



درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

# اسکله سپری

قسمت ۲ (سپر بتنی)

فروردین 1403



درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

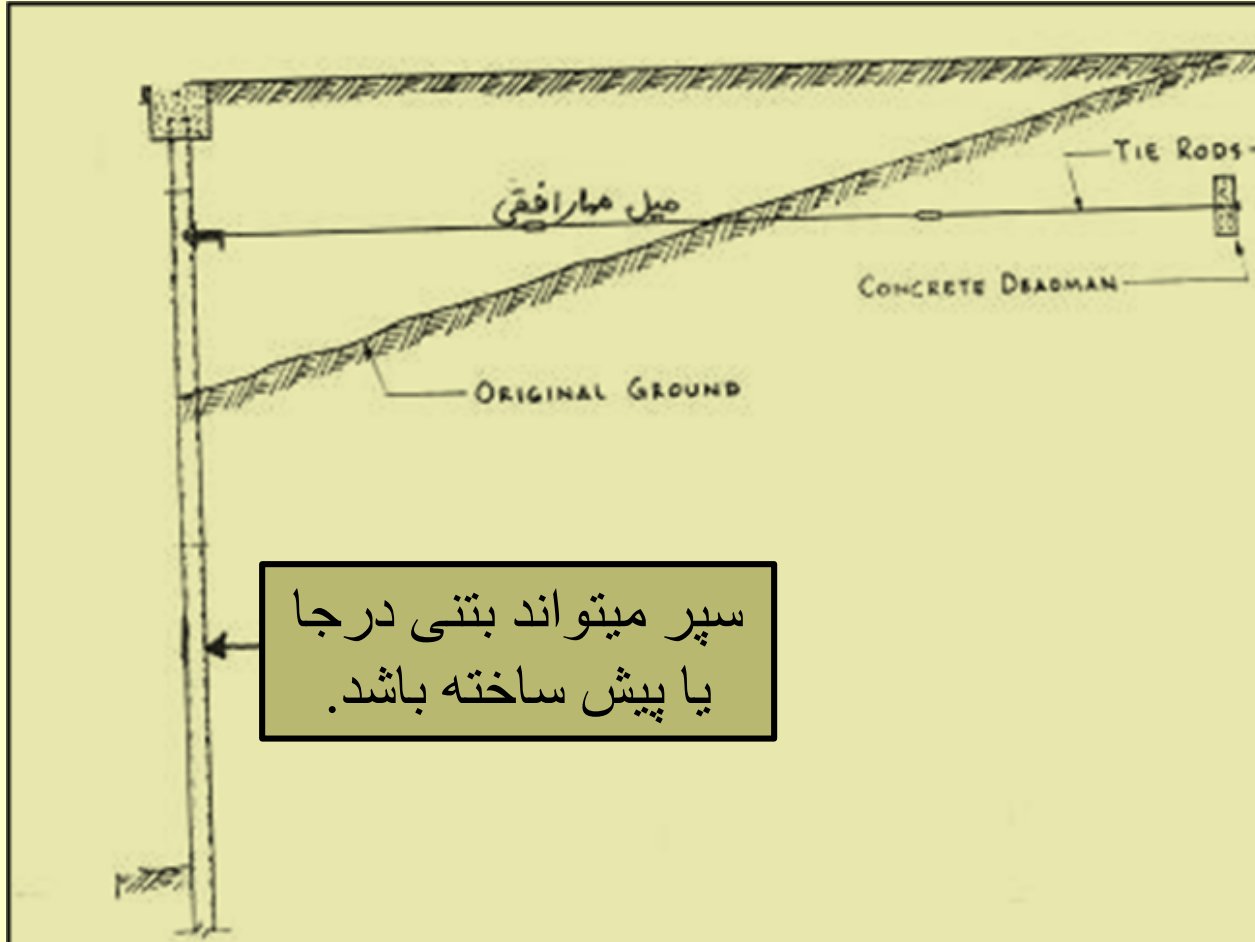
# انواع سیر بتنی

- بتنی درجا
- بتنی پیش ساخته



# یاد آوری اجزای یک اسکله سپری

درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



- سپر
- میل مهار
- مهار



درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

# سپر بتنی درجا

اجرای سپر بتنی درجا به روش خاصی انجام می شود  
که به این نوع دیواره ها در کارهای خشکی، دیوار  
جداکننده می گویند.

**Diaphragm Wall**



ابتدا باید در دریا خاکریزی کرد تا دیوار جداکننده  
(سپر بتنی درجا) در خشکی اجرا شود.

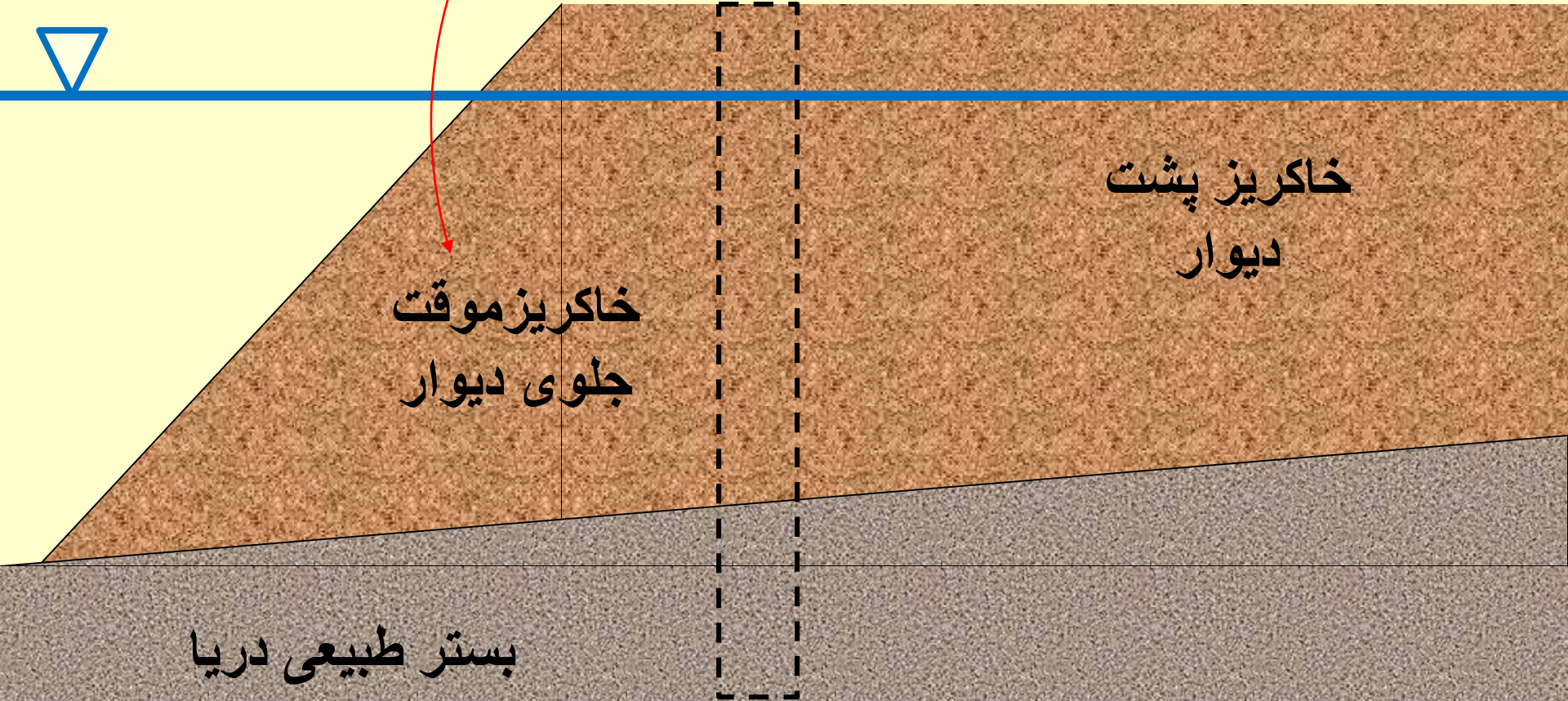
سطح آب

خاکریزی

بستر طبیعی دریا



# خاکریز موقت جلوی دیوار پس از اجرای دیوار ، برداشته می شود.





درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

# ساخت اسکله سپری با روش دیوار جداکننده در

## London Gateway

2010

پس از خاکریزی در دریا، دیوار جداکننده  
در خشکی در حال اجرا است.





# محل اجرای اسکله با روش دیوار جداکننده (سپر بتنی درجا)







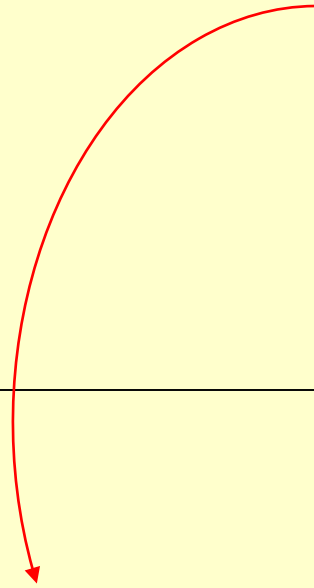
خاکریزی موقت که  
بعد از اجرای دیوار،  
لایروبی می شود





درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

خاک جلوی دیوار پس از اجرای دیوار،  
لایروبی می شود.



خاکریز پشت  
دیوار

بستر طبیعی دریا

# مراحل اجرای دیوار جداکننده بتنی (سپر بتنی درجا) در مقطع

# اجرای دیوار هادی

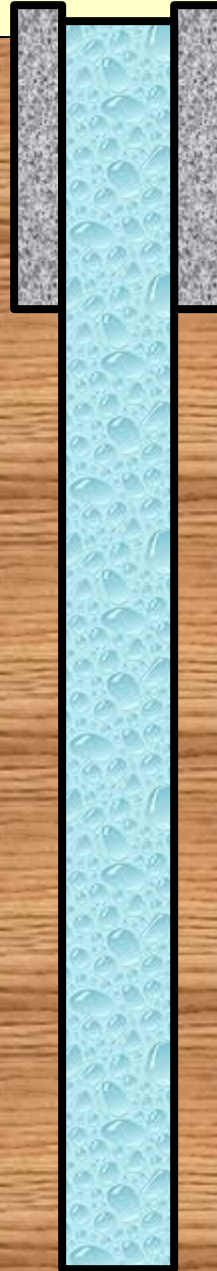


درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر





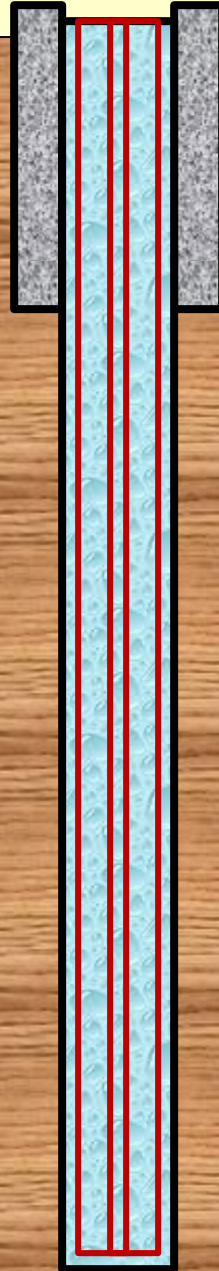
درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



حفاری در شرایطی  
که ترانشه پر از گل  
بتونیت است.



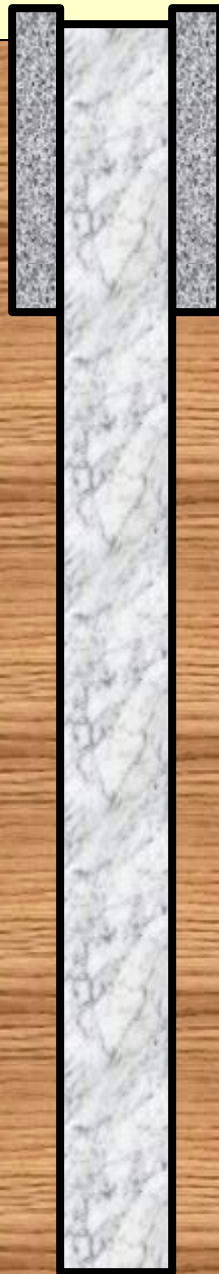
درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



میگردگذاری



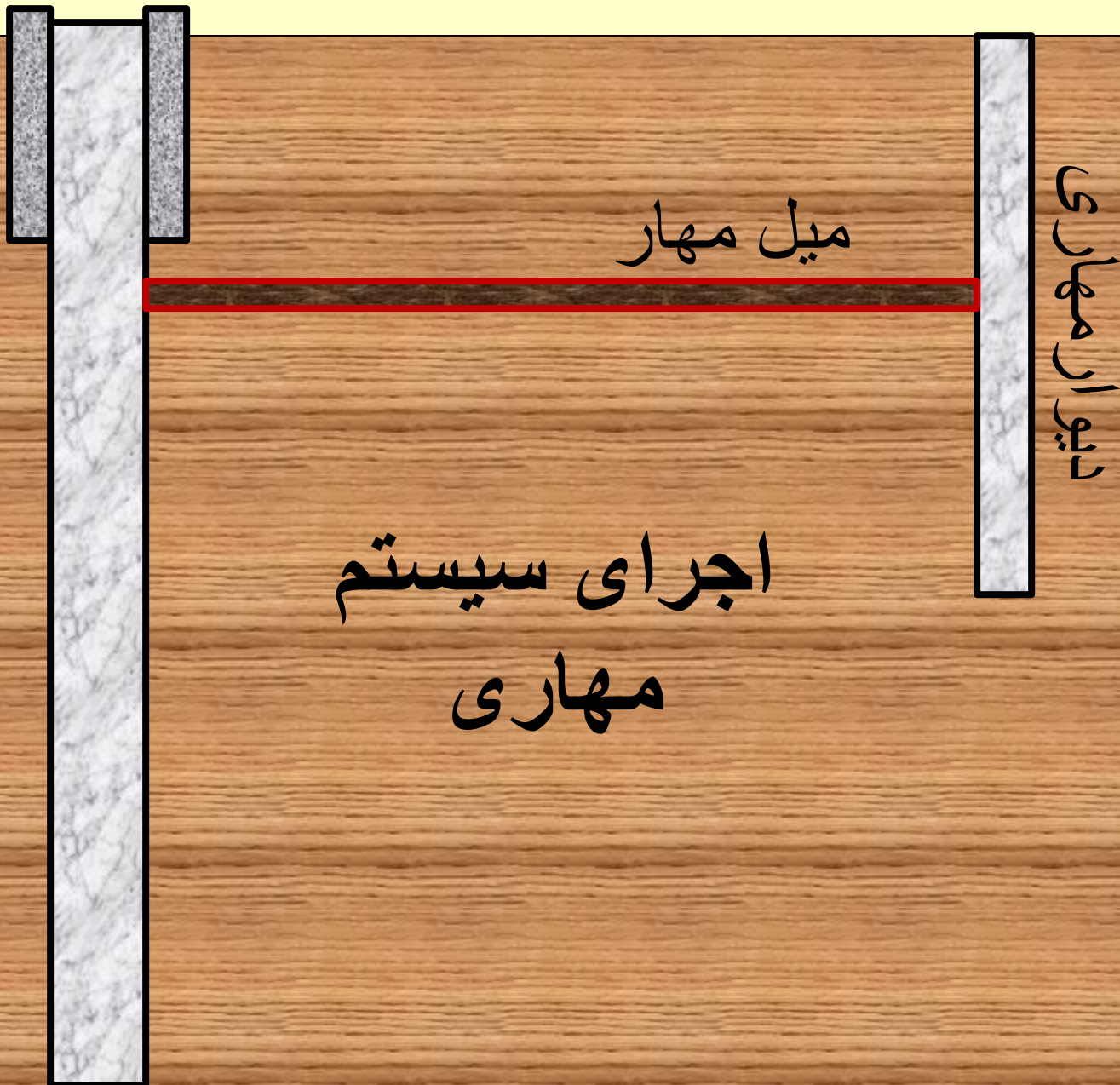
درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



بتن ریزی



درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

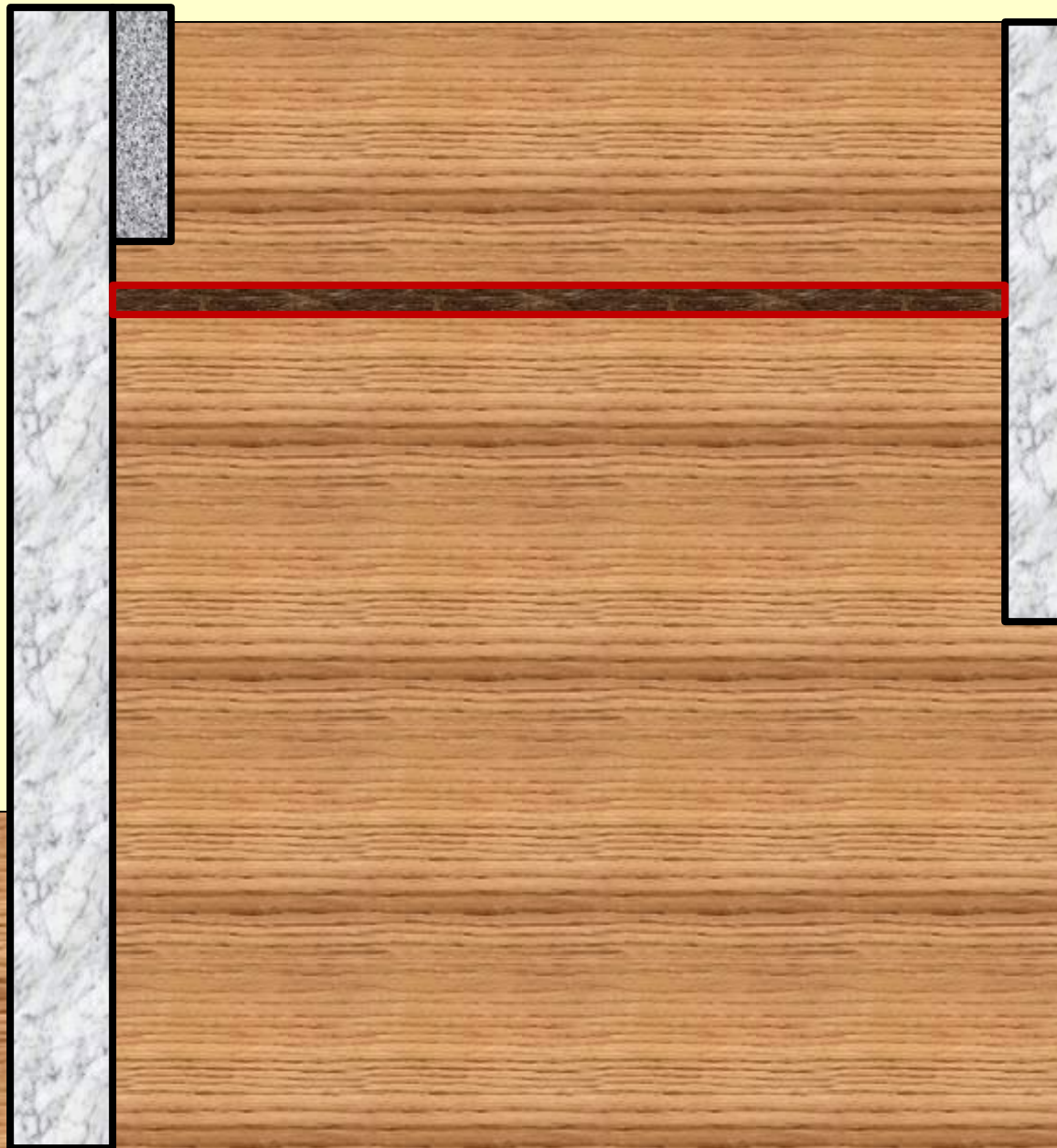






درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

# خاکبرداری یا لایروبی سمت دریا

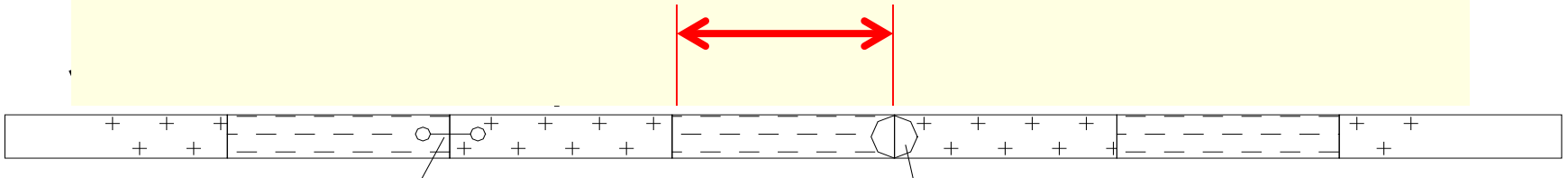


# مراحل اجرای دیوار جداکننده بتنی درجا در طول

# اجرای سپر بتنی درجا در طول

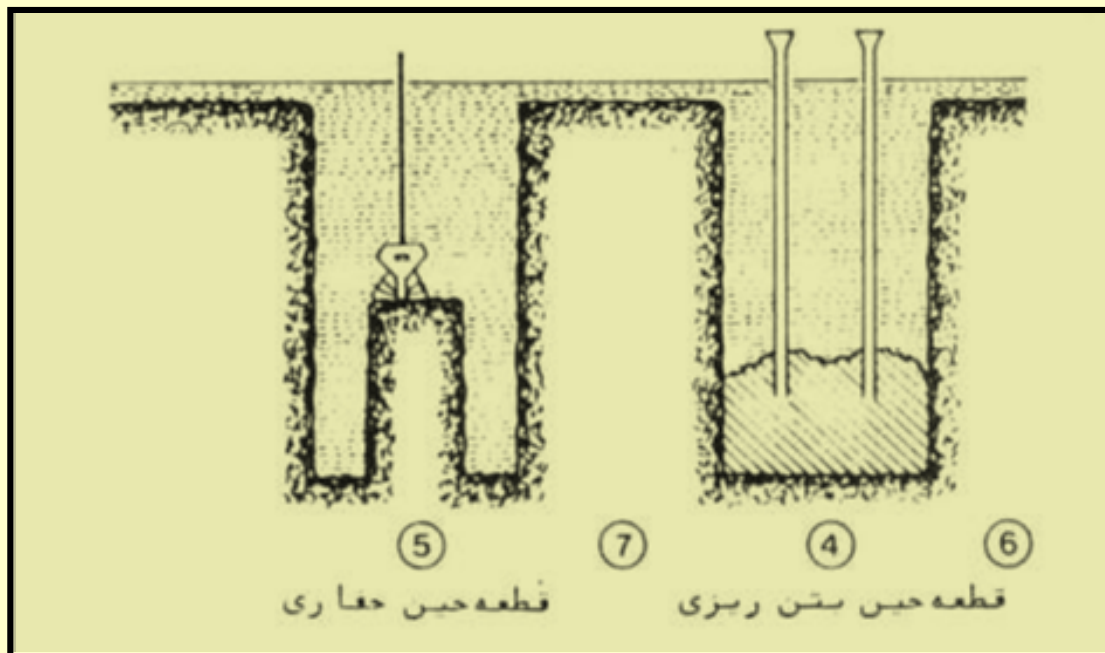
دیوار در طول به **قطعات 5 الی 6 متری** تقسیم میشود و عملیات حفاری، آرماتورگذاری و بتن ریزی آنها یکی در میان انجام می شود.

**5 الی 6 متر**



پلان

# اجرای سیر بتنی درجا در طول

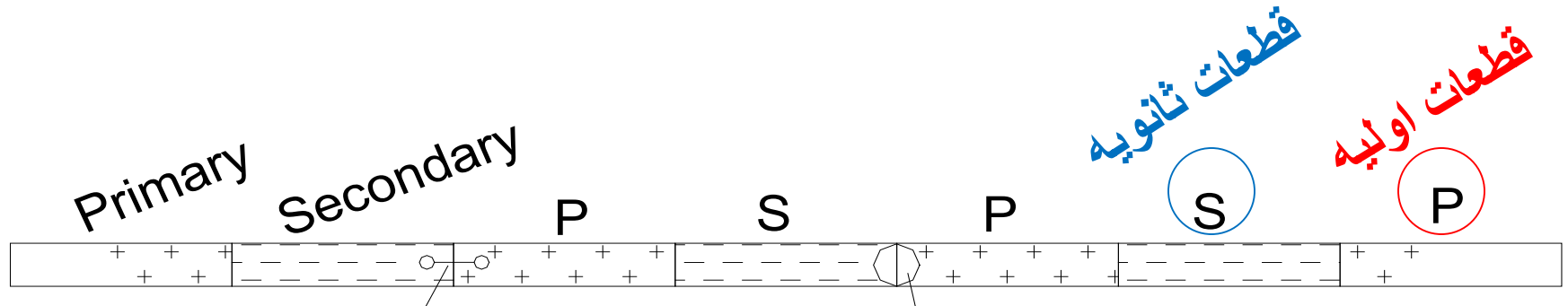


عملیات حفاری،  
آرماتورگذاری  
و بتن ریزی  
قطعات به تناوب  
انجام می شود.

مقطع

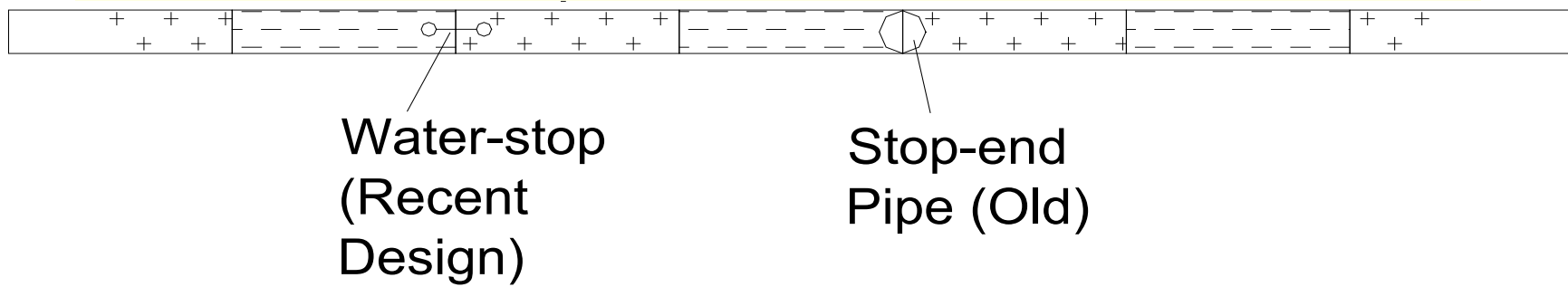
# اجرای سیر بتنی درجا در طول

عملیات حفاری، میلگردگذاری و بتن ریزی **قطععات اولیه** تمام میشود و بعد، این عملیات برای **قطععات ثانویه** انجام می گیرد.



## اجرای سپر بتنی درجا در طول

برای آب بندی بین قطعات در گذشته از لوله و امروزه از واتراستاپ با روشهای ابتکاری استفاده شده است ولی ایجاد آبندی بسیار مشکل است.



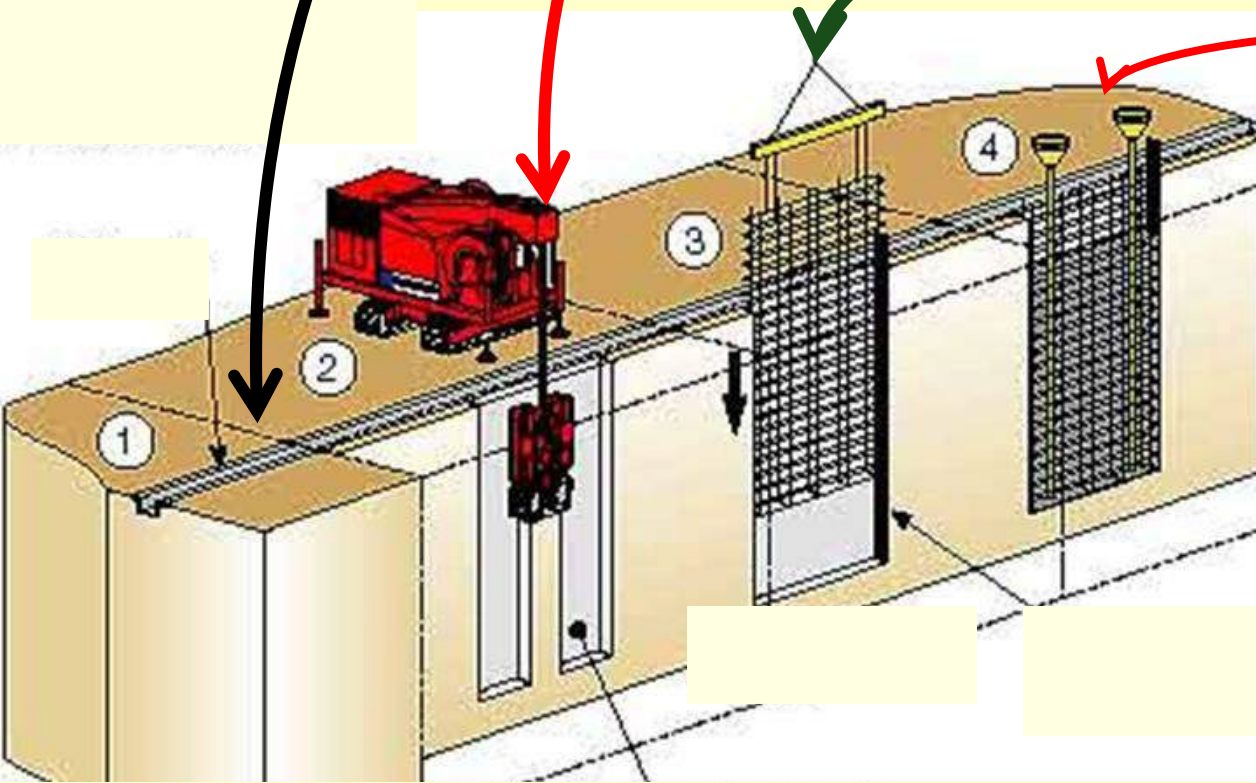
# آشنایی تصویری با مراحل اجرای سپر بتنی درجا

۱- ساخت دیوار هادی در سطح زمین

۲- حفاری (نگهداری دیواره گود با گل بنتونیت)

۳- قرار دادن آرماتور

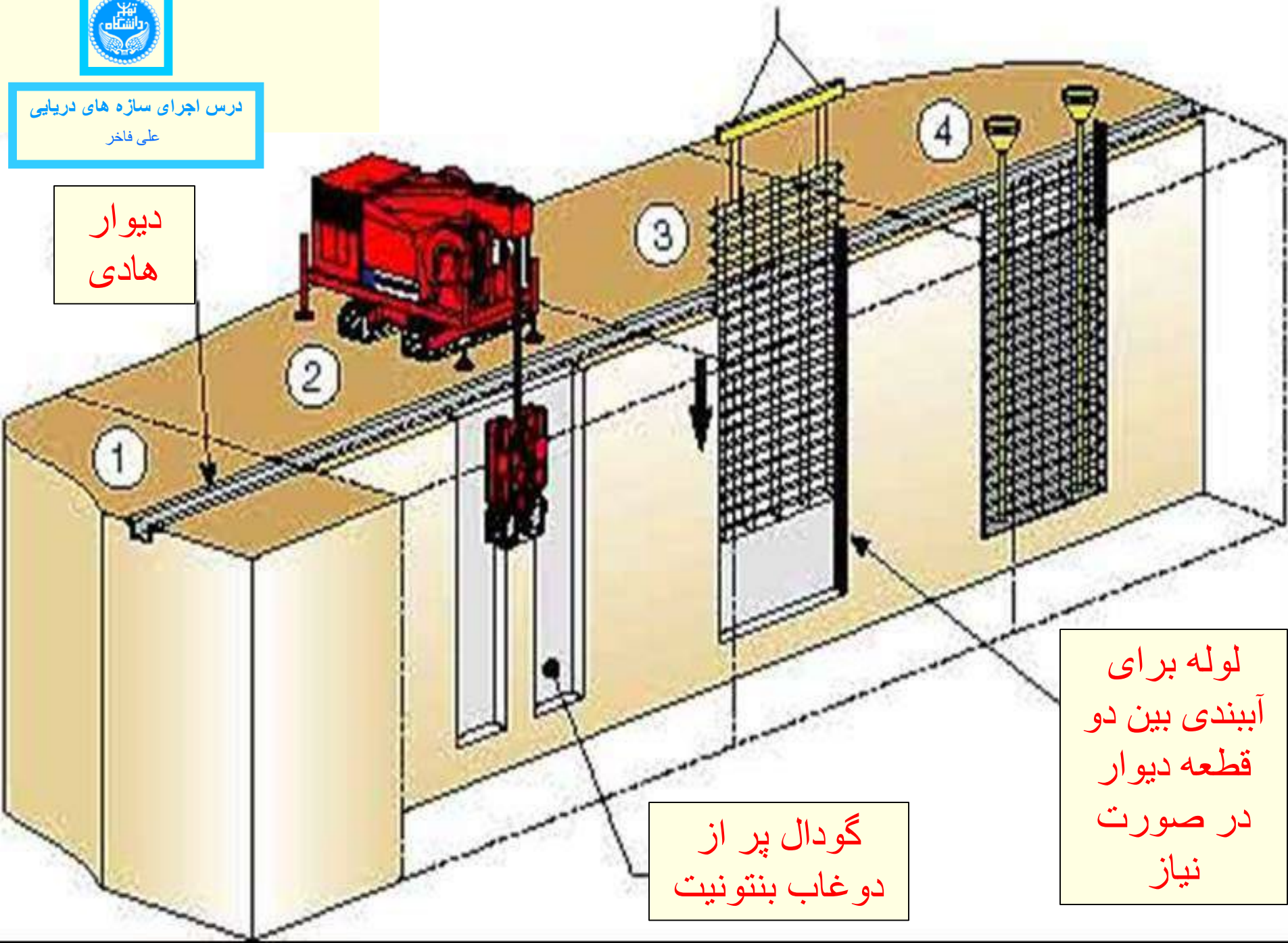
۴- بتن ریزی





درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

دیوار  
هادی



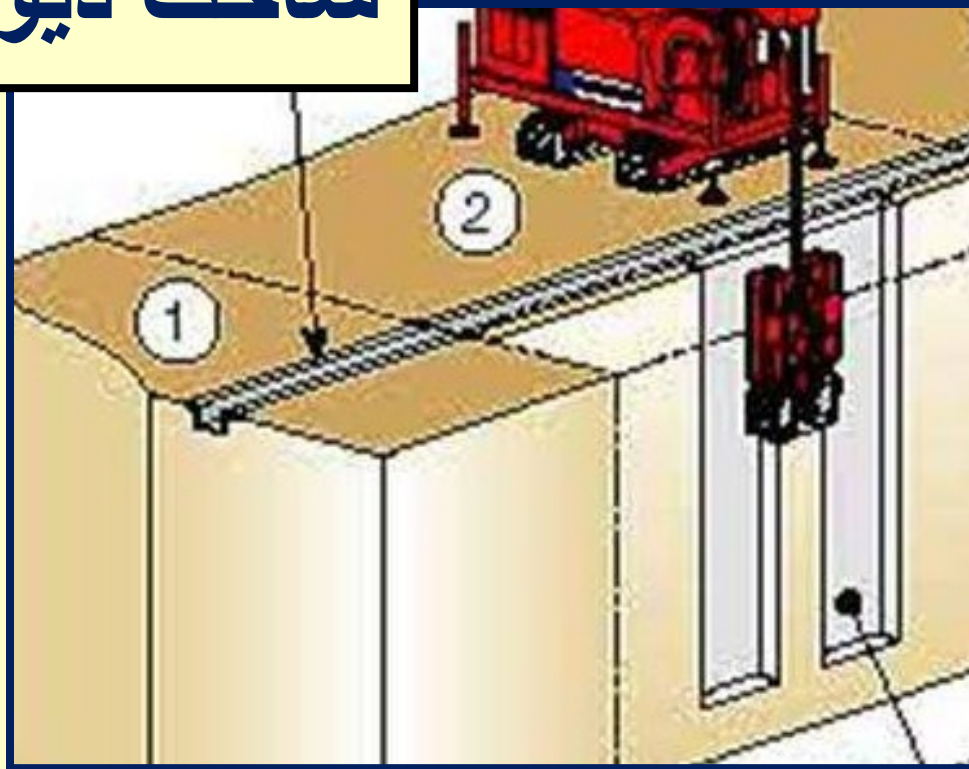
گودال پر از  
دوغاب بنتونیت

لوله برای  
آببندی بین دو  
قطعه دیوار  
در صورت  
نیاز



# مرحله 1: ساخت دیوار هادی

# ساخت دیوار هادی



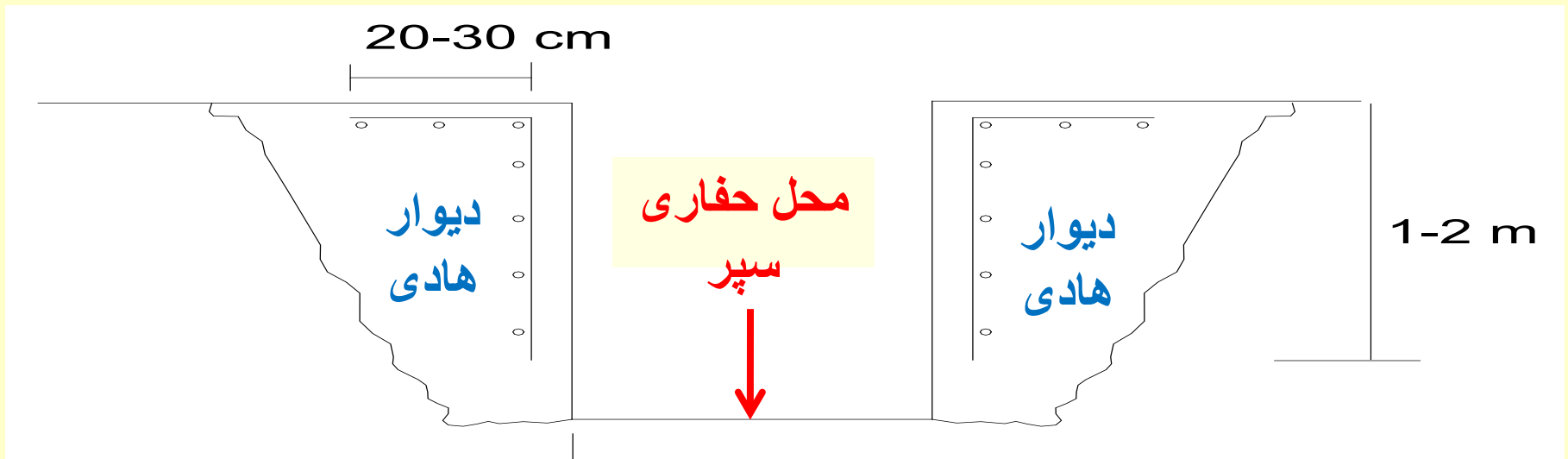
دیوار هادی محل حفاری را روی سطح زمین نشان میدهد و هم اینکه مانع ریزش خاک در اعماق کم میشود.

دیوار هادی



# guide wall

## مثالی از دیوار هادی



# قالب بندی دیوار هادی (بندر شهیدرجایی)



برای هر یک از دیوارهای هادی لازم است وجه مقابل دیوار اصلی یا سپر بتنی قالب بندی شود و صاف باشد.



وجه مقابل دیوار اصلی  
که قالب بندی میشود

وجه مقابل دیوار اصلی  
که قالب بندی میشود

وجه مقابل دیوار اصلی  
که قالب بندی میشود

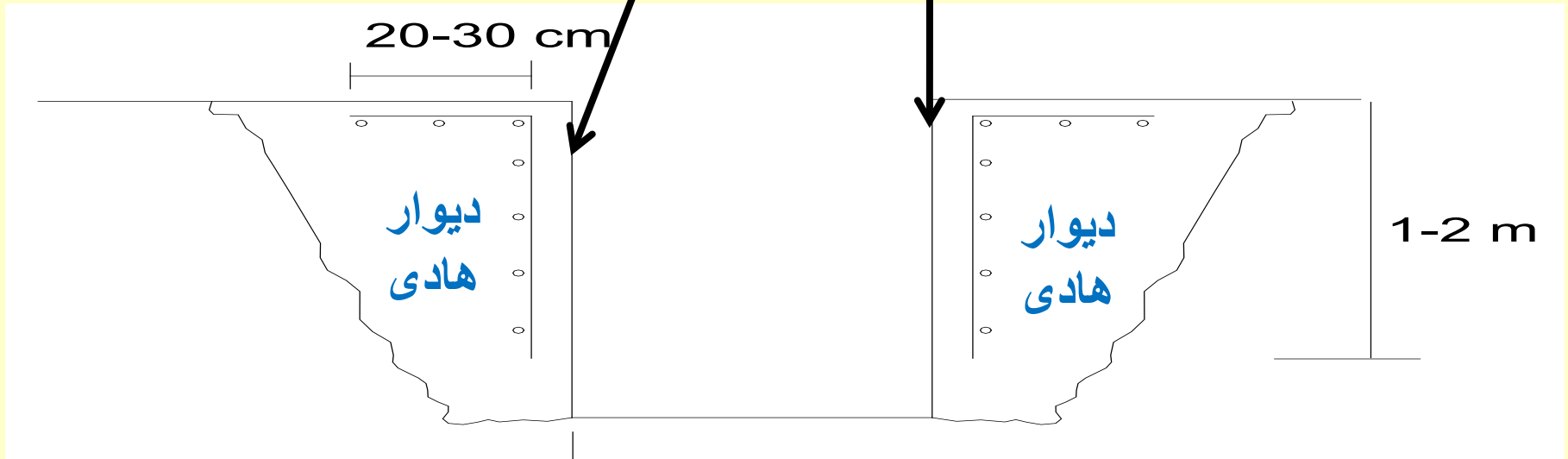
وجه مقابل دیوار اصلی  
که قالب بندی میشود

20-30 cm

دیوار  
هادی

دیوار  
هادی

1-2 m



# مثالی دیگر از قالب بندی دیوار

هادی

در اینجا هر دو  
وجه هر دو  
دیوار هادی  
قالب بندی  
شده است.







# دیوار هادی



# دیوار هادی مقطع T





درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

# اجرای اسکله بندر شهید رجایی دیوار هادی برای سپر بتنی با مقطع T





درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

# قالب بندی دیوار هادی برای سپر با مقطع تی (بندر شهید رجایی)

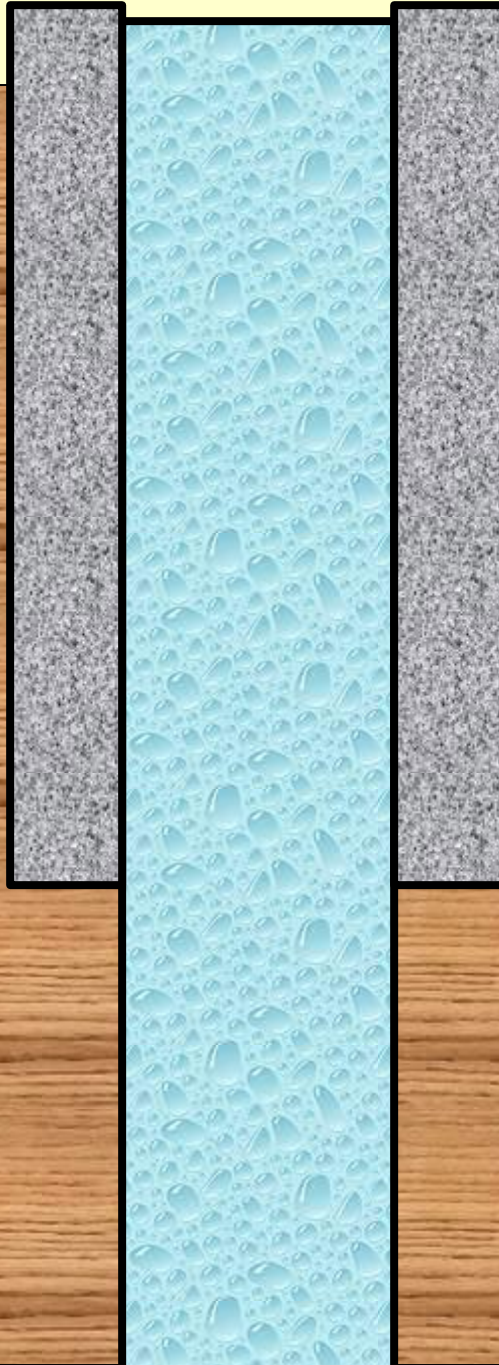




# دیوار هادی برای سپر بتنی با مقطع تی

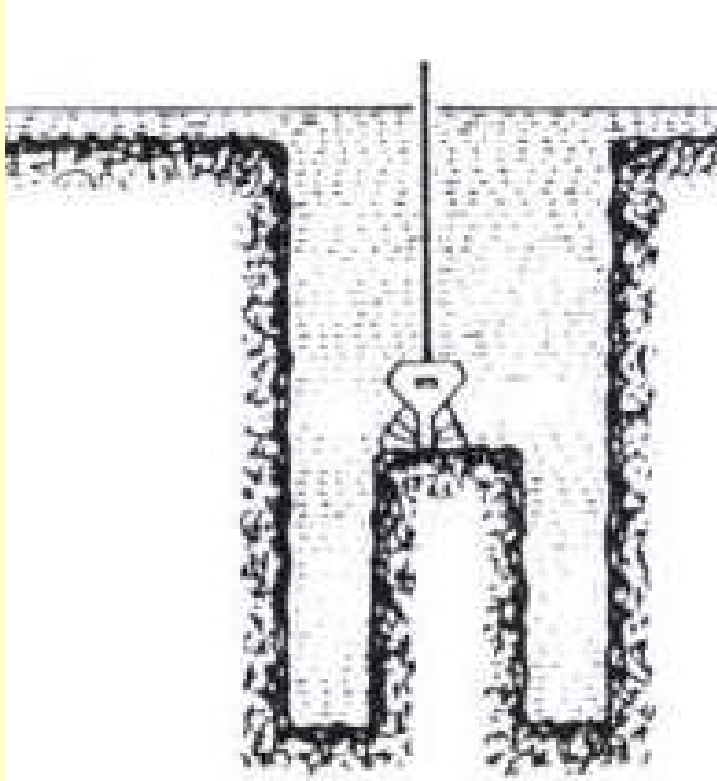
درس مهندسی پی پیشرفته

علی فاخر



ترانشه بین دو  
دیوار هادی با گل  
بنتونیت پر میشود.  
با کمک دیوار  
هادی میتوان سطح  
گل را در صورت  
نیاز در بالاتر از  
سطح زمین نگاه  
داشت.

## مرحله 2: حفاری سیر بتنی درجا



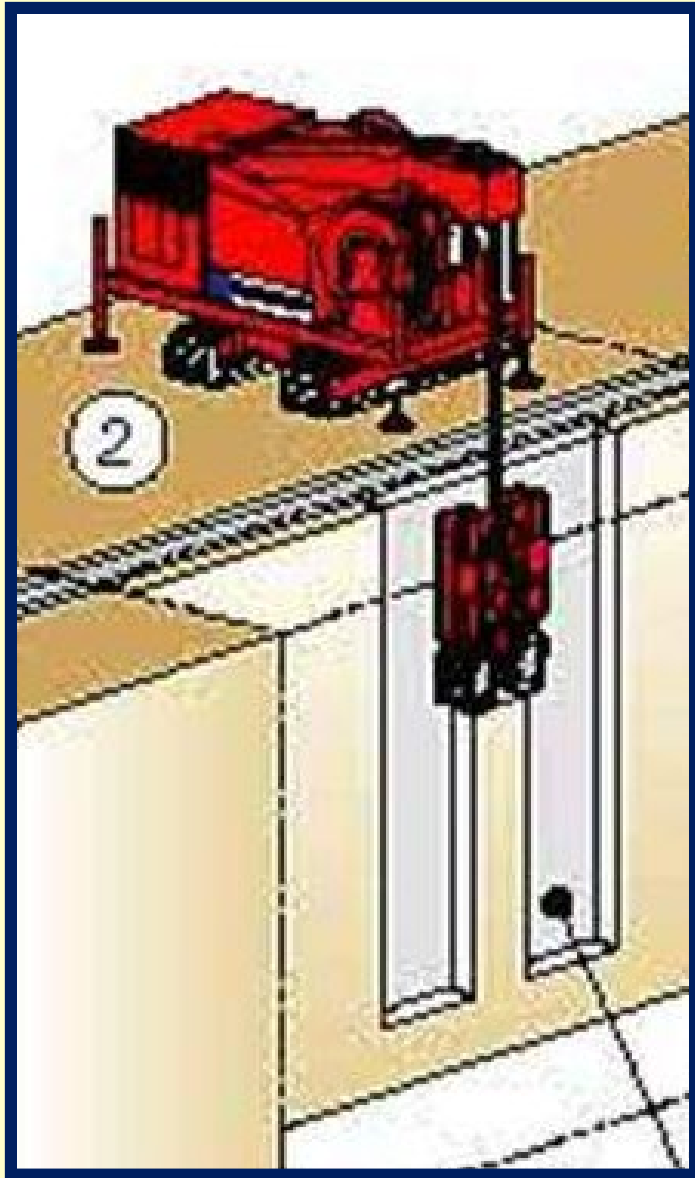
# حفاری با چنگی

درس مهندسی پی پیشرفته

علی فاخر



# حفاری با هیدروفرز



درس مهندسی پی پیشرفته

علی فاخر

## انواع دستگاه حفاری

چنگک ثقیلی Cable-operated grab-

چنگک هیدرولیکی Hydraulic grab-

کاتر هیدرولیکی یا هیدروفرز Hydraulic cutter-



Cable-operated grab  
چنگک ثقیلی یا کابلی

درس مهندسی پی پیشرفته  
علی فاخر



# Cable-operated grab چنگک ثقلی یا کابلی

درس مهندسی پی پیشرفته

علی فاخر

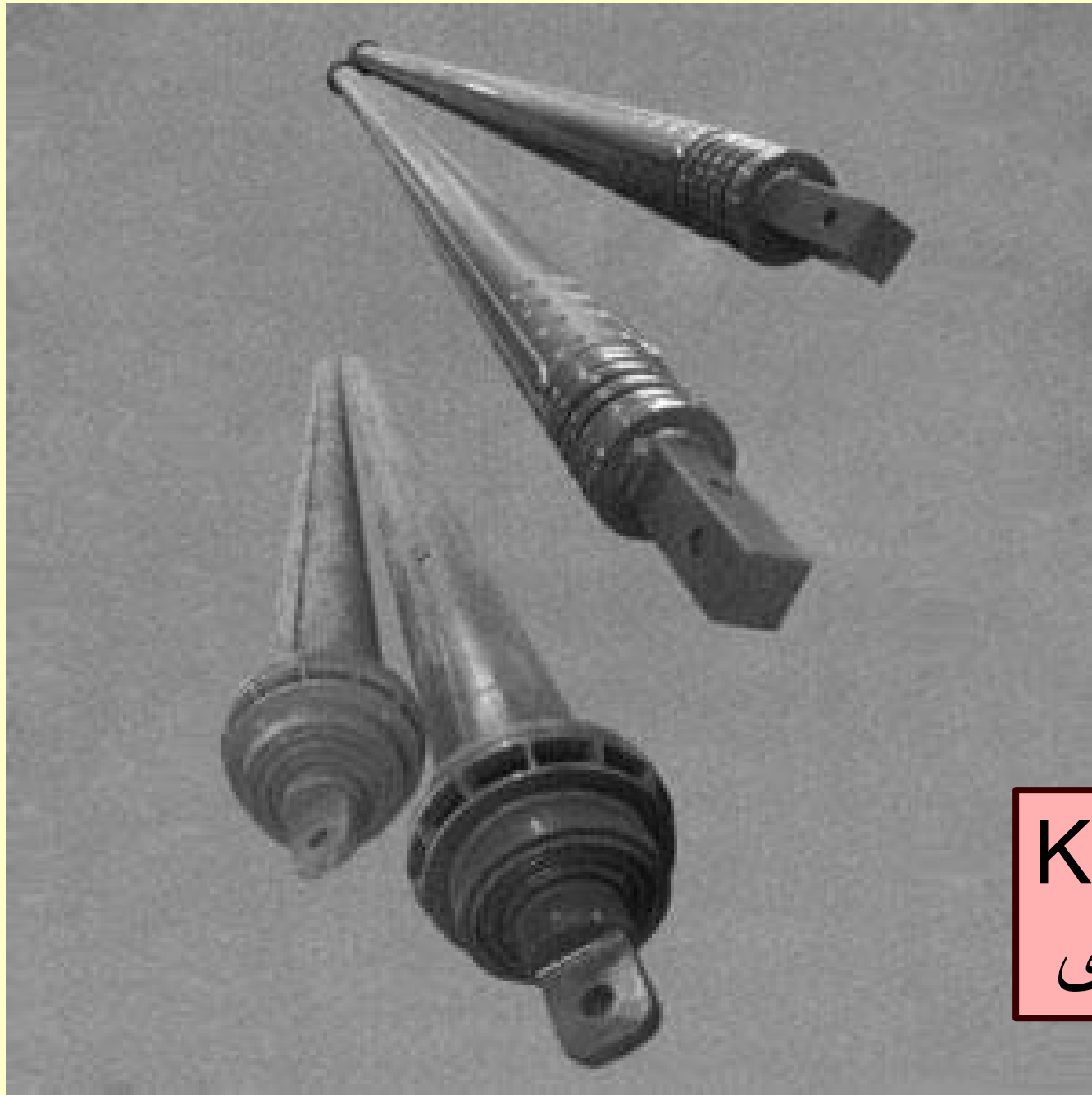


Cable-operated grab  
چنگ کابلی

Hydraulic grab with Kelly

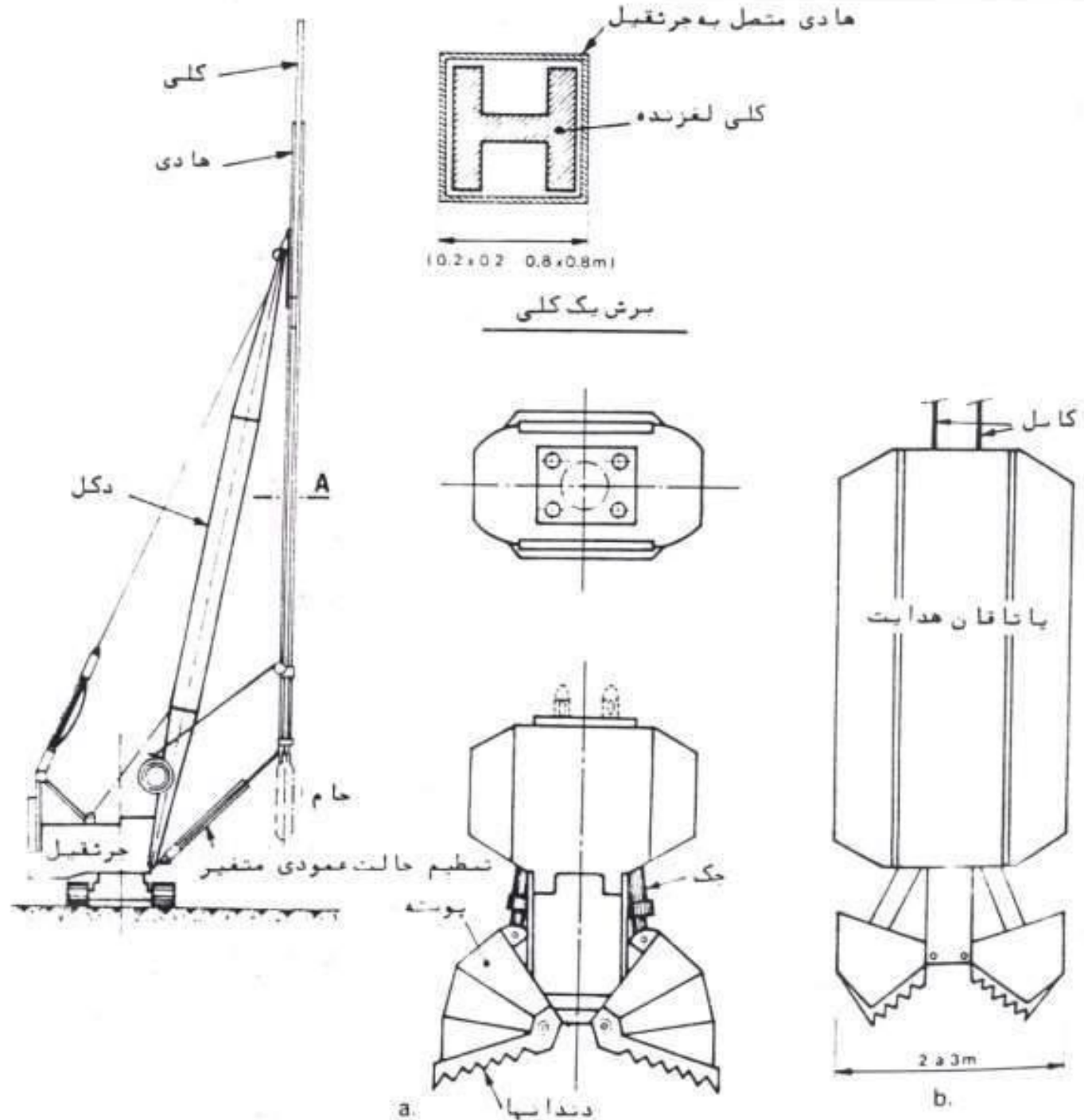
چنگک هیدرولیکی با میله





Kelly bar  
میله حفاری

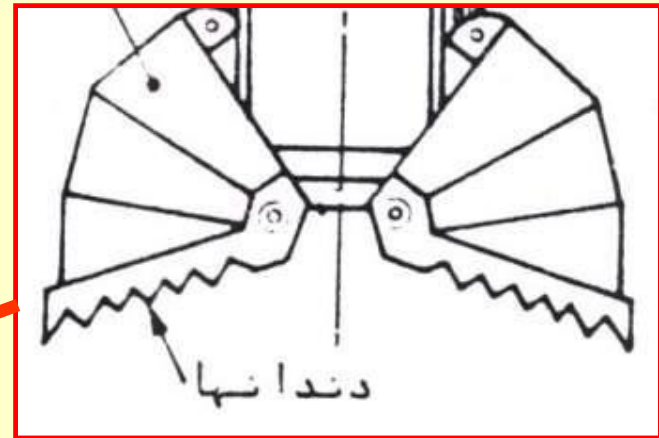
# دستگاه حفاری برای اجرای سیر بتنی درجا





# Hydraulic grab with Kelly

چنگک با میله



درس مهندسی پی پیشرفته

علی فاخر

# دستگاه حفاری







درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## دستگاه حفاری

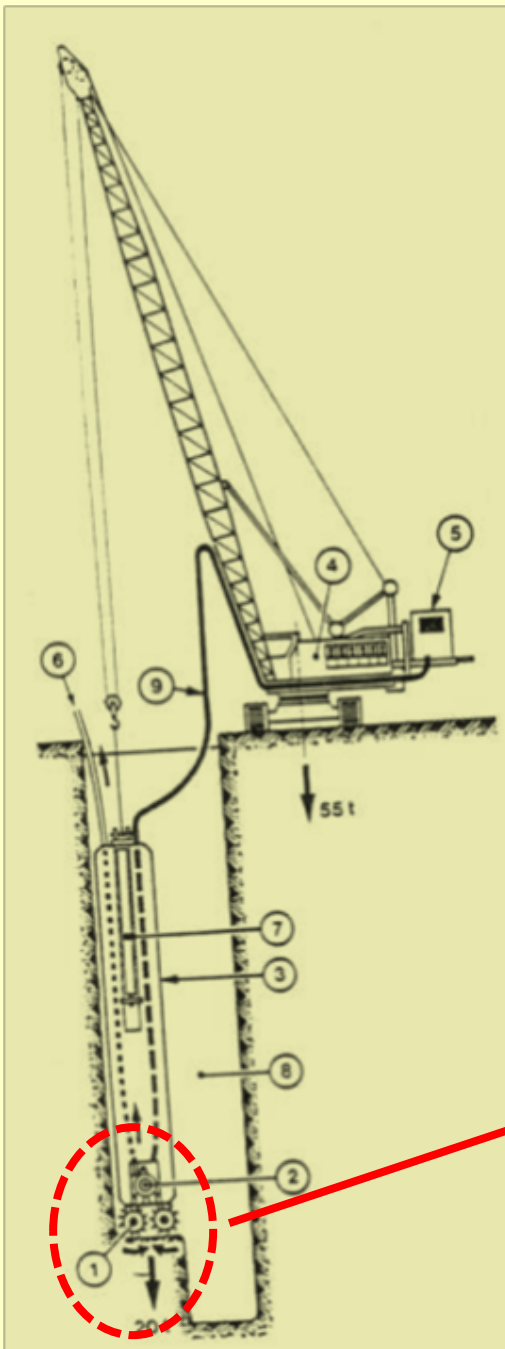
container terminal of  
Rotterdam World  
Gateway

# انواع چنگک حفاری از نظر استقرار یا اتصال به جرثقیل

kelly-mounted grab  
or hang grab

# هیدروفرز:

دستگاه پیشرفته حفاری برای  
اجرای سیر بتنی درجا



درس اجرای سازه های دریایی  
علی فلخر



هیدروفرز  
hydrofraise

# تیغه های هیدروفرز

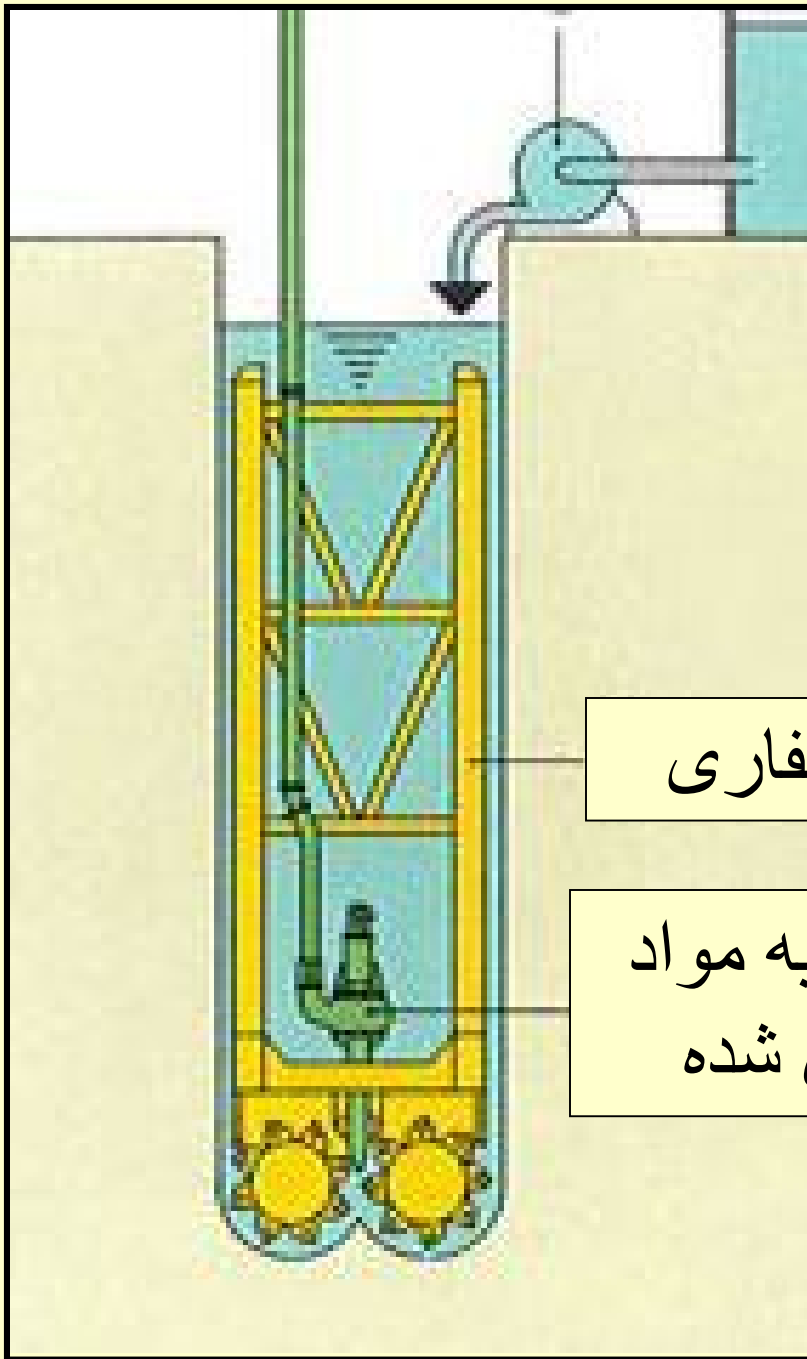


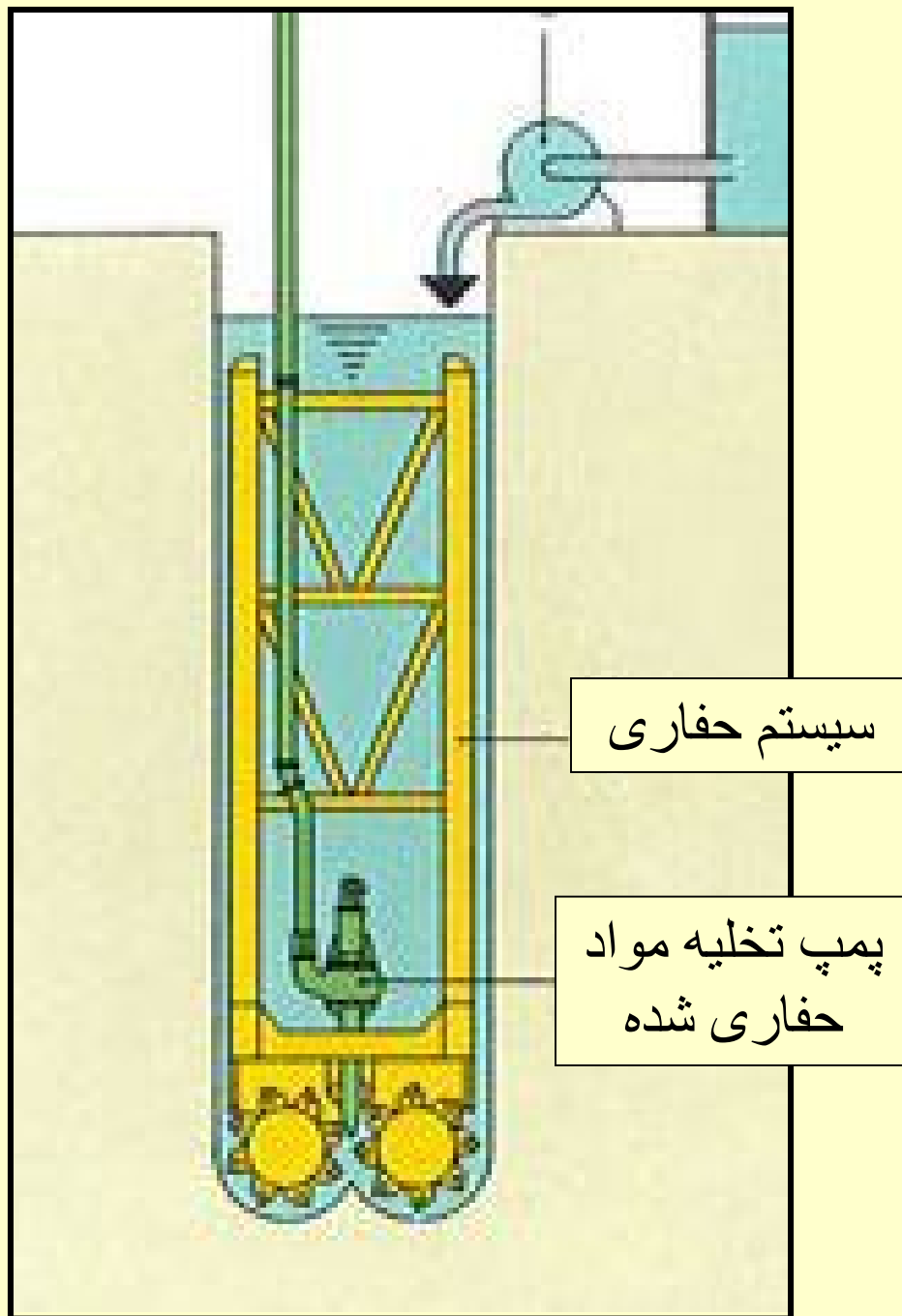


# هیدروفرز hydrofraise

سیستم حفاری

پمپ تخلیه مواد  
حفاری شده





خاک حاصل از  
حفاری با هیدروفرز  
همراه با گل بنتونیت  
به بیرون پمپ  
میشود. مجموعه گل  
و بنتونیت وارد  
حوضچه هایی  
میشوند که خاک شن  
و ماسه را از  
بنتونیت جدا میکنند.

در صورت استفاده از چنگک در لایه های سخت  
باید لایه ها را خرد کرد.

trepanning

در لایه های سخت می توان از هیدروفرز استفاده کرد.  
“hydrofraise” or “cutter”.



خرد کردن لایه های  
سخت با تراپان  
trepanning



تراپان  
TREPAN

## مشخصات بنتونیت

Fresh bentonite  $G_s = 1.03$

PH : 7-11

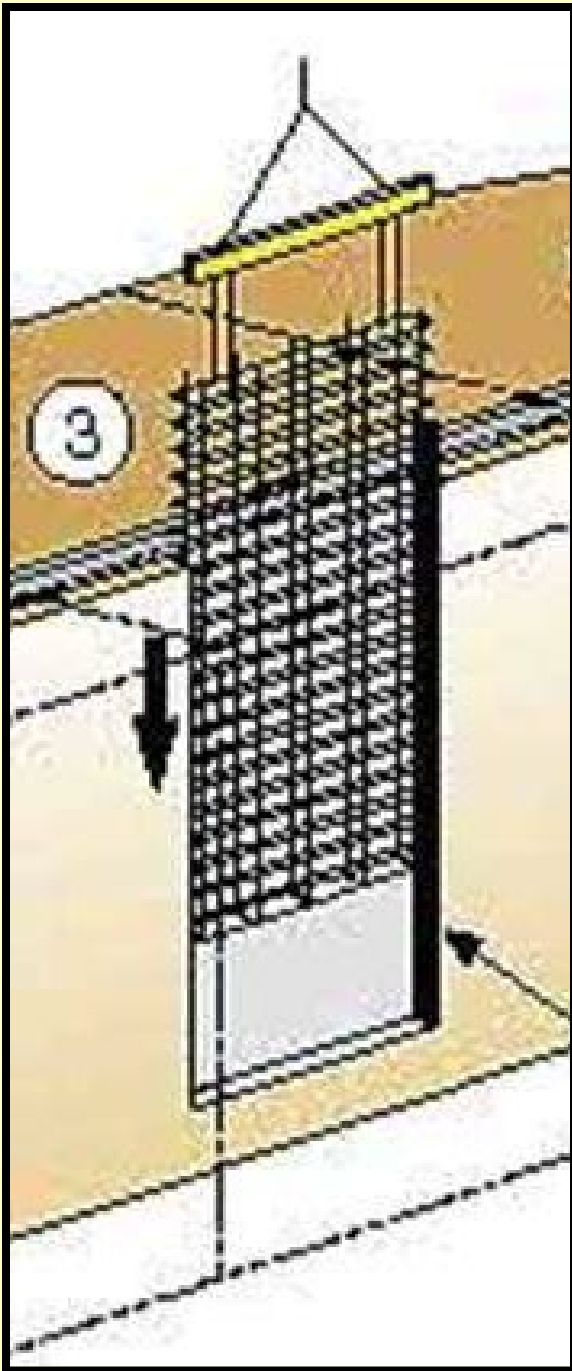
Should be stored at least one day for hydration

Max. Bentonit content 29 – 34 kg/m<sup>3</sup>

Sand content: < %5

## مرحله 3: قراردعی میلگرد

# میلهگرد گذاری



درس مهندسی پی پیشرفته

علی فاخر



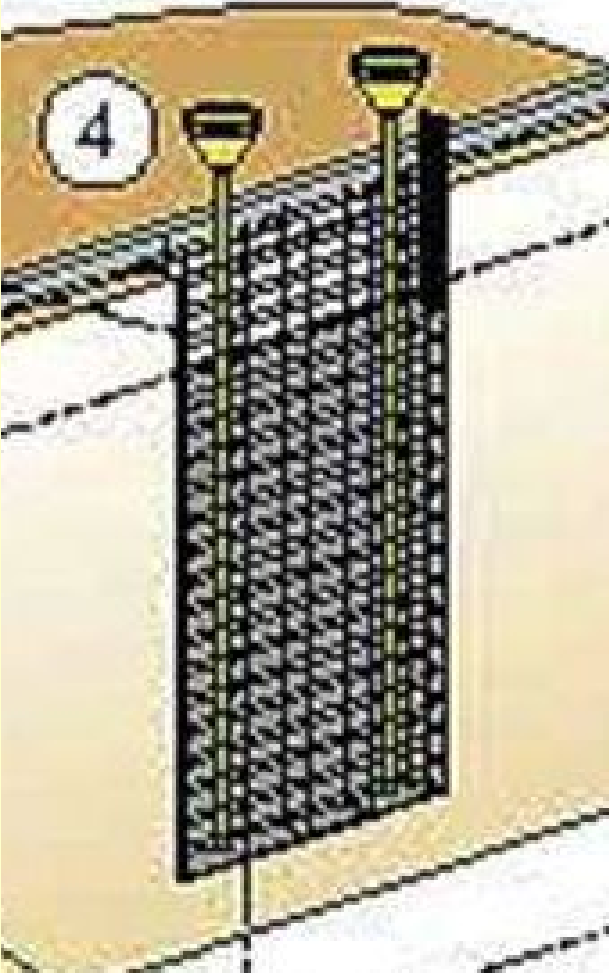
درس مهندسی پی پیشرفته

علی فاخر

شبكة میلگرد آماده  
شده برای گذاشتن در  
ترانشه با جرثقیل

## مرحله 4: بتن ریزی

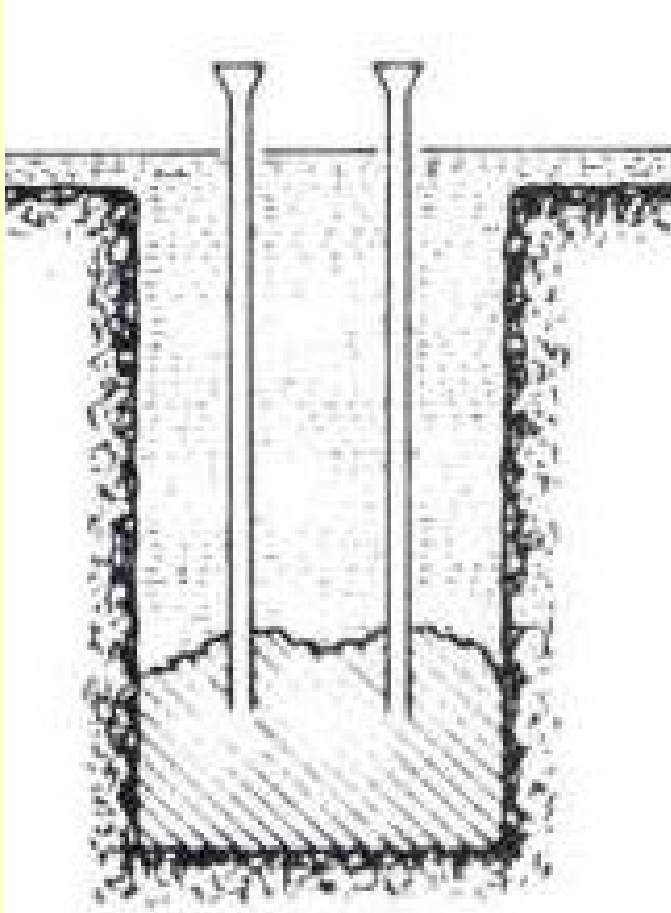
# بتن ریزی



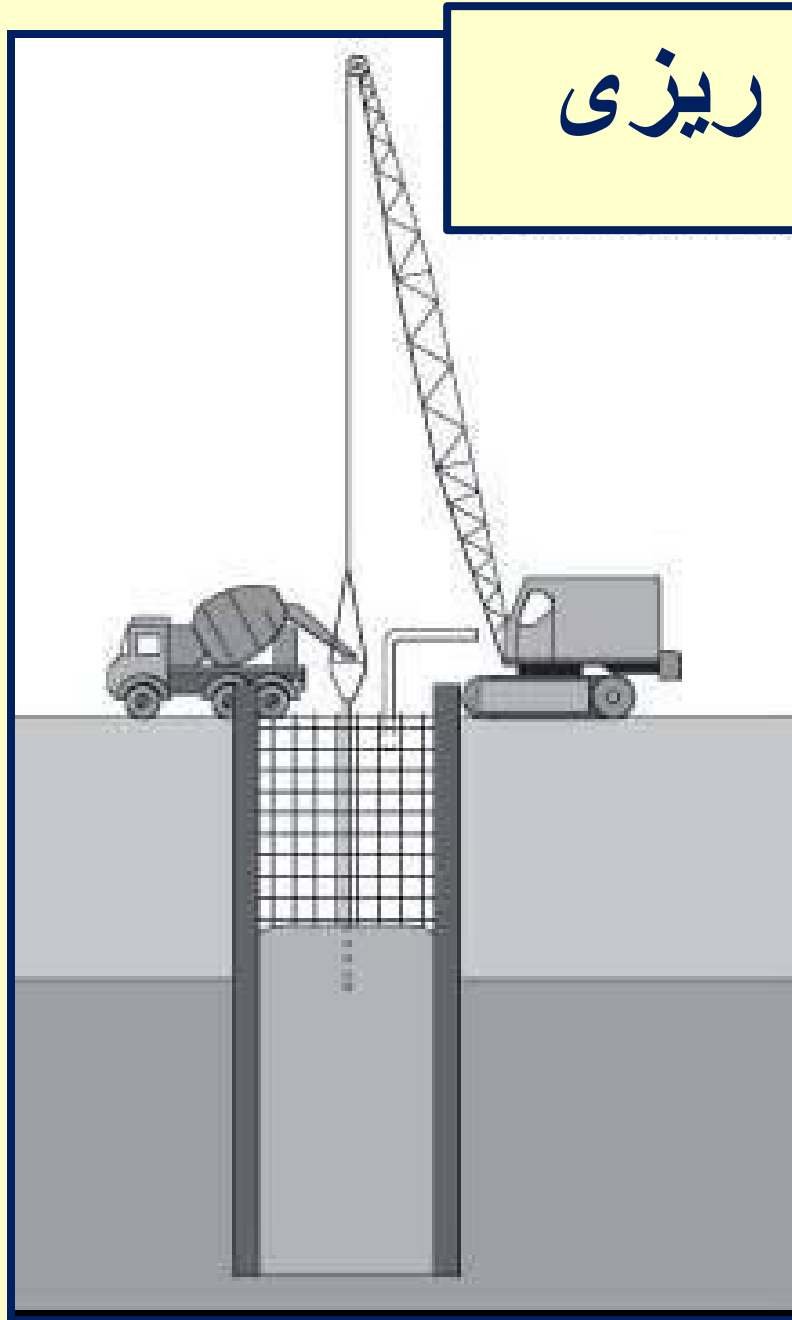
درس مهندسی پی پیشرفته

علی فاخر

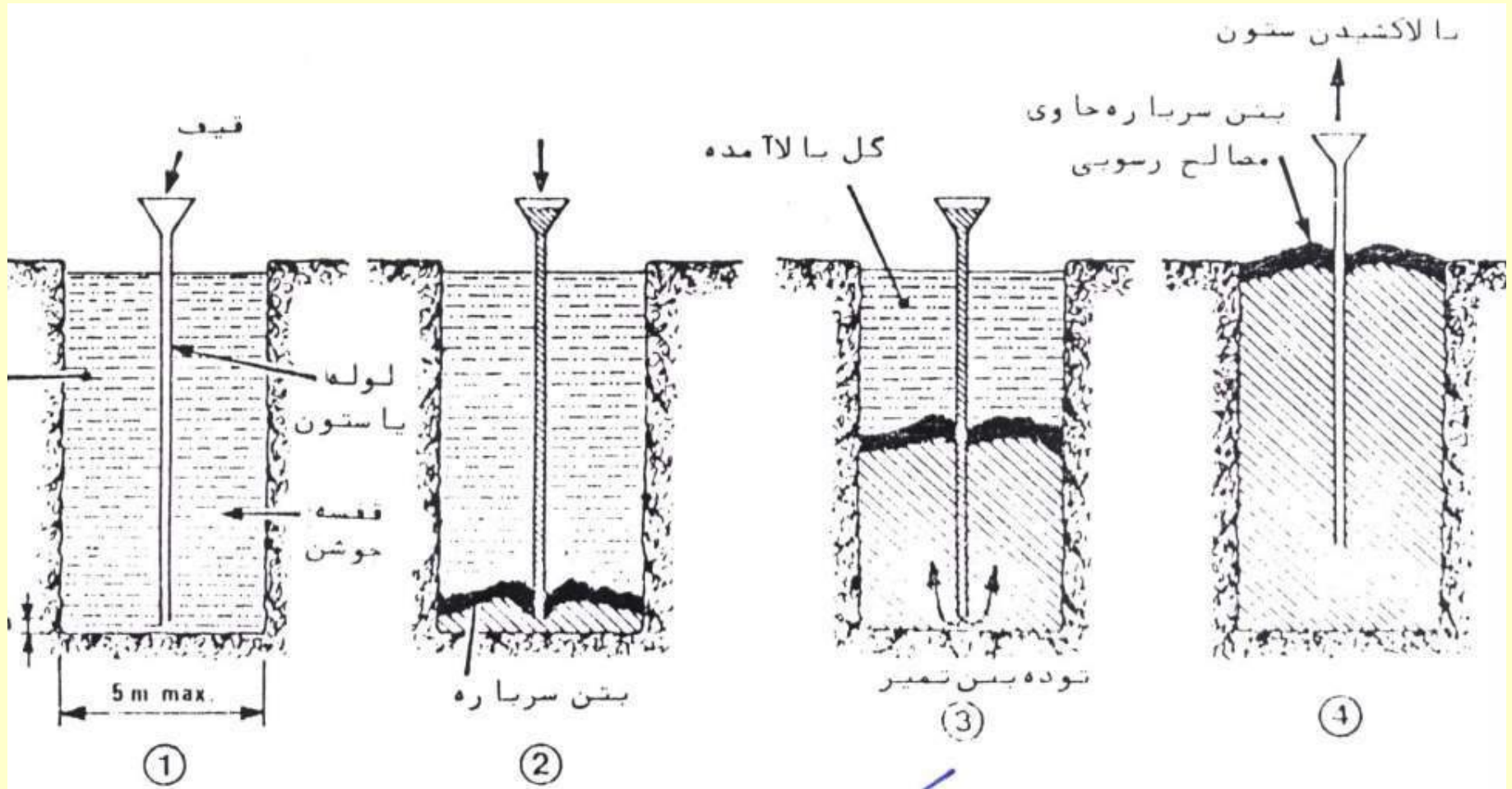
# بتن ریزی



# بتن ریزی



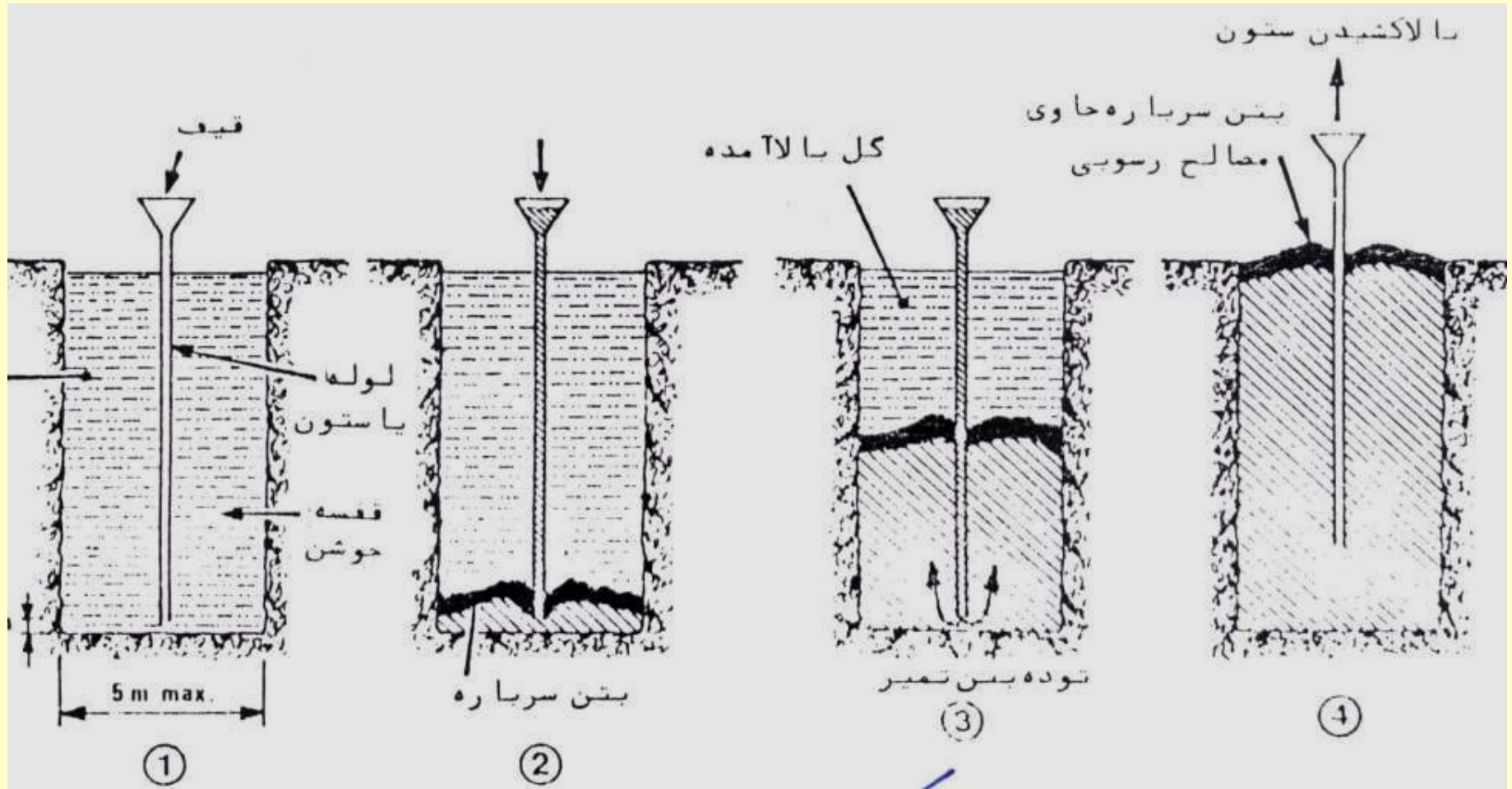
# مراحل بتن ریزی



نکته مهم در بتن ریزی

Tremie pipe should always be in  
concrete 2m (min) 5m max.

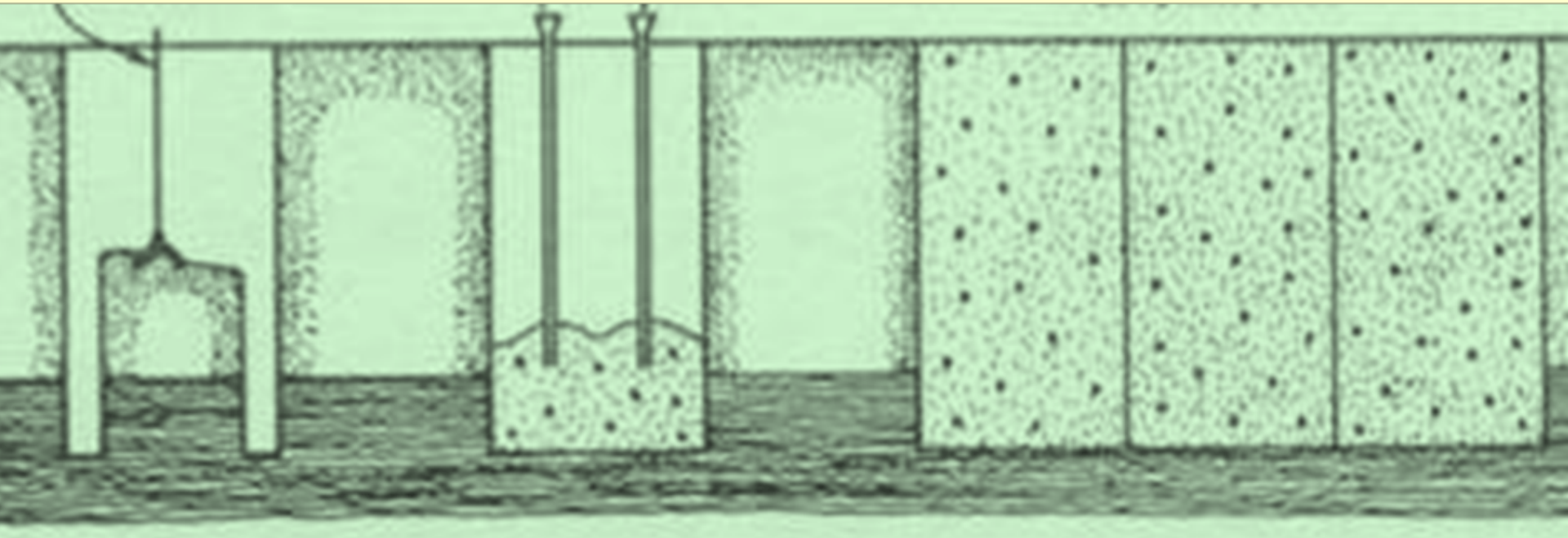
# مراحل بتن ریزی سپر بتنی درجا





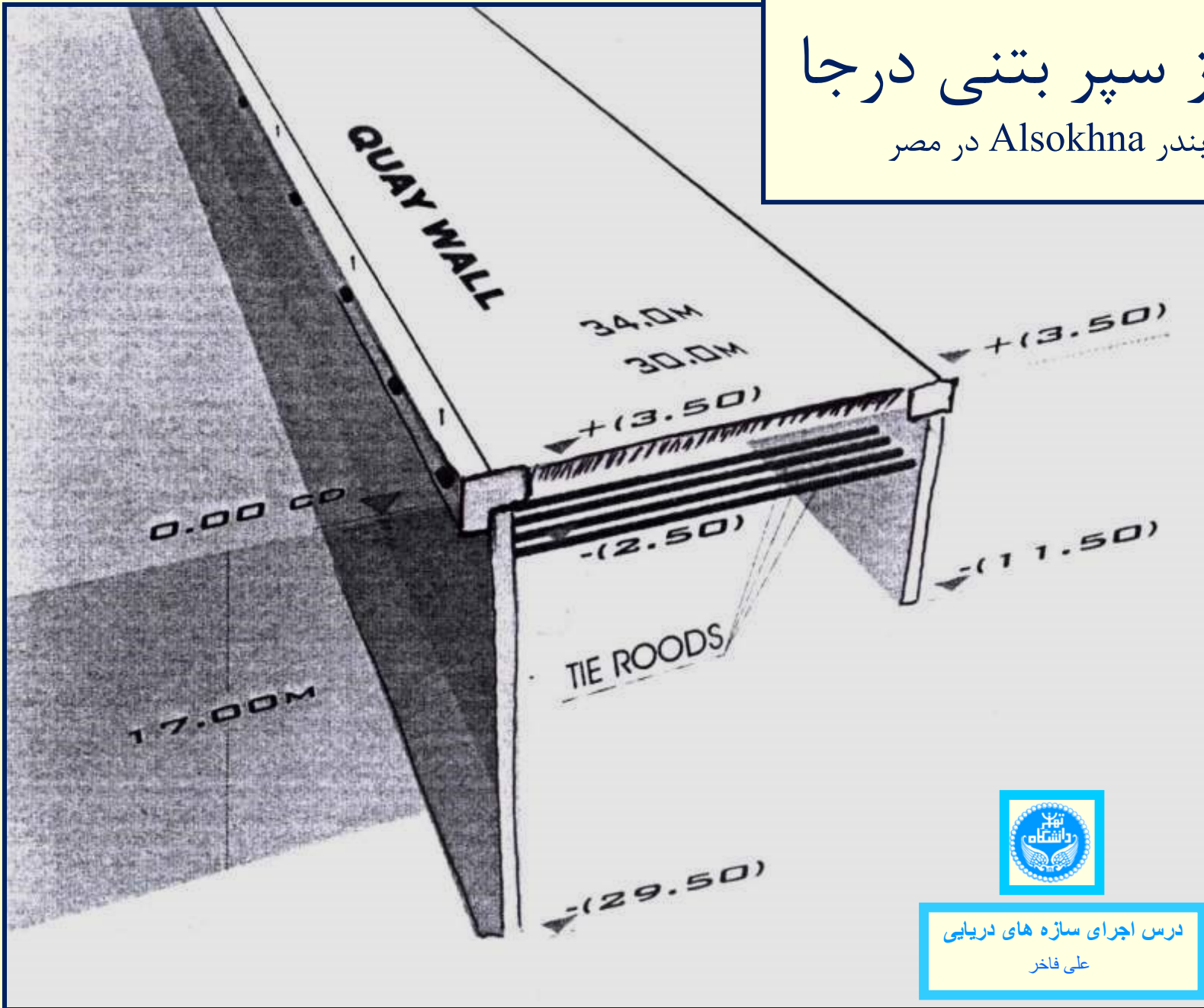


عملیات حفاری، آرماتور گذاری و بتن  
ریزی قطعات ۵ تا ۶ متری به تناوب انجام  
می شود.



# مثالی از سپر بتنی درجا

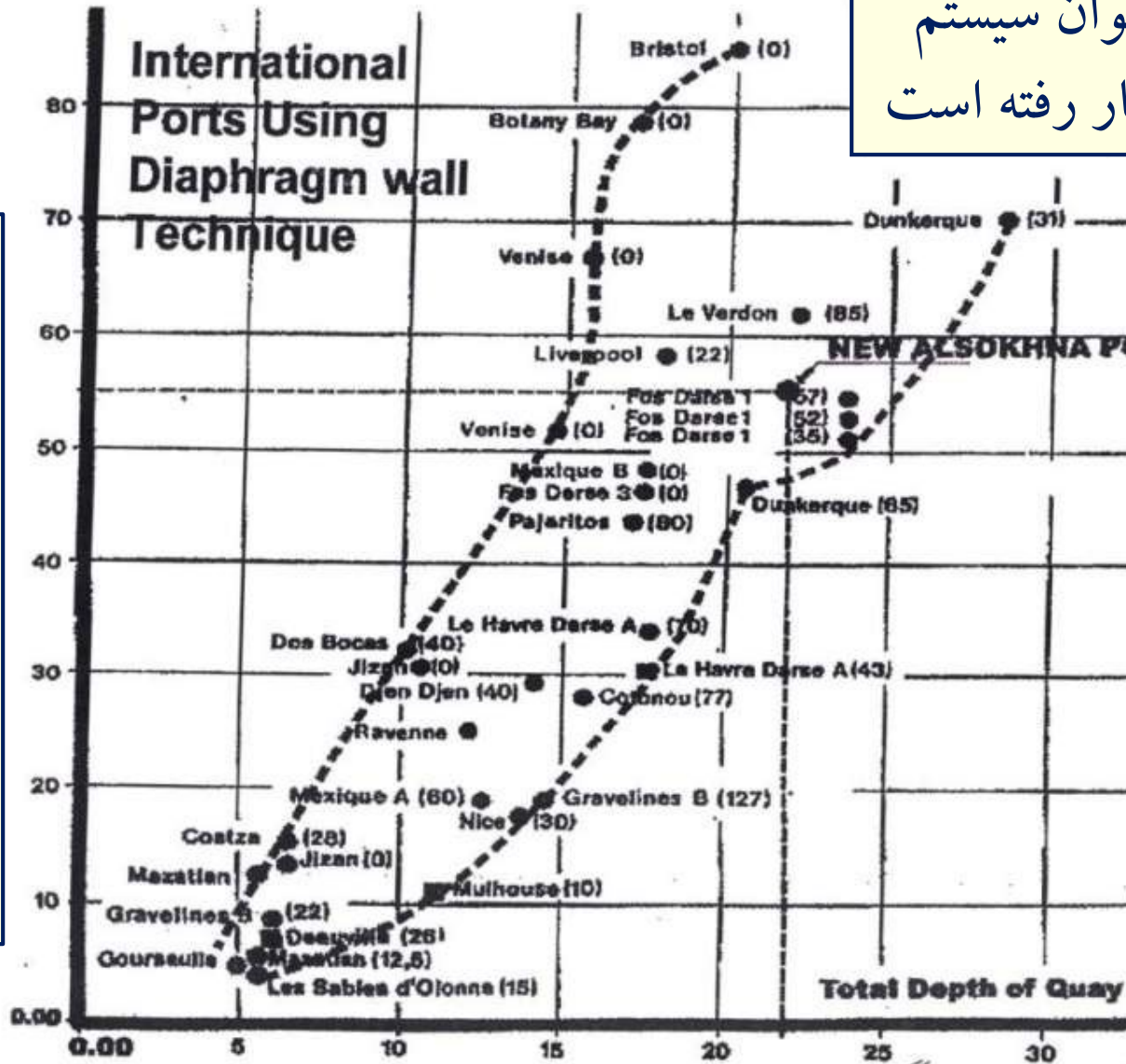
اسکله بندر Alsokhna در مصر



درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

اطلاعات بنادر مختلف که دیوار جدا کننده بتنی به عنوان سیستم دیوار پهلو گیری به کار رفته است

بتن مصرفی در واحد طول دیوار



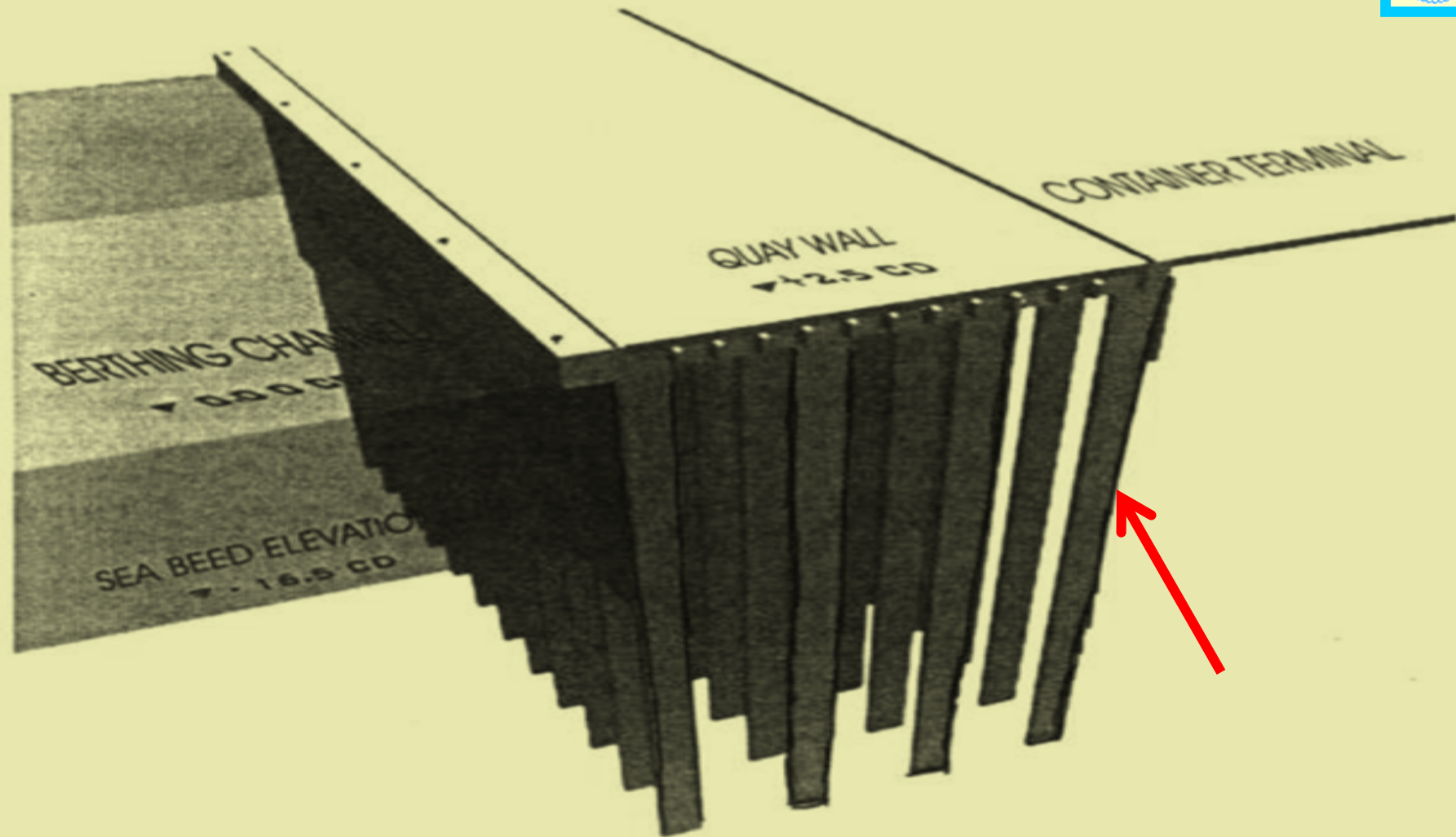
عمق دیوار



درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



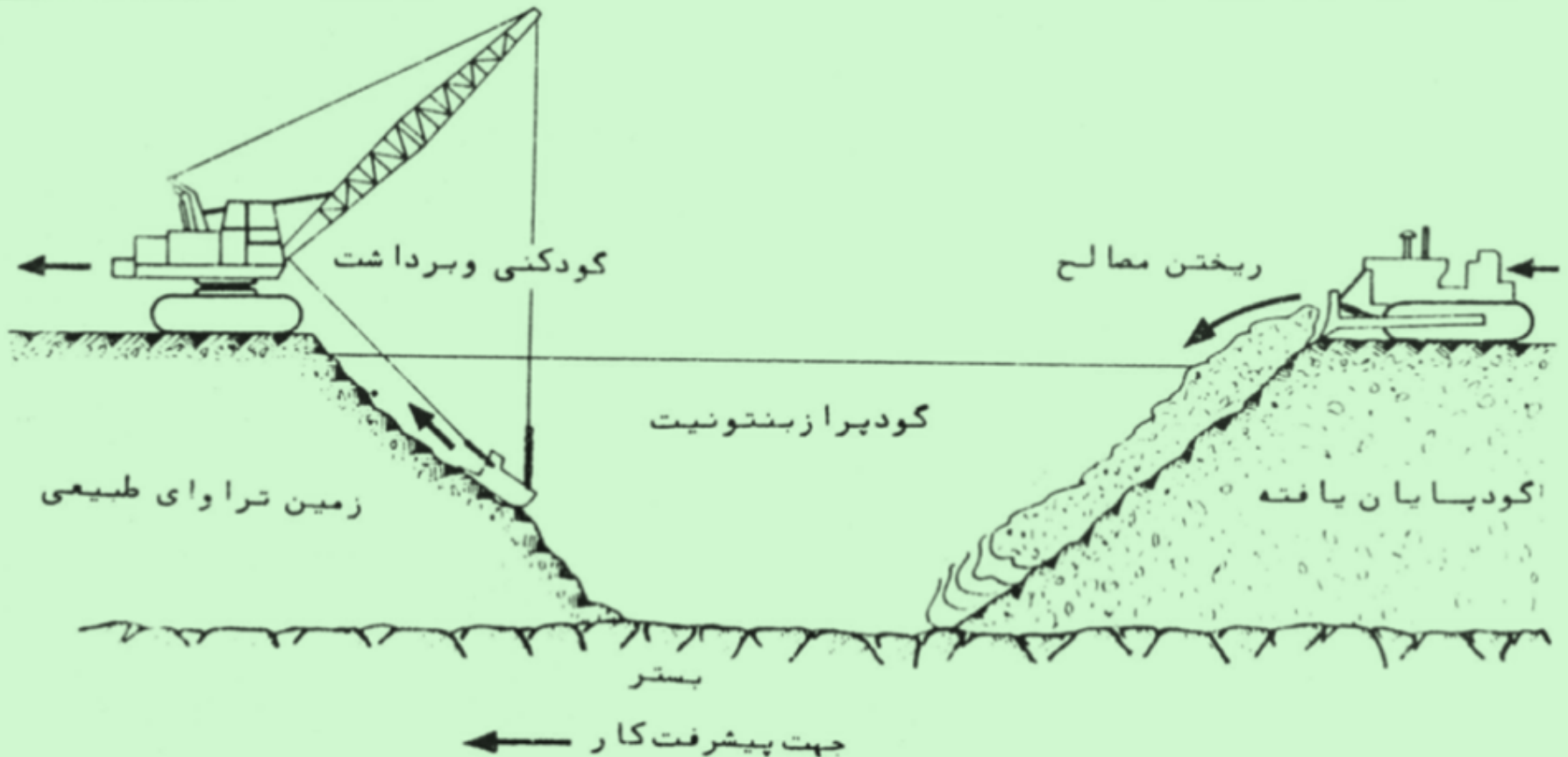
اسکله موازی  
ساحل با استفاده  
از تکنیک اجرای  
سپر بتنی درجا  
به صورت قطعات  
در طول کوتاه



**بارت:** قطعات در طول کوتاه که با روش دیوارهای جداکننده اجرا میشوند.



اگر سپر بتنی فقط نقش آب بند را داشته  
باشد (نه اسکله) و عمق آن زیاد نباشد، می  
تواند با روش زیر احداث شود





درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

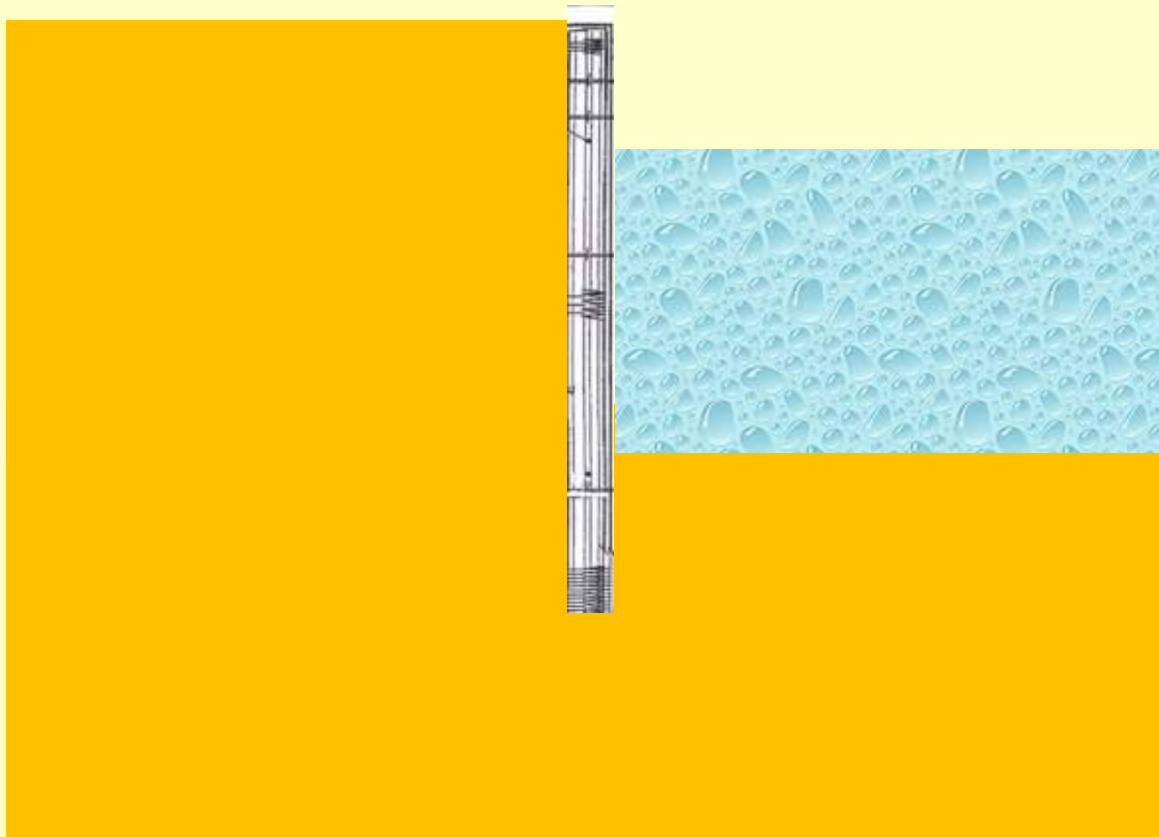
# سیر بتنی پیش ساخته



درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

# سپر بتنی پیش ساخته

همچون سپر فولادی در زمین کوبیده می شود

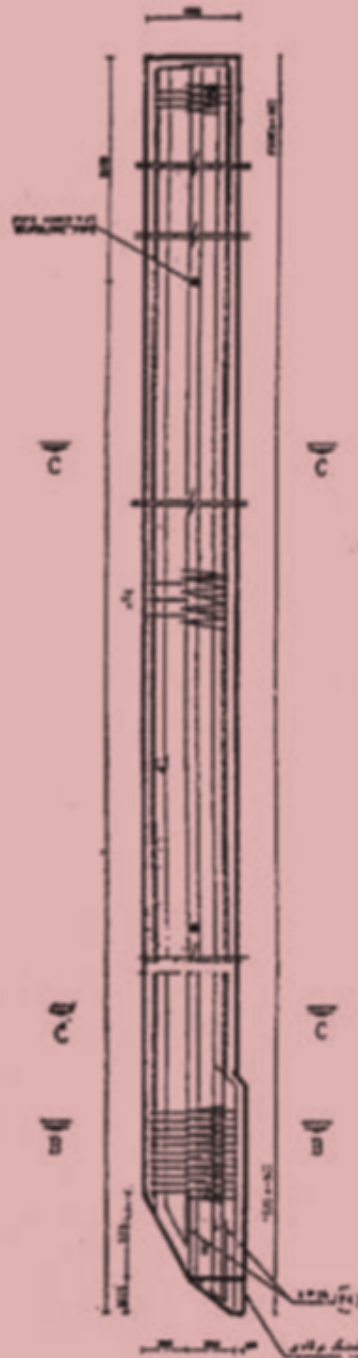
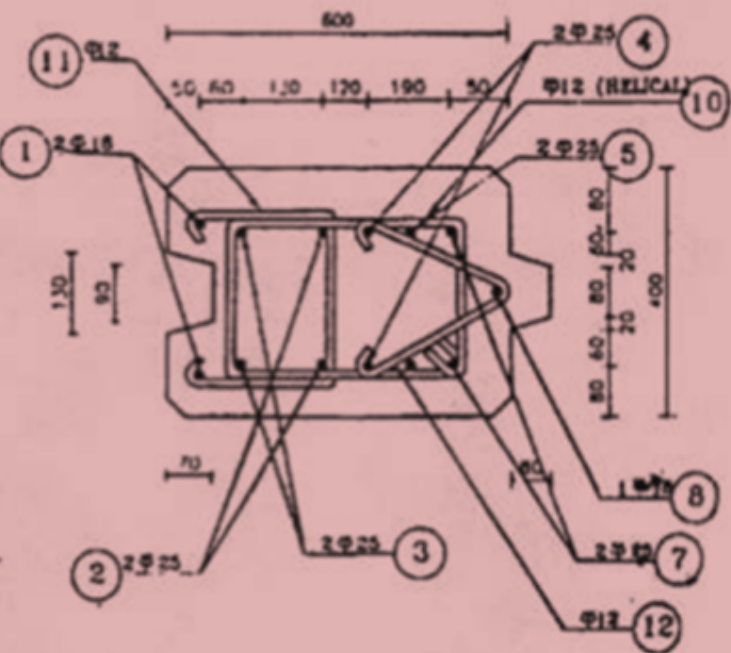
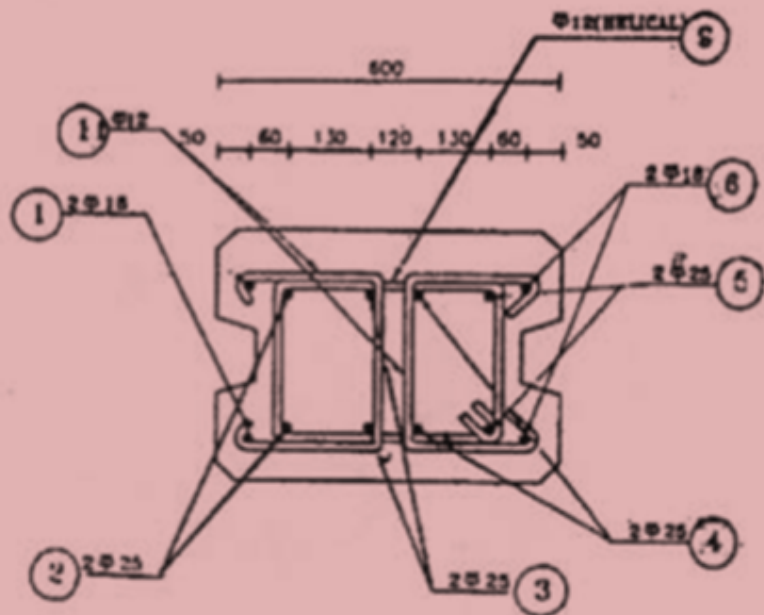






درس اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

# سپر بتنی پیش ساخته در بندر کیاشهر





# بکارگیری سپر بتنی در بندر کیشهر

- ۴۰cm ضخامت، ۱۷m طول و ۱۰ تن وزن.
- ساخت در تهران (در هنگام تخلیه ترکهایی مشاهده شد).
- خاک : ماسه ریز دانه
- جریان سریع آب به همراه ضربه برای کوبش بکار رفت.
- چون بین سپرها فاصله می افتاد، با جت آب و هوا، خاک بین دو سپر خالی می شد و سپس با دوغاب سیمان تزریق می گردید.



## سپر بتنی پیش ساخته

سپر بتنی پیش ساخته سنگین است و بلند کردن و کوبیدن آن در زمین مشکل است. لذا سپر بتنی را اغلب به صورت درجا و با تکنیک دیوارهای جدا کننده احداث می کنند. البته دیوار جدا کننده پیش ساخته هم وجود دارد که مشابه سپر بتنی پیش ساخته است ولی مشکل کوبیده سپر بتنی در زمین را ندارد. اسلایدهای بعدی را ملاحظه فرمایید.

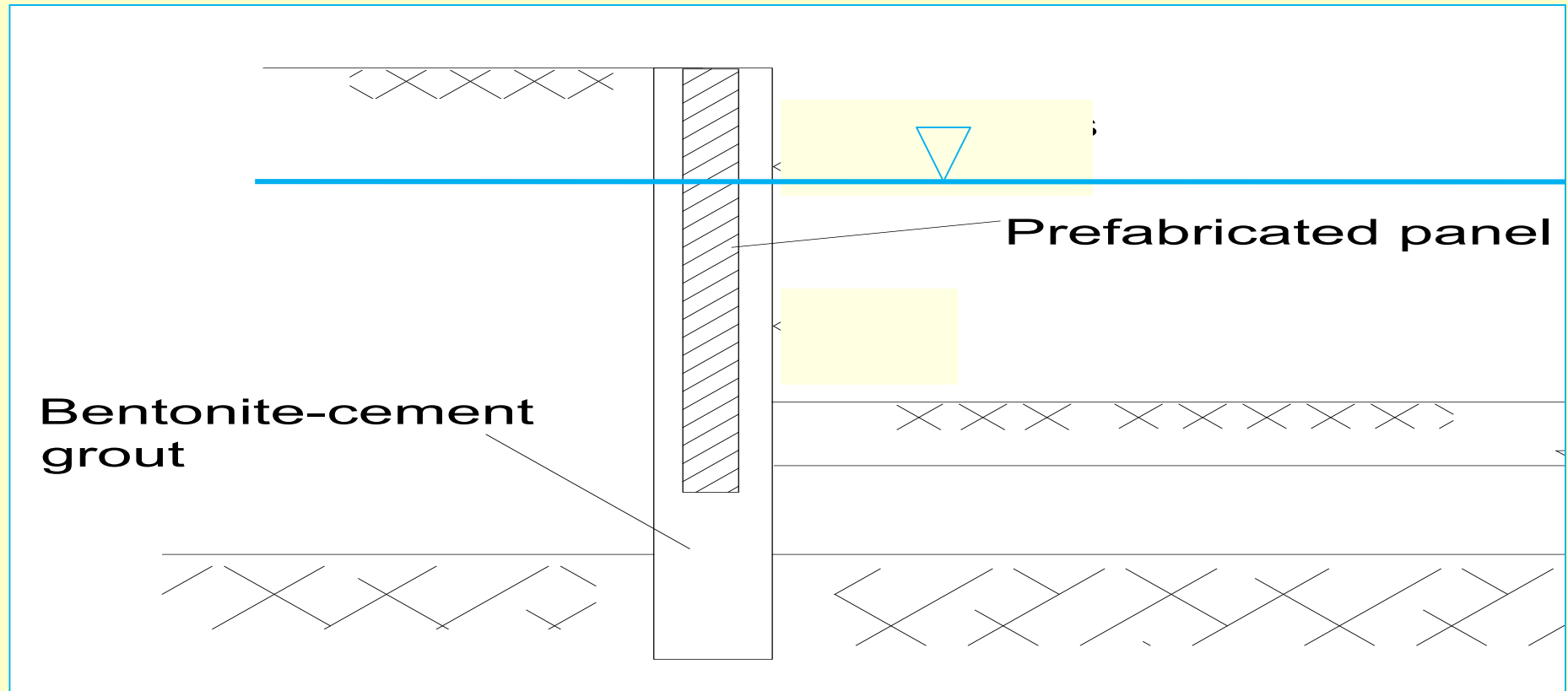
# دیوار جداکننده بتنی پیش ساخته



درس مهندسی پی پیشرفته

علی فاخر

# دیوار جداکننده بتنی پیش‌ساخته در ترانشه حفاری شده و پر شده با دوغاب سخت شونده قرار میگیرد.



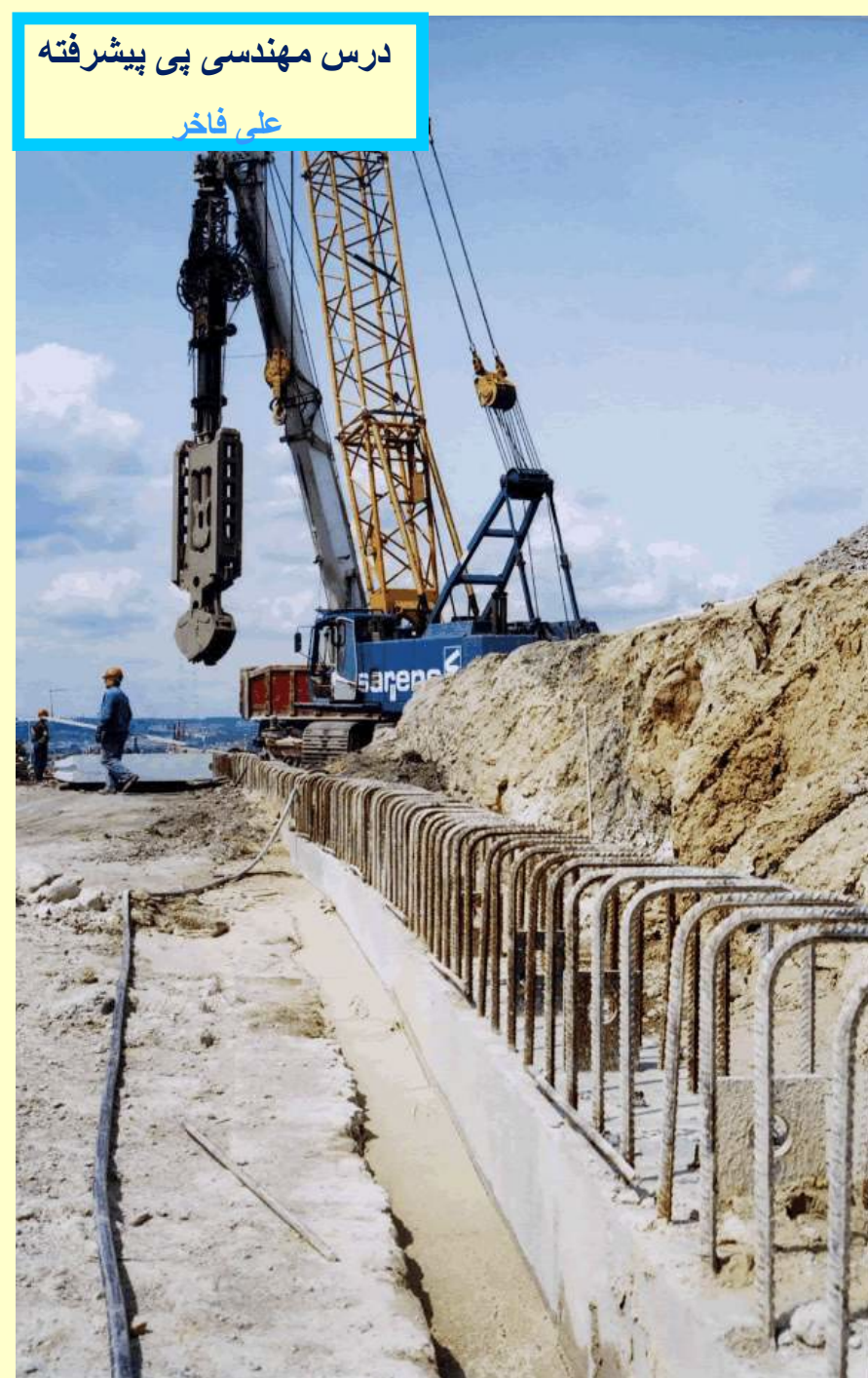
# دیوار جداکننده بتنی پیش ساخته مسلح

ضخامت 400 mm

طول 16 m

عرض ترانشه 800 mm

ترانشه با دو غاب خودسخت  
شونده پر شده است.



استفاده از:

self-hardening slurry

به منظور پر کردن فضای خالی و  
تامین اتصال دیواره بتنی و جدار  
خاکی ترانشه



کنگ 1390



**خسته نباشید!**

اگر شنا بلد نیستید، از فردا شروع به آموزش کنید.