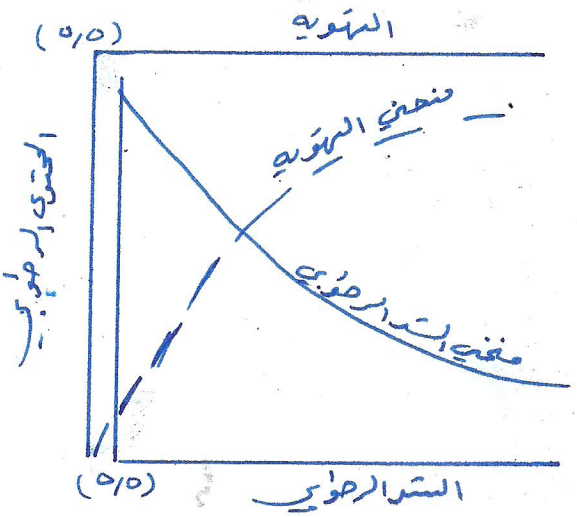
Drainage : مفهوم البزل

ان بزل الاراضي الزراعيه هو الازالة الطبيعية او الاصطناعيه للماء الزائد سواء كان موجود ام تحت سطح التربه . وتعبير الماء الزائد يقصد به هنا عندما تكون كميته ذات تأثير سلبي على انتاج المحاصيل من خلال تأثيره على محتوى التربه الذي تشغله المجموعه الجذريه للنبات . اذن الهدف الرئيسي من البزل هو توفير الظروف الملائمه لنمو جذور النباتات والكائنات الدقيقة من تهويه ورطوبه لضمان عدم انهيار القدره الانتاجيه للتربه . تنشأ المبازل لاغراض شتى اهدفها الاساسي هو عمل توازن بين المحتوى الرطوبي والمحتوى الهوائي في التربه وذلك لان زيادة احدهما يكون على حساب الآخر في حجم التربه . حيث يبين الشكل العلاقة بين الماء والهواء في التربه فكلما زادت نسبه الرطوبة قلت تهويتها ولكن عند زيادة الرطوبه الى حد معين (نقطه تقاطع بين منحني التهويه ومنحني الرطوبه) يبدأ التأثير السلبي للماء لانه يكون على حساب كمية الهواء الضروري لنمو النبات . بعض الدراسات تشير الى ان الحيز الهوائي يجب ان لا يقل عن ١٥٪ من الحجم الكلي للتربه .



Type of Drainage system : أنواع المبازل

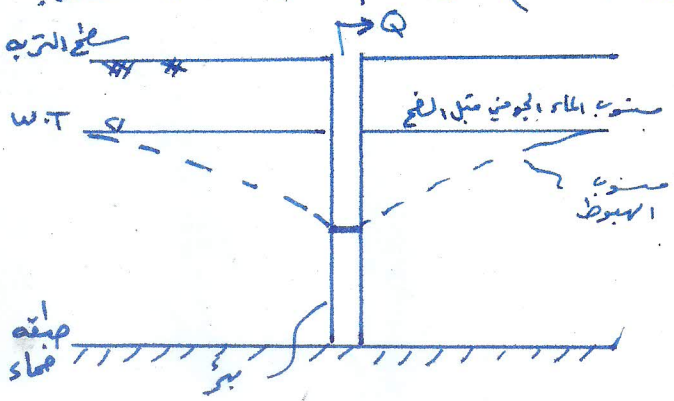
تصنف شبكات البزل بصوره عامه الى نوعين رئيسيين هما :

١- شبكات البزل العموديه Vertical Drainage Systems

٢- شبكات البزل الافقيه Horizontal Drainage systems

① شبكات البزل العموديه Vertical Drainage Systems

ويطلق عليه بالبزل بواسطه الآبار (Well Drainage) حيث تتم السيطرة على منسوب الماء الجوفي بحفر آبار كما موضح بالشكل .



مميزاته

① تكاليف اصلاحه اقل من البزل الافقي ② تكاليف المشروع قليلة جدا في حاله كون المياه الزائدة ذات نوعيه جيده يمكن استخدامها للري . ③ تخفيض منسوب الماء الجوفي الى عمق اكثر مما في حاله البزل الافقي ④ تكاليف الضخ تكون منخفضة .

سلبيات :

١- البزل العمودي يكون مقاسات او ناجحاً في حالة كون الطبقه الحامله للمياه ذات قدرة عاليه على نقل المياه (Transmissibility) .

٢- البزل العمودي اكثر تعقيداً من الناحيه الهندسيه .

٣- غير اقتصادي للمساحات الصغيره

٤- لا يمكن التخلص من المياه السطحيه الزائدة .

وهناك نوعان من شبكات البزل العموديه

١- الآبار التي تتطلب استخدام مضخات (Pumping Wells)

وهي الآبار التي تتطلب استخدام مضخات لتصريف المياه المتجمعه فيها نتيجه تركيبات الصخور الجيولوجية التي لا تسمح لتصريف المياه من خلالها . هذا النوع هو الشائع استخدامه.

٢- الآبار التي لا تتطلب استخدام مضخات (Down ward Wells)

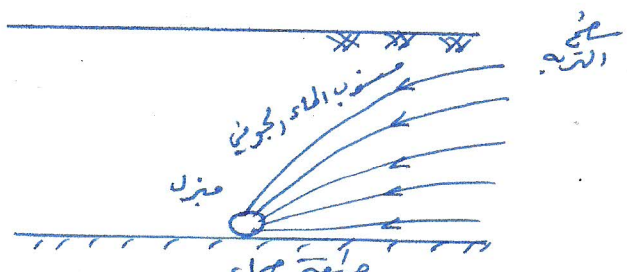
هي الآبار التي لا تتطلب مضخات لتصريف الماء المتجمع فيها نتيجه لتشققات موجوده في الصخور

② شبكات البزل الافقيه Horizontal Drainage systems

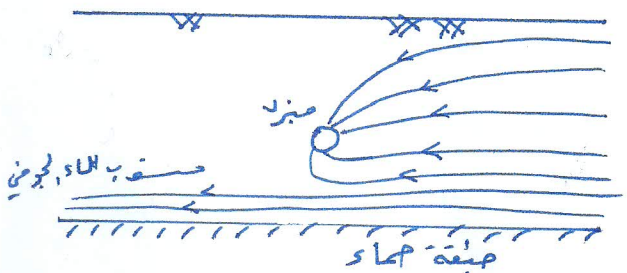
وهي الأكثر استخداماً في التخلص من المياه الزائده وتقسم الى نوعين تبعاً للغرض من تنفيذ الشبكه وهي :

١- البازل القاطعة Interception Drains

عند التأكد بأن حركة المياه هي من مصدر معلوم جانبي كأن يكون بحيره او قناة ري او نهر تفضل استخدام البازل القاطعه لقطع المياه وايقاف حركتها الجانبيه . اي ان البزل ينفذ بشكل عمودي على اتجاه حركة المياه . وتكون البازل القاطعه مفيدة في حاله كون الطبقة الحامله للمياه محاطه من الاسفل بطبقة غير نفاذة او شبه نفاذة للمياه بحيث يتراوح عمقها بين ٤-٥م عند موقع البزل المراد تنفيذه . حيث يكون البزل اما عند هذه الطبقة او بالقرب منها كما في الشكل.



أ- البزل القاطع يقع على الطبقة الصماء



ب- البزل القاطع يقع على مسافة من الطبقة الصماء

٢- البازل المخففة Relief Drains

تنفذ هذه الشبكه على اعماق مختلفة تحت سطح التربه بهدف التخلص من المياه الزائده في المنطقة الجذريه حيث يتحرك الماء الجوفي من التربه باتجاه البزل لوجود فرق حركه هي اختلاف الجهد الكلي للماء بين ما هو موجود في التربه وما هو موجود في البزل حيث يمكن تنفيذ هذه الطريقة في الترب ذات الايصاليه المائيه المعتدلة او العاليه تحت المنطقة الجذريه

تقسم المبازل المخفية الى ثلاث اقسام تبعاً لطبيعة عملها

أ- المبازل الرئيسية Main Drains : عادة من النوع المفتوح حيث يجب ان تكون ذات سعة كافية لنقل اكبر كمية من المياه الزائدة . غرضها نقل المياه الزائدة من شبكة البزل الى خارج المنطقة وعندما تصل الى قطاع منخفض مسوب الماء الجوفي .

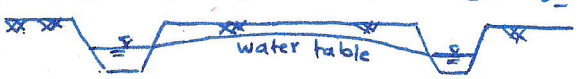
ب- المبازل المجمعة Collecter Drains : غرضها تجميع المياه الزائدة والمبزولة من قبل المبازل الحقلية ونقلها الى المبزل الرئيسي وتكون اما مفتوحة او مغطاة وعندما تصل الى قطاع منخفض مسوب الماء الجوفي .

ج- المبازل الحقلية Field (Lateral) Drains : الغرض الرئيسي هو خفض مسوب الماء الجوفي الى عمق مناسب وكي مؤثر على نمو النبات وتكون اما مغطاة او مفتوحة ونوع المغطاة هو الشائع الاستخدام .

تقسم المبازل الافقية من حيث طبيعة عملها الى نوعين ايضاً

١- المبازل المفتوحة (السطحية) : Open Drains or Surface Drains

تكاد تكون على شكل سطح مائل ذي انحدار جانبي بين (١:١ - ١:٢) وذلك تبعاً لخواص التربة . تفضل المبزل المفتوح في المناطق التي تكون فيها كميات المياه السطحية كبيرة وبصورة دائمية .



مبزل مفتوح

سلبياتها :

١- تحتاج الى صيانة دائمية حيث يجب المحافظة على كفاءة وسعته التصميمية .

٢- تعوق حركة الآلات الزراعية ٣- ضياعات مساحة الارض تصل ٥ - ١٠٪ .

٢- المبازل المغطاة (المبازل تحت السطحية) (Covered Drains or Sub-Surface Drains)

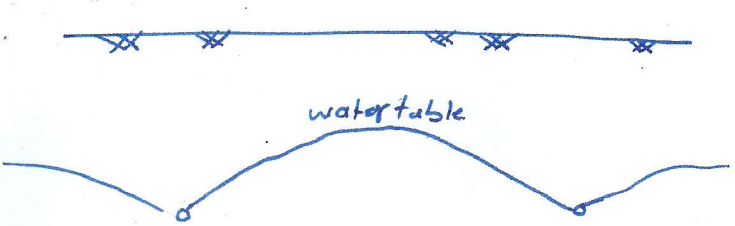
معظم انظمة البزل المنفذة في المناطق الاروائية تستخدم المبازل المغطاة سواء أكانت مبازل مجمعة او حقلية مميزاتها : ١- تنفذ بعمق وعمق لتعارض الكتلة الحديثة في تنفيذ شبكة البزل المغطى ٢- قلة الصيانة ٣- عدم اعاقة العمليات الزراعية ٤- عدم وجود ضياعات في الحقل

سلبياتها :

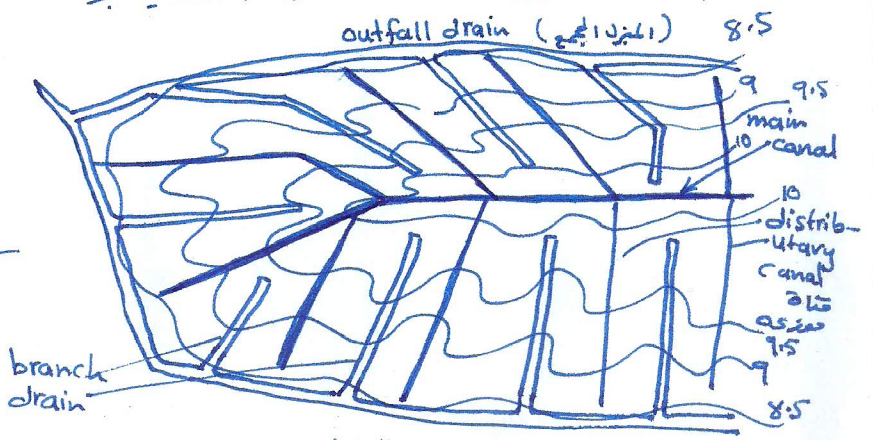
١- الكلفة المبدئية تكون عالية مقارنة بالمبازل المفتوحة ذات الكلف الواطئة .

٢- صعوبة معرفة مدى عمل النظام وتشخيص الخلل

٣- ان امكان التخلص من المياه السطحية بواسطة هذا النظام محدود .



مبزل مغلق



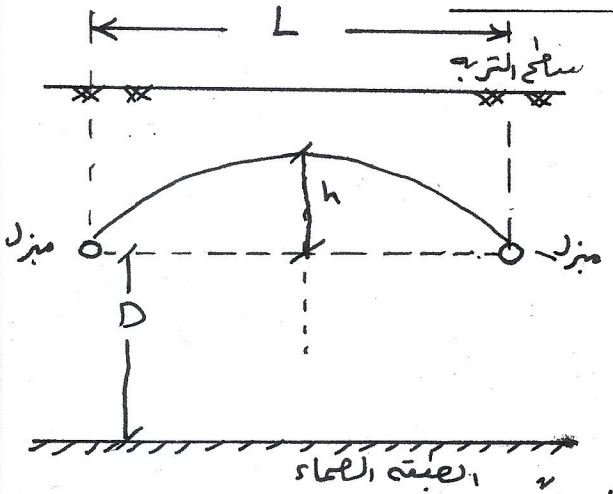
تخطيط المغذيات و المبازل

المبازل المغطاة (Covered Drains or Subsurface drains)

فيما سبق تم التطرق الى المبازل المفتوحة وطريقة تصميمها والآن سيتم التطرق الى المبازل المغطاة التي تدفن تحت سطح التربة للمحافظة على منسوب الماء الجوفي لمستوى معين والتخلص من المياه الزائدة وقد توجد المبازل المغطاة جنباً الى جنب مع المبازل المفتوحة وهذا النظام المختلط هو السائد في العراق.

ان الكلفة التخمينية للمبازل المغطاة هي ١٢ اضعاف كلفة المبازل المفتوحة ولكن المبازل المجمعة المغطاة تكون اكثر اقتصادياً على المدى البعيد مقارنة بالمبازل المفتوحة.

جيومترية الجريان باتجاه المبزل (Flow patterns)

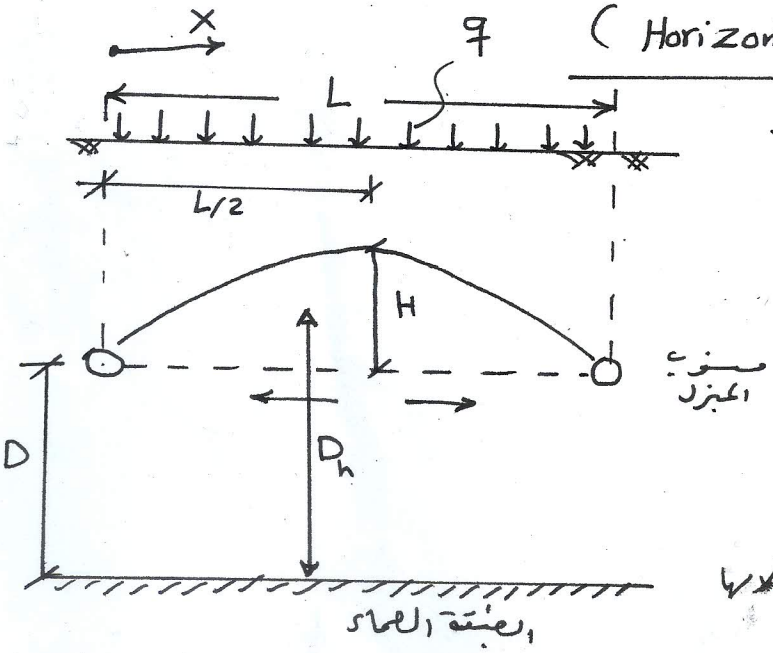


يتحرك الماء الى التربة غير المشبعة بشكل عمودي وبعد وصول الماء الى المنطقة المشبعة بالماء الجوفي يبدأ بالتحرك الجانبي اي باتجاه افقي نحو المبزل وعندما تصل جزيئات الماء الى المبزل تتحرك كلها بشكل تعاقبي.

تحدد مناطق الجريان بعتمد على المسافة بين المبازل (L)، عمق الطبقة الصماء (D)، ارتفاع منسوب الماء الجوفي عن المبزل (h). عندما تكون المسافة بين المبازل كبيرة نسبياً مقارنة بقيم D، h يكون الجريان الافقي هو السائد.

بعض المعادلات المشتقة لحساب الابعاد بين المبازل تعتبر الجريان افقياً مثل معادلة هوكهوودت (Hooghoudts) على اعتبار ان المقنن هي الجهة نتيجة لحركة الماء عمودياً او شعاعياً قليل بحيث يمكن اهماله. لذا سوف يتم التطرق فقط الى الجريان الافقي.

الجريان الافقي (Horizontal flow)



يمكن حساب المقنن في الجهة نتيجة لحركة الماء افقياً من خلال معرفة كمية المياه المتحركة باتجاه المبزل خلال وحدة عرض باستخدام قانون دارسي وفرضيات ديبوبت فورشايمر

$$V = Ki$$

$$\text{where } i = \frac{dh}{dL}$$

h : فرق الشحنة بين نقطتين يحدث الجريان خلالها

L : المسافة بين النقطتين

$$Q_x = V \cdot A$$

$$= K \cdot \frac{dh}{dx} \cdot D_h$$

وحسب ان كمية المياه Q_x المنزوله مساوية لما ينزل الى الاسفل خلال وحدة عرض على المسافه المحدده

$$Q_x = q\left(\frac{L}{2} - x\right)$$

حيث طور العالم صوكهوودت ١٩٤٠ معادله لحساب الابعاد بين المبازل تحت ظروف الجريان المستقر والذي يفترض التغذيه (Recharge) (q) تساوي التصريف للمبزل السواحه وتكون ثابته مع الزمن . اما الفرضيه الثانيه للجريان المستقر تعني ان ارتفاع الماء الجوفي في موقع معين من مستوى الماء في المبزل يكون ثابت مع الزمن

$$\therefore \quad q\left(\frac{L}{2} - x\right) = K \frac{dh}{dx} D_h$$

$$\int_0^{L/2} q\left(\frac{L}{2} - x\right) dx = K \int_0^{H} (H + D)\, dh \qquad (\text{حيث } H + D = D_h)$$

$$K\left[\frac{h^2}{2} + Dh\right]_0^{H} = q\left[\frac{L}{2}x - \frac{x^2}{2}\right]_0^{L/2}$$

$$K\left(\frac{H^2}{2} + DH\right) = q\left(\frac{L^2}{4} - \frac{L^2}{8}\right)$$

$$\frac{KH}{2}(H + 2D) = qL^2\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{8}\right)$$

$$L^2 = \frac{8KH}{2q}(H + 2D)$$

$$= \frac{4KH}{q}(H + 2D) \Rightarrow \boxed{L^2 = \frac{4KH^2}{q} + \frac{8KHD}{q}} \quad \text{---} ①$$

Hooghoudts eq حساب المسافه بين المبازل

حيث :

L : المسافه بين مبزلين (m)

K : الايصاليه المائيه (m/day)

H : ارتفاع الماء الجوفي عن المبزل عند منتصف المسافه بين المبزلين (m)

q : معامل المبزل (m/day)

D : عمق الطبقة الصماء عن المبزل (m)

ان الجزء الاول من الطرف الايمن من معادله صوكهوودت تمثل كمية الجريان باتجاه المبزل من المنطقة التي تقع فوق المبزل من حين ان الجزء الثاني في المعادلة تمثل كمية الجريان باتجاه المبزل من المنطقة المحصورة بين المبزل والطبقة الصماء فاستنادا الى ذلك تأخذ معادله صوكهوودت الاشكال الآتيه :-

التربه متجانسة (اي الايصاليه المائيه ثابتة في كل نقطة من التربه) ويقع المبزل فوق الطبقة الصماء مباشرة

$$L^2 = \frac{4KH^2}{q} + \frac{8KHD}{q} \quad \text{(1A)}$$

المبزل يقع فوق الطبقة الصماء مباشرة

$$L^2 = \frac{4KH^2}{q} \quad \text{(1B)}$$

التربه غير متجانسة ويقع المبزل فوق الطبقة الصماء مباشرة

K_1 تمثل الايصاليه المائيه للطبقات المشبعة بالماء فوق المبزل و K_2 تمثل الايصاليه المائيه للطبقات الفاصله بين المبزل والطبقة الصماء .

$$L^2 = \frac{4K_1H^2}{q} + \frac{8K_2HD}{q} \quad \text{(1C)}$$

وتعدل فيه D الى ما يعادلها في حاله كون الطبقة الصماء على عمق كبير من المبزل ويمكن استخراج العمق المكافئ (الفعال) للطبقة الصماء من المعادلات الآتيه :

$$\frac{D}{D_e} = 1 + \frac{D}{L}\left(\frac{8}{\pi}\ln\frac{D}{r} - 3.4\right) \quad \text{(2)} \quad \text{for } 0 < \frac{D}{L} \leq 0.3$$

$$\frac{L}{D_e} = \frac{8}{\pi}\left(\ln\frac{L}{r} - 1.15\right) \quad \text{(3)} \quad \text{for } \frac{D}{L} > 0.3$$

حيث ان

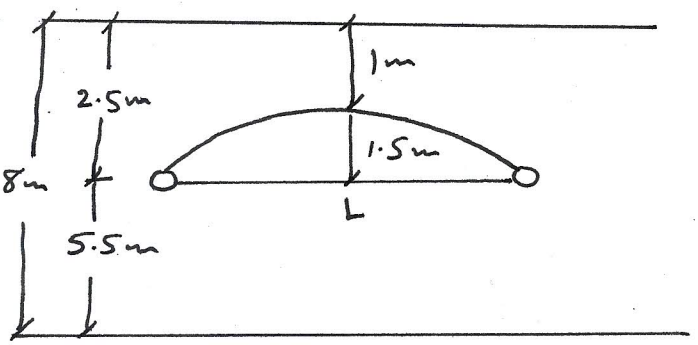
D_e : العمق المكافئ للطبقة الصماء عن المبزل (m)

D : عمق الطبقة الصماء عن المبزل (m)

r : نصف قطر انبوب المبزل (m)

L : المسافه بين المبزلين

Ex: Find the distance between two drains shown below: take $q = 1.6 \times 10^{-6}$ m/day , $K = 5 * 10^{-5}$ m/day



sol/ بتطبيق معادله صرخهودت لايجاد L

$$L^2 = \frac{4KH}{q}(H + 2D)$$

او تستخدم المعادلة

$$L^2 = \frac{4KH^2}{q} + \frac{8KHD}{q}$$

$$L^2 = \frac{4 \times 5 \times 10^{-5} \times 1.5}{1.6 \times 10^{-6}}(1.5 + 2(5.5))$$

$$L^2 = 2344 \Rightarrow L = 48\text{m}$$

$$\frac{D}{L} = \frac{5.5}{48} = 0.115$$

من معادله ③ نستخرج العمق المكافئ

$$\frac{D}{De} = 1 + \frac{D}{L}\left(\frac{8}{\pi}\ln\frac{D}{r} - 3.4\right)$$

على افتراض ان قطر انبوب البزل يساوي 0.3m

$$\frac{D}{De} = 1 + \frac{5.5}{48}\left(\frac{8}{\pi}\ln\frac{5.5}{0.15} - 3.4\right) = 1.66$$

يجب ان تكون قيمة $\frac{D}{De}$ تقريباً واحد لذا قيمة 1.66 غير مقبوله وعليه نفرض قيمة للـ D اقل من 5.5 ونستخرج قيمة L باستخدام معادله هوكهيمر

لنفرض $D = 3m$

$$L^2 = \frac{4 \times 5 \times 10^{-5} \times 1.5}{1.6 \times 10^{-6}}\left(1.5 + 2(3)\right) = 1369$$

$\therefore L = 37m$

وبتطبيق معادله ③

$$\frac{D}{De} = 1 + \frac{3}{37}\left(\frac{8}{\pi}\ln\frac{3}{0.15} 3.4\right) = 1.07$$ ← تعتبر مقبولة

لذا يتم اعتماد $D = 3m$ كعمق مكافئ للطبقة الحاوي وعليه تكون $L = 37m$

اشتهر المثال

اما اذا كانت قيمة $\frac{D}{L}$ اكثر من 0.3 فنفترض قيمة للمسافة بين المبازل ونستخرج De من معادله ③ ونستخدمها في معادله هوكهيمر . فاذا كانت المسافة المستخرجة من معادله هوكهيمر تقاربه المسافه المفترضه فتكون قيمة De هي العمق المكافئ للطبقة الحاوي . اما اذا كانت القيم للمسافه المحسوبه والمفترضه متباعدة نقوم بأفتراض قيمه اخرى للمسافه ونستخرج De وهكذا حتى نحصل على قيم متقاربة للمسافه المفترضه والمحسوبه .

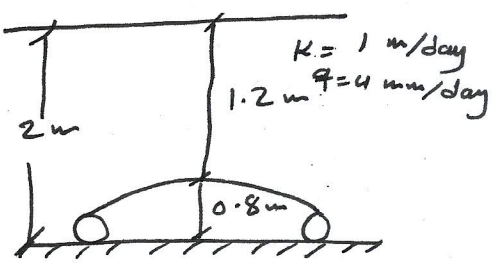
Ex: If you know the recharge $q = 4mm/day$, $K = 1 m/day$ find the distance between the drains for the cases:

① The drains above the impermeable layer (الطبقة الحاوي)

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

$$= \frac{4 \times 1 * 0.8^2}{0.004} = 640$$

$\therefore L = 25m$



تكملة محاضرة المبازل الخطاة

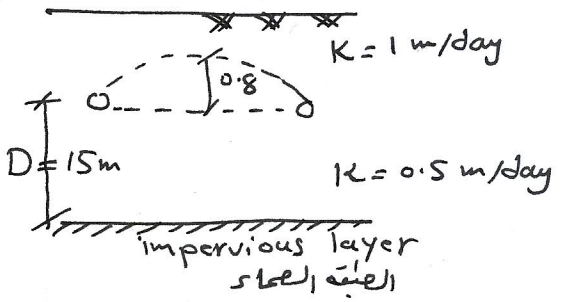
تابع المثال من صفحة من محاضرة المبازل المغطاة

② The drains are above the impervious layer with a distance D = 15 m and the soil is anisotropic (غير متجانسة), the first layer has K = 1 m/day and the second layer has K = 0.5 m/day

$$L^2 = \frac{4KH^2}{q} + \frac{8KHD}{q}$$

$$= \frac{4*1*0.8^2}{0.004} + \frac{8*0.5*0.8*15}{0.004}$$

$$L^2 = 12640 \Rightarrow L = 112.4 \text{ m}$$



نختبر مدى صلاحية المسافة بين المبازل (L) المحسوبة من خلال العلاقة الآتية:

$$\frac{D}{De} = 1 + \frac{D}{L}\left(\frac{8}{\pi}\ln\frac{D}{r} - 3.4\right) \quad \text{where } \frac{D}{L} = 0.133 < 0.3$$

ملاحظة: دائماً قطر أنبوب البزل = 0.3m

$$\frac{D}{De} = 1 + \frac{15}{112.4}\left(\frac{8}{\pi}\ln\frac{15}{0.15} - 3.4\right)$$

$$\frac{D}{De} = 2.11 \leftarrow$$ القيمة أكبر بكثير من 1 إذن لابد من فرض قيمة لـ D أقل من 15m لكونها تؤثر بشكل مباشر على حساب المسافة بين المبازل (L)

let D = 4m

$L = 61.9$

$\frac{D}{De} = 1.32 \leftarrow$ لازالت القيمة أكبر من 1

∴ نفرض قيمة لـ D أقل من 4m

let D = 3m

$L = 55 \text{ m}$

$\frac{D}{De} = 1.23$

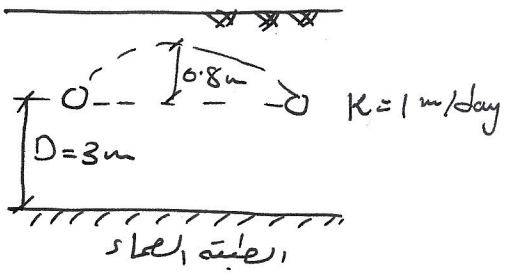
let D = 1.5m

$L = 42.89 \approx 43 \text{ m}$

$\frac{D}{De} = 1.08 \leftarrow$ القيمة قريبة جداً من 1 لذا نتوقف عند هذه المرحلة

∴ قيمة $D_e = 1.5\text{m}$ والمسافة بين المبازل $L = 43\text{m}$

③ The drains are above the impervious layer (الطبقة الصماء) with a distance D = 3m and the soil is isotropic متجانسة with K = 1 m/day.



$$L^2 = \frac{4*1*0.8^2}{0.004} + \frac{8*1*0.8*3}{0.004}$$

$$L = 73.7\ m$$

$$\frac{D}{L} = 0.04 < 0.3$$

$$\frac{D}{De} = 1 + \frac{3}{73.3}\left(\frac{8}{11}\ln\left(\frac{3}{0.15}\right) - 3.4\right)$$

$$= 1.17$$

let D = 2.5 m

L = 68.1 m

$$\frac{D}{De} = 1.113$$

let D = 2 m

L = 61.9 m

$$\frac{D}{De} = 1.1 \quad \therefore 0.K \quad \therefore \quad D = 2m \quad L = 61.9\ m$$