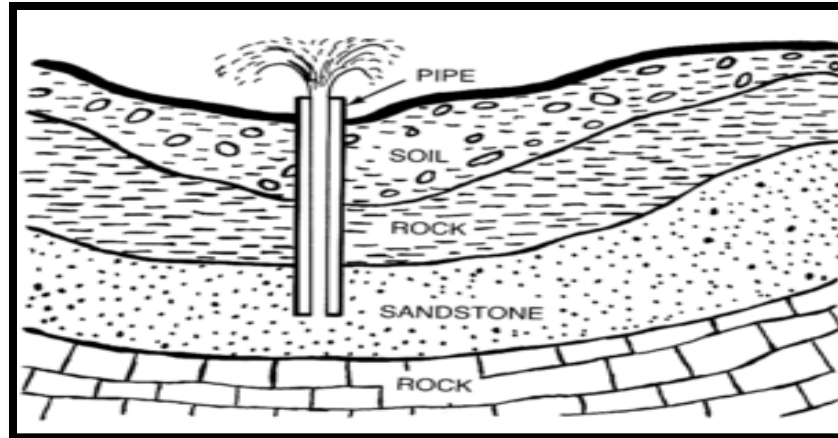


# المحاضرة السابعة

## المياه الجوفية

ص ٢٣١



# المياه الجوفية



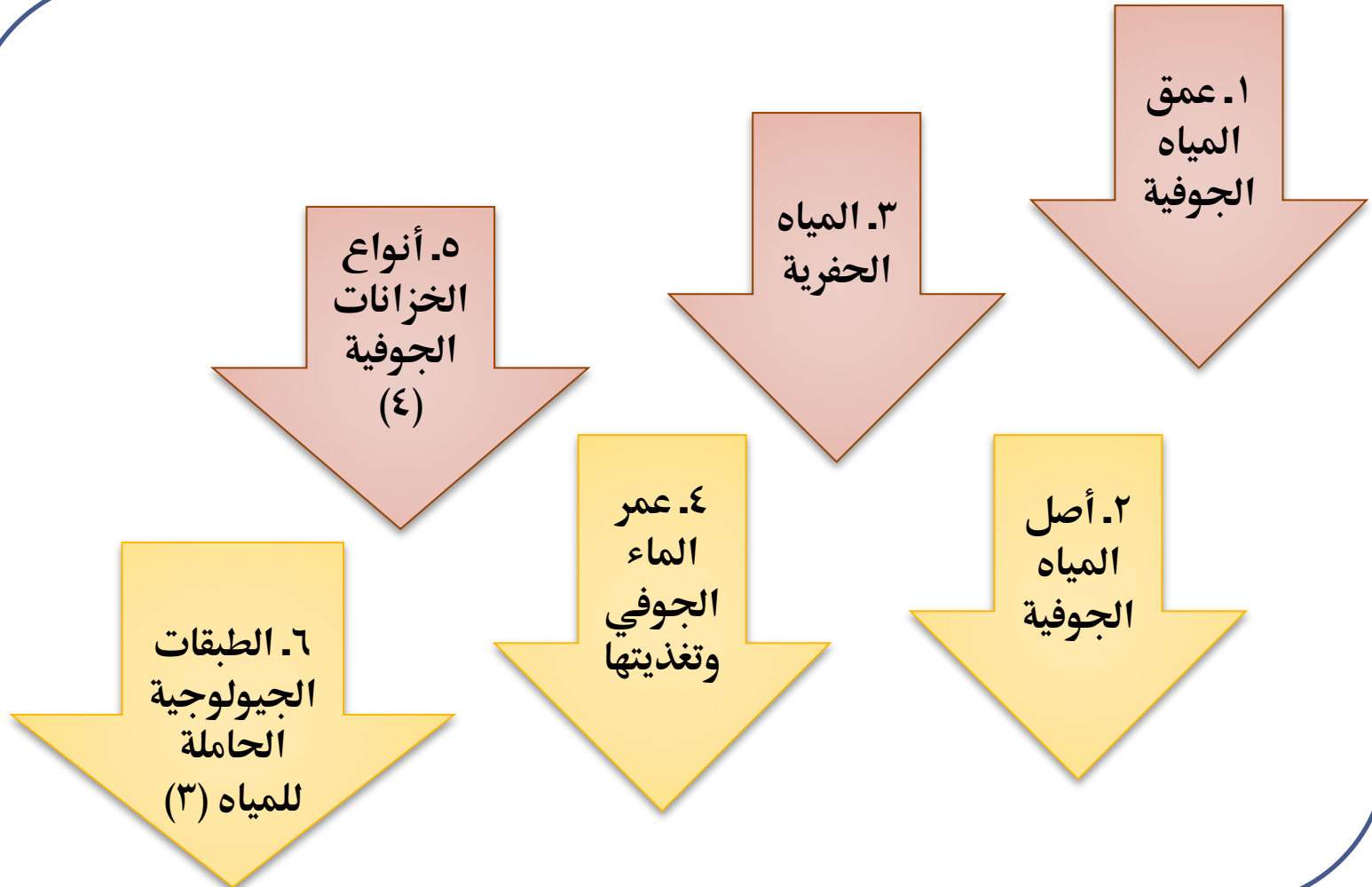
- **تعريفها:** هي مياه توجد تحت سطح الأرض ، شاملة مياه التربة والمياه العميقة.
- **حجمها :** يبلغ حجم المياه الجوفية في العالم ٨٤٥٠ ألف كيلومتر مكعب تمثل ٩٧,٧٪ من حجم المياه العذبة في صورة سائلة .
- **أهميتها:** وترجع أهميتها إلى أنها تزود الأغراض البشرية بنحو ١ ÷ ٣ من المياه الكلية المستخدمة في الأغراض البشرية خاصة في الدول المتقدمة وذلك في مختلف صور استخراجها وكيفية الحصول عليها.

## مقدمة:

من المعروف أن المياه الجوفية (المياه الأرضية) هي بعيدة تماما عن الاتصال المباشر بالغلاف الغازي، وأنها بالضرورة تمثل مياه قد تم تخزينها ولذا تتكون من مياه أرضية حفرية قد هاجرت من موضعها الأصلي ، أما **مصدرها** فلا بد أن يكون مشتق من المحيط (وتكون مالحة نسبيا) أو من مصادر المياه العذبة (وبذلك تكون أميل إلى العذوبة).

**والمياه الارتوازية هي** المياه الجوفية أو الباطنية أو الأرضية التي توجد تحت ضغط طبيعي . وأن كل الآبار الارتوازية لا تتدفق مياهها إلى السطح أو الأرض.

# أهم المحاور التي سوف نتناولها (٦)



# ١) عمق المياه الجوفية :



يذكر البعض أن المياه الجوفية توجد على عمق يبلغ نحو **١٠ كم** من السطح ، بينما ذكر بعض العلماء الروس بأنها توجد على عمق **١٢ كم** في شبه جزيرة كولا ، وأنها بشكل عام أعمق من **٩ كم** ، وأن التشققات الأرضية لا توجد أعمق من ذلك ، ويستمر التدفق المائي فوق الـ **٩ كم** بشكل محدد ، مرتبطا بمسامية الصخور ، والصخور الواقعة أسفل من ذلك غير مسامية وتمثل قاعا سفلياً بحيث يمنع حركة المياه الجوفية ، ويعتبر قاع لمخزون المياه المتاحة على سطح الكرة الأرضية كلها . ويلاحظ أنه فوق هذا القاع تعمل مياه الأمطار على ملئ هذه الطبقة بالمياه التي تتخللها وتعلو بها المياه حتى مستوى سطح المياه في الباطن .



## ٢) أصل المياه الجوفية

- قد نجد طبقات حاملة للمياه الجوفية، **صخورها** من نوع الحجر الرملي، وقد نقلت المياه لمسافة طويلة، والتي يعتقد بأنها تأتي من الأنهار.
- وقد تتكون المياه الجوفية **تحت السطح** نتيجة لتخلف المياه أثناء عملية التبلور من الكتل النارية، وقد تتكون باتحاد الأكسجين مع الأيدروجين وسط التفاعلات الكيميائية عند نشأة وتكون القارات أو الكتل النارية في الأعماق ثم تخرج إلى السطح عبر الشقوق و الصدوع والبراكين.

### **ويذكر العالم بريس أن المياه الكونية والتي كونت المياه الجوفية :**

- قد تغيرت أثناء مرورها عبر الصخور، وتعتمد مثل هذه التغيرات على بعض العوامل مثل المعادن التي تأخذها وتحملها أثناء مرورها في الصخور واحتكاكها بها، إضافة إلى أحوال الضغط والحرارة التي تساعد على تفاعل هذه المياه مع كل الظروف.
- لهذا يشار إلى أن أصل المياه الجوفية هي مياه تولدت من بين الصخور، حيث استمدت من العمليات التي حدثت للصخور النارية التي كونت الأرض.

## ٣) المياه الحفرية :

- هي المياه المحصورة بين الطبقات ، حيث تتسرب مياه الأمطار في منطقة التغذية بالمياه ، وتدخل هذه المياه الأجزاء الصخرية بحيث تشغل حجماً في الطبقة الحاملة للمياه.
- مثل هذه المياه الحفرية هي مياه غير متجددة، وتوجد هذه المياه بشكل مستقل، أو أنها تكون قد انعزلت أو اقتطعت من نظام الدورة المائية ، و انعزلت عن مجال السير في النظام .
- لهذا فان مصطلح متحفره أو حفرية يستخدم لوصف المياه التي وصلت إلى طبقة حاملة للمياه منذ آلاف السنوات ، وأن كان ذلك لا يعني أن المياه راكدة . فهذه المياه في الطبقة العميقة تتعرض للتجدد، والتزود ، ولكن التجدد يكون بطيئاً جداً.

## ٤) عمر الماء الجوفي وتغذيتها :

- لما كانت المياه الجوفية تتسرب من أعلى إلى أسفل فإنها تظل غالباً في حركة، والتي قد تكون سرعتها كبيرة. وحينما تغطي المياه مئات أو بضع آلاف من الكيلومترات المربعة، وبسرعة تصل إلى عدة أمتار في السنة، فإنها تظل في التربة التحتية لفترة تصل بين **عشرات إلى آلاف السنوات**.
- وفي تحديد عمر المياه الجوفية، استخدم في ذلك الكربون المشع، ووجد أن عمرها في **قارة أفريقيا** يصل إلى ١٠٠٠٠ □ ٣٥٠٠٠ سنة ويبدو أن التغذية للأحواض قد توقف بعد آخر فترة مطيرة منذ ١٠٠٠٠ سنة ماضية، إلا من بعض المطر النادر.
- ففي بعض الأحواض **كحوض تشاد** تتم تغذية الطبقات الحاملة للمياه بعد سقوط الأمطار، لعمق ٥ أمتار وتصل التغذية حتى عمق ٥٠ متراً تحت مستوى السطح.
- وقياساً على ذلك نجد في **استراليا** أن تغذية الأمطار للمياه الجوفية لا تزيد عن ١٪ من الأمطار. فالبحر و النتح يستهلكان نحو ٨٧٪ من التساقط، وكمية ضئيلة تصل للمياه الجوفية .



٥) أنواع الخزانات الجوفية :  
تنقسم الخزانات الجوفية إلى أربعة أنواع هي :

الخزان شبه المحصور

الخزان الجوفي الحر

الخزان الجوفي  
المعزول

الخزان الجوفي  
المحصور



**الخزان الجوفي** وفي الحـر  
وهي المياه التي تسربت وأصبحت أسفل  
التربة ودخلت في نطاق الرواسب العميقة  
والطبقات الصخرية الموجودة تحت السطح  
، بحيث أصبح للمياه الباطنية مستوى علوي  
للمياه تحت السطح ، وتعرف بأنها طبقة غير  
محصورة حاملة للمياه ويقع أسفل هذا  
الخزان طبقة صماء تحفظ المياه به وتعزله  
عن الخزانات الأخرى .  
ويلاحظ أن مستوى المياه في الخزان يكون  
متأثراً **بالضغط الجوي** وتتأثر هذه الطبقة  
**بالأمطار** و**بمياه الـري** .  
ويلاحظ بان منسوب هذا الخزان متذبذب  
وذلك بسبب تأثره بالتغيرات البيئية التي  
تحدث في المنطقة **سواء المناخ** من حيث  
سقوط الأمطار وذوبان الثلوج ومن الأنشطة  
البشرية من حيث عملية الـري .  
ومن أجل ذلك يتم عمل أبار مراقبة لمتابعة  
أية تغيرات قد يكون لها تأثير على استغلال  
مياه الخزان .



**الذئان الجوفى المحصور**  
وتكون الطبقة الحاملة للمياه واقعة بين طبقتين غير منفذتين للمياه أحدهما أسفل منها والأخرى أعلى منها وبذلك تصبح المياه محصورة وواقعة تحت ضغط كبير . ويكون مصدر المياه بعيد جداً بالنسبة للمستوى الأفقى على سطح الأرض.

**مثال:** المياه شمال الصحراء الغربية في مصر موجودة تحت طبقات غير منفذة. ويسمى هذا النوع أيضاً بالذئان الارتوازي، بينما المسافة الرأسية بين السطح وبين المستوى العلوي للمياه في الذئان المحصور يسمى بالضاغط البيزومتري ويكون عادة أعلى من الضغط الجوي، والآبار هنا تعرف باسم الآبار الارتوازية.

# الخبزان شبه المحصور

وهو يشبه الخزان المحصور مع فارق واحد وهو أن السطح العلوي للمياه أو السطح السفلي تكون طبقة ذات نفاذية ضئيلة بحيث تسمح بتسرب المياه منها واليها.

## الـخـزان الجـوفـي المعـزول

ويظهر إذا كانت الطبقات غير المنفذة تعرضت لتغيرات بنوية وأصبحت في هيئة ارتفاعات وانخفاضات في الباطن، فإنه في هذه الحالة تحتجز المياه في المواضع المنخفضة وتصبح المياه غير متصلة في مناطق الخزان بأي خزانات أخرى، ومصدر المياه أما سطحي أو نتيجة تسرب بطيء من خزانات أخرى وواقعة أسفل منه. لهذا يبدو الخزان في شكل جيوب مائية متفاوتة المساحة والأبعاد.



## ٦) الطبقات الجيولوجية الحاملة للمياه : (٣)

توجد مجموعة أنواع من الطبقات، أو المكونات الصخرية، والتي تحتوي على المياه الجوفية وهي:

أنواع الطبقات الحاملة للمياه	مكوناتها	مثال
طبقة مشبعة غير منفذة	وهي ذات مواد قليلة التسرب للمياه نسبيا ولا تنتج كميات ملموسة من المياه الجوفية حينما تحفر بها الآبار	الطين
طبقة رديئة النفاذية	وتحتوي على تكوينات صخرية غير منفذة نسبيا وليس لديها القدرة على انتقال المياه عبر المكونات الصخرية	الجرانيت الصلب
طبقة مشبعة ولكن نفاذيتها رديئة نسبيا	وهي طبقة مشبعة بالمياه ولكن نفاذية المياه رديئة إلى حد ما والتي تعمل على عرقلة حركة المياه الجوفية، ولا تنتج المياه عن طريق الآبار بحرية، ولكن لديها القدرة على السماح بانتقال المياه إلى ومن الطبقات الأخرى المجاورة والحاملة للمياه وإذا وجدت بسمك كافي فإنها تشكل نطاقا ذو مخزون مائي جوفي هام وكبير	الصخور الرملية

## ثالثا: العوامل الجغرافية المؤثرة على تكوين المياه الجوفية: (٣)

تتعدد العوامل الجغرافية التي تؤثر في تكوين المياه الجوفية والسماح بوجود مثل هذه الصورة أسفل سطح الأرض ومن هذه العوامل:

- العامل المناخي
- خصائص التربة
- العامل الجيولوجي

# • أولاً: العامل المناخي

- أن حالة المناخ تتسم بالتطرف في أهميتها في وجود المياه الجوفية خاصة عوامل مثل الأمطار والتبخر والتي تكون ذات صلة وثيقة بتكوين المياه الجوفية وتؤخذ على أنها عناصر مناخية في أي منطقة جغرافية.
- فهناك الكثير من الأراضي الصخرية الصلبة يوجد بها تركيز في عملية **سقوط الأمطار** خلال فترة وجيزة وقد يكون هناك مستوى جريان سطحي تكون ضرورية لعملية تعويض آثار التبخر مما يساعد على ترشيح بعض المياه وتغذية الطبقة الحاملة للمياه .
- وبعد دور المطر يأتي دور **التبخر** كعنصر من عناصر المناخ أو عملية من العمليات التي تخضع لها المياه. مثل هذا الدور قد يكون كثيفاً، حيث قد يتسبب في تصرف مخزون الماء الجوفي بشكل كثيف والموجود بالطبقات الصخرية المجواه.
- **مثال تطبيقي** : يوجد مثيل لهذا الحالة في غرب أفريقيا بين مالي والكمرون ونيجيريا ، حيث تم تجوية الصخور الصلبة وأصبحت الرواسب تستنزف فصلياً بالمياه الباطنية في نهاية الفصل الجاف، وذلك إذا كان سمك هذه الطبقة المجواه أقل من ١٢-١٥ متراً ، بسبب زيادة السحب من طبقات الصخور الصلبة.
- ففي هذه المناطق وصل معدل إنتاج الآبار التي تحفر في طبقات الصخور الحاملة للمياه والتي حدث لها تجوية ميكانيكية وكيميائية في العروض الباردة أو العروض الجافة نحو ١-٥ متر مكعب / في الساعة وقد تشذ عن ذلك لتصل إلى ١٠-٢٠م<sup>٣</sup>/الساعة.

# ثانياً: خصائص التربة :

معدل نفاذية التربة للمياه متر/ اليوم	خصائص التربة
يقبل معدل نفاذيتها لمياه الأمطار إلى ٠,٠٠٠٤ مما يعرض معظم الأمطار للتبخر أو البخر نتح	• إذا كانت التربة تتكون من مادة الطين فان هذه المادة قليلة النفاذية
ويصل إلى ٤١	• إذا كانت التربة ذات أحجام حبيبات اكبر من ذلك مثل التربة الرملية فان معامل النفاذية للمياه يصبح عاليا
ويصبح ٤١٠	• إذا زادت الأحجام بوجود حصى وزلط بين مكونات التربة فان المعامل يرتفع إلى عشر أضعاف
يزيد إلى ٤١٠٠	• إذا أصبحت زلطية أو حصوية صرفة

# ثالثاً: العامل الجيولوجي:

- تتحكم العوامل الجيولوجية في مقدار ما يتسرب من مياه الأمطار إلى باطن الأرض أو إلى ما تحت السطح سواء من **حيث البنية أو من حيث تأثير نوع الصخر وخصائص الرواسب.**
- **البنية** ( تأثير الصدوع + دور الطيات والالتواءات )
- **نوع الصخر** ( الصخور الجيرية / والحجر الرملي / والصخور الأركية )
- **خصائص الرواسب** ( الرمال والحصى المفكك )



الحجر الجيري



الحجر الرملي