المحتويات

١- **المقدمه**

١-١ تقديمه

١-٢ تعريف المياه الجوفيه

١-٣ تعريف المصطلحات العلميه الخاصه ببرنامج المياه الجوفيه

٢- **المياه الجوفيه**

٢-١ طرق استكشاف المياه الجوفيه

٢-٢ طرق الحصول علي المياه الجوفيه

٢-٣ خزانات المياه الجوفيه

٣- **الآبار**

٣-١ شرح عام للآبار المياه الجوفيه

٣-٢ أنواع الآبار

٣-٣ الاشتراطات الصحيه الواجبه

٣-٤ اختبار مبنى البئر وموقع البئر

٣-٥ العوامل التي توثر علي إنشاء الآبار

٣-٦ طرق إنشاء الآبار

٤- **تطبيقات عمليه لاستخدام الآبار**

٤-١ استخدام الآبار في ضخ مياه الري

٤-٢ استخدام الآبار في ضخ مياه الشرب

٤-٣ تمهيد لأنواع الطلمبات المستخدمه في الآبار

٤-٤ الطلمبات الغاطسه بالآبار(تطبيقات مصوره)

٥- **خاتمه**

٦- **المراجع**

١ – المقدمه

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 نتيجه 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 نسمه إلي ٨٠ مليون نسمه 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:

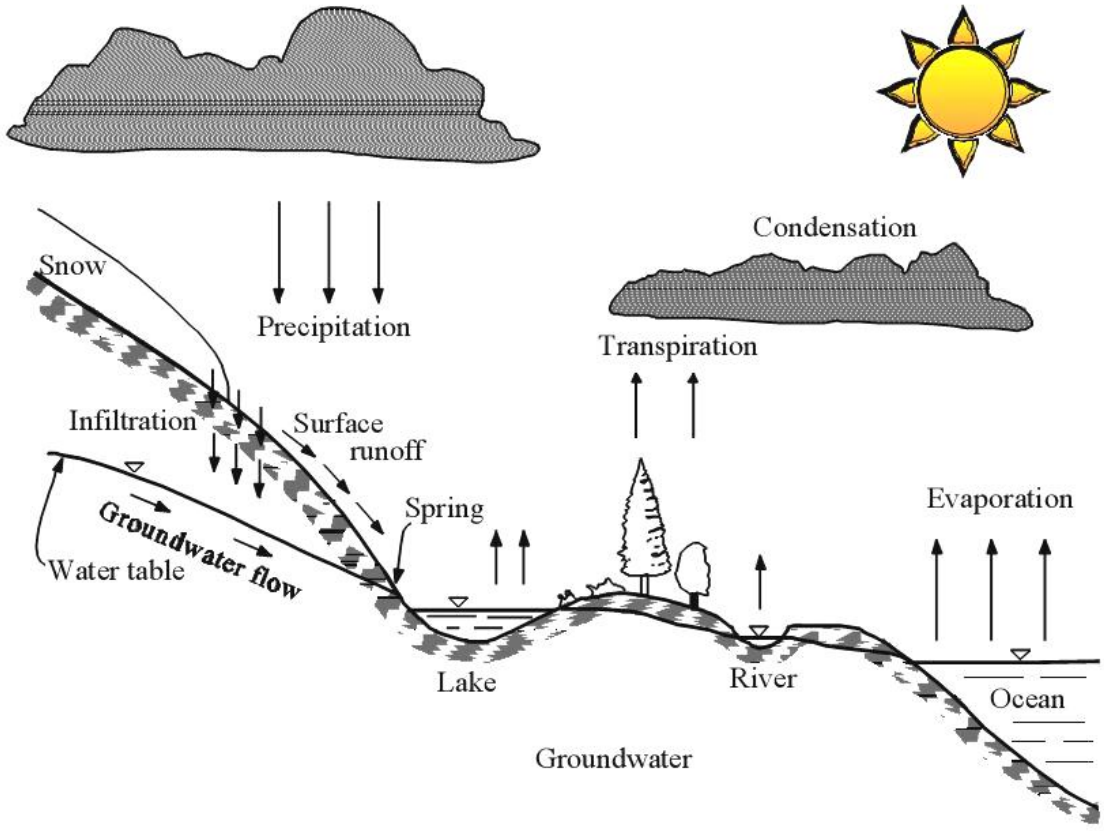
١- ماذا نملك حاليا من المياه الجوفيه في الصحراء الشرقيه والغربيه وكم عدد الآبار ؟ كم تصرف كل منها ؟ وكذلك التقرير الجيولوجي الخاص بكل بئر بما فيها المنسوب الديناميكي والاستاتيكي للمنطقه ولخزان الآبار.

٢- ماذا يمكن أن نفعل لتطوير مياهنا 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 .

١-٢ 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 ثابته منذ القدم ولا تتغير ،وهذا يرجع إلي الدوره الهيدرولوجيه والموضحه بشكل رقم (٢)



الشكل (١) الدوره الهيدرولوجيه

والتي تتلخص في الأتي :-

- تتبخر المياه من المسطحات المائيه وكذا من نتح النباتات المائيه ومن الإنسان والحيوان .
- يتصاعد بخار الماء ويتجمع مكونا السحب .
- يتكثف بخار الماء ويسقط كأمطار.
- تتجمع مياه الأمطار في البحيرات العذبه ولانهار وفروعها.
- يتسرب جزء من هذه المياه إلي باطن الأرض مكونا المياه الجوفيه والتي يتم استخرجها إلي السطح إما طبيعيا أو صناعيا .

والمياه الجوفيه رغم أنها تكون في الغالب خاليه من أي تلوث بكتريولوجي ، إلا أنها تحتاج لدراسات وتحليلات كامله قبل السماح باستخدامها ، كما أنها تتواجد علي أبعاد مختلفه عن سطح الأرض تتغير من موقع لأخر وذلك حسب التكوين الجيولوجي للتربه.

وأهميه المياه الجوفيه 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.

٣-١ تعريف المصطلحات العلميه الخاصه ببرنامج المياه الجوفيه

- **مياه الجريان السطحي**

ماء المطر المتساقط عندما يقابل ميول في سطح الأرض فأنه 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 كميه من المياه تعرف باسم الماء الجوفي أي الذي في باطن الأرض.

- **الطبقه 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 الجيريه المكونه من كربونات الكالسيوم (معدن الكالسيت) أو في حاله صخور القاعده (الطبقه السفلى من القشره الأرضيه) الجرانيتيه و أيضا كما في حاله صخور البازلت الناريه . و الماء الجوفي يتواجد في مسام و شقوق الطبقه الحامله للمياه . دائما تكون الطبقه الحامله مشبعه بالمياه أي أن كل مسامها ممتلئه بالماء و خاليه تماما من الهواء و لذلك يسمى ذلك النطاق بنطاق التشبع.

الطبقه العازله

والاسم الأكثر شيوعا لها الطبقه الكتيمه و يقال لها الطبقه الغير منفذه للمياه و ذلك لأنها عديمه المسام و هذه الطبقه 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 الأرتوازى يمتد في أربع دول هي ليبيا و تشاد و السودان و مصر التي يتمدد 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 ثلاثه أنواع من الخزانات الجوفيه هي حره السطح و تتكون من طبقه كتيمه 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 كتيمه و أعلاها طبقه كتيمه 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 الأجناب بطبقه شبه كتيمه أو مزيج من طبقات كتيمه و شبه كتيمه و الطبقه شبه الكتيمه 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 الهيدروليكى و هو مصطلح خاص أيضا بالخزان حر السطح . تتحرك مياه الخزان حر السطح من المناطق الأعلى إلي الأقل ارتفاعا.

- المستوى البيزومترى

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 البيزومترى

(بعضهم يسميه بيتشيومترى) 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 نوعى الخزانات حره السطح أو الحبيسه و شبه الحبيسه فأن تصرف الماء الجوفي (كميه 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 بالمتر ومعامل الاحتكاك وطول الماسورة وقطرها أو قطع التوصيل وكذلك عاملي سرعة المياه والجاذبية الارضية

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

حيث H : فاقد الضغط بالمتر

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

D : قطر الماسورة

V : السرعة

g : عجلة الجاذبية الارضية

λ : معامل الاحتكاك

- **الهبوط**

عند تشغيل مضخه ماء مركبه على بئر مياه جوفيه فأن مياه الخزان الجوفي حتى مسافه معينه (تسمى منطقه التأثير) تتحرك كلها و من جميع الاتجاهات نحو مكان المضخه المركبه على المحور الطولي للبئر و يسمى هذا بالسريان الشعاعي . و حركه السريان الشعاعى 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 يهمنا معرفتها حتى نركب مضخه 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 يهمنا 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.

- **هيدروجيولوجى**

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

- **جيومورفولوجى**

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

- **ليثولوجى**

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

- **بيدولوجى**

علم الأرض الذي يعنى بالطبقه 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 لفتره 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 فأنه يجرى على سطح الأرض كما في الأنهار لصرف في نهايه رحلته في البحار و جزء آخر من ماء المطر يترشح إلي باطن التربه 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 النبات أي النتح. الميزانيه المائيه تفترض أن التساقط يتم على أرض جافه (صحراء) فيكون التساقط (Precipitation) مساويا الترشح (Infiltration) إلي باطن التربه مضافا إليه قيمه مقدار البخر نتح . أذا الموازنه المائيه هكذا هي عباره عن صيغه معادله رياضيه يمكننا منها حساب تغذيه المياه الجوفيه حيث أن كل الماء المرشح إلي باطن التربه هو مقدار تغذيه الماء الجوفي .

- **الخريطه**

الخريطه هي توقيع المعالم الأرضيه لمنطقه ما على الورق بمقياس رسم معين . مقياس الرسم يحسب بالسنتيمتر كنسبه بين أبعاد المعالم على الخريطه إلي أبعادها الحقيقيه في الطبيعه فخريطه مقياس رسمها واحد إلي مليون ١ : ١٠٠٠٠٠٠ يعنى أن خط طوله ا سنتيمتر على الخريطه يساوى مليون سنتيمتر على الطبيعه أي عشره كيلومترات . الخرائط الطبوغرافيه يكون مقياس رسمها صغير أي تظهر به المعالم أوضح و عاده يكون ما بين ١ : ٥٠٠٠ و حتى ١ : ٥٠٠٠٠٠ و مثلها تكون الخرائط المساحيه و أصغرها ما يستخدم في الزراعه و يسمى خرائط فك الزمام و يمكن أن تكون بمقياس ١ : ١٠٠٠ أي ١ سم على خريطه فك الزمام يمثل ١٠ متر على الطبيعه و ذلك للاستفاده في توقيع الحيازات و ملكيه الأراضي الزراعيه . يوجد على كل خريطه مفتاح بأسفلها يشرح الرموز المستخدمه في الرسم كما يدون عليها مقياس الرسم . و في هوامش الخريطه يكتب أسمها الذي تسمى به و يوجد أيضا في الهوامش مربع مرسوم عليه أسم الخريطه و ما يحيط

به من مربعات خرائط مجاوره بأسمائها . يدون بالهامش سنه طبع الخريطه لأن المعالم تتغير مع السنين و يوجد قيمه الانحراف المغناطيسي في سنه طبع الخريطه (انحراف الإبره المغناطيسيه للبوصله عن الشمال المغناطيسي للكره الأرضيه و الذي يتغير سنويا بقيمه تدون على الخريطه) . الخرائط كانت ترسم بواسطه المساحين من على الأرض ثم بظهور الطيران أعتمد رسم الخرائط على الصور الجويه ثم بظهور الأقمار الصناعيه فاليوم يمكنك رسم أي خريطه 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 الخريطه ترسم هذه الخطوط و يون إلي جوارها رقم يعبر عن منسوب خط الكونتور هذا . و ترسم خطوط الكونتور على الخريطه الواحده بفاصل رأسي ثابت بمعنى أن يكون الفرق في الارتفاع بين خط الكونتور و الذي يليه متساويا بين أي خطين متتالين على الخريطه 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 الخريطه تعطى معلومات عن ارتفاع أي نقطه على الخريطه عن سطح البحر كما أنها تعطى صوره 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 للبخرنتح . بالمثل توجد خرائط كونتوريه لمستوى سطح المياه الجوفيه حره السطح . بالمثل توجد خرائط كونتوريه بيزومتريه تبين ضغوط خزانات المياه الجوفيه الحبيسه و شبه الحبيسه.

- خريطه – قطاع جيولوجي

الخريطه الجيولوجيه هي خريطه يرسم (يوقع) عليها طبقه أرضيه حامله للماء مثلا تمتد في منطقه معينه من الأرض .

القطاع الجيولوجي هو خريطه 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**

مثلها 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 صوره نقيه مثل الماء المقطر . الماء هو أكبر مذيب في الطبيعه لذا فسرعان ما يتملح 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 نوعى – درجه حراره – شفافيه – لون – رائحه – مذاق – توصيل كهربي – 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

ثانويه (٠,٠١ إلي ١٠ جزء في المليون) و مكونات نادره (أقل من ٠,٠٠١ جزء في المليون) .
الملوحه الكليه تشمل جميع الأملاح الذائبه سواء كانت متأينه أو ثابته التركيب و تحسب بتبخير جزء معلوم من المياه على درجه حراره ١٨٠ أو أحيانا ١١٠ درجه مئويه . و يمكن تحديد درجه الملوحه الكليه تقريبيا بتحديد درجه التوصيل الكهربي للماء. E 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 للخزان 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 الطبيعي) 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 إلي 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 كميه البخر نتح الفعلي خلال فتره زمنيه 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 نسبة الرطوبة في المناطق الجافة.

- **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 أستراتيجرافي تعنى دراسه الطبقات في منطقه ما.

٢- المياه الجوفيه

٢-١ طرق استكشاف المياه الجوفيه

لماذا نتعرف على هذا الموضوع ؟

يتم التعرف على طرق استكشاف المياه الجوفيه في أطار التعرف على كل ما يخص المياه الجوفيه حتى يكون لدى القارئ مفهوم صحيح عن تواجد المياه الجوفيه و كيفيه استغلالها. تكثر أسئله المشتغل بالزراعه و أحيان كثيره تجده لا يفصل ما بين المفاهيم الصحيحه و مابين تفكير عفا عليه الزمن عندما كان يستعان بالمشعوذين لاكتشاف المياه الجوفيه على سبيل المثال. الماء العذب في الأرض الجزء الأعظم منه يوجد متجمدا في المناطق القطبيه و المتاح للاستخدام من الماء العذب أما مياه سطحيه تتوفر بالأنهار و بحيرات المياه العذبه بنسبه ١ % من المتاح و الذي الجزء الأعظم منه مياه جوفيه بنسبه ٩٩ %و تلك النسب عالميه بمعنى أنها قد تختلف على مستوى المنطقه العربيه.

يمر استكشاف المياه الجوفيه بمراحل:-

١- مرحله البحث التمهيدي (استكشاف إقليمي)

تجرى لتكوين فكره عن الظروف الجيولوجيه و الهيدرولوجيه للمنطقه و تعتمد على تجميع و دراسه 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- مرحله الدراسات المبدئيه (بحث نصف تفصيلي للمناطق ذات الأهميه المائيه)

دراسات حقليه و معمليه يصاحبها حفر آبار قليله أو متوسطه العمق مع أجراء ضخ تقريبي لمعرفه 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- مرحله الدراسات التفصيليه

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

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

ظروفها الهيدروجيولوجيه و إنتاجيتها كما تحدد خطوط كنتور سطح المياه أو المستوى البيزومترى 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 – كميه البخرنتح – درجات الحراره – الضغط الجوى – 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 تأكل الطبقات و تركيبها الجيولوجى يؤدى لاستنتاج امتداد الطبقه الحامله للمياه و يساعد في تكوين صوره عن الخواص الليثلوجيه 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 الليثولوجى 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

الجيوفيزيـــائى مـــع تحليـــل عينـــات نـــاتج حفـــر الآبـــار الأختباريـــه.

- الدراسات الجيوفيزيائيه:

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

* **مسح جيوفيزيائى** يجرى فوق سطح الأرض لاختبار الطبقات التي في الأعماق

و هو ينقسم إلي أربعه 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 مغناطيسيه :

اعتمادا على الخواص المغناطيسيه 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 المغناطيسيه 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 كهربيه :

هذه هي أهم طرق الدراسه الجيوفيزيائيه الأربعه . تعتمد الطريقه على اختلاف المقاومه الكهربيه 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 المالحه خاصه في المناطق الجافه و مثال ذلك ما تم فعلا لتحديد عدسات المياه العذبه العائمه على طبقات المياه المالحه في كل من الساحل الشمالي الغربي و سيناء بمصر كما تفيد الطرق الكهربيه في تحديد المناطق عإليه النفاذيه خاصه في طبقات الحصى و الرمل و كذلك تستخدم لتحديد سمك طبقات الحصى و الرمل الحامله للماء الجوفي و أيضا تستخدم الطرق الكهربيه لتحديد عمق و وضع الطبقات ذات التشققات العإليه لأهميتها كمناطق ذات احتمالات مائيه كبيره.

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

الرصد الكهربي في الآبار :

بطريقه رصد الجهد التلقائي في الآبار المغلفه أو بطريقه رصد المقاومه الكهربيه في الآبار الغير مغلفه و تفيد في دراسه 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 بالميكرولوج 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 بوصه).

الرصد الإشعاعي داخل الآبار و ينقسم لنوعين أساسين:

رصد أشعه جاما . تنبعث 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 معدله أو يرتفع نتيجه تفاعلات ناريه جوفيه:

يستعمل الرصد الحراري في مقارنه نتائجه مع نتائج الرصد الكهربي 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 معاييره (caliber) يركب مع الميكرولوج المستخدم للرصد الكهربي:

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 الطبقه 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 الطبقه تحمل ماء أرتوازى ضغطه عإلي 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 بيزومترى حيث يرتفع مستوى الماء داخل البئر و قد يكون الضغط البيزومترى كافي لضخ الماء من البئر بدون الحاجه لمضخه).

درجه فقدان محلول الطفله في البئر

لها دلالات على الطبقات التي يخترقها الحفر.

ملاحظه درجه حراره و كيميائيه محلول الطفله

عند اختراق البئر للماء تنخفض درجه 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 تقريبيا يفيد عمليات البحث و الحسابات الهيدرولوجيه .

– **الدراسات الهيدرولوجيه بعد إتمام الحفر**

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

* **عمليات الضخ التجريبي:**

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

* **عمليات الرصد الدوريه:**

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 تفيد في التنبؤ بالتغيرات المستقبليه .

تتم عمليات الرصد الآتيه :

١- رصد مستوى سطح المياه : يتم في بئر لم يضخ لفتره طويله و يجب إيقاف ضخ الآبار المجاوره تتم دوريا كل يوم أو كل عشره أيام أو كل شهر على الأكثر.

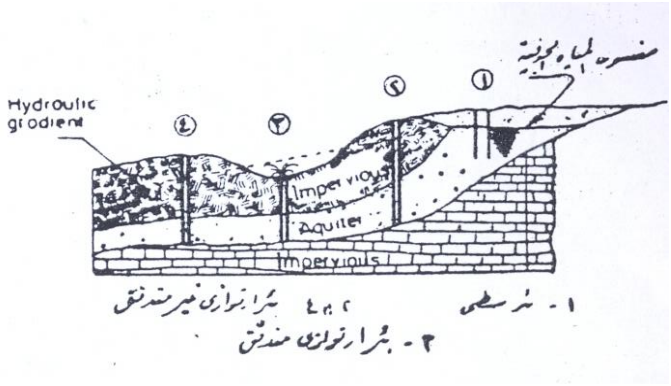
٢- تسجيل درجه حراره المياه : بواسطه ترمومتر خاص تقاس درجه حراره مياه الآبار الأختباريه دوريا مع قياس درجه حراره الهواء عند سطح الأرض للمقارنه و تسجل النتائج.

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 <u>طرق الحصول علي المياه الجوفيه</u>

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)٠(شكل ٢)



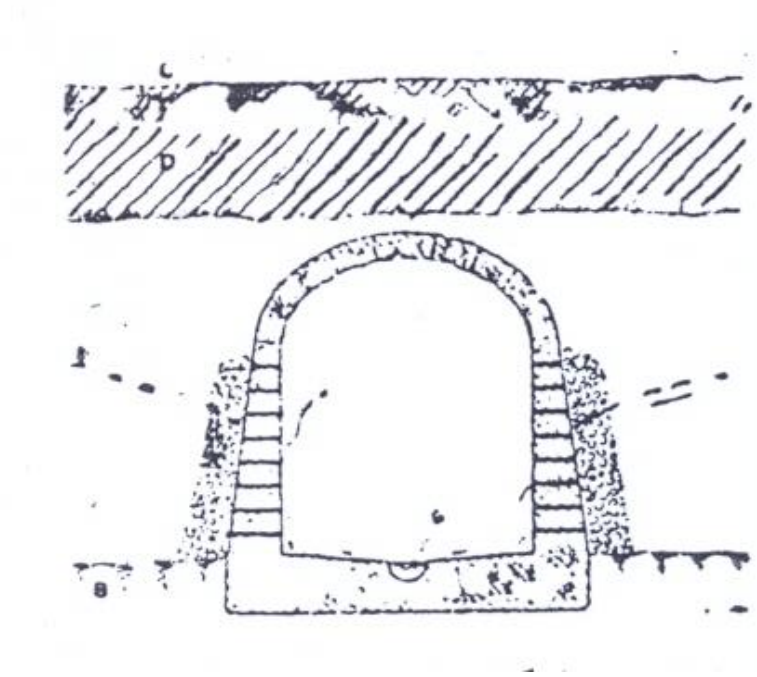
(شكل ٢)

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 طويله تعترض سير المياه الجوفيه ومن ثم يمكن تجميع هذه المياه فيها وفي الصحراء الغربيه بالقرب من مرسى مطروح تم اكتشاف أنفاق ترشيح بنيت في عهد الرومان (ولذلك سميت بالآبار الرومانيه) يبلغ طولها ما يقرب من كيلومترا.بينما يتراوح عرضها من ٧٠ إلي ١٨٠ سنتيمترا وارتفاعها حوالي مترين ويرتفع منسوب قاعها حوالي ثلاثين سنتيمترا عن سطح البحر ،وتستمد هذه الآبار الرومانيه من الأمطار الغزيره التي تسقط علي التلال الرمليه المحيطه بها ويتراوح تركيز المواد الصلبه الذائبه في هذه المياه من ٧٠٠ إلي 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 الجوفيه أيضا من الشقوق التي تتواجد في الطبقات الصخريه ، واقل طبقات الأرض إنتاجا للمياه الجوفيه هي الطبقات الطينه نظرا لدقه المسام مما يقلل من نفاذيتها ويصعب مرور الماء فيها بسرعه.

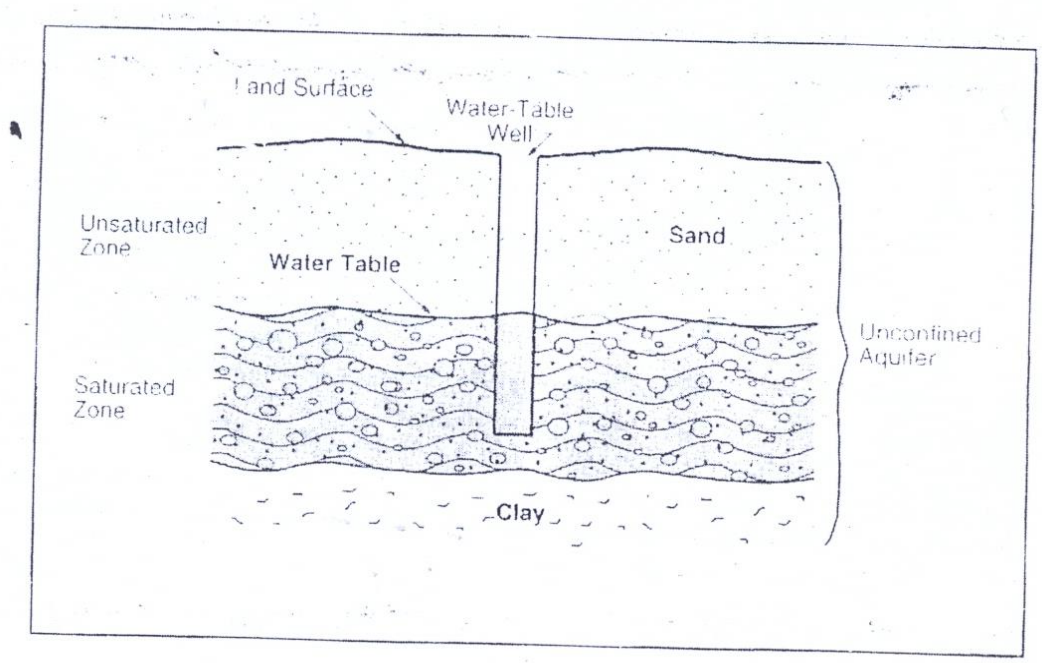
٢-٣ خزانات المياه الجوفيه

<u>تنقسم خزانات المياه الجوفيه إلي:</u>

١- الخزان الجوفي الحر(Unconfined Aquifers)

وهو عباره عن مياه تشبعت بها حبيبات التربه ، ونتيجه تسرب مياه الأمطار ولانهار والبحيرات والمجاري المائيه ، وتسمي بخزانات المياه الحره وتتوقف خصائص الطبقه الحامله للمياه في تلك المنطقه علي الخواص الطبيعيه للتربه ، وأهمها مساميه التربه وقطر الحبيبات وقوى الجذب والتوتر السطحي مابين حبيبات التربه وقطرات الماء.

الشكل رقم (٥) قطاع يوضح الخزان الجوفي الحر.

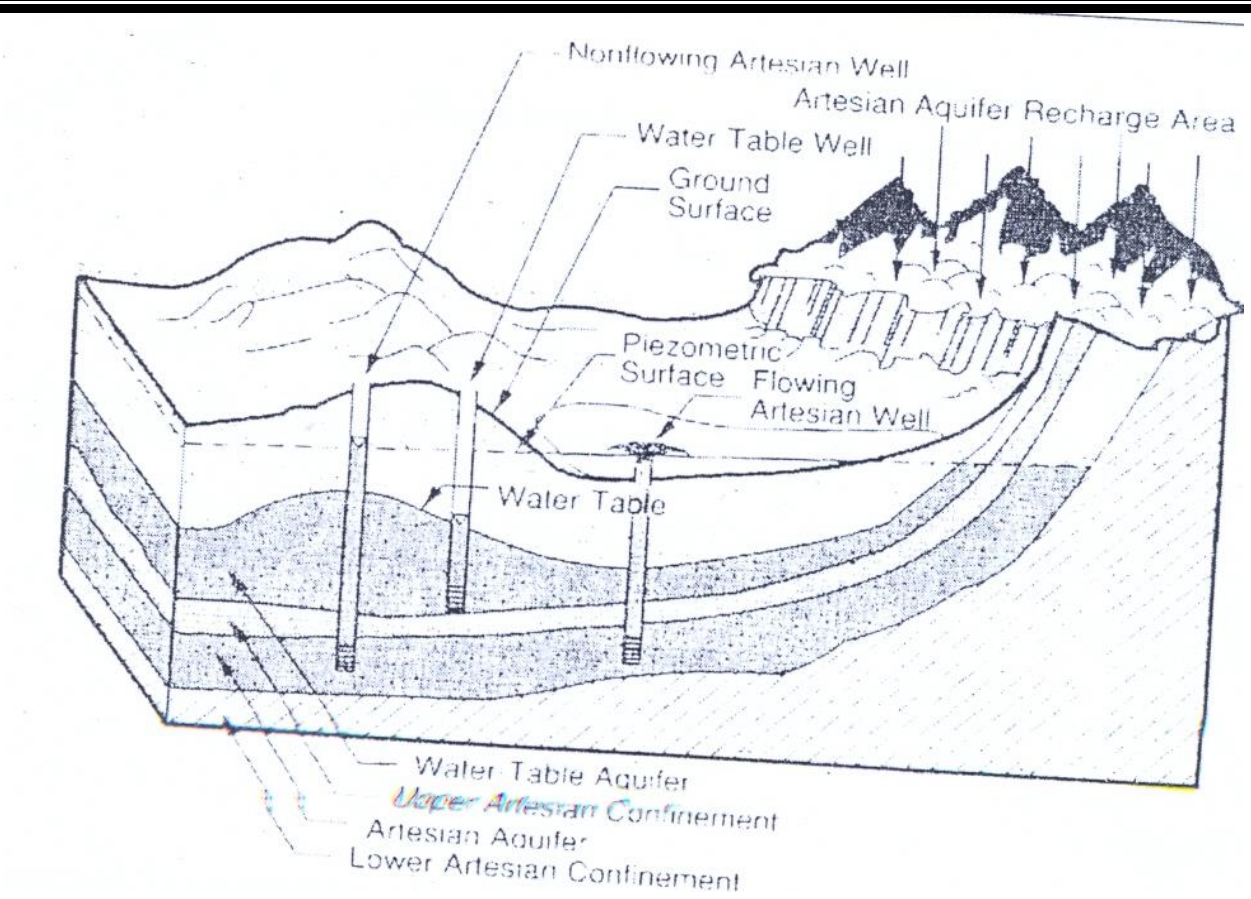


شكل رقم (٥) مقطع في خزان حر(غير محصور)

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

ويعرف أيضا بالخزان الارتوازي (Artesian Aquifer) هو عباره عن مياه نفذت إلي طبقات الأرض العميقه نتيجه لتسرب مياه الأمطار أو البحيرات أو الأنهار حتى استقرت بين طبقتين ،فإذا كانت الطبقه العلويه غير منفذه (صماء) والسفلي منفذه سميت خزانات المياه الجوفيه "شبه محصوره".أما إذا كانت الطبقتين مصانتين سميت خزانات المياه الجوفيه "المحصوره" ،وهذه الأخيره عاده ما تكون غنيه بالمياه وعلي أعماق بعيده ،وفي جميع الأحوال تكون تلك المنطقه متشبعه تماما بالماء ،أي أن جميع مسامها ممتلئه بالماء وتكون المياه حره الحركه في الاتجاه الأفقي فقط.

شكل رقم (٦)قطاع يوضح الخزان الجوفي المحصور.



شكل رقم (٦)

خواص المياه الجوفيه :

تتغير خواص المياه الجوفيه 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 الجوفيه علي جميع العوامل التي صاحبت هذه المياه بدايه من سقوطها كأمطار،ثم سريانها خلال طبقات التربه المختلفه التكوين راسيا ثم أفقيا ،و حتى رفعها للاستعمال.واهم هذه العوامل الأملاح والمعادن التي تتواجد في مكونات التربه،والتي يذوب جزء منها

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

٣- الآبار

٣- ١ شرح عام للآبار المياه الجوفيه

يوجد ما يسمى (الطبقه الحامله للماء الجوفي) و هي طبقه التربه التي يتواجد الماء الجوفي في مسامها التي بين حبيبات التربه و يحدها من أسفل طبقه كتيمه من تربه غير منفذه للماء و قد يتواجد الماء في عده طبقات يعلوها بعضها الأخر . 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 الطبقه الكتيمه غير المنفذه للماء الجوفي تسمى (سمك الطبقه الحامله للماء الجوفي).

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

مستوى سطح الماء الجوفي قبل الضخ يسمى المستوى الأستاتيكى 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 بوصه أو ٦ أو ٨ أو ١٠ أو ١٢ بوصه يزيد الضخ بنسبه ٥% بين قطر و الذي يليه لكن هذه الزياده المنتظمه ليست قاعده فبئر قطره ١٨ بوصه سيزبد كميه الماء الذي يضخه بمقدار ٨% عن قطر ١٢ بوصه 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 إلي مسافه محدده بعدها تركب 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 إلي 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 إلي 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 إلي البئر .
مصافي بطول ٢٥ متر تكون جيده و مناسبه و يمكن زياده طول المصافي لكن هذه الزياده في طول المصافي ليست بلا حدود بل هناك عوامل تحدد طول غلاف البئر و إلي أين ينتهي بدايه من سطح الأرض ليبدءا تركيب المصافي من حيث أنتهي الغلاف و إلي 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 إلي سطح الماء الأستاتيكى 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 تركب 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 تِؤمن 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 الطبقه 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 تركب مضخه البئر ؟

طول غلاف البئر = مستوى سطح ماء البئر الأستاتيكى قبل الضخ + مسافه الهبوط + مسافه أمان لمسافه الهبوط + مسافه أمان لضمان وجود المضخه تحت مستوى الهبوط و فوق مستوى المصافي
= ٤٠ + ١٠ + ١٠ + ١٠ = ٧٠ 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 لمسافه ٢٥متر و يكون بذلك عمق البئر الكلى هو = ٧٠ متر غلاف + ٢٥ متر مصافي = ٩٥ متر.

- **مكان تركيب المضخه بداخل البئر**

– تركب المضخه داخل غلاف البئر و تحت مستوى الهبوط بمسافه أمان قدرها ١٠ متر و فوق المصافي بمسافه أمان قدرها ١٠ متر . و في هذا المثال ستكون المضخه بداخل غلاف البئر على عمق ٦٠ متر تحت سطح الأرض و فوق مصافي البئر بمسافه 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 الفيصل 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 الطبقه الحامله و المساحه التي تمتد خلالها الطبقه الحامله و تقدير كميه 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 التغذيه 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 الاستكشافيه 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 بوصه و لا يزيد عن ٨ بوصه . أهميه هذا الغلاف تكون في عمله كمرشح لحمايه البئر من دخول الرمال فيه و ضخ الرمال و تزداد أهميته عندما تكون الطبقه الحامله للمياه رمليه أو بها حبيبات رمل ناعم كثيره . الرمال الداخله 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 الطبقه 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 الحصوي 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 صيانه البئر و المحافظه على كفائته . 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 فأن البئر المحفور بطريفه غير سليمه فقد يكون عمره ١٠ سنوات أو ٥ بل هناك بئر لا يعمل ألا 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 الإشاره إليه و يتناول صلاحيه المياه الجوفيه للاستخدامات المختلفه .قبل ذلك يمكن التطرق الآن لموضوع عن كيفيه الحصول على الماء الجوفي و الاستفاده 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 استفاده 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 البيزومترى . الضغوط في كلا النوعين من الخزانات تؤثر في دخول الماء للطلمبه.

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

زلـــط أو تشـــييد مـــن معـــادن الطـــين و المســـتخدم منهـــا هنـــا هـــو البنتونيـــت.
المضخه قلب أي نظام هيدروليكي و وظيفه المضخه هي تحويل الطاقه الميكانيكيه إلي طاقه هيدروليكيه ، أو بعبـــاره أخـــرى عمـــل المضـــخه هـــو تحويـــل الطاقـــه الميكانيكيـــه إلـــي ســـائل متـــدفق.
يوجـــد مـــن المضـــخات عـــده أنـــواع لكـــن النـــوع المســـتخدم بصـــفه عامـــه هـــو المضـــخات الـــدواره (Rotating) و تتكون من دفاعه (Impeller) تشبه المروحه أو الترس و هي جزء دوار له ريشات محيطه به كأسنان الترس و توجد الدافعه بداخل وعاء حاوي لها يمثل جسم المضخه به فتحه لدخول الماء تجهز بناشره (Diffuser)عباره عن شكل فتحه الدخول و ممر توجيه دخول الماء للمضخه بأقل أحتكاك و يوجد على الجهه المقابله لفتحه دخول الماء فتحه أخرى لخروج الماء و عاده تكون فتحه دخول الماء أكثر أتساعا من فتحه خروجه أو أن يتساويان . يطلق على هذا النوع من المضخات أيضا أسم المضخات الطارده المركزيه (Centrifugal pumps) . يوجد ما يسمى بالمضخه التربينيه و هي نفسها الطارده المركزيه لكن يزيـــد عـــدد ريشـــات الدافعـــه و تأخـــذ شـــكل كتربينـــه محـــرك الطـــائرات التـــوربينى.
تأخذ الدافعه حركتها الدورانيه من محرك ميكانيكي أو محرك كهربي و هناك محركات لبعض أنظمه الضخ تعمل بالطاقه الشمسيه التي تحول إلي طاقه كهربيه تخزن في بطاريات لتشغل محرك المضخه الذي يعمل بالتيار المستمر و في جميع الأحوال تتحول الطاقه الميكانيكيه للدفاعه الدواره إلي طاقه هيدروليكيه تنقل الماء الذي يصبح لديه ضغط كافي لاندفاعه من فتحه خروج المضخه و وصوله إلي ما هو أبعد من ذلك و يتوقف ذلك على كميه ضغط الماء.

يوجد لكل مضخه ما يسمى القدره المائيه للمضخه و هي نسبه قدره الماء الداخل للمضخه إلي نسبه قدره الماء الخارج منها . المحرك الميكانيكي أو الكهربي الذي يدير المضخه يجب أن تكون قدرته تزيد بمقدار ٣٠ % عن القدره المائيه للمضخه أي تكون قدرته هي حاصل ضرب قدره المضخه مضروبا في ١,٣ ، و يجب ألا تقـــل قـــدره مولـــد القـــدره عـــن مـــا يزيـــد بنســـبه ٢٠ % مـــن قـــدره المضـــخه علـــى الأقـــل.
هل يمكن رفع الماء الجوفي من البئر بواسطه مضخه 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 المضخه بتأثير الضغط الجوى أي يمكن للماء أن يصل للمضخه 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 المضخه قبل وصوله للدفاعه و لأن الجاذبيه الأرضيه تعمل عكس رفع الماء لأعلى بضغط الهواء و يصل أجمالي الفقد في الضغط إلي ما بعادل حوالي ٣ متر ماء أي ما يعادل ضغط عمود من الماء ارتفاعه ٣ متر لكنه يعمل في عكس اتجاه رفع المياه . أذن لا يمكن للمضخه أن تعمل لو كانت ترتفع عن سطح الماء بمسافه تزيد عن ٧ أو ٦,٥ متر . و لو زادت المسافه قليلا تحدث مشكله التكهف كنتيجه لنشؤ أماكن ضغط منخفض داخل المضخه 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 النفاثه 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 تدلى 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 لتغذيه المنزل بالماء.

بقى 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 جيريه 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 الناقليه
و الناقليه تخص حركه الماء لأعلى نحو سطح الأرض . أذن تتحكم الناقليه 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 نوعى المضخه التوربينه المعلقتين بالبئر . أحداهما 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 سنتيمتر 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 المضخه الغاطسه و فيها يكون مركبا أسفل المضخه محرك كهربائي يدير المضخه و يخرج منه كابل تغذيه بالكهرباء يصل إلي خارج البئر حيث يوجد مصدر تيار المدينه أو مولد قدره كهربائيه.

المضخه التوربينيه الغاطسه الكهربائيه أو المحوريه تعطى ضغطا يتراوح بين ١ إلي ٢ ضغط جوى أي رفع يتراوح ما بين ١٠ الي ٢٠ متر ماء . سنحتاج عاده 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 كيعان 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 مضخه الأعماق من عده مراحل أي عده طلمبات موصله مع بعضها على التوالي في اتصال مباشر أي تركب المضخات فوق بعضها البعض مباشره لتعمل كمضخه واحده.

كيف أختار المضخه التي تركب على البئر ؟

يتم اختيار المضخه بناء على أربعه مواصفات هي:

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

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

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

٤- كفاءه الطلمبه : وهي في أحسن حالاتها تكون أكبر من ٧٠ % و كفاءه الطلمبه يحددها المصنع المنتج لها و تكون عاده في شكل رسم بياني المحور السيني (X) الأفقي يكون عليه التصرفات المختلفه للطلمبه و المحور الصادي (Y) الرأسي 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 واحدا فقط لا غير هو منحنى كفاءه الطلمبه الذي تحدثنا عنه.

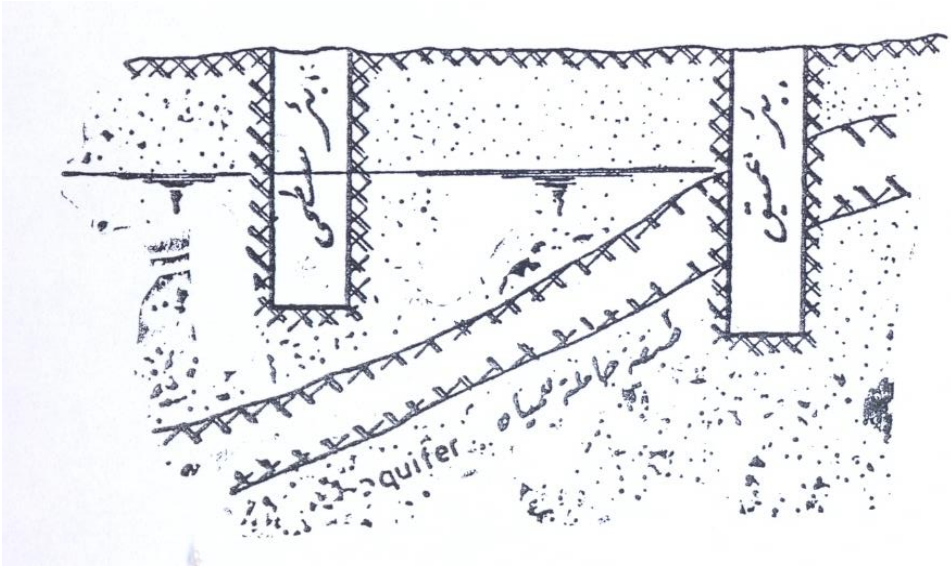
– لتكن احتياجاتي هي مضخه تعطى تصرف ٣٠ متر مكعب في الساعه و ضغطا مقداره ٦٠ بمحرك قدرته ٢٠ حصـــــان فكيـــــف أختـــــار طلمبـــــه معينـــــه تلبـــــى هـــــذه الاحتياجـــــات ؟ سأختار مضخه ما و أرجع لمنحنى أداء هذه المضخه الذي لابد و أن توفره الشركه المنتجه فإذا كانت هذه المضخه تعطى التصرف و الضغط المطلوبين عند قدره اقتصاديه مناسبه و على كفاءه طلمبه ٧٠ % فتكون هذه المضخه هي المناسبه فأشتريها فإذا لم تكن تحقق الكفاءه عند تصرف و ضغط مطلوبين فهي لا تناسبني فأتركها و أبحث عن غيرها مناسب قريب من الأرقام المطلوبه و سأجده بأذن الله .

بقى أن نعلم أن تصرف المضخه و ضغطها يتناسبان فيما لبنهما تناسبا عكسيا أي أنه كلما زاد تصرف المضـــخه قـــل ضـــغطها و العكـــس صـــحيح فكلمـــا زاد ضـــغط المضـــخه قـــل تصـــرفها.

أما القدره المحركه فهي تتناسب مع كل من الضغط و التصرف تناسبا طرديا فكلما زاد التصرف زادت القدره المحركه المطلوبه و كلما زاد الضغط أيضا زادت القدره و العكس صحيح فكلما قل كل من الضغط و التصرف قلت القدره.

٣–٢ أنواع الآبار

تنقسم الآبار إلي آبار سطحيه ، أو آبار عميقه ، وآبار متعدده 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 عير منفذتين (صمائتين) ،وعاده ما تكون غنيه بالمياه .وتتميز الآبار العميقه بعدم التلوث مياهها من الناحيه البكتريولوجيه

(الأمر الذي يحدث في الآبار السطحيه)، وكذلك باندفاع الماء ذاتيا في بعضها دون الحاجه لاستخدم الطلمبات (الآبار الارتوازيه).

الآبار الارتوازيه:

هي الآبار التي تتغذي من طبقه مساميه ،تكون المياه الجوفيه فيها تحت ضغط اعلي من الضغط الجوي ،فيرتفع سطح الماء في البئر إلي مستوي اعلي من الطبقات المحيطه بالبئر ،وهذه النوع من البار ينقسم إلي نوعين هما:

- **أبار ارتوازيه متدفقه(Following Artesian well)**

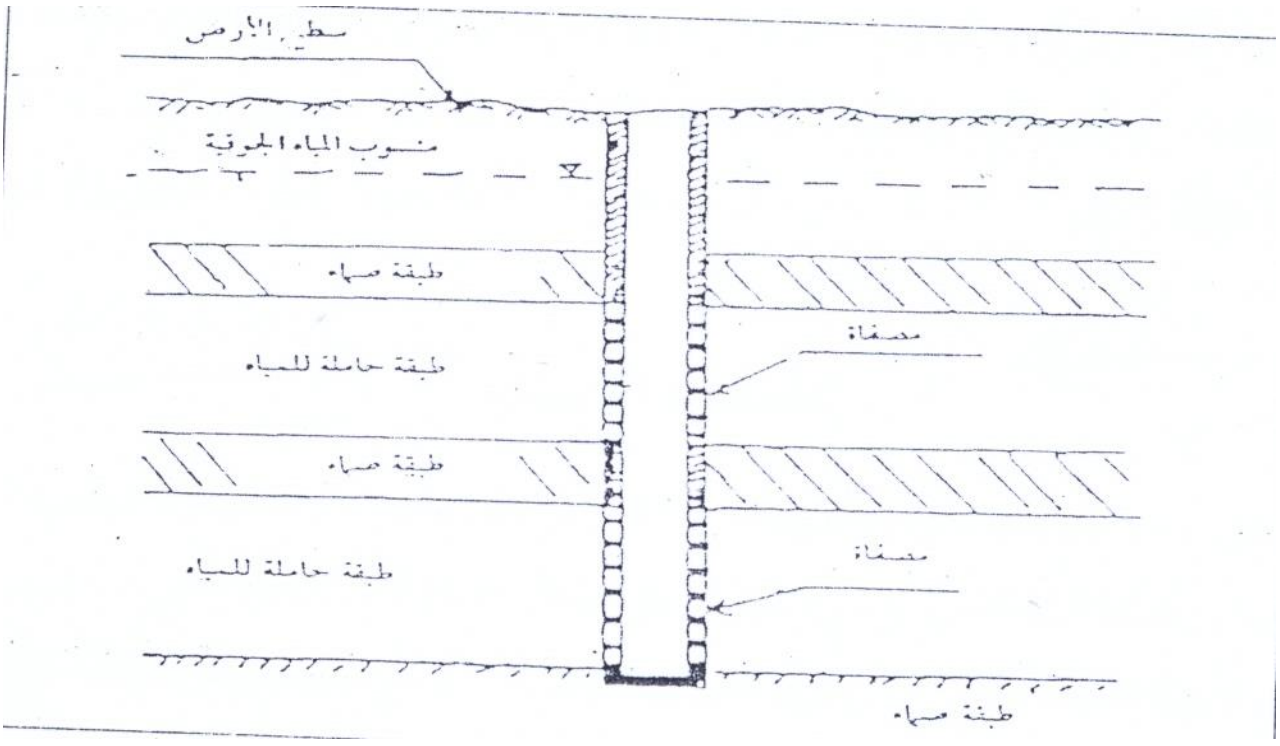
وهي الآبار التي تكون المياه فيها معرضه لضغط كاف يسبب ارتفاع الماء إلي فوهه البئر عند مستوي سطح الأرض أو اعلي الأمر الذي يغني عن استعمال طلمبات لسحب المياه من البئر شكل رقم (٧)

- **آبار ارتوازيه غير متدفقه (Non-following Artesian well)**

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

٢- الآبار متعدده الطبقات:

وهي الآبار التي تخترق عده طبقات حامله للمياه،مما يودي إلي زياده تصرف البئر ،وتحسين خواص المياه بسبب اختلاف نوعيه المياه في الطبقات الحامله المختلفه شكل رقم (٨)



شكل رقم (٨)

٣-٣ الاشتراطات الصحيه الواجب توافرها في مياه الآبار

تعتبر المياه الجوفيه أكثر صلاحيه من المياه السطحيه من الناحيه الصحيه ولذا يفضل الاعتماد عليها كمصدر لمياه شرب صالحه طالما تواجدت بكميه كافيه وكانت لا تحتوي علي شوائب تحد من استعمالها والجدول (٩) يبين الدرجه 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 الجوفيه 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 الجوفيه (مقدره جزء في المليون)

	أقصي حد للتواجد	الحد الأقصى المسموح به	الحد الأقصى المفضل
العكاره	١٠٠	١٠	١
اللون	٦٠٠	٢٥	٥
الأملاح الذائبه			
الحديد	٢٠	٥	.٣
السلفات	٢٠٠٠	١٠٠٠	٢٥٠

المنجنيز	٥	٢	٠,٢
الكلوريدات	٢٠٠٠	٣٠٠	٢٥٠
العسر الكلي	٢٠٠٠	٥٠٠	١٠٠
الكلوريدات	٣,٥٠	١,٥	١,٠
الغازات الذائبه			
المثين	١٥	١٥	صفر
كبريتور الهيدروجين	–	-	صفر
ثاني اكسيد الكربون	٦٥	٢٥	١٥
الأكسجين	١٤	–	–

٣ – ٤ اختبار مبنى البئر وموقع البئر

المساحه الصحيه للآبار (Sanitary Survey)

وبالإضافه إلي عدم زياده تركيز الشوائب في المياه عما جاء في هذا الجدول فانه يجب فحص الآبار للتأكد من استيفائها الشروط الآتيه قبل الحكم بصلاحيه الآبار للاستعمال وهذا ما يسمى بالمساحه الصحيه للبئر.وهي تشمل الأتي :

١- **<u>اختبار مبني للبئر (Examination of well construction)</u>**

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 عير منفذه للمياه (water tight) وذلك لعمق لا يقل عن ثلاث أمتار.

ب- رفع هذا الحائط المبطن للبئر فوق سطح الأرض بحوإلي 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 المحيطه بالبئر بقطر حوالي عشر متر مع مراعاه أن يكون الانحدار إلي الخارج وبذلك لا تتجمع المياه حول البئر.

٢- <u>اختبار موقع البئر (Examination of site)</u>

وذلك للتأكد من حمايه البئر من التلوث بالمياه الجوفيه الملوثه ،وحتى يتوافر ذلك يجب مراعاه الأتي في اختبار موقع البئر.

أ- عدم استعمال الآبار المهمله أو المجارير لصرف المخلفات السائله إلا بعد التأكد من عدم تسرب هذه المخلفات إلي الآبار المستعمله للشرب.

ب- عدم إنشاء البئر بالقرب من المصادر المسببه لتلوث المياه الجوفيه مثل المجارير المرشحه (Leaching Cesspool) وأكوام السماد البلدي أو أكوام القمامه لما قد تحمله المياه التي ترشح من هذه المصادر إلي البئر من مواد عضويه متحلله تعطي الماء رائحه وطعما غير مستساغه. ولذلك فانه يوصي دائما بالا يقل بعد البئر عن أي مصدر من مصادر التلوث المذكوره أعلاه من ١٠: ٣٠ متراً حسب مصادر التلوث ونوع البئر وتكوين طبقات الأرض.

ج- عند اختبار موقع البئر يجب التأكد من اتجاه سير المياه الجوفيه من البئر إلي مصدر التلوث وليس العكس.

٣- <u>اختبار طريقه سحب المياه من البئر وتخزينها:</u>

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

ب- إنشاء الخزانات المخصصه للمياه من ماده لا تتسرب منها المياه مزوده بفتحات مغطاه للكشف عليها ومزوده كذلك بفتحات تهويه لمرور الهواء مانعه لمرور الأتربه والحشرات.

ج- عدم وضع آلات محركه ثقيله علي البئر مباشره إذ قد ينتج عن اهتزازها شروخ في غطاء البئر أو الحائط المبطن للبئر -وهذا بالتالي يسبب دخول المياه السطحيه إلي داخل البئر.

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

وذلك للتأكد من عدم تجاوز المسافه الرأسيه بين الطلمبه التي تسحب الماء من البئر وسطح الماء في البئر أكثر من ثمانية أمتار وإلا تعذر رفع الماء ولتفادي ذلك في حاله تواجد الماء علي أعماق كبيره فأنه تبني غرفه خاصه للطلمبه تحت الأرض من ماده 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 البئر بالاتساع الكافي فانه يتم إنزال الطلمبه (دون الموتور المحرك) داخل البئر علي أن يتصل بالموتور المحرك محور دوران بالطول الكافي .

٤- <u>الفحص البكتريولوجي للمياه الجوفيه :</u>

ويتم ذلك بأخذ عينات من المياه الجوفيه من البئر وفحصها بكتريولوجيا لمعرفه 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.

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

١- تنظيف جدران البئر والمواسير والطلمبات مما يتواجد فيها من شوائب علقت إثناء 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 كميه من محلول الكلور إلي البئر.

٤- قياس كميه الكلور المتبقيه في البئر بعد ٢٤ ساعه من إضافه الكلور.

٥- إذا خلت المياه من الكلور المتبقي فيلزم إضافه كميه أخري من الكلور والتأكد من وجود كلور متبقي بعد ٢٤ ساعه أخري.

٦- سحب الماء المحتوي علي الكلور وبذلك يصير البئر صالحا للاستعمال.

٣-٥ <u>العوامل المؤثره علي إنشاء الآبار</u>

تنشأ الآبار بطرق كثيره بسيطه ومعقده ،فبعضها يتم حفره يدويا،والأخر 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.

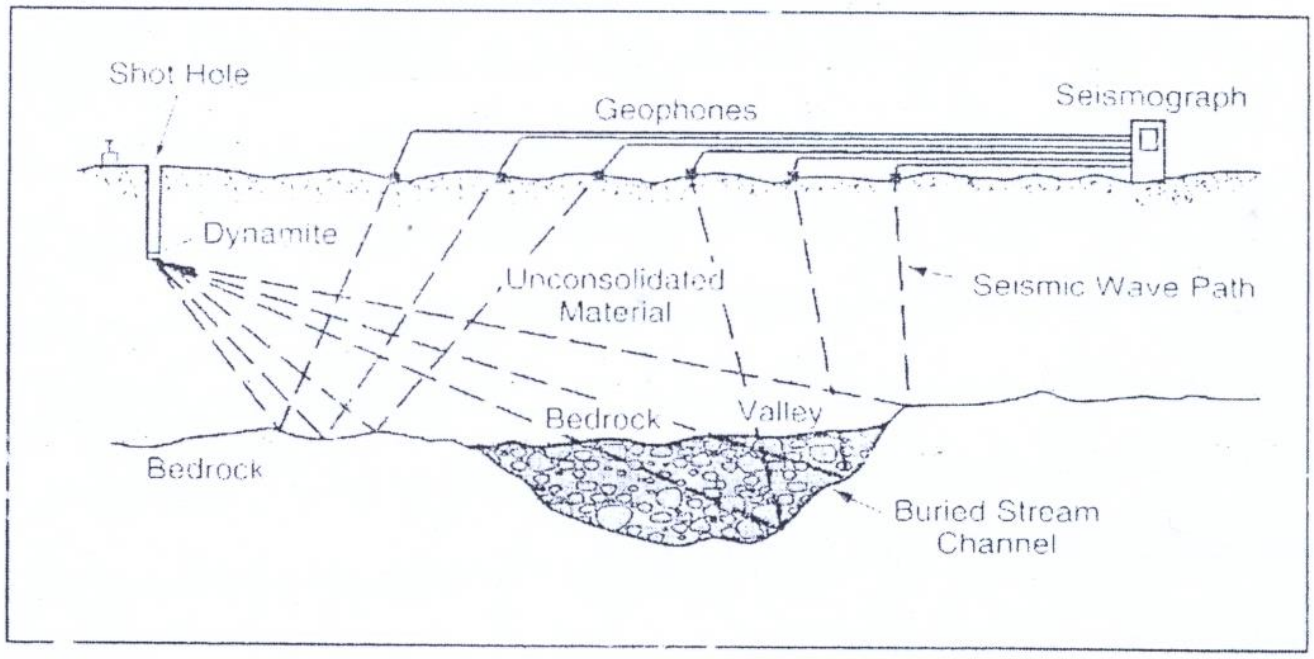
٤- مصادر التلوث المحتمله في المنطقه.ففي حاله وجود أحواض تحليل وبيارات وخنادق صرف صحي في المنطقه ،يجب أن يكون موقع البئر بعيدا عنها بمسافه لا تقل عن ٣٠ متر(إذا كان بئر مياه الشرب فوق

التيار بالنسبه لسريان المياه الجوفيه في اتجاه خزان التحليل). ولا تقل هذه المسافه عن ٦٠متر إذا كان بئر مياه الشرب تحت التيار بالنسبه لحوض التحليل.

٥- موقع البئر المقترح بالنسبه للآبار المجاوره له(التداخل بين الآبار).ففي حاله تواجد بئرين أو أكثر متجاورين ،يتم سحب المياه من نفس الطبقه الأرضيه الواحده ،فان التصرف في كل بئر يتأثر بتصرف البئر الآخر ،ويتوقف هذا التأثير علي المسافه بين تلك الآبار ،وفي هذه الحاله يجب أن لا تقل المسافه بين البئر والآخر عن مجموع نصفي 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

قديما كان يتم حفر الآبار يدويا بالمعول والكريك ،أما الآن فهناك المعدات والماكينات الحديثه المصنعه لهذا الغرض خصيصا.وعاده قبل الشروع في تنفيذ الآبار بمنطقه 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 (Resistively test) كما بشكل رقم (١٠)



شكل رقم (١٠)

استكشاف الطبقات الحالمه للمياه بطريقه قياس درجه انعكاس الموجات الزلزاليه

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 المسوره 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 الرمليه أو الطينيه المفككه ولكنها غير صالحه في الأرض الصخريه أو الطينيه المتماسكه.

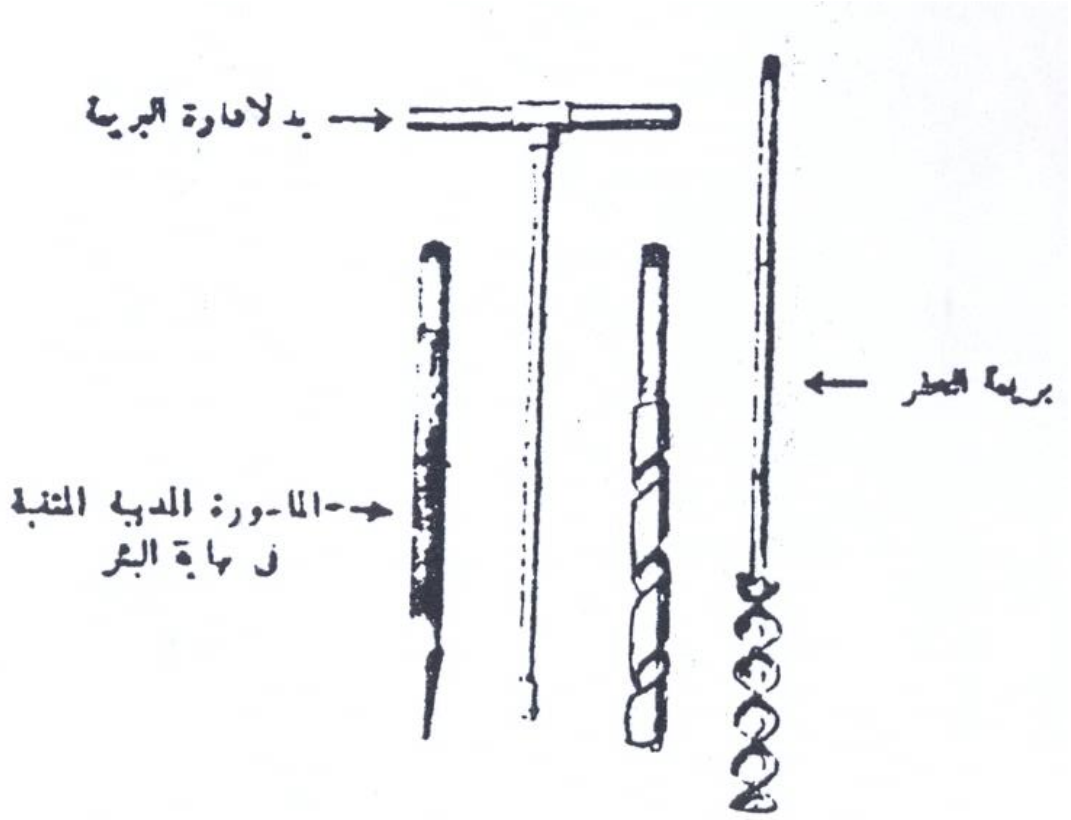
شكل رقم (١١)

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 لتنزل 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)

وبإزاله المواد العالقه من ثنايا البريمه يمكن إعاده استعمالها لتعميق البئر بالاستعانه بقضبان 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 لمعرفه نوعها ومدى نفاذيتها ومساميتها وبذلك يمكن تحديد العمق المناسب الذي يتوقف عنده البئر.

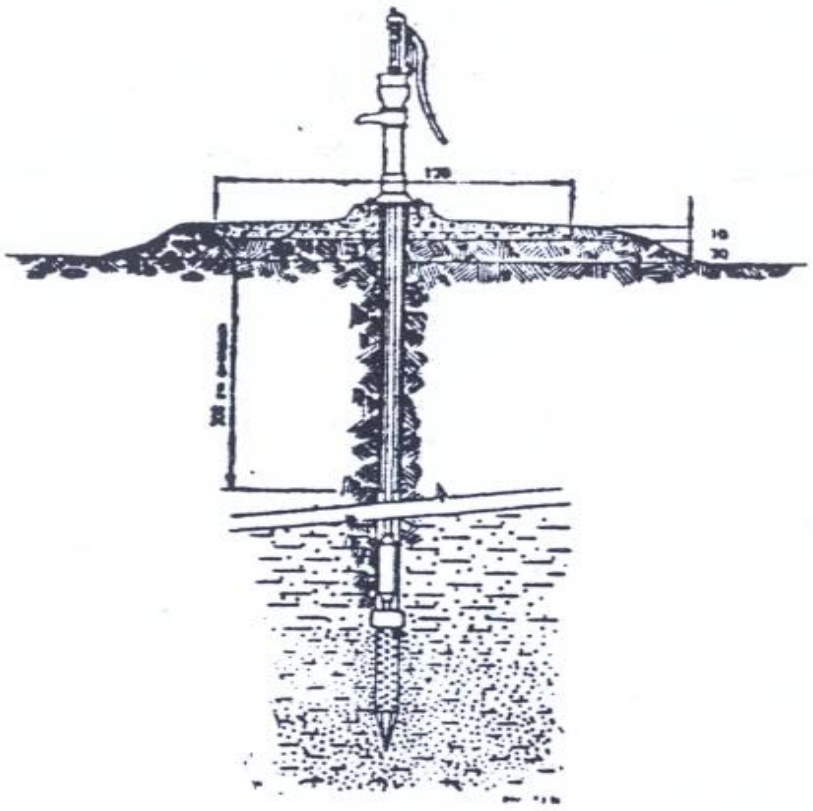


شكل رقم (١٢)

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

علي انه يجب مراعاه ألا تتجاوز المسافه بين الطلمبه التي تسحب المياه من البئر وسطح المياه أكثر من سبعه أمتار حتى يمكن سحب المياه دون أي متاعب نتيجه لتبخر الماء الناتج من انخفاض الضغط داخل

الماسوره فإذا وجد أن منسوب المياه الجوفيه ابعد من سبع أمتار تحت سطح الأرض فأنه يجب إنزال الطلمبه الساحبه للمياه إلي منسوب يسمح بالسحب دون التعرض لمتاعب تبخر الماء الناتج من زياده طول ماسوره السحب عن سبعه أمتار شكل رقم (١٣)



شكل رقم (١٣)

<u>طول الماسوره المثقبه (المصفاه):</u>

ويتوقف طول الماسوره المثقبه 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 عاده 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 المثقوبه.

جدول رقم (١٤)

الحد الأقصى بسرعه دخول المياه

في ثقوب المصفاه للآبار المدقوقه

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

أي أن س = ٠,١٠ × ل × ط × ق

حيث أن ل = طول الماسوره المثقبه

ط = النسبه التقريبيه =٣,١٤

ق = قطر الماسوره المثقبه

س= مساحه الفتحات في الشبكه النحاسيه

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

يكون التصرف الداخل خلال الثقوب = ع × س

= ٠,٠٣ × ٠,١ × ل × ط × 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 × ط ق^{٢} / ٤ = ط ق^{٢}/٤

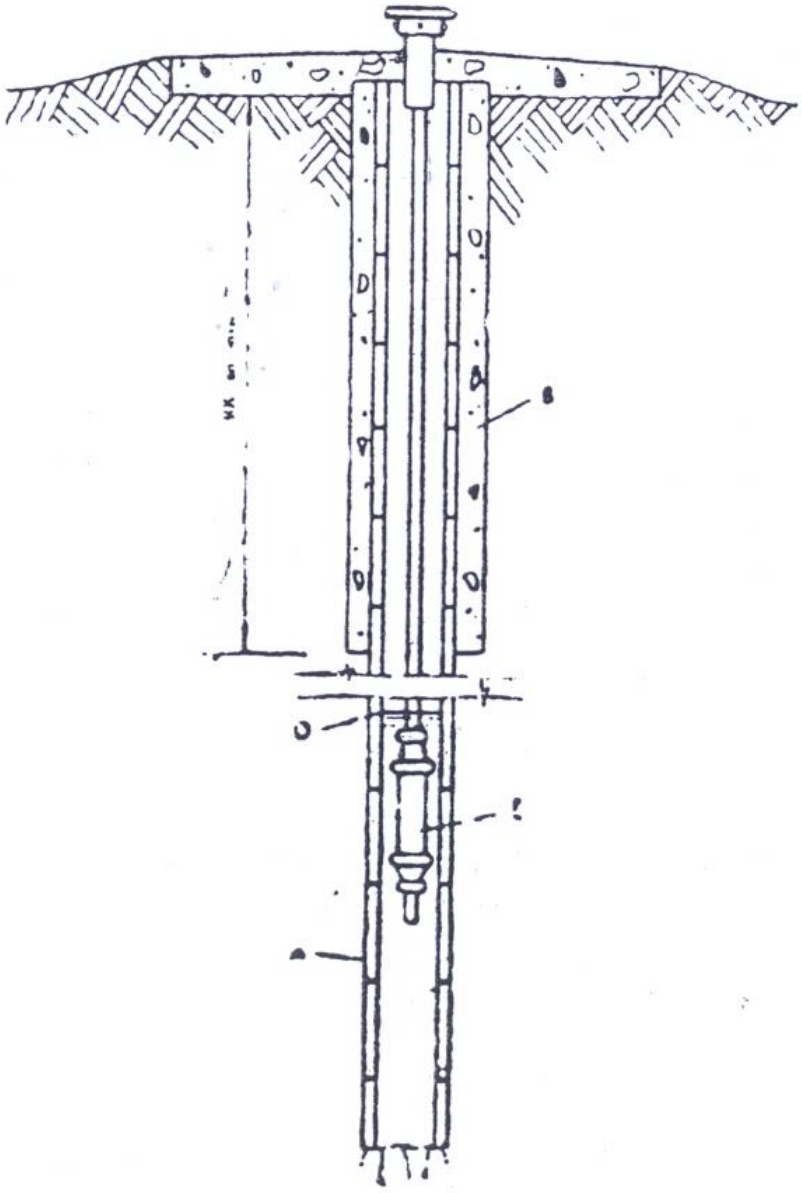
إذا ط ق^{٢} / ٤ = ٠,٠٠٣ ل ط ق

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)**

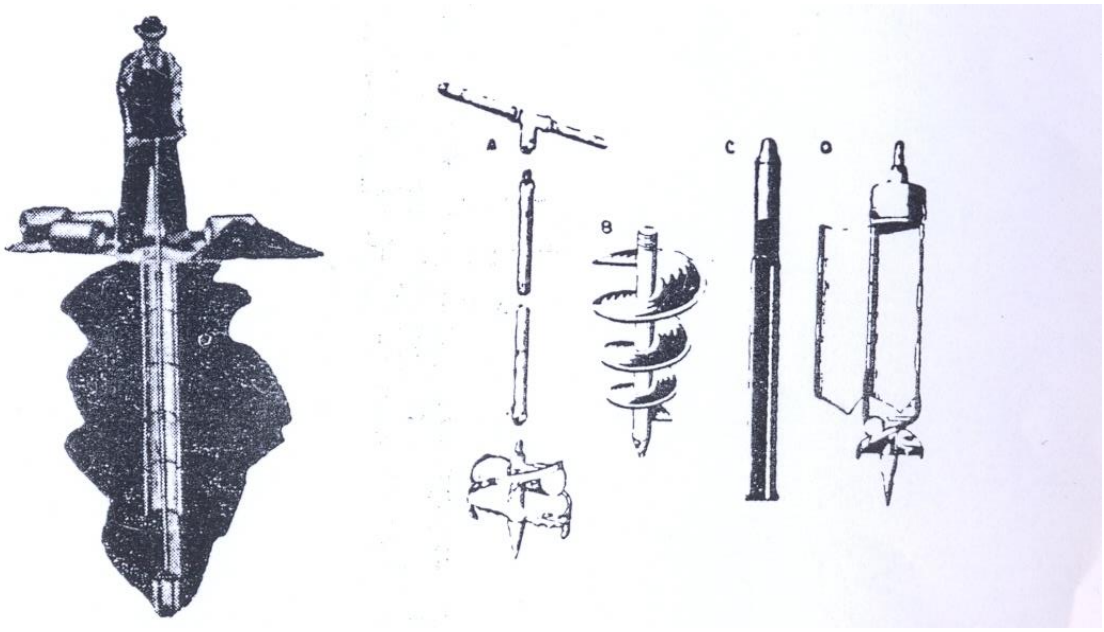
وهي عباره عن فتحه في القشره الأرضيه يتراوح قطرها بين سته بوصه وسته وثلاثين بوصه تبطنها ماسوره حديديه بنفس القطر مكونه من مواسير طول كل منها حوالي متران متصله ببعضها بواسطه وصلات أو جلب مقلوظه علي انه يجب أن تكون الماسوره السفلي من هذه المواسير مثقبه تعمل كمصفاه حتى يمكن للمياه الجوفيه أن تتسرب إلي داخل 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 أخري بواسطه الوصلات الجلب المقلوظه ويستأنف الدق حتى تصل الي العمق المطلوب.

إلا انه يجب ملاحظه أنه في هذه الحاله 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 لمعرفه نوعها ومدى نفاذيتها وبذلك يمكن تحديد العمق المناسب الذي يتوقف عنده دق البئر.

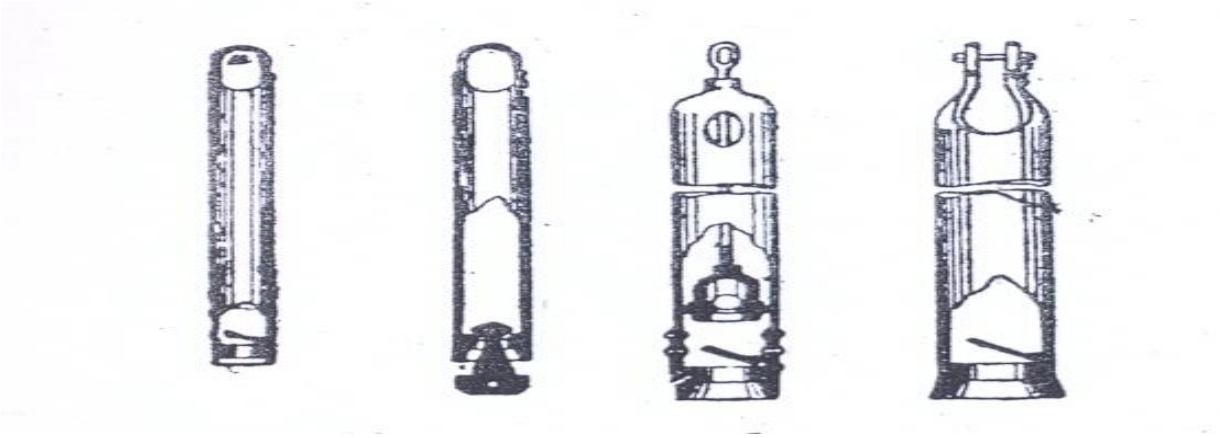
كما يراعي أسوه بالآبار المحفوره أن ترتفع الماسوره المبطنه للبئر بمقدار ثلاثين سنتيمترا فوق سطح الأرض علي أن تغلف هذه الماسوره حتى عمق ثلاثه أمتار داخل الأرض بغلاف من الخراسانه لضمان عدم تسرب المياه من سطح الأرض إلي البئر خلال الطبقه العليا للأرض ثم يغطي البئر بغطاء من الخرسانه المسلحه تخترقه ماسوره متصله بالطلمبه التي تسحب المياه من البئر.

٤ – الآبار المنحوته (Drilled wells):

وهي الآبار التي تخترق طبقات الأرض الصخريه أو المتماسكه تماسكا شديدا وهي تحتاج لمعدات وآلات لاختراق هذه الطبقات الصلبه حتى يمكن الوصول إلي الطبقه الحامله للمياه الجوفيه.

وهناك أكثر من طريقه لإنشاء هذه الآبار :

أ- **الطريقه الاعتياديه (Standard method)**



شكل رقم (١٨)

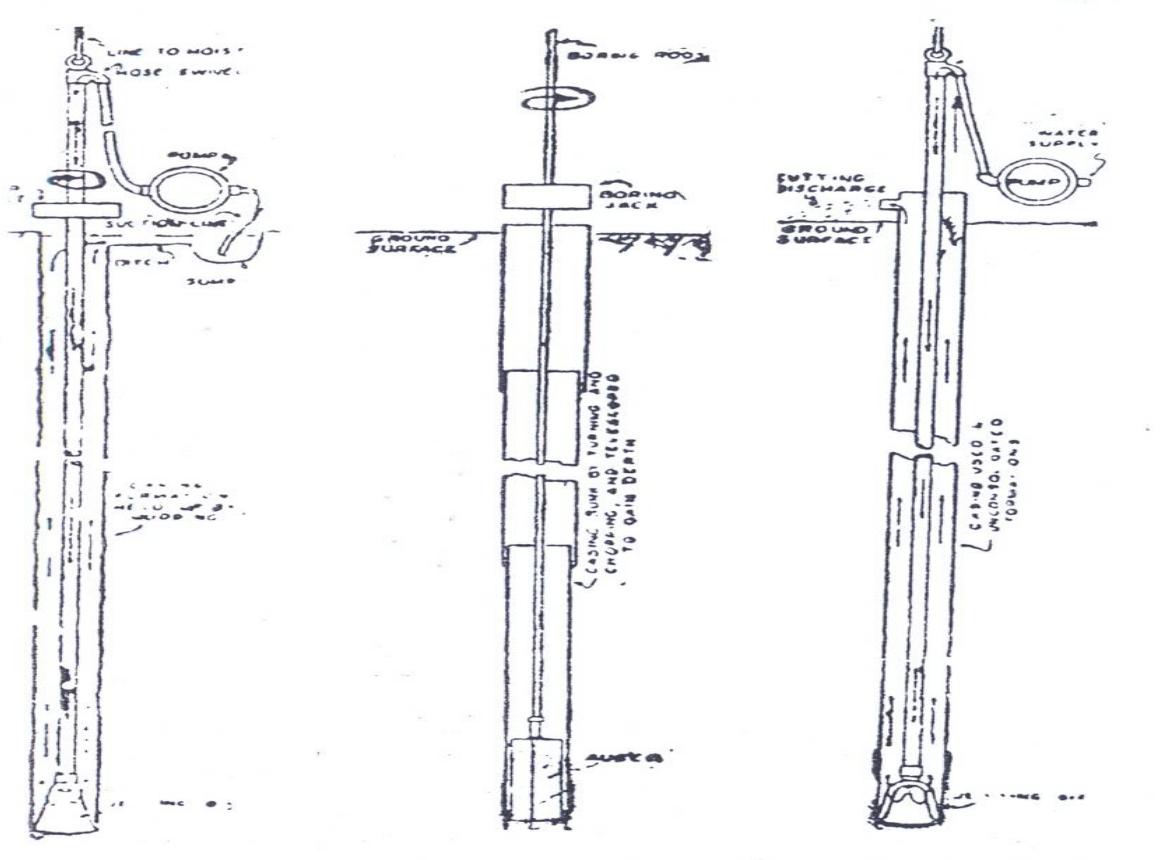
وهي تتكون من ماسوره ذات حد قاطع تدق لتخترق القشره الأرضيه حتى تصل إلي المياه الجوفيه ولا تختلف طريقه تغويص الماسوره في هذه الحاله عن طريقه الآبار المثقوبه إلا في طريقه تكسير الطبقات الصخريه التي قد تعترض الماسوره ففي هذه الحاله تستعمل أثقال مدببه الأطراف تعلو وتهبط داخل الماسوره أثناء عمليه التغويص وينتج 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 المثقوبه 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 الصلبه داخل ماسوره البئر إلا انه في المائيه تكون هذه الأثقال مفرغه ومثقبه ومتصله بمواسير مرنه تسير فيها الماء تحت ضغط عالي ونتيجه لهذا الضغط تخرج المياه من الثقوب الموجوده في الأثقال باندفاع ومن ثم ترتفع إلي أعلى داخل ماسوره البئر حامله معها المواد التي كسرتها الأثقال في أثناء هبوطها المتوالي.

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

ج- **المثاقب الدواره (Core Driller Methods) شكل رقم (١٩)**



شكل رقم (١٩)

وفي هذه الطريقه يتم عمل الثقب داخل طبقات الأرض الصلبه بواسطه مثاقب عباره عن اسطوانه مجوفه مزوده بأسنان صلبه تدور بسرعه من ٢٠ إلي ٤٠ لفه في الدقيقه وبذلك يتم نحت جزء من طبقه الأرض تدخل في الاسطوانه المجوفه وعند رفع الاسطوانه إلي 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 إلي العمق المطلوب حيث توجد الطبقه الحامله للمياه الجوفيه.

وتمتاز هذه الطريقه بإمكان الحصول علي عينات من باطن الأرض كما كانت عليه داخل الأرض دون أي خلل في ترتيب الحبيبات.

د- **الطريقه المائيه الدواره (Hydraulic Rotary Method) شكل**

وهي أحسن ما تتبع إذا كانت طبقات الأرض من طبقات متماسكه من الطين والرمل وفي هذه الطريقه يستعمل مثقاب مجوف مزود بأسنان طلبه 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

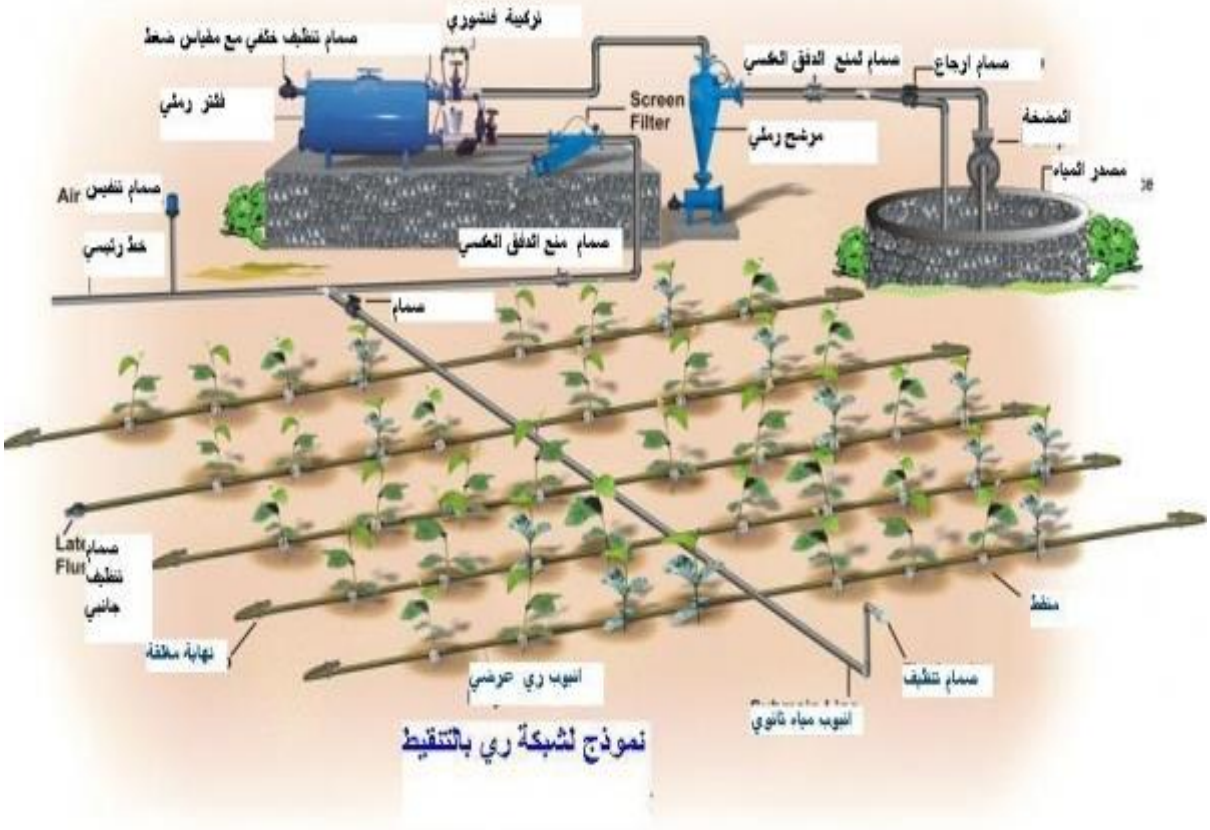
إن استخدام الآبار كمصدر للمياه سواء مياه الري أم مياه الشرب لا يقل أهميه عن المياه السطحيه أو مصادر المياه الأخرى حيث انه مصدر متجدد ويكون احتياطي للمصادر الأخرى أو كمصدر وحيد في حاله عدم وجود بديل للمياه الجوفيه.

٤ – ١ استخدام الآبار في ضخ مياه الري

عند تحليل عينه من المياه الجوفيه ووجود أن بها نسبه أملاح من ١٠٠٠- ٢٠٠٠ جزء في المليون (كما موضح بجدول رقم) يبدءا 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 الأرضي 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 والمحافظه علي بقائها مده طويله للانتفاع بها (العمر الافتراضي للبئر)

ويراعى أيضا عمل تحليل دوري للمياه حتى لا تتسبب نسبه الملوحه العاليه في تطبيل الأرض ويراعى كذلك عمل شبكات صرف أمنه 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.

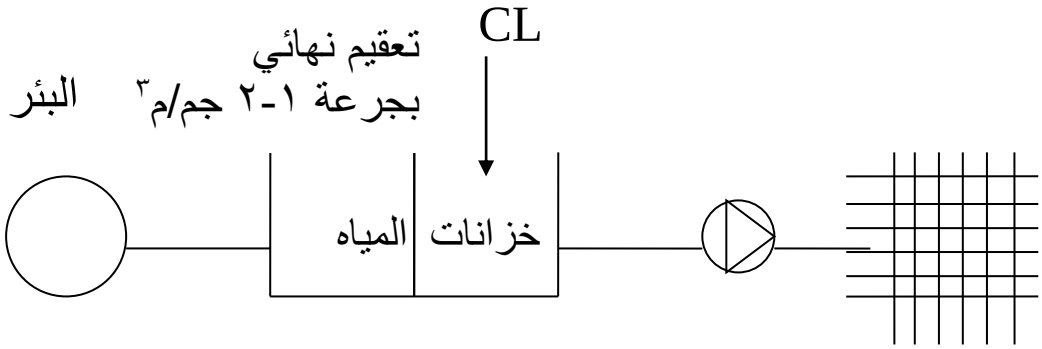


نموذج لشبكة ري بالتنقيط

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 الفوارة 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}.



شكل (٢٠)

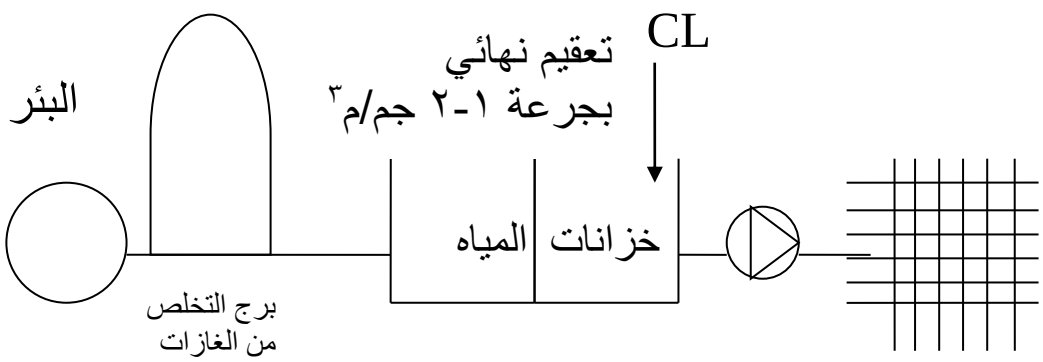
وفي مثل هذا النوع من المحطات البسيطة يكون هناك مبني للبئر او لمجموعة الابار وشبكة توصيل للمياه الجوفية ويراعي فيها الإمداد من كل بئر ومن الآبار كلها بحيث اذا تعطل بئر يسهل فصله عن بقية الآبار كشبكة مجمعة ثم تتوحد في خط رئيسي الي مبني محطة التوزيع وهي عبارة عن مبني كيماويات ومعمل بسيط وخزانات للمياه يتم فيها حقن الكلوربواسطة اجهزة حقن توضع في مبني مستقل وكذلك علي الخزانات مبني لطلمبات 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 م٣ / س

وجرعة الكلور ٢مجم / م٣ يكون كمية الكلور المستخدمة ٢٠٠٠ م٣ / س ×٢جم /م٣ = ٤٠٠٠جم /س = ٤كجم / ساعة لهذا يختار٢ جهاز كلور سعة 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 لأخر.



شكل (٢١)

وفي مثل هذا النوع يتم وضع برج غازات degasifier ويتم تصميمه حسب تركيز الغازات في المياه المتدفقة من البئر في التحليل المعملي 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 ٤-٢-١

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

كمية المياه م^3/ساعة × جرعة الكلور النهائي ٢جم/ م^3

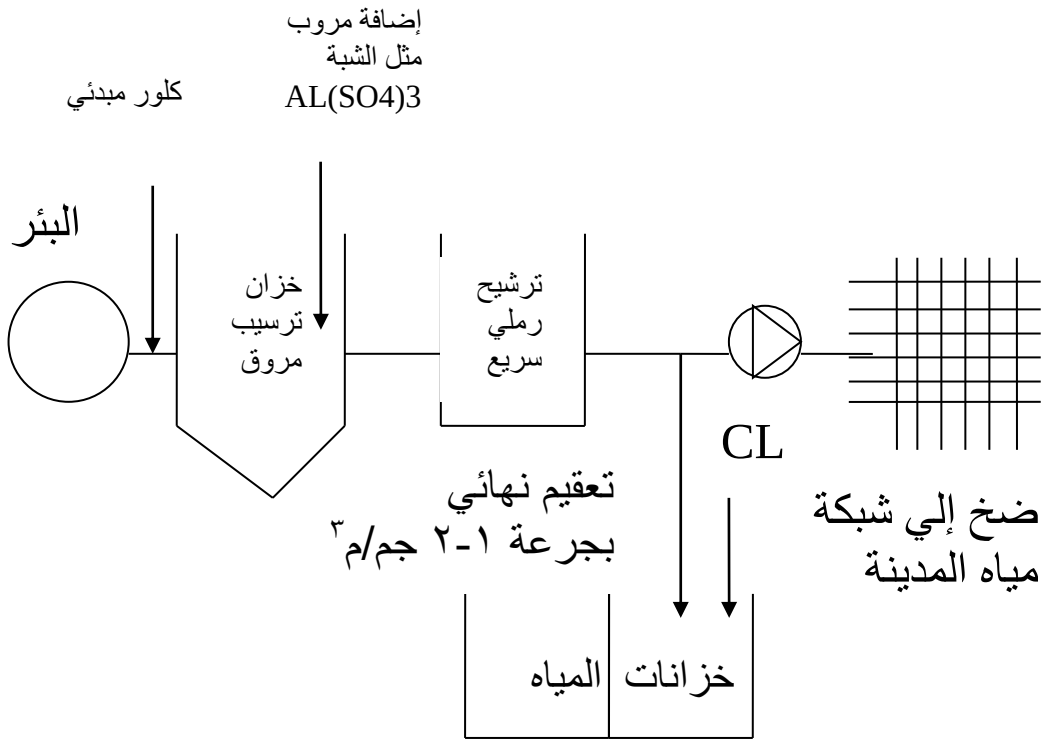
فإذا افتراضنا ٢٠٠٠ م^3 / ساعة البئر أو الآبار المستخدمة

=٢٠٠٠ م^3/ ساعة × ٢ جم / م^3 = ٤ 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.

٤-٢-٣ 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 الكلوروعنبر للمروب (الشبة) وكذلك مباني ومخازن اكبر ومعمل ذات قدرات اعلي وعلي سبيل المثال اذا كان حجم الماء المنتج ٢٠٠٠م٣/س
يتم الاستعانة بأربع مروقات صغيرة ذات تصرف ٥٠٠ م٣/س وأربعة مرشحات (او خمسة لحساب واحد متعطل لعمل غسيل عكسي بالشرح المدون اعلاه)
ويتم حساب كمية الكلور اليومية علي اساس جرعة كلور مبدئي
٥جم /م٣ × ٢٠٠٠م٣/س = ١٠ كجم / ساعة
توضع اجهزة كلور ذات سعة ٢٠ كجم / ساعة
بالاضافة لاجهزة كلور نهائي توضع فوق الخزانات
٢٠٠٠م٣ / س × ٢جم / م٣ = 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 /م٣ حسب اختبار JAR TEST
٢٠٠٠ م٣ / س × ٢٠ جم / م٣ = ٤٠ كجم /س × ٢٤ = ٩٦٠كجم يوميا

- المروق :

خزان اسطواني الشكل ارتفاعه حوالي ٦متر ويختلف قطره حسب السرعة والتدفق بالمتر مكعب / ساعة ويصمم بحيث مدة المكث به ٢-٤ ساعات ويتم إضافة :

١- جرعة كلور مبدئي ٥-٦ جم/ م٣ أو حسب تحليل نقطة كسر الكلور break point (chlorination)

٢- جرعة شبة كمروب للمساعدة في الترسيب

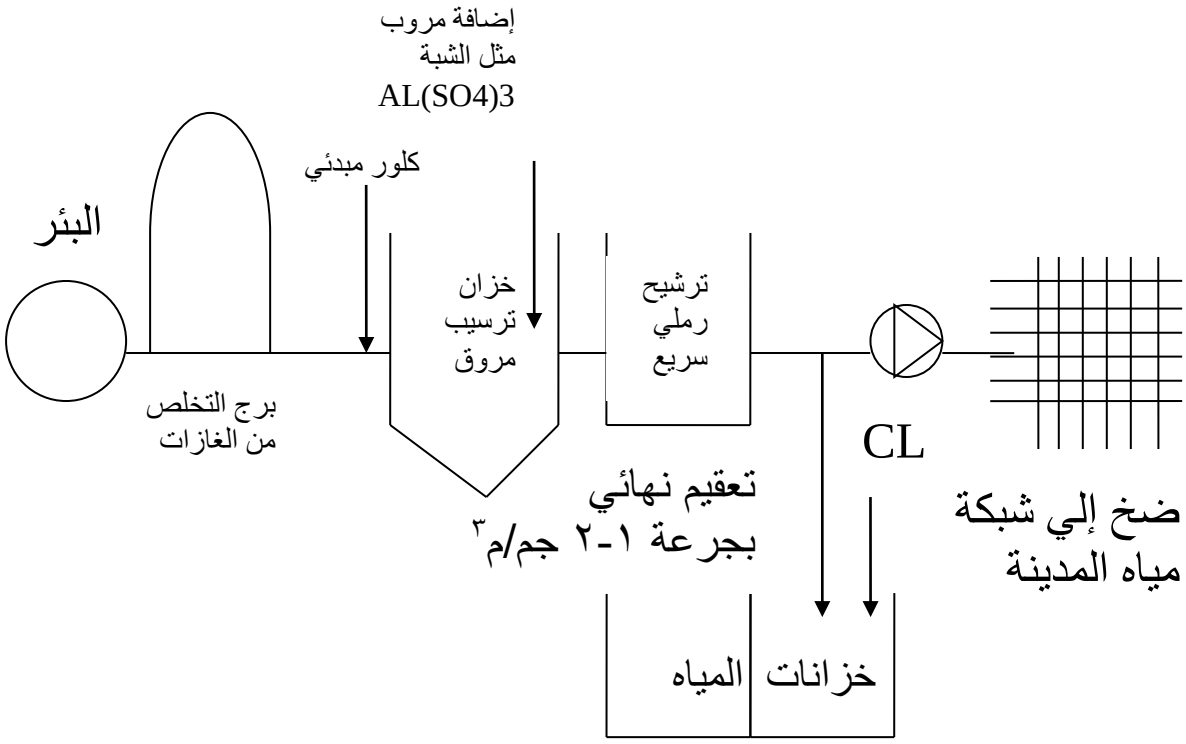
(كبريتات الألومنيوم لو ٢ (كب أ٤)٣ AL2(SO4)3)
وتكون مهمتها تجميع الشوائب لتسهيل عملية الترسيب وفي المروق يتم التخلص من ٩٠% من الشوائب

- المرشح الرملي السريع :

وهو عبارة عن محتوي متوازي مستطيلات الشكل يحتوي علي محبس دخول للمياه القادمة من المروق ومحبس ترشيح ومحبس هواء ومحبس غسيل بطلمبة 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 + انثراسيت

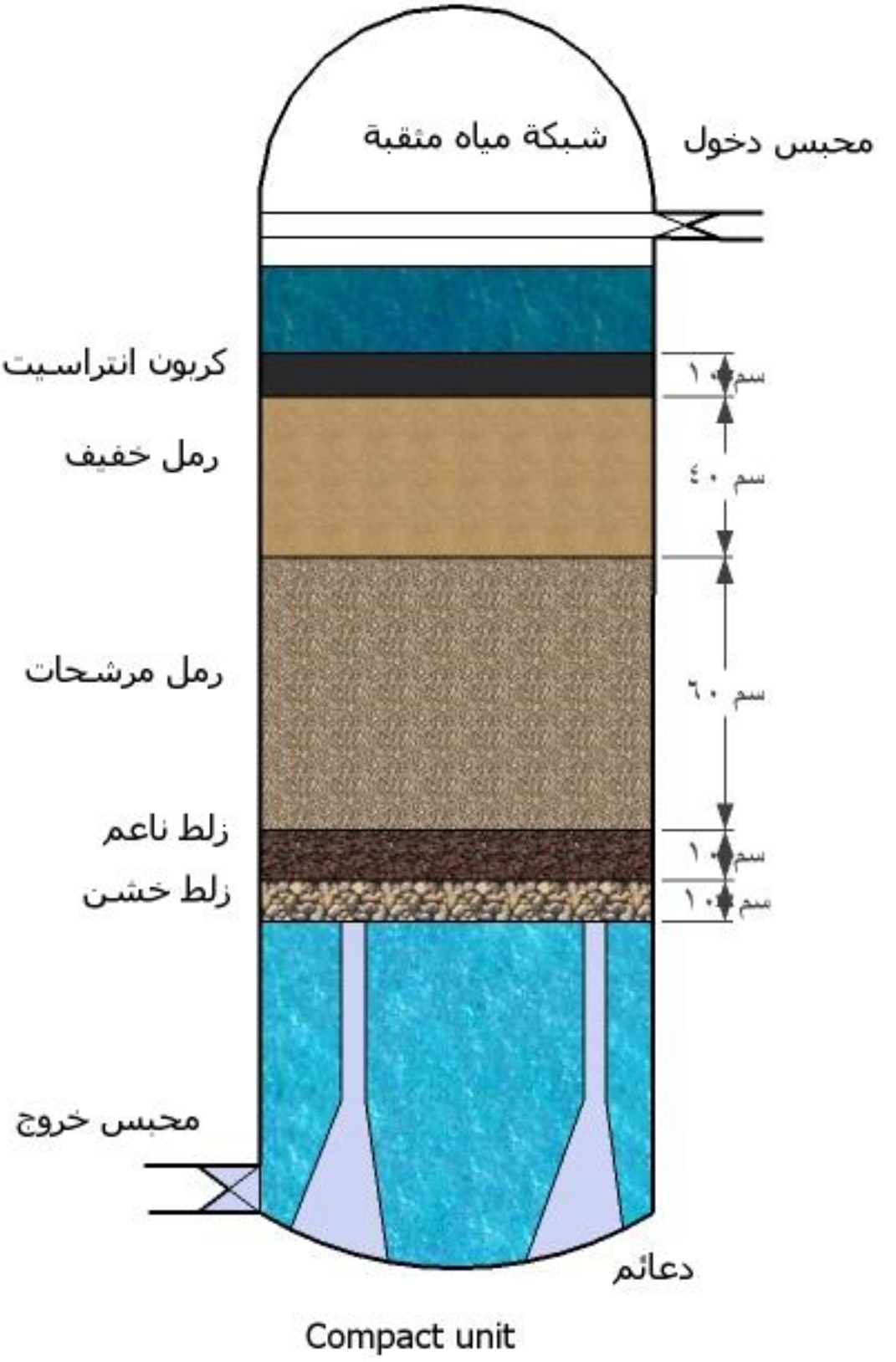
وأحيانا طبقة كربون نشط تكون مهمتها التخلص من الرائحة والطعم الغير مقبولين

ويمكن إضافة طارد للغازات (degasifier)عند وجود غازات بنسب اعلي من المسموح به مثل الرسم التالي



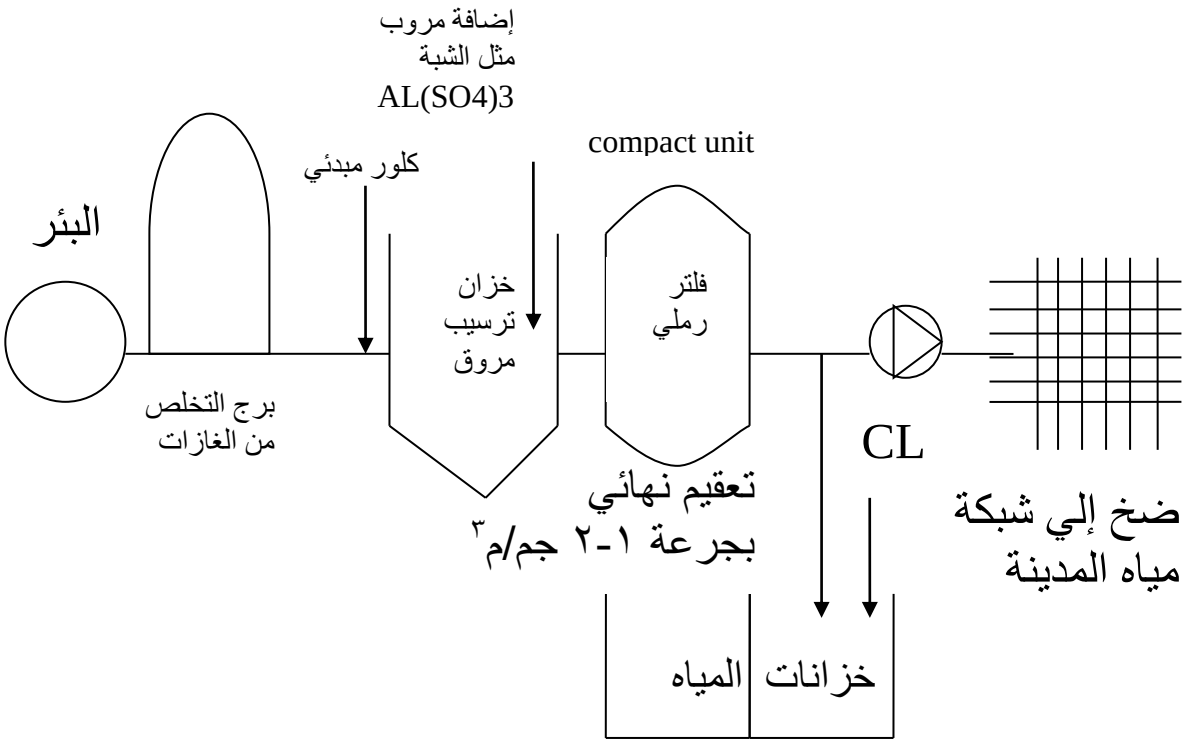
شكل (٢٣)

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



Compact unit

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 التذرير حسب نسبة الحديد والمنجنيز ويكون المعمل بها علي اعلي مستوي بالإضافة إلي وجود ضواغط هواء (AIR blower) لضخ الهواء للاكسدة ويتم وضع الحسابات والتصميم علي نفس الاسس السابقة في ٤-٢-٣
ويتم بها نفس الخطوات السابقة الشرح غير انه دخول المياه ويتم من خلال شبكة مواسير مثقبة لتسمح بتفتيت حبيبات المياه او تذريرها (Atomization) لكي تسمح بعملية أكسدة الحديد والمنجنيز وهذه هي المعادلات :

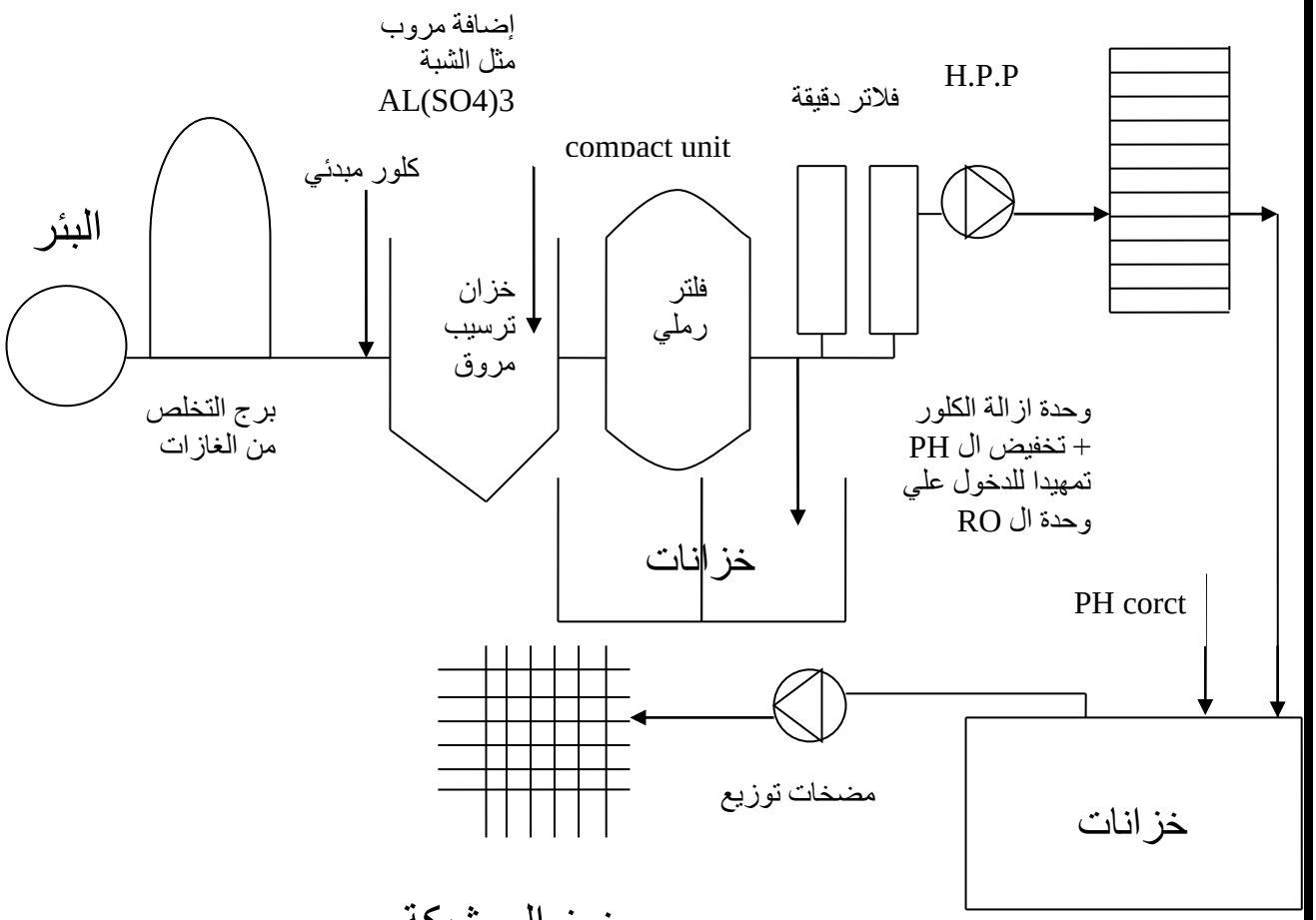
$$2Fe + O_2 \longrightarrow 2FeO$$

$$2Mn + O_2 \longrightarrow 2MnO$$

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 يبقي وضع طبقات الرمل والانثراسيت والفحم الكربوني وحسب نوعية المياه الخام.

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

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



شكل (٢٥)

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

١- وضع الفلاتر الميكرونية قبل التناضح العكسي حتي تنقي كل الشوائب الدقيقة جدا ولا تدخل في المياهالداخلة لوحدة التناضح لعدم تعريضها للاتلاف

٢- تجهيز المياه الداخلة لاغشية التناضح العكسي بأن يزال منها الكلور بواسطة وضع Sodim sulphateوكذلك ال ph الي اقل من ٦ ويضخ جرعة محددة من حمض مناسب HCL او H2SO4 وكذلك ضخ المياع بطلمبات 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 ألان 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 المروق 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 وكبرتيد الهيدروجين

٤- برج الأكسدة يضم الهواء مع الماء الدخل لعمل أكسدة للحديد والمنجيز والتخلص منها

$$2Fe + O_2 \longrightarrow 2FeO$$

$$2Mn + O_2 \longrightarrow 2MnO$$

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

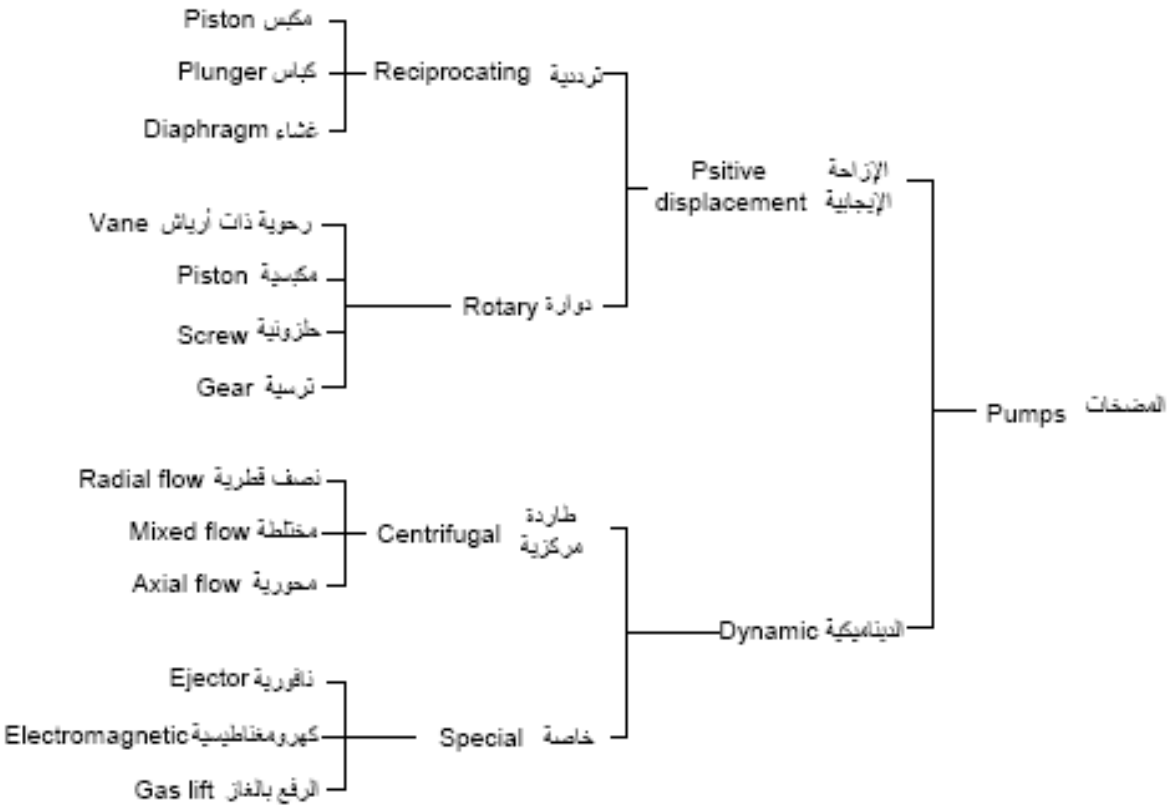
٦-١ دخول المياه للأغشية يراعي إزالة الكلور منها بإضافة sodium by sulphed +
إضافة حمص للنزول بالأس الهيدروجيني لأقل من ٦باضافة $Na\ Hco_3$ لرفعه بين ٧,٢-٧,٦

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 يتمن عمل خطوة الترشيح الميكروني Micron Filter

٨- متبقية يتم شرحها تفصيلا في برامج التنقية المتقدمة

٤-٣ تمهيد لأنواع الطلمبات المستخدمه في الآبار

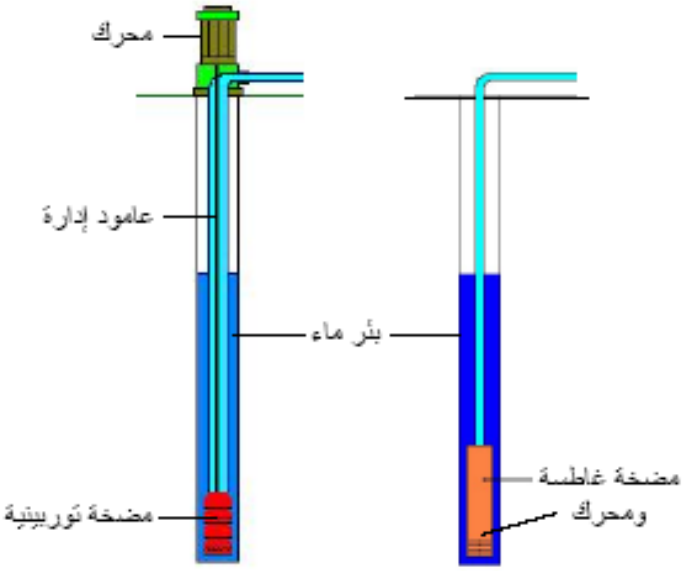
تصنف الطلمبات بشكل عام إلى الأقسام التاليه:-



و طلمبات آبار المياه تنقسم إلى قسمين

١- طلمبات مياه توربينيه

٢- طلمبات مياه غاطسه



و الفرق بين النوعين السابقين موضح في الجدول التالي:

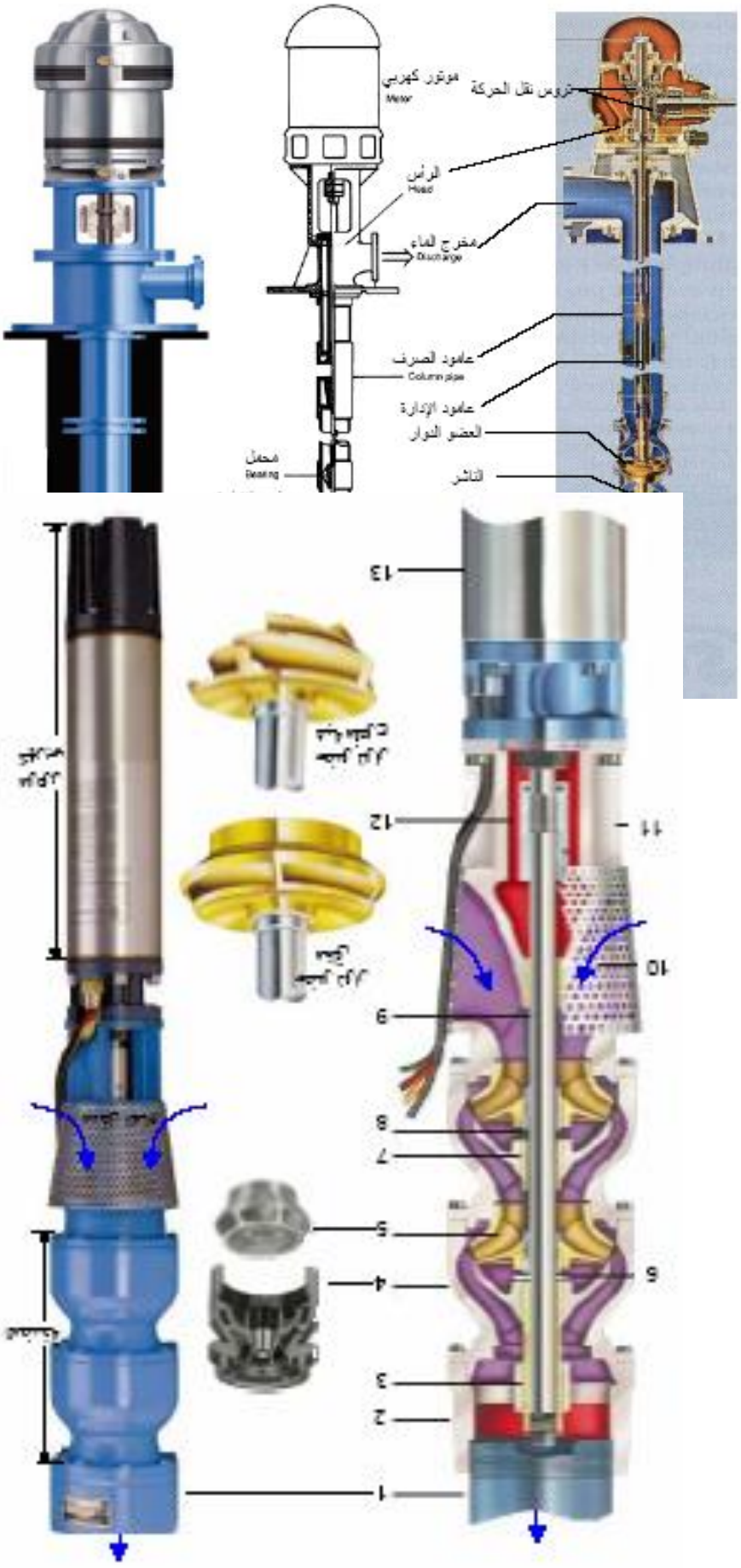
م	المضخة التوربينية ذات العمود الطويل	المضخة الغاطسة
١	ارتفاع كفاءة المحرك- انخفاض الفاقد في كابل الكهرباء – زيادة فاقد الاحتكاك في محامل عمود الإدارة نظراً لطوله	كفاءة المحرك منخفضة نسبياً- ارتفاع الفاقد في كابل الكهرباء نظراً لطوله- انخفاض فاقد الاحتكاك في المحامل
٢	سهولة الوصول إلى المحرك ومحامل الدفع ومجموعة الحبك	صعوبة الوصول إلى المحرك ومحامل الدفع ومجموعة الحبك وكابل الكهرباء
٣	سرعة المحرك بطيئة نسبياً (1500 rpm أو أقل) لذا فمعدل البري والتآكل منخفض	سرعة المحرك سريعة نسبياً (3000 rpm) لذا فمعدل البري 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 المضخه التوربينيه من ثلاثه أجزاء رئيسيه:-

١- رأس التصريف

٢- عمود الصرف

٣- مجموعه الطاسه (الفراشات و الغطاء الخارجي لها)


موتور كهربي
Motor
تروس نقل الحركة
الرأس
Head
مخرج الماء
Discharge
عامود الصرف
Column pipe
عامود الإدارة
العضو النوار
الناشر
محمل
Bearing

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 متعدده 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 إحضار 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- مراعاه 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 الكهربي مره أخري ثم يتم ربط الكابل مع لوحه الكهرباء
٧- يتم تجربه الضخ مع التأكد اولا من فتح محابس الطرد ويتم اخذ قراءات التصرف – الفولت – الأمبير
٨- يتم مراجعه القراءات كل فتره

الخاتمه :

هذه الدراسه عن المياه الجوفيه 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 الإشاره إليها بالإضافه لما توفر من معلومات علي شبكه الانترنت عن التطبيقات العمليه والطلمبات 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 مصطفي
٢- الاستاذ / 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 تنقية المياه الجوفية

٥- المراجع

1- Water supply Engineering
by babbit t Doland

2- Water supply
by Fair & geyer

3- Rvral Water supply & sanitation
by wright

٤- هندسه مياه الشرب

ا/ محمد عبد المنعم مصطفي ا/ محمود وصفي

٥- الهندسه الصحيه

ا.د محمد علي فرج

٦- آخر تقارير من مواقع الانترنت المتخصصه

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