



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

اجرای موج شکن های خرده سنگی

## حفاری و تولید قطعات سنگی

۱

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## حفاری و تولید سنگ در معادن

یعنی

حفاری و انبار کردن سنگ در دسته هایی  
به ابعاد مختلف به صورت آماده حمل

## حفاری سنگ با انفجار یا روش های دیگر انجام میشود.



## حفاری و تولید قطعات سنگی در معدن اهمیت زیادی در اجرای موج شکن ها دارد.





اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

عناوین مورد بحث در خصوص  
حفاری و تولید قطعات سنگی



مشخصات معدن سنگ

حفاری سنگ در معدن

انتخاب و حمل سنگ



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

مشخصات معدن سنگ

## انواع معدن



دو نوع معدن یا محل  
تامین مصالح سنگی و  
سنگدانه داریم:



۱- خشکی

۲- دریایی

v

## معدن دریایی



در برخی از پروژه‌ها تأمین شن از کف دریا  
ممکن است.

اگر موج شکن در آب عمیق احداث شود، لایه های زیرین موج شکن معمولاً در معرض جریان و موج نیستند و می توان از مصالح حاصل از لایروبی برای احداث موج شکن استفاده کرد.

### بندر پتروشیمی پارس

ریختن مصالح لایروبی در دریا برای احداث لایه های زیرین موج شکن



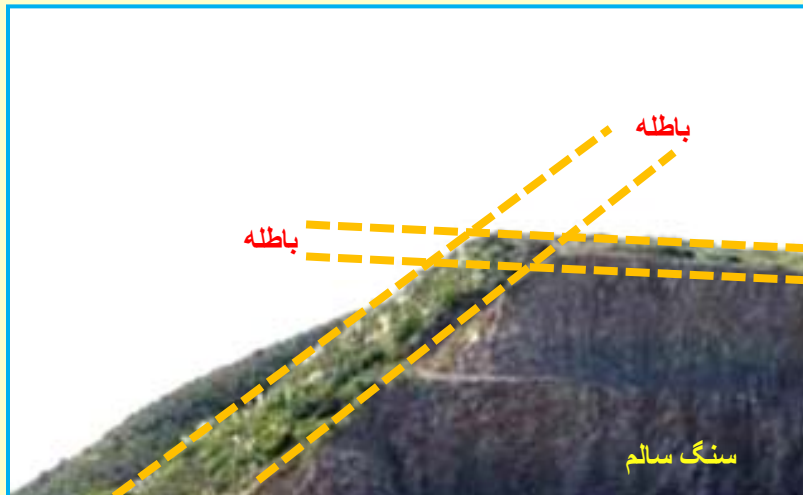
□ معادن خشکی متداول هستند.

□ احداث راه دسترسی برای استفاده از معدن خشکی لازم است.

□ برای ایجاد جبهه کاری در معدن باید باطله برداری کرد.



برای ایجاد یک جبهه کاری در معدن باید باطله برداری کرد و ضخامت کمی از سطح خارجی سنگ را برداشت.



## معادن دائمی و موقت تامین مصالح سنگ

گاهی می توان از معادن دائمی تامین سنگدانه های ساختمانی و مراکز تامین سنگ در منطقه برای تامین بخشی از مصالح مورد نیاز موج شکن استفاده کرد. ولی اغلب باید معدنی موقت را در نزدیکی هر پروژه راه اندازی نمود.



معادن دائمی تامین سنگ در منطقه خمیر در غرب بندر عباس مثالی از معادن دائمی تامین سنگ هستند.

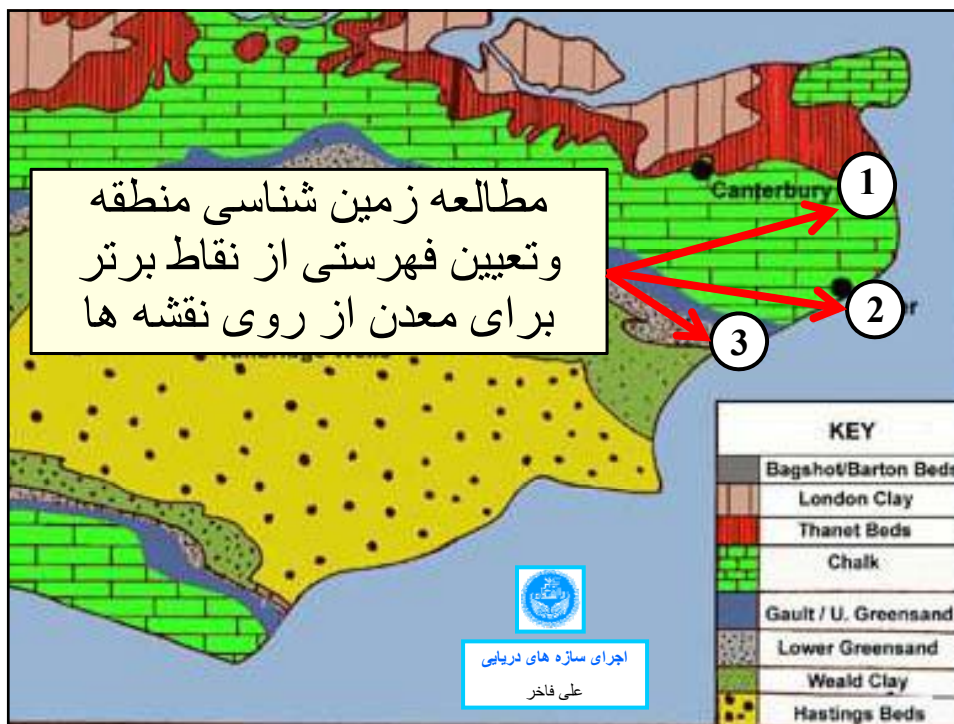
## مراحل ارزیابی معادن و یافتن سنگ مناسب برای یک پروژه

- ۱- مطالعه زمین شناسی منطقه.
- ۲- تعیین فهرستی از نقاط برتر برای معدن از روی نقشه.
- ۳- انجام بازدید از نقاط برتر.
- ۴- تعیین فاصله معدن تا پروژه و ارزیابی کیفیت راههای دسترسی به معدن و نحوه رسیدن به جبهه کار.
- ۵- تعیین مالکین نقاط مختلف و امکان جلب رضایت

## ارزیابی معادن (ادامه)

- ۶- بررسی ملاحظات زیست محیطی و روابط مردمی.
- ۷- ارزیابی معادن از نظر کیفیت و حجم مصالح مناسب.
- ۸- برآورد هزینه مورد نیاز برای راه اندازی معادن مورد بررسی.
- ۹- انتخاب نقطه برتر
- ۱۰- طراحی اولیه مراحل تولید و بررسی مناسب بودن نقاط مختلف در معدن برای تولید قطعات.









اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## ارزیابی نحوه رسیدن به جبهه کار در معدن



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## فاصله حمل از معدن تا کارگاه



❑ فاصله حمل مصالح مسأله مهمی برای انتخاب معدن است.

❑ حمل جاده‌ای در فواصل دور اقتصادی نیست.





اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## سرعت مورد نیاز برای تولید مصالح سنگی در معدن

حجم مصالح سنگی مورد نیاز در واحد  
زمان (با توجه به سرعت اجرای موج  
شکن) می تواند موجب نیاز به چند جبهه  
کار در یک معدن یا راه اندازی چند معدن  
و احداث چند راه دسترسی شود.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## فاصله حمل از معدن تا کارگاه

حمل دریایی اجازه می دهد که معادن در فاصله  
دورتر نیز اقتصادی شود.



## مثالی از اهمیت فاصله حمل



در هلند سنگ برای  
احداث موج شکن وجود  
ندارد و سنگ از  
سایر کشور های اروپایی  
مثل آلمان و بلژیک  
حمل می شود. لذا بخش  
عمده هزینه احداث  
موج شکن به حمل



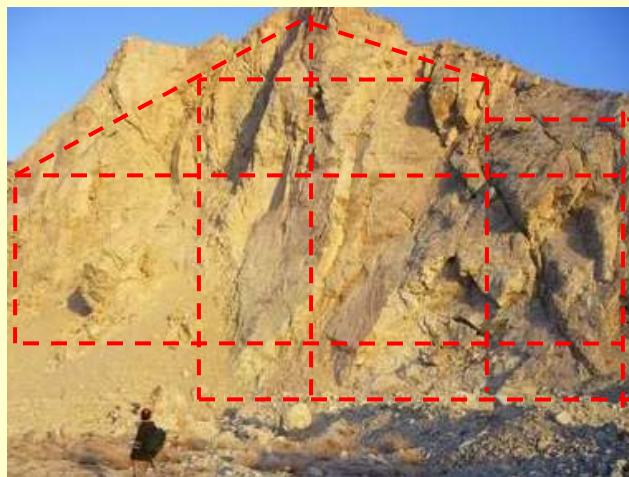
## در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی و روابط مردمی





اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## ارزیابی معدن از نظر حجم مصالح



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

معدن از نظر کیفیت و حجم  
مصالح مورد نیاز باید جوابگو  
باشد



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## ارزیابی معدن از نظر کیفیت مصالح مناسب



گمانه زنی و نمونه برداری و آزمایش نمونه ها

۲۹

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## ارزیابی معدن از نظر کیفیت مصالح مناسب



یک زمین شناس خوب  
و با تجربه و آشنا به  
منطقه میتواند با  
مشاهده لایه های  
سنگی اطلاعات  
زیادی بدون نیاز به  
آزمایش ارائه کند.

شناسایی کامل معدن شامل نقشه برداری،  
زمین شناسی، گمانه زنی و نمونه  
برداری و همچنین روشهای ژئوفیزیکی  
مثل شناسایی الکتریکی، مغناطیسی و  
لرزه های می باشد.



حفاری سنگ در معدن



## روش برداشت و ایجاد جبهه کار



یکی از متداولترین روشهای برداشت مصالح در معادن سنگ روش پله‌ای است

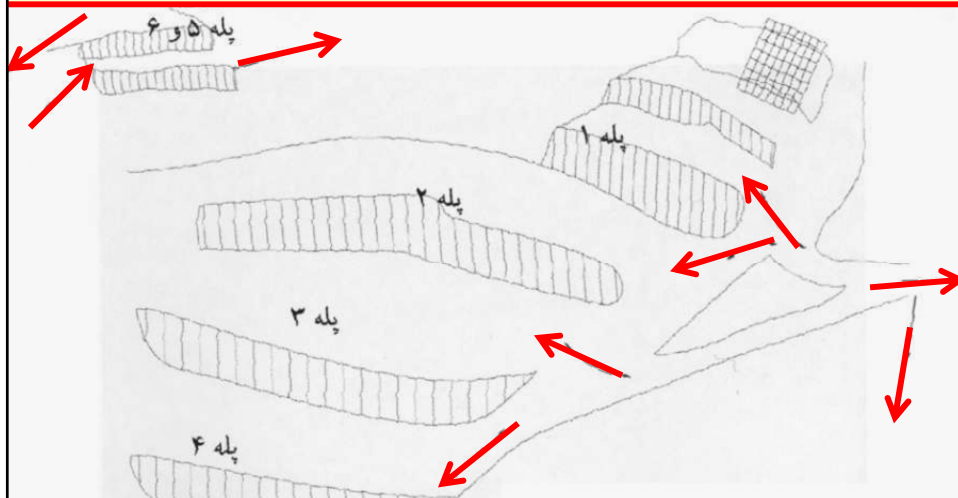
۳۳



نمای کلی از پله های یک معدن در حوالی عسلویه

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

با ایجاد راه های دسترسی بر روی پله ها  
فضای کار مناسب برای گردش لودرها و  
کامیونها ایجاد می شود.



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

راه های دسترسی به پله ها

ابعاد پله ها باید به اندازه ای زیاد باشد  
تا محدوده کافی برای استقرار و  
حرکت لودر و کمپرسی جهت  
بارگیری وجود داشته باشد.

نمایی دیگر از پله های یک معدن



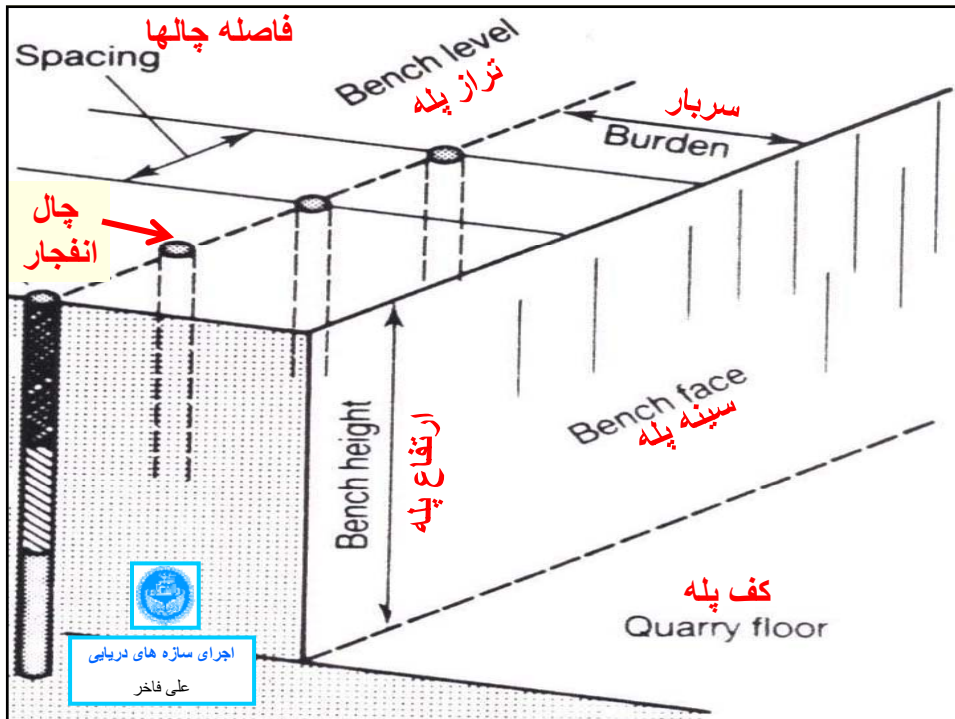
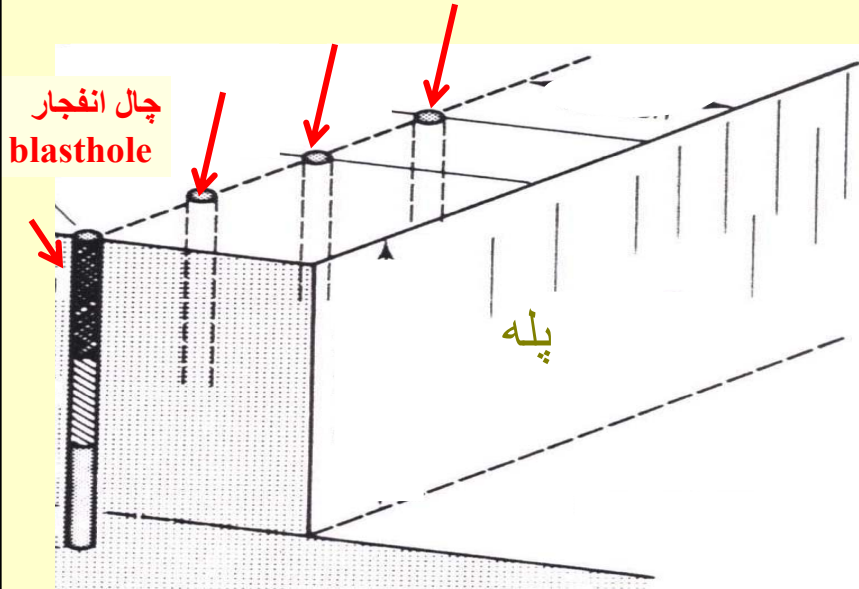
□ اضافه نمودن تعداد جبهه های کاری در یک معدن باعث فراهم آمدن امکان کار همزمان در چند نقطه و اغلب موجب افزایش راندمان برداشت مصالح می گردد.

□ تعداد جبهه کار و سرعت تولید مصالح سنگی باید جوابگوی سرعت اجرای موج شکن باشد.

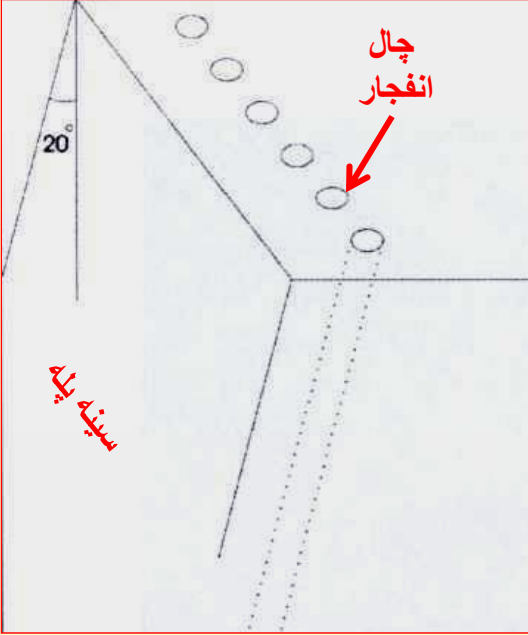
□ انفجار برای استخراج سنگ بسیار متداول است.

□ انفجار با ایجاد چال انفجار و قرار دادن مواد منفجره در درون چال صورت می گیرد.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر







The diagram shows a 3D perspective of a slope with a 20-degree angle. A series of circular blast holes are arranged along the slope. A red arrow points to one of these holes, labeled "چال انفجار" (blast hole). A dashed line represents the "سینه پله" (breastline). The text "اجرای سازه های دریایی" (marine structure construction) and "علی فاخر" (Ali Fakher) is present in the top right corner.

امکان استفاده از چال های شیبدار وقتی که سینه کار شیبدار است

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

### حفاری چال انفجار

- حفر چال با چکش دستی یا دستگاه حفاری صورت می گیرد.
- حفاری با دستگاه در معادن معمولاً توسط دریل واگن ها صورت می گیرد.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## دستگاه حفر چال



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## دستگاه حفر چال





اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## حفر با مته دستی



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## چال حفر شده





□ دستگاه های حفر چال یا دریل واگن ها به دو نوع هیدرولیکی و بادی (پنوماتیکی) تقسیم می شوند.

□ مزایای دستگاه هیدرولیکی نسبت به بادی :

- ۱- سروصدای کمتر دستگاه هیدرولیکی
- ۲- سرعت حفر یا راندمان حفاری بالاتر دستگاه هیدرولیکی
- ۳- حمل سریعتر دستگاه هیدرولیکی



## اجرای آتشکاری (انفجار)

□ در معدن سنگ برای موج شکن در يك روز اغلب بطور متوسط ۲ آتشکاری صورت می گیرد. بطور میانگین ۲۰ چال در هر آتشکاری انفجار می گردد.

□ طول چالهای حفر شده در بیشتر موارد با توجه به ارتفاع پله ۹ متر می باشد ولی چالهای ۳ و ۶ و ۱۲ متری و گاهی هم ۱۵ متری در آتشکاری دیده می شود.

## اجرای آتشکاری (انفجار)

پس از اتمام حفاری چال  
تیم آتشکاری وارد پله موردنظر شده و کار  
خرج گذاری یا قراردهی مواد منفجره در  
چال ها را آغاز می کند.

## نکته مهم در استخراج

پس از هر انفجار  
سینه کار باید کامل پاک شده و از دفن شدن  
سنگهای استخراجی و در نتیجه بالا آمدن  
کف معدن جلوگیری به عمل آید.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## معرفی مواد مصرفی در آتشکاری

- چاشنی
- دینامیت
- آنفو

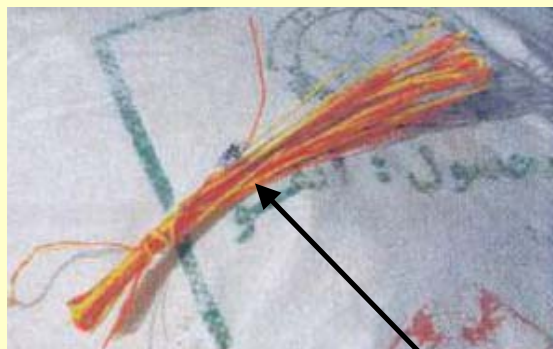
اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## چاشنی

□ چاشنی، يك كپسول الكتریكي است كه جریان الكتریسیته درون این كپسول منجر به انفجار می شود.

□ دو نوع چاشنی **آنی** و **تاخیری** وجود دارد كه در چاشنی آنی به محض انتقال برق، كپسول منفجر می گردد. ولی در چاشنی تاخیری يك نوع ماده ای وجود دارد كه انفجار چاشنی را برای مثال ۰/۰۱ یا ۰/۰۰۱ ثانیه به تاخیر می اندازد .

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



دو سیم به چاشنی متصل می شود كه وظیفه این سیمها انتقال جریان الكتریسیته به چاشنی است.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



چاشنی

جریان الکتریسیته (با شدت حدود ۲ آمپر) مقاومت  
درون چاشنی را داغ می کند و حرارت ناشی از آن  
ماده منفجره ( خرج ) را منفجر می کند.



دینامیت

دینامیت ماده ناریه اصلی در  
انفجار می باشد

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

□ اگر نیتروگلیسیرین جذب یک ماده خنثی مانند دیاتومت گردد، در هنگام جابه‌جایی به مراتب امن‌تر خواهد بود و این مخلوط در سال ۱۸۶۷ به نام **دینامیت** ثبت شد.

□ دینامیت اولین ماده منفجره قابل کنترلی به حساب می‌رود که از باروت قدرت بیشتری دارد و به عنوان جایگزین برای باروت و نیتروگلیسیرین مطرح شد.

□ بر روی دینامیت‌ها واژه «شدیداً منفجره» درج می‌شود. مفهوم این عبارت این است که این ماده قدرت تخریب بالایی دارد ولی از دسته مواد منفجره **آتش‌زا نیست**.

۵۹



## ارتباط بین چاشنی و دینامیت

□ چاشنی از لای کاغذ پوششی دینامیت در داخل دینامیت قرار می‌گیرد، سپس سیم های چاشنی به وسیله دو سیم دیگر به خارج از چال منتقل می‌شود.



□ پس از قرار دادن چاشنی در داخل دینامیت به تعدادی که چال لازم دارد دینامیت در کنار دینامیت اولی قرار داده می‌شود.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۶۱

## ارتباط بین چاشنی و دینامیت

برای فرستادن مجموعه دینامیت ها و چاشنی به داخل چال، سیم را دو بار به دور دینامیت ها می پیچند و آن را محکم می کنند و سپس مجموعه دینامیت و چاشنی را توسط همین سیم به آرامی به داخل چال هدایت می کنند.



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



## آنفو (نیترات آمونیوم)

آنفو مواد ناریه ای ضعیفتر از دینامیت می باشد که بصورت پودر سفیدرنگ است. این مواد بعلت ارزان بودن بیشترین استفاده را در معادن روباز دارند

کیسه های آنفو ۳۰ کیلویی می باشد. وزن مخصوص آنفو  $850 \text{ kg/m}^3$  است.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

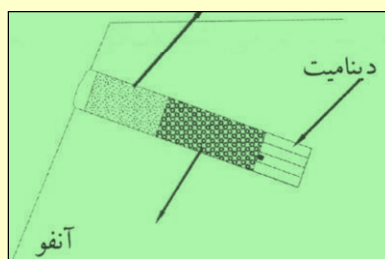
۶۳





## آنفو (نیترات آمونیوم)

برای چال های افقی آنفو را به مقدار لازم در داخل کیسه پلاستیکی مخصوص ریخته و کیسه را به صورت افقی به داخل چال هل می دهند.



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

آنفو مخلوط نیترات آمونیوم و بنزین یا نفت است.

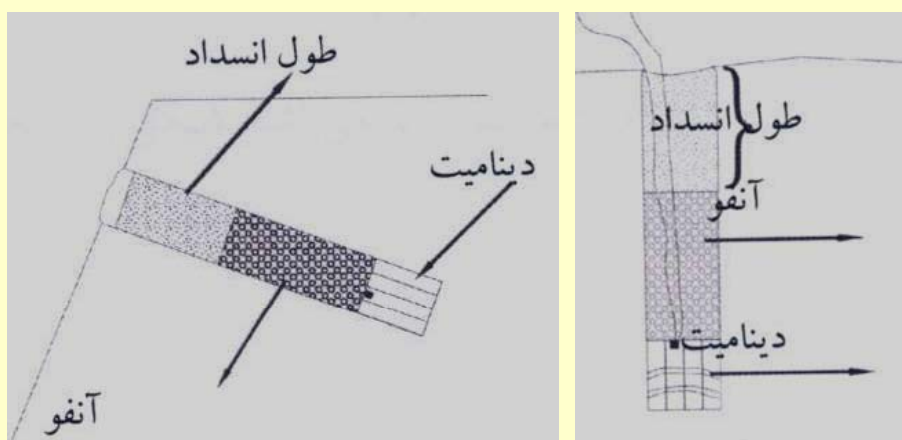
نیترات آمونیوم خود یک ماده منفجره است. اما بسبب کم بودن حساسیت، آنفو را می سازند

آنفو از دسته مواد منفجره ای است که به راحتی می توان آنرا حمل کرد.

نیترات آمونیوم یک نوع کود می باشد که آن را به مقدار زیاد و بسیار ارزان می توان تهیه کرد



## خرج گذاري چالهاي افقي و قائم



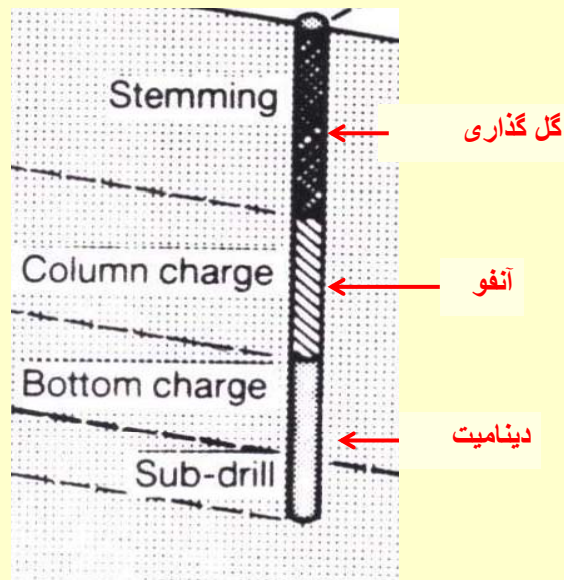
اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## انسداد چال (گل گذاری)

□ در پایان مرحله خرج گذاری، عمل گل گذاری را انجام می دهند. ارتفاع یا طول گل گذاری می تواند  $0/3$  طول چال باشد.

□ جنس خاک مورد استفاده گل گذاری می تواند ماسه یا شن باشد که اغلب اندازه این ذرات بین  $4$  تا  $9$  میلیمتر متغیر است.

۶۹



۷۰

## انسداد چال (گل گذاری)

□ خاک مذکور را برای گل گذاری مرطوب کرده سپس بوسیله يك چوب این گل را در داخل چال متراکم می کنند.

□ خاک را برای گل گذاری چالهاي افقي، در داخل پلاستیک ریخته و آنرا به داخل چال هل می دهند.

۷۱





کوبیدن خاک  
داخل چال با  
چوب

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## بستن چالها به یکدیگر

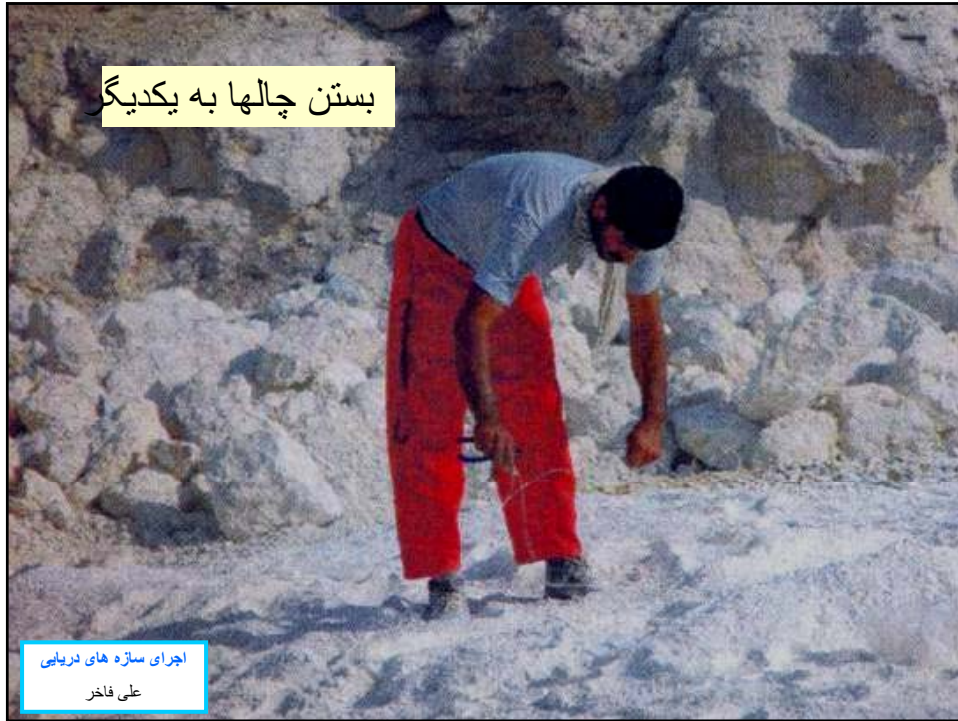
□ نحوه بستن سیم های بیرون آمده از هر چال به هم در این شکل بصورت سري مي باشد.

□ دو سیم خارج شده از مدار سري، از چالها به اندازه كافي دور شده (کشیده مي شود) و با رعایت فاصله ایمني به دستگاه انفجار یا آتش كن متصل مي شود .

۷۴



## بستن چالها به یکدیگر



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



نمونه ای از يك دستگاه انفجار يا "دستگاه آتش كن" الكتريكي



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



## انفجار در معدن

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

□ اندازه سنگهای حاصل از انفجار به عوامل ذیل بستگی دارد :

### ۱- خواص زمین شناسی سنگ

شامل:

- فواصل و جهات ناپیوستگی های سنگ
- مقاومت و مدول الاستیسیته سنگ
- وزن مخصوص و تخلخل سنگ

### ۲- خواص مواد منفجره

### ۳- آرایش چالهای انفجار (تعداد، عمق و جهات)

۷۹

□ نسبت بلوکهای بزرگ سنگی به مقدار کل مصالح سنگی که از انفجار بدست می آیند با روندهای ذیل **افزایش** می یابد:

- ۱- افزایش مقاومت کششی سنگ.
- ۲- کاهش مدول الاستیسیته سنگ (E).
- ۳- افزایش فاصله ناپیوستگی های توده سنگی.

- توجه شود که عامل سوم می تواند تعیین کننده حداکثر اندازه قطعات سنگی حاصل از انفجار باشد.

۸۰





اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## طراحی انفجار در معدن

□ طراحی انفجار به تجربه افراد بستگی دارد و معمولاً با سعی و خطا در معدن نهایی می گردد.

✓ پیش بینی اندازه و مقدار قطعات حاصل از یک انفجار بسیار مشکل است.

✓ مهندس کارگاه با درک نحوه تأثیر عوامل مختلف بر نتیجه انفجار می تواند پس از تعدادی انفجارهای آزمایشی به نتیجه مناسب برسد.

## توصیه برای افزایش تعداد قطعات بزرگ در انفجار



□ اگر طراحی انفجار شامل معیارهای زیر باشد، درصد بیشتری از مصالح آرمورتولید می‌شود.

### ۱- مقدار کم مواد منفجره :

بهتر است حداقل ماده منفجره به کار رود. باید مواد منفجره کمتر از  $0.2 \text{ kg/m}^3$  مورد استفاده قرار گیرد. اگر امکان‌پذیر باشد از مواد منفجره‌ای استفاده شود که انرژی شوک کمتر و انرژی گاز بیشتری دارد.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۸۳

## توصیه برای افزایش تعداد قطعات بزرگ در انفجار



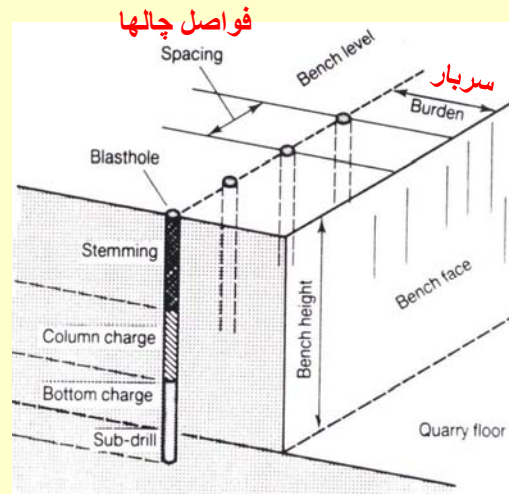
### □ ۲- سربار بزرگ و کوچک بودن فواصل چالها

به عنوان پیشنهاد ابتدایی، عرض سربار (B) باید ۶۰ برابر قطر چاله (d) انفجار و بزرگتر از فاصله ناپیوستگی در توده سنگ باشد.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

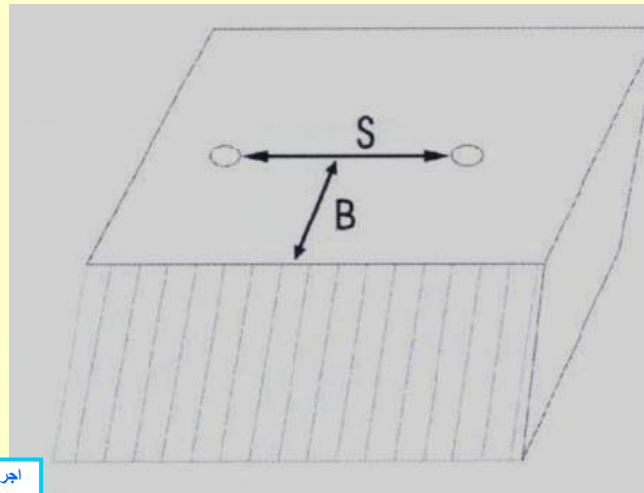
۸۴

## یاد آوری اجزای مختلف پله



floor	کف
face	سینه
bench level	تراز پله
spacing	فاصله چالها
burden	سربار
bench height	ارتفاع پله
blasthole	چال انفجار
stemming	ساقه
column charge	خرج ستون (فوقانی)
charge	خرج
bottom charge	خرج تحتانی
sub-drill	حفاری اضافی زیر پله

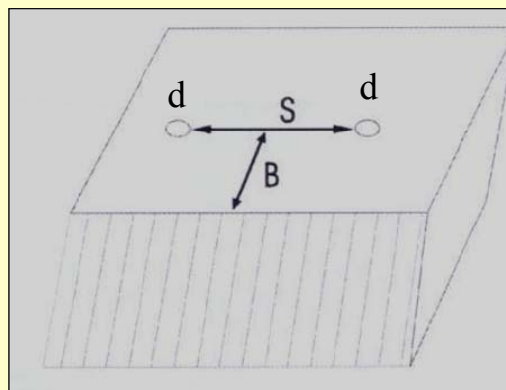
سربار بزرگ **B** و کوچک بودن فواصل چالها **S**  
برای افزایش تعداد قطعات بزرگ در انفجار



## پیشنهاد ابتدایی برای آرایش چالهایی به قطر d

$$B/d = 60$$

$$S/B = 0.5 - 1.0$$



۸۷

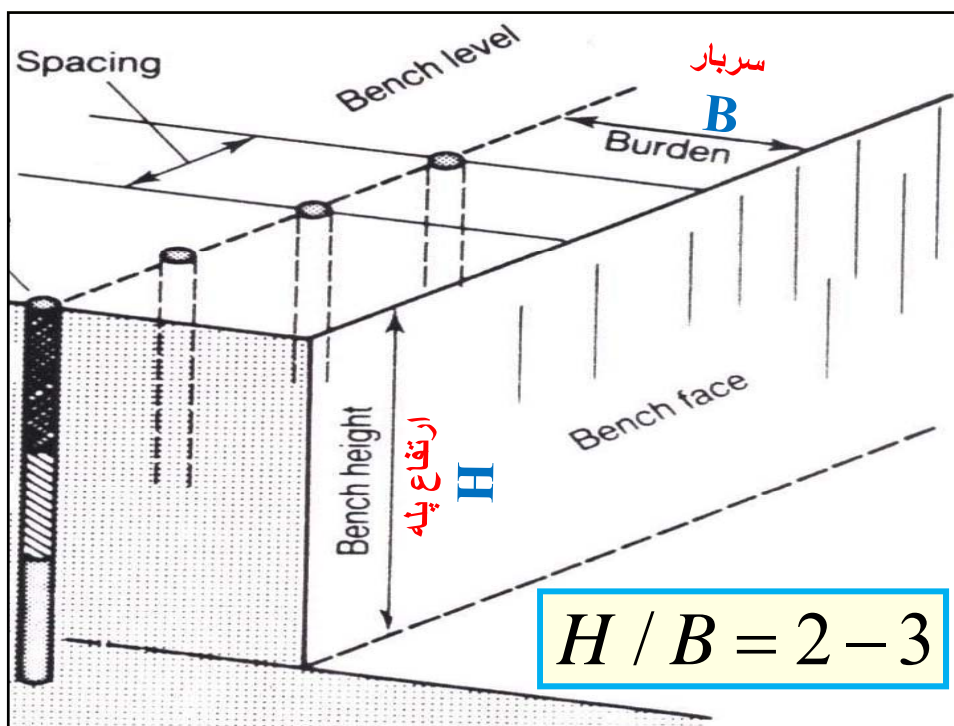


## توصیه برای افزایش تعداد قطعات بزرگ در انفجار

۳- ارتفاع سربار ۲ تا ۳ برابر عرض سربار ۲-۳  $H/B = 2-3$

اگر ارتفاع سربار خیلی زیاد یا خیلی کم باشد، تولید سنگهای آرمور کم می شود. به عنوان تخمین اولیه ارتفاع سربار باید ۲ تا ۳ برابر عرض سربار باشد.

۸۸

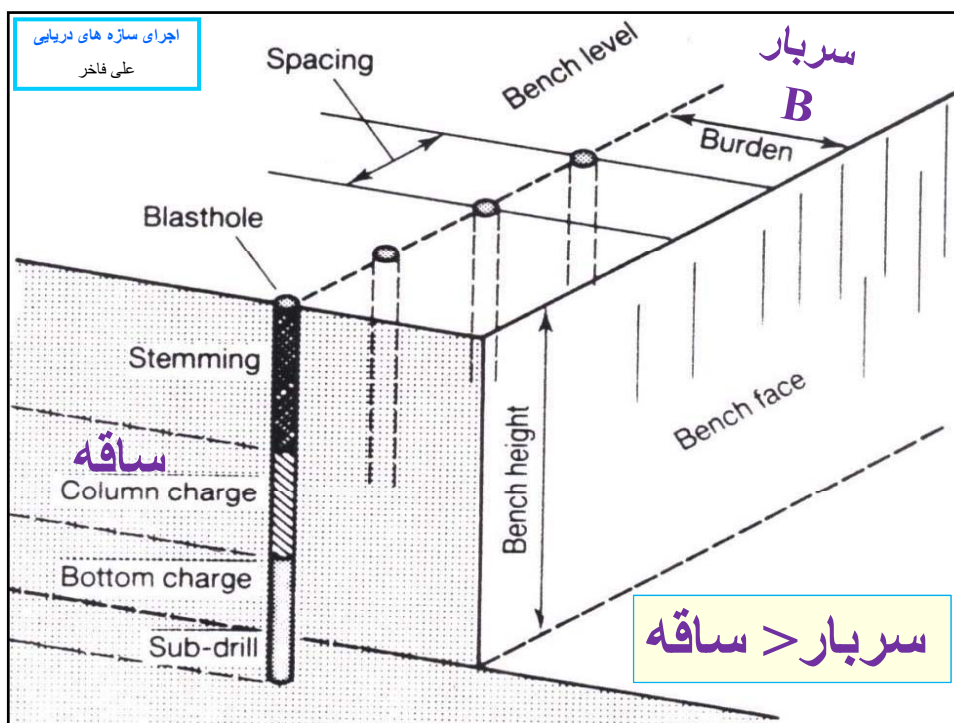


توصیه برای افزایش تعداد قطعات بزرگ  
در انفجار

#### ۴- ساقه بزرگ

طول ساقه بزرگ از ساقه‌های کوتاه بهتر است. معمولاً  
طول ساقه از عرض سربار بزرگتر انتخاب می‌شود.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



توصیه برای افزایش تعداد قطعات بزرگ  
در انفجار

**۵- قطر کم چال**  
قطر کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر (معمولاً بین ۵۰ تا ۷۵ میلی‌متر) پیشنهاد می‌شود.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۹۲





توصیه برای افزایش تعداد قطعات بزرگ  
در انفجار

### ۶- چالها در یک ردیف (نه در چند ردیف)

مشخص شده است که راندمان چالهای در یک  
ردیف بهتر از ردیفهای متعدد چال است.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۹۳



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

### انفجار چالها در یک ردیف





## توصیه برای افزایش تعداد قطعات بزرگ در انفجار

### ۷- انفجار همزمان

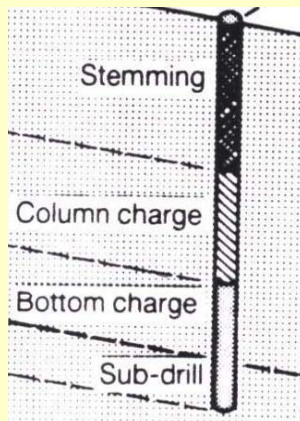
به جای انفجار تأخیری باید چالها بصورت آنی منفجر شود.

- البته در صورت وجود ردیف دوم چالها، استفاده از چاشنی تأخیری در ردیف دوم چالها، موجب کنترل آتشکاری شده و سنگها در هنگام انفجار فقط به جلو پرتاب می شوند.
- بدلیل استفاده از چاشنی تأخیری صدای حاصل از انفجار کم تر می شود.

۹۵



## توصیه برای افزایش تعداد قطعات بزرگ در انفجار



### ۸- پایین چال باید پرخرج و طول چال باید کم خرج باشد.

bottom پرخرج  
column کم خرج

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۹۶



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## توصیه برای افزایش تعداد قطعات بزرگ در انفجار

### ۹- چاشنی کوچک به کار رود.

چاشنی می تواند در مرکز و یا در محل های متفاوت قرار گیرد.



## رعایت نکات ایمنی در انفجار



ماشین آژیردار یا نفراتی از تیم آتشکاری سوت زنان قبل از انفجار با حرکت در داخل معدن افراد را مطلع می کند.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## رعایت نکات ایمنی در انفجار

پس از انفجار ابتدا تیم آتشکاري در محل انفجار حضور پیدا کرده و از انفجار تمام چالها اطمینان حاصل مي کند و پس از آن افراد و ماشین آلات به محل کار خود برگشته و فعالیت خود را ادامه مي دهند.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

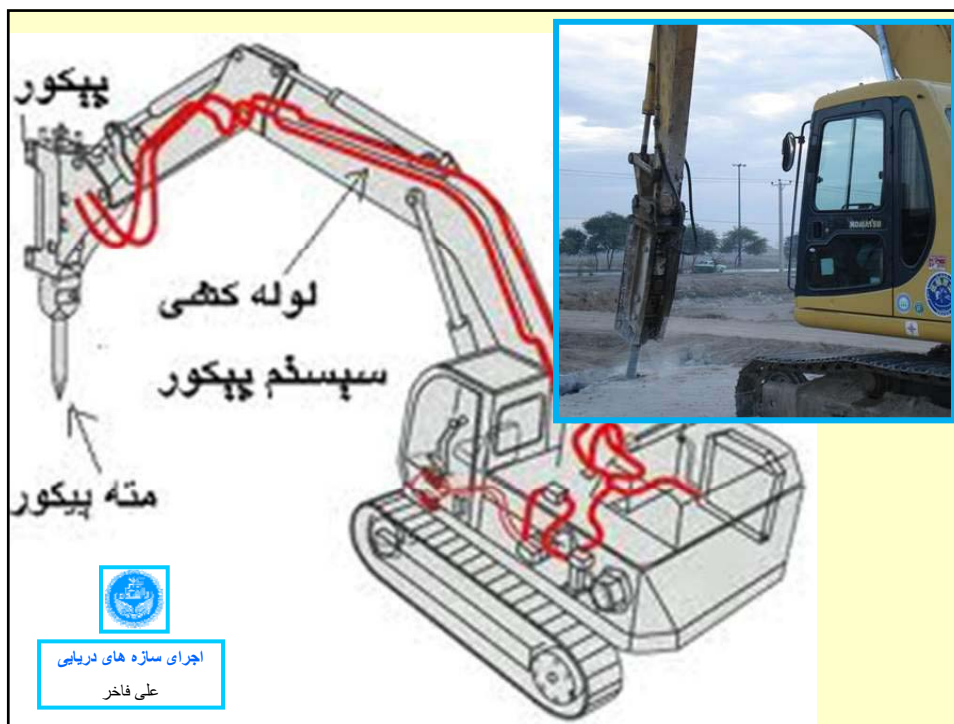
۹۹

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

حفاری سنگ با انفجار انجام میشود  
ولی گاهی حفاری با پیکور ماشینی یا  
دستی داریم



۱۰۰







## حفاری همزمان در پله های مختلف با پیکور

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## دستی





## مواد منبسط شونده (expansive grout)

□ گاهی از مواد منبسط شونده در داخل چال یا درزها می‌توان به جای انفجار استفاده کرد.

□ خرد کردن سنگها با مواد منبسط شونده کنترل شده‌تر است و تشریفات قانونی مربوط به تهیه، حمل و انبار مواد نارویه را ندارد.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

۱۰۵

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## خرد کردن سنگ با مواد منبسط شونده



## مواد منبسط شونده (expansive grout)

□ در برخی پروژه‌ها در ایران مثل بندر صیادی کنارک، از مواد منبسط شونده استفاده شده است.

□ عواملی مثل رطوبت هوا، بزرگ بودن درز و نظایر آن می‌تواند موجب نتیجه نامطلوب گردد.

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## برخی از مشکلات اجرای موج شکن های سنگی در ایران از نظر تأمین سنگ

۱- عدم طراحی دقیق روش استخراج سنگ در معدن و نداشتن برنامه تولید مصالح سنگی وقتی که پروژه موج شکن برنامه ریزی می شود.

۲- عدم ایجاد سیستم مناسب کنترل کیفیت سنگ (کنترل دانه بندی و کنترل جنس) حین استخراج و حمل سنگ در پروژه‌ها.



اجرای سازه های دریایی  
علی فاخر

## انتخاب و حمل سنگ

انتخاب، جداسازی و حمل مصالح سنگی از معدن تا کارگاه در فایل بعدی تشریح میشوند.

۱۰۹



## موفق باشید

علی فاخر

