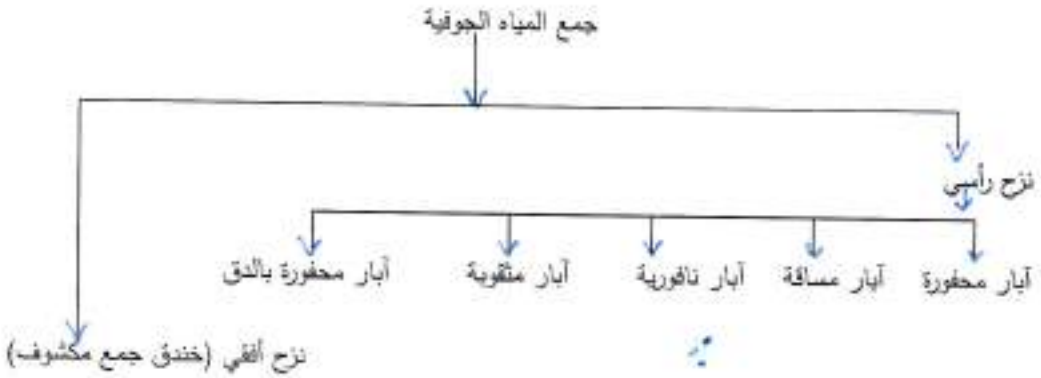
المحاضرة : 14



شكل 3-6 جمع المياه الجوفية

3-5 الآبار

تؤخذ المياه من الخزان الجوفي بوساطة الآبار. والبئر عبارة عن حفرة داخل الأرض تتصل بالخزان الجوفي، وتنزح منها المياه يدوياً أو باستخدام المضخات. ويمكن تقسيم الآبار طبقاً لطريقة إنشائها إلى: آبار محفورة، وآبار مساقة، وآبار منقوبة، وآبار نافورية. وتتكون البئر أساساً من خمسة أجزاء تضم: عمود إدارة (Shaft)، وغلاف (Casing)، وساحب (Intake)، ورأس البئر، وجهاز رفع الماء. يمثل عمود الإدارة الحفرة الداخلة من سطح الأرض إلى داخل التربة (أو إلى داخل الخزان الجوفي)، وفائدته السماح بسهولة الدخول إلى المياه الجوفية. وتختلف طريقة وضع عمود الإدارة باختلاف نوع البئر. ويقوم الغلاف بتبطين جوانب عمود الإدارة وملعه من الانهيار، كما ويعمل لحجز الماء الجوفي وفصله من أي ماء ملوث خارجي. ويُنشأ الغلاف من الخرسانة أو المعدن، أما بالنسبة للآبار المحفورة فيمكن استخدام الطوب أو الحجارة. وعادة يُركب الغلاف بعد غمر (أو أثناء غمر) عمود الإدارة. أما الساحب فيمثل الجزء السفلي من الغلاف ويكون مخرماً أو من مواد مسامية. وفي كلا الحالتين فإنه يظل داخل الخزان الجوفي ويسمح بدخول الماء الجوفي إلى الغلاف. أما رأس البئر فهو عبارة عن بناء خرساني في الغلاف (أو حوله) على سطح التربة، ومهمته إعطاء قاعدة لنظام رفع الماء، ولمنع الملوثات من الدخول، ولصد الناس والحيوانات من الوقوع في البئر، ولتصريف أي ماء سطحي. وعادة يتم بناؤه في تل ترابي أعلى السطح الأصلي للأرض بما يربو على 15 إلى 20 سم لصرف المياه المهدرة بعيداً عن البئر. أما نظام رفع الماء فيمكن أن يكون مضخة، أو مرفاع، أو طاحونة هوائية، أو أي طريقة أخرى لنزح الماء من البئر.

(الآبار المحفورة) الآبار المحفورة Hand dug wells: هذه الآبار أكثر شيوعاً لرخص ثمنها وسهولة إنشائها وصيانتها. وعادة يكون قطرها بين 1 إلى 1.3 متر، وفي الغالب لا يزيد عمقها عن عشرة أمتار. ويتم حفرها يدوياً باستخدام معول ومجرفة، وينزح تراب الحفر بجنبه بوساطة جردل (أو أي إناء مناسب) إلى أعلى سطح الأرض. من الأفضل أن يعمل على تبطين البئر بالخرسانة، ويعمل الغلاف إما بغمر عمود الإدارة و بناء الغلاف في موضعه، أو بناء الغلاف في شكل مقاطع على سطح الأرض، وكلما حُفر مقطع من التربة يوضع مقطع من الغلاف داخلها. وعادة تستخدم كلتا الطريقتين لتبطين البئر، حيث تستعمل الطريقة الأولى حتى يصل الحفر إلى مستوى الماء الجوفي، ثم يلجأ إلى الطريقة الأخرى لغمر البئر في الخزان الجوفي ويطلق عليها عمل القيسون (Caissoning).

كما ويستخدم الطوب والحجارة لتبطين البئر، غير أنه يصعب عمل وصلات غير نافذة للماء. ويصمم الساحب لمثل هذه البئر ليواكب طبيعة الخزان. وعادة تـ ل مقاطع الغلاف داخل الخزان من خرسانة مسامية لتسمح بنفاذ الماء إلى داخل البئر؛ غير أنه يلجأ إلى الخـ سانة العادية للمقاطع السفلي إذا كان الخزان الجوفي من رمال ناعمة، لكي لا تغلق بهذه الرمال، ويترك قطـ عمود الإدارة مفتوح ويبطن بطبقات من حصى منتقى لا يسمح بسهولة نفاذ الماء. وبعد وضع الغلاف في وضعه يتم إنشاء رأس البئر من التلة حول حافة البئر. وعادة يوضع معه ساتر خرساني لصرف المياه السطحية. وعند وضع مضخة في البئر يعمل لرأس البئر غطاء خرساني به فتحة للمضخة وغرفة تفتيش للمراقبة.

الآبار المساقة (الآبار الأنبوبية) Driven wells: هذه من أسهل الآبار إنشاءً، إذ يتم إدخال مقاطع من أنابيب في رأس مصفاة مدببة تسمى رأس البئر، إلى أن تصل إلى الخزان الجوفي. وعادة يكون قطر رأس البئر والأنابيب 30 إلى 35 ملم، ويتم إدخال البئر إلى عمق لا يتجاوز 8 أمتار. ويعمل رأس البئر كمدخل للبئر، كما تخدم الأنابيب كغطاء لها. أما عملية إدخال الأنابيب إلى باطن الأرض فيمكن أن تتم باستخدام غطاء منساق يربط في الطرف الأعلى من الأنبوب وتتوالى عليه الطرقات من مطرقة ثقيلة (Sledge hammer)، أو باستخدام أنبوب منساق يركب على أنبوب البئر، أو باستخدام قضيب منساق يدفع على رأس البئر أو غيرها من الطرق. ومن أكثر أنواع رأس البئر استخداماً أنبوب مخرم محاط بمصفاة وغلاف من نحاس أصفر مخرم، أو أنبوب فولاذي مخدد بدون غطاء. وبعد إدخال رأس البئر داخل الخزان تزال التربة من حول الأنبوب لعمق لا يقل عن 2.5 متراً، ثم تُوضع مونة سائلة في الحيز حول الأنبوب، وعندما تتماسك المونة السائلة يلحم السطح لتفادي أي تلوث، ولتثبيت الأنبوب في موضعه. ثم يتم بناء كومة ورصيف خرساني، ويمكن إضافة مضخة عند قمة الأنبوب.

(الآبار النفثية)

الآبار النافورية Jetted wells: يتم حفر الآبار النافورية بضخ ماء عبر أنبوب حزم مثبت في وضع رأسي ومزود بجهاز قطع معين. ويتم تدوير الأنبوب يدوياً مما يتيح سهولة ولوج الأنبوب داخل الأرض. ويضاف أنبوب آخر في نهاية الأول إلى أن تصل البئر إلى الخزان الجوفي. ويمكن غمر أنبوب قطره 38 ملم إلى عمق 60 متراً، كما وقد استخدمت أنابيب أخرى قطرها 250 إلى 380 ملم إلى أعماق 100 متراً. وتحتاج هذه الأنابيب الأخرى إلى مضخات أكبر وكميات أكبر من الماء. وعند الوصول إلى الخزان يمكن جذب الأنبوب من الحفرة، وفي حالة تفضيل استخدام الأنبوب كغلاف يمكن إزالة جهاز القطع واستبداله بمصفاة. وبعد إتمام عملية إنزال الأنبوب تضغط المسافة بين أنبوب البئر وعمود الإدارة بطين أو خرسانة. ثم تبنى تلة خرسانية ورصيف أو ساتر للصرف، ثم توضع المضخة. وتستخدم هذه الطريقة في التربة المتفككة التي يمكن وضعها في حالة عالقة وإزالتها بفيض من الماء. غير أن هذه الطريقة لا تصلح للأرض الصخرية أو الطين المتماسك.

(الآبار الحفورة)

الآبار المثقوبة Bored wells (Augered or tube wells): تحفر هذه الآبار يدوياً بمثقاب دوار يلج إلى باطن الأرض ليمتلئ بالتراب، ثم يخرج ليفرغ ثم تعاد العملية. وعندما يصل إلى الخزان الجوفي يسحب المثقاب ثم ينزل غلاف البئر ومصفاة البئر في عمود الإدارة. أما في حالة التربة الرخوة أو التربة الرملية فينزل الغلاف أثناء تعميق البئر بطريقة مناسبة. ثم يملأ الفراغ بين الغلاف وعمود الإدارة الترابي بمونة خرسانية لعمق حوالي 3 أمتار. ثم تبنى تلة ورأس البئر الخرساني أو ساتر للصرف ثم توضع المضخة. عادة يكون قطر الآبار المثقوبة في حدود 50 إلى 200 ملم ولا يتجاوز عمقها 15 متراً. وقد حفرت آبار أعمق وأكثر اتساعاً باستخدام مصدر طاقة ونوع معين من أجهزة التثقيب.

الآبار المحفورة بالدق (Cable tool wells (Percussion drilled wells: تحفر هذه الآبار بمعدات أكثر تعقيداً وأغلى ثمناً، حيث تستخدم أجهزة ومعدات وسيارات للحفر وتجهز البئر بصورة جيدة.

يبين جدول 3-1 محاسن ومساوئ بعض الآبار. كما يبين جدول 3-2 مقارنة بين أنواع الآبار.

جدول 3-1 محاسن ومساوئ الآبار

نوع البئر	المحاسن	المساوئ
الآبار المحفورة	* المواد متاحة وسهلة * طرق الإنشاء تقليدية * يمكن أن تعمل كمستودع خزن * يمكن أن تستخدم فيها أنواع مختلفة من روافع الماء	* طريقة الحفر صعبة * العمق محدود * تتأثر بالتغير في منسوب الماء الجوفي * لا تصلح للأراضي الصخرية أو الجلمود الكبير
الآبار المسقاة	* سهلة الإنشاء * لا تتأثر بالتغير في منسوب الماء الجوفي	* تحتاج إلى رأس بئر خاص * العمق محدود * لا تصلح للأراضي الصخرية أو الطينية الجلمودية أو الحصى الخشن
الآبار الدافورية	* يمكن تعميق الحفر * تزداد فرصة إيجاد الماء الجوفي * لا تتأثر بالتغيرات في منسوب الماء الجوفي	* التكلفة متوسطة إلى عالية * تحتاج إلى أجهزة متخصصة * تحتاج إلى عمالة ماهرة * لا تصلح للأراضي الصخرية أو الجلمودية
الآبار المثقوبة	* سهلة التشييد عند وجود الأجهزة والخبرة * لا تتأثر بالتغير في منسوب الماء الجوفي	* تحتاج إلى أجهزة معينة ومهارة *لا تصلح للأراضي الصخرية أو جلمود أكبر من المثقاب
الآبار المحفورة بالدق	* تصلح لجميع أنواع التربة * يمكن تعميق الحفر * تزداد فرصة النفاذ إلى الماء الجوفي وإيجاده * لا تتأثر بالتغير في منسوب الماء الجوفي	* ثمن الجهاز باهظ * تحتاج إلى عمال ذوي خبرة للتشغيل والصيانة * يصعب حمل الأجهزة إلى مناطق معزولة وبعيدة

جدول 3-2 مقارنة بين أنواع الآبار {30}

النشط	نوع البئر				
	آبار محفورة	آبار مضافة	آبار نافورية	آبار مثقوبة	آبار محفورة بالدق
طريقة إدخال جهود الإدارة	الحفر التربة بواسطة معول ومجرفة، وترفع للخارج بالجوال والحبل	ترسل رأس البئر والأنبوب الفولاذي إلى داخل التربة	يرفع الأنبوب إلى داخل الأرض بنافورة من الماء وحركة المثقب الدائرية	يدور المثقاب ويمثلئ بالتربة ثم ترفع وتفرغ خارج الحفرة	تكسر التربة والصخور وتزال بخلطها بالماء بمضخة
القطر المتوسط	1-10 م	30-50 ملم	30-100 ملم	50- 200 ملم	كبير
العمق	6-20 م	أكثر من 8م	أكثر من 15 م	15-30م	30-500م وربما أكبر
مواد الغلاف	أسمنت، رمضور حصى، ماء (الخرسانة)	أنبوب فولاذي	أنبوب فولاذي	أنبوب فولاذي أو خرساني	أنبوب فولاذي
المناسب	مقاطع خرسانة مسامية، تبطين القبر بالحصى	نوع معين من رأس البئر	مصفاة بئر	مصفاة بئر أو أنبوب مخرم	مصفاة بئر
العمالة الماهرة المطلوبة	قليلة	قليلة	متوسطة	متوسطة	لها خبرة
ماء خارجي للإنشاء	لا يوجد	لا يوجد	يوجد	لا يوجد	يوجد
التكلفة	متوسطة	قليلة	قليلة إلى متوسطة	متوسطة إلى عالية	عالية
الاحتياج إلى مهارة إنشائية خاصة	لا توجد	لا توجد	توجد	لا توجد	توجد
الاحتياج إلى أجهزة متقدمة	لا توجد	لا توجد	توجد	لا توجد	توجد
احتمال عملها كمستودع خزن	نعم	لا	لا	لا	لا
تشغيل أنواع مختلفة من روافع الماء	نعم	لا	لا	لا	لا
التأثر بالتغيرات في منسوب الماء الجوفي	نعم	لا	لا	لا	لا
التربة التي لا تصلح فيها البئر	الصخور الصماء والجلمودية	الصخور الصماء، الطين الثقيل الجلمودي، الحصى الخشن	الصخور الصماء، الجلمود	الصخور الصماء، الجلمود أكثر من المثقب	لا توجد

3-6 إنتاجية البئر

تتأثر إنتاجية البئر بعدة عوامل منها: هبوط منسوب المياه الجوفية داخل حوضها، وأبعاد الحوض وإنتاجيته النوعية، والمخزون الجوفي، والمنقولية، وطبيعة الانسياب (مستقر أو غير مستقر)، وعمق البئر، وإنشاء البئر وطرق تشييدها وخواصها ونوعها {3،4،30}. وهناك عدة نظريات لتقدير إنتاجية البئر واستمراريتها وتغذية الخزان الجوفي طبقاً لنوع الانسياب الجوفي (مستقر وغير مستقر)، ونوع الحوض الجوفي (محجوز وغير محجوز) ويمثل جدول 3-3 إنتاجية تقديرية متوقعة للبئر طبقاً لقطرها.

جدول 3-3 تقدير إنتاجية البئر {30}

قطر البئر (سم)	الإنتاجية المتوقعة ($م^3$/يوم)
15	أقل من 500
20	400 إلى 1000
25	800 إلى 2000
30	2000 إلى 3500
35	3000 إلى 5000
40	5000 إلى 7000
50	6500 إلى 10000
60	8500 إلى 17000