Well Completion إنهاء البئر

1- التغليف Placement of Casing

2- لحم (تثبيت) التغليف Cementing of Casing

3- تركيب المصافي Placement of well screen

4- وضع الحزام الحصوي Gravel packing

في الصخور الصلبة يمكن ترك البئر كحفرة فقط دون إجراء هذه العمليات إذا لم يتطلب الأمر عملها.

١- تغليف البئرWell Casing

يستعمل لبقاء البئر مفتوحاً دائماً ، يمنع الانهيارات إلى داخل البئر سواء من الخارج أومن جدران البئر ، يمنع دخول المياه غير المرغوب فيها سواء كانت سطحية أو جوفية. تستخدم في التغليف أنابيب من الحديد الصافي أو المخلوط. الوصلات على شكل أسنان تعشق في بعضها أو تلحم الانابيب لمنع أي تسرب.

في حالة الحفر بطريقة الجهاز الحبلي يتم دق انابيب التغليف داخل البئر بينما في حالة الحفر بطريقة الجهاز الرخوي يتم انزال الانابيب لأنها أصغر قطراً من الحفرة .

٢- تثبيت الغلاف Cementing of Casing

المنطقة المحيطة بأنابيب التغليف تعبأ بالأسمنت لحمايتها من الصدأ ومنع دخول المياه رديئة النوعية إلى البئر ولحماية الأنابيب من الصخور المنهارة. ويتم تسميت (تعبئة الفراغ حول الأنابيب بالاسمنت) الأنابيب بعدة طرق احداها عنر طريق احلال الخلطة يتم وضعه في ثقب (Tremie pipes) الاسمنتية من خلال خط أنبوبي صغير يسمى الحفرة خارج انابيب التغليف. ويوجد أنواع من الأسمنت تستخدم لهذا الغرض قسمت إلى عدة رتب بناء على مواصفات معهد البترول الأمريكي، وأهمها الاسمنت البورتلاندي رتبة أ، ب، ج. وتحتاج عملية الحجب إلى عناية فائقة لأنها يجب أن تتم على دفعة واحدة لكامل طول أنابيب التغليف حيث لا يمكن عمليا دفع خلطة أخرى في حالة كونها غير كافية. ولتقدير حجم الخلطة الإسمنتية باللتر لتعبئة متر طولي من الفراغ يجب معرفة كل من قطر أنابيب التغليف وقطر ثقب الحفرة.

-تركيب المصافي Placement of well screen

في المناطق ذات الصخور الصلبة تدخل المياه مباشرة إلى البئر دون الحاجة إلى تركيب مصافي ولكن في حالة المتكونات المفككة يتوجب إنزال مصافي إلى داخل البئر.

المصافي تعمل على:

١ -تثبيت جوانب البئر ٢ -منع دخول الرمال إلى البئر ٣ -يسمح بدخول كمية من المياه إلى البئر تحت ظروف مقاومة هيدرولكية قليلة.

عند استخدام الجهاز الحبلي يتم انزال المصافي بواسطة طريقة Pull back method حيث تسحب أنابيب التغليف لأعلى عند إنزال المصافي حتى تصل إلى أعلى المصافي وتثبت .تتكون المصافي من أنابيب مخرمة(open area) لها فتحات قطرها من 1-6 ملم ويفضل ان تشكل المساحة النسبية للأجزاء المخرمة ١٥ % على الأقل من المساحة الكلية للمصافي.

توجد عدة أشكال لفتجات المصافي وتختلف اقطارها اختلافاتً كبيرةً .دخول الماء وقفل الفتحات بواسطة الرمال Screen clogging لتقليل فقد البئر يجب التحكم في سرعة دخول الماء إلى البئر.

تصنع الصافي من مواد مختلفة مثل السبائك المعدنية ، البلاستيك ، الخرسانة، والاسبستوس والخشب والزجاج الصناعي Fiber glass.

٤ -الحزام الحصويGravel Packing

الحزام الحصوي هو عبارة عن غلاف من الحصى الصناعي يوضع في المنطقة المحيطة

بالمصفاة ، وهو يفيد فيما يلي:

١ -يثبت الطبقة الحاملة للماء.

٢ -يقلل من شفط الرمال.

٣ -يسمح باستعمال مصافي ذات ثقوب كبيرة ومساحة مفتوحة عظمى.

٤ -يوفر منطقة دائرية ذات نفاذية عالية تزيد من القطر الفعال وعطاء البئر.

أكبر حجم حصوي يستخدم هو ١سم واكبر سمك 30سم توجد معادلات كثيرة تربط بين التدرج في حجم الحصى وحجم حبيبات الطبقة الحاملة للماء .يجب غسل الحصى وغربلته قبل وضعه حول البئر، كما يجب أن يكون الحصى دائري ومقاوم للتآكل .كما ينبغي أن يعبئ تماماً المنطقة المحيطة بالبئر ليقلل التسرب من خلاله.

الطريقة المتبعة لوضع الحصى هي من خلال انزال أنبوبين Termie Pipes يصلان الى قاع البئر وعلى الجانبين) حول الغلاف (ومن ثم يتم سكب أو غسل أو ضخ الحصى من خلالها وبعد ذلك يسحب هذان الأنبوبان.

تصميم آبار المياه Water Well Design

أنشائه، **<u>ويهدف التصميم الأمثل إلى</u>** :

١- الحصول على عطاء عالي مع أقل انخفاض متناسب مع قدرة الطبقة المنتجة .

٢- نوعية مياه جيدة مع حماية من التلوث.

٣- مياه خالية من الرمال.

٤- آبار ذات أعمار طويلة (٢٥ سنة أو أكثر).

٥- تكاليف معقولة .

هناك معلومات هامة عند البئر يفضل الحصول عليها لتصميم بئر ذي كفاءة عالية

<u>وتشمل:</u>

١- معلومات عن الصخور المكونة للطبقة المنتجة للماء وما يعلوها من طبقات.

٢- قيم معاملات النقولية والتخزين للطبقة المنتجة للمياه

٣- الميزان المائي الحالي وطويل المدى للطبقة المنتجة للماء.

٤- تحليل حجمي للحبيبات المفككة للطبقة المائية والتعرف على نوع الصخور

والمعادن.

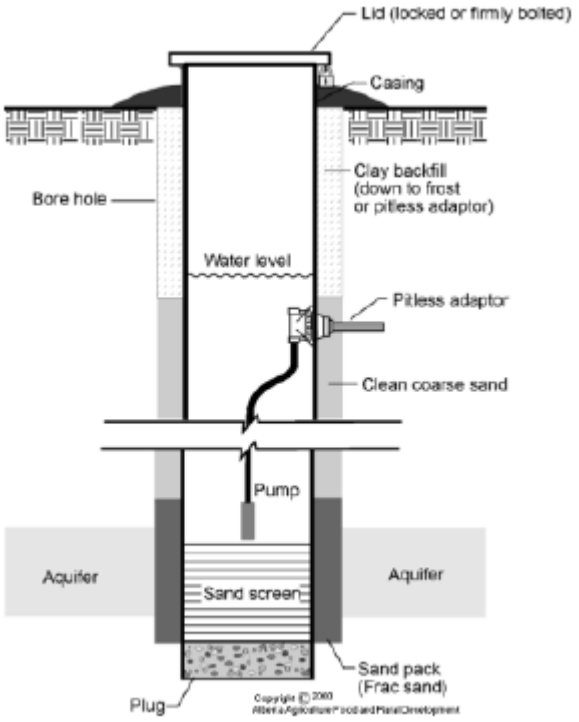
٥- نوعية المياه.

يتكون البئر من جزئيين أساسيين هما:

١- الطبقات التي تعلو الطبقة المنتجة للماء: وتستخدم كبيت للمضخة وأجزائهاً هذا النطاق عادة ما يتم عزله لسبب من الأسباب ومنها التأثير السلبي على كمية أو نوعية الإنتاج من الطبقة الحاملة للمياه بسبب دخول مياه من طبقات أخرى، أو لضمان عدم انهيار التربة خاصة في حالة الرواسب المفككة. وعادة مايحاط بأنابيب تغليف Casing ولتحقيق ذلك ينبغي تحديد أطوال وأقطار ونوعية الأنابيب المستعملة في التغليف، وكذلك نوعية الأسمنت المستعمل في منعه.

ويعتبر هذا الجزء كمعبر رأسي للماء باتجاه السطح من الطبقة المنتجة.

: ٢- الطبقة المنتجة للماء Intake Area : يعتمد طول الجزء المنتج من البئر على كمية العطاء المطلوب وسمك التكوين المائي وخصائصه الهيدروليكية ووجود نطاقات مشبعة ذات نفاذية منخفضة أو مياه رديئة .في هذه النطاق تركب المصافي التي تسمح بمرور الماء من خلالها كما يوضع حولها الغلاف الحصوي المناسب .يتم اختيار مواصفات كل من المصافي والغلاف الحصوي بناء على الخصائص الجيولوجية والهندسية للتكوين المائي ونوعية الماء الجوفي.



أولا :الطبقة التي تعلو الطبقة المنتجة للماء

أ -طول وقطر انابيب التغليف

لتقدير عمق وسمك الطبقة المنتجة في البئر وبالتالي عمق البئر وطول أنابيب التغليف يتم دائما عن طريق إجراء دراسات تحت سطحية تشمل حفر آبار اختباريه وإجراء مسوحات جيوفيزيائية .وتشمل المسوحات الجيوفيزيائية تطبيق عدد من الطرق ومنها طريقة المقاومة الكهربية والطريقة الكهرومغناطيسية والطريقة الزلزالية.

يجب حفر البئر بحيث يصل عمقه إلى قاع الطبقة الحاملة للماء وذلك بهدف:

1 - استغلال أكبر جزء من التكوين المائي ليشكل مصدراً لتغذية البئر وبالتالي تزداد السعة النوعية للبئر . High specific capacity

2 - توفير عمق أكبر للانخفاض مما يسمح بزيادة عطاء البئر حتى في حالة الجفاف والضخ العالي Overpumping.

هناك حالات خاصة يمكن فيها حفر آبار ذات اختزاق جزئي وذلك في حالة الطبقات المائية السميكة جداً حيث يصبح الاختزاق الكلي غير اقتصادي وكذلك عند وجود مياه رديئة النوعية في أي جزء من الطبقة المنتجة للماء فإنه يفضل أنهاء البئر عند عمق يمنع دخول الماء الردئ. حيث أن هذا النطاق من البئر يحوي الجزء الذي توضع فيه المضخة فيجب مراعاة العمق الذي يصل إليه طول المراوح والتي يجب أن يزيد عن أقصى هبوط متوقع لمستوى الماء الجوفي خلال عمر البئر. اختيار قطر أنابيب التغليف له أهمية بالغة وذلك بحكم تأثيره على تكاليف الحفر.

قد يكون البئر ذو قطر ثابت من أعلى لأسفل بينما قد يقل القطر مع العمق.

<u>قطر التغليف يمكن اختياره لتحقيق غرضين أساسيين هما:</u>

١ -يجب أن يكون قطر أنبوب التغليف كبير إلى الحد الذي يسمح معه باحتواء المضخة مع اعطاء مساحة كافية لتركيب المضخة وقيامها بعملها بفعالية تامة.

٢ -ينبغي أن يكون قطر التغليف كافي ليسمح بسرعة مرور لأعلى تساوي ٣ قدم/ثانية) ١م/ثانية (أو أقل.

اختيار قطر أنبوب التغليف مرتبط مباشرة بحجم المضخة حيث يفضل أن يكون قطر التغليف أكبر من ضعف قطر المضخة .وفي كل الحالات ينبغي أن يكون قطر التغليف أكبر من أوعية المضخة pump bowls وذلك ليسمح بمرور الماء إلى أسفل بحد ادنى من الفقدان الرأسي head loss ليدخل في منطقة تغذية المضخة pumping intake

كذلك فإن قطر التغليف له علاقة وثيقة بمعدل التعريف وسرعة التدفق حيث:

$$r = \sqrt{\frac{0.32Q}{\Pi v}}$$

حيث r = قطر أنابيب التغليف بالبوصة، Q = معدل التدفق بالجالون/ دقيقة، v = سرعة صعود الماء ويفضل أن تكون في حدود ٣ قدم/ ثانية لتجنب السريان العشوائي وزيادة فقد البئر.

ثانياً: الطبقة المنتجة للماء Intake Area

أ -تصميم مصافي الآبار:

يعتمد إختيار الطول المناسب للمصفاة على:

١ -سمك التكوين المائي.

٢ -الانخفاض في مستوى سطح الماء في البئر.

٣ -مدى تطبق التكون المائي.

إذا كانت المكونات الصخرية للتكوين المائي متماسكة فانه يمكن ترك ثقب الحفرة مفتوحا دون الحاجة إلى وضع غلاف مثقب، بعكس التكاوين المفككة حيث توضع تلك الأغلفة لحجز المواد المفككة ومنع خروجها مع الماء.

يوجد نوعان أساسيان من الأغلفة المثقبة التي تستخدم في آبار المياه وهي:

١ -أنابيب التغليف المثقبة آليا والتي تتكون من أنابيب تغليف عادية تعمل فيها شقوق طولية بأقطار وأطوال مختلفة.

٢ -مصافي الآبار ولها عدة أشكال وتتكون أما من أسلاك ملفوفة على أسياخ رأسية أو سفلي من أسلاك ملفوفة على قاعدة أنبوبية مثقبة.

عادة يفضل النوع الثاني لإمكانية التحكم في حجم فتحاتها وخاصة الصغيرة جدا إضافة إلى قدرتها الكبيرة على مقاومة التآكل وكبر مساحتها المفتوحة.

اختيار طول المصافي يتم بناء على الأسس التالية:

1 في التكاوين المائية المحصورة المتجانسة ينبغي أن تغطي المصافي 80-90% من السمك المشبع.

2-في التكاوين المائية المحصورة غير المتجانسة ينبغي أن تغطي المصافي 80-90% من الطبقات ذات النفاذية العالية.

3-في التكاوين المائية غير المحصورة المتجانسة توضع المصافي مقابل الثلث أو النصف السفلي من الطبقة حيث إن الجزء العلوي قد يجفف أثناء الضخ.

4-في التكاوين المائية غير المحصورة غير المتجانسة توضع المصافي مقابل الثلث أو النصف السفلي من الطبقة الأكثر نفاذية.

لتحديد فتحات المصافي تؤخذ عينات من المواد المكونة للطبقة المشبعة ويعمل لها تحليل ميكانيكي في المعمل ثم توقع نتائج التحليل على ورق بياني .يختار حجم فتحات المصافي على أساس الحجم الحبيبي على المحور الأفقي المقابل لنسبة الوزن المتبقي التي تتروح بين 40-50% على المحور الرأسي وذلك في حالة التكاوين الناعمة المتجانسة أما بالنسبة للتكاوين الخشنة فيختار الحجم المقابل لنسبة تتراوح بين 30-50%.

يحدد اختيار قطر المصافي على أساس الحصول على مساحة كلية مفتوحة للمصافي بحيث تكون كافية لمرور كمية الماء الجوفي المتوقع إنتاجها وبسرعة لا تزيد عن ١,٠ قدم / ثانية .ويتحكم في المساحة الكلية المفتوحة للمصافي طولها وقطرها وحجم فتحاتها.

ويمكن حساب المساحة الكلية للمصافي المفتوحة باستخدام العلاقة التالية:

A= Q / v

حيث أن A المساحة الكلية المفتوحة م^2 Q الإنتاج المتوقع م^3/ثا V سرعة دخول الماء إلى المصافي م/ثا.

يتم تحديد حجم فتحات المصفاة من دراسة التحليل الميكانيكي Sieve analysis للعينات الممثلة للطبقة المنتجة للمياه ويتم رسم منحنى التحليل لكل عينة وعليه فإنه يمكن تحديد حجم فتحات المصافي على أساس العوامل التالية:

أ -الطبقة المكونة من رمال ناعمة متجانسة يتم اختيار فتحات المصافي على أساس الحجم الجيبي المقابل لنسبة 40-50% على المحور الرأسي.

ب -في الطبقات المكونة من رمال خشنة وحصى تختار فتحات المصافي التي تحتفظ .بنسبة من الرمال والطمي تتراوح بين 30-50%

ج -في الطبقات الغير متجانسة يتم اختيار فتحات القطاعات المختلفة من المصافي بناءاً على تدرج المواد في الطبقات المختلفة وتعامل كل طبقة على حدة كما سبق في الفقرتين أ و ب مع مراعاة القاعديين التاليتين:

١ .إذا كانت المواد الناعمة تعلو المواد الخشنة فيجب أن تمتد المصافي المصممة للمواد الناعمة لمسافة لا تقل عن متر داخل الطبقة التي أسفلها.

٢ .في مثل الحالة (1) يجب ألا يزيد حجم فتحات المصافي القابلة للمواد الخشنة عن ضعف حجم فتحتات المصافي المقابلة للمواد الناعمة التي تعلوها.

اختيار نوعية المصافي يتحكم فيها نوعية الماء الجوفية ووجود البكتيريا ومتطلبات المتانة .وتوجد أنواع عديدة من المصافي منها المعدني وغير المعدني .ومن أشهر أنواع المصافي المعدنية تلك المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ ومن السبائك النحاسية، بينما تتكون المصافي غير المعدنية من اللدائن الصناعية والألياف الزجاجية وغيرها.

ب – تصميم الغلاف الحصوي Gravel Pack Design

يفضل عادة وضع غلاف حصوي في الفراغ الحلقي المحيط بالمصافي وذلك بإزالة المواد المكونة للطبقة المنتجة واستبدالها بمواد أخشن متدرجة في الحجم وذلك بهدف زيادة نفاذية هذه المنطقة وزيادة القطر الفعال لبئر .ولتحديد الحجم الحبيبي المناسب للحزام الحصوي يجري رسم منحنى خاص بنتائج التحاليل الميكانيكية لعينات تربة ممثلة

للطبقة المنتجة ثم يعين عليها الحجم الحبيبي المقابل لنسبة ٧٠ % من وزن العينة الاجمالي.. يضرب هذا الحجم في معامل ثابت تتراوح قيمته بين 4 -6 وتعتبر قيمة حاصل الضرب نقطة البداية لرسم المنحنى الدال على التدرج في حجم الغلاف الحصوي حيث توقع مقابل نسبة ٧٠ % من التدرج .من خلال هذه النقطة يرسم منحى معامل تجانسه ينبغي إلا يزيد عن 2.5 . ويعرف معامل التجانس على أنه:

$$\text{معامل التجانس} = \frac{\text{الحجم الحبيبي المقابل لنسبة ٤٠\%}}{\text{الحجم الحبيبي المقابل لنسبة ٩٠\%}}$$

ويتم إعداد مواصفات الغلاف الحصوي باختيار أربعة أو خمسة من أحجام الحبيبات بحيث تغطي طول المنحنى ومن ثم استقراء النسب المئوية المقابلة لهذه الأحجام.

وتعتبر نوعية مواد الغلاف الحصوي من الأمور المهمة عند تصميم البئر المثالي وتتميز بمواصفات عديدة منها أن تكون المواد المستخدمة نظيفة ويقصد بها خلوها من مواد دقيقة وان تكون متجانسة و مستديرة وذات أسطح ملساء وذلك للإقلال والحد من عملية الانسدادت بواسطة المواد الدقيقة، أضف إلى ذلك أن تتكون من الصخور والمعادن السيليكاتية حيث أن استخدام مواد كربونية قد يتسبب في حدوث مشاكل مستقبلية وخاصة عند صيانة

الآبار عند استخدام الأحماض للتنظيف حيث يمكن أن تحدث تفاعلات كيميائية تؤدي إلى انسدادات في مواد الغلاف والتي بدورها تؤدي إلى انخفاض النفاذية للغلاف الحصوي.

من ناحية أخرى ينبغي ألا يقل سمك الغلاف الحصوي عن 8 سم لضمان تكوين غلاف حصوي كامل كما ينبغي ألا يزيد السمك على 20 سم حتى تستطيع الطاقة المبذولة أثناء عملية التطوير أن تخترق الغلاف إلى جدار البئر لإصلاح أي عطب حاصل نتيجة الحفر والتخلص من بقايا سائل الحفر وإزالة المواد الناعمة من حول البئر.

ارتفاع الغلاف يجب أن يكون أعلى من مستوى المصفاة ليمكن معادلة النقص في ذلك الارتفاع المصاحب لعمليات تنمية الآبار.

طرق تطوير الآبار Methods of Well Development

يتم تطوير الآبار الجديدة لزيادة سعتها النوعية ومنع انسدادها بالرمال والحصول على آبار أكثر اقتصادية وأطول أعماراً. هذه النتائج يمكن الحصول عليها عن طريق إزالة المواد الدقيقة الحجم من المتكونات المحيطة بالمصفاة. وعندما يوضع الحزام الحصوي فإن جزءاً كبيراً من هذه المشكلة يكون قد تم حله، إلا أن تطوير البئر يظل ذو فائدة كبيرة.

يتم التطوير بطرق مختلفة تشمل:

١- الحقن الميكانيكي	Mechanical Surging
٢- الحقن باستخدام الهواء	Surging with Air
٣- الضخ الشديد	Overpumping
٤- الغسيل العكسي	Backwashing
٥- النفث الهيدروليكي	Hydraulic Jetting
٦- التهشيم الهيدروليكي	Hydraulic Fracturing
٧- استعمال المواد الكيميائية	Use of Chemicals
٨- استعمال المتفجرات	Use of Explosives

١ – الضخ الشديد Overpumping

يتضمن هذا الاسلوب ضخ الماء من البئر على مراحل مختلفة بمعدلات تصريف متصاعدة تبدأ من ضعيفة وتنتهي إلى عالية تفوق السعة المطلوبة .

لزيادة الفعالة يجب أن يكون النشاط ممتداً إلى أقرب منتصف المصفاة .

تبدأ المرحلة الأولى بضخ لفترة معينة حتى يصفى الماء ثم توقف المضخة لفترة ويعود الماء الموجود في الأنابيب إلى البئر ثم تبدأ مرحلة أخرى بزيادة في معدل التصريف حتى الوصول إلى المرحلة النهائية حيث تكون أكبر سعة للمضخة. بهذه الطريقة يتم تهييج الحبيبات الدقيقة قرب البئر ومن ثم يتم حملها وضخها خارج البئر.

٢ – الكبس الميكانيكي Mechanical Surging

في هذه الطريقة يستعمل مكبس Surge block يتحرك لأعلى وأسفل ويركب في أسفل ساق الحفر كالتي تستخدم في طريقة الجهاز الحبلي .عند استعمال هذه الطريقة يفضل إفراغ البئر جزئياً من الماء ثم إنزال المكبس تدريجياً إلى مستوى اخفض من مستوى الماء بحوالي ٥ – ١٠ م ولكن فوق مستوى المصفاة مع مراعاة الإنزال بسرعة بسيطة خاصة في التكونات الرسوبية الدقيقة. بهذه الطريقة يبدأ الضغط على الماء والذي بدوره ينتقل الضغط إلى المنطقة المحيطة بالبئر وبعد ذلك يبدأ رفع المكبس لأعلى ببطء ثم إنزاله مرة أخرى وهكذا لعدة مرات مع زيادة السرعة والقوة في كل مرة وخفضه لمستويات أعمق. عند الضغط لأسفل فإن الماء الهابط سوف يساعد على دفع الرسوبيات للداخل بعيداً عن المصفاة بينما عند اخفاض الضغط فإن المواد الدقيقة سوف تسحب بواسطة الماء وتتعلق فيه أثناء دخوله إلى داخل البئر حيث تترسب ويتم سحبها أخيراً بواسطة مضخة رمال sand pump.

٣- الكبس بالهواء Air Surging (Jetting)

يستعمل في هذه الطريقة مكبس هواء متصل بأنبوب هواء يوضع داخل البئر يثبت حول أنبوب الهواء أنبوب تصريف. ينزل الأنبوبان في البداية إلى قرب قاع المصفاة، وللحصول على نتائج جيدة يجب أن يكون مستوى الماء في أنبوب التصريف مغطياً لحوالي ثلثي طول الأنبوب. يقفل أنبوب الهواء ويبدأ في ضغط الهواء داخل البئر إلى درجة كبيرة بطريقة تدريجية ثم يخفض الضغط بطريقة فجائية بواسطة صمام. بهذه الطريقة يتم خلخلة الحبيبات الدقيقة حول البئر والمصفاة حيث تتفتت وتتعلق في الماء وتدخل معه إلى داخل البئر. يتم تكرار هذه الطريقة لعدة مرات حتى يتم التخلص من الرمال المتراكمة حول البئر.

٤- طريقة الغسل العكسي Backwashing

تسمى هذه الطريقة الجلد بالسياط Raw hiding وتتضمن رفع الماء من البئر إلى السطح بالضخ ثم تركه ليعود ثانية إلى البئر هذه الطريقة. يبدأ الضخ بمعدل تصريف

بسيط ويزداد تدريجيا إلى اقصى طاقة لتقليل خطر انسداد المضخة بالرمال. بعد ان تشغل المضخة ويصل الماء إلى السطح تقفل المضخة فيسقط عمود الماء داخل البئر. ويستمر تشغيل المضخة وإيقافها بسرعة بقدر ما تسمح به القوة المحركة وجهاز التشغيل، ومن وقت لآخر يتم ضخ الماء إلى الخارج لإزالة الرمال التي تتجمع في البئر. بهذه الطريقة يتم خلخلة الحبيبات الدقيقة المتركمة حول المصفاة حيث أن الحركة العكسية للماء تكسر التجميع Bridging الناشئ حول المصافي. بعض الآبار تستجيب للتطور بهذه الطريقة بدرجة كافية ولكن في كثير من الحالات فأن تأثير الضخ العكسي لا يكون قوياً بدرجة كافية للحصول على نتائج جيدة.

٥- النفث (الحقن) الهيدروليكي Hydraulic Jetting

الحقن بالماء بسرعات كبيرة يعتبر طريقة تطوير مؤثرة جداً في الآبار المفتوحة Open rock holes وفي الآبار ذات المصافي التي بها فتحات كثيرة. توضح فتحة النفث Jet nozzle في وضح أفقي وتركب في نهاية سلسة أنابيب متصلة بدوار ولي مركب في مضخة عالية الطاقة. يضخ الماء عبر الانابيب ويدار ببطء داخل البئر حيث تتخلخل الحبيبات الدقيقة في الصخور المفتتة ومن ثم تحمل بواسطة السريان المضطرب إلى داخل البئر. تفيد هذه الطريقة ايضا في تفكيك كعكة الطين من جدار البئر. هذه الطريقة صالحة كذلك للآبار ذات الحزام الحصوي.

٦- إستعمال مواد كيميائية Use of Chemicals

الآبار المفتوحة في الطبقات الجيرية مثل الحجر الجيري والدلوميت يمكن تطويرها بإضافة حمض الهيدروكلوريد إلى الماء في البئر حيث يعمل على إذابة الصخور وتوسيع الشقوق فيها. هذه الطريقة عادة تستعمل بعدها احدى طرق التطوير السابقة.

يمكن ايضا استخدام حمض الهيدروفلوريد لتطوير الآبار في الصخور التي تحوي السيليكا، وتستعمل مركبات الفوسفات المضافة إلى الماء لتفكيك كعكة الطين وازالة الرمال الدقيقة.

٨- استعمال المتفجرات Use of Explosives

يستخدم الديناميت لتوسيع الشقوق وزيادة نفاذية الصخور الصلبة، حيث يوضع داخل فتحات في جدار الآبار ومن يثم يفجر بطريقة مدروسة لتهشيم الصخور المحيطة بالبئر.

٧- التهشيم الهيدروليكي Hydraulic Fracturing

التهشيم الهيدروليكي يستخدم لتحسين الآبار المفتوحة ويستعمل كثيراً في آبار البترول. في هذه الطريقة تستخدم محابس قابلة للانفتاح Inflatable packers في داخل البئر بحيث تحجز جزء منه. تركب المحابس في أنابيب ممدودة من السطح. بعد ملء الانابيب بالماء يتم ضغطها بواسطة الهواء حتى تقوم بتهشيم الصخور المحيطة. أحياناً يتم ضخ الرمال إلى داخل الجزء المحصور من البئر حتى تندفع الرمال إلى داخل الشقوق في الصخور وتبقيها مفتوحة.

٨- استعمال المتفجرات Use of Explosives

يستخدم الديناميت لتوسيع الشقوق وزيادة نفاذية الصخور الصلبة، حيث يوضع داخل فتحات في جدار الآبار ومن يثم يفجر بطريقة مدروسة لتهشيم الصخور المحيطة بالبئر.