

اجرای موج شکنهای خرده سنگی



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

نکات عمومی در اجرای موج شکن های توده سنگی

فروردین ۱۴۰۳



ظرفیت تولید جرثقیل

□ ظرفیت تولید یا سرعت نصب جرثقیل بستگی به سرعت چرخش جرثقیل و سرعت بلند کردن وزنه توسط آن دارد.

□ با افزایش دقت، سرعت نصب جرثقیل کمتر می شود.



ظرفیت تولید جرثقیل

آرمورهای بزرگ از نظر “هزینه واحد وزن” اقتصادی تر هستند، زیرا سرعت نصب جرثقیل بستگی به وزن آرمور ندارد.



ظرفیت تولید جرثقیل

برای جرثقیل‌های متعارف می‌توان بطور میانگین ۱۵ سیکل در ساعت برای قراردهی قطعات آرمور در نظر گرفت. سرعت ماشین آلات هیدرولیکی می‌تواند تا ۳۰ سیکل در ساعت افزایش یابد.



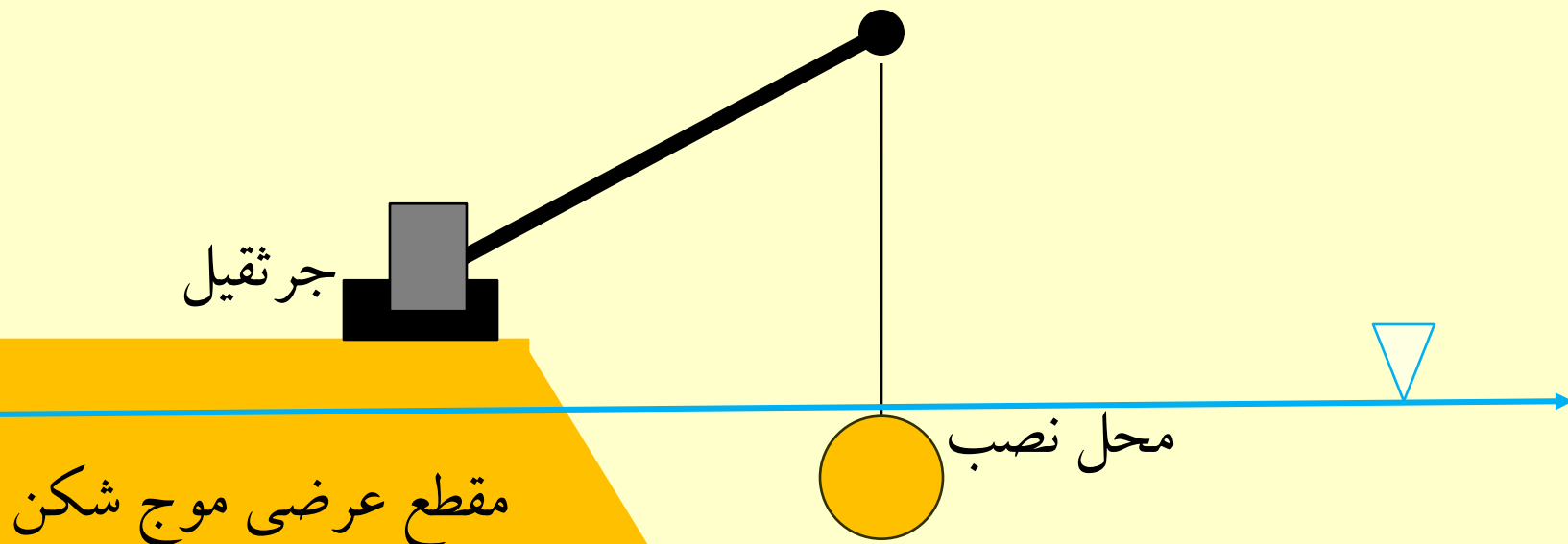
ظرفیت تولید جرثقیل

در عمل وجود وقفه‌های اجرایی موجب عدم استفاده کامل از سرعت ماشین آلات می‌شود.

برای تعیین دقیق سرعت کار ماشین آلات در شرایط اجرایی ایران باید اندازه‌گیری‌های میدانی انجام داد.



قدرت یا تناژ جرثقیل برای اجرای لایه
حفاظتی (Armor) با توجه به بالاترین وزن
سنگ آرمور و حداکثر فاصله محل نصب تا
محل جرثقیل انتخاب می شود.





جر ثقیل

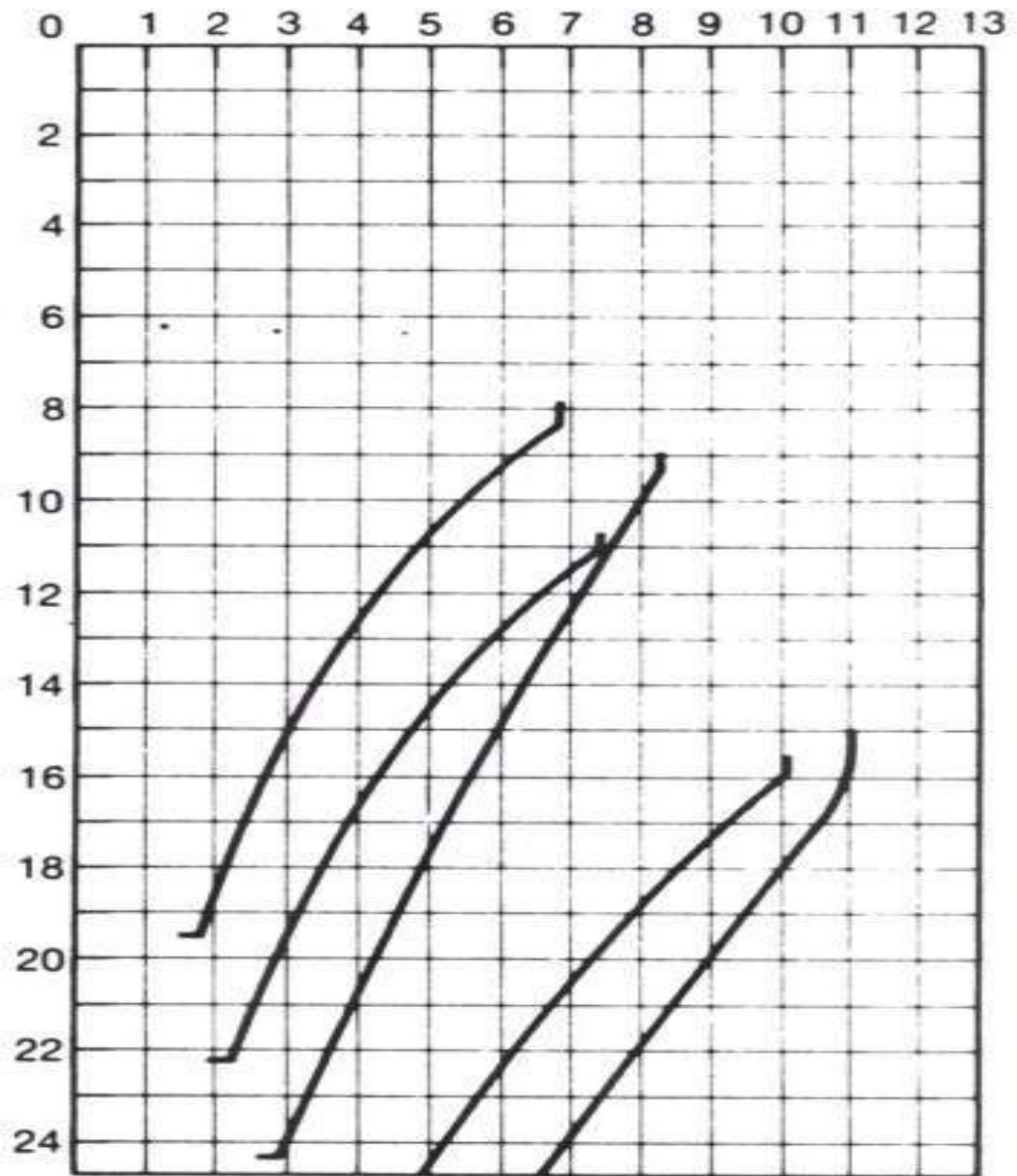
محل
نصب





ظرفیت (تن)

فاصله بار از محور جرثقیل (متر)

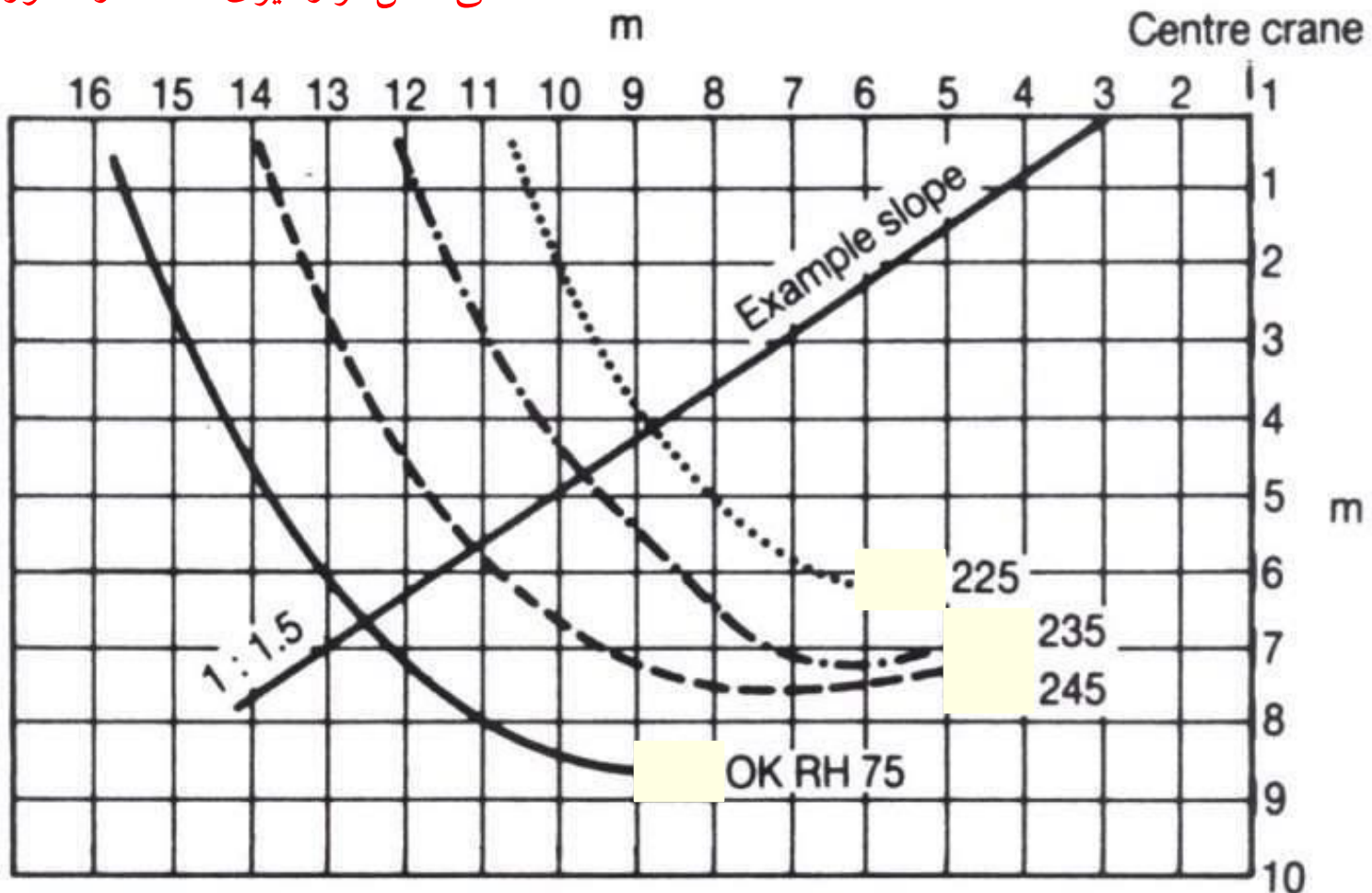


مثالی از منحنی
های کاهش
ظرفیت چند نوع
جرثقیل با افزایش
فاصله بار از
محور جرثقیل



مثال: انتخاب جرثقیل با ظرفیت مناسب با توجه به شیب موج شکن و محل قرار گیری سنگ

فاصله افقی محل قرار گیری سنگ از محور موج شکن



فاصله قائم محل قرار گیری سنگ از تاج موج شکن



نکات مهم در اجرای موج شکن ها

□ تراز روی مغزه در اجرا از خشکی باید با فاصله کافی در بالای سطح آب انتخاب شود تا کارکردن ماشین آلات بدون وقفه امکان پذیر باشد.

□ اگر پس از اجرای هر لایه "تنظیم نهایی" صورت نگیرد، تنظیم شیب لایه بعدی بسیار پرهزینه و وقت گیر خواهد بود.

□ ایجاد قفل و بست بین سنگهای آرمور مهم است و با انتخاب هر قطعه سنگ با شکل مناسب با توجه محل استقرار آن توسط راننده جرثقیل یا مباشر انجام میشود.



نکات مهم در اجرای موج شکن ها از خشکی

□ در عملیات استقرار لایه های سنگی بهتر است حداکثر استفاده از زمانهای جزر (پایین بودن سطح آب) برای تنظیم نهایی بعمل آید.

□ جهت آگاهی از ساعات جزر و مد از کتابچه های Tide Table می توان استفاده نمود.



وقفه مجاز بین اجرای لایه های موج شکن

پس از اجرای یک لایه ، لایه بعدی فوری بعد از آن اجراء نمی شود و سعی می شود لایه ها مستقیم در برابر جریانهای دریایی و تردد ماشین آلات روی موج شکن قرار گیرند و هر لایه نشستهای اولیه خود را انجام بدهد. اما با این حال اجرای لایه های پوشش را نباید زیاد به تعویق انداخت زیرا خطر طوفان وجود دارد.



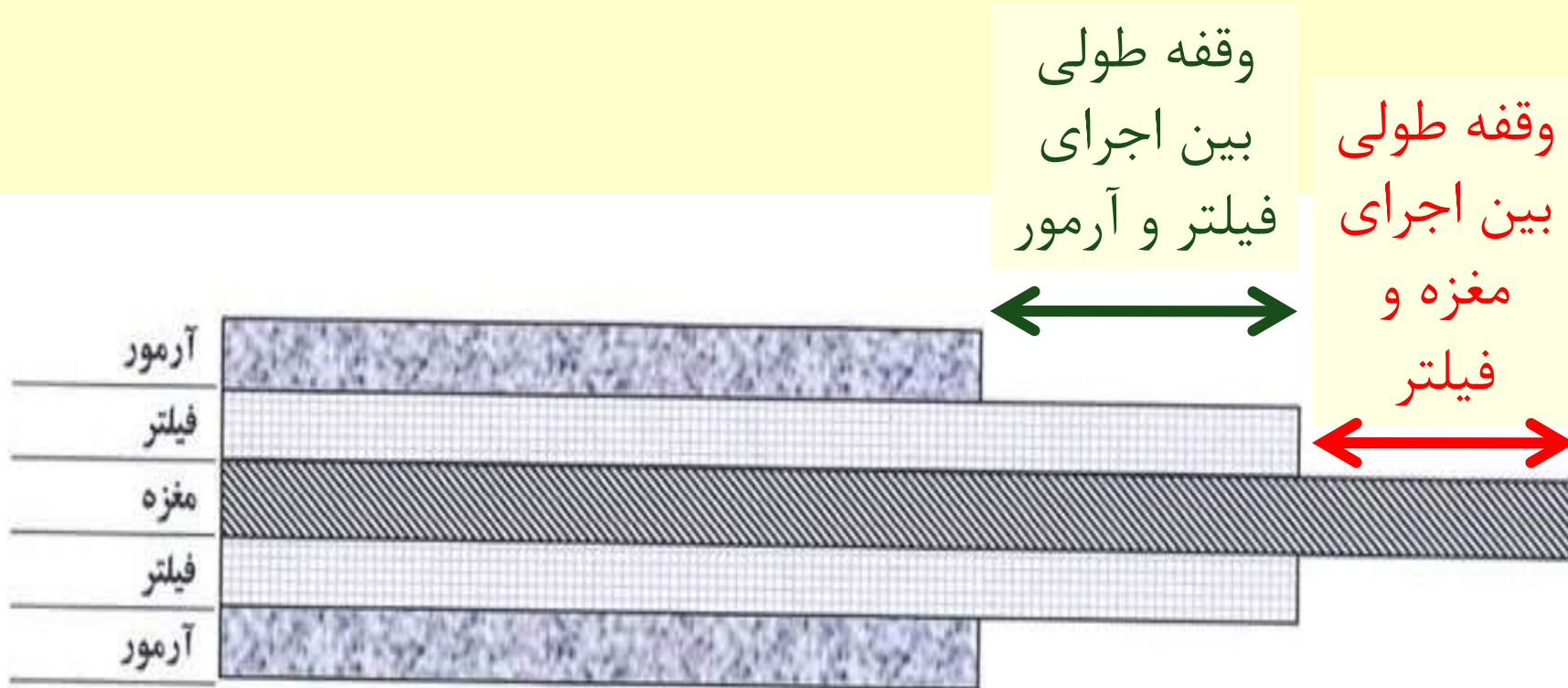
وقفه مجاز بین اجرای لایه های موج شکن

برای وقفه بین اجرای لایه های موج شکن دو حد در نظر گرفته می شود:

❖ **حد اجرایی طولی:** این موضوع باید در مشخصات فنی هر پروژه ذکر شود، مثلاً اگر لایه مغزه ۵۰ متر اجراء شده باشد، باید لایه فیلتر ۳۰ متر و لایه آرمور ۱۵ متر پیشروی داشته باشند.

❖ **حد اجرایی زمانی:** این مسئله نیز باید در قرارداد ذکر شده باشد، مثلاً ۲۰ روز پس از اجرای لایه مغزه، لایه فیلتر اجراء شود.

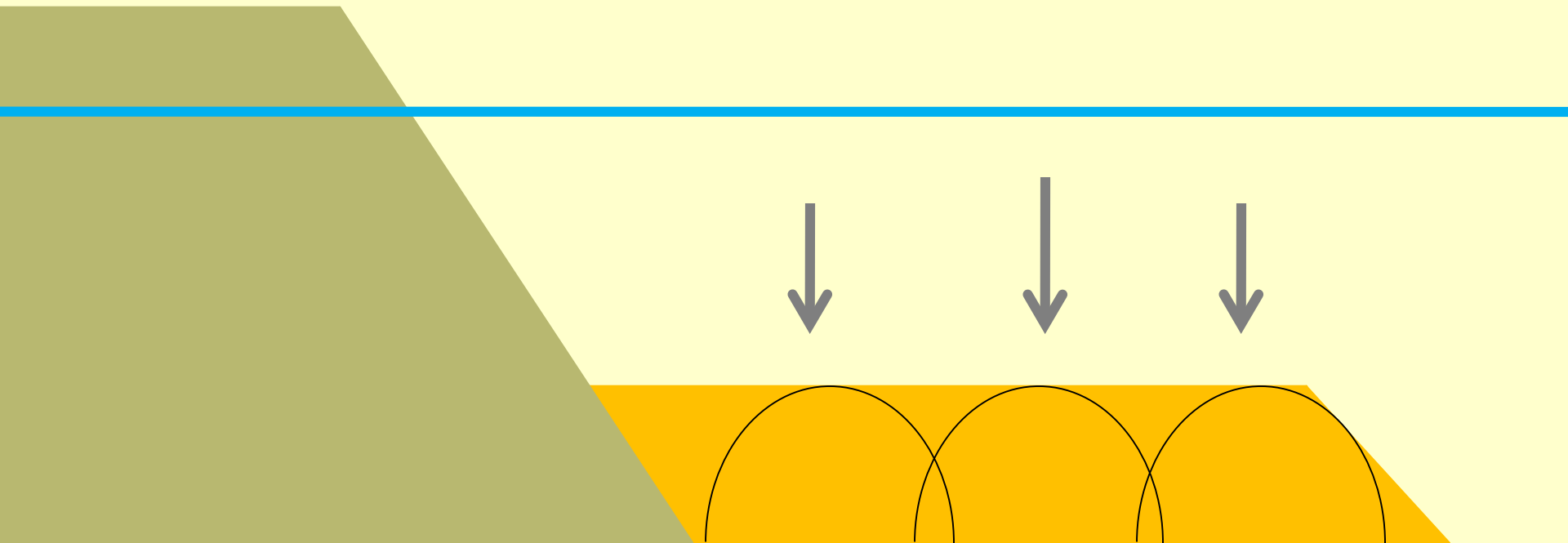
حد اجرایی طولی برای اجرای لایه های مختلف



پلان شماتیک موج شکن حین اجرا



روشهای قراردهی حجم مشخصی از مصالح سنگی در محل مورد نظر در زیر آب





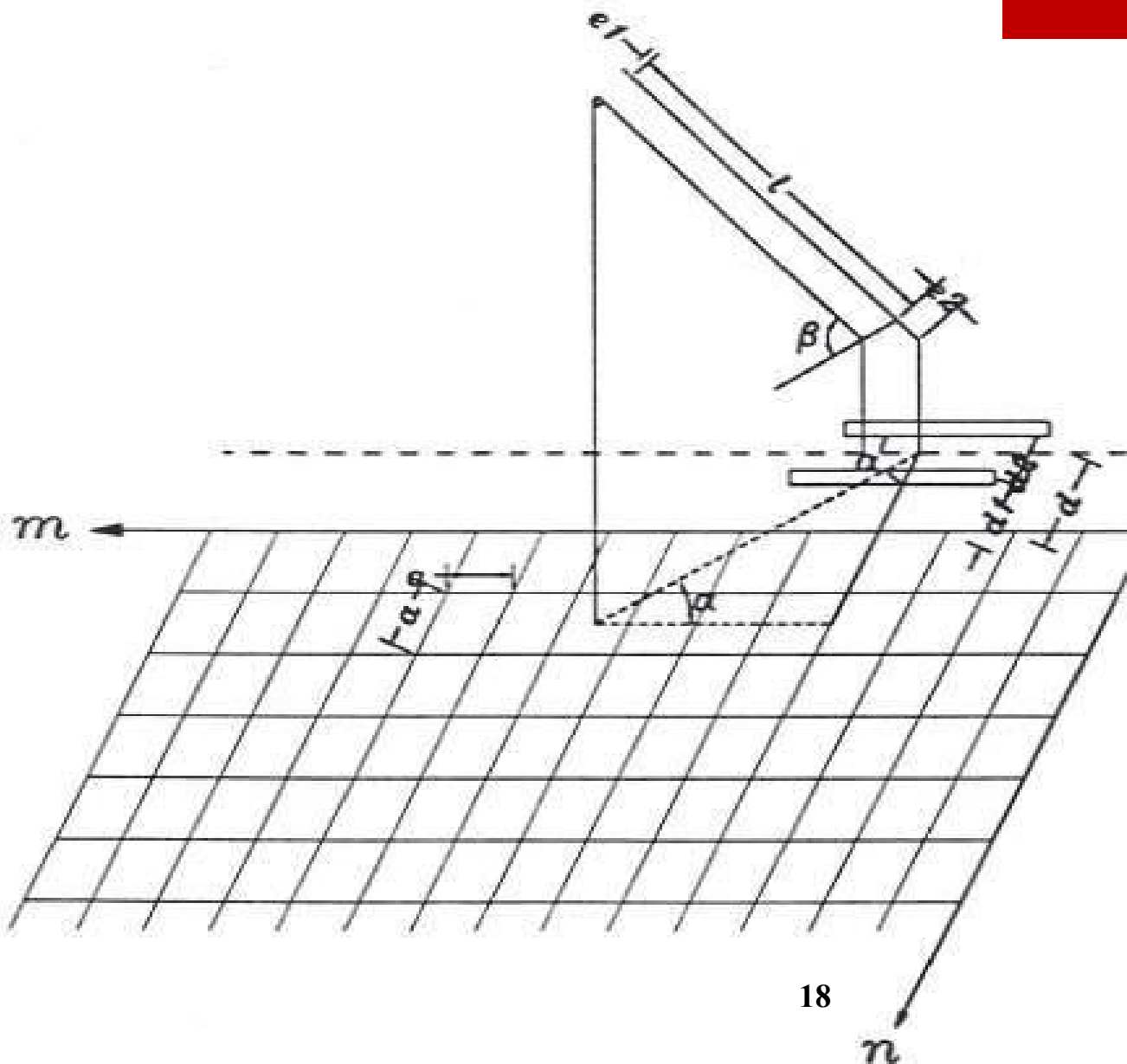
برای قراردادی حجم مشخصی از مصالح سنگی مثل
مصالح لایه های مختلف موج شکن، دو روش زیر
برای این کار وجود دارد:

□ روش تجربی

□ روش محاسباتی



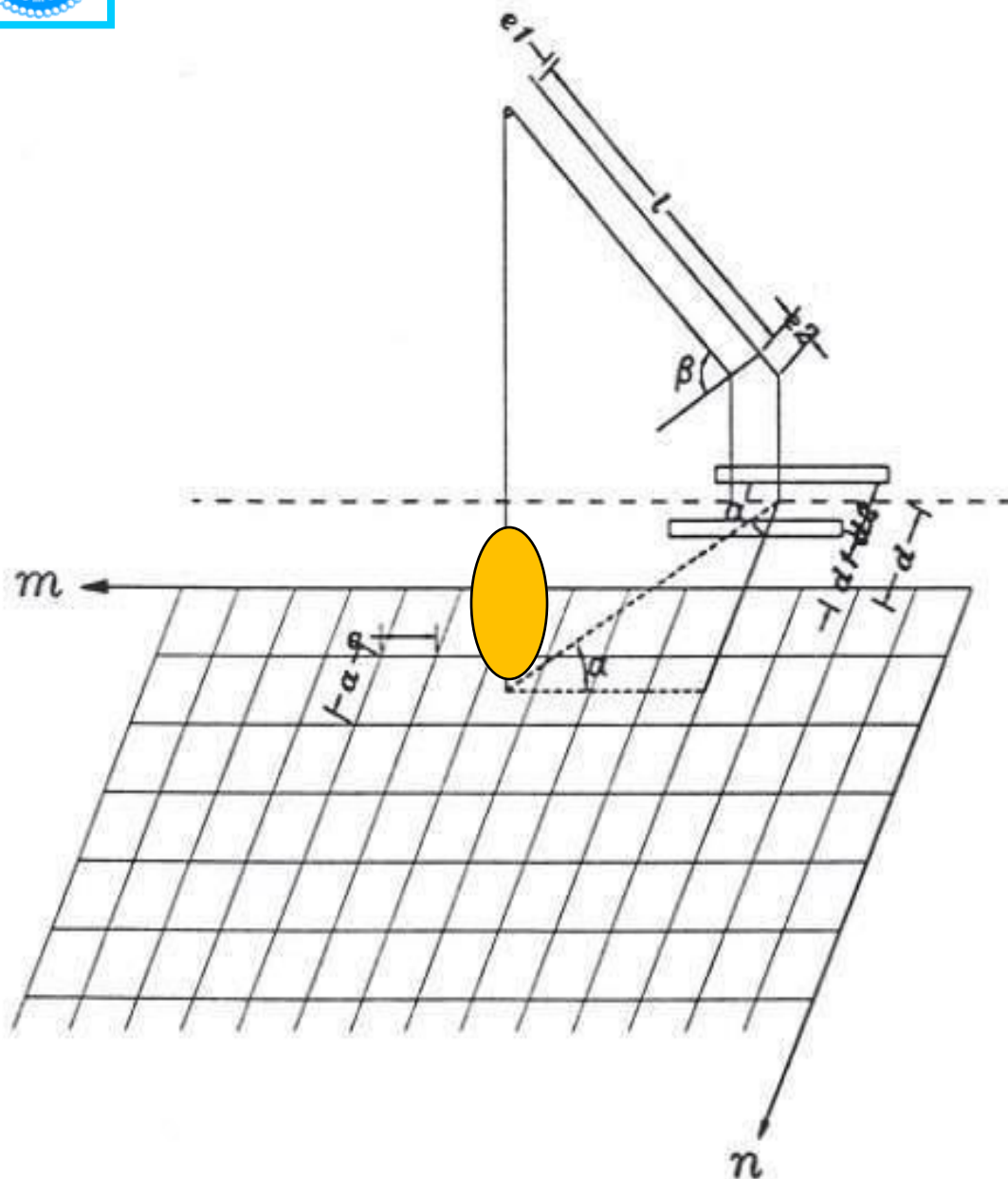
روش محاسباتی



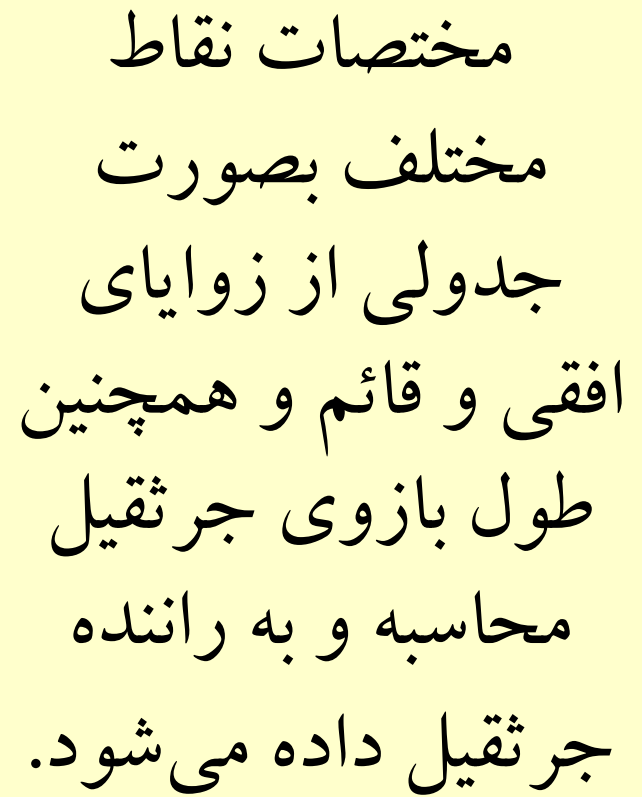
در هر نقطه روی
زمین باید
مقدار مشخصی
مصالح سنگی
ریخته شود تا
لایه مورد نظر
اجرا شود.



روش محاسباتی



راننده جرثقیل در هر نقطه
مقدار مشخصی مصالح
می ریزد تا حجم مورد
نظر به دست آید. به
زبان ساده به راننده
جرثقیل می گوئیم که
چند چنگک در کدام
نقاط بریزد.







□ در روش استقرار بطریق محاسباتی برای لایه‌های موج شکن ابتدا با چنگک توده‌ای از این مصالح را برداشته و بر روی زمین در خشکی به صورت آزمایشی می‌ریزند. ابعاد متوسط این توده به عنوان ابعاد واحد محاسباتی در نظر گرفته می‌شود.

□ راننده باید در هر نقطه یک یا چند چنگک مصالح بریزد. جدول مختصات نقاط داده شده به راننده و فاصله نقاط باید مشخص باشد تا راننده مقدار کافی از مصالح در هر نقطه بریزد.

□ خصوصیات روش محاسباتی

(۱) الزام وجود راننده آشنا با مختصات در جهت کاربرد بهینه از جرثقیل

(۲) دقت بیشتر در اجرای لایه ها و عدم نیاز به بازدید زیر آبی پس از هر برداشت

(۳) امکان اصلاح اشتباهات مربوط به اجرای اضافی یا کسری مقطع با دقت کافی و صرف وقت کم



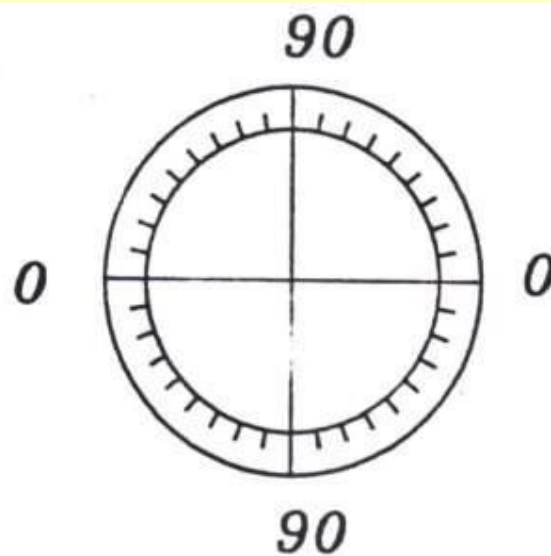
❑ جرثقیل باید دارای نشانگر زاویه قائم و افقی بازو باشد

❑ اگر جرثقیل بر روی بازوی خود فقط دارای نشانگر زاویه قائم بوده و فاقد نشانگر زاویه افقی باشد می‌توان شابلونی ساخت و روی جرثقیل نصب نمود.

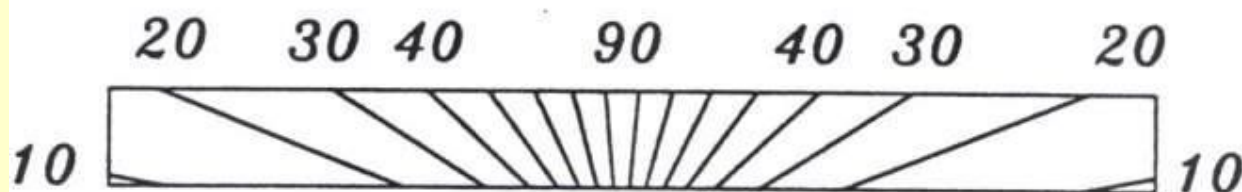
❑ نصب شابلون نشانگر زاویه افقی طوری صورت می‌گیرد که راننده جرثقیل بتواند بکمک شاخصی که در زیر اطلاق سمت راست راننده و در معرض دید وی می‌باشد زوایا را قرائت نماید.



دو شکل مختلف از شابلونهای نصب شده بر روی جرثقیل برای تنظیم زاویه افقی



شابلون زاویه دار افقی (نصب در زیر اتاق)





شابلون نصب شده بر روی جرثقیل زیر اتاق برای تنظیم زاویه افقی بازو



کنترل دیجیتال زوایا در جرثقیلهای جدید

استقرار توده سنگی به کمک جرثقیل در روش تجربی

□ خصوصیات روش تجربی :

(۱) وجود مباشر و راننده جرثقیل با تجربه در امور استقرار سنگ

(۲) کنترل دائمی اجرای لایه ها توسط غواص

(۳) اصلاح اشکالات با صرف وقت زیاد و دقت کم



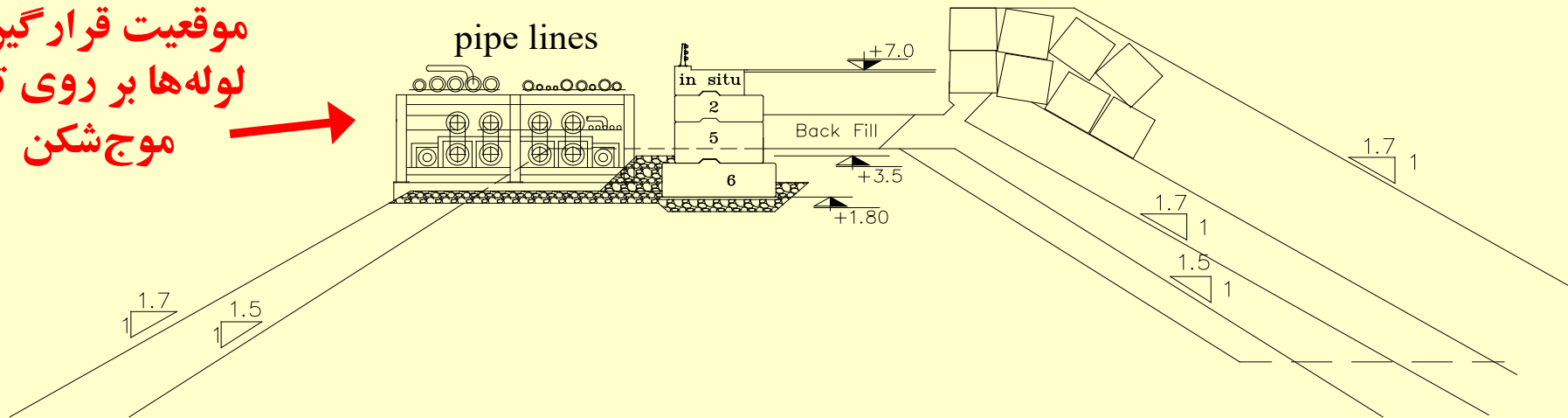
اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

عبور خطوط لوله محصولات نفت و گاز از روی تاج موجشکن

علت عبور خط لوله از روی تاج موج شکن

وجود اسکله در وجه داخلی موج شکن و لزوم انتقال محصولات نفت و گاز به محل اسکله ها

موقعیت قرار گیری
لوله ها بر روی تاج
موج شکن





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

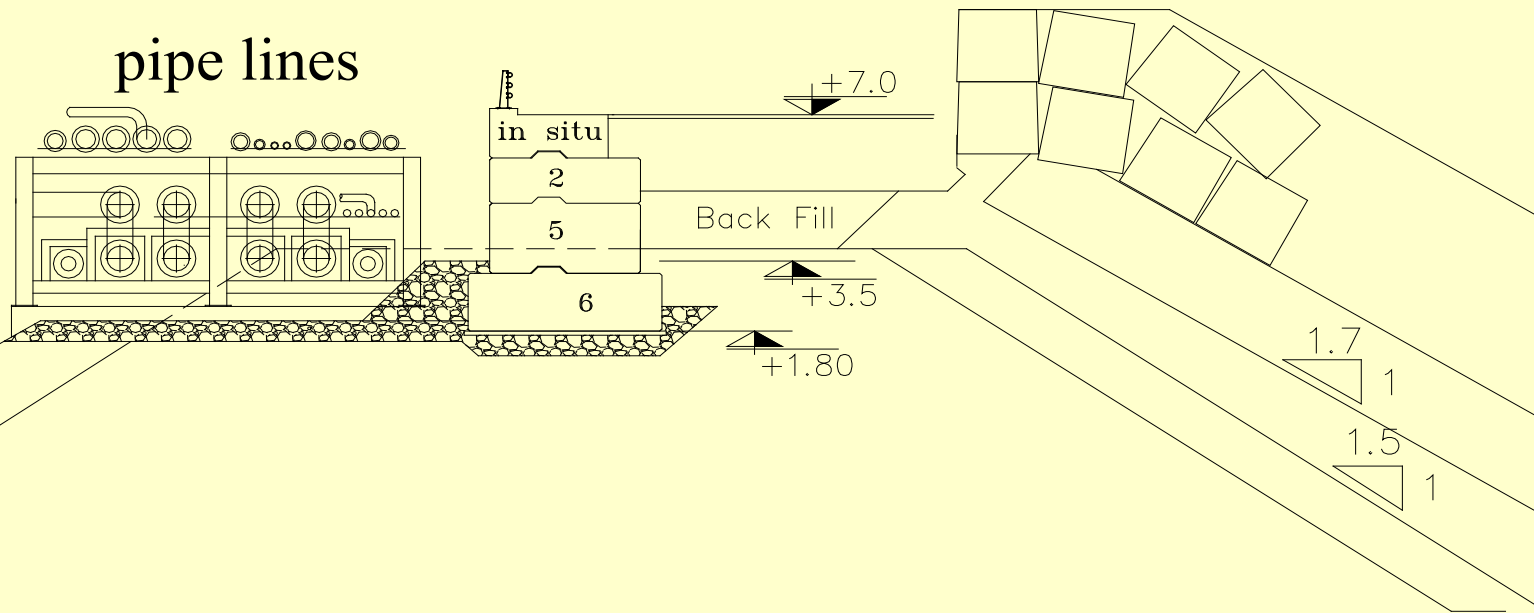
اسکله

محل استقرار خطوط لوله

اسکله



pipe lines



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



محل استقرار خطوط لوله

اسکله



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

محل استقرار خطوط لوله

2004 4 6



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اسکله



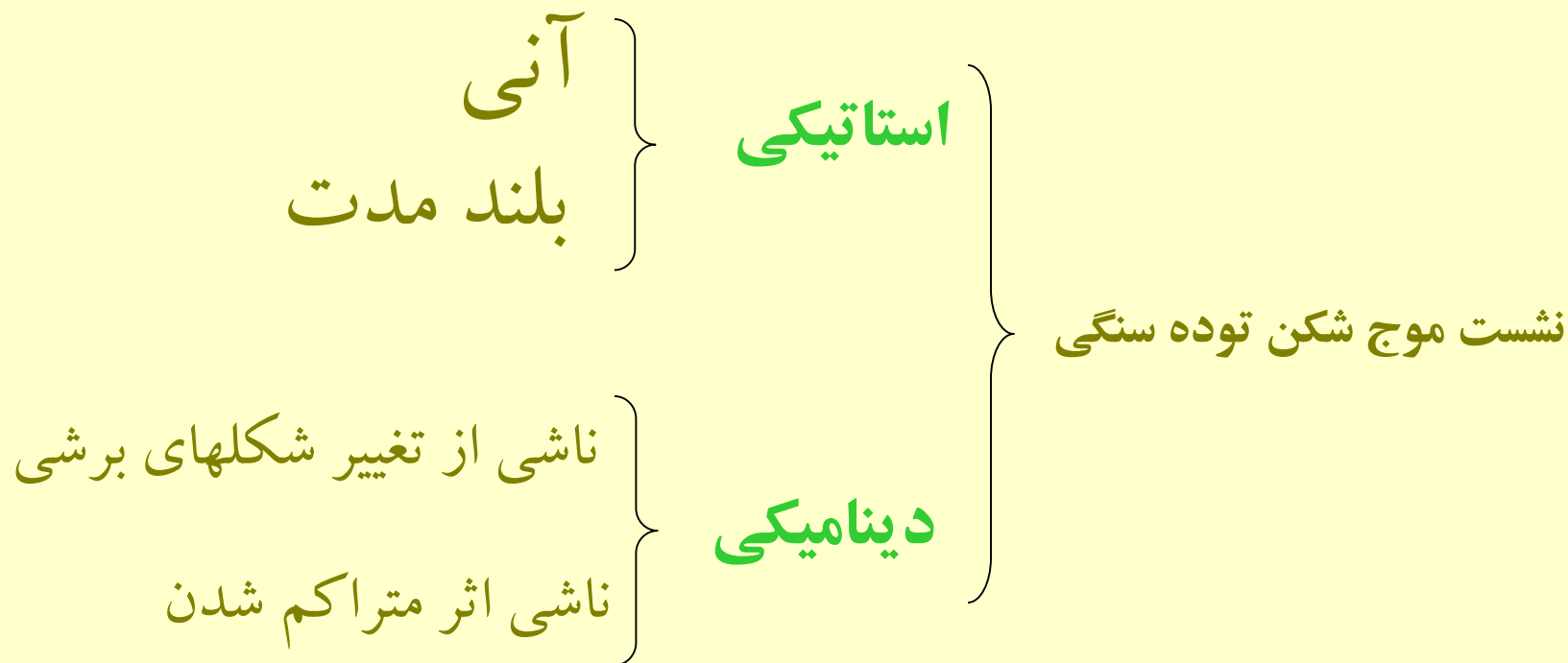
2004 4 6



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مشکل خط لوله روی موج شکن ها:

نشست موج شکن ها و حساسیت خط لوله نسبت به نشست تکیه گاهها





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

روش های بر آورد نشست تکیه گاه خط لوله مستقر بر موج شکن

مدلسازی فیزیکی

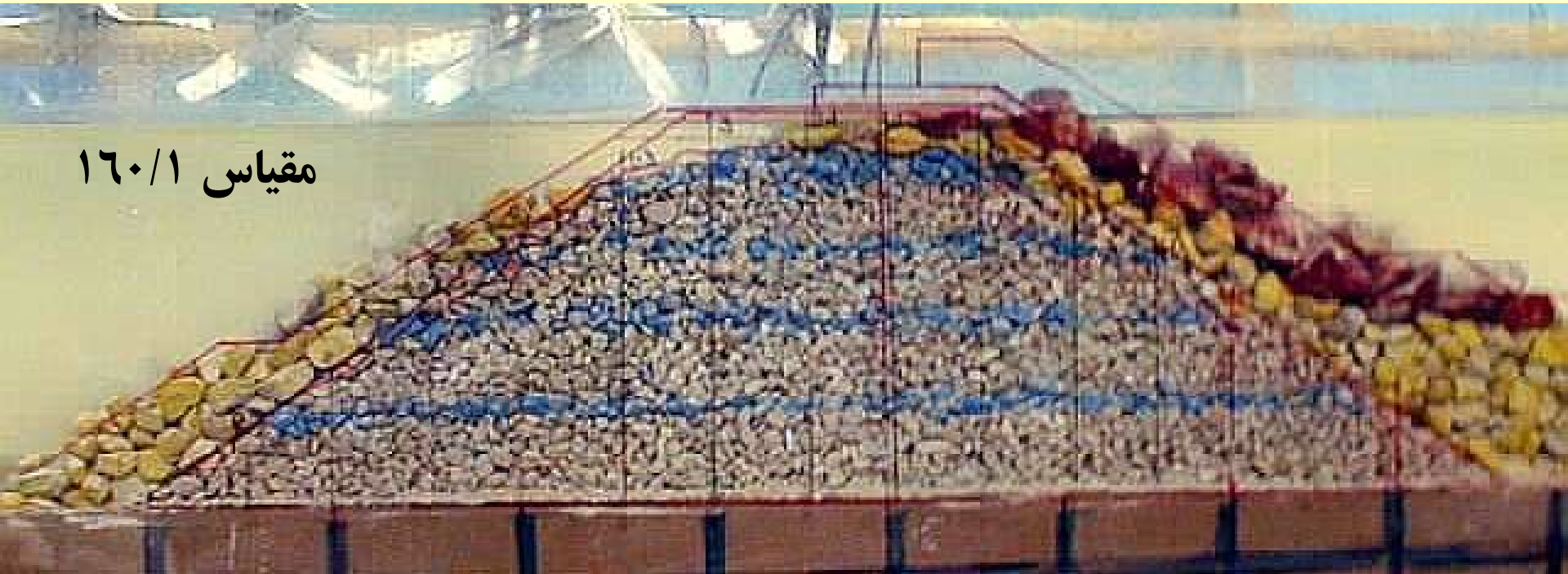
مدلسازی عددی



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مدلسازی فیزیکی موج شکن برای مطالعه نشست و تغییر شکل

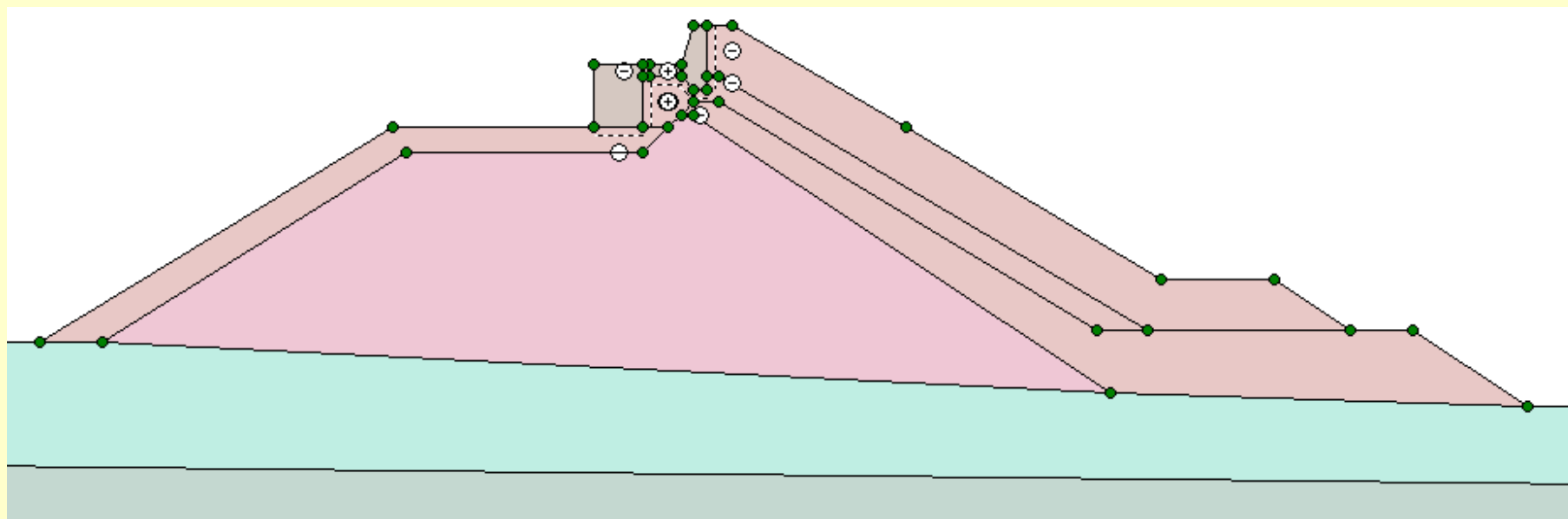
مقیاس ۱/۱۶۰





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مدلسازی عددی موج شکن برای مطالعه نشست و تغییر شکل





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

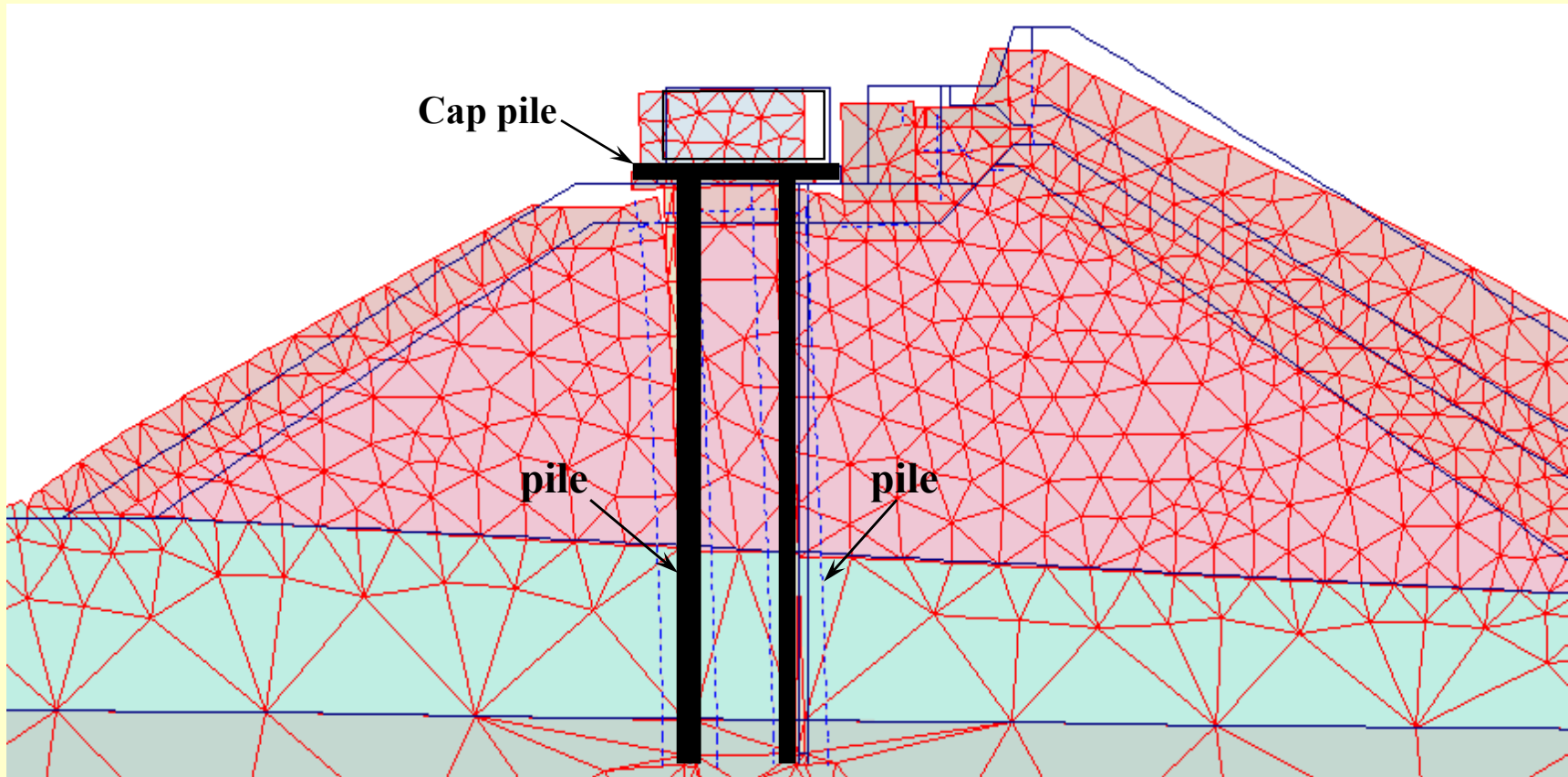
به دلیل نشست های زیاد بدنه موج شکن های
توده سنگی امکان عبور برخی خطوط لوله
(حساس به نشست) از روی تاج موج شکن بدون
در نظر گرفتن تمهیدات خاص وجود ندارد.

بعنوان یک راهکار می توان از پی عمیق در تکیه
گاههای خط لوله استفاده نمود.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

مدلسازی عددی در صورت استفاده از پی عمیق زیر خط لوله





محل استقرار خطوط لوله

سر شمع





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

محل استقرار
خطوط لوله

سر شمع



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

کنترل کیفیت موج شکن هنگام ساخت



کنترل هندسی مقاطع موج شکن

برای کنترل مقاطع بالای تراز آب می‌توان از دوربین نقشه برداری استفاده کرد.

برای کنترل مقاطع در زیر تراز آب از روشهای مختلفی می‌توان استفاده کرد. ساده‌ترین روش استفاده از یک شاخص بلند (میرفلزی) است که توسط جرثقیل در محل موردنظر قرار گرفته و از روی موج شکن با دوربین نقشه برداری تراز مربوطه قرائت شود.

استقرار دوربین نقشه برداری روی موج شکن





میرفلی :

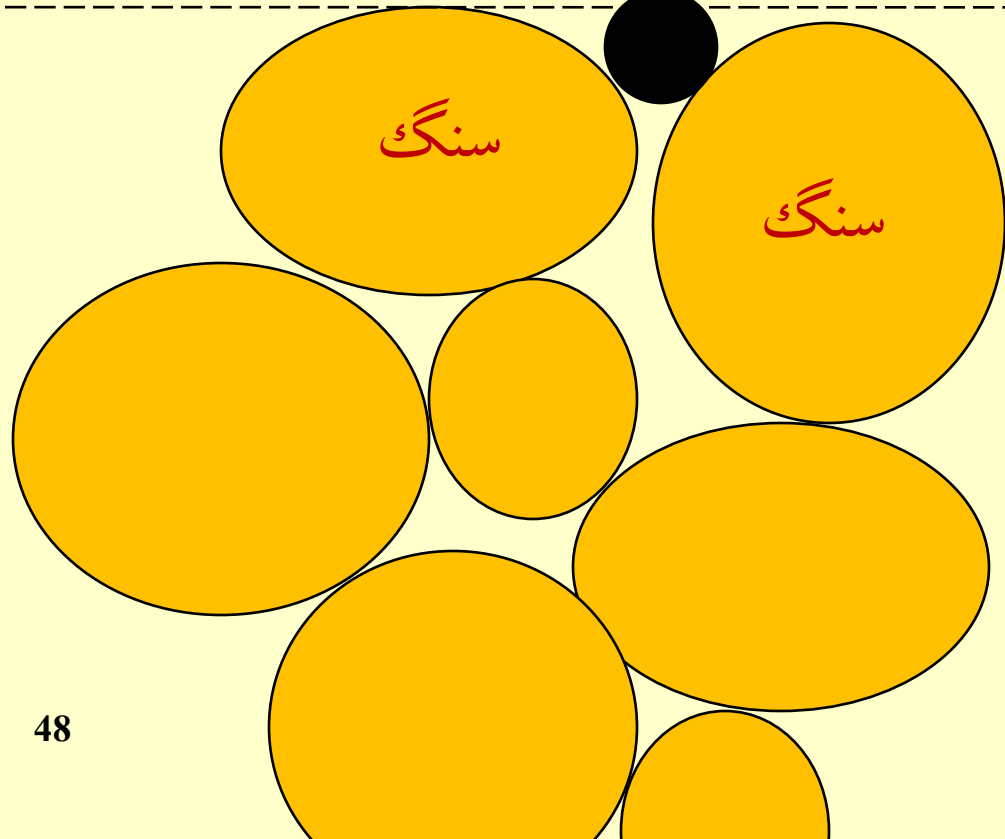
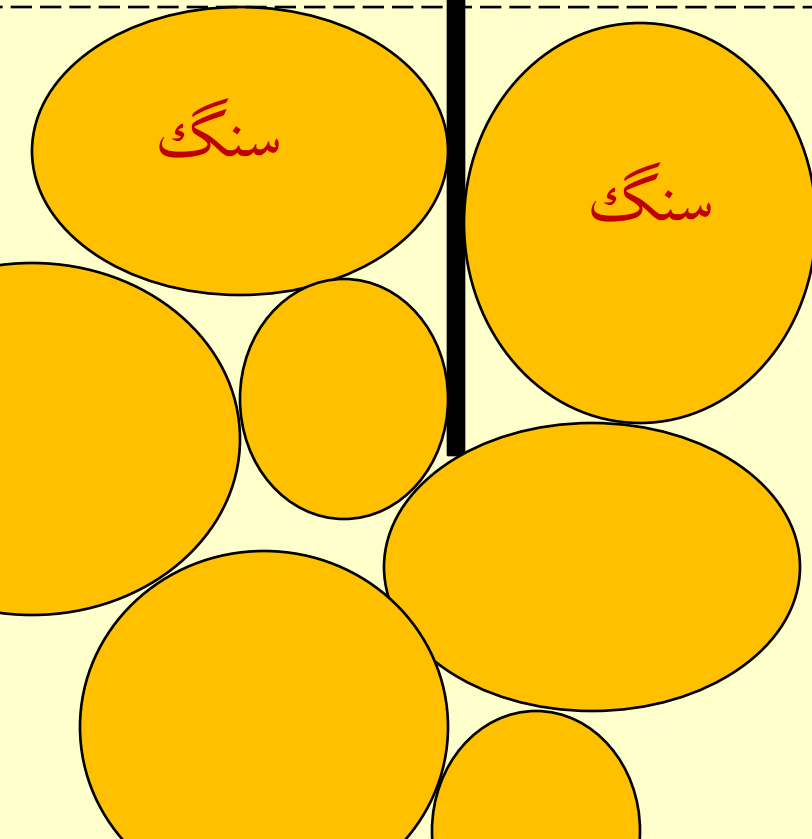
این شاخص بطول تقریبی ۱۲-۱۰ متر بوده و اغلب از دو عدد نبشی که بهم جوش شده و مقطع مربعی را ایجاد می کنند تشکیل شده است. در انتهای این شاخص گوی بقطر تقریبی ۴۰ سانتیمتر جوش می شود. هر چهار طرف این شاخص مانند میرهای نقشه برداری معمولی مدرج می گردد و بطوریکه هنگام نقشه برداری شاخص در هر که جهتی قرار گیرد، امکان قرائت وجود داشته باشد.



میر
نامناسب

میر مورد استفاده باید ته
گرد باشد تا در فاصله بین
سنگها فرو نرود

میر
مناسب



کنترل کیفیت سنگ

□ تعداد آزمایشهای متداول سایت نباید از حداقل های داده شده در فایل "انتخاب، جداسازی و حمل مصالح سنگی" این درس کمتر باشد.

□ مهندس کارگاه باید بتواند در هر زمان روی محموله سنگ که به نظر می رسد عیب دارد، آزمایشهای لازم را انجام دهد.



اقتصادی است که کنترل کیفیت مصالح موج شکن در معدن صورت بگیرد. زیرا باعث می شود که میزان مصالح حمل شده از معدن و مصالح ارجاعی کاهش یابد. اما به هر حال کنترل کیفیت در محل ساخت موج شکن نیز لازم است تا بتوان اثرات احتمالی انتقال مصالح را بررسی کرد.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

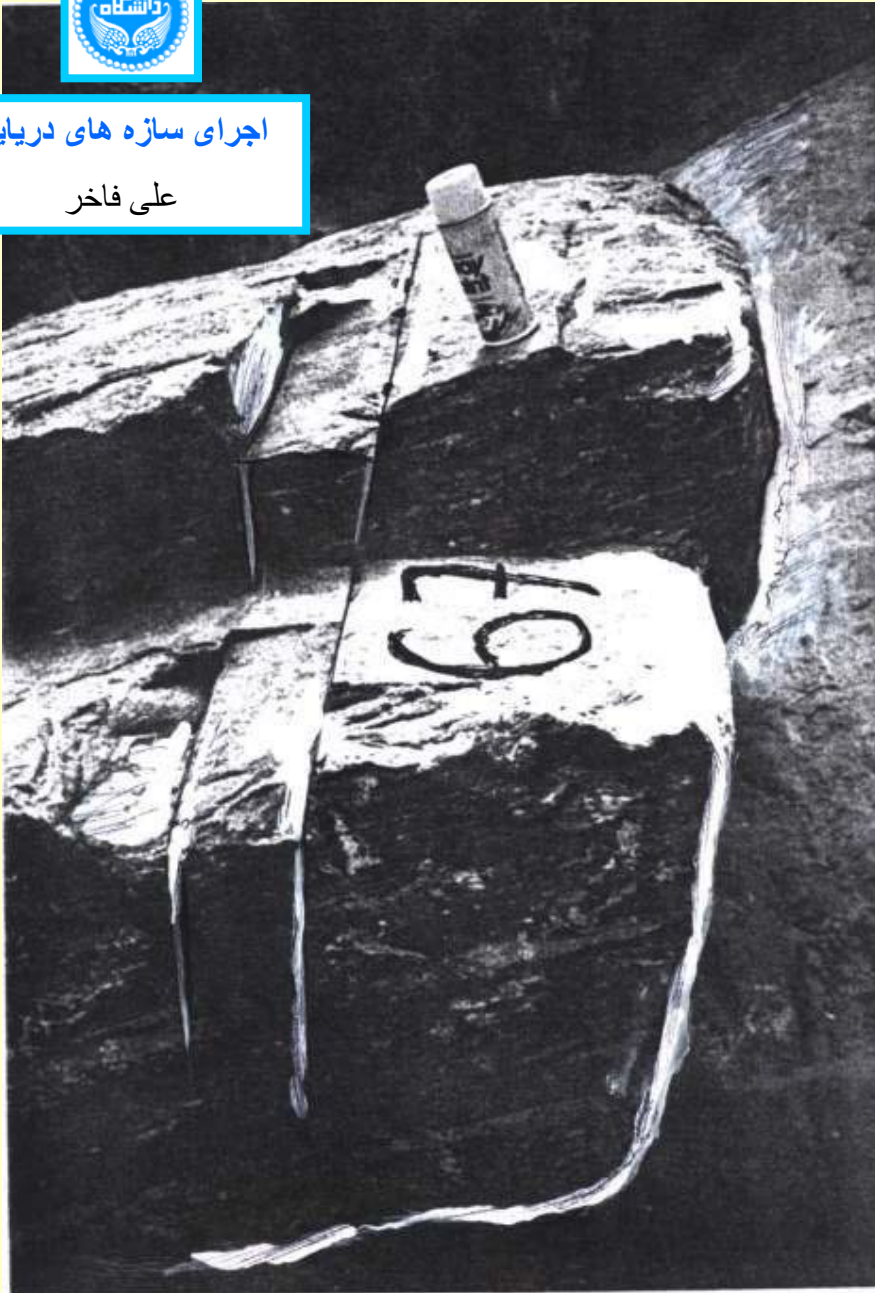
□ سنگهای با ناپیوستگی و ترک که بر اثر انفجار یا به صورت طبیعی در آنها بوجود آمده و می تواند منجر به شکستن آنها در حین حمل و جابجایی و کارهای اجرایی شود، باید از رده خارج شوند.

□ طراح و مسئول کنترل کیفیت باید انبار سنگها را از نظر ترک و شکستگی مصالح بازبینی کنند. همچنین باید طریقه حمل و بلند کردن سنگها بررسی شود و در صورت لزوم روشهای جدیدی پیشنهاد گردد.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

مرجوع کردن
بلوکه های ترک دار

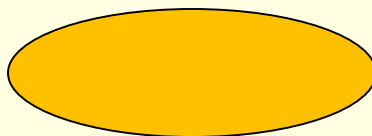
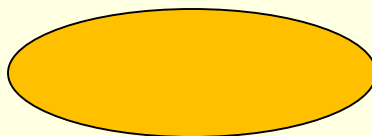


اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

آزمایش انداختن بلوکهای ترک دار

می توان تعدادی از بلوکهای ترک دار را از ارتفاع سه متری بر روی بلوکهای دیگر انداخت. با این کار اطلاعات سودمندی برای طراح و مسئول کنترل کیفیت به دست می آید.





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

آزمایش بر قطعات سنگین (۳-۱۰ تن)

نام آزمایش	حداکثر فاصله بین آزمایشات (تن)
آزمایش دسته بندی و وزن میانگین	۲۰۰۰۰-۵۰۰۰
آزمایش نسبت ابعادی (طول به عرض)	۲۰۰۰۰-۵۰۰۰
تعیین چگالی	۵۰۰۰
تعیین میزان جذب آب	۵۰۰۰
آزمایشات کامل خصوصیات	در ابتدا و هر وقت که تغییراتی مشاهده شد
آزمایش پایایی در برابر شرایط آب و هوایی	در ابتدا و هر وقت که تغییراتی مشاهده شد



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

یک سری کامل آزمایش سنگ در شروع
کار روی مصالح سنگی صورت می
گیرد. ولی آزمایش دانسیته و جذب آب
مرتب حین کار انجام می شود.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



الك کردن مصالح برای کنترل دانه بندی



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

نمونه‌ای از سنگ معدن نامناسب که جنس نامرغوب و شکستگی دارد .



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر



نمونه‌ای از مغزه نامناسب که حاوی مقدار زیادی خاک و ریزدانه است.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

کنترل کیفیت شکل سنگهای بزرگ

□ آنها درصد کمی از سنگها می تواند نسبت طول به عرضشان از مقدار حدی که معمولاً برابر 3 است بزرگتر شود.



اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

اندازه گیری ابعاد سنگها



درصد کمی از سنگها می تواند نسبت طول به عرضشان از مقدار
حدی که معمولاً برابر ۳ است بزرگتر شود.



اجرای سازه های دریایی

علی فاخر

روش کنترل وزن سنگهای بزرگ

□ چند بلوک مبنا وزن می شود و وزن آنها رویشان نوشته می شود. با مقایسه بصری راننده ماشین می توان وزن بلوک را تشخیص داد.

□ بار کامیون یا دمپر روی باسکول وزن می گردد و با شمردن تعداد بلوکها وزن میانگین آنها محاسبه می شود.

□ برای بلوکهای تقریباً مستطیلی، می توان ابعاد مکعب مستطیل محاط بر آنها را محاسبه کرد. سپس با دانستن چگالی، وزن بلوکها را محاسبه کرد. این مقادیر کمی دست بالا است.



کنترل کیفیت چیدمان سنگ ها

❑ نکته اساسی در چیدمان سنگها به خصوص قطعات آرمور این است که سنگها با هم قفل و بست خوبی داشته باشد.

❑ روش چیدمان آرمور ابتدا باید روی یک پانل آزمایش و یا یک مقطع مورد بررسی قرار گیرد.

❑ برای تأیید بیشتر روش چیدمان می توان از مدل فیزیکی استفاده کرد. بخصوص برای بلوکهای بتنی جدید، نحوه اجرا و چیدمان بلوکها در کنار هم با مدل فیزیکی (ماکت) مطالعه می شود.

مدل فیزیکی موج شکن بندر پتروشیمی عسلویه برای کنترل پایداری در برابر موج و انتخاب روش چیدمان آرمور (۱۳۸۳)



مدل فیزیکی موج شکن بندر پتروشیمی عسلویه برای کنترل پایداری در برابر زلزله (۱۳۸۲)





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

بازرسی چشمی و کنترل نحوه نصب سنگها

بندر انزلی ۱۳۹۰



قرارگیری دو لایه آرمور بر روی یکدیگر و شکستن برخی
بلوکها که پس از بازرسی باید تعویض شوند





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر



اگر وضعیت آب اجازه دهد، بازدید و بازرسی زیر آبی از آخرین وضعیت موج شکن اجرا شده و کنترل نحوه نصب سنگها در زیر آب توسط غواص متخصص الزامی است.



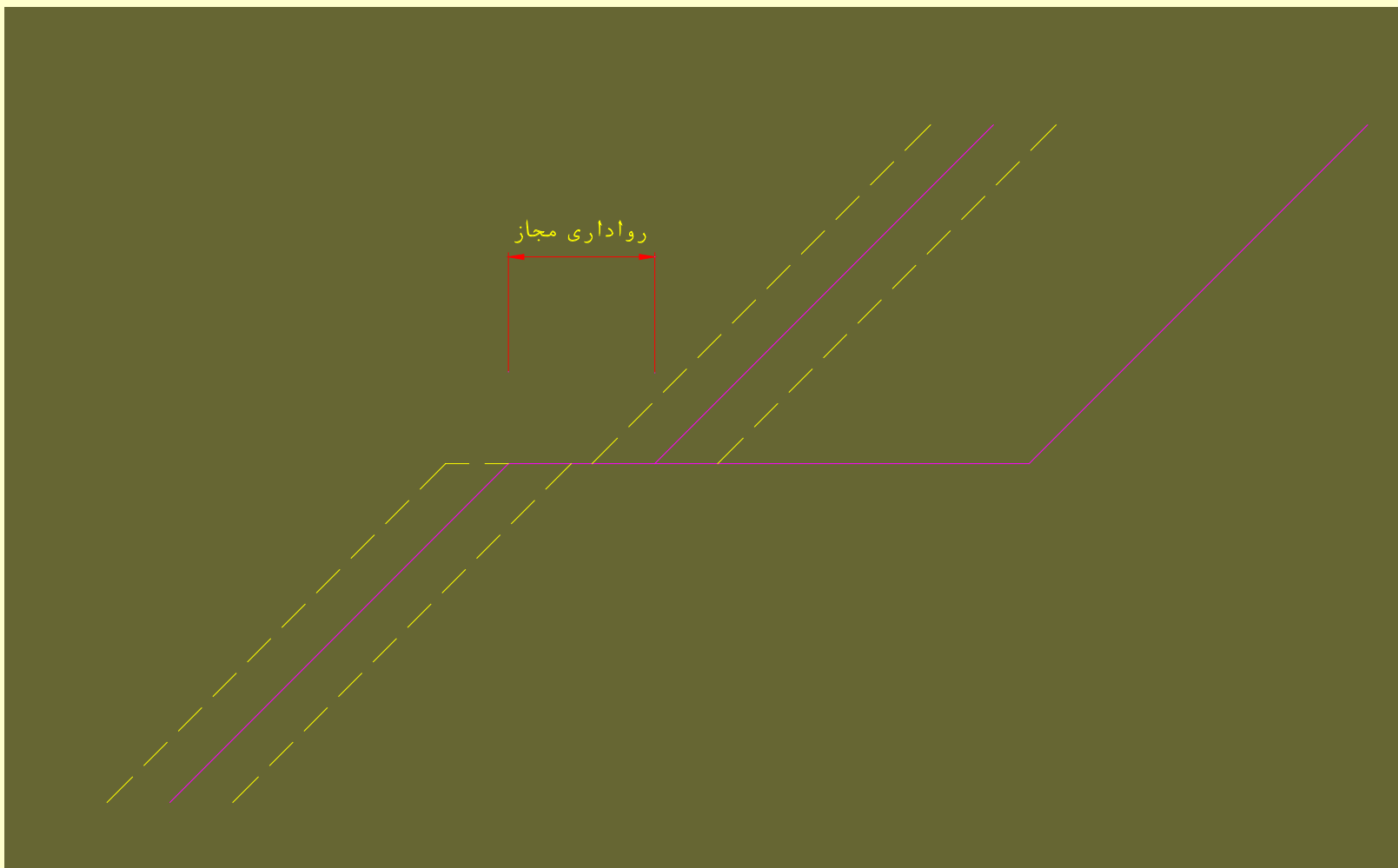
کنترل چیدمان آرمور به کمک غواص در بندر پتروشیمی عسلویه
در عمق آب ۳۵ متر

رواداری‌های نصب

- ☐ لایروبی ۵۰۰ میلیمتر
- ☐ ریختن شن : افقی ۳ متر - قائم ۵۰۰ میلیمتر
- ☐ تسطیح با شناور ۲/۰ متر
- ☐ رواداریهای فوق باید در طراحی مورد ملاحظه قرار گیرد.
- ☐ رواداریهای اجرای سنگریزها در عمل بستگی به اندازه سنگها و ابعاد لایه ها دارد .



تعریف رواداریهای مجاز در اجرای برم





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

ملاحظات طراحی موج شکن ها از دیدگاه اجرا



ملاحظات طراحی موج شکن ها از دیدگاه اجرا

طراحی موج شکن باید بر مبنای ملاحظات ذیل باشد:

۱- عملکرد مورد نیاز

۲- شرایط محیطی

۳- دسترسی مصالح

۴- ملاحظات اجرایی

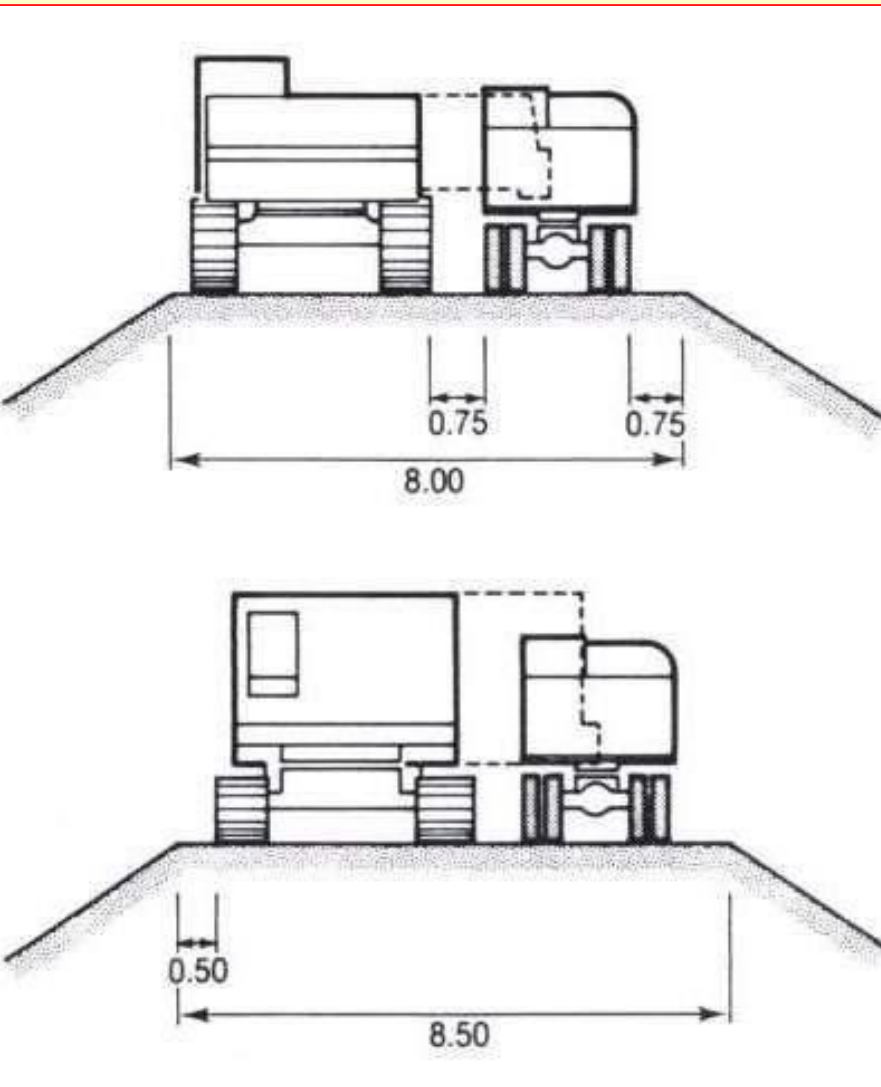
مورد اول و دوم موضوع مراجع طراحی است. مورد سوم تا حدودی در مباحث تولید مصالح سنگی در معادن بحث شد.

مورد چهارم در اسلاید بعدی به طور خلاصه تشریح می گردد.



ملاحظات اجرایی طراحی موج شکن ها

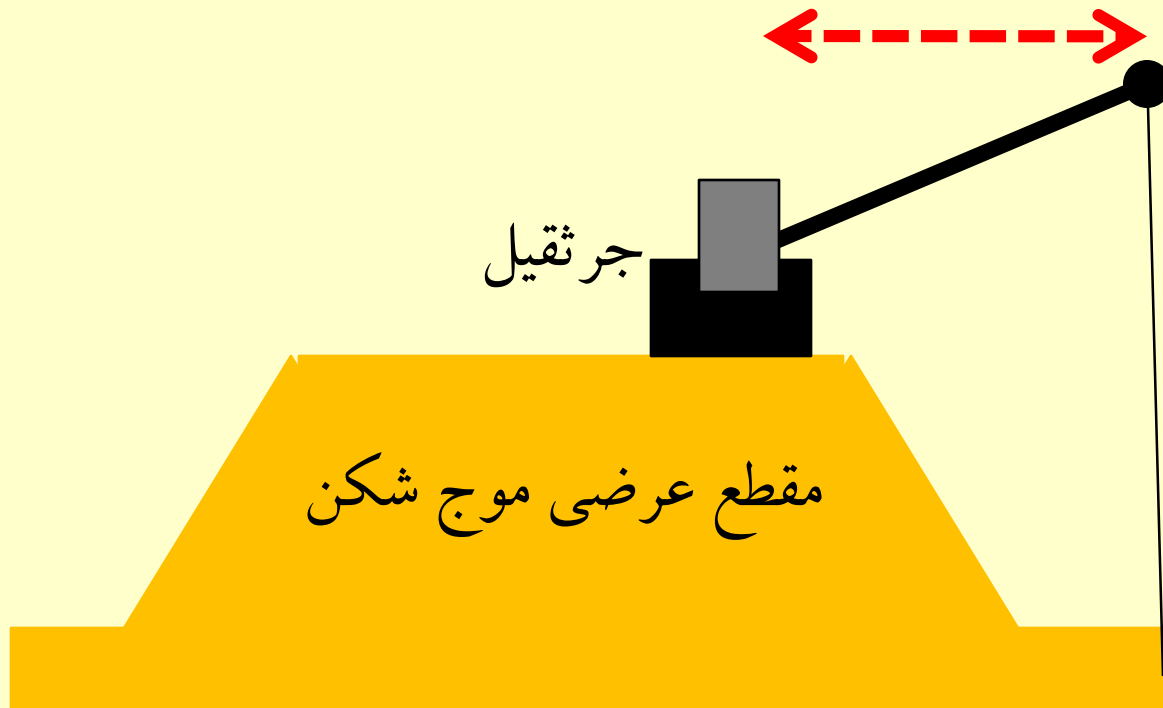
برای اجرای از خشکی،
عرض تاج موج شکن
باید اجازه عبور و مرور
ماشین آلات را بدهد.





ملاحظات اجرایی طراحی موج شکن ها

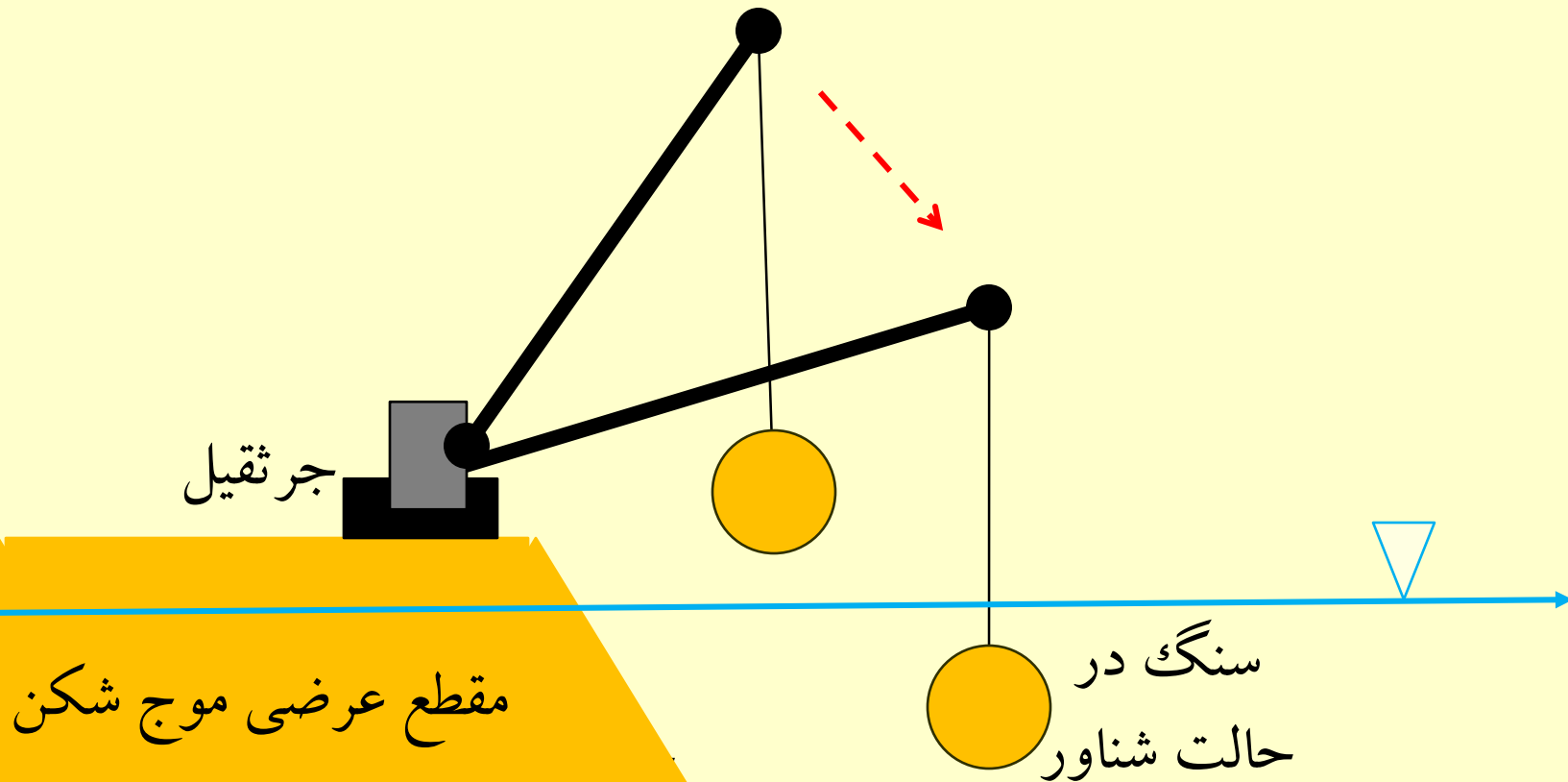
ظرفیت مورد نیاز جرثقیل براساس حداکثر وزن سنگی که باید در بیشترین فاصله قراردهی شود، محاسبه می شود. این بدین معنی است که مصالح در پاشنه و برم موج شکن تعیین کننده ظرفیت جرثقیل است.





ملاحظات اجرایی طراحی موج شکن ها

گاهی می توان از شناوری برای انتقال سنگها و استفاده از جرثقیل با ظرفیت کمتر استفاده کرد.





ملاحظات اجرایی طراحی موج شکن ها

گاهی می توان از تجهیزات شناور به منظور انتقال سنگها و استفاده از جرثقیل با ظرفیت کمتر استفاده کرد.





اجرای سازه های دریایی
علی فاخر

تعمیر موج شکن ها



برخی علل نیاز به تعمیر در موج شکن

بکارگیری مصالح سنگی نامناسب مثل
سنگهای شکننده یا سنگهای انحلال پذیر و
همچنین وقوع طوفان و زلزله می تواند
موجب نشست یا خرابی جزئی و نیاز به تعمیر
موج شکن شود.



تأمین مصالح برای تعمیر موج شکن

□ سنگهای آرمور را می توان دوباره مورد استفاده قرارداد

□ برای تأمین مصالح، انبار ذخیره در سایت که در اجرای اولیه مورد استفاده قرار گرفته باید مورد ملاحظه قرار گیرد.



تجهیزات تعمیر لایه آرمور

روش	وسیله بلند کردن	توضیحات
بیل مکانیکی چرخ زنجیری	Bucket	انتخاب و نصب سریع قطعات
بیل مکانیکی چرخ دار	Bucket grapple grab	فقط در مواردی که راه سخت در دسترس است، سنگها کوچک است و نقطه مورد نظر کوتاه باشد.
جک آپ یا بارج با جرثقیل یا بیل مکانیکی	Bucket grapple grab	برای سایتهایی که خشک نیست و مسیر عبور در تاج موج شکن وجود نداشته باشد.
استفاده از گوه و قرقره و طناب	زنجیر و قلاب	مناسب برای جاهایی که سنگ ها را نمی باید در عرض سازه جابجا کرد.



موفق باشید