



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لایروبی

Dredging

ویرایش بهمن 1402

لایروبی در واقع عملیات خاکبرداری در
دریا محسوب می شود .

مراحل لایروبی:

1. حفر مصالح
2. انتقال مصالح
3. ریختن و دیو کردن مصالح



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

روش های حفر مصالح در لایروبی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

خواص فیزیکی و مقاومت زمین باید قبل از لایروبی مشخص باشد تا روش مناسب حفر زمین انتخاب شود. عملیات شناسایی ژئوتکنیکی قبل از لایروبی انجام میگیرد.

سیستم های حفر مصالح در لایروبی

- مکش
- مکش بعلاوه جت آب
- مکش بعلاوه دندانک
- مته گردان برای حفاری خاک محکم
- چنگک
- بیل مکانیکی
- Continuous bucket
- حفاری دستی
- Air lift
- انفجار



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

حفر مصالح توسط شناورهای لایروب

تقسیم‌بندی روشهای حفر مصالح توسط شناورهای لایروب

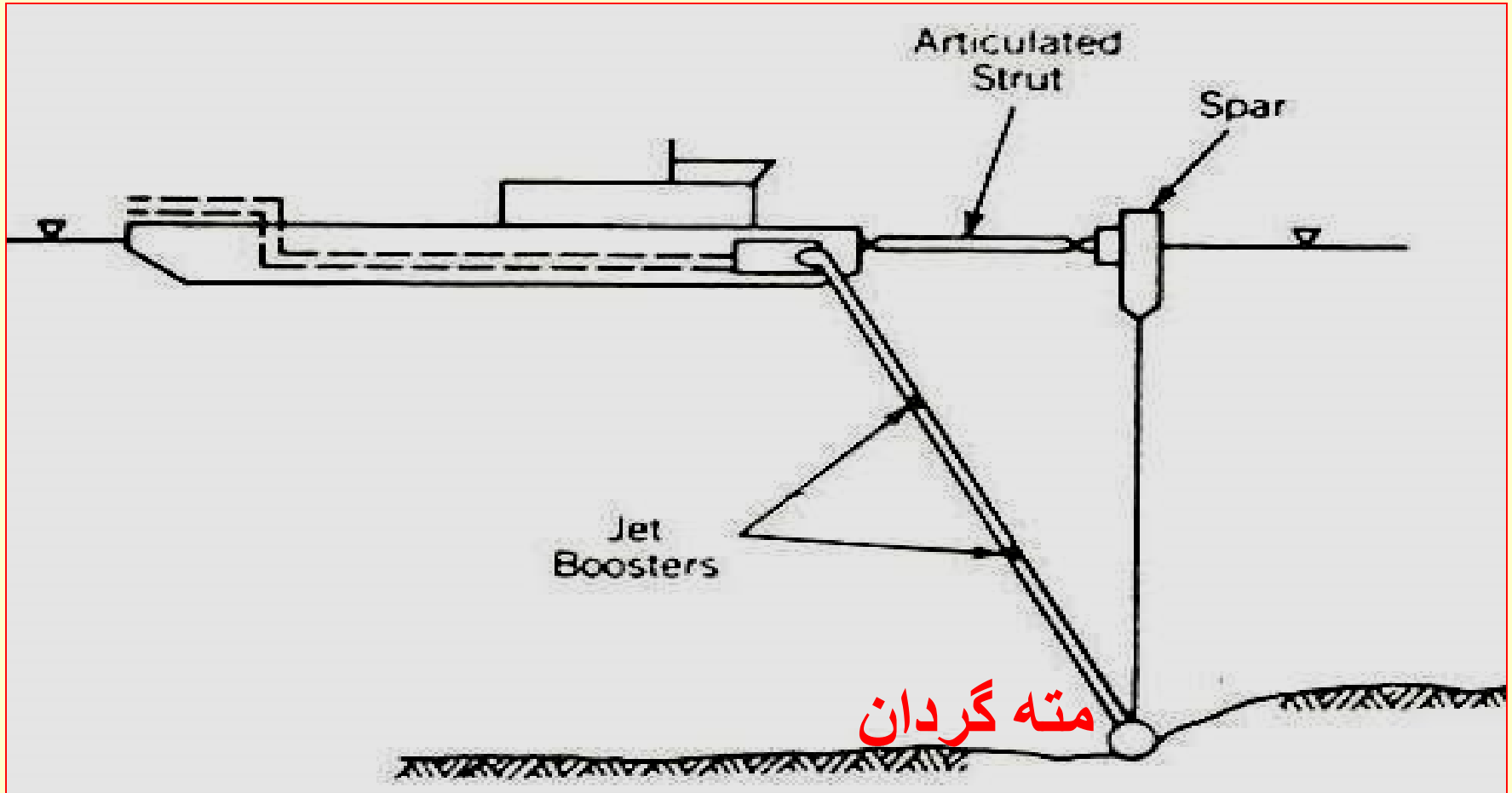
□ لایروبی با مکش

□ لایروبی با مته گردان (cutter)

□ لایروبی و حفاری با چنگک و ابزار مشابه

□ سایر روشهای لایروبی و حفاری

حفر مصالح در لایروب با مته گردان



اجرای سازه های دریایی

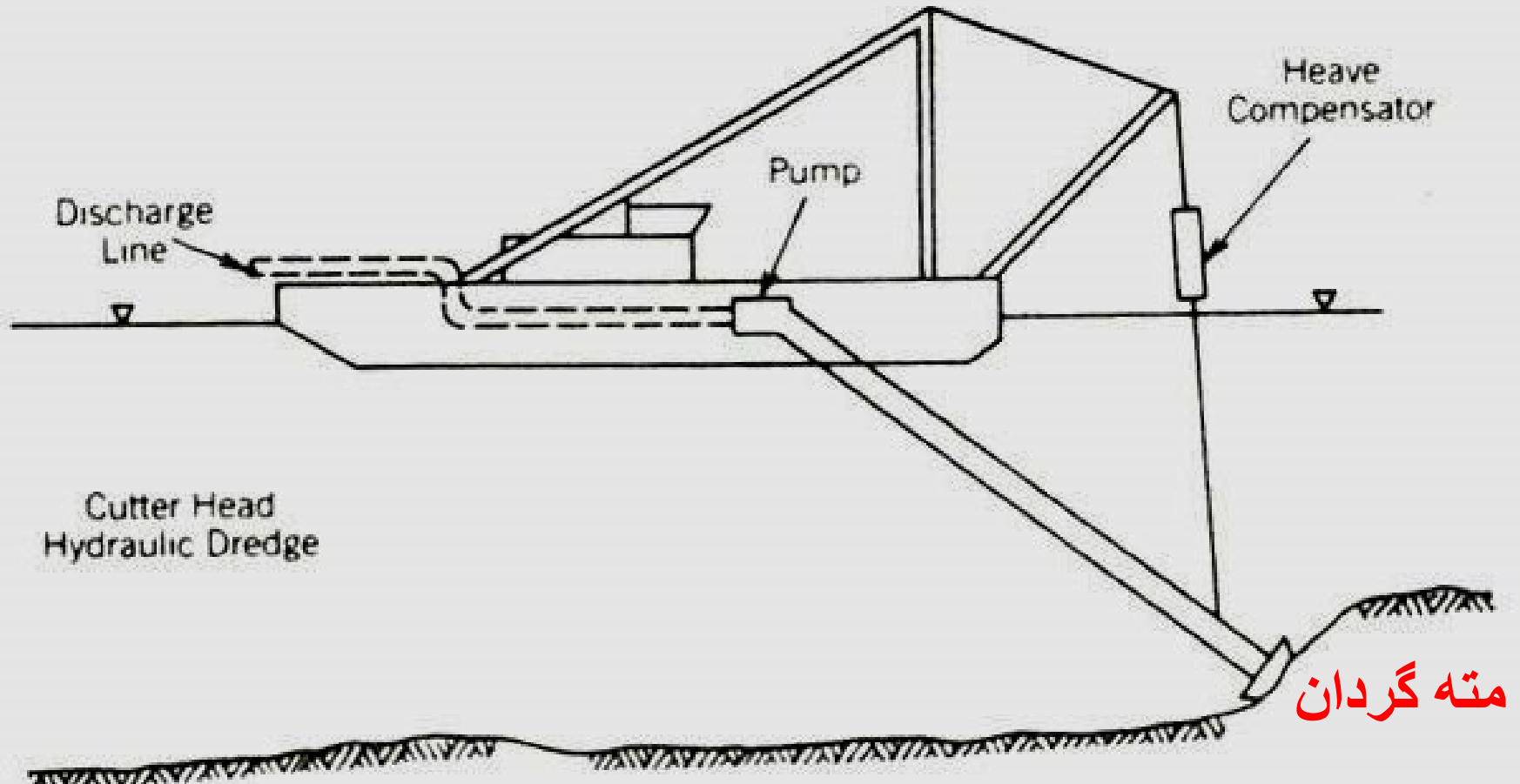
علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

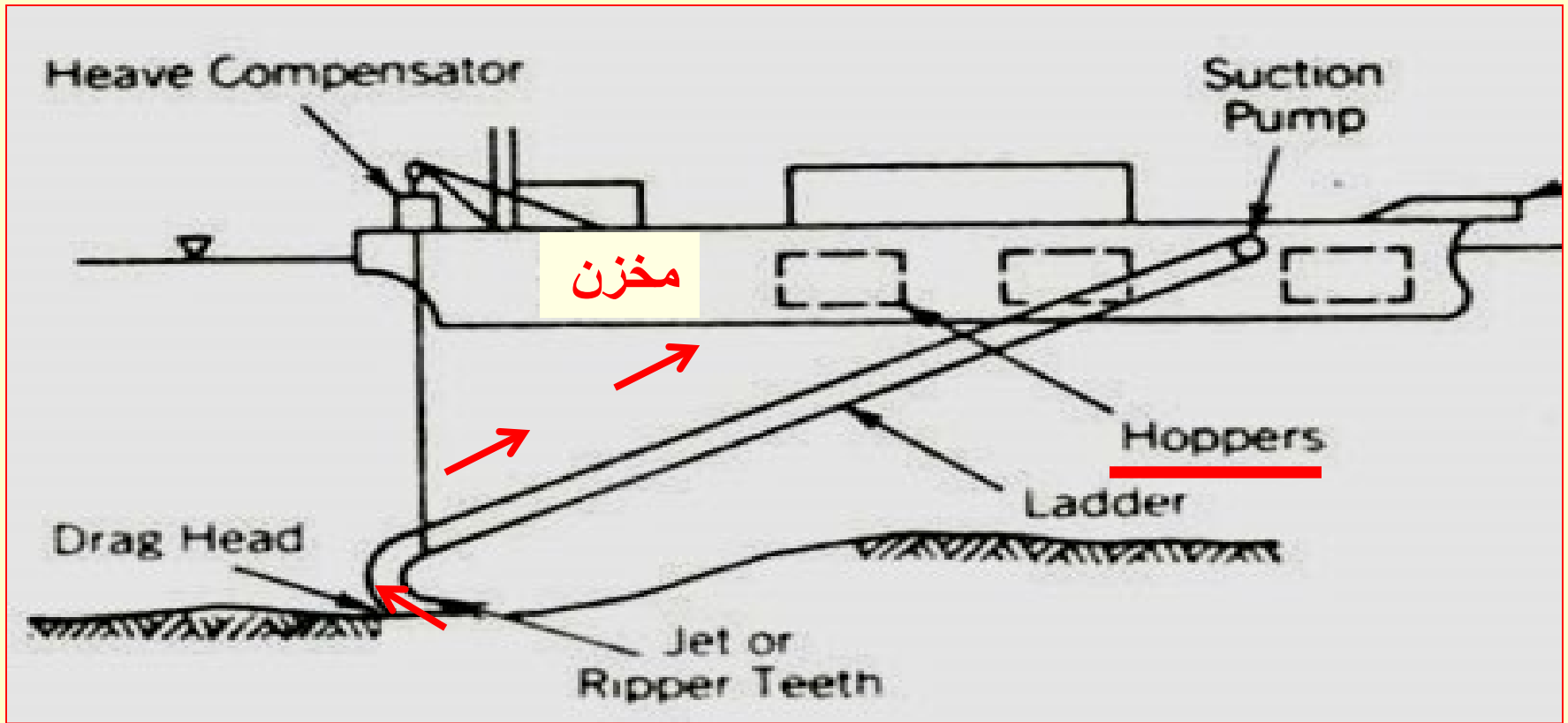
علی فاخر

حفر مصالح در لایروب با مته گردان (Cutter Head)



حفر مصالح در لایروب با مکش

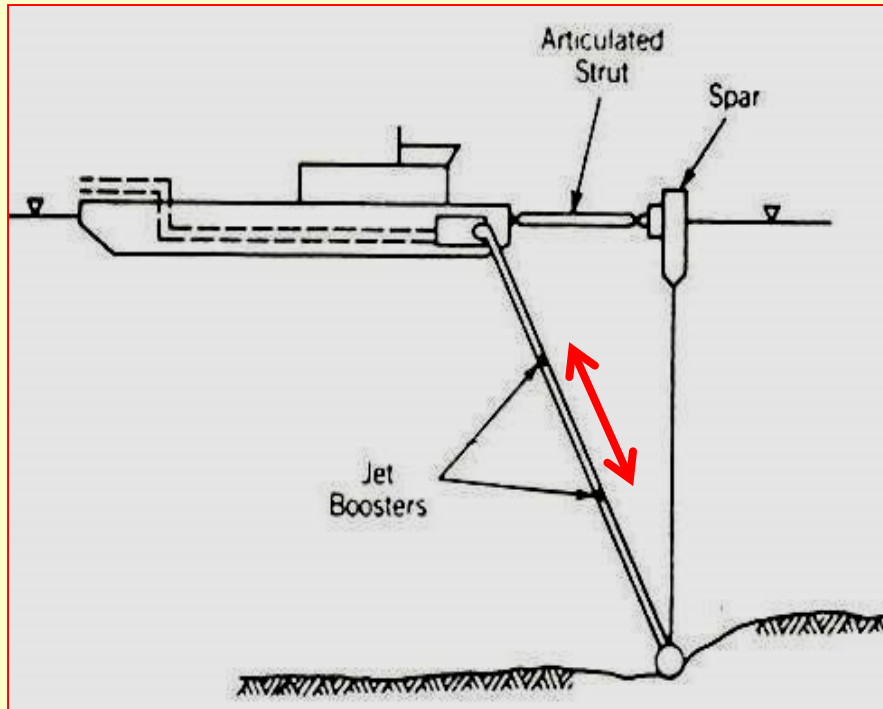
که لایروب در مثال زیر، دارای مخزن هم است.



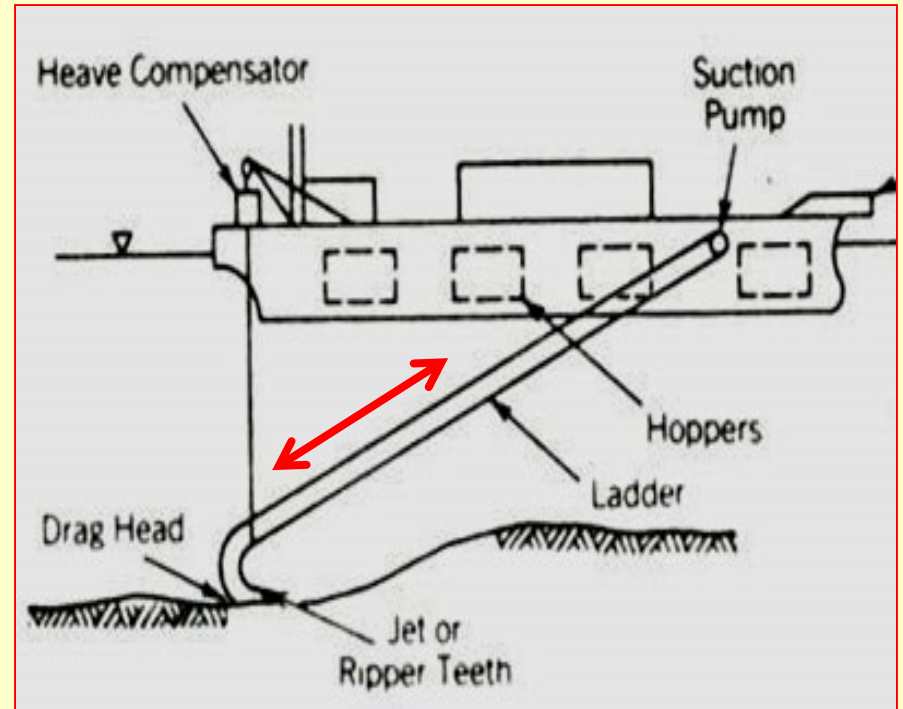
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

مقایسه جهت قرارگیری خرطوم با توجه به نیروی عکس العمل ناشی از حفاری



مته گردان



مکش



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



مته گردان



مته گردان

اجرای سازه های دریایی

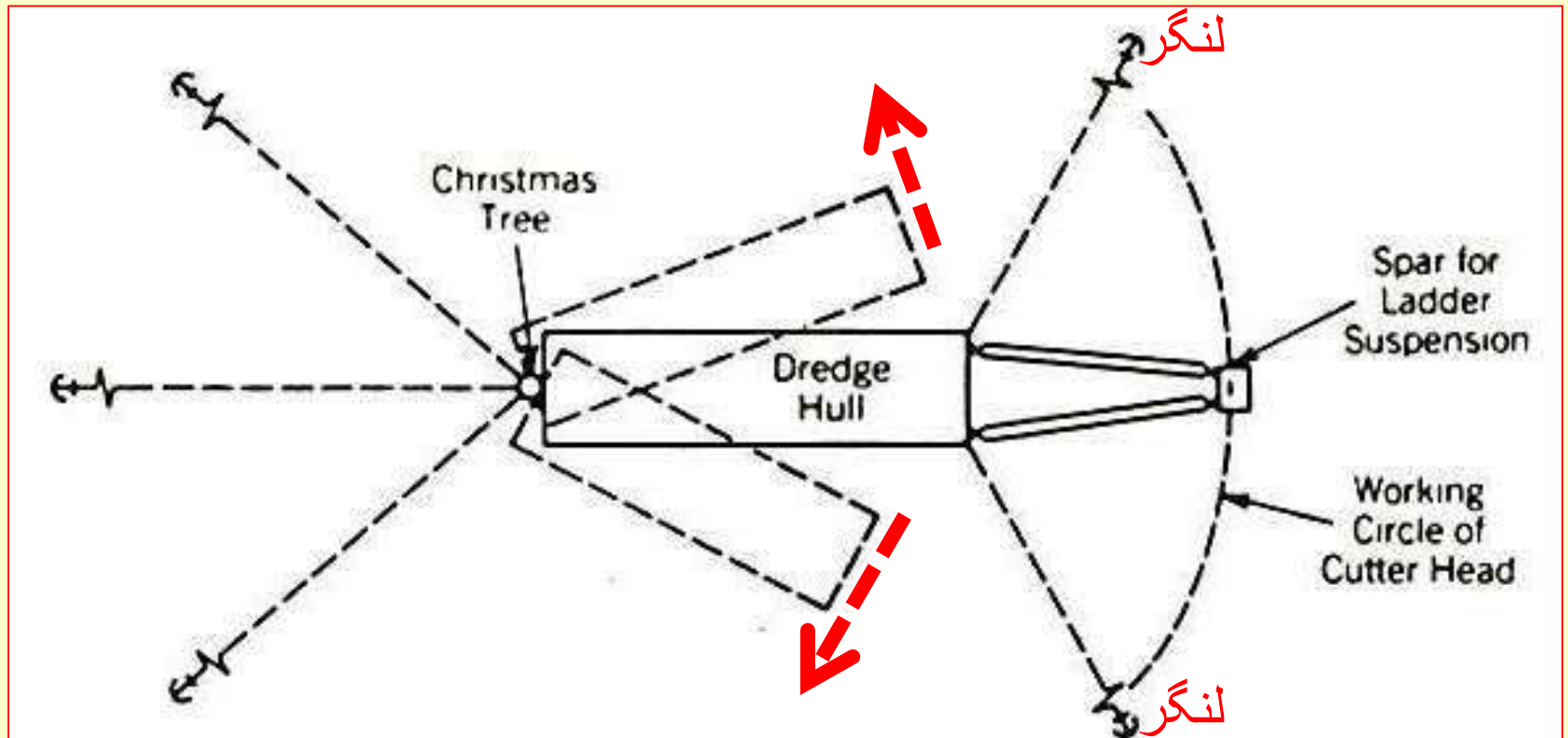
علی فاخر



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

لایروبی محدوده جانبی مسیر مورد نظر

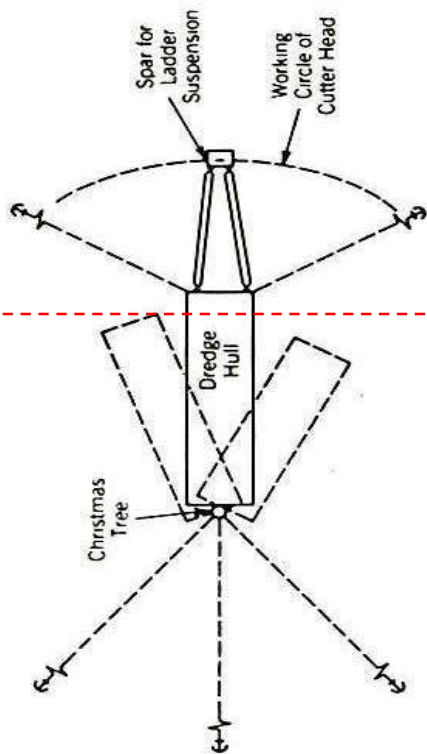
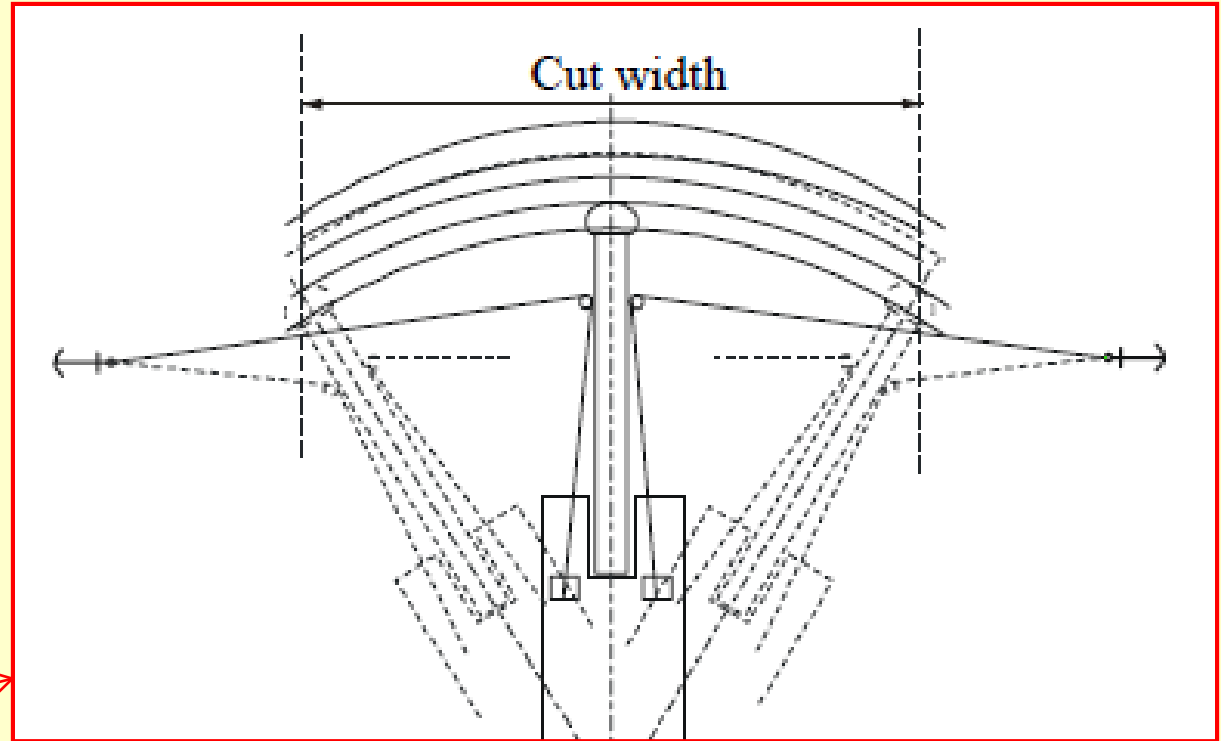
برای اینکه لایروب بتواند بطور جانبی محدوده مورد نظر را لایروبی کند از دو لنگر و سیم مهار در جلو استفاده می شود.



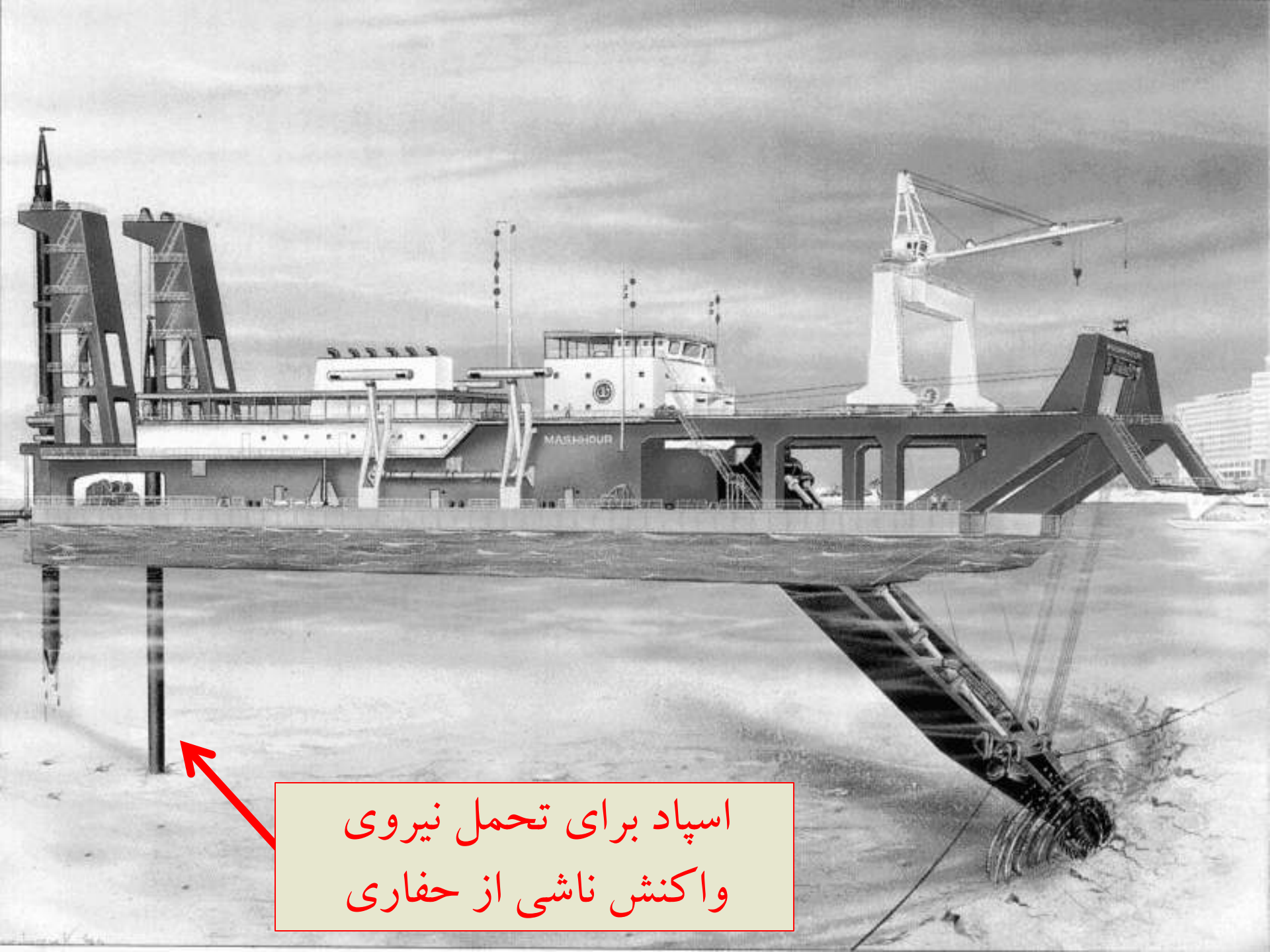


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



لایروبی محدوده جانبی مسیر مورد نظر



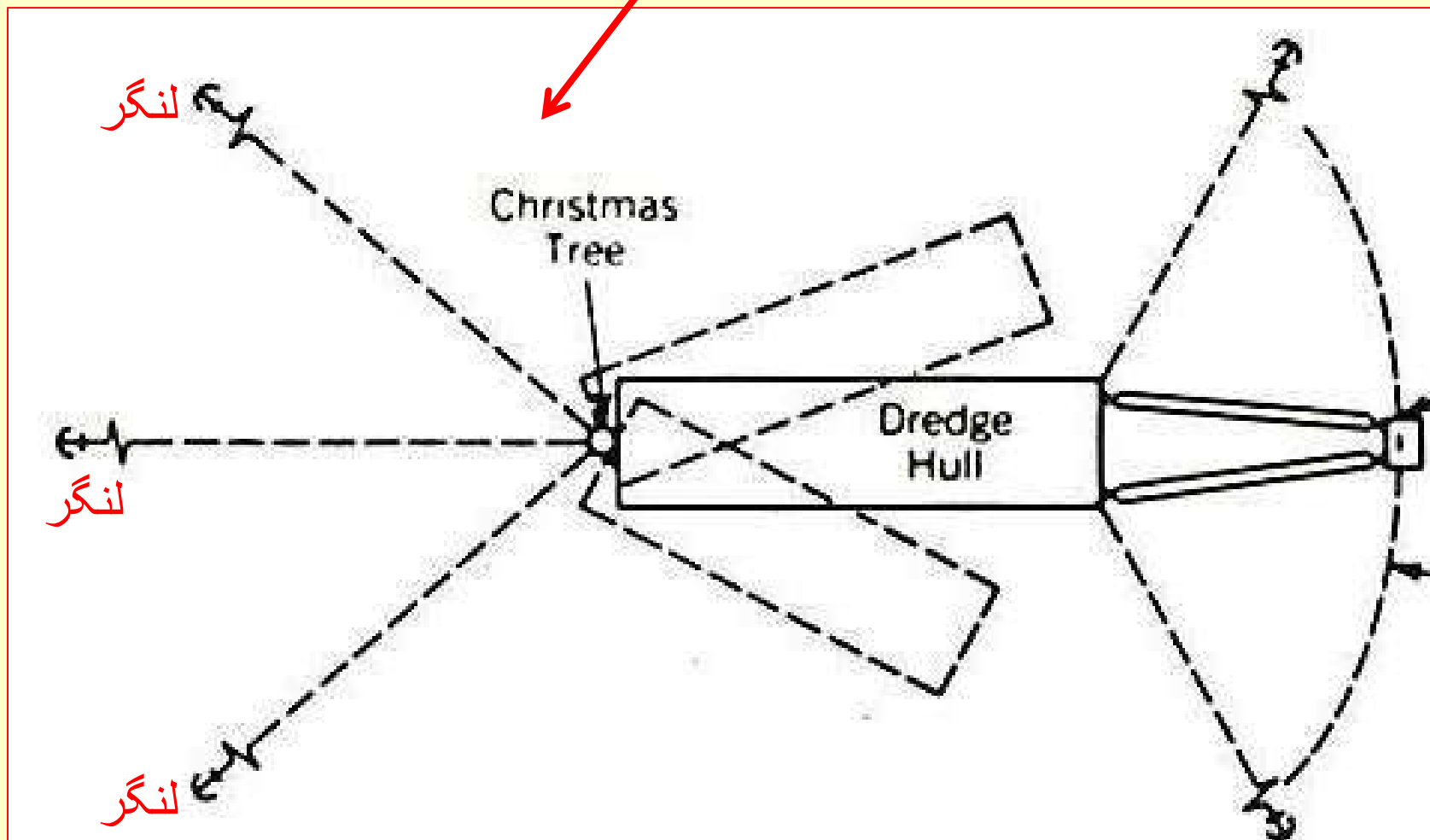
اسپاد برای تحمل نیروی
واکنش ناشی از حفاری



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

چند لنگر و سیم مهار متصل به درخت کریسمس برای
تحمل نیروی واکنش ناشی از حفاری





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

آشنایی با اصطلاحات مختلف برای سه سیم مهار
انتهایی که همچون درخت کریسمس به انتهای
لایروب متصل هستند

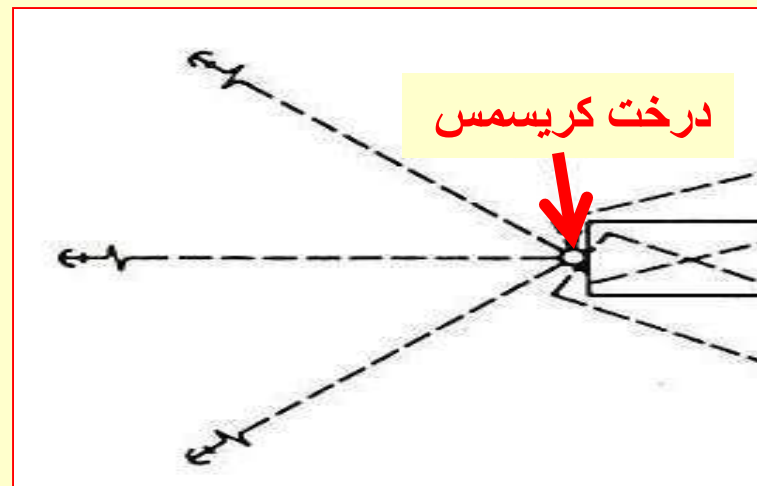
three stern wire

یا

"christmas tree"

یا

Wire Stern wire anchoring system

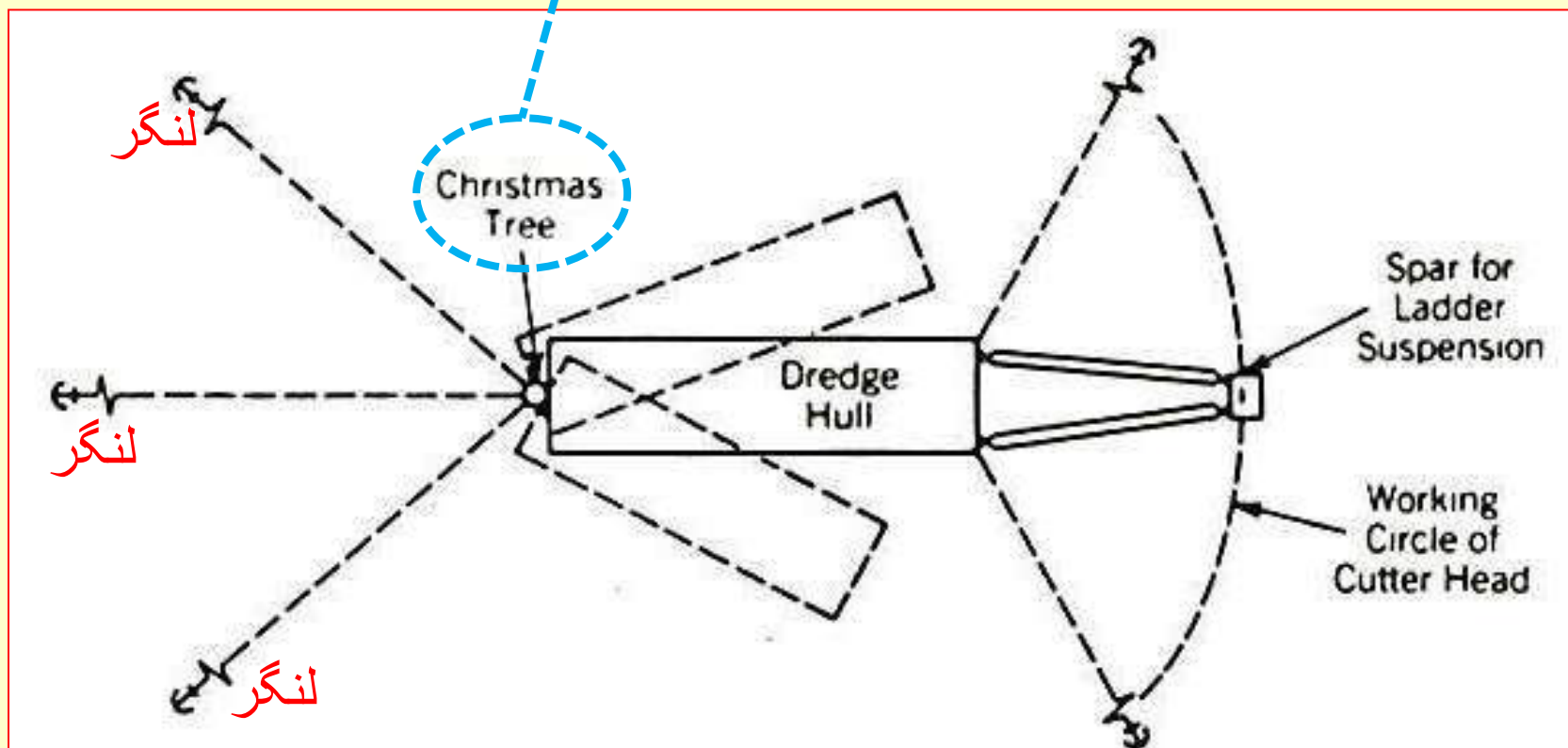




سه سیم مهار همچون درخت کریسمس به انتهای لایروب متصل می گردند.

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

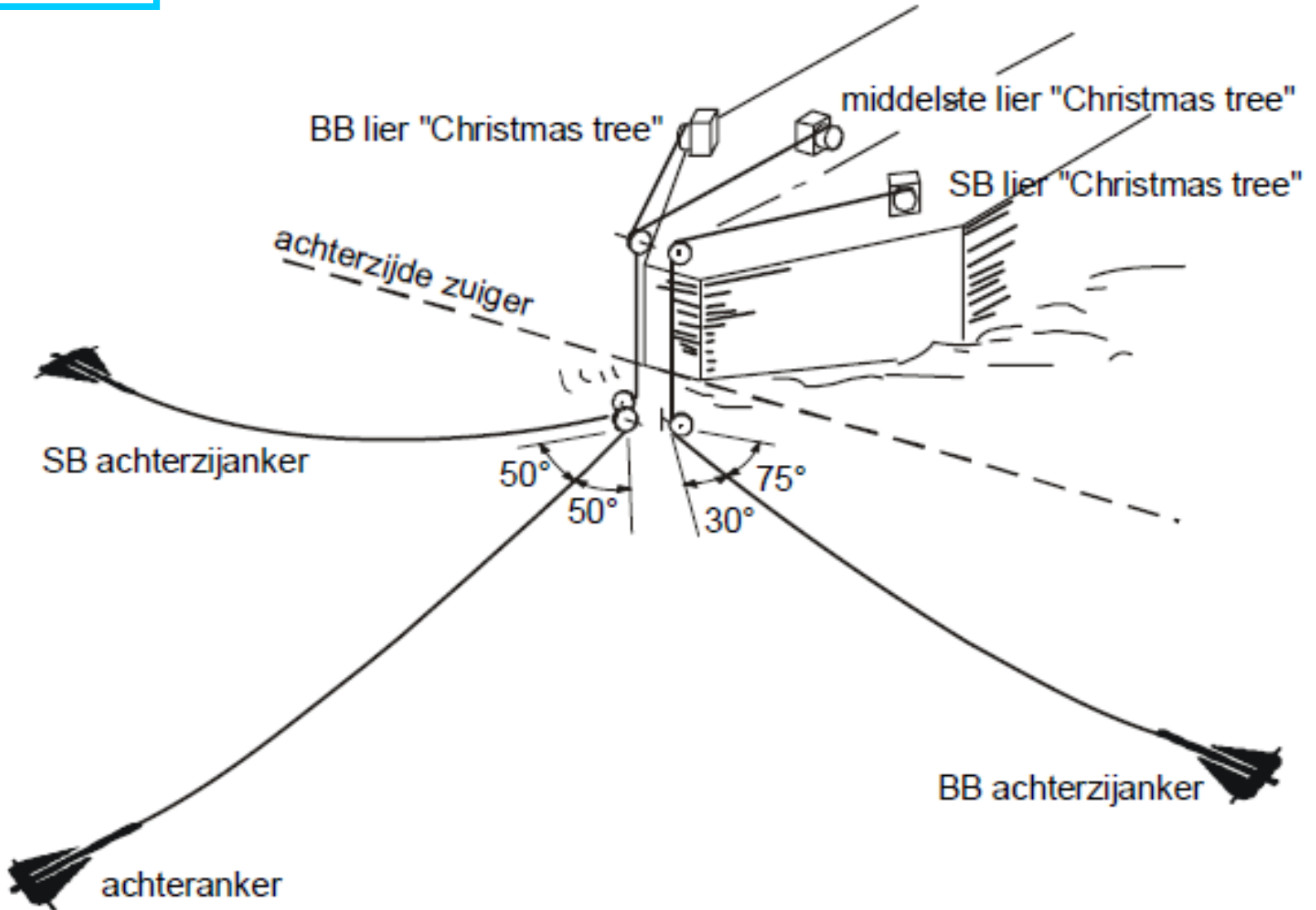




اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

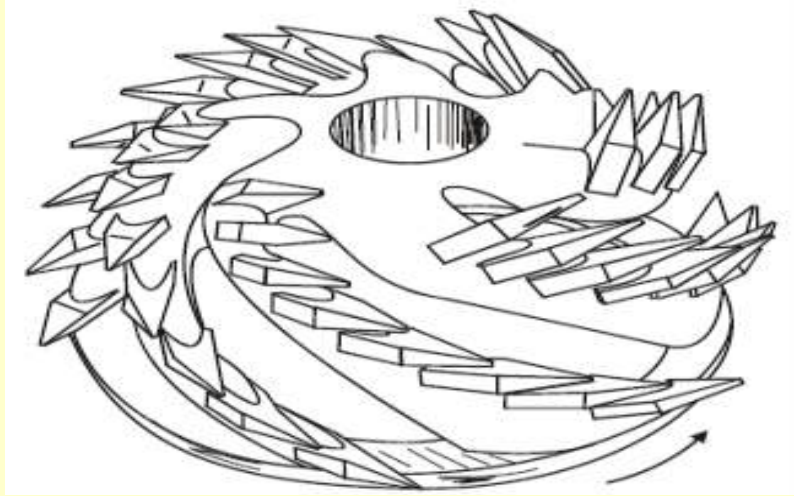
درخت کریسمس



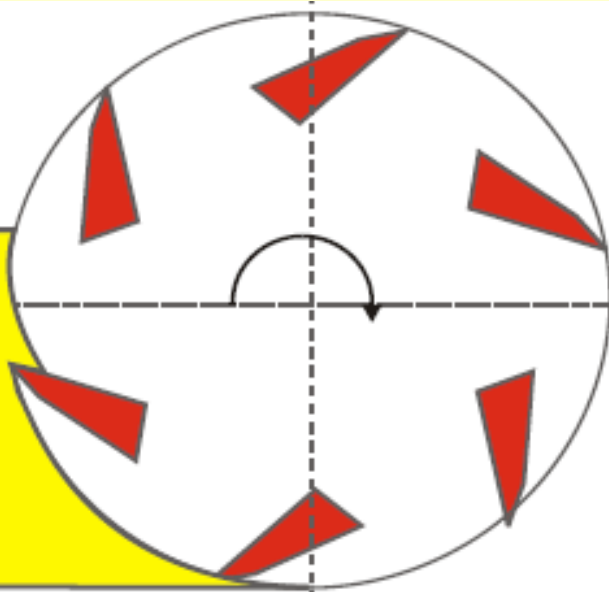


اجرای سازه های دریایی

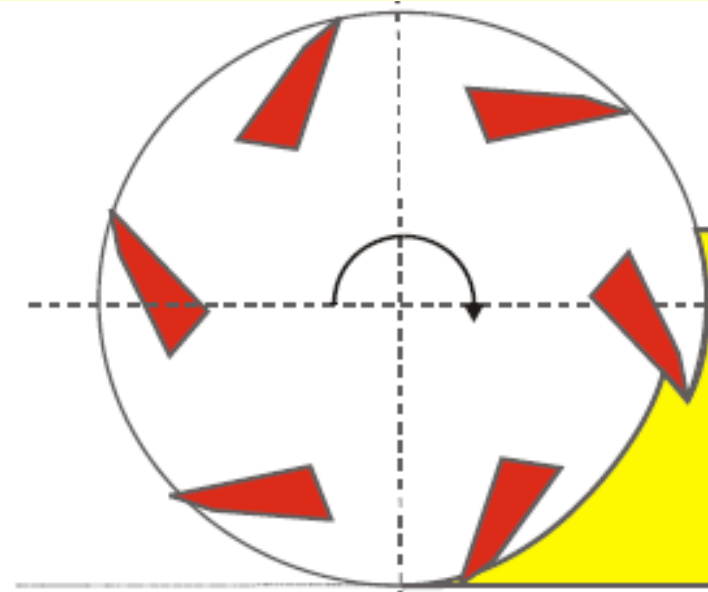
علی فاخر



کاتر و روش های کار آن



Under cutting mode



Over cutting mode



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

انواع دندانک کاتر



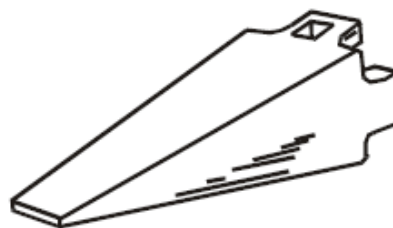
"PICK-POINT"



TRAPEZOIDALE PICK-POINT



NARROW CHISELS



WIDE CHISEL



CL FLARED



BELOW CL FLARED

TYPE A



BELOW CL FLARED

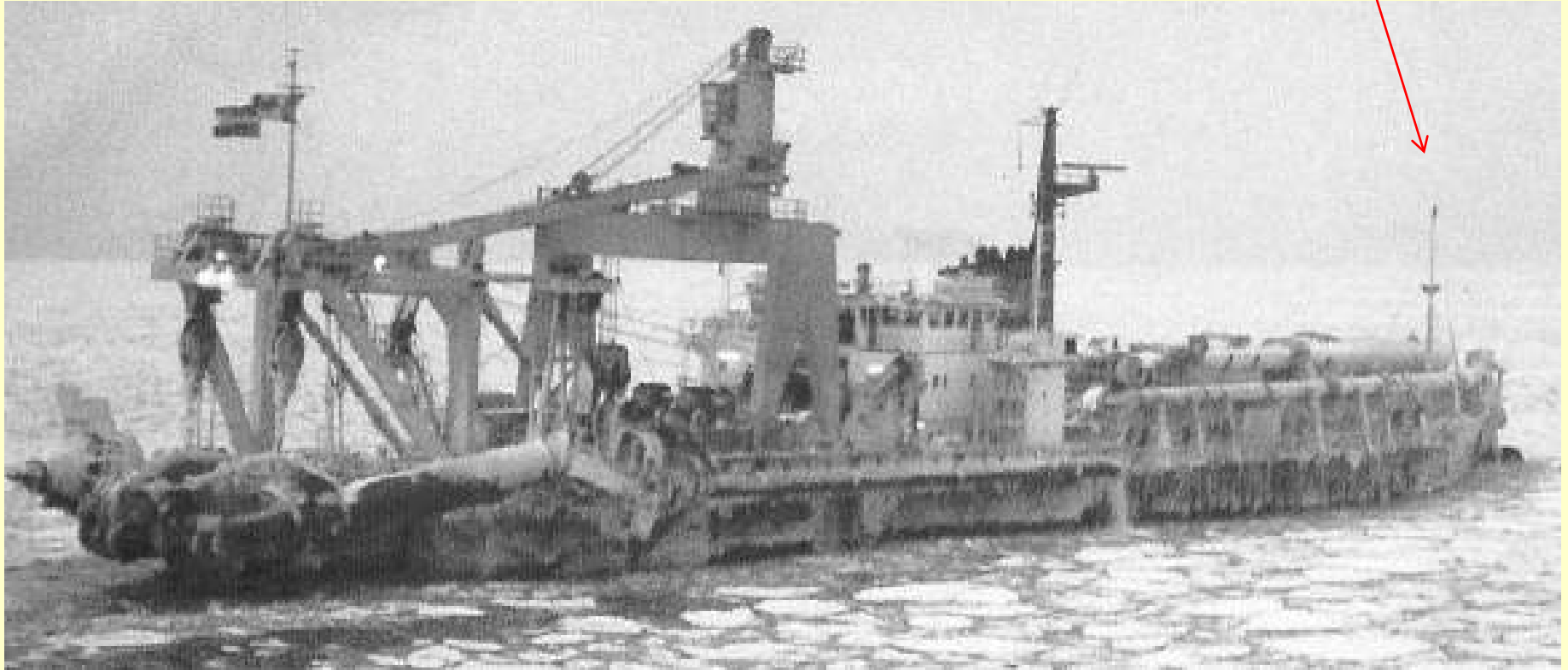
TYPE B (CLAY FLARE)



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

درخت کریسمس





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

حفر مصالح یا لایروبی با چنگک و بیل

بیل مکانیکی



چنگک



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



حفر مصالح در لایروبی با

چنگک Clamshell

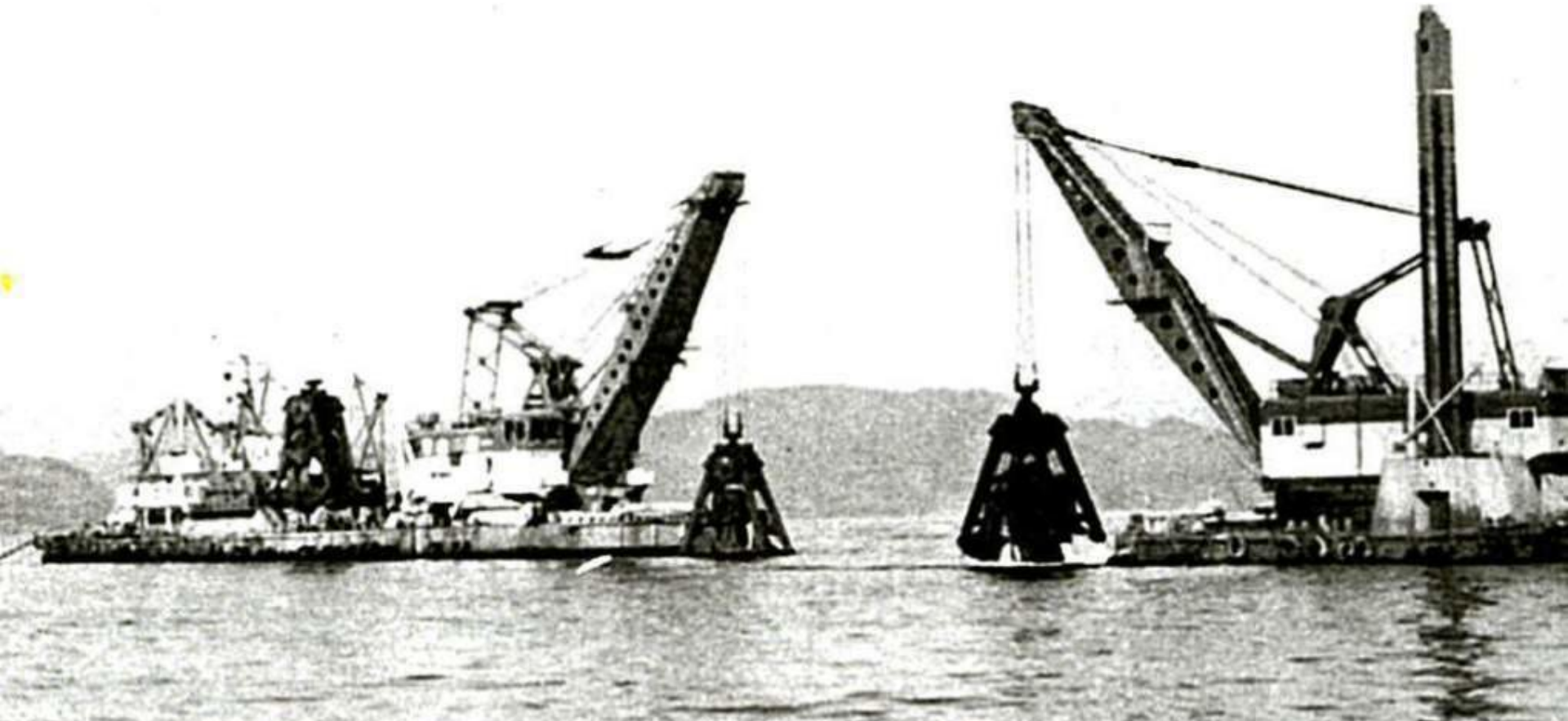
حفاری با چنگک، روش مناسبی برای لایروبی و حفاری در یک نقطه متمرکز است.

این نوع حفاری تحت تأثیر **Pitch** یا **Roll** یا **Heave** قرار نمی گیرد.

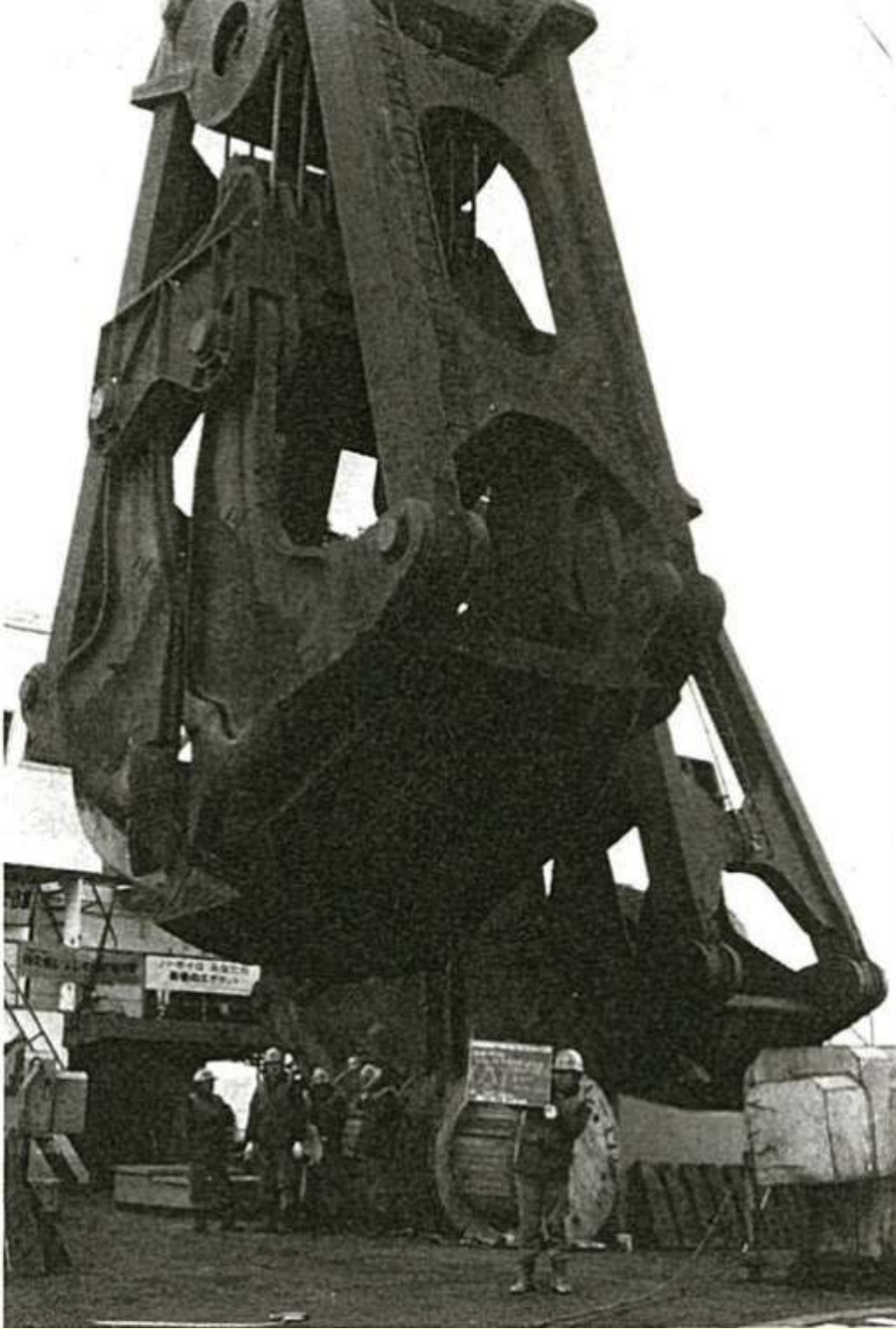
چنگک چنان طراحی می شود که **تحت اثر وزن خود** در بستر فرو رود. این کار به دلیل فشار روی لبه یا دندانه های چنگک انجام میشود.

پس از آنکه چنگک بسته شد، به آرامی بالا آورده می شود. این مرحله کندترین مرحله در لایروبی با چنگک می باشد و زمان بر است.

پل Honshu-shinkoku



وزن چنگک ها اغلب زیاد است. برای مثال به منظور حفاری پایه های یک پل در ژاپن، از چنگک 99 تنی استفاده شد.



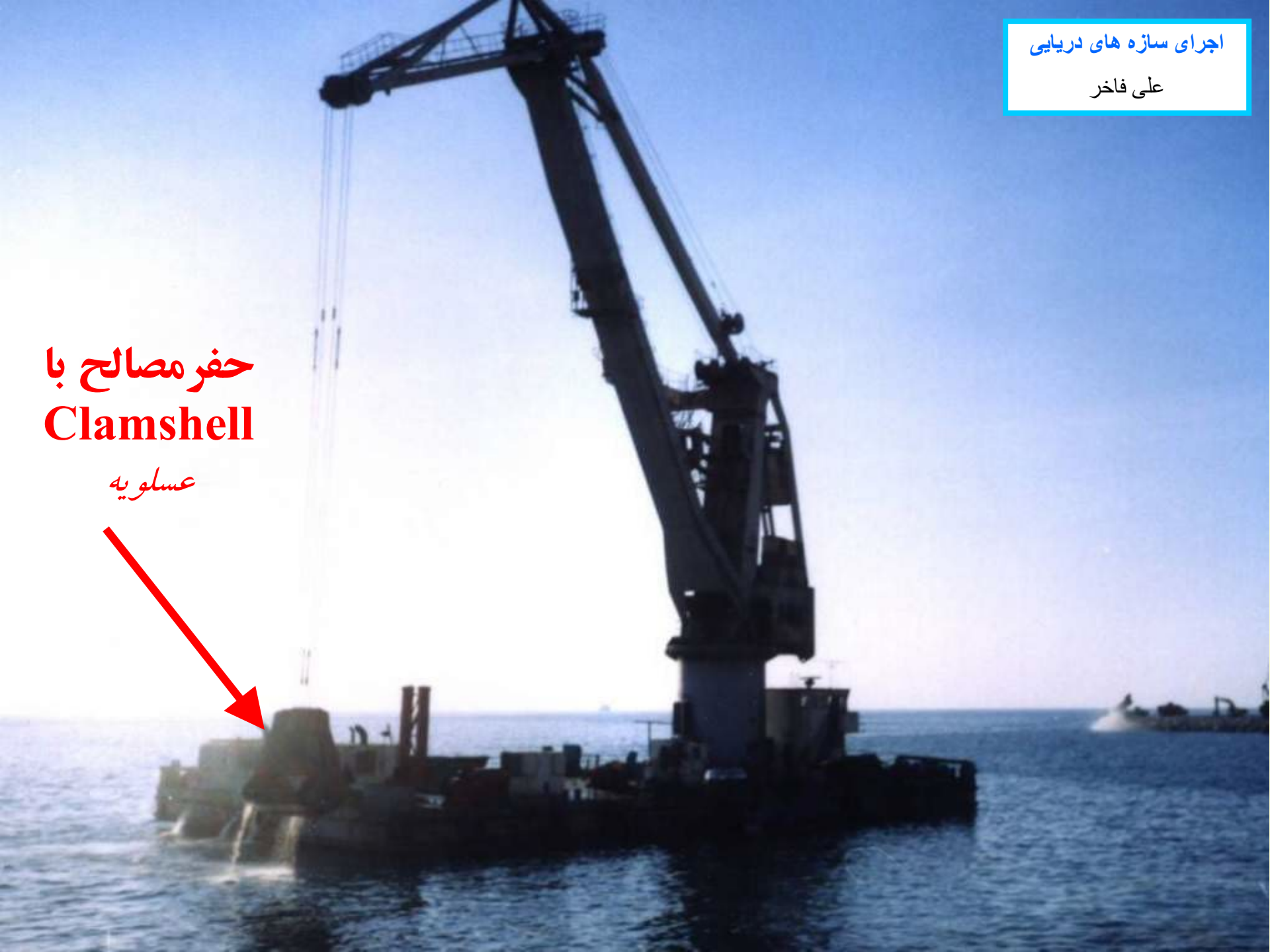
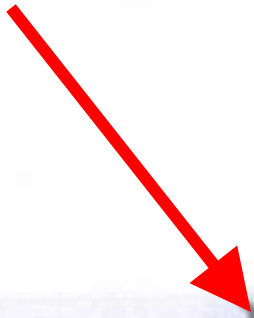
حفاری پایه‌های پل در Honshu-shinkoku ژاپن با چنگک ۹۹ تنی

اجرای سازه های دریایی

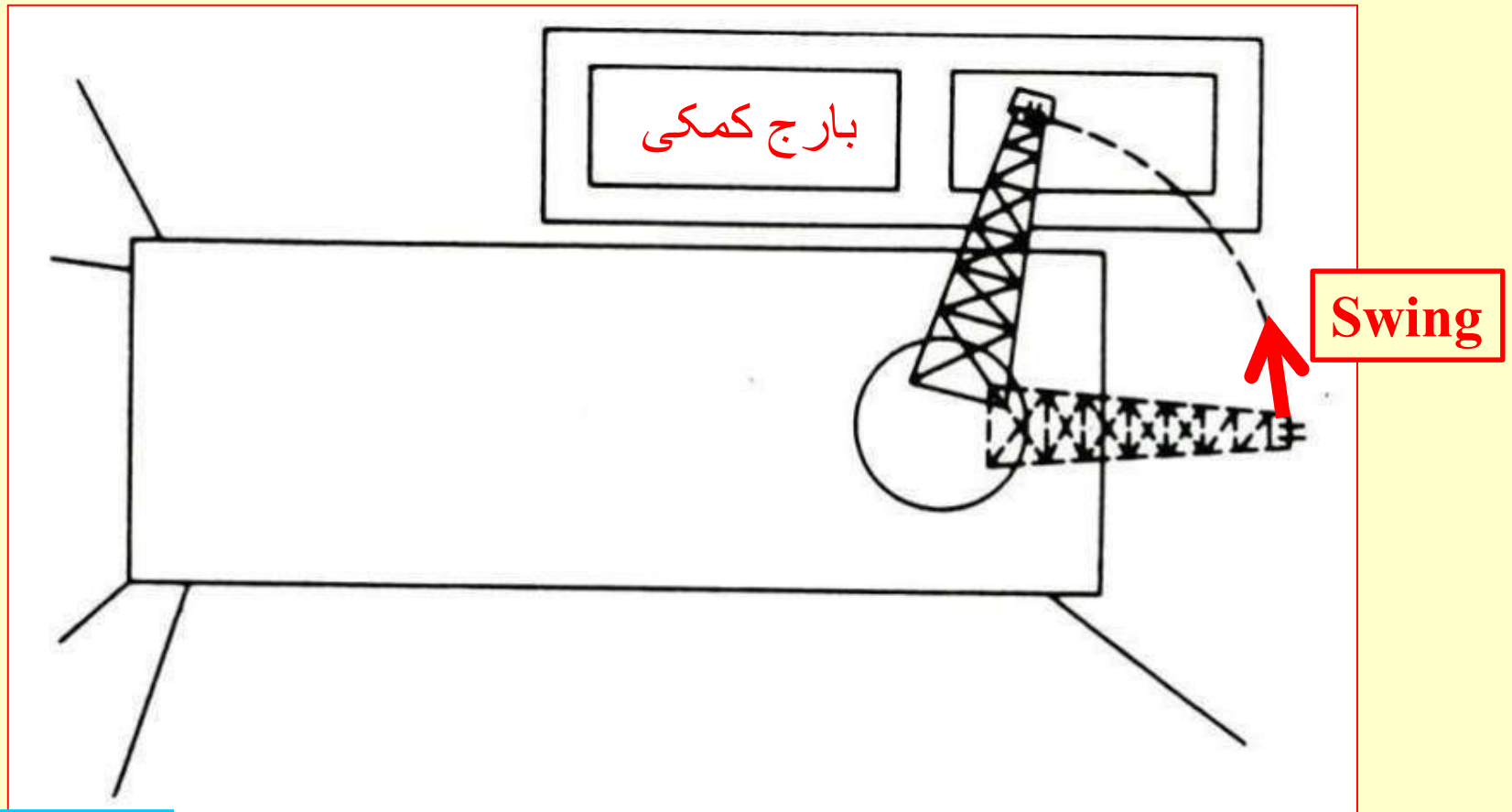
علی فاخر

حفر مصالح با
Clamshell

عسلویه

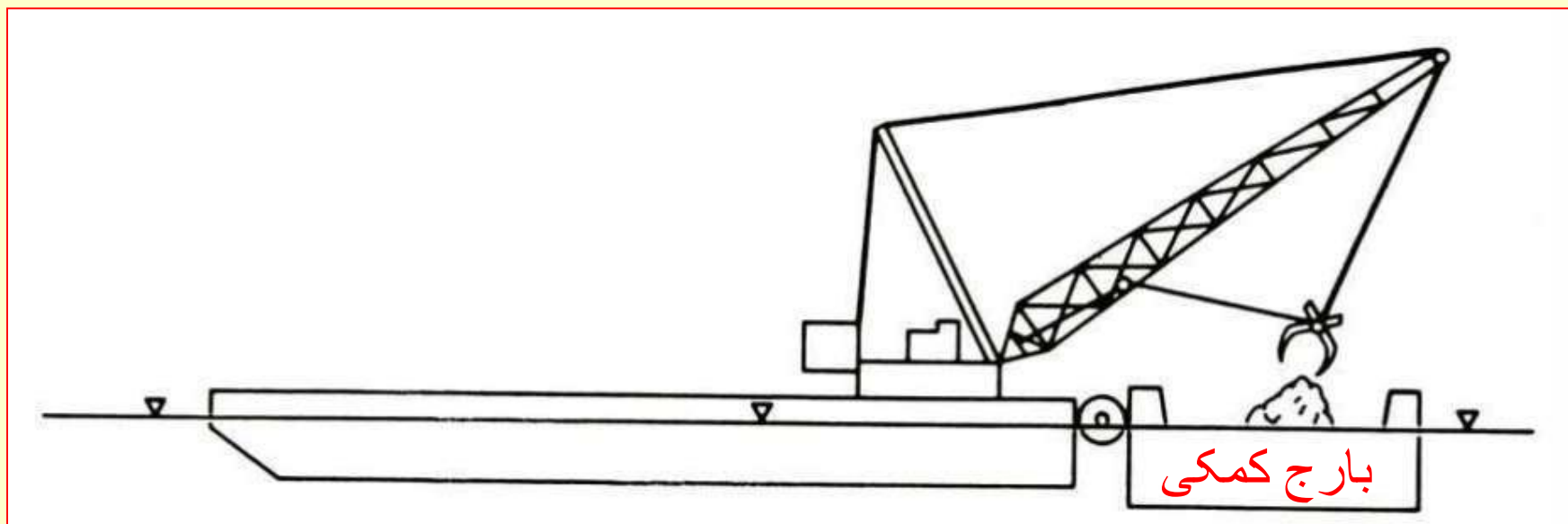


مصالح حفر شده با Clamshell در یک بارج کمکی قرار می گیرند.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

می توان بارج کمکی را در عقب لایروب قرار داد تا نیاز به Swing نباشد. در این صورت Boom بلندی برای جرثقیل نیاز است. خوبی این روش، عدم اتلاف وقت هنگام Swing می باشد.





حفر مصالح در لایروبی توسط بیل مکانیکی

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لایروبی با بیل مکانیکی مستقر در خشکی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

حفر مصالح در لایروبی توسط **بیل مکانیکی** و انتقال مصالح به بارج کمکی که در حجم کم قابل استفاده است.



بیل مکانیکی برخلاف چنگک تحت تأثیر حرکات شناور است.

لایروبی پای اسکله با
بیل مکانیکی بازو بلند
(۱۷متر)

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

تیاب 1391



لایروبی پای اسکله با بیل مکانیکی بازو بلند

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



حفر مصالح با لایروب مجهز به بیل مکانیکی
عسلویه

28 2:47 PM

بیل مکانیکی
مربوط به یک
لایروب
(عسلویه)



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

تجهيزات كنترلي نصب شده بر روي لايروب با بيل مكانيكي **عسلويه**



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

28 10:18 AM

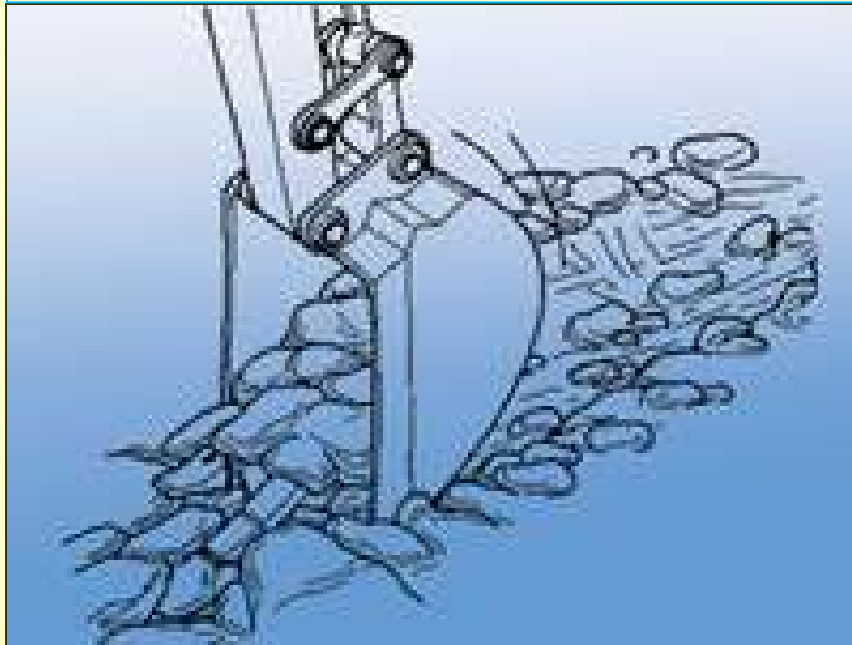


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

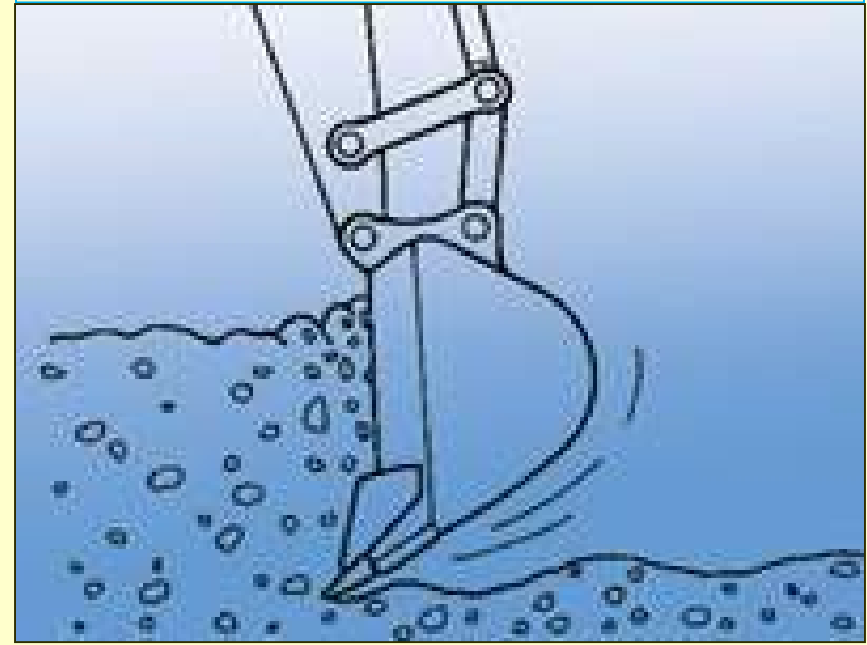
ripper bucket

برای حفاری در سنگ نرم
و ترک دار



normal bucket

برای حفاری در مصالح
خاکی بستر دریا





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



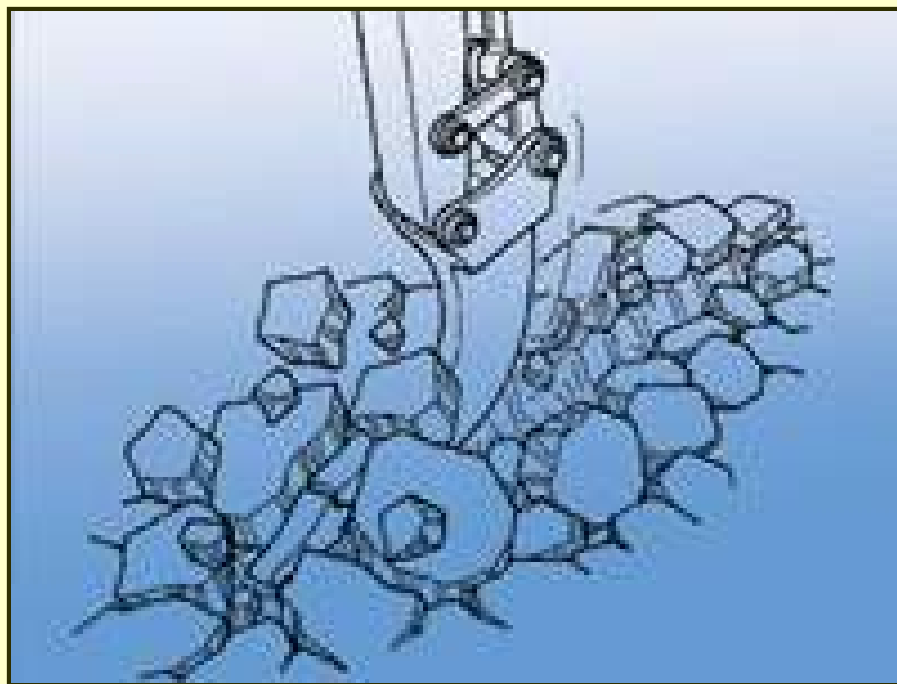


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

one-point ripper

شکستن مصالح سخت بستر دریا



لايروبي با دراگلاين



لايروبي با دراگلاين





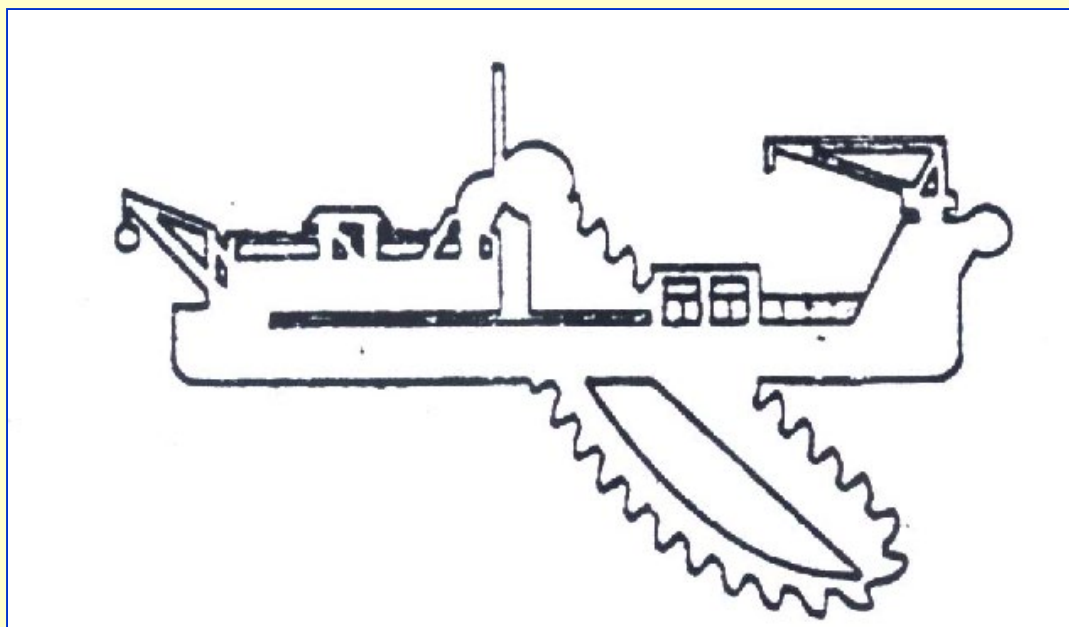
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

سایر روشهای حفر مصالح در لایروبی

حفر مصالح در لایروبی با بیل های پیوسته Continuous Bucket

- برای کارهای معدنی در جنوب شرقی آسیا ابداع شد.
- این لایروب ها حتی در عمق ۶۰ متر هم لایروبی می کنند لیکن محدود به آب آرام هستند.

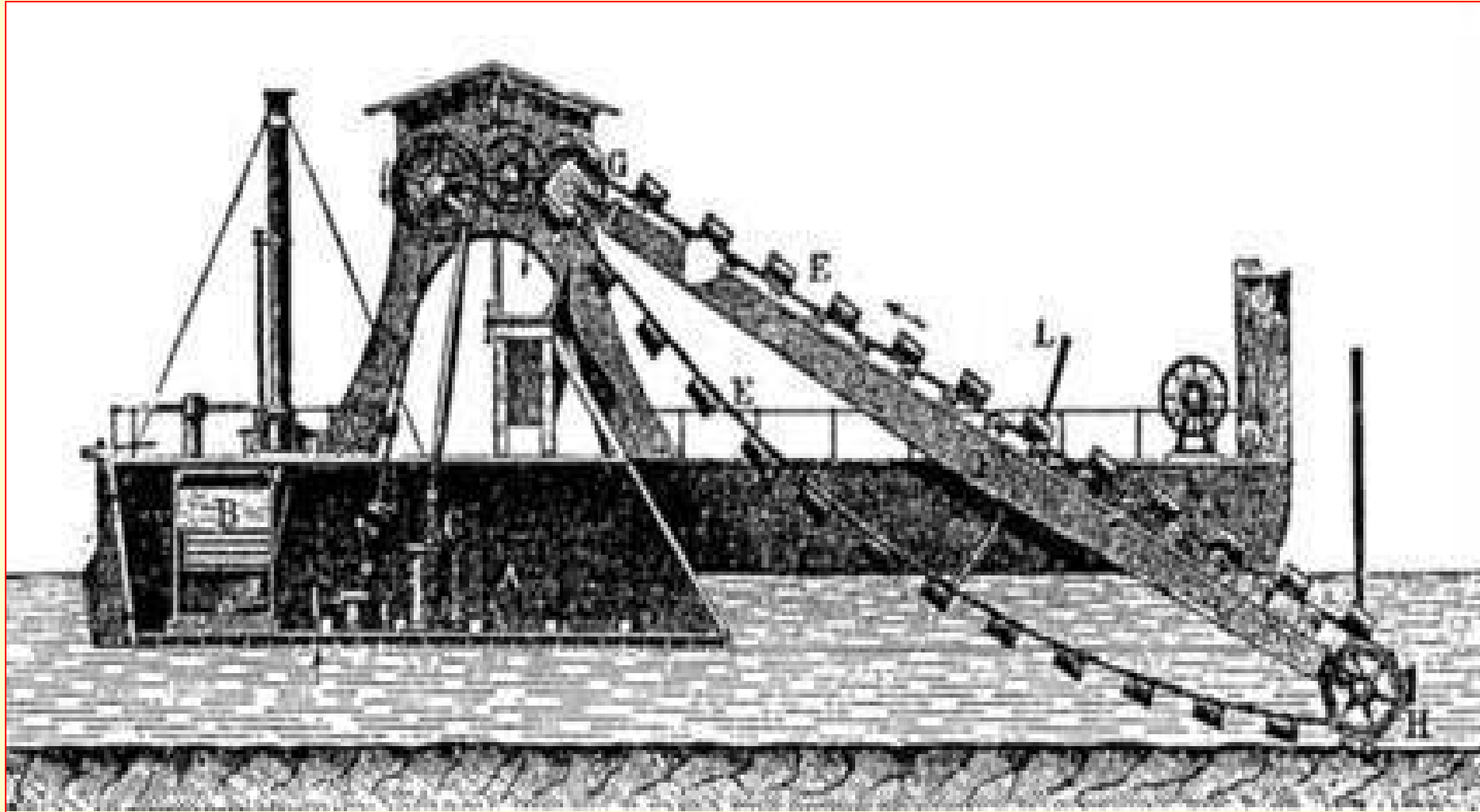




Continuous bucket dredger

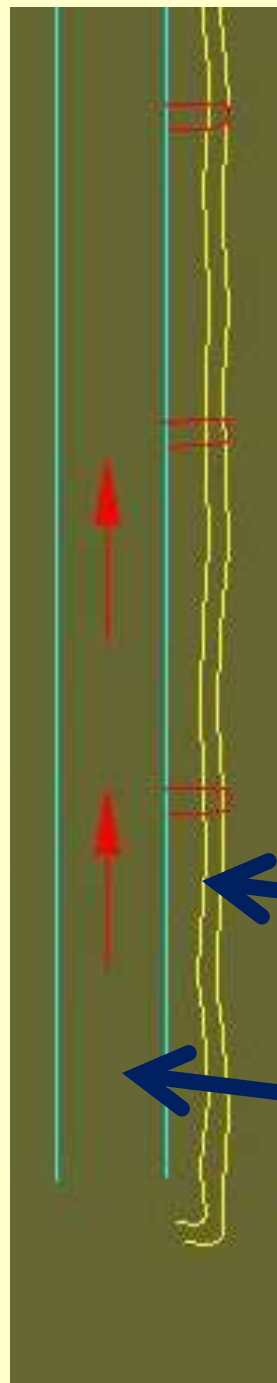
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



سیستم ساده حفر مصالح در Air lift

هوا از یک لوله با فشار خارج می‌شود و موجب حفر مصالح بستر و انتقال آن از لوله دیگر به طرف بالا می‌گردد.



لوله هوا

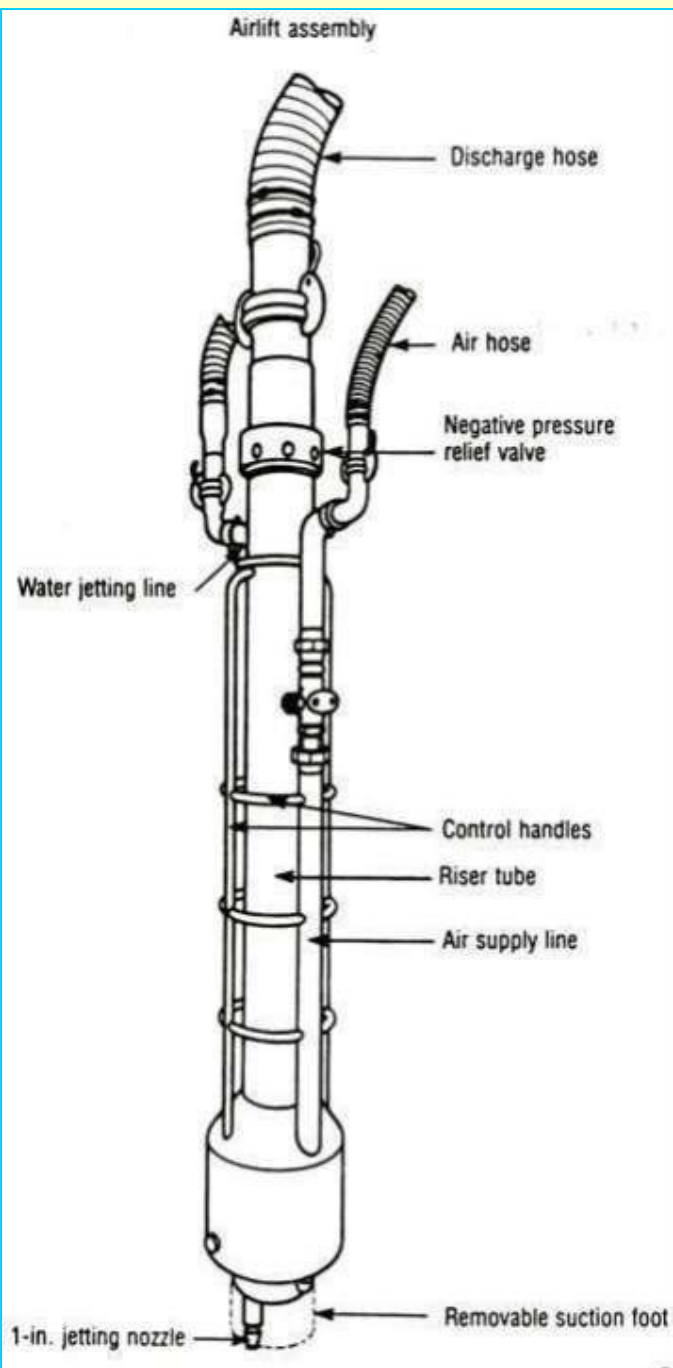
لوله خروج مصالح

حفاری ماسه با Airlift

لوله هوا

لوله خروج مصالح

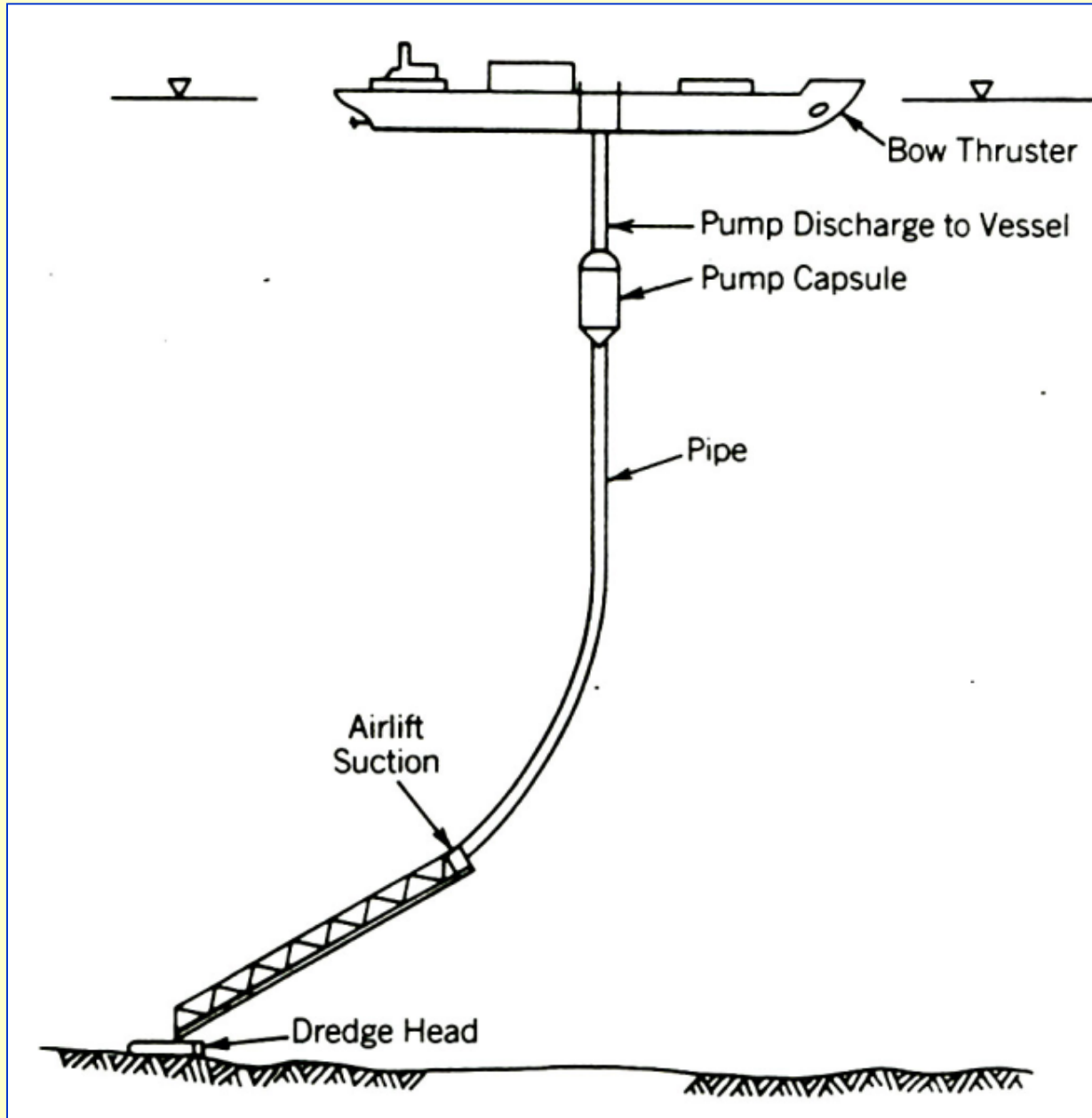
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



سیستم پیشرفته Air lift بالوله هوا و جت آب

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



حفر مصالح در

لایروبی با

Air lift

که در مناطق

کوچک و محدود

قابل استفاده است.

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

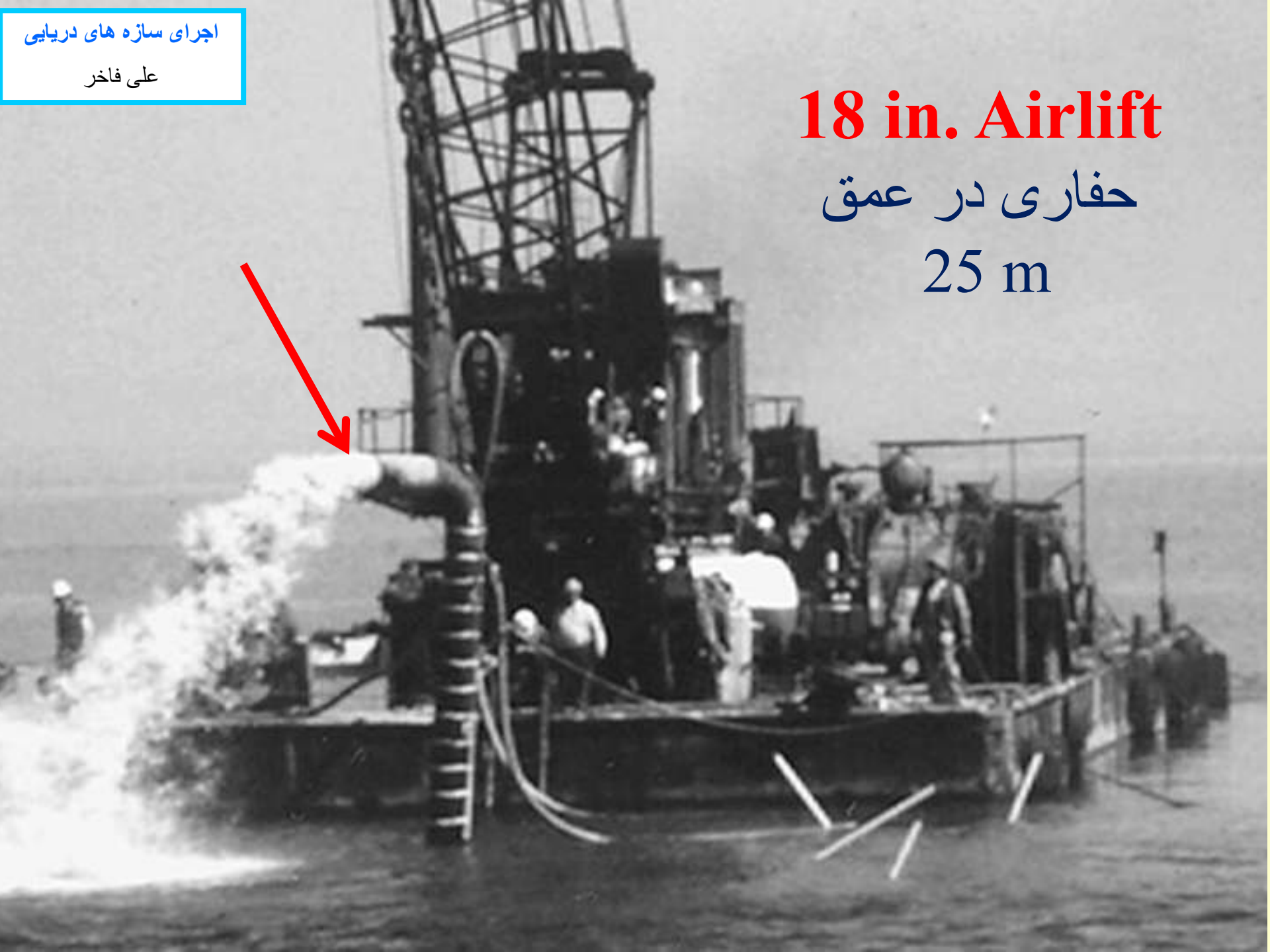
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

18 in. Airlift

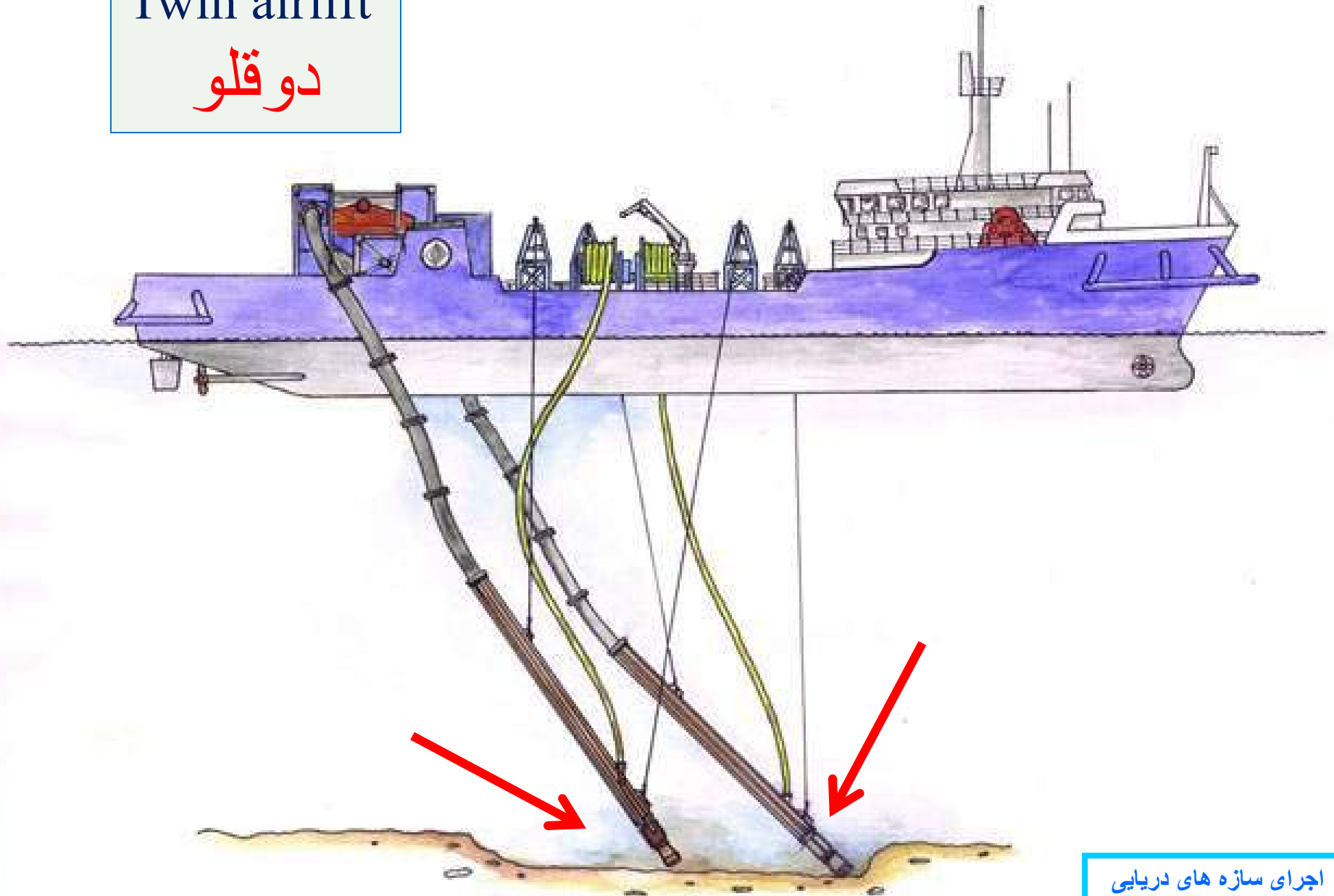
حفاری در عمق

25 m



Twin airlift

دو قلو



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

حفر مصالح سخت در لایروبی

در مصالح سخت می توان از **چنگک** یا **سایر ابزار** استفاده کرد ولی قبل از آن باید مصالح سخت را شکست.

روشهای شکستن مصالح:

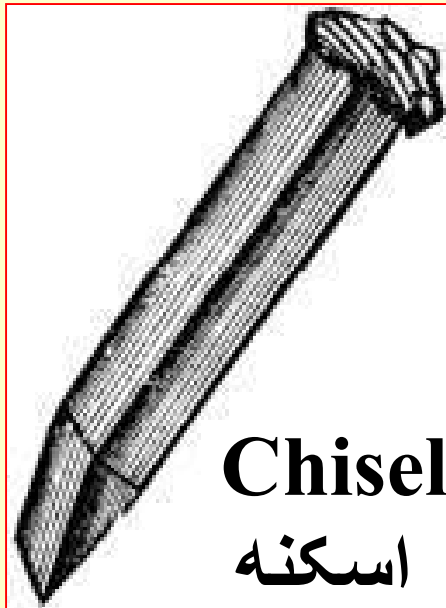
- ۱- شکستن مصالح با jet آب
- ۲- شکستن مصالح با chisel
- ۳- شکستن مصالح خیلی سخت با انفجار



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

Chisel for Hydraulic Rock Breaker





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مثال از یک لایروپ چنگکی به نام MAKEDONIA دارای اسکنه

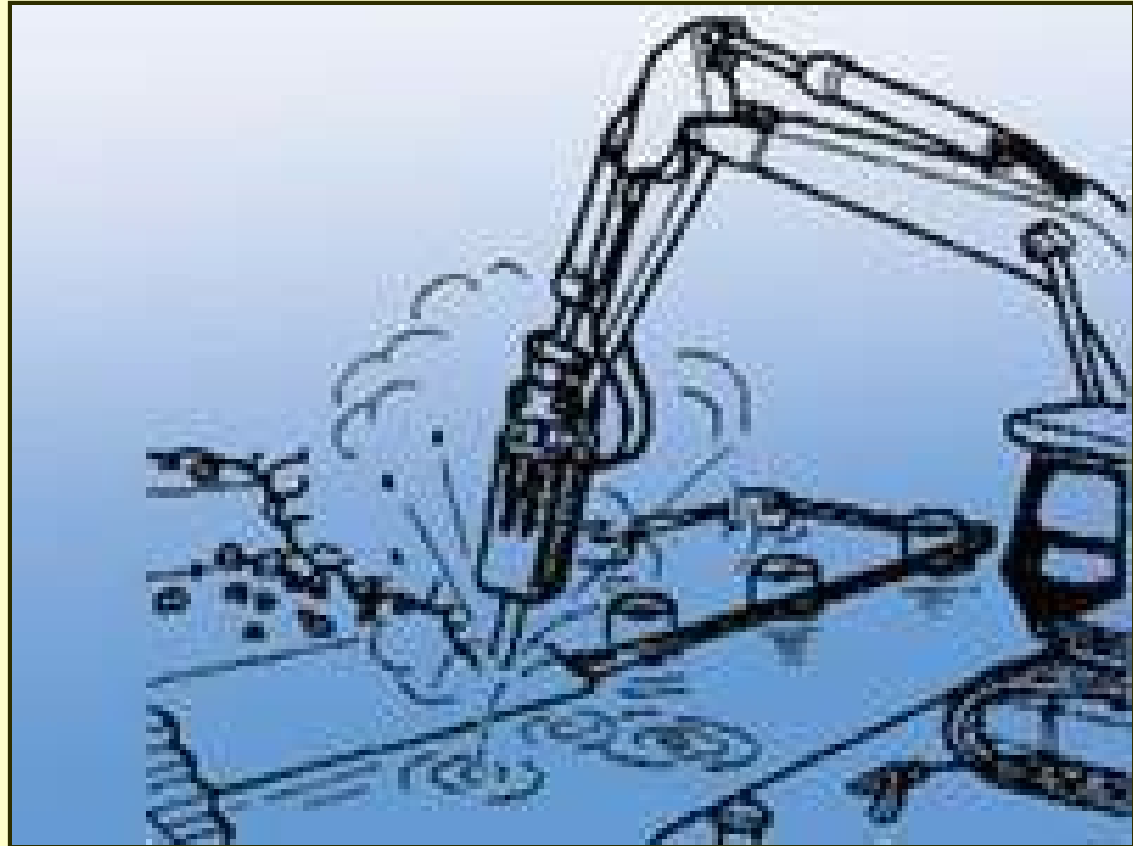




اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

hydraulic breaker





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

حفر مصالح با انفجار زیر آب

Underwater blasting





انفجار زیر آب

برای شکستن مصالح خیلی سخت بستر دریا

اگر عملیات لایروبی به لایه های سنگی برخورد کرد، یک راه حل استفاده از cutter suction است. اما cutter در زمین خیلی سخت نیز به دلیل شکستن ناخن های cutter کارایی ندارد. روش مناسب، انفجار می باشد.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

انفجار زیر آب

Underwater blasting



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

انفجار سطحی زیر آب

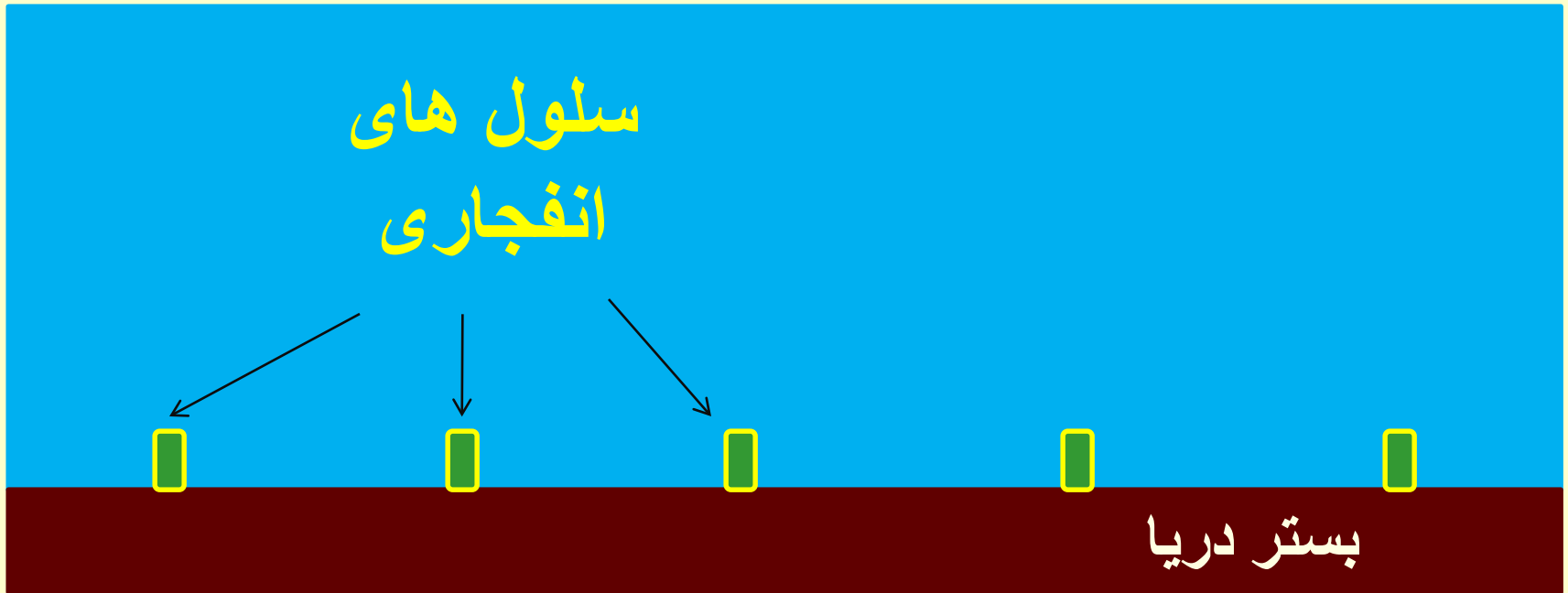
انفجار سطحی بسیار ساده است و با نصب مواد منفجره روی سطح بستر دریا انجام می گیرد. علی رغم اینکه کار آیی انفجار سطحی اندک می باشد، لیکن به دلیل سادگی به کار می رود.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

انفجار سطحی زیر آب

سطح آب



انفجار زیر آب (ادامه)

□ انفجار در زمین سنگی با لایه‌بندی افقی تأثیر کمی دارد، زیرا عمده انرژی در ترکها مستهلک می‌شود.

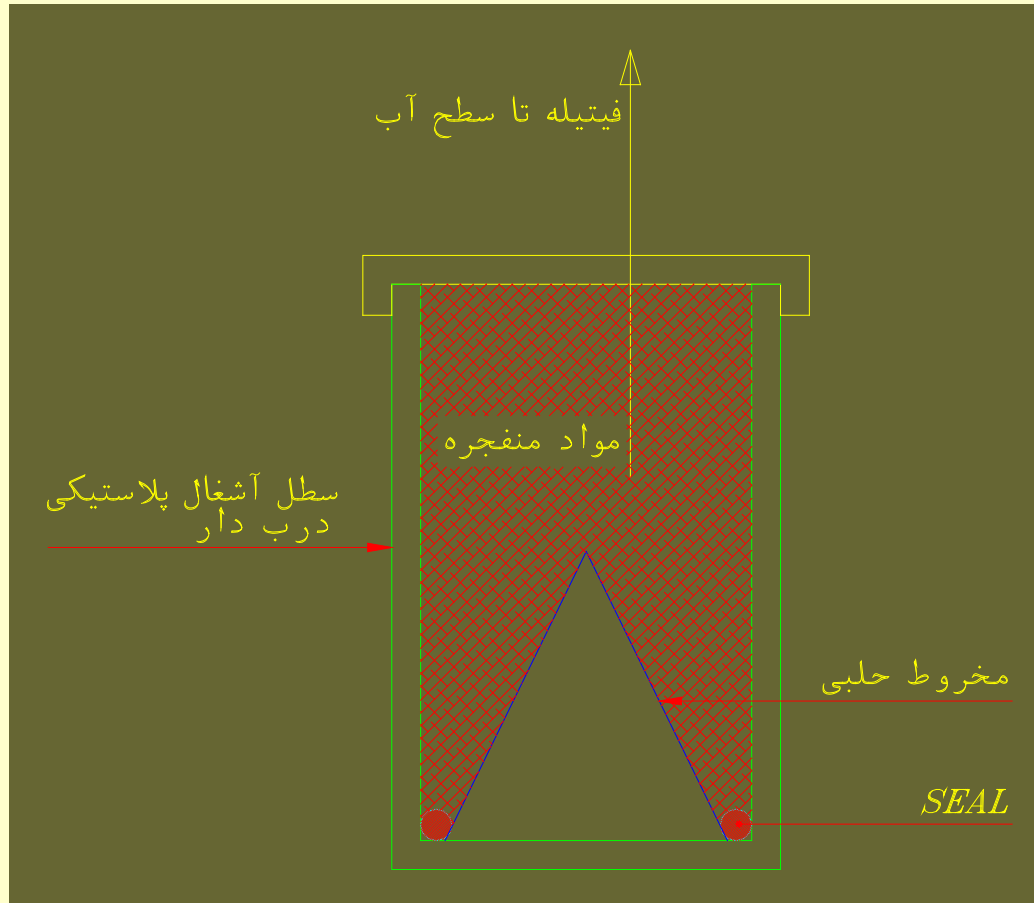
□ در خلیج فارس به شرایطی برخورد می‌شود که **Coral cap rock** یا سنگ آهک روی سیلت بسیار نرم قرار دارد. مواد منفجره که روی سطح بستر قرار داده می‌شود می‌تواند سنگ را خرد کرده و به سمت پایین براند.

سلول ابداعی انفجار سطحی زیر آب

□ این سلول در برخی از آبهای ساحلی ایران به شرح ذیل به کار رفت.

✓ برای ساخت این سلول ها از سطل لاستیکی مثل سطل زباله به کار رفت. زیر مخروط حلبی نصب شده در کف سطل باید کاملاً خالی از آب باشد. مخروط حلبی موجب می گردد که جهت موج انفجار عمدتاً به سمت پایین باشد و سنگ را حفاری کند.

سلول های انفجاری به کار رفته در عسلویه



سلول روی سطح بستر دریا قرار می گیرد.

اجرای سازه های دریایی

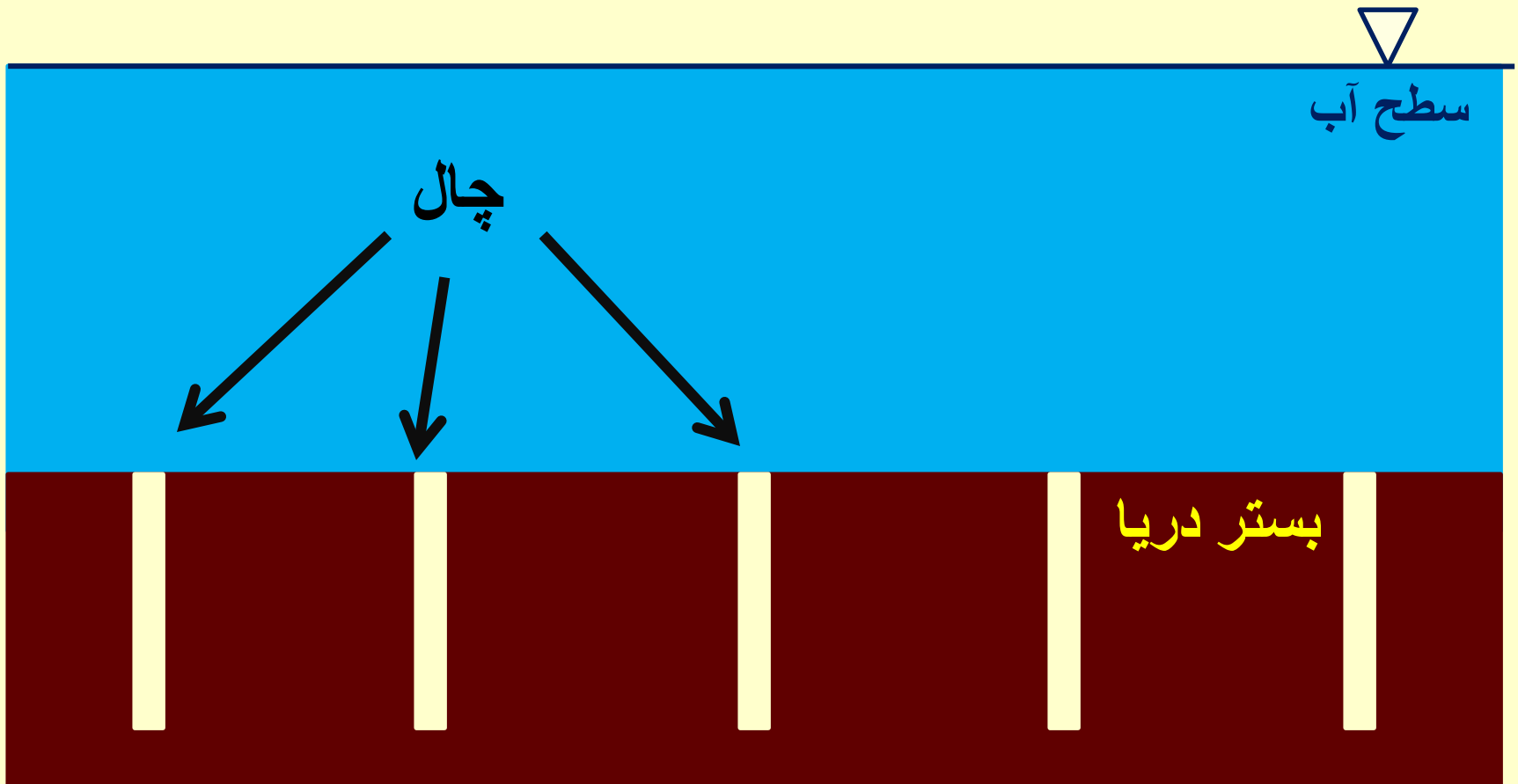
علی فاخر



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

انفجار عمیق زیر آب

با حفر چال و پر کردن آن با مواد منفجره

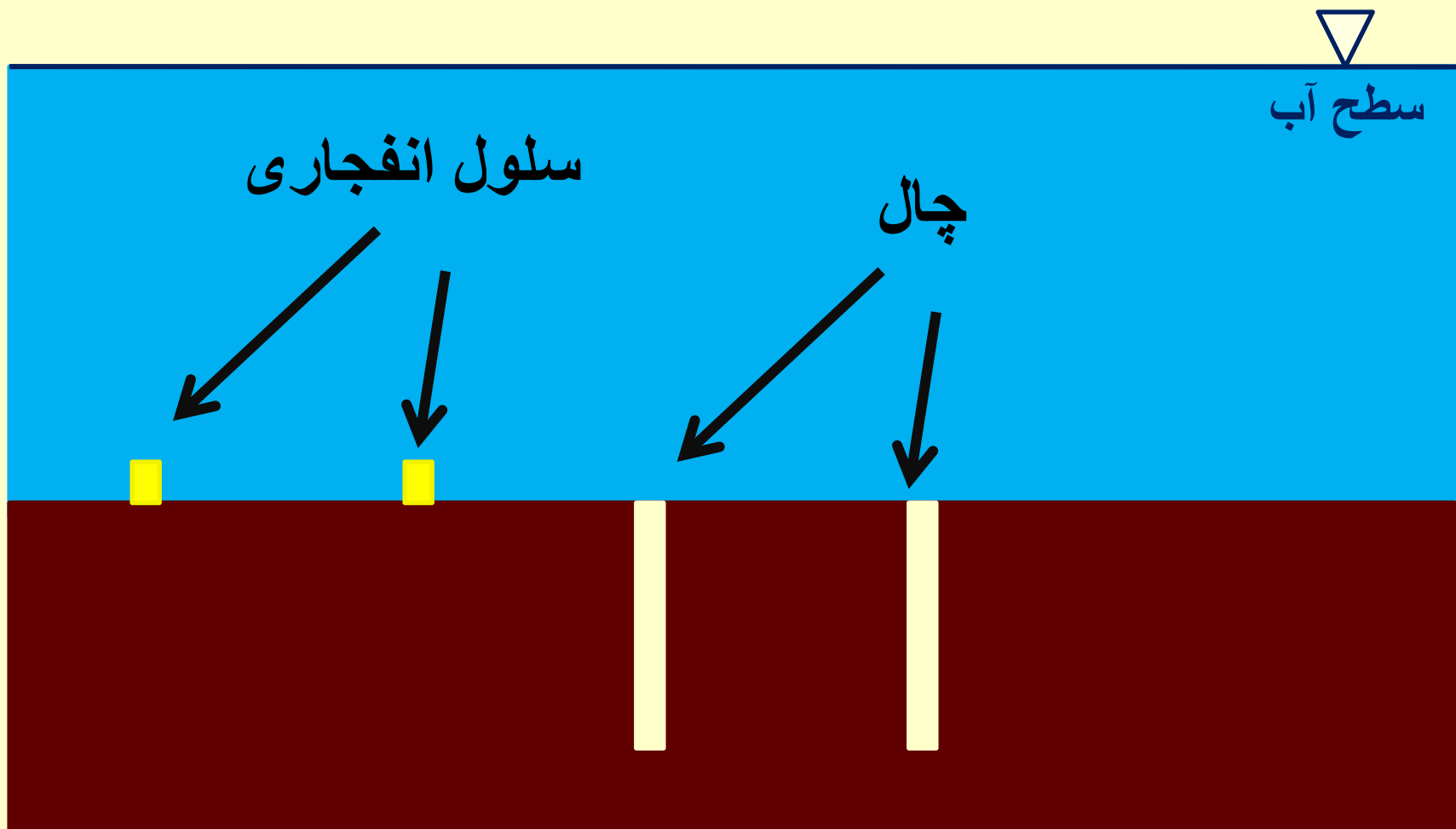




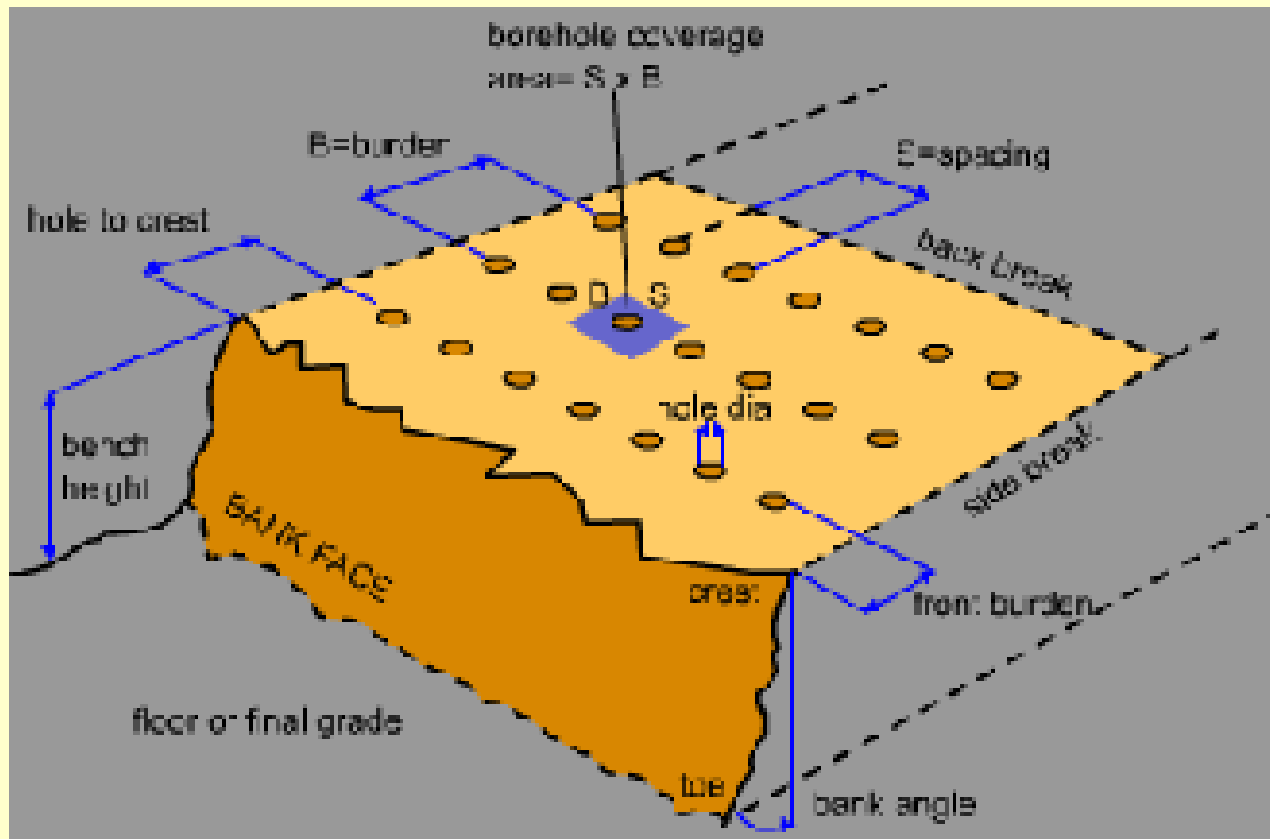
مقایسه انفجار سطحی و عمیق

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



الگوی حفاری چال انفجار در زیر سطح آب



دستگاه ساده حفر چال





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

در پروژه عمیق و عریض تر
کردن کانال پاناما
از انفجار استفاده شد.

Panama Canal.

استفاده از انفجار در کانال پاناما

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



دکل های
حفاری
چال انفجار



بارج حفاری
Yuan Dong 007

سیستم حاوی
ماده منفجره
Rioflex®

شلنگ برای
پمپ کردن
ماده منفجره به
داخل چال

دکل
حفاری



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

روی عرشه بارج حفاری
Yuan Dong 007

استفاده از انفجار در کانال پاناما



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

1 Installation of casing and drill tube

2 & 3 Drilling through overburden

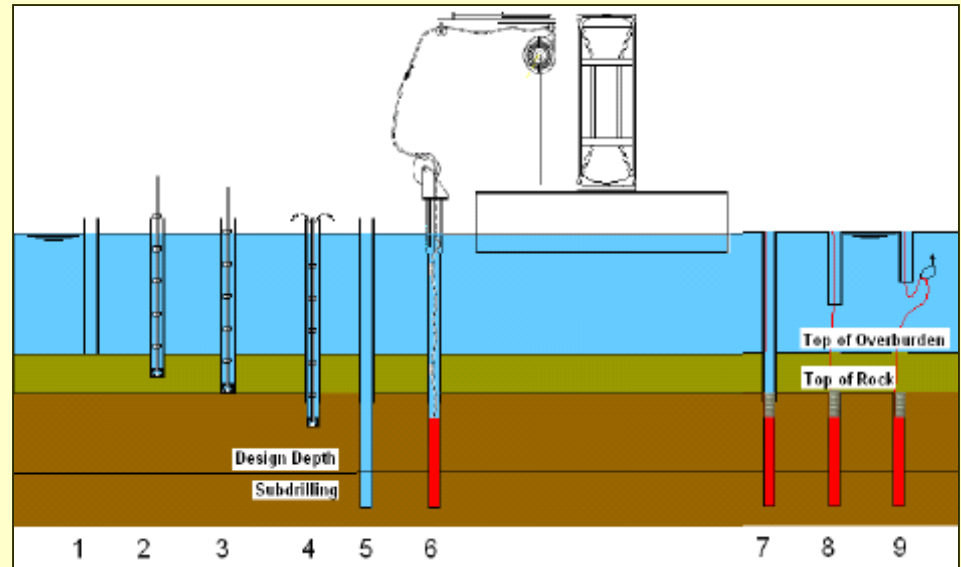
4 Drilling in rock

5 Flushing with air

6 Loading of Rioflex® bulk explosive

7 Stemming

8 & 9 Retrieving casing and recovering shock tube



مراحل حفاری و انفجار



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

-two with Atlas
Copco ROC D7 drill
rigs on board

- pneumatic rigs
equipped with Atlas
Copco rock drills.

سه بارج های حفاری

مورد استفاده در

لایروبی بستر سنگی

Leixoes Harbour

of Matosinhos

در پرتقال





بارج های حفاری در Leixoes Harbour در پرتغال



drilling and blasting of some 500,000 sq m of the seabed.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

توجه به اثر انفجار بر ماهی ها و سایر آبزیان اهمیت دارد



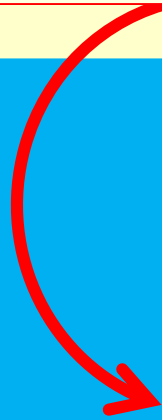
نکته مهم در تعیین و کنترل دقیق مقدار مصالح
حفاری شده در یک پروژه لایروبی:

هیدروگرافی و عمق‌یابی قبل و بعد از
لایروبی برای کنترل کار پیمانکار
لایروب ضرورت دارد.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

برای عمیق کردن یک محل در
لایروبی باید شیب پایدار را برای
شیروانی های زیر آب رعایت کرد.



پیشنهاداتی برای شیب پایدار لایروبی

Source: Dredging , Pub.: ICE

Typical side slopes for various soil types for underwater slopes (from reference 11)

Soil type	Side slope angle			
	Still water		Active water	
Rock	Nearly vertical		Nearly vertical	
Stiff clay	45°	(1:1)	45°	(1:1)
Firm clay	35°	(1:1.4)	40°	(1:1.2)
Sandy clay	25°	(1:2.1)	15°	(1:3.7)
Coarse sand	20°	(1:2.7)	10°	(1:5.7)
Fine sand	15°	(1:3.7)	5°	(1:11.4)
Mud and silt	10°-1°	(1:5.7-1:57)	5° or less	(1:11.4 or less)



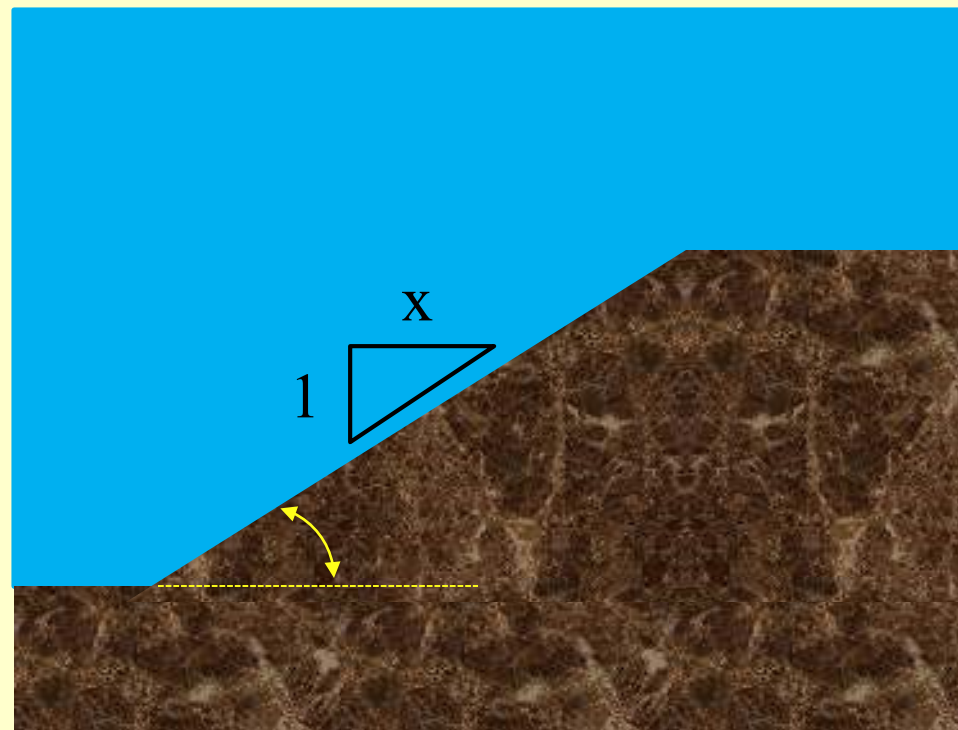
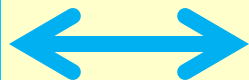
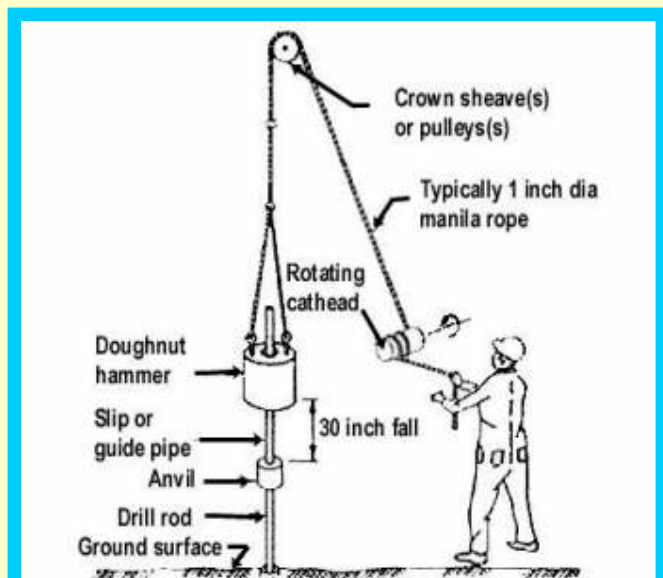


Correlation between SPT and Stable Dredged Slope

شیب پایدار بستگی به مقاومت خاک دارد پس تابع نتیجه آزمایش نفوذ استاندارد در آن خاک است.

انجام آزمایش نفوذ استاندارد

N_{SPT}





شیب پایدار لایروبی در خاکهای چسبنده

Source: Gerwick

Correlation between SPT and Stable Dredged Slope in Cohesive Soils (Clays)

Soil Consistency	Unit	Very Soft to Soft	Soft to Medium Stiff	Medium Stiff to Stiff	Stiff to Very Stiff	Hard
N_{SPT} ←	bpf	0-2	2-4	4-8	8-16	16-32
Typical depth ^a	ft	0.1-10	15-25	25-40	40-80	80-100
Shear strength (from N_{SPT} or from unconsolidated, undrained laboratory tests or from field vane shear tests.)	ksf	0.25 (250 psf)	0.5 (500 psf)	1.0 (1000 psf)	2.0 (2000 psf)	4.0 (4000 psf)
Stable slope ^b		Requires special consideration	4:1	1½:1	1:1	¾:1
Need to consider surcharge?		Yes	Yes	Possibly	Normally not required	

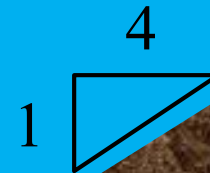
^aThe depth of normally consolidated clay associated with the shear strengths shown.

^bThis is the ratio of horizontal distance to vertical height.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مثال از شیب پایدار برای لایروبی شیروانی ها در خاک چسبنده خیلی نرم در زیر آب

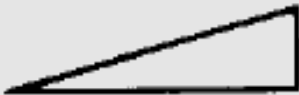







شیب پایدار لایروبی در خاکهای دانه ای

Correlation between SPT and Stable Dredged Slopes

in Cohesionless Materials (e.g., Sand)

	Very Loose to Loose	Loose to Medium	Medium to Dense	Dense to Very Dense
Corrected N_{SPT}	0-4	4-10	10-30	30-50+
Relative density	0.15	0.35	0.65	0.85-1.0
Moist unit weight (lb/ft ³)	70-100	90-120	110-130	120-140
Stable slope	4:1	2.25:1	1.75:1	1.5:1
				



اجرای سازه های دریایی

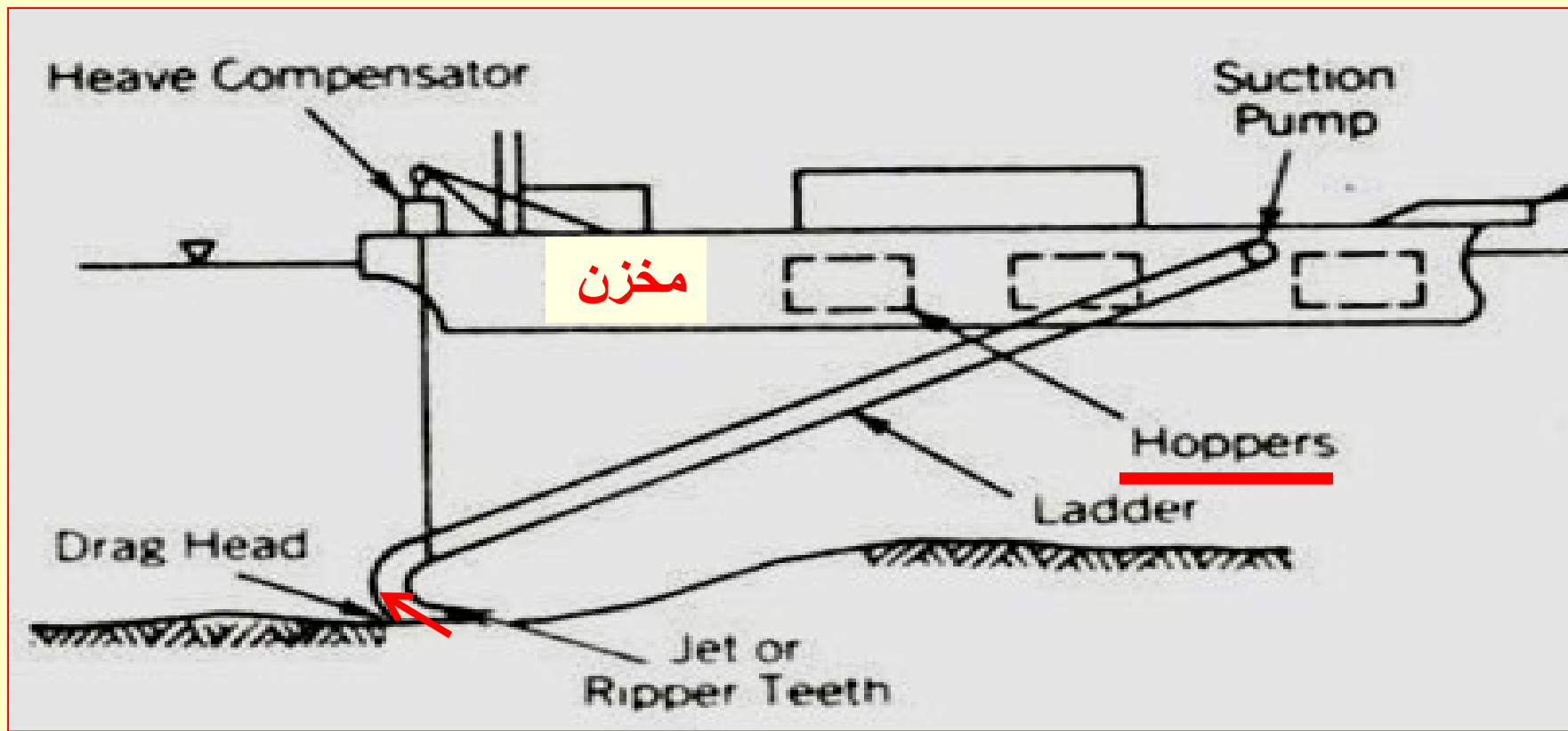
علی فاخر

انتقال مصالح لایروبی

انتقال مصالح لایروبی شده

- انتقال مصالح لایروبی با لوله یا با استفاده بارج (یا مخزن درون لایروب) انجام میشود.
- انتقال مصالح لایروبی در فاصله نزدیک با لوله و در فاصله دور با بارج انجام میشود.
- در کارهای نزدیک ساحل اغلب می توان با لوله مصالح را به خشکی منتقل کرد.

ریختن مصالح در مخازن کشتی لایروب



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

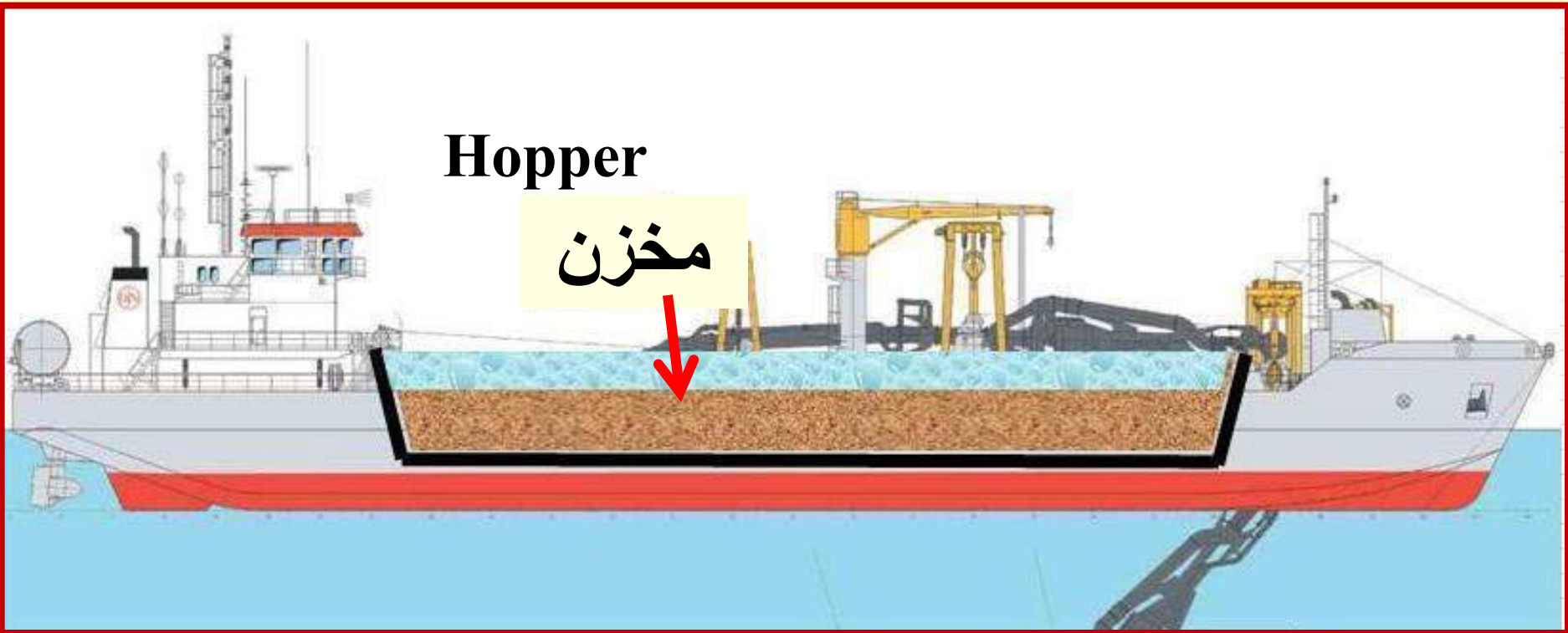


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

Hopper

مخزن





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

Hopper مخزن

انتقال مصالح در لایروب دارای مخزن

- لایروب دارای مخزن یا Hopper است و قابلیت دپو کردن موقت مصالح لایروبی شده را دارد.
- بهترین لایروب برای کارهای دور از ساحل است، زیرا:
 - مصالح پس از لایروبی در مخزن میانی لایروب ریخته می شوند.
 - مصالح انباشته شده در فاصله مناسب با باز شدن از کف به دریا ریخته می شوند.

استفاده از بارج دیگر برای انتقال مصالح لایروبی

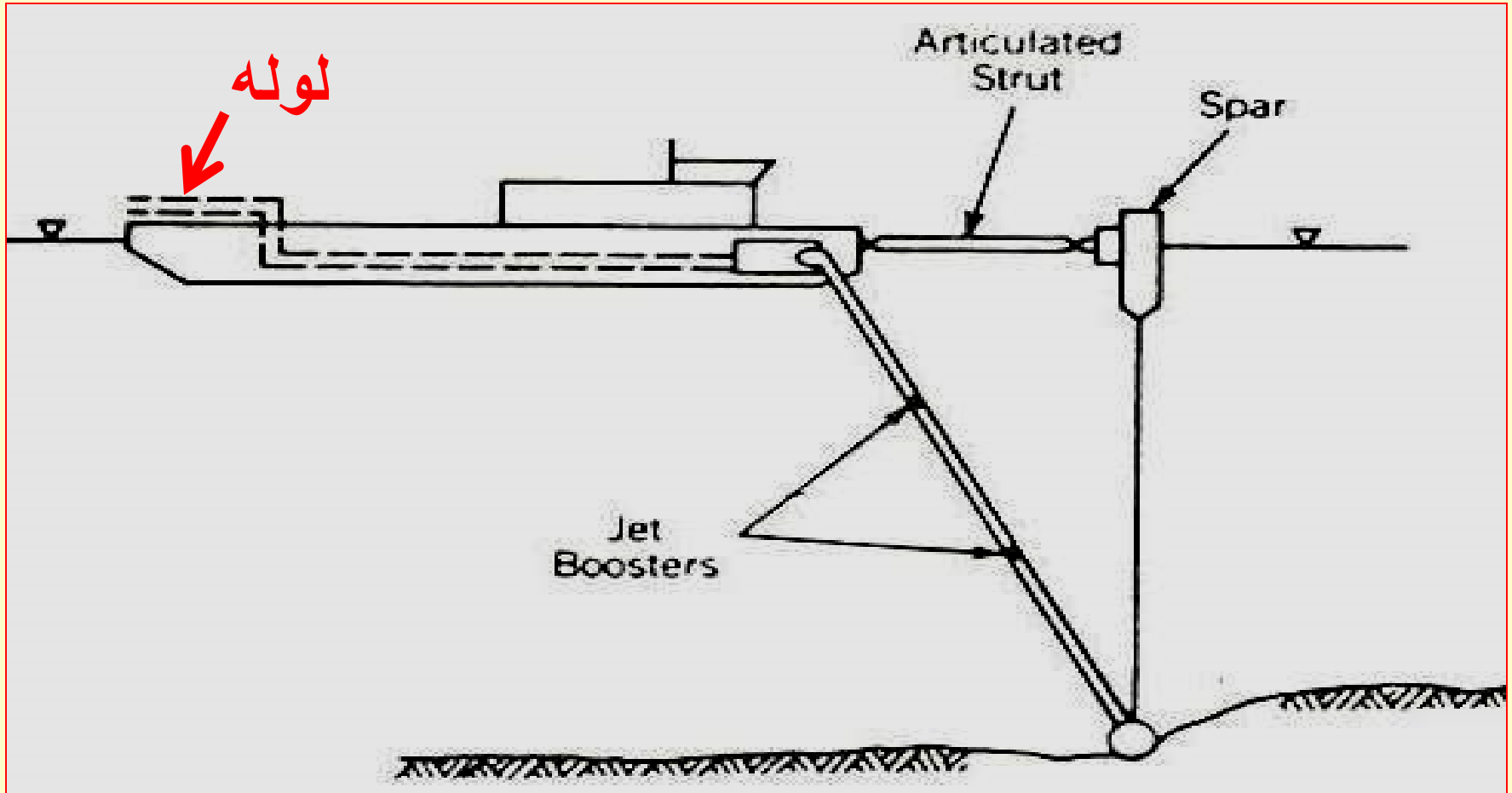


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

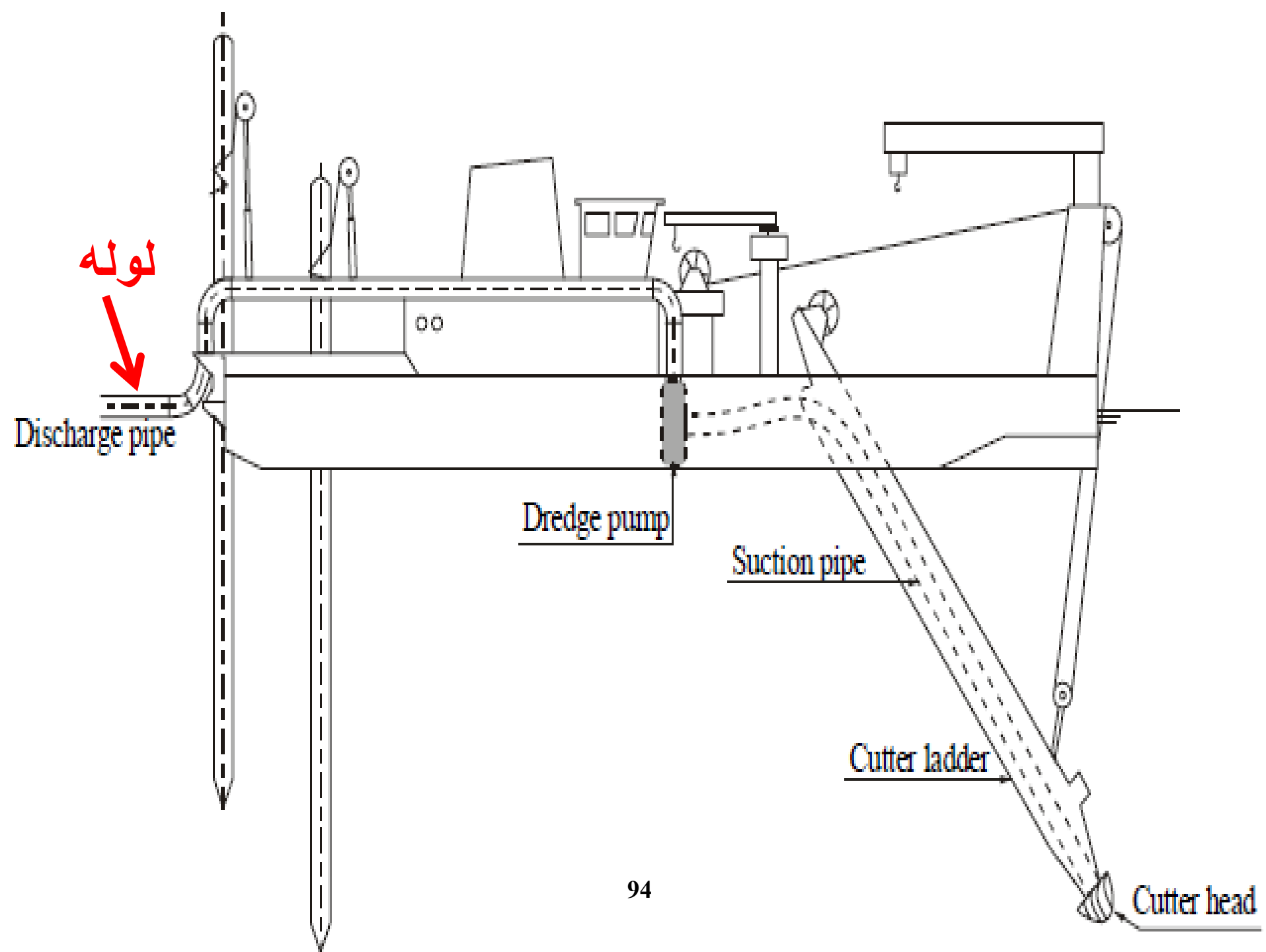


انتقال مصالح لایروب با لوله



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر





لایروبی و انتقال مصالح لایروبی با لوله در بندر فریدون کنار

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لایروب

لوله انتقال مصالح لایروبی شده که شناور است

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لایروب



لایروبی و انتقال مصالح لایروبی در بندر خدماتی عسلویه

در کارهای ساحلی معمولاً از hopper استفاده نمی شود و انتقال مصالح لایروبی از شناور به ساحل با **لوله** انجام می گیرد.





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

دو نوع محدودیت در سرعت لایروبی

محدودیت هیدرولیکی

محدودیت حفاری



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

محدودیت حفاری

وقتی حفاری در زمین سخت انجام می شود محدودیت ناشی از قدرت کاتر بروز می کند که ناشی از محدودیت لنگر اعمال شده به کاتر از موتور است. این محدودیت ربطی به انتقال مصالح ندارد.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

محدودیت هیدرولیکی

این محدودیت به انتقال مصالح مربوط می شود
و حتی در خاک نرم هم بروز می کند.
دانسیتة مصالحی که باید پمپ شود زیاد می
شود و مکش و فشار ناشی از رسوبات مانع
انتقال مصالح می گردد.

انتقال مصالح لایروبی با غلظت بالا نیازمند قدرت پمپاژ بالا است.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

حداکثر طول حمل مصالح حفاری شده تابع قدرت
پمپاژ لایروب است و محدودیت دارد: **مثال**



مشخصات لایروب TAHSING

Length : 77.5 m

Average draft with full fuel bunkers (m) : 3.00

Diesel power inboard pumps (HP) : 2×3,300

Cutter horsepower (HP) : 1,200.00

Inside diameter suction/discharge pipe(mm) : 800/750

Maximum dredging depth (m) : 22.00

↓ **Maximum discharge distance** about (km) : 7.00

Production (m³/H) in soils with SPT 60/100 :
1,500~2,000





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

ریختن و دیو کردن مصالح لایروبی

روش های دیو و دور ریختن مصالح لایروبی

- ریختن در دریا
- انباشتن در خشکی
- استفاده در بازیافت زمین

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لایروبی در بندر پتروشیمی پارس

ریختن مصالح لایروبی در دریا

لایروب

محل تخلیه
در دریا



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لایروبی در بندر پتروشیمی عسلویه

محل تخلیه مصالح در
نزدیکی ساحل در دریا

2004

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

ریختن مصالح لایروبی در دریا با روش پخش کردن



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

Rainbowing



پخش کردن مصالح لایروبی در دریا که محدودیت دارد.

روش های ریختن مصالح لایروبی در دریا



■ انباشتن در دریا ←

■ پخش کردن در دریا ←



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

در صورت ریختن مصالح در دریا، فاصله محل
لایروبی تا محل ریختن مصالح باید زیاد
باشد تا مصالح در اثر جریانهای آبی به محل
اولیه باز نگردند.

در کارهای ساحلی، اغلب مصالح لایروبی برای بازیافت
زمین بکار می‌رود.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

ریختن مصالح لایروبی در ساحل





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

ریختن مصالح لایروبی در ساحل





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

انباشتن مصالح لایروبی در ساحل (مجاور بندر خلیج فارس)







اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

انباشتن مصالح لایروبی در ساحل (مجاور بندر خلیج فارس)





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

انباشتن مصالح لایروبی در ساحل (مجاور بندر خلیج فارس)



ریختن مصالح لایروبی در خشکی برای بازیافت زمین در عسلویه



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

کنترل کیفیت مصالح لایروبی در هنگام
لایروبی عملی نیست. باید قبل از شروع
لایروبی با گمانه زنی و آزمایش خاک
تصمیم گیری شود که مصالح برای بازیافت
زمین به کار رود یا خیر.

محل ریختن یا دیوکردن مصالح حاصل از لایروبی

□ اگر مصالح لایروبی **بیش از مقدار مورد نیاز** برای بازیافت زمین بود در محل مناسب در **دریا** ریخته میشود

□ اگر مصالح لایروبی برای بازیافت زمین از نظر ژئوتکنیکی **نامناسب** بود در محل مناسب در **دریا** یا **خشکی** ریخته میشود.

□ اگر مصالح لایروبی از نظر زیست محیطی **نامناسب** بود در محل مناسب در **خشکی** ریخته و دفن بهداشتی میشود.

مقدار فلزات در مصالح مورد نظر برای لایروبی باید

قبل

از شروع عملیات لایروبی اندازه گیری شود تا ارزیابی

زیست محیطی انجام شود و محل تخلیه معلوم گردد.

- Arsenic (As)
- Copper (Cu)
- Cadmium (Cd)
- Chromium (Cr)
- Lead (Pb)
- Mercury (Hg)
- Zinc (Zn)
- Nickel (Ni)



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اگر مقدار فلزات سنگین در مصالح لایروبی شده زیاد باشد، آنگاه باید مصالح در خشکی با لایه های نفوذناپذیر رسی یا ژئوسینتتیکی دفن گردد.





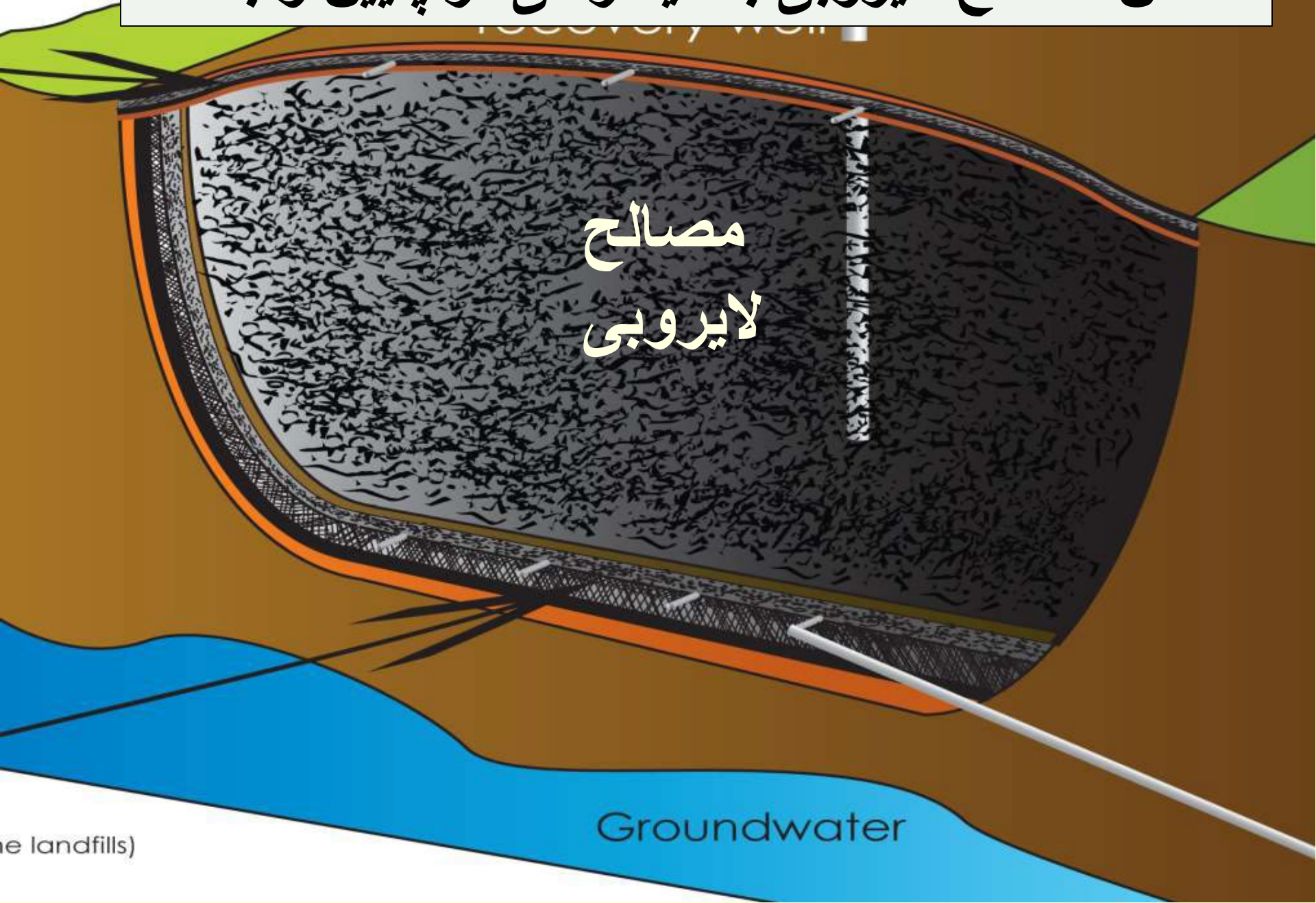
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

دفن مصالح لایروبی با لایه رسی در پایین و بالا



دفن مصالح لایروبی با لایه رسی در پایین و بالا



مصالح
لایروبی

Groundwater

(e landfills)



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

انباشتن سطحی مصالح لایروبی با لایه رسی در پایین و بالا

مصالح لایروبی



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

حفاری و لایروبی برای احداث کانال دریایی



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مراحل احداث کانال دریایی

۱ خاکبرداری بالای سطح آب و عمق کم در زیر آب

۲ خاکبرداری در عمق زیاد در زیر سطح آب



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

خاکبرداری و احداث کانال دریایی

□ خاکبرداری در بالای سطح آب و عمق کم در
زیر آب: خاکبرداری با تجهیزات متداول در خشک





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

خاکبرداری کانال بالای سطح آب





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

عمود براروند رود تعداد زیادی نهر
یا کانال کم عمق از قدیم با ابزار ساده
احداث شده است.

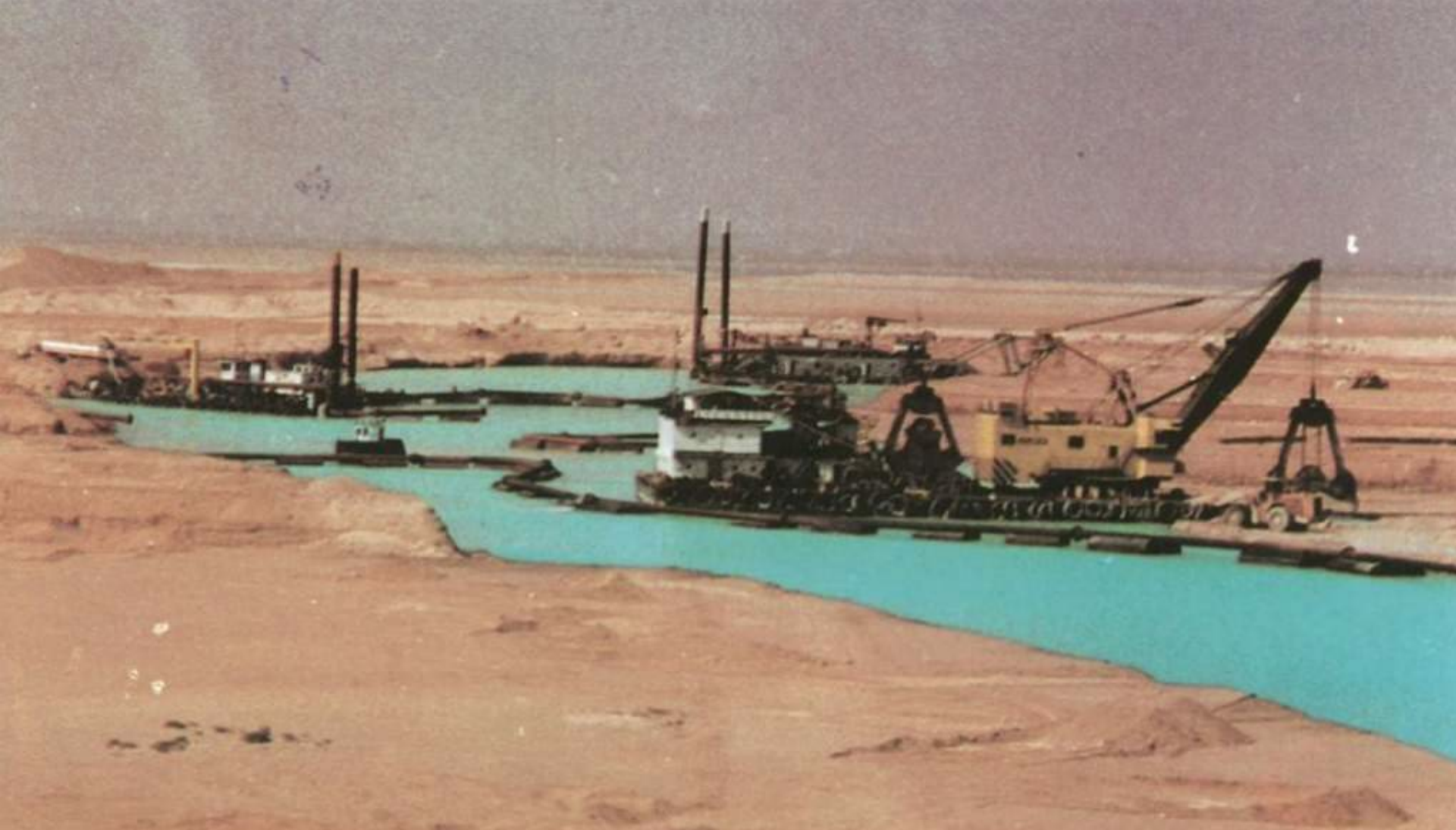




اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

خاکبرداری و احداث کانال دریایی

□ خاکبرداری در عمق زیاد در زیر سطح آب:
روش های متداول لایروبی در دریا



لایروبی و حفر کانال به عمق زیاد در زیر سطح آب

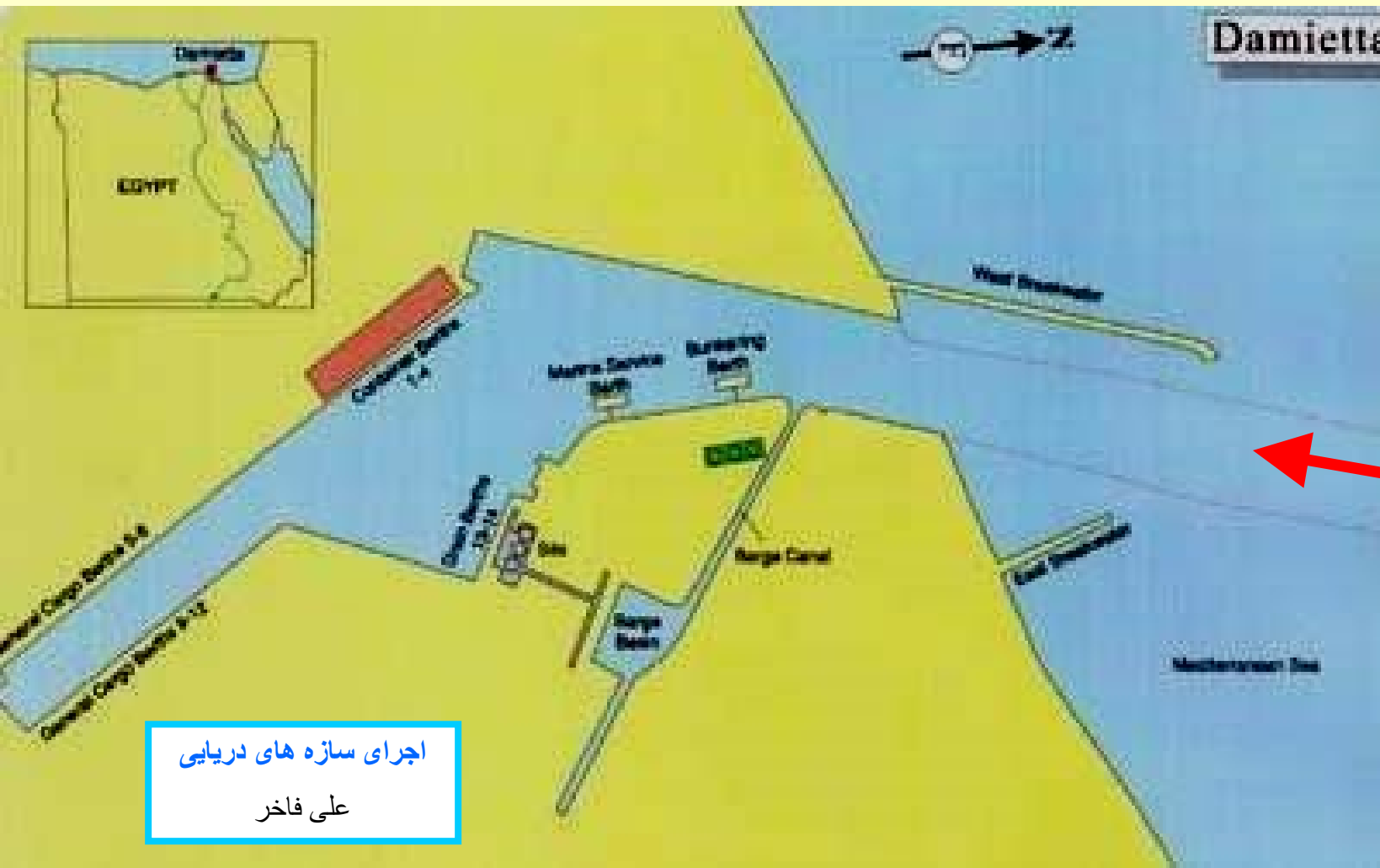
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

1 6 '93

مثال از کانال دریایی:

کانال زیر آبی به عنوان مسیر نزدیک شدن کشتی ها به حوضچه بنادر است که با لایروبی اجرا می شود.

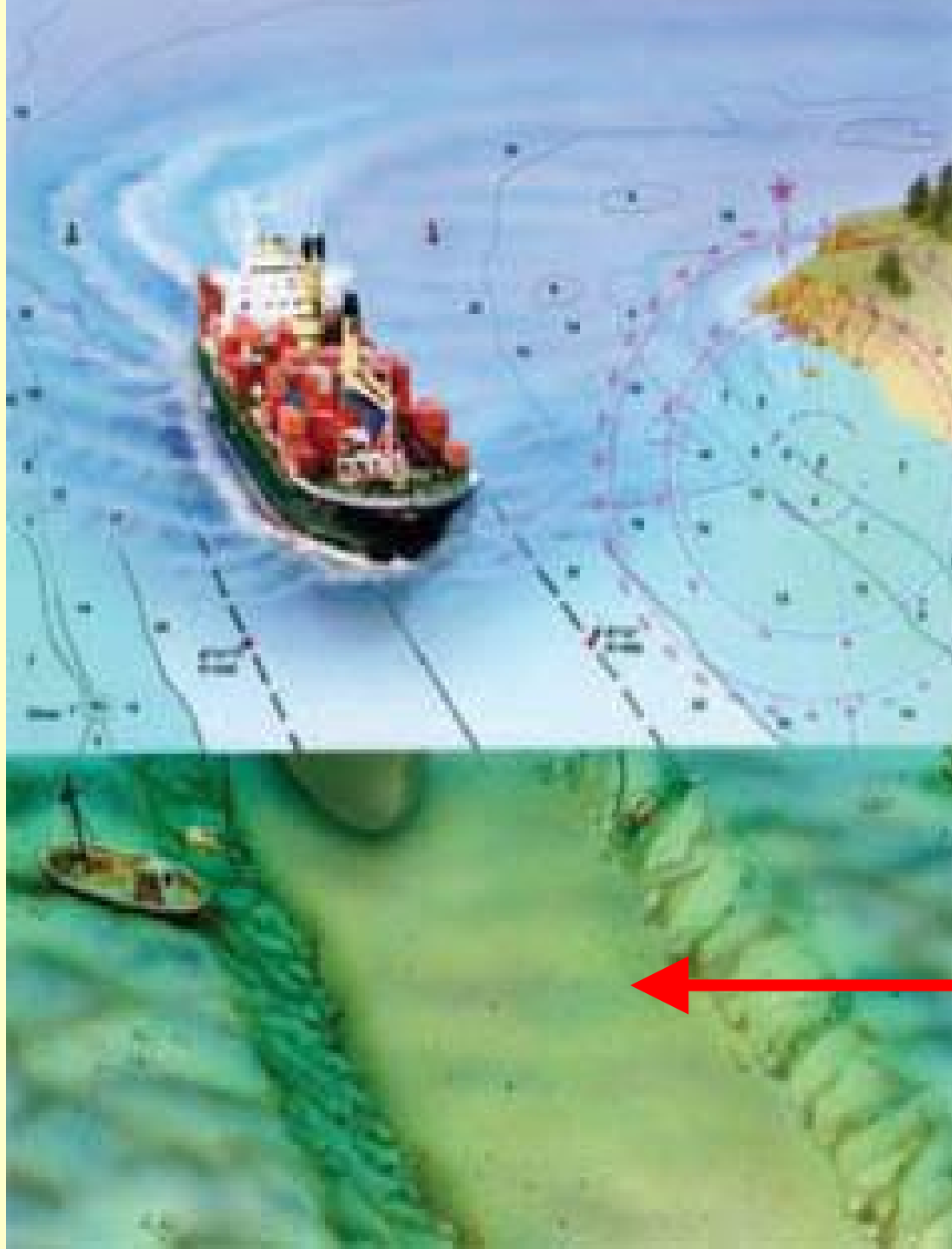


کانال
زیر آب

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



کانال
زیر آب

مثال: کانال زیر آبی نزدیک شدن به حوضچه بندر جبل علی

نقشه مسیر کانال زیر آبی

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



مثالی از احداث کانال های دریایی:

کانال سوئز



کانال سوئز



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



حفر كانال سوئز توسط داریوش



Suez Canal was completed by Darius I of Persia.

هرودوت:

Darius's canal was wide enough and required four days to traverse.



کانال پاناما



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

کانال 14 مایلی احداث شده در فلوریدا برای کنترل سیل Tampa Bypass Canal



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



طرح اولیه

Iran is to build a water canal that will run from the Caspian Sea to Semnan province



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

طرح اولیه Caspian Sea to Persian Gulf



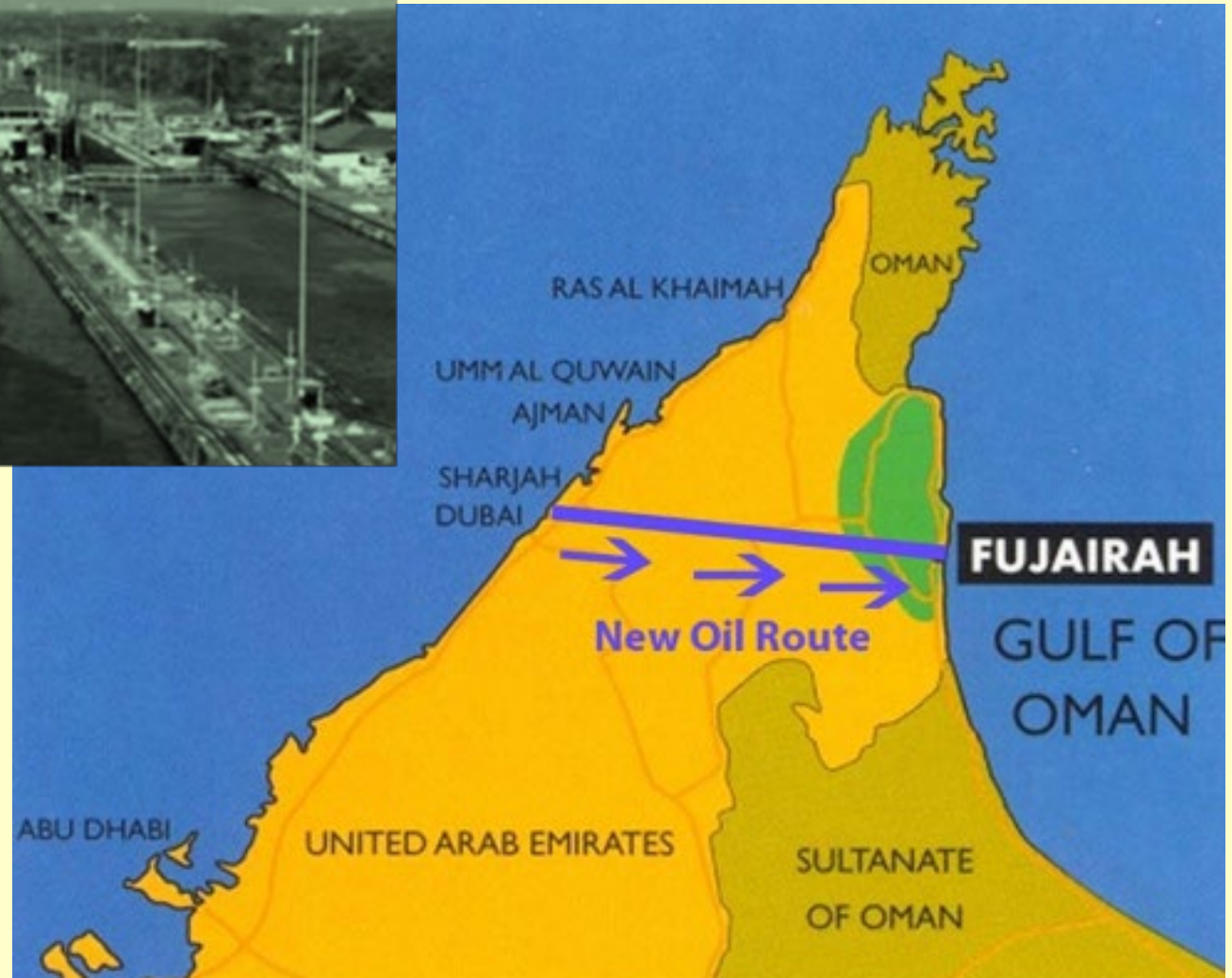


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

طرح اولیه در امارات

Hormuz bypass canal





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

The Black Sea

Channel Istanbul
(Representation)

The Bosphorus

The Marmara Sea

طرح اولیه در ترکیه

Bosphorus bypass canal



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

طرح اولیه A super canal connecting the Kara Sea and the Persian Gulf



Eurasia Canal ایده

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

700 km, Caspian-Black seas



مثال از احداث حوضچه در خشکی:

Dubai Marina

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

نوعی تور ماهیگیری در سواحل جنوبی
ایران که ماهی را در مد به دام می اندازد.



موفق باشید

علی فاخر

Bandarabbas, Iran.

Photo: Sadegh Taheri © 2007