

المياه الجوفية Ground water

تمثل المياه الجوفية ذلك الجزء من المياه المحجوز في الخزان الجوفي المسامي، والناجم من تسرب وتخلخل مياه الأمطار إلى التربة والطبقات السفلى. ومن المصادر المهمة للمياه الجوفية تسرب مياه الأمطار أو المياه السطحية إلى المخزون الجوفي، والتغذية الصناعية لزيادة المخزون الجوفي، والتسرب من الخزانات وشبكات المياه وأحواض التحليل وغيرها من المنشآت، وتسرب مياه الري والبحيرات أو الآبار المثقوبة التي تستخدم للتخلص من الفضلات السائلة والمياه العادمة ومن أهم العوامل المؤثرة على زيادة المخزون الجوفي خواص الماء مثل (الكثافة، واللزوجة) وخواص الوسط الذي تتساقط من خلاله المياه مثل (المسامية، والنفذية وغيرها. ومن الطبيعي الاعتماد على المياه الجوفية لاسيما انها تمثل مصدر مياه جيد خاصة من النواحي البكتريولوجية، كما يقل تأثير التغيرات الموسمية على كمياتها. تتواجد المياه الجوفية في المكونات الجيولوجية التي لها خاصية النفاذية permeability وتعرف بالطبقات الحاملة للمياه aquifers ولها مكونات تسمح بحركة محسوسة للمياه من خلالها. ويمكن تقسيم الماء الجوفي طبقاً لمصادره إلى :

- ١- ماء جوي Meteoric water وهذا يتعلق بالمياه في الغلاف الجوي
- ٢- ماء وليد (صهير) Juvenile water ويعبر عن مياه صهيرية تخرج إلى سطح الأرض مع مقذوفات البراكين.
- ٣- ماء متجدد Rejuvenated water ويعبر عن الماء المستخرج مؤقتاً من الدورة الطبيعية (بفعل التجوية) ثم عاد إليها بوساطة التحول والانضغاط.
- ٤- ماء حبيس Connate water عند حدوث الانخفاض العظيم في قشرة الأرض تمتلئ مسامات الصخور الرسوبية بالماء المالح. وعند رفع الصخور تخرج المياه العذبة لتحل محل الماء المالح. وعادة تزداد ملحية الماء الحبيس أكثر من مياه البحار نسبة لإذابة مواد معدنية أخرى عبر الحقب الزمنية الطويلة.

كما يمكن تقسيم المياه الجوفية على حسب فتحات الصخور على النحو التالي:

١- مياه مسامية Pore water حيث أن المسامات فيها عبارة عن فتحات في الصخور الرسوبية والمواد الحبيبية الأخرى.

٢- ماء شقوق (ماء صدعي) Fissure or fault water وتحدث التشققات والتصدعات في الصخور الرسوبية الكثيفة التبلور. ويمكن أن يكون للتشققات الرئيسية حجم أكبر من الشعيرات أما التشققات الفرعية فيكون لها حجم الشعيرات.

٣- ماء فتحات كبيرة أنبوبية أو متكهفة Large tubular or cavernous openings water يختص بالفتحات الكبيرة الحجر الجيري) وتسمى المياه متكهفة أو كارست :منطقة أحجار جيرية ذات مجار جوفية (وأحياناً في الصخور البركانية؛ وعادة يكون دفق الماء مضطرباً.

يمكن تقسيم الخزانات الجوفية إلى :مسامية ومتشقة وكارست جيرية. ومن أمثلة الخزانات الجوفية المسامية Pore aquifers الخزانات في الرمل والحصى . ومن خواص هذه الخزانات وجود مسامات صغيرة بها، لتتساب المياه خلالها بسرعات تتراوح بين بضع سنتيمترات في اليوم إلى بضع أمتار في اليوم، وعادة تكون أقل من 40 م/يوم.

أما الخزانات الجوفية المتشقة Fissured aquifers فتختص بمجموعة من تشققات وتصدعات وأنابيب طبيعية ناتجة من جراء عوامل ميكانيكية على الصخور أو انكماشها أثناء عمليات تبريد الصخور البركانية . وتتراوح سرعة الماء فيها بين متر على اليوم إلى 8 كيلومتر/يوم.

تتكون الخزانات الجوفية الكارست (الجيرية) Karstic aquifers في الحجر الجيري والدلوميت حيث تقوم المياه بعمل كهوف عند إذابتها للصخور، وعامة تعلو فيها سرعات الماء التي ربما وصلت إلى 30 كيلومتر/يوم.

تضم مناطق تواجد المياه الجوفية التالي:

١- تكوين دقيق المسام Aquiclude : تكوين غير نفاذ يمكن أن يمتص الماء لكنه لا يسمح بتمريره بكميات وافرة تغذي نهر أو بئر تغذية محسوسة (طين صلصال).

٢- تكوين غير منفذ (كتيم) Aquifuge : تكوين ليس به مسامات متصلة ومن ثم لا يمكنه امتصاص أو توصيل الماء (حجر القرانيت الصلب).

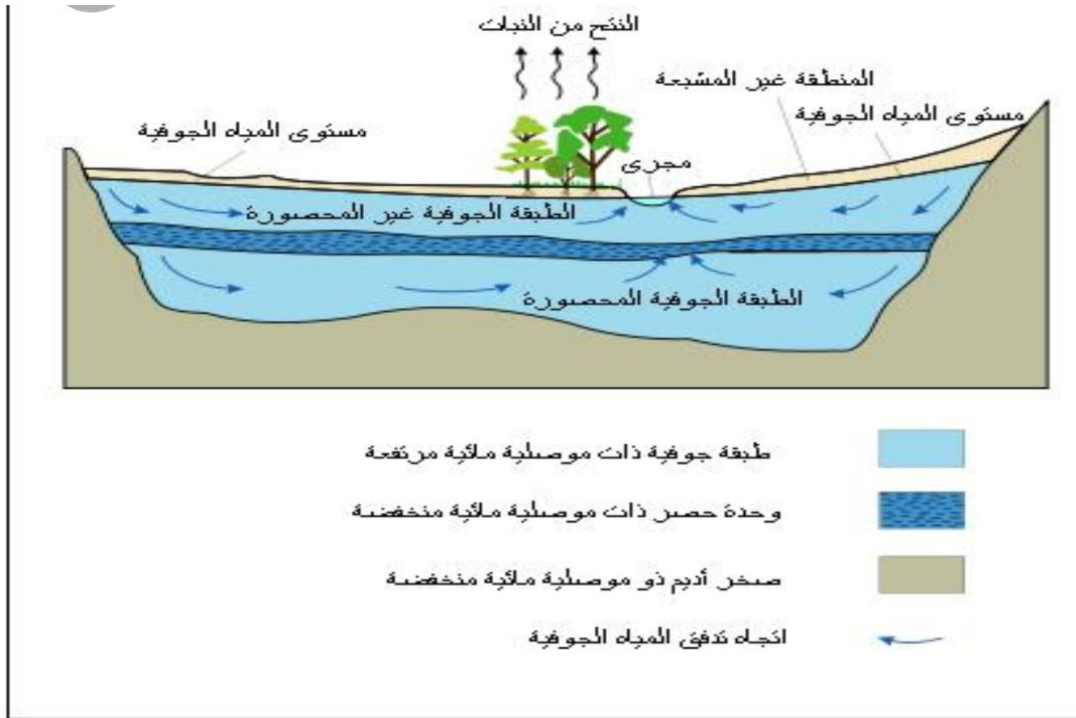
٣- منطقة التهوية (المياه المعلقة، غير المشبعة):

Aeration zone, zone of suspended water, unsaturated zone:

هذه المنطقة قريبة من سطح الأرض حيث أن المسامات ممتلئة جزئياً بالماء وجزئياً بالهواء؛ وتسمى المياه في هذه المنطقة بالمياه المعلقة أو مياه رطوبة التربة soil moisture.

٤- منطقة التشبع saturation zone: هذه المنطقة توجد تحت منطقة المياه المعلقة حيث كل المسامات ممتلئة بالمياه وتسمى المياه في هذه المنطقة بالمياه الأرضية أو الجوفية.

٥- سطح المياه الجوفية: مياه أرضية حرة؛ مياه غير ارتوازية: هو السطح الذي يفصل بين منطقة التهوية ومنطقة التشبع. والضغط على هذا السطح جوي عندما تكون كتلة المياه الأرضية غير محصورة بتكوين غير منفذ في أعلاها ويسمى أيضاً بالسطح غير الارتوازي. يوضح الشكل المناطق المختلفة المذكورة.

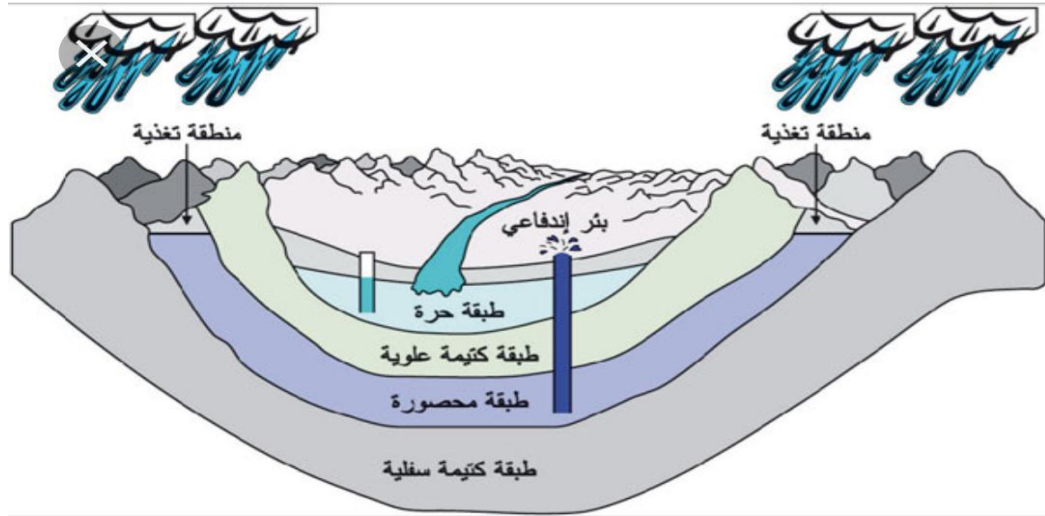
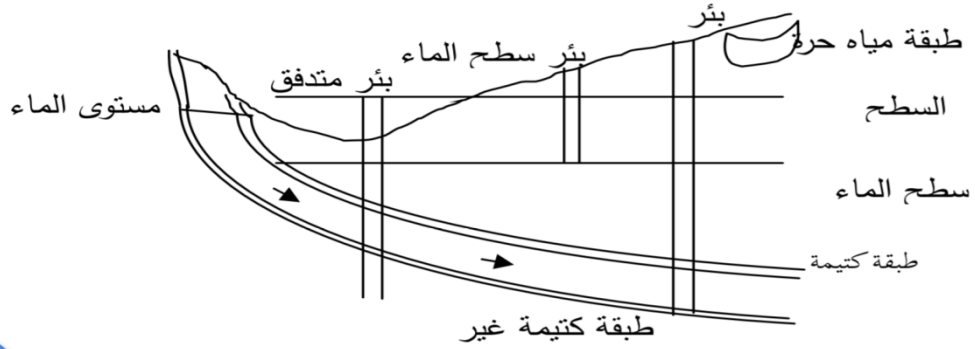


شكل يبين مقطع عرضي نموذجي لطبقة جوفية

أنواع الطبقات الحاملة للمياه:

- ١- طبقة حاملة للمياه غير المحصورة (طبقة المياه الحرة) unconfined aquifer: هي التي يمثل فيها سطح الماء الجوفي أعلى منطقة التشبع وتسمى أيضاً بالطبقة الحاملة للمياه الحرة أو مستوى الماء الجوفي phreatic surface أو الطبقة غير الارتوازية.
- ٢- طبقة المياه الحبيسة (المحصورة) confined aquifer: تحدث عندما تكون المياه الجوفية محصورة بين طبقتين كئيمتين تحت ضغط أكبر من الضغط الجوي وتسمى أيضاً بالطبقة الارتوازية أو طبقة الضغط.
- ٣- طبقة المياه الحرة المعلقة perched aquifer: نوع خاص من الطبقة الحاملة للمياه غير المحصورة وتحدث عندما يفصل جزء من المياه الجوفية بطبقة كئيمة على مساحة صغيرة بمنطقة التهوية فوق جسم المياه الأرضية.

أنواع الطبقات الحاملة للماء.



شكل يبين الطبقات الحاملة للمياه

الخزانات Reservoir

الخزانات هي المنشآت التي تساعد على حجز المياه خلفها وتساعد على زيادة مصادر المياه، ويمكن تصنيف الخزانات حسب الغرض الذي تنشأ من أجله، ويمكن تصنيفها كما يلي:

١- خزانات التخزين: وهي خزانات الغرض منها تخزين المياه الفائضة عن حاجة الإنسان خلال موسم زيادة المياه، ويمكن أن تعاد هذه المياه إلى المجاري المائية أو القنوات لاستخدامها تدريجياً.

٢- خزانات السيطرة على الفيضانات: ينحصر عمل هذا النوع من الخزانات في حجز مياه الفيضانات واختزانها من أجل تقليل ذروة الفيضان وتقليل فرصة حدوث الفيضان. وطريقة عمل هذا النوع من الخزانات تكمن في تمرير كميات من المياه إلى المجرى المائي بحيث لا تزيد عن السعة القصوى للمجرى. والفرق في كميات المياه الداخلة إلى الخزان والخارجة منه يتم خزنها، وتعاد إلى المجرى مرة ثانية تدريجياً بعد تجاوز فترة الفيضانات، ثم البدء بالاستعداد لاستقبال الموجة الأخرى القادمة (الشكل ٣-١). الفرق بين هذا النوع من الخزانات والنوع السابق هو أن هذا النوع يحتاج إلى بوابات أكبر قادرة على تفريغ الخزان بالسرعة الممكنة.

٣- خزانات التوزيع: هي خزانات صغيرة الحجم تنشأ ضمن نظام توزيع المياه في المدن، تُخزن المياه أثناء الفترات التي لا تكون الحاجة للمياه عالية، أو لا تكون هناك أي حاجة للماء، وهذه الخزانات يمكن أن تزود المياه في فترات الاحتياجات القصوى (فترات الاحتياجات الحرجة) بمعدلات أكبر من معدلات التصرف الداخل إليها. وهذا النوع من الخزانات يساعد محطات التصفية في العمل بصورة مستمرة وبمعدلات ثابتة.

٤- خزانات متعددة الأغراض: تستعمل هذه الخزانات لأغراض متعددة.

الصفات الطبيعية للخزانات:

١- سعة الخزان: يمكن حساب سعة الخزان المنتظم باستخدام معادلات الأحجام المجسمة، أما الخزانات غير المنتظمة يمكن حساب سعتها بواسطة المسح الطبوغرافي.

٢- مناطق الخزن: يبين الشكل (٣-٢) مناطق الخزن خلف السدود والتي تشمل على ما

يلي:

أ- المنسوب الاعتيادي للخرزان: أقصى ارتفاع يصل إليه منسوب الماء خلال الظروف الاعتيادية.

ب- أدنى منسوب للخرزان: أقل ارتفاع يصل إليه الماء (أي أقل ارتفاع يمكن أن يخفض منسوب الماء خلف السد تحت الظروف الاعتيادية)، يمكن تحديد هذا المنسوب من خلال معرفة اخفض نقطة للمخرج المثبت في السد.

ج- الماء الفائض عن الخزن: هذا يمثل المخزون غير مسيطر عليه، أي أن هذا الجزء يستمر بالتدفق إلى أن تنتهي موجة الفيضان، ولا يستفاد منه لأي غرض.

٣- **حصيلة الخزان (Reservoir Yield):** تعبر عن كمية المياه التي يمكن أن يجهزها الخزان عند فترة معينة من الزمن، والفترة الزمنية يمكن أن تكون يوم واحد في حالة الخزانات الصغيرة وقد تصل إلى سنة أو أكثر في حالة الخزانات الكبيرة، كما أن حصيلة الخزان تعتمد على مقدار التدفق الداخل إلى الخزان، وهذا يتغير من سنة إلى أخرى.

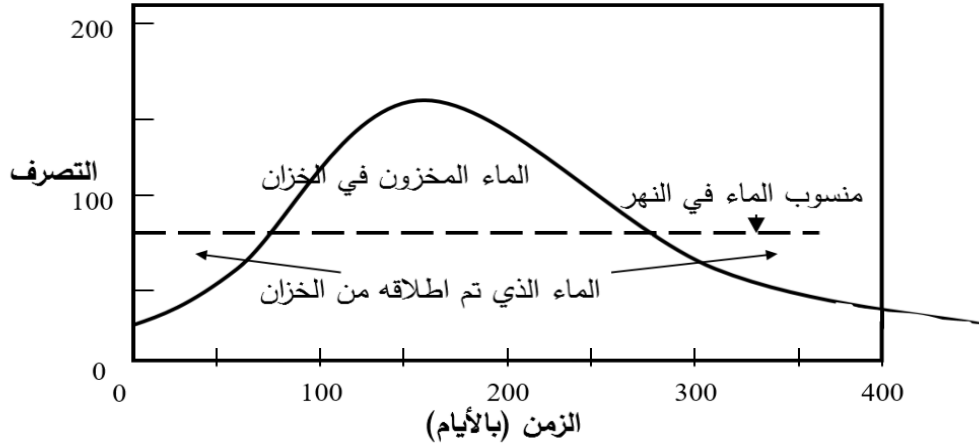
٤- **حصيلة الخزان الآمنة (Safe yield or Firm yield):** وهي أكبر كمية من المياه يمكن الحصول عليها بصورة أكيدة وآمنة من الخزان خلال فترة الجفاف الحرجة. وتعرف الفترة الحرجة بأنها الفترة التي يكون فيها الجريان الطبيعي أقل ما يمكن (أي أن تصرف النهر في تلك الفترة قليل للغاية). والعلاقة بين سعة الخزان وحصيلته يمكن التعبير عنها بالعلاقة البسيطة التالية:

الزيادة في الخزن = الماء الداخل - الماء الخارج

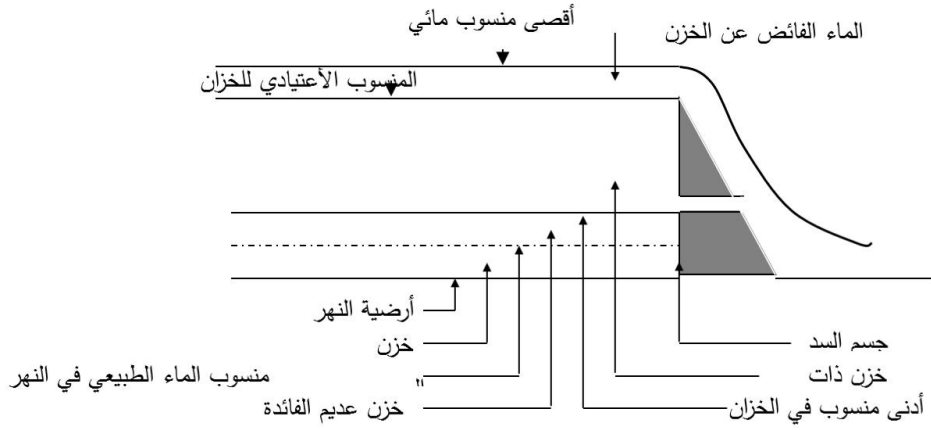
الماء الخارج (الحصيلة) = الماء الداخل - الزيادة في الخزن

عند تصميم أي خزان يجب حساب سعته اللازمة كي تفي بالأهداف المرجوة منه، وأيضاً

الأخذ بعين الاعتبار مقدار البخر من المسطح المائي خلف السد.



شكل يبين المنحني المائي الطبيعي لخزان معين



شكل يبين مقطع في خزان يبين مناطق الخزن خلفه