

### تشخیص خاک رس | بررسی ویژگی خاک رس و روش شناخت انواع خاک رس

در این مقاله، به صورت جامع و کاربردی به بررسی ویژگی خاک رس پرداخته ایم. ابتدا توضیح داده شده است که خاک رس چیست و چگونه در اثر فرآیندهای هوازدگی و فرسایش شیمیایی به وجود می‌آید، سپس تفاوت آن با سایر انواع خاک‌ها مانند خاک شنی و سیلنتی از دیدگاه مکانیک خاک تشریح شده است. در ادامه، مهم‌ترین ویژگی خاک رس شامل خصوصیات ظاهری، فیزیکی، شیمیایی و رفتاری آن در شرایط مرطوب و خشک بررسی شده تا درک بهتری از رفتار مهندسی این خاک حاصل شود. بخش اصلی مقاله به تشخیص خاک رس اختصاص دارد که در آن، مجموعه‌ای از آزمایش‌های صحرایی و روش‌های ساده و عملی بدون نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی معرفی شده است. این روش‌ها به عنوان یک روش شناخت انواع خاک رس در محل پروژه، امکان تمایز رس از سیلت و لای را فراهم می‌کنند.



#### خاک رس چیست و چگونه به وجود می‌آید؟

خاک رس جز خاک‌های ریزدانه است که قطر ذرات آن معمولاً کمتر از  $0/002$  میلی‌متر است. در علم مکانیک خاک، رس حاصل فرسایش و هوازدگی شیمیایی سنگ‌های سیلیکاتی، به ویژه فلدسپات‌ها، است. فرآیند تجزیه این کانی‌ها در تماس مداوم با آب و دی‌اکسیدکربن، منجر به تشکیل ساختارهای لایه‌ای از سیلیکات‌های آلومینیوم هیدراته مانند کائولینیت، ایلایت و مونت‌موریلونیت می‌شود. این کانی‌های رسی دارای بار سطحی منفی هستند و همین ویژگی باعث می‌شود یون‌های مثبت (مانند سدیم و کلسیم) به سطح آن جذب شوند و خاصیت پلاستیسیته، تورم‌پذیری و چسبندگی بالایی در خاک رس ایجاد کنند. از دید ژئوتکنیکی، ویژگی خاک رس در رفتار تراکم‌پذیری، نفوذپذیری و تورم آن در برابر رطوبت، نقشی کلیدی در طراحی فونداسیون‌ها و تحلیل پایداری خاک دارد.

#### تفاوت خاک رس با سایر انواع خاک‌ها

تفاوت اصلی خاک رس با خاک‌های شنی و سیلنتی در اندازه ذرات، نوع پیوند بین آنها، و رفتار مکانیکی خاک است. خاک شنی از دانه‌های درشت با قطر بزرگ‌تر از  $4/75$  میلی‌متر تشکیل شده و فاقد خاصیت چسبندگی و پلاستیسیته است. بعلاوه قطر ذرات خاک ماسه‌ای بین  $0/075$  و  $4/75$  است. در حالی که خاک سیلنتی ذرات آن ریزترند ولی هنوز رفتار کلوئیدی رس را ندارند. ویژگی خاک رس این است که ساختار آن به صورت لایه‌ای و با سطح ویژه بسیار زیاد می‌باشد؛ همین موضوع باعث جذب آب بالا و تورم قابل توجه در تماس با رطوبت می‌شود. در تست‌های ژئوتکنیکی، خاک رس معمولاً با نفوذپذیری بسیار پایین، مقاومت فشاری بالا در حالت خشک، و تغییر حجم زیاد در حالت مرطوب شناخته می‌شود، در حالی که خاک‌های شنی نفوذپذیری زیاد و تغییر حجم ناچیزی دارند. علاوه بر آن، ویژگی خاک رس در چسبندگی و رفتار پلاستیک آن باعث می‌شود در طراحی سازه‌ها و تحلیل نشست، نسبت به سایر خاک‌ها نیازمند بررسی دقیق‌تر باشد.

#### ویژگی‌های خاک رس

##### ویژگی‌های ظاهری خاک رس

ویژگی خاک رس در ظاهر آن با بافت بسیار نرم، صاف و چسبنده شناخته می‌شود. رنگ خاک رس معمولاً از زرد و قرمز تا خاکستری متغیر است و این تنوع رنگ ناشی از وجود اکسیدهای آهن و ترکیبات آلومینیوم در ساختار آن است. هنگامی که خاک رس مرطوب می‌شود،

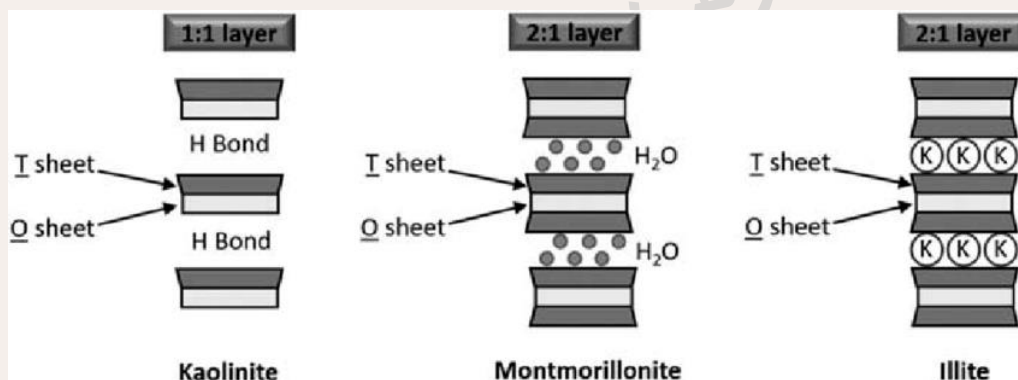
حالت پلاستیک و چسبندگی بالایی پیدا می‌کند و هنگام خشک شدن بسیار سخت و شکننده است. در عمل می‌توان با مشاهده این ویژگی‌ها، تشخیص خاک رس را انجام داد؛ اگر خاک در تماس با آب به راحتی شکل بگیرد و به دست بچسبد، یکی از نشانه‌های بارز رس است.

#### ویژگی‌های فیزیکی خاک رس

از منظر مکانیک خاک، ویژگی خاک رس در رفتار فیزیکی آن شامل **تراکم‌پذیری بالا**، **نفوذپذیری بسیار پایین** و **تورم** قابل توجه در تماس با رطوبت است. ذرات رسی به دلیل اندازه بسیار کوچک و سطح ویژه زیاد، تمایل بالایی برای جذب آب دارند و این آب جذب شده باعث تورم و تغییر حجم خاک می‌شود. همین رفتار باعث می‌شود خاک رس در حالت خشک متراکم و سخت، ولی در حالت مرطوب بسیار نرم و شکل‌پذیر باشد. در کاربردهای مهندسی، تشخیص خاک رس بر اساس همین رفتار تغییر حجم صورت می‌گیرد؛ زیرا خاک‌هایی که تورم زیادی در اثر رطوبت دارند، عموماً رسی هستند.

#### ویژگی‌های شیمیایی خاک رس

از دیدگاه شیمی خاک، کانی‌های تشکیل‌دهنده رس مانند **کائولینیت**، **مونت‌موریلونیت** و **ایلایت**، ساختار لایه‌ای سیلیکات آلومینیومی دارند که بار سطحی منفی در لایه‌های خود ایجاد می‌کنند. همین خاصیت بار الکتریکی باعث می‌شود یون‌های مثبت مانند سدیم و کلسیم به سطح ذرات جذب شوند و خاک خاصیت پلاستیسته و چسبندگی پیدا کند. این رفتار یونی، اساس بسیاری از ویژگی خاک رس از جمله تورم، جذب آب و واکنش‌پذیری شیمیایی آن است. در فرآیند تشخیص خاک رس از جنبه شیمیایی، بررسی میزان تبادل یونی و واکنش خاک با آب یا اسید می‌تواند نمایانگر نوع رس موجود باشد.



#### رفتار خاک رس در شرایط مرطوب و خشک

رفتار خاک رس به شدت وابسته به میزان رطوبت است. زمانی که خاک خشک می‌شود، انقباض حاصل از خروج آب باعث ترک‌خوردگی سطحی و افزایش سختی آن می‌شود، ولی در حالت مرطوب خاصیت پلاستیک و شکل‌پذیری آن فعال می‌گردد. این تغییر رفتار از مهم‌ترین ویژگی خاک رس محسوب می‌شود، زیرا تغییرات حجمی شدید در اثر نوسان رطوبت می‌تواند خطراتی مانند نشست یا تورم فونداسیون را ایجاد کند.

#### روش شناخت انواع خاک رس در محل (بدون نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی)

##### روش مخلوط کردن خاک در استوانه آب

در این روش تشخیص خاک رس، مقدار مشخصی از خاک در یک استوانه یا بطری شفاف حاوی آب ریخته می‌شود و با تکان دادن شدید، ذرات خاک کاملاً در آب معلق می‌شوند. سپس، سرعت ته‌نشینی ذرات معیار اصلی روش شناخت انواع خاک رس است. ذرات سیلت به دلیل وزن و اندازه بزرگتر، در مدت زمان کوتاه‌تری ته‌نشین می‌شوند، اما ذرات رس به علت اندازه بسیار ریز و رفتار کلوئیدی، برای مدت طولانی در آب معلق باقی می‌مانند. در فرآیند تشخیص خاک رس، اگر آب برای مدت طولانی گل‌آلود و کدر باقی بماند و ته‌نشینی کامل حتی تا چندین ساعت یا چندین روز طول بکشد، می‌توان نتیجه گرفت که خاک دارای درصد بالایی رس است. تغییر رنگ آب به قهوه‌ای یا خاکستری نیز از نشانه‌های حضور رس محسوب می‌شود.



#### روش خشک کردن خاک

یکی دیگر از روش‌های ساده برای تشخیص خاک رس، بررسی رفتار خاک پس از خشک شدن است. در این روش، ابتدا خاک با مقدار مناسبی آب مخلوط می‌شود تا حالت خمیری پیدا کند، سپس در معرض هوا یا آفتاب قرار می‌گیرد تا رطوبت خود را از دست بدهد. پس از خشک شدن کامل، مقداری از خاک بین انگشتان دست فشرده شده و تلاش می‌شود خرد گردد. اگر نمونه خشک شده مقاومت بالایی در برابر خرد شدن داشته باشد و به راحتی پودر نشود، این رفتار نشان‌دهنده وجود رس است. اما اگر خاک بدون اعمال نیروی زیاد متلاشی شود، معمولاً از نوع سیلت یا لای خواهد بود.

#### روش تکان دادن خاک مرطوب

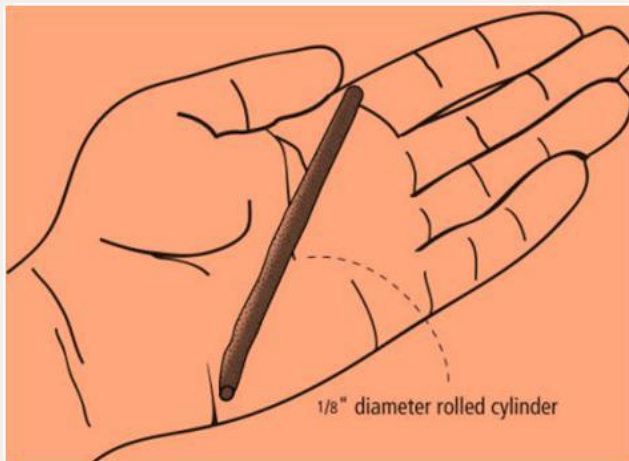
در این روش تشخیص خاک رس، مقدار کمی خاک با آب ترکیب می‌شود تا گل یکنواختی تشکیل گردد و سپس گل حاصل روی کف دست قرار می‌گیرد. با تکان دادن آرام دست، واکنش مخلوط آب و خاک بررسی می‌شود. در این روش شناخت انواع خاک رس، خاک‌های سیلتی تمایل دارند آب آزاد را به سطح آورده و **سطحی براق و درخشان** ایجاد کنند، در حالی که خاک‌های رسی آب را در ساختار خود نگه می‌دارند. اگر هنگام تکان دادن، جدایش واضحی بین آب و خاک دیده نشود و سطح گل حالت مات و کدر داشته باشد، این موضوع نشانه‌ای قوی در تشخیص خاک رس محسوب می‌شود. رفتار یکنواخت و غیرشفاف سطح خاک از مشخصه‌های اصلی رس است.

#### روش لمس کردن خاک

روش لمس کردن یکی از ابتدایی‌ترین اما کاربردی‌ترین روش‌ها در تشخیص خاک رس است که به حس لامسه متکی است. در این روش، مقدار کمی خاک مرطوب بین انگشتان دست قرار داده شده و با فشار و حرکت ملایم لمس می‌شود. در روش شناخت انواع خاک رس، رس معمولاً احساس نرمی و لغزندگی ایجاد می‌کند و سطح آن صاف و چسبنده است. در مقابل، خاک‌های سیلتی یا لای حالتی زبرتر دارند و دانه‌های آن‌ها زیر انگشتان قابل احساس است. این تفاوت حسی، به‌ویژه برای افراد باتجربه، یک معیار سریع و قابل اعتماد برای تشخیص خاک رس در محل پروژه به شمار می‌رود.

#### روش خمیری شدن خاک

در این روش تشخیص خاک رس، خاک به تدریج با آب مخلوط شده و ورز داده می‌شود تا واکنش آن نسبت به رطوبت بررسی گردد. اگر خاک بتواند بدون ایجاد ترک، به شکل فتیله یکنواخت با قطر ۳ میلی‌متر درآید، نشان‌دهنده وجود رس است. اما اگر پیش از رسیدن به این قطر، ترک‌های سطحی در خاک ظاهر شود یا انسجام خاک آن از بین برود، احتمالاً خاک از نوع سیلت یا لای است.



### روش فیتیله کردن خاک

روش فیتیله یکی از دقیق‌ترین آزمایش‌های صحرایی برای تشخیص خاک رس است که ارتباط مستقیم با خاصیت پلاستیسیته خاک دارد. در این روش، خاک مرطوب به صورت رشته‌ای باریک (فیتیله) بین انگشتان شکل داده می‌شود. سپس فیتیله از وسط بلند شده و مقاومت آن در برابر وزن خود بررسی می‌گردد. در روش شناخت انواع خاک رس، اگر فیتیله بدون گسیختگی باقی بماند و بتواند وزن خود را تحمل کند، این موضوع نشان‌دهنده چسبندگی و پلاستیسیته بالای خاک رسی است. اما اگر فیتیله به سرعت خرد شود یا گسسته گردد، خاک غالباً سیلتی است. این آزمون ساده، یکی از مطمئن‌ترین راه‌ها برای تشخیص خاک رس بدون تجهیزات آزمایشگاهی به شمار می‌آید.

### سوالات متداول

#### تفاوت اصلی خاک رس و سیلت در آزمایش‌های صحرایی چیست؟

در روش تشخیص خاک رس، خاک رس در حالت مرطوب چسبنده و پلاستیک است و آب را به خوبی نگه می‌دارد، در حالی که سیلت حالت لغزنده و سطح براق ایجاد می‌کند و انسجام کمتری دارد. همچنین فیتیله سیلت معمولاً وزن خود را تحمل نمی‌کند.

اکیپ | پلتفرم تخصصی خدمات ساختمان