مركز المياه الجوفية

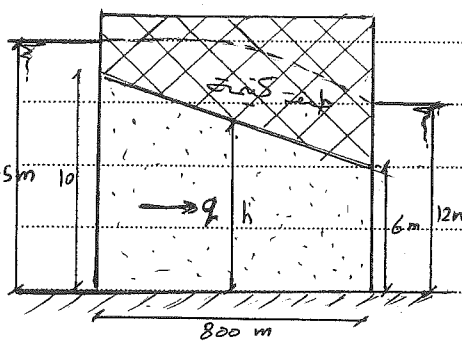
مثال (3) غير محلول ص 169

بين الشكل طبقة حصرية تصل بين خزانين متوازيين. احسب الغزارة المارة في واحدة العرض وذلك وفق الشروط الموضحة في الرسم.

علماً أن ارتفاع الطبقة الحصرية تتغير خطياً مع الطول وهي تتألف من مزيج رملي معامل نفاذيته k

$k = 3 \times 10^{-4}$ m/s

$q = ?$



الحل:

$q = V \cdot h$

جريان جوفي غير منتظم

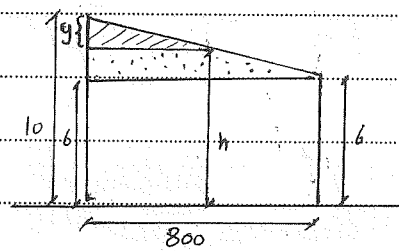
$V = -k \frac{dH}{dx}$

$q = -k \frac{dH}{dx} \cdot h$

$\frac{q}{k} \cdot \frac{dx}{h} = -dH$

من الرسم جانباً نجد:

$h = 10 - y$



من تشابه المثلثات

$\frac{y}{x} = \frac{10-6}{800}$

$\Rightarrow y = \frac{10-6}{800} x$

$\boxed{y = ax}$

$\Rightarrow \boxed{h = 10 - ax}$

$$\frac{q}{k} \cdot \frac{dx}{10-ax} = -dH$$

$$\frac{-q}{k} \cdot \frac{1}{a} \ln(10-ax)\Big]_0^{200} = -H\Big]_{12}^{15}$$

$$\boxed{q = 8.8 \times 10^{-6} \ m^3/sec.m'}$$

مثال ⑤ غير محلول ص 166 .

باعتبار جريان جوفي عبر طبقة نفوذة محصورة بين طبقتين كتيمتين كما موضح بالشكل باعتبار أن الجريان بالبداية كان مضغوطاً ثم أصبح حراً.

كان معامل نفاذية التربة

$k = 0.002 \ cm/sec$

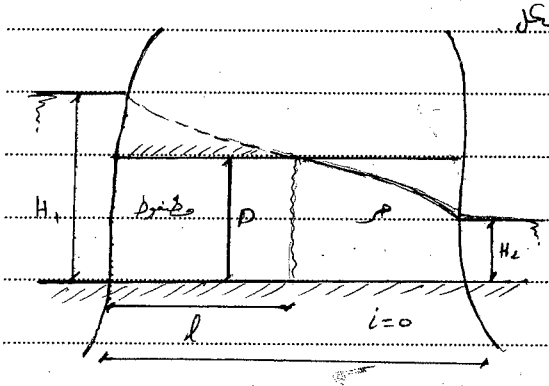
سماكة $D = 3 \ m$

طول الكلي $L = 1200 \ m$

$H_1 = 6 \ m$

$H_2 = 1.5 \ m$

المطلوب: حزاء الجريان عبر واحدة العرض . $q = ?$



الحل:

عندما تكون الطبقة الجوفية مضغوطة تستخدم العلاقة:

$$\boxed{q = k \cdot I \cdot D} \quad (1)$$

D : سماكة الطبقة I : الميل الهيدروليكي

$$I = \frac{\Delta H}{l}$$

في الحالة الثانية تتغير العلاقة :

$$q = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2(L-l)} \cdot k \qquad (2)$$

من العلاقة (1) :

$$I = \frac{\Delta H}{l} = \frac{H_1 - D}{(l)}$$

غير معلومة

$$q = \frac{D^2 - H^2}{2(1200-(l))} \cdot k$$

غير معلومة

لا يمكننا حساب q بشكل مباشر لذلك نكتب :

من علاقة الاستمرار :

$$q_1 = q_2$$

$$k \cdot I \cdot D = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} \cdot k$$

$$\frac{\Delta H}{l} \cdot D = \frac{D^2 - H_2^2}{2(L-l)}$$

$$\frac{H_1 - D}{l} \cdot D = \frac{D^2 - H_2^2}{2(L-l)}$$

$$\frac{6-3}{l} \cdot 3 = \frac{3^2 - 1.5^2}{2(1200-l)}$$

$$\Rightarrow \boxed{l = 872.73 \text{ m}}$$

وهكذا نستطيع حساب q من أي من العلاقتين (1) أو (2)

كسب من ①

$$q = k \cdot I \cdot D$$

$$q = k \frac{H_1 - D}{l} \cdot D$$

$$q = 0.002 \times 10^{-2} \cdot \frac{6-3}{872.73} \times 3$$

$$\boxed{q = 2 \times 10^{-6} \ m^3/Sec.m'}$$

مسألة محلولة ص 112 :

بسبب تخفيض مستوى المياه الجوفية
تم حفر القناة B-B .
فظهرت مناسيب المياه في القناة
والبئر كما هو موضح في الشكل :

المطلوب :

تحديد ارتفاع الماء المرتفع h_2
فيما لو كان الجريان منتظماً .
وتحديد قيمة العزارة q . علماً أن :

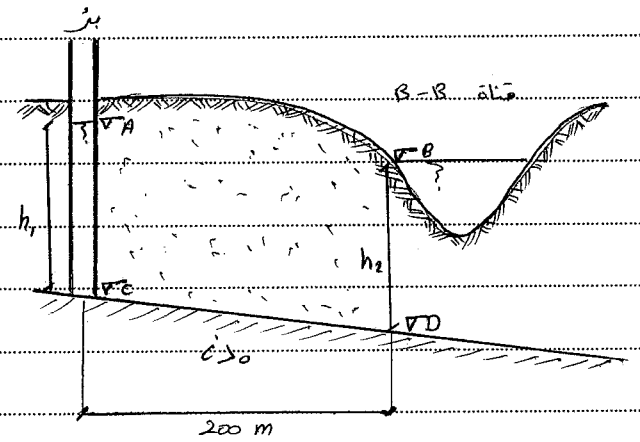
$k = 0.006 \ cm/s$ ، $l = 200 \ m$

$\nabla A = 10.23 \ m$

$\nabla B = 8.8 \ m$

$\nabla C = 7.63 \ m$

$\nabla D = 3.77 \ m$



الحل :

معادلة الميل الموجب :

$$l_{(1-2)} = \frac{h_o}{i}\left[(\eta_2 - \eta_1) + 2.3 \log\left(\frac{\eta_2 - 1}{\eta_1 - 1}\right)\right]$$

$$\eta_2 = \frac{h_2}{h_o} \; ; \; h_2 = 8.8 - 3.77 = 5.03\ m$$

$$\eta_1 = \frac{h_1}{h_o} \; ; \; h_1 = 10.23 - 7.63 = 2.6\ m$$

$$i = \frac{7.63 - 3.77}{200} = 0.0193$$

$$200 = \frac{h_o}{0.0193}\left[\left(\frac{5.03}{h_o} - \frac{2.6}{h_o}\right) + 2.3 \log\left(\frac{\frac{5.03}{h_o} - 1}{\frac{2.6}{h_o} - 1}\right)\right]$$

بالحل بالطريقة التجريبية :

$$\boxed{h_o = 1.34\ m}$$

حساب q :

$$q = k \cdot i \cdot h_o$$

$$q = 0.0006 \times 10^{-2} \times 0.0193 \times 1.34$$

$$\boxed{q = 1.55 \times 10^{-3}\ l/sec.m'}$$

مسألة (5) ص 166 - 167 (وظيفة)

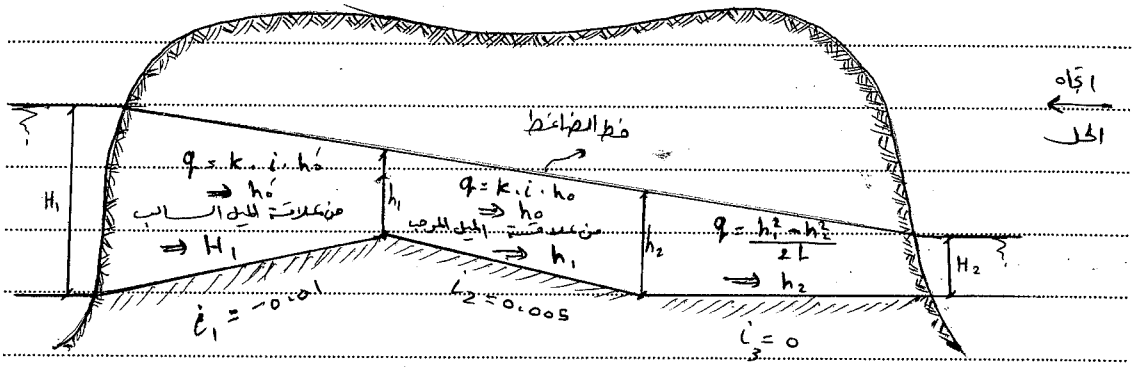
احسب غزارة الجريان الجوفي المتسرب من البحيرة العلوية $H_1=3m$ إلى $H_2=0.6m$ وارسم خط الضاغط مبيناً عليه الطبقة الكتيمة المتغيرة، حيث:

$l_1=200\,m$ ، $l_2=250\,m$ ، $l_3=350\,m$

$i_1=0.01$ ، $i_2=0.005$ ، $i_3=0.0$

المطلوب:

حدد عمق المياه المتسربة من h_1 و h_2 عند تغير سمك الطبقة الكتيمة إذا كانت التربة متجانسة ومعامل نفاذيتها $k=0.01$.



خطوات الحل موضحة بالرسم (كل بطريقة التقريب المتتالي)

حيث نبدأ بفرض قيمة لـ q ونسير باتجاه السهم خلال الحل.

من خبرتي المهنية عبر لنا $q=0.00005\,l/s$

H_1 معلومة وهي ذكية هنا كبر H_1 فإذا كانت بنفس القيمة إذاً قيمة q المفروضة صحيحة.

إذا كانت H_1 المستنتجة أكبر من H_1 المعطاة نضعف قيمة q المفروضة

يمكن نختار محاولتين أو مرتين مثلاً $q=0.00003$

أو $q=0.00002$

مسألة (6) غير محلولة ص 167

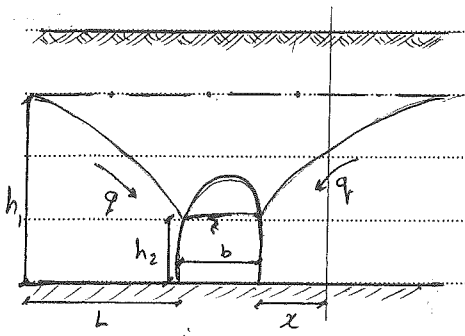
① احسب غزارة الضخ عند ذروة انخفاض الرشح

هذه الرسمة ص 118 في الكتاب

الموضع مؤهل الطبقة الكتيمة مباشرة

من طبقة ترابية رملية غضارية مشبعة

$k = 0.01\ cm/sec$



② احسب حد منسوب الماء في الحفر الذي

يبعد مسافة قدرها $x = 50\ m$ عن

طول النفق $l_0 = 500\ m$

عرض النفق $b = 1.2\ m$

قبل تنفيذ النفق $h_1 = 10\ m$

بعد $h_2 = 0.6\ m$

ملاحظة:

- يتم حفر أنفاق الري لغاية تخفيض منسوب المياه الجوفية لأعماق معينة

قد تكون إنشائية أو زراعية أو ...

- هذه الأنفاق نوعان في أنفاق تنفذ في الطبقة الكتيمة مباشرة

أنفاق تنفذ أعلى من الطبقة الكتيمة

يكون نزح النفق عادة مضخ بسبب المياه فوق الراشحة من

- عندما يكون النفق موضوع الطبقة الكتيمة تقطر غزارة الرشح بنفس علاقة دوبوي

h_1 ارتفاع الماء قبل تنفيذ النفق

h_2 ارتفاع الماء في النفق

L مجال تأثير النفق

$q = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} \cdot k$ من وحدة

غزارة الضخ $Q = 2q \cdot l_0$

الحل :

طلب ① : مرجع ص 118 يبين نوع التربة وال $\bar{I}$ المناسبة لـ K.

ملاحظة : في حالة بئرين عظمى ولية و بئر عظمى

نسبة أكرمنا نسبة أكرمنا

$$L = \frac{h_1 - h_2}{\bar{I}}$$

$\bar{I}$: ميل خط الانزلاق من المنحنى $\bar{I} = 0.03$

(بالاعتماد على قيمة)

$$L = \frac{10 - 0.6}{0.03} = 313 \text{ m}$$

$$\Rightarrow q = \frac{10^2 - 0.6^2}{2 \times 313} \times 0.01 \times 10^{-2}$$

$$q = 1.59 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{Sec.m}'$$

وحسب :

$$Q = 2 \times q \times l_0$$

$$= 2 \times 1.59 \times 10^{-5} \times 500$$

$$= 0.0159 \text{ m}^3/\text{Sec}$$

طلب ② : من معادلة q في ①

$$① \quad h = \sqrt{h_2^2 + (h_1^2 - h_2^2)\frac{x}{L}}$$

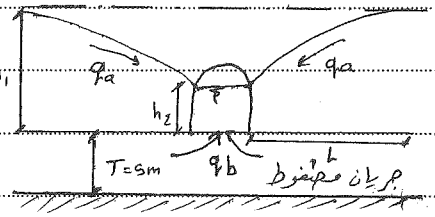
$$② \quad h = \sqrt{h_2^2 + (h_1^2 - h_2^2)\frac{2q}{x} \cdot k}$$

في ① :

$$h = \sqrt{0.6^2 + (16^2 - 6.6^2)\frac{50}{313}} = 4.1 \text{ m}$$

مسألة (7) : (وظيفة)

أي المسألة (6) بفرض النفوذ يبعد عن الطبقة الكتيمة الأعلى مسافة T



من الدراسة ص 119 في الكتاب

في هذا النوع من الأنظمة يوجد لدينا غزارتين :

1 - غزارة رشح من الجريان q_a

2 - غزارة رشح من القاع q_b

$$q_a = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L}$$

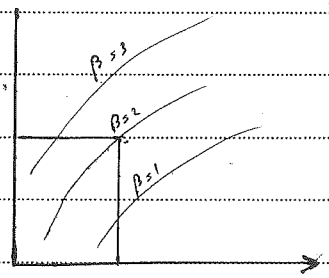
نفس قيمة q في المسألة (6)

نجد من المخططات ص 120 $\frac{q_b}{Z_0 \cdot k}$

$[Z_0 = h_1 - h_2]$

بدلالة α و β :

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta = \frac{L}{T} \\ \alpha = \frac{L}{L + \frac{b}{2}} \end{array} \right\}$$



نحسب α ثم نرفع من شاقول حتى يتقاطع مع β ثم نقطة التقاطع تمثل $\frac{q_b}{Z_0 \cdot k}$

هذه المخططات من أجل $\beta \geq 1$

إذا كانت $\beta < 1$ نحسب α من العلاقة التالية :

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = \frac{3T}{\frac{b}{2} + 3T} \\ \text{ونفرض } \beta = 1 \end{array} \right\}$$

ثم نقطة التقاطع $\frac{q_b'}{Z_0 \cdot k}$

$$\frac{q_b}{k z_0} = \frac{\frac{q_b'}{z_0 \cdot k}}{1 + \frac{q_b'}{z_0 \cdot k}(\beta - 1)}$$

$\beta = \frac{L}{T}$ المعادلة من

$q_b = \square \cdot k \cdot z_0$ ⟸

انتهت المحاضرة السابعة

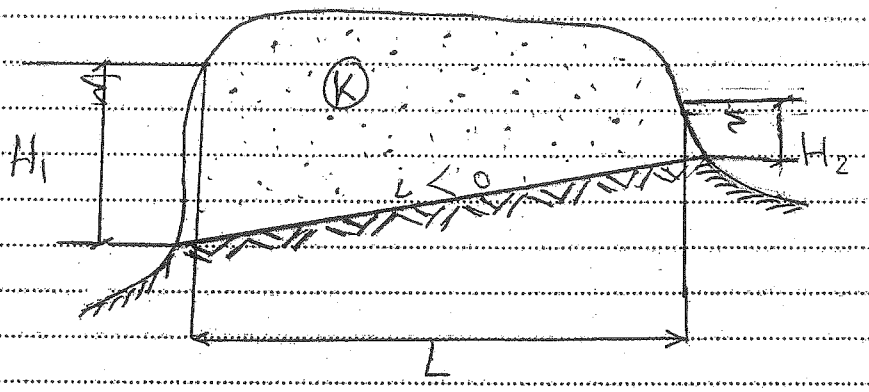
لا تنسوا العلم:

يوجد معها ملحق مسائل إضافية عن الميل السالب

مسألة إضافية (حالة $i < 0$)

تتسرب المياه عبر الكتلة الترابية المتجانسة المبينة في الشكل من المنسوب العلوي للمياه حيث $H_1 = 16\,m$ إلى قناة سفلية عمق المياه فيها $H_2 = 1{,}6\,m$ فإذا كانت ميل الطبقة الكتيمة بينهما سالباً ويساوي $i = -0{,}016$، احسب معدل التصريف النوعي (المتوسط) علماً أن

$$L = 800\,m\,,\quad K = 0{,}028\,cm/s$$



الحل:

الجريان الجوفي غير منتظم ومعادلته العامة في حالة $i < 0$ هي:

$$L = \frac{h_0'}{i'}\left[(\eta_1 - \eta_2) + 2{,}3 * \log\left(\frac{1+\eta_2}{1+\eta_1}\right)\right]$$

حيث:

$$i' = |i|$$

$$\eta_1 = \frac{h_1}{h_0'}\,,\qquad \eta_2 = \frac{h_2}{h_0'}$$

$$\Rightarrow \frac{i' \cdot L}{h_0'} = (\eta_1 - \eta_2) + 2{,}3 * \log\left(\frac{1+\eta_2}{1+\eta_1}\right)$$

$$i'L = h_0' \eta_1 - h_0' \eta_2 + 2,3 * h_0' * \text{Log}\left(\frac{1+\eta_2}{1+\eta_1}\right)$$

بما أن:

$$\eta_1 = \frac{h_1}{h_0'} = \frac{1,6}{h_0'} \quad , \quad \eta_2 = \frac{h_2}{h_0'} = \frac{1,6}{h_0'}$$

$$\Rightarrow i'L = h_1 - h_2 + 2,3 * h_0' * \text{Log}\left(\frac{h_0' + h_2}{h_0' + h_1}\right)$$

بالتعويض بالقيم:

$$0,014 * 800 = 1,6 - 1,6 + 2,3 * h_0' * \text{Log}\left(\frac{h_0' + 1,6}{h_0' + 1,6}\right)$$

$$-1,391 = h_0' * 2,3 * \text{Log}\left(\frac{h_0' + 1,6}{h_0' + 1,6}\right)$$

$$\Rightarrow \boxed{h_0' = 1,99 \text{ m}}$$

معادلة التعريف للتوحي q:

$$q = K \, h_0' \, i'$$

$$q = 0,028 * 10^{-2} * 1,99 * 0,014$$

$$\boxed{q = 7,8 * 10^{-6} \text{ m}^3/\text{sec.m}}$$

$$\boxed{q = 28,08 \text{ l/hr.m}}$$