
بسم الله الرحمن الرحيم

شرح جامع

مکانیک خاک

«مهندسی کشاورزی»

(سازه های آبی)

مولف: حوریه بختیاری

پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس(منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشـــــر

www.arshadbook. ir

تقدیم به:

مادر عزیزم که هرچه دارم از اوست

پیشگفتار مولف

با سپاس از خداوند مهربان، که به من توانایی این را داد که دانش اندک خود را به عرصه ظهور دربیاورم تـا در حفـظ و پاسداری از مقدس‌ترین عنصرهای زندگی، آب و خاک میهنم بکوشم. به یاد آورید از علم مهم‌تر آن است که بتوانیم از دانش خود بهره بجویم.

کتاب حاضر مجموعه‌ای از علوم مکانیک خاک که یکی از اساسی‌ترین دروس مهندسی آب می‌باشد است در این کتـاب سعی شده است به صورت کاملاً کابردی و کنکوری مکانیک خاک آموزش داده شود و به شما عزیزان کمک خواهد کـرد کـه در کنکور کارشناسی ارشد، بدون هیچ دغدغه‌ایی موفق شوید با مطالعه دقیق این کتاب نکات و تست‌های آن مطمئن باشـید به راحتی می‌توانید درصد قابل رضایتی را برای خود ثبت کنید.

با آرزوی موفقیت شما عزیزان

حوریه بختیاری

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ناشر ۳
پیشگفتار مولف ۵

فصل اول: دانه‌بندی و ساختار خاک

۱-۱ خاک در علوم مختلف ۱۳
۱-۲ تقسیم بندی خاک ۱۳
۱-۳تشکیل خاک ۱۴
۱-۴ « صور تشکیل خاک» ۱۴
۱-۴-۱خاک‌های برجا ۱۴
۱-۴-۲خاک انتقالی ۱۴
۱-۴-۳ خاک‌های آبرفتی ۱۴
۱-۴-۴ خاک‌های بادرفتی ۱۵
۱-۴-۵ خاک‌های یخچالی ۱۵
۱-۴-۶ خاک‌های واریزه‌ای ۱۵
۱-۵ ساختمان خاک (SOIL STRACTURE) ۱۶
۱-۶- رفتار خاک. ۱۷
۱-۷ انواع کانی‌های رسی ۱۸
۱-۸ لایه‌های آب در طرف کانی‌های رسی: ۱۹
۱-۹ دانه‌بندی خاک ۲۰
۱-۹-۱ خاک‌های درشت دانه ۲۱
۱-۹-۲ خاک‌های ریزدانه ۲۲
تصحیحات ۲۳
خطاها ۲۳
۱-۱۰ انواع منحنی‌های دانه‌بندی: ۲۴
منحنی دانه‌بندی خاک مصنوعی ۲۶
۱-۱۱ پلاستیسته (PLASTICITY) ۲۹
۱-۱-۳ تعیین حدود آتربرگ ۲۹
۱-۳-۱۱- تعیین حد خمیری ۳۱

عنوان..... صفحه

۴-۱-۱۱- اندکس‌ها ۳۲
۵-۱-۱۱- اندکس روانی : I_L ۳۲
۱-۱۲- روش‌های طبقه‌بندی خاک‌ها ۳۳
طبقه‌بندی یونیفاید: (UNIFIED) (USCS)..... ۳۴
طبقه‌بندی اداره‌ی راه‌های آمریکا (آشتو) A.A.S.H.T.O ۳۷
از اشکالات روش AASHTO ۳۹
۱-۱۴- روابط وزنی و حجمی ۴۰
۲-۱-۱۴- تعریف برخی از پارامترها..... ۴۰
تست‌های آخر فصل..... ۴۶
تستهای کنکور ۶۳
پاسخ تستهای کنکور ۶۷

فصل دوم: تراکم (COMPACTION)

۱-۲ مقدمه ۷۵
مقایسه تراکمی چند خاک..... ۷۶
۲-۲ آزمایشات تراکمی (صحرائی و آزمایشگاهی) ۷۷
۱-۲-۲ پروکتور ۷۷
۱-۳-۲ تعیین درصد تراکم در صحرا..... ۷۹
۲-۳-۲ روش نمونه‌برداری قالب..... ۸۰
۳-۳-۲ روش مخروط ماسه..... ۸۰
۴-۳-۲ بالون آب..... ۸۰
۴-۲ منحنی هوای صفر ۸۱
نکات مربوط به غلتک‌ها..... ۸۳

فصل سوم: حرکت آب در خاک

۱-۳ انرژی آب در خاک..... ۹۱
۲-۳ نفوذ پذیری ۹۳
۳-۳- شیب هیدرولیکی..... ۹۴
۴-۳ قانون دارسی..... ۹۵
۵-۳ نحوه تعیین ضریب نفوذ پذیری..... ۹۸
۱-۵-۳ روابط تجربی ۹۸
۲-۵-۳ روش‌های آزمایشگاهی ۹۹
آزمایش پمپاژ..... ۱۰۱
۶-۵-۳ آزمایش پمپاژ در لایه آرترین تحت فشار..... ۱۰۲
۶-۳ نفوذ پذیری در خاک‌های لایه‌ای..... ۱۰۳

عنوان..... صفحه

۱-۶-۳ خاک مطبق ۱۰۴
۲-۶-۳ جریان عمود بر لایه‌ها..... ۱۰۵
۳-۷ فشار و نیروی تراوش ۱۰۸
۱-۷-۳ شبکه جریان یا تراوش دو بعدی..... ۱۰۹
۳-۸ نیروی بلند کننده یا UPLIFT ۱۱۱
تغییر شبکه جریان در خاک با نفوذپذیری متفاوت..... ۱۱۲
خلاصه فصل ۱۱۳
تست‌های آخر فصل..... ۱۱۵

فصل چهارم: تنش در خاک

۴-۱ مقدمه ۱۲۵
۴-۲ فشار آب حفره ایی..... ۱۲۶
۴-۳- تنش موثر ۱۲۶
۴-۴ تنش موثر و بالا آمدگی پایین افتادگی آب در کوتاه مدت و بلند مدت ۱۲۸
۴-۵ روش محاسبه تنش موثر در حالت حرکت آب..... ۱۳۰
۴-۴مویینگی ۱۳۱
نسبت‌ها ۱۳۴
۴-۵ تراوش دو بعدی..... ۱۳۶
۴-۶- جوشش در خاک‌های دانه ای..... ۱۳۸
برای جلوگیری از جوشش ۱۳۹
۴-۷ تراوش دو بعدی..... ۱۴۱

فصل پنجم: نشست در خاک

۵-۱-۱ نشست آنی ۱۵۵
۵-۱-۲ نحوه توزیع فشار و نشست در زیر پی‌های رسی و ماسه ای : ۱۵۵
۵-۲ تحکیم..... ۱۵۸
۵-۲-۲ خاک‌های عادی تحکیم یافته و پیش تحکیمی..... ۱۵۹
۵-۲-۳ آزمایش تحکیم ۱۶۰
۵-۲-۴ روابط تحکیم..... ۱۶۱
۵-۲-۴ درجه تحکیم..... ۱۶۶
نحوه تعیین درجه تحکیم..... ۱۶۹
c_v ضریب تحکیم..... ۱۶۹
تست‌های آخر فصل..... ۱۷۳
پاسخ تست‌های آخر فصل ۱۸۱

عنوان..... صفحه

فصل ششم: مقاومت برشی

تئوری موهر- کولب.....۱۹۴
پوش گسیختگی.....۱۹۵
تست‌های آخر فصل.....۱۹۷
پاسخ تست‌های آخر فصل ۲۰۰

فصل هفتم: پایداری دیوارهای حائل و شیروانی‌ها

دیوار حائل ۲۰۷
فشار جانبی درحالت سکون ۲۰۷
تئوری(رانکین) ۲۱۳
در حالت سکون ۲۱۴
ترک کششی: ۲۱۵
شیروانی‌ها.....۲۱۷
تست‌های آخر فصل.....۲۲۲
پاسخ تست‌های آخر فصل ۲۲۵

فصل اول

دانه‌بندی و ساختار خاک

عناوین اصلی

- ۱-۱ خاک در علوم مختلف
- ۱-۲ تقسیم‌بندی خاک
- ۱-۳ تشکیل خاک
- ۱-۴ صور تشکیل خاک
- ۱-۵ ساختمان خاک
- ۱-۶ رفتار خاک
- ۱-۷ انواع کانی‌های رسی

فصل اول

دانه‌بندی و ساختار خاک

۱-۱ خاک در علوم مختلف

خاک واژه‌ایست که در علوم مختلف نگاه‌های متفاوتی به آن شده است.

در علم خاک‌شناسی: محیط مناسبی برای رشد و نمو گیاه شناخته می‌شود و خاک را از نظر شیمیایی و آلی برای بهتر شدن رشد گیاه بررسی می‌کند.

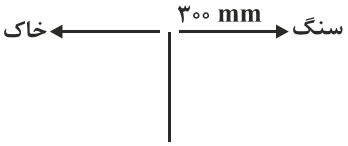
در علم آبیاری: خاک از دیدگاه محلی برای ذخیره آب مطرح می‌باشد. و براساس نوع خاک‌ها، ظرفیت نگـه داشـت آب در خاک متفاوت است. نفوذپذیری نیز پارامتر بسیار مهمی در علم آبیاری می‌باشد. حرکت آب در خاک و نحوه‌ی زهکشی به نفوذپذیری وابسته است.

در علم زمین‌شناسی: به بررسی فرآیندهایی رسیدگی می‌شود که در طی آن سنگ‌ها به خاک تبدیل می‌شوند.

در مکانیک خاک: خاک و خواص آن براساس قواعد مکانیکی و مقاومتی آن تعریف می‌شـود. خـاک تحـت اثـر بارهـای متفاوت چه رفتارهایی نشان خواهد داد. که از نتایج حاصله در تونل‌سازی، سدسازی، پی ساختمان و تأسیس سازه‌هـای آبـی استفاده می‌شود.

تعریف خاک از دیدگاه مکانیک خاک: خاک توده‌ایست متخلل که از فرسایش پوسته سنگی زمین حاصل شده است.

۱-۲ تقسیم بندی خاک



سنگ یکپارچه ___ ۱۰۰۰mm ___ لاشه سنگ (Boalder) ___ ۳۰۰mm ___ قلوه سـنگ (coloble) ___ ۷۶mm شن (Geravel) ___ ۴/۷mm ___ ماسه (sand) ___ ۷۴μ رس و لای

پس ذرات کوچک‌تر از ۳۰۰ میلی‌متر به عنوان خاک شناخته می‌شود و ذرات ۷۶mm شن، ۴/۷ mm ماسـه، ۷۴μ بـه پایین رس و لای می‌باشد. (رس ذرات کوچکتر از 2m را گویند

توجه شود ذرات درشت به صورت انتزاعی کروی هستند و ذرات ریز به شکل پولکی شکل یا سوزنی شکل هستند.

📖 نکته

خاکسترم اصطلاحی است که به خاکهایی با ذرات کوچکتر از ۱mm تعلق می‌گیرد.

۱-۳تشکیل خاک

همان‌گونه که گفته شد، خاک ازسنگ‌ها بوجود می‌آید، سنگ نیز از کانی‌ها به وجود می‌آید.

ممکن است یک سنگ تنها از یک کانی یا از چند کانی تشکیل شده باشد. بـه طورمثـال گرانیـت از چنـد نـوع کـانی و سنگ آهک تنها از یک نوع کانی تشکیل شده است. هرگاه سنگ در ارتباط با آب و هوا و انسان و در کل عوامل محیطی قرار گیرد خواص فیزیکی و شیمیایی‌اش تغییر می‌کند و به یک ماده متخلل تبدیل می‌شود. به این فرآیند **هوازدگی** گویند.

پس خاک از هوازدگی تشکیل می‌شود.

هوازدگی دو گونه است

- **مکانیکی** : تبدیل سینگ به قطعات ریزتر و خردتر بدون تغییر خواص شیمیایی
- **شیمیایی:** تغییر خواص شیمیایی خاک، به علت واکنش شیمیایی خاک از سنگ حادث می‌شود.

به طور مثال اگر گرانیت در معرض هوازدگی مکانیکی قرار گیرد (خرد شود.) به خاکی تبدیل می‌شود که خـواص اوّلیـه گرانیت را دارد.

توجه: ماسه و شن از هوازدگی مکانیکی به وجود آمده‌اند. و خواص سنگ مادی را حفظ کردند.

امّا اگر گرانیت در معرض co_2 , so_2 و یا آب باشد تبدیل به خاکی با خصوصیات شیمیایی متفاوت می‌شود.

🕮 نکات

- نکته: رس‌ها در اثر تغییر شیمیایی حاصل شده‌اند.
- نکته: رس‌ها مقاوم‌ترین خاک نسبت به تخریب شیمیایی می‌باشند. زیرا خود از دگرگونی شیمیایی حاصل شـده‌انـد (به اندازه کافی تغییر یافته‌اند.)

۱-۴ « صور تشکیل خاک»

۱-۴-۱خاک‌های برجا

این خاک‌ها، از تخریب سنگ مادر در همان محل خود تشکیل می‌شوند و انتقالی ندارند از نظر خصوصیات از جنس سنگ مادر هستند. ضخامت محدود دارند و تیز گوشه هستند.



(خاک تیزگوشه) (خاک گرد گوشه)

۱-۴-۲خاک انتقالی

(transported soil) خاک‌هایی هستند که از محلی که تشکیل شده‌اند توسط عوامل مختلف به محل دیگری انتقال یافته‌انـد. در اثر عوامل انتقال خاک، این خاک‌ها به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند.

۱-۴-۳ خاک‌های آبرفتی

(Allorial soil) عامل انتقال آن آب است. معمولاً توسط آب رودخانه‌ها انتقال می‌یابند.

📖 **نکته:** خاک‌های آبرفتی از جنس سنگ که روی آن واقع شده‌اند نیستند و ضخامت زیادی دارند.

خاک‌های آبرفتی به دو دسته تشکیل در آب شیرین و شور تقسیم‌بندی می‌شوند.

در آب شیرین ← خاک‌های لایه لایه رسی، دارای ساختمان دانه‌ایی

در آب شور ← خاک‌هایی از جنس مارن و بنتونیت و توف می‌باشند. دارای ساختمان مجتمع

۱-۴-۴ خاک‌های بادرفتی

عامل انتقال آن باد است. باز به دو دسته زیر تقسیم می‌شوند.

الف) لُس (Loss): از ذرات سیلت درشت تشکیل شده‌اند. و دربین ذراتی مانند گچ و مواد چسبنده‌ی آهکی قرار گرفته‌اند.

ب) خاک‌های تپه ماسه‌ای (sand pane): از ذرات ماسه ریز و مقداری سیلت تشکیل شده‌اند. ← لایه‌بندی ندارند، خاک‌های یکنواختی هستند

۱-۴-۵ خاک‌های یخچالی

(Glacial soil) عامل انتقال آن یخچال هستند. ذرات اندازه متفاوت دارند ولایه‌بندی نیز ندارند.

۱-۴-۶ خاک‌های واریزه‌ای

از تخریب و سقوط سنگ‌های کوه حادث می‌شود و در زیر گروه خاک‌های انتقالی هستند ضخامت آن‌ها زیاد است و لایه‌بندی ندارند.

سؤال ۱

ضخامت خاک‌های برجا بیشتر است یا خاک‌های انتقالی چرا؟

خاک‌های برجا ضخامت کمتری نسبت به خاک‌های انتقالی دارا هستند. زیرا خاک‌های برجا در اثر هوازدگی از همان سنگ تشکیل شده است. امّا خاک‌های انتقالی می‌توانند منابع مختلفی داشته باشند و خاک‌های چند منطقه به یک منطقه هدایت شده باشد. همچنین خاک‌های برجا با افزایش عمق تخریب کمتری را دارا هستند به همین ترتیب درشت دانه تراز خاک‌های سطحی هستند.

در خاک بر جا
- خاک سطحی ← ریزدانه، تخریب بیشتر.
- خاک عمیق ← درشت دانه، تخریب کمتر.

۱-۵ ساختمان خاک (Soil stracture)

منظور از ساختمان خاک، ترتیب قرار گرفتن، ذرات خاک به طور کلی خاک‌ها به دو دسته درشت دانه و ریزدانه تقسیم‌بندی می‌شوند. خاک‌های درشت دانه و ریزدانه از نظر ساختمان با هم متفاوت می‌باشند. توجه شود که خاک‌های درشت دانه هیچ‌گونه باری ندارند و خنثی هستند.

اگر خاک‌های درشت دانه تنها در کنارهم باشند ساختار تک دانه یا تک سایز را تشکیل می دهند.



تمام خاک ها درشت دانه هستند

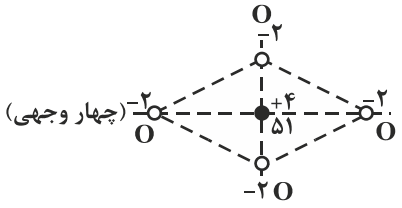
اگر در بین خاک درشت دانه مقداری رس نیز وجود داشته باشد. ساختمان لاله زنبوری تشکیل خواهد شد.



ساختمان لاله زنبوری: نوعی از ساختمان خاک است که ذرات درشت دانه به وسیله اتصال ریز دانه‌ها شکل‌های چندوجهی به وجود می‌آوردی ساختار لاله زنبوری نسبت به تراکم حساس است. و با کوچکترین باری نشست زیادی را به وجود می‌آورد.

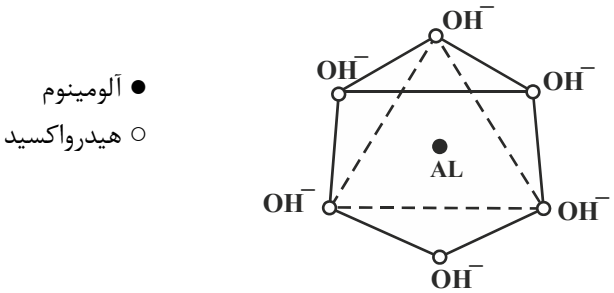
📖 **نکته:** اگر رس بین درشت دانه‌ها در ساختار لانه زنبوری در اثر وجود آب شسته شود و یا در اثر بار شکسته شود خاک به ساختار تک سایز تبدیل خواهد شد.

خاک‌های ریزدانه برخلاف درشت‌دانه‌ها دارای بار منفی می‌باشند. دلیل این بار این است که ساختار کانی‌های تشکیل دهنده ریزدانه به شکلی است که کل ذره دارای ۱ بار منفی خواهد بود.



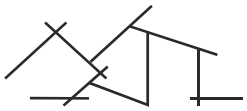
اتصال واحدهای چهاروجهی توسط اکسیژن می‌باشد. که در قاعده وجود دارند.

بار نهایی = +۴ (رأس) −۲−۱−۱−۱= −۱



هشت وجهی آلومین: خاک‌های ریزدانه طبق توضیحاتی که گفته شده دو نوع ساختار دارند.

۱- لخته‌ای یا فولوکوله: نیروهایی بین ذرات به صورت جاذبه بوده و ذرات همدیگر را جذب می‌کنند. (ذرات مثبت و منفی کنار یکدیگر قرار دارند).



ساختار مجتمع

۲- ساختار پراکنده: ذرات به صورت خوابیده بروی هم قرار گرفته‌اند و چون ذرات بروی صفحه دارای بار منفی هستند نیروی بین ذرات دافعه خواهد بود.



ساختار پراکنده

تفاوت در ساختار

مقاومت برشی: ساختار مجتمع قابلیت تحمل در فشار بیشتری را داراست.

تراکم‌پذیری: ساختار پراکنده دارای تراکم‌پذیری بیشتری است (تراکم‌پذیری در فشار کم مطرح است)

نشست (در فشار بالا): ساختمان مجتمع بیشتر خواهد بود زیرا قفل‌ها شکسته خواهد شد.

نکته: در صورتی که بار وارده کم باشد. ساختار پراکنده تراکم‌پذیری بیشتری خواهد داشت با افزایش بار، قفل‌های بسته شده بین ذرات مثبت و منفی ساختمان مجتمع شکسته خواهد شد. و نشت زیاد رخ می‌دهد.

۱-۶- رفتار خاک.

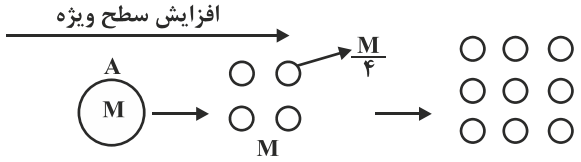
۱- خاک‌های دانه‌ایی: همان‌طور که گفته شد دارای باری نمی‌باشند. و اندازه ذرات نیز بزرگ می‌باشد. و هر دانه رفتارش به طور مجزا بررسی می‌شود.

۲- رفتار چسبنده یا خمیری: ذرات کوچک هستند، هم‌چنین دارای بار نیز می‌باشند ← به هم چسبیده خواهند بود به گونه‌ایی که کاملاً پیوسته بنظر خواهند رسید (خمیری مانند) همچنین ذرات ریزدانه قابلیت جذب آب را به خاطر ساختار خود دارا می‌باشد. و در اثر جذب آب تورم پیدا می‌کند.

کانی‌های رسی به دو نوع سوزنی شکل و صفحه‌ای تقسیم می‌شوند.

نکته: اگر به جای آب یک مایع غیر قطبی در خاک رسی مخلوط گردد. در آن صورت خاصیت خمیری در رس وجود نخواهد داشت دلیل این امر نیز این است که عامل خاصیت خمیری **باردار بودن ذرات** رس و آب می‌باشد. در صورتی که مایعی که قطبی نیست و بار مثبت را دارا نیست با ذرات رس ترکیب شود، خاک خاصیت خمیری نخواهد داشت. (رس‌ها دارای بار منفی و آب به عنوان قطب مثبت به هم می‌چسبند و خمیری خواهند شد.

سطح ویژه: عبارت خواهد بود از سطح ذرات در واحد جرم آنها به این ترتیب که هرچه ذرات ریزتر باشد سطح ویژه بیشتر ی خواهد داشت.

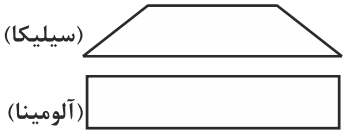


همان‌گونه که در شکل مشخص است در صورتی که ذرات ریزتر شوند در جرم برابر سطح بیشتری را دارا خواهند بود.

۱-۷ انواع کانی‌های رسی

سطح ویژه ذرات رس از ذرات شن بیشتر است. به این ترتیب بهم کنش ذرات رس با آب بیشتر خواد بود و تدین ترتیب خاصیت خمیری در خاک رخ می‌دهد. اگر سطح، گلوله‌ریز که از نظر جرمی با دو گلوله درشت برابری می‌کند جمع زده شود سطح حاصل بزرگتر از سطح و گلوله می‌شود. حال اگر این، گلوله به ۸ گلوله تبدیل شوند با جرم برابر، دو گلوله، باز سطح آنها بیشتر خواهد شد. بدین ترتیب ذرات رس با وجود ریزدانه بودن و همچنین سوزنی و پولکی بودن (شکل تخت را دارا هستند سطح ویژه زیادی را دارا هستند).

از ترکیب واحدهای ۴ وجهی سیلیس سیلیکا بدست می‌آید. از واحدهای ۸ وجهی، آلمینوم آلومینا تشکیل می‌شود.



نکته: در یک ساختار رسی همیشه تعداد واحدهای ۴ وجهی بیشتر از ۸ وجهی می‌باشد.



در شکل ذیل پیوند توسط فلز k^{+} وصل می‌شود. به این نوع کانی ایلیت گویند.

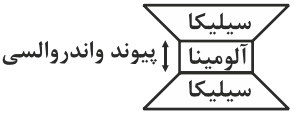


در شکل ذیل به جای فلز H_2o (آب) اتصال را برقرار می‌کند به این کانی مونت موریونیت گویند.



در این شکل پیوند از نوع هیدروژنی می‌باشد. و کانی کائولینیت را تشکیل می‌دهد.

بررسی کانی سه کانی کائولینیت، ایلیت و مونت موربونیت از معروف‌ترین کانی‌های رسی می‌باشند



قدرت پیوندها: پیوند هیدروژنی > پیوند فلزی > پیوند واندروالسی



با توجه به نتیجه فوق مشخص است که قدرت و مقاومت کائولیت > ایلیت > مونت موریونیت

توجه : علاوه بر کانی‌های فوق مالوزیت، اسمکتیت، مسکویت، و .... نیز جزء کانی رسی می‌باشند.

سطح ویژه : مونت موریولدنیت > ایلیت > کائولینیت ⟸ قابلیت جذب آب بیشتری را مونت موریولونیت داراست.

📖 **نکته:** کانی مونت‌موریویت صفحه‌ای می‌باشد که این موضوع خود به جذب آب این کانی کمک می‌کند.

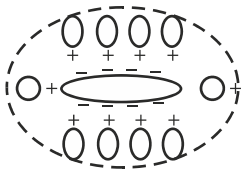
(هرچه کانی صفحه‌تر باشد صفحه با بار منفی بیشتری برای پیوند با آب خواهد داشت و در نتیجه جذب آب بیشتر خواهد داشت.

قابلیت تورم: مونت‌موریونت > ایلیت > کائولینیت

📖 **نکته:** بسیار مهمّ: خاصیت خمیری مونتموریونیت > ایلیت و کائولیت توجه ← ایلیت و کائولیت خاصیت خمیری برابری دارند.

۱-۸ لایه‌های آب در طرف کانی‌های رسی:

۳ لایه آب در اطراف ذرات رس وجود دارد.

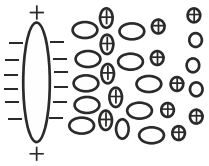


۱- لایه آب جذبی: لایه نازکی است، که در پیرامون ذره وجود دارد. و لزجت آب در این ناحیه بسیار زیاد است، پیوند قوی حاکم است.

📖 **نکته:** این لایه آب در اثر بار خارج نمی‌شود و تنها با حرارت‌های بالا از بین می‌روند.

توجه ←در پدیده تحکیم ثانویه که بعداً خواهیم خواند، یکی از فرضیات خارج شدن این لایه آب می‌باشد.

۲- لایه دوگانه مضاعف: کانی‌های رسی علاوه بر آب بقیه کاتیون‌های موجود در محیط را نیز به خود جذب می‌کنند ناحیه‌ای که غلظت کاتیون‌ها در آن بالا می‌باشد را لایه دوگانه یا مضاعف گویند. به این، لایه آب ژله‌ایی نیز گویند.



توجه علاوه بر کاتیون‌ها در خاک آنیون نیز موجود می‌باشد که هرچه از ذره رس دورتر شویم مقدار آنیون‌ها بیشتر می‌شود. (دلیل این موضوع این است که ذره با بار منفی برای واکنش با کاتیون‌ها وجود ندارد. و کاتیون‌ها آنیون‌ها را جذب

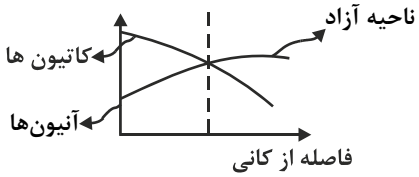
می‌کنند.) همین گونه که در شکل است با دور شدن از رس تعداد آنیون‌ها و کاتیون‌ها برابر می‌شود. با برابر شدن کاتیون‌ها و آنیون‌ها خاصیت جذب آب رس از بین می‌رود. و لایه آب مضاعف تمام می‌شود.

نکات

- نکته: عامل خاصیت خمیری ← آب لایه مضاعف
- نکته: آب جذبی باعث هیچ خاصیتی در رس نمی‌شود.

۳- آب لایه آزاد: در صورتی که فاصله از ذره به حدی باشد که آب از قید جاذبه ذرات رس رها شود. و جذب آنیون‌های محلول گردد. لایه آزاد گویند.

نکته: لایه آزاد ← عامل روانی رس‌ها.



نکته: در ناحیه آزاد مقدار کاتیون‌ها و آنیون‌ها برابر است.

سؤال ۱

کدام عبارت در مورد کانی‌های رسی صحیح است

۱) ایلیت‌ها خمیری‌تر از کائولیت‌ها هستند.
۲) کائولینیت‌ها از نظر الکتریکی باردار هستند.
۳) گنجایش تبادل یون‌های مونت مویونیت‌ها از ایلیت‌ها بیشتر است
۴) هر ذره کوچکتر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر کانی رسی است.

۱- گزینه «۳»

خمیری ایلیت‌ها و کائولیت‌ها برابر می‌باشد. کائولینیت‌ها از نظر الکتریکی بدون بار می‌باشند. گنجایش تبادل یون‌های مونت موریونیت‌ها از ایلیت‌ها بیشتر می‌باشد. (توجه شود.)

هر ذره با ابعاد کوچک رس نمی‌باشد مشخصه رس بودن خاصیت خمیری می‌باشد.

۱-۹ دانه‌بندی خاک

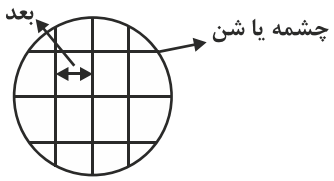
دانه‌بندی عبارت است از دسته‌بندی کردن ذراتی از خاک که اندازه معین و تعریف شده دارد.

نکته: در دانه‌بندی درصد وزنی دخیل است.

روش‌های اندازه‌گیری خاک: بسته به این که خاک ریزدانه می‌باشد یا درشت دانه دو روش متفاوت وجود دارد.

۱-۹-۱ خاک‌های درشت دانه

۱- برای طبقه‌بندی خاک‌های درشت دانه از روش الک استفاده می‌شود.



بعد منافذ الک $\frac{۱}{۴}$ اینچ مبنا و فصل مشترک می‌باشد.

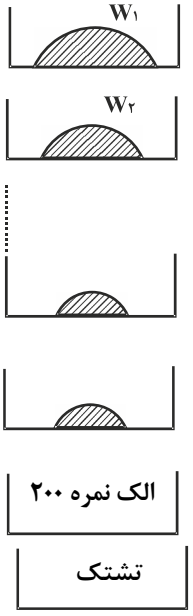
اگر بعد الک از $\frac{۱}{۴}$ اینچ بزرگ‌تر باشد نام الک با اندازه ابعاد شناخته می‌شود.

اگر اندازه منافذ از $\frac{۱}{۴}$ اینچ کمتر باشد. الک را با شماره و نمره بیان می‌کنند.

نمره یا اندازه: نشان دهنده‌ی تعداد منافذ در یک اینچ طولی می‌باشد. (فرضاً الک نمره ۴، ۴. No یا ۴# یعنی در یک اینچ طولی ۴ منفذ وجود دارد).

کوچک‌ترین الک ← الک نمره ۲۰۰ مرز بین چسبنده و درشت دانه $(\mu ۷۴)$

روش دانه‌بندی توسط الک: الک‌ها بر روی هم قرار گرفته از درشت‌ترین به ریزترین، آخرین الک، الک نمره ۲۰۰ خواهد بود.



$$\text{درصد ذرات کوچکتر از قطر } d = \frac{\text{مجموع وزن خاک مانده بروی الک‌های ریز}}{\text{کل وزن خاک}}$$

الک نمره ۴: مرز بین ماسه و شن می‌باشد (قطر منافذ $۰/۰۷۵_{mm}$ میلی‌متر)

این اندازه‌گیری استاندارد USA می‌باشد.

الک نمره 4 #: اندازه منافذ ۰/۴۲ m

الک نمره ۱۰ #: اندازه منقد ۲mm

درصد شن در کل خاک: $۱۰۰-F_۴$ درصد شن در درشت دانه $\frac{۱۰۰-F_۴}{۱۰۰-F_{۲۰۰}}$

$F_۴$ درصد عبوری از الک، نمره ۴

نکات

- نکته: در حالتی که خاک دارای کلوخه‌های چسبناک باشد آزمایش را به حالت خیس انجام می‌دهند به این ترکیب که خاک را خیس می‌کنند تا کلوخه‌ها از هم باز شوند. البته مقداری خطا در آزمایش وجود خواهد داشت که به علّت آب و خاصیت کشش سطحی آن می‌باشد.
- نکته: در حالت تر اندازه دانه‌ها به طور غیرواقعی کمی بزرگتر به نظر می‌آیند.
- نکته: چه در روش تر و چه در روش خشک، درصد وزن خاک در حالت خشک بدست می‌آید و درهنگام توزین خاک باید کاملاً خشک باشد.
- نکته: نمودارهای دانه‌بندی به صورت نیمه لگاریتمی رسم می‌شود زیرا در صورتی که وسعت و دامنه ذرات زیاد باشد هدف را بهتر نشان می‌دهد، نمودار نیمه لگاریتمی به این معنی نیست که محور بر حسب لگاریتم عدد نوشته شده باشد تنها به این معنی می‌باشد که واحدها هر کدام ۱۰ تا باهم تفاوت دارند.

۱-۹-۲ خاک‌های ریزدانه

توسط آزمایش هیدرومتری دانه‌بندی خواهند شد.

آزمایش هیدرومتری براساس قانون استوکس و سقوط ذرات انجام می‌شود.

قانون استوکس: اگر ذرات جامدی در مایعی معلق شده باشد بسرعت ته‌نشینی ذرات برابر خواهد بود یا

μ لزجت مطلق $\frac{gr.s}{cm^۲}$ (توجه لزجت مطلق براساس درجه حرارت تغییر می‌کند) $v=(\frac{\rho}{۲})^۲(\frac{\gamma_s-\gamma_f}{\mu})\times\frac{۲}{۹}$

γ_s وزن واحد حجم جامد $\frac{gr}{cm^۳}$ v سرعت سقوط $\frac{cm}{s}$

γ_f وزن واحد حجم سیال یا مایع $\frac{gr}{cm^۳}$ D قطر (cm)

توجه D برحسب mm بدست می‌آید. $D=\sqrt{\frac{۱۸۰۰\mu v}{\gamma_s-\gamma_f}}$

نکته: علاوه بر هیدرومتری با آزمایش پی‌پت نیز می‌توان دانه‌بندی را انجام داد. روش پی‌بت روشی است منسوخ شده که به این دلیل از توضیح آن خودداری می‌شود.

روش انجام آزمایش: ابتدا خاک ریزدانه را با محلول هگزامتافسفات سدیم (کلگان، ماده پراکنده ساز) مخلوط کرده و پس از گذشت زمان معین مخلوط با هم زدن در درون استوانه می‌ریزند.

نکات

- نکته: گلگان به عنوان ماده‌ایی که از کلوخه شدن جلوگیری می‌کند.

- نکته: هگزامتافسفات یا کلگان برای خاک‌های قلیایی مناسب است زیرا محلول اسیدی تولید می‌کند.
- نکته: برای خاک‌های اسیدی سیلکات سدیم استفاده می‌شود:

توجه: ذرات بزرگتر سریع‌تر و ذرات ریزتر دیرتر ته‌نشین می‌شوند. $v \times D^2$

با ریختن آب مقطر حجم محلول به ۱۰۰۰cc رسانده می‌شود. پس از همگن شدن محلول با گذشت زمان ذرات خاک به دلیل چگالی بالا ته‌نشین می‌شوند

مثال

اگر در آزمایش هیدرومتری به اشتباه از ماده پراکنده استفاده نشود چه اتفاقی رخ می‌دهد.

۱) خاک ریزتر بنظر می‌رسد و عدد هیدرومتر کاهش می‌یابد.
۲) خاک درشت‌تر به نظر می‌رسد و عدد هیدرومتر افزایش می‌یابد.
۳) خاک ریزتر بنظر می‌رسد و عدد هیدرومتر افزایش می‌یابد.
۴) خاک درشت‌تر به نظر می‌رسد و عدد هیدرومتر کاهش می‌یابد.

۱- گزینه «۴»

در صورتیکه از ماده پراکنده ساز استفاده نشود کلوخه‌ها از هم باز نشده و ذرات درشت دانه‌تر بنظر می‌رسند. و درنتیجه هیدرومتر عدد کمتری را نشان می‌دهد. (هیدرومتر بالاتر قرار می‌گیرد). یعنی شناوری بیشتری خواهدداشت زیرا ذرات ریز معلق در آب که دانسیته آب را بالا ببرند کم خواهندشد.

تصحیحات

تصحیح منیسک: این تصحیح جهت بهبود اثر انحنای آب (پدیده مویینگی در لوله آزمایش) انجام می‌شود.

تصحیح دما: دمای آزمایش امکان دارد استاندارد نبوده و باید با این تصحیح استاندارد شود.

تصحیح ماده مضاف شده : به دلیل ماده اضافه شده مقداری خطا رخ خواهد داد از این تصحیح برای جلوگیری آن استفاده می‌شود.

خطاها

۱- ذرات در قانون استوکس کروی فرض شوده‌اند درصورتی که در واقعیت این‌گونه نمی‌باشند.

۲- از آزمایش هیدرومتری نمی‌توان برای ذرات درشت دانه یا ریز از رس استفاده کرد. زیرا در **هنگام سقوط اغتشاشی** در پشت ذره در آب ایجاد می‌شود.

ذرات ریزتر از رس نیز به دلیل این که حرکتی به نام **براونی** در درون مایع خواهند داشت. نمی‌توان از قانون استوکس استفاده کرد.

۳- در آزمایش هیدورمتری دانسیته مخلوط آب و خاک در مرکز استغراق هیدرومتر برابر است با مقدار میانگین دانسیته که این موضوع در خاک‌های یکنواخت خطای زیادی را تولید می‌کند.

۴- به دلیل شکل ذرات و صفحه‌ای بودن بعضی از آنها سقوط تمامی ذرات رخ نمی‌دهد و بعضی از ذرات شناور باقی می‌مانند.