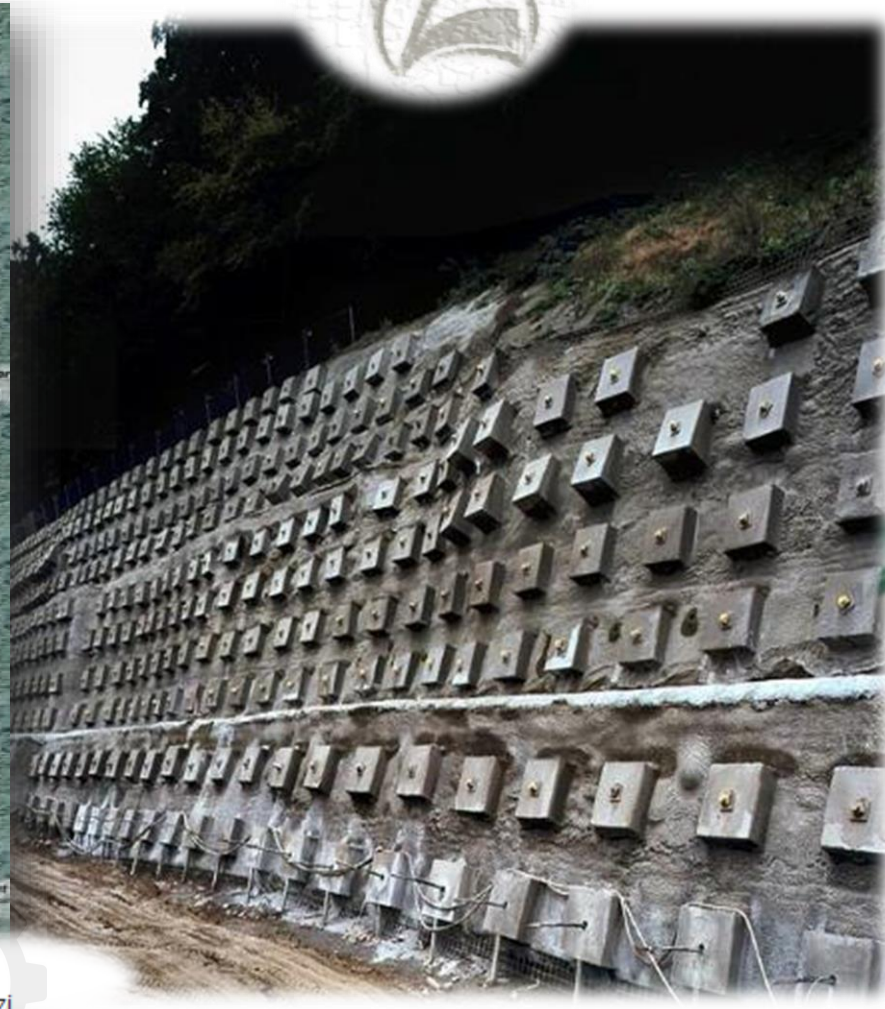
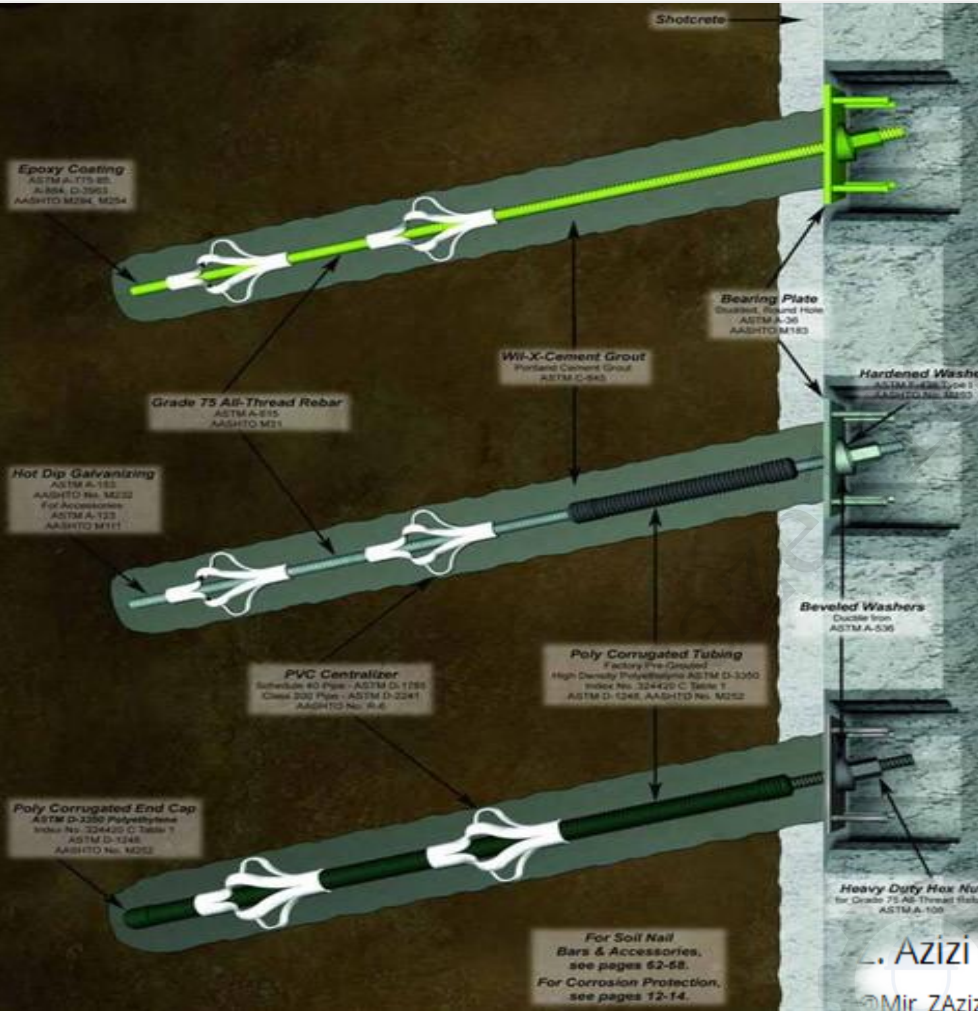


# Soil Nailing & میخکوبی



.. Azizi  
Mir\_ZAZizi

## میخکوبی خاک

در سال ۱۹۶۱ در کشور فرانسه اولین بار برای ساخت یک دیوار حائل دائمی از روش میخکوبی استفاده شد. میخکوبی خاک یک سیستم سازه نگهبان به منظور حفاظت گود یا شیروانی خاک به روش غیرفعال میباشد که به دلیل اقتصادی بودن و مزایای منحصر بفرد خود، روشی برای ایجاد حمایت دائم یا موقت از زمین در هنگام گود برداری برای ساخت و ساز جدید است.

در اروپا برای پایدار سازی موقت یا دائم شیب های طبیعی، برای بازسازی دیوارهای قدیمی و نیز تعمیر دیوارهای خاکی که مقادیر کمی آسیب دیده، طراحی شده اند و همچنین برای شمع زنی حفاریهای زیرزمینی و نیز به عنوان حمایت کننده دائمی یا موقت در حفاریهای تونلهای قطار نیز کاربرد دارد. این تکنیک همچنین در ساخت دیوارهای دائم، پایداری سطوح شیب دار، پی ریزی و محافظت از برش های ایجاد شده است.

Z. Azizi

@Mir\_ZAzizi



برای تحکیم دیواره های گود از دو روش عمده استفاده میشود:



L. Azizi

@Mir\_ZAzizi



(۱) روش اکتیو Active

(۲) روش پسیو Passive

سیستم انکراژ و دوخت به پشت **Tie Back** جزء روش اول.

نیلینگ و دیوار حائل و سیستم **Top Down** جزء روش دوم محسوب میشود

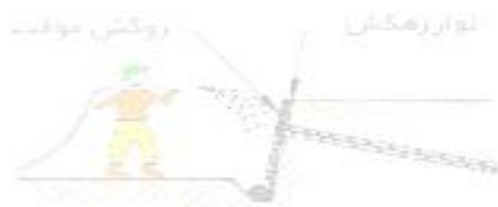
در روش دوم تا زمانی که توده خاک جابجائی نداشته باشد، سیستم نگهدارنده وارده عمل نمیشود، به عبارتی مهارسازی جلوی دیواره ذاتاً به اینگونه عمل میکند که از زمان استندآپ

**Stand up Time** خاک بهره گرفته میشود و پس از حائل سازی به علت تعادل تنشها در

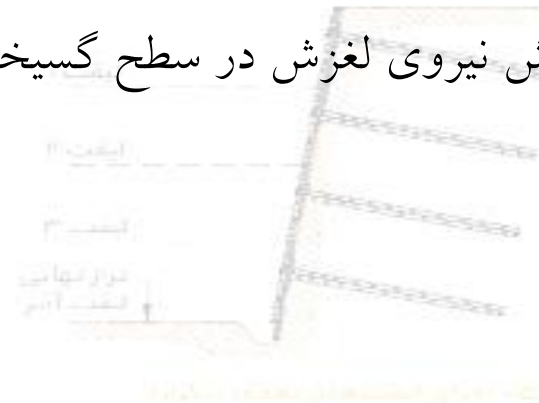
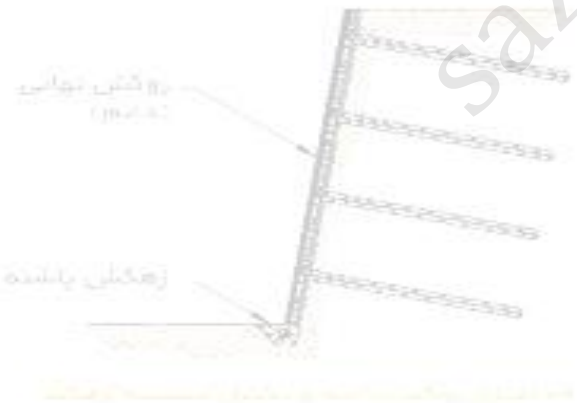
خاک که مسلماً با افزایش جابجائیها همراه خواهد بود، سیستم نگهدارنده وارد عمل میشود.



# میخکوبی خاک

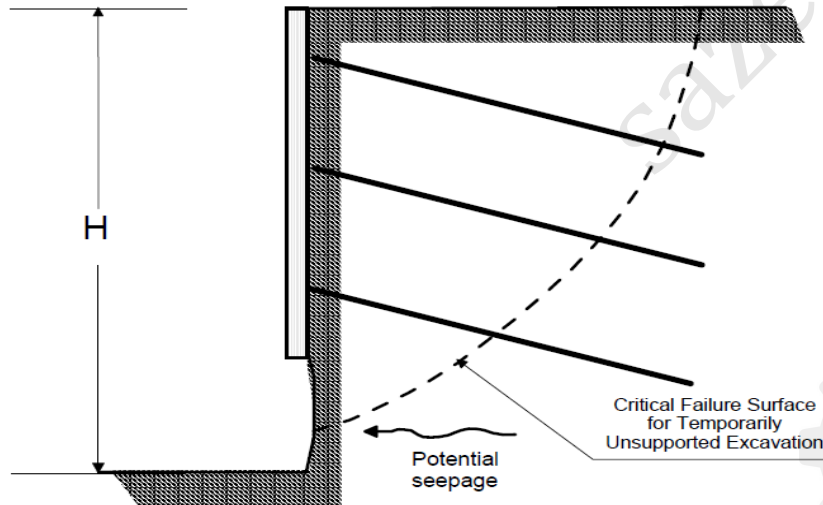


- به عنوان راه حل بسیار مناسبی برای :
- پایدارسازی شیبها و شیروانیها و گودبرداریها
- افزایش ظرفیت باربری
- محدود کردن تغییر شکلهها با ایجاد حداقل دست خوردگی در وضعیت طبیعی زمین نرم یا هوازده
- افزایش مقاومت برشی توده خاک
- کاهش نیروی لغزش در سطح گسیختگی و لغزشی



## تئوری روش نیلینگ

تئوری استفاده از روش نیلینگ بر مبنای مسلح کردن و مقاوم ساختن توده خاک با استفاده از دوختن توده خاک توسط مهارهای کششی فولادی Nail با فواصل نزدیک به یکدیگر می باشد. استفاده از روش نیلینگ موجب افزایش مقاومت برشی توده خاک و محدود کردن تغییر مکانهای خاک در اثر افزایش مقاومت در سطح لغزش به علت افزایش نیروی عمودی و همچنین کاهش نیروهای لغزشی در سطح لغزش احتمالی ایجاد میشود. روش نیلینگ در نگهداری ترانشه ها عملکرد بسیار نرمی دارد، یعنی جابجائیهای ترانشه در این سیستم بسیار زیاد است، به همین دلیل برای عمقهای زیاد اصولاً مناسب نمیباشد، حداکثر تا عمق ۱۰ یا نهایتاً ۱۵ متر جوابگو است.

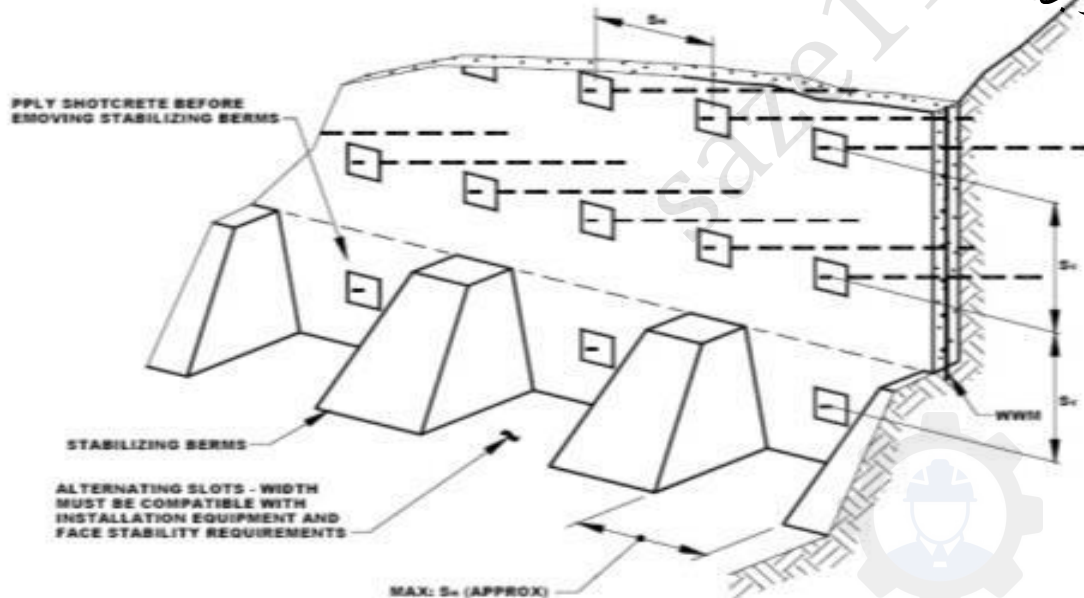


△. Azizi  
@Mir\_ZAzizi



## مهار کششی نیلینگ

- آرماتورهای فولادی با قطر ۲۰ الی ۴۰ میلیمتر و با حد تسلیم ۴۲۰ الی ۵۰۰ نیوتن بر میلیمتر مربع
- چال حفاری شده با قطر ۷۶ الی ۱۵۰ میلیمتر
- فواصل بین مهارهای کششی در حدود ۱ الی ۲ متر
- طول آنها نیز در حدود ۷۰ الی ۱۰۰ درصد ارتفاع گود
- حداقل شیب نسبت به افق حدودا ۱۵ درجه



Z. Azizi

@Mir\_ZAzizi

## خاکهای مناسب برای اجرای نیلینگ :

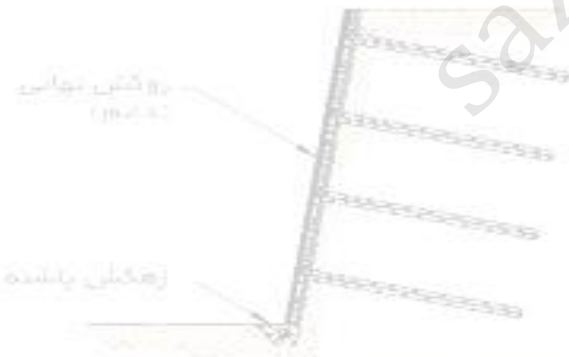
- خاکهای ریزدانه سخت تا مقاوم
- خاکهای دانه ای متراکم تا خیلی متراکم بامقداری چسبندگی کم و ظاهری سنگ هوازده بدون هیچگونه سطوح شکست و صفحات ضعیف
- رسوبات یخچالی

## خاکهای نامناسب برای اجرای نیلینگ :

- خاکهای غیر چسبنده بدانه بندی شده خشک
- خاکهای دارای تخته سنگ و قلوه سنگ
- خاکهای ریزدانه نرم تا خیلی نرم و گل و لای رسی
- خاکهای آلی
- خاکهای خورنده (خاکستر، سربار) یا آب زیرزمینی اسیدی
- سنگهای هوازده و دارای صفحات ضعیف و آهکی



L. Azizi  
@Mir\_ZAzizi



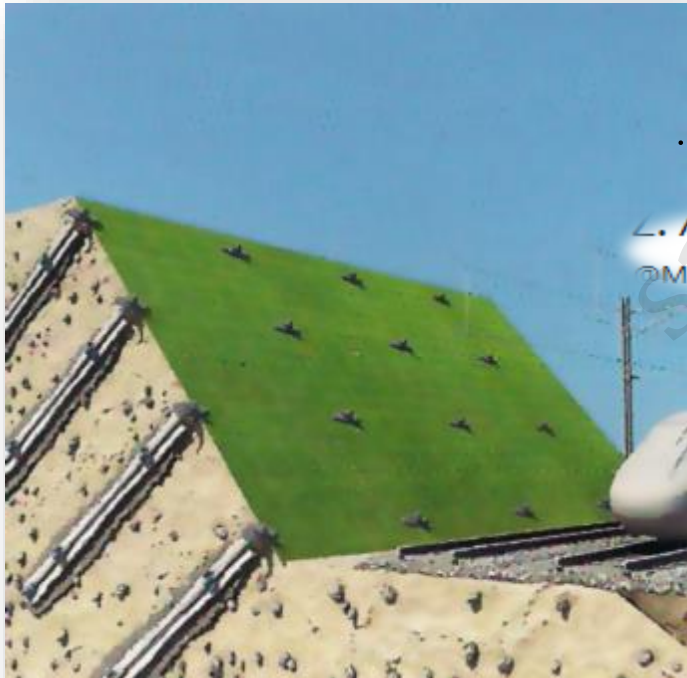
# کاربرد نیلینگ در پروژه های عمرانی

۱- پایدارسازی و حفاظت گود در سازه های مناطق شهری، ساختمانهای مجاور گود، ایستگاه های زیر زمینی مترو و...

۲- پایدارسازی جداره تونلها و سازه های زیر زمینی

۳- پایدارسازی ترانشه ها در احداث بزرگراه ها و راه آهن ها

۴- پایدار سازی کوله های مجاور پل ها در زمین های سست و ریزشی.



©. Azizi

©Mir\_ZAzizi







Z. Azizi  
@Mir\_ZAzizi

## مزایای نیلینگ

- انعطاف پذیری
- کارایی و قابلیت اجرا در انواع خاک ها مناسب
- حداقل سطح اشغال گود با استفاده از رویه های  
یا حداقل ضخامت
- امکان استفاده از روسازی های مختلف
- سرعت بالا و قابل کنترل بودن زمان اجرا
- بصره به لحاظ اقتصادی
- قابلیت اجرا در محیط های با دسترسی دشوار



L. Azizi

Mir\_ZAzizi



## دایمی یا موقت

دیوارهای میخکوبی شده به دو صورت موقت یا دائمی اجرا می شوند.

- میخکوبی های موقت بسته به نوع خاک و طرح و اجرا دارای طول عمر سرویس کمتر از ۱۸ ماه

هستند.

- میخکوبی دائم طول عمر بیشتر از این مقدار دارند.

چنانچه یک گودبرداری توسط دیوارهای میخکوبی موقت، مسلح شود، اما به دلیل تأخیرات

کارگاهی طول مدت ساخت بیشتر از ۱۸ ماه طول بکشد، عوامل اجرایی موظف هستند از یک

سیستم نگهداری دائمی برای تثبیت گودبرداری استفاده کنند. در این روش سوراخهایی در داخل

زمین حفاری شده و سپس میلگردهای فولادی در آن کار گذاشته شده و فضای خالی حفره را با

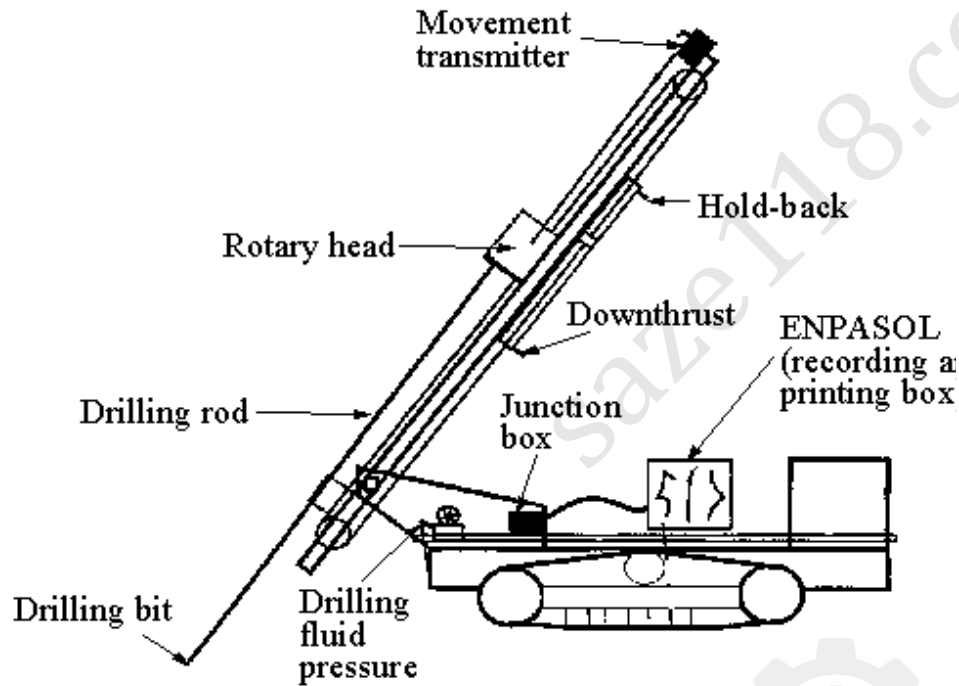
دوغاب پر می کنند .



# انواع حفاری

• حفاری بصورت چرخشی **Rotary Drilling** با هوا یا آب:

این روش متداول ترین روش در حفاری نیل ها می باشد.



Z. Azizi

@Mir\_ZAzizi



- حفاری با لوله جدار **Driven Casing** :

استفاده از این روش در خاکهای ریزشی توصیه می گردد.



Z. Azizi

@Mir\_ZAzizi

- حفاری با سیستم خود حفار **Self Drilling Method** :

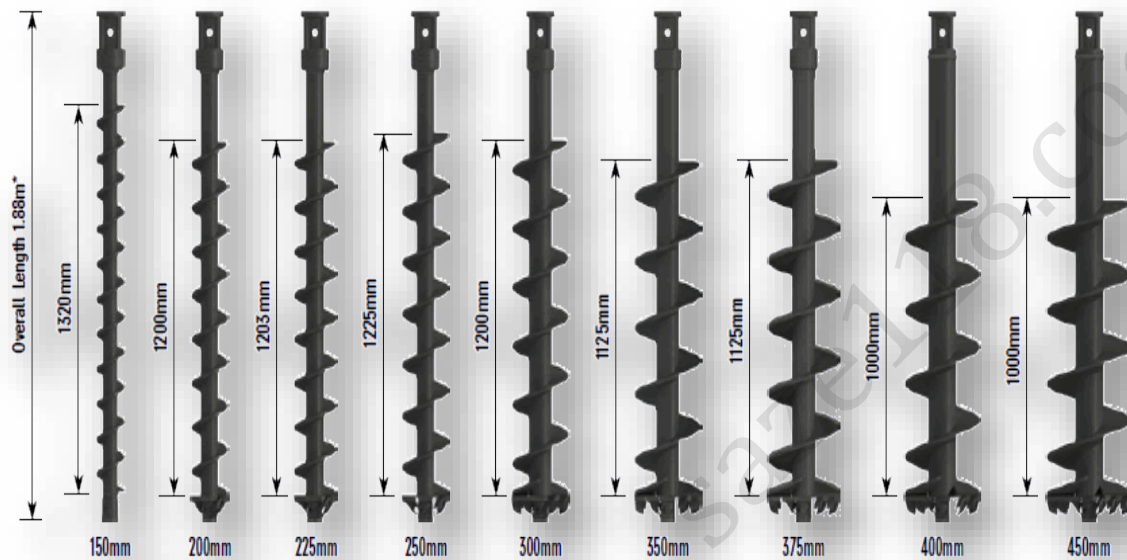
استفاده از این روش در خاکهای ریزشی مناسب بوده و دارای سرعت قابل قبول اجرایی نیز می باشد.





• حفاری با سیستم اوگر **Auger** :

استفاده از روشهای کوبشی میخ ها نیز قبلا مورد استفاده بوده که امروزه بدلیل راندمان کم و مشکلات فنی منسوخ شده است.



Earth Drill 10 000

Earth Drill 12 000

Earth Drill 12 000MAX

Earth Drill 17 000MAX

Earth Drill 15 000

Earth Drill 15 000MAX

Earth Drill 20 000MAX

Earth Drill 25 000MAX



©. Azizi

@Mir\_ZAzizi

# روش اجرای نیلینگ یا میخکوبی

اجرای نیلینگ جهت پایدارسازی دیواره گودها معمولاً مشتمل بر مراحل زیر است :

- ۱- گودبرداری مقطعی با طول ، عرض و ارتفاع مشخص
- ۲- حفاری گمانه‌ها واقع در محدوده خاکبرداری در دیوار گود جهت احداث مهار کششی
- ۳- نصب میلگرد تسلیح در وسط گمانه
- ۴- تزریق دوغاب سیمان
- ۵- قرار دادن سیستم زهکشی سطحی و یا محیطی
- ۶- نصب مشهای فولادی بر روی نیلها
- ۷- اجرای رویه شاتکریتی بر روی مشهای فولادی
- ۸- نصب هدنیل صفحه و مهره.

L. Azizi

@Mir\_ZAzizi





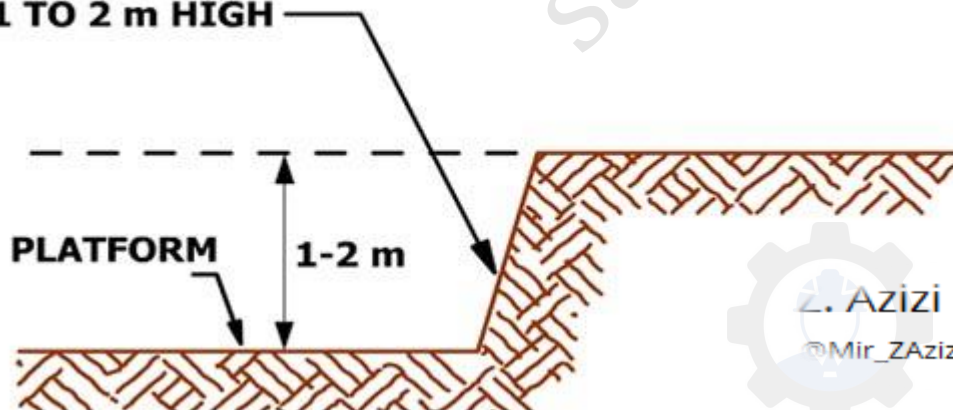
## خاکبرداری

گودبرداری اولیه تا عمقی انجام میگیرد که دیواره گودبرداری شده بتواند در مدت کوتاهی بین ۲۴ تا ۴۸ ساعت پایداری خود را حفظ کند (آیین نامه). خاکبرداری به صورت مرحله به مرحله انجام شده و پس از انجام هر مرحله از خاکبرداری میبایست عملیات اجرای میخکوبی در آن مرحله صورت گیرد و پس از اتمام عملیات، خاکبرداری مرحله بعد انجام میپذیرد. در هر مرحله خاکبرداری، عمق دیواره ایجاد شده بایستی پایداری لازم در حین اجرای میخکوبی را داشته باشد،

اصولاً عمق گودبرداری جهت تامین کوتاه مدت پایداری ۲ متر می باشد. البته با توجه به شرایط ژئوتکنیکی خاک ساختگاه ارتفاع مجاز خاکبرداری

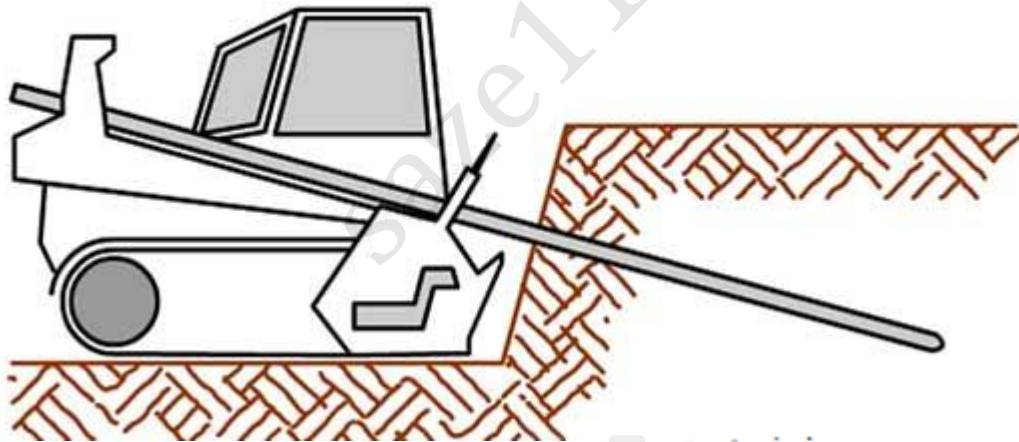
در هر مرحله تعیین می گردد.

**EXCAVATE  
UNSUPPORTED CUT  
1 TO 2 m HIGH**



# حفاری

حفاری محل میخها در فواصل مشخص مطابق نقشه‌های اجرایی به وسیله دستگاه حفاری صورت می‌گیرد. حفاری گمانه‌های مورد نظر می‌تواند در جبهه‌های مختلف کاری صورت پذیرد.



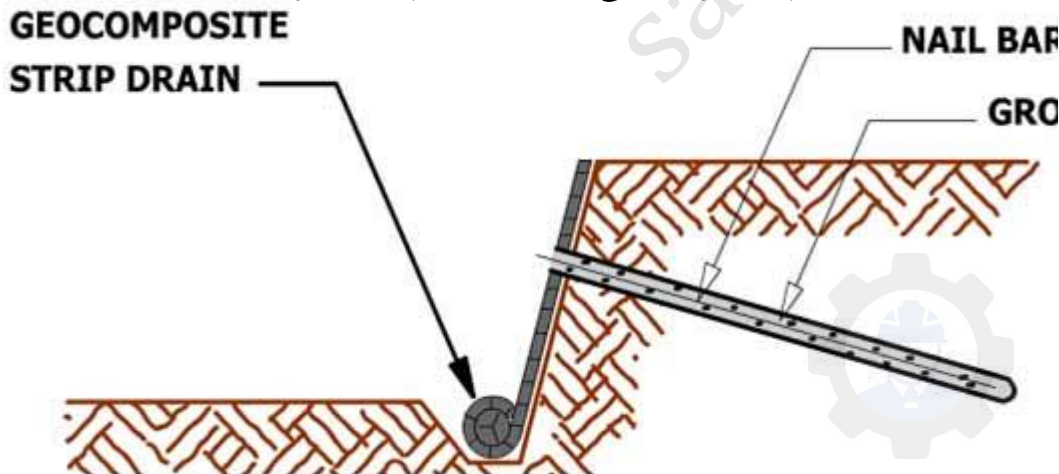
آ. Azizi

@Mir\_ZAzizi



## نصب میلگرد و تزریق دوغاب سیمان

پس از حفاری گمانه تا عمق موردنظر، عملیات نصب میلگرد صورت می‌پذیرد. عناصر مسلح کننده معمولاً شامل آرماتورهای فولادی می‌باشند، جهت آنکه راستای میلگردها دقیقاً در امتداد محور استوانه چال‌های حفر شده باشد از ابزاری به نام فاصله دهنده **Centralizer** که عموماً از مواد سینتتیک ساخته میشوند که به منظور حفظ فاصله میلگرد از جدار گمانه و ایجاد حداقل ضخامت دوغاب در سرتاسر میلگرد نصب میشوند استفاده می‌شود. میلگردها در داخل مرکز فرو رفته و سپس در داخل چال جاگذاری می‌شوند. سپس یک شیلنگ دوغاب ریزی که متصل به آرماتور فولادی است به انتهای چال رفته و فضای خالی باقی مانده را از انتها تا ابتدای چال دوغاب ریزی می‌کند. دوغاب با نیروی وزن وارد شده بر آن به خوبی در حفره‌ها جا می‌گیرد.



## شاتکریت دیواره، نصب صفحه و مهره

پس از اتمام عملیات تزریق، جهت جلوگیری از فرسایش و همچنین حفظ یکپارچگی بیشتر در عملکرد میخها، سطح دیواره توسط یک لایه بتن پاششی shotcrete پوشانده می شود که نوعی اتصال سازه ای در سیستم ایجاد می کند.

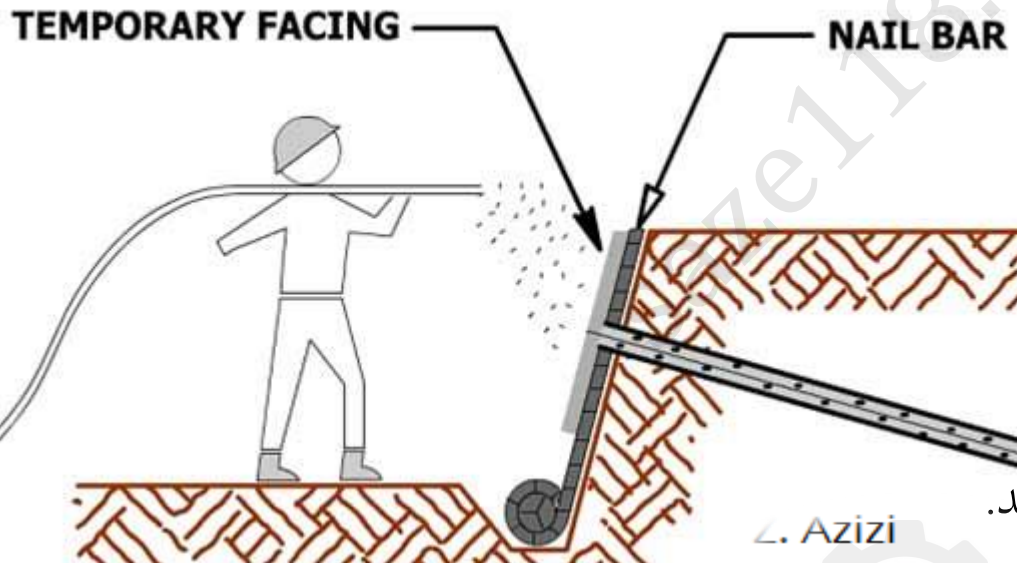
دو نوع پوشش وجود دارد

۱- پوشش موقت

۲- پوشش دائمی.

پوشش موقت نقش سطحی را ایفا می کند

که اجزای سازه ای را به یکدیگر متصل می نماید.

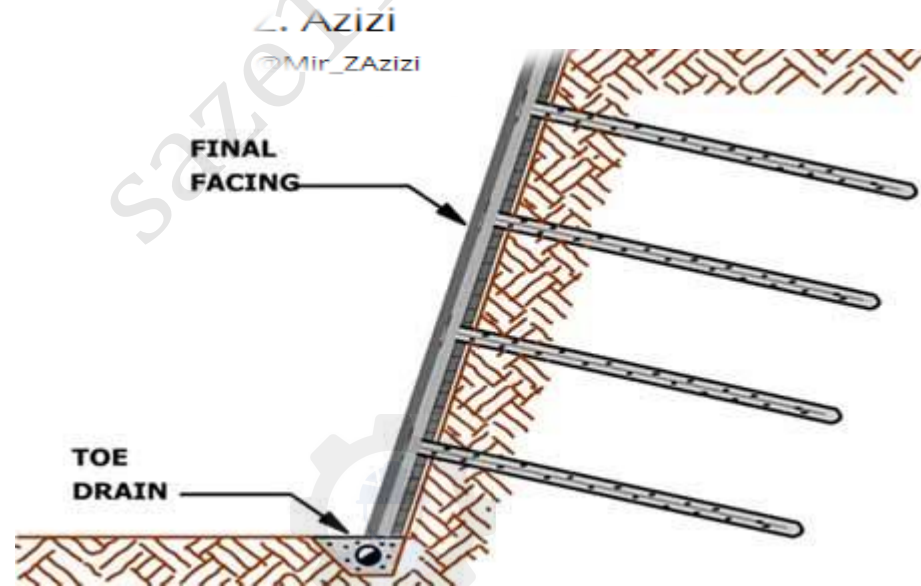


△. Azizi

@Mir\_ZAzizi



همچنین نوارهای ژئوکامپوزیتی قبل از آنکه پوشش شاتکریت اجرا شود در سطح گودبرداری کار گذاشته تا زه آب داخل خاک را هدایت کرده و از نفوذ آن به داخل پوشش ممانعت به عمل آورد. پس از بتن پاشی جهت اتصال کامل سر میخها به دیواره و جلوگیری از بروز برش پانچ در دیواره یک صفحه فلزی به عنوان سر نیل بر روی دیواره قرار گرفته و توسط یک مهره به آرماتور درون گمانه متصل می شود پوشش دائمی بعد از آنکه میخها نصب و پوشش موقت شکل گرفت، اجرا می شود.







Z. AZIZI  
@Mir\_Zazizi





## روادارهای مجاز برای سطح تمام شده خاکبرداری (پس از رگلاش)

- پیش / پس روی نسبت به خط پروژه در دیواره های قائم بدون برم:  $10/+25$  - سانتیمتر
- زاویه انحراف دیوار گود از امتداد قائم: ۱ درجه
- زاویه انحراف دیوار گود در هر مرحله نسبت به امتداد قائم: ۳ درجه
- پسروی دیواره در اثر شیب منفی دیوار: ۲۰ سانتیمتر
- تراز کف پیل برداشته شده: ۲۵ سانتیمتر

L. Azizi

@Mir\_ZAzizi





## روادارهای مجاز در گمانه های حفاری شده

میزان انحراف مجاز مشخصات گمانه نسبت به نقشه های اجرایی



سای حفاری

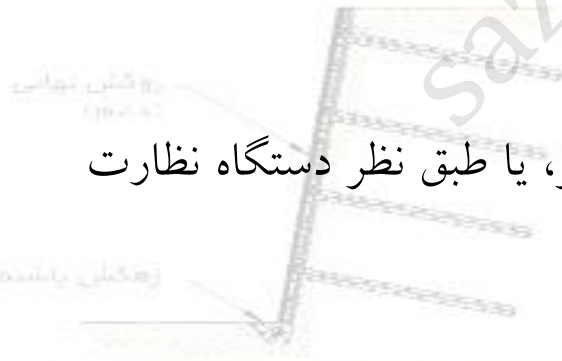


روکشی بوقت

لوار زهکنی

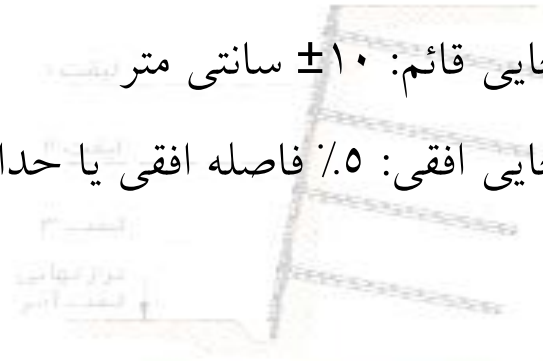
Z. Azizi

©Mir\_ZAzizi



روکشی نهایی

زهکنی پایتخته



روکشی نهایی

زهکنی پایتخته

- طول حفاری شده: ۱۰- سانتی متر
- قطر حفاری: ۵- میلیمتر
- زاویه قائم:  $\pm 2$  درجه
- زاویه افقی:  $\pm 5$  درجه
- جابجایی قائم:  $\pm 10$  سانتی متر
- جابجایی افقی: ۵٪ فاصله افقی یا حداکثر  $\pm 10$  سانتی متر، یا طبق نظر دستگاه نظارت



# روادارهای مجاز عملیات تهیه و جاگذاری نیل

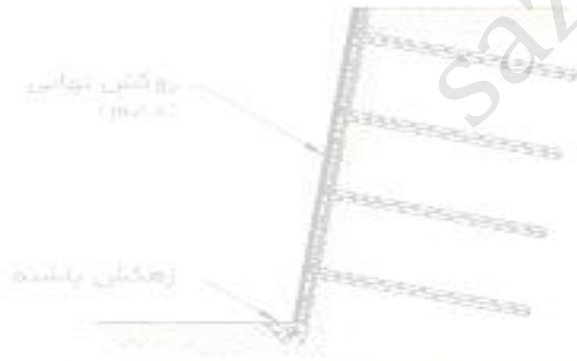
در مواردی که رواداری ها بوسیله دستگاه نظارت در نظر گرفته نشده باشد، عملیات تهیه و جاگذاری

نیل باید در محدوده رواداری های زیر انجام گیرد:

- طول نیل: ۱۰- سانتی متر
- پوشش دوغاب تزریق:  $\pm 2$  میلیمتر
- بیرون زدگی میلگرد از داخل گمانه: حداکثر ۲۵ سانتیمتر

Z. Azizi

©Mir\_ZAzizi





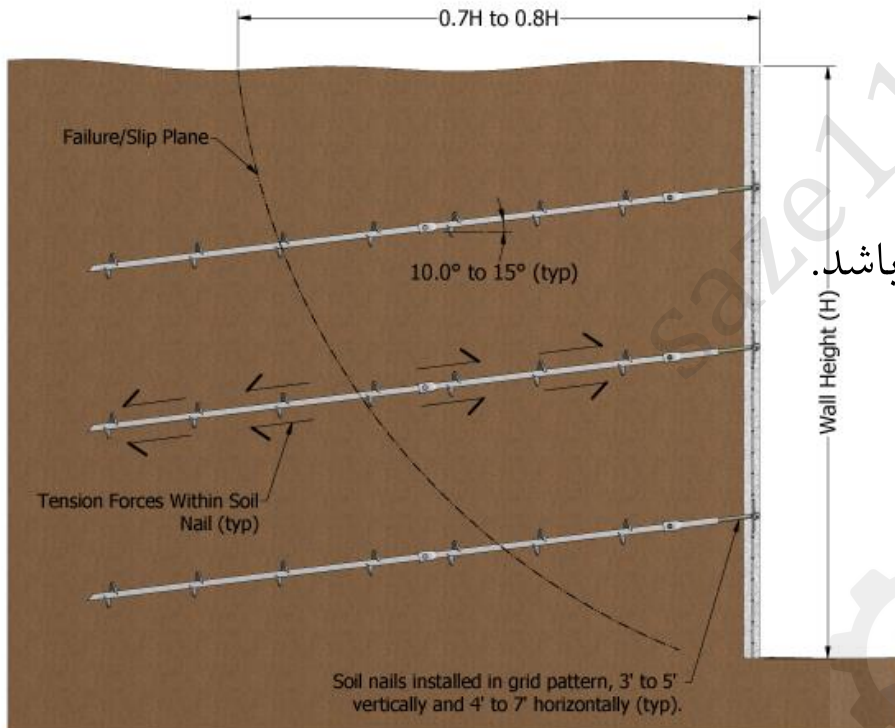
# اصول طراحی نیلینگ

به منظور تحلیل پایداری و طراحی میخهای مورد نیاز گود از نرم افزار **Geo Studio** که تعادل حدی، پایداری دیواره میخکوبی شده را مورد بررسی قرار میدهد، استفاده می شود.

همچنین به منظور تخمین مقدار تغییر شکل دیواره ها و نیروهای کششی میخها در اثر گودبرداری از نرم

افزار **Plaxis** که با استفاده از تئوری المان محدود **Finite Element** قابلیت حل گسترده وسیعی

از مسائل مطرحه در مهندسی ژئوتکنیک را دارا می باشد.



## محدودیت های قانونی

طبق ماده ۳۸ قانون مدنی: مالکیت زمین مستلزم مالکیت فضای محاذی آن است تا هر کجا بالا رود و همچنین است نسبت به زیر زمین بالجمله مالک حق همه گونه تصرف در هوا و فراز گرفتن دارد مگر آنچه را که قانون استثناء کرده باشد

. لذا روش فوق نه تنها از نظر فنی باید با دقت طراحی و اجرا شود بلکه در نظر گرفتن قدمت، سیستم

سازه و بارگذاری ساختمان مجاور باید بررسی شود، که مستلزم اخذ رضایت مالک یا مالکان ساختمان مجاور که زیر آن عملیات فوق انجام می شود را دارد. اگر در سمت پیاده رو یا تأسیسات شهری باشد مستلزم اخذ مجوز از شهرداری است و در غیر این صورت طراحی و اجرای این روش غیر قانونی است و مستوجب پاسخگویی و مسوولیت برای طراح و مجری .





M. Azizi  
© Mir\_ZAzizi



L. Azizi  
Mir\_ZAzizi