

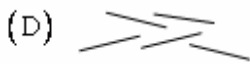


مکانیک خاک



بافت خاک:

نمونه‌ای از بافت خاک



دانه درشت } بافت تک دانه‌ای (کوهی)
(بافت مجوف) (لانه زنبوری) (بافت رمبنده، فرو ریزشی)

ریز دانه } بافت لخته‌ای، مجتمع، فلاکولیت (F) برآیند نیروهای داخلی جاذبه
(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.

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

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

$$\omega = \frac{m_w}{m_s}$$

$$n = \frac{e}{1+e}$$

$$e = \frac{n}{1-n}$$

$$\gamma_s = \frac{\gamma_t}{1+\omega} = \frac{\gamma_s}{1+e}$$

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1+e} \gamma_w$$

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

$$\frac{V_r}{V_1} = \frac{1+e_r}{1+e_1}$$

نکته: اگر در اثر تراکم یک خاک با حجم V_1 و نسبت تخلخل e_1 به حجم V_r تبدیل شود.



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

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

γ_{sat} : وزن مخصوص اشباع

w : درصد رطوبت خاک

γ_s : وزن مخصوص دانه ها

S_r : درجه اشباع خاک

γ_d : وزن مخصوص خشک

G_s : چگالی دانه ها (بدون بعد)

V_s : حجم دانه های خاک

γ_t : وزن مخصوص مرطوب

V_v : حجم حفرات مجموع حجم هوا و حجم آب

γ' : وزن مخصوص مستغرق

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

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

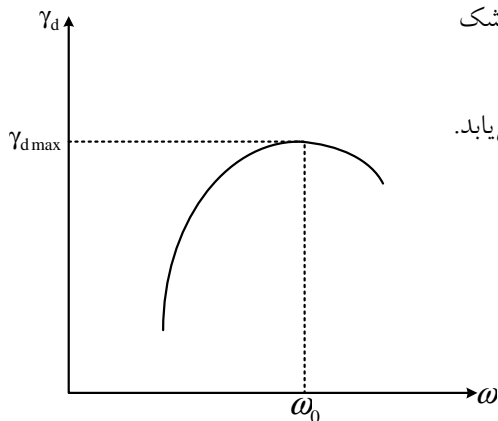
$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega}$$

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.

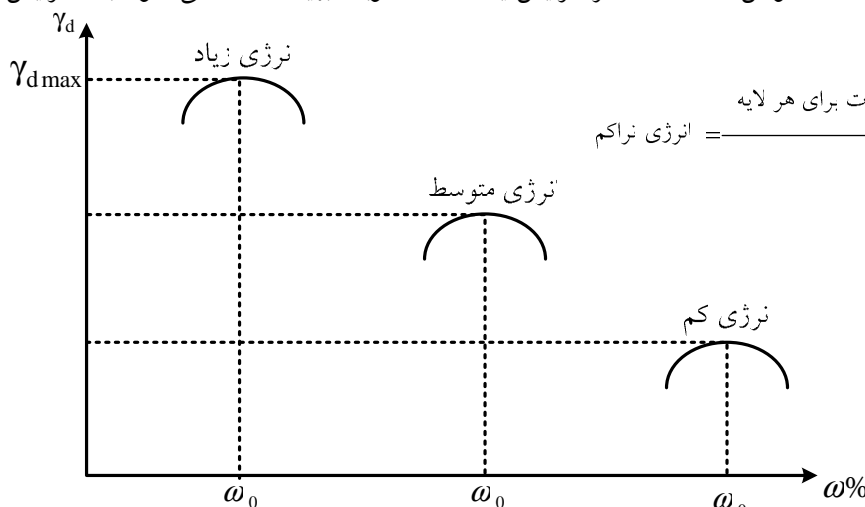
با توجه به شکل با افزایش رطوبت ابتدا وزن مخصوص خشک افزایش و سپس کاهش می‌یابد.



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

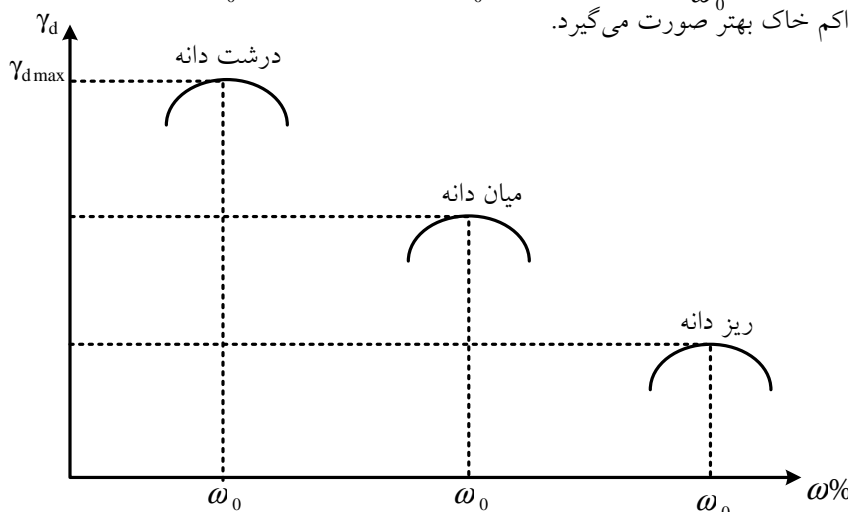
عوامل موثر در تراکم خاک:

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.



$$\text{انرژی تراکم} = \frac{\text{ارتفاع سقوط چکش} \times \text{وزن چکش} \times \text{تعداد لایه‌ها} \times \text{ضربات برای هر لایه}}{\text{حجم قالب}}$$

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



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

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

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

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

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 می‌شود. اگر چگالی ذرات جامد خاک $2/68$ و وزن مخصوص آب $10 \frac{kN}{m^3}$ باشد، تخلخل آن برابر است با:

(۴) ۴۷ درصد

(۳) ۴۱ درصد

(۲) ۳۴ درصد

(۱) ۲۹ درصد

گزینه ۱ صحیح است.

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

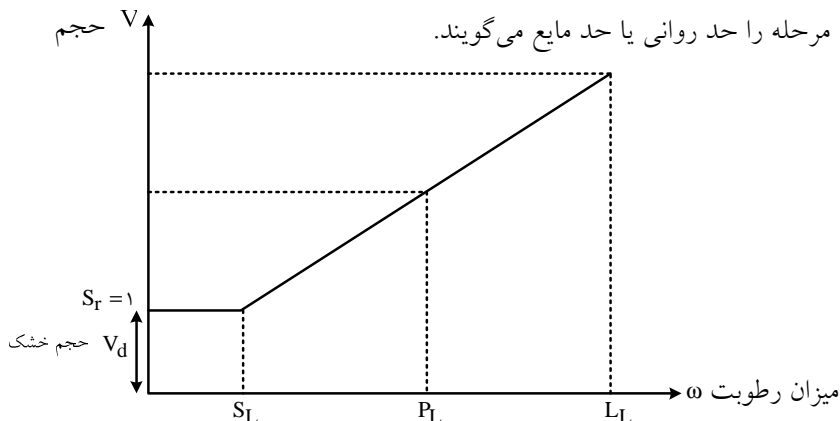
$$\gamma_d = \frac{G_s}{1+e} \cdot \gamma_w \rightarrow 19 = \frac{2/68}{1+e} \times 10 \rightarrow e = 0/41$$

$$n = \frac{e}{1+e} \rightarrow n = \frac{0/41}{1+0/41} = 0/29$$

مدود اتربرگ:

وقتی یک نمونه خشک خاک را مرطوب می‌کنیم، رطوبت در فضای خالی و حفرات آن پر شده ولی حجم آن افزایش نمی‌یابد، تا مرحله‌ای که خاک اشباع می‌گردد. از این مرحله به بعد، با افزایش رطوبت، حجم خاک نیز افزایش می‌یابد.

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



وجود کانی‌های رس در ریزدانه سبب جذب آب توسط آنها می‌گردد و باعث می‌شود خاک حالت خمیری و چسبندگی پیدا کند.

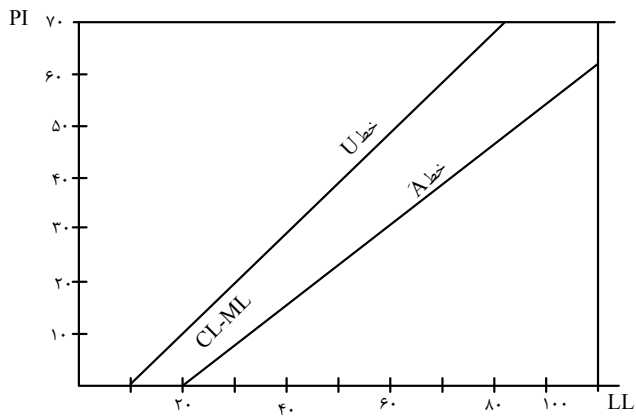
$$PI = LL - PL \quad \text{نشانه خمیری}$$

$$A = \frac{PI}{\text{درصد وزنی ذرات رسی}}$$

A: فعالیت خاک می‌باشد.

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

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



نمودار فمیری:

رابطه خط A: $PI = 0.73(LL - 20)$

رابطه خط V: $PI = 0.9(LL - 8)$

روابط محاسبه حد انقباض خاک:

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

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