



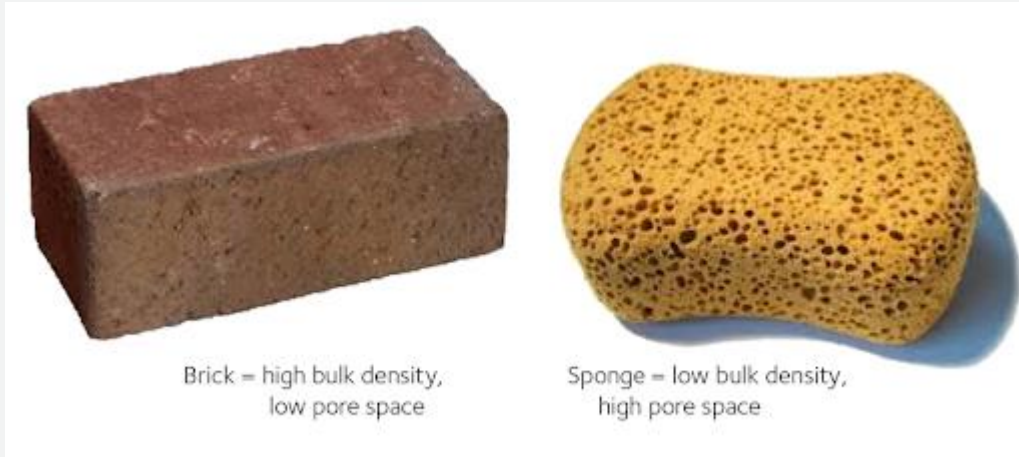
دانشکده کشاورزی - گروه علوم و مهندسی خاک  
دکتر حیدر غفاری

# وزن مخصوص ظاهری

# مقدمه

- وزن مخصوص ظاهری خاک (وزن واحد حجم خشک خاک) برای ارزیابی میزان تراکم خاک صورت می گیرد.

- $\text{وزن مخصوص ظاهری} = \frac{\text{وزن خشک خاک}}{\text{حجم کل خاک}}$



- اهمیت:

- تبدیل وزن به حجم تا بر عکس

- تبدیل رطوبت وزنی به رطوبت حجمی

- درجه فشردگی خاک

- رشد و توسعه ریشه

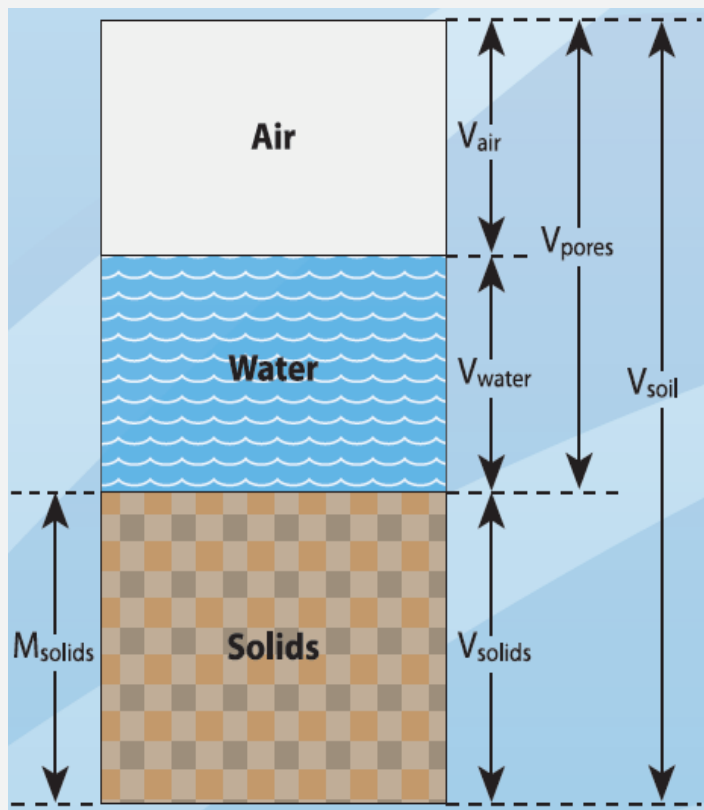
- نیروی لازم برای عملیات خاکورزی

- حرکت آب در خاک

- تهویه و زهکشی

- مقاومت برشی خاک

اگر وزن خاک مرطوب را با  $\gamma_t$  و نسبت رطوبت را با  $w$  نشان دهیم،  
آنگاه با استفاده از روابط وزنی-حجمی خاک



در حالت خشک

وزن مخصوص ظاهری خاک

در حالت مرطوب

وزن مخصوص حقیقی خاک

وزن خاک خشک  
حجم کل توده خاک

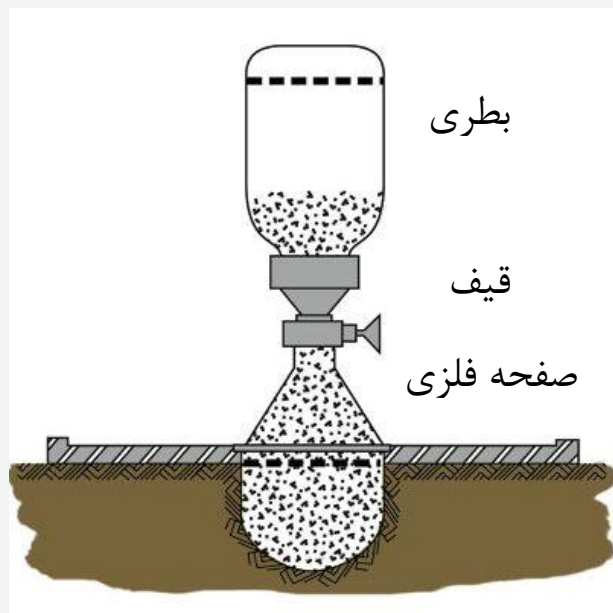
وزن خاک مرطوب  
حجم کل توده خاک

وزن خاک خشک  
حجم فاز جامد خاک

# روش های تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک

- روش صحرائی:
  - روش مخروط ماسه
  - روش استوانه
  
  - روش آزمایشگاهی:
  - روش کلوخه
-

# روش مخروط ماسه



- این آزمایش برای خاک هایی استفاده می شود که درصد قابل توجهی سنگ و مصالح درشت دانه بزرگتر از ۳۸ میلی متر نداشته باشند.

- همچنین خاک باید به اندازه کافی چسبندگی یا در هم قفل شدگی داشته باشد تا در حفر یک گودال کوچک دیواره های گودال پایدار بماند.

## وسایل مورد نیاز:

- مخروط ماسه
- وسایل کندن زمین ( بیلچه و اوگر )
- ماسه استاندارد: خشک، تمیز، یکنواخت، با چگالی مشخص
- ضریب یکنواختی کوچکتر از ۲ و ذرات با اندازه بین ۲ و ۰.۲۵ mm
- ترازو
- گرمخانه (آون)

# روش کار



- وزن بطری ماسه خالی همراه با قیف : M1
- پر کردن بطری مخصوص با ماسه و توزین آن: M2
- انتخاب محل مناسب و صاف کردن سطح خاک
- نصب صفحه فلزی و حفر گودال بر اساس حداکثر اندازه ذرات خاک. عمق تقریباً دو برابر قطر صفحه باشد.
- جمع آوری خاک حفاری شده و توزین آن M3
- قرار دادن بطری ماسه به شکل وارونه روی صفحه فلزی
- باز کردن شیر بطری تا گودال و قیف پر شود.
- توزین مجدد بطری ماسه پس از تخلیه ماسه از آن M4
- تعیین وزن ماسه مورد نیاز برای پر کردن قیف و ضخامت صفحه زیرین M5
- تعیین درصد رطوبت خاک داخل حفره w

# محاسبات

- تعیین وزن مخصوص ماسه  $P_s$ : 
$$\frac{\text{وزن ماسه}}{\text{حجم ماسه}} = \frac{M_2 - M_1}{\text{حجم بطری}}$$
- محاسبه حجم گودال: 
$$\frac{\text{وزن ماسه درون گودال}}{\text{وزن مخصوص ماسه}} = \frac{M_2 - M_4 - M_5}{P_s}$$
- تعیین مقدار رطوبت  $w$ : 
$$\frac{\text{وزن آب خاک}}{\text{وزن خاک خشک}}$$
- محاسبه وزن خشک خاک درون گودال: 
$$\frac{\text{وزن خاک مرطوب}}{1+w}$$
- وزن مخصوص ظاهری خاک خشک  $P_d$ : 
$$\frac{\text{وزن خاک خشک}}{\text{حجم گودال}}$$
- وزن مخصوص ظاهری خاک مرطوب  $P_m$ : 
$$\frac{\text{وزن خاک مرطوب}}{\text{حجم گودال}}$$

## مثال:

- وزن بطری مخصوص ماسه خالی با قیف: ۶۶۰ گرم
- حجم بطری: ۲۵۰ سانتی متر مکعب
- وزن ظرف + ماسه: ۹۷۷ گرم
- وزن ماسه مورد نیاز برای پر کردن قیف و ضخامت صفحه: ۱۰۰ سانتی متر مکعب
- مقدار رطوبت خاک درون گودال: ۰.۱۲
- وزن خاک حفر شده از گودال: ۲۱۰ گرم
- وزن بطری پس از پر شدن گودال و قیف: ۷۰۰ گرم
- پس وزن مخصوص خاک:
- $\frac{187.5}{139.6} = 1.34 \text{ gr/cm}^3$
- وزن ماسه اولیه درون بطری: ۳۱۷ گرم
- وزن ماسه باقیمانده داخل بطری پس از پر شدن چاله: ۴۰ گرم
- وزن ماسه خارج شده از بطری برای پر کردن چاله و قیف: ۲۷۷ گرم
- وزن ماسه هم حجم گودال: ۱۷۷ گرم



# روش استوانه ای

## • وسایل مورد نیاز

- استوانه فلزی نمونه برداری،
- چکش نقطه ای، بیلپه، کولیس،
- کیسه پلاستیکی،
- قوطی گالوانیزه یا بوته چینی،
- ترازو، گیره



# روش کار



- تعیین حجم و وزن استوانه فلزی نمونه برداری:
- وزن استوانه:  $M1$
- حجم استوانه:  $\pi r^2 h$  سانتی متر مکعب
- با استفاده از استوانه فلزی و چکش نقطه ای و بیلچه از یک محل مناسب یک نمونه دست نخورده تهیه می کنیم.
- باید تلاش شود کمترین به هم خوردگی در خاک اتفاق بیفتد. شرایط طبیعی خاک حفظ شود.
- نمونه را به آزمایشگاه منقل کرده و در دمای  $10.5$  درجه به مدت  $24$  ساعت در آون قرار دهید.
- خارج کردن از آون و توزین با ترازو:  $M2$

# محاسبات:

- تعیین وزن خاک آون-خشک ( $M_s$ ) بر حسب گرم:
- $M_2 - M_1$
- تعیین حجم خاک = حجم استوانه ( $V_s$ )
- بر حسب سانتی متر مکعب
- تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک:
- گرم بر سانتی متر مکعب  $g/cm^3$

$$\rho_b \text{ or } B_d = \frac{M_s}{V_s}$$

# مثال ۱



- وزن استوانه فلزی: ۱۲۰ گرم
- وزن استوانه فلزی + خاک مرطوب: ۲۸۰ گرم
- وزن استوانه فلزی + خاک آون خشک: ۲۵۰ گرم
- ارتفاع استوانه: ۵ سانتی متر
- قطر استوانه: ۵ سانتی متر
- وزن مخصوص ظاهری خاک را بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب و همچنین تن بر متر مکعب حساب کنید.
- وزن یک هکتار خاک تا عمق ۲۰ سانتیمتری چقدر می شود؟

## مواد و وسایل مورد نیاز آزمایش: کلوخه خاک-نخ نازک-پارافین-ترازو-استوانه مدرج-آب مقطر-آون

- یک عدد کلوخه طبیعی خاک به اندازه یک تخم مرغ را انتخاب کنید و به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک کنید. سپس وزن آن را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.  $M_c$
- مقداری کافی پارافین را درون ظرفی حرارت دهید تا ذوب شود. پارافین نباید زیادی داغ باشد زیرا وارد تخلخل های کلوخه شده و باعث ایجاد خطا می شود.
- یک نخ خیاطی به اندازه ۲۰ سانت به کلوخه ببندید و کلوخه را داخل پارافین فرو ببرید تا تمام سطح آن را پارافین پوشش دهد. به علت ناچیز بودن وزن نخ از آن صرف نظر می شود
- کلوخه را بیرون بیاورید و پس از خنک شدن وزن کنید.  $M_{cp}$
- در داخل یک استوانه مدرج حجم معینی آب بریزی. به عنوان حجم اولیه آب  $V_1$
- سپس کلوخه ای که همراه با پوشش پارافین است را در داخل آب قوطه ور می کنید.
- طبق قانون ارشمیدس ارتفاع آب جابجا شده معادل حجم جسم قوطه ور است
- یعنی ارتفاع حجم آب جابجا شده همان حجم کلوخه و پارافین اطراف آن است.  $V_2$

# محاسبات

- وزن کلوخه را داریم اما حجم کلوخه نامعین است. اگر عدد حجم آب درون استوانه را پس از قرارگیری کلوخه پارافینی از حجم اولیه آب کم کنیم، حجم کلوخه + پارافین به دست می آید. برای تعیین حجم کلوخه خالی بایستی حجم مقدار پارافینی که کلوخه را پوشانده داشته باشیم. با توجه به اینکه چگالی پارافین ۰.۹ است و وزن پارافین را نیز داریم، بنابراین می توانیم حجم پارافین را محاسبه نمائیم.

- وزن پارافین اطراف کلوخه:

$$M_{cp} - M_c$$

- حجم پارافین اطراف کلوخه ( $V_p$ ):

- وزن پارافین تقسیم بر چگالی آن

- حجم کلوخه + پارافین ( $V_{cp}$ ):

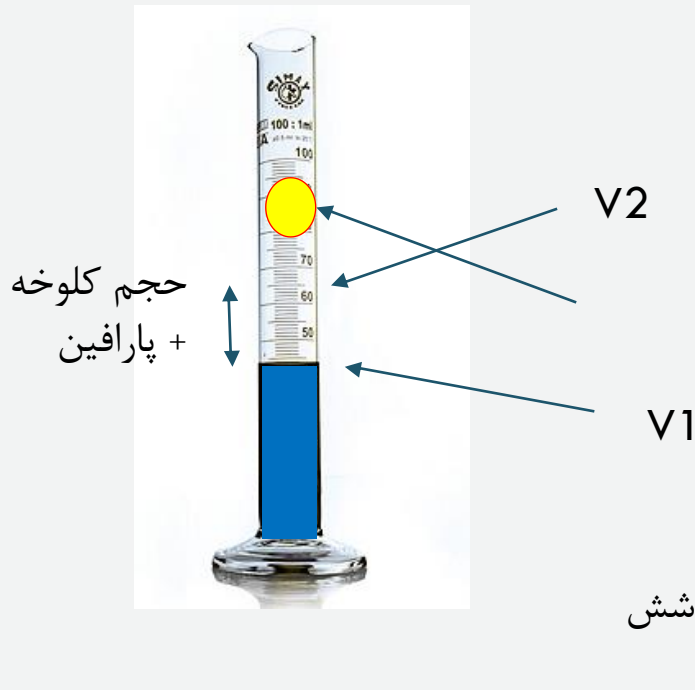
$$v_2 - v_1$$

- حجم کلوخه:

$$V_{cp} - V_p$$

- وزن مخصوص ظاهری خاک:

- وزن کلوخه آون خشک تقسیم بر حجم کلوخه



## مثال ۲

- وزن آون-خشک کلوخه : ۴۸ گرم
- وزن کلوخه با پارافین: ۶۰ گرم
- وزن پارافین اطراف کلوخه را حساب کنید؟
- حجم پارافین را با توجه به چگالی آن حساب کنید؟
- حجم اولیه آب داخل استواه مدرج: ۶۰ سی سی
- حجم ثانویه آب بعد از قوطه ور کردن کلوخه داخل آب: ۹۵ سی سی
- حجم کلوخه + پارافین را حساب کنید؟
- حجم کلوخه تنها را حساب کنید؟
- وزن مخصوص ظاهری خاک را حساب کنید؟