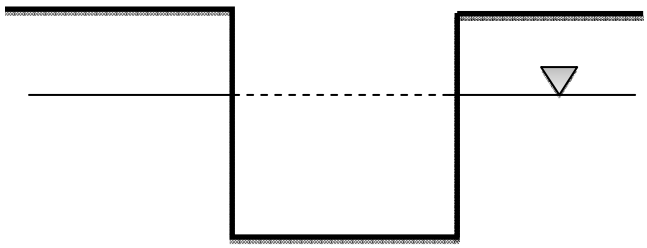
Dewatering

أعمال نــزح الميـــاه

الهدف من هذا الموضوع:

دراسة الطرق المختلفة لمنع دخول المياه إلى الموقع أو نزح المياه الموجودة في موقع الحفر حتى يمكن صب خرسانة الأساسات طبقا للمواصفات والأصول الهندسية.



Factors affecting the choice of appropriate method of dewatering

- حجم وعمق الحفر
- الزمن اللازم لبقاء الموقع جاف
- معامل النفاذية (k) و هو يمثل سرعة سريان المياه خلال فراغات التربة ووحدته (cm /sec)
- نوع التربه (sand- silt – clay)

ترتيب التربة حسب سرعه سريان المياه

الرمل يليه الطمي يليه الطين

- القطاع الجيولوجي للتربة

Dewatering methods

طرق نزح المياه

تعتمد طريقه نزح المياه على قيمه k وهو معامل النفاية ويتم إيجاده عن طريق عمل تجارب معملية أو حقلية حسب نوع التربة والقطاع الجيولوجي للتربة.

Coefficient of permability:

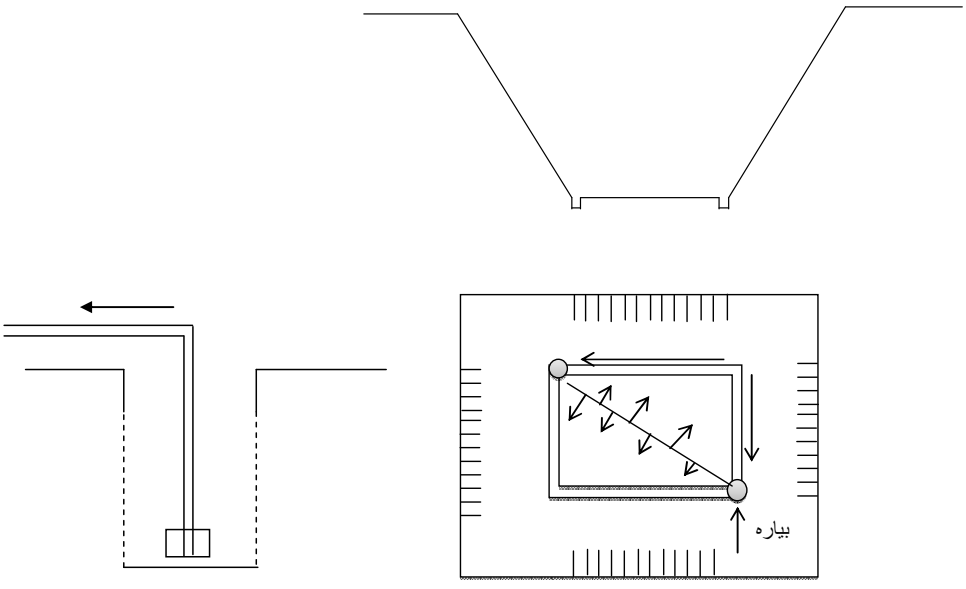
K(cm/sec)	Prmability degree	Soil type	Dewatering sys.	NOTES
$10^{-1} - 10^{-3}$	High permeable soil	Coarse sand	Pumping from sumb ضخ المياه من البيارات	
$10^{-2} - 10^{-4}$	medium to high permeable soil	Fine to med sand	Well point system نظام الابار الأبريه	بها يكون مقدار التخفيض فى منسوب المياه الجوفيه (h≤ 5m) اما اذا كانت h≥5m • نقوم بعمل ابار ابريه متعدده المراحل multistages well point sys. • نقوم بعمل بئر عميق مزود بمضخه مغموره فى اوطى نقطه فى البير deep well with submergable pump.
$10^{-4} - 10^{-6}$	low permeable soil	Silt	Well with vacum ابار مزوده بضغط سالب	
$< 10^{-6}$	very low permeable soil	clay	Electro – os miss method	الهدف من هذه العمليه هو تحسين خصائص التربه الطينيه وليس نزح المياه من التربه الطينيه .

CUT OFF CURTAIN الستاره المانعه لدخول المياه * Sheet pipe wall *frezing method *Slurry trench * Diaphram wall

1-Pumping from sumb

الطريقة الأولى : ضخ المياه من بيارات

وهى طريقه مناسبة للتربة عاليه النفاذية وفيها يتم تجميع المياه من موقع الحفر إلى خنادق ومنها إلى بيارات حيث يتم ضخ المياه من البيارات باستخدام مضخات.



المميزات: قله التكاليف - سهوله التنفيذ.

العيوب : **وجود المياه عند منسوب التأسيس مما يؤدى إلى احتمال انهيار قاع الحفر (diving - heaving)**

زحمه الموقع اى وجود خنادق وكابلات كهرباء والمشاكل المتعلقة بوجود التيار الكهربي في الموقع .

ولحل هذه المشاكل يتم عمل الآتي :-

١. **بمجرد الوصول لمنسوب التأسيس يتم وضع طبقه من الدقشوم عبارة عن كسر أحجار بسمك لا يقل عن ٢٠ سم وذلك لزيادة مقاومه التربة لانهيارات منسوب التأسيس**

٢. **يتم دق ستائر لوحيه حول الموقع لتقليل سريان المياه إلى الموقع .**

2-Well point system

الطريقة الثانية : نظام الآبار الإبرية

يتكون هذا النظام من مواسير رأسيه قطرها ٢ ــ ٣ بوصه يتم دقها فى التربة بتقسيط من ١ – ٣ متر وتكون متصلة بمواسير أفقيه قطرها ٦ ــ ١٠ بوصه تكون متصلة بمضخة تقوم بسحب المياه من الآبار.

طرق التنفيذ:

من خلال ضغط المياه (jetting in place) .

يتم عمل تفريغ قطره ١٥ سم ووضع الماسورة بداخله وملئ الفراغ بتربة متدرجة.

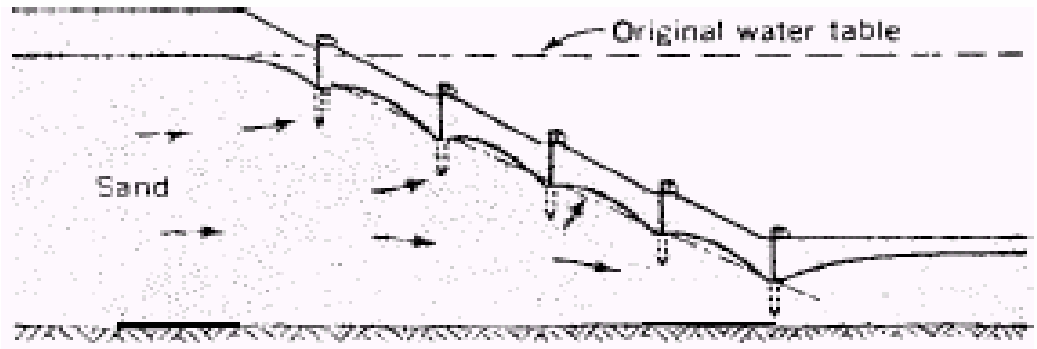
المميزات : **قله التكاليف ــ سهوله التنفيذ ــ إمكانية الرفع ــ إمكانية إعادة استخدامها مره أخرى**

العيوب : **أقصى تخفيض h ≤ ٤,٥٠ متر**

3-MultistageWell point system

الطريقة الثالثة: نظام الابار الإبرية متعددة المراحل

يستخدم فى حاله مقدار التخفيض المطلوب > ٤,٥٠ متر



multistage well point system

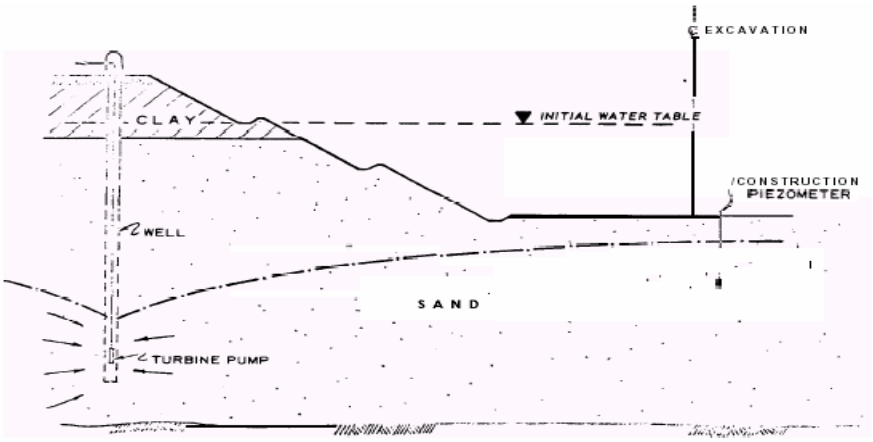
4- Deep well with submersible pump

الطريقة الرابعة : نظام الآبار العميقة

عبارة عن ماسورة مثقبة قطرها من ٦-٢٤ بوصه بعمق يصل ٩٠ متر يتم دقها في التربة ويتم عمل filter (تربه متغيره التدرج) حول الجزء المثقب ويتم وضع المضخة في قاع البئر. المسافة بين الآبار العميقة ٢٠-٥٠ متر.

المميزات: يمكن عمل تخفيض للمياه مقداره ١٥ متر - إمكانية عمل البئر بعيد عن الموقع

العيوب : غالى التكلفة - يحتاج لشركات متخصصة

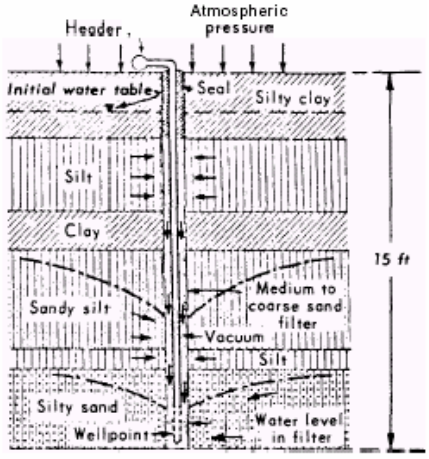


Deep well system

5- well with vacuum

الطريقة الخامسة : نظام الآبار الابرية مع الضغط السالب

تستخدم في التربة ذات النفاذيه المنخفضة. يتم حفر البئر ثم وضع ماسورة مثقبه وملئ الفراغ بتربة رملية ثم يتم عمل طبقه غير منفذه من الطين عند قمة البئر ثم يتم التأثير بضغط سالب الذي يعمل على سحب المياه من التربة .

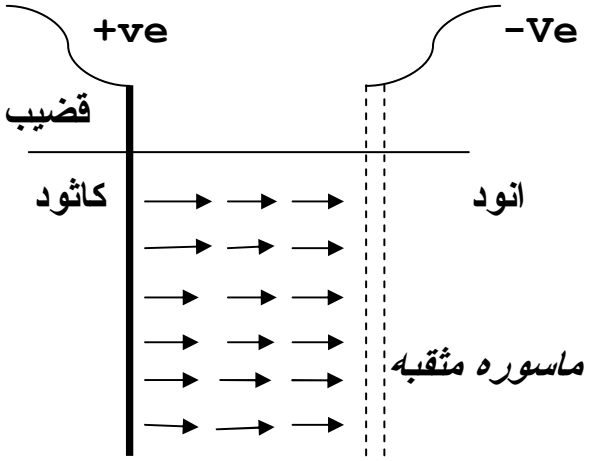


Vacuum well point system

6- Electro – osmiss method

الطريقة السادسة :

تستخدم في حاله التربة الطينية عديمة النفاذية وبالتالي الهدف هو تحسين خصائص وقدره تحمل التربة الطينية .



بالنسبة لحبيبات التربة الطينية تكون ذات حجم صغير جدا وبالتالي المتحكم في سلوكها هو قوى التجاذب والتنافر بين الحبيبات وليس قوى الجاذبية الأرضية. في الحالة العادية تكون جزيئات المياه محمله بشحنات كهربائية مخالفه للشحنات الكهربائية الموجودة على سطح حبيبات الطين مما يؤدى إلى تقييد حركه جزيئات المياه وعند سريان التيار الكهربائي يقوم بتكسير هذا القيد وبالتالي تتحرك المياه بسهولة.

نظريه عمل الطريقة: عند سريان تيار كهربائي في وسط مسامي مشبع تتحرك جزيئات المياه في اتجاه حركه التيار الكهربائي وبناء على هذه العملية يقل المحتوى المائى للتربة وذلك نتيجة لسحب المياه وبالتالي زيادة خصائص القص و بالتالي قدرة تحمل التربة.

7- Cut off curtain

7.a-sheet pile

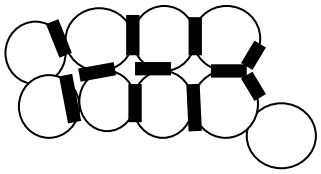
١- يتم دق الستائر اللوحة حول الموقع حتى المنسوب التصميمي

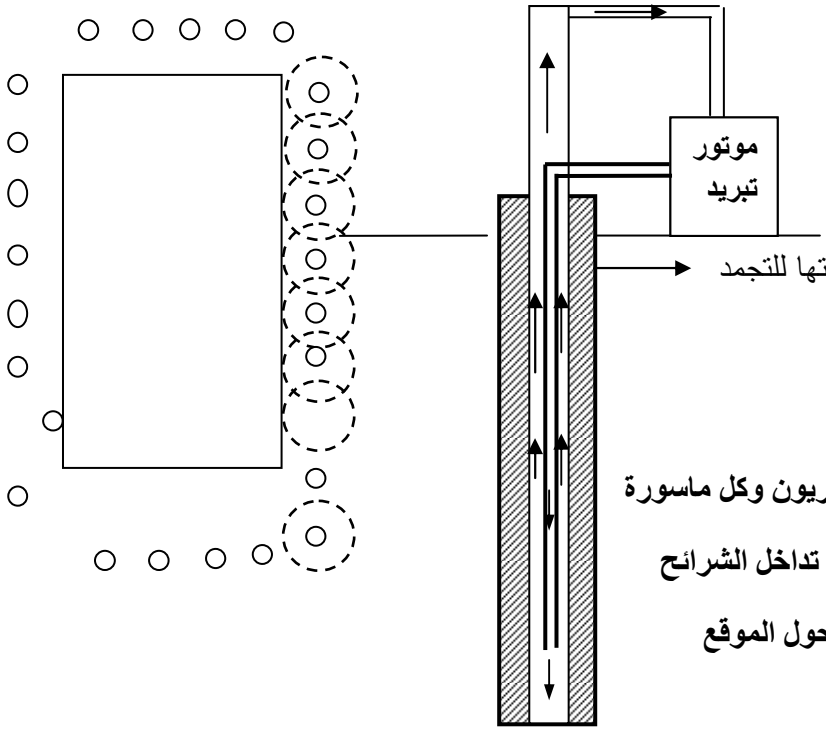
٢- يتم حفر التربة داخل الموقع.

7.b--Freezing method

وهى طريقه تصلح فقط للدول ذات الأجواء الباردة. وتعتمد هذه الطريقة على تجميد المياه داخل شريحة من التربة ينتج عنها حائط يمنع مرور المياه من خلاله.

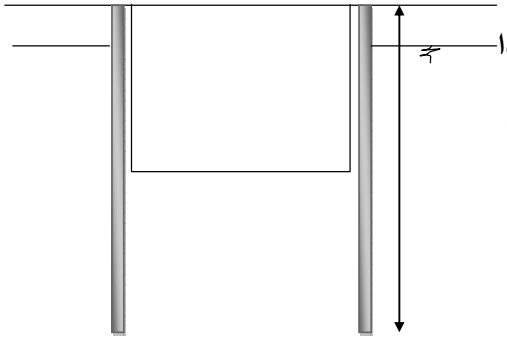
وتعتمد هذه النظرية على زيادة حجم المياه في الفراغات عند تجميدها وبالتالي يسد الفراغات وبالتالي يمنع سريان المياه من خلاله .





كل ماسورة يتحرك فيها غاز الفريون وكل ماسورة يتجمد حولها شريحة اسطوانية. تداخل الشرائح يشكل حائط من التربة المجمدة حول الموقع يمنع دخول المياه للموقع

7.c--slurry trench



يتم حفر خندق باستخدام معدات خاصة حول الموقع المطلوب حفره ويتم ملأ هذا الخندق بمحلول وهو عبارة عن (ماء + بنتونيت +اسمنت +كبريتات الباريوم) وكثافة هذا المحلول أكبر من كثافة المياه.

فائدة المحلول : **يمنع دخول المياه - يسند جوانب الحفر**

7.d-Diapharm wall

حوائط الخرسانة المسلحة

يتم عمل حوائط خرسانيه حول الموقع ولكن يعيبها انها مكلفه جدا

Maximum yield discharge of wellpoint

تصرف خضوع البئر : هو أقصى تصرف مياه للبئر بدون حدوث سحب هواء.

يعتمد على :

(١) طريقة تنفيذ البئر

(٢) ومعامل النفاذية

رسم بياني للعلاقة

Maximum yield discharge of Deep well

يعتمد على :

(١) قطر البئر البئر

(٢) معامل النفاذية

رسم بياني للعلاقة

أنواع سريان المياه داخل التربة

1- artasian flow التصرف الارتوازي

2- gravity flow التصرف العادي (تصرف الجاذبية)

3- combined flow التصرف المشترك

حيث أن التقسيط بين الآبار مسافة قصيرة (١,٠-٣,٠ سم) سيتم فرض بان الآبار متلاصقة وبالتالي خط أبار ومنه يتم حساب معدل التصرف ومناسيب المياه وبعد ذلك يتم عمل تصحيح لهذا الفرض باعتبار المسافة الحقيقية.

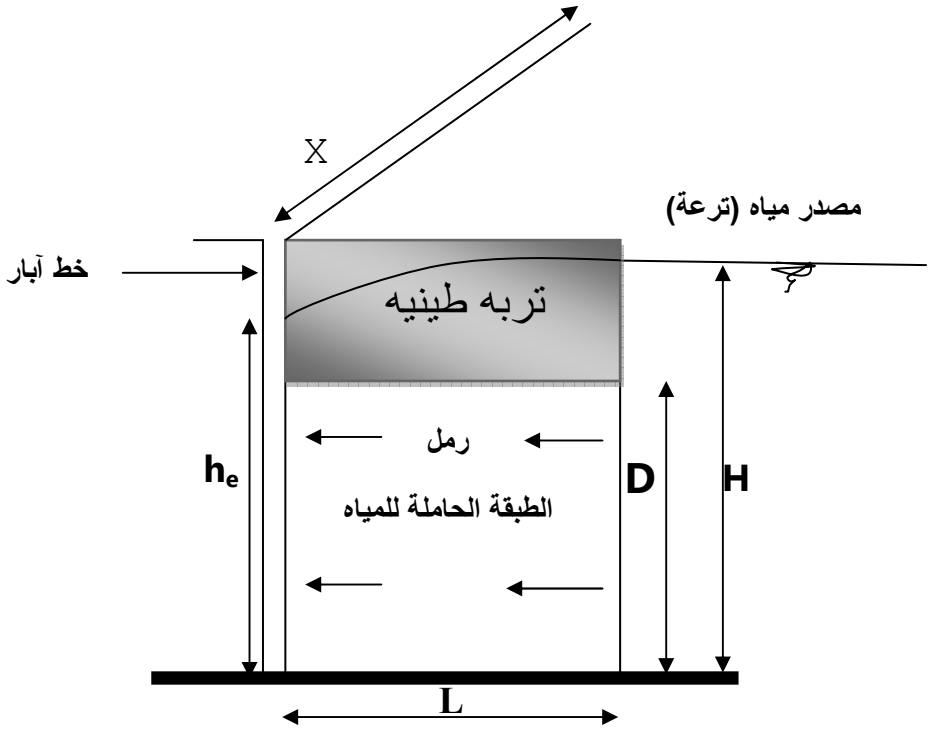
1-Artasian flow

كلمة ارتوازي : إن المياه ترتفع لأعلى تحت ضغط

أما تعريف السريان الارتوازى :هو حاله سريان المياه في الطبقة الحاملة (الرمل) بحيث :-

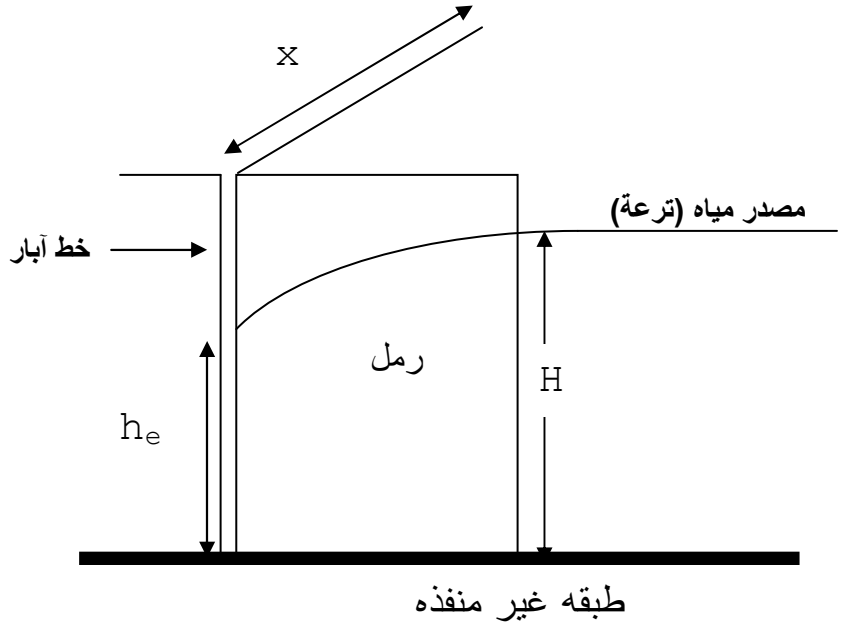
١- تكون محصورة بين طبقتين غير منفذتين

٢- يكون ارتفاع المياه في خط الآبار اكبر من سمك الطبقة الحامله للمياه (he>D)



التصرف العادي أو تصرف الجاذبية *2-Gravity flow*

في هذه الحالة تسرى المياه من مصدر المياه إلى خط الآبار خلال الطبقة الحاملة التي تكون محاطة بطبقه غير منفذه من جهة واحده فقط.

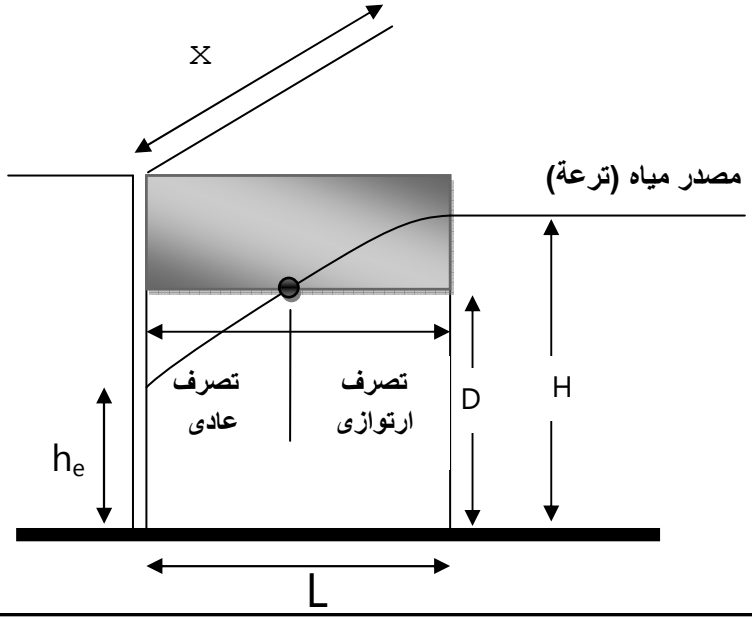


التصرف المشترك *3-combined flow*

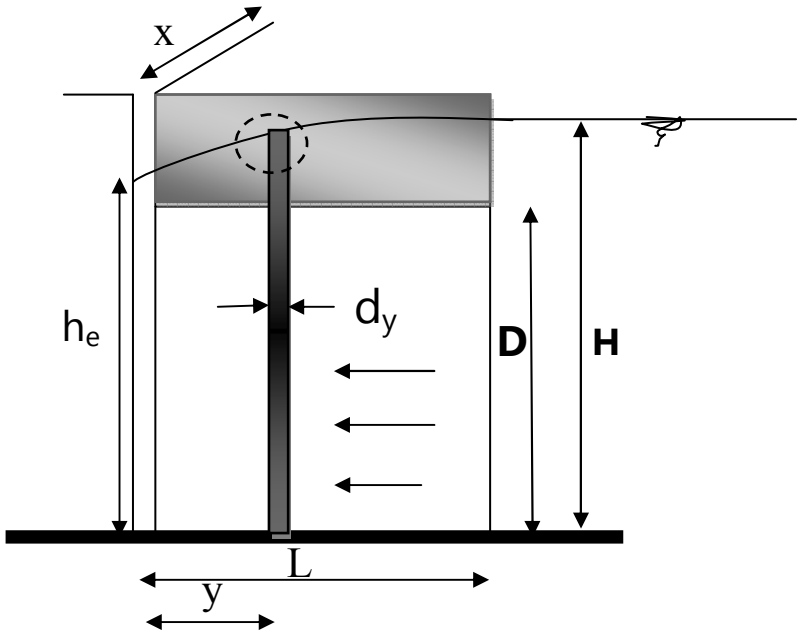
هو حاله سريان المياه في التربة المنفذة محصورة بين طبقتين غير منفذتين ولكن $h_e < D$

يكون السريان ارتوازى من مصدر المياه حتى نقطة o

يكون السريان حازبية من نقطة o حتى خط الابار



حساب التصرف خط آبار ارتوازي ومصدر مياه واحد **artasian flow**



$$Q = A.V = A.K.i$$

Q ⟶ التصرف

A ⟶ المساحة التي من خلالها تدخل المياه للبئر

K ⟶ معامل النفاذيه

i ⟶ الميل الهيدروليكي $= dh/dy$

النسبة بين الضاغط إلى المسافة الهيدروليكية التي تتحرك فيها المياه

$$Q = D.X.K.dh/dy$$

$$Q / KDX \int dy = \int dh$$

$$h = (Q / KDX)\, y + c$$

c عبارة عن ثابت التكامل ويعتمد على الشروط الحدية **Boundary condition**

When y = 0.0 $h = h_e$ بالتعويض في المعادلة

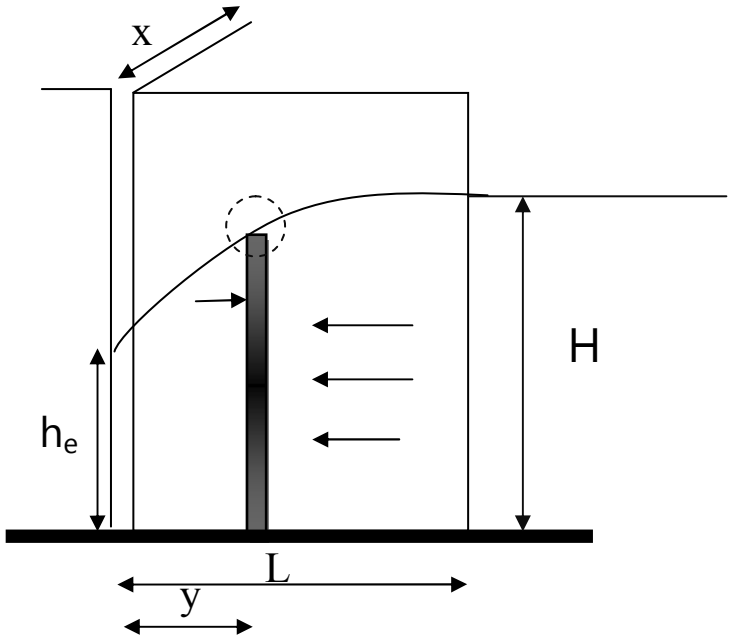
$$C = h_e$$

When y = L $h = H$ بالتعويض في المعادلة

$$H = (Q\,L / KDX) + h_e$$

$$Q = (KDX / L)\,(H - h_e)$$

Gravity flow

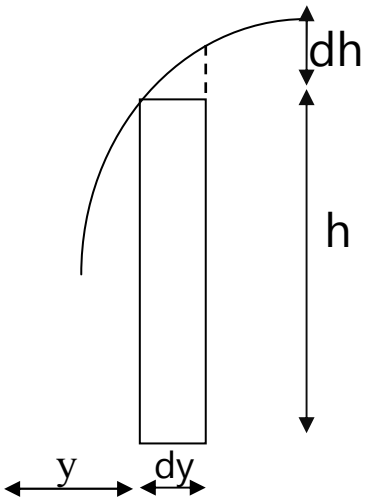


$$Q = A \cdot K \cdot i$$

$$= x\,h \cdot K \cdot dh/dy$$

$$\int h\,dh = (Q / KX) \int dy$$

$$h^2 = (2Q / KX)\, y + c$$



c **Boundary condition** عبارة عن ثابت التكامل ويعتمد على الشروط الحدية

When y = 0.0 $h = h_e$ بالتعويض في المعادلة

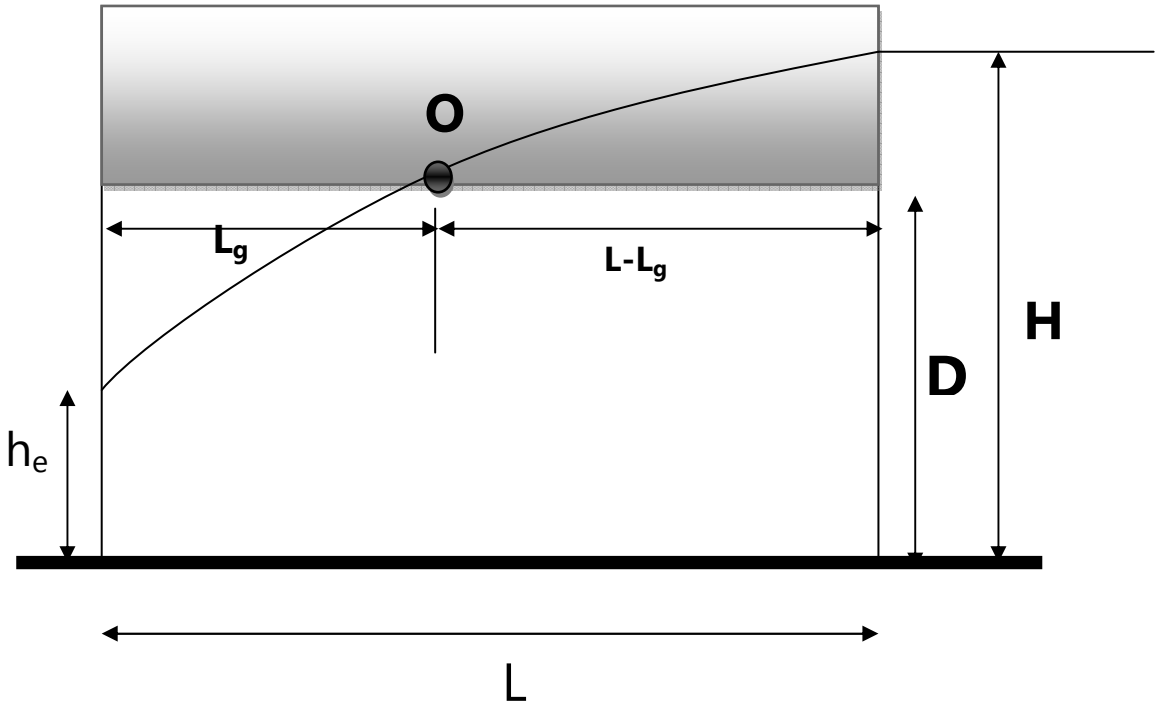
$$C = h_e^2$$

When y = L $h = H$ بالتعويض في المعادلة

$$H^2 = (2Q / KX)\, y + h_e^2$$

$$Q = (KX/2L)\,(H^2 - h_e^2)$$

Combined flow



فى هذه الحالة يكون التصرف ارتوازي من مصدر المياه حتى نقطه O ويكون التصرف عادى من نقطه O حتى خط الآبار ولإيجاد التصرف :-

١- يتم حساب معدل تصرف المياه على أساس ارتوازي من مصدر المياه حتى نقطه O (Q_1)

٢- يتم حساب معدل سريان المياه على أساس جاذبية من نقطه O حتى خط الآبار (Q_2)

٣- يتم مساواة $Q_1=Q_2$ ومن خلالها يتم تحديد قيمه L_g ومنها يتم تحديد قيمه Q.

معادله التصرف الارتوازي:-

$$Q_1 = ((KDX/(L-Lg))/(H-D)$$

معادله التصرف العادي:-

$$Q_2=(KX/2Lg)(D^2-h_e^2)$$

بمساواة $Q_1=Q_2$ $Lg= \sqrt{\quad}$

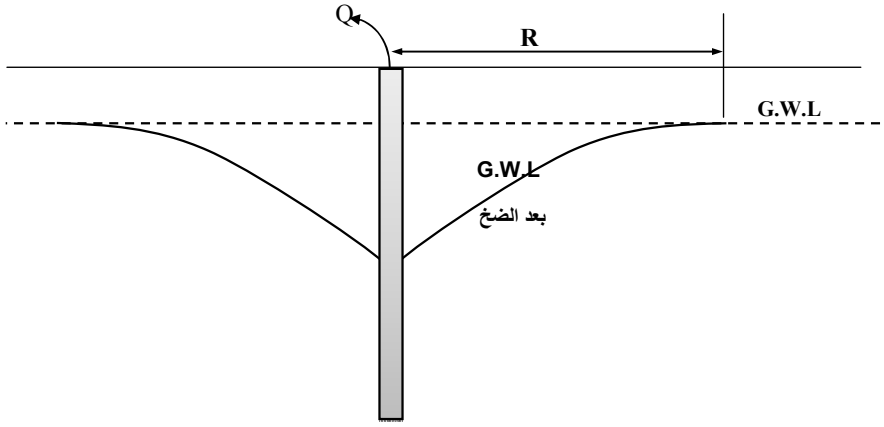
$$Q= (KX/2L)(2DH-D^2-h_e^2)$$

تعريف خط الآبار

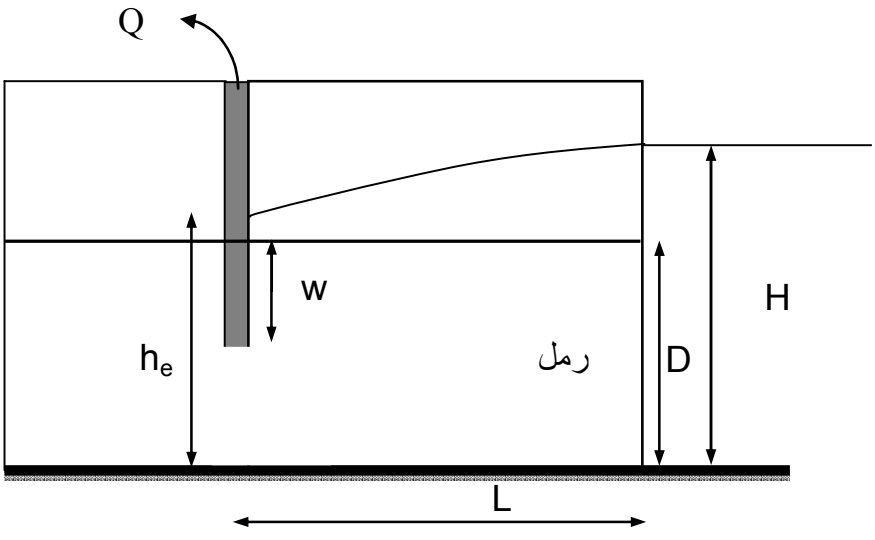
نظرا لصغر المسافة بين الآبار الابرية (من ١,٠ الى ٣,٠ متر) يتم اعتبار مجموعة الآبار مكافئة لخندق طولي تصرفه = مجموع تصرف الآبار الابرية

حاله عدم وجود مصدر مياه قريب

نصف قطر دائرة تأثير البئر هو عبارة عن نصف قطر الدائرة التي يتلاشى بعدها أى تأثير لضخ المياه من البئر على سطح المياه الجوفية.



تعريف عدم اختراق الآبار للطبقة الحاملة بالكامل

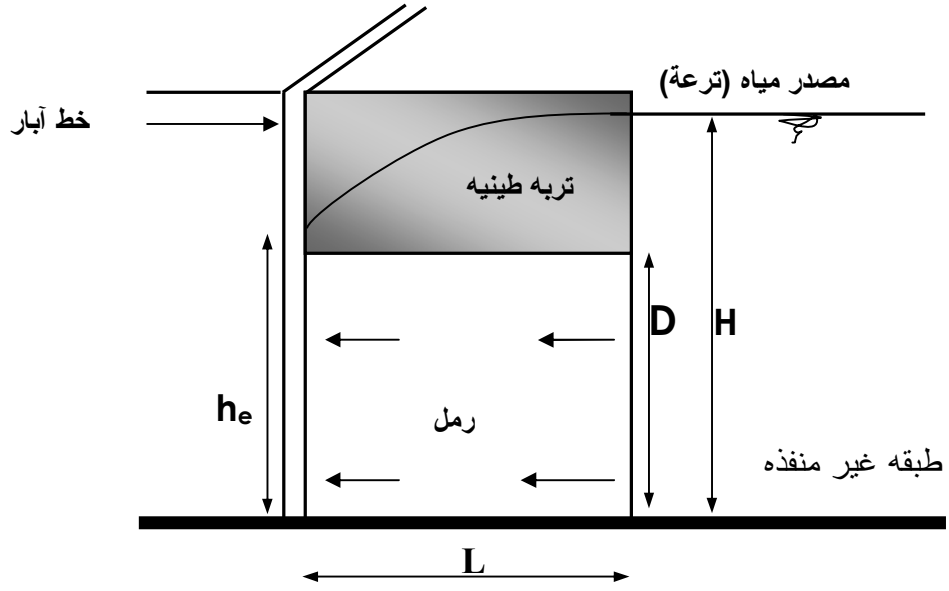


W المسافة التي يخترقها البئر للطبقة الحاملة **D** سمك الطبقة الحاملة للمياه

Penetration ratio = W/D

حساب تصرف الآبار الإبرية

الحالة الأولى : خط آبار ارتوازي يخترق الطبقة الحاملة بالكامل ومصدر مياه واحد



$$Q = (KDX / L) (H-h_e)$$

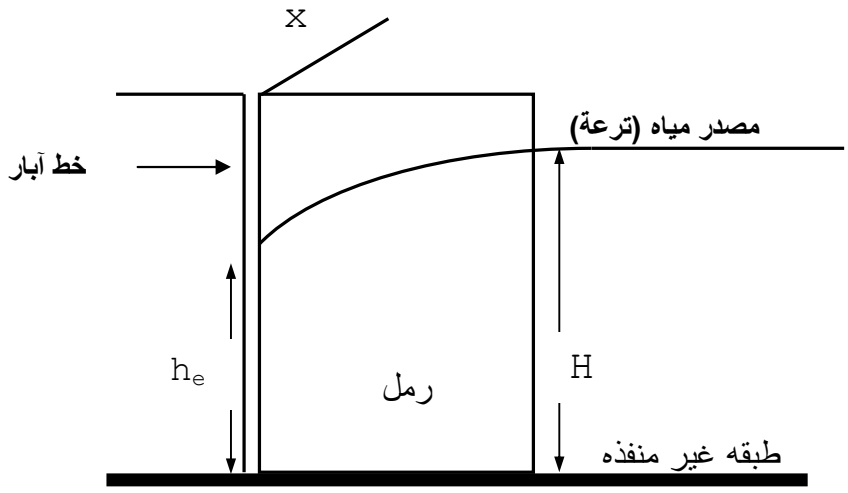
$$L = C (H - h_e) (K)^{0.5}$$

The drawdown at any point = (H – h) = **(Q / KDX) * (L – y) = (L - y) / L * (H - h_e)**

C **is constant its value rang from 1000 to 1500**

K **is the coefficient of permeability in m / sec**

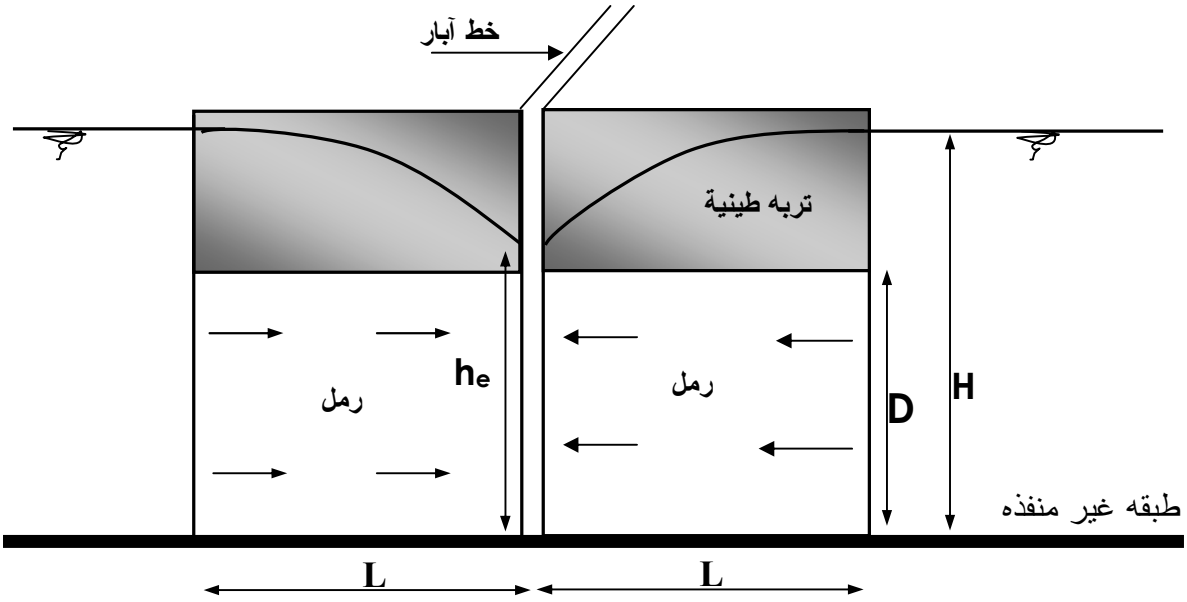
الحالة الثانية : خط آبار جاذبية يخترق الطبقة الحاملة بالكامل ومصدر مياه واحد



$$Q = (KX / 2L) (H^2 - h_e^2)$$

The drawdown at any point = (H^2 – h^2) = **(2Q / KX) * (L – y) = (L - y) / L * (H^2-h^2_e)**

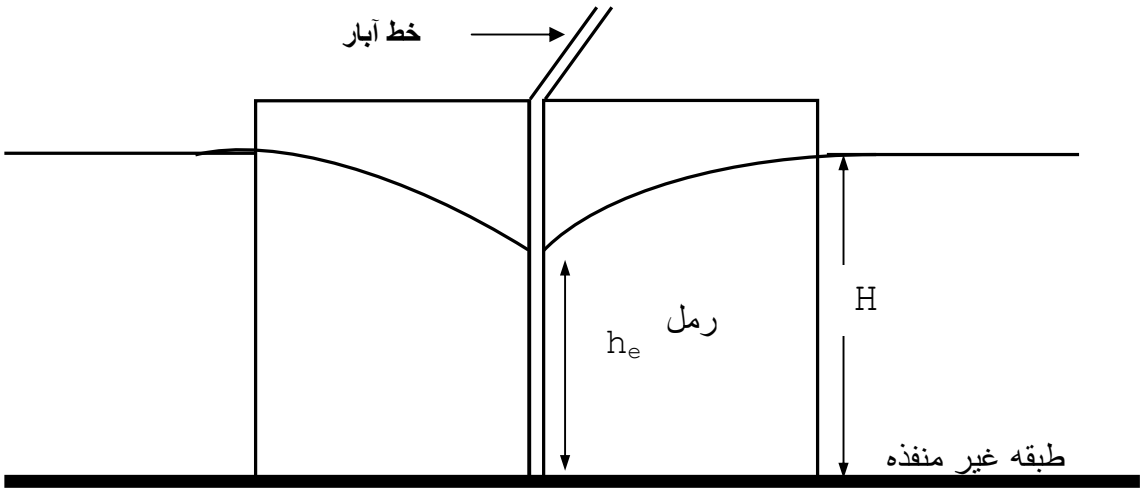
الحالة الثالثة : خط آبار ارتوازي يخترق الطبقة الحاملة بالكامل واثنين مصدر مياه



$$Q = 2 (K D X / L) (H - h_e)$$

The drawdown at any point = $(H – h)$ = $(Q / 2 KDX) * (L – y) = (L - y) / L * (H - h_e)$

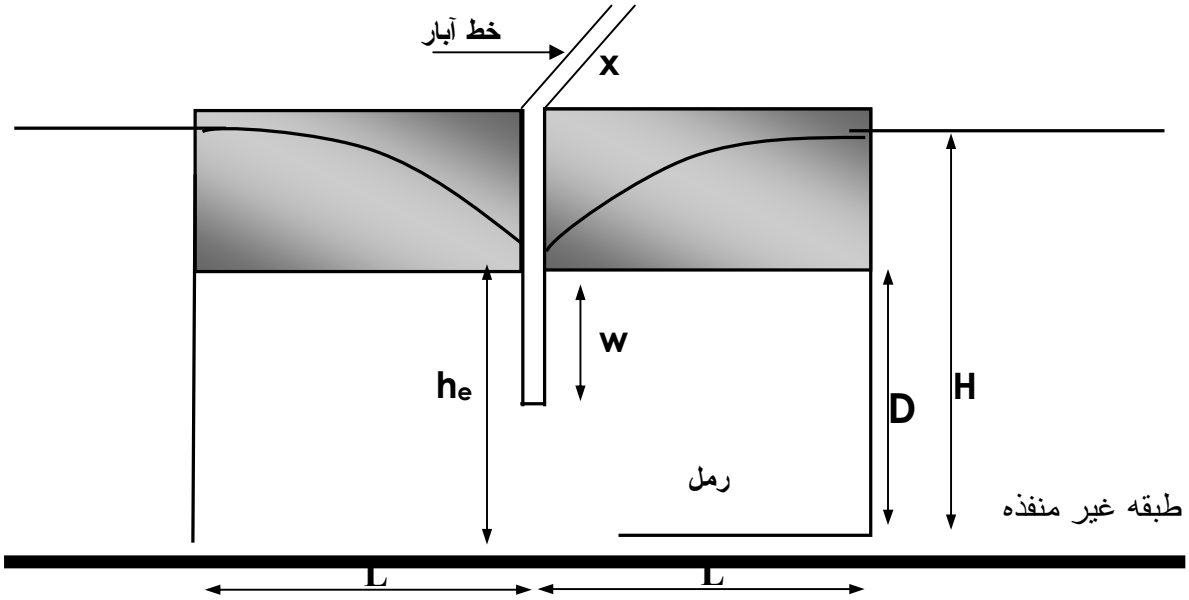
الحالة الرابعة : خط آبار جاذبية يخترق الطبقة الحاملة بالكامل واثنين مصدر مياه

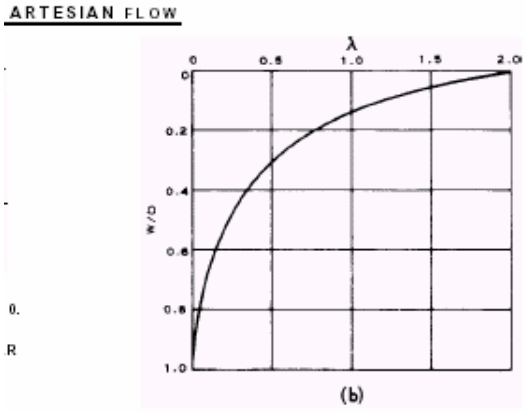


$$Q = (KX / L) (H^2 - h_e^2)$$

The drawdown at any point = $(H^2 – h^2)$ = $(Q / KX) * (L – y) = (L - y) * (H^2-h^2_e) / L$

الحالة الخامسة : خط آبار ارتوازي لا يخترق الطبقة الحاملة بالكامل واثنين مصدر مياه





W **المسافة التي يخترقها البئر للطبقة الحاملة**

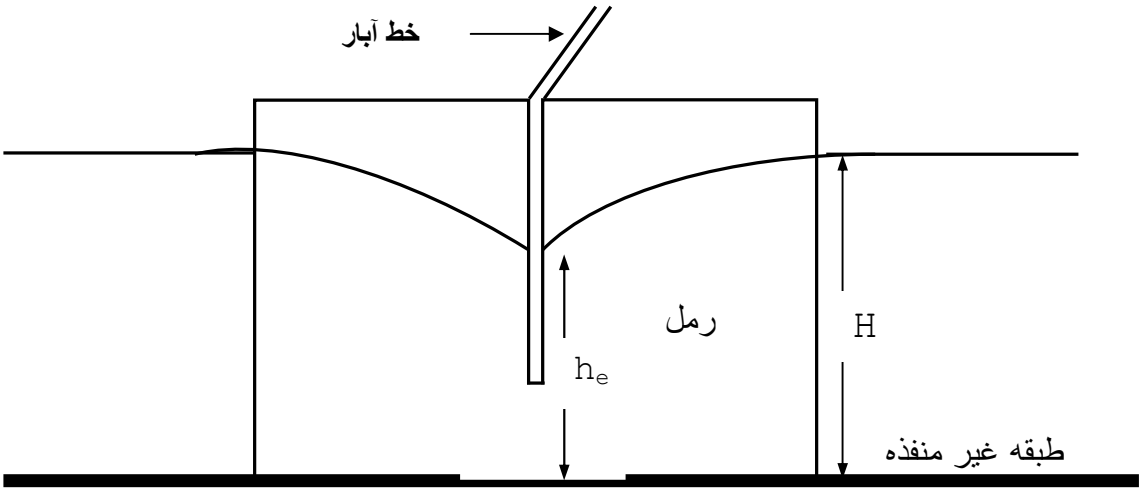
D سمك الطبقة الحاملة للمياه

$$Q = 2\frac{K\,D\,X}{L+\lambda D}(H - h_e)$$

The drawdown at any point

$$= (H - h) = H - \{ he + [(H - h_e)(y + \lambda D) / (L + \lambda D)] \}$$

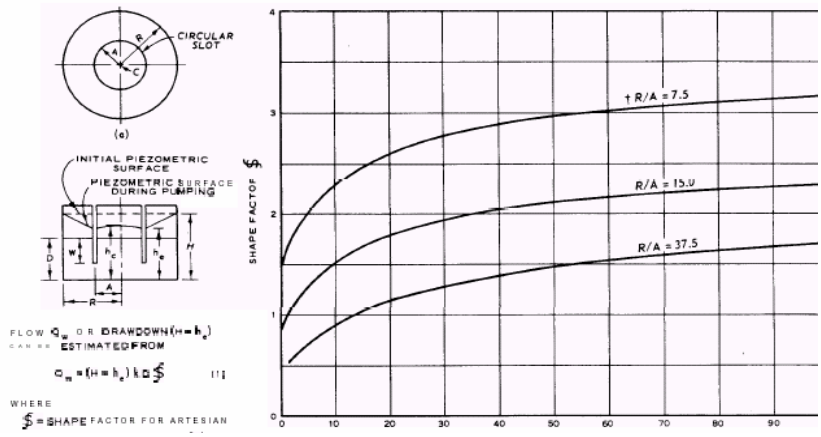
الحالة السادسة : خط آبار جاذبية لا يخترق الطبقة الحاملة بالكامل واثنين مصدر مياه



$$Q = \{ (0.73 + 0.27 * (H - h_o) / H) * (k x / L) * (H^2 - h_o^2)\}$$

التطبيقـــــــات

الحالة الأولى/ حاله قطعه ارض دائرية وخط آبار دائري ومصدر مياه دائري



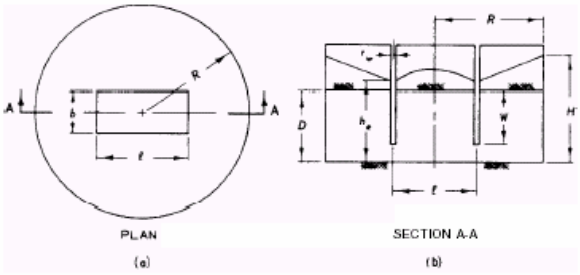
$$Q = K D (H - h_e) \$$$

A نصف قطر خط الآبار

R نصف قطر دائرة تأثير الآبار

$ shape function

الحالة الثانية/ قطعه ارض مستطيله ومصدر مياه دائري

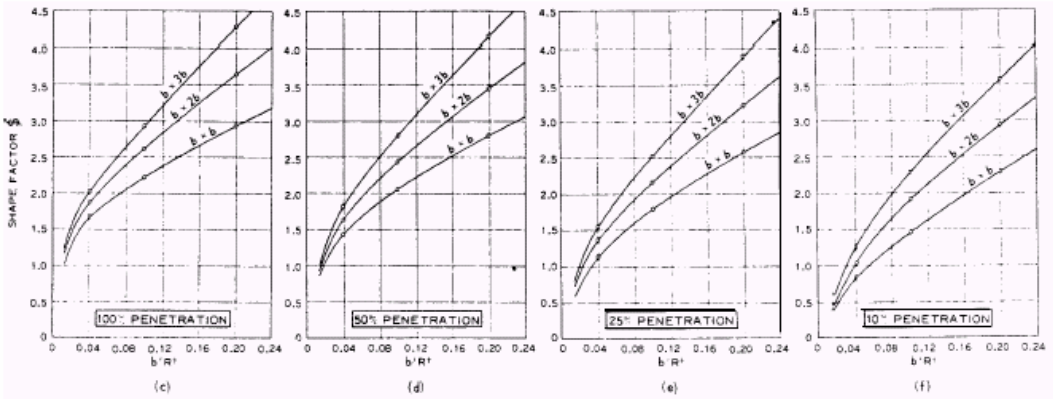


FLOW, Q_T, OR DRAWDOWN, $H - h_e$, CAN BE ESTIMATED FROM

$$Q_T = [(H - h_e)kD]\,\$ \qquad (11)$$

WHERE $\$$ IS OBTAINED FROM PLOTS SHOWN BELOW AND PERCENT PENETRATION = W□H100

NOTE HEAD ALONG LINE A-A WITHIN THE ARRAY, h_e, IS OBTAINED FROM FIG 4-9



خطوات تصميم نظام نزح مياه جوفيه باستخدام الابار الابرية

١- من القطاع الجيولوجي للتربة يتم تحديد نوع سريان المياه إلى البئر (إرتوازى أم جاذبية أم مشترك).

٢-يتم تحديد مقدار التخفيض في منسوب المياه الجوفية بحيث يكون منسوب المياه أوطى من منسوب قاع الحفر ٥٠ سم.

٣- يتم اقتراح نوع نظام النزح (آبار إبرية أم آبار عميقة) ونوع الاختراق (اختراق كلى أم اختراق جزئي)

٤- يتم تحديد مصدر المياه (هل ترعة أم يتم تحديد نصف قطر دائرة تأثير البئر)

٥- يتم تحديد مقدار التصرف الكلى (Q_t) اللازم نزحه لتخفيض منسوب المياه الجوفية إلى قيمه h_e

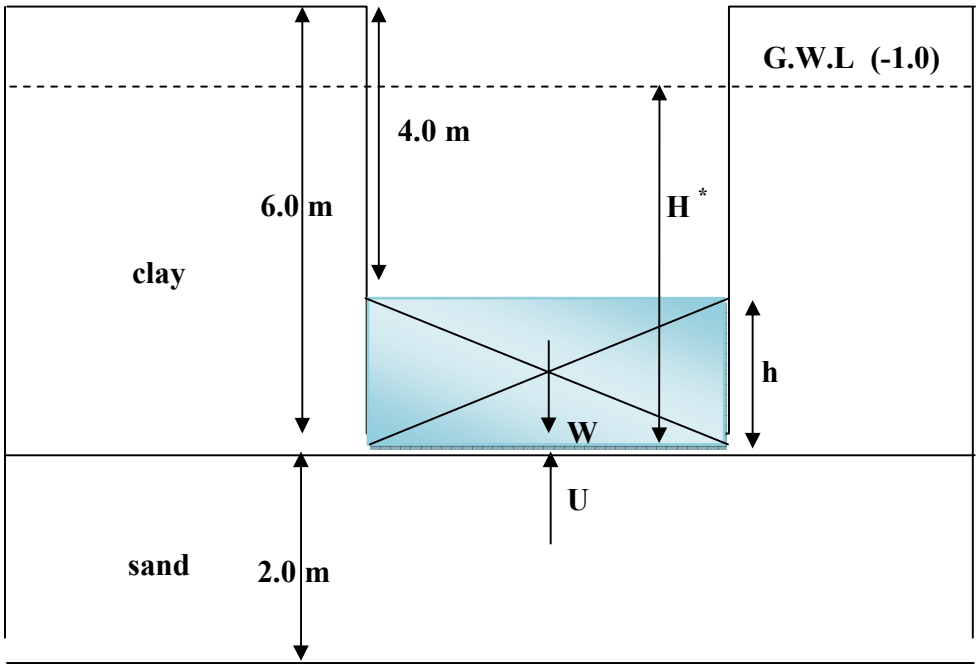
٦- يتم تحديد مقدار التصرف للبئر الواحد Q_w (تصرف الخضوع بالنسبة للآبار الابرية أو قدرة المضخة الغاطسة للبئر العميق)

٧- يتم حساب عدد الآبار من المعادلة $n = Q_t / Q_w$

٨- يتم تقريب الرقم الى اقرب رقم صحصح بالزيادة

٩- يتم تحديد تقسيط الآبار من المعادلة التقسيط = المحيط / عدد الآبار

Pressure relief system



هنا يلزم عمل نزح للمياه الجوفية لتخفيض ضغط المياه ويسمى pressure relief system

طبقه الطين المحصورة بين قاع الحفر وسطح الرمل تحت تأثير قوتين:-

١- قوه من أعلى لأسفل = وزن الطين = γ_{sat} x h √ ط/م٢

٢- قوه من أسفل لأعلى = قوة الرفع = γ_w x h^* √ ط/م٢

يجب ألا يقل معامل الأمان عن ١,١٠

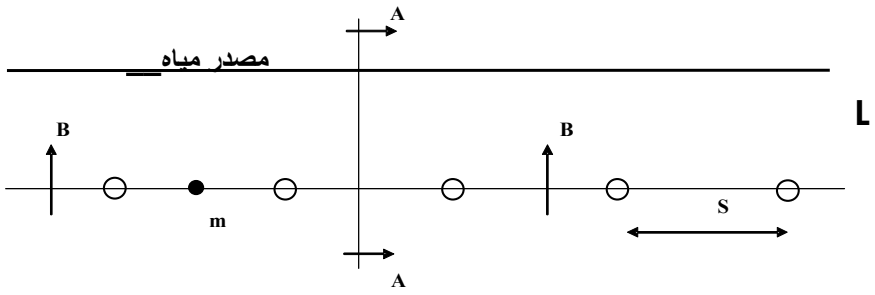
F.O. S = wt of saturated soil / Uplift force

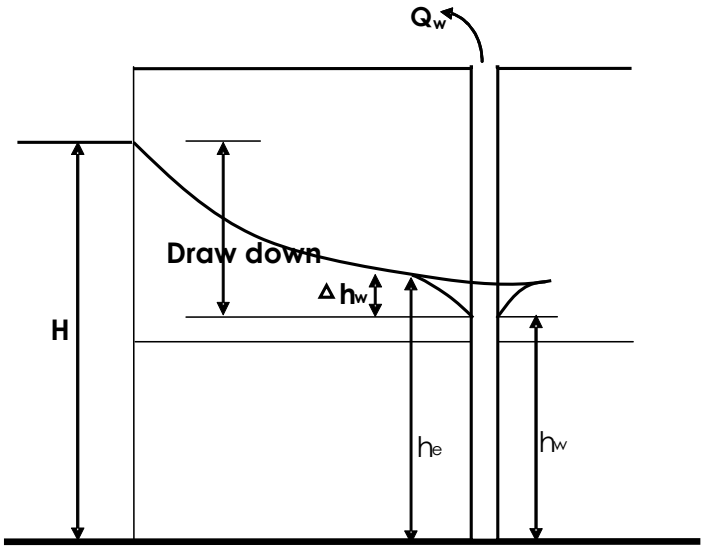
= W / U ≥ 1.10

بالتالي إذا كانت قيمة معامل الأمان < ١,١٠

يلزم عمل نظام نزح جوفي لتخفيض الضغط على تربة الأساس

تعديل مناسيب المياه لفرضية خط الآبار





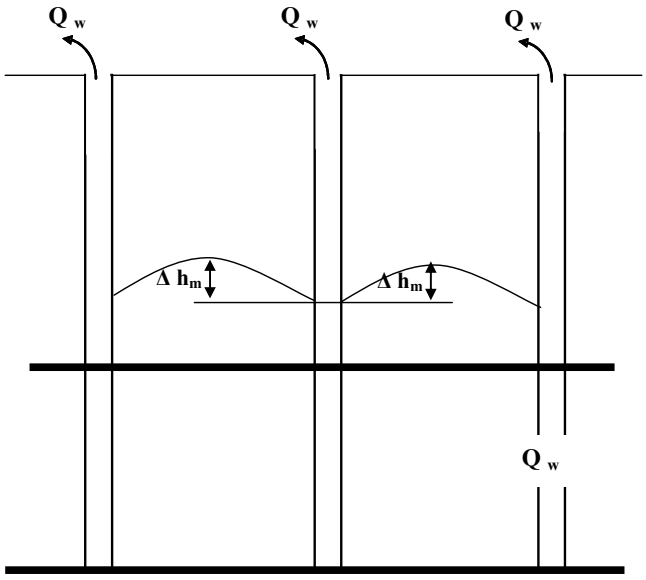
Sec A - A

The draw down of water at well = $H - h_e$

عند تشغيل البئر لأسباب كهر وميكانيكيه يحدث انخفاض إضافي فى منسوب المياه داخل البئر بمقدار Δh_w

$$\Delta h_w = \frac{Qw}{2\pi kD} \ln \frac{S}{2\pi rw}$$

The draw down of water inside the well = $H - h_e + \Delta h_w$



Sec B - B

ترتفع المياه في منتصف المسافة بين كل بئرين متجاورين بمقدار Δh_m

$$\Delta h_m = \frac{Qw}{2\pi kD} \ln \frac{S}{2\pi rw}$$

The draw down of water at midpoint $= H - h_e + \Delta h_w + \Delta h_m$

فى حالة قطعه ارض مستطيلة مركزها نقطة C ترتفع المياه عند نقطة المركز بمقدار Δh_w

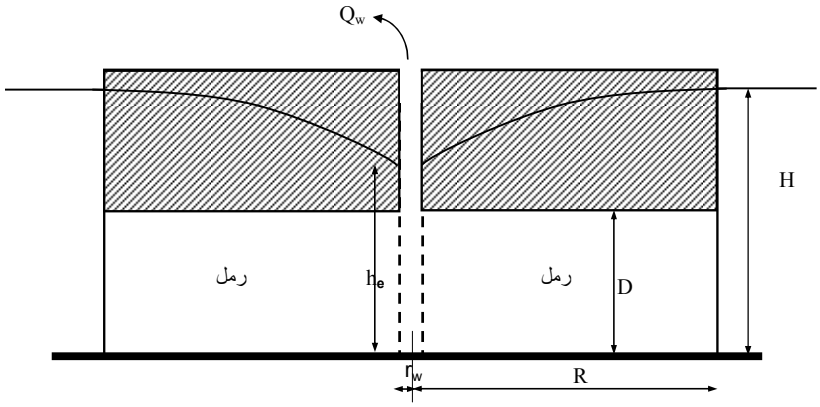
The draw down of water at area center = The draw down inside the well - Δh_w

$$= H - h_e + \Delta h_w - \Delta h_w$$

$$= H - h_e$$

حساب تصرف الآبار العميقة

الحالة الأولى : بئر ارتوازي يخترق الطبقة الحاملة بالكامل ومصدر مياه دائري



$Q_w = 2 \pi K D (H - h_e) / \ln (R/r_w)$

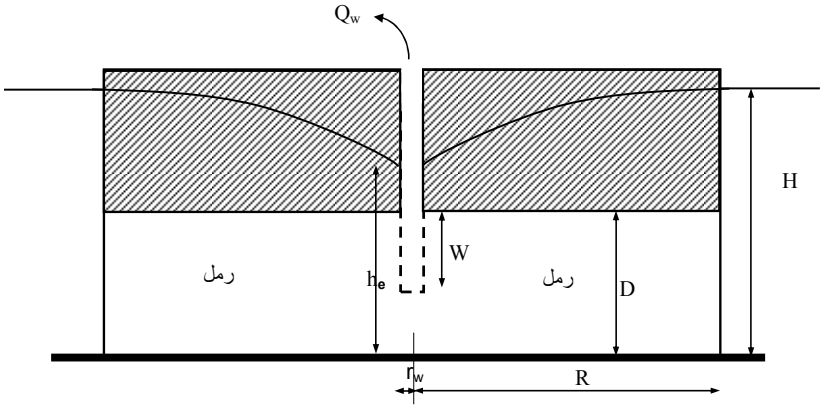
$H - h = (Q / 2 \pi K D) * \ln (R/r_w)$

$R = C (H - h_e) (K)^{0.5}$

C is constant its value rang from 2000 to 3000

K is the coefficient of permeability in m / sec

الحالة الثانية : بئر ارتوازي لا يخترق الطبقة الحاملة بالكامل ومصدر مياه دائري

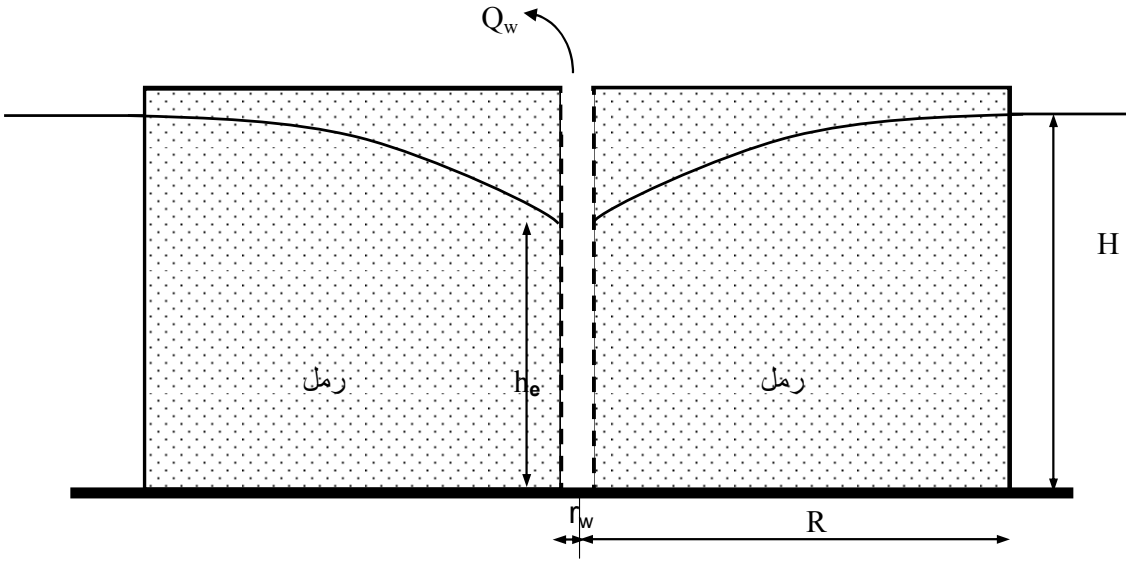


$Q_w = [2 \pi K D (H - h_e) / \ln (R/r_w)] * G$

$G = (w / D) * [1.0 + 7.0 (r_w / 2W)^{0.5} \cos (\pi W/2D)]$

$H - h = (Q / 2 \pi K D G) * \ln (R/r_w)$

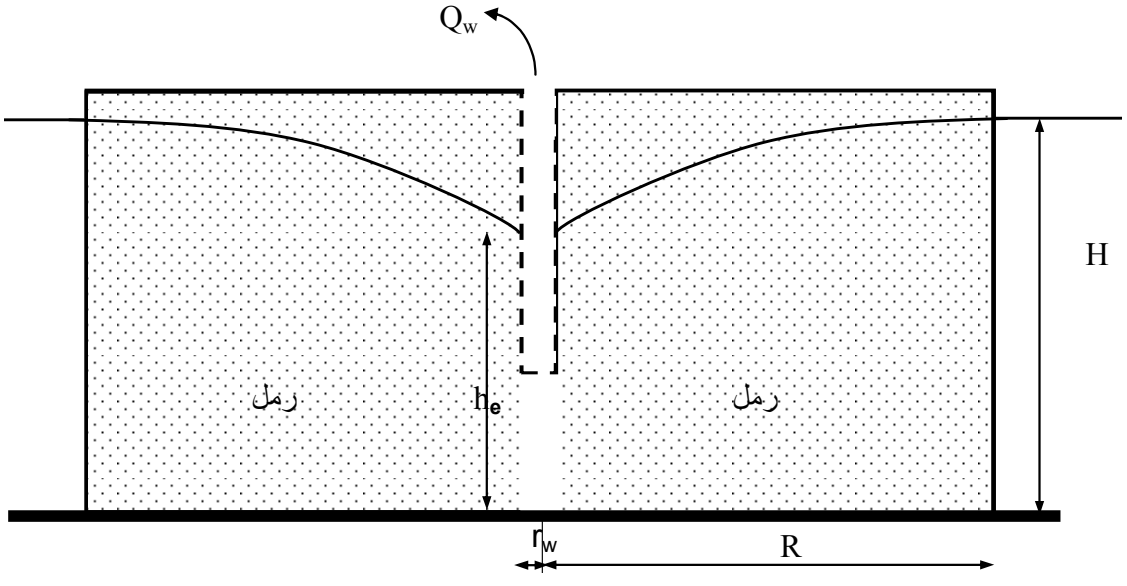
الحالة الثالثة: بئر جاذبية يخترق الطبقة الحاملة بالكامل ومصدر مياه دائري



$$Q_w = \pi K (H^2 - h_e^2) / \ln (R/r_w)$$

$$H^2 - h_w^2 = (Q/\pi K) * \ln (R/r_w)$$

الحالة الرابعة : بئر جاذبية لا يخترق الطبقة الحاملة بالكامل ومصدر مياه دائري



Same Equations

خطوات تصميم نظام نزح مياه جوفيه باستخدام الآبار العميقة

١- من القطاع الجيولوجي للتربة يتم تحديد يتم تحديد نوع سريان المياه إلى البئر (إرتوازى أم جاذبية أم مشترك).

٢-يتم تحديد مقدار التخفيض في منسوب المياه الجوفية بحيث يكون منسوب المياه اوطى من منسوب قاع الحفر ٥٠ سم.

٣ - يتم اقتراح نوع نظام النزح (آبار إبرية أم آبار عميقة) ونوع الاختراق (اختراق كلى أم اختراق جزئي)

٤- فى حالة الابار العميقة يتم فرض أن نظام النزح بالكامل يتصرف مثل بئر واحد فقط نصف قطره r_s

Assume the entire system acts as a single large well of radius r_s

يتم حساب المساحة الدائرية المكافئة وبالتالي حساب نصف القطر $r_s = ((a * b)/\pi)^{0.50}$

٤- يتم تحديد نصف قطر دائرة تأثير البئر كالتالي $R_o = 3000 (H - he) (K)^{0.5}$

٥- بتم تحديد عمق البئر ومن القطاع الجيولوجي للتربة يتم تحديد نوع البئر (اختراق كامل أم جزئي)

٦- يتم تحديد مقدار التصرف الكلى (Q_t) اللازم نزحه لتخفيض منسوب المياه الجوفية إلى قيمه h_e

٧- بمعلومية قدرة المضخات المغمورة المتاحة يتم اختيار تصرف البئر = قدرة المضخة المتاحة

٨- يتم تحديد عدد الآبار من المعادلة التالية وتقريبها لأقرب رقم بالزيادة $n = Q_t / Q_w$

٩- يتم تحديد تقسيط الآبار من المعادلة = المحيط / عدد الآبار

Check of the drawdown

لحساب الانخفاض في منسوب المياه الجوفية عند نقطة معينة نتيجة تشغيل مجموعة من الآبار يتم حساب الانخفاض لكل بئر على حده ثم تجميع الانخفاضات للآبار كلها.

The drawdown at any point bypumbing a group of well is:

Artesian wells $H - h = (1/2 \pi K D) * \sum Q_i \ln (R/r_i)$

Gravity wells $H2 - h2 = (1/\pi K) * \sum Q_i \ln (R/r_i)$

R نصف قطر دائرة تأثير الآبار

Q_i تصرف البئر

r_i بعد البئر عن النقطة المطلوب حساب الانخفاض عندها

شبكه السريان Flow net

الهدف منها حساب التصرف الكلى اللازم نزحه لتخفيض منسوب المياه الجوفية

عند رسم خطوط السريان وخطوط الطاقة يراعى الآتي :-

- **لا يمكن أن يتقاطع خطى سريان.**
- **لا يمكن أن يتقاطع خطى طاقه.**
- **تتقاطع خطوط السريان مع خطوط الطاقة في زوايا قائمه بحيث تحصر بداخلها فراغات يتم رسم دوائر بداخلها.**

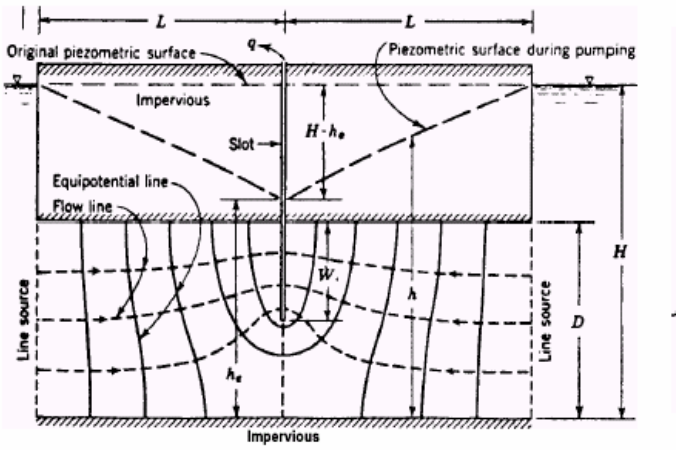
Section flow net

N_f = number of flow channels
عدد قنوات السريان

N_d = number of drabs =11
عدد الانخفاضات في الطاقة

$Q = K (H – h_e) * N_f / N_d = \surd$

$Q_t = Q * X = \surd$



SECTIONAL FLOW NET (ARTESIAN)

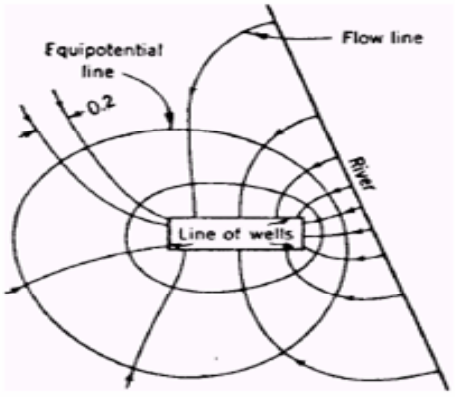
Plan flow net

N_f =

N_d =

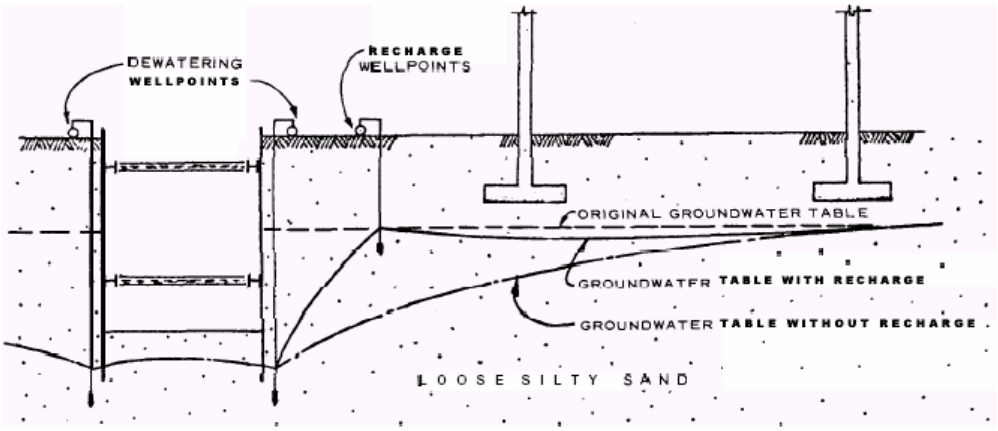
$Q = K (H – h_e) * N_f / N_d = \surd$

$Q_t = Q * D = \surd$



PLAN FLOW NET

طريقه المحافظة على الجار أثناء نزح المياه

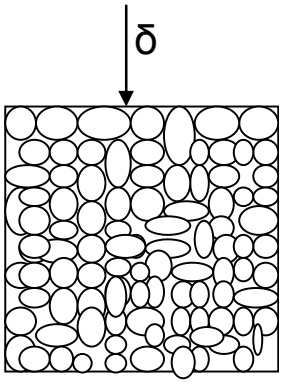


عند تخفيض منسوب المياه الجوفية بجوار منشآت قائمه قديمه يكون مقدار الانخفاض فى منسوب المياه الجوفية تحت القواعد مختلف مما يترتب عنه اختلاف في قيمه الحمل المنقول من المياه التي تم نزحها إلى حبيبات التربة مما يترتب عنه حدوث هبوط مختلف تحت القواعد (هبوط متفاوت) مما يترتب عنه حدوث شروخ وانهيارات لهذه المنشآت

$$\sigma = \sigma` + u$$

$$S = H \cdot m_{vc} \cdot \Delta\sigma`$$

$$S = [C_c / (1 + e_0)] \; H \; \log [(\sigma_0 + \Delta\sigma`) / \sigma_0]$$



أذا انخفض منسوب المياه الجوفية بمقدار ١,٠ م يحدث إجهاد إضافي على طبقه الطين $\Delta\sigma` =$ ١,٠٠ ط/م٢

ينص الكود المصري في حالة تنفيذ قواعد منفصلة على ضرورة ربط هذه القواعد بكمرات جسئه ذات تسليح علوي وسفلى متماثل.

لحل هذه المشكلة :-

(١) عمل بئر تغذيه (recharge well) وفيه يتم ضخ المياه فى بئر التغذية حتى يتم رفع منسوب المياه الجوفية تحت المنشأ المجاور

(٢) يتم حقن التربة (grouting) أسفل القواعد بمحلول البنتونيت والماء والاسمنت والمواد الكيميائية لملأ الفراغات بين الحبيبات ويعيب هذا الحل التكلفة وعدم صلاحيته لجميع أنواع التربة.

(٣) استخدام الستائر المانعة لدخول المياه cut off curtain

Stability of foundation level

انواع الانهيارات :

(١) النافورة piping

عند سريان المياه خلال فراغات التربة من منسوب المياه العالي إلى المنسوب المنخفض نقوم بغسل التربة (تحمل حبيبات التربة الصغيرة الموجودة بين الحبيبات الكبيرة) مما يؤدى إلى تدمير التركيب البنائي للتربة مما يؤدى إلى زيادة الفراغات وبالتالي انهيار تربه الأساسات وخروج الحبيبات على شكل نافورة.

ولحل هذه المشكلة :-

(أ) وضع طبقة تربة متدرجة عند الوصول لتربة الاساس تعمل كمرشح يمنع مرور الحبيبات الصغيرة

(ب) زيادة عمق الستارة اللوحية (sheet pile) وبالتالي زيادة عد الانخفاضات في خطوط الطاقة Nd وبالتالي يزداد ضغط المياه عند خروجه عند طبقه الأساس

I_c = Critical hydraulic gradient

$$F.O.S = (I_c / I_{exit}) \quad > \quad 1.1$$

(٢) انهيار تربة الأساس heave

عند سريان المياه يتولد ضغط مياه من أسفل إلى اعلي وإذا زادت قيمة هذا الضغط عند وزن كتله التربة يحدث انهيار لتربه التأسيس.

ويتولد منطقه من التربة ارتفاعها = D وعرضها = D/2 تؤثر عليها قوه من أسفل إلى اعلي (uplift force) وقوه من اعلي إلى أسفل (gravity force) قوة وزنها

يتم حساب معامل الأمان $F.O.S = (W / U) \quad > 1.10$

اذا كان معامل الأمان < ١,١

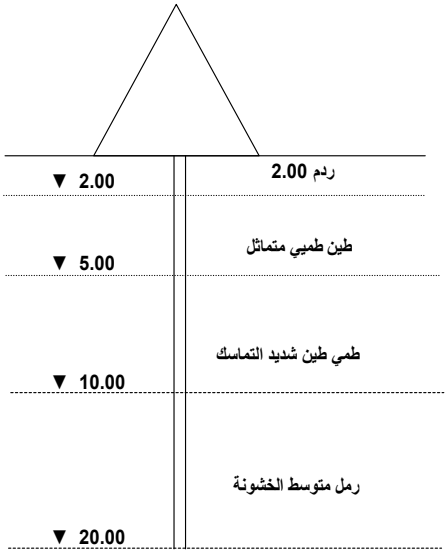
(١) يتم زيادة عمق الستائر اللوحية sheet pile وبالتالي أبعاد التربة وبالتالي وزنها وتزداد عد خطوط الطاقة فتقل قوة الرفع.

احتياطات عامة لتخفيض المياه الأرضية

- ويتحدد العدد النهائي والمسافات البينية للآبار بعد عمل تجربة النزح التجريبي بالموقع لتحديد معامل النفاذية ولتحديد مدى مناسبة النظام المقترح فى هذا التقرير.
- يلزم عمل غطاء من المصافي الشبكية بكامل محيط الماسورة المخرمة وذلك لتقليل نسبة سحب المواد الناعمة من التربة المحيطة.
- المواسير السادة أمام الطلمبة بطول ٢,٥٠ متر تفاديا للسحب المباشر من المصافي على التربة و يجب ان تكون رأسية تماما ويجب الحذر أثناء لحام وصلات المواسير الساده والمصافي.
- تملأ المسافة حول المواسير (١٠,٠ بوصة) وحتى نهاية الحفرة بقطر (١٨,٠ بوصة) بمرشح زلطى ذات قطر حبيبات في حدود ٢,٠ مم إلى ٦,٠ مم.
- الطلمبات الغاطسة التى تعمل على آبار النزح الجوفي يجب أن تكون ذات تصرف مناسب ورافع لا يقل عن ٣٠,٠ متر.
- خط الطرد للمياه المسحوبة لايقل عن (١٢,٠ بوصة) لصرف المياة لأقرب مصرف مجاور.
- بعد البئر عن جوانب الحفر فى حدود ١,٠٠ متر إلى ٢,٠ متر.
- أثناء تنفيذ الآبار وإنزال المواسير بالبئر يجب ضخ المياه بداخل القاسون منعا لحدوث فوران للرمال.
- يتم عمل بيزومترات لرصد منسوب المياه الجوفية وبعمق ١٥,٠ متر عند الحاجة للتأكد من فاعلية نظام النزح الجوفي.
- يجب توفير مصدر بديل للطاقة احتياطيا وذلك لتشغيله عند انقطاع المصدر الرئيسي لتجنب وقف نظام التخفيض للمياه الجوفية.
- يتم مراقبة المياه الخارجة من البئر عن طريق مصيدة الرمال وعداد قياس التصرف لتحديد كمية المياه المنصرفة من البئر وبحيث لاتزيد نسبة المواد الناعمة والرمال المسحوبة عن ١٥ جزء فى المليون من حجم المياه.
- تستمر أعمال النزح الجوفى الى أن يتم الانتهاء من تنفيذ أعمال الخرسانة المسلحة للاساسات والحوائط وأعمال العزل للأجزاء المدفونة تحت سطح الأرض والردم حولها وذلك لتفادى تأثير ضغط المياه لأعلى (Uplift) على اتزان المنشأ مع ضرورة تنفيذ أعمال العزل بدرجة جيدة طبقاً للأصول الفنية.
- يجب تنفيذ كافة الاحتياطات الفنية و إشترطات الكود المصري لميكانيكا التربة و الأساسات الجزء التاسع الخاصة بنزح المياه الأرضية و مراعاة عدم سحب و قلقلة حبيبات التربة أثناء نزح المياه .
- أثناء الحفرو نزح المياه يجب التغذية بالمياه بجوار المنشآت القائمة المجاورة إذا لزم الأمر.
- يجب تنفيذ جميع الأعمال طبقاً للأصول الفنية و تحت إشراف هندسي متخصص.
- يمكن الاستعانة بالنزح السطحي مع الآبار العميقة للسيطرة على المياة المتسربة من أعلى من مواسير مياة الشرب والصرف الصحي القديمة

تصميم الأساسات لمقاومة الأحمال العرضية

عند تصميم أي منشأ يلزم إعداد تقرير تربه بعمل عدد معين من الجسات بأعماق مختلفة حسب ارتفاع المنشأ وبعدد يتناسب مع المساحة وبناء على تقرير التربة يوصى الاستشاري بالاتي :-



1-منسوب التأسيس

لابد من إزالة طبقات الردم بالكامل.

في حاله رغبة المالك في عمل بدروم (أقل ارتفاع =٢,٧٠ متر)

يكون منسوب التأسيس فى حدو ٤,٠ متر

٢- نوع الأساسات

طبقا لقدرة تحمل التربة يكون الاساسات :

(أ) أساسات سطحيه

فى هذه الحالة تكون قواعد منفصلة أو شريطيه او لبشه مسلحه تعلو لبشة أو قواعد منفصلة من الخرسانة العادية

إذا كان سمك الخرسانة العادية اقل من ٤٠ سم تعتبر فرشه نظافة وإذا كانت اكبر من ٤٠ سم تدخل في الحسابات

في حاله القواعد المنفصلة أو الشريطية يلزم تربيط القواعد مع بعضها بكمرات جسئه ذات تسليح علوي وسفلى متماثل .

(ب) أساسات عميقه

قطر الخازوق - طول الخازوق – الحمل المسموح به للخازوق – حديد التسليح للخازوق

٣- جهد التربة الصافي الآمن المسموح به

جهد التربة الصافي الآمن يمثل الإجهاد الإضافي الآمن الذي تتحمله التربة عند منسوب التأسيس بالإضافة إلى وزن عمود التراب من سطح الأرض الطبيعي حتى منسوب التأسيس.

Ex.

Foundation level = 2.0 m $q_{all\ net} = 1.25$ kg /cm^2

q_{act} due to the structure = 1.30 kg /cm^2

In this case we cannot compare the $q_{all\ net}$ with q_{act} due to the structure.

We should calculate the q_{all} and then compare it with q_{act} due to the structure

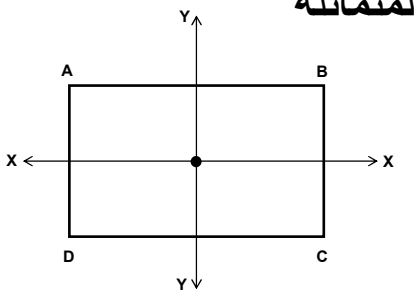
$q_{all} = q_{all\ net} + \gamma D_f - \gamma_{pc} . t_{pc} - \gamma_{Rc} . t_{Rc} - \gamma_{sand} . t_{fill} - \gamma_{pc} . t_{plane\ concrete}$ - Live load

= kg /cm^2 then we can compare this value with q_{act} due to the structure

٤- نوع الاسمنت :-

يتم اخذ عينه من المياه وتحليلها وتحديد نسبه الأملاح الكلية وأملاح الكلوريدات والكبريتات وبناءا عليها يتم تحديد نوع الاسمنت إما بورتلاندى عادى أو مقاوم للكبريتات.

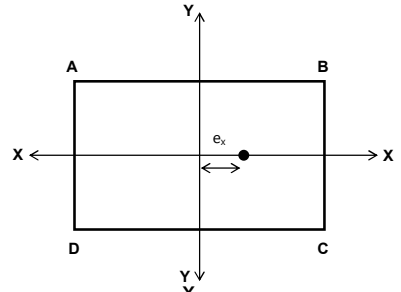
حساب إجهادات التربة تحت أساسات اللبشة المتماثلة



أولا: عدم وجود إزاحة

$$M_y = M_x = 0$$

$$F = - \frac{p_t}{A}$$



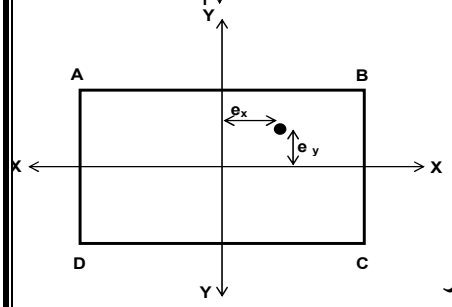
ثانيا: وجود إزاحة في اتجاه واحد

$$M_x = 0$$

$$M_y = P_t * e_x$$

$$F = - \frac{p_t}{A} \pm \frac{My}{I_y} * x$$

ثالثا: وجود إزاحة في الاتجاهين



$$M_x = P_t * e_y$$

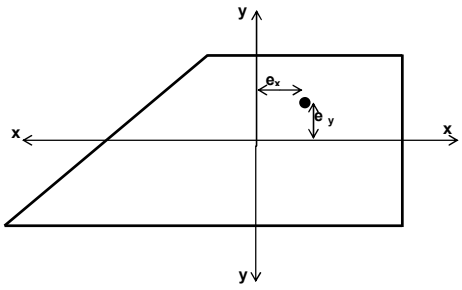
$$M_y = P_t * e_x$$

$$F = - \frac{p_t}{A} \pm \frac{My}{I_y} * x \pm \frac{Mx}{I_x} * y$$

عند عمل التحقيقات يلزم الآتي: أقل إجهاد عند أي نقطة (F_{min}) أكبر من قيمة صفر

أقصى إجهاد عند أي نقطة (F_{max}) لا يزيد عن قيمة إجهاد التربة المسموح به

رابعا : أساسات اللبشة غير المتماثلة



$$M_x = P_t * e_y$$

$$M_y = P_t * e_x$$

$$F = - \frac{p_t}{A} \pm \frac{My}{I_y} * x \pm \frac{Mx}{I_x} * y$$

نظرا لعدم وجود تماثل حل أى من المحورين تكون المحاور غير رئيسية وتتواجد قيمه I_{xy} وبالتالي يلزم تعيين أماكن المحاور الرئيسية واستخدام المحاور المعدلة ويم حساب الاجهادات باستخدام المعادلات الآتية

$$\mathbf{F = - \frac{p_t}{A} \pm \frac{M_y^*}{I_y^*} * x \pm \frac{M_x^*}{I_x^*} * y}$$

$$\mathbf{M_x^* = M_x - M_y \frac{I_{xy}}{I_y}} \qquad \mathbf{M_y^* = M_y - M_x \frac{I_{xy}}{I_x}}$$

$$\mathbf{I_x^* = I_x - \frac{I_{xy}^2}{I_y}} \qquad \mathbf{I_y^* = I_y - \frac{I_{xy}^2}{I_x}}$$

تحليل الأساسات السطحية للمنشآت المعرضة لتأثير قوى عرضية

عند تحيل الأساسات السطحية للأخذ في الاعتبار أحمال الزلازل أو أحمال الرياح يتم عمل الآتي

- يتم اعتبار أحمال الزلازل في اتجاه محور (x - x)
- يتم اعتبار أحمال الريـاح في اتجاه محور (x - x)

يتم اخذ القيمة الأكبر منهما

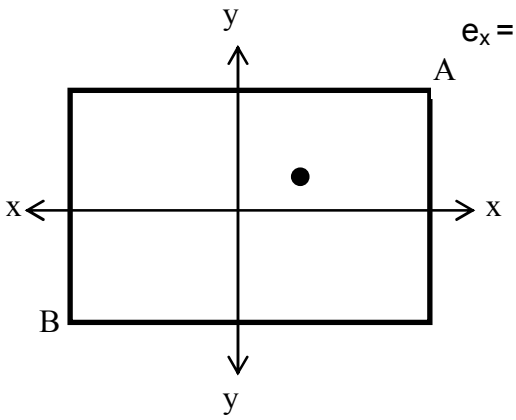
- يتم اعتبار أحمال الزلازل في اتجاه محور (y - y)
- يتم اعتبار أحمال الريـاح في اتجاه محور (y - y)

يتم اخذ القيمة الأكبر منهما

- عند أخذ تأثير تحليل الزلازل والرياح يتم حساب العزوم عند السطح العلوي للبشة
- عند التصميم يتم اخذ إشارة عزم الرياح والزلازل الذي يعطى أسوا حاله على اللبشه
- ينص الكود المصري على أنه في حاله اعتبار الرياح والزلازل على زيادة إجهاد التربة الصافي الآمن المسموح به بمقدار ٣٣ %

Example Site is 30 x 20 m P_t = 500 t M_{xe} =150.0 t.m M_{ye} = 330.0 t.m

e_x = 0.66 m e_y = 0.30 t



عند تحيل أحمال الرياح والزلازل في اتجاه محور x-x

$M_{y\,L}$ = 1000 t.m

عند تحيل أحمال الرياح والزلازل في اتجاه محور y-y

$M_{x\,L}$ = 780 t.m

أولا: تحقيق إجهادات التربة فى حاله اعتبار الزلازل والرياح فى اتجاه x-x

P_t =500 t M_{xe} =150.0 t.m

M_{ye} = 330.0 t.m $M_{y\,L}$ = 1000 t.m $M_y = M_{ye} + M_{y\,L}$ = 1330 t.m

$F = -(P_t /A) \pm (M_y / I_y) * x \pm (M_x / I_x) * y$

ثانيا: تحقيق إجهادات التربة فى حاله اعتبار الزلازل والرياح فى اتجاه y-y

P_t =500 t

M_{xe} =150.0 t.m $M_{x\,L}$ = 780 t.m $M_x = M_{xe} + M_{x\,L}$ = 930 t.m

M_{ye} = 330.0 t.m

$F = -(P_t /A) \pm (M_y / I_y) * x \pm (M_x / I_x) * y$

تحقيق إجهادات التربة في حالة وجود بدروم

في حالات كثيرة عندما يقوم المهندس الإنشائي المصمم بعمل تحقيق إجهادات التربة الناتجة عن الأحمال التصميمية للمنشأ المزمع إنشاؤه فتكون الإجهادات الناتجة أكبر من القيمة المسموح بها وفى هذه الحالة يقوم المهندس المصمم بعرض الحلول الممكنة على المالك ليقوم باختيار أحدها وهى كالتالي.

١- تقليل الأحمال وذلك إما :

- **تخفيض عدد الأدوار (يمثل خسارة مادية بالنسبة للمالك)**
- **تغيير نوع الطوب إلى الطوب الخفيف (يمثل خسارة مادية بالنسبة للمالك لأنه غالى الثمن على الرغم من توفيره لحديد التسليح)**

٢- استخدام أساسات عميقة (الخوازيق) (يمثل خسارة مادية بالنسبة للمالك لارتفاع تكلفتها)

٣- عمل بدروم (على الرغم من تكلفته يمكن استخدامه كجراج أو مخازن)

المثال التى يوضح تأثير عمل دور البدروم على تحقيق إجهادات التربة

Given :- Residential building 12 floor – D_f = 4.0 m –

$q_{all\ net}$ = 1.25 kg/cm^2 t_{pc} = 0.30 m t_{Rc} = 1.20 m γ_{sand} = 1.60 tlm^3

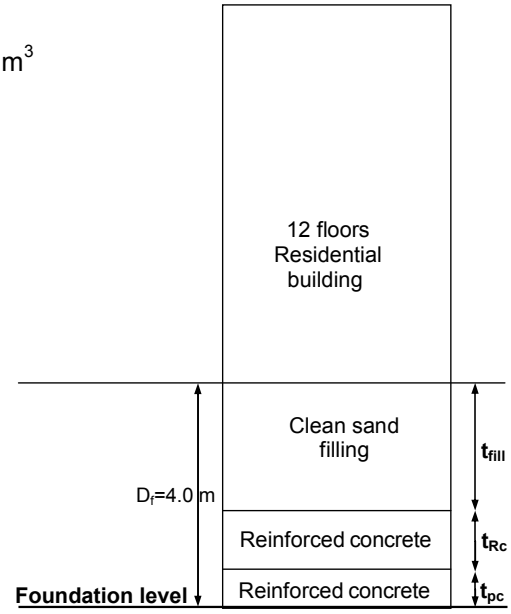
The calculated max stress due to v_{al} and lateral loads = 13.6 tlm^2

Foundation level = 4.0 m $q_{all\ net}$ = 1.25 kg /cm^2

q_{act} due to the structure = 13.6 tlm^2

we cannot compare the $q_{all\ net}$ with q_{act} due to the structure.

We should calculate the q_{all} and then compare it the calculated Maximum stress



بعد تنفيذ الأساسات (الخرسانة العادية والمسلحة) يفضل الردم فوق الأساسات برمل نظيف ثم نعمل دكه خرسانة عاديه أو مسلحة تسليح خفيف بسمك لا يقل عن ١٥ سم وعند حساب الأحمال يتم الأخذ في الاعتبار الحمل الحي للدور الأرضي الذي يتراوح بين ٢٥٠ كجم/م٢ في حالة استخدامه كدور سكنى و٥٠٠ كجم/م٢ في حالة استخدامه كمحل تجارى إلى ١٠٠٠ كجم/م٢ في حالة استخدامه كمخزن.

$q_{all} = q_{all\ net} + \gamma_{soil} . D_f - \gamma_{pc} . t_{pc} - \gamma_{Rc} . t_{Rc} - \gamma_{sand} . t_{fill} - \gamma_{pc} . t_{plane\ concrete}$ - Live load

= 12.5 + 1.7 x 4.0 – 2.2 x 0.3 – 2.5 x 1.2 – 1.6 x 2.35 – 2.2 x 0.15 – 0.5 = 11.05 t/m2

The calculated max stress, $F_{mac\ act}$ = 13.6 tlm^2 > $\mathbf{q_{al}}$ unsafe

إذا اختار المالك تقليل عدد الأدوار فهو مضطر لتخفيض عدد ٣ أدوار على الأقل وهى تمثل خسارة مادية كبيرة للمشروع.

وإذا اختار اللجوء الى الأساسات العميقة يتم تكليف المشروع تكلفة إضافية كبيرة حسب عدد الخوازيق وتسليحها وتكلفة تنفيذها ولكن إذا قرر المالك عمل دور بدروم وتصبح معادلة جهد التربة المسموح به كالآتي

$q_{all} = q_{all\ net} + \gamma_{soil} . D_f - \gamma_{pc} . t_{pc} - \gamma_{Rc} . t_{Rc}$ – Live load

= 12.5 + 1.7 x 4.0 – 2.2 x 0.3 – 2.5 x 1.2 – 0.30 = 15.34 t/m^2

طبقا للكود المصري يؤخذ الحمل الحي بدور البدروم ٣٠٠,٠ كجم/م٢

قبل مقارنة الاجهاد الفعلى مع الاجهاد المسموح به يجب إعادة حساب أقصى جهد على التربة باعتبار زيادة أدوار العمارة دور البدروم وبطريقة سريعة يمكن حسابه:

$F_{mac\ act}$ = 13.6 x (13/12) = 14.7 t/m^2 < q_{all} = 15.34 t/m^2

تحليل الأساسات العميقة للمنشآت المعرضة لتأثير قوى عرضية

عند تحيل الأساسات العميقة للأخذ في الاعتبار أحمال الزلازل أو أحمال الرياح يتم عمل الآتي

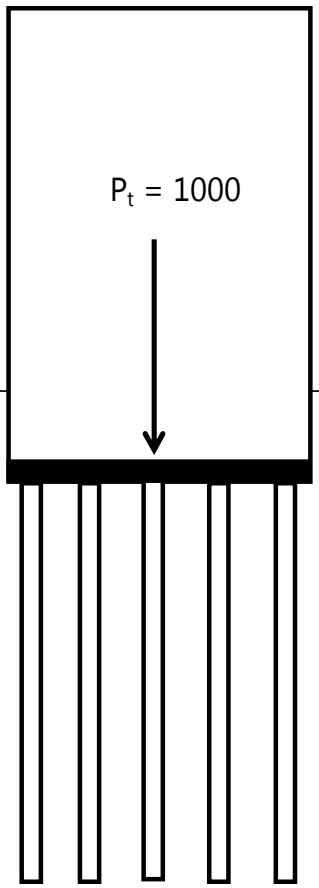
- **يتم اعتبار أحمال الزلازل في اتجاه محور (x - x)**
- **يتم اعتبار أحمال الريـاح في اتجاه محور (x - x)**

يتم اخذ القيمة الأكبر منهما

- **يتم اعتبار أحمال الزلازل في اتجاه محور (y - y)**
- **يتم اعتبار أحمال الريــاح في اتجاه محور (y - y)**

يتم اخذ القيمة الأكبر منهما

- **عند أخذ تأثير تحليل الزلازل والرياح يتم حساب العزوم عند السطح العلوي للبشة**
- **عند التصميم يتم اخذ إشارة عزم الرياح والزلازل الذي يعطى أسوا حاله على اللبشه**
- **ينص الكود المصري على أنه في حاله اعتبار الرياح والزلازل على زيادة حمل الخازوق**
- **المسموح به بمقدار ٣٣ %**



عند تصميم لبشة فوق خوازيق وتبين وجود إزاحات في اتجاهات المحاور الأفقية والرأسية تتولد عزوم انحناء على اللبشة نتيجة هذه الإزاحات حل المحورين.

عند اخذ تأثير القوى العرضية في الاعتبار عند عمل التحليل الإنشائي للبشة يتم تعيين:

أقصى عزم حول المحور x - x عند أخذ تأثير الرياح والزلازل في اتجاه محور y-y

أقصى عزم حول المحور y-y عند أخذ تأثير الرياح والزلازل في اتجاه المحور x - x

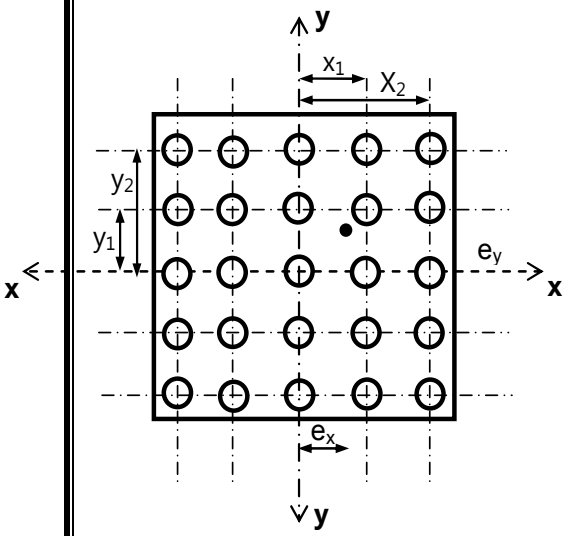
أقصى قوة أفقية تؤثر على اللبشة في الحالتين السابقتين.

يتم عمل تحقيق للأساسات العميقة كالتالي:

أولا: حساب أقصى وأقل حمل خازوق نتيجة الأحمال الرأسية فقط ومقارنته مع الحمل المسموح به

ثانيا: حساب أقصى وأقل حمل خازوق نتيجة الأحمال الرأسية والعرضية ومقارنته مع الحمل المسموح به بعد زيادته طبقا للكود المصرى.

ثالثا : عمل تحقيق القوة العرضية المؤثرة على كل خازوق وفى حالة زيادته يتم عمل تحليل إنشائي للخوازيق تحت تأثير الأحمال العرضية



Example

P_t =10 00 t e_x = 0.40 m e_y = 0.60 t

pile diameter = 50 cm P_{pile} = 60 ton

عند تحيل أحمال الرياح والزلازل في اتجاه محور x-x

$M_{y\,L}$ = 300 t.m

عند تحيل أحمال الرياح والزلازل في اتجاه محور y-y

$M_{x\,L}$ = 200 t.m

Check the pile load under the raft for the two cases:

Case: 1 vertical loads only

Case: 2 vertical and lateral loads

أولا: تحقيق أحمال الخوازيق فى حاله الأحمال الرأسية فقط

P_t = 1000 t

M_{ye} = - P_t x e_x = 600.0 t m M_{xe} = - P_t x e_y = 400.0 t.m

$$F = -\frac{Pt}{A} \pm \frac{Mx^{x}X}{Ix} \pm \frac{My^{x}X}{Iy}$$

ثانيا: تحقيق أحمال الخوازيق فى حاله اعتبار الزلازل والرياح فى اتجاه x-x

P_t = 1000 t M_{xe} =400.0 t.m

M_{ye} = 600.0 t.m $M_{y\,L}$ = 300 t.m $M_y = M_{ye} + M_{y\,L} = 600 + 300 = 900$ t.m

$$F = -\frac{Pt}{A} \pm \frac{Mx^{x}X}{Ix} \pm \frac{My^{x}X}{Iy}$$

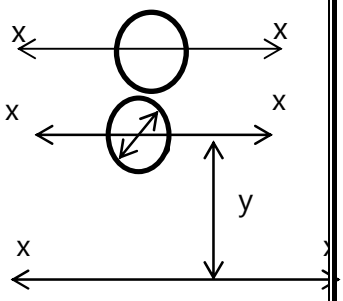
ثالثا: تحقيق أحمال الخوازيق فى حاله اعتبار الزلازل والرياح فى اتجاه y-y

P_t = 1000 t M_{ye} = 600.0 t.m

M_{xe} =400.0 t.m $M_{x\,L}$ = 200 t.m $M_x = M_{xe} + M_{x\,L} = 400 + 200 = 600$ t.m

$$F = -\frac{Pt}{A} \pm \frac{Mx^{x}X}{Ix} \pm \frac{My^{x}X}{Iy}$$

$$a = \frac{\pi \Phi^2}{4}$$ وذلك في حاله الخوازيق (قطاع دائري)



$A = n * a$ $Ix = \frac{\pi \varphi^4}{64}$

a = مساحة مقطع الخازوق الواحد n = عدد الخوازيق

Ix = I_{xpile} + ay^2 I_{xpile} تهمل هذه القيمة :- x في حاله خازوق لا يمر بمحور

ونظرا لصغر قيمه Ix للخازوق حول محوره يتم إهمالها وبالتالي Ix لخازوق حول محوره يوازيه

$$Ix = a\,y^2$$

$$Ix = (5*a*\ y1^2 + 5*a*y2^2\ )*2 = a*\sum y^2$$

$$Iy = (5*a*\ x1^2 + 5*a*x2^2\ )*2 = a*\sum x^2$$

ويتم حساب حمل الخازوق والاجهاد على الخازوق من المعادله :-

$$F = -\frac{Pt}{A} \pm \frac{Mx^{x}X}{Ix} \pm \frac{My^{x}X}{Iy}$$

$$F = -\frac{Pt}{n*a} \pm \frac{Mx^{x}X}{a*\sum y^2} \pm \frac{My^{x}X}{a*\sum x^2}$$

وبضرب المعادله فى (a)

$$F = -\frac{Pt}{n}\, a*\frac{Mx^{x}X}{\sum y^2} \pm \frac{My^{x}X}{\sum x^2} \pm$$

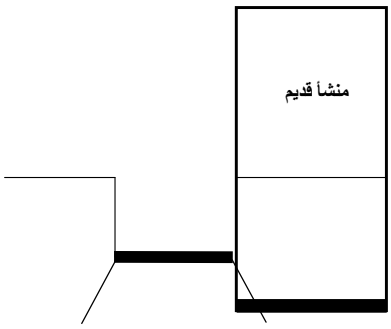
$$Ppile = -\frac{Pt}{n} \pm \frac{Mx^{x}X}{\sum y^2} \pm \frac{My^{x}X}{\sum x^2}$$

Pall = 1.33 * 60 = 80 ton

تأمين المنشآت المجاورة لموقع الحفر

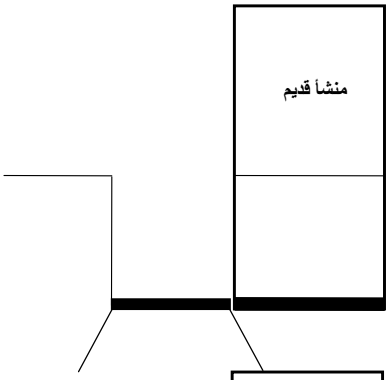
عند إقامة منشأ جديد بجوار منشأ قديم توجد ثلاثة حالات:

الحالة الأولى: منسوب تأسيس المنشأ الجديد أعلى من منسوب تأسيس المنشأ القديم



تتولد إجهادات إضافية على أساسات المنشأ القديم عند إنتقال أحمال المنشأ الجديد

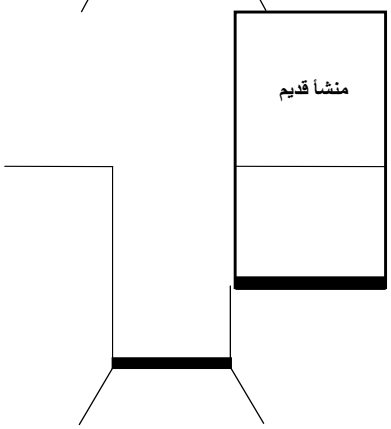
الحالة الثانية: منسوب تأسيس المنشأ الجديد في نفس منسوب تأسيس المنشأ القديم



تتولد إجهادات إضافية على تربة تأسيس أساسات المنشأ القديم

عند إنتقال أحمال المنشأ الجديد

الحالة الثالثة: منسوب تأسيس المنشأ الجديد أوطى من منسوب تأسيس المنشأ القديم



تتولد إجهادات إضافية على تربة تأسيس أساسات المنشأ القديم

عند إنتقال أحمال المنشأ الجديد.

إمكانية هروب حبيبات تربة تأسيس أساسات المنشأ القديم وبالتالى ميله وانهياره

لمنع هذا الانهيار ينص الكود على ضرورة تأمين جوانب الحفر وبالتالى سند

تربة تأسيس المنشأ القديم ومنعها من الهرب بأحد الطرق الاتية

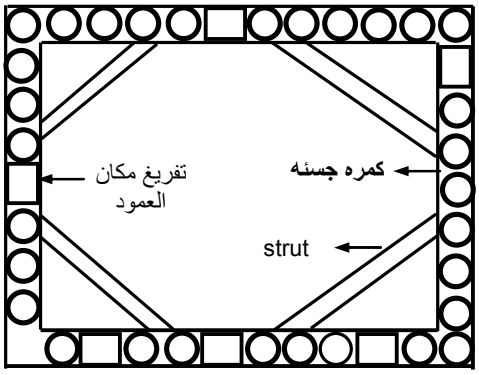
خوازيق سند الجار

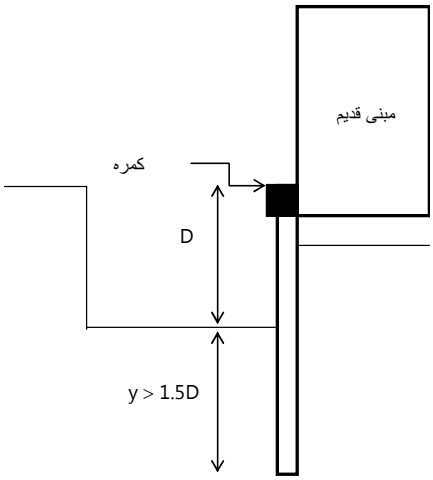
عبارة عن خوازيق رأسيه يتم إنشاءها ملاصقه للجار قبل الحفر والهدف منها سند التربة تحت قواعد الجار ومنعها من دخول الموقع.

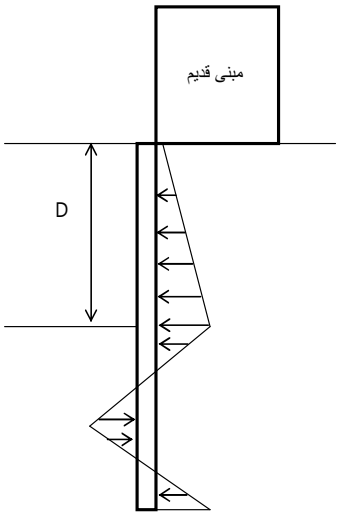
يتم تنفيذ ها بالتفريغ ويتراوح قطرها من ٣٠ سم إلى ٥٠ سم . تتراوح المسافات بين الخوازيق بين صفر سم (خوازيق متلاصقة) إلى ١٠٠ سم تبعا لتصميم الخوازيق والأحمال المؤثرة على التربة. و تكون هذه الخوازيق مسلحه بكامل طولها.

يتم تنفيذ هذه الخوازيق لسند الشوارع أيضا حتى لا يحدث لها انهيار وبالتالي إتلاف كابلات الكهرباء ومواسير المياه أو الصرف الصحي المدفونة أمام الموقع.

- **يتم تنفيذ خوازيق سند الجار قبل الحفر مع مراعاة عدم عمل خوازيق في أماكن الأعمدة .**
- **إذا كان عمق الحفر (D) يتم حساب عمق الجزء المدفون من الخوازيق في التربة بالتحليل الإنشائي للخازوق.**
- **تقسيط الخوازيق يتم فرض أو حسابه تبعا لقيمة أحمال وحال المنشأ المجاور. مثلا لو عماره قديمه يتم عمل الخوازيق متلاصقة. وإذا كانت حالة المنشأ جيدة يتم فرض تقسيط الخوازيق = ٢ الى ٣ قطر الخازوق.**
- **لضمان عمل الخوازيق كمجموعه واحده يتم ربط رؤوس الخوازيق بكمره جسئه ذات تسليح علوي وسفلى متماثل لزيادة جساءه الخوازيق والتأكد أنها تعمل كمجموعة واحدة.**
- **يتم زيادة جساءة الخوازيق والكمرة الرابطة بعمل كمرات قطرية (struts) ويتم صبها مع الكمرات الرابطة لرؤوس الخوازيق.**
- **بعد صب الخرسانة العادية والبشة المسلحة يتم تكسير الكمرات حتى يمكن صب أعمدة البدروم.**







حاله عدم تحقق إجهاد الاختراق يوجد حلان: ١- عمل قطاع مضاعف للعمود في دور البدروم

٢- تحريك العمود داخل اللبشة وعمل كابولى قصير فى سقف دور البدروم ليحمل العمود ملاصق للجار

تصميم خوازيق سند الجار

يتم تصميم خوازيق سند الجار بنفس طريقه تصميم الستائر اللوحيه وذلك برسم ضغط التربة الجانبي

وعمل التحليل الإنشائي لحساب قوى القص وعزم الانحناء الناتجة عن هذه الضغوط .

يتم أخذ أقصى عزم انحناء وضربه فى قيمة تقسيط الخوازيق ينتج أقصى عزم انحناء للخازوق الواحد.

يتم حساب حديد التسليح باستخدام منحنيات القطاعات الدائرية المعرضة لقوى محورية وعزم انحناء.

الخوازيق المتداخلة Secant pile -:

خوازيق سند الجار تصلح فى حاله عدم وجود مياه جوفيه لكن إذا وجدت يتم استخدام الخوازيق المتقاطعة.
وهى عباره عن مجموعتين من الخوازيق المتداخلة:
المجموعة الأولى يتم تنفيذها من الاسمنت والبنتونيت والرمل يكون الهدف منها منع دخول المياه الى موقع الحفر.
والمجموعة الثانية من الخرسانة المسلحة ويكون الهدف منها سند التربة تحت اساسات المنشأ المجاور.

١- يتم تنفيذ خوازيق البنتونيت بتقسيط (S = 2.6 D = (حيث D هي قطر الخازوق
٢- يتم عمل خازوق بنتونيت بين كل خازوقين فيكون التقسيط الجديد (S = 1.3 D)
٣- يتم تنفيذ الخوازيق المسلحة.