

به نام خدا

# پاینداری گود

[WWW.ME2CH.COM](http://WWW.ME2CH.COM)

منبع این کتاب:

[WWW.ME2CH.ROZBLOG.COM](http://WWW.ME2CH.ROZBLOG.COM) & @ME2CH



سخنران:

جناب آقای دکتر سیاوش لیتکوهی

عنوان سخنرانی:

روش های عمومی پایدارسازی گودها در  
محیط های شهری



۲۷ آذرماه ۱۳۹۲

همایش ایمنی در گودبرداری

انجمن مهندسان  
راه و ساختمان ایران

روش های عمومی پایدار سازی گودها  
در محیط های شهری

GENERAL METHODS FOR SUPPORT  
OF  
EXCAVATIONS IN URBAN AREA

سیاوش لیتکوهی

خدمات مهندسی مکانیک خاک

مشاور و پیمانکار تخصصی ژئوتکنیک



Email: [ses@sesce.com](mailto:ses@sesce.com)

021-22213100



## فهرست مطالب

❖ روش های عمومی پایدارسازی گود در محیط های شهری

❖ مباحث عمومی گودبرداری در محیط های شهری

❖ ریزش گودهای شهری

❖ روش های رایج پایدارسازی در محیط های شهری

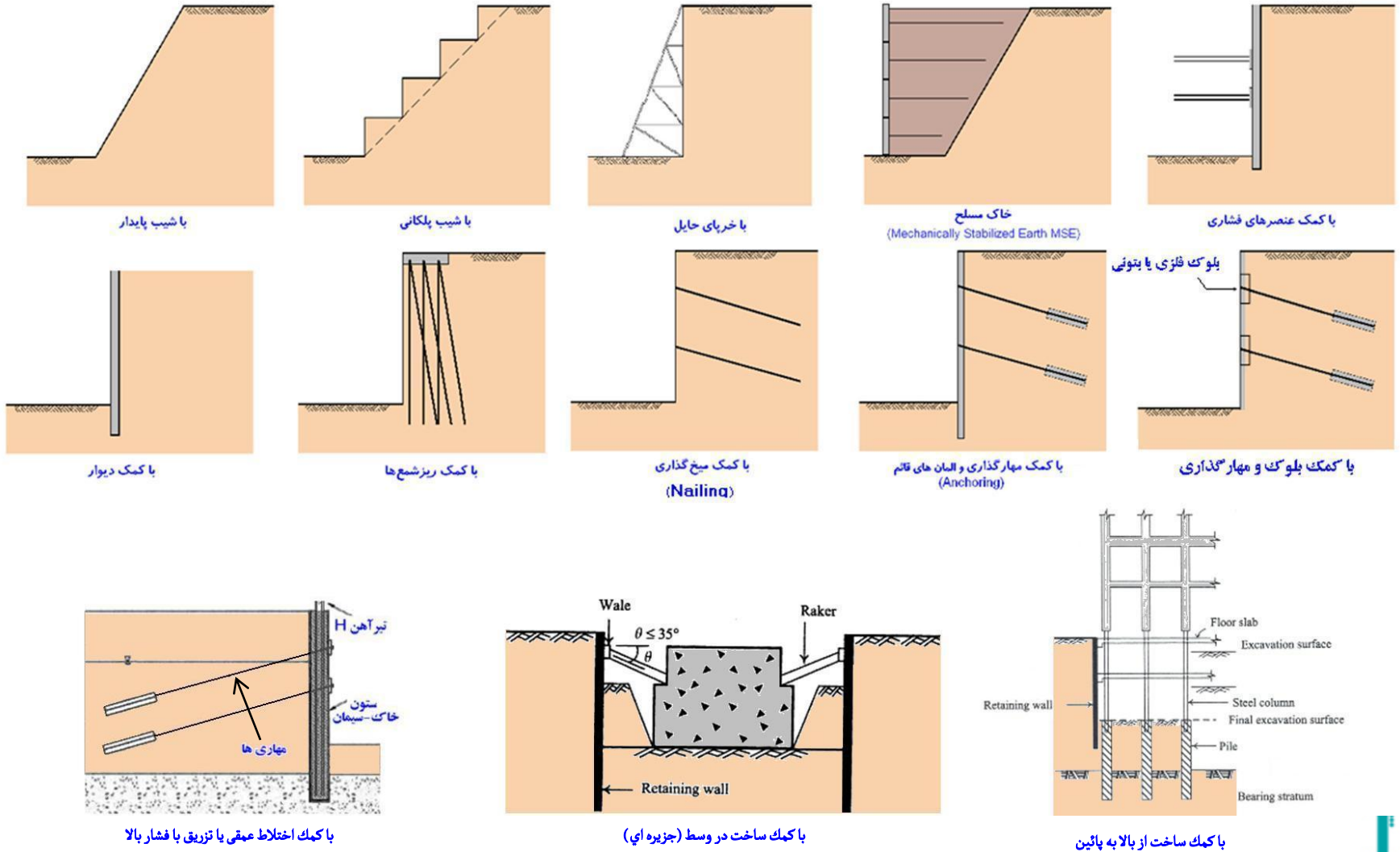
❖ جمع بندی

❖ پیشنهادات





### روش های عمومی پایدار سازی گود در محیط های شهری





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## پایدارسازی با شیب پلکانی







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## پایدار سازی گود با خرپای حایل







انجمن مهندسان راهبر ساختمان ایران



## پایدارسازی گود با شمع بتنی و حایل های مایل فشاری







انجمن مهندسان راهبردهای ایمنی

سلسله همایش های ایمنی در کارگاه های ساختمانی رویکرد اول: ایمنی در گودبرداری



## پایدار سازی با حایل های افقی فشاری







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## پایدارسازی نا مناسب با دیوار شمع







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران

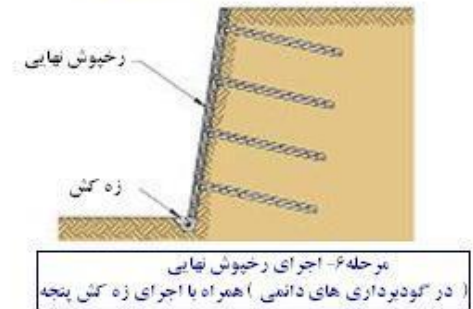
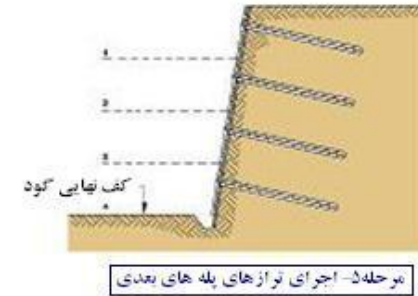
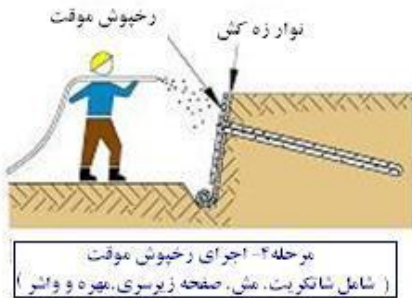
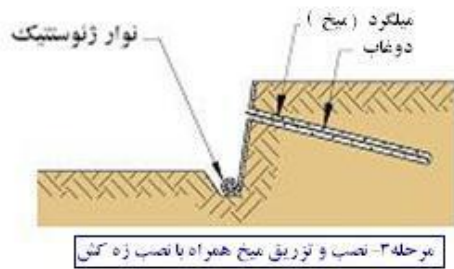
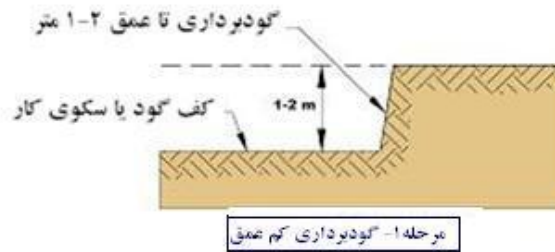


## طراحی و اجرای نامناسب ریز شمع





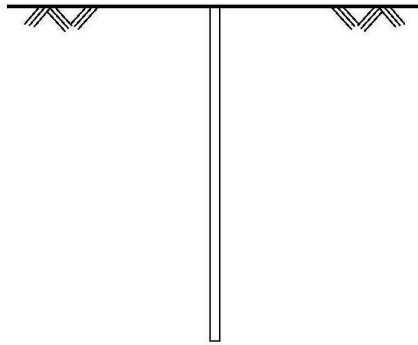
### میخ گذاری در خاک (Soil Nailing)



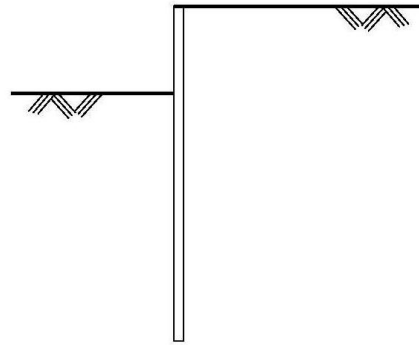




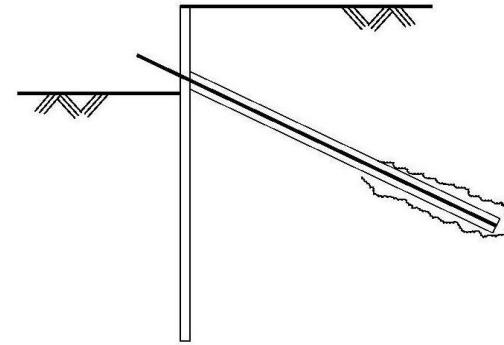
## مراحل اجرایی مهار گذاری و المان های قائم



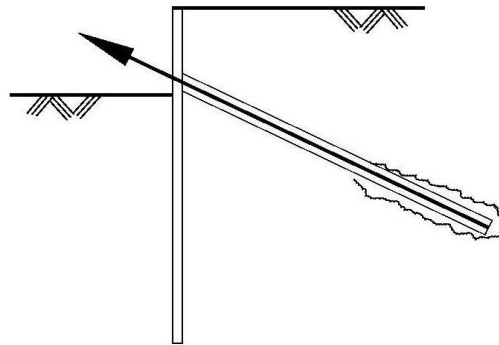
Step 1 : Install soldier beam



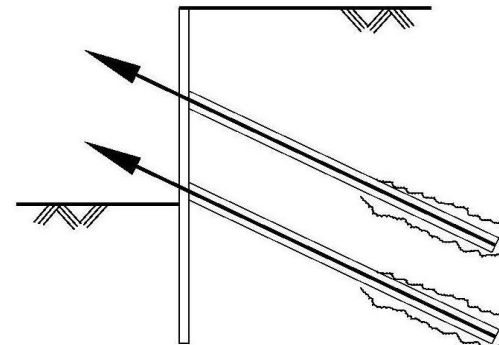
Step 2 : Excavate and install lagging (mesh and shotcrete)



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



انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## انواع دیواره ها

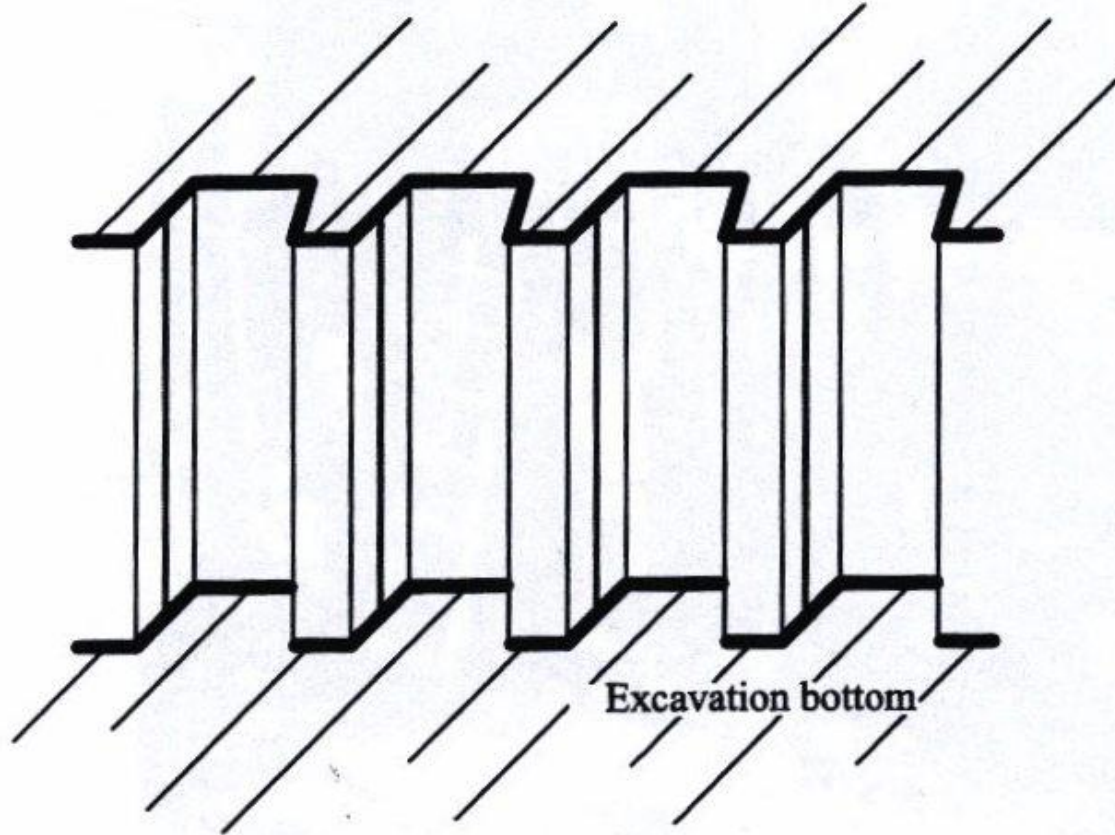




انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## دیوار سپر



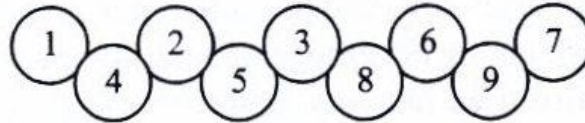




## انواع دیوارها با شمع



(a)



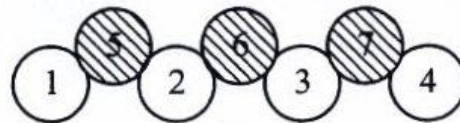
(b)



(c)



(d)



(e)

راهنما :



شمع سازه ای

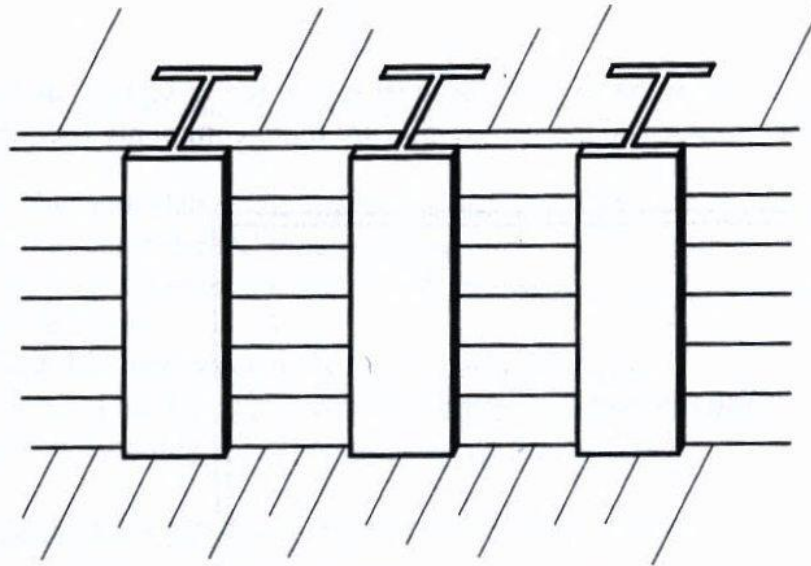


شمع بتن پلاستیک

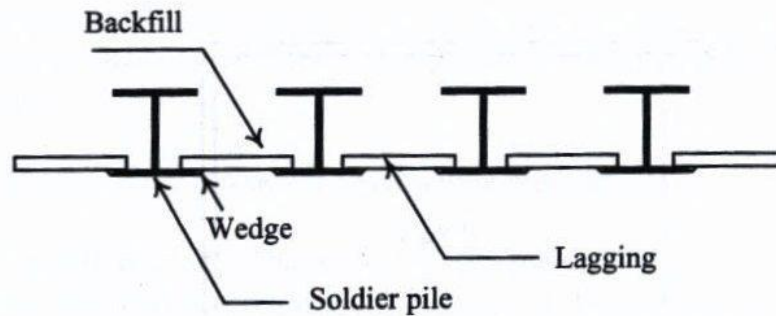




## دیوار شمع و تخته یا شاتکریت



(a)



(b)



انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## شمع و مهاري نرگس 2







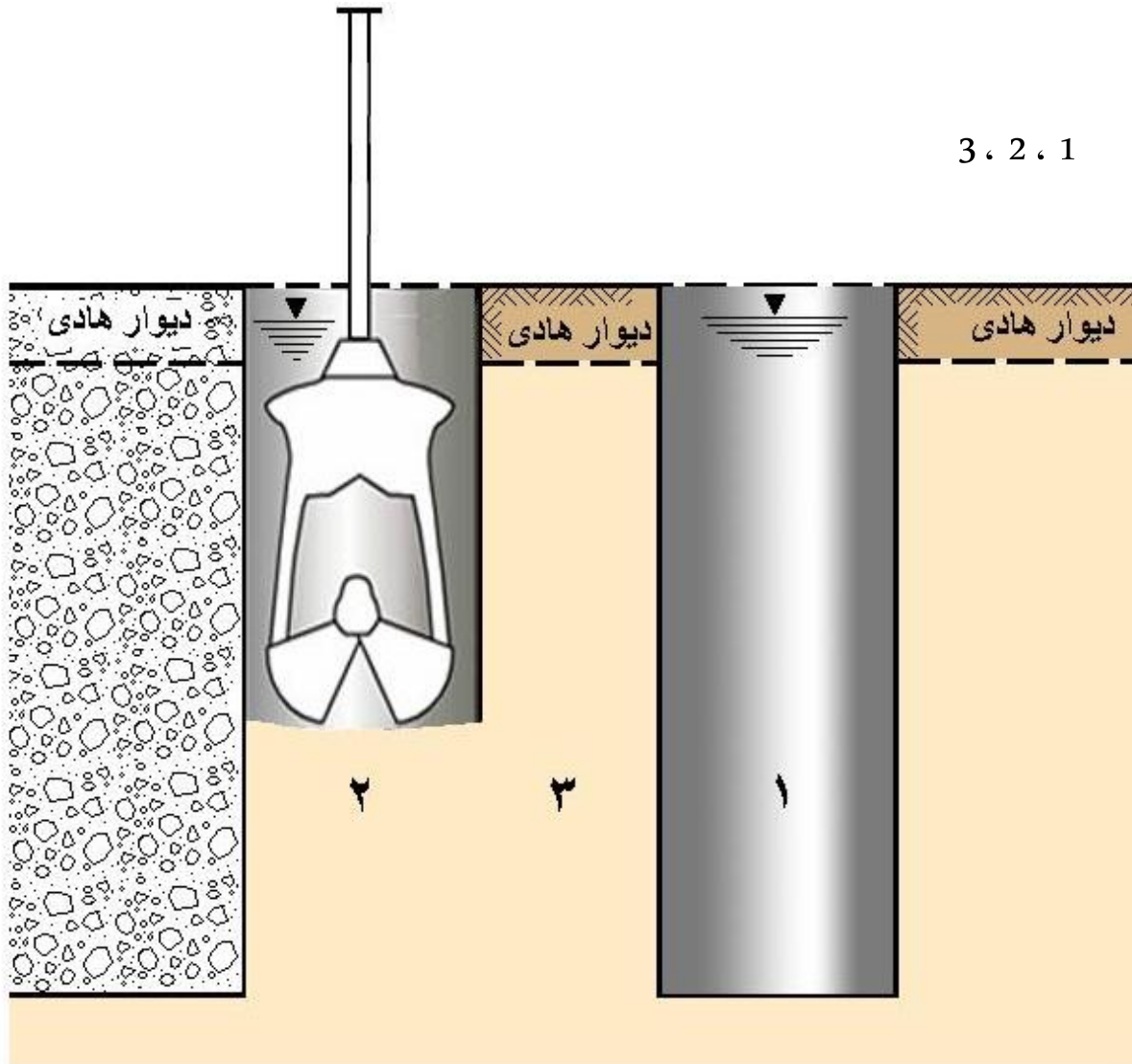
انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## دیوار دیافراگمی

ترتیب اجرا:

3 ، 2 ، 1



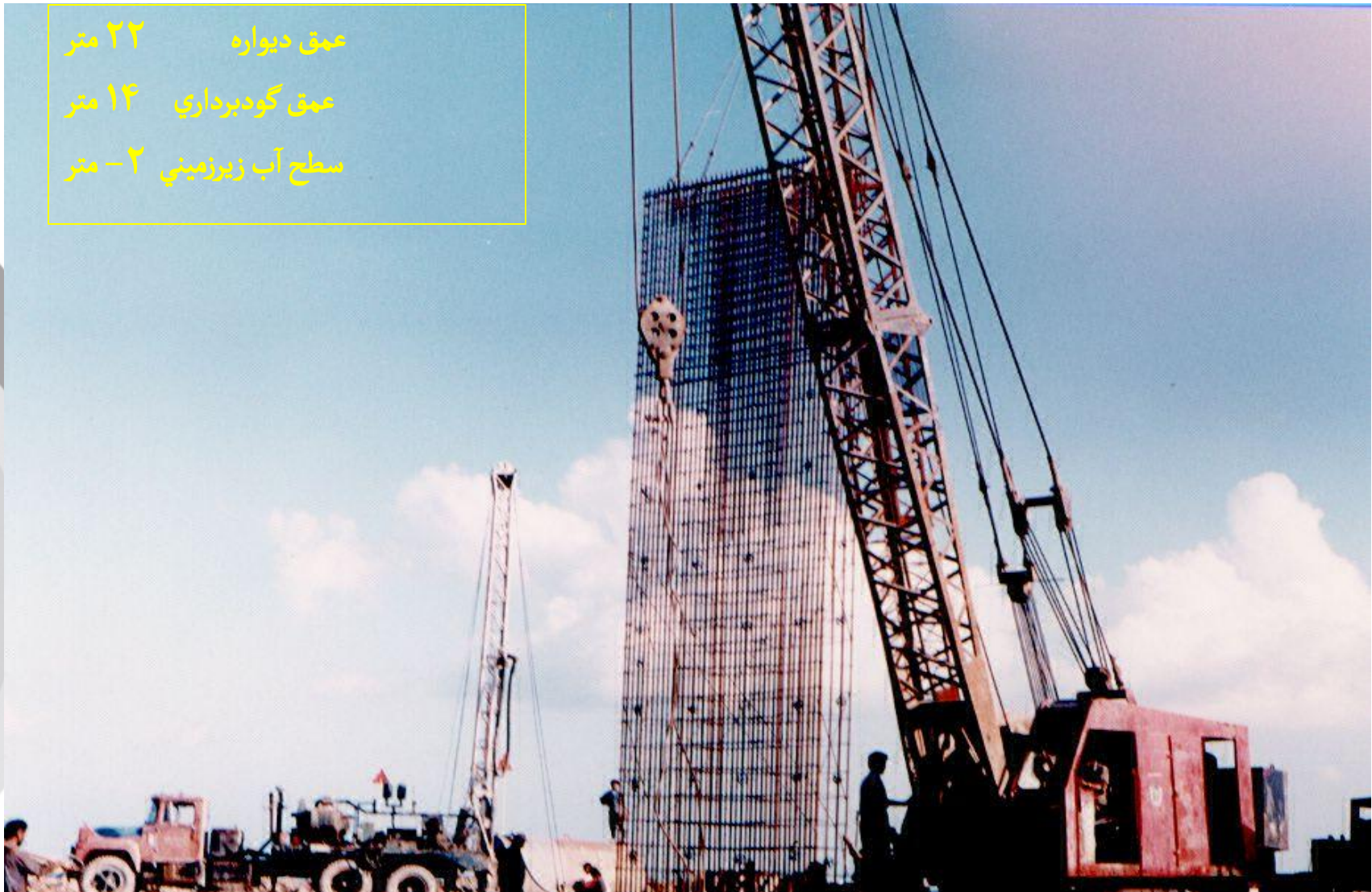


انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## دیواره های دیافراگم بتنی آبیگر پالایشگاه هشتم بندر عباس

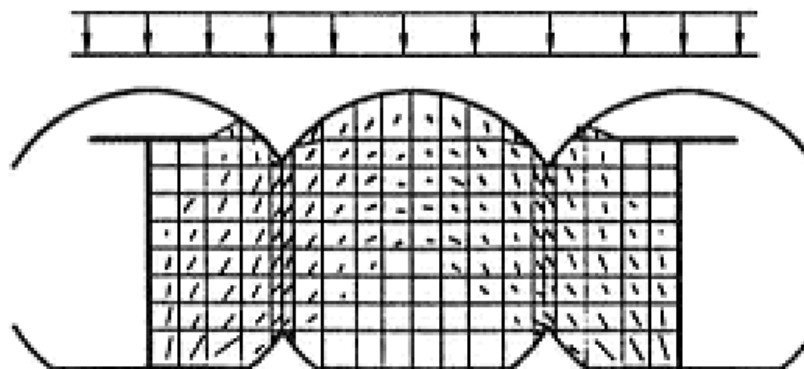
عمق دیواره ۲۲ متر  
عمق گودبرداری ۱۴ متر  
سطح آب زیرزمینی ۲- متر



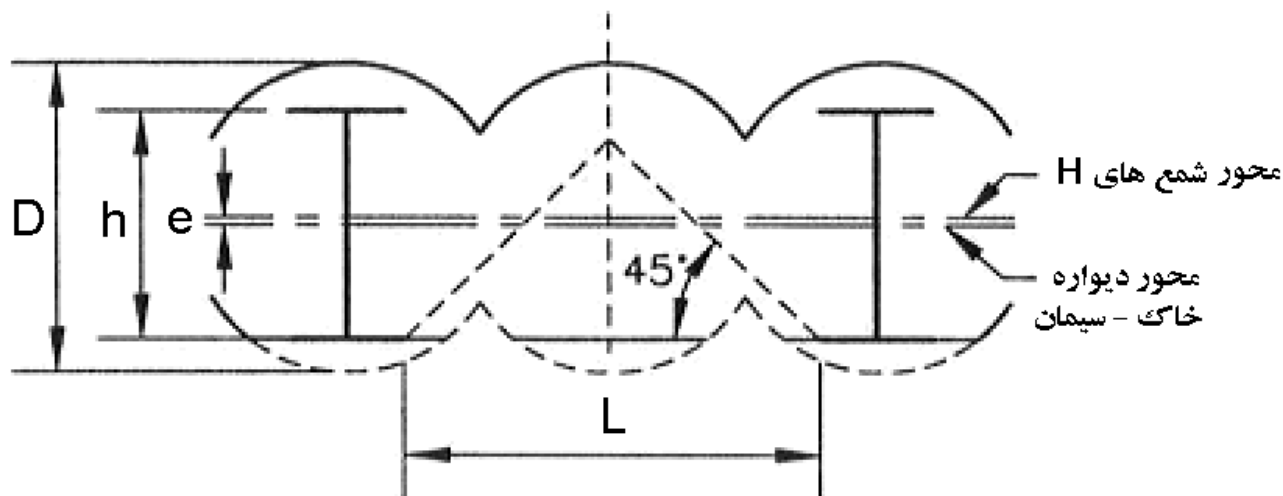


## دیوار اختلاط عمقی خاک

فشار جانبی



توزیع تنش



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



انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## گودبرداری بیمارستان آبادان به روش اختلاط عمقی



عمق گود 5/6- الی 6/6- متر  
سطح آب 1- متر  
رس خیلی نرم





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## گود بیمارستان آبادان







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## روش بلوک و مهاری در برج مالی مشهد



بلوک بتنی در بیرون و  
داخل دیوارگود





## خلاصه روش اجرای بلوک و مهاری

- خاکبرداری و مراحل اجرا مشابه میخ گذاری
- مهاری ها در فواصل بیشتر جانشین میخ ها می شوند ( نیروی مهاری تا 90 تن و فواصل افقی و قائم حداکثر 4 متر )
- نیروی فشاری مهاری ها توسط بلوک های بتنی یا فلزی به خاک منتقل می شود
- سطح خاک بین بلوک ها با شاتکریت به ضخامت حداقل 10 سانتی متر پوشانده می شود. در شرایط خاص ضخامت شاتکریت افزایش می یابد
- مشابه میخ گذاری از زهکش های نواری عمودی ، افقی و در صورت بالا بودن سطح آب از چاه های پمپاژ استفاده می شود
- مشابه میخ گذاری در خاک های دستی عمیق کاربرد ندارد





انجمن مشاوران راه و ساختمان ایران



## شبکه آرماتور بلوک های بتنی







انجمن مشاوران راهبردی ساختمان ایران



## حفاری محل بلوک های بتنی







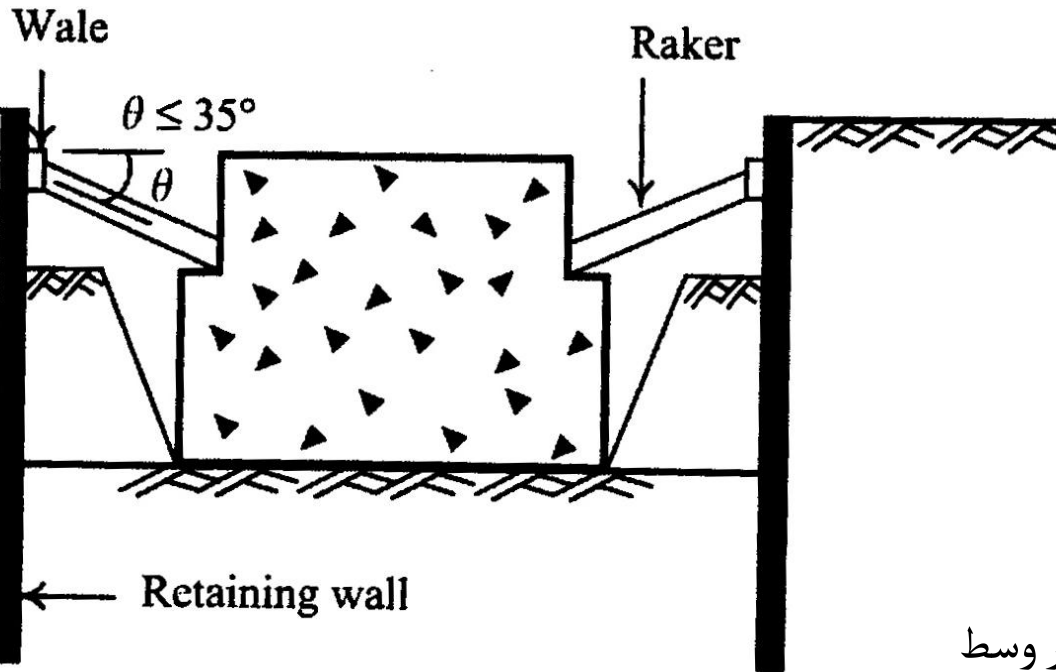
انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## اجرای مش و شاتکریت







### 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 کمک ساخت در وسط (جزیره ای)



### مراحل اجرا:

1- ساخت دیوار حایل

2- اجرای شمع های درجا ریز تا رقوم کف پی و قرارگیری

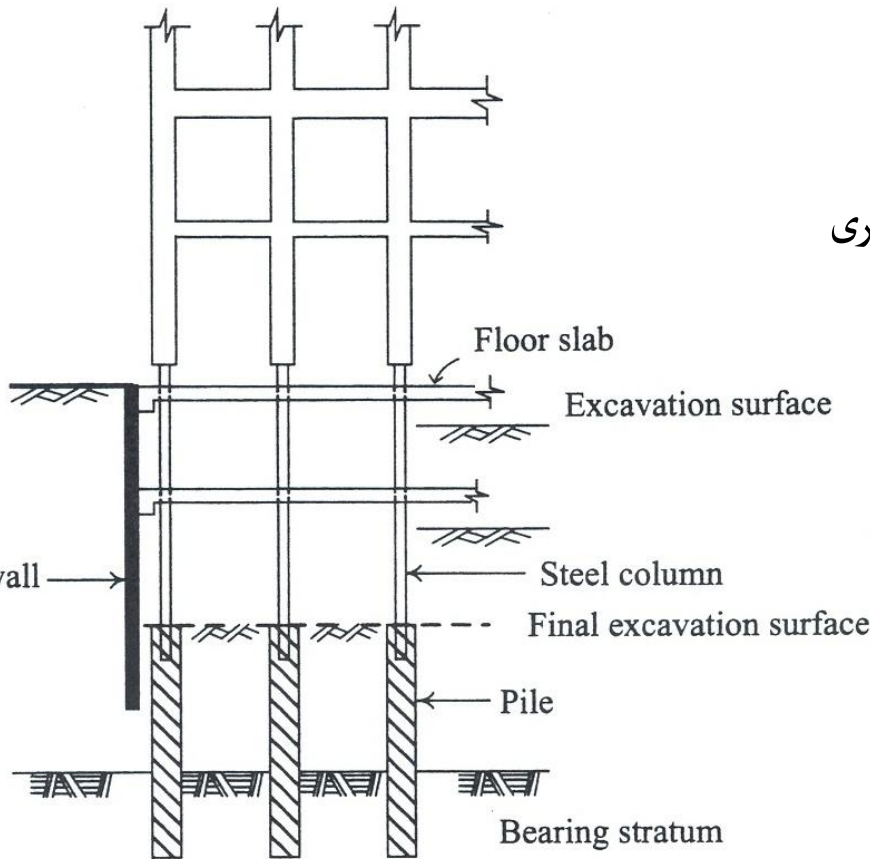
ستون های فلزی از سطح زمین طبیعی روی شمع

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



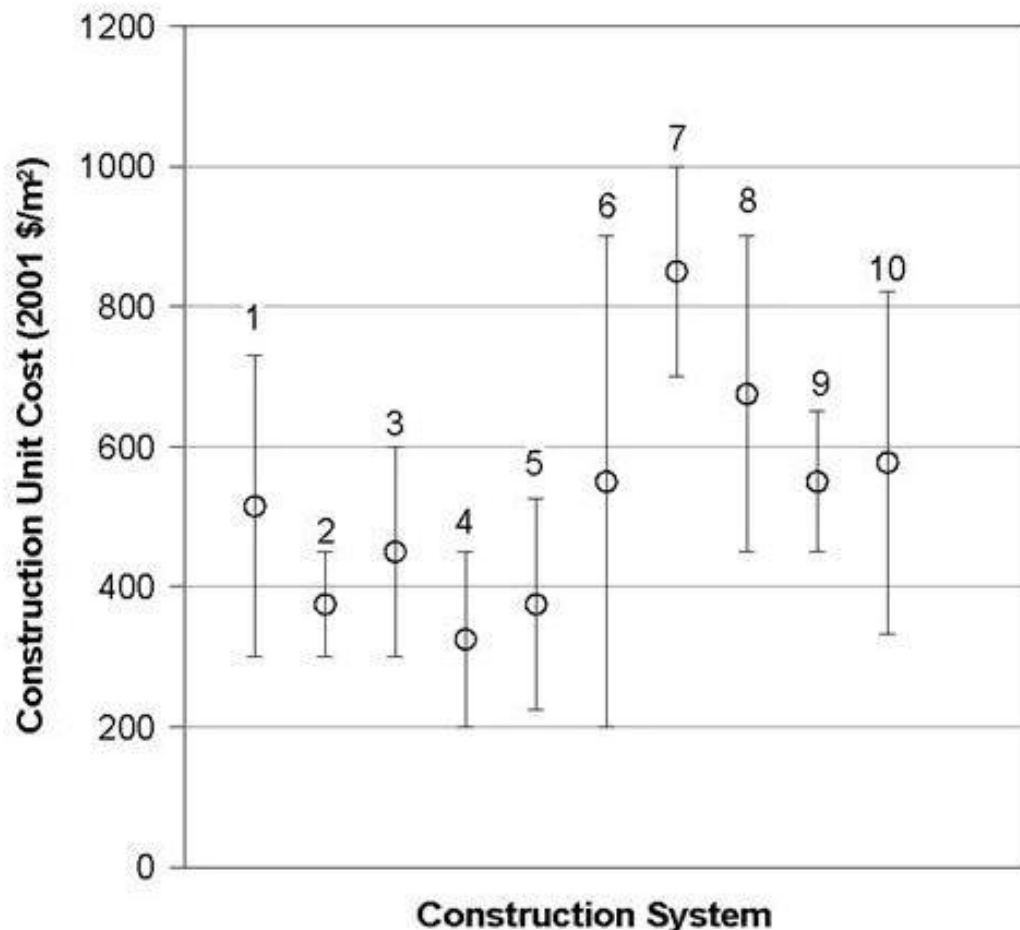
با کمک ساخت از بالا به پایین







## مقایسه قیمت روش های پایدارسازی گود



روش کاربرد در محیط شهری

- 1 تا 6 متر
- 2 الي 6 نا مناسب
- 6 الي 10 مناسب

### راهنما:

- 1 دیوار حایل
- 2 جعبه فلزی
- 3 گابیون
- 4 خاک مسلح
- 5 سپر
- 6 مهارگذاری
- 7 دیوار دیافراگمی
- 8 شمع
- 9 اختلاط عمقی خاک
- 10 میخ گذاری



انجمن مشاوران راهبردی ساختمان ایران



## مباحث عمومی گودبرداری محیط های شهری



پروژه باغ فردوس - تهران  
عمق گود: 39 متر  
تراز آب: 21 متر





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## روش های مهار آب





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## زهکشی گود با استفاده از زهکش های نواری عمودی ، زهکش های افقی و چاه پمپاژ







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## تغییر شکل افقی لبه گود با شمع بتنی و مهاری- برج مالی مشهد

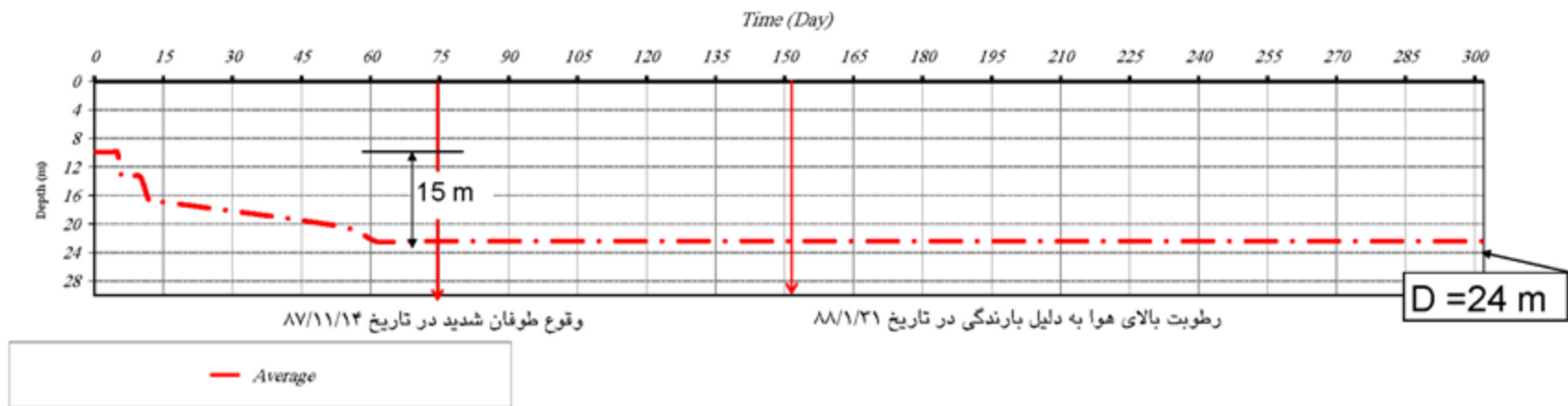
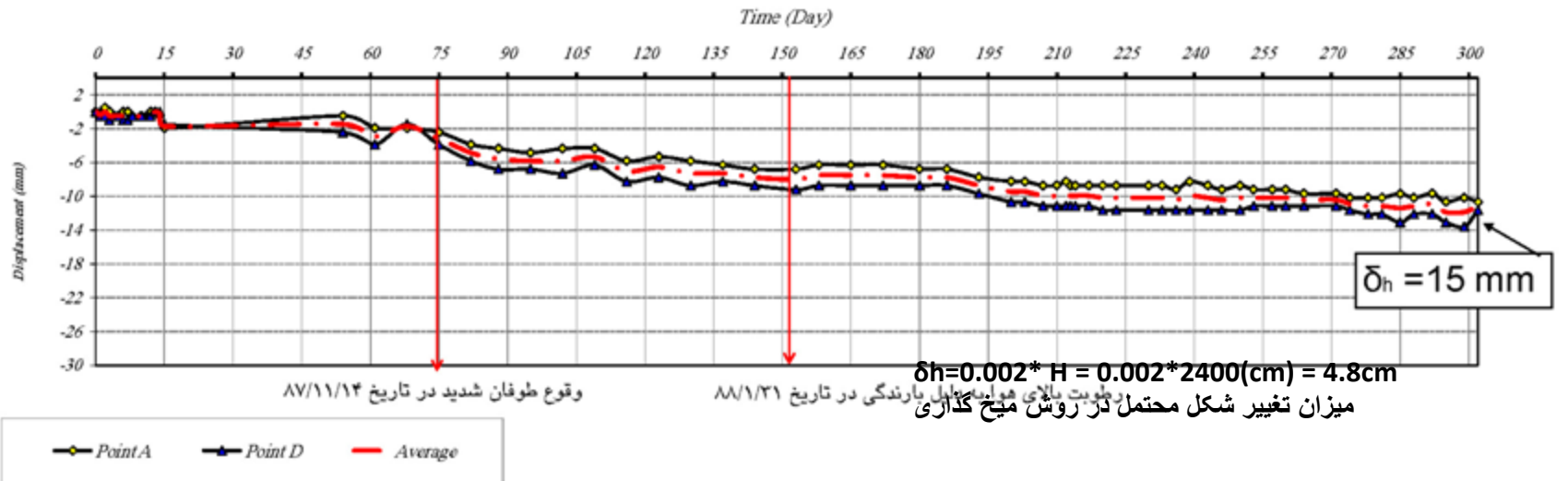




انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



# تغییر شکل افقی لبه گود با شمع بتنی و مهاری - برج مالی مشهد







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## پایدارسازی گود پارکینگ طبقاتی سپه



پایدارسازی با بلوک  
مهاری 90 تن  
حداکثر عمق گود 35 متر  
آب زیرزمینی در 10 متری زهکش  
با میله و کوره

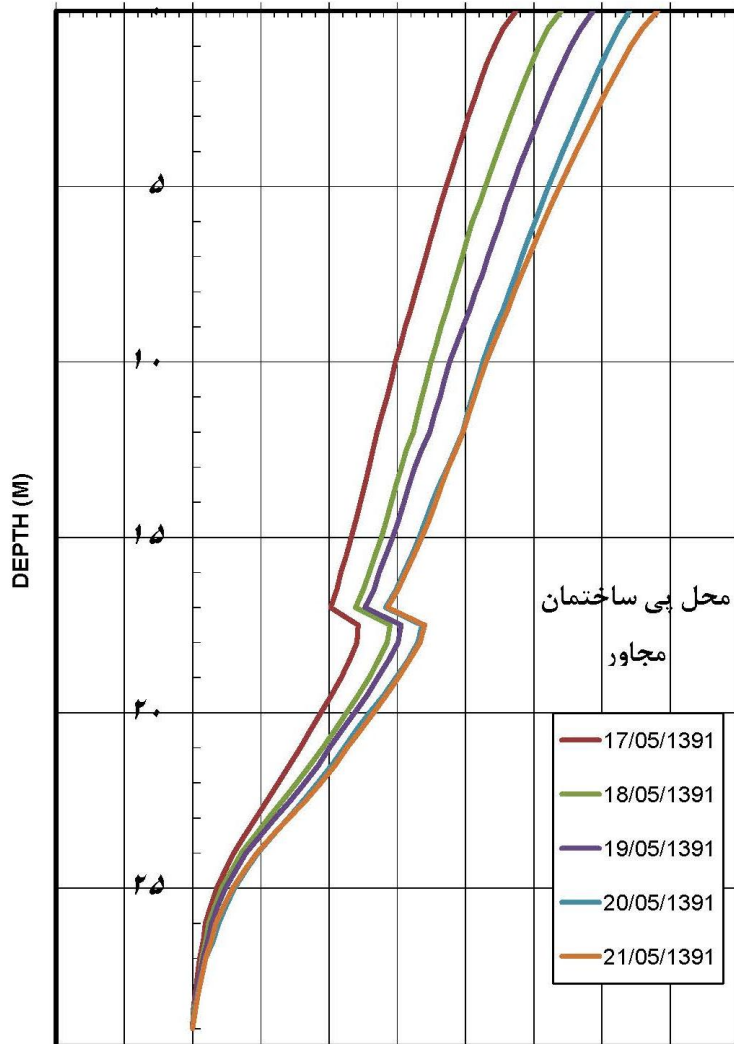


انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



Cumulative Displacements  
(mm)

۱۰.۰ - ۵.۰ - ۰.۰ ۵.۰ ۱۰.۰ ۱۵.۰ ۲۰.۰ ۲۵.۰ ۳۰.۰ ۳۵.۰ ۴۰.۰



تغیر شکل های افقی با اندازه گیری  
انحراف سنج در مجاورت ساختمان 18 طبقه راه آهن - پارکینگ  
طبقاتی سپه





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## نگه داری درخت در مجاورت گود







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## کوره های قنات و هجوم آب







انجمن متخصصان راه و ساختمان ایران



## نگه داری ساختمان های فرسوده مجاور گود







انجمن متخصصان راه و ساختمان ایران



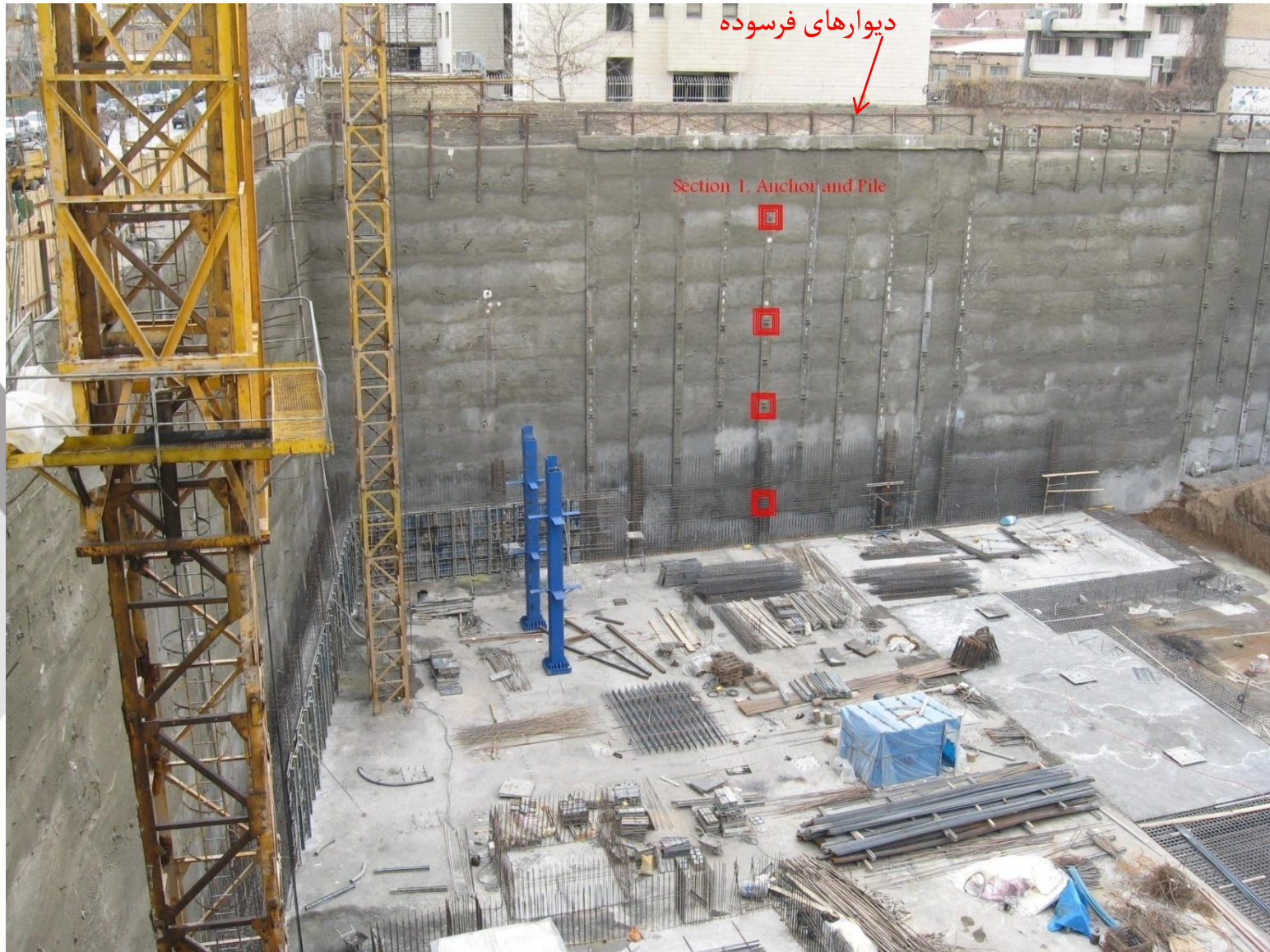
## نصب تیرهای افقی و عمودی بامش و اتصال به شمع







## نگه داری دیوارهای فرسوده همسایه







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## ریزش گود







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## فیلم ریزش گود در تهران





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## فیلم ریزش تهران







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## پایدارسازی توسط شمع وتیر





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## فیلم ریزش تبریز







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## فیلم ریزش ایران زمین





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## فیلم ریزش زمین







انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## روش های رایج بایدارسازی در محیط شهری



پروژه اندرزگو - تهران  
عمق گود: 28 متر  
تراز آب: 8 متر





## پایدارسازی گودهای شهری بدون حایل های فشاری\*

روش های متعارف برای گودهای عمیق شامل :

- میخ گذاری
- بلوک با مهارگذاری
- دیوارهایی قائم با مهار گذاری
  - شمع مجزا با پوشش بین شمع ها از تخته یا شاتکریت ( دیوار برلینی )
  - شمع های هم پوشان
  - سپر ( محدودیت اجرا بعلا ارتعاشات و سرو صدای زیاد در نصب )
  - اختلاط عمقی خاک
  - ستون های تزریق با فشار بالا
  - دیواره دیافراگم بتنی

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





## روش های ارزان و قابل رقابت در محیط های شهری

### I - با آب زیرزمینی زیاد

- اختلاط عمقی خاک
- ستون های تزریق با فشار بالا
- دیواره دیافراگم
- شمع های همپوشان

### II - بدون آب زیرزمین و یا با آب کم و قابل زهکشی

- میخ گذاری
- شمع مجزا با مهارى و پوشش داخلی ( دیوار برلینی )
- بلوک با مهارى

نکته مهم :

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



انجمن مشاوران راهبردی ساختمان ایران



## مقایسه حجم کار در دو روش بلوک و مهاری با میخ گذاری



عمق گود 22 متر

3 ردیف مهاری معادل  
9 ردیف میخ گذاری

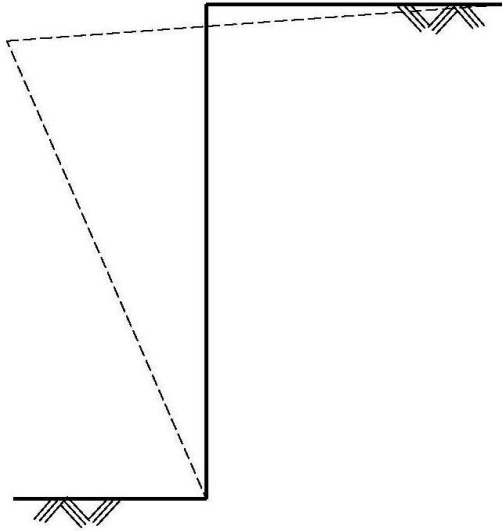




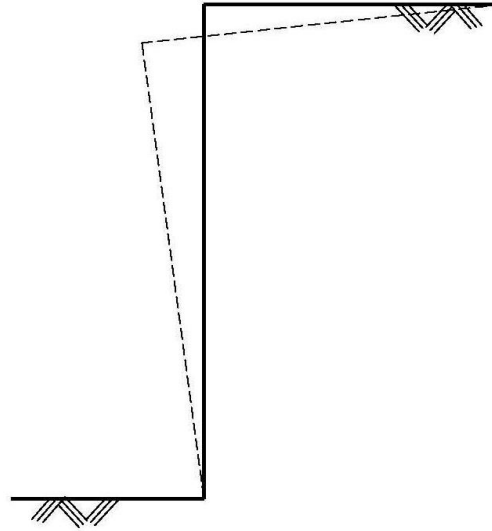
انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



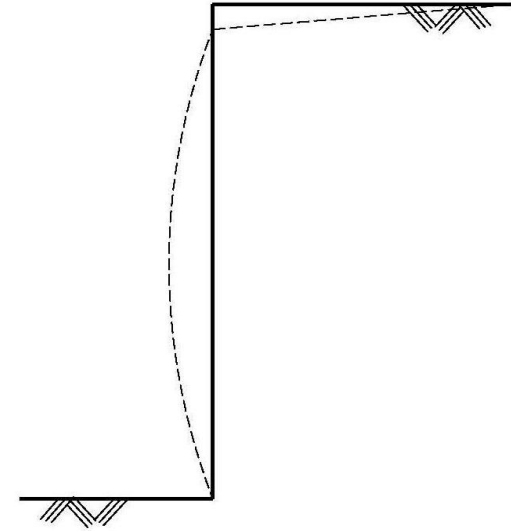
## مقایسه تغییر شکل ها در سه روش میخ گذاری ، شمع و مهاري و بلوك و مهاري



میخ گذاری  
بیشترین



مهارى و بلوك  
بینابین



مهارى و شمع  
کمترین

نتیجه گیری :

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





## مقایسه میخ گذاری با بلوک و مهاری

ایمنی بیشتر نسبت به میخ گذاری دارد

- تمام مهاری ها آزمایش میشوند. ( در مقایسه با پنج درصد آزمایش میخ ها )
- طراحی معمولاً براساس اطلاعات محدود ژئوتکنیکی و تجربه محلی خاک انجام میشود. 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 بعداً خاکبرداری خواهند شد.
- شناسایی شرایط ناشناخته با کشیدن مهاری ها در هر قسمت گود امکان پذیر است. با میخ گذاری ناشناخته ها بعد از گسیختگی و تغییر شکل های زیاد خود را نشان میدهند
- بعلت حجم کمتر حفاری ( 30 تا 50 درصد میخ گذاری ) سرعت اجرا کوتاه تر است
- در صورت جواب ندادن هر مهاری ، جبرانی سریع اجرا میشود. در میخ گذاری نا مشخص است





## ارزیابی کلی روش های میخ گذاری ، بلوک و مهاری و شمع و مهاری

ردیف	روش	ایمنی	تغییر شکل	هزینه اجرا*	زمان اجرا
1	میخ گذاری	کمترین	بیشترین	بیشترین	مشابه 2
2	شمع و مهاری	بیشترین	کمترین	بینابین	مشابه 1
3	بلوک و مهاری	بینابین	بینابین	کمترین	کمترین

\* مترآژ حفاری گمانه های میخ گذاری در مقایسه با دو روش دیگر 2 تا 3 برابر بیشتر است.

\* هزینه اجرای شمع در روش شمع و مهاری از افزایش هزینه حفاری میخ گذاری کمتر است.

\* هزینه اجرای بلوک ها به مراتب از هزینه اجرای شمع کمتر خواهد بود.



انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## جمع بندی بکارگیری روش های میخ گذاری ، شمع و مهاری و بلوک و مهاری در محیط های شهری

- 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
  - 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.





## پیشنهادات

- ساخت و سازه های شهری در تهران همراه با ساخت پارکینگ های عمیق بعلت کمبود پارکینگ و گران بودن قیمت زمین اجتناب ناپذیر است.
- هر چند با تمهیدات جدیدی که سازمان های مسئول در چند ماه اخیر اتخاذ کرده اند درصد ریزش گودها کاهش یافته لیکن هنوز در حد بسیار بالایی قرار دارند.
- ضرورت تشخیص صلاحیت طراح ، پیمانکار و ناظر عملیات گودبرداری بیش از هر زمان دیگری احساس می شود.
- تهیه دستورالعمل های طراحی ، اجرا و نظارت بر اجرای گودبرداری از اهمیت ویژه ای برخوردار است و سازمان های مسئول باید سریعاً به این مهم اقدام نمایند.
- نصب ابزار ، قرائت و پایش اطلاعات بصورت مستمر بعنوان سیستم هشدار و اقدام بموقع از الزامات اساسی در گودبرداری های شهری است.

۲۷ آذرماه ۱۳۹۲

همایش ایمنی در گودبرداری

انجمن مهندسان  
راه و ساختمان ایران

روش های عمومی پایدار سازی گودها  
در محیط های شهری

GENERAL METHODS FOR SUPPORT  
OF  
EXCAVATIONS IN URBAN AREA

خدمات مهندسی مکانیک خاک

مشاور و پیمانکار تخصصی ژئوتکنیک



سیاوش لیتکوهی

Email: [ses@sesce.com](mailto:ses@sesce.com)

021-22213100