
بسم الله الرحمن الرحيم

شرح جامع

مکانیک خاک و پی سازی

«مهندسی عمران»

مولف: امین میرزازاده

انتشارات ارشد

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 علاقمندبه ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائیکه 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 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 می‌شدند، که خدشه‌ای بر آن 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 که شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد 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 کمیت‌بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای داوطلبان عزیز را پوشش داده است. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان و لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، فلذا 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

نـاشـــــر

www.arshadbook.ir

پیشگفتار مولف

پکتاب حاضر به یکی از مهمترین دروس و در حقیقت اساسی مهندسی عمران می‌پردازد. مکانیک خاک پایه گذار گرایش مکانیک خاک و پی در دانشگاه‌ها می‌باشد.

این کتاب در ده فصل ارائه شده است. که سعی در هر فصل، بیشتر نکات کلیدی و اساسی و مباحثی که در سال‌های اخیر زمینه سؤالات کنکور بوده بطور خلاصه مورد بحث قرار گیرد. در انتهای هر فصل چندین تست در نظر گرفته شده است که به نظر نگارنده تنها سؤالات کنکور سالهای گذشته می‌تواند مرجع مناسب و استانداردی برای سنجش توانایی و تسلط دانشجو بر دروس کنکور باشد. هر چند که تسلط بر کتاب‌های مرجع دوره کارشناسی را طلب می‌نماید.

نگارنده در انتظار نظارت و پیشنهادات سازنده دانشجویان و مهندسان محترم می‌باشد. که در مجموعه‌های بعدی از آن‌ها استفاده شود.

در خاتمه نگارنده بر خود لازم می‌داند از زحمات مؤسسه انتشارات ارشد جهت تدوین و نشر این کتاب قدردانی نماید.

امین میرزازاده
amin . Mizi @ G mail.com

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: ساختمان خاک و خواص کانیهای رسی

تقسیم بندی خاک‌ها ۱۱
کانی‌های رسی ۱۲
خصوصیات عمومی کانی‌های رسی ۱۲
ساختمان کانی‌های رس ۱۲
۱- کائولینیت ۱۲
۲- ایلیت‌ها ۱۳
۳- مونت موریونیت‌ها ۱۳

فصل دوم: روابط وزنی – حجمی در خاک

معرفی کمیت‌های موجود در خاک ۱۹
وزن مخصوص‌ها ۲۰
روابط وزنی، حجمی ۲۱
تست‌های آخر فصل ۲۲
پاسخ تست‌های آخر فصل ۲۳

فصل سوم: شناخت و طبقه‌بندی خاک

حد خمیری (PL) ۲۸
حد انقباضی (SL) ۲۸
فعالیت (Activity) ۲۹
نمودار خمیری Plasticity chart ۲۹
طرز تشخیص لای و رس با استفاده از نمودار خمیری ۳۰
طبقه‌بندی خاک ۳۰
منحنی دانه‌بندی: با توجه به منحنی دانه‌بندی ۳۰
طبقه‌بندی خاک ۳۰
سیستم طبقه‌بندی متحد ۳۱
توضیح الگوریتم طبقه‌بندی ۳۲
تست‌های آخر فصل ۳۳
پاسخ تست‌های آخر فصل ۳۵

فصل چهارم: تراکم خاک

انرژی تراکم ۴۰
منحنی هوا – صفر (ZAV) ۴۰
مسائل عملی ۴۱

عنوان **صفحه**

عوامل مؤثر بر شکل منحنی تراکم ۴۲
تست‌های آخر فصل ۴۳
پاسخ تست‌های آخر فصل ۴۴

فصل پنجم: جریان آب در خاک و تنش مؤثر

قانون دارسی ۴۸
ضریب نفوذپذیری ۴۸
شبکه جریان (flow net) ۵۱
قواعد رسم شبکه جریان ۵۱
مراحل ساخت شبکه جریان در حالت جدید ۵۳
فشار بر کنش (Up Lift) ۵۳
موئینگی ۵۳
تنش مؤثر (effective stress) ۵۴
جوشش ۵۶
تست‌های آخر فصل ۵۸
پاسخ تست‌های آخر فصل ۶۱

فصل ششم: تنش در خاک

فرضیات بوزنیسک ۶۵
بوزنیسک ۶۵
۱- اضافه تنش قائم به علت بار متمرکز ۶۵
۲- اضافه تنش قائم بار خطی ۶۶
۳- بار نواری مستطیلی ۶۶
بار یکنواخت مستطیلی ۶۶
روش تقریبی ۱H : ۲V در محاسبه تنش ۶۷
۱- بار نقطه‌ای (Point Load) ۶۷
۲- بار خطی: (Line Loading) ۶۷
۳- بار نواری (Strip Loading) ۶۷
۶- بار مستطیلی (Rectangular Loading) ۶۸
۵- بار دایره‌ای (Circular Loading) ۶۸
تست‌های آخر فصل ۷۰
پاسخ تست‌های آخر فصل ۷۲

فصل هفتم: تغییر شکل خاک‌ها (نشست)

نشست پی ۷۵
فشار در زیر شالوده ۷۶
نشست تحکیم ۷۶
نمودار تحکیم ۷۹

عنوان **صفحه**

توضیح نمودار ۷۹
منحنی ادئومتری مصالح مختلف ۷۹
نمودار تحکیم ۸۰
محاسبه مقدار نشست تحکیمی ۸۰
تئوری ترزاقی در خصوص سرعت تحکیم تک بعدی ۸۱
معرفی چند پارامتر در محاسبه نشت تحکیمی: ۸۲
ضریب فشردگی حجیمی ۸۲
ضریب قابلیت فشردگی ۸۲
محاسبه نشست ۸۲
عامل زمان در تحکیم ۸۲
زمان اصلاح شده در محاسبه نشست تحکیم ۸۲
تست‌های آخر فصل ۸۴
پاسخ تست‌های آخر فصل ۸۷

فصل هشتم: مقاومت برشی خاک

مقدمه ۹۱
معیار گسیختگی مور- کولمب ۹۱
تنش‌های اصلی و گسیختگی خاک ۹۲
آزمایش برش مستقیم ..... ۹۳.
اجرای آزمایش ..... ۹۳.
آزمایش برش سه محوری ۹۳
مقدمه ۹۴
آزمایش تحکیم یافته زهکشی شده: (CD) ۹۴
آزمایش تحکیم یافته زهکش نشده (CU): ۹۶
آزمایش تحکیم نیافته زهکشی نشده (UU) ۹۶
حساسیت و تیکسوتروپی رس ۹۷
تست‌های آخر فصل ۹۹
پاسخ تست‌های آخر فصل ۱۰۱

فصل نهم: پایداری شیروانی‌ها

ضریب اطمینان در حالت کلی: (Fs) ۱۰۵
۱- ضریب اطمینان جزئی نسبت به چسبندگی (Fc) ۱۰۶
۲- ضریب اطمینان جزئی نسبت به اصطکاک ($F\phi$) ۱۰۶
بررسی پایداری انواع شیروانی‌ها ۱۰۶
پایداری شیروانی نامحدود (بدون تراوش) ۱۰۶
پایداری شیروانی نامحدود همراه با تراوش آب ۱۰۷
فشار آب حفره‌ای در عمق H ۱۰۷
پایداری شیروانی محدود ۱۰۷

عنوان **صفحه**

تحلیل شیروانی محدود با سطح لغزش استوانه‌ای ۱۰۷
چند حالت لغزش استوانه‌ای ۱۰۷
پایداری شیروانی محدود با فرض شکست دایره‌ای ۱۰۸
فرضیات ۱۰۸
برای محاسبه ضریب اطمینان، با دوران حول نقطه O ۱۰۸
عدد پایداری شیروانی ۱۰۸
پایداری شیروانی محدود با فرض شکست صفحه‌ای: (روش کولمان) ۱۰۹
فرضیات ۱۰۹
تست‌های آخر فصل ۱۱۰
پاسخ تست‌های آخر فصل ۱۱۱

فصل دهم: دیوارهای حائل

فرضیات روش کولمب ۱۱۵
۱- حالت سکون ۱۱۵
فشار در حالت محرک و مقاوم: (active , passive) رانکین ۱۱۶
ترک‌کشی و عمق خود پایدار ۱۱۶
تست‌های آخر فصل ۱۱۸
پاسخ تست‌های آخر فصل ۱۲۰

منابع و مآخذ ۱۲۲

فصل اول

ساختمان خاک و خواص کانیهای رسی

عناوین اصلی

- تقسیم‌بندی خاک‌ها
- ساختمان کانی‌های رسی

فصل اول

ساختمان خاک و خواص کانیهای رسی

به هر توده متشکل از ذرات کانی‌های ناپیوسته یا دارای پیوند ضعیف که فضای خالی بین آنها را آب یا هوا پرکرده است، خاک گفته می‌شود. در حقیقت این ذرات از متلاشی شدن سنگ‌ها پدید می‌آیند. روند تخریب سنگ‌ها به دو صورت فیزیکی و شیمیایی می‌باشد.

۱- تخریب فیزیکی: خصوصیات سنگ مادر را حفظ می‌کند که بصورت فرسایش حاصل از باد، آب، ... و یا خرد شدن ناشی از تناوب یخزدگی آب در ترک‌های داخل سنگ می‌باشد که در حقیقت بوجود آورنده خاک‌ها دانه‌ای است. (شن، ماسه، لای)

۲- تخریب شیمیایی: خصوصیات سنگ مادر را حفظ نمی‌کند و نوع کانی سنگ مادر تغییر می‌کند. ذرات ریز بلوری تولید شده (کوچکتر از ۲ میکرون) که به این ذرات کانی‌های رسی گفته می‌شود و اغلب صفحه‌ای شکل هستند.

تقسیم بندی خاک‌ها

۱) براساس نحوه تشکیل
- خاک‌های برجا
- خاک‌های حمل شونده

۲) براساس اندازه دانه‌های خاک
- درشت دانه
  - شن Gravel
  - ماسه Sand
- ریزدانه
  - لای Slit
  - رس Clay

۳) براساس رفتار خاک در برابر رطوبت
- دانه‌ای
  - شن
  - ماسه
  - لای
- چسبنده : رسی

📖 **نکته:** در خاک درشت دانه منحنی دانه‌بندی اهمیت دارد.

📖 **نکته:** در خاک ریزدانه خصوصیات خمیری خاک (PI) اهمیت دارد. (نوع کانی‌های رسی)

کانی‌های رسی

کانی‌های رسی سیلیکات‌های آلومینیوم پیچیده‌ای می‌باشند که از واحدهای بنیادی چهاروجهی سیلیکا (SiO_2) و هشت وجهی آلومین (Al_2O_3) تشکیل یافته‌اند.

مهمترین کانی‌های رسی: کائولینیت، ایلیت، مونت موریلونیت

خصوصیات عمومی کانی‌های رسی

- ذرات کانی‌های رسی صفحه‌ای شکل هستند. وضعیت شکل آنها باعث می‌شود سطح ویژه بسیار بزرگ داشته باشند. همین سطح ویژه بزرگ خصوصیات رفتاری خاک را کنترل می‌کند.

سطح ویژه: نسبت سطح خارجی دانه‌ها به جرم آنها

مونت موریلونیت‌ها: $800 \frac{m^2}{gr}$ ، ایلیت‌ها: $80 \sim 100 \frac{m^2}{gr}$ و کائولینیت‌ها: $10 \sim 20 \frac{m^2}{gr}$

- آخرین حلقه از سیکل هوازدگی در خاک‌ها هستند بنابراین مقاومت زیادی در برابر هوازدگی دارند.
- دارای بار الکتریکی منفی هستند که این بار به علت جایگزینی اتمهای آلومینیوم و سیلسیم با اتم‌های با ظرفیت کمتر مانند سدیم و پتاسیم است. بدون تغییر شکل بلوری که از آن بعنوان پدیده جانشینی ایزومرفیک نامبرده می‌شود.
- تمام آب‌هایی که به وسیله‌ی نیروهای جاذبه در تماس با ذرات رسی نگهداشته می‌شدند آب لایه دوگانه، نامیده می‌شوند. به داخلی‌ترین لایه آب دوگانه که با جاذبه قوی توسط ذرات رس نگه داشته شده است آب جذب سطحی گفته می‌شود که باعث بروز خاصیت خمیری در رس است.

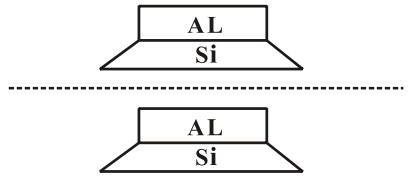
آب آزاد: آب موجود در حفرات خاک که جاذبه‌ای با ذرات رسی نداشته و در خاک روان است و سبب بروز خاصیت روانی در خاک می‌گردد.

ساختمان کانی‌های رس

۱- کائولینیت

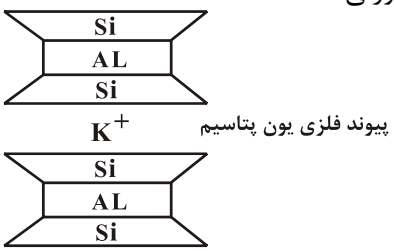
یک صفحه سیلیس چهاروجهی + یک صفحه آلومین هشت وجهی به کائولونیت رس پایدار یا رس غیرفعال گفته می‌شود. بنابراین بیشترین کانی که در طبیعت یافت می‌شود.

- نشانه خمیری (PI) در کائولونیت کم است لذا خاصیت خمیری محدود دارند.



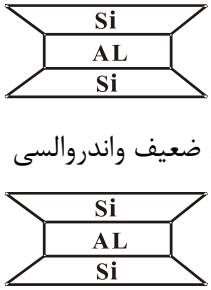
۲- ایلیت‌ها

- ۲ صفحه سیل چهاروجهی + یک صفحه آلومین هشت وجهی
- PI متوسط
- رس نیمه فعال
- پیوند فلزی ضعیف‌تر از پیوند هیدروژنی است.



۳- مونت موریونیت‌ها

- PI بالا و قابلیت تورم زیاد
- ضعیف‌ترین پیوند
- خاصیت خمیری بسیار زیاد
- رس بسیار فعال و ناپایدار

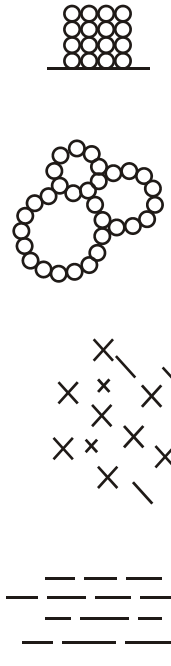


- مقایسه خصوصیات کانی‌های رسی

	مونت	موریونیت	ایلیت	کائولینیت
خاصیت خمیری	↑			↓
پتانسیل تورم‌زایی	↑			↓
پایداری ترکیب شیمیایی	↓			↑
ابعاد ذره کانی	↓			↑

	مونت	موریونیت	ایلیت	کائولینیت
خاصیت الکتریکی	↑			↓
میل به جذب آب	↑			↓
فعالیت	↑			↓
تحکیم ثانویه	↑			↓

- ساختمان خاک: ترتیب قرار گرفتن ذرات خاک و نیز چگونگی تأثیر نیروهای بین ذرات



- تک دانه‌ای: کل خاک از ذرات مستقل تشکیل شده است.
- لانه زنبوری: مجموعه‌ای از دانه‌های خاک تشکیل حفرات بصورت لانه زنبوری را می‌دهد.
- بنابراین اکثر خاک‌های دانه‌ای دارای ساختمان تک دانه‌ای می‌باشند و ساختمان لانه زنبوری در شرایط خاصی رخ می‌دهد.
- ساختمان مجتمع زمانی اتفاق می‌افتد که برآیند نیروهای الکتروشیمیایی موجود در خاک، حالت جاذبه باشد.
- ساختمان پراکنده: برایند نیروهای الکتروشیمیایی موجود در خاک حالت دافعه داشته باشد.

تست‌های آخر فصل

۱- در مورد خواص روانی و خمیری خاک‌ها ریزدانه می‌توان گفت که ..... عامل رفتار خمیری ..... باعث بروز خاصیت روانی خاک‌های مذکور می‌شود؟ **(کنکور سراسری سال ۱۳۸۰)**

۱) آب جذب سطحی – قطبی بودن مولکول‌های آب
۲) آب جذب سطحی – آب آزاد
۳) قطبی بودن مولکول‌های آب – وجود یون‌های پتاسیم و کلسیم و سدیم
۴) جایگزینی اتم‌های با ظرفیت کمتر در مولکول‌های خاک رس – جایگزینی فلزها با ظرفیت بیشتر

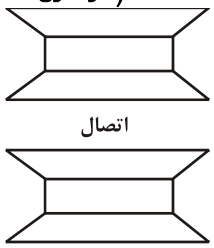
۲- در مورد شکل‌گیری و نحوه بوجود آمدن انواع خاک‌ها، کدام عبارت صحیح می‌باشد؟ **(کنکور سراسری ۱۳۸۳)**

۱) خاک‌های دانه‌ای از تخریب شیمیایی سنگ‌ها بوجود آمده‌اند.
۲) خاک‌های ریزدانه رسی از تخریب مکانیکی سنگ‌های دگرگونی بوجود آمده‌اند.
۳) رسی‌ها از روند تخریب فیزیکی خاک بوجود می‌آیند و شکل دانه‌های آن صفحه‌ای است.
۴) ریزدانه‌ها از روند تخریب شیمیایی خاک بوجود می‌آیند و ممکن است ترکیبات شیمیایی متفاوتی داشته باشند.

۳- کدام یک از جملات ذیل در مورد خاصیت خمیری خاک‌های ریز دانه رسی صحیح است؟ **(سراسری– ۱۳۸۵)**

۱) علت خاصیت خمیری بزرگ بودن سطح مخصوص دانه‌های رسی و قطبی بودن مولکول‌های آب است.
۲) علت خاصیت خمیری کوچک بودن سطح مخصوص دانه‌های رسی و قطبی بودن مولکول‌های آب است.
۳) علت خاصیت خمیری بزرگ بودن سطح مخصوص دانه‌های رسی و تمرکز یون‌های مثبت در سطح کانی‌هاست.
۴) علت خاصیت خمیری کوچک بودن سطح مخصوص دانه‌های رسی و تمرکز یون‌های مثبت در سطح کانی‌هاست.

۴- در کانی رسی از نوع ایلیت (Illite) اتصال بین صفحات سیلیکا (Silica) و آلومینا (Alumina) به چه صورت برقرار می‌شود؟
(سراسری– ۱۳۸۷)



۱) با باند هیدروژن مثبت
۲) با یون k مثبت
۳) هیدروکسیل
۴) با مولکول آب

پاسخ تست‌های آخر فصل

۱- گزینه «۲»

مراجعه شود به متن درس

۲- گزینه «۴»

۳- گزینه «۱»

۴- گزینه «۲»

مراجعه به متن درس

فصل دوم

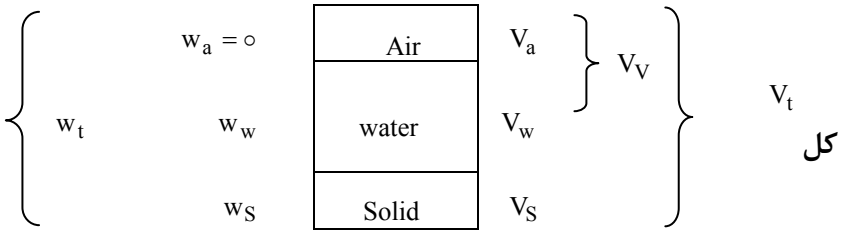
روابط وزنی – حجمی در خاک

عناوین اصلی

- معرفی کمیت‌های موجود در خاک
- وزن مخصوص‌ها
- روابط وزنی، حجمی

فصل دوم

روابط وزنی – حجمی در خاک



محیط سه فازه

حجم = V

وزن = w

هوا = Air

آب = water

جامد = Solid (دانه‌های خاک)

حفره = Void

- به مجموع حجم هوا و حجم آب (Void) یا حجم حفره می‌گویند.(V_V)

$$V_t = V_S + V_w + V_a$$

$$w_t = w_S + w_w + \cancel{w_a^{0}}$$

معرفی کمیت‌های موجود در خاک

- e نسبت منافذ – نسبت تخلخل
- nپوکی - تخلخل
- A درصد هوا
- D_r دانسیته نسبی - تراکم نسبی، وزن مخصوص نسبی ← نشان دهنده وضعیت تراکم خاک در محل
- w رطوبت نسبی
- Sr درجه اشباع

- Gs چگالی دانه‌ها
- R درصد تراکم

📖 **نکته:** به دلیل خاصیت ارشمیدس (وزن هوا در هوا، مثل وزن آب در آب) وزن هوای موجود در خاک را صفر می‌گیریم.

$w_a = ۰$

وزن مخصوص‌ها

- وزن مخصوص دانه‌های جامد خاک γ_s ← فقط تابع کانی خاک است.
- وزن مخصوص اشباع γsat
- وزن مخصوص طبیعی خاک γ
- وزن مخصوص خشک γd
- وزن مخصوص غوطه‌وری γ' ← مقدار آن همیشه نزدیک به عدد ۱ می‌باشد.

📖 **نکته:** $\gamma_s > \gamma sat > \gamma > \gamma d > \gamma'$

$e = \frac{V_V}{V_S}$ نامحدود $< e < ۰$

$w\% = \frac{w_w}{w_S} \times ۱۰۰$ نامحدود $\geq w \geq ۰$ خاک خشک $w = ۰$

$sr\% = \frac{V_w}{V_V} \times ۱۰۰$ $۰ < S_r < ۱۰۰$ خاک خشک $S_r = ۰$ اشباع $S_r = ۱۰۰$

$n = \frac{V_V}{V_t}$ $۰ < n < ۱$

$A = \frac{V_a}{V_t} \times ۱۰۰$ $۰ < A < ۱۰۰$ ← جهت ارزیابی میزان هوا در خاک / جهت ارزیابی تراکم خاک

$D_r = \frac{e_{Max} - e}{e_{Max} - e_{Min}}$ $۰ < D_r \leq ۱$

در آزمایشگاه بدست می‌آید:
- e_{Max}: نسبت منافذ خاک در سست‌ترین حالت
- e_{Min}: نسبت منافذ خاک در متراکم‌ترین حالت

e: آزمایش در محل

$R = \frac{\rho d \text{ محل}}{\rho d \text{ آزمایشگاه}}$

- روش‌های اشباع کردن خاک: افزودن آب با تراکم ثابت / افزایش تراکم با رطوبت ثابت

- حالت اشباع برابر با تراکم ۱۰۰٪ است.
- خاک اشباع در اثر خشک کردن کاهش حجم ندارد.
- خاک فوق اشباع در اثر خشک کردن کاهش حجم دارد.
- $S_r = ۱$ خاک اشباع می‌باشد.

روابط وزنی، حجمی

$$\gamma s = \frac{w_S}{V_S}$$

$$\gamma d = \frac{\gamma}{۱+w}$$

$$\gamma = \frac{(۱+w)Gs}{۱+e}.\gamma_w$$

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s+e}{۱+e}.\gamma_w$$

$$\gamma' = \frac{G_s-۱}{۱+e}\gamma_w$$

$$\gamma_{sat} = \gamma d + n\gamma_w$$

$$n = \frac{e}{۱+e}$$

$$e = \frac{n}{۱-n}$$

$$e.S_r = w.Gs$$

$$G_s = \frac{w_S}{V_S.\gamma_w}$$

$$A = n(۱-S_r)$$

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

$$** \; w_S = \frac{w_t}{۱+w}$$

$$\gamma_w = ۱۰۰۰ \, kgF/m^۳ \text{ یا } ۱ \, grF/Cm^۳ \text{ یا } ۹/۸۰۶ \, kN/m^۳$$

** wt: وزن کل

ws وزن خشک

w: درصد رطوبت

تست‌های آخر فصل

۱- مصالح یک منبع قرضه به دو صورت خشک ($\gamma_d = ۱۶ \frac{KN}{m^۳}$)، اشباع ($\gamma_{sat} = ۲۲ \frac{KN}{m^۳}$) وجود دارد. برای داشتن خاک با درصد رطوبت $w = ۲۰\%$ مصالح خشک و اشباع به چه نسبتی باید برداشت شده و مخلوط گردد؟ (سراسری- ۱۳۸۷)

۱) ۲۷ درصد خاک خشک و ۷۳ درصد خاک اشباع
۲) ۴۷ درصد خاک خشک و ۵۳ درصد خاک اشباع
۳) ۵۳ درصد خاک خشک و ۴۷ درصد خاک اشباع
۴) ۷۳ درصد خاک خشک و ۲۷ درصد خاک اشباع

۲- حد روانی ۴۰ و حد خمیری آن ۳۰ می‌باشد. اگر فرض شود حد انقباض آن دو برابر دامنه خمیری باشد و $G_s = ۲/۷$ در نظر گرفته شود. وزن مخصوص خاک در رطوبت برابر حد انقباضی را برحسب $\frac{KN}{m^۳}$ تعیین نمایید. ($\gamma_w = ۱۰ \frac{kN}{m^۳}$)

(کنکور سراسری ارشد- ۱۳۸۶)

۱) ۱۸ ۲) ۱۹ ۳) ۲۰ ۴) ۲۱

۳- کدام یک از روابط ذیل صحیح می‌باشند؟

(Sr: درجه اشباع، n: پوکی (تخلخل)، w: درصد رطوبت، Gs چگالی دانه‌های جامد خاک، γd: وزن مخصوص خشک، γ_w: وزن مخصوص آب) (کنکور سراسری ارشد- ۱۳۸۵)

۱) $Sr = \frac{wGsn}{(۱-n)}$
۲) $Sr = \frac{wGs(۱-n)}{n}$
۳) $\wp d = \frac{۱-n}{Gs}\gamma_w$
۴) $\wp d = \frac{Gs}{۱-n}\wp_w$

۴- یک نمونه‌ای استوانه‌ای شکل از خاکی به قطر ۳۸mm و ارتفاع ۷۶mm، ۱۸۳/۴ گرم وزن دارد. وزن نمونه پس از خشک شدن در کوره به ۱۵۷/۷ گرم می‌رسد. درصد اشباع نمونه چقدر است؟ ($Gs = ۲/۷۲$) (کنکور کارشناسی ارشد- ۱۳۸۲)

۱) ٪۷۹ ۲) ٪۸۳/۵ ۳) ٪۹۱ ۴) ٪۹۶

۵- یک نمونه خشک اشباع دارای جرم $۵۵Cm^۳$ و وزن $۱۰۰gr$ است. اگر خاک را کاملاً خشک کنیم حجم آن به $۵۰Cm^۳$ و وزن آن به $۸۵gr$ تقلیل می‌یابند. حد انقباض خاک چند درصد است؟ (کنکور سراسری ارشد- ۷۹)

۱) ۹ ۲) ۱۱ ۳) ۱۳/۴ ۴) ۱۶/۱

پاسخ تست‌های آخر فصل

۱- گزینه «۲»

حجم خاک اشباع = $V_۱$

حجم خاک خشک = $V_۲$

وزن مخلوط $w_S = w_۱ + w_۲$

$$\gamma(V_۱ + V_۲) = \gamma_۱V_۱ + \gamma_۲V_۲$$

$$\gamma = \gamma_d(۱+w) = ۱۶(۱+۰/۲) = ۱۹/۲\ \frac{KN}{m^۳}$$

$$۱۹/۲V_۱ + ۱۹/۲V_۲ = ۲۲V_۱ + ۱۶V_۲$$

$$۲/۸V_۱ = ۳/۲V_۲ \rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۲۸}{۳۲} = \frac{۷}{۸} \rightarrow \frac{V_۲}{V_۱ + V_۲} = \frac{۷}{۱۵}$$

نسبت مخلوط خاک اشباع = ٪۵۳

نسبت مخلوط خاک خشک = ٪۴۷

۲- گزینه «۴»

$$w_S = ۲PI = ۲(۴۰-۳۰) = ۲۰$$

در رطوبت برابر حد انقباضی $S_r = ۱$ می‌باشد.

$$esr = w.Gs$$

$$e \times ۱ = ۰/۲ \times ۲/۷ \rightarrow e = ۰/۵۴$$

$$\gamma_{sat} = \frac{Gs+e}{۱+e}\gamma_w = \frac{۲/۷+۰/۵۴}{۱+۰/۵۴} \times ۱۰ = ۲۱/۰۳\ \frac{KN}{m^۳}$$

۳- گزینه «۲»

$$e = \frac{n}{(۱-n)} \quad \rightarrow \quad Sr = \frac{w.Gs}{e} \quad \rightarrow \quad Sr.e = w.Gs$$

۴- گزینه «۳»

$$V = \frac{\pi d^۲}{۴} \times L = \frac{۲۱ \times ۳/۸^۲}{۴} \times ۷/۶ = ۸۶/۱۹ Cm^۳$$

$$\left.\begin{matrix} w = ۱۸۳/۴gr \\ w_S = ۱۵۷/۷gr \end{matrix}\right\} \rightarrow w_w = w - w_S = ۲۵/۷gr \rightarrow V_w = ۲۵/۷\ Cm^۳$$

$$V_S = \frac{w_S}{Gs.\wp_w} = \frac{۱۵۷/۷}{۲/۷۲ \times ۱} = ۵۸\ Cm^۳$$

$$Sr = \frac{V_w}{V_V} \times ۱۰۰ = \frac{۲۵/۷}{۸۶/۲-۵۸} \times ۱۰۰ = ۹۱\%$$