



**Namatek**  
True Education

[www.namatek.com](http://www.namatek.com)

# Direct Shear Test

آزمایش برش مستقیم  
خاک

## فهرست مطالب

۱. آزمایش برش مستقیم خاک چیست؟
۲. تئوری آزمایش برش مستقیم
۳. کاربردها، مزایا و معایب
۴. مراحل انجام آزمایش در خاک های دانه ای و چسبنده
۵. روش انجام محاسبات آزمایش برش مستقیم خاک

آزمایش برش مستقیم به عنوان یکی از مهم ترین آزمایشات ژئوتکنیکی برای شناخت خاک محل پروژه، بسیار پرکاربرد است. به عنوان یک مهندس عمران یا کسی که می خواهد در صنعت ساخت و ساز فعالیت کند، لازم است که با روش انجام این آزمایش و پارامترهای خروجی آن آشنا شوید.

در ادامه به بررسی آزمایش برش مستقیم و روش انجام آن می پردازیم. با ما همراه باشید.

## #۱ آزمایش برش مستقیم خاک چیست؟

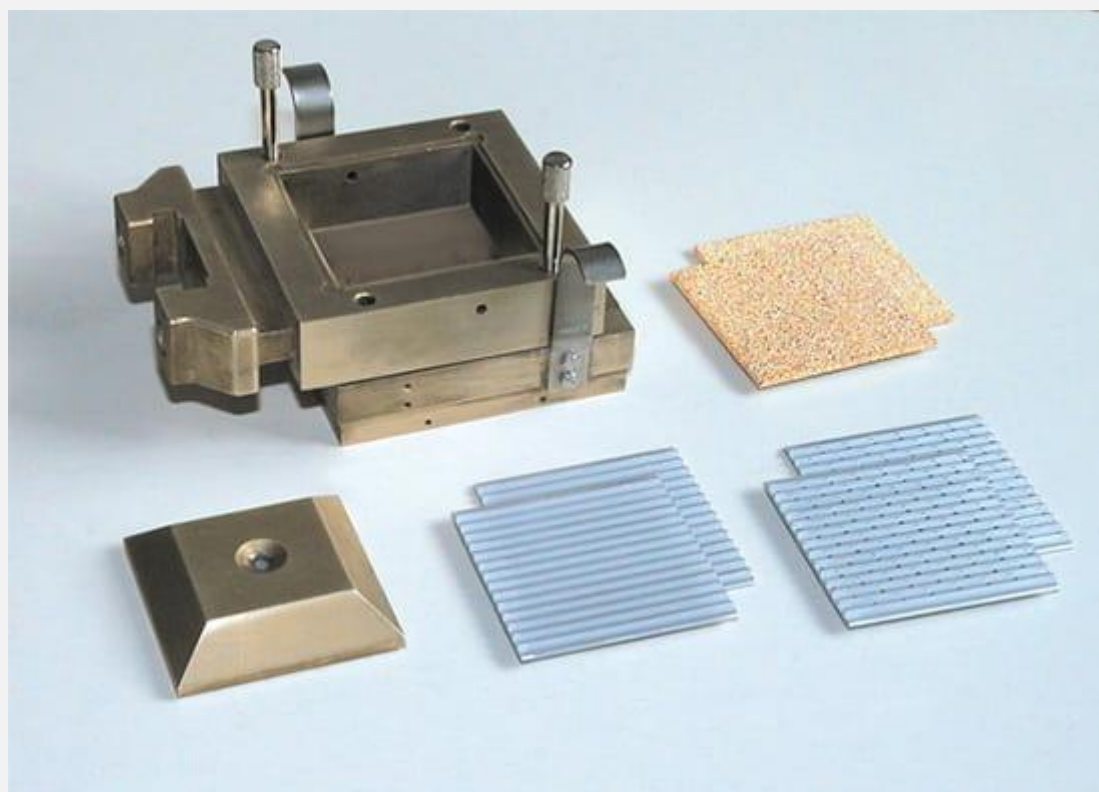
همان طور که می دانید گسیختگی هایی که در پروژه های ژئوتکنیکی رخ می دهد، عمدتاً از نوع گسیختگی های برشی هستند. به همین دلیل در این پروژه ها تعیین مقاومت برشی خاک از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

برآورد مقاومت برشی خاک برای پروژه های ژئوتکنیکی شامل موارد زیر می باشد:

- پایداری شیب ها
- پایداری دیواره های گودبرداری شده
- تعیین و تخمین مقاومت پی
- محاسبه فشار جانبی وارد بر دیوار حائل

از روش های مرسوم تخمین مقاومت برشی خاک، آزمایش برش مستقیم (Direct Shear Test) می باشد. آزمایش برش مستقیم بر اساس استاندارد ASTM D 3080 صورت می گیرد و به دلیل ساده بودن و کاربرد بر روی تیپ های خاکی مختلف بسیار رواج دارد.

آزمایش برش مستقیم قابلیت استفاده برای مصالح ریزدانه و درشت دانه را دارد و پارامترهایی نظیر چسبندگی (C) و اصطکاک داخلی خاک ( $\phi$ ) تحت تنش موثر در آزمایش برش مستقیم قابل اندازه گیری هستند.



## #۲ تئوری آزمایش برش مستقیم

در مکانیک خاک، مقاومت برشی می تواند بر اساس معیار شکست موهر کلمب (Mohr-Coulomb) ارزیابی گردد.

طبق این معیار، مقاومت برشی به سه عامل زیر بستگی دارد:

۱. تنش موثر طبیعی ( $\sigma_v$ )

۲. زاویه اصطکاک داخلی ( $\phi$ )

۳. چسبندگی ( $C$ )

که توسط معادله زیر با یکدیگر ارتباط پیدا می کنند:

$$T = C + \sigma_v * \tan(\phi)$$

## #۳ کاربردها، مزایا و معایب

کاربردهای آزمایش برش مستقیم:

- سدسازی (تعیین پارامترهای برشی آب، شستگی اطراف سد، بررسی پایداری شیروانی های سد و...)
- تونل سازی
- پایداری شیروانی ها (بررسی لغزش یا گسیختگی شیروانی ها)
- بررسی پدیده های مخرب ژئوتکنیکی (روانگرایی، زمین لغزش و...)



### مزایای آزمایش

- سهولت استفاده
  - ارزان بودن
  - سرعت بالا
  - زهکشی مناسب تر و اشباع سریع تر نسبت به آزمایش سه محوری
- (نکته: زمان آزمایش برش مستقیم، یک سوم آزمایش سه محوره است.)

### معایب آزمایش

- تحمیلی بودن صفحه گسیختگی
- توزیع تنش غیریکنواخت
- عدم اندازه گیری فشار آب حفره ای
- غیر قابل محاسبه بودن وضعیت تنش در هر مرحله از آزمایشات و در هر نقطه از نمونه

- تخریب قابل توجه نمونه
- مقاومت ماندگاری پایین

## #۴ مراحل انجام آزمایش در خاک های دانه ای و

### چسبنده

- گام اول:

در مرحله اول وزن خاک درون ظرف را اندازه گیری می کنند. مقدار خاک باید به اندازه ای باشد که بتوان با آن سه نمونه را تحت آزمایش قرار داد. در خاک های چسبنده نمونه خاک را توسط کاتر یا جسم برنده تیز به اندازه جعبه برش، برش می دهند.

- گام دوم:

ارتفاع و عرض جعبه آزمایش برش مستقیم را اندازه گیری و با دقت در محل خود ثابت می کنند.

- گام سوم:

نمونه خاک را در داخل جعبه برش می ریزند، به صورتی که فضایی حدودا ۵ میلی متری بالای آن خالی باقی بماند.

- گام چهارم:

با توجه به عمق نمونه گیری خاک، بار قائم مناسبی به نمونه اعمال می کنند. در این جا باید توجه داشت که وزن المان های دستگاه برش مستقیم را نیز جزء این بار حساب می کنند.

• گام پنجم:

در این مرحله پیچ اتصال دو فک دستگاه را باز می کنند تا بخش بالایی و پایینی بتوانند جا به جا شوند.

• گام ششم:

نصب کرنش سنج ها جهت قرائت جابجایی های افقی و قائم را در این مرحله انجام می دهند.

نکته: اگر باید آزمایشات در حالت اشباع انجام گیرند باید در اطراف نمونه آب بریزید، به صورتی که آن را غرقاب کنید.

جهت اشباع شدن کل نمونه نیاز است که مدت زمانی را به آن اختصاص بدهید.

• گام هفتم:

در این مرحله بارگذاری افقی را آغاز و مقدار جابجایی و نیروی اعمال شده را یادداشت می کنند. این فرآیند تا زمانی باید اتفاق بیفتد که بار اندازه گیری شده توسط لودسل (Load Cell) به حداکثر میزان خود برسد و روند نزولی به خود بگیرد.

نکته: قرائت دو نیرو پس از به حداکثر رسیدن نیرو کافی است.

• گام هشتم:

نمونه را از جعبه آزمایش برش مستقیم خارج می کنند و تمام این مراحل برای حداقل دو نمونه خاک دیگر باید اجرا شوند.



## #۵ روش انجام محاسبات آزمایش برش مستقیم

### خاک

در ابتدا میزان فضای خالی اولیه، وزن واحد حجم خشک و درجه اشباع بر اساس وزن مخصوص خاک و جرم کل نمونه را محاسبه می کنند. داده های قرائت شده از روی گیج های آزمایشگاهی را به واحدهای مناسب تبدیل می کنند و در گزارش کار می آورند.

در این مرحله میزان تنش نرمال که از تقسیم بار وارد شده به سطح نمونه به دست می آید را هم محاسبه می کنند. تنش برشی نیز از حاصل تقسیم نیروی برشی به مساحت نمونه محاسبه می شود. سپس نمودار تنش برشی - جابجایی افقی رسم می شود. همچنین باید میزان حداکثر تنش برشی برای هر آزمایش محاسبه گردد.

حداکثر تنش برشی - تنش نرمال رسم می گردد و بر اساس نمودار ترسیم شده زاویه اصطکاک داخلی و پوش گسیختگی بر اساس معیار موهر کلمب مشخص می شود.

نکته: در خاک های دانه ای یا اصطلاحاً غیرچسبنده خط پوش موهرکلمب از مبدا مختصات می گذرد و میزان چسبندگی آن برابر صفر به دست می آید.

در خاک های غیرچسبنده مرطوب، از آن جایی که خاصیت کشش سطحی بین ذرات خاک و آب به وجود می آید، به میزانی چسبندگی کاذب نتیجه

خواهد داد. اگر این میزان چسبندگی در حدود مقدار بین ۰/۱ تا ۰/۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع باشد، می توان از آن صرف نظر کرد؛ در غیر این صورت بایستی به دنبال علت آن بود تا آن را برطرف کرد.