجه** دقت زیادی می‌خواهد و بارج با **تخلیه جانبی** کاربرد بیشتری دارد ولی بارج **خودبازشو** هم به کار می‌رود. استفاده از **جرثقیل** با چنگک یا سینی هم برای ریختن **فیلتر درشت** متداول می‌باشد. شیب فیلتر با جرثقیل چنگک دار تنظیم میشود.



ساخت پنجه از دریا با بارج خودبازشو



قراردهی فیلتر به صورت مستقیم از روی بارج با بیل مکانیکی





ریختن مصالح فیلتر با بیل مکانیکی

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

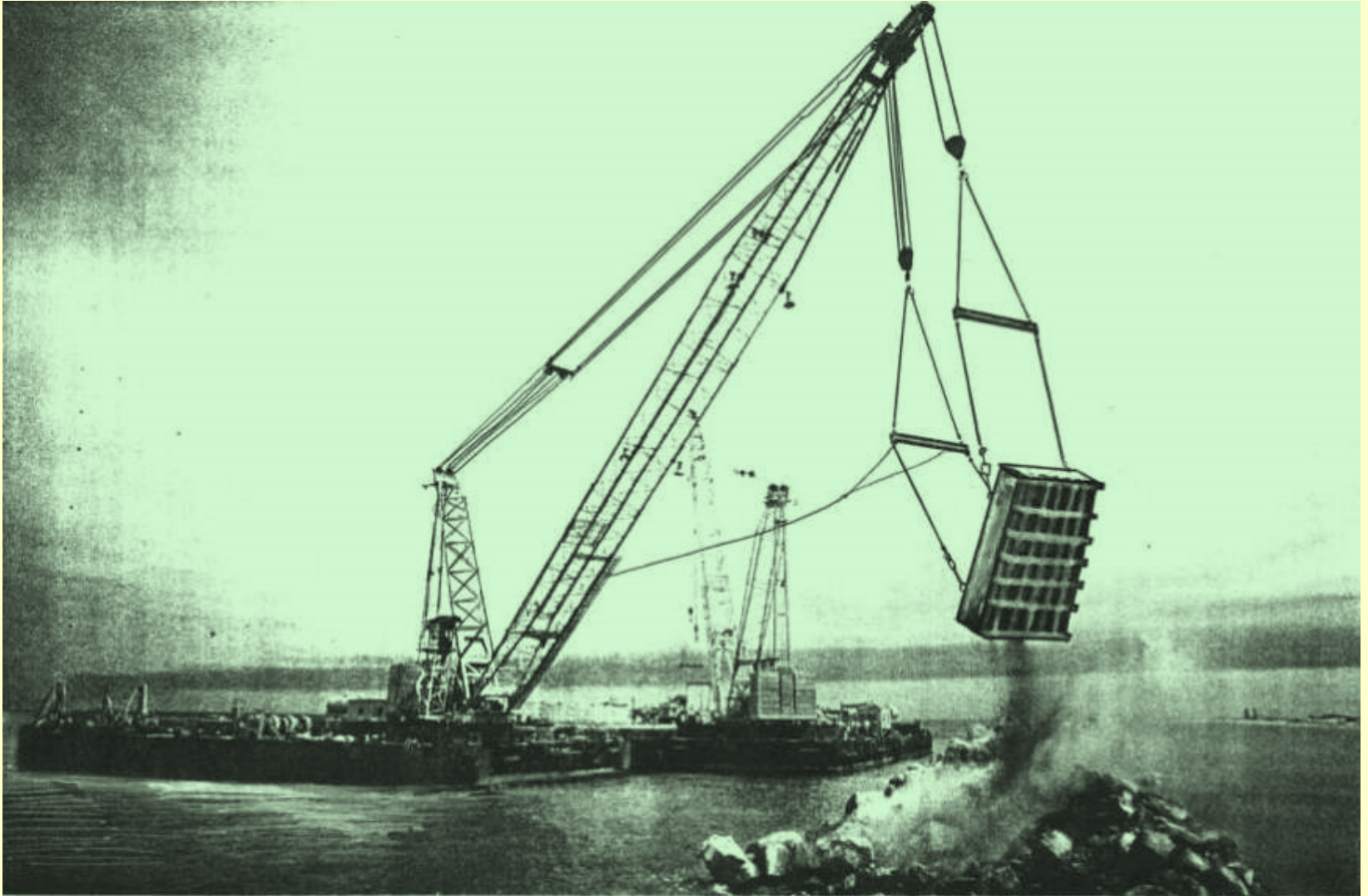
2004 5 28

ریختن مصالح فیلتر با جرثقیل چنگک دار





قراردهی فیلتر با سینی سنگ





تنظیم فیلتر

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

استفاده از جرثقیل با چنگک برای تنظیم شیب

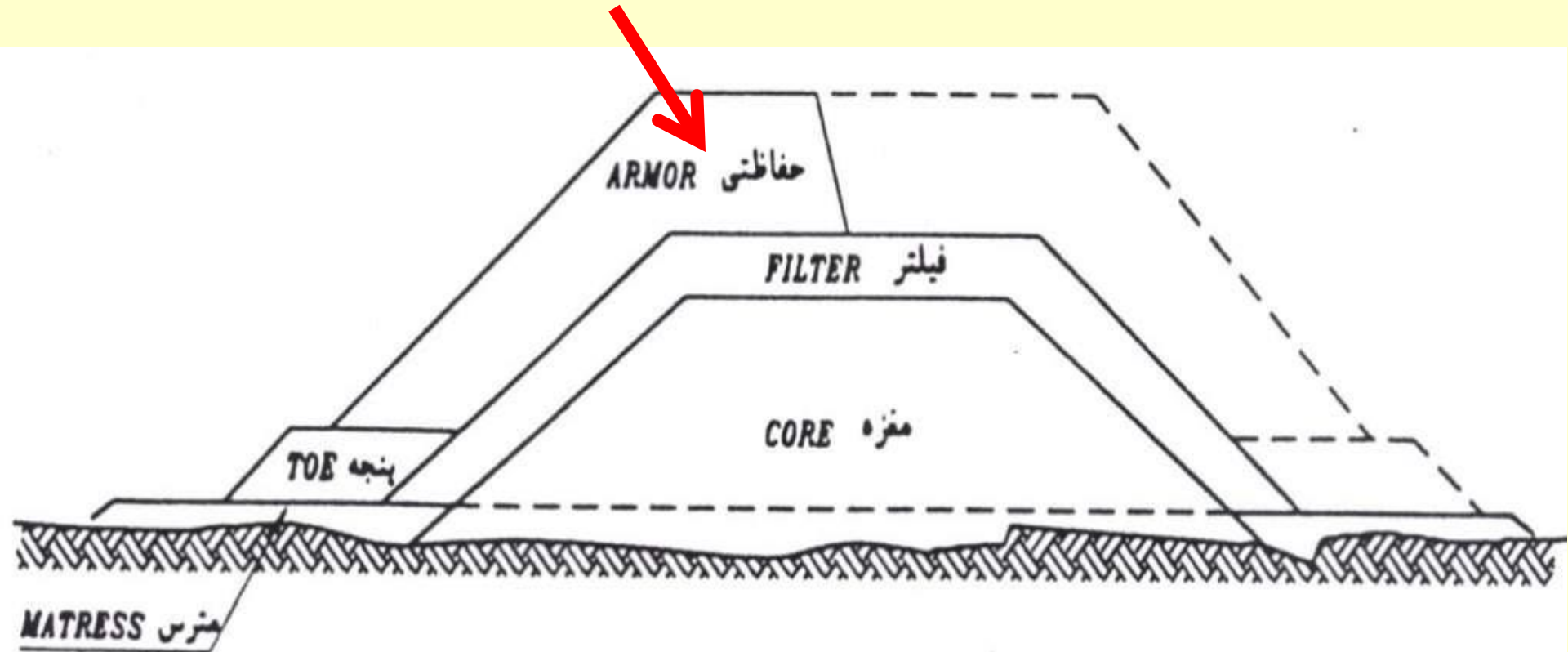


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



قرار دادن لایه حفاظتی یا سنگهای آرمور از دریا





قرار دادن سنگهای آرمور از دریا

□ برای آرمور با قطعات کوچک می توان از بارج استفاده کرد و آنها را گروهی ریخت ولی وقتی قطعات بالای یک تن باشند، نیاز به جرثقیل می باشد.

□ لایه آرمور با سنگهای کوچک می تواند با بارج تخلیه جانبی هم اجرا شود.



قرار دادن سنگهای آرمور از دریا

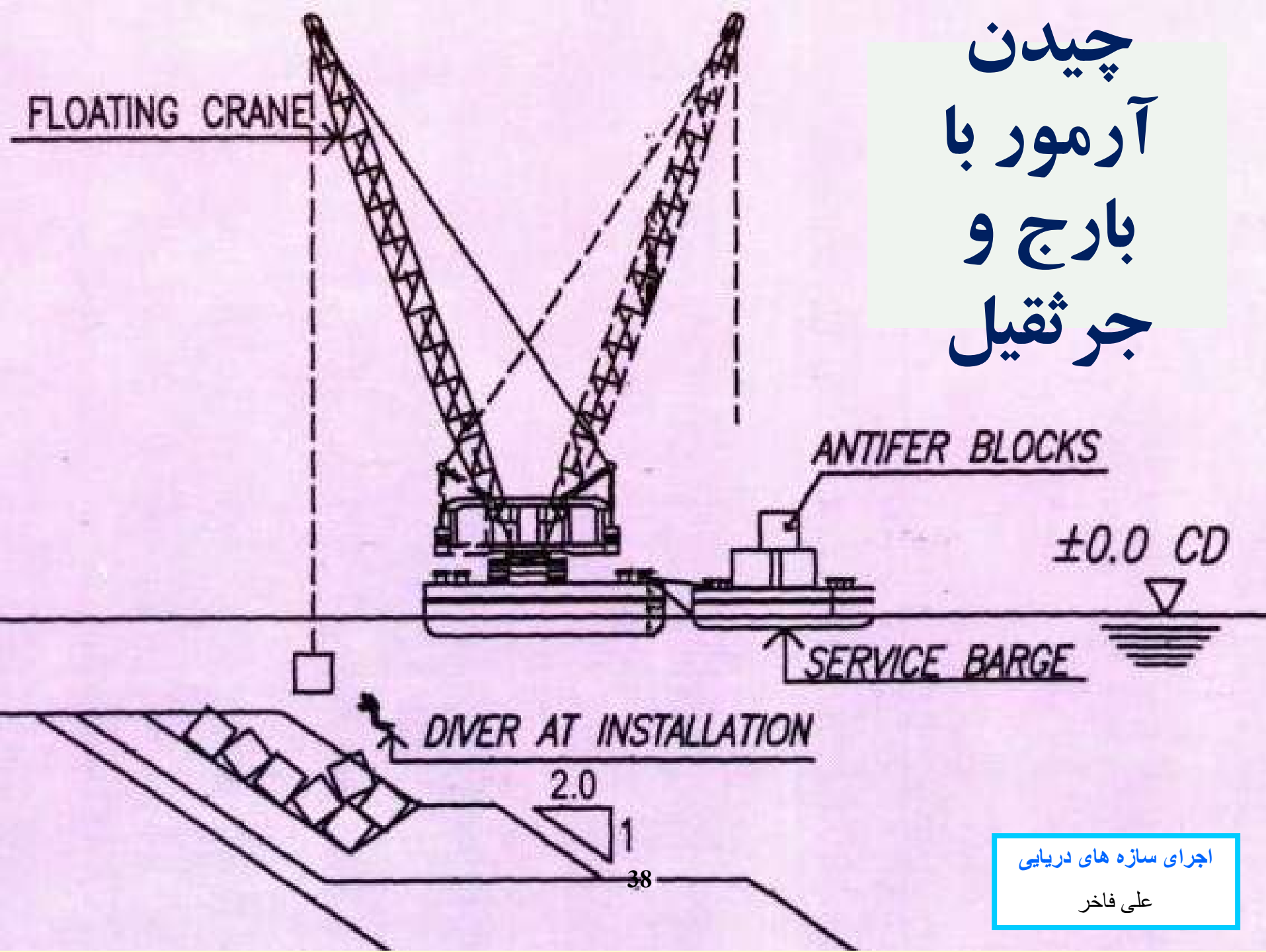
□ برای اجرای لایه آرمور با قطعات بزرگتر از یک تن، استفاده از بارج با جرثقیل گردان و یا شناوری که جرثقیل بر روی آن مستقر است متداول می باشد.

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

قرار دادن سنگهای آرمور از دریا با جرثقیل و بارج



چیدن آرمور با بارج و جرثقیل

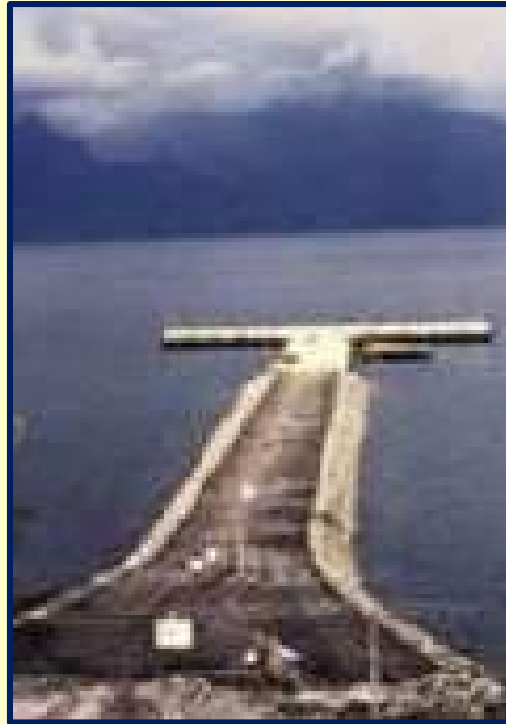


بارج هایی که انواع مصالح سنگی را به محل اجرای
موج شکن در روش دریایی می رسانند، باید مصالح را
در خشکی بارگیری کنند.





برای بارگیری بارج ها، اسکله مورد نیاز است.



بارج در کنار اسکله پهلوگیری میکند و سپس بارگیری می شود.





هرچه حجم مصالح
و مدت عملیات
حمل سنگ طولانی
تر باشد، اسکله
بهتری مورد نیاز
است. در حجم
خیلی کم شاید
بتوان ساحل را
آماده کرد.

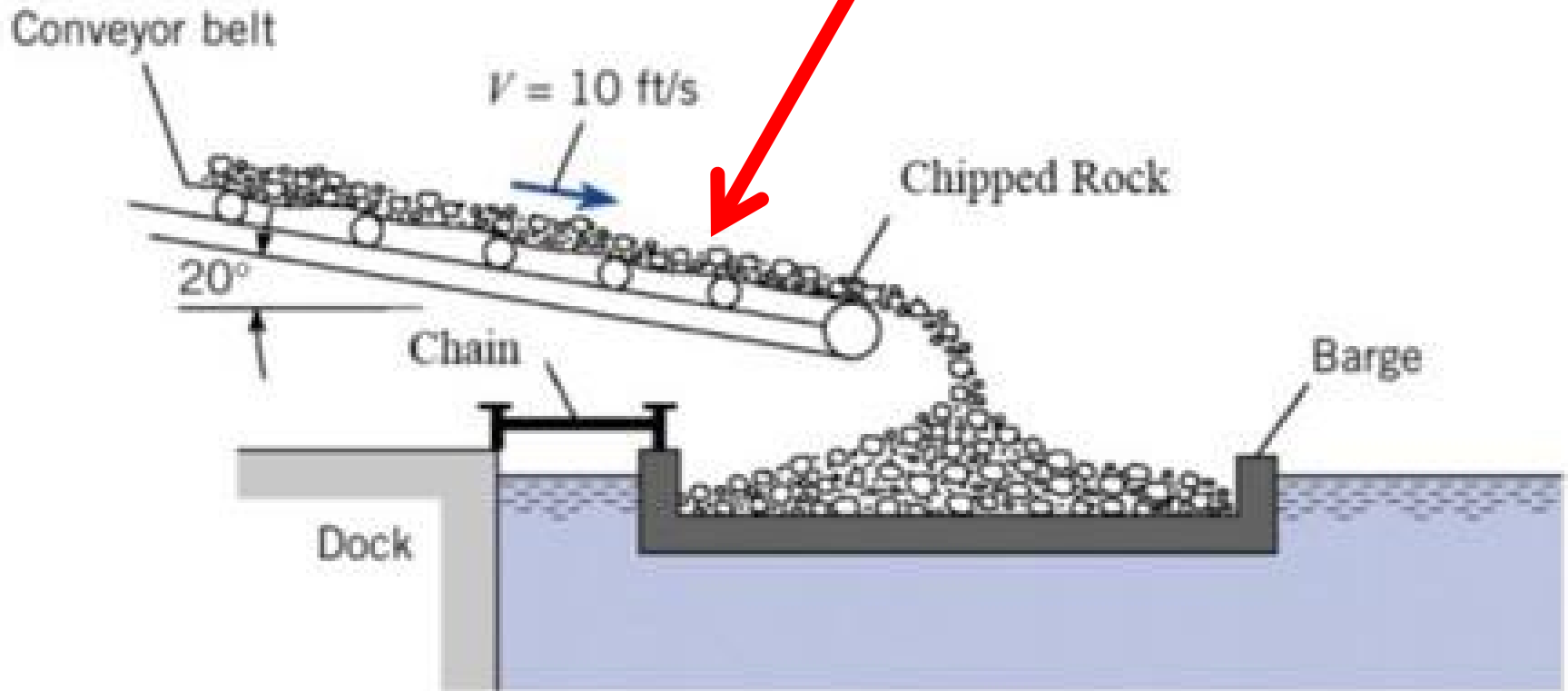


دو روش بارگیری بارج ها

دو روش برای حمل مصالح سنگی از خشکی به بارج:

- ۱- استفاده از تسمه نقاله برای لایه‌های ریزدانه مثل مغزه و مترس یا سایر تجهیزات مکانیکی.
- ۲- استفاده از بارجهای رمپ دار که ماشین‌های حامل سنگ با استفاده از رمپ وارد بارج شده و مصالح را تخلیه می‌نماید.

تسمه نقاله



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

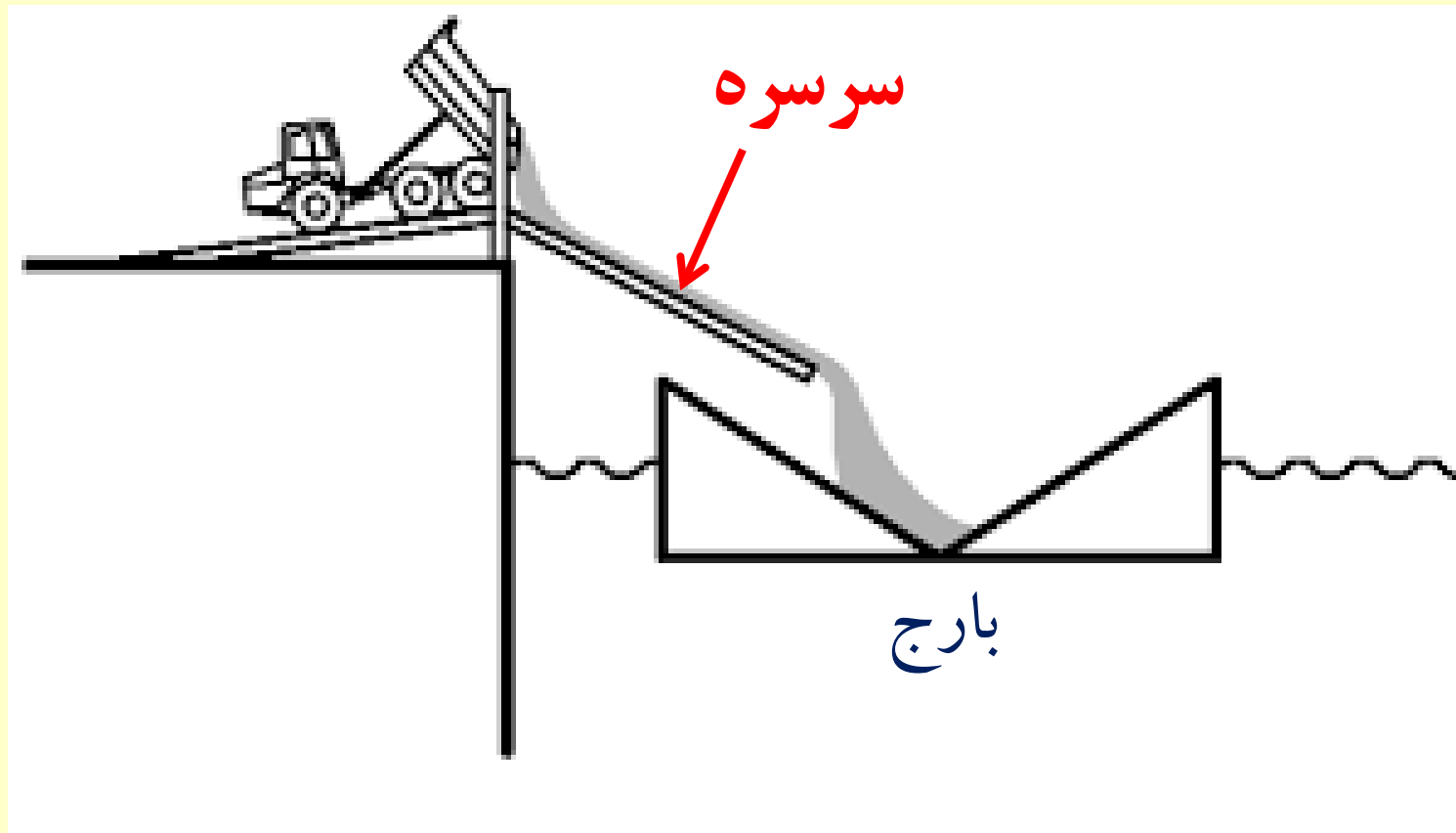


استفاده از تسمه نقاله برای لایه‌های ریزدانه مثل مغزه
و مترس در اجرای موج شکن بندر شهید رجایی
استفاده شده است.





استفاده از سرسره برای بارگیری بارج





تخلیه سنگ با تجهیزات مکانیکی



استفاده از بارجهای رمپ دار



رمپ





استفاده از بارجهای رمپ دار



رمپ



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بارج رمپ دار در حال نزدیک شدن به اسکله





تخلیه سنگ با تجهیزات مکانیکی





بارگیری بارج ها

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.

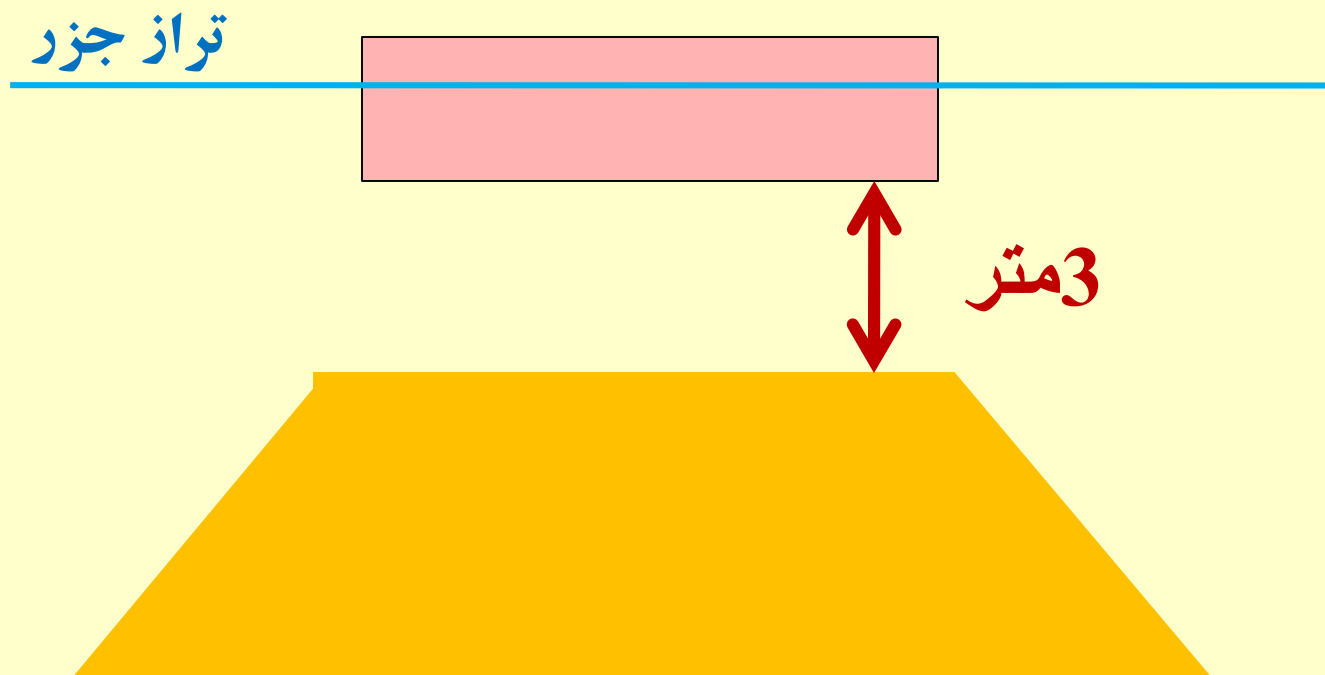




حداکثر تراز برای اجرای مغزه با بارج

- بالاترین تراز برای اجرای مصالح مغزه با بارج، بستگی به آبخور بارج به اضافه یک فاصله 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، قراردهی 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.





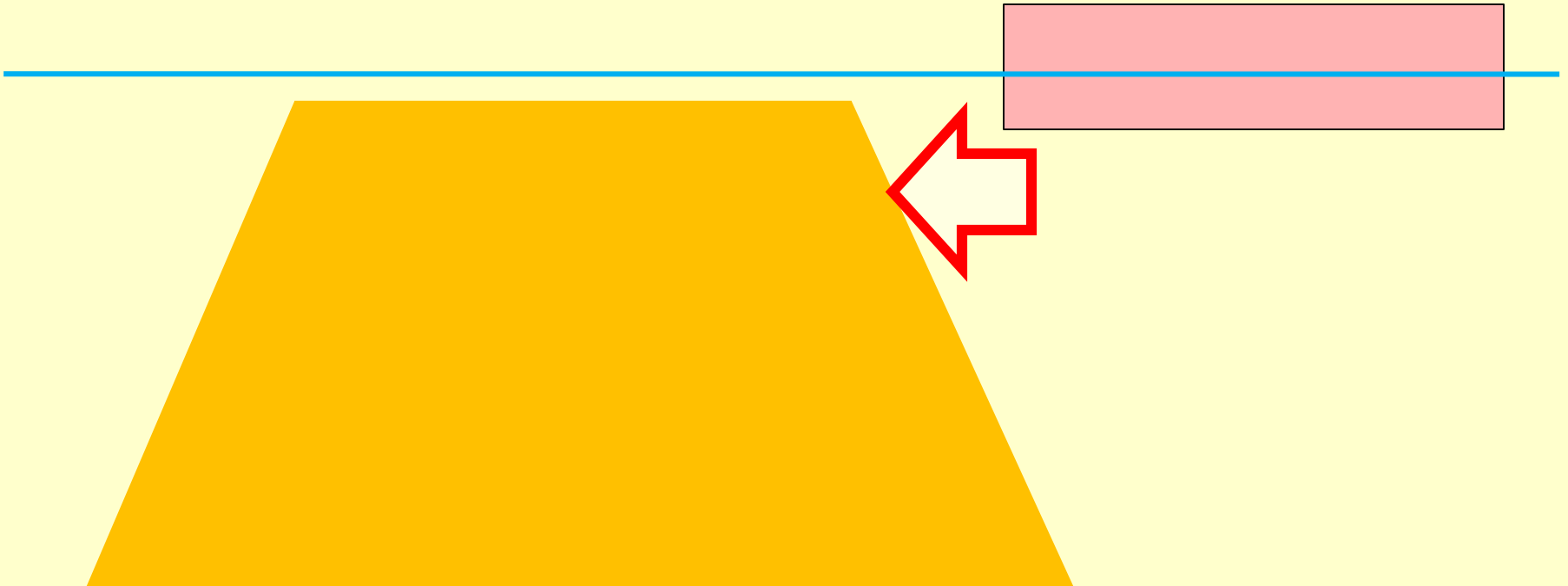
مقایسه تراز و عرض مغزه

اجرا از خشکی	اجرا از دریا
تراز مغزه بالای سطح آب است.	بالاترین تراز مغزه سه متر زیر تراز جزر است تا اجازه تخلیه مصالح از روی بارج را بدهد.
حداقل عرض مغزه براساس ابعاد ماشین آلات تعیین می شود.	حداقل عرض مغزه محدودیت اجرایی ندارد.



محدودیت‌های مانور شناور در اجرای دریایی

نزدیکی شناور به بدنه قسمت‌های اجرا شده موج شکن، ممکن است باعث برخورد شناور شود.





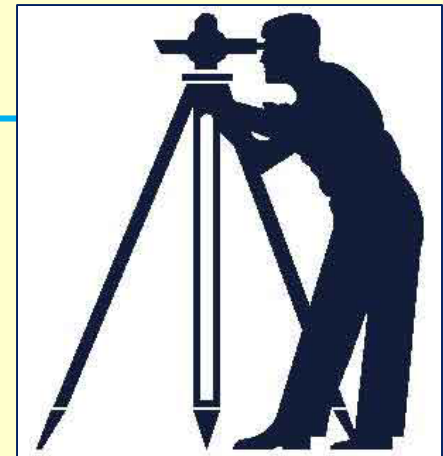
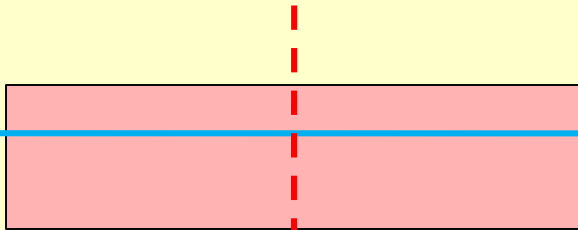
مقایسه دو روش اجرا در دریای ناآرام

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



دقت موقعیت یابی شناور در اجرای دریایی

دقت بالای مورد نیاز در اجرای دریایی، موجب افزایش دقت مورد نیاز برای موقعیت یابی می شود.





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 می باشد، در محل مورد نظر مستقر می شود.



قایق مجهز به دستگاه مختصات یاب





ضرورت استفاده از بارج هایی با تناژ زیاد

استفاده از بارج هایی با تناژ کم در اجرای دریایی مقرون به صرفه نیست زیرا موقعیت یابی محل ریختن مصالح و همچنین پهلوگیری و بارگیری وقت گیر است.



محدودیت‌های مانور شناور در اجرای دریایی

آبخور زیاد بارج و همچنین شیب بدنه موج شکن از عوامل ایجاد محدودیت در اجرای دریایی می باشد.





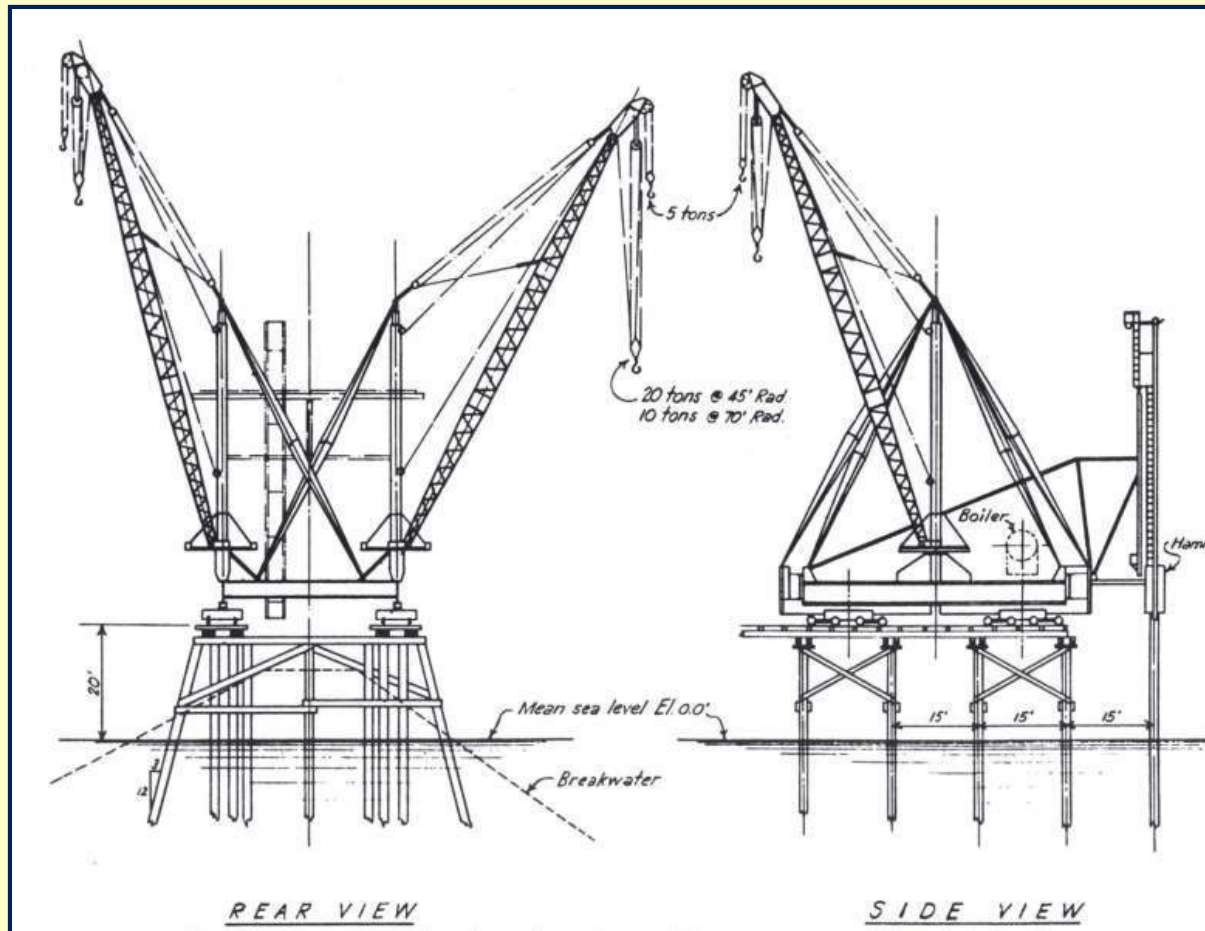
بارج در اجرای دریایی نباید خیلی به
بدنه موج شکن نزدیک شود.



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.

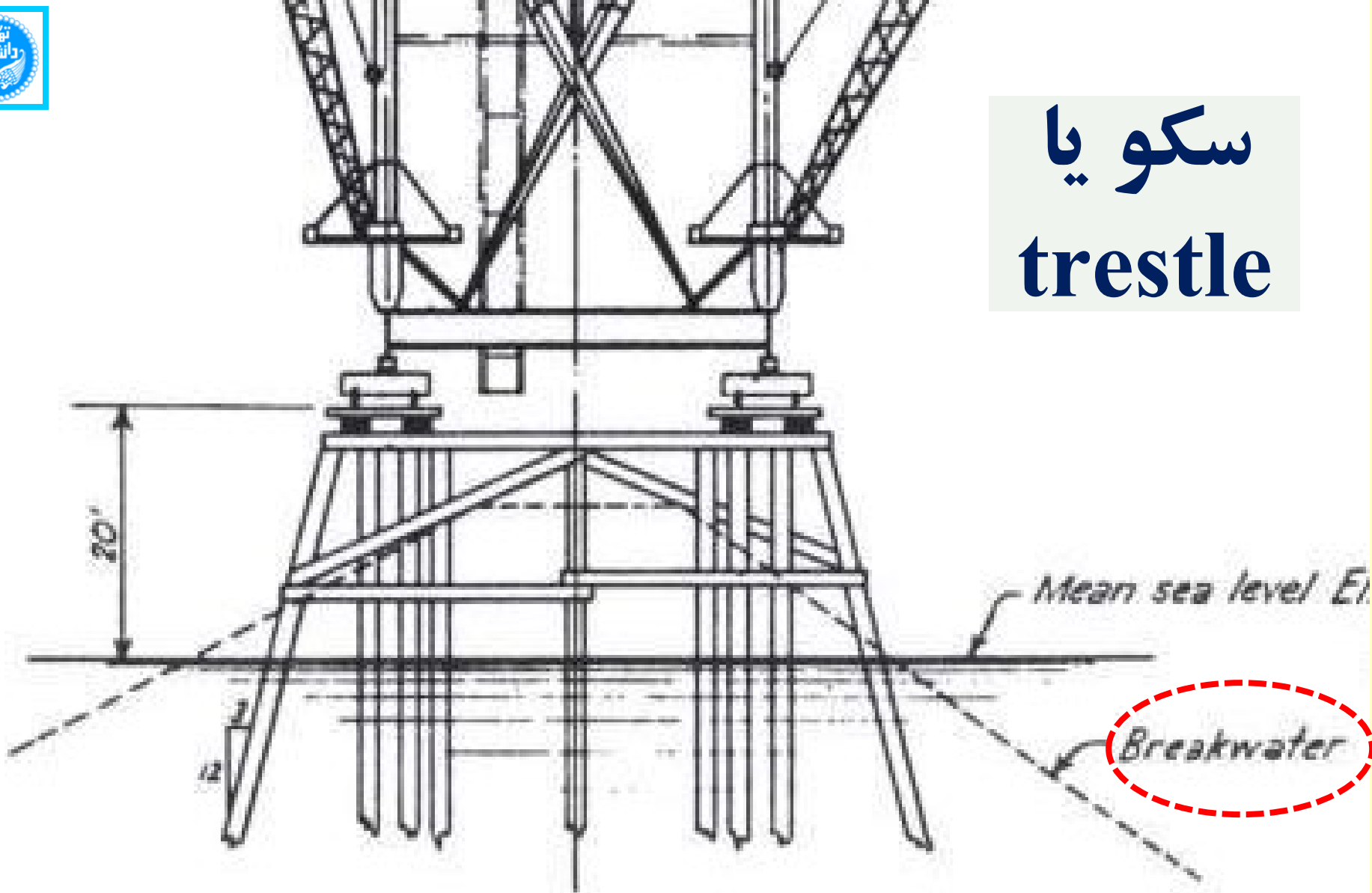


سکو یا trestle برای قرار گیری جرثقیل و اجرای موج شکن





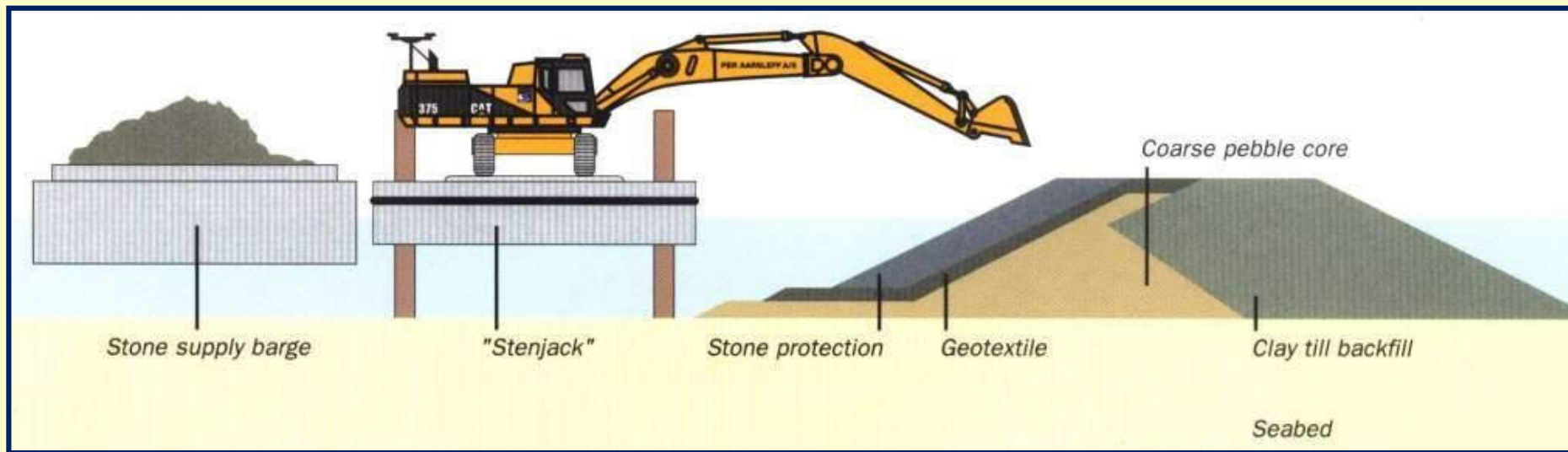
سکویا trestle

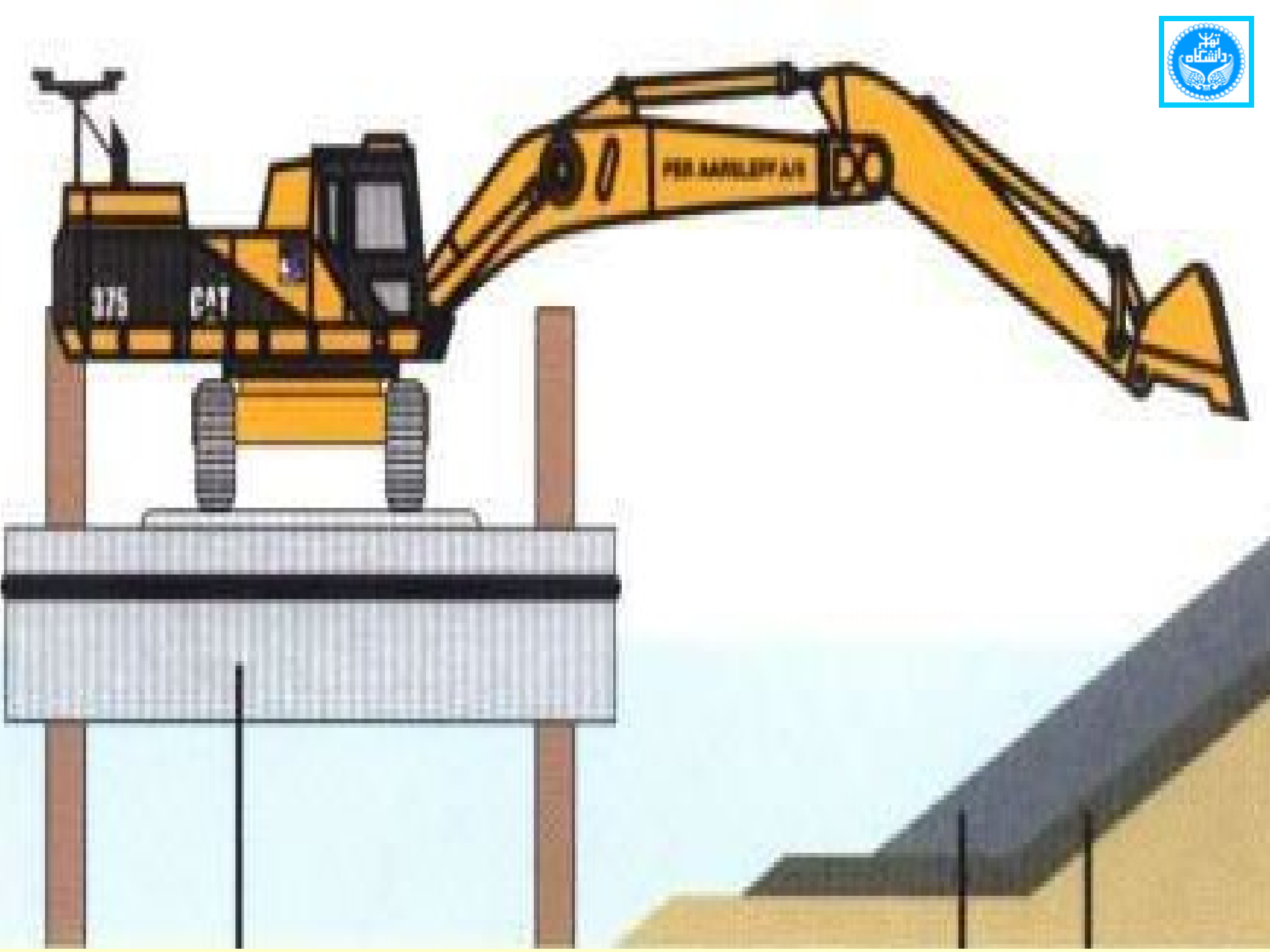


REAR VIEW



اجرای موج شکن یا دایک سنگریزه ای با سکوی خودبالارو









تعیین حجم مصالح در اجرای دریایی

تعیین حجم مصالح برای پرداخت به پیمانکار لازم است. حجم توده مصالح روی بارج با حجم مصالح ریخته شده در دریا فرق دارد زیرا تراکم توده مصالح در دو حالت فرق دارد.





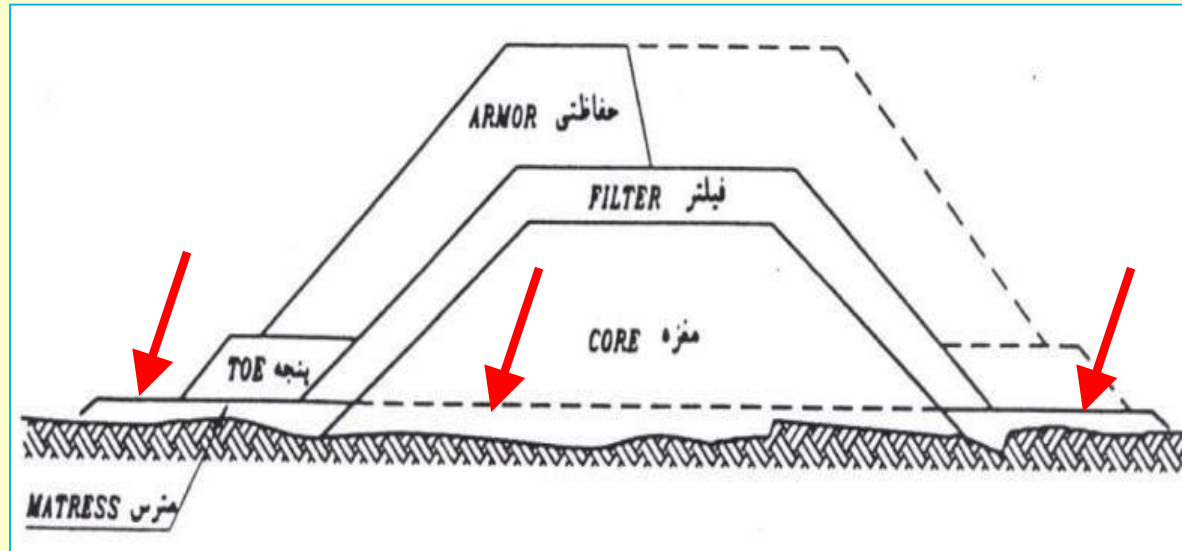
تعیین حجم مصالح در اجرای دریایی

برای تعیین حجم مصالح ریخته شده در هسته باید در عمق کم از میر یا سوند فلزی و ابزار نقشه برداری استفاده کرد. در عمق زیاد از ابزار هیدروگرافی استفاده می شود.

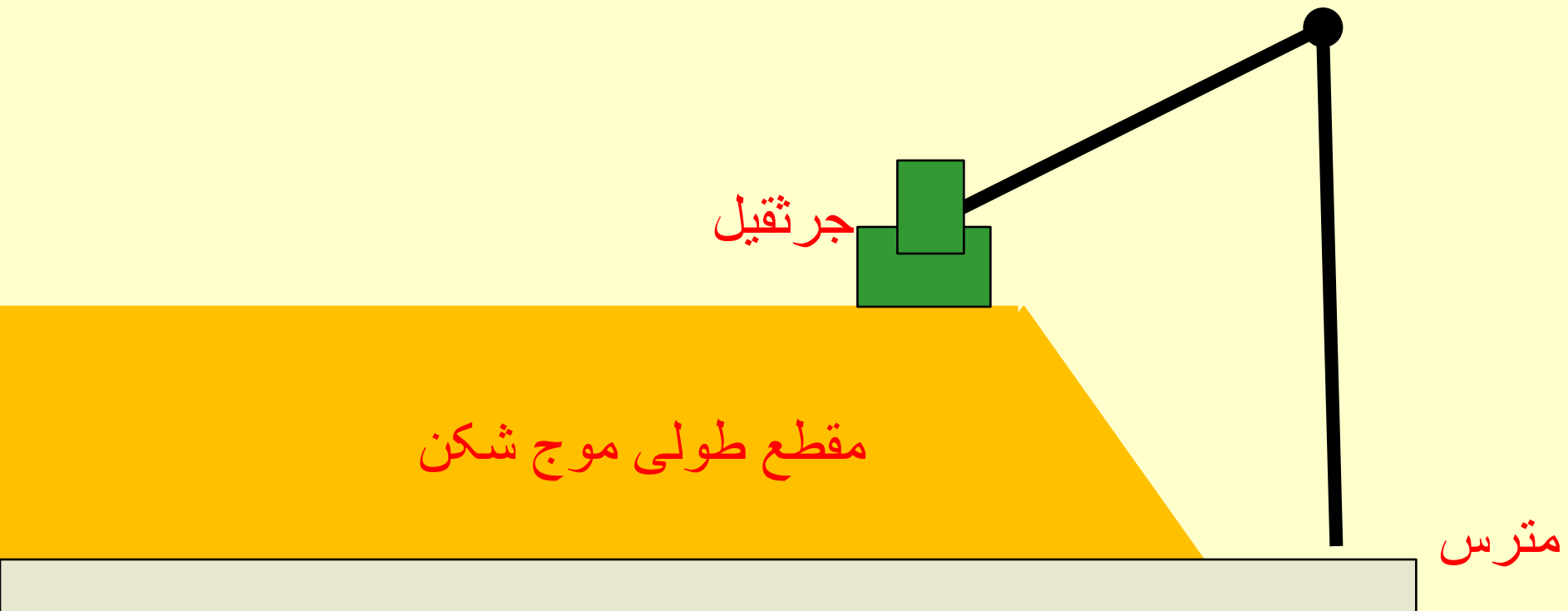


اجرای لایه حفاظت بستر در برابر آب شستگی

لایه مترس مسئول حفاظت از بستر در برابر آب شستگی است.



اگر جنس مترس با مغزه متفاوت باشد باید قبل از ریختن مغزه آن را با جرثقیل اجرا کرد.



اجرای **مترس** قبل از ریختن مغزه در اجرا از خشکی
دارای **مشکلات** فراوان و وقت گیر می باشد ولی در
اجرای دریایی ساده است.

مترس در جلوی کار در اجرای از خشکی اغلب انجام
نمی شود

به علت تمرکز جریان، امکان آب شستگی در راس موقت موج شکن زیاد است.



راس موقت در اجرا از دریا





مقایسه اجرا از خشکی و دریا از نظر

حفاظت بستر در مقابل آبشستگی

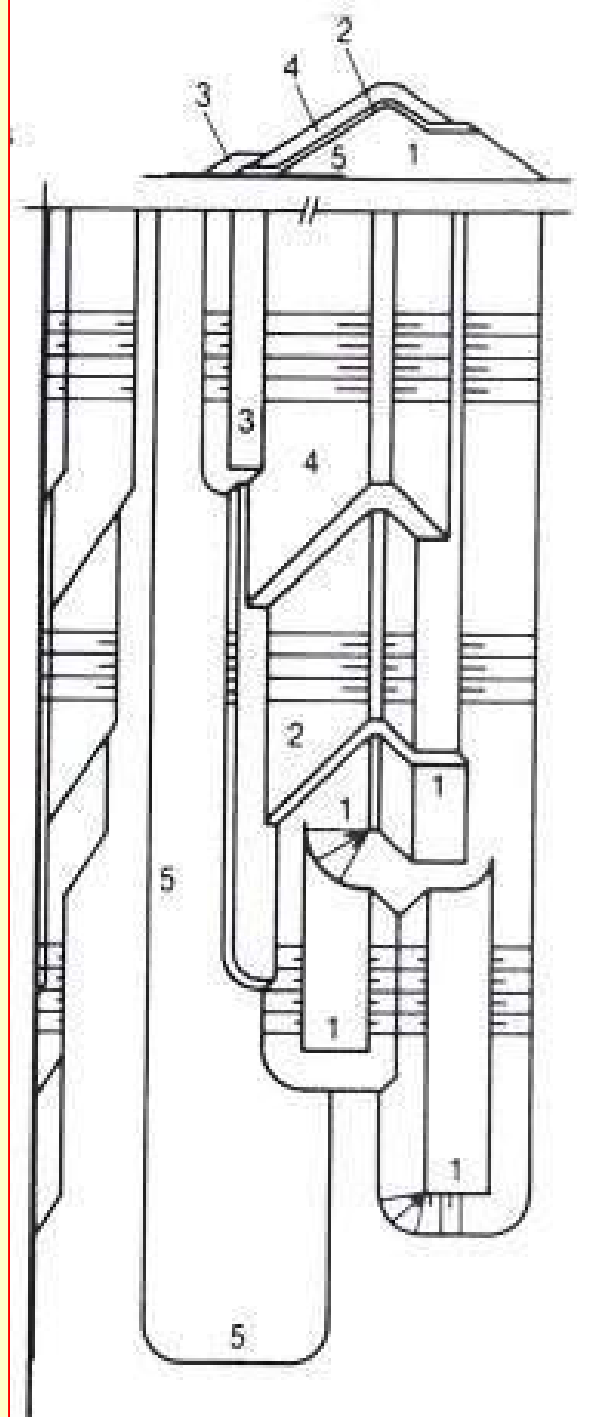
اجرا از خشکی	اجرا از دریا
<p data-bbox="200 511 915 799">طول کمی از مترس می تواند با مشکلات زیاد در پیشاپیش کار انجام شود.</p> <p data-bbox="227 953 892 1342">به علت تمرکز جریان، امکان آب شستگی در راس موقت موج شکن زیاد است.</p>	<p data-bbox="1020 511 1754 696">مترس می تواند خیلی در پیشاپیش کار انجام شود.</p> <p data-bbox="1020 856 1754 1245">به علت اجرای مترس در جلوی کار، احتمال آب شستگی در راس موقت موج شکن کم است.</p>





مقایسه اجرا از خشکی و دریا از نظر
تعمیر و نگهداری

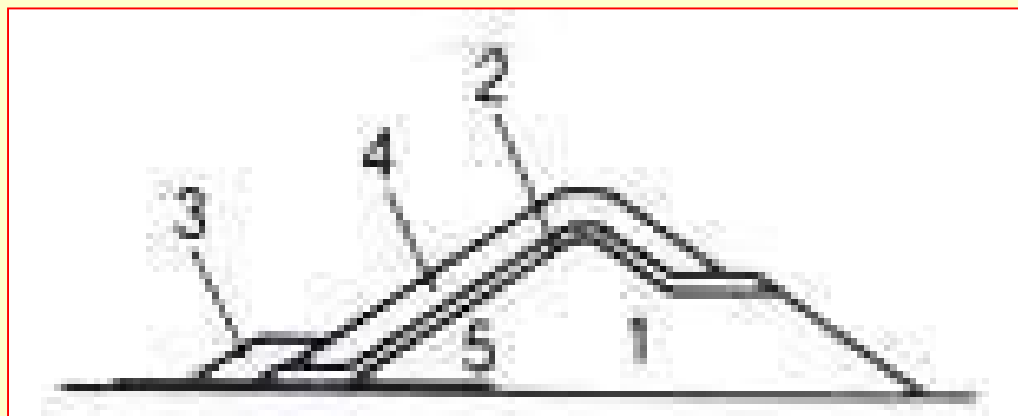
اجرا از خشکی	اجرا از دریا
می تواند با تجهیزات کار در خشکی انجام شود.	تعمیر و نگهداری باید با تجهیزات شناور انجام شود.



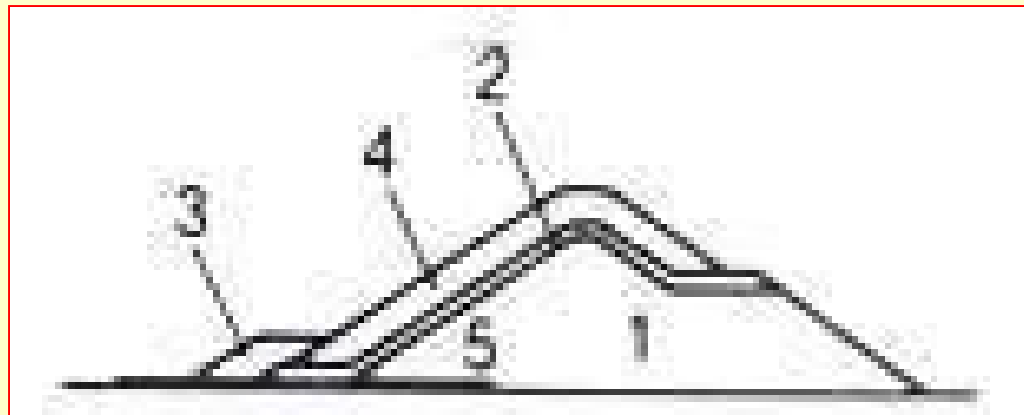
مثالی از مراحل
اجرای دریایی که
با تصاویر آتی
تشریح می شوند.

مراحل اجرای دریایی در مقطع

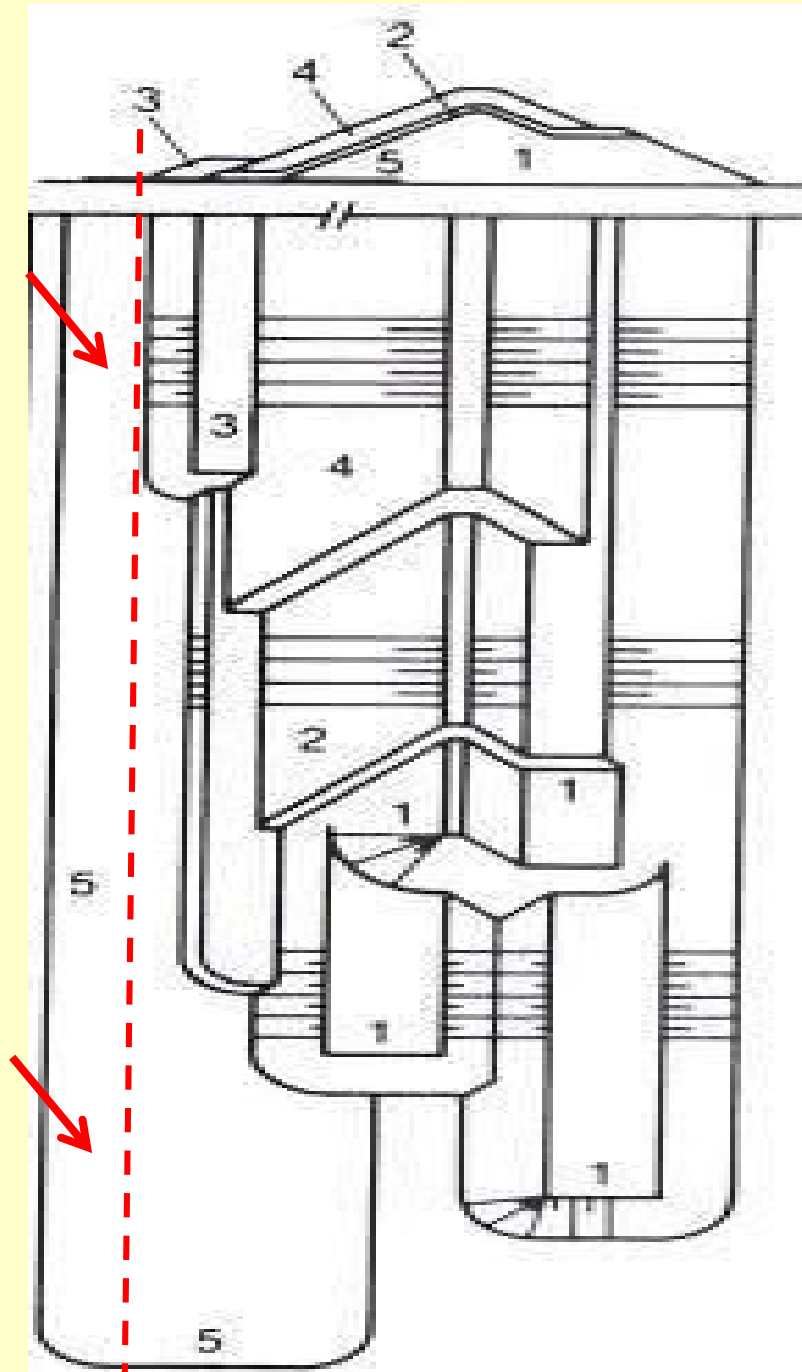
- 1- اجرای مغزه
- 2- فیلتر
- 3- پنجه
- 4- آرمور
- 5- اجرای مترس در محدوده
هایی که زیر پوشش لایه
های قبلی نیست.



5- اگر لایه مترس زیر پوشش لایه های دیگر قرار گیرد، باید قبل از همه اجرا شود. اگر مترس زیر پوشش لایه های دیگر نیست، می تواند در انتها اجرا شود.



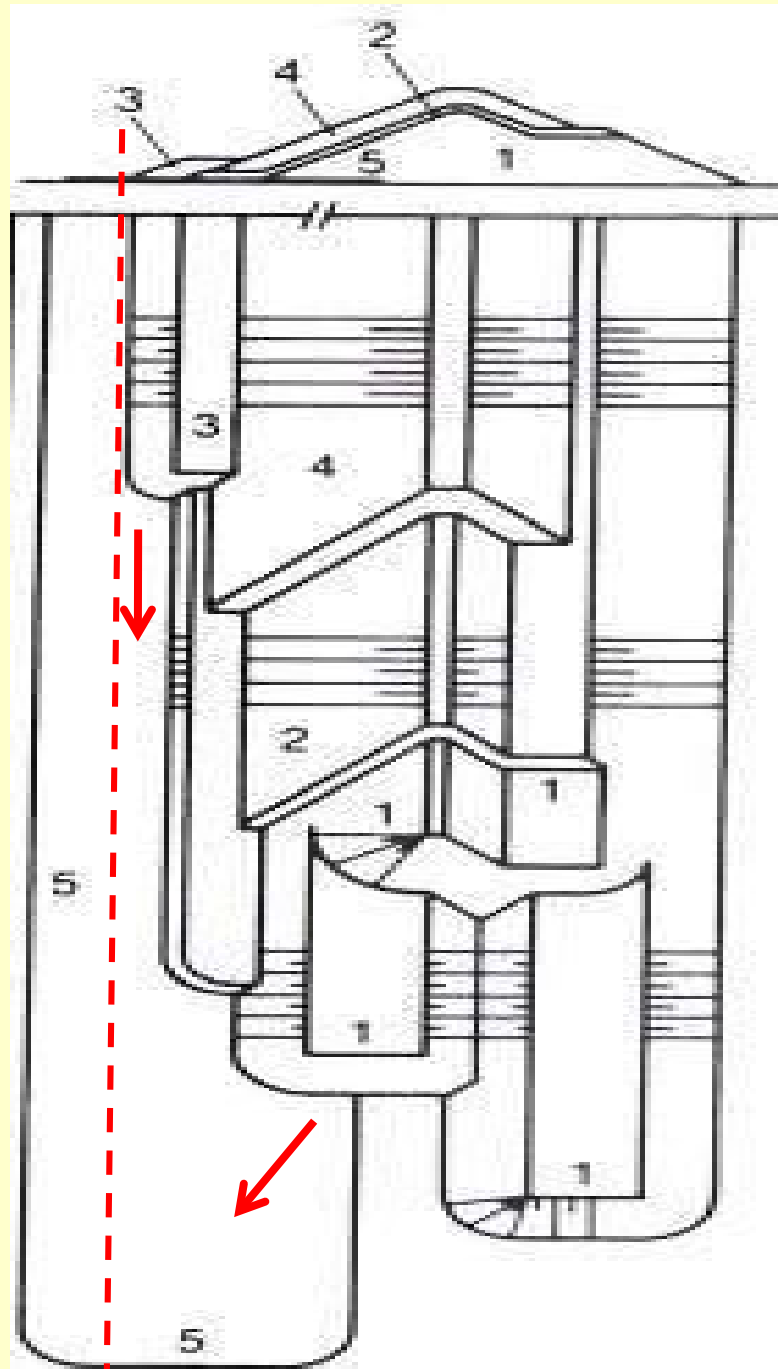
لایه مترس در محدوده ای که توسط لایه های دیگر پوشیده نمی شود. این قسمت می تواند در انتهای کار اجرا شود.



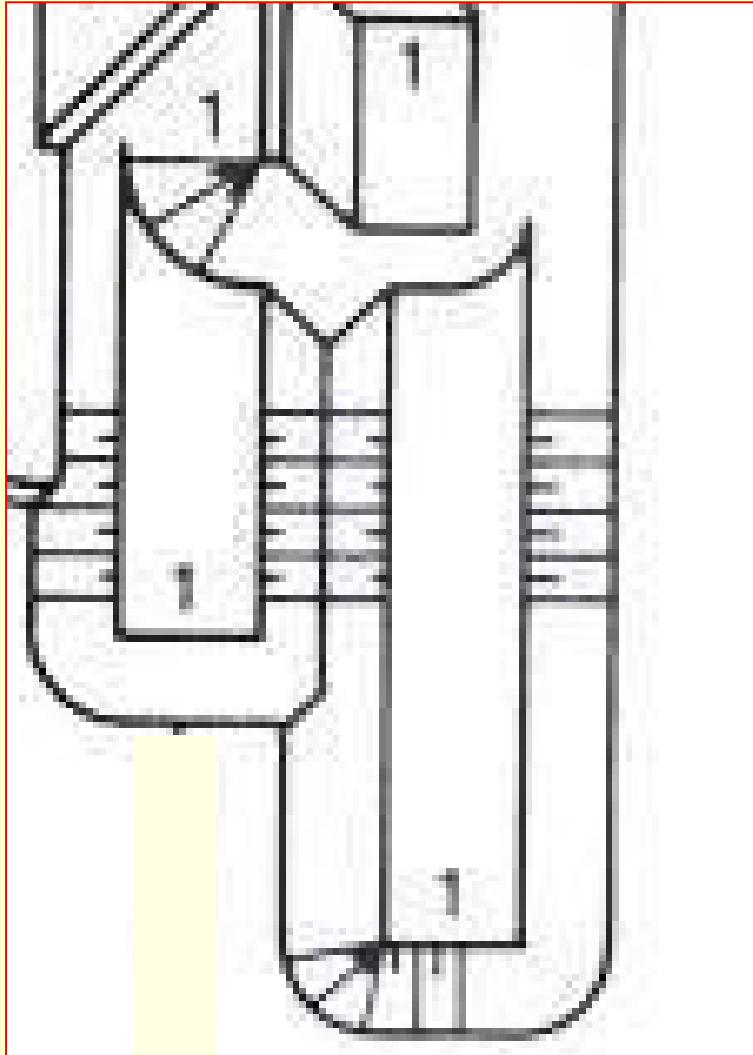
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

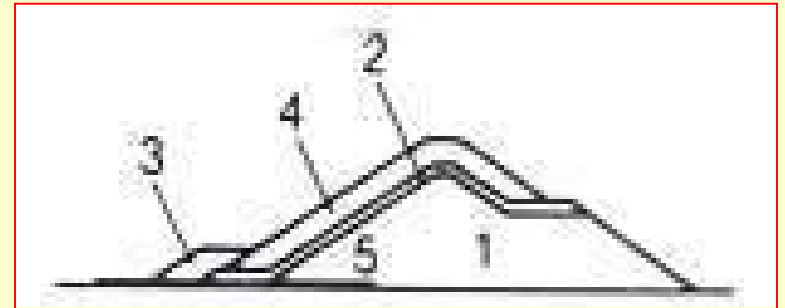
لایه مترس در
محدوده ای که
توسط لایه های
دیگر پوشیده
میشود و باید در
ابتدای کار اجرا
شود.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



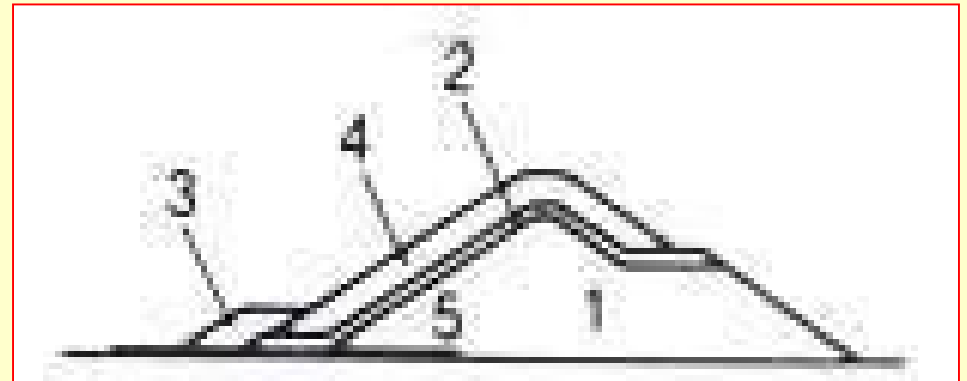
1- اجرای مغزه



1- اجرای مغزه

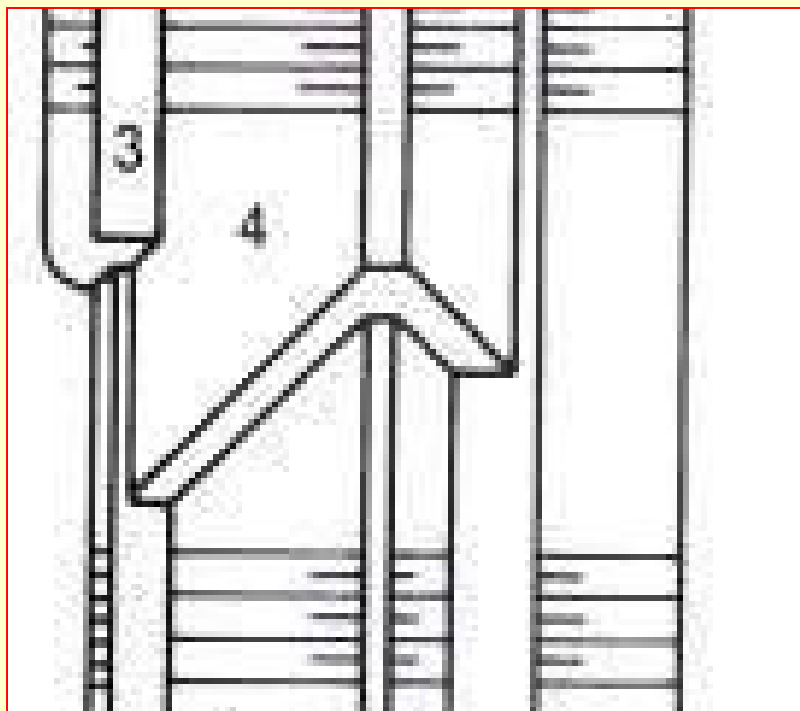
2- فیلتر

3- پنجه

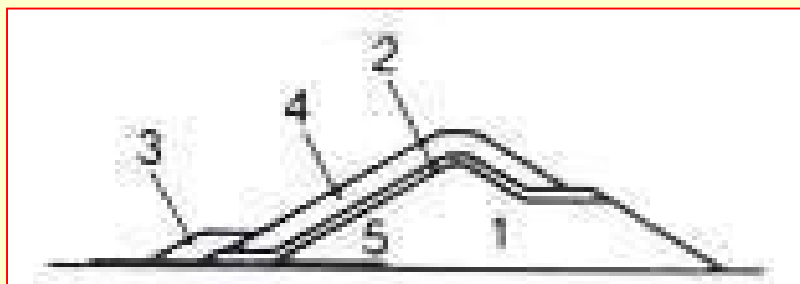


3- اجرای پنجه

4- اجرای آرمور



پنجه به نوعی تکیه گاه آرمور است و چیدن قطعات آرمور از روی پنجه آغاز میگردد لذا پنجه باید قبل از آرمور اجرا شود.

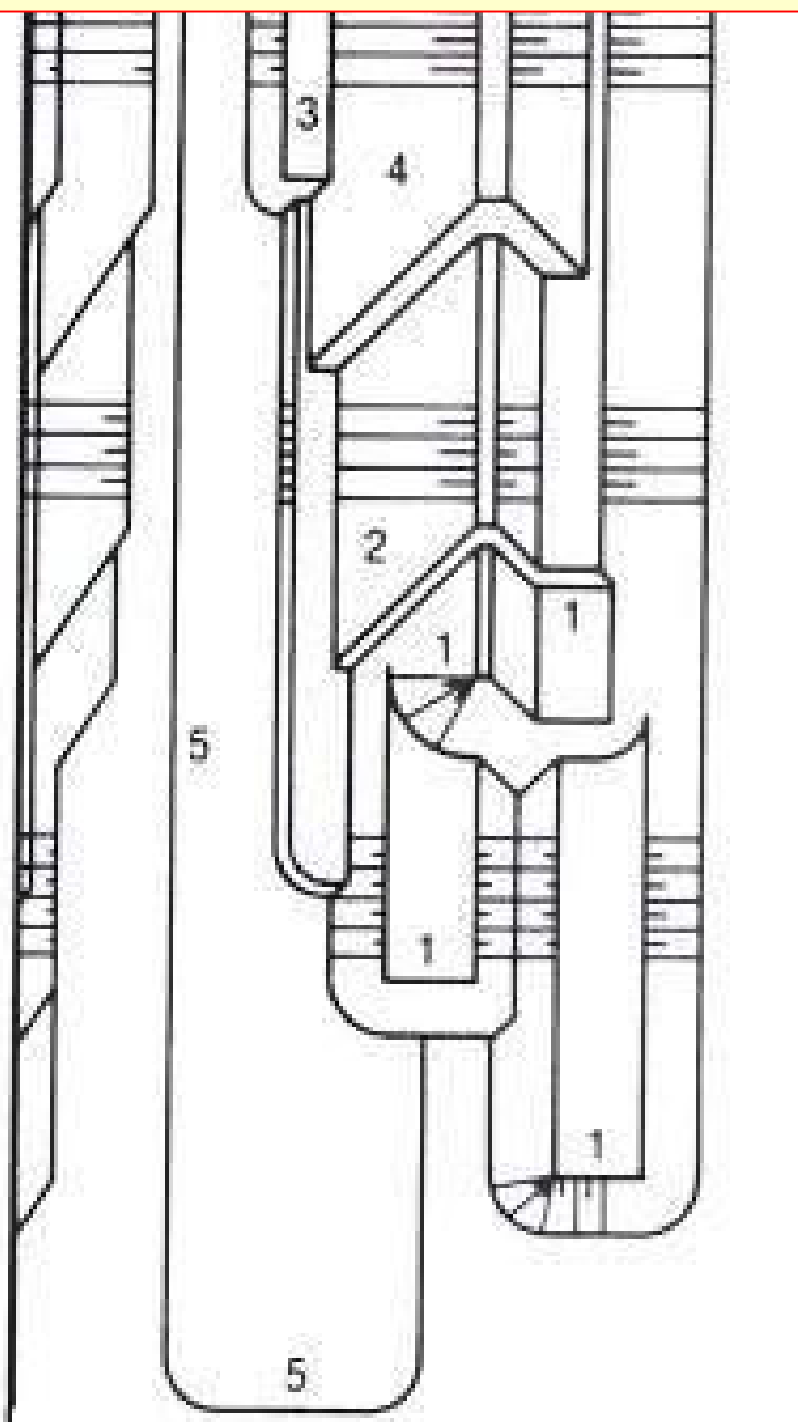


اگر طراحی بگونه ای است که پنجه قدری از آرمور را میپوشاند، آن قسمت پنجه پس از کمی پیشرفت اجرای آرمور انجام میگردد.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



5- اجرای مترس در محدوده
هایی که زیر پوشش لایه های
دیگر نیست.

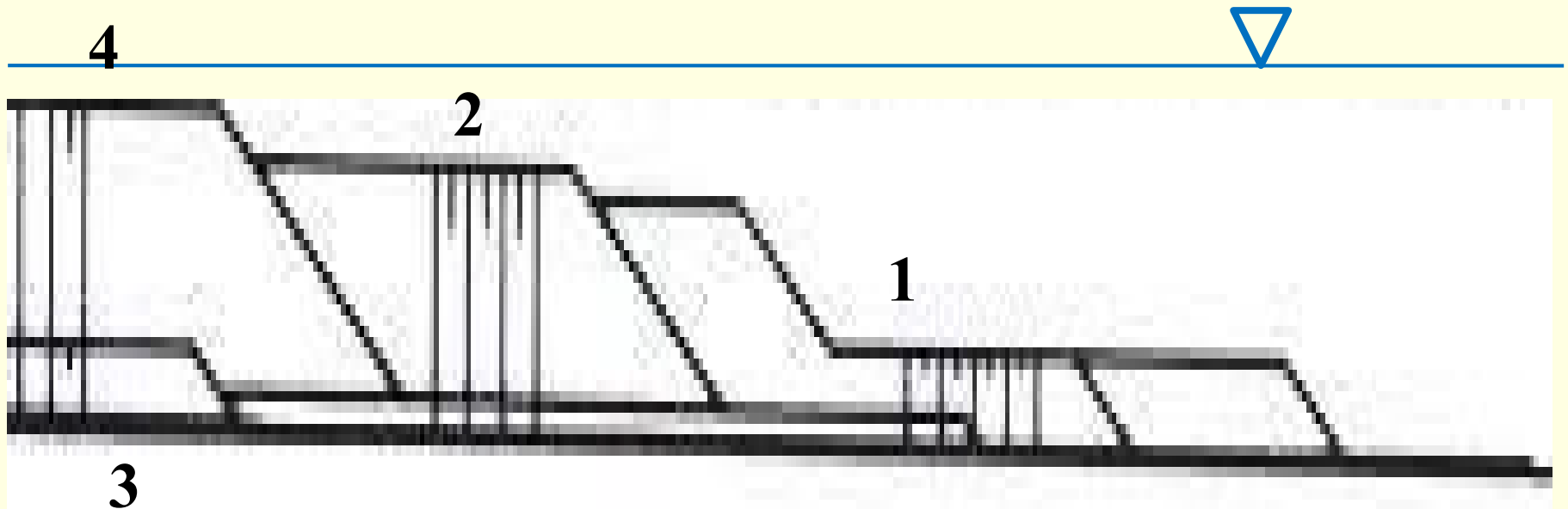
مثال از مراحل اجرای دریایی

- 1- اجرای مغزه
- 2- فیلتر
- 3- پنجه
- 4- آرمور
- 5- اجرای مترس

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

مثال از مراحل اجرای دریایی در مقطع طولی

- 1- مغزه
- 2- فیلتر
- 3- پنجه
- 4- آرمور





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 **مقطع طولی** موج شکن یا در **مقطع عرضی** آن انجام شود.

مثالی از ترکیب اجرای دریایی و خشکی

موج شکن شیپویگان در آمریکا



اجرای دریایی

اجرای خشکی

موج شکن در
حال اجرا



مثالی دیگر از ترکیب اجرای دریایی و خشکی



اجرای خشکی

اجرای دریایی

اجرای
خشکی

crane

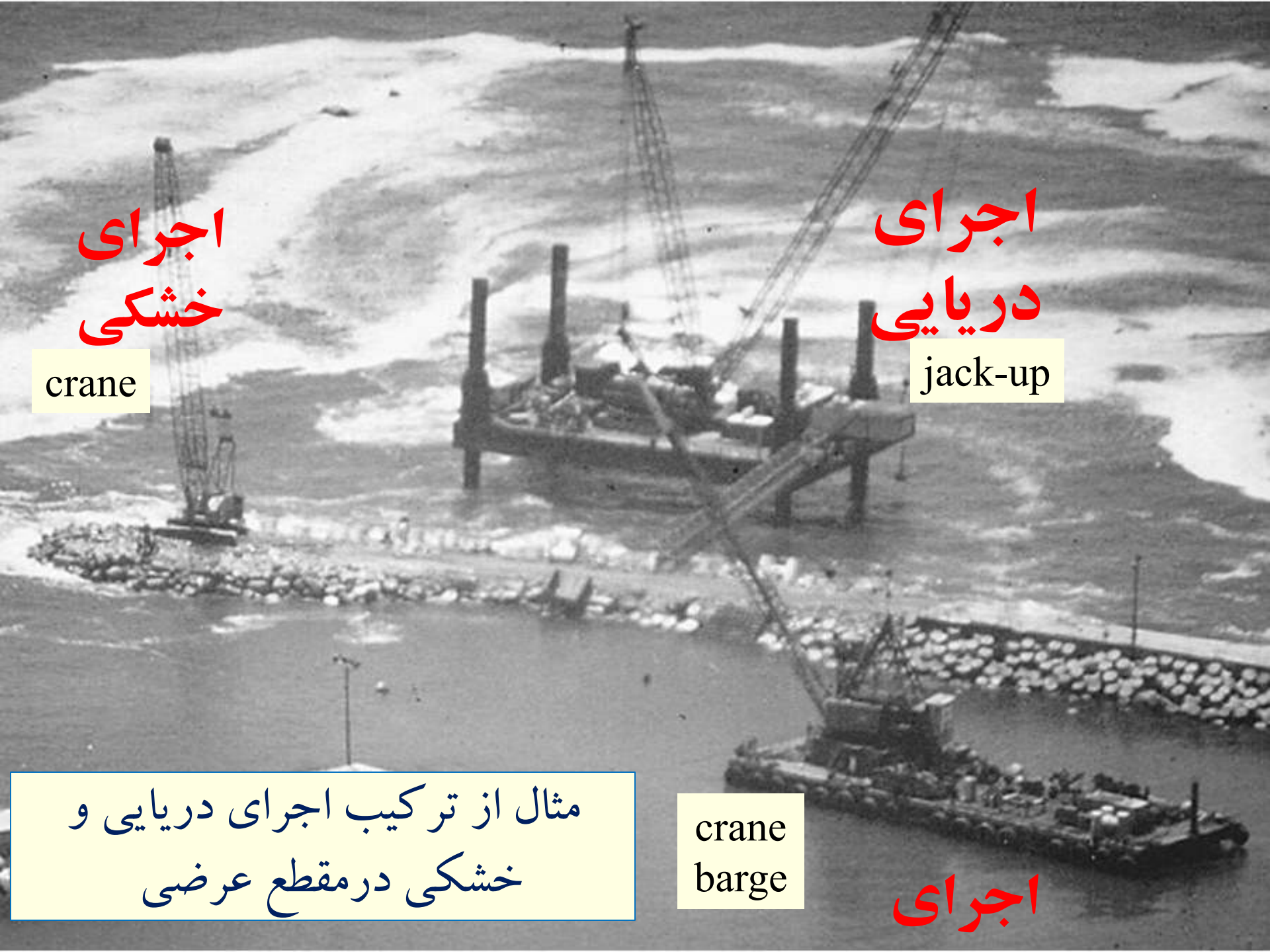
اجرای
دریایی

jack-up

مثال از ترکیب اجرای دریایی و
خشکی در مقطع عرضی

crane
barge

اجرای





ترکیب دریا و خشکی در مقطع طولی

گاهی برنامه زمانی ایجاب می کند 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.

انتهای موج شکن

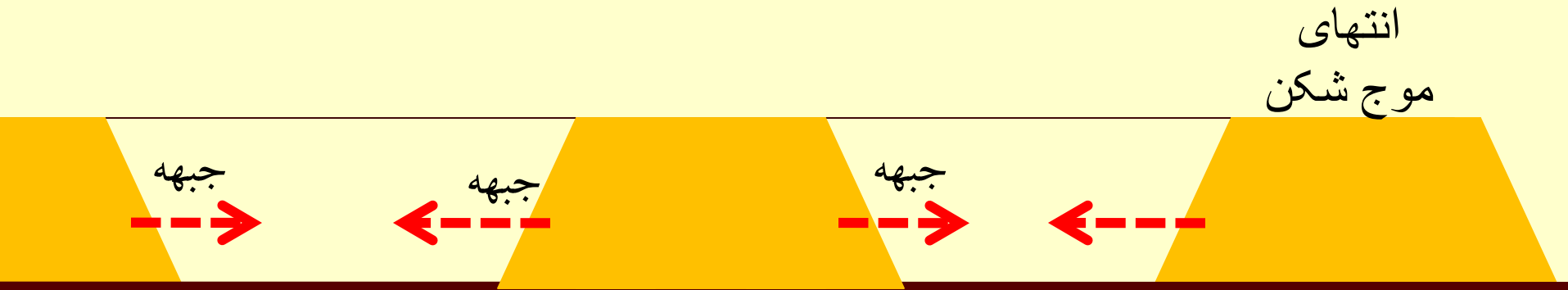
جبهه اجرا از خشکی
→

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



ترکیب دریا و خشکی در مقطع عرضی

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 و جداشدگی دانه ها را داریم.

سطح آب

بخش تحتانی مغزه



سطح آب

اجرای خشکی

اجرای دریایی

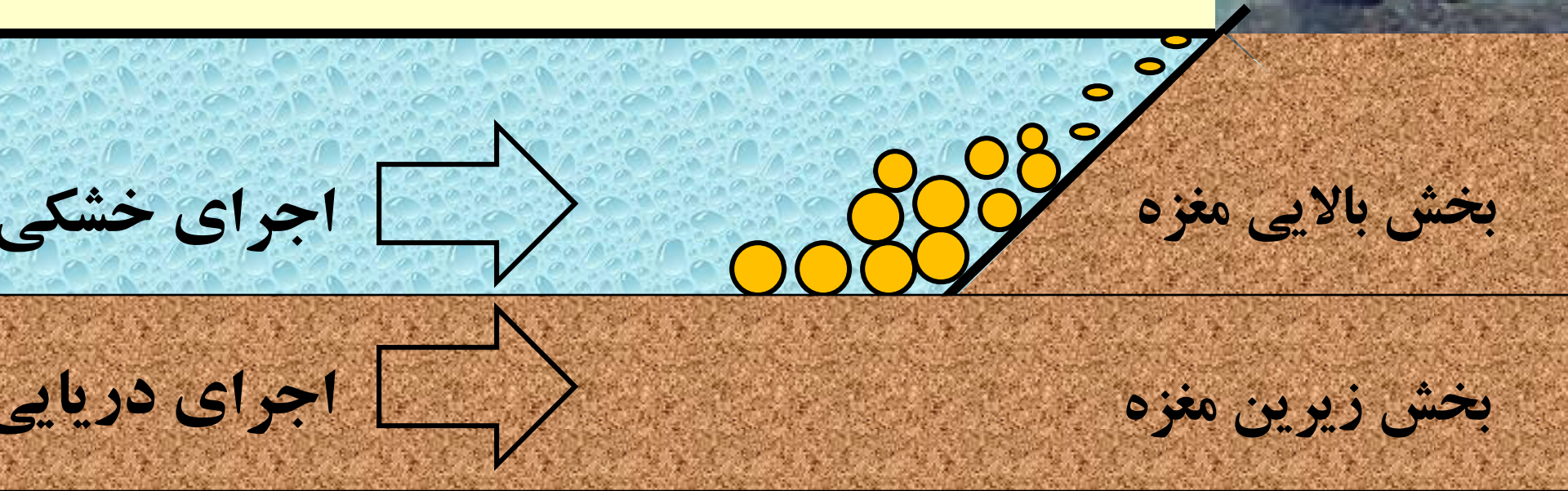
بخش بالایی مغزه

بخش زیرین مغزه

مقطع عرضی

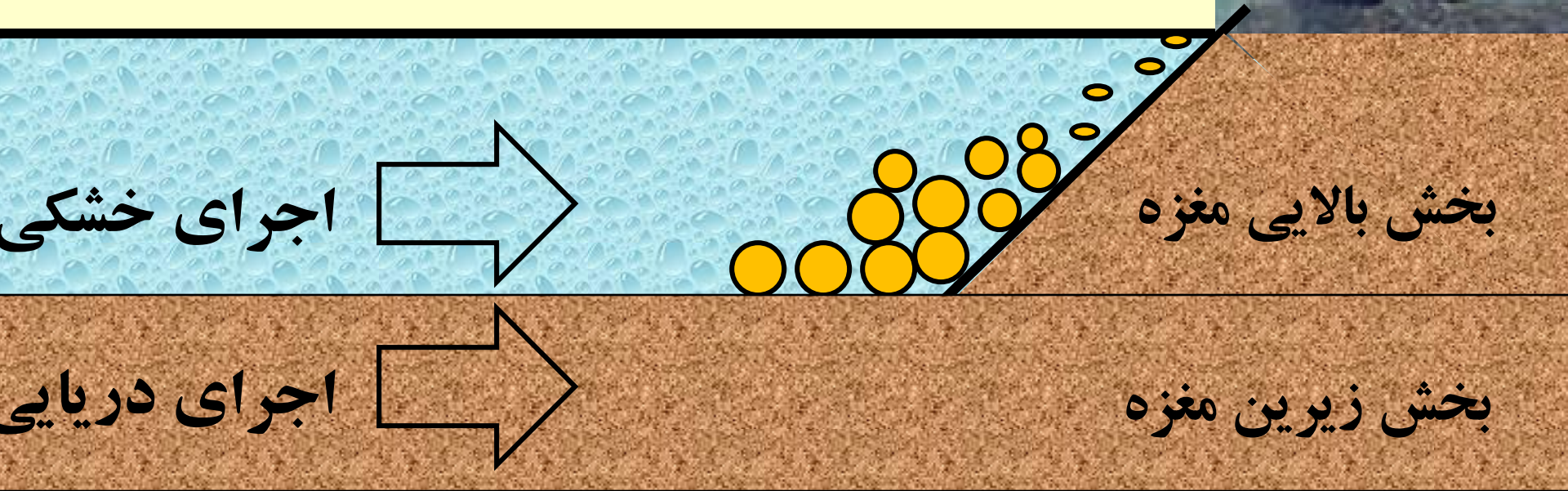


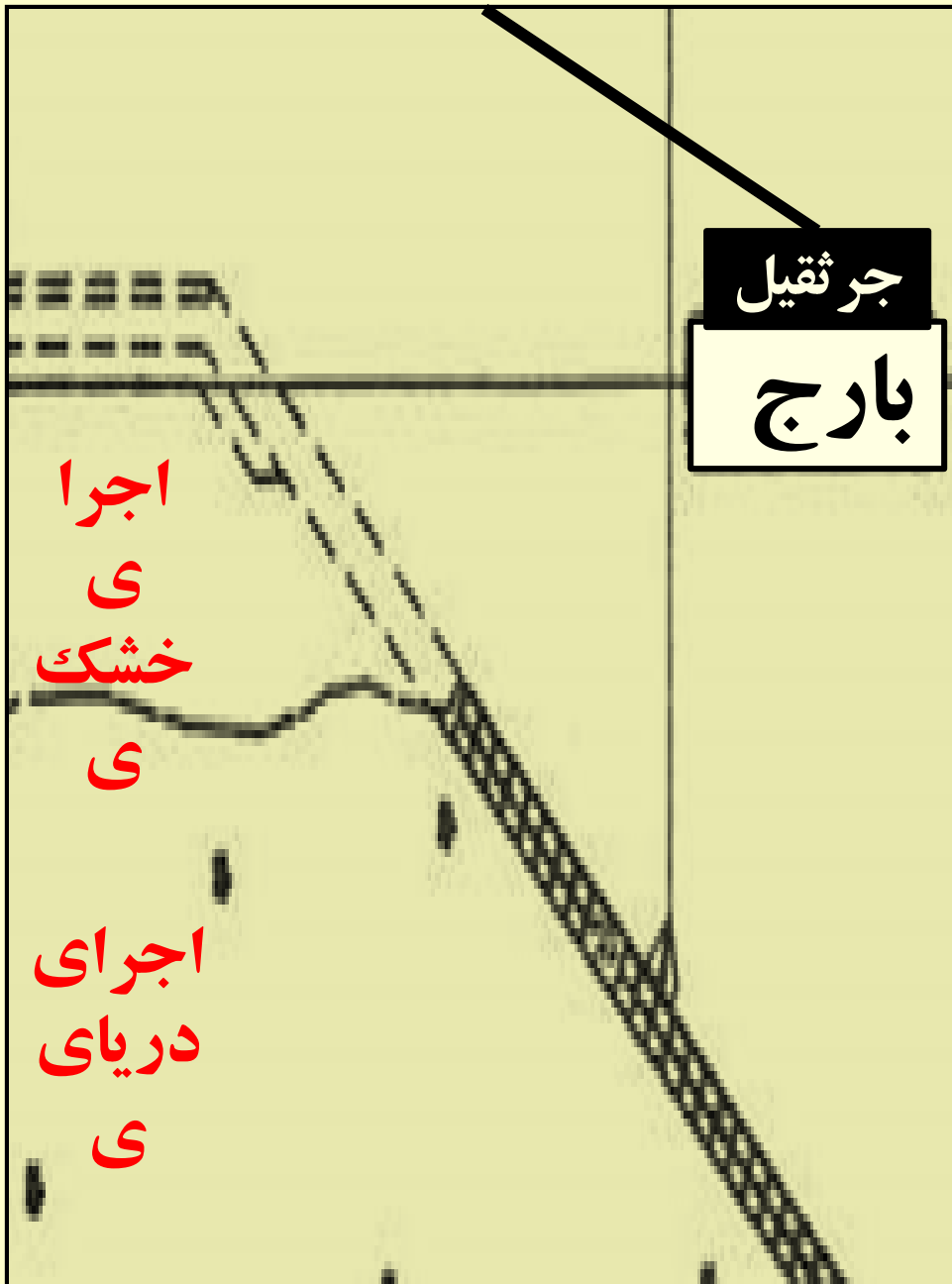
جداشدگی دانه ها دلیل دیگری برای اجرای موج شکن
در آب عمیق با ترکیب اجرا از خشکی و دریا است.





این شکل مقطع طولی را نشان می دهد. اجرای دریایی قبل از اجرای خشکی انجام شده و اغلب خیلی جلو تر است.





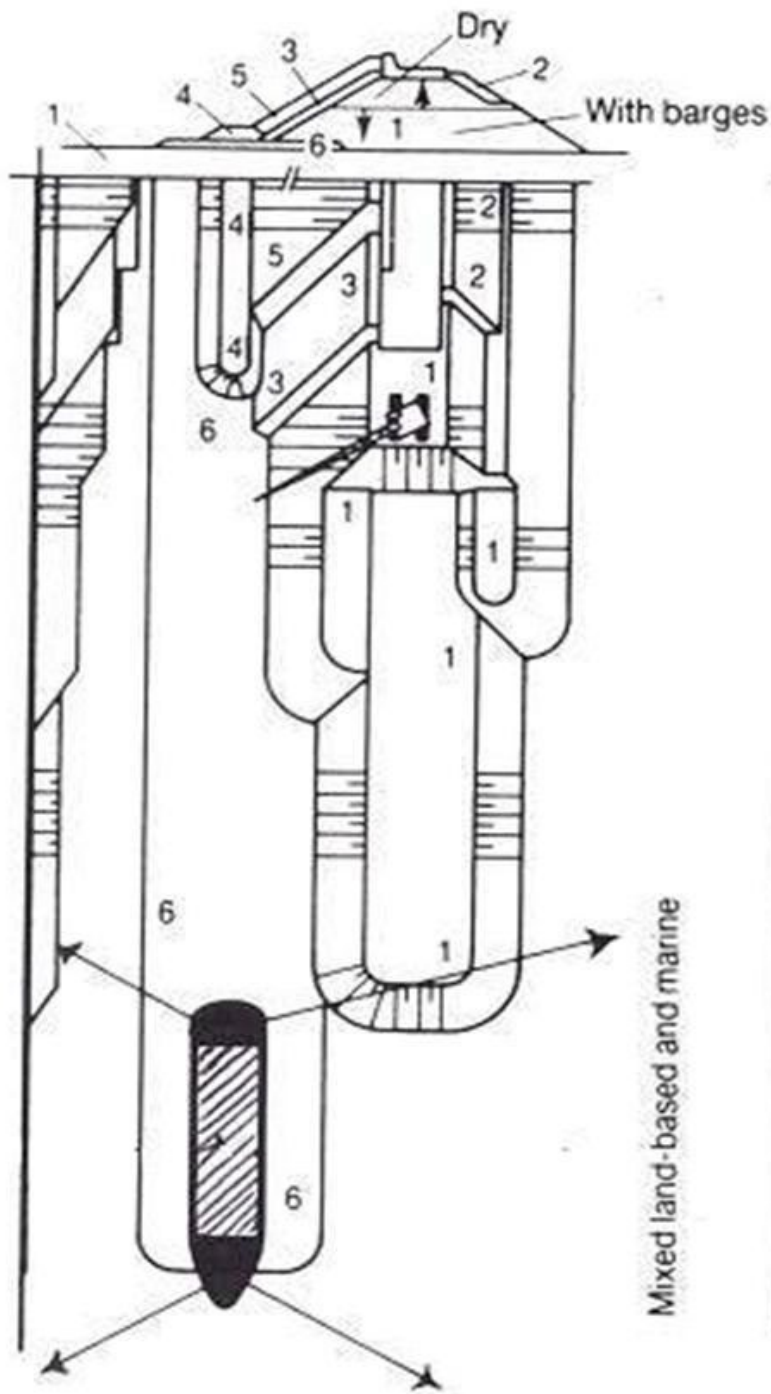
مشکلات اجرای شیب در عمق آب زیاد، دلیل محکم دیگری برای اجرای موج شکن در آب عمیق با ترکیب اجرا از خشکی و دریا است.

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرا از دریا به عمق آب حداقل ۳ یا ۴ متر نیاز
دارد و امکان کار در محدوده جزر و مدی
وجود ندارد. بنابراین ترکیب اجرا از خشکی و
دریا ضروری است.

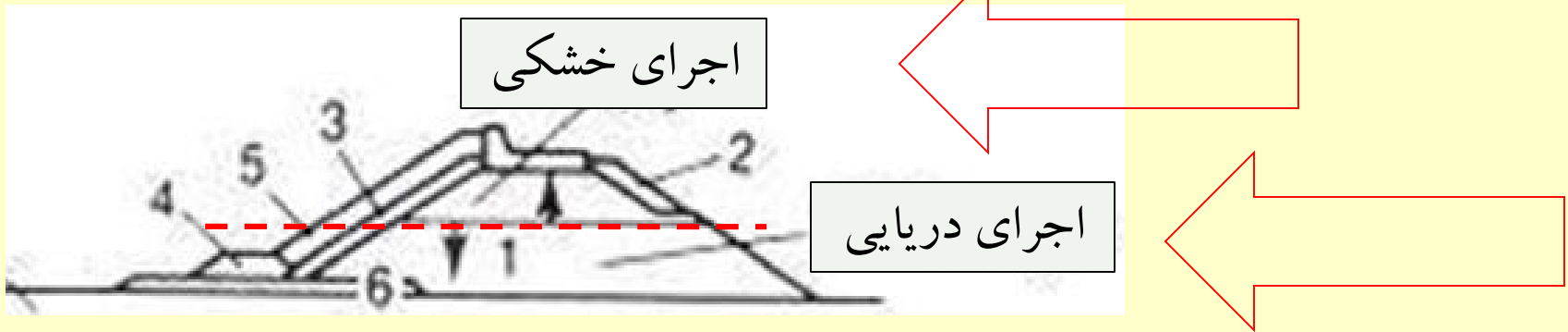


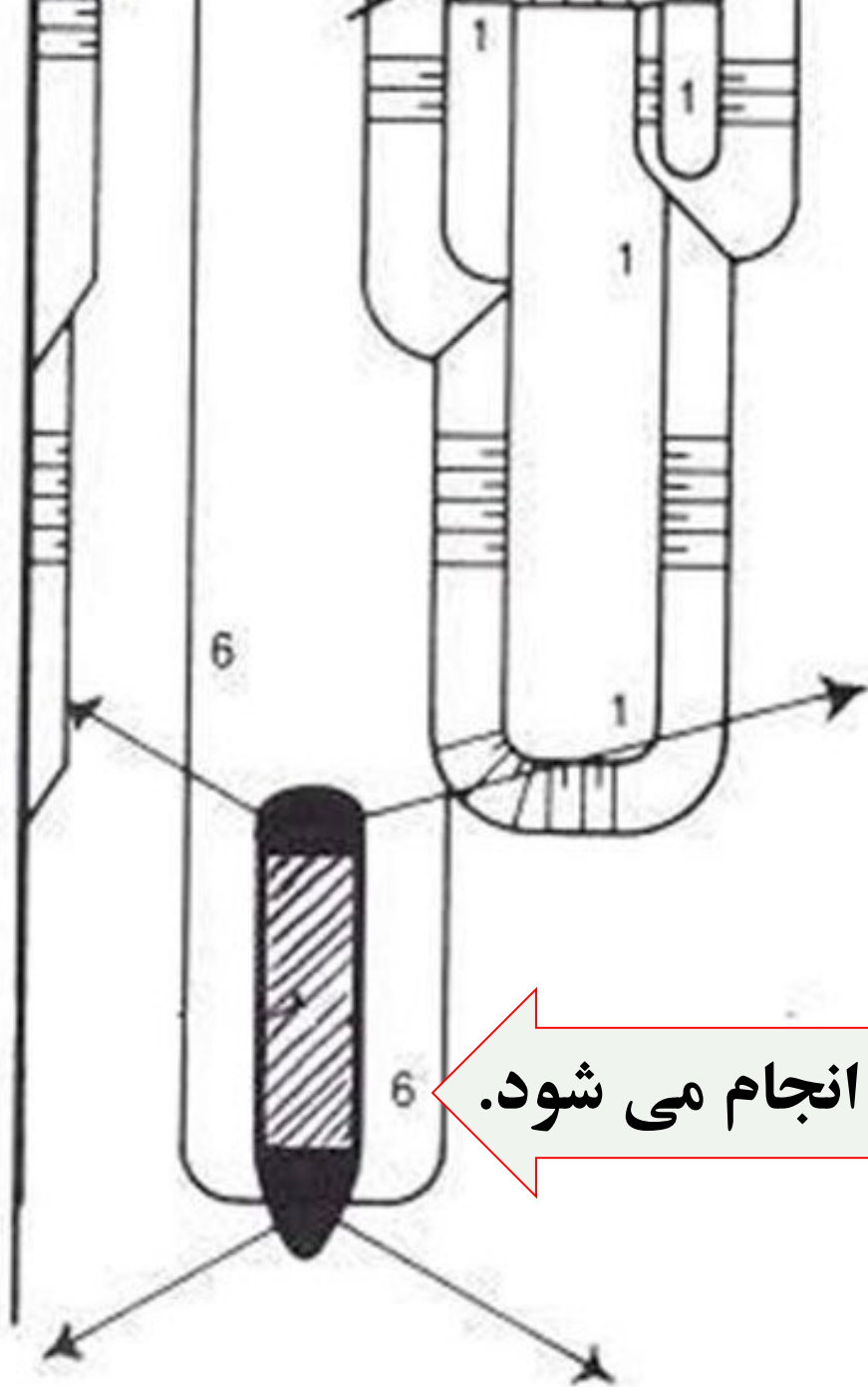
مثالی از مراحل

ترکیب اجرا از خشکی و
دریا

که در تصاویر بعد تشریح
میشوند.

قسمت تحتانی مغزه از دریا و قسمت فوقانی از خشکی اجرا می شود.





اجرای دریایی لایه مترس در ابتدا انجام می شود.

جرثقیل روی مغزه
مستقر میشود. تا هر جا
که طول بازوی
جرثقیل اجازه دهد می
توان فیلتر، پنجه و
آرمور را از خشکی
اجرا کرد، بقیه از دریا
اجرا می گردد.

اجرای مغزه از خشکی و اجرای فیلتر از دریا



اجرای لایه های عمیق از دریا





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

مثالی از روش اجرای یک موج شکن بزرگ

ترکیب روش اجرای خشکی و دریا در این پروژه به دلیل طول زیاد موج شکن و عمق آب ۳۰ متر پیشنهاد شده است.



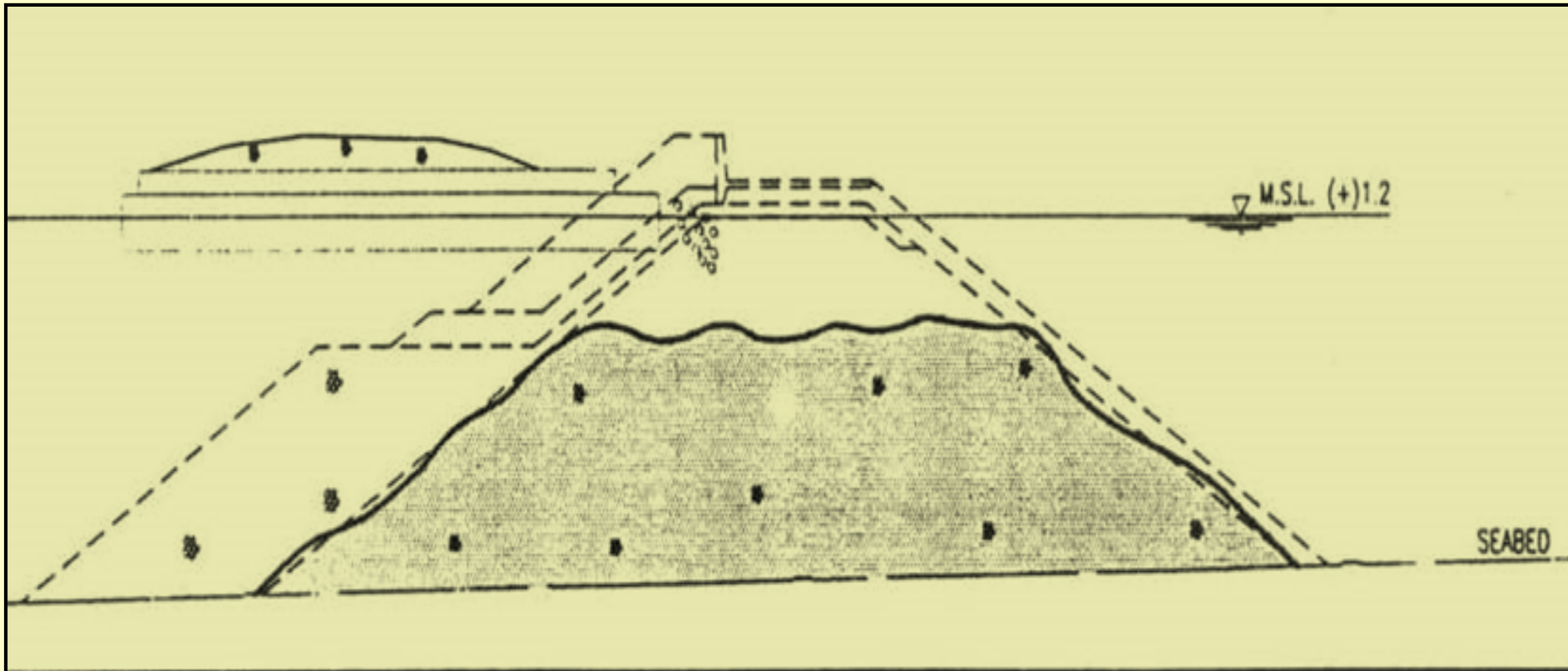
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

توصیه به دانشجویان

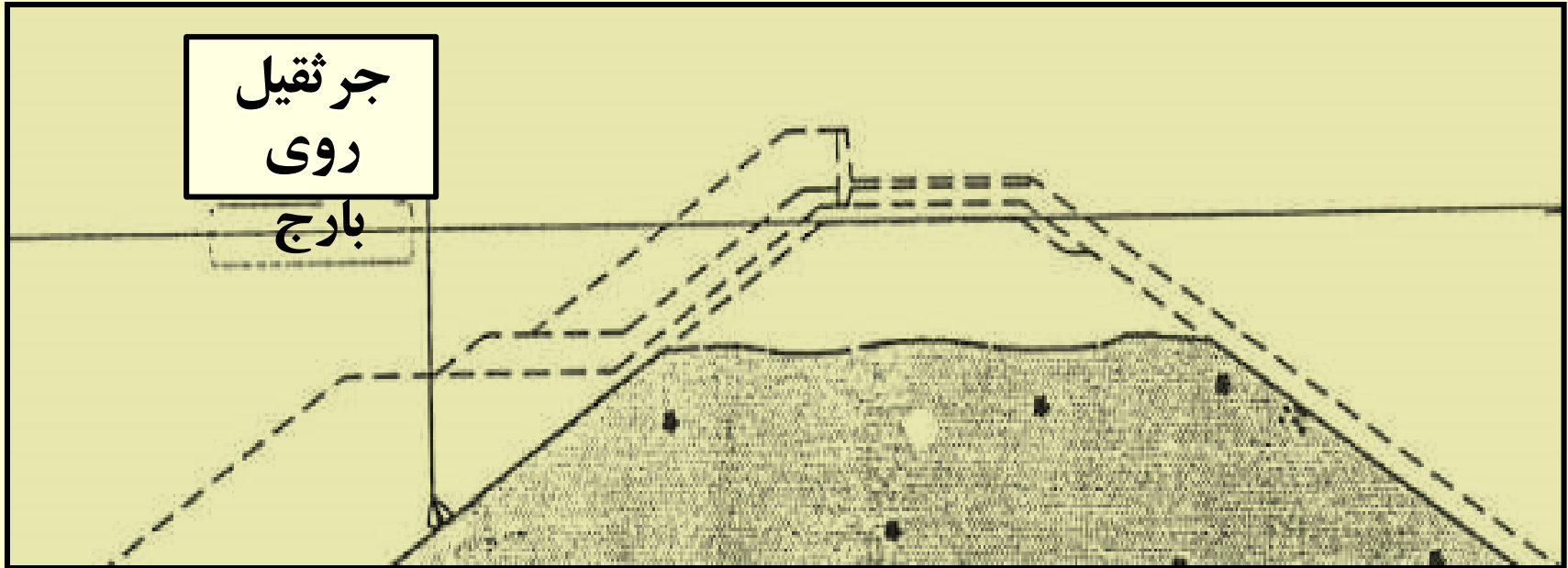
اگر تصاویر قبلی در خصوص مراحل اجرای دریایی یا ترکیب خشکی و دریا برای شما مبهم است، آنها را قعلا فراموش کنید و مراحل این مثال را مطالعه کنید.

مرحله ۱- ریختن مستقیم مغزه



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

مرحله ۲ - تنظیم شیب مغزه



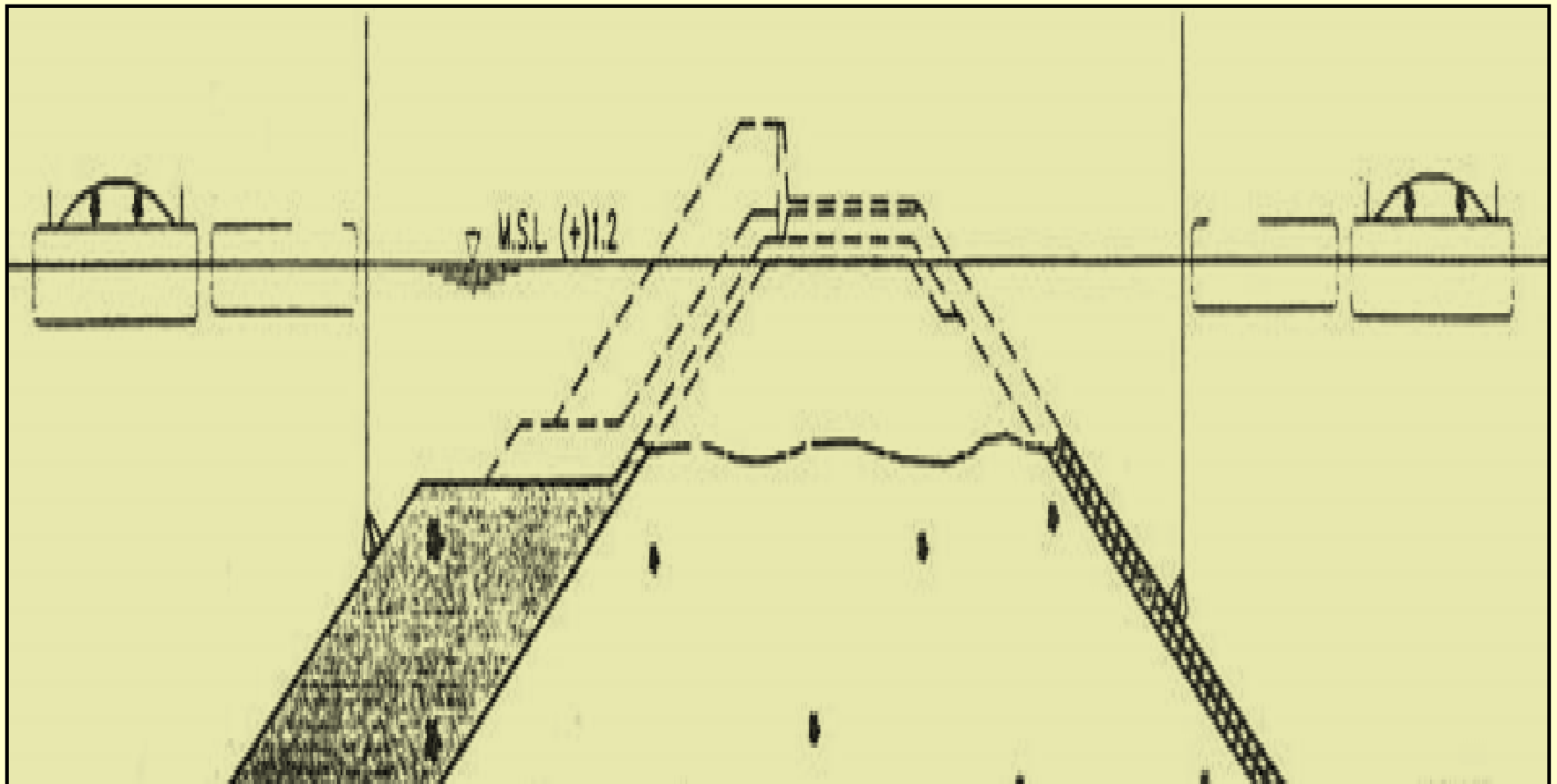
- تنظیم شیب مغزه با یک جرثقیل ۸۰ تن که مجهز به چنگک با ظرفیت 1.5 m^3 است و روی بارج مستقر می باشد.
- یک بارج ۵۰۰ تنی به عنوان بارج کار و یک بارج ۱۰۰۰ تنی برای پشتیبانی مصالح استفاده می شود.

مرحله ۳- ریختن مستقیم فیلتر

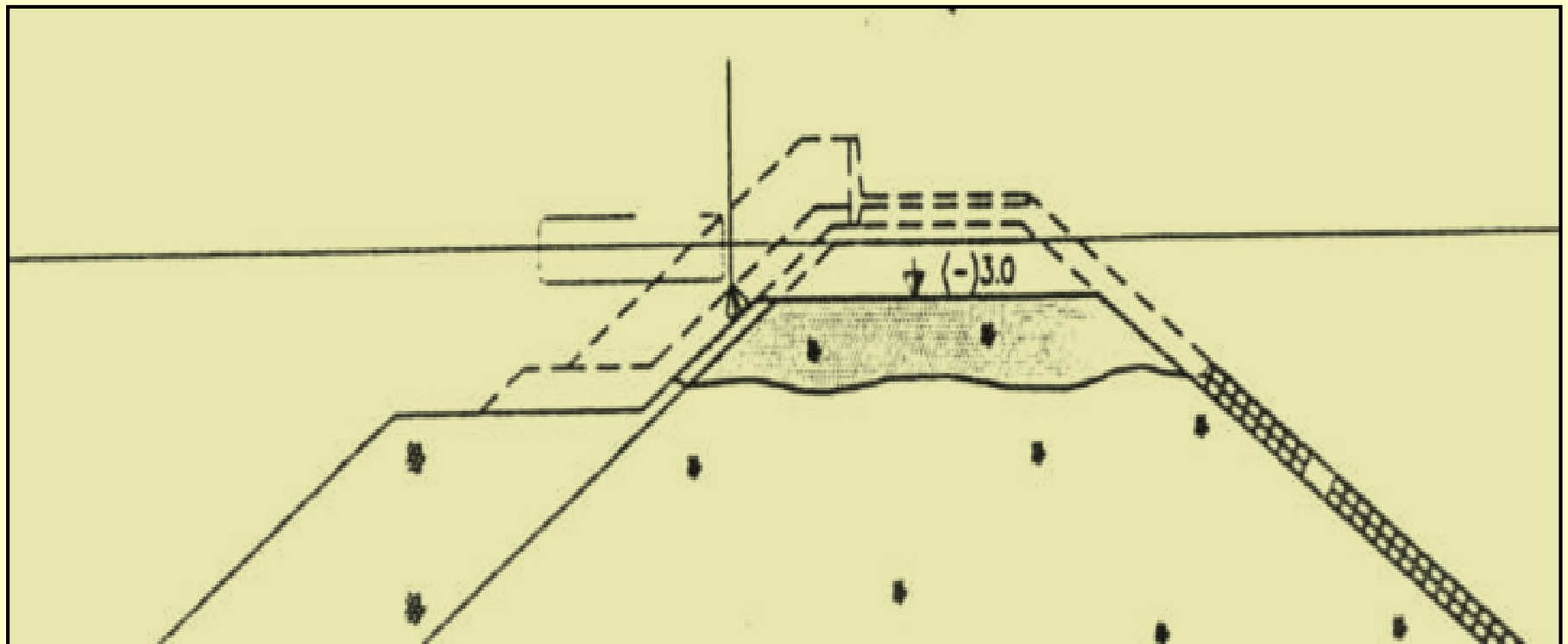


قراردهی فیلتر به صورت مستقیم از روی بارج پشتیبانی با بیل مکانیکی انجام شود.

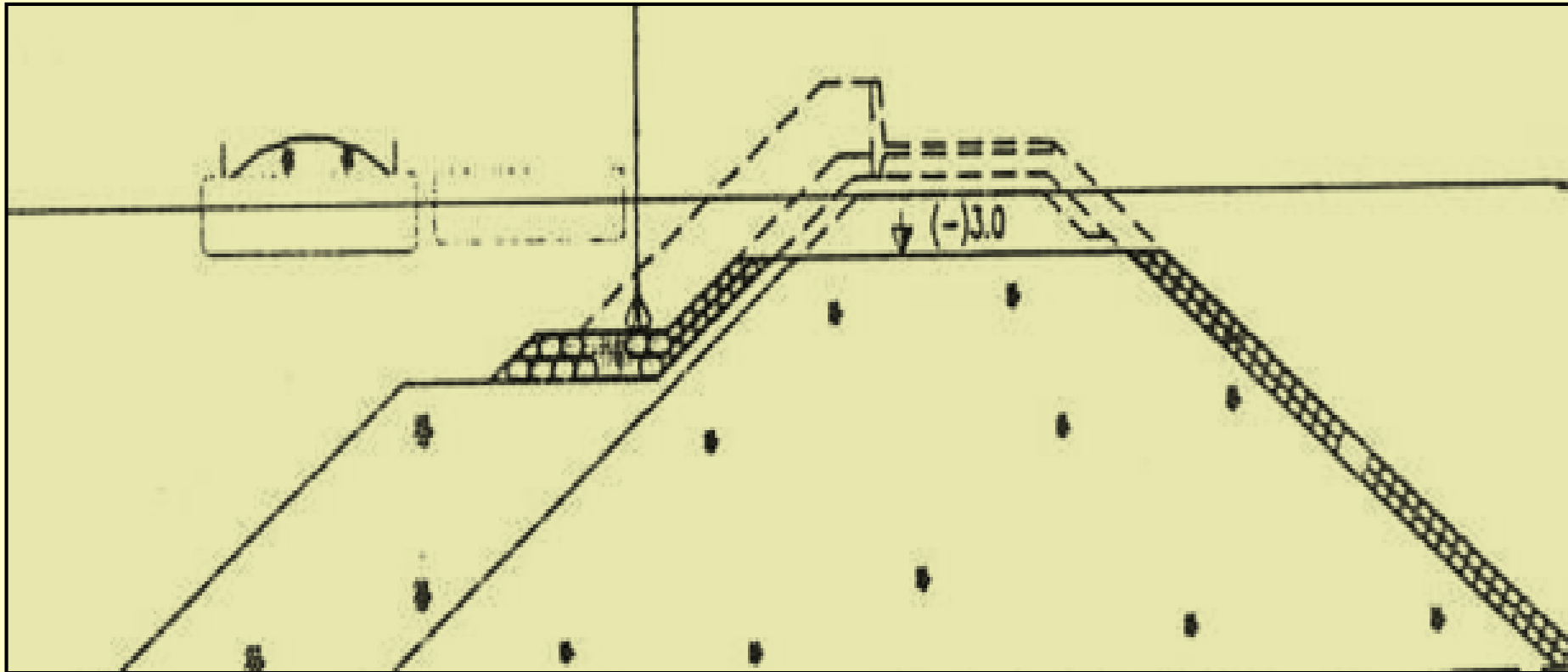
مرحله ۴ - تنظیم فیلتر و قراردهی فیلتر ثانویه



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

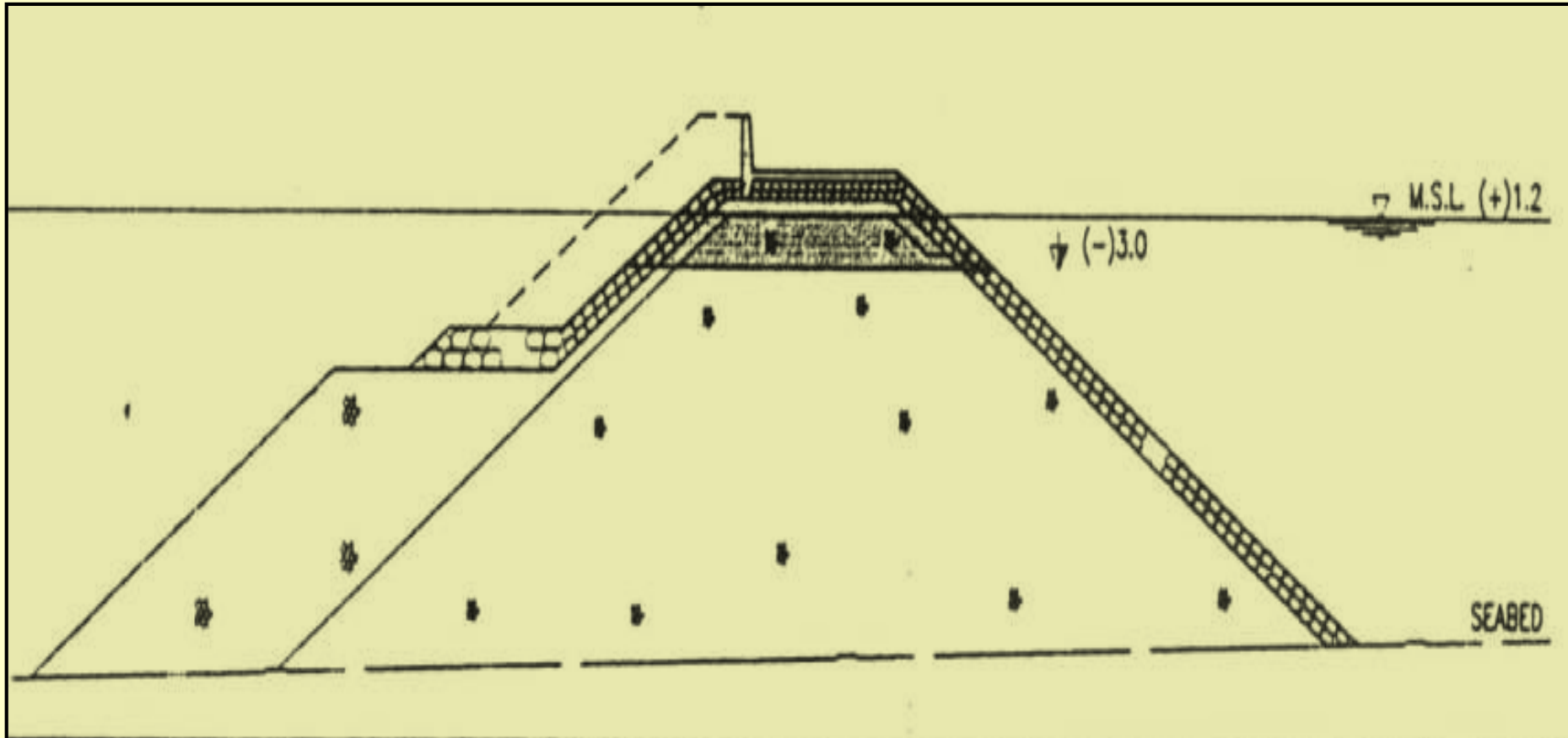


مرحله ۶- قراردهی فیلتر ثانویه تا تراز ۳ متر زیر آب





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





مرحله ۸- قراردهی 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 می شود.
- برای فائق آمدن به مشکلات تعیین دقیق موقعیت درزیر آب، موقعیت می تواند با DGPS تعیین شود.
- آنتن GPS به بوم جرثقیل متصل می شود تا اجازه دهد که موقعیت نوک به صورت پیوسته نمایش داده شود.



غرش امواج، دیگر نمی گویند به من
حرف ها از وسعت دریا نمیدانم چرا؟