سخنران:

جناب آقای دکتر سیاوش لیتکوهی



عنوان سخنرانی:

روش‌های عمومی پایدارسازی گودها در محیط‌های شهری



انجمن مهندسان
راه و ساختمان ایران

همایش ایمنی در گودبرداری

۲۷ آذرماه ۱۳۹۲

روش های عمومی پایدار سازی گودها
در محیط های شهری

GENERAL METHODS FOR SUPPORT OF EXCAVATIONS IN URBAN AREA

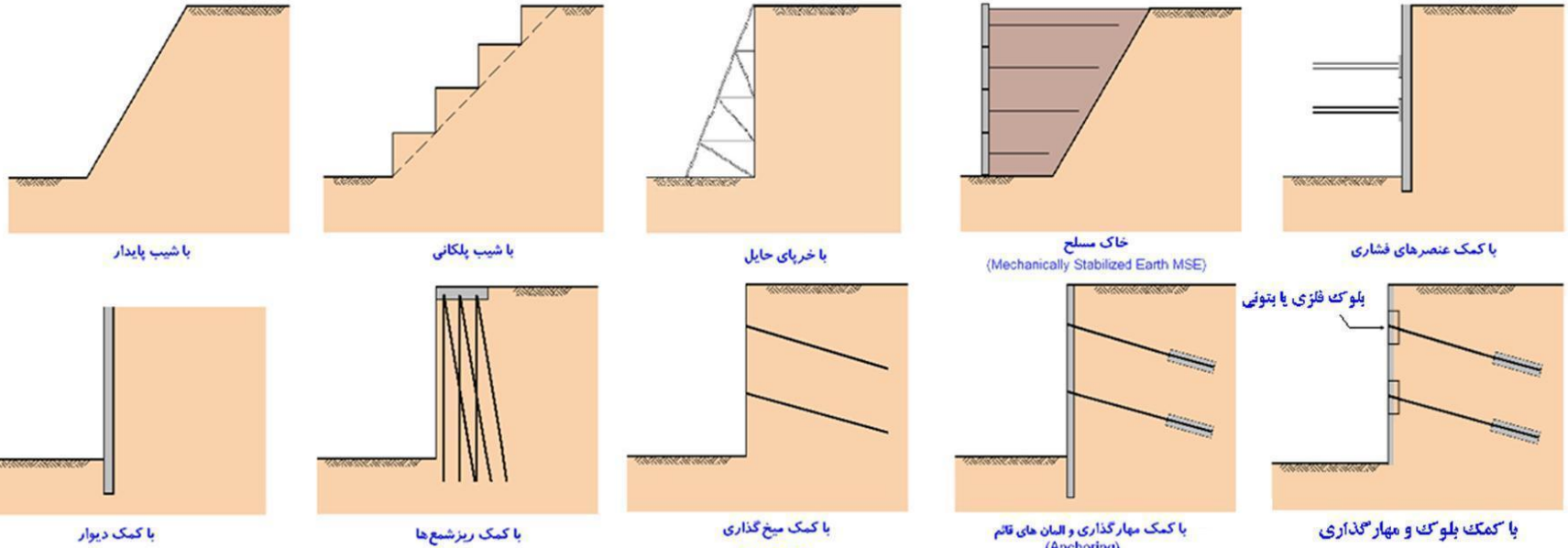
خدمات مهندسي مكانيك خاك
مشاور و پيمانكار تخصصي ژئوتكنيك
Email: ses@sesce.com
021-22218100

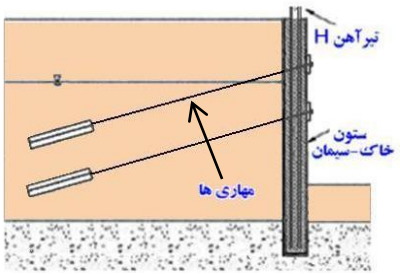
سیاوش لیتکوهی

فهرست مطالب

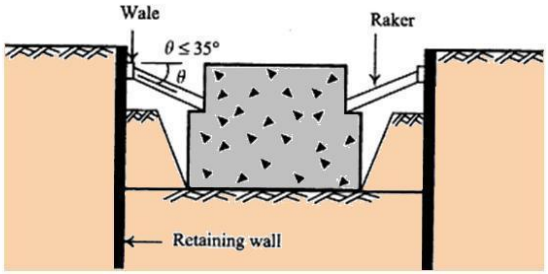
- روش هاي عمومي پايدارسازي گود در محيط هاي شهري
- مباحث عمومی گودبرداری در محیط های شهری
- ریزش گودهای شهری
- روش های رایج پایدارسازی در محیط های شهری
- جمع بندی
- پیشنهادات

روش هاي عمومي پايدار سازي گود در محيط هاي شهري

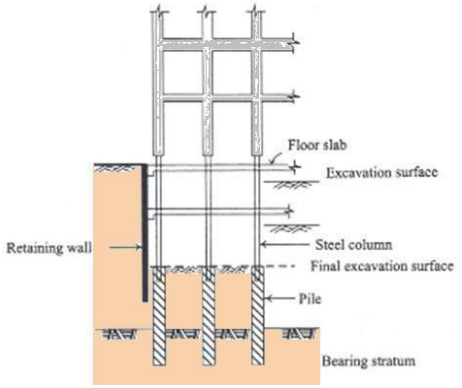




با کمک اختلاط عمقی یا تزریق با فشار بالا



با کمک ساخت در وسط (جزیره اي)



با کمک ساخت از بالا به پائین

پایدارسازی با شیب پلکانی



پايدار سازي گود با خرپاي حايل



پايدارسازي گود با شمع بتني و حايل هاي مايل فشاري



پايدار سازي با حايل هاي افقي فشاري



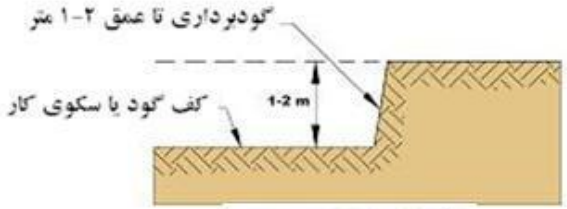
پایدارسازي نا مناسب با دیوار شمع



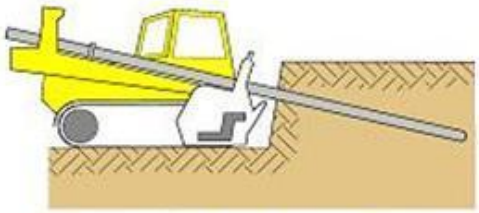
طراحي و اجراي نامناسب ريز شمع



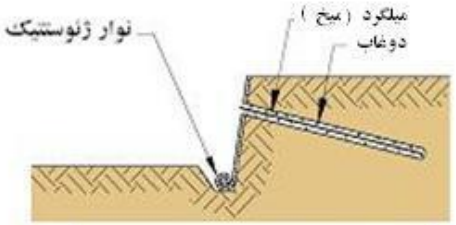
میخ گذاري در خاک
(Soil Nailing)



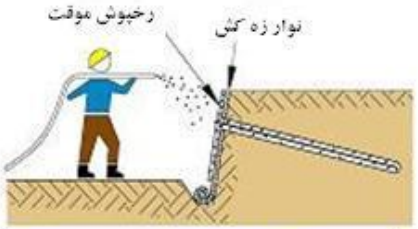
مرحله۱- گودبرداری کم عمق



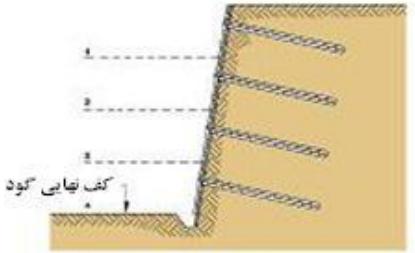
مرحله۲- حفر گمانه برای میخ



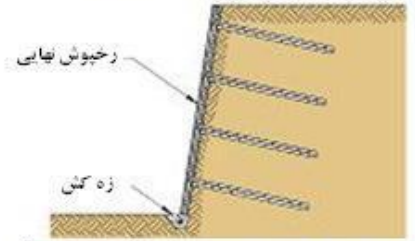
مرحله۳- نصب و تزریق میخ همراه با نصب زه کش



مرحله۴- اجرای رخپوش موقت
(شامل شاتکریت، مش، صفحه زیرسری، بهره و واشر)

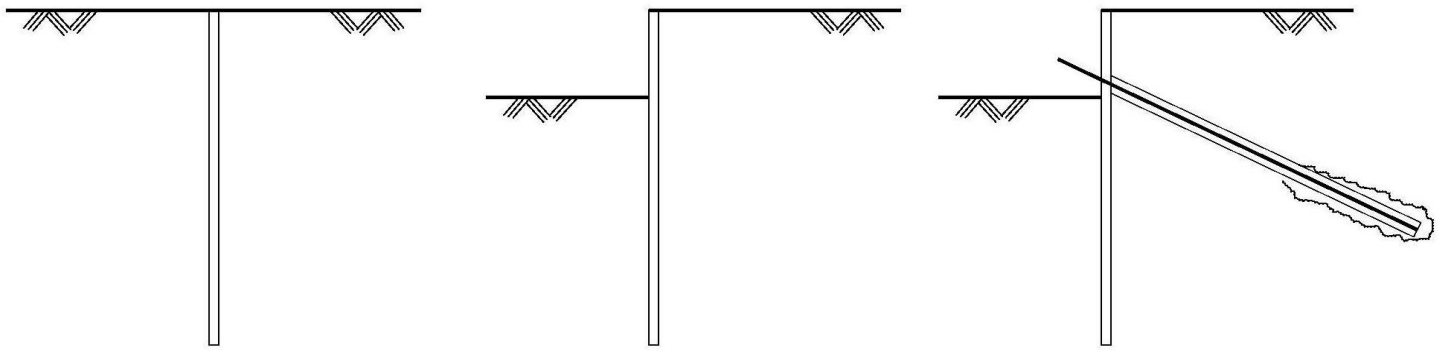


مرحله۵- اجرای ترازهای پله های بعدی



مرحله۶- اجرای رخپوش نهایی
(در گودبرداری های دائمی) همراه با اجرای زه کش پنجه

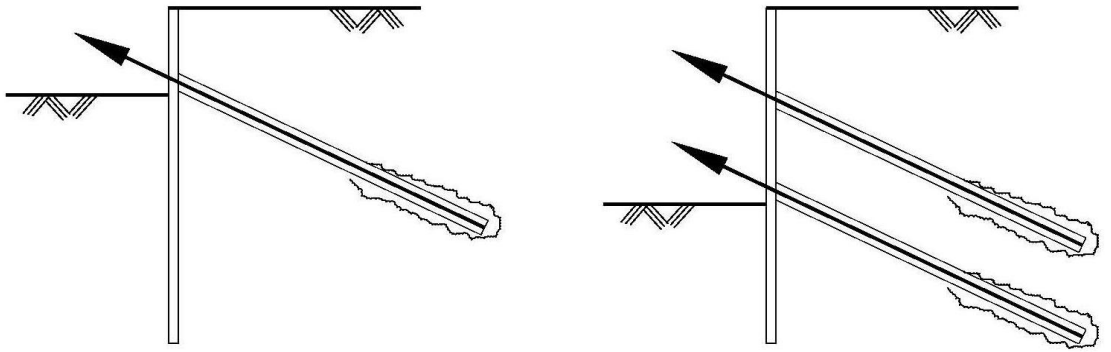
مراحل اجراي مهار گذاري و المان هاي قائم



Step 1 : Install soldier beam

Step 2 : Excavate and install lagging (mesh and shotcrete)

Step 3 : Drill borehole, place anchor and grout



Step 4 : Test and lock-off

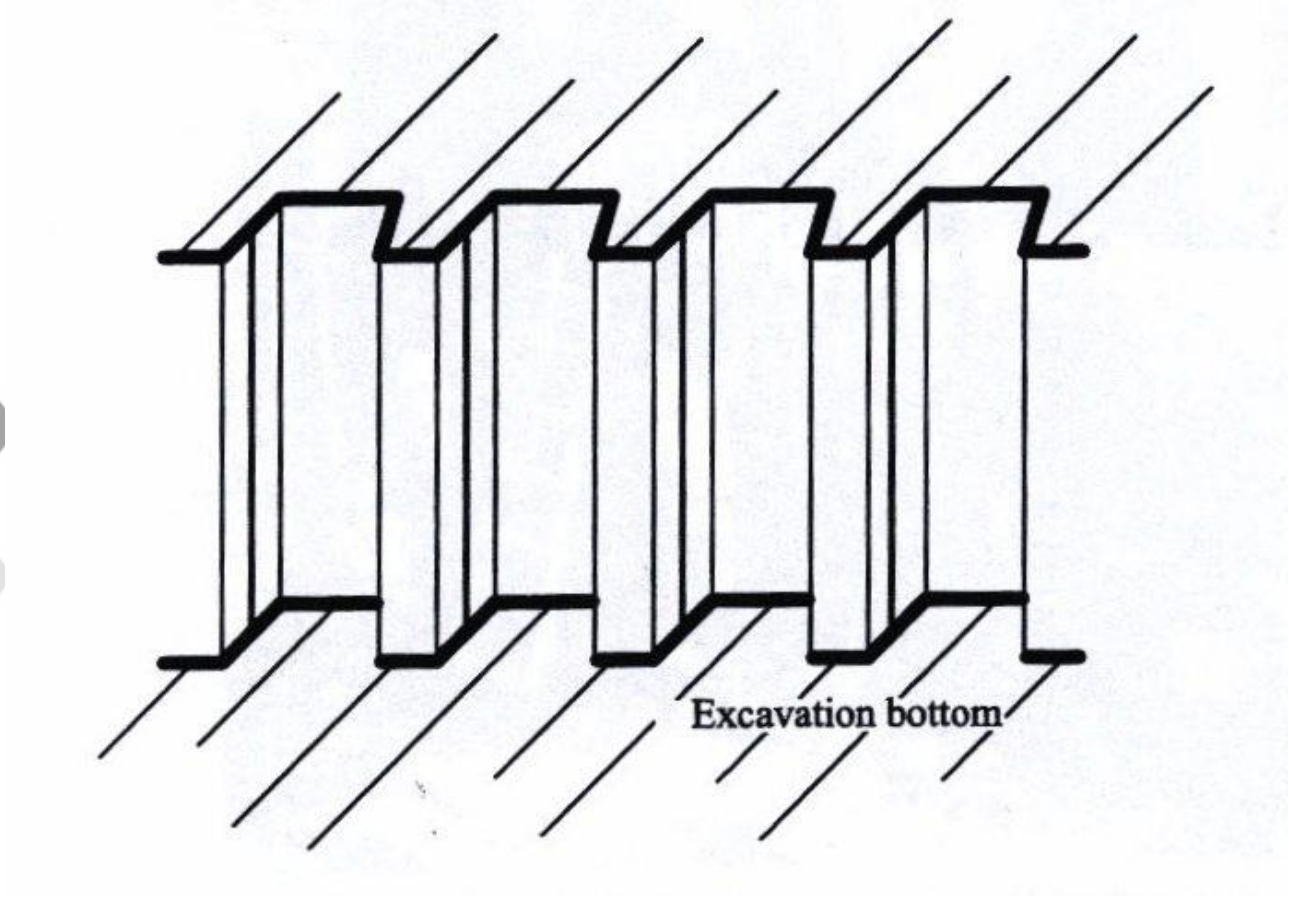
Step 5 : Repeat steps 2-4 to final excavation level

Anchoring Construction Sequence

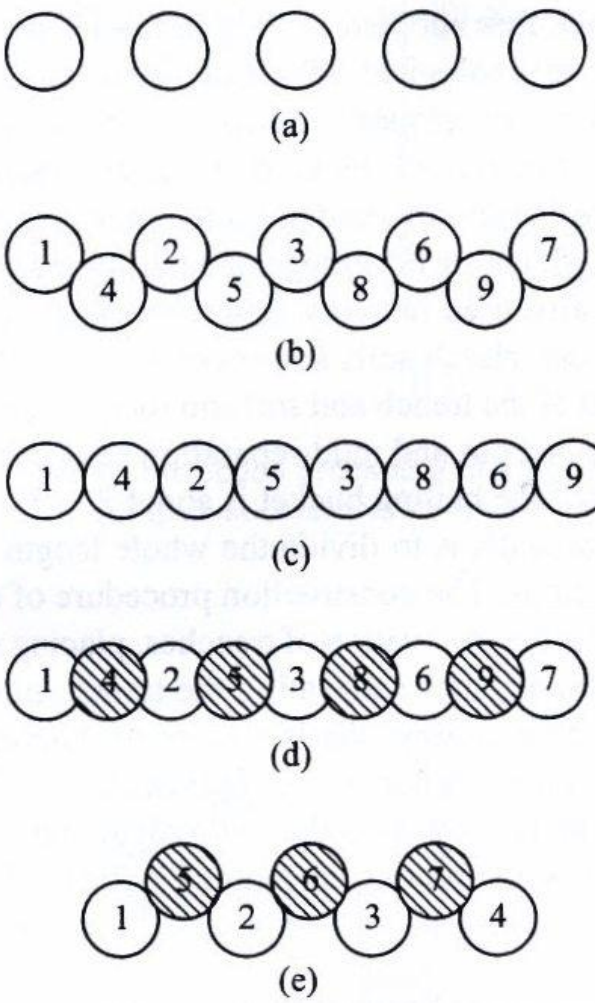
انواع دیواره ها



دیوار سپر



انواع دیوارهها با شمع

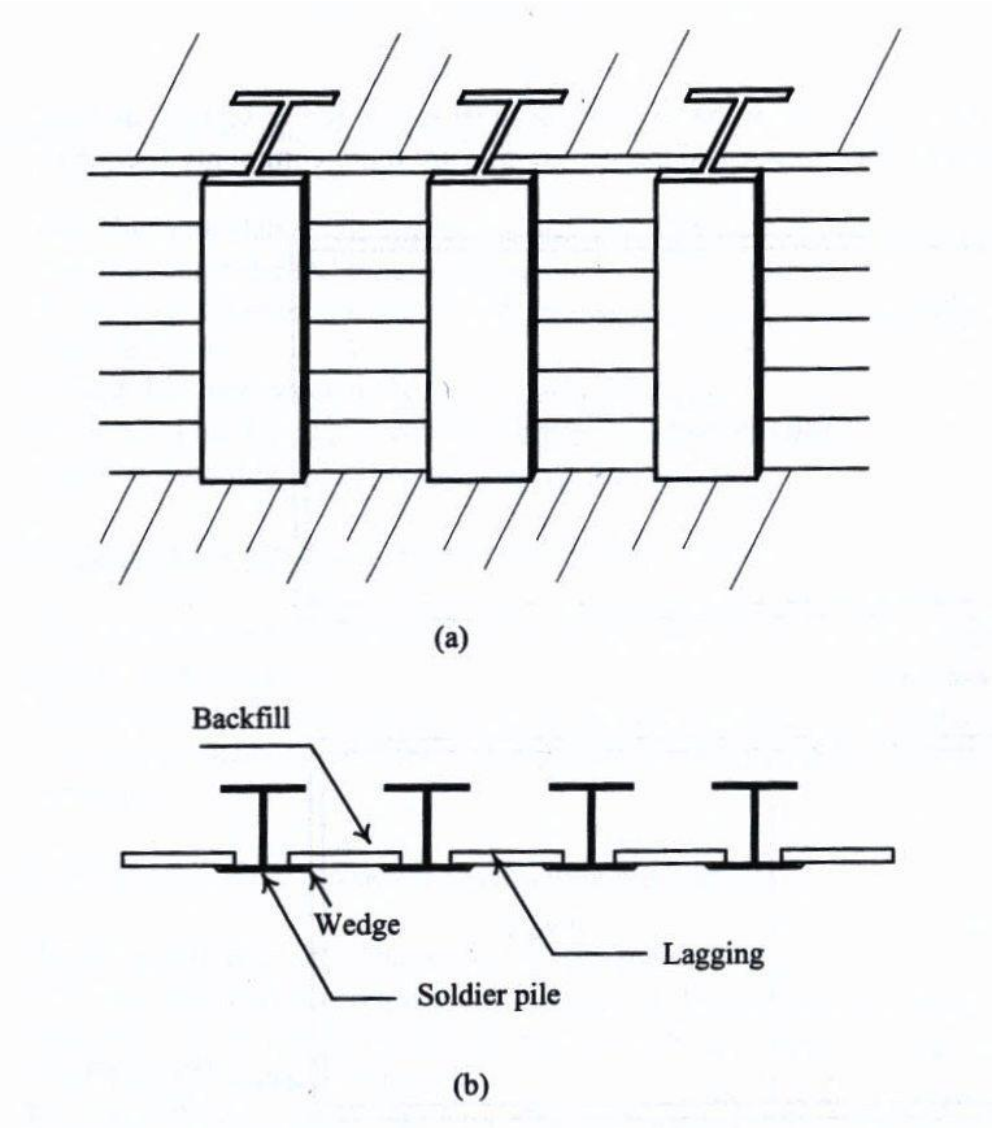


راهنما :

شمع سازه ای

شمع بتن پلاستیک

دیوار شمع و تخته یا شاتکریت



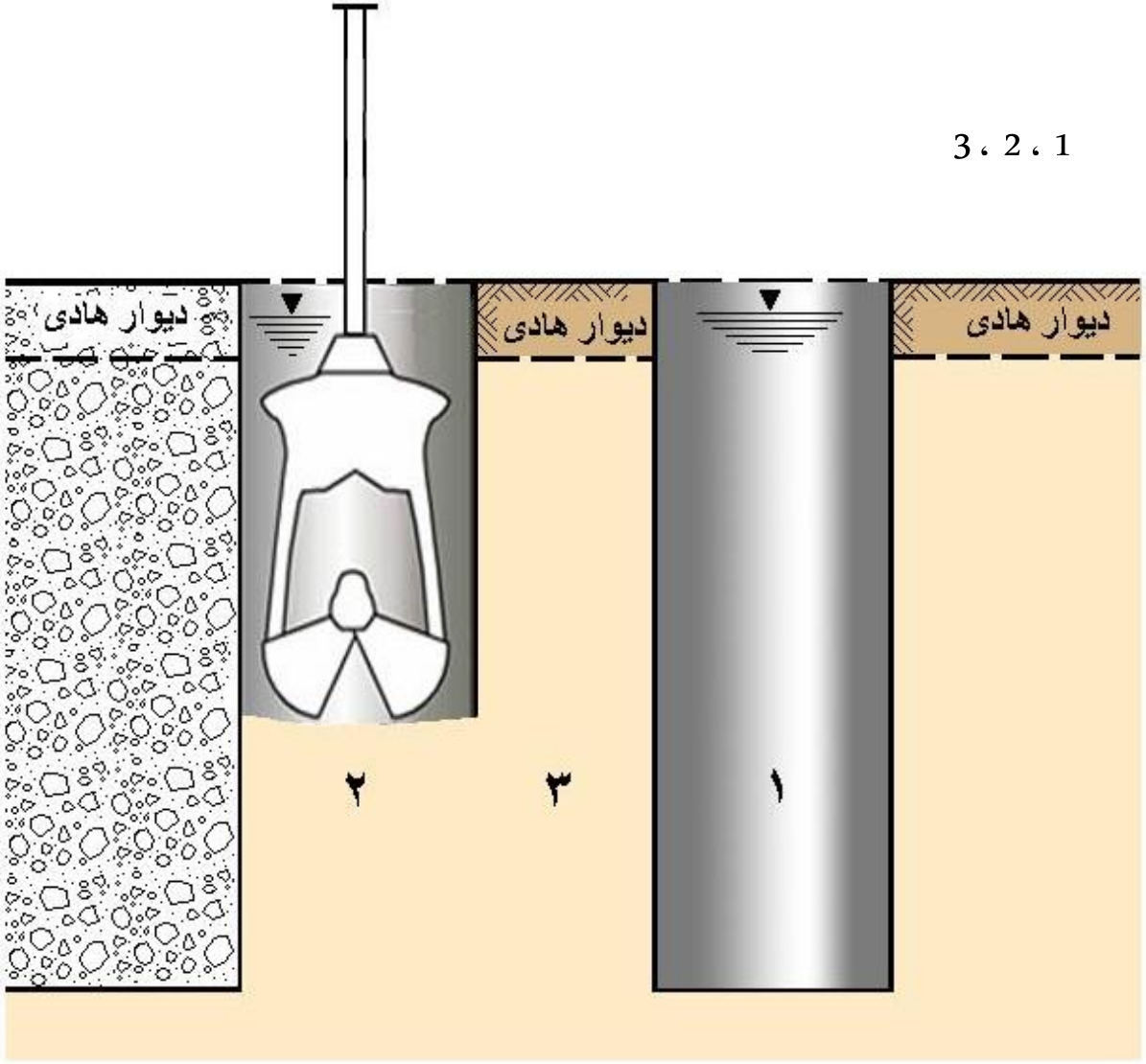
شمع و مهاري نرگس 2



ديوار ديافراگمي

ترتیب اجرا:

3 ، 2 ، 1

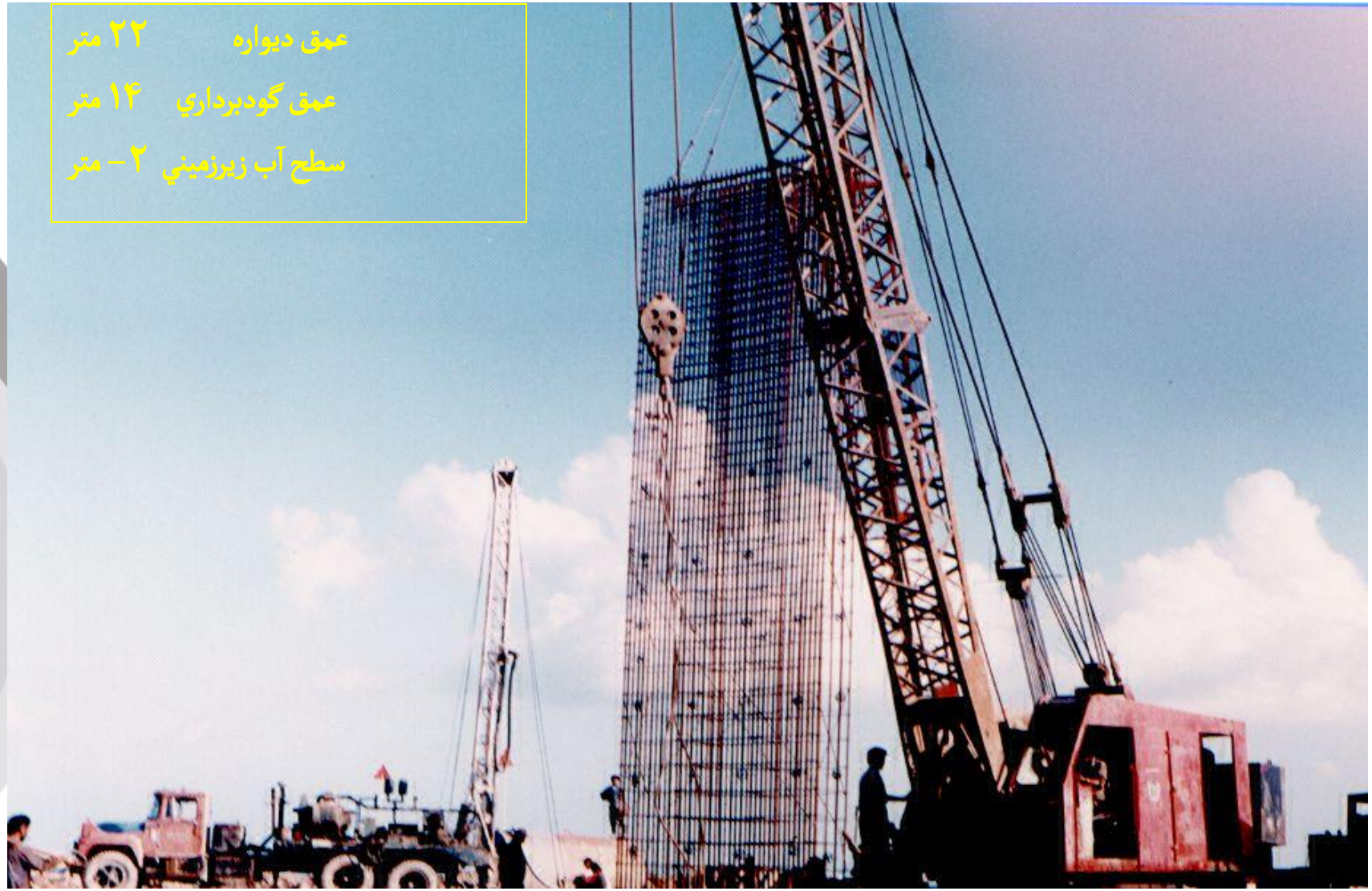


ديواره هاي ديافراگم بتني آبگير پالايشگاه هشتم بندر عباس

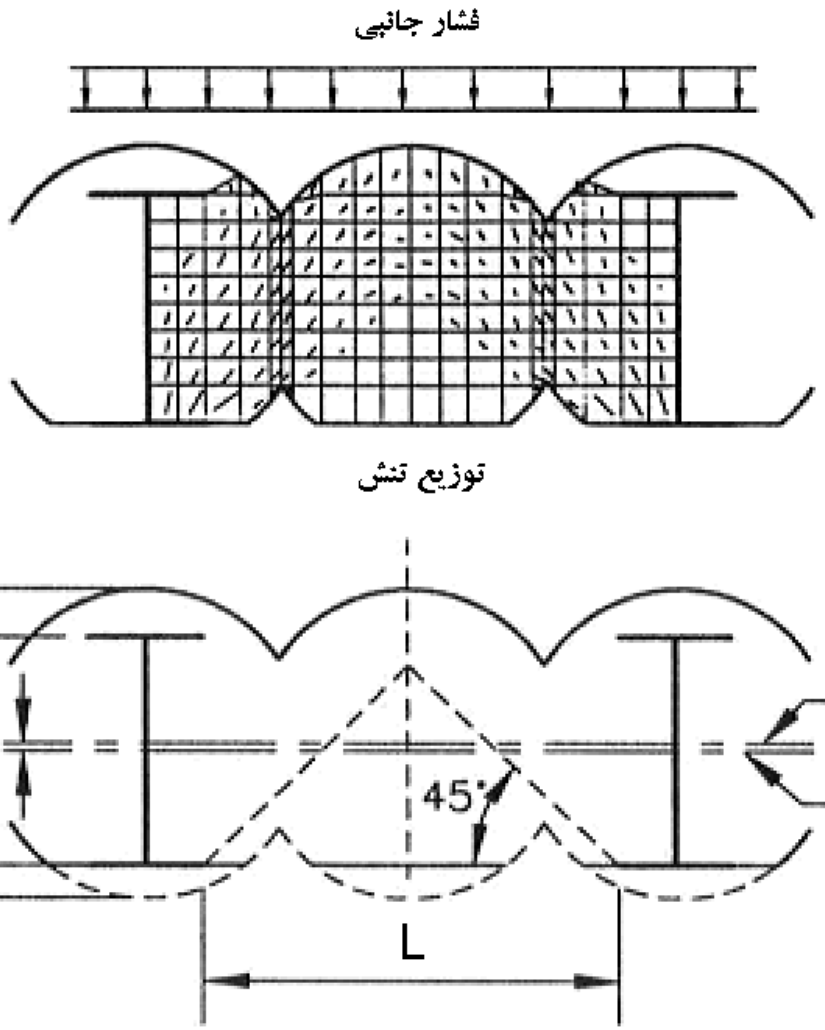
عمق ديواره ۲۲ متر

عمق گودبرداري ۱۴ متر

سطح آب زيرزميني ۲- متر



ديوار اختلاط عمقي خاك



برای جلوگیری از فروپاشی خمشی $L \leq D + h - 2e$

گودبرداری بیمارستان آبادان به روش اختلاط عمقي



عمق گود 5/6- الی 6/6- متر

سطح آب 1- متر

رس خیلی نرم

گود بیمارستان آبادان



روش بلوك و مهاري در برج مالي مشهد



خلاصه روش اجراي بلوك و مهاري

- خاكبرداري و مراحل اجرا مشابه ميخ گذاري
- مهاري ها در فواصل بيشتر جانشين ميخ ها مي شوند (نيروي مهاري تا 90 تن و فواصل افقي و قائم حداكثر 4 متر)
- نيروي فشاری مهاري ها توسط بلوك هاي بتني يا فلزي به خاك منتقل مي شود
- سطح خاك بين بلوك ها با شاتكريت به ضخامت حداقل 10 سانتي متر پوشانده مي شود. در شرايط خاص ضخامت شاتكريت افزايش مي يابد
- مشابه ميخ گذاري از زهكش هاي نواري عمودي ، افقي و در صورت بالا بودن سطح آب از چاه هاي پمپاژ استفاده مي شود
- مشابه میخ گذاری در خاک‌های دستی عمیق کاربرد ندارد

شبکه آرماتور بلوك هاي بتني

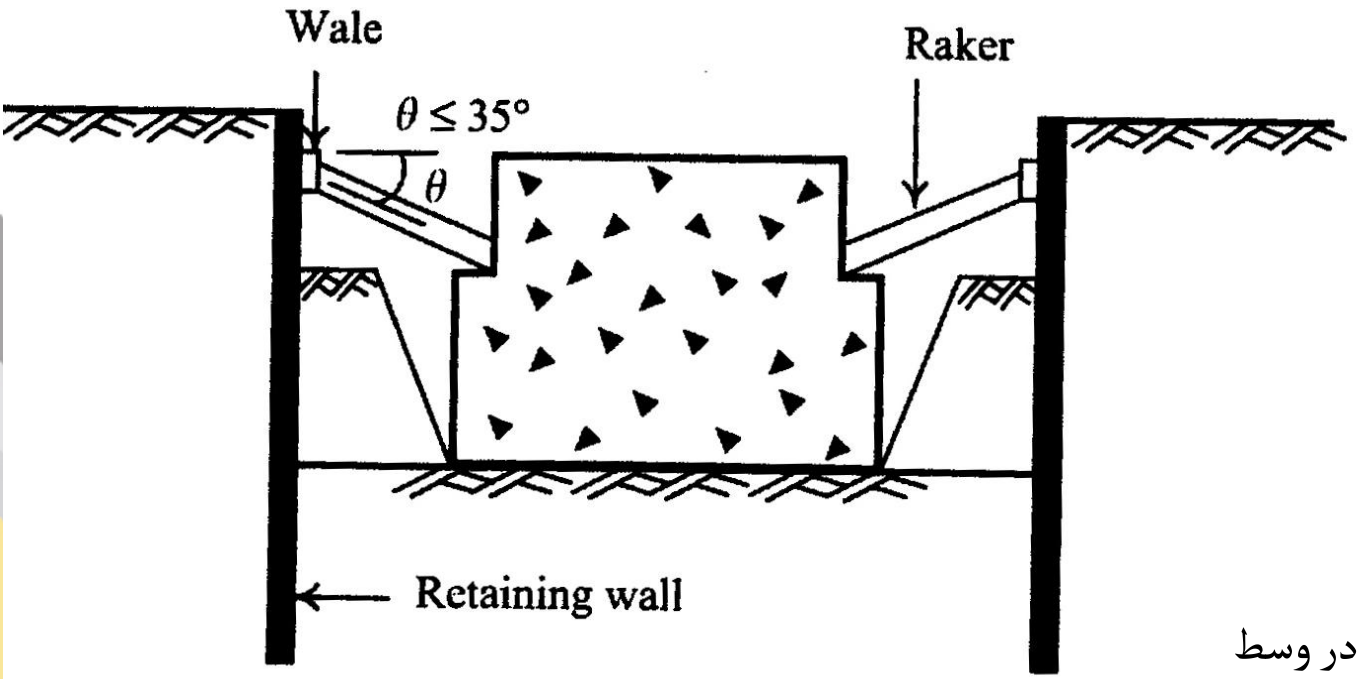


حفاري محل بلوك هاي بتني



اجراي مش و شاتكريت





مراحل اجرا:

1- ساخت دیوار حایل

2- خاک برداری قائم و شیبدار

3- اجرای بخشی از سازه در وسط

4- نصب حایل بین دیوار و سازه در وسط

5- خاک برداری بخش شیب دار و اجرای بقیه سازه

با کمك ساخت در وسط (جزیره اي)

مراحل اجرا:

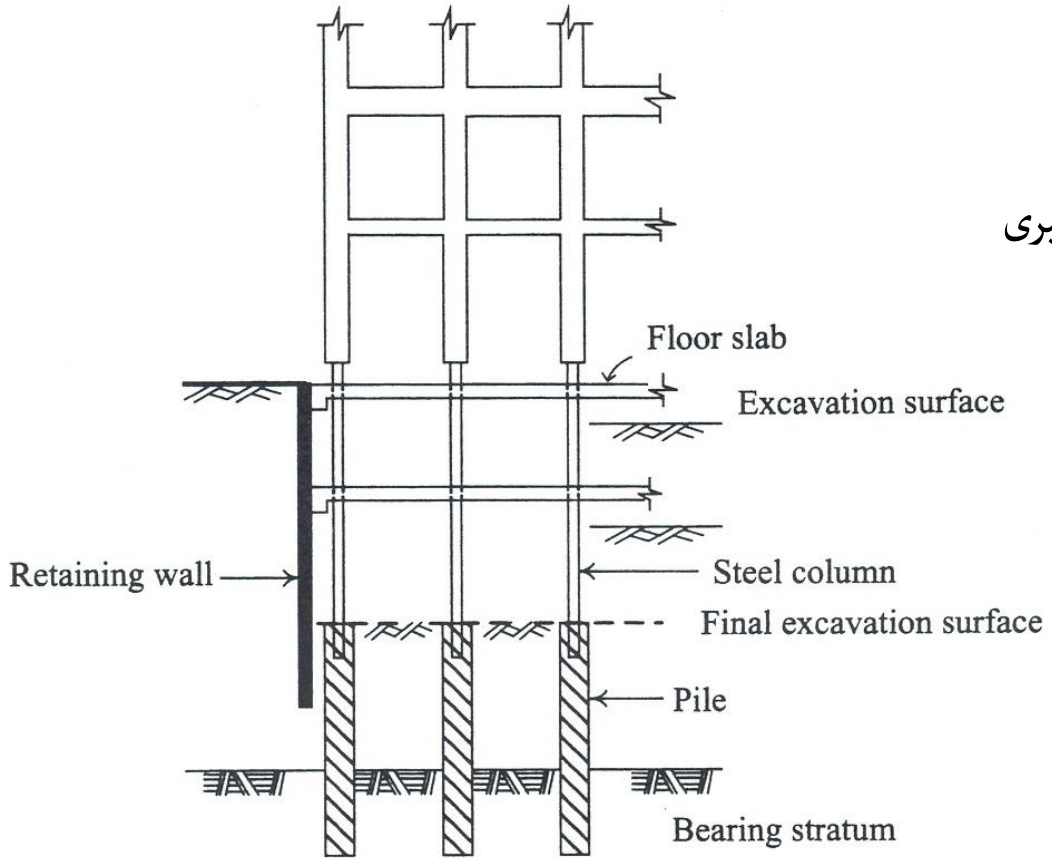
1- ساخت دیوار حایل

2- اجرای شمع های درجا ریز تا رقوم کف پی و قرارگیری ستون های فلزی از سطح زمین طبیعی روی شمع

3- ساخت سقف همکف و اتصال به دیوار حایل

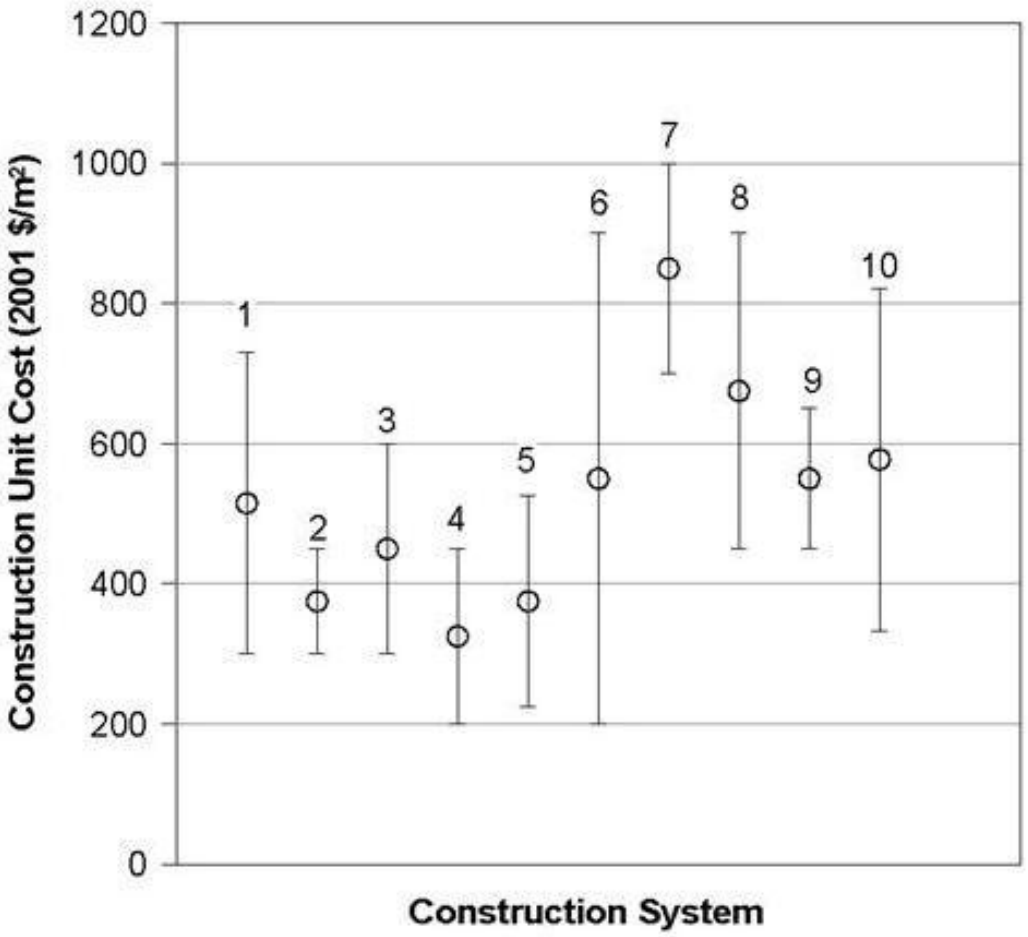
4- خاک برداری اولین طبقه زیر زمین

5- اجرای سقف دوم ، ادامه خاک برداری و تکرار مراحل یاد شده



با کمک ساخت از بالا به پائین

مقايسه قيمت روش هاي پايدارسازي گود



روش	کاربرد در محيط شهري
1	تا 6 متر
2 الي 6	نا مناسب
6 الي 10	مناسب

راهنما:

1	ديوار حايل
2	جعبه فلزی
3	گابيون
4	خاک مسلح
5	سپر
6	مهارگذاری
7	ديوار ديافراگمی
8	شمع
9	اختلاط عمقی خاک
10	ميخ گذاری

مباحث عمومي گودبرداری محیط های شهری



روش هاي مهار آب



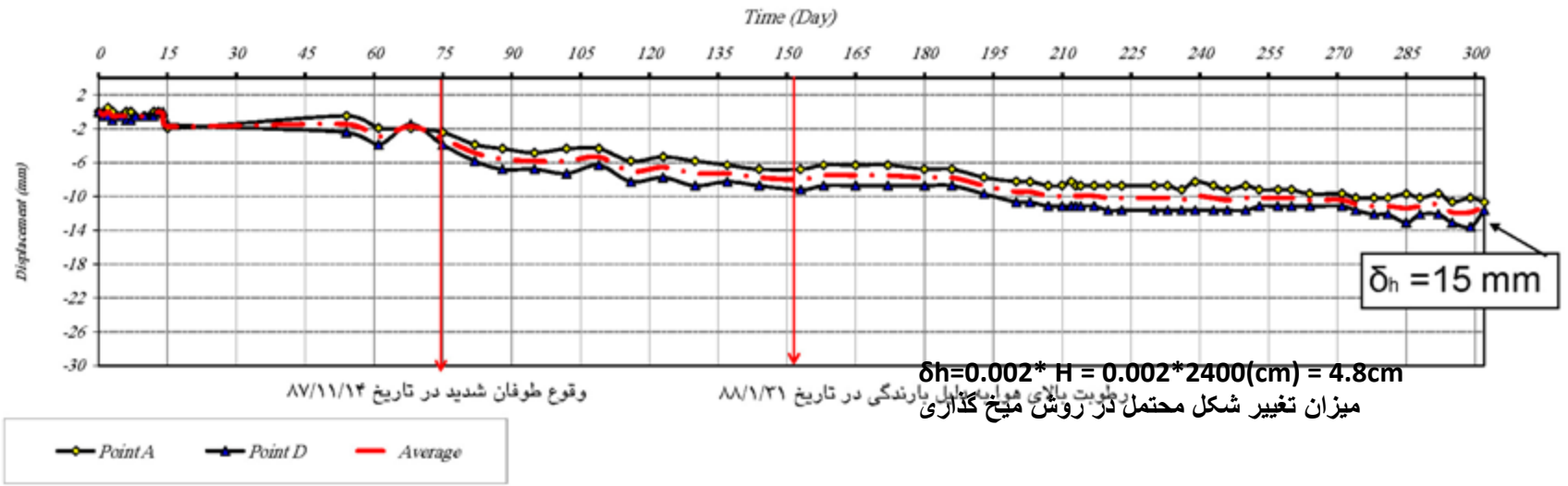
زهكشي گود با استفاده از زهكش هاي نواري عمودي ،
زهكش هاي افقي و چاه پمپاژ



تغییر شکل افقي لبه گود با شمع بتني و مهاري- برج مالی مشهد

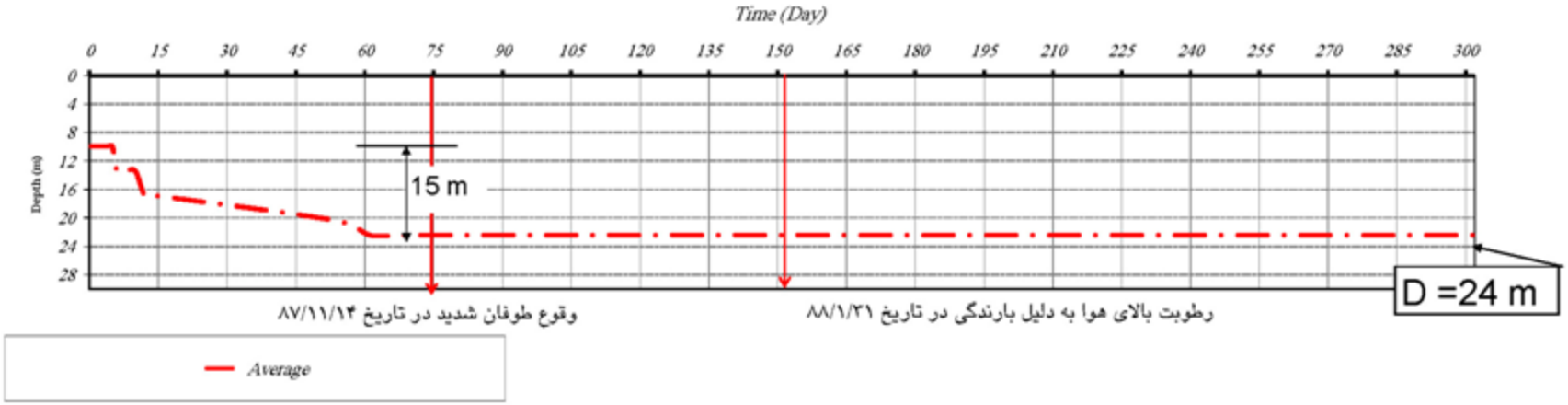


تغییر شکل افقي لبه گود با شمع بتني و مهاري - برج مالی مشهد



δh=0.002* H = 0.002*2400(cm) = 4.8cm

میزان تغییر شکل محتمل در روش میخ کاری



پایدارسازی گود پارکینگ طبقاتی سپه



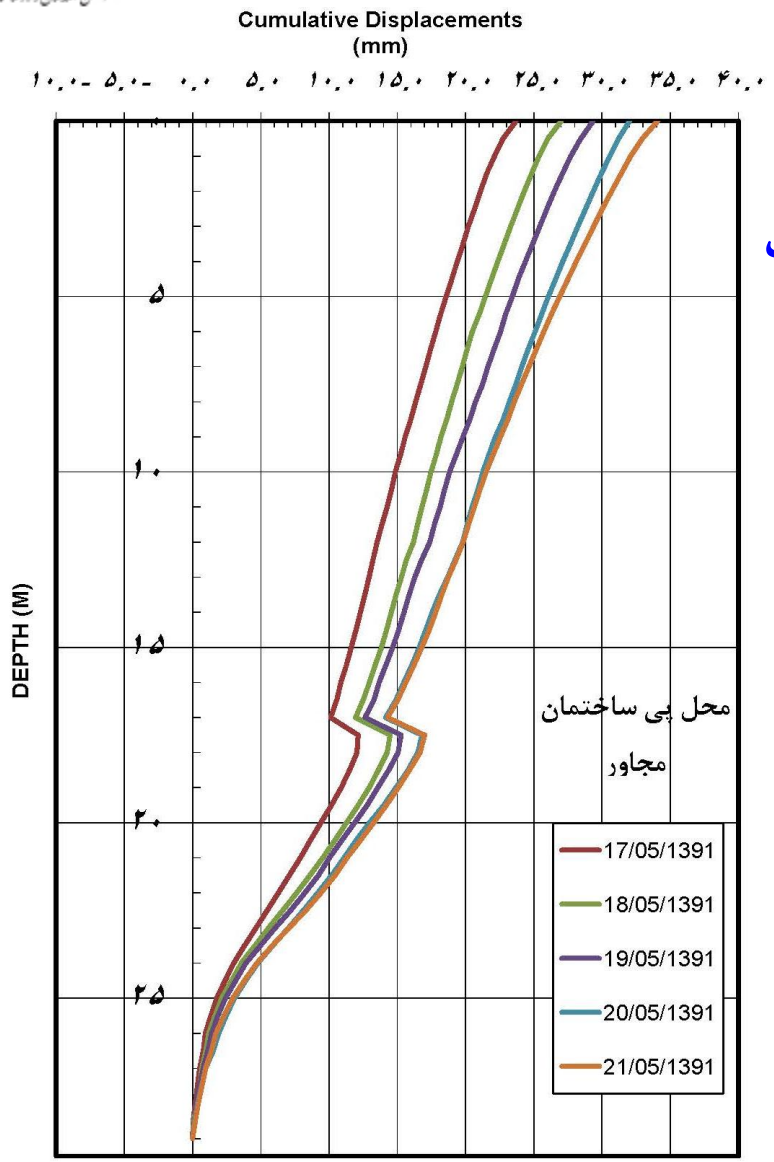
پایدارسازی با بلوک

مهاری 90 تن

حداکثر عمق گود 35 متر

آب زِیرزمیني در 10 متری زهکش

با میله و کوره



تغیر شکل‌های افقی با اندازه‌گیری انحراف سنج در مجاورت ساختمان 18 طبقه راه آهن - پارکینگ طبقاتی سپه

نگه داري درخت در مجاورت گود



کوره هاي قنات و هجوم آب



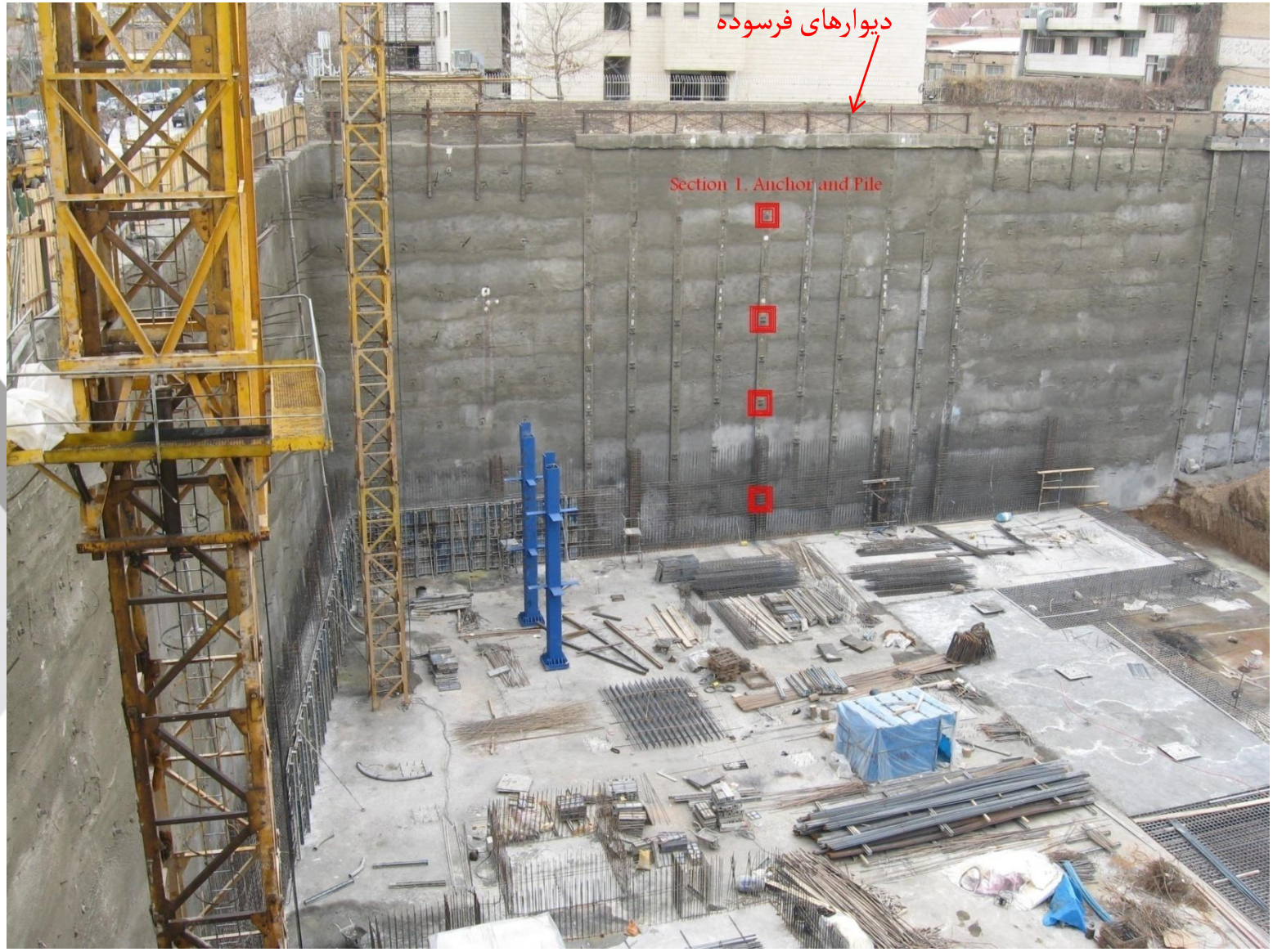
نگه داري ساختمان هاي فرسوده مجاور گود



نصب تيرهاي افقي و عمودي بامش و اتصال به شمع



نگه داري ديوارهاي فرسوده همسايه



ریزش گود



فیلم ریزش گود در تهران



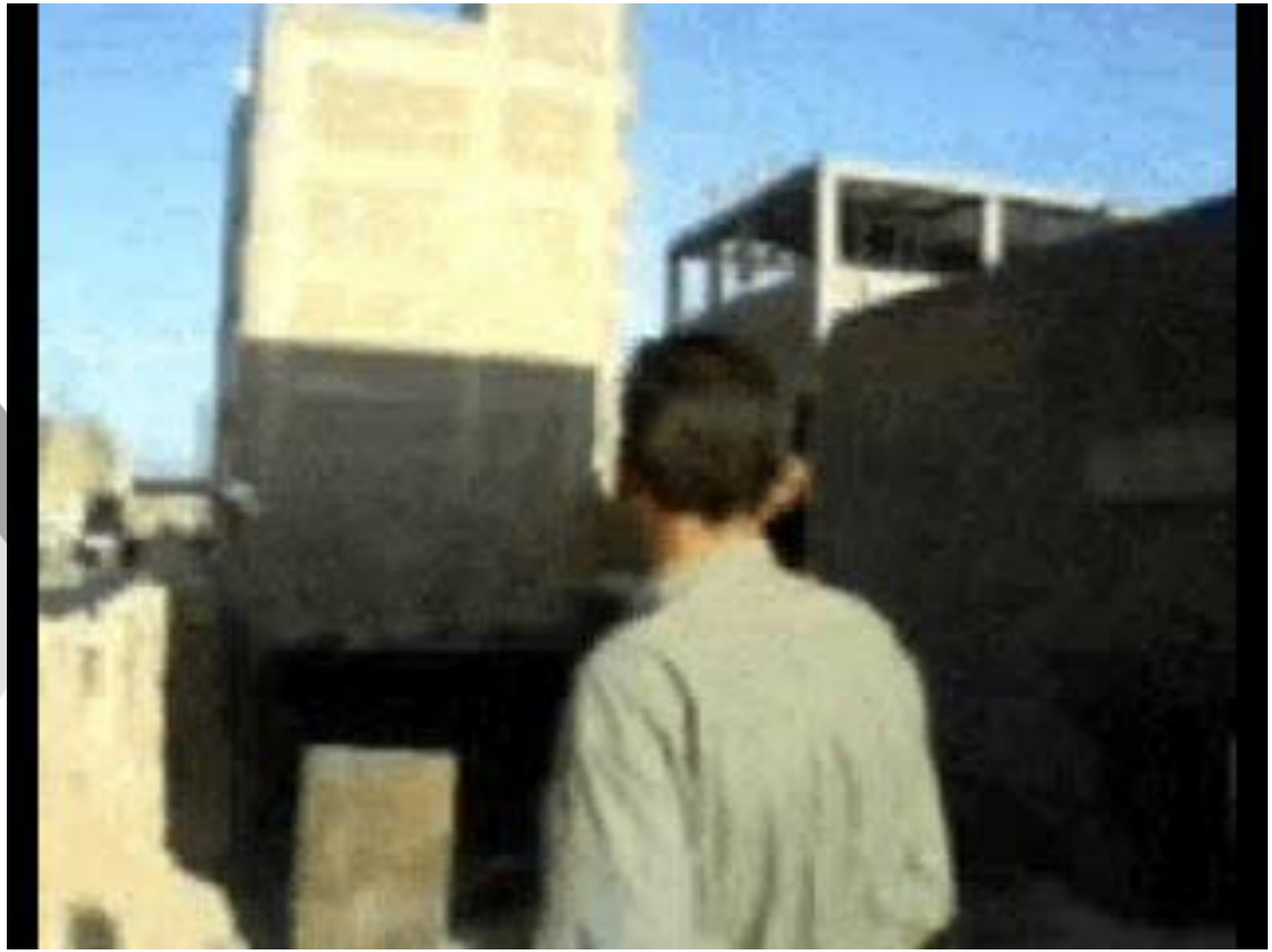
فیلم ریزش تهران



پایدارسازی توسط شمع وتیر



فیلم ریزش تبریز



فیلم ریزش ایران زمین



فیلم ریزش ایران زمین



روش‌های رایج پایدارسازی در محیط شهری



پايدارسازي گودهاي شهري بدون حايل هاي فشاري *

روش های متعارف برای گودهای عمیق شامل :

- ميخ گذاري
- بلوك با مهارگذاري
- ديوارههاي قائم با مهار گذاري
  - شمع مجزا با پوشش بين شمع ها از تخته يا شاتكريت (ديوار برليني)
  - شمع هاي هم پوشان
  - سپر(محدوديت اجرا بعلت ارتعاشات و سرو صداى زياد در نصب)
  - اختلاط عمقي خاك
  - ستون های تزريق با فشار بالا
  - ديواره ديافراگم بتني

* حایل های فشاری می توانند جایگزین مهارگذاری با دیواره های قائم در دهانه های متعارف شوند.

روش هاي ارزان و قابل رقابت در محيط هاي شهري

I - با آب زيرزميني زياد

- اختلاط عمقي خاك
- ستون های تزریق با فشار بالا
- ديواره ديافراگم
- شمع های همپوشان

II - بدون آب زيرزمين و يا با آب كم و قابل زهكشي

- ميخ گذاري
- شمع مجزا با مهاری و پوشش داخلي (ديوار برليني)
- بلوك با مهاري

نكته مهم :

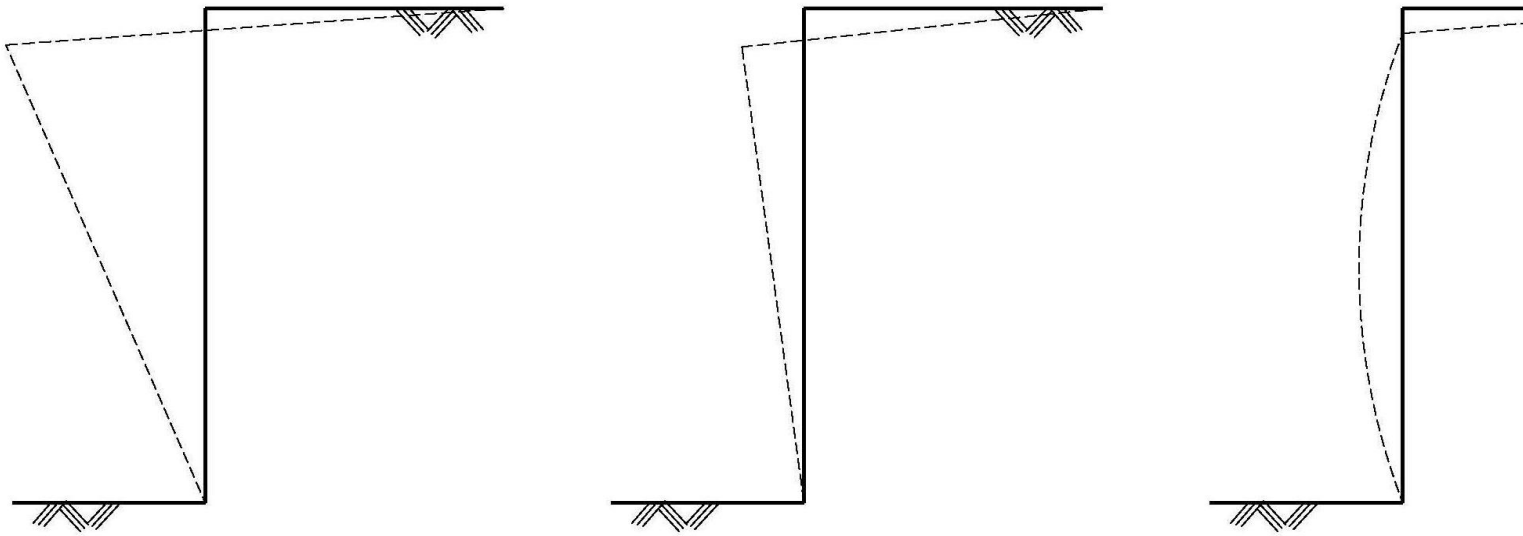
برای اعماق زیاد اجرای مهاری یا حائل داخلی الزامی است ، در اعماق کم پس از کنترل تغییر شکل ها مهاری یا حائل حذف می شود

مقایسه حجم کار در دو روش بلوك و مهاري با ميخ گذاري



مقایسه تغییر شکل ها در سه روش

ميخ گذاري ، شمع و مهاري و بلوك و مهاري



نتيجه گيري :

اگر تغيير شكل هاي خاك بر روي سازه هاي مجاور و تاسيسات زيرزميني اثر مخرب دارند ترتيب اولويت با مهاري و شمع ، مهاري و بلوك و ميخ گذاري خواهد بود.

مقايسه ميخ گذاري با بلوك و مهاري

ايمني بيشتر نسبت به ميخ گذاري دارد

- تمام مهاري ها آزمايش ميشوند. (در مقايسه با پنج درصد آزمايش ميخ ها)
- طراحي معمولاً براساس اطلاعات محدود ژئوتكنيكي و تجربه محلي خاك انجام ميشود. آزمايش همه مهاري ها ابهامات را از بين خواهد برد.
- با كشش مهاري ها تغيير شكل خاك در اثر خاكبرداري جبران ميشود و عموماً تغيير شكل ها قابل اغماض است. در ميخ ها بايد تغيير شكل اتفاق بيفتد تا نيروهاي ميخ جاري شوند.
- تمام مهاري ها براي شرايط حداكثر عمق گود كشيده مي شوند و بدين ترتيب قبل از خاتمه خاكبرداري ايمني بيشتري تامين است
- مهاري ها بمحض كشيده شدن فعال ميشوند. بر خلاف ميخ كه بايد تغيير شكل اتفاق بيفتد
- اگر خاك ريزشي باشد فقط محل بلوك ها خاكبرداري و مهاري اجرا ميشود. برم هاي جانبي بعدا خاكبرداري خواهند شد.
- شناسايي شرايط ناشناخته با كشيدن مهاري ها در هر قسمت گود امكان پذير است. با ميخ گذاري ناشناخته ها بعد از گسيختگي و تغيير شكل هاي زياد خود را نشان ميدهند
- بعلت حجم كمتر حفاري (30 تا 50 درصد ميخ گذاري) سرعت اجرا كوتاه تر است
- در صورت جواب ندادن هر مهاري ، جبراني سريع اجرا ميشود. در ميخ گذاري نا مشخص است

ارزيابي كلی روش هاي ميخ گذاري ، بلوك و مهاري و شمع و مهاري

ردیف	روش	ايمني	تغيير شكل	هزينه اجرا*	زمان اجرا
1	ميخ گذاري	كمترين	بيشترين	بيشترين	مشابه 2
2	شمع و مهاري	بيشترين	كمترين	بينابين	مشابه 1
3	بلوك و مهاري	بينابين	بينابين	كمترين	كمترين

* متراژ حفاري گمانه هاي ميخ گذاري در مقايسه با دو روش ديگر 2 تا 3 برابر بيشتر است.
* هزينه اجراي شمع در روش شمع و مهاري از افزايش هزينه حفاري ميخ گذاري كمتر است.
* هزينه اجراي بلوك ها بمراتب از هزينه اجراي شمع كمتر خواهد بود.

جمع بندي بكارگيري روش هاي ميخ گذاري ، شمع و مهاري و بلوك و مهاري در محيط هاي شهري

- در مجاورت ساختمان ها و تاسيسات زيرزميني مهم و حساس به تغيير شكل از شمع و مهاري
- در مجاورت تاسيسات كمتر حساس به تغيير شكل از بلوك و مهاري
- اگر در اطراف گود ساختماني نبوده و يا تغيير شكل ها مسئله ساز نباشند ميخ گذاري در صورت اقتصادي بودن
- در خاك هاي دستي و يا خاك هاي با مقاومت برشی كم از ميخ گذاري و بلوک و مهاری بعلت تغيير شكل هاي زياد و ريزش استفاده نشود.

در اين شرايط شمع و مهاری توصيه مي‌گردد.

پیشنهادات

- ساخت و سازهاي شهري در تهران همراه با ساخت پارکینگ هاي عمیق بعلت کمبود پارکینگ و گران بودن قیمت زمین اجتناب ناپذیر است.
- هر چند با تمهیدات جدیدي که سازمان‌هاي مسئول در چند ماه اخیر اتخاذ کرده اند درصد ریزش گودها کاهش یافته لیکن هنوز در حد بسیار بالایي قرار دارند.
- ضرورت تشخیص صلاحیت طراح ، پیمانکار و ناظر عملیات گودبرداري بیش از هر زمان دیگري احساس مي شود.
- تهیه دستورالعمل‌هاي طراحي ، اجرا و نظارت بر اجراي گودبرداري از اهمیت ویژه اي برخوردار است و سازمان‌هاي مسئول باید سریعاً به این مهم اقدام نمایند.
- نصب ابزار ، قرائت و پایش اطلاعات بصورت مستمر بعنوان سیستم هشدار و اقدام بموقع از الزامات اساسي در گودبرداري‌هاي شهري است.



انجمن مهندسان
راه و ساختمان ایران

همایش ایمنی در گودبرداری

۲۷ آذرماه ۱۳۹۲

روش های عمومی پایدار سازی گودها
در محیط های شهری

GENERAL METHODS FOR SUPPORT OF EXCAVATIONS IN URBAN AREA

خدمات مهندسي مكانيك خاك
مشاور و پيمانكار تخصصي ژئوتكنيك
Email: ses@sesce.com
021-22218100
سياوش ليتكوهي