



مکانیک خاک



بافت خاک:

نمونه‌ای از بافت خاک

- (F) بافت تک دانه‌ای (کوهی) } دانه درشت
(بافت مجوف) (لانه زنبوری) (بافت رمبنده، فرو ریزشی)
- (D) بافت لخته‌ای، مجتمع، فلاکولیت (F) برآیند نیروهای داخلی جاذبه } ریز دانه
(بافت پراکنده) (D) برآیند نیروهای داخلی دافعه

نکته: فشار و رطوبت بافت مجوف رابه تک دانه‌ای و بافت لخته‌ای (F) را به بافت پراکنده (D) تبدیل می‌کند

روابط وزنی- حجمی:

روابط زیر را به خاطر داشته باشید.

$$V_v = V_a + V_w, \quad \gamma_s = G_s \gamma_w, \quad S_{r,e} = G_s \cdot w$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \text{نسبت تخلخل} \quad n = \frac{V_v}{V_t} < 1 \quad \text{پوکی تخلخل} \quad (e > n)$$

$$\omega = \frac{m_w}{m_s} \quad n = \frac{e}{1+e} \quad e = \frac{n}{1-n}$$

$$\gamma_s = \frac{\gamma_t}{1+\omega} = \frac{\gamma_s}{1+e} \quad \gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1+e} \gamma_w \quad \gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

$$\frac{V_r}{V_1} = \frac{1+e_r}{1+e_1} \quad \text{نکته: اگر در اثر تراکم یک خاک با حجم } V_1 \text{ و نسبت تخلخل } e_1 \text{ به حجم } V_r \text{ تبدیل شود.}$$



نسبت تخلخل خاک متراکم شده e_r است که در رابطه زیر صادق است.

$$S.L. = \frac{e}{G_s} = \frac{\gamma_d}{\gamma_w} - \frac{1}{G_s}, \quad \gamma_d = \frac{G_s(1-A)\gamma_w}{1+G_s w}, \quad A = \frac{V_a}{V_t} = n(1-s_r)$$

w : درصد رطوبت خاک

S_r : درجه اشباع خاک

G_s : چگالی دانه ها (بدون بعد)

γ_t : وزن مخصوص مرطوب

γ' : وزن مخصوص مستغرق

V_v : حجم حفرات مجموع حجم هوا و حجم آب

$\gamma_{sat} - \gamma_d = n\gamma_w =$ مقدار وزن آبی که واحد حجم خاک خشک را اشباع می‌کند.

آزمایش تراکم:

تراکم عملی است که طی آن هوای خاک بیرون رانده می‌شود. تراکم یا فشردگی خاک باعث افزایش مقاومت برشی شده و نشست خاک را کاهش می‌دهد.

آزمایش تراکم استاندارد (پروکتور):

در این آزمایش، میزان رطوبتی که خاک بهترین تراکم را تحت مقدار انرژی معین به دست می‌آورد، به دست می‌آید. این رطوبت را رطوبت بهینه می‌نامند.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

وزن مخصوص طبیعی نمونه متراکم شده از رابطه ذیل به دست می‌آید:

W : وزن خاک متراکم شده در قالب

V : حجم قالب

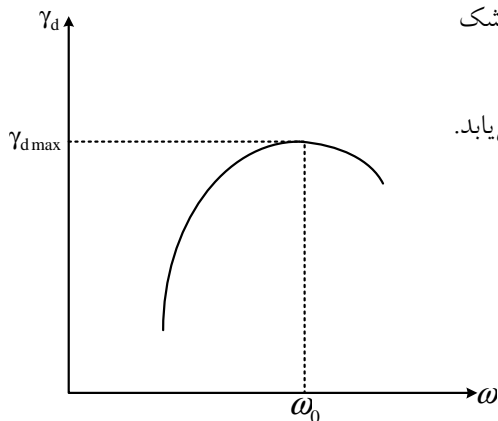
$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega}$$

وزن مخصوص خشک خاک نیز از رابطه مقابل حساب می‌شود.

با استفاده از γ_d و ω منحنی زیر رسم می‌گردد که از روی آن حداکثر وزن مخصوص خشک

(γ_{dmax}) و میزان رطوبت بهینه (ω_0) به دست می‌آید.

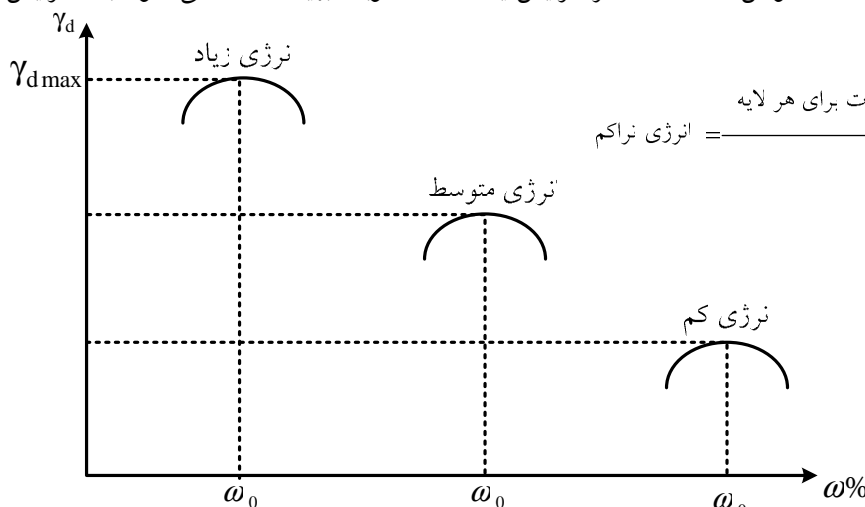
با توجه به شکل با افزایش رطوبت ابتدا وزن مخصوص خشک افزایش و سپس کاهش می‌یابد.



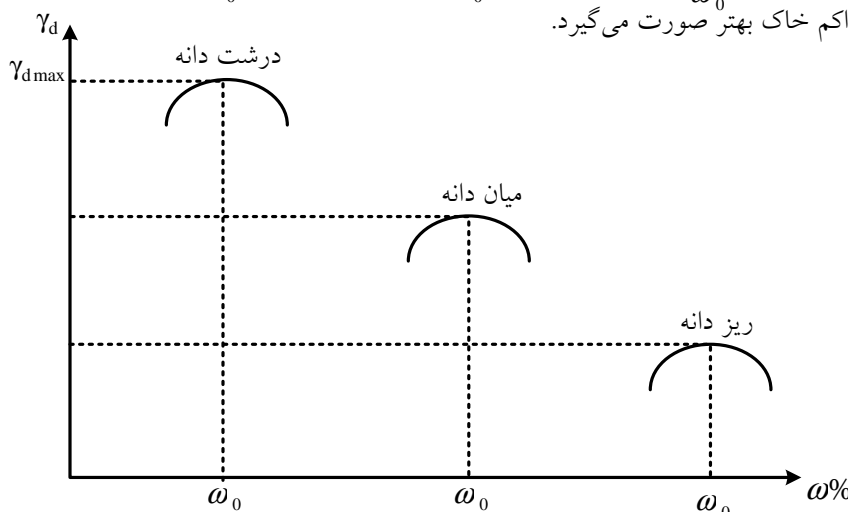
$$\text{درجه تراکم} = \frac{\text{وزن مخصوص خشک خاک متراکم شده در کارگاه}}{\gamma_{dmax}}$$

عوامل موثر در تراکم خاک:

۱- انرژی تراکم: هرچه انرژی تراکم افزایش یابد، وزن مخصوص خشک حداکثر افزایش یافته و از رطوبت بهینه کاسته می‌شود. با افزایش انرژی تراکم، تراکم بهتری به دست می‌آید.



۲- نوع خاک: هر چه خاک درشت دانه‌تر باشد، تراکم خاک بهتر صورت می‌گیرد.



وزن مخصوص خشک حداکثر، زمانی به دست می آید که هیچ هوایی در حفرات خاک نباشد. یعنی خاک دارای درجه اشباع یک باشد. این وزن مخصوص از رابطه ذیل محاسبه می شود:

$$\gamma_{Zav} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + G_s \cdot \omega} = \gamma_{d \max}$$

$$\gamma_d = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + \frac{G_s \cdot \omega}{S_r}}$$

اگر نمونه خاک صد در صد اشباع نباشد رابطه فوق به صورت زیر در می آید:

نمونه سوال:

۱- وزن مخصوص خشک یک نمونه خاک در آزمایش پروکتور $20 \frac{kN}{m^3}$ به دست آمده است. این خاک در محل کارگاه با رطوبت ۱۳ درصد و انرژی ۹۵ درصد آزمایش پروکتور متراکم می شود. اگر چگالی ذرات جامد خاک $2/68$ و وزن مخصوص آب $10 \frac{kN}{m^3}$ باشد، تخلخل آن برابر است با:

(۱) ۲۹ درصد (۲) ۳۴ درصد (۳) ۴۱ درصد (۴) ۴۷ درصد

گزینه ۱ صحیح است.

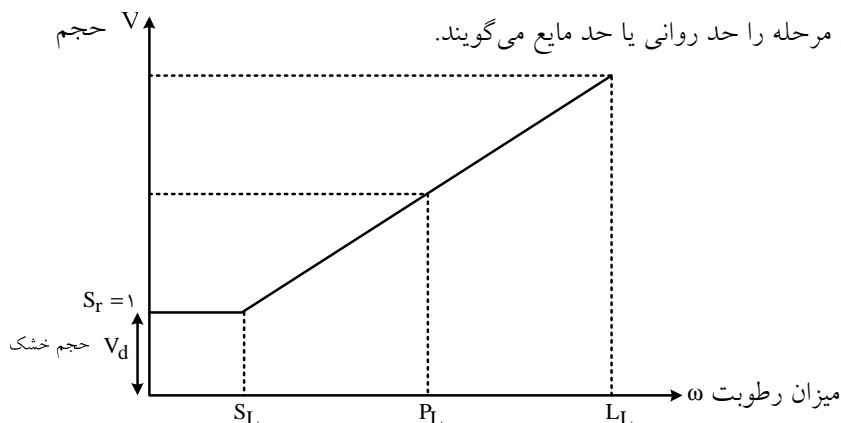
$$\text{درجه تراکم} = \frac{\gamma_d}{\gamma_{d \max}} \rightarrow 0/95 = \frac{\gamma_d}{20} \rightarrow \gamma_d = 19 \frac{kN}{m^3}$$

$$\gamma_d = \frac{G_s}{1+e} \cdot \gamma_w \rightarrow 19 = \frac{2/68}{1+e} \times 10 \rightarrow e = 0/41 \quad n = \frac{e}{1+e} \rightarrow n = \frac{0/41}{1+0/41} = 0/29$$

مدود اتربرگ:

وقتی یک نمونه خشک خاک را مرطوب می کنیم، رطوبت در فضای خالی و حفرات آن پر شده ولی حجم آن افزایش نمی یابد، تا مرحله ای که خاک اشباع می گردد. از این مرحله به بعد، با افزایش رطوبت، حجم خاک نیز افزایش می یابد.

میزان رطوبت در لحظه اشباع یعنی $S_r = 1$ را حد انقباض می گویند. در این مرحله خاک از حالت جامد به نیمه جامد تبدیل می گردد. با افزایش رطوبت، خاک به حالت مایع روان می گردد. رطوبت این مرحله را حد روانی یا حد مایع می گویند.



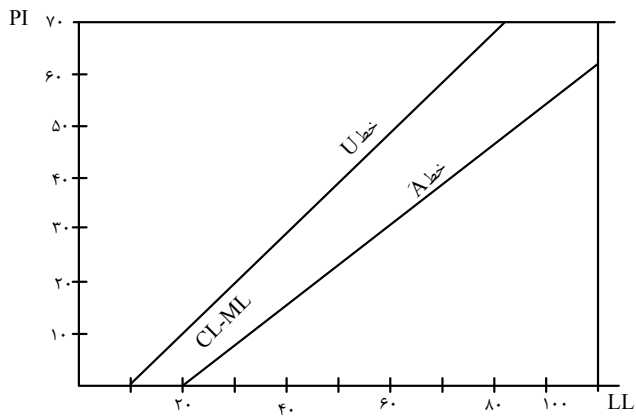
وجود کانی های رس در ریزدانه سبب جذب آب توسط آنها می گردد و باعث می شود خاک حالت خمیری و چسبندگی پیدا کند.

$$PI = LL - PL \quad A = \frac{PI}{\text{درصد وزنی ذرات رسی}}$$

A: فعالیت خاک می باشد.

$$LI = \frac{\omega - PL}{PI}$$

LI: نشانه مایع می باشد که سفتی نسبی یک خاک چسبنده در وضعیت طبیعی می باشد.



نمودار خمیری:

رابطه خط A: $PI = 0.73(LL - 20)$

رابطه خط U: $PI = 0.9(LL - 8)$

روابط محاسبه حد انقباض خاک:

$$SL = \frac{\gamma_w}{\gamma_d} - \frac{1}{G_s}$$

$$SL = \frac{e}{G_s}$$