

خاک و برخی خصوصیات آن

در یک تعریف بسیار کلی، به هر جسم توده ای شکل که از مجموعه ذرات و دانه های مجزا از هم تشکیل شده باشد خاک گفته می شود. از نظر متخصصان کشاورزی خاک باید دارای ویژگی های دیگری نیز باشد که هدف از کاربرد آن را تأمین می کند. چون برای یک متخصص کشاورزی خاک باید بستری مناسب جهت رشد گیاه باشد، لذا انتظار می رود خاک خواسته های زیر را تأمین کند.

(I) - خاک باید قادر باشد رطوبت کافی را در خود ذخیره کرده و آن را به آسانی در اختیار ریشه های گیاه قرار دهد. لذا خاک باید دارای دانه بندی مشخص باشد. زیرا مثلاً لاشه سنگ نمی تواند آب را ذخیره کند.

(II) - لازم است خاک، اکسیژن و هوای کافی داشته باشد تا تنفس ریشه ها در آن به آسانی صورت گیرد. برای این منظور باید خاک ساختمان مناسبی داشته باشد.

(III) - خاک باید به لحاظ مکانیکی از وضعیت مطلوبی برخوردار باشد تا ریشه ها در آن توسعه پیدا کرده و بتواند به عنوان یک لنگر، استحکام و پابرجایی گیاه را تأمین کند.

(IV) - خاک باید دمای مناسب را برای رشد ریشه ها تأمین کرده و هادی گرما باشد.

(V) - خاک باید نفوذپذیر بوده و آب به آسانی در آن نفوذ کند.

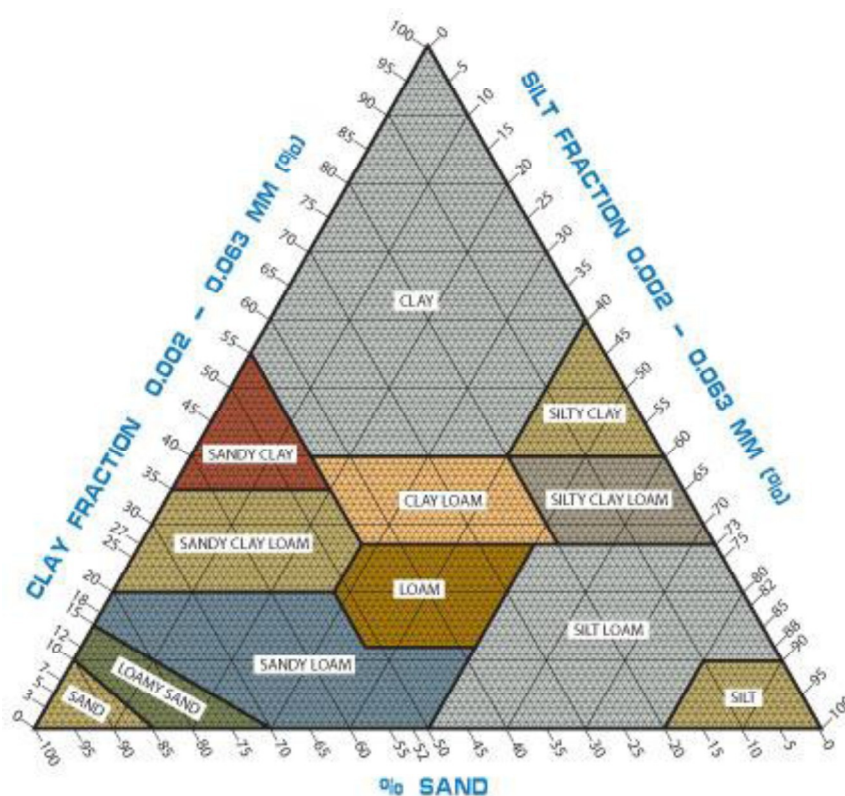
(VI) - خاک باید محتوی عناصر و مواد غذایی باشد تا ریشه های گیاه آن را جذب و برای رشد و نمو گیاه به مصرف برساند. اگر خاک فاقد عناصر غذایی باشد، باید این امکان وجود داشته باشد تا بتوان آن ها را بصورت مصنوعی وارد خاک کرد. در این وضعیت خاک این مواد را ذخیره یا به اصطلاح تثبیت کرده و به تدریج در اختیار گیاه قرار دهد.

بطور کلی با توجه به آنچه گفته شد اگر یک خاک را از نظر حجمی، حدوداً ۵۰ درصد مواد دانه ای معدنی (mineral matter) و آلی (organic matter) و ۵۰ درصد دیگر را منافذ خالی که بتواند با آب و هوا پر شود تشکیل دهد، آن خاک یک خاک معمولی زراعی به شمار می رود.

خاکها به لحاظ طبیعی از فرسایش و هوازدگی سنگها بوجود می آیند. مواد آلی و بقایای جانوری موجود در خاک باعث می شود تا برخی ذرات حاصله از هوازدگی سنگها که در ابتدا دانه های مجزا از هم (mechanical separates) بوده اند به یکدیگر چسبیده و ذرات ثانویه را بوجود آورند که به آن ها خاکدانه (soil aggregates) گفته می شود. وجود و اندازه خاکدانه از نظر حاصلخیزی و قابلیت نفوذ آب و هوا به داخل خاک بسیار حائز اهمیت است. خاکهایی که فاقد خاکدانه باشند جزء خاکهای غیر حاصلخیز بشمار می روند. معمولاً به خاک هایی که مقدار مواد آلی آن ها کمتر از ۲۰ درصد باشد خاک های معدنی و اگر بیشتر از ۲۰ درصد باشد خاک های آلی گفته می شود. عدم وجود مواد آلی در خاک ساختمان آن را تخریب کرده و خاک را در معرض فرسایش و زوال قرار می دهد.

بافت خاک

از نظر عمومی بافت خاک اشاره به ریزی و درشتی ذرات خاک دارد. اما به لحاظ تعریف علمی، ترکیب نسبی اجزاء تشکیل دهنده خاک را بافت خاک (soil texture) گویند. اگر مقادیر سه گروه اصلی اجزاء تشکیل دهنده خاک را شامل شن (درشت و ریز)، سیلت و رس می باشد با تجزیه مکانیکی اندازه گیری می نماییم، در این صورت با روش قراردادی و پیشنهادی وزارت کشاورزی امریکا (USDA) و از روی مثلث بافت خاک که در شکل زیر نشان داده شده است قادر خواهیم بود بافت خاک را تعیین کنیم. برای این کار ابتدا درصد های رس، سیلت و شن را مشخص کرده و نقاط مربوط به هر کدام از آن ها را روی اضلاع مربوطه در مثلث بدست می آوریم. سپس از هر نقطه خطی را به موازات یکی از اضلاع مثلث به طرف داخل مثلث رسم می کنیم. بطوری که از نقطه مربوط به سیلت یک خط به موازات ضلع رس، در مورد رس به موازات ضلع شن و در مورد شن به موازات ضلع سیلت می کشیم. این خطوط یکدیگر را در محلی که داخل یکی از محدوده های بافتی خاک قرار می گیرد قطع می کنند که نام بافت در داخل آن نوشته شده است. در داخل مثلث بافت خاک ۱۲ منطقه مشخص شده است و لذا در تقسیم بندی سازمان حفاظت خاک امریکا عملاً ۱۲ نوع بافت خاک خواهیم داشت. مثلاً چنانچه خاکی محتوی ۲۵ درصد رس، ۱۵ درصد سیلت و ۶۰ درصد شن باشد، محل تلاقی خطوط رسم شده در منطقه ای که با نام sandy clay loam مشخص شده و لذا به این خاک لوم شنی-رسی گفته می شود



مثلث بافت خاک

ساختمان خاک

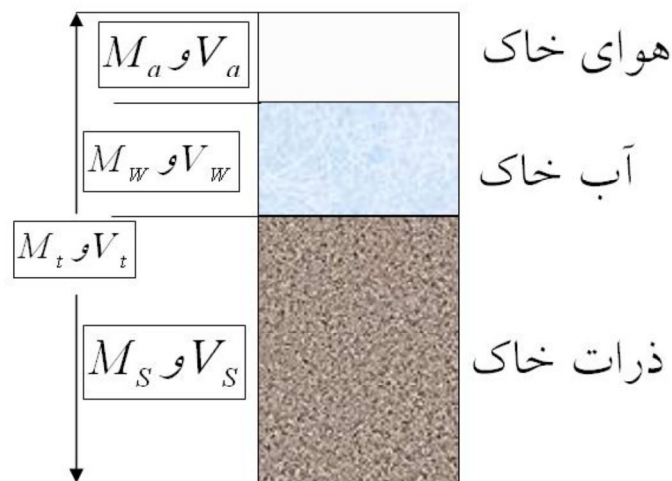
طرز قرار گرفتن و آرایش ذرات اصلی و خاکدانه‌های خاک را نسبت به همدیگر ساختمان خاک (Soil structure) گویند. ساختمان خاک بر حرکت آب در خاک و تبادل گازها در آن، که هر دو از عوامل مهم رشد گیاه می باشند تاثیر فراوان دارد. به عنوان مثال ایجاد سله که معمولاً در اثر تجمع سیلت یا پراکندگی ذرات رس به دلیل افزایش یون سدیم نسبت به سایر کاتیونها صورت میگیرد، مانع از جوانه زدن و یاسبز شدن بذرها می گردد.

خاکها معمولاً یا دارای ساختمان ساده (simple structure) و یا مرکب (compound structure) هستند. در ساختمان ساده ممکن است ذرات خاک منفرد (single-grain structure) و یا چسبیده به هم (massive structure) باشند. در حالت منفرد، خاک فاقد صفحات شکستگی بوده و می توان گفت که عملاً فاقد ساختمان است. در حالت چسبیده نیز خاک ساختمان مشخصی نداشته و فقط ذرات به یکدیگر چسبیده اند. لایه های سله ای که در سطح برخی خاکها مشاهده میشود از این نوعند. در ساختمان مرکب، خاک دارای صفحات شکستگی مشخص می باشد، یعنی اگر یک کلوخه را بشکنیم، در امتداد صفحات معینی خواهد شکست.

ساختمان خاک بیش از هر عامل دیگری بستگی به مقدار و نوع رس موجود در خاک و نحوه فعالیت آن دارد. بنابراین جادارد که در روابط آب و خاک و گیاه به رس توجه بیشتری شود. در محاورات روزمره خاک رسی به خاکی گفته میشود که در هنگام مرطوب بودن، حالت پلاستیک و چسبنده داشته باشد و یاباه لحاظ دانه بندی بخش زیادی از ذرات آن، قطری کوچکتر از ۲ میکرون داشته باشند.

نمایه های خاک

خاک زراعی را می توان یک مجموعه یاسیستم سه جزئی دانست که در آن بخشی از خاک را ذرات جامد (solids) تشکیل می دهد و دو جزء دیگر آن، آب (water) و هوا (air) می باشند. خاکهای اشباع و خشک هر دو سیستم های دوجزئی بشمار می روند که در اولی به دلیل اشباع بودن، هوا وجود ندارد و دومی به دلیل خشک بودن، فاقد آب است. در هیچکدام از این خاک های دوجزئی امکان کشت و زرع فراهم نیست؛ زیرا ریشه های گیاه برای رشد خود به هر سه جزء خاک نیاز دارند.



سیستم سه جزیی خاک زراعی

اگر یک واحد حجم یا وزن خاک مرطوب را در نظر بگیریم، می‌توانیم مقادیر اجزای جامد، آب و هوا را در آن بطور فرضی مجزا شده از هم بررسی نماییم. اگر مقادیر V_a ، V_w ، V_s به ترتیب حجم های مربوط به جزء جامد، آب و هوا باشد. در این صورت V_f که جمع مقادیر V_a و V_w می باشد حجم منافذ خالی خاک است ($V_a + V_w = V_f$) که بخشی از آن توسط آب و بخش دیگر توسط هوا پر شده است. V_t نیز نشان دهنده حجم کل خاک می باشد که عبارت است از

$$V_t = V_f + V_s = V_a + V_w + V_s$$

به طور مشابه چنانچه مقادیر M_a ، M_t ، M_s ، M_w به ترتیب جرم هوا (که مقدار آن صفر فرض شده است)، جرم آب، جرم جزء جامد و جرم کل خاک باشد، اندازه های جرمی خاک را میتوان بر حسب وزن آن ها (حاصل ضرب جرم درشتاب ثقل زمین) نیز توصیف کرد. بر این اساس میتوانیم پارامترهای فیزیکی را که در روابط آب و خاک به کار می‌بریم، به صورت کمی توصیف نماییم که برخی از آن ها عبارت اند از:

جرم مخصوص حقیقی ذرات خاک بر حسب تعریف دانسیته واقعی خاک که با علامت (ρ_s) نشان داده میشود عبارت است از حاصل بخش جرم ذرات جامد خاک به حجم ذرات خاک. یعنی:

$$\rho_s = M_s / V_s$$

مقدار دانسیته واقعی در خاکهای زراعی بین $2/6$ تا $2/7$ گرم بر سانتیمتر مکعب است. که به طور میانگین جرم مخصوص حقیقی خاک را $2/65$ گرم بر سانتی متر مکعب در نظر می گیرند.

جرم مخصوص ظاهری خاک خشک (ρ_b) عبارت است از حاصل بخش جرم ذرات جامد خاک به حجم کل خاک.

$$\rho_b = M_s / V_t = M_s / (V_s + V_a + V_w) = \frac{M_s}{V_t}$$

مسلماً دانسیته ظاهری خاک خشک کمتر از دانسیته واقعی آن خاک است. به طوری که اگر منافذ خاک نیمی از حجم خاک را تشکیل دهند، ρ_b نصف ρ_s خواهد بود. به طور کلی مقدار ρ_b در خاک های معمولی زراعی بین $1/3$ تا $1/4$ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد البته در یک خاک شنی ممکن است مقدار ρ_b تا $1/6$ نیز برسد. همانطور که در خاکهای رسی تا $1/1$ گرم بر سانتی متر مکعب نیز میباشد.

برای اندازه گیری دانسیته ظاهری خاک ρ_b بصورت زیر عمل می شود:

- (۱) خاکی را انتخاب کنید که معرف مزرعه بوده و رطوبت آن در حد ظرفیت زراعی (field capacity) باشد.
- (۲) مته نمونه گیر خاک دست نخورده (soil cone sampler) را به آرامی در خاک بکوبید.
- (۳) نمونه گیر را از زمین خارج کرده و در حالی که نمونه خاک درون آن قرار دارد دو سر آن را صاف کنید بطوریکه حجم خاک برابر حجم داخلی سیلندر یا استوانه نمونه گیر باشد.
- (۴) سیلندر محتوی نمونه خاک خشک شده را وزن کنید.
- (۵) سیلندر را از خاک خالی کرده و وزن سیلندر خالی را اندازه گیری کنید.
- (۶) با اندازه گیری قطر داخلی و ارتفاع سیلندر نمونه گیر حجم آن را محاسبه کنید.
- (۷) با کسر کردن وزن خالی سیلندر نمونه گیر (بند ۵) از وزن سیلندر محتوی خاک خشک شده (بند ۴) وزن خاک خشک را به دست آورید.
- (۸) از تقسیم وزن خالص خاک خشک شده بر حجم آن دانسیته ظاهری خاک بدست می آید.

مثال: قطر داخلی سیلندر یک مته نمونه گیری خاک دست نخورده ۱۴ و ارتفاع آن ۱۰ سانتی متری باشد. با این مته نمونه ای از خاک مرطوب را برداشت کرده ایم که پس از خشک کردن، وزنی معادل ۲۴۳۳ گرم داشته است. چنانچه وزن خالی سیلندر برابر ۱۲۳ گرم باشد جرم مخصوص ظاهری خاک چقدر است؟

$$\text{حجم داخلی سیلندر نمونه گیر} = \text{حجم خاک}$$

$$d=14\text{cm} \rightarrow r=14/2=7\text{cm}$$

$$h=10\text{cm}$$

$$\text{حجم خاک} = \pi r^2 h = 3.14 \times (7)^2 \times 10 = 1538.6 \text{ cm}^3$$

وزن سیلندر - وزن خاک همراه با سیلندر = وزن خاک خشک

وزن خاک خشک برابر است با

$$2433 - 123 = 2310$$

$$\text{دانسیته ظاهری خاک} = \frac{\text{وزن خاک خشک}}{\text{حجم خاک خشک}} = \frac{2310}{1538.6} = 1.5 \text{ gr/cm}^3$$

چگالی :

نسبت جرم مخصوص هر ماده مانند خاک به جرم مخصوص آب را چگالی آن ماده می گویند. چگالی چون نسبت دو جرم مخصوص است بی بعد می باشد در مورد خاک چون دو جرم مخصوص ظاهری و حقیقی داریم بنابراین دو نوع چگالی نیز داریم.

چگالی حقیقی خاک :

نسبت جرم مخصوص حقیقی خاک به جرم مخصوص آب را چگالی حقیقی خاک می گوئیم .

$$G_s = \frac{\rho_s}{\rho_w}$$

ρ_w : جرم مخصوص آب که برابر است با $1 \frac{gr}{cm^3}$

ρ_s : جرم مخصوص حقیقی خاک $\frac{gr}{cm^3}$

چگالی ظاهری خاک (G_b) :

نسبت جرم مخصوص ظاهری خاک به جرم مخصوص آب را چگالی ظاهری خاک می گوئیم .

$$G_b = \frac{\rho_b}{\rho_w}$$

ρ_b : جرم مخصوص ظاهری خاک $\frac{gr}{cm^3}$

دقت شود که چون $\rho_w = 1 \frac{gr}{cm^3}$ ، بنابراین مقدار G_s برابر با ρ_s و مقدار G_b برابر با ρ_b می باشد تنها تفاوت آن ها در بی بعد بودن مقدار چگالی است در صورتی که جرم مخصوص دارای بعد $\frac{gr}{cm^3}$ می باشد به عنوان مثال جرم مخصوص حقیقی خاک $2.65 \frac{gr}{cm^3}$ است ولی چگالی آن 2.65 است و واحد ندارد.

تخلخل:

مهمترین نمایه مقدار نسبی منافذ خاک تخلخل (f) می باشد که با n هم نشان می دهند. به لحاظ کمی مقدار تخلخل عبارت است از:

$$f = V_f / V_t = (V_a + V_w) / (V_s + V_a + V_w)$$

تخلخل در خاکهای زراعی بین ۳۰ تا ۶۰ درصد (0.3 تا 0.6) متغیر است. هرچه بافت خاک ریزتر باشد، مقدار تخلخل آن بیشتر خواهد بود. در خاکهای رسی تخلخل بیشتر از خاک های شنی تغییر میکند. زیرا

بسته به وضعیت ساختمانی، این خاکها متورم، منقبض، پراکنده و یا سله ای شده و حجم منافذ موجود در آن تغییر می کند.

برای محاسبه تخلخل خاک، پس از آنکه دانسیته ظاهری (ρ_b) و حقیقی (ρ_s) خاک با آزمایش اندازه گیری شد، می توان از معادله های زیر استفاده کرد

$$n = (1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}) \times 100$$

مثلاً اگر دانسیته ظاهری خاک ۱/۵ و دانسیته حقیقی آن ۲/۵۶ گرم بر سانتی متر مکعب باشد تخلخل این خاک ۴۳/۴ درصد خواهد بود زیرا:

$$n = (1 - \frac{1.5}{2.65}) \times 100 = 43.4\%$$

چنانچه دانسیته حقیقی یک خاک ثابت باشد، هر چه دانسیته ظاهری آن کمتر باشد، تخلخل آن خاک بیشتر خواهد بود.

نسبت پوکی:

نمایه دیگر توصیف منافذ خاک نسبت پوکی (e) آن است. نسبت پوکی که به صورت زیر بدست می آید رابطه حجم منافذ و حجم جزء جامد خاک است نه حجم کل خاک.

$$E = (V_a + V_w) / V_s = V_f / (V_t - V_f)$$

مزیت این نمایه برتخلخل آن است که اگر حجم منافذ تغییر کند، درنسبت پوکی فقط صورت کسر تغییر میکند. در صورتی که درتخلخل هم صورت و هم مخرج کسر تحت تاثیر قرار می گیرد.

مقدار نسبت پوکی در خاک های زراعی معمولاً از ۰/۲ تا ۰/۳ متغیر است.

رطوبت جرمی (وزنی θ_m) و حجمی خاک (θ_v): برحسب تعریف مقدار جرمی رطوبت خاک عبارت است از نسبت جرم آب موجود در خاک (M_w) به جرم جزء جامد خاک (M_s) و رطوبت حجمی (θ_v)، نسبت حجم آب (V_w) به حجم کل خاک (V_t) میباشد به عبارت دیگر:

$$P_w = \theta_m = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

$$P_v = \theta_v = \frac{V_w \text{ or } M_w}{V_t} \times 100$$

به طوری که مشاهده می شود این فرمولها به جای اینکه مقادیر رطوبت را نشان دهد نسبت جرم یا حجم آب به جرم یا حجم خاک را نشان میدهد. به همین دلیل مقادیر فوق رابه ترتیب، نسبت های جرمی و حجمی رطوبت میگویند. اگر طرفین این معادله ها را بر هم تقسیم کنیم خواهیم داشت:

$$\frac{\theta_m}{\theta_v} = \frac{M_w \cdot V_t}{M_s \cdot V_w}$$

از طرف دیگر با در نظر گرفتن چگالی ظاهری (جرم مخصوص ظاهری) خاک خشک (ρ_b) که مقدار آن برابر بود با :

$$\rho_b = \frac{\text{جرم خاک}}{\text{حجم کل خاک}} = \frac{M_s}{V_t}$$

خواهیم داشت:

$$M_s = (\rho_b) V_t$$

حال اگر مقدار M_s را در معادله قرار دهیم خواهیم داشت: $\frac{\theta_m}{\theta_v} = \frac{M_w \cdot V_t}{M_s \cdot V_w}$

$$\frac{\theta_m}{\theta_v} = \frac{M_w \cdot V_t}{(\rho_b) V_t \cdot V_w} = \frac{M_w}{(\rho_b) V_w}$$

و چون جرم آب (M_w) با حجم آن (V_w) از نظر عددی برابر است، لذا $M_w = V_w$ بوده و در نتیجه خواهیم داشت:

$$\frac{\theta_m}{\theta_v} = \frac{1}{\rho_b}$$

$$\theta_v = \rho_b \cdot \theta_m$$

بنابراین نسبت رطوبت حجمی خاک برابر است با حاصل ضرب نسبت جرمی رطوبت در جرم مخصوص ظاهری خاک خشک

در معادله های فوق مقادیر رطوبت بصورت نسبی محاسبه شده اند که می توان آن ها را بر حسب درصد نیز توصیف کرد. در این صورت خواهیم داشت:

$$\theta_m = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

$$\theta_v = \frac{V_w}{V_t} \times 100$$

خاکی به جرم ۳۸۵ گرم را خشک کرده و مشاهده شده است که پس از خشک شدن جرم آن به ۳۱۵ گرم تقلیل پیدامی کند. چنانچه جرم مخصوص ظاهری این خاک ۱/۳۵ گرم بر سانتی متر مکعب باشد مقادیر جرمی و حجمی رطوبت آن را بدست آورید.

$$M_w = 385 - 315 = 70 \text{ gr جرم آب}$$

$$\theta_m = \frac{70}{315} = 0.22 \text{ نسبت جرمی رطوبت}$$

$$22 = 0.22 \times 100 = \text{درصد جرمی رطوبت}$$

$$\theta_m \cdot (\rho_b) = \text{نسبت حجمی رطوبت}$$

$$0.297 = (1.35)(0.22) = \text{نسبت حجمی رطوبت}$$

$$29.7 = 0.297 \times 100 = \text{درصد حجمی رطوبت}$$

با در نظر گرفتن فرمولهای محاسبه رطوبت متوجه می شویم که وقتی صحبت از درصد رطوبت خاک می کنیم و مثلاً گفته می شود که خاکی ۳۴ درصد رطوبت دارد به این معنی نیست که از هر ۱۰۰ گرم خاک ۳۴ گرم آن آب است، بلکه معنی آن این است که در کنار هر ۱۰۰ گرم خاک خشک ۳۴ گرم آب با آن مخلوط شده و از این مجموعه ۱۳۴ گرمی، ۳۴ گرم آن آب می باشد.

اگر مکعبی از یک خاک به سطح مقطع A و ارتفاع D متر را در نظر بگیریم و فرض کنیم که نسبت حجمی رطوبت در آن θ_v باشد، در این صورت خواهیم داشت:

$$\theta_v = \frac{\text{ارتفاع آب} \times \text{سطح مقطع آب}}{\text{ارتفاع خاک} \times \text{سطح مقطع خاک}} = \frac{\text{حجم آب}}{\text{حجم کل خاک}}$$

با این فرض که اگر بتوان آب موجود در خاک را روی هم انباشته کرد تا ارتفاع آن معادل d شود، در این صورت می توان نوشت:

$$\theta_v = \frac{(A)(d)}{(A)(D)} = d/D$$

بدیهی است چنانچه D برابر یک متر باشد $\theta_v = d$ خواهد شد. لذا نسبت حجمی رطوبت همان ارتفاع آب موجود در خاک در هر متر عمق خاک می باشد. در بسیاری از مسائل آبیاری و بخصوص کارهای عملی، رطوبت معمولاً بر حسب درصد حجمی و یا ارتفاع آب موجود در هر متر عمق خاک توصیف می شود.

مثال: نسبت جرمی رطوبت در یک خاک ۰/۲۵ و جرم مخصوص ظاهری خاک ۱/۴ گرم بر سانتی متر مکعب است. ارتفاع رطوبت در هر متر خاک چقدر است؟

$$\theta_v = (\theta_m)(\rho_b)$$

$$\theta_v = (0.25)(1.4) = 0.35$$

$$d = 0.35 \text{ m/m} = 350 \text{ mm/m}$$

لذا رطوبت خاک ۰/۳۵ متر (۳۵ سانتی متر یا ۳۵۰ میلی متر) در هر متر از عمق می باشد.

حال اگر بخواهیم با داشتن جرم مخصوص ظاهری (ρ_b) و درصد جرمی رطوبت خاک (θ_v) ارتفاع آب موجود در لایه ای به ضخامت D متر از خاک را بدست آوریم، می توان از فرمول کلی زیر استفاده کرد.

$$d = (\rho_b)(\theta_m)(D) = (\theta_v)(D)$$

دراین فرمول (ρ_b) جرم مخصوص ظاهری خاک خشک (گرم بر سانتیمتر مکعب)، D عمق خاک بر حسب متر، (θ_v) نسبت جرمی رطوبت و d ارتفاع آب موجود در خاک (متر) است.

در عمل که فقط ضخامت لایه توسعه ریشه ها (Z) بر حسب سانتیمتر و مقدار آب موجود در آن بر حسب میلیمتر مورد نظر می باشد، باید در فرمول فوق به جای D، ضخامت لایه توسعه ریشه ها را قرار داده و آن را بر حسب میلیمتر تبدیل کرد. دراین صورت ارتفاع آب موجود در خاک از فرمول زیر محاسبه میشود:

$$d = 10Z(\rho_b)(\theta_m)$$

که در واقع تفاوتی با معادله قبلی نداشته و در آن Z ضخامت لایه توسعه ریشه ها بر حسب سانتیمتر، (ρ_b) جرم مخصوص ظاهری حسب گرم بر سانتیمتر مکعب و (θ_v) نسبت جرمی رطوبت و d ارتفاع آب موجود در این لایه بر حسب میلیمتر میباشد.

مثال

ضخامت لایه خاکی ۰/۵ متر است. پس از آبیاری مقدار رطوبت جرمی خاک ۲۸ درصد بوده است. جرم مخصوص ظاهری آن ۱/۳۵ گرم بر سانتیمتر مکعب می باشد. در این لایه چند میلیمتر آب ذخیره شده است.

حل:

درصد جرمی رطوبت و نسبت جرمی به ترتیب ۲۸ و ۰/۲۸ می باشد.

$$d = (\rho_b)(D)(\theta_m)$$

$$d = (1.35)(0.5)(0.28) = 0.189 \text{ m} = 189 \text{ mm}$$

درجه اشباع

این نمایه بیانگر حجم آب موجود در خاک نسبت به حجم منافذ آن است. درجه اشباع (saturation) که با علامت S نشان داده می شود عبارت است از

$$S = V_w / V_f = V_w / (V_a + V_w)$$

درجه اشباع از صفر درصد در خاک خشک تا ۱۰۰٪ در خاک اشباع متغیر است. مثلاً اگر گفته شود که خاکی در وضعیت اشباع می تواند ۴۰٪ حجمی رطوبت داشته باشد و در حال حاضر درجه اشباع آن ۶۰٪ است به این مفهوم می باشد که رطوبت کنونی آن ۲۴٪ حجمی است.

خاکی که جرم مخصوص ظاهری آن ۱/۴ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد اشباع شده است. چنانچه نسبت جرمی رطوبت در این حالت ۰/۳۵ باشد، در لایه توسعه ریشه ها به عمق ۷۵ سانتی متر چند میلیمتر آب وجود دارد؟

حل:

$$d = 10Z(\rho_b)(\theta_m)$$

$$d = 10(75)(1.4)(0.35)$$

$$d = 367.5 \text{ mm}$$

اندازه گیری رطوبت خاک:

رطوبت خاک به دو صورت مستقیم و غیر مستقیم اندازه گیری می شود. برخی از روشها در مزرعه انجام می شود. اما در بعضی دیگر، باید از خاک نمونه برداری کرده و مقدار رطوبت را در آزمایشگاه اندازه گیری نمود. در روشهای مستقیم مقادیر جرمی یا حجمی رطوبت به طور مشخص اندازه گیری می شوند. اما در روشهای غیرمستقیم باید ابتدا باید یک عامل دیگر که درصد رطوبت بر آن موثر است اندازه گیری شده و سپس از روی آن مقداری رطوبت خاک تخمین زده شود.

الف-اندازه گیری رطوبت به روش وزنی (روش مستقیم):

در روش وزنی (thermo-gravimetric method) از عمق مورد نظر خاک، نمونه ای با مته برداشت نموده و پس از توزین، آن را به مدت ۲۴ ساعت در گرمخانه ای که دمای آن ۱۰۵ درجه سانتی گراد باشد قرار می-دهیم تا خشک شود. دلیل این که حرارت نباید از ۱۰۵ درجه تجاوز کند این است که در دماهای بالاتر، مواد آلی خاک ممکن است سوخته و از بین برود. پس از خشک شدن و توزین مجدد، می توان مقدار رطوبت را از روی فرمولهای زیر بدست آورد بطوری که اگر W_1 جرم نمونه مرطوب و W_2 جرم همان نمونه پس از خشک شدن باشد، نسبت جرمی و درصد جرمی رطوبت عبارت خواهد بود از:

$$\theta_m = \frac{W_1 - W_2}{W_2} = \text{نسبت جرمی رطوبت}$$

$$\% \theta_m = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 = \text{درصد جرمی رطوبت}$$

مثال: جرم یک نمونه خاک مرطوب ۲۰۰ گرم و جرم خشک شده آن پس از قرار گرفتن در گرم خانه ۱۸۰ گرم بوده است حساب کنید نسبت جرمی رطوبت و درصد جرمی آن را.

$$W_1 = 200 \text{ gr}$$

$$W_2 = 180 \text{ gr}$$

$$\theta_m = \frac{200 - 180}{180} = 0.11 \text{ (نسبت جرمی)}$$

$$\% \theta_m = 0.11 \times 100 = 11 \text{ (درصد جرمی)}$$

چنانچه نمونه خاک را با مته مغزه گیر (core sampler) برداشت کرده باشیم، قسمتی از خاک که داخل مته قرار میگیرد نمونه ای است دست نخورده (undisturbed) با حجم مشخص.

حال اگر حجم نمونه (V) را که برابر حجم استوانه مته میباشد اندازه گیری کنیم در این صورت نسبت حجمی یا درصد حجمی رطوبت نیز قابل محاسبه است.

$$\theta_v = \frac{W_1 - W_2}{V} = \text{نسبت حجمی رطوبت}$$

$$\% \theta_v = \frac{W_1 - W_2}{V} \times 100 = \text{درصد حجمی رطوبت}$$

نمونه ای از خاک مرطوب با مته مغز گیر که شعاع (r) استوانه آن ۳ سانتی متر و ارتفاع (h) آن ۱۰ سانتی متر می باشد تهیه شده است. جرم مرطوب (W_1) و خشک شده نمونه (W_2) به ترتیب ۵۳۷/۶ و ۴۹۶/۸ گرم بوده است. حساب کنید نسبت حجمی و درصد حجمی رطوبت را.

$$\begin{aligned} \text{حجم نمونه } v &= \pi r^2 h \\ &= 3.14(3)^2(10) \\ &= 282.6 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$W_1 = 537.6 \text{ gr}$$

$$W_2 = 496.8 \text{ gr}$$

$$\theta_v = \frac{W_1 - W_2}{V} = \frac{537.6 - 496.8}{282.6} = 0.144 = \text{نسبت حجمی رطوبت}$$

$$\% \theta_v = 0.144 \times 100 = 14.4 = \text{درصد حجمی رطوبت}$$

چون اندازه گیری حجم نمونه های خاک مشکل و غالباً با اشتباه صورت میگیرد در عمل ترجیح داده می شود که رطوبت جرمی خاک اندازه گیری و سپس با استفاده از چگالی ظاهری و فرمول هایی که قبلاً گفته شده رطوبت جرمی به رطوبت حجمی تبدیل گردد.

مگر آنکه از دستگاه هایی مانند نوترون متر استفاده شود که مستقیماً رطوبت حجمی را اندازه گیری می کنند.

اندازه گیری رطوبت با دستگاه نوترون متر

مزیت این روش نسبت به روش جرمی آن است که اولاً اندازه گیری به سرعت انجام شده و نیازی به صرف وقت ۲۴ ساعته برای خشک کردن نمونه ها نیست. ثانیاً اندازه گیری مستقیماً در صحرا و در شرایط طبیعی صورت میگیرد. علاوه بر آن می توان یک آزمایش را چندین بار تکرار نمود تا از نتایج حاصله اطمینان حاصل