



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

اجرای شمعهای کوبیدنی

Driven Piles

ویرایش بهمن 1402



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

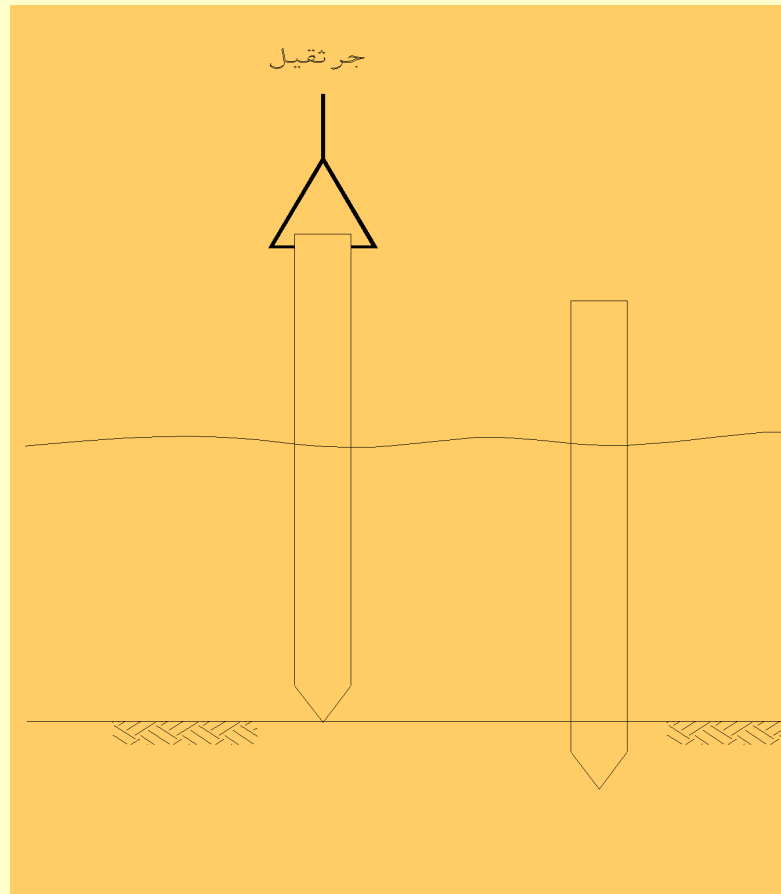
مشخصات عمومی عملیات کوبش شمع



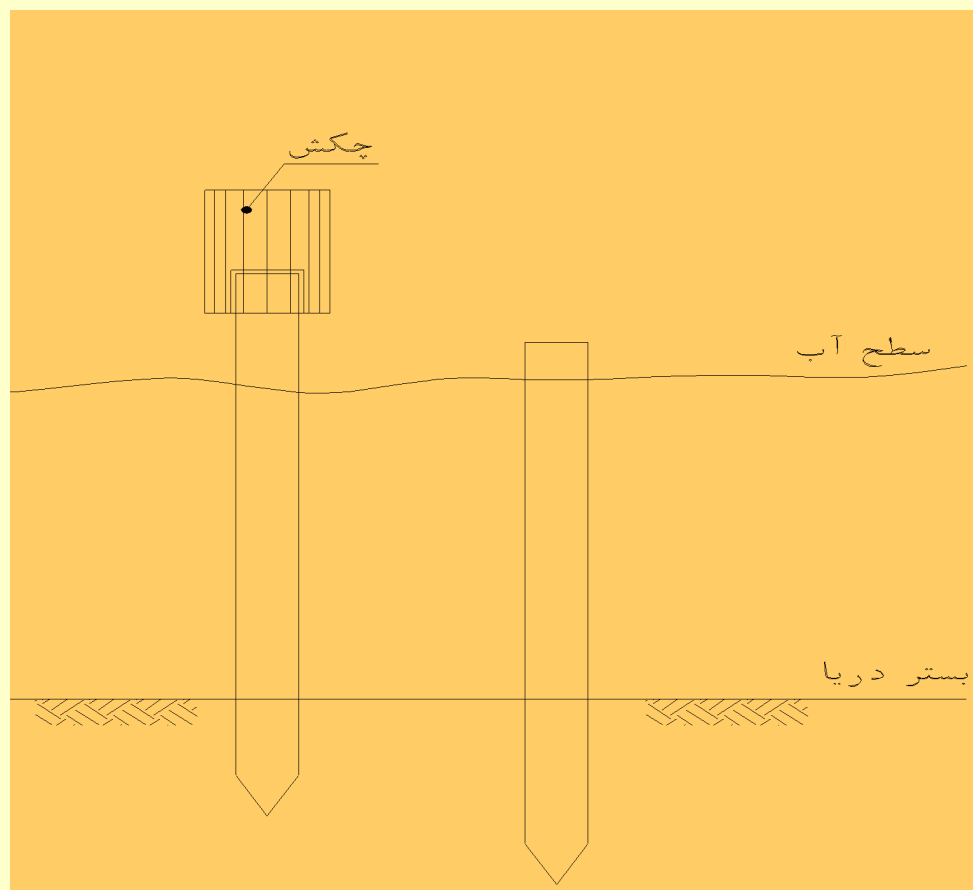
شمع های کوبیدنی ممکن
است فولادی، بتنی یا
چوبی باشند.



شمع کوبیدنی را با جرثقیل در محل مورد نظر قرار می دهند. سپس شمع تحت وزن خود کمی در زمین فرو می رود.



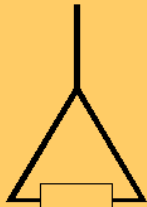
سپس چکش بر روی شمع قرار می گیرد. کوبش با ضربات
چکش انجام می شود و شمع در زمین فرو می رود.





مراحل کوبش شمع

جرثقیل

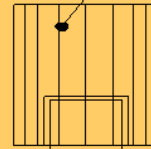


۱

۲



۳



چکش

۴



سطح آب

بستر دریا



بلند کردن و قراردهی شمع در محل برای کوبش



شمع‌های نشان داده شده در این
تصویر برای امکان نصب چکش در
بالا، تغییر قطر داده شده‌اند.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



بلند کردن چکش برای قراردادن روی شمع



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

قرار
گرفتن
چکش
روی
شمع و
کوبش





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

کوبش شمع فلزی در بندر پتروشیمی پارس در منطقه عسلویه

چکش

شمع



انتقال شمع به محل کوبش

- پس از ساخت و آماده سازی شمع ها باید آنها را حمل کرده و در موقعیت مورد نظر در دریا مستقر نمود.
- شمع با قطر بزرگ را شناور کرده و به محل حمل می کنند.
- در مورد شمع های کوچکتر می توان آنها را روی بارج گذاشت.
- معمولا یک جرثقیل که بر روی بارج مستقر است، شمعها را از روی بارج تخلیه می کند.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

انتقال شمع شناور به محل کوبش



30/08/2005

انتقال دریایی شمع کوب با بارج



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

انتقال شمع (ادامه)

□ حفاظت از جسم و رنگ شمع هنگام انتقال باید مدنظر باشد.

□ اگر عمق آب زیاد نباشد، می توان شمع های شناور را به محل حمل کرد و روی بستر دریا انبار نمود.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بلند کردن شمع با جرثقیل
صورت می گیرد. طول بوم
جرثقیل محدود کننده
می باشد و تعیین کننده
حداکثر طول آماده شده
شمع برای کوبش است.



حمل شمع بتنی پیش ساخته به محل کوبش در ساحل

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



شمع بتنی





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بلند کردن شمع بتنی پیش ساخته توسط شابلون در محل کوبش





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

عملیات کوبش شمع قائم

□ ابتدا به شمع اجازه فرورفت بر اثر نیروی وزن خود را می دهند. سپس شمع کوبی انجام می شود.

□ زمین سطحی در ابتدای فرورفت شمع سست است و فرورفت تحت هر ضربه چکش خیلی زیاد می باشد لذا معمول است که چکشهای سبک (چکش بادی یا ویبره ای) در ابتدای کوبش به کار رود.

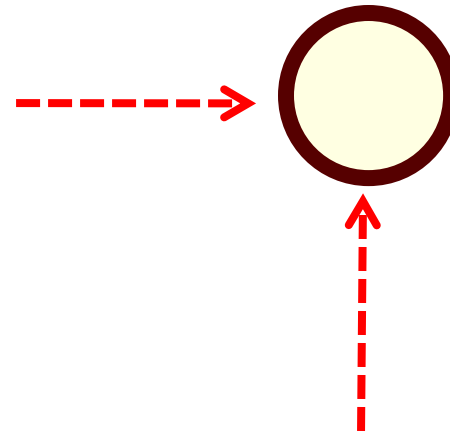


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

عملیات کوبش شمع قائم

بایستی راستای شمع با **۹۰** دوربین نقشه برداری در دو جهت عمود بر هم در هنگام کوبش، کنترل گردد.





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



گاهی انحراف شمع
از راستای قائم را
می توان در هنگام
کوبش اصلاح
کرد و گرنه باید
شمع را بیرون
کشید.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

اصلاح انحراف جزئی شمع از راستای قائم با فشار
جانبی بیل مکانیکی که توصیه نمیشود.



استفاده از هادی شمع موجب جلوگیری از انحراف آن در هنگام کوبش می شود.

هادی شمع

چکش

شمع



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اتصال قطعات شمع

وقتی طول شمع زیاد است، نخست قطعه اول
کوبیده میشود و سپس قطعه دوم به آن متصل
میشود و کوبش ادامه می یابد.

بعد از کوبش شمع در دریا به
اندازه ای که سر شمع بالای سطح
آب قرار گرفت، داربست موقت
برای ایجاد محل مناسب برای
جوشکاری در اطراف سر شمع
نصب می گردد تا قطعه بعدی به
آن متصل گردد.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر





جوش دادن قطعات شمع به هم

(در اینجا از تسمه های فولادی استفاده نشده است)



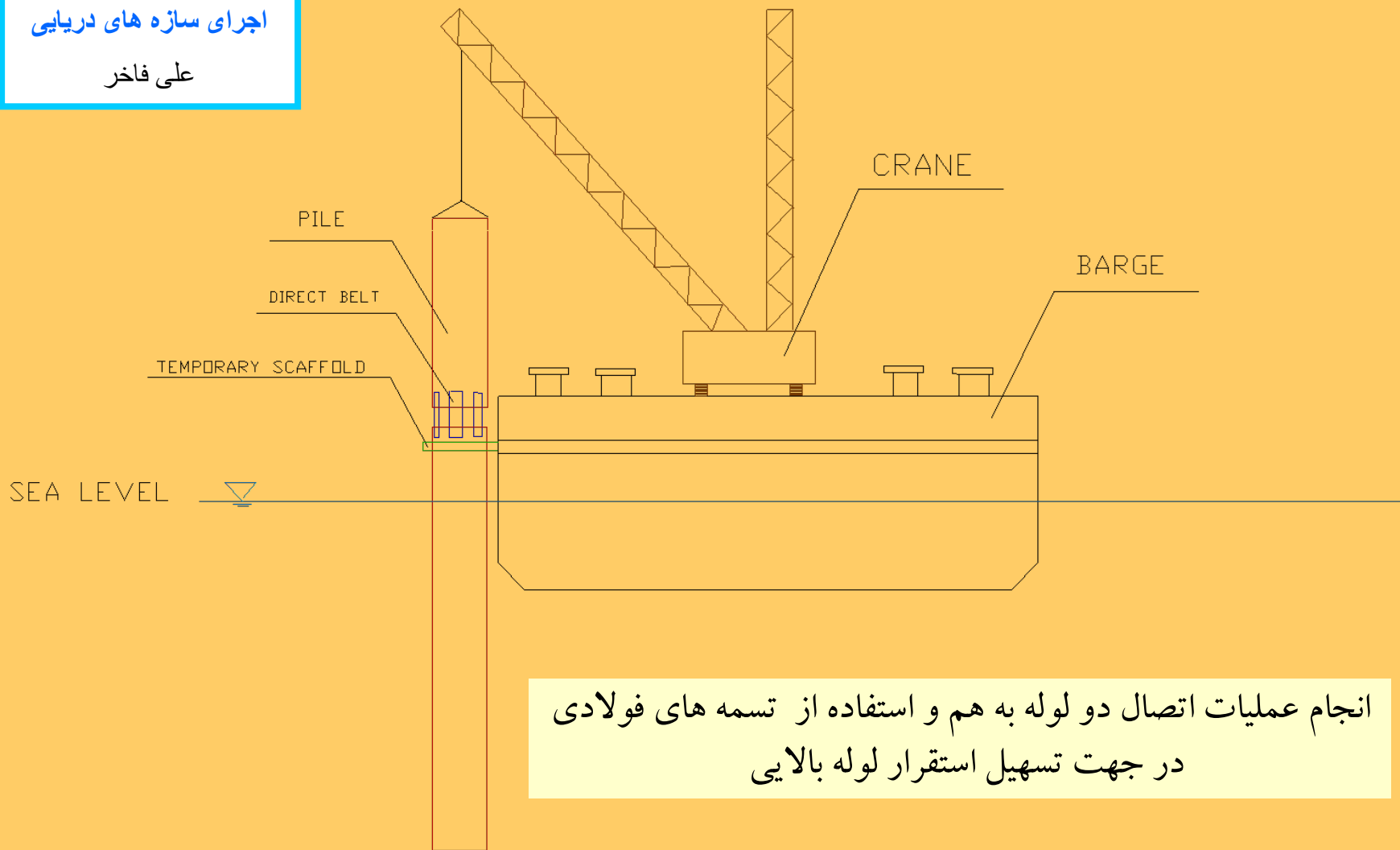


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بعد از کوبش **لوله اول**، گاهی تسمه هایی از ورق فولادی تهیه شده و نصف طول تسمه ها بر روی محیط لوله پایینی شمع جوش می شود، بطوریکه **لوله بعدی** در محل مورد نظر بر روی لوله کوبیده شده مستقر گردد و عملیات سرهم کردن دو لوله به راحتی انجام شود.

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



انجام عملیات اتصال دو لوله به هم و استفاده از تسمه های فولادی
در جهت تسهیل استقرار لوله بالایی

تسمه‌های فولادی جوش داده به شمع در محل اتصال دو لوله



نکات کوبش (ادامه)

❑ حداکثر ظرفیت جرثقیل و همچنین طول بوم (boom) یا تیرک جرثقیل در انتخاب طول شمع یا طول قطعات آن موثر است.

❑ **لنگر خمشی ایجاد شده در طول شمع باید هنگام بلند کردن کنترل شود.**

❑ زمان جوشکاری قطعات شمع فولادی در محل طولانی است و تأثیر زیادی بر مدت عملیات اجرایی و توقف سایر تجهیزات دارد.

✓ به عنوان مثال مدت زمان جوشکاری شمع ۵۴ اینچی :

قطر دیواره ۱ اینچ: بیش از ۳ ساعت

قطر دیواره ۲/۵ اینچ: بیش از ده ساعت

رواداری مجاز ساخت و اجرای شمع

□ رواداری محل سرشمع در پلان: حداکثر ۱۵۰ میلیمتر به شرطی که در طراحی و تحلیل تنش های عرشه و سایر اجزاء سازه ای مورد نظر باشد

□ رواداری میل (کج شدگی شمع نسبت به راستای قائم): حداکثر ۴ درصد

□ رواداری اعوجاج (هم راستا نبودن دو قطعه تشکیل دهنده شمع که به هم جوش می شود) ناچیز می باشد.

محدوده رواداریهای معرفی شده در مراجع مختلف

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

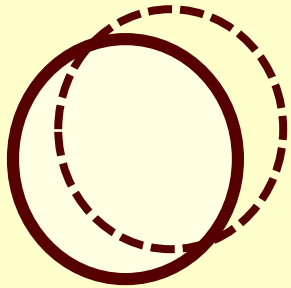
درجاریز - بتنی

| موقعیت نسبت به مرکز mm | انحراف از محور شمع mm | تراز بالایی شمع mm | تراز نهایی قفسه آرماتور mm |
|------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|
| ۷۵ تا ۱۵۰ | ۲٪ تا ۴٪ | +۲۵ تا -۷۵ | +۱۵۰ تا -۷۵ |

کوبشی

| موقعیت نسبت به مرکز mm | انحراف از محور شمع mm | تراز بالایی شمع mm |
|------------------------|-----------------------|--------------------|
| ۲۵ تا ۱۵۰ | ۱٪ تا ۴٪ | +۵۰ تا -۱۰۰ |

رواداری ها در اجرای شمع



تغییر موقعیت
نسبت به مرکز



انحراف از
محور شمع

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.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

کوبش شمع مایل در دریا

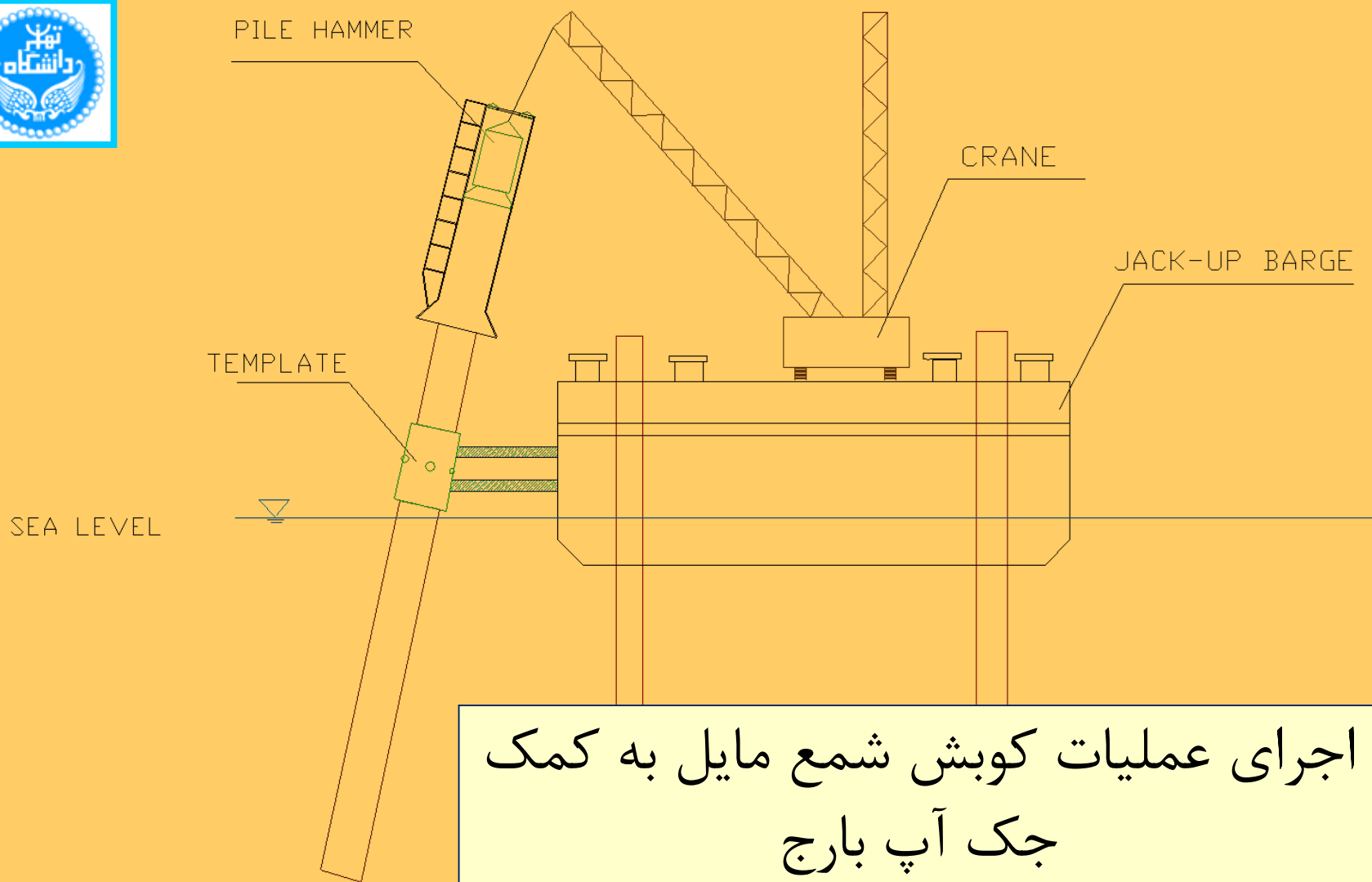


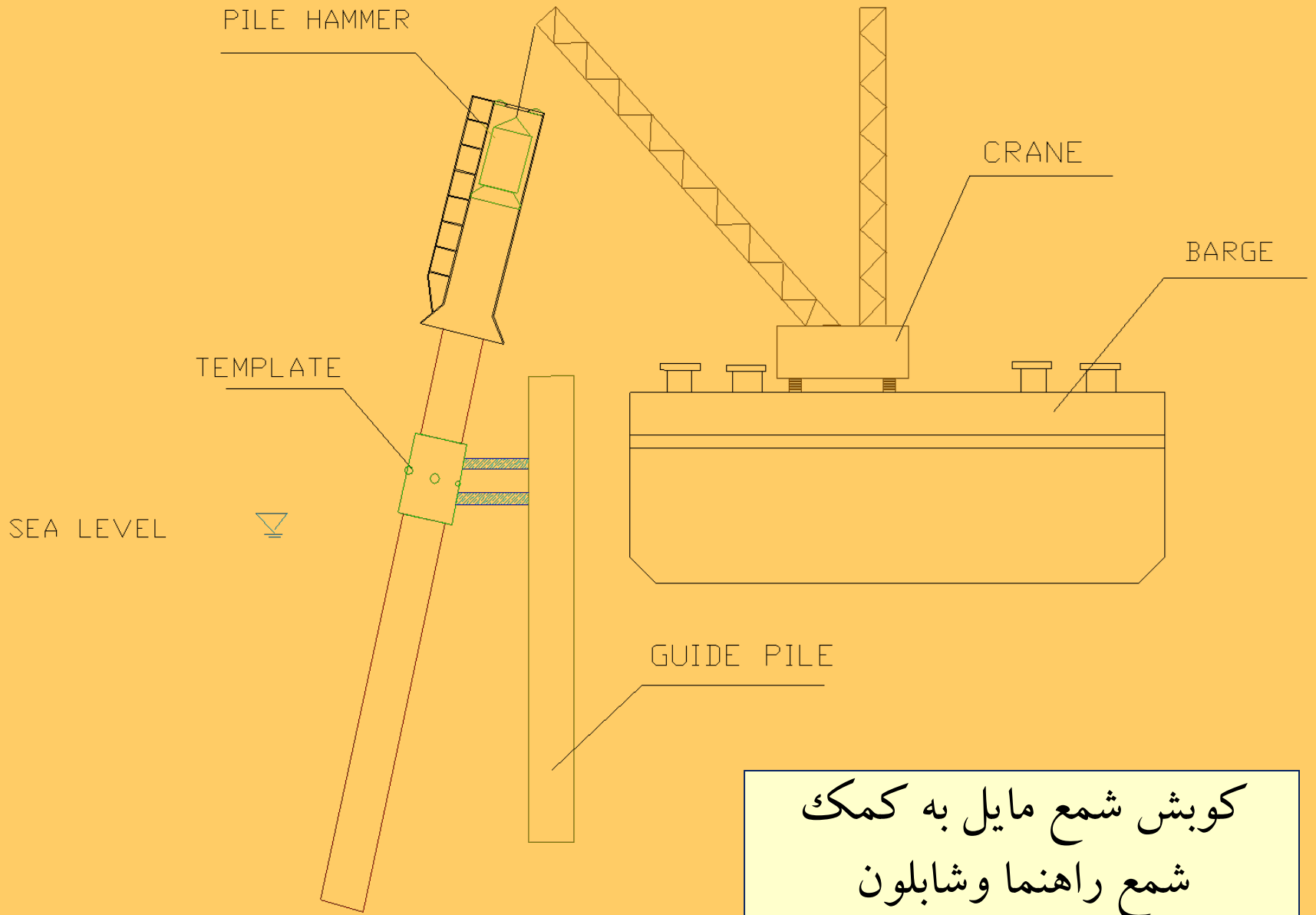
اجرای سازه های دریایی

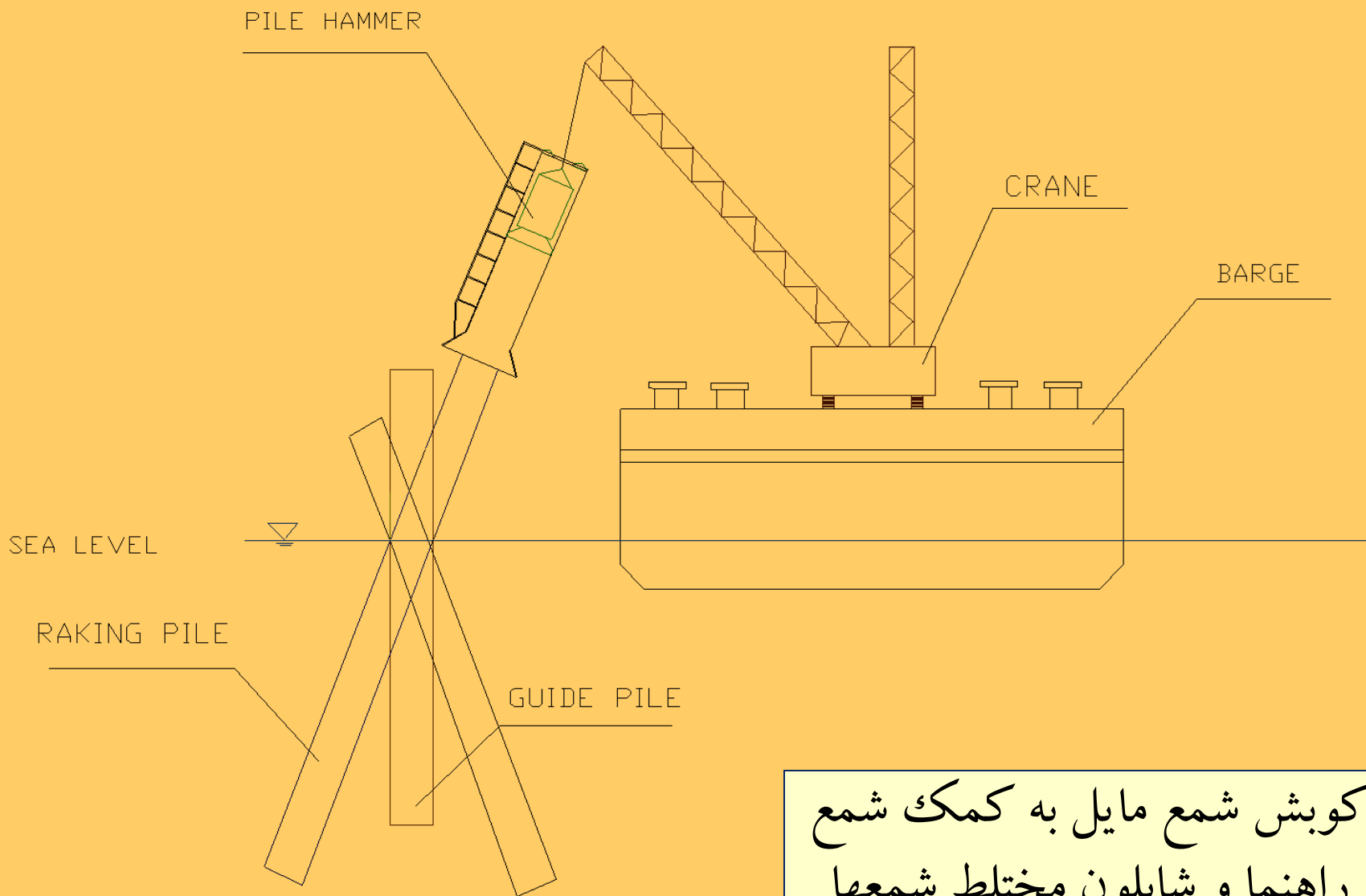
علی فاخر

برخی روش های کوبش شمع مایل در دریا

- استفاده از جک آپ بارج
- استفاده از شمع قائم راهنما (Guide pile)
- نصب سیستم شابلون





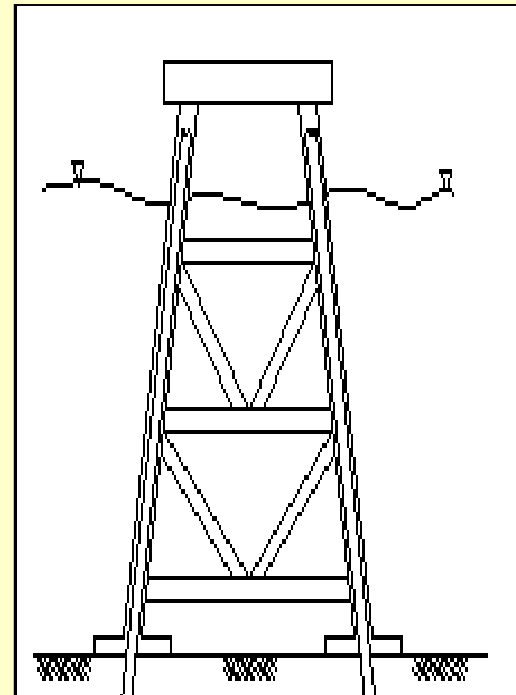
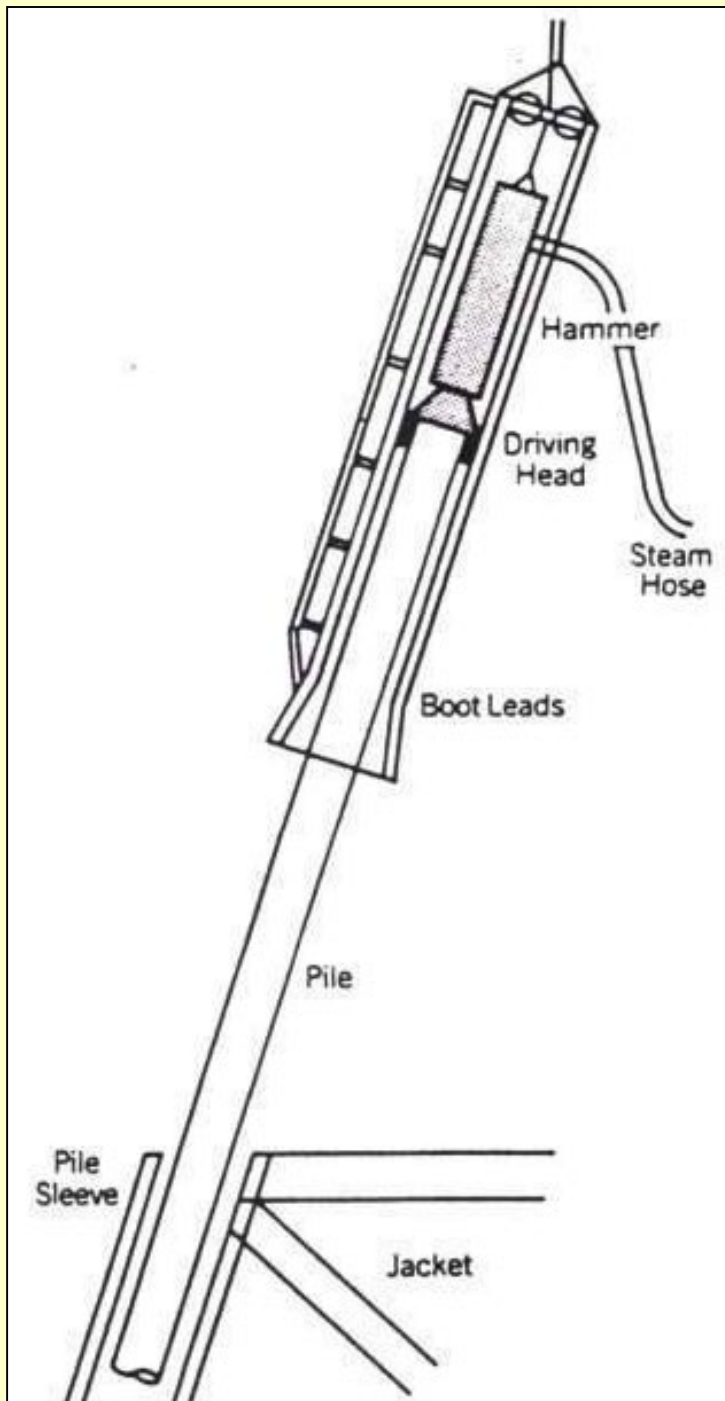


کوبش شمع مایل به کمک شمع
 راهنما و شابلون مختلط شمعها

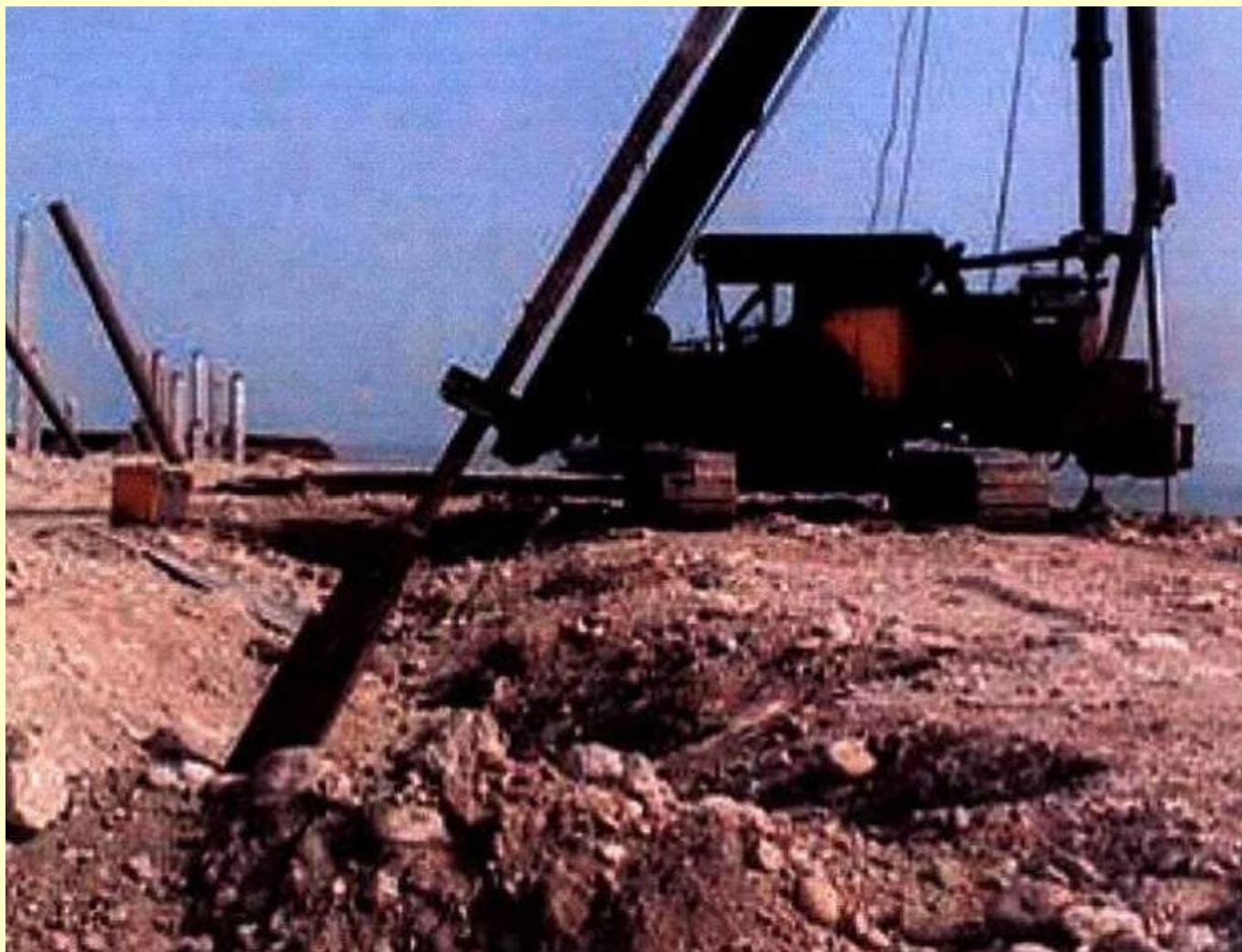
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

اجرای شمع در سکوه های فلزی دور
از ساحل در واقع نوعی استفاده از
سیستم شابلونی برای اجرای شمع
مایل است.



کوبش شمع مایل فلزی در ساحل



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

کوبش شمع مایل فلزی در دریا





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

انواع چکش شمع کوبی

انواع چکش شمع کوبی

- سقوطی
- تک مرحله‌ای (بادی، بخاری)
- چکش تک مرحله‌ای هیدرولیکی
- دیزلی
- چند مرحله‌ای
- ویبره‌ای (ارتعاشی)

چکش سقوطی (drop hammer)

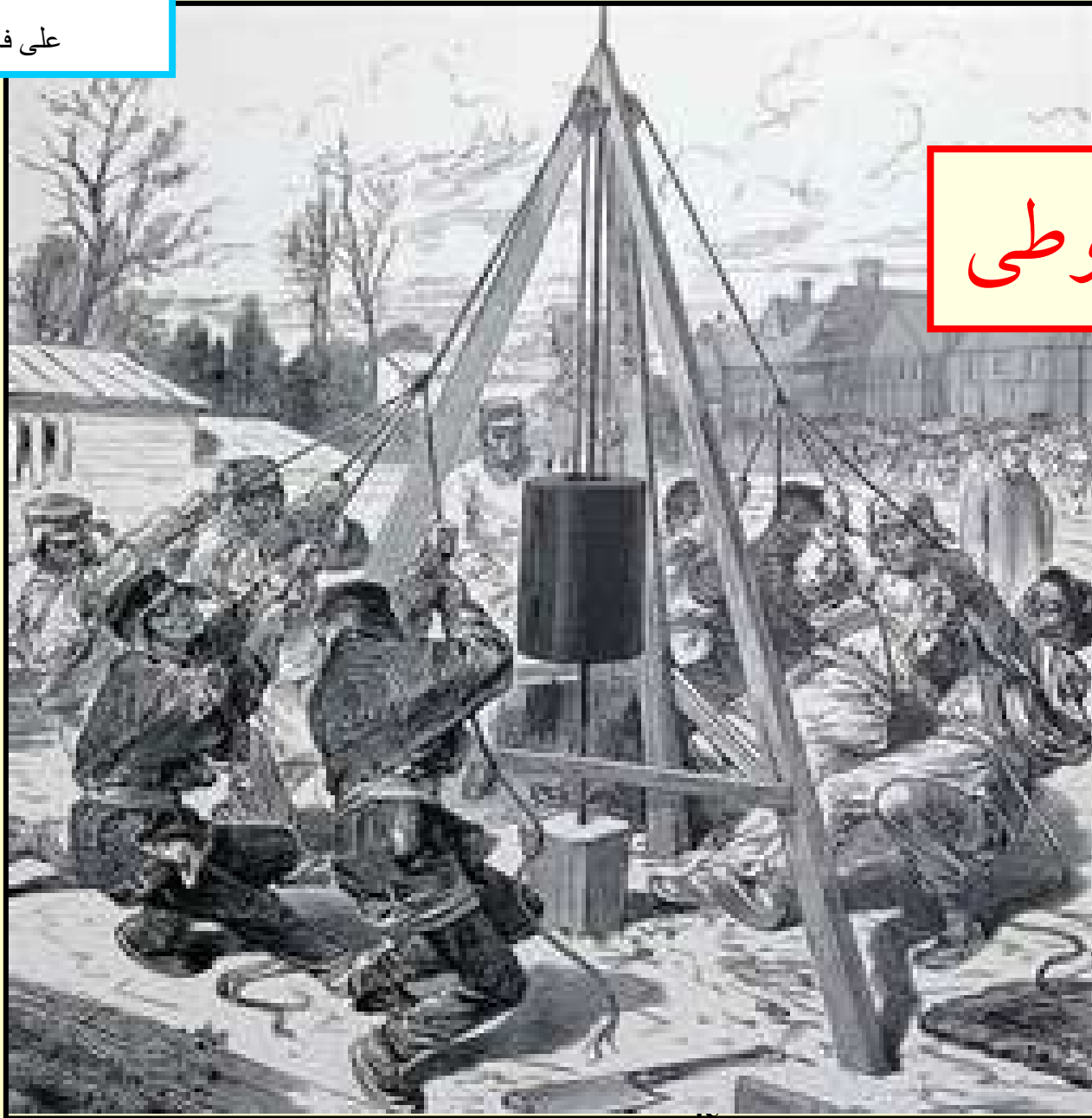
□ وزنه با جرثقیل یا موتور (۱ تا ۵ تن) بلند شده و رها می گردد.

- برای ظرفیتهای کوچک شمع کوبی مانند شمعههای چوبی با فرورفت کم به کار می رود.
- این نوع چکش چندان متداول نیست.

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

چکش سقوطی



چکش سقوطی

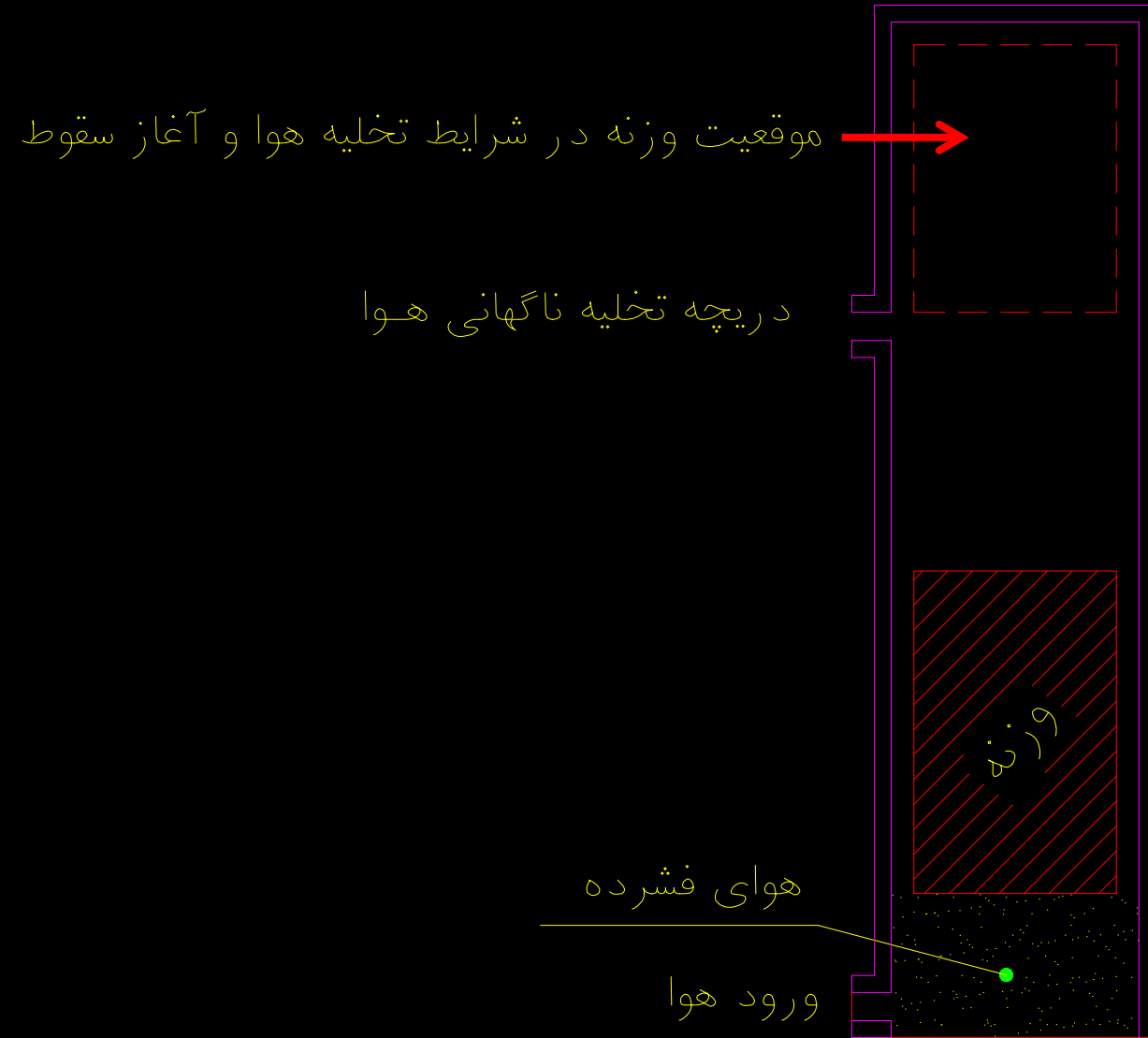


چکش تک مرحله‌ای بادی

□ وزنه با نیروی هوای فشرده بالا می‌رود و در اثر قطع ناگهانی فشار هوا، سقوط می‌کند.

- باتوجه به امکان محدود کردن ارتفاع سقوط، برای شمع‌های بتنی و چوبی خیلی مناسب می‌باشد.
- در خاک رسی سفت و سخت مناسب است (ضربه سنگین و ارتفاع کم)
- برای وزنه های سنگین ، از بخار آب بجای هوای فشرده استفاده می شود.

تصویر شماتیک چکش بادی



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

چکش بادی (بخار)



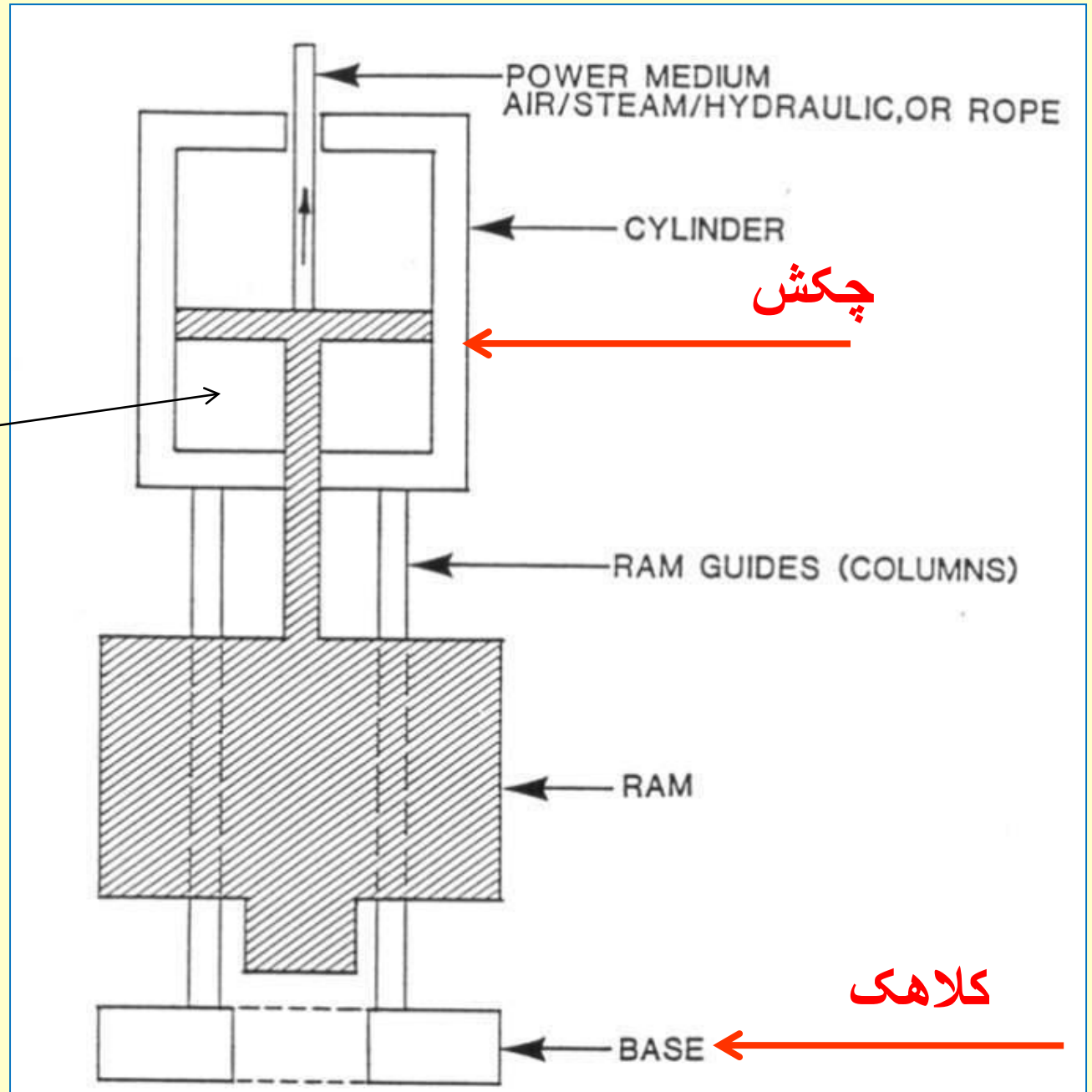
چکش هیدرولیکی hydraulic hammer

- وزنه توسط فشار روغن بالا می آید.
- فشار چکش ها به وسیله پمپ هیدرولیک تنظیم می گردد.
- علاوه بر کاربرد در خشکی، در زیر آب قابل استفاده است.
- امکان محصور کردن با قوطی های ضد صدا وجود دارد.

اجرای سازه های دریایی

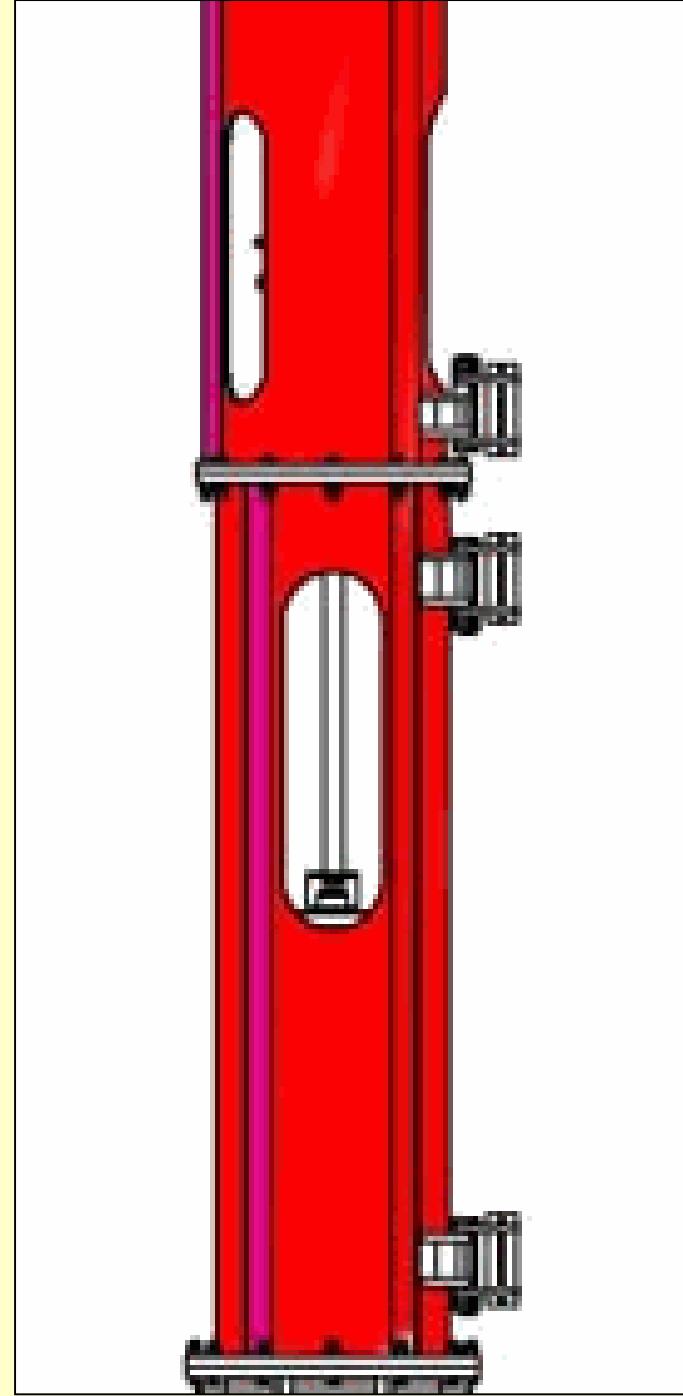
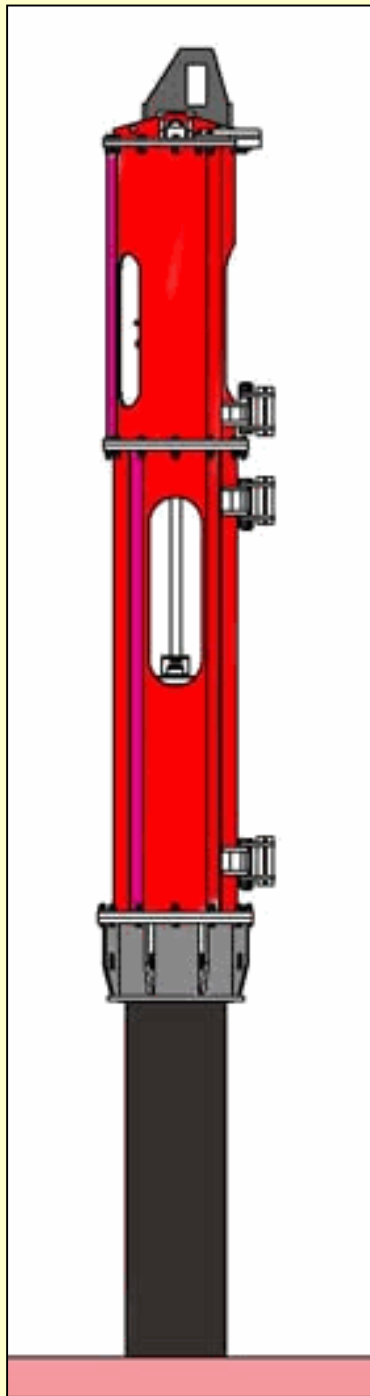
علی فاخر

وزنه توسط
فشار روغن
بالا می آید.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

چکش هیدرولیکی



چکش هیدرولیکی



نکاتی درباره چکش هیدرولیکی

- چکش‌های جدید هیدرولیکی دامنه جابجایی تا ۱/۵ متر و بازدهی حدود ۲۰٪ بیشتر نسبت به چکش‌های سقوطی با وزن مشابه دارند. این چکشها برای کوبیدن همه انواع شمعها مناسبند: شمعهای پیش تنیده بتنی، لوله ای فولادی، سپر فولادی و شمعهای چوبی.
- این چکش میتواند با سیستم هیدرولیکی یک دستگاه حفاری یا یک مولد انرژی مجزا بکار افتد.
- چکش میتواند روی همه نوع هادی شمع سوار شود یا آزادانه از جرثقیل آویزان باشد.

چکش هیدرولیکی



دستگاه مولد انرژی چکش هیدرولیکی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

چکش هیدرولیکی
برای کوبش مورب



چکش هیدرولیکی می تواند روی هادی شمع سوار شود یا از جرثقیل آویزان باشد.



چکش دو مرحله‌ای

- بالا رفتن وزنه با نیروی بخار یا هوا انجام می شود و سقوط وزنه در اثر وزن و اختلاف فشار بالا و پایین پیستون انجام می گیرد.
- علاوه بر دریچه تحتانی برای ورود سیال، دریچه دیگری در بالا برای اعمال فشار در هنگام سقوط وزنه وجود دارد.
- این نوع چکش ضربه‌های سریع و پی در پی اعمال می کند و مناسب در خاک دانه‌ای است.



نوعی چکش دو مرحله ای

چکش دیزلی

وزنه به هنگام پایین رفتن، هوای داخل سیلندر را فشرده می کند و انفجار با پاشیدن سوخت به داخل محفظه روی می دهد. شمع بر اثر انفجار به پایین و وزنه به بالا پرتاب می شود.

متداولترین چکش در کارهای شمع کوبی در خشکی و دریا است و در اغلب شرایط قابل استفاده می باشد.

چکش دیزلی

□ در خاک رسی نرم مناسب نیست زیرا مکانیزم عملکرد آن تابع واکنش خاک است. اگر خاک نرم باشد، شمع در اثر سقوط وزنه فرو می رود. ولی سوخت بصورت پودر در نمی آید زیرا فشرده شدن هوا و سوخت اتفاق نمی افتد.

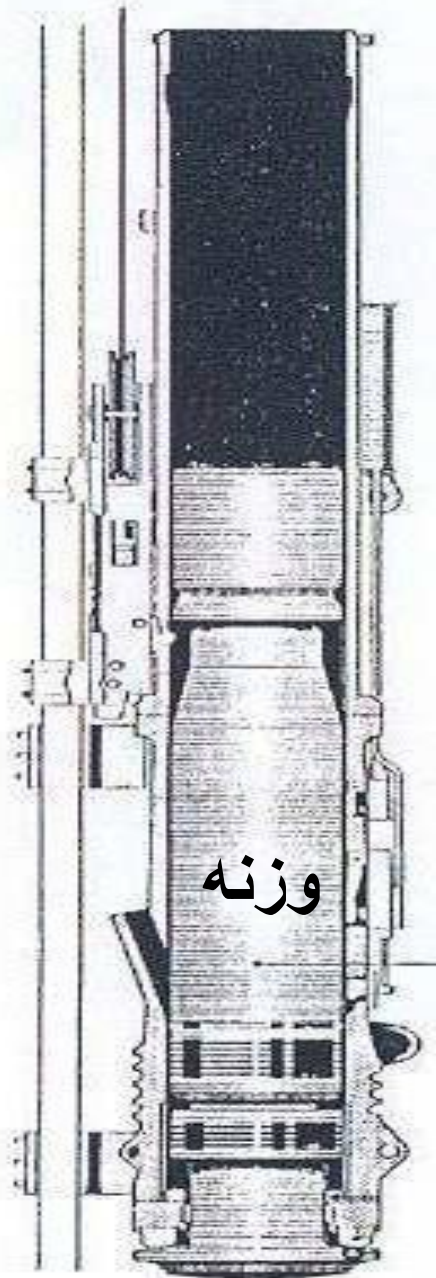
□ ضربه در این نوع چکش ها مدت دار و موثرتر است.

□ وزن چکش دیزلی

• 6 ton : D60 یا K60

• 10 ton : D100 یا K100

تصویر کلی سیلندر و
قسمت متحرک یا
پیستون (وزنه) در شمع
کوبه های بادی و دیزلی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

چکش شمع کوب دیزلی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

چکش شمع کوب دیزلی



29
9:01 AM

چکش و بیرهای (ارتعاشی)

- چکش بر روی شمع می نشیند و چند چرخ در داخل فک چکش و بیرهای می چرخد و لنگ می زند و تولید ارتعاش می کند، این ارتعاش خاک اطراف شمع را جابجا می کند و شمع نفوذ می کند.
- چکش و بیرهای کوچک نیروی کافی برای کوبش نهایی شمع را ندارد، به همین جهت از اینها برای انجام کوبش اولیه شمع استفاده می شود و در نهایت چکش دیزلی استفاده می شود.
- برای خاکهای دانه ای و شمع های با تغییر مکان کم (H شکل یا ته باز قبل از پلاگ) مناسب است.
- حدود ۱۰ میلیمتر دامنه ارتعاش و ۱۰ تا ۴۰ هرتز فرکانس ارتعاش چکش و بیرهای است.

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



مرحله نهایی کوبش شمع فلزی با چکش ارتعاشی

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



کمپرسور جهت تأمین هوای لازم جهت نیروی محرکه
شمع کوب ارتعاشی یا چکش بادی

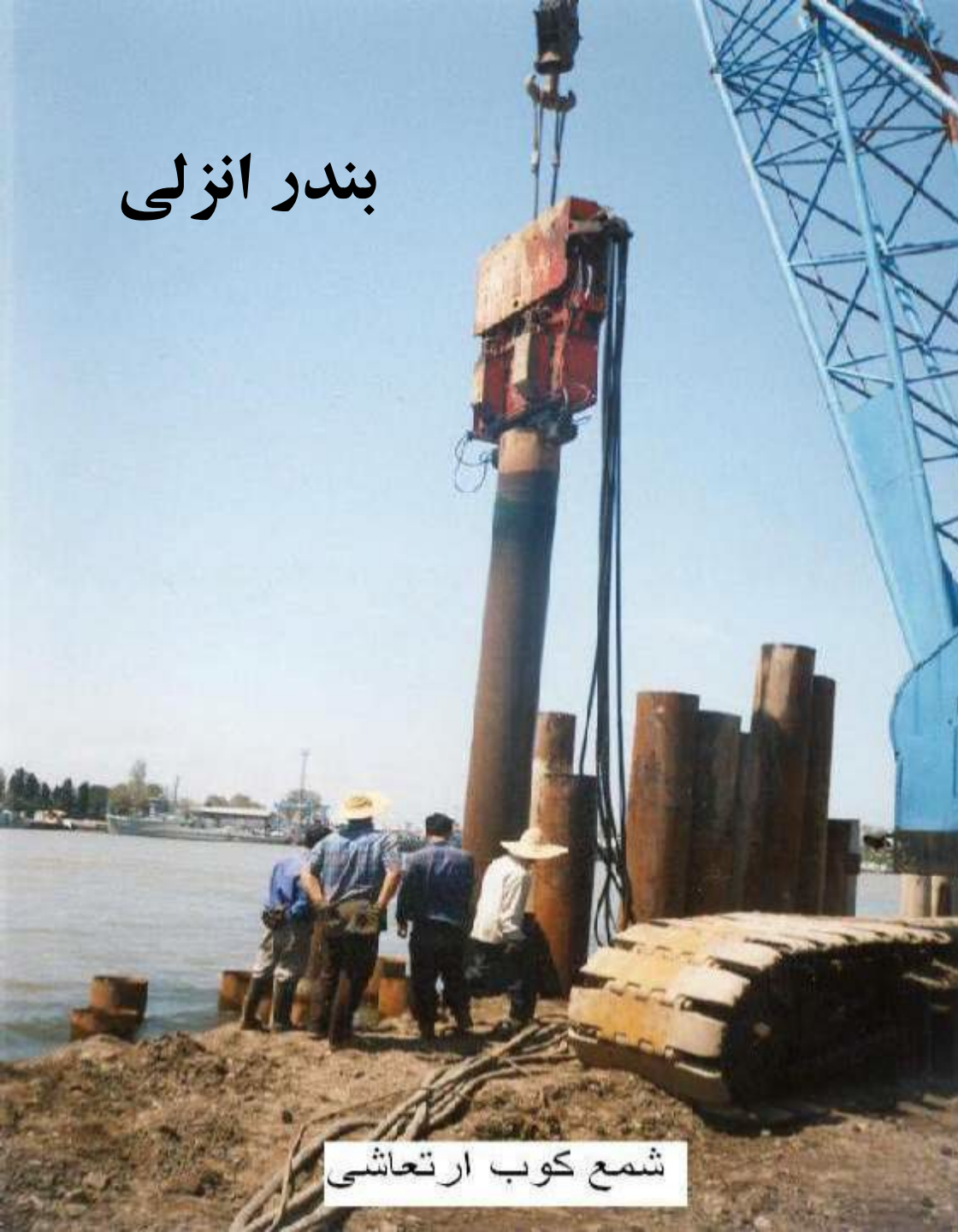
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بندر انزلی

شمع کوب ارتعاشی
مستقر بر شمع

شمع کوب ارتعاشی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بلند کردن شمع کوب
ارتعاشی و شمع



بندر انزلی

بندر پتروشیمی (عسلویه)

شمع کوب ارتعاشی

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

شمع مایل



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

شمع کوب ارتعاشی

شمع



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

شمع کوب ارتعاشی

شمع



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

شمع کوب
ارتعاشی

شمع



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

شمع
کوب
ارتعاشی

چکش ویبره برای کوبیدن
شمع های بسیار بزرگ

شمع

کوبش شمع بتنی با چکش ویبره



چکش ویبره سرشمع را در یک یا دو نقطه متمرکز می گیرد و مرتعش میکند. حتی بلند کردن شمع هم با چکش ویبره انجام میشود. پس احتمال آسیب به شمع بتنی وجود دارد.



چکش و بیره در یک یا
دو نقطه به شمع نیرو وارد
می کند.

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

در صورت استفاده از چکش ویبره برای کوبش
شمع بتنی باید مقاومت سرشمع در مقابل نیروی
متمرکز چکش ویبره کنترل شود و در صورت نیاز
تمهیداتی مثل تقویت سرشمع انجام گیرد.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



باید مقاومت سرشمع بتنی در مقابل نیروی متمرکز چکش و بیره کنترل شود.



نکته کلی راجع به چکش های شمع کوب

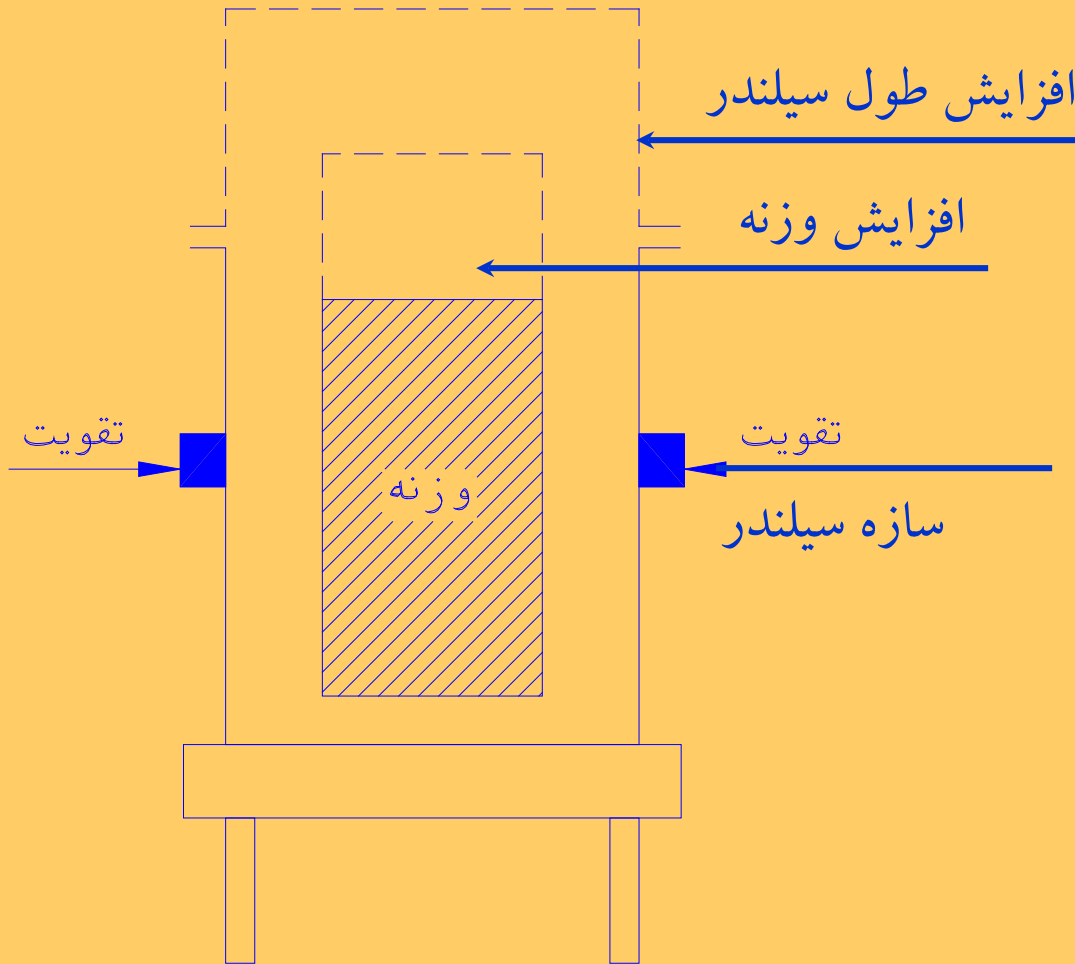
بازدهی چکشهای شمع کوبی، نه تنها به معنی نصب سریع تر شمع ها است، بلکه استفاده کارآمد از انرژی پتانسیل چکشهای شمع کوب یعنی کمترین اتلاف انرژی (به صورت صوت، گرما و اعوجاج)

تجربه تقویت شمع کوب در اسکله تخلیه نفت خام (دهه ۷۰ ه.ش.)

□ طبق نظر مشاور به شمع کوب دلماک ۶۲ برای کوبش شمع به قطر ۵۶ اینچ نیاز بود. جنس خاک در بالا سیلت- ماسه و در نهایت به رس سخت می رسید.

□ پیمانکار به دلیل عدم دسترسی به شمع کوب بزرگ، شمع کوب موجود را تغییر داد. برای این کار طول سیلندر، وزن وزنه و مقدار سوخت در تزریق برای هر ضربه افزایش داده شد و سازه سیلندر هم تقویت گردید.

□ این تجربه برای درک بهتر نحوه عملکرد شمع کوب دیزلی ذکر شد



تقویت شمع کوب دیزلی

چکش تقویت شده



اجرای سازه های دریایی


علی فاخر

محافظت سرشمع و نوک شمع در هنگام کوبش

گاهی لهیدگی سر شمع در اثر کوبش بوجود می آید



در صورت بروز لهیدگی می توان آن بخش را برید.



تخریب
سرشمع
بتنی در اثر
کوبش

بندر چوئبده
1390



بانکوک

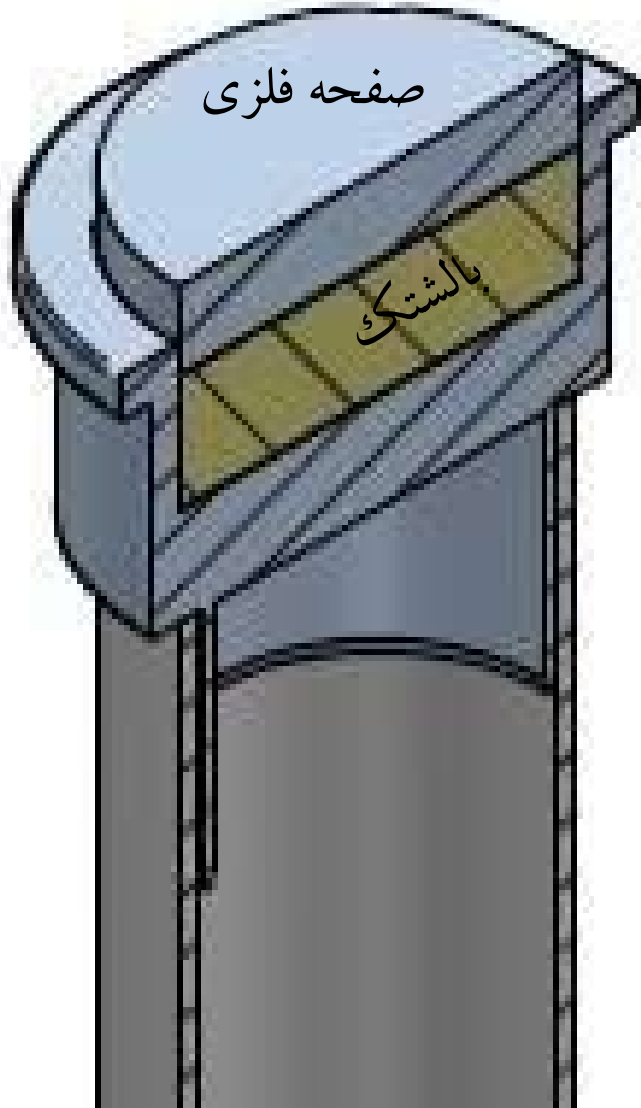
تخریب
سرشمع
بتنی در اثر
کوبش

اگر تخریب سرشمع بتنی در اثر کوبش بروز کند، پس از اتمام کوبش باید بتن خرد شده را تخریب کرد و میلگردها را به شکل اولیه درآورد و سپس سرشمع را بتن ریزی کرد.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



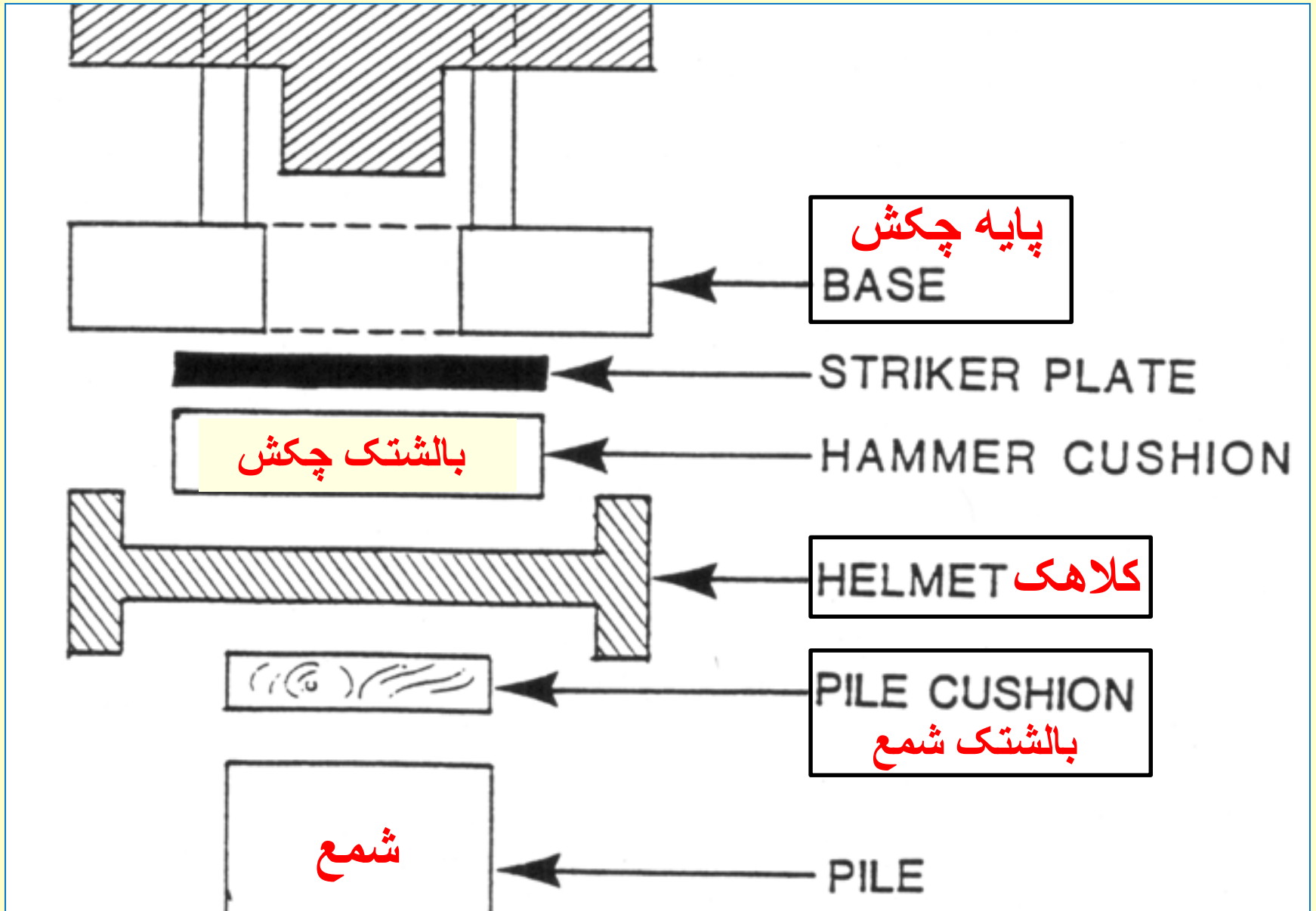
با بکارگیری بالشتک های مناسب در هنگام شمعکوبی یا افزایش ضخامت شمع میتوان از لهیدگی و تخریب سرشمع جلوگیری کرد.

مثال: ترکیبی از بالشتک و صفحه فلزی در زیر چکش و روی شمع لوله ای

حفاظت سرشمع در مقابل ضربات کوبش

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

Plastics piling cushion

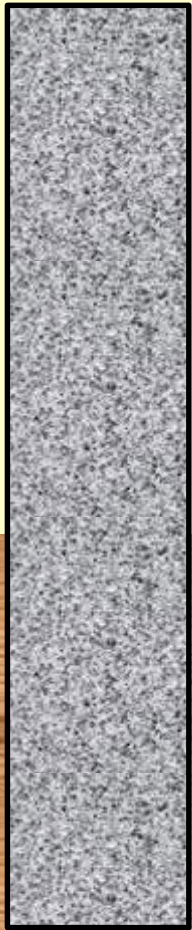
بالشتک پلاستیکی شمع کوبی



Plastics piling cushion

بالشتک پلاستیکی شمع کوبی





نوک شمع ممکن است در هنگام
کوبش آسیب ببیند.
در این شرایط باید شمع را خارج
کرد.



نمونه ای از لهیدگی
(آکاردئونی شدن)
نوک شمع در اثر کوبش

نمونه ای از لهیدگی نوک شمع در اثر کوبش



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

نمونه ای از لهیدگی
نوک شمع در اثر کوبش

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

پارگی نوک شمع
در اثر کوبش



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

پس زدگی شمع

مفهوم پس زدگی شمع: عملیات فرورفت شمع پیشرفتی نشان نمی دهد

□ اگر شرایط پس زدگی (refusal) در کوبش شمع بروز کرد، به معنای کافی بودن طول فرو رفت شمع نیست.

□ در شرایط واپس زدگی باید عملیات کوبش را متوقف کرد و علت بروز واپس زدگی را بررسی نمود.

نکات کوبش (ادامه)

□ عملیات کوبش شمع باید حتی الامکان بصورت پیوسته انجام شود. زیرا در اثر وقفه، مقاومت خاک افزایش یافته (set up) و مانع فرورفت کافی می شود. در نتیجه به چکش بزرگتر نیاز خواهد شد.

✓ set up هنگام اجرا عامل مزاحم است .

✓ set up پس از اتمام اجرا، عامل مثبت بزرگی می باشد و موجب افزایش باربری شمع می شود.

نکات کوبش (ادامه)

□ اگر با تعداد ضربه زیاد شمع فرو نرفت، لزوماً دلیل نمی‌شود که شمع به مقاومت کافی فشاری یا کششی رسیده است. یعنی نمی‌توان گفت که طول فرو رفت شمع کافی است.

✓ ممکن است نیاز به حفاری و تمیز کردن Plug درونی، استفاده از Jet آب، استفاده از ضربات بیش از مقدار مقرر شده، چکش بزرگتر و خرد کردن لایه سخت با تریپان باشد.

✓ وقتی ضربات زیاد می‌شود ممکن است نوک شمع وارد یک لایه نازک سخت شده و افزایش تعداد ضربات گمراه کننده باشد.

دلایل کاذب پس زدگی شمع:

۱- کوچک بودن چکش مورد استفاده

۲- انسداد ته شمع (Plug)

۳- برخورد شمع به لایه مستحکم و متراکم (که ممکن است ضخامت لایه مستحکم ناچیز باشد یا لایه مزبور بر روی یک لایه سست باشد).

پس زدگی (refusal) شمع

تعداد ضربات کوبش برای پس زدگی شمع به عنوان تعداد ضرباتی شناخته می شود که فرورفت شمع عملاً پیشرفتی نشان نمی دهد.
پس زدگی شمع تعداد ضرباتی است که حالات زیر را در بر گیرد:

۱۲۵ ضربه در هر ۲۵ سانتیمتر در طول ۱/۵ متر نفوذ

۲۰۰ ضربه در ۲۵ سانتی متر در طول ۱ متر نفوذ افزایش یابد.

پس زدگی (refusal) شمع

تعداد ضربات بیان شده در بالا برای پس زدگی در کوبش بی وفقه درست است. در حالتی که کوبش متوقف شده و دوباره آغاز شود واپس زدگی به صورت زیر تعریف می شود:

۳۲۵ ضربه در هر ۲۵ سانتی متر نفوذ در طول اولین
۲۵ سانتی متر نفوذ

شرایط لازم برای واپس زدگی شمع طبق API RP2A

✓ Refusal کوبش شمع در شرایطی است که مقاومت از ۳۰۰ ضربه بازای هر فوت در ۵ فوت متوالی یا ۸۰۰ ضربه بازای یک فوت تجاوز کند.

✓ شرط تعریف بالا آن است که وزن شمع از ۴ برابر وزن Hammer ram بیشتر نشود. اگر وزن شمع از مقدار بالا بیشتر شود، تعداد ضربه به تناسب زیاد می شود. لیکن نباید از ۸۰۰ ضربه بازای ۶ اینچ تجاوز کند.

اگر حین کوبیدن شمع لوله ای ته باز به لایه سخت رسیدیم، لیکن نیاز به افزایش فرو رفت شمع باشد، یکی از راه های ذیل قابل استفاده است:

- ترپان برای خرد کردن لایه سخت
- حفاری خاک درون شمع
- بکار گیری جت آب برای تسهیل فرورفت
- کوبیدن شمع پیشرو و خارج کردن آن

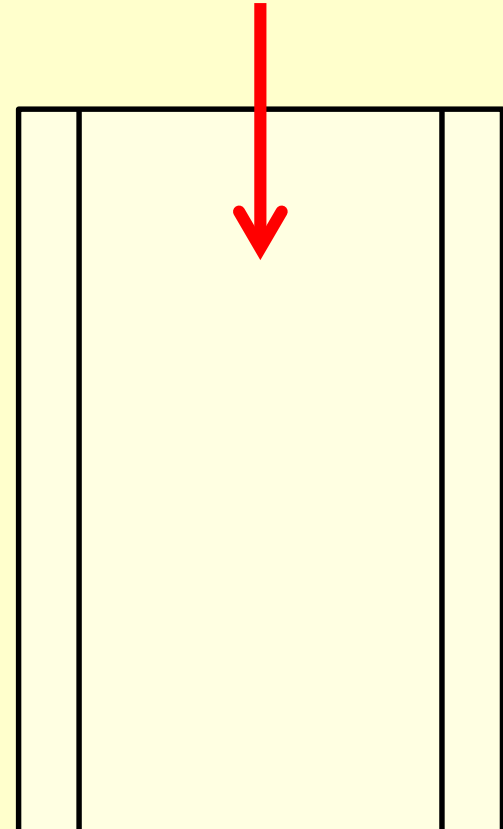
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

یک ترپان فولادی برای خرد کردن لایه سخت



ترپان فولادی برای
خرد کردن لایه
سخت در داخل
شمع لوله ای رها
میشود. سپس مصالح
درون شمع با چنگک
جمع میگردد.



Trepan :

A large heavy tool
dropped on a line down a
bore hold to advance the
excavation in rock under
water.



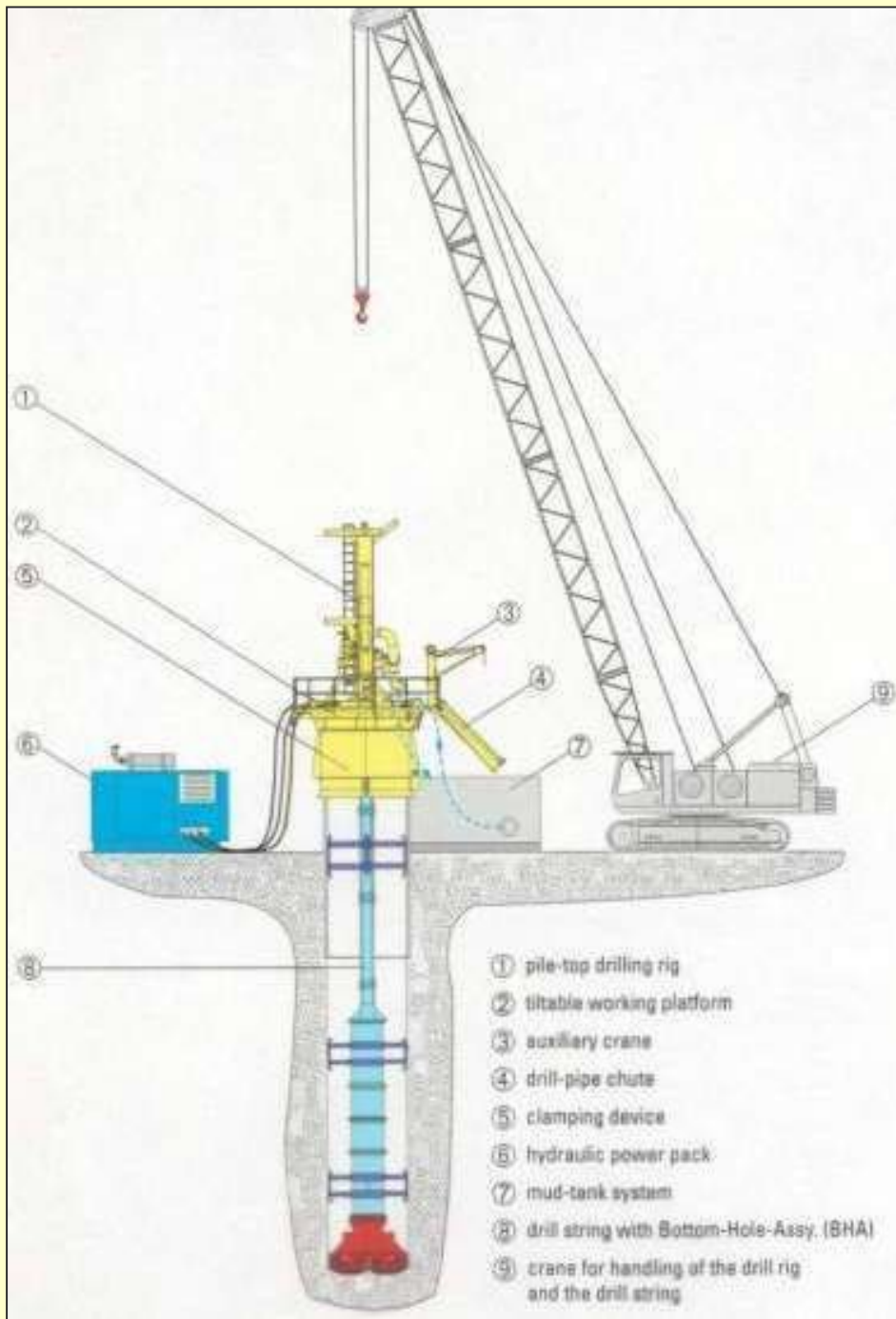
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

حفاری خاک درون شمع

استقرار دستگاه حفاری روی شمع



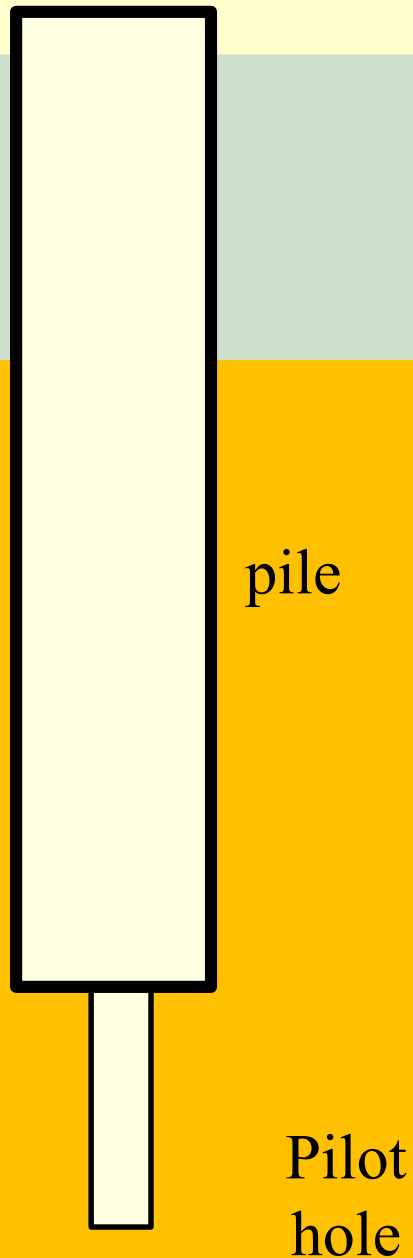
حفاری تمام مقطع خاک درون شمع با دستگاه حفاری



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

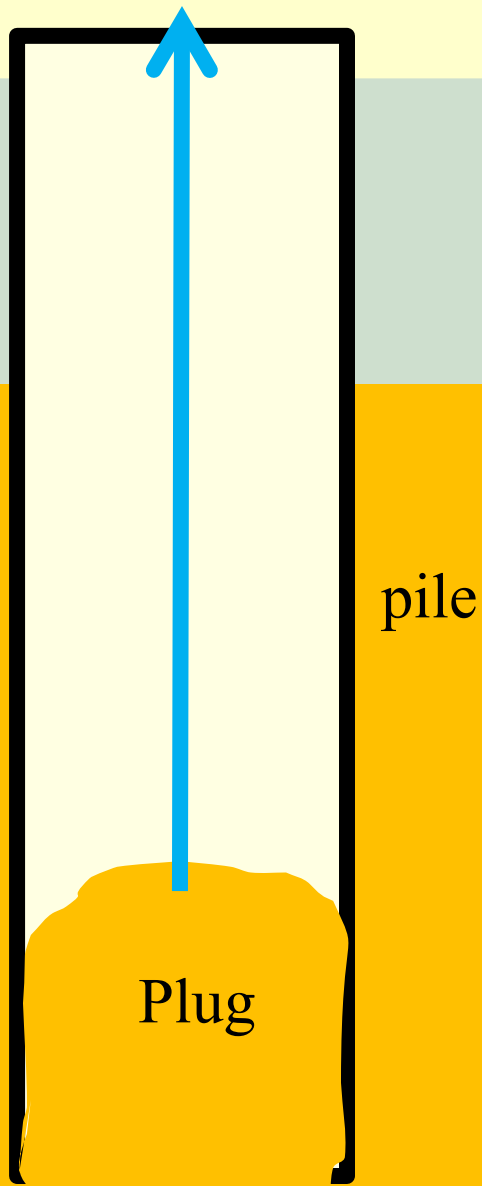
حفاری سوراخ کم قطر در درون شمع با دستگاه حفاری



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

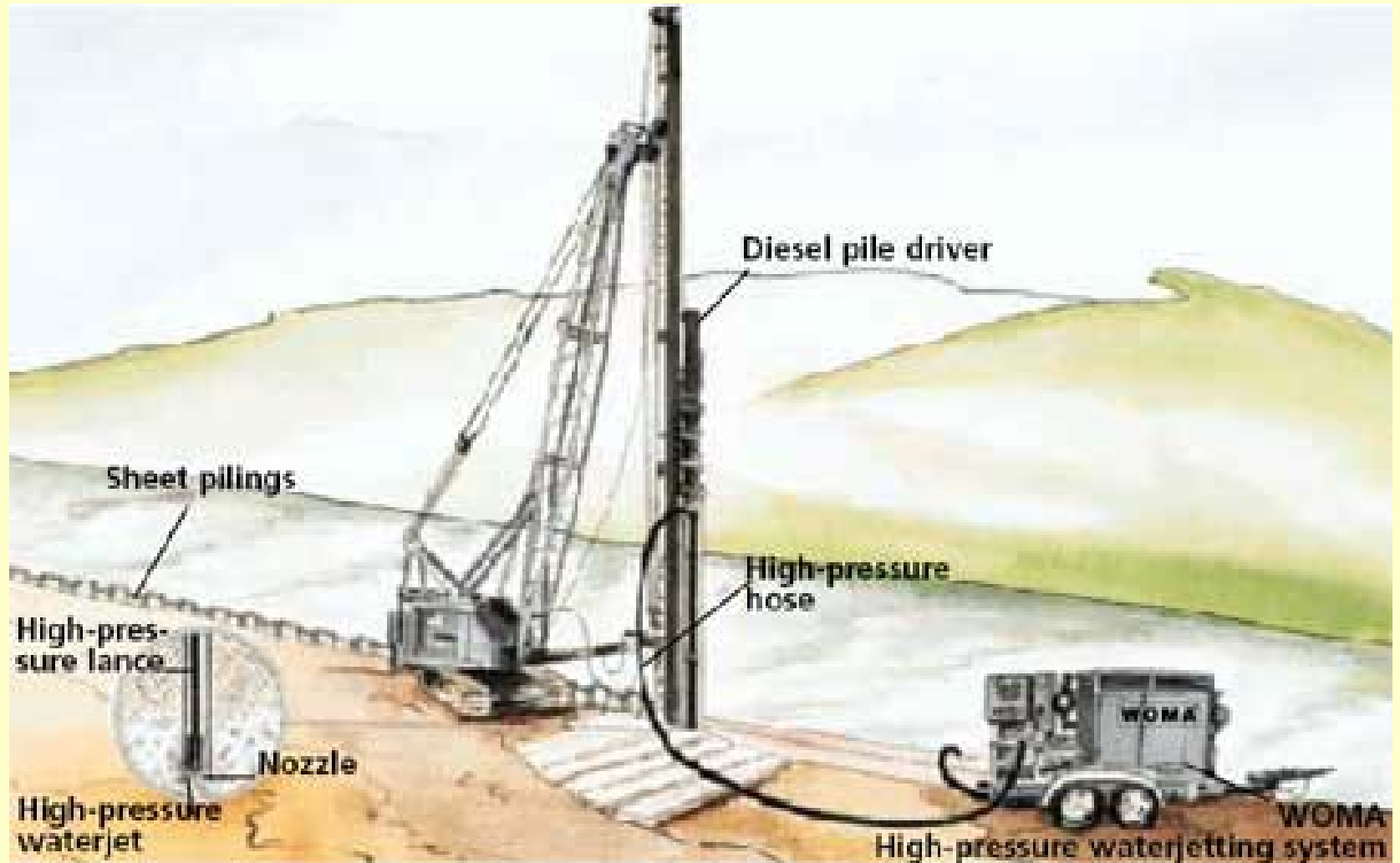
حفاری خاک در درون شمع با جت آب یا ایرلیفت



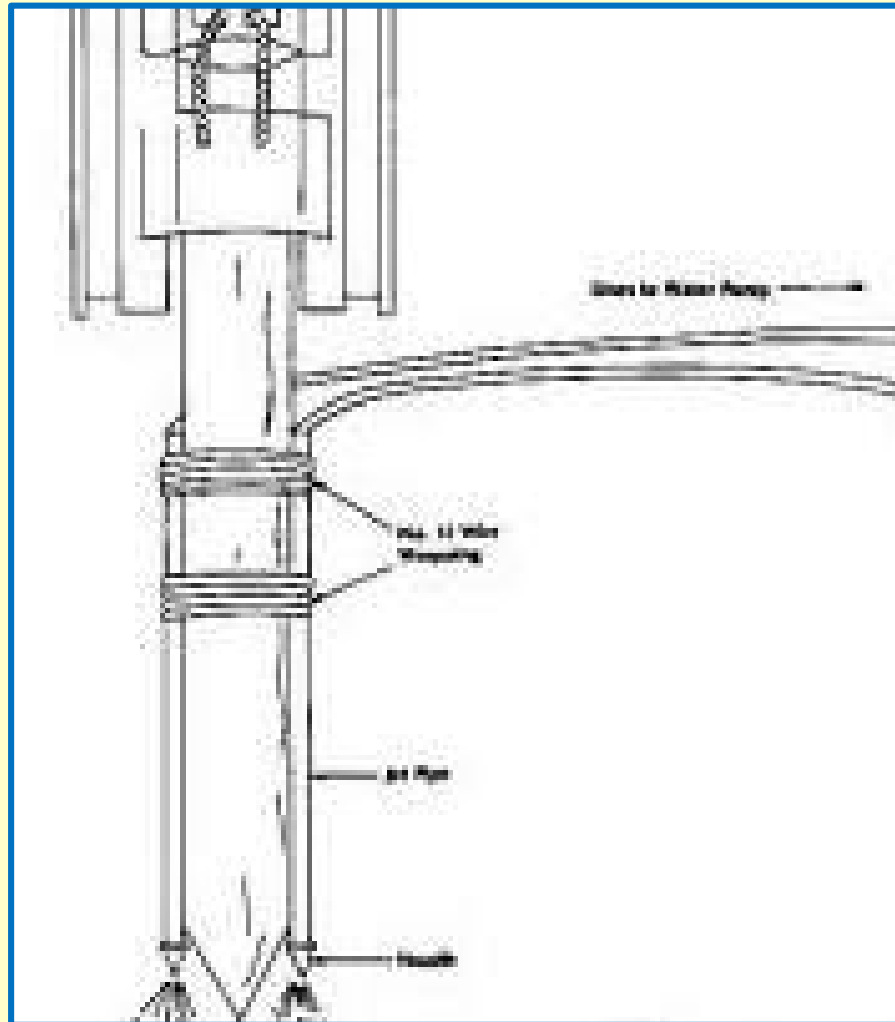
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

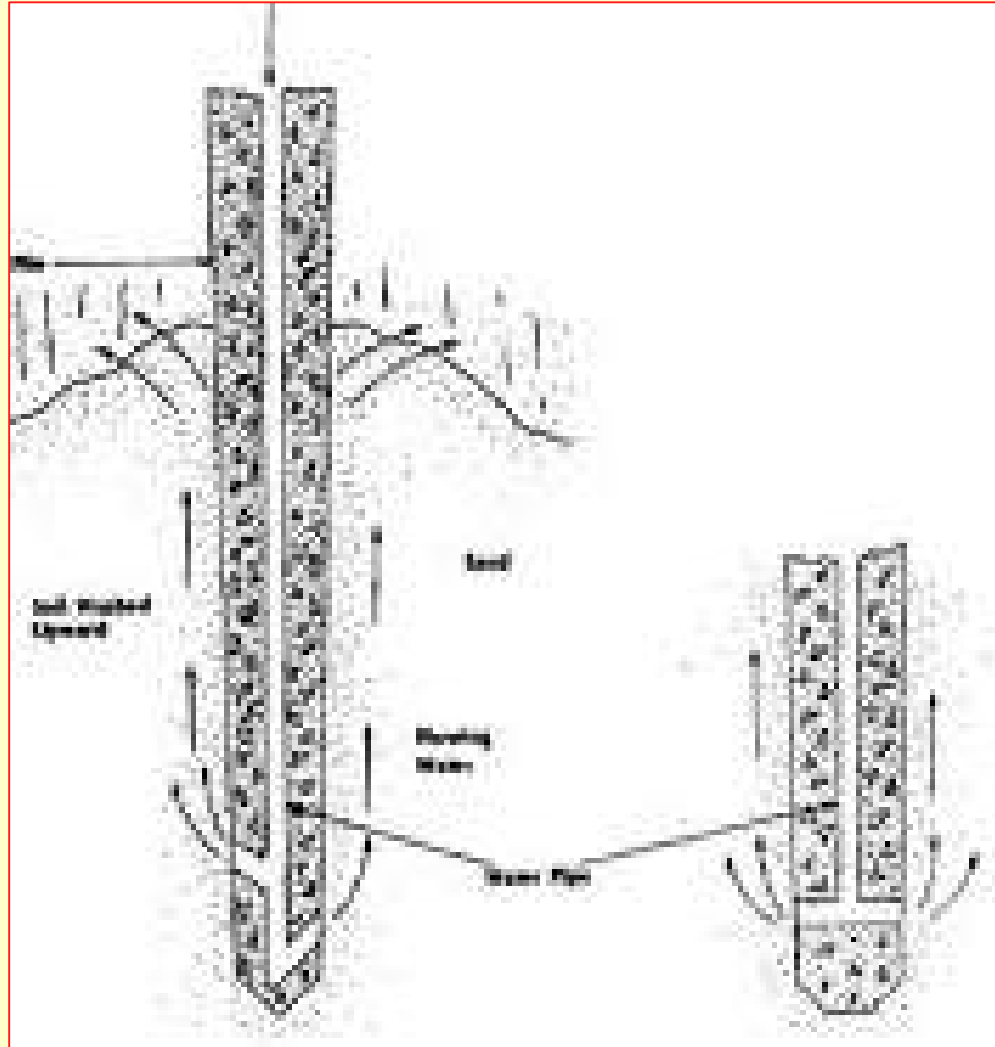
Waterjet Assisted Pile Driving



Waterjet Assisted Pile Driving



Waterjet Assisted Pile Driving

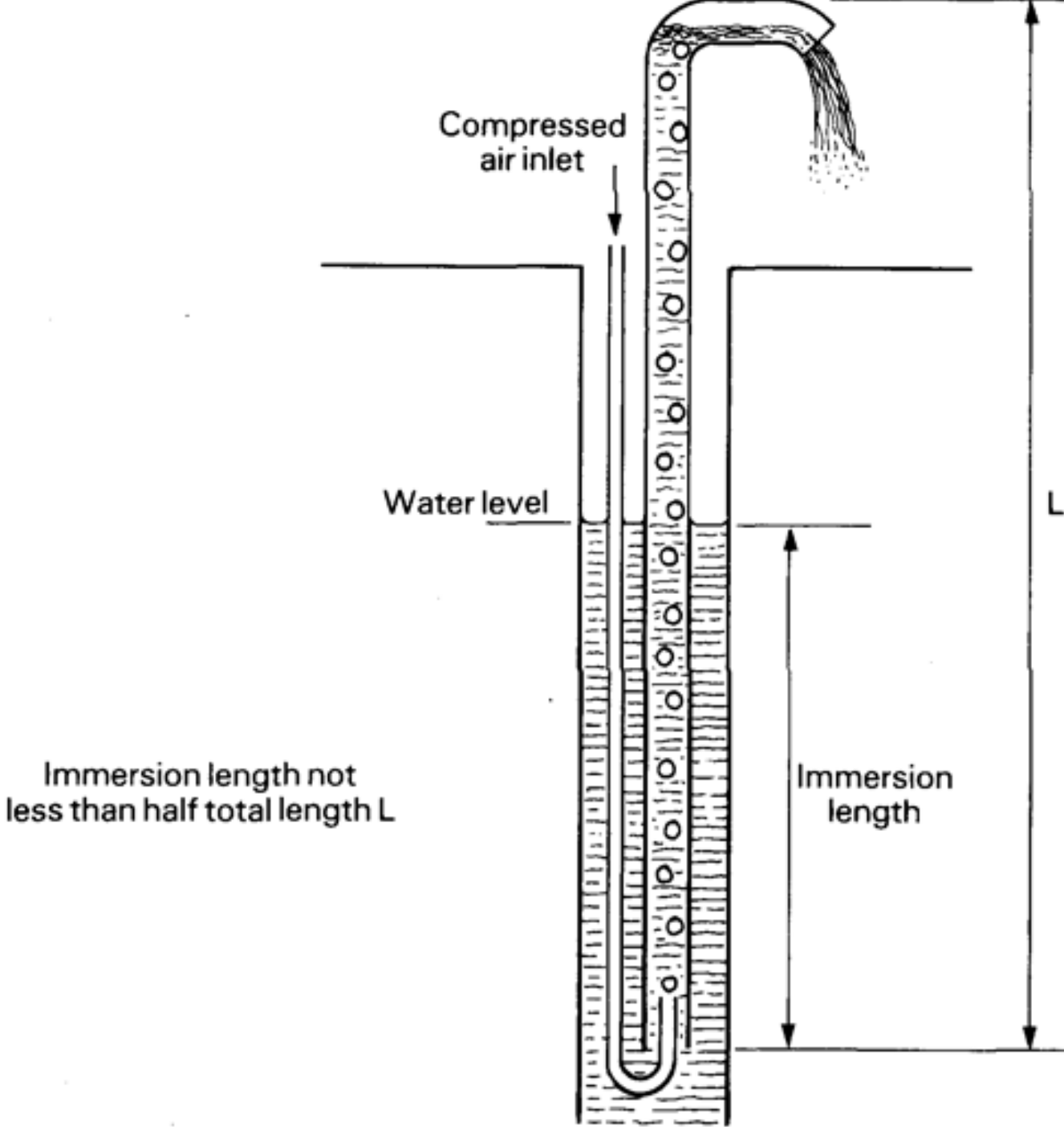


Waterjet Assisted Pile Driving



جت نصب شده
در کنار جان
شمع فولادی
H

Air lift



AIRLIFT STRING (For Pile Refusal Remedial)



Flanged string of 10" Pipe fitted with two 2" water jet lines and a 2" compressed air line

افزون بر پیش حفاری و جت آب، از ارتعاش
هم برای افزایش فرورفت شمع کوبیدنی در
زمین های سخت استفاده شده است.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

روشهای تحمل وزن چکش

روشهای تحمل وزن چکش حین شمع کوبی

۱- توسط دکل

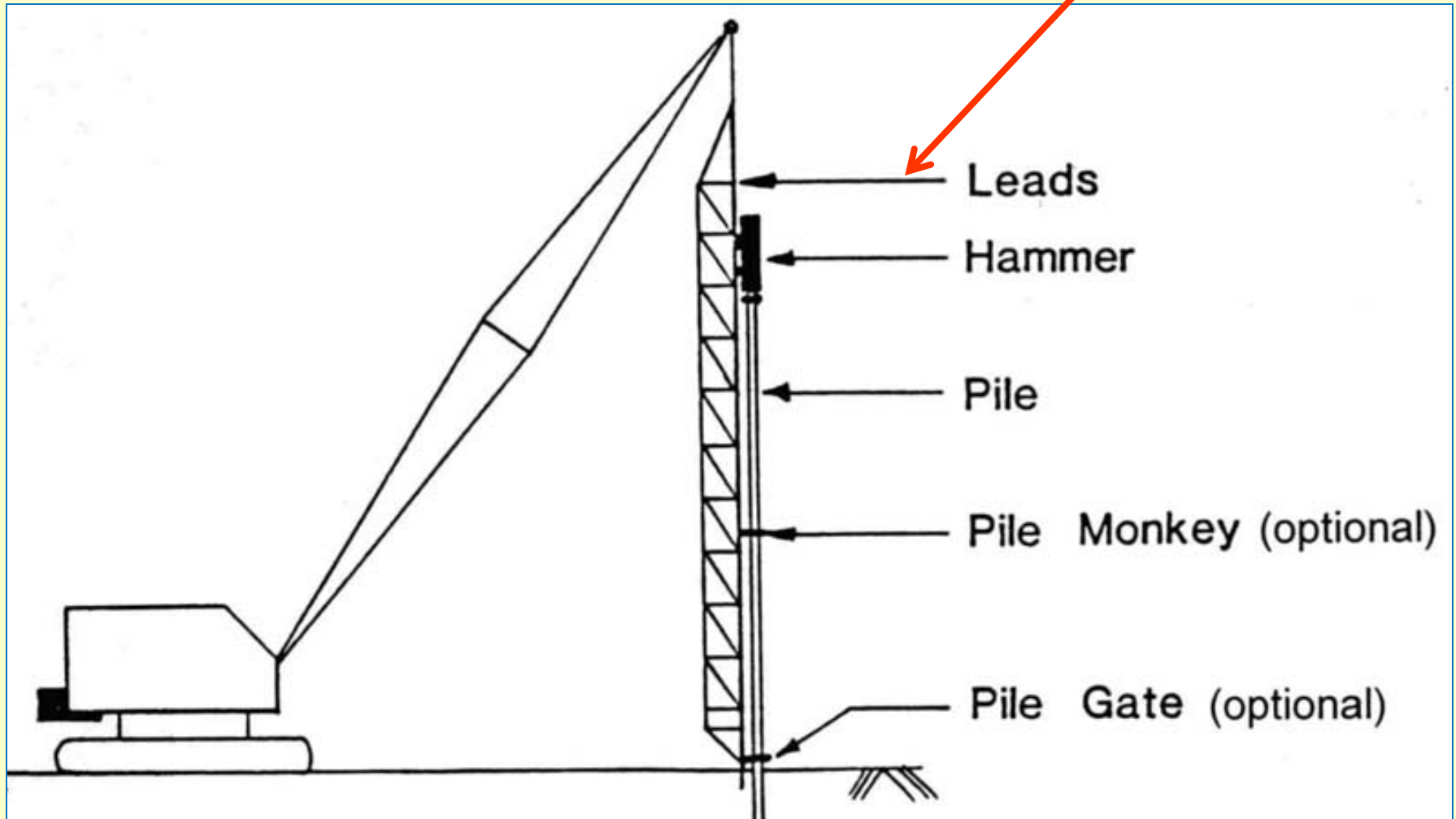
۲- استقرار چکش روی شمع

انواع دکل

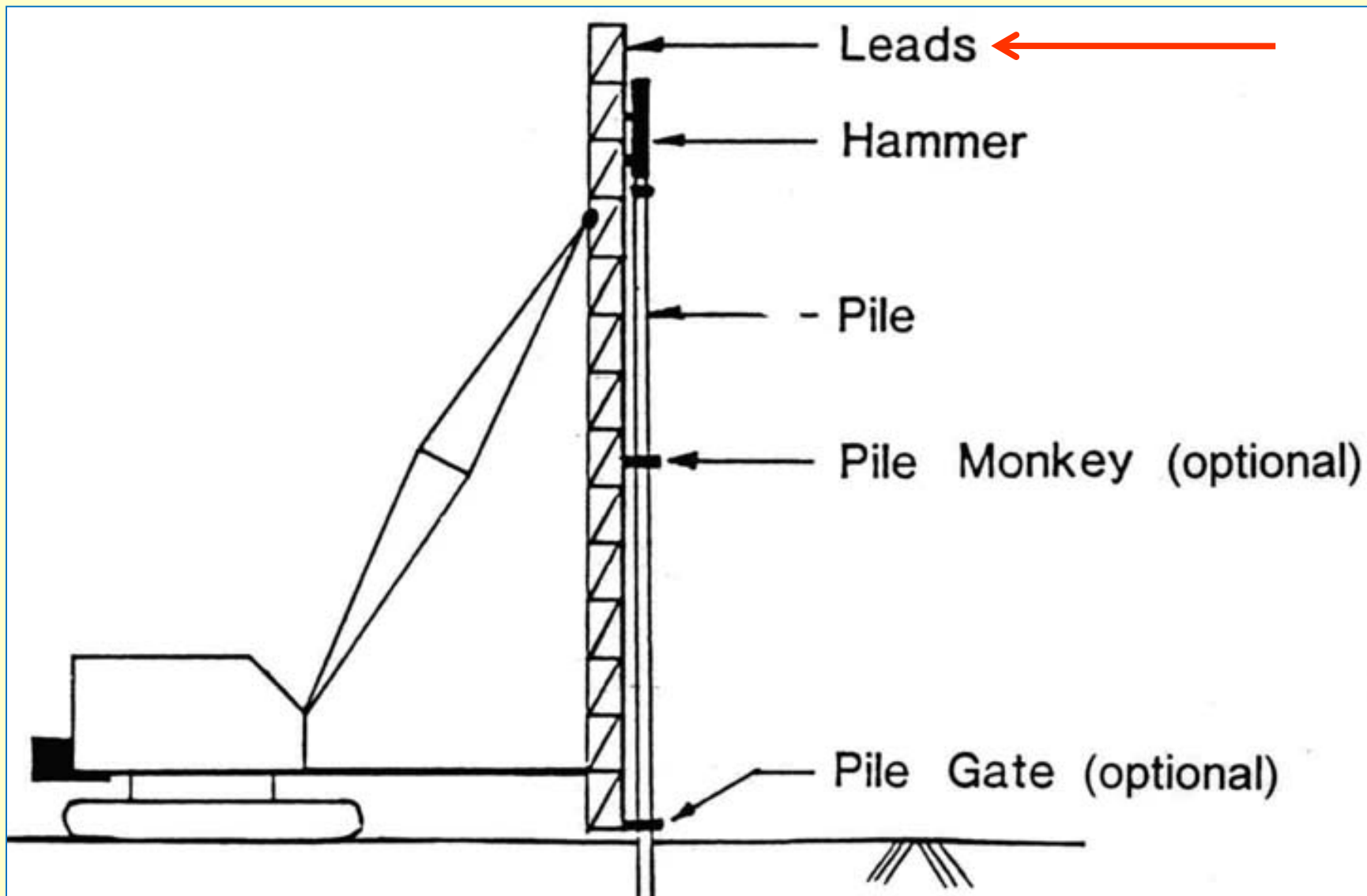
دکل متکی بر جرثقیل (دکل معلق): دکل وزن شمع را تحمل می کند و با جرثقیل استقرار می یابد و تنظیم می شود.

دکل کامل: دکل روی زمین است و وظیفه تحمل وزن چکش و همسوسازی راستای چکش و شمع را دارد و همچنین دارای هادی است.

هادی آویزان



هادی ثابت



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

چکش شمع کوب دیزلی و هادی ثابت



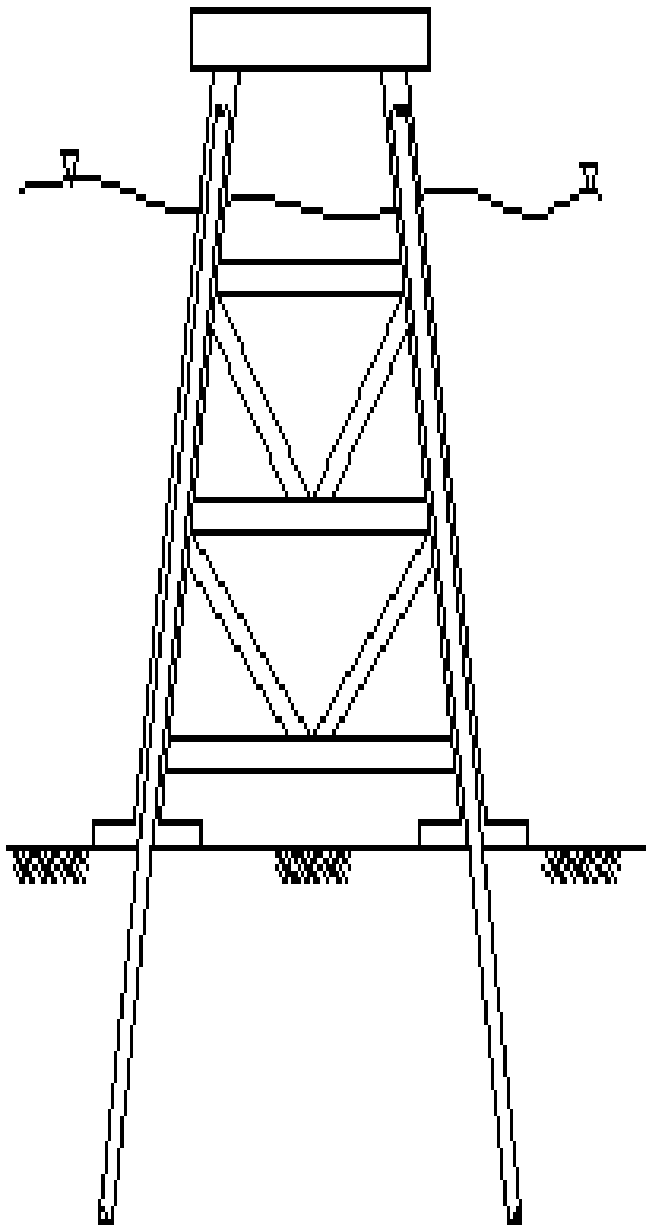


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

کوبش شمع در سکوه های دریایی

کوبش شمع در Jacket یا سکوه‌های شابلونی



□ شمع سکوه‌های فلزی را درون پایه شابلون (Jacket) قرار داده و می‌کوبند. اگر فاصله جدار خارجی شمع و جدار داخلی پایه شابلون زیاد باشد، می‌توان از تزریق دوغاب مناسب برای پر کردن این فضا استفاده کرد.

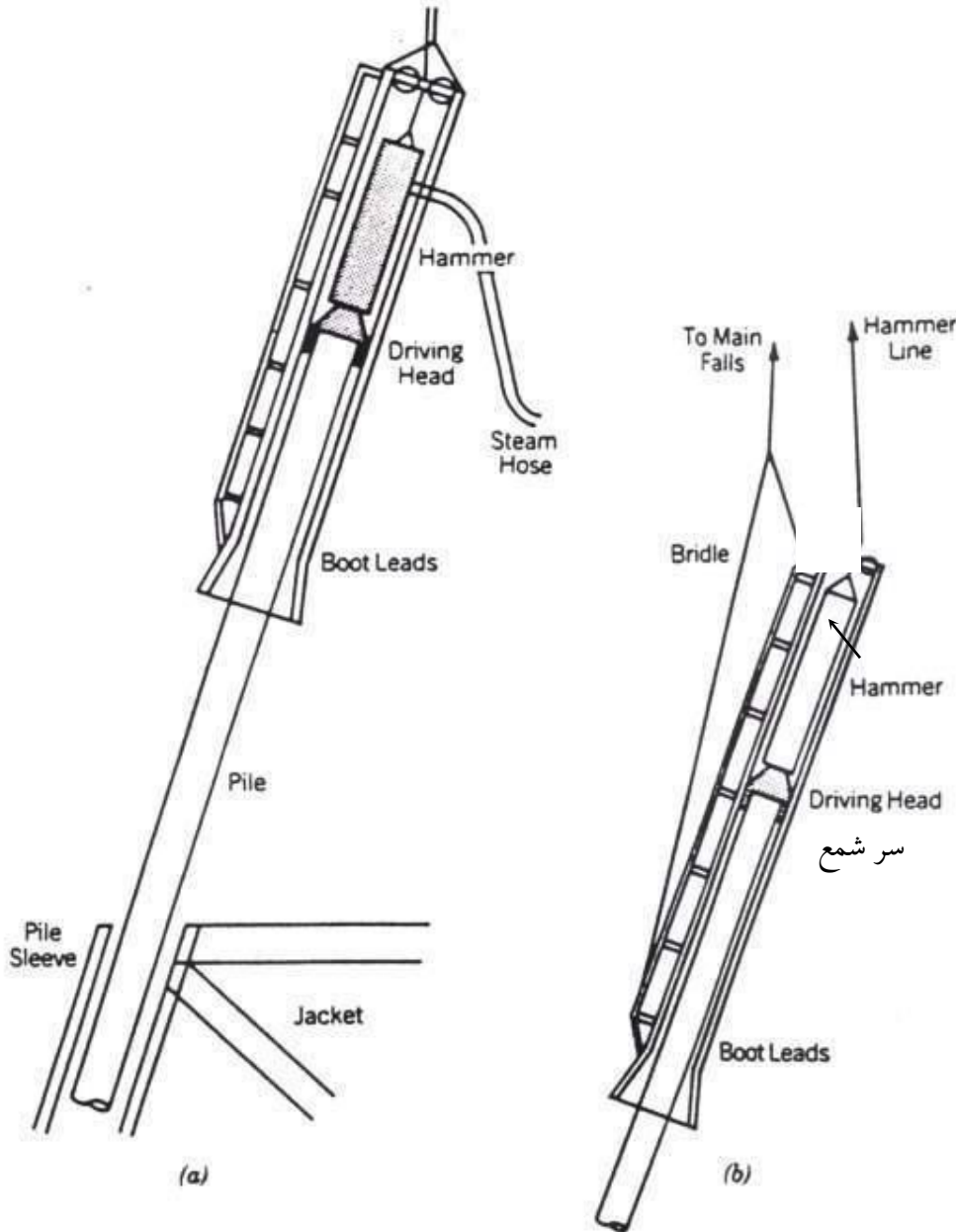
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

قراردهی شمع در پایه ژاکت



کوبیدن شمع مورب در درون پایه مایل سکوی شابلونی



در سکوه‌های دریایی، ابتدا ژاکت در محل نصب و تحت وزن خود قدری در زمین فرو می‌رود. آنگاه شمع در درون ژاکت قرار می‌گیرد و کوبیده می‌شود.

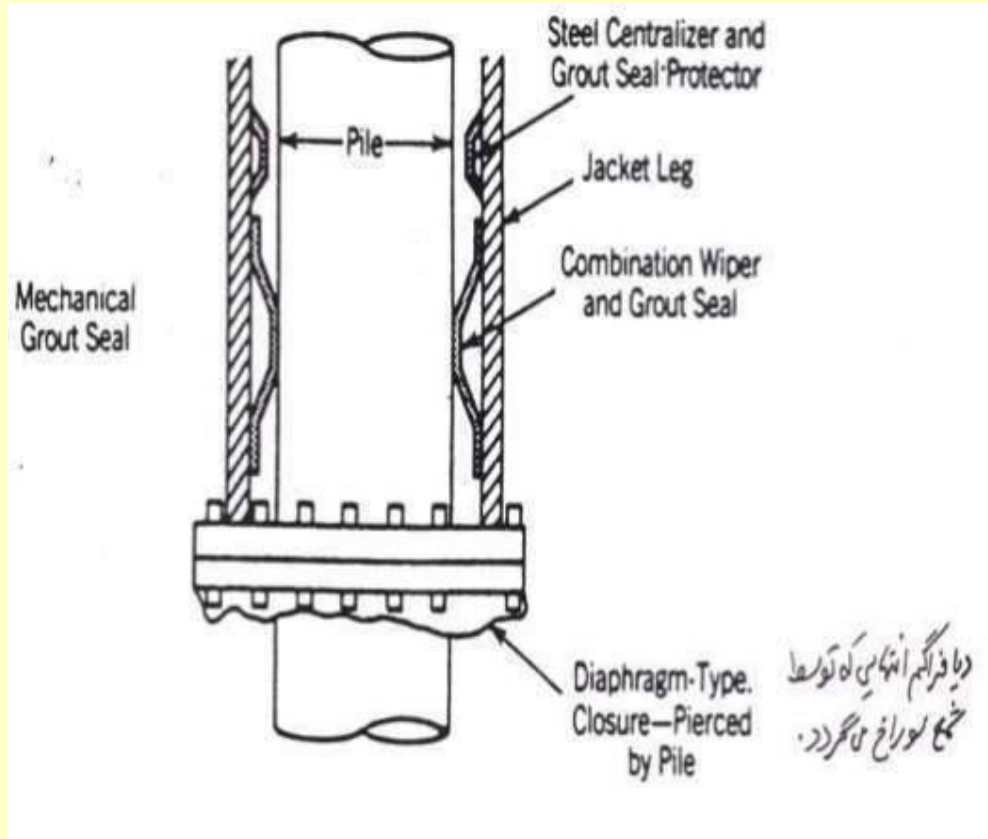
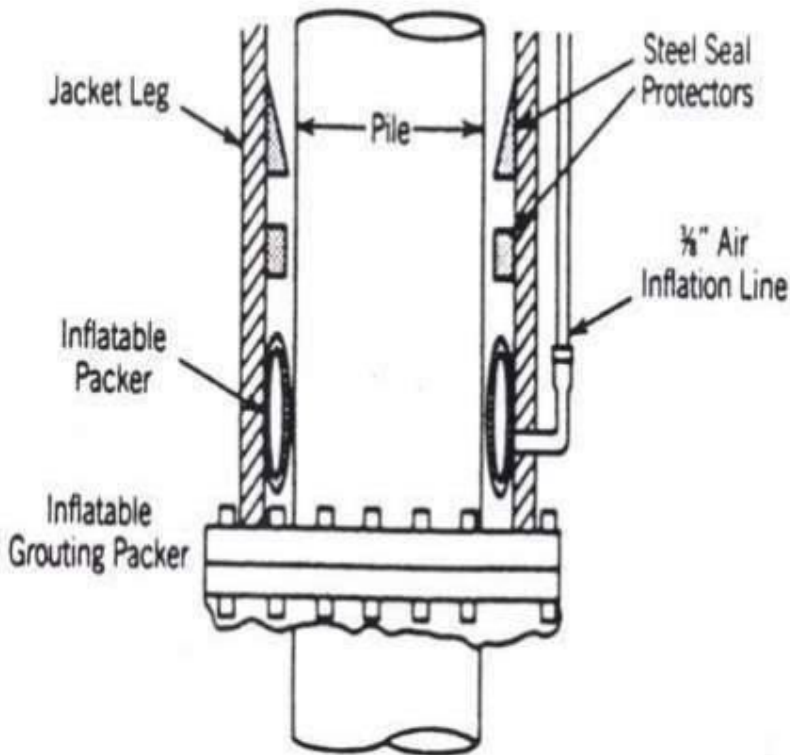
□ شمع‌های دور از ساحل با چکش‌های بخاری (Steam) ، هیدرولیکی یا دیزلی کوبیده می‌شوند.

□ در سکوه‌های دریایی، ژاکت به عنوان هادی شمع عمل می‌کند.

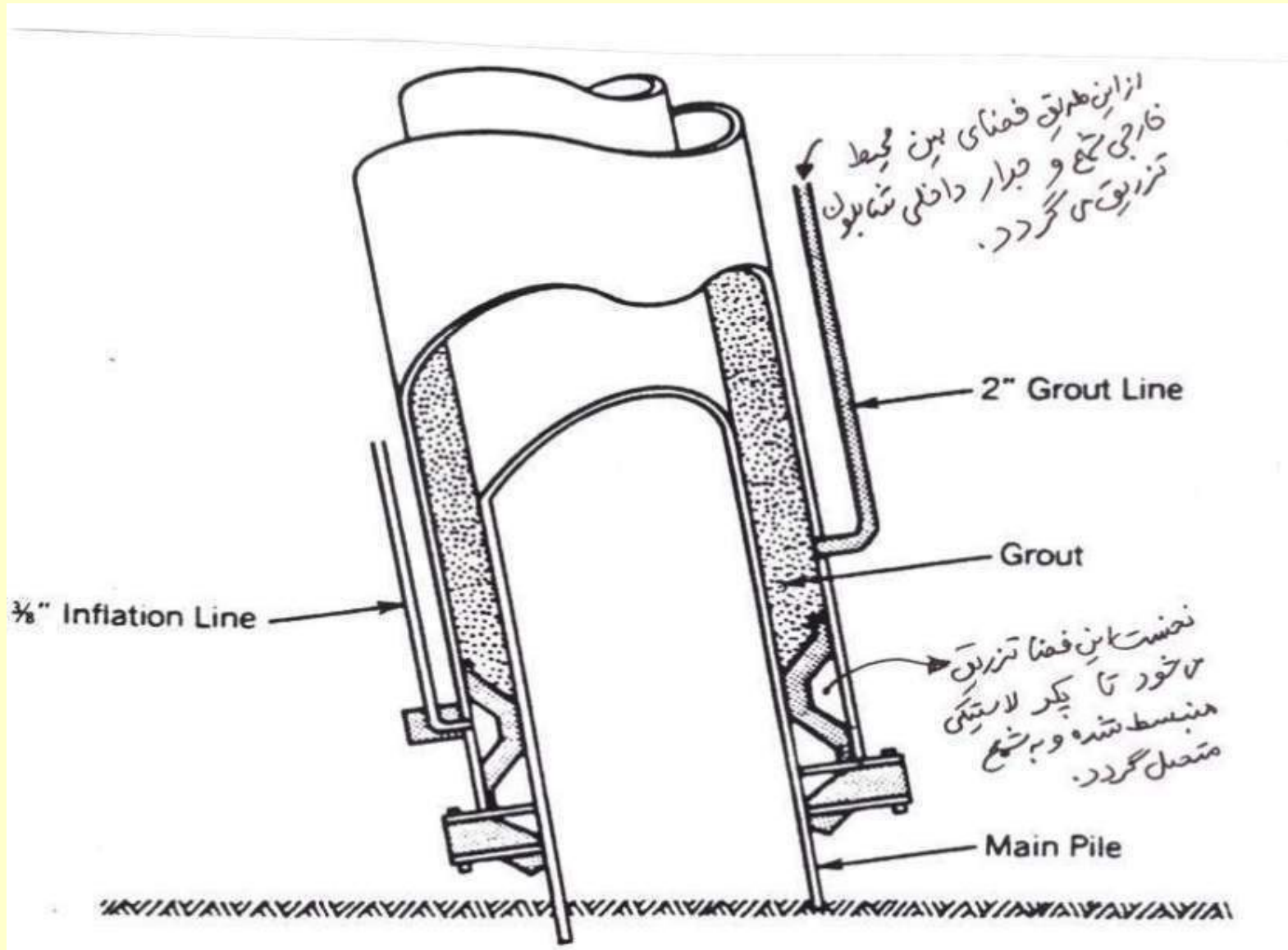
□ در سکوه‌های دریایی معمولاً ابتدا پایه‌های مخالف کوبیده می‌شود. این موضوع به دلیل ملاحظات پایداری است.

اتصال شمع به پایه سکوی دریایی

شمع از درون پایه کوبیده می شود و پس از خاتمه کوبش، فضای خالی بین شمع و پایه به روشهای مختلف پر می شود



روش دیگر برای اتصال شمع و پایه





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

تحلیل کوبش شمع قبل از اجرا

روند مطالعات قابلیت کوبش (Drivability)

- بررسی داده‌های ژئوتکنیکی.
- بررسی آرایش و مشخصات شمعها و چکشها.
- محاسبه مقاومت خاک هنگام کوبیدن شمعها (SRD)
- تحلیل انتشار موج در شمع برای چکشهای مختلف به منظور تعیین نسبت مقاومت خاک به نیروی چکش و تعیین راندمان چکش.
- تخمین نفوذ شمع تحت اثر وزن شمع و چکش.
- تخمین تنشهای ناشی از شمع کوبی.

نتایج حاصل از مطالعات قابلیت کوبش

- تعداد ضربات مورد نیاز برای فرورفت طول معینی از شمع در اعماق مختلف.
- تعیین مقدار فرورفت شمع تحت اثر وزن شمع و چکش جهت تعیین طول Stick-up.
- تعیین تنشهای استاتیکی ناشی از وزن چکش و تنشهای دینامیکی ناشی از ضربات چکش.
- تعیین تعداد ضربات مورد نیاز برای فرورفت طول معینی از شمع برای راندهاها مختلف.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

برنامه ریزی مراحل نصب شمع در سکوهای دریایی

مراحل نصب شمع های SPD1

(سکوپی در پروژه توسعه میدان گازی پارس جنوبی)

آماده سازی اولیه

- ۱- جابجا کردن و استقرار بارج حامل قطعات شمع
- ۲- انتقال خدمه به وسیله سبد یا پل دسترسی به بارج
- ۳- بازبینی بصری شمع ها
- ۴- شماره گذاری و کنترل طول شمع ها
- ۵- بررسی شرایط جوی
- ۶- تأییدیه ناظر برای نصب شمع
- ۷- سوار کردن قطعات اضافی به شمع جهت بلند کردن
- ۸- بریدن و برداشتن مهارهای اتصال شمع به بارج

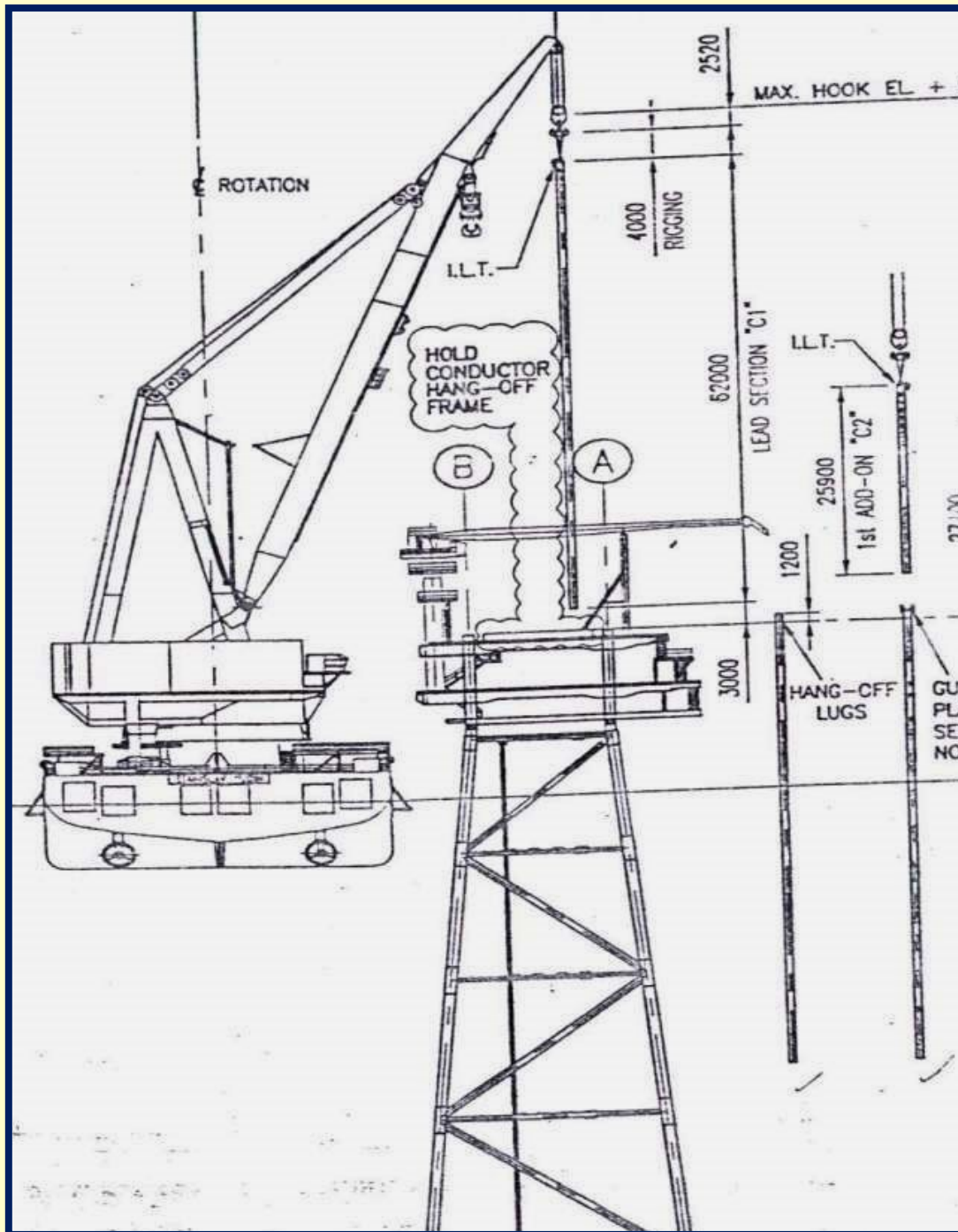
مراحل نصب شمع های SPD1

نصب شمع

- ۱- اتصال گیره ها به قطعه اول شمع P_1
- ۲- بلند کردن و قائم کردن قطعه اول شمع
- ۳- قراردادن قطعه اول P_1 در داخل جاکت و پایین آوردن آن تا زمانی که متوقف کننده ها (Stoppers) به پایه جاکت درگیر شوند.
- ۴- آزاد کردن و برداشتن قلاب از داخل گیره ها (Pad eyes)
- ۵- احداث داربست برای دسترسی به قسمت های بالای شمع

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



مراحل نصب شمع های SPD1

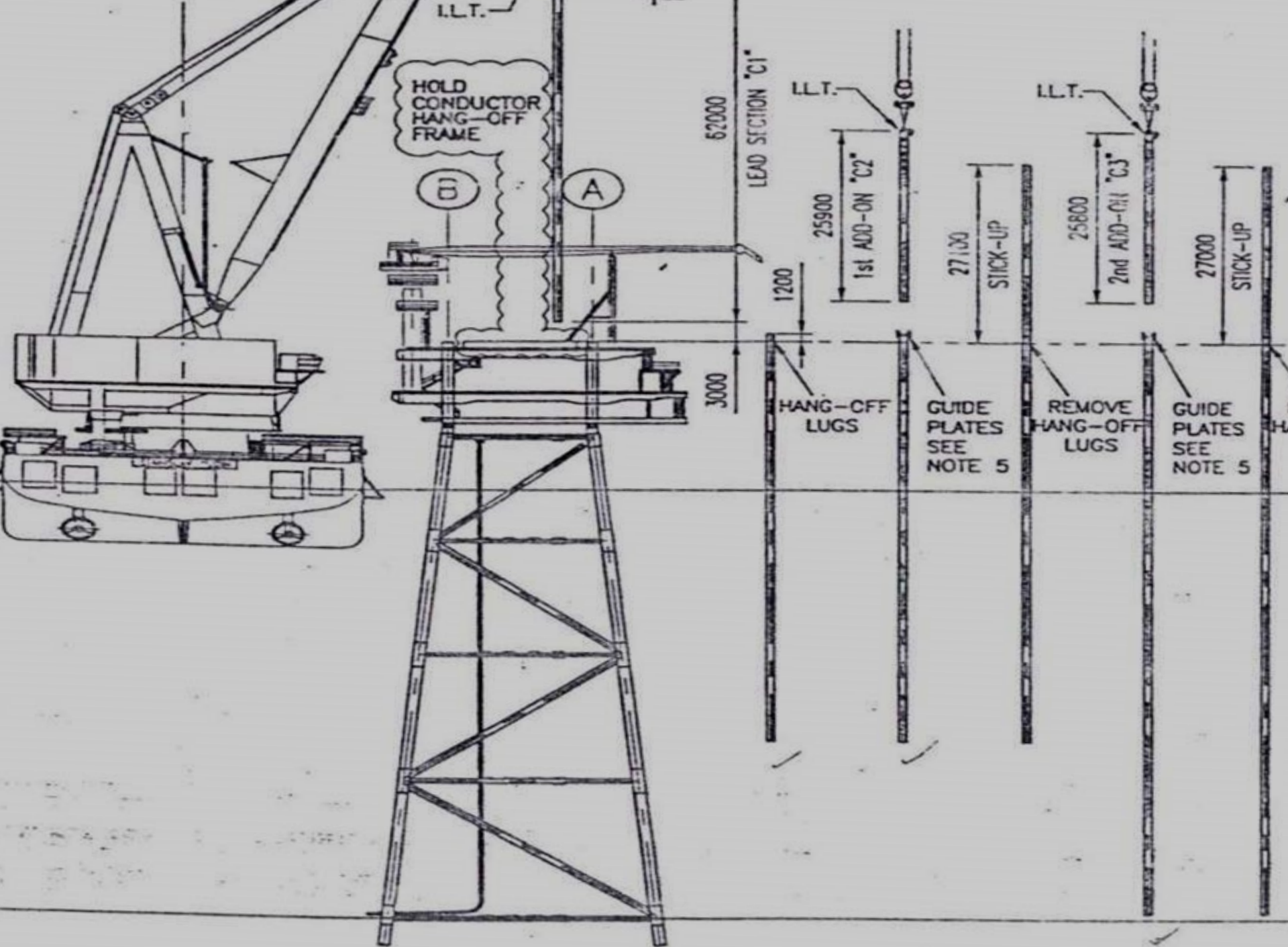
نصب شمع (ادامه)

- ۶- اتصال قلاب به قطعه اضافی اول P_2 (قطعه دوم شمع)
- ۷- بلند کردن و قائم نمودن P_2
- ۸- قراردادن قطعه P_2 روی قطعه P_1

مراحل نصب شمع های SPD1

نصب شمع (ادامه)

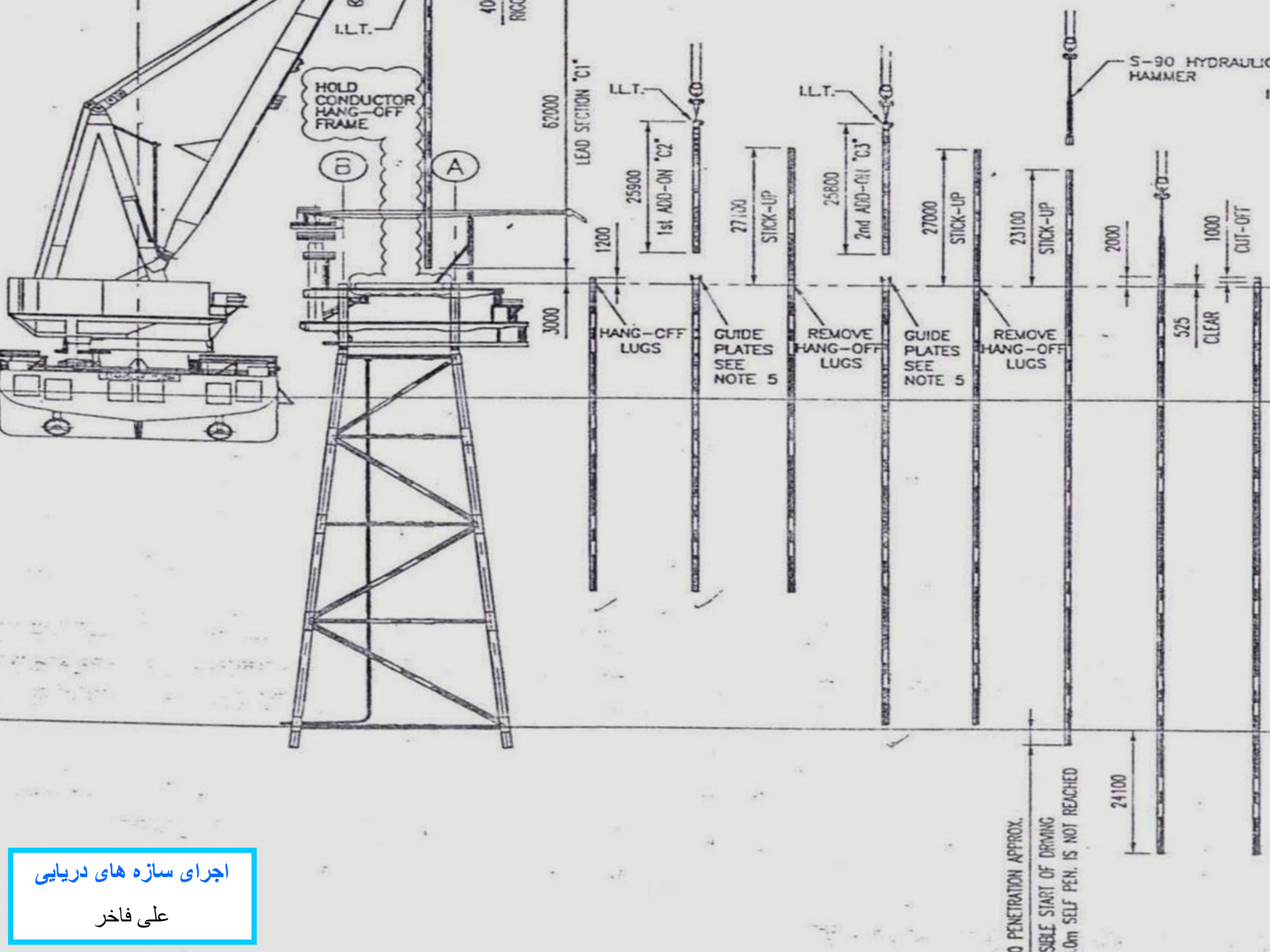
- ۹- آزاد کردن قلاب از جرثقیل
- ۱۰- جوش دادن قطعه P_1 و P_2
- ۱۱- بازبینی جوش
- ۱۲- اتصال قلاب های بلند کردن به P_2
- ۱۳- بلند کردن قطعات P_1+P_2
- ۱۴- جدا کردن متوقف کننده ها و گیره های متصل به P_1
- ۱۵- پایین آوردن شمع تا نزدیک بستر
- ۱۶- آزاد کردن قلاب ها از جرثقیل



مراحل نصب شمع های SPD1

نصب شمع (ادامه)

- ۱۷- آماده کردن چکش کوبش
- ۱۸- باز کردن داربست ها در جای لازم
- ۱۹- قراردادن چکش در بالای قطعه P_2
- ۲۰- کوبش شمع
- ۲۱- جدا کردن چکش از شمع و گذاشتن آن روی بارج و بستن آن
- ۲۲- احداث مجدد داربست
- ۲۳- جدا کردن گیره ها و متوقف کننده ها از قطعه P_2
- ۲۴- بریدن سر شمع له شده
- ۲۵- باز کردن مهارهای قطعه سوم P_3 به بارج



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

مراحل نصب شمع های SPD1

نصب شمع (ادامه)

- ۲۶- انتقال P_3 از عرشه بارج
- ۲۷- جوش دادن گیره به قطعه P_3
- ۲۸- اتصال قلاب و ابزار بلند کردن به P_3
- ۲۹- اتصال طنابها به P_3
- ۳۰- بلند کردن و قائم نمودن قطعه P_3
- ۳۱- بالا بردن و قراردادن قطعه P_3 بر روی P_2
- ۳۲- آزاد کردن طنابها از گیره
- ۳۳- جدا کردن طنابها از گیره
- ۳۴- جوش دادن قطعه P_3 به P_2

مراحل نصب شمع های SPD1

(سکویی در پروژه توسعه میدان گازی پارس جنوبی)

نصب شمع (ادامه)

۳۵- بازبینی جوش

۳۶- بریدن گیره های قطعه P_3

۳۷- آماده کردن چکش

۳۸- جدا کردن داربست ها در جای لازم

۳۹- قراردادن چکش بر روی قطعه P_3

۴۰- کوبش P_3

۴۱- جدا کردن چکش از شمع و قراردادن بر روی عرشه بارج و بستن آن

۴۲- احداث مجدد داربست

مراحل نصب شمع های SPD1

نصب شمع (ادامه)

- ۴۳- بریدن سر شمع له شده
- ۴۴- باز کردن مهارهای P_4 از بارج
- ۴۵- انتقال قطعه اضافی سوم P_4 از عرشه بارج
- ۴۶- جوش دادن گیره ها به قطعه P_4
- ۴۷- اتصال قلاب و ابزار بلند کردن به P_4
- ۴۸- اتصال طناب بلند کردن به P_4
- ۴۹- بلند کردن و قائم نمودن قطعه P_4
- ۵۰- قراردادن P_4 بر روی P_3
- ۵۱- آزاد کردن طنابها از گیرهها

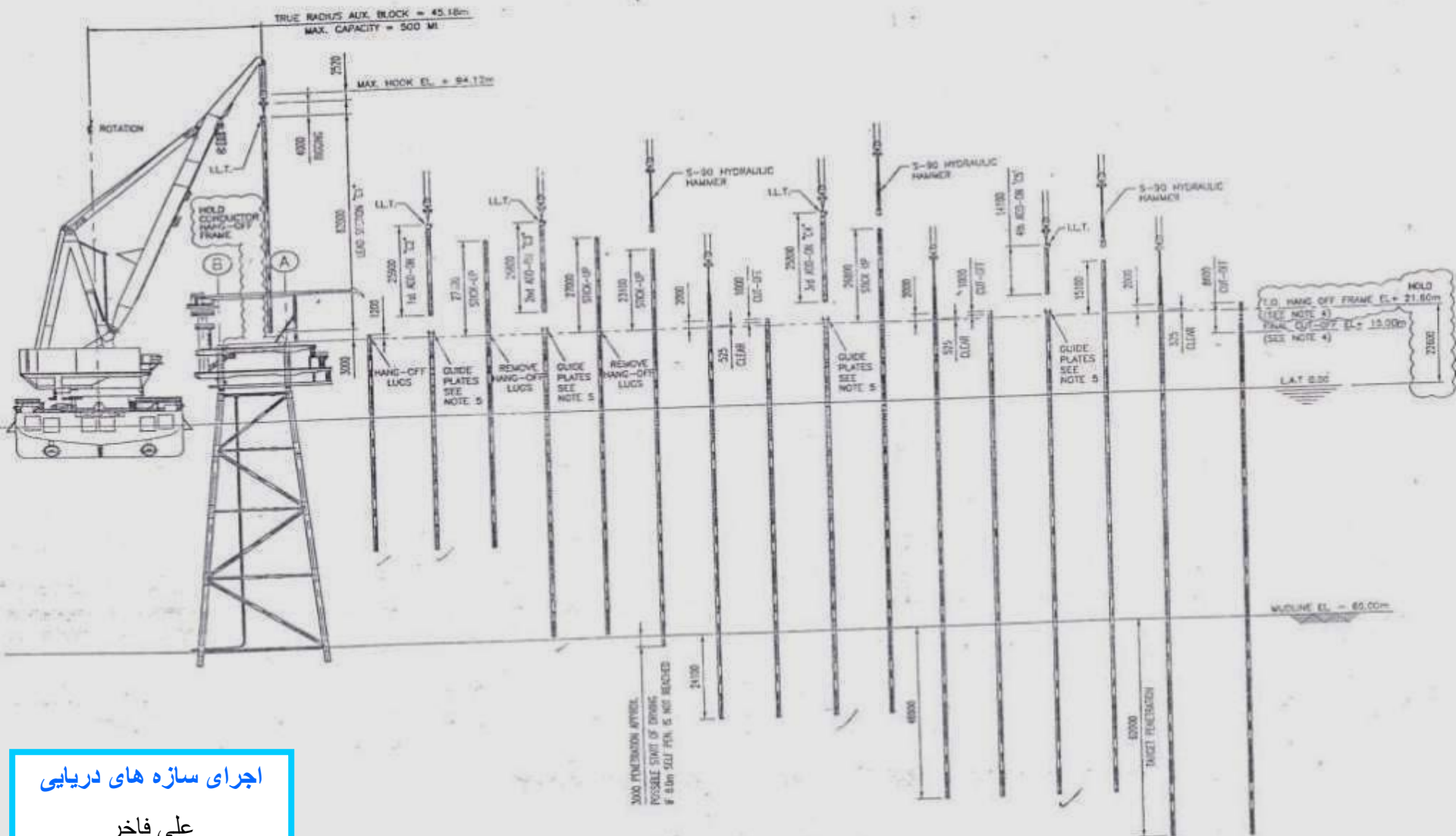
مراحل نصب شمع های SPD1

نصب شمع (ادامه)

- ۵۲- جدا کردن طناب ها از گیره ها و قراردادن بر عرشه بارج
- ۵۳- جوش دادن P_4 به P_3
- ۵۴- بازبینی جوش
- ۵۵- آماده کردن چکش
- ۵۶- جدا کردن داربست ها در جای لازم
- ۵۷- قراردادن چکش بر روی P_4
- ۵۸- کوبش P_4
- ۵۹- انتقال چکش کوبش شمع از عرشه بارج
- ۶۰- جوش دادن صفحه تاج (برای فیت کردن عرشه سکو به شمع)
- ۶۱- جدا کردن قطعات له شده بالای شمع تا رقوم زیر عرشه

□ مراحل نصب به دقت ذکر شد تا خواننده ضمن آشنایی با مراحل کار بداند که ذکر دقیق کلیه مراحل کار قبل از اجرا و مهندسی کلیه مراحل اهمیت زیادی دارد.

مراحل کوبش و اتصال قطعات مختلف شمع در سکوهای دریایی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

مطالعات موردی کوبش شمع

مثال:

کاربردهای شمع در کوبش شمع فولادی در
حوضچه خشک کشتی سازی بندرعباس (۱۳۸۳)

1

انتقال لوله‌های فولادی به محل با تریلی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

2

انبار کردن شمعهای فولادی مارپیچی

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



بلند کردن هادی شمع و شمع با جرثقیل بوم خشک

وقتی چکش بدون هادی شمع روی شمع قرار می‌گیرد، ممکن است راستای چکش و راستای شمع نسبت به هم و نسبت به راستای قائم دچار تغییر شود. هادی شمع موجب هم راستا شدن شمع و چکش می‌شود.

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

4



تصویر نزدیک هادی شمع و
شمع که قرارگیری چکش
روی شمع را هم نشان می دهد

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

5



شمع و هادی شمع در هنگام
انتقال هنوز کاملاً تنظیم و
همراستا نشده‌اند.

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



- قرار گیری هادی شمع روی زمین و تنظیم با تیرک افقی متصل به جرثقیل
- شمع در حال کوبیده شدن در پشت هادی شمع قرار دارد.

7



تصویر روبرو از شمع و
هادی شمع در ابتدای کوبش

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

در اواخر کوبش نیازی به هادی شمع نیست.

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



نمای عمومی کارگاه حوضچه خشک و احداث شمع برای تحمل نیروهای کششی ناشی از فشار بالابرنده آب

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

کوبش شمع در اسکله بندر صیادی نصر قصر آبادان

کوبش شمعهای اسکله بندر صیادی نصر قصر آبادان

□ ابتدا محل کوبش شمعها خاکریزی شد و شمع کوبی در خشکی انجام شد.

□ از هادی جهت کوبش شمع ها استفاده شد.

□ ماشینهای مورد استفاده :

- جرثقیلهای ۸۰ و ۳۵ تنی

- شمع کوب دیزلی MH-25

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



موفق باشید

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



لبنان 1387