Lecture - 8

Drainage networks شبكات البزل

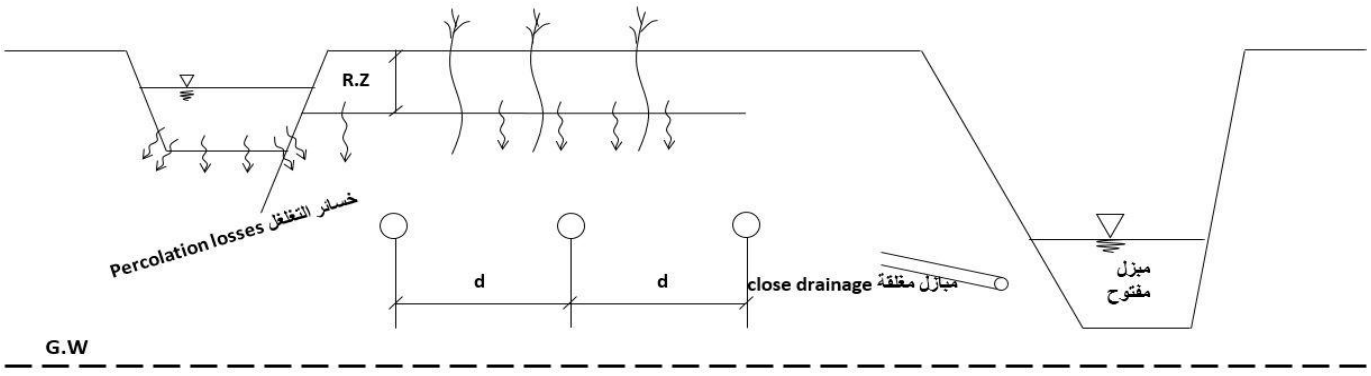
- **Drainage:** is the process of which the excess water removed from the soil.
  عملية إزالة الماء الفائض عن حاجة التربة
- **Reclamation:** is the adequate lowering of the water table.
- **Benefits of drainage in general:**
  1. Improves the soil structure. تحسين هيكل التربة
  2. Increase the productivity of soil. زيادة إنتاجية التربة
  3. Reclamation of saline and al kali soils. استصلاح الترب القوية والمالحة

Sources of excess water in the soil. مصادر الماء الزائد (الفائض) عن حاجة التربة

1. Seepage losses from reservoirs.
   الخسائر الناتجة عن النضخ (التسرب) في القنوات والخزانات
2. Deep percolation losses from irrigated lands.
   خسائر التغلغل العميق الناتجة عن مياه الارواء للأرض
3. Flooding of low lands due to overflow of rivers.
   فيضانات الأراضي المنخفضة نتيجة طفح الأنهار
4. Up word flow from an artesian aquifer. ارتفاع المياه من الابار الارتوازية

Field investigation الفحوصات الحقلية

1. Topography → topographic survey and area maps.
2. Soil → permeability, location. النفاذية للتربة والموقع للتربة
3. Water table → water table depth. عمق مستوى الماء
4. Water sources → quantity and quality. نوعية وكمية المياه الصالحة للتربة



Lecture - 8

Depth and spacing of drains

The position of the water table will depend upon the following factors:

1. The rain fall rate or the rate of irrigation water applied. معدل الامطار والارواء
2. Soil hydraulic conductivity. التوصيل (النفاذية)
3. Depth and spacing of drains. (ارتفاع منسوب الماء وعددها الجوفي)
4. The depth of the impermeable layer. عمق الطبقة الصماء (غير النفاذة)

- المبازل أما مفتوحة والتي تكون غالباً أما على شكل شبه منحرف ذي انحدار جانبي يتراوح ما بين (1:2⇒1:1) حسب الخواص الفيزيائية للتربة او مبازل مغطاة وهي المبازل التي تدفن تحت سطح التربة للمحافظة على منسوب المياه الجوفية والتخلص من الماء الزائد. وقد توجد المبازل المغطاة مع المبازل المفتوحة جنباً الى جنب في شبكات البزل المنفدة (كما في العراق). ويفضل البزل المفتوح في المناطق التي تكون فيها كميات المياه السطحية كبيرة وبصورة دائميه وكذلك في المناطق التي قد تتعرض فيها المبازل المغطاة للانسداد بفعل الترسبات الكيميائية وخاصة في المناطق ذات الترب العضوية. ان الكلفة الانشائية الأولية للمبازل المغطاة هي بحدود ثلاثة اضعاف كلفة المبازل المفتوحة. ومن المعروف ان تصريف المبازل لا يكون منتظما وان معرفته ذات أهمية لكونه يدخل ضمن المعادلات في حساب الأبعاد ما بين المبازل. وكلما زاد عمق المبازل ازدادت قدرة التربة على مسك الماء فوق المبزل مقارنة بالمبازل الضحلة، ونتيجة لذلك فان المبازل العميقة تعطي تصريفا بفترة أطول بين الريات في المناطق الجافة وشبه الجافة المروية، وان المبازل العميقة يكون تصريفها قليلاً.

نظم البزل *Drainage system*

أ- البزل السطحي. Surface drainage

ب- البزل تحت السطحي. Subsurface drainage

ويمكن تقسيم المبازل الى

أ- المبازل المفتوحة. Opened drainage

ب- المبازل المغلقة. Closed drainage

Lecture - 8

المبازل المفتوحة

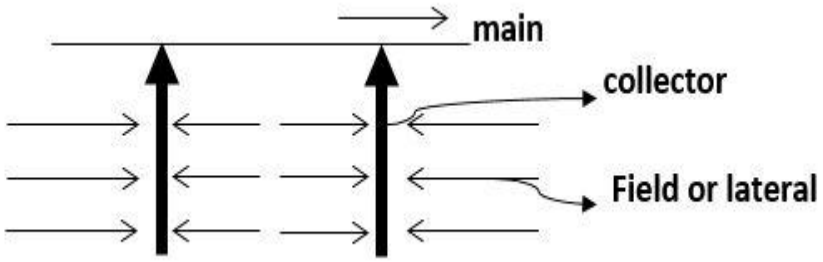
اشكالها / مربع ، مستطيل ، شبه منحرف ، ، ،

وتتميز هذه المبازل بـــــ

1. كبير السعة.
2. تجمع مياه R-o.
3. في حالة زيادة العمق تخفض W-T.

In any system of drains one may distinguish between:

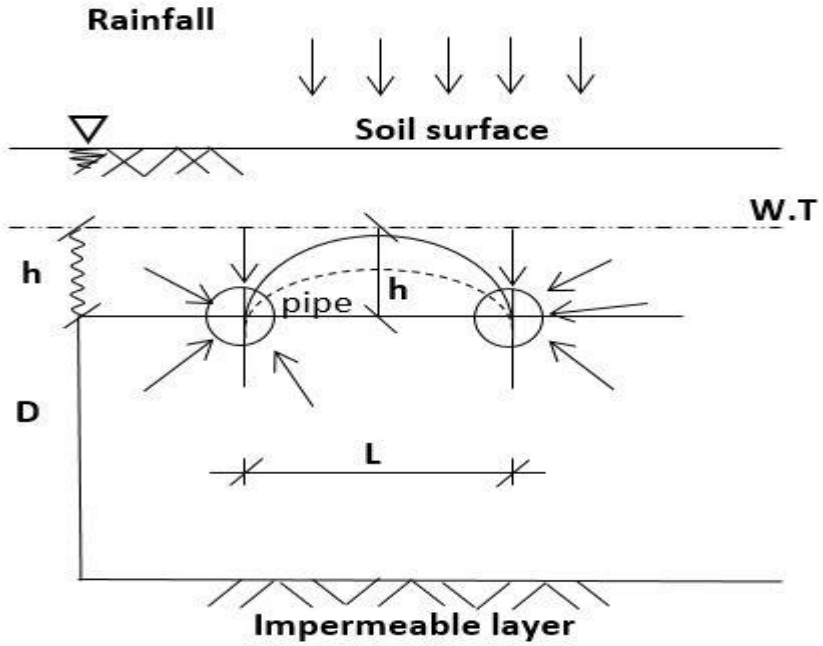
- Field drains or field laterals, usually parallel drains whose function is to control the ground water depth.
- Collector drains, whose function is to collect water from the field drains and to transport it to the main drains.
- Main drains, whose function is to transport the water from out of the area.



The factors which influence the height of the water table are:

- Precipitation and other sources of the recharge.
- Evaporation and other sources of the discharge.
- Soil properties.
- Depth and spacing of the drains.
- Cross-sectional area of the drains.
- Water level in the drains.

Lecture - 8



Steady state drainage equation

There are two simplified assumptions:

1. Two-dimensional flow. جريان ثنائي الابعاد
2. Uniform distribution recharge. معدل تغذية الماء الجوفي ثابتة مع الزمن

Lecture - 8

Hooghoudt's Equation For The Water Table In Equilibrium With Rainfall Or Irrigation Water

$$L^2 = \frac{4kh^2}{q} + \frac{8khd}{q} \qquad (based\ on\ Darcy's\ low)$$

From above drain level

كمية الجريان باتجاه المبزل من المنطقة التي تقع فوق المبزل

From below drain level

كمية الجريان باتجاه المبزل من المنطقة المحصورة بين المبزل والطبقة الصماء

Where:

q = discharge per unit length of drain (the recharge) (m/d معامل البزل (كمية التغذية

K = hydraulic conductivity (m/d).

L = drain spacing (m).

D = depth of the impermeable layer. (m) عمق الطبقة الصماء عن المبزل

h = hydraulic head between two drains. (m) ارتفاع الماء الجوفي عن المبزل عند منتصف المسافة بين المبزلين

$$q = \frac{deep\ percolation\ losses\ \text{خسائر التغلغل}\ (m)}{time\ intervale\ between\ two\ irrigation\ \text{الزمن بين سقيتين}}$$

اشكال معادلة *Hooghoudt's* تحت حالات مختلفة

A. For shallow aquifer.

$$L^2 = \frac{4kh^2}{q} + \frac{8khD}{q}$$

- التربة متجانسة ويقع المبزل فوق الطبقة الصماء بمسافة معينة (الطبقة الصماء قريبة من سطح التربة) (العمق تقريبا اقل من $3m$)

B. For deep aquifer

$$L^2 = \frac{4kh^2}{q} + \frac{8khd}{q}$$

- التربة متجانسة والطبقة الصماء على بعد كبير عن المبزل تعدل قيمة D الى ما يعادلها وهنالك مرتسمات او جداول خاصة لاستخراج العمق المكافئ للطبقة الصماء وفضلا عن المرتسمات والجداول الخاصة بتحديد العمق المكافئ (الفعال) للطبقة الصماء يمكن استخراجها بالمعادلة التالية

$$d = \frac{D}{\left[\left(\frac{8D}{\pi L}\right) 1n\left(\frac{D}{u}\right)\right] + 1}$$

Where

d = equivalent depth of the impermeable layer (m). العمق المكافئ للطبقة الصماء عن المبزل

u = wetted circumference = half of drain circumference.

نصف محيط الانبوب

$u = r°\pi$

$r°$ = drain radius (m). نصف قطر أنبوب المبزل

C. For layered aquifer التربة متجانسة ويقع المبزل فوق الطبقة الصماء بمسافة معينة

$$L^2 = \frac{4k_1h^2}{q} + \frac{8k_2dh}{q}$$

k_1 = *النفاذية للطبقات المشبعة بالماء فوق المبزل*

k_2 = النفاذية للطبقات الفاصلة بين المبزل والطبقة الصماء

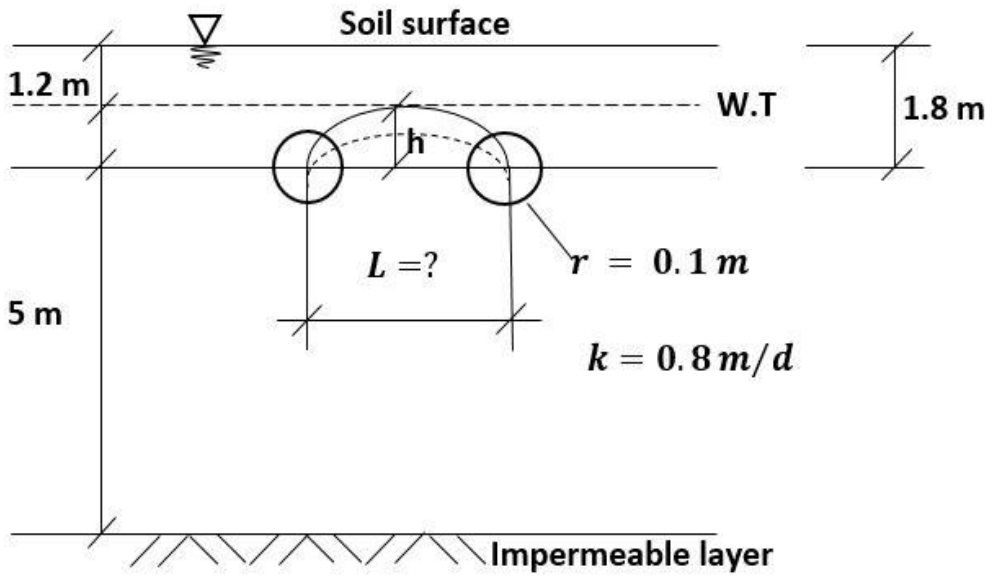
D. The drain at the impermeable layer. يقع المبزل فوق الطبقة الصماء مباشرة

$$L^2 = \frac{4kh^2}{q}$$

Lecture - 8

Exercise:

For the derange of an irrigated area a drain pipe of radius of (0.1 m) was used at depth of (1.8 m) below soil surface the impermeable layer was found at depth of (6.8 m) below surface of soil. The hydraulic conductivity was (0.8 m/d), irrigation was applied once every twenty days. The irrigation losses which recharge the ground water table is (40 mm) from each irrigation. What drain spacing must be applied when the average water table is (1.2 m) below soil surface.



Solution:

$D = 6.8 - 1.8 = 5\ m$

$h = 1.8 - 1.2 = 0.6\ m$

$q = \dfrac{40 \times 10^{-3}}{20\ day} 0.002\ m/d$

الطبقة الصماء عميقة لذا يستعمل

$L^2 = \dfrac{4kh^2}{q} + \dfrac{8kdh}{q}$

$L^2 = \dfrac{4(0.8)(0.6)^2}{0.002} + \dfrac{8(0.8)(0.6)d}{0.002}$

$L^2 = 576 + 1920\ d$ ... ... ①

طريقة الحل

اما باستعمال الجداول او *trail & error*

$assume\ L = 80\ m \qquad for \quad r = 0.1\ m$

$d = 3.55\ m \quad (table)$

check

$use\ L = 85\ m \qquad \therefore d = 3.61\ m$

$(85)^2 \cong 576 + 1920(3.61) \qquad O.K.$

$\therefore L = 85\ m$

طريقة أخرى

Or

$$d = \frac{D}{\left[\left(\frac{8D}{\pi L}\right) ln\left(\frac{D}{u}\right)\right] + 1}$$

$u = r^{\circ}\pi$

$= 0.1\pi$

$= 0.314$

$$d = \frac{5}{\left[\left(\frac{40}{\pi L}\right) ln\left(\frac{5}{0.314}\right)\right] + 1} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots ②$$

وبحل المعادلتين ① و② ذاتا المجهولين L,d نجد

$$L = 85\ m \qquad d = 3.61\ m$$

- لا يفضل تقليل المسافة بين المبازل لان هذا غير اقتصادي.
- المسافة L من مضاعفات الرقم (5).

Lecture - 8

Van Beers Approach

$$L_o^2 = \frac{4kh^2}{q} + \frac{8kDh}{q} \quad (Hooghoudt\ Eq.)$$

$$L_o^2 = \frac{4kh^2}{q} + \frac{8kdh}{q} \quad (Van\ Beers\ approach)$$

عندما يكون *Equifir* ضحل او *W.T (G W)* عميق.

ويمكن الاستغناء عن المعادلات باستخدام بعض المرتسمات

$$L = L_o - C$$

$$C = D\ 1n\left(\frac{D}{u}\right)$$

Where:

L = actual drain spacing (m).

L_o = approximately drain spacing (m).

C = correction factor. *معامل التصحيح*

Exercise

Given h = 0.6 m , D = 5 m , k = 0.8 m/d , q = 0.002 m/d , r^o = 0.1 m

Solution

$$L_o^2 = \frac{4 \times 0.8 \times (0.6)^2}{0.002} + \frac{8 \times 0.8 \times 5 \times 0.6}{0.002}$$

$$L_o^2 = 576 + 9600 = 10176$$

$$L_o = 100.876 \simeq 100\ m$$

$$u = r^{\circ}\pi$$

$$= 0.1\pi$$

$$= 0.314\ m$$

$C = 5\ 1n\left(\frac{5}{0.314}\right) = 13.836\ m$

$\therefore L = 100 - 13.836 = 86.164\ m$

$use\ L = 85\ m$

Principle of the Kirkham equation.

$h = \frac{qL}{k} F_k$ (1958) ... ... ① $(steady\ state\ flow)$

and

$$F_k = \frac{1}{\pi}\left[|n\ \frac{L}{\pi ro} + \sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}\left(\cos\frac{2n\pi ro}{L} - \cos n\pi\right)\left(\coth\frac{2n\pi D}{L} - 1\right)\right]$$

Value of F_K are given in the table below.

L/D	(the flow above the drain is ignored)
$\frac{D}{2ro}$	

In the solution represented by eq. ① the flow is in the upper region has been neglected in the later paper Kirkham (1960) reported region [the flow in the layer above the drain level] the general equation for a two-layer problem is

$h = \frac{qL}{k_b}\ \frac{1}{1 - q/k_a} F_k$

k_a= soil permeability for the above drain level. نفاذية التربة اعلى المبازل

k_b= = soil permeability for the below drain level. نفاذية التربة أسفل المبازل

إذا التربة نوع واحد $k_a = k_b = k$

Lecture - 8

Exercise

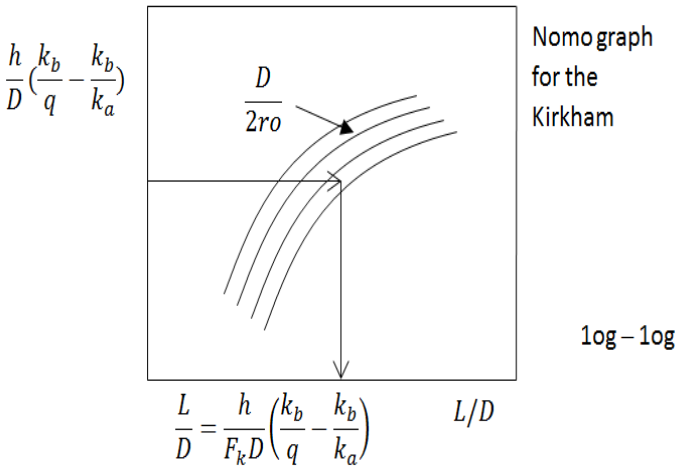
$k_a = k_b = 0.8/day$

$r_o = 0.1\ m$

$h = 0.6\ m$

$q = 0.002\ m/day$

$k_a = k_b = k$



, if the vertical flow is assumed in this region

$\frac{k_a}{k_b} = 1$

Solution

$\frac{h}{D}\left(\frac{k}{q} - 1\right) = \frac{0.6}{5}\left(\frac{0.8}{0.002} - 1\right) = 48$ بدون وحدات

$\frac{D}{2ro} = \frac{5}{2(0.1)} = 25$

$\therefore \frac{L}{D} = 17 \Rightarrow L = 17(5) = 85\ m$

Principles and applications of Dagan equation

The Dagan equation, is a form similar to the Hooghoudt and Kirkham equations:-

$h = \frac{qL}{k} F_D$

Where

$F_D = \frac{1}{4}\left(\frac{l}{2D} - \beta\right)$

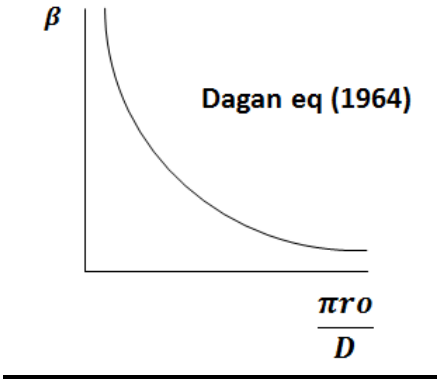
Where

$\beta = \frac{2}{\pi}\ |n\ \left(2\cosh\frac{\pi ro}{D} - 2\right)$

Lecture - 8

In the fig below the term β has been represented as a function of $\frac{\pi ro}{D}$

- Note: that β -values are negative.



Exercise

The same example before

Solution

$$\frac{\pi ro}{D} = 3.14 \times \frac{0.1}{5} = 0.06 \Longrightarrow \beta = -2.1$$

$$F_D = \frac{1}{4}\left(\frac{l}{2D} - B\right) = \frac{1}{4}\left(\frac{L}{2D} + 2.1\right)$$

$$h = \frac{qL}{k} F_D = \frac{qL}{4k}\left(\frac{L}{2D} + 2.1\right)$$

$$0.6 = \frac{0.002L}{0.8 \times 4} \times 4\left(\frac{L}{2 \times 5} \times 5 + 2.1\right)$$

$$L^2 + 21L - 9600 = 0$$

$$L = \frac{-21 \mp \sqrt{(21)^2 + 4 \times 9600}}{2} \Longrightarrow \qquad L = 88\ m$$