بسم الله الرحمن الرحيم

آشنایی با مبانی گودبرداری و سازه های نگهبان

2

تهیه و تنظیم: دانش ستاری

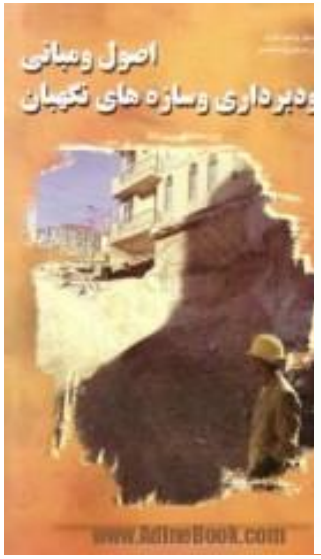
دکتری تخصصی مهندسی عمران_ ژئوتکنیک

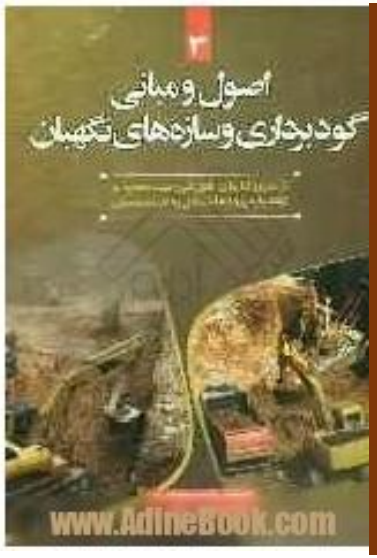
مدرس دوره های ارتقاء پایه

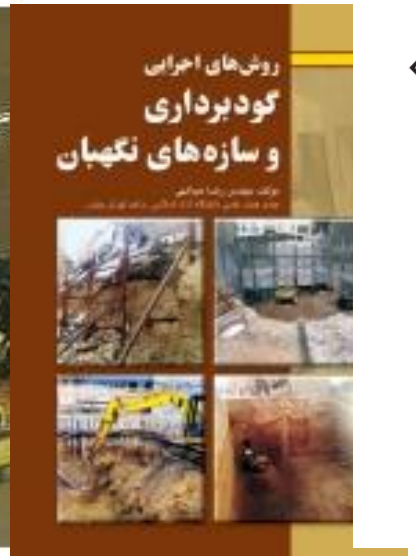
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اردبیل

منابع و مراجع

- اصول و مبانی گودبرداری و سازه های نگهبان- تالیف امیر سرمد نهری و سید محسن کاردان
- اصول و مبانی گودبرداری و سازه های نگهبان- تالیف : حمید رضا اشرفی
- توصیه هایی برای گودبرداری سنتی متداول در مجاورت ساختمان همسایه - تالیف : علی فاخر و سمیه صادقیان و علی ناسخیان
- روش های اجرایی گودبرداری و سازه های نگهبان – تالیف : رضا عبداللهی
- مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان – پی و پی سازی
- دستورالعمل اجرایی گودبرداری های ساختمانی- وزارت راه و شهرسازی
- جزوات مختلف موجود در اینترنت و سایت های علمی دیگر و .....







فهرست مطالب

مقدمه ای بر مهندسی ژئوتکنیک و گودبرداری

فصل اول : مروری بر مکانیک خاک

فصل دوم : شناسایی های ژئوتکنیکی

فصل سوم : روشهای مختلف پایدار سازی گود

فصل چهارم: ایمنی در گودبرداری

فصل پنجم:وظایف و مسئولیت ها

کاربرد های مهندسی ژئوتکنیک

- انواع پی ها
- دیوار های حایل
- سدهای خاکی و بتنی و ...
- خطرات طبیعی(زمین لغزش، زلزله، .....)
- انواع ژئوسنتتیک ها و تسلیح خاک
- تونلسازی
- گودبرداریهای عمیق و پایدارسازی گود
- بهسازی زمین
- ژئوتکنیک زیست محیطی
- ابزارهای دقیق و .....

تعریف گودبرداری

- گودبرداری به هر گونه حفاری و خاکبرداری در تراز پایین‌تر از سطح طبیعی زمین یا در تراز پایین تر از زیر پی ساختمان مجاور اطلاق می‌شود. گودبرداری برای اهداف مختلفی مانند تخریب یک ساختمان فرسوده برای ساخت مجدد، رسیدن به تراز بکر، حفاظت فوندانسیون‌ها در برابر یخبندان، احداث کانال‌ها، احداث مخازن زیر زمینی و ... انجام می‌شود.
- این عملیات یکی از کارهای پیچیده و خطرناک مهندسی به شمار می‌رود. به منظور حفظ جان انسان‌های داخل و خارج از گود، محافظت از ساختمان‌های مجاور و فراهم آوردن شرایط ایمن و مطمئن جهت انجام کار، دیواره‌های گود باید پایدارسازی شود. سازه‌های نگهبان انواع مختلفی دارد که با توجه به نوع خاک، عمق گودبرداری و حساسیت ساختمان‌های مجاور گود انتخاب می‌شود.

خطرات و اهداف ایمن سازی گود برداری

- خطرات گودبرداری:
  - ریزش دیواره ها و سقوط آوار (مهمترین و پرریسک ترین خطر در محیط های حفاری و گودبرداری می باشد)
  - خطرات ناشی از برخورد و ایجاد صدمات به تاسیسات همانند گاز، برق ،آب و ...
  - سقوط از ارتفاع
  - مسمومیت ناشی از استنشاق بخارات و گازهای سمی
  - خفگی ناشی از کمبود اکسیژن

- اهداف اصلی ایمن سازی گودبرداری
  - حفظ جان انسان های داخل و خارج از گود .
  - حفظ اموال داخل و خارج از گود .
  - فراهم آوردن شرایط ایمن و مطمئن برای اجرای کار

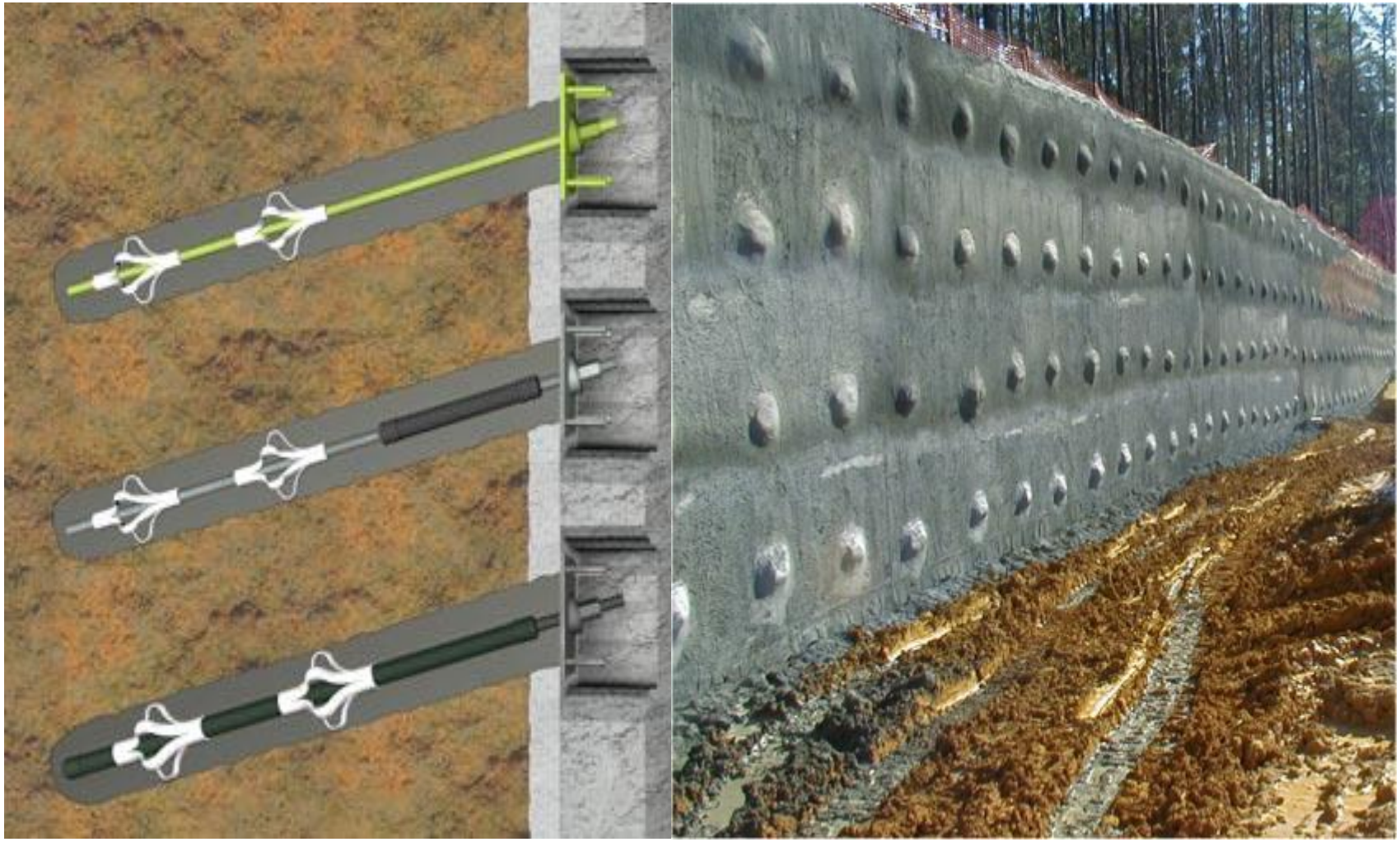
نشانه‌های خطرناک بودن گود

- ضعیف یا حساس بودن ساختمان مجاور
  - مواردی نظیر عدم وجود اسکلت، ضعیف بودن ملات دیوارها و علائم ضعف اجرایی ساختمان، وجود ترک و شکستگی یا نشست و شکم دادگی دیوارها از این جمله‌اند. وجود دیوار مشترک بین ساختمان مورد نظر برای تخریب و ساختمان مجاور آن نیز غالباً می‌تواند منبع ایجاد مشکل باشد.
- ضعیف بودن خاک
  - معمولاً هر چه خاک محل ضعیف تر باشد خطر بیشتری برای ریزش گود و تخریب ساختمان‌های مجاور وجود دارد. خاک‌های دستی بارزترین نمونه خاک‌های ضعیف هستند.
- عمیق بودن گود
  - معمولاً هر چه عمق گود بیشتر شود خطر بیشتری کارکنان و ساختمان‌های مجاور را تهدید می‌کند. در سال‌های اخیر با افزایش تراکم ساختمانی، نیاز به پارکینگ و انباری و سطوح مشاع دیگر افزایش یافته و باعث افزایش تعداد طبقات زیرزمین شده است. باید توجه شود که با افزایش عمق گود، خطر ریزش آن به مراتب افزایش می‌یابد. با افزایش عمق گودها و افزایش ارزش ساختمان‌ها و تأسیسات مجاور، گودبرداری غیر فنی بسیار خطرناک بوده و خسارات جانی و مالی جبران ناپذیری را در پی دارد.

نشانه‌های خطرناک بودن گود

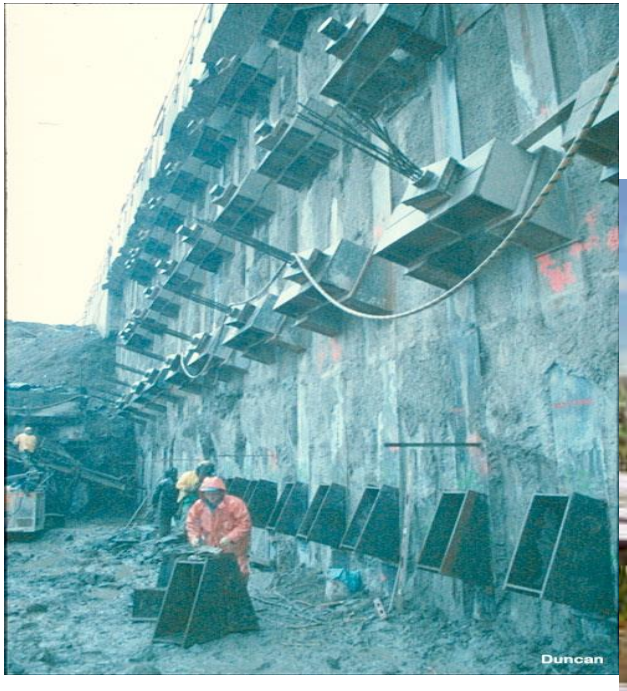
- مدت بازماندن گود
  - معمولاً با افزایش زمان بازماندن گود حتی اگر بارندگی یا تغییرات جوی مطرح نباشد خطر ریزش گود بیشتر می‌شود اما افزایش زمان بازماندن گود به ویژه در فصل‌های بارندگی و رطوبت (زمستان و بهار)، با وقوع بارش‌هایی گاه سنگین و سیل آسا همراه است که با اشباع خاک و یا جاری شدن آب‌های سطحی خطر ریزش گود را به مراتب افزایش می‌دهد.
- آب‌های سطحی و زیرسطحی
  - معمولاً وجود سطح آب زیرزمینی بالا خطر ریزش گود را افزایش می‌دهد به ویژه بعد از چند روز از انجام عملیات گودبرداری و به تعادل رسیدن سطح آب زیرزمینی. جریان‌های آب‌های سطحی نیز از عواملی هستند که می‌توانند باعث فرسایش خاک گود و اشباع شدن آن شده و به افزایش خطر ریزش گود کمک کنند. دور نگه داشتن جریان آب‌های سطحی موجود یا محتمل (مثلاً در اثر بارندگی) از مهم‌ترین و اصلی‌ترین قدم‌های اولیه حفاظت گود است.

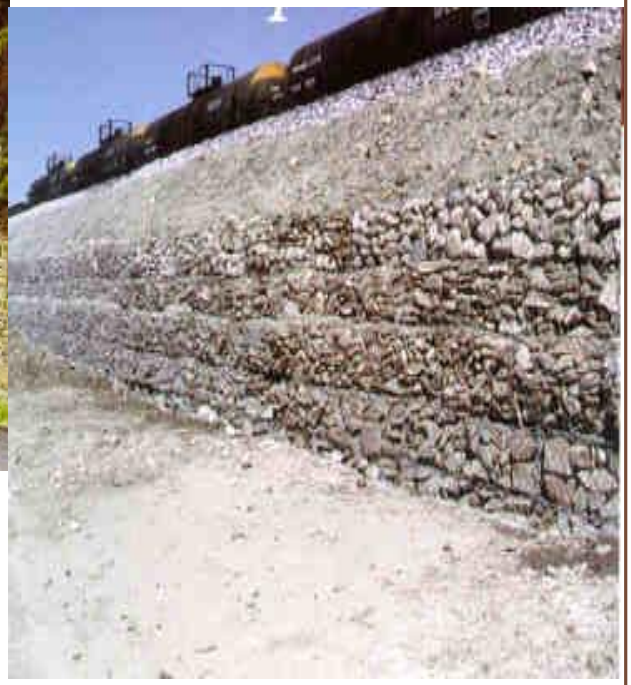
کودبرداری های عمیق



کودبرداری های عمیق

- گابیون ها و انکرها و ...





گودبرداری های عمیق

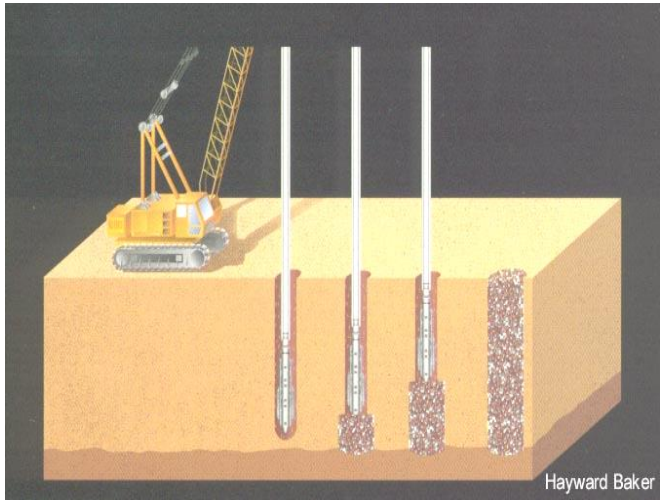
- روشهای مختلف گودبرداریهای عمیق و طراحی سیستم سازه های نگهبان

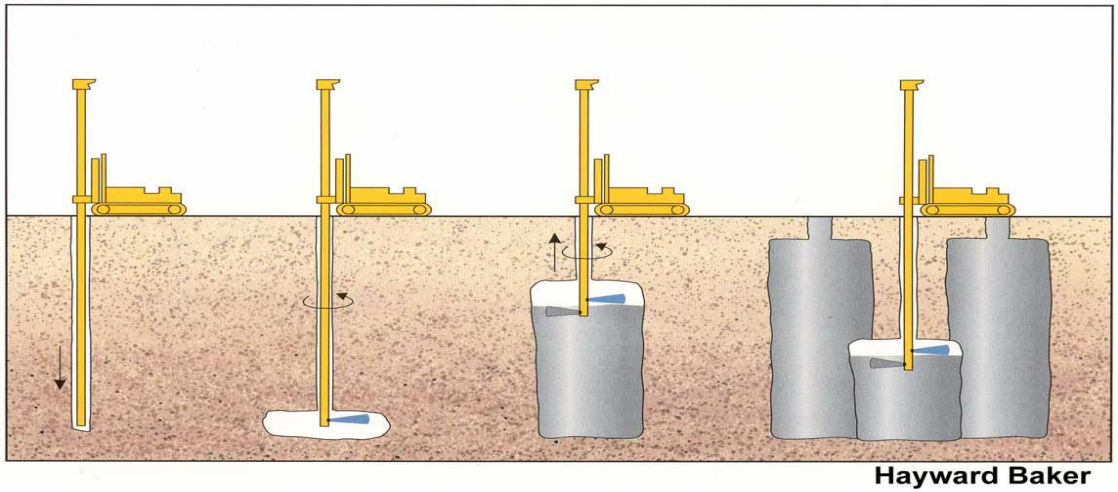
کودبرداری های عمیق

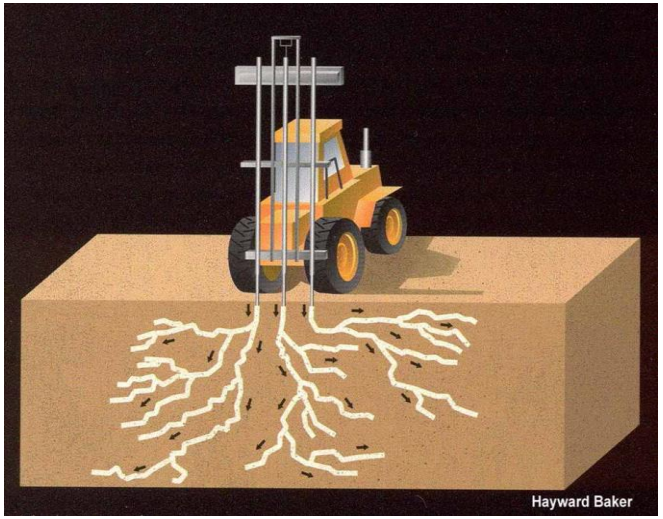
- شیت پایل(شمع های صفحه ای)

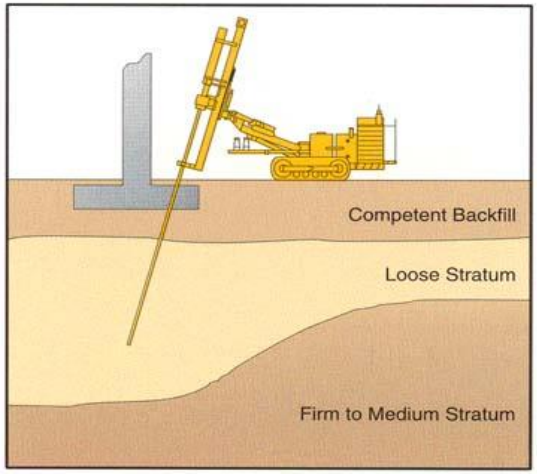
بهسازی خاکها جهت کودبرداری های عمیق

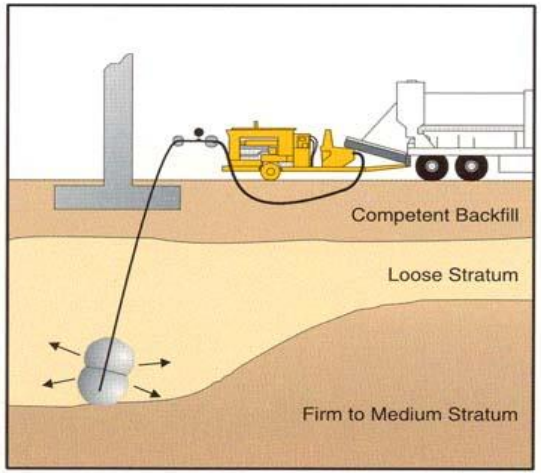
- ازجمله روشهای تزریق، ستون شنی، تراکم دینامیکی، اختلاط خاک و تزریق با جت





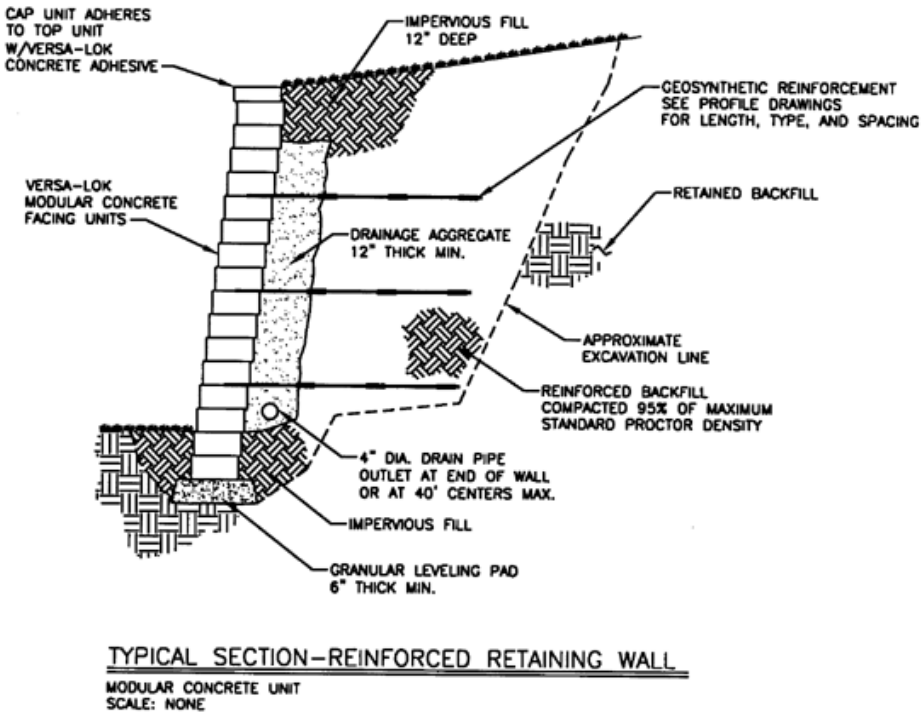






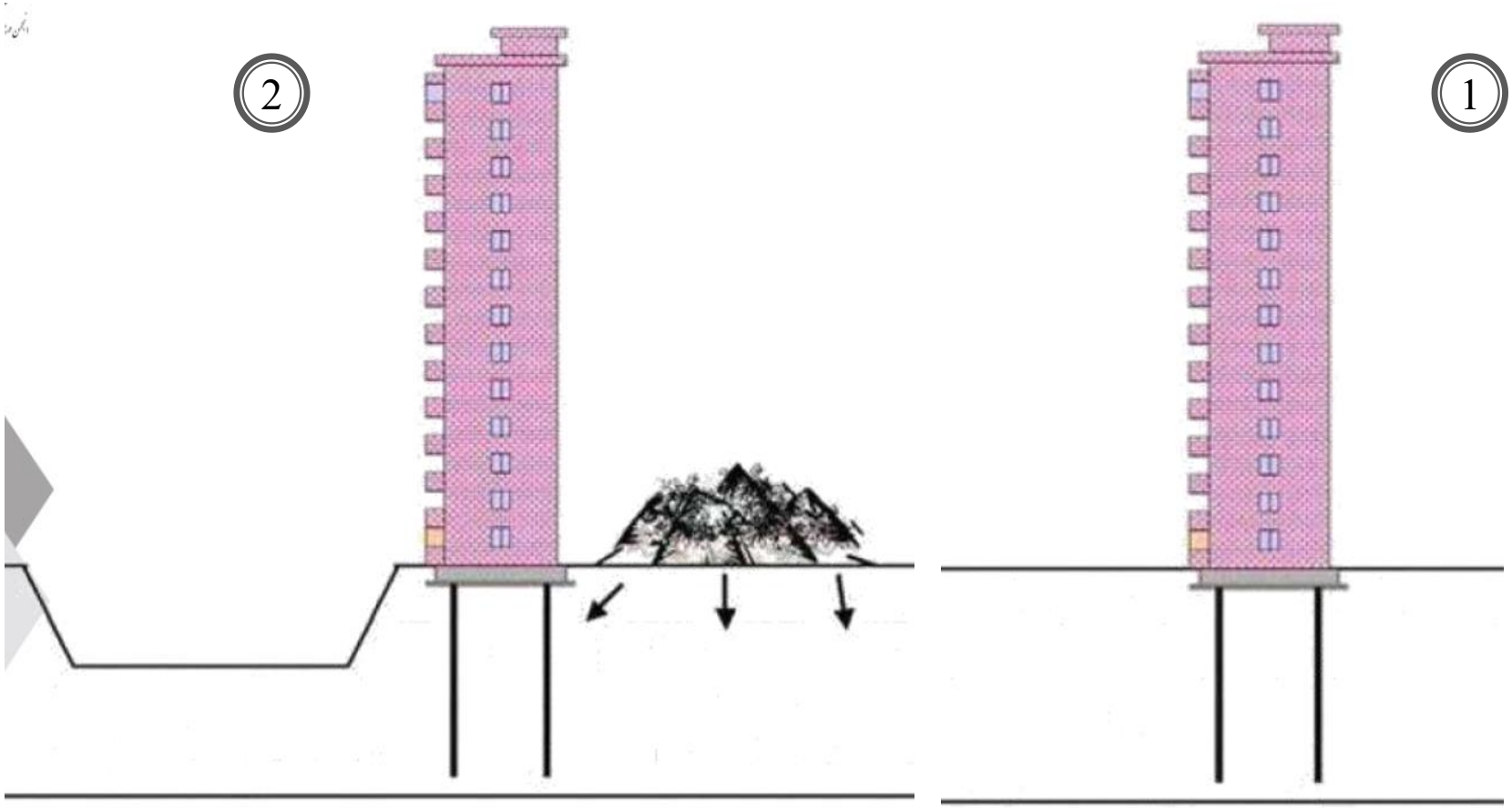
استفاده از ژئوسنتتیک ها در پایدار سازی گودهای عمیق

- بعنوان مسلح کننده و فیلتر و زهکش و آبندی کننده .



خطرات گودبرداری غیر اصولی

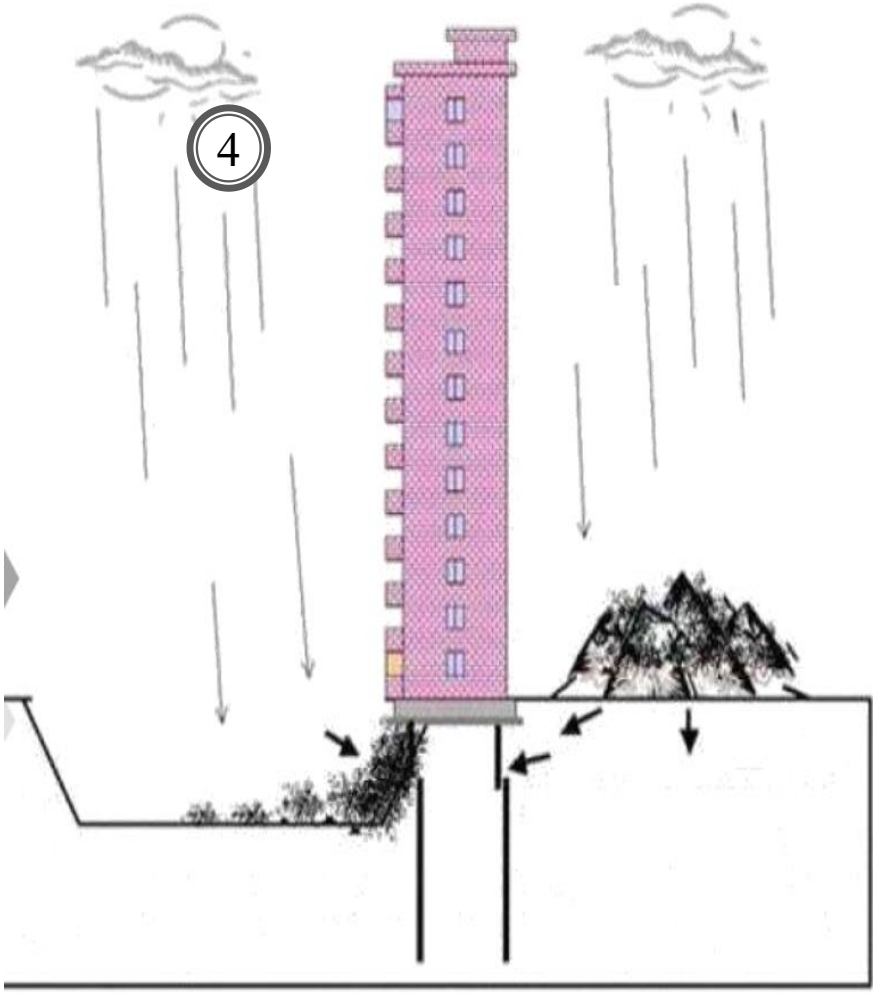
مکانیزم واژگونی



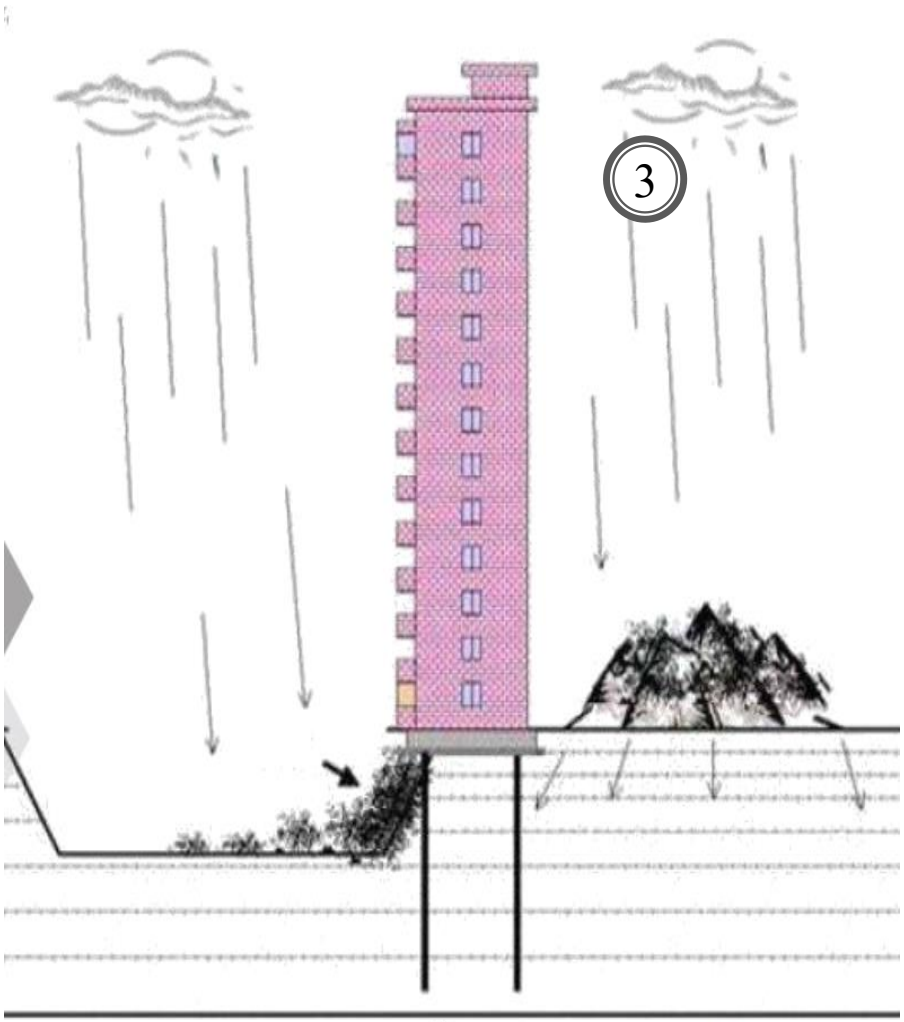
حفاری قسمت جنوبی و دپوی خاک در قسمت شمالی ساختمان

احداث ساختمان

مکانیزم واژگونی



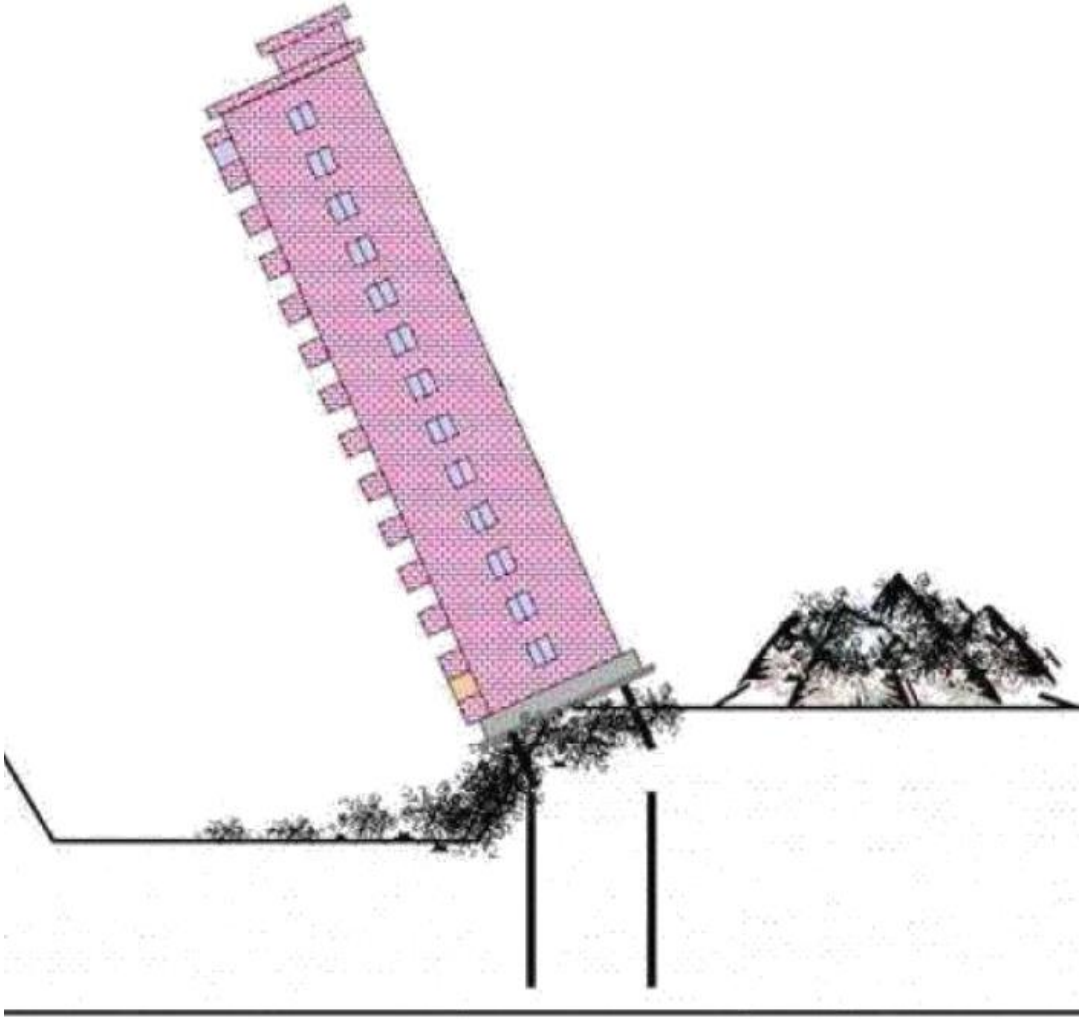
تغییر مکان ناگهانی ساختمان و گسیخته شدن شمع ها در اثر فشار جانبی م



بارش باران و تراوش آب به زیر پی ساختمان

مکانیزم واژگونی

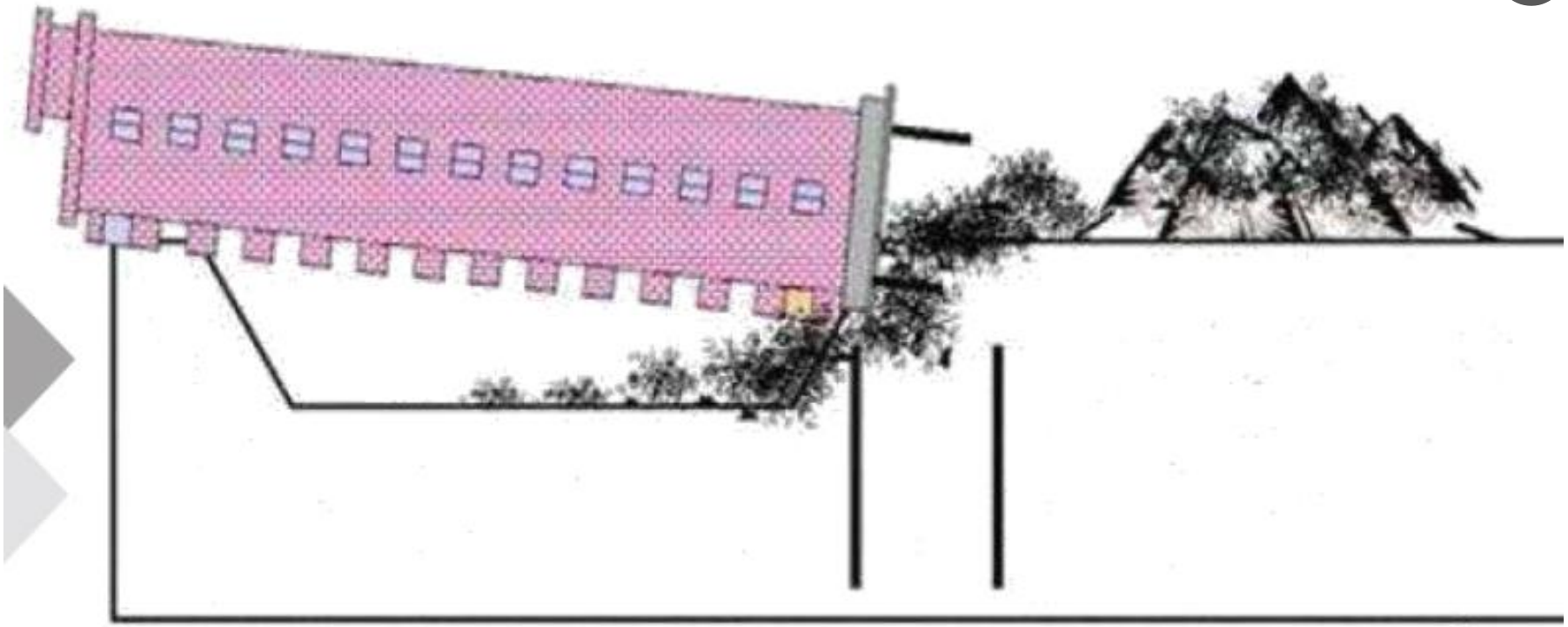
5



شکسته شدن شمع ها و سقوط ساختمان از سمت جنوبی

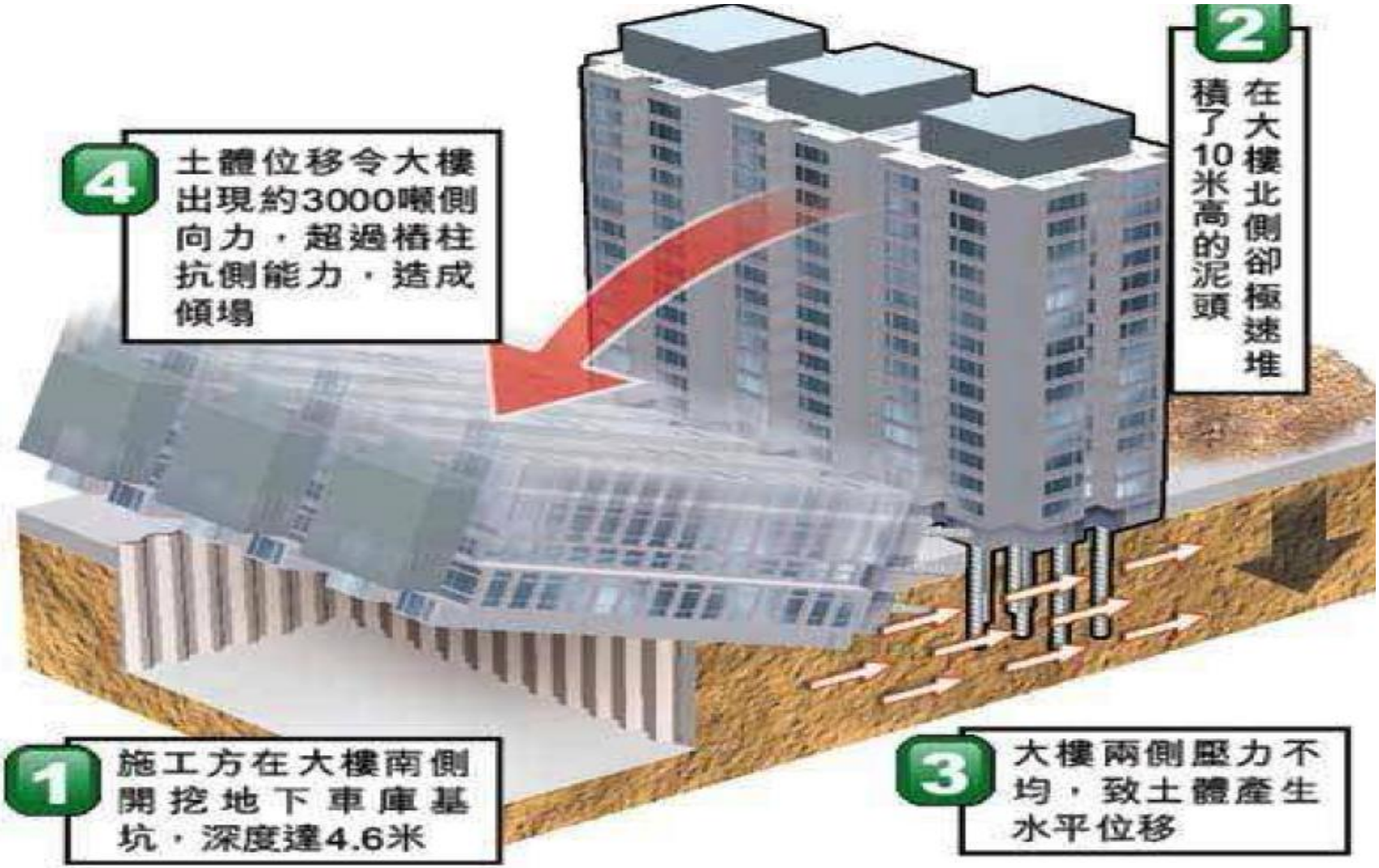
مکانیزم واژگونی

6

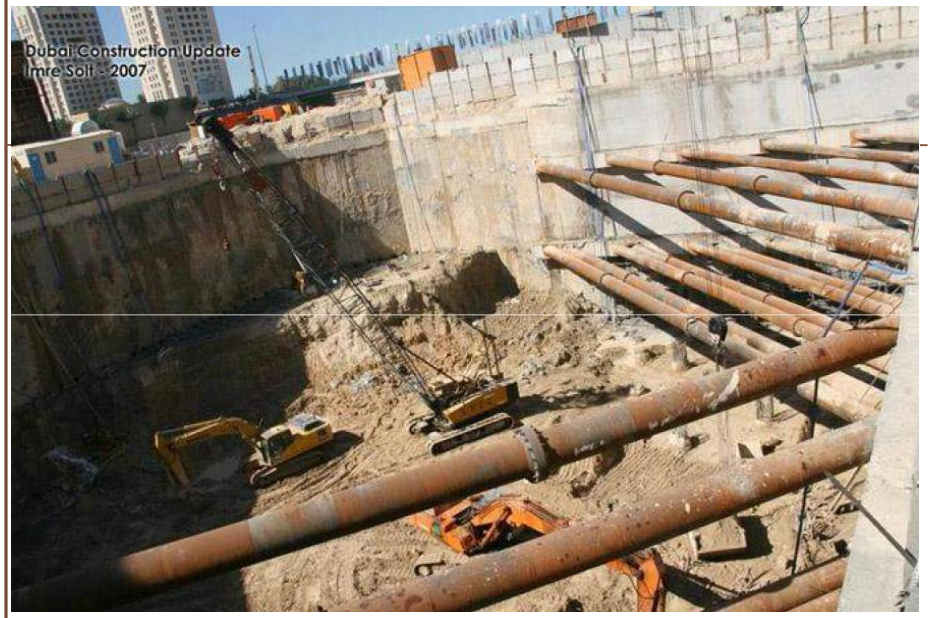


سقوط ساختمان بصورت یکپارچه و بدون از هم گسیختگی ترکیب ساختمان

مکانیزم واژگونی



حوادث گودبرداری غیر اصولی


Dubai Construction Update
Imre Solt - 2007

Dubai Construction Update
Imre Solt - 2007

2007 2 7

حوادث گودبرداری غیر اصولی در اردبیل

خبرگزاری فارس

چهارشنبه ۱۳ اسفند ۱۳۹۳ - ۲۲:۴۷

جمع آوری 800 معتاد خیابانی در استان زنجان

گروه استانها / حوزه اردبیل 91/05/31 - 11:27 شماره: 13910531000366

در محله ملاهادی اردبیل

گودبرداری غیراصولی در اردبیل حادثه آفرید

خبرگزاری فارس: گودبرداری غیراصولی این بار در محله ملاهادی اردبیل حادثه آفرید.

به گزارش خبرگزاری فارس از اردبیل، در این حادثه که صبح امروز رخ داد در ادامه سریال تکراری گودبرداری غیراستاندارد یک واحد مسکونی به صورت 100 درصد تخریب شد و تمام وسایل و امکانات این منزل مسکونی از بین رفت.

در این حادثه تلخ و به دنبال گودبرداری یک واحد مسکونی بافت فرسوده در محله ملاهادی اردبیل منزل مجاور به یکباره فروریخت و با شنیدن صدای مهیب انفجار گاز و همچنین تخریب انشعاب آب و برق ساکنین منطقه و همسایگان در محل حادثه حاضر شده و شاهد تخریب 100 درصدی یک واحد مسکونی

جدول فوتبال
طلا، سکه و ارز
شاخص بورس
قیمت خودرو
گروه های خبری
صفحه اصلی
عناوین کل اخبار
اخبار برگزیده
اجتماعی
اقتصادی
بین الملل
سیاسی

فیلم ناپایداری گودبرداری

فصل اول :

مروری بر
مکانیک خاک

تاریخچه مکانیک خاک مدرن

- علم مکانیک خاک را میتوان به چهار دوره تقسیم بندی کرد:
- دوره اول (تا ۱۷۷۶ میلادی) : شامل طبقه بندی اجمالی خاک از نظر بافت
- دوره دوم (۱۷۷۶ تا ۱۸۵۶): تئوری کولمب برای تعیین سطح لغزش خاک پشت دیوار های حایل و تکمیل آن توسط تئوری رانکین در مورد فشار جانبی خاک
- دوره سوم (۱۸۵۶ – ۱۹۱۰) : تئوری دارسی در مورد حرکت آب در خاک و معادله دارسی
- دوره چهارم (از ۱۹۱۰ به بعد) که به دوره مکانیک خاک مدرن معروف است. مطالعات مهم در مورد رفتار مکانیکی خاکها، خواص فیزیکی رسها (حدود اتربرگ) و مقاومت برشی خاکها ، تئوری تحکیم و ....

تشکیل خاک

خاک : مخلوط غیر یک پارچه از کانی ها و مواد آلـی فاسد شده که فضای خالی آنها توسط آب یا هوا پر شده باشد . و در تعریفی دیگر خاک توده ای است متخلخل که از فرسایش و تخریب سنگها بدست می آید.

- **منشاء اصلی تشکیل خاکها، سنگها هستند.**

بطور کلی سنگها به سه دسته تقسیم بندی میشوند:

- **سنگهای آذرین: از خروج مواد مذاب آتشفشانی و سرد شدن آنها حاصل میگردد.**
- **سنگهای رسوبی: از رسوب کردن ذرات ریز و سخت شدن آنها در اثر فشار های زیاد بوجود می آید.**
- **سنگهای دگرگونی: از تخریب شیمیایی و دگرگون شدن سایر سنگها بدست می آید.**

روش تشکیل خاک ها :

تشکیل خاک از سنگ به دو شکل انجام میگیرد:

- الف: فرسایش فیزیکی:

- جنس خاک تشکیل شده همان جنس سنگ مادر میباشد. در این فرسایش سنگها معمولا بصورت فیزیکی خرد شده و به ذرات کوچکتر تبدیل میشود. مثل سقوط سنگ ها از ارتفاع، حرکت سنگها در رودخانه ها ، یخ و ذوب شدن های متوالی، .....

- ب: فرسایش شیمیایی:

- جنس خاک تشکیل شده با جنس سنگ مادر یکی نیست و در اثر عوامل شیمیایی تغییر پیدا کرده است مثل هوازدگی، باران های اسیدی، محیط های خورنده، .....

- نکته:

- شکل دانه ها در فرسایش فیزیکی معمولا بصورت مکعبی تیز گوشه یا گرد گوشه بوده در حالیکه شکل دانه های خاکهای حاصل از فرسایش شیمیایی صفحه ای شکل یا سوزنی شکل هستند.
- اندازه دانه های خاک حاصل از فرسایش فیزیکی خیلی بزرگتر از فرسایش شیمیایی هستند.

تقسیم بندی خاکها از نظر محل تشکیل

خاکهای انتقالی

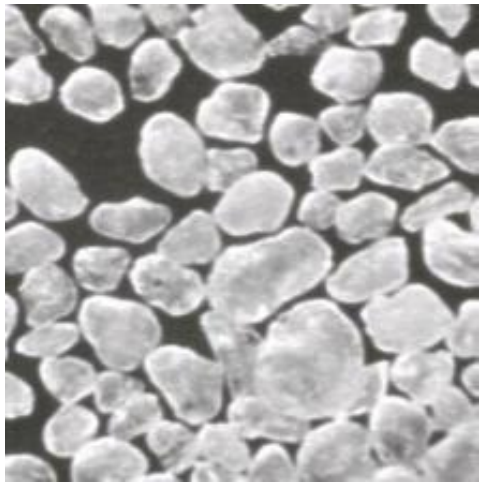
- آبرفتی: انتقال از طریق آب
- باد رفتی : انتقال از طریق باد
- شکل دانه ها معمولا گرد گوشه هستند.
- خاکهای بادرفتی معمولا پوک و متخلخل هستند.

خاکهای برجا

- هیچ گونه انتقالی در محل دانه های خاک وجود ندارد.
- شکل دانه ها معمولا تیزگوشه می باشند.

کانی های خاک های دانه های

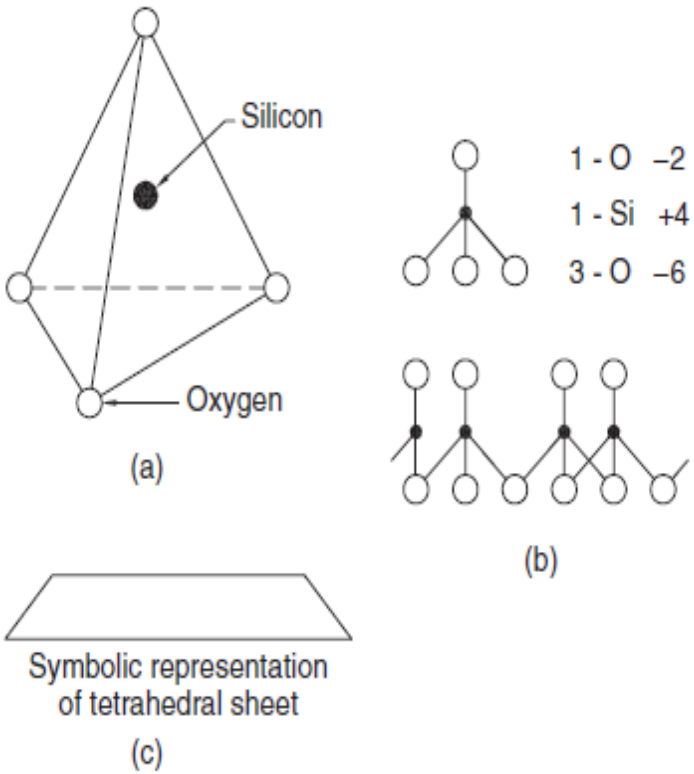
- از آنجا که خاکهای دانه های حاصل فرسایش فیزیکی سنگها هستند لذا کانی خاکهای دانه های همان کانی های سنگ مادر بوده و معروفترین آنها، کوارتز، فلدسپات و میکا می باشند و در بین آنها کوارتز دارای پیوند قوی تری است.
- کانی اصلی دانه های ماسه و شن کوارتز میباشد.



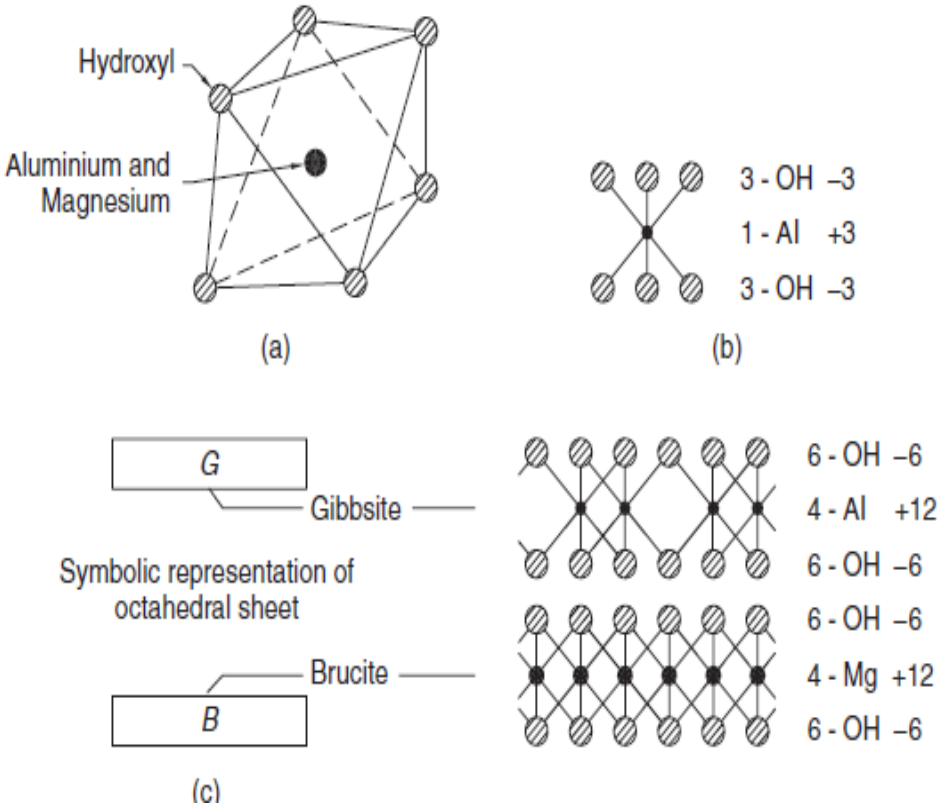
کانی کوارتز

کانی های خاکهای رسی

بنیان اصلی خاکهای رسی چهار وجهی سیلیکا یا هشت وجهی آلومینا است.

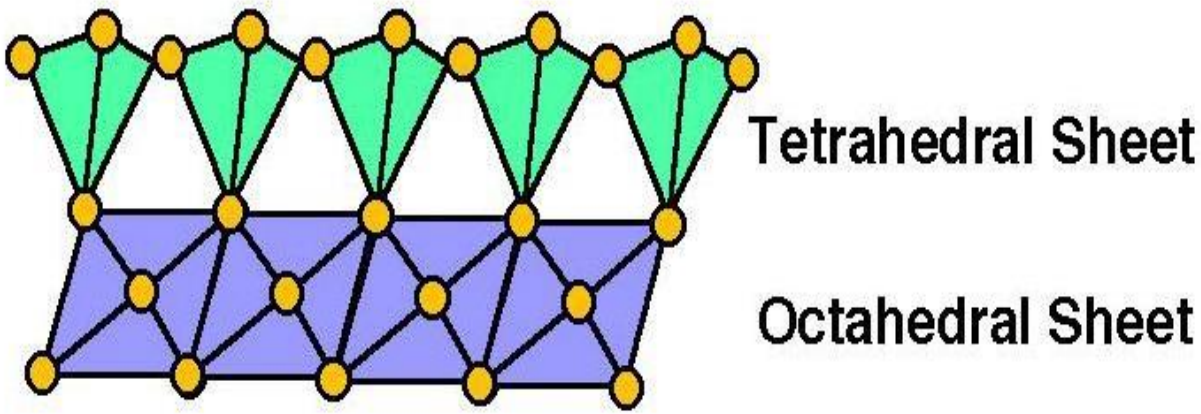


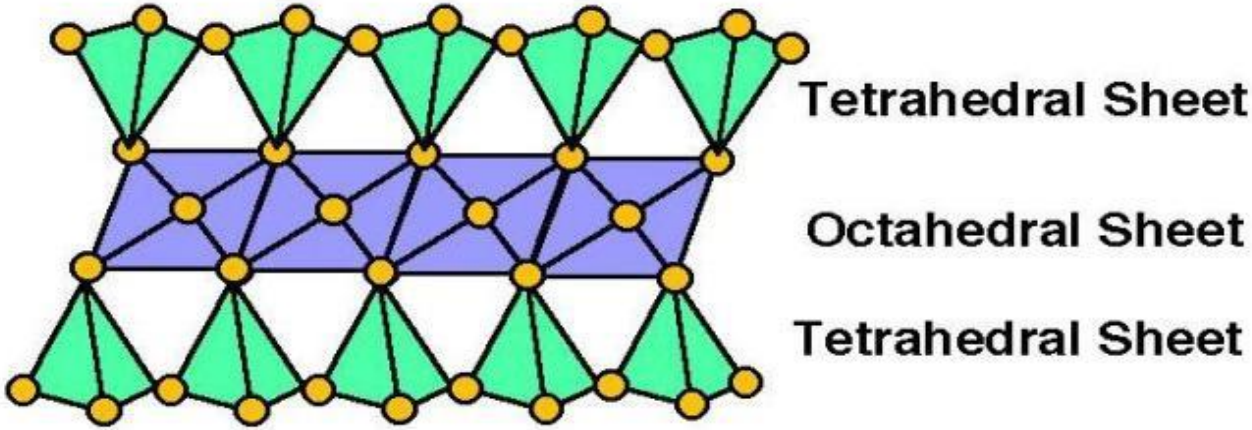
چهار وجهی سیلیکا



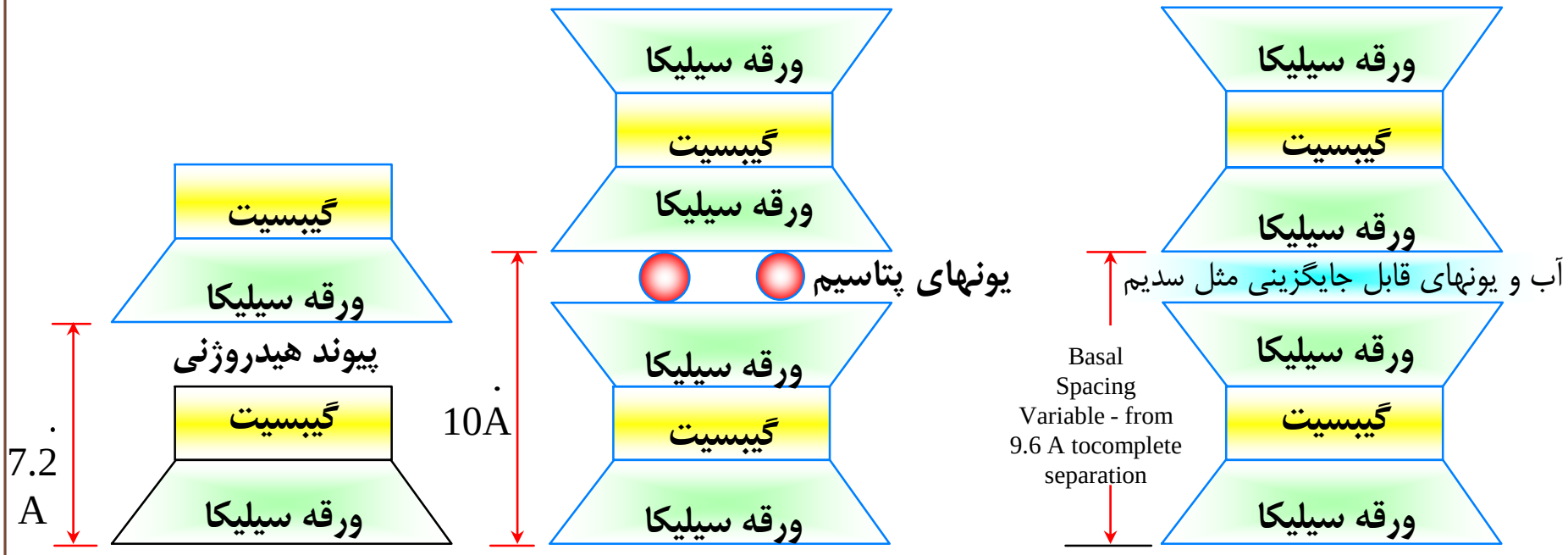
هشت وجهی آلومینا

بنیان اصلی کانیهای رسی





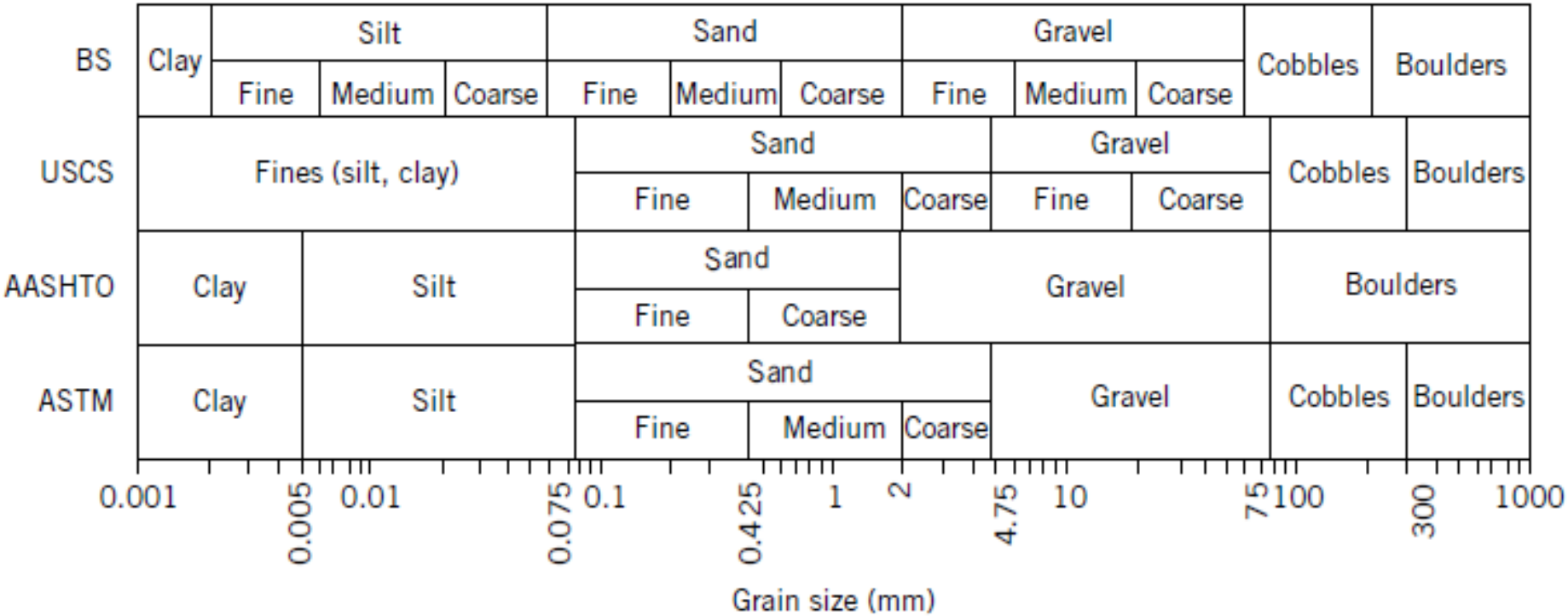
دیاگرام کانیهای رسی(Clay minerals)



(مونت موریلونیت) (ایلیت) (کائولینیت)

تقسیم بندی دانه های خاک در استانداردهای مختلف

اندازه دانه های خاک از ۱۰۰ میلی متر تا کمتر از ۰.۰۰۱ میلی متر متغیر می باشد.



خاکها از نظر اندازه به دو دسته تقسیم می شوند:
ریزدانه و درشت دانه

درشت دانه	ریزدانه
شن و ماسه	لای و رس

طبقه بندی خاک

- تعریف: منظور از طبقه بندی خاک یعنی تقسیم بندی خاکها به دسته و گروههایی که دارای خواص نسبتا یکسانی هستند . سیستم های متداولی برای طبقه بندی خاکها وجود دارد که مهمترین آنها عبارتند است از:

1- AASHTO (آشو)
اداره راه ترابری ایالات متحده امریکا ← بیشتر در راه سازی استفاده میکنند .

2- UNIFIED (متحد)
اداره مهندسی ارتش ایالات متحده امریکا ← اغلب برای مهندسین ژئوتکنیک استفاده میکنند .

2- USDA
اداره کشاورزی ایالات متحده امریکا ← اغلب برای مهندسین کشاوری استفاده میکنند .

سیستم طبقه بندی آشو (AASHTO)

در این سیستم, خاک به ۷ گروه اصلی A-1 تا A-7 تقسیم میشوند . خاک های گروه A-1 , A-2 , A-3 مصالح دانه ای هستند که درصد عبوری آنها از الک NO 200 کمتر از 35% است. خاکهایی که درصد عبوری آنها از الک نمره NO 200 بیشتر از 35% باشد ,در گروهای A-4, A-5 , A-6 , A-7 قرار میگیرند این گروه ها ,اغلب مصالح ریزدانه لای و رس هستند. برای ارزیابی کیفیت خاک برای کاربرد در راهسازی از نشانه گروه (GI) استفاده می شود . هرچه (GI) کمتر کیفیت خاک بهتر است.

ریزدانه	درشت دانه
A-4	A-1
A-5	A-2
A-6	A-3
A-7	

$$GI=(F-35)[0.2+0.005(LL-40)]+0.01(F-15)(PI-10)$$

- اگر GI منفی شد آن را صفر در نظر می گیریم .
- نشانه گروه باید به نزدیکترین عدد صحیح رند شود .
- هیچ حد بالایی برای GI وجود ندارد .
- برای خاکهای A-1, A-3, A-2-4, A-2-5 نشانه گروه همیشه صفر میباشد(GI=0).
- نشانه گروه های A-2-7 و A-2-6 از جزء دوم رابطه بالا بدست می آید: $GI=0.01(F-15)(PI-10)$

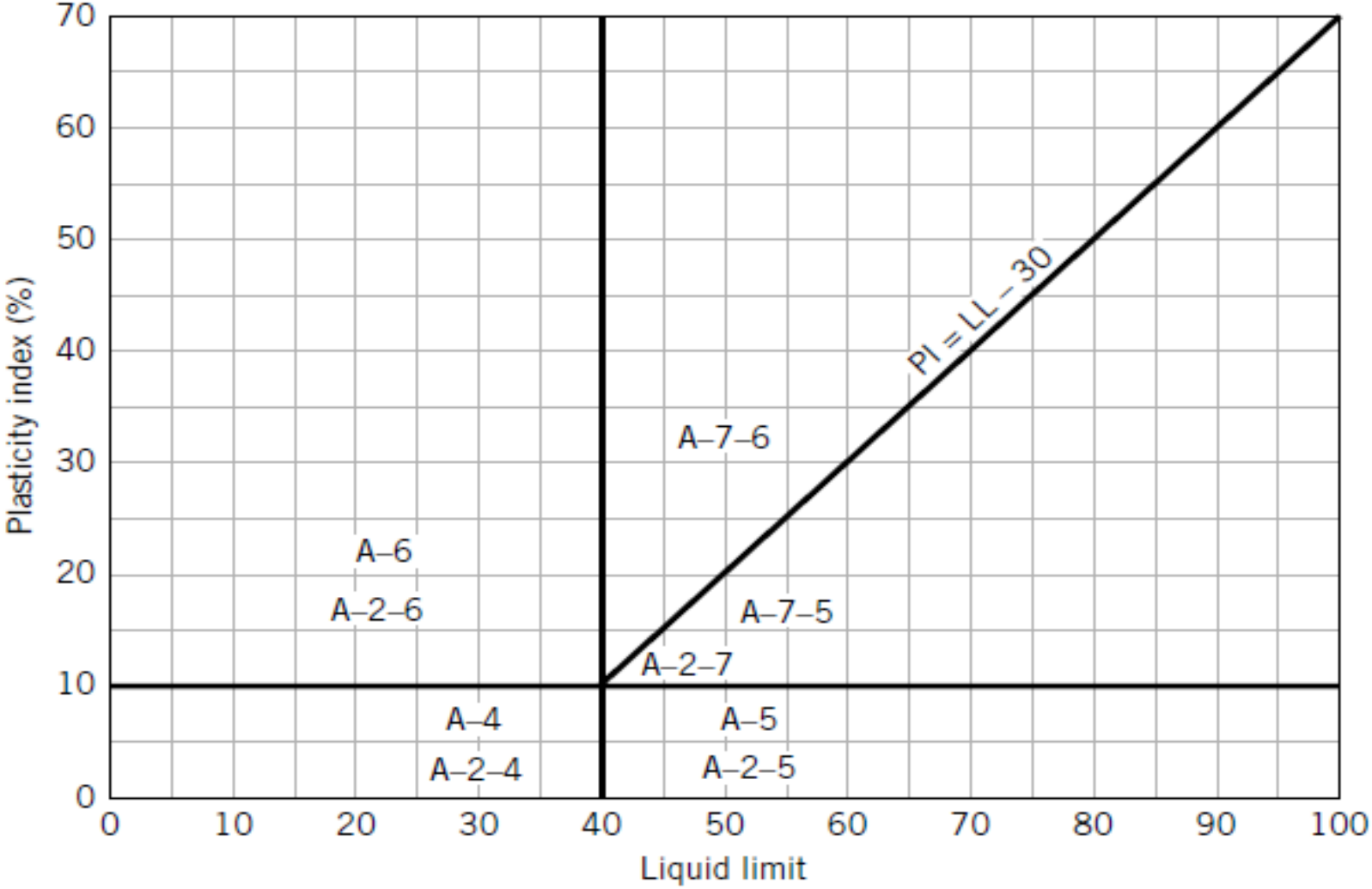
چارت طبقه بندی به روش آشو

TABLE 4.8B AASHTO Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures

General Classification	Granular Materials (35% or less passing No. 200)							Silt-Clay Materials (More than 35% passing No. 200)			
Group Classification	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5, A-7-6
Sieve analysis, % passing											
No. 10 (2.00 mm)	50 max	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425 m)	30 max	50 max	51 min	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75 m)	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	35 min
Characteristics of fraction passing No. 40 (425 m)											
Liquid limit	...		...	40 max	41 max	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Plasticity index	6 max		N.P.	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min[A]
Usual types of significant constituent materials	Stone Fragments, Gravel and Sand		Fine Sand	Silty or Clayey Gravel and Sand				Silty Soils		Clayey Soils	
General rating as subgrade	Excellent to Good							Fair to Poor			

Reprinted with permission of American Association of State Highway and Transportation Officials.

طبقه بندی ریزدانه ها با استفاده چارت پلاستیسیته



سیستم طبقه بندی متحد(USCS)

علائمی که در طبقه بندی خاکها به روش متحد استفاده میشود:

حرف اول: بخش اصلی خاک

G: Gravel شن

S: sand ماسه

C: clay رس

M: silt لای

O: organic آلی

حرف دوم : بخش توصیفی خاک

W: خوب دانه بندی شده

P: بد دانه بندی شده

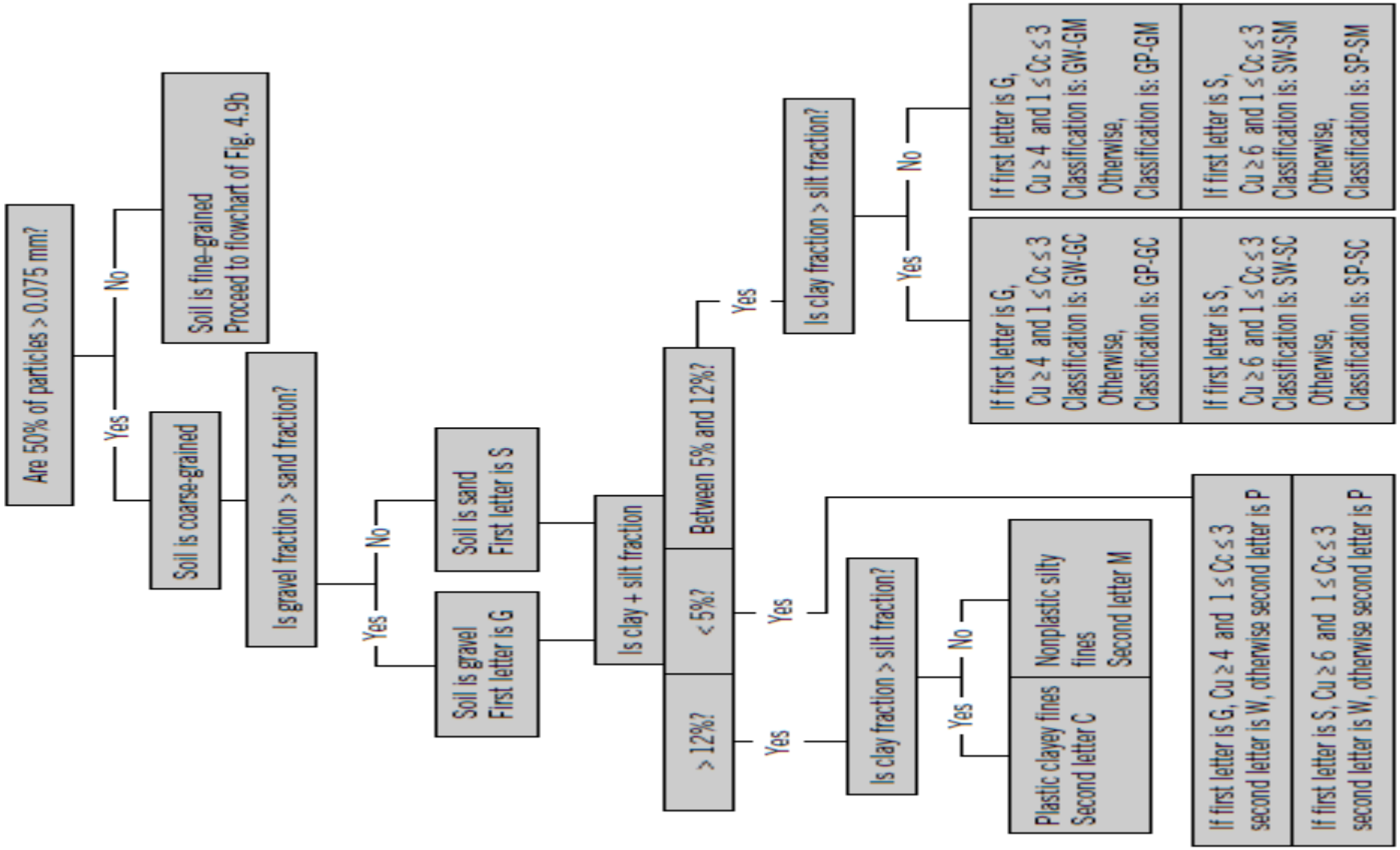
C: رس دار

M: لای دار

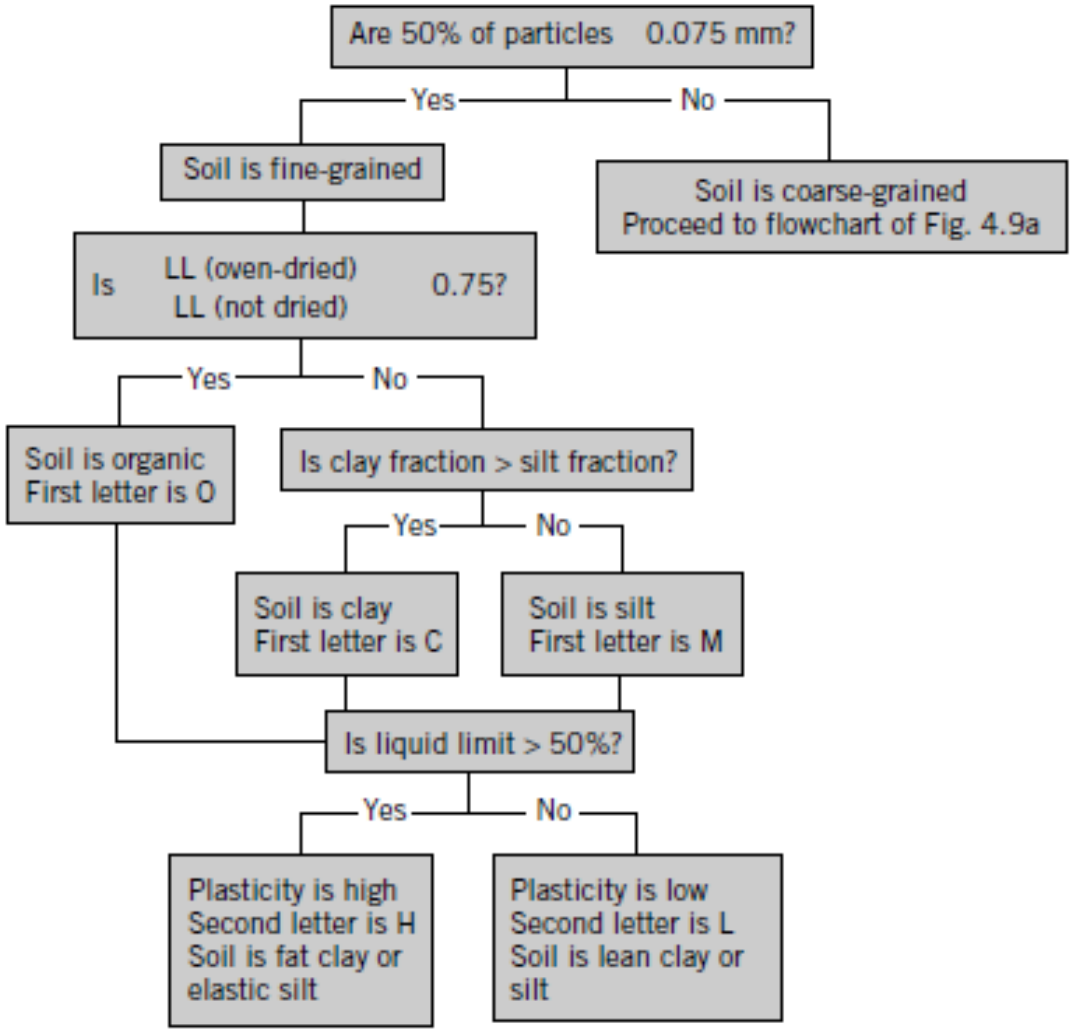
L: خاصیت خمیری کم

H: خاصیت خمیری زیاد

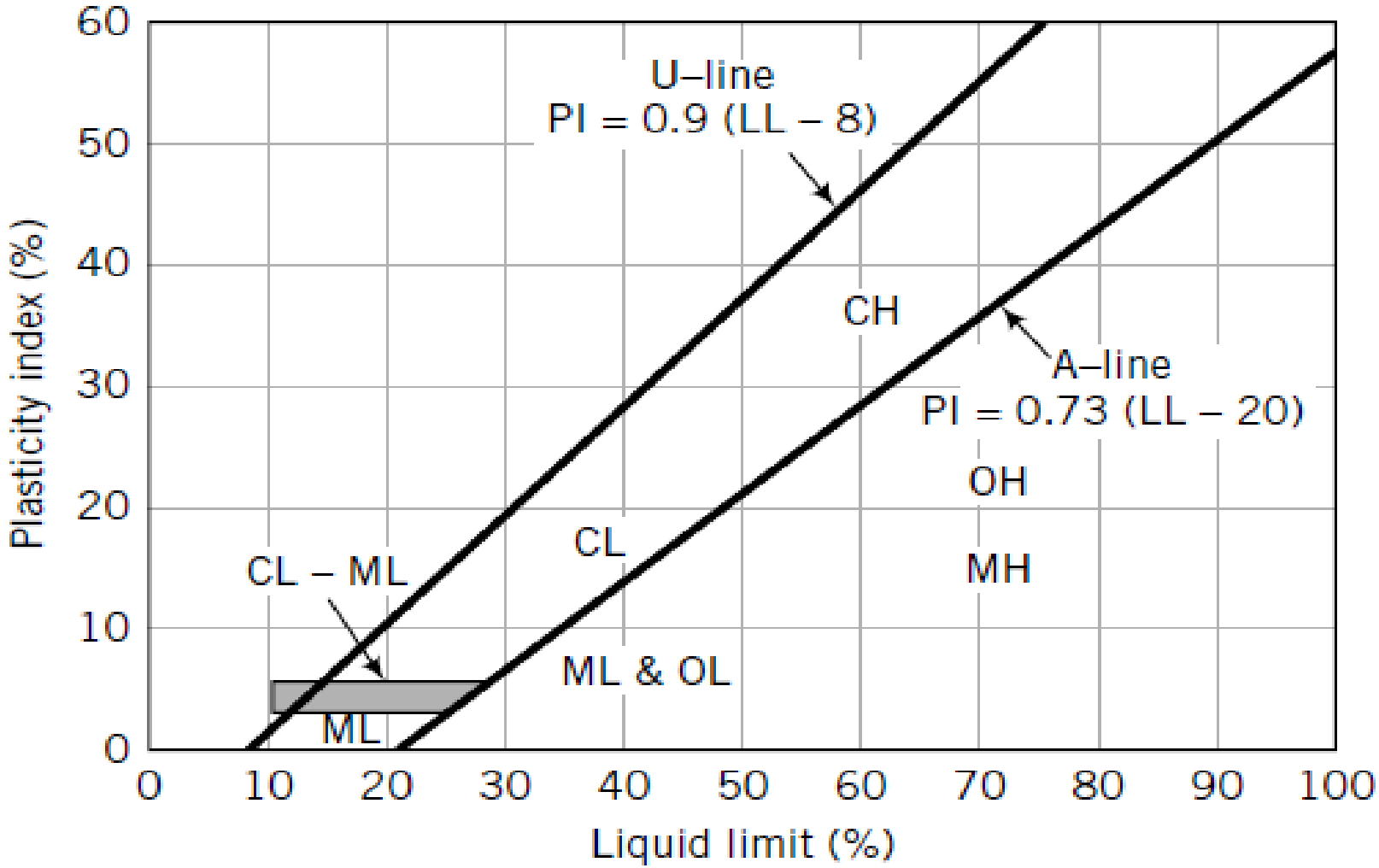
طبقه بندی به روش متحد برای خاکها ی درشت دانه (p.p#200<50%)



طبقه بندی به روش متحد برای خاکهای ریزدانه (p.p#200>50%)



Plasticity Chart



ترکیب خاک

خاک یک محیط سه فازی است: ۱.دانه های جامد خاک ۲. آب ۳. هوا

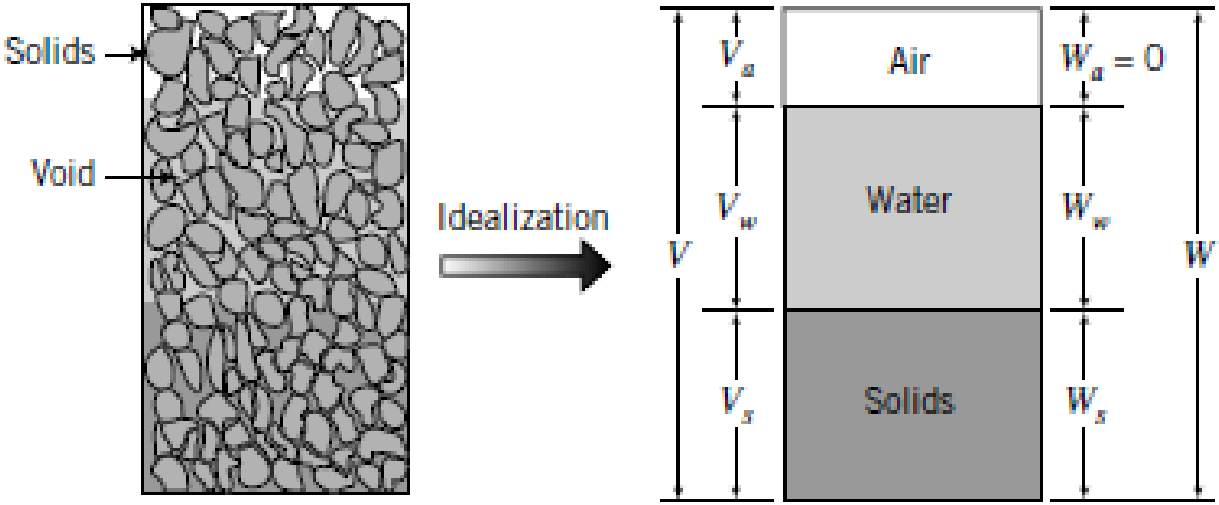
که در اینجا پسوندهای:

S :نشان دهنده دانه های جامدخاک

W: نشان دهنده آب

A: نشان دهنده هوا

V: نشان دهنده حفرات بین دانه های خاک هستند که میتوانند با آب یا هوا پر بشوند.



(a) Soil (b) Idealized soil

بخش	حجم	جرم	وزن
هوا	V a	M a=o	W a=o
آب	V w	M w	W w
دانه های جامد	V s	M s	W s
total	V = V s + V w + V a	M = M s + M w	W = W s + W w

روابط حجمی

روابط حجمی بین بخشهای مختلف خاک بصورت ذیل تعریف میشود:

- نسبت تخلخل(voids ratio):

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

- پوکی(porosity):

$$n = \frac{V_v}{V}$$

و رابطه بین پوکی و تخلخل از رابطه ذیل بدست می آید:

$$Vs = V - Vv = (1 - n)V \Rightarrow e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_v}{(1-n)V} = \frac{nV}{(1-n)V} = \frac{n}{1-n}$$

- درجه اشباع (Degree of Saturation):

$$S_r\% = \frac{V_w}{V_a + V_w} \times 100 = \frac{V_w}{V_v} \times 100$$

و درجه اشباع از رابطه مقابل بدست می آید:

همچنین از روابط ذیل میتوانیم استفاده کنیم:

روابط وزنی و تخلخل:

چگالی ویژه دانه های خاک:

$$G_s = \frac{Unit\,Weight\,of\,Material}{Unit\,Weight\,of\,Water} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

$G_s \cong ۲.۷$ برای بیشتر خاکها

- وزن مخصوص مرطوب خاک:

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{\gamma_w G_s V_s + \gamma_w e S V_s}{V_s + e V_s} = \frac{\gamma_w (G_s + eS)}{1+e}$$

- وزن مخصوص اشباع خاک (S=1)

$$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_w (G_s + e)}{1 + e}$$

- وزن مخصوص خشک خاک (S=0)

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_w G_s}{1+e} = \frac{\gamma}{1+\omega}$$

- وزن مخصوص موثر یا غوطه وری :

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = \left(\frac{G_s - 1}{1+e}\right)\gamma_w$$

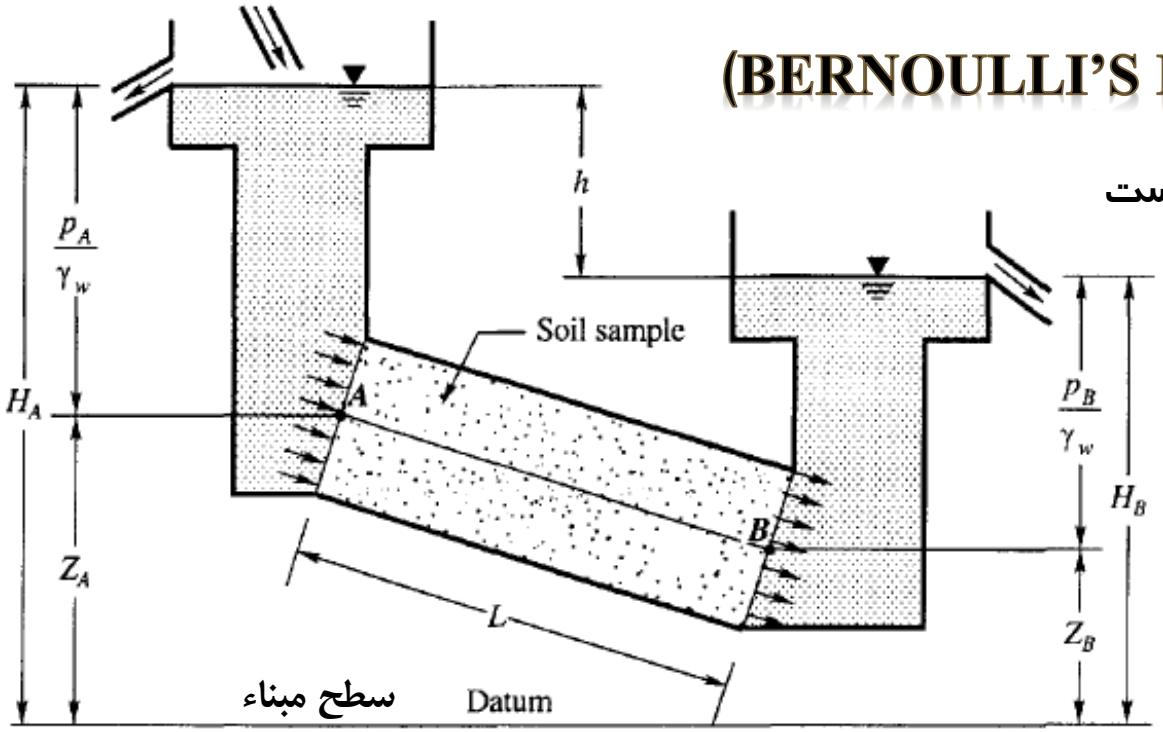
میزان رطوبت(MOISTURE CONTENT)

$$\omega = \frac{W_w}{W_s}$$

حرکت آب در خاک

هدف از این بخش تعیین میزان جریان در خاک و تعیین میزان دبی آب نشتی در خاک زیر سازه های مختلف مثل سدها، گودبرداریها

رابطه برنولی: (BERNOULLI'S PRINCIPLE)



صفر است ، چون سرعت در خاک ناچیز است

$$H_A = Z_A + \frac{V_A^2}{2g} + h_A$$

$h_A \rightarrow \frac{P_A}{\gamma_w}$

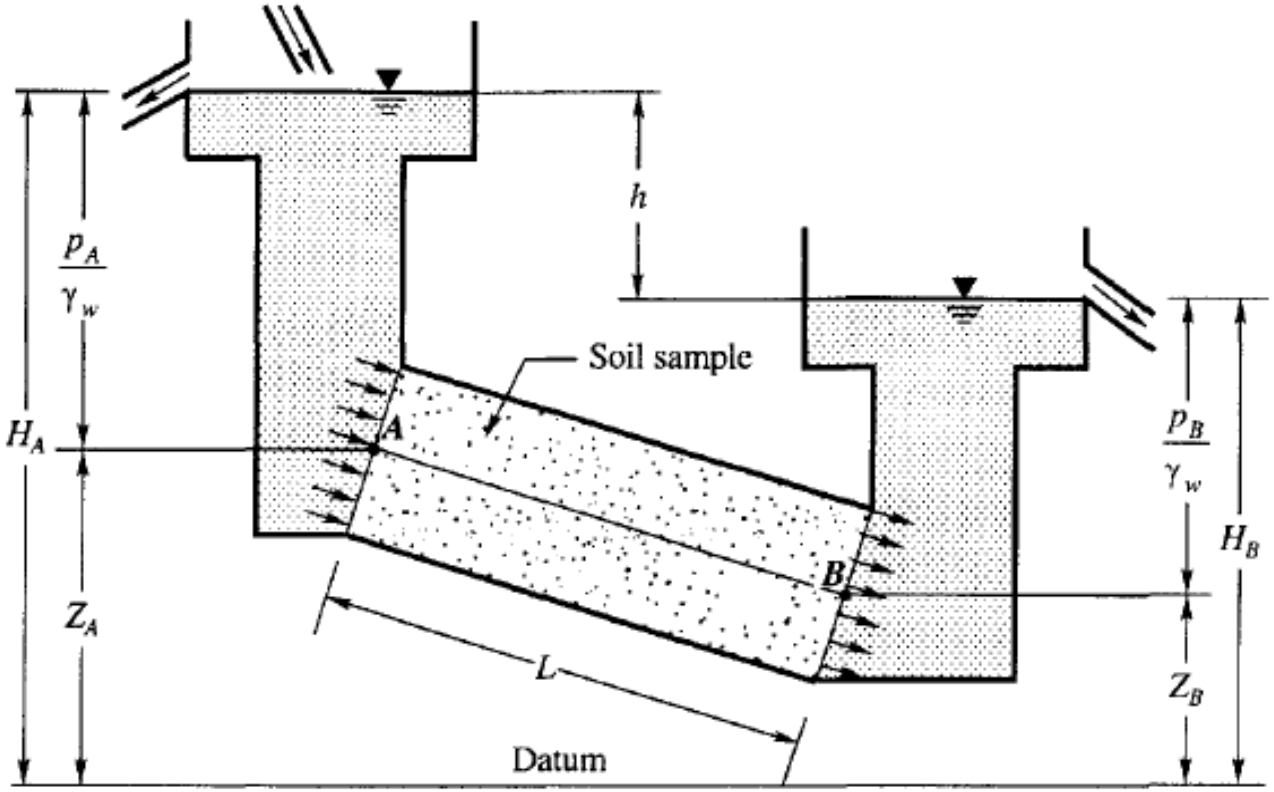
هد پتانسیل	هد جنبشی	هد فشاری

$$H_A = Z_A + \frac{P_A}{\gamma} \quad , H_B = Z_B + \frac{P_B}{\gamma} \Rightarrow h(\Delta H) = H_A - H_B = Z_A + \frac{P_A}{\gamma} - Z_B - \frac{P_B}{\gamma}$$

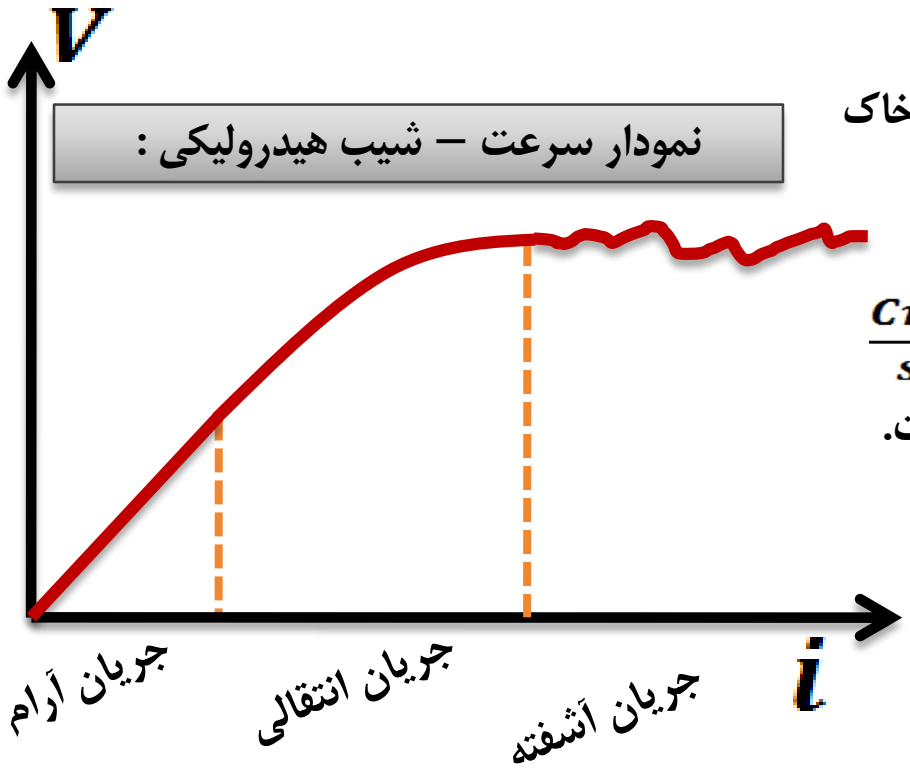
گرادیان هیدرولیکی(hydraulic gradient) :

$$h(\Delta H) = H_A - H_B = Z_A + \frac{P_A}{\gamma_w} - Z_B - \frac{P_B}{\gamma_w}$$

$$i = \frac{h}{L} = \frac{\Delta H}{L}$$



قانون دارسی(Darcy's law)



سرعت جریان آب درخاک
واحد معمولا : cm/s

$$V = k.i = k.\frac{\Delta H}{L}$$

K : ضریب نفوذ پـــذیری خـــاک واحد معمولا : $\frac{cm}{s}$

و برای خاکهای که نفوذ پذیری کمی دارند $\frac{m}{day}$ است.

دبی یا شدت جریان عبوری از سطح:

$$q = V.A = k.i.A$$

$$Q = q.t = V.A.t = k.i.A.t$$

سرعت حقیقی جریان آب در خاک :

$$V_s = \frac{V}{n}$$

مقادیر معمول ضریب نفوذپذیری برای خاکهای اشباع

TABLE 7.1 TYPICAL VALUES OF HYDRAULIC CONDUCTIVITY, *k*, FOR SATURATED SOILS

Soil Description	Hydraulic Conductivity, *k*	
	(cm/s)	(ft/s)
Clean gravel	1 to 100	3×10^{-2} to 3
Sand-gravel mixtures	10^{-2} to 10	3×10^{-4} to 0.3
Clean coarse sand	10^{-2} to 1	3×10^{-4} to 3×10^{-2}
Fine sand	10^{-3} to 10^{-1}	3×10^{-5} to 3×10^{-3}
Silty sand	10^{-3} to 10^{-2}	3×10^{-5} to 3×10^{-4}
Clayey sand	10^{-4} to 10^{-2}	3×10^{-6} to 3×10^{-4}
Silt	10^{-8} to 10^{-3}	3×10^{-10} to 3×10^{-5}
Clay	10^{-10} to 10^{-6}	3×10^{-12} to 3×10^{-8}

K(ضریب نفوذپذیری) تابع پارامترهای زیر است :

- ویسکوزیته سیال : هرچقدر ویسکوزیته بالاتر باشد , نفوذ پذیری پایین تر است. (نفوذپذیری را در دمای 20 C اعلام می کنند چون ویسکوزیته تابعی از دما است.)
- اندازه وتوزیع حفرات و دانه ها : مهمترین عامل در نفوذ پذیری خاک است که با D10 نمایش میدهند ، هرچه D10 بزرگتر باشد اندازه دانه ها بزرگتر است.
- درجه اشباع خاک : $S = \frac{V_w}{V_V}$
- هرچقدر درجه اشباع بالاتر باشد آنگاه نفوذپذیری بالاتر است
- منحنی دانه بندی خاک
- تخلخل : هرچه تخلخل بیشتر باشد نفوذپذیری بیشتر است.
- زبری دانه ها : هر چه زبرتر باشد ، نفوذ پذیری پایین تر است.
- سطح ویژه دانه های خاک که هرچه بیشتر باشد نفوذپذیری کمتر خواهد بود.

روشهای تعیین ضریب نفوذ پذیری

- تعیین ضریب نفوذ پذیری
  - روابط تجربی
  - آزمایشگاه
    - هد ثابت
    - هد متغیر(نزولی)
  - کارگاه
    - لوفران(خاک)
    - لوژان(سنگ)

۱.روابط تجربی:

رابطه هایزن $K\left(\frac{Cm}{s}\right) = C.D_{10}^{2}$

C: 1 – 1.5 ماسه یکنواخت

D_{10}: Cm

رابطه کازاگرانده $K = 1.4\, e^{2}\, K_{0.85}$

تاثیر دما بر روی K:

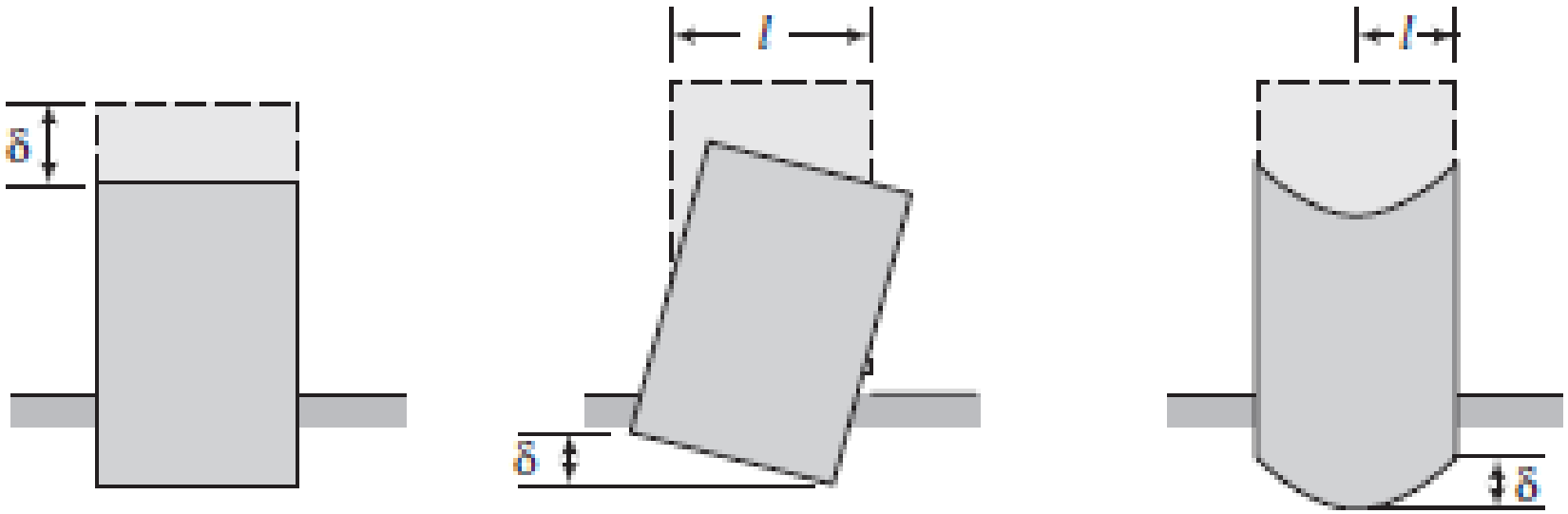
$$k_{20^\circ C} = k_{T^\circ C}\frac{\mu_{T^\circ C}}{\mu_{20^\circ C}} = k_{T^\circ C}R_T \Rightarrow \boxed{R_T = 2.42 - 0.475\ln(T)}$$

فرآیند نشست

نشست ← کاهش تخلخل ← افزایش تنش فشاری در خاک

نمونه هایی از نشست غیر مجاز در سازها

انواع نشست از نظر شکل نشست



هنگامی که یک لایه خاک تحت تأثیر یک تنش فشاری قرار گیرد, نظیر آنچه که در زمان بنای یک ساختمان اتفاق می افتد, تا حدود معینی فشرده می شود. این فشردگی از راههای مختلفی رخ می دهد:

- تغییر وضع قرار گرفتن دانه های جامد خاک
- بیرون رانده شدن هوا- (تراکم که در فصل چهارم بحث شد)
- بیرون رانده شدن آب حفره ای- (تحکیم که در این فصل مفصل بحث خواهد شد.)

انواع نشست از نظر زمان

انواع نشست

- نشست آنی یا ارتجاعی (که در خاکهای دانه ای بیشتر بحث میشود) (S_i)
- نشست تحکیم
  - نشست اولیه تحکیم اولیه (لای های اشباع شده غیر آلی و رسها) (S_c)
  - نشست تحکیم ثانویه (S_s)

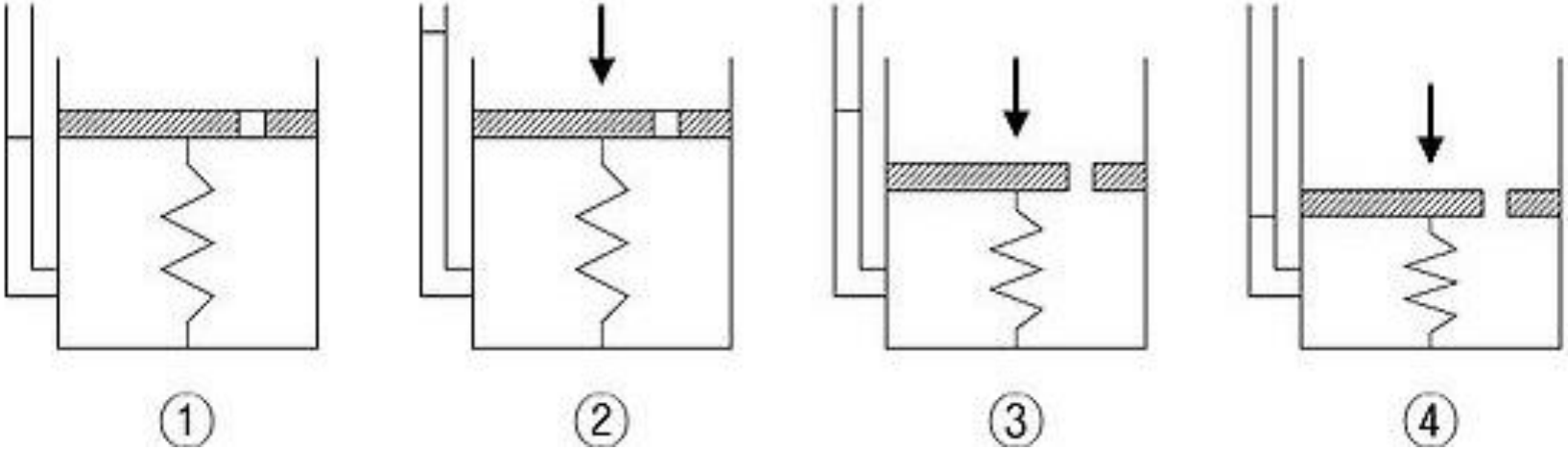
نشست کل: $S=S_i+S_c+S_s$

اصول پایه تحکیم (مفاهیم کلی تحکیم یک بعدی)

تعریف تحکیم مطابق نظریه ترزاقی(۱۹۴۳):

کاهش میزان رطوبت خاک اشباع بدون جایگزین شدن آب با هوا عمل تحکیم نامیده می شود.

- **نکته: وقتی که خاکهای رسی اشباع که ضریب نفوذپذیری کمی دارند, زیر تنش فشاری حاصل از بار پی قرار گیرند, فشار آب حفره ای به طور آنی افزایش پیدا خواهد کرد,و به علت نفوذپذیری کم خاک, یک تأخیر زمانی مابین زمان اعمال بار فشاری و زمان خروج آب حفره ای وجود خواهد داشت درنتیجه نشست ناشی از خروج آب با گذشت زمان اتفاق می افتد که به آن عمل تحکیم گویند.**



رسها از نظر تاریخچه تنش

رس های عادی تحکیم یافته:

تنش موثر وارده به خاک در حال حاضر حد اکثر تنش موثری است که خاک در عمر خود (تاریخچه تشکیل) تجربه نموده است یا بعبارت دیگر فشار اضافي مؤثر فعلي بيشتر از فشاري باشد که خاک قبلاً تحت آن قرار داشته است.

$$\sigma'_0 \geq \sigma'_{past(\max)}$$

رس های پیش تحکیم یافته:

تنش موثر وارده به خاک در حال حاضر کمتر از حد اکثر فشار موثری است که خاک در عمر خود (تاریخچه تشکیل) تجربه نموده است.

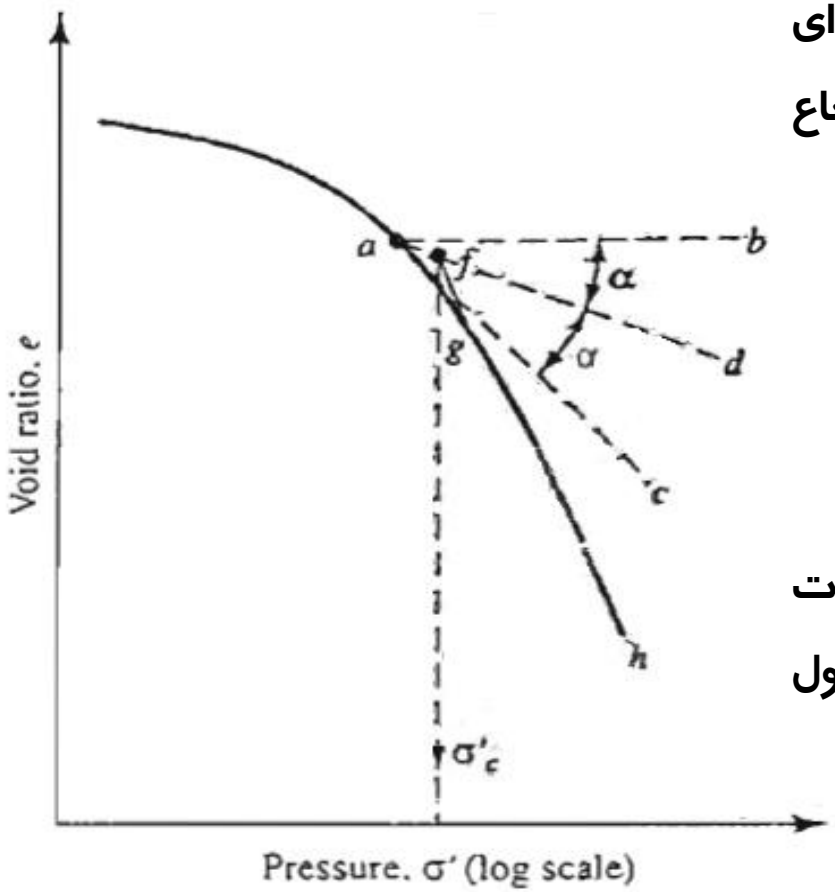
$$\sigma'_0 < \sigma'_{past(\max)}$$

ضریب پیش تحکیمی(OCR :OVER CONSOLIDATION RATIO):

نسبت حد اکثر فشار موثری که خاک در عمر خود تجربه نموده به تنش موثر وارده به خاک در حال حاضر در خاکهای پیش تحکیم یافته .

$$OCR = \sigma'_{max} / \sigma'_0$$

تعیین فشار پیش تحکیمی



۱.با بررسی چشمی در روی نمودار e-log p نقطه ای مانند a تعیین نمایید که دارای حداقل شعاع انحنا باشد.

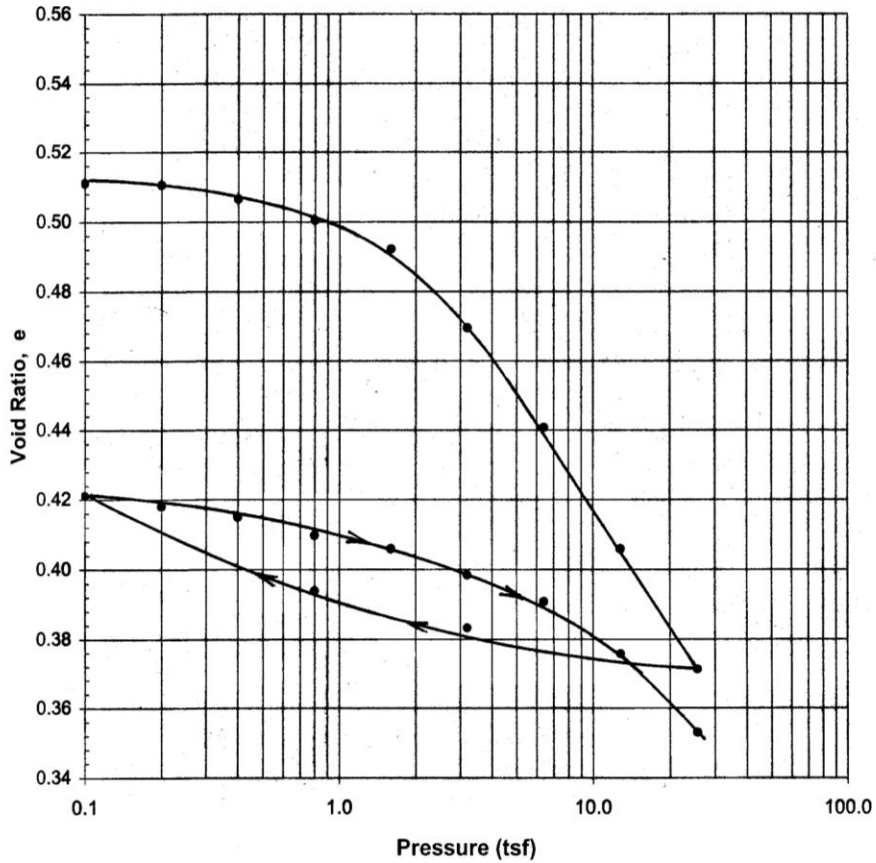
۲. خط افقی ab را رسم کنید.

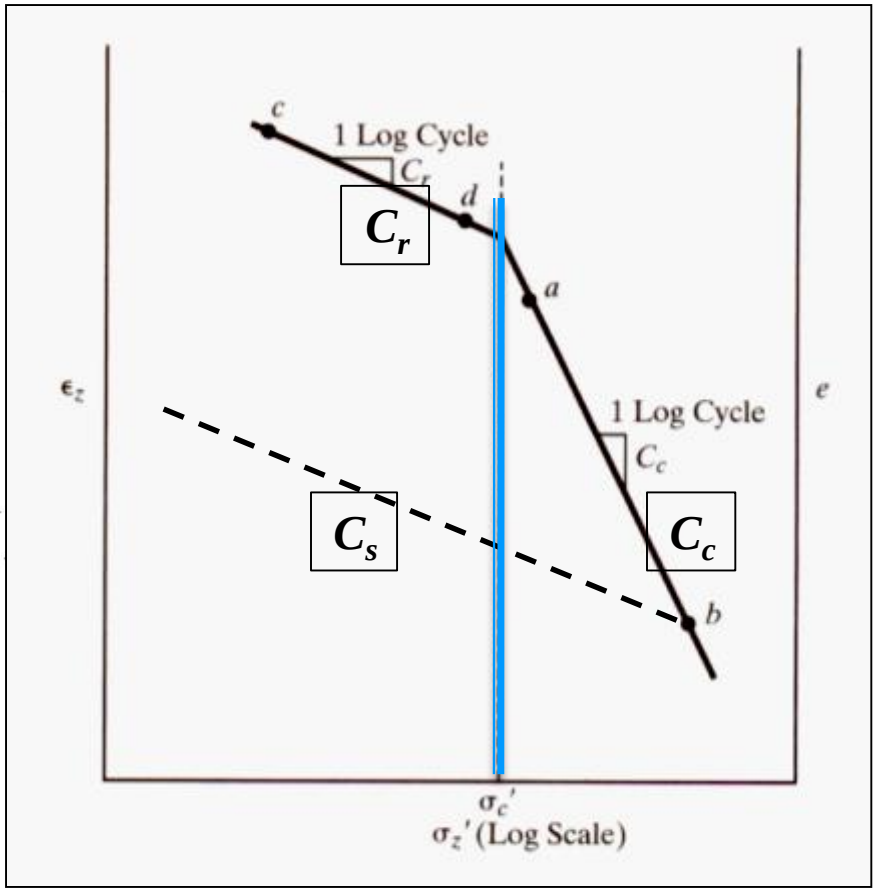
۳. مماس ac را در نقطه a بر منحنی رسم کنید.

٤. خط cd یعنی نیمساز زاویه bac را رسم کنید.

۵. قسمت خطی gh نمودار e-log p را به سمت عقب ادامه دهید تا ad را در f قطع کند. طول نقطه f فشار پیش تحکیم یافته است.

ایده آل سازی داده های تحکیم
Idealization of Consolidation data





$$C_c = -\frac{e_a - e_b}{(\log\ \sigma'_z)_b - (\log\ \sigma'_z)_a} = -\frac{\Delta e}{\log\left(\frac{\sigma'_{zb}}{\sigma'_{za}}\right)}, C_s = -\frac{e_c - e_d}{(\log\ \sigma'_z)_d - (\log\ \sigma'_z)_c} = -\frac{\Delta e}{\log\left(\frac{\sigma'_{zd}}{\sigma'_{zc}}\right)}$$

ضرایب فشردگی و باربرداری یا تورم

- شاخص فشردگی: (Compression Index):

شیب منحنی در ناحیه عادی تحکیم یافته:

$$C_c = -\frac{e_a - e_b}{(\log\ \sigma'_z)_b - (\log\ \sigma'_z)_a} = -\frac{\Delta e}{\log\left(\frac{\sigma'_{zb}}{\sigma'_{za}}\right)}$$

- شاخص تراکم مجدد: (Recompression Index):

شیب منحنی در ناحیه پیش تحکیم یافته:

$$C_s = -\frac{e_c - e_d}{(\log\ \sigma'_z)_d - (\log\ \sigma'_z)_c} = -\frac{\Delta e}{\log\left(\frac{\sigma'_{zd}}{\sigma'_{zc}}\right)}$$

- شاخص تورم (Unloading or Swelling Index):

شیب منحنی در ناحیه باربرداری

$$C_s = C_r$$

روابط تجربی برای تعیین ضرایب بالا:

$$C_C = 0.009(LL - 10)$$ رس دست نخورده

$$C_C = 0.007(LL - 10)$$ رس دست خورده

$$C_s = 0.1 \text{ to } 0.2\ C_C$$

روابط تجربی برای مقادیر ضرایب تحکیم و تورم

Typical range of values

$C_c = 0.1$ to 0.8

$C_r = 0.015$ to 0.35; also, $C_r \approx C_c/5$ to $C_c/10$

$C_\alpha/C_c = 0.03$ to 0.08

Empirical relationships	Reference
$C_c = 0.009\,(\mathrm{LL} - 10)$	Terzaghi and Peck, 1967
$C_c = 0.40(e_o - 0.25)$	Azzouz et al., 1976
$C_c = 0.01(w - 5)$	Azzouz et al., 1976
$C_c = 0.37(e_o + 0.003\,\mathrm{LL} - 0.34)$	Azzouz et al., 1976
$C_c = 0.00234\,\mathrm{LL}\,G_s$	Nagaraj and Murthy, 1986
$C_r = 0.15(e_o + 0.007)$	Azzouz et al., 1976
$C_r = 0.003(w + 7)$	Azzouz et al., 1976
$C_r = 0.126(e_o + 0.003\,\mathrm{LL} - 0.06)$	Azzouz et al., 1976
$C_r = 0.000463\,\mathrm{LL}\,G_s$	Nagaraj and Murthy, 1985
$C_c = 1.35\,\mathrm{PI}$ (remolded clays)	Schofield and Wroth, 1968

روابط بالا در کتابهای قدیمی با اندیس گذاری قدیمی

- الف – بارگذاری در ناحیه پیش تحکیم یافته:

$$\Delta H = S = \frac{C_s \cdot H}{1+e_o}\log\left(\frac{p_o+\Delta p}{p_o}\right)$$

- ب – بارگذاری در ناحیه عادی تحکیم یافته:

$$\Delta H = S = \frac{C_c \cdot H_o}{1+e_o}\log\left(\frac{P_o+\Delta p}{P_o}\right)$$

- ج – بارگذاری از ناحیه پیش تحکیم به ناحیه عادی تحکیم

$$\Delta H = S = \frac{C_s H}{1+e_o}\log\frac{p_c}{p_o} + \frac{C_c H}{1+e_o}\log\left(\frac{p_o+\Delta p}{p_c}\right)$$

عامل زمان T_V و ارتباط آن با ضریب تحکیم

عامل زمان

$$T_V = \frac{C_V . t}{H_{dr}^{۲}}$$

زهکشی یکطرفه

$$H_{dr} = H$$

زهکشی دو طرفه

$$H_{dr} = \frac{H}{2}$$

رابطه ترزاقی برای عامل زمان بر حسب درصد درجه تحکیم متوسط:

$$0 < U_{av} < 60\% \Rightarrow T_V = \frac{\pi}{4}\left(\frac{U\%}{100}\right)^2$$

$$60\% < U_{av} < 100\% \Rightarrow T_V = 1.781 - 0.933\left[\log(100 - U\%)\right]$$

سیوارام و سوامی:

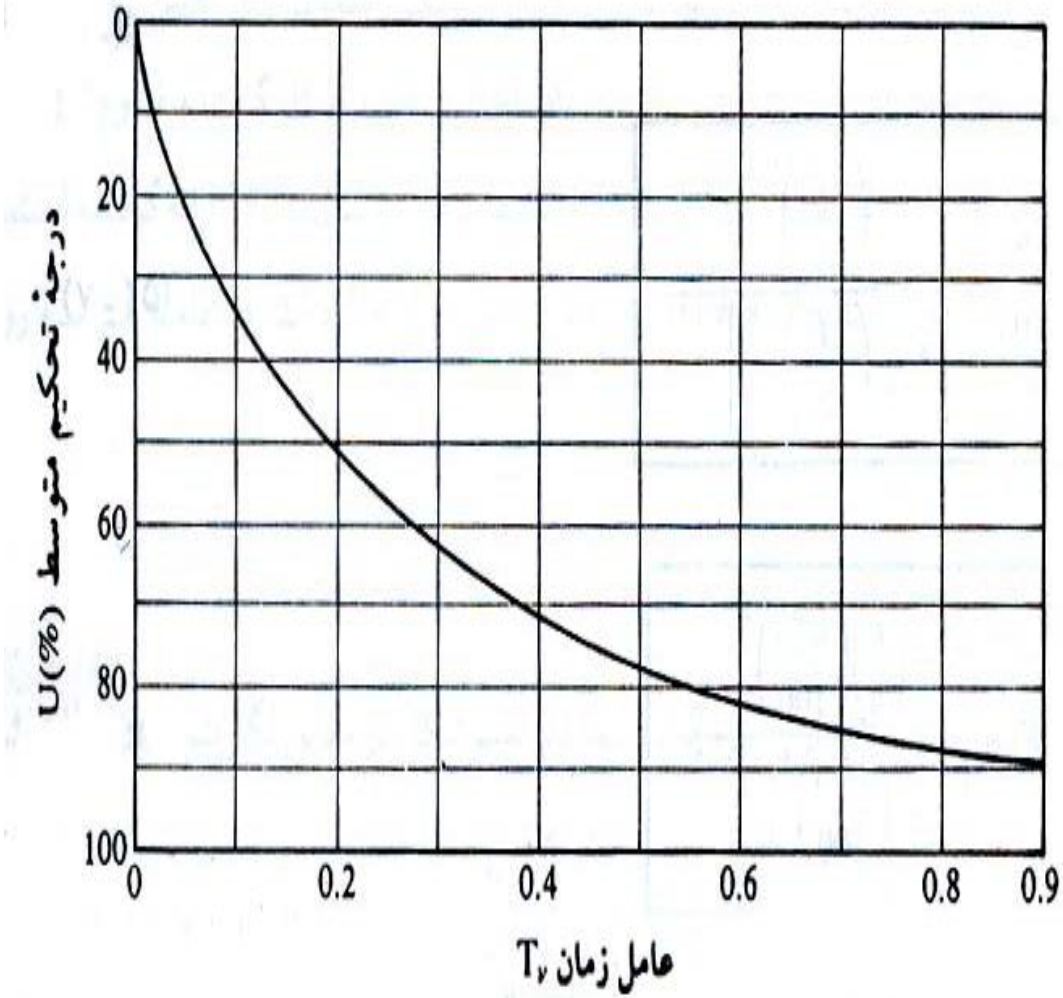
$$0 < U_{av} < 100 \Rightarrow T_V = \frac{(\pi/4)(U_{av}\%/100)^2}{\left[1-(U_{av}\%/100)^{5.6}\right]^{0.357}}$$

U%: درجه تحکیم

Tv: عامل یا ضریب زمان

Hdr: طول مسیر زهکشی

تغییرات درجه تحکیم U% با Tv



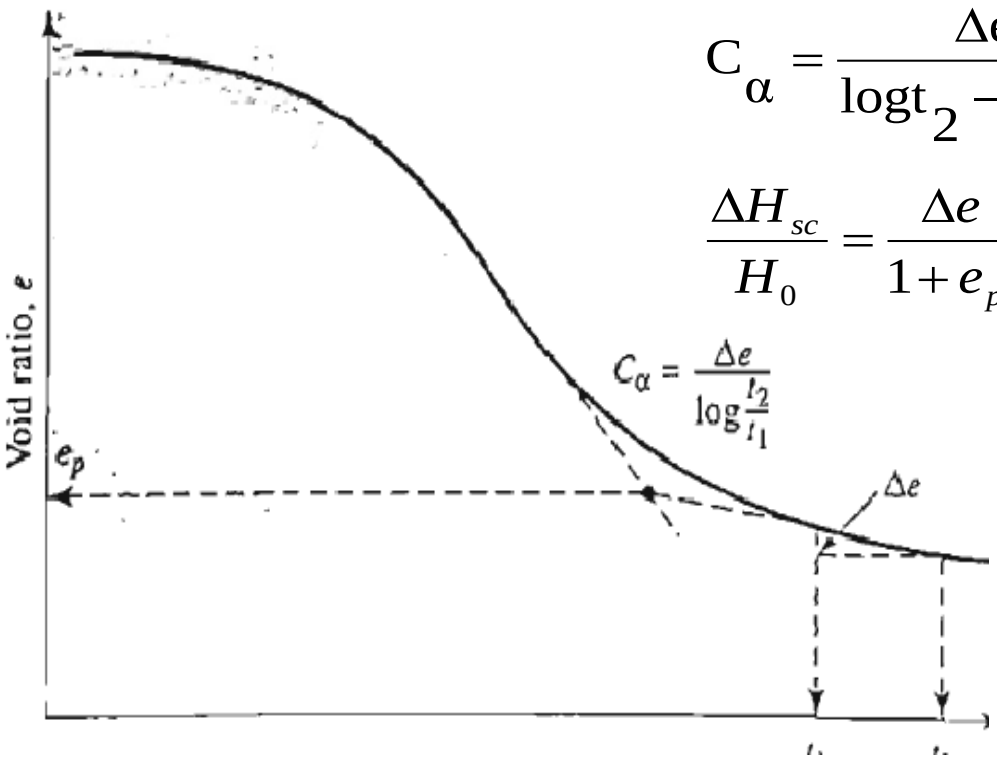
U% درجه تحکیم	T_v عامل زمان
0	0
10	0.008
20	0.031
30	0.071
40	0.126
50	0.197
60	0.287
70	0.403
80	0.567
90	0.848
100	∞

تحکیم ثانویه

- **نکته:** تحکیم ثانویه در رسهای خمیری و خاکهای آلی مقدار بزرگی دارد.
- **نکته:** برای نسبتهای افزایش بار یکسان, نسبت تراکم ثانویه به تراکم اولیه با کاهش ضخامت نمونه افزایش می یابد.

$$C_\alpha = \frac{\Delta e}{\log t_2 - \log t_1} \Rightarrow \Delta e = C_\alpha . \log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)$$

$$\frac{\Delta H_{sc}}{H_0} = \frac{\Delta e}{1+e_p} \Rightarrow \Delta H_{sc} = S_{sc} = \frac{C_\alpha . H_0}{1+e_p} . \log\left(\frac{t}{t_p}\right)$$



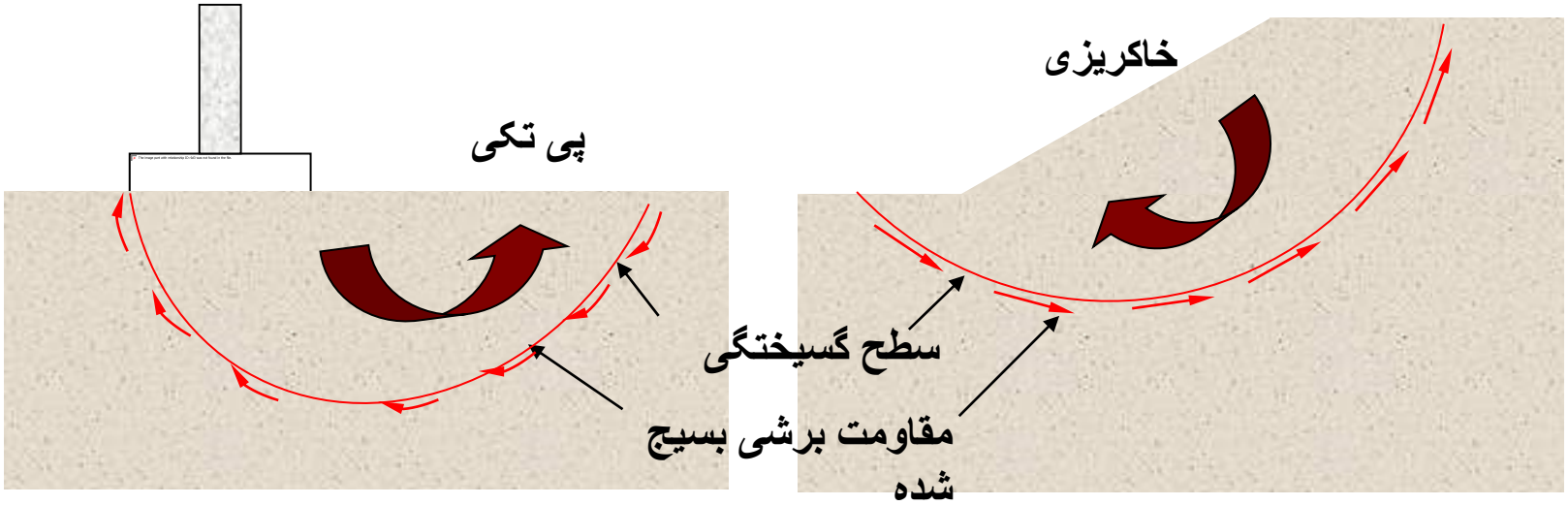
C_α : ضریب تحکیم ثانویه

Tp: زمان اتمام تحکیم اولیه

Ep: تخلخل در اتمام تحکیم اولیه

مقاومت برشی خاک

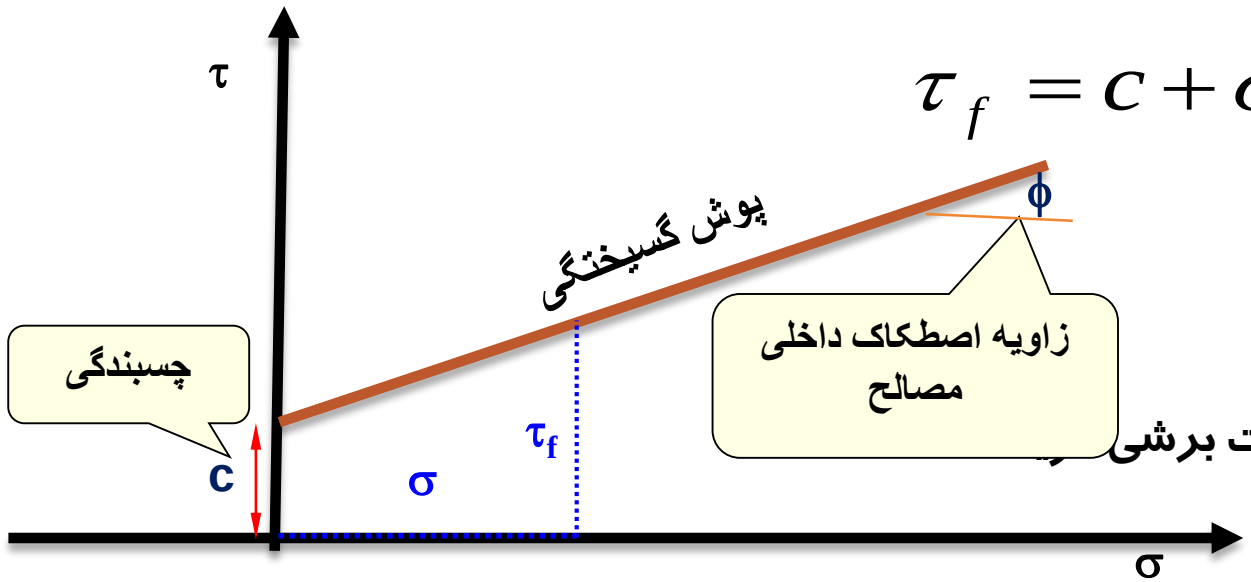
- مقاومت برشی توده خاک، مقاومت داخلی واحد سطح آن خاک است که می تواند برای مقابله با گسیختگی یا لغزش در امتداد هر صفحه داخلی بروز دهد. برای تحلیل مسائل پایداری خاک نظیر ظرفیت باربری، پایداری شیروانی ها و فشار جانبی بر روی سازه های حایل خاک، لازم است طبیعت مقاومت برشی بخوبی شناخته شود.



معیار گسیختگی مور – کولمب
(Mohr Coulomb Failure Criteria)

- مور (1900) نظریه برای گسیختگی مصالح ارائه داد که در آن گسیختگی نه به علت تنش قائم حداکثر و نه تنش برشی حداکثر ، بلکه به علت ترکیبی بحرانی از آنها پیش بینی میشود . طبق نظریه مور، رابطه بین مقاومت برشی و تنش قائم در صفحه گسیختگی به صورت زیر نوشته می شود:

$$\tau_f = c + \sigma \tan\phi$$



- C:چسبندگی
- τ: مقاومت برشی
- φ: زاویه اصطکاک داخلی
- σ: تنش قائم
- Cو φ را پارامترهای مقاومت برشی

در خاک های اشباع به جای استفاده از تنش کل (σ) از تنش موثر(σ') استفاده میشود چون آب مقاومت برشی نداشته و تنها تنشی مورد نظر است که توسط دانه های جامد خاک حمل می شود . در نتیجه رابطه مقاومت برشی در خاک های اشباع به صورت زیر نوشته می شود:

$$\tau = c' + \sigma' \tan\varphi'$$

زاویه اصطکاک داخلی(φ) برای نمونه هایی از خاکها

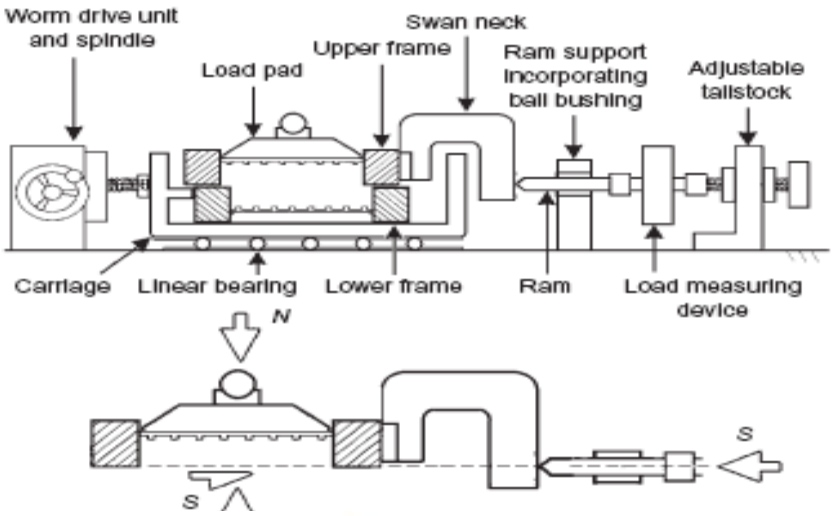
نوع خاک	زاویه اصطکاک داخلی φ (درجه)
ماسه (دانه های گرد)	
شل	۲۷ – ۳۰
متوسط	۳۰ - ۳۵
متراکم	۳۸ – ۳۵
ماسه (دانه های تیزگوش)	
شل	۳۵ – ۳۰
متوسط	۴۰ – ۳۵
متراکم	۴۵ – ۴۰
شن به همراه ماسه	۳۴ – ۴۸
لای	۲۶ - ۳۵

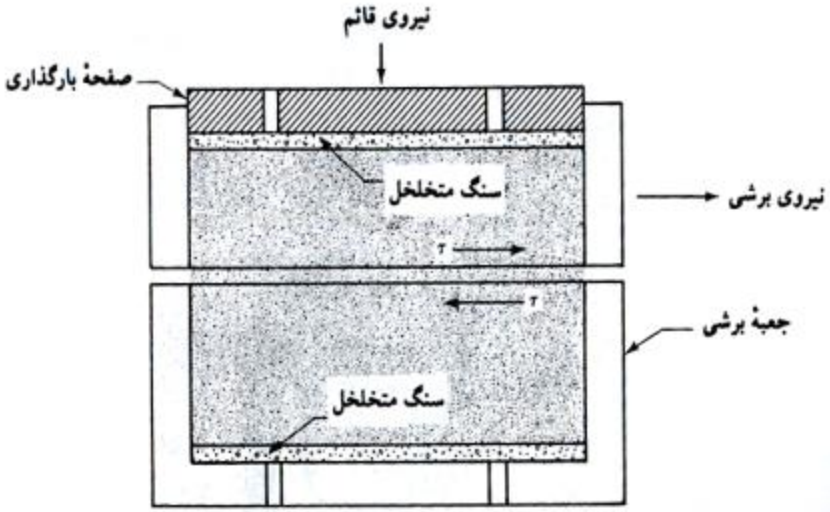
در آزمایشگاه، پارامترهای مقاومت برشی خاک با دو روش آزمایشی تعیین می گردد:

آزمایش برش مستقیم (Direct ShearBox Test)

آزمایش سه محوری(Triaxial Test)

دستگاه آزمایش برش مستقیم(Direct Shear Box Apparatus)



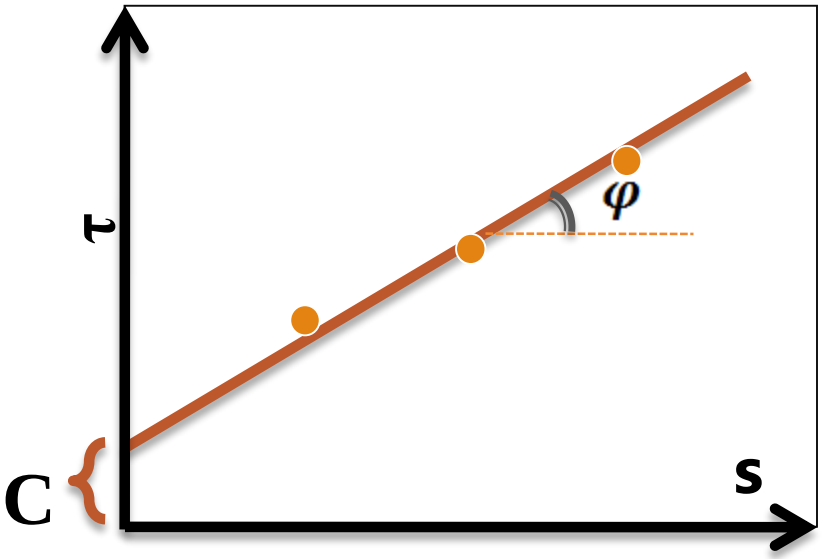


آزمایش برش مستقیم

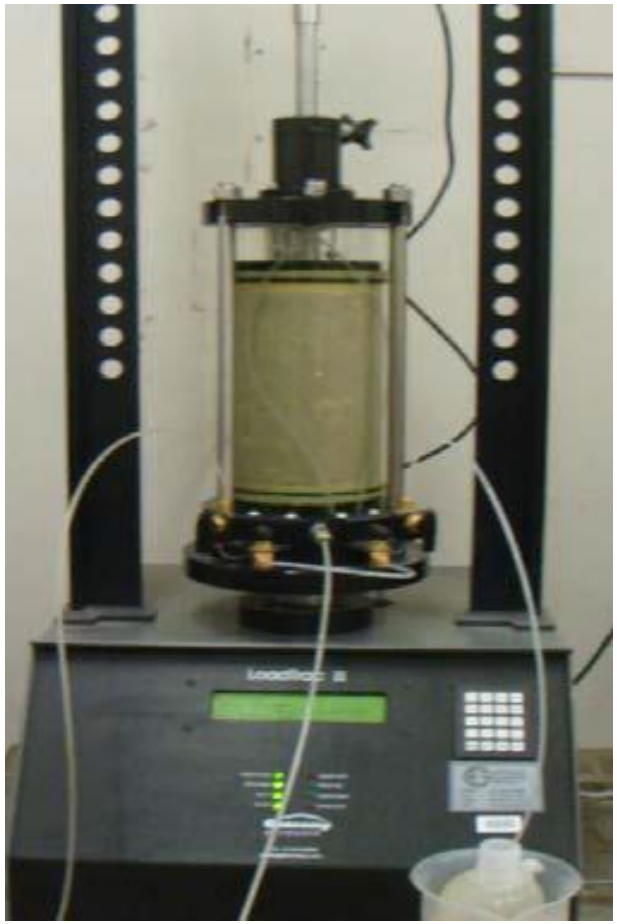
این آزمایش قدیمی ترین و ساده ترین آزمایش برشی است ; که از دو جعبه برشی فلزی که نمونه آزمایش در داخل آنها قرار می گیرد تشکیل شده است ضخامت نمونه آزمایشی ۱ اینچ و مساحت آن در پلان ۳ تا ٤ اینچ می باشد. با استفاده از وزنه هایی از بالا نیروی قائم بر نمونه قابل اعمال است . مقدار تنش قائم وارده می تواند تا مقدار ۱ نیوتن بر میلیمتر مربع باشد نیروی برشی توسط وزنه هایی بر نیمه فوقانی جعبه برشی تا لحظه گسیختگی نمونه اعمال می شود. آزمایش برش مستقیم می تواند با کنترل تنش و یا کنترل تغییر شکل باشد. آزمایش را برای حداقل سه بار مختلف انجام می دهیم و پس از محاسبه تنش قائم و تنش برشی با استفاده از روابط زیر در روی نمودار شکل زیر رسم میکنیم و از روی آن پارامترهای مقاومت برشی (C,φ) بدست می آید.

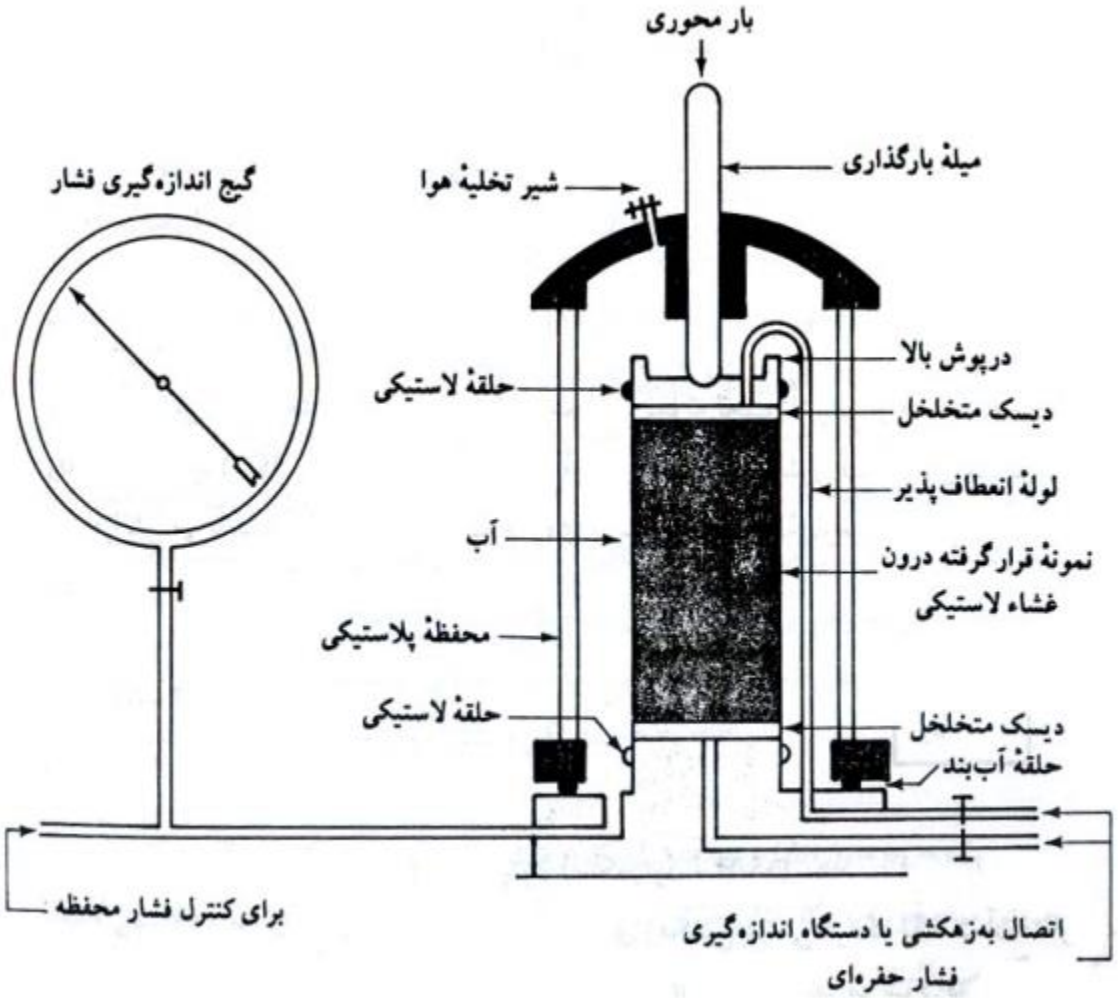
$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$\tau = \frac{T}{A}$$



آزمایش برش سه محوری(Triaxial Test)





آزمایش برش سه محوری(Triaxial test)

در این آزمایش معمولاً یک نمونه خاک به قطر ۱.۵ و ارتفاع ۳ اینچ توسط یک غشای لاستیکی پوشانده شده و در داخل یک محفظه پلاستیکی که معمولاً پر از آب یا گلیسیرین است، قرار داده می شود. به کمک مایع موجود در داخل محفظه، نمونه تحت فشار محفظه ای محدود کننده قرار می گیرد. گاهی مواقع برای ایجاد فشار محفظه ای محدود کننده از هوا استفاده می شود. برای ایجاد گسیختگی برشی در نمونه تنش محوری توسط یک میله بارگذاری قائم اعمال می گردد. این تنش، تنش انحرافی یا تفاوت تنشهای اصلی نامیده می شود. این کار را می توان با یکی از دو روش زیر انجام داد:

(الف) با اضافه کردن وزنه هایی با گام مساوی تا لحظه گسیختگی نمونه (تغییر شکل محوری نمونه به علت بار وارده به وسیله یک گیج عقربه ای اندازه گیری می شود).

(ب) اعمال تغییر شکل محوری با سرعت ثابت به وسیله یک پرس هیدرولیک. در این روش که آزمایش با کنترل تغییر شکل نامیده می شود، نیروی محوری نظیر یک تغییر شکل معلوم، به وسیله یک رینگ اندازه گیری، اندازه گیری می شود. شیرهایی برای اندازه گیری زه آب ورودی یا خروجی از نمونه و یا اندازه گیری فشار آب حفره ای (بر حسب آزمایش) تعبیه شده است.

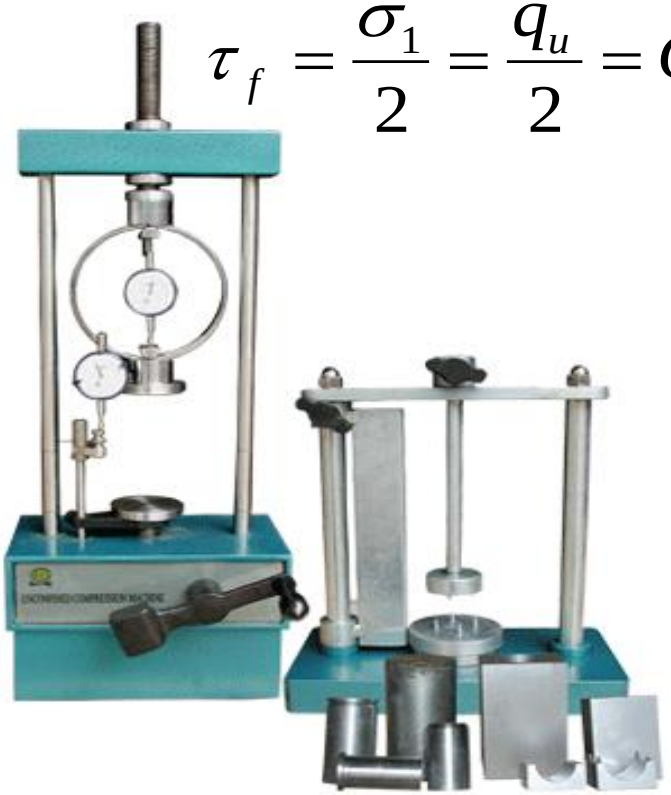
معمولاً سه نوع آزمایش سه محوری استاندارد انجام می شود

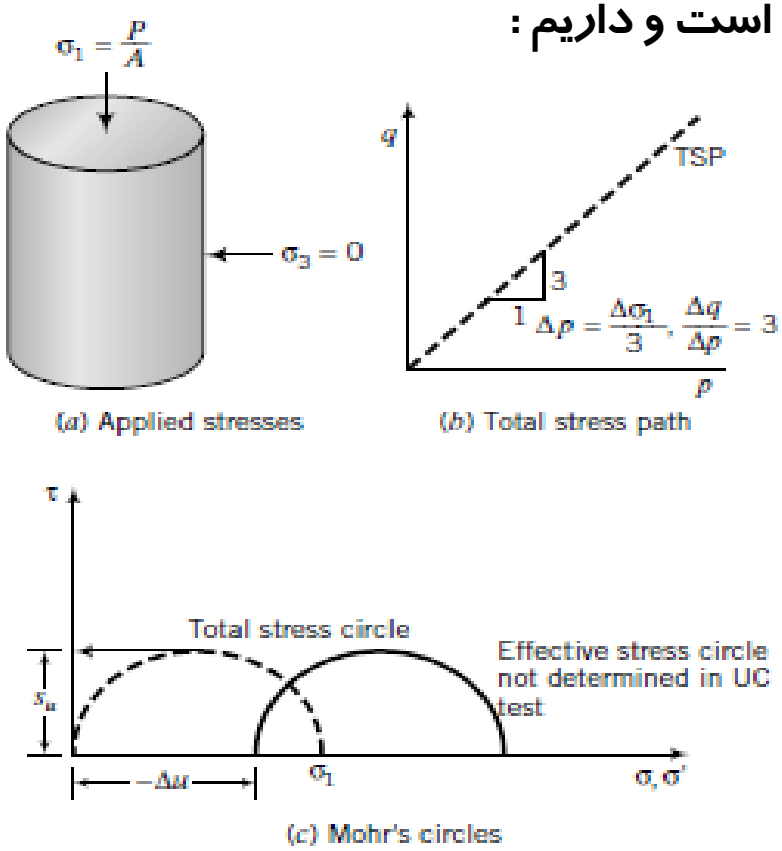
1. تحکیم شده زهکشی شده: CD
2. تحکیم شده زهکشی نشده: CU
3. تحکیم نشده زهکشی نشده: UU

آزمایش فشاری محدود نشده برای رس اشباع

آزمایش فشاری محدود نشده یک نوع خاص آزمایش از آزمایش UU است که فشار محدود کننده σ3=0 صفر است. بار محوری به سرعت به نمونه اعمال می شود تا گسیخته گردد. در لحظه گسیختگی، تنش اصلی حداقل کل مساوی صفر و تنش اصلی حداکثر کل مساوی σ1 است و داریم :

$$\tau_f = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{q_u}{2} = C_u$$

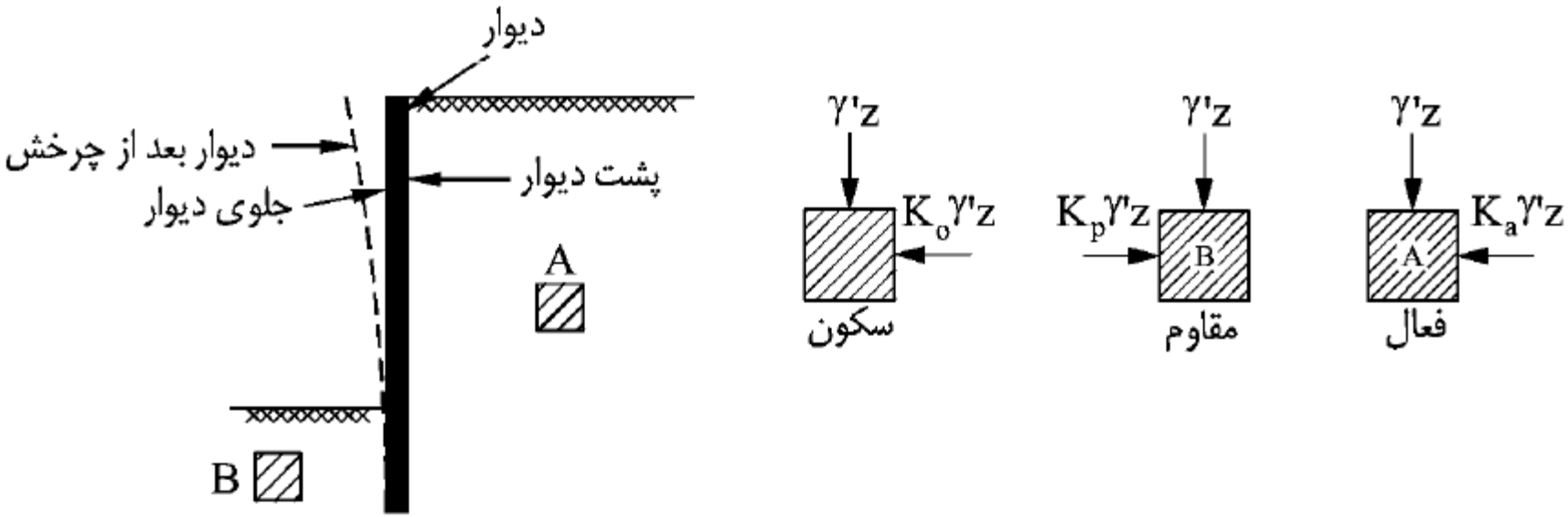




فشار جانبی خاک

- تعیین فشار جانبی خاک بر اساس تئوری مکانیک خاک

$$K = \frac{\sigma'_x}{\sigma'_z}$$



ناحیه فعال و مقاوم خاک

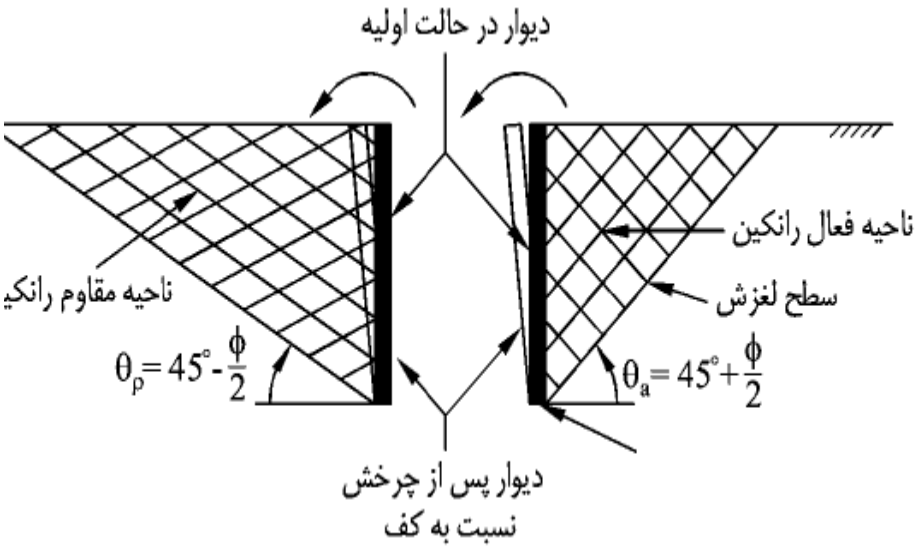
$$\tau = c + \sigma' \tan\phi$$

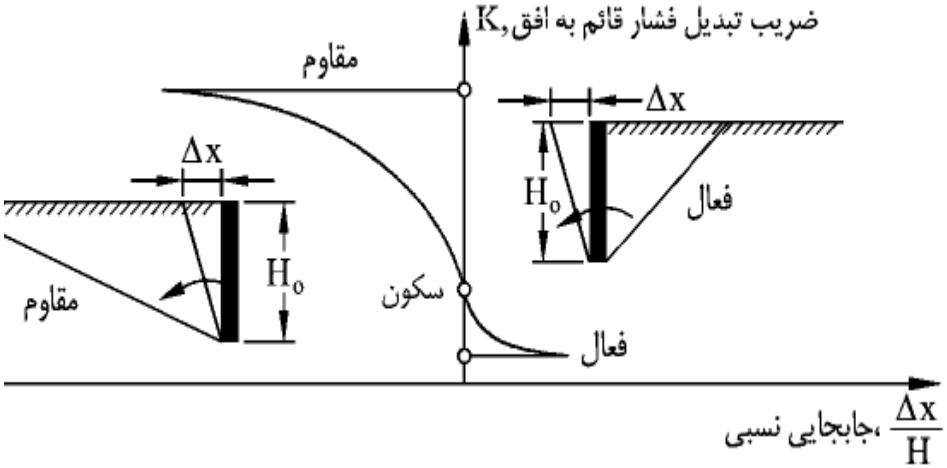
$$\sigma'_3 = \sigma'_1 \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) - 2C\tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 \tan^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) + 2C\tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

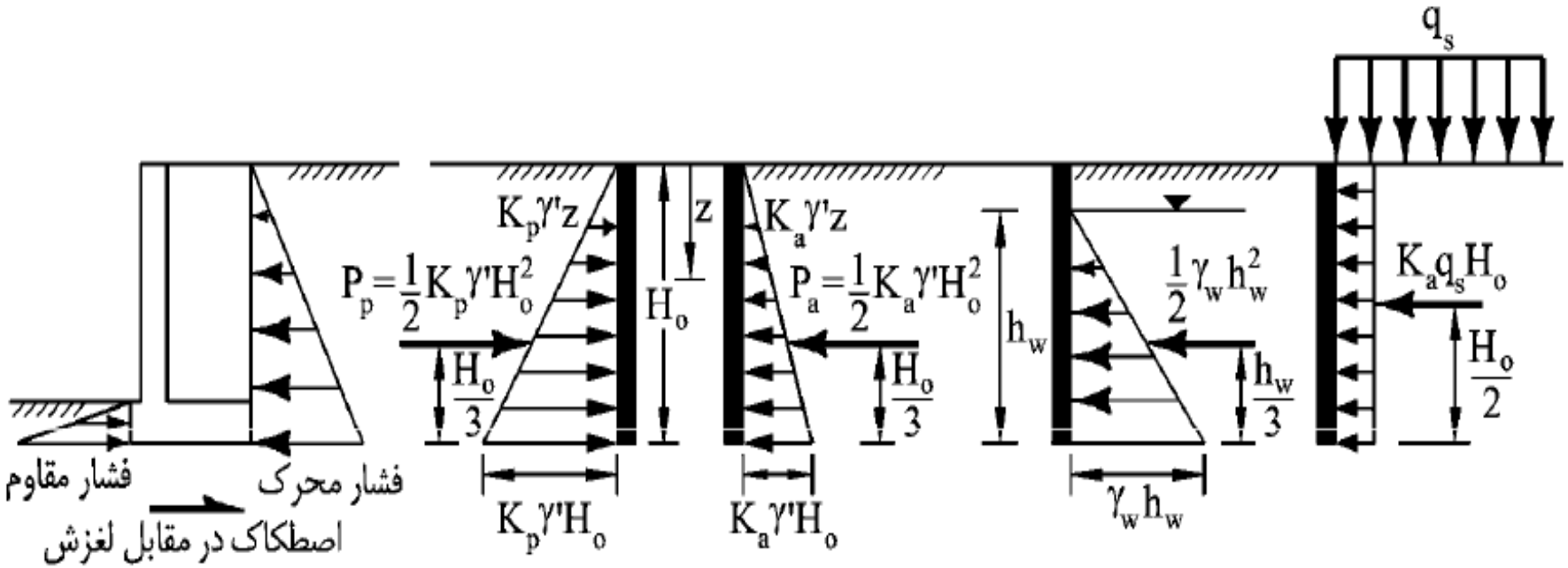
$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$$

$$K_p = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_z} = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi} = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$





توزیع نیروهای وارد بر دیوار



- در حالت فعال :

$$\sigma'_h = K_a \gamma' z - 2c\sqrt{K_a}$$

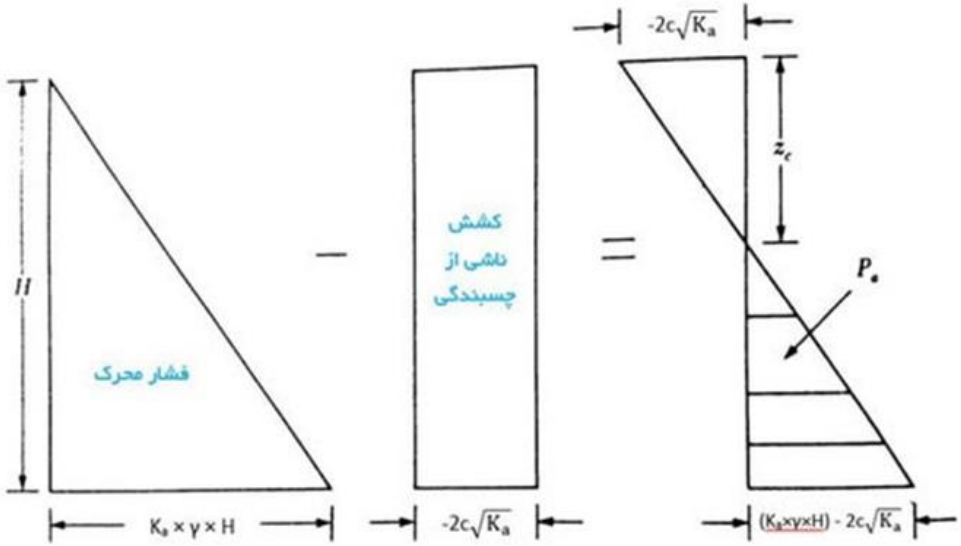
- در حالت مقاوم:

$$\sigma'_h = K_p \gamma' z + 2c\sqrt{K_p}$$

عمق ترک کششی و پایدار گود

$$\sigma_x(h) = (\gamma.h + Q).k_a - 2C\sqrt{k_a} = o$$

$$Z_c = \left[\frac{2C}{\gamma\sqrt{k_a}} - \frac{Q}{\gamma}\right]$$



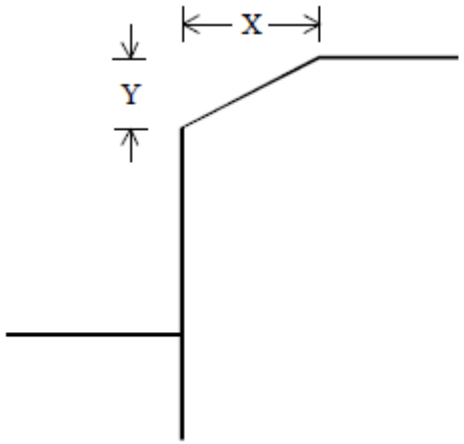
- عمق پایدار گود در محاسبات دو برابر عمق ترک کششی است حال با توجه به ضریب اطمینان ۲.۶۷ برای پایداری داریم:

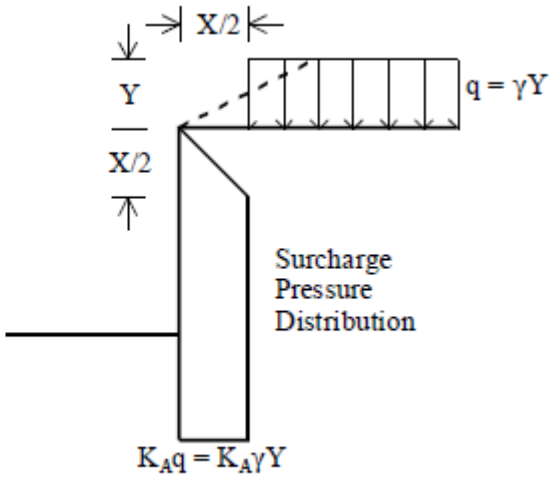
$$H_s = 2Z_c = 2\left[\frac{2C}{\gamma\sqrt{k_a}} - \frac{Q}{\gamma}\right] / \; f.s = \left[\frac{1.5C}{\gamma\sqrt{k_a}} - \frac{0.75Q}{\gamma}\right]$$

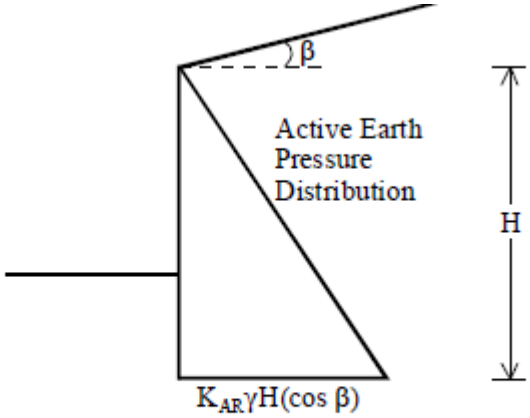
$$f.s(SafetyFactor) = 2.67$$

- در نتیجه اگر عمق گودبرداری کمتر از Hsباشد نیازی به سازه نگهبان نیست.

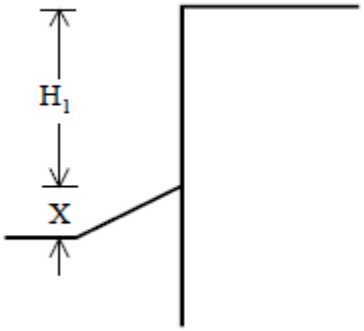
فشار خاک در حالت فعال و مقاوم برای سطح شیبدار و ...

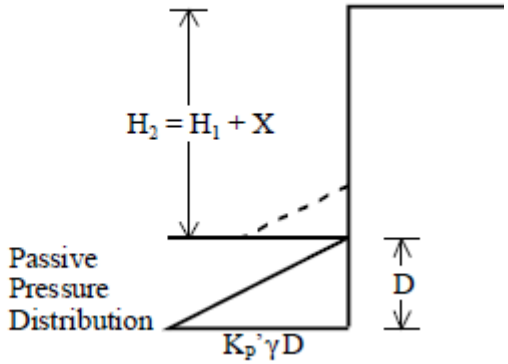


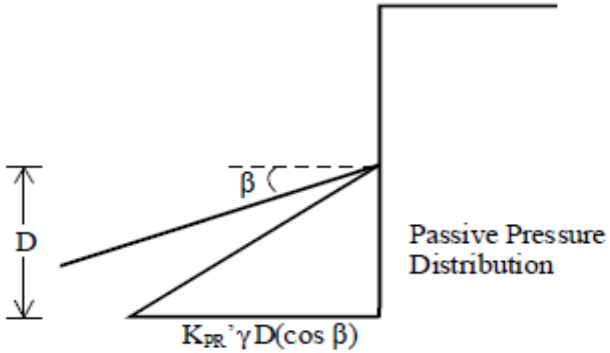




$$K_{AR} = (\cos\beta)\,\frac{[\cos\beta - (\cos^2\beta - \cos^2\Phi)^{0.5}]}{[\cos\beta + (\cos^2\beta - \cos^2\Phi)^{0.5}]}$$







Where : $K_{PR} = (\cos\beta)\,\frac{[\cos\beta + (\cos^2\beta - \cos^2\Phi)^{0.5}]}{[\cos\beta - (\cos^2\beta - \cos^2\Phi)^{0.5}]}$ $\qquad K_{PR}' = K_{PR}/F.S.$

فصل دوم :

شناسایی های ژئوتکنیکی

نگاه سنتی به گودبرداری

در نگاه سنتی به سازه، غالباً خاک به عنوان تکیه گاه سازه محسوب می شود در حالیکه نگاه مدرن و امروزی مهندسان، خاک را جزیی از سازه در نظر می گیرند.

در این نگاه خاک یکی از مصالح ساختمانی شمرده می شود و از آنجایی که شناخت از خاک نسبت به سایر مصالح ساختمانی نظیر فولاد و بتن کمتر است، لذا خاک بدلیل رفتار پیچیده آن، جزو پیچیده ترین و بغرنج ترین مصالح ساختمانی محسوب می شود.

از این رو بایستی در شناخت خاک دقت بسیاری اعمال شود و در هنگام کار همواره جوانب احتیاط در نظر گرفته شود.

دلایل کاستی های مطالعات ژئوتکنیک

-شرایط نامناسب قراردادی

– روش های غیرعادلانه یا نامناسب در رقابت (مناقصه)

– مشخصات کاری ناقص یا پیش بینی نشده

– نظارت ناقص

– بودجه ناکافی

– کمبود وقت برای انجام مطالعات مناسب

– فقدان متخصص ژئوتکنیک

هدف از شناسایی براساس مبحث هفتم

بررسی های مورد نیاز طراحی های ژئوتکنیکی باید با هدف های ذیل صورت گیرد:

- الف- گردآوری اطلاعات لازم ساختگاه از جمله تعیین جنس و لایه بندی زیرین زمین، به منظور طراحی ایمن و بدون تغییر در کارایی ساختمان و ضمن صرفه اقتصادی در طرح آن.
- ب- گردآوری اطلاعات لازم برای برنامه ریزی موقت و دائمی ساخت و ساز بنا در مراحلی که به شرایط زمین ساختگاه مرتبط می شوند شامل وضعیت هندسی و مکانیکی لایه های زیرسطحی، شرایط آب زیرزمینی، وجود مصالح و شرایط نامناسب برای پایداری ساختمان و غیره.
- پ- پیش بینی و شناسایی مشکلات احتمالی که ممکن است در خلال اجرای ساختمان و پس از آن از ناحیه زمین بروز نماید.

شناسایی ژئوتکنیکی از نظر به مبحث هفتم(۷-۲)

- به منظور شناسایی زمین، دادههای ژئوتکنیکی باید گردآوری و تفسیر شود. این داده ها افزون بر اطلاعات ژئوتکنیکی شامل داده های زمین شناسی عمومی، زمین شناسی مهندسی، زمین ریخت شناسی، لرزه خیزی، هیدروژئولوژی و تاریخچه ساختگاه میباشند. این شناسایی ها شامل بررسی لایه بندی خاک و خصوصیات مهندسی آن، شرایط آب زیرزمینی، تراز سنگ بستر و سایر مشخصات ساختگاه پروژه است. کسب اطلاعات فوق پیچیده و تابع عوامل زیر میباشد:
- نوع پروژه
- شرایط زمین
- بودجه و فناوری در اختیار برای عملیات شناسایی

رده های ژئوتکنیکی– مبحث هفتم

- **رده ژئوتکنیکی ۱ (سازه های کوچک و غیر پیچیده و استفاده از تجربیات ژئوتکنیکی مشابه همراه با قضاوت مهندسی)**

الف) ساختمانهای تا ۴ طبقه و یا ارتفاع کمتر از ۱۲ متر با شرایط زیر:

I. اهمیت کم تا متوسط بر اساس مبحث ۶
II. حداکثر عمق گودبرداری ۲/۵ متر
III. عدم وجود مسایل خاص از قبیل لغزش، نشست، خاک دستی، وجود خاک مساله دار
IV. مساحت اشغال کمتر از ۳۰۰ متر مربع

ب) دیوارهای نگهبان در خاکبرداریهای با حداکثر عمق ۲ متر

تذکر: در انبوه سازی یا شهرک سازی نمی توان از رده ۱ ژئوتکنیکی استفاده نمود. و بایستی از رده های ۲ یا ۳ استفاده شود.

رده های ژئوتکنیکی– مبحث هفتم

- **رده ژئوتکنیکی ۲** (این رده شامل سازه های متداول که در معرض خطر پذیری غیر عادی نبوده و دشواری ویژه ای ندارند و استفاده از آزمونهای صحرایی و آزمایشگاهی)

I. ساختمانهای معمولی تا ۱۵ طبقه که در معرض خطرات احتمالی غیر عادی و شرایط دشوار ژئوتکنیکی قرار ندارند.

I. ساختمانهای با حداکثر دو طبقه زیر زمین یا با عمق گودبرداری کمتر از ۶ متر

II. ساختمانهایی که بر روی خاکریزهای مهندسی ساخته می شود.

III. دیوارها و دیگر سازه های نگهدارنده آب یا خاک تا ارتفاع کمتر از ۶ متر

رده های ژئوتکنیکی – مبحث هفتم

- **رده ژئوتکنیکی ۳(سازه هایی که در چهارچوب رده های ۱ و ۲ قرار نمی گیرند و در این رده نیاز به بررسیهای ژئوتکنیکی گسترده تری نسبت به رده ۲ می باشد)**

I. کلیه ساختمانها با بیش از ۱۵ طبقه یا ارتفاع بیشتر از ۵۰ متر

II. ساختمانهای با بارهای غیر عادی، برجها و ساختمانهای بلند

III. ساختمانهای با زیرزمینهای بیشتر از ۲ طبقه

IV. سازه های در معرض در شرایط غیر عادی و دشوار از نظر ساختگاه

V. زمینهایی که در آنها به دلیل پایین آمدن سطح آب زیرزمینی و یا زهکشی های موقت و دائم، نشست و جابجایی و حرکات قابل توجه در خاک ایجاد شده که سازه های مجاور در معرض خطر ناپایداری قرار می گیرند.

I. گودبرداریهایی که از نظر عمق و ساختمانهای مجاور به توجه ویژه ای نیاز دارند.

بررسی های ژئوتکنیکی مقدماتی

- بررسی های ژئوتکنیکی به سه دسته تقسیم میشوند:
  - مقدماتی
  - طراحی
  - کنترلی

بررسی های مقدماتی شامل موارد زیر هستند:

- تهیه نقشه توپوگرافی (تهیه پروفیلهای تحت الارضی، مطالعات زمین لغزش) و عکسهای هوایی و هیدرولوژی منطقه
- شناساییهای میدانی وجمع آوری اطلاعات مربوط به بررسیهای پیشین و بررسی ساختمانها و حفاریهای همجوار
- تهیه نقشه زمین شناسی مهندسی (تعیین گونه یا واحد زمین شناسی و اطلاعات مربوطه)
- جمع آوری اطلاعات مربوط به مخاطرات ژئوتکنیکی (نقشه های ریز پهنه بندی)

بررسی های طراحی

- با توجه به:
  - تعیین دقت مورد نیاز مطالعات (عمق، تعداد آزمایشات)
  - اطلاعات لازم برای برنامه ریزی روش اجرا و طراحی مناسب و اقتصادی
  - مشکلاتی که احتمالاً در خلال ساخت ساز بوجود می آید.
  - پوشش کافی به محدوده طرح
- بررسیهای طراحی برای دست یابی به اطلاعات ژئوتکنیکی شامل:
  - لایه بندی، نوع خاک، مشخصات فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی خاک
  - سطح تراز آب زیرزمینی و شرایط ترواییی
  - روابط بار- تغییرشکل (تراکم پذیری زمین):
    - نشست بلند مدت (بار مرده+زنده)
    - نشست بر اثر بارگذاری زلزله
  - وجود هر گونه ناهنجاریهای ژئوتکنیکی (قناتها، خاکهای مساله دار)

عملیات ژئوتکنیک

معمولاً در پروژه های مختلف ۰/۵٪ تا ۱٪ از هزینه کل پروژه ، صرف مطالعات ژئو تکنیک می شود. بنابراین حذف مطالعات ژئوتکنیکی به لحاظ اقتصادی، اشتباه می باشد.

❖ اکتشافات زیر سطحی

- حفاری (روش مستقیم)
- روشهای ژئوفیزیکی (روش غیر مستقیم)

- اهداف اصلی حفاری

– شناسایی نوع مصالح زمین و معین کردن گسترش عمودی و افقی آنها
– شناسایی شرایط آبهای زیرزمینی و نفوذ پذیری لایه‌ها
– نمونه برداری از قسمتهای مختلف زمین جهت انجام آزمایشات مختلف
– انجام آزمونهای درجا

فاصله کمانه ها براساس مبحث هفتم:

- براساس بند ۷- ۲ - ۳ - ٤ - ۱ مبحث هفتم:
- چنانچه گمانه زنی به منظور شناخت یک زمین جدید و بسیار بزرگ برای ساختمان سازی گسترده انجام شود (مثل شهرهای جدید):
  - الف- اگر لایه بندی زمین به صورت نسبی یکنواخت باشد، فاصله ۵۰ تا ۲۰۰ متر بین گمانه ها قابل قبول می باشد. انتخاب دقیق با توجه به اهمیت ساختمان و شرایط ژئوتکنیکی تعیین شود.
  - ب- اگر لایه بندی پیچیده باشد(مثل مجاور گسلها، نزدیک رودخانه ها و کوه ها، زمین های بسیار ناهموار و در ه ها)، فاصله حداکثر ۳۰ متر بین گمانه ها قابل قبول می باشد
  - پ- اگر اطلاعات ژئوتکنیکی از ساختگا ههای مجاور یا سازندهای زمین شناسی مشابه با زمین مورد نظر وجود دارد، فاصله بین گمانه ها می تواند بیشتر از مقادیر مندرج در بندهای ۷ - ۲ - ۳ - ٤ -۱ - الف و ب و حداکثر تا دو برابر فواصل فوق باشد.
  - ت- اگر ساختمان با شرایط متفاوت سازه ای و یا با اهمیت بیشتر از دیگر ساختما نها در مجموعه مورد نظر باشد، باید شناسایی خاص آن ساختمان انجام شود.
- ۷ - ۲ - ۳ - ٤ - ۲ چنانچه گمانه زنی به منظور ساخت یک ساختمان منفرد انجام می شود:
  - الف- فاصله گمانه ها باید در حدود ۱۵ الی ۶۰ متر باشد.
  - ب- استفاده از جدول زیر با توجه به اهمیت ساختمان ها مبنا قرار گیرد.

تعداد گمانه ها براساس جدول ۷-۲-۱

مساحت	اهمیت ساختمان	شرایط زیرسطحی	تعداد گمانه
یک ساختمان منفرد با سطح اشغال کمتر از ۳۰۰ متر مربع	خیلی زیاد و زیاد	لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۲
		لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۳
	متوسط	لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۱
		لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۲
	کم	زمین مناسب یا نامناسب	۱
یک ساختمان منفرد با سطح اشغال ۳۰۰ الی ۱۰۰۰ مترمربع	خیلی زیاد و زیاد	لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۳
		لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۵
	متوسط	لایه‌بندی ساده و زمین مناسب	۲
		لایه‌بندی پیچیده یا زمین نامناسب	۳
	کم	زمین مناسب	۱
		زمین نامناسب	۲

برای سطح اشغال بیش از ۱۰۰۰ متر مربع، یک گمانه به ازای هر ۱۰۰۰ متر مربع به مقادیر تعداد گمانه اضافه می شود

فاصله گمانه ها براساس بند ۷- ۲ - ۳ - ۴ – ۲:

- پ- در استفاده از جدول بالا باید نکات ذیل مد نظر قرار گیرد:
- پ- ۱ شرایط زیرسطحی اولیه در جدول بر اساس اطلاعات سایتهای مجاور، شرایط ژئوتکنیکی سازندهای زمین شناسی مشابه و بازدیدهای محلی انتخاب می شود. لذا لازم است با بررسی نتایج حفر اولین گمانه، تعداد گمانه های مورد نیاز در عمل متناسب با شرایط جدید به دست آمده در صورت نیاز افزایش یابد.
- پ- ۲ برای مجتمع های ساختمانی که از تعداد زیادی ساختمان منفرد و نزدیک به یکدیگر تشکیل شده اند (بیش از ۱۰ ساختمان)، برای هر ساختمان حداقل یک گمانه با رعایت حداکثر فاصله های ذکر شده در بند ۷ – ۲ – ۳ – ٤ – ۱ بین گمانه ها کافی است. اگر فاصله ساختما نها بیشتر از مقادیر مندرج در بند ۷ – ۲ – ۳ – ٤ – ۱ باشد، باید آ نها را به صورت منفرد در نظر گرفت.
- پ- ۳ در صورتیکه ساختمان مورد نظر، پس از ایجاد گودبرداری عمیق احداث شود، تعدادی گمانه برای گودبرداری نیز باید به تعداد گمانه های بالا اضافه شود.
- ت- چنانچه بین فاصله گمانه ها و جدول فوق تناقضی پیش آمد اعداد جدول حاکم می باشد.

فاصله کمانه ها

- ۳-٤-۳-۲-۷ برای گودبرداری ها باید لایه های زمین در دیواره هر ضلع گود و در راستای عمود بر دیواره هر ضلع گود مشخص باشد. هر چه گود عمیق تر باشد، وسعت منطقه ای که باید شناسایی شود (پلان) بیشتر از سطح اشغال ساختمان شود.
- الف: در گودهای عمیق و شیروانی های بزرگ برای تعیین مقطع ژئوتکنیکی عمود بر هر ضلع، حفر حداقل ۳ گمانه (بالادست، پایین دست و روی شیب در صورت وجود) برای هر ضلع لازم است. گمانه هایی که در محل سطح اشغال ساختمان حفر می شود، میتوانند مشخص کننده مشخصات خاک محل شیب و پایین دست آن باشد. شرایط خاک بالادست در محل سطح اشغال ساختمان همسایه می تواند متفاوت باشد و باید اطلاعات آن کسب شود.

حداقل تعداد گمانه ها در صورت نیاز به گودبرداری

ب- حداقل تعداد گمانه‌ها به شرح جدول ۷-۲-۱ برای شرایطی است که ساختمان بدون گودبرداری احداث می‌شود. در صورت نیاز به گودبرداری باید تعداد گمانه‌ها به شرح جدول ۷-۲-۲ اضافه شود.

جدول ۷-۲-۲ حداقل تعداد گمانه اضافی در گودبرداری‌ها

مساحت	عمق گود کمتر از ۱۰ متر	عمق گود ۱۰ تا ۲۰ متر
یک ساختمان تکی با سطح اشغال حداکثر ۳۰۰ متر مربع	۱گمانه	۲ یا ۳
ساختمان با مساحت ۳۰۰ الی ۱۰۰۰ مترمربع	۲ گمانه	۳ یا ۴

پ- برای گود با عمق بیش از ۲۰ متر، به ازای هر ۱۰ متر عمق اضافی گود، یک گمانه به تعداد گمانه جدول ۷-۲-۲ اضافه می‌گردد تا به ۳ گمانه به ازای هر ضلع طبق بند ۷-۲-۳-۴-۳ الف برسد.

تعیین عمق گمانه براساس بند ۷-۲-۳-۵

- اگر نشست در طراحی پی بر روی زمین مورد نظر تعیین کننده باشد، آنگاه لازم است که عمق حداقل یک گمانه بیش از عمقی باشد که افزایش تنش ناشی از بار ساختمان در آن عمق به کمتر از هر یک از دو معیار زیر می رسد، هر عمقی بیشتر شد ملاک می باشد:
  - ۱۰ درصد تنش موثر زمین در آن عمق
  - ۱۰ درصد تنش ناشی از ساختمان بر کف پی (که با توجه به منحنی های حباب تنش،عمق برای پی مربعی بین B (۲تا ۲.۵) و برای پی نواری بین B(۳تا٤) باید باشد)

نکاتی که بایستی در حفر گمانه ها توجه داشت:

- اگر احداث ساختمان با گودبرداری همراه باشد، عمق گود به عمق گمانه به دست آمده در بند ۷ - ۲ - ۳ - ۵ باید اضافه شود.
- در صورتی که قبل از رسیدن به عمق نهایی گمانه به یک بستر سنگی یا لایه خیلی متراکم با ضخامت قابل توجه برخورد شود می تواند عمق گمانه کمتر شود.
- گمانه مورد نظر باید حداقل تا به زیر نهشته هایی که برای پی مناسب نیستند (مانند خاک دستی) ادامه یابد.
- در هر حالت عمق یک گمانه نباید کمتر از ۶ متر زیر پی باشد، مگر در مواردی که گمانه قبل از ۶ متر به لایه سخت رسیده باشد.

گزارش ژئوتکنیک

- پس از انجام شناسایی های ژئوتکنیکی لازم است گزارش کامل آ نها ارائه شود. نتایج آزمو نهای انجام شده باید به دو صورت خام و پردازش شده گزارش شوند.
- ۷ - ۲ - ۷ - ۲ گزارش توصیفی از شناسایی های ژئوتکنیکی باید حداقل شامل موارد ذیل باشد:
  - نقشه محل گمانه یا حفاری.
  - شرح تمام نمونه های گرفته شده از خاک و سنگ با ذکر تاریخ نمونه گیری.
  - شرح تمام لایه های خاک و سنگ.
  - سطح آب زیرزمینی در صورت مشاهده با ذکر تاریخ برداشت
  - نتایج تمام آزمایشهای محلی و آزمایشگاهی با ذکر تاریخ انجام آزمایشات

حفاری ماشینی

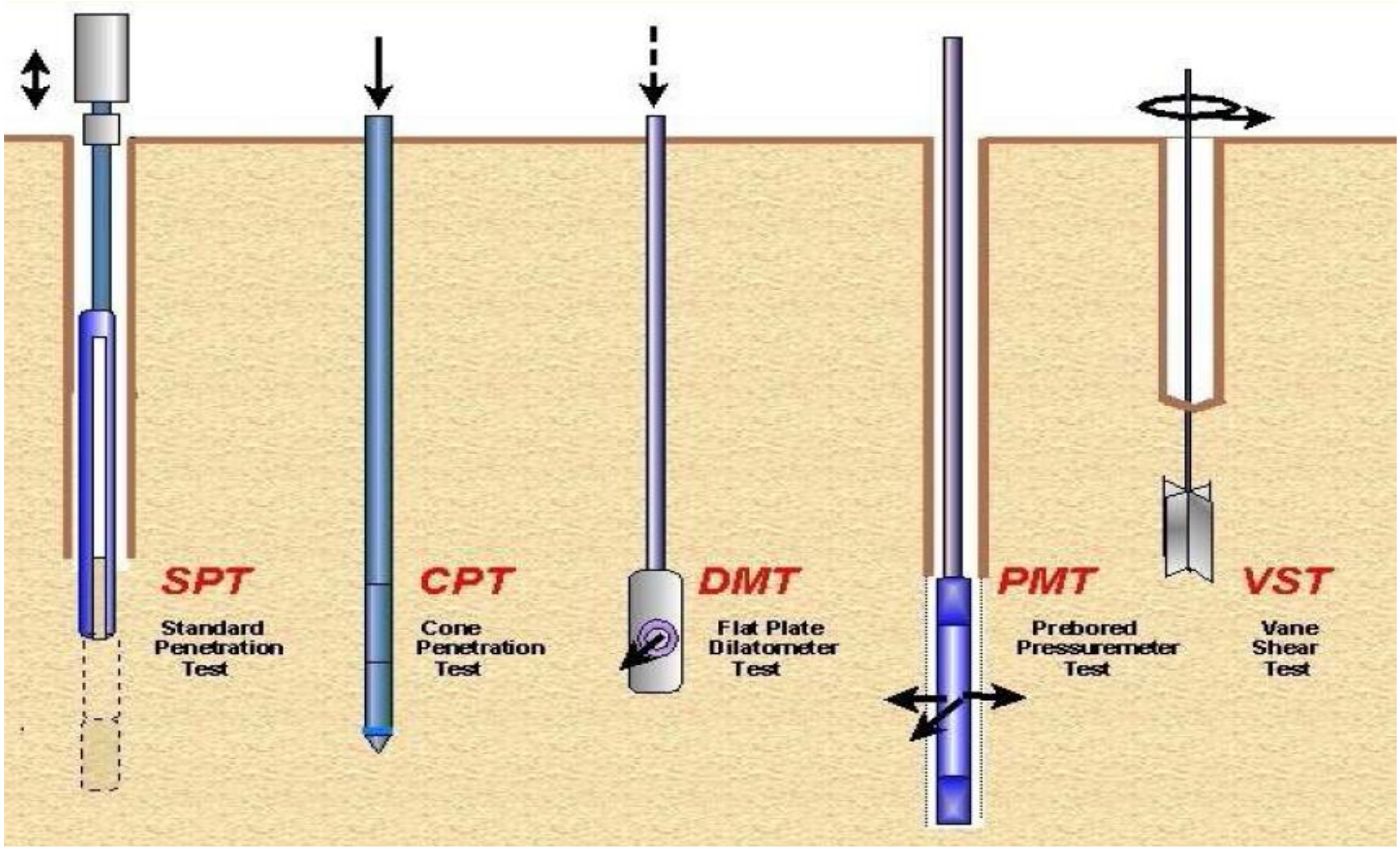
حفاری دستی

نمونه های آزمایشگاهی

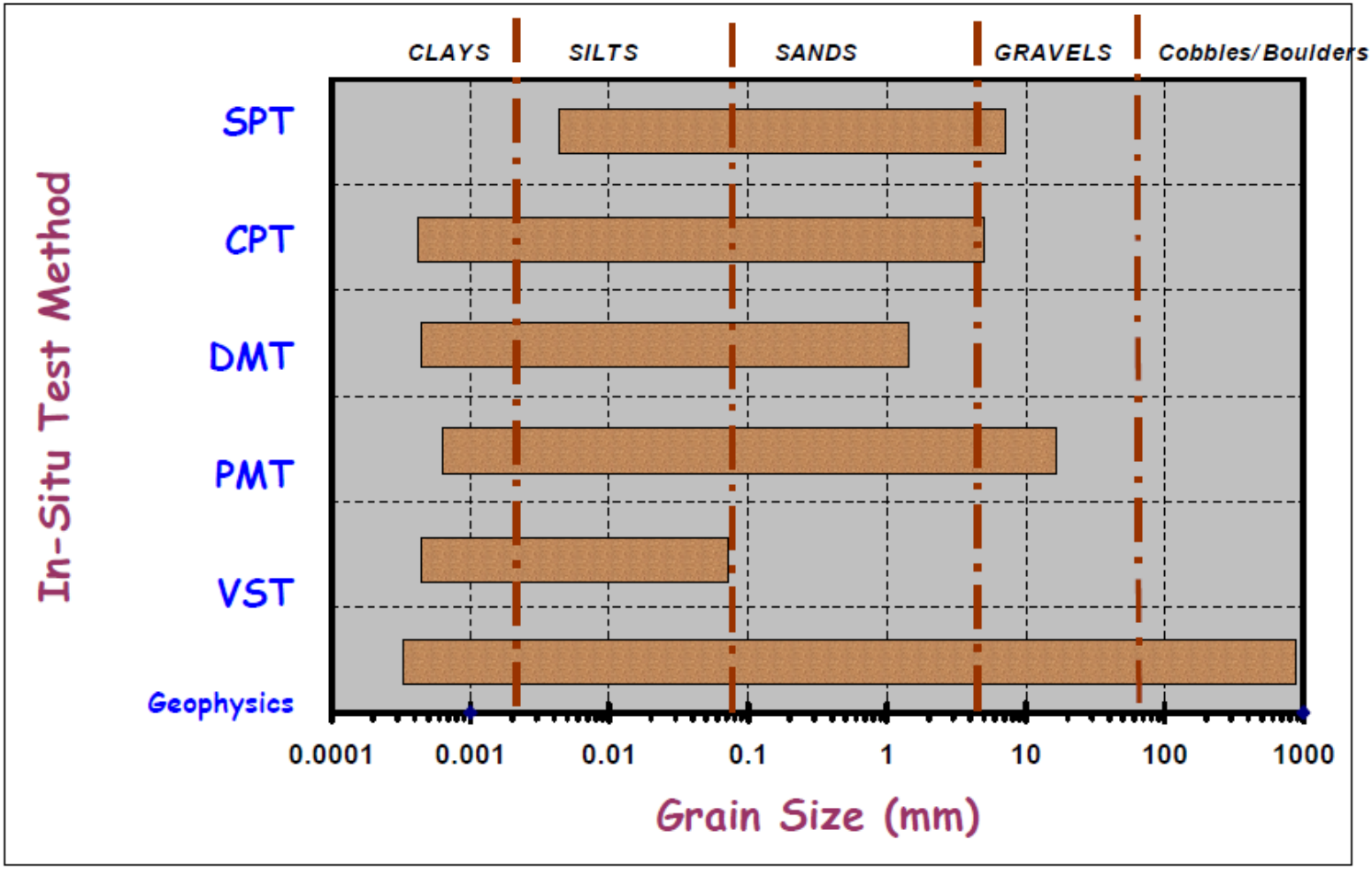
آزمایشهای درجا

- آزمونهای درجا متداول
  - ۱- آزمونهای نفوذ یا Penetration
    - ۱- نفوذ با نیروی دینامیکی (ضربه) SPT
    - ۲- نفوذ با نیروی استاتیکی CPT-CPTU
  - ۲- آزمونهای تعیین مقاومت و یا تغییر شکل پذیری
    - ۱- برش پره Vane shear test
    - ۲- فشارسنجی Pressuremeter
    - ۳- بارگذاری صفحه Plate load
    - ۴- برش برجا In-Situ Shear
  - ۳- آزمونهای ژئوفیزیکی
  - ۴- آزمونهای تعیین نفوذپذیری

آزمایشات درجا



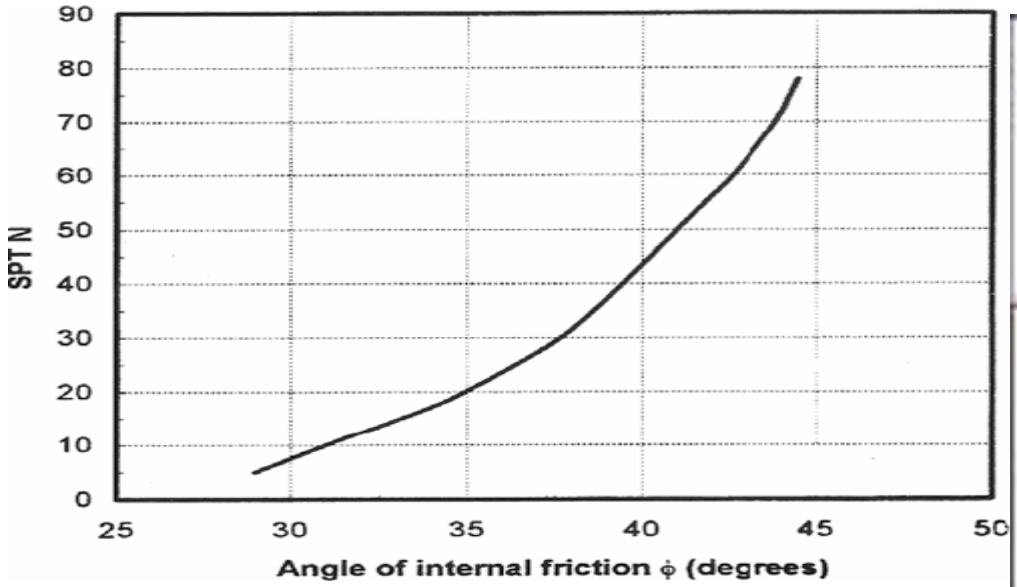
محدوده کاربردی آزمایشهای صحرایی



آزمایشهای صحرایی

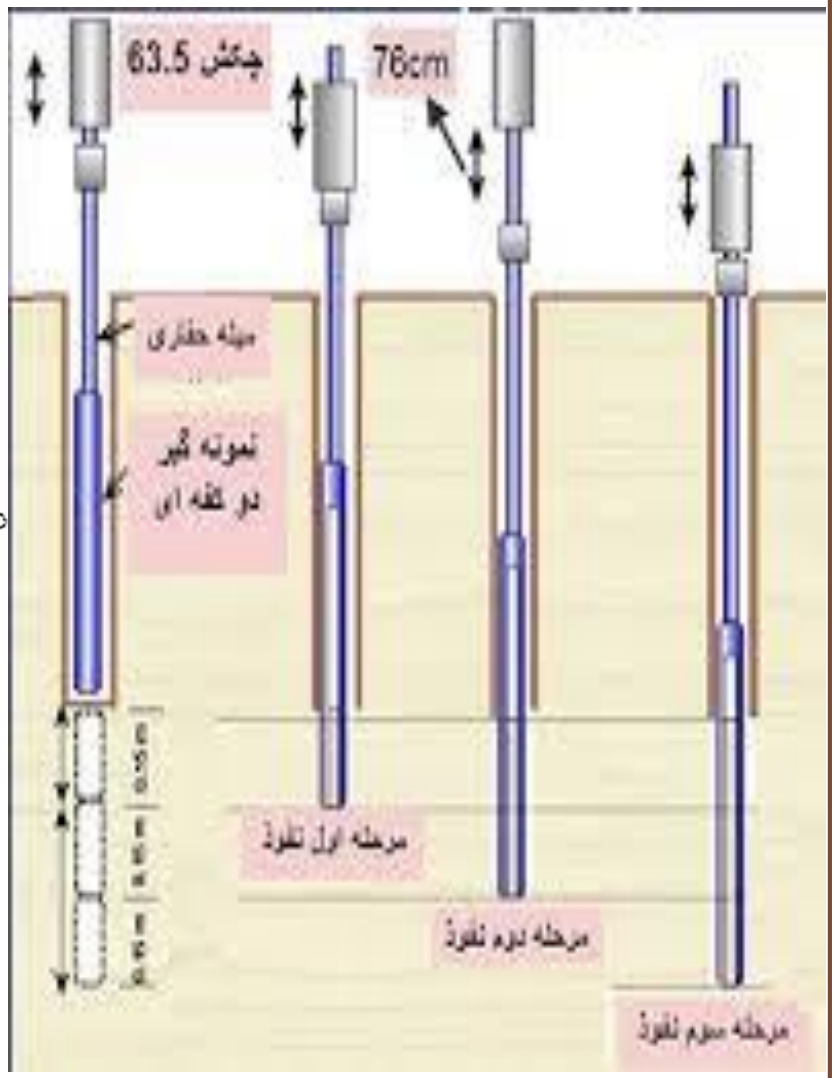
SPT	• ارزان و سریع تر از نمونه گیری
CPT	• ارزان و سریع تر از نمونه گیری و تولید اطلاعات پیوسته با عمق
PMT	• گران ولی اندازه گیری مستقیم از مقاومت و تنش های جابی
DMT	• اندازه گیری تنشهای جانبی

کاربرد نتایج SPT در ارزیابی ϕ خاک

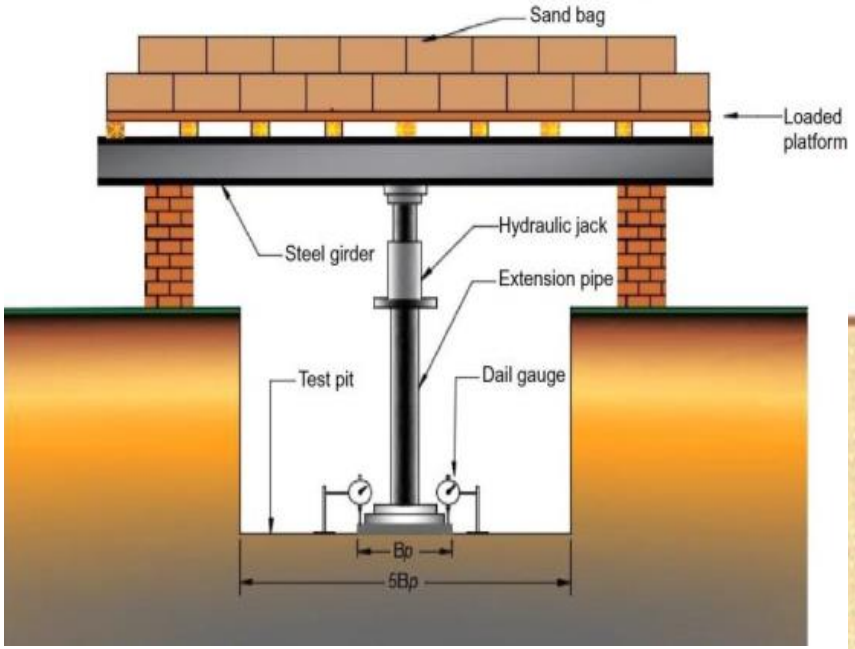


Correlation between SPT-N value and friction angle and Relative density (Meyerhoff 1956)

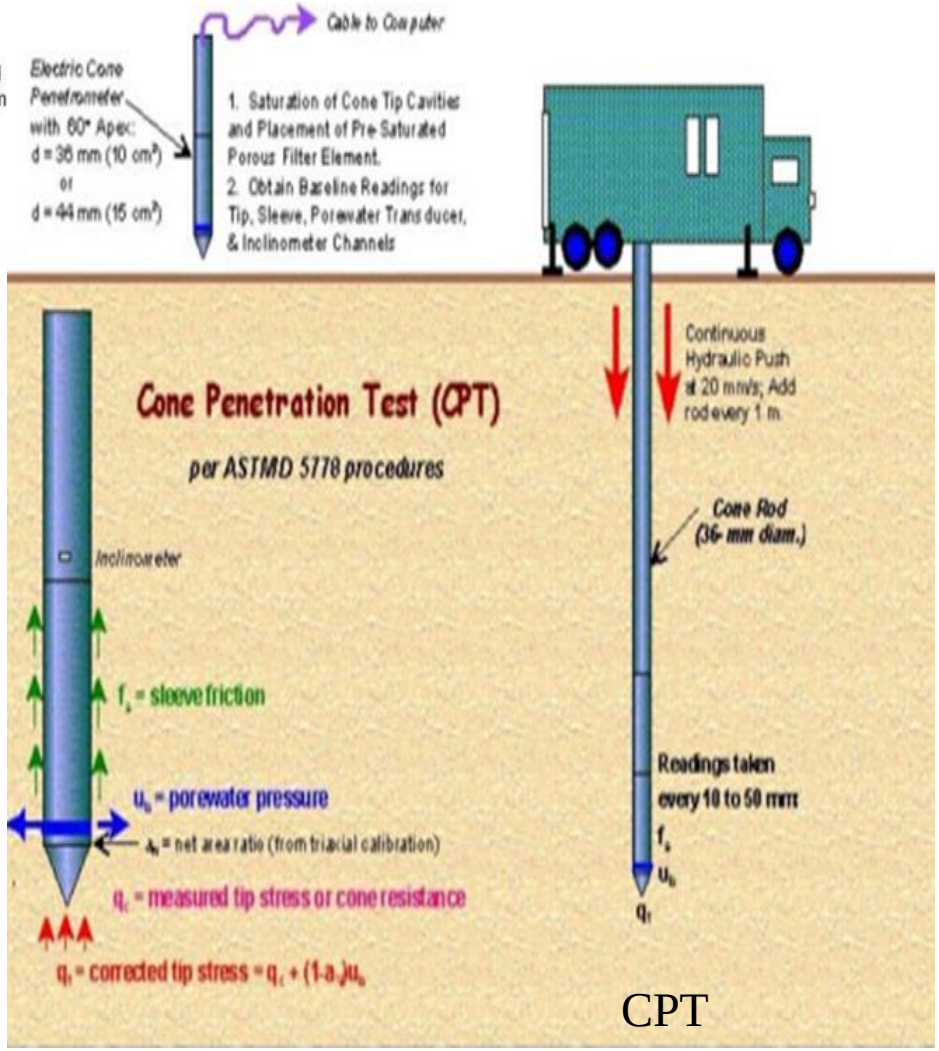
SPT N3 [Blows/0.3 m - 1 ft]	Soi packing	Relative Density [%]	Friction angle [°]
< 4	Very loose	< 20	< 30
4 -10	Loose	20 - 40	30 - 35
10 - 30	Compact	40 - 60	35 - 40
30 - 50	Dense	60 - 80	40 - 45
> 50	Very Dense	> 80	> 45



آزمایش نفوذ مخروط و بارگذاری صفحه (PLT CPT)

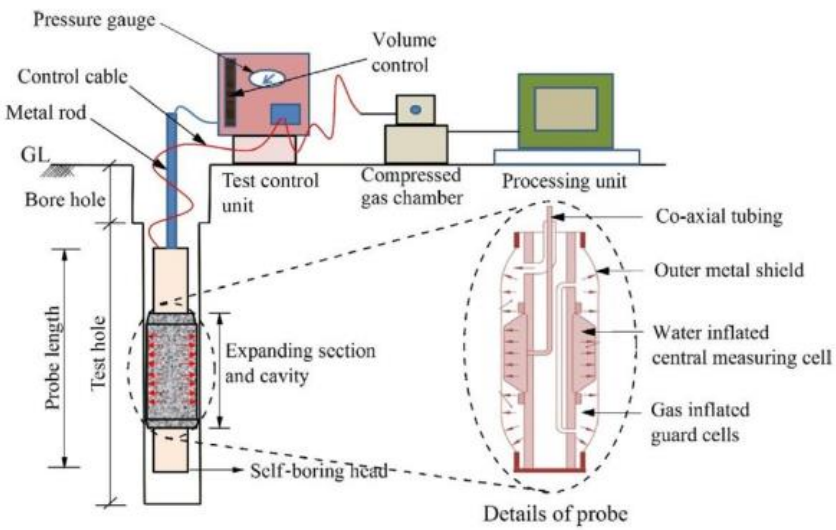


PLT

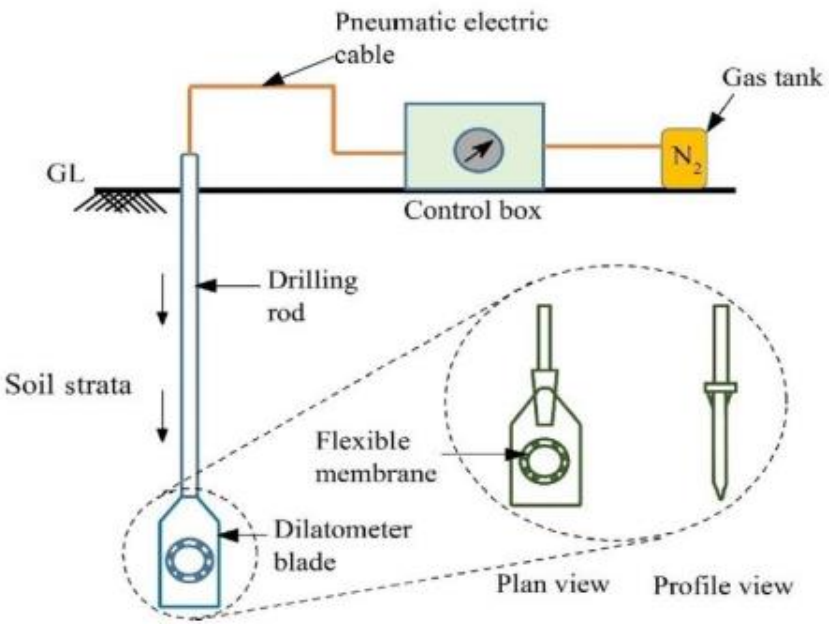


CPT

آزمایش های پرسیومتری و دیلاتومتری(PST,DMT)



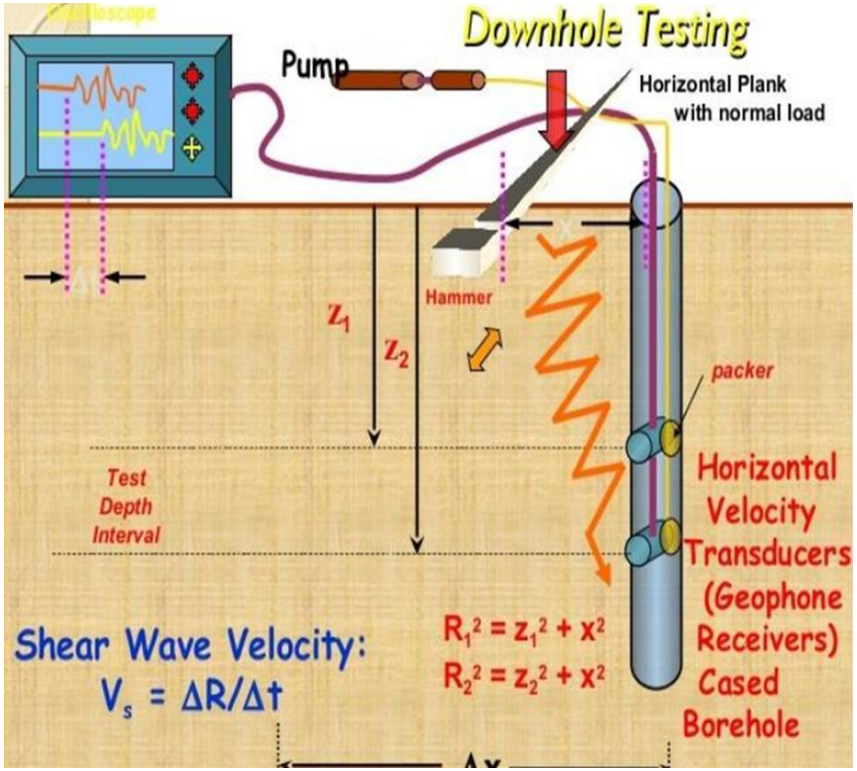
DMT



PST

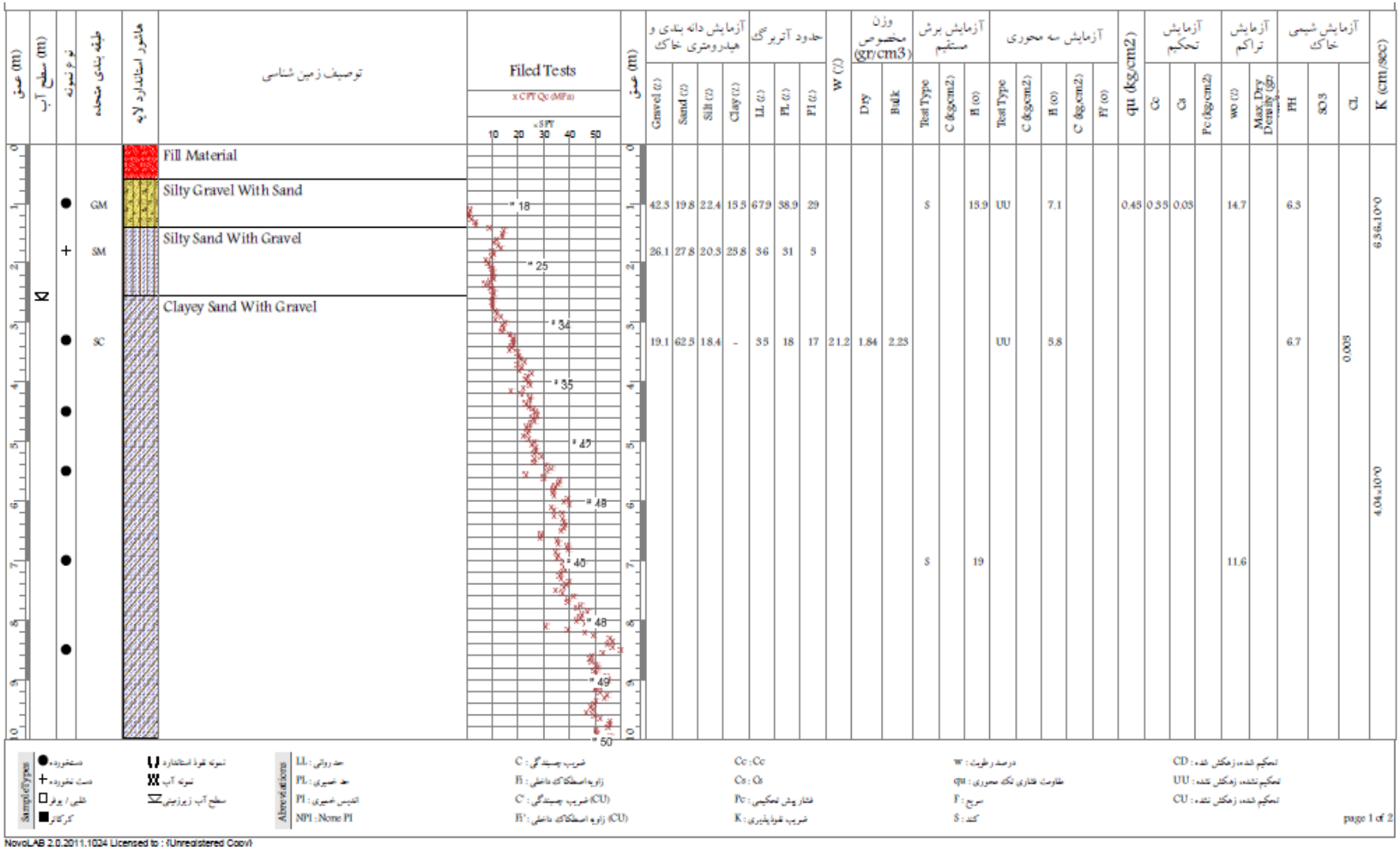
آزمایش دانهول(DHT)

آزمون دانهول از روش‌های ژئوفیزیک درون چاهی متداول در برنامه‌ی مطالعات ژئوتکنیکی ساختگاه محسوب می‌شوند.

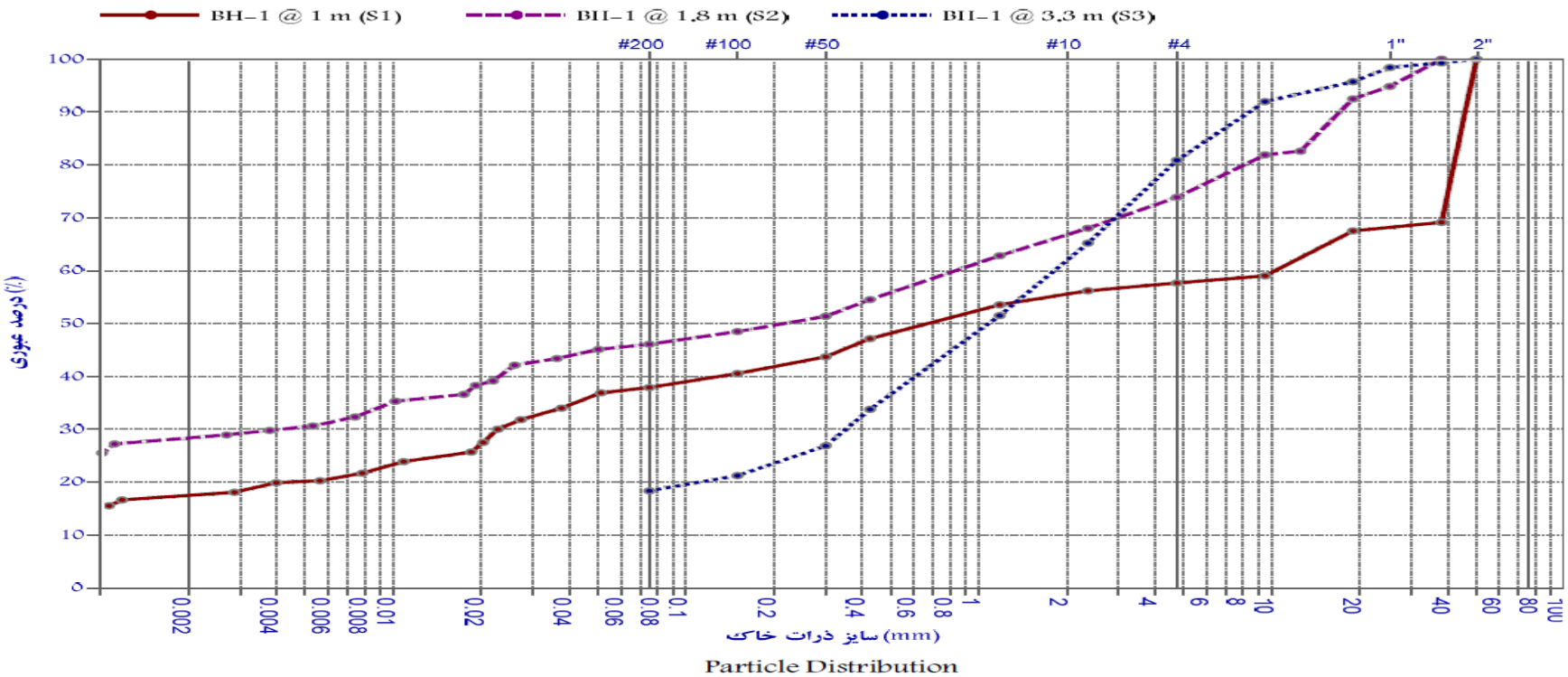


- آزمون DHTصرفاً با استفاده از یک گمانه غلاف‌گذاری شده قابل انجام است
- در این آزمایش امواج برشی ار یک منبع واقع در سطح زمین تولید شده و توسط ژئوفن‌های جاسازی شده در ترازهای مختلف گمانه دریافت می‌شوند
- منبع تولید امواج از یک چکش و صفحه‌ای فلزی که به صورت افقی در سطح زمین قرار دارد تشکیل شده است و به منظور افزایش تنش قائم وارد بر صفحه‌ی فلزی معمولا بار چرخ یک وسیله نقلیه به صورت استاتیکی روی صفحه قرار می‌گیرد
- آزمایش DHTمعمولا در فواصل ۱ متری در طول چاه انجام می‌شود و در هر مرحله سرعت موج برشی عبوری از بستر ثبت می‌شود

لاگ کمانه ها


عمق (m)
سطح آب (m)
نوع نمونه
طبقه بندی متحده
هاشور استاندارد لایه
توصیف زمین شناسی
Filed Tests
x CPT Qc (MPa)
x SPT
Fill Material
Silty Gravel With Sand
Silty Sand With Gravel
Clayey Sand With Gravel
GM
SM
SC
آزمایش دانه بندی و هیدرومتری خاک
Gravel (%)
Sand (%)
Silt (%)
Clay (%)
حدود آتربرگ
LL (%)
PL (%)
PI (%)
W (%)
وزن مخصوص (gr/cm3)
Dry
Bulk
آزمایش برش مستقیم
Test Type
C (kg/cm2)
ff (o)
آزمایش سه محوری
Test Type
C (kg/cm2)
ff (o)
C (kg/cm2)
Ff (o)
qu (kg/cm2)
آزمایش تحکیم
Cc
Cs
Pc (kg/cm2)
آزمایش تراکم
wo (%)
Max.Dry Density (gr/cm3)
آزمایش شیمی خاک
PH
SO3
CL
K (cm/sec)
6.36x10^-0
4.04x10^-0
Sample of Types
دست خورده
دست نخورده
تلفی / پوکر
کرکاتور
نمونه فوق استاندارد
نمونه آب
سطح آب زیرزمینی
Abreviations
LL : حد روانی
PL : حد خمیری
PI : اندیس خمیری
NPI : None PI
C : ضریب چسبندگی
ff : زاویه اصطکاک داخلی
C' : ضریب چسبندگی (CU)
ff' : زاویه اصطکاک داخلی (CU)
Cc : Cc
Cs : Cs
Pc : فشار پیش تحکیمی
K : ضریب تفوذپذیری
w : درصد رطوبت
qu : مقاومت فشاری تک محوری
F : سریع
S : کند
CD : تحکیم شده، زهکش شده
UU : تحکیم نشده، زهکش نشده
CU : تحکیم شده، زهکش نشده
page 1 of 2
NovoLAB 2.0.2011.1024 Licensed to : (Unregistered Copy)

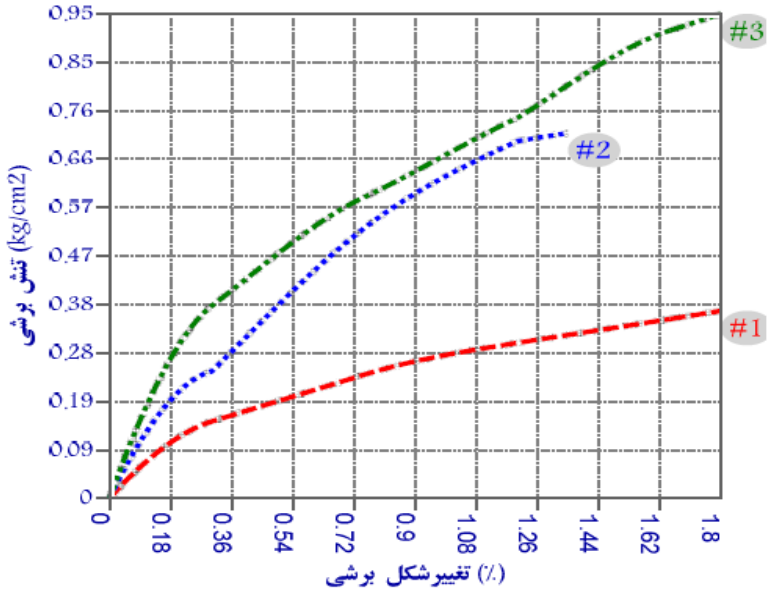
نتایج آزمایش دانه بندی خاک

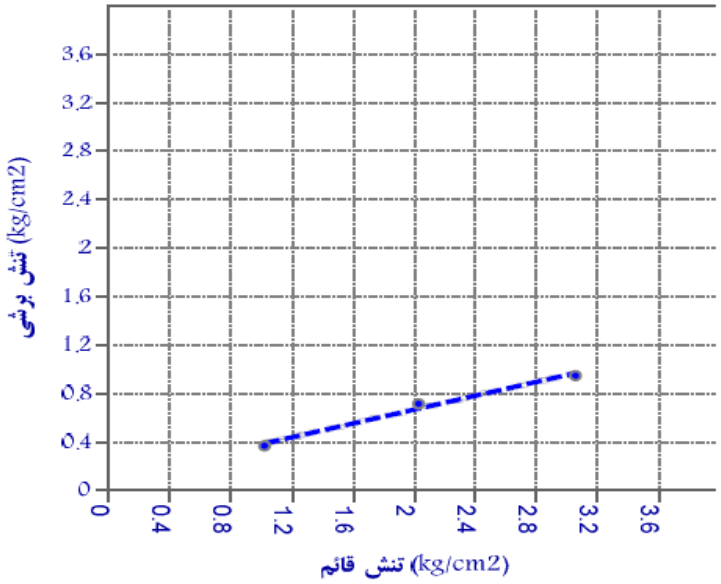


Classification

گمانه	عمق نمونه (m)	D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	LL (٪)	PI (٪)	درصد واگرایی	طبقه بندی متحده	طبقه بندی آشتو
BH-1	1	0.001	0.023	0.671	10.284	0.05	>6	67.9	29	N/A	GM	A-7-5
BH-1	1.8	0.001	0.004	0.215	0.832	0.02	>6	36	5	N/A	SM	A-4
BH-1	3.3	-	0.351	1.082	1.813	0.9	-	35	17	N/A	SC	A-2-6

نتایج برش مستقیم





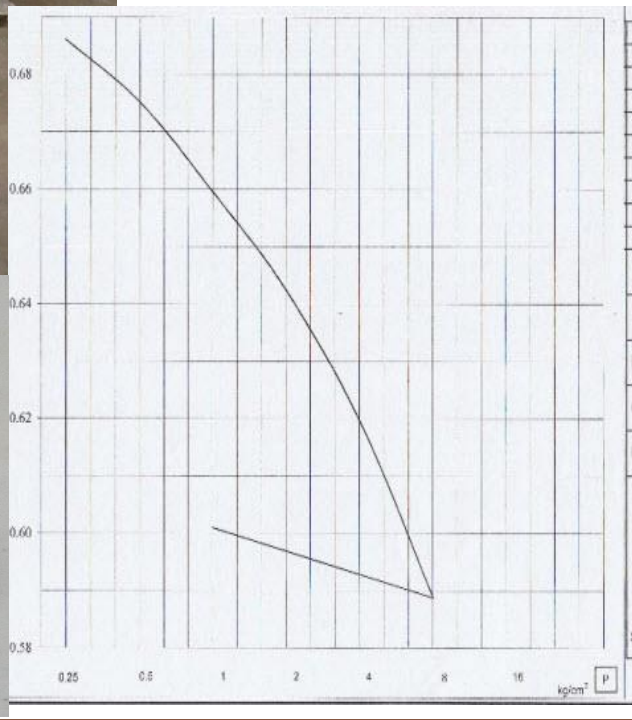
Mechanical Properties

Gs	نوع	شرایط رطوبتی	F (o)	C (kg/cm2)	نوع جعبه برش
2.65	Slow	Sat.	15.9	0.1	Square 10 x 10 x 2

Sample Properties

#	تنش قائم (kg/cm2)	ضریب رینگ (kg/dev)	دانسیته خشک (gr/cm3)	درصد رطوبت قبل (٪)	درصد رطوبت بعد (٪)	نسبت منافذ	درصد اشباع (٪)
1	1.02 {1}	1.5	1.75	5.7	2.9	0.51	29.4
2	2.03 {2}	1.5	1.8	3.3	2.4	0.47	18.7
3	3.05 {3}	1.5	1.77	3.1	1.7	0.5	16.6

نتایج آزمایش تحکیم یک بعدی (ادئومتری)



روش ریشه دوم زمان

m_v	C_v	r	K
cm^2/kg	cm^2/sec	-	cm/sec
6.96E-02	1.24E-02	0.58	8.69E-07
2.61E-02	1.14E-02	0.45	2.97E-07
1.86E-02	1.44E-02	0.48	2.67E-07
1.03E-02	1.09E-02	0.29	1.12E-07
6.99E-03	1.37E-02	0.31	9.60E-08
4.75E-03	1.12E-02	0.28	5.33E-08

نمونه دست خورده	فشار	ارتفاع نهایی	تغییرات ارتفاع	عضای خالی
+	kg/cm^2	cm	cm	-
نمونه دست خورده	p	hn	DH	e
□	0.00	2.540	0.000	0.716
H_0 = 2.54 cm	0.25	2.496	0.044	0.686
	0.50	2.480	0.061	0.675
D_0 = 6.35 cm	1.00	2.457	0.084	0.660
	2.00	2.431	0.109	0.642
h_s = 1.480 cm	4.00	2.397	0.143	0.620
	8.00	2.352	0.188	0.589
	1.00	2.370	0.170	0.601
درجه اشباع قبل از آزمایش				
%				
S = 94	ω	25.3		درصد رطوبت
	γ_0	1.95		وانسیته تر خاک gr/cm³
	γ_d	1.56		وانسیته خشک خاک gr/cm³
	Gs	2.670		چگالی ذرات خاک

فصل سوم :

روشهای مختلف پایداسازی گود

تعریف گودبرداری

- گودبرداری به هر گونه حفاری و خاکبرداری در تراز پایین‌تر از سطح طبیعی زمین یا در تراز پایین تر از زیر پی ساختمان مجاور اطلاق می‌شود. گودبرداری برای اهداف مختلفی مانند تخریب یک ساختمان فرسوده برای ساخت مجدد، رسیدن به تراز بکر، حفاظت فوندانسیون‌ها در برابر یخبندان، احداث کانال‌ها، احداث مخازن زیر زمینی و ... انجام می‌شود.

۱۲-۹-۱-۲ گود برداری

به هرگونه حفاری و خاکبرداری در تراز پایین‌تر از سطح طبیعی زمین یا تراز زیر پی ساختمان مجاور گودبرداری اطلاق می‌شود.

خطرات و اهداف ایمن سازی گود برداری

- خطرات گودبرداری:
  - ریزش دیواره ها و سقوط آوار (مهمترین و پرریسک ترین خطر در محیط های حفاری و گودبرداری می باشد)
  - خفگی ناشی از کمبود اکسیژن
  - خطرات ناشی از برخورد و ایجاد صدمات به تاسیسات همانند گاز، برق ،آب و ...
  - مسمومیت ناشی از استنشاق بخارات و گازهای سمی
  - سقوط از ارتفاع

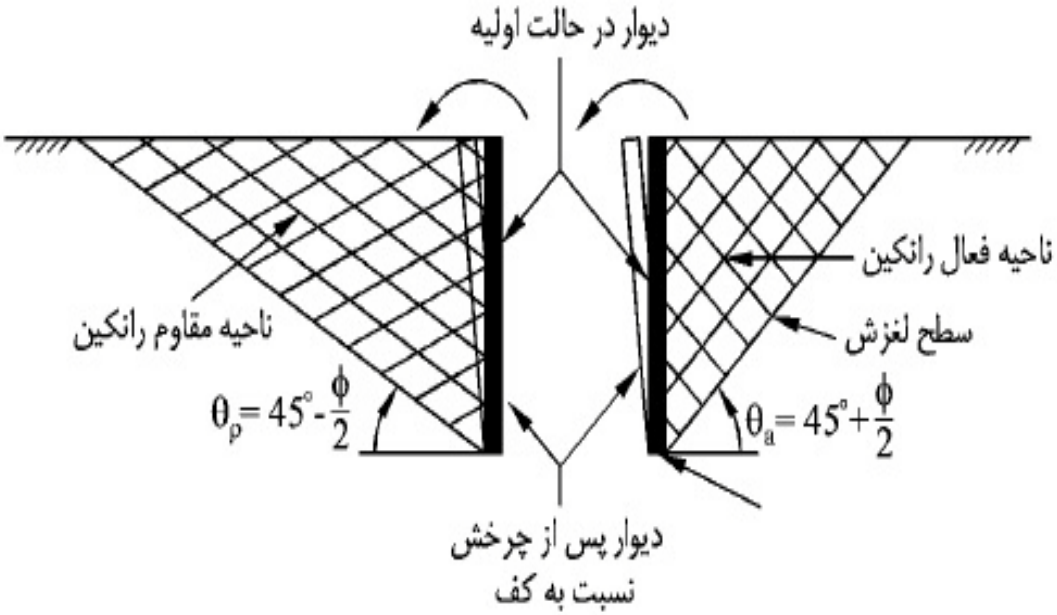
- اهداف اصلی ایمن سازی گودبرداری
  - حفظ جان انسان های داخل و خارج از گود .
  - حفظ اموال داخل و خارج از گود .
  - فراهم آوردن شرایط ایمن و مطمئن برای اجرای کار

ویژگی‌های گودبرداری اصولی

- با توجه به شرایط ژئوتکنیکی خاک، نوع پروژه و وضعیت تراز آب زیرزمینی، مناسب‌ترین و ایمن‌ترین روش بین سایر روش‌های گودبرداری باشد
- از تأسیسات و ساختمان‌های مجاور و همچنین تأسیسات زیرزمینی موجود بیشترین حفاظت به عمل آید.
- با توجه به شرایط ژئوتکنیکی خاک، نوع پروژه و وضعیت تراز آب زیرزمینی، مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین روش مهار گود انتخاب شود.
- کمترین نیاز به اقدامات نگهداری در زمان بهره‌برداری به‌خصوص برای پروژه‌هایی که مدت زمان زیادی امکان بکفیل (پر کردن و کوبش خاک) نمودن گود وجود ندارد داشته باشد

سازه نگهبان

سازه نگهبان سازه ایست موقت به‌منظور جلوگیری از ریزش دیواره های گود ، ممانعت از رانش خاک و ایجاد ایستادگی و پایداری لازم در مقابل هرگونه حرکت افقی دیواره های گود قبل از اقدام به هرگونه عملیات ساختمانی احداث می گردد. سازه نگهبان از یک طرف با خاک و مسائل گوناگون خاک مرتبط است که باید شناخت جامع و کافی نسبت به آن کسب کرد و از طرف دیگر سازه ای است که باید بر اساس اصول شناخته شده مهندسی طراحی و ساخته شود تا قادر باشد با توانمندی ، پایداری و ایستادگی لازم ، هرگونه رانش و ریزش و حرکات افقی خاک را مهار کند. با توجه به پارامترهای مقاومتی و شرایط گودبرداری، خاکها مطابق شکل زیر تمایل به گسیختگی دارند که باید با انواع روشهای مهندسی نسبت به پایدار سازی آنها اقدام نمود



انواع سازه نگهبان

- به طورکلی انواع سازه نگهبان برای پایدارسازی و جلوگیری از ریزش خاک در همه‌ی پروژه های دارای خاک برداری، مطابق بند ۷-۵-۲ مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان به شرح زیر می باشد.

۷-۵-۲ انواع سازه‌های نگهبان

جهت نگهداری خاک می‌توان از انواع سازه‌های نگهبان که از نظر عملکرد به پنج گروه وزنی، سپرگونه، خاک مسلح و میل‌مهاری و میخکوبی و یا به صورت دیوار زیرزمین استفاده نمود.

روش های مختلف پایداری سازی گود

- روش مهار متقابل
- جداره های مهاربندی شده توسط سپر کوبی (Braced sheet pile)
- پایداری سازی گود به روش شمع های درجا (Bored pile walls)
- پایداری سازی گود به روش دیوار دیافراگمی (Diaphragm walls-Slurry wall)
- پایداری سازی گود به روش المان های افقی و مایل (Braced wall using wale struts)
- پایداری سازی گود به روش نیلینگ (Soil nailing)
- پایداری سازی گود به روش انکراژ (Anchorage)
- استفاده میکروپایل (Micropile)
- روش اجرای سازه نگهبان خرپایی(Truss – Raker)
- پایداری سازی گود به روش المان های کششی (Soldier beam& lagging)
- روش شیب بندی
- علاوه برروش های فوق روش های متنوع دیگری نیز جهت حفاظت گود موجود می باشند که میتواند زیرمجموعه و یا ترکیبی از روشهای فوق باشد.

روش مهار متقابل

- این روش ساده برای نگهداری و حفاظت جداره های حاصل از گودبرداری و برای جلوگیری از تغییر مکان های جانبی در گودهایی با عرض کم در محیط های شهری استفاده می شود. از معایب این روش اتلاف قابل توجهی از فضای کاری داخل گود و محدودیت در بکارگیری ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز و همچنین افزایش ریسک برخورد با المان ها و به مخاطره انداختن آنها می باشد.
- معایب :
  - عرض های گود برداری کم (حداکثر تا ۱۰ متر).
  - سطح خاک دو طرف یکسان باشد.
  - خصوصا برای کانال ها مناسب است .
- مزایا :
  - سرعت بالا
  - اقتصادی است

روش مهار متقابل

روش مهار متقابل

روش مهار متقابل

اجرای روش مهار متقابل

پایدارسازی گود به روش سپر کوبی

- در این روش صفحات فلزی داخل خاک و جداره گود توسط چکش پنوماتیک و با استفاده از لرزش کوبیده می شوند و با انواع اتصالات بین خود به یکدیگر متصل شده و یک جداره پیوسته را تشکیل می دهند. از مزایای این روش راحتی در کوبیدن ، نصب و بیرون کشیدن صفحات فلزی وبده و مصالح آن مجددا قابل استفاده در پروژه های دیگر می باشد. همچنین در این روش به المانهای افقی و مایل کمتری نیاز می باشد. بنابراین محدودیت های اشغال فضای داخل گود کمتر وجود دارد . از جمله معایب این روش وابستگی به نصب سپرهای فلزی می باشند که در محیط های شهری بدلیل وجود تاسیسات زیربنایی شهری و ایجاد لرزش و صدای ناشی از کوبش سپرها محدودیت هایی را بوجود می آورد. همچنین کوبیدن سپرها در زمین های سنگی و یا خاک های بسیار متراکم به سختی انجام پذیر است و در زمین های با شرایط مذکور با محدودیت مواجه می گردد.

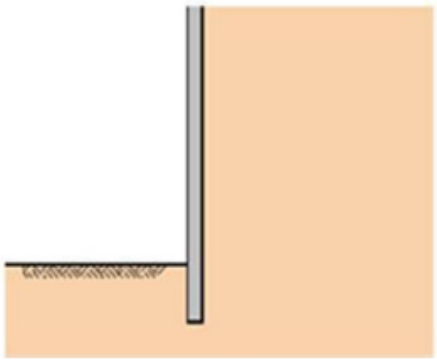
پایدارسازی گود توسط سپر کوبی(Sheet Pile)

اجرای سپر فلزی

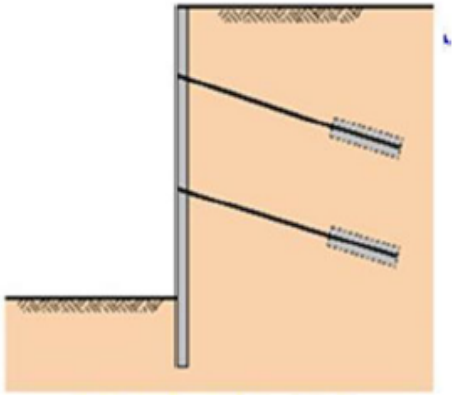
اجرای سپر فلزی

انواع مختلف شمع ها در گودبرداری

کارآیی شمع ها به عنوان سازه نگهبان، همانند سپرها می باشد با این تفاوت که شمع ها از بتن تشکیل شده و دارای ممان اینرسی بیشتری نسبت به سپرها می باشند. در نتیجه برای عمق های بیشتر می توان از آن استفاده نمود.



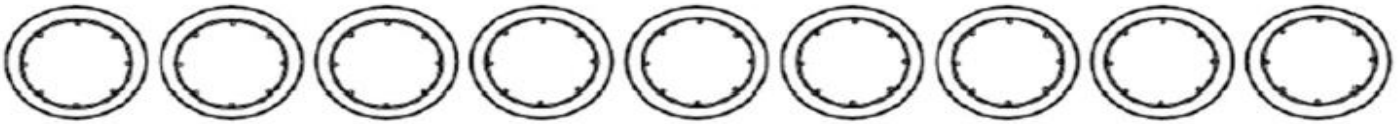
✓ شمع طره ای



✓ شمع با مهار شده پیش تنیده

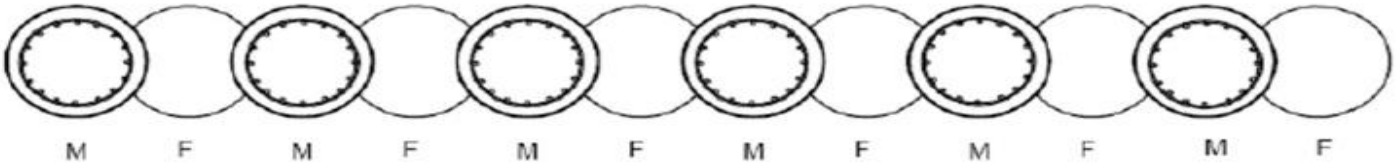
انواع مختلف شمع ها در گودبرداری

contiguous



D = pile diameter, S = pile spacing, S = D + 150mm typically

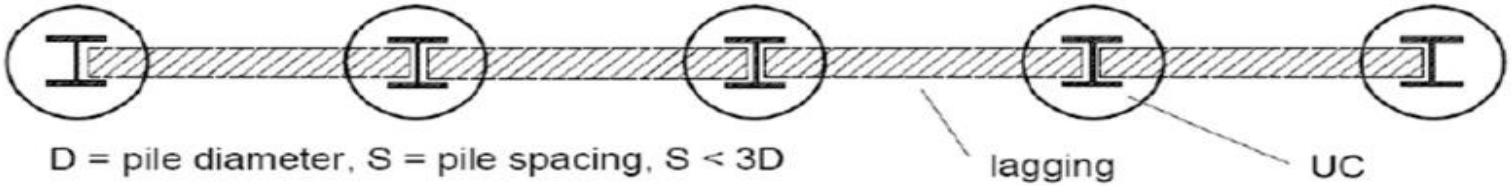
secant



D = pile diameter, S = pile spacing, S (male) = 2D-2b, b typically 100 - 250mm

M = male, F = female

king post



D = pile diameter, S = pile spacing, S < 3D

شمع اجرا شده در پایداری گودبرداری

پایدارسازی گود توسط دیوار شمع – تخته یا شاتکریت

- از این روش بعنوان روش متداول در پایدار سازی موقت گود در مناطق شهری استفاده می گردد. در این روش از پروفیل های معمول فولادی به صورت ستونهای پیوسته که درون خاک فرو برده می شوند استفاده می گردد که تا عمق کف گود اجرا خواهند شد. فاصله بین المان ها بین ۲ الی ٤ متر می باشد بطوریکه بتوان فضای بین آنها را با الوارهای چوبی پر نمود. در این روش از مهارهای کششی به منظور حفاظت جانبی گود استفاده می شود و اتصال بین ستونها توسط میل مهارها و جوشکاری انجام می شود.

پایدارسازی گود توسط دیوار شمع – تخته یا شاتکریت

- در این روش، برای مهار حرکت و رانش خاک، با استفاده از تمهیداتی خاص، از خود خاک های دیواره کمک گرفته می شود. ابتدا در حاشیه زمینی که قرار است گودبرداری شود، در فواصل معین چاههایی حفر می کنیم. عمق این چاهها برابر با عمق گود به اضافه ی مقداری اضافه برای شمع بتنی انتهای تحتانی این چاهها است .
- پس از حفر چاهها، در درون آنها پروفیل هایی قرار می دهیم و به منظور تأمین گیرداری و مهاری کافی برای این پروفیل ها، انتهای پروفیل ها را به میزان ۰/۲۵ تا ۰/۳۵ عمق گود، پایین تر از رقوم کف گود در درون بخش شمع ادامه می دهیم و در انتهای پروفیل‌ها نیز شاخکهایی را در نظر می گیریم. سپس، شمع انتهای تحتانی را ، که قبلاً آرماتوربندی آن را اجرا کرده و کار گذاشته‌ایم، بتن ریزی می‌کنیم. بدین ترتیب پروفیل‌های فولادی مزبور در شمع مهار می‌شوند و پروفیل‌های فولادی همراه با شمع نیز در خاک مهار می‌گردند. پس از اجرای مراحل فوق، عملیات گودبرداری را به صورت مرحله به مرحله اجرا می‌کنیم.

پایدارسازی گود توسط دیوار شمع تخته یا شاتکریت

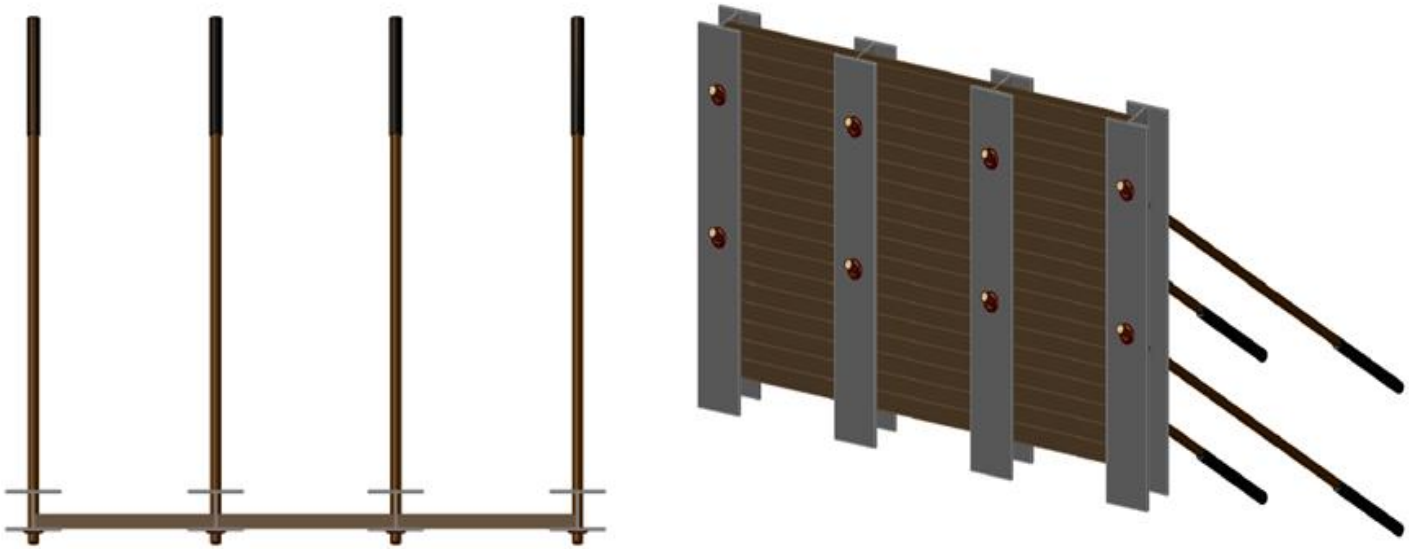
- در هر مرحله، پس از برداشتن خاک در عمق آن مرحله، برای جلوگیری از ریزش خاک، با استفاده از دستگاههای حفاری ویژه، در بدنه‌ی گود چاهکهایی افقی یا مایل، به قطر حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر، در جداره ی گود حفر می‌کنیم. آنگاه درون این چاهکها میلگردهایی را کار گذاشته و سپس درون آنها بتن تزریق می‌کنیم. طول این چاهکها، به نوع خاک و پارامترهای فیزیکی و مکانیکی آن، و نیز به عمق گود بستگی دارد و مقدار آن در حدود ۵ تا ۱۰ متر است. و یا با استفاده از دیواره‌هایی غالبا چوبی به مهار خاک مابین ستون‌ها پرداخته می شود.

- مزایای این روش عبارتند است از:
  - مشخصات مکانیکی خاک بر اثر تزریق بتن در درون چاهکها بهبود می یابد، لذا بر اثر این امر، علاوه بر کمک گرفتن از خاک اطراف جداره برای مهار رانش خاک، میزان رانش خاک نیز بر اثر بهبود مشخصات مکانیکی خاک کاهش می یابد .
  - سازه نگهبان در داخل گود جاگیر نیست .
  - از خاک موجود برای مهار دیواره گود استفاده می شود .

مزایا و معایب

- از معایب این روش میتوان به موارد زیر اشاره کرد:
- استفاده از بدنه ی خاک مجاور دیواره گود ضروری است. لذا در مواردی که خاک مجاور گود در زیر یک ساختمان یا در حریم همسایه یا در حریم تاسیسات و معابر شهری باشد، از این روش نمی توان استفاده کرد یا استفاده از آن با محدودیت همراه است .
- به دلیل ضرورت اجرا عملیات به صورت مرحله به مرحله، به زمان زیادی نیاز دارد .
- هزینه اجرای عملیات، به دلیل تکنولوژی پیشرفته تر، در مقایسه با روشهای ساده تر بیشتر است. ولی در پروژه های بزرگ و در احجام زیاد ممکن است این امر مطرح نباشد و برعکس هزینه کلی کار کاهش یابد .
- به دستگاه های خاص نظیر دستگاه های لازم برای حفر چاهکها، تزریق، حمل پانلها و ... نیاز دارد .
- به افراد با تخصص های بالاتر در رده های مختلف فنی برای اجرای عملیات مربوطه، در مقایسه با روشهای ساده تر نیاز دارد .

پایدارسازی گود توسط شمع –تخته یا شاتکریت – مهاربند



سازه نگهبان در نما و پلان

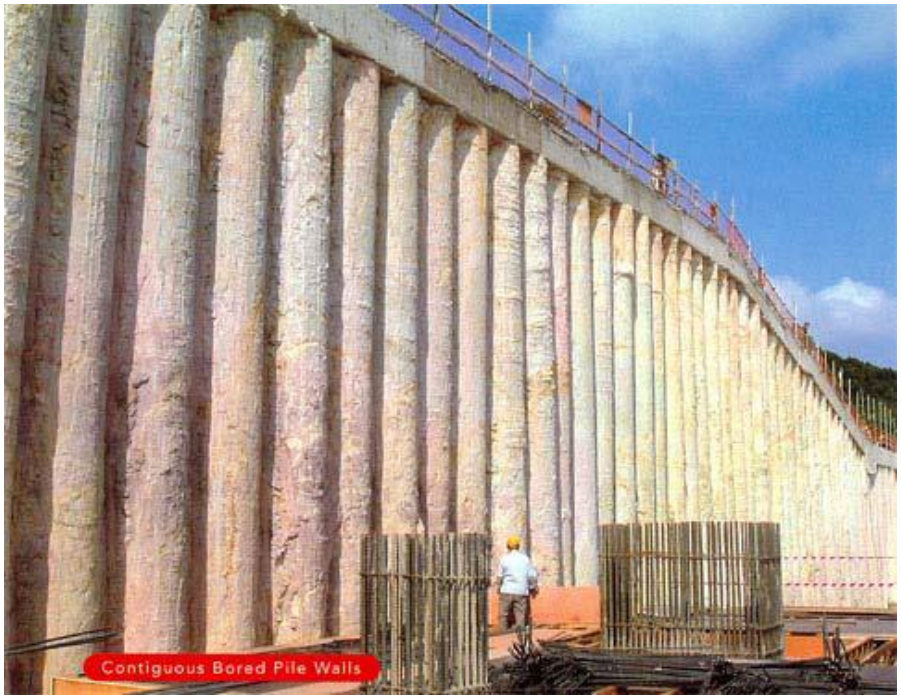
توزیع بار در پشت شمع نگهبان

پایدارسازی گود توسط شمع های درجا

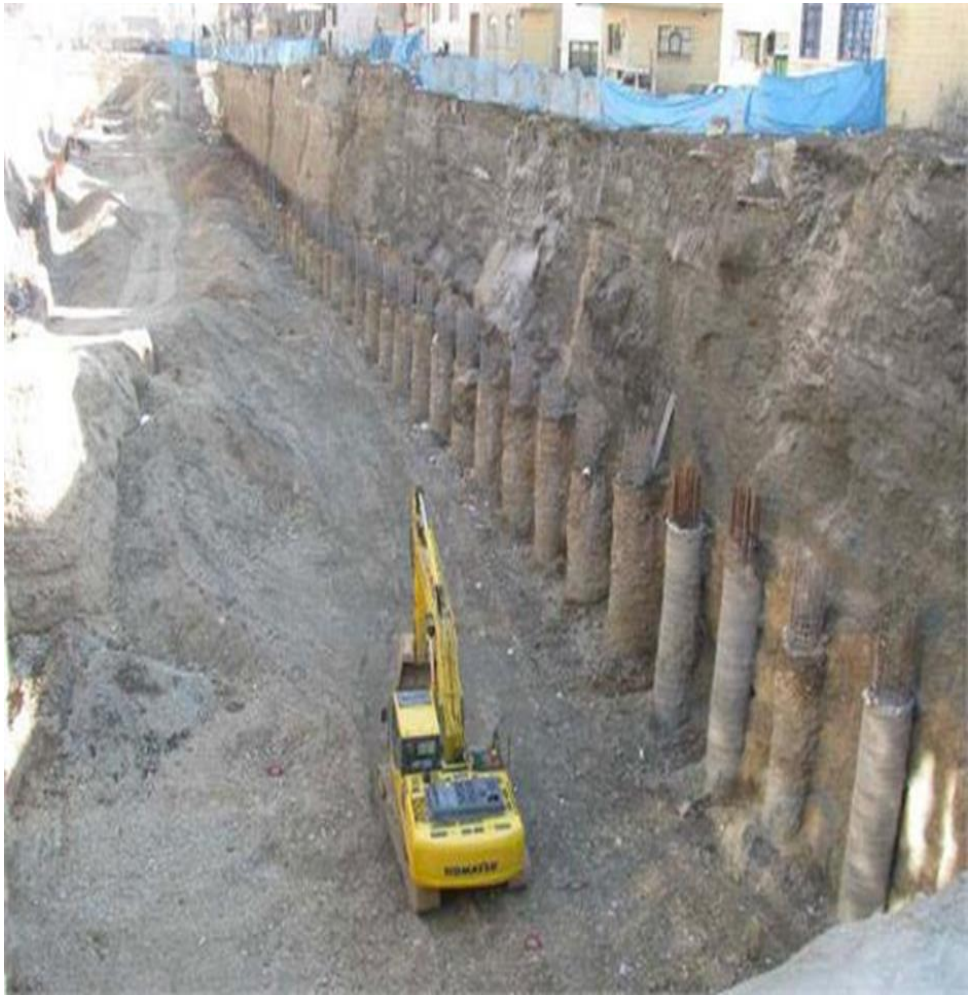
- یکی از روشهای متداول در پایداری و حفاظت جداره ها با شرایط متنوع اعم از زمین سخت و سست و نرم استفاده از شمع های درجا می باشد و در برخی موارد علاوه بر ایفای نقش حفاظت جانبی نقش آب بندی را نیز انجام می دهد و همواره درصورت نیاز بار قائم نیز تحمل می کند. مهار بندی جداره ها توسط شمع های درجا در موارد زیر بعنوان گزینه برتر برای سیستم های حفاظت جانبی گود مطرح می باشد:
  - در مواردی که امکان اجرای سپر فولادی (کوبیدن و نصب) وجود ندارد و یا سختی و تراکم زمین بیش از حد توان سپر کوبی بوده و با دشواری زیادی مواجه می باشد.
  - در شرایطی که بدلیل بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی نیاز به آب بند بودن جداره باشد.
  - در مواردی که امکان ایجاد مهارهای کششی در زیر ساختمان های مجاور ناشی ازگودبرداری وجود ندارد و یا در تلاقی با تاسیسات زیر بنایی شهری و مستحدثات زیرزمینی باشد.
  - در مواقعی که امکان استفاده از سیستم حفاظت گود به عنوان بخشی از سازه اصلی و باربری وجود داشته باشد.

پایدارسازی گود توسط شمع های درجا

- روشهای مختلفی برای اجرای تکنیک های شمع های درجا ریز وجود دارد و متداولترین آنها عبارتند از :
  - اجرای دیوار پیوسته (آب بند) با استفاده از شمع ها
  - جرای دیوار ناپیوسته با استفاده از شمع ها
  - : معمولا حداکثر فاصله محور تا محور شمع های اصلی ۲ برابر قطر شمع ها میباشد



پایدارسازی گود توسط شمع های درجا



- معایب :
  - برای ارتفاع های بلند هزینه به شدت اضافه می گردد.
  - تا گود برداری های ۵ متری توصیه می گردد.
- مزایا :
  - سرعت بالا
  - شمع ها به عنوان دیوار حایل نیز عمل می کنند.

شمع اجرا شده در پایداری گودبرداری

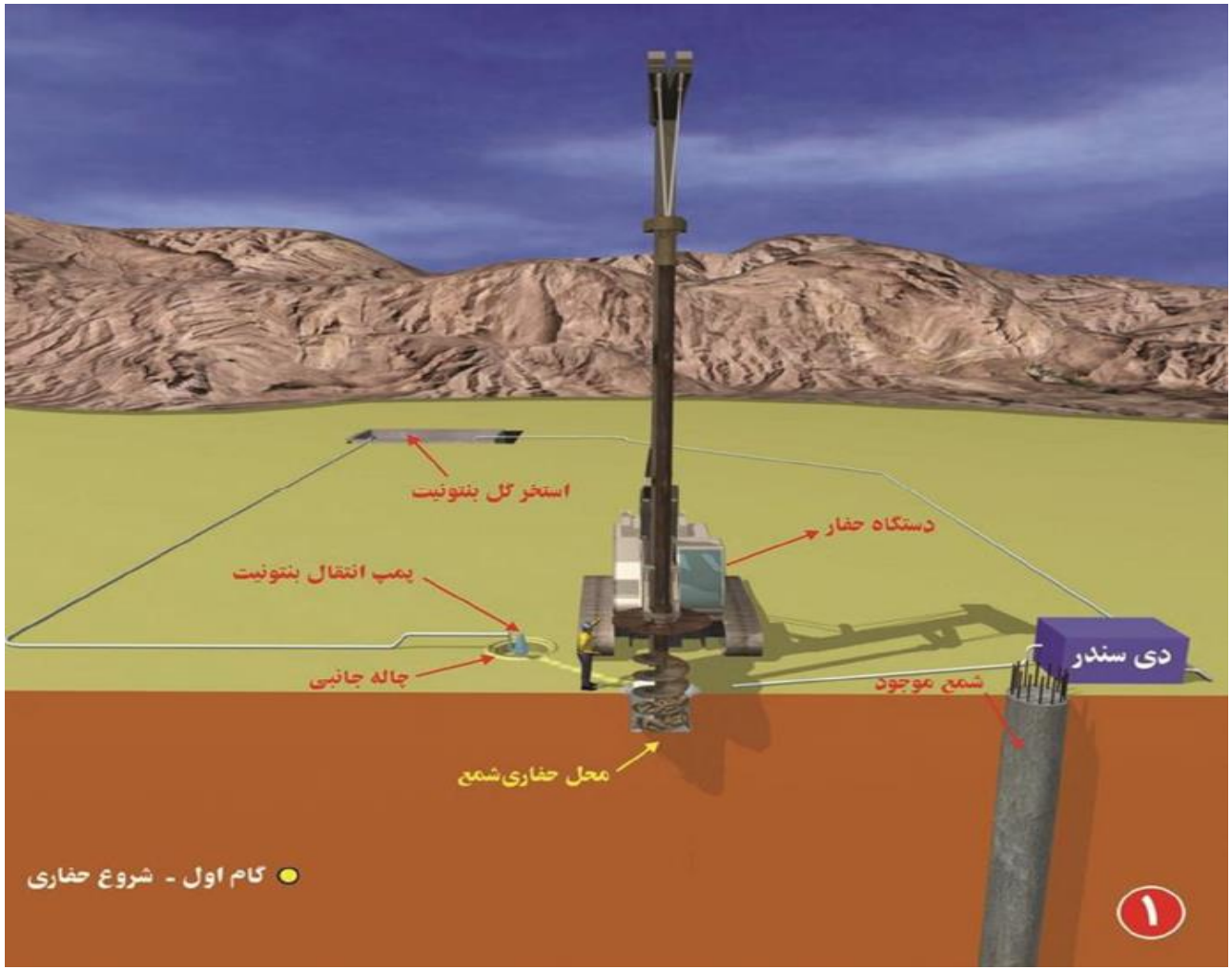
مراحل اجرای شمع شامل چهار مرحله است:

- حفاری
- ساخت، انتقال و نصب آرماتور
- لوله گذاری
- بتن ریزی با استفاده از قیف و لوله ترمی

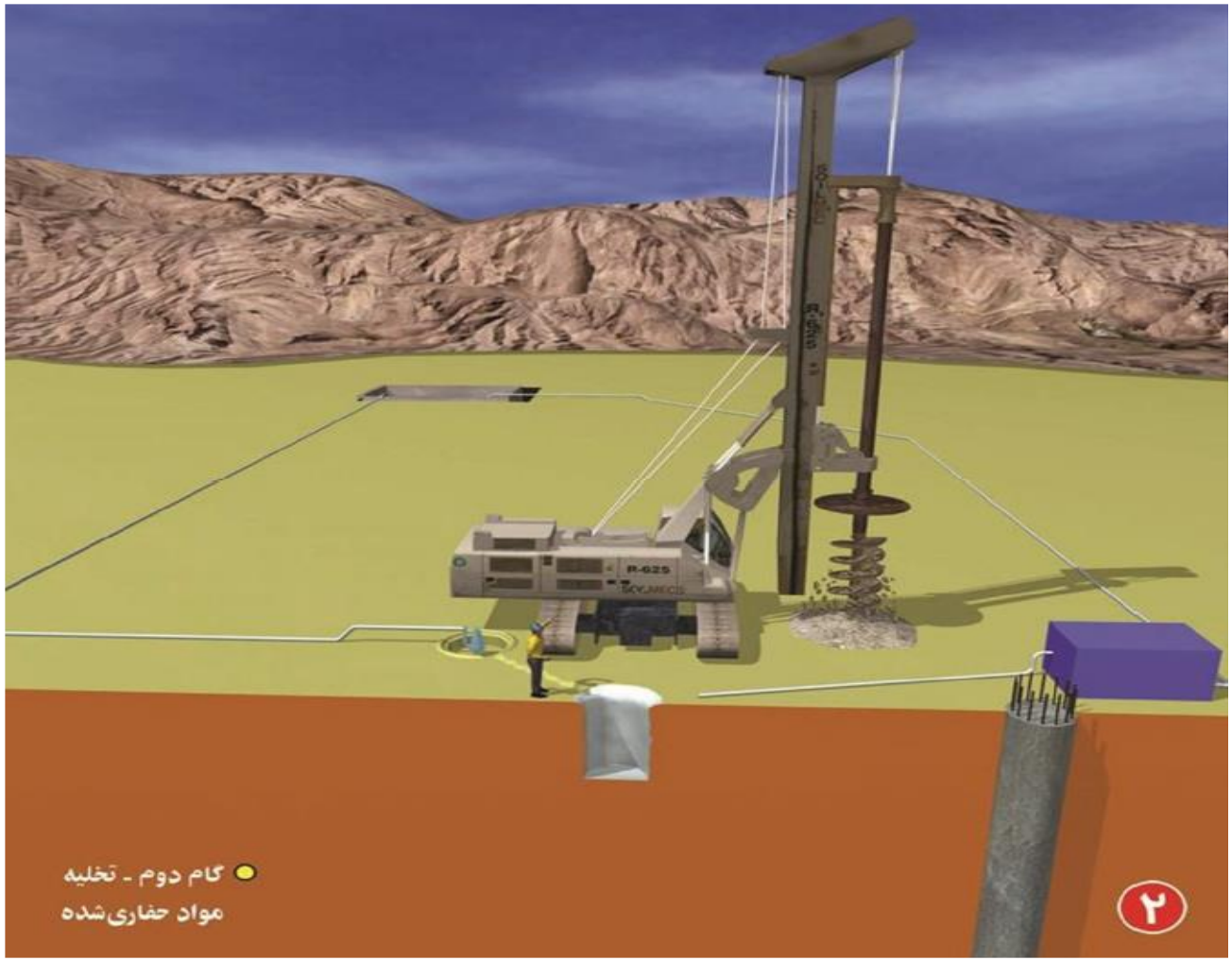
حفاری شمع

Photo by: D. A. Kolotouros
Available by the Geoengineer Website
http://www.geoengineer.org

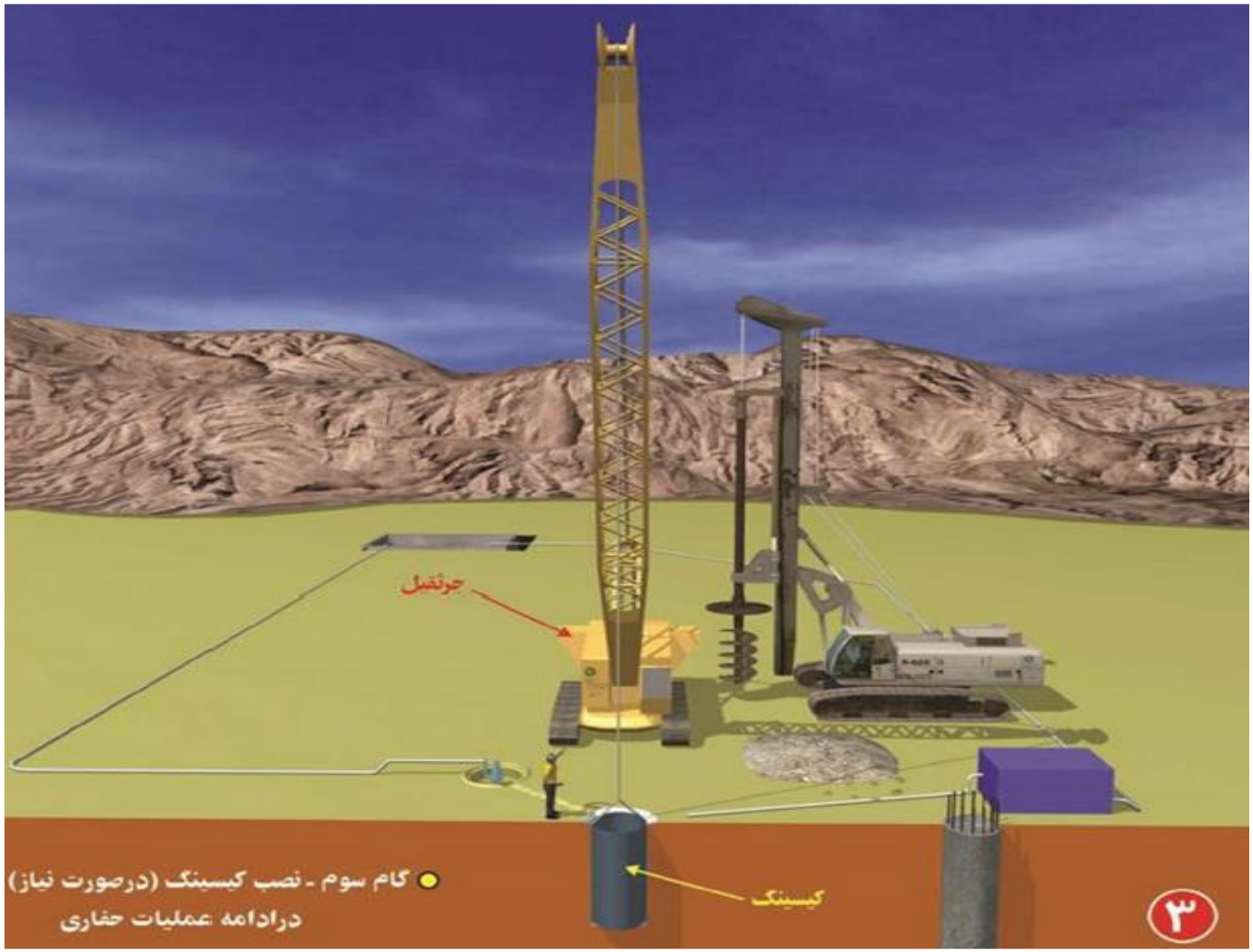
حفاری


استخر گل بنتونیت
دستگاه حفار
پمپ انتقال بنتونیت
چاله جانبی
دی سندر
شمع موجود
محل حفاری شمع
گام اول - شروع حفاری
۱

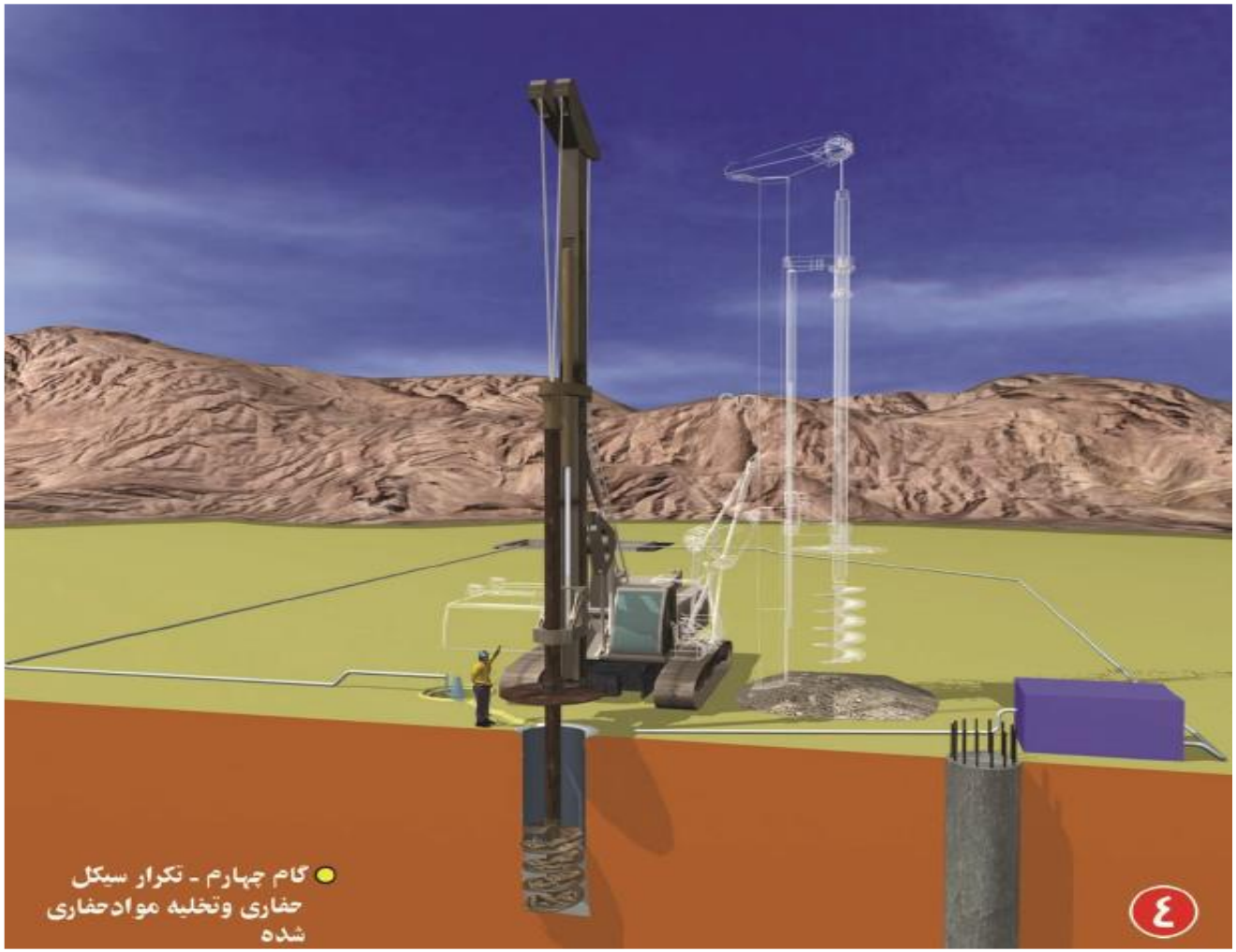
حفاری



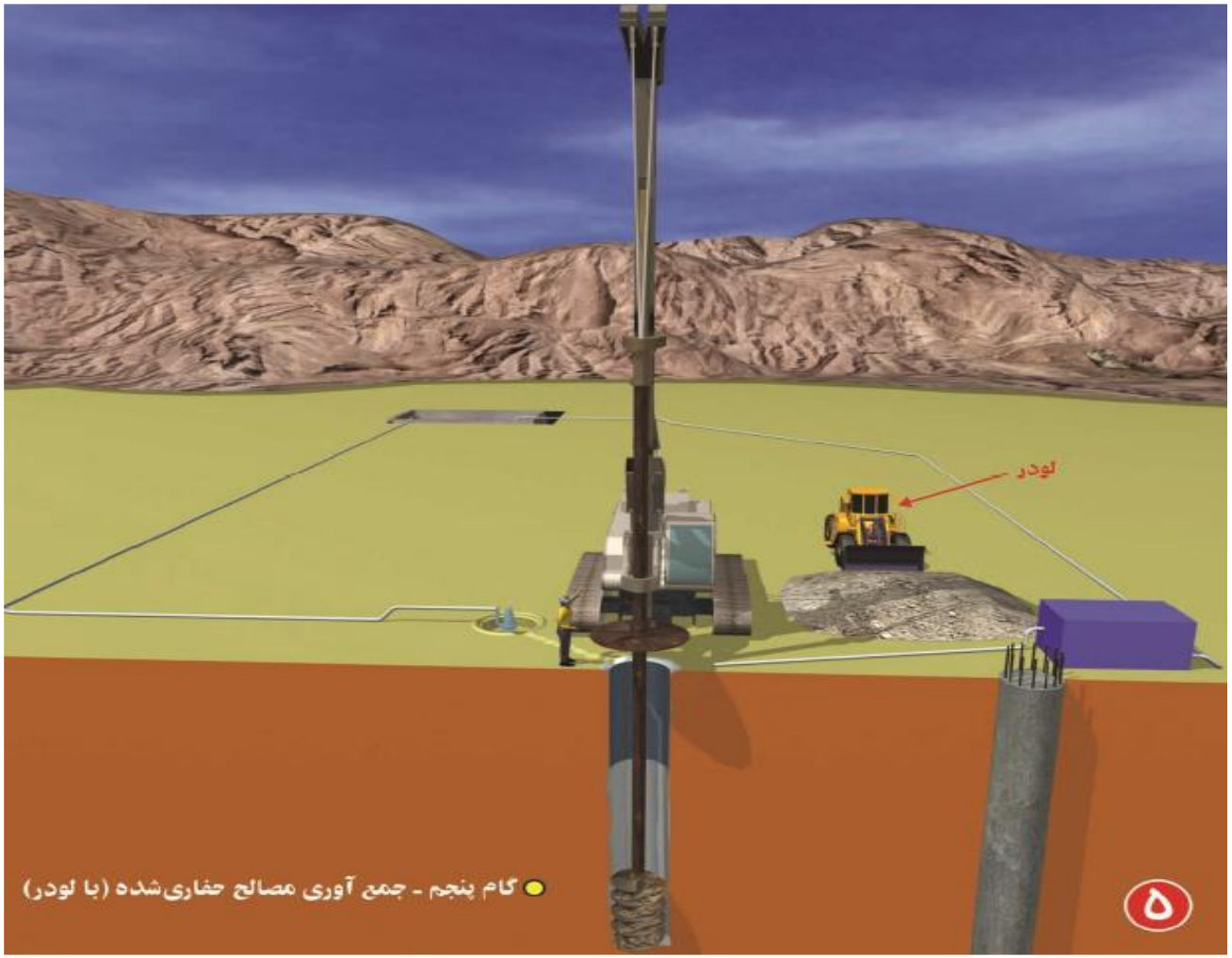
حفاری


جرثقیل
کیسینگ
گام سوم - نصب کیسینگ (درصورت نیاز)
درادامه عملیات حفاری
۳

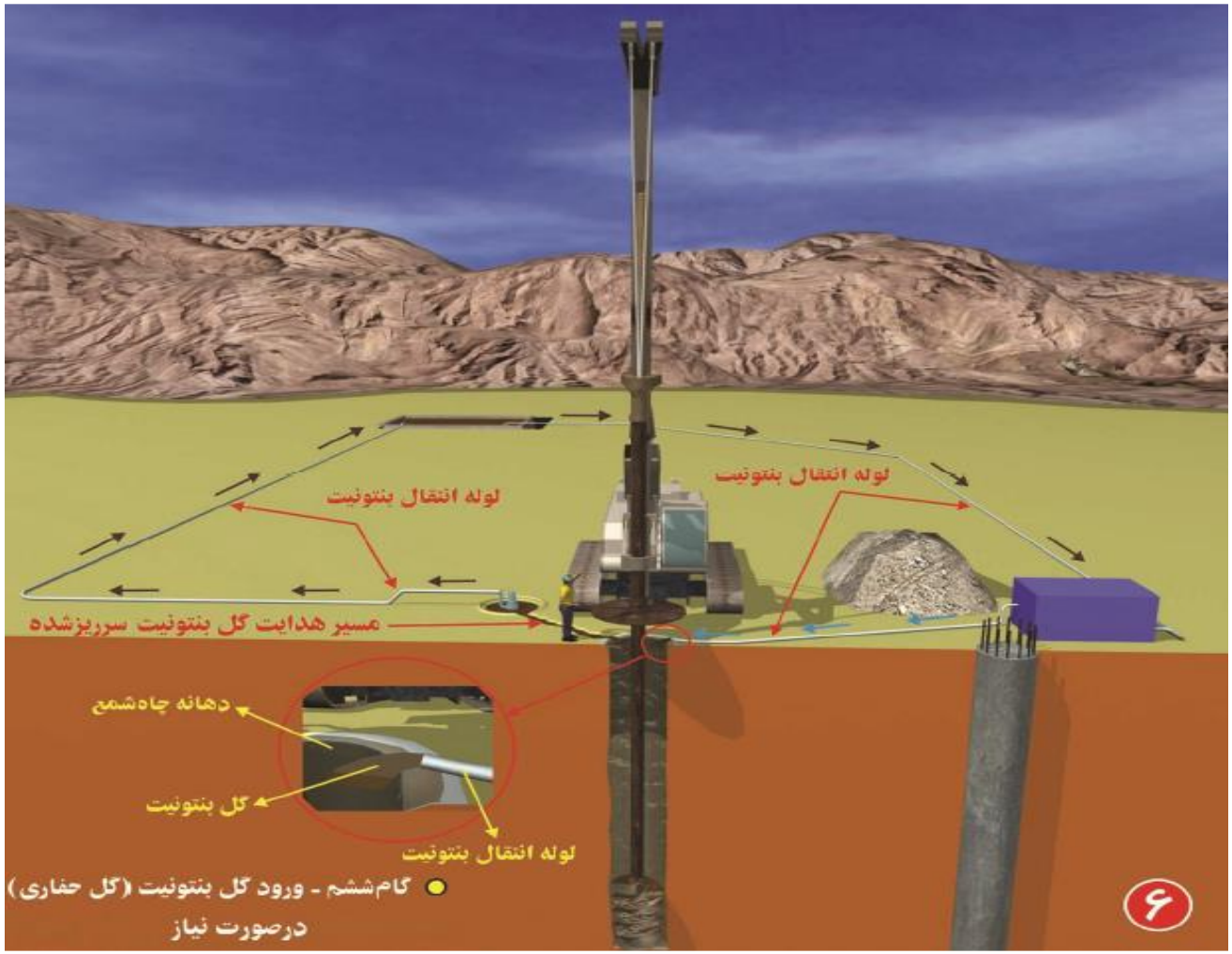
حفاری



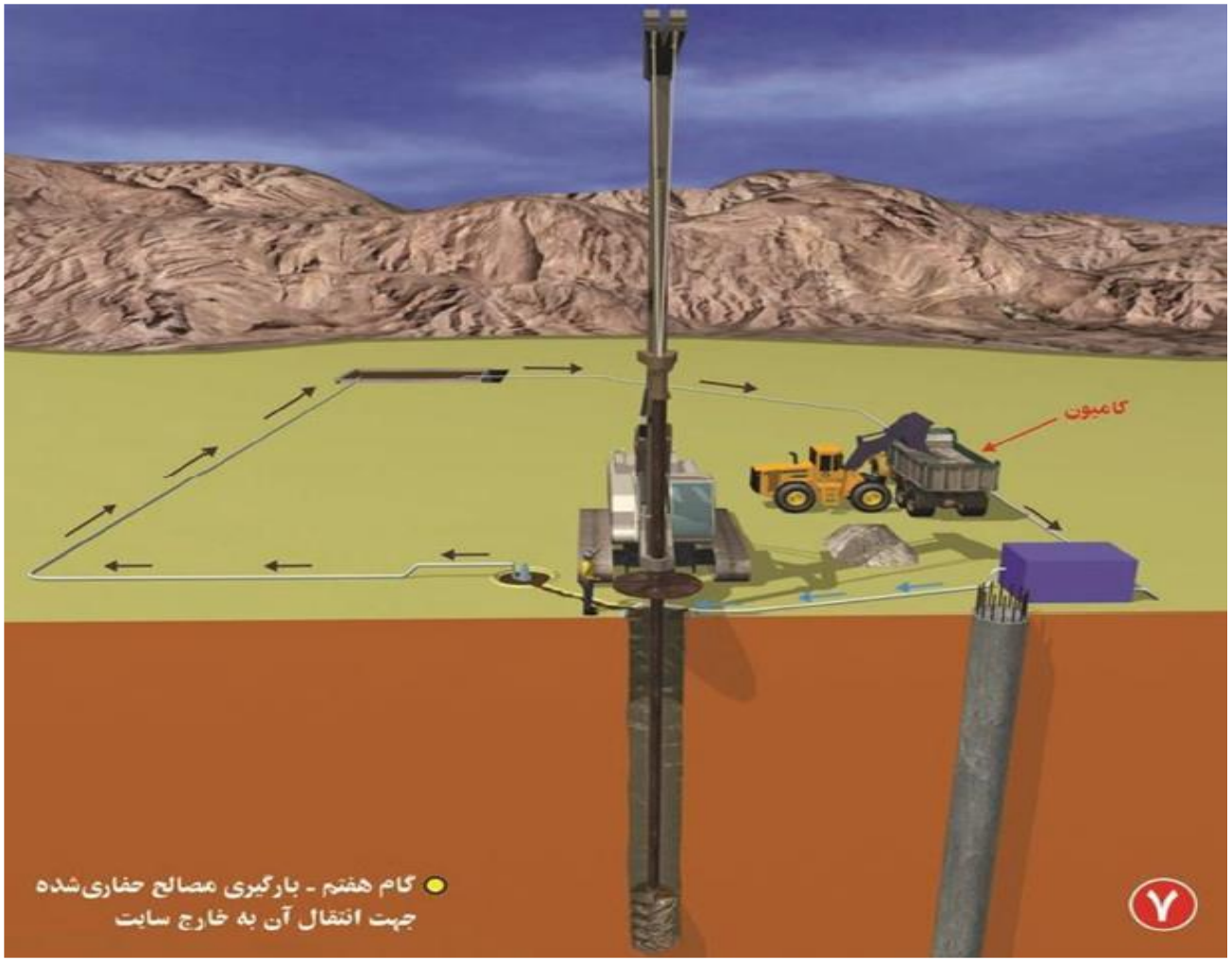
حفاری



حفاری

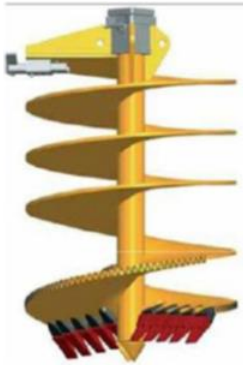

لوله انتقال بنتونیت
لوله انتقال بنتونیت
مسیر هدایت گل بنتونیت سرریزشده
دهانه چاه‌شمع
گل بنتونیت
لوله انتقال بنتونیت
گام‌ششم - ورود گل بنتونیت (گل حفاری)
درصورت نیاز
۶

حفاری

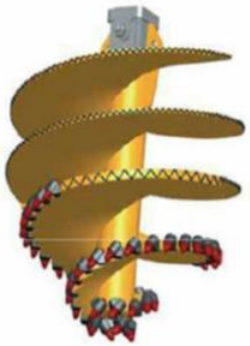

کامیون
گام هفتم - بارگیری مصالح حفاری‌شده
جهت انتقال آن به خارج سایت
۷

حفاری

ماشین آلات و تجهیزات حفاری



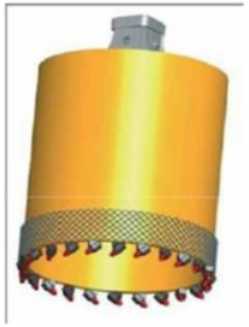
اوگر استاندارد



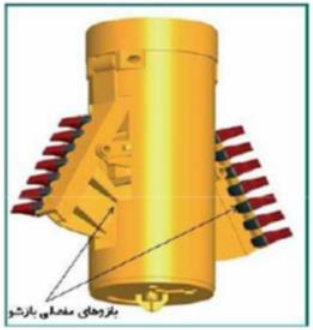
اوگر مخصوص سنگ

باکت بتونیت

باکت سنگ

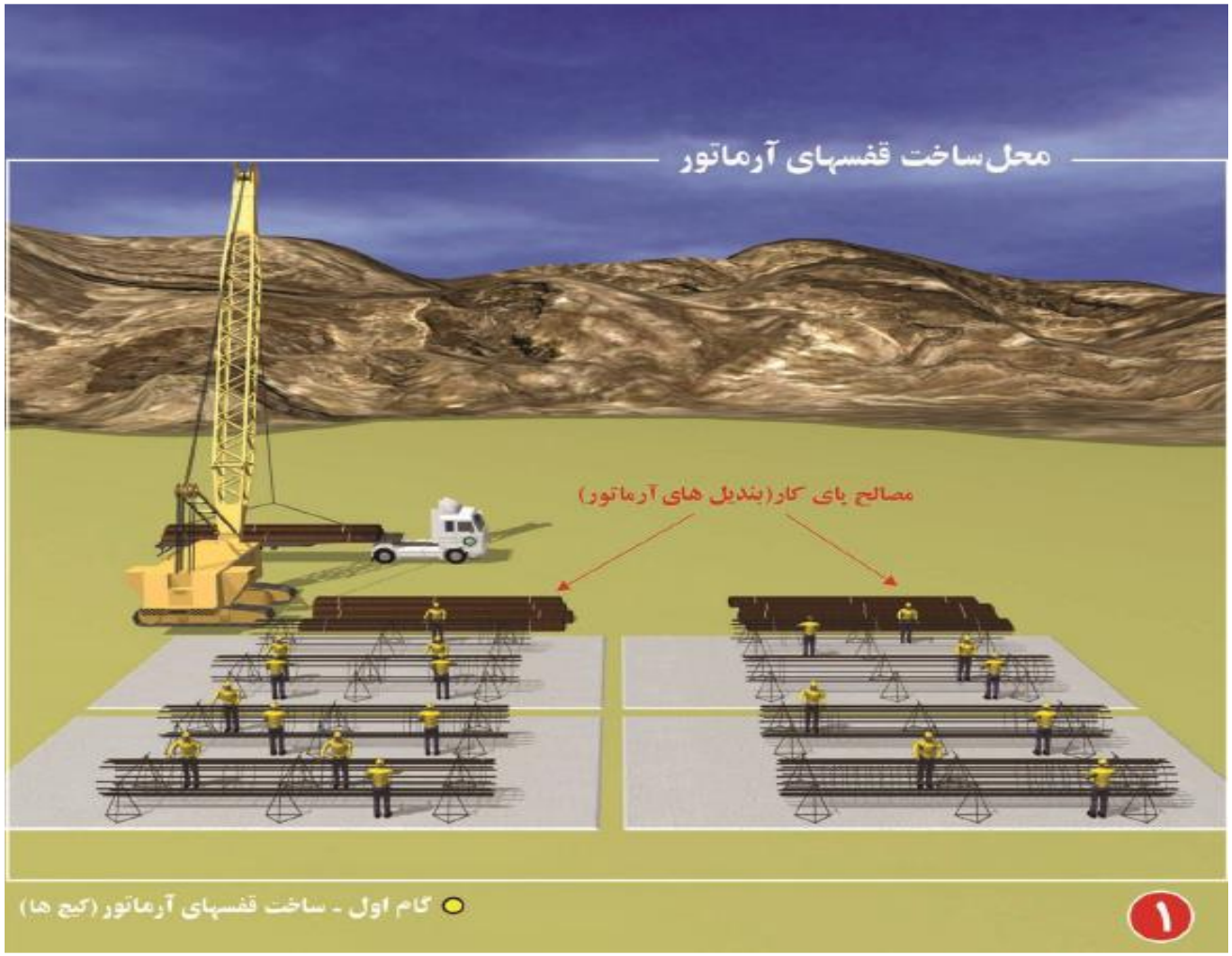


باکت کورینگ

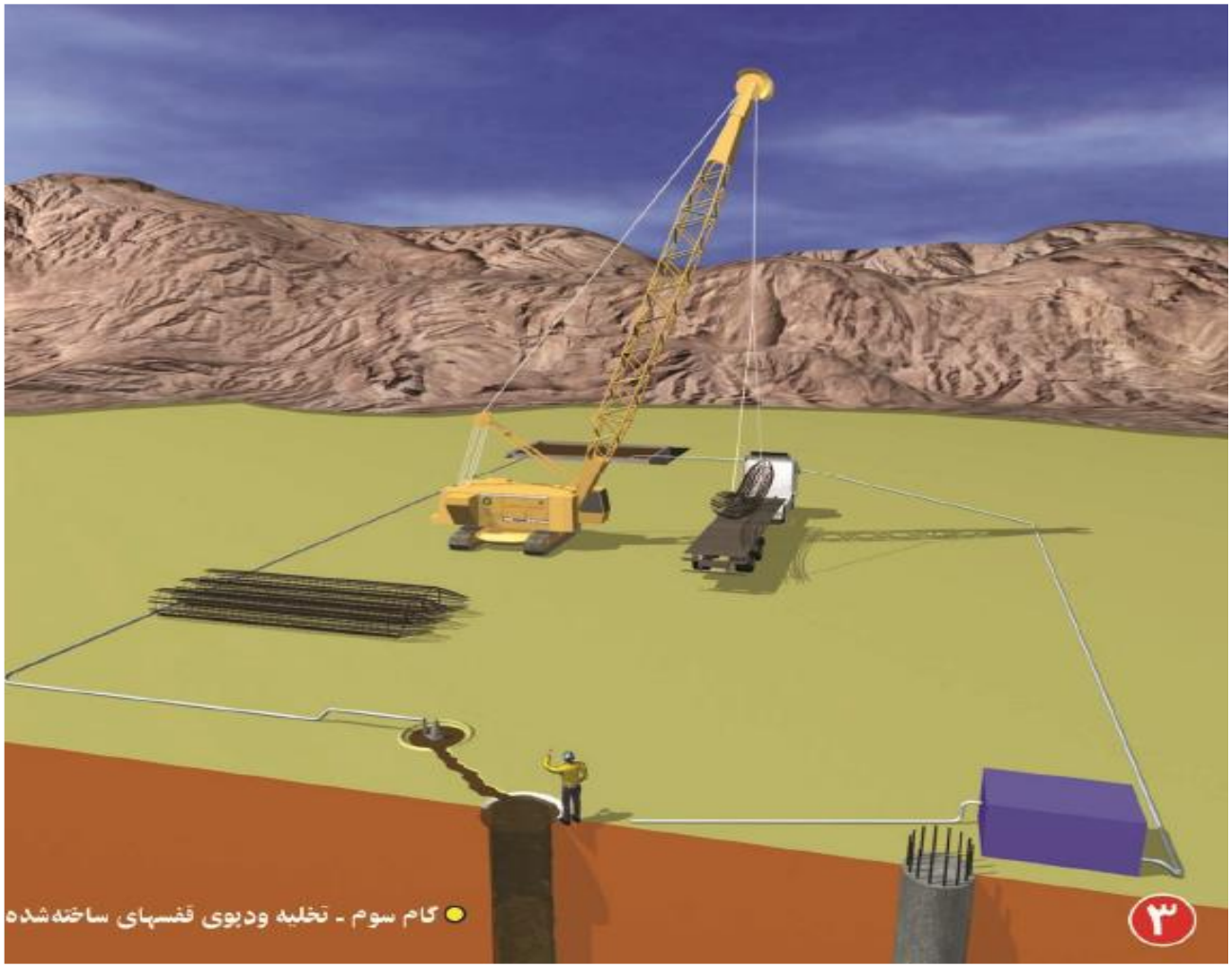


باکت زنگوله ای

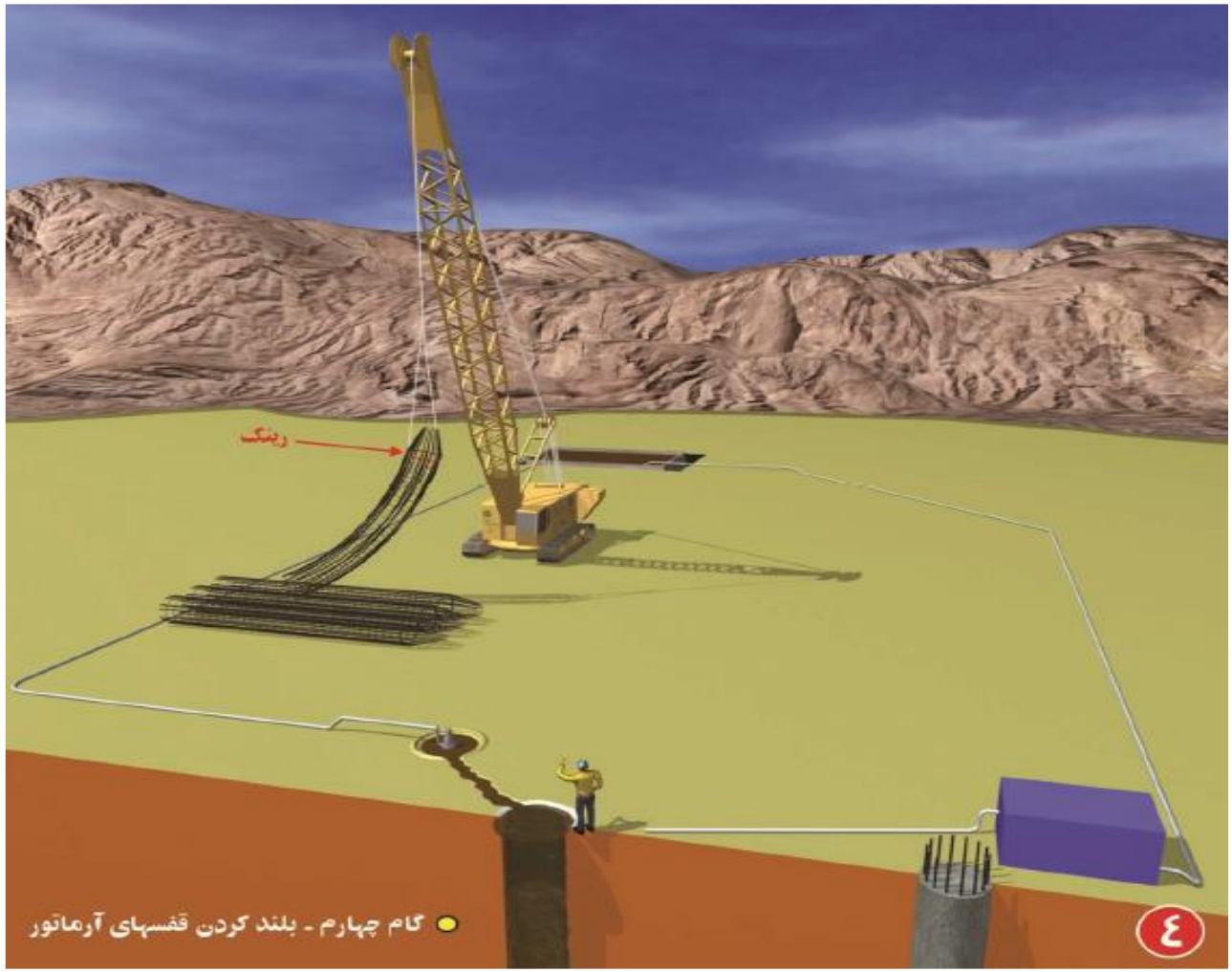
ساخت، انتقال و نصب آرماتور



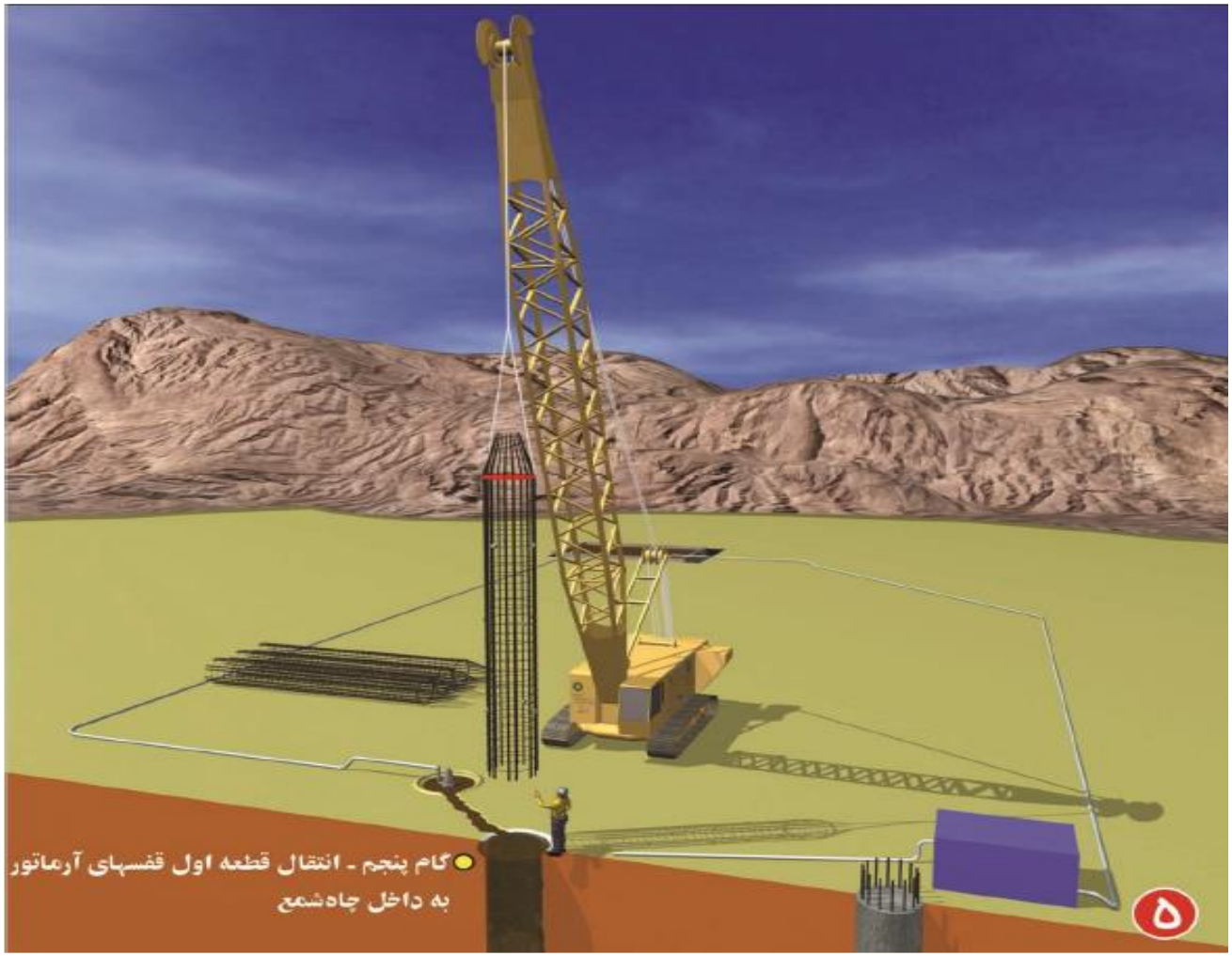
ساخت، انتقال و نصب آرماتور



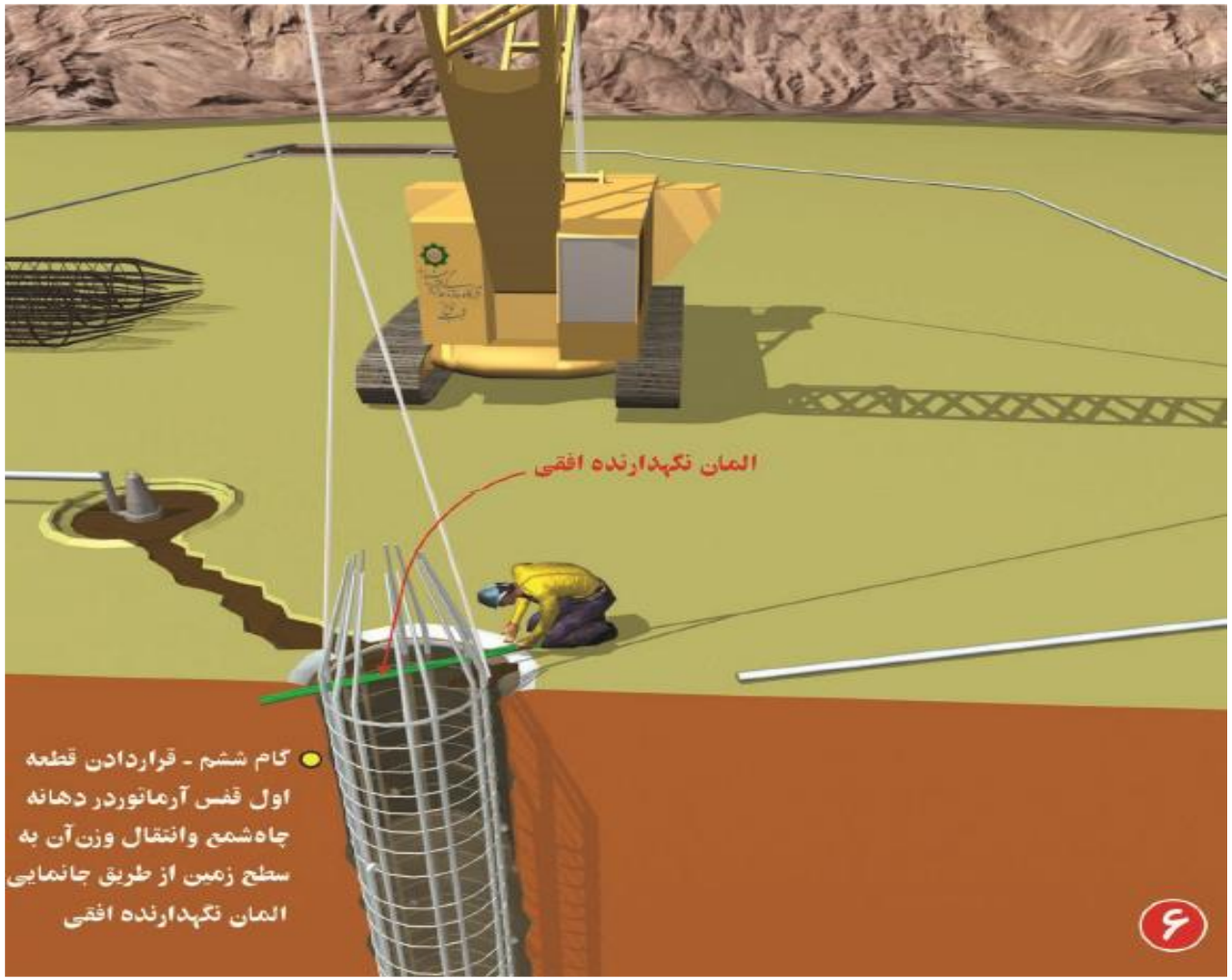
ساخت، انتقال و نصب آرماتور



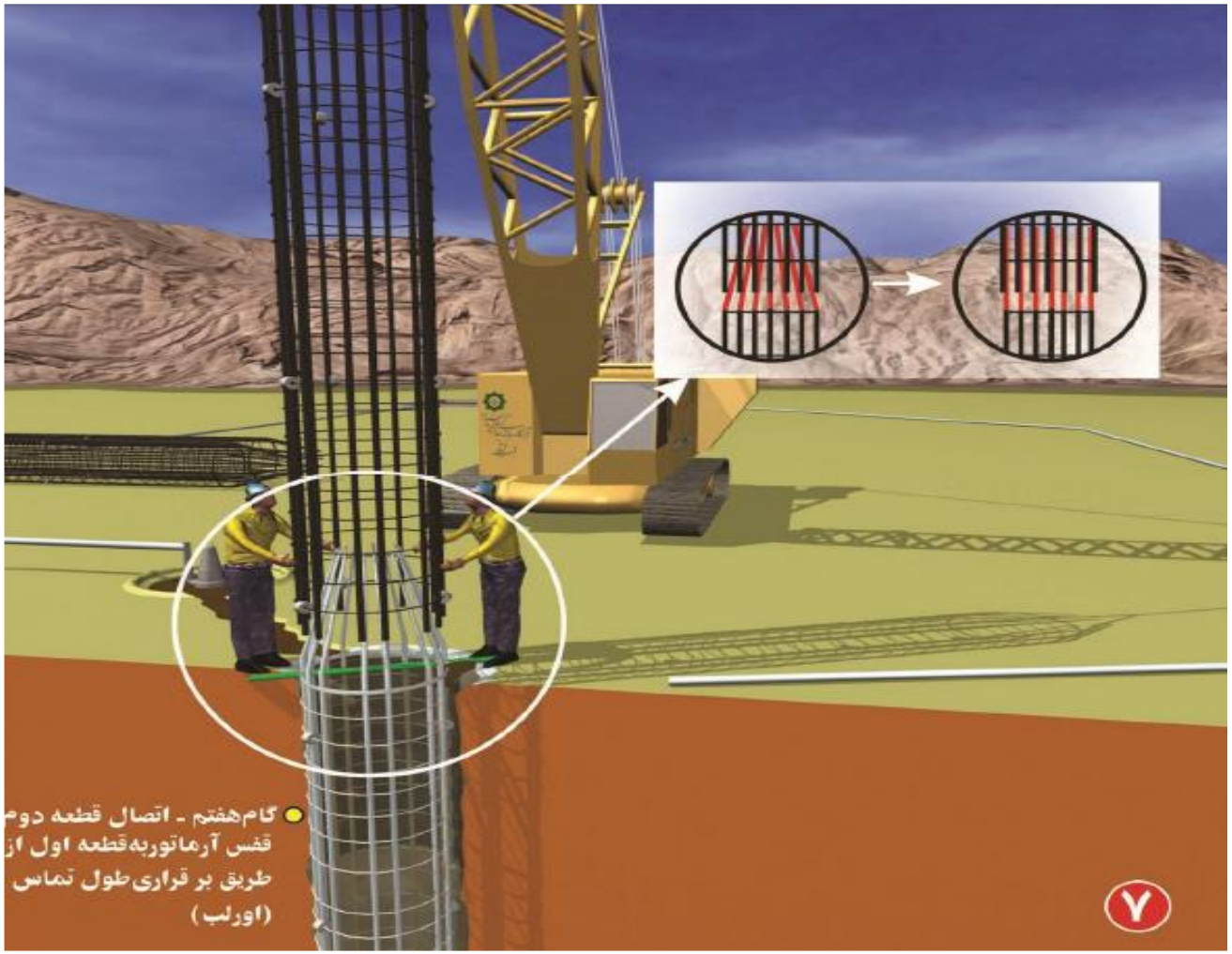
ساخت، انتقال و نصب آرماتور



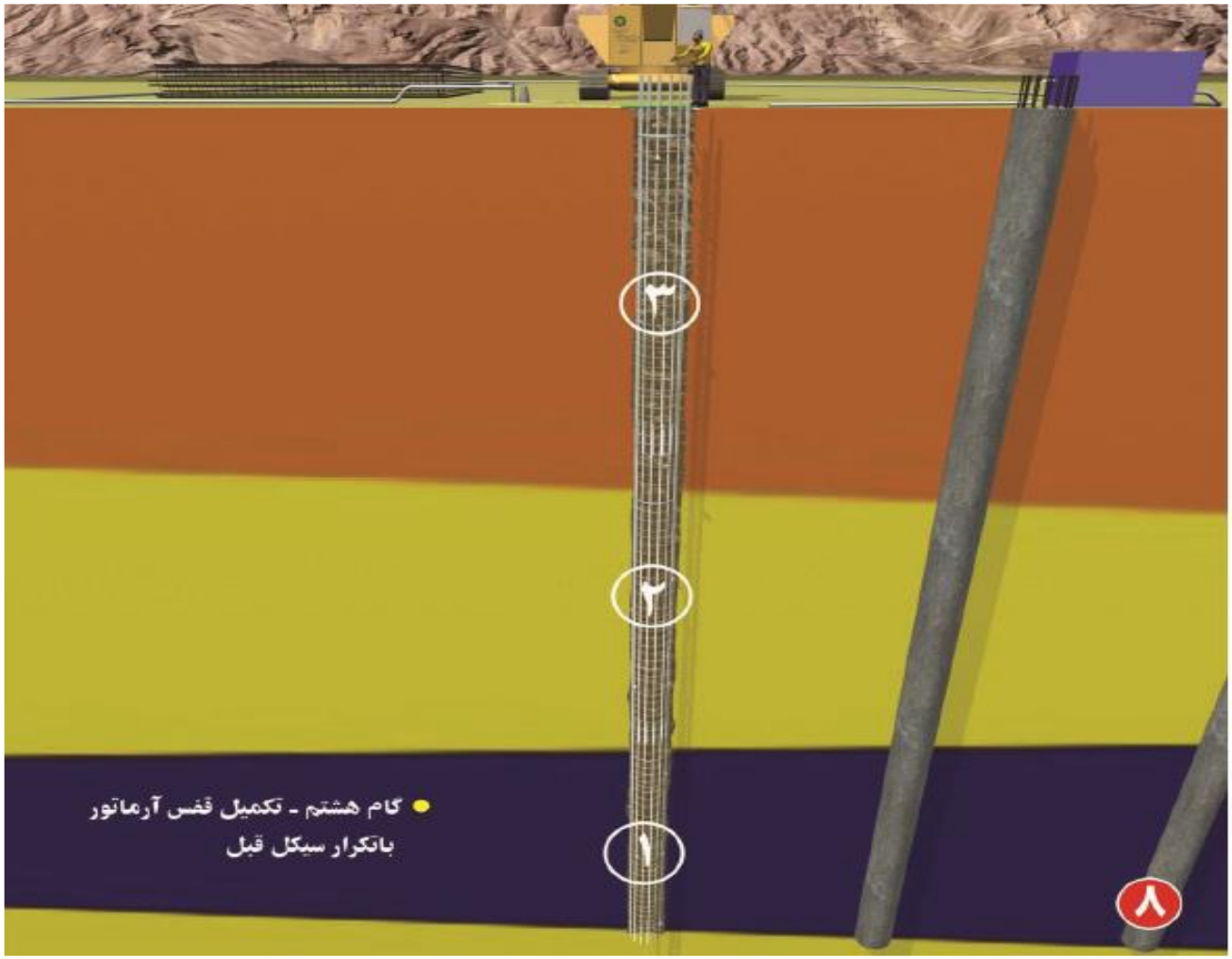
ساخت، انتقال و نصب آرماتور



ساخت، انتقال و نصب آرماتور



ساخت، انتقال و نصب آرماتور



ساخت، انتقال و نصب آرماتور

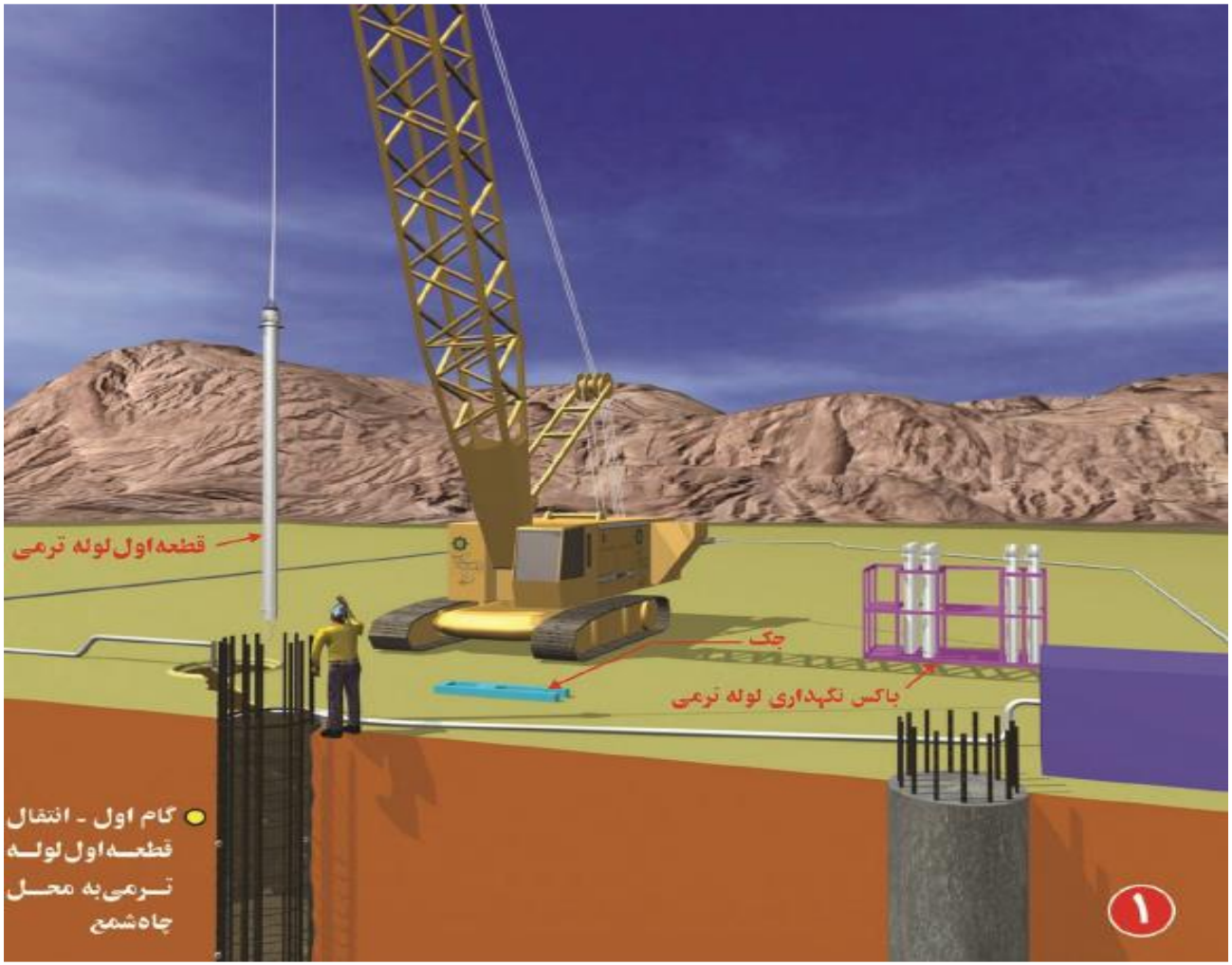
ساخت، انتقال و نصب آرماتور

ساخت، انتقال و نصب آرماتور

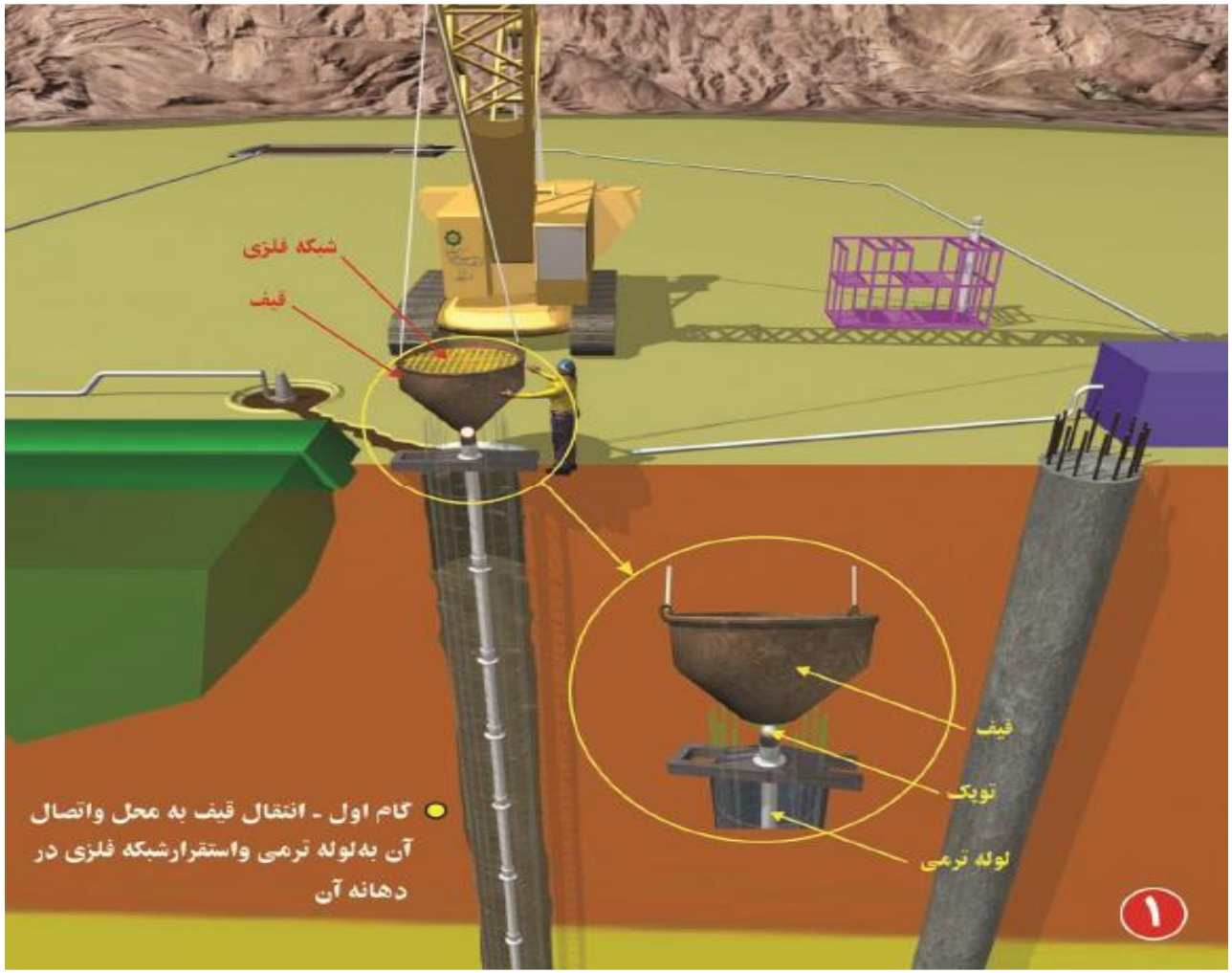
ساخت، انتقال و نصب آرماتور

فرستادن یک قطعه قفس آرماتور
داخل دیگری جهت انجام اورلب آنها

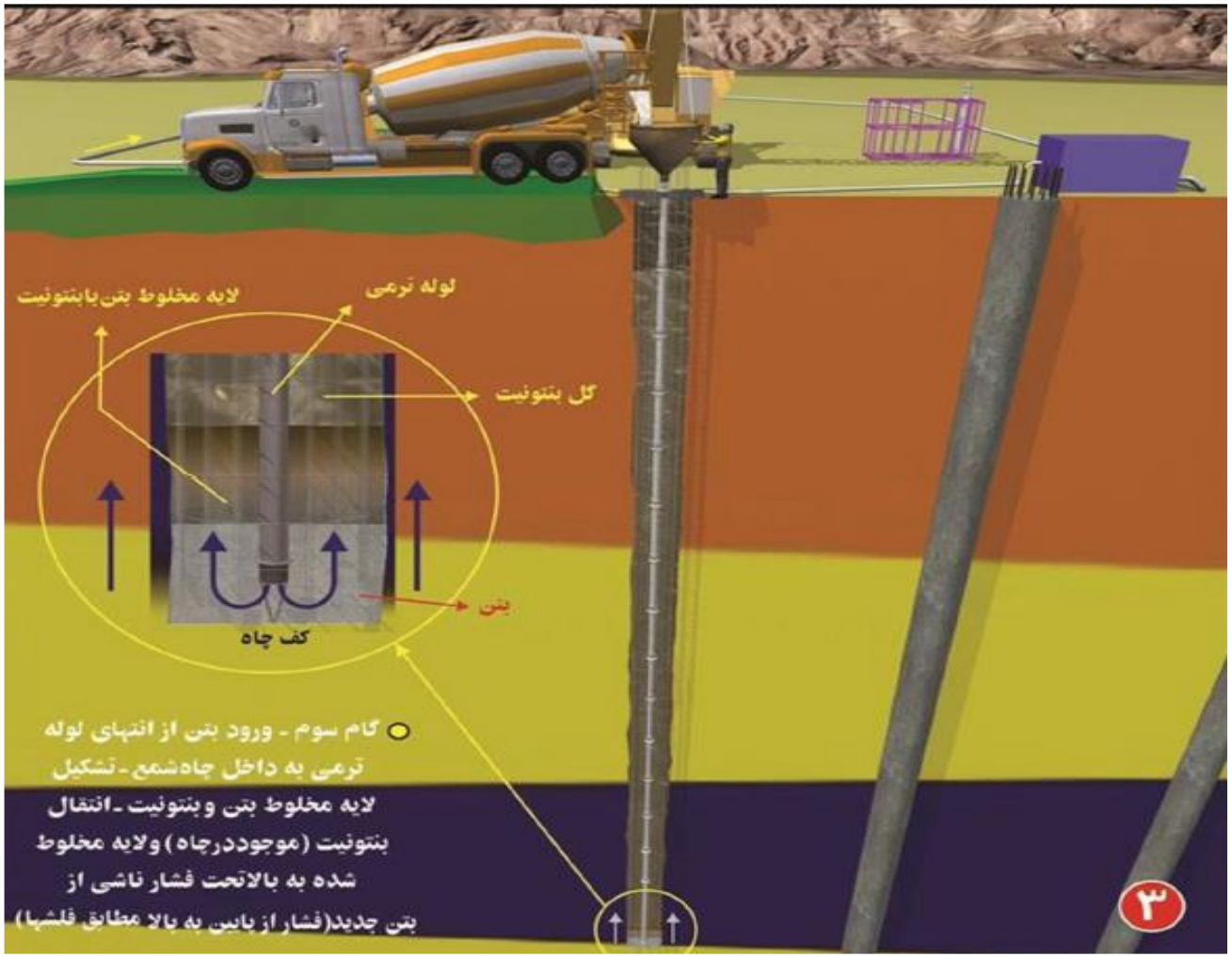
لوله گذاری ترمی



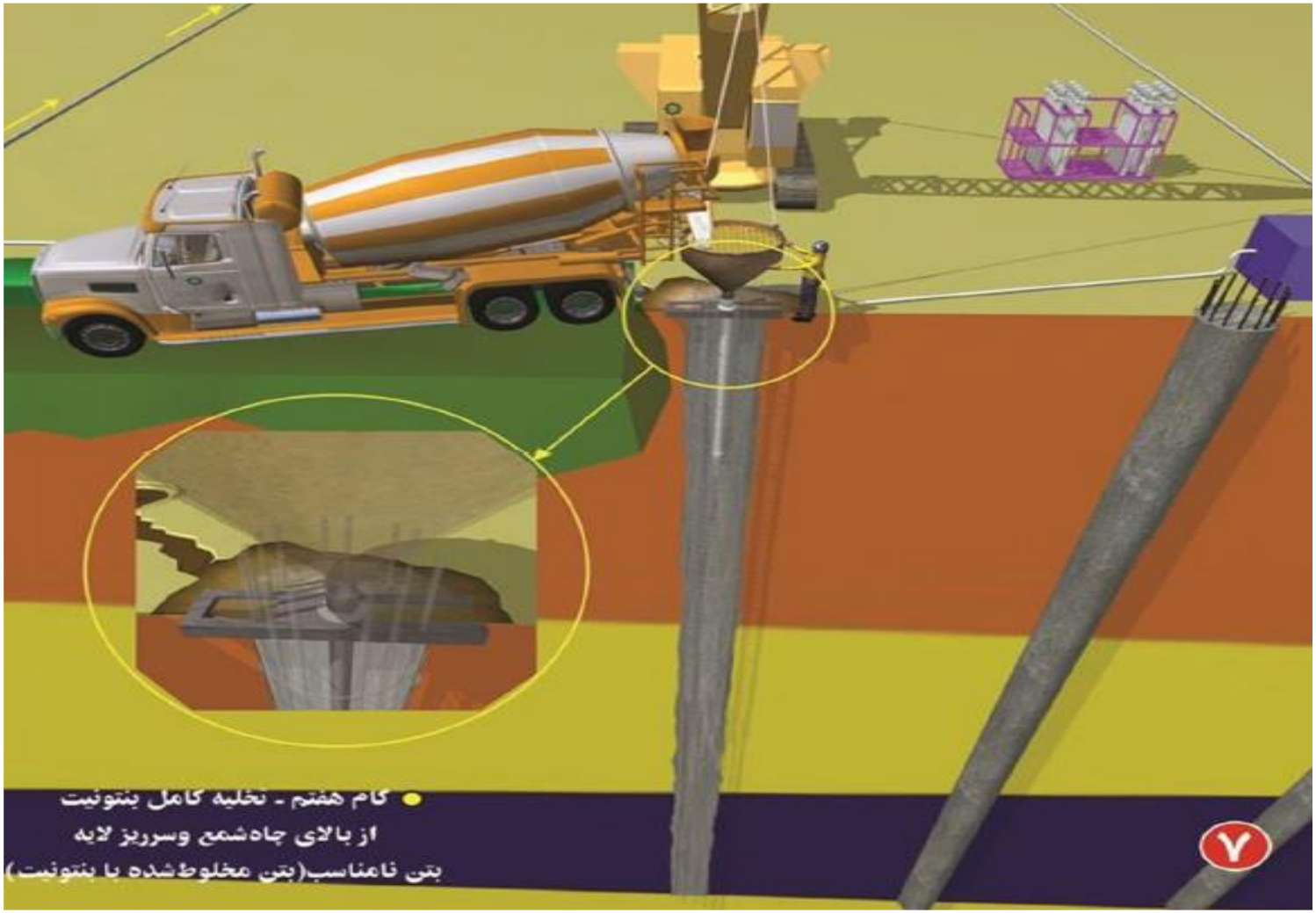
لوله گذاری ترمی



بتن ریزی

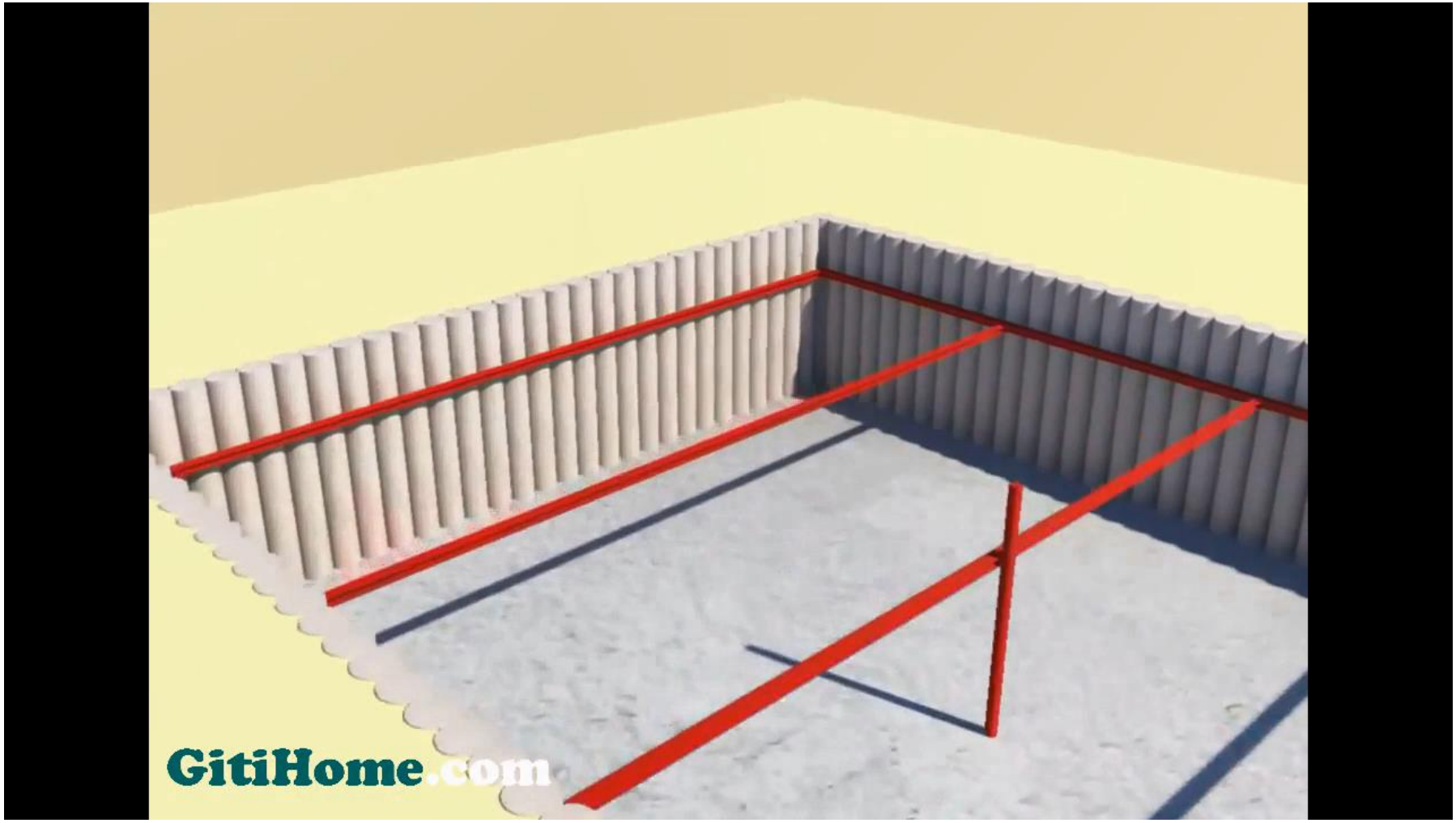

لایه مخلوط بتن با بنتونیت
لوله ترمی
گل بنتونیت
بتن
کف چاه
گام سوم - ورود بتن از انتهای لوله ترمی به داخل چاه شمع - تشکیل لایه مخلوط بتن و بنتونیت - انتقال بنتونیت (موجود در چاه) و لایه مخلوط شده به بالا تحت فشار ناشی از بتن جدید (فشار از پایین به بالا مطابق فلشها)
۳

بتن ریزی


گام هفتم - تخلیه کامل بنتونیت
از بالای چاه‌شمع وسرریز لایه
بتن نامناسب(بتن مخلوط‌شده با بنتونیت)
۷

شکست شمع

یکی از نمونه های شکست شمع را میتوان در گودبرداری پروژه الیانور ارومیه اشاره کرد که بدلیل عمق نسبتا زیاد گودبرداری (۱۷ متر) و ضعیف بودن خاک محدوده گودبرداری، شمع ها پس از اجر او گودبرداری در محل لنگر خمشی ماکزیمم شکسته و گود در آستانه کسیختگی قرار گرفته است.

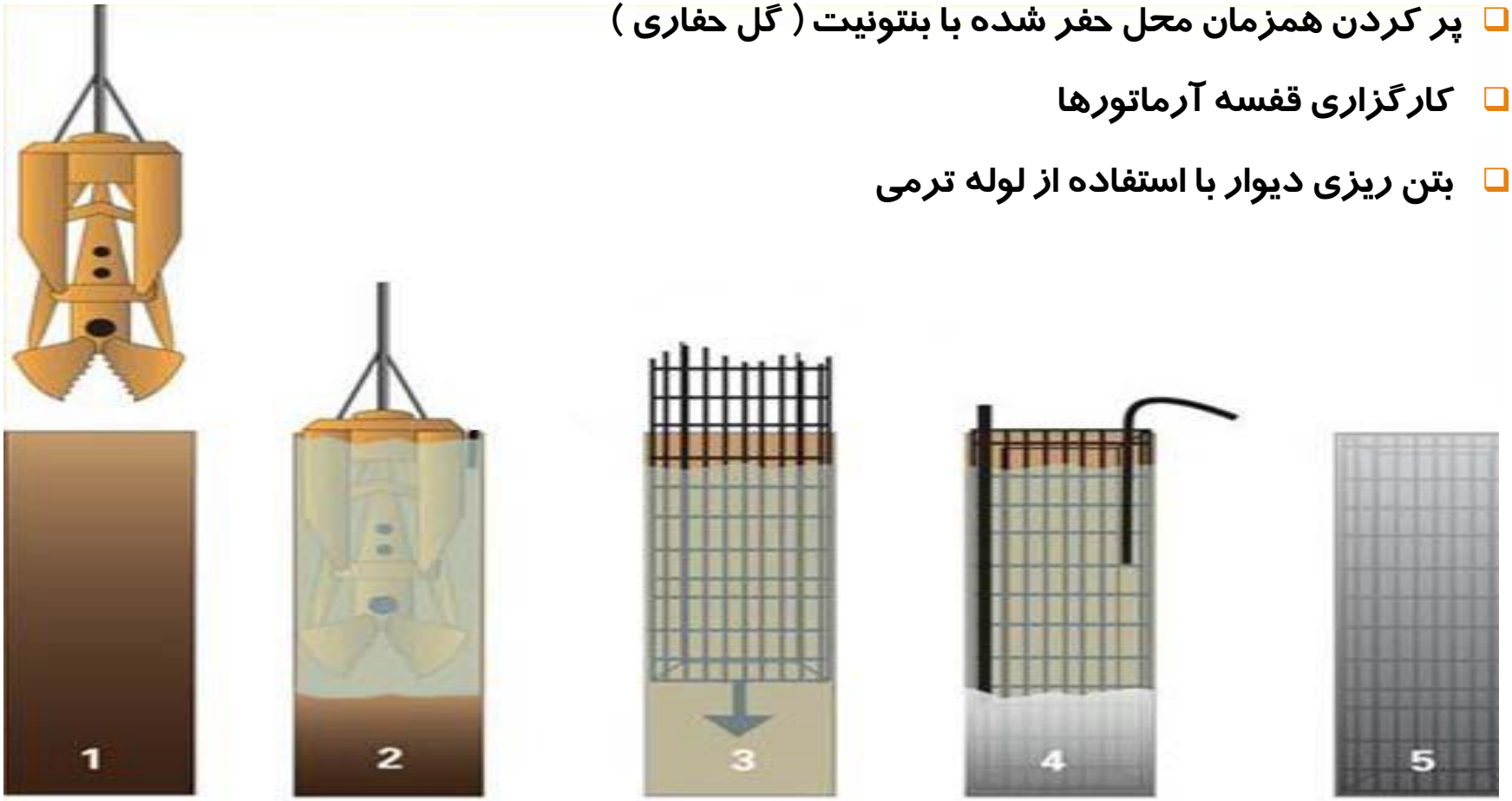

GitiHome.com

پایدارسازی گود توسط دیوار دیافراگمی

یکی دیگر از روشهای محافظت از جداره گود احداث دیوار دیافراگمی و یا دیوار دوغابی می باشد. در این روش ابتدا توسط دستگاه حفار متناسب با شرایط زمین حفاری قسمتی از دیوار انجام می شود و همزمان با حفاری جهت پایداری جداره دیواره حفاری شده و جلوگیری از ریزشهای موضعی از دوغاب بنتونیت استفاده می شود . تشکیل کیک بنتونیت در داخل دیواره حفاری شده و نفوذ در لایه های دانه ای جداره باعث می گردد جداره همواره پایدار بماند و سپس بلافاصله پس از رسیدن به عمق مورد نظر آرماتور گذاری شده و در نهایت بتن ریزی می گردد. این روش در زیر هسته سدهای خاکی نیز کاربرد بسیار دارد و از هرگونه نشتی جلوگیری می نماید. استفاده از این تکنیک در مناطق شهری نیز با محدودیت های نظیر استفاده از روش مهار بندی افقی و مایل و المانهای کششی دارا می باشد.

مراحل اجرای دیوار دیافراگمی

- حفاری محل دیوار به صورت مرحله به مرحله (به کمک هیدروفرز یا کلامشل)
- پر کردن همزمان محل حفر شده با بنتونیت (گل حفاری)
- کارگزاری قفسه آرماتورها
- بتن ریزی دیوار با استفاده از لوله ترمی



مزایا و معایب دیوار دیافراگمی

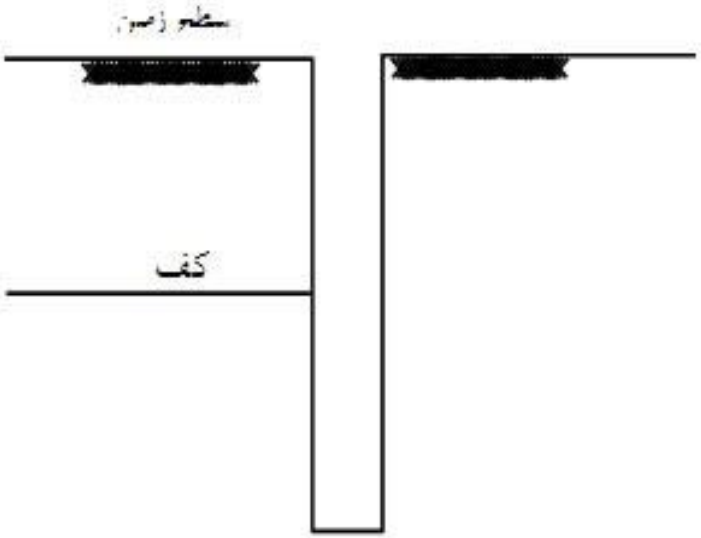
- مزایا :
  - سرعت بالا
  - اجرای همزمان دیوار حایل با دیوار نگهبان
  - قابل استفاده در طول های زیاد
- معایب :
  - هزینه زیاد (دستگاههای ویژ ه حفاری)
  - نیاز به فضای باز جهت مانور دستگاه

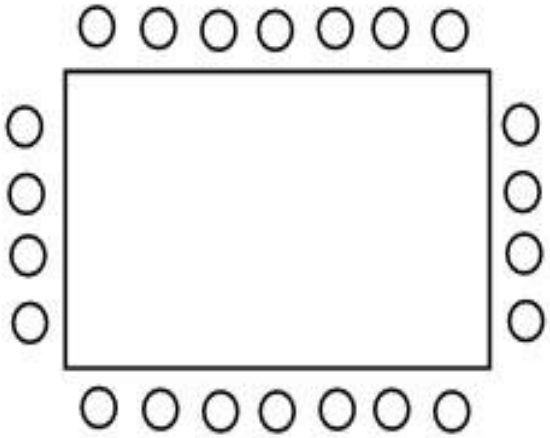
اجرای دیافراگم بتنی

پایدارسازی گود با استفاده از سازه نگهبان خرپایی

- متداولترین روش در مناطق شهری است.
- روش اجرای این روش عبارتند از:
  - حفر چاهک
  - اجرای شمع و عناصر قائم
  - حفاری شیبدار طرفین گود
  - اجرای عنصر مایل خرپا (فونداسیون + ...)
  - حفاری مرحله به مرحله
  - کار گذاری عناصر افقی و مهار
  - به هم بستن خرپا ها (عناصر بادبندی و شناژ)

مراحل اجرایی سازه نگهبان خرپایی



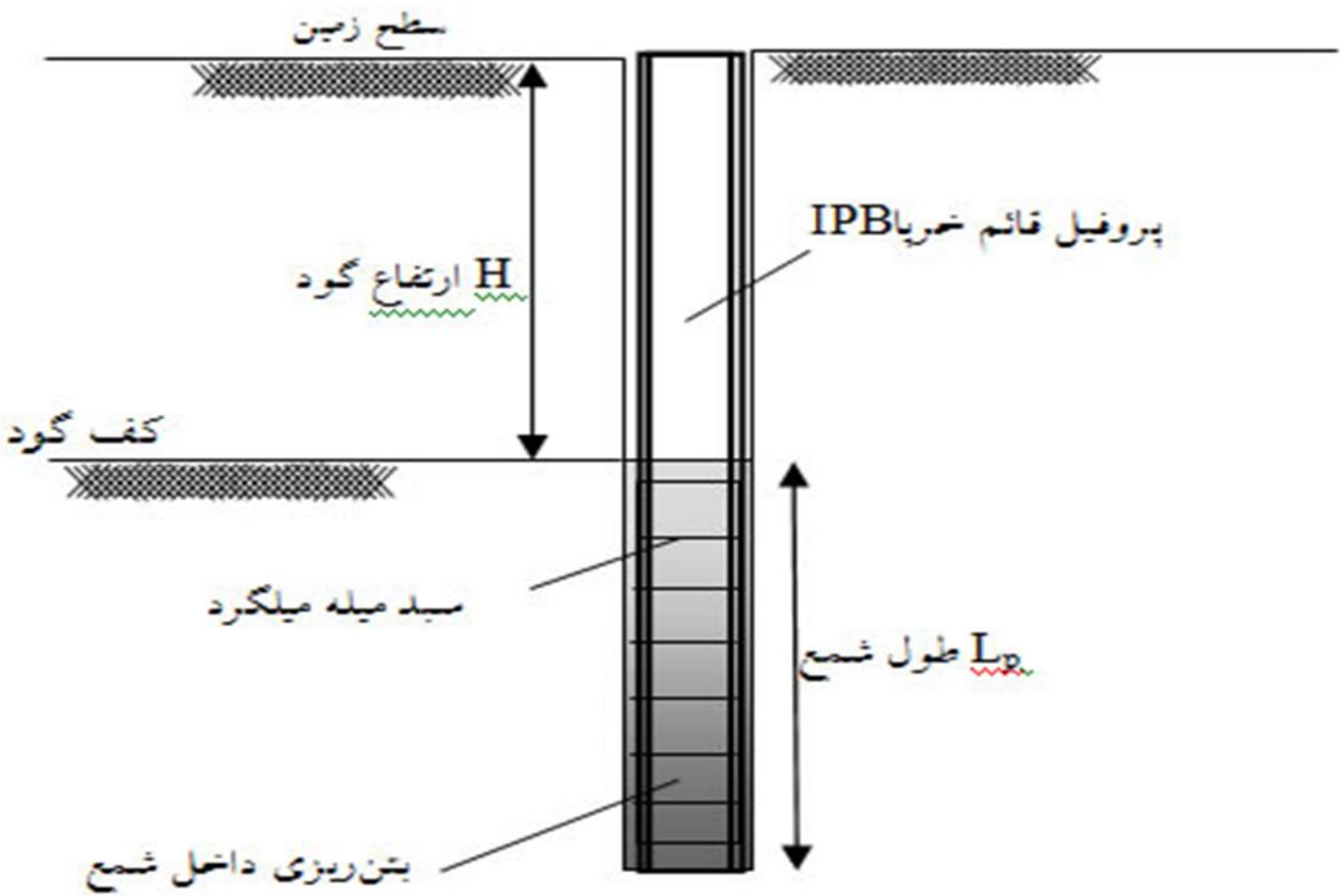


محدوده خاکبرداری

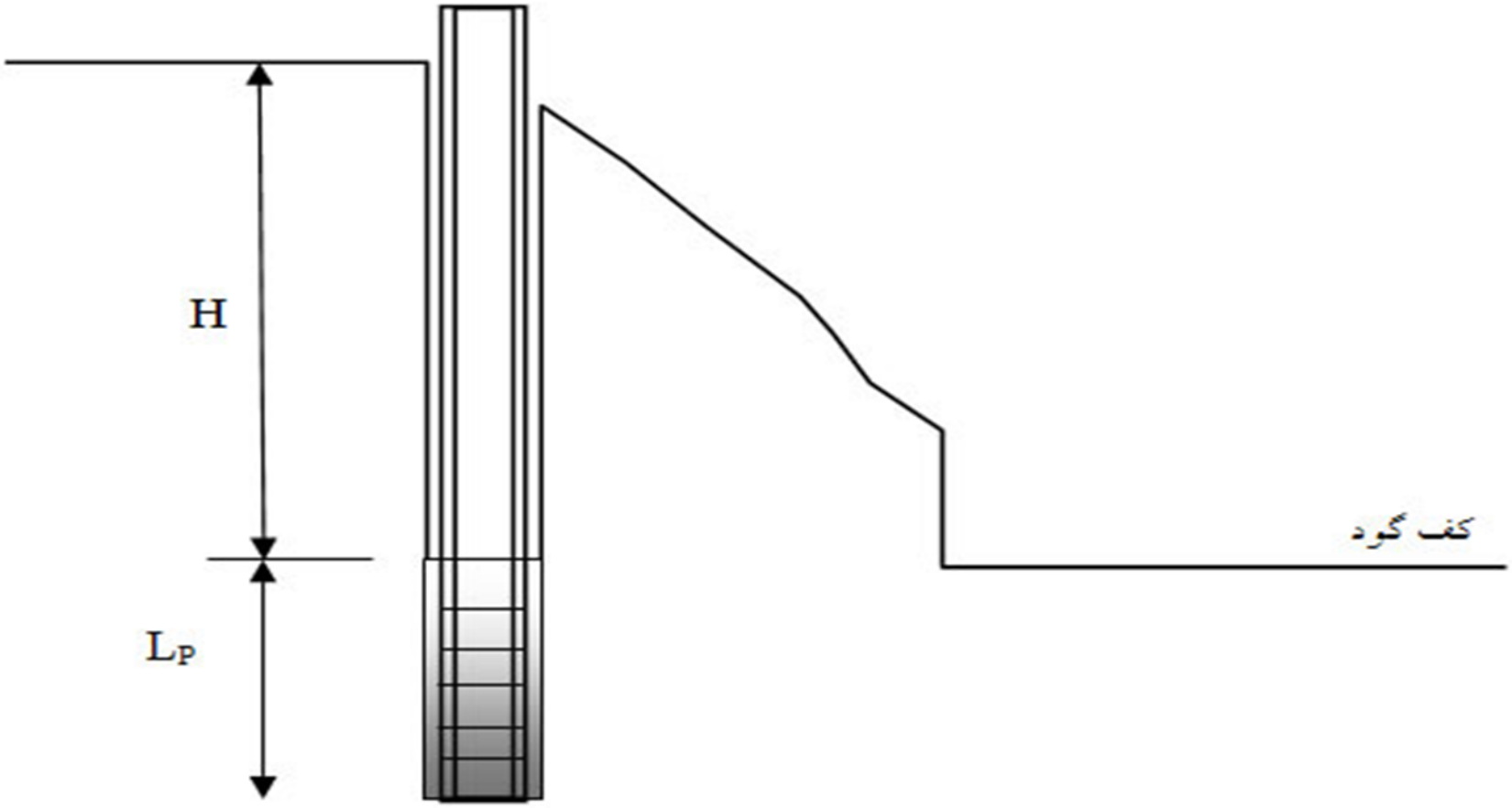
قطر حفاری معمولاً برای اینکه مقنی براحتی حفاری نماید،80 تا 100 سانتیمتر می‌باشد

طول چاه= عمق گود H + طول شمع Lp

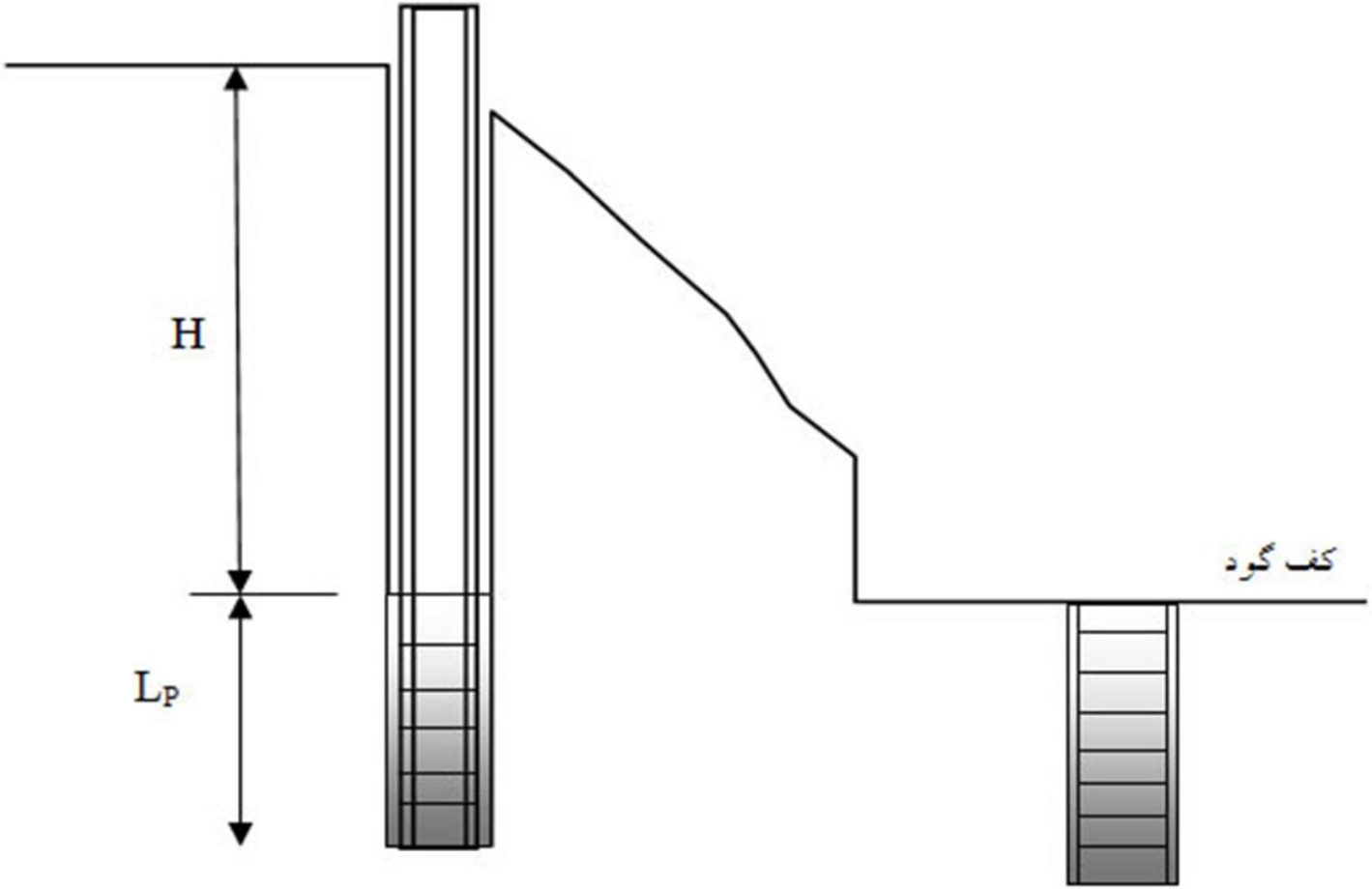
مراحل اجرایی سازه نگهبان خرپایی



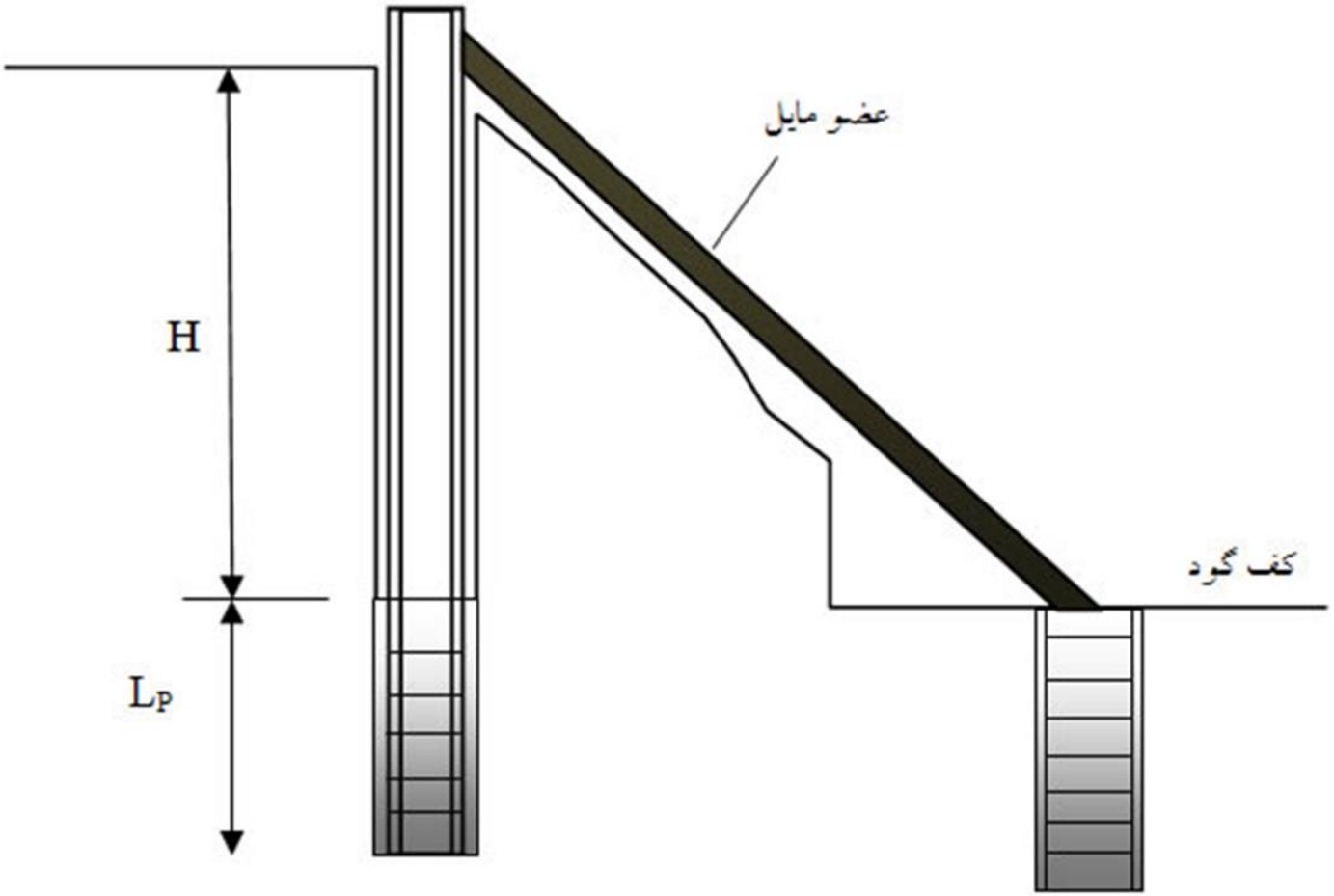
مراحل اجرایی سازه نگهبان خرپایی



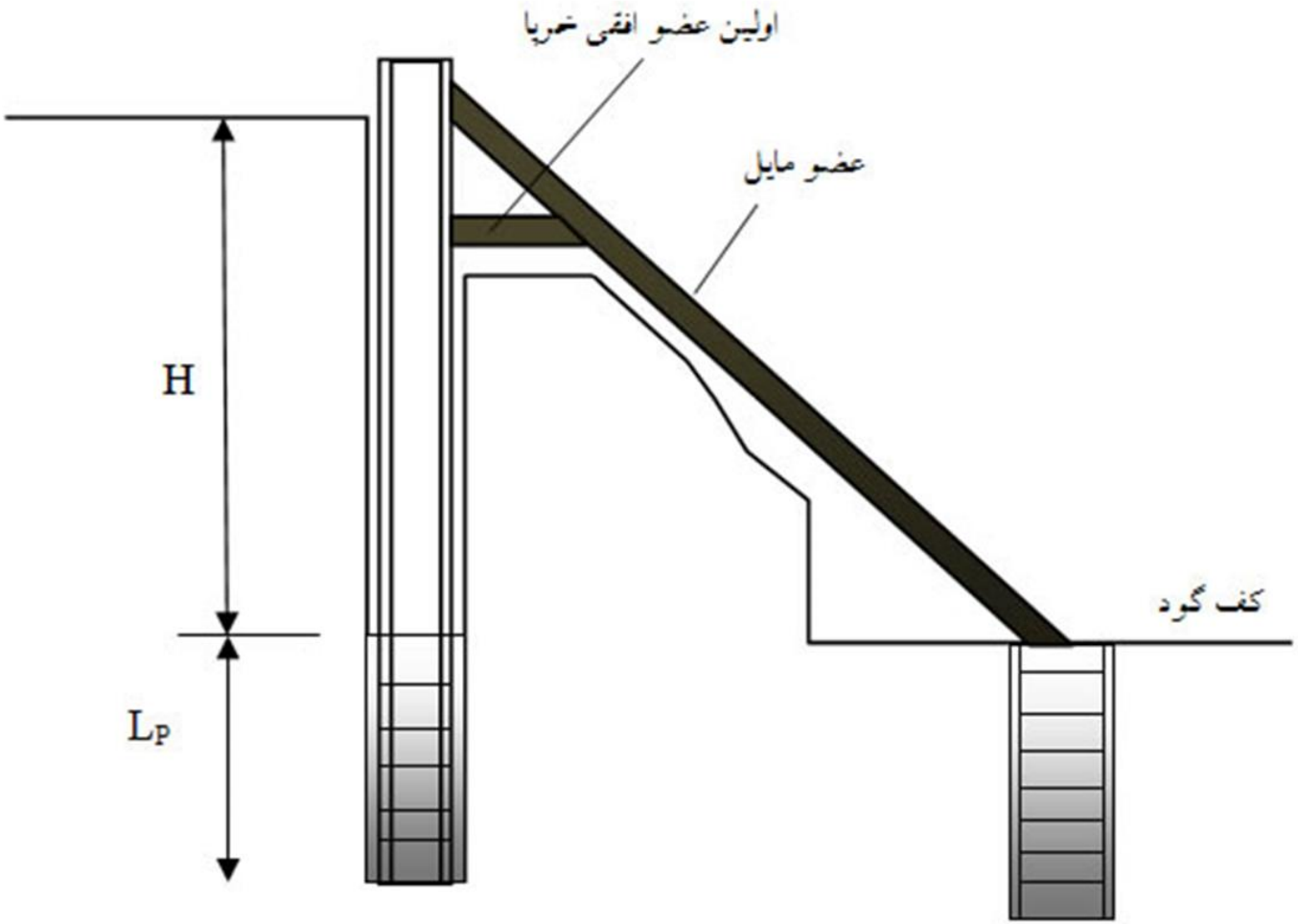
مراحل اجرایی سازه نگهبان خرپایی



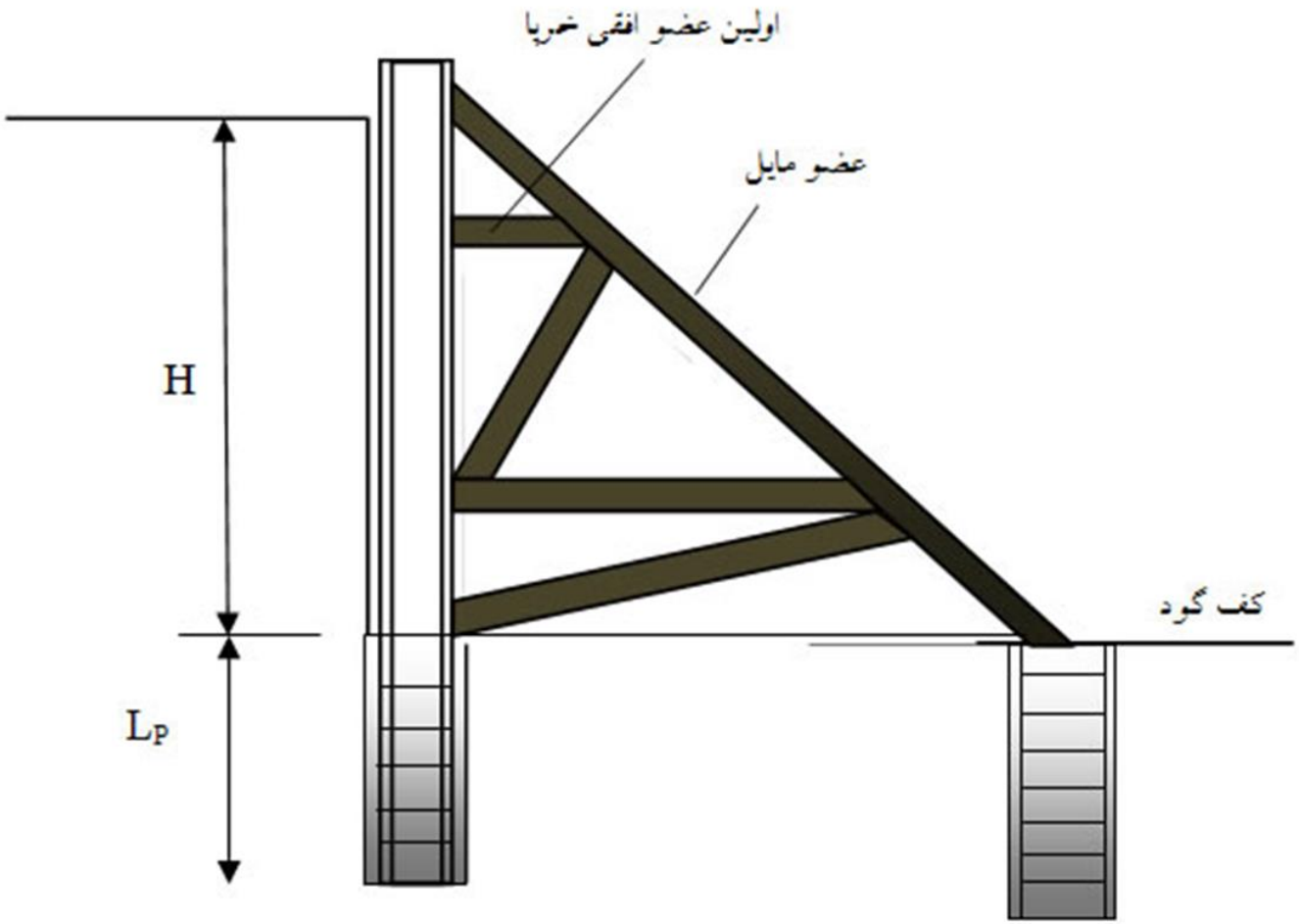
مراحل اجرایی سازه نگهبان خرپایی



مراحل اجرایی سازه نگهبان خرپایی



مراحل اجرایی سازه نگهبان خرپایی



مراحل اجرایی سازه نگهبان خرپایی

اجرای سازه نگهبان خرپایی

مزایا و نکات سازه نگهبان خرپایی

- مزایای این روش :
  - برای عموم گودها واقع در مناطق شهری مناسب است.
  - سادگی اجرا و انعطاف پذیری زیاد .
  - امکان بازیابی مصالح سازه نگهبان .
- نکاتی که بایستی توجه داشت:
  - نسبت عرض به ارتفاع در اکثر موارد ½ است.
  - زیر عضو قایم شمع تعبیه شده است.
  - عضو مورب فشاری دارای فونداسیون است
  - در صورت ریزشی بودن خاک باید از تخته بندی استفاده کرد.

معایب روش سازه نگهبان خرپایی

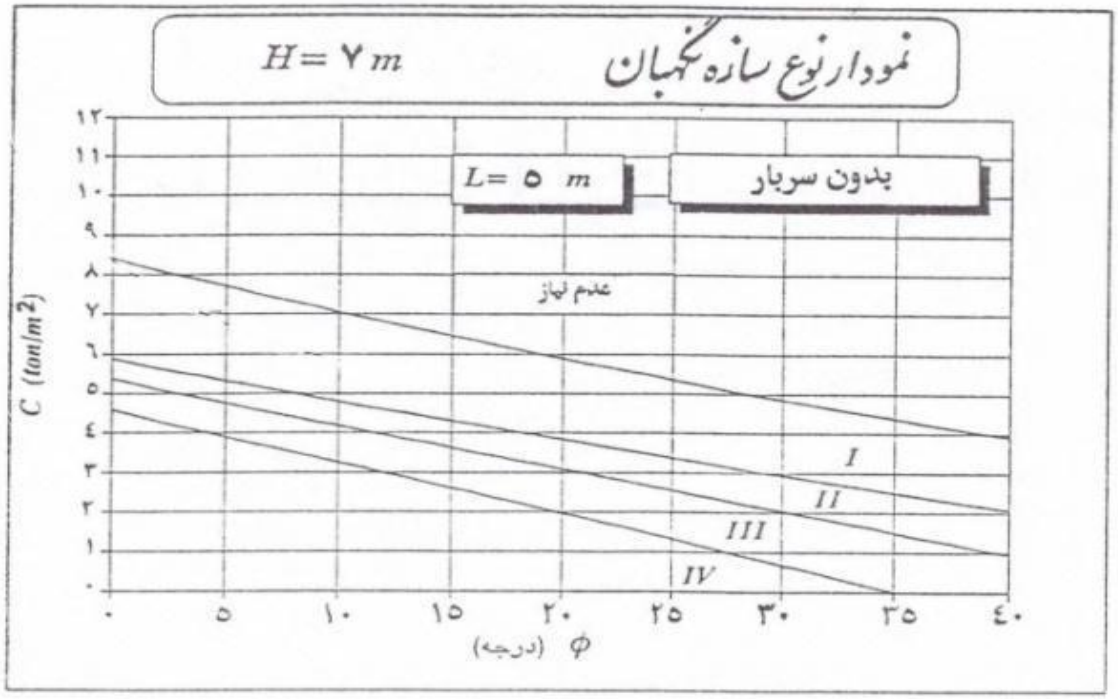
نمودار های کمک طراحی نوع سازه نگهبان خرپایی

- در این بخش سه دسته نمودار کمک طراحی ارایه میشود:
  - نمودار های تعیین نوع سازه نگهبان
  - نمودارهای تعیین ابعاد پی در پلان
  - نمودار های تعیین نوع و طول شمع

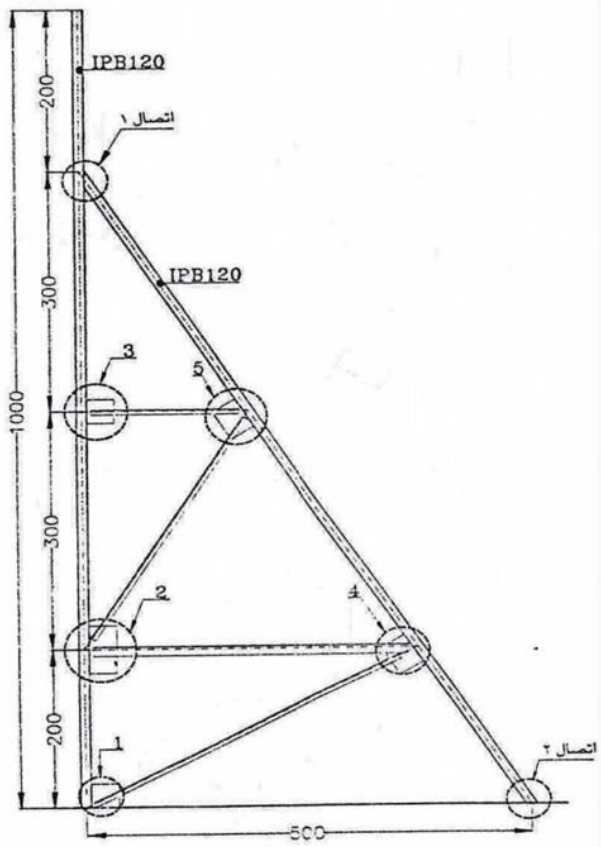
- واحدهای بکار رفته در نمودارها:
  - نیرو: تن
  - طول : متر
  - سطح : متر مربع
  - تنش : تن بر متر مربع
  - وزن مخصوص: تن بر مکعب
  - نیرو بر واحد طول:
  - تن بر متر
  - لنگر: تن متر

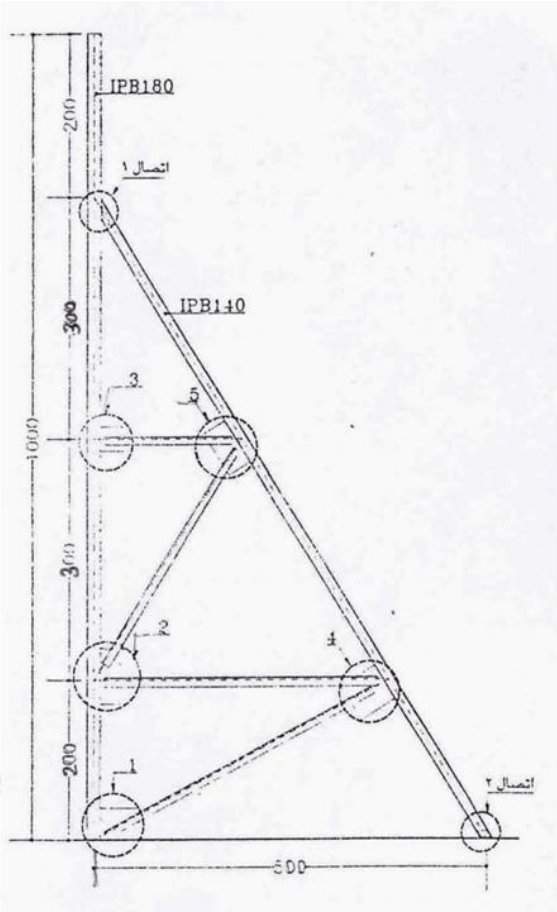
نمودار های کمک طراحی نوع سازه نگهبان خرپایی

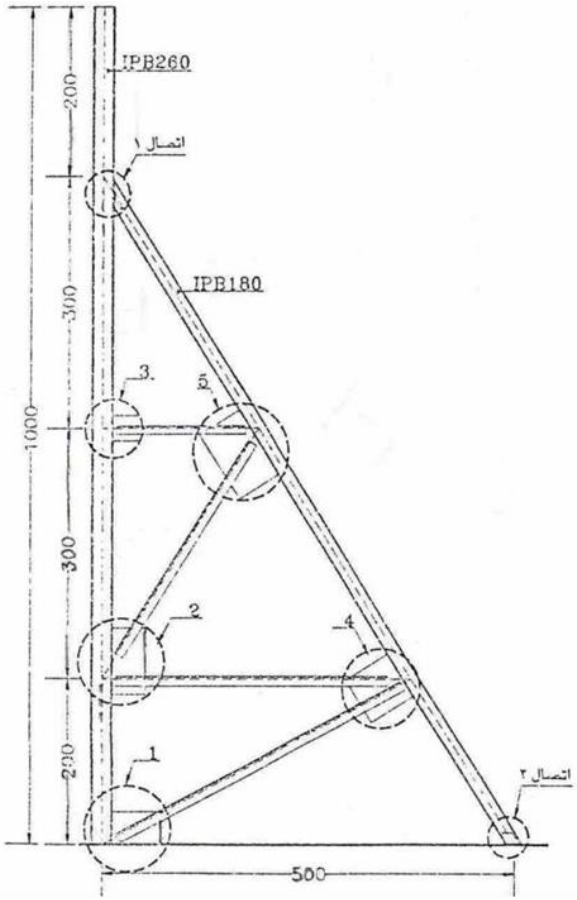
- برای یک گود معین نوع سازه نگهبان به جنس خاک (ϕ,C) خاک و سربار وارد بر کنار گود (Q) و فاصله بین خرپاها بستگی دارد.
- نقشه های ارایه شده برای عمق های با مقادیر ۱۶،۱۳،۱۰،۷،٤ متر در سه نوع Iو III,II ارایه شده است.
- در تمامی ماین نمودارها چسبندگی (C) برحسب تن بر متربع و زوایه اصطکاک بر حسب درجه است.



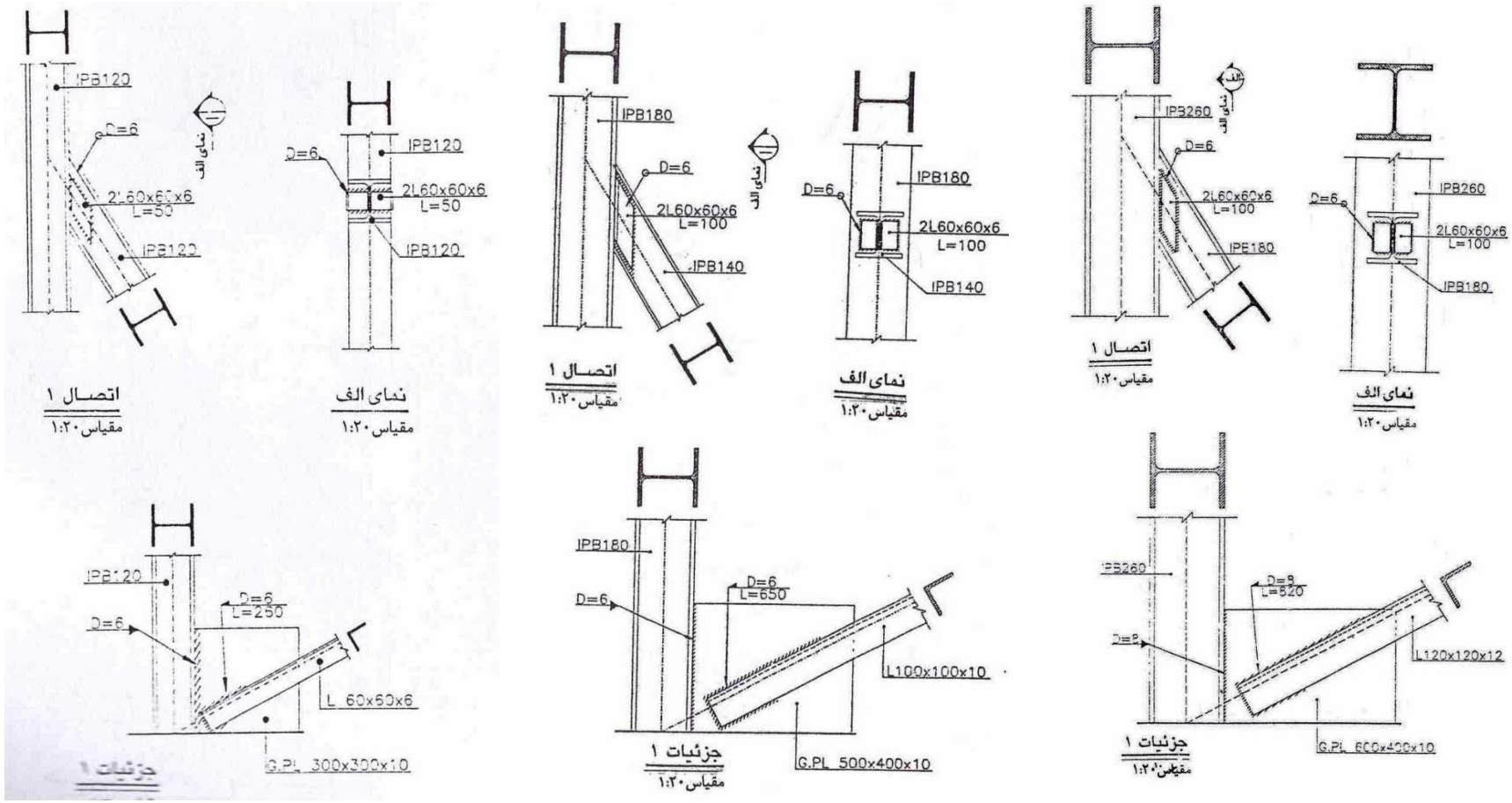
دتایل های آماده سازه خرپای نگهبان



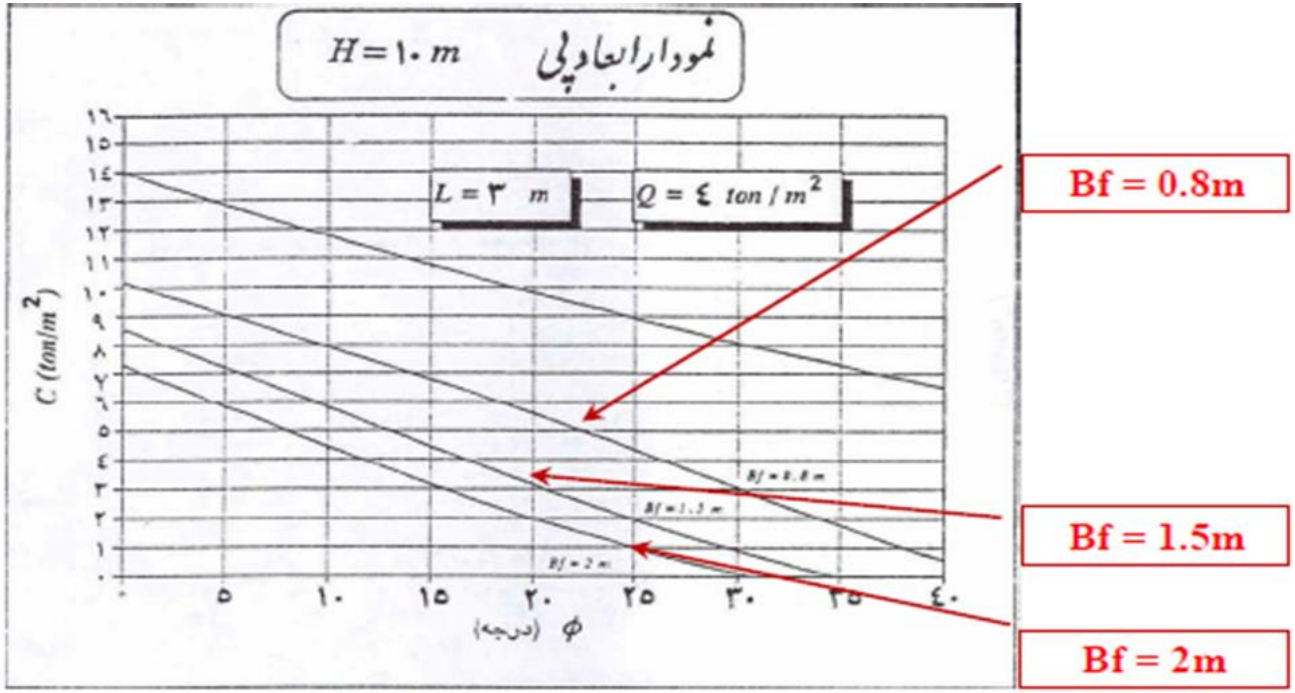




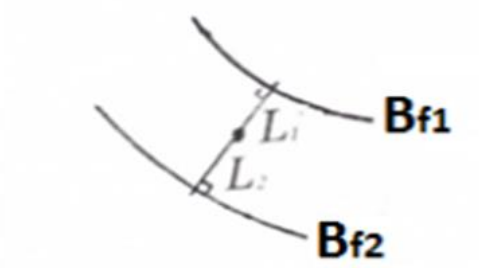
دتایل های آماده سازه خرپای نگهبان



نمودار تعیین ابعاد پی

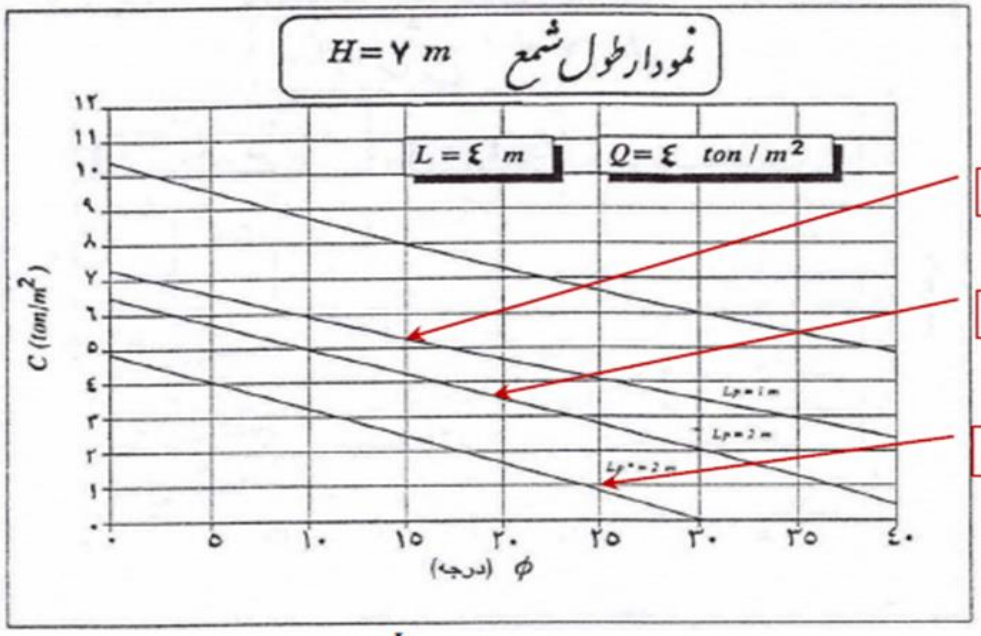


$$B_f = (B_{f1}) + \frac{L_1}{L_1+L_2}((B_{f2}) - (B_{f1}))$$

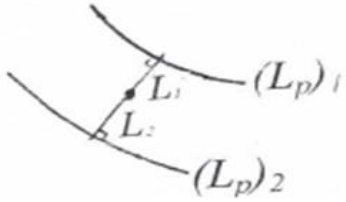


نمودار های تعیین نوع و طول شمع

دار:



$$L_p = (L_{P1}) + \frac{L_1}{L_1+L_2}((L_{P2}) - (L_{P1}))$$



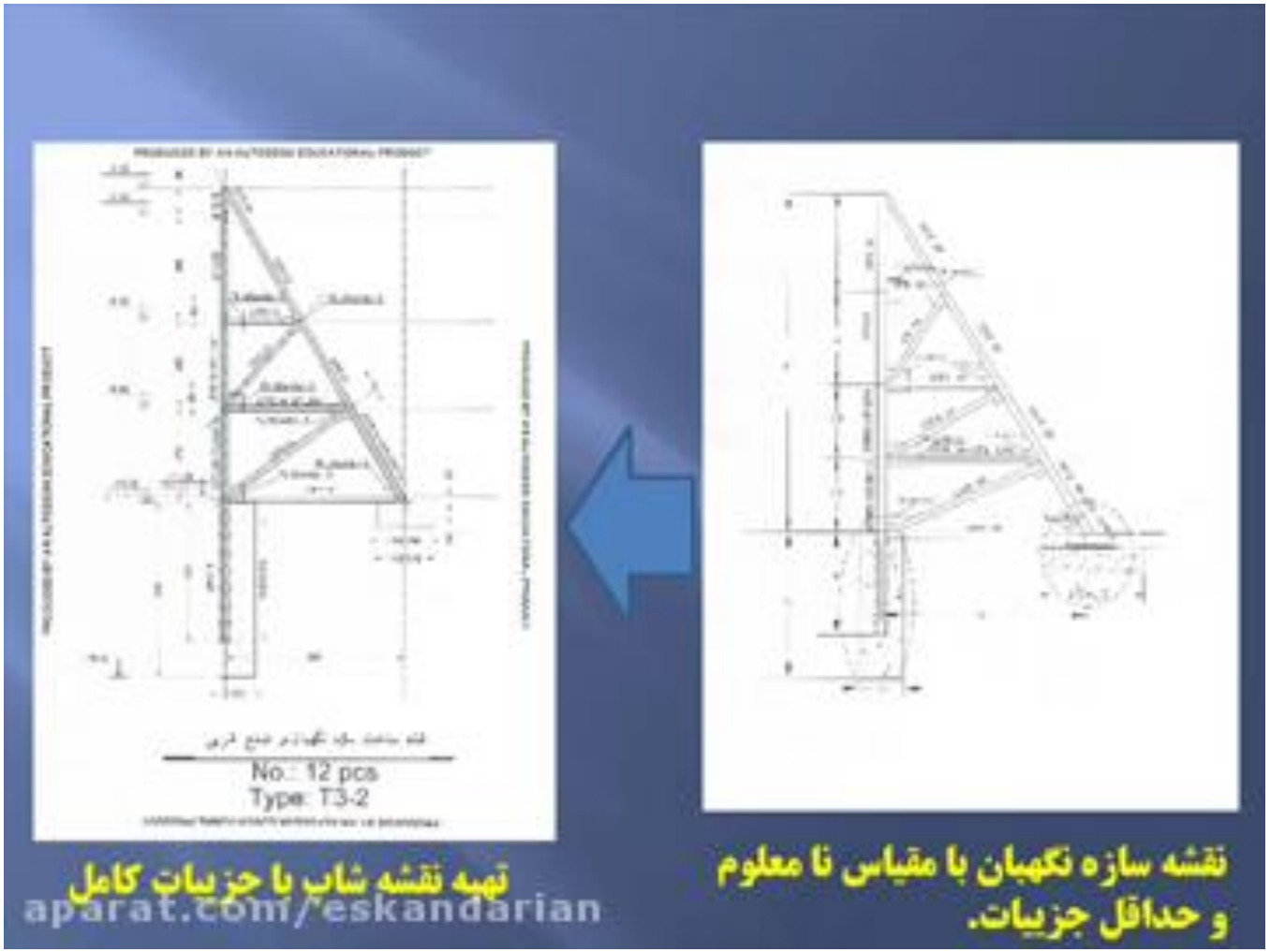
مقاطع معادل جهت استفاده در کارگاه

ردیف	نوع پروفیل از جنس IPB	مقطع معادل از نوع IPE
۱	IPB 100	2IPE 120
۲	IPB 120	2IPE 160
۳	IPB 140	2IPE 180
٤	IPB 160	2IPE 200
٥	IPB 180	2IPE 220
٦	IPB 220	2IPE 270 3IPE 220
۷	IPB 240	2IPE 300 3IPE 240
۸	IPB 260	2IPE 300 3IPE 240
۹	IPB 300	2IPE 300

مهار غیر اصولی گود

مهار ساختمان با روش های غیر مهندسی

05/18/2014 11:01


No.: 12 pcs
Type: T3-2
تهیه نقشه شاپ با جزییات کامل
aparat.com/eskandarian
نقشه سازه نگهبان با مقیاس نا معلوم
و حداقل جزییات.

پایدارسازی گود به رو ش میخکوبی(Soil Nailing)

یکی از روشهای مسلح سازی خاک، روش میخکوبی خاک میباشد که برای اولین بار در سال ۱۹۷۳ در کشور فرانسه بکار گرفته شد و در سالهای اخیر به طور روز افزون برای پایدارسازی شیروانیها و گودبرداریها در شهرهای بزرگ و کلانشهرها مورد توجه و استفاده قرار میگیرد. این تکنیک شامل نصب المانهای نسبتا باریک (میخ ها یا همان نیل ها) و با فاصله کم درون زمین مورد نظر برای پایدارسازی توده خاک میباشد.

پایداری سیستم میخکوبی شده معمولا توسط یک مدل دو ناحیه ای بررسی می شود:

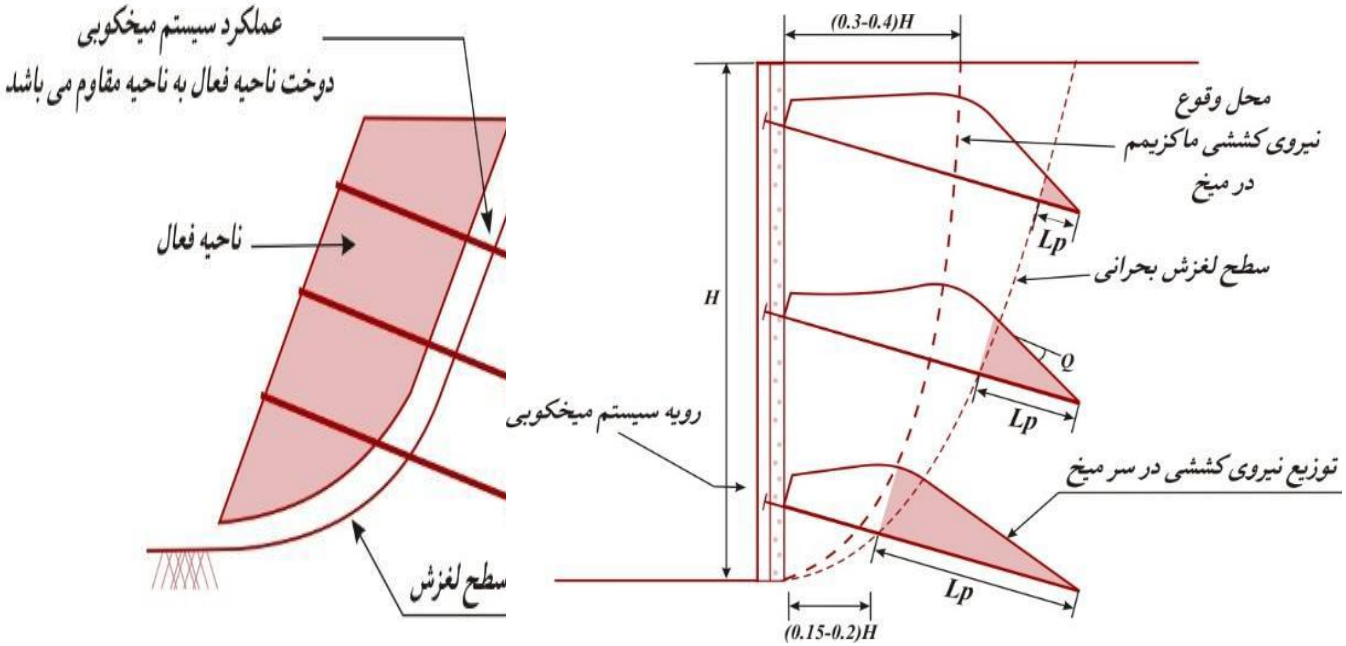
فرض می شود ناحیه ای از خاک به طور کامل از ناحیه دیگر جدا شده است خطی که فصل مشترک این دو ناحیه است به نام سطح لغزش یا سطح گسیختگی نامیده می شود،

ناحیه جلوی سطح لغزش که تمایل به جدا شدن از ناحیه دیگر را دارد ، ناحیه فعال خوانده می شود و ناحیه ای که ثابت است و سطح گسیختگی قرار دارد موسوم به ناحیه مقاوم می باشد .

عملکرد سیستمی رو ش میخکوبی(Soil Nailing)

عملکرد اصلی این روش دوختن ناحیه فعال به ناحیه مقاوم می باشد .

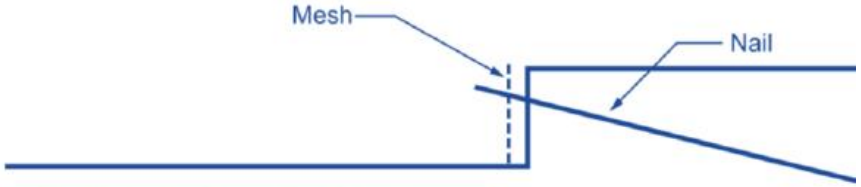
ناحیه فعال تمایل به جدا شدن از ناحیه مقاوم دارد و می خواهد از آن جدا شود با میخکوبی کردن آن به ناحیه مقاوم ، مانع از این کار می شویم لذا اگر ناحیه فعال اکنون بخواهد از ناحیه مقاوم جدا شود باید میخ ها را از جای خود در آورد ، لذا باعث تولید نیروی محوری کششی در میخ و تنش برشی از نوع اصطکاکی در دور میخ می گردد.



روش اجرای سیستم میخکوبی

- جهت اجرای سیستم میخکوبی روشهای مختلفی وجود دارد اما پرکاربردترین روش اجرای سیستم میخکوبی در ایران و اکثر نقاط جهان، اجرای سیستم میخکوبی خاک به روش حفاری گمانه و تزریق گروت با فشار کم و یا تحت جاذبه میباشد. اجرای سیستم میخکوبی جهت پایدارسازی دیواره گودها معمولاً مشتمل بر خاکبرداری مرحله به مرحله، حفاری محل گمانه میخ، نصب میخ، تزریق گروت تحت فشار کم و یا با جاذبه، مش گذاری، شاتکریت دیواره و نصب صفحه و مهره میباشد و سپس خاکبرداری مرحله بعد صورت گرفته و موارد ذکر شده تا رسیدن به کف گود مورد نظر تکرار میگردند.

1 Excavation of appropriate lift height



3 Installation of nail, mesh and fixing assemblies

2 Drilling nail hole

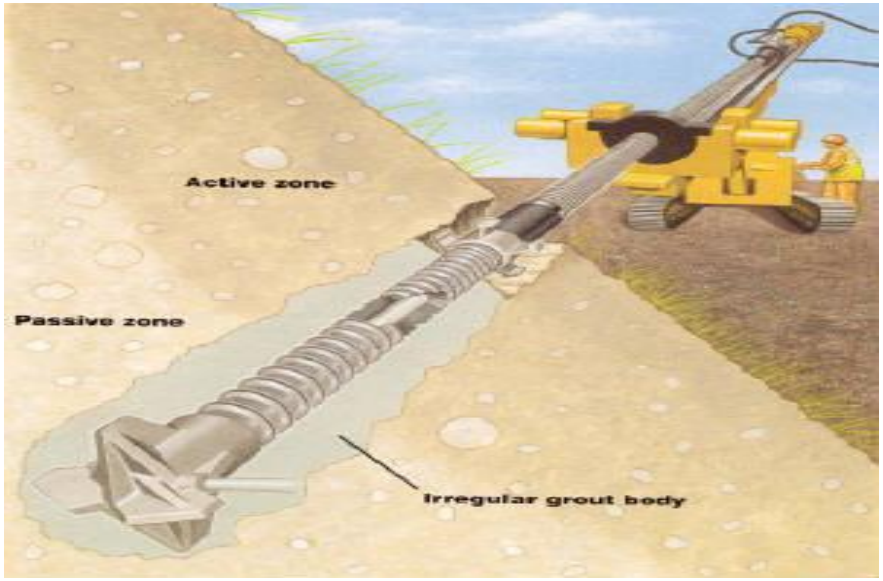
4 Application of sprayed concrete facing

مراحل اجرای سیستم میخکوبی (نیلینگ)

- مطابق با شکل مراحل اجرای نیلینگ بصورت شماتیک نشان داده شده است.
- گودبرداری در مرحله اول ترانشه و یا گود و ایجاد پله بعدی عملیات.
- حفاری چال جهت نصب مهار کششی
- قراردادن آرماتور داخل چال و تزریق چال و اجرای سیستم زهکشی .
- جرای شاتکریت جداره و نصب صفحات فولادی.
- گودبرداری مرحله بعدی ترانشه و یا گود و ایجاد پله های بعدی علمیات.
- جرای پوشش شاتکریت نهایی پس از اتمام آخرین مرحله حفاری.

استفاده از روش نیلینگ به عنوان یک سیستم حفاظت جداره ترانشه و گود در مناطق شهری و فضاهای محدود بسیار کارا بوده و به دلیل امکان هم زمانی اجرا در چند جبهه کاری از سرعت خوبی برخوردار می باشد و با توجه به درجه پایداری امکان اجرای گود قائم وجود داشته و همچنین در انواع شرایط خاک ، اجرای آن امکان پذیر می باشد که مهمترین ویژگی این روش محسوب می شود و برای سازه های زیر زمینی بخصوص در فضای های محدود شهری مانند ایستگاه های مترو مناسب می باشد .

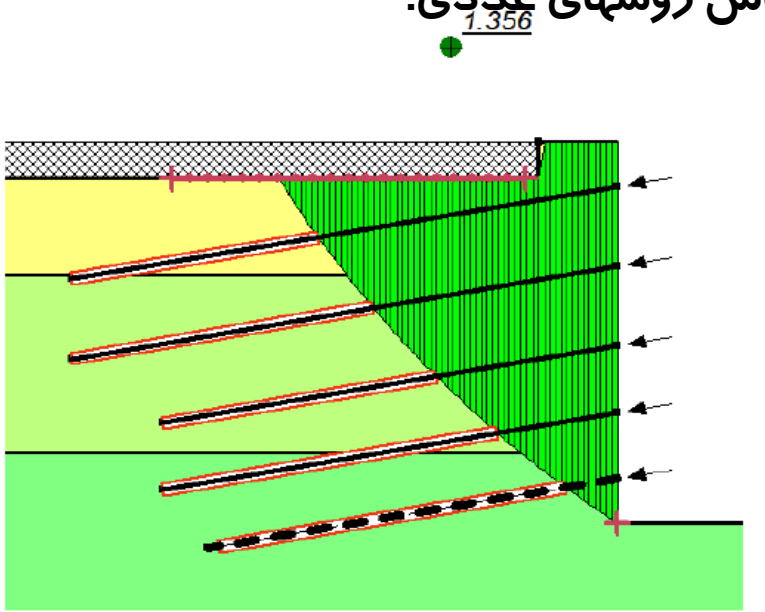
اجرای میخکوبی



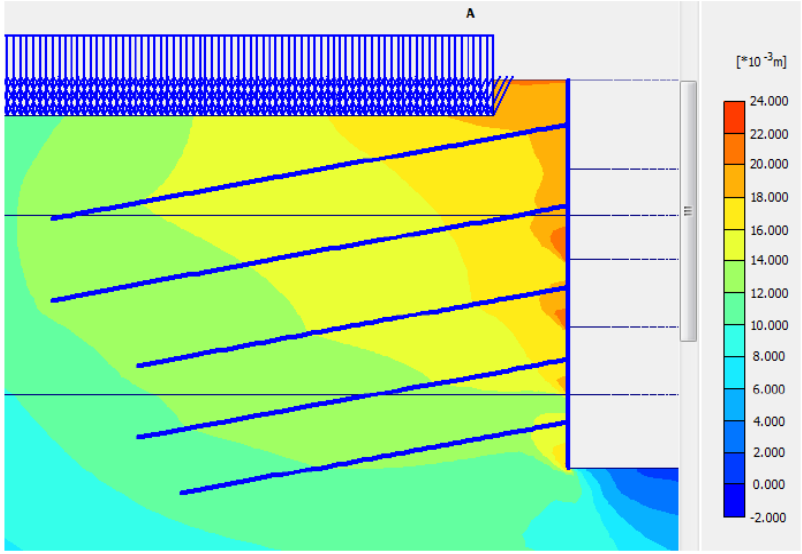
روش طراحی سیستم میخکوبی

- طراحی سیستم میخکوبی شام دو مرحله اساسی می باشد.

1. تحلیل پایداری دیوار میخکوبی شده به روش تعادل حدی
2. بررسی تغییرشکل سیستم طراحی شده بر اساس روشهای عددی.



ضریب اطمینان سیستمم میخکوبی به روش تعادل حدی

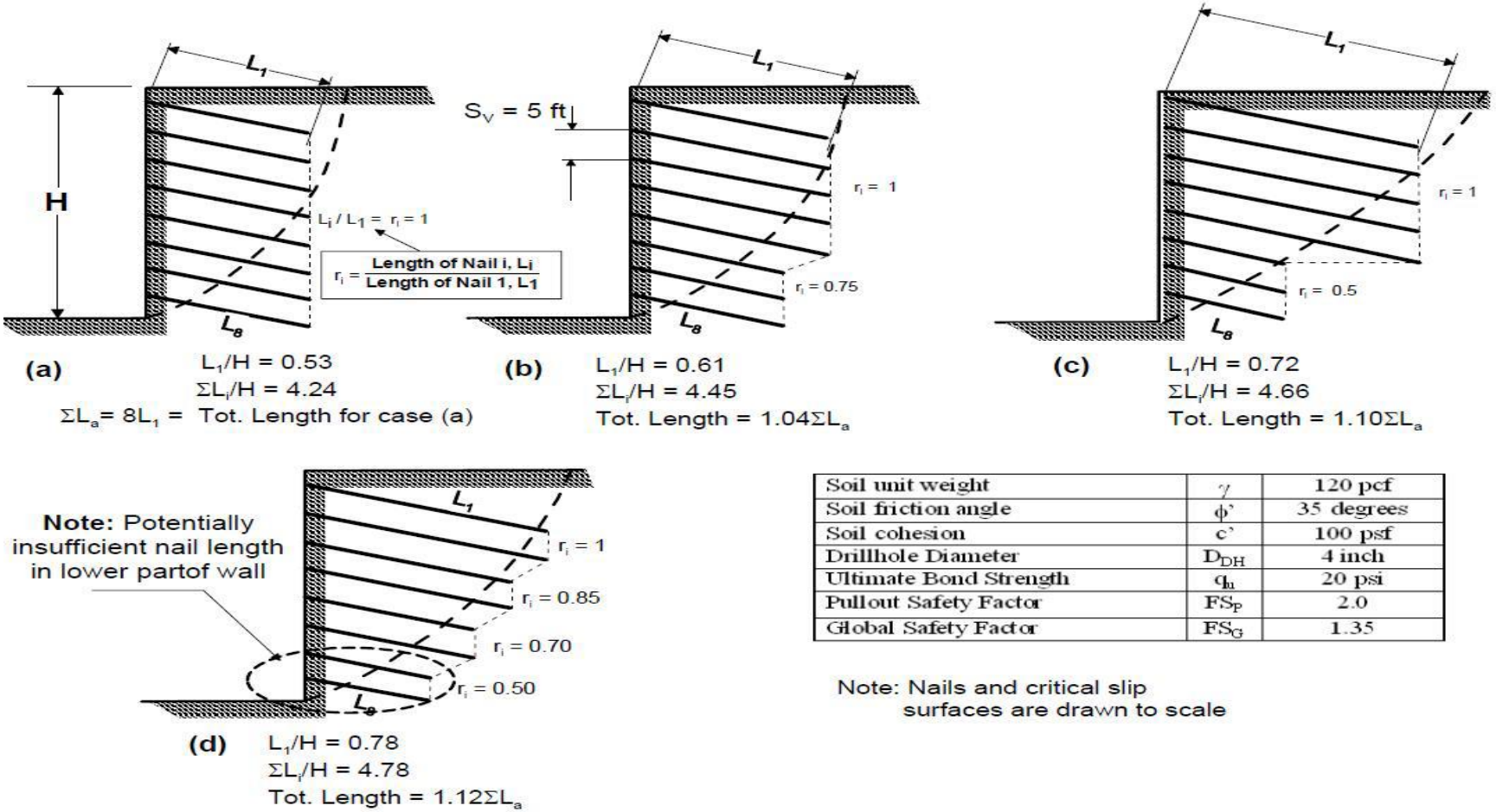


پیش‌بینی تغییرشکل های تولید شده در سیستم میخکوبی به روش عددی

برای برآورد ضریب اطمینان از نرم افزارهای همانند slide, slope/w , snails می توان استفاده کرد.
در آنالیز پاسخ تغییر شکل پذیری گود در حین عملیات خاکبرداری از نرمافزارهای همانند: PLAXIS, FLAC2D که بر اساس روش اجزای محدود و تفاضل های محدود سود بردکار میکنند، استفاده گردید

نمودارهای طراحی دستی

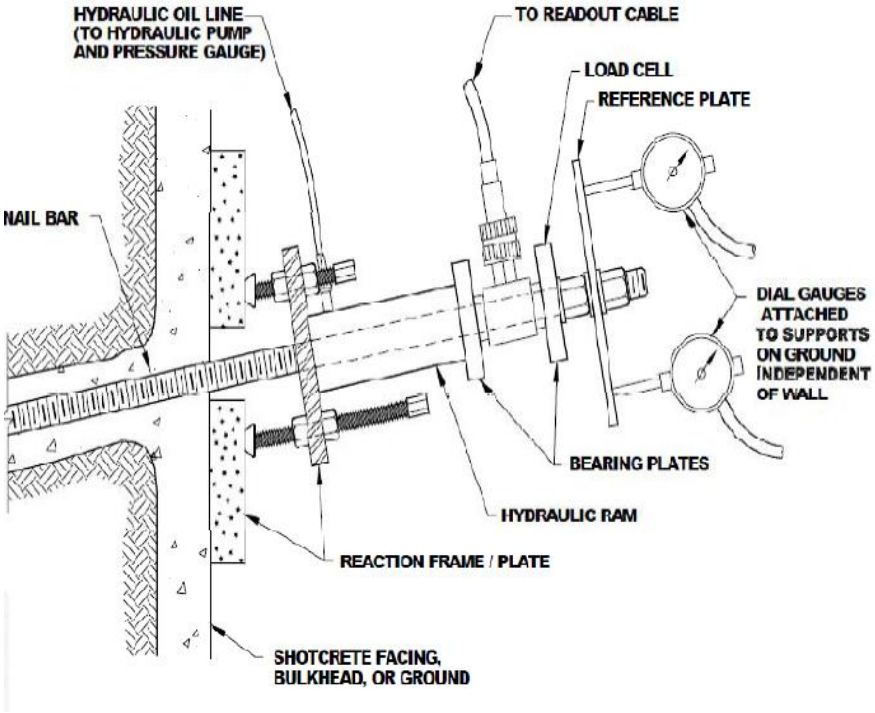
- از روابط و نمودارهای دستورالعملهای نحوه طراحی دیوارهای میخکوبی شده براساس آیین نامه FHWAمؤسسه آزاد راههای امریکا



Soil unit weight	γ	120 pcf
Soil friction angle	ϕ'	35 degrees
Soil cohesion	c'	100 psf
Drillhole Diameter	D_{DH}	4 inch
Ultimate Bond Strength	q_u	20 psi
Pullout Safety Factor	FS_P	2.0
Global Safety Factor	FS_G	1.35

Note: Nails and critical slip surfaces are drawn to scale

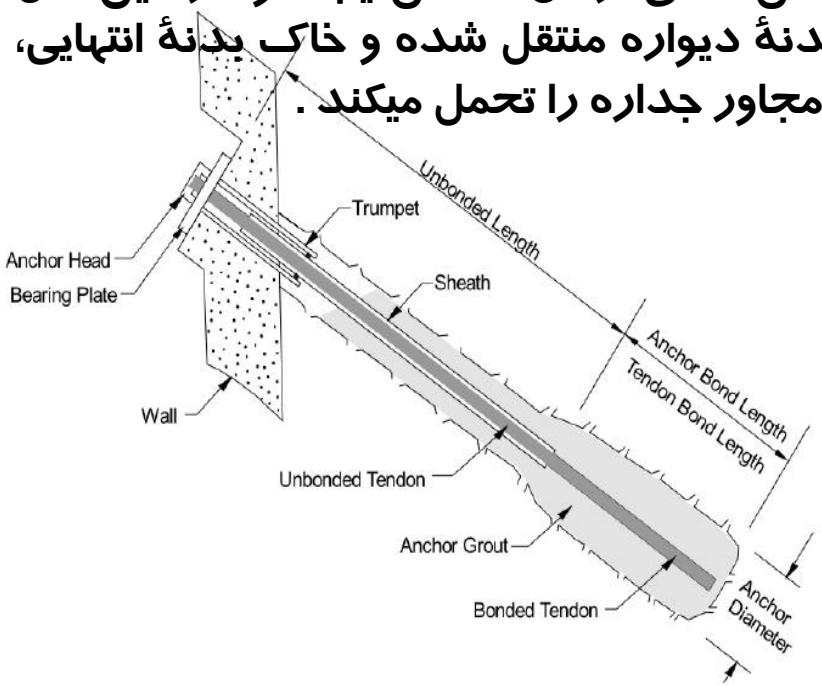
آزمایش کشش میخ کوبی شده (Pullout)



Soil Nailing

سیستم بلوک – مهاری یا دوخت به پشت

در این روش، گودبرداری به صورت مرحله به مرحله و از بالا به پایین گود اجرا میشود . در هر مرحله پس از حفار چاهکهای افقی یا مایل در بدنهٔ دیوارهٔ گود ، درون این چاهکها تعدادی کابل قرار داده میشود و با تزریق بتن در انتهای چاهک، این کابلها کاملاً در خاک مهار میشود. سپس کابلهای مزبور را به کمک جکهای ویژه ای کشیده و انتهای بیرون آمدهٔ کابل را بر روی سطح جدارهٔ گود از طریق یک بالشتک (صفحات ضخیم فلزی و یا بلوکهای بتنی) مهار کرده و کابلها را از جک آزاد میکنند. این کار موجب میشود که نیروی پیش تنیدگی موجود در کابل، خاک را فشرده و در نتیجه خاک فشرده تر و متراکم تر شده و رانش ناشی از آن کاهش یابد، و در عین حال نیروی رانش خاک در جدارهٔ گود به خاکهای داخل بدنهٔ دیواره منتقل شده و خاک بدنهٔ انتهایی، به عنوان سازهٔ نگهبان عمل کرده و رانش خاک بدنهٔ مجاور جداره را تحمل میکند .

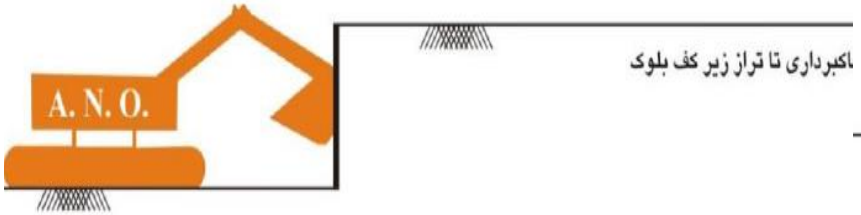


نوع مسلح کننده مورد استفاده میتواند از استرند و یا میلگرد باشد. معمولا استرندها از کابلهای ۷ رشته ای تشکیل میگردند به طوری که این کابل دارای شش رشته دوری میباشد که که در یک جهت و با یک گام مشخص متناسب با سایز نهایی آن تولید میشود.

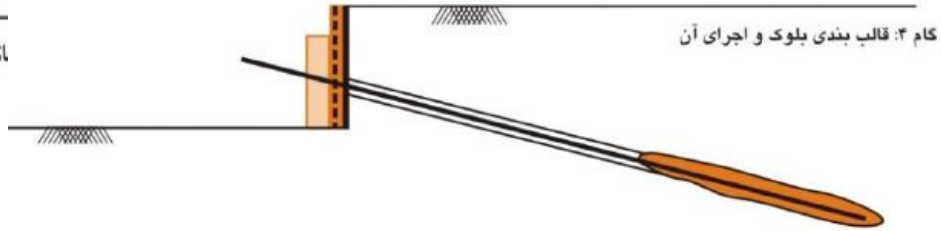
روش اجرای سیستم بلوک مهاری

- مراحل اجرایی آن به شرح زیر انجام می شود :
  - اجرای مرحله به مرحله به مرحله حفاری از بالا به پایین گود (۲ تا ۳ متر)
  - حفر چاهکهای افقی و مایل در دیواره گود
  - قرار دادن کابل های پیش تنیده در چاهک
  - تزریق بتن در انتهای چاهک
  - کشیدن و مهر کابل ها در سطح جداره گود
  - تزریق بتن در طول کل چاهک
  - آزاد کردن کابل ها پس از سخت شدن کامل بتن

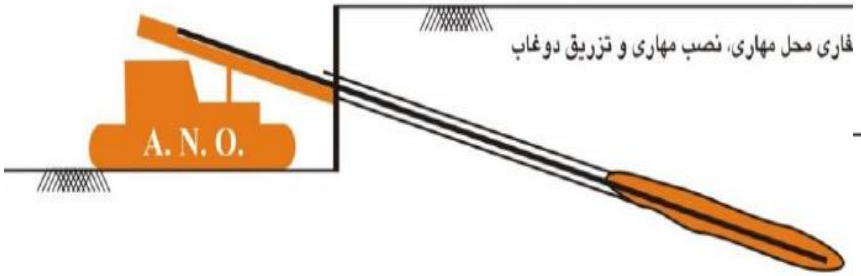
روش اجرای سیستم بلوک و مهاری



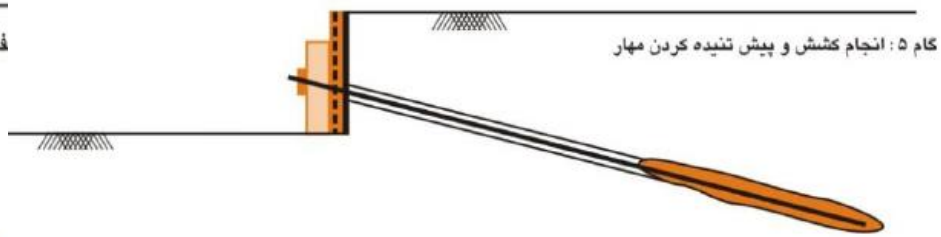
ـاکبرداری تا تراز زیر کف بلوک



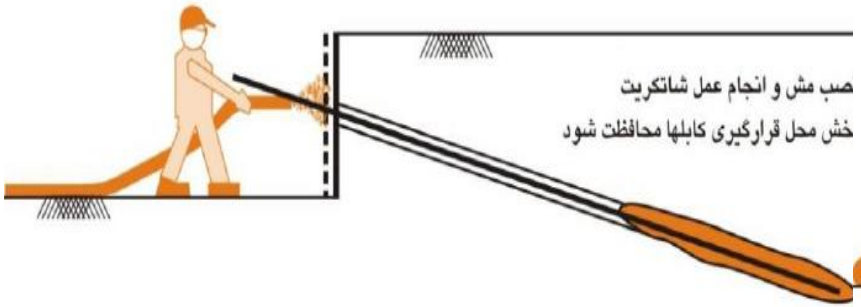
گام ۴: قالب بندی بلوک و اجرای آن



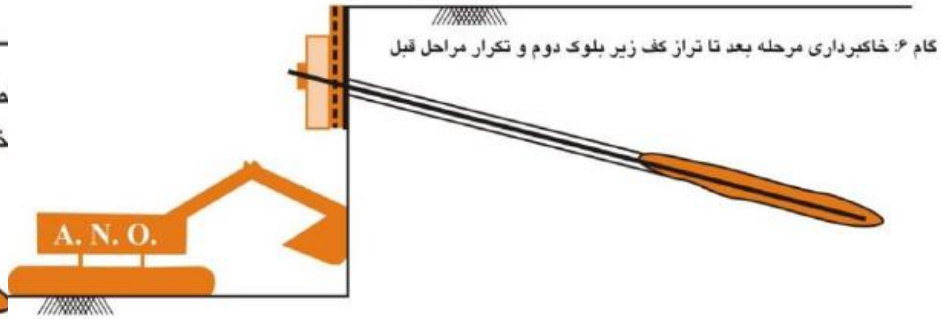
ـفاری محل مهاری، نصب مهاری و تزریق دوغاب



گام ۵ : انجام کشش و پیش تنیده کردن مهار



ـصب مش و انجام عمل شاتکریت
ـخش محل قرارگیری کابلها محافظت شود



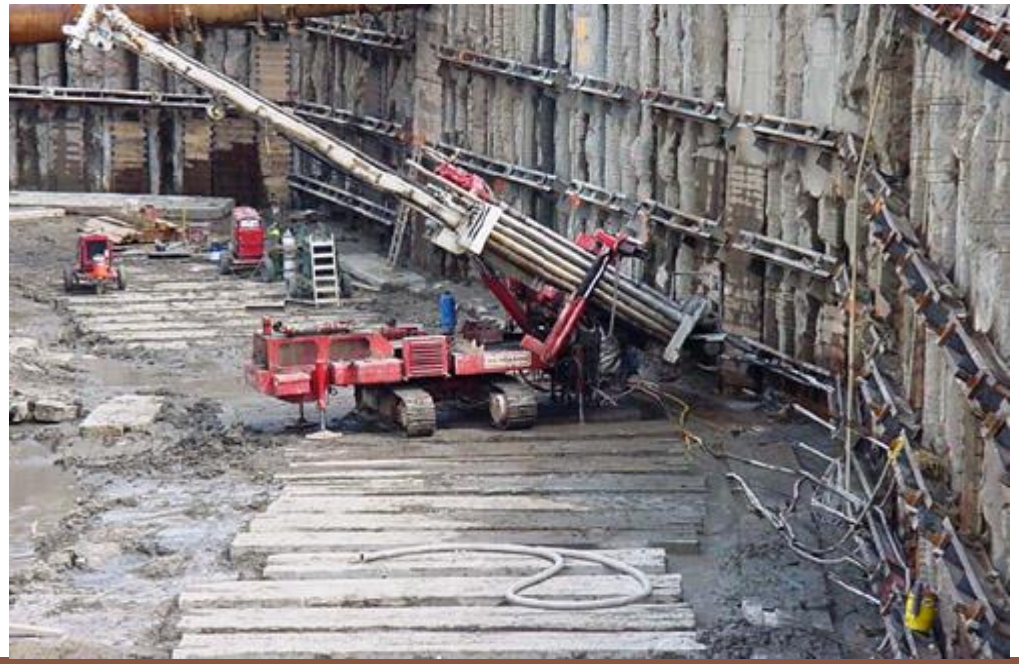
گام ۶: خاکبرداری مرحله بعد تا تراز کف زیر بلوک دوم و تکرار مراحل قبل

مزایا

۱) مشخصات مکانیکی خاک بر اثر تزریق بتن به درون چاهکها و نیز پیش تنیده شدن خاک بهبود می یابد. در نتیجه هم از خاک اطراف جداره برای مهار رانش خاک استفاده می شود و هم میزان رانش خاک بر اثر بهبود مشخصات مکانیکی خاک کاسته می شود.

۲) سازه نگهبان در داخل گود جاگیر نیست.

۳) از خاک موجود برای مهار دیواره گود استفاده می شود.



معایب

۱) استفاده از بدنه خاک مجاور دیواره گود ضروری است. لذا در مواردی که خاک مجاور گود در زیر یک ساختمان یا در حریم همسایه یا در حریم تاسیسات و معابر شهری باشد، از این روش نمی توان استفاده کرد یا استفاده از آن با محدودیت همراه است.

۲) به دلیل ضرورت اجرای عملیات به صورت مرحله به مرحله، به زمان زیادی نیاز دارد. البته ممکن است در پروژه های بزرگ این امر مطرح نباشد بلکه برعکس ممکن است زمان کلی اجرای کار نیز، به ویژه با مدیریت صحیح، کاهش یابد.

۳) هزینه اجرای عملیات، به دلیل تکنولوژی پیشرفته تر، در مقایسه با روش های ساده تر بیشتر است. ولی در پروژه های بزرگ و در احجام زیاد ممکن است این امر مطرح نباشد و برعکس هزینه کلی کار کاهش یابد.

٤) به دستگاه های خاص نظیر دستگاه های لازم برای حفر چاهکها، تزریق، پیش تنیدگی کابلها و ... نیاز دارد.

۵) به افراد با تخصص های بالاتر در رده های مختلف فنی برای اجرای عملیات مربوطه، در مقایسه با روشهای ساده تر نیاز دارد.

انکر با بلوک فشاری

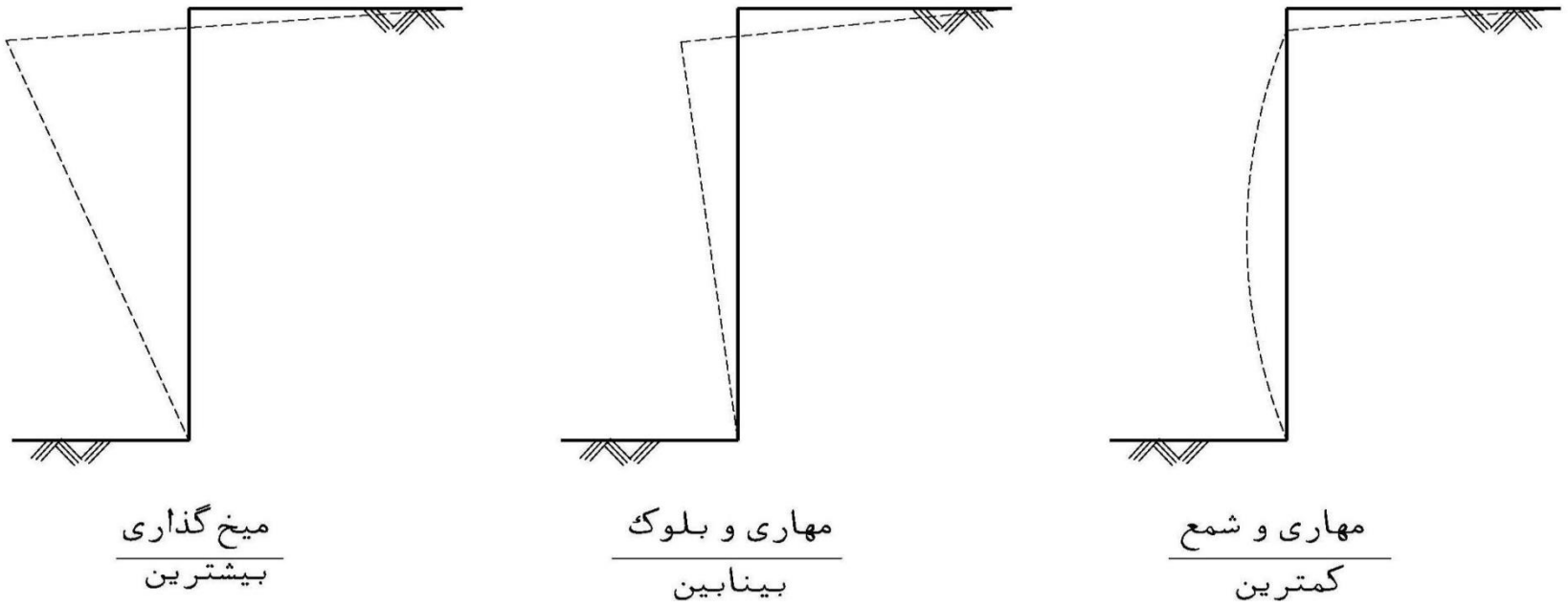
روش بلوک مهاری

روش بلوک مهاری

Wika Tower Anchor

مقایسه تغییر شکلهای گود در روشهای مختلف

- اگر تغییر شکل های خاک بر روی سازه های مجاور و تاسیسات زیرزمینی اثر مخرب دارند ترتیب اولویت با مهاری و شمع ، مهاری و بلوک و میخ گذاری خواهد بود.



در خاک های دستی و یا خاک های با مقاومت برشی کم از میخ گذاری و بلوک و مهاری بعلت تغییر شکل های زیاد و ریزش استفاده نشود. در این شرایط شمع و مهاری توصیه می گردد

مقایسه میخ گذاری با بلوک و مهاری

- تمام مهاری ها آ زمایش میشوند در مقایسه با پنج درصد روش میخ گذاری
- طراحی معمولاً براساس اطلاعات محدود ژئوتکنیکی و تجربه محلی خاک انجام میشود. لذا آزمایش همه مهاری ها ابهامات را از بین خواهد برد.
- با کشش مهاری ها تغییر شکل خاک در اثر خاکبرداری جبران میشود و عموماً تغییر شکل ها قابل اغماض است. در میخ ها باید تغییر شکل اتفاق بیفتد تا نیروهای میخ جاری شوند.
- تمام مهاری ها برای شرایط حداکثر عمق گود کشیده می شوند و بدین ترتیب قبل از خاتمه خاکبرداری ایمنی بیشتری تامین است.
- مهاری ها بمحض کشیده شدن فعال میشوند. بر خلاف میخ که باید تغییر شکل اتفاق بیفتد.
- اگر خاک ریزشی باشد فقط محل بلوک ها خاکبرداری و مهاری اجرا میشود. برم های جانبی بعدا خاکبرداری خواهند شد.
- شناسای ی شرایط ناشناخته با کشیدن مهاری ها در هر قسمت گود امکان پذیر است. با میخ گذاری ناشناخته ها بع د از گس یختگی و تغییر شکل های زیاد خود را نشان میدهند.
- بعلت حجم کمتر حفاری (۳۰ تا ۵۰ درصد میخ گذاری) سرعت اجرا کوتاه تر است
- در صورت جواب ندادن هر مهاری ، جبرانی سریع اجرا میشود. در میخ گذاری نا مشخص است.

مقایسه روش های میخ گذاری، بلوک و مهاری و شمع و مهاری

- متراژ حفاری گمانه های میخ گذاری در مقایسه با دو روش دیگر ۲ تا ۳ برابر بیشتر است.
- هزینه اجرای شمع در روش شمع و مهاری از افزایش هزینه حفاری میخ گذاری کمتر است.
- هزینه اجرای بلوک ها بمراتب از هزینه اجرای شمع کمتر خواهد بود.

ردیف	روش	ایمنی	تغییر شکل	هزینه اجرا	زمان اجرا
۱	میخ گذاری	کمترین	بیشترین	بیشترین	مشابه ۲
۲	شمع و مهاری	بیشترین	کمترین	بینابین	مشابه ۱
۳	بلوک و مهاری	بینابین	بینابین	کمترین	کمترین

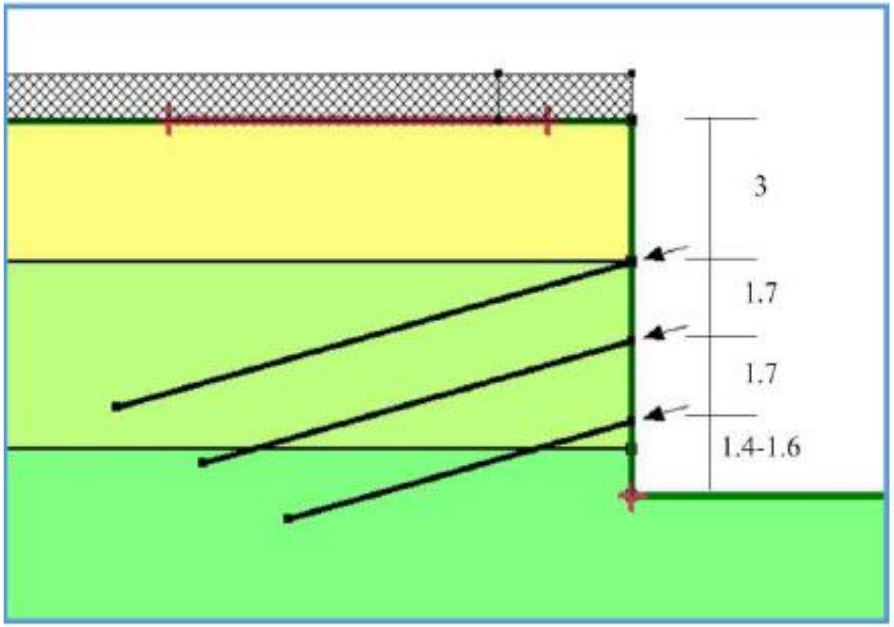
نتیجه گیری :

در مجاورت ساختمان ها و تاسیسات زیرزمینی مهم و حساس به تغییر شکل از شمع و مهاری

- **در مجاورت تاسیسات کمتر حساس به تغییر شکل از بلوک و مهاری**
- **اگر در اطراف گود ساختمانی نبوده و یا تغییر شکل ها مسئله ساز نباشند میخ گذاری در صورت اقتصادی بودن**

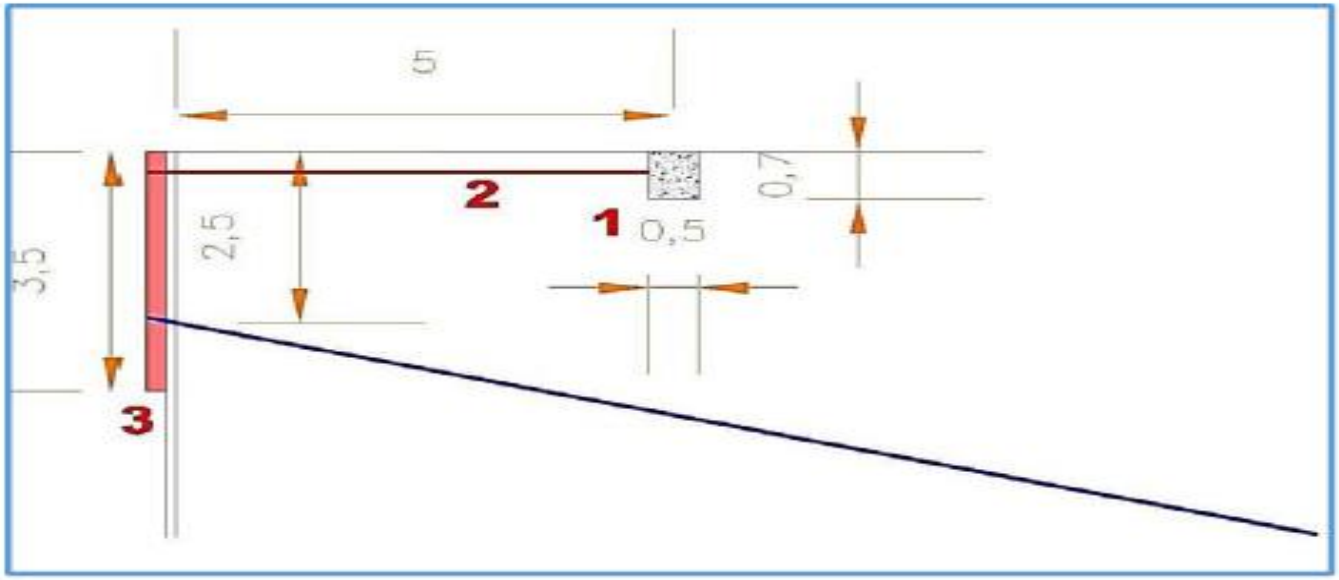
نکات کلیدی روش نیلینگ

در بعضی موارد به دلیل حضور زیرزمین در مجاور گود و یا تاسیسات، نصب اولین میخ در عمق ۱ تا ۱.۵ متری با مشکلاتی همراه می گردد. در نتیجه در این موارد عمق اولین میخ در تراز ۲.۵ تا ۳ متری قرار می گیرد.



نکات کلیدی روش نیلینگ

برای پایداری موضعی این قسمت از سیستمی همچون سیستم زیر استفاده می شود.



نکات کلیدی روش نیلینگ

نکات کلیدی روش نیلینگ

با توجه به موارد ذکر شده، جهت اینکه سیستم میخکوبی به کار بیفتد، لزوما نیاز به تغییرشکل گود می باشد.

در مواردی همچون زیر، کنترل تغییرشکل از کنترل ضریب اطمینان پیشی می گیرد:

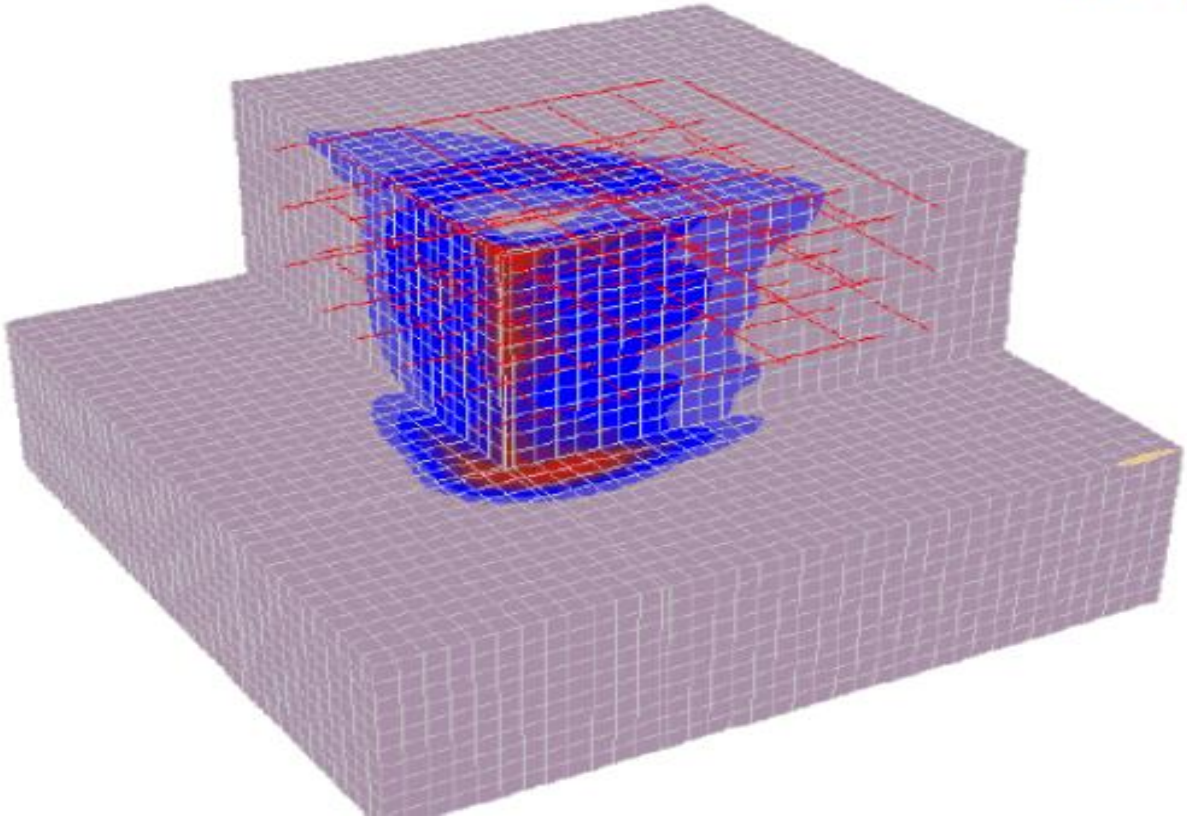
وجود ساختمانهای و سایر تاسیسات مهم که به تغییر شکل حساس می باشند.

افزایش ارتفاع گود باعث افزایش تغییرشکلها شده و کنترل این امر در تغییرشکلهای بالا ضروری می باشد.

از راههای کاهش تغییر شکل در سیستم میخکوبی می توان به بالا در نظر گرفتن ضریب اطمینان و استفاده از ویل نام برد.

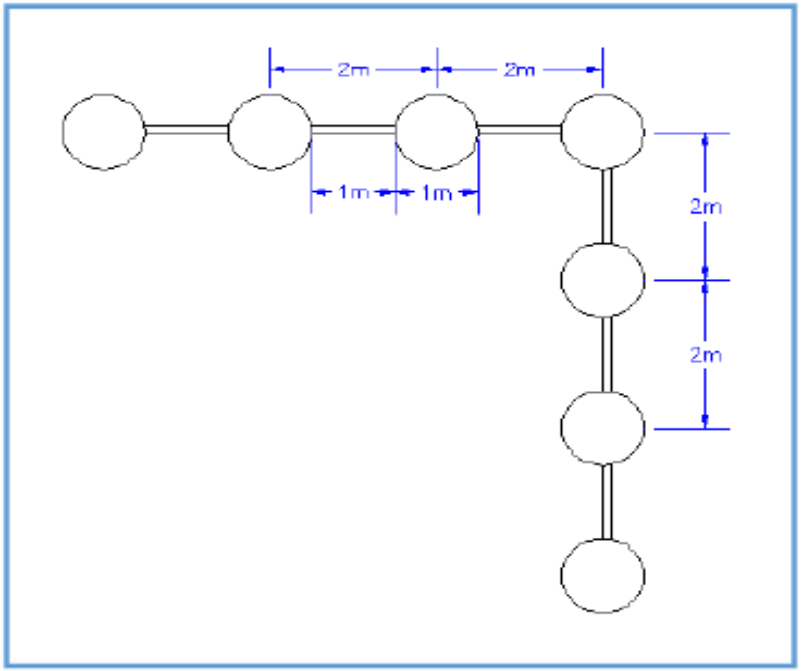
سیستم نیلینگ و گوشه ها

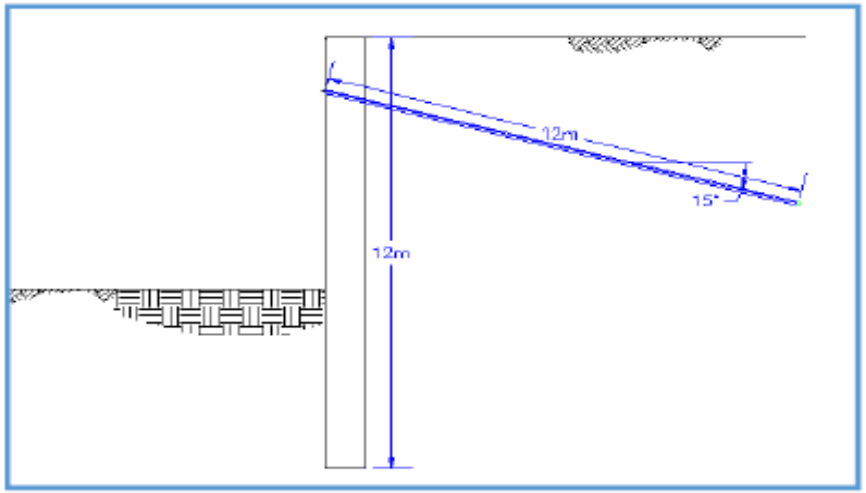
✓ سیستم میخکوبی و گوشه ها:



سیستم نیلینگ و گوشه ها

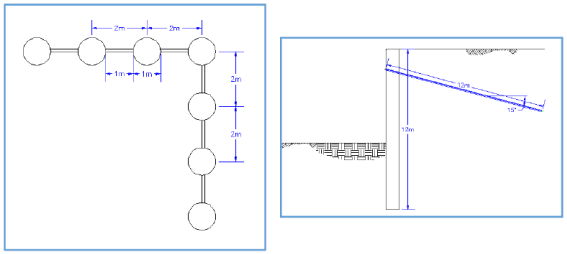
✓ سیستم میخکوبی و گوشه ها:





سیستم نیلینگ و گوشه ها

✓ سیستم میخکوبی و گوشه ها:



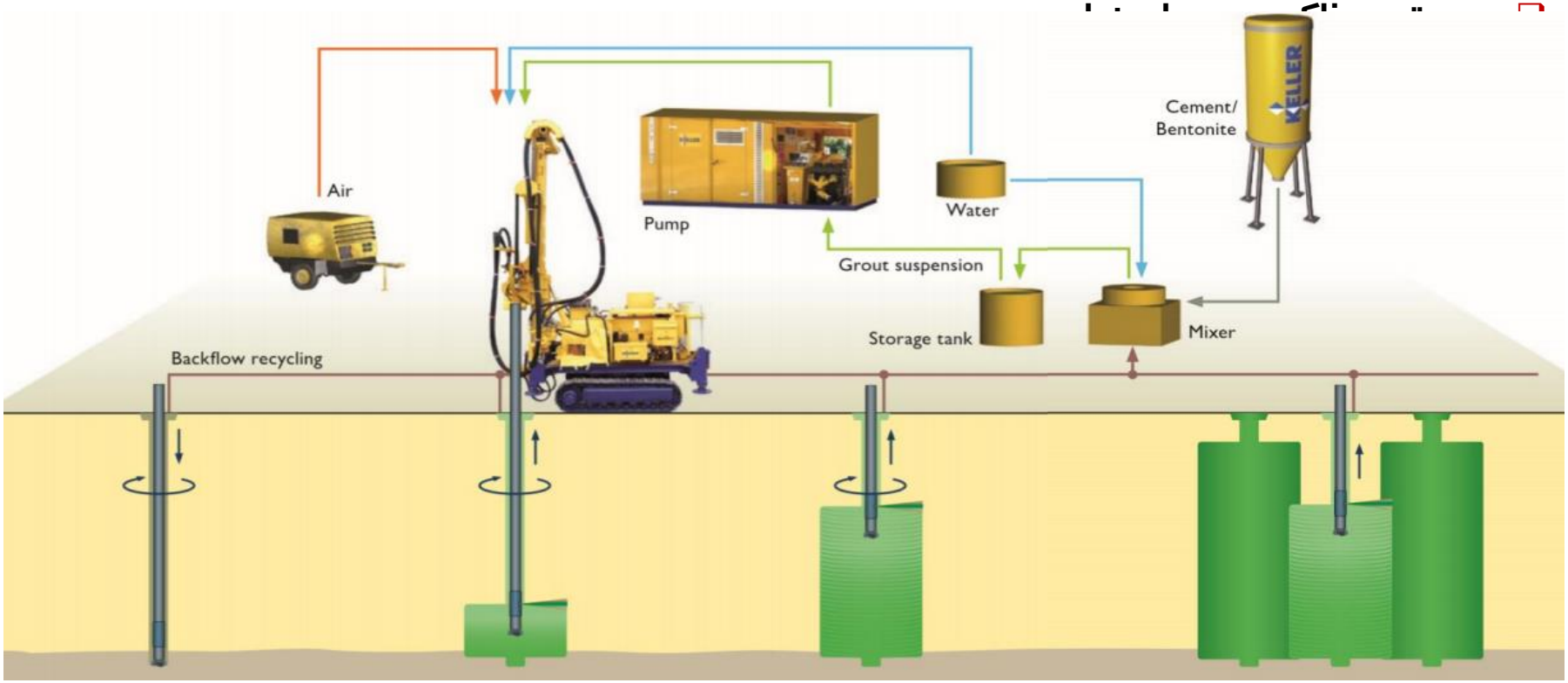
اختلاط خاک در عمق(DSM)

Compozer Rig

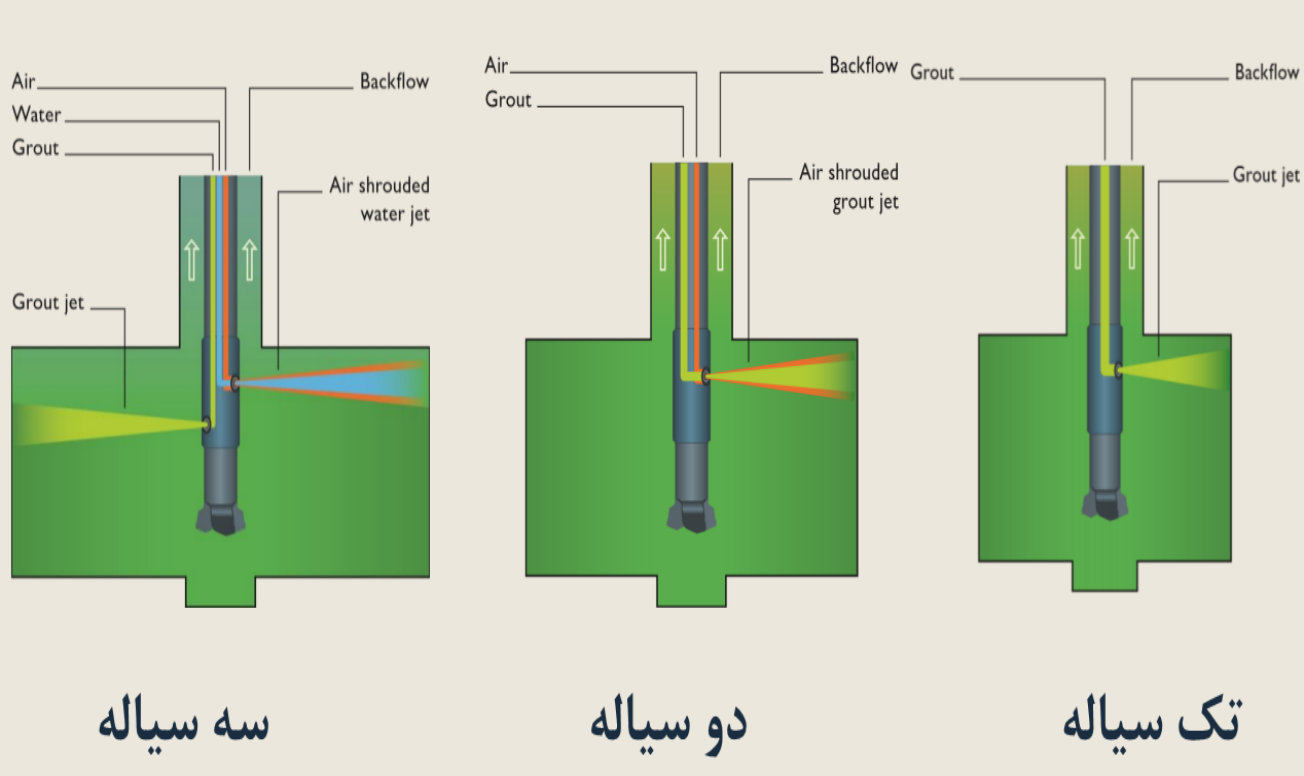
- ، یکی از روشهای نوین اصلاح خاک میباشد که در محل جهت افزایش مقاومت و کاهش تراکم پذیری خاک تا عمق ۵۰ متر مورد استفاده قرار میگیرد. این روش برای اولین بار در ژاپن مورد استفاده قرار گرفته است. پروسه شامل مخلوط کردن خاک تا یک عمق مشخص با گروت سیمان و یا پشم شیشه جهت اصلاح خاک میباشد.
- ستونهای خاکی سخت و محلی تولید میکند که مقاومت نهایی آنها بستگی به نوع خاک، درصد آب، کیفیت گروت و انرژی مخلوط دارد.
- ستونهای DSM در محدوده وسیعی از خاکها میتواند مورد استفاده قرار بگیرد ولی استفاده از آن در خاکهای چسبنده نرم اقتصادیتر از سایر روشها میباشد. خاک اصلاح شده دارای مقاومت بالا، نفوذپذیری کم و تراکم پذیری کمتری از خاک اصلی دارد.
- به دلیل اختلاط فزیکی نیازی به ملاتهای رقیق نیست.
- امکان اجرای دیوار یا سازه های مدوله در زیر سطح زمین
- مشخصات دستگاه حفار: محور توخالی و سیستم پره ای مخصوص-مته های تکی به قطر ۰/۵تا ٤متر و یا مجموعه از چند مته به قطر حدود ۱ متر

نحوه اجرای DSM

- پره های دستگاه DSMبا چرخش به داخل خاک رانده میشوند.
- با رسیدن به عمق مورد نظر جریان دوغاب سیمان)گاه دوغاب آهک(به داخل خاک هدایت میشود و هم زمان با چرخش پرهها، خاک نامناسب محل با دوغاب مخلوط میگردد و چیزی که به آن خاک – سیمان میگویند حاصل میشود.



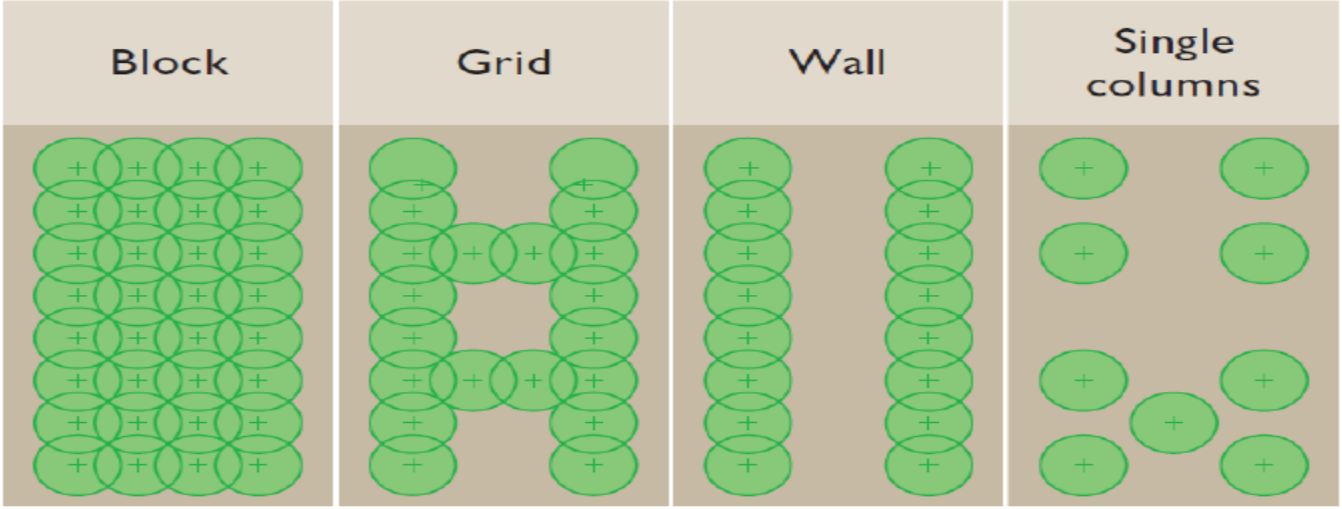
روشهای مختلف اجرای DSM



کاربردهای DSM

- دیوارهای آب بند: با اجرای پشت سر هم می توان دیوارهای آب بند و نفوذناپذیری را ایجاد نمود.
- افزایش ظرفیت باربری پی سازه ها : و یا اینکه هرگونه آرایشی را برای زیر پی ها لحاظ کرد و به علت حصول مقاومت کافی، پی را بر روی آن ساخت.
- دیوارهای حایل موقت و دائم: هنگامی که مخلوط خاک – سیمان هنوز نگرفته و سخت نشده است، مقاطع فولادی بال پهن و یا تیر آهنهای جفت شده به داخل خاک رانده میشوند و به این ترتیب در گودبرداریها با کمک اجرای مهاریها مقاومت جانبی تامین و حفاظت گود مقدور میگردد.
- کنترل بلند شدگی در در رسهای نرم در حفاری ها
- کاهش اثرات ناشی از روانگرایی برای مقابله با تغییر شکل جانبی

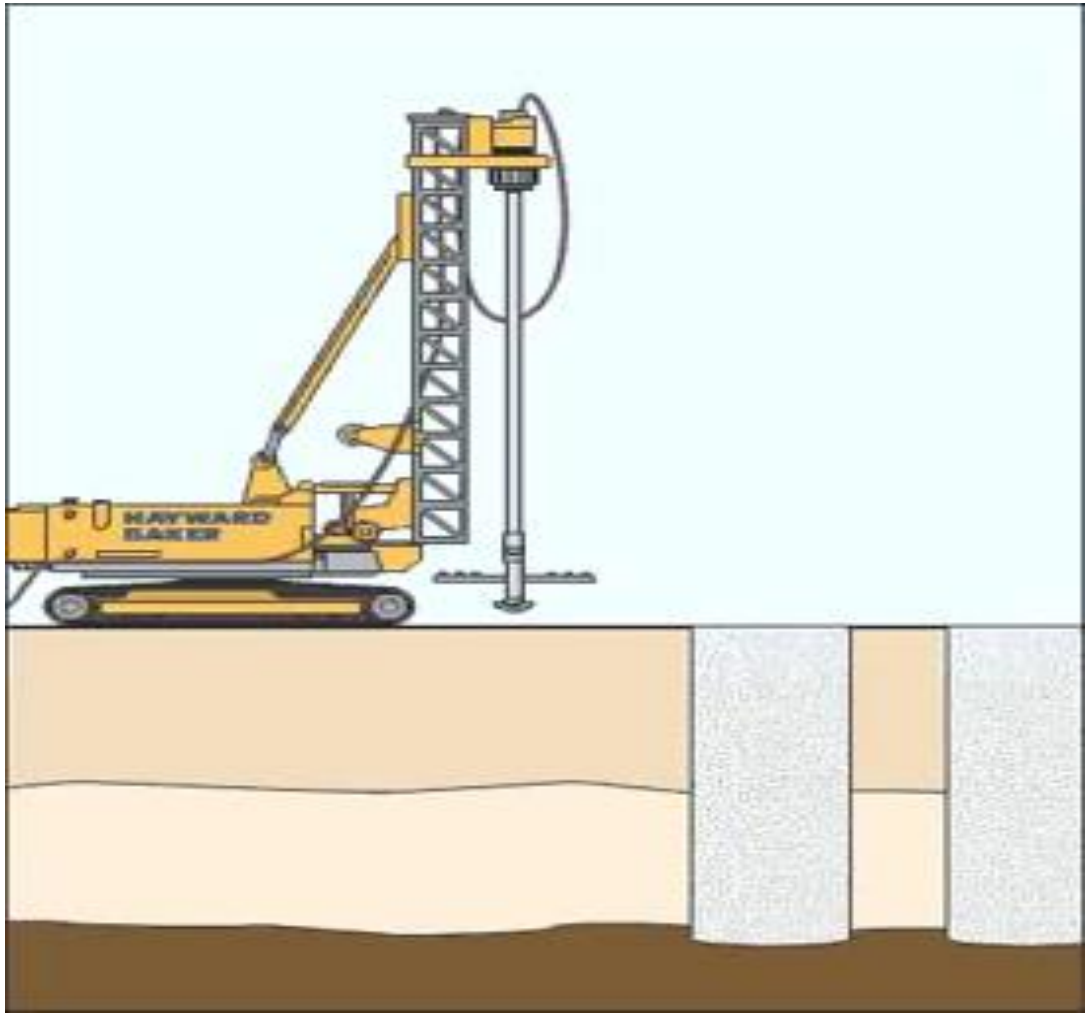
آرایش و اجرای DSM



مبانی روش اختلاط عمیق

- طراحی ژئوتکنیکی (جهت رسیدن خاک تثبیت شده به معیارهای عملکرد سازه:)
  - تعیین وسعت منطقه ای که نیاز به بهبود دارد.
  - عمق نصب.
  - شرایط ظرفیت باربری.
  - الگوی نصب
- طراحی فرایند بهسازی (توسط تست های آزمایشگاهی و محلی):
  - نوع تثبیت کننده
  - محتویات تثبیت کننده
  - چگونگی ساخت
  - موارد و مقادیر کنترل ساخت

DSM

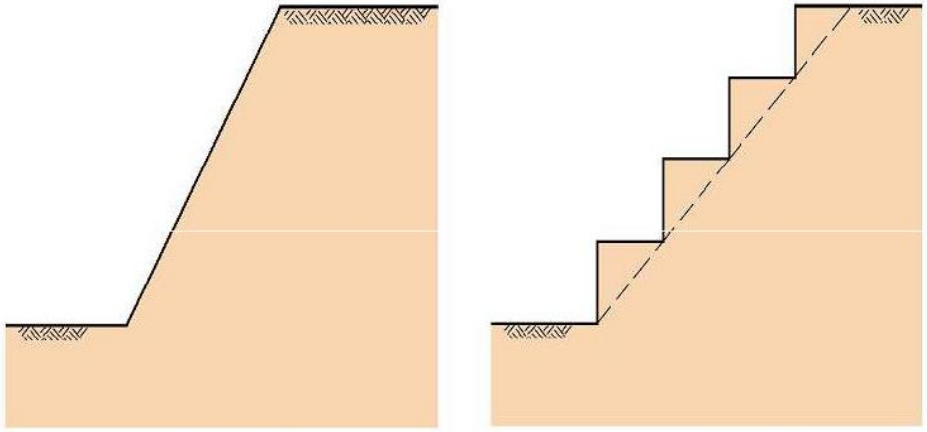


بیمارستان آبادان به روش DSM– مجری SES

- عمق گود ۵/۶ – الی ۶/۶ –
- سطح آب زیرزمینی ۱ متر
- جنس خاک : رس خیلی نرم

گودبرداری شیب دار

- **مزایا:**
  - عدم قرارگیری سیستم نگهداری موقت در درون زمین اصلی که باعث کاهش مساحت زمین و یا دست و پاگیری شده اجرای سازه اصلی میشود.
  - سرعت اجرای بالا
  - هزینه کم
- **معایب:**
  - نیاز به فضای باز در اطراف زمین در زمینهایی که فضای کاری محدودی دارند و نمیتوان از این روش استفاده کرد.
  - نیاز به خاکریزی و خاکبرداری دارد.



با شیب پلکانی

با شیب پایدار

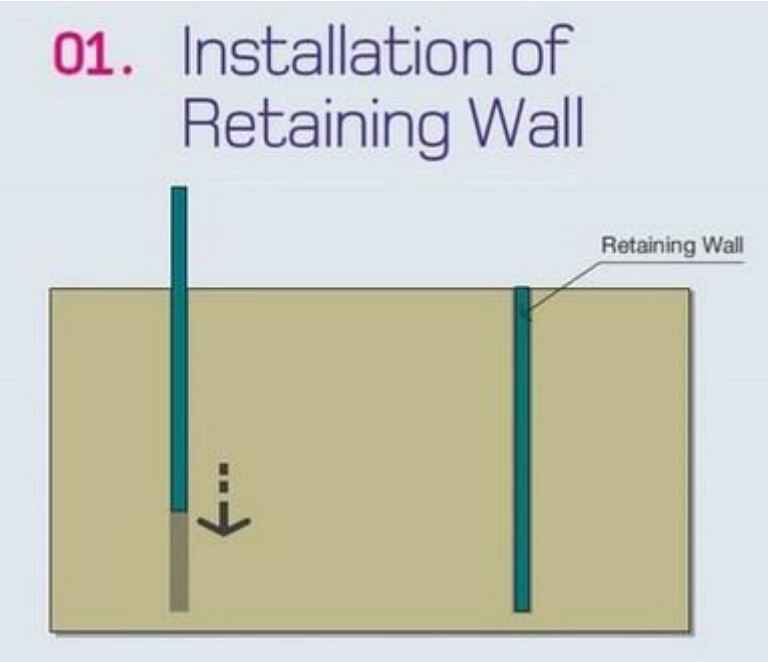
برم بندی برای گودبرداری شیب دار

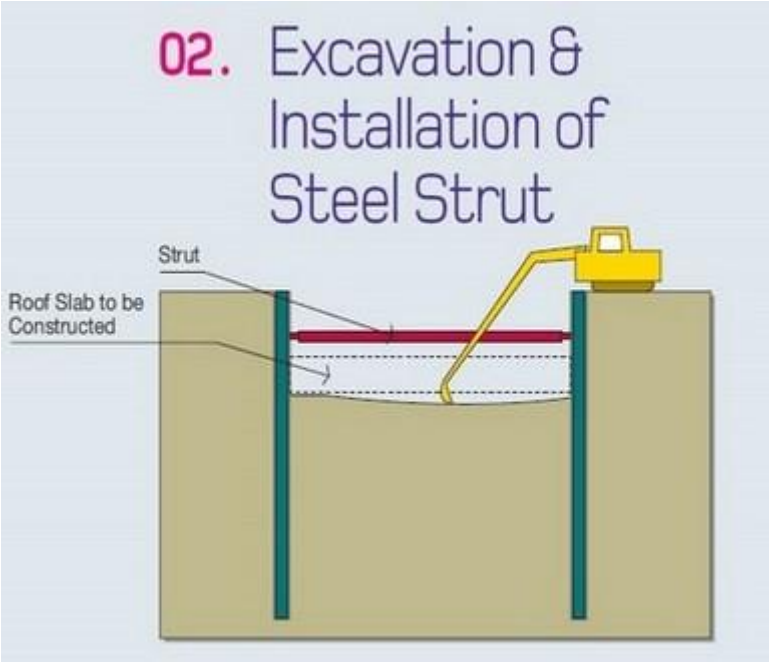
روش بالا به پایین (Top-Down Method)

- روش بالا به پایین که به عنوان انقلابی در ساخت سازه های زیرزمینی بزرگ محسوب می شود در دهه ۷۰ میلادی با ایجاد تغییراتی در نحوه طراحی و محاسبات سازه و در اختیار داشتن برخی تجهیزات و امکانات خاص، در ساخت ایستگاههای مترو در شهرهای پاریس و میلان به منظور کاهش زمان و هزینه های اجرایی و کاهش اختلال در ترافیک شهری و زندگی مردم به کار گرفته شد و به دلیل مزایای بالای آن در سال های اخیر در پروژه های بزرگ عملاً جایگزین روش ساخت سنتی در کشورهای سنتی گردیده است.
- کاربرد این روش مختص ساخت و سازه های زیرزمینی و برج های بلند با زیرزمین های عمیق بوده و عمدتاً در زمین های سست که نیاز به اجرای سازه حفاظت گود جهت جلوگیری از ریزش دیوارهای حفاری وجود دارد از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است.
- در این روش عموماً از دیوارهای دیافراگمی که به عنوان دیوار حفاظت گود (در زمین های سست) در ابتدا و قبل از آغاز عملیات گودبرداری احداث می شوند به عنوان دیوارهای اصلی سازه زیرزمینی استفاده می گردد. ستون های داخلی نیز قبل از اجرای عملیات گودبرداری با استفاده از یکی از سیستم های بارت های دیافراگمی، شمع های بتنی درجا و یا ستون های پیش ساخته بتنی یا فولادی اجرا گردیده و سپس نسبت به احداث سقف ها از بالاترین تراز به سمت پایین و خاکبرداری زیر هر سقف اقدام می گردد، در این روش سقف طبقات به عنوان سازه های دائمی هستند که جایگزین مهاربندهای افقی داخلی (استرات ها) یا سایر سیستم های مهاربندی در روش اجرای Bottom-Up Methodمی شوند و وظیفه مهار دیوارهای سازه نگهبان در برابر بارهای جانبی ناشی از خاک پشت و سایر سربارها را بر عهده دارند.

روش اجرای بالا به پایین در ساخت تونل ها

۱. نصب دیوار حائل: دیوار حائل زیرزمینی، که معمولاً یک دیوار دیافراگمی بتنی است، قبل از شروع خاکبرداری نصب می شود.

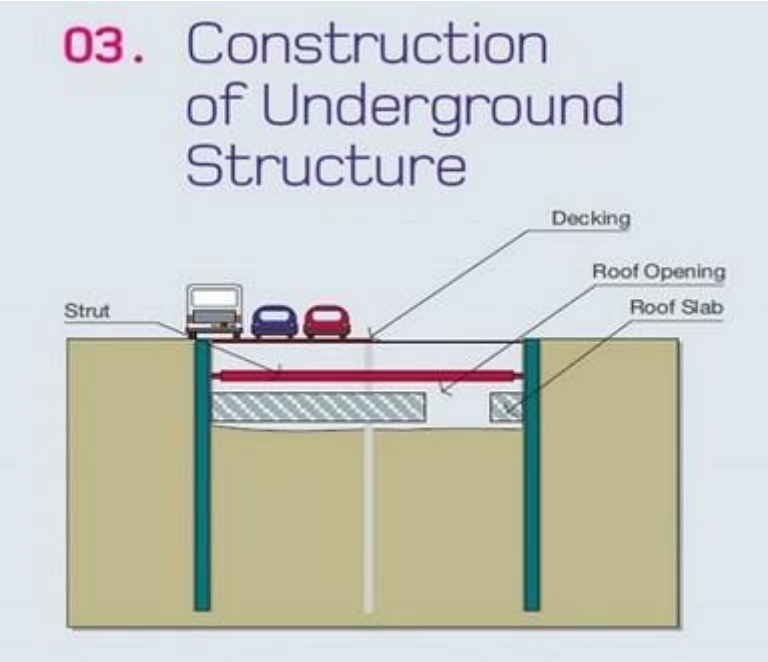


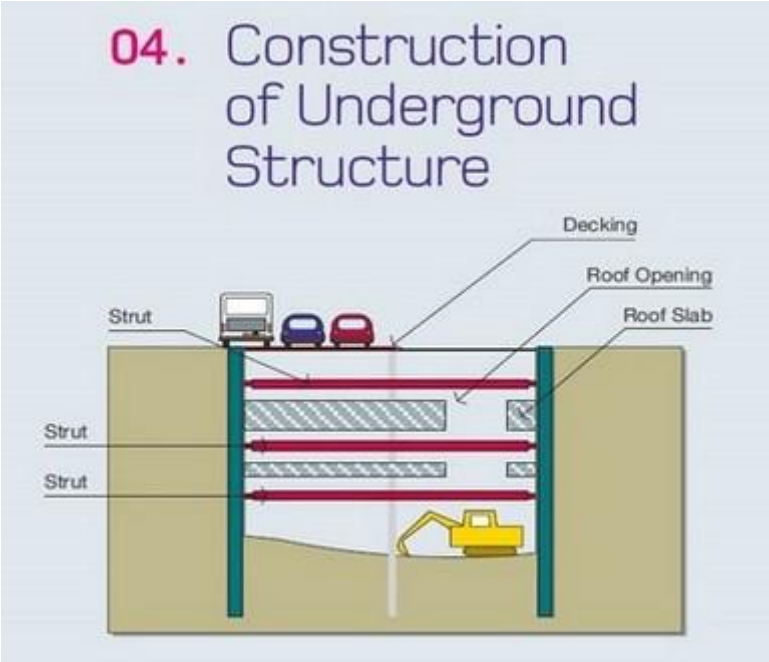


۲. خاکبرداری و نصب استرات های فولادی: خاک تا زیر تراز سقف سازه زیرزمینی حفر می شود. استرات ها برای حفاظت از دیوارهای حائل نصب می شوند که به منظور نگه داشتن خاک در کناره ها می باشد.

روش اجرای بالا به پایین در ساخت تونل ها

۳. ساخت سازه زیرزمینی: دال سقف همراه با بازشوهای دسترسی تعبیه شده روی آن که به منظور ایجاد امکان دسترسی به قسمت های پایینی می باشد، ساخته می شود. دال سقف علاوه بر اینکه یک تکیه گاه عمده در طول عملیات خاکبرداری ایجاد می کند، به عنوان مانع انتقال صدا نیز کاربرد دارد

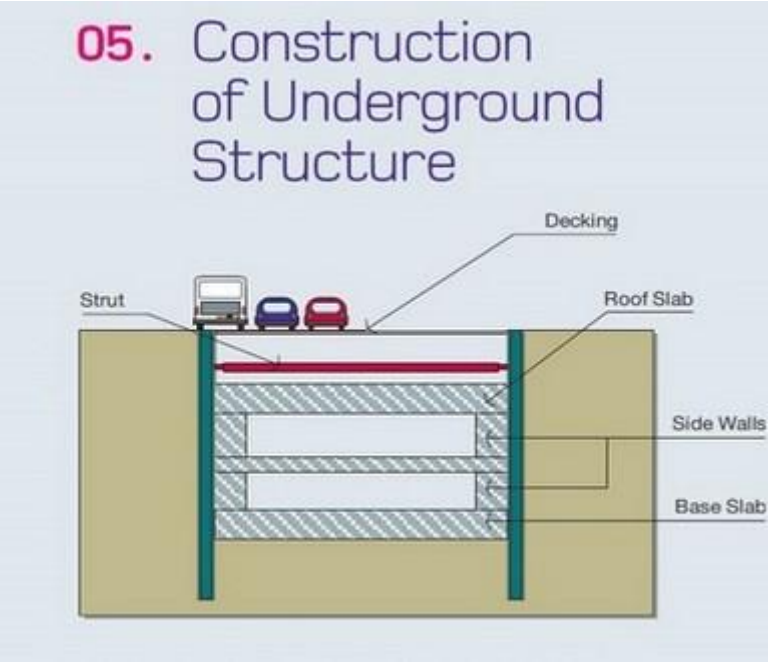


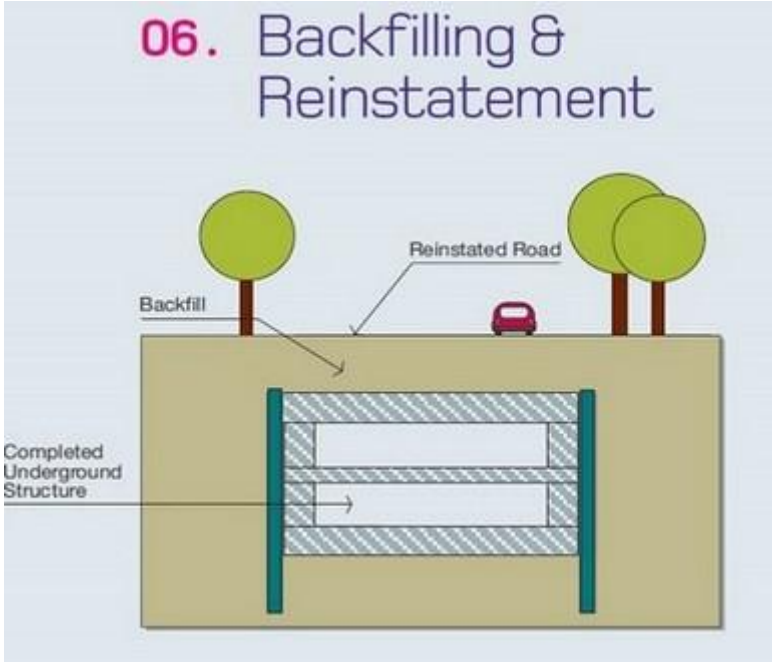


٤. ادامه عملیات: حفاری در زیر سقف میانی تا تراز بعدی دال ساخته می شود و این فرآیند به سمت پایین ادامه می یابد تا اینکه دال کف تکمیل شود

روش اجرای بالا به پایین در ساخت تونل ها

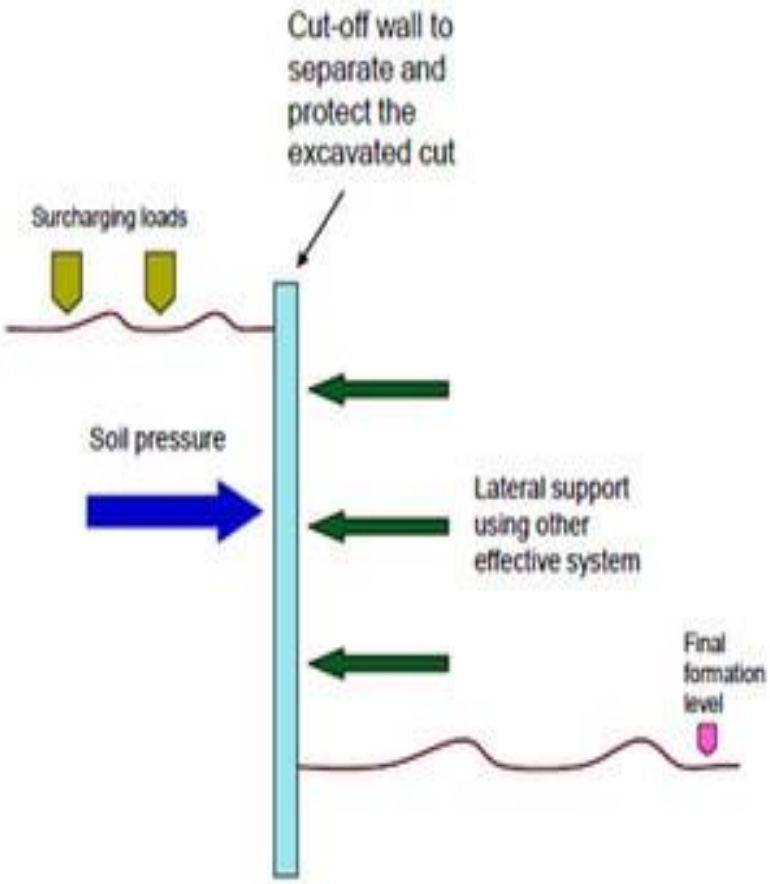
۵. تکمیل سازه فونداسیون و بستن محل بازشو: پس از تکمیل فونداسیون سازه و خروج ماشین آلات حفاری از محل بازشوها، دیوارهای کناری رو به بالا ساخته می شوند، در ادامه استرات های میانی حذف و پس از آن بازشوهای دسترسی دال سقف پر می شوند.





۶.خاکریزی و تسطیح: پس از آنکه سازه زیرزمینی تکمیل شد، خاکریزی تا تراز استرات، قبل از بین بردن آن، انجام می شود. این مرحله با تکمیل خاکریزی در بالای سازه زیرزمینی ادامه می یابد و در نهایت صاف کردن سطوح انجام می شود.

اجرای روش تاپ–دان در ساخت برج‌های بلند با زیرزمین‌های متعدد

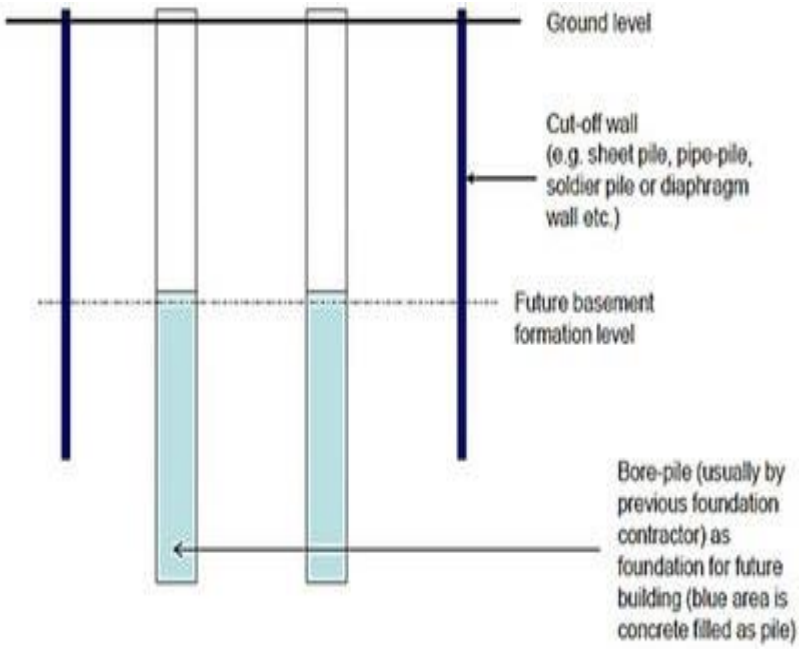


مانند تمام پروژه‌های عمرانی، یکی از مهمترین مراحل، فاز صفر (مطالعات) می‌باشد. پس از تکمیل مطالعات ژئوتکنیک و شناخت کامل و دقیق لایه‌های خاک محل پروژه، تعیین سطح آب های زیرزمینی، بررسی وضعیت همجواری ها، بررسی اندرکنش سازه و خاک، تعیین دقیق بارهای وارد بر شمع‌ها و دیوار دیافراگمی پیرامونی در مراحل مختلف اجرای سازه، تعیین بارهای ثقلی و جانبی وارد بر سازه، با هماهنگی کامل طراح ژئوتکنیک و سازه، جزئیات اجرایی سازه آماده می گردد. این مرحله حساس ترین بخش کار است، چرا که کوچکترین خطا در محاسبات، ممکن است منجر به شکست پروژه گردد.

اجرای روش تاپ–دان در ساخت برج‌های بلند با زیرزمین‌های متعدد

مرحله اول: اجرای دیوارهای حائل محیطی(به روش دیوار دیافراگمی):

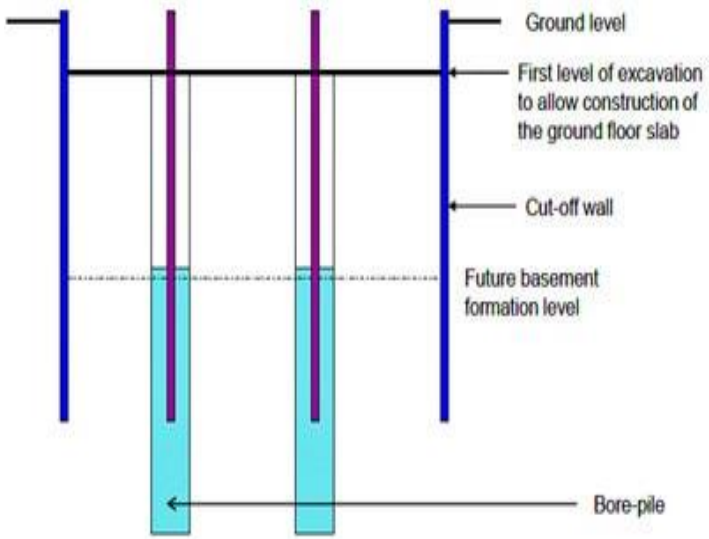
به منظور پایدارسازی خاک دیواره گود، ابتدا دیوارهای حائل محیطی زیر زمین تا عمق مشخصی پایین‌تر از تراز زیر پی اجرا می‌شوند تا به سنگ بستر با ظرفیت باربری مدنظر برسند. این دیوارها که در ابتدا نقش سازه نگهبان موقت را دارند، در مراحل بعدی به عنوان دیوار سازه‌ای دائمی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در صورت بالا بودن تراز آبهای زیرزمینی در این مرحله سیستم آب بندی نیز اجرا می‌گردد.



اجرای روش تاپ–دان در ساخت برج‌های بلند با زیرزمین‌های متعدد

مرحله دوم: حفاری محل شمع‌های باربر میانی از زیر تراز ستون‌ها و دیوارهای همکف و نصب ستون های باربر میانی

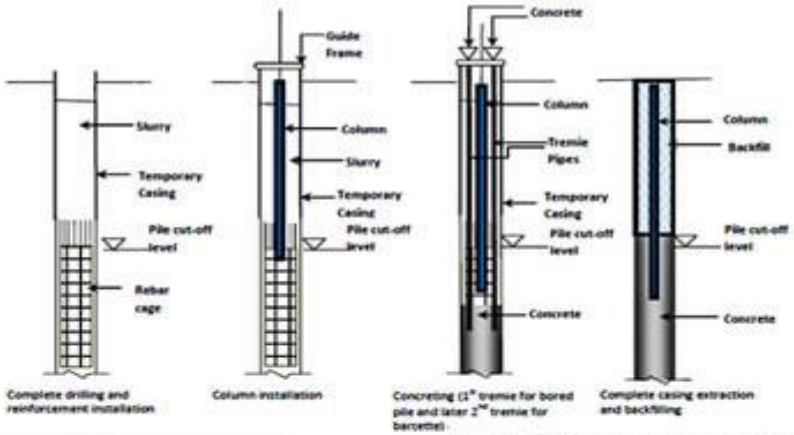
شمع‌ها که به عنوان فونداسیون سازه می‌باشند، با روش‌های مرسوم تا عمق مشخص حفاری شده و تا تراز فونداسیون بتن ریزی می‌شوند. بسته به نوع پروژه، در صورت نیاز افزایش ظرفیت باربری ستون، لازم است تا از شمع‌های با انتهای پدستالی استفاده شود. این شمع‌ها دارای عمق مدفون مناسب برای انتقال بار سازه به بستر سنگی مناسب هستند.

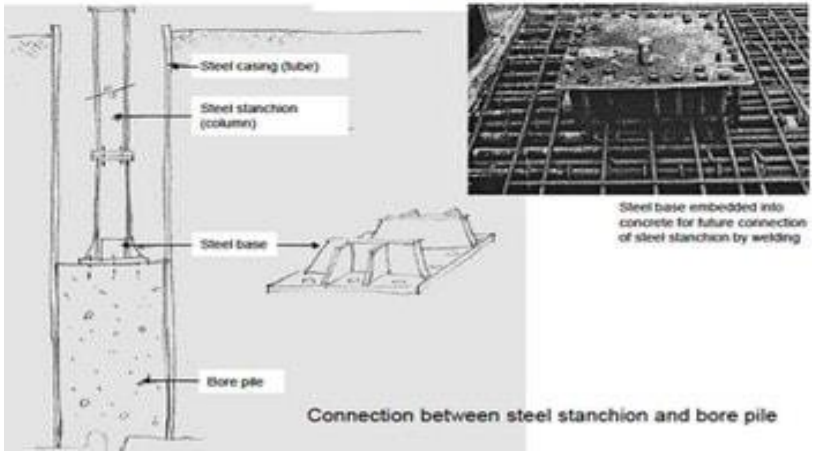


- ستون‌های باربر میانی سازه زیر زمینی، به کمک یکی از تکنیک‌های زیر، در بالای شمع‌ها اجرا می‌شوند:
- ستون بتنی درجا با مقاطع مربع، مستطیل و یا دایره‌ای بر اساس تجهیزات حفاری موجود
- ستون بتنی پیش ساخته
- ترکیب ستون‌های لاغر با ژاکت بتنی در حین ساخت سازه اصلی
- ستون مرکب فولادی

اجرای روش تاپ–دان در ساخت برج‌های بلند با زیرزمین‌های متعدد

مرحله دوم: حفاری محل شمع‌های باربر میانی از زیر تراز ستون‌ها و دیوارهای همکف و نصب ستون های باربر میانی

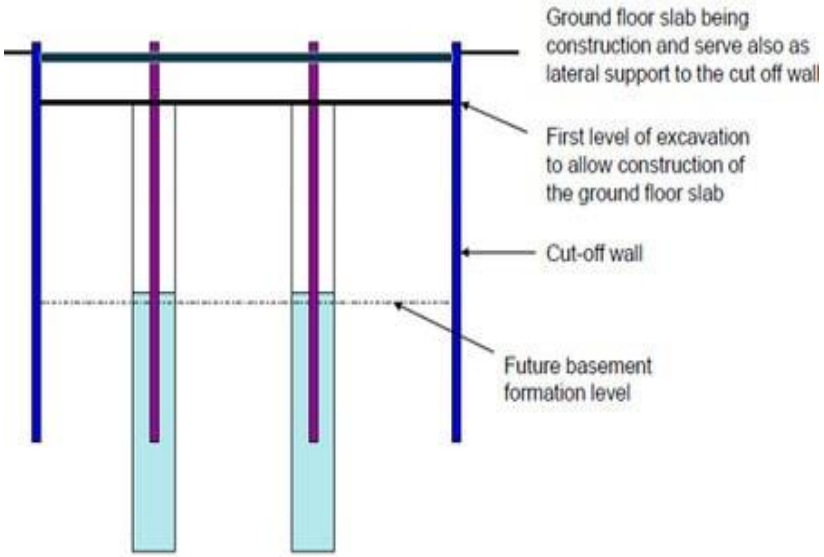




Steel stanchion (column) placed on top of the bore pile as support for top-down basement as well as permanent column for future structure

اجرای روش تاپ–دان در ساخت برج‌های بلند با زیرزمین‌های متعدد

مرحله سوم: اجرای دال همکف (سقف نهایی سازه زیر زمینی)



پس از اجرای ستون‌های باربر میانی، کف زمین رگلاژ شده و با در نظر گرفتن محل بازشوهای دسترسی به طبقات پایین، بتن مگر و آرماتوربندی دال کف طبقه همکف در تراز بالای شمع‌ها و دیوارهای پیرامونی اجرا شده و بتن ریزی دال طبقه همکف بر روی زمین طبیعی انجام می شود. در واقع این دال بتنی و ستون‌های میانی در حکم فونداسیون موقت سازه می‌باشد.

موقعیت و ابعاد بازشوهای دسترسی دال کف، باید به گونه‌ای انتخاب شود که علاوه بر تأمین قابلیت مانور ماشین‌آلات حفاری و حمل و نقل، دسترسی مناسب به تمامی طبقات پایین‌تر برای بتن‌ریزی و عملیات اجرایی وجود داشته باشد و حتی الامکان هیچ‌یک از ستون‌ها یا اعضای باربر سازه‌ای، درون محدوده بازشو قرار نگیرد. در اطراف بازشوها، باید تمهیدات لازم جهت آرماتوربندی و بتن ریزی نهایی دال جهت بستن بازشو، پس از تکمیل فونداسیون و خروج ماشین آلات درنظر گرفته شود. دال بتنی با سختی زیاد علاوه بر اینکه به عنوان یک مهار متقابل قوی در مدت انجام خاکبرداری عمل می‌کند، مانع انتقال صدا نیز به محیط اطراف می شود.

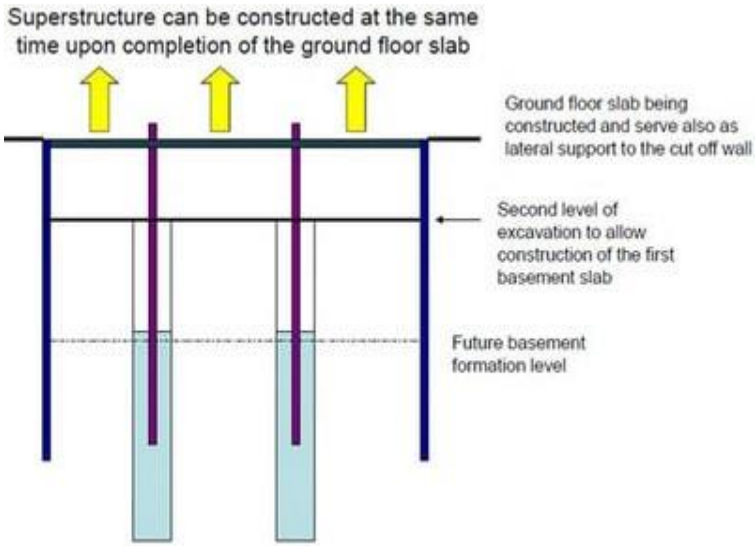
اجرای روش تاپ–دان در ساخت برج‌های بلند با زیرزمین‌های متعدد

مرحله چهارم: شروع خاکبرداری از طبقه زیر همکف

پس از تکمیل سقف نهایی و رسیدن دال بتنی به مقاومت مورد نظر، با قرار گرفتن ماشین‌آلات حفاری در محل بازشوها، عملیات گودبرداری تا تراز اجرایی سقف پایین‌تر، ادامه می‌یابد.

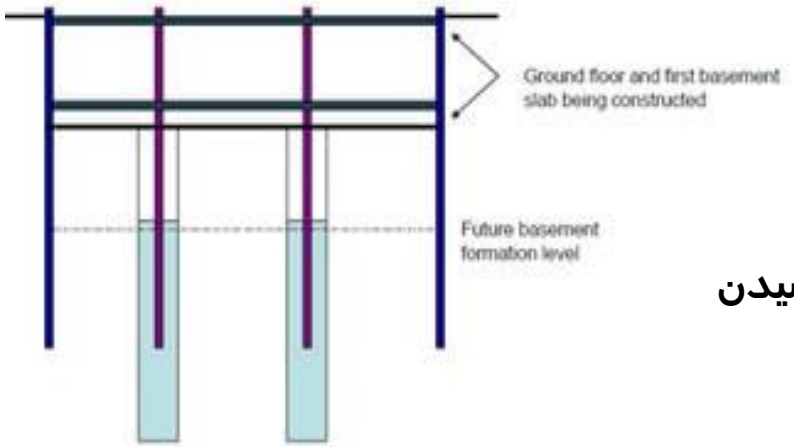
پس از رسیدن به تراز مورد نظر برای اجرای دال سقف، با رگلاژ نمودن کف زمین طبیعی و اجرای بتن مگر، مراحل اجرای سقف بعدی با آرماتوربندی و بتن‌ریزی بر روی زمین طبیعی اجرا می‌شود. اتصال سقف به ستون‌ها و دیوارهای محیطی با استفاده از یکی از تکنیک‌های اتصالات جوشی یا مکانیکی روی صفحات انتظار تعیین شده از قبل، انجام می‌گیرد. وضعیت زمین‌شناسی لایه‌های خاک، ارتفاع دقیق حفاری و انتخاب نوع ماشین‌آلات با ارتفاع کوتاه‌تر و توان بیشتر از نکاتی است که در زمان اجرای این مرحله باید مورد توجه قرار گیرد.

در این مرحله ساخت سازه بالای تراز زمین به طور موازی و هم‌زمان می‌تواند آغاز شود.

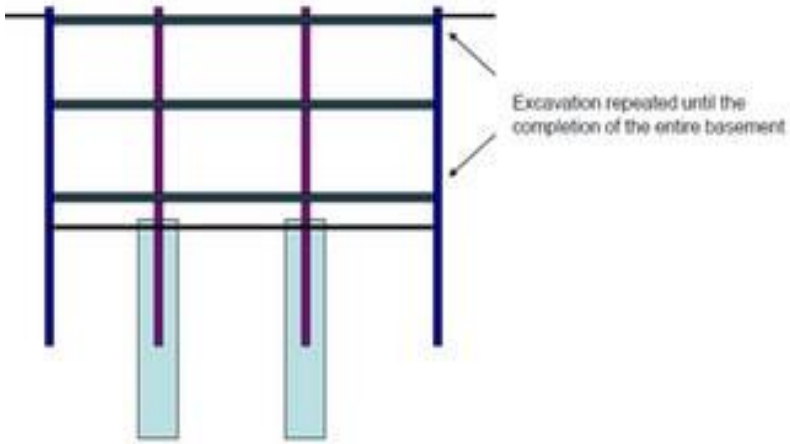


اجرای روش تاپ–دان در ساخت برج‌های بلند با زیرزمین‌های متعدد

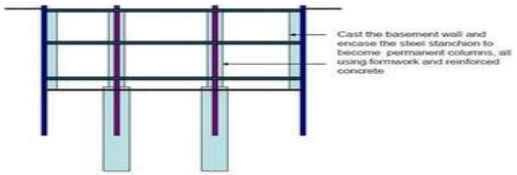
مرحله پنجم: تکرار مرحله ٤ تا رسیدن به اجرای فونداسیون



- فرآیند ذکر شده در گام قبل برای سایر ترازها تا رسیدن به پایین‌ترین تراز سازه تکرار خواهد شد



اجرای روش تاپ–دان در ساخت برج‌های بلند با زیرزمین‌های متعدد



Basement steel stanchion finally encased with reinforced concrete to become permanent column

مرحله ششم: اجرای آرماتوربندی و بتن ریزی لایه تکمیلی دیوارهای پیرامونی و ستون های میانی

- پس از تکمیل عملیات گودبرداری و اجرای فونداسیون وخروج ماشین آلات، اقدام به آرماتوربندی و اجرای بتن لایه دوم اطراف ستون های فولادی و بخش داخلی دیوار دیافراگمی جهت باربری دائمی سازه می‌شود. استفاده از فونداسیون متکی بر شمع در این روش، توصیه شده است.

روش اجرای بالا به پایین (Top-Down Method)

مزایای اجرای روش تاپ دان (TDM)

- این روش نوین، خاصیت خود مهار داشته و چون عملیات ساختمانی روی بستر طبیعی خاک به صورت مرحله به مرحله انجام می‌شود، نگرانی از بابت ریزش دیواره‌های گودبرداری وجود ندارد. بر خلاف روش‌های میخکوبی و مهارکوبی نیازی به اخذ رضایت از همسایه‌های مجاور گودبرداری به لحاظ مسائل حقوقی بعدی نیست. همچنین در صورت بالا بودن سطح آب های زیرزمینی، این روش بخوبی جوابگو خواهد بود. علاوه بر کاهش زمان اجرا و سرعت ساخت، اجرای همزمان خاکبرداری و سازه، به خصوص در مناطق پرتردد شهری کمک شایانی به بهبود شرایط اجرایی در مناطق با محدودیت فضا و کاهش مزاحمت برای همسایگان می‌نماید. استفاده از تکنیک تاپ‌دان (TDM) در ساختِ سازه‌های زیرزمینی درون‌شهری به خصوص در کلان‌شهرها، چالش های مدیریت شهری در مواجهه با معضلاتی از قبیل اختلال در عبور و مرور، ایجاد ترافیک و خطرات ناشی از گودبرداری‌های عمیق را به خوبی مرتفع می‌سازد.

معایب اجرای روش تاپ دان (TDM)

- اعدم دسترسی به سطح بیرونی دیوارها جهت اجرای آب بند
- پیچیدگی اتصالات دال به ستون‌ها و دیوارهای حائل
- امکان نشت آب از محل تقاطع دال و دیوار در صورت عدم اجرای صحیح
- خارج شدن ستون‌های میانی از آکس خود به دلایل افزایش بارهای فوقانی در صورت عدم طراحی و اجرای مناسب
- محدودیت دسترسی به گود تنها از طریق بازشوها یا از طریق شفت‌ها
- فضاهای محدود برای گودبرداری و نیاز به تجهیزات و ماشین آلات متناسب
- سختی کار بالا

نکات اجرایی روش تاپ دان (TDM)

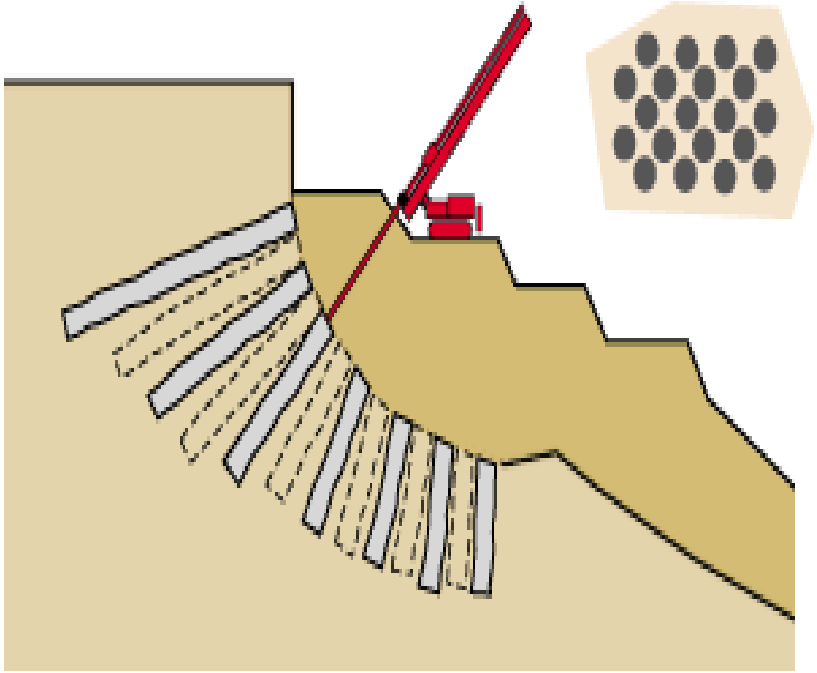
- کنترل دقیق، مدل‌ســـازی صحیح و در نظر گرفتن هم‌زمان ملاحظات ژئوتکنیکی و سازه‌ای در این روش نقش حیاتی دارد.
- اعمال ضریب‌های اطمینان در طراحی برای مقابله با عوامل ایجاد گسیختگی در سیستم پایدارسازی گود از جمله شرایط پیش بینی نشده خاک، گسیخته شـــدن ناگهانی سیستم مهـــاری (به عنـــوان مثال کمانـــش یا عدم اتصال کافـــی به دیوار و خطاهای محتمل در ساخت دیوار.
- در نظر گرفتن رفتار زهکشی نشده رس ســـاختگاه در مرحله طراحی. دلیل این موضوع این است که طی بازه زمانی اجرای پروژه، فرصت زهکشی برای آب حفره‌ای وجود نداشته و این رفتار زهکشـــی نشده منجر به تغییرشکل‌های بزرگ‌تر دیواره و در نتیجه ایجاد لنگر خمشی و نیروهای بزرگتر در مهارها خواهد شد.
- بررسی احتمال گســـیختگی اتصـــالات مهارهـــا با دیوارهای پیرامونی در زمان طراحی.
- از دیگر ایراداتی که ممکن است به وجود آیند عبارتند از: عدم اجرای شـــالوده شمعی مناسب زیر ستون‌های سازه، عدم اتصال و تکمیل ســـقف‌های طبقات در مراحل گودبرداری، عدم اجرای زهکش مناسب و خارج کردن نشـــت فاضلاب همسایه، اجرای نادرســـت اتصالات پنل‌های بتنی دیوار حائل به ســـتون‌ها و ســـقف و در نتیجه توزیع نامناسب بار خاک به سازه که می‌تواند منجر به شکست پروژه گردد.
- معمولاً سرعت اجرای زیر سازه به دلیل محدودیت‌ها و صعوبت کار در زیر سطح زمین کمتر از سازه فوقانی است. لذا باید به تعادل بین تعداد طبقات اجرا شده بر روی زمین و طبقات زیر زمین توجه شود. زیرا ستون‌ها و دال‌های میانی در هر مرحله، نقش فونداسیون موقت سازه را دارند. لذا نباید کل وزن سازه فوقانی به یکباره بر سازه تحتانی وارد شود.

نکات اجرایی روش تاپ دان (TDM)

- از آنجا که با پیشرفت تعداد طبقات بالایی، آسانسورها و تاسیسات مکانیکی و برقی و تجهیزات دیگر بطور موازی اجرا می‌شوند باید در طراحی، وزن دقیق اعمالی به ستون‌های پایینی در هر مرحله در نظر گرفته شود.
- در طراحی برج‌ها با زیرزمین‌ها متعدد، در ستون‌های فولادی باید احتمال فشرده شدن آنها در اثر بار قائم سازه و کاهش طول آنها در نظر گرفته شود و در صورت نیاز ستون‌ها بلندتر اجرا شوند. حتی ممکن است این میزان فشردگی در همه ستون‌ها یکسان نبوده که بدین منظور هم باید با مدلسازی صحیح، مقدار افت دقیق هر ستون معین شود.
- برای اتصال کامل و دقیق دال بتنی به دیوارهای حائل و ستون‌ها نیاز به دقت بسیاری در طراحی و اجرا است. امکان نفوذ آب به داخل گود در صورت عدم آب بندی کامل این درزهای سازه‌ای وجود دارد.
- لازم است در حین ساخت زیر زمین، کنترل دقیق جهت قرارگیری درست دال روی تکیه گاه‌های ستون‌ها و دیوارها انجام شده و میزان تغییرشکل های سازه زیرزمینی به طور مرتب پایش شود.
- ممکن است متناسب با شرایط پروژه نیاز به تعبیه بازشوها و رمپ‌های مختلفی در طبقات مختلف باشد که باید در مرحله طراحی و اجرا به آن دقت شود.
- در در طراحی برج‌ها با زیرزمین‌ها متعدد، باید رفتار دینامیکی سازه فوقانی به دلیل نیروی جانبی باد یا زلزله و اثر آن بر زیر سازه در نظر گرفته شود.

تزریق در گودبرداری

- تحکیم سنگ بوسیله تزریق در درز و ترکها .
- تحکیم خاک بوسیله تزریق در درز و ترکها
- تثبیت خاک
- اصلاح پی های دچار نشست
- اصلاح و تثبیت خاک با هدف پایداری گود



عملیات تزریق یکی از عملیاتی است که در جهت تحکیم پی سازه ها از جمله سدها و ساختمانها و نیروگاه و معادن و سازهای زیر زمینی وامروزه حتی در بهسازی محیط زیست و تحکیم سازهای بتنی و همچنین تغییر در شرایط زهکش و چشمهای آب و ایجاد پردهٔ آب بند سدها استفاده میشود.

انواع تزریق سیمان

تزریق سیمان از نظر اجرایی به دو نوع تقسیم میشود:

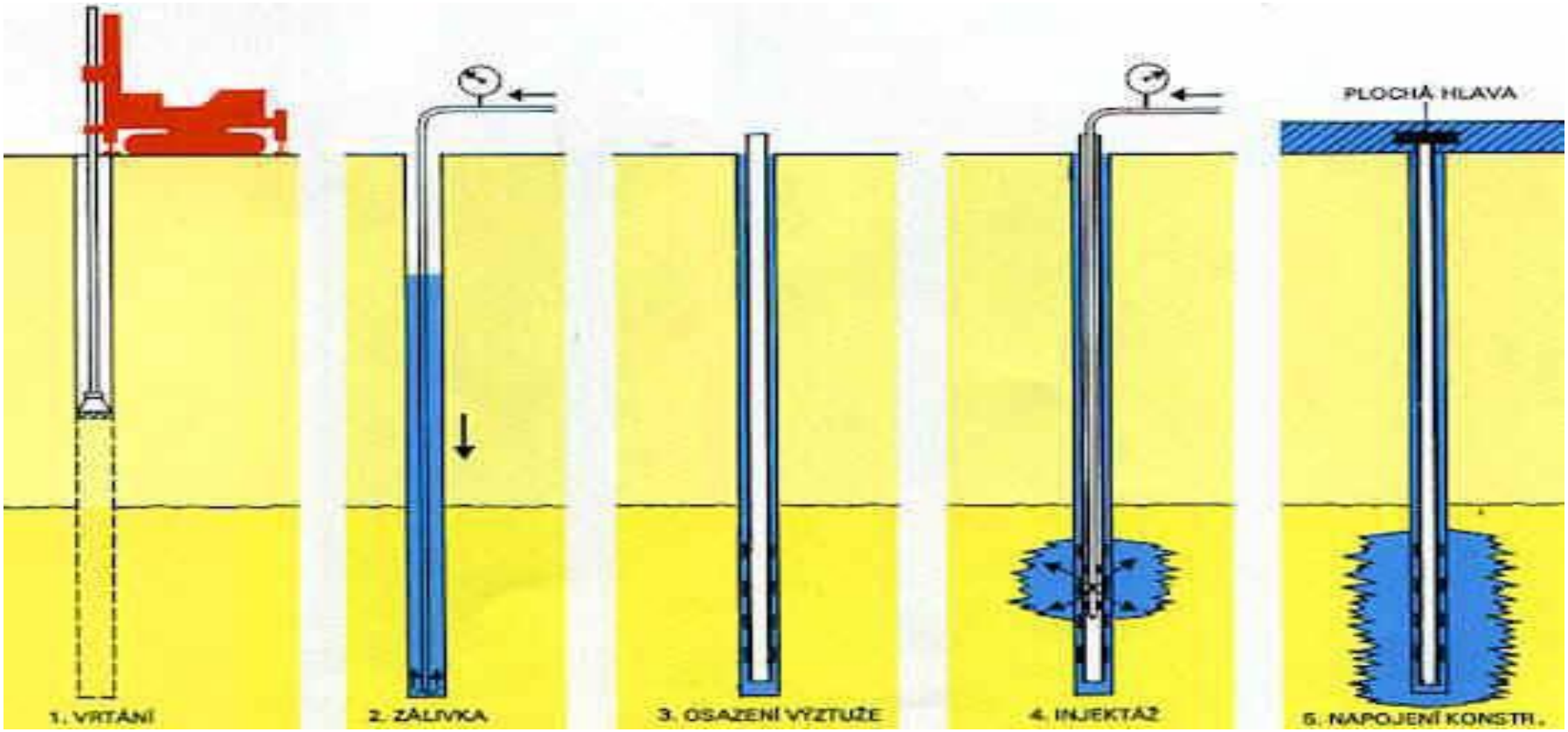
- آزمایشی
- اجرایی

تزریق آزمایشی: تزریقی است که قبل از تزریق اجرایی انجام میشود که در این تزریق برای بدست آوردن داده هایی جهت تزریق اجرایی میباشد .

تزریق اجرایی: تزریق اجرایی همان اجرای عملیات تزریق میباشد .

تزریق

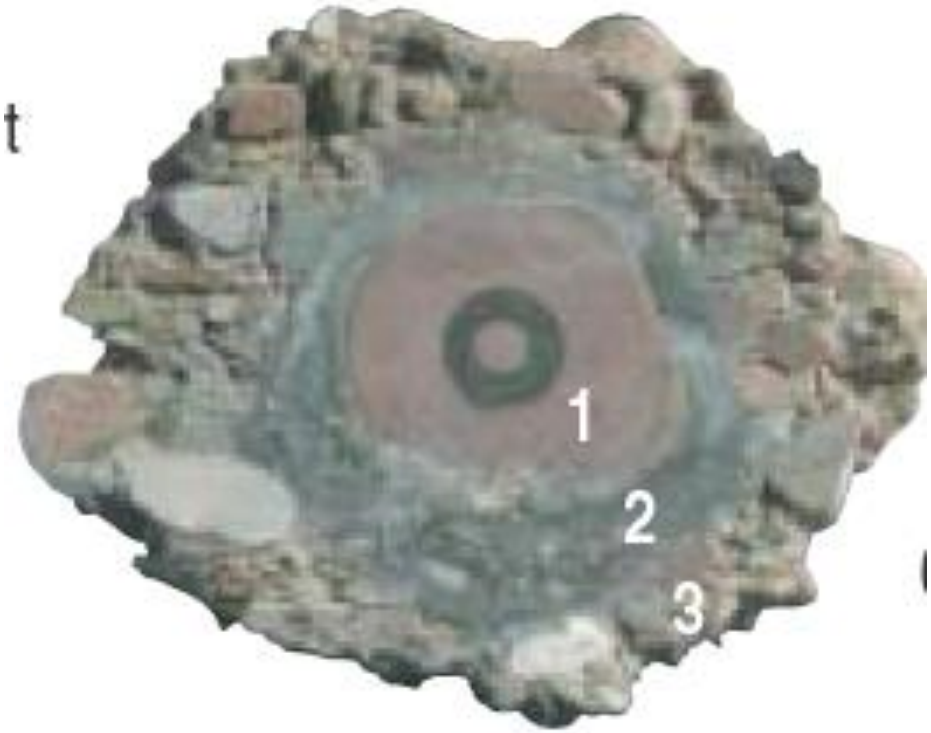
- تزریق عبارت است از پر کردن حفرات خالی موجود در خاک، برای استحکام و آب بند کردن آن، به واسطه مواد تزریق شده که پس از فاز اولیه جاری و روان، سخت و محکم میشوند.



مصا لح تشکیل دهنده ملات تزریق

مصالح تشکیل دهنده ملات تزریق عبارتند ار::

- آب
- سیمان
- بنتو نیت
- ژل سیلیکات سدیم
- ماسه بادی
- فوق روان کننده و روان کننده
- زود گیر ها
- دیر گیرها
- عوامل گاز ساز

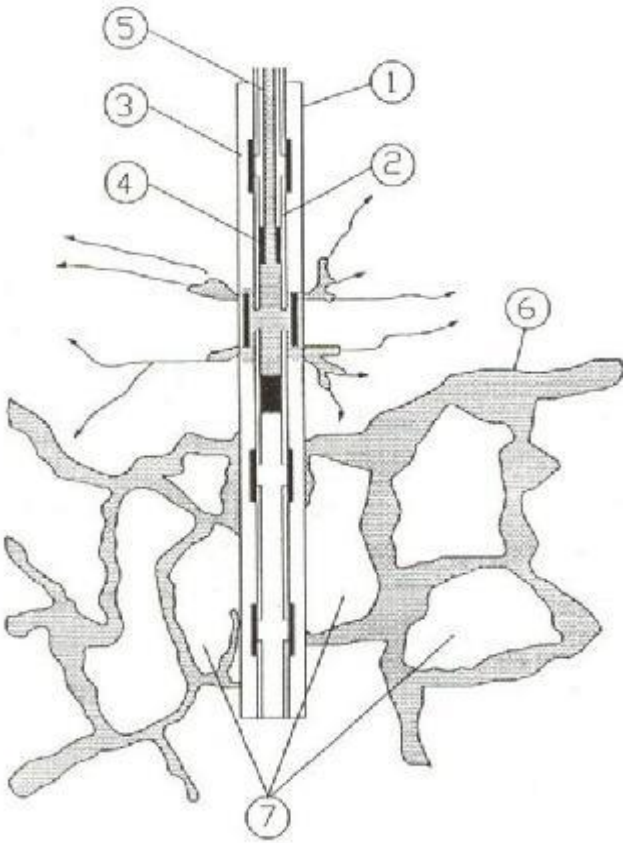


شعاع موثر تزریق

- شعاع موثر تزریق به نصف عرض درز، فشار تزریق و تنش برشی اولیه مواد بستگی دارد.

$$R = \frac{a \cdot p}{\tau_0} + r$$

where: R = effective radius,
$2a$ = joint width,
p = effective grout pressure,
τ_0 = flow limit of the grout material,
$2r$ = borehole diameter.



مدت زمان و دبی تزریق

مدت زمان تزریق به لزجت مواد و فشار تزریق بستگی دارد.

زمان تزریق : .

- مواد سیمانی ۲ تا ٤ ساعت
- مواد معمول شیمیایی تزریق ۲۰ تا ۶۰ دقیقه
- مواد مخصوص و فوم ها چند دقیقه

دبی تزریق : .

- پر کردن غار ٤۰ تا ۶۰ لیتر بر دقیقه
- پر کردن درز ۲۰ تا ۳۰ لیتر بر دقیقه
- در انتهای عملیات ۱ تا ۳ لیتر بر دقیقه

تجهیزات تزریق سیمان

- مخلوط کننده ها
- همزنها
- پمپ تزریق
- ثبات
- مسدود کننده (پکر)
- تجهیزات مربوط به پکرها
- آب سنج ها
- فشار سنج
- سیستم توزیع و تحویل
- فشار شکن
- شلنگ های فشار قوی و رابط های آن

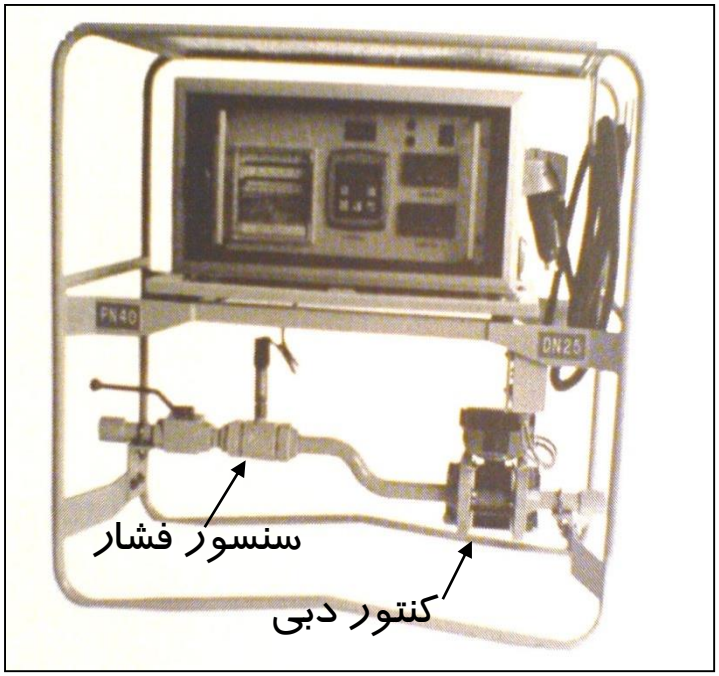
مخلوط کننده

تجهیزات تزریق سیمان– همزن و پمپ

همزن

تجهیزات تزریق سیمان – ثبات

- ثبات تزریق وسیله ای است که جهت ثبت ایتم های تزریق که ۱. فشار، ۲ .دبی و ۳. زمان است، را ثبت می کند.



ثبات دیجیتالی

ثبات مکانیکی

تجهیزات تزریق سیمان – مسدود کننده (پکر)

پکر از نوع مکانیکی

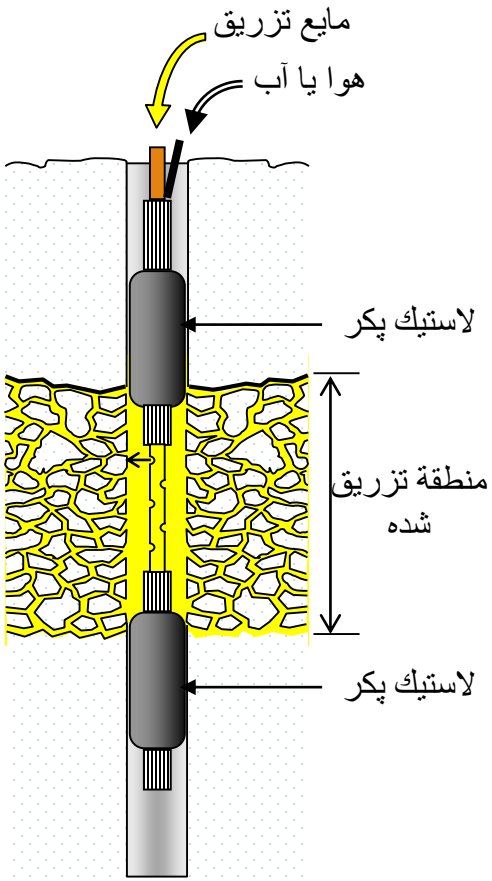
پکرها برای آب بندی کامل یا مجزا کردن قسمتی از گمانه تزریق به کار می روند. با استفاده از آنها امکا نات لازم برای این که ملات تزریق بتواند تحت فشار اعمال شده معین به داخل مقطع معینی از گمانه وارد شود، فراهم می آید. پکر یا در قسمت بالای گمانه و یا این که در موقعیت های دیگری از طول گمانه نصب می گردند. پکرها از نظر عملکرد به دو نوع تقسیم می شوند :

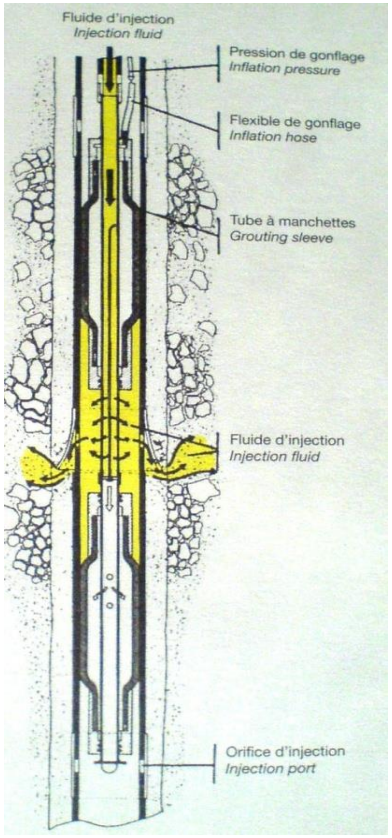
پکر مکا نیکی : به صورت مکانیکی فعال می شود یعنی با اعمال فشار از بالا انبساط پیدا می کند.

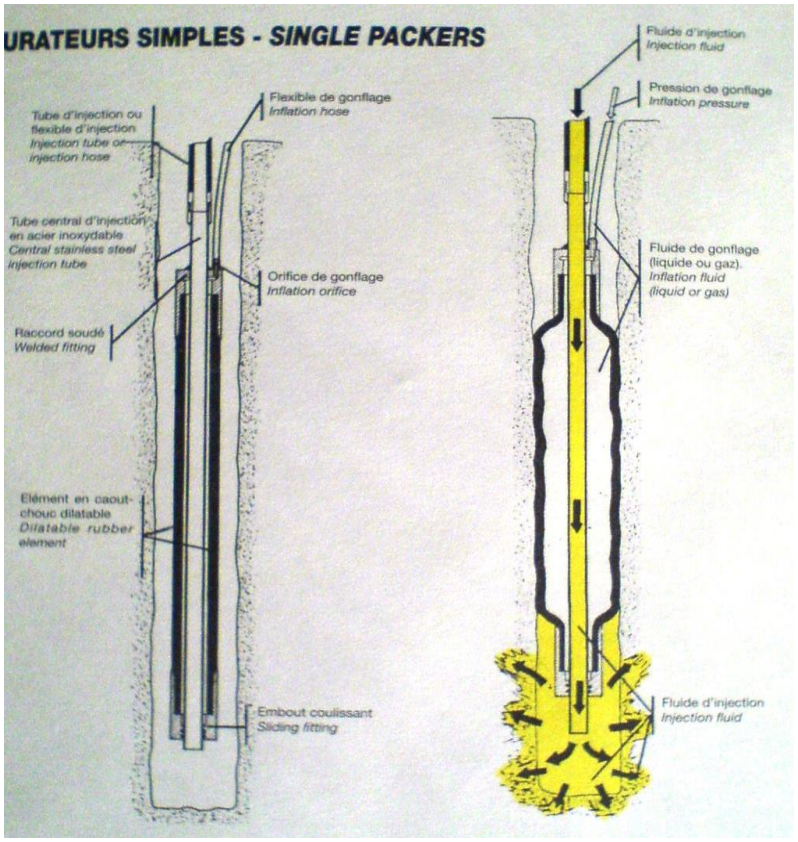
پکر پنوماتیکی: این پکر توسط هوا یا آب و یا ماده سیال دیگری تورم پیدا می کندو از نظر کار برد به دو نوع می باشد: پکرهای سینگل و پکر دوبل

تجهیزات تزریق سیمان – پکر پنوماتیکی

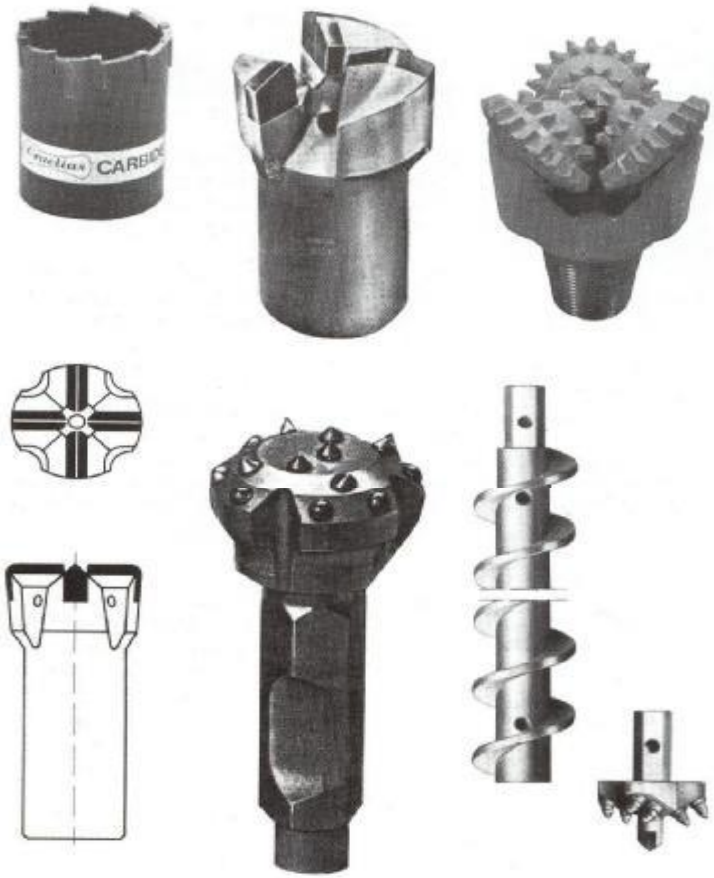
پکر سینگل از محلی که قطعه را مسدود کرده تا انتها گمانه را تزریق می کند ولی پکر دوبل در صورتی که هدف قطعه مشخصی باشد از بالا و پایین قطعه مورد نظر را مسدود و تزریق می کند.





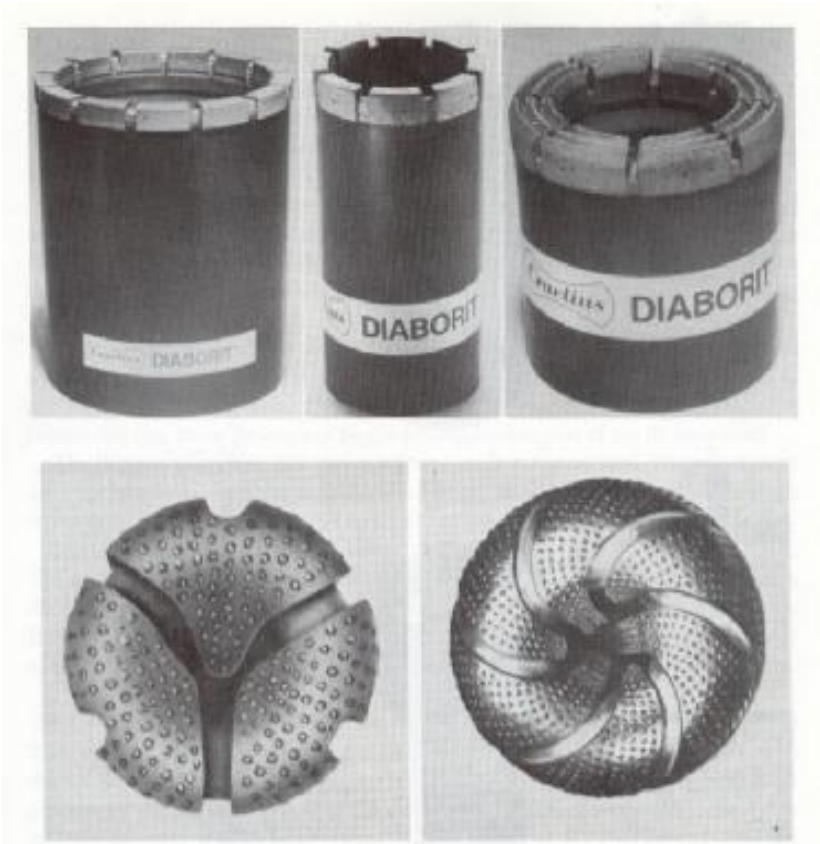


مته های حفاری



Carbide drilling tools (courtesy of suppliers).

Top from left (rotary): Core bit (AC), single-stage bit (Krupp Widia), roller bit (Christensen)
Bottom from left (percussion): Cross bit (Krupp Widia), button bit (Krupp Widia), rotary endless auger (Hütte)



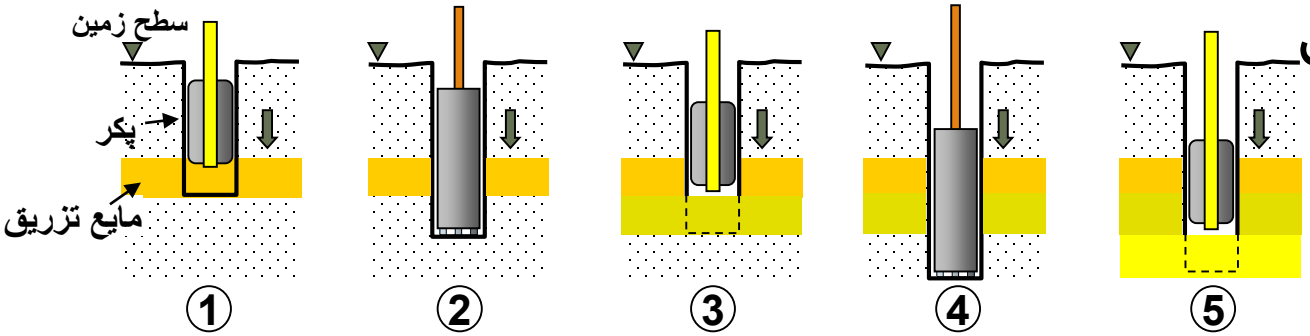
Diamond drilling tools (courtesy of suppliers).

Top from left: Surface set core bit, impregnated core bit, reaming shell (courtesy of AC)
Bottom: Solid bits (courtesy of Christensen).

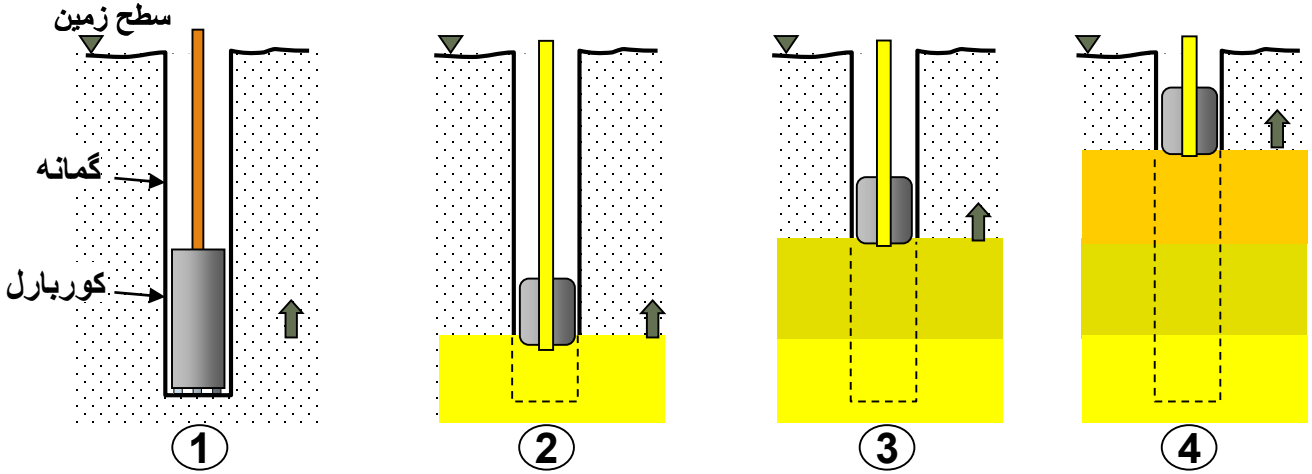
روشهای ترزیق

- روش پایین به بالا
- روش بالا به پایین

مراحل تزریق از بالا به پائین



مراحل تزریق از پائین به بالا



مزایا و معایب روشهای تزریق

از پایین به بالا: روشی است که در آن بعد ازاتمام حفاری گمانه و انجام آزمایش نفوذ پذیری در طول انجام حفاری بعد از ان از پایین پکر را در مقاطع مورد نظر پک کرده و تزریق انجام می گیرد. این روش دارای محاسن و معایبی می باشد .

از محاسن آن این است که دارای هزینه کمتر وسرعت بیشتری می باشد. واز معایب آن خطر گیر افتادگی پکر و عدم دقت کافی در نتایج تزریق می باشد. این روش در صورتی که سنگ سالم باشد وهنگام حفاری آب برگشتی داشته باشیم ونفوذ پذیری بالا نباشد، پیشنهاد می شود..

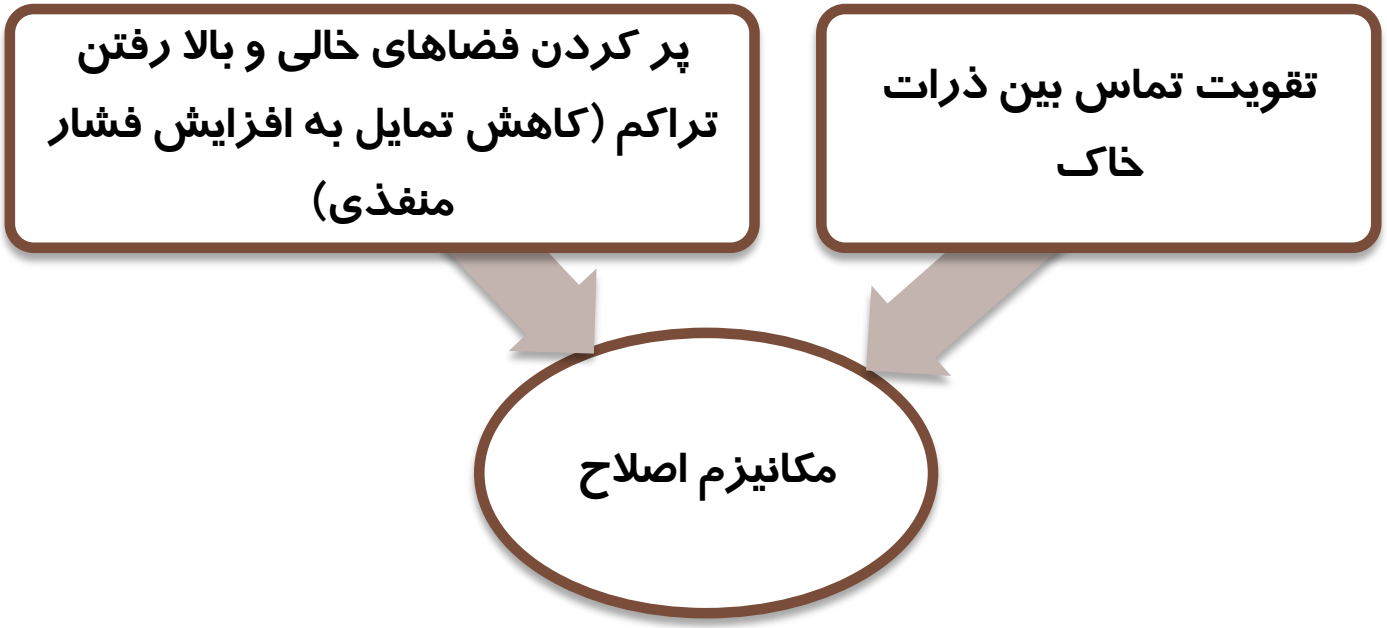
از بالا به پایین: درصورت خرد بودن مصالح و ایجاد مشکل در حفاری و یا قطع شدن آب برگشتی و نفوذپذیری بالا عملیات حفاری متوقف شده و قطعه مورد نظر تزریق می شود. از معایب این روش هزینه بالا وافزایش زمان پروژه می باشد. و از محاسن آن امنیت بیشتر در کار و دقت زیاد در عملیات تزریق می باشد.

روش دیگری هم وجود دارد که در اثر تغییرات مصالح در حین حفاری در گمانه از هر دو روش استفاده می شود.

انواع تزریق نفوذی در خاک

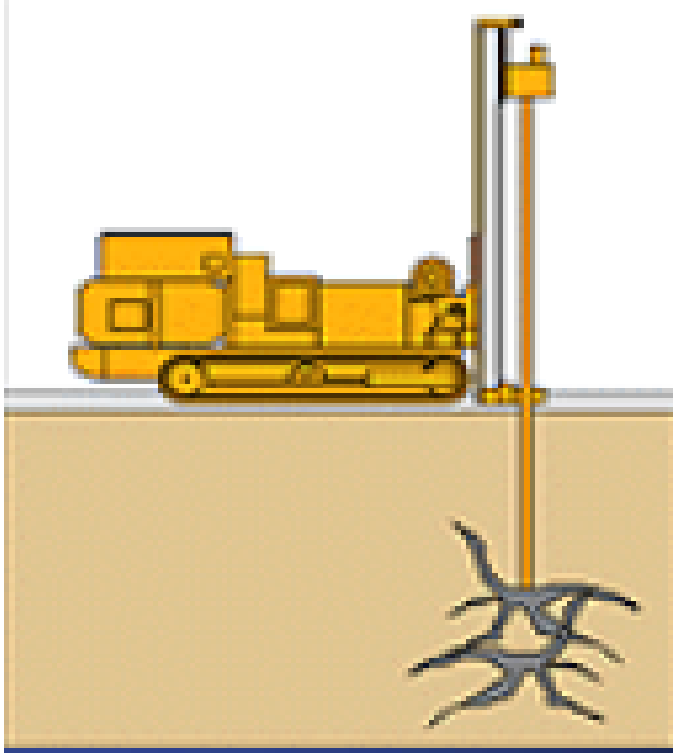
تزریق مرحله ای

تزریق با لوله ی مانشت Manchettes



تزریق داخلی

- تزریق با فشار داخل لایه که موجب شکست کنترل شده گردد.
- ملاتهای غلیظ استفاده می شود تا داخل حفرات بین ذرات نرود.

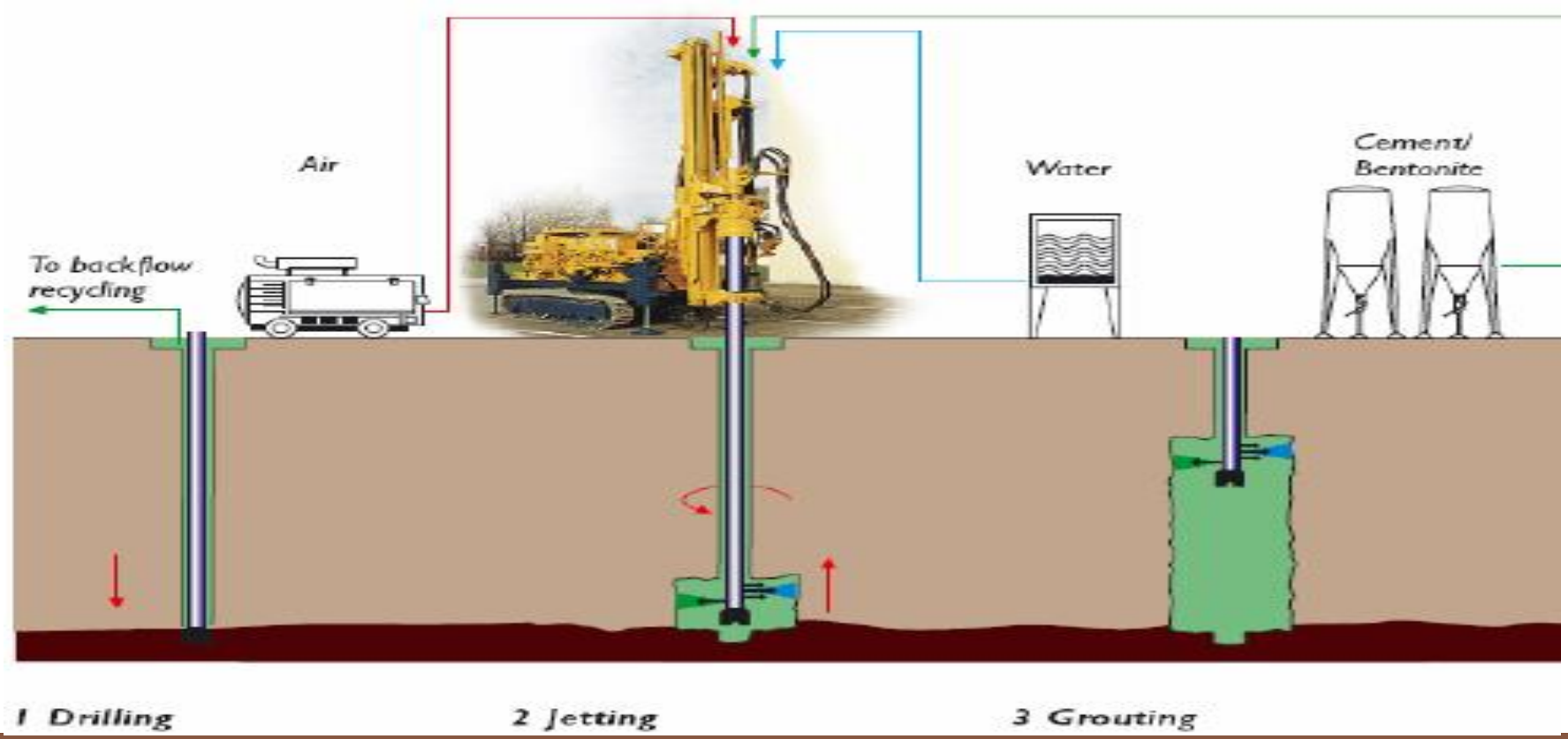


مکانیزم اصلاح

افزایش مقاومت و سختی خاک در اثر لنزهای سخت شده ملات

تزریق با فشار (Jet Grouting)

- تزریق ملات تحت فشار بالا به صورت افقی در یک گمانه از قبل حفاری شده



قطر ستون حاصل از تزریق با فشار

- Jet Grouting در هر نوع خاک به جز خاک آلی قابل انجام است.
- قطر ستون حاصله با کنترل فشار آب و هوا وتزریق و سرعت دوران قابل کنترل است.

سیستم تک فشار (تزریق)	• لای رس دار حدود ۰.٤ تا ۰.۵ متر • شن ماسه دار حدود ۰.۹ تا ۱ متر
سیستم سه فشاره (آب،هوا و ملات)	• لای رس دار حدود ۰.۸ تا ۱ متر • شن ماسه دار حدود ۲ تا ۲.٤ متر

انتخاب روش های قابل رقابت در محیط های شهری

- وجود آب زیرزمینی زیاد
  - اختلاط عمقی خاک
  - ستون های تزریق با فشار بالا
  - دیواره دیافراگم
  - شمع های همپوشان
- بدون آب و یا آب کم و قابل زهکشی
  - میخ گذاری
  - شمع مجزا با مهاری و پوشش داخلی
  - بلوک مهاری
- نکته مهم :
  - برای اعماق زیاد اجرای مهاری یا حائل داخلی الزامی است، در اعماق کم پس از کنترل تغییر شکل ها مهاری یا حائل حذف می شود.

نمونه پروژه اجرا شده در اردبیل

- پروژهٔ برج های یادمان اردبیل در زمینی به مساحت ٤٣٥٥ متر مربع احداث خواهد شد. از آنجائیکه این پروژه دارای ۳ طبقه زیر زمین میباشد لازم است تا ۱۲متر گود برداری گردد . وجود ساختمانهای مسکونی و نیز تأسیسات شهری در جوار زمین، همچنین بالا بودن سطح آب زیر زمینی، از ویژگیهای مهم این پروژهٔ پایدارسازی میباشد. سیستم آببند و پایدارسازی گود طراحی شده)و در حال اجرا(، عبارت از اجرای ستونهای خاک سیمان (DSM) میباشد، که با مقاطع فولادی تسلیح شده و بوسیله انکرمهار شده است.

گسیختگی های محتمل در گودبرداری و ارزیابی آن

۷-۳-۳: در گودبرداری ها باید گسیختگی ها و مشکلات متداول به شرح ذیل کنترل شود.

- **الف- لغزش خاک**
- **ب- نشست و تورم خاک و تغییرمکان ساختمان های مجاور گود**
- **پ- ریزش**
- **ت- بالا زدگی کف گود**
- **ث- جوشش (در صورت بالا بودن سطح آب زیرزمینی)**
- **ج- مشکلات ناشی از لرزش ناشی از گودبرداری در سازه های اطراف گود**

ارزیابی خطر گود

- ۳ – ۳ – ٤ جهت ارزیابی خطر گود لازم است هر سه شرط تعیین شده برای هر دسته در جدول برقرار باشد. در صورتی که هر سه شرط با هم برقرار نباشد، خطر گود با توجه به شرطی که خطر بیشتری دارد ارزیابی می گردد.

مقدار h / h_c	عمق گود از تراز صفر	عمق گود از زیر پی همسایه	خطر گود
کمتر از ۰/۵	کمتر از ۶ متر	صفر	معمولی
بین ۰/۵ تا ۲	بین ۶ تا ۲۰ متر	بین صفر تا ۲۰ متر	زیاد
بیشتر از ۲	بیشتر از ۲۰ متر	بیشتر از ۲۰ متر	بسیار زیاد

h عمق گود موردنظر و h_c عمق بحرانی از رابطه ی :

$$h_c = \frac{2C}{\gamma\sqrt{K_a}} - \frac{q}{\gamma}$$

ارزیابی خطر گود

- ۲-٤-۳-۳-۷ – اگر فاصله ساختمان مجاور از لبه گود کمتر از عمق گود باشد، کل بار ساختمان (q) در محاسبه hc در نظر گرفته شود.
- ۷ – ۳ – ۳ – ٤ – ٤ اگر آب جاری باشد (تراوش) آنگاه همواره خطر گود زیاد یا بسیار زیاد می باشد.
- ۷ – ۳ – ۳ – ٤ – ۵ اگر خاکی که در آن گودبرداری انجام می شود دستی یا فاقد چسبندگی قابل اعتماد باشد، نمیتوان خطر گود را معمولی در نظر گرفت.
- هرگونه ساختمان در مجاورت گود به عنوان ساختمان « ساختمان حساس » ارزیابی می شود. چنانچه ساختمان دارای یکی از دو شرط زیر باشد آنگاه « ساختمان بسیار حساس » ارزیابی میشود:
  - الف: ساختمان بدون اسکلت و یا هرگونه ساختمان با نشانه آشکار علائم فرسودگی و ضعف زیاد در باربری.
  - ب: ساختمان هایی که به دلیل ارزش فرهنگی، تاریخی و یا حساسیت کارکرد و یا علل دیگر وقوع هرگونه نشست و تغییرشکل در آن ها با خسارات زیادی همراه است.
- ۷- ۳ - ۳ - ٤ – ۷: جدول ۷ – ۳ – ۱ برای ساختمان مجاور گود در شرایطی معتبر است که در آن ساختمان بسیار حساس نباشد. در صورتی که در اطراف گود سازه بسیار حساس باشد، خطر گود همواره بسیار زیاد در نظر گرفته می شود.

ارزیابی خطر گود

- ۷- ۳ - ۳ - ۵ – ۱: در صورتی که برای پایداری گود از سازه های نگهبان استفاده شود جهت تحلیل باید موارد مطرح شده در بخش ۷ – ۶ این مبحث رعایت شود.
- ۷ – ۳ – ۳ – ۵ – ۲ در صورتی که در گودبرداری نیازی به سازه نگهبان نباشد، تحلیل پایداری با رو ش های تعادل حدی و بر اساس روش تنش مجاز انجام می گیرد. در این روش، حداقل ضرایب اطمینان به شرط موقت بودن گود(کمتر از یک سال) به شرح جدول ۷ - ۳ – ۳ میباشد. البته طراح در این حالت نیز می تواند از حالات حدی استفاده نماید.
- ۷- ۳ - ۳ - ۵ – ۳: برای تحلیل پایداری گود لازم است بار مرده ساختمانها و ابنیه مجاور به طور کامل در نظر گرفته شود.
- ۷ - ۳ - ۳ - ۵ – ٤: برای تحلیل گود در شرایط موقت در نظر گرفتن بار زلزله لازم نیست.
- - ۳ - ۳ - ۵ – ۵: در صورتی که گود موّقت نباشد باید نیروی زلزله لحاظ شود و در انتخاب ضریب اطمینان مناسب دوام مصالح نیز مورد توجه باشد

نوع	حداقل ضریب اطمینان
شیب های خاکبرداری	۱.۳
پایداری کلی	۱.۳
بالا آمدن کف گود	۱.۵

عوامل موثر بر تغییر شکل خاک در گودبرداری

- تغییرات تنش در توده خاک (تغییرات فشار منفذی در طول زمان ...)
- ابعاد گودبرداری
- خصوصیات ژئوتکنیکی خاک (مقاومت برشی ، مدول الاستیسیته...)
- تنش های افقی اولیه در خاک (رسهای پیش تحکیمی...)
- شرایط ب زیرزمینی و تغییرات آن
- سختی دیوارها و حایل ها (مهاری ، عنصرهای فشاری ...)
- پیش تنیدگی در مهاری و عناصر فشاری
- روش اجرا (در نصب دیوارها ، روش حفاری مهاری ...)
- مهارت نیروی اجرایی

روش های مهار آب

- جلوگیری از ورود آب های سطحی به داخل گود با اجرای جوی ، دیوارهای کوتاه و خاکریز در محیط گود
- هدایت کنترل شده آب به داخل گود از طریق چاله های زهکش ، جوی و زهکش های دیواره و پمپاژ بعدی آن
- پائین انداختن سطح آب زیرزمینی قبل از گود برداری از طریق چاههای پمپاژ و روش های دیگر بصورت ثقلی یا پمپاژ
- اجرای دیواره های آب بند و جلوگیری از ورود آب بداخل گود از قبیل دیوار آببند سیمانی، بنتونیتی ، اختلاط عمقی خاک ، تزریق با فشار بالا و ....

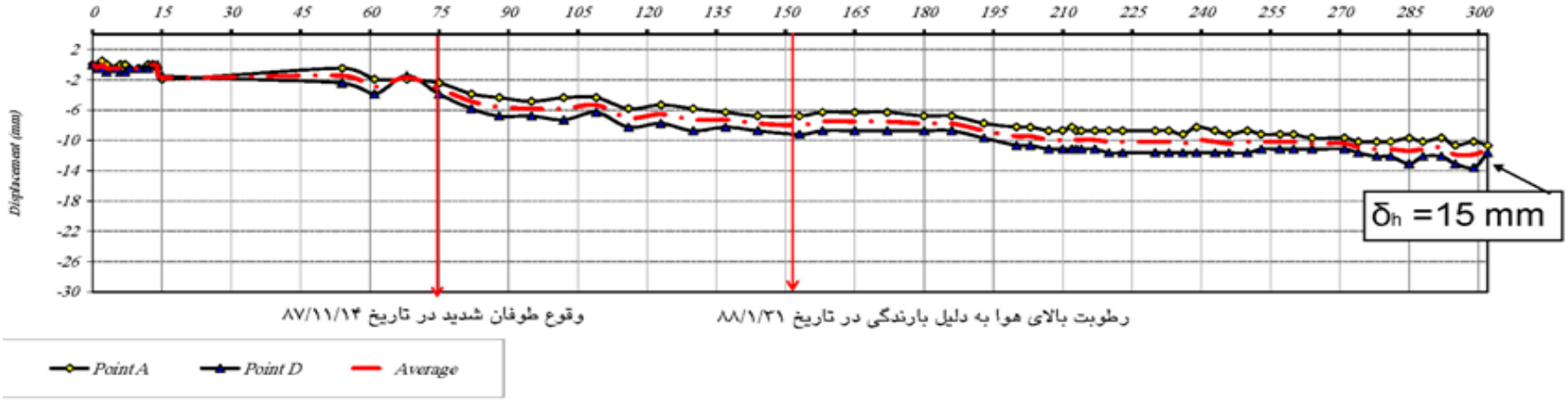
ابزارگذاری در گود های شهری

- اهداف ابزار گذاری
  - اطمینان از ایمنی گود
  - اطمینان از ایمنی سازههای مجاور و تاسیسات زیر زمینی
  - تائید فرضیات و طراحی ها
  - بررسی رفتار دراز مدت گود
  - جمع آوری داده های فنی برای مباحث حقوقی

- پارامترهایی که اندازه گیری میشوند:
  - حرکت سازه و خاک
  - تنش ها و یا تغییر شکل های خاک و سازه
  - فشار و سطح آ ب زیرزمینی

ابزارگذاری در گود های شهری

- کرنش سنج های الکتریکی (Strain Gauges) برای اندازه گیری تنش ها و تغییر شکل ها در المان های سازه ای
- انحراف سنج ، تیلت متر، اتساع سنج برای اندازه گیری حرکات خاک و سازه
- صفحات قرائت نشست و ابزار ژئودزی برای اندازه گیری حرکات قائم و افقی خاک و سازه
- پیزو مترها برای قرائت سطح آ ب زیرزمینی و فشار منفذی خاک
- سلول های اندازه گیری تنش خاک



فصل چهارم

ایمنی در گودبرداری

دستور کار گودبرداری

- گودبرداری یکی از فعالیت های مهم و پر خطر عمرانی است که به منظورهای مختلف مثل تخریب و گودبرداری یک ساختمان فرسوده برای ساخت مجدد، رسیدن به تراز بکر زمین ، حفاظت فوندانسیون ها در برابر یخبندان، احداث کانال ها ، احداث مخازن زیر زمینی و احداث پارکینگ طبقاتی انجام میشود .
- بارعایت موارد مهم دستورکار در مطالب محتوای دستورکار و چارچوب شکلی دستورکار، نمونه ای از دستورکار مرحله گودبرداری که از پر مخاطره ترین مراحل ساختمانی است، در اسلاید بعدی به اطلاع همکاران گرامی می رسد.
- ذکر این نکته ضروریست که این دستورکار فقط به عنوان نمونه قرار داده شده است و مهندسین ناظر گرامی برای هر پروژه می بایست دستورکار خاص آن را تهیه نمایند.

دستور کار گودبرداری

5. بلافاصله پس از اجرای اعضای مایل سازه نگهبان ، اعضای افقی (سینه بندها) و قطری سازه نگهبان را اجرا نمایید.
6. پس از تکمیل سازه نگهبان اقدام به بافتن شبکه میلگردهای فونداسیون نمایید و برای قسمت هایی از فونداسیون که سپر خاکی حفظ شده است و قابل اجرا نمی باشد می بایستی از میلگرد رزوه شده به صورت انتظار برای متصل نمودن قسمت هایی از فونداسیون که بعد از برداشته شدن سپر خاکی اجرا می شود، استفاده کنید.(باز و بست خم میلگردها جهت انتظار برای اجرای فونداسیون ممنوع است)
7. اعضای قائم سازه نگهبان نباید با جداره دیوار همجواری ها فاصله یا درز داشته باشند و چنانچه به هر دلیلی فاصله ای ایجاد شد، می بایستی با مصالح پر کننده (مانند آجر و ملات ماسه و سیمان و آهک) فیلرگیری شود.
8. به منظور تامین صلبیت جانبی سیستم سازه ای متشکل از کلّ خرپاها و به جهت به حداقل رساندن طول کمانش اعضای قائم و مایل خرپاها، بین هر دو خرپای مجاور می بایستی مطابق نقشه های مصوب مهاربندی گردد.
9. حداقل مقاوت مشخصه بتن مصرفی برای شمع ها و فونداسیون ها از نوع C25است. (یعنی مقاومت فشاری نمونه استوانه ای ۲۸ روزه آن باید حداقل ۲۵ مگاپاسکال باشد)
10. حداقل عیار بتن مصرفی ۴۰۰ کیلوگرم سیمان در هر متر مکعب بتن است و روانی (اسلامپ) بتن مصرفی باید با استفاده از روان کننده های مجاز در حدود ۱۵۰ میلیمتر باشد.
11. نظر به اینکه عملیات خاکبرداری وگودبرداری عموماً در طول شب انجام می شود، لذا مطابق مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان باید نور و روشنایی مصنوعی کافی و مناسب بواسطه وسایل روشنایی ثابت و قابل حمل در محل های کار، عبور و مرور، گودبرداری و حفاری فراهم شود.
12. در فاصله نزدیکتر از نیم متر از لبه گود دپوی مصالح، ضایعات و یا هرگونه بارگذاری ممنوع است.
13. ایستادن اشخاص در زیر جام و بازوی دستگاه های خاکبرداری و نیز مشغول به کار بودن کارگران در قسمتی که ماشین آلات حفاری کار میکنند، ممنوع است.
14. قبل از آغاز عملیات خاکبرداری و گودبرداری می بایستی علائم هشدار دهنده (مثل چراغ گردان و هشدار دهنده) و همچنین تابلوهای ایمنی و هشدار دهنده مربوطه در محل کارگاه و در مجاورت گذر نصب گردد.

مالک/ مجری محترم ساختمان به شماره پرونده .....

عطف به بازدید به عمل آمده از ملک شما به آدرس اردبیل..... پلاک ..... دارای پروانه ساختمانی به شماره..... تاریخ ..../...../..... ، بدینوسیله دستورکار ذیل به شما ابلاغ میگردد. لذا خواهشمند است قبل از انجام هر گونه عملیات گودبرداری و در حین آن کلیه موارد زیر را طبق مباحث بیست و دوگانه مقررات ملّی ساختمان و آیین نامه حفاظتی کارگاه های ساختمانی رعایت نمایید:

1. با توجه به اینکه عملیات تخریب به پایان رسیده است و نظر به اینکه تراز زیر بتن مگر فونداسیون طبق نقشه های مصوب 4 متر پایین تر از صفر – صفر می باشد و ساختمان های همجواری فاقد زیرزمین هستند، لذا می بایستی ابتدا عملیات نخاله برداری (نخاله های حاصل از تخریب) تا تراز صفر- صفر صورت پذیرد و سپس عملیات خاکبرداری متوقف شود تا چاه های مورد نیاز برای اجرای عناصر قائم سازه نگهبان اجرا شود.

* مقنی قبل از ورود به چاه جهت عملیات چاه کنی می بایستی طناب نجات و کمربند ایمنی را به خود بسته و انتهای آزاد طناب را در بالای چاه و در نقطه ثابتی محکم کند. همچنین برای جلوگیری از سقوط خاک و سنگ به داخل چاه باید دور دهانه به عرض حداقل ۱۵ سانتی متر با مصالح مقاوم محصور شود.

2. بعد از اجرای شبکه میلگرد فونداسیون زیر شمع ها (اعضای قائم سازه نگهبان) مطابق نقشه های مصوب، عضوهای قائم سازه نگهبان که توسط پیمانکار صاحب صلاحیت جوشکاری شده است را درون چاه ها قرار داده و اقدام به بتن ریزی نمایید.

* به منظور جلوگیری از بیرون آمدن عضو قائم از داخل بتن بر اثر نیروی کششی وارده، در بخش تحتانی هر چاه اجرای شاخک در زیر عضو قائم سازه نگهبان الزامی است.

3. بعد از اجرای بندهای قبل ضمن حفظ سپر خاکی با شیب یک به دو برای همجواری ها در ضلع شرق، غرب و شمال؛ اقدام به خاکبرداری در امتداد دیواره گود نمایید.
4. مطابق نقشه های مصوب عضو مایل سازه نگهبان را پس از اجرای فونداسیون آن و نصب صفحه های مربوطه و بولت های آن اجرا کرده؛ طوری که از یکسو به ورق کف فونداسیون سازه نگهبان و از سوی دیگر به عضو قائم آن با رعایت ضوابط جوشکاری متصل شود.

دستور کار گودبرداری

23. سازنده موظف است در صورت مواجه شدن با چاه ها یا قنوات (چه متروکه و چه فعال) در حین عملیات گودبرداری سریعاً ادامه عملیات گودبرداری را متوقف کند و فوراً مراتب را به اطلاع مهندس ناظر و مراجع ذی الصلاح برساند و رسید دریافت کند. سازنده به هیچ وجه حق ندارد بدون اجازه دستگاه نظارت اقدام به پر کردن چاه ها یا قنوات نماید و در صورت وقوع چنین امری، کلیه مسئولیتها و جبران خسارات بر عهده ی سازنده خواهد بود.

24. بدیهی است در صورت عدم اجرا و رعایت موارد مذکور کلیه مسئولیتهای حقوقی، مدنی و کیفری و همچنین تبعات مالی و جانی ناشی از عدم اجرای این موارد بعهده مجری و مالک ساختمان می باشد.

این دستور کار در دو صفحه و بیست وچهار بند تهیه و به مجری و مالک تفهیم، ابلاغ و واصل گردید.

*رونوشت مالک محترم

*رونوشت مجری محترم پروژه

End of document

15. جهت جلوگیری از ریزش و جریان آب های حاصل از باران، شست و شو و فاضلاب سرویسهای بهداشتی کارگران و پرسنل کارگاه به داخل گود، اقدامات لازم را بعمل آورید.

16. پایش ساختمان های مجاور می بایستی قبل و در حین گودبرداری بصورت منظم توسط مهندس مجری مندرج در پروانه صورت پذیرد.

17. عملیات خاکبرداری و گودبرداری باید با رعایت کلیه موارد ذکر شده در مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان و توسط پیمانکار صاحب صلاحیت صورت گیرد.

18. نظر به اینکه ساختمان های مجاور دارای بنای قدیمی می باشند، لذا به جهت جلوگیری از وارد آمدن هر نوع خسارتی تخریب بتن و یا سنگ حاصل از عملیات گودبرداری باید به نحوی صورت گیرد که لرزش و ارتعاشی به ساختمانی های مجاور وارد نکند (مانند روش کت-راک).

19. با رعایت مفاد بخش ۱۲-۵-۱ مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان پرتگاه ها و کناره محل گودبرداری شده می بایستی به وسیله پوششها یا نرده های حفاظتی محکم و مناسب و حسب مورد با استفاده از شبرنگ ها و چراغ و تابلوهای هشدار دهنده مناسب و قابل رویت در طول روز وشب، به طور مطلوب حفاظت گردند.

20. نظر به اینکه نحوه عملکرد لودر (بارکن) فشار زیادی به خاک می آورد (حالت انفجاری دارد)، استفاده از لودر برای عملیات گودبرداری ممنوع است و عملیات گودبرداری می بایستی توسط بیل مکانیکی (با جام معکوس) صورت پذیرد.

21. عملیات خاکی شامل خاکبرداری، خاکریزی، تسطیح زمین،گود برداری، پی کنی ساختمان، حفر شیارها،شمع ها،کانال ها، چاه ها و مجاری آب و فاضلاب بایستی با رعایت نکات ذکر شده در بند ۱۲-۹ مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان اجرا شود.همچنین کلیه موارد ذکر شده در بند ۲۲-۹-۱-۴ مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان قبل از شروع عملیات خاکی بایستی توسط سازنده رعایت شود.

22. سازنده در عملیات گودبرداری و پایدارسازی جداره های گود موظف است مفاد بند ۱۲-۹-۲ مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان و همچنین مبحث"پی و پی سازی"مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان و دستور العمل اجرایی گودبرداری های ساختمانی ابلاغی وزارت راه و شهرسازی را رعایت نماید.

الف– نکات مهم قبل از گود برداری :

۱– شناخت کافی از خاک منطقه جهت تعیین مقاومت خاک.

۲– قطع آب ، برق و گاز با همکاری سازمانهای زیربط.

۳– اطلاع دادن به ایستگاه آتش نشانی نزدیک برای جلوگیری از وقفه در سرویس رسانی امداد و نجات.

٤– شناسایی موقعیت تاسیسات زیرزمینی.

۶– توجیه ساکنین مجاور با هشدارهای ایمنی مورد نیاز و تخلیه آنها در صورت احساس خطر ریزش.

مسایل ایمنی محل قبل از گودبرداری

- قبل از تخریب ساختمان ساختگاه پروژه چگونگی اتصال ساختمان های مجاور به ساختمان ساختگاه مورد بررسی قرارگرفته و دیوار های مشترک مرزی، مکان و نحوه ی اتصال دیوار های مرزی به هم، تیر ها یا سقف های مشترک دو ساختمان مجاور، وجود بازشو ها و نعل درگاه ها و لوله های دودکش یا داکت های تأسیساتی واقع دردیوار های مرزی، نوع مصالح، فرسودگی و وجود ترک ها در دیوار ساختمان مجاور مورد شناسایی قرارگیرد.
- با ساخت سقف های ایمن با استفاده از داربست های فلزی که بر روی آن به کمک توری های مناسب پوشیده شده، قبل از تخریب ساختمان ساختگاه، ایمنی کافی را دربرابر سقوط احتمالی اجسام و مصالح برسقف، دیوار، حیاط و معابر مجاور ساختگاه ایجاد نمود.
- قبل از انجام عملیات تخریب در ساختگاه پروژه، چاه های فاضلاب موجود درآن را شناسا یی و آنها را با مواد مناسب پر نمود. چنانچه عمق این چاه ها بیش ازعمق گودبرداری ساختگاه باشد لازم است این چاه ها با بتن پرکننده حداقل تا ۵۰ سانتی متر بالاتر از تراز کف گودبرداری پرگردد و سپس روی آن با مواد مناسب دیگر تا سطح زمین پر شود. محل این چاه ها باید درنقشه های نهایی سازه نگهبان ترسیم و به عنوان بخشی از شرایط، در طراحی شرایط ایمنی گودبرداری لحاظ گردد.

مسایل ایمنی محل قبل از گودبرداری

- ٤) انتخاب روش تخریب باید با دقت انجام پذیرفته و عملیات تخریب ساختمان ساختگاه پروژه تحت نظارت مهندس ناظر انجام پذیرد. باید در انتخاب ابزارها و تجهیزات تخریب دقت لازم به عمل آید تا درهنگام تخریب بر ساختمان مجاور نیروهای دینامیکی و استاتیکی قائم یا جانبی وارد نگردد. خصوصاً لازم به ذکراست دیوارهای هم مرز با ساختمان مجاور با روش ها و ابزار های بدون ضربه تخریب و برداشته شود.
- ۵) قبل ازانجام عملیات تخریب در ساختگاه ضروری است انشعابات تأسیسات مکانیکی و برقی موجود درآن با کسب مجوز از مراجع ذیربط و با نظارت کارشناس فنی مربوطه قطع گردد.
- ۶) عوامل فنی مسئول در پروژه خصوصاً مجری و مهندس ناظر نسبت به مراحل مختلف گودبرداری و چگونگی ساخت عناصر پیش ساخته و درجا کاملاً توجیه گردیده و هماهنگی لازم بین مهندسین مجری، ناظر و مهندس طراح برای مقابله با مسائل پیش بینی شده و پیش بینی نشده به عمل آید.

مسایل ایمنی ساختمانهای مجاور گود قبل از اجرا

- هشدار های کافی درخصوص خطرات ناشی ازتخریب به ساکنین ساختمان های مجاور داده شود و تمهیدات لازم درخصوص عدم سکونت درفواصل نزدیک مرزگودبرداری را بر ایشان فراهم نمود. حتی المقدور مکان دیگری را برای سکونت ساکنین ساختمان های مجاور پیش بینی و آنجا را خالی از سکنه نمود. همچنین لوازم و وسایل ارزشمند و سنگین را تخلیه یا به قسمت های دیگر ساختمان که فاصله کافی از مرز گودبرداری دارد منتقل گردد.
- باکسب مجوز از مراجع ذیربط تابلو های هشداردهنده لازم برای عدم عبور عابرین و عدم پارک یا عبور خودرو در اطراف محوطه گودبرداری را در مکان های مناسب نصب کرد. حصارکشی مناسب با وزن کم در اطراف دیواره گودبرداری در فواصل مناسب ایجاد شود و حتی المقدور دیوارهای سنگین اطراف گود را قبل از گودبرداری تخریب کرد.
- در ساختمان های مجاور بررسی های لازم درخصوص احتمال نشست، ایجاد ترک، حرکت دیوار های مرزی، تغییرشکل چارچوب در ها و پنجره ها و یا ریزش سقف به عمل آید و در صورت نیاز دیوار های جدید از سمت داخل ساختمان درکنار دیوار مرزی، مقاوم سازی دیوار از طریق اجرای دیوار بتن مسلح، اجرای دیوار پرکننده در بازشو های دیوار مرزی، بندکشی دیوار های مرزی و نصب شمع های مناسب زیر تیر های سقف در مکان های مناسب در داخل ساختمان مجاور به اجرا در آید.

مسایل ایمنی ساختمانهای مجاور گود قبل از اجرا

- حتی المقدور کلیه چاه های فاضلاب واقع درساختمان های مجاور شناسایی گردد. چنانچه فاصله چاه های موجود از مرز گودبرداری کمتر از عمق نهایی گودبرداری است و تراز آب چاه ها بالاتر از تراز نهایی کف گودبرداری است ، نسبت به تخلیه چاه و جلوگیری از ریختن مجدد آب به درون آن ها اقدام نمود. چاه های فاضلاب واقع دراین فاصله باید با مصالح مناسب پر و در فاصله دورتر چاه های جدید حفر و مسیر لوله های فاضلاب منتهی به چاه های پر شده مسدود و سیستم جدید انتقال فاضلاب اجرا و فاضلاب به چاه های جدید منتقل شود.
- کانال ها، جداول، آبرو ها و تأسیسات انتقال آب و فاضلاب کنار معابر مجاور گودبرداری شناسایی و چنانچه احتمال ریزش آب به درون دیوار گودبرداری وجود دارد با ایجاد عایق مناسب آب بند گردند.
- مسیر عبور کلیه شریانهای حیاتی از قبیل خط گاز، آب، برق فشارقوی یا ضعیف، تلفن، فیبر نوری و اینترنت و... و مسیرعبور آن در معابر مجاور گودبرداری با استعلام از مراجع ذیربط، شناسایی و چنانچه از مجاور مرز گودبرداری عبور می نمایند احتیاط های ایمنی مضاعفی را پیش بینی نمود.
- قبل ازهرگونه تخریب و گودبرداری ، ساختمان های مجاور را در برابر خطرات مالی و جانی و مسئولیت مدنی و شخص ثالث و. . . بیمه نمود.

مسایل ایمنی در حین گودبرداری

- تخریب و گودبرداری تحت نظارت مهندس ناظر یا دستگاه نظارت، توسط مجری ذیصلاح صورت پذیرد.
- بطور روزانه آمار کارگران کارگاه به صورت دقیق با مشخصات سجلی ، آدرس و تلفن تماس در دفاتر مخصوص ثبت گردد.
- در همه حال شخصی جهت بررسی وضعیت ایمنی موجود و مراقبت دائم از دیواره گودبرداری و اعلام هشدار به کارگران جهت فرار از خطر، پناه گرفتن و یا هرگونه عکس العمل مورد نیاز گمارده شود. حتی المقدور درکارگاه سیستم آژیر مناسبی جهت اعلام خطر و هشدار به کارگران و ساکنین ساختمان های مجاور نصب گردد.
- گودبرداری به صورت مرحله ای به شکلی که در نقشه های اجرایی آمده با استفاده از ماشین آلات مخصوص یا روش دستی انجام پذیرد.
- درحین گودبرداری باید روش های مرحله ای طراحی شده عیناً اجرا گردد درهیچ مرحله ای ازگودبرداری و اجرای سازه نگهبان نباید دیواره گودبرداری برای مدت زمان طولانی رها گردد و سرعت پی درپی مراحل انجام کار باید حفظ گردد.

مسایل ایمنی در حین گودبرداری

- درهنگام گودبرداری و نصب سازه و پس از آن باید بطور مداوم ساختمان های مجاور و معابر اطراف مورد بازرسی قرارگیرد. ایجاد ترک یا افزایش ابعاد آن در دیواره، سقف و کف ساختمان های مجاور و معابر اطراف و تحت فشار قرارگرفتن یا ر هایی از پیش فشار های درب ها و چهارچوب ها ، شکستن یا ترک برداشتن شیشه ها ، نشست یا تورم خاک ، موزاییک یا کف پوش روی زمین ، دیوار یا سقف ، ایجاد صدا های شکستگی عناصر سازه ای و غیرساز ه ای ساختمان مجاور گودبرداری ممکن است به دلیل حرکت زمین باشد. درچنین مواردی باید مسأله به فوریت مورد بررسی قرارگیرد. ضعف عناصری از سازه نگهبان که می تواند در بروز این مسأله مؤثرباشد را شناسایی و نسبت به تقویت سازه نگهبان ازطریق تقویت آن عناصر یا اضافه نمودن عناصر جدید اقدام نمود.
- چنانچه درطول مدت زمان گودبرداری یا پس از آن درصد رطوبت قسمتی از دیواره گود افزایش یابد یا آب از بخشی از دیوار به داخل گود فرو ریزد نشان دهنده وجود منبعی است که عامل ایجاد این رطوبت بوده است.(وجود چاه های جذبی ، نشت آب از شبکه ی آب یا فاضلاب، وجود باغچه های درحال آبیاری یا عبور آب های زیرزمینی از میان لایه های درشت دانه). دراین صورت احتمال کاهش پایداری دیواره گود زیاد است و باید راهکار های مناسب درحذف منبع ایجاد رطوبت به کار رود و افزایش فوری ظرفیت سازه نگهبان بطور موضعی در همان ناحیه در دستورکار قرارگیرد.

مسایل ایمنی در حین گودبرداری

- چنانچه در هنگام نصب سازه نگهبان یا پس از آن یکی از عناصر سازه ای مانند یک دیوار، مهار پشت بند، تیر، ستون، شالوده ستون ها یا شالوده تأمین کننده نیرو های فشار مقاوم و یا عناصرافقی کاهش دهنده طول کمانش جانبی پشت بند ها به حالت حدی یا کمانش یا گسیختگی خود برسد، نشان دهنده اعمال نیرو های بیش از ظرفیت سازه نگهبان است که دراین موارد باید سریعاً مسأله را بررسی و تقویت سازه نگهبان به مورد اجرا قرارگیرد.
- هنگامی که گودبرداری و ساخت سازه نگهبان در تراز زیرسطح آب زیرزمینی مدنظر است باید روش های گودبرداری و ساخت سازه نگهبان را متناسب با وضعیت و با درنظرگرفتن روش های زهکشی و پایین انداختن تراز آب، شمع کوبی، سپرکوبی و ... اقدام نمود. حتی المقدور باید از روش های اجرای دیوار درجا در چنین مواردی صرف نظر نمود. دراینگونه موارد سریعاً افراد ساکن در ساختمان ها باید ساختمان را تخلیه و در اولین فرصت با درنظرگرفتن کلیه جوانب احتیاط لوازم ارزشمند و اثاثیه سنگین از نقاط نزدیک به مرز گودبرداری دور گردد.
- از استقرار اتاقک ، کانکس ، محل سکونت یا استراحت نگهبان یا کارگران و یا انبار مصالح در مجاور گودبرداری اجتناب و برای این موارد مکانی که دارای فاصله مناسب از مرز گودبرداری است در نظر گرفته شود.

مسایل ایمنی در حین گودبرداری

- سیستم روشنایی کامل برای مکان گودبرداری ساختگاه تأمین شود و در شب کلیه قسمتهای کارگاه با نور کافی روشن گردد به نحوی که خرابی احتمالی هر قسمت از سازه نگهبان یا دیواره گودبرداری را بتوان از بیرون گود هب خوبی مشاهده نمود.
- یک خودرو مجهز به لوازم کمک های اولیه در محل پروژه آماده باشد تا بتوان در صورت بروز صانحه نسبت به مداوای مصدومین یا انتقال آنان به مراکز درمانی اقدام نمود.
- حتی الامکان در زمان شب و هنگام بارندگی از خاکبرداری در مجاور مرز گودبرداری خودداری گردد. در صورتی که خاکبرداری در چنین مواردی الزام است ، خاکبرداری در حضور و نظارت مهندس ناظر انجام گیرد.
- در مواقع بارندگی چنانچه بخشی از دیواره گود در معرض بارندگی قرار داشته و دیوار توکار سازه نگهبان در آن قسمت تکمیل نشده باشد ضروری است با پوشش آب بند پلاستیکی مناسب تا کف گود تا قسمتی که از نفوذ آب به دیوار و پای آن جلوگیری نماید پوشانده شود.

تمهیدات در عملیات حفاری و گود برداری

- بررسی زمین و مطالعات خاک از لحاظ تعیین مقاومت خاک، احتمال رانش خاک در عملیات اجرایی .
- تعیین موقعیت تاسیسات زیرزمینی از قبیل کانال های تاسیساتی، فاضلاب، لوله کشی های آب، برق و گاز نظایر مشابه .
- بررسی خطرات احتمالی در حین گود برداری از قبیل پایداری ساختمان ها و سازه های مجاور با محل گودبرداری و تمهیدات ایمنی لازم برای بروز خطرات احتمالی مطابق با دستور العمل مهندس ناظر یا سرپرست کارگاه .
- در نظر گرفتن اقدامات حفاظتی مناسب برای تامین ایمنی کارگران و سایر افراد نزدیک به محل گودبرداری
- نصب سازه های نگهبان ، سپرها ، شمع بندی و نظایر مشابه برای موارد زیر الزامی است
  - الف- برای خاکهای ناپایدار و سست که احتمال ریزش آنها وجود دارد.
  - ب- برای هنگامی که گودبرداری نزدیک به خطوط راه آهن ، مراکز تاسیساتی دارای ارتعاش و ضربه می باشند.

تمهیدات در عملیات حفاری و گود برداری

- سازه های نگهبان و مهارهای نگهدارنده آنها باید بعد از صدمات وارده در اثر نیروهای وارده ناشی از کار یا سایر برخوردهای احتمالی که باعث لق شدن مهارها مورد بررسی قرار گیرند .
- از تخلیه هرگونه نخاله ناشی از گودبرداری در فاصله کمتر از نیم متر از لبه گود برداری باید اکیدا خودداری نمود زیرا که باعث ریزش همان نخاله به داخل گودبرداری و باعث صدمات وارده بر کارگران شاغل در آن می گردد .
- باید راه دسترسی مناسب و ایمن برای ورود کارگران به داخل محل گودبرداری تعبیه نمود .
- باید از حفاظهای مناسب و توری های نخاله گیر برای جلوگیری از سقوط خاک و سنگ به داخل محل گود برای تامین ایمنی کارگران شاغل در داخل گود اقدام نمود .
- اطراف محل گود که محل تردد کارگران و سایر افراد می باشد باید با حفاظ های مناسب و مقاوم بصورت ایمن محصور گردند .
- باید با استفاده از علایم هشدار دهنده ، ایمنی و چراغ های گردان نسبت به آگاه کردن افراد و سایر وسایل نقلیه در شبانه روز اقدام نمود و علایم نصب شده باید تمیز و قابل رویت برای افراد باشند .

تمهیدات در عملیات حفاری و گود برداری

- در صورت استفاده از ماشین های عمرانی برای عملیات گودبرداری یا انباشتن خاک در لبه گودبرداری شده باید نسبت به تقویت سازه های نگهبان ، سپری ها ، شمع ها و مهارها اقدام نمود .
- در صورت کمبود نور و روشنایی طبیعی در محل گودبرداری باید نسبت به تامین روشنایی مصنوعی بصورت ایمن اقدام نمود.
- در صورت وجود گازهای سمی و خطرناک در داخل کانال باید نسبت به تهویه آنها بصورت ایمن اقدام نمود .
- در صورت تجمع آب به هر دلیلی ، بایستی آب را از محل گود در اسرع وقت تخلیه نمود .
- در محل های گودبرداری شده با عمق بیش از ۱ متر کارگر نباید به تنهایی مشغول انجام کار گردد .
- راه های دسترسی باید برای عمق بیش از ۶ متر با استفاده از نردبان ، پلکان با پاگرد مناسب یا راه شیب دار ایمن باشد.

در حفاری با ماشین آلات عمرانی به موارد زیر توجه گردد:

- رمپ مناسب با عرض حداقل ٤ متر با شیب مناسب برای تردد ماشین آلات عمرانی .
- در حفاری با بیل مکانیکی لازم است موارد زیر را دقت نمود :
  - الف- کنترل و بررسی اولیه موقعیت حفاری توسط عامل انجام کار
  - ب- فاصله مناسب از لبه محل حفاری
  - ج- کنترل و بازرسی ماشین قبل از شروع عملیات
  - د- استفاده از جک ها و استقرار ماشین قبل از شروع عملیات
- هیچگاه از ماشین نامناسب برای عملیات حفاری استفاده نشود.
- در حفاری با ماشین آلات ساختمانی حتما نسبت به برخورد ماشین با سازه های جانبی ، تاسیسات برقی و زیر زمینی دقت لازم بعمل آید .
- هنگام کار با ماشین آلات راهسازی در نزدیک خطوط برق حتما از فرد کمکی برای کنترل بوم ماشین و جلوگیری از برخورد آن با سیم های برق و تاسیسات برقی استفاده شود.

ب– نکات مهم در حین گود برداری :

اگر خاک محل گود برداری ، خاکریزهای دستی است ، لازم است گود برداری بصورت تدریجی و با مهار کامل دیواره های جانبی به وسیله شمع انجام شود.

برای جلوگیری از ریزش دیواره های جانبی در صورت عدم محدودیت در فضا ، دیواره ها باید شیب ملایمی به اندازه شیب مجاز خاک داشته باشند.

دیواره های هر گود برداری که عمق آن بیش از ۲/۱ متر است و خطر ریزش دارد باید مهار شود به جز مواردی که شیب دیواره به اندازه مجاز باشد.

اگر گود برداری ، عمقی بیش از ۳ متر داشته باشد ، لازم است ابتدا محل ستونها خاکبرداری شده و با اجرای ستونها و مهار آنها ، از ریزش و رانش خاکهای سست جلوگیری شود.

هنگامیکه گود برداری پایین تر از پی ساختمانهای مجاور انجام می گیرد ، باید نسبت به پایداری پی های مجاور اقدام لازم بعمل آید.

مصالح حاصل از گود برداری نباید به فاصله کمتر از (۵/۰) متر از گود ریخته شده و در صورت امکان دور از آن در محل مناسب و عاری از خطر انباشته شود.

ج– نکات مهم بعد از گود برداری :

زمانبندی و اجرای عملیات ساختمانی طوری تنظیم شود که بلافاصله پس از گود برداری، عملیات مهار سازی و اجرای پی صورت گیرد.

بعداً از وقوع بارندگی، سیل یا زلزله دیواره های گود بازدید شده و در صورت لزوم وسایل حفاظتی تقویت شود.

از استقرار ماشین آلات سنگین در مجاورت لبه های بالای گود خودداری شود و در صورت اجبار اقدامات جانبی به منظور مقاومت در برابر بار اضافی بکار رود.

جهت ایمنی عابرین پیاده و جلوگیری از سقوط افراد و اشیاء، حصار کشی مناسب و نصب علائم خطر یا احتیاط و چراغهای هشدار دهنده قابل رویت در شب ، ضروری است

آیین نامه حفاظتی کارگاه های ساختمانی : گودبرداری و حفاری

بخش اول – عملیات مقدماتی گودبرداری و حفاری

- **ماده ۲۳۸: قبل از اینکه عملیات گوبرداری و حفاری شروع شود، اقدامات زیر باید انجام شود.**
  - زمین مورد نظر از لحاظ استحکام دقیقا مورد بررسی قرار گیرد.
  - موقعیت تاسیسات زیر زمینی از قبیل کانال های فاضلاب ، لوله کشی آب ، گاز ، کابل های برق ، تلفن و غیره که ممکن است در حین انجام عملیات گودبرداری موجب بروز خطر و حادثه گردند و یا خود دچار خسارت شوند، باید مورد شناسایی قرار گرفته و در صورت لزوم نسبت به تغییر مسیر دائم یا موقت و یا قطع جریان آنها اقدام گردد.
  - در صورتی که تغییر مسیر یا قطع جریان تاسیسات مندرج در بند ب امکان پذیر نباشد باید به طرق مقتضی از قبیل نگهداشتن به طور معلق و یا محصور کردن و غیره، نسبت به حفاظت آن ها اقدام شود.
  - موانعی از قبیل درخت، تخته سنگ و غیره از زمین مورد نظر خارج گردند.
  - در صورتی که عملیات گود برداری و حفاری احتمال خطری برای پایداری دیوارها و ساختمان های مجاور در برداشته باشد، باید از طریق نصب شمع، سپر و مهارهای مناسب و رعایت فاصله مناسب و ایمن گودبرداری و در صورت لزوم با اجرای سازه های نگهبانی قبل از شروع عملیات ، ایمنی و پایداری آنها تامین گردد.

آیین نامه حفاظتی کارگاه های ساختمانی : گودبرداری و حفاری

- **بخش دوم – اصول کلی گودبرداری و حفاری**
- **ماده ۲۳۹: اگر در مجاورت محل گودبرداری و حفاری کارگرانی مشغول به کار دیگری باشند، باید اقدامات احتیاطی برای ایمنی آنان به عمل آید.**

ماده ۲٤۰: دیواره های هر گودبرداری که بیش از ۱۲۰ سانتیمتر بوده و احتمال خطر ریزش وجود داشته باشد، باید به وسیله نصب شمع، سپر و مهارهای محکم و مناسب حفاظت گردد، مگر آنکه دیواره ها دارای شیب مناسب (کمتر از زاویه پایدار شیب خاکریزی) باشند.

- **ماده ۲٤۲: مصالح حاصل از گودبرداری و حفاری نباید به فاصله کمتر از نیم متر از لبه گود ریخته شود. همچنین این مصالح نباید در پیاده روها و معابر عمومی به نحوی انباشته شود که مانع عبور و مرور گردد.**
- **ماده ۲٤۳: دیواره های محل گوبرداری و حفاری در موارد ذیل باید دقیقا مورد بررسی و بازدید قرار گرفته و در نقاطی که خطر ریزش بوجود آمده است، وسایل ایمنی نصب و یا نسبت به تقویت آنها اقدام گردد.**
  - **الف – بعد از یک وقفه ۲٤ ساعته یا بیشتر در کار.**
  - **ب – بعد از هر گونه عملیات انفجاری.**
  - **ج – بعد از ریزش های ناگهانی.**
  - **د – بعد از صدمات اساسی به مهارها.**
  - **هـ – بعد از یخبندان های شدید.**
  - **و– بعد از باران های شدید.**

آیین نامه حفاظتی کارگاه های ساختمانی : گودبرداری و حفاری

- ماده ۲٤٤ : در محل هایی که احتمال سقوط اشیا به محل گودبرداری و حفاری وجود دارد باید موانع حفاظتی برای جلوگیری از وارد شدن آسیب به کارگران پیش بینی گردد. همچنین برای پیشگیری از سقوط کارگران و افراد عابر به داخل محل گودبرداری و حفاری نیز باید اقدامات احتیاطی از قبیل محصور کردن محوطه گودبرداری،نصب نرده ها، موانع، وسایل کنترل مسیر، علایم هشدار دهنده و غیره انجام شود.
- ماده ۲٤٥ : شب ها در کلیه معابر و پیاده روهای اطراف گودبرداری و حفاری باید روشنایی کافی تامین شود و همچنین علایم هشدار دهنده شبانه از قبیل چراغ های احتیاط، تابلوهای شبرنگ و غیره در اطراف منطقه محصور شده نصب گردد، به طوری که کلیه عابران و رانندگان وسایل نقلیه از فاصله کافی و به موقع متوجه خطر گردند.
- ماده ۲٤٦ : قبل از قرار دادن ماشین آلات و وسایل مکانیکی از قبیل جرثقیل، بیل مکانیکی، کامیون و غیره و یا انباشتن خاک های حاصل از گودبرداری و حفاری و مصالح ساختمانی در نزدیکی لبه های گود، باید شمع، سپر و مهارهای لازم جهت افزایش مقاومت در مقابل بارهای اضافی در دیواره گود نصب گردد.

آیین نامه حفاظتی کارگاه های ساختمانی : گودبرداری و حفاری

- ماده ۲۴۷ : در صورتی که از وسایل بالابر برای حمل خاک و مواد حاصل از گودبرداری و حفاری استفاده شود، باید پایه های این وسایل به طور محکم و مطمئن نصب گردیده و خاک و مواد مذکور نیز باید با محفظه های ایمن و مطمئن بالا آورده شود.
- ماده ۲۴۸ : هرگاه دیواری جهت حفاظت یکی از دیواره های گودبرداری مورد استفاده قرار گیرد باید به وسیله مهارهای لازم پایداری آن تامین شود.
- ماده ۲۴۹ : در صورتی که از موتورهای احتراق داخلی در داخل گود استفاده شود، باید با اتخاذ تدابیر فنی، گازهای حاصله از کار موتور به طور موثر از منطقه کار کارگران تخلیه گردد.
- ماده ۲۵۰ : چنانچه وضعیت گود یا شیار به نحوی است که روشنایی کافی با نور طبیعی تامین نمی شود باید جهت جلوگیری از حوادث ناشی از فقدان روشنایی، از منابع نور مصنوعی استفاده شود.
- ماده ۲۵۱ : در صورتی که احتمال نشت و تجمع گازهای سمی و خطرناک در داخل کانال وجود داشته باشد باید با اتخاذ تدابیر فنی و نصب وسایل تهویه، هوای منطقه تنفسی کارگران به طور موثر تهویه گردد. همچنین در صورت تجمع آب در کانال باید نسبت به تخلیه آن اقدام شود.

آیین نامه حفاظتی کارگاه های ساختمانی : گودبرداری و حفاری

- ماده ۲۵۲ : در مواردی که حفاری در زیر پیاده روها ضروری باشد، باید جهت پیشگیری از خطر ریزش، اقدامات احتیاطی از قبیل نصب مهارهای مناسب با استقامت کافی انجام و با نصب موانع، نرده ها و علایم هشدار دهنده، منطقه خطر به طور کلی محصور و از عبور و مرور افراد جلوگیری به عمل آید.
- ماده ۲۵۳ : در گود ها و شیارهایی که عمق آن ها از یک متر بیشتر باشد، نباید کارگران را به تنهایی به کار گمارد.
- ماده ۲۵٤ : در حفاری با بیل و کلنگ باید کارگران به فاصله کافی از یکدیگر به کار گمارده شوند.
- ماده ۲۵۵ : در شیار ها عمیق و طولانی که عمق آنها بیش از یک متر باشد، باید به ازاء حداکثر هر سی متر طول، یک نردبان کار گذارده شود. لبه بالایی نردبان باید تا حدود یک متر بالاتر از لبه شیار ادامه داشته باشد.
- ماده ۲۵۶ : برای رفت و آمد کارگران به محل گودبرداری باید راه های ورودی و خروجی مناسب و ایمن در نظر گرفته شود. در محل گودهایی که عمق آن بیش از ۶ متر باشد، باید برای هر شش متر یک سکو یا پاگرد برای نردبان ها، پله ها و راه های شیب دار پیش بینی گردد. این سکو یا پاگرد ها و همچنین راه های شیب دار و پلکان ها باید به وسیله نرده های مناسب محافظت شوند.

آیین نامه حفاظتی کارگاه های ساختمانی : گودبرداری و حفاری

- ماده ۲۵۷ : عرض معابر و راه های شیب دار ویژه وسایل نقلیه نباید کمتر از چهار متر باشد و در طرفین آن باید موانع محکم و مناسبی نصب گردد .در صورتی که این حفاظ از چوب ساخته شود قطر آن نباید از بیست سانتی متر کمتر باشد.
- ماده ۲۵۸ : در محل گودبرداری باید یک نفر نگهبان مسئول نظارت بر ورود و خروج کامیون ها و ماشین آلات باشد و نیز برای آگاهی کارگران و سایر افراد علایم هشداردهنده در معبر ورود و خروج کامیون ها و ماشین آلات مذکور نصب گردد.
- ماده ۲۵۹ : راه های شیب دار و معابری که در زمین های سخت ،بدون استفاده ار تخته چوبی ساخته می شود، باید بدون پستی و بلندی و ناهمواری باشد.
- ماده ۲۶۰ : افرادی که در عملیات گودبرداری و حفاری بکار گرفته می شوند باید دارای تجربه کافی بوده و همچنین افراد ذیصلاح بر کار آنان نظارت نمایند

ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا– مبحث دوازدهم

- ۱۲-۲-٤-۸ : بند ث : قبل از هرگونه گودبرداری و حفاری ، باید در مورد وجود کابل های زیرزمینی انتقال و توزیع نیروی برق در منطقه عملیات ، بررسی لازم به عمل آمده و ضمن استعلام از مراجع ذیربط ، حریم های قانونی رعایت و در صورت لزوم اقدامات احتیاطی از قبیل قطع جریان ، تغییر موقت یا دائم مسیر ، حفاظت و ایزوله کردن این خطوط توسط مراجع مذکور انجام شود .
- ۱۲-۶-۱-۳ : وسایل و تجهیزات مکانیکی نباید در نقاطی پارک ، نصب و مورد استفاده قرار گیرند که خطر لغزش دستگاه ، ریزش دیوار محل گودبرداری و یا اشتعال گازها و مواد قابل اشتعال و انفجار وجود داشته باشد .
- ۱۲-۷-۵-۷ : عرض راه شیب دار که در گودبرداری ها ایجاد می شود باید حداقل ٤ متر بوده و جداره های آن به نحو مقتضی پایدار گردد.
- -۱۲-۸-۳-٤: تخریب دیوارهایی که برای نگهداری خاک زمین یا ساختمان مجاور ساخته شده اند ، باید پس از اجرای سازه های نگهبان انجام شوند .

ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا– مبحث دوازدهم

- ۱۲—۹-۲-۱: در صورتی که در عملیات گودبرداری و خاک برداری احتمال خطری برای پایداری و سرویس دهی دیواره های گود ، دیوارها و ساختمان های مجاور و یا مهارها وجود داشته باشد، باید قبل از گودبرداری و خاک برداری ، ایمنی و پایداری آنها با استفاده از روشهایی نظیر نصب شمع، سپر و مهارهای مناسب و رعایت فاصله مناسب و ایمن گودبرداری و در صورت لزوم با اجرای سازه های نگهبان تأمین گردد.
- ۱۲-۹-۲-۲: سازنده موظف است در عملیات گودبرداری و پایدار سازی جداره های گود مفاد مبحث " پی و پی سازی (مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان) " و دستورالعمل اجرایی گودبرداری های ساختمانی ابلاغی وزارت راه و شهر سازی را رعایت نماید .
- ۱۲-۹-۲-۳: در مواردی که عملیات گودبرداری در مجاورت بزرگراهها، خطوط راه آهن یا مراکز و تاسیسات دارای ارتعاش انجام می شود، باید اقدامات لازم برای جلوگیری از لغزش یا ریزش جداره ها صورت گیرد.

ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا– مبحث دوازدهم

- ۱۲-۹-۲-٤:در موارد زیر باید دیواره های محل گودبرداری، همچنین دیواره ها و ساختمان های مجاور، دقیقاً توسط شخص ذیصلاح مورد بررسی و بازدید قرار گرفته و در نقاطی که خطر ریزش ، لغزش یا تغییر شکل های غیر مجاز به وجود آمده است، مهارها و وسایل ایمنی لازم از قبیل شمع و سپر نصب و یا مهارهای موجود تقویت گردند.
  - قبل از پایدارسازی کامل ، به صورت روزانه و بعد از پایدارسازی، حداقل هفته ای یک بار
  - بعد از وقوع بارندگی، طوفان، سیل، زلزله و یخبندان
  - بعد از هرگونه عملیات انفجاری
  - بعد از ریزش های ناگهانی
  - بعد از وارد آمدن صدمات اساسی به مهارها
- ۱۲-۲-۹-۵: برای جلوگیری از بروز خطرهایی نظیر پرتاب سنگ، سقوط افراد، حیوانات، مصالح ساختمانی و ماشین آلات ، سرازیر شدن آب به داخل گود و نیز برخورد افراد و وسایل نقلیه با کارگران و وسایل و ماشین آلات حفاری در فاصله حداقل خاکبرداری، باید اطراف محل گودبرداری و خاک برداری با رعایت مفاد بخش -۱۲-۵-۲و ۱۲ -۵- ۹، و با فاصله ۱.۵ متر از لبه گود احداث و با علائم هشدار دهنده که در شب و روز و از فاصلهٔ دور قابل رؤیت باشند مجهز گردد.

ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا– مبحث دوازدهم

- ۱۲-۹-۲- ۶ : در گودبرداری هایی که عملیات اجرایی به علت محدودیت ابعاد آن با مشکل نور و تهویه هوا مواجه می گردد، لازم است نسبت به تأمین وسایل روشنایی و تهویه هوا اقدام لازم به عمل آید.
- ۱۲-۹-۲- ۷ : مواد حاصل از گودبرداری نباید به فاصله کمتر از ۱ متر از لبه گود ریخته شوند . همچنین این مواد نباید در پیاده روها و معابر عمومی به نحوی انباشته شوند که مانع عبور و مرور گردیده یا موجب بروز حادثه گردند
- ۱۲-۹-۲- ۸ : محل استقرار ماشین آلات و وسایل مکانیکی از قبیل جرثقیل، بیل مکانیکی، لودر، کامیون یا انباشتن خاک های حاصل از گودبرداری و یا مصالح ساختمانی در مجاورت گود، باید توسط شخص ذیصلاح بررسی و حداقل فاصله مناسب تعیین گردد، این فاصله باید دقیقاً از لبه گود رعایت شود.
- ۱۲-۹-۲- ۹ : در گودهایی که عمق آنها بیش از ۱ متر می باشد، نباید کارگر در محل کار به تنهایی به کار گمارده شود.
- ۱۲-۹-۲- ۱۰ : در گودبرداری ها، عرض معابر و راههای شیب دار(رمپ) احداثی ویژه وسایل نقلیه نباید کمتر از ٤ متر باشد.

ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا– مبحث دوازدهم

- ۱۲-۹-۲-۱۱: در محل گودبرداری های عمیق و وسیع، باید یک نفر نگهبان مسئولیت نظارت بر ورود و خروج کامیون ها و ماشین آلات سنگین را عهده دار باشد .برای آگاهی کارگران و سایر افراد، باید علائم هشدار دهنده در معبر و محل ورود و خروج کامیون ها و ماشین آلات مذکور نصب گردد.
- ۱۲-۱۱-۸-۱: از انبار کردن و انباشتن مصالح ساختمانی در نزدیکی لبه های گودبرداری ، دهانه چاه ها ، گودال ها ، پرتگاه ها و نظایر آن باید جلوگیری به عمل آید .
- علاوه بر آن رعایت موارد زیر الزامیست:
  - آیین نامه ایمنی کار با ماشین آلات عمرانی مصوب شورای عالی حفاظت فنی وزارت تعاون ، کار و رفاه اجتماعی
  - نشریه ۵۵ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور (مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی)

فصل پنجم

وظایف و مسئولیت های اشخاص در پروژه های گودبرداری

دستورالعمل گودبرداری های ساختمانی

- وزارت راه و شهرسازی در تاریخ ۱۳۹۱/۱۲/۲۷ به استناد آیین نامه اجرایی ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان « دستورالعمل اجرایی گودبرداری های ساختمانی» را به منظور انتظام در روند انجام گودبرداری های ساختمانی و تعیین وظایف و مسئولیت های عوامل و دست اندرکاران ابلاغ نمودند.

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
حوزه وزارتی

تاریخ : ۱۳۹۱/۱۲/۲۷
شماره : ۸۱۵۷۳/۱۰۰/۰۲

بسمه تعالی

عادی

برادر ارجمند جناب آقای مهندس محمدنجار
وزیر محترم کشور

سلام علیکم

پس از حمد خدا و درود و صلوات بر محمد و آل محمد(ص)، به پیوست«**دستورالعمل اجرایی گودبرداری‌های ساختمانی**» که پس از حدود یکسال بررسی و در کمیته‌ای متشکل از نمایندگان سازمان نظام مهندسی ساختمان، شورای اسلامی شهر تهران و کمیته‌های تخصصی مباحث مقررات ملی ساختمان و نیز اخذ نظر از پیشکسوتان و مهندسین کشور، در جلسه مورخ ۱۳۹۱/۱۱/۱۸ شورای تدوین مقررات ملی ساختمان کشور تصویب شده و به عنوان بخشی از مقررات ملی ساختمان تلقی و رعایت آن الزامی است، جهت اجرا از تاریخ ۱۳۹۲/۳/۱ در سراسر کشور ارسال می‌گردد. خواهشمند است به استانداریها و شهرداریهای کشور جهت اجرا ابلاغ نمایند.

علی نیکزاد

وزارت راه و شهرسازی
دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان

نامه های فاقد مهر برجسته ی دبیرخانه مرکزی وزارت راه و شهرسازی ، از درجه اعتبار ساقط می باشند.

صاحب کار یا کارفرما

- صاحب کار: صاحب کار شخص حقیقی یا حقوقی مالک یا قائم مقام قانونی مالک کارگاه ساختمانی است که انجام عملیات گودبرداری را طبق قرارداد کتبی به سازنده واگذار می نماید. در صورتی که صاحب کار دارای پروانه اشتغال به کار اجرای ساختمان باشد، می تواند خود به عنوان سازنده فعالیت نماید. در پروژه های گودبرداری ساختمانی اهم مسئولیت های صاحب کار شامل موارد زیر می باشد :
  - صاحب کار موظف است مشخصات فنی املاک مجاور ملک خود را از شهرداری اخذ و در اختیار طراح پروژه قرار دهد.
  - صاحب کار موظف است در تمامی مراحل کار کلیه تجهیزات و منابع مالی را که برای تامین ایمنی گودبرداری توسط طراح، شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک یا ناظر ضروری تشخیص داده می شود در اختیار سازنده قرار دهد.
  - صاحب کار در صورت پیشنهاد و درخواست کتبی طراح موظف است برای انجام روشهایی از پایدارسازی گود که مستلزم خارج شدن از محدوده مالکیت می گردد (از قبیل نیلینگ و انکراژ) نسبت به مطلع نمودن کلیه همجواری های ذینفع اقدام نماید.

مهندس طراح

- ب) طراح : طراح یا محاسب سازه ساختمان شخص حقیقی شاغل به کار در دفتر مهندسی یا شخص حقوقی طراحی ساختمان است که بر اساس پروانه اشتغال به کار مهندسی معتبر در زمینه طراحی در رشته عمران از وزارت راه و شهرسازی، انجام طراحی و محاسبات ساختمان را در حدود صلاحیت و ظرفیت مندرج در پروانه اشتغال به کار مهندسی بر عهده دارد. در پروژه های گودبرداری ساختمانی اهم مسئولیت های طراح شامل موارد زیر می باشد :
  - بررسی صحت اطلاعات املاک مجاور اخذ شده توسط صاحب کار از شهرداری .
  - انجام ارزیابی اولیه خطر گود وتکمیل چک لیست ارزیابی خطر گودبرداری .
  - ارائه گزارش طراحی و نقشه های اجرایی ایمنی گودبرداری و ارائه دستورالعمل های اجرایی
  - ارائه "گزارش بررسی وضعیت ساختمان های مجاور"، تحلیل اثرات ایجاد گود بر آنها و در صورت نیاز طراحی عملیات اجرایی محافظت از ساختمان های مجاور و یا ارائه روشهای مقاوم ساختن آن ها در برابر اثرات ناشی از تخریب و گودبرداری مورد نظر، ارائه نقشه های اجرایی مربوطه و ارائه دستورالعمل های اجرایی .

مهندس طراح

- تکمیل قسمت مربوط در فرم درخواست صدور مجوز شروع عملیات ساختمانی .
- حضور در جلسه مشترک در محل احداث ساختمان برای گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد.

- نکته :
- در گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد طراح باید تهیه گزارش و نقشه های موضوع بندهای ۳ و ٤ و مسئولیت های طراحی را طی یک قرارداد کتبی به شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک دارای صلاحیت محول نماید.
- ر گودهای با سطح خطر معمولی طراح می تواند در صورت نیاز از نظرات مهندس متخصص ژئوتکنیک استفاده نماید.

سازنده یا مجری

- سازنده : سازنده (مجری) شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال به کار اجرای ساختمان از وزارت راه و شهرسازی است که به عنوان پیمانکار کل، اجرای عملیات ساختمانی را بر عهده دارد. در گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد فقط باید از سازنده حقوقی استفاده شود. در پروژه های گودبرداری ساختمانی اهم مسئولیت های سازنده شامل موارد زیر می باشد :
  - تکمیل قسمت مربوطه فرم درخواست صدور مجوز شروع عملیات ساختمانی .
  - کنترل و بررسی گزارش طراحی، نقشه های اجرایی ایمنی گودبرداری و دستورالعمل های اجرایی تهیه شده توسط طراح از نظر مطابقت با یکدیگر و با وضعیت محلی و اصول فنی .
  - کنترل "گزارش بررسی وضعیت ساختمان های مجاور" (تهیه شده توسط طراح) .
  - نصب تابلوهای اعلام مشخصات گودبرداری و هشدارهای ایمنی یک هفته پیش از شروع عملیات گودبرداری .
  - حضور در جلسه مشترک در محل احداث ساختمان برای گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد.

وظایف مجری یا سازنده

- انتخاب جزئیات روش گودبرداری، استفاده از ماشین آلات مناسب، رعایت اصول ایمنی و پایش (مونیتورینگ) ساختمان های مجاور بر اساس نظر طراح یا شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک .
- به کارگیری مسئول ایمنی کارگاه گودبرداری در گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد .
- سازنده موظف است با توجه به شرایط پروژه و خطرات احتمالی نسبت به اخذ پوشش بیمه ای همجواری ها و اشخاص ثالث در خصوص حوادث ناشی از گودبرداری ، متناسب با خطر احتمالی اقدام نماید و هزینه اخذ بیمه نامه های مذکور باید در قرارداد اجرای ساختمان منظور گردد.
- سازنده موظف به فراهم کردن شرایط لازم برای تخلیه ساختمان های مجاور با رعایت قوانین و مقررات و شرایط و قراردادهای موجود در صورت تشخیص ضرورت تخلیه اضطراری ناشی از عملیات گودبرداری توسط ناظر، شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک ، شهرداری یا سازمان آتش نشانی می باشد.
- سازنده موظف به انجام هرگونه همکاری و هماهنگی لازم جهت بازدید بازرسین نهادهای نظارتی شامل وزارت راه وشهرسازی ، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، شهرداری و سازمان نظام مهندسی ساختمان می باشد.
- در گودهای با خطر بسیار زیاد و یا در صورت وجود ساختمان بسیار حساس در مجاورت گود استفاده از پیمانکارتخصصی گودبرداری ذیصلاح ضروری است.

ناظر

- ناظر: ناظر شخص حقیقی یا حقوقی دارای پروانه اشتغال به کار معتبر در زمینه نظارت از وزارت راه و شهرسازی است که در حدود صلاحیت و ظرفیت مندرج در پروانه اشتغال به کار بر اجرای صحیح عملیات ساختمانی نظارت می کند. در پروژه های گودبرداری ساختمانی اهم مسئولیت های ناظر شامل موارد زیر می باشد :
  - تکمیل فرم درخواست صدور مجوز شروع عملیات ساختمانی .
  - حضور در جلسه مشترک در محل احداث ساختمان برای گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد.
  - نظارت بر عملیات اجرای گودبرداری شامل تدابیر مقاوم سازی و رفع خطر ناشی از گودبرداری بر ساختمان ها و تأسیسات مجاور و ارائه گزارش های وضعیت گودبرداری به شهرداری به ازای هر مرحله گودبرداری یا حداکثر هر ۳متر عمق گودبرداری .
  - تهیه گزارش ارزیابی خطر گود در حین اجرا و ارائه آن همراه با گزارش وضعیت گودبرداری به شهرداری .
- – در محل هائی که سازنده دارای صلاحیت موجود نباشد (صرفاً در خصوص گودهای با سطح خطر معمولی) :
  - کنترل و بررسی گزارش طراحی، نقشه های اجرایی ایمنی گودبرداری و دستورالعمل های اجرایی تهیه شده توسط طراح از نظر مطابقت با یکدیگر و با وضعیت محلی و اصول فنی و کنترل "گزارش بررسی وضعیت ساختمان های مجاور" (تهیه شده توسط طراح) .

شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک

- شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک، شرکتی است که توانایی انجام مطالعات و همچنین طراحی های ذکر شده در این دستورالعمل (دستورالعمل اجرایی گودبرداری های ساختمانی) را داشته و بر اساس دستورالعمل تشخیص صلاحیت وزارت راه و شهرسازی احراز صلاحیت شده باشد. در مواردی که از خدمات شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک صاحب صلاحیت در گودبرداری استفاده می شود، اهم مسئولیت های این شرکت ها شامل موارد زیر است :
  - انجام بررسی های ژئوتکنیکی و ارزیابی مجدد خطر گود (قبل از صدور پروانه) .
  - تهیه گزارش طراحی و نقشه های اجرایی ایمنی گودبرداری و ارائه دستورالعمل های اجرایی
  - تهیه گزارش بررسی وضعیت ایمنی تأسیسات و معابر مجاور و پیش بینی تمهیدات لازم برای تامین ایمنی با هماهنگی طراح .
  - انجام ارزیابی خطر گود در حین اجرا در صورت اعلام نیاز ناظر.
- در مواردی که سازه نگهبان و سازه اصلی با یکدیگر تداخل داشته و یا ادغام می گردند، طراح و شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک موظف به ایجاد هماهنگی های مورد نیاز در تهیه گزارشات و نقشه های مذکور می باشند.

مرجع کنترل مضاعف طراحی ها

- مرجع کنترل مضاعف طراحی ها سازمان نظام مهندسی ساختمان استان است .
- اهم مسئولیت های سازمان نظام مهندسی ساختمان استان در پروژه های گودبرداری ساختمانی شامل موارد زیر است :
  - کنترل گزارش طراحی، نقشه ها و دستورالعمل های اجرایی گودبرداری .
  - کنترل گزارش بررسی وضعیت ساختمان های مجاور، طرح و نقشه های اجرایی محافظت و مقاوم سازی (ناشی از گودبرداری) ساختمان های مجاور.
  - نظارت کلی بر حسن اجرای مراحل مختلف کار و مسئولیت های افراد دست اندرکار از قبیل طراح، سازنده، ناظر و شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک .
- نکته مهم: مسئولیت های ذکر شده برای مرجع کنترل کننده رافع یا محدود کننده مسئولیت های حرفه ای صاحب کار و عوامل فنی استخدام شده توسط وی در انجام صحیح امور نمی باشند. به عنوان نمونه چنانچه در گزارش ها یا طراحی های تسلیم شده جهت صدور پروانه اشکالی وجود داشته باشد، حتی اگر این مدارک توسط عوامل مربوطه کنترل و تأیید شده باشند، مسئولیت های حرفه ای صاحب کار و عوامل فنی وی به صورت کامل به قوت خود باقی بوده و این افراد باید در قبال مراجع مربوطه و افراد ذینفع و یا زیان دیده پاسخگو باشند.

شهرداری

- اهم مسئولیت های شهرداری ها در پروژه های گودبرداری ساختمانی شامل موارد زیر است :
  - شهرداری ها مکلفند مشخصاتی از املاک مجاور را که در سامانه آرشیو الکترونیک اسناد موجود است، در اختیار صاحب کار قرار دهد.
  - الزام صاحب کار و سازنده برای خرید بیمه مسئولیت و کیفیت در کلیه گودبرداری ها .
  - انجام تمهیدات لازم در گودبرداری های رها شده به هر طریق لازم جهت رفع خطر و اخذ هزینه های مربوطه از صاحب کار .
  - کنترل گزارش های گودبرداری تهیه شده توسط ناظر
  - در گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد حضور نماینده فنی شهرداری در جلسه مشترک و تحویل و تأیید فرم در خواست صدور مجوز شروع عملیات ساختمانی .
  - انجام بازرسی از گودبرداری های در حال انجام، کنترل نحوه انجام عملیات اجرایی گودبرداری و رعایت برنامه زمان بندی اعلام شده .

شهرداری

- با توجه به مفاد تبصره ۷ ماده ۱۰۰ قانون شهرداری ها، ماموران شهرداری مکلفند بر عملیات گودبرداری ساختمان ها نظارت نمایند و هرگاه از موارد تخلف به موقع جلوگیری نکنند، طبق مقررات قانونی به تخلف آنها رسیدگی شده و در صورتیکه عمل ارتکابی آنها واجد جنبه جزایی هم باشد از این جهت نیز قابل تعقیب خواهند بود.
- مطابق تبصره ماده ۱۰ آیین نامه اجرایی ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان شهرداری ها موظفند نام و مشخصات سازنده ذیصلاح معرفی شده توسط مالک و قرارداد منعقد شده با وی را، مگر در خصوص مالکان دارای پروانه اشتغال به کار اجرا، در پروانه ساختمان قید نمایند؛ در غیر این صورت کلیه مسئولیتهای ذکر شده برای سازنده در این دستورالعمل (دستورالعمل اجرایی گودبرداری های ساختمانی) بر عهده شهرداری خواهد بود. در نقاط خارج از محدوده شهرها که مرجعی به غیر از شهرداری عهده دار صدور پروانه ساختمان است، مرجع صدور پروانه جایگزین شهرداری در این دستورالعمل (دستورالعمل اجرایی گودبرداری های ساختمانی) بوده و کلیه وظایف و مسئولیت های ذکر شده برای شهرداری در این دستورالعمل، بر عهده مرجع صدور پروانه، مانند بخشداری ها، دهیاری ها، فرمانداری ها، شرکت های عمران شهرهای جدید، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی و . . . خواهد بود.

مسئول ایمنی کارگاه گودبرداری :

- مسئول ایمنی کارگاه گودبرداری شخص حقیقی دارای حداقل پروانه اشتغال به کار کاردانی در رشته عمران یا معماری است که در گودهای با خطر زیاد و بسیار زیاد جهت مراقبت از رعایت ایمنی در کارگاه به کار گرفته می شود. در گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد، از زمان شروع گودبرداری تا ایمن سازی دائم گود، حضور مستمر یک نفر آشنا به مسایل ایمنی گود و حداقل دارای پروانه اشتغال کاردانی (در رشته های عمران یا معماری) تحت عنوان مسئول ایمنی کارگاه گودبرداری، جهت مراقبت از رعایت ایمنی برای کارگاه و کارگران ضروری است. بررسی و تأیید قابلیت های فنی، تعیین وظایف و کنترل نحوه انجام وظایف این فرد توسط ناظر و استخدام وی توسط سازنده انجام می شود. شرح وظایف و مسئولیت های مسئول ایمنی کارگاه گودبرداری مطابق با ضوابط مندرج در مبحث دوازدهم مقررات ملّی ساختمان (ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا) می باشد. حضور مسئول ایمنی در کارگاه صرفاً به منظور نظارت بر رعایت موارد ایمنی مندرج در مبحث دوازدهم مقررات ملّی ساختمان در کارگاه بوده و به هیچ وجه رافع مسئولیت های سازنده، صاحب کار، ناظر، طراح، شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک و شهرداری در ایمن سازی گود و همجواری ها نمی باشد.

فرمها، گزارشها و مدارک فنی

ماده ۱۲- برای انجام این دستورالعمل در مراحل مختلف کار، حسب مورد نیاز به نقشه‌ها، گزارش‌ها، فرم‌ها و چک‌لیست‌هایی است که در زیر فهرست شده‌اند. یک نسخه از اصل آخرین ویرایش معتبر و دارای مهر و امضای لازم مدارک زیر (به جز گزارش بازرسی گودبرداری، ماده ۱۶) همواره (تا ایمن‌سازی دائم گود) باید در کارگاه موجود بوده و برای کنترل بازرسین در دسترس ایشان قرار گیرد. مدارک فوق می‌بایست مطابق با ضوابط مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان (پی و پی‌سازی) تهیه و در اختیار مراجع ذیصلاح قرار گیرند.

ماده ۱۳- چک‌لیست ارزیابی خطر گودبرداری

این فرم شامل اطلاعات لازم برای ارزیابی خطر گود در مراحل ارزیابی اولیه و ارزیابی در حین اجرا است که در مراحل مختلف و توسط طراح، شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک و یا ناظر تکمیل گردیده و به مرجع کنترل مضاعف طراحی و شهرداری یا مرجع صدور پروانه ارائه می‌شود.

ماده ۱۴- فرم درخواست صدور مجوز شروع عملیات ساختمانی

این فرم شامل اطلاعات عمومی و فنی پروژه، هشدارهای ایمنی گودبرداری و تعهدات سازنده و ناظر است که باید در کلیه ساختمان‌ها، پیش از شروع عملیات ساختمانی، توسط ناظر و سازنده تکمیل شده و جهت صدور مجوز عملیات ساختمانی به شهرداری ارائه شود.

فرمها، گزارشها و مدارک فنی

ماده ۱۵- گزارش وضعیت گودبرداری

گزارشی است که در طول مدتی که از شروع عملیات گودبرداری تا زمان رفع دائم خطر گود ادامه می‌یابد، در مقاطع مشخص شده توسط ناظر تهیه و به شهرداری ارائه می‌شود.

ماده ۱۶- گزارش بازرسی گودبرداری

گزارشی است که حین اجرای عملیات گودبرداری توسط عوامل فنی شهرداری ناحیه تهیه می‌شود و شامل اطلاعاتی از قبیل وضعیت گود و ایمنی آن و کنترل انجام عملیات مطابق نقشه‌ها، زمان‌بندی و اصول ایمنی می‌باشد که در صورت مشاهده تخلفات یا اشکالات عمده منجر به صدور اخطار لازم خواهد شد.

فرمها، گزارشها و مدارک فنی

ماده ۱۷- نامه ابلاغ اخطار ایمنی

این نامه در صورت مشاهده هر گونه اشکال عمده یا تخلف در انجام عملیات گودبرداری از سوی شهرداری تهیه شده و در آن موارد اشکال مشاهده شده در جریان بازدید عوامل فنی ، به ناظر پروژه ابلاغ می‌شود.

ماده ۱۸- گزارش طراحی و نقشه‌های اجرایی ایمنی گودبرداری

این مدارک بسته به سطح خطر گودبرداری توسط طراح یا شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک تهیه و همراه با مدارک دیگر جهت صدور پروانه به مرجع کنترل طراحی و شهرداری تحویل می‌شود.

ماده ۱۹- گزارش بررسی وضعیت ساختمان‌های مجاور و نقشه‌ها و مدارک طراحی اقدامات تأمین ایمنی آن‌ها

این مدارک بسته به سطح خطر گودبرداری توسط طراح یا شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک تهیه و همراه با مدارک دیگر جهت صدور پروانه به مرجع کنترل طراحی و شهرداری تحویل می‌شود.

ماده ۲۰- گزارش بررسی وضعیت ایمنی تأسیسات و معابر مجاور و مدارک طراحی اقدامات تأمین ایمنی آن‌ها

این مدارک تنها در گودهای با خطر زیاد یا بسیار زیاد ضروری است که توسط شرکت خدمات فنی آزمایشگاهی ژئوتکنیک تهیه و همراه با مدارک دیگر جهت صدور پروانه به شهرداری تحویل می‌شود.

ضوابط و مقررات

ماده ۲۱- ضوابط فنی لازم‌الاجرا در پروژه‌های گودبرداری ساختمانی

کلیه اشخاص دست‌اندرکار پروژه‌های گودبرداری برای انجام ارزیابی‌های گود، تهیه گزارش‌ها و نقشه‌های اجرایی گودبرداری و انجام عملیات گودبرداری ملزم به رعایت ضوابط مندرج در مبحث هفتم مقررات ملّی ساختمان (پی و پی‌سازی) می‌باشند.

ماده ۲۲- ضوابط ایمنی و حفاظت کار در پروژه‌های گودبرداری ساختمانی

کلیه اشخاص دست‌اندرکار پروژه‌های گودبرداری ساختمانی در کلیه مراحل اجرای کار ملزم به رعایت ضوابط ایمنی و حفاظت کار مندرج در مبحث دوازدهم مقررات ملّی ساختمان می‌باشند.

ماده ۲۳-این دستورالعمل دارای ۲۳ ماده و ۸ تبصره در تاریخ ۹۱/۱۱/۱۶ در نود و چهارمین جلسه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان کشور به تصویب رسیده و از تاریخ ۹۲/۳/۱ در کل کشور لازم‌الاجرا است.

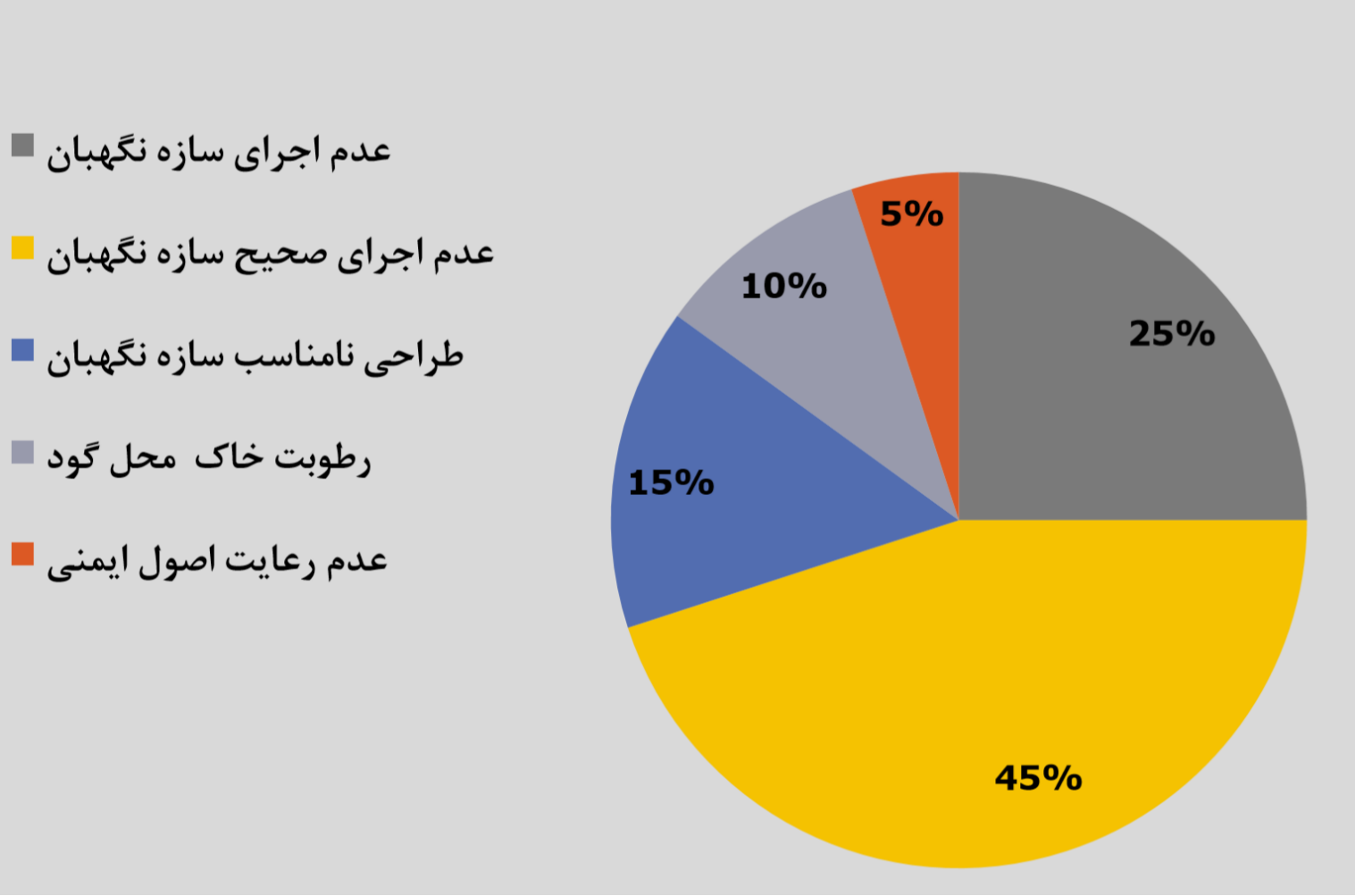
واحد بازرسی گود نظام مهندسی تهران

- ✓ تنسیق امور مربوط به مشاغل حرفه های فنی و مهندسی در بخش های ساختمان و شهرسازی.
- ✓ بالا بردن کیفیت خدمات مهندسی و نظارت بر حسن اجرای این خدمات.
- ✓ تأکید بر الزام رعایت مقررات ملی و ضوابط و مقررات ملی ساختمان
- ✓ کمک به ارتقاء کیفیت طرح های ساختمانی و شهرسازی در محدوده بافت شهری تهران

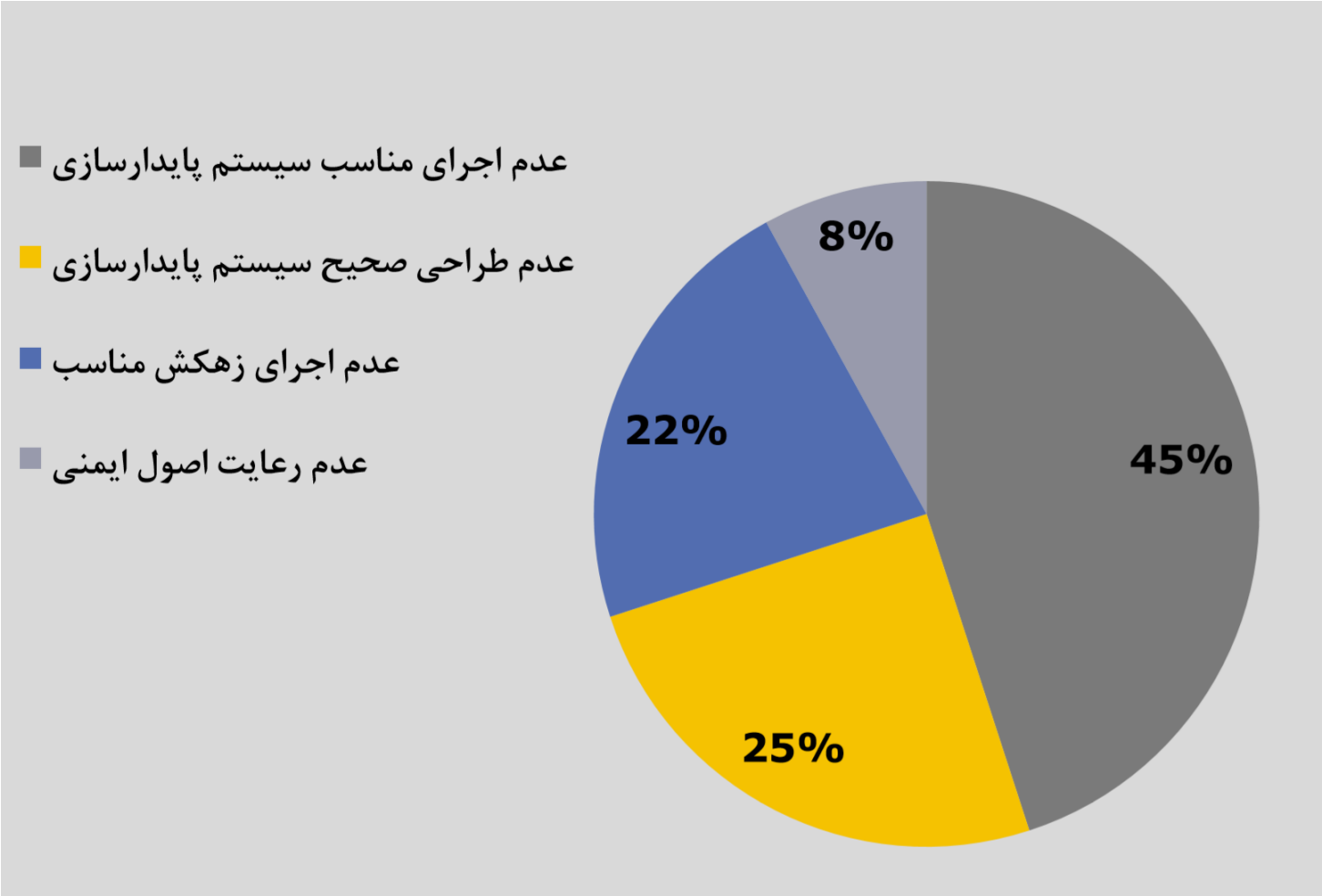
مشکلات رایج در طراحی و اجرای گودهای ساختمانی

- ✓ عدم بازدید مهندسین طراح و معاینه فنی همجواری ها قبل از تخریب ملک
- ✓ عدم مطابقت نقشه سازه نگهبان با وضعیت موجود ملک
- ✓ عدم اجرای سازه نگهبان مطابق نقشه
- ✓ عدم اجرای سازه نگهبان طبق روال صحیح
- ✓ استفاده از مصالح نامناسب
- ✓ عدم توجه به رطوبت خاک و منشاء آن در حین عملیات گودبرداری
- ✓ عدم حضور مهندسین مسئول پروژه در حین عملیات گودبرداری

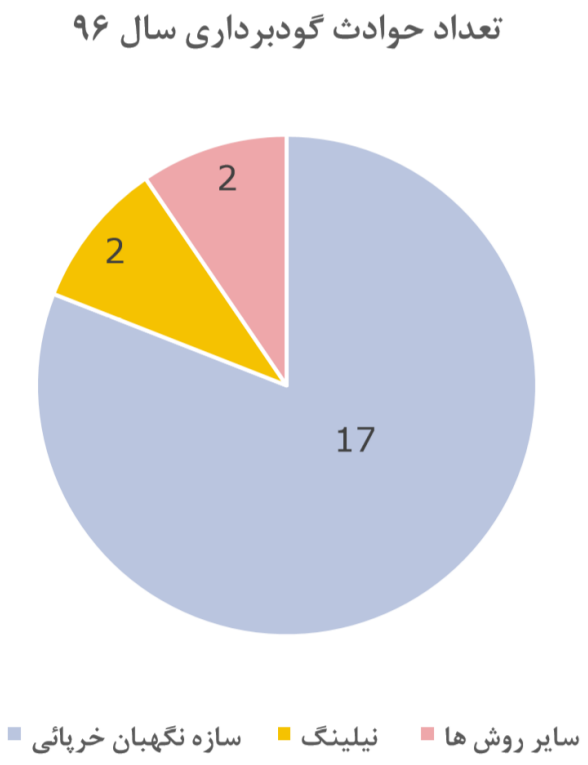
عوامل بروز حوادث در گودهای با عمق کم

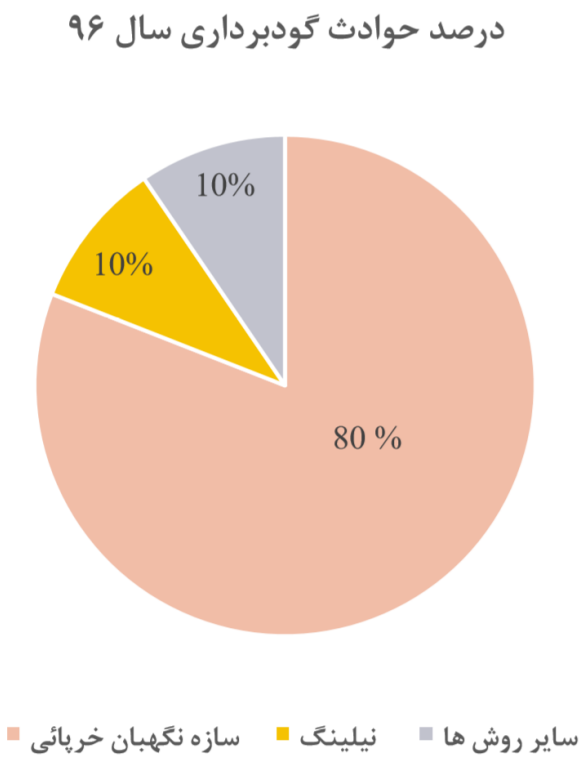


عوامل بروز حوادث در گودهای عمیق

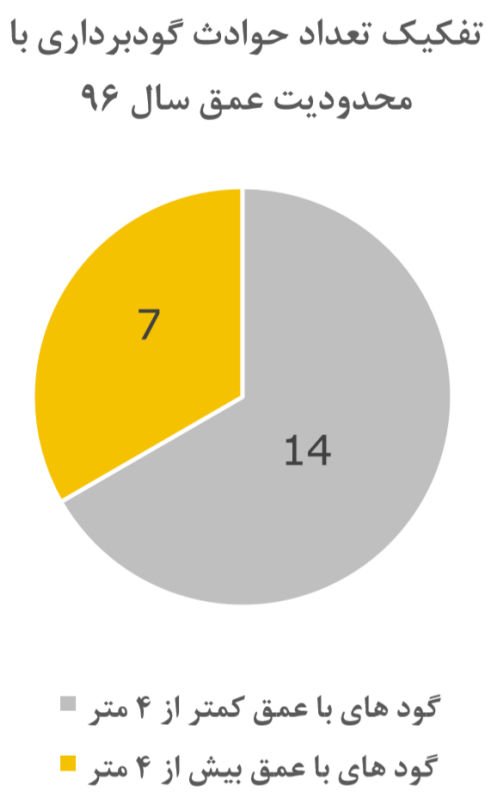


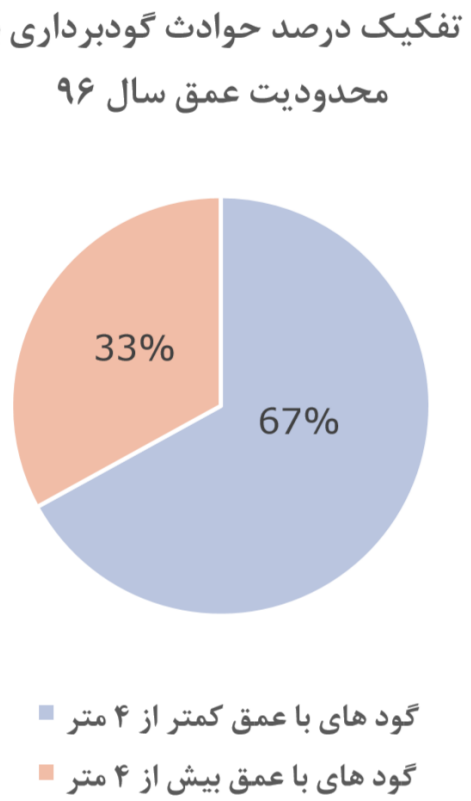
میزان حوادث گودبرداری بر حسب روشهای مختلف





میزان حوادث گودبرداری بر حسب عمق گودبرداری





اهداف تزریق ازمایشی

هدف از تزریق آزمایشی اهداف ذیل است :

- تعیین آرایش های گمانه های تزریق
- تعیین فاصله گمانه های تزریق
- تعیین حدود ملات خوری یا سیمان مصرفی پروژه
- تعیین چگونگی وضیت نفوذ پذ یری گمانه های تزریق
- تعیین و بررسی شعاع تزریق در گما نه های تزریق
- اقتصادی بودن تزریق سیمان در پروژه ها بالاخص سد سازی

نمونه پروژه گودبرداری

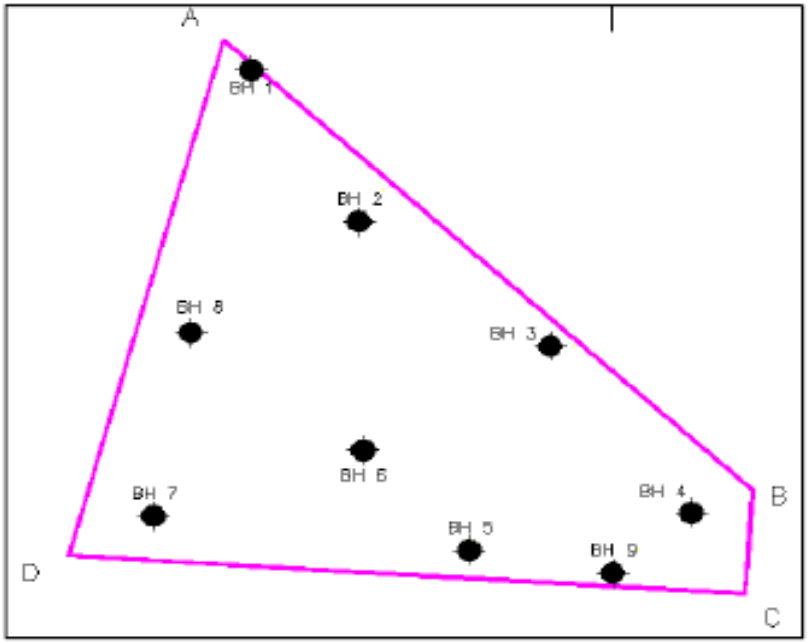
پروژه ولیعصر تبریز

محدوده گودبرداری در حدود ۱۰ هزار متر مربع در پلانی بصورت شکل زیر صورت خواهد پذیرفت.

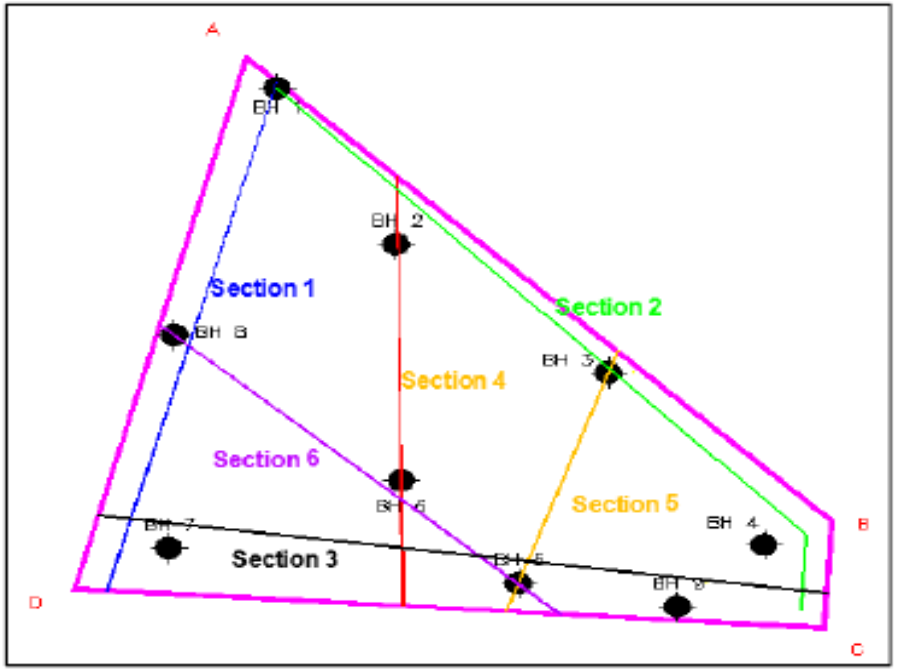
محل و عمق گمانه ها

عمق گودبرداری مطابق جدول زیر می باشد:

نقاط	عمق گود
A	21 m
B	16.7 m
C	17 m
D	12 m



بررسی لایه های مختلف خاک



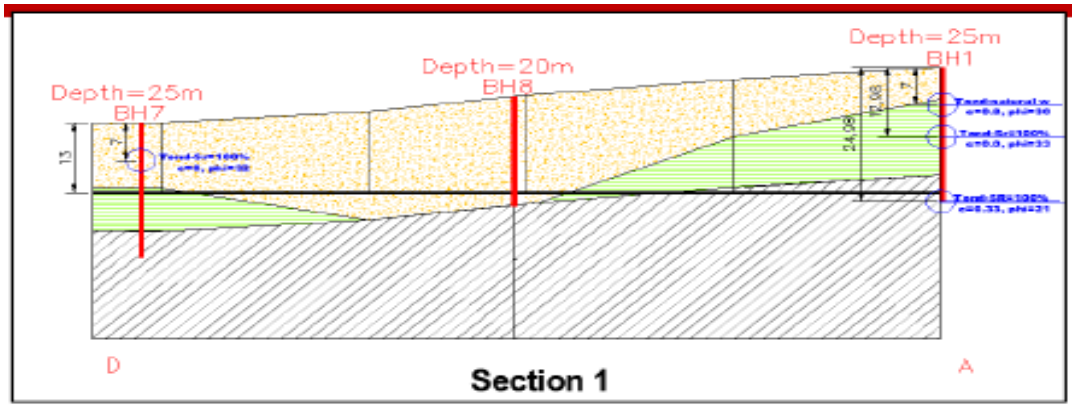
مقطع های عبوری جهت بررسی لایه بندی خاک در منطقه

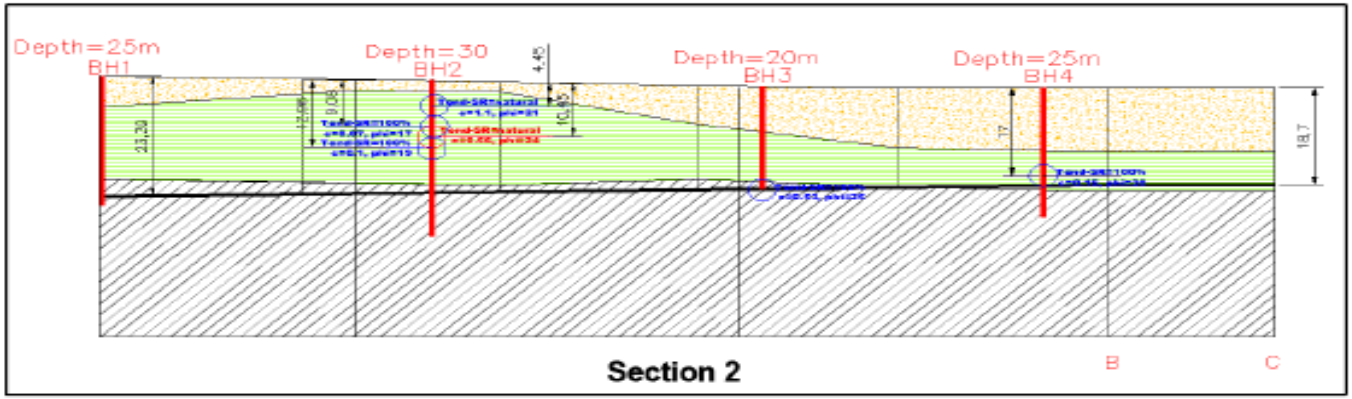
جهت بررسی لایه های خاک ۶ مقطع که در شکل زیر نمایش داده شده است موزد بررسی قرار گرفته است.

خاک در این منطقه عموما ۳ لایه به شرح زیر می باشد:

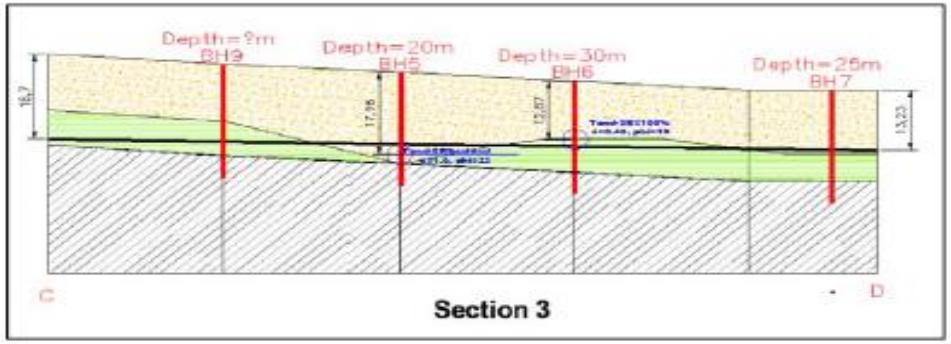
- خاک دستی و مارن زیتونی سست و هوازده
- مارن زیتونی
- مارن خاکستری

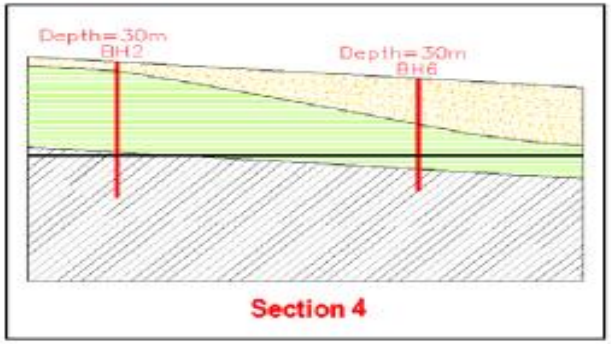
بررسی لایه های مختلف خاک

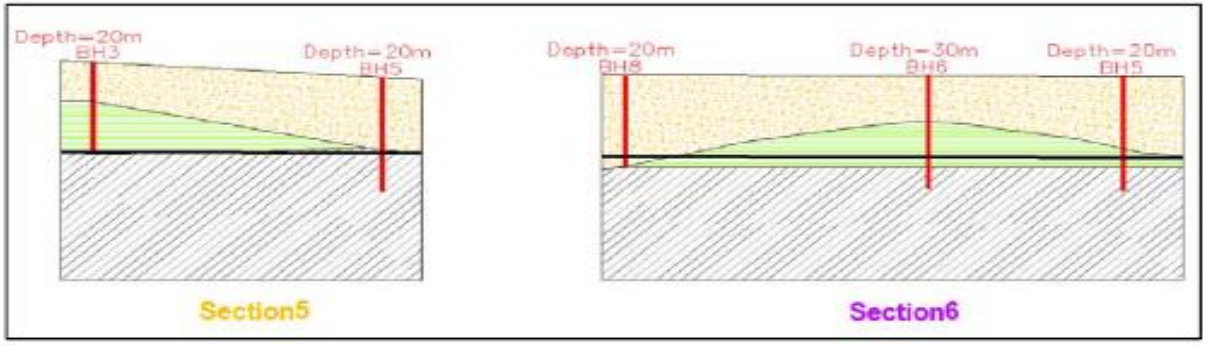




بررسی لایه های مختلف خاک

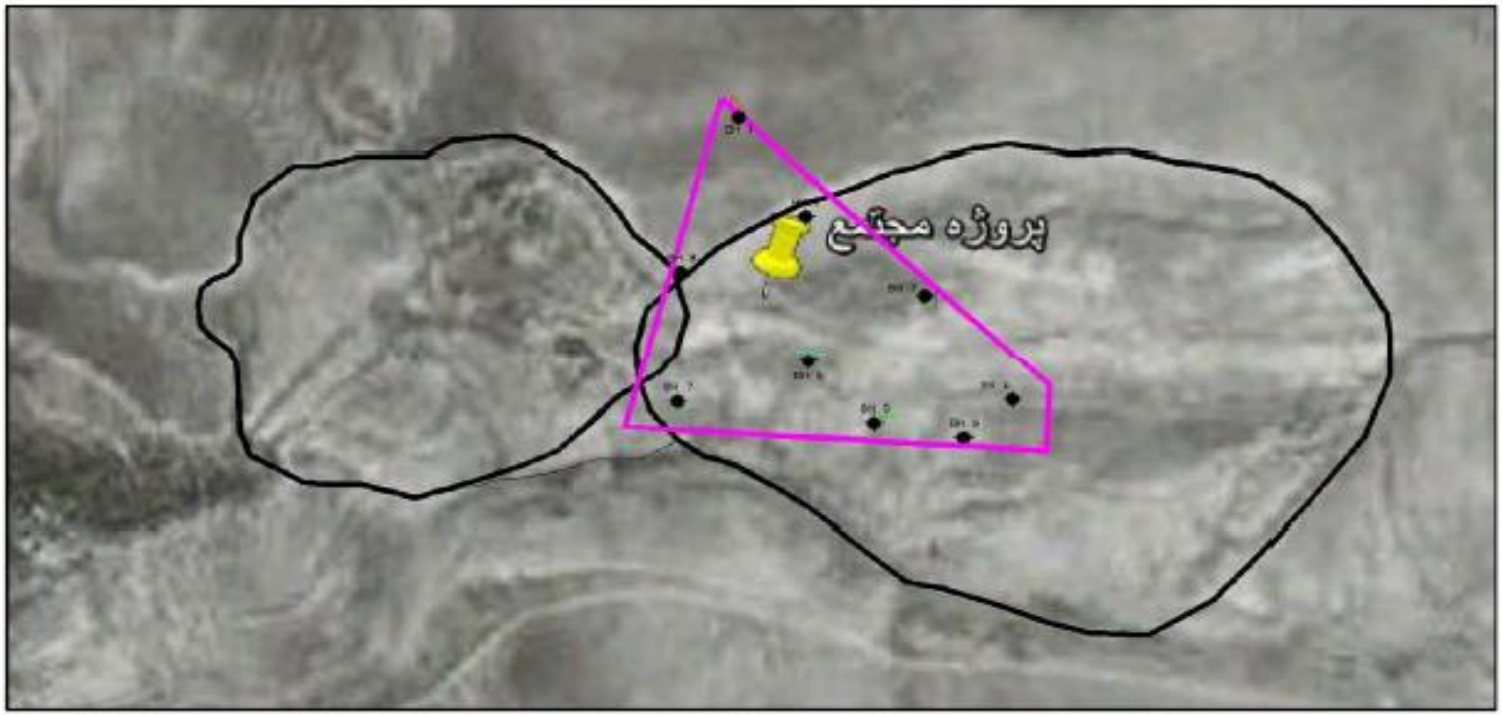






بررسی زمین لغزش روی داده در محل

بررسی عکسهای هوایی نشان از وقوع دو زمین لغزش در منطقه را می دهد که در شکل زیر موقعیت منطقه و دو زمین لغزش روی داده نشان داده شده است.

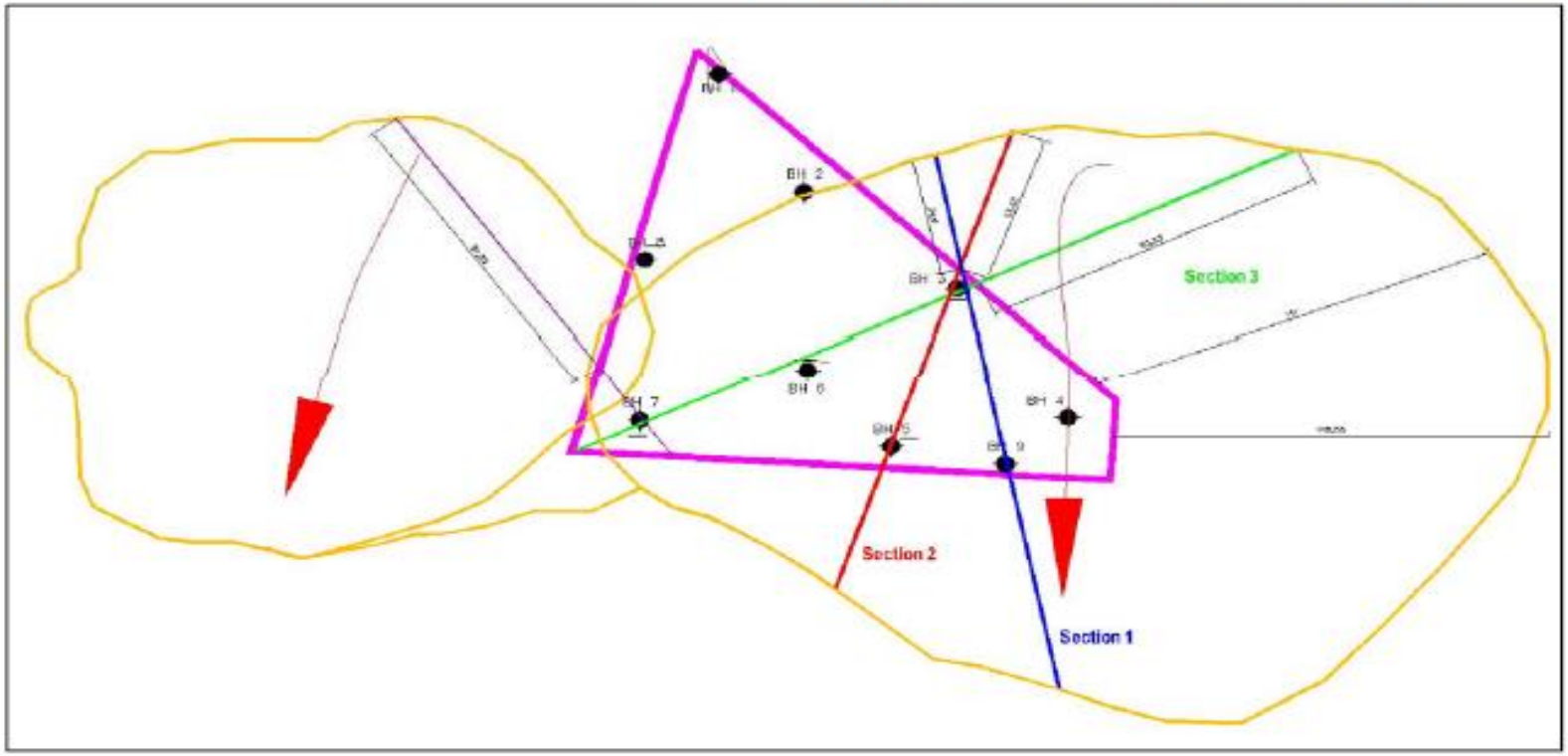


بررسی زمین لغزش روی داده در محل

بررسی عکسهای هوایی نشان از وقوع دو زمین لغزش در منطقه را می دهد که در شکل زیر موقعیت منطقه و دو زمین لغزش روی داده نشان داده شده است.

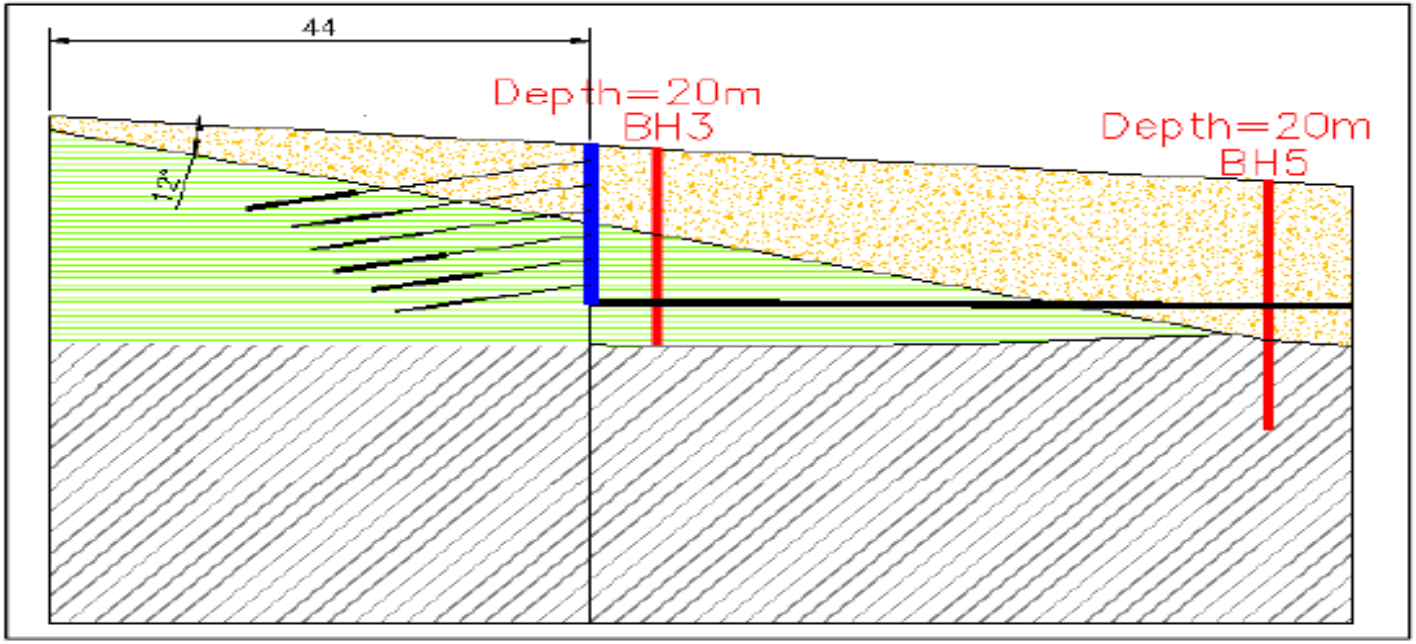
بررسی زمین لغزش روی داده در محل

پس از برداشتن گود احتمال فعال شدن دوباره این زمین لغزش میرود. در نتیجه برای بررسی لایه بندی خاک مقاطع اضافه تری که درشکل زیر نشان داده شده است مورد بررسی قرار گرفته است.



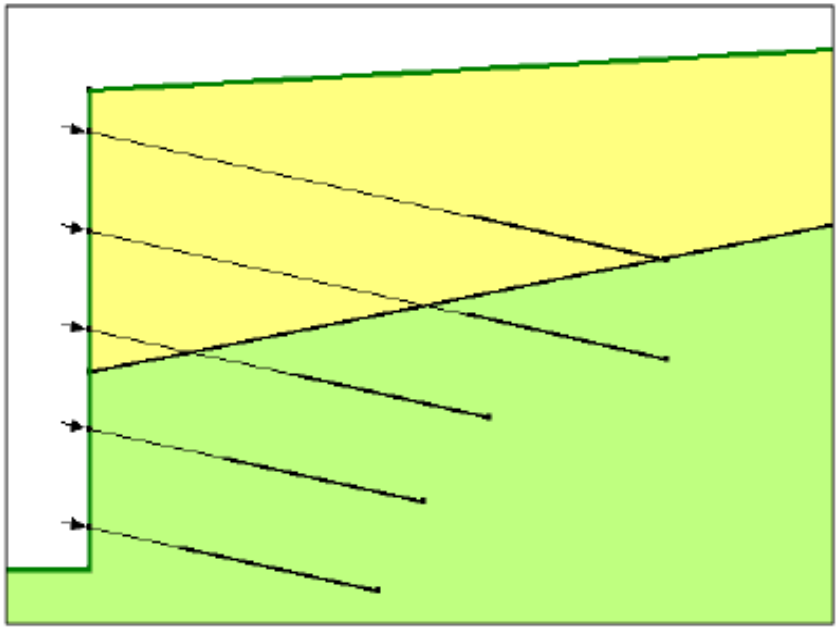
بررسی زمین لغزش روی داده در محل

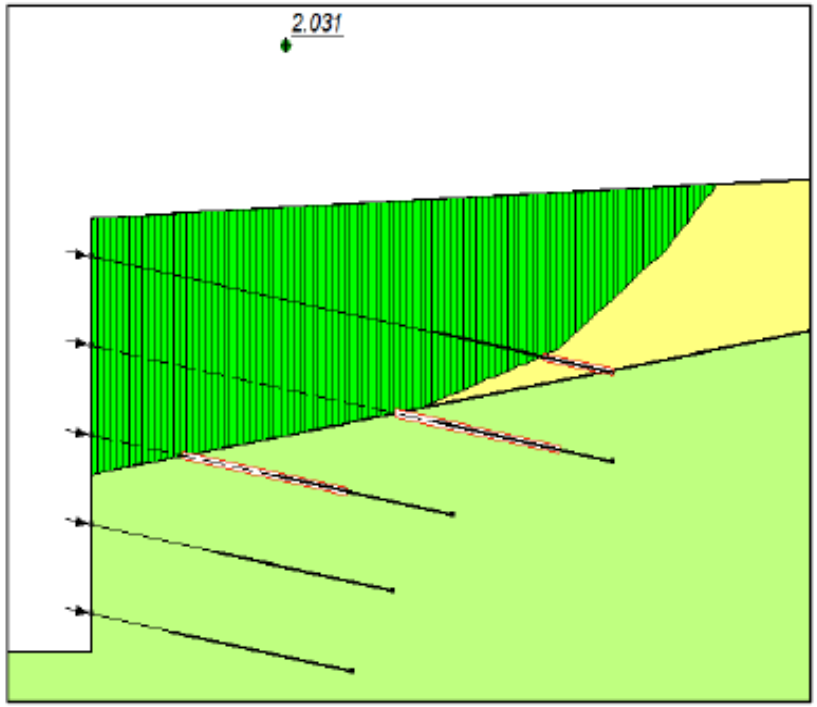
هدف طراحی دوخت لایه رویی به لایه برجای زیرین می باشد که به عنوان مثال مقطع شماره ۱ از شکل قبل در اینجا نشان داده شده است.



بررسی زمین لغزش روی داده در محل

هدف طراحی دوخت لایه رویی به لایه برجای زیرین می باشد که به عنوان مثال مقطع شماره ۱ از شکل قبل در اینجا نشان داده شده است.





تشکر و قدردانی

با تشکر از توجه شما