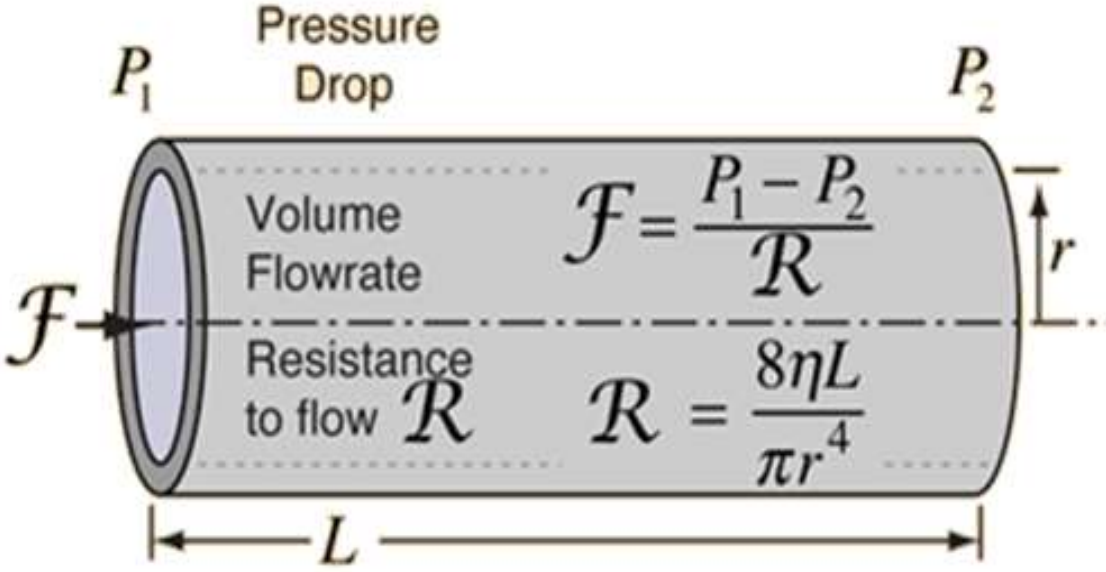
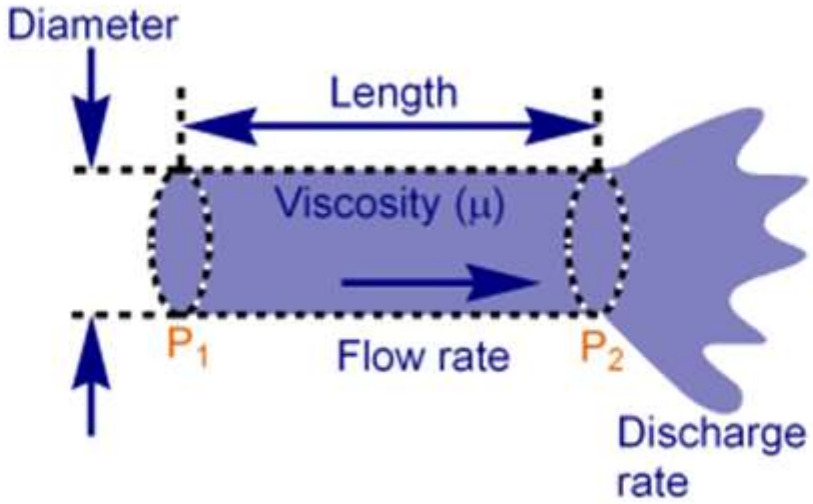
قانون دارسي
التوصيل الهيدروليكي للتربة

د/عبدالرحمن عبد الواحد
أستاذ م بيدولوجي الأراضي

القوانين الهامة:

:poiseuille's equation





Pressure drop = P_1-P_2

$$Q = \frac{\Delta P \, \pi \, r^4}{8 \, \eta \, l}$$

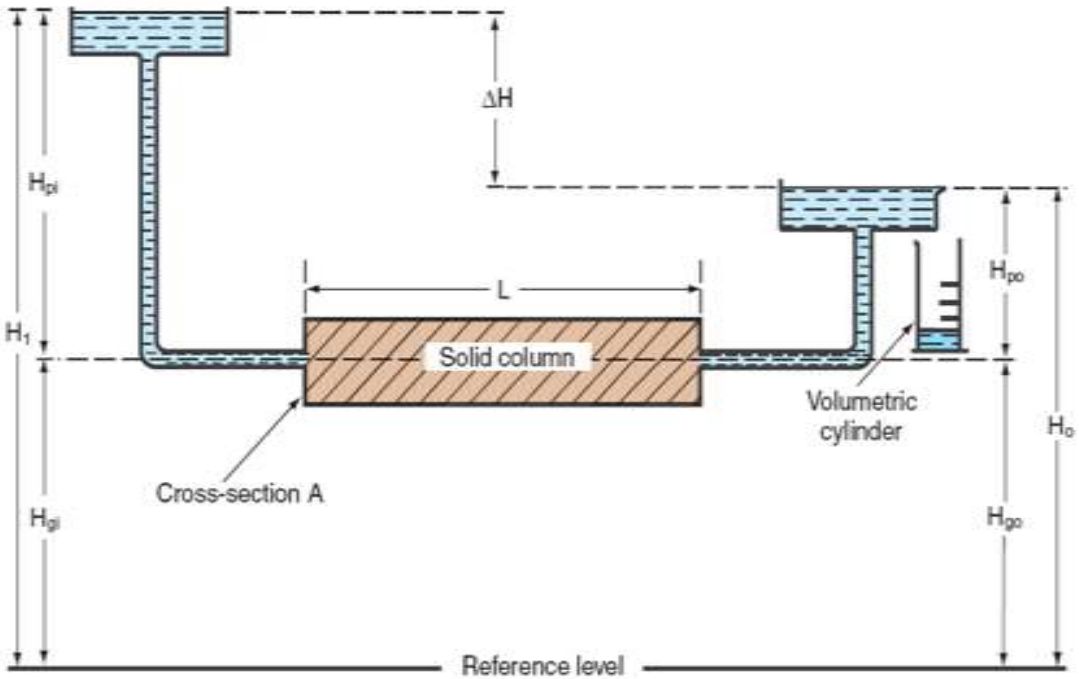
The flow is directly proportional to forth power of radius of the tube and pressure difference and inversely proportional to the length of the tube and the viscosity of the liquid.

مما يعني التالي :

Sand > loam >clay

ولكن نتيجة لعدم إنتظام مسام التربة وإختلاف الأطوال في التربة ووجود عوائق عديدة بالتربة وكذلك إمتلاء بعض المسام بالهواء فإن هذا القانون لا يصلح تحت ظروف التربة.

2-قانون دارسيDarcy's law :



- ✓ Figure shows a horizontal column of soil through which a steady flow of water is occurring from left to right, from an upper reservoir to a lower one, in each of which the water level is maintained constant.
- ✓ The discharge rate معدل التصرفQ, being the volume V flowing through the column per unit time, is directly proportional to the cross sectional area and to the hydraulic head drop ΔH and inversely proportional to the length of the column L

$$Q = V/t \propto A\,\Delta H/L$$

- ✓ The usual way to determine the hydraulic head الإرتفاع الهيدروليكيdrop across the system is to measure the head at the inflow boundary Hi and at

the outflow boundary Ho relative to some reference level. ΔH is the difference between these two heads

$$\Delta H = Hi - Ho$$

- ✓ Obviously, no flow occurs in the absence of a hydraulic head difference, that is, when $\Delta H = 0$
- ✓ The head drop per unit distance in the direction of flow ($\Delta H/L$) is the hydraulic gradient التدرج الهيدروليكي , which is, in fact, the driving force القوة الدافعة. And is represented by *i*
- ✓ The specific discharge rate Q/A (i.e., the volume of water flowing through a unit cross-sectional area per unit time t) is called the flux density كثافة التدفق (or simply the flux) and is indicated by q. Thus, the flux is proportional to the hydraulic gradient

$$q = Q/A = V/At \propto \Delta H/L$$

$$q = Q/A = V/At \propto \Delta H/L$$

- ✓ The proportionality factor K is termed the hydraulic conductivity

$$q = k\ \Delta H/L = k\ i$$

- ✓ This equation is known as Darcy's law
- ✓ The flow of a viscous liquid through a porous medium is in the direction of, and proportional to, the driving force acting on the liquid (i.e., the hydraulic gradient) and is also proportional to a transmitting property of the conducting medium (the hydraulic conductivity).

سريان سائل خلال وسط مسامي يكون في إتجاة وعند معدل يتناسب والقوة الدافعة العاملة علي السائل اي التدرج الهيدروليكي ويتناسب ايضا مع خاصية الوسط الموصل لنقل السائل والذي يعرف بالتوصيل الهيدروليكي.

- ✓ Mathematically, Darcy's law is similar to the linear transport equations of classical physics, such as
- ✓ Ohm's law (stating that the current, or flow rate of electricity,is proportional to the electrical potential gradient),
- ✓ Fourier's law (the rate of heat conduction is proportional to the temperature gradient)
- ✓ Fick's law (the rate of diffusion is proportional to the concentration gradient).

حركة الماء في التربة تتوقف عل المحتوى الرطوبى– فعندما تكون التربة مشبعة (المسام ممتلئة تماماً بالماء) تسمى الحركة في الحالة المشبعة saturated water flow وعندما يكون المحتوى الرطوبى للتربة دون التشبع تسمى الحركة في الحالة غير المشبعة unsaturated water flow. هذا الاختلاف في المحتوى الرطوبى يؤثر على معمل التوصيل الهيدروليكي – حيث يكون هذا المعامل ثابت مع الزمن في الحالة المشبعة ويتغير مع تغير المحتوى الرطوبى للتربة في الحالة غير المشبعة وتكون قيمته اقل من حالة التشبع.

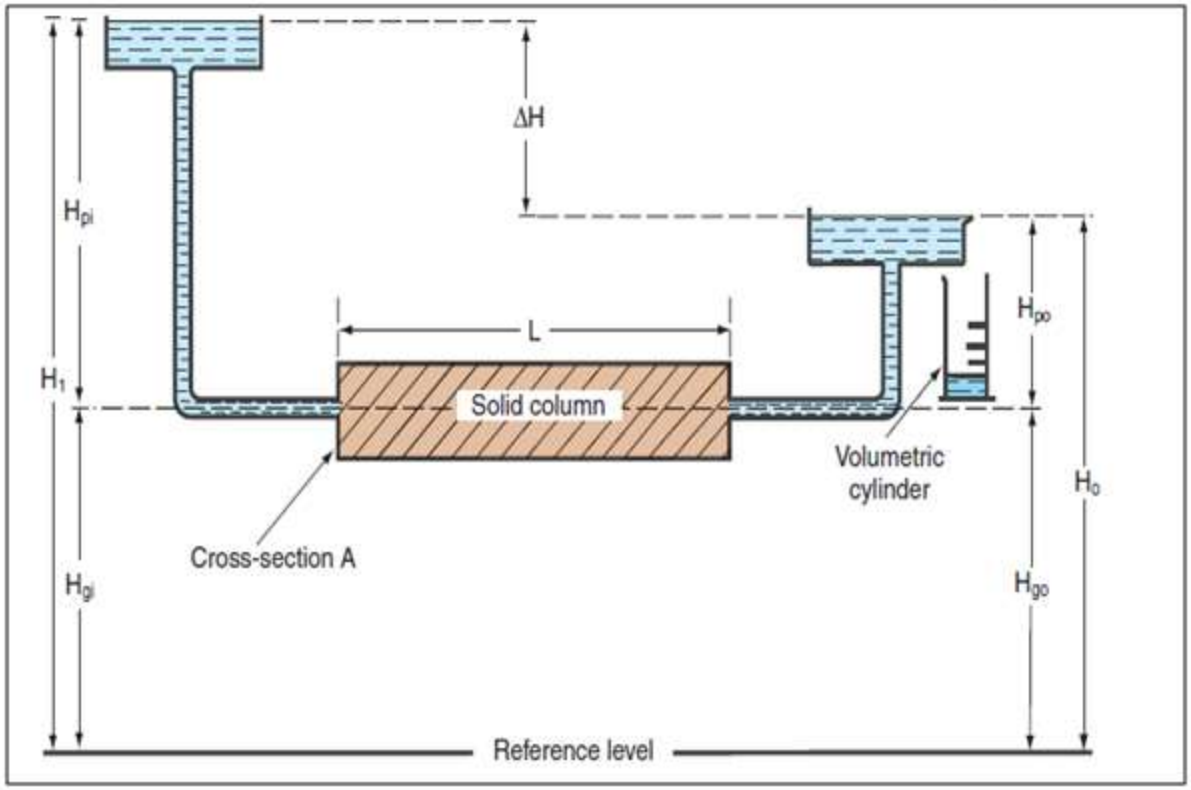
جدول(12) قيم معامل التوصيل الهيدروليكي(متر/ثانية) لبعض الترب عند مستويات رطوبة مختلفة

θ(%)	Sandy soil	Calcareous sandy soil	Sandy loam soil
10	1.2×10^{-3}	3.0×10^{-6}	9.1×10^{-8}
15	8.1×10^{-3}	1.2×10^{-4}	1.7×10^{-6}
20	1.7×10^{-1}	8.6×10^{-4}	9.3×10^{-6}
25	4.9×10^{-1}	3.9×10^{-3}	0.1×10^{-5}
30	8.8×10^{-1}	1.4×10^{-2}	1.3×10^{-4}

تقدير التوصيل الهيدروليكي:

Saturated hydraulic conductivity في الحالة المشبعة

<u>السريان الأفقي</u>



لتطبيق قانون دارسي يتم الأخذ في الإعتبار الإرتفاع الهيدروليكي عند المدخل وعند المخرج والإرتفاع الهيدروليكي هو مجموع كلا من ارتفاع الضغط pressure head (Hp_i) وارتفاع الجاذبية Gravitational head (Hg_i)

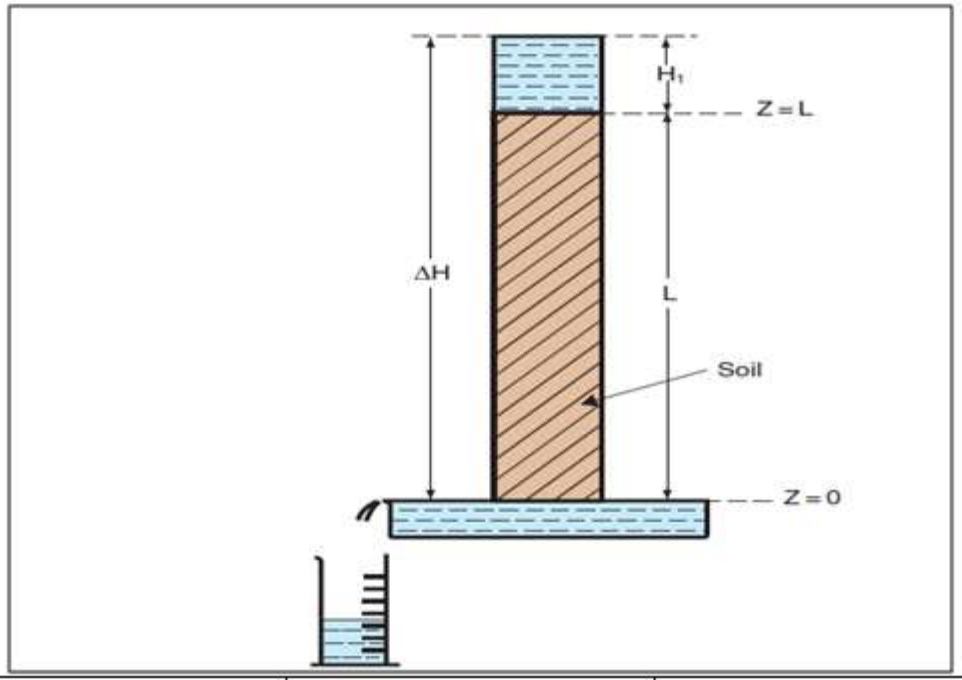
$$H_i=Hp_i+Hg_i \;\&\; H_o=Hp_o+ Hg_o$$

$$q = k\ \Delta H/L= k\ (Hp_i+Hg_i\ ) \ -(Hp_o+ Hg_o)/L$$

ولأنه يتم القياس عند مستوي ثابت من الجاذبية لذلك يمكن إهمال ارتفاع الجاذبية ويكون

$$q = k\ \Delta H/L= k\ (Hp_i\ -Hp_o)/L$$

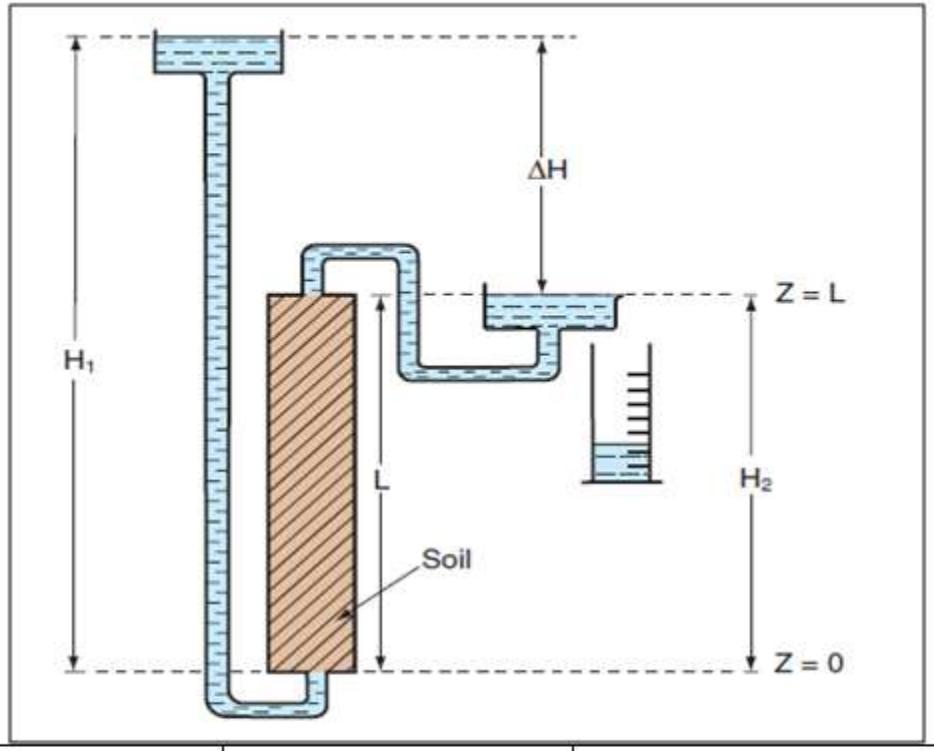
السريان الرأسي من أعلي لأسفل



Hg	Hp	
L	H1	Hi
Zero		Ho
H1+L		ΔH=Hi−Ho

$$q = k\,\Delta H/L = k\,(H1 + L)/L = (kH1/L) + k$$

السريان الرأسي من أسفل لأعلي



Hg	Hp	
Zero	H1	Hi
L	Zero	Ho
L−H1		ΔH=Hi−Ho

$$q = k\,\Delta H/L = k\,(H1 - L)/L = (kH1/L) - k$$