ماء التربة Soil Water

ان كمية الماء وحالة طاقة الماء في التربة عاملان مهمان يؤثران الخصائص الفيزيائية للتربة (قابلية التشكل consistency ، اللدانة plasticity ، المتانة strength ، الرص compactibility ، ~~الخشونة~~ والنفوذية penetrability ، اللزوجة stikness) ونمو النبات.

يوصف الطرف الفيزيوكيميائي لوجود الماء في التربة بدلالة طاقة الحرة لوحدة كتلة ويطلق عليه بالجهد potential

وتكون الجهد الكلي لماء التربة من :-

1- جهد الضغط pressure potential
2- جهد الشد (الماتريكي) matric potential (القوة التي يمسك بها الماء بهيكل التربة Soil matrix)
3- جهد الجذب الارضي Gravitational potential
4- جهد النتح الاوزموزي Osmotic potential
5- جهد حمل اوثقل التربة Overburden potential

تمثل العلاقة بين جهد ماء التربة ومحتواها الرطوبي تعبيراً بيانياً يسمى منحنى خاصية رطوبة التربة Soil moisture characteristic curve والذي يعبر عن حالة رطوبة التربة مابين الاشباع Saturation (عندما تكون كل مسامات التربة ممتلئة بالماء) وحالة الجفاف الهوائي للتربة air dry soil -

المحتوى الرطوبي للتربة Soil Water (moisture) content :-

يعبر عن المحتوى النسبي للماء في التربة بدلالة النسبة الكتلية او النسبة الحجمية وكما يلي :-

$$\theta_w = \frac{M_w}{M_s}$$

حيث ان θ_w = ~~النسبة~~ نسبة كتلية للماء الموجود في التربة
M_w = كتلة الماء
M_s = كتلة الجزء الصلب الجاف

and

$$\theta_v = \frac{V_w}{V_t} = \frac{V_w}{(V_s + V_w + V_a)}$$

حيث ان :
θ_v = نسبة حجم الماء الموجود في التربة
V_w = حجم الماء
V_s = حجم الجزء الصلب
V_a = حجم الهواء ،

يمكن تحويل النسبة الوزنية الى الحجمية وبالعكس من خلال العلاقة التالية :-

$$\theta_v = \theta_w \left(\frac{\rho_b}{\rho_w}\right) = \theta_w \Gamma_b$$

حيث ان Γ_b تمثل الوزن النوعي الظاهري (Bulk specific gravity) وهي نسبة مجردة من الوحدات وتكون قيمتها مابين 1.1 ← 1.7 .

كما يمكن التعبير عن المحتوى الرطوبي للتربة بدلالة العمق وكما يلي :-

$$d_w = \theta_v \cdot d_t = \theta_w \Gamma_b d_t$$

حيث ان d_t : عمق التربة لوحدة مساحة من الارض ، وتقاس بوحدات (ملم) مثل المطر والثلج

ويعبر عن المحتوى الرطوبي للتربة بنسبة السائل Liquid ratio = حجم الماء في وحدة حجم من الجزء الصلب

$$\vartheta = \theta_w \frac{\rho_s}{\rho_w} = \theta_v \frac{\rho_w}{\rho_b} \cdot \frac{\rho_s}{\rho_w} = \theta_w \frac{\rho_s}{\rho_b}$$

ϑ = حجم الماء في وحدة حجم من الجزء الصلب

$\theta_v = \theta_w \cdot \frac{\rho_b}{\rho_w}$ ∴ $\theta_w = \frac{\theta_v \rho_w}{\rho_b}$

حالة الطاقة لماء التربة :

يمتلك ماء التربة طاقة كامنة وطاقة حركية . تهمل الطاقة الحركية بسبب ضآلة قيمتها (لان طاقة المادة الحركية تتناسب مع مربع السرعة تعتبر مهملة) . بينما تشكل الطاقة الكامنة الاهمية في تعيين حالة وحركة الماء في التربة ، حيث يتحرك الماء في التربة من منطقة الطاقة الكامنة العالية الى الواطئة الى ان تصل الى حالة التعادل مع المحيط المجاور . ان انخفاض معدل الطاقة الكامنة بالمسافة هو القوة المحركة للجريان (moving force).

انخفاض معدل الطاقة

الطاقة الكامنة : مقياس كمية الشغل الذي ينجزه جسم ما بفعل الطاقة المخزونة فيه (مثل خزان الماء عند رفعه عن مستوى واطئ الى مستوى عالي).

ان الكمية المطلقة لطاقة ماء التربة الكامنة تعتبر غير مهمة ، بينما الاهم هو المستوى النسبي لتلك الطاقة في مناطق مختلفة داخل التربة .

جهد ماء التربة Soil water potential: هو الطاقة الكامنة النوعية لماء التربة بالنسبة الى ذلك الماء في حالة مقدر مقاس Standard reference state والتي هي عبارة عن خزان افتراضي من الماء النقي تحت الضغط الجوي الاعتيادي وفي نفس درجة حرارة التربة او اية درجة حرارة اخرى ، وعند مستوى معين ثابت .

ان القوة التي تحرك ماء التربة ، تنتج من المنطقة ذات الجهد العالي الى الواطئ ويعبر عنها بسالب انحدار الجهد (potential gradient) $(-d\phi/dx)$ والذي يمثل التغير في الطاقة الكامنة مع المسافة X ، وتشير الاشارة السالبة الى ان القوة تعمل باتجاه انخفاض الجهد .

ان استخدام مفهوم جهد ماء التربة قد غير كل المفاهيم السابقة لتصنيف ماء التربة على اساس
- ماء الجذب الارضي Gravitational water
- الماء الشعري capillary water
- الماء الهايكروسكوبي Hygroscopic water

والصحيح هو ان جميع ماء التربة يتأثر بجذب الارض ، لذا فانه (بالتأثير) ان جميع ماء التربة هو ماء جذب ارضي .

الجهد الكلي لماء التربة Total Soil-Water Potential

عرفت لجنة علوم التربة العالمية (ISSS) الجهد الكلي لماء التربة :-

" كمية الشغل الذي يجب ان تنجز لوحدة كمية من الماء النقي لفرض نقل كمية متناهية الصغر من الماء لصورة معكوسة ومشابهة حرارياً من خزان الماء الحر في موقع معين عند الضغط الجوي الاعتيادي الى ماء التربة (في نقطة معلومة) .

تتعرض ماء التربة على عدة قوى بسبب اختلاف جهده عن جهد الماء النقي الحر . ومن هذه القوى :
1- جذب هيكل التربة الصلب للماء
2- وجود الاملاح المذابة
3- تأثير ضغط الغاز الخارجي
4- تأثير الجذب الارضي

لذلك فأن الجهد الكلي لماء التربة يمكن ان نعبر عنه بمجموع تلك العوامل :-

$$\psi_T = \psi_g + \psi_p + \psi_m + \psi_o + \psi_{sl} + \text{----}$$

حيث ان

ψ_T = الجهد الكلي Total potential

ψ_g = جهد الجذب الارضي Gravitantial potential

ψ_p = جهد الضغط Pressure potential

ψ_m = الجهد الكابتريكي Matric potential

ψ_o = الجهد الاوزموزي Osmotic potential

تمثل اشكال الجهد المختلفة شكل مجتمع في تأثيرها على حركة الماء .

اولاً : طاقة الجذب الارضي :

كل جسم على سطح الارض ينجذب نحو مركز الارض بواسطة قوة الجذب الارضي التي تساوي وزن الجسم . وهذا الوزن يكون حاصل ضرب كتلة الجسم في التعجيل الارضي . وعند رفع الجسم ضد الجاذبية الارضية يجب ان تنجز شغل ، وهذا الشغل يختزن من قبل الجسم المرفوع على هيئة طاقة كامنة للجذب الارضي .

جهد الجاذبية لماء التربة عند اي نقطة يقدر بواسطة مستوى النقطة بالنسبة الى المستوى القياسي . ويتم اختيار النقطة القياسية تحت سطح التربة في موقع يختار لهذا الغرض . ولذلك يكون جهد الجاذبية موجباً او سالباً او صفراً [النقطة تحت السطح (R.L) تكون موجبة والفوق سالبة] .

ان جهد الجاذبية لكتلة معينة من الماء (m) ولها حجم مقداره (V) تساوي :-

$$\psi_g = mgz = \rho_w V g z$$

حيث ان :-

ψ_g = جهد الجذب الارضي

m = كتلة الجسم

V = حجم الجسم

ρ_w = كثافة الماء

g = التعجيل الارضي

z = الارتفاع فوق المستوى القياسي .

~~لما كانت الطاقة الكامنة لوحدة الكتلة~~

ان جهد الجاذبية على اساس الطاقة الكامنة لكل وحدة كتلة تساوي :-

$$\psi_g = gz$$

وجهد الجاذبية على اساس الطاقة الكامنة لكل وحدة حجم تساوي :-

$$\psi_g = \rho_w g z$$

ومما تقدم نلاحظ بان جهد الجاذبية لا يعتمد على ضغط الماء والظروف الكيميائية وانما يعتمد على المستوى المقبول القياسي (Reference level) .