الباب الثاني

2- الإطار النظري:

2-1 طرق تنمية آبار المياه الجوفية:

2-1-1 طرق التنمية الميكانيكية :

هنالك عدة طرق للتنمية الميكانيكية وهي :

1. طريقة الجردل.
2. طريقة الغسيل الداخلي والخارجي .
3. التنمية بواسطة الظاغط الهوائي .
4. التنمية بواسطة المكبس المطاطي .
5. التنمية بواسطة أداة النفث .
6. التنمية بواسطة الضخ بمعدلات عالية .

2-1-1-1 طريقة الجردل (Bailing Method):

الجردل (Bailer) :

هو عبارة عن أنبوب اسطواني الشكل ذو صمام إما في شكل قرص مسطح أو لساني مزود بمقبض يتم فتحه وقفله عند اصطدامه بقاع البئر أثناء عمليتي رفعه وإنزاله داخل البئر فعند إنزاله داخل البئر يفتح البلف وعند رفعه يقوم السائل الكثيف والمخلفات بإقفال البلف وتكون أقطاره عادة مابين (4-6-8) بوصة و يستخدم في بداية عملية التنمية لتميزه بالكفاءة العالية في رفع المخلفات و الترسيبات .

أنواع الجردل :

1. الجردل ذو الصمام المسطح (Flat valve type) .
2. الجردل ذو الصمام أبو لسان (Dart valve type) .

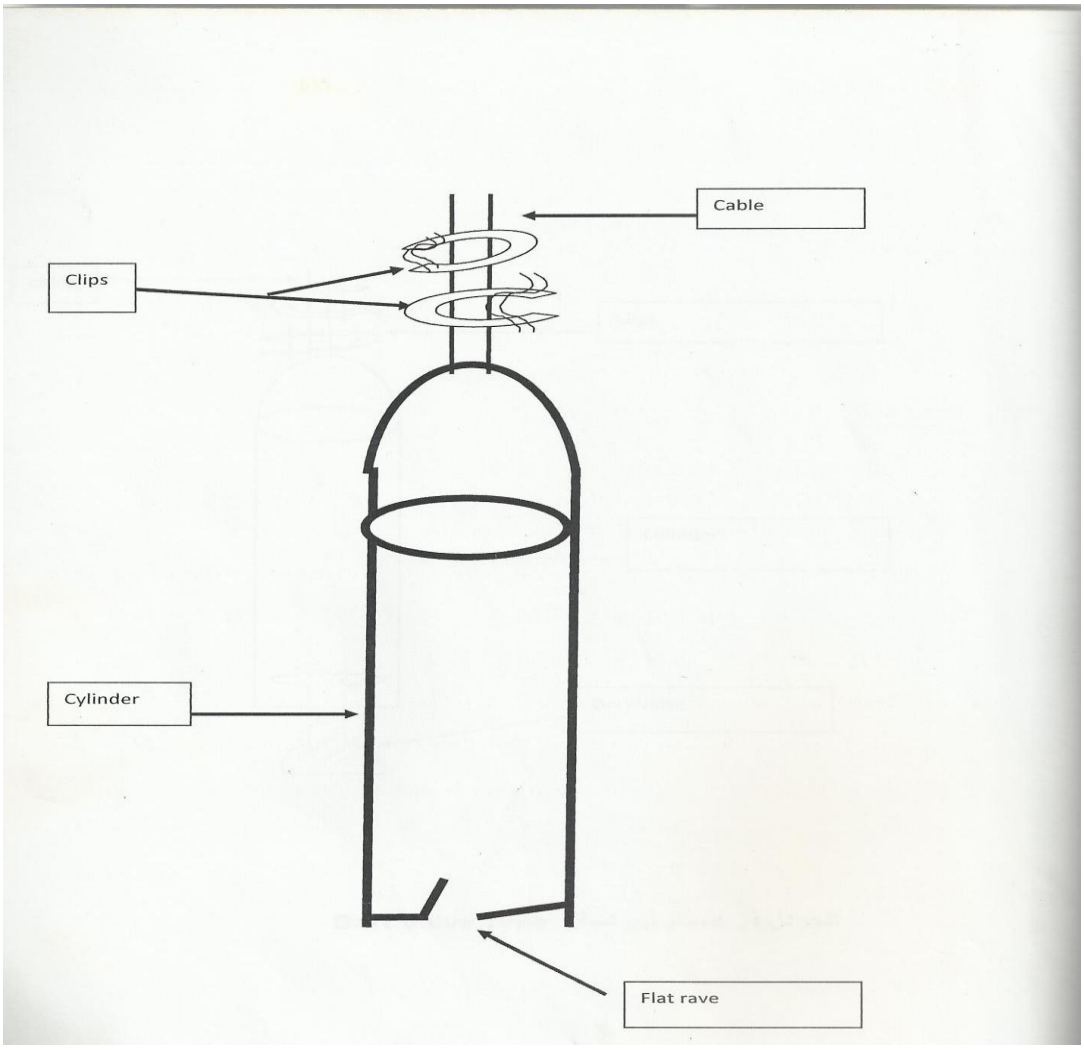
طريقة العمل :

تستخدم هذه الطريقة في الغالب في الحفر الدقاق وفي بعض الأحيان يتم إستخدام الجردل لمعرفة العمق الذي وصل إليه الحفر والمتبقي من العمق الكلي للبئر ، ثم يتم تحريك الجردل صعوداً ونزولاً عدة مرات حتى الوصول إلى العمق الكلي من نظافة البئر وخروج المياه نظيفة وتعتمد الفترة الزمنية للنظافة على نوعية المخلفات

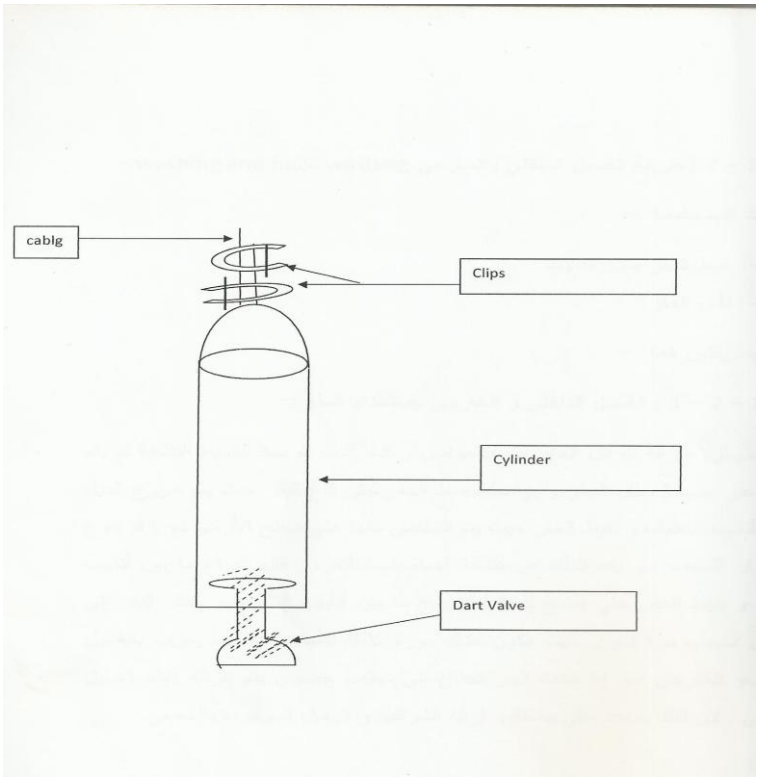
الموجودة في داخل البئر وقد تصل إلى 24 ساعة ثم بعد ذلك يتم الإختبار لإنتاجية البئر (وذلك بحساب حجم الجردل مضروب في عدد الجرادل في الساعة) وذلك لإختيار نوعية المضخة .

مزايا هذه الطريقة :

عملية انزال ورفع الجردل عدة مرات يؤدي إلى فتح ثقوب المصافي وإزالة سائل الحفر منها مما تتيح الفرص لدخول المياه من الخزان الجوفي عبر فتحات هذه المصافي.



شكل (2-1) الجردل ذو الصمام المسطح



شكل (2-2) الجردل ذو الصمام أبو لسان

2-1-1-2 طريقة الغسيل الداخلي والخارجي (Washing and back washing):

المعدات المستخدمة :

- خيط الحفر بدون ثقالات.
- فأس الحفر .

وتنفذ بطريقتين هما :

1 -الغسيل الداخلي والخارجي بإستخدام الماء :

يتم أولاً بإزالة سائل الحفر من الأحواض والخزانات ثم تملأ بالمياه النظيفة التي يتم ضخها عبر مضخة سائل الحفر وبواسطة خيط الحفر حتى قاع البئر حيث يتم خروج المياه ما بين أنابيب التغليف وخيط الحفر حيث يتم التخلص منها على سطح الأرض دون الرجوع إلى خزان السحب ، وبعد التأكد من نظافة المياه يتم التأكد من قفل الفراغ ما بين أنابيب التغليف وخيط الحفر حتى يسمح للمياه بالخروج ما بين أنابيب التغليف وجدار البئر إلى أحواض السحب مرة أخرى حيث يكون هناك دورة

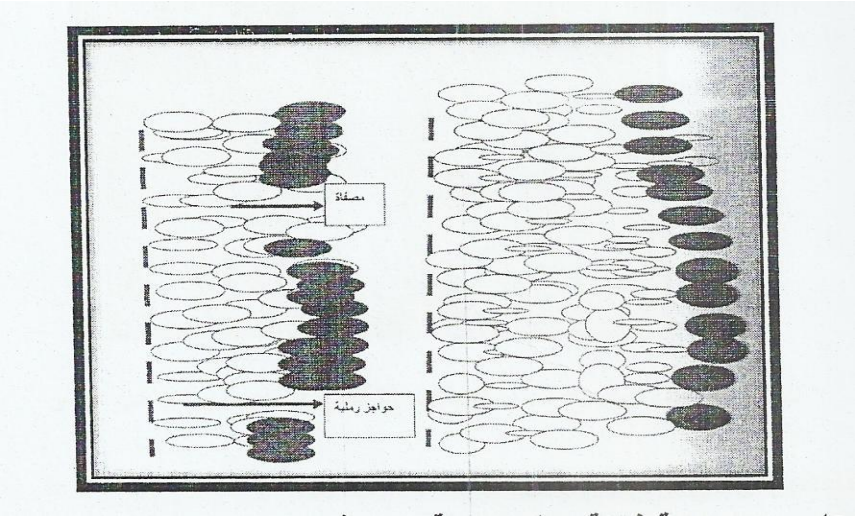
كاملة للمياه وهذا ما يعرف بالغسيل الداخلي والخارجي ، وإذا كانت البئر تحتاج إلى غلاف حصوي يتم إنزاله أثناء الغسيل الخارجي ، لأن ذلك يساعد في نظافة وإزالة الشوائب و الرمال الموجودة بالحصى .

مزايا هذه الطريقة :

1. تساعد كثيراً في تخفيف كثافة سائل الحفر .
2. تساعد في رفع مخلفات الحفر المترسبة داخل البئر وذلك بعد تخفيف سائل الحفر من الحفرة الرئيسية .
3. إضافة الماء تسهل عملية الضخ و سرعة إختراقها وسهولة رفع المخلفات إلى السطح.
4. يسهل عملية التنمية للطرق الأخرى .

2 -الغسيل الداخلي والخارجي بإستخدام الهواء :

هذه الطريقة تستخدم الضاغط الهوائي بدلاً من مضخة سائل الحفر ، وأعمدة الحفر بدلاً من خط الهواء و ذلك بواسطة خرطوم ذو ضغط عالي ،حيث يتم إنزال أعمدة الحفر إلى العمق المطلوب ومن ثم يتم تشغيل الضاغط الهوائي بضغط عالي وتكون هنالك خلخلة للمياه داخل البئر وتخرج المياه والهواء حاملين معهما مخلفات الحفر وحبيبات الرمل عبر الفراغ الحلقي ما بين أنابيب التغليف وأعمدة الحفر إلى السطح الخارجي ، وبعد الحصول على مياه نظيفة يتم قفل الفراغ مابين أنابيب التغليف وأعمدة الحفر عند فوهة البئر حتى يخرج الهواء والماء عبر فتحات المصافي عبر الفراغ الحلقي بين جدران البئر وأنابيب التغليف إلى السطح الخارجي .



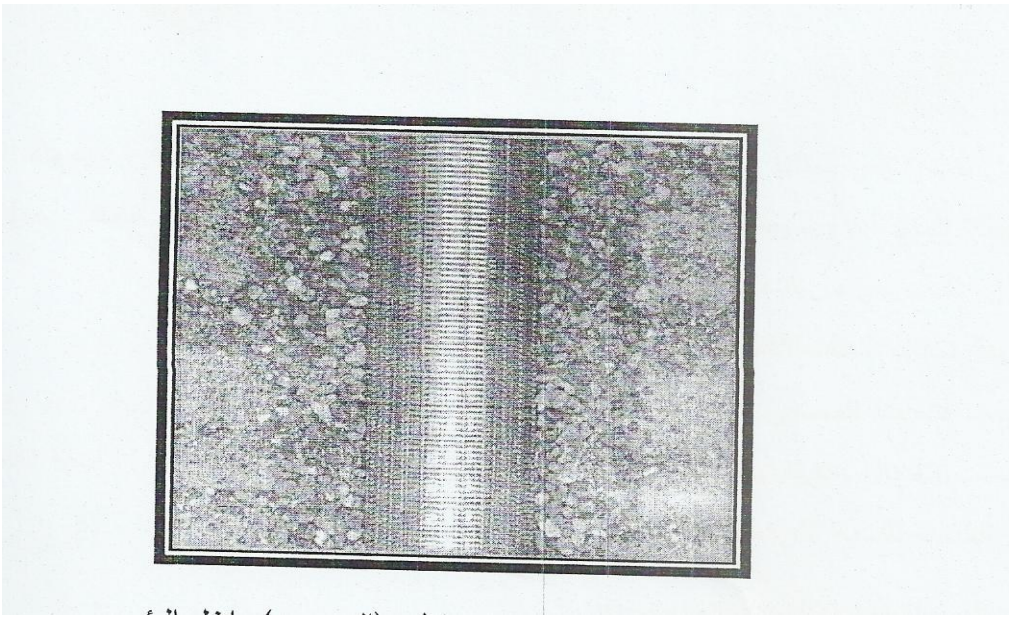
شكل (2-3) تنمية فعّالة تتطلب حركة الماء في إتجاهين متعاكسين خلال المصافي

الغلاف الزلطي (الحصوي) :

هو عبارة عن حصى يوضع بين المصافي والطبقة المنتجة وذلك لحجز الرمال الناعمة ومنعها من الدخول إلى البئر ، ويجب أن تكون حبيباته صغيرة ومتدرجة لا تذوب ولاتتفاعل مع الماء ، ويجب توفره عند التنمية بالغسيل الداخلي والخارجي .

فهو يحقق وظائف متعددة أهمها :

1. يزيد السعه النوعية للبئر .
2. تقليل إنسياب الرمال الناعمة خلال المصافي .
3. دعم البئر.
4. تقليل تكوين القشرة الصلدة عند المصافي ذات الفتحات الكبيرة .



شكل (2-4) الغلاف الزلطي داخل البئر

طرق سكب الغلاف الزلطي (Gravel packing method):

قبل الحديث عن هذه الطرق هنالك شروط تضمن نجاح هذه العملية:

1. يجب أن يكون سمك الغلاف الزلطي بين (2-4)ملم .
2. إستخدام خليط متجانس من الحصى المتدرج .

3. يجب أن تكون مجموعة المصافي متوسطة داخل الحفرة لكي يكون الغلاف الحصوي محكما عند سكب الحصى بحيث يعمل على منع إنفصال الجزيئات الناعمة والخشنة المكونة للخليط .

وضع الغلاف الحصوي بإستخدام أنبوب توصيل (Tremie conductor pipe):

يتم إنزال خط أنابيب 2 بوصة أو أكبر في الفراغ الحلقي ويجهز الخط بمحقن في قمته ليتم من خلاله تلقيم الحصى ، وتعتبر هذه الطريقة أكثر عملية في إنزال الغلاف الحصوي في الابار الضحلة أو المتوسطة العمق ، كما أن خط الأنابيب نفسه يستخدم للتعرف على العمق الذي يصل إليه سطح الغلاف الحصوي .

طريقة الدورة العكسية (Reverse circulation):

في الابار العميقة يصبح إستخدام أنابيب التوصيل أمراً صعباً لأن الحبيبات مختلفة الأحجام سوف تنفصل أثناء ترسبها من خلال الماء أو سائل الحفر ويؤدي ذلك إلى تقنطر الحصى في ثقب الحفر ، ويتم تدوير السائل عكسيا مع وضع الحصى في الفراغ الحلقي ، ولتطبيق هذه العملية فإنه يجب إضافة الماء للحفاظ على ثقب الحفر ممتلئا أثناء ضخ السائل من داخل أنابيب التغليف إلى الخارج ويحمل الحصى إلى القاع بواسطة الماء اثناء سريانه إلى أسفل أنابيب التغليف وعندما يمتلئ الفراغ الحلقي حول المصافي بالحصى فإن الماء يمر من فتحات المصافي ويتدفق إلى أعلى .

طريقة تحديد فتحات الفلتر وقطر حبيبات الغلاف الزلطي :

يتم تحديد فتحات المصفاه بناءً على حجم الحبيبات المكونة للخزان الجوفي وبعد رسم منحنى العينة وبتوقيع فتحات الغربال وما يقابلها من نسبة الأوزان التراكمية على ورقة رسم بياني

معامل الإنتظام = القراءة (40%) ÷ القراءة (90%) .

أما حساب كمية الغلاف الزلطي فيتم تحديد الاتي :

قطر البئر = DB.

قطر المصافي + مصيدة الرمل = DC

ويتم حساب مساحة الفراغ الحلقي :

$$\mathbf{Area = \pi / 4(Dc^2) - \pi /4 (Db^2)}$$

ويضرب مساحة الفراغ الحلقي * (طول المصافي + مصيدة الرمال) نحصل على كمية الغلاف الزلطي .

$$V = \pi /4 \, (Dw - Dp^{2} * L) + (15 \text{ or } 20\%)$$

إذا كان هنا ك جزء معلق hanging يتم حسابه منفرداً و إضافته إلى الحجم الكلي السابق ويتم إضافة حجم معين كعامل أمان يأخذ في الإعتبار الزيادة في قطر البئر في حدود (20% - 30%)

من الحجم الكلي .

حيث :

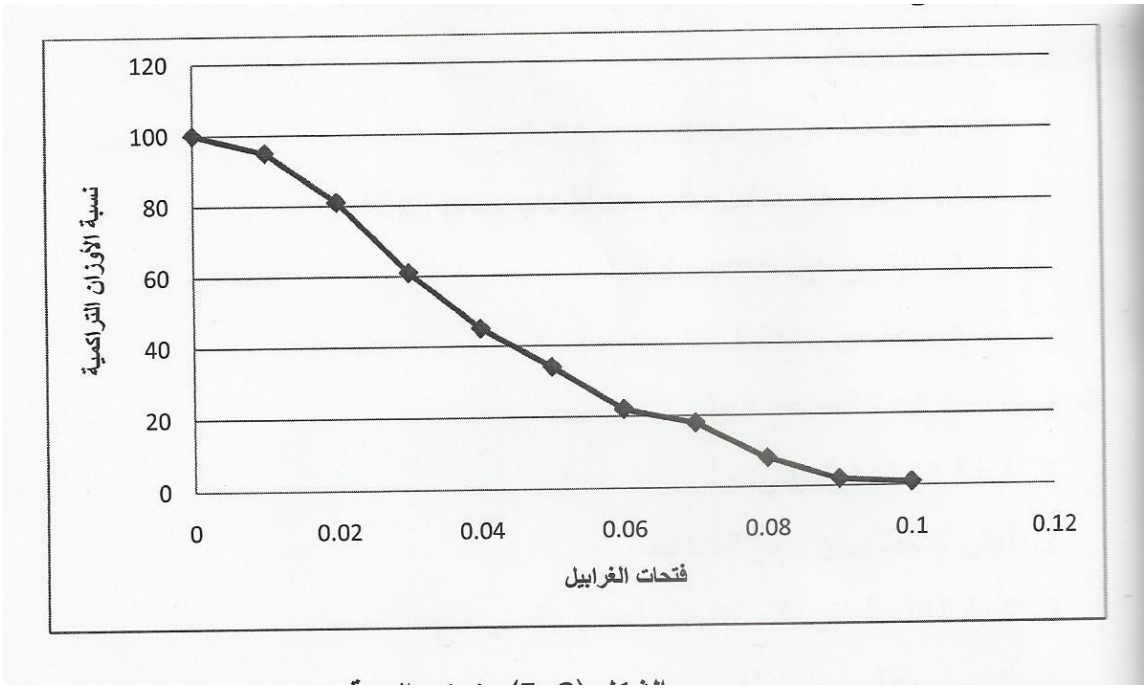
V = حجم الغلاف الحصوي.

DW = قطر البئر.

DP = قطر أنابيب التغليف.

L = طول نطاق الغلاف الحصوي.

Sf = معامل أمان.

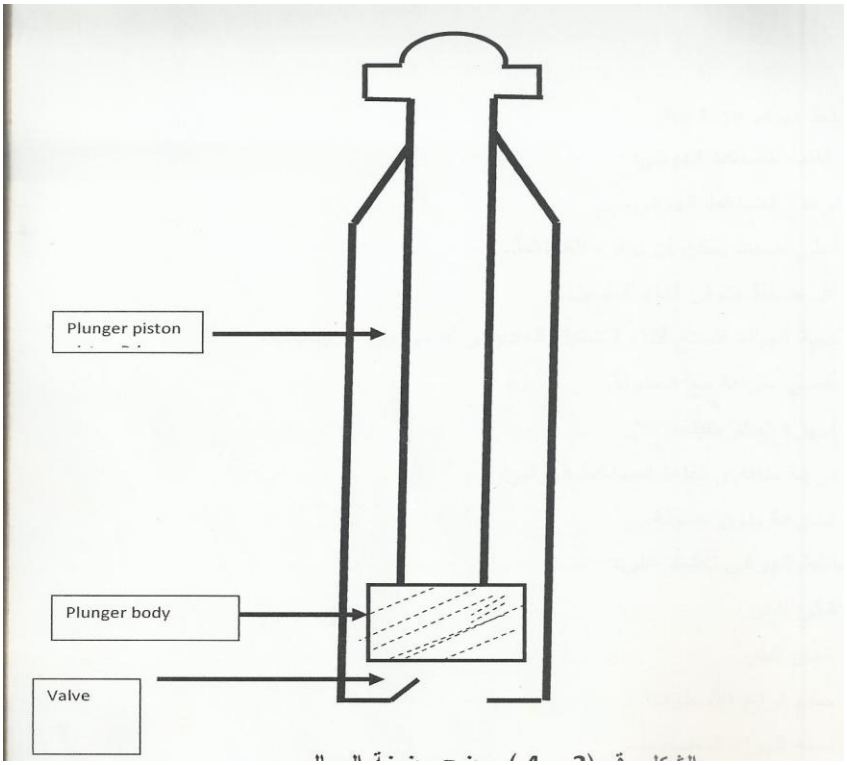


شكل (2- 5) منحنى العينة

مضخة الرمال (Sand Pump) :

تستخدم لرفع مخلفات الحفر عندما تكون حبيبات الرمل و الحصى خشنة يمكن رفعها بواسطة الجردل لأنها تحتوي على مكبس (Plunger) وعند إنزال المضخة داخل قاع البئر يسمح بإسقاط

المكبس إلى قاع المضخة ويرفع المكبس بواسطة خط الرمل من قاع المضخة وهذا الفراغ يتسبب في إمداد المخلفات والحصى والرمل خلال صمام إلى جسم المضخة ثم التخلص منها.



شكل (2-6) مضخة الرمال

2-1-1-3 التنمية بواسطة الضاغط الهوائي (Air Compressor):

المعدات المستخدمة :

1. ضاغط هوائي Air compressor.
2. خرطوم ذو ضغط عالي High pressure Host.
3. مواسير هواء Educators.
4. خط هواء Air Line.

المواصفات الفنية للضاغط الهوائي :

1. نوعية الضاغط الهوائي .
2. أعلى ضغط يمكن يوفره الضاغط .
3. كمية الهواء المنتج أثناء التشغيل العادي وأقصى سرعة إنسياب .
4. أقصى سرعة مع الحمولة .
5. أجهزة تحكم متينة .
6. درجة طاقة وكفاءة الضاغط الهوائي .

7. السرعة بدون حمولة .

كفاءة الضاغط الهوائي تعتمد على :

1. قطر البئر .
2. عمق البئر .
3. حجم فراغ الأسطوانة .
4. نسبة الهواء المضغوط .
5. خزانات الإستقبال .

خزانات الإستقبال :

توضع عادة ما بين الضاغط الهوائي ومعدات الربط مع خط الهواء ومهمتها :

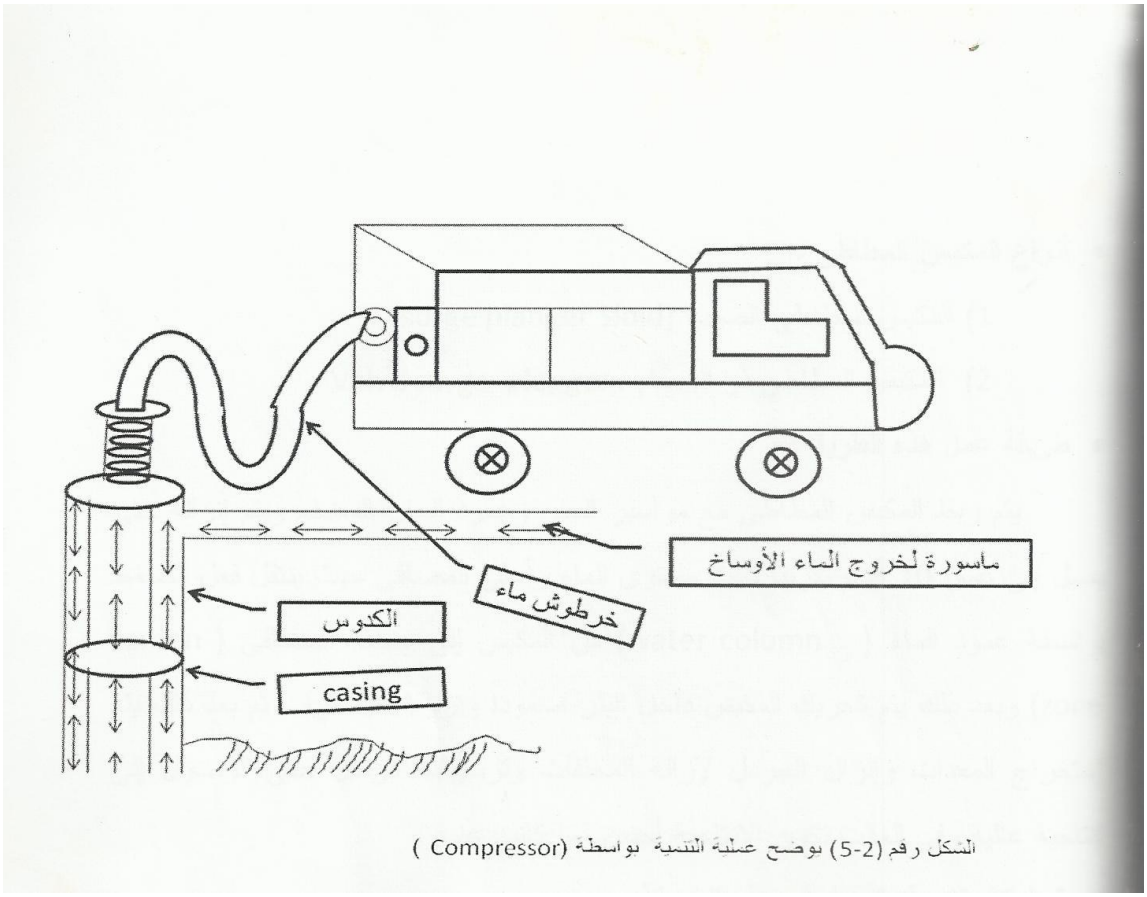
1. ضغط وتخزين الهواء المضغوط .
2. تزيد من فعالية وتبريد الهواء .
3. تساعد في إزالة بخار الماء وفصل الزيت في حالة استخدامه كعامل تبريد .

مبردات الهواء :

توضع عادة في خط الهواء وذلك لتبريده حتى لا يؤثر على المعدات وخراطيم الهواء ويقلل من عمره الإفتراضي .

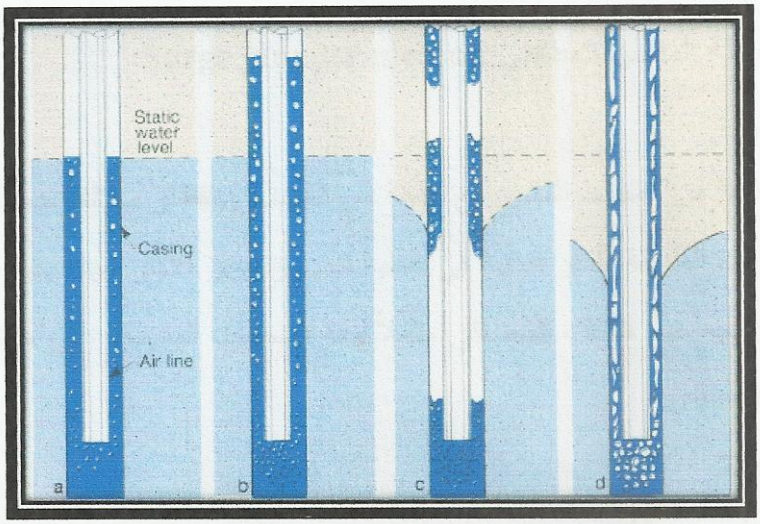
طريقة العمل :

يتم إنزال خط الهواء حتى المصافي ثم تبدأعملية ضخ الهواء من الضاغط الهوائي بضغط عالي يتراوح ما بين (100-150 psi) وذلك لخلخلة المياه داخل التكوينات المنتجة حيث يتم إخراج جزء من هذه الرمال وإزالتها بواسطة الهواء والماء وبعد ذلك تزال كل المخلفات والرمال من داخل البئر . كما يتم تشغيل وتوقيف الضاغط الهوائي لفترة محدودة وتسمى هذه الحالة (Shooting action) وفي هذه الحالة يستخدم صمام لقفل الخط المؤدي إلى داخل البئر لفترة وجيزة ثم يفتح الصمام ويسمح بمرور الهواء بقوة ضاغطة عليه مما يؤدي إلى رفع المخلفات وذرات الرمال من داخل البئر .



الشكل رقم (2-5) يوضح عملية التنمية بواسطة (Compressor)

شكل (2-7) الضاغط الهوائي



الشكل(2-8) يوضح العمليات التي حدثت اثناء عملية التنمية بواسطة الضاغط الهوائي.

شرح الشكل السابق (2-8):

a. تم ضخ حجم صغير من الهواء فأدى إلى إختلاف بسيط في مستوى الماء الثابت في البئر، في هذه الحالة يكون ضغط الهواء المتوفر كافياً لإزاحة الضغط المبزول من قبل عمود الماء .
b. تم زيادة حجم الهواء المضخوخ فأصبح العمود جزئياً ملئ بالهواء ، في هذه الحالة يتم إزاحة الماء بالهواء وعمود الماء يرتفع إلى الغلاف ، والهبوط لا يتغير عندما لا يحدث ضخ.
c. تم زيادة حجم الهواء المضخوخ مرة أخرى فأدى إلى إزالة الكسّار الموجود في الماء بغير إنتظام إلى أعلى الغلاف ، في هذه الحالة يكون مستوى الماء في الغلاف يهبط بالقرب من مستوى الماء الثابت .
d. في اخر مرحلة يكون حجم الهواء المضخوخ كافياً ويكون حجم الهواء مقابل الماء (1-10) ، في هذه الحالة حجم الهواء العالي يزيد من معدل الضخ إلى حد ما لكن معدل الإرتفاع يقلل من معدل التدفق لأن التدفق داخل البئر أعيق نتيجة للإفراط في حجم الهواء.

4-1-1-2 التنمية بواسطة المكبس المطاطى surge plunger method:

المكبس المطاطى:

هو عبارة عن قطعة من المطاط المقوى مع قطعة من الخشب وبأ قطار مختلفة حسب قطر أنابيب التغليف والمصافى وهذة الطريقة أكثر فعالية فى عملية تنمية و تطوير الآبار حيث يقوم بضغط المياة داخل البئر مما يؤدى الى خروجه عبر فتحات المصافى حاملا معه المخلفات المترسبه على هذة المصافى و إزالة القشرة الطينية(mud cake)

المعدات المستخدمة :

1.مكبس مطاطى .

2.جردل أومضخة رمال.

3.خيط الحفر بدون ثقالات وفأس الحفر.

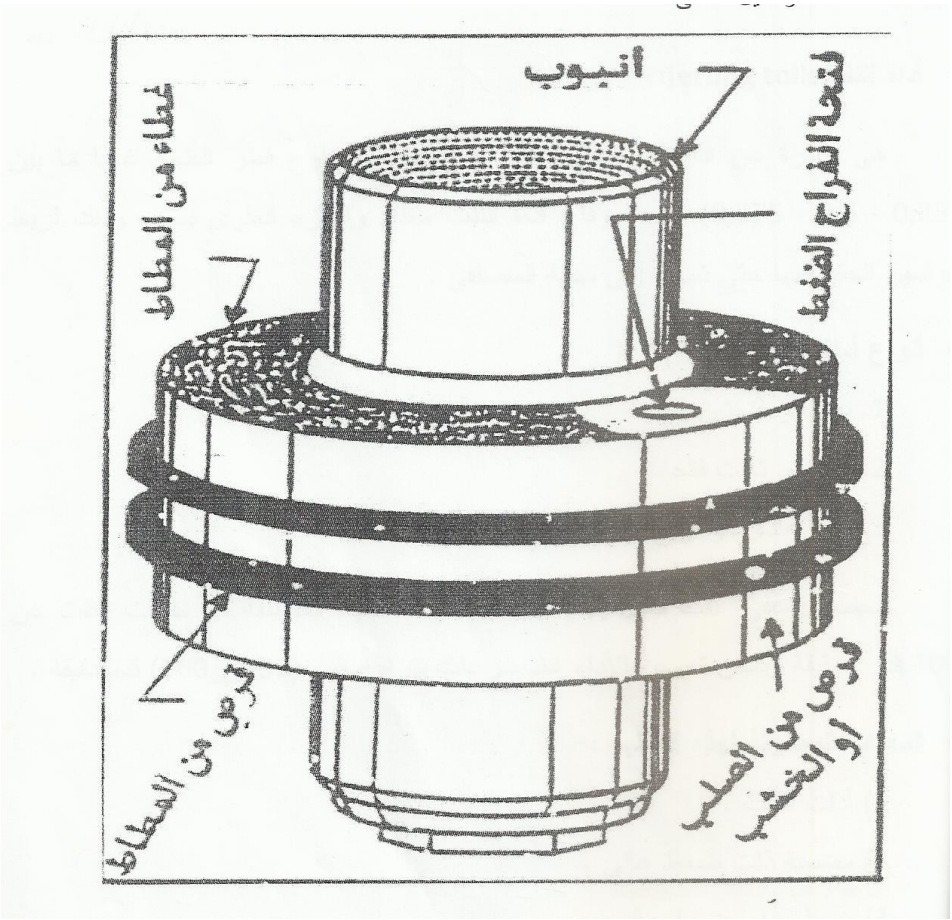
أنوا ع المكبس المطاطى :

1.المكبس المطاطى الصلب(surge plunger sloid).

2.المكبس المطاطى ذو الصمام(valve surge plunger).

طريقة عمل هذة الطريقة:

يتم ربط المكبس المطاطى مع مواسير الحفر وعمود الحفر المضلع ويتم إنزاله حتى يصل إلى عمق 10 أقدام تقريباً تحت مستوى الماء وأعلى المصافى حيث ينتقل فعل الضغط بواسطة عمود الماء (water column) من المكبس إلى منطقة المصافى (screen zone)وبعد ذلك يتم تحريك المكبس داخل البئر صعوداً وتزولاً عدة مرات ثم بعد ذلك يتم إستخراج المعدات وإنزال الجردل لإزالة المخلفات وترسيبات الرمال حتى الوصول إلى إنتاجية عالية .



شكل (2-9) المكبس المطاطي

المشاكل التى قد تحدث فى هذة الطريقة :

إن عملية المكبس المطاطى صعوداً ونزولاً قد تؤدى إلى نتائج غير صحيحة إذ أن الخزان الجوفى أو الطبقة الحاملة للمياة تحتوى على مواد طينية حيث أنه فى هذة الحالة قد تتسبب فى إلصاق الطين على فتحات المصافى مما يؤدى إلى قفل جزء من الفتحات و بالتالى تقليل مساحة فتحات المصافى مما تؤدى إلى تقليل إنتاجية البئر،ان هذة العملية قد تؤدى إلى إختلاف فى الضغط مما يتسبب فى حدوث تطبق المصافى.

مزايا هذة العملية :

1.قليلة التكلفة .

2.سهولتها وقابلية إستخدامها لتلائم إنواع عديدة من الحفارات و طرق التنمية .

3.يمكن إستخدامها للأبار مختلفة الأقطار و العمق .

4.تعطى نتائج جيدة للمصافى الملاصقة للنطاقات المسامية الجيدة و القدرة العالية على التوصيل المائى.

مساؤى هذة العملية :

.تؤدى إلى تطبق المصافى و الانابيب نتيجة للفرق فى الضغط أثناء عملية المكبس فى بعض الأحيان.

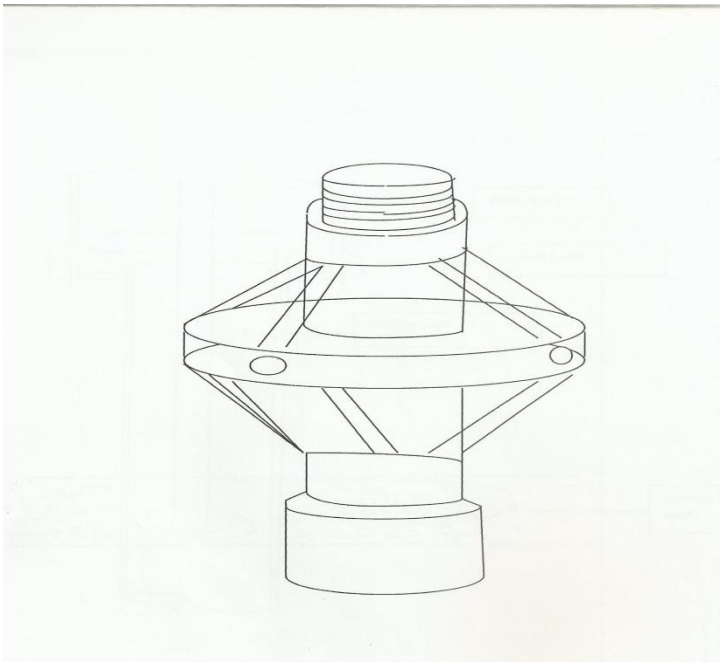
.يمكن أن تغلق جزء من فتحات المصافى إذا كان الخزان الجوفى به جزء من الطين.

5-1-2 التنمية بواسطة اداة النفث عالي السرعة : high velocity jetting

تعتبر هذه الطريقة اكثر طرق التنمية فعالية وينتج عن ذلك تدفق المياه بسرعة عالية خلال فتحات المصافي لإزالة اي مخلفات من الرمال او الطين من المصافي او الطبقة الحاملة للمياه ، ويمكن إجراء التنمية عن طريق النفث عالي السرعة إما بإستخدام الماء أو الهواء .

أداة النفث : jetting tolls

هي عبارة عن اداة بها فتحات إثنان او اربعة ويتراوح قطر الفتحة غالبا مابين (0.25-0.5-0.375) بوصة و قاع اداة النفث مغلق والجزء العلوي مسنن وذلك لربط مواسير الحفر فيها حتي تصل الي نهاية المصافي .



شكل (2-10) أدات النفث

أنواع اداة النفث :

1. نوع ذو فتحتين .
2. نوع ذو ثلاث فتحات .
3. نوع عادي ذو أ ربع فتحات .

للحصول علي نفث فعا ل يجب ألاتقل سرعة المياه المنطلقة من فتحات النفث عن 100 قدم / دقيقة ويمكن تحسين الاداة عند سرعات تتراوح بين (150 -300) قدم / الدقيقة .

المعدات المطلوبة لهذه العملية :

1. أدات النفث .
2. مضخة ذات ضغط عالي .
3. خرطوم ذو ضغط عالي .
4. خط مواسير الحفر .
5. خزان للمياه او اي مصدر اخر للمياه.

6. سلك لتوصيل اجزاء النفاثة.

طريقة العمل:

تنفذ بطريقتين هما:

النفث بواسطة الماء: Jetting with water

تتلخص هذه الطريقة بإمرار نفاث مائي افقي داخل مصافي البئر بحيث تتدفق شلالات المياه بسرعة الي خارج فتحات المصافي وتكون شلالات المياه مركزه علي مساحات المصفاة تحت ضغط عالي ، ويؤدي النفاث عالي السرعة إلى رفع الماء خلال المصافي في اتجاه الطبقة الحاملة للمياه مما يسبب إعادة ترتيب الحبيبات والرواسب في المنطقة الواقعة خا رج المصافى و يكون الضغط ما بين (100- 150) psi .

مزايا هذه الطريقة :

1. التكلفه المنخفضة .

2. تزيد من إنتاجية البئر.

3. تسليط المياه بضغط عالي وتركيزه علي مساحات المصافي يؤدي إلي تفكك المخلفات اللاحقة علي المصافي وجدار البئر .

4. تساعد علي إصلاح التلف الذي قد يحدث لمسامية الطبقة ونفاذيتها من جراء عملية الحفر .

5. تخفيض مشاكل الاصلاح وإطالة عمر البئر .

مساوي الطريقة :

1. قد يحدث تأكل وكشط في المصافي وذلك لسرعة التدفق العالية للمياه.

2. تطبق الانابيب والمصافي وذلك لإختلاف الضغط .

النفث بواسطة الهواء:jetting wit air

هو البديل للنفث بالماء في المناطق التي لا يتوفر فيها الماء بسهولة ، ويمكن إستخدامها نسبة للطبقات المتصلده وغير المتصلدة ، وهي تشبه في تنفيذها طريقة النفث بواسطة الماء وتعتمد علي

1. المنطقة المفتوحة من المصافي .

2. براعة الشخص القائم علي التنفيذ للعمليه.

3. الزمن المتوفر لتنفيذ النفث.

6-1-1-2 التنمية بواسطة الضخ بمعدلات عالية :over pumping

فى حالة عدم نجاح التنمية بالطرق السابقة الذكر أو عدم الوصول إلى الإنتاجية المطلوبة (المتوقعة) فإنه يتم تنمية البئر بواسطة الضخ بمعدلات عالية ،حيث يتم فى هذة الحالة الضخ بمعدلات تزيد عن المعدل التصميمى للبئر بإستخدام مضخة ذات إنتاجية أعلى من إنتاجية البئر حيث يتم سحب المياة من الداخل ثم يتوقف الضخ للسماح بدخول المياة و إنسيابها من الخزان الجوفى عبر فتحات المصافى إلى داخل البئر ،ويتم تكرار هذة العملية عدة مرات حتى يتم سحب المياة خالية من الرمال ثم من بعد ذلك يتم إجراء تجربة الضخ للبئر للتأكد من الإنتاجية الحقيقية للبئر.

مزايا هذة الطريقة :

إن تكرار هذة العملية عة مرات يعمل على إزالة سوائل الحفر و القشرة الطينية اللاصقة على فتحات المصافى ومسامات الخزان الجوفى و الرمال و المواد العالقة و ذلك مما يؤدى إلى نظافة البئر و الحصول على مياة نظيفة خالية من الرمال و حبيبات الطين .

مساؤى هذة الطريقة :

1.قد تؤدى إلى تطبق الأنابيب والمصافى وذلك نسبة للإختلاف فى الضغط حيث يتم سحب المياة من داخل البئر وفى نفس الو قت تتدفق المياة من الخزان الجوفى إلى داخل البئر.

2.الرواسب دقيقة الحبيبات قد تتماسك حول المصافى وتحد من تدفق الماء إلى داخل البئر .

3.حركات إنسياب الماء فى إتجاة واحد قد يسبب تراكم الحبيبات الدقيقة حول فتحات المصافى مما قد يؤدى إلى تثبيت الطبقة جز ئيا فقط.

4.الإفرا ط فى الضخ قد يؤدى إلى تعريض المضخة للتلف أو التقليل من كفاء تها مع مرور الزمن.

ملحوظة :

فى بعض الأحيان يتم إنزال الجردل لنظافة البئر من المخلفات التى تترسب فى قاع البئر .

2-1-2 التنمية الكيميائية Chemical development :

هى عملية تنمية وتحفيز الآبار لزيادة الإنتاجيه باستخدام مواد كيميائيه كالأحماض والمركبات الكيميائيه الأخرى ،وذلك لتشتيت المواد العالقه الدقيقه مثل الطين وبالتالي زيادة المسامية.

وتتم التنمية الكيميائية بعده طرق هى:

التنمية باستخدام polyphosphates:

بما أن التشتت ربما يسبب تحطم الطين (إتلاف الطين) الذي ربما يغطي الجدران الداخليه للبئر فإن إستخدام مواد التشتت يلجأ إليها أخيرا إذا لم تؤدي الطرق التقليدية إلى نتائج مرضية.

عموما فإن الآبار الحاوية علي غلاف حصوى والمستكملة في تشكيلات رسوبيه نهريه تقتصر علي إستخدام المشتتات،وتشمل هذه المواد (polyphosphate).

إن هذه المواد فعالة في تحريك الغلاف الطيني الموجود على جدران البئر الناتج عن سوائل الحفر (mud cake) وكذلك جزئيات الطين الموجودة في التشكيل الجيولوجي وتمزج هذه المواد بتراكيز معينة تتراوح (10 – 20) رطل لكل 100 جالون من مياه البئر.

تنمية الحجر الجيري والدولوميت:

تعتمد هذه الطريقه علي إستخدام الأحماض ويجب مراعاه الاتي:

- يجب الحرص دائما عند إستخدام الحامض في عمليه إصلاح البئر أن لاتكون منطقة التربة الممتدة حول مصفاة البئر معلقه المسام جزئيا أو كليا .

- يوضع باستخدام عوامل الإحتضان في حاله وجود رواسب الحديد والمنجنيز وفي حاله الرقم الهيدروجيني فإن محلول المعالجه حوالى من 0.13 أو اقل،فعند هذا الرقم الهيدروجيني فإن هذه الكربونات تترسب م يؤثر علي فعاليه محلول المعالجة.

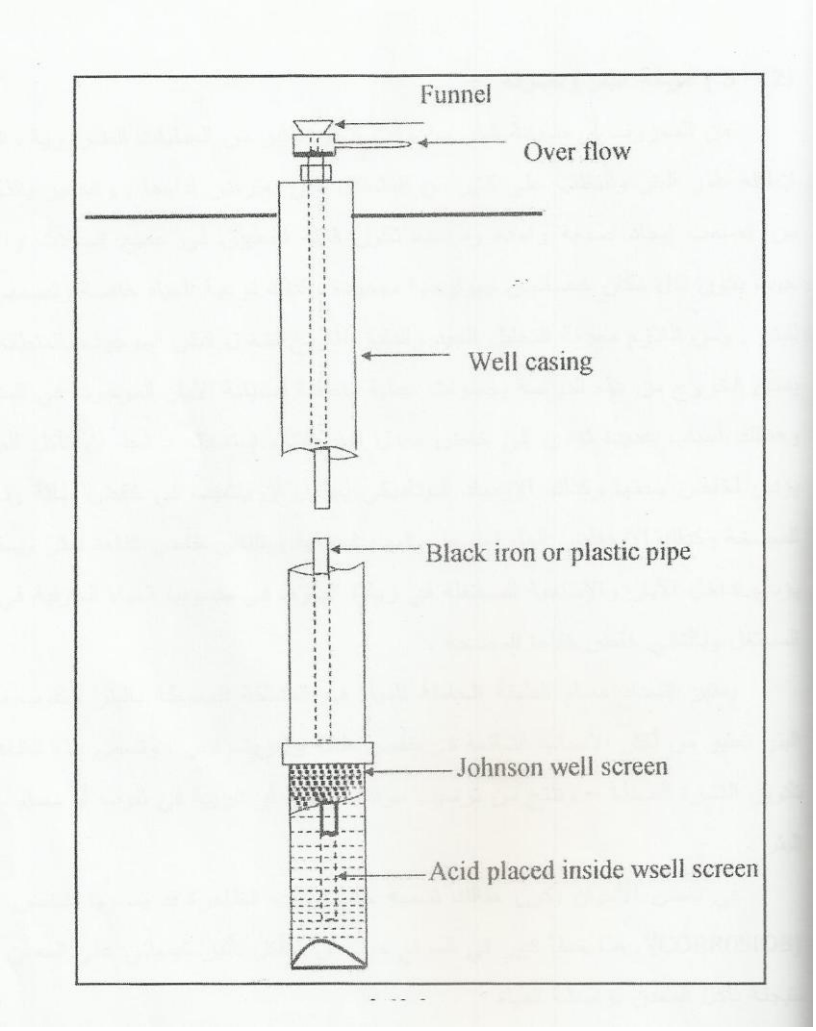
- التنمية المؤثر للآبار القديمه التي عولجت بالكيماويات تحقق طاقه نوعيه تساوي أو تزيد عن الطاقه النوعيه الأصلية.

أمثله لتلك الاحماض :-

حامض الهيدروكلوريك،حامض السلفاميك،هيدروكسي اسيتيك أسيد.

معاملة الآبار بواسطه الأحماض:

يستخدم عاده حامض الهيدروكلوريك المحتوي على مانع أو مبطئ لتفاعل الحامض مع الحديد الصلب ،يقوم الحامض المستخدم في مثل هذه الحالات بإذابه كربونات الكالسيوم المترسبه علي جدران البئر ،ويتم إزالتها بعد إذابتها وتكسيرها بواسطه الضخ وتكون نتائج هذه العمليات جيده ومؤثره ،ولزياده كفاءه هذه العمليات يجب إستخدام اسلوب وتقنيات مناسبه خاصه بذلك.



شكل (2-11) طريقة وضع الحامض بالبئر

التفجير والإضطراب الكيميائي :

الإضطراب الكيميائي :

يستخدم في تنمية الآبار وتحفيزها باستخدام الثلج الجاف (Co^2 Dry-ice) وخليط من الحمض الضعيف من حمض الكربونيك (H_2Co_3) بضخه وحقنه في البئر ، يتم إغلاق البئر حيث يتحول الثلج إلي (Co_2) الصلب وإلى غاز ويمتزج بالماء ليكوّن حمض الكربونيك مع خلق إضطرابات وفرقعة وإهتزاز في البئر مما يساعد علي تحرير المواد العالقة الدقيقة في البئر وتكوين مسامية ثانوية وشقوق ولكن يجب معرفة قوة الإهتزاز الناتجة عن الإنفجار والفرقعة والتحكم فيها حتى لا تؤثر علي أنابيب المصافي والمضخة ولا تسبب إنهيارات.

إستخدام التفجير Exploration :

تستخدم هذه الطريقة في الخزانات المائية الجوفية غير المسامية،كالصخور البلورية النارية والمتحولة والصخور الجيرية الكثيفة ، وتسبب هذه التفجيرات شقوقا وانكسارات حيث تزيد النفاذية والتوصل الهيدروليكي من منطقة الإنتاج إلى البئر ويستخدم في هذه الطريقة الجيلاتين المتفجر .(Blasting gelatin) (BG).

2-2 التآكل وتكوين القشرة الصلدة:

2-2-1 تعريف التآكل:

هو عملية التأثير الكيميائي الذي يأتي من تأثير عوامل خارجية ويتسبب في تآكل تدمير المادة، وعلى سبيل المثال حامض الهيدروكلوريك أن يآكل ويدمر قطعة من الصلب مغموسة فيه ويعتبر حامض الهيدروكلوريك هو العامل الخارجي الذي يسبب التأثير الكيميائي على قطعة من الصلب ويتسبب في تحطيمها وتآكلها بالتدرج ويكون نتيجة التفاعل الكيميائي وهذه الحالة تحدث لكلوريد الحديد الذي يذهب الي الماء ذاتياً، وغاز الهيدروجين الذي يترك المحلول علي هيئة فقاعات صغيرة تخرج من الحامض.وجدير بالذكر أن معظم التفاعلات الكيميائية أكثر تعقيداً من تفاعل حمض الهيدروكلوريك وخاصة إذا كان المؤثر الخارجي مياه عذبة، وفي هذه الحالة لا يمكن أن نتنبأ بمعدلات التآكل حتى لو كانت خصائص الماء والمعادن معروفة، وذلك نتيجة المتغيرات الآخرى غير المنظورة التي يمكن أن تدخل أو تشترك في هذه التفاعلات، إلا إنه إذا حدث تدمير بواسطة التآكل فأنه في هذه الحالة يمكن أن نتوصل الي سبب هذا التآكل والتدمير.

ولمعرفة كيفية حدوث التآكل الذي تم التوصل اليه نتيجة للأبحاث الاساسية الخاصة بالتآكل يمكننا أن نفسر أو نعطي الأسباب عن كيفية حدوث ذلك، وبالفعل وقع أكثر من التكهن به أو بطريقة أخرى كيفية حدوثه قبل وقوعه وبناءاً علي الخبرات المكتسبة مع الأسس النظرية يمكن بطريقة منطقية إختيار المعدن المناسب الذي يلائم او يقاوم ظاهرة التآكل هذه ويمكن أن يعيش فترة طويلة، وبهذا الإختيار المناسب للمعدن نكون قد ساعدنا الجهة المعنية اقتصادياً، ويتم هذا الاختيار بناءاً على نوعية المياه وخصائصها التي يجب أن تحدد قبل بداية الحفر حيث يتم اجراء دراسات للمنطقة المراد حفرها.

2-2-2 أنواع التأكل:

بناءاً على المشاهدات العملية والملاحظات خلال عدة سنوات تم التوصل إلى أشكال ثابتة ومحددة لظاهرة التآكل للمعادن المختلفة، وقد أدت الأبحاث الدقيقة التي تمت في هذا المجال أن كل أشكال التآكل تسير طبقاً للتأثير الالكتروكيميائي وايضاً أوضحت هذه الأبحاث إن ملامسة

الماء للمعدن يعتبر أحد العوامل الرئيسية المسببة للتآكل ويمكن وضع نقاط بشكل عام لأنواع التآكل المختلفة التي تم تحديدها كمايلي:

1. تآكل أحد عناصر السبيكة لكي تترك بقايا حقيقية من السبيكة أو مايسمى بفقدان الزنك.
2. التأكل عند الوصلات بين معدنين مختلفين هو ما يسمى التآكل الثنائي.
3. ظهور فتحات أو ثقوب في بعض الأماكن مع فقدان بسيط للمعدن خارج هذه المناطق المثقوبة والمعرضة للتآكل.
4. شروخ وتشققات ناتجة عن التآكل نتيجة للأجهاد الشديد لبعض الأماكن في البئر والمصفاة.
5. التآكل الذي يحدث عادة في الفجوات التي تكون موجودة تحت الحشوات أو الأطواق المخصصة لمنع التسرب.

2-2-3 التتابع أو السلسلة الجلفانية:

يمكن للقارئ أن يتساءل لماذا يسير من الحديد إلى النحاس الأصفر في إحدى الخلايا الجلفانية من الزنك إلى الحديد والخلية الجلفانية الأخرى للإجابة علي هذا السؤال هو أن ذلك يرجع الى خواص المعادن نفسها حيث نجد أن الحديد قابل للتآكل أكثر من النحاس الأصفر حينما يغمر في الإلكتروليت وبنفس الطريقة نجد الزنك له قابلية أكثر للتآكل من الحديد وتوجد هذه المعادن في سلسلة معينة تعرف بإسم (السلسلة الجلفانية) حيث ترتب بناءاً على قابلية المعدن للتآكل ونجد أنه كلما كان المعدن موجوداً في قمة السلسلة كلما كان أكثر نشاطاً وقابلية للتآكل.

الطرف المتآكل:

ماغنيسيوم	Magnesium
الزنك	Zink
المونيوم 25	Aluminum 25
كاديوم	Cadmium
المونيوم 17	Aluminum 17
حديد خامد ومطاع	Steel-iron-cast iron
سبيكة حديد + كروم	Chromium-iron(active)
نيكل مقاوم	Nickel Resister
صلب غير قابل للصدأ (نشط)	8-18 Stan less Steel (active)
رصاص قصدير	Lead-tin solders

نيكل نقي (نشط)	Nickel- inconel(active)
نحاس اصفر	Barres-Copper
فضة	Silver solder
نيكل نقي سالب	Nickel-inconel(passive)
كروم حديد	Chromium-iron (passive)
حديد غير قابل للصدا	18-8 Stain less steel (passive)
فضة	Silver
ذهب	Gold

جدول (2–12) يبين درجة تآكل المعادن حسب الترتيب.

التسلسل السابق يوضح السلسلة الجلفانية أو الكهروكيميائية كما ورد في جدول الشركة العالمية للنيكل (نيودك).

وبالتالي نجد أنه إذا تزاوج أي من المعادن في خلية جلفانية وغمرا فى محلول أو إلكتروليت فإن المعدن القريب من قمة السلسلة الجلفانية يصبح أنوداً ويبدأ التآكل أما المعدن الآخر والأقرب من قاع السلسلة الجلفانية يصبح كاثود ويكون محمياً من التآكل وإذا نظرنا الى السلسلة الجلفانية نجد أن الزنك يقع أعلى الحديد والحديد أعلي النحاس الأصفر وعليه نجد أن الزنك يصبح قطباً سالباً أوأنوداً حينما يتزاوج مع النحاس الحديد وبالتالي يكون معرضة للتآكل.

أما إذا تزاوج الحديد فى خلية جلفانية مع النحاس الأصفر فيصبح الحديد قطب سالباً أو أيوناً ويصبح معرض للتآكل ويجب الإشارة إلى هنا كذلك الىأنه كلما تباعد المعدنين داخل السلسلة كلما زاد الجهد الكهربي فى الخلية الجلفانية وعليه يكون هذين المعدنين الآخرين الزنك والنحاس الأصفر أكبر بكثير منه بين الزنك والحديد، ومن المعروف كذلك أن جميع المعادن تقريباً لها إستعداد وقابلية تختلف من معدن لآخر الإتحاد الكيميائي مع المواد الأخرى كالماء أو الأملاح أو المواد الأخرى الموجودة فى الماء وهذه القابلية لا تؤثر على التأثير الجلفاني بين المعادن المختلفة فحسب بل تؤثر كذلك على تفاعلات التآكل بين النقاط المختلفة على سطح المعدن نفسه وفي هذا السياق نجد أن الحديد اكثر نشاطاً كيميائياً من النحاس الأصفر وعليه نجد أن مصفاة البئر المصنوعة من الحديد أو الفولاذ الصلب تتآكل بسرعة نتيجة للتأثير الموضعي أسرع من المصفاة المصنوعة من النحاس الأصفر إذا وضع تحت نفس الظروف السائدة، ولكي نؤمن البئر بمصفاة ذات عمر طويل وكفاءة عالية ضد التآكل يجب أن نختار المعدن الذي له قابلية منخفضة للتآكل من المعادن الشائعة الأستعمال في مصافي الآبار وله خاصية مقاومة للتآكل لجميع أنواع المياه

الجوفية العذبة والمالحة، كما نجد الأفرودور أو الصلب الغير قابل للصدأ او النحاس الأصفر المخلوط بالسيليكون ويعد هذا النوع من أحسن وأجود أنواع المعادن المستخدمة لهذا الغرض.

2-2-4 العوامل التي تؤثر على معدل التآكل وسرعته:

من المعروف أن العناصر التي تسبب تعجيل وإسراع عملية التآكل لمصفاة البئر مايلي:

1. غاز ثاني أكسيد الكربون الذائب في الماء.
2. غاز الاوكسجين الذائب في الماء.
3. غاز كبريتيد الهيدروجين الذائب في الماء.
4. إرتفاع المجموع الكلي للأملاح الذائبة في الماء والتي تسبب زيادة في معامل التوصيل الكهربائي.

2-2-5 تكوين القشرة الصلدة:

2-2-5-1 تعريف القشرة الصلدة:

هي عبارة عن ترسيبات صلدة شبيهة بالأسمنت قابلة للقصف وفى بعض الأحيان يمكن أن تكون لينة مثل العجين والجلاتين ويمكن أن نورد بعض الأنواع المختلفة من هذه القشرة مرتبة طبقاً لتكرار حدوثها كالأتي:

- ❖ قشرة صلدة ناتجة من ترسيب مكونات الحديد والمغنيز وخاصة الهيدروكسيد أو الأكسيد المميأ.
- ❖ غلق ثقوب المصفاة ومسام الطبقة الحاملة للمياه نتيجة لتكوين مادة غريبة ناتجة من بكتريا الحديد أو كائنات حية آخرى تنتج من مواد غروية.
- ❖ ترسيب مواد مثل الطين أو السليت التي يصل إلى مصفاة البئر فى حالة عالقة.

2-2-5-2 أسباب تكوين القشرة الصلدة:

هنالك عدة أسباب لتكوين القشرة هي:

1. كربونات الكالسيوم المترسبة.
2. سيلكات الألمونيوم وبعض مركبات الحديد والمغنيز.
3. الإضطربات في نظام وجود المياه الجوفية.
4. التغيير في سرعة جريان المياه الجوفية.

وفي مايلي تفاصيل الأسباب:

1. كربونات الكالسيوم المترسبة:

يرجع السبب في تكوين القشرة الصلدة حول المصفاة إلى ترسيب كربونات الكالسيوم المترسبة في المياة الجوفية، وفي بعض الأحيان تدخل مواد أخرى في تكوين القشرة الصلدة مثل سيليكات الألمونيوم وبعض مركبات الحديد حيث تعمل كمادة لاصقة أو لاحمة لحبيبات الرمل حول مصفاة البئر، ثم تملأ هذه الترسبات مسامات وفراغات الطبقات الحاملة للمياه الموجودة حول مصفاة البئر ومن ثم ينخفض بإضطراب سريان المياه الجوفية إلى داخل البئر ويمكن أن يكون هنالك تفسير محتمل لتكوين وحدوث هذه الظاهرة وهي أن تكون كربونات الكالسيوم المذابة في المياه الجوفية وفي حالة توازن مع كميات ثاني أوكسيد الكربون الذائب في المياه وحيث أن كميات هذا الغاز المذابة في المياه تتغير بتغير الضغط وتزداد هذه الكمية كلما زاد الضغط على المياه، وبناءاً علي ذلك نجد أنه حينما تضخ المياه من البئر ينخفض أو يهبط منسوب المياه الجوفية في البئر وذلك لتكوين التدرج في الضغط لتحريك المياه الجوفية خلال الطبقة الحاملة للمياه في إتجاه البئر وبالتالي ينخفض الضغط الهيدروستاتيكي (hydrostatic pressure) وفي الأجزاء العميقة للطبقة إنخفاض هذا الضغط يتم تحرير وإنطلاق جزء من غاز ثاني أوكسيد الكربون المذابة في المياه الجوفية، وعندما يحدث ذلك تصبح المياه غير قادرة علي حمل كربونات الكالسيوم المذابة فيه ويبدأ هذا الكربون في الترسب علي هيئة ترسبات رغوية في مسام الرمال الموجودة حول مصفاة البئر.

2. سيلكات الألمونيوم وبعض مركبات الحديد والمغنيز:

يمكن أن تحدث ترسبات الحديد والمغنيز نتيجة لتحديد جزء من غاز ثاني أوكسيد الكربون المذاب في المياه الجوفية.

3. الإضطرابات في نظام وجود المياه الجوفية:

من المحتمل كذلك أن تكون الإضرابات في نظام المياه الجوفية الناتجة عن تشغيل البئر تحت ظروف معينة في بعض الأحيان في تكوين القشرة الصلدة حول مصفاة وفي أجزاء آخرى من البئر.

4. التغير في سرعة جريان حركة المياه الجوفية:

يجب الإشارة كذلك الى أن التغير في سرعة جريان وحركة المياه الجوفية خلال مسام التكوينات الحاملة للمياه الجوفية يمكن أن يكون سبب في الإخلال في التوازن الموجود في هذه المياه ويكون كفيلاً بتكوين ترسبات هيدروكسيد الحديد والمغنيز غير قابل للذوبان في الماء وتشبه هذه الترسبات الجلاتين ويمكن لكمية صغيرة من هذه أن تحتل حيزاً وحجماً كبيراً وفي حالة حدوث أي عملية أكسدة لهذه الترسبات ينتج عن ذلك أكاسيد الحديد والمغنيز المميأة.

2-2-5-3 خصائص ترسبات الحديد:

هو عبارة عن حمأة مترسبة لونها أسود أما أكسيد الحديديك لونه بنياً ضارباً ويشبه الصدأ المعروف أما أكاسيد المغنيز الغير قابل للذوبان ويكون مادة لونها أسود أو بني غامض في بعض الأحيان يكون هنالك مواد غريبة ممزوجة بهذه الأكاسيد ويحدث عندما يدخل الهواء الجوي الموجود في التكوينات الصخرية في البئر وتقوم بأكسدة الحديد الموجود في طبقة المياه الرقيقة والملتصقة بحبيبات الرمال، وتتراكم الأكاسيد ويكثر في حالات تشغيل المضخة وإيقافها، وبالتالي يقل حجم المسام وتنخفض نفاذية الصخرة تدريجياً في هذا الجزء من الخزان الحامل للتكوينات الصخرية الحاملة للمياه ويكون نتيجة ذلك إنخفاض في طاقة التخزين لهذه التكوينات وينمو مخروط إنخفاض ويتسع بمعدل أسرع خلافاً لما يجب أن يكون عليه، ومن المعروف إن بكتريا الحديد تعيش في المياه الجوفيه التي تحتوي علي كميات كبيرة من مركبات وأملاح الحديد وتعتمد هذه البكتريا في تغذبتها على مركبات الكربون بما فيها البيكربونات وثاني أوكسيد الكربون، ثم تكون الرواسب الغروية التي تعتبر إحدى نتائج دورة حياة هذه البكترياأو الأحياء الدقيقة، وكذلك تحول الحديد الى أكاسيد غير قابلة للذوبان بواسطة البكتريا، ويمكن لهذه الرواسب الغروية أن تجذب اليها حبيبات صغيرة من أملاح المعادن غير قابلة للذوبان حتى تصل الى غلق جميع الفراغات والمسام الموجود في التكوينات الصخرية المجاورة للبئر، كذلك ثقوب مصفاة البئر نفسه ألا أن هنالك بعض الأشياء التي يمكن عملها من أجل تأخير حدوث هذه الظاهرة والتقليل من أضرارها بقدر الإمكان كما يلي:

- يجب أن تكون فتحات مصفاة البئر ذات مسافة مناسبة ذلك لخفض سرعة دخول المياه إلى البئر.
- يمكن خفض معدل ضخ البئر.
- الصيانة والتنظيف الدوري لكل بئر يتوقع تعرضه لمشاكل مماثلة.

- ❖ وتتم عملية تنظيف البئر مرة كل ثمانية أشهر الى سنة، أما في المناطق التي تكون فيها ظاهرة تكوين القشرة الصلدة يجب إجراء تحليل العينات من السطح الخارجي للمضخة أو علىأنابيب سحب المياه لكي تكون نتائج تحليل القشرة الصلدة محتوية على كربونات الكالسيوم وأكسيد الحديد سلكات الألمونيوم ومواد عضوية أخرى.

والجدير بالذكر أن المادة المكونة للقشرة الصلدة تتكون من مواد ومركبات كيميائية عديدة وليس من مادة واحدة ويمكن أن توضح شبه المواد الداخلة في تركيب القشرة الصلدة طريقة المعاملة المناسبة لهذه الحالة أو غيرها، ومن المعروف فإن الحامض يذيب الكالسيوم ولكن لا يقدر علي إذابة السليكا وسليكات الألمونيوم ويكون وجود أكسيد الحديد والمركبات أو المواد العضوية مؤشراً على وجود مشاكل بكتريا الحديد، وبالتالي ضرورة إستخدام الكلورين والفوسفات كعوامل مشتتة، والجدير بالذكر إن معاملة البئر بالكلورين يكون لها تأثير ضعيف في حالة غياب المواد العضوية.

2-3 الضخ الإختباري:

2-3-1 مقدمة:

عند دراسة جريان المياه الجوفية على الجيولوجي أو المهندس إيجاد القيم التي تبين الخواص الهيدروليكية للتشكيلات أو الطبقات الجيلوجية التي يتحرك خلالها الماء الجوفي، وقد أثبتت تجارب الضخ بأنها من أكثر الطرق فعالية للحصول على مثل هذه القيم.

إن تنفيذ تجارب الضخ وتحليلها وتقييم نتائج القياسات نوع من العلم أكثر منها فناً حيث أنها تعتمد علي نماذج نظرية يجب على الجيلوجي والمهندس فهمها وعلى النظريات التي من خلالها يهتدي ويتعرف إلى التكوينات الجيلوجية في منطقة الاختبار وهي فن، لأن الأنواع المختلفة من الخزانات الجوفية تبدي سلوكاً وتصرفاً مشابهاً بالنسبه لهبوط الماء وهذا يتطلب مهارة وتفسير من الجيولوجي أو المهندس.

2-3-2 تعريف الضخ الإختباري:

الضخ الاختباري هو عملية ضخ المياه الجوفية من بئر لها مصفاه تخترق خزان جوفيا معيناً يراد إختباره وتضخ المياه بواسطة البئر من الخزان الجوفي في خلال وقت معين ومعدل ضخ معين ثم يقاس تأثير هذا الضخ على منسوب المياه الجوفية وهبوطها في البئر الإختباري أو في البئر الرئيسي نفسه، وفي آبار ملاحظة أخرى تقع بجوار بئر الضخ الرئيسي، وعلى مسافات محددة منه ثم يتم بعد ذلك التعويض بقيم الهبوط في منسوب المياه الجوفية المسجلة في آبار الملاحظة وكذلك بقيم المسافات بين هذه الآبار وبئر الضخ الرئيسي وكذلك بمعدلات ضخ المياه أو التصرف في معدلات محدده، وذلك لكي يتم حساب المعاملات الهيدروليكية للخزان الجوفي أما عملية إختيار البئر التي تجرى عادة لتعيين وتقرير طاقة البئر الأنتاجيه فهي عادة أقل تعقيداً وصعوبة من عمليات إختيار الخزان الجوفي لأنه في هذه العملية ليس هناك حاجة لوجود لآبار المراقبة ويتم فقط قياس قيمة التصرف وقيم هبوط منسوب المياه الجوفية في بئر الضخ الرئيسي.

2-3-3 أهداف الضخ الإختباري:

يمكن أن يكون لإجراء الضخ الإختباري هدفان رئيسيان وهما:

2-3-3-1 الهدف الأول:

إيجاد المعاملات الهيدروليكية لخزانات المياه الجوفية أو الطبقات الحاملة للمياه.

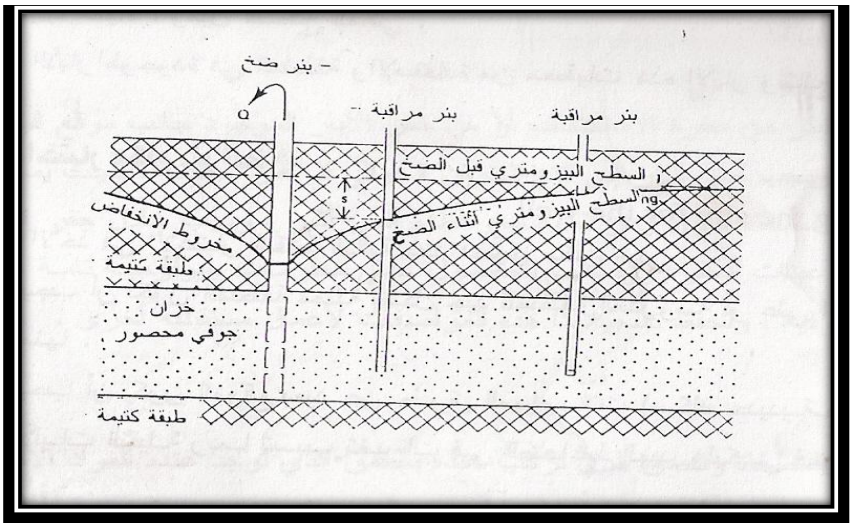
2-3-3-2 الهدف الثاني:

لعمليات الضخ الإختباري فيمكن أن يكون متعلقا بالحصول على معلومات تخص مقدار ونسب الهبوط في مناسيب المياه الجوفية في الآبار ومعدلات التصرف أو العطاء.

ومن المعروف أن الطاقة النوعية للبئر تعطي مؤشراً أو دلالة على مدى إنتاجية البئر ومثل هذا النوع من العمليات تسمى عادة إختبار البئر (Well test).

2-3-4 مبدأ تجارب الضخ the principle of pumping tests :

إن مبدأ تجرب الضخ هو أنه عندما تضخ الماء من البئر وتقيس تصرف البئر وكذلك الهبوط في البئر وفي آبار المراقبة أو البيزومترات عند مسافات محددة من البئر وتبديل هذه القياسات في معادلة الجريان المناسبة إلى البئر تستطيع حساب الخواص الهيدروليكية للخزان المائي الجوفي، كما في الشكل ادناه حيث يبين هبوط المنسوب البيزومتري في خزان جوفي تضخ منه المياه.



الشكل(2-13) يوضح الهبوط في الخزان الجوفي الذي تضخ منه المياه.

2-3-5 الدراسات التمهيدية:

قبل تنفيذ تجارب الضخ لابد من جمع المعلومات الجيولوجية والهيدروجيلوجية التالية:

1. الخواص الجيولوجية والطبقات تحت السطحية.
2. نوع الخزان الجوفي والحدود المحيطة به.
3. السماكه والأمتداد الجانبي للخزان الجوفي والطبقات المحيطة به ربما يكون الخزان محدداً جانبيا بحواجز محيطية كتميه أو حدود تغذية جانبية، كأن يكون الخزان الجوفي موصل هيدروليكياً بشكل مباشر بنهر دائم أو قناة أو بحر أو رشح مياه أمطار أو مياه الري ... الخ.
4. نظام جريان المياه الجوفية هو جريان أفقي أو شاقولي والأتجاه الأفقي لمناسيب المياه وميل السطح المائل.
5. الآبار الموجودة في المنطقة والأستفادة من معطيات هذه الآبار ونتائج أختبارها.

2-3-6 إختيار مكان بئر الضخ:

يجب الأخذ في الأعتبار النقاط التالية عند إختيار مكان البئر:

1. يجب أن تكون المنطقة ممثله بشكل جيد للمنطقة المدروسة أو على الأقل جزء كبير منها.
2. يجب أن يكون الموقع بعيد عن طرق المواصلات والسكك الحديدية لأن الآليات الثقيلة تسبب في تغيرات الضاغط الهيدروليكي في الخزان الجوفي.
3. يجب ألا يكون الموقع قرب آبار ضخ موجودة.
4. يجب أن يكون الوصول الى مكان البئر سهلاً.

2-3-7 بئر الضخ Pumping well:

بعد إختيار مكان البئر يمكن البدء بأعمال الحفر، يحتوى البئر على أنبوب مفتوح من الأعلى ومجهز بمصفاة في منطقة الخزان الجوفي للسماح للماء بالدخول الى الأنبوب، كما يجهز بمضخة لرفع الماء إلى السطح.

2-3-7-1 قطر البئر:

إن تجارب الضخ لا تحتاج لآبار ذات قطر كبير، وقطر البئر لا يكون له تأثير على عطاء البئر حيث أن مضاعفة قطر البئر يذيد عطاء البئر حوالي (10%) بثبات الخواص الأخرى.

2-3-7-2 عمق البئر:

يحدد عمق البئر من حفرة الأستكشاف أو من حفر الآبار الموجودة جانب موقع البئر المدروس، ويجب حفر البئر إلى قاع الخزان الجوفي إذا كان ممكناً حيث يسمح ذلك بتركيب مصفاة أطول ومن ثم يصبح عطاء البئر أكبر، ويجب خلال حفر البئر ترتيب وجمع عينات الحفر ووصفها للحصول على معلومات جيلوجية تامة عن الطبقات الجوفية، وتحفظ تسجيلات هذه المواصفات لأعمال مستقبلية أخرى.

2-3-7-3 مصفاة البئر:

طول المصفاة والعمق الذي تركب عنده بالعمق الذي توجد عنده المواد الأكثر خشونة، حيث أننا نعطي إهتماما خاصاً لحجوم الحبيبات عند وصف بنية طبقات البئر، وتساعد تسجيلات طبقات البئر في تحديد العمق المناسب الذي توضع عنده المصفاة.

القاعدة العامة هي أن تكون مصفاة البئر حوالي (80%) من سماكة الخزان الجوفي، وهذا يجعل الحصول على (90%) من العطاء الأعظمي الذي نحصل عليه ممكناً، عندما تكون المصفاة على كامل سماكة الخزان الجوفي، وفائدة كون المصفاة طويلة أضافة الى ماسبق هو أن الجريان الى البئر يمكن إعتباره أفقياً وهذا الغرض أخضع له معظم معادلات جريان المياه الى الآبار مع بعض الإستثناءات في الخزانات الجوفية غير المحصورة شائع عملياً أن تكون المصفاة في النصف السفلي أو حتى في الثلث السفلي من الخزان.

إذا كان الخزان الجوفي ذا سماكة كبيرة جداً فأنه من الواضح أن طول المصفاة المساوي (80%) من سماكته يصبح غير أقتصادي. وعندما تكون المصفاة ليست على كامل السماكة (بل عند جزء منها خاصة إذا كان الجزء العلوي) يصبح البئر ذا إخترق جزئي وتصبح للجريان مركبة تشاقلية وهذه الحالة تتطلب تصحيح قيم الهبوط المقاس قبل إستخدامه في حساب خواص الخزان الجوفي. اذا كان الخزان الجوفي مؤلفاً من حصويات خشنة فإن مصفاة البئر تكون عبارة عن ثقوب

في الأنبوب الخارجي أما في التشكيلات الناعمة فأنها تحتاج إلى ثقوب أكبر ربما بعض الأعشار من المليمترات أو أقل.

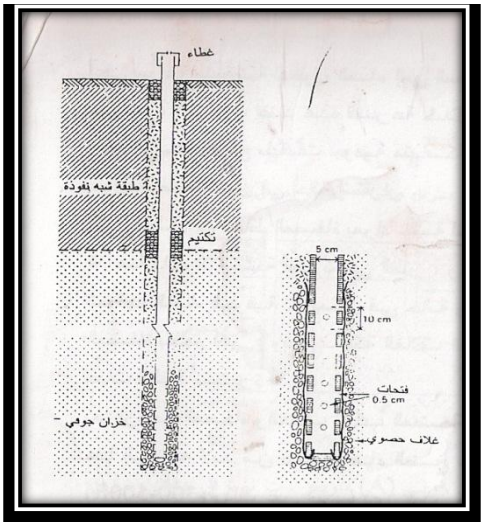
ولمنع إنقلاب المصفاة يمكن عمل غلاف حصوى يحجز مواد الخزان. إن مقدار الثقوب في المصفاة يجب ألا يتجاوز(30% - 40%) من المساحة السطحية للمصفاة للمحافظة علي سرعة منخفضة لدخول الماء الى المصفاة (3 cm/s) أو أقل حيث يكون الأحتكاك عند هذه السرعة خلال فتحات المصفاة صغيرة ومهملة، أما الآبار المحفورة في طبقات جوفيه متماسكه فهي لا تحتاج الى مصفاة لأن المواد حول المصفاة تكون في حالة إستقرار.

من المفضل أن تحاط المصفاة بمواد خشنة لسهولة دخول الماء إليها وإستبدال المواد الناعمة بالمواد الخشنة التي تسمى الفلتر والتي تساهم في حجز المواد الناعمة التي تحملها المياه الجوفية ويمكن في حالة وجود الغلاف الحصوى إختبار ثقوب المصفاة لحجم أكبر وتبلغ سماكة الغلاف الحصوي (2-4 mm) وهي مؤلفة من حبيبات نظيفة مستديره ملساء.

بعد تركيب المصفاة والغلاف تركب المضخة اللازمة لرفع الماء. ويمكن الأشارة هنا الى أنه لابد من صرف ماء الضخ عند اجراء التجربة وأبعاده لمسافه (300 -500 ft) وذلك عبر أنبوب ذو قطر كبير الى قناة أو جدول نهر أو حفرة مخصصة لهذا الغرض.

2-3-8 آبار المراقبة (البيزومترات):

بئر المراقبة هو أنبوب مفتوح من الأعلى موضوع في حفرة مفرغة محفورة للعمق المرغوب والجزء السفلي لبئر المراقبة مذود بمصفاة مثقبة طوله (0.5 -1m) لتسمح بدخول الماء وتغلف المصفاه بمواد لمنع دخول المواد الناعمة، حول المصفاة نضع غلافاً حصوياً أو رملياً لتسهيل دخول الماء في حالة وجود طبقات شبه نفاذه (aquifer) يفصل بينها وبين الخزان الجوفي بطبقة كتميه توضع حول أنبوب بئر المراقبة.



الشكل(2-14) يوضح بنية بئر المراقبة (البيزومتر).

2-3-8-1 قطر بئر المراقبة:

يمثل منسوب الماء في آبار المراقبة قيمة الضاغط المتوسط على مصفاة بئر المراقبة، يمكن قياس الماء بشكل دقيق وسريع كلما كان القطر أصغر بعد إتمام عملية بناء بئر الضخ وتحليل المعلومات المتعلقة به فيجب أن تقرر عدد الآبار اللازمة للمراقبة وعلى أي عمق يجب تنفيذها وماهي المسافات بينها وبين بئر الضخ.

2-3-8-2 بعد آبار المراقبة عند بئر الضخ:

ويجب أن تكون آبار المراقبة ليست قريبة جداً من بئر الضخ وليست بعيدة جداً عنه وتعتمد المسافة بينهما حسب مادة الخزان الجوفي ومعامل االناقلية له وطول المصفاة ....الخ.

في الخزانات الجوفية المحصورة يمكن أن يكون البعد مئات من الأمتار بين آبار المراقبة وبئر الضخ. لكن في الخزانات غير المحصورة لا يتجاوز (100m).

إذا كانت الناقليه المائيه للخزان عالية فإن مخروط الإنخفاض يكون مسطحاً ومن ثم يمكن إختيار مكان بئر المراقبة بعيداً عن بئر الضخ في حين اذا كانت الناقليه صغيرة فإن مخروط الإنخفاض يكون عميقاً وتكون آبار المراقبة ليست بعيدة عن بئر الضخ.

❖ **الخلاصة:**

لايوجد قاعدة ثابتة لبعد آبار المراقبة عند بئر الضخ ويعتمد الأختيار النهائي على الظروف المحلية لكن في معظم الأحيان فأن وضع آبار المراقبة علي بعد بين (10-100m)عن بئر الضخ لتعطي قيماً موثوقة لخواص الخزانات الجوفية السميكة، ويجب أن تكون المسافات أكبر من 100م حتى 250م من بئر الضخ وآبار المراقبة.

كما يجب وضع بئر مراقبة أو أكثر خارج المنطقة التي تتأثر بالضخ، وذلك لقياس السلوك الطبيعي للضاغط الهيدروليكي في الخزان الجوفي.

وهذه المسافة تكون بعيدة لعدة مئات من الأمتار عن بئر الضخ وفي الخزان الجوفي المحصور الحقيقي تكون المسافة بحدود (1km) أو أكثر، وهذه القراءات في هذه الآبار ستعيد في تصحيح الهبوط المتشكل نتيجة الضخ.

2-3-8-3 عمق آبار المراقبة:

أما عمق آبار المراقبة مهم مثل بعدها عن بئر الضخ، فحتى الخزانات الجوفية المتجانسة توضع آبار المراقبة عند عمق يتوافق مع منتصف طول مصفاة البئر، فمثلاً اذا كان البئر ذا أختراق كامل ومصفاته بين 15 متر و 20 متر تحت سطح الأرض فأن آبار المراقبة توضع عند عمق 15 متر.

أما الخزانات غير المتجانسة فتصبح بوضع مجموعة آبار مراقبة ذات أعماق مختلفة (بئر مراقبة في كل طبقة) ويجب الأهتمام بتكتيم الفراغات بين حفرة البئر وبطانة البئر لمنع دخول المياه من طبقات مختلفة الطبقة المدروسة، مما تسبب أخطاء في القياس.

2 3 8 4 طول مصفاة بئر المراقبة:

يجب أن يكون جزء بئر المراقبة المحتوي للخزان الجوفي مثقوبا أو مفرودا بمصفاة تعادل طول هذا الجزء المخترق من الخزان. أما في حالة آبار المراقبة التي توضع أعلي أو أسفل طبقة شبه متعددة بعلو أو يرتكز عليها خزان جوفي شبه مقيد، فيكتفي في مثل هذه الحالات بأن يكون جزء سفلي صغير من بئر المراقبة مثقوباً يعادل طوله متراً أو مترين.

2-3-8-5 حفر بئر المراقبة:

يتم حفر بئر المراقبة وتجهيزه في مكانه بواسطة حفار أو مثقاب التربة أو بواسطة آلة حفر، وبعد إتمام حفر بئر المراقبة يملأ الفراغ. وهو الفراغ الموجود بين أنبوب البئر والتكوينات الصخرية

المحفورة بها البئر بواسطة رمل أو حصى ذات حجم حبيبات منتظم وذلك لتسهيل سرعة دخول المياه الى داخل بئر المراقبة.

2-3-9 القياسات التى يجب أخذها:

تشمل القياسات التي يجب تسجيلها أثناء تجربة الضخ مايلي:

1. قياسات مناسيب المياه في بئر الضخ وفي آبار المراقبة.
2. قياسات التصرف من بئر الضخ.

يجب إلا يبدأ الضخ قبل معرفة تغيرات الضاغط الهيدروليكي في المنطقة ذات التكرار الكبير والتغيرات ذات التكرار الصغير لهذا يجب قبل بدء الإختبار بعدة أيام قياس مناسيب الماء في البئر وآبار المراقبة بمعدل مرتين يومياً ورسم منحنى تغيرات المنسوب والزمن، عند نهاية الاختبار يجب إستمرار القراءات ليوم أو يومين بهذه المعطيات يمكن إكمال منحنيات الزمن. وتغير المنسوب المائي وتحديد معدل تغير منسوب الماء الطبيعي خلال فترة الأختبار، وهذه المعلومات يمكن إستخدامها بعدئذ لتصحيح قراءات الهبوط التي قيست خلال الإختبار وتبرز في الخزانات الجوفية الساحلية مشاكل خاصة حيث يتأثر الضاغط الهيدروليكي فيها بحركات المد والجذر، لذلك لابد من أن نحصل قبل الأختيار علي صورة كاملة لتغيرات الضاغط متضمنة مستويات المياه العظمي والدنيا في كل بئر مراقبة وزمن حدوثها.

2-3-10 فترة إختبار الضخ:

تتبع فترة الضخ لنوع الخزان والدقة الواجب الوصول أليها لتحديد مواصفاته . أن دقة القياسات تصبح أفضل إذا إستمر الضخ حتى الوصول إلى جريان مستقر أو شبه مستقر، إن مخروط الإنخفاض يستمر بالتوسيع حتى تصبح تغذية الخزان مساوية لمعدل تصريف المضخة (جريان مستقر) في بعض الأختبارات تحدث حالة الجريان المستقر أو حالة التوازن بعد عدة ساعات من بداية الضخ وفي حالات أخرى تحدث بعد أيام أو أسابيع وقد لا تحدث لو أستمر الضخ عدة سنوات، في شروط الخزانات شبه المحصورة أظهر (Krnsemam 1992) أنه يتم الوصول الي حالة الأستقرار وسطيا بعد 15 حتى 20 ساعة من الضخ وفي الخزانات المحصورة من المفضل الضخ 24 ساعة وفي الخزانات غير المحصورة تحتاج الي فترة أطول (بحدود ثلاثة أيام لأن مخروط الأنخفاض يتسع ببطء). كما أظهر (Krnsemam 1992) أنه ليس من

الضروري الوصول الي حالة الإستقرار حيث توجد طرق يتم من خلالها الحصول على خواص الخزان الجوفي وتحليل معطيات الضخ حتى لو كان الجريان غير مستقر، ولكن عندما نصل الي حالة الإستقرار فإن أستمرار الضخ يمكن إن يكشف لنا عن وجود حدود محيطة غير معروفة سابقاً وفي حالات التشكيلات المتشققة يظهر جريانات تطورت خلال أختبار الضخ.

2-3-11 الشروط الواجب أتخاذها لأجراء الضخ الأختباري:

1. المحافظة علي معدل ضخ ثابت أثناء أجراء الضخ الأختباري.
2. القياس الدقيق لمنسوب المياه الجوفية في بئر الضخ وفي آبار المراقبة.
3. التسجيل الدقيق لأوقات أو زمن أخذ القياسات أثناء الأختبار.
4. القياس الدقيق لنمسوب المياه الجوفية بعد توقف الضخ وأثناء فترة العودة أو الرجوع الي المنسوب الأستاتيكي الأول.
5. المحافظة علي معدلات ضخ ثابتة للآبار الموجودة قريباً من بئر الضخ إذا لم نتمكن من إيقافها أثناء فترة الضخ الأختباري.

2-3-12 تعريفات ومصطلحات تتعلق بالضخ الأختباري:

2-3-12-1 مستوى الماء الأستاتيكي Static water – level:

وهو المنسوب الذي تصل إليه المياه الجوفية في بئر حينما لا يوجد ضخ ويعبر عنه بالمسافة عن سطح الارض أو أي نقطة مرجعية خرى.

2-3-12-2 مستوى الضخ Pumping level:

وهو المستوى الذي يصل إليه منسوب الماء الجوفي في أثناء عملية الضخ وفي حالة الآبار التي تتدفق ذاتياً يكون هو المستوى أو الأرتفاع الذي يصل إليه تدفق البئر وهو مفتوح كما يسمى مستوى الضخ بالمستوى الديناميكي.

2-3-12-3 هبوط منسوب المياه الجوفية Draw Down:

ويعرف الإنخفاض في منسوب الماء الجوفي بمدى إنخفاض مستوى المياه الجوفية أثناء عملية الضخ أو أثناء خروج الماء من بئر من الآبار ويمكن حساب قيمة الأنخفاض في مستوى الماء الجوفي بطرح المستوى الديناميكي من المستوى الأستاتيكي للمياه.

2-3-12-4 الإنخفاض المتبقي Residual Draw Down:

بعد أن يتوقف الضخ من البئر يبدء الماء الجوفي بالرجوع والإرتفاع الى المستوى الإستاتيكي للماء الذي لوحظ وسجل قبل بداية الأختبار.

وفي أثناء عملية الرجوع هذه الى المستوى الأستاتيكي للماء تكون المسافة المقاسة هي المسافة المتبقية حتى يصل الماء الى المستوى الأستاتيكي المسجل في بداية إجراء الضخ وقبله، هذه المسافة تسمى الأنخفاض المتبقي.

2-3-12-5 معدل ضخ أو تدفق البئر Well Yield or Discharge:

هو حجم الماء الخارج من البئر في وحدة الزمن أما بالضخ أو بالتدفق الذاتي ويعبر عنه بـ (m^3/s) او (ft^3/s) ... الخ.

2-3-12-6 الطاقة أو السعة النوعية للبئر Specific Capacity:

هي معدل الضخ أو تدفق البئر لكل وحدة إنخفاض في منسوب المياه الجوفية ويعبر عنه بجالون مياه/دقيقة لكل قدم إنخفاض في منسوب المياه الجوفية.

2-3-12-7 السعة النوعية:

وهي نسبه معدل تدفق البئر في زمن معين إلى قيمة الإنخفاض في منسوب المياه الجوفية لنفس الزمن.

2 3 13العوامل الرئيسية التي تؤثر على المسافات بين آبار الضخ والمراقبة:

2-3-13-1 نوع الخزان الجوفي:

من المعرف إن فاقد السمت للمياه الذي يسببه ضخ المياه بواسطة بئر من خزان جوفي مقيد أو شبه مقيد ينتشر بسرعة كبيرة في هذه الأنواع من خزانات المياه الجوفية الحرة، وذلك لأن

خروج المياه من الحزانات الجوفية والمقيدة والشبه مقيدة يكون نتيجة لإنضغاط الجزء المسامي الحامل للمياه وبالتالي تكون المسافة بين أقرب بئر مراقبة وبئر الضخ الرئيسي في هذه الحالة أكبر من الخزانات الجوفية الحرة.

2-3-14 قياس معدلات تصرف بئر الضخ الرئيسي:

من الترتيبات الرئيسية لعمليات الضخ الأختباري هي ترسيبات قياس معدل يصرف المياه الخارجة من بئر الضخ لكي تتفادى أي تعقيدات في القياسات يفضل أن يحافظ علي معدل تصرف ثابت طول فترة إجراء الضخ الإختباري تحت ظروف معدل ضخ ثابت لأن هنالك طرقاً أُخرى لتحليل بيانات ونتائج الضخ الأختياري الذي يتم تحت ظروف معدلات ضخ متغيرة، أياً كان سبب معدل تغير الضخ يجب أن يتم قياس معدل التصرف دورياً ويمكن أن يتم هذا القياس بواسطة عداد مياه تجاري ذو دقة مناسبة، ويجب أن يتم قياس معدل الضخ مرة كل ساعة على الأقل وبالتالي يتم تعديل سرعة المضخة من وقت لأخر وذلك لمحافظة علي معدل ضخ ثابت.

2 3 14 1طرق أخرى لتقدير قيمة معدل الضخ أو التصرف منها:

2-3-14-1-1 طريقة البرميل:

تتلخص هذه الطريقة في حساب الزمن اللازم لملىء برميل ذو حجم معروف وهذه الطريقه سهله ودقيقه يمكن أستخدامها في حالات معدل الضخ يكون بسيطاً.

2-3-14-1-2 هدار فوهة:

يستخدم هدار الفوهة الدائرية عادة لقياس معدل التصريف للمضخة التوربينية أو مضخة طادره مركزية، من المعروف أن الفوهة الخاصة لقياس التصرف عبارة عن ثقب كامل الأستدارة يوجد في مركز لوح من الصلب ومثبت على النهاية الخارجية لانبوب التصريف، وعلاوة عن ذلك يوجد أنبوب بيزومتري ذو قطر صغير يتراوح بين (5-8) ملم ويمثل مستوى أرتفاع الماء في الأنبوب البيزومتري ولقياس الضغط في أنبوب التصريف حينما تضخ المياه من خلال الفوهة وبناءا على قيمة قطر الفوهة وأنبوب الضخ وضع جونسون جداول ثابتة لذلك ويمكن حسابها بواسطة المعادلة:

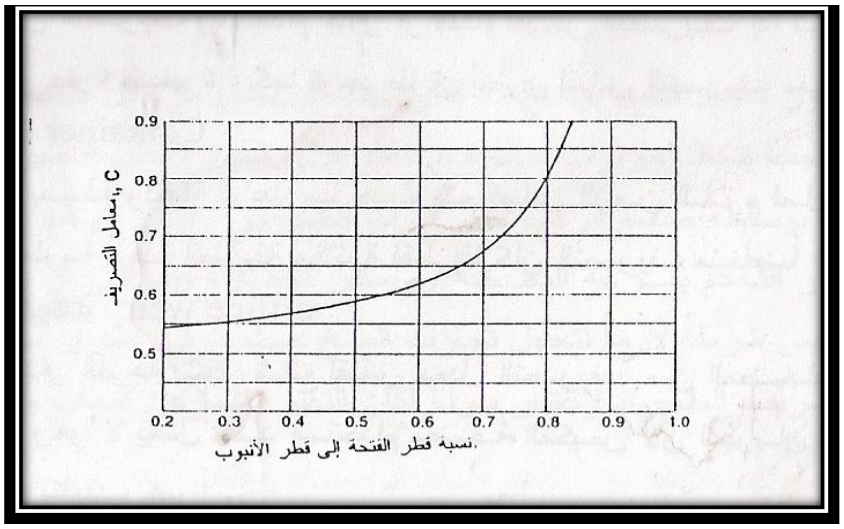
$$Q = A^* V^* C$$

Q = معدل التصرف من هدار الفوهة.

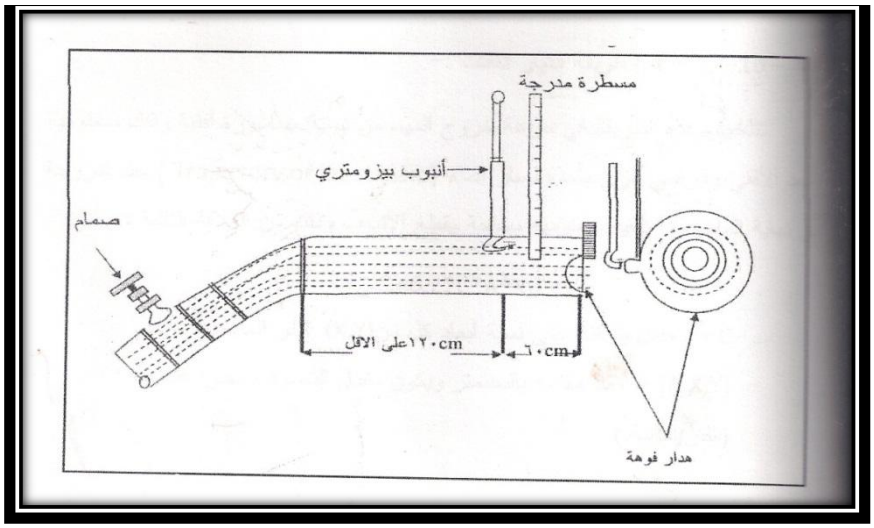
A= مساحة مقطع هدار الفوهة.

V = سرعة سريان الماء خلال هدار الفوهة.

C= معامل التصريف هدار الفوهة (أقل من الوحدة).



الشكل(2–15) يوضح معامل تصريف هدار الفوهه حسب نسبة قطر الفوهه الى قطر الانبوب.



الشكل(2–16) يوضح هدار الفوهه لقياس التصريف.

2–3–14–1–3 طريقة الدلو ذو الفوهات:

أُستخدم هذا النوع في الولايات المتحدة لأول مرة وشكله دائري صغير ذو فتحات صغيرة في قاعه ويملاء هذا الدلو بواسطة الماء المضخوخ من البئر إلى مستوى معين بحيث يكون معدل خروج الماء من الثقوب تعادل معدل الماء الخارج من البئر وإذا فاض الماء من الدلو يجب فتح ثقب أو أكثر في قاع الدلو علاوة علي الثقوب الموجودة سابقاً، أما إذا حدث العكس يجب تقليل

عدد الثقوب الموجودة في قاع الدلو، ومن مميزات هذه الطريقة أنها تعطي متوسط معدل الضخ من البئر اذا كان هنالك بعض التذبذبات في معدل الضخ من البئر في أوقات معينة.

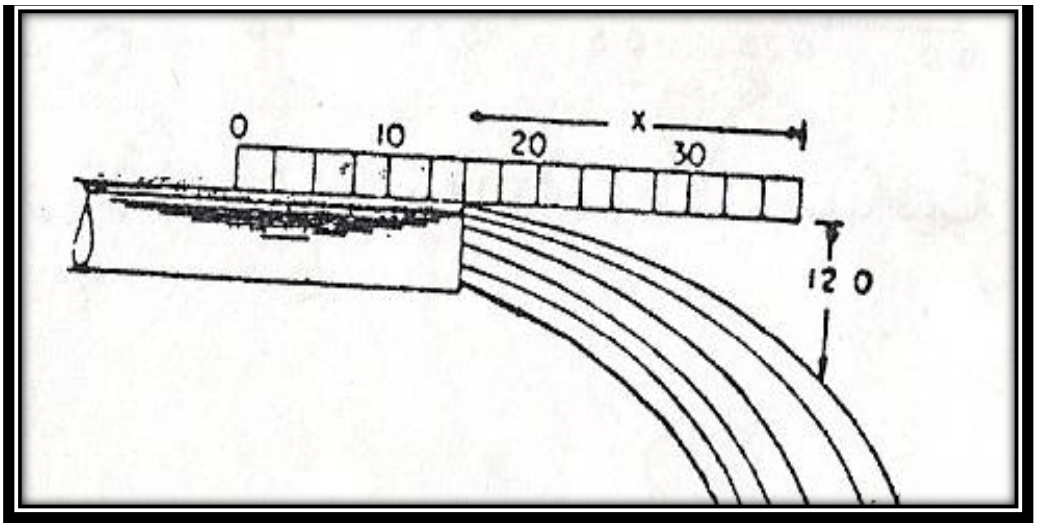
2-3-14-1-4 طريقة التيار النفاث:

تتلخص هذه الطريقة في سرعة خروج المياه من نهاية ماسورة أفقية وذلك بمعلومية البعد الأفقي والرأسي الذي يأخذ مسار الماء Trajectory or Jetstream عند خروجه من نهاية الماسورة الأفقية بمعلومية مساحة مقطع الأنبوب وذلك من العلاقة التالية:

$$Q = 0.22\ C * A * X1/\sqrt{y}$$

C = معامل يتوقف علي نسبة أبعاد كل من (X,y) قطر الماسورة.

(A,X,Y) = أبعاد مقاسة بالسنتمتر ويكون معدل التصرف معبراً عنه بـ (اللتر/الثانية).



الشكل(2-17) يوضح التيار النفاث لقياس معدل التدفق من البئر.

2-3-15 الطاقة أو السعة النوعية:

هي حاصل قسمة معدل الضخ على قيمة الهبوط في منسوب المياه الجوفية أو السطح البيزومتري في زمن معين وكلما زادت الطاقة زادت جودة البئر ومن المعروف إن الطاقة النوعية للبئر تكون ثابتة لكل معدل ضخ وبالرغم من أن هنالك تغيرات بسيطة تحدث مع تغير الزمن إلا أن اي تغير ملحوظ في الطاقة النوعية للبئر خلافاً لذلك يمكن أن يؤدي إلى إنخفاض معدل الأمرار في منسوب المياه الجوفية لمنسوب الخزان الجوفي الحر، وتعرف الطاقة أو السعة النوعية للبئر

بأنها معدل الضخ أو التدفق في البئر لكل وحدة انخفاض في منسوب الماء الجوفي ويعبر عنها غالباً بـ (الجالون/الدقيقة) لكل قدم أنخفاض في منسوب الماء الجوفي مع العلم أن معدل الضخ أو التصرف لبئر ما هو حجم الماء الحارج من البئر في وحدة الزمن، أما الضخ أو التدفق الذاتي يعبر عنه بـ (المتر المكعب/الثانية) أو (جالون/الدقيقة) أو (القدم المكعب/الثانية) وذلك لمعدلات الضخ أو التدفق الكبير بينما معدلات التدفق الضغيرة يعبر عنها بـ (الجالون/الساعة).

2-4 التكلفة الإقتصادية:

2-4-1 التكلفة الأقتصادية لتنمية آبار المياه الجوفية:

تتوقف على الطريقة التي تمت بها التنمية فمثلاً تنمية البئر التي تتم حفرها بواسطة وحدة الحفر الدقاقة تتطلب تنمية بواسطة الجردل ثم عملية الضخ مما يقلل تكلفة التنمية وذلك نسبة لعدم وجود سوائل حفر بالبئر والتي قد تأخذ فترة طويلة لنظافة البئر، إن التنمية في البئر التي حفر

بواسطة الدقاقة أقل تكلفة من تنمية البئر التي حفرة بواسطة الحفر الرحوي وفي بعض الاحيان يتم معالجة الآبار بواسطة الاحماض.

وتتوقف التكلفة الأقتصادية أيضا حسب الاتي:

2-4-2 الإعداد والتخطيط المسبق Preplanning and Preparation:

يؤدي التخطيط المسبق إلى توفير كبير في تكاليف الترحيل والإنشاء والتفيذ ويجنب كثير من الكوارث وتتيح الفرصة لمعرفة العوامل المؤثرة لتلافي مضارها والإستفادة من مميزاتها وخصائصها، وقد يلجأ الى تغير الطريقة والمواد والآلة لضمان تنفيذ المشروع أي عمل يحتاج إلى إعداد قبل التنفيذ وغالباً مايحتاج إلى بذل جهود اخرى عقب الانتهاء من التنفيذ كتنظيف الالة وإعادة المعدات إلى مواضعها فالإعداد كلفة وإعادة المعدات كلفة أخرى يجب إعتبارها عند دراسة الكلفة الكلية واي تجاهل لها او لإحدهما يؤثر بدرجة كبيرة على إقتصاديات المشروع.

2-4-3 الموقع:

يؤلف الموقع الجغرافي في كثير من الحالات عاملا اقتصادياً مهماً نسبة للمشروع ،إن قرب الموقع من الطرق والسكك الحديديه والأنهار وإن طبيعة الموقع من حيث نوع التربة وطبيعة شكل الارض وما فيها من تضاريس ومنخفضات اثراً بالغاً في اقتصاديات المشروع، كما إن لبعد الموقع من المدن فوائد من حيث رخص الايدي العاملة وقلة تكاليف السكن.

2-4-4 ترحيل المعدات والآليات:

يتم ترحيل آليات الحفر سواء إن كانت آلية حفر رحوي أو دقاق زائد معدات العمل بالنسبه لولاية الخرطوم بمبلغ قدره (1000) جنيه أما بالنسبة لخارج الخرطوم بالمقارنة حسب المسافات إذا كانت هنالك عدة مواقع يتم تحديد التكلفة الكلية لترحيل المعدات والآليات لهذه المواقع.

2-4-5 إمكانية الوصول:

تعتمد على مدى إستقرار المنطقة وحسب موقع العقد مع الجهة التي تخص الآبار، وهنالك بنود خاصة بالعقد تخص أمن الحفارات وأمن العمال وتتلخص في:

إذا نشب اي نزاع إتضح ان المنطقة المراد فيها الحفر غير آمنة تسحب الحفارة إلي أقرب موقع محايد لحين حل المشكلة ويكون زمنها (3) أيام وإن لم تحل في تلك الفترة تسحب إلى الشركة وتتوقف علي مسافة الموقع وعدد المواقع.

2-4-6 العمق والقطر:

يعتمد قطر البئر علي عمق الخزان وعدد الطبقات الخازنة للماء وإمكانية إختراقها بالكامل أي يعتمد على التكوينات الجيولوجية للمنطقة فكلما زاد العمق زادت التكلفة وايضاً القطر.

2-4-7 التكوين الجيولوجي:

له تأثير علي تآكل المصافي والأنابيب حسب المشاكل التي تحدث للآبار والخزانات الجوفية، وهنالك عدة أنواع من الخزانات منها خزانات الطمي ومشاكله تختلف عن خزانات الحجر الرملي والخزانات البازلتية والحجر الجيري والصخور المتحولة وخزانات الرواسب المتصلدة ... الخ، والتنمية لهذه الآبار ذات الخزانات الجوفية المختلفة تختلف فترة تنميتها وتكرارها.

2-4-8 المضخات:

يتم إختيار المضخة المناسبة لبئر بعد إجراء تجربة الإختبار للبئر وإستخراج المعلومات من البئر ويتم إختيار المضخة من حيث قطرها وإنتاجيتها والعمق الذي تنزل فيه المضخة ومقاومتها للتأكل. وهناك انواع كثيرة من المضخات منها الايطالية والفرنسية والدنماركية ... الخ. وفي السودان يستخدم (الاطالي والقرونفوس).

2-4-9 انابيب التغليف:

هي انابيب مغلفة لجدران البئر تنزل حتى تصل إلى بداية الخزان المائي الجوفي لذلك يتم اختيارها حسب مقاومتها لانهيارات المواد غير المتماسكة حول البئر ومنعها للتلوث وغيره، ويجب ان تكون هذه الانابيب متينة مقاومة للضغط المطبق من جوانب البئر ومقاومة للتآكل والتقشير ويمكن الإسترشاد بمواصفات وتوصيات (ASTM) الجمعية الامريكية لاختيار المواد American Society for Testing Material.

إسم السبيكة	التحليل الكيميائي	معامل التكلفة	لون الأنبوب	الإستخدام
المونيل Monel metal	70% نيكل 30% نحاس	1.5	فضي لامع	مياه البحر ولا يستخدم لمياه الشرب
عالى النيكل High Nickel	70% نيكل 30% نحاس	1.2	نيكل لامع	مياه البحر ولايستخدم لمياه الشرب
السبيكة الفلزية Silicon-Bronze	96% نحاس 3% رمل 1% منغنيز	1	غني بالنحاس وأحمر	المياه العالية العسر ومياه المرافق العامة والصناعات العالية الحمضية
الحديد المقاوم للصدأ Stainless Steel	74% حديد 13% كروم 3% نيكل	1	الفضي الداكن الحديد	مياه حاوية على H_2S ومناطق كثيرة الصدأ والتآكل
النيكل النحاسي	70% نحاس 29% نيكل 1% زرنيخ	–	نيكل لامع	لمياه الصناعة

جدول(2-18) يبين مواصفات التغليف حسب ASTM

❖ **أنواع انابيب التغليف:**

1. PVC.
2. Black Steel.
3. Galvanized steel.
4. Low carbon steel.
5. Stainless steel.
6. ASTM.

2-4-10 المصافي:

مصفاة البئر هي تجهيزة ترشيح تعمل كمأخذ للبئر في الخزانات الجوفية تسمح المصفاة بدخول المياه إلى البئر من التربة المشبعة وتمنع دخول الرواسب والرمال وكذلك تعمل من الناحية الإنشائية في تحمل مادة تربة الخزان الجوفي متماسكة وتتوقف قيمة المصفاة علي ما تحققه من نجاح للبئر وكفاءته.

2-4-10-1 انواع المصافي:

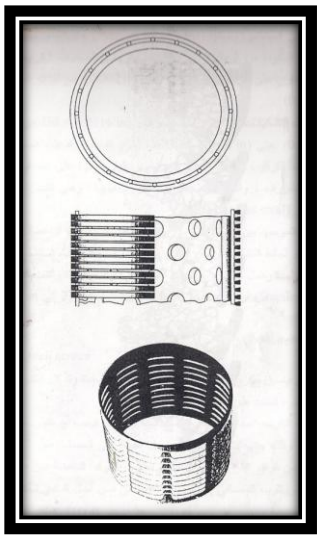
1. مصفاة ذات فتحات مقنطرة.
2. مصفاة ذات فتحات طويلة ومنتظمة.
3. مصفاة مصنوعة من البلاستيك.
4. مصافي جونسون.

2-4-10-2 خصائص المصفاة:

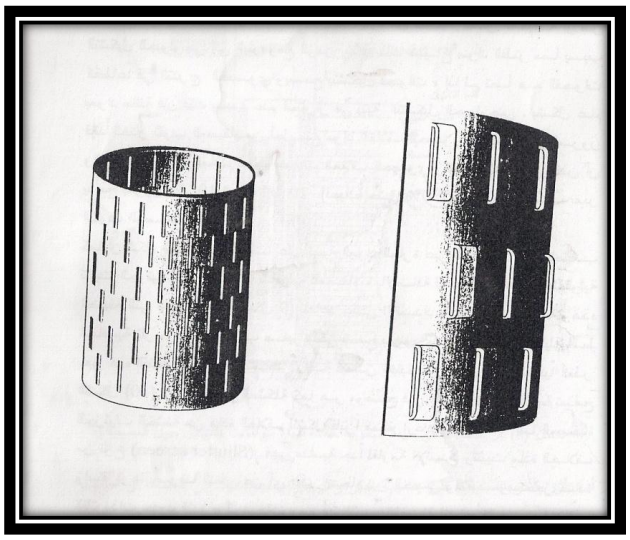
1. نسبة عالية من المساحة المفتوحة.
2. فتحات لا يحد لها انسداد.
3. مقاوم للتآكل.
4. تتحمل عمود الماء وتتحمل إجهاد الإنهيار.
5. يسهل تنميتها.
6. أدنى فقد في الضغط خلال المصفاة.
7. التحكم في ضخ الرمال في كل أنواع الخزانات الجوفية.
8. لا يحدث ترسيبات.

2-4-10-3 أنواع المصافي حسب المادة:

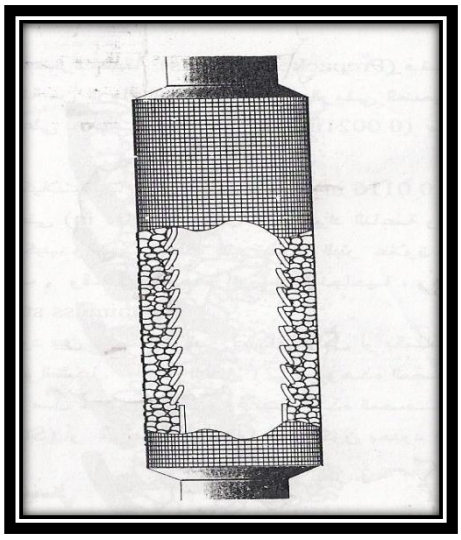
1. Steel screen (cavbenblack steel)
2. PVC
3. Fiber glass



شكل (2–19) يوضح مصفاة من النوع (Shutter)، الشقوق أفقية.



شكل (2–20) يوضح مصفاة بشقوق شاقولية جسرية (على اليمين) مصفاة بشقوق شاقلية مثقبة آليا (على اليسار).



شكل (2–21) يوضح المصفاة المحضرة مسبقاً