اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

مهاربندی و لنگر اندازی

(Mooring & Anchoring)

ویرایش بهمن ۱۳۹۸

۱

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

عملیات دریایی:

- ❑ مهاربندی و لنگراندازی
- ❑ بلند کردن اجسام سنگین در دریا
- ❑ یدک کشیدن و هل دادن

یادآوری می شود که مهاربندی و لنگراندازی یکی از عملیات دریایی پایه در اجرای سازه های دریایی است.

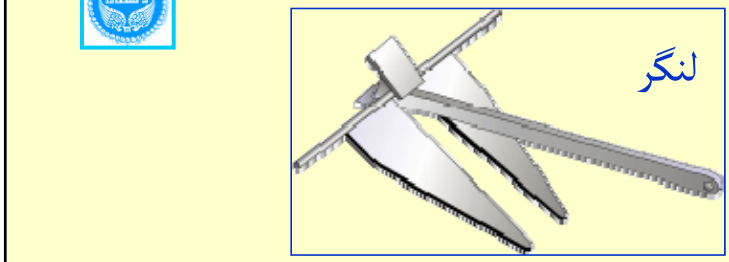
۲

تجهیزات مهاربندی و لنگر اندازی مجموعه‌ای شامل ، لنگر ، وینچ ، سیم ها یا زنجیر های مهار ، و بویه است.

۳

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر


لنگر

LEXA MÆ
کشتی
لنگر

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لنگر

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

کشتی

لنگر

انداخته

انواع لنگر

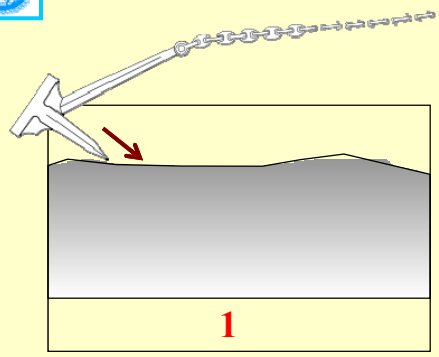
- کششی – دفنی
- دفن مستقیم
- وزنی
- شمع مانند
- مکانیکی

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

لنگرهای **کششی – دفنی** یا

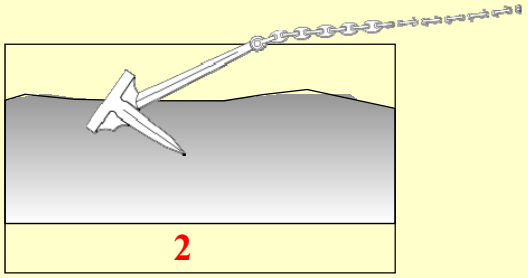
Drag Embedment

بسیار متداول هستند. این لنگرها با کشیده شدن در راستای افقی، در بستر خاکی فرو می‌روند.



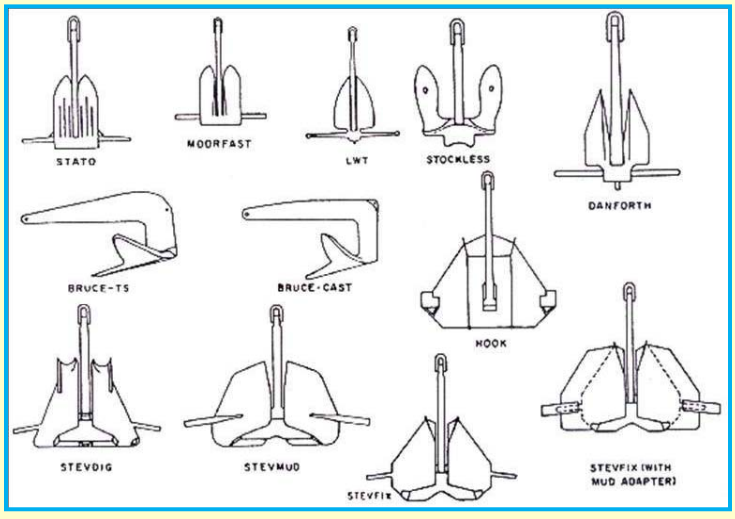
لنگر
Drag Embedment

۱.کشیده شدن در راستای افقی
۲. فرو رفتن در بستر



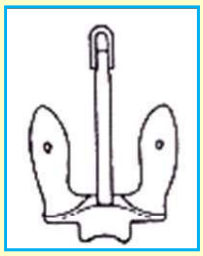
انواع لنگرهای drag embedment

این لنگرها بر اساس کشیده شدن و فرو رفتن در بستر عمل می کنند



لنگر

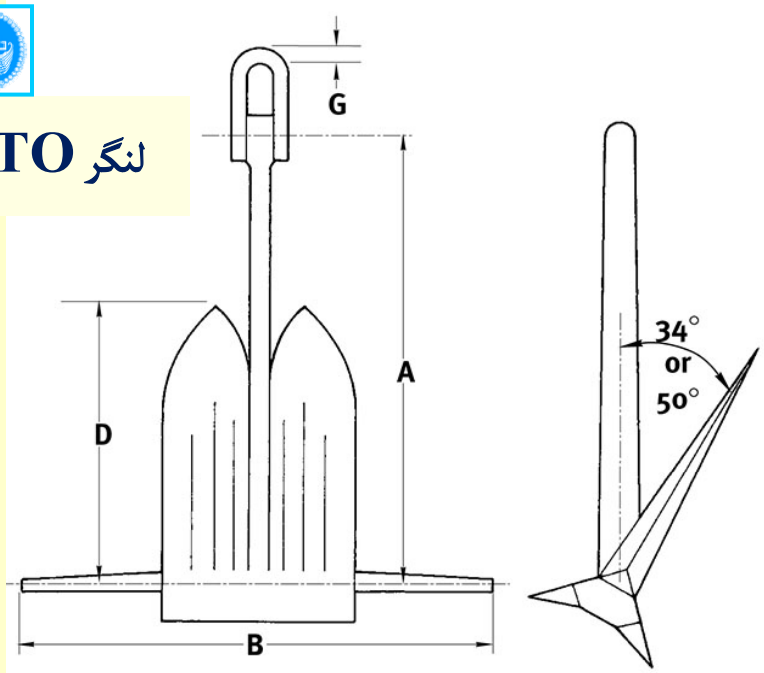
STOCKLESS



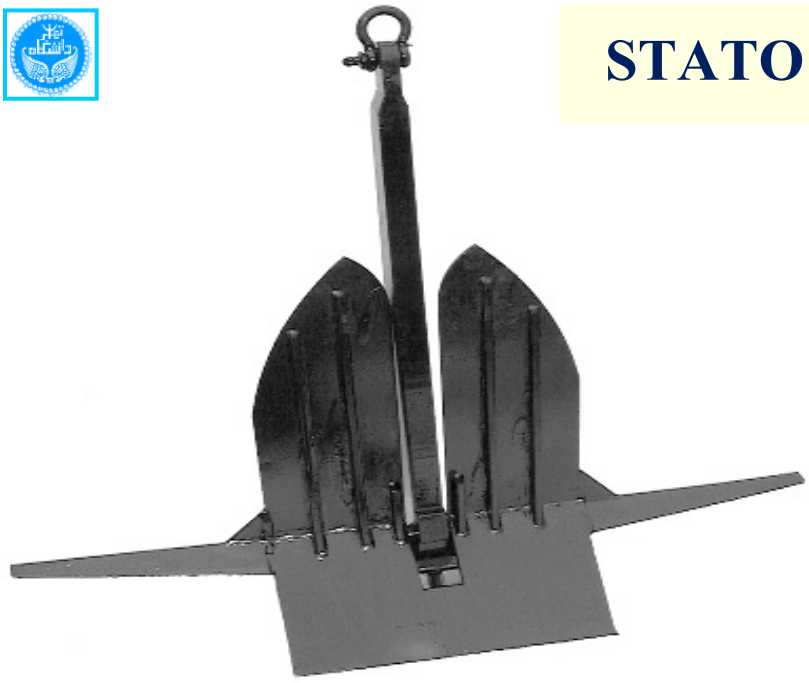
۱۳

STOCKLESS

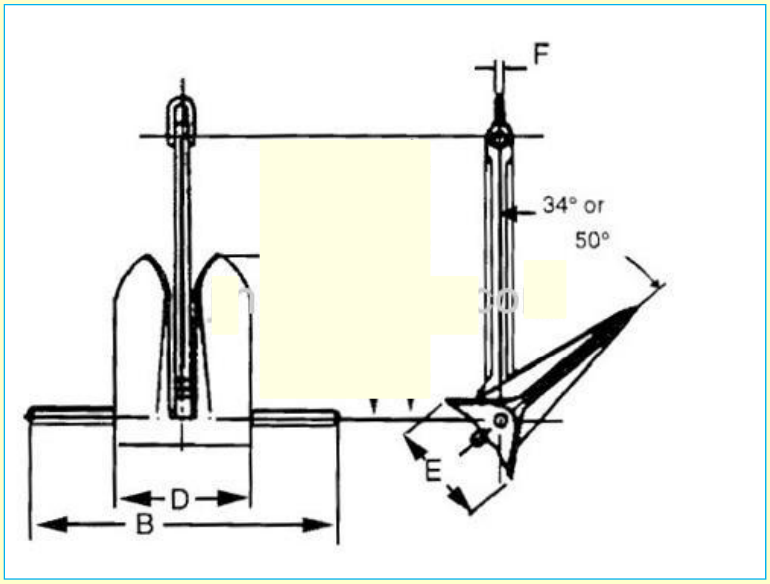
لنگر STATO



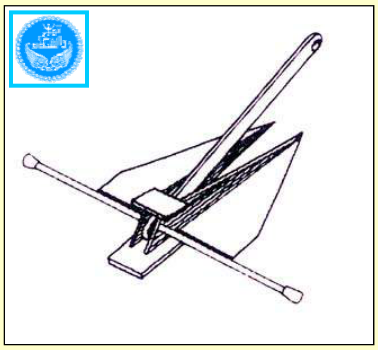
لنگر STATO

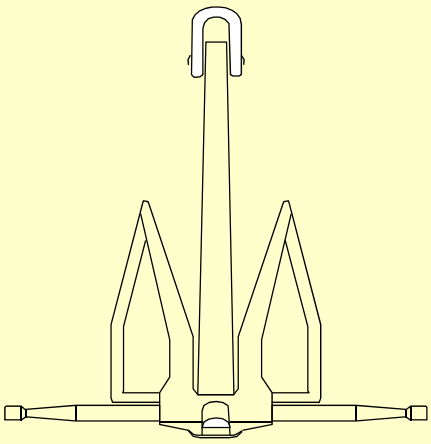


لنگر MOORFAST



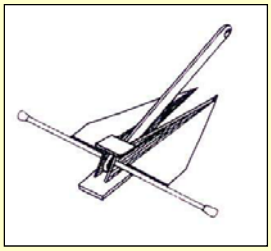
لنگر DANFORTH

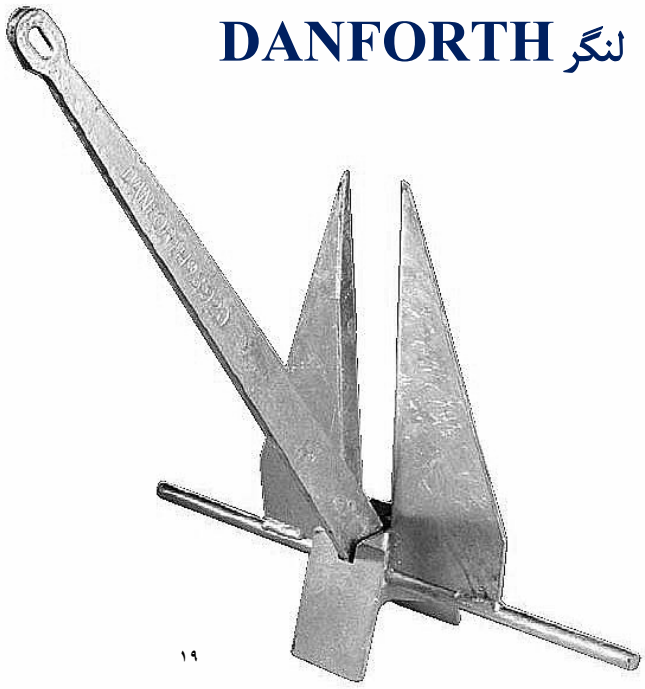




۱۸

لنگر DANFORTH

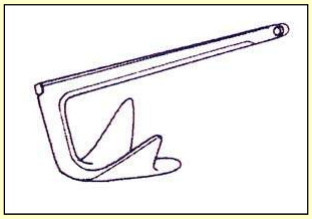




۱۹

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

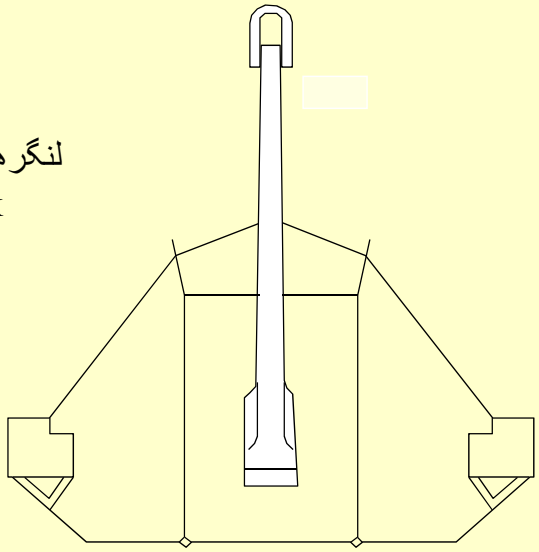
لنگر BRUCE



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

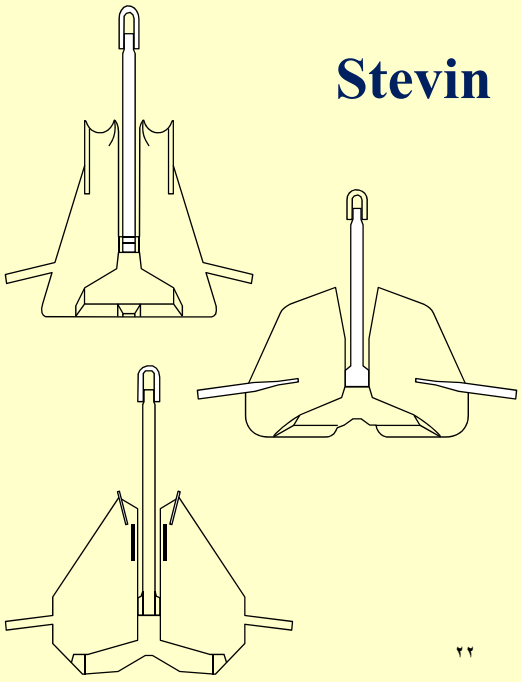
لنگر HOOK

لنگرهایی برای نفوذ عمیق :
Hook و Bruce



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

Stevin



این نوع لنگرهای کششی-دفنی در نزدیک مرکز ثقل دارای مفصل هستند و در حالت کلی

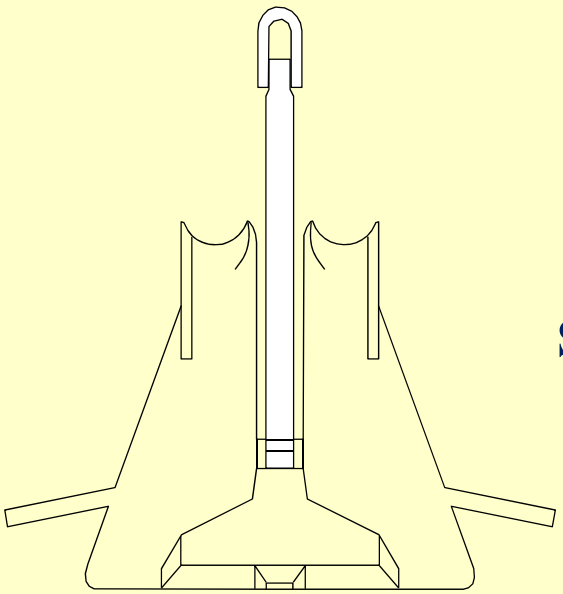
Stevin

خوانده می شوند مثل:
STEVFIX
STEVDIG
STEVMUD

۲۲

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



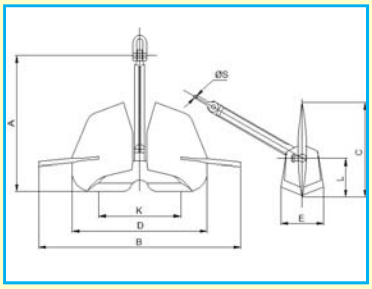
لنگر STEVDIG

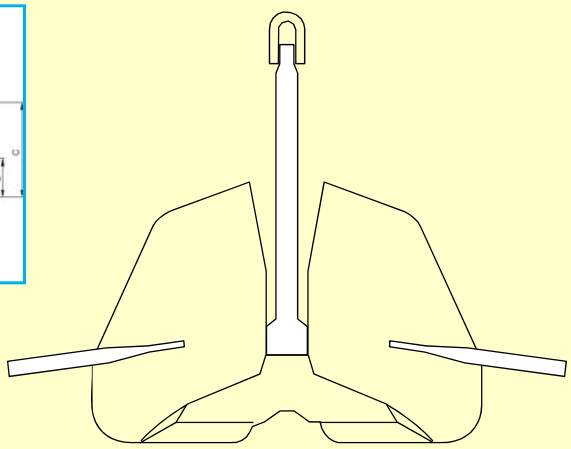
۲۳

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لنگر STEVMUD



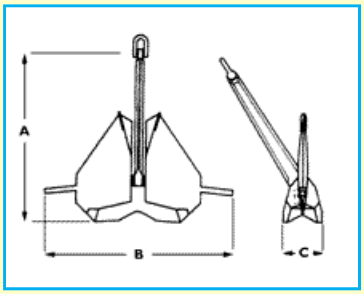


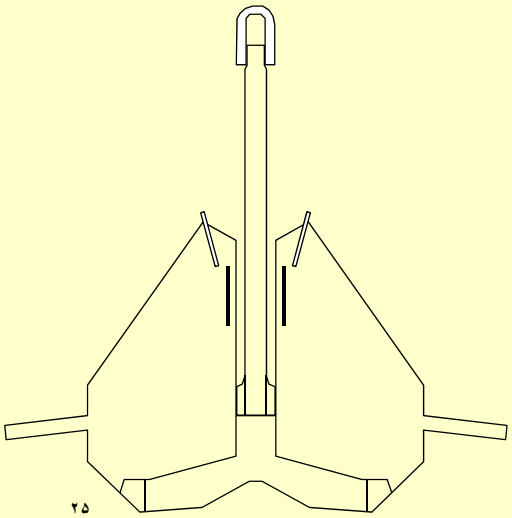
۲۴

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لنگر STEVFIX





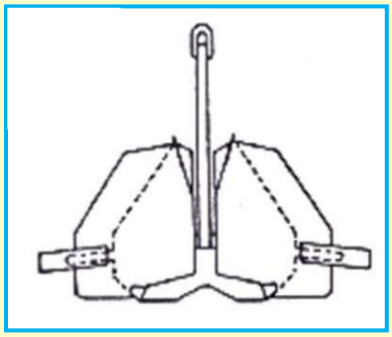
۲۵

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لنگر STEVFIX

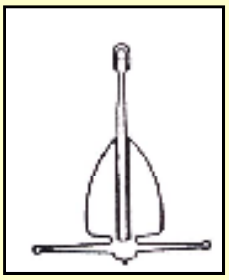
با MUD ADAPTER



۲۶

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

لنگر LWT



۲۷

ضریب کارایی لنگرهای مختلف کششی مدفون
(drag embedment)

نام لنگر	کارایی[1]	
	ماسه	لجن و لای
Navy stokless	8:1	3:1
Stato	18:1	15:1
Stevfix	31:1	15:1
Stevdig	29:1	-
Stevmud	-	20:1
Hook	12:1	18:1
Bruce	25:1	-
Bruce twin-shank	-	12:1
Doris mud anchor	-	20:1[2]
Danforth	15:1	15:1[3]

[1] نسبت نیروی افقی قابل تحمل به وزن در حالت نصب کامل

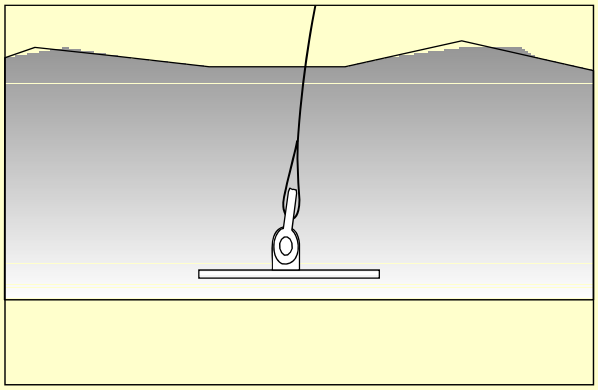
[2] مقدار واقعی نامعلوم است، اما حدود 20:1 اعتقاد دارند

[3] مقدار واقعی نامعلوم است، اما حدود 15:1 اعتقاد دارند

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

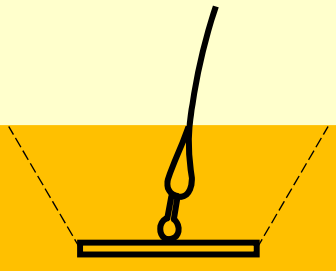
لنگرهای دفن مستقیم
DIRECT-EMBEDMENT



۲۹

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

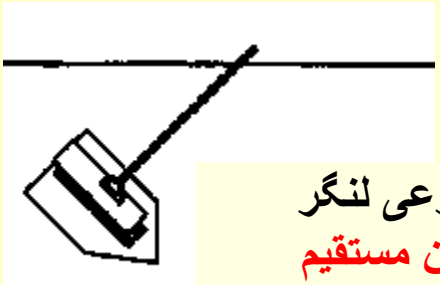
لنگر **دفن مستقیم** با حفر یک گودال و سپس مدفون کردن یک عضو فلزی با خاک یا سنگ به وجود می آید.



۳۰

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



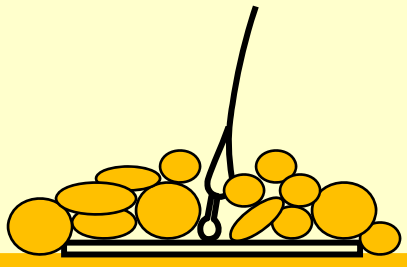
نوعی لنگر
دفن مستقیم

۳۱

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

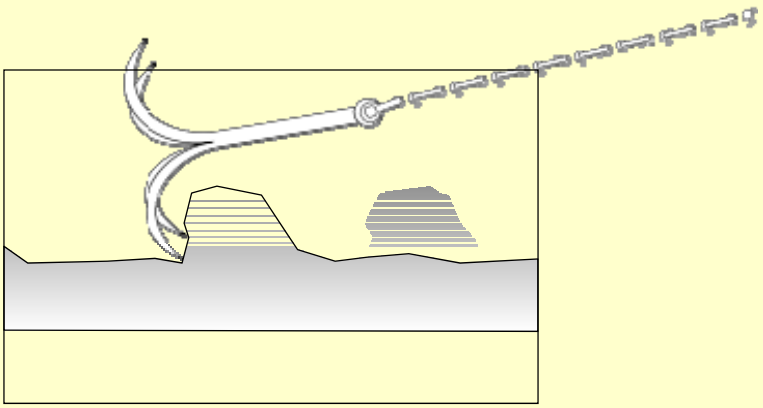
نوعی لنگر دفن مستقیم با قطعات سنگ



۳۲

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

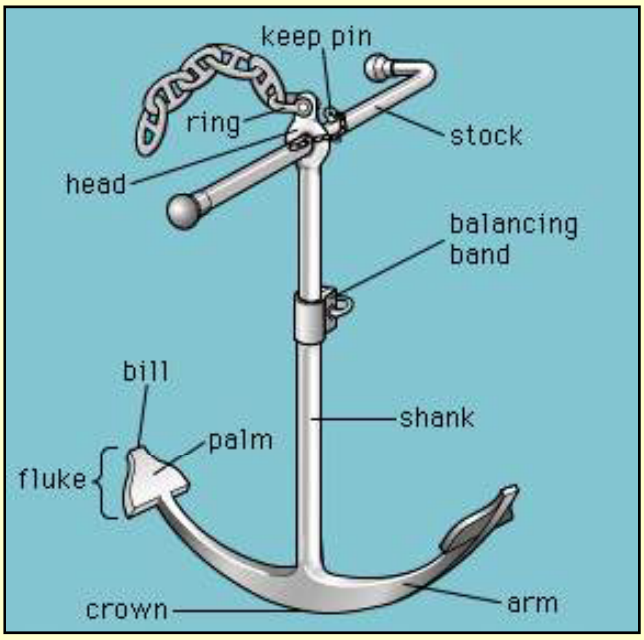
لنگرهای چنگکی
GRAPPLING



۳۳

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اجزای یک لنگر چنگکی

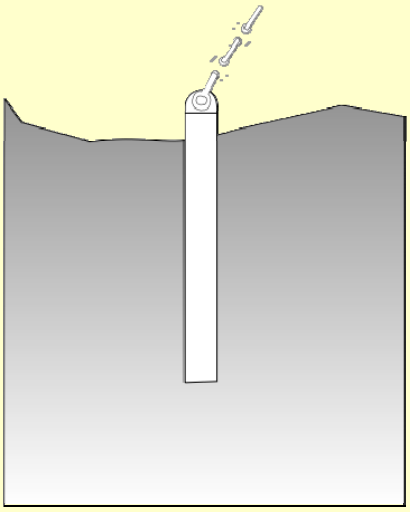


۳۴

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لنگر شمع مانند

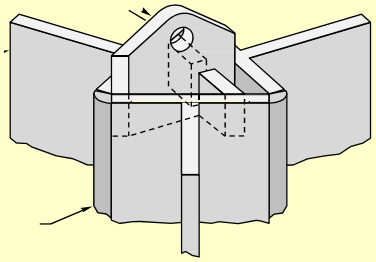


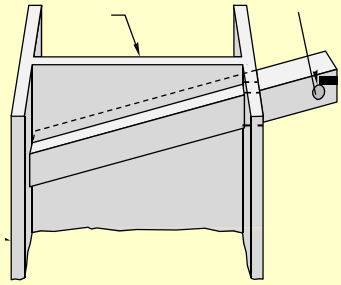
۳۵

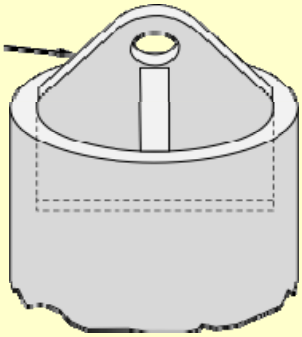
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

چند نوع مقطع لنگرهای شمع مانند







۳۶

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

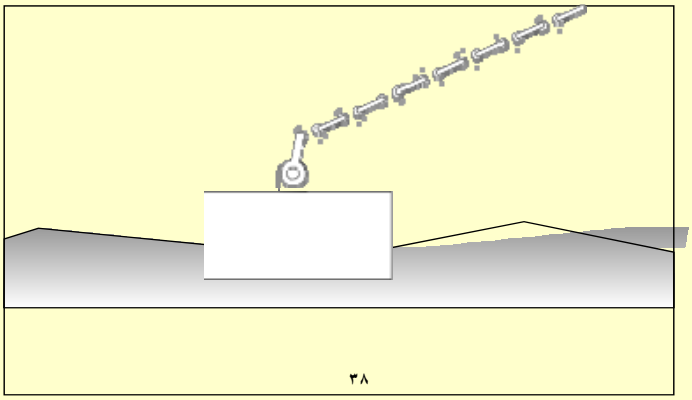
انواع روش های نصب لنگر شمع مانند در بستر دریا

- کوبیدن با شمع کوب زیر آب
- کوبیدن از سطح آب با قطعات دنباله
- اجرای شمع کششی

این روش ها در درس های بعدی تشریح میشوند.

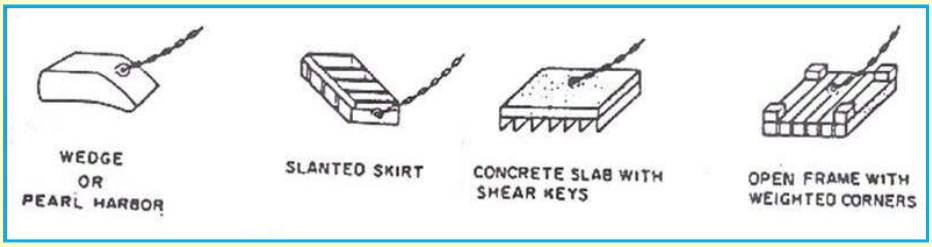
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

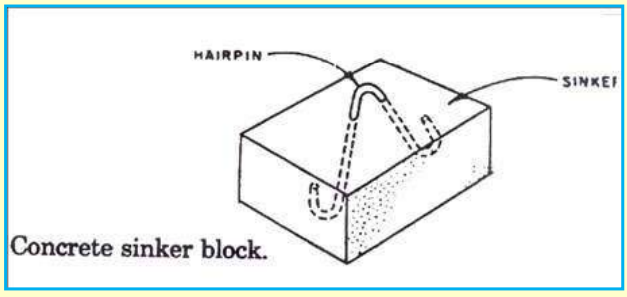
لنگر وزنی
DEADWEIGHT

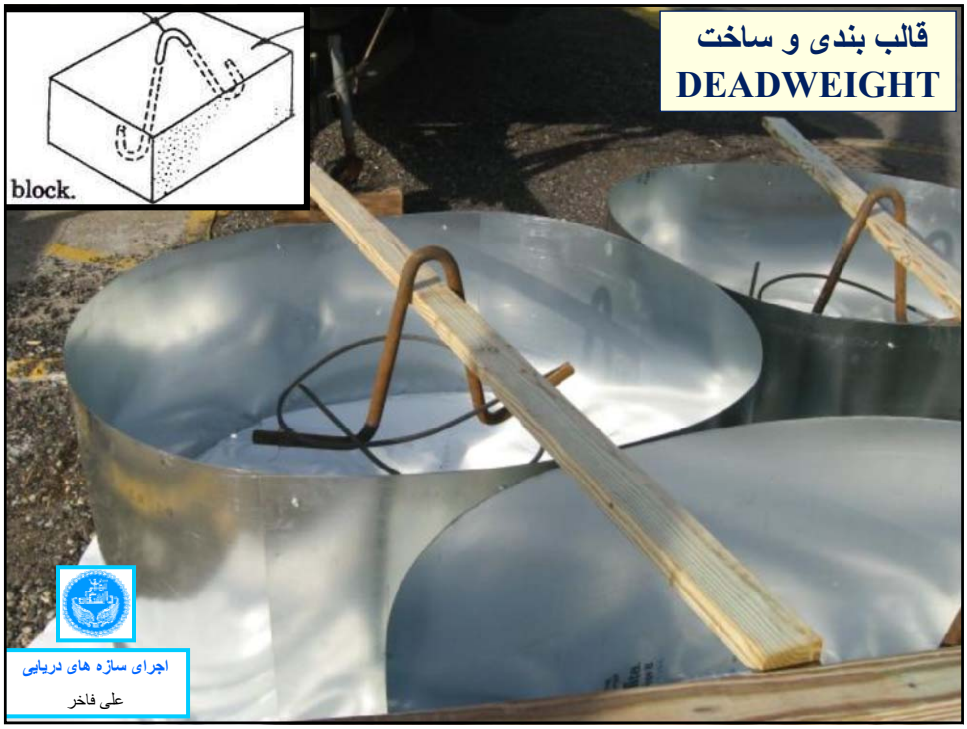


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

چند نوع لنگر وزنی






block.
قالب بندی و ساخت
DEADWEIGHT
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

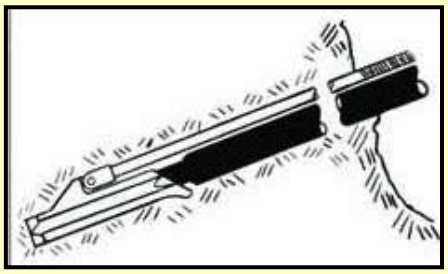
قراردادن یک لنگر وزنی
۵ تنی روی بستر دریا
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

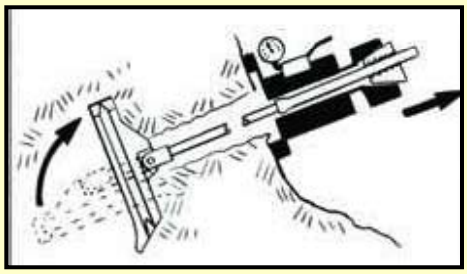
اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لنگر مکانیکی
Mechanical Anchor

که پس از نفوذ در زمین باز می شود





اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

لنگر مکانیکی
Mechanical Anchor

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

طراحی و انتخاب نوع لنگر

- طراحی لنگر برای یک شناور ساختمانی متناسب با رواداری مورد نظر صورت می گیرد.
- نکات مهم در طراحی لنگر:
  - رواداری مجاز در کار ساختمانی مورد نظر
  - حرکات پایه شناور
  - آرایش و تعداد لنگر
  - تحلیل دینامیکی یا شبه استاتیکی و تعیین نیروی وارد بر هر سیم مهار
  - ظرفیت باربری افقی خاک در برابر لنگر

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

طراحی و انتخاب نوع لنگر (ادامه)

- سازندگان معمولاً بازدهی هر نوع لنگر را در خاکهای مختلف ارائه می کنند که نسبت حداکثر نیروی کششی افقی به وزن لنگر می‌باشد.
  - ✓ مثلاً بازدهی لنگر Navy Stockless در ماسه (۸:۱) و در رس و سیلت (۳:۱) می باشد.
- انتخاب دقیق لنگر نیاز به تحقیق عملی کشیدن لنگر در ساحل یا با کشتی در دریا دارد.
- لنگرها برای تحمل نیروی کششی افقی طراحی می شوند. این لنگرها عمداً چنان طرح می‌شوند که در اثر نیروی قائم براحتی شل شوند و از بستر جدا گردند.

۴۶

کاربرد انواع لنگر

- لنگرهای Drag Embedment با کشیده شدن در راستای افقی در بستر خاکی فرو می‌روند لذا روی سنگ مؤثر نیستند.
- لنگرهای وزنی روی سنگ و خاکهای سخت بیشتر کاربرد دارند. این نوع لنگرها لزوماً در بستر فرو نمی رود.
- لنگرهای وزنی دائمی ممکن است از یک جعبه که با سنگ پر می‌شود تشکیل گردد.
- فقط لنگرهای وزنی بعنوان لنگر دائمی به کار می‌روند. زیرا رفتار دراز مدت خاک در مقابل لنگرهای معمولی کششی-دفنی معلوم نیست.

۴۷

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

کاربرد انواع لنگر (ادامه)

- مهارهای شمعی نیز قابل استفاده هستند. در کارهای دور از ساحل، شمع با چکش‌های زیر آبی در زمین فرو می‌رود. نیاز به تجهیزات اجرای شمع یک عیب است.
- در خاکهای کربناتی عملکرد شمع‌های مهاری در کشش رو به بالا بسیار ضعیف است و شمع با اندکی نیروی قائم بلند می‌شود.
- شمع یا کیسون‌های Suction نیز به کار می رود.
- مهاربندی دینامیکی (با موتور) هم امروزه مطرح است و هر روزه بیشتر استفاده می‌شود

۴۸

مهار شناور در خاکهای نرم که بر روی خاکهای سخت قرار دارد

- یکی از بسترهای بسیار مشکل برای مهار، حالتی است که خاک سست مثل رس نرم، سیلت یا ماسه شل بر روی خاک سخت قرار گیرد.
  - ✓ مثلاً در اطراف تایوان، یک خاک شل روی کنگلومرا قرار دارد
  - ✓ در دریای بیوفورت Beaufort در کانادا هم در عمق بسیار کم به خاک ماسه و سیلت بسیار محکم برخورد می‌کنیم.
  - ✓ در برخی نقاط تنگه خوران در حد فاصل قشم و سرزمین اصلی ایران هم در عمق کم به خاک سخت می‌رسیم.

۴۹

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مهار شناور در خاکهای نرم که بر روی خاکهای سخت قرار دارد

- مهارهای وزنی در این شرایط مناسب است، مخصوصاً اگر با فشار جت آب یا هوا بتوان خاک سست کم عمق را برداشت و لنگر وزنی را روی خاک سخت نشاند.

۵۰

مهار در خاکهای نرم که بر روی خاکهای سخت قرار دارد (ادامه)

- نیروی دریایی آمریکا تحقیقات زیادی برای بکارگیری لنگرهای فرو رونده انجام داده است.
- این لنگرها یا یا نیروی وزن در بستر فرو می‌روند، یا اینکه پس از سقوط با انفجار فرو می‌روند. این لنگرها در پایگاههای دریایی در اقیانوس هند بکار رفته‌اند، در آنجا ماسه روی سنگ آهک محکم قرار دارد.
- تحیق در مورد انواع لنگرهای مناسب در شرایط مشکل مثل این شرایط ادامه دارد.

۵۱

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سیم یا طناب‌مهاربندی

۵۲

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

انواع سیم های مهار

سیم مهارهای با مدول الاستیسیته پایین و اغلب از جنس نایلون و پروپیلن هستند.

این سیمها برای مهارهای کوتاه بکار می‌روند. مشکل آنها این است که اگر پاره شوند، شوک ناگهانی بوجود می‌آورند. در ضمن به صورت خطرناکی، شلاق گونه باز می‌شوند.

۵۳

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

انواع سیم های مهار

- سیمهای فولادی با هسته Fiber core و یا هسته Wire core مصالح استاندارد مهار در کارهای ساختمانی هستند.
- آنهایی که هسته سیمی (Wire core) دارند، دارای مدول الاستیسیته بزرگتری هستند، لذا مرسوم تر می باشند.
- زنجیرهای فولادی نیز برای مهار، بخصوص در سیستم catenary متداول است.
- جنس سیم مهار در کارهای معمولی یکسان است، ولی در کارهای بزرگ دور از ساحل، جنس سیم مهار در طول آن می‌تواند متغیر باشد.

۵۴

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

نکته مهم

- قطر قرقرهٔ (چرخ طناب خور Sheave) مربوط به وینچها یا Fairleads باید حداقل ۲۰ برابر قطر طناب باشد.

✓ وقتی که مهارها گسیخته می‌شوند اغلب در محل قرقره پاره می‌شوند زیرا در اینجا علاوه بر کشش، تنش‌های ناشی از خمش هم اضافه می‌شود.

۵۵

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

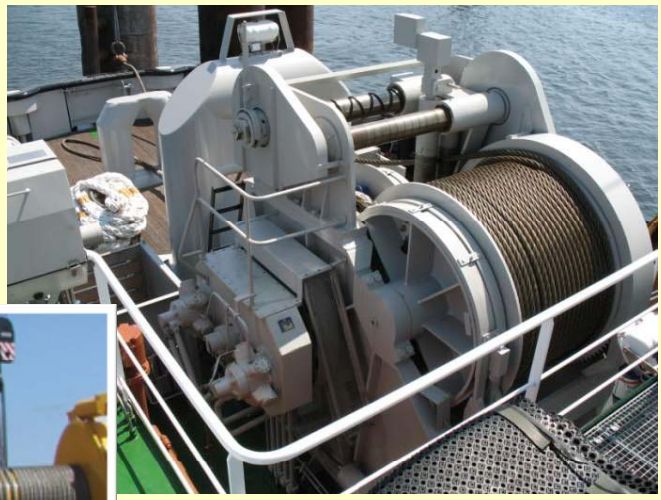
وینچ در
مهاربندی و لنگر اندازی

۵۶

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

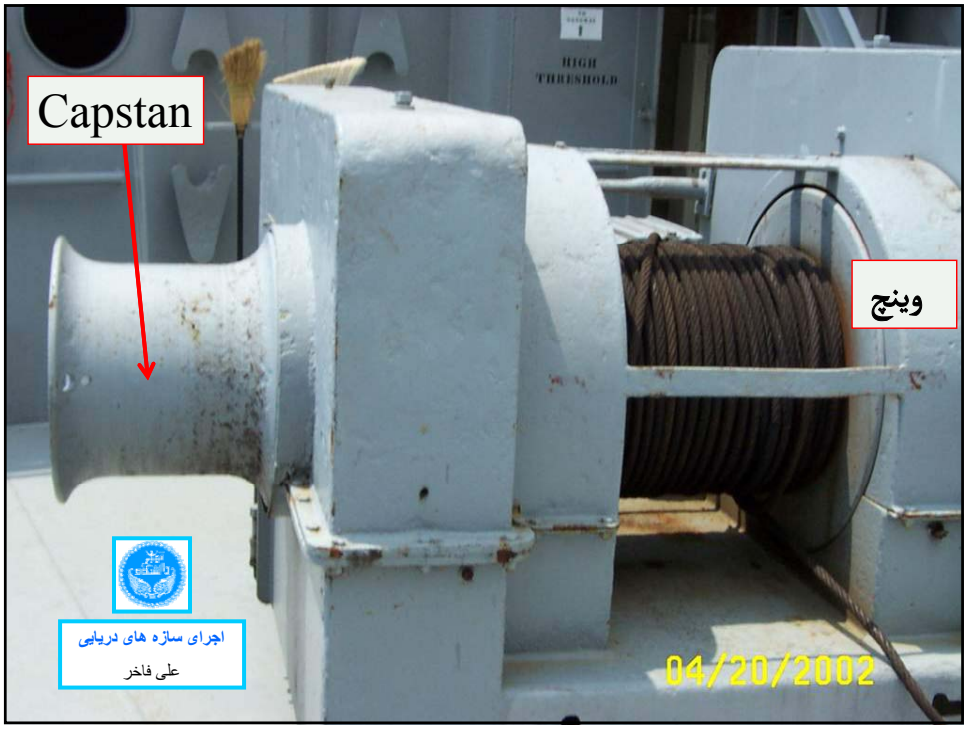
وینچ وسیله ای مکانیکی برای باز و بسته کردن و همچنین کنترل نیروی کشش طناب یا سیم است.

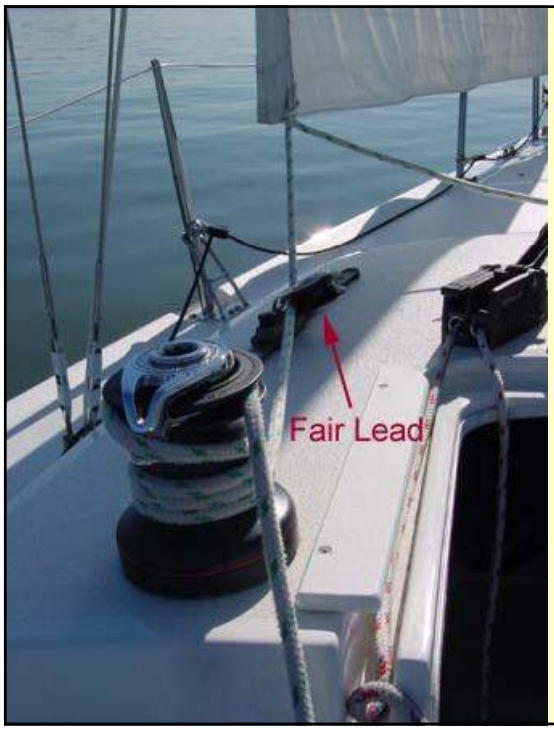
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



وینچ

۵۸





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

Fairlead

همراه وینچ به کار می رود.

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

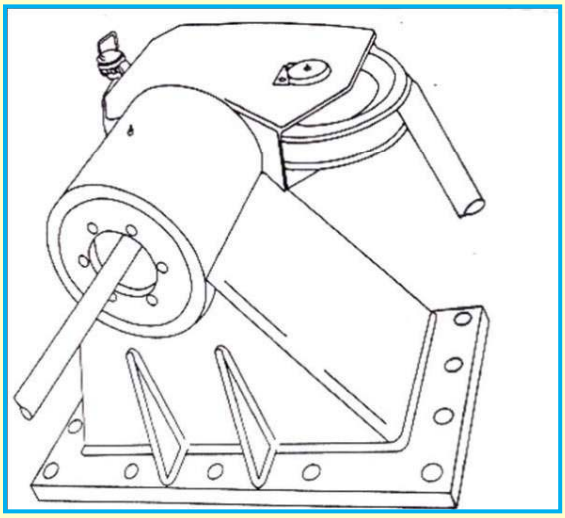
Fairlead

برای هدایت سیم یا کابل مهار در اطراف یک جسم است.

۶۱

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

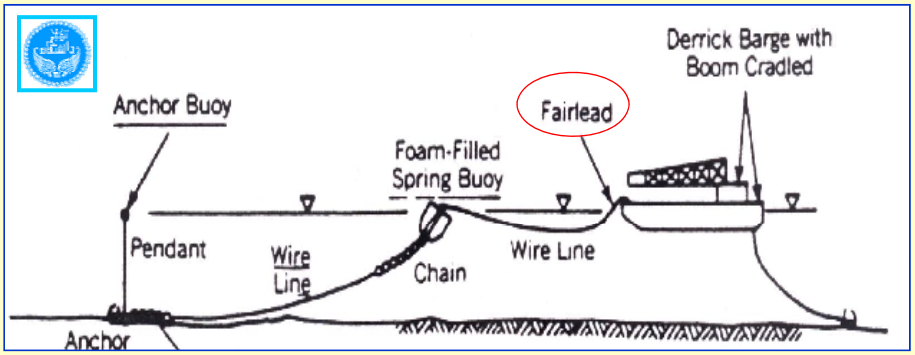
Fairlead

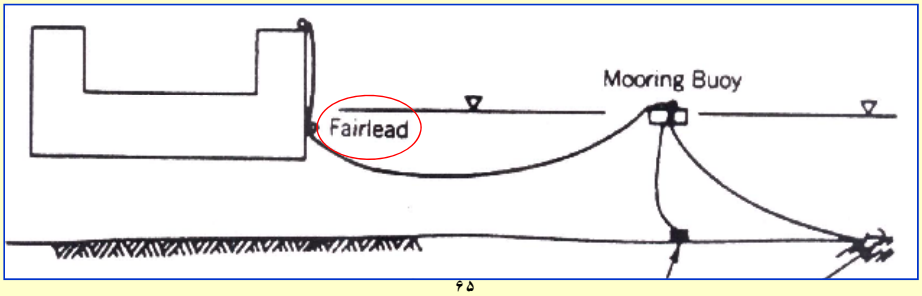


۶۲

Fairlead
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

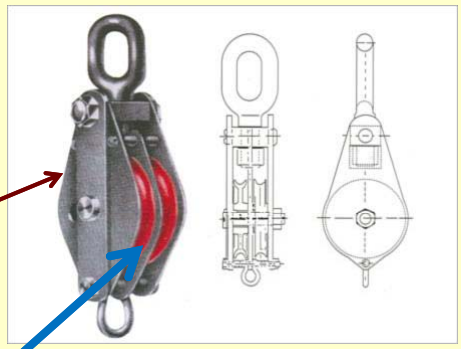




۶۵

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



قرقرة

و

چرخ طناب خور

یا

Sheave

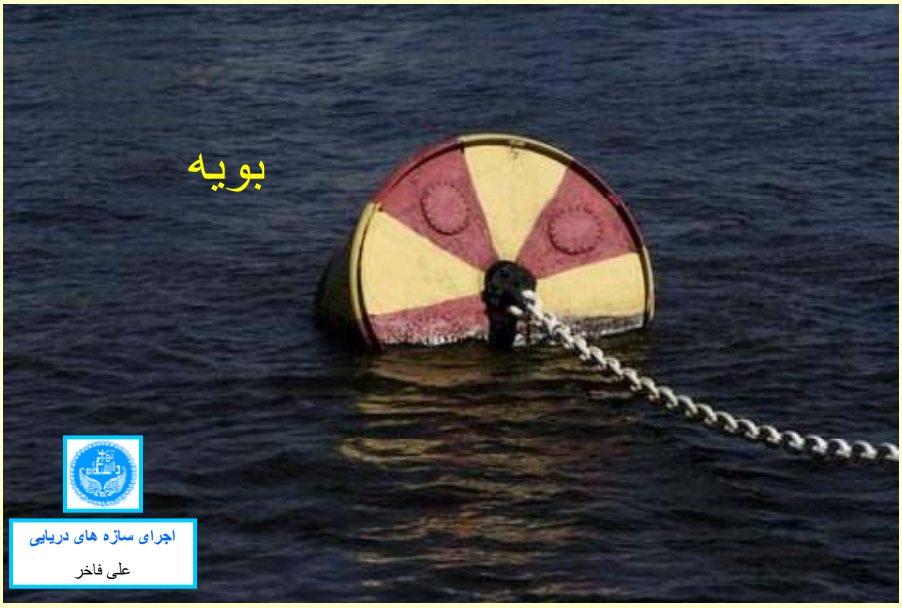
گاهی همراه وینچ به کار می روند.

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

بویه در
مهاربندی و لنگر اندازی

۶۷



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

۶۸

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

انواع بویه

- سه استفاده از شناور یا بویه buoy در آرایش مهار :

۱- علامتی در سطح آب برای نشان دادن محل لنگر (anchor buoy).

۲- بخشی از سیم مهار در سیستم catenary در آب کم عمق.

۳- بویه مهار (mooring buoy) در آب عمیق برای افزایش دقت عملیات نصب دور از ساحل.

- برای سرعت عمل در مهار شناور هم از بویه لنگر استفاده می‌گردد.

۷۰

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بویه مهار

- تجربه نشان داده است که ۴ الی ۵ قایق با موتورهای به قدرت متفاوت و همچنین با موتور bow thruster قادر به نصب با دقت ۵ متر در آب و باد آرام هستند.
- با استفاده از بویه مهار می‌توان به دقت بیشتری رسید.

✓ مثلاً در نصب سکوی Cognac در عمق آب ۳۰۰ متر در آبهای جنوب New Orleans یک گروه ۸ تایی بویهٔ لنگر استفاده شد.

✓ در آب کم عمق استرالیا (Queen Sland) نصب ۱۰ کیسون با دقت ۵/۰ متر بوسیله بویه صورت گرفت.

۷۱

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

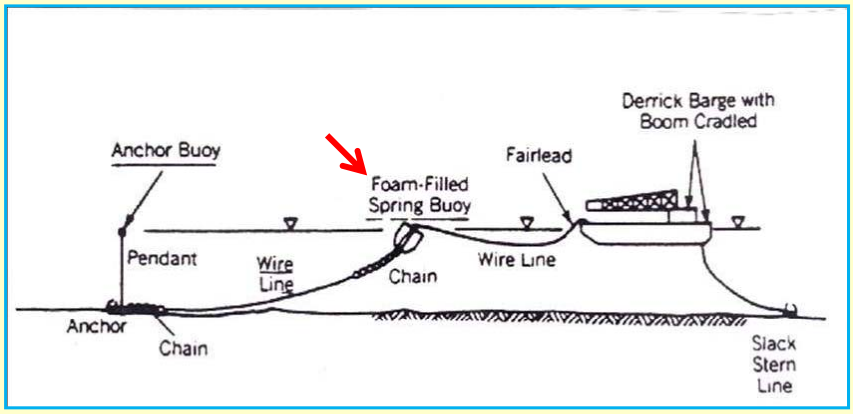
بویه مهار

بویهٔ مهار باید تماماً بوسیله foam پر شود تا در صورت سوراخ شدن غرق نگردد. همچنین بویه باید بنحوی طرح شود که در صورتی که به زیر آب کشیده شد، تحمل فشارهای هیدرواستاتیکی را داشته باشد. بویه باید بتواند نیروی کششی را از لنگر به شناور منتقل کند.

۷۲

سیستم مهار Catenary برای آب کم عمق

(طول موج)0.2 > عمق آب

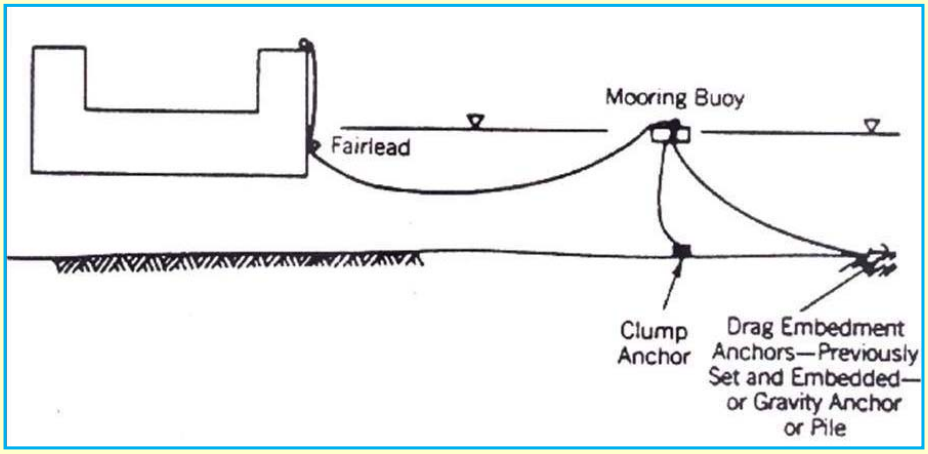


سیستم Catenary در آب کم عمق نیاز به بویه دارد.

۷۳

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

استفاده از بویه مهار



۷۴

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

اصول کلی
مهاربندی و لنگر اندازی

۷۵

اصول کلی

- باید شناور را در حال کار در دریا در مقابل نیروهای جریان، باد و موج مهار کرد.
- نیروهای ناشی از جریان در ساختگاههای دور از ساحل از نظر جهت نسبتاً ثابت هستند، ولی در مناطق ساحلی جهت جریان ها بخصوص، جریانهای جزر و مدی مرتباً تغییر می‌کند.
- نیروی ناشی از موج را می‌توان بعنوان ترکیبی از یک نیروی متناوب بعلاوه جریان دائمی آهسته در نظر گرفت.
- باید نیروی متناوب وارد بر مهارها جذب شود تا شناور نسبتاً ثابت بماند.
- روش استاندارد مهار و شناور استفاده از **لنگر** است.

۷۶

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سیستم های
مهاربندی و لنگر اندازی

۷۷

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

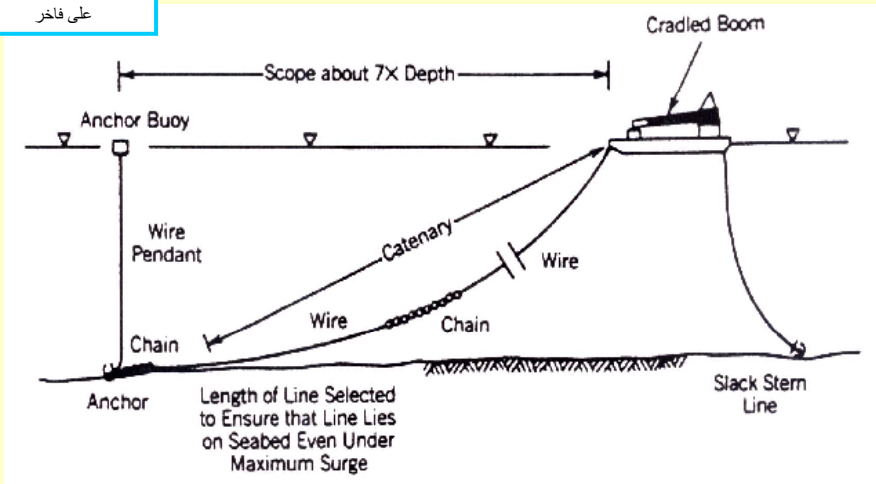
سه سیستم برای مهار شناور وجود دارد

۱- زنجیره‌ای Catenary
۲- کشیده Taut
۳- استفاده از Dynamic Positioning

۷۸

سیستم مهار Catenary برای آب عمیق

(طول موج)0.2 < عمق آب

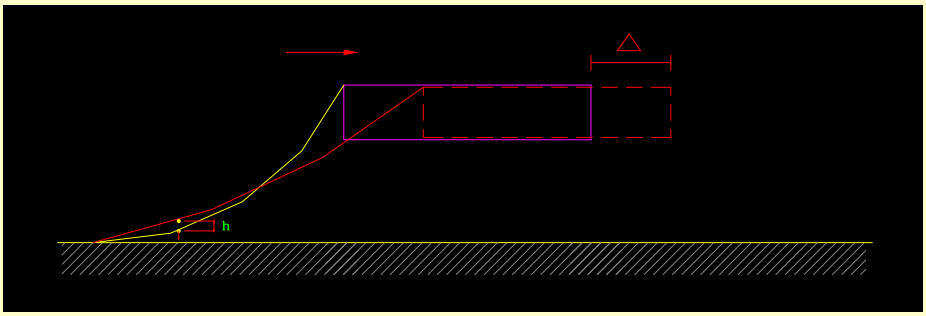


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سیستم مهار Catenary

- مهار از شناور به شکل یک زنجیر خارج شده و سپس بصورت افقی به یک لنگر می‌رسد.
- در آب عمیق از این سیستم استفاده می شود.
- در آب **کم عمق** می توان با نصب بویه از این سیستم استفاده کرد.
- نیروهای دینامیکی افقی وارد بر شناور در این سیستم باتغییر هندسهٔ زنجیر تحمل می‌شود.
- وزن واحد طول سیستم مهار یا زنجیر در روش Catenary اهمیت زیادی دارد.

❑ تحلیل زنجیر در سیستم Catenary طبق روابط کابل های وزن دار (طبق دروس استاتیک در دورة کارشناسی) قابل انجام است.



❑ تغییر هندسة زنجیر در سیستم Catenary موجب جذب انرژی در زنجیر به دلیل بالارفتن و ایجاد انرژی پتانسیل در واحد طول زنجیر می گردد.

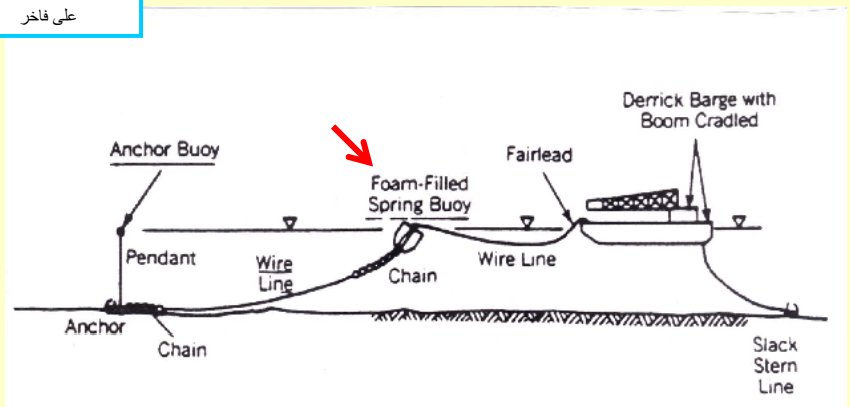
۸۱

سیستم مهار Catenary برای آب کم عمق

(طول موج)0.2 > عمق آب

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



❑ سیستم Catenary در آب کم عمق نیاز به بویه دارد.

۸۲

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

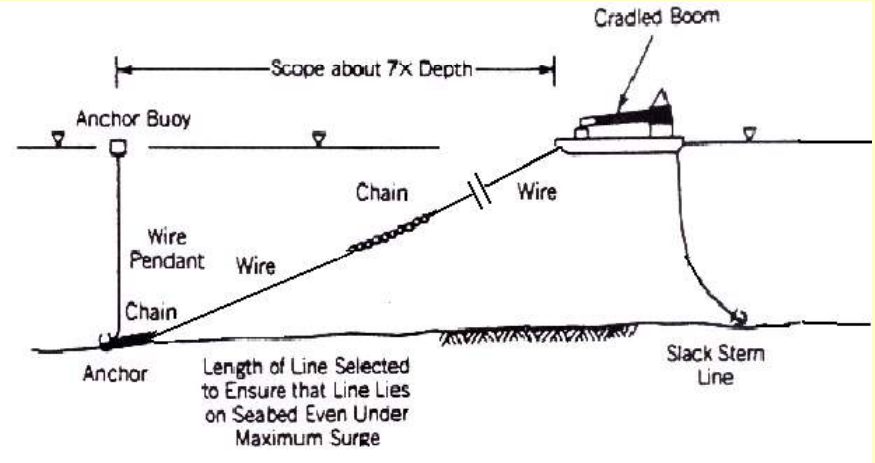
سیستم مهار از نوع Taut

- در این حالت سیمهای مهار کشیده می‌شود تا بصورت یک خط نسبتاً مستقیم از شناور تا لنگر درآیند.
- این سیستم در آب کم عمق و برای رسیدن به رواداریهای کوچک به کار گرفته می شود .
- اگر شناور مثل یک نفت کش خیلی بزرگ باشد، این سیستم به سادگی قابل استفاده نیست.
- در شرایط یکسان، وزن لنگر در سیستم taut بزرگتر از وزن لنگر در سیستم catenary است.
- برخلاف سیستم catenary، مدول کشسانی (E) سیم مهار در سیستم taut اهمیت زیادتری دارد.

۸۳

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

سیستم مهار از نوع Taut



۸۴

مقایسه

جذب انرژی در سیستمهای مهار

۱. در روش زنجیره‌ای (Catenary) جذب انرژی با حرکات شناور و باز یا بسته شدن بخشی از زنجیر رخ می دهد.

۲. در سیستم Tautجذب انرژی در اثر تغییر الاستیک سیم مهار می باشد. در این رابطه باید سیم مهار دارای مدول الاستیسیته کوچک یا طول زیاد باشد.

- نکته مهم: در عمل تمام روش های جذب انرژی یاد شده، در هر دو نوع سیستم مهار بصورت توام وجود دارد.

۸۵

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

روش دیگری هم برای مهار شناور وجود دارد که در ترکیب با روشهای taut یا catenary بکار می‌رود. در این روش وینچ های هیدورلیکی یا بخاری وجود دارد که کشش ثابتی اعمال می‌کنند. این وینچ های مخصوص، برای تحمل مقدار خاص Surge و تغییر مکان طراحی می‌شوند.

۸۶

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بارهای طراحی سیستم مهار

دورهٔ بازگشت بارهای طراحی مهار بستگی به مدت عملیات اجرایی دارد.
برای مثال جداولی مثل ذیل استفاده میشود.

دورهٔ بازگشت طراحی	مدت مهار
۱۰ سال برای فصل مورد نظر	هفته ۲>
۲۰ سال برای فصول مورد نظر	هفته ۸-۲
۱۰۰سال برای فصل مورد نظر	هفته ۸>

هر چه مدت مورد نیاز برای مهار شناور بیشتر باشد، لنگر یا مهار بزرگتری مورد نیاز است.

۸۷

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بارهای طراحی سیستم مهار (ادامه)

- برای کیسون‌ها وشناروهای بزرگ، طراحی مهار بر اساس ارتفاع موج اصلی (Significant) به علاوهٔ باد با تداوم یک دقیقه در ارتفاع بالای سطح آب و حداکثر جریان صورت می‌گیرد.
- نیرو در زنجیر یا سیم مهار نباید از حدود ۷۰ درصد مقاومت مجاز آن بیشتر باشد. مقدار دقیق با توجه به آیین نامه مشخص میشود. ضخامتی که به دلیل خوردگی از مقطع زنجیر یا سیم مهار با گذشت زمان کم میشود، باید در محاسبه مقاومت مجاز در نظر گرفته شود.
- محل اتصال وینچها به شناور باید چنان طراحی شوند که حداقل برای مثال ۱/۲۵ برابر نیروی اسمی مهار را تحمل کنند.

۸۸

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

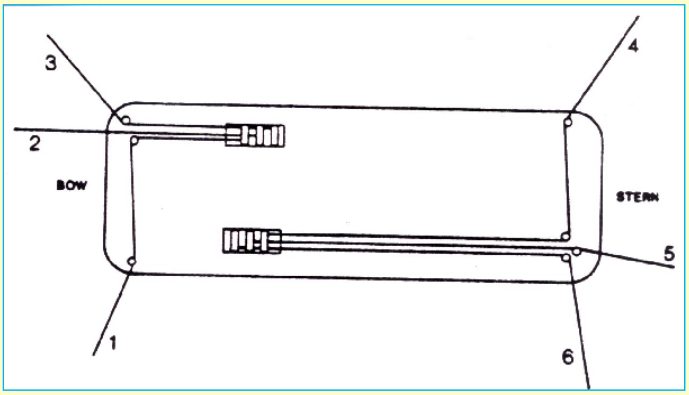
آرایش و تعداد سیستم مهار

- آرایش مهارها و لنگرها باید چنان باشد که اگر یک لنگر از جای خود حرکت کرد، بارج به سمت دور شدن از سازه مجاور، برای مثال سکو یا کیسون در حال نصب حرکت کند.
- برای مهار دقیق یک بارج ساختمانی، اغلب از ۴ تا ۶ سیم مهار و لنگر استفاده می‌شود.
- برای مهار دقیق بویه در آب عمیق باید از ۳ لنگر استفاده کرد. دو سیم با زاویه ۴۵-۳۰ به لنگر و سیم سوم بصورت به نسبت قائم به یک لنگر وزنی متصل می‌شوند.

۸۹

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

هر سیم مهار در ساده‌ترین حالت به یک وینچ متصل است ولی می‌توان دو یا سه سیم مهار را هم به یک وینچ وصل کرد.

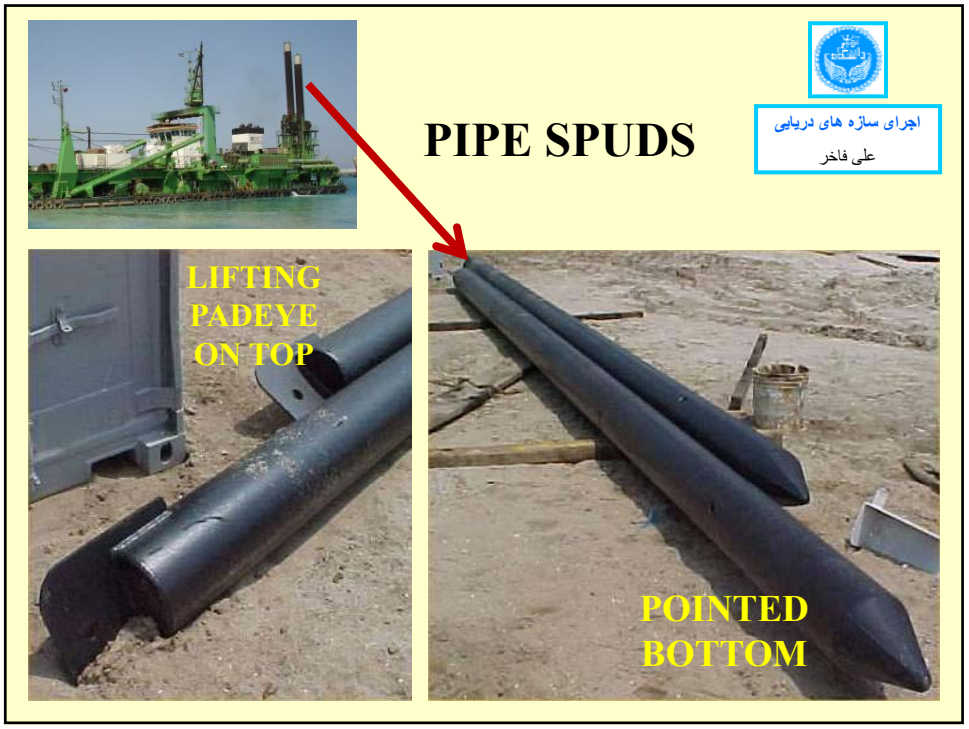


مثالی از یک سیستم مهار شش لنگره با دو وینچ

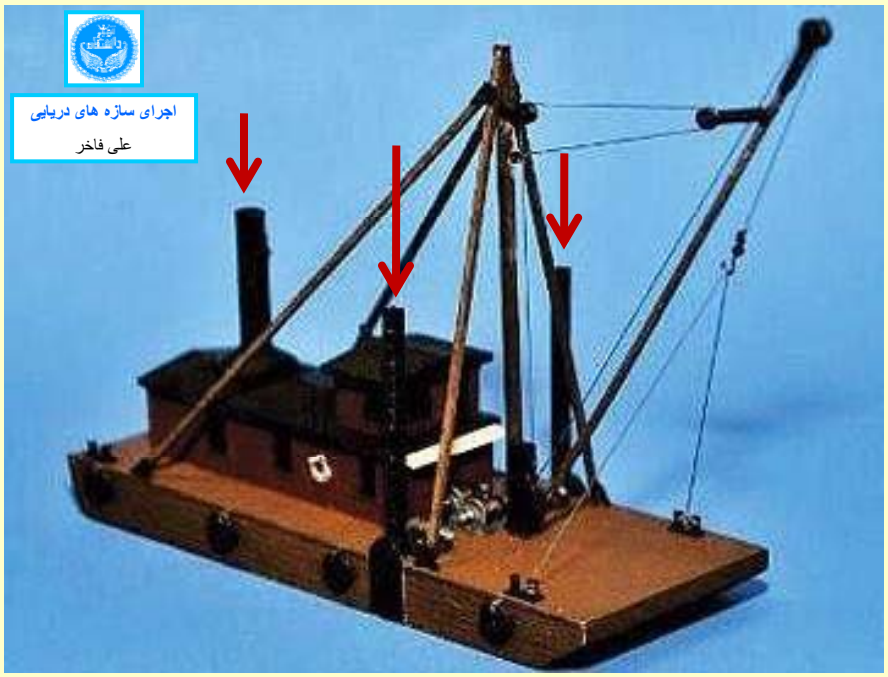
۹۰

مهار موقت بارج مشغول کار ساختمانی را می توان
با استفاده از شمع متصل به بارج انجام داد.
PIPE SPUDS

این نوع شمع چندان در بستر فرو نمی رود.
زنجیر یا طناب در این روش مورد نیاز نیست.


PIPE SPUDS
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر
LIFTING
PADEYE
ON TOP
POINTED
BOTTOM

SPUDS
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر


اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر
محل قرارگیری
SPUDS

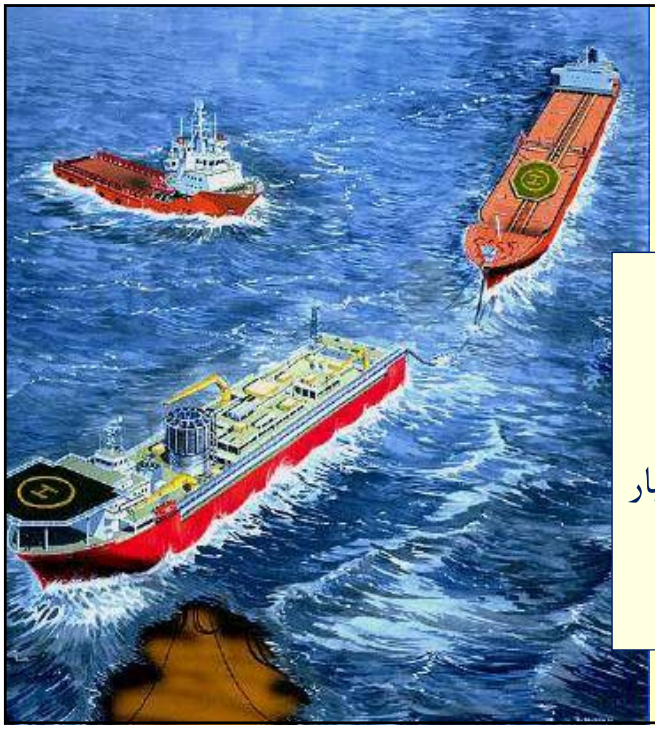
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مهار شناور بدون لنگر اندازی
Dynamic Positioning

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

استفاده از Dynamic Positioning

- روش دیگر مهار شناور و برای جذب انرژی، بکارگیری Dynamic Positioning است.
- نیروی موتور در خلاف جهت هر گونه حرکت بسیج می شود و شناور را در جای خود نسبتاً ثابت نگه می دارد.
- دقت این روش زیاد نیست و در آب خیلی عمیق به ناچار به کار می رود.
- مزیت Dynamic positioning در عدم نیاز به لنگر و سیم مهار است.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

شناور های مجهز به

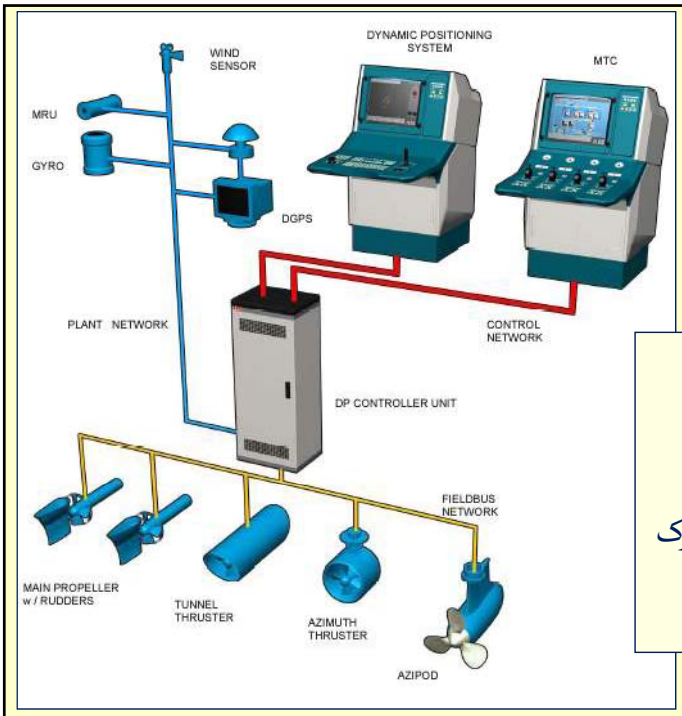
Dynamic Positioning

در حفاری در عمق بسیار زیاد متداول است.

برخی شناورهای مجهز به Dynamic Positioning

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

سیستم

Dynamic Positioning

شامل موتورهای متحرک

و کنترل کامپیوتری

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

مهار کشتی در اسکله

۱۰۲

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مهار یا بستن شناورها در اسکله با بستن آن ها به بولارد انجام میشود.

۱۰۳

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مهار یا بستن یک کشتی بزرگ در اسکله

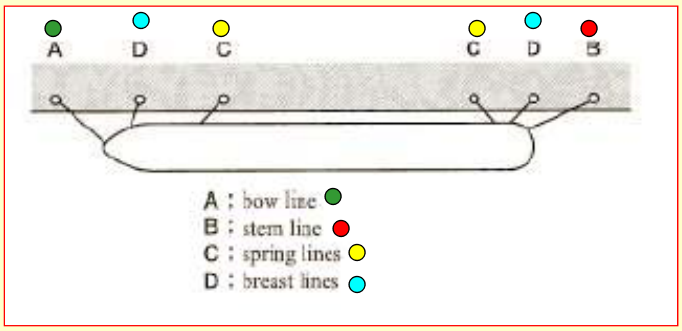
۱۰۴

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

در بستن ایمن کشتی در اسکله باید حداقل ۶ طناب با اهداف ذیل به کار رود:

جلوگیری از حرکت موازی با اسکله

جلوگیری از حرکت عمود بر اسکله

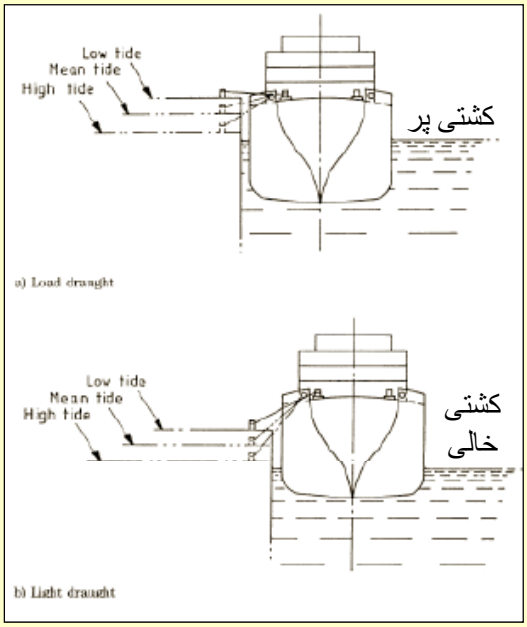


۱۰۶

اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

آرایش دیگری از بستن ایمن کشتی در اسکله برای جلوگیری از حرکات موازی و عمود براسکله

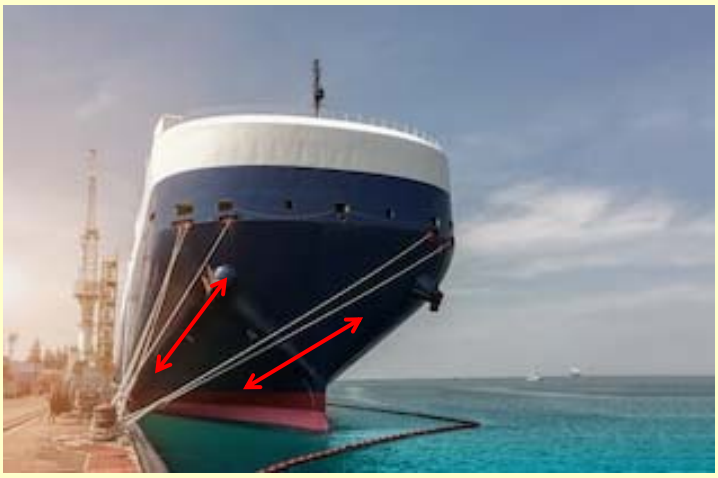
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



بررسی طول طناب در هنگام جزر و مد برای شناور پر و خالی لازم است.

نباید طول طناب کم باشد.

۱۰۸



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

فرض کنید دریا در شرایط مد کامل و کشتی خالی است آنگاه طول طناب باید در این شرایط کافی باشد.

۱۰۹

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

دریا در شکل مقابل در شرایط جزر کامل است. طول طناب ها کافی نبوده و قایق آویزان شده است.

۱۱۰

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

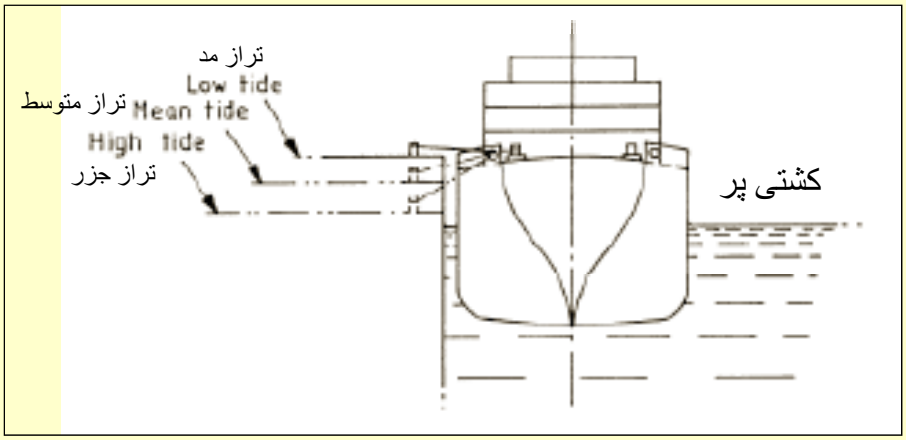
آویزان شدن قایق در جزر کامل به دلیل کافی نبودن طول طناب ها

۱۱۱

اجرای سازه های دریایی

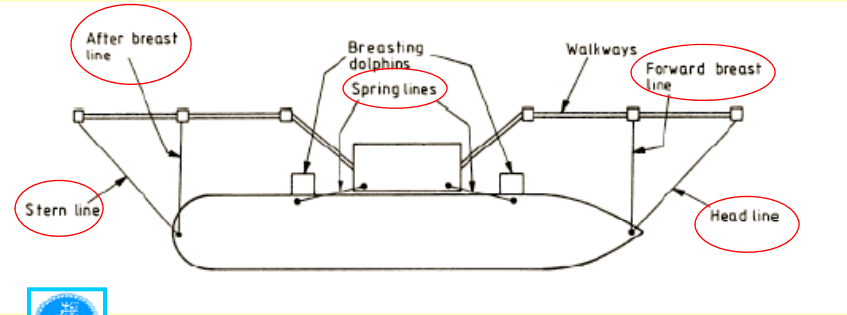
علی فاخر

بررسی طول طناب در هنگام جزر و مد برای کشتی پر



۱۱۲

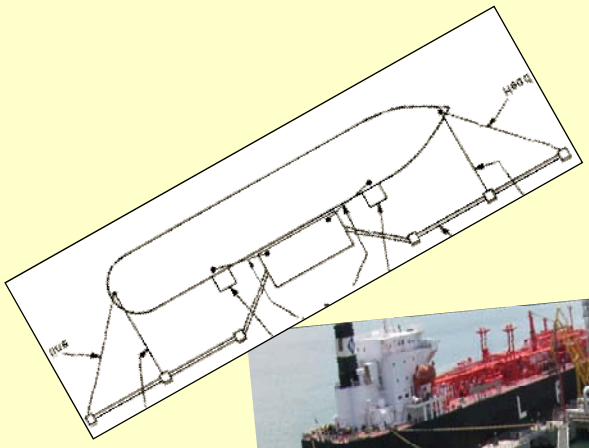
BS 6349
آرایش بستن کشتی در اسکله های دلفینی با ۶ طناب



کشتی در هنگام پهلوگیری در اسکله های دلفینی نخست به دلفین های پهلوگیری ضربه میزند و سپس به دلفین های مهاری بسته میشود.

اسکله دلفینی
دلفین مهاری
دلفین پهلوگیری
دلفین پهلوگیری
دلفین پهلوگیری
دلفین مهاری

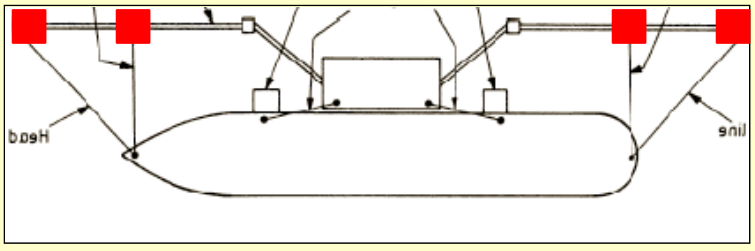
دلفین پهلوگیری
دلفین پهلوگیری
دلفین پهلوگیری
دلفین مهاری
دلفین مهاری



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

چهار دلفین برای بستن هر کشتی لازم است.

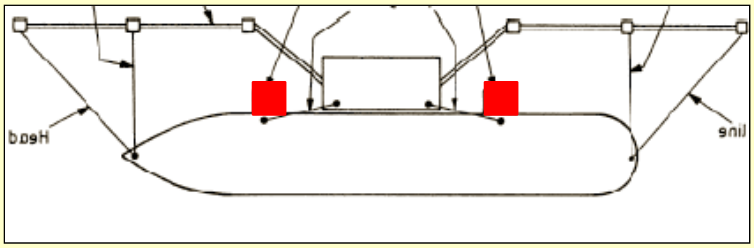


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

۱۱۸

دو دلفین برای هر کشتی در پهلوگیری لازم است.

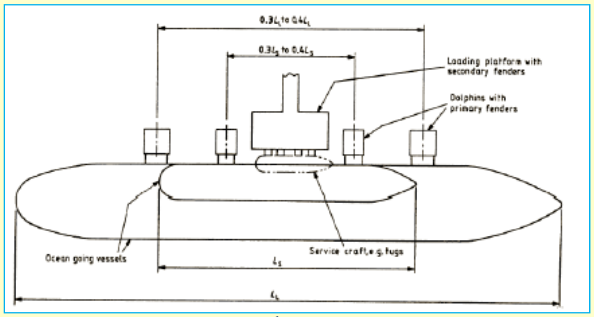


در اسکله های دلفینی

حداقل دو فندر (یا دلفین) به فاصله

$(0.3 - 0.4)L$

برای پهلو گیری هر کشتی لازم است

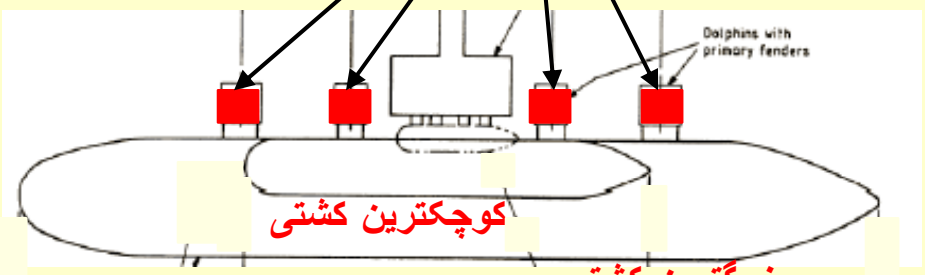


در عمل ۴ دلفین پهلوگیری با توجه به طول بزرگترین و کوچکترین کشتی لازم است

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

۴ دلفین پهلوگیری



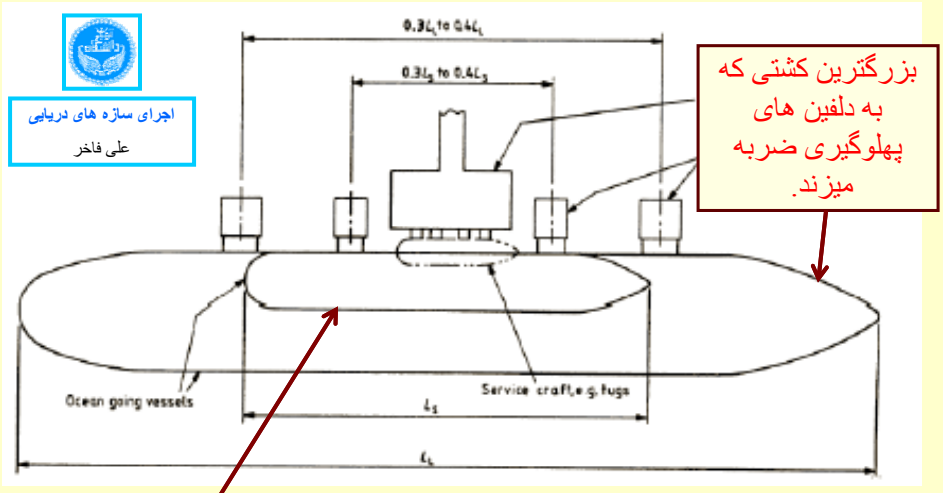
کوچکترین کشتی

بزرگترین کشتی

۱۲۱

اجرای سازه های دریایی

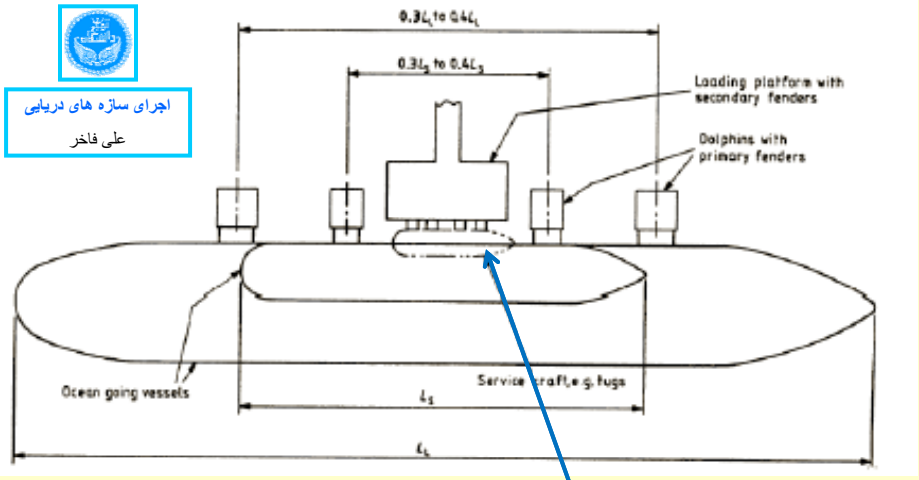
علی فاخر



بزرگترین کشتی که به دلفین های پهلوگیری ضربه میزند.

کوچکترین کشتی که به دلفین های پهلوگیری ضربه میزند.

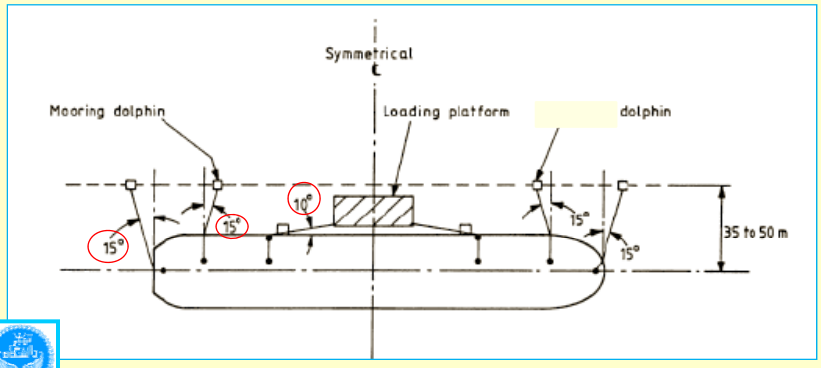
۱۲۲



شناور خدماتی یا یدک کش که در کنارسکوی بارگیری پهلو میگیرد

۱۲۳

BS 6349
زاویه های بهینه ۶ طناب در بستن کشتی در اسکله های دلفینی



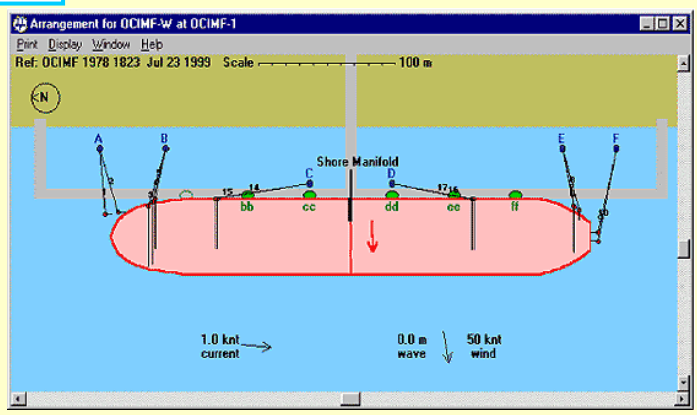
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

۱۲۴

اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

OPTIMOOR Mooring Analysis Program



مثالی از یک برنامه ساده برای محاسبه نیروها در مهار کشتی در اسکله
البته این محاسبات با برنامه های عمومی تحلیل سازه هم مقدور است.

۱۲۵

نام لنگرود ترکیبی است از دو واژه **لنگر** و **رود**.
لنگر به معنی سکون و آرامش است . همان گونه که کشتی لنگر انداخته آرامش می‌یابد. .