

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

خاکریزی در دریا

Filling

ویرایش اسفند 1401

عملیات خاکی در دریا

عملیات خاکی در دریا نوعی عملیات پایه در اجرای سازه‌های دریایی محسوب می‌شود. در اینجا انواع عملیات خاکی به شرح ذیل تقسیم می‌شود :

□ خاکریزی در دریا (موضوع این فایل)

□ تراز کردن بستر دریا

□ لایروبی (خاکبرداری)

□ خاکریز هیدرولیکی

□ اصلاح زمین





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



ریختن مصالح ریزدانه مثل رس، لای و ماسه ریز به صورت مستقیم در دریا ممکن نیست زیرا به سرعت شسته میشوند. آنچه که **خاکریزی** در دریا خوانده میشود، در واقع خاک نیست بلکه ریختن **شن و قطعات خرده سنگی** است که امکان دارد بخشی از آنها ریزدانه باشد.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

کاربردهای خاکریزی در دریا

□ ایجاد خشکی برای ایجاد راه یا جزیره

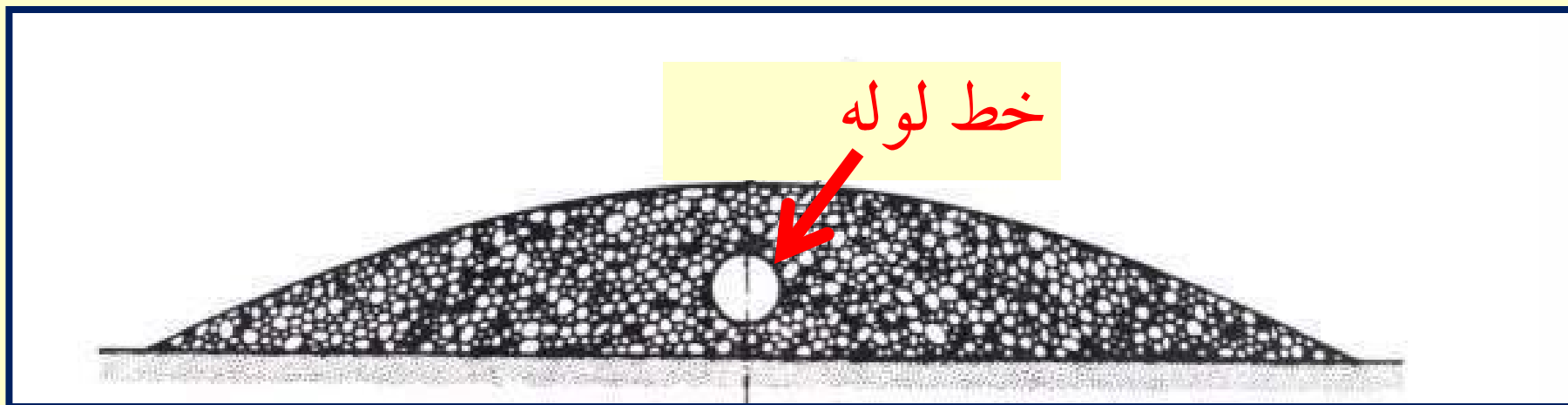




اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

کاربردهای خاکریزی در دریا

□ حفاظت بستر دریا یا تأسیسات دریایی مثل خط لوله





کاربردهای خاکریزی در دریا

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

اصلاح باربری بستر دریا با ایجاد یک لایه مقاوم



بستر دریا

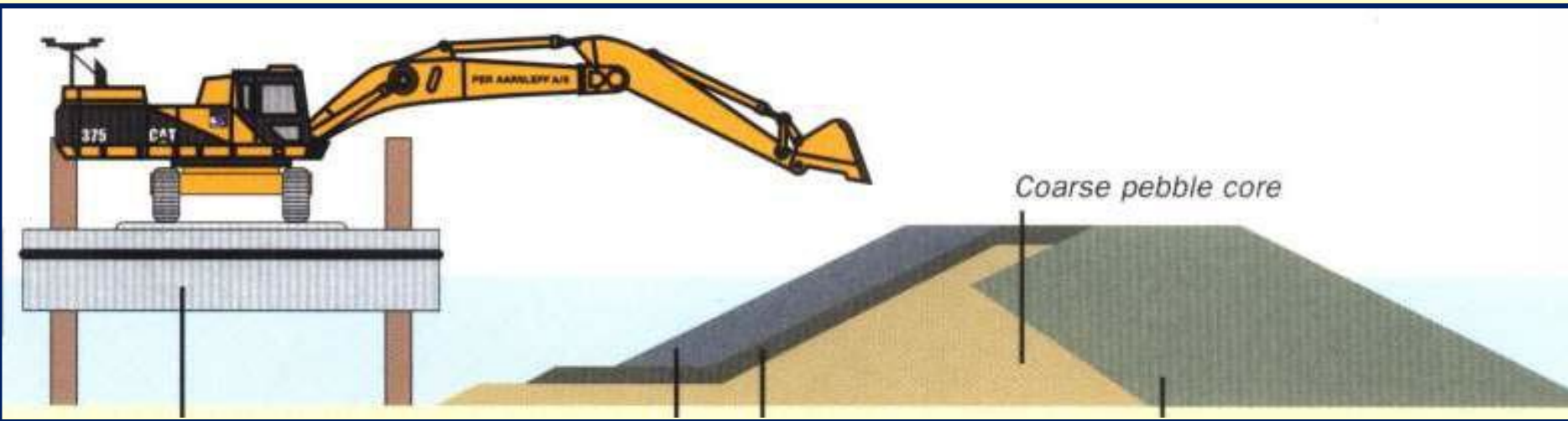




اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

کاربردهای خاکریزی در دریا

□ ایجاد ابنیه خرده سنگی مثل موج شکن





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

روشهای خاکریزی در دریا

- ۱- خاکریزی بصورت پیشروی از خشکی به دریا
- ۲- اجرای دریایی خاکریزهای جدا از ساحل
- ۳- خاکریزی با هدف ترازکردن بستر دریا
- ۴- خاکریزی با هدف جلوگیری از آبشستگی

- مبحث شماره ۱ در درس اجرای موج شکن ها آمده است.
- **مبحث شماره ۲ موضوع این فایل است.**
- مبحث شماره ۳ در درس ترازکردن بستر و مبحث شماره ۴ در درس اصلاح زمین آمده است.

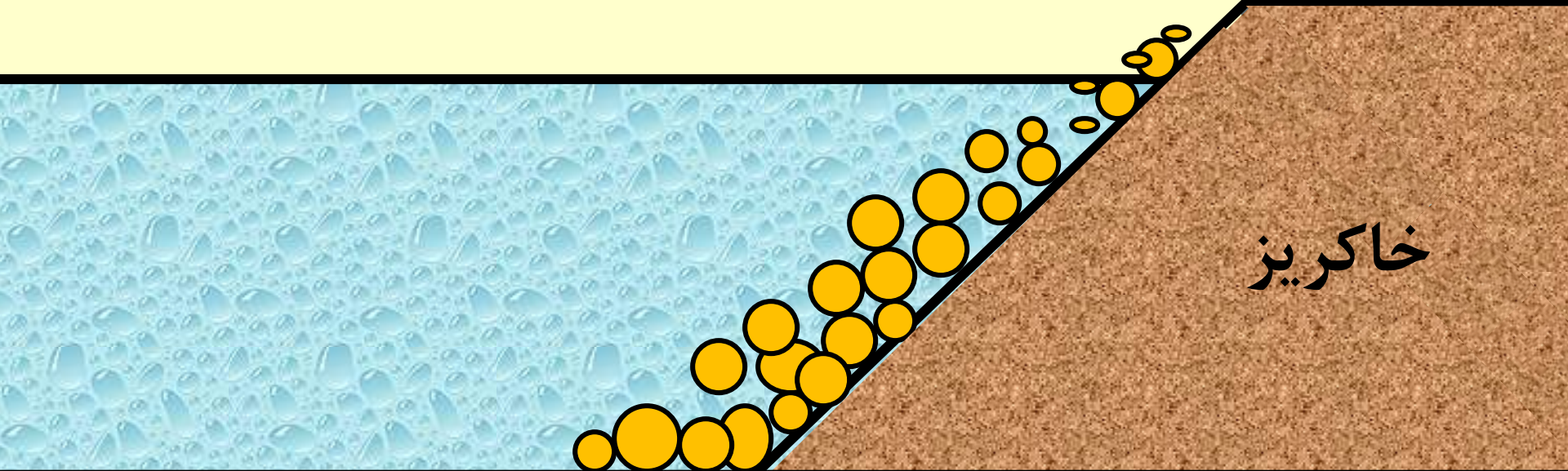


خاکریزی بصورت پیشروی از خشکی به دریا ساده ترین روش خاکریزی در دریا است و با ماشین آلات متداول عملیات خاکی انجام می شود.





مصالح سنگی را می توان مستقیم از کامیون یا با استفاده از بولدوزر در دریا ریخت ولی سطح خاکریز در این روش باید باید بالای سطح آب باشد.

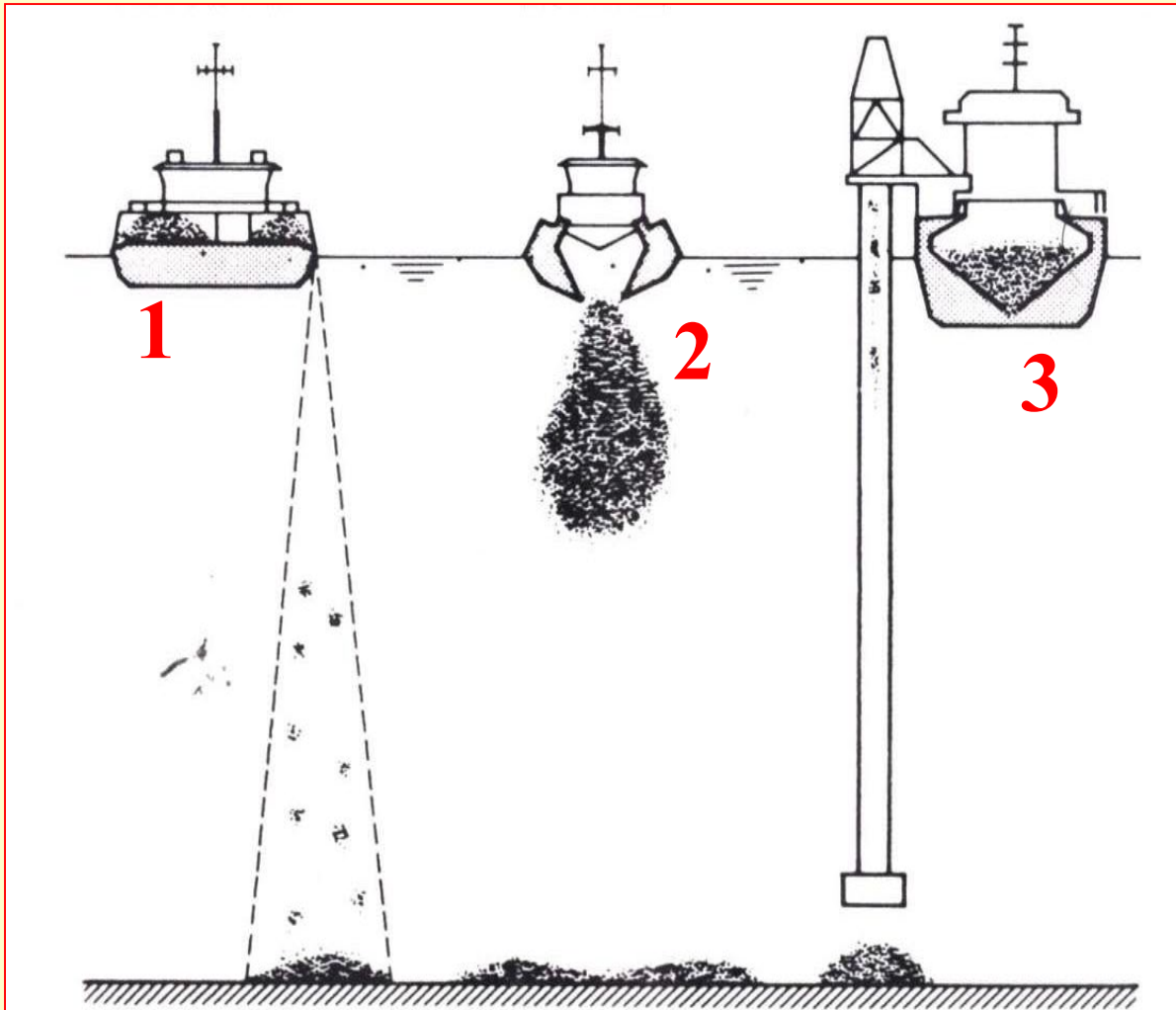




اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

سه روش خاکریزی در دریا با بارج به صورت جدا از ساحل

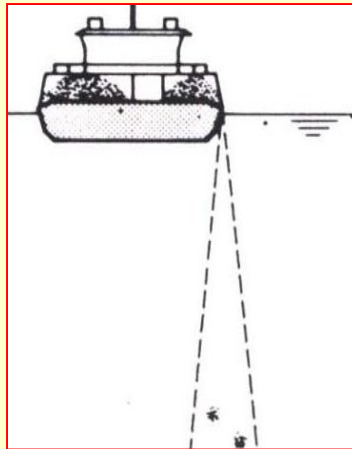




اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

۱- استفاده از بارجهای تخلیه از کنار: عملیات تخلیه در این روش به آرامی انجام می گیرد و سقوط هر سنگدانه به صورت انفرادی است.

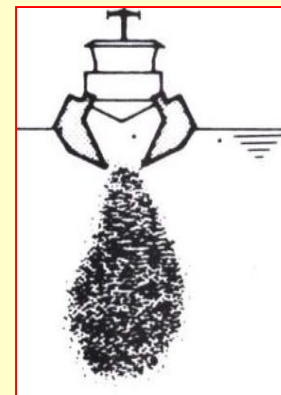


۲- به کمک **بارج‌های باز شو**: وقتی که بازشدگی کف بارج از حد معینی بالاتر رفت، مصالح در حجم زیاد و مدت کوتاه تخلیه می‌شود. **سنگدانه در هنگام سقوط به صورت توده باقی می‌مانند.** سرعت حدی سقوط توده از سرعت حدی یک سنگدانه تکی بیشتر است



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

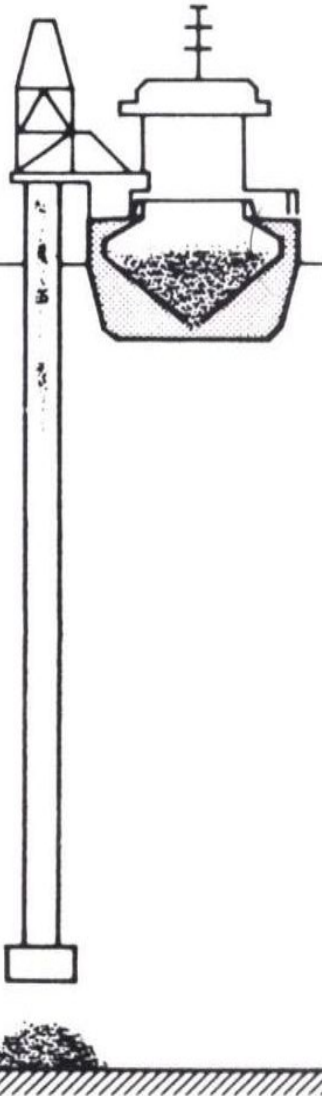




اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

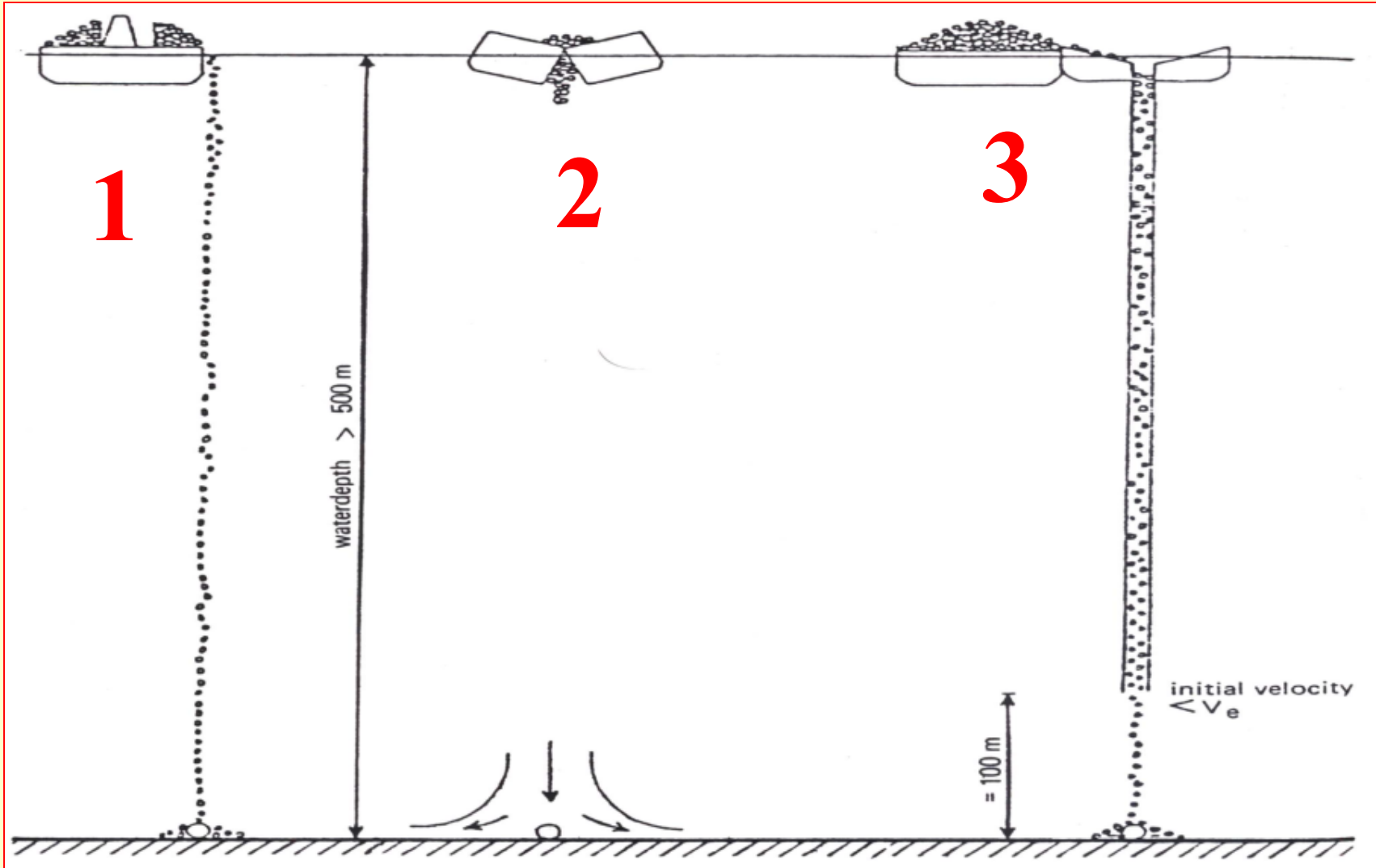
۳- به کمک شناور از درون یک لوله
آویزان به منظور نایل شدن به دقت
بالا تر در اعماق بیشتر



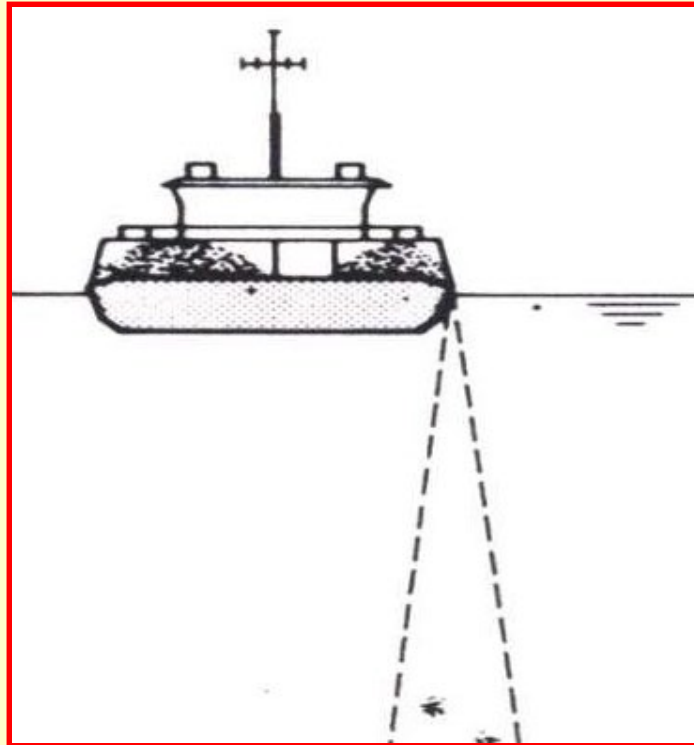


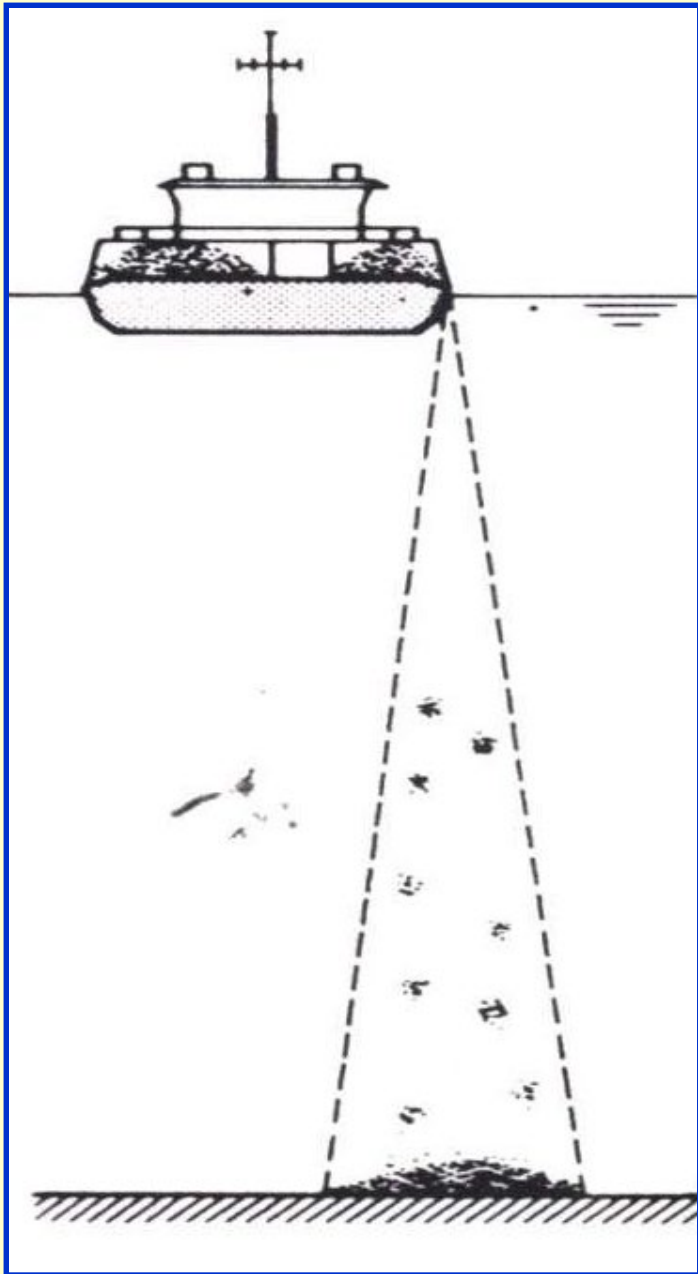
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

تصویر دیگری از سه روش ریختن سنگدانه ها در دریا



شناورهای تخلیه از کنار





شناورهای تخلیه از کنار side stone-dumping vessel

- سرعت تخلیه بستگی نوع تجهیزات دارد
ولی در حدود ۱۰۰۰ تن در ۱۵ دقیقه
- ارزان و ساده
- مشابه عملکرد بولدوزر روی بارج



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

شناور تخلیه از کنار





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

شناور تخلیه از کنار در حالت کاملاً بارگیری شده



شناور تخلیه از کنار با ۴ مخزن پر



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

خالی

شناور تخلیه از کنار
با ۲ مخزن پر و ۲ مخزن خالی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

یک شناور تخلیه از کنار با ۸ مخزن





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

یک شناور تخلیه از کنار
پس از اتمام بارگیری از یک بارج دیگر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

استفاده از
شناور تخلیه
از کنار
برای
سنگریزی
اطراف پایه
پل





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



شناور تخلیه از کنار

در حال تخلیه



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

شناور تخلیه از کنار

در حال تخلیه





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

شناور تخلیه از کنار

در حال تخلیه





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

استفاده از شناور تخلیه از کنار برای سنگریزی اطراف پایه توربین بادی



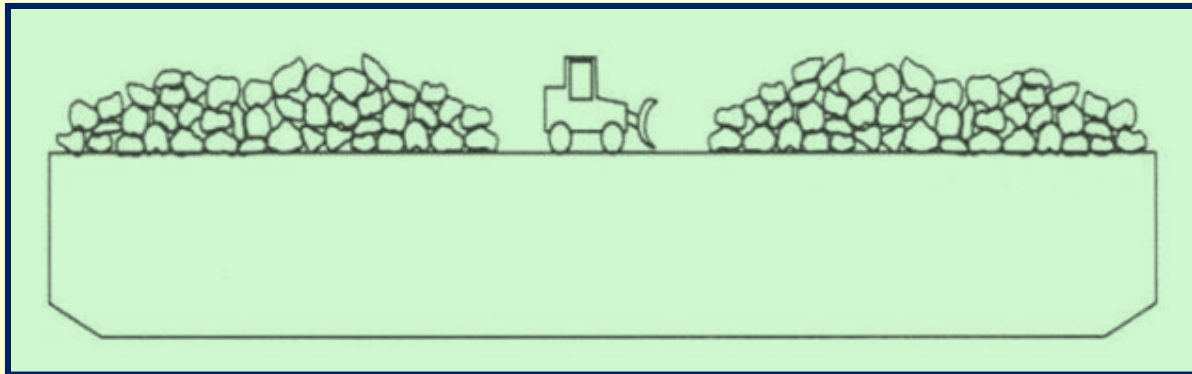


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

شناورهای تخلیه از کنار

ظرفیت این نوع شناورهای خاص تخلیه
بین ۳۰۰ تا ۳۵۰۰ تن متغیر است.

در صورت استفاده از بولدوز، هر بار جی برای تخلیه از
کنار قابل استفاده است.





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

شناورهای تخلیه از کنار



گاهی ماشین آلات عملیات
خاکی برای تخلیه مصالح
روی عرشه شناور قرار
دارند و مصالح را به سمت
کناره های شناور هل داده
و مصالح را به تدریج در
دریا فرو می ریزند.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

شناورهای تخلیه از کنار

استقرار ماشین آلات عملیات خاکی روی بارج





شناورهای تخلیه از کنار

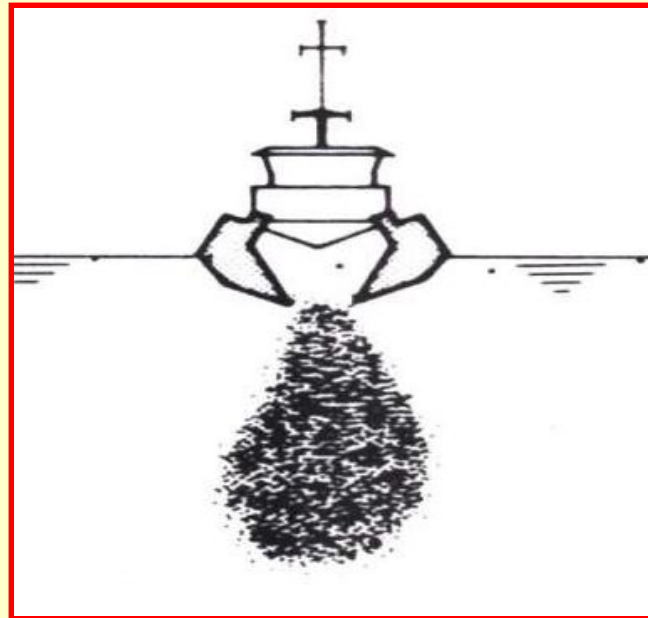
□ تخلیه با کج کردن بارج نیز مقدور است.

□ دقت ارتفاع دامپ کردن یک لایه ضخیم را می توان با دامپ کردن آن در چند لایه نازک تر بالا برد.

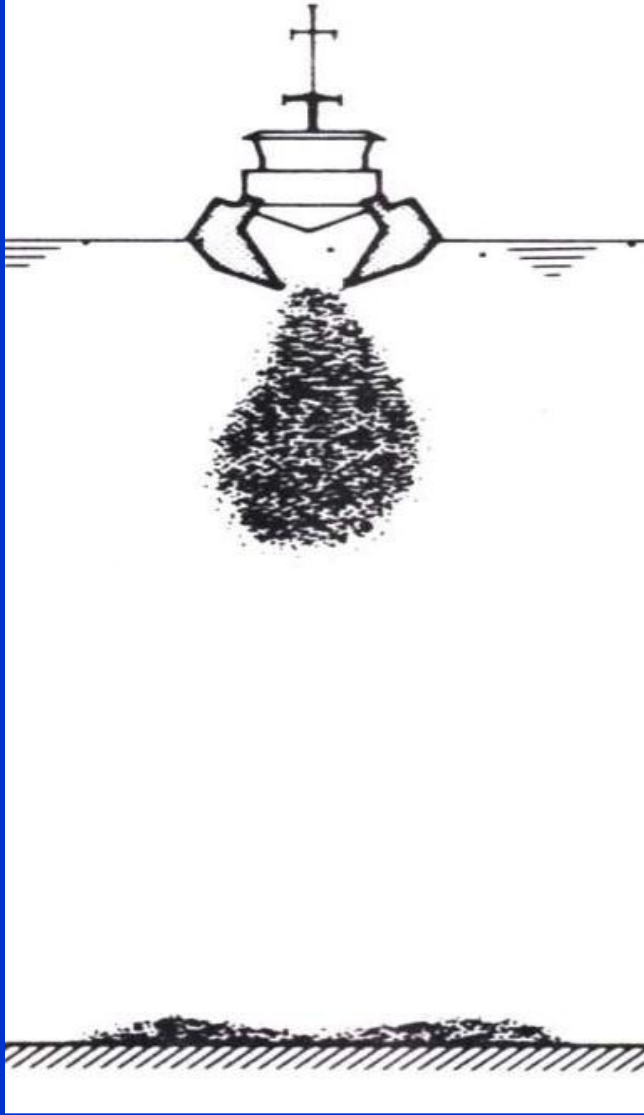


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بارجهای بازشو یا خودتخلیه



2. Split-hopper
barge discharge
(1200 t/min)



بارجهای بازشو یا خود تخلیه

Split-hopper barge discharge

□ سرعت تخلیه تابع بارج است و

حدود ۱۲۰۰ تن در دقیقه

□ سریع و عدم پراکنده شدن مصالح

□ تراکم بهتر مصالح



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بارج بازشو





Split Hopper Barge

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

داخل بارج بازشو

بلغارستان

طول: 60 m

ظرفیت: 1000 m³

DWT: 1500 tonnes

آبخور: 3.40 m





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

داخل بارج بازشو





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

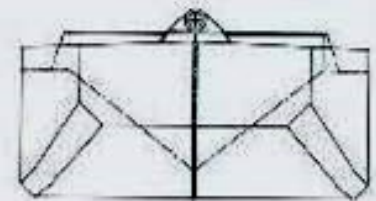
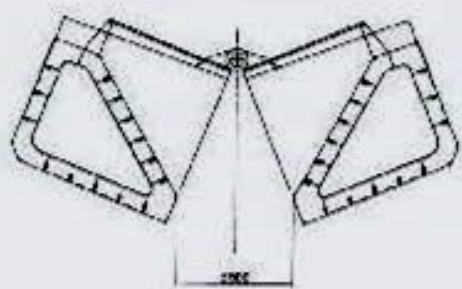
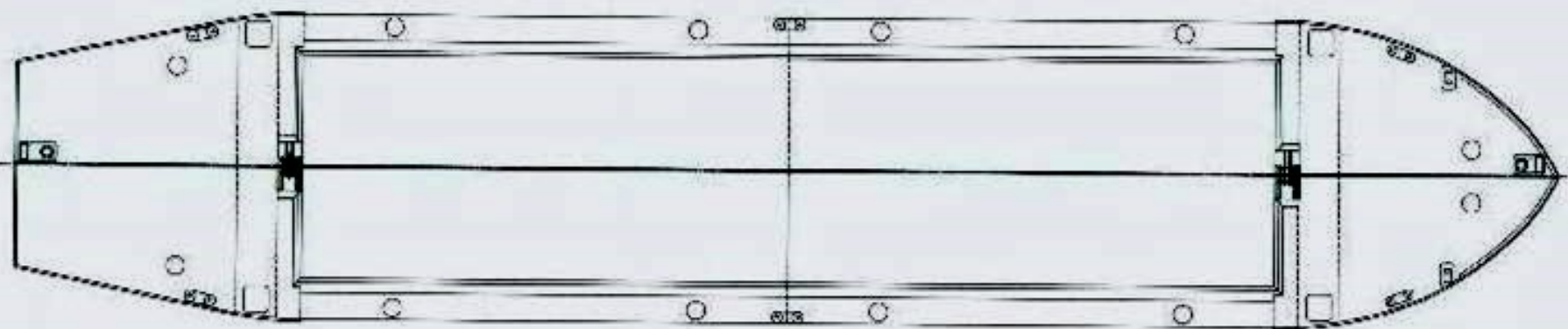
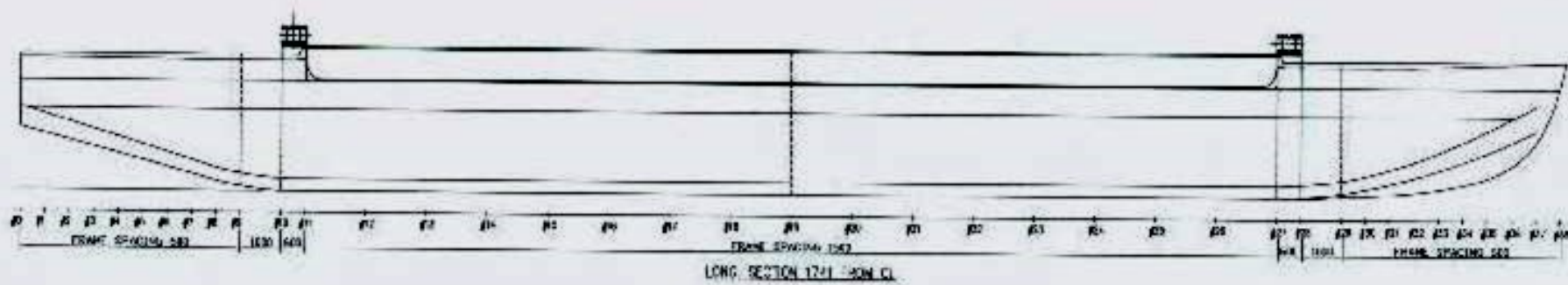
Vessel Type:
Splitbarge

Length:
49.38mm

Draft:
2.3mm

Capacity:
450m³

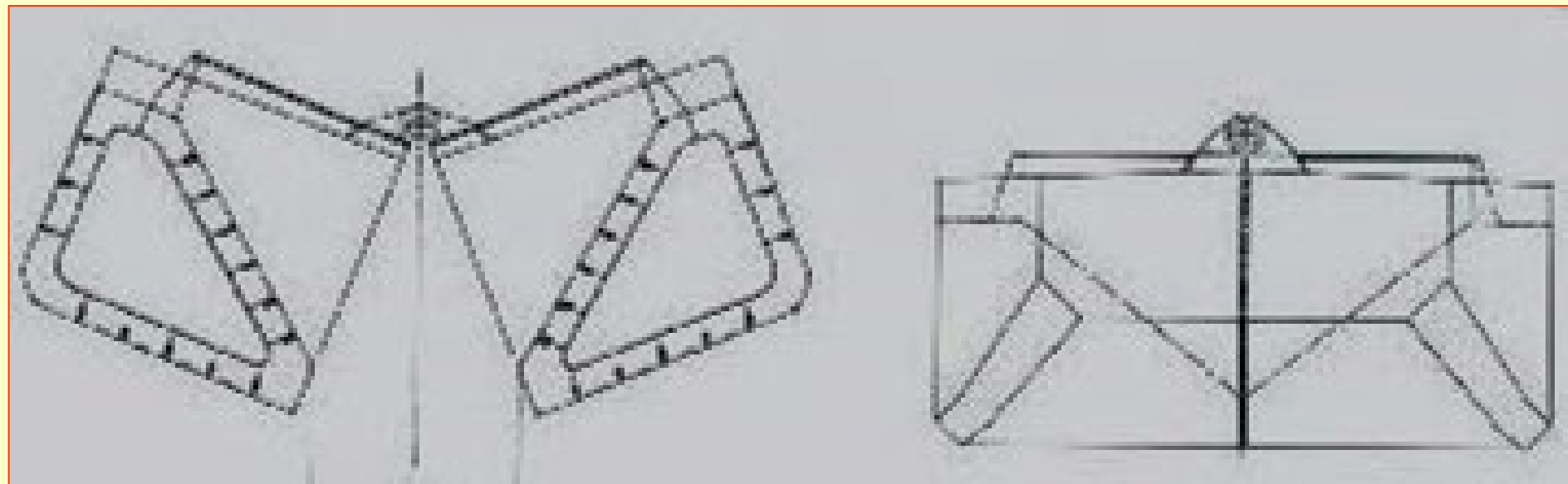
Dwt: 800



- MAX. LENGTH 50.71 M
- BREADTH 7.58 M
- DEPTH TO DECK 2.45 M
- LENGTH OF HULL 34.00 M
- BREADTH OF HULL 3.50 M

SANSKA NORGE AS		240 M ³ SPLITRARGE	
GENERAL ARRANGEMENT			
Scale	1:50	Sheet	41
Date	2002	Project	240 M ³ SPLITRARGE

مقطع عرضی یک بارج خودبازشو در حالت بسته و باز





دامپ کردن مصالح با بارج های بازشو

❑ ضربه ناشی از سقوط توده های مصالح در تخلیه با بارجهای بازشو خیلی سنگین است و ممکن است خطوط لوله و کابلها به خصوص در دهانه های بزرگ آسیب ببینند.

❑ مصالح دامپ شده معمولاً بعد از برخورد با کف به اطراف انتقال پیدا میکند و در نتیجه تمام مصالح در موقعیت خواسته شده قرار نمی گیرد.



دامپ کردن مصالح با بارج های بازشو

□ بارجهای بازشو برای کارهای با دقت بالا (مثل حفاظت از خطوط لوله و کابل) در آبهای عمیق کاربرد چندانی ندارند.

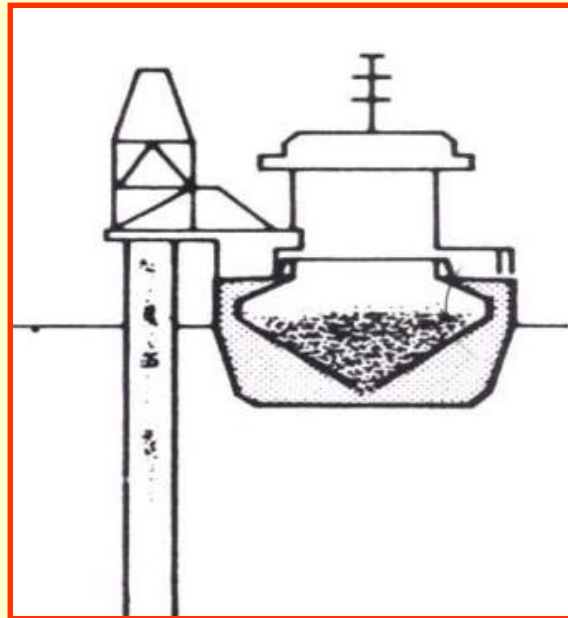
□ کاربرد اصلی بارجهای بازشو به طور عمده در دامپ کردن مقدار زیادی شن یا سنگ در آب کم عمق (تقریباً دو برابر حداکثر آبخور بارج) می باشد.



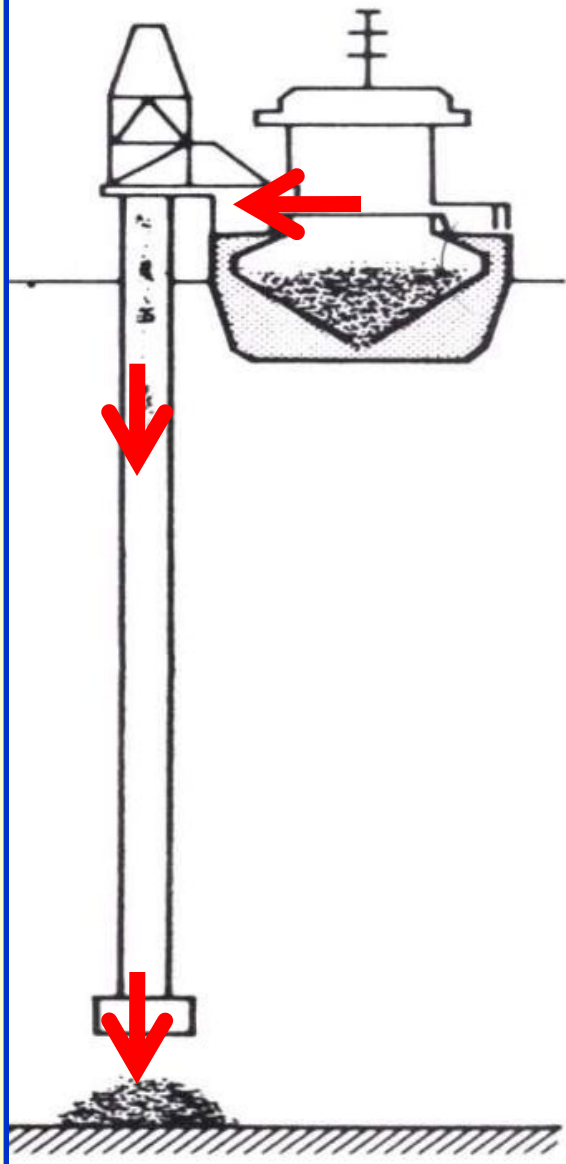
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

دامپ کردن از درون لوله



3. Dumping through a pipe



دامپ کردن از درون لوله

Dumping through a pipe

□ مزیت این روش دقت بالای آن است.

□ برای جلوگیری از پخش خاک در آب می توان از لوله استفاده کرد.

□ در نوک لوله وسیله ای نصب می شود تا سرعت سقوط ماسه را کم کند و شیب تندتری بدست آید. این وسیله می تواند یک شبکه فلزی در مسیر سقوط ماسه باشد.

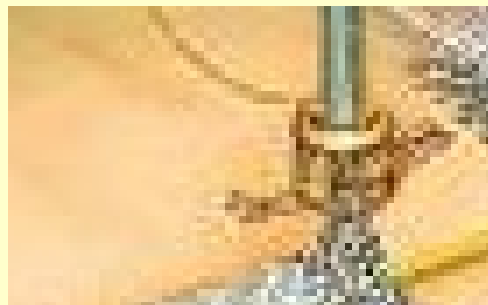
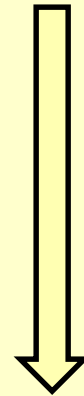


دامپ کردن مصالح خاکی از درون لوله به منظور حفاظت خطوط انتقال



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مثالی از شناور تخلیه از لوله
سازنده Keppel Singmarine
مالک Royal Boskalis Westminster



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



بیل

قفیف

بیل

قفیف



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

A fallpipe vessel



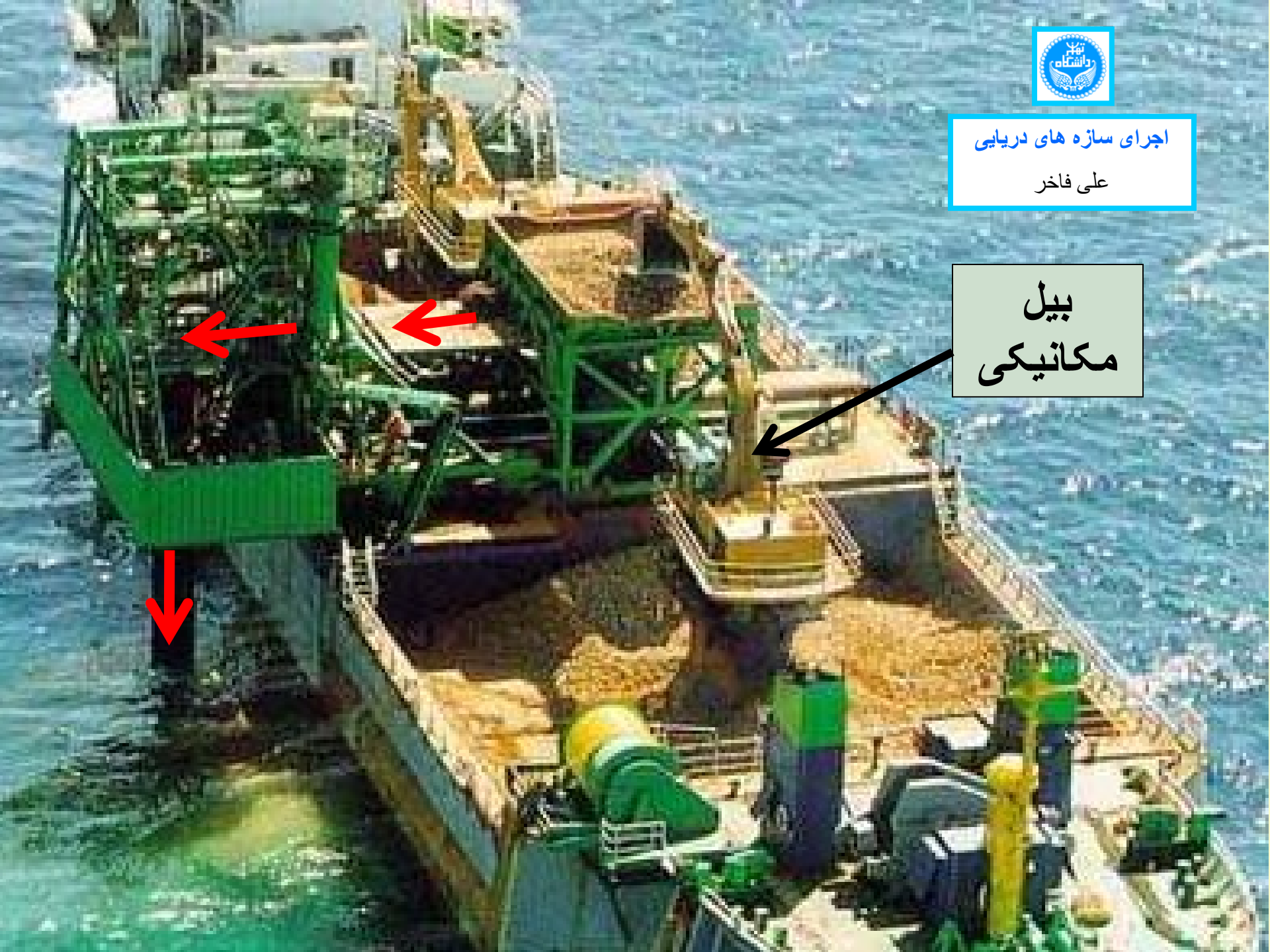
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

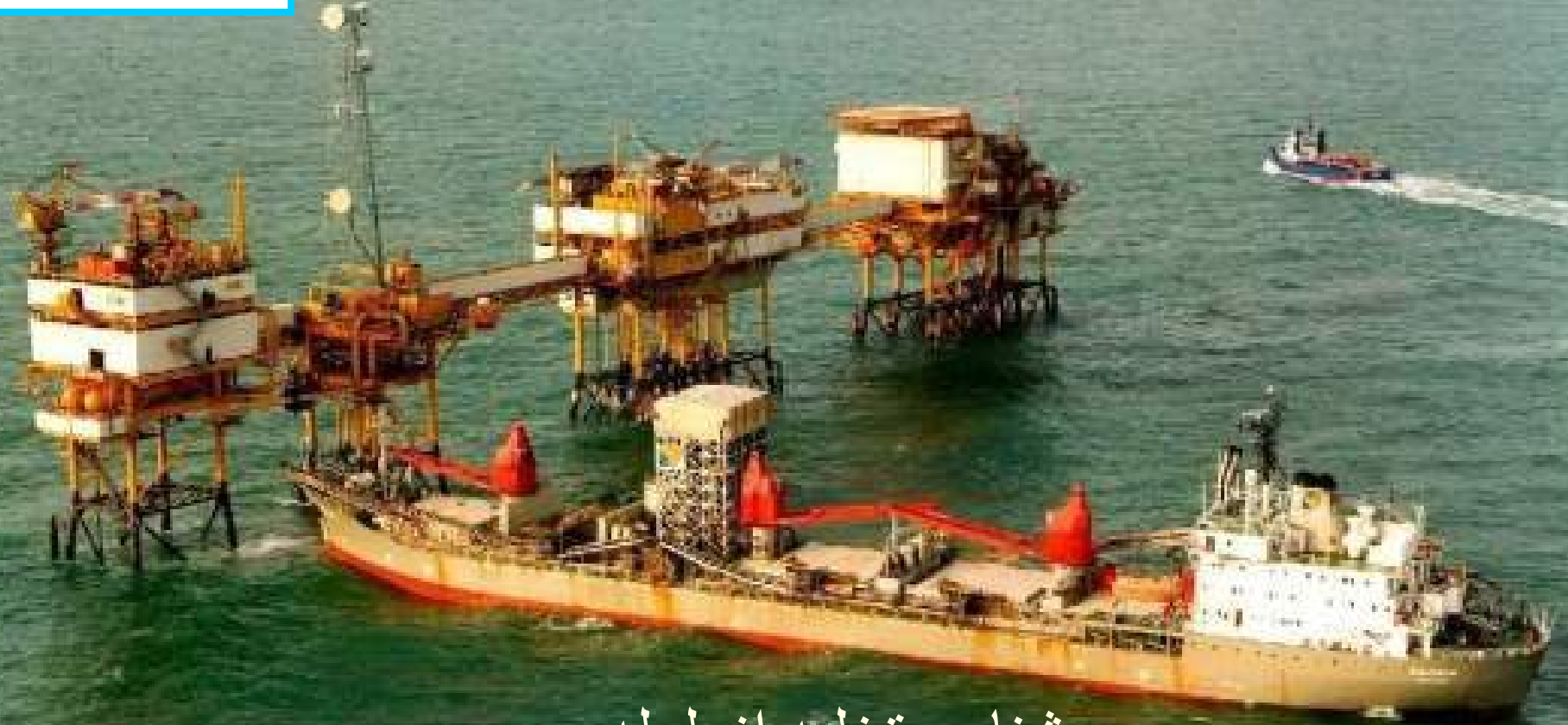
بیل مکانیکی





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



شناور تخلیه از لوله

شناور تخلیه از لوله





شناور تخلیه از لوله

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



یک شناور
تخلیه از لوله

مخزن شناور تخلیه از لوله





دامپ کردن با لوله

- این سیستم مصالح را تا چندین متر بالاتر از بستر هدایت میکند.
- این روش برای ریختن دقیق مصالح در آب عمیق (بالتر از ۵۰ متر) بسیار ضروری است.
- مصالح انباشته شده در عرشه بارج می تواند با یک سیستم قیف مانند و یا تسمه نقاله به لوله منتقل شود.
- دقت ریختن مصالح بستگی به موقعیت پایین لوله نسبت به نقطه مورد نظر در بستر دریا دارد. در انتهای لوله ممکن است یک واحد نیرو محرکه برای موقعیت یابی نصب گردد.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

دو نوع لوله با عملکرد مختلف

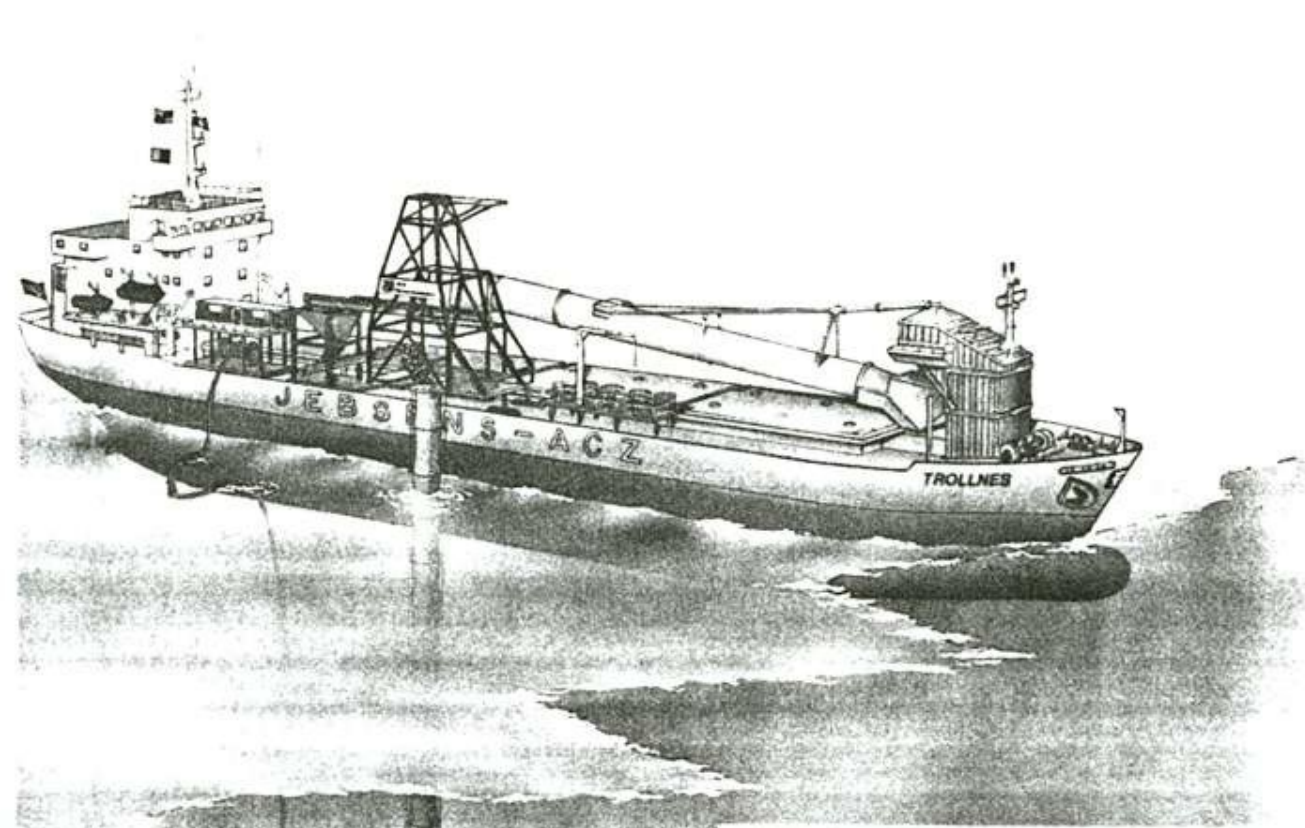
- ۱- ریختن از درون یک لوله انعطاف پذیر
- ۲- ریختن از درون لوله صلب

دامپ کردن از درون لوله انعطاف پذیر

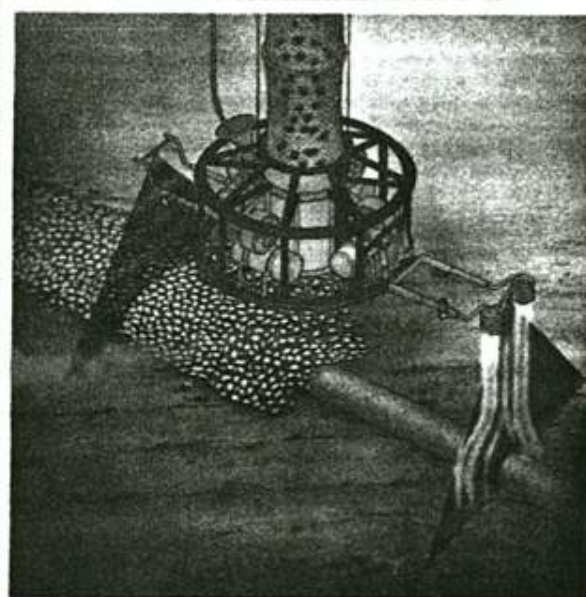
□ مجموعه ای از لوله های انعطاف پذیر و نفوذپذیر به کار می رود.

□ سرعت سقوط مصالح با سرعت حدی محدود می شود که ۱ تا ۲ متر بر ثانیه برای مصالح به قطر ۵۰ الی ۱۵۰ میلی متر می باشد.

□ در عین عبور مصالح از سطح آب تا کف دریا گرد و غبار مصالح شسته شده و امکان تصویر برداری ویدئویی در حین عملیات فراهم می آید.



دامپ کردن از
درون لوله انعطاف
پذیر و تصویر
برداری ویدئویی
نوک لوله



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

Rock
dumping
fall pipe
ROV on
board rock
dumping
vessel.

2004 8 10

قطعات لوله قائم مورد استفاده برای تخلیه





دامپ کردن از درون لوله آویزان انعطاف پذیر (ادامه)

□ یک وسیله کنترل از راه دور می تواند در انتهای لوله آویزان نصب شود که روی آن می توان تجهیزات مونیترینگ و نقشه برداری و تصویر برداری را نصب کرد.

□ انعطاف پذیری لوله و تعبیه تجهیزات تنظیم در این روش موجب می شود که امکان بهتر کنترل محل تخلیه مصالح از نوک لوله فراهم آید.



دامپ کردن از درون لوله صلب

□ سیستم لوله آویزان شامل یک سری لوله های پلی اتیلنی می باشد که به یکدیگر پیچ شده اند و از یک دکل بزرگ لوله که روی moon pool قرار دارد آویزان شده است.

□ یک سیستم تصویر برداری جداگانه لازم است که شرایط تخلیه در حین عملیات کنترل شود.

□ در این روش، سیستم فعال برای تنظیم محل نوک لوله وجود ندارد.



موقعیت یابی محل تخلیه در شناورهای تخلیه

❑ عملیات تخلیه باید با موقعیت یابی و تجهیزات نقشه برداری پشتیبانی شود. اگر مکان یابی با دقت انجام نشود، ممکن است مقدار زیادی از مصالح از دست برود.

❑ استقرار بارج تخلیه به دو روش زیر انجام می شود:

- چهار یا شش لنگره
- موقعیت یابی دینامیکی



ملاحظات ضربه ناشی از سقوط سنگ بر لوله

□ باید مقاومت خط لوله و کابلها در مقابل ضربه سقوط مصالح کنترل شود.

□ معمولاً سنگهایی به قطر ۵۰ تا ۱۵۰ میلی متر که روی خطوط لوله و کابلها با پوشش بیشتر از یک میلی متر ، دامپ می شوند، منجر به آسیب در آب عمیق نمی گردند.



آزمایشهای ACZ Marine Contractors در هلند

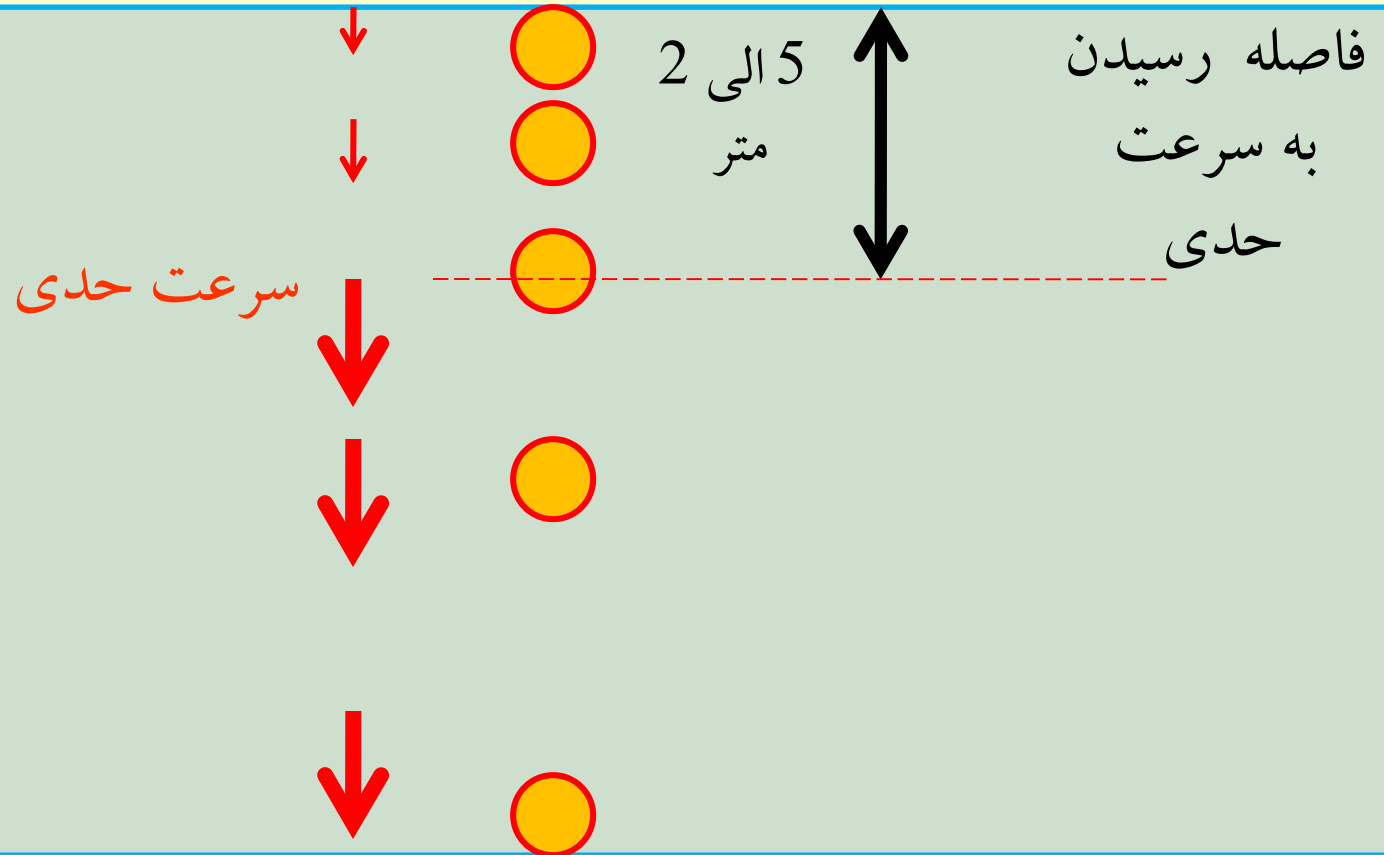
نشان داد :

- مخلوطی از سنگهای جدا با قطر متوسط ۲۰ سانتیمتر به **سرعت حدی تقریباً 2 متر** بر ثانیه در هنگام سقوط می‌رسند.
- اگر یک توده یکپارچه از بارج بازشو ریخته شود، کل توده جرم خود را بصورت یکپارچه حفظ کرده و در حدود **سرعت حدی 4 متر** بر ثانیه بدست می‌آید.
- سرعت حدی در **فاصله سقوط 2 الی 5 متر** بدست می‌آید و سرعت اولیه سقوط ذرات درون هوا یا درون لوله در این فاصله عملاً موثر نیست.
- این اعداد خیلی تقریبی است و باید اندازه گیری محلی در هر پروژه انجام شود.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

سایر روشهای خاکریزی زیر سطح آب



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سایر روشهای خاکریزی زیر سطح آب

قبل از این گفته شد که خاکریزی استقرار ماشین آلات عملیات خاکی روی بارج معمولی مقدور است.





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سایر روشهای خاکریزی زیر سطح آب

از چنگک یا بیل مکانیکی هم برای گذاشتن مصالح در کف دریا استفاده می شود. چنگک و بیل برای خاکریزی با



س
ک



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

چنگک





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سایر روشهای خاکریزی زیر سطح آب

یک روش دیگر خاکریزی زیر آب استفاده از سرسره شیبدار است. عملکرد سرسره مشابه لوله است ولی در عمق کمتر بکار می رود.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

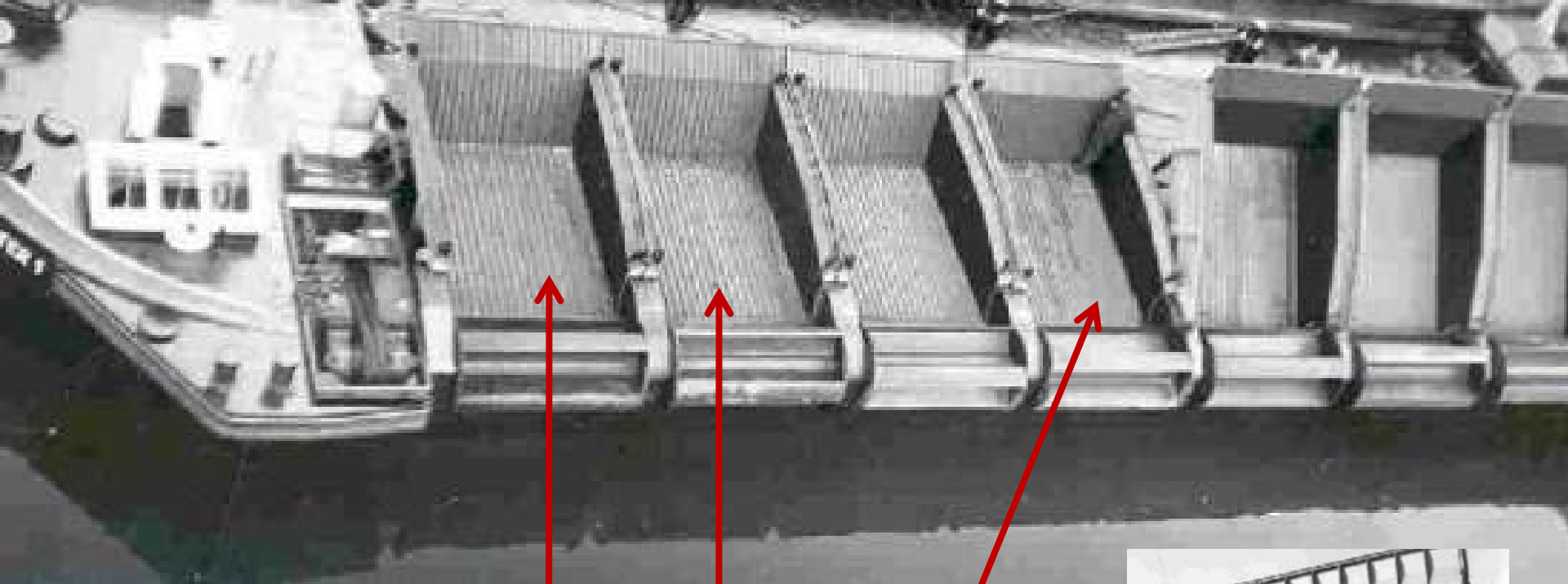
سرسره شیبدار



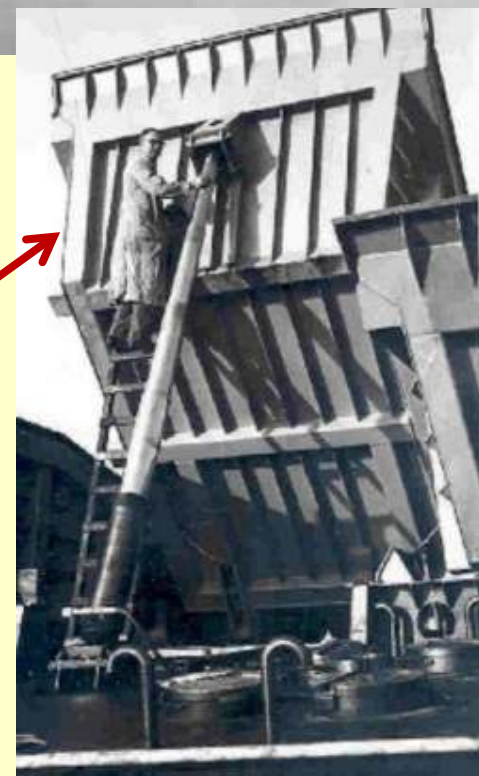
**A home made
Vietnamese
stone dumping
vessel**

سر سره شیدار





سرسره های شیبدار



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



نیاز به تراکم؟

خاکریز دانه‌ای که به روشهای ذکر شده اجرا می‌گردد ممکن است بسیار سست باشد و در صورت ضخامت زیاد، خود موجب نشست و ناپایداری گردد. لذا بعضاً نیاز به تراکم داریم. البته با دانه‌بندی مناسب می‌توان تراکم مصالح اجرا شده را افزایش داد. با **”افزایش قطر کوچکترین سنگدانه“** و **”محدود کردن تفاوت قطر بزرگترین و کوچکترین سنگدانه“** تراکم خاکریز دانه‌ای اجرا شده افزایش می‌یابد.

مثالی از مصالح نامناسب به دلیل درصد بالای
ریزدانه و تفاوت زیاد قطر قطعات سنگی





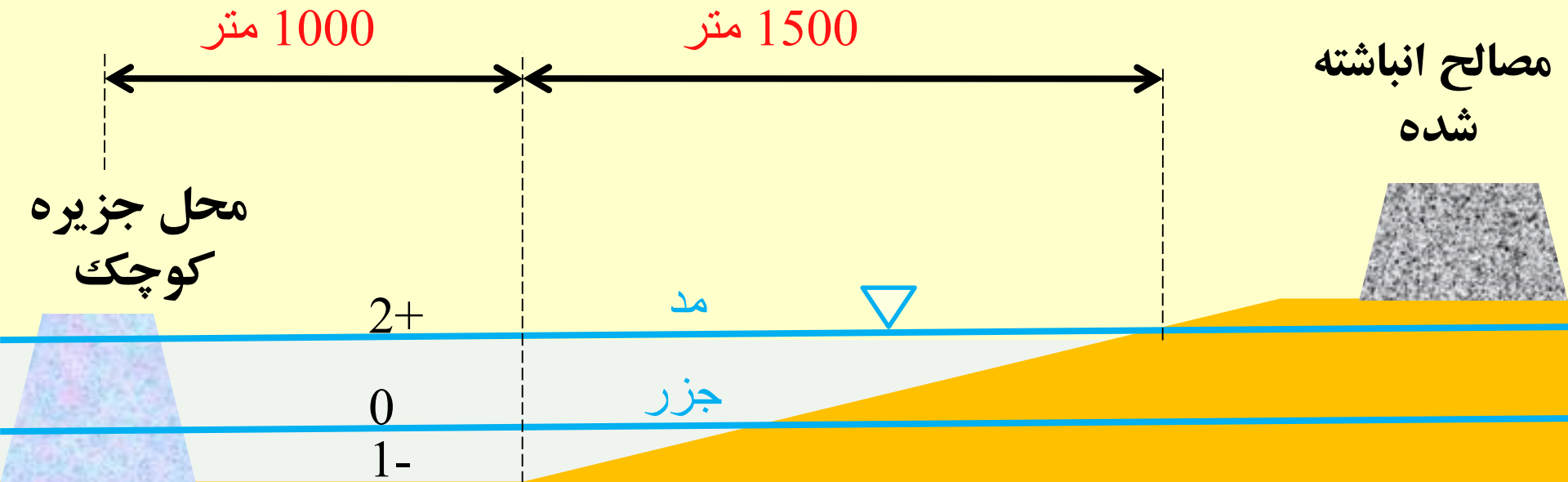
تحقیق میدانی مورد نیاز قبل از اجرای خاکریز در کف دریا در پروژه های مهم

- اندازه گیری سرعت سقوط قطعات خاکی و سنگی و محل رسیدن آنها به بستر دریا
- مقایسه سرعت و مسیر سقوط قطعات تکی و قطعات در یک توده
- اندازه گیری تراکم و مطالعه دانه بندی مصالح ریخته شده



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

تمرین: می خواهیم ۱۰۰۰۰ کامیون مصالح سنگدانه ای (۱ تا ۱۰۰ کیلوگرم) انباشته شده در ساحل را برای ساخت یک جزیره کوچک به فاصله ذیل حمل کنیم. روش و تجهیزات مناسب را پیشنهاد کنید.





موفق باشید علی فاخر

بوشهر

بندرگاه

