

# www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران

ارائه كتابها و جزوات رايجان مهندسي عمران

بهترين و برترين مقالات روز عمران

انجمن هاي تفصلي مهندسي عمران

خبرنگاه تفصلي مهندسي عمران



@icivilir



icivil.ir





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



سخنران:

جناب آقای دکتر محمد حسن بازیار

عنوان سخنرانی:

نکات کلیدی گودبرداری از منظر مبحث هفتم  
مقررات ملی ساختمان





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران

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



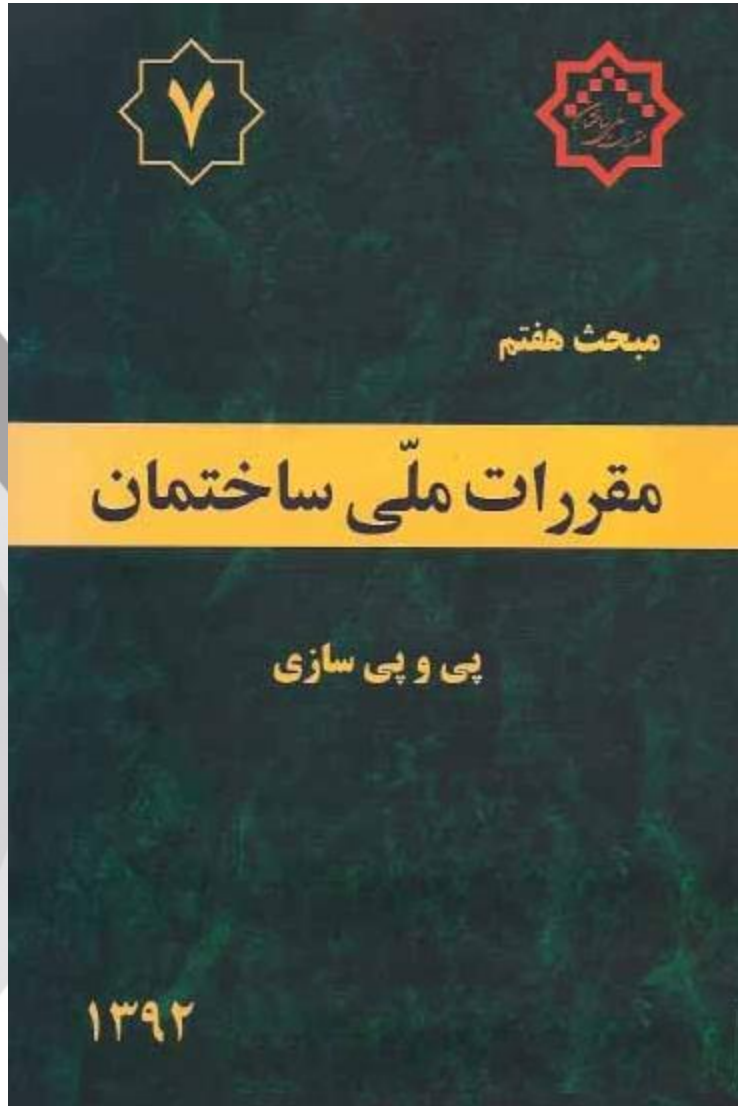
# نکات کلیدی گودبرداری از منظر مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان

دکتر محمد حسن بازیار

کمیته تخصصی تدوین  
مبحث هفتم - پی و پی سازی  
مقررات ملی ساختمان



انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



اسامی اعضا کمیته:

- دکتر محمد حسن بازیار
- دکتر علیرضا رهایی
- دکتر علی فاخر
- دکتر کاظم فخاریان
- دکتر ارسلان قهرمانی

و سایر همکاران که در تدوین متن ۱۳۶۹ و ۱۳۸۸ همکاری نموده اند. من جمله:

- دکتر بهروز گتمیری
- دکتر کامبیز بهنیا
- دکتر مرتضی زاهدی
- مهندس علی اصغر طاهری بهبهانی
- دکتر کاظم فخاریان
- دکتر ارسلان قهرمانی
- دکتر سید رسول میرقادری
- مهندس مهیار نوربخش پیربازاری



## مقدمه :

یکی از مسائل مهم در ساخت و سازه های شهری، ایجاد پایداری مناسب در هنگام تخریب، گودبرداری و اجرای سازه های نگهدارنده است. عدم رعایت مسائل فنی و ایمنی در تخریب، گودبرداری و ساخت سازه های نگهدارنده باعث تخریب برخی از ساختمان های مجاور گود در ساخت و سازه های شهری شده است. عملیات گودبرداری در زمره عملیات های خاکی خطرناک قرار دارد. براساس آمارهای موجود همه ساله در پروژه های گودبرداری بدلیل عدم رعایت اصول ایمنی، انسان های زیادی جان خود را از دست داده یا صدمات شدیدی می بینند.



انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران

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





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران

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

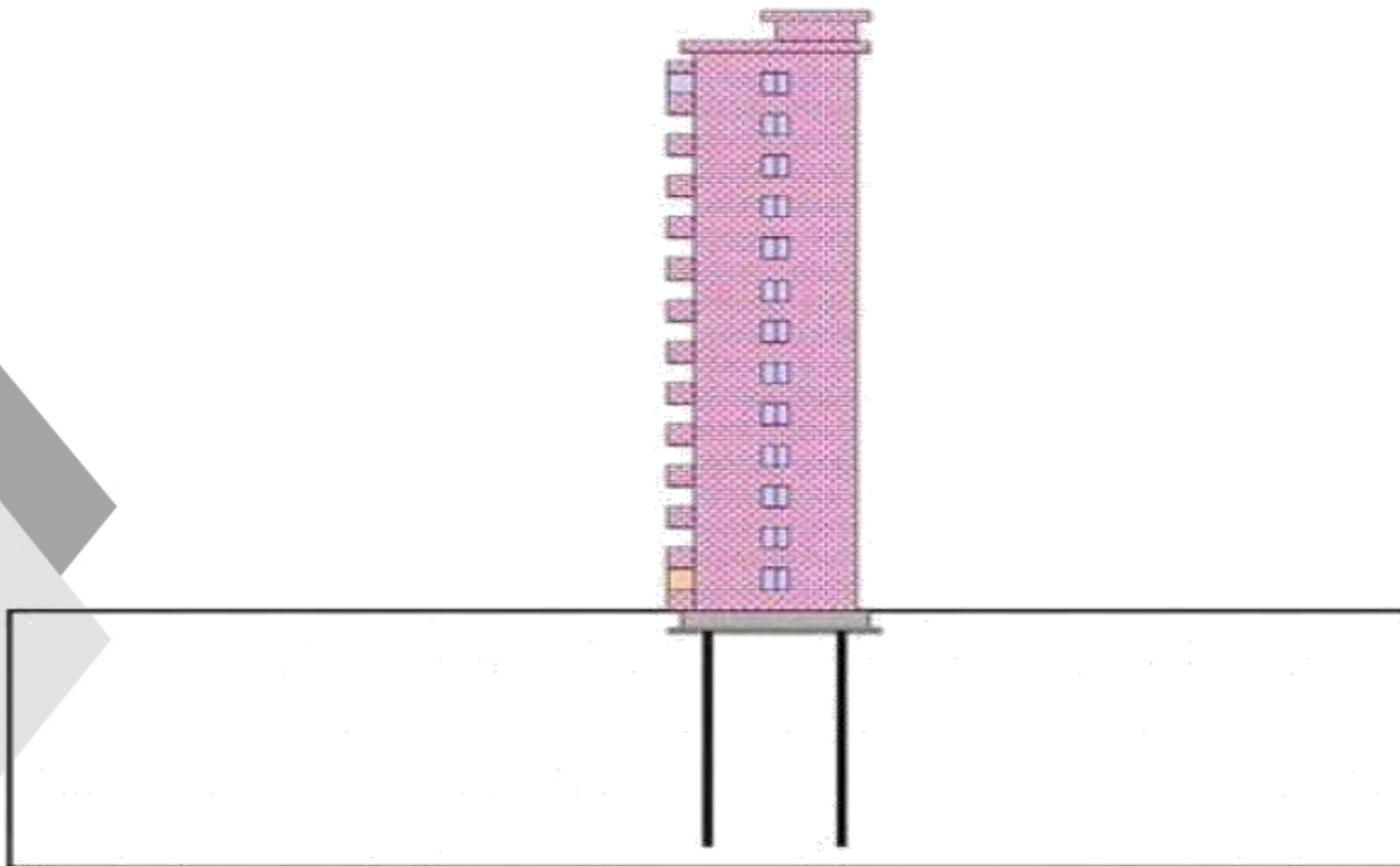




انجمن مهندسان راهبر ساختمان ایران

# سلسله همایش های ایمنی در کارگاه های ساختمانی

رویکرد اول: ایمنی در گودبرداری

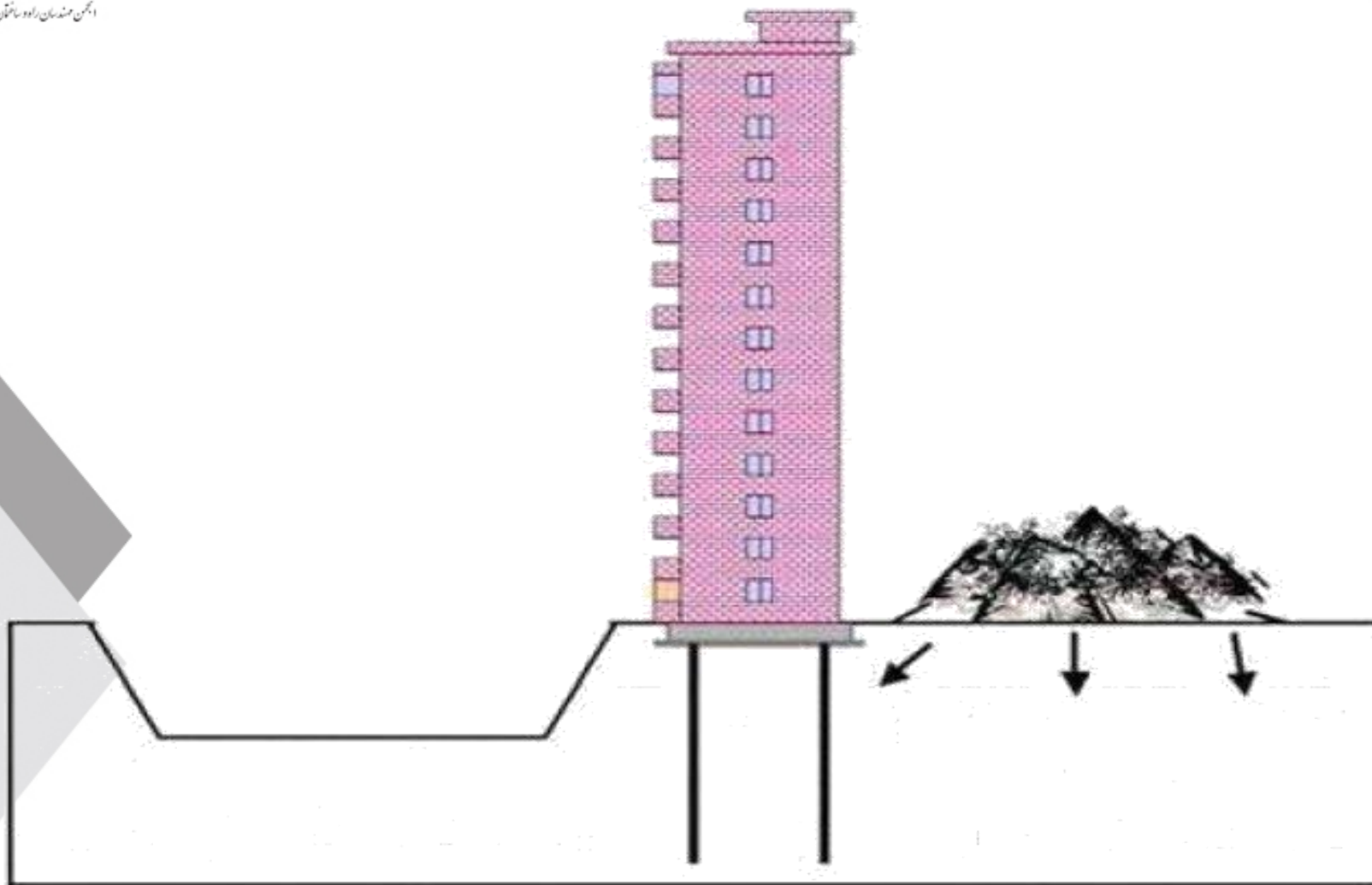


احداث ساختمان





انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران

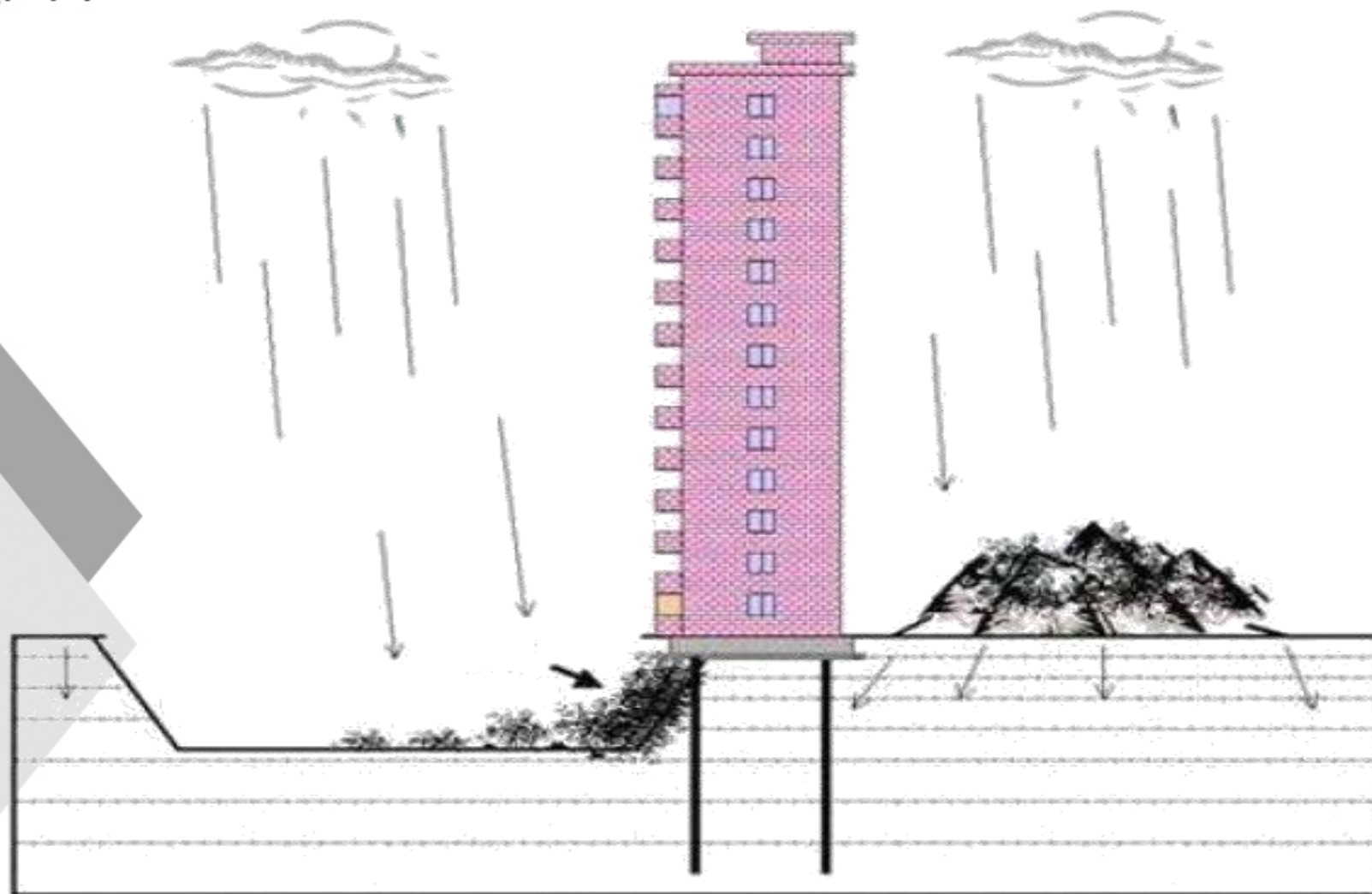


حفاری قسمت جنوبی و دپوی خاک در قسمت شمالی ساختمان



انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران

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

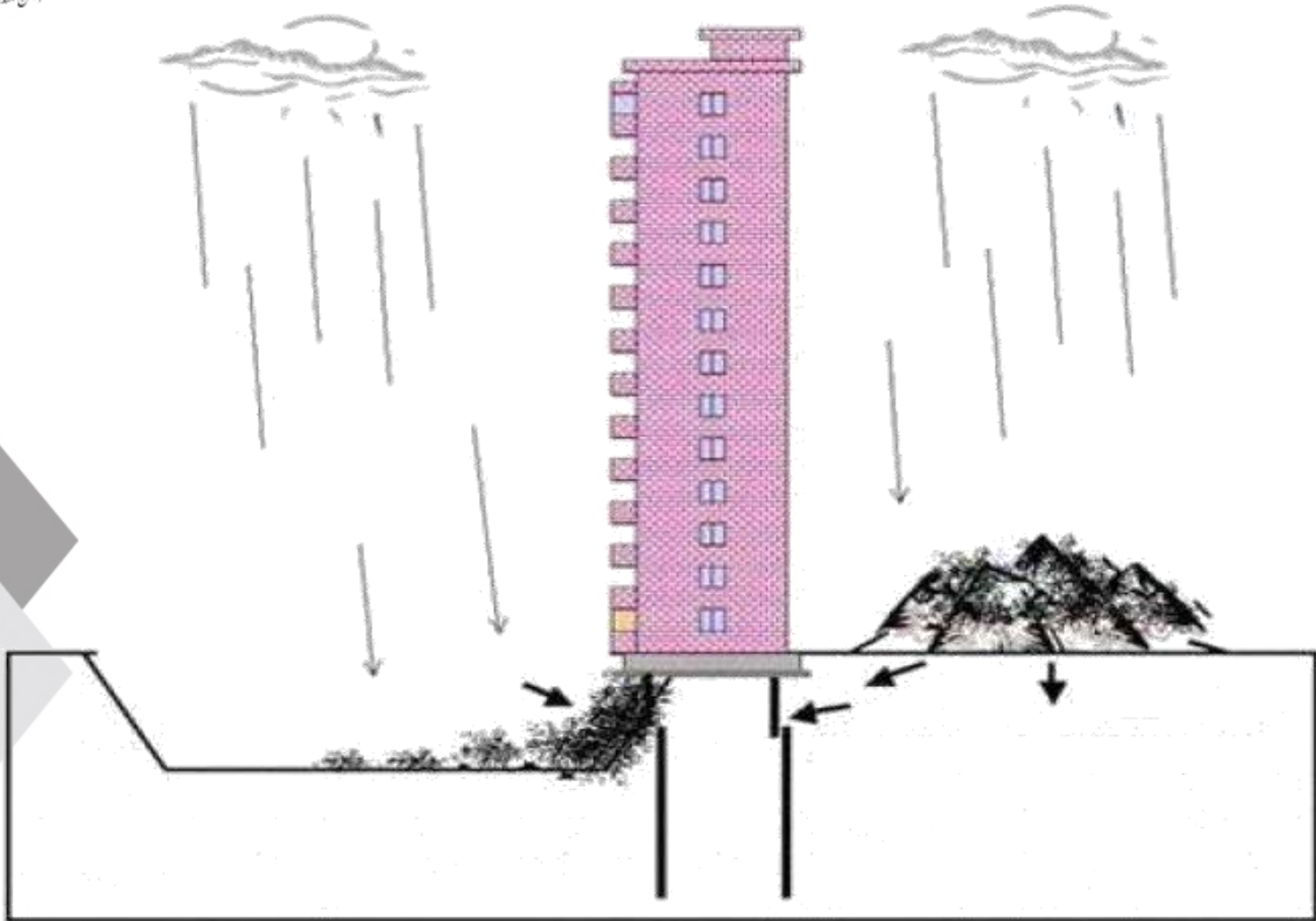


بارش باران و تراوش آب به زیر پی ساختمان



انجمن مهندسان راهبردهای ایمنی

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

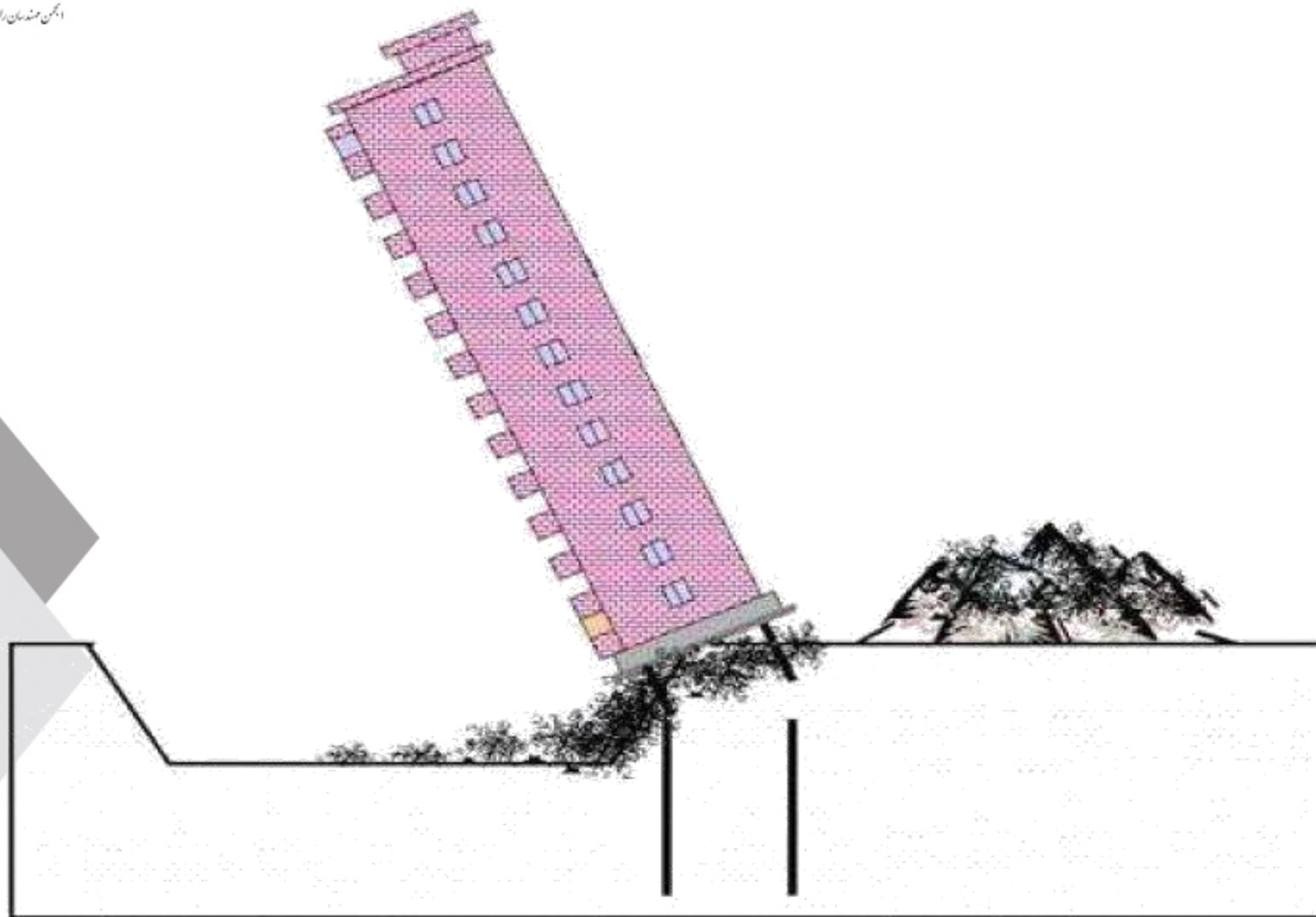


تغییر مکان ناگهانی ساختمان و گسیخته شدن شمع ها در اثر فشار جانبی متغیر



انجمن مهندسان راهبر ساختمان ایران

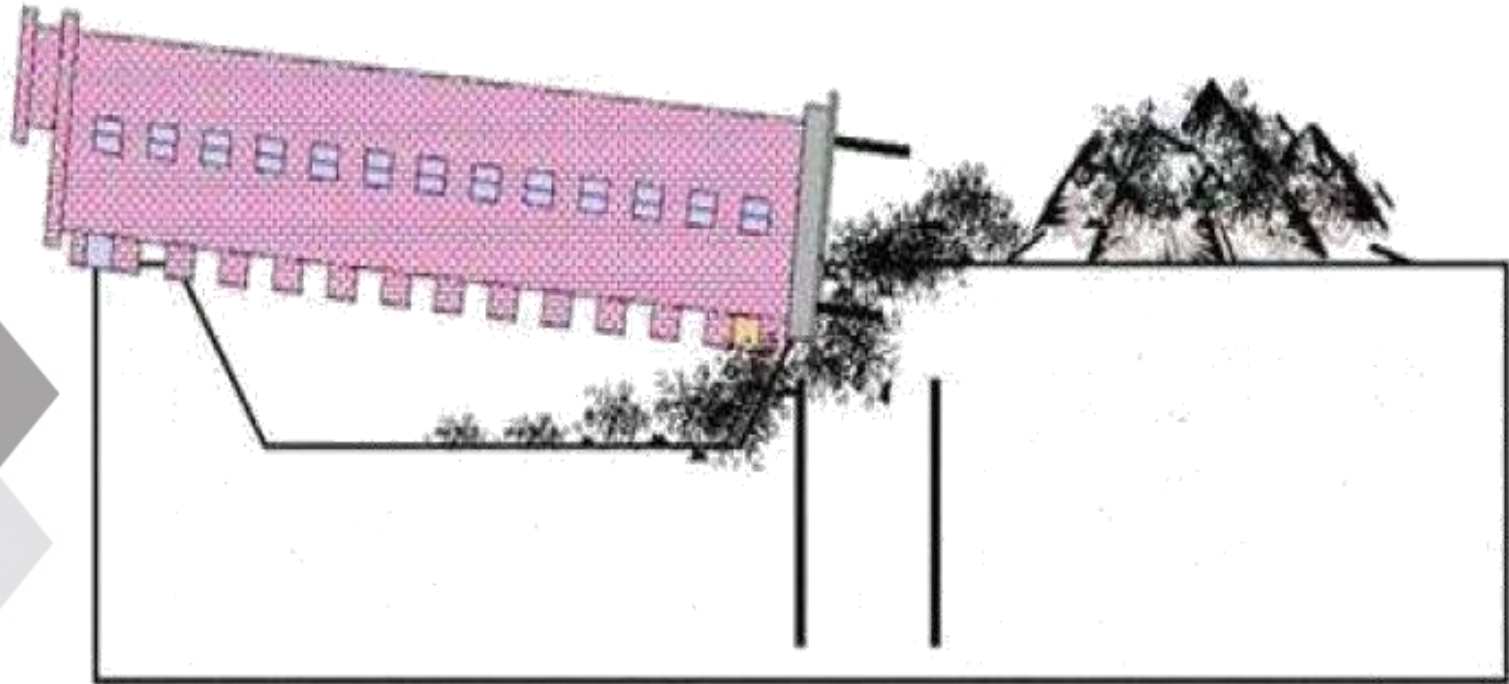
# سلسله همایش های ایمنی در کارگاه های ساختمانی رویکرد اول: ایمنی در گودبرداری



شکسته شدن شمع ها و سقوط ساختمان از سمت جنوبی



انجمن مهندسان راهبردهای ایمنی



سقوط ساختمان بصورت یکپارچه و بدون از هم گسیختگی ترکیب ساختمان



## عوامل موثر در ارزیابی خطر گود

۳) حساسیت ساختمان های  
مجاور گود

۲) نوع خاک دیواره ها

۱) عمق گود

✓ ارزیابی خطر گود به منظور واگذاری طراحی گودبرداری و تفویض مسئولیت ها  
به مراجع ذیصلاح بایستی انجام گیرد.



## مراحل طراحی یک گود پایدار

- ۱- شناسایی خاک
- ۲- انتخاب معیار های طراحی با توجه به اهمیت سازه ها و تغییر مکان های مجاز
- ۳- تجزیه و تحلیل نیروها و تغییر شکلهای
- ۴- انتخاب روش پایدار سازی
- ۵- اجرای پایدار سازی



انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## شناسایی یا تحقیقات محلی

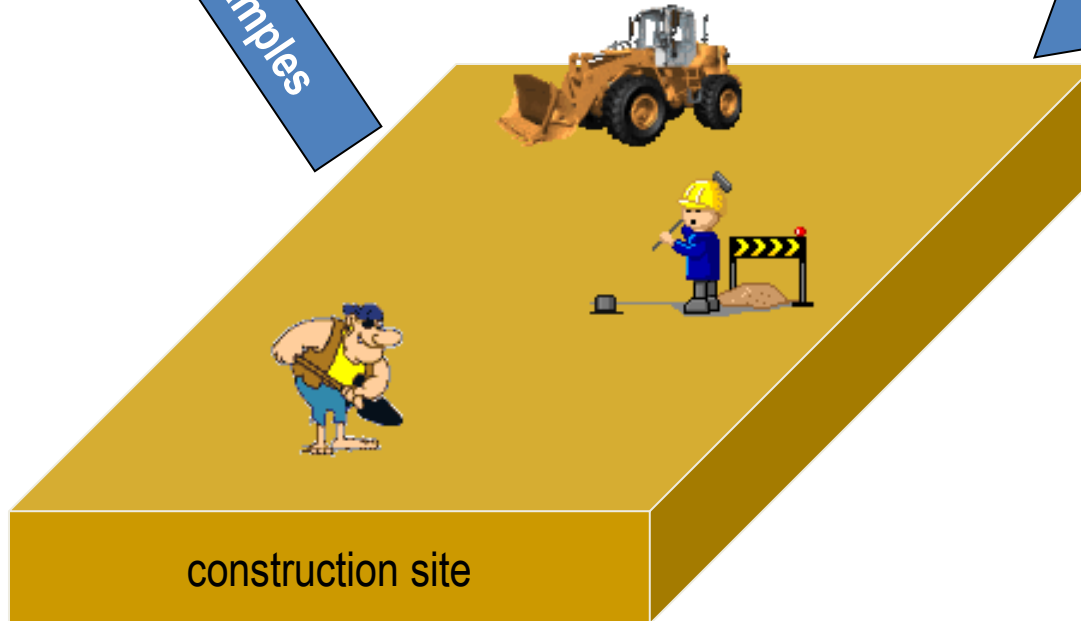
**Geo-Laboratory**  
~ for testing

soil properties

**Design Office**  
~ for design & analysis

soil samples

design details



جهت انجام این  
روند لازم است:  
۱- تعداد گمانه ها  
۲- عمق گمانه ها  
۳- فاصله گمانه ها  
مشخص شود





## هدف از شناسایی یا تحقیقات محلی

۱-۲-۷

به منظور شناسایی زمین، داده های 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 می باشند. 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 می باشد:

الف) نوع پروژه

ب) شرایط زمین

پ) بودجه و فناوری در اختیار برای عملیات شناسایی



## هدف از شناسایی یا تحقیقات محلی

۱-۲-۷

انجام شناسایی ژئوتکنیکی زمین باید چنان برنامه ریزی شود که نیازمندی های طراحی، ساخت و تامین عملکرد سازه پیشنهادی را فراهم نماید. باید توجه داشت در صورت مواجه شدن با شرایط متفاوت و جدید در خلال اجرای کار، خصوصیات ژئوتکنیکی لایه های خاک می تواند مورد تجدید نظر قرار گیرد.

ضمناً چنانچه طراحی های سازه ای دستخوش تغییرات گردند (به عنوان مثال جابجایی محل سازه های مهم، تغییر تعداد طبقات سازه ها و غیره) متناسب با این تغییرات، شناسایی های ژئوتکنیکی نیز لازم است تغییر یابند.



## هدف از شناسایی یا تحقیقات محلی

۱-۲-۷

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 مراحل 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.



## اقدامات لازم برای تعیین فاصله گمانه ها یا چاهک های شناسایی

۱-۲-۳-۴-۷ 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 گسل ها، نزدیک رودخانه ها و کوه ها، زمین های بسیار ناهموار و دره ها)، فاصله حداکثر ۳۰ متر بین گمانه ها قابل قبول می باشد.



# اقدامات لازم برای تعیین فاصله گمانه ها یا چاهک های شناسایی

۱-۴-۳-۲-۷

پ- اگر اطلاعات ژئوتکنیکی از ساختگاه های مجاور یا سازندهای زمین شناسی مشابه با زمین مورد نظر وجود دارد، فاصله بین گمانه ها می تواند بیشتر از مقادیر مندرج در بندهای ۱-۴-۳-۲-۷-۱ 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 ساختمان ها در مجموعه مورد نظر باشد، باید شناسایی خاص آن ساختمان انجام شود.



# اقدامات لازم برای تعیین فاصله گمانه ها یا چاهک های شناسایی

۱-۲-۳-۴-۲ 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.



انجمن متخصصان راه و ساختمان ایران



## اقدامات لازم برای تعیین فاصله گمانه ها یا چاهک های شناسایی برای ساختمان منفرد

جدول ۷-۲-۱

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

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



انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



# اقدامات لازم برای تعیین فاصله گمانه ها یا چاهک های شناسایی برای ساختمان منفرد

۲-۴-۳-۲-۷

پ- در استفاده از جدول بالا باید نکات ذیل مد نظر قرار گیرد

پ-۱ شرایط زیرسطحی اولیه در جدول بر اساس اطلاعات سایت های 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 ۲-۷-۳-۴-۱ بین گمانه ها کافی است. اگر فاصله ساختمان ها بیشتر از مقادیر مندرج در بند ۲-۷-۳-۴-۱ باشد، باید آن ها را به صورت منفرد در نظر گرفت.





انجمن متخصصان راه‌های ایمنی ایران



# اقدامات لازم برای تعیین فاصله گمانه‌ها یا چاهک‌های شناسایی برای ساختمان منفرد

۲-۴-۳-۲-۷

پ-۳ در صورتیکه ساختمان مورد نظر پس از ایجاد گودبرداری عمیق احداث شود، تعدادی گمانه برای گودبرداری نیز باید به تعداد گمانه‌های بالا اضافه شود.

ت- چنانچه بین فاصله گمانه‌ها و جدول فوق تناقضی پیش آمد اعداد جدول حاکم می‌باشد.



انجمن مهندسان راهبر ساختمان ایران



## اقدامات لازم برای تعیین تعداد گمانه ها یا چاهک های شناسایی

۷-۲-۳-۴-۳ برای گودبرداری ها باید لایه های زمین در دیواره هر ضلع گود و در راستای عمود بر دیواره هر ضلع گود مشخص باشد. برای انجام تحلیل های پایداری و تغییر شکل در هر ضلع گود لازم است نیمرخ ژئوتکنیکی در دیواره هر ضلع گود و امتداد عمود بر آن تعیین گردد. 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، می توانند 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.



# اقدامات لازم برای تعیین تعداد گمانه ها یا چاهک های شناسایی

۷-۲-۳-۴-۳

ب- حداقل تعداد گمانه ها در صورت نیاز به گودبرداری باید تعداد گمانه ها به شرح جدول ۷-۲-۲ اضافه شود.

جدول ۷-۲-۲

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



## اقدامات لازم برای تعیین عمق گمانه ها یا چاهک های شناسایی

۱-۲-۳-۴-۵-۶-۷ 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 حساب تنش، عمق برای پی مربعی بین ۲B تا ۵/۲B و برای پی نواری بین ۳B تا ۴B باید باشد).



# اقدامات لازم برای تعیین عمق گمانه ها یا چاهک های شناسایی

۷-۲-۳-۵-۴ نکاتی که باید در تعیین عمق گمانه رعایت شود:

- ۱) اگر احداث ساختمان با گودبرداری همراه باشد، عمق گود به عمق گمانه به دست آمده در بند ۷-۲-۳-۵ باید اضافه شود.
- ۲) اگر عمق مورد نیاز برای شناسایی زمین خیلی کم باشد، می توان از روش های شناسایی دستی مانند آزمایش های برجای نفوذ مخروط و کاوشگر دینامیکی به جای گمانه زنی استفاده کرد.
- ۳) حفر حداقل یک چاهک جهت مشاهده بافت خاک در هر پروژه ضروری است. اگر عمق چاهک کافی باشد می تواند جایگزین حفر یک گمانه شود.



انجمن متخصصان راه و ساختمان ایران



# اقدامات لازم برای تعیین عمق گمانه ها یا چاهک های شناسایی

۷-۲-۳-۵-۴ نکاتی که باید در تعیین عمق گمانه رعایت شود:

(۱) اگر احداث ساختمان با گودبرداری همراه باشد، عمق گود به عمق گمانه به دست آمده در بند ۷-۲-۳-۵ باید اضافه شود.

(۲) اگر عمق مورد نیاز برای شناسایی زمین خیلی کم باشد، می توان از روش های شناسایی دستی مانند آزمایش های برجای نفوذ مخروط و کاوشگر دینامیکی به جای گمانه زنی استفاده کرد.

(۳) حفر حداقل یک چاهک جهت مشاهده بافت خاک در هر پروژه ضروری است. اگر عمق چاهک کافی باشد می تواند جایگزین حفر یک گمانه شود.



انجمن مهندسان راهبردهای ایمنی



# اقدامات لازم برای تعیین عمق گمانه ها یا چاهک های شناسایی

۴-۵-۳-۲-۷

۴) 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.

۵) گمانه مورد نظر باید حداقل تا به زیر نهشته هایی که برای پی مناسب نیستند (مانند خاک دستی) ادامه یابد.

۶) 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.



انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



# اقدامات لازم برای تعیین عمق گمانه ها یا چاهک های شناسایی

۷-۲-۳-۵-۴

۷) در حفر گمانه اگر به لایه سنگ برخورد شود باید حداقل یکی از گمانه ها تا ۳ متر در لایه سنگ نفوذ کند تا وجود بستر سنگی اثبات شود.

۸) در مواردی که از شمع های متکی بر نوک در لایه سخت، متراکم یا سنگ استفاده می شود، باید عمق گمانه به حدی باشد که از وجود آن لایه تا عمق کافی زیر نوک شمع اطمینان حاصل شود. به عبارت دیگر، تعداد و عمق گمانه ها باید به نحوی انتخاب شود که احتمال وجود یک لایه ضعیف در زیر یک لایه سخت، متراکم یا سنگ با ضخامت کمتر از ۳ متر از بین برود. همچنین در مواردی که بخشی از سنگ هوازده می باشد، عمق گمانه باید تا حدی باشد که به زیر بخش لایه هوازده سنگ برسد.





انجمن مهندسان راهبردهای ایمنی



## حداقل مواردی که باید در گزارش آورده شود

۱-۷-۲-۷ پس از انجام شناسایی های ژئوتکنیکی لازم است گزارش کامل آنها ارائه شود. نتایج آزمون های انجام شده باید به دو صورت خام و پردازش شده گزارش شوند.

۲-۷-۲-۷ گزارش توصیفی از شناسایی های ژئوتکنیکی باید حداقل شامل موارد ذیل باشد:

- (۱) نقشه محل گمانه یا حفاری.
- (۲) شرح تمام نمونه های گرفته شده از خاک و سنگ با ذکر تاریخ نمونه گیری.
- (۳) شرح تمام لایه های خاک و سنگ.
- (۴) سطح آب زیرزمینی در صورت مشاهده با ذکر تاریخ برداشت
- (۵) نتایج تمام آزمایش های محلی و آزمایشگاهی با ذکر تاریخ انجام آزمایشات



## نکات مرتبط با گودبرداری

۱-۳-۷ هدف این قسمت تعیین حداقل مراحل لازم جهت رسیدن به مرحله پی ریزی می باشد. یکی از مهم ترین این مراحل عملیات گودبرداری می باشد.

۱-۳-۳-۷ بر اثر گودبرداری در زمین وضعیت تنش در آن تغییر می کند و لازم است تغییر شکل ها و ناپایداری های ناشی از گودبرداری از جمله موارد ذیل بررسی شوند:

الف- برآمدگی و تورم کف گود، که می تواند در شرایطی به ناپایداری کف بیانجامد.

ب- نشست زمین در نواحی مجاور گود.

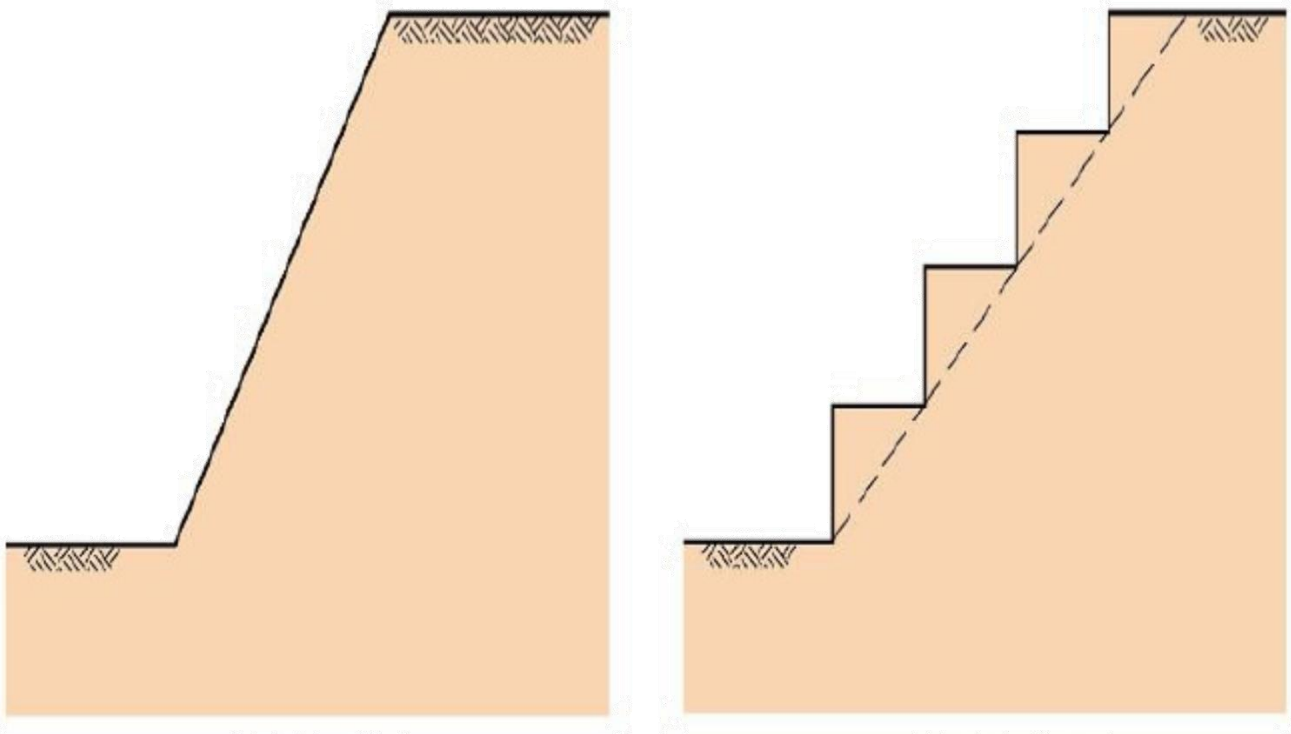


انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



# روش های پایدارسازی

## الف- ایجاد شیب پایدار





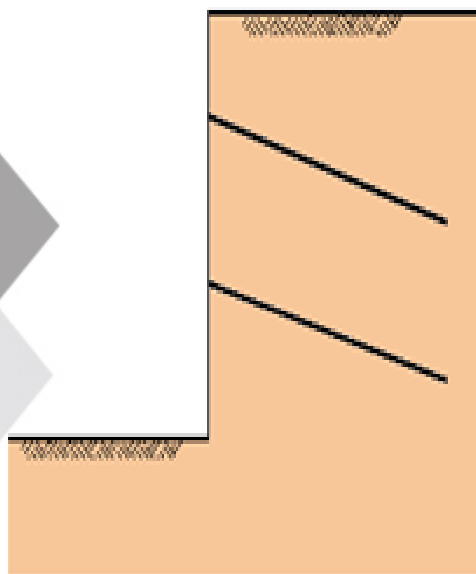


انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران

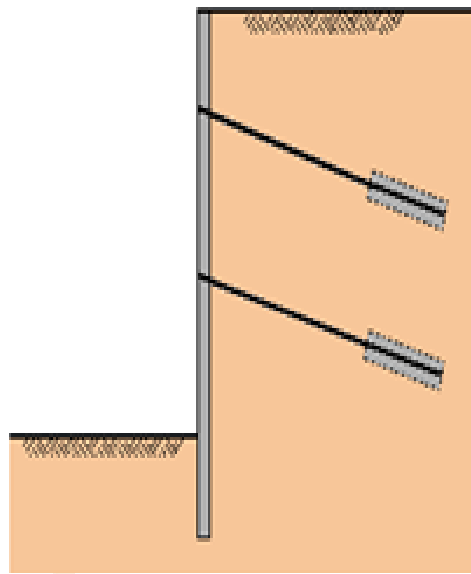


# روش های پایدارسازی

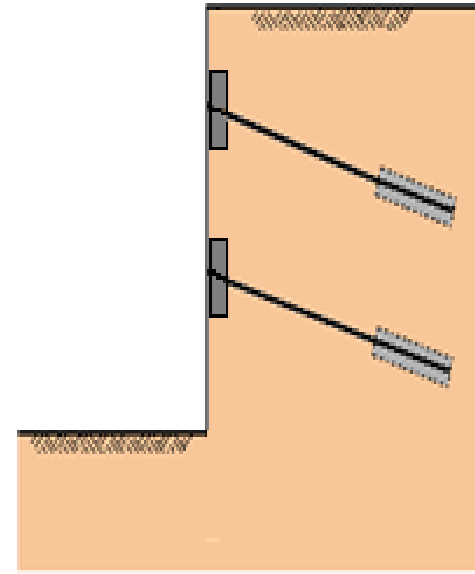
## ب- میخ کوبی یا اجرای میل مهار



میخکوبی



مهار گذاری و المان های قائم



بلوک و مهار گذاری



2008/12/13





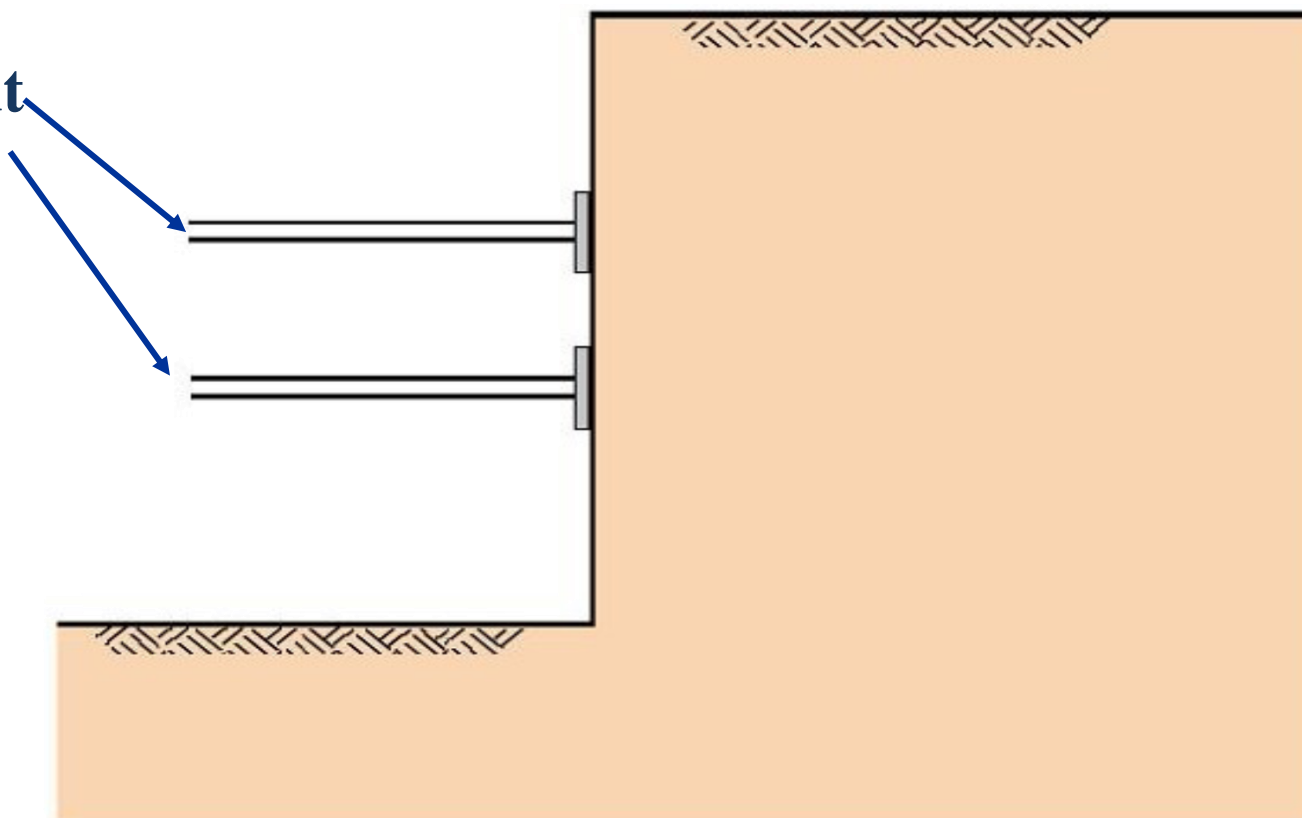
انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## روش های پایدارسازی

### پ- دیوارهای مهار شده با تیرک از جلو یا عقب

Strut









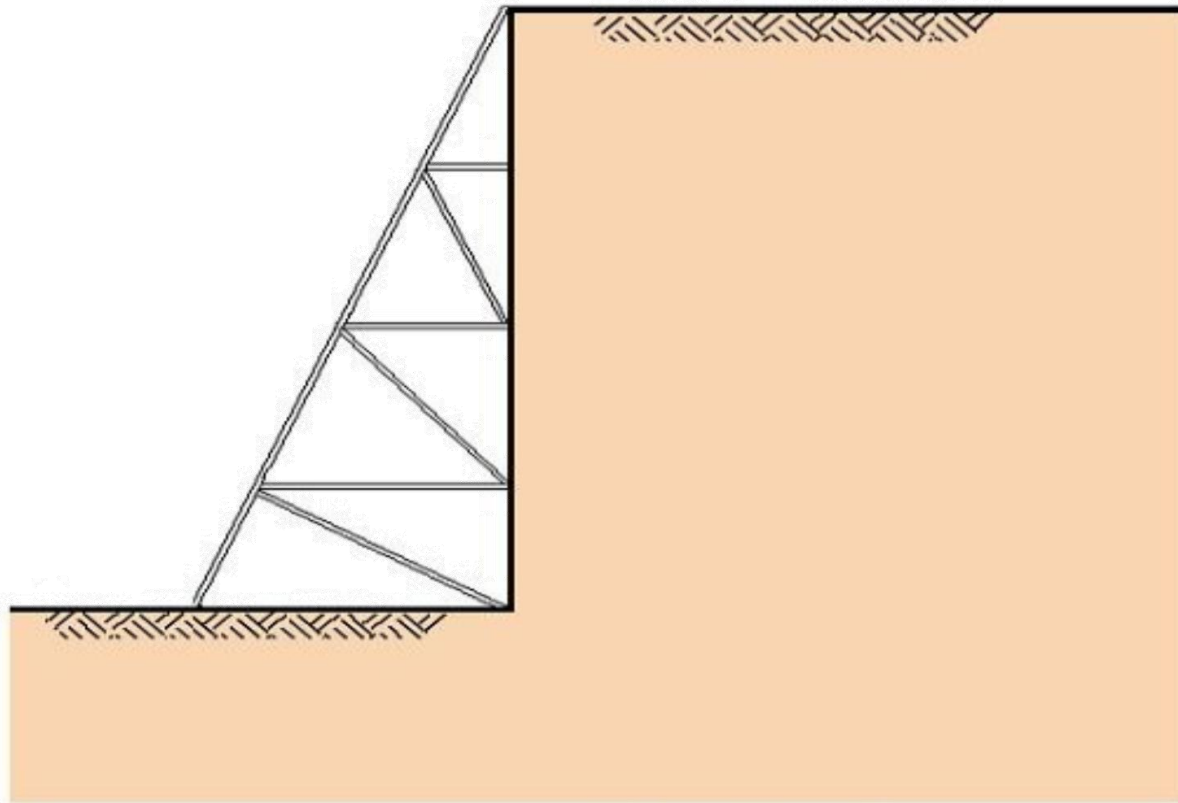
انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران

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



# روش های پایدارسازی

## ج- استفاده از سیستم های مهار خرابایی









انجمن شیمیایان راوستان ایران

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



## روش های پایدارسازی

چ- استفاده از سیستم های شمع ها و دیوارک های طره های



Photo by: D. A. Koldouros  
Available by the Geoengineer Website  
<http://www.geoengineer.org>





10

10

3

40  
5

40  
5

40

41

42

43

44  
5





# گسیختگی های محتمل گودبرداری

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

الف- لغزش خاک

ب- نشست و تورم خاک و تغییر مکان 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

جدول ۷-۳-۱

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

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

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



## ارزیابی خطر گود

جدول ۷-۳-۱

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

۷-۳-۳-۴ 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 تعیین می شود که خطر بیشتر را موجب می شود.



## ارزیابی خطر گود

۷-۳-۳-۴-۲ اگر فاصله ساختمان مجاور از لبه گود کمتر از عمق گود باشد، کل بار ساختمان (q) در محاسبه  $h_c$  در نظر گرفته شود.

۷-۳-۳-۴-۳ در صورت حضور آب یا رطوبت بالا، به کاهش  $h_c$  با توجه به اثر آب بر خواص خاک در رابطه بالا توجه شود.

۷-۳-۳-۴-۴ اگر آب جاری باشد (تراوش) آنگاه همواره خطر گود زیاد یا بسیار زیاد می باشد.

۷-۳-۳-۴-۵ اگر خاکی که در آن گودبرداری انجام می شود دستی یا فاقد چسبندگی قابل اعتماد باشد، نمی توان خطر گود را معمولی در نظر گرفت.



## ارزیابی خطر گود

۷-۳-۳-۴-۶ هرگونه ساختمان در مجاورت گود به عنوان «ساختمان حساس» ارزیابی می شود. چنانچه ساختمان دارای یکی از دو شرط زیر باشد به عنوان «ساختمان بسیار حساس» ارزیابی می شود:

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.

۷-۳-۳-۴-۷ جدول ۱-۳-۷ برای ساختمان مجاور گود در شرایطی معتبر است که 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.



## تحلیل پایداری گود

۱-۵-۳-۳-۷ در صورتی که برای پایداری گود از سازه های نگهبان استفاده شود جهت تحلیل باید موارد مطرح شده در بخش ۵-۷ این مبحث رعایت شود.

۲-۵-۳-۳-۷ در صورتی که در گودبرداری نیازی به سازه نگهبان نباشد، تحلیل پایداری با روش 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 ۳-۳-۷ باشد. البته طراح در این حالت نیز می تواند از حالات حدی استفاده نماید.



انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



## تحلیل پایداری گود

۷-۳-۳-۵-۳ برای تحلیل پایداری گود لازم است بار مرده ساختمان ها و ابنیه مجاور به طور کامل در نظر گرفته شود.

۷-۳-۳-۵-۴ برای تحلیل گود در شرایط موقت در نظر گرفتن بار زلزله لازم نیست.



## تحلیل پایداری گود

### حداقل ضریب اطمینان برای پایداری کلی گود موقت

۷-۳-۳-۵-۵ در صورتی که گود موقت نباشد باید نیروی زلزله لحاظ شود و در انتخاب ضریب اطمینان مناسب دوام مصالح نیز مورد توجه باشد

جدول ۷-۳-۳

حداقل ضریب اطمینان پیشنهادی برای پایداری کلی	نوع
موقت	
۱/۳	شیب های خاکبرداری
۱/۳	پایداری کلی شیروانی
۱/۵	بالا آمدن کف گود

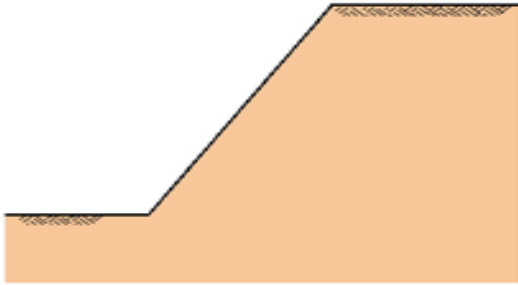




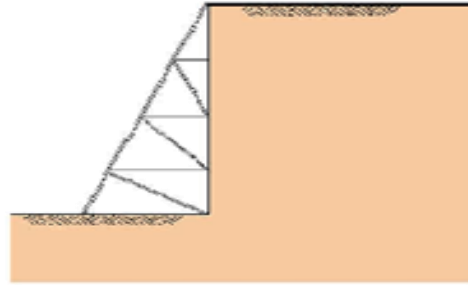
انجمن مهندسان راه و ساختمان ایران



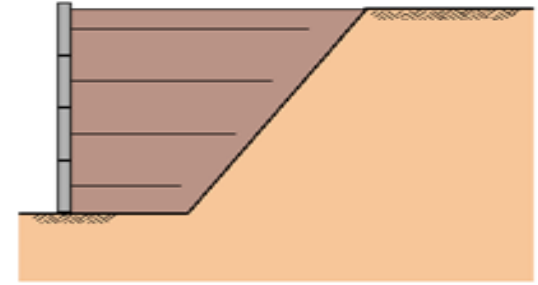
# انتخاب روش پایدارسازی



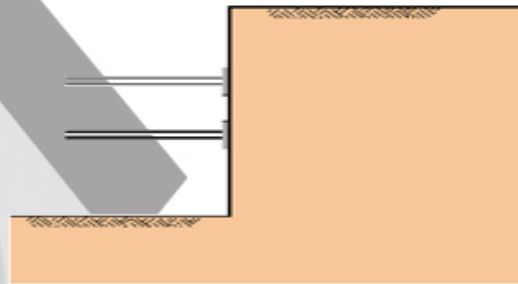
با شیب پایدار



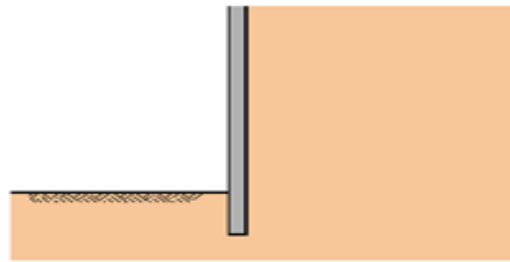
با خرپای حایل



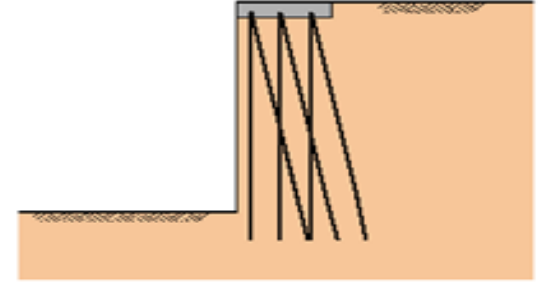
خاک مسلح  
(Mechanically Stabilized Earth MSE)



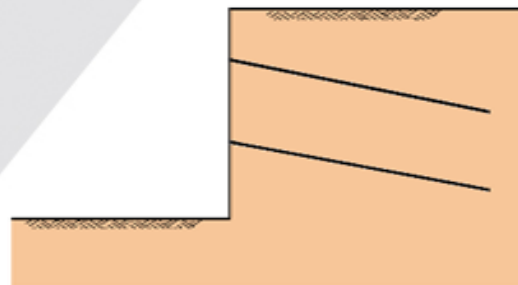
با کمک عنصرهای فشاری



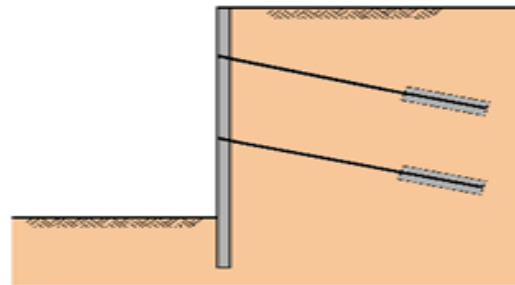
با کمک دیوار دیافراگمی یا شمع های حایل



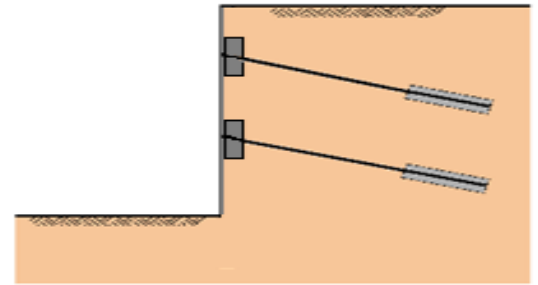
با کمک ریزشمع ها



با کمک میخ گذاری  
(Nailing)



با کمک مهارگذاری و الزمان های قائم  
(Anchoring)



با کمک بلوک و مهارگذاری



## آزمایش باربری و خزش مهارها

جدول ۷-۵-۸ آزمایش باربری مهارها

حالت	شرایط کارگاه و خاک	بار آزمایش	حداقل تعداد آزمایش ها
۱	تجربه در آن خاک و مهار در نزدیکی کارگاه مورد نظر وجود داشته باشد	۱۵۰٪ بار طراحی	۵٪ از تعداد کل مهارها باید آزمایش شوند.
۲	تجربه آن در خاک و مهار وجود داشته باشد اما نه در نزدیکی کارگاه مورد نظر	۱۵۰٪ بار طراحی	۵٪ از تعداد کل مهارها باید آزمایش شوند. همچنین ۲ الی ۳ مهار تا ۲۰۰٪ بار طراحی آزمایش شود.
۳	تجربه آن در خاک و مهار وجود نداشته باشد	۱۵۰٪ بار طراحی	۱۰٪ از تعداد کل مهارها باید آزمایش شوند. همچنین ۲ الی ۳ مهار تا ۲۵۰٪ بار طراحی آزمایش شود.



## ۱-۳-۶-۵-۷ آزمایش مهارها

انتهای کلیه آزمایش های فوق آزمایش خزش انجام می گیرد.

اگر در آزمایش های فوق مهاری زیر ۲۰۰٪ بر طراحی گسیخته شود باید طراحی مجدداً انجام شود. در صورتی که مهارها به صورت موقت استفاده شوند می توان به جای ۱۵۰٪ در بار ۱۲۵٪ بار طراحی آزمایش ها انجام شود.

آزمون های فوق باید با بارگذاری - باربرداری جهت تعیین عملکرد مهارها انجام شود. هر پله بارگذاری و باربرداری حداقل ۲۵٪ بار طراحی باشد.



### جدول ۷-۵-۹ آزمایش خزش مهارها

خاک	مقدار بار	مدت نگهداری بار حداکثر در آزمایش خزش	نرخ قابل قبول
ماسه	۱۵۰٪ بار طراحی	۱ الی ۲ ساعت	در نمودار تغییر مکان - لگاریتم زمان باید شیب در بازه های ۲۰ دقیقه کمتر از ۲ میلیمتر باشد.
رس	۱۵۰٪ بار طراحی	۲۴ ساعت	

در صورتی که مهارها به صورت موقت استفاده شوند می توان به جای ۱۵۰٪ در بار ۱۲۵٪ بار طراحی آزمایش ها انجام شود.



# پایدارسازی به کمک مهارها

## در تحلیل پاسخ توده به گسیختگی:

- ۱- از روابط و نمودارهای دستورالعملهای نحوه طراحی دیوارهای میخکوبی شده براساس آیین نامه مؤسسه آزاد راههای امریکا FHWA
- ۲- برای تحلیل و برآورد ضریب اطمینان گود برداشته شده از نرم افزارهای همانند: Slide و Geo Slope می توان استفاده کرد.
- ۳- در آنالیز پاسخ تغییر شکل پذیری گود در حین عملیات خاکبرداری از نرم افزارهای همانند: PLAXIS و ABAQUS که از روش اجزای محدود سود برده، استفاده گردید.

با تشکر از توجه شما

