



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## اجرای شمعهای درجا

Bored Piles

۱



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

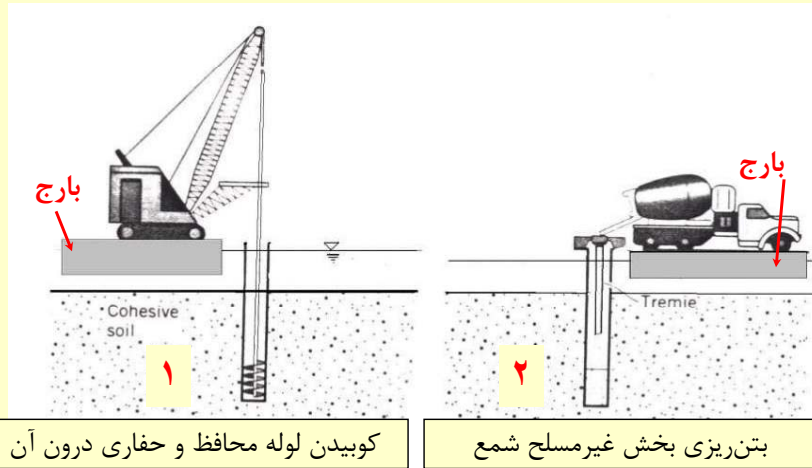
در اینجا ابتدا روش متداول اجرای شمعهای درجا به تفصیل تشریح می شود و سپس اشاره ای به روشهای خاص شمع مثل شمعهای مکشی و پیچی می گردد.

۲



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

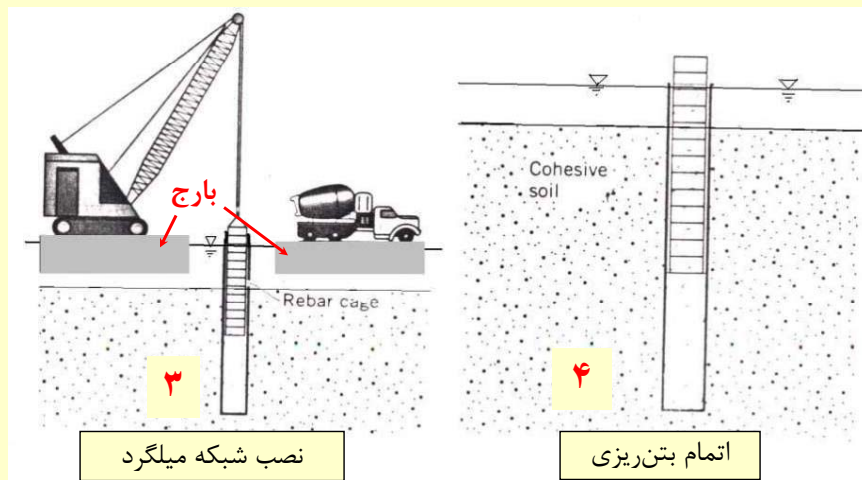
## مثالی از مراحل اجرای شمع درجا در دریا



۳



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

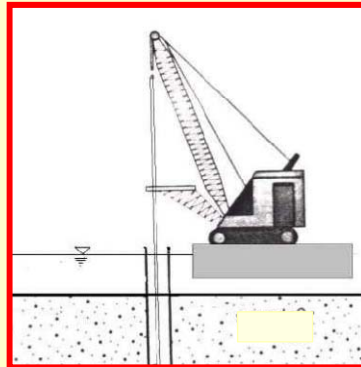


۴



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## کوبیدن لوله محافظ



۵



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## کوبیدن لوله محافظ

نخست لوله فلزی محافظ از بالای سطح آب تا عمق مناسب در بسترخاکی کوبیده می شود. این لوله فلزی نقش محافظ (Casing) گودال حفاری شده را دارد و مانع ریزش خاک می شود. همچنین امکان بتن ریزی در بالای بستر را فراهم می آورد.



۶

کوبیدن لوله فلزی محافظ



مثالی از کوبش لوله محافظ  
در عمق آب ۲۴ متری در  
دریا با شمع کوب و بیره ای

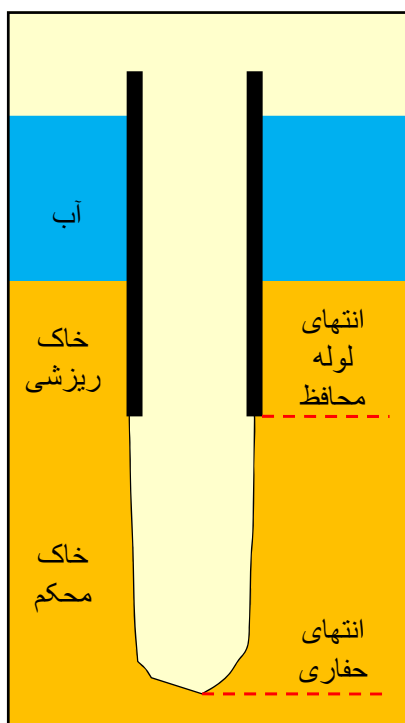
شمع کوب و بیره ای

لوله محافظ



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۸



□ عمق شمع درجا (عمق حفاری) می تواند بیشتر از عمق لوله محافظ باشد.

□ لوله محافظ تا عمقی کوبیده میشود که خاک ریزشی باشد.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۹



حتی در خشکی هم لوله محافظ کوبیده میشود چون خاک در عمق های کم اغلب ریزشی است.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

اجرای لوله محافظ با عمق کم در بندر باهنر

اگر خاک در عمق های زیاد ریزشی باشد، با پر کردن لوله محافظ با گل بنتونیت می توان جلوی ریزش را گرفت. اگر خاک خیلی ریزشی باشد باید لوله محافظ تا پایین ادامه یابد.

انتهای لوله محافظ

گل بنتونیت

انتهای حفاری

۱۱


اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

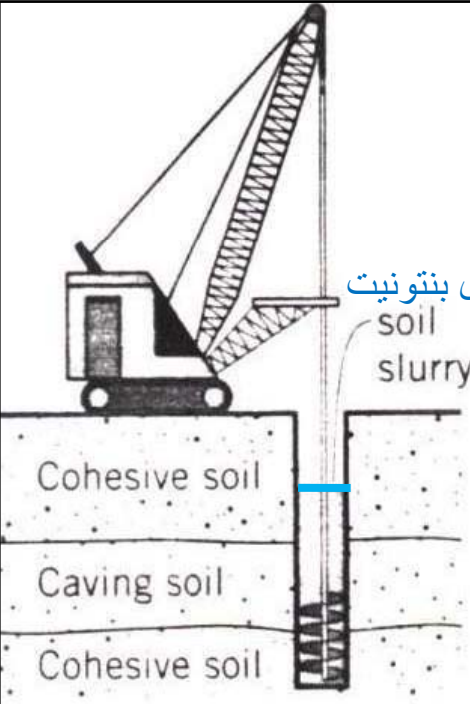
### استفاده از گل بنتونیت در حفاری

از گل بنتونیت برای جلوگیری از ریزش چاهک استفاده می شود. البته کماکان نیاز به لوله فلزی محافظ در اعماق بالایی خاک وجود دارد.

۱۲



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



گل بنتونیت  
soil slurry

Cohesive soil  
Caving soil  
Cohesive soil

در حفاری با گل بنتونیت تمام گودال با گل پر می شود و عملیات حفاری یا نصب میلگرد در شرایط مغروق زیر گل صورت می گیرد



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

### پر کردن لوله محافظ با گل بنتونیت



بندر شهید باهنر



در خاک ماسه ای خیلی سست توصیه می شود که طول لوله فلزی محافظ اندکی بیشتر از عمق شمع باشد تا خاک از پایین به داخل لوله هجوم نکند.

آب

لوله محافظ

خاک خیلی سست

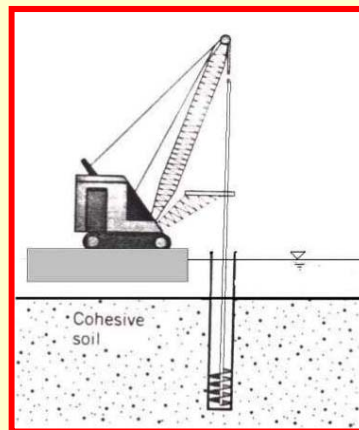
انتهای حفاری

۱۵



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

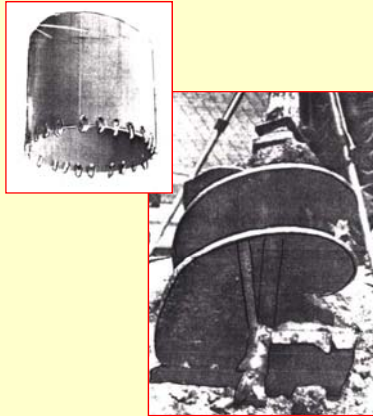
## حفاری درون لوله محافظ







اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

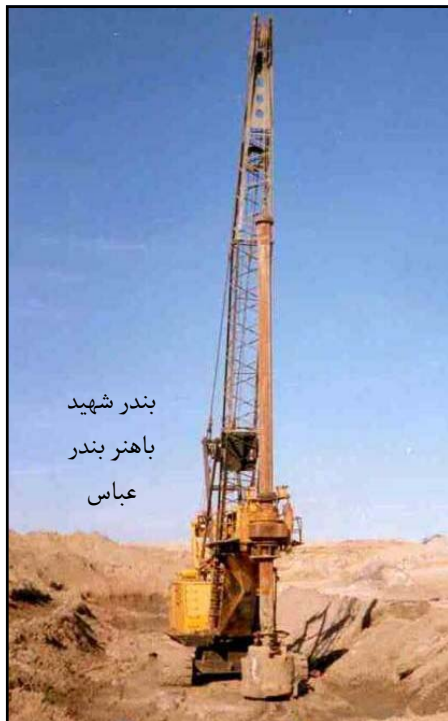


□ حفاری خاک با انواع  
مته دورانی صورت  
میگیرد.

۱۷

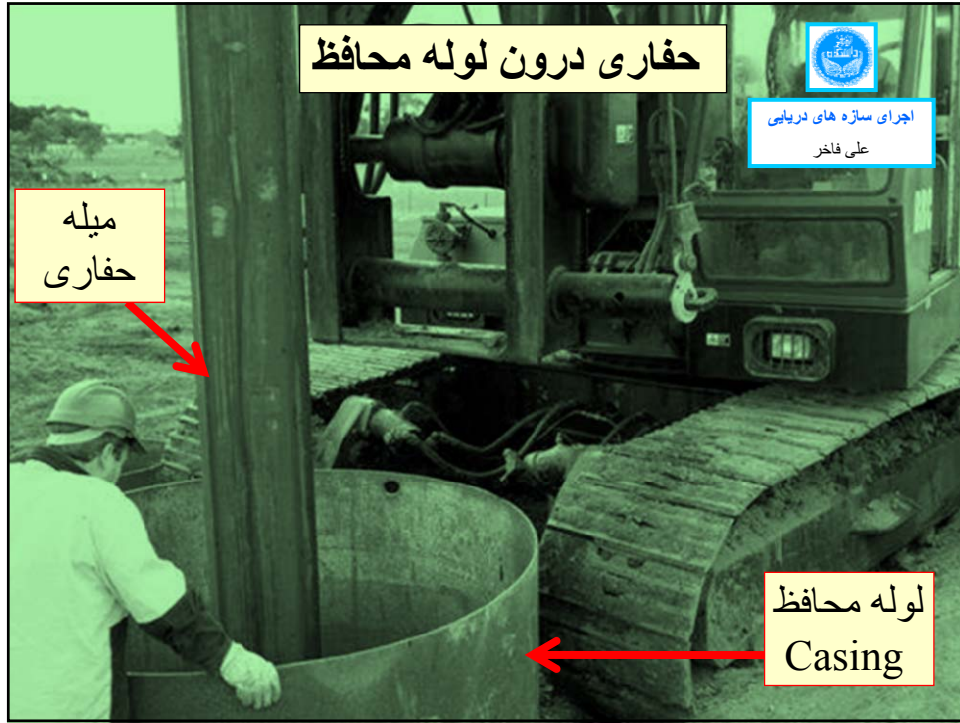


اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



بندر شهید  
باهتر بندر  
عباس

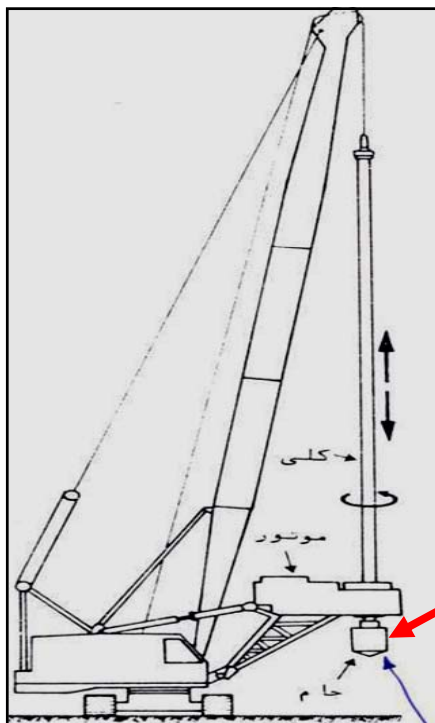
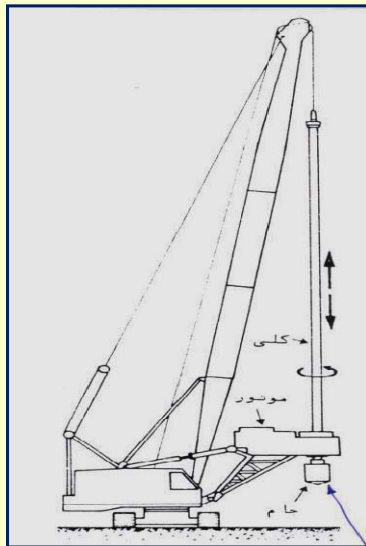
انتقال دستگاه حفاری به محل





اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## حفاری شمع با دستگاه دورانی



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

حفاری اغلب با جام  
حفاری صورت می گیرد.



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## جام حفاری متداولترین مته حفاری است.

چرخش و فشار مته  
موجب ورود خاک از  
شیارها به درون محفظه  
جام حفاری می شود.



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

جام یا مته حفاری



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

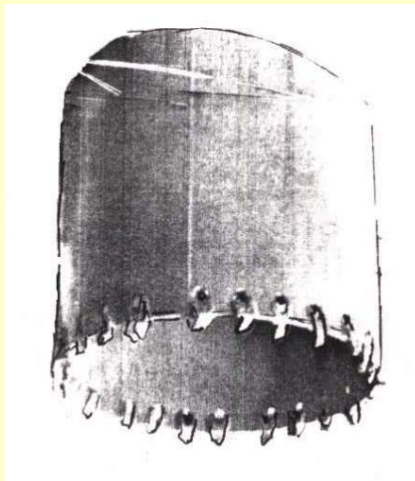


جام یا مته حفاری



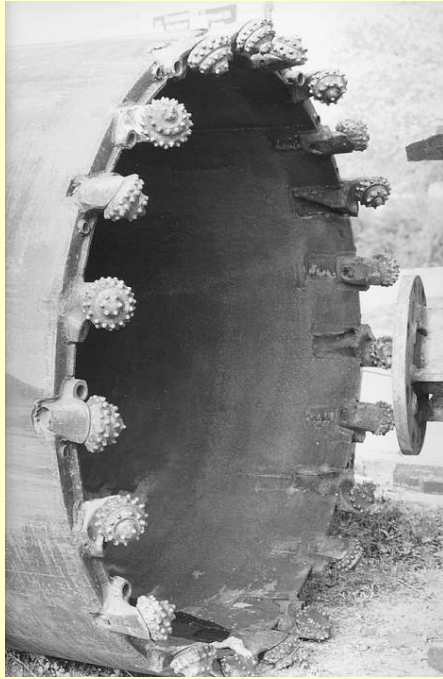
اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## نوعی مته حفاری که در زمین های سخت و چسبنده به کار می روند



خاک سخت پس از ورود به فضای داخلی استوانه، بدلیل اصطکاک، به بدنه استوانه می چسبد و با بالا کشیدن مته، خارج می شود.



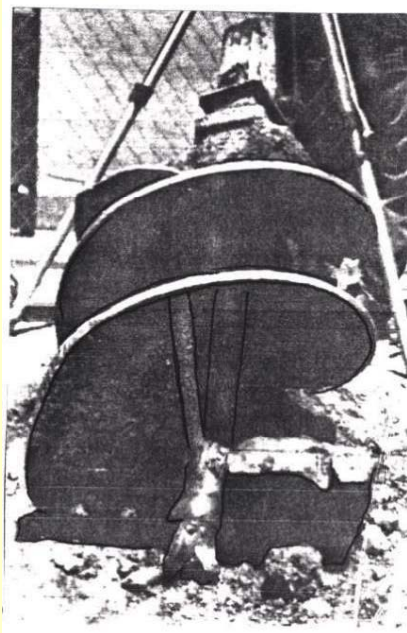


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

## نوعی دیگر مته حفاری برای زمین های سخت و چسبنده

۲۷



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

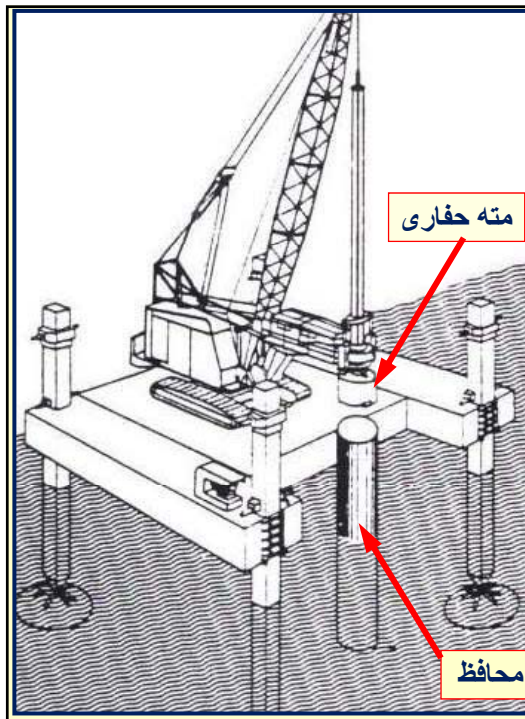
## مته حفاری حلزونی

خاک حفاری شده روی  
لبه های مته حلزونی  
می نشیند و با خارج  
کردن مته، به بیرون از  
گودال منتقل می شود.

۲۸



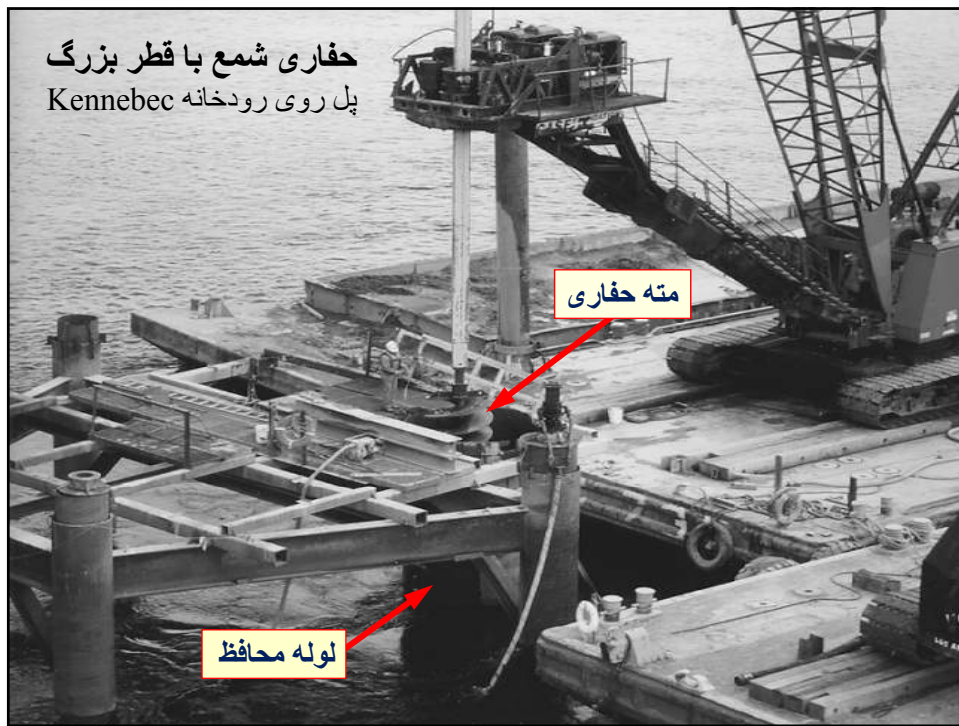
یک نوع مته که در زمینهای بسیار سخت یا شمع  
های دور از ساحل با قطر بزرگ بکار می‌رود.



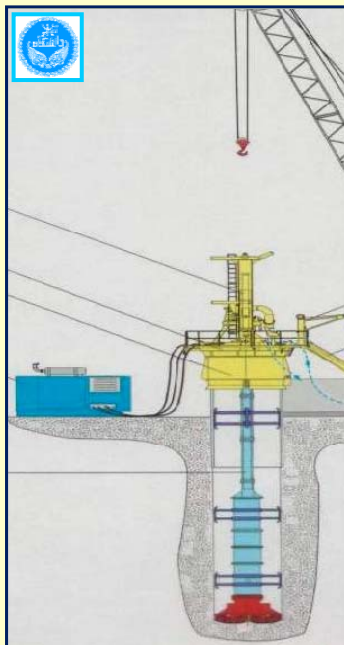
اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

حفاری درون لوله  
محافظ با دستگاه  
حفاری مستقر بر  
سکوی خود بالارو

حفاری شمع با قطر بزرگ  
پل روی رودخانه Kennebec



امکان قرارگیری دستگاه  
حفار روی لوله محافظ







اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## دستگاه حفاری شمع

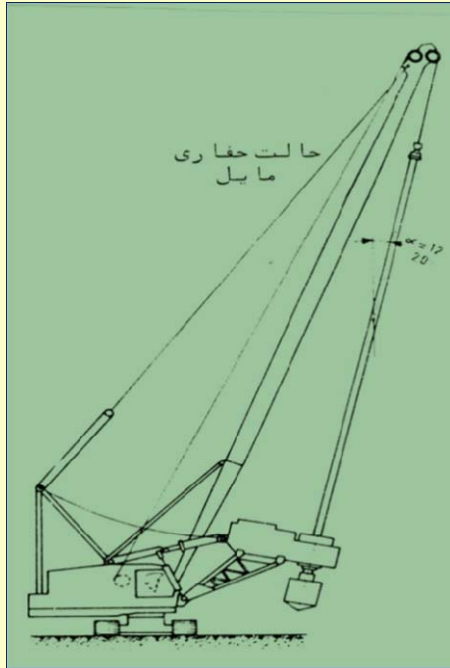


نصب لوله  
محافظ با  
ویبره



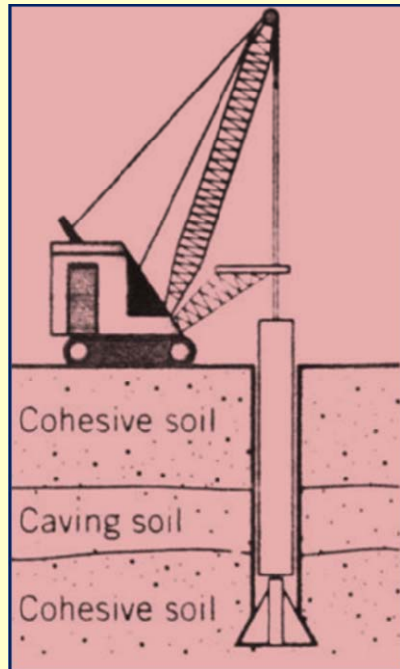
اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## نصب سیستم حفاری روی لوله محافظ



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

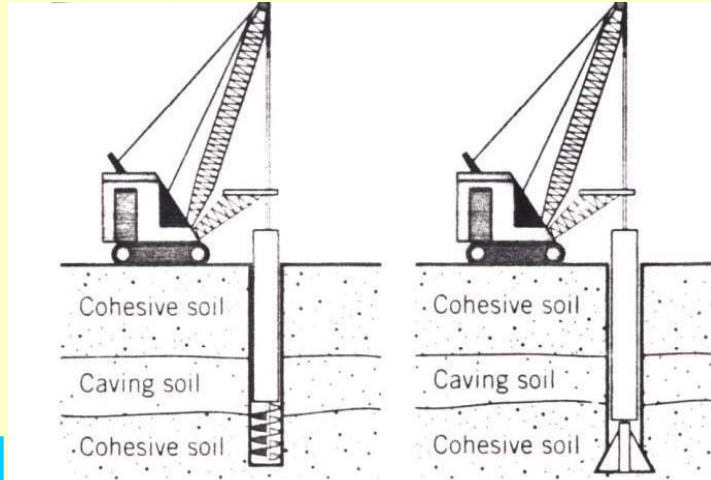
## دستگاه در حالت حفاری مایل



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## شمع پا فیلی (زنگوله ای)

اجرای شمع درجا با لوله گذاری و زنگوله ای کردن نوک



حفاری

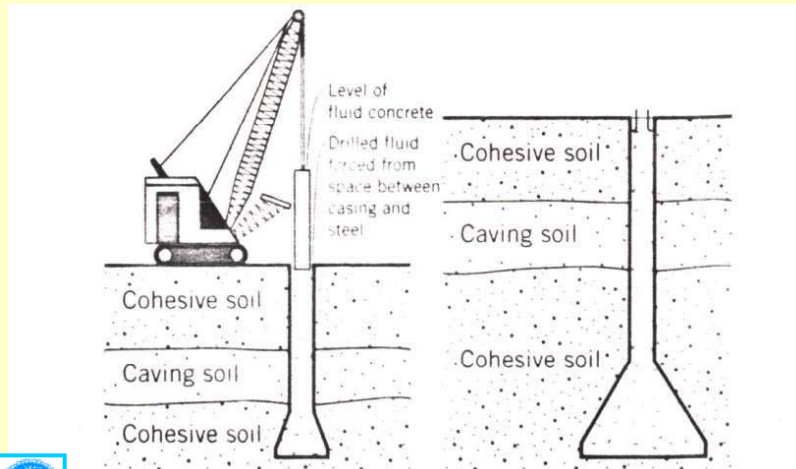
حفاری برای زنگوله ای کردن نوک



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۳۷

ادامه اجرای شمع درجا با لوله گذاری و زنگوله ای کردن نوک



بیرون کشیدن لوله محافظ  
همزمان با بتن ریزی

شمع تکمیل شده



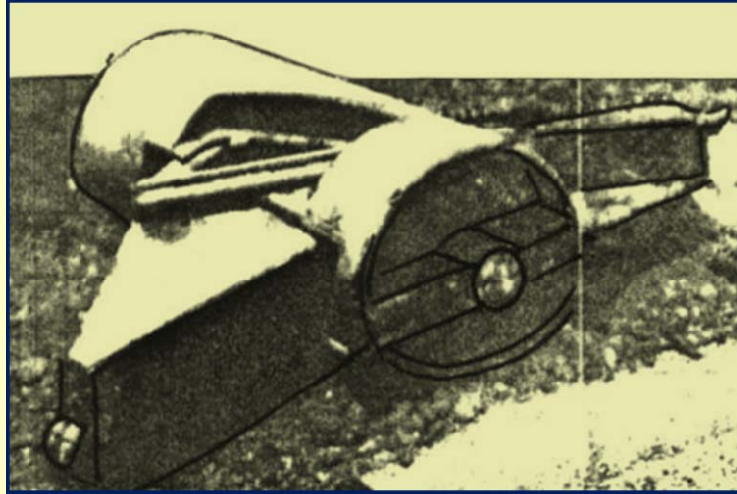
اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۳۸



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## مته مناسب برای زنگوله ای کردن نوک شمع



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

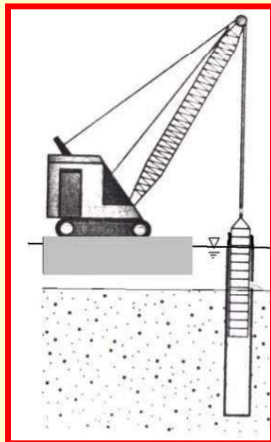


پس از رسیدن عملیات  
حفاری به عمق مورد نظر،  
مته به تدریج باز می شود و  
شکل زنگوله ای در نوک  
شمع بوجود می آید.



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## نصب شبکه میلگرد



۴۱



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## آرماتورهای آماده شده برای نصب







اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

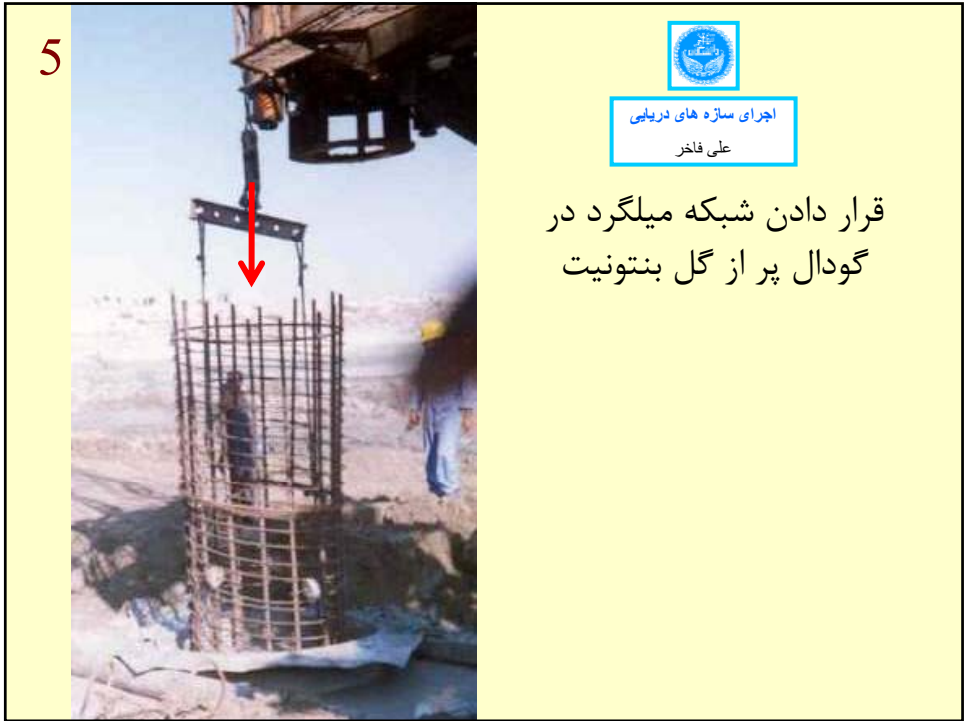
## آرماتورهای شمع درجا



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## قرار دادن شبکه میلگرد در داخل شمع



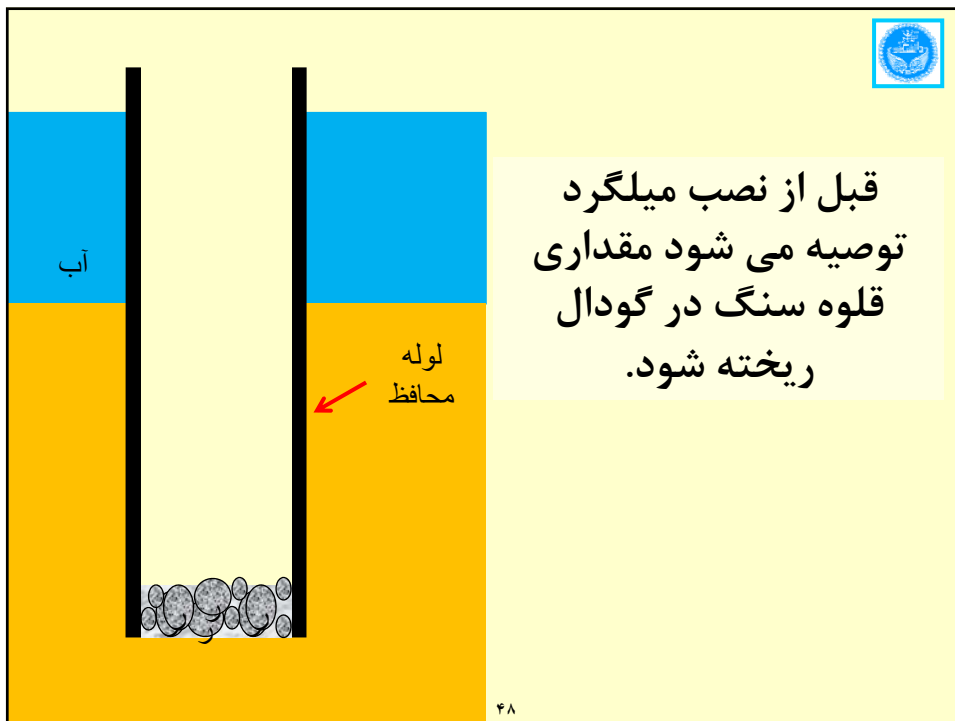




اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



قرار دادن  
شبکه  
میلگرد در  
داخل شمع







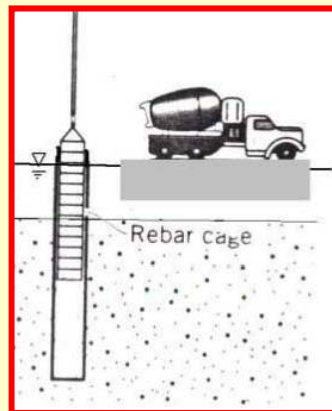
به طور کلی در نظر گرفتن مقاومت نوک شمع های حفاری شده در طراحی چندان قابل اعتماد نیست زیرا مصالح سست در زیر نوک شمع جمع می شود و تمیز کردن آن مشکل است. استفاده از قلوه سنگ یا حتی قراردادن یک قطعه بتنی پیش ساخته (کفشک) در نوک شمع قبل از میلگردگذاری و بتن ریزی موجب افزایش قابلیت اعتماد باربری نوک شمع می شود.

۲۹



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## بتن ریزی



۵۰





اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## بتن ریزی داخل شمع با پمپ بتن



## بتن ریزی شمع



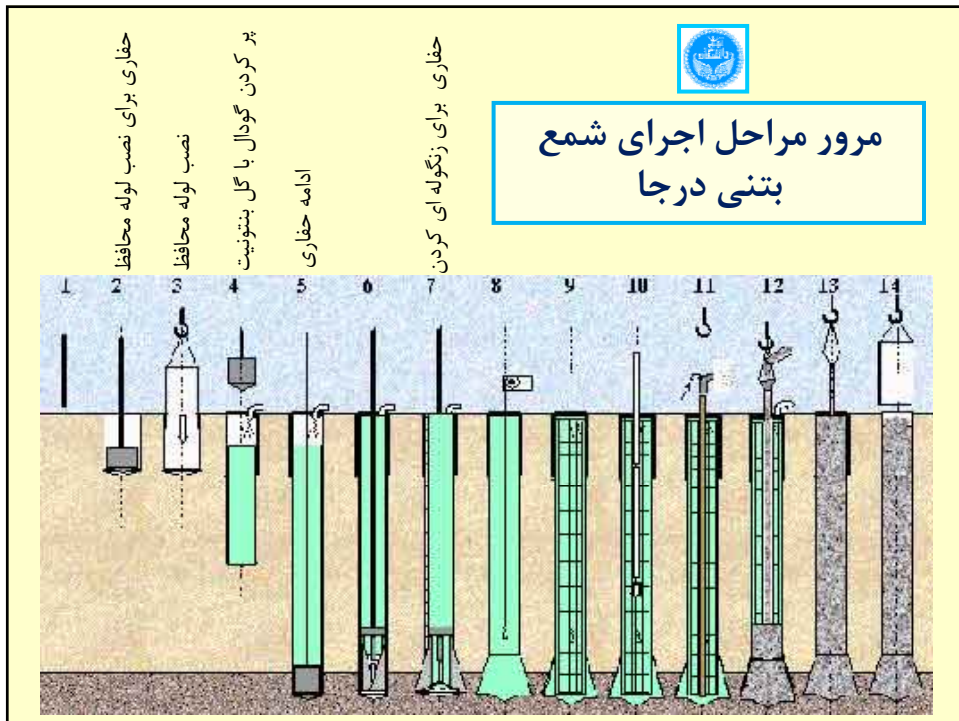
اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر





## اتمام بتن ریزی

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



## مرور مراحل اجرای شمع بتنی درجا

حفری برای نصب لوله محافظ  
نصب لوله محافظ  
پر کردن گودال با گل بنتونیت  
ادامه حفاری  
حفری برای زنگوله ای کردن



درجاریز - بتنی				کوبشی		
تراز نهایی قفسه آرمتور mm	تراز بالایی شمع mm	انحراف از محور شمع	موقعیت نسبت به مرکز mm	تراز بالایی شمع mm	انحراف از محور شمع	موقعیت نسبت به مرکز mm
+۱۵۰	+۲۵	٪۲ تا	۷۵ تا	+۵۰	٪۱ تا	۲۵ تا
-۷۵	-۷۵	٪۴	۱۵۰	-۱۰۰	٪۴	۱۵۰



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

رواداریهای اجرای شمع در یک پروژه باید با تحلیل دقیق شرایط آن پروژه انتخاب شود و در طراحی و اجرا مورد نظر باشد.

محدوده رواداریهای معرفی شده در مراجع مختلف فقط به عنوان راهنمای اولیه قابل استفاده است.

اگرچه اجرای شمع درجا در دریا ممکن است ولی اجرای آن در خشکی ساده تر است. بنابراین برخی از سازه های دریایی مثل اسکله ها را در خشکی اجرا کرده و سپس خاک اطراف آن را لایروبی می کنند.



2

بندر شهید باهنر



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

حفاری در خشکی با پر کردن گودال با گل بنتونیت و حفاری با جام حفاری











اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

تا اینجا روش متداول اجرای شمعهای درجا  
تشریح شد. حال به برخی روشهای خاص  
اجرای شمع ها پرداخته می شود.

۶۵



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

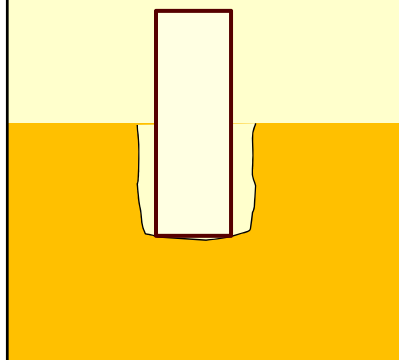
## شمع حفاری و تزریق شده

**Drilled & Grouted Pile**

۶۶

شمع حفاری شده در کارهای دور از ساحل به صورت حفاری و تزریق اجرا می گردد.

## Drilled & Grouted Pile



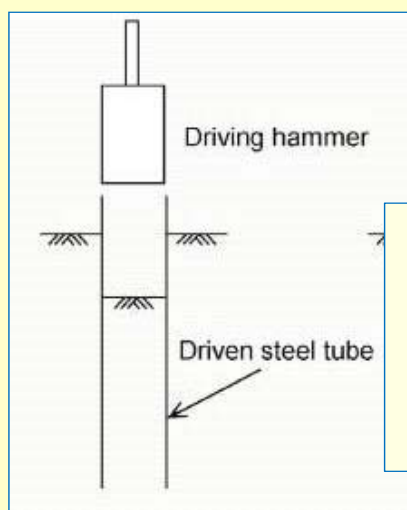
شمع حفاری و تزریق شده در کارهای فراساحلی، متشکل از یک مقطع لوله ای است که درون حفره از قبل حفاری شده قرار میگیرد.

۶۷



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

مراحل ساخت یک شمع حفاری و تزریق شده



نصب لوله  
جدار با کوبش  
در اعماق  
سطحی

۶۸

مراحل ساخت یک شمع حفاری و تزریق شده



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



حفاری درون  
لوله جدار تا  
رسیدن به عمق  
مورد نظر

۲

۶۹



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

دستگاه  
حفاری

لوله  
جدار



۷۰





اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## دستگاه حفاری شمع



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

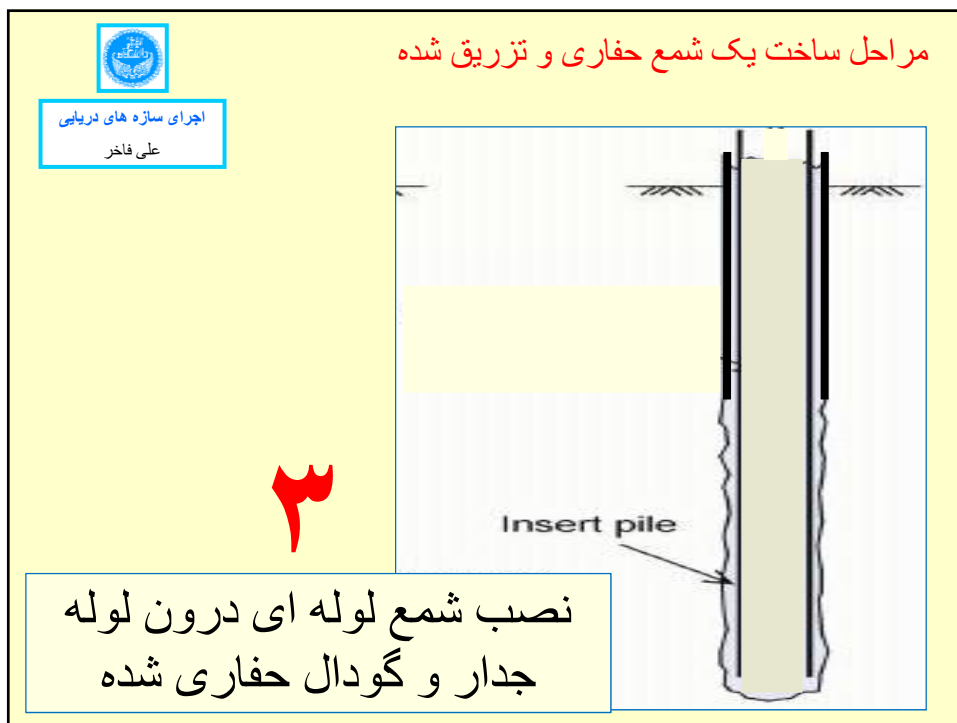
## مته های حفاری شمع





مته  
حفاری →

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



مراحل ساخت یک شمع حفاری و تزریق شده

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

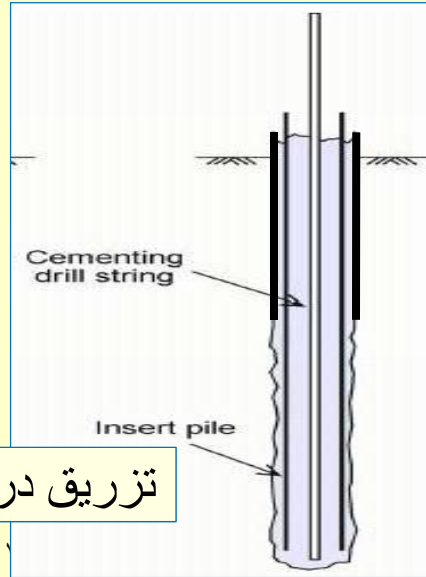
۳

نصب شمع لوله ای درون لوله  
جدار و گودال حفاری شده



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

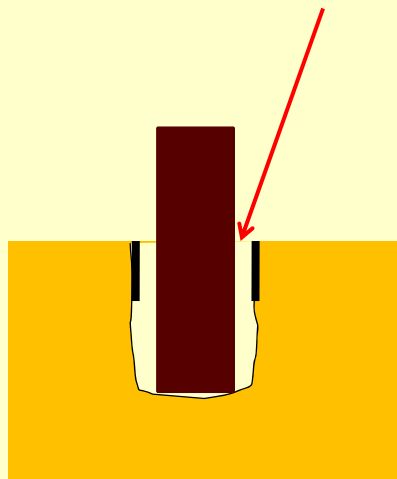
### مراحل ساخت یک شمع حفاری و تزریق شده



۴

تزریق درون و بیرون شمع لوله ای

قطر لوله جدار و گودال حفاری شده باید ۱۵۰  
میلیمتر بزرگتر از قطر خارجی شمع باشد.



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



مثالی از یک سکو در دریای شمال که شمع حفاری و تزریق شده برای آن به کار رفته است.

## Thistle Platform



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۷۹



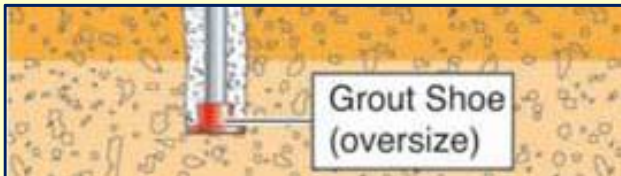
اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

شمع های حفاری و تزریق شده در ماسه های کربناتی موثر هستند ولی باید نفوذپذیری ماسه برای نفوذ دوغاب تزریق کافی باشد.

۸۰



## کفشک تزریق Grouting Shoe



میتوان کفشک در نوک شمع حفاری و تزریق شده نصب کرد تا از پر شدن داخل شمع با دوغاب تزریق جلوگیری گردد.

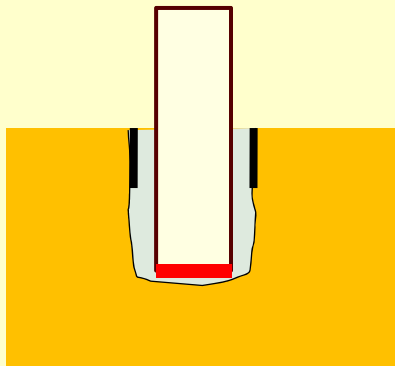


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

۸۱

در صورت بستن نوک شمع باید از شناور نشدن شمع بر اثر فشار تزریق مطمئن شد.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

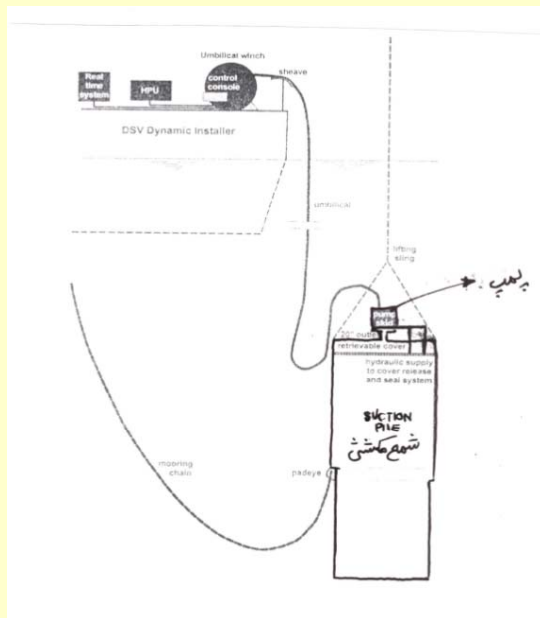
۸۲



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

# شمع مکشی

۸۳



## شمع مکشی

- این نوع شمع در عمق زیاد در زیر آب اجرا می گردد.
- لوله فلزی یا بتنی با مکش پمپ در زمین ماسه ای یا رسی فرو می رود.



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



## شمع مکشی (Suction Pile)

اتصال لوله مکش به سر شمع  
مکشی قبل از قراردان شمع روی  
بستر دریا



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۸۵



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

قرار دادن شمع مکشی  
در دریا

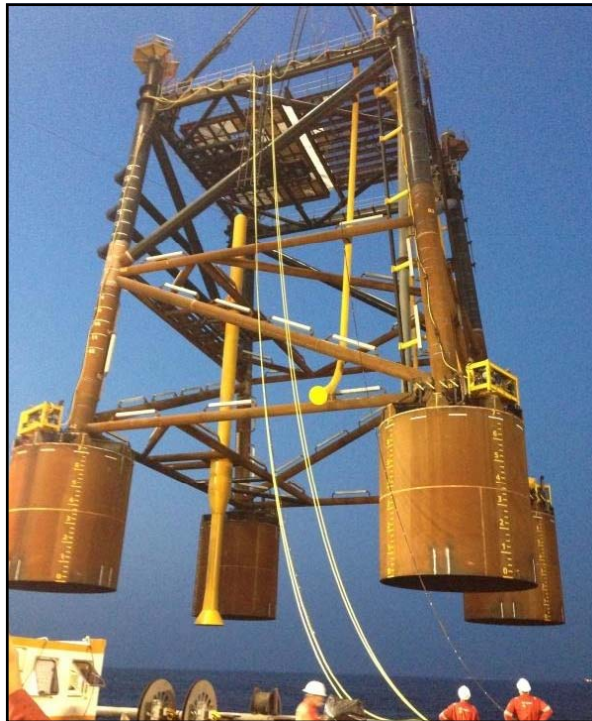


## آزمایش ارزیابی ظرفیت باربری افقی شمعهای مکشی

low tide




loading test




اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

Gaz de France  
Q13

چهار پایه ژاکت روی  
شمع های مکشی قرار  
گرفت.




  
 اجرای سازه های دریایی  
 علی فاخر

# شمع پیچی

## Screw Pile

۸۹

  
 اجرای سازه های دریایی  
 علی فاخر

## شمع پیچشی

- شمع پیچشی در حقیقت همانند یک شمع معمولی، از یک شفت که معمولاً به صورت لوله است تشکیل شده و در انتهای آن یک **عضو مارپیچی** از جنس فولاد پر مقاومت با قطری بزرگتر از قطر شفت متصل شده است.
- روش اجرای شمعهای پیچی به این صورت است که دستگاه سرشمع را گرفته و آن را در خاک پیچ می‌کند، یعنی با پیچاندن سرشمع به صورت دورانی آن را در خاک فرومی‌برد.

۹۰





اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## چند شمع نوع پیچشی سبک



۹۱



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



فروردن شمع  
های پیچشی  
در خاک با  
استفاده از  
دستگاههای  
هیدرولیکی  
حفاری دورانی

۹۲



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



فرو بردن شمع های  
پیچشی در خاک با  
دستگاه های حفاری  
دورانی گمانه هم  
مقدور است.



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



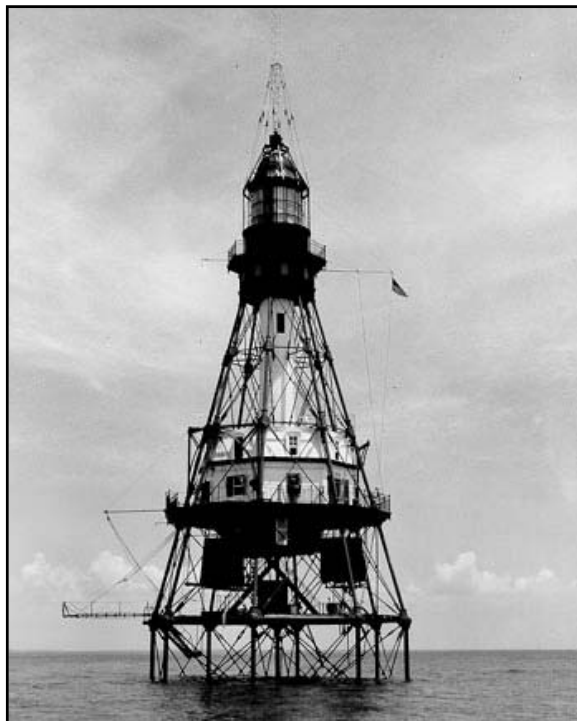
اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



فانوس دریایی  
مستقر بر شمعهای  
پیچشی  
**Screw-pile  
lighthouse**



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



Fowey Rocks Light,  
در فلوریدا



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## کاربرد شمعه های پیچشی

- ❑ اجرای **شمعه های موقت** (چون با پیچاندن در جهت معکوس می تواند به راحتی از خاک خارج شود)،
- ❑ **تقویت زیر پی ساختمانهای موجود** (چون اجرای آن موجب ارتعاش زیاد نمی شود)،
- ❑ استفاده برای تحمل **بارهای کششی (Uplift)** بزرگ در مقایسه با شمع لوله ای،
- ❑ مناسب برای **خاک ریزشی**
- ❑ مناسب برای شرایط **ارتزین**

۹۷

## موفق باشید

علی فاخر



جزیره آشوراده (در آبهای دریاچه خزر- استان گلستان)  
عکس از فریدون قادری

