جامعة البصرة

كلية الهندسة

قسم الهندسة المدنية

DRAINAGE

محاضرات هندسة البزل

المرحلة الثالثة – العام الدراسي 2022-2021

بسم الله الرحمن الرحيم

(فَمَنْ يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْرًا يَرَه)

الزلزلة (7)

سعى جمع من طالبات وطلبة المرحلة الثالثة
في قسم الهندسة المدنية في جامعة البصرة
من الدراسة الصباحية

الى المساهمة الفاعلة في دعم المسيرة التعليمية

واتخذوا على عاتقهم مسؤولية

إعادة كتابة محاضرات مادة هندسة البزل

ووضعها بين ايدي زملائهم متمنين لهم دوام التوفيق والسداد

وهذا العمل المتواضع تخليدا لذكرى شهدائنا الابرار
لا سيما شهداء درب العلم والتعليم

والله الموفق

فريق الاعداد

2/ رمضان /1443 هـ

المصادف 2022 /4/4

ساهم في اعداد هذا العمل

حسين ناجح رزاق

حوراء عبد الرضا حسين

زهراء جعفر باقر

زهراء فالح حسن

زهراء محمد سليمان

زينب احمد حميد

سارة حيدر طلبة

طيبة علي خلف

محمد أسعد حردان

مريم حيدر حامد

مسار عماد عبد الواحد

مهند عبد الجليل إبراهيم

هدى سامي محمد

الاشراف وتدقيق المادة العلمية

أ.د. علي حسن دهيم

أ.م. د. هشام طه ياسين

الفصل الأول

تعريف البزل: هو عملية تخليص التربة من المياه الفائضة عن حاجة النبات لتوفير محيط ملائم لنموها وزيادة الانتاج الزراعي ويقسم الى قسمان:

1- **البزل السطحي.** هو تخليص التربة من المياه الزائدة فوق سطح الارض.
2- **البزل الباطني** هو تخليص التربة من المياه تحت سطح الارض .

اسباب البزل وفوائده .

ان الغرض الرئيسي من البزل هو ازالة الماء غير المرغوب فيه من التربة في منطقة امتداد جذور النباتات الطبيعية وتحسين تركيب التربة وتهويتها لتوفير محيط جذري يلائم اقصى نمو للنباتات وهذا بدوره يؤدي الى:

1- ديمومة انتاجية التربة
2- زيادة انتاج المحاصيل الزراعية وتحسين نوعيتها .
3- تحسين خواص التربة الخواص الفيزيائية منها حتى يمكن زراعة محاصيل ذات قيمة اقتصادية عالية.

❖ **فوائد البزل في المناطق الرطبة وشبه الرطبة**

1-التخلص من المياه الزائدة نتيجة جريان المياه السطحية بفعل الامطار الغزيرة او مياه الري بحيث لا تسبب اي ضرر للنبات .
2-التخلص من المياه الموجودة تحت سطح الارض حتى لا يرتفع منسوبها الى منطقة امتداد الجذور الطبيعية مما يسبب اختناق النبات
3- التخلص من المياه الزائدة يساعد على الحراثة والزراعة المبكرة .
4- يطيل موسم النمو .
5- يساعد على انتشار الجذور الى الاسفل بسبب خفض منسوب الماء الجوفي مما يؤدي الى امتصاص مواد غذائية اكثر من التربة .
6- يقلل تعريه التربة .
7- تحسن ظروف تكاثر البكتيريا .
8- تحسين خواص التربة من ناحية التهوية.

❖ **فوائد البزل في المناطق الجافة وشبه الجافة**

1- تقليل المحتوى الرطوبي للطبقات السطحية وذلك بخفض منسوب المياه الجوفية المالحة .
2- غسل الاملاح الزائدة من التربة في منطقة جذور النباتات .
3- منع اعادة تملح التربة (اي المحافظة على مستوى ملحي معين لا يؤدي الى ضرر على المحاصيل الزراعية)
4- قد تستعمل المبازل كوسيلة للري الجوفي.
5-تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية (التركيب , المسامية , التهوية ..... وغيرها)

❖**تحريات مشاريع البزل**

من الضروري اجراء التحريات والدراسات الحقلية لمشروع البزل لغرض الحصول على صورة واضحة و شاملة عن المشروع وتتضمن التحريات ما يلي:

أ) **المسح الاستطلاعي:** ويمكن تحديدها بالمعلومات الأتية :

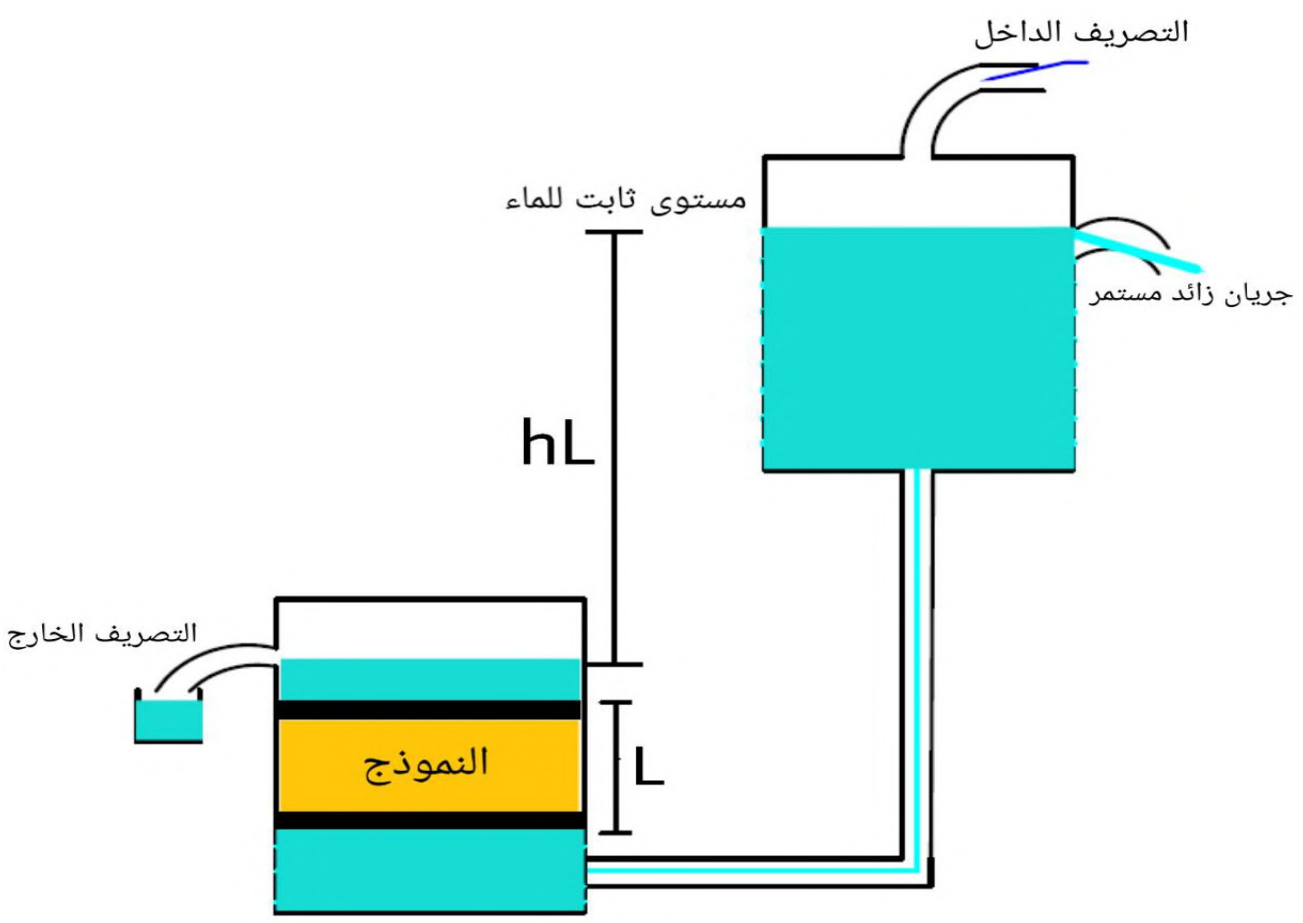
1- **المعلومات الاروائية** : وتتضمن تحديد مواقع القنوات الاروائية والابار والبحيرات والموارد المائية الاخرى وكذلك مواقع المصبات ومداخل المياه كما يتم تحديد وسائل طرق الري المتبعة وكفاءتها و انواع المحاصيل الزراعية و حالتها

2- **المعلومات الطبوغرافية:** وتشمل دراسة الصفات الطبوغرافية وعمل قطاعات طول وعرضية وتحديد مناسيب خطوط الكفاف حيث يتوقع انشاء المبازل وتحديد مناسب المبدأ والمصب .

3- **المعلومات المائية للمنطقة**: ويتم تجميع البيانات الخاصة بمواعيد سقوط الامطار وكمياتها وترددها ومواعيد مياه الفيضانات العالية ومناسيبها وتردداتها والتقديرات المبدئية عن مستوى الماء الجوفي وتذبذبه واتجاه حركته .

ب) **المعلومات المالية :** وتشمل تجميع تقديرات التكاليف الخاصة بالأعمال الصناعية المرافقة للمشروع مثل السدود والبوابات ومحطات الضخ.

❖ **نفاذية التربة:** تعد نفاذية التربة من صفات التربة المهمة في موضوع البزل والتحريات الخاصة بمشاريع البزل وتدل نفاذية التربة على معدل مرور الماء خلال التربة و يوضح الشكل ادناه. مقياس النفاذية المستخدم مختبريا وطريقه الضاغط الثابت حيث يستخدم هذا المنفاذ للترب المتماسكة وتحت ضغوط قليلة .



بالاعتماد على معادلة دارسي للجريان :

$$Q = A.K.\frac{hL}{L} \qquad \rightarrow \quad K = \frac{Q.L}{AhL}$$

K :معامل النفاذية (سم / ساعة)

Q: حجم الجريان (التصريف) (سم^3 / ساعة)

A: مساحة المقطع العرضي لنموذج التربة و المتعامد مع اتجاه الجريان

hL: الخسارة بالشحنة الهيدروليكية

L: طول مسار الجريان

❖وهناك طريقة اخرى بواسطة منفاذ الضاغط المتغير حيث يضاف الماء الى الانبوب الطويل ويخترق الأسطوانة الوسطية الموضوعة فيها العينة الترابية ويتجمع كماء منساب من الفتحة الجانبية للجهاز ويلاحظ الأزمنة التي ينخفض فيها مستوى الماء من منسوب الى اخر في الانبوب الطويل و يمكن التعبير عن النفاذية في قانون دارسي كالاتي:

$$dv = \frac{k\ .h.A.dt}{L}$$

فاذا كانت a تمثل مساحة الانبوب فيمكن التعبير عن الحجم كما يلي:

$$v = a(h_o - h)$$

$$dv = -a.dh$$

حيث تعبر الشحنة السالبة عن النقصان في الشحنة الهيدروليكية

$$-a.dh = \frac{k\ .h.A.dt}{L}$$

وبعد التبسيط

$$-\frac{dh}{h} = \frac{K.dc^2.dt}{dt^2.L}$$

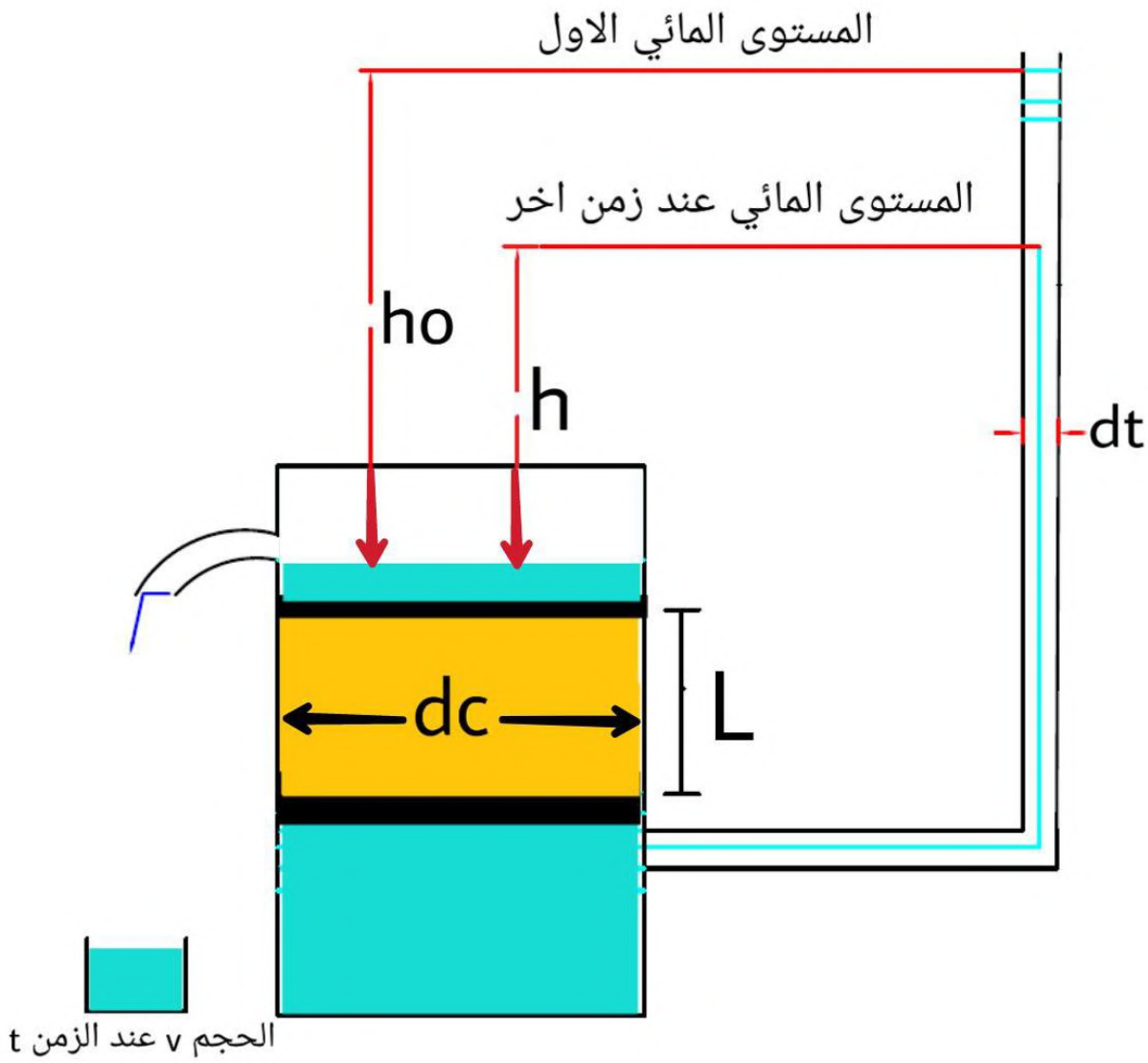
حيث ان dt, dc هما اقطار الأسطوانة والانبوب على التعاقب , وعند الجراء التكامل :

$$-\ln h = \frac{K.dc^2.t}{dt^2.L} + C$$

ولكن عند t=0 فأن $h_o = h$ $\qquad C = -\ln h_o$

وبالتعويض عن قيمة C وإعادة الترتيب :

$$\boldsymbol{K = \frac{dt^2 L}{dc^2 t}\ln\frac{h_o}{h}}$$



مثال : استخدم منفاذ الضاغط المتغير لتقدير معامل النفاذية اذا علمت ان قطر الانبوب 3.5 ملم وانخفاض الضغط الهيدروليكي من 15سم الى 5 سم خلال زمن مقداره 10 ثواني وان القطر الداخلي للأسطوانة المنفاذ 6 سم وطول نموذج التربة 14 سم.

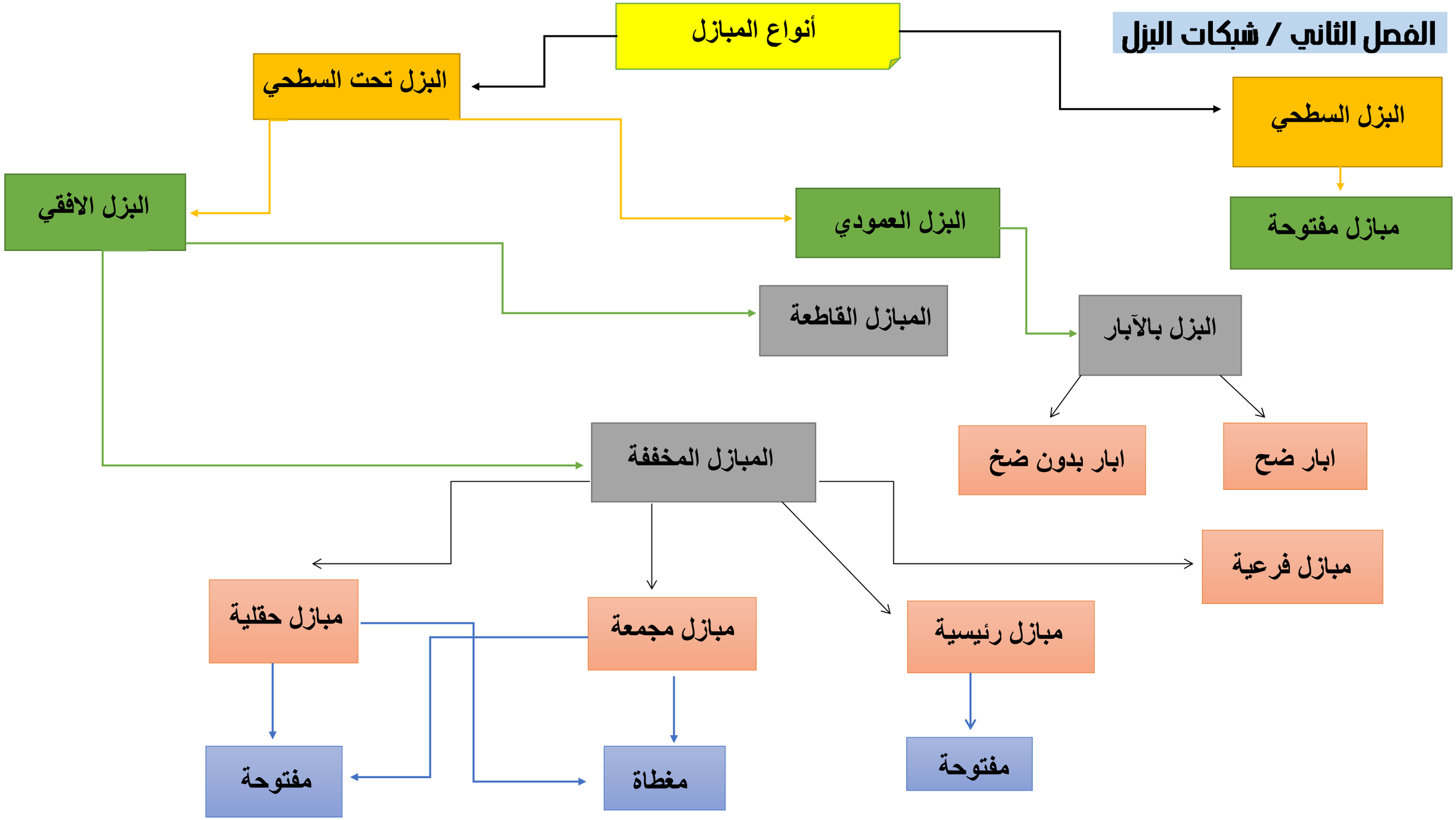
الحل:

$$K = \frac{dt^2 L}{dc^2 t} \ln \frac{h_o}{h}$$

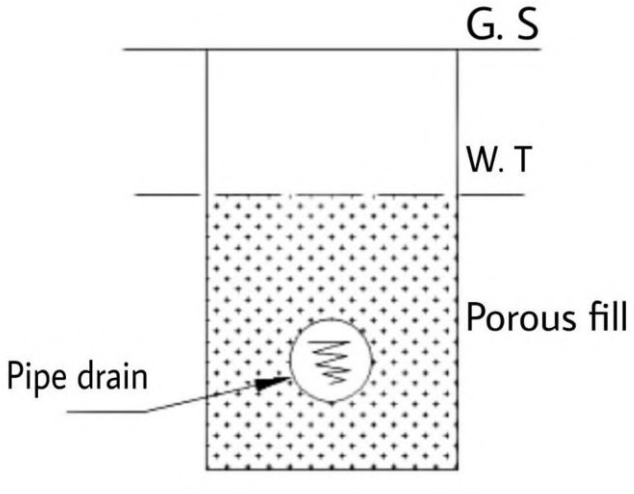
$$K = \frac{(0.35)^2 * 14}{(6)^2 * 10} \ln \frac{15}{5}$$

$$K = 0.0052 \text{ cm/sec}$$

$$K = 4.5 \text{ m}/day$$

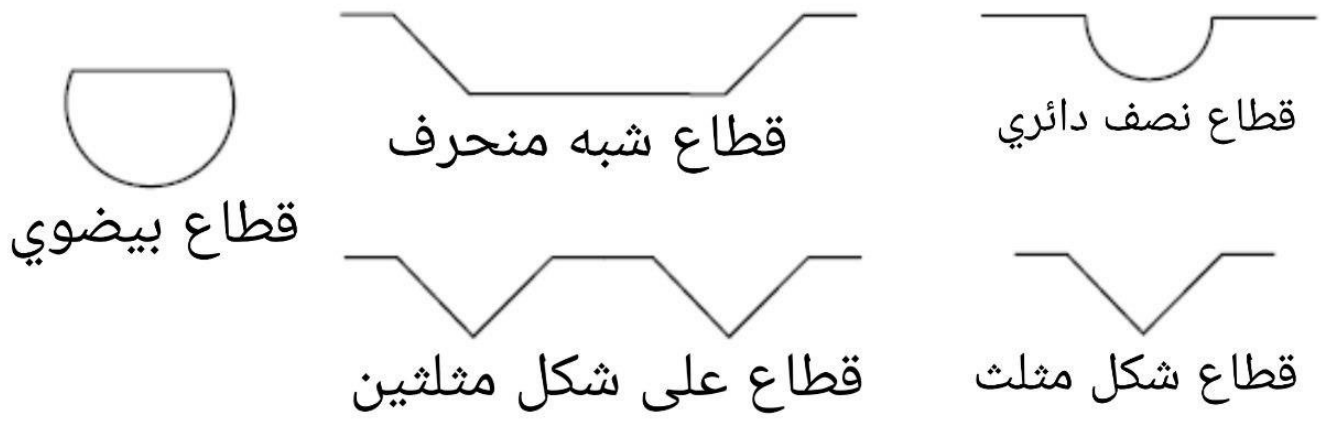

أنواع المبازل
البزل تحت السطحي
البزل السطحي
البزل الافقي
البزل العمودي
مبازل مفتوحة
المبازل القاطعة
البزل بالآبار
المبازل المخففة
ابار بدون ضخ
ابار ضخ
مبازل فرعية
مبازل حقلية
مبازل مجمعة
مبازل رئيسية
مفتوحة
مغطاة
مفتوحة

المبازل المغطاة: تنشا هذه المبازل تحت سطح الارض وقد تتكون من انابيب فتدعى بالمبازل الأنبوبية او تنشأ كانفاق تحت سطح الأرض فتدعى بمبازل الانفاق.

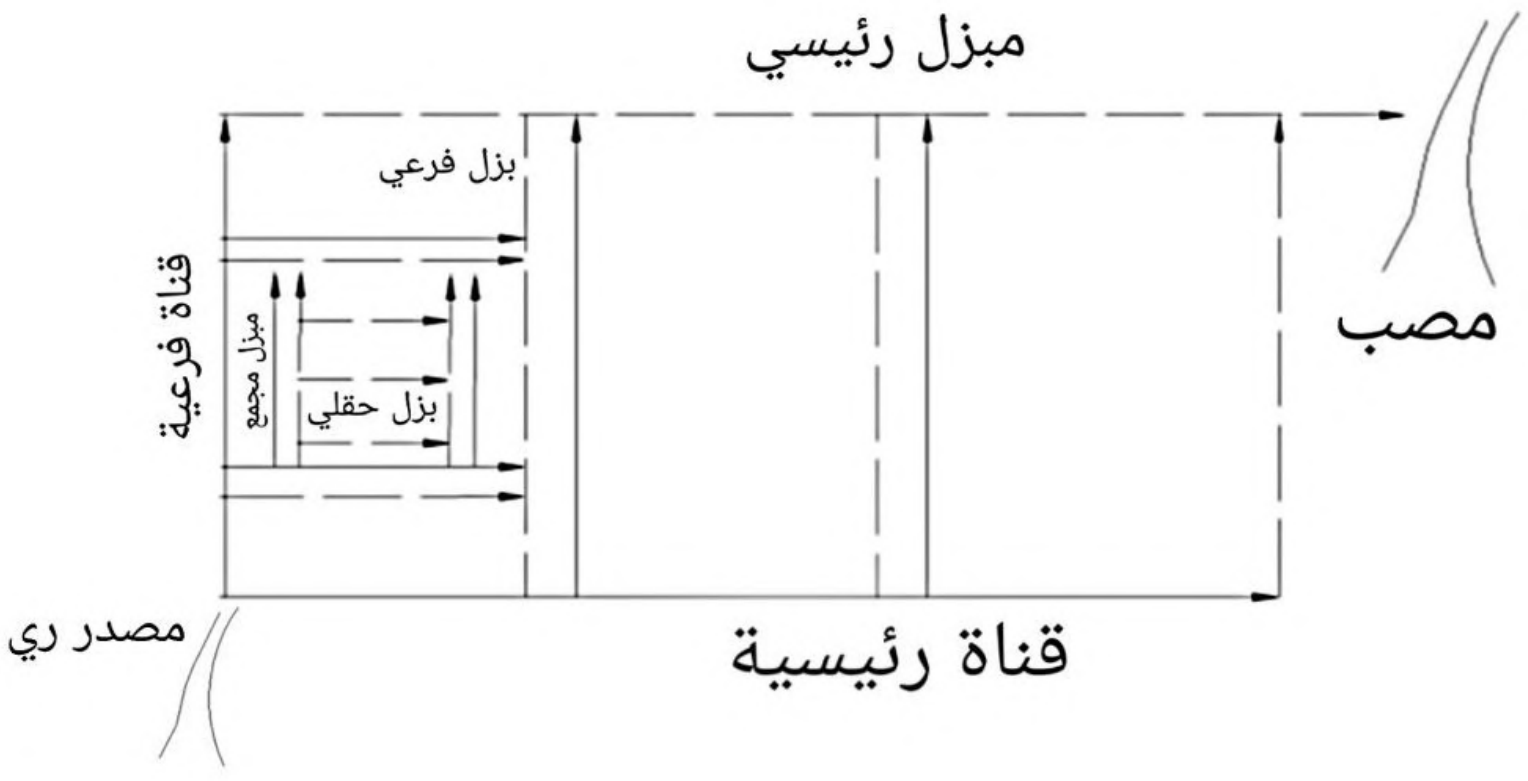


المبازل العمودية: يتم تخفيض مناسيب المياه الجوفية عن طريق حفر ابار البزل.

المبازل المفتوحة: عباره عن مبازل بأحجام مختلفة تحفر في الارض لغرض تجميع المياه الزائدة واستيعابها وتتميز بكبر سطحها وقدرتها على حمل كميات كبيرة من مياه البزل السطحي.



تصنيف المبازل المفتوحة



البزل العمودي

يستخدم البزل العمودي في حاله وجود صعوبات عند تنفيذ البزل المغطى او ان تكاليف البزل العمودي ارخص نسبيا من تكاليف البزل المغطى ويفضل انشاء ابار البزل عندما تكون التربة رملية او حصوية او في حالة وجود طبقات غير نفاذة تمنع البزل السطحي او تحت السطحي

يمكن تقسيم ابار البزل الى الانواع الأتية:

1-الابار التي ترفع المياه الجوفية منها بواسطه المضخات

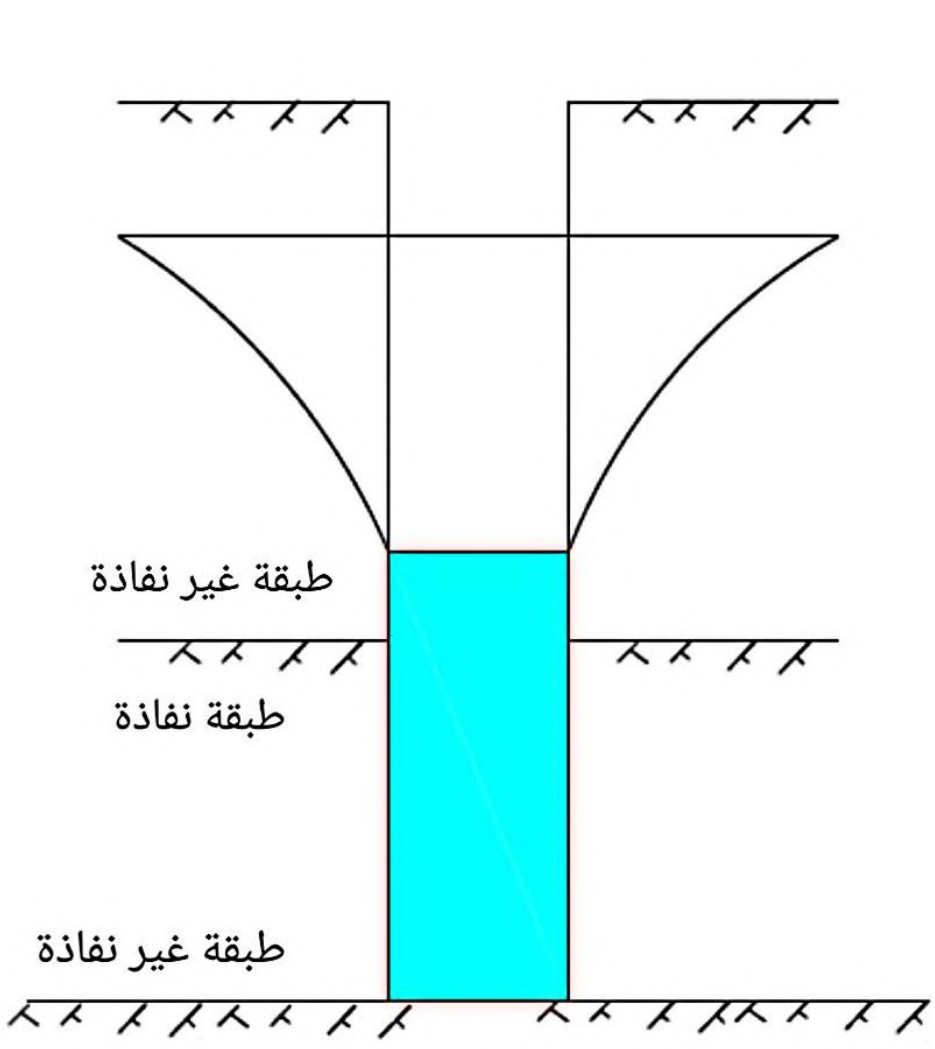
2- الابار التحتية / تستخدم لنقل المياه من سطح الارض الى مكمن الماء الجوفي الواقع تحتها ما الذي تسحب منه المياه بواسطة المضخات

3-الابار المقلوبة / تستخدم هذه الابار مصبات حيث تلقي مياه البزل داخل هذه الابار لذلك ينفذ هذا النوع في حال وجود طبقات عميقه ذات نفاذيه عالية مثل الحصى او الحجر المكسر او طبقة رملية. تعلوها طبقات ذات نفاذية قليلة.

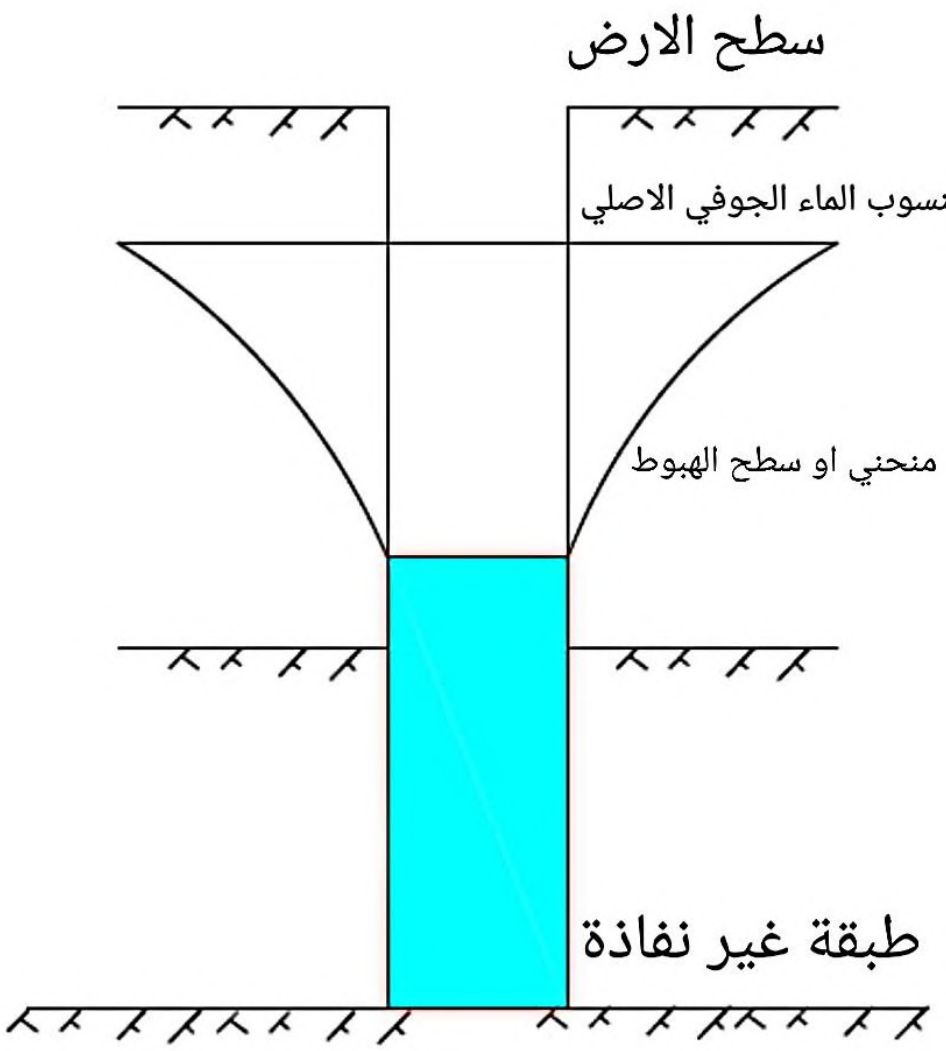
4-ابار التخفيف تستعمل هذه الابار لتخفيف. الضغط الارتوازي عندما يكون مكمن الماء الجوفي من النوع المحصور ويتكون هذا المكمن في حال وجود طبقة نفاذها محصورة بين طبقتين غير نفاذتين .

5-ابار باكية / تنشا هذه الابار عندما يكون مكمن الماء الجوفي المحصور بعيدا جدا وتستخدم المضخات .

لدفع المياه اذا كان الضغط على التوازي غير كاف لدفع الماء الى سطح الارض اما اذا كان الضغط الارتوازي كبير فسوف يدفع الماء راسيا الى الاعلى دون الحاجه الى المضخات.



بئر في مكمنه ماء جوفي محصور

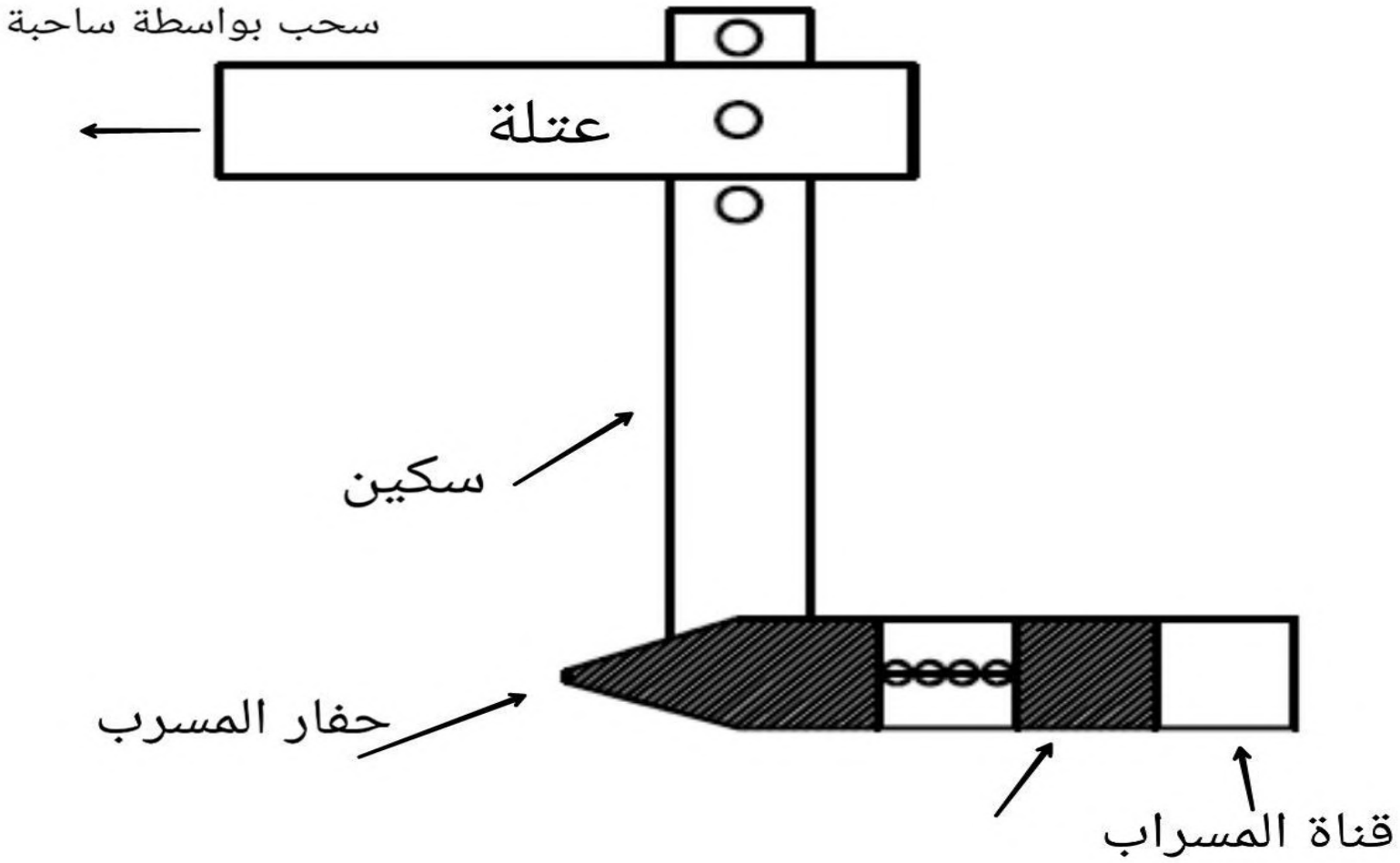


بئر في مكمنه ماء جوفي غير محصور

المبازل الفرنسية: يتم انشاؤها بحفر المبازل ثم تملأ بالحجر او الحصى ويمكن ان تملا بسيقان النباتات او الحطب او الخشب ومن ثم تغطى بالأتربة الي منسوب سطح الارض.

المسارب او مبازل الحفار

يمكن انشاء هذه المبازل التي تكون على شكل انفاق أسطوانية داخل التربة بواسطة استخدام محراث خاص قد يكون من نوع محراث الخلد الذي يركب عليه اسطوانة معدنية على شكل قذيفة المدفع بقطر (7.5 - 15) سم وتجر خلفها كتلة حديدية أسطوانية تعمل على تعديل الثقوب المعمولة نتيجة لسحب المحراث بواسطة ساحبة ذات قوة حصانية عالية



طريقة المبازل القاطعة

تنفذ هذه المبازل في حالة وجود مياه رشح قادمة من قنوات مائية او اي مصدر اخر وتوضع بحيث تقطع خط الرشح وكذلك تعمل على تخفيض منسوب الماء الجوفي اذا كان المنسوب قريبا من سطح الارض

مزايا البزل المغطى

1) تنفذ المبازل لا يؤدي الى ضياع في المساحة المزروعة.
2) لا تحتاج الى اعمال صيانة كثيرة كالتي تحتاجها المبازل المفتوحة.
3) وجود المبازل لا يتعارض مع العمليات الزراعية الحارثة والحصاد
4) لا تحتاج الى تنفيذ الكثير من الاعمال الصناعية والتي تنفذ عاده مع المبازل المفتوحة.

عيوب المبزل المغطى

1) تكون تكاليف الانشاء عالية حيث تشمل الانابيب والمرشحات والحفر .....الخ
2) تحتاج الى الكثير من الخبرة
3) لا يمكن اكتشاف اماكن الخلل
4) لا يستفاد منها في معرفه اعماق المياه الجوفية بخلاف المبازل المفتوحة
5) تعاني من مشكله الانسداد نتيجة تراكم الترسبات والاملاح داخل الانابيب.

مزايا المبازل المفتوحة

1) تكاليف انشائها منخفضه.
2) لا تحتاج الى انحدارات كبيرة
3) تخلص التربة من مياه الجريان السطحي الزائدة، فضلا عن تخفيضها لمنسوب المياه الجوفية
4) يمكن ملاحظة اماكن الخلل
5) مقاطعها عريضة مما يزيد من سعتها في استيعاب المياه الزائدة.

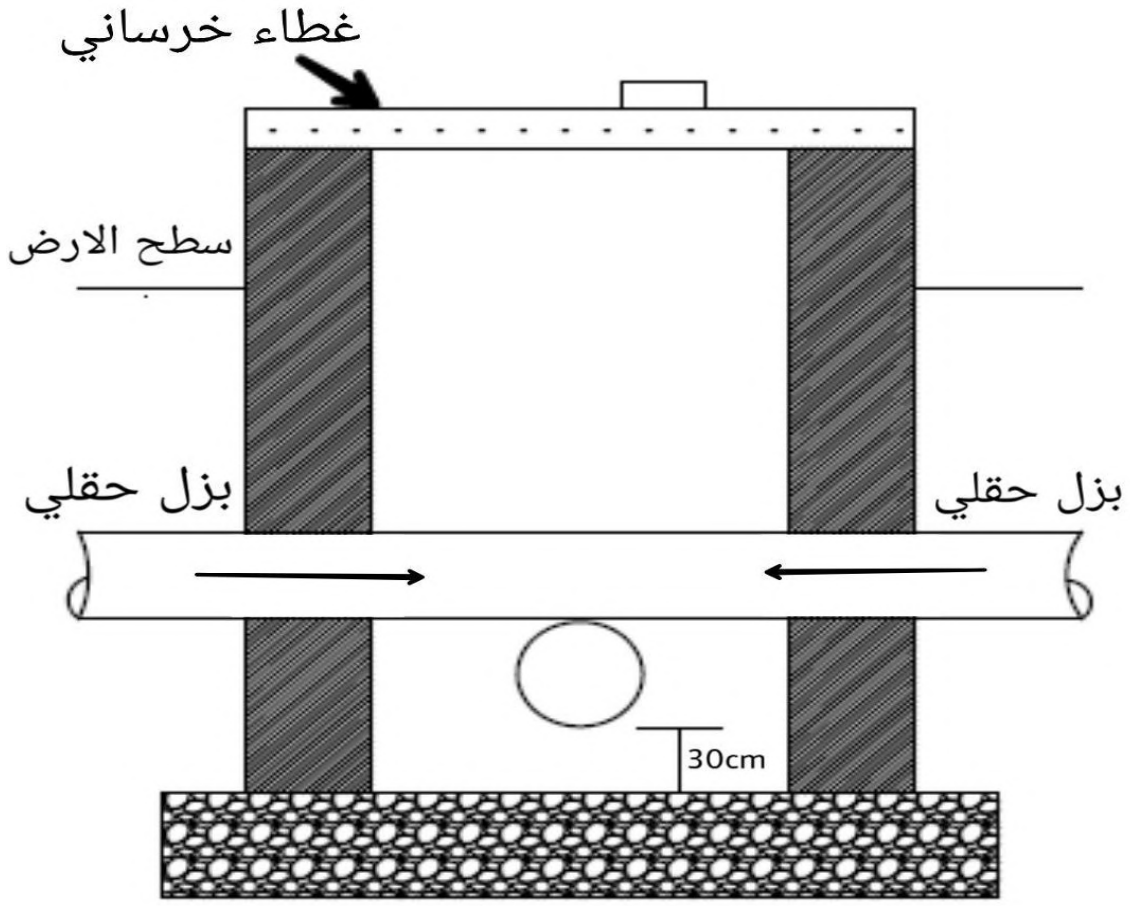
عيوب المبازل المفتوحة

1) يؤدي انشاء المبازل الى ضياع كبير في مساحة الاراضي الزراعية
2) يعيق انشاء المبازل المفتوحة حركه المكائن الزراعية.
3) كثرة الصيانة اللازمة لها نتيجة نمو الاعشاب والادغال او كثرة الحفر لجوانب المبزل
4) يؤثر على البيئة والصحة العامة. حيث يجعلها مرتعاً لنمو الحشرات
5) تحتاج الى اعمال هندسية مثل القناطر والجسور

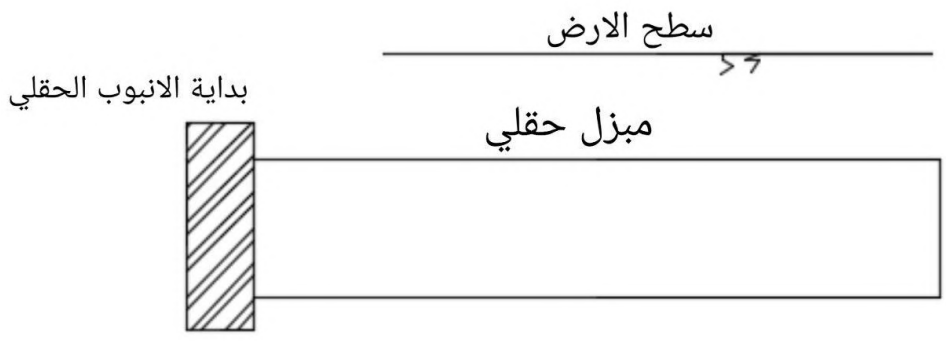
الاعمال الصناعية المهمة اللازمة لشبكة البزل المغطى

1) **غرف التفتيش/** تنشأ غرف التفتيش عند التقاء خطين او اكثر من خطوط المبازل بابعاد (1 م × 1م)

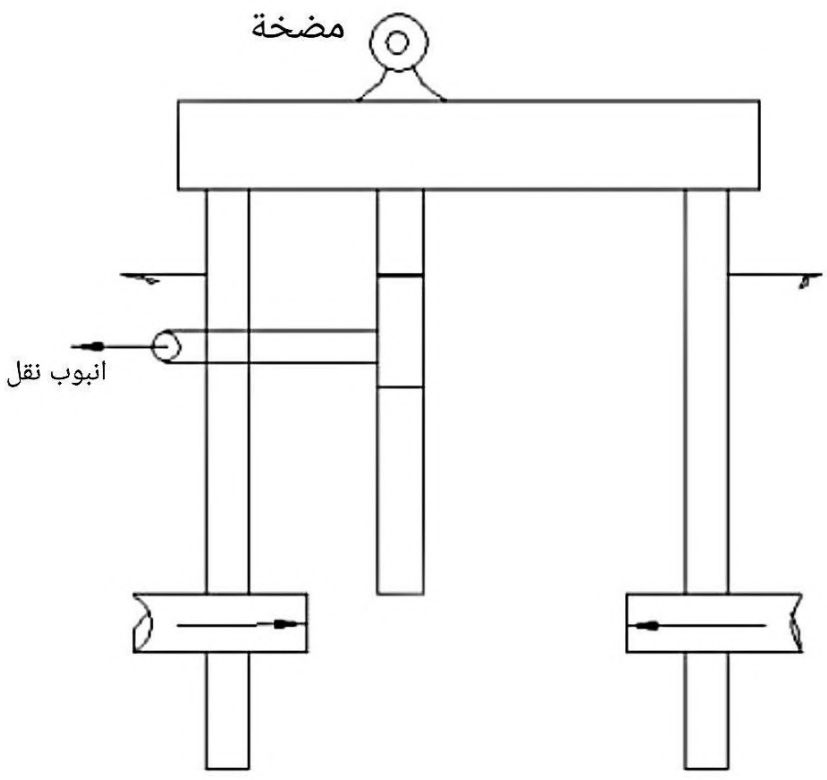
2) **اعمدة الغسل/** عبارة عن انابيب تنشأ بشكل عمودي بحيث تتصل بأنبوب البزل وتستخدم لغرض غسل الانبوب الحقلي وتنظيفه او المبزل المجمع بوساطة ادخال خرطوم مياه في عمود الغسل و تسليط الماء بتصريف عالي داخل انبوب البزل بحيث تندفع الاوساخ والترسبات خارج الانبوب. (2

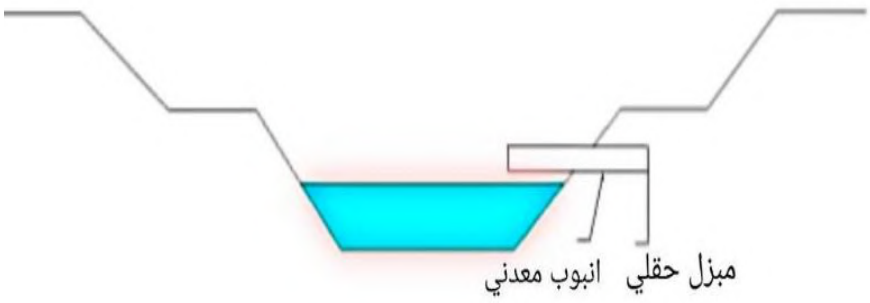


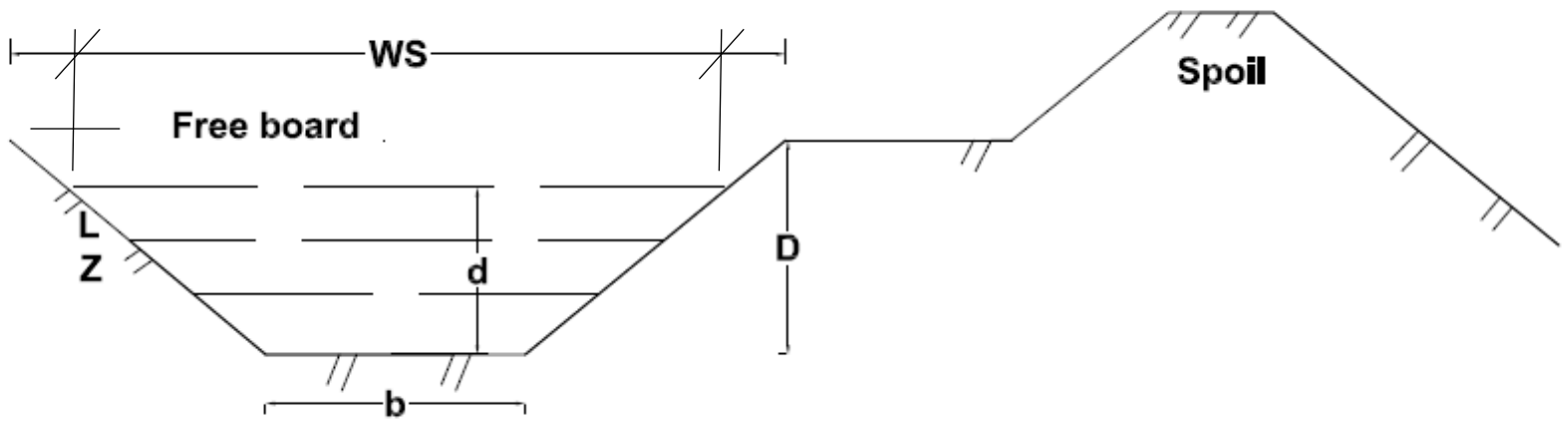
3) **بداية انابيب الحقليات/** حيث تغلق بداية انابيب الحقليات بكتلة خرسانية او قوالب من من الطابوق اوالاسمنت لمنع دخول حبيبات التربة الى الانبوب و منع نمو النباتات والطحالب



4) **المصبات/** قد تصب المبازل المغطاة في مبزل مفتوح او داخل حوض تركب عليه مضخة لرفع مياه البزل وقد تتسرب المياه من الحوض الى الماء الجوفي الذي تنتهي حركته الى نهر او منخفض







يمثل التصميم ايجاد الابعاد الرئيسية للمقطع المائي وهي عرض قاع المبزل و عمق المياه ويجب ان يكفي هذا المقطع لتحرير التصريف المطلوب بسرعه متوسطة لا تسبب انجرافاً لتربه القناه ولا ترسب المواد العالقة بالمياه

معادلة الاستمرارية

$$Q = A1 * V1 = A2 * V2$$

Q: التصريف

A2,A1 : مساحة المقطع المائي عند نقطتين مختلفتين (1,2)

V2,V1: سرعة الماء عند المقطعين (1,2)

معادلة مانينك

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} * S^{1/2}$$

v: السرعة المتوسطة للمياه خلال المقطع المائي

n: معامل الخشونة

S: انحدار سطح المياه في الاتجاه الطولي للقناة

R: نصف القطر الهيدروليكي

الميول الجانبية: تعتمد الميول الجانبية على نوعيه التربة

نوع التربة	الميول الجانبية افقي : رأسي (1:Z)
طينية او مزيجية غرينية	1:1
مزيجية رملية	1:2
رملية	1:3

السرعة الحرجة

ان العلاقة المناسبة بين(d,b) والانحدار الطولي المناسب لسطح المياه في القناه هي التي تعطي سرعة مناسبة للماء داخل مقطع المبزل يمكن استخدام نظريه ليسي Lacy

$$f = 1.76\sqrt{d}$$

f: معامل الغرين

dr: متوسط قطر الحبيبات التي تشكل جوانب المجرى (ملم)

ان المقاطع المقبولة تقع ضمن (f = 0.4-1.0) وهي تحقق السرع المناسبة التي لا تسبب نخراً ولا ترسيباً داخل البزل وحسب المعادلات الاتية :

معادلة الاستمرارية $Q = A * V$

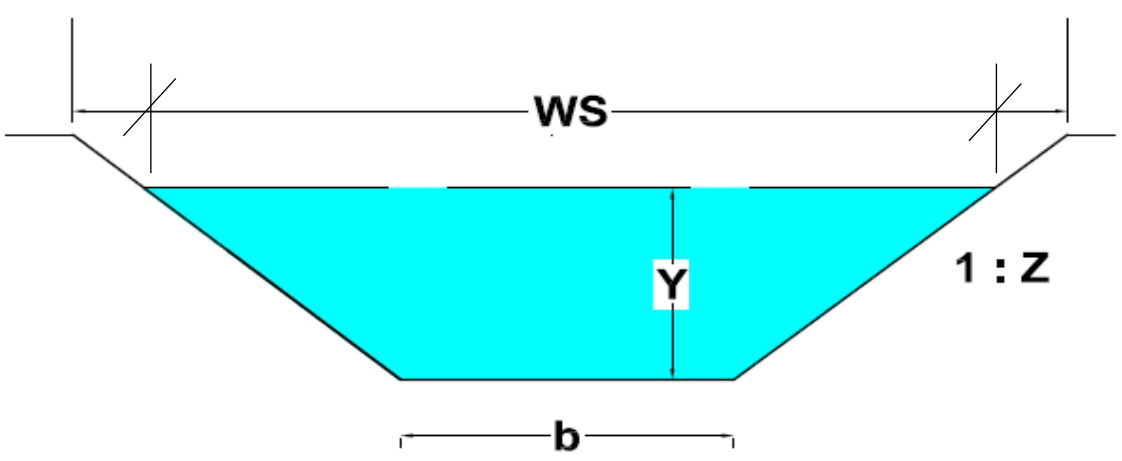
معادلة مانينك $V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$

حسب نظرية ليسي $f = 2.46\frac{V^2}{Dm}$

حيث WS: العرض العلوي لسطح الماء داخل البزل $Dm = \frac{Area}{WS}$

مثال / اوجد ابعاد البزل المفتوح (b,y) بقطع شبه منحرف وباستخدام معادلة مانينك اذا توفرت لديك المعلومات الاتية :

S=0.00024 , n = 0.03 , 1.5H:1V , Q= 0.45 m^3/sec



الحل:

A=(b+Zy)*y

$P = b + 2y\sqrt{1 + Z^2}$

$Q = \frac{1}{n}R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$

باستخدام طريقة المحاولة والخطأ

المحاولة الأولى / افرض ان b/y = 0.5

$$A = (0.5y + 1.5y) * y$$

$$A = 2y$$

$$P = 0.5y + 2y\sqrt{1 + (1.5)^2} = 4.1\ y$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{2y^2}{4.1y} = 0.488\ y$$

$$Q = \frac{1}{0.03} * (0.488y)^{\frac{2}{3}} * (0.00024)^{\frac{1}{2}} * 2y^2$$

- Y = 0.876 m , b = 0.438 m

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.45}{2 * (4.2)^2} = 0.293\ m/s$$

$$Dm = \frac{A}{WS} = \frac{2 * (4.2)^2}{(2.1 + 2 * 1.5 * 4.2)} = 0.5\ m$$

$$f = 2.46\ \frac{v^2}{Dm} = 2.46\ \frac{(0.0127)^2}{2.4} = 0.42$$

ان هذه القيمة تقع ضمن الحدود المسموح بها لمعامل الغرين (0.4-1)، ممكن اجراء اجراء محاولة ثانية

- **افرض $\frac{b}{y} = 2$**

$$A = 3.5\ y^2$$

$$P = 5.6\ y$$

$$R = 0.625\ y$$

$$\rightarrow\ \boldsymbol{y = 0.64\ m} \qquad \boldsymbol{, b = 1.28\ m}$$

$$V = 0.289\ m/s$$

$$Dm = 0.467\ m$$

$$f = 0.44$$

مثال/ حقل مساحته (20 هكتار) يبزل بمبازل حقلية المسافة بين مبزل واخر (100m) وطول كل مبزل حقلي (500m) فاذا كان معامل البزل (5 cm /day) اوجد ما يأتي:

1-التصريف المار في نهاية كل مبزل حقل
2-التصريف المار في المبزل المجمع
3-ابعاد المبزل المجمع اذا كان الانحدار الطولي 0.00035 , n= 0.03 وميل الجوانب 1V : 1.5H

الحل:

المساحة المبزولة بواسطة كل بزل حقلي = طول البزل * المسافة بين بزل واخر

$= 500 * 100 = 50{,}000\ م^2$

$$\textbf{عدد المبازل} = \frac{\text{المساحة الكلية}}{\text{المساحة المبزولة بواسطة كل بزل حقلي}} = \frac{20*10{,}000}{50{,}000} = 4$$

التصريف في نهاية كل بزل حقلي = المساحة المبزولة بواسطة كل مبزل حقلي * معامل البزل

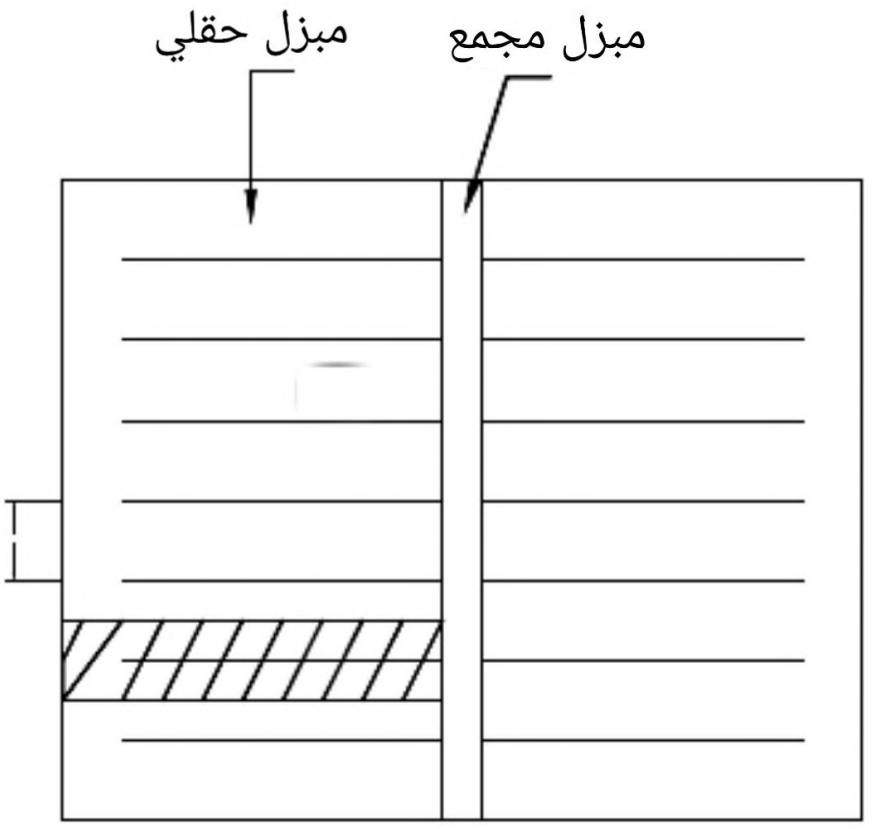
$= 50{,}000 * 0.05 = 2500\ m^3/day = 0.028 m^3/s$

التصريف في المبزل المجمع = $0.028 * 4 = 0.112$ $م^3$ / ثانية

<u>المبازل المغطاة (تحديد اقطار المبازل الحقلية)</u>

الشكل ادناه يوضح نظام البزل المتكون من المبزل المجمع والمبازل الحقلية وفيه يمكن تحديد المساحة المسؤول عنها كل مبزل حقلي (S*L) وبالتالي يمكن حساب تصريف المبزل الحقلي الواحد (Q_{tile})

$$Q_{tile} = q*S*L$$



وبعد استخراج تصريف المبزل، يمكن ايجاد قطر المبزل الحقلي باستخدام معادلة مانينك على فرض الجريان في المبازل هو جريان منتظم ثابت.

$$Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} * A * S^{\frac{1}{2}}$$

n: معامل مانينك ويعتمد على نوع الانبوب (n= 0.015 للانابيب البلاستيكية المثقبة)

A: مساحة المقطع المائي

P: المحيط المبتل

R:نصف القطر الهيدروليكي $\boldsymbol{R = \frac{A}{P}}$

S: الانحدار الطولي للمبزل الحقلي

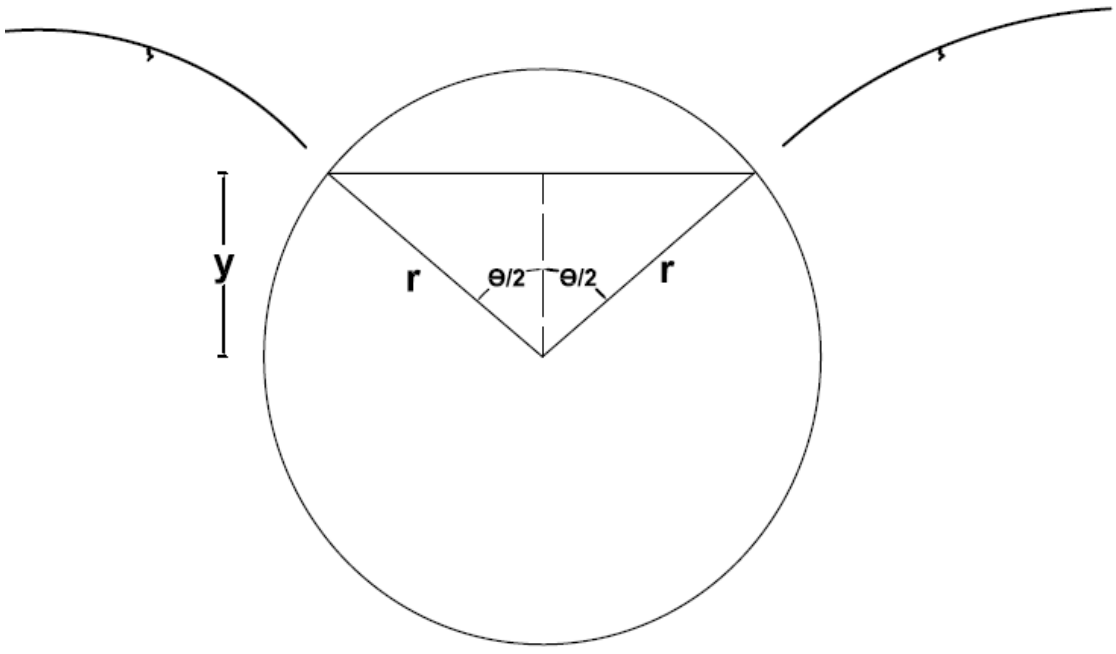
❖ عند استخراج قطر الانبوب يقرب الى اكبر قطر تجاري لأنه لو قرب الى الاصغر فان الجريان في الانابيب يصبح تحت ضغط وعندها لا يمكن تطبيق معادله مانينك.

❖ **عندما يكون الانبوب مملوء جزئيا ومستوى الماء فوق مركز الانبوب.**

$$A1 = \pi r^2 \left(1 - \frac{\theta}{360}\right) + r * y * sin\frac{\theta}{2}$$

$$P1 = 2\pi r \left(1 - \frac{\theta}{360}\right)$$

$$R1 = \frac{A1}{P1}$$

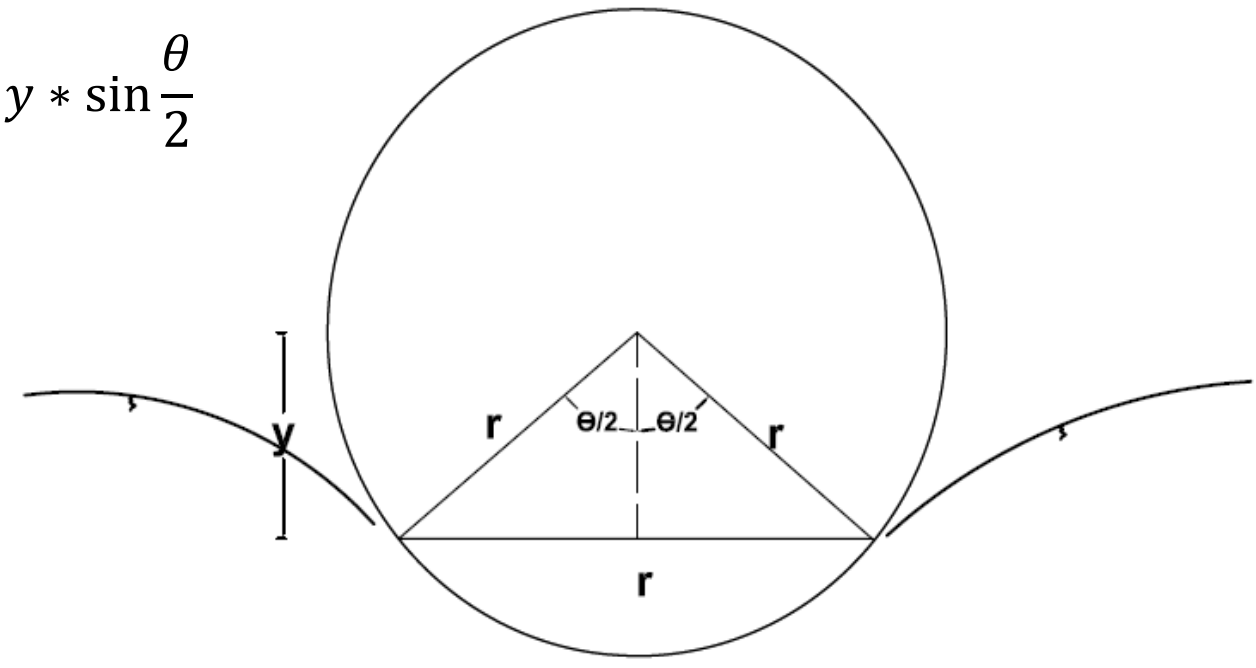


❖ **عندما يكون الانبوب مملوء جزئيا ومستوى الماء تحت مركز الانبوب.**

$$A2 = \pi r^2 - A1 = \frac{\theta}{360} \pi r^2 - r * y * \sin\frac{\theta}{2}$$

$$P2 = 2\pi r - P = \frac{\theta}{360} * 2\pi r$$

$$R2 = \frac{A2}{P2}$$



انحدار المبازل المغطاة

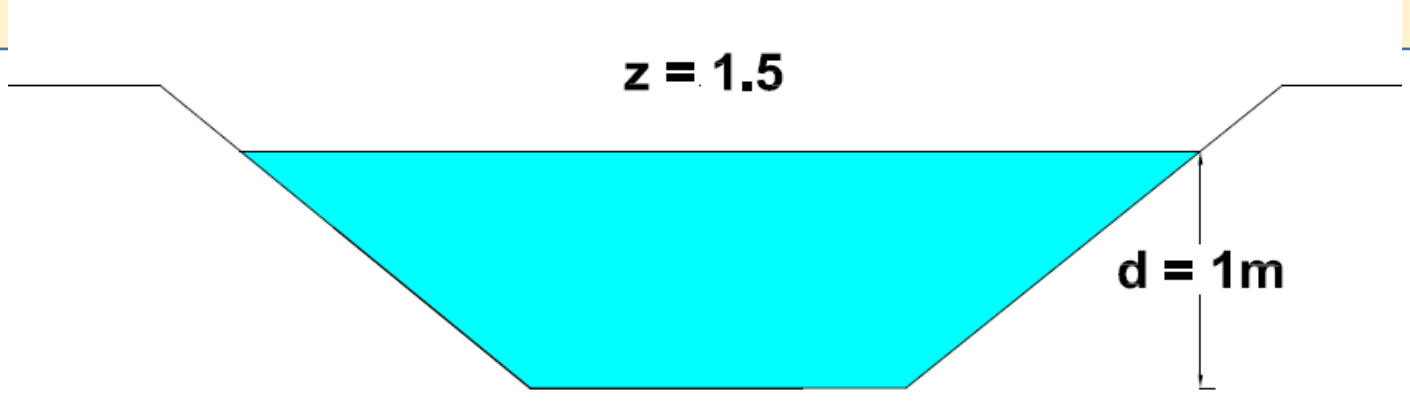
يجب ان يكون انحدار المبازل مناسبا لتامين جريان مياه البزل في الانابيب حيث يكون انحدار انبوب البزل الذي قطره (10 cm) بحدود 0.15% ويقل الانحدار مع زياده اقطار الانابيب المستعملة حيث يصل الى 0.05% للأنابيب التي قطرها (30 cm) كما وان لكل من طبيعة الارض وطول قنوات البزل اهميه كبيره في تحديد الانحدار

عمق المبازل المغطاة / ان عمق المبازل يرتبط بعده عوامل:

1-عمق المجموعة الجذرية للنباتات
2- مستوى الماء الارضي المراد الحفاظ عليه لتامين عدم تملح المنطقة الجذرية
3- صفات التربة الفيزيائية والكيميائية وخاصة ما يتعلق منها بعمق التربة القابل للبزل ونسيجها وتباينها وعمق الطبقة غير النفاذة
4-المسافة بين المبازل .
5-توفر المكائن والمعدات والمتطلبات الاخرى ومدى قابليتها لأغراض التنفيذ.

مثال/ حقل زراعي مساحته **16 hectare**. يبزل باستخدام **10** مبازل انبوبية تصب في مبزل مفتوح المسافة بين كل أنبوب واخر هي **40 m** الانحدار الطولي للانبوب **0.05%** عمق الانبوب المدفون عند بدايته هو **1.5 m** تحت مستوى سطح الارض مواصفات المبزل المفتوح مقطع شبه منحرف عرضه **2 متر**,عمق الماء فيه **1m** , انحدار الجوانب **1.5** افقي , **1** عمودي , معامل مانينك هو **0.03** الانحدار الطولي **0.0003** , طول المبزل المفتوح **(200m)**

المطلوب حساب نسبه تصريف البزل للأنبوب الواحد. وادنى فرق مسموح به بين مستوى الارض و مستوى الماء داخل المبزل المفتوح عند تشغيل جميع انابيب البزل .



الحل:

$$A = (b + Zd)d$$

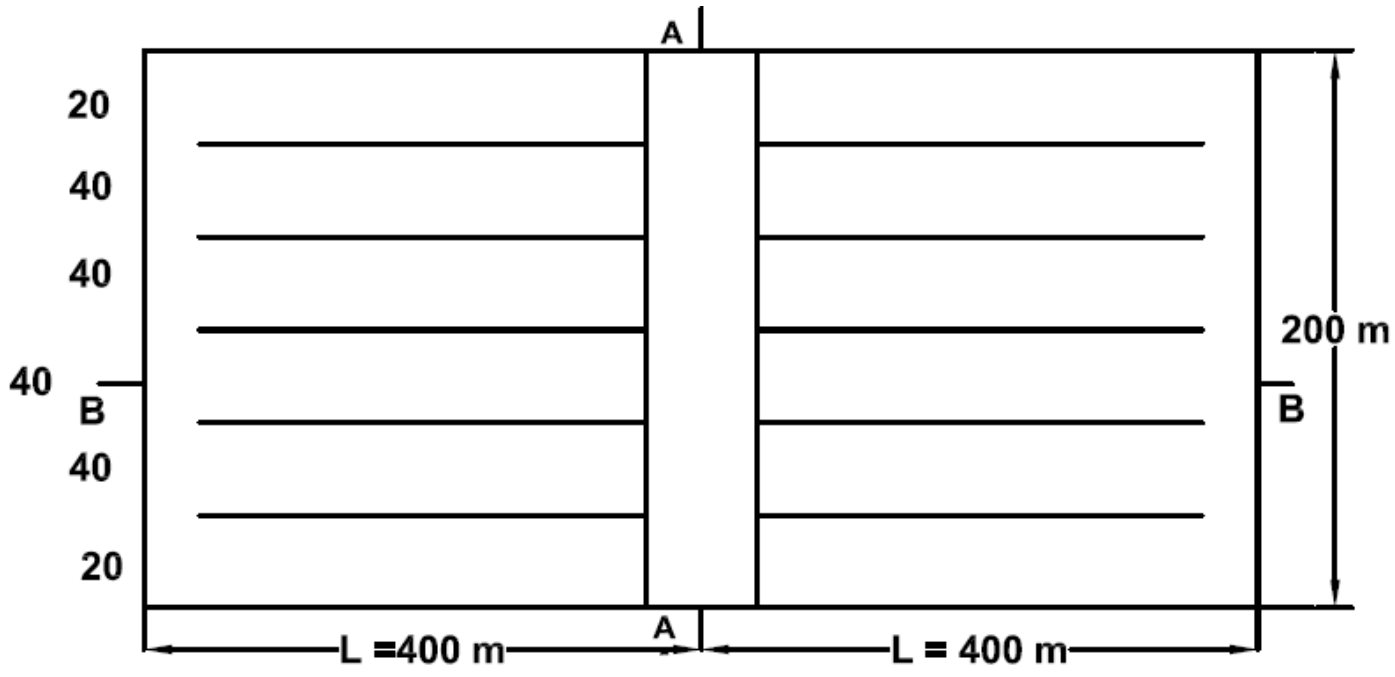
$$= (2 + 1.5 * 1) * 1 \rightarrow A = 3.5\ m^2$$

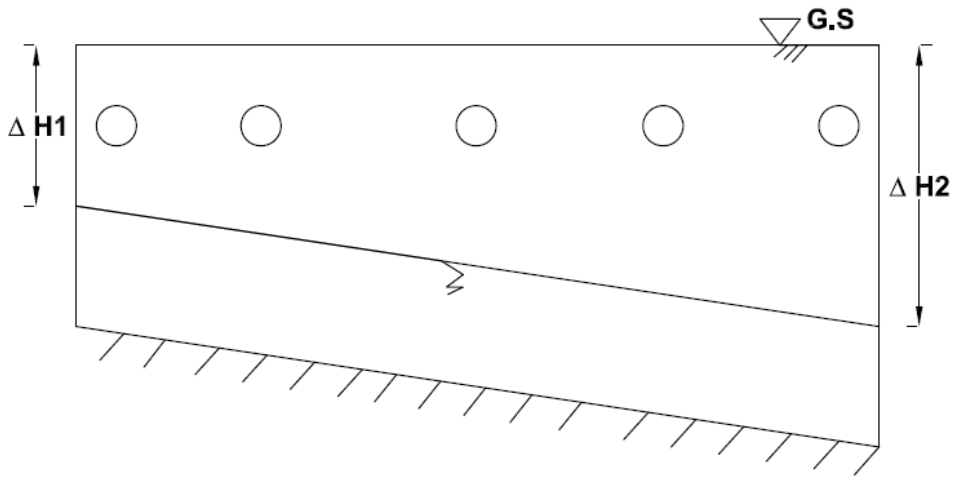
$$P = b + 2d\sqrt{z^2 + 1} \rightarrow P = 2 + 2 * 1\sqrt{1.5^2 + 1} \rightarrow P = 5.6\ m$$

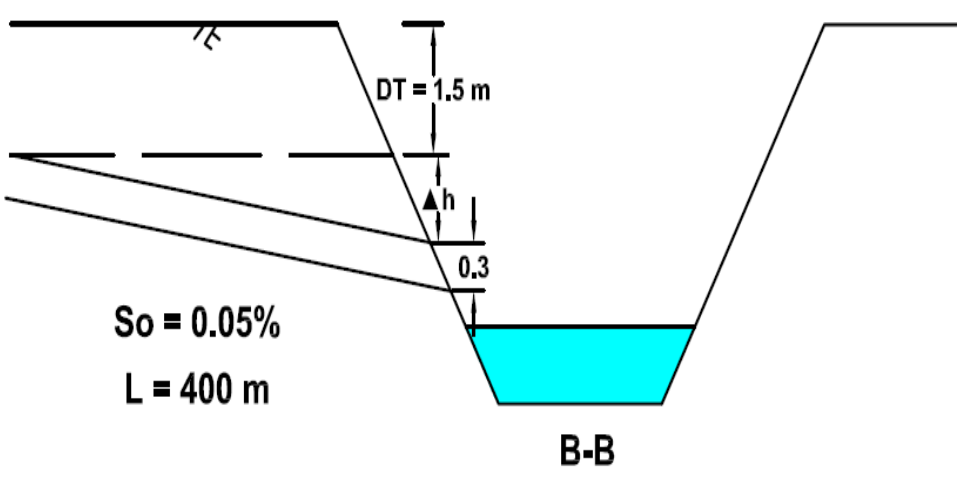
$$R = \frac{A}{P} = \frac{3.5}{5.6} = 0.625\ m$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} * A * S^{\frac{1}{2}} = 1.477\ m^3/s$$

التصريف في مؤخرة المبزل المفتوح







S_o= 0.0003 , L = 200m

❖ Section A – A

$$D * L = 16 * 10^4 \rightarrow l = \frac{16 * 10^4}{200} = 800\ m$$

N tile = 10 $\quad Q\ Tile = \frac{1.477}{10} = 0.1477\ m^3/s$

$$\Delta h = S_o * L = 0.0005 * 400 = 0.2\ m$$

$$\Delta H1 = DT + \Delta h + 0.3 + r$$

$$= 1.5 + 0.2 + 0.3 + 0.3 = 2.3\ m$$

$\Delta H1$: ادنى فرق مسموح به بين مستوى سطح الأرض ومستوى الماء داخل المبزل المفتوح (الذي يجب ان يكون عند بدايته)

$$\Delta H2 = \ \Delta H1 + S * L = 2.3 + 0.0003 * 200 = 2.36\ m$$

$\Delta H2$: مستوى الماء داخل المبزل المفتوح بالنسبة الى سطح الأرض عند نهايته

اذا كان المطلوب إيجاد قطر المبازل الانبوبية

$$S_o = 0.05\% \quad , n = 0.0108$$

Assume fully , $Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} * A * S^{\frac{1}{2}}$

$$0.1477 = \frac{1}{0.0108} (\frac{D}{4})^{\frac{2}{3}} * \frac{\pi}{4} (D)^2 * (0.0005)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = 57.5\ cm \ \rightarrow A_W = 2596\ cm^2$$

$$Use \quad D = 60\ cm \ \rightarrow A_W = \frac{\pi}{4}(60)^2 = 2827\ cm^2$$

The pipe is Partially fully

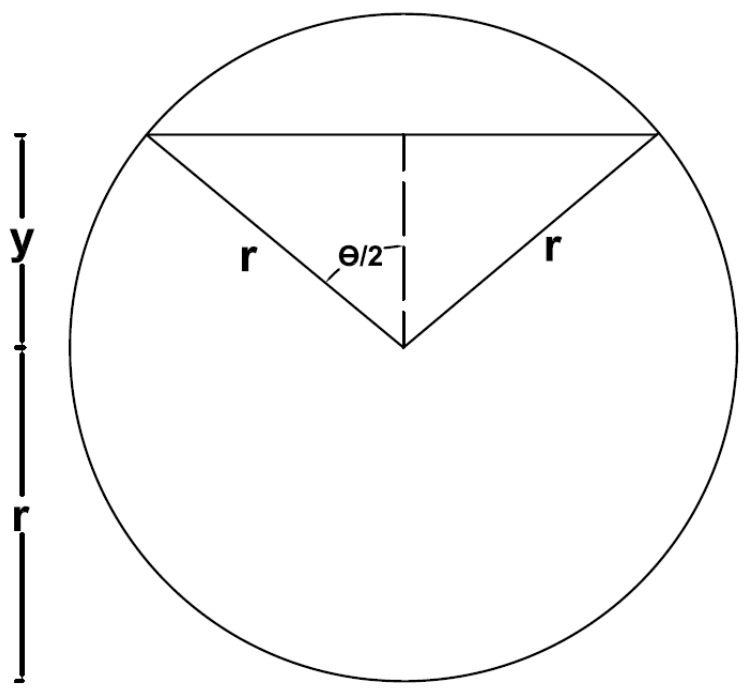
❖ $A_W > \frac{1}{2}\ AP$

❖ تستخدم معادلات الانبوب المملوء جزئياً لمستوى الماء فوق مركز الابنوب لتحديد عمق الجريان (d)

- $A = \pi r^2 \left(1 - \frac{\theta}{360}\right) + r * y * sin\frac{\theta}{2}$
- $\frac{\pi\ (57.5)^2}{4} = \pi(30)^2 \left(1 - \frac{\frac{\theta}{2}}{180}\right) + y * \sin\frac{\theta}{2} * (30)$

$$86.56 = 30\pi \left(1 - \frac{\frac{\theta}{2}}{180}\right) + y * \sin\frac{\theta}{2} \ \ldots\ldots (1)$$

- $\cos\frac{\theta}{2} = \frac{y}{r} = \frac{y}{30} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$



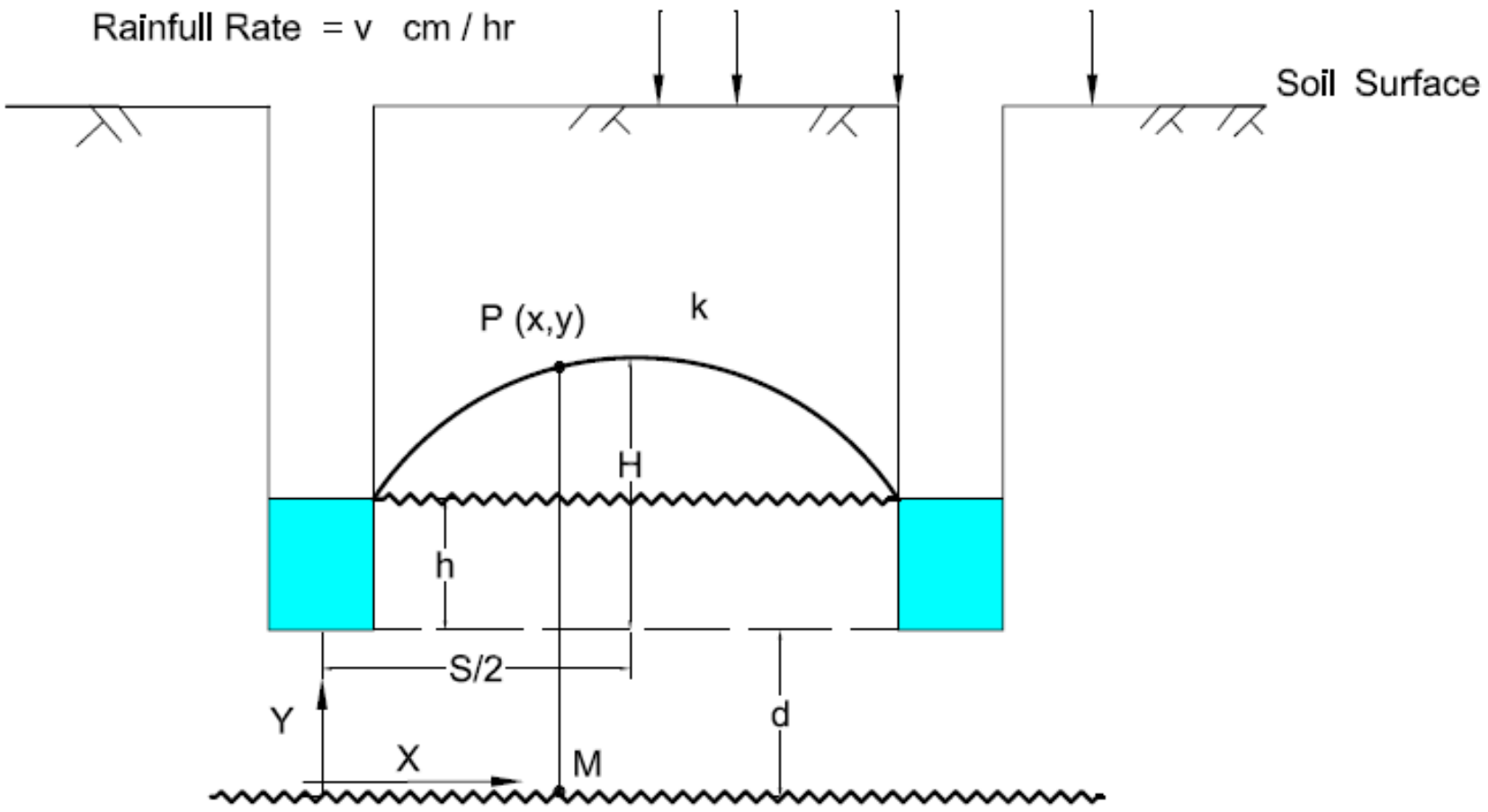
Assume (y)	Calculate $\frac{\theta}{2}$ $eq\ (2)$	Right hand of eq (1)
$y = \frac{r}{2} = 15\ cm$	60°	**75.82**
Y = 20	48.19°	**83.92**
Y= 25	33.56°	**90.50**
Y= 22	42.83°	**86.77**

❖ **تعتمد المسافة في المبازل على عدة عوامل اهمها:**

1-العوامل المؤثرة على نفاذيه الماء داخل التربة مثل نوعية التربة ومساميتها وخاصيتها الفيزيائية والكيميائية.
2-عمق الطبقة الصماء عن المبازل وحركة المياه الجوفية، وانحدار الارض المراد بزلها.
3-نوعية مياه الري ،وفتره الري وعدد الريات.
4-الظروف المناخية كالأمطار وشدتها.
5-عمق المبازل المغطاة واقطارها، وطريقة انشائها ومدى تأثير ذلك على كفاءة البزل.
6-العوامل المتعلقة بإنتاجية المحاصيل كطرق الزراعة وانواع المحاصيل وعمق الجذور واحتياجات الغسل.

❖ معادلة هوغاوت الأولى Hooghoudt Eq

تعتمد معادله هوغاوت على نظرية التدفق الافقي لديبوت-فورشمير Dupuit-Forchaimer ، حيث يرى أن منسوب الماء الجوفي في حالة توازن مع مياه الامطار الساقطة او ماء الري.



اعتمدت المعادلة على الفرضيات التالية:

1-التربة متجانسة ذات نفاذية.k
2-المسافة بين مبزل واخر ثابتة مقدارها.s
3-الميل الهيدروليكي ثابت مع عمق القطاع او الشريحه PM ويساوي (dy/dx)،
لذلك فأن سرعه المياه التي تخترق الشريحة واحدة وتتناسب مع الميل الهيدروليكي لسطح المياه الحرة.
4-يمكن تطبيق معادله دارسي.

5-توجد طبقة غير نفاذه تبعد عن قاع المبزل بمسافه مقدارها.d

6-معدل سقوط الامطار او ماء الري= V

7-نقطة الاصل تؤخذ تحت مركز احد المبازل واقعه على الطبقة غير النفاذة.

كمية الماء للوحدة الطولية من البزل التي تمر خلال الشريحة pm خلال ثانية واحدة .

$$q_x = Velocity * Area$$

$$q_x = k.\frac{dy}{dx}.y.1 \text{ .....(1)}$$

تساوي كمية الماء التي تتخلل سطح الماء في المسافة بين الشريحة وهيpm

ومنتصف المسافة بين المبزلين

$$q = \left(\frac{s}{2} - x\right) * v \text{ ..... (2)}$$

$$\mathrm{k}.\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dx}}.\mathrm{y} = \left(\frac{s}{2} - \mathrm{x}\right) * v \text{ ..... (3)}$$

$$k.y.dy = \frac{s}{2}.v.dx - x.v.dx \text{ ..... (4)}$$

وبأجراء التكامل

$$\left[k.\frac{y^2}{2}\right]_{h+d}^{H+d} = \left[\frac{s}{2}\ vx - \frac{vx^2}{2}\right]_0^{\frac{s}{2}} \text{ ..... (5)}$$

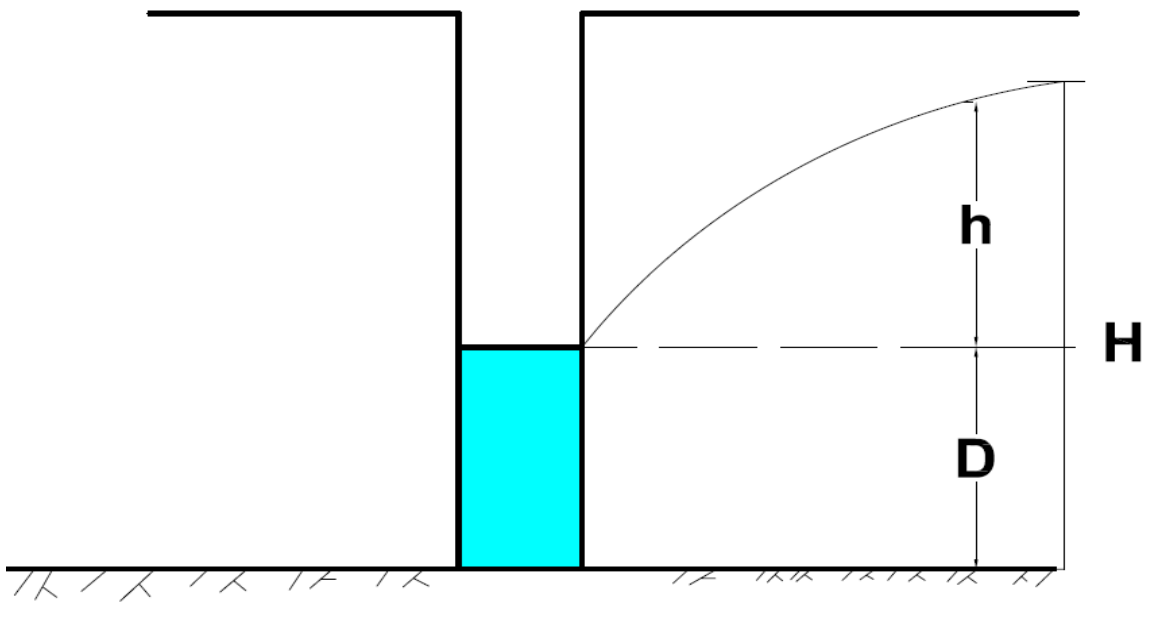
وبالتعويض بحدود التكامل

$$s^2 = \frac{4k}{v}[H^2 - h^2 + 2Hd + 2h.d] \text{ ..... (6)}$$

وعندما تكون المبازل واقعة على الطبقة غير النفاذة فان المعادلة (6) تصبح كالاتي:

$$s = 2\left(k/v\right)^{1/2}(H^2 - h^2)^{1/2} \text{ ..... (7)}$$ (معادلة قطع ناقص)

معادلة هرغاوت للتربة الطينية (Hooyhoudt ∈ q for Aiuyered soil) :



$$s^2 = \frac{4k}{v}\,(H^2 - D^2) \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$q = v = \frac{4k}{s^2}\,(H^2 - D^2) \ldots\ldots (2)$$

$$q = m/day = \frac{\text{التصريف الخارج من المبزل}}{\text{السطحية المساحة}}$$

ويمكن كتابة معادلة (2) بصيغة الاتية :

$$q = \frac{4k}{s^2}\,(H - D)(H + D) \ldots\ldots\ldots (3)$$

$$\therefore q = \frac{4k}{s^2}\,(h)(h + 2D) \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$q = \frac{8k}{s^2}\left(D \quad + \frac{h}{2}\right)(h) \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

وتصبح المعادلة كالاتي

$$q = \frac{8kDh}{s^2} + \frac{4kh^2}{s^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

و اذا كانت D= 0 تصبح المعادلة 6 بصيغة الاتية

$$q = \frac{4kh^2}{s^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

المعادلة (7) توضح الجريان الافقي خلال التربة فوق مستوى الماء داخل المبزل , اما اذا كانت D كبيرة جدا مقارنة ب (h) فتصبح المعادلة (6) كالاتي

$$q = \frac{8kDh}{s^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

المعادلة (8) توضح الجريان الافقي خلال التربة تحت مستوى الماء داخل البزل

ويمكن كتابة المعادلة (6) بالصيغة الاتية

$$q = \frac{4k_a\,h^2}{s^2} + \frac{8\,k_b D\,h}{s^2} \ldots\ldots\ldots (9)$$

حيث ان :

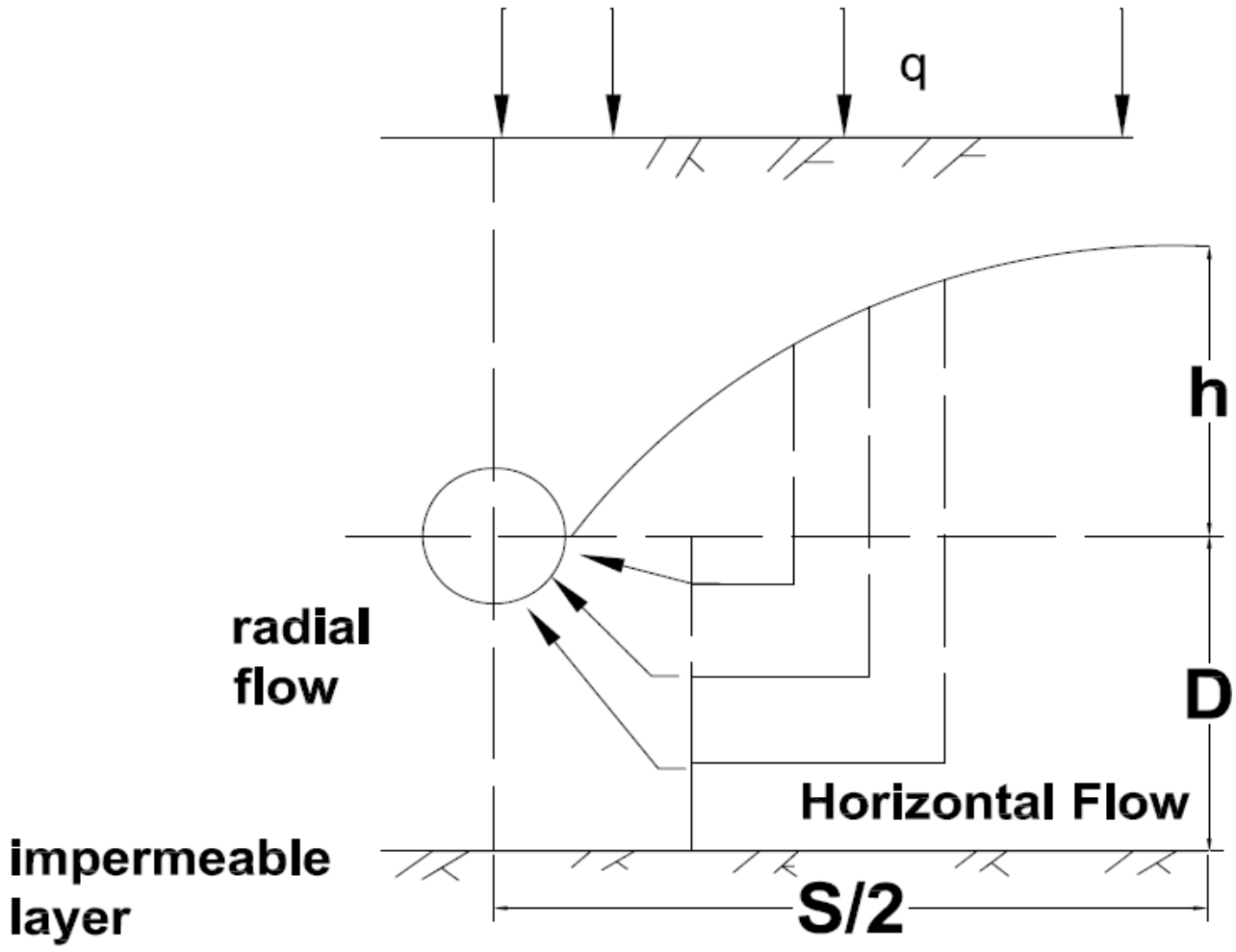
Ka :معامل التوصيل الهيدروليكي للتربة فوق مستوى الماء داخل المبزل .

Kb : معامل التوصيل الهيدروليكي للتربة تحت مستوى الماء داخل المبزل .

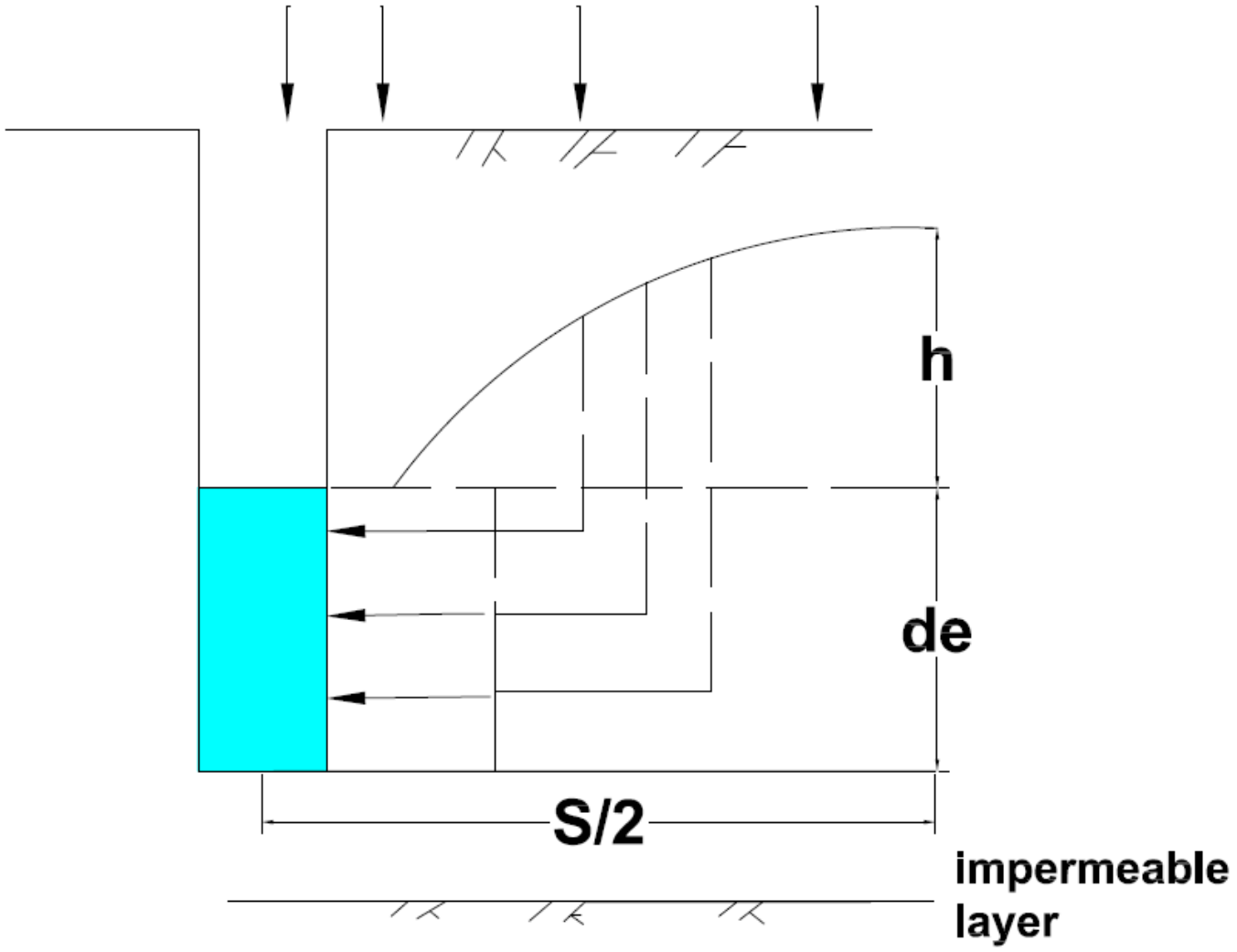
العمق المكافئ في المعادلة هوغارت Equivalent Depth

الشكل ادناه يوضح شكل الجريان باتجاه المبزل عندما يكون البزل بعيدا عن الطبقة غير النفاذة حيث يلاحظ ان خطوط الجريان سوف لا

تكون متوازية وافقية بل ستضيق باتجاه البزل وهذا ما يدعى بالجريان الشعاعيRadial flow



ان هذا الجريان يسبب طولا في الخطوط الجريان وضياعا في الشحنة الهيدروليكية حيث ان سرعة الجريان تزداد باتجاه المبزل. لقد استخدم هوغارت عمق اصغر من D سماه العمق المكافئ de لتحويل صوره الجريان الشعاعي او الجريان الافقي الى جريان افقي مكافئ



قيمة de يمكن حسابها بالصيغة الاتية :-

$$de = \frac{S}{8FH} \dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

$$h = \frac{q.s}{k}.FH \dots\dots\dots\dots\dots.. (2)$$

$$FH = \frac{(s - D\sqrt{2})^2}{8Ds} + \frac{1}{\pi}\left(ln\frac{D}{r_o\sqrt{2}}\right) \dots\dots\dots\dots.. (3)$$

r_o:نصف قطر انبوب المبزل الحقلي

$$h = \frac{q.s}{k}\left[\frac{(s - D\sqrt{2})^2}{8Ds} + \frac{1}{\pi}\left(ln\frac{D}{r_o\sqrt{2}}\right)\right] \dots\dots\dots\dots.. (4)$$

or

$$q = \frac{8kDh}{(s - D\sqrt{2})^2} + \frac{\pi.k.h}{S.\ln(\frac{D}{r_o\sqrt{2}})} \dots\dots\dots.. (5)$$

لفصل الانخفاض بالشحنة نتيجة الجريان الافقي والشعاعي تحت مستوى البزل و يمكن إعادة صياغة معادلة(5) كالاتي:-

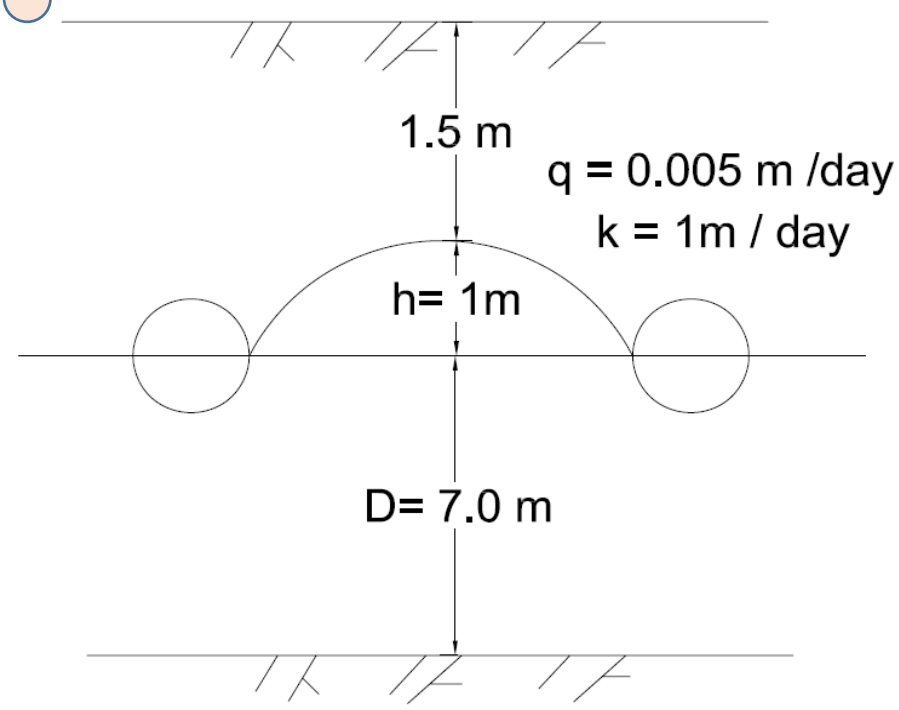
FH=Fb+Fr……(6)

$$h = \frac{q.s}{k}.Fh + \frac{q.s}{k}Fr = hh + hr \dots\dots.. (7)$$

حيث ان : Fh : معامل الجريان الافقي Fr : معامل الجريان الشعاعي

الجدول أدناه يبين قيم العمق المكافئ.de لنصف قطر مبزل الحقلي r=0.1m وقيم D,S بالمتر

مثال: أوجد المسافة بين المبازل الانبوبة بقطر 0.1 متر اللازمة لإبقاء منسوب الماء الأرضي ثابت بحيث تبعد اعلى نقطه من سطح الأرض بمقدار 1.5m اذا كانت هذه النقطة تبعد عن سطح الماء داخل المبزل بمقدار m1 ومعامل التوصيل الهيدروليكي 1 m/day. وعمق الطبقة غير النفاذة عن سطح الأرض 9.5 ومتوسط التصريف في نظام البزل 0.005 m/day



الحل/

$$s^2 = \frac{4\,ka\,h^2}{q} + \frac{8\,kb.de.h}{q}$$

$$s^2 = \frac{4*1*1}{0.005} + \frac{8*1*de*1}{0.005} \quad => s^2 = 800 + 1600\,de$$

نفرض ان S=90 m

من الجدول, فان العمق المكافئ de =4.42

$\therefore s^2 = 7872 \quad => \ s = 88.7\ m$

نفرض ان S=88 ,فان العمق المكافئ de =4.386

$\therefore s^2 = 7817 \quad => \ s = 88.4\ m$

.: يمكن اختيار المسافة بين المبازل 88 m.

معادلة البزل في حالة الجريان غير المستقر .Non-steady state drainage Eq

توازن منسوب المياه الجوفي لا يعطي التصور الحقيقي لطبيعة تذبذب منسوب الماء الجوفي اثناء الري او سقوط الامطار او بعد فتره زمنيه معينه . لذلك فان الشحنة الهيدروليكية عند اي نقطه في التربة لا تكون ثابته بل تتغير مع الزمن.

اشتق العالم Glover معادله البزل في حاله الجريان غير المستقر والتي يمكن توضيحها على اساس الفرضيات التالية:

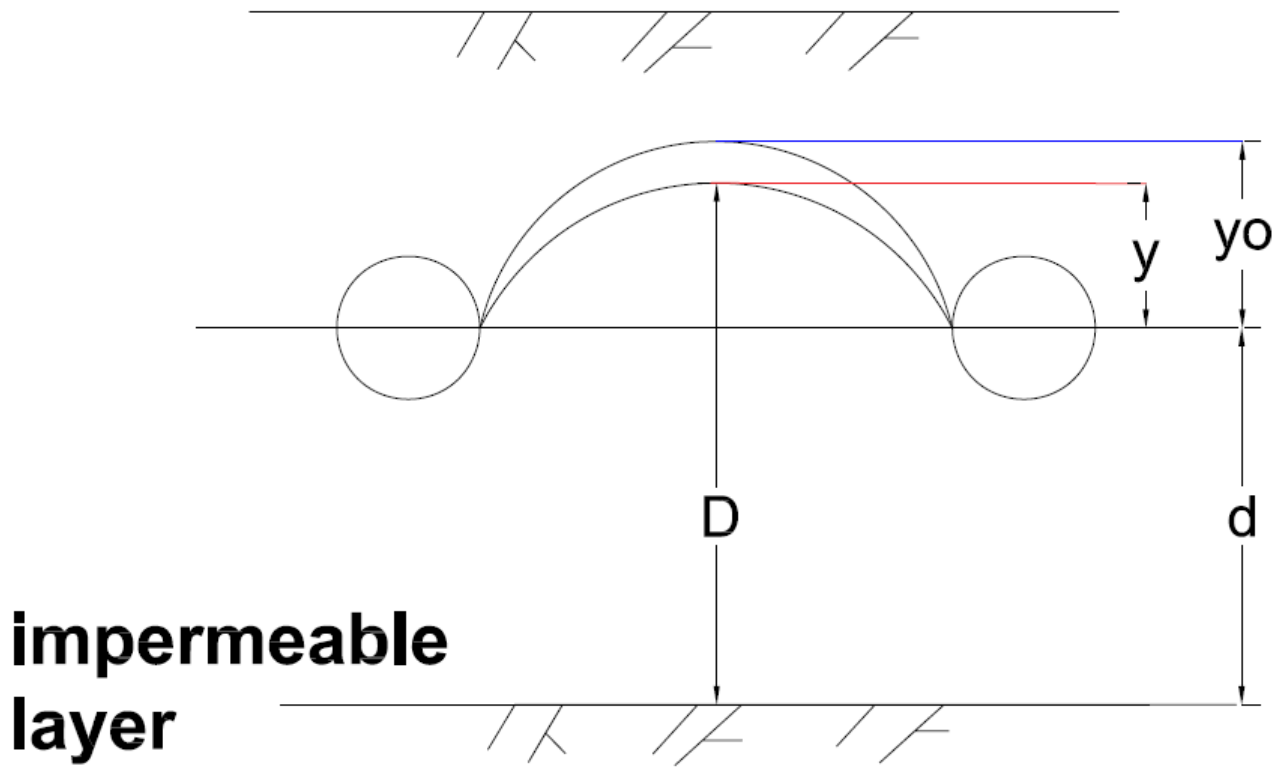
1-التربة متجانسة ولها الصفات نفسها

2- خطوط الجريان افقية

3- تتناسب السرعة على طول خطوط الجريان مع انحدار سطح الماء (منسوب الماء الارضي)

4-وجود طبقة غير نافذة تحت المبازل , على بعد d من المبزل .

5-اعتبار المسألة ذات بعدين فقط .



$$q = K \times \frac{dy}{dx} \times \left(d + \frac{y_0}{2}\right) \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ان :

q : تصريف البزل لوحدة الطول

k : معامل التوصيل الهيدروليكي

d : بعد الطبقة غير النفاذة عن المبزل

$\frac{dy}{dx}$: انحدار سطح الماء الحر

y_0: بعد اعلى نقطة في منسوب الماء الجوفي عن المبازل عند بداية فترة البزل

$$q = K \times \frac{dy}{dx} \times D \dots\dots\dots (2)$$

حيث D تمثل معدل عمق الجريان $(d + \frac{Y_0}{2})$ وعند ايجاد مشتقة المعادلة بدلالة X وينتج:

$$\frac{dq}{dx} = k \times D \times \frac{dy^2}{dx^2} \dots\dots\dots.. (3)$$

$$dq = k \times D \times \frac{dy^2}{dx^2} \times dx \dots\dots\dots. (4)$$

$$porosity(\xi) = \frac{volumes\ of\ pores}{total\ volume}$$

$$\therefore volume\ of\ pores = porosity \times dy \times dx \times 1 \dots\dots.. \dots (5)$$

بالقسمة على dt

$$\frac{volume\ of\ pores}{dt} = \frac{\xi \times dy \times dx}{dt} \dots\dots\dots.\dots.. (6)$$

وبتساوي معادلة 4 و 6

$$k \times D \times \frac{dy^2}{dx^2} \times dx = \frac{\xi \times dy \times dx}{dt} \dots\dots\dots\dots. (7)$$

KD : ناقلية مكمن الماء الجوفي (م^2/يوم)

K : معامل التوصيل الهيدروليكي (م/يوم)

D : متوسط عمق التربة الناقلة للمياه باتجاه البزل

ξ : المسامية المبزولة

لقد افترض دم Dumm – 1960 بان سطح الماء الابتدائي له شكل مكافئ من الدرجة الرابعة و بذلك استنبط معادلة كلوفر-دم لتقدير المسافة بين المبازل

$$\boldsymbol{s = \pi \left(\frac{k\,D\,t}{\xi}\right)^{1/2} * \left(ln\,1.16\,\frac{y_\circ}{y_t}\right)^{-1/2} \dots\dots\dots. (8)}$$

ان المعادلة 8 لا تأخذ بنظر الاعتبار تأثير الجريان الشعاعي لذلك يمكن التعويض عن D (سمك مكمن الماء الجوفي) بقيمة d(العمق المكافئ في المعادلة هوغاوت). وذلك على أساس تشابه ممرات الجريان المستقر وغير المستقر.

$$\boldsymbol{s = \pi \left(\frac{k\,d\,t}{\xi}\right)^{1/2} * \left(ln\,1.16\,\frac{y_\circ}{y_t}\right)^{-1/2} \dots\dots\dots. (8)}$$

(معادلة كلوفر-دم المعدلة)

مثال / إذا توفرت لديك المعلومات الاتية:

$$D = 7.7\,m \quad , \quad \xi = 0.05 \; , \quad y_\circ = 0.8\,m \; , \; y_{10} = k = 1m/\,day \; ,$$
$$0.3\,m \quad , t = 10\,day \quad , r_\circ = 0.1\,m$$

اوجد S باستخدام معادلة كلوفر-دم المعدلة

الحل

$$s = \pi \left(\frac{k\,d\,t}{\xi}\right)^{1/2} * \left(ln\,1.16\,\frac{y_\circ}{y_t}\right)^{-1/2}$$

$$s = \pi \left(\frac{1\,d\,10}{0.05}\right)^{1/2} * \left(ln\,\frac{1.16 * 0.8}{0.3}\right)^{-1/2}$$

- نفرض $s = 80\,m$ (التجربة الأولى) $s = 41.8 * \sqrt{d}$
- من الشكل ادناه نجد d

حيث ان

$$D = 7.7\,m\,, \quad \frac{D}{4} = \frac{7.7}{0.1 * \pi} \cong 25 \;\rightarrow d = 4.4$$

$$s = 41.8 * \sqrt{4.4} = 87.68$$

- نفرض $s = 100\,m$ (التجربة الثانية)

من الشكل : $d = 4.8 \quad \rightarrow \quad s = 91.58\,m$

- نفرض $s = 90\,m$ (التجربة الثالثة)

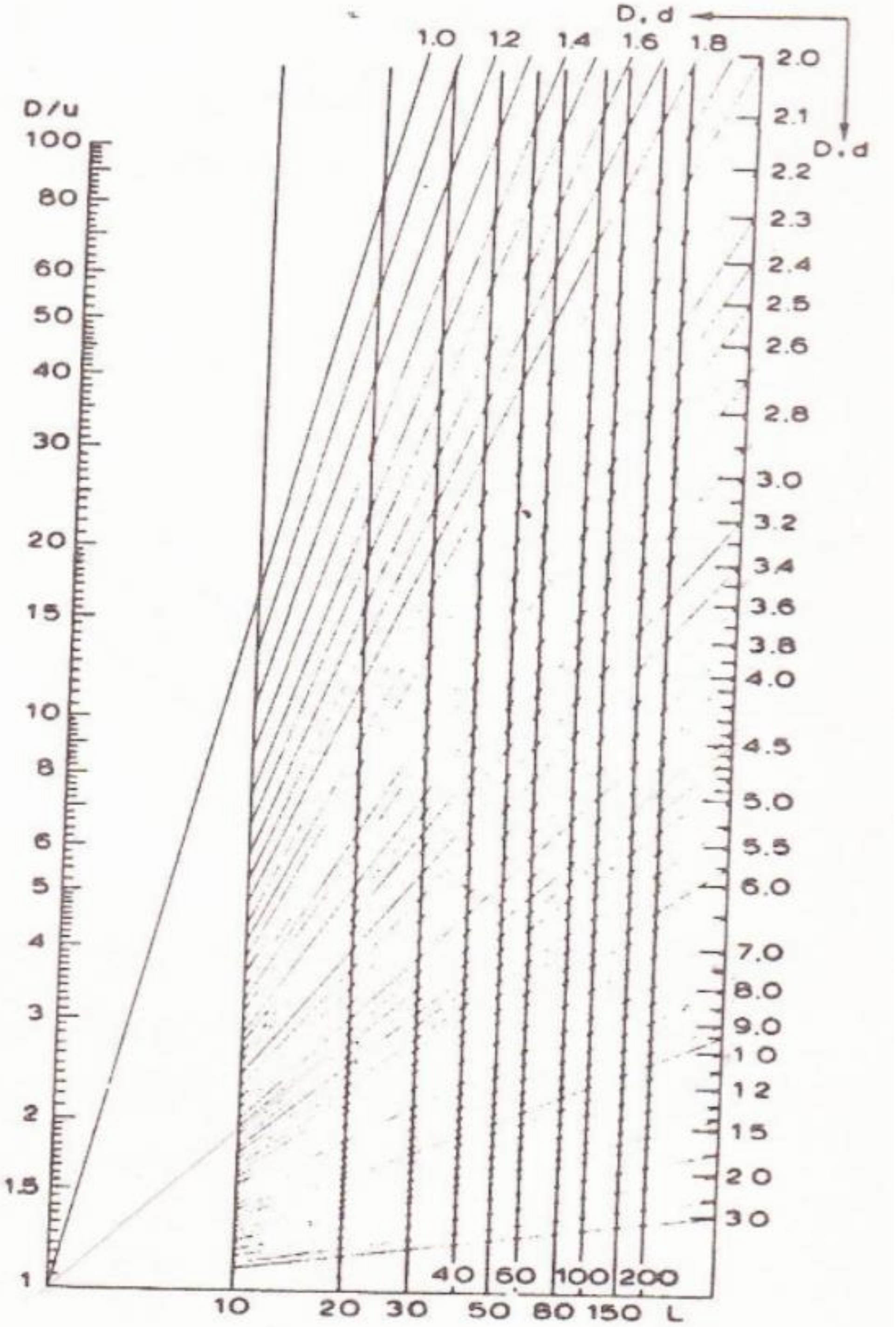
من الشكل : $d = 4.7 \quad \rightarrow \quad s = 41.8 * \sqrt{4.7} = 90.6\,m$

$$\therefore s = 90\,m$$

الجداول والمخططات الخاصة بالفصل الرابع

S ←	٥ م	٧,٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠
D											
٠,٥	٠,٤٧	٠,٤٨	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٥	٠,٥	٠,٥	٠,٥	٠,٥	٠,٥
٠,٧٥	٠,٦	٠,٦٥	٠,٦٩	٠,٧١	٠,٧٣	٠,٧٤	٠,٧٥	٠,٧٥	٠,٧٥	٠,٧٦	٠,٧٦
١	٠,٦٧	٠,٧٥	٠,٨	٠,٨٦	٠,٨٩	٠,٩١	٠,٩٣	٠,٩٤	٠,٩٦	٠,٩٦	٠,٩٦
١,٢٥	٠,٧	٠,٨٢	٠,٨٩	١	١,٠٥	١,٠٩	١,١٢	١,١٣	١,١٤	١,١٤	١,١٥
١,٥		٠,٨٨	٠,٩٧	١,١١	١,١٩	١,٢٥	١,٢٨	١,٣١	١,٣٤	١,٣٥	١,٣٦
١,٧٥		٠,٩١	١,٠٢	١,٢	١,٣	١,٣٩	١,٤٥	١,٤٩	١,٥٢	١,٥٥	١,٥٧
٢			١,٠٨	١,٢٨	١,٤١	١,٥	١,٥٧	١,٦٢	١,٦٦	١,٧	١,٧٢
٢,٢٥			١,١٣	١,٣٤	١,٥	١,٦٩	١,٦٩	١,٧٦	١,٨١	١,٨٤	١,٨٦
٢,٥				١,٣٨	١,٥٧	١,٦٩	١,٧٩	١,٨٧	١,٩٤	١,٩٩	٢,٠٢
٢,٧٥				١,٤٢	١,٦٣	١,٧٩	١,٨٨	١,٩٨	٢,٠٥	٢,١٢	٢,١٨
٣				١,٤٥	١,٦٧	١,٨٣	١,٩٧	٢,٠٨	٢,١٦	٢,٢٣	٢,٢٩
٣,٢٥				١,٤٨	١,٧١	١,٨٨	٢,٠٤	٢,١٦	٢,٢٦	٢,٣٥	٢,٤٢
٣,٥				١,٥	١,٧٥	١,٩٣	٢,١١	٢,٢٤	٢,٣٥	٢,٤٥	٢,٥٤
٣,٧٥				١,٥٢	١,٧٨	١,٩٧	٢,١٧	٢,٣١	٢,٤٤	٢,٥٤	٢,٥٤
٤					١,٨١	٢,٠٢	٢,٢٢	٢,٣٧	٢,٥١	٢,٦٢	٢,٧١
٤,٥					١,٨٥	٢,٠٨	٢,٣١	٢,٥	٢,٦٣	٢,٧٦	٢,٨٧
٥					١,٨٨	٢,١٥	٢,٣٨	٢,٥٨	٢,٧٥	٢,٨٩	٣,٠٢
٥,٥						٢,٢	٢,٤٣	٢,٦٥	٢,٨٤	٣	٣,١٥
٦							٢,٤٨	٢,٧	٢,٩٢	٣,٠٩	٣,٢٦
٦,٥							٢,٥٤	٢,٨١	٣,٠٣	٣,٢٤	٣,٤٣
٧							٢,٥٧	٢,٨٥	٣,١٣	٣,٣٥	٣,٥٦
٧,٥								٢,٨٩	٣,١٨	٣,٤٣	٣,٦٦
٨									٢,٢٣	٣,٤٨	٣,٧٤
٨,٥											
٩											
٩,٥											
١٠											
∞	٠,٧١	٠,٩٣	١,١٤	١,٥٣	١,٨٩	٢,٢٤	٢,٥٨	٢,٩١	٣,٢٤	٣,٥٦	٣,٨٨

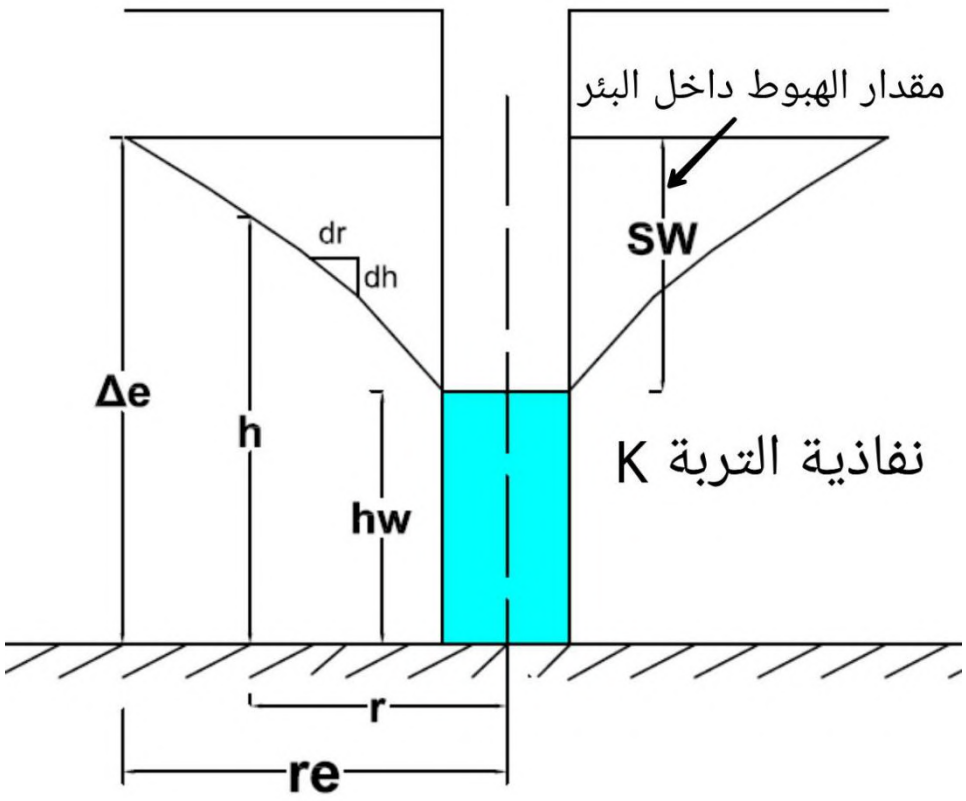
S ←	٥٠	١٠٠	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠
D					
٠,٥	٠,٥	٠,٥	٠,٥	٠,٥	٠,٥
١	٠,٩٦	٠,٩٨	٠,٩٩	٠,٩٩	٠,٩٩
٢	١,٧٢	١,٨٥	١,٩	١,٩٢	١,٩٤
٣	٢,٢٩	٢,٦	٢,٧٢	٢,٧	٢,٨٣
٤	٢,٧١	٣,٢٤	٣,٤٦	٣,٥٨	٣,٦٦
٥	٣,٠٢	٣,٧٨	٤,١٢	٤,٣١	٤,٤٣
٦	٣,٢٣	٤,٢٣	٤,٧	٤,٩٧	٥,١٥
٧	٣,٤٣	٤,٦٢	٥,٢٢	٥,٥٧	٥,٨١
٨	٣,٥٦	٤,٩٥	٥,٦٨	٦,١٣	٦,٤٣
٩	٣,٦٦	٥,٢٣	٦,٠٩	٦,٦٣	٧
١٠	٣,٧٤	٥,٤٧	٦,٤٥	٧,٠٩	٧,٥٣
١٢,٥	٥,٠٢	٥,٩٢	٧,٢	٨,٠٦	٨,٦٨
١٥	٥,٢	٦,٢٥	٧,٧٧	٨,٨٤	٩,٦٤
١٧,٥	٥,٣	٦,٤٤	٨,٢	٩,٤٧	١٠,٤
٢٠		٦,٦	٨,٥٤	٩,٩٧	١١,١
٢٥		٦,٧٩	٨,٩٩	١٠,٧	١٢,١
٣٠			٩,٢٧	١١,٣	١٢,٩
٣٥			٩,٤٤	١١,٦	١٣,٤
٤٠				١١,٨	١٣,٨
٤٥				١٢	١٣,٨
٥٠				١٢,١	١٤,٣
٦٠					١٤,٦
∞	٣,١٨	٦,٢٦	٩,٥٥	١٢,٢	١٤,٧


D/u
100
80
60
50
40
30
20
15
10
8
6
5
4
3
2
1.5
1
D.d
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
2.1
D.d
2.2
2.3
2.4
2.5
2.6
2.8
3.0
3.2
3.4
3.6
3.8
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0
7.0
8.0
9.0
10
12
15
20
30
40
60
100
200
10
20
30
50
80
150
L

❖ العلاقة بين منسوب الماء الجوفي وتصريف البئر و معامل التوصيل الهيدروليكي في حالة الجريان المستقر و لمكمن غير محصور

الجريان من النوع المستقر اي ان التدفق لا يتغير مع الزمن

كمية المياه التي تخترق اسطوانه ذات نصف قطر r و ارتفاع h يمكن استنتاجه بالشكل الاتي



$$Q=2\pi rh*k*\frac{dh}{dr} \ldots\ldots\ldots(1)$$

$$\frac{Q}{2\pi k}*\frac{dr}{r}=h.dh \ldots\ldots(2)$$

وبأجراء التكامل

$$\frac{Q}{2\pi k}\ln r\ |_{r_w}^{r_0}=\frac{h^2}{2}|_{h_w}^{h_0} \quad \ldots\ldots\ldots(3)$$

$$\frac{Q}{\pi k}=\frac{he^2-hw^2}{ln\frac{re}{rw}} \ldots\ldots\ldots(4)$$

$$\frac{Q}{\pi k}=\frac{(he-hw)(he+hw)}{ln\frac{re}{rw}}=\frac{Sw(he+hw)}{ln\frac{re}{rw}}$$

حيث ان Sw=he-hw

مثال/اوجد مقدار الانخفاض في سطح الماء داخل البئر في مكمن جوفي غير محصور اذا توفرت لك المعلومات الأتية: $Q=742m^3/hr$, he=50.42m , re=500m , rw=0.224m , k=107 m/day

الحل

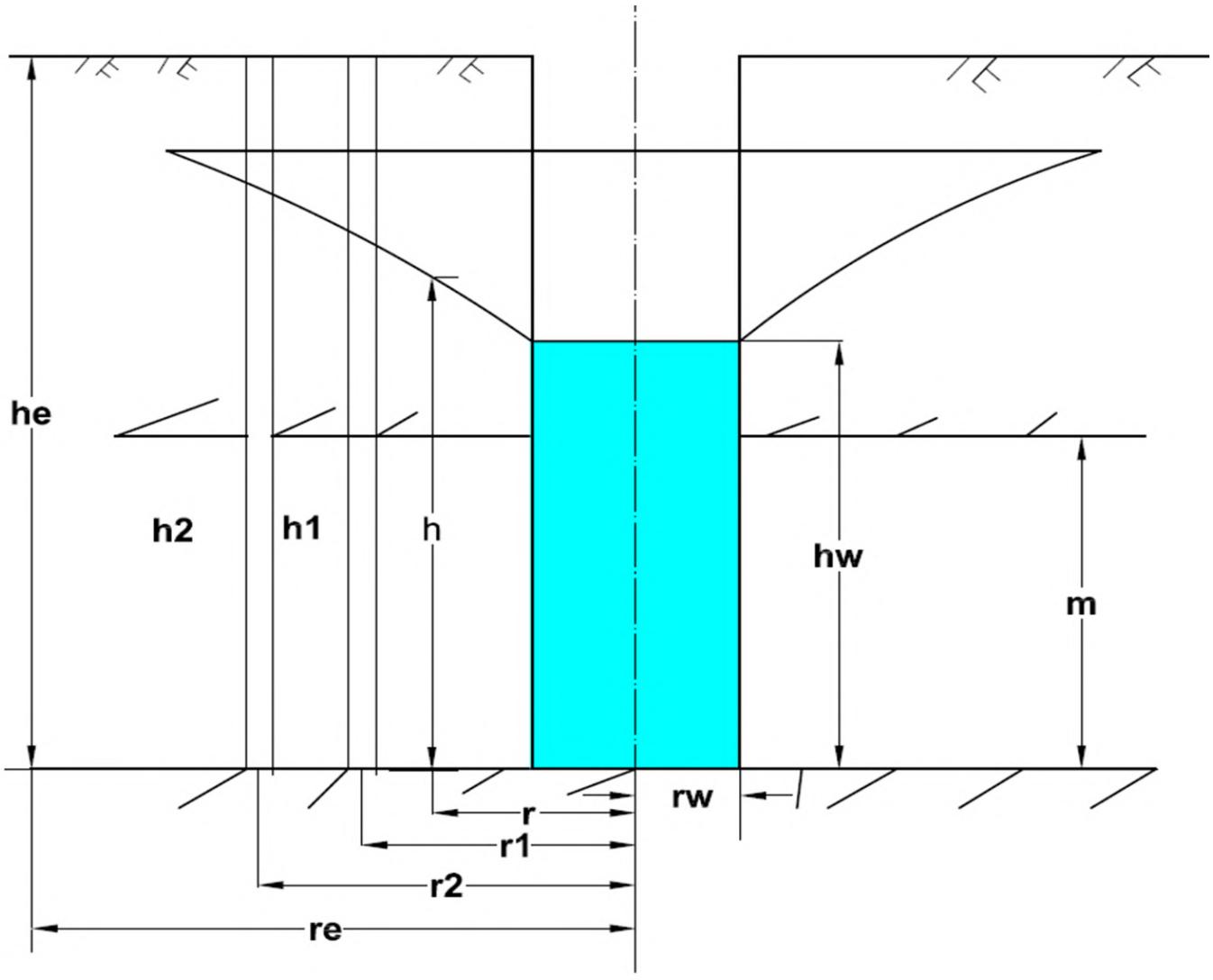
$$\frac{Q}{\pi k}=\frac{Sw(he+hw)}{ln\frac{re}{rw}}=\frac{he^2-hw^2}{ln\frac{re}{rw}}$$

$$\frac{742*24}{\pi\ 107}=\frac{50.42^2-hw^2}{ln\frac{500}{0.224}}$$

hw= 46.2 m

Sw= he – hw = 50.42 – 46.2 = 4.22m

❖ العلاقة بين منسوب الماء الجوفي وتصريف البئر و معامل التوصيل الهيدروليكي في حالة الجريان المستقر و لمكمن محصور



$$Q = 2\pi\, r\, m * k * \frac{dh}{dr} \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\frac{Q}{2\pi km} * \frac{dr}{r} = dh \ldots\ldots (2)$$

$$\frac{Q}{2\pi km} \ln r \,|_{r_w}^{r_0} = h|_{h_w}^{h_0} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$ وبأجراء التكامل

$$Q = 2\,\pi km\, \frac{\mathrm{he-hw}}{ln\frac{re}{rw}} \ldots\ldots\ldots (4)$$

$$Q = 2\,\pi km\, \frac{\mathrm{h-hw}}{ln\frac{r}{rw}} \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$ ويمكن كتابة معادلة (4) بالصيغة العامة

∵ التصريف ثابت

∴ معادلة (4) = معادلة (5)

$$2\,\pi km\, \frac{\mathrm{he-hw}}{ln\frac{re}{rw}} = 2\,\pi km\, \frac{\mathrm{h-hw}}{ln\frac{r}{rw}} \ldots\ldots\ldots (6)$$

$$\therefore h = (he - hw)\, \frac{ln\frac{r}{rw}}{ln\frac{re}{rw}} + hw \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

مثال/ اوجد مقدار الانخفاض الذي يحدث على بعد 30mمن مركز البئر اذا توفرت لديك المعلومات الأتية:

Re=500m , Q=1500 m^3/day , معامل الناقلية= $1200m^2/day$

hw =50 m , rw=0.3 m

الحل

$$Q = 2\pi\, mk\, \frac{he - hw}{\ln \frac{re}{rw}}$$

$$1500 = 2\pi * 1200 * \frac{Sw}{\ln(500/0.3)} \quad \Rightarrow Sw=1.48\ m$$

$$h = sw * \frac{\ln(r/rw)}{\ln(re/rw)} + hw \quad \Rightarrow \quad h = 1.48 * \frac{\ln(30/0.3)}{\ln(500/0.3)} + 50$$

$\therefore$ h=50.92 m

العلاقة بين منسوب الماء الجوفي وتصريف البئر ومعامل التوصيل الهيدروليكي في حاله الجريان غير المستقر

تم اشتقاق العلاقة من قبل العالم ثيس theis, حيث يرى ان استمرار ضخ الماء من البئر في مكمن غير محصور يؤدي الى نقصان معدل انحدار خط الشحنة الهيدروليكية.

$$sw = h_e - h_w = \frac{Q}{4\pi\, T} \int_u^{\infty} \frac{e^{-u}.du}{u} \qquad \ldots\ldots 1$$

حيث ان T: الناقلية ,

$$u = \frac{r^2.s'}{4\, T\, t}$$

s' : معامل الخزن , t : الزمن منذ بدايه ضخ تصريف البئر.

$$sw = \frac{Q}{4\pi T}\left(-0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2*2!} + \frac{u^3}{3*3!} + \cdots\right) \quad \ldots\ldots 2$$

عندما تكون $u \leq 0.01$

$$sw = \frac{Q}{4\pi T}(-0.5772 - \ln u) \quad \ldots. 3$$

$$sw = \frac{Q}{4\pi T}\left(\ln \frac{4T\, t}{r^2 S'} - 0.5772\right) \quad \ldots. 4$$

مثال / اوجد مقدار الانخفاض على بعد 30m من مركز البئر وما الزمن اللازم للوصول الى انخفاض ثابت مقداره 0.56mعلى بعد 30m من مركز البئر, اذا توفرت المعلومات الاتية:

t= 2 day , S' = 0.1 , T= 1200 m^2/day , Q= 1500m^3/day , rw= 0.3m

الحل

$$Sw = \frac{Q}{4\,\pi\,T}\left(\ln . \frac{4Tt}{r^2\,S'} - 0.5772\right)$$

$$Sw = \frac{1500}{4\times\pi\times1200} . \left(\ln \frac{4\times1200\times2}{0.1\times30^2} - 0.5772\right)$$

$$Sw = 0.41m$$

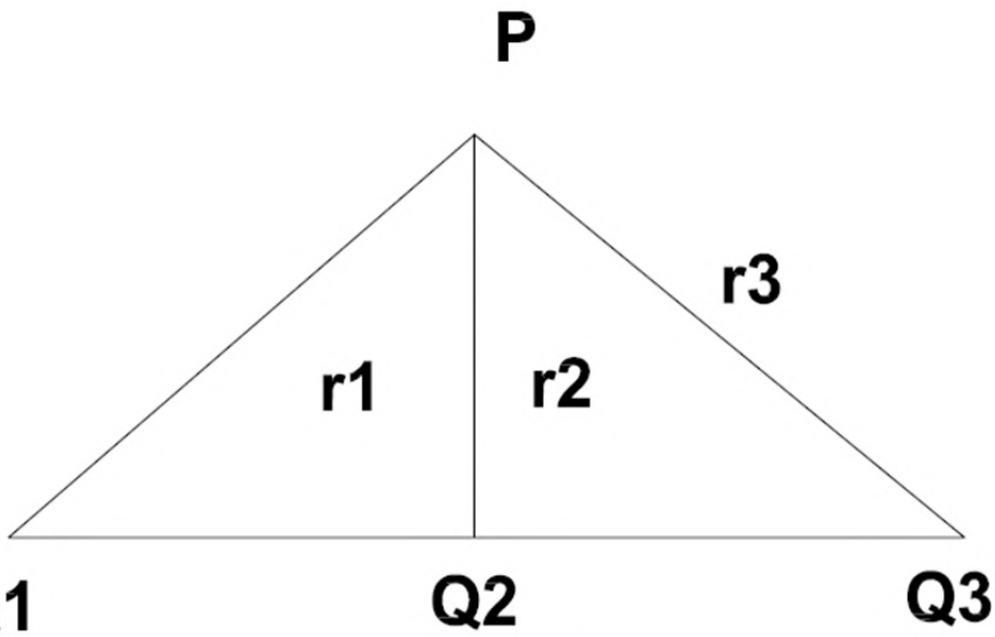
$$0.56 = \frac{1500}{4\times\pi\times1200} . \left(\ln \frac{4\times1200\times t}{0.1\times30^2} - 0.5772\right)$$

$$t = 9.24\ day$$

❖ التأثير الناتج عن ضخ آبار متعددة في مكمن ماء جوفي غير محصور.

عند ضخ المياه من مكمن ماء جوفي غير محصور من مجموعة آبار واذا كانت المسافة بينها ليست بعيدة فأن يحصل تداخل interference وان الانخفاض في اي نقطة داخل الحقل يساوي مجموع الانخفاض الناتج عن تأثير ضخ كل بئر على حدة .

$$he^2 - h^2 = \sum_{i=1}^{Q} \frac{Qi}{\pi k} \ln(rei - ri) \ldots\ldots (1)$$



he: منسوب الماء الجوفي قبل الضخ (م)

h: منسوب الماء الجوفي الناتج عن عملية الضخ (م)

Qi: التصريف الثابت للبئر i (م3/ثا)

ri: المسافة من النقطة P الى البئر i

r_{ei}: نصف قطر دائرة التأثير للبئر i

K: نفاذية التربة للمكمن المائي.

واذا كان تصريف الآبار متساويا, اي ان $\frac{Q}{n} = Qn = Qi$ ونصف قطر الدائرة التأثير للآبار كافه متساويا .

Q: التصريف الكلي للآبار.

المعادلة 1 تصبح:

$$he^2\text{-}h^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln(\frac{re}{\bar{r}})$$

$$\bar{r} = (r_1\ r_2\ r_3 \ldots\ldots r_n)^{1/n}$$

❖ حالات خاصة لآبار الضخ

1) بئران يبعد احدهما عن الاخر بمسافة L ويتم ضخهما في وقت واحد لمدة غير قصيرة من الزمن t بحيث $< 0.05 \frac{L^2\mu}{4kDt}$, فأن التصريف

$$Q_1=Q_2 = \frac{\pi K\,(he^2-hw^2)}{\ln(\frac{2.25KDt}{L\mu r_w})}$$

حيث ان

μ : المسامية المؤثرة effective porosity للمكمن المائي

D : السمك المشبع effective thickness للمكمن المائي

2)ثلاثة آبار مكونة مثلثا متساوي الاضلاع طول ضلعه $L < 0.05 \frac{L^2\mu}{4kDt}$,

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \frac{\pi K(he^2-hw^2)}{\ln(\frac{R^3}{L^2rw})}$$

3)اربعة آبار مكونة مربعا طول ضلعه L وان $< 0.05 \frac{L^2\mu}{4KDt}$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3= Q_4 = \frac{\pi K(he^2-hw^2)}{\ln(\frac{R^4}{\sqrt{2}L^3rw})}$$

4)اما في حالة ضخ ثلاثة آبار تقع على خط مستقيم والمسافة بين كل بئرين متجاورين L وفي حالة كون $< 0.05 \frac{L^2\mu}{2KDt}$, فأن تصريف البئر الوسطي

$$Q_2= \frac{\pi K\left(he^2-hw^2\right)Ln\,(L/2rw)}{2\ln\left(\frac{R}{L}\right)\ln\left(\frac{L}{rw}\right)+\ln\left(\frac{L}{2rw}\right)\ln\left(\frac{R}{rw}\right)}$$

وتصريف البئرين الخارجيين

$$Q_1= Q_3 = \frac{\pi K\,\left(he^2-hw^2\right)\ln(\frac{L}{rw})}{2\ln\left(\frac{R}{L}\right)\ln\left(\frac{L}{rw}\right)+\ln\left(\frac{L}{2rw}\right)\ln\left(\frac{R}{rw}\right)}$$

مثال : ثلاثة ابار تمتلك قطر مقداره (10cm) نصبت بشكل مثلث متساوي الاضلاع طول ضلعة (12m) نصف قطر دائرة التاثير لكل بئر (400m) ومعامل التوصيل الهيدروليكي (20m/day) الانخفاض في كل بئر (2m) سمك المكمن المحصور (15m) . اوجـــد تصريف تلك الابار ونسبة الانخفاض في التصريف بسبب التداخل؟

الحل

$$rw = \frac{10}{2} = 5\ cm = 0.05m$$

$$L = 12m\ , R = 400m\ , K = \frac{20m}{day}$$

Draw down in well

$$Sw = (h_e - h_w) = 2m \quad , \quad H = 15m$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \frac{2\pi K\ H(h_e - h_w)}{Ln\left(\frac{R^3}{L^2.rw}\right)}$$ **معادلة التصريف في حالة المكمن المحصور**

$$= \frac{2\pi * 20 *\ 15 * 2}{Ln\left(\frac{400^3}{0.05 * 12^2}\right)} = 235.76\frac{m^3}{day}$$

- جميع المعادلات اعلاه في حالة الضخ في مكمن ماء جوفي محصور تغير بالشكل الاتي فقط

$$(he^2 - hw^2) = 2H(he - hw)$$

$$2\pi K\ H(h_e - h_w)$$ **التصريف بدون التداخل**

$$= \frac{}{Ln\left(\frac{R}{rw}\right)}$$

$$= \frac{2\pi * 20 *\ 15 * 2}{Ln\left(\frac{400}{0.05}\right)} = 419.73\frac{m^3}{day}$$ **مقدار الانخفاض**

$$= \frac{419.73 - 235.76}{419.73} * 100\% = 43.83\%$$