

المحتويات

١ - المقدمة

- ١-١ تقديمه
- ٢-١ تعريف المياه الجوفيه
- ٣-١ تعريف المصطلحات العلميه الخاصه ببرنامج المياه الجوفيه

٢ - المياه الجوفيه

- ١-٢ طرق استكشاف المياه الجوفيه
- ٢-٢ طرق الحصول علي المياه الجوفيه
- ٣-٢ خزانات المياه الجوفيه

٣ - الآبار

- ١-٣ شرح عام للآبار المياه الجوفيه
- ٢-٣ أنواع الآبار
- ٣-٣ الاشتراطات الصحيه الواجبه
- ٤-٣ اختبار مبنى البئر وموقع البئر
- ٥-٣ العوامل التي تؤثر علي إنشاء الآبار
- ٦-٣ طرق إنشاء الآبار

٤ - تطبيقات عمليه لاستخدام الآبار

- ١-٤ استخدام الآبار في ضخ مياه الري
- ٢-٤ استخدام الآبار في ضخ مياه الشرب
- ٣-٤ تمهيد لأنواع الطلمبات المستخدمه في الآبار
- ٤-٤ الطلمبات الغاطسه بالآبار (تطبيقات مصوره)

٥ - خاتمه

٦ - المراجع

١-١ تقديمه :

إن المياه تعني الحياه لهذا فمصادر الماء أكثر أهميه من مصادر الطاقه وان الدراسات الحديثه تؤكد أن الحروب القادمه ستكون علي التحكم في مصادر المياه ،وبتطبيق هذه الدراسات علي مصر وبالرجوع إلي كثير من المشكلات التي بدأت في الظهور نتيجة التعاون بين إسرائيل وعده بلاد افريقيه خصوصا البلاد المار خلالها نهر النيل لإقامه السدود للعمل علي الاستفاده من مياه نهر النيل والذي يعني نقصا في حصه مصر من المياه الوارده من النهر .

إن المستقبل يعني في المياه الوارده من النيل (لإقامه عده مشاريع وسدود في البلاد المار خلالها النهر هذا يعني خصما من نصيبنا من مياه نهر النيل) مع أن تعدادنا السكاني في تزايد رهيب ومثال بسيط منذ ١٩٥٢ حتى وقتنا هذا فالزياده من ١٨ مليون نسمة إلي ٨٠ مليون نسمة عام ٢٠٠٨ مما يترتب عليه نقص في نصيب الفرد المصري من المياه ويجعلنا ننظر بقلق نحو المستقبل ،ولذلك لابد أن نطور مصادر المياه في الاتجاهات التاليه:

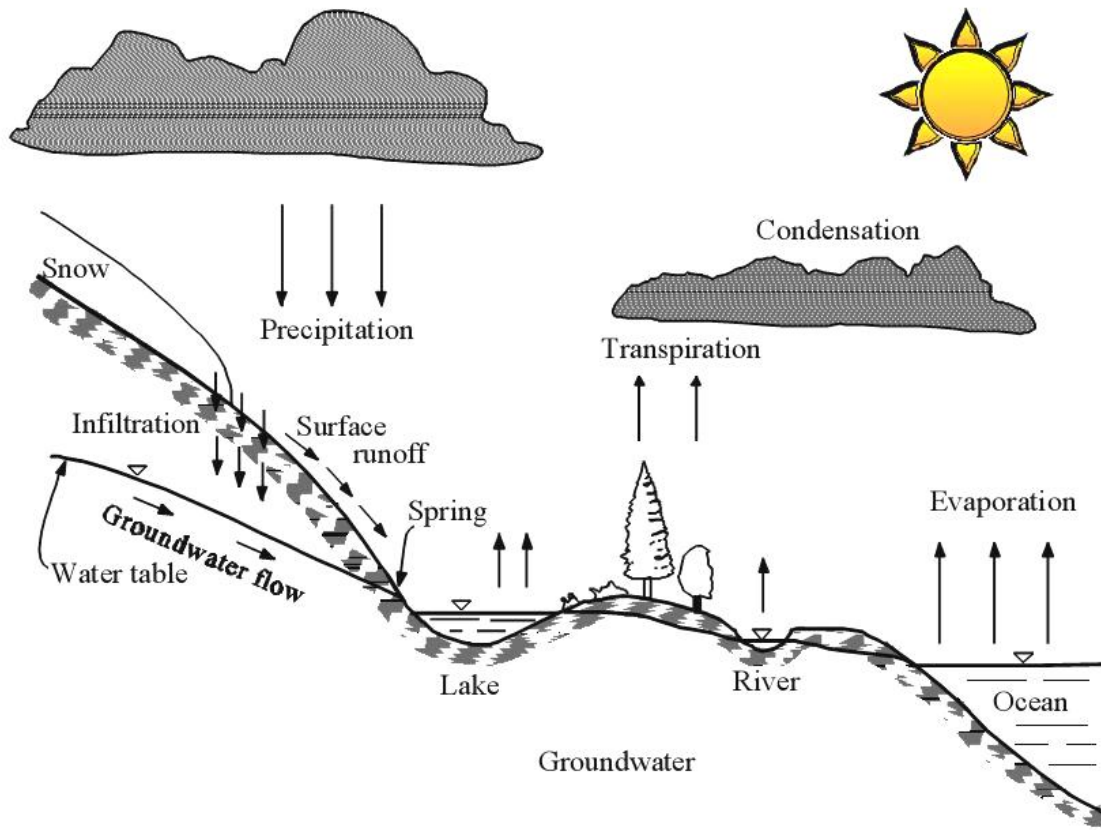
١- ماذا نمك حاليا من المياه الجوفيه في الصحراء الشرقيه والغريبه وكم عدد الآبار ؟ كم تصرف كل منها ؟ وكذلك التقرير الجيولوجي الخاص بكل بئر بما فيها المنسوب الديناميكي والاستاتيكي للمنطقه ولخزان الآبار .

٢- ماذا يمكن أن نفعل لتطوير مياها الجوفيه ؟ لابد من البحث عن مصادر مياه جديده وتطوير الآبار الحاليه واستخدام الطرق الحديثه ،كذلك تطوير المعالجه للمياه الجوفيه وعدم الاعتماد فقط علي المياه السطحيه .

٣- الحكومه يمكن أن توجه الدعوه لكبار علمائنا وعلي رأسهم في هذا المجال الأستاذ الدكتور فاروق الباز وهو يعتبر رائد في مجال الاستشعار عن بعد في اكبر جامعات أمريكا وهو يردد دائما في أبحاثه أن مصر تعوم فوق بحيره من المياه الجوفيه (التصوير بالأقمار الصناعيه)وهنا يجب استغلال ذلك لزياده كميات المياه الجوفيه المستغله لتكون مصدر إضافي مع المياه السطحيه .

٢-١ تعريف المياه الجوفيه

المياه الجوفيه هي المياه التي تسربت خلال طبقات الأرض من الأمطار والأنهار والبحيرات العذبه هذه المياه تتواجد في باطن الأرض علي أعماق وصور مختلفه ،وكميه المياه الموجوده بالكره الأرضيه ثابتة منذ القدم ولا تتغير ،وهذا يرجع إلي دوره الهيدرولوجيه والموضحه بشكل رقم (٢)



الشكل (١) الدورة الهيدرولوجية

والتي تتلخص في الآتي :-

- تتبخر المياه من المسطحات المائية وكذا من نتح النباتات المائية ومن الإنسان والحيوان .
- يتصاعد بخار الماء ويتجمع مكونا السحب .
- يتكثف بخار الماء ويسقط كأمطار .
- تتجمع مياه الأمطار في البحيرات العذبة والأنهار وفروعها .
- يتسرب جزء من هذه المياه إلى باطن الأرض مكونا المياه الجوفية والتي يتم استخراجها إلى السطح إما طبيعيا أو صناعيا .

والمياه الجوفية رغم أنها تكون في الغالب خالية من أي تلوث بكتريولوجي ، إلا أنها تحتاج لدراسات وتحليلات كاملة قبل السماح باستخدامها ، كما أنها تتواجد على أبعاد مختلفة عن سطح الأرض تتغير من موقع لآخر وذلك حسب التكوين الجيولوجي للتربة .

وأهميه المياه الجوفية تزداد بصفه مستمره نظرا لزياده الطلب علي المياه لجميع الأغراض - الزراعيه والصناعيه والشرب ، خاصه أن كميه المياه الجوفيه تزيد بنسبه كبيره عن مياه الأنهار والبحيرات .

- مياه الجريان السطحي

ماء المطر المتساقط عندما يقابل ميول في سطح الأرض فإنه يتفق في جريانه على سطح الأرض بتأثير الجاذبيه الأرضيه على كتله الماء (يسمى ذلك قوه الوزن) و غالبا توجد مياه الجريان السطحي على شكل أنهار و بحيرات مياه.

- المياه الجوفيه

الجزء من ماء المطر الذي يترشح (يتحرك من سطح التربه إلي باطنها) من خلال مسام حبيبات التربه يتغلغل (يتحرك بقوه وزنه في داخل الأرض و لأسفل) حتى يقابل طبقه من الأرض عديمه المسام تحجزه فوقها فتتجمع كميته من المياه تعرف باسم الماء الجوفي أي الذي في باطن الأرض.

- الطبقة الحامله للماء الجوفي

الماء الجوفي يتواجد في طبقات من الأرض تسمى الطبقات الحامله للماء الجوفي (Aquifer) و هي طبقات من الصخور بها مسام كما في حاله الحصى و الرمال المفككه أو في حاله الحجر الرملي أو تحتوى هذه الصخور على شقوق كما في حاله الصخور الجبريه المكونه من كربونات الكالسيوم (معدن الكالسييت) أو في حاله صخور القاعده (الطبقة السفلى من القشره الأرضيه) الجرانيتيه و أيضا كما في حاله صخور البازلت الناريه . و الماء الجوفي يتواجد في مسام و شقوق الطبقة الحامله للمياه . دائما تكون الطبقة الحامله مشبعه بالمياه أي أن كل مسامها ممتلئه بالماء و خاليه تماما من الهواء و لذلك يسمى ذلك النطاق بنطاق التشبع.

الطبقة العازله

والاسم الأكثر شيوعا لها الطبقة الكتيمة و يقال لها الطبقة الغير منفذه للمياه و ذلك لأنها عديمه المسام و هذه الطبقة هي التي تحجز الماء الجوفي فوقها و تمنع استمرار نزوله لباطن الأرض بتأثير جاذبيه الأرض.

خزان الماء الجوفي (أحواض الماء الجوفي) حر السطح - الحبيس - شبه الحبيس :

خزان الماء الجوفي هو امتداد لطبقه حامله للماء الجوفي و يمكن تسميته حوض ماء جوفي و هذا الامتداد قد يكون متسع جدا فمثلا خزان الحجر الرملي النوبي الأرتوازي يمتد في أربع دول هي ليبيا و تشاد و السودان و مصر التي يمتد هذا الخزان في كل مساحتها تقريبا فهو يمتد في الصحراء الغربيه حتى البحر المتوسط كما يوجد له امتداد في الصحراء الشرقيه و في سيناء . لدينا ثلاثة أنواع من الخزانات الجوفيه هي حره السطح و تتكون من طبقه كتيمة في الأسفل تعلوها طبقه حامله يطلق عليها نطاق التشبع وماءها يكون تحت تأثير الضغط الجوى لأن ما يعلوها من طبقات أرضيه يحتوى على

هواء في مسامه لذلك يطلق على هذا النطاق أسم نطاق التهويه و الخزانات الحبيسه التي تسمى أيضا الخزانات المحصوره تتكون من طبقه حامله أسفلها طبقه كتيمة و أعلاها طبقه كتيمة تعزلها عن الهواء الجوى و يكون ماءها ضغطه أكبر من الضغط الجوى و الخزانات شبيهه الحبيسه تكون طبقتها الحامله للماء محصوره من أعلى و أسفل و أحيانا من الأجانب بطبقه شبه كتيمة أو مزيج من طبقات كتيمة و شبه كتيمة و الطبقة شبه الكتيمة قد تحتوى بعض المسام أو الشقوق بها ماء لكن ناقليتها للماء شبه منعدمه و القوانين الهيدروليكيه للمياه الحبيسه و شبه الحبيسه واحده و كلاهما تحت ضغط أعلى من الضغط الجوى . يمكن للخزانات أن تتواجد في طبقات يعلو بعضها البعض و لا تعتبر هذه الطبقات خزان واحد ألا لو اشتركت في منطقه تغذيه واحده أو منطقه صرف واحده أو في الاثنين معا . منطقه التغذيه هي التي يترشح منها الماء و يصل إلي الخزان الجوفي و منطقه الصرف هي المنطقه التي يصرف فيها الماء الجوفي طبيعيا و هي البحار و المحيطات و ما بين المنطقتين يسمى منطقه التوصيل حيث يتحرك الماء الجوفي من منطقه التغذيه إلي منطقه الصرف الطبيعي.

- مستوى سطح الماء الجوفي

هو عمق سطح الماء الجوفي أسفل سطح الأرض (Water table) و هو يعرف بمستوى سطح الماء الاستاتيكي (أي الساكن) الذي يكون في الأحوال العاديه بدون ضخ مياه و هو يكون سطح الماء الجوفي واحد في كل من البئر و الخزان وهذا المصطلح لا يستخدم ألا لخزان المياه الجوفي حر السطح . و لا يشترط أن يكون سطح مياه الخزان حر السطح موازى لسطح الأرض بل يمكن أن يكون مائلا لأسفل و يسمى هذا الميل بمصطلح الميل الهيدروليكي و هو مصطلح خاص أيضا بالخزان حر السطح . تتحرك مياه الخزان حر السطح من المناطق الأعلى إلي الأقل ارتفاعا.

- المستوى البيزومتري

في الخزانات الحبيسه و شبه الحبيسه تكون المياه محصوره و معزوله عن الهواء الجوى و تكون تحت ضغط أعلى من الضغط الجوى تختلف قيمته حسب الظروف و يسمى هذا الضغط البيزومتري (بعضهم يسميه بيتنشيومتري) و لا يتساوى هذا الضغط في كل مناطق الخزان الحبيس أو شبه الحبيس و على هذا تنتقل مياه هذه الخزانات من مناطق الضغط الأعلى إلي مناطق الضغط الأقل . لكن في كلا نوعي الخزانات حره السطح أو الحبيسه و شبه الحبيسه فأن تصرف الماء الجوفي (كميته المياه التي تمر في مقطع عرضي معين من الخزان) يحكمه قانون واحد في الحالتين هو قانون دارسي وهو قانون يشرح العلاقة بين الفاقد في الضغط بالمتري ومعامل الاحتكاك وطول الماسورة وقطرها أو قطع التوصيل وكذلك عاملي سرعة المياه والجاذبيه الارضية

$$H = \lambda L/D \quad V^2/2g$$

حيث H : فاقد الضغط بالمتري

L : طول الماسورة ويتوقف حسب نوع الماسورة ومادتها وعمرها وإذا كانت قطعة مرتفعة أو كوع أو جلبه أو

- D : قطر الماسورة
- V : السرعة
- g : عجلة الجاذبية الأرضية
- λ : معامل الاحتكاك

- الهبوط

عند تشغيل مضخة ماء مركبه على بئر مياه جوفيه فأن مياه الخزان الجوفي حتى مسافه معينه (تسمى منطقه التأثير) تتحرك كلها و من جميع الاتجاهات نحو مكان المضخة المركبه على المحور الطولي للبئر و يسمى هذا بالسريان الشعاعي . و حركه السريان الشعاعي هذه لا تكون في مستوى أفقى بل تكون الحركه نحو البئر و لأسفل بحيث أن سطح الماء داخل البئر سينخفض نحو الأسفل لمسافه معينه تختلف على حسب ظروف البئر . شكل الهبوط في ماء الخزان سيكون على شكل مخروط مقلوب قاعدته باتجاه سطح الأرض و قمته بداخل البئر (سيكون على شكل قمع) أي أن أقصى مسافه هبوط تكون داخل البئر و يهمننا معرفتها حتى نركب مضخة البحر تحت منها بمسافه كافيه . و يقل مقدار الهبوط تدريجيا كلما اتجهنا إلي الابتعاد عن البئر نحو الخارج حتى تصل قيمه الهبوط إلي صفر على حدود منطقه التأثير التي تكون على شكل دائره حول البئر (واقعيا تؤثر الظروف فلا تكون حدود منطقه التأثير على شكل دائره منتظمه) و يهمننا معرفه حدود منطقه التأثير حتى لا يتم حفر بئر آخر داخل هذه الحدود فيؤثر كلا البئرين بالسلب على كلاهما الآخر واذا تم الضخ من أحدهما فسيؤثر سلبا على الآخر خاصه لو كان الآخر أقل عمقا فربما يصل التأثير إلي انعدام قدرته على الضخ نهائيا.

- جيولوجيا

هي علم الأرض و يهتم بطبقات الأرض و نشأتها و تطورها و تاريخها و تركيبها الصخري و المعدني و الثروات الموجوده بها و فروع هذا العلم كثيره.

- هيدرولوجي

هو علم المياه و يهتم بدراسه تواجدات المياه و أماكنها و حالتها و حركتها و كل ما يتعلق بها.

- هيدروجيولوجي

الهيدروجيولوجيا هي فرع من علوم الجيولوجيا يهتم بدراسه الماء خاصه في طبقات الأرض.

- جيومورفولوجي

كلمه مكونه من مقطعين جيو اختصار جيولوجيا و مورفولوجي معناها الشكل الظاهري و يقصد بها الشكل الظاهري لطبقات الأرض كما يظهر على سطحها.

- ليثولوجى

ليثولوجى هو علم تركيب أنسجه التربيه (كأنسجه النبات أو الحيوان) هستولوجى (المركبه من كم من الخلايا و تتشكل أعضاء الكائن من عده أنسجه) و الأنسجه يقصد بها هنا تركيبه الطبقة أو الطبقات الأرضيه من حيث تكوينها و حاله مسامها و تتابعها و الليثوسفير هو الغلاف الصخري للأرض

- بيدولوجى

علم الأرض الذي يعنى بالطبقة السطحيه للأرض . و المصطلح يستخدم كذلك في الزراعه في علوم الأراضي التي تهتم بالتربه أي طبقه الأرض السطحيه التي ينتشر بها جذر النبات.

- مسح جيوفيزيائى

يقصد به دراسه طبقات الأرض (جيولوجيه) لمنطقه معينه بوسائل و آلات فيزيائيه تعتمد على الخصائص الفيزيائيه لطبقات الأرض مثل كثافتها أو درجه حرارتها أو خواصها الإشعاعيه.

- المناخ

يعنى الأحوال الجويه التي تسود منطقه معينه لفته طويله من الزمن كعام كامل مثلا أو فصل من الفصول كالصيف . و للمناخ عناصر عديده مثل درجه الحراره و الرطوبه النسبيه و ضغط الهواء و حركه الرياح الأفقيه و العموديه و سرعه الرياح و اتجاهها و الأمطار و تبخر المياه من سطح الأرض أو من سطح مياه حره كالبحر و النتح أي التبخر الفسيولوجي للنبات.

- الميزانيه المائيه

ماء المطر المتساقط يتبخر جزء منه أثناء تساقطه و قبل وصوله للأرض و جزء من الماء المتساقط عندما يقابل ميول بالتربه فإنه يجرى على سطح الأرض كما في الأنهار لصرف في نهايه رحلته في البحار و جزء آخر من ماء المطر يترشح إلي باطن التربيه و يتغلغل فيها لتغذيه المياه الجوفيه التي تصرف في النهايه مائها في البحار أما الجزء الأخير من ماء التساقط فيتبخر من سطح الأرض كما يتبخر من سطح النباتات أي النتح. الميزانيه المائيه تفترض أن التساقط يتم على أرض جافه (صحراء) فيكون التساقط (Precipitation) مساويا الترشح (Infiltration) إلي باطن التربيه مضافا إليه قيمه مقدار البخر نتح . إذا الموازنه المائيه هكذا هي عباره عن صيغه معادله رياضييه يمكننا منها حساب تغذيه المياه الجوفيه حيث أن كل الماء المرشح إلي باطن التربيه هو مقدار تغذيه الماء الجوفي .

- الخريطه

الخريطة هي توقيع المعالم الأرضية لمنطقه ما على الورق بمقياس رسم معين . مقياس الرسم يحسب بالسنتيمتر كنسبه بين أبعاد المعالم على الخريطة إلي أبعادها الحقيقيه في الطبيعه فخرائطه مقياس رسمها واحد إلي مليون ١ : ١٠٠٠٠٠٠٠ يعنى أن خط طوله ١ سنتيمتر على الخريطة يساوى مليون سنتيمتر على الطبيعه أي عشره كيلومترات . الخرائط الطبوغرافيه يكون مقياس رسمها صغير أي تظهر به المعالم أوضح و عادة يكون ما بين ١ : ٥٠٠٠ و حتى ١ : ٥٠٠٠٠٠ و مثلها تكون الخرائط المساحيه و أصغرهما ما يستخدم في الزراعه و يسمى خرائط فك الزمام و يمكن أن تكون بمقياس ١ : ١٠٠٠ أي ١ سم على خريطة فك الزمام يمثل ١٠ متر على الطبيعه و ذلك للاستفاده في توقيع الحيازات و ملكيه الأراضي الزراعيه . يوجد على كل خريطة مفتاح بأسفلها يشرح الرموز المستخدمه في الرسم كما يدون عليها مقياس الرسم . و في هوامش الخريطة يكتب أسمها الذي تسمى به و يوجد أيضا في الهوامش مربع مرسوم عليه أسم الخريطة و ما يحيط

به من مربعات خرائط مجاوره بأسمائها . يدون بالهامش سنه طبع الخريطة لأن المعالم تتغير مع السنين و يوجد قيمه الانحراف المغناطيسي في سنه طبع الخريطة (انحراف الإبره المغناطيسيه للبوصله عن الشمال المغناطيسي للكره الأرضيه و الذي يتغير سنويا بقيمه تدون على الخريطة) . الخرائط كانت ترسم بواسطه المساحين من على الأرض ثم بظهور الطيران أعتمد رسم الخرائط على الصور الجوية ثم بظهور الأقمار الصناعيه فالיום يمكنك رسم أي خريطة لأي مكان في العالم من أي منطقه أخرى و لحظيا .

- خط الكونتور

في الطبيعه خط الكونتور هو خط وهمي يمر بجميع النقط التي تكون على أرتفاع واحد من سطح البحر و على الخريطة ترسم هذه الخطوط و يون إلي جوارها رقم يعبر عن منسوب خط الكونتور هذا . و ترسم خطوط الكونتور على الخريطة الواحده بفواصل رأسي ثابت بمعنى أن يكون الفرق في الارتفاع بين خط الكونتور و الذي يليه متساويا بين أي خطين متتالين على الخريطة الواحده و ليكن ١٠ متر مثلا . الخرائط المساحيه العاديه لا يوجد عليها خطوط كونتور في العاده . ما سبق هو الأصل في تسميه خطوط الكونتور و التي عند توقيعها على الخريطة تعطى معلومات عن ارتفاع أي نقطه على الخريطة عن سطح البحر كما أنها تعطى صورته عن شكل الأرض بما عليها من مرتفعات و منخفضات . استغلت فكره خطوط الكونتور في الخرائط الخاصه كالخرائط المناخيه ففي خرائط المطر ترسم خطوط كونتور لقياس المطر الذي يقدر بوحدات أطول (ملليمتر أو بوصه مثلا) عمق المطر المتجمع في وعاء المطر خلال عام مثلا فنقول أن المطر السنوي في منطقه ما كمدينه القاهره هو فعلا ٢٥ ملليمتر / سنه و خط كونتر المطر الذي يمر بجميع المناطق التي مطرها السنوي ٢٥ ملليمتر في مصر هو خط موازى تقريبا لساحل البحر المتوسط و يمر بمدينه القاهره . بالمثل توجد

خرائط كونتوريه للبحرنتح . بالمثل توجد خرائط كونتوريه لمستوى سطح المياه الجوفيه حره السطح . بالمثل توجد خرائط كونتوريه بيزومتريه تبين ضغوط خزانات المياه الجوفيه الحبيسه و شبه الحبيسه.

- خريطة - قطاع جيولوجي

الخريظه الجيولوجيه هي خريظه يرسم (يوقع) عليها طبقه أرضيه حامله للماء مثلا تمتد في منطقه معينه من الأرض .
القطاع الجيولوجي هو خريظه لقطاع رأسي في الأرض لمنطقه معينه تظهر عليه طبقات الأرض المختلفه التي يقطعها هذا القطاع كما يظهر عليها مجارى الأنهار مثلا و البحيرات و البحار لو وجدت.

- المساحه

هي ذلك العلم و تطبيقاته المستخدمين لرسم مختلف أنواع الخرائط .
المساحه الجيولوجيه هي التي تهتم برسم الخرائط الجيولوجيه .

- الصور الجويه

هي صور ضوئيه (فوتوغرافيه) لمنطقه من الأرض ملتقطه من الجو بواسطه كاميرا ضوئيه مركبه في طائره . و يستفاد من الصور الجويه مباشره كما في مجال علوم الأراضي و مكافحه التصحر أو يستفاد منها في رسم الخرائط . توجد صور جويه ملتقطه بكاميرات حراريه و فكرتها تعتمد على اختلاف الحراره النوعيه للأجسام المختلفه و التي تظهرها على الصوره بألوان مختلفه من درجات اللونين الأحمر و الأزرق بخاصه . يوجد أيضا تصوير من الطائرات بكاميرات الفيديو.

- صور الأقمار الصناعيه

مثلا مثل صور الطائرات و لكن هناك نوعيه صور تتم بالتصوير الراداري و هذه الصور و ما يتعلق بها هو ما يعرف بالاستشعار عن بعد و أهم تطبيقاته في الزراعه في مجال الأراضي.

- التحليل الكيميائي للماء

يتساقط ماء المطر في صورته نقيه مثل الماء المقطر . الماء هو أكبر مذيبي في الطبيعه لذا فسرعان ما يمتلح الماء بمجرد ملامسته لأملاح الأرض و يزداد تملحه باستمرار اتصاله بالأرض و هذا هو سبب ملوحه البحار التي يصرف إليها الماء السطحي و الجوفي.
للماء خصائص طبيعيه (وزن نوعي - درجه حراره - شفافيه - لون - رائحه - مذاق - توصيل كهربى - خواص إشعاعيه) . أما مكونات الماء الكيميائيه التي يتم تحليلها فتقسم على حسب تركيزها السائد عموما في الماء لمجموعات من مكونات سائده (١ : ١٠٠٠٠ جزء في المليون) و مكونات

ثانيه (٠,٠١ إلى ١٠ جزء في المليون) و مكونات نادره (أقل من ٠,٠٠١ جزء في المليون) .
الملوحه الكليه تشمل جميع الأملاح الذائبه سواء كانت متأينه أو ثابتة التركيب و تحسب بتبخير جزء
معلوم من المياه على درجه حراره ١٨٠ أو أحيانا ١١٠ درجه مئوية . و يمكن تحديد درجه الملوحه
الكليه تقريبا بتحديد درجه التوصيل الكهربى للماء. $E \quad C$
يتم تحديد النوعيه الكيميائيه للمياه على أساس تركيز المكونات السائده بها و هي الكلوريدات و
الكبريتات و الكربونات و الصوديوم و المغنسيوم و الكالسيوم.
يتنوع التركيب الكيميائي للمياه الجوفيه على طول الامتداد الجغرافي للخران في نطاقات جيوكيميائيه
تكون فيها المياه أقل ملوحه ذات تركيب بيكربوناتى ناحيه المنبع (منطقه التغذيه) و أشد ملوحه ذات
تركيب كلوريدى عند المصب (منطقه الصرف الطبيعى) و في المنتصف (منطقه التوصيل) تكون
فيه المياه كبريتيه. تعتمد التصنيفات المختلفه للمياه على واحد أو أكثر من العوامل التاليه : الملوحه
الكليه - نسبه الصوديوم المتبادل - تركيز المواد السامه خاصه البورون - تركيز الكلوريدات و
الكبريتات.

- نوعيه (صلاحيه) المياه

تحدد التحليلات الكيماويه للمياه إلى جانب خواصها الطبيعيه و البكتريولوجيه مدى صلاحيتها
للاستخدامات الثلاثه للمياه و هي في الزراعه و الصناعه و الاستخدام المنزلي.

- البخرنتح

كميه البخرنتح في منطقه ما هي مجموع الماء المتبخر من سطح الأرض و من سطح ماء حر (نهر - بحيره) و ما ينتجه النبات في هذه المنطقه و يسمى هذا البخرنتح الفعلي و يمكن أن
نحسب كميّه البخر نتح الفعلي خلال فتره زمنيّه معينه (يوم - سنه ... الخ) . سعه البخرنتح
لمنطقه ما هي قدره عوامل المناخ في هذه المنطقه على أحداث البخرنتح و في المناطق الجافه
تكون سعه البخرنتح أكبر بكثير من البخرنتح الفعلي وذلك لانخفاض نسبه الرطوبه في
المناطق الجافه.

- عمر طبقه الأرض - التاريخ الجيولوجي

تكونت طبقات الأرض المختلفه في حقب جيولوجيه مختلفه تقدر بملايين السنين و يهتم التاريخ
الجيولوجي للأرض بدراسه تكوين الطبقات في جميع الحقب الجيولوجيه . تطلق تسميات مختلفه
على طبقات الأرض تكون تبعا للحقب الذي تكونت فيه فيقال طبقه (مكون) حقب الأيوسين
مثلا أو تسمى الطبقات تبعا لتركيبها الصخري فيقال طبقات (مكون) الحجر الرملي مثلا أو
تسمى تبعا لأسم أحد المعالم الشهيره فيقال مكون أسنا مثلا (نسبه لمدينه أسنا بناحيه قنا) و
لهذا المكون أمتدات في سيناء.

- دراسه أستراتيجرافيه

ستراتا معناها طبقه و استراتیجی تهنی دراسه الطبقات فی منطقه ما.

٢- المياه الجوفية

١-٢ طرق استكشاف المياه الجوفية

لماذا نتعرف على هذا الموضوع ؟

يتم التعرف على طرق استكشاف المياه الجوفية في إطار التعرف على كل ما يخص المياه الجوفية حتى يكون لدى القارئ مفهوم صحيح عن تواجد المياه الجوفية و كيفية استغلالها. تكثر أسئلة المشتغل بالزراعة و أحيان كثيرة تجده لا يفصل ما بين المفاهيم الصحيحة و ما بين تفكير عفا عليه الزمن عندما كان يستعان بالمشعوذين لاكتشاف المياه الجوفية على سبيل المثال. الماء العذب في الأرض الجزء الأعظم منه يوجد متجمدا في المناطق القطبية و المتاح للاستخدام من الماء العذب أما مياه سطحه تتوفر بالأنهار و بحيرات المياه العذبة بنسبه ١ % من المتاح و الذي الجزء الأعظم منه مياه جوفية بنسبه ٩٩ % و تلك النسب عالميه بمعنى أنها قد تختلف على مستوى المنطقه العربيه.

يمر استكشاف المياه الجوفية بمراحل:-

١- مرحلة البحث التمهيدي (استكشاف إقليمي)

تجرى لتكوين فكره عن الظروف الجيولوجيه و الهيدرولوجيه للمنطقه و تعتمد على تجميع و دراسته أي دراسات سابقه للمنطقه و ما جاورها من الناحيه الطبوغرافيه و الجيولوجيه و الجيومورفولوجيه و البيدولوجيه و الجيوفيزيائيه و المناخيه و تواجدات المياه السطحيه.

٢- مرحلة الدراسات المبدئيه (بحث نصف تفصيلي للمناطق ذات الأهميه المائيه)

دراسات حقلية و معملية يصاحبها حفر آبار قليله أو متوسطه العمق مع إجراء ضخ تقريبي لمعرفة التركيب الجيولوجي و عمل تحليل كيميائي للمياه و تنتهي هذه الدراسات إلي رسم خرائط هيدروجيولوجيه بمقياس رسم ١:١٠٠٠٠٠ أو ١:٢٠٠٠٠٠ و أحيانا تكون بقياس رسم ١:٥٠٠٠٠٠ (أي أن كل ١ سنتيمتر على الخريطه يمثل ٥٠٠٠٠٠ سنتيمتر (نصف كيلومتر) على الطبيعه).

٣- مرحلة الدراسات التفصيليه

تجرى لمساحات محدوده ثبت أهميتها في الدراسات المبدئيه . يتم فيها زياده كميته الدراسات و التجارب تبعا لغرض الدراسه و طبيعه المنطقه . ينتج عن الدراسه خرائط هيدروجيولوجيه بمقياس رسم ١:٥٠٠٠٠ أو ١:٢٥٠٠٠ أو ١:١٠٠٠٠ أو ١:٥٠٠٠ و ذلك على حسب كميته الدراسات التي تتم.

الخرائط الهيدروجيولوجيه تحدد امتداد و عمق و سمك و خواص الطبقة الحامله للمياه و

ظروفها الهيدروجيولوجيه و إنتاجيتها كما تحدد خطوط كنتور سطح المياه أو المستوى البيزومتري لها و كذلك نوعيه المياه الجوفيه و أيضا توقع على الخريطه تواجدات المياه السطحيه من أنهار و نهيرات و ترع و مصارف و بحيرات تؤثر في تغذيه الماء الجوفي.

أنواع الدراسات المستخدمه في استكشاف المياه الجوفيه :-

١ - دراسات سطحيه و تنقسم إلي:-

- دراسات مناخيه :

كميه المطر - كميّه البخرنتح - درجات الحراره - الضغط الجوي - الرطوبه الجويه و يتم عمل خرائط بذلك و يتم حساب الموازنه المائيه.

- دراسات طبوغرافيه :

تمهد للدراسات الجيولوجيه التي تمهد للدراسات الهيدروجيولوجيه . تتم الدراسه الطبوغرافيه بأعمال المساحه و الصور الجويه و صور الأقمار الصناعيه وبال GIS نظم المعلومات الجغرافيه التي تتم بالاتصال بالأقمار الصناعيه.

- دراسات جيولوجيه سطحيه :

هي أولى خطوات الدراسه المبدئيه و هي الأساس الذي تبنى عليه الدراسه التفصيليه . معرفه ترسيب و تآكل الطبقات و تركيبها الجيولوجي يؤدي لاستنتاج امتداد الطبقة الحامله للمياه و يساعد في تكوين صوره عن الخواص الليثولوجيه للطبقات و بالتالي تحديد احتمال تكوين المياه بتلك الطبقات و تحديد نوعيه المياه مبدئيا كما يمكن تحديد المناطق التي يمكن تدفق المياه منها ارتوازيا دون الحاجه لمضخات . الدراسه الأستراتيجرافيه و دراسه التاريخ الجيولوجي يساعد في اكتشاف خزانات ارتوازيه على أعماق معينه . تقوم المساحه الجيولوجيه برسم خرائط جيولوجيه للمنطقه و أيضا قطاعات جيولوجيه.

٢ - دراسات تحت سطحيه :

تتم هذه الدراسات من على سطح الأرض و من خلال آبار أختباريه يتم حفرها و هي تبدأ مع بدايه عمليه الحفر بفحص ناتج حفر طبقات الأرض أولا بأول و تنقسم تلك الدراسات إلي: -

- الدراسات الجيولوجيه تحت السطحيه

تتم على فتات الصخور المحفوره على كل عمق ١ - ٢ أو ٣ - ٥ متر و تتم على عينات أسطوانيه تؤخذ على حسب الحاجه إليها و هذه الدراسات تنتهي إلي رسم خرائط ليثولوجيه تحت سطحيه تبين التكوين الليثولوجي لطبقات الأعمار الجيولوجيه المختلفه و رسم خرائط تركيبيه كنتوريه تبين تضاريس و انكسارات و ألتواءات الطبقات مختلفه الأعمار و رسم خرائط سمك الطبقات خاصه الحامله للمياه و العازله و رسم خرائط السمك الصافي لطبقه الرمال و الحجر الرملي و رسم خرائط جيولوجيه تركيبيه للقاع الصخري أسفل الطبقات الرسوبيه و غالبا يكون من صخور ناريه أو متحوله و ترسم هذه الخريطه بمقارنه المسح

الجيوفيزيائي مع تحليل عينات ناتج حفر الآبار الاختباريه.

- الدراسات الجيوفيزيائية:

تدرس الخواص الطبيعيه للصخور مثل الكثافه و المغناطيسييه و المرونه و الخواص الإشعاعيه و درجه مقاومه التيار الكهربيه و درجه توصيل الصوت و خلافه . و هي تنقسم إلي قسمين:

* مسح جيوفيزيائي يجرى فوق سطح الأرض لاختبار الطبقات التي في الأعماق و هو ينقسم إلي أربعة طرق:

١- طرق سيزمولوجيه :

بطريقه الموجات المنعكسه و طريقه الموجات المنكسره لمعرفه شكل و عمق الطبقات وهذه الطريقه تزداد أهميتها في التنقيب عن النفط.

٢- طرق مغناطيسييه :

اعتمادا على الخواص المغناطيسييه يتم رصد الانحراف المغناطيسي من على سطح الأرض أو من طائره تطير على الارتفاع منخفض لتحديد شكل الطبقات و معرفه التركيب المعدني للصخور.

٣- طرق الجاذبيه الأرضيه :

تعتمد الطرق الجرافيمتريه هذه على تعيين وزن كتله معينه بدقه في نقاط مختلفه على الأرض و هي تفيد في حساب سمك الطبقات الرسوبيه.

الطرق المغناطيسييه و الطرق الجرافيمتريه استخدمتا في تحديد شكل القاع الصخري لمنطقه الوادي الجديد بالصحراء الغربيه لمصر . هذه الطرق من المسح تعتبر طرق غير مباشره.

٤- طرق كهرييه :

هذه هي أهم طرق الدراسه الجيوفيزيائيه الأربعة . تعتمد الطريقه على اختلاف المقاومه الكهرييه للصخور تبعا لنوعها و كثافتها و حجم و شكل مسام الصخور . تفيد هذه الطريقه في تحديد مواقع ينابيع المياه المعدنيه و تحديد عمق المياه الجوفيه حره السطح و تحديد مناطق المياه العذبه داخل المناطق المشبعه بالمياه المالحة خاصه في المناطق الجافه و مثال ذلك ما تم فعلا لتحديد عدسات المياه العذبه العائمه على طبقات المياه المالحة في كل من الساحل الشمالي الغربيه و سيناء بمصر كما تفيد الطرق الكهرييه في تحديد المناطق عاليه النفاذيه خاصه في طبقات الحصى و الرمل و كذلك تستخدم لتحديد سمك طبقات الحصى و الرمل الحامله للماء الجوفي و أيضا تستخدم الطرق الكهرييه لتحديد عمق و وضع الطبقات ذات التشققات العاليه لأهميتها كمناطق ذات احتمالات مائيه كبيره.

* رصد جيوفيزيائي داخل الآبار و يجرى داخل الآبار بعد حفرها و يتم بعده طرق:

الرصد الكهربى في الآبار :

بطريقه رصد الجهد التلقائى في الآبار المغلفه أو بطريقه رصد المقاومه الكهربيه في الآبار الغير مغلفه و تفيد في دراسته تتابع الصخو (ليثولوجى) و التمييز بين الطبقات الحامله للماء العذب و الماء المالح التي يخترقها البئر و تحديد عمق المناطق المبطنه بالقواسين (المغلفه) من البئر و كذلك تحديد عمق الجزء المتآكل أو المنهار من القواسين كما يمكن تحديد المقاومه النوعيه للطبقات التي يخترقها البئر . و توجد طريقه للرصد الدقيق جدا بالميكروولوج و خصائصه تحديد سمك الطبقات التي يخترقها البئر خاصه الطبقات دقيقه السمك و تحديد الحدود بين الطبقات حتى بين الطبقات دقيقه السمك و تحديد المساميه و النفاذيه لطبقات الأرض و تحديد الفجوات داخل البئر و هذه الطريقه شائع الاعتماد عليها و يمكن بواسطتها قياس أي تغيير بسيط في قطر البئر يصل إلي نصف ملليمتر (٠,١٢٥ بوصة).

الرصد الإشعاعي داخل الآبار و ينقسم لنوعين أساسيين:

رصد أشعه جاما . تتبعث طبيعيا من الصخور و تستعمل هذه الطريقه لتحديد طبقات الطفله التي يصعب تمييزها و تحديد سمكها حتى لو كانت مالحه.
الرصد النيوتروني . يتم بقذف الصخور بالنيوترونات . و تستعمل في تحديد الطبقات في الآبار المغلفه و الغير مغلفه و هي الأدق في تحديد مساميه الصخور و تفيد في تحديد الطبقات المتماسكه و المضغوطه و معرفه الجزء من البئر المغلف بالمصافي ذات الفتحات.

الرصد الحراري داخل البئر

عامه ترتفع درجه الحراره ١ درجه مئويه مع كل ٣٠ متر (١٠٠ قدم) عمق لكن نوع الصخور يؤثر و وجود ماء أو غاز يخفض درجه الحراره عن معدلها أو يرتفع نتيجة تفاعلات ناريه جوفيه:
يستعمل الرصد الحراري في مقارنة نتائج الرصد الكهربى و يمكنه تحديد ارتفاع الأسمنت لو وضع في البئر و يمكنه تحديد مناطق فقد محلول الطفله المستخدم مع الحفارات الرحويه.

رصد قطر البئر

و يتم بجهاز معايره (caliber) يركب مع الميكروولوج المستخدم للرصد الكهربى:
و يستخدم في التقدير الدقيق للتغيير في قطر البئر على الأعماق المختلفه و معرفه بيانات الطبقات على حسب طريقه الحفر حيث يزيد قطر الحفر في الطبقات غير المتماسكه عند استخدام حفارات رويه بينما يزيد هذا القطر عند استخدام الحفار الدقاق لو وجدت طبقه صلبه أسفل الطبقة الغير متماسكه و يتساوى قطر الحفر طبقا لقطر بنطه الحفر في الطبقات الصلبه عامه.

- الدراسات الهيدرو جيولوجيه:

تتم على آبار أختباريه تحفر خصيصا و على الآبار الإنتاجيه الموجوده بالمنطقه و هي تنقسم لقسمين:
- دراسات هيدروجيولوجيه أثناء الحفر و تدرس الظواهر الآتيه:

ظهور و ثبات سطح المياه في البئر

و تسهل معرفه الوصول لسطح الماء عند استخدام محلول الطفله (يستخدم مع الحفارات الرحويه لتشحيم و تبريد أجزاء الحفر و تدعيم جدران البئر و المساعد في نزح ناتج الحفر و هو يدفع في دوره من فوق سطح الأرض و يعود لدفعه مره أخرى و تكون له لزوجه تضبط معمليا) كما يمكن تحديد سمك طبقه الماء التي يخترقها البئر حيث تقل خلالها لزوجه محلول الطفله و يخرج مختلطا بالمياه و لو كانت الطبقة تحمل ماء أرتوازي ضغطه عالي فقد يحدث اندفاع لمحلول الطفله إلي خارج البئر و في هذه الحاله يقاس مستوى سطح المياه بالمانومتر (المانومتر هو جهاز قياس الضغط و الآبار الحبيسه و شبه الحبيسه يكون لها مستوى بيزومتري حيث يرتفع مستوى الماء داخل البئر و قد يكون الضغط البيزومتري كافي لضخ الماء من البئر بدون الحاجه لمضخه).

درجة فقدان محلول الطفله في البئر

لها دلالات على الطبقات التي يخترقها الحفر.

ملاحظه درجة حراره و كيميائيه محلول الطفله

عند اختراق البئر للماء تتخفض درجة حراره محلول الطفله و يجب اختبارها مره كل ٣٠ دقيقه من الحفر أما كيميائيا فتختبر دوريا عينات من المحلول في معمل حقلي بسيط في منطقه الحفر.

ملاحظه الهبوط المفاجئ لعمود الحفر

نتيجه وجود فجوات بها طين أو رمال رخوه و أحيانا ماء.

ملاحظه خروج غازات من البئر

قد توجد مختلطه مع الماء و تحديد كميتها و نوعها و لو تقريبا يفيد عمليات البحث و الحسابات الهيدروجيولوجيه

- الدراسات الهيدروجيولوجيه بعد إتمام الحفر

عبارة عن تجارب أختباريه و عمليات أرصاد مختلفه على لمجموعه الآبار التي تم تصميمها و حفرها :

*** عمليات الضخ التجريبي:**

تتم على عده آبار منفردة أو على بئر رئيسي مع ملاحظه الهبوط في آبار ملاحظه قريبه . تقيد في تحديد :
قياس الهبوط و تحديد المعاملات الهيروليكيه للصخور مثل معامل النفاذيه و معامل الناقلية و خلافه.

*** عمليات الرصد الدوري:**

تجرى على مجموعه آبار أختباريه مختاره موزعه على المنطقه التي يجرى فيها البحث . الغرض منها معرفه و تسجيل التغيرات دوريا خلال فتره زمنيه كبيره و هي تقيد في التنبؤ بالتغيرات المستقبليه .

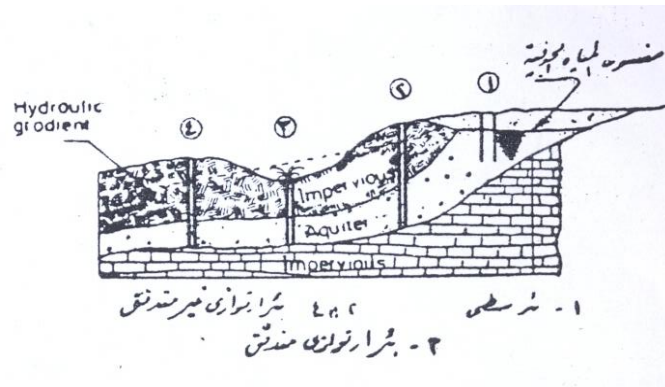
تتم عمليات الرصد الآتيه :

- ١- رصد مستوى سطح المياه : يتم في بئر لم يضخ لفترة طويله و يجب إيقاف ضخ الآبار المجاوره تتم دوريا كل يوم أو كل عشره أيام أو كل شهر على الأكثر.
- ٢- تسجيل درجه حراره المياه : بواسطه ترمومتر خاص تقاس درجه حراره مياه الآبار الأختباريه دوريا مع قياس درجه حراره الهواء عند سطح الأرض للمقارنه و تسجل النتائج.
- ٣- كيميائيه المياه الجوفيه : تؤخذ عينات دوريه كل شهر و أحيانا كل ٣ شهور يجرى عليها تحليل كيميائي مختصر . بعض مكونات يتم تحليلها في موقع البئر مباشره مثل البيكربونات.

٢-٢ طرق الحصول علي المياه الجوفيه

ويمكن الحصول علي المياه الجوفيه عن طريق :-

- ١- الآبار (wells) وهي فتحات تنشأ صناعيا في القشره الأرضيه تصل ما بين سطح الأرض والطبقه الحامله للمياه الجوفيه (aquifer) (شكل ٢)



(شكل ٢)

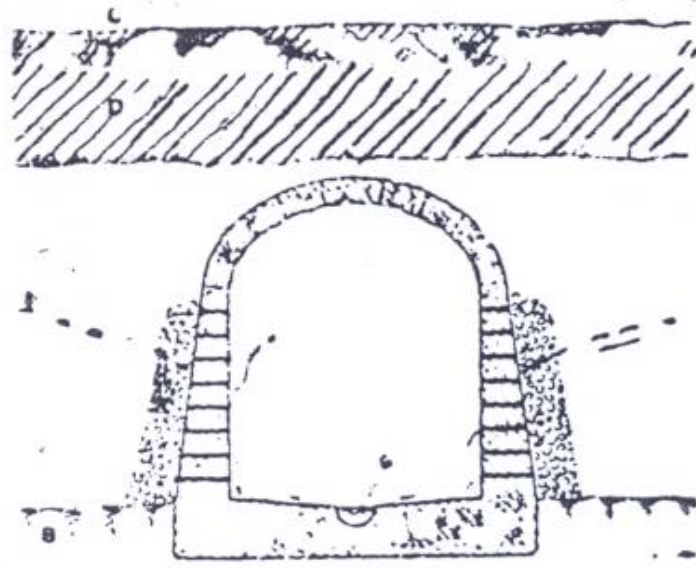
- ٢- العيون (Springs) وهذه تنشأ طبيعيا عندما تتقابل الطبقات المساميه الحامله للمياه الجوفيه مع سطح الأرض أو عندما تقابل هذه الطبقات شقا مؤديا إلي سطح الأرض (شكل ٣).



(شكل ٣)

٣- خنادق الترشيح (Infiltration galleries) (شكل ٤)

وهي أنفاق طويلة تعترض سير المياه الجوفية ومن ثم يمكن تجميع هذه المياه فيها وفي الصحراء الغربية بالقرب من مرسى مطروح تم اكتشاف أنفاق ترشيح بنيت في عهد الرومان (ولذلك سميت بالآبار الرومانية) يبلغ طولها ما يقرب من كيلومترا. بينما يتراوح عرضها من ٧٠ إلى ١٨٠ سنتيمترا وارتفاعها حوالي مترين ويرتفع منسوب قاعها حوالي ثلاثين سنتيمترا عن سطح البحر، وتستمد هذه الآبار الرومانية من الأمطار الغزيرة التي تسقط علي التلال الرملية المحيطة بها ويتراوح تركيز المواد الصلبة الذائبة في هذه المياه من ٧٠٠ إلى ١٠٠٠ جزء في المليون.



(شكل ٤)

وأكثر طبقات الأرض إنتاجا للماء الموجود بها هي طبقات الرمل والحصى والزلط وكذلك طبقات الحجر الرملي الخشن كما يمكن الحصول علي المياه الجوفية أيضا من الشقوق التي تتواجد في الطبقات الصخرية ، وقل طبقات الأرض إنتاجا للمياه الجوفية هي الطبقات الطينية نظرا لدقه المسام مما يقلل من نفاذيتها ويصعب مرور الماء فيها بسرعه.

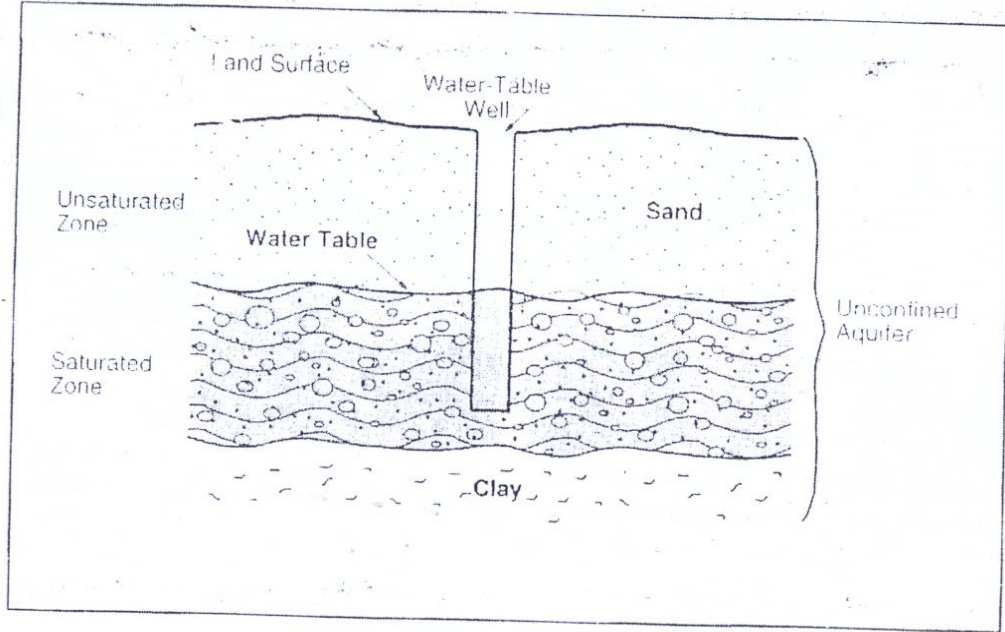
٢-٣ خزانات المياه الجوفية

تنقسم خزانات المياه الجوفية إلى:

١ - الخزان الجوفي الحر (Unconfined Aquifers)

وهو عبارة عن مياه تشبعت بها حبيبات التربة ، ونتيجة تسرب مياه الأمطار والأنهار والبحيرات والمجاري المائية ، وتسمى بخزانات المياه الحرة وتتوقف خصائص الطبقة الحاملة للمياه في تلك المنطقة على الخواص الطبيعية للتربة ، وأهمها مساميتها وقطر الحبيبات وقوى الجذب والتوتر السطحي ما بين حبيبات التربة وقطرات الماء .

الشكل رقم (٥) قطاع يوضح الخزان الجوفي الحر .

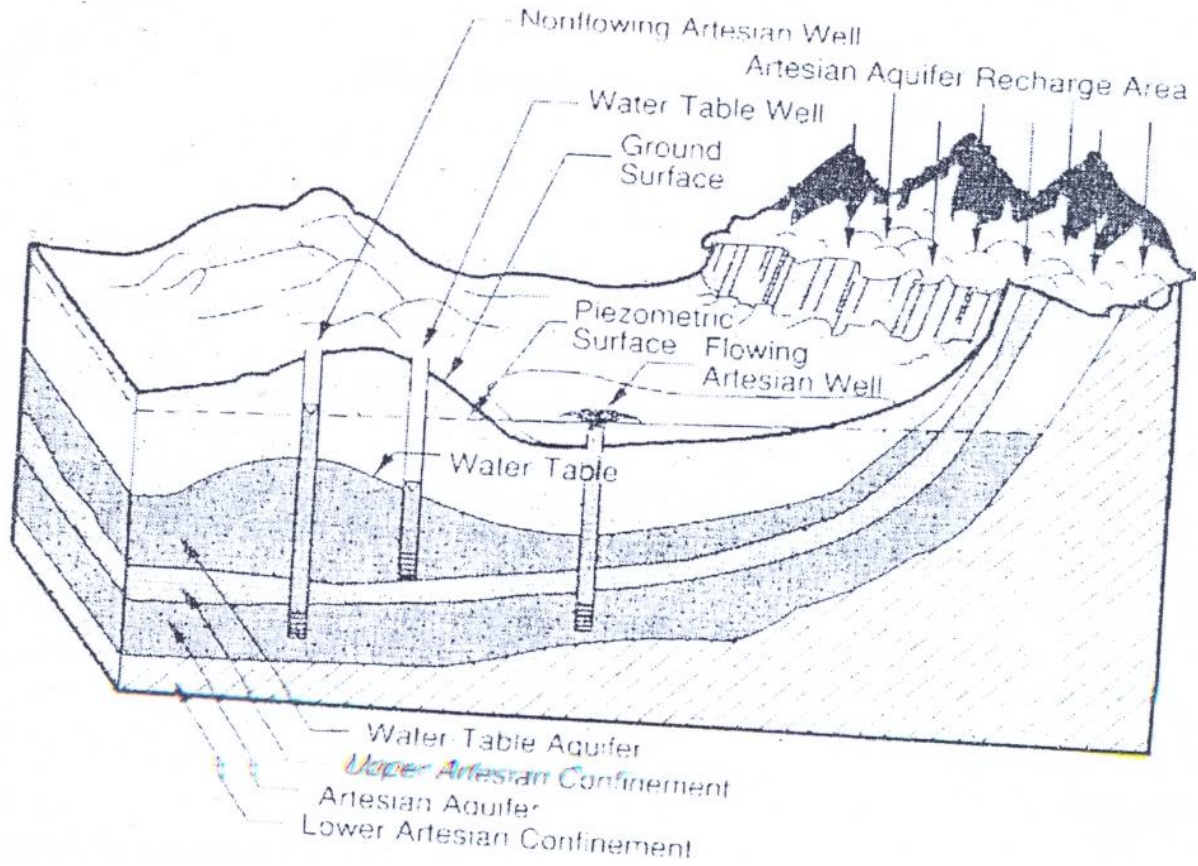


شكل رقم (٥) مقطع في خزان حر (غير محصور)

٢ - الخزان الجوفي المحصور أو شبه المحصور (Confined Aquifers)

ويعرف أيضا بالخزان الارتوازي (Artesian Aquifer) هو عبارة عن مياه نفذت إلى طبقات الأرض العميقة نتيجة لتسرب مياه الأمطار أو البحيرات أو الأنهار حتى استقرت بين طبقتين ، فإذا كانت الطبقة العلوية غير منفذة (صماء) والسفلى منفذة سميت خزانات المياه الجوفية "شبه محصورة". أما إذا كانت الطبقتين مصاننتين سميت خزانات المياه الجوفية "المحصورة" ، وهذه الأخيرة عادة ما تكون غنية بالمياه وعلى أعماق بعيدة ، وفي جميع الأحوال تكون تلك المنطقة متشبعة تماما بالماء ، أي أن جميع مسامها ممتلئة بالماء وتكون المياه حرة الحركة في الاتجاه الأفقي فقط .

شكل رقم (٦) قطاع يوضح الخزان الجوفي المحصور .



شكل رقم (٦)

خواص المياه الجوفية :

تتغير خواص المياه الجوفية من موقع لأخر ، وكذلك تتغير في نفس الموقع إذا رفعت من أعماق مختلفه ، بل أحيانا تتغير من نفس العمق مع تغير معدلات الرفع إذا كانت كبيره واستمرت لسنوات طويله ، وتعتمد مكونات وخواص المياه الجوفية علي جميع العوامل التي صاحبت هذه المياه بدايه من سقوطها كأمطار ، ثم سريانها خلال طبقات التربيه المختلفه التكوين راسيا ثم أفقيا ، و حتى رفعها للاستعمال . واهم هذه العوامل الأملاح والمعادن التي تتواجد في مكونات التربيه ، والتي يذوب جزء منها

في المياه الجوفيه . ويتم الحصول علي المياه الجوفيه أو استخراجها من باطن الأرض بعده طرق إما طبيعيا أو صناعيا بواسطه حفر الآبار .

٣- الآبار

٣-١ شرح عام للآبار المياه الجوفيه

يوجد ما يسمى (الطبقة الحامله للماء الجوفي) و هي طبقه التربيه التي يتواجد الماء الجوفي في مساهما التي بين حبيبات التربيه و يحدها من أسفل طبقه كتيمة من تربيه غير منفذه للماء و قد يتواجد الماء في عده طبقات يعلوها بعضها الآخر . هناك أيضا (مستوى سطح ماء الخزان الجوفي) و يكون على عمق يقدر مسافه أبتعاده عن سطح الأرض . المسافه ما بين مستوى سطح مياه الخزان الجوفي و سطح الطبقة الكتيمة غير المنفذه للماء الجوفي تسمى (سمك الطبقة الحامله للماء الجوفي) .

يحفر البئر باستخدام حفار دقاق أو حفار رحوى للآبار الأعمق و الأقل قطرا. يكون البئر كامل الاختراق عندما يصل الحفر إلى نهايه الطبقة الحامله السفلى أو يكون غير كامل الاختراق . إذا عمق البئر يتحدد بمستوى سطح الماء الجوفي و كذلك بسمك الطبقة الحامله كما يتحدد بباقي العوامل التي سبق ذكرها.

مستوى سطح الماء الجوفي قبل الضخ يسمى المستوى الأستاتيكي و عند تشغيل الضخ من البئر يحدث ما يسمى بالهبوط إذ يحدث هبوط في سطح الماء الجوفي المستوى على شكل مخروط مقلوب قاعدته لأعلى و قمته بداخل غلاف البئر و يكون مدار الهبوط مساويا للمسافه بين سطح الماء قبل الضخ و سطح الماء بعد الضخ أي المسافه بين قاعده و قمه مخروط الهبوط. يحفر البئر بأقطار مختلفه قد تكون ٤ بوصة أو ٦ أو ٨ أو ١٠ أو ١٢ بوصة يزيد الضخ بنسبه ٥% بين قطر و الذي يليه لكن هذه الزيادة المنتظمه ليست قاعده فبئر قطره ١٨ بوصة سيزيد كميته الماء الذي يضخه بمقدار ٨% عن قطر ١٢ بوصة لذلك فرفع إنتاجيه البئر اعتمادا على زياده قطره ستكون زياده طفيفه.

- غلاف البئر :

يغلف جدار البئر من الداخل بأنبوب معدني أو بلاستيك مصمت يسمى غلاف البئر (The well casing) فائدته تدعيم جدران البئر و يعمل أيضا كأنبوب لنقل الماء الذي يضخه البئر.

- مصافي البئر :

غلاف البئر لا يغلف كامل عمق البئر لكنه يصل و لابد إلى مسافه محدده بعدها تتركب المصافي و هي عباره عن أنبوب من نفس خامه أنبوب الغلاف و لها نفس قطره لكنها تختلف في كون جدار الأنبوب به فتحات تختلف في الشكل أضلعها نوع البريدج سموتد و هو عباره عن فتحات طوليه متقاربه و عموما فأن هذه الفتحات كلما زادت نسبه مساحتها إلى مساحه سطح أنبوب المصافي الكليه كلما زاد تصرف ماء البئر و كان ذلك أفضل و العكس يحدث عندما تقل مساحه فتحات المصافي كلما قل تصرف البئر إلى أن يصل لحد أن مساحه فتحات المصافي تقل عن ٥% من مساحه سطح المصافي الكليه فتتجه إنتاجيه البئر للتدهور . طول المصافي الكلى أيضا يؤثر في إنتاجيه البئر فكلما زاد طول المصافي كلما زاد تصرف البئر و ذلك ببساطه لأن المصافي هي الجزء الذي به فتحات تسمح بدخول الماء إلى البئر . مصافي بطول ٢٥ متر تكون جيده و مناسبه و يمكن زياده طول المصافي لكن هذه الزيادة في طول المصافي ليست بلا حدود بل هناك عوامل تحدد طول غلاف البئر و إلى أين ينتهي بدايه من سطح الأرض ليبدء تركيب المصافي من حيث أنتهي الغلاف و إلى نهايه عمق البئر.

كيف نحدد كلا من طول غلاف البئر و طول المصافي ؟ يبدأ الغلاف من عند بدايه البئر عند سطح الأرض و يمتد في البئر لأسفل حتى يصل إلى سطح الماء الأستاتيكي قبل الضخ و يواصل امتداده لما بعد ذلك و حتى يصل لمستوى الهبوط لسطح ماء البئر بعد الضخ و لا يتوقف عند هذا الحد بل يمتد بعدها لمسافه ٥ - ١٠ متر كمسافه أمان للهبوط تتركب عندها مضخه الأعماق التي يجب أن تكون مركبه بداخل غلاف البئر المصمت عديم الفتحات و ألا حدث ما

يسمى شلالات المياه بداخل البئر و والتي تقلل كفاءه البئر مسببه مشاكل لذلك يمتد الغلاف إلي مسافه أمان أهرى طولها ١٠ متر تؤمن وجود المضخه بداخل غلاف البئر المصمت بعيدا عن المصافي ذات الفتحات التي يدخل منها الماء إلي البئر و بعد هذا الحد ينتهي الغلاف و يبدأ تركيب المصافي التي تمتد حتى نهايه المسافه التي يخترقها البئر .

- مثال توضيحي وضع كل من غلاف البئر و المصافي و المضخه :

نفترض أننا سنحفر بئرا في مكان مستوى سطح مياه الطبقة الحامله للماء الجوفي به يقع على مسافه ٤٠ متر تحت سطح الأرض و أن مقدار الهبوط لهذا البئر هو ١٠ متر فكيف نحسب طول غلاف البئر و كيف نحسب طول المصافي و أين تركيب مضخه البئر ؟

طول غلاف البئر = مستوى سطح ماء البئر الاستاتيكي قبل الضخ + مسافه الهبوط + مسافه أمان لمصافه الهبوط + مسافه أمان لضمان وجود المضخه تحت مستوى الهبوط و فوق مستوى المصافي
$$= ٤٠ + ١٠ + ١٠ + ١٠ = ٧٠ \text{ مترا}$$

أي أن طول غلاف البئر هو ٧٠ متر بدايه من سطح الأرض طول المصافي = ٢٥ متر و تبدأ المصافي من عند نهايه الغلاف على عمق ٧٠ متر تحت سطح الأرض و لمصافه ٢٥ متر و يكون بذلك عمق البئر الكلى هو = ٧٠ متر غلاف + ٢٥ متر مصافي = ٩٥ متر .

- مكان تركيب المضخه بداخل البئر

- تركيب المضخه داخل غلاف البئر و تحت مستوى الهبوط بمصافه أمان قدرها ١٠ متر و فوق المصافي بمصافه أمان قدرها ١٠ متر . و في هذا المثال ستكون المضخه بداخل غلاف البئر على عمق ٦٠ متر تحت سطح الأرض و فوق مصافي البئر بمصافه أمان قدرها ١٠ متر .

- ملحوظه

برغم وجود عوامل تؤثر على مسافه الهبوط منها قطر البئر و قطر قاعده مخروط الهبوط و تصرف البئر و تأثير الآبار المجاوره التي يجب حساب المسافه بينها على أساس تأثير الهبوط عند السحب من بئر على الآبار المجاوره كما يؤثر تصرف البئر على الهبوط ألا أن الفاصل يكون للضخ التجريبي لذا يستفاد من وجود أبار قريبه محفوره في ذلك كما أن دراسات المياه الجوفيه في منطقه ما و شركات حفر الآبار عندما تعمل في منطقه تقوم بحفر آبار أختباريه لعمل الدراسات الاستكشافيه لتقدير سمك الطبقة الحامله و المساحه التي تمتد خلالها الطبقة الحامله و تقدير كميته مياه الخزان الجوفي و تحديد معدلات السحب منها و المساحه التي يمكن زراعتها على ماءها و الفتره الزمنيه لهذا الاستغلال الزراعي في حاله الخزانات الجوفيه غير متجدده التغذية و هو شأن معظم خزانات المنطقه العربيه الجافه و تفيد الآبار الاستكشافيه في الحصول على عينات مياه لتحديد صلاحيه المياه للزراعه و الصناعه و للشرب في

الاستخدام المنزلي من فوائد الآبار الاستكشافية أيضا تحديد مقدار الهبوط في البئر عند الضخ و تحديد مسافه الأمان التي تقل عنها المسافه بين أي بئرين بالمنطقه.

لا ينتهي تركيب البئر عند الغلاف و المصافي و المضخه بل يبقى شيء هام هو الغلاف الحصوي المحيط بغلاف البئر و الجزء من المصافي الذي يشكل امتدادا للغلاف .

الغلاف الحصوي للبئر: -

يكون حفر البئر ذو قطر أكبر من قطر غلاف و مصافي البئر بحيث يوزع حولهما و بالتساوي غلاف حصوي سمكه لا يقل عن ٣ بوصة و لا يزيد عن ٨ بوصة . أهميه هذا الغلاف تكون في عمله كمرشح لحمايه البئر من دخول الرمال فيه و ضخ الرمال و تزداد أهميته عندما تكون الطبقة الحامله للمياه رمليه أو بها حبيبات رمل ناعم كثيره . الرمال الداخلة للبئر ستضخ و لن تلحظها بعينيك لأن لونها فاتح و لصغر حجمها النسبي و هي تسبب ضررا لريش مروحه الطلمبه كما أنها ستتراكم بالبئر و تسبب في انخفاض كفاءه البئر عامه . ليس صحيحا أن يحسب حجم حبات الزلط بالغلاف الحصوي على أساس أن تكون أكبر من فتحات مصافي البئر فحسب . يحسب حجم حصوات الغلاف الحصوي على أساس تحليل عينه من الطبقة الحامله للمياه بالمنخل لتحديد حجم حبيبات العينه و النسبه المئويه لكل حجم من أحجام الحبيبات بالعينه و بناء على ذلك يحدد حجم حبات غلاف البئر الحصوي التي يضم أضافتها ببطء و استمرار حول الغلاف و المصافي بواسطه القيسون و هو ماسوره قطرها بأتساع حفر البئر .

تطوير البئر: -

و هو يعرف أيضا باسم تنفيض البئر أو باسم تنظيف البئر . يفيد التنفيض في تنظيف البئر و تسليك مسام الغلاف الحصى حول البئر و ترتيب الحبات مما يسبب في رفع كفاءه البئر و تجرى هذه العمليه لفائدتها بعد حفر البئر كما تجرى بعد ذلك لاحقا بغرض أعمال صيانته البئر و المحافظه على كفاءته . يتم تنفيض البئر بأحكام إغلاق فتحه البئر العلويه بغطاء ينفذ عبره و من خلاله هواء مضغوط بواسطه ضاغط للهواء (Compressor).

العمر الافتراضي لبئر المياه الجوفيه: -

يقدر العمر الافتراضي للبئر المحفور بطريقه سليمه و مطابقه للمواصفات بمقدار ٢٥ سنه و لكن يمكن أن يمتد عمر البئر لأطول من ذلك . و على العكس فإن البئر المحفور بطريقه غير سليمه فقد يكون عمره ١٠ سنوات أو ٥ بل هناك بئر لا يعمل إلا ٢ - ٣ سنه . حفر بئر جيد يعمر بحسب عمره الافتراضي أكثر اقتصادا من حفر بئرين رخيصين رديئين خلال نفس العمر .

حتى يتكامل الموضوع أن شاء الله فسيحتاج الأمر شيئا عن اختيار المضخه المناسبه للبئر و مولد القدره الذي يشغلها

هناك أيضا موضوع لابد من الإشارة إليه و يتناول صلاحيه المياه الجوفيه للاستخدامات المختلفه . قبل ذلك يمكن التطرق الآن لموضوع عن كيفيه الحصول على الماء الجوفي و الاستقاده به . من وجهه نظر الميكانيكا يوجد ما يسمى بالنظام الهيدروليكي و يتكون من خزان (Reservoir) للسائل و مضخه و مرشحات لحفظ السائل من التلوث و توجد وسائل استقاده من الطاقه الهيدروليكيه و هي لا تعنينا في موضوعنا .

الخزان يكون معرض للهواء الجوى و السائل به يكون تحت تأثير الضغط الجوى و قوه الجاذبيه الأرضيه و تنطبق هذه المواصفات على خزان المياه الجوفيه حر السطح . الحاله الثانيه للخزان أن يكون معزولا عن الهواء الجوى و يكون تحت ضغط من مصدر ضغط أو تحت الضغط الهيدروليكي للسائل نفسه و ذلك ما ينطبق على خزان المياه الجوفيه المحصوره (أو تسمى أيضا الحبيسه) و تكون المياه فيها تحت ضغط أكبر من الضغط الجوى وهو الضغط الهيدروليكي للماء و يسمى أيضا الضغط البيزومتري . الضغوط في كلا النوعين من الخزانات تؤثر في دخول الماء للظلمبه .

ملحوظه :

الأهميه الأكبر لضغط الماء داخل الخزان الجوفي تتمثل في حركه الماء الجوفي التي تسمى السريان . المرشحات تحمى من التلوث لكن الوسيله المستخدمه لمنع تلوث الماء الجوفي هي القاطع الذي ينشأ حول غلاف البئر من سطح الأرض و حتى عمق مناسب لقطع الماء السطحي بما يمكن أن يحمله من ملوثات و منع وصوله إلي الماء الجوفي . هذه القواطع العازله تشيد بالأسمنت مثل الخرسانه لكن بدون

زلط أو تشييد من معادن الطين و المستخدم منها هنا هو البنتونيت.
المضخة قلب أي نظام هيدروليكي و وظيفه المضخة هي تحويل الطاقة الميكانيكية إلي طاقه هيدروليكية ، أو بعبارة أخرى عمل المضخة هو تحويل الطاقه الميكانيكية إلي سائل متدفق.

يوجد من المضخات عدة أنواع لكن النوع المستخدم بصفه عامه هو المضخات الدوار (Rotating) و تتكون من دفاعه (Impeller) تشبه المروحة أو الترس و هي جزء دوار له ريشات محيطه به كأسنان الترس و توجد الدافعه بداخل وعاء حاوي لها يمثل جسم المضخة به فتحه لدخول الماء تجهز بناشره (Diffuser) عبارة عن شكل فتحه الدخول و ممر توجيه دخول الماء للمضخة بأقل احتكاك و يوجد على الجهه المقابله لفتحه دخول الماء فتحه أخرى لخروج الماء و عاده تكون فتحه دخول الماء أكثر اتساعا من فتحه خروجه أو أن يتساويان . يطلق على هذا النوع من المضخات أيضا أسم المضخات الطارده المركزيه (Centrifugal pumps) . يوجد ما يسمى بالمضخة التربينيه و هي نفسها الطارده المركزيه لكن يزيد عدد ريشات الدافعه و تأخذ شكل كترينيه محرك الطائرات التوربينيه.

تأخذ الدافعه حركتها الدورانيه من محرك ميكانيكي أو محرك كهربى و هناك محركات لبعض أنظمه الضخ تعمل بالطاقه الشمسيه التي تحول إلي طاقه كهربيه تخزن في بطاريات لتشغل محرك المضخة الذي يعمل بالتيار المستمر و في جميع الأحوال تتحول الطاقه الميكانيكية للدفاعه الدواره إلي طاقه هيدروليكية تنقل الماء الذي يصبح لديه ضغط كافي لاندفاعه من فتحه خروج المضخة و وصوله إلي ما هو أبعد من ذلك و يتوقف ذلك على كميته ضغط الماء .

يوجد لكل مضخة ما يسمى القدره المائيه للمضخة و هي نسبته قدره الماء الداخل للمضخة إلي نسبته قدره الماء الخارج منها . المحرك الميكانيكي أو الكهربى الذي يدير المضخة يجب أن تكون قدرته تزيد بمقدار ٣٠ % عن القدره المائيه للمضخة أي تكون قدرته هي حاصل ضرب قدره المضخة مضروبا في ١,٣ ، و يجب ألا تقل قدره مولد القدره عن ما يزيد بنسبه ٢٠ % من قدره المضخة على الأقل.
هل يمكن رفع الماء الجوفى من البئر بواسطه مضخة طرد مركزي أو توربينيه كتلك التي ترفع الماء السطحي لقنوات الري ؟ و لماذا ؟

لا ، لا يمكن ذلك . الماء الواقع تحت ضغط جوى يكون واقع تحت ضغط مقداره ١ ضغط جوى و هو ما يساوى ضغط عمود من المياه ارتفاعه ١٠,٥٠ متر تقريبا . على هذا يمكن القول أن مقدار واحد من الضغط الجوى يمكنه رفع الماء لأعلى و لمسافه عشره أمتار تقريبا . الماء يدخل إلي المضخة بتأثير الضغط الجوى أي يمكن للماء أن يصل للمضخة التي توجد على مسافه عشره أمتار فوق سطح الماء لكن هذا لن يحدث لأن الماء يفقد جزء من طاقته بالاحتكاك مع أنبوب الماء و جسم المضخة قبل وصوله للدفاعه و لأن الجاذبيه الأرضيه تعمل عكس رفع الماء لأعلى بضغط الهواء و يصل أجمالي الفقد في الضغط إلي ما يعادل حوالي ٣ متر ماء أي ما يعادل ضغط عمود من الماء ارتفاعه ٣ متر لكنه يعمل في عكس اتجاه رفع المياه . إذن لا يمكن للمضخة أن تعمل لو كانت ترتفع عن سطح الماء بمسافه تزيد عن ٧ أو ٦,٥ متر . و لو زادت المسافه قليلا تحدث مشكله التكيف كنتيجه لنشؤ أماكن ضغط منخفض داخل المضخة فيها

يتبخر جزء من الماء مكونا فقاعات هوائيه تسير لمسافه معينه داخل المضخه قبل تلاشيها بانفجار فيسمع صوتا و كأن المضخه تقلب زلطا بداخلها و تسبب أضرار ميكانيكيه للدافعه من تنقير و كسور .
سطح الماء الجوفي يكون على أعماق تختلف تحت سطح الأرض و يزيد هذا العمق عند ضخ ماء من البئر و هو ما يسمى الهبوط (draw down) . فنتيجه عمل المضخه يحدث سريان للماء الجوفي في اتجاه البئر شكله شعاعي أي يتجه الماء من جميع الأنحاء نحو مركز البئر و لأسفل بمسافه معينه تختلف فيأخذ سطح الماء في الهبوط لأسفل على شكل قمع يسمى مخروط الهبوط تكون قمته في مركز البئر أي في نقطه على محوره الطولي.

يشار إلي نوع من الطلمبات يسمى الطلمبات النفثه و هي تعمل على الآبار السطحيه قليله العمق و تصرفها قليل و بضغط قليل لذلك هي تناسب العمل في المناطق الرطبه لإمداد البيوت بالمياه . فكره عملها تتلخص في تدلي أنبوبين بداخل البئر أحدهما قطره صغير يسمى أنبوب الضغط يدفع فيه ماء مضغوط بواسطه طلمبه طارده مركزيه على سطح البئر و ضغط ماء أنبوب الضغط هذا يكون كافي لدفع ماء البئر في الأنبوب الثاني الأكثر أتساعا لتغذيته المنزل بالماء .

بقي نوعين من الطلمبات يعملان على رفع آبار مياه البئر هما من النوع التوربيني يتم وضعهم بداخل البئر في وسط المياه و تحت مستوى الهبوط المتوقع الناشئ عن الضخ من البئر بل تكون المضخه تحت هذا المستوى بمسافه أمان ما بين ٥ إلي ١٠ متر و بداخل غلاف البئر (casing) و الجزء من البئر المسمى بالمصافي (Filter) و هو مثل الغلاف لكنه مثقب بفتحات لا تقل مساحه سطحها عن ٥ % من أجمالي مساحه سطح المصافي و هي الجزء الوحيد الذي يدخل الماء منه إلي البئر لذلك يزيد نفاذ الماء لداخل البئر بزياده كل من طول و قطر المصافي مما يكون له الأثر في زياده تصرف البئر إضافه إلي إمكانيات المضخه على التصرف لكن يبقى العامل الأكثر حسما في تصرف البئر محكوما بالخواص الطبيعيه (الفيزيائيه) للطبقه الحامله للمياه فلو كانت من صخور جيرييه يوجد الماء بين شقوقها فهي قليله النفاذيه (يمكن حدوث ذلك في الصخر الطيني أو الجرانيتي غير المنفذ عاده و أحيانا يحتوى شقوق لظروف جيولوجيه كونت الشقوق بنفاذيه أقل من صخور الحجر الجيري) ، أما الحجر الرملى المكون من حبيبات رمل و زلط فمسامه أوسع و نفاذيته أكبر كما توجد خاصيه أخرى غير النفاذيه تسمى الناقلية و الناقلية تخص حركه الماء لأعلى نحو سطح الأرض . أذن تتحكم الناقلية في إنتاجيه البئر و معها النفاذيه و كذلك تصرف المضخه و طول المصافي و نسبه فتحاتها و قطر البئر و مستوى الماء قبل الضخ و مستوى الهبوط .

نعود إلي نوعي المضخه التوربينه المعلقين بالبئر . أحدهما محوريه هي طويله المحور و هو من الصلب غير القابل للصدأ يمتد حتى خارج البئر . غلاف البئر لا ينتهي عند سطح الأرض بل يعلوه بمسافه ما بين ٣٠ و ٦٠ سنتمتر و يكون فوقه جزء تابع للمضخه يسمى رأس التصريف و منه يخرج الماء المنتج من البئر . و يبرز محور أداره الطلمبه من أعلاه ليركب فوقه مباشره محرك كهربائي يديره أو يدار بمحرك ميكانيكي يتصل به عاده بواسطه صندوق تروس أو سير .

النوع الثاني من الطلمبات يسمى المضخة الغاطسة و فيها يكون مركبا أسفل المضخة محرك كهربائي يدير المضخة و يخرج منه كابل تغذية بالكهرباء يصل إلي خارج البئر حيث يوجد مصدر تيار المدينة أو مولد قدره كهربائيه.

المضخة التوربينيه الغاطسة الكهربائيه أو المحوريه تعطى ضغطا يتراوح بين ١ إلي ٢ ضغط جوى أي رفع يتراوح ما بين ١٠ الي ٢٠ متر ماء . سنحتاج عادة إلي مقدار من الضغط أكبر من ذلك يساوى مجموع المسافه مابين مستوى هبوط البئر عند الضخ و حتى مستوى سطح الأرض و ليكن مثلا ٤٠ متر مقدار الفقد في الضغط الناتج عن احتكاك الماء بجدار أنابيب شبكه الري و وصلاتها من محابس و كيغان و غيره و ليكن ١٥ متر مضافا إليه الضغط اللازم لتشغيل الرشاشات أو النقاطات و يلزمها أقل ضغط يساوى نصف متر ليكون مجموع الضغط المطلوب في النهايه ٦٠ متر تقريبا و لتلبيه هذا الاحتياج تصنع مضخة الأعماق من عدة مراحل أي عدة طلمبات موصله مع بعضها على التوالي في اتصال مباشر أي تركيب المضخات فوق بعضها البعض مباشره لتعمل كمضخة واحد.

كيف أختار المضخة التي تركيب على البئر ؟

يتم اختيار المضخة بناء على أربعة مواصفات هي:

١- التصرف المطلوب : هو يعنى حجم الماء المطلوب ضخه من البئر مقدرا بالمتري المكعب في الساعه أو مقدرا باللتر في الدقيقه.

٢- ضغط الماء المطلوب : مقدرا بطول عمود المياه (Water had) مقاسا بالمتري أو بالرتل على البوصه المربعه (بي أس أي في النظام الانجليزي يقابله كيلوجرام على السنتيمتر المربع في النظام الفرنسي)

٣- قدره محرك المضخة : مقدره بالحصان الميكانيكي (HP) أو الكيلو وات ساعه (الكيلو وات ساعه يساوى ٠,٧٤ حصان ميكانيكي HP)

٤- كفاءه الطلبه : وهي في أحسن حالاتها تكون أكبر من ٧٠ % و كفاءه الطلبه يحددها المصنع المنتج لها و تكون عادة في شكل رسم بياني المحور السيني (X) الأفقي يكون عليه التصرفات المختلفه للطلبه و المحور الصادي (Y) الرأسى إلي اليسار يكون عليه الضغط . بقى عنصرين هما القدره المحركه و يوضع على شكل منحنى و الكفاءه تكون على محور طولي موازى لمحور الضغط إلي يمين الرسم أو قد تكون في منحنى هي الأخرى . و قد تعمل شركه أكثر من رسم يتضمن التصرف و الضغط و الكفاءه عند قدره مختلفه لكل رسم . قد توجد اختلافات طفيفه بين رسم و آخر كما يمكن أن يوضع على الرسم التصرف و الضغط و القدره مع تظليل المنطقه التي تكون عندها أعلى كفاءه أي فوق ٧٠ % هذا و يمكن للشركات أن تصيغ هذه البيانات في شكل جداول.

لكن في النهايه و دائما و أبدا ستختار مضختك على أساس واحد فقط لا غير هو منحنى كفاءه الطلبه الذي تحدثنا عنه.

- لتكن احتياجاتي هي مضخة تعطي تصرف ٣٠ متر مكعب في الساعه و ضغطا مقداره ٦٠ بمحرك قدرته ٢٠ حصان فكيف أختار ظلمبه معينه تلبى هذه الاحتياجات ؟

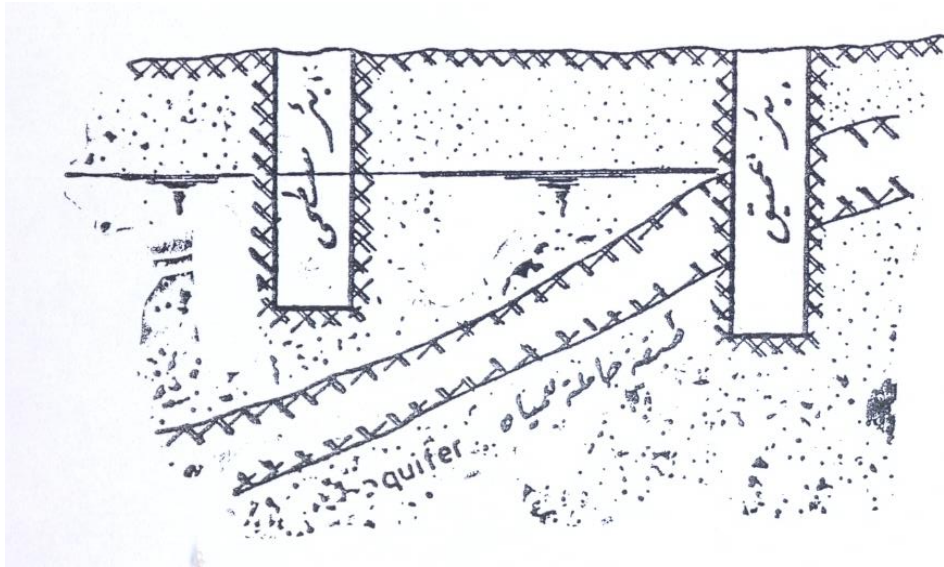
سأختار مضخة ما و أرجع لمنحنى أداء هذه المضخة الذي لابد و أن توفره الشركه المنتجه فإذا كانت هذه المضخة تعطي التصرف و الضغط المطلوبين عند قدره اقتصاديه مناسبه و على كفاءه ظلمبه ٧٠ % فتكون هذه المضخة هي المناسبه فأشترئها فإذا لم تكن تحقق الكفاءه عند تصرف و ضغط مطلوبين فهي لا تتناسبني فأتركها و أبحث عن غيرها مناسب قريب من الأرقام المطلوبه و سأجده بأذن الله .

بقى أن نعلم أن تصرف المضخة و ضغطها يتناسبان فيما ل بينهما تناسب عكسيا أي أنه كلما زاد تصرف المضخة قل ضغطها و العكس صحيح فكلما زاد ضغط المضخة قل تصرفها.

أما القدره المحركه فهي تتناسب مع كل من الضغط و التصرف تناسباً طردياً فكلما زاد التصرف زادت القدره المحركه المطلوبه و كلما زاد الضغط أيضاً زادت القدره و العكس صحيح فكلما قل كل من الضغط و التصرف قلت القدره.

٢-٣ أنواع الآبار

تنقسم الآبار إلي آبار سطحيه ، أو آبار عميقه ، وآبار متعددده الطبقات.



شكل رقم (٧)

- الآبار السطحيه:

وهي التي يستمد منها الماء من طبقه حامله للمياه (Water table well) اعلي أول طبقه غير منفذه (صماء) ، ويكون منسوب سطح المياه في حاله عدم تشغيل البئر مساويا لمنسوب سطح المياه الجوفي ، ومساويا للضغط الجوي . شكل رقم (٧)

- الآبار العميقه :

وهي التي تستمد منها المياه من طبقه حامله للمياه علي أعماق بعيده ومحصوره بين طبقتين غير منفذتين (صمانتين) ، وعاده ما تكون غنيه بالمياه . وتتميز الآبار العميقه بعدم التلوث مياهها من الناحيه البكتريولوجيه

(الأمر الذي يحدث في الآبار السطحية)، وكذلك باندفاع الماء ذاتيا في بعضها دون الحاجة لاستخدام الطلمبات (الآبار الارتوازية).

الآبار الارتوازية:

هي الآبار التي تتغذى من طبقة مسامية، تكون المياه الجوفية فيها تحت ضغط اعلي من الضغط الجوي، فيرتفع سطح الماء في البئر إلى مستوي اعلي من الطبقات المحيطة بالبئر، وهذه النوع من البار ينقسم إلى نوعين هما:

• آبار ارتوازية متدفقة (Following Artesian well)

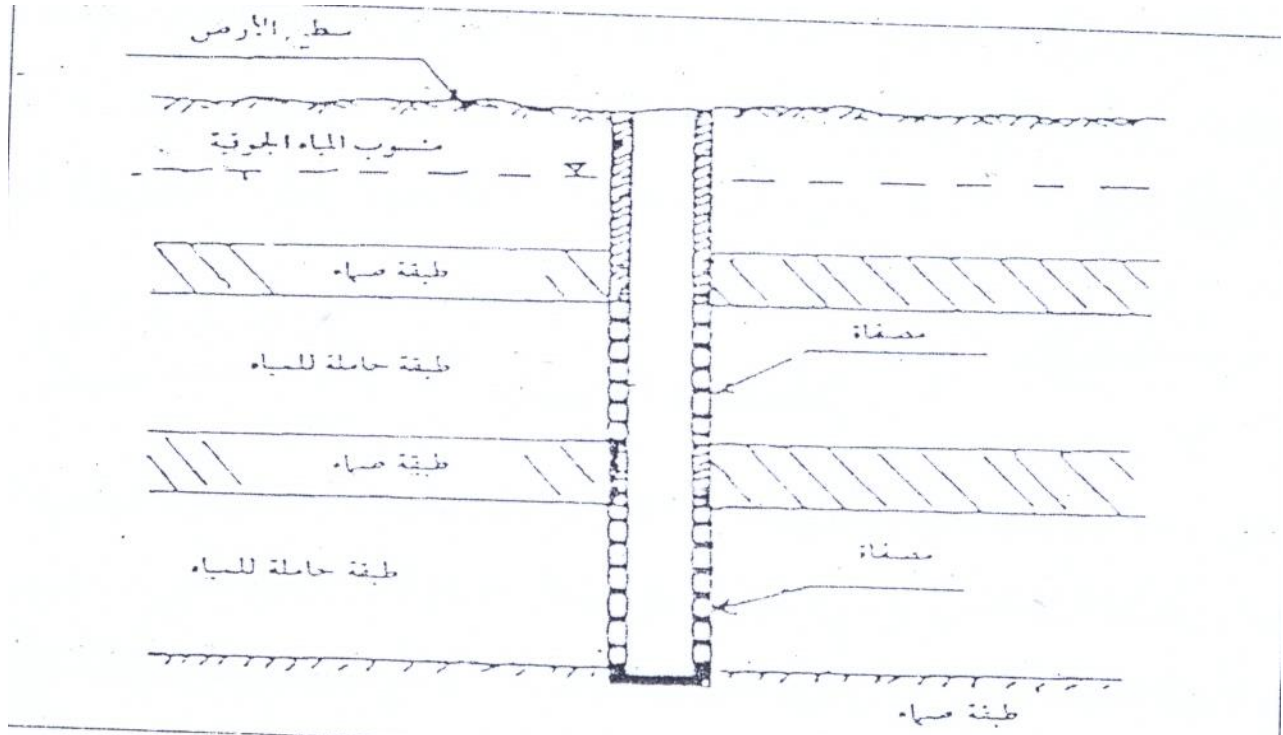
وهي الآبار التي تكون المياه فيها معرضه لضغط كاف يسبب ارتفاع الماء إلى فوهة البئر عند مستوي سطح الأرض أو اعلي الأمر الذي يغني عن استعمال طلمبات لسحب المياه من البئر شكل رقم (٧)

• آبار ارتوازية غير متدفقة (Non-following Artesian well)

وهي الآبار التي لا تتعرض المياه الجوفية فيها لضغط كاف يسبب ارتفاع الماء إلى سطح الأرض، بل يسبب ارتفاع الماء إلى منسوب اقل من سطح الأرض، الأمر الذي يستلزم معه استخدام الطلمبات لاستخراج المياه من البئر. شكل رقم (٧)

٢- الآبار متعددة الطبقات:

وهي الآبار التي تخترق عدة طبقات حاملة للمياه، مما يؤدي إلى زياده تصرف البئر، وتحسين خواص المياه بسبب اختلاف نوعيه المياه في الطبقات الحاملة المختلفه شكل رقم (٨)



شكل رقم (٨)

٣-٣ الاشتراطات الصحية الواجب توافرها في مياه الآبار

تعتبر المياه الجوفية أكثر صلاحية من المياه السطحية من الناحية الصحية ولذا يفضل الاعتماد عليها كمصدر لمياه شرب صالحه طالما تواجدت بكميه كافيه وكانت لا تحتوي علي شوائب تحد من استعمالها والجدول (٩) يبين الدرجة القصوى التي تتواجد بها الشوائب المختلفه في المياه كما يبين الحد الأقصى المسموح بتواجده في المياه الصالحه للاستعمال والحد المفضل عدم تجاوزه لتركيز هذه الشوائب فاذا زادت الشوائب في المياه الجوفية عما هو مذكور في جدول (٩) يتم معالجتها قبل الاستعمال حتى يقل تركيزها إلي الحد الأقصى المفضل الموجود في نفس الجدول

جدول رقم (٩)

الحد الأقصى والحد المسموح به والحد المفضل للشوائب

في المياه الجوفية (مقدره جزء في المليون)

الحد الأقصى المفضل	الحد الأقصى المسموح به	أقصى حد للتواجد	
١	١٠	١٠٠	العكارة
٥	٢٥	٦٠٠	اللون
الأملاح الذائبة			
٠.٣	٥	٢٠	الحديد
٢٥٠	١٠٠٠	٢٠٠٠	السلفات
٠,٢	٢	٥	المنجنيز

الكلوريدات	٢٠٠٠	٣٠٠	٢٥٠
العسر الكلي	٢٠٠٠	٥٠٠	١٠٠
الكلوريدات	٣,٥٠	١,٥	١,٠
الغازات الذائبة			
المثين	١٥	١٥	صفر
كبريتور الهيدروجين	-	-	صفر
ثاني اكسيد الكربون	٦٥	٢٥	١٥
الأكسجين	١٤	-	-

٣-٤ اختبار مبنى البئر وموقع البئر

المساحة الصحية للآبار (Sanitary Survey)

وبالإضافة إلي عدم زياده تركيز الشوائب في المياه عما جاء في هذا الجدول فانه يجب فحص الآبار للتأكد من استيفائها الشروط الآتية قبل الحكم بصلاحيه الآبار للاستعمال وهذا ما يسمى بالمساحة الصحية للبئر. وهي تشمل الآتي :

١- اختبار مبني للبئر (Examination of well construction)

وذلك للتأكد من عم تسرب المياه السطحيه إلي داخل البئر وخطوات ذلك هي :

أ- التأكد من أن مباني الجزء العلوي من الحائط المبطن للبئر من الطوب أو الدبش بالمونه او من الخرسانه العاديه أي يكون من ماده غير منفذه للمياه (water tight) وذلك لعمق لا يقل عن ثلاث أمتار.

ب- رفع هذا الحائط المبطن للبئر فوق سطح الأرض بحوالي ثلاثين سنتمترا مع وضع غطاء من الخرسانه المسلحه تخترقه ماسوره سحب مياه من البئر -علي أن يزود هذا الغطاء بفتحه مغطاه يمكن فتحها عند الحاجه للكشف علي البئر.

ج- يجب تبليط الأرض المحيطة بالبنر بقطر حوالي عشر متر مع مراعاة أن يكون الانحدار إلى الخارج وبذلك لا تتجمع المياه حول البنر.

٢- اختبار موقع البنر (Examination of site)

وذلك للتأكد من حماية البنر من التلوث بالمياه الجوفية الملوثة ،وحتى يتوافر ذلك يجب مراعاة الآتي في اختبار موقع البنر.

أ- عدم استعمال الآبار المهملة أو المجاريير لصرف المخلفات السائلة إلا بعد التأكد من عدم تسرب هذه المخلفات إلى الآبار المستعملة للشرب.

ب- عدم إنشاء البنر بالقرب من المصادر المسببة لتلوث المياه الجوفية مثل المجاريير المرشحة (Leaching Cesspool) وأكوام السماد البلدي أو أكوام القمامة لما قد تحمله المياه التي ترشح من هذه المصادر إلى البنر من مواد عضوية متحللة تعطي الماء رائحة وطعما غير مستساغه. ولذلك فإنه يوصي دائما بالابتعاد عن أي مصدر من مصادر التلوث المذكورة أعلاه من ١٠ : ٣٠ متراً حسب مصادر التلوث ونوع البنر وتكوين طبقات الأرض.

ج- عند اختبار موقع البنر يجب التأكد من اتجاه سير المياه الجوفية من البنر إلى مصدر التلوث وليس العكس.

٣- اختبار طريقه سحب المياه من البنر وتخزينها:

أ- التأكد من أن مواسير السحب من مائه محكمه ويحسن أن تكون من الحديد الزهر وان يكون تخطيطها في باطن الأرض بعيداً عن أي مصدر للتلوث.

ب- إنشاء الخزانات المخصصة للمياه من مائه لا تتسرب منها المياه مزوده بفتحات مغطاه للكشف عليها ومزوده كذلك بفتحات تهويه لمرور الهواء مانعه لمرور الأتربة والحشرات.

ج- عدم وضع آلات محركه ثقيله علي البنر مباشرة إذ قد ينتج عن اهتزازها شروخ في غطاء البنر أو الحائط المبطن للبنر وهذا بالتالي يسبب دخول المياه السطحيه إلى داخل البنر.

د- اختيار عمق المياه في البنر قبل وفي أثناء سحب المياه من البنر:

وذلك للتأكد من عدم تجاوز المسافه الرأسية بين الطلمبه التي تسحب الماء من البنر و سطح الماء في البنر أكثر من ثمانية أمتار وإلا تعذر رفع الماء ولتقادي ذلك في حاله تواجد الماء علي أعماق كبيره فإنه تبني غرفه خاصه للطلمبه تحت الأرض من مائه مانعه لمرور الماء ،علي أن تزود الحجره بماسوره صرف للتخلص من الماء الذي قد يتسرب من الطلمبه أو من خارج الحجره كما انه في كثير من الحالات إذ كان قطر البنر بالاتساع الكافي فإنه يتم إنزال الطلمبه (دون الموتور المحرك) داخل البنر علي أن يتصل بالموتور المحرك محور دوران بالطول الكافي .

٤- الفحص البكتريولوجي للمياه الجوفية :

ويتم ذلك بأخذ عينات من المياه الجوفية من البئر وفحصها بكتريولوجيا لمعرفة ما إذا كانت تحتوي علي بكتيريا داله علي تلوث المياه بالمخلفات السائله .

إلا أن النتائج السالبه لهذا الفحص ليست كافيه للدلاله علي عدم تلوث المياه الجوفيه بالمخلفات السائله بل يعتمد اعتماداً أساسيا علي الاختبارات الثلاثه السابقه كدليل علي سلامه البئر وإمكان الاعتماد عليه كمصدر لمياه الشرب.

علي انه يجب قبل استعمال البئر بعد إنشائه أن يتم تعقيم البئر وذلك بتباع الخطوات الآتيه:

- ١- تنظيف جدران البئر والمواسير والطمبات مما يتواجد فيها من شوائب علقت أثناء عمليه البناء .
- ٢- سحب الماء الموجود في البئر وذلك في حاله الآبار السطحيه المحفوره ثم ترك البئر ليتسرب الماء إلي داخله حتى منسوب المياه الجوفيه في الأرض.
- ٣- إضافه كميّه من محلول الكلور إلي البئر .
- ٤- قياس كميّه الكلور المتبقيه في البئر بعد ٢٤ ساعه من إضافه الكلور .
- ٥- إذا خلت المياه من الكلور المتبقي فيلزم إضافه كميّه أخرى من الكلور والتأكد من وجود كلور متبقي بعد ٢٤ ساعه أخرى.
- ٦- سحب الماء المحتوي علي الكلور وبذلك يصير البئر صالحا للاستعمال.

٣-٥ العوامل المؤثره علي إنشاء الآبار

تنشأ الآبار بطرق كثيره بسيطه ومعقدّه ،فبعضها يتم حفره يدويا،والآخر يستخدم في إنشائه معدات ميكانيكيه كبيره لعمل فتحات عميقه بالتربه الصخريه،خاصه للآبار العميقه التي يصل عمقها لعشرات الأمتار .

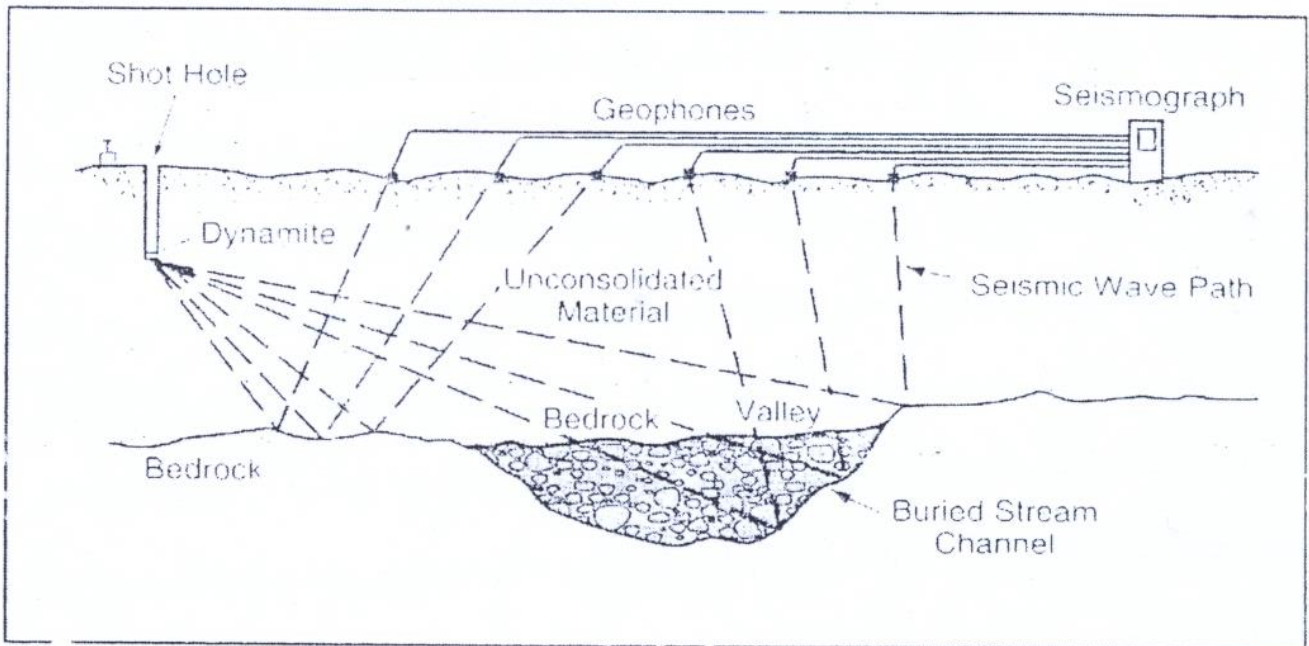
وتعتمد طريقه الإنشاء علي عوامل كثيره أهمها:

- ١- بعد المياه الجوفيه عن سطح الأرض.
- ٢- مكونات وخواص التربه من سطح الأرض وحتى أسفل الطبقات الحامله.
- ٣- معدلات سحب المياه المطلوبه.
- ٤- مصادر التلوث المحتمل في المنطقه.ففي حاله وجود أحواض تحليل وبيارات وخنادق صرف صحي في المنطقه ،يجب أن يكون موقع البئر بعيدا عنها بمسافه لا تقل عن ٣٠ متر (إذا كان بئر مياه الشرب فوق التيار بالنسبه لسريان المياه الجوفيه في اتجاه خزان التحليل) . ولا تقل هذه المسافه عن ٦٠ متر إذا كان بئر مياه الشرب تحت التيار بالنسبه لحوض التحليل.

٥- موقع البئر المقترح بالنسبة للآبار المجاورة له (التداخل بين الآبار). ففي حاله تواجد بئرين أو أكثر متجاورين، يتم سحب المياه من نفس الطبقة الأرضية الواحد، فإن التصرف في كل بئر يتأثر بتصريف البئر الآخر، ويتوقف هذا التأثير علي المسافه بين تلك الآبار، وفي هذه الحاله يجب أن لا تقل المسافه بين البئر والآخر عن مجموع نصف قطر دائرتي تأثير البئرين، وألا يكون الخط الواصل بينهما موازيا لاتجاه سير المياه الجوفيه بل يكون عموديا علي هذا الاتجاه إن أمكن ذلك. ويفضل اختيار موقع محطه مياه الآبار الجوفيه بحيث تكون بعيده عن أي تجمع سكني بمسافه كافيه لأتقل عن ٦٠ متر بأي حال من الأحوال خشيه حدوث التلوث البكتريولوجي

٣-٦ طرق إنشاء الآبار

قديمًا كان يتم حفر الآبار يدويا بالمعول والكريك، أما الآن فهناك المعدات والماكينات الحديثه المصنعه لهذا الغرض خصيصا. وعاده قبل الشروع في تنفيذ الآبار بمنطقة ما يتم الاعتماد علي المعلومات والخرائط الكونتوريه والجيولوجيه لطبيعه طبقات الأرض والخزان الجوفي السابق دراستها لهذه المنطقه التي نحن بصدد إنشاء البئر بها، أما إذا كانت المعلومات أو الخرائط غير متوفره فيتم عمل مجسات لدراستها، وهناك معدات حديثه لإجراء اختبارات سريعه ودقيقه تحدد مكان ومنسوب الخزان الجوفي وبعده عن سطح الأرض، علاوه علي معرفه طبيعه طبقات الأرض، مثل الاختبار الزلزالي (Seismic test) واختبار قياس المقاومه الكهربيه (Resistivity test) كما بشكل رقم (١٠)



شكل رقم (١٠)

٦- طرق دق الآبار

١- استعمال ثقل يرتفع ثم يسقط علي رأس الماسوره شكل رقم (١١)

وفي هذه الطريقه توضع الماسوره المثقبه في وضع راسي وطرفها المدبب إلي أسفل وبتوالي سقوط ثقل علي رأس الماسوره تهبط إلي داخل الأرض وعند الاقتراب من نهايه الماسوره لسطح الأرض يوصل بها ماسوره أخرى طولها حوالي متران وذلك بواسطه وصلات أو جلب مقلوظه ويستأنف الدق وهكذا إلي أن تصل الماسوره إلي العمق المطلوب الذي تتواجد فيه المياه. وتصلح هذه الطريقه لعمل أبار في الأرض الرملية أو الطينية المفككه ولكنها غير صالحه في الأرض الصخريه أو الطينية المتماسكه.



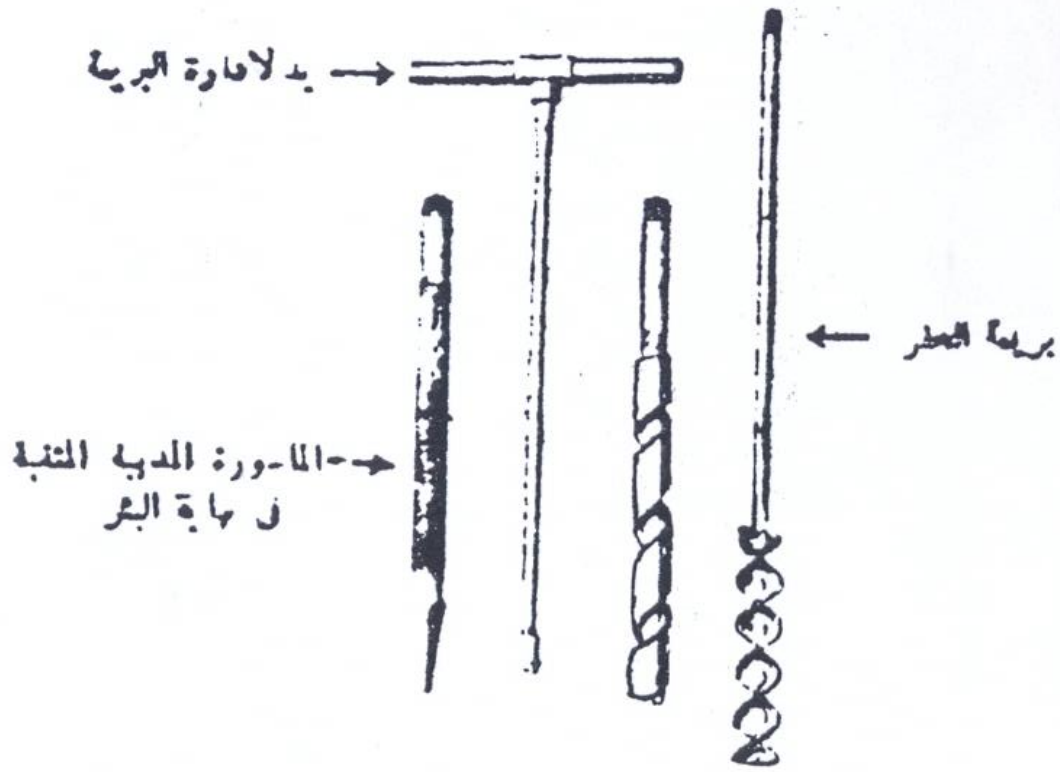
شكل رقم (١١)

٢- استعمال البريمه لثقب الأرض

وفي هذه الطريقه تستعمل بريمه قطرها الخارجي اكبر قليلا من قطر ماسوره البئر علي أن تثبت البريمه راسيا ثم تدار لتتنزل في الأرض إلي نهايتها ثم ترفع راسيا دون أن تدار وبذلك تخرج البريمه وفي ثناياها حبيبات التربه ويتم عمل ثقب داخل ارض بالقطر المطلوب. شكل رقم (١٢)

وبإزالة المواد العالقه من ثنايا البريمه يمكن إعادته استعمالها لتعميق البئر بالاستعان به قضبان تتصل بالبريمه بجلب مقلوظه حتى تصل إلي العمق المطلوب الذي تتواجد فيه المياه الجوفيه وعندئذ يمكن إنزال الماسوره المثقبه علي أن توصل بها المواسير الحديديه بالطول اللازم.

وتمتاز هذه الطريقه السابقه بأنه عند تنظيف ثنايا البريمه يمكن اخذ عينات من التربه لمعرفة نوعها ومدى نفاذيتها ومساميتها وبذلك يمكن تحديد العمق المناسب الذي يتوقف عنده البئر.

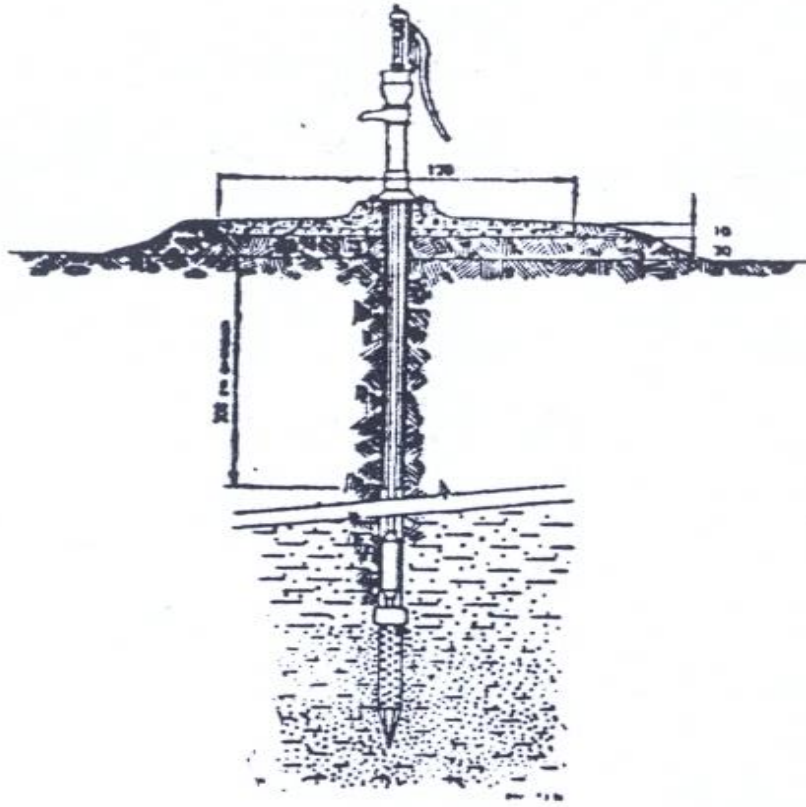


شكل رقم (١٢)

كما يجب أن تعلق الأرض في موقع البئر بمقدار ثلاثين سنتيمترا ثم توضع بلاطه من الخرسانه المسلحه تخترقها ماسوره البئر لتصل بالظلمبه التي تسحب المياه . ويفضل أيضا أن تغلف ماسوره البئر لعمق ثلاث أمتار بها ماسوره أخرى معدنيه أو خراسانيه شكل رقم (١٣) لضمان عدم تسرب المياه من سطح الأرض إلى البئر خلال الطبقة العليا دون تنقيه كافيه.

علي انه يجب مراعاة ألا تتجاوز المسافه بين الظلمبه التي تسحب المياه من البئر و سطح المياه أكثر من سبعة أمتار حتى يمكن سحب المياه دون أي متاعب نتيجة لتبخر الماء الناتج من انخفاض الضغط داخل

الماسوره فإذا وجد أن منسوب المياه الجوفيه ابعده من سبع أمتار تحت سطح الأرض فإنه يجب إنزال الظلمبه الساحبه للمياه إلى منسوب يسمح بالسحب دون التعرض لمتاعب تبخر الماء الناتج من زياده طول ماسوره السحب عن سبعة أمتار شكل رقم (١٣)



شكل رقم (١٣)

طول الماسوره المنقبه (المصفاه):

ويتوقف طول الماسوره المنقبه في النهايه الماسوره السفلي للبئر علي التصرف المنتظر سحبه من البئر وكذلك علي السرعه المسموح للمياه أن تدخل بها هذه السرعه يجب ألا تزيد عن القدر الذي قد يسبب دخول حبيبات التربه داخل المواسير كما هو مبين بالجدول رقم (١٤) ألا انه عادة ما تحتسب هذه السرعه ٠,٣ متر / الثانيه وذلك زياده في الاحتياط ولما كانت المساحه الكليه (net area) للثقوب تساوي ١٠% من المساحه السطحيه للماسوره المنقبه.

جدول رقم (١٤)

الحد الأقصى بسره دخول المياه

في ثقب المصفاه للآبار المدقوه

السرعه القصوى متر/ثانيه	قطر حبيبات التربه ملليمتر
٠,٠٣	اقل من ٠,٢٥
٠,٠٦ إلى ٠,٠٦	٠,٢٥ إلى ٠,٥٠
٠,١٠ إلى ٠,٠٥	٠,٥٠ إلى ١,٠٠
٠,١٧ إلى ٠,١٠	١,٠٠ إلى ٢,٠٠
٠,١٧ إلى ٠,٧٠	٢,٠٠ إلى ٤,٠٠

أي أن $س = ٠,١٠ \times ل \times ط \times ق$

حيث أن $ل = طول الماسوره المثقبه$

$ط = النسبه التقريبه = ٣,١٤$

$ق = قطر الماسوره المثقبه$

$س = مساحه الفتحات في الشبكه النحاسيه$

وبافتراض $ع = سرعه دخول الماء في الثقب = ٠,٠٣$ متر/ ثانيه

يكون التصرف الداخل خلال الثقب $= ع \times س$

$$= ٠,٠٣ \times ٠,١ \times ل \times ط \times ق$$

$$= ٠,٠٠٣ ل ط ق$$

وهو يساوي في نفس الوقت التصرف الخارج من البئر

وبفرض أن سرعه المياه داخل ماسوره البئر تساوي ١ متر/ ثانيه

$$إذا تصرف البئر = ع \times ط ق^٢ / ٤ = ط ق^٢ / ٤$$

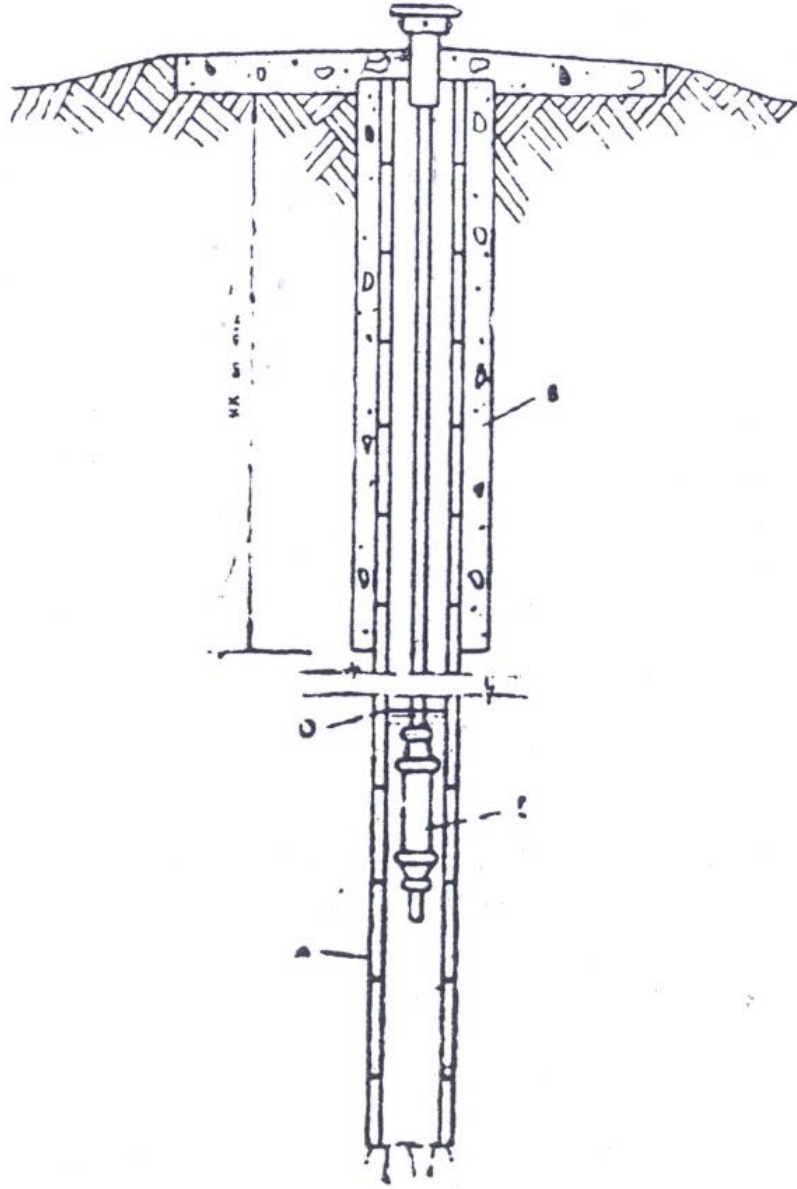
$$إذا ط ق^٢ / ٤ = ٠,٠٠٣ ل ط ق$$

$$ل = ٨٠ ق تقريبا$$

أي أن طول الماسوره المثقبه يجب ألا يقل عن ثمانين ضعف قطر الماسوره .

٣- الآبار المثقوبه (Bored wells) : شكل رقم (١٥)

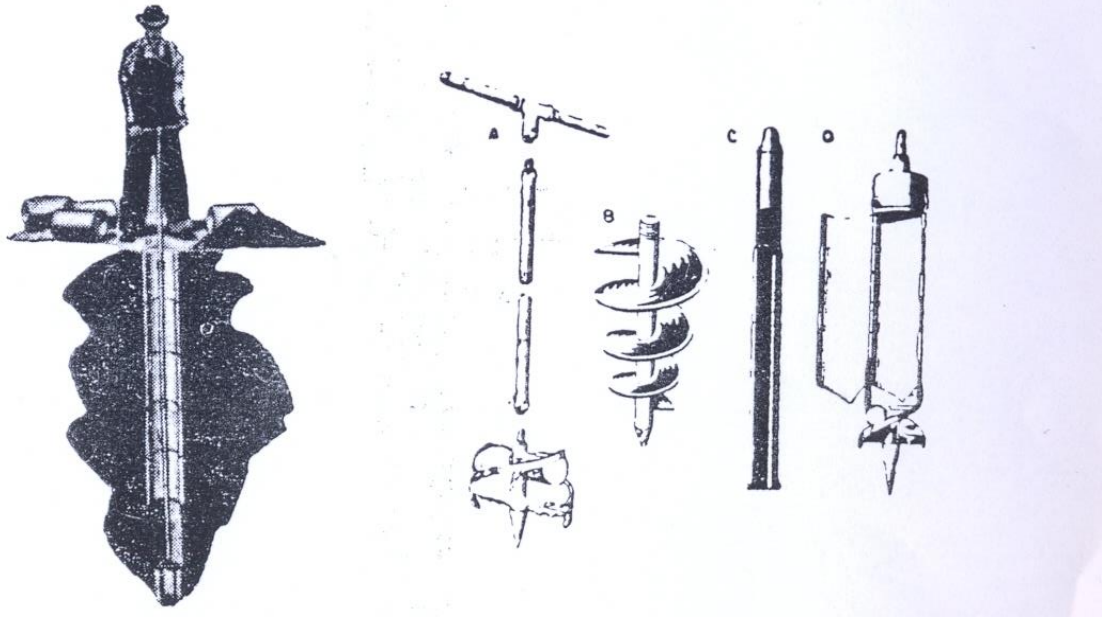
وهي عبارة عن فتحة في القشرة الأرضية يتراوح قطرها بين ستة بوصة وستة وثلاثين بوصة تبطنها ماسوره حديدية بنفس القطر مكونه من مواسير طول كل منها حوالي متران متصله ببعضها بواسطة وصلات أو جلب مقلوظه علي انه يجب أن تكون الماسوره السفلي من هذه المواسير مثقبه تعمل كمصفاه حتى يمكن للمياه الجوفيه أن تتسرب إلي داخل البئر بينما تمنع حبيبات التربه من ذلك.



شكل رقم (١٥)

وتغوص هذه المواسير بوضع الماسوره الأولى (المثقبه الجوانب) في وضع راسي وبتوالي سقوط ثقل يرتفع ويهبط علي رأس الماسوره تهبط الماسوره داخل الأرض ومن ثم توصل بها ماسوره أخرى بواسطة الوصلات الجلب المقلوظه ويستأنف الدق حتى تصل الي العمق المطلوب.

إلا انه يجب ملاحظه أنه في هذه الحالة نظرا لان المواسير لا تنتهي بطرف مفتوح فانه يلزم إزاله الأتربه من داخل المواسير مع استمرار عمليه الدق وهذا يتم باستخدام أدوات خاصه بذلك مثل البريمه (Auger) بأنواعها أو صناديق إزاله الرمل أو الطين وهذه مزوده بصمامات في أسفلها لمنع سقوط المواد منها عند رفعها إلي أعلى شكل رقم (١٦) بل يستحسن إن أمكن أن تكون عمليه إزاله الأتربه سابقه لعمليه دق المواسير شكل رقم (١٧) .



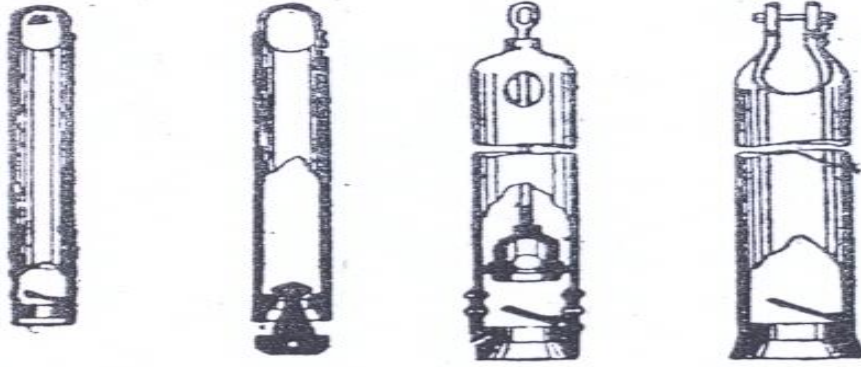
شكل رقم (١٦) شكل رقم (١٧)

وتمتاز هذه الطريقه كسابقتها بأنه عند إزاله الأتربه من داخل المواسير يمكن اخذ عينات من التربه لمعرفة نوعها ومدى نفاذيتها وبذلك يمكن تحديد العمق المناسب الذي يتوقف عنده دق البئر . كما يراعي أسوه بالآبار المحفوره أن ترتفع الماسوره المبطنه للبئر بمقدار ثلاثين سنتيمترا فوق سطح الأرض علي أن تغلف هذه الماسوره حتى عمق ثلاثه أمتار داخل الأرض بغلاف من الخرسانه لضمان عدم تسرب المياه من سطح الأرض إلي البئر خلال الطبقة العليا للأرض ثم يغطي البئر بغطاء من الخرسانه المسلحه تخترقه ماسوره متصله بالطلبه التي تسحب المياه من البئر .

٤- الآبار المنحوتة (Drilled wells):

وهي الآبار التي تخترق طبقات الأرض الصخرية أو المتماسكة تماسكا شديدا وهي تحتاج لمعدات وآلات لاختراق هذه الطبقات الصلبة حتى يمكن الوصول إلي الطبقة الحاملة للمياه الجوفية.
وهناك أكثر من طريقه لإنشاء هذه الآبار :

أ- الطريقه الاعتياديه (Standard method)



شكل رقم (١٨)

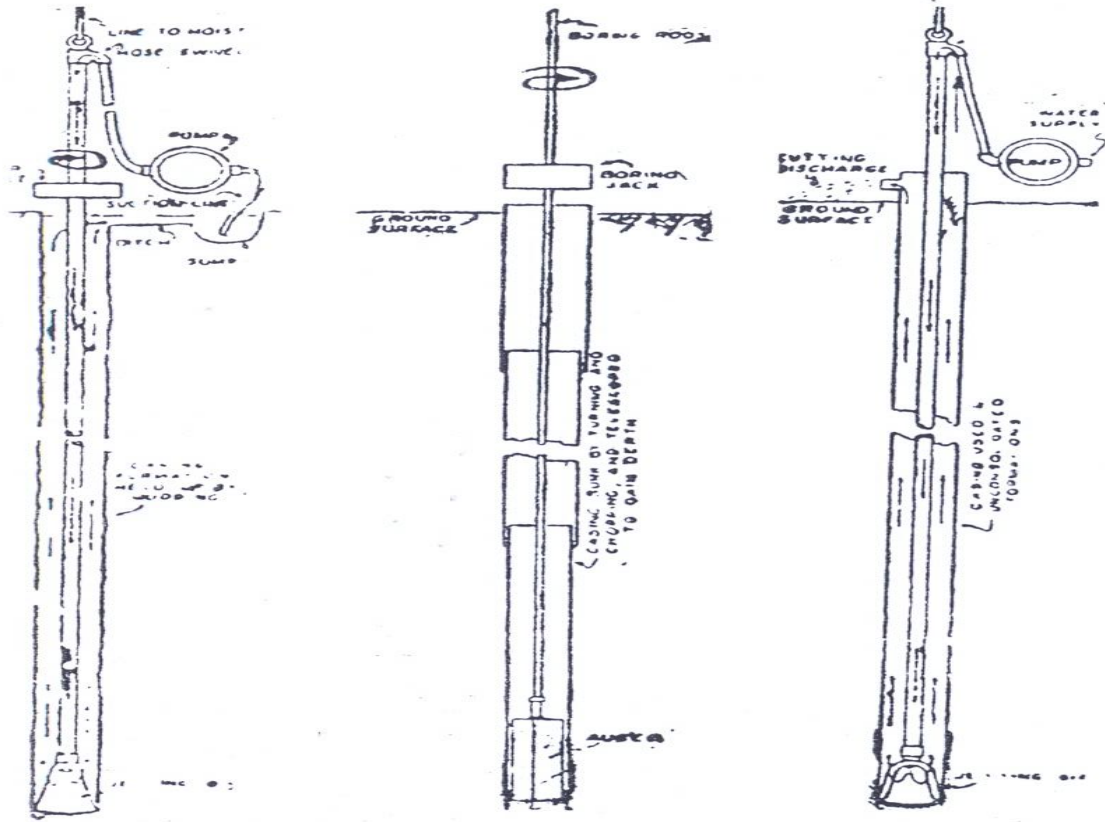
وهي تتكون من ماسوره ذات حد قاطع تدق لتخترق القشره الأرضيه حتى تصل إلي المياه الجوفيه ولا تختلف طريقه تغويص الماسوره في هذه الحاله عن طريقه الآبار المتقوبه إلا في طريقه تكسير الطبقات الصخرية التي قد تعترض الماسوره ففي هذه الحاله تستعمل أثقال مدببه الأطراف تعلو وتهبط داخل الماسوره أثناء عمليه التغويص وينتج عن ذلك تفتيت للصخور التي تعترض نزول الماسوره في داخل الأرض علي أن تزال المواد التي يتم تفتيتها كل فتره بواسطه البريمه بأنواعها أو صناديق إزاله . وكما هو الحال في الآبار المتقوبه يراعي أن يكون الجزء السفلي من الماسوره مزودا بثقوب تسمح بدخول الماء الجوفي داخل البئر .

ب- الطريقه المائيه (Jetting method)

وتتبع نفس طريقه التغويص المتبعه في الطريقه الاعتياديه أي باستعمال الأثقال المدببه المتواليه الهبوط والارتفاع لتكسير المواد الصلبة داخل ماسوره البئر إلا انه في المائيه تكون هذه الأثقال مفرغه ومثقبه ومتصله بمواسير مرنة تسير فيها الماء تحت ضغط عالي ونتيجة لهذا الضغط تخرج المياه من الثقوب الموجوده في الأثقال باندفاع ومن ثم ترتفع إلي أعلى داخل ماسوره البئر حاملة معها المواد التي كسرتها الأثقال في أثناء هبوطها المتوالي .

وتمتاز هذه الطريقه عن سابقتها بأنها أسرع كما أنها انصب في حاله اختراق طبقات طينيه متماسكه ولأقطار تصل لحوالي قدم ولأعماق تصل إلي مائه وخمسين مترا.

ج- المثاقب الدوارة (Core Driller Methods) شكل رقم (١٩)



شكل رقم (١٩)

وفي هذه الطريقة يتم عمل الثقب داخل طبقات الأرض الصلبه بواسطه مثاقب عباره عن اسطوانه مجوفه مزوده بأسنان صلبه تدور بسرعه من ٢٠ إلى ٤٠ لفه في الدقيقه وبذلك يتم نحت جزء من طبقه الأرض تدخل في الاسطوانه المجوفه وعند رفع الاسطوانه إلى أعلى ينفصل هذا الجزء ليخرج مع الاسطوانه وتستمر عمليه الثقب هذه وفي نفس الوقت تجري عمليه إنزال الماسوره الحديد المبطنه للبئر في الثقب أثناء التشغيل حتى تصل إلى العمق المطلوب حيث توجد الطبقة الحامله للمياه الجوفيه. وتمتاز هذه الطريقة بإمكان الحصول علي عينات من باطن الأرض كما كانت عليه داخل الأرض دون أي خلل في ترتيب الحبيبات.

د- الطريقة المائيه الدوارة (Hydraulic Rotary Method) شكل

وهي أحسن ما تتبع إذا كانت طبقات الأرض من طبقات متماسكه من الطين والرمل وفي هذه الطريقة يستعمل مثقاب مجوف مزود بأسنان طبله تدور بسرعه تتناسب مع نوع التربه التي تخترقها ويتصل بهذا المثقاب ماسوره تضغط فيها المياه مشبعه بنوع معين من الطمي (Driller mud) فتخرج من الاسطوانه حامله معها المواد التي نحتتها الأسنان الحاده في أثناء دورانها.

٤- تطبيقات عمليه لاستخدام الآبار

إن استخدام الآبار كمصدر للمياه سواء مياه الري أم مياه الشرب لا يقل أهميه عن المياه السطحيه أو مصادر المياه الأخرى حيث انه مصدر متجدد ويكون احتياطي للمصادر الأخرى أو كمصدر وحيد في حاله عدم وجود بديل للمياه الجوفيه.

٤- ١ استخدام الآبار في ضخ مياه الري

عند تحليل عينه من المياه الجوفيه ووجود أن بها نسبة أملاح من ١٠٠٠ - ٢٠٠٠ جزء في المليون (كما موضح بجدول رقم) يبدء التفكير في استخدام هذه المياه في الري بدون إجراء أي معالجه وفي دول الخليج و كذلك ليبيا ومعظم الدول الأوربيه يتم الانتفاع بالمياه الجوفيه لري الأراضي المستصلحه لزراعتها والاستفاده بها كمصدر مهم .

ويراعى في اختيار هذه الآبار التدفق المناسب لمساحه الأرض المطلوب زراعتها وكذلك يستخدم الري بالتنقيط كأسلوب إجباري نظرا لمحدوديه التصرفات لهذه الآبار والمحافظة علي بقائها مده طويله للانتفاع بها (العمر الافتراضي للبئر)

ويراعى أيضا عمل تحليل دوري للمياه حتى لا تتسبب نسبة الملوحه العاليه في تطبيل الأرض ويراعى كذلك عمل شبكات صرف آمنه لمياه الري حيث أن جميع الآبار تميل في أدائها بمرور الزمن إلي التناقص في التدفق والمنسوب المائي وزياده في مجموع الأملاح الذائبه ويستخدم هذا الأسلوب علي نسق كبير في دول الخليج.



٤-٢ استخدام الآبار في ضخ مياه الشرب

إذا تم تحليل مياه البئر فان النتائج تؤدي إلي التطبيقات الآتية :-

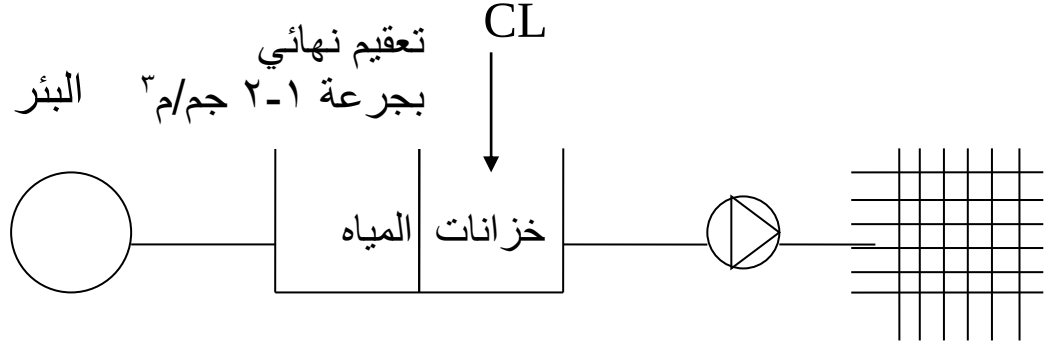
٤-٢-١ مياه آبار تصلح مباشرة بعد عمل تعقيم لها وهذه مثل الينابيع الفواردة والعيون والتي

تكون عادة بضغط كاف ودرجة نقاوة طبيعية مطابقة للمواصفات غير انه من المؤكد

احتياجها للتعقيم لتلامسها مع طبقات سطحية معرضة لتواجد الجراثيم

(Bacteriology) و الكائنات الدقيقة (Micro Organism) تضر بصحة الإنسان

ويوصي في هذه الحالة بجرعة تعقيم نهائي تتم في الخزان من ١-٢ جم/م^٣.



ضخ إلي شبكة
مياه المدينة

شكل (٢٠)

وفي مثل هذا النوع من المحطات البسيطة يكون هناك مبني للبئر او لمجموعة الابار وشبكة توصيل للمياه الجوفية ويراعي فيها الإمداد من كل بئر ومن الآبار كلها بحيث اذا تعطل بئر يسهل فصله عن بقية الآبار كشبكة مجمعة ثم تتوحد في خط رئيسي الي مبني محطة التوزيع وهي عبارة عن مبني كيمياويات ومعمل بسيط وخزانات للمياه يتم فيها حقن الكلور بواسطة اجهزة حقن توضع في مبني مستقل وكذلك علي الخزانات مبني لطلومات التوزيع إلي الشبكة للاستخدام

يصلح لهذا الغرض محطة توزيع يكون فيها عنبر لأجهزة الكلور ومعمل بسيط لأخذ العينات من حين لآخر. ويوجد مثال لتصميم محطة كلور فإذا كان كمية المياه المستخدمة ٢٠٠٠ م^٣ / س وجرعة الكلور ٢ مجم / م^٣ يكون كمية الكلور المستخدمة ٢٠٠٠ م^٣ / س $\times$ ٢ جم / م^٣ = ٤٠٠٠ جم / س = ٤ كجم / ساعة لهذا يختار ٢ جهاز كلور ساعة كلا منها ١٠ كجم / ساعة

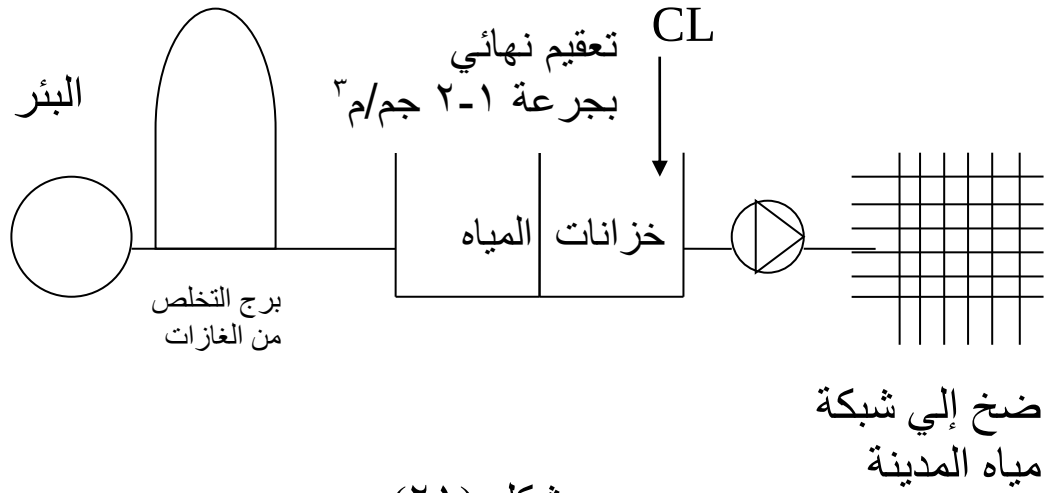
٤-٢-٢ مياه آبار تصلح للشرب بعد التخلص من الغازات وكذلك عمل عملية تعقيم:

وهذه المياه يكون تركيز الغازات خاصة غاز ثاني اكسيد الكربون اكبر من الموصفات

المسموح بها يتم الاستعانة ببرج التخلص من الغازات (degasifier) بالإضافة إلي

عمل تعقيم في الخزان باستخدام أجهزة حقن كلور وكذلك تواجد معمل بسيط لقياس

العينات من حين لآخر.



وفي مثل هذا النوع يتم وضع برج غازات degasifier ويتم تصميمه حسب تركيز الغازات في المياه المتدفقة من البئر في التحليل المعمل وتكون مكونات المحطة وتصميمها نفس التصميم.

والمكونات السابقة مع اضافة برج التخلص من الغازات ويتم الاستعانة بمعمل ذو قدرات اكبر ذات قابلية علي تحليل نسبة الغازات في الماء الخام الداخل ل degasifier وكذلك الخارج منه للحكم علي كفاءة degasifier ويتم تصميم محطة او عنبر الكلور بالاجهزة بنفس الاسلوب الذي تم شرحه في ١-٢-٤

وبالنسبة لحساب قدرة جهاز حقن الكلور بالكجم / ساعة يتم حساب عادة كالاتي:-

كمية المياه م^٣/ساعة × جرعة الكلور النهائي ٢ جم/م^٣

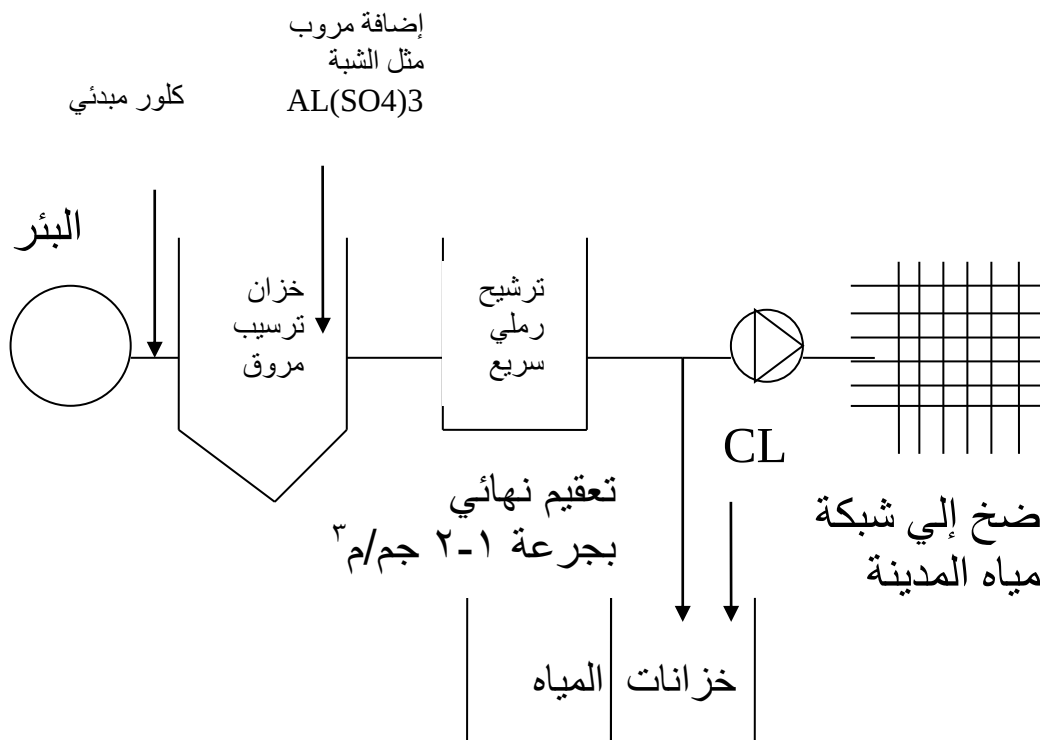
فإذا افترضنا ٢٠٠٠ م^٣ / ساعة البئر أو الآبار المستخدمة

$2000 = 2 \text{ م}^3 / \text{ساعة} \times 2 \text{ جم} / \text{م}^3 = 4 \text{ كجم}$

يمكن اختيار جهاز ١٠ كجم / ساعة يكون كافيا لاحتمال استخدام جرعات اكبر في حالة تعقيم الخزانات.

وتصلح هذه الحسابات للكلور النهائي فقط لاختلاف جرعة المبدئي.

٣-٢-٤ مياه آبار تصلح للشرب بعد عمل عملية معالجة تقليدية لها (ترسيب وترشيح رملي) وهذه المياه تكون نسبة عكارة أعلا من الحد المسموح به وكذلك وجود عناصر يجب التخلص منها بالترسيب والترويب والترشيح الرملي السريع .



شكل (٢٢)

بالنسبة لهذا الطراز يختلف حيث تحتاج محطة المعالجة الي مساحة اكبر لتحتوي المروقات (اكثر من واحد) والمرشحات وكذلك عنبر للكلور وعنبر للمروب (الشبة) وكذلك عنبر الكلور وعنبر للمروب (الشبة) وكذلك مباني ومخازن اكبر ومعمل ذات قدرات اعلي وعلي سبيل المثال اذا كان حجم الماء المنتج ٢٠٠٠ م³/س يتم الاستعانة بأربع مروقات صغيرة ذات تصرف ٥٠٠ م³/س وأربعة مرشحات (او خمسة لحساب واحد متعطل لعمل غسيل عكسي بالشرح المدون اعلاه) ويتم حساب كمية الكلور اليومية علي اساس جرعة كلور مبدئي ٥ جم / م³ × ٢٠٠٠ م³/س = ١٠ كجم / ساعة
توضع اجهزة كلور ذات سعة ٢٠ كجم / ساعة
بالاضافة لاجهزة كلور نهائي توضع فوق الخزانات ٢٠٠٠ م³ / س × ٢ جم / م³ = ٤ كجم / ساعة
يكون كمية الكلور الفعلية المستهلكة ١٤ كجم / ساعة × ٢٤ = ٣٣٦ كجم يوميا
٣٥٠ كجم يوميا استهلاك المحطة لوضع احتياطي لتعقيم الخزانات والمرشحات
ويكون حساب كمية الشبة علي اساس جرعة ٢٠ جم / م³ حسب اختبار JAR TEST
٢٠٠٠ م³ / س × ٢٠ جم / م³ = ٤٠ كجم / س × ٢٤ = ٩٦٠ كجم يوميا

- المروق :

خزان اسطواناني الشكل ارتفاعه حوالي ٦ متر ويختلف قطره
مكعب / ساعة ويصمم بحيث مدة المكث به ٢-٤ ساعات ويتم إضافة :

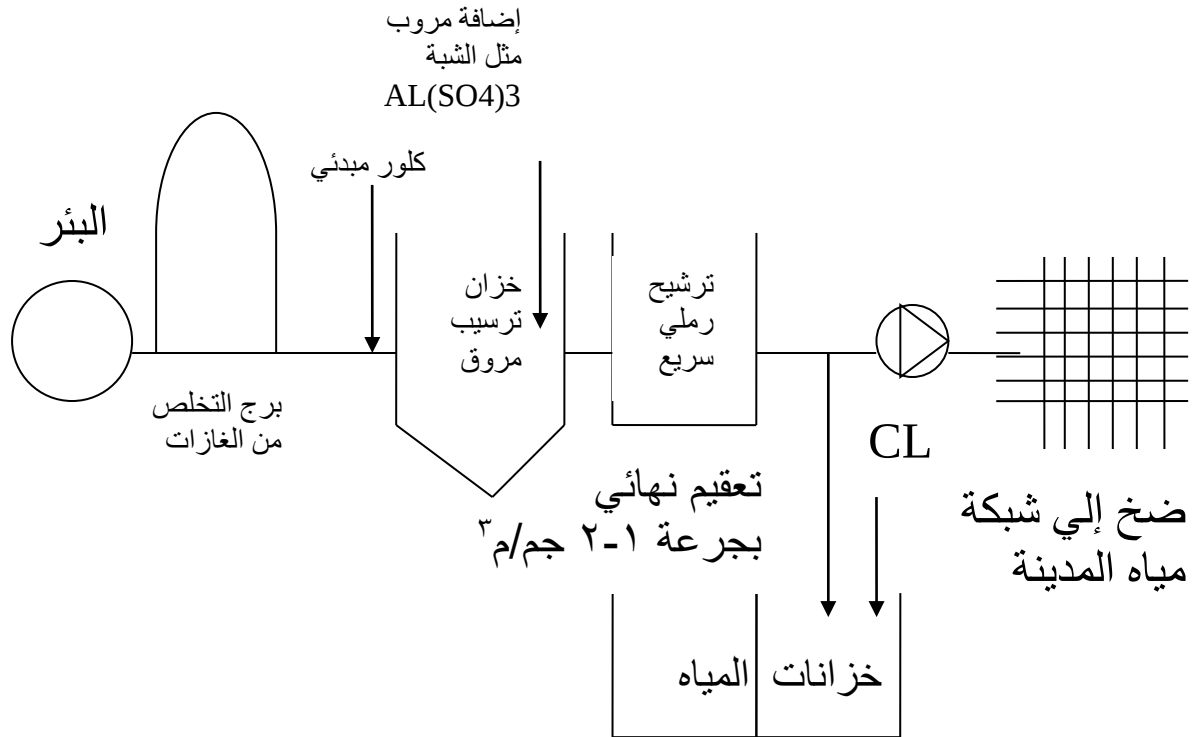
١- جرعة كلور مبدئي ٥-٦ جم / م³ أو حسب تحليل نقطة كسر الكلور break point (chlorination)

٢- جرعة شبة كمروب للمساعدة في الترسيب

(كبريتات الالومنيوم لو ٢ (ك ب ٤) $AL_2(SO_4)_3$)
وتكون مهمتها تجميع الشوائب لتسهيل عملية الترسيب وفي المروك يتم التخلص من ٩٠% من الشوائب

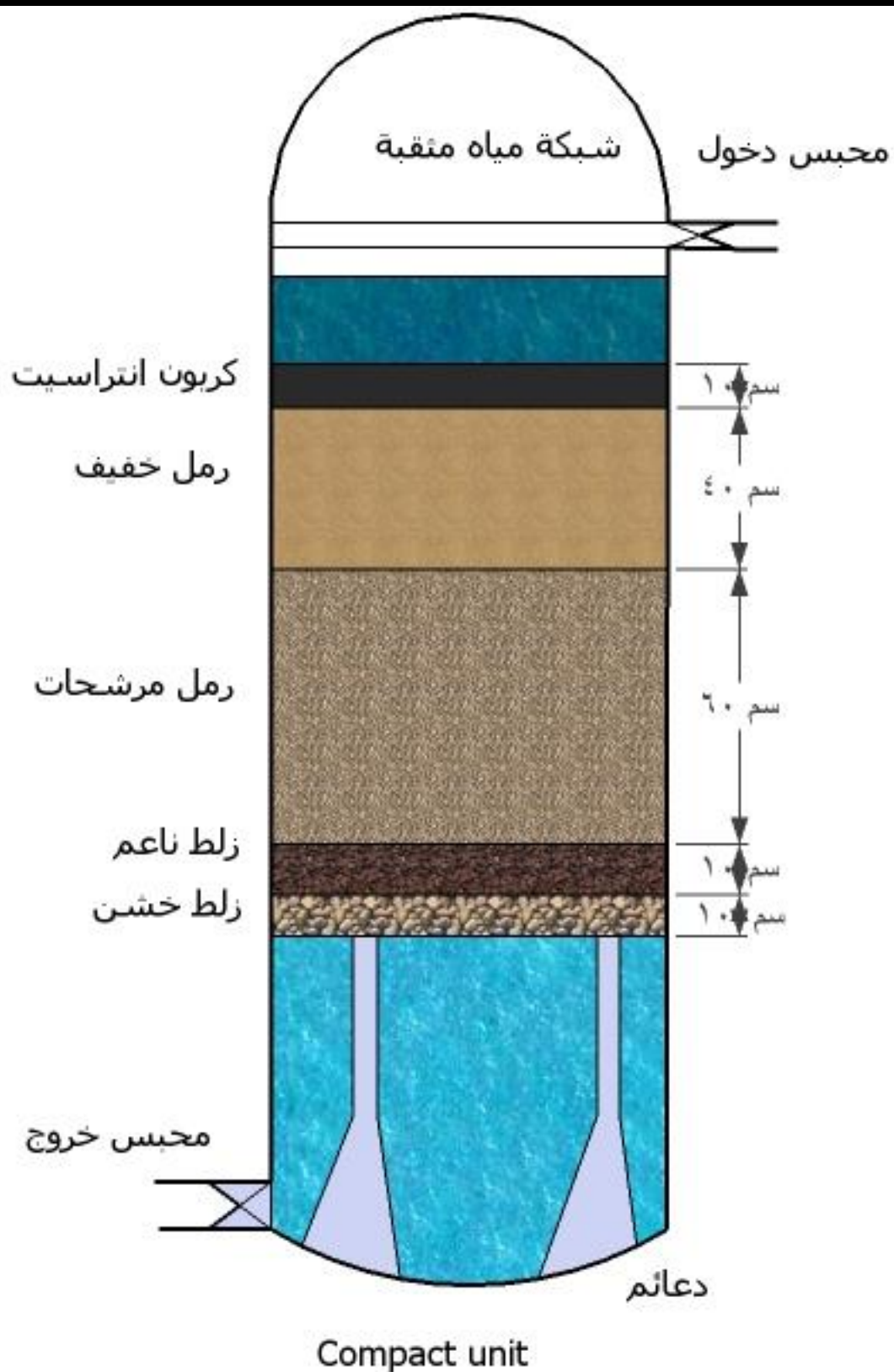
- المرشح الرمل السريع :

وهو عبارة عن محتوى متوازي مستطيلات الشكل يحتوي علي محبس دخول للمياه القادمة من المروك ومحبس ترشيح ومحبس هواء ومحبس غسيل بظلمبة الغسيل ومحبس روبة ومحبس تصريف (drain) (rewash) وتتكون طبقات المرشح من طبقة حاملة للمياه تليها طبقة رمل سمك ٨٠ سم من حبيبات رمل قطر ٠,٨ - ١,٥ وهذه الرمال هي التي تقوم بعملية التصفية الدقيقة للشوائب ويمكن أن تكون طبقة الرمل متعددة رمل + انتراسيت وأحيانا طبقة كربون نشط تكون مهمتها التخلص من الرائحة والطعم الغير مقبولين ويمكن إضافة طارد للغازات (degasifier) عند وجود غازات بنسب اعلي من المسموح به مثل الرسم التالي

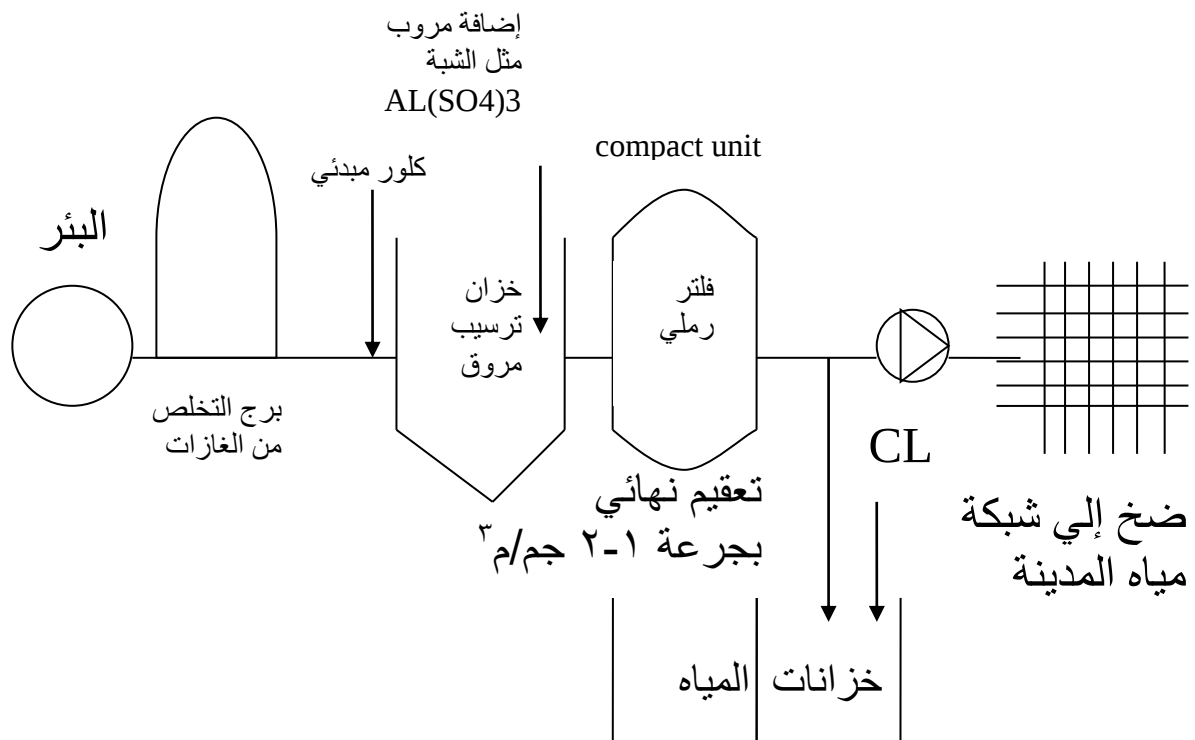


شكل (٢٣)

ويمكن أن يكون المرشح وحدة مغلقة (Compact unit) وهو فلتر اسطواناني وتستخدم في المياه العادية أو المحتواة علي حديد ومنجنيز وسنتعرض له تفصيلا في حالة احتواء المياه علي حديد ومنجنيز



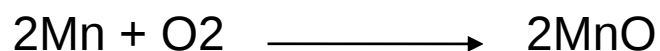
٤-٢-٤ مياه آبار بها نسبة حديد ومنجنيز عالية وكذلك نسبة غازات



شكل (٢٤)

وفيها مياه آبار بها نسبة حديد ومنجنيز وهذه المحطة تزيد عن سابقتها بوجود برج أكسدة منفصل أو إدخال نظام التذير حسب نسبة الحديد والمنجنيز ويكون المعمل بها علي اعلي مستوي بالإضافة إلي وجود ضواغط هواء (AIR blower) لضخ الهواء للأكسدة ويتم وضع الحسابات والتصميم علي نفس الاسس السابقة في ٣-٢-٤

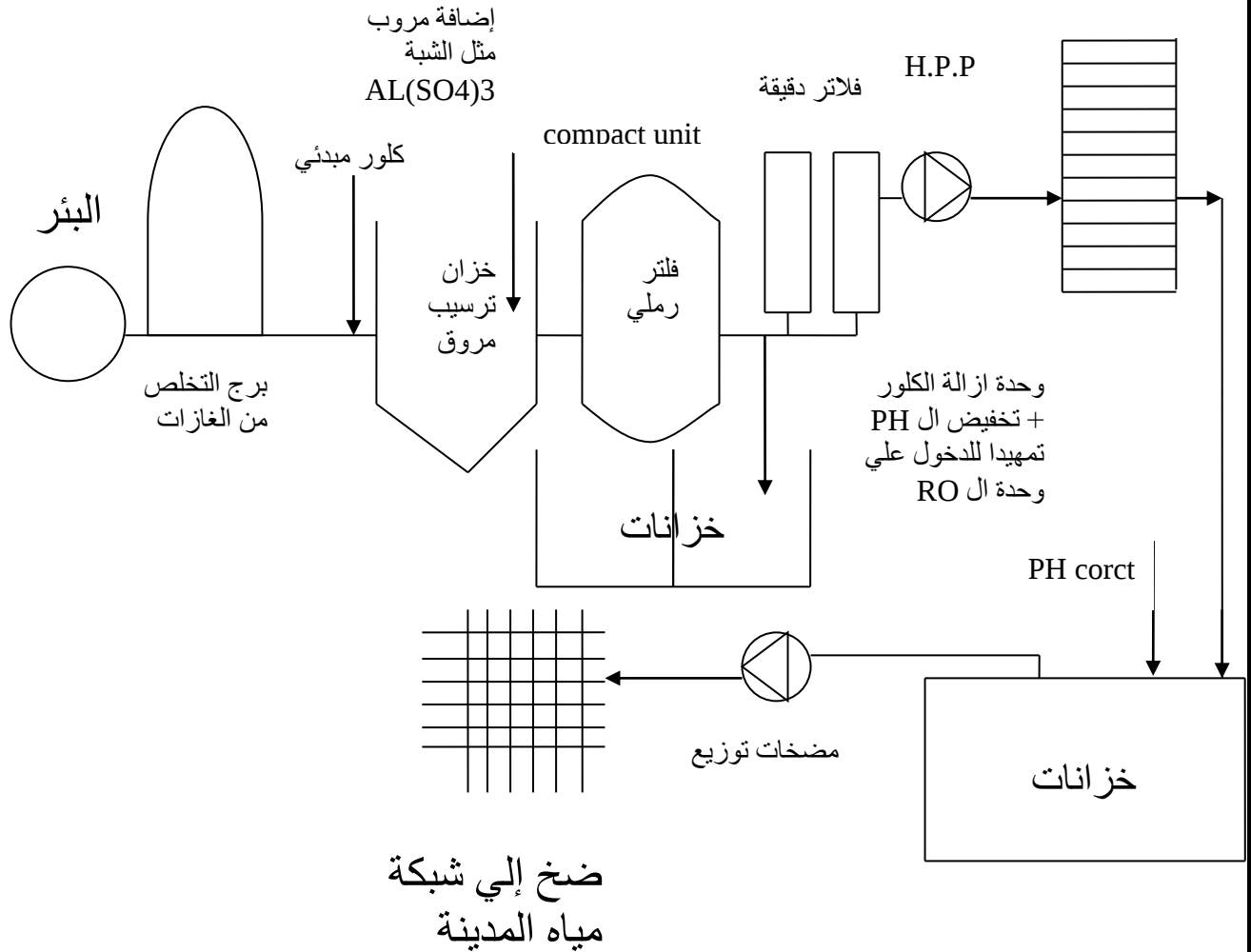
ويتم بها نفس الخطوات السابقة الشرح غير انه دخول المياه ويتم من خلال شبكة مواسير مثقبة لتسمح بتفتيت حبيبات المياه أو تذيرها (Atomization) لكي تسمح بعملية أكسدة الحديد والمنجنيز وهذه هي المعادلات :



وأحيانا يستعان ببرج أكسدة منفصل يتم دفع المياه علي هيئة رذاذ (رشاش) ودفع الهواء (Air blower) ويتم أكسدة للحديد والمنجنيز ببرج الأكسدة . وعليه فيكون دخول المرشح ماسورة دخول مياه عادية ولا حاجة لعملية الدخول من مواسير مثقبة في حالة استخدام برج أكسدة بينما يبغي وضع طبقات الرمل والانتراسيت والفحم الكربوني وحسب نوعية المياه الخام.

٥-٢-٤ التقنية المتقدمة للتنقية (Advanced water treatment)

وتكون في حالة احتواء المياه الجوفية علي نسبة أملاح تزيد عن ١٠٠٠ جم/م٣ نستخدم أغشية التناضح العكسي لإزالة نسبة الأملاح



شكل (٢٥)

وفيها يتم زيادة وحدات فلتر دقيقة ووحدات تناضح عكسي ويراعي الاتي :

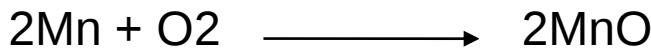
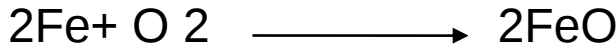
- ١- وضع الفلاتر الميكرونية قبل التناضح العكسي حتي تنقي كل الشوائب الدقيقة جدا ولا تدخل في المياه الداخلة لوحدة التناضح لعدم تعريضها للتآلف
- ٢- تجهيز المياه الداخلة لأغشية التناضح العكسي بأن يزال منها الكلور بواسطة وضع Sodim sulphate وكذلك ال PH الي اقل من ٦ ويضخ جرعة محددة من حمض مناسب HCL او H_2SO_4 وكذلك ضخ المياع بظلمبات ذات ضغط عالي لا يقل عن ٢٧ بار
- ٣- يتم قياس نسبة الاملاح الداخلة علي وحدة التناضح العكسي والخارجة للحكم علي كفاءة الاغشية
- ٤- يتم عمل حط للخلط لمعادلة نسبة الاملاح هذا وسوف يكون شرح هذا الجزء تفصيلا باستفاضة في برنامج التقنية المتقدمة للمعالجة

ويوجد تطبيقات أخرى متنوعة في تنقية المياه الجوفية ليس المجال لسردها الآن لكن يستخدم الجداول المبينة لنتائج تحليل المياه الجوفية ثم يتم عمل إجراءات وعمليات

التنقية المناسبة للوصول لمواصفات مياه الشرب كما تم شرحه تفصيلا في برنامج التحكم في نوعية المياه وبرنامج مراحل تنقية مياه الشرب .

وسنوجز أهم هذه العمليات:

- ١- الترويب والهدف منه الترسيب للقضاء علي نسبة العكارة والوصول بها الي الموصفات القياسية ويتم داخل المرووق ويصاف مروب مناسب وكلور مبدئي للتعقيم بجرعات مناسبة.
- ٢- الترشيح الرملي السريع ويتم خلاله التخلص من جميع الشوائب والوصول إلي
- ٣- برج التخلص من الغازات يتم خلاله التخلص بطريقة فنية من غازات مثل الميثان وكبريتيد الهيدروجين
- ٤- برج الأكسدة يضم الهواء مع الماء الدخل لعمل أكسدة للحديد والمنجيز والتخلص منها

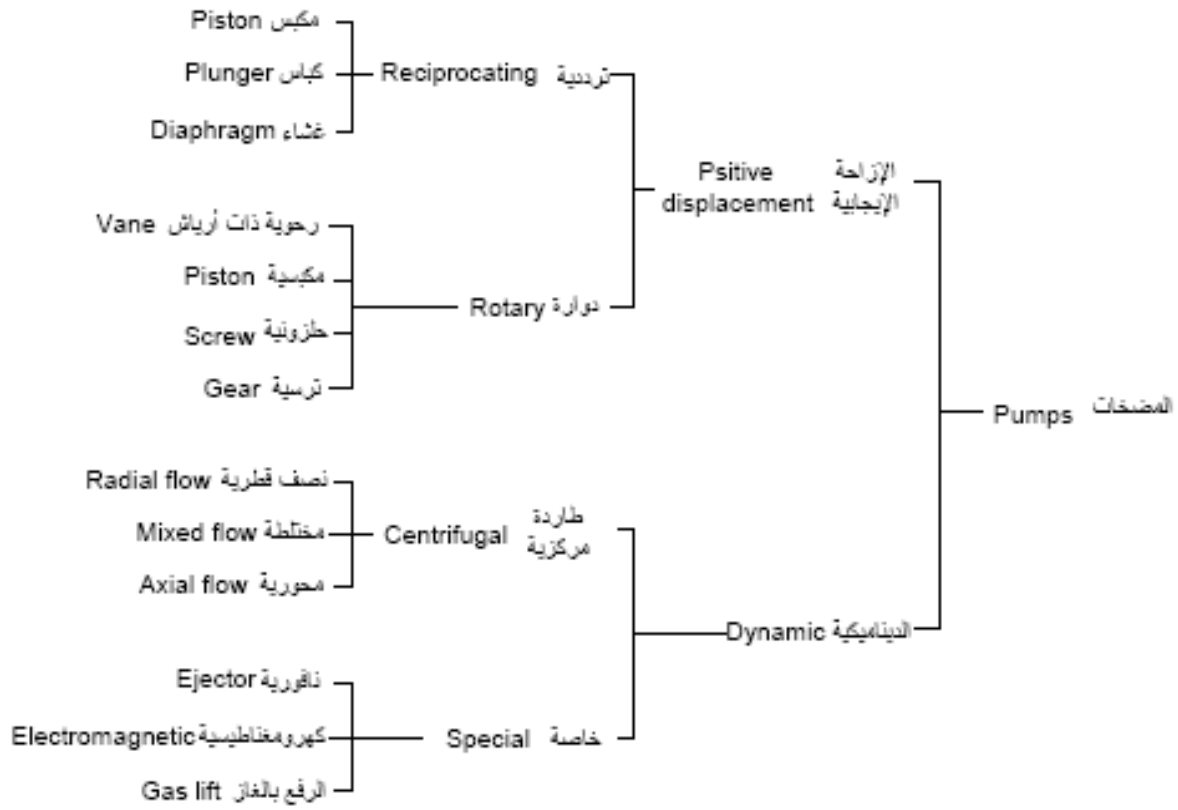


- ٥- إضافة كلور نهائي قبل الضخ للشرب بهدف تأين المياه لتصل للمستهلك بها نسبة كلور متبقي
- ٦- تصحيح الأس الهيدروجين في حالة استخدام أغشية تناضح عكسي وتتم عي مرحلتين
- ٦-١ دخول المياه للأغشية يراعي إزالة الكلور منها بإضافة sodium by sulphur + إضافة حمص للنزول بالأس الهيدروجيني لأقل من ٦ بإضافة Na HCO_3 لرفعه بين ٧,٢ - ٧,٦

- ٧- الحشوات القطنية المستخدمة في عملية الترشيح الدقيقة وهذه تكون بعد الفلتر الرملي السريع وفي حالة وجود معالجة بالأغشية التناضح العكسي وحيث أنها حساسة جدا لأي ذرات شوائب يتم عمل خطوة الترشيح الميكروني Micron Filter
- ٨- متبقية يتم شرحها تفصيلا في برامج التنقية المتقدمة

٤-٣ تمهيد لأنواع الطلمبات المستخدمه في الآبار

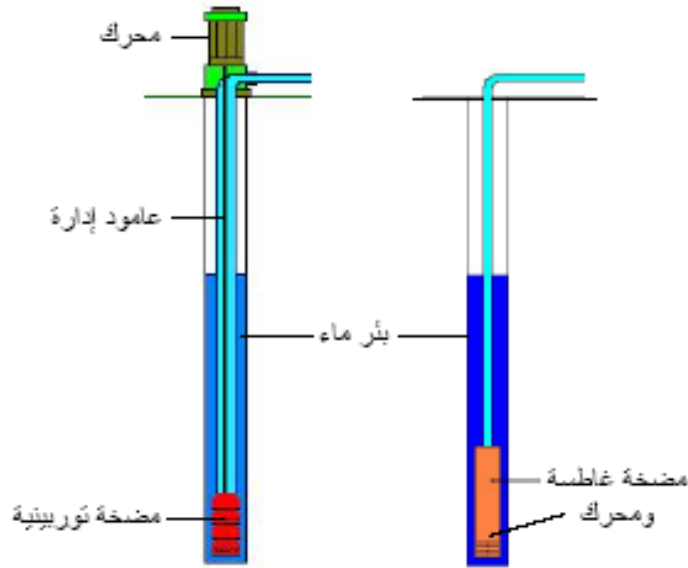
تصنف الطلمبات بشكل عام إلى الأقسام التاليه:-



و ظلمبات آبار المياه تنقسم إلى قسمين

١- ظلمبات مياه توربينية

٢- ظلمبات مياه غاطسة



و الفرق بين النوعين السابقين موضح في الجدول التالي:

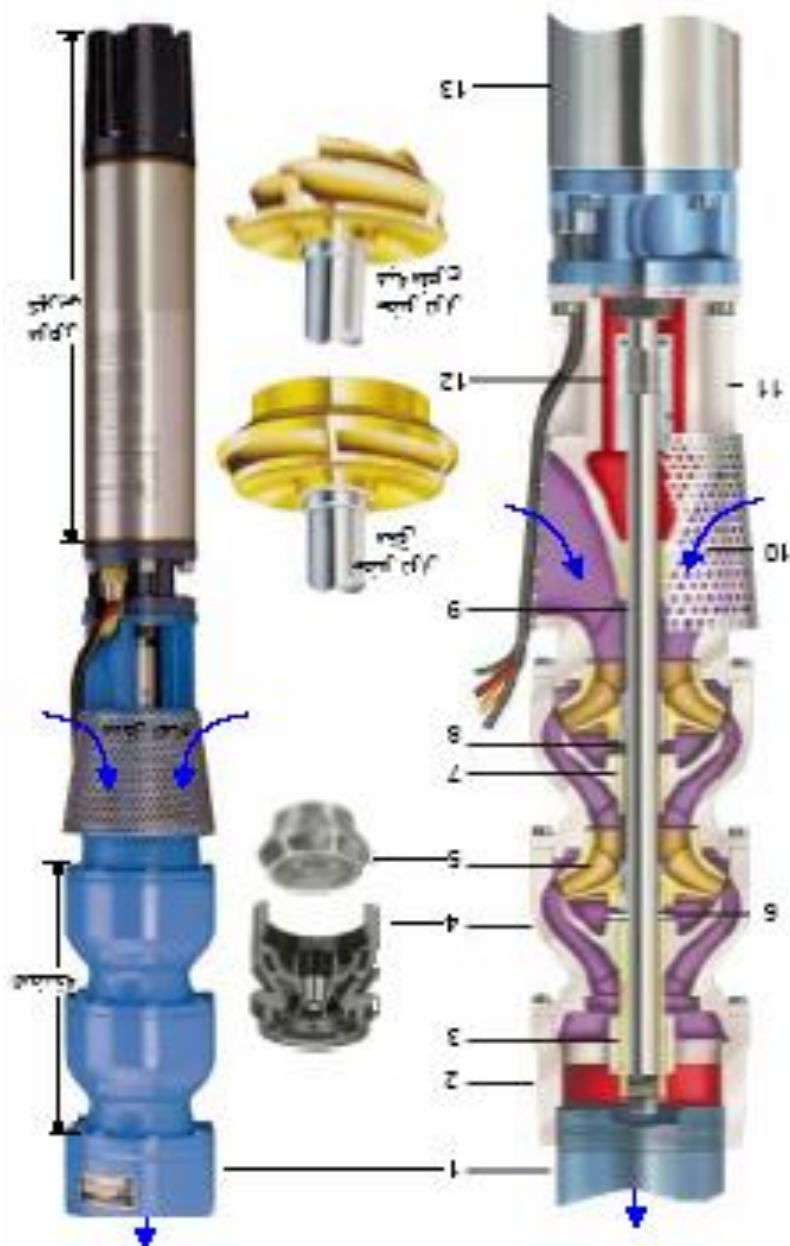
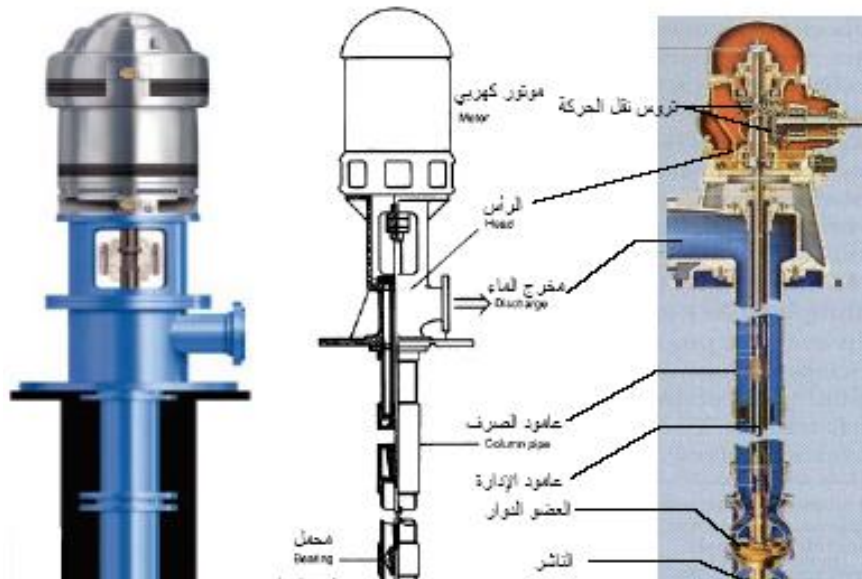
م	المضخة التوربينية ذات العمود الطويل	المضخة الغاطسة
١	ارتفاع كفاءة المحرك - انخفاض الفاقد في كابل الكهرباء - زيادة فاقد الاحتكاك في محامل عمود الإدارة نظراً لطوله	ارتفاع كفاءة المحرك منخفضة نسبياً - ارتفاع الفاقد في كابل الكهرباء نظراً لطوله - انخفاض فاقد الاحتكاك في المحامل
٢	سهولة الوصول إلى المحرك ومحامل الدفع ومجموعة الحبك	صعوبة الوصول إلى المحرك ومحامل الدفع ومجموعة الحبك وكابل الكهرباء
٣	سرعة المحرك بطيئة نسبياً (1500 rpm أو أقل) لذا فمعدل البهري والتآكل منخفض	سرعة المحرك سريعة نسبياً (3000 rpm) لذا فمعدل البهري والتآكل عالي
٤	عمق أقل نسبياً (٢٠٠٠ قدم كحد أقصى)	عمق أكبر نسبياً (حتى ١٢٠٠٠ قدم)
٥	تحتاج لاستقامة البئر نظراً لاستقامة المضخة	تتماشى مع بعض الانحناءات على طول البئر
٦	تحتاج وقت طويل لتثبيتها في البئر	تحتاج لوقت قصير لتثبيتها
٧	تحتاج لضبط وضع العضو الدوار قبل بدأ التشغيل	لا تحتاج لعملية الضبط
٨	تكلفتها قليلة نسبياً	تكلفتها عالية نسبياً

و تتكون المضخة التوربينية من ثلاثة أجزاء رئيسية:-

١- رأس التصريف

٢- عمود الصرف

٣- مجموعه الطاسه (الفرشات و الغطاء الخارجي لها)



و أما المضخه الغاطسه submersible فهي مضخه تستخدم لجلب المياه من أعماق كبيره، و بدلاً من استخدام موا سير و أعمده لنقل الحركه و الماء يتم استخدام خرطوم من الكتان لنقل المياه.

٤ - ٤ الطلمبات الغاطسه بالآبار (تطبيقات مصوره)

الطلمبات الغاطسه بالآبار هي القادره علي تحويل مياه البئر إلي حقيقه ينتفع بها وهي عباره عن طلمبه متعدد المراحل موصله مع موتور كوحده واحده مع كابل تغذيه كهربيه للموتور ويتم تركيب مواسير الطرد علي فتحه خروج الطلمبه من اعلي ويتم اختيار الموتور والطلمبه والكابل من طراز وأنواع ذات كفاءه عاليه نظرا لما يتعرضون له من مياه ذات ملوحه عاليه ويتم قبل تنزيل الطلمبه عمل الاحتياطات الآتيه :

- ١- أولا إحصار المعدات اللازمه للتركيب (ونش - وصله تثبيت - جنشات تثبيت - أحزمه ربط الكابلات والمواسير)
- ٢- قياس عزل الموتور وكذلك التأكد من مانع التسرب الميكانيكي
- ٣- التأكد من وضعيه تركيب الطلمبه مع الموتور
- ٤- قياس عمق منسوب المياه لحساب عدد المواسير المطلوب انزالها وفي حاله إذا كان مطلوب مواسير يتم عمل اللازم
- ٥- مراعاة الدقه اللازمه في ربط الكابل مع الموتور والطلمبه بأحزمه بلاستيك مناسبه وكذلك الربط مع المواسير والكابلات
- ٦- بعد إنزال مجموعه الموتور والطلمبه والمواسير وقبل ربط رأس البئر (المواسير الصاعده مع المواسير الأفقيه الموجهه للاستخدام) ويتم قياس العزل الكهربى مره أخرى ثم يتم ربط الكابل مع لوحه الكهرباء
- ٧- يتم تجربه الضخ مع التأكد أولا من فتح محابس الطرد ويتم اخذ قراءات التصرف - الفولت - الأمبير
- ٨- يتم مراجعه القراءات كل فتره









الخاتمة :

هذه الدراسة عن المياه الجوفية والتي تعد بدايه لان المياه الجوفيه علم واسع يحتاج إلي مجلدات تم إعداد هذا البرنامج ليكون معينا للساده المهندسين والمشرفين لدراسه مبادئ علم المياه الجوفيه وتم الاستعانه بمراجع علميه تم الإشارة إليها بالإضافة لما توفر من معلومات علي شبكه الانترنت عن التطبيقات العمليه والظلمبات الغاطسه والتي نتمنى أن تكون مفيده لكل من انتسب لهذا البرنامج وأود أن أشيد بالجهد المتميز المبذول للجنه إعداد هذا البرنامج وهم :

- ١- مهندس / عبد المنعم محمد سليمان
- ٢- مهندس / محمد ذكي شحاته
- ٣- مهندس / محمود هلال محمود
- والمعاونه الصادقه من مركز تدريب زنين
- ١- مهندس / بدر مصطفى
- ٢- الأستاذ / مبروك عبد المؤمن

وأخيرا التوجيهات الهادفه من مدير عام التدريب
الأستاذ / عبد اللطيف محمد حافظ

والتي ساهمت لخروج هذا البرنامج للنور والي لقاء قادم ببرامج متقدمة في تنقيه المياه الجوفية

- 1- Water supply Engineering
by babbitt Doland
- 2- Water supply
by Fair & geyer
- 3- Rvral Water supply & sanitation
by wright

٤- هندسه مياه الشرب

١/ محمد عبد المنعم مصطفى /١ محمود وصفي

٥- الهندسه الصحيه

١.د محمد علي فرج

٦- آخر تقارير من مواقع الانترنت المتخصصه

٧- نماذج عمليه مصوره لشركات متخصصه من أقراص مدمجه أو مواقع للشركات .