تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

تكوين المدخرات المائية الجوفية

مقدمة: تمثل المياه الجوفية رغم قلتها مقارنة مع المياه السطحية، مصدرا أساسيا للتزود بالماء العذب عند فئة عريضة من السكان في العالم.

- **ما هي البنيات الأرضية، والآليات التي تساعد على تخزين المياه في جوف الأرض؟**
- **هل من استراتيجيات فعالة لعقلنة استغلال هذه المياه والمحافظة عليها؟**

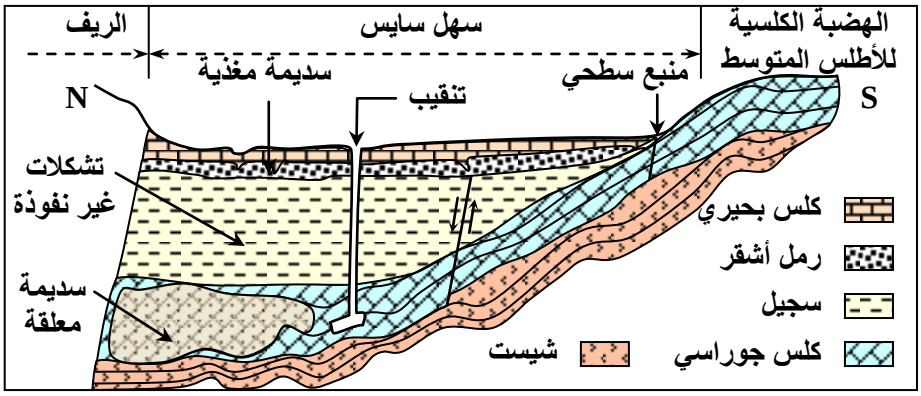
I- الطبيعة الجيولوجية وخصائص صخور الحملماءات Aquifères

① معطيات للاستثمار: أنظر الوثيقة 1

الوثيقة 3: الطبيعة الجيولوجية وخصائص صخور الحملماءات.

★ تعطي الوثيقة أسفله مقطعا جيولوجيا يوضح الطبيعة الجيولوجية لحملماءات سهل سايس (فاس-مكناس).

1) انطلاقا من هذه الوثيقة حدد نوعية الصخور التي تمثل حملماءات في منطقة سهل سايس.



★ ليبيا بلد من أكثر بلدان العالم جفافا وندرة من حيث المياه حيث أن أكثر من 90% من أراضيها عبارة عن أراضي صحراوية قاحلة و9/10 من سكانها يعيشون على شاطئها بالبحر الأبيض المتوسط حيث المياه ناذرة أيضا. إلا أن بجنوبها سديمة مائية من أضخم السدائم المائية المعروفة في العالم حيث يصل سمكها مابين 50 إلى 2400 m وتمتد آلاف الكيلومترات (تشمل أجزاء من مصر وتشاد والسودان). يقدر الباحثون حاليا أن حجم المياه المحبوسة داخل السديمة سيكفي سكان مصر والسودان وليبيا وتشاد لحوالي 4800 سنة.

2) ما مصدر تلك المياه التي توجد في صحراء ليبيا؟
3) عرف المصطلحات التالية: حملماءة وسديمة وفرشة مائية؟
4) هل كل صخور جوف الأرض لها القدرة على الاحتفاظ بالماء؟ وإذا كان الجواب بالنفي ما هي الشروط الواجب توفرها في صخرة ما لتحتفظ بالماء؟
5) أعط أمثلة لصخور يمكنها الاحتفاظ بالماء وأمثلة أخرى لصخور لا يمكنها الاحتفاظ بالماء.
6) ما ذا تستخلص من كل ما سبق؟

② استثمار المعطيات:

1) تتكون السديمة المغذية من طبقة الرمل الأشقر، وتحتها طبقة غير نفوذة للماء، وبذلك تكون الطبقة الرملية حملماءة. كما أن صخور كلس الجوراسي تشكل سديمة معلقة، وهي سديمة مغطاة بصخور غير نفوذة.
يتبين ادن أن المياه الجوفية تتموضع في مستوى طبقات صخرية تتميز بقدرتها على تخزين المياه وتسمى هذه الطبقات الصخرية حملماءات، وتتميز بخاصيتي النفاذية Perméabilité والمسامية Porosité.

2) المياه التي توجد في صحراء ليبيا هي جزء من مياه الأمطار التي ترشح عبر التربة وتنفذ إلى الصخور الموجودة أسفلها.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

3) تعريف المصطلحات:
- ✓ حملماءة: هي طبقات جيولوجية تتميز بقدرتها على تخزين المياه نظرا لاحتوائها على فراغات أو شقوق أو تجاويف كبيرة أو مسام (فراغات مجهريه). وهذه الميزة تسمح لهذه الطبقات أن تكون قابلة للاختراق من طرف السوائل كالماء أي نفوذة. فالحملماءات تعتبر في نفس الوقت خزانات وقنوات مرور للمياه.
- ✓ سديمة nappe: هي مجموع المياه التي تحملها حملماءة ما.
- ✓ فرشة مائية: هي مجموع المياه المتراكمة بحملماءات منطقة معينة.

4) ليست كل الصخور قادرة على الاحتفاظ بالماء. والتي يمكنها ذلك يجب أن تكون صخورا نفوذة، تحتوي على مسام، أو صخورا غير نفوذة ولكن تحتوي على شقوق وفراغات وتجاويف.

5) أمثلة لصخور يمكنها الاحتفاظ بالماء: الرمل والحجر الرملي الخشن...
أمثلة لصخور لا يمكنها الاحتفاظ بالماء كلس، كرانيت...

6) يتبين ادن أن المياه الجوفية تتغذى انطلاقا من المياه السطحية، بعد ترشيحها، خصوصا مياه الأمطار، التي تنفد إلى الطبقات الصخرية العميقة، وتتموضع في مستوى طبقات صخرية تتميز بقدرتها على تخزين المياه الجوفية: تسمى حملماءات، حيث يحتل الماء الفجوات المتواجدة بين العناصر المكونة لهذه الصخور.
يرتبط إذن تكون الطبقات المائية الجوفية بطبيعة الصخرة الخازنة للمياه. والتي يشترط فيها أن تكون خازنة لأكبر كمية من الماء، كما يشترط فيها أن تكون نفوذة له. ادن فالمسامية والنفاذية خاصيتان أساسيتان لتحديد أهمية الحملماءات.

③ دراسة تجريبية للنفاذية والمسامية: أنظر الوثيقة 4

الوثيقة 4: دراسة تجريبية للنفاذية والمسامية.

لقياس قدرة الاحتفاظ بالماء ونفاذية التربة يمكن استعمال التركيب التجريبي الممثل على الرسم التخطيطي أمامه:

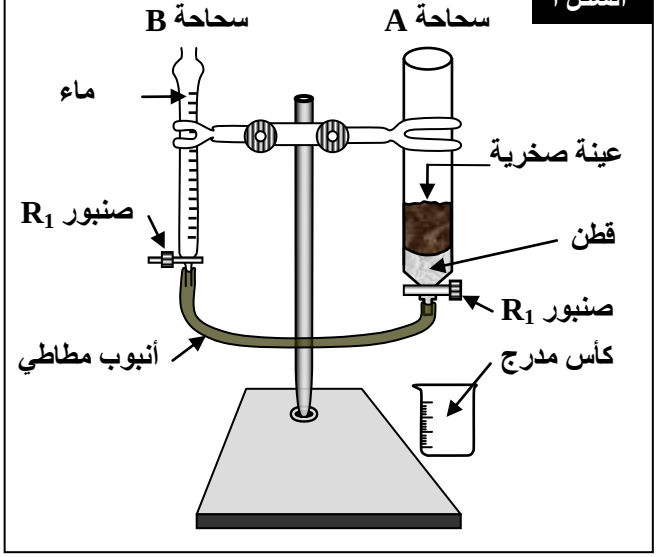
- نملأ السحاحة B بالماء، والسحاحة A بعينة من الصخور.
- نفتح الصنبور R_1، فيصعد الماء في العينة الصخرية، وعندما يصل إلى سطحها نغلق R_1 ونسجل حجم الماء V_1 الذي تسرب إلى العينة. يقابل V_1 المسامية الإجمالية للعينة المدروسة.

نزيل الأنبوب المطاطي من السحاحة A ثم نفتح R_1 فينساب الماء في الكأس المدرج، نسجل زمن سقوط أول نقطة في الكأس (t_1) . وعند توقف انسياب الماء في الكأس نسجل زمن سقوط آخر نقطة (t_2)، وكذلك حجم الماء V_2 في الكأس والذي يقابل حجم الفراغات المملوءة بالهواء أو المكرومسامية.

- $V_1 - V_2$ يقابل حجم الماء المحتفظ به في العينة أو الميكرومسامية = قدرة الصخرة على الاحتفاظ بالماء.

يعطي جدول الشكل ب النتائج التجريبية المعبر عنها بـ ml في 100g لثلاث عينات مختلفة من الصخور.
أحسب مسامية ونفاذية مختلف العينات. ماذا تستنتج؟

الشكل أ



الشكل ب

	عينة A	عينة B	عينة C
v_1	5	21	27
V_2	3	11	12
t_1 (S)	10	15	25
t_2 (S)	13	40	120

أ- المسامية La porosité:

★ المسامية هي نسبة الفراغات الموجودة بين العناصر المكون لصخرة ما، وللكشف عن مسامية بعض الصخور، نختار عينتين صخريتين متماسكتين تضم تجاويف، (أو نحفر تجاويف بها)، ثم نملأها بالماء، فنلاحظ سرعة امتصاص الماء من طرف كل صخرة. كما يمكننا القيام بالتركيب التجريبي المبين على الشكل أ من الوثيقة 4.

انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة يمكننا تحديد المفاهيم التالية:

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

⇦ **المسامية الكلية V_1:**

هي حجم الماء في الصخرة المشبعة. ويعبر عنه باللتر في المتر المكعب، أو بالنسبة المئوية من الماء في الصخرة المشبعة.

⇦ **المسامية النافعة V2:**

هي حجم الماء القابل للانسكاب، من بين العناصر المكونة للصخرة المشبعة تحت تأثير الجاذبية. وينعت بالماء الانجذابي.

⇦ **قدرة الاحتفاظ بالماء Vr:**

هي حجم الماء الذي يمكث في الصخرة المشبعة بعد انسياب الماء الانجذابي V_2. وتحسب بالعلاقة التالية: $Vr = V_1 - V_2$

ب- النفاذية Perméabilité P:

تحدد النفاذية بحجم الماء النافذ من العينة الصخرية خلال وحدة زمنية، أو السرعة التي ينفذ بها الماء من العينة الصخرية. وتحسب بالعلاقة التالية: $P = V_2/(t_2 - t_1)$

	رمل وحصى	حجر رملي	طين
V_1 (ml) = الحجم الكلي للماء	5	21	27
V_2 (ml) = حجم الماء ألانجذابي	3	11	12
t_1 (S) = زمن سقوط أول نقطة	10	15	25
t_2 (S) = زمن سقوط آخر نقطة	13	40	120
$V_1 - V_2$ (ml) = قدرة الاحتفاظ بالماء	2	10	15
$V_2/(t_2 - t_1)$ (ml / S) = النفاذية	3/(13-10) = 1	11/(40-15) = 0.44	12/(120-25) = 0.12

نلاحظ أن قدرة الاحتفاظ بالماء تختلف من عينة صخرية لأخرى. نستنتج إذن أن المسامية والنفاذية يتغيران حسب طبيعة الصخور، وبالتالي فمصادر المياه الجوفية ستختلف حسب طبيعة صخور الحملماءات، إذ أن طبقات الرمال والحصى والحجر الرملي الخشن تمثل حملماءات جيدة، بفضل مساميتها ونفاذيتها الجيدتين، واللتين تسمحان بحركة المياه الجوفية.

II- أنواع المدخرات المائية الجوفية ومميزاتها:

① تنوع السدائم المائية ومميزاتها: أنظر الوثيقة 5

أ- معطيات للاستثمار:

الوثيقة 5: أنواع المدخرات المائية الجوفية ومميزاتها.

★ يبين الجدول التالي حجم التساقطات السنوية في منطقتين (a وb)، وتطور الأعماق الضرورية لبلوغ المياه الجوفية في آبار المنطقتين (علما أن a وb متباعدين بمئات الكيلومترات):

السنة	1955	1956	1956	1957	1958	1959	1960	1961
معدل التساقطات السنوي بـmm في المنطقة a	870	120	950	750	802	901	1005	1125
عمق آبار المنطقة a بـ m	-10	-13	-16	-19	-25	-31	-35	-37
معدل التساقطات السنوي بـ mm في المنطقة b	245	25	160	200	340	321	451	297
عمق آبار المنطقة b بـ m	-20	-36	-35	-35	-32	-27	-26	-25.5

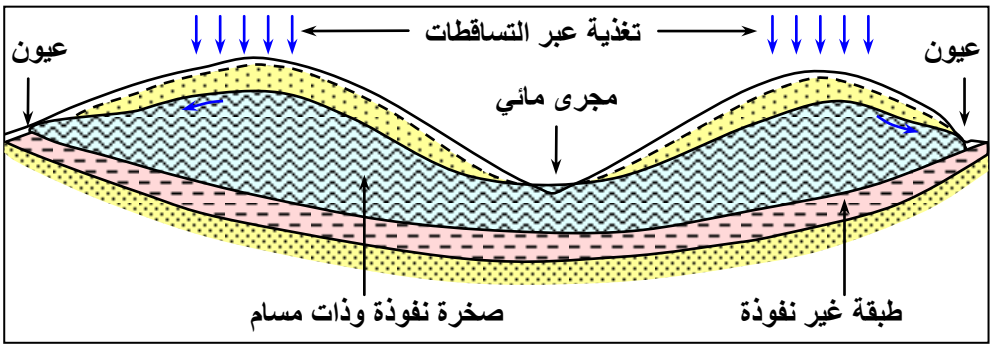
1) حلل معطيات الجدول أعلاه.
2) إذا علمت أن حجم المياه المستخرجة من سديمة المنطقة a ثابت وأقل بكثير من حجم الماء الذي تمتصه التربة الموجودة فوقها جراء التساقطات كيف تفسر استمرار انخفاض مستوى السديمة في المنطقة a رغم كونها مطيرة؟
3) ماذا يسمى هذا النوع من السدائم؟
4) كيف تفسر تذبذب مستوى السديمة في المنطقة b؟
5) ما نوع السديمة الموجودة في هذه المنطقة b؟ علل جوابك.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

تابع الوثيقة 5:

★ يعطي الرسم أمامه، نموذجا لسديمة مائية مغذية.

6) بالاعتماد على معطيات هذا الرسم على المعطيات السابقة، أبرز دور الطبيعة الجيولوجية للطبقات الصخرية، وتموضعها في تنوع المدخرات المائية الجوفية.



ب- استثمار المعطيات:

1) تحليل معطيات الجدول:
- في المنطقة a: ينخفض مستوى الماء باستمرار مع مرور الوقت بفعل استغلال المياه بغض النظر عن حجم التساقطات.
- في المنطقة b: رغم استغلال المياه يتذبذب مستوى السديمة، ففي السنوات المطيرة يرتفع مستوى الماء وينخفض مستواه في السنوات الجافة.

2) ينخفض مستوى السديمة في المنطقة a المطيرة رغم كون حجم المياه المستخرجة ثابت وأقل بكثير من حجم الماء الذي تمتصه التربة الموجودة فوقها جراء التساقطات، نظرا لكون الصخور الموجودة فوقها لا تسمح لمياه المطر أن تصل إليها.

3) يسمى هذا النوع من السدائم بالسديمة المعلقة.

4) يفسر تذبذب مستوى السديمة في المنطقة b باختلاف حجم مياه الأمطار التي تصلها حسب كمية التساقطات. ففي السنوات المطيرة يتم تعويض الجزء المستخرج من السديمة فيرتفع مستواها. بينما في السنوات الجافة لا يحدث ذلك فتتقلص كمية المياه بالسديمة.

5) نوع السديمة الموجودة في هذه المنطقة b هي سديمة مغذية نظرا لتجدد مخزونها من المياه بفعل التساقطات.

6) إن تموضع الحملماءات فوق صخور غير نفوذة، يمكن السديمة المائية، من المحافظة على مدخراتها المائية.
يرتبط ظهور المياه الجوفية على السطح، على شكل عيون بطبوغرافية المنطقة وميلان الطبقات الصخرية، ويعتبر ذلك خاصية من خصائص السدائم المغذية، حيث يتطابق المستوى التغمازي للسديمة، بسطح منطقة التشبع.
عند وجود طبقة غير نفوذة، تغطي منطقة التشبع من الحملماءة، فان الأمر يتعلق بسديمة معلقة، تتميز بكونها مشبعة بمياه توجد تحت الضغط، وبالتالي يكون المستوى التغمازي للسديمة فوق سطح منطقة التشبع.

ج- خلاصة:

انطلاقا مما سبق يمكن تحديد نوعين من السدائم المائية:
- ✓ سديمة مائية مغذية: هي سديمة تصل إليها مياه الأمطار بفعل وجودها في السطح أو لكون الصخور الموجودة فوقها منفذة للماء.
- ✓ سديمة مائية معلقة: هي سديمة لا تصل إليها مياه الأمطار بفعل وجودها تحت صخور غير منفذة للماء.

② مياه جوفية مرتبطة بخاصيات الكلس الكارستي:

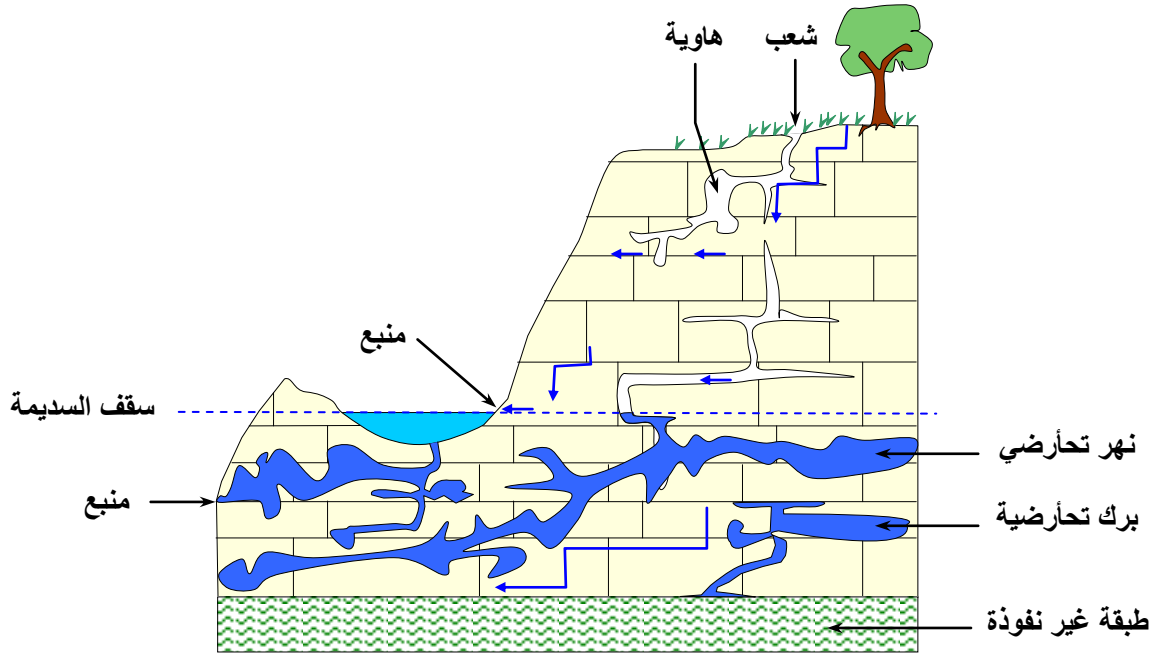
تتغذى السدائم المائية عن طريق التساقطات. وعندما تغتني مياه الأمطار بغاز ثنائي أكسيد الكربون، تصبح أمطارا حمضية، فترشح هذه الأمطار عبر طبقات الصخور الكلسية، فتتكون بنيات خاصة تسمى الكارست، وهي بنيات تسهل ادخار وجريان المياه الجوفية. أنظر الوثيقة 6

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

الوثيقة 6: مياه جوفية مرتبطة بخاصيات الكلس الكارستي Calcaire karstique.

تغتني مياه الأمطار بغاز ثنائي أكسيد الكربون، فترتفع حمضيتها. وعند ترشيحها نحو الطبقات الصخرية، تؤثر على الصخور الكلسية، فتتكون بنيات تعرف بالكارست، وهي لا تحتوي على مناطق مشبعة بالماء، ولكنها تسهل ادخار وجريان المياه الجوفية.

يعطي الرسم أسفله نموذجا مبسطا لوسط كارستي.



③ خلاصة:

يرتبط تطور المدخرات المائية الجوفية بعوامل طبيعية، كانتظام التساقطات المطرية، وبعوامل بشرية، تتعلق بتدخل الإنسان، ومدى عقلنة استغلاله للمياه، مما يؤثر على المستوى التغمازي للسدائم المائية.