حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

# الفصل 4 المياه الجوفية Groundwater

**الفكرة العامة** يسهم الهطول والرشح في تكوين المياه الجوفية وخزنها في خزانات في باطن الأرض إلى أن تعود إلى السطح على شكل ينابيع، أو من خلال سحبها من الآبار الارتوازية.

## 4–1 حركة المياه الجوفية وتخزينها

**الفكرة الرئيسة** تزود خزانات المياه الجوفية الجداول والينابيع الطبيعية والمناطق بالمياه حيثما يتقاطع منسوبها مع سطح الأرض.

## 4–2 موارد المياه الجوفية

**الفكرة الرئيسة** لا تتوافر المياه الجوفية دائمًا بالكميات والمواقع المطلوبة حيثما نحتاجها، وإن وجدت فأحيانًا ما تكون ملوثة.

### حقائق جيولوجية

- يقع ينبوع ذي عين في قرية ذي عين الأثرية جنوب غرب مدينة الباحة على بعد 24 km منها.
- يُعد ينبوع ذي عين من الينابيع دائمة التدفق طوال العام.
- تستخدم مياه الينبوع في ري مزروعات القرية وبخاصة الموز.



SA GEO SE CH04.indd 90 4/8/19 4:41 PM

حلول الحلول اون لاين hulul online

# تجربة استهلالية

## كيف تُخزّن المياه في جوف الأرض؟

ربما يوجد تحت قدميك كميات هائلة من المياه في الفراغات بين الحبيبات في الصخور والرسوبيات المفككة والصدوع. ستقوم في هذا النشاط بعمل نموذج لخزان المياه الجوفية.

### الخطوات

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. املأ مخبارًا مدرجًا سعته 250 mL رملًا ناعمًا جافًا.
3. املأ مخبارًا مدرجًا آخر سعته 250 mL ماءً.
4. اسكب الماء من المخبار الثاني في المخبار المدرج الأول الذي يحتوي على الرمل، حتى يصل إلى مستوى سطح الرمل. سجل قراءة حجم الرمل المشبع بالماء.
5. قس كمية المياه المتبقية في المخبار المدرج الثاني وسجلها.
6. كرر خطوات التجربة مرتين: مستخدمًا الرمل الخشن والطين.

### التحليل

1. حدد كمية المياه الموجودة في كل من الرمل الناعم والرمل الخشن والطين بعد أن أصبح كل منهم مشبعًا بالماء.
2. احسب النسبة بين حجوم المياه إلى حجم كل من الرمل الناعم، والرمل الخشن، والطين وعبر عن هذه القيم في صورة نسبة مئوية.
3. استدل على حجم المياه باللتر، التي يمكن تخزينها في $1m^3$ لكل نوع من الرسوبيات (الرمل الناعم، والرمل الخشن، والطين).

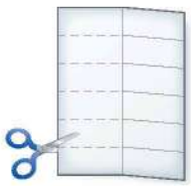
## المطويات منظمات الأفكار

### المخاطر التي تواجه المياه الجوفية

اعمل هذه المطوية لتلخيص المشكلات الرئيسة التي تهدد المياه الجوفية.

**الخطوة 1:** اثن الورقة من منتصفها طوليًا.

**الخطوة 2:** اثن الورقة إلى نصفين، واثن كل نصف إلى ثلاثة أقسام.



**الخطوة 3:** أعد الورقة كما هي وقصها على منطقة الثني حتى الخط الذي يقسم الورقة إلى نصفين، ستحصل على ستة ألسنة.

**الخطوة 4:** اكتب على كل لسان مشكلة من المشكلات التي تهدد مصادر المياه الجوفية كما تلاحظ في الشكل.

استخدم هذه المطوية في أثناء دراستك للقسم 2-4، ولخص فيها المشكلات التي تهدد المياه الجوفية.



SA GEO SE CH04.indd 91 4/8/19 4:41 PM

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa
حلول
hulul.online

# 4-1

## الأهداف

- تصف كيف يرتبط كل من تخزين المياه الجوفية وحركتها مع دورة الماء في الطبيعة.
- توضح المقصود بالخزان المائي الجوفي والطبقة العازلة.
- تربط بين مكونات الخزان المائي الجوفي ووجود الينابيع.

## مراجعة المفردات

**الدورة المائية:** الحركة الدورانية الطبيعية المستمرة للماء ضمن أنظمة الأرض.

## المفردات الجديدة

رشح
نطاق الإشباع
منسوب الماء
نطاق التهوية
النفاذية
الخزان المائي الجوفي
الطبقة العازلة (الصماء)
ينبوع
ينبوع ساخن
الينابيع الفوارة

# حركة المياه الجوفية وتخزينها

# MovementandStorageofGroundwater

**الفكرة الرئيسة** **تزود خزانات المياه الجوفية الجداول والينابيع الطبيعية والمناطق بالمياه حيثما يتقاطع منسوبها مع سطح الأرض.**

**الربط مع الحياة.** هل لاحظت ينبوع ماء يتدفق مدة طويلة دون وجود أمطار؟ لا شك أن مياه الأمطار تسهم في تدفق مياه الينابيع، لكن المصدر الأكبر لهذه المياه يأتي من تحت سطح الأرض.

## الغلاف المائي The Hydrosphere

المياهُ الموجودة في القشرة الأرضية وعلى سطحها وفي الغلاف الجوي تشكل الغلافَ المائيَّ. وقد درست سابقًا في إطار أنظمة الأرض التي تضم كلًّا من الغلاف الصخري والمائي والجوي والحيوي، أن مياه المحيطات تشكل 97% تقريبا من الغلاف المائي، بينما تشكل مياه اليابسة 3% تقريبا من الغلاف المائي، ومعظمها مياه عذبة.

وتعد المياه العذبة أكثر الموارد المتجددة أهمية وشيوعًا، وعلى الرغم من أن معظم المياه العذبة (70–80%) مختزنة على هيئة غطاء جليدي وجليديات إلا أن مياه الأنهار والجداول المائية والبحيرات تمثل جزءًا يسيرًا من المياه العذبة السائلة، كما في **الجدول 1–4**. تذكر ما درسته سابقًا من أن الماء في الغلاف المائي يتحرك ضمن دورة الماء في الطبيعة.

**الجدول 1–4** مصادر المياه على الأرض

| الموقع | النسبة المئوية للمياه الكلية | حجم المياه ($km^3$) | تقديرات متوسط زمن وجود المياه |
|---|---|---|---|
| المحيطات | 97.2 | 1230000000 | 3200 سنة |
| الغطاء الجليدي والجليديات | 2.15 | 28600000 | 20000 سنة |
| المياه الجوفية | 0.62 | 8000000 | 200 – 20000 سنة |
| البحيرات | 0.009 | 123000 | عشرات السنوات |
| الغلاف الجوي | 0.001 | 12700 | 9 أيام |
| الأنهار والجداول المائية | 0.0001 | 1200 | أسبوعان |



SA.GEO.SE.CH04.indd 92 4/8/19 4:42 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

## المياه الجوفية والهطول
## Groundwater and Precipitation

تعد المحيطات المصدر الرئيس لجميع المياه على سطح الأرض. تتبخر المياه خلال دورة الماء في الطبيعة إلى الغلاف الجوي على شكل بخار ماء وغيوم، ثم تقوم الرياح وأنظمة الطقس بنقل رطوبة الجو إلى جميع أنحاء الأرض، حيث يتركز معظمها فوق اليابسة (القارات)، ويحصل الهطول الذي يمثل عودة الماء إلى سطح الأرض. لاحظ أن بعض الهطول يحدث فوق المحيط مباشرة والبعض الآخر يحدث فوق اليابسة. وقد قال الله تعالى في كتابه العزيز يصف أهمية الماء: ﴿وَمِنْ ءَايَٰتِهِۦٓ أَنَّكَ تَرَى ٱلْأَرْضَ خَٰشِعَةً فَإِذَآ أَنزَلْنَا عَلَيْهَا ٱلْمَآءَ ٱهْتَزَّتْ وَرَبَتْ ۚ إِنَّ ٱلَّذِىٓ أَحْيَاهَا لَمُحْىِ ٱلْمَوْتَىٰٓ ۚ إِنَّهُۥ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ قَدِيرٌ ﴿٣٩﴾﴾ فصلت.

وتسمى عملية تسرب مياه الأمطار بعد سقوطها على اليابسة إلى جوف الأرض **بالرشح Infiltration**، وتصبح مياهًا جوفية، بينما يجري جزء بسيط من مياه الأمطار على سطح الأرض في صورة جداول مائية وأنهار تعود مباشرة إلى المحيطات، وتتحرك المياه الجوفية في باطن الأرض حركة بطيئة وتعود في النهاية إلى السطح من خلال الينابيع (العيون)، وتنساب على شكل جداول مائية في المناطق الرطبة، ثم تتدفق عائدة إلى المحيطات.

**ماذا قرأت؟** تعرَّف ما المصدر الرئيس لجميع المياه على اليابسة؟

المصدر الرئيس لجميع المياه على سطح الارض هي البحار والمحيطات

## تخزين المياه الجوفية Groundwater Storage

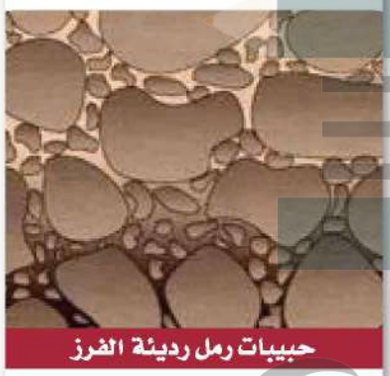
لوحظ أن البرك الصغيرة جدًّا التي تنشأ عن تجمع مياه الأمطار تختفي بسرعة؛ إذ ترشح جزئيًّا إلى باطن الأرض. ففي التربة الرملية غالبًا ما تتسرب المياه نحو الأسفل بسرعة. فأين تذهب هذه المياه؟ إنها تتجمع في الفراغات الصغيرة في باطن الأرض. وعلى الرغم من أن قشرة الأرض تبدو صلبة مصمتة إلا أن التربة والرسوبيات والصخور فيها عدد لا يحصى من الفراغات الصغيرة التي تسمى المسامات.

تشكل المسامات نسبة كبيرة من بعض الصخور. ويسمى الحجم الكلي للمسامات في الصخر المسامية. وكلما زادت مسامية الصخر سهُل تدفُّق الماء من خلاله إذا كانت مساماته متصلة. وتتراوح مسامية الصخور تحت السطحية بين 2% إلى أكثر من 50%. فعلى سبيل المثال، مسامية الرمل جيد الفرز 30%، ولكن في الرسوبيات رديئة الفرز تحتل المكونات صغيرة الحجم جزءًا من المسامات، ولذلك تقلل من المسامية الكلية للرسوبيات. انظر **الشكل 1–4**. وبالمثل فإن المادة اللاحمة التي تعمل على تماسك الحبيبات في الصخور الرسوبية معًا تقلل من مسامية الصخر. وتكون كميات المياه المختزنة في المسامات كبيرة جدًّا؛ لأن حجم الرسوبيات والصخور تحت سطح الأرض ضخم جدًّا.

**الشكل 1–4** تعتمد المسامية على حجم حبيبات المادة وتنوعها.
**قارن** بين المساميات المبينة في كل عينة.

مسامية العينة عير المشروزة في الوسط هي الأقل بينما تكون مسامية الرمل كبيرة الحبيبات أكبر قليلا من مسامية الرمل الناعم الحبيبات

حبيبات رمل كبيرة جيدة الفرز

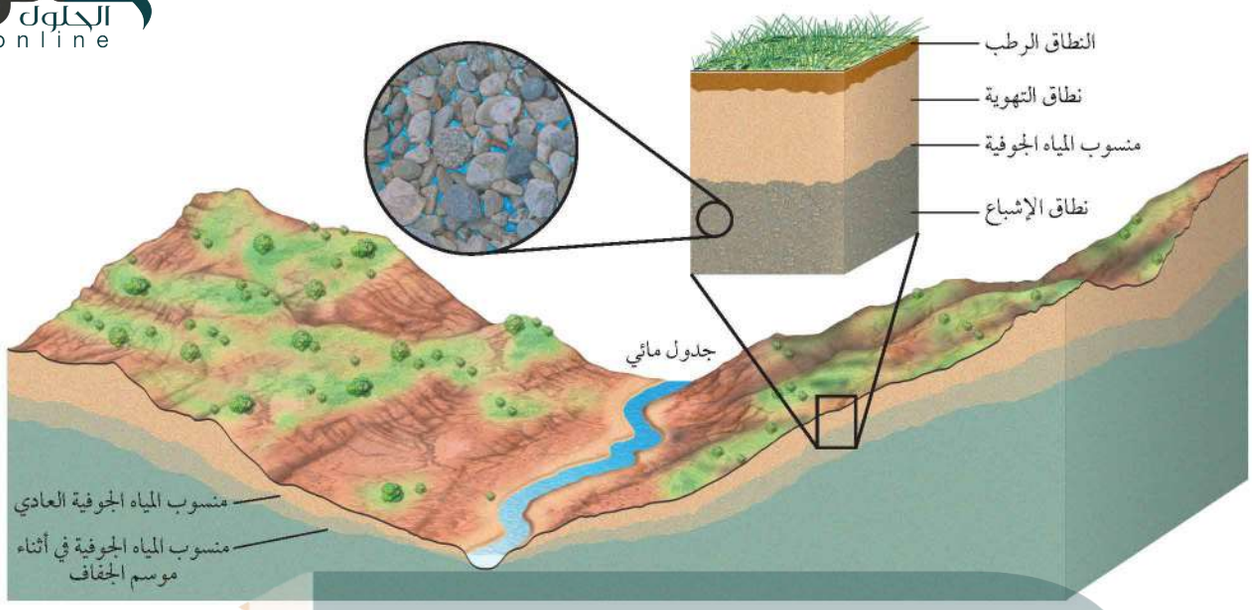

حبيبات رمل رديئة الفرز

حبيبات رمل صغيرة جيدة الفرز



SA.GEO.SE.CH04.indd 93 4/8/19 4:42 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online




الشكل 2–4 يبين نطاق الإشباع في منطقة تحت سطح الأرض.
صف النطاق الذي يعلو نطاق الإشباع.

يقع نطاق التهويه فوق نطاق الإشباع؛ ومنسوب المياه الجوفية هو الحد بين هذين النطاقين

## نطاق الإشباع The Zone of Saturation

تسمى المنطقة تحت سطح الأرض المملوءة مساماتها تمامًا بالمياه الجوفية **نطاق الإشباع Zone of saturation**، ويسمى الحد العلوي لهذا النطاق **منسوب الماء Water table**. انظر الشكل 2–4. وفي **نطاق التهوية Zone of aeration** الذي يعلو منسوب الماء تكون الصخور رطبة، ولكن مساماتها غير مشبعة بالمياه، لذا يحتل الهواء جزءًا كبيرًا منها.

**حركة المياه Water movement** يمكن تصنيف المياه الموجودة في نطاقي الإشباع والتهوية إلى مياه جاذبية ومياه شعرية. ومياه الجاذبية هي المياه التي تتحرك إلى أسفل نتيجة الجاذبية الأرضية. أما المياه الشعرية فهي المياه التي تُسحب إلى أعلى بفعل الخاصية الشعرية، وهي موجودة فوق منسوب الماء؛ إذ تُحتجز داخل مسامات الصخور والرسوبيات بسبب التوتر السطحي. ويمكن ملاحظة فعل الخاصية الشعرية عندما نضع طرف ورق التنشيف على سطح الماء، حيث يظهر الماء وكأنه يرتفع إلى أعلى من خلال ورق التنشيف.

**منسوب المياه الجوفية The water table** يتفاوت عمق منسوب الماء في معظم الأحيان اعتمادًا على الظروف المحلية. ففي الجداول المائية على سبيل المثال يكون منسوب الماء قريبًا من سطح الأرض؛ إذ يصل عمق الماء إلى عدة أمتار فقط. أما في مناطق البرك فيَصِل منسوب الماء إلى مستوى سطح الأرض، بينما في مناطق أعلى التلال أو في المناطق الجافة يتراوح عمق منسوب الماء بين عشرات الأمتار ومئات الأمتار أو يزيد. ويوضح **الشكل 2–4** كيف يأخذ شكلُ منسوب المياه الجوفية شكلَ تضاريس السطح فوقه. فعلى سبيل المثال، ينطبق شكل انحدار منسوب المياه الجوفية مع شكل الوديان والتلال التي تعلوه على سطح الأرض. ولما كان منسوب الماء يعتمد على الهطول، لذا فهو يتذبذب فصليًّا وتبعًا لظروف الطقس الأخرى؛ إذ يرتفع في الفصول الرطبة وخصوصًا في فصل الشتاء، وينخفض في فصل الصيف الجافّ.



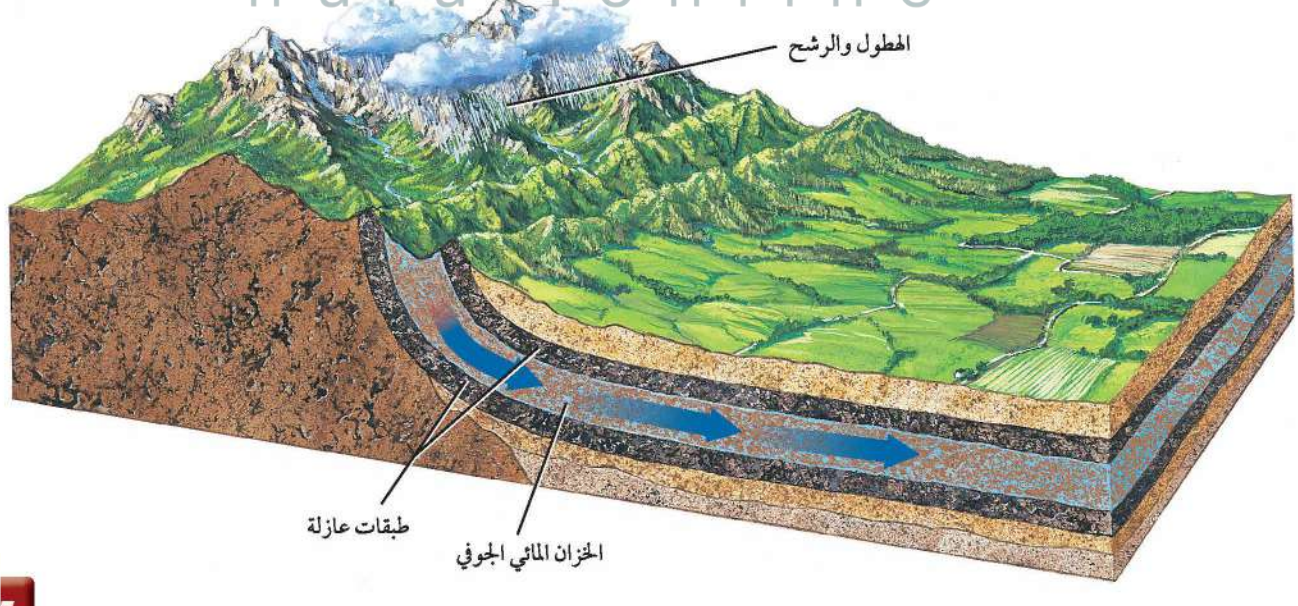
SA.GEO.SE.CH04.indd 94 4/8/19 4:42 PM

## حركة المياه الجوفية Groundwater Movement

تنساب المياه الجوفية من أعلى إلى أسفل في اتجاه ميل منسوب الماء، وعادة ما تكون هذه الحركة بطيئة؛ لأن المياه الجوفية تنساب في خلال عدد كبير من المسامات الدقيقة في المواد تحت السطح. وتسمى قابلية المادة لإنفاذ الماء من خلالها **النفاذية Permeability**. بينما المواد التي حبيباتها كبيرة ومساماتها متصلة - ومنها الرمل والحصى - تكون نفاذيتها كبيرة، وتسمح بمرور المياه الجوفية خلالها بسرعة أكبر، وتتراوح نفاذية الصخور عادةً ما بين 1 متر في اليوم إلى 1 متر في السنة.

**النفاذية Permeability** تسمى الصخور والرسوبيات المنفذة للمياه الجوفية **الخزان المائي الجوفي Aquifers**. انظر الشكل 3-4. حيث تكون مسامات صخور الخزان المائي الجوفي كبيرة ومتصلة، ومن أمثلتها الرمل. أما الصخور والرسوبيات التي تتكون من حبيبات صغيرة فإن مساماتها صغيرة ونفاذيتها قليلة وتسمى صخورًا غير منفذة، وتسمى الطبقات غير المنفذة التي تحجز الماء وتمنعه من التدفق **الطبقة العازلة (الصماء) Aquicludes**. ويكون انسياب المياه الجوفية فيها بطيئًا، ويقاس غالبًا بالملمترات في اليوم. ويعد حجر الطمي والطَّفْل والطين أمثلة على الصخور غير المنفذة؛ فالطين غير منفذ؛ لأن حبيباته دقيقة ومتراصة، وتعمل على الاحتفاظ بالماء، ولهذا السبب يُستخدم الطين طبقةً مبطنة في البرك الاصطناعية، وفي مكاب النفايات.

**سرعة التدفق Flow velocity** تعتمد سرعة تدفق المياه الجوفية على انحدار منسوب المياه الجوفية ونفاذية الصخر التي تتدفق المياه الجوفية من خلاله. وتقوم قوة الجاذبية بسحب المياه إلى أسفل، ويزداد التدفق عندما يكون انحدار منسوب الماء شديدًا، كما يتدفق الماء أسرع خلال الفتحات الكبيرة، مقارنة بسرعته خلال الفتحات الصغيرة. وتتناسب سرعة تدفق المياه الجوفية طرديًّا مع كل من انحدار منسوب المياه الجوفية ونفاذية المادة التي يتدفق الماء من خلالها.




**الشكل 3-4** الخزان المائي الجوفي طبقة مكونة من صخور منفذة ومشبعة بالماء، ويقع هذا الخزان المائي الجوفي بين طبقتين غير منفذتين تسميان طبقتين عازلتين.

حلول الحلول اون لاين hulul.online

الشكل 4–4 توجد الينابيع عند نقاط تقاطع منسوب المياه الجوفية مع سطح الأرض.

## الينابيع (العيون) Springs

تتحرك المياه الجوفية ببطء وباستمرار خلال الخزان المائي الجوفي، وتعود في النهاية إلى سطح الأرض. وفي معظم الأحيان تخرج المياه الجوفية من مكان تقاطع منسوبها مع سطح الأرض. ومثل هذه التقاطعات غالبًا ما توجد في المناطق المنحدرة. ويعتمد مكان خروج المياه الجوفية إلى السطح على ترتيب طبقات الخزان المائي الجوفي والطبقات العازلة في المنطقة.

**إرشادات الدراسة**

**الكتابة بالمشاركة**

اكتب تقريرًا حول أحد الينابيع في المملكة العربية السعودية من حيث اسمه وكيفية تدفقه، ومكان وجوده وأهميته السياحية أو الزراعية.

**ماذا قرأت؟** وضح كيف يؤثر انحدار اليابسة في أماكن الينابيع.

**(يمكن أن يؤثر انحدار اليابسة) سطح الأرض في المكان الذي يتدفق منه الماء الجوفي؛ لأن الينابيع تتدفق حيثما يتقاطع منسوب الماء مع سطح الأرض؛ وتوجد هذه التقاطعات في المناطق التي تنحدر فيها اليابسة**

الارض في منطقة التماس بينهما، انظر الشكل 4–4. يسمى هذا التصريف الطبيعي للمياه الجوفية **بالينابيع Springs**.

كما يمكن أن تخرج الينابيع عند طرف منسوب المياه الجوفية المرتفع؛ فنطاق الإشباع الذي يعلو الطبقة العازلة يفصل بين مستوى المياه الجوفية للطبقة المعلقة ومنسوب المياه الجوفية الرئيس الذي يقع أسفل منه. وهناك مناطق أخرى تخرج منها الينابيع على امتداد الصدوع.

**انبثاق الينابيع Emergence of springs** قد يكون الماء المتدفق من الينابيع في صورة نز أو تسرب، وقد يشكّل جدولًا. هناك مثلًا ينابيع كبيرة تسمى ينابيع الكارست ينبثق منها نهر كامل. وتوجد ينابيع الكارست في المناطق التي تتكون من الحجر الجيري؛ حيث تتغذى مياه الينبوع من ممرات تحت الأرض. أما في المناطق التي تتكون من صخور رسوبية أفقية فيتدفق الينبوع على جوانب الوديان من قاعدة الخزان المائي الجوفي، وعلى ارتفاع واحد. كما يظهر في **الشكل 5–4**. وقد قال الله تعالى: ﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَسَلَكَهُۥ يَنَٰبِيعَ فِى ٱلْأَرْضِ ﴾ الزمر (٢١).



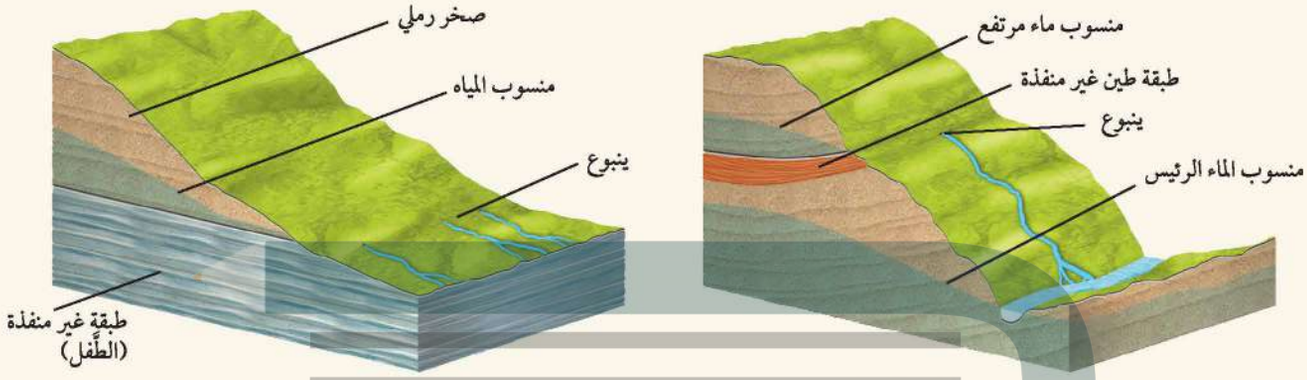
SA.GEO.SE.CH04.indd 96 4/8/19 4:42 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

# الينابيع Springs

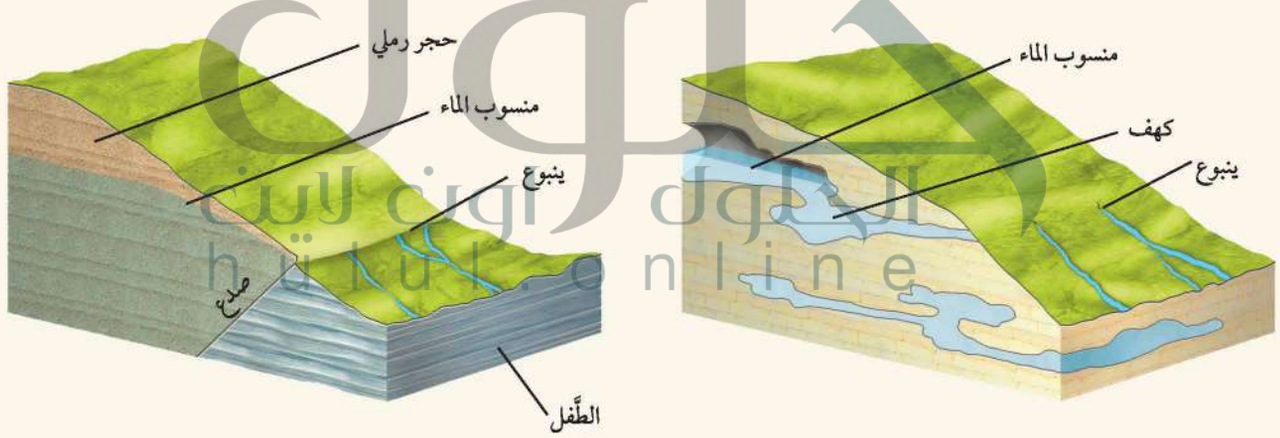
**الشكل 5–4** تتكون الينابيع نتيجة خروج المياه الجوفية إلى سطح الأرض، وتتشكل نتيجة تقاطع منسوب الماء مع سطح الأرض، ويمكن للينبوع أن يتشكل بطرائق مختلفة.

**قارن** بين نشأة أنواع الينابيع الأربعة.




يؤدي وجود طبقات غير منفذة – ومنها الطَّفل – فوق الخزان المائي الجوفي إلى تكوين منسوب الماء المرتفع.

تتكون الينابيع نتيجة التقاء طبقة منفذة مع طبقة غير منفذة.




تتكـون الينابيع الجيريـة (Karst) في المناطق التي تعمل فيها الميـاه الجوفية على تجوية طبقة الحجر الجيري؛ حيث تنبع المياه مـن الكهـوف المتصلة في جـوف الأرض، فتصل إلى سـطح الأرض.

تتكون بعـض الينابيع في مناطق الصـدوع، حيث تؤدي هذه الصـدوع إلى التقاء نوعين مختلفين مـن الطبقات؛ كأن تلتقي طبقة صخرية مسامية مع أخرى غير مسامية.



SA.GEO.SE.CH04.indd 97 4/8/19 4:42 PM

ج1: عندما يهطل الماء ويرشح إلى باطن الأرض فإنه ينضم إلى المياه الجوفية وعندما يتدفق الماء الجوفي من الينابيع والآبار ينضم إلى المياه الجارية ويمكن أن يعود في النهاية إلى المحيط

ج2: تتنوع الرسوم، يجب أن تتضمن الإجابات : ينبوع ينبثق من خزان جوفي يعلو الطبقة العازلة، وكلاهما يقطع منسوب سطح الأرض

ج3: يمكن أن يسخن الماء الجوفي عندما يمر في صخور تحت سطح الأرض سشخنت بفعل نشاط ناري حديث ويميل الماء الجوفي الساخن للصعود إلى الأعل؛ لأن كثافته أقل من كثافة الماء البارد

ج4: يحدد معدل التدفق بمقدار انحدار منسوب المياه الحوفية ونفاذية التربة أو الصخور

ج5: تعتمد مسامية مادة ما عل كمية الشراغات البيئية فيها، في حين تعتمد النفاذية عل قابلية الماء للتدفق عبر الفراغات البيئية للمادة ولكي تكون الطبقة نافذة يجب أن تكون فراغاتها البيئية متصلة

ج6: تساعد الطبقة العازلة عل جمع الماء الراشح ومنعه من التسرب عميقًا في باطن الأرض مُسَهّلة بذلك وصوله إلى الآبار

ج7: يترك للطالب

- ترشح بعض مياه الهطول إلى جوف الأرض فتصبح مياهًا جوفية.
- تخزن المياه الجوفية في مسامات الصخور والرسوبيات وتوجد أسفل منسوب الماء.
- تتحرك المياه خلال طبقات منفذة تسمى الخزان المائي الجوفي، ويتم احتجازها بطبقات غير منفذة تدعى الطبقات العازلة.
- تنبع المياه الجوفية حيثما يتقاطع منسوبها مع سطح الأرض.

1. الفكرة الرئيسة وضح كيف ترتبط حركة المياه الجوفية مع دورة الماء في الطبيعة؟
2. وضح بالرسم كيف تؤدي المواقع النسبية لكل من الخزان المائي الجوفي والطبقة العازلة إلى وجود الينابيع؟
3. صف كيف تصبح مياه الينابيع ساخنة؟
4. حلل العوامل التي تحدد سرعة التدفق.

**التفكير الناقد**

5. قارن بين المسامية والنفاذية للمواد تحت السطحية.
6. استدل لماذا يعد وجود الطبقة العازلة أسفل الخزان المائي الجوفي ذات فائدة كبيرة للمجتمع؟

**الكتابة في الجيولوجيا**

7. طور مجموعة من الإشارات تصف فيها أفضل الأماكن للبحث عن المياه الجوفية.



SA.GEO.SE.CH04.indd 98 4/8/19 4:42 PM

رابط الدرس الرقمي
www.ien.edu.sa
الحلول اون لاين
hulul.online

# 4-2

## الأهداف

- توضح كيف يتم سحب المياه الجوفية من خزاناتها عن طريق الآبار.
- تصف المشكلات الرئيسة التي تهدد موارد المياه الجوفية.

## مراجعة المفردات

**الجريان السطحي:** انسياب المياه من أعلى إلى أسفل على طول سطح الأرض.

## المفردات الجديدة

الآبار

الضخ الجائر

الهبوط في منسوب المياه الجوفية

تغذية المياه الجوفية

البئر الارتوازية

# موارد المياه الجوفية

# Groundwater Supply

**الفكرة الرئيسة** لا تتوافر المياه الجوفية دائمًا بالكميات والمواقع المطلوبة حيثما نحتاجها، وإن وجدت فأحيانًا ما تكون ملوثة.

**الربط مع الحياة** من لديه حساب في البنك، فهل يمكنه سحب نقود كما يشاء؟ بالطبع لا. وكذلك يمكن سحب المياه الجوفية ولكن حسب الكميات المختزنة في الطبقات المائية.

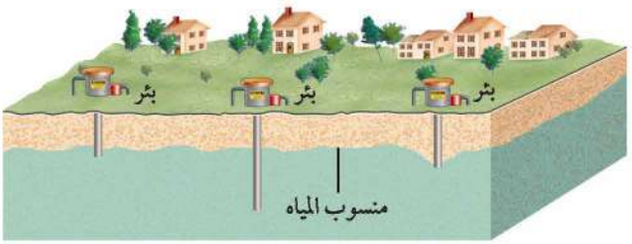
## الآبار Wells

**الآبار Wells** ثقوب تُحفر في الأرض للوصول إلى الخزان المائي الجوفي. وهناك نوعان رئيسان من الآبار، هما الآبار العادية، والآبار الارتوازية.

**الآبار العادية Ordinary wells** أبسط الآبار هي تلك المحفورة أسفل منسوب الماء داخل ما يسمى الخزان المائي الجوفي غير المحصور، كما في **الشكل 7–4**. في هذا النوع من الخزانات المائية الجوفية يكون منسوب المياه داخل البئر هو نفسه منسوب الماء المحيط به، فعندما يتم سحب المياه من البئر يتم تعويضها من المياه المحيطة في الخزان المائي الجوفي.

يحدث **الضخ الجائر Overpumping** عندما يفوق معدل سحب المياه من البئر معدل تعويض المياه فيه، فيؤدي ذلك إلى خفض منسوب المياه المحلي، منتجًا مخروط الانخفاض حول البئر، كما في **الشكل 7–4**. ويسمى الفرق بين منسوب المياه الجوفية الأصلي ومنسوب المياه في أثناء عملية الضخ **الهبوط في منسوب المياه الجوفية Drawdown**. وإذا حدث هبوط في منسوب المياه في مجموعة آبار متجاورة في الخزان غير المحصور فإن مجموعة مخاريط الانخفاض المتجاورة يتحد بعضها مع بعض، مسببة بذلك هبوطًا عامًّا في منسوب المياه، مما يؤدي إلى جفاف الآبار الضحلة.

وتزوّد مياه الأمطار الخزانَ المائي الجوفي بمحتواه المائي في عملية تسمى **تغذية المياه الجوفية Recharge**. وتؤدي أحيانًا تغذية المياه الجوفية بمياه الأمطار أو بالمياه الجارية إلى تعويضها عن المياه التي سُحبت من الآبار. فإذا تجاوز سحب المياه الجوفية معدل تغذية الخزان الجوفي ازداد الهبوط في منسوب المياه إلى أن تصبح جميع الآبار جافة.



قبل الضخ الجائر

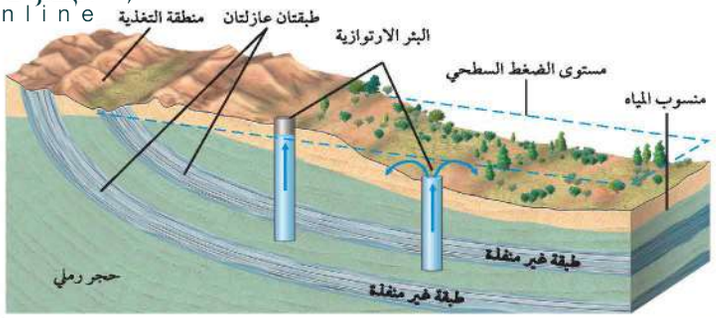
بعد الضخ الجائر

**الشكل 7–4** يؤدي الضخ الجائر من البئر أو عدة آبار إلى تكوين مخروط الانخفاض وهبوط عام في منسوب المياه.



SA.GEO.SE.CH04.indd 99 4/8/19 4:42 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online




**الشكل 8—4** يحتوي الخزان المائي الارتوازي على ماء مضغوط.

**تعرف** السبب الرئيس الذي جعل البئر الارتوازية تختلف عن البئر العادية.

**الآبار الارتوازية Artesian wells** غالبا ما تكون منطقة تغذية الخزان أعلى من الخزان المائي الجوفي نفسه. ويسمى الخزان المائي الجوفي الواقع بين طبقتين عازلتين خزانًا جوفيًّا محصورًا، ويقع الماء الذي يحتويه تحت تأثير الضغط. والسبب في ذلك أن قمة منحدر منسوب الماء يقع تحت تأثير الجاذبية الأرضية، لذلك تتجه المياه إلى أسفل. ويسمى الخزان في هذه الحالة الخزانَ المائيَّ الجوفيَّ الارتوازيَّ. وعندما يكون معدل التغذية كبيرًا وكافيًا فإن ضغط الماء في بئر محفورة في خزان ارتوازي يجعل الماء يتدفق فوق سطح الأرض على شكل نافورة تسمَّى **البئر الارتوازية Artesian well**. ويسمى المستوى الذي يرتفع منسوب المياه إليه في الآبار المحفورة مستوى الضغط السطحي، كما في **الشكل 8—4**. وتسمى أيضًا الينابيع التي يجري تصريفها بضغط الماء الينابيعَ الارتوازيةَ. وتعود كلمة artesian إلى مقاطعة فرنسية اسمها Artois، حفرت فيها أول بئر ارتوازية، وذلك قبل 900 عام.

## مختبر حل المشكلات

### اعمل مقطعًا تضاريسيًّا

**كيف يختلف منسوب المياه في الآبار الارتوازية؟**

تحتوي خزانات المياه الجوفية الارتوازية على ماء يقع تحت ضغط عالٍ. ويوضح الجدول المجاور بيانات عن الخزان المائي الجوفي الارتوازي لثلاثة مواقع يبتعد بعضها عن بعض مسافة 100 m على امتداد خط المسح. وهذه البيانات لارتفاعات سطح الأرض، وارتفاعات منسوب المياه، وارتفاعات السطح العلوي للطبقة العازلة للخزان المائي الارتوازي، ومستوى الضغط السطحي.

**بيانات الخزان الجوفي المائي**

| الموقع | ارتفاع السطح (m) | ارتفاع منسوب الماء (m) | ارتفاع السطح العلوي للطبقة العازلة (m) | مستوى الضغط السطحي (m) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 396 | 392 | 388 | 394 |
| 2 | 394 | 390 | 386 | 393 |
| 3 | 390 | 388 | 381 | 392 |

### التحليل

1. أسقط بيانات الارتفاع على رسم بياني، بحيث تكون المواقع على محور السينات، والارتفاعات على محور الصادات.
2. اعمل مقطعا تضاريسيًّا لخط المسح من الموقع الأول حتى الموقع الثالث مستعملًا خطًّا عريضًا لتمثيل سطح الأرض.

### التفكير الناقد

3. **حلل.** ما عمق الماء في الآبار الثلاثة قبل عملية الضخ؟
4. **قوّم** ماذا يحدث لو حفرنا بئرًا في الخزان المائي المحصور عند الموقع 3؟
5. **توقع** كيف يؤثر حفر بئر ارتوازية في موقع واحد في بقية الآبار؟



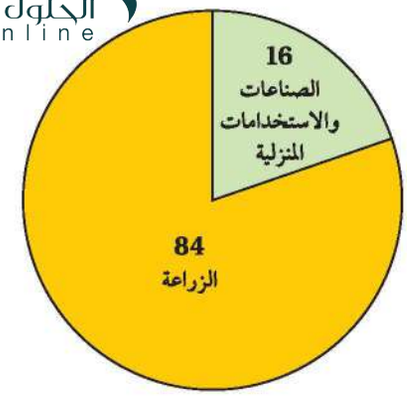
SA.GEO.SE.CH04.indd 100 4/8/19 4:42 PM

## ما يهدد موارد مياهنا Threats to our Water Supply

تعد المياه العذبة موارد طبيعية نفيسة؛ إذ يعتمد الإنسان عليها بصورة كبيرة، لأنها عنصر أساسي في الحياة. كما أنها تستعمل بصورة مكثفة في الزراعة والصناعة. ويوضح الشكل 9–4 استخدامات المياه العذبة في المملكة العربية السعودية لعام 2015م.

**ماذا قرأت؟** لخص لماذا تعد المياه العذبة أثمن الموارد الطبيعية؟

**الماء العذب ضروري للمحافظة على حياة جميع المخلوقات الحية**




**الشكل 9–4** استخدامات المياه العذبة في المملكة العربية السعودية لعام 2015م.

المصدر: وزارة البيئة والمياه والزراعة.

مع الزمن، ويتأثر البعض الآخر بالأنشطة البشرية. وتؤدي التغيرات التي تحدث لموارد المياه الجوفية إلى ظهور قضايا بيئية، منها انخفاض مستوى المياه والخسف والتلوث والتملح.

## تجربة

### نموذج البئر الارتوازية

كيف تتكون البئر الارتوازية؟ ما الأسباب التي تؤدي إلى

طبقة الرمل السفلية، وسدّ الثقوب بإحكام حول **الأنابيب البلاستيكية**.

**التحليل**

1. لاحظ منسوب المياه في الأنابيب. أي الأنابيب يكون ارتفاع الماء فيها أعلى ما يمكن، وأيها يكون فيها أخفض ما يمكن؟
2. حدد منسوب المياه في الصندوق.
3. حلل حدد المكان الذي يكون عنده ضغط المياه أكبر ما يمكن. وضح إجابتك.
4. توقع ما يحدث لمنسوب المياه وللضغط السطحي إذا تدفقت المياه من إحدى الأنابيب.

**ج1: يكون منسوب الماء أعلى ما يمكن في الأنبوب الموجود أسفل المنحدر؛ في حين يكون المنسوب أقل ما يمكن في الانبوب الموجود أعلى المنحدر**

**ج2: منسوب الماء هو مستو الماء في الرمل**

**ج3: يقع أعلى ضغط للماء عند أسفل المنحدر؛ لأن وزن الماء عند أخفض نقطة في عمود الماء يكون أكبر ما يمكن**

**ج4: ينخفض كل من منسوب الماء في الرمل والضغط السطحي**



SA.GEO.SE.CH04.indd 101 4/8/19 4:42 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

**الاستعمال الجائر Overuse** يستنزف الاستعمال الجائر موارد المياه فإذا كان معدل الضخ يفوق معدل التغذية فعندئذ ينخفض مستوى التزويد بالمياه الجوفية، ويهبط منسوب المياه. ويحدث الضخ الجائر بسبب زيادة الطلب على المياه العذبة للاستعمالات الزراعية والمنزلية والصناعية حيث يؤدي إلى هبوط مستوى المياه العذبة في خزانات المياه الجوفية، كما في خزان الساق، وخصوصًا في منطقة القصيم. كما يؤدي الضخ الجائر مع الزمن إلى ارتفاع ملوحة المياه الجوفية؛ فتصبح غير قابلة للاستعمال.

**الخسف Subsidence** ينتج عن الضخ الجائر للمياه الجوفية حدوث مشكلة أخرى هي هبوط اليابسة؛ إذ يدعم حجم المياه الجوفية وزنَ التربة والرسوبيات والصخور التي تعلوها، وعندما يقل ارتفاع منسوب الماء ينتقل وزن المواد التي تعلوه بالتدريج إلى حبيبات الخزان، مما يؤدي إلى تراصها، وخسف سطح اليابسة فوق الخزان.

**تلوث المياه الجوفية Poullution in groundwater** إن أكثر خزانات المياه الجوفية عرضة للتلوث هي الخزانات غير المحصورة. أما الخزانات الجوفية المحصورة فلا تتأثر كثيرًا بالتلوث المحلي؛ لأنها محمية بالطبقة العازلة التي تحتجز الملوثات، وتحميها من التلوث. ولكن إذا تلوثت مناطق تغذية الخزانات الجوفية المحصورة فعندئذ تصاب مياهها بالتلوث.

**ماذا قرأت؟** تعرَّف أي الخزانين أكثر عرضة للتلوث؟

**الخزان المائي الجوفي غير المحصور أكثر عرضة للتلوث؛ إذ تصل الملوثات إلى المياه الجوفية من خلال عملية رشح مياه الأمطار إلى باطن الأرض**

غير
ض
إلى
وفي

### المهن في علم الأرض

**الهيدرولوجي** جيولوجي مختص في مجال تمثيل المياه في خرائط التضاريس الهيدرولوجية؛ إذ يستعمل الطرائق الميدانية والخرائط والصور الجوية لتحديد مكان المياه الجوفية.

**المطويات**

ضَمّن معلومات هذا الدرس في المطوية الخاصة بك.

الربط مع رؤية ٢٠٣٠

رؤية VISION 2030 المملكة العربية السعودية KINGDOM OF SAUDI ARABIA

مجتمع حيوي

• من أهداف الرؤية: الحد من التلوث بمختلف أنواعه (مثل التلوث الهوائي، الصوتي، المائي، والترابي).

**الشكل 10–4** يمكن أن تنتشر الملوثات بسرعة خلال الخزان المائي. لاحظ كيف سحب البئر التلوث نحوه مع سحب الماء من الخزان المائي الجوفي.

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

**المفردات**
**مفردات أكاديمية**

**النقل**

وتعني التحريك من مكان إلى آخر. فالطائرات تنقل البضائع من مكان إلى آخر عبر البلاد

**المواد الكيميائية Chemicals** بسبب صغر حجم المواد الكيميائية الذائبة والمنقولة مع المياه إلى جوف الأرض فإنه يمكنها أن تتخلل المسامات الدقيقة الموجودة بين الحبيبات الصغيرة جدًّا. لهذا السبب فإن المواد الكيميائية يمكنها أن تلوث أي نوع من الخزانات الجوفية. وبمجرد دخول الملوثات الكيميائية إلى المياه الجوفية يصعب إزالتها.

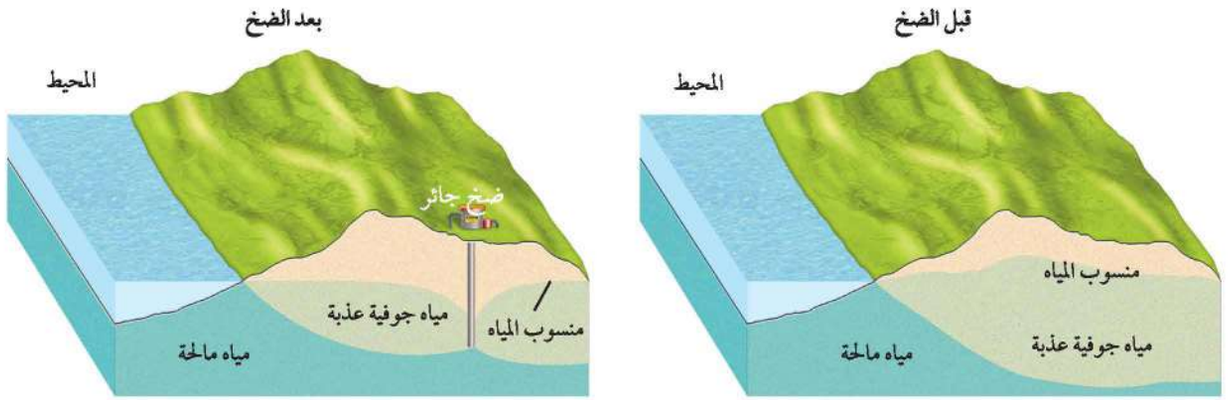
**ماذا قرأت؟** وضح لماذا قد تلوث المواد الكيميائية – ومنها عنصر الزرنيخ – أي نوع من الخزانات الجوفية المائية؟

**يمكن للمواد الكيميائية أن تلوث أي نوع من الخزانات المائية الجوفية؛ لأنها ذائبة في الماء وتنتقل معه**

**الأملاح Salt** ليست جميع الملوثات مواد سامة أو ضارة بالصحة؛ فعلى سبيل المثال يُستخدم ملح الطعام في المائدة، إلا أن وجوده في الماء بتراكيز عالية يجعل الماء غير صالح للشرب. وبالطريقة نفسها تصبح المياه الجوفية غير صالحة للاستعمال بعد اختلاطها مع مياه مالحة. لذا يعد التلوث بالأملاح أحد المخاطر الرئيسة التي تواجه موارد المياه الجوفية، وخصوصًا في المناطق الشاطئية، حيث تشكل مسألة تداخل المياه الجوفية بمياه مالحة مشكلة رئيسة؛ فالمياه المالحة الأكثر كثافة تقع أسفل المياه العذبة، كما في الشكل 11–4، وفي حالة حدوث ضخ جائر من الآبار تصعد مياه البحر المالحة من خلال الآبار، وتلوث المياه الجوفية.

**لضخ الجائر يقلل المياه الجوفية العذبة قليلة الكثافة الموجودة أعلى الخزان فوق المياه المالحة الأكثر كثافة؛ فترتفع المياه المالحة في اتجاه الآبار لتحل محلها وعندئذ تبدأ مياه البئر ضخ مياه مالحة**

الشكل 11–4 يمكن أن تتلوث الخزانات الجوفية العذبة بالماء المالح.
**تعرف** كيف يمكن أن يتسبب الضخ الجائر في ارتفاع الماء المالح من الأسفل إلى الآبار؟






SA.GEO.SE.CH04.indd 103 4/8/19 4:42 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

ج1: لو ضخت مياه الآبار ضخا جائرا فإن مورد المياه الجوفية يقل ينخفض
منسوب الماء ولو ضخت مياء الآبار ضخا جائرًا بالقرب من البحار
والمحيطات فإن الماء المالح يرشح ويلوث المياه الجوفية
ج2: البشر الارتوازية واقعة تحت الضغط، لأنها محفورة في خزان محصور
واقع تحت الضغط بسبب أن قمة منحدر منسوب الماء يقع تحت تأثير
الجاذبية الأرضية
ج3: تتنوع الرسوم، يجب أن تبين الرسوم أن الآبار الارتوازية تسحب المياه
من الخزان المائي الجوفي المحصور في حين تسحب الآبار العادية المياه من
الخزان المائي الجوفي غير المحصور
ج6: يمكن التقليل من تلوث المياه الجوفية في منطقة سكنية بتقليل
استعال المواد الكيميائية في مجالات الزراعة والتتنظيف في المنازل
واستعال المبيدات والمواد الكيميائية الأخرى
ج7: كلما زادت نفاذية الخزان المائي الجوفي سهل انتقال الملوثات منه وإليه

الموارد المائية.

والأسمدة الكيميائية والمبيدات الحشرية المستخدمة في الزراعة.

## التقويم 2-4

### الخلاصة

- تحفر الآبار وصولًا إلى نطاق الإشباع للحصول على المياه.
- يؤدي الضخ الجائر من الآبار إلى تكوين مخروط الانخفاض.
- الآبار الارتوازية مخرج لمياه الخزان المائي الجوفي المحصور الذي تقع مياهه تحت الضغط.
- يؤدي سحب المياه بكميات تفوق كميات تغذية الخزان إلى هبوط منسوب الماء فيه.
- أكثر مصادر تلوث المياه الجوفية شيوعًا هي: مياه الصرف الصحي، ومكابّ النفايات الصلبة وغيرها من مواقع التخلص من النفايات.

### فهم الأفكار الرئيسة

1. الفكرة الرئيسة قوّم المشكلة المصاحبة للضخ الجائر في الآبار.
2. فسر لماذا تخضع المياه في الآبار الارتوازية إلى ضغط؟
3. وضح بالرسم الفرق بين البئر العادية والبئر الارتوازية.
4. وضّح كيف تعمل المملكة العربية السعودية على حماية مواردها المائية؟

### التفكير الناقد

5. صمم تجربة تختبر فيها وجود حواجز غير منفذة (عازلة) تحيط بالمنطقة الملوثة.
6. حلل أفضل طريقة لمنع تلوث المياه الجوفية في المناطق السكنية.

الكتابة في الجيولوجيا

7. توقع كيف تؤثر نفاذية الخزان المائي الجوفي في انتشار الملوثات.

الحلول اون لاين
hulul.online

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online



## مراقبو المياه Watcher of the water

أن يكـون ماء الشرب نقيًّا أمر مُسَـلَّم به عنـد معظم الناس. ومعظـم المـاء المستعمل في الـشرب وفي الأعـمال المنزليـة مصـدره المياه الجوفية. لذا مـن يضمن أن تبقى هذه المصادر صالحة للشرب وللاستعمالات المنزلية؟

**الهيدروجيولوجيـون** (اختصاصيو المياه) يسـمى عالِم المياه الجوفية هيدروجيولوجيا، وهو مسـؤول عـن إيجاد مصادر للمياه الجوفية، وعن مراقبتها، وضمان التزود بها نقية وخالية مـن التلوث، وضمان اسـتعمالها بمعدلات أقل من معدلات تعويضها بمياه جديدة. فكيف يبدو يوم عمل مثالي من أيام عمـل الهيدروجيولوجي؟ يمكن تمضية هذا اليوم في الميدان في إجـراء اختبـارات على مناسـيب الميـاه، واليـوم التالي في تقويـم البيانـات في المكتـب، ثـم الـذي يليـه في البحـث في مشكلة تزويد أحد المواقع أو المدن بالمياه.

**دراسـة حالـة للخـزان المائـي** افـترض أن أحـد المزارعين يرغب في إقامة نظام ري يتطلب حفر بئر، فكيف تتم دراسة ذلـك؟ لا بـد أولًا من اختبار منسـوب الماء لضـمان أن البئر الجديـدة لـن تسـبب نقصًـا في إمـدادات الميـاه. لـذا يقـوم الهيدرولوجـي بالبحـث عن بئـر عاملة (غـير مقفلة أو غير جافة) في المنطقة المجاورة، ويقوم بتشغيلها باستعمال مضخة مدة 24 سـاعة. ويحـدد الاختبار الدوري للآبـار العاملة في منطقةٍ ما التغيراتِ التي تطرأ على منسوب الماء وعلى نوعيته. ومـن البيانـات التـي يتـم جمعهـا يقـوم الهيدروجيولوجـي بحسـاب كميـة الميـاه الموجـودة في الخـزان المائـي الجـوفي وحساب ما هو متوافر منها للبئر الجديدة.

افـترض أنـه بعـد أن بـدأت المزرعـة اسـتعمال نظـام الـري انقطعـت الميـاه عـن أحـد المنـازل أسـفل الطريق. سـيقوم الهيدروجيولوجـي بالذهـاب إلى ذلك المنزل لكي يتفحص وجود مشـكلات تقنية كثقـب في الجـدران الداخلية للبئر، فـإذا لم يكن السـبب تقنيًّا فسـوف يقوم بإعـادة تقويم نظام الري بتفحص نظام الخزان المائي الجوفي.

يجمع هذان الهيدروجيولوجيان عينات مائية لتحديد ما إذا كانت المياه ملوثة أم لا.

**ضمان الجودة** الهيدروجيولوجي مسؤول أيضًا عن فحص نوعية المياه. فمثلاً لو أصبح لمياه أحد الخزانات المائية الجوفية طعم ورائحة مختلفان فعندئذ سيسـعى سكان المنطقة للتأكد من صلاحية هذه المياه للشرب. لذا يقوم الهيدروجيولوجي بجمع عينـات، وإرسـالها إلى المختـبرات لفحـص مـدى إصابتهـا بالملوثات المختلفـة، ومنها ميـاه الصرف الصحي والمبيـدات الحشريـة والفطريـة والفلـزات الذائبـة والمـواد العضويـة. فـإذا عُـرف مصـدر الملوثـات فسـوف يطلـب الهيدروجيولوجي من السـكان عدم استعمال المياه حتى يتم تحديد مصدر التلوث وحل المشكلة. وبعدها سيقوم بدراسة المشكلة والبحث عن حلول لها لكي يوقف ذلك التلوث.

### الكتابة في الجيولوجيا

**المجـلات العلميـة.** ابحـث أكثـر فيـما يمارسـه الهيدروجيولوجيـون مـن عـمـل في الكتـب العلمية والإنترنت. ثـم تخيل أنـك ترافق أحدهم في يوم عمل أو قـم بزيـارة أو مرافقـة الهيدروجيولوجي في يـوم عمل. صف ما شاهدت وما فعلت وما تعلمت حول خزانات المياه الجوفية.



SA.GEO.SE.CH04.indd 105 4/8/19 4:42 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

# مختبر الجيولوجيا

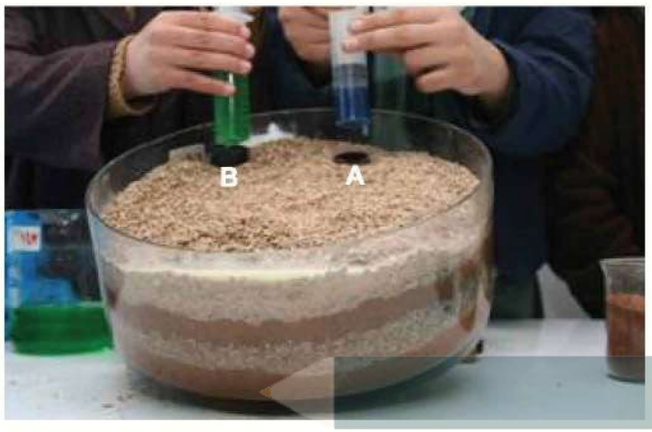
## نموذج محاكاة تلوث المياه الجوفية

**خلفية علمية:** تتميز المياه بخصائص فيزيائية وكيميائية وحيوية محددة لاستعمالها في أغراض المختلفة. ونتيجة النشاط البشري تتعرض هذه الخصائص للتغير بسبب وصول الملوثات إليها.

**سؤال:** كيف تصل الملوثات إلى المياه في باطن الأرض؟

### الأدوات

حوض زجاجي عمقه تقريبا 20 cm، صبغتا طعام بلونين مختلفين (أخضر وبنفسجي)، ماء، تربة طينية، رمل خشن،




8. حضّر ماء مصبوغًا بالصبغة الخضراء، وآخر بالصبغة البنفسجية، واحقن كلًّا منهما في فوهة، كما في الشكل.
9. رش السطح العلوي للطبقة الرملية الثانية بالماء، ثم راقب انتشار الألوان في الطبقات مدة 10 دقائق.

### التحليل والاستنتاج

1. **استنتج** إلام ترمز الصبغات؟
2. **لاحظ** أي الطبقات وصل إليها ماء ملون، وأيها لم يصل إليه؟ ولماذا؟
3. **حدد** الطبقة التي تلوثت أسرع. وبين سبب ذلك.
4. **استنتج** ما الطبقة الأصعب معالجة إذا تلوثت؟ ولماذا؟
5. **قارن** بين الطبقات في النموذج وبين الخزان المائي الجوفي.
6. **لخص** أوجه الشبه والاختلاف بين ما شاهدته والواقع في الطبيعة.
7. **قوّم** كيف نحمي مصادر المياه من التلوث؟

**الكتابة في الجيولوجيا**

**ابحث** مستعينًا بمصادر المعلومات المختلفة، اكتب تقريرًا عن مصادر تلوث المياه الجوفية وكيفية حمايتها. شارك أقرانك في الصف بما توصلت إليه من المعلومات حول الموضوع.

ج1: إلى الملوثات
ج2: الطبقات الرملية يصلها ماء ملون بينما طبقات التربة الطينية لا يصلها؛ لأن الطبقة الرملية مساماتها كبيرة فتكون أكثر نفاذية للمواد من الطبقة الطينية التي تكون مساماتها صغيرة وبالتالي تقل نفاذيتها للمواد الملوثة
ج3: طبقة الرمل العلوية تلوثت أسرع لأنها أقرب إلى مصادر التلوث طول الخرطوم أقل
ج4: طبقة الرمل السفلية لأنها محصورة وتقع في أعماق أكبر
ج5: طبقة الرمل السفلية المحاطة من أسفل ومن أعلى بطبقات طينية تمثل خزانا مائياً جوفيا محصورا بينما طبقة الرمل العلوية التي يقع أسفل منها طبقة طينية تمثل خزاناً مائياً جوفيا غير محصور
ج6: أوجه الشبه: تتابع الطبقات الرملية والرسوبية مشابه لخزانات المانية الجوفية؛ انتشار الملوثات من أماكن التلوث على امتداد الطبقة
أوجه الاختلاف: آلية ضخ الملوثات قد تختلف عما هو موجود في الطبيعة؛ سرعة انتقال الملوثات في الطبيعة يكون أبطأ


SA.GEO.SE.CH04.indd 106 4/8/19 4:42 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

الفصل 4

# دليل مراجعة الفصل

**الفكرة العامة** يسهم الهطول والرشح في تكوين المياه الجوفية وخزنها في خزانات في باطن الأرض إلى أن تعود إلى السطح على شكل ينابيع، أو من خلال سحبها من الآبار الارتوازية.

| المفردات | المفاهيم الرئيسة |
|---|---|
| **4–1 حركة المياه الجوفية وتخزينها** | |
| رشح<br>نطاق الإشباع<br>منسوب الماء<br>نطاق التهوية<br>النفاذية<br>الخزان المائي الجوفي<br>الطبقة العازلة<br>الينبوع (العين)<br>ينبوع ساخن<br>ينبوع فوار | **الفكرة الرئيسة** تزود خزاناتُ المياه الجوفية الجداولَ والينابيع الطبيعية والمناطق بالمياه حيثما يتقاطع منسوبها مع سطح الأرض.<br>• ترشح مياه الأمطار بعد سقوطها على اليابسة إلى جوف الأرض، وتصبح مياهًا جوفية.<br>• تخزن المياه الجوفية تحت منسوب المياه في مسامات الصخور والرسوبيات.<br>• تتحرك المياه الجوفية خلال طبقة منفذة تسمى الخزان المائي الجوفي، وتحصر بطبقة غير منفذة تسمى الطبقة العازلة.<br>• تتدفق المياه الجوفية إلى السطح، عندما يتقاطع منسوب المياه الجوفية مع سطح الأرض. |
| **4–2 موارد المياه الجوفية** | |
| الآبار<br>الضخ الجائر<br>الهبوط في منسوب المياه الجوفية<br>تغذية المياه الجوفية<br>البئر الارتوازية | **الفكرة الرئيسة** لا تتوافر المياه الجوفية دائمًا بالكميات والمواقع المطلوبة حيثما نحتاجها، وإن وجدت فأحيانًا ما تكون ملوثة.<br>• تحفر الآبار في نطاق الإشباع للحصول على الماء.<br>• الضخ الجائر من الآبار يسبب مخاريط الانخفاض.<br>• تقتصر الاستفادة من الآبار الارتوازية على المياه الجوفية المحصورة.<br>• ينخفض منسوب الماء في الخزان المائي الجوفي إذا كانت كمية الضخ أكبر من التغذية.<br>• المصادر الأكثر شيوعًا لتلوث المياه الجوفية هي مياه الصرف الصحي، ومكاب النفايات. |

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online



SA.GEO.SE.CH04.indd 107 4/8/19 4:42 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

# 4 تقويم الفصل

## مراجعة المفردات

ما المصطلحات التي تصف العبارات الآتية:

1. منطقة تحت سطح الأرض تحوي مياه جوفية. نطاق الإشباع
2. قابلية الصخور المكونة لطبقات الأرض لإمرار الماء من خلالها. النفاذية
3. جميع الطبقات المنفذة للماء الراشح في موقع ما. الخزان المائي الجوفي
4. طبقات غير منفذة تحجز الماء وتمنعه من التدفق. الطبقات العازلة

ج5: يرتفع الماء في الينابيع الارتوازية إلى السطح بفعل الضغط؛ أما الينابيع العادية فليست واقعة تحت الضغط

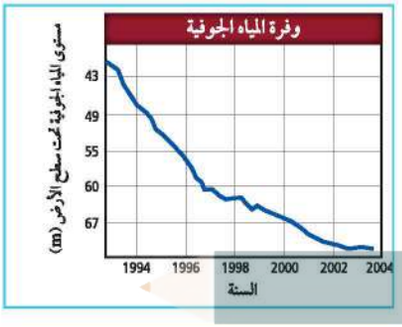
ج6: تسمى بالعيون الفوارة وهي ينابيع ساخنة متفجرة توجد فى المناطق البركانية

6. ماذا تسمى الينابيع الساخنة التي تتكون في المناطق البركانية؟

## تثبيت المفاهيم الرئيسة

7. ما المصدر الذي يمثل أكبر تجمع للمياه العذبة المتوافرة للاستعمال البشري؟
   a- الجليديات والأغطية الثلجية.
   b- بحيرات الماء العذب.
   c- الأنهار والجداول المائية.
   d- المياه الجوفية.
8. ما اسم الطبقة الرسوبية أو الصخرية التي لا تسمح بمرور الماء خلالها؟
   a- الطبقة المنفذة. c- الخزان المائي.
   b- الطبقة العازلة. d- الطبقة غير المائية.

استعن بالرسم البياني الآتي الذي يمثل المياه الجوفية لبئر في منطقة ما، للإجابة عن السؤالين 9 و 10.




9. أي الجمل الآتية تمثل استنتاجًا منطقيًّا يمكن استخلاصه من الرسم البياني؟
   a- زادت كمية المياه الجوفية في الفترة بين 1993 و2003 م.
   b- انخفض منسوب الماء في الفترة بين 2002 و 2003 م بسرعة أكبر من انخفاضه في الفترة بين 1993 و 1994 م.
   c- انخفض منسوب الماء في الفترة 1993 و 1994م بسرعة أقل من انخفاضه في الفترة 2002 و 2003م.
   d- قلت وفرة الماء في الفترة بين 1993 و 2003م.
10. في أي عام كان منسوب الماء أعلى ما يمكن؟
    a- 2004م c- 1996م
    b- 2003م d- 1993م
11. ما الخصائص التي يجب أن تكون للصخور المسامية لكي تصبح منفذة؟
    a- يجب أن تكون فوق منسوب الماء.
    b- يجب أن تكون المسامات كبيرة.
    c- يجب أن تكون المسامات متصلة.
    d- يجب أن تكون أسفل منسوب الماء.



SA.GEO.SE.CH04.indd 108 4/8/19 4:42 PM

# 4 تقويم الفصل

## التفكير الناقد

**18.** قوّم العاقبة التي ستحل بموارد المياه الجوفية في المناطق الشاطئية بسبب ارتفاع منسوب ماء البحر.

استخدم الصورة أدناه للإجابة عن السؤال 19.

**19.** فكر. ارسم شكلًا يفسر دور المياه الجوفية في هذه الصورة، آخذًا بعين الاعتبار الماء المتدفق من سفح الجبل.

يترك للطالب

## خريطة مفاهيمية

**20.** ارسم خريطة مفاهيمية باستعمال المصطلحات الآتية: بئر عادية، بئر ارتوازية، طبقة عازلة، محصور، غير محصور، منسوب ماء الخزان الجوفي.

يترك للطالب

## سؤال تحفيز

**21.** استدل إذا زاد تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون $CO_2$ في الغلاف الجوي، فما تأثير ذلك في المباني التي أنشئت من الأحجار الجيرية، وفي تكوين الينابيع الجيرية (Karst)؟

**12.** ما الشروط الضرورية لتكوُّن الينابيع؟

a- توافر منطقة تغذية ونطاق التشبع والطبقة العازلة.

b- وجود طبقة عازلة تحصر المياه فوق نطاق التهوية والإشباع.

c- وجود منسوب ماء مرتفع فوق الطبقة العازلة يتقاطع مع سطح الأرض.

d- وجود طبقة عازلة أسفل منسوب المياه.

ج18: يمكن أن يؤدي ارتفاع منسوب ماء البحر إلى تقليل موارد المياه في المناطق الساحلية من خلال رشح ماء البحر المالح إلى المياه الجوفية وتصبح المياه الجوفية مالحة

ج21: يمكن أن يؤدي ازدياد غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي إلى زيادة حمض الكربونيك؛ الذي ينتج عن ذوبان غاز ثاني أكسيد الكربون في الماء واتحاده بجزيئات الماء ويمكن لحمض الكربونيك إذابة الصخور الجيرية مكونا الكهوف والتضاريس والينابيع الجيرية الكارستية

ج13: يوجد منسوب الماء في مناطق البحيرات والمستنقعات على السطح، في حين يكون تحت السطح في المناطق التي لا يوجد على سطحها ماء

ج14: يجب أن يكون الخزان المائي الجوفي محصورا وتحت الضغط

ج15: يكون منسوب المياه الجوفية قريبا من السطح في المناطق الرطبة؛ وبعيدا عنه في المناطق الجافة تقريبا

ج16: قد لا يزود الخزان المائي الصغير بالماء في أثناء لجفاف لندرة الأمطار فيجف

ج17: يشكل التخلص من العوادم السامة في الحفر الخسفية خطرا يهدد الموارد المائية؛ لأن طرح الملوثات في الحفرة الخسفية يسهل انتقالها إلى المياه الجوفية



SA.GEO.SE.CH04.indd 109 4/8/19 4:43 PM

حلول
الحلول اون لاين
hulul.online

# اختبار مقنن

## اختيار من متعدد

1. أي المواد الآتية أنسب لتبطين بركة ماء؟

a- الحصى　　c- الطين

b- الحجر الجيري　　d- الرمل

2. أي المصادر المائية الآتية أسهل تلوثًا؟

a- خزان المياه الجوفية غير المحصورة.

c- الآبار الارتوازية.

b- خزان المياه الجوفية المحصورة.

d- الينابيع الساخنة.

3. ما الصفة التي تنطبق على درجة حرارة المياه الجوفية التي تتدفق من خلال العيون الطبيعية؟

a- أسخن من متوسط درجة حرارة المنطقة.

b- أبرد من متوسط درجة حرارة المنطقة.

c- لها درجة الحرارة نفسها في أي مكان توجد فيه العين.

d- تساوي متوسط درجة الحرارة السنوية في المنطقة.

## أسئلة الإجابات القصيرة

**استعن بالشكل الموجودة في الصفحة الآتية للإجابة عن الأسئلة 4 – 6.**

4. وضح كيف تحدث العملية التي يشير إليها الحرف B؟
5. لماذا يوجد سهمان يشيران إلى العملية التي يرمز إليها الحرف A في الشكل؟
6. ما العمليات التي تحدث في الخطوتين C و D؟
7. ما خطورة الضخ الجائر من الآبار؟
8. ما الفرق بين البئر العادية والبئر الارتوازية من حيث نوع الخزان الجوفي؟
9. ناقش خسف سطح الأرض الناشئ عن الضخ الجائر وخطره على موارد المياه.

## القراءة والاستيعاب

**اقرأ النص الآتي ثم أجب عن السؤالين 10و11.**

**خزان الساق الجوفي**

يقع خزان الساق الجوفي شمالي المملكة العربية السعودية، ويعد جزءٌ منه – وبخاصة الواقع في المناطق الشمالية الشرقية من المملكة – خزانًا جوفيًّا محصورًا. أما باقي الخزان الجوفي فهو غير محصور.

وتقدر كمية الماء المخزنة في الخزان الجوفي بحوالي 280000 مليون متر مكعب. ويتراوح عمر الماء فيه بين 10–30 ألف سنة، وهو من الخزانات الجوفية غير المتجددة. وتمتاز مياه الساق في معظمها بجودتها العالية؛ حيث يقدر متوسط كمية الأملاح الذائبة 500 mg /L. وفي الوقت الحاضر فإن كمية الماء التي تضخ من الحوض– وخصوصًا للزراعة – تفوق كثيرًا كميات المياه التي تضاف إليه، مما أدى إلى انخفاض مستوى الماء، وزيادة ملوحتها، وخصوصًا في منطقة القصيم.

10. من خصائص حوض الساق المائي:

a- مياهه ذات جودة منخفضة.

b- يعدّ حوضًا محصورًا.

c- ملوحة مياهه عالية.

d- مياهه غير متجددة.

11. من أكثر المشاكل التي يتعرض لها خزان الساق المائي:

a- الضخ الجائر للاستخدامات الزراعية.

b- التلوث بفعل مياه الصرف الصحي.

c- الضخ الجائر للاستخدامات المنزلية.

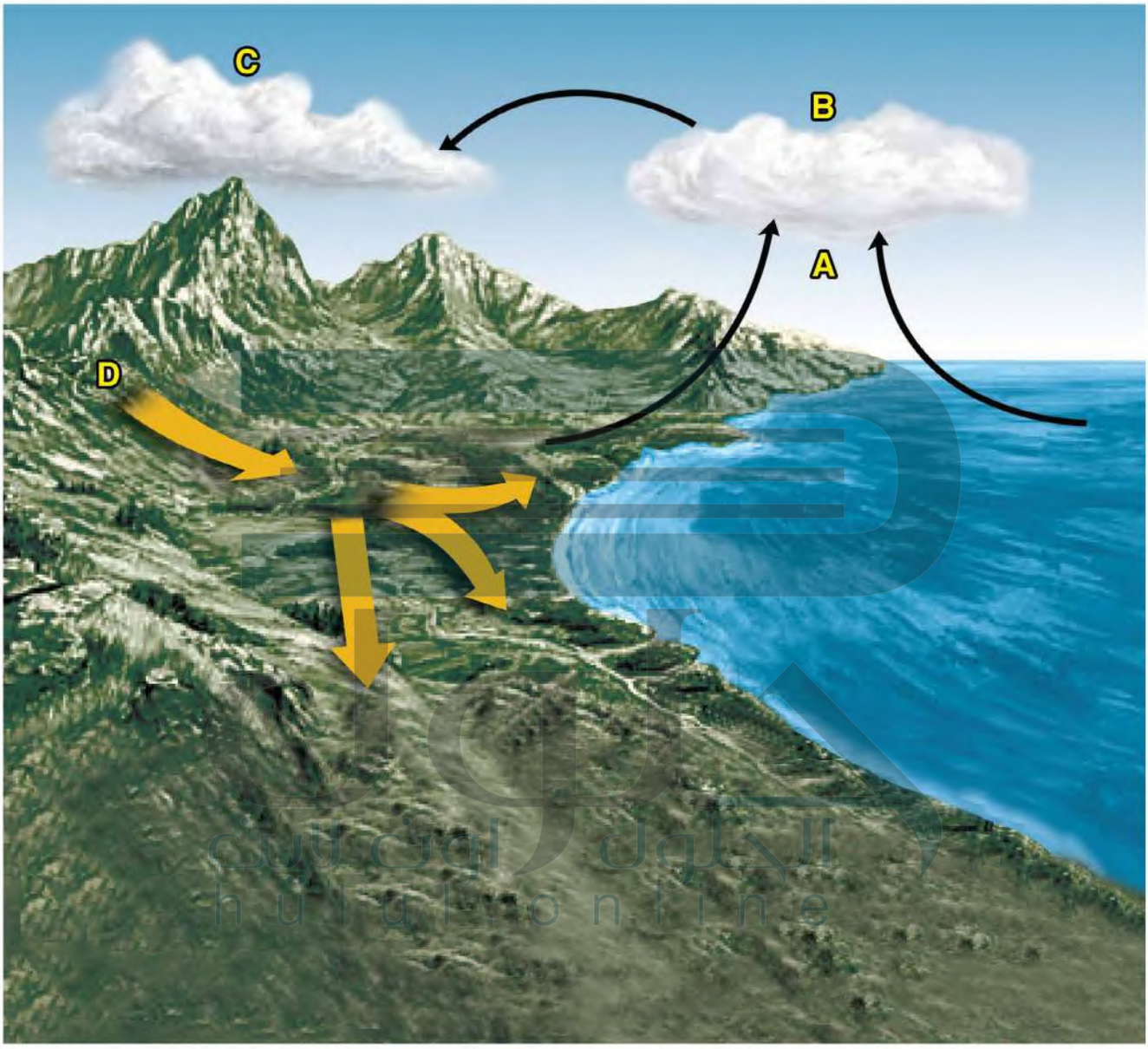
d- التلوث بفعل الأسمدة.



SA.GEO.SE.CH04.indd 110　4/8/19 6:09 PM

الحلول اون لاين
hulul.online

## دورة الماء في الطبيعة




تمثل الأسهم الظاهرة في الشكل حركة المياه في أماكن تجمعها، بينما تشير الأحرف إلى العمليات التي تحدث لها.



SA.GEO.SE.CH04.indd 111 4/8/19 4:43 PM