8 وليد صابر

تابع :

Permeability

النفاذية

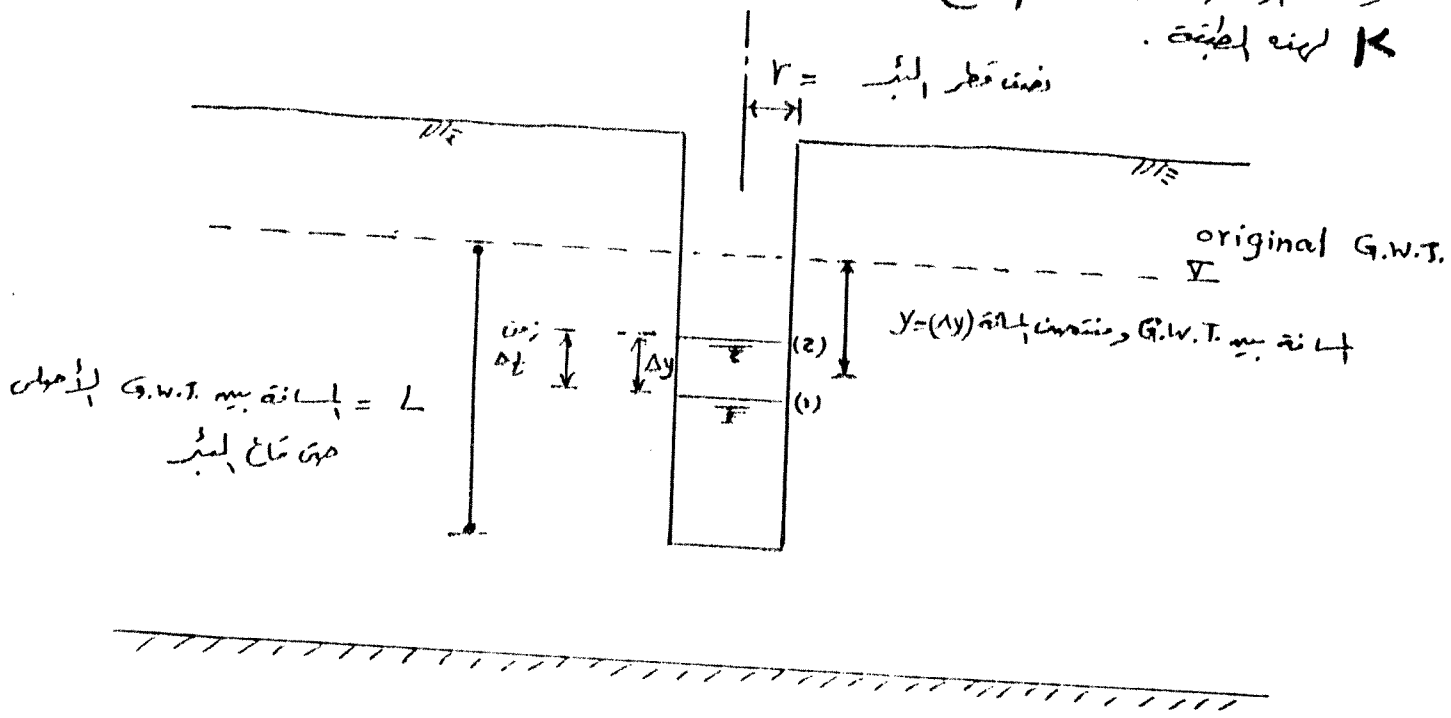
محاضرة 5

PART (2)

* تحديد معامل النفاذية في الموقع بطريقة Auger hole test .	2 ص
* ~ ~ ~ ~ بالعلاقات الرياضية التجريبية (imperical) .	3 ص
* درجة النفاذية Degree of permeability .	3 ص
* النفاذية من خلال طبقات متتابعة :	
• سريان // لاتجاه تتابع الطبقات .	5 ص : 1 ص
• سريان ⊥ لاتجاه تتابع الطبقات .	6 ص : 5 ص
• Example (5) .	8 ص : 7 ص

(5) Auger hole test: تجربة البئر (البيزو)

وهذا الاختبار يجرى فى الموقع للطبقات غير المحصورة وهى طريقة تقريبية لحساب معامل النفاذية K لهذه الطبقة.



- خطوات الاختبار: -

1- يتم حفر بئر بواسطة بريمة فى الطبقة المطلوب حساب K لها.
2- يتم تفريغ المياه التى تتدفق للبئر بعد حفره حتى يصبح جافاً تماماً.
3- نترك المياه تتجمع فى البئر [من الجيران والقناع] مرة جديدة ونسجل قراءات **ارتفاع منسوب المياه** داخل البئر مع **الزمن**، ويصبح لدينا القيم التالية [y_1، y_2، r، L، Δy، Δt] (انظر الرسم).

4- يتم حساب معامل النفاذية من المعادلة التالية:

لاحظ

$$K = \frac{40\left(\frac{r}{y}\right)\cdot\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)}{\left(20+\frac{L}{r}\right)\left(2-\frac{y}{L}\right)}$$

(6) Imperical Relations to determine (K):
علاقات تجريبية (وضعية) لتحديد قيمة (K)

- For uniform sand

$$K_{(cm/sec.)} = (1 \rightarrow 1.5)\, D^2_{10\%\ (mm)}$$

- For gravels to coarse sand

$$K_{(cm/sec.)} = (0.05 \rightarrow 1)\, D^2_{5\%\ (mm)}$$

* درجة إنفاذية Degree of Permeability :-

عموماً التربة اللماسكة (Cohesive) تكون ذات حبيبات ناعمة وتنفاذيتها قليلة جداً.
والتربة غير اللماسكة (Cohesionless) " " خشنة " " كبير.

والجدول التالي يعطي قيماً لمعاملات إنفاذية K لأنواع مختلفة من التربة، وكلما زادت قيمة K زادت نفاذية التربة.

K (mm/sec.)	name of soil	degree of Permeability
$1000 \rightarrow 10$	Gravel حصى	Good
$10 \rightarrow 10^{-2}$	Sand رمل	Good
$10^{-2} \rightarrow 10^{-5}$	Silt طمي	poor
$< 10^{-5}$	Clay طين	impermeable غير منفذة (نسبياً)

ملاحظة: هذه القيم تقريبية ومع مرور الزمن

وعلى بالرغم من هذا الجدول تقسيم (تصنيف) نفاذية التربة.

* Permeability of Stratified soil :-
النفاذية خلال التربة متعددة الطبقات

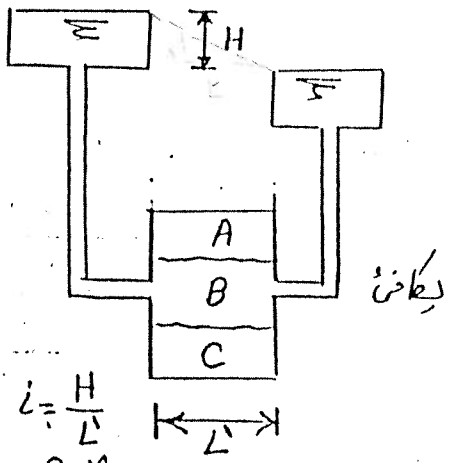
الاتجاه مش مطلوب

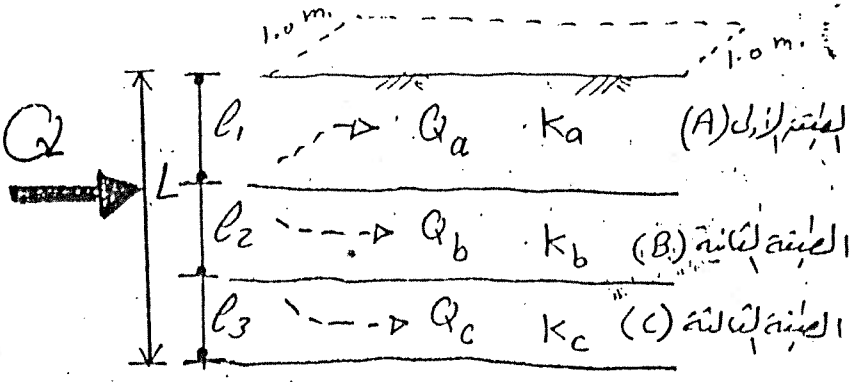
- في حالة التربة متعددة الطبقات نحاول ايجاد [معامل النفاذية المكافئ $K_{eq.}$] وهو حيث K التربة (افتراضية) سطحية واحدة تعطي نفس تأثير مجموعة الطبقات الموجودة فعلاً.

- وهنا ندرس حالتين:
  - لو كان السريان // الطبقات.
  - لو كان السريان ⊥ الطبقات.

(1) Flow parallel to layers: السريان موازي لإتجاه تتابع الطبقات

مثال: حالة أن تتكون الطبقات أفقية والسريان في الإتجاه الأفقي





بدراسة 1.0 m ⊥ الورقة نجد أن:

$$Q = Q_a + Q_b + Q_c \quad \cdots$$

الضاغط المسبب للسريان (ثابت) $= H = H_a = H_b = H_c$

$A = L \times 1.0^m$

$$Q = (K_{eq.})(i)(A) \rightarrow (1)$$

$$\left.\begin{aligned} Q_a &= (l_a \times 1.0)(i_a) \cdot K_a \\ Q_b &= (l_b \times 1.0) \cdot i_b \cdot K_b \\ Q_c &= (l_c \times 1.0) \cdot i_c \cdot K_c \end{aligned}\right\} (2)$$

وبمساواة ① مع ②

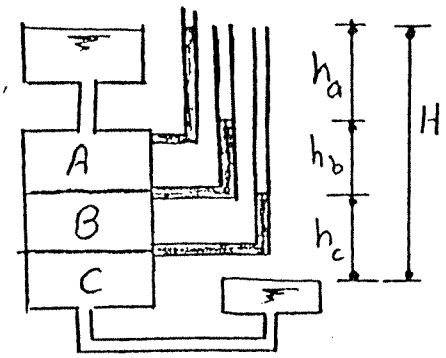
$$\therefore (K)_{eq.} \cdot L \cdot i = l_a \cdot k_a \cdot i_a + l_b \cdot k_b \cdot i_b + l_c \cdot k_c \cdot i_c$$

وحيث أن $i = i_a = i_b = i_c$

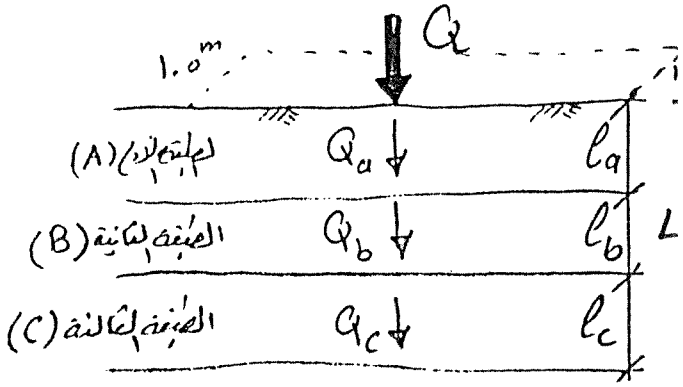
$$\therefore K_{eq.} \cdot L = \Sigma l \cdot k$$

$$\boxed{\therefore K_{eq.} = \frac{\Sigma l \cdot k}{\Sigma l}}$$

② Flow perpendicular to layers: السريان متعامد مع اتجاه الطبقات



لطبقات



$$Q = Q_a = Q_b = Q_c$$

$$H = h_a + h_b + h_c \quad \text{---} \rightarrow (1)$$

$$Q = (K_{eq.})\left(\frac{H}{L}\right).A \rightarrow \therefore H = \frac{Q.L}{A.K_{eq.}}$$

وكذلك نجد أن:

$$h_a = \frac{Q_a \cdot l_a}{A \cdot k_a}$$

$$h_b = \frac{Q_b \cdot l_b}{A \cdot k_b}$$

$$h_c = \frac{Q_c \cdot l_c}{A \cdot k_c}$$

وبالتعويض في المعادلة (1) نجد أن:

$$\frac{Q \cdot L}{A \cdot k_{eq.}} = \frac{Q_a \cdot l_a}{A \cdot k_a} + \frac{Q_b \cdot l_b}{A \cdot k_b} + \frac{Q_c \cdot l_c}{A \cdot k_c}$$

وكما $Q = Q_a = Q_b = Q_c$

$$\therefore \frac{L}{k_{eq.}} = \frac{l_a}{k_a} + \frac{l_b}{k_b} + \frac{l_c}{k_c}$$

$$\therefore k_{eq} = \frac{\Sigma(l)}{\Sigma(\frac{l}{k})}$$

* Example (5):

In a falling head permeameter test on a silty clay sample, the following results were obtained

- initial head 1130 mm
- final head 123 mm
- time for falling in head 6 min
- sample diameter 10 cm
- stand pipe diameter 4 mm

Determine the coefficient of permeability of the soil.

On close investigation of the sample it was found to be in three layers 20 mm, 60 mm and 40 mm. The permeabilities of the first two layers are 0.0025 and 0.05 mm/sec, respectively. Find from the first principles the coefficient of permeability of the third layer.

Find also the ratio Kv/Kh and comment on results.

Given:

$h_o = 1130 \text{ mm} = 113 \text{ cm}$

$h_f = 123 \text{ mm} = 12.3 \text{ cm}$

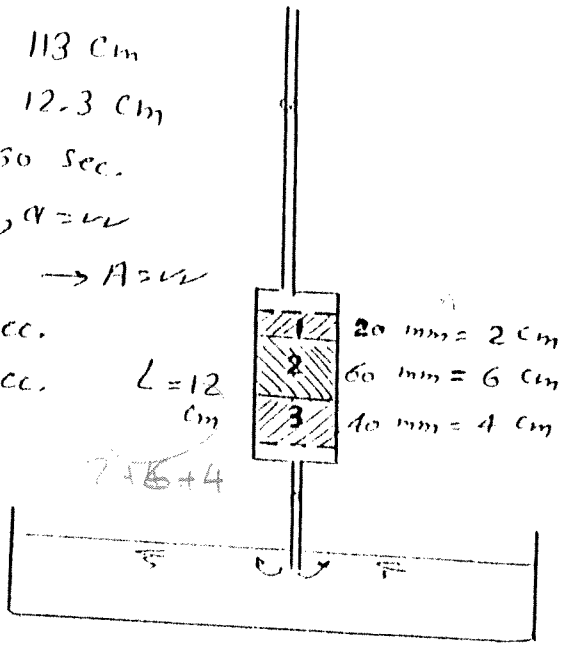
$t = 6 \text{ min.} = 360 \text{ sec.}$

$d = 4 \text{ mm} = 0.4 \text{ cm}$, $a = \pi$

$D = 10 \text{ cm}$ → $A = \pi$

$k_1 = 0.0025 \text{ cm/sec.}$

$k_2 = 0.005 \text{ cm/sec.}$



الوحدات: cm, sec.

Step (1): نتعامل مع الثلاث طبقات بالتتابع كطبقة واحدة مكافئة ($L_{eq.} = 12$ cm) ونوجد $K_{eq.}$ كما في تجربة (falling head).

$$K_{eq.} = \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \ln \frac{h_o}{h_f} = \frac{\frac{\pi}{4}(0.4)^2 \cdot (12)}{\frac{\pi}{4}(10)^2 \cdot (360)} \ln \frac{113}{12.3} \simeq \boxed{1.18 \times 10^{-4} \text{ cm/sec.}}$$

Step(2): لإيجاد قيمة K_3، نطبق قانون السريان في طبقات متعددة، وكما هو واضح من الرسم فإن هذه الحالة تمثل سريان ⊥ تتابع الطبقات.

$$K_{eq.} = \frac{\Sigma(\ell)}{\Sigma\left(\frac{\ell}{K}\right)}$$

$$(1.18 \times 10^{-4}) = \frac{(12)}{\frac{2}{0.0025} + \frac{6}{0.005} + \frac{4}{K_3}} = \frac{12}{2000 + \frac{4}{K_3}}$$

$$\therefore \quad 0.236 + \frac{0.000472}{K_3} = 12$$

$$\therefore \quad K_3 = \boxed{4 \times 10^{-5} \ \text{cm/sec.}}$$

Step(3): لإيجاد قيمة $\frac{K_v}{K_h}$ فالمقصود هو إيجاد النسبة $\frac{K_{eq\,(\perp \text{للسريان})}}{K_{eq\,(// \text{للسريان})}}$، ولذلك لابد أولاً من إيجاد قيمة $K_{eq.}$ للسريان الموازي لاتجاه تتابع الطبقات.

$$K_{eq.//} = \frac{\Sigma \ell \cdot K}{\Sigma \ell} = \frac{\ell_1 K_1 + \ell_2 K_2 + \ell_3 K_3}{12} = \frac{(2)(0.0025) + (6)(0.005) + (4)(4\times10^{-5})}{12}$$

$$\cong 0.00293 \ \text{cm/sec.}$$

$$\therefore \quad \frac{K_v}{K_h} = \frac{K_{eq.\perp}}{K_{eq.//}} = \frac{1.18 \times 10^{-4}}{0.00293} = \boxed{0.0403}$$

ويلاحظ من هذه النتيجة أن السريان // للطبقات (في اتجاه أفقي) يكون أسرع بكثير من السريان في اتجاه ⊥ على الطبقات (في اتجاه رأسي).