



الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب  
كلية التربية الأساسية  
قسم العلوم-الجيولوجيا

## الجيولوجيا الاقتصادية

د. الهام النقاوي

**الجزء الثالث**  
**المياه الجوفية**

## المياه الجوفية

## Ground Water

## ما هي المياه الجوفية؟

تعرف المياه التي تتخلل التربة وما تحتها من صخور بالمياه الجوفية، وهي تشكل 14% تقريبا من الحجم الكلي للماء العذب الموجود على الأرض. ويعرف السطح العلوي للمياه الجوفية بمنسوب الماء الجوفي (Water Table). وهو خط متغير الارتفاع اعتمادا على طبوغرافية سطح الأرض حيث يكون عالي الارتفاع في المناطق الجبلية والتلال وينخفض تدريجيا مع انحدار الأرض حتى يصل إلى الأودية.

## توزيع الماء العذب بالغلاف المائي:-

النسبة الكلية للماء	حجم الماء العذب km <sup>3</sup>	نوع الماء
%84.945	24000000	الثلاجات و الكتل الجليدية
%14.158	4000000	الماء الجوفي
%0.549	155000	البحيرات
%0.294	83000	الماء المصاحب للتربة
%0.049	14000	بخار الماء في الجو
%0.004	1200	الأنهار
%100.00	28253200	المجموع

## أهمية المياه الجوفية:-

تكمن بأنها المصدر الثاني للماء العذب على سطح الأرض بعد الثلجات والكتل الجليدية، ليس فقط كماء للشرب لكن أيضا مهمة لحياة الحيوان والنبات ، وفي الزراعة والصناعة. لذلك فان الضخ الجائر للمياه الجوفية ينتج عنه بالنهاية انخفاض في منسوب المجاري المائية، زيادة الملوحة، وانهيارات أرضية.

## أهمية المياه الجوفية من الناحية الجيولوجية:-

1. تعتبر المياه الجوفية عامل مهم بالتعرية، حيث إذابة المياه الجوفية للصخور تؤدي إلى تكوين منخفضات سطحية تعرف بالحفر البالوعية ( Sink-holes ) ، وأيضا تكوين المغارات الجوفية ( Caves or Caverns ). والصخور التي تكون معرضة لتكون هذه الانواع من المظاهر الجيولوجية هي الصخور الجيرية-الكلسية وصخور الدولومايت، خاصة اذا تعرضت إلى مياه جوفية حمضية. هذه الفجوات تحت السطحية التي تتكون د. الهام اللنقاوي

بسبب الاذابة مع مرور الوقت سوف تزداد بالمساحة. اذا تعرض منسوب الماء الجوفي للانخفاض فإن هذه الفجوات تصبح خالية من الماء وتعرف في هذه الحالة بالمغارات الجوفية. إذا كانت الصخور غير متماسكة بالاضافة إلى وجود رواسب مفككة على السطح فهذه الفجوات سوف تنهار وتؤدي إلى امتصاص الرواسب المفككة إلى جوف الأرض مكونة حفرة سطحية (منخفضات) تعرف بالحفر البالوعية.

2. هي عامل مهم لتحديد وموازنة منسوب الماء الجاري في الأنهار.

### توزيع المياه الجوفية

المصدر الأساسي للمياه الجوفية هو مياه الأمطار حيث أنها تتغلغل إلى نطاق الماء الجوفي من خلال المسامات الموجودة في الصخور و التربة. فإنه بعد وأثناء سقوط المطر جزء من مياه الأمطار هذه يرجع للغلاف الجوي عن طريق التبخر، وجزء يجري على سطح الأرض حتى يصل إلى الأنهار أو البحار، والجزء الآخر يكون إما مصدر تروية النباتات أو يتسرب حتى يصل إلى نطاق الماء الجوفي. وعملية التسرب هذه تعتمد على درجة نفاذية ومسامية التربة والصخور ومعدل انحدار السطح وكثافة الغطاء النباتي.

تقسم نطاقات المياه الجوفية إلى ما يلي:-

#### 1. نطاق عدم التشبع Zone of aeration .

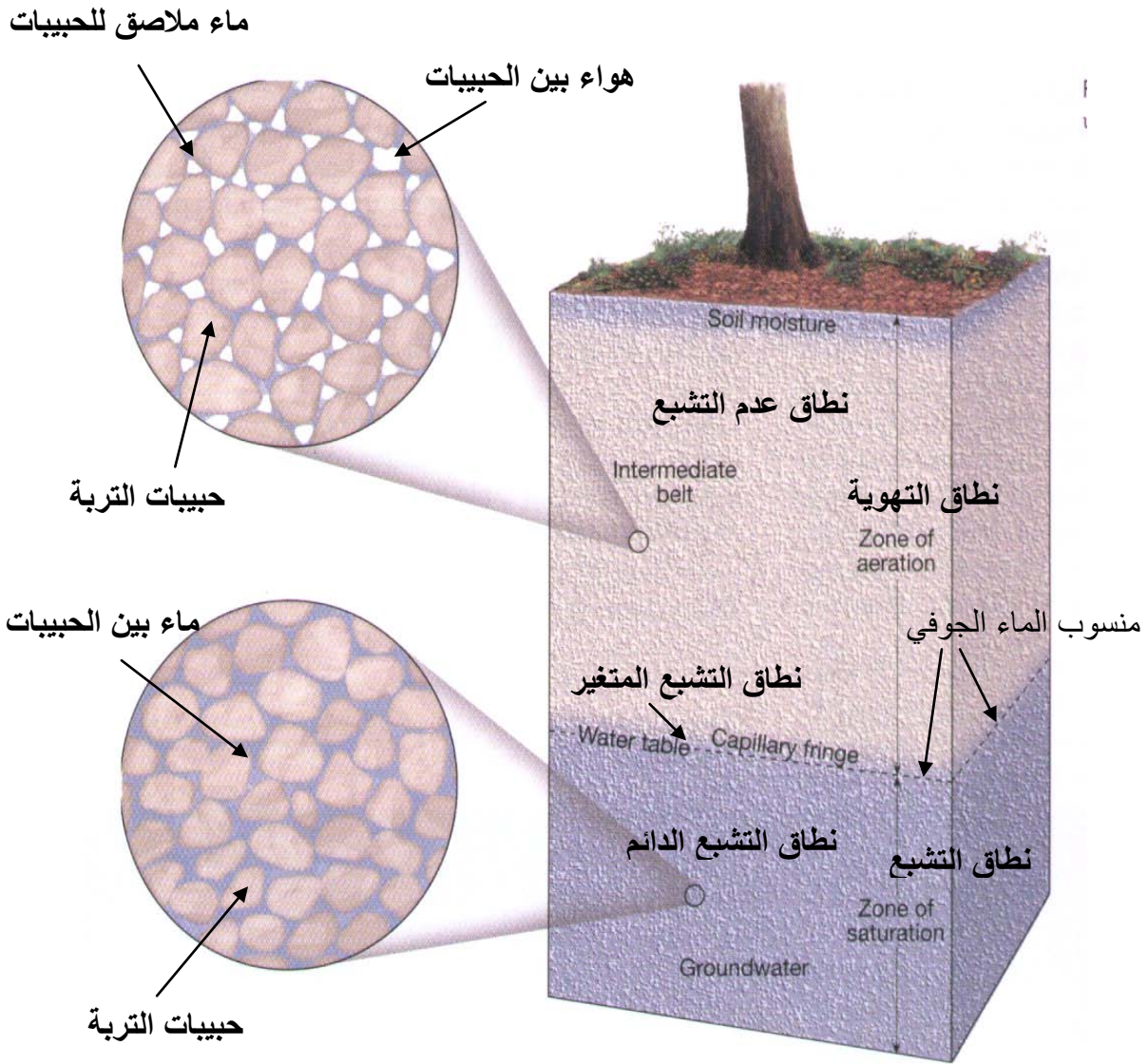
حيث تكون معظم مسامات التربة مملوءة بالهواء وقليل من الماء المتعلق بحبيبات التربة.

#### 2. نطاق التشبع المتغير Capillary fringe .

حيث يكون ارتفاع الماء في هذا النطاق إلى الأعلى ضد الجاذبية الأرضية بواسطة خاصية التجاذب السطحي من خلال قنوات وأنابيب دقيقة بين حبيبات التربة أو كما تعرف بالخاصية الشعرية للماء (Capillary action).

#### 3. نطاق التشبع الدائم Zone of saturation .

تكون جميع الشقوق و المسامات في التربة أو الصخر ضمن هذا النطاق مملوءة بالماء ، وهذا الماء الذي يسمى بالماء الجوفي . وتتحرك المياه الجوفية ضمن هذا النطاق تحت تأثير الجاذبية الأرضية وعادة يكون اتجاه حركتها من المناطق المرتفعة حتى تصل إلى المناطق المنخفضة مثل الأنهار، والبحيرات، والبحار.



## شكل يوضح توزيع الماء الجوفي

## العلاقة الطبيعية بين منسوب الماء الجوفي و الأنهار

### 1. ضمن المناطق الممطرة Humid regions .

يكون فيها منسوب الماء الجوفي عالي جدا ولا يتأثر مستواه خلال أوقات الجفاف. ودائما يكون الماء الجوفي هو مصدر التغذية بالنسبة للأنهار في هذه المناطق، وتسمى هذه الأنهار بالأنهار المنسابة (Effluent rivers) .

### 2. المناطق الجافة-شبه جافة Arid to simiarid regions.

يكون منسوب الماء الجوفي منخفض جدا ، يوجد عند أعماق كبيرة تحت سطح الأرض، وهذه المياه لا تغذي الأنهار الجارية بل العلاقة تختلف هنا عن المناطق الممطرة: فالأنهار هنا تعتبر مصدر تغذية للمياه الجوفية. وتسمى الأنهار التي تحتوى على هذه الصفة بالأنهار المتدفقة أو الرافدة (Influent rivers) .

## التركيب الكيميائي للمياه الجوفية

عموما تكون المياه الجوفية غنية بمحتواها المعدني عن المياه السطحية لأنها تتميز بمقدرتها الكبيرة على إذابة المعادن المختلفة، ويعتمد تركيبها الكيميائي على نوع الصخور التي تمر بها هذه المياه ونوعية المياه التي تحتويها هذه الصخور. تحتوي المياه الجوفية على عناصر كيميائية مختلفة أهمها الأيونات التي تتحد مع بعض العناصر المعدنية لتكون أملاح ذائبة. ونسبة هذه العناصر المعدنية تحدد مدى جودة المياه الجوفية خاصة للشرب. بحيث أن إذا كانت النسبة العظمى للكلوريدات هنا يستدل على أن المياه تعتبر قديمة، أما إذا كانت للكبريتات فهي تعتبر متوسطة العمر ومرّية الطعم ، أما إذا كانت النسبة العظمى للكربونات والبيكربونات فهي لمياه حديثة ومصدرها طبقات صخرية جيرية أو دولومايتية.

### أهم الأيونات الموجودة في المياه الجوفية:-

1. البيكربونات  $\text{HCO}_3^{-2}$

2. الكربونات  $\text{CO}^{-2}$

3. الكبريتات  $\text{SO}_4^{-2}$

4. الكلوريدات Cl

## تقسم المياه الجوفية على أساس الملوحة (TDS):-

الملوحة (TDS) عبارة عن مجموع الأملاح الذائبة (Total Dissolved Salts)، وتقاس بجزء من المليون (PPM) أو بالمليجرام/التر، حيث 1 ملجم/لتر = 1000 PPM. المواصفات العالمية لجودة المياه لا تنطبق على دولة الكويت، حيث حددت هذه النسبة في دولة الكويت إلى ما يلي:-

(1) مياه عذبة Fresh Water: تحتوي من صفر-1000 PPM أملاح مذابة.

(2) مياه قليلة الملوحة Brackish Water:-

1. مياه صليبية متوسطة الملوحة Medium Brackish Water: تحتوي من 1000-7000 PPM أملاح مذابة).

2. مياه صليبية عالية الملوحة High Brackish Water: تحتوي من 7000-20000 PPM أملاح مذابة.

(3) مياه مالحة Saline Water: تحتوي من 20000-100000 PPM أملاح مذابة.

(4) مياه شديدة الملوحة (أجاج) Brine Water: تحتوي على أكثر من 100000 PPM أملاح مذابة.

## مياه الشرب في دولة الكويت تحتوي على:-

80%-75% مياه مقطرة من مياه البحر

20% -25% مياه جوفية (مياه صليبية متوسطة الملوحة)

والتعقيم يتم بإضافة 0.8 PPM كلور ( $Cl_2$ )

## طرق البحث عن المياه الجوفية

### 1. الطرق الجيولوجية والطبوغرافية.

أ. ضباب الأرض.

ب. الأرض الرطبة والراشحة.

ج. طبوغرافية سطح الأرض.

د. تراكيب الصخور.

### 2. النباتات المميزة.

### 3. الطرق الجيوفيزيائية.

ويستعمل لها طريقة قياس الجاذبية الأرضية، الطريقة المغناطيسية، الطريقة الكهربائية، الطريقة السيزمية، وقياس حرارة الأرض، ودرجة الإشعاعات.

د. الهام اللنقاوي

## أنواع الآبار

البئر ما هو إلا حفرة محفورة أو مثقوبة داخل القشرة الأرضية تصل إلى نطاقات التشبع (المياه الجوفية). يراعى دائما حفر الآبار حتى تصل إلى مادون منسوب المياه لضمان تدفق دائم للمياه. يعتمد تصنيف الآبار على تذبذب منسوب المياه الجوفية الناتج عن الفروقات في كمية الأمطار، و ضغط الماء المحبوس، لذلك تصنف الآبار إلى ما يلي:-

### 1. الآبار العادية.

عبارة عن حفرة أسطوانية الشكل تمتد من سطح الأرض إلى الماء الجوفي ضمن الصخور الخازنة للماء. حيث منسوب المياه الجوفية ضمن البئر يكون معرض للانخفاض والارتفاع بسبب الفروقات الناشئة عن كمية الأمطار. ويفضل حفر تلك الآبار بحيث يتعدى طولها منسوب الماء الجوفي حتى لا تتعرض للجفاف في فترة انخفاض المنسوب.

### 2. الآبار الارتوازية.

حيث يندفع الماء الجوفي تحت ضغط عالي حتى يصل إلى ارتفاع أعلى من منسوب الماء الجوفي في الطبقات الصخرية، وليس بالضرورة أن يكون التدفق تلقائي دائما. حتى يتواجد نضام ارتوازي يجب أن تتواجد عدة عوامل مهمة:-

أ. الماء يجب أن يكون محصور في نطاق صخري يتميز بأنه مائل بحيث يكون أحد الأطراف هو منطقة المصدر (المنطقة المرتفعة).

ب. يجب أن يكون هذا النطاق الصخري محاطا من الأعلى والأسفل بطبقات صخرية غير منفذة للماء.

تنقسم الآبار الارتوازية بناء على ما سبق إلى ما يلي:-

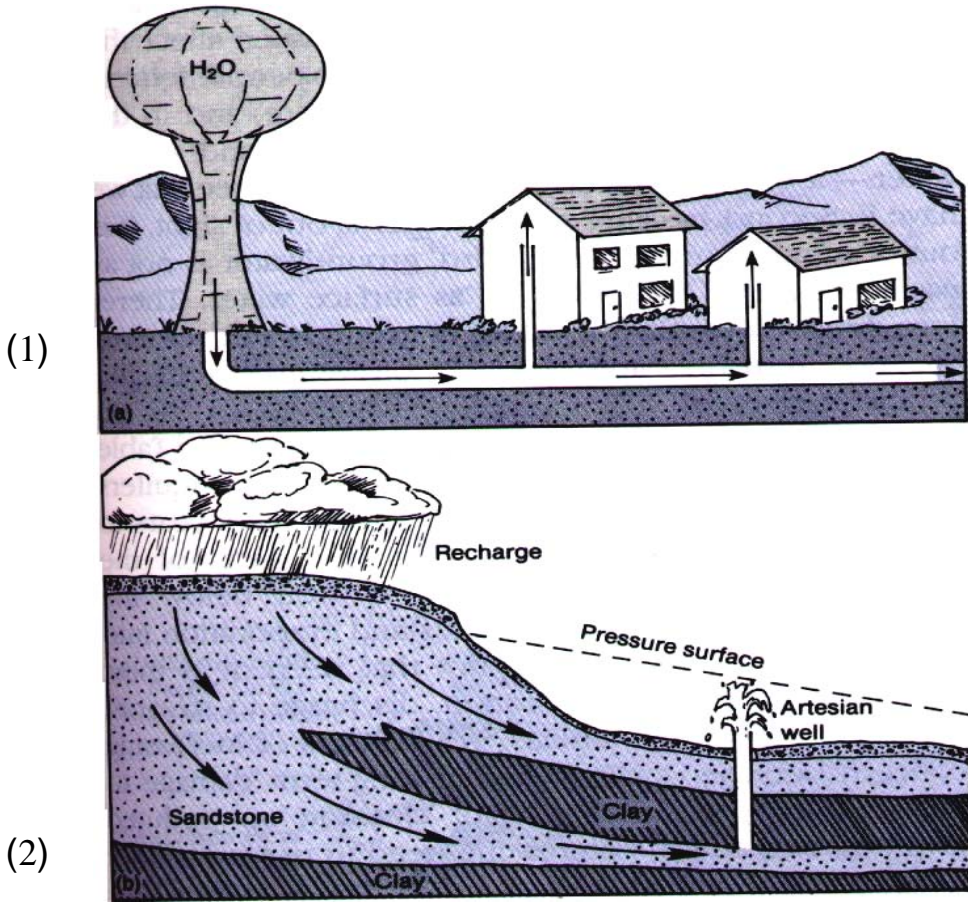
#### 1. آبار ارتوازية حرة التدفق Flowing Artesian Wells .

تكون الآبار حرة التدفق عندما يكون نطاق الضغط السطحي الذي يجب أن يصل إليه الماء أعلى من سطح الأرض أي أعلى من فوهة البئر.

#### 2. آبار ارتوازية ليست حرة التدفق Nonflowing Artesian Wells .

عندما يكون نطاق الضغط منخفض عن سطح الأرض، أي أسفل من فوهة البئر، حيث تصبح المياه المحبوسة بالخزان الصخري ليست حرة التدفق. هنا نحتاج مضخات لضخ الماء إلى أعلى.





### العلاقة الطبيعية بين نطاق الضغط السطحي والآبار الارتوازية

- (1) نظام ارتوازي صناعي: استخدام نطاق الضغط السطحي اصطناعيا وذلك ببناء خزانات مياه عالية وتوصيل جميع المنازل بها، وذلك لتوصيل الماء عبر الأنابيب إلى الخزانات المنزلية على السقف دون الحاجة لإستخدام المضخات.
- (2) نظام ارتوازي طبيعي.