



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

خاکریزی زیر سطح آب

Filling

ویرایش بهمن ۱۳۹۸

۱

عملیات خاکی در دریا

عملیات خاکی در دریا نوعی عملیات پایه در اجرای سازه های دریایی محسوب می شود. در اینجا انواع عملیات خاکی به شرح ذیل تقسیم می شود :

□ خاکریزی زیر سطح آب (موضوع این فایل)

□ تراز کردن بستر دریا

□ لایروبی (خاکبرداری)

□ خاکریز هیدرولیکی

□ اصلاح زمین



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

۲



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

کاربردهای خاکریزی زیر سطح آب

□ ایجاد خشکی برای ایجاد راه یا جزیره



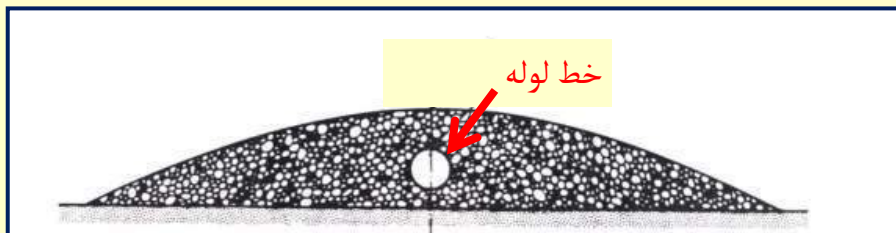
۳



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

کاربردهای خاکریزی زیر سطح آب

□ حفاظت بستر دریا یا تأسیسات دریایی مثل خط لوله





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

کاربردهای خاکریزی زیر سطح آب

❑ اصلاح باربری بستر دریا با ایجاد یک لایه مقاوم



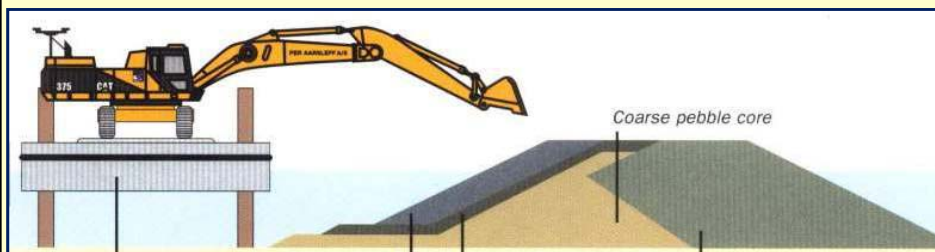
۵



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

کاربردهای خاکریزی زیر سطح آب

❑ ایجاد ابنیه خرده سنگی مثل موج شکن



۶



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



قبل از بحث تجهیزات و روشهای خاکریزی در دریا باید توجه شود که 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 ریختن شن و قطعات خرده سنگی است که امکان دارد بخشی از آنها ریزدانه باشد.

۷



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 تراز کردن بستر دریا
- ۴- خاکریزی با هدف جلوگیری از آبشستگی

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

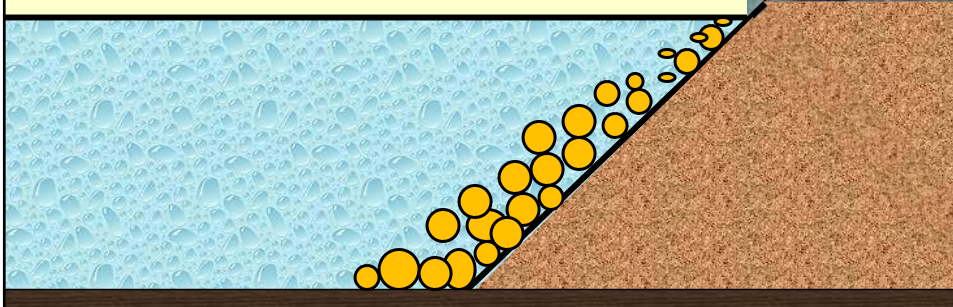
۸



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.

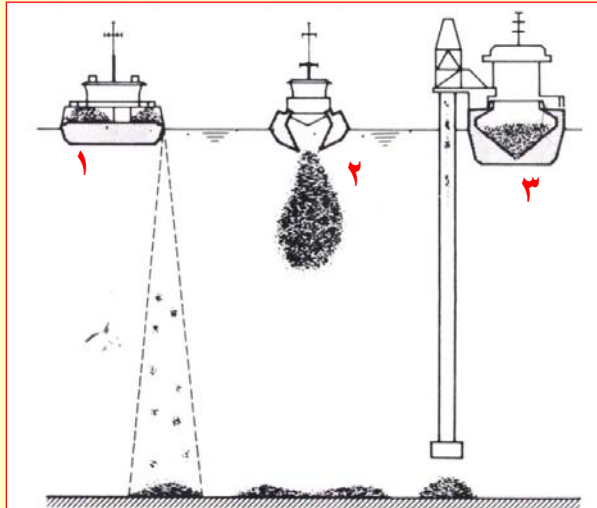




اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

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

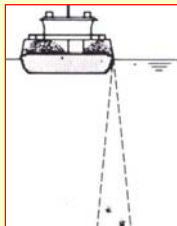


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

سه روش خاکریزی در آب از روی بارج

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





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سه روش خاکریزی در آب از روی بارج

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



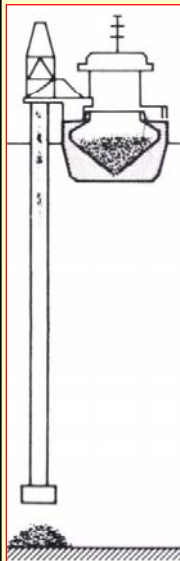
۱۳



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سه روش خاکریزی در آب از روی بارج

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

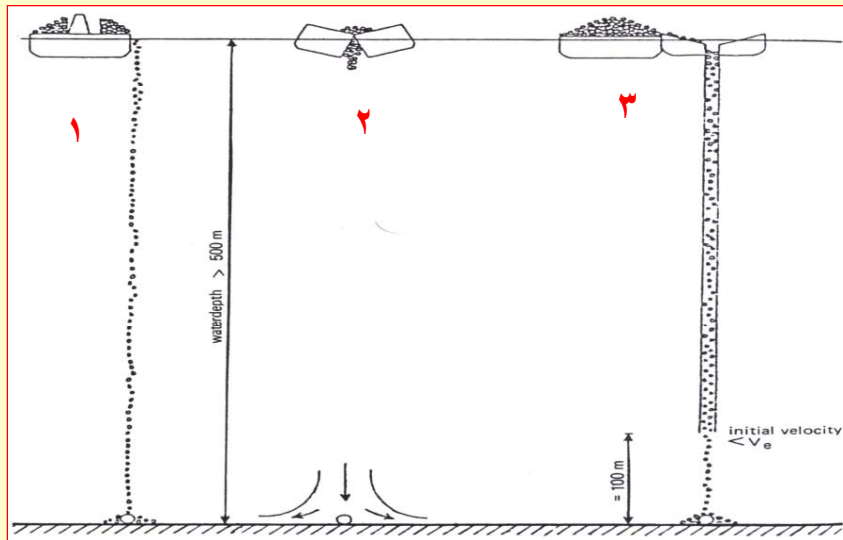


۱۴

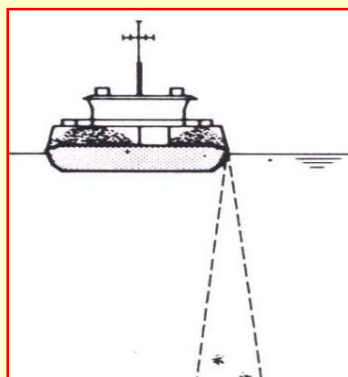


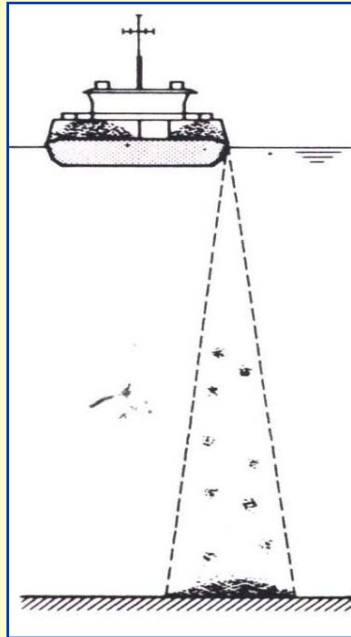
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سه روش ریختن سنگدانه ها برای ایجاد پوشش حفاظتی روی خط لوله در آب عمیق



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

۱۷



اجرای سازه های دریایی
علی قباخر

شناور تخلیه از کنار



۱۸



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

شناور تخلیه از کنار
در حالت کاملاً بارگیری شده



شناور تخلیه از کنار
با ۴ مخزن پر

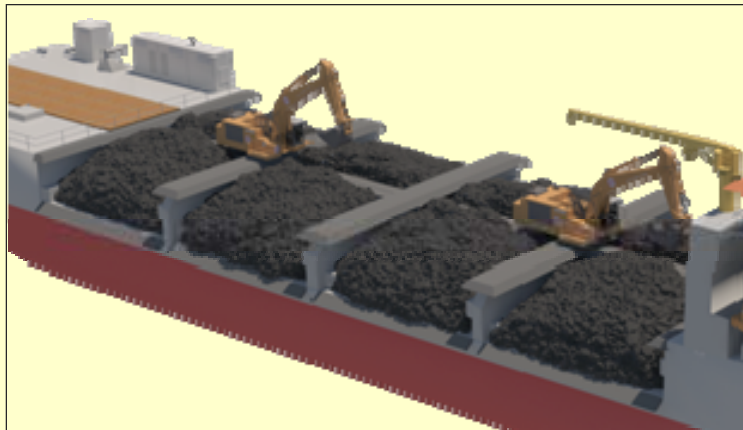


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



۲۳



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

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

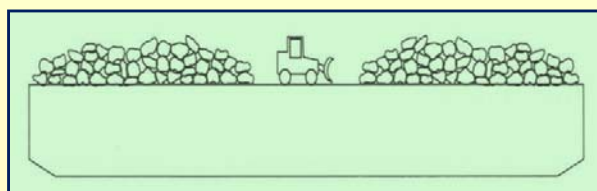


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

شناورهای تخلیه از کنار

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

در صورت استفاده از بولدوز ، هر بارجهی 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





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

شناورهای تخلیه از کنار

❑ تخلیه با کج کردن بارج نیز مقدور است.

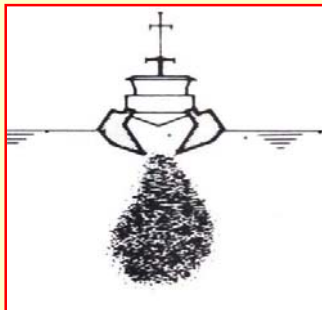
❑ دقت ارتفاع دامپ کردن یک لایه ضخیم را می توان با دامپ کردن آن در چند لایه نازک تر بالا برد.

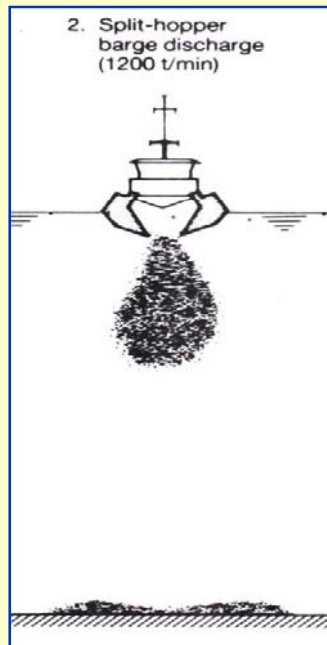
۳۳



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بارجهای بازشو یا خودتخلیه





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

۳۵



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بارج بازشو



۳۶



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

Split Hopper Barge



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



۳۹



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

Vessel Type:
Splitbarge

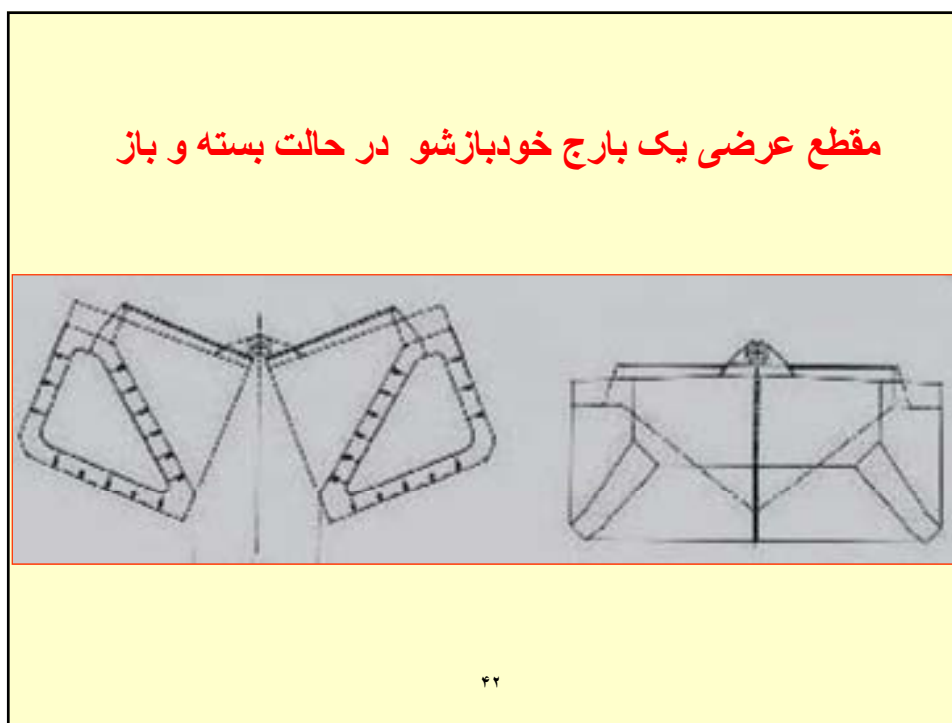
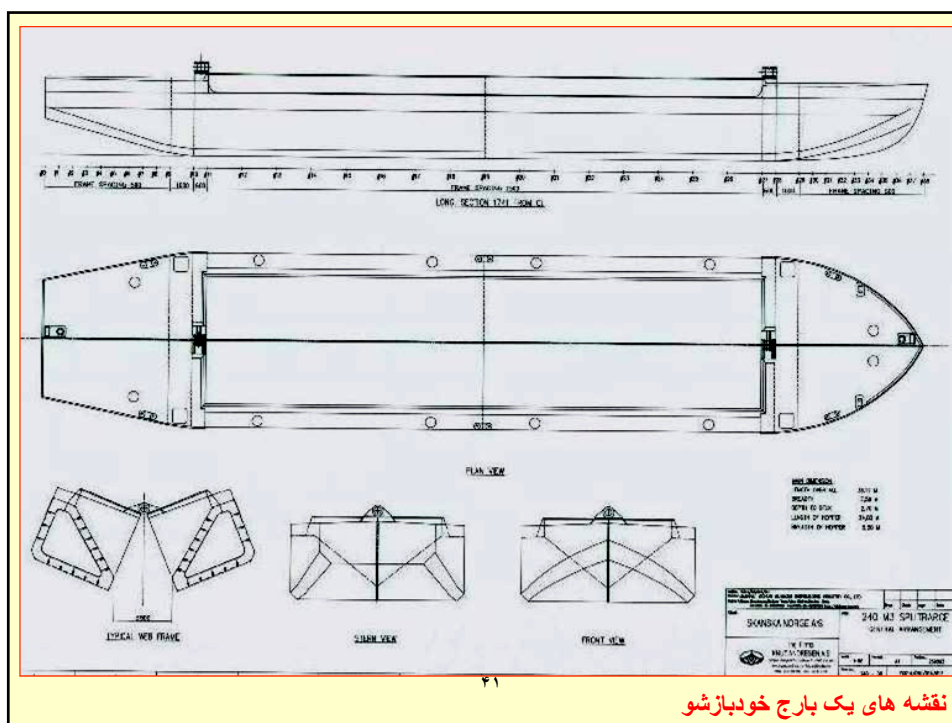
Length:
49.38mm

Draft:
2.3mm

Capacity:
450m³

Dwt: 800







اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

دامپ کردن مصالح با بارج های بازشو

❑ **ضربه ناشی از سقوط توده ای 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.**

۴۳



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

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.

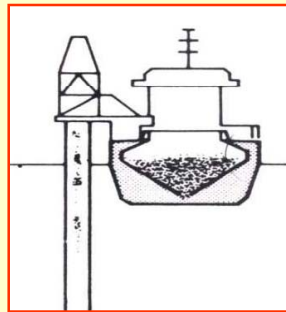
۴۴



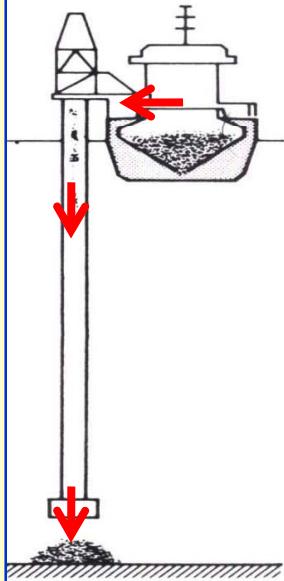
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

دامپ کردن از درون لوله



3. Dumping through a pipe



دامپ کردن از درون لوله

Damping through a pipe

❑ مزیت این روش **دقت بالای آن** است.

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

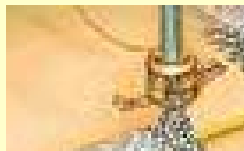
❑ در نوک لوله **وسیله ای نصب می شود تا سرعت سقوط ماسه را کم کند** و شیب تندتری بدست آید. این وسیله می تواند یک شبکه فلزی در مسیر سقوط ماسه باشد.



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



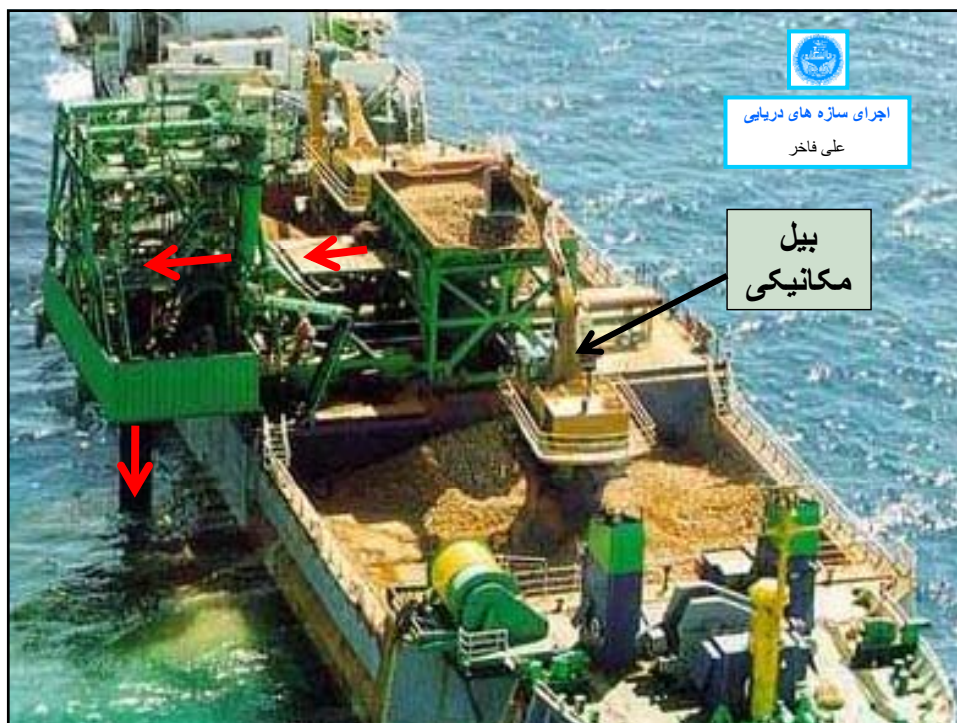
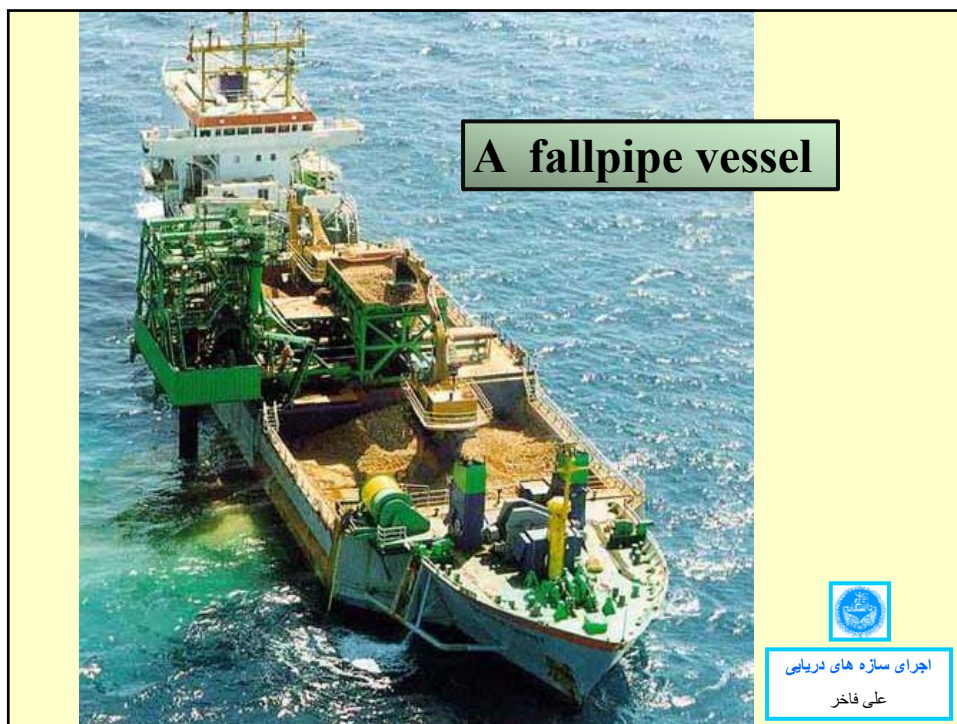
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



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



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



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

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 (بالاتر 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.

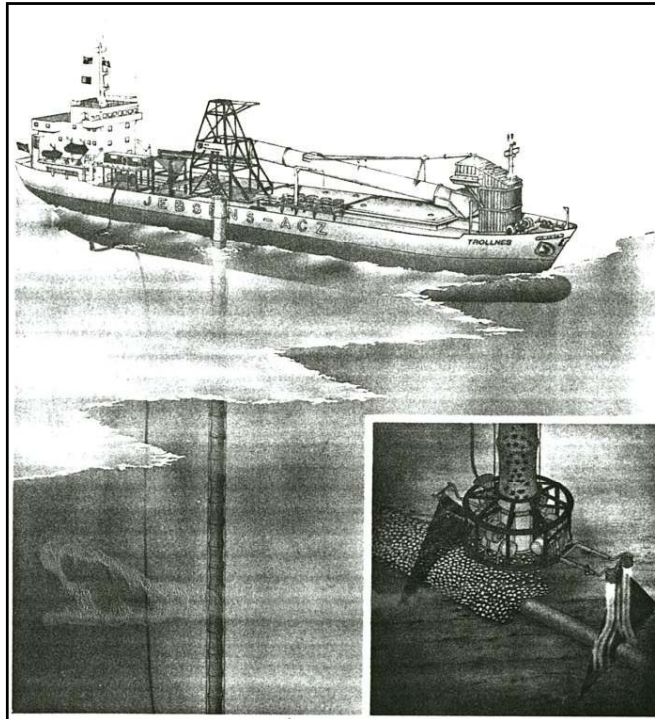


دو نوع لوله با عملکرد مختلف

- 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.

قطعات لوله قائم مورد استفاده برای تخلیه



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

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 مونتورینگ 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.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

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.

۶۵



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

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 بارچ تخلیه به دو روش زیر انجام می شود:
 - چهار یا شش لنگره
 - موقعیت یابی دینامیکی

۶۶



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

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.

۶۷



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

❑ آزمایشهای ACZ Marine Contractors در هلند

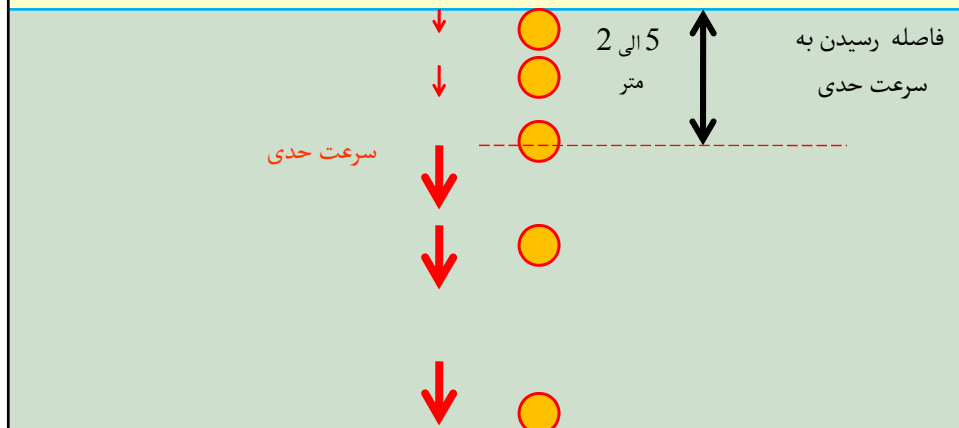
نشان داد :

- مخلوطی از سنگهای جدا با قطر متوسط ۲۰ سانتیمتر به **سرعت حدی تقریباً ۲ متر** بر ثانیه در هنگام سقوط می رسند.
- اگر یک توده یکپارچه از بارج بازشو ریخته شود، کل توده جرم خود را بصورت یکپارچه حفظ کرده و در حدود **سرعت حدی ۴ متر** بر ثانیه بدست می آید.
- سرعت حدی در **فاصله سقوط ۲ الی ۵ متر** بدست می آید 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.

۶۸



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.



۷۱



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 حجم جزئی، ولی دقت زیاد مناسب است.



۷۲



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



۷۳



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر





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.

۷۵



سرسره شیبدار



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

**A home made
Vietnamese
stone dumping
vessel**

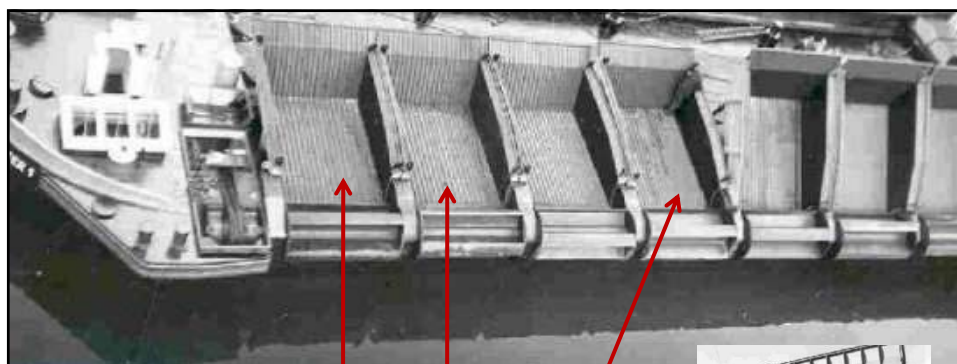


سرسره شیبدار

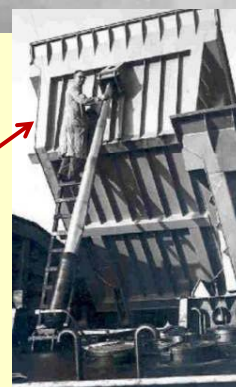


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

۷۷



سرسره های شیبدار



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

۷۸



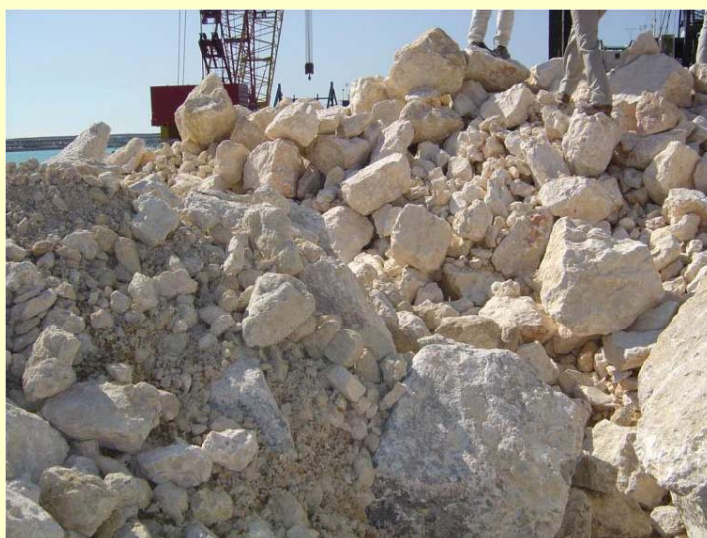
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

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.

۷۹

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





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

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

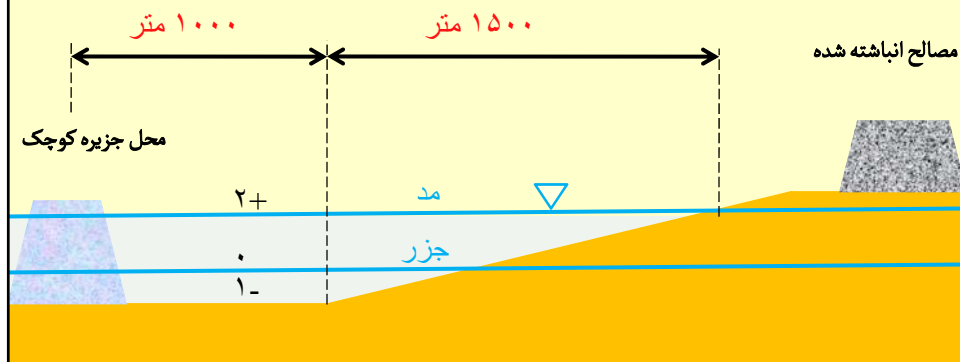
- ☐ اندازه گیری سرعت سقوط قطعات خاکی و سنگی و محل رسیدن آنها به بستر دریا
- ☐ مقایسه سرعت و مسیر سقوط قطعات تکی و قطعات در یک توده
- ☐ اندازه گیری تراکم و مطالعه دانه بندی مصالح ریخته شده

۸۱



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.





علی فاخر

موفق باشید

