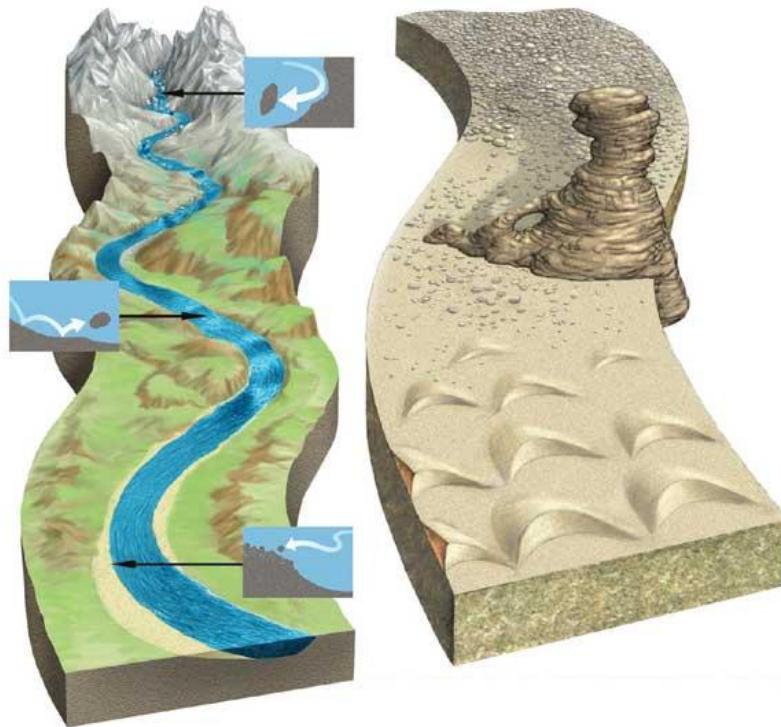


الوحدة الأولى:

الظواهر الجيولوجية الخارجية

مقدمة



تشمل الدينامية الخارجية كل القوى المتحكمة في الظواهر الخارجية (الحث، النقل، التربب) والتي تستمد طاقتها من خارج الأرض أي أساساً من الطاقة الشمسية. تحدد هذه القوى تطور المظاهر الخارجي للقشرة الأرضية. ويتنوع شكل التضاريس حسب شكل المجموعات الجيولوجية المكونة للفقرة الأرضية وحسب المكان والزمان. فالمناطق القارية تتبع تدريجياً بفعل الحث، بينما تسيطر ظاهرة التربب في المناطق البحرية. وترتبط الدينامية الخارجية بالدينامية الباطنية، حيث تؤدي التشوّهات المرتبطة بحركة الصفائح إلى تكون التضاريس مقاومة بذلك ظاهرة الحث، كما تتحكم كذلك في شكل قعر البحار والمحيطات.

وهكذا تخزن الصخور الرسوبيّة عدّة معلومات تدور حول ظروف تشكّلها وتتضمن آثار العدّيد من الأحداث الجيولوجية القديمة التي عرفها كوكب الأرض.

فإعادة تاريخ تكون حوض رسوبي معين يقتضي البحث عن أصل المواد الرسوبيّة والمسار الذي سلكته، وتحديد ظروف تربّبها قصد انجاز خريطة الجغرافيا القديمة واسترداد التاريخ الجيولوجي.

- 1) كيف نجز خريطة الجغرافيا القديمة لمنطقة رسوبيّة معينة؟
- 2) ما المبادئ والوسائل المعتمدة لاسترداد التاريخ الجيولوجي لمنطقة رسوبيّة منضدية؟

الفصل الأول

انجاز خريطة الجغرافيا القديمة

مقدمة:

ت تكون الصخور الرسوبيّة المكونة للمناظر الجيولوجيّة على سطح الكرة الأرضية وبكيفية بطئية عبر الزمن الجيولوجي، وذلك وفق أنماط تربّية مختلفة.

تتميز الصخور الرسوبيّة بصفاتٍ سخريةٍ وأحفوريّةٍ تسمى سحنات الصخور الرسوبيّة. فما دلائل هذه السحنات؟ وكيف يمكن تفسيرها واستغلالها قصد إعادة تشكيل أواسط نشوء هذه الصخور؟

١- تصنیف مكونات الرواسب

① تصنیف مكونات الرواسب حسب قدها

أ - ملاحظات. الوثيقة 1

الوثيقة 1: أصناف ومكونات الرواسب وأمثلة من الأوساط النهرية

الشكل أ: منظر لواد بالأطلس الكبير خلال فصل الصيف، الشكل ب: منظر لواد خلال فصل الشتاء، الشكل ج: حصا كبير، الشكل د: حصا صغير، الشكل ه: رمل، الشكل و: مثال لسلم تصنيف الرواسب حسب Wentworth.

انطلاقاً من ملاحظة هذه الوثائق: تعرف على أصناف العناصر الرسوبية التي يمكن معاينتها في مجرى الواد. كيف يمكن تفسير اختلاف أصناف العناصر الرسوبية في الواد.



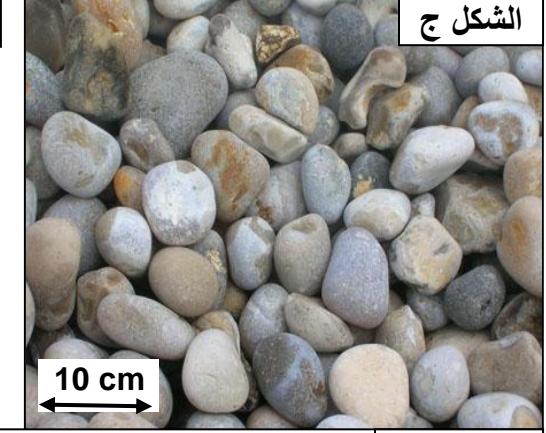
الشكل ٥



الشكل د



الشكل ج



الشكل و

أقل من 1/16	من 1/16 إلى 2	من 2 إلى 4	من 4 إلى 64	من 64 إلى 256	أكبر من 256	قطر المكونات ب mm
طين	رمل	حبيبات	حصا صغير	حصا كبير	جلاميد	الرواسب

ب - تحليل واستنتاج.

- يتبيّن من هذه الوثائق أن رواسب المجرى المائي تتكون أساساً من جلاميد وحصاً كبير وحصاً صغير وحبّيات رملية وطين.
- يمكن إرجاع اختلاف أصناف العناصر الرسوبيّة في مجرى الواد إلى عامل سرعة التيار المائي، وقد العناصر الرسوبيّة. كما أن سرعة التيار المائي تتغيّر حسب نسبة انحدار المجرى المائي والظروف المناخيّة، ومن وسط المجرى في اتجاه ضفتّيه.

② نفس الراسب وأوساط رسوبيّة مختلفة.

أ - ملاحظات. الوثيقة 2

الوثيقة 2: نفس الراسب (الرمل) وأوساط رسوبيّة حاليّة مختلفة

الشكل أ: رواسب رملية صحراء، الشكل ب: رواسب شاطئية. انطلاقاً من ملاحظة هذه الوثائق، بين العوامل المتدخلة في التربة في الوسطين الممثلين في الشكلين. وهل نوع الراسب كاف للدلالة على وسط التربة؟

الشكل ب



الشكل أ



ب - تحليل واستنتاج.

يتميز الوسط الصحراء (الشكل أ) برواسب ريحية، إذ يعتبر الريح العامل المتدخل في التربة في هذا الوسط. أما الوسط الشاطئي فيخضع باستمرار لحركات الأمواج وهبوب الرياح من جهة البحر، إذ تعمل الأمواج على توزيع الحصا والعناصر الرملية على طول الشاطئ، بينما الرياح تنقل الحبات الرملية الصغيرة القد بعيداً عن الشاطئ فيكون كثباناً رملية موازية للشاطئ. يخضع تربة العناصر المنقوله لديناميكية مواتع وسط التربة ولطبيعة هذا الوسط. وهذا يمكن لنفس الراسب أن يتوضع في أوساط رسوبيّة مختلفة ولا يميّز بين مختلف هذه الأوساط إلا بدراسة متكاملة لخصائص الرواسب.

II - الدراسة الإحصائية لمكونات الرواسب.

① دراسة قد مكونات الرواسب.

تقصر هذه الدراسة على حبات المرو نظراً لمقاومتها لعملية الحث بالمقارنة مع العناصر الأخرى. وتنطلب هذه الدراسة القيام بترتيب الحبات حسب قدها، ثم وزن كل جزء محصل عليه على حدة.

أ - تحضير مكونات الرواسب للدراسة الإحصائية. الوثيقة 3

الوثيقة 3: مناولة عزل أصناف الحبات المكونة لعينة من الرواسب



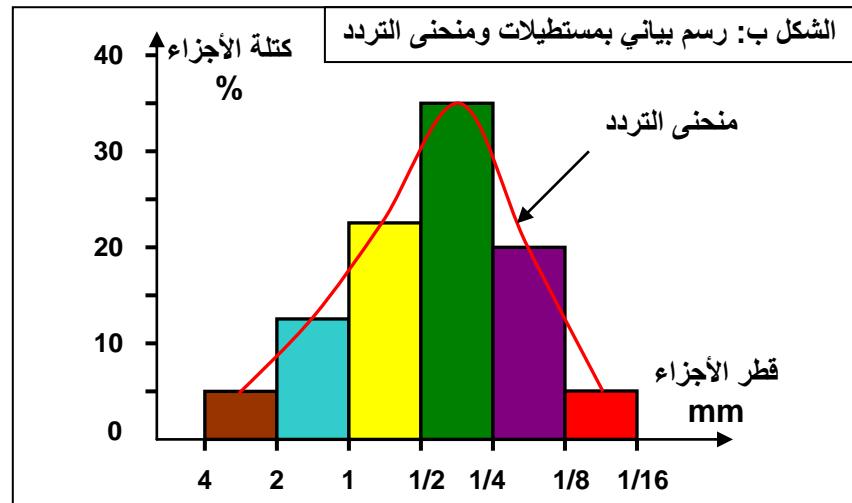
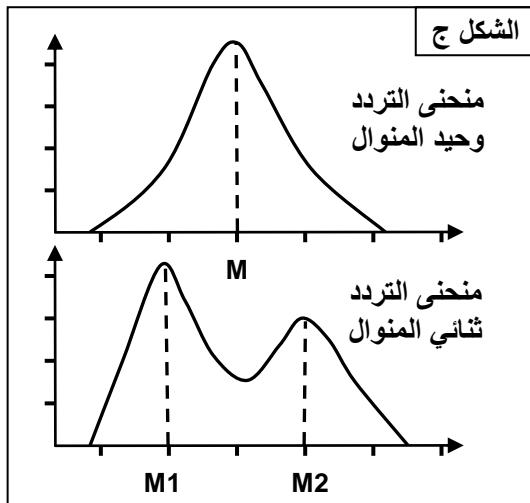
- نأخذ عينة من الرمل ونضعها في غربال قطر عيونه 0.063 mm ، ثم نغسلها بالماء لإزالة الطمي والطين.
- نعالج العينة باستعمال حمض HCl قصد التخلص من المواد الكلسية، وبالماء الأكسجيني قصد إزالة المواد العضوية.
- بعد التجفيف نضع 100 g من الرمل المحضر في الغربال العلوي لمجموعة من الغرابيل (الشكل أمامه) ذات ثقوب ينقص قطرها من الأعلى إلى الأسفل بالنصف (من 2 إلى $1/16 \text{ mm}$). ثم نحرك الغرابيل لمدة 15 دقيقة.
- نزن العينات المتبقية في كل غربال.

ب - تمثيل النتائج.

a - طريقة أولى: منحنى الترددات courbe de fréquence

نجز منحنى الترددات حسب الطريقة الآتية:

- ✓ نمثل على محور الأفاصيل معايير الغرابيل حسب السلم اللوغاريتمي، وعلى محور الأراتيب كتل حبات المرو المحصل عليها في كل غربال.
- ✓ نرسم في الأول مدراج histogramme يمثل كل درج فئة تضم قطر الحبات بين غربالين متتاليين، ثم نربط بين أوساط المدراج لحصل على منحنى يسمى منحنى التردد (أنظر الشكل ب).



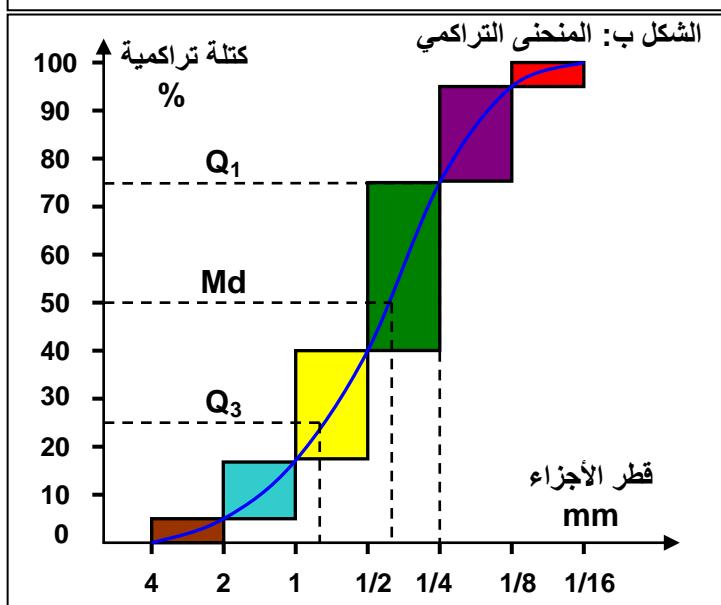
إذا كان منحنى الترددات وحيد المنوال فان الراسب المدروس في هذه الحالة هو راسب متجانس. (الشكل ج)
أما إذا كان منحنى الترددات ثانوي المنوال فان الراسب المدروس هو راسب غير متجانس (متغير).

b - طريقة ثانية: المنحنى التراكمي courbe cumulative (الوثيقة 4)

نجز المنحنى التراكمي حسب الطريقة الآتية:

- ✓ نمثل على محور الأفاصيل قطر الغرابيل حسب السلم اللوغاريتمي، وعلى محور الأراتيب مجموع الكتل المحصل عليها في الغربال وفي الغرابيل التي تسبقه. أي النسبة التراكمية. (الشكل أ)
- ✓ نحصل على المنحنى التراكمي بوضع المستويات المتتالية على الطريقة الممثلة في الشكل ب.

قطر الحبيبات بـ mm	النسبة المئوية من الوزن	النسبة التراكمية
1/16 إلى 1/8	f	
$a+b+c+d+e+f$	$a+b+c+d+e$	



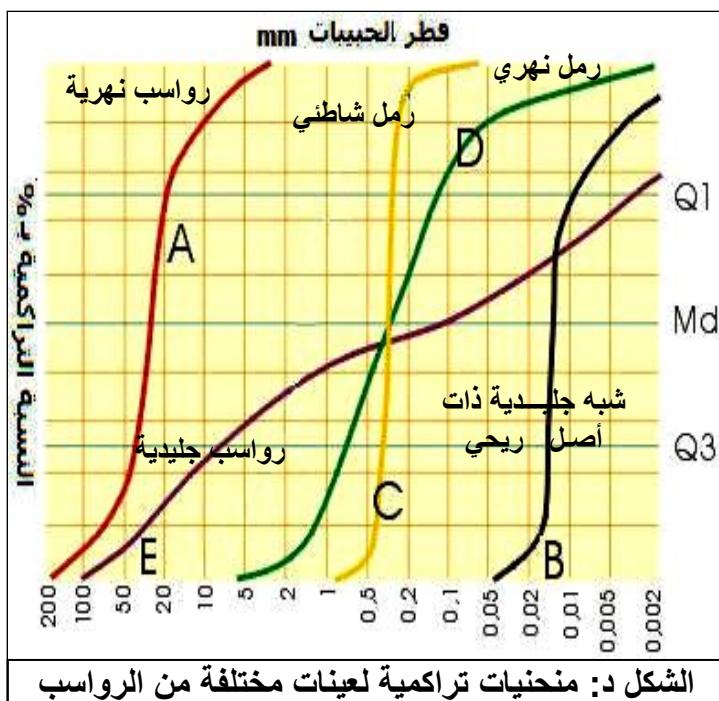
الشكل أ: حساب النسبة التراكمية

يمكن شكل المنحنى التراكمي من تمييز نوع الراسب المدروسة. كما يمكننا من تحديد مدل الترتيب S_0 Indice de classement الذي يطلق عليه مدل Trask، وذلك بتطبيق طريقة الأربع: $25\% = Q_3$, $50\% = Md$, $75\% = Q_1$.

وهكذا يحسب مدل الترتيب حسب الصيغة التالية:

$$\text{مدل الترتيب L Trask} = S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

أنظر الشكل ج.



الشكل د: منحنيات تراكمية لعينات مختلفة من الرواسب

درجة الترتيب	مدل الترتيب L
جيد جدا	<1,23
جيد	1,23 à 1,41
متوسط	1,41 à 1,74
غير جيد	1,74 à 2,00
غير مرتب	>2,00

الشكل ج: مدل الترتيب L Trask

مثال: انطلاقا من الوثيقة ب نحدد قيمة الأربع:

$$Q1 = 0.25, \quad Md = 0.4, \quad Q3 = 0.8$$

مدل الترتيب L Trask هو:

$$S_0 = \sqrt{\frac{0.8}{0.25}} = 1.79$$

درجة الترتيب حسب جدول الشكل ج، هو ترتيب غير جيد. وهذه خصائص تميز الرمل النهري. انطلاقا من مقارنة المنحنى المحصل عليه مع منحنيات تراكمية مرجعية لأوساط معروفة (الشكل د)، يمكن تحديد ظروف النقل وترسب الرواسب التي تم تحليلها.

٢ خلاصة

تمكن دراسة توزيع أصناف العناصر الرسوبيبة المكونة لعينة من الصخور من استرداد ظروف الترب. تمثل النتائج على شكل منحنى التردد الذي يدل شكله على ما إذا كان الراسب المدروس متجانساً أو غير متجانس. ويمكن المنحنى التراكمي من تحديد مدل الترتيب. وتمكن مقارنة شكل المنحنى مع منحنيات أخرى لعينات من أوساط معروفة، من وضع فرضيات حول وسط وظروف الترب.

٣ تمارين تطبيقية

التمرين الأول: الوثيقة 5

الوثيقة 5: تمرين تطبيقي

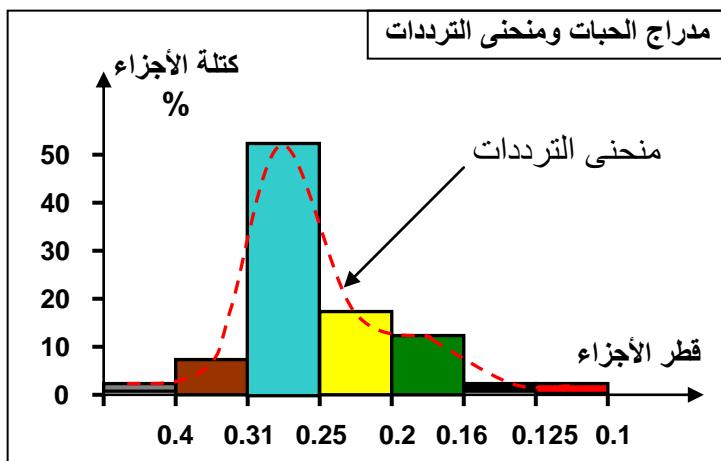
أعطيت غربلة عينة من الرمل النتائج الملخصة في الجدول التالي:

رقم الغربال	قطر ثقبه ب mm	كمية الحبات ب g	النسبة المئوية	النسبة التراكمية
7	6	5	4	3
0.1	0.125	0.16	0.20	0.25
0.4	0.3	20.9	23.8	69.8
0.31	0.23	16.25	18.51	54.28
100	99.69	99.46	83.21	64.7
				10.42
				0.47

- (1) بعد إتمام جدول الوثيقة، أجز مدرج Histogramme للحبات، أجز منحنى الترددات.
- (2) أجز منحنى الترددات التراكمي وأوجد Q_1, Q_3, Md ، حدد قد الحبات الذي يقابل 25%، 50%، و 75%.
- (3) أحسب مدل Trask (S_0).
- (4) ماذا يمكن استنتاجه فيما يخص ترتيب هذه العينة من الرمل؟
- (5) حدد أي المنحنيات أفضل لمقارنة عينات مختلفة من الرمل.

حل التمرين الأول:

1) انجاز مدرج الحبات و منحنى الترددات



2) منحنى الترددات التراكمي.

$$Q_1 = 0.23$$

$$Q_3 = 0.27$$

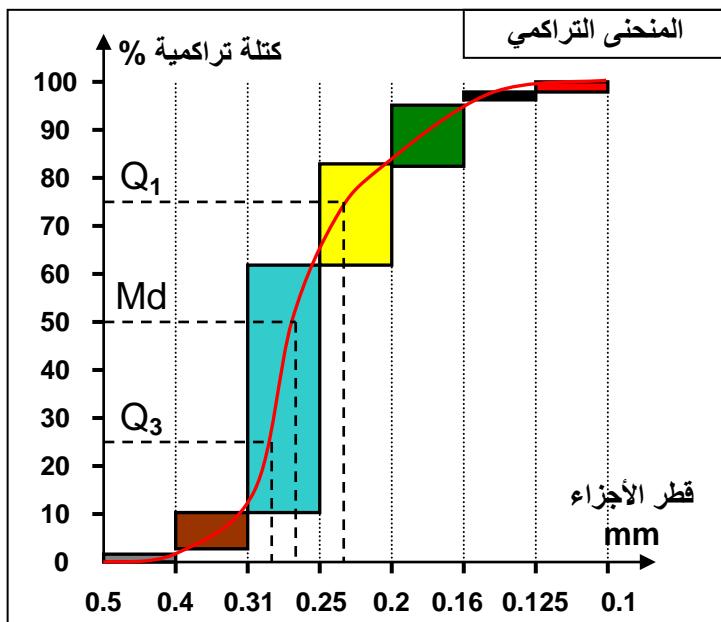
$$Md = 0.26$$

3) مدل Trask

$$S_0 = \sqrt{\frac{0.27}{0.23}} = 1.08$$

4) انطلاقا من قيمة مدل Trask نستنتج أن هذا الرمل مرتب ترتيبا جيدا.

5) منحنى التردد التراكمي أحسن من منحنى التردد أو المدرج لمقارنة قياس الحبات في عينات مختلفة من الرمل.



التمرين الثاني: الوثيقة 6

الوثيقة 6: دراسة مقارنة لرمل شاطئي ونهرى وصحراءوى.

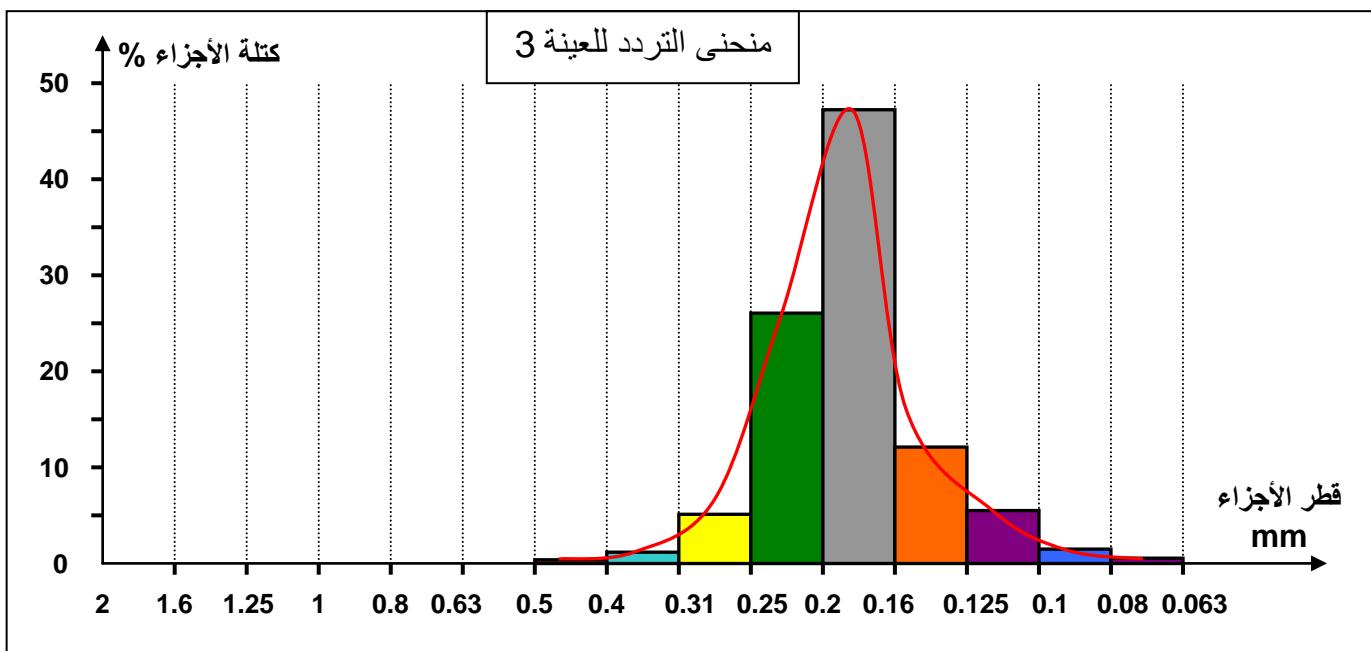
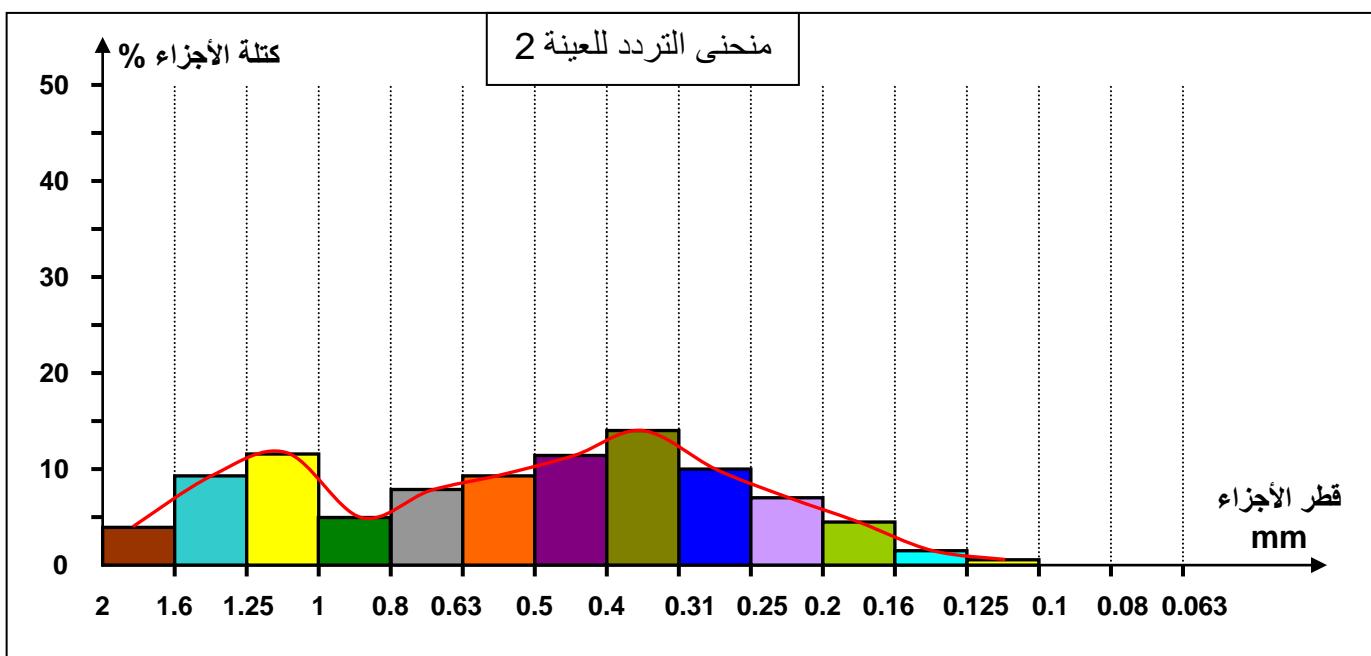
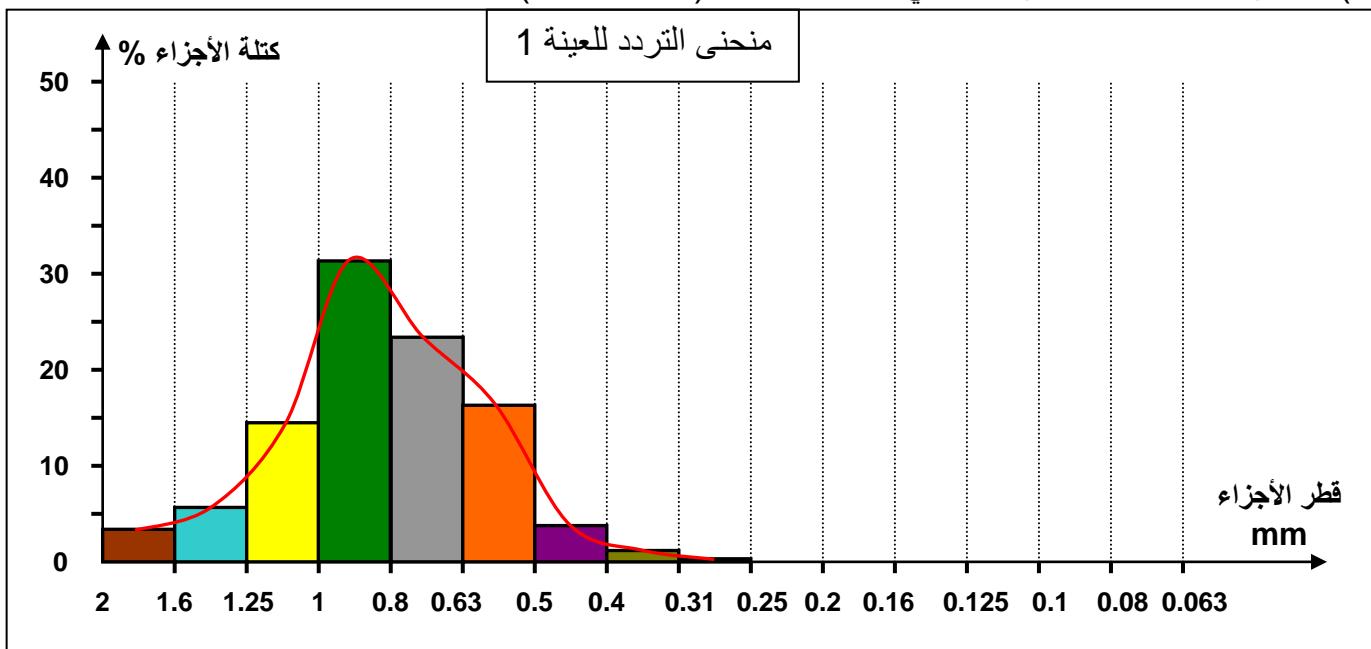
يعطى الجدول التالي نتائج الدراسة الحببية لثلاث عينات من الرمل (100g) أخذت من ثلاثة أوساط رسوبية مختلفة.

قطر العيون ب mm																	العينة
0.063	0.08	0.1	0.125	0.16	0.2	0.25	0.31	0.4	0.5	0.63	0.8	1	1.25	1.6	2		
0	0	0	0	0	0	0.3	1.2	3.8	16.3	23.4	31.4	14.5	5.7	3.4	0	العينة 1	
100	100	100	100	100	100	100	99.7	98.5	94.7	78.4	55	23.6	9.1	3.4	0	النسبة التراكمية	
0	0.5	2.5	3.2	6.5	10	14	11.4	9.3	8	4.7	5	11.6	9.3	4	0	العينة 2	
100	100	99.5	97	93.8	87.3	77.3	63.3	51.9	42.6	34.6	29.9	24.9	13.3	4	0	النسبة التراكمية	
0	0.6	1.5	5.6	12.1	47.4	26.1	5.1	1.2	0.4	0	0	0	0	0	0	العينة 3	
100	100	99.4	97.9	92.3	80.2	32.8	6.7	1.6	0.4	0	0	0	0	0	0	النسبة التراكمية	

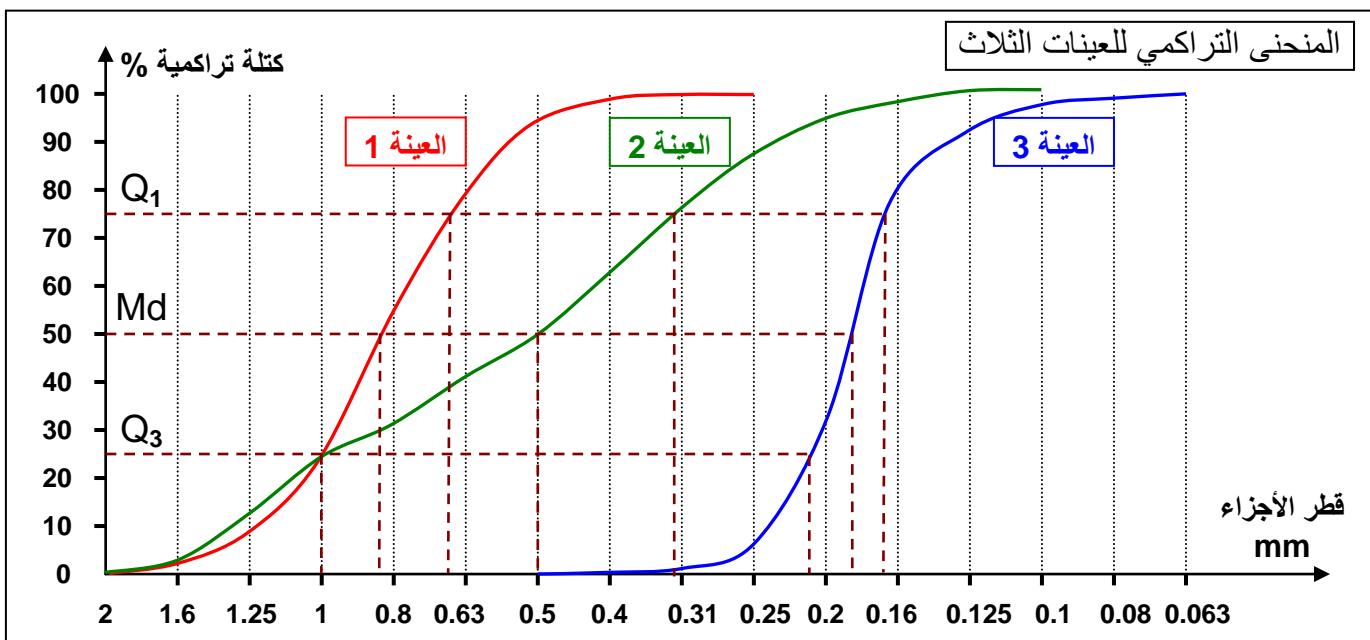
1) بعد إتمام جدول الوثيقة أجز منحنى التردد والمنحنى التراكمي لكل من العينات 1، 2، و3.

2) تأكد من ترتيب رمل العينات الثلاث باستعمال مدل Trask.

1) منحنى الترددات والمنحنى التراكمي للعينات الثلاث. (أنظر الوثيقة)



المنحنى التراكمي للعينات الثلاث



2) التأكيد من ترتيب رمل العينات (حساب مدل Trask).

$$S_0 = \sqrt{\frac{1}{0.66}} = 1.23 \quad \text{- مدل الترتيب للعينة 1:}$$

$$S_0 = \sqrt{\frac{1}{0.32}} = 1.77 \quad \text{- مدل الترتيب للعينة 2:}$$

$$S_0 = \sqrt{\frac{0.22}{0.17}} = 1.14 \quad \text{- مدل الترتيب للعينة 3:}$$

الخصائص العامة للعينات الثلاث:

العينة 3 = رمل صحراوي	العينة 2 = رمل نهري	العينة 1 = رمل شاطئي	منحنى التردد
أحادي المنوال ضيق	ثنائي المنوال عريض	أحادي المنوال	منحنى التردد
انحدار قوي	انحدار ضعيف	انحدار قوي	منحنى التراكم
ترتيب جيد جدا	غير جيد	ترتيب جيد	درجة الترتيب
حبات دقيقة	حبات متوسطة	حبات غليظة	Q ₂

III - دراسة الشكل الخارجي لمكونات الرواسب (دراسة مورفولوجية).

إن شكل وظاهر العناصر الحتائية يتغير حسب شدة ومرة التأثيرات الجيولوجية التي خضعت لها هذه الحبات، وبالتالي فالشكل النهائي لهذه العناصر يعبر عن طبيعة عوامل الحث والنقل التي أدت إلى تشكيلها.

① دراسة إحصائية للمظهر الخارجي لحبات المرء.

تقترن هذه الدراسة على حبات المرء نظرا لمقاومتها لعملية الحث والنقل بالمقارنة مع العناصر الأخرى. وتنطلب هذه الدراسة القيام بفحص لحبات المرء لعينة من الرمل بواسطة المكير الزوجي.

أ - الملاحظة بالمكير الزوجي. الوثيقة 7

الوثيقة 7: المظهر الخارجي لحبات المرء.

ممكن فحص حبات المرء لعينة من الرمل بواسطة المكير الزوجي، من إنجاز صور الوثيقة. لاحظ أنواع حبات المرء المتواجدة في الرمل وصف شكلها ومظهرها ثم أجز رسميا تخطيطيا لكل نوع من هذه الأنواع.



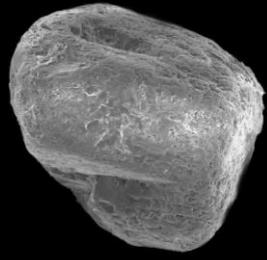
حبات مستديرة غير لامعة Grains rond mat	حبات مدمملة براقة G.emoussés luisants	حبات غير محزة Grains non usés
نصف شفافة ومتقبة ذات شكل بيضاوي	شفافة ذات زوايا غير حادة	شفافة ذات محيط مزوى
تنتج عن اصطدامات أثناء النقل في وسط هوائي مثل: الرمل الريحي	تنتج عن حث مستمر وطويل في مياه الأنهار أو الشواطئ. مثل الرمل النهري أو الشاطئي	نجد هذا النمط في الرمل الحديث التشكل غير المنقول أو المحمول عبر مسافات قصيرة: مثل الرمل الكرانيتي

ملحوظة: بعض الحبات تتعرض لأنواع مختلفة من النقل فتعطي حبات مستديرة لامعة (RM) تنتج عن حبات (RL) تعرض للحث بواسطة الماء. وحبات مدمملة غير لامعة (EM) تنتج عن نقل بواسطة المياه ثم الرياح.

استنتاج: تمكنا الدراسة المورفوسكوبية Etude morphoscopique لحبات المرء من استكشاف عامل النقل ومدة النقل وبالتالي تحديد وسط الترب.

أ - الملاحظة بالمكير الإلكتروني. الوثيقة 8

الوثيقة 8: ملاحظة حبات المرو بالمجهر الإلكتروني الكاسح :



مكنت ملاحظة حبات المرو لعينات من الرمل الفوسفاطي لأولاد عبدون بواسطة المجهر الإلكتروني الكاسح من معاينة الآثار التي تعاقبت على سطح هذه الحبات.

انطلاقا من المعطيات الواردة في هذه الوثيقة استرداد تاريخ حبات المرو المكونة للرمل الفوسفاطي.

يمكن المجهر الإلكتروني الكاسح من ملاحظة التأثيرات التي تعاقبت على سطح الحبات الرملية. انطلاقا من معطيات الوثيقة يمكن القول أن حبات المرو المكونة للرمل الفوسفاطي لأولاد عبدون خضعت أولا لنقل بواسطة الرياح في وسط قاري، ثم بعد ذلك خضعت لتأثير اصطدامات في وسط مائي بحري.

ب - تمثيل النتائج.

غالبا ما يحتوي الرمل على نسب مقاومة من EL، وRM، وNU. ولتحديد نوعية الرمل نعتمد على أكبر نسبة مئوية. لذلك تمثل نتائج الدراسة الإحصائية على شكل بياني دائري. (أنظر الوثيقة 9)

- ✓ إذا كانت نسبة EL أكبر من 30 % فهو رمل بحري.
- ✓ إذا كانت نسبة EL بين % 20 و 30 فهو يحتمل أن يكون رمل نهري أو بحري.
- ✓ إذا كانت نسبة EL أقل من 20 % فهو رمل نهري.

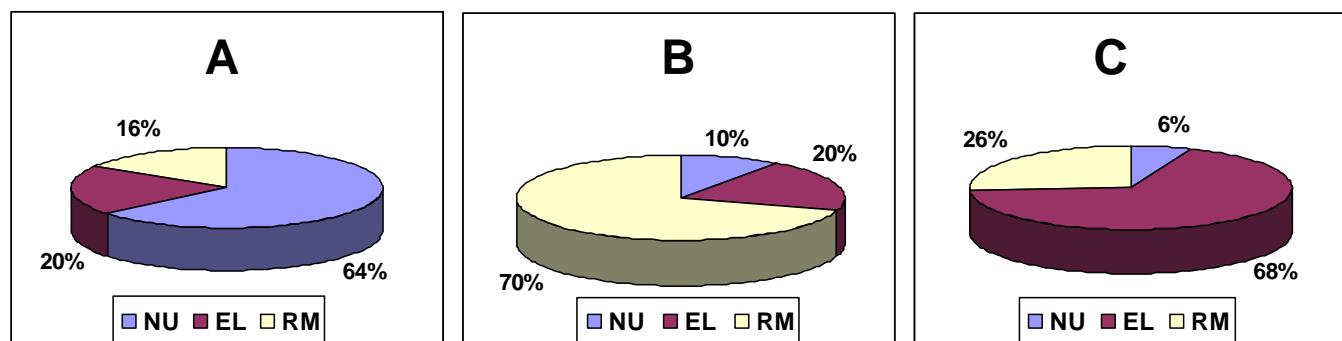
الوثيقة 9: تمثيل نتائج الدراسة الإحصائية لمظهر حبات المرو .

يبين الجدول التالي النسب المئوية لحبات المرو لثلاثة أنواع من الرمل:

الرمل			
C	B	A	حبات المرو
10 %	6 %	64 %	NU
20 %	68 %	20 %	EL
70 %	26 %	16 %	RM

مثل هذه النتائج على رسم بياني دائري، ثم حل واستنتاج.

تمثيل النتائج:



تحليل واستنتاج:

- العينة A: تحتوي على نسبة كبيرة من الحبات NU أي أنها لم تخضع لنقل طويل. وبما أن نسبة EL تساوي 20% يمكن أن نستنتج أن هذا الرمل هو رمل نهري.
- العينة B: تتكون أغلب الحبات من نوع RM مما يدل على أنها نقلت في وسط هوائي (الرياح) ولمسافة طويلة جدا ومنه فهو رمل صحراوي.
- العينة C: تتكون أغلب الحبات من نوع EL مما يدل على أنها نقلت في وسط مائي، ولمسافة طويلة، وبالتالي يمكن أن نستنتج أن هذا الرمل شاطئي.

يمكن فحص المظاهر الخارجية لحبات المرو من تحديد العامل المسؤول عن نقل وتحث العناصر الرسوبيّة وبالتالي وضع فرضيات حول وسط الترسب.

III - دراسة الأشكال الرسوبيّة. *Les figures sédimentaires*

الأشكال الرسوبيّة هي تمواضع هندسي لعناصر راسب معين. وتتنوع مع تنوع القوى المسؤولّة عن تشكّلها، لذا تعدّ هذه الأشكال الرسوبيّة مؤشراً عن دينامية الترسب.

فكيف إذن تمكن دراسة الأشكال الرسوبيّة القديمة من استرداد دينامية القوى المسؤولّة عن تكوينها؟

① العلاقة بين الأشكال الرسوبيّة و سبب تكوينها.

أ - أشكال شاهدة على تيارات مائية أو هوائية.

تعطي الوثيقة 10 صوراً لأشكال رسوبيّة، ورسوم تخطيطية تفسيرية لبعض هذه الأشكال. حل هذه الصور واستنتج ظروف الترسب.

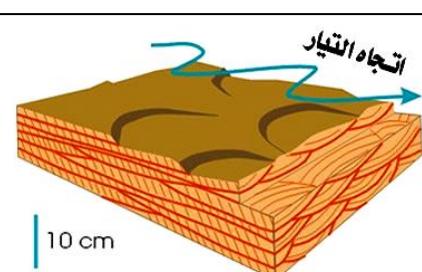
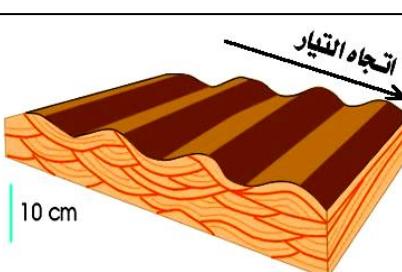
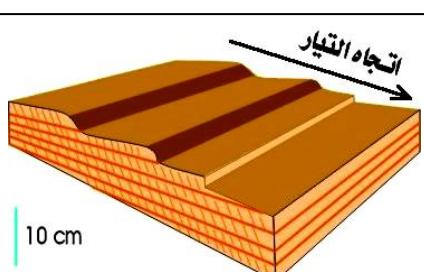
الوثيقة 10: الأشكال الرسوبيّة.



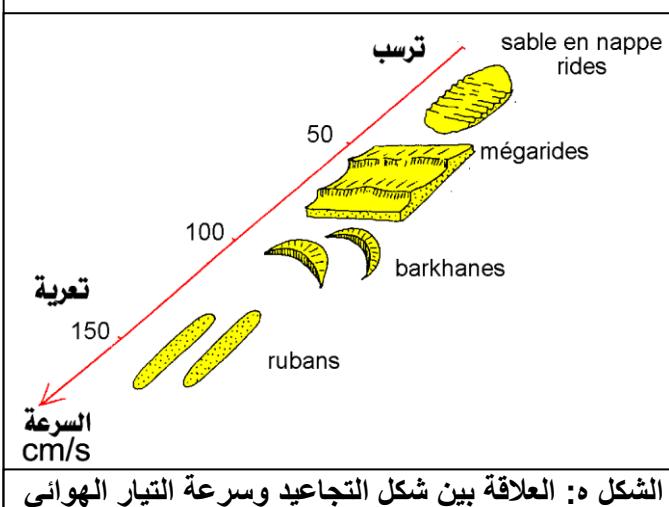
الشكل ب: تجعدات في عينة من حجر رملي (-200Ma)



الشكل أ: تجعدات نتيجة تيارات في شاطئ حالي



الشكل ج: رسم تخطيطي يبيّن العلاقة بين شكل التجاعيد وسرعة التيار أفقياً



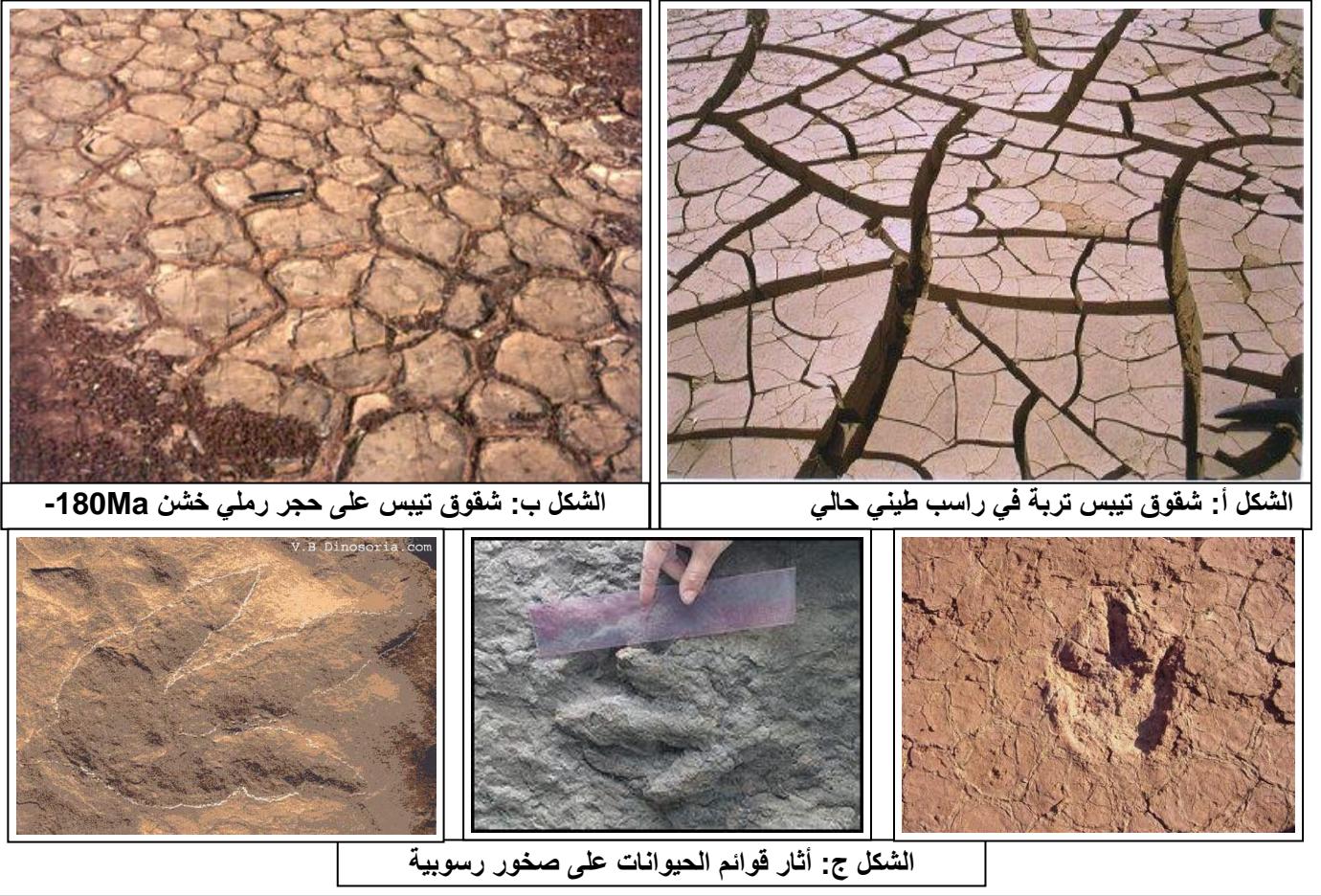
تظهر الأشكال الرسوبيّة على شكل تجعدات تعبّر عن دينامية موائع وسط التربّ. تيارات ضعيفّة (شاطئيّ) تكون على شكل تجعدات ذات ارتفاع ضعيف (بعض سنتيمترات) متوازية فيما بينها ومتعاوّنة مع اتجاه التيار وتمكّن دراسة خصائصها من معرفة سرعة ومنحى وعمق التيار المائي. التيارات القويّة (فيضان نهري) تكون على شكل تجعدات ذات ارتفاع متوسّط وغير منتظمة ومتقطّعة وتتّخذ اتجاهها موازياً للتيار.

الأشكال الرسوبيّة الناتجة عن التيارات الهوائيّة، تكون على شكل كتل رمليّة غير منتظمة ذات شكل هلالي تسمى كثبان رمليّة، ويُشير وجهها المقرّع إلى منحى التيار.

ب - بصمات على سطح الرواسب.

إنّ البصمات على سطح الرواسب الحاليّة أو القديمة، تعتبر من الأشكال الرسوبيّة التي تعبّر عن ظروف التربّ. (أنظر الوثيقة 11)

الوثيقة 11: بصمات على سطح الرواسب



الشكل ب: شقوق تبيس على حجر رملي خشن -180Ma

الشكل أ: شقوق تبيس تربة في راسب طيني حالي



الشكل ج: آثار قوائم الحيوانات على صخور رسوبيّة

يُدلّ وجود آثار للنبيس على تربة معينة على إن الوسط كان مائياً (فيضان سهلي، شاطئي، لاغون،...) وبعد تراجع الماء تعرّضت الرواسب للتّبخر.

من جهة أخرى تتحقّق الرواسب المشبعة بالماء بنشاط بعض الكائنات الحية كآثار على سطح الرواسب وتساهم بذلك في معرفة الظروف البيئيّة التي تكون فيها الراسب. مثلاً وجود الأمونيت يُدلّ على وسط بحري، وجود آثار للديناصور يُدلّ على عمق ضعيف بعد تراجع البحر...

② خلاصة.

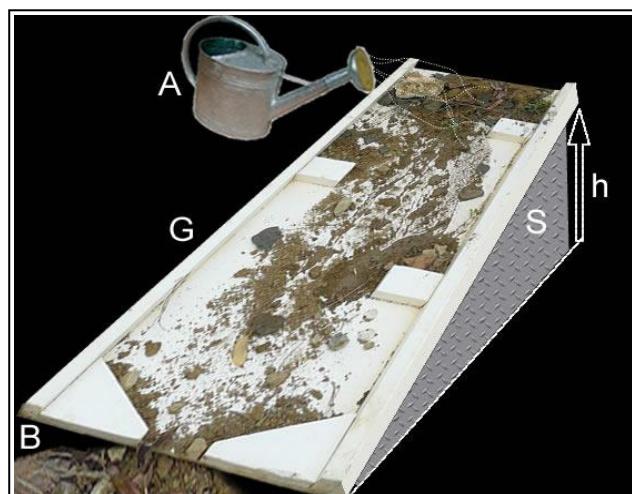
الأشكال الرسوبيّة هي عناصر هندسيّة تكون على سطح الطبقات الرسوبيّة، أو بداخلها. تنتّج عن دينامية موائع التربّ، أو نشاط الكائنات الحية التي تعيش في هذا الوسط، أو ظروف التربّ.

تمكّن هذه الأشكال من تحديد ديناميّة هذه المواقع، وعمقها، والحدود العليا والدنيا للطبقات الرسوبيّة التي تتضمّنها.

٧ - دينامية وعوامل نقل الرواسب. (أنظر الوثيقة 12)

① العلاقة بين التيار وأصناف مكونات الرواسب.

أ - مناولة. (أنظر الوثيقة 12)



الوثيقة 12:

نضع في الجزء الأعلى من مزراب (G) خليطاً من 500 g رمل و 500 g جراول و 500 g حصى. نصب على هذه العناصر كمية من الماء بواسطة مرشة (A). ويستقبل حوض (B) موضوع تحت الطرف السفلي للمزراب العناصر التي نقلها الماء. ويلخص الجدول نتائج مناولتين أجريتا في نفس المدة الزمنية مع استعمال دعامة (S) علوها h على التوالي 30 cm و 50 cm .

اعتماداً على نتائج هذه المناولة حدد العلاقة بين العلو h للدعامة S وسرعة التيار في المزراب، سرعة التيار وكمية المواد المنقولة، سرعة التيار وقد العناصر المنقولة. اربط بين النموذج التجريبي وانحدار مجرى الوادي في الطبيعة.

$h = 50\text{ cm}$	$h = 30\text{ cm}$	
484	344	رمل
185	28	جراول
46	0	حصى
705	372	المجموع

ب - تحليل واستنتاج.

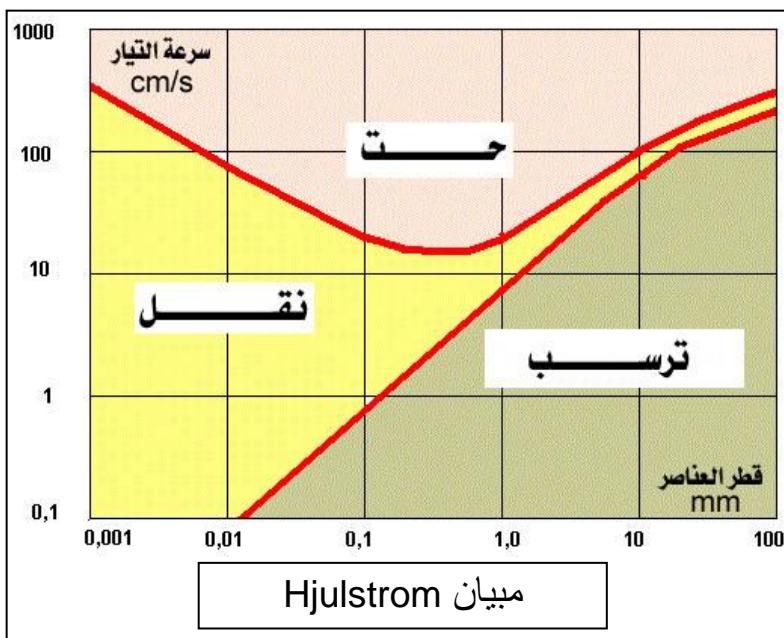
انطلاقاً من النموذج التجريبي يمكن القول أنه كلما زادت قيمة العلو h للدعامة S ، إلا وزادت سرعة التيار المائي في المزراب.

انطلاقاً من جدول نتائج المناولتين يمكن أن نستنتج ما يلي.

- ✓ كلما زادت سرعة التيار إلا وزادت كمية المواد المنقولة.
- ✓ كلما زادت سرعة التيار إلا وزاد قد العناصر المنقولة.

نستخلص إذن أن نقل العناصر الرسوبيّة هو محصلة قوتين: قوة التيار المائي المرتبطة بسرعة ونسبة انحدار مجراه، وقوة ثقل العناصر المنقولة (الجاذبية)، الشيء الذي ينطبق كذلك على انحدار مجرى الوادي في الطبيعة.

ج - العلاقة بين سرعة التيار وقد العناصر الرسوبيّة. (أنظر الوثيقة 13)



الوثيقة 13: العلاقة بين قد العناصر الرسوبيّة وسرعة التيار

توصّل Hjulstrom إلى إبراز العلاقة بين تغيير سرعة تيار مائي وتأثيراته على عناصر حاتاتية مختلفة القد. ويمثل المبيان المحصل عليه عدة مجالات تناسب ظروف الحت والنقل والترسب.

- (1) من خلال تحليل مبيان Hjulstrom حدد بالنسبة لجزيئات ذات قطر 0.1 mm السرعة الدنيا والسرعة القصوى لتيار مائي - يمكن من حت ونقل هذه الجزيئات.
- يمكن من نقلها فقط وترسيبها.

- (2) حدد تأثير تيار مائي ذو سرعة 100 cm/s على العناصر الرسوبيّة.

تحدد هذه الوثيقة مجالات الحث والنقل والترسب، وذلك حسب سرعة المجرى المائي وقد الجزيئات.
(1) بالنسبة لجزيئات ذات قطر 0.1mm فإنها تحت وتنقل بواسطة تيار سرعته أكبر من حوالي 10cm/s ويستمر نقلها طالما كانت السرعة أكبر من حوالي 1cm/s ، ثم تترسب عندما تصبح السرعة أقل.

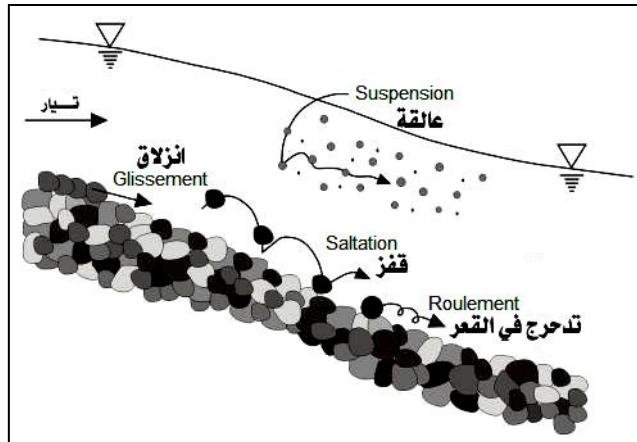
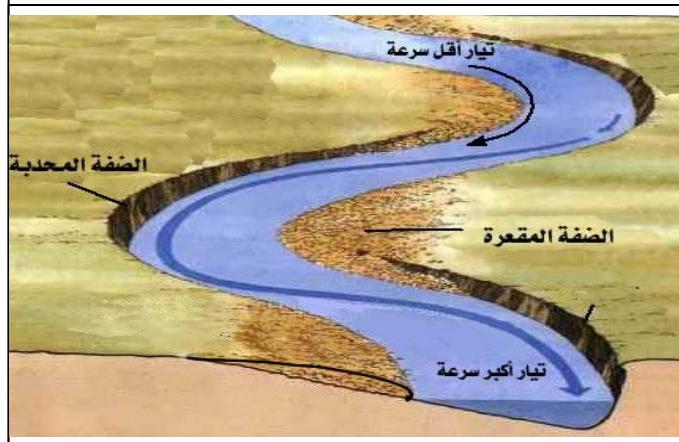
(2) يستطيع تيار ذو سرعة 100cm/s من نقل عناصر رسوبية قطرها أصغر من 0.02mm ، ويحيط وينقل العناصر ذات قطر ما بين 0.02 و 10mm ، ولا يمكنه أن ينقل عناصر أكبر حيث يتم ترسبها.

② كيف تنقل العناصر الرسوبية؟ (أنظر الوثيقة 14)

الوثيقة 14: أنماط نقل العناصر الرسوبية.

(1) باعتبار سرعة التيار الممثلة في الشكل أ من الوثيقة ثابتة، ما هي العلاقة البسيطة بين قد العناصر الرسوبية ونمط نقلها؟

(2) اعتماداً على العلاقة بين سرعة التيار والمكونات الثلاثة للدينامية الخارجية (الحث، النقل، الترسب). حل التباهي بين شكل الصفتين المقررة والمحدبة لمنعطف الوادي الممثل في الشكل ب من الوثيقة.



(1) إن العناصر الرسوبية لا تنقل إلا إذا وصلت قيمة سرعة التيار عتبة خاصة بكل عنصر. وبذلك نحدد ثلاثة أنماط للنقل:

- التدحرج **Roulement**: العناصر الثقيلة.
- القفز **Saltation**: نقل غير متواصل للعناصر المتوسطة.
- العلاقة **Suspension** عناصر عالقة في الماء أو الهواء.

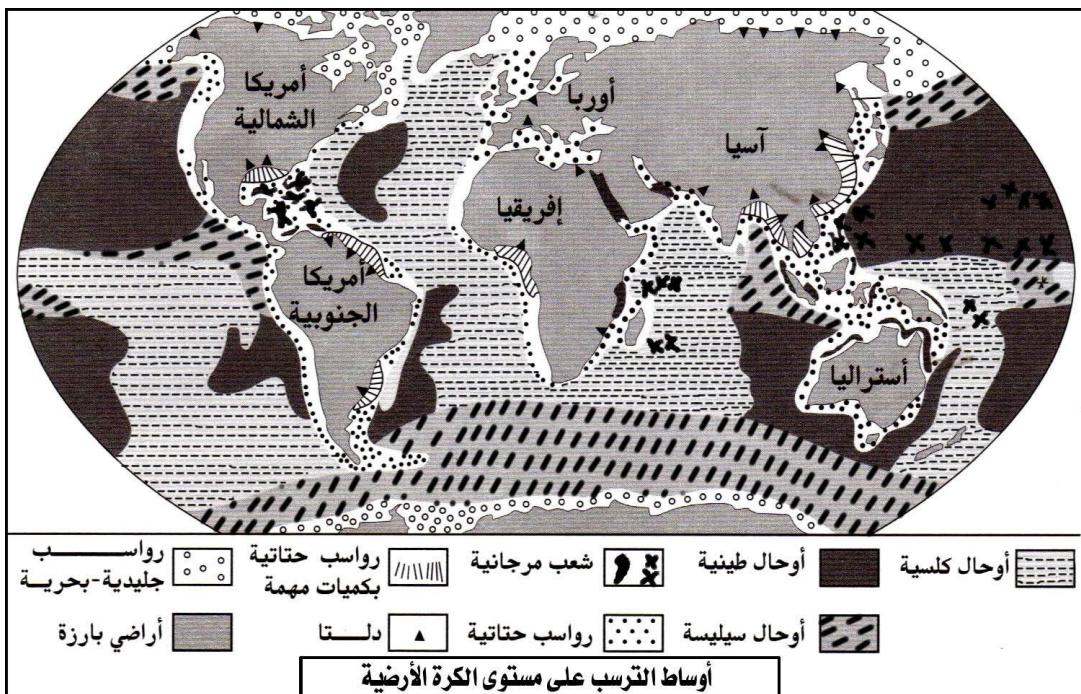
(2) انطلاقاً من هذه الوثيقة يتبيّن أن سرعة التيار تتغيّر حسب الصفتين المقررة والمحدبة لمجرى الوادي. نلاحظ أنه على مستوى الضفة المحدبة ترتفع سرعة التيار فتؤدي أساساً إلى عملية الحث. بينما على مستوى الضفة المقرفة تتحفّض سرعة التيار فنلاحظ ظاهرة الترسب. في وسط المجرى سرعة متوسطة تساهُم في عملية النقل.

② خلاصة:

تتغيّر سرعة التيار المائي حسب شكل التضاريس وصبيّب الماء. كما تتغيّر كمية وقد العناصر المنقوله حسب تغيّر سرعة التيار المائي والهوائي. وهكذا تتدخّل قوّة الجاذبية وقوّة التيار المائي أو الهوائي في تحديد قوّة الحث والنقل. إذن يمكن اعتبار قد العناصر المترسبة على طول المجرى المائي مؤشراً لقوّة التيار المائي السائد في المجرى عند ترسبها.

٦١ - ظروف التربة في أهم أوساط التربة. (انظر الوثيقة 15)

الوثيقة 15: توزيع أوساط الترسب على مستوى الكرة الأرضية.
صف توزيع الرواسب في أوساط الترسب الحالية.



تنتج الصخور الروسوبية عن ترسب مواد قديمة على سطح الكره الأرضية وفق أنماط تربوية مختلفة في أوساط قارية أو بحرية، لتعطي بذلك أنماطاً مختلفة من الصخور الروسوبية، ذات سحنات تختلف حسب الظروف السائدة خلال عملية الترسب. ويمكن تصنيف أوساط الترسب إلى ثلاثة مجالات:

- الرواسب القارية: تتموضع على اليابسة.

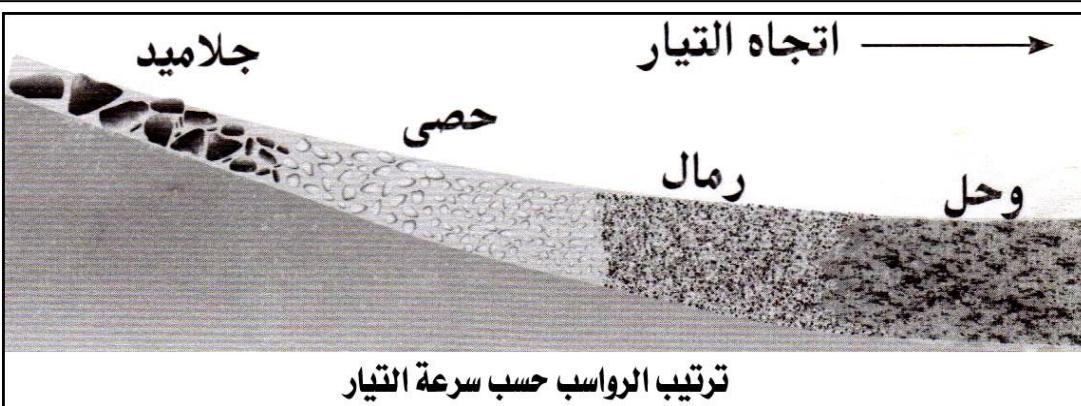
- **الرواسب البحريّة:** تتموضع بمحادث الهوامش القارية وعلى مجموع قعر المحيطات.
 - **الرواسب البينيّة:** تتموضع على مجموع الهوامش القارية.

① الرواسب القارية. / Sédiments continentaux.

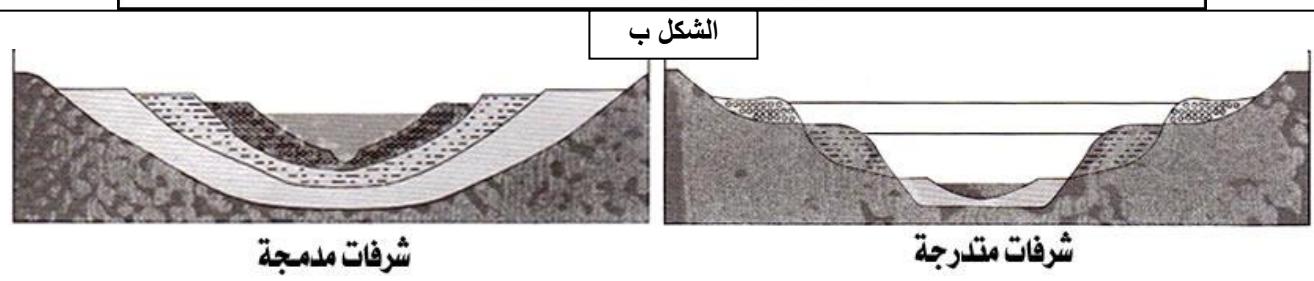
أ - الرواسب النهرية. (انظر الوثيقة 16)

أ- الرواسب النهرية. (أنظر الوثيقة 16)

الوثيقة 16: بالاعتماد على الشكل أ والشكل ب من الوثيقة، صف مظهر الرواسب في المجرى المائي



الشكل أ



الشكل ب

شرفات ملهمة

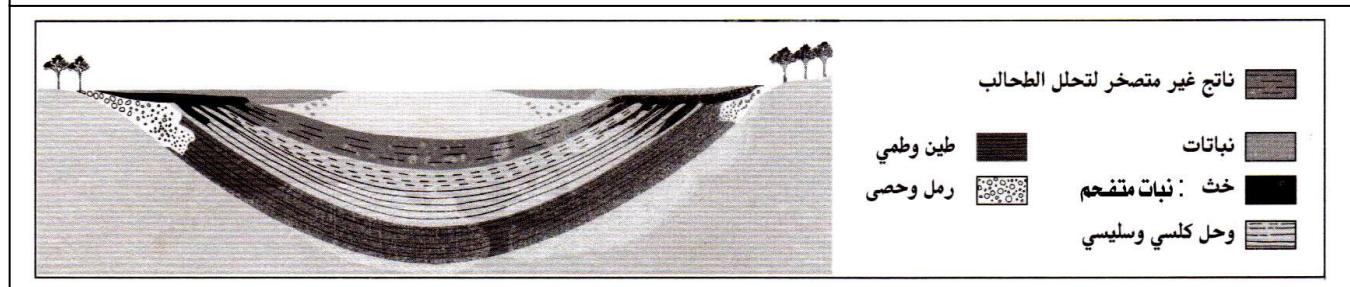
شرفات متدرجة

تتميز الرواسب النهرية بترتيب طولي (أفقي)، وتتكون من حصى، جلاميد، ورمال. وتحتوي على مرو وغير محز (NU)، ووحل.

تمثل الشرفات النهرية أحد الأشكال المميزة للرواسب النهرية، حيث يرتبط تكونها بتعاقب فترات يغلب فيها الحت على التربة لتكون شرفات متدرجة، وفترات يكون فيها التربة سائداً لتكون شرفات مدمجة.

ب - الرواسب البحيرية. (أنظر الوثيقة 17)

الوثيقة 17: صفات مظهر الرواسب في الوسط البحيري.



البحيرة وسط مائي مغلق يتغذى بالمياه العذبة (أمطار، عيون، مجاري). تكون الرواسب البحيرية عموماً طبقات مستوية ومتوازية. تتكون من رواسب كلسية من أصل كيميائي، وقد يحتوي هذا الكلس على بقايا قواعق معديات الأرجل التي تعيش في المياه العذبة وعلى أجزاء صلبة لبعض الفقريات (أسنان)، وعلى طحالب، وبقايا نباتات هوائية. يرتبط التربة في هذا الوسط بالظروف المناخية وخصائص الأحواض المغذية.

ج - الرواسب الجليدية.

تخضع هذه التربات لعامل المناخ، حيث يكون فيها الجليد العامل الأساسي للنقل والترسب. تتكون الرواسب من ركامات جليدية تتميز بتعدد العناصر المترسبة من حيث الشكل والحجم. (جلاميد كبيرة، حصى مزوى أو مخطط، رواسب دقيقة).

د - الرواسب الريحية.

تعتبر الرياح العامل المسؤول عن نقل الرواسب في هذه الحالة. وتحتاج هذه الرواسب بكثبان رملية ذات تطبقات متقطعة. أما حبات الرمل فتكون من النوع المستدير غير اللامع (RM). وتحتاج هذه الرمال بمعدل ترتيب أقل من 1.23، يعني ترتيب جيد جداً.

② الرواسب البينية.

هي مناطق مختلطة تفصل بين اليابسة و البحر (الساحل) تعرف تدافعاً بين المنطقتين تارة لصالح البحر وتارة لصالح اليابسة ورواسبها النهرية، ونذكر منها:

أ - رواسب الدلتا. (أنظر الوثيقة 18)

الوثيقة 18:

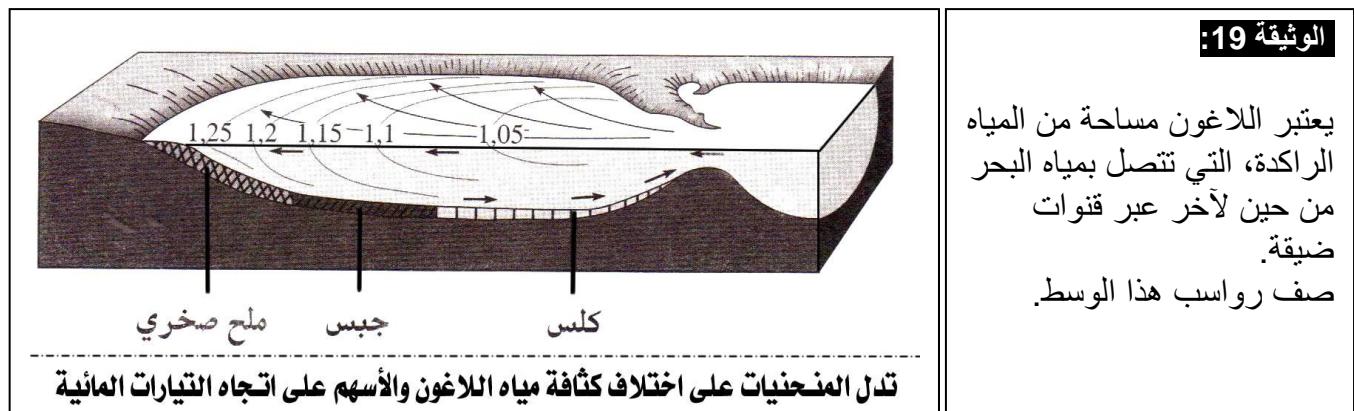
الدلتا عبارة عن تكوين مثلثي الشكل عند مصب النهر. صفات رواسب هذا الوسط.



تتشكل الدلتا عند مصب النهر، حيث يلقي هذا الأخير ما يحمله من مواد عالقة نتيجة اختلاف طبيعة التيار وسرعته في هذه المنطقة مما يؤدي إلى تراكم التربسات مع الزمن.

تتأثر التربسات بهذه المنطقة بالحملة الحاتمية للمياه النهرية، قوة التيارات والأمواج البحرية. حيث تترسب في القنوات المائية لعالية الدلتا عناصر شبيهة بالترسبات النهرية، أما في سهل الدلتا فنجد عناصر دقيقة غنية بالمواد العضوية في المناخ الرطب والمبخرات في المناخ الجاف، في حين نجد رواسب متنوعة على حافة الدلتا حسب الحمولة النهرية. وتميز السافلة برواسب غنية بالمواد العضوية بها آثار لنشاط الكائنات الحية.

ب - الرواسب اللاagonية. (أنظر الوثيقة 19)

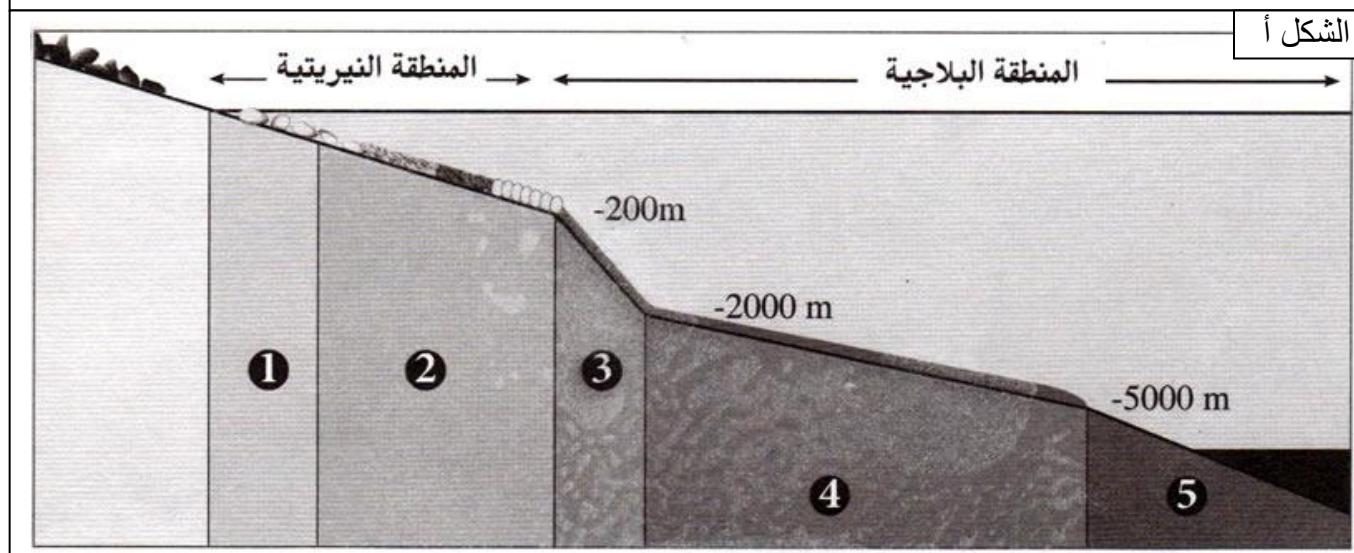
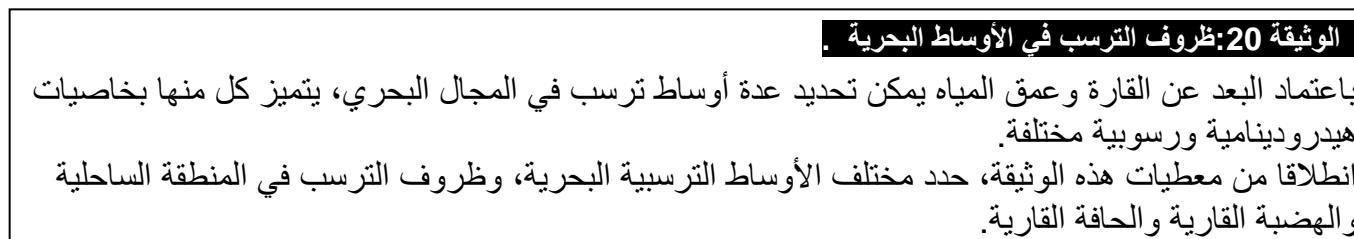


بما أن الлагون هو عبارة عن مساحة من المياه الرائدة ، فإن ذلك يؤدي إلى تعرضها لعملية التبخر. وبما أن كمية المياه المتتبخر أكبر من كمية المياه المغذية للايون، ينتج عن هذا الفرق رواسب كربوناتية ومبخرات Evaporites كالملح والجبس.

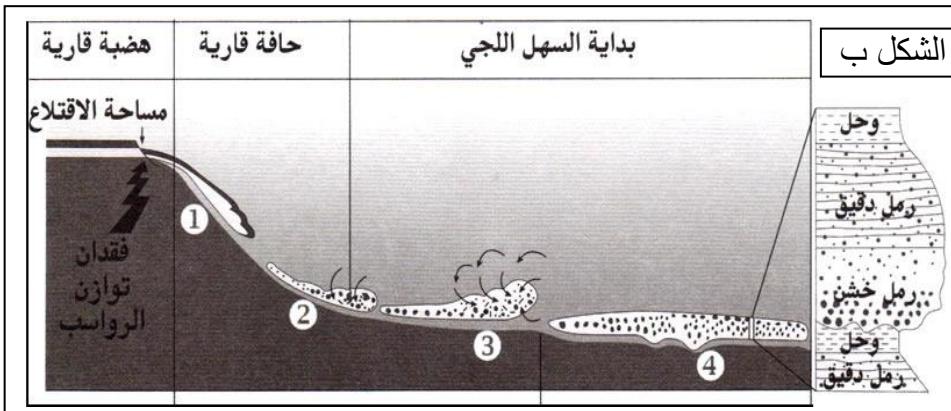
ب - رواسب شاطئية.

تتميز بتراكم رواسب حاتمية رملية غنية بالعناصر الكلسية الناتجة عن تفتت الواقع، وتتأثر بعده عوامل أهمها طبيعة وحجم المواد الرسوبيّة، حركات الأمواج، المد والجزر وقوة الرياح التي تهب من جهة البحر.

③ الرواسب البحرية. (أنظر الوثيقة 20)



تحمل الأنهر إلى البحار والمحيطات مواد مختلفة اقتلعتها المياه من القارات بفعل الحت. وتنقل هذه المواد على شكل جزيئات حاتية أو محلولات لتشكل الرواسب البحرية. ويمكن تقسيم أواسط ترب المجال البحري إلى عدة مناطق باعتبار عدة عوامل أهمها عمق المياه (أنظر الجدول وثيقة 21)

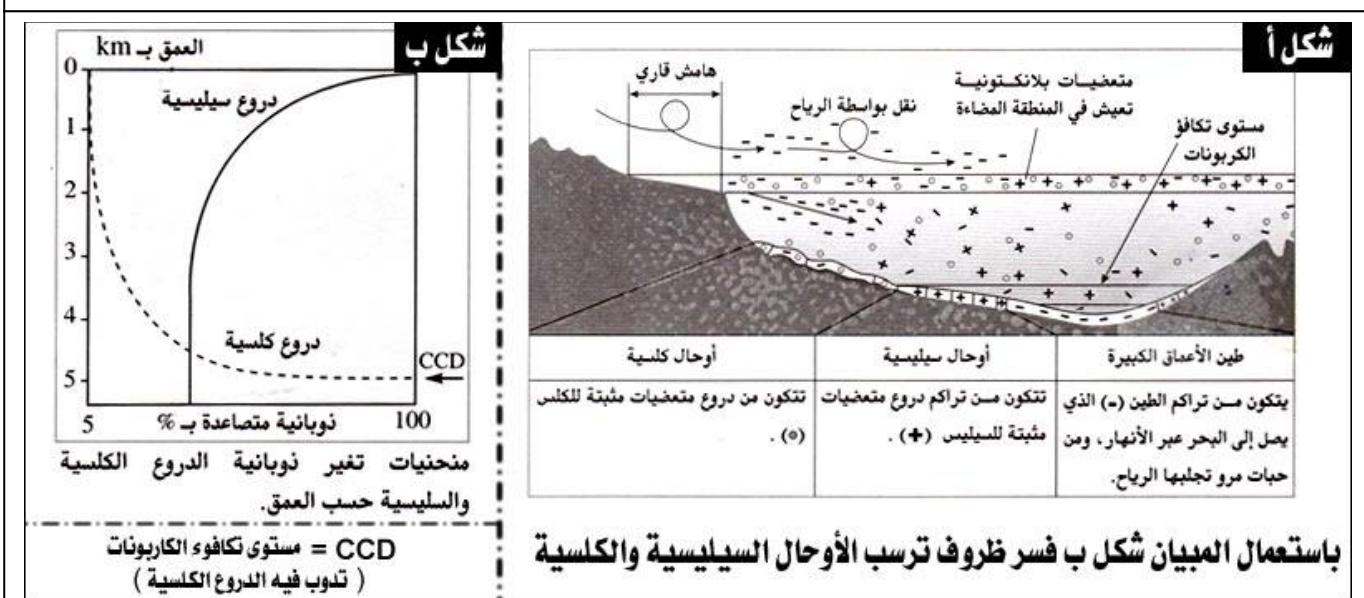


الوثيقة 21: التربات وظروف الترب في مختلف الأوساط البحرية .

الأنماق الكبيرة	الحافة البحري والسهل البحري	الهضبة البحري	المنطقة الساحلية
من 2500 إلى 6000 متر.	من 200 إلى 5000 متر تقريبا. الحافة البحري تميّز بانحدار قوي.	من المنطقة الساحلية إلى بداية الحافة البحري. تمتد من 10 إلى 200 متر، انحدار ضعيف	منطقة التقاط المجال البحري، تمتد إلى 10 متر.
- طين به مستحثات بلاحية مجهرية. - أوحال كلسية وسيليسيّة. - طين أحمر في الأعمق الكبيرة.	جزيئات دقيقة منها أوحال زرقاء على السهل البحري، وأوحال كلسية وسيليسيّة وطين.	- رواسب حاتية، أوحال، ورمال. - رواسب كربوناتية ناتجة عن نشاط الكائنات الحية اللاحية. - رواسب ناتجة عن كائنات تعيش في الفرع. شعب مرجانية في المناطق المدارية.	- رواسب حاتية، رمال وأوحال - رواسب كربوناتية أو ملحية
- ضعف النشاط الإحيائي. - التيارات العكارة القادمة من الهضبة والحافة القاريتين. - ظاهرة الصفق الطبيعي التي تخضع لها الجزيئات الدقيقة العالقة.	- ضعف قوة التيارات - انزلاق الرواسب شديدة الميلوعة نتيجة الانحدار القوي للحافة البحري. - نشاط الكائنات الحية.	- التيارات الساحلية والمحيطية. نشاط الكائنات الحية.	- المناخ. - تداخل التيارات النهرية والبحرية، والتيرات الناتجة عن الأمواج، وحركتي المد والجزر.

الوثيقة 22: ظروف الترب في السهل البحري والأعمق الكبيرة .

انطلاقاً من معطيات هذه الوثيقة، فسر ظروف الترب في كل من السهل البحري والأعمق الكبيرة.



باستعمال المبيان شكل ب فسر ظروف ترب الأوحال السيليسيّة والكلسيّة

تحكم في الترب على مستوى الأوساط البحرية ثلاثة عوامل أساسية هي :

ـ قد الرواسب الحتاتية :

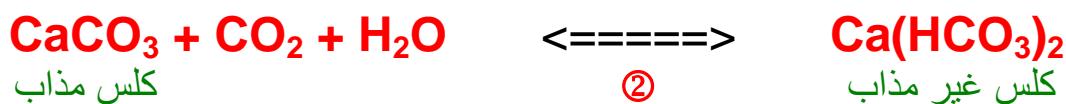
الرواسب الأكبر قدًا (جراول، حصى، رمل) تتوزع بين الشاطئ والهضبة القارية (المنطقة النيريتية)، أما العناصر الدقيقة (أوحال سيليسية كربوناتية وطينية) فتوacial نقلها لترسب في السهول اللجية (المنطقة البلاجية) أما في الأعمق الكبيرة فلا نجد سوى الطين الأحمر والغبار الجوي، من جهة أخرى يؤدي الإنحدار القوي للحافة القارية إلى انزلاق الرواسب الشديدة الميوعة في اتجاه السهل الجي.

ـ أنشطة الكائنات الحية:

في حالة قلة الرواسب الآتية من القارة ومع توفر ظروف معينة (مياه صافية، دافئة ومالحة، ضوء، أكسجين، مواد اقتصادية،...) تنشط مجموعة من الكائنات الحية فتقوم بإنتاج صخور كلسية انطلاقاً من كربونات الكالسيوم الذائب كالشعب المرجانية (مجوفات المعي، حزازيات حيوانية)، قواع (بلغ البحر - رأسيات الأرجل).

ـ عمق المياه:

يصل الكلس إلى البحر على شكل مذاب $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ، ويمكن تفسير ترسب أو ذوبان الكلس حسب التفاعل التالي:



ففي وسط يقل فيه CO_2 يتجه التفاعل في الاتجاه 2 فيترسب الكلس.
وفي وسط ترتفع فيه نسبة CO_2 يتجه التفاعل في الاتجاه 1، فيذوب الكلس (كلس كيميائي).

لا يمكن للكائنات أن تستفيد من CaCO_3 الذائب حيث ما كانت في البحر لأن هناك منطقة توجد على عمق 4000m إلى 5000m تسمى عمق تعويض الكربونات CCD يتعرض فيها للذوبان (نتيجة تغير الضغط والحرارة) وبالتالي لا نجد أسفل هذه المنطقة سوى رواسب طينية أو سيليسية أو سيليسية (غياب الواقع الكلسي).

VII - ظروف الترسب في وسط قديم (حوض الفوسفات).

يعتبر الفوسفات أهم المعادن المتوفرة في المغرب، (يختزن 3/4 الاحتياطي العالمي) ويستعمل في مجالات صناعية مختلفة (صناعات غذائية، صيدلية، مساحيق الغسيل، فلاحية،...). ويعتبر الفوسفات صخرة رسوبية نشأت في وسط قديم يتميز بظروف خاصة.

- هي خصائص وظروف ترسب الفوسفات؟
- كيف يمكن استرداد الجغرافية القديمة لهذه الأحواض؟

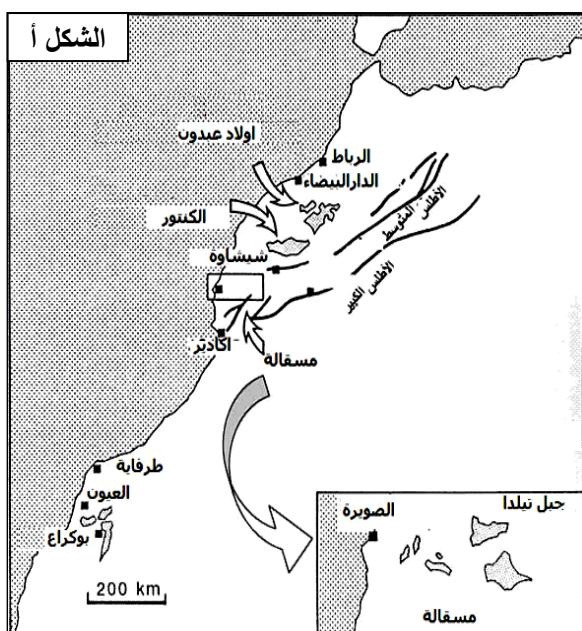
① طبيعة ومكونات الصخور الفوسفاتية بالمغرب.

أ - ملاحظات. (أنظر الوثيقة 23)

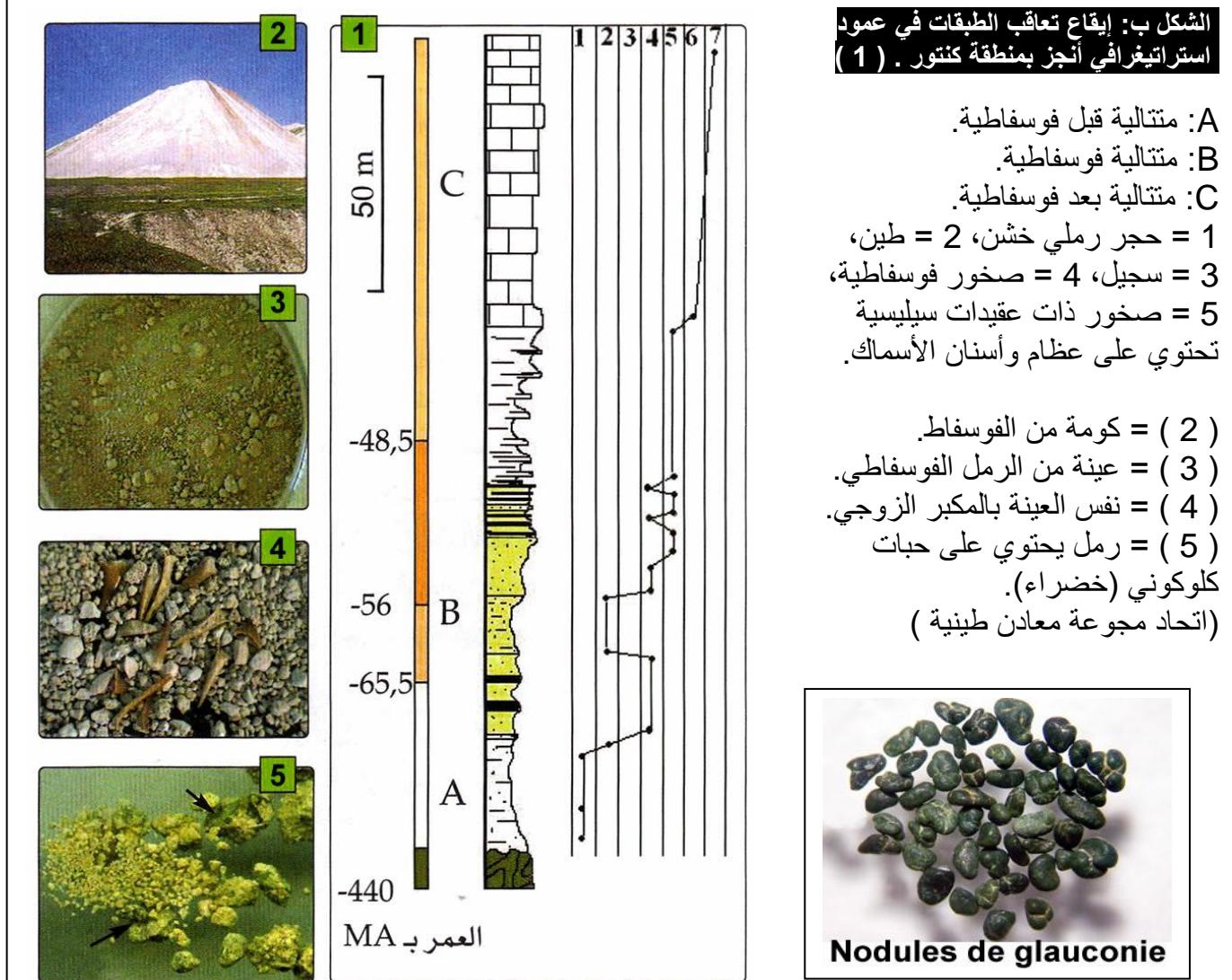
الوثيقة 23: أهم خصائص الطبقات الفوسفاتية بالمغرب.

يعطي الشكل أ من الوثيقة التوزيع الجغرافي لأهم المناجم الفوسفاتية في المغرب.

- 1) انطلاقاً من الوثيقة ذكر مناجم الفوسفات في المغرب.
- 2) من خلال الشكل ب من الوثيقة، استخرج الخصائص السحرية للطبقات الفوسفاتية.
- 3) اعتماداً على معطيات الشكل ج من الوثيقة، بين أهمية الكائنات الحية في تكون الرواسب الفوسفاتية.
- 4) ماذا تستنتج بخصوص الظروف التي تشكلت فيها الصخور الفوسفاتية؟

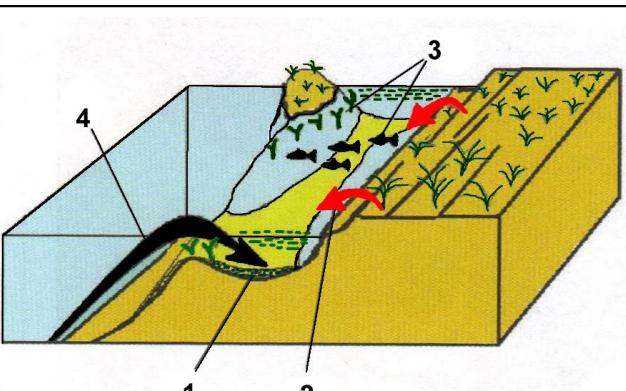


الشكل ب: إيقاع تعاقب الطبقات في عمود استراتيغرافي أنجز بمنطقة كنتور . (1)



الشكل ج: يوجد الفوسفات P_2O_5 بكميات جد ضئيلة (0.1 %) في أغلب الصخور الروسية. لا يمكن للفوسفات أن يتربس مباشرة انتلاقا من مياه البحر بالنظر إلى تركيزه الضعيف (0.1 ppm) ، لهذا وجب تدخل الكائنات الحية أثناء تشكيل التربسات الفوسفاتية. ويتطلب هذا الترسيب ظروفًا استثنائية (تشبه ظروف تكون الكلوكوني):

- ✓ من حيث الموقع بالنسبة لخطوط العرض: ما بين 0 و 40° أي مناخ مداري ومياه ساخنة.
- ✓ بالنسبة لعمق التربس: المنطقة البحرية الموجودة بين الحافة القارية والهضبة القارية (1).
- ✓ ضعف الحمولة الحاتمية القادمة من المناطق البارزة (2).
- ✓ نشاط بيولوجي مكثف (بلنكتون وحيوانات فقرية ولافقرية) (3). وهذا النشاط مرتبط بتصعود المياه العميقة الباردة (4)، الغنية بالفسفور والازوت. تراكم بقايا هذه الكائنات الحية الغنية بالفسفور بعد موتها أو يذاب الفسفور الذي تحتوي عليه هيكلها، ويركز في الصخور على شكل رواسب فوسفاتية.



الشكل ج: ظروف تكون الرواسب الفوسفاتية

خصائص روسية	استخلاصات
حاتمي دقيق	قرب المناطق البارزة مع تضاريس شبه مسطحة
فوسفات	عمق ضعيف (30 إلى 300 م)
الكلوكوني	مياه دافئة وغنية بالأوكسجين.
ايقاعية	تغيرات دورية للعمق
فقريات	مياه ساخنة، مناخ مداري
الفلورة	مناخ مداري أو استوائي

ب - تحليل واستنتاج.

- 1) مناجم الفوسفات الموجودة في المغرب هي: أولاد عبدون (خربكة وسيدي حاجج)، الكنتور (اليوسفية وابن جرير)، مسقالة (شيشاوة)، وبوكراع (العيون).
- 2) يتميز التربت الفوسفاطي بإيقاع منتظم، حيث يلاحظ تواجد طبقات كلاسية وسجعية بين طبقات فوسفاطية. كما تتميز السحنة الفوسفاطية بوفرة المستحثات الفقرية (أسماك وزواحف)، ووجود بعض المستحثات اللاقرية. يوجد الفوسفات في المغرب على ثلاثة حالات:
- ✓ الرمل الفوسفاطي: النوع الأكثر انتشارا. يكون على شكل رمل دقيق، متماسك بعض الشيء وكثير الرطوبة.
 - ✓ الجير الفوسفاطي (الكلس الفوسفاطي): يوجد في جميع المناجم المغربية على شكل مصطبات (banc) منتظمة ومتمسكة.
 - ✓ الصوان الفوسفاطي (silex): يتميز بألوان مختلفة حسب سمنت الأبال (opale). ونسبة الفوسفات بهذا النوع ضئيلة جدا.
- 3) إن الفوسفات P_2O_5 يتواجد بكميات جد ضئيلة (0.1 %) في أغلب الصخور الرسوبية. لا يمكن للفوسفات أن يتربس مباشرة انتلاقا من مياه البحر بالنظر إلى تركيزه الضعيف (0.1 ppm)، لهذا وجب تدخل الكائنات الحية أشلاء تشكل التربات الفوسفاطية.
- 4) من خلال معطيات الوثائق السابقة يمكن التوصل إلى ما يلي:
- ✓ كون الطبقات الصخرية تحتوي على مستحثات بحرية يدفع إلى الاعتقاد أن هذه الصخور تكونت في وسط بحري.
 - ✓ كون أغلبية هذه المستحثات عبارة عن أسنان وبقايا عظام القرش، يدفع إلى افتراض تكون هذه الصخور في وسط غير عميق وساخن، مرتبط بـ ماء بحري (صعود مياه غنية بالفسفور).
 - ✓ ضعف سماك السلسلة الفوسفاطية يمكن تفسيره بكون المنطقة خضعت لحركات الأمواج، الشيء الذي جعل التربت يحدث بإيقاع غير مستمر.

② خلاصة.

- لا يمكن للفوسفات أن يتربس مباشرة في مياه البحر، فالكائنات الحية تلعب دورا هاما في تثبيت مادة الفسفور. ويطلب تكون الفوسفات ظروفا ايكولوجية وجغرافية خاصة.
- فما هي ظروف تثبيت الجذر (PO4) في الرواسب؟
- حسب العالم KAZAKOV (1937) فإن الفوسفور P الناتج عن ذوبان الابتیت في ماء البحر يستغل من طرف بعض الكائنات الحية البحرية الدقيقة (البلانكتون) والفقريات في تغذيتها وبعد موتها تقوم البكتيريات بتفكيك أجسادها في الأعماق مما يحرر P وCO2، تتفاعل المادتين لتكوين جذر الفوسفات PO_4 لكن هذا التفاعل يتطلب عاملين اساسيين:
- ✓ عمق ضعيف أي صعود المياه العميقة العذبة - CO_2 و P نحو السطح.
 - ✓ انخفاض CO_2 في الماء وهذا يتطلب ارتفاع حرارة الماء أي توفر مياه بحرية ساخنة (مناخ مداري إلى معتدل). يستوجب توفر هذين الشرطين المتضادين (مياه عميقة و بحر قليل العمق و دافئ)، وجود تيارات تسمى upwelling وذلك على حدود الهضبة القارية، التي تعمل على صعود المياه العميقة نحو السطح، وبعد تكون PO_4 يتفاعل مع Ca فيترسب في الصخور الرسوبيّة.

VIII - انجاز خريطة الجغرافية القديمة لحوض الفوسفات.

تتميز الصخور الرسوبيّة بسحنات صخرية Facies pétrographiques وسحنات أحفورية تجعلها تمثل أرشيف الجغرافية القديمة للأرض.

كيف إذن نستثمر مميزات السحنات الفوسفاطية في بناء خريطة الجغرافية القديمة لهذه الأوساط؟

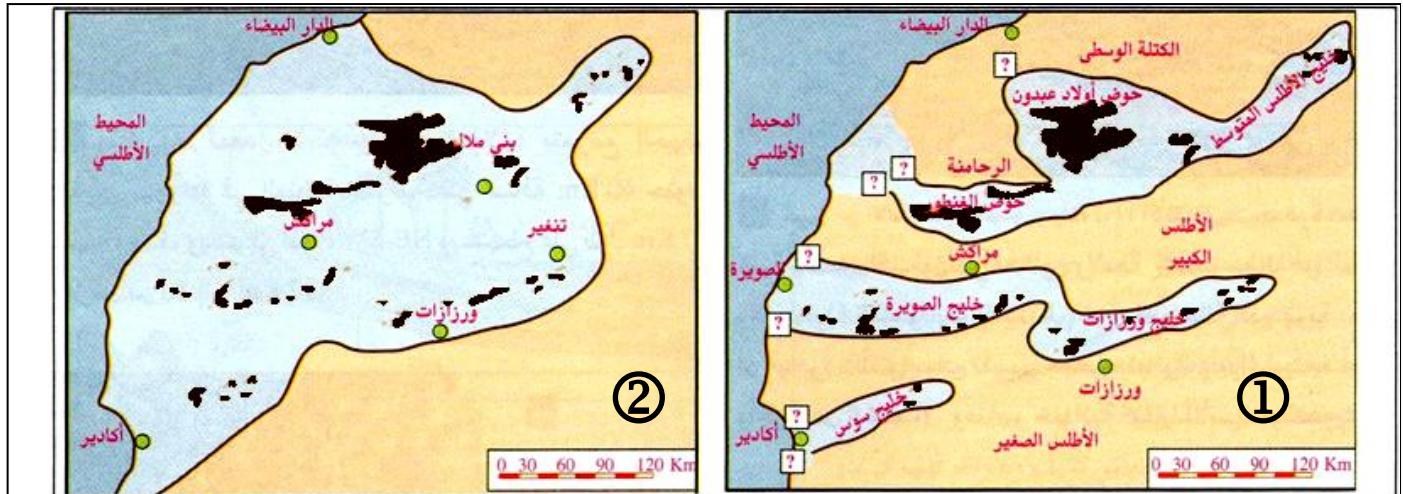
① **توزيع الاستسطاحات الفوسفاطية في المناطق الشمالية للمغرب.** (انظر الوثيقة 22)

تتوزع استسطاحات الصخور الفوسفاطية بمناطق مختلفة من شمال المغرب. ومن أهم المناطق تميز هضبة الفوسفات، والكنتور والتي تدعى بالحوض الشمالي.

هذه الأحواض بدأ ترسبها منذ ما يقارب 65 Ma، وتتوسطت فوق رواسب بحرية أكثر اتساعاً من أحواض الفسفاط حيث تصل إلى أماكن جبلية (جبل الأطلس). كما أن هذه الرواسب قبل الفسفاطية والتي بدأ ترسبها منذ حوالي 250 Ma توضع بدورها فوق دعامة صخرية أساسية ترجع إلى الحقب الأول والتي بقيت بعض أجزائها بارزة في شكل استسطاحات الهضبة الوسطى، الرحامنة، جيجلات... فكيف كان المغرب لحظة ترسب الفوسفات؟

② خريطة الجغرافيا القديمة لحوض الفوسفات

من خلال مقارنة جغرافية المغرب الحالي بالظروف الروسوبية والبيئية لتكون الفوسفات يتبين أن خط الساحل كان يوجد شرق الخط الساحلي الحالي حيث يبعد عنه بعده كيلومترات. هناك اتجاهان يمكن أخذهما بعين الاعتبار لاسترجاع الجغرافيا القديمة لوسط المغرب: (أنظر الوثيقة 24)



الوثيقة 24: استرداد الجغرافيا القديمة لأحواض الفوسفات حسب (1) و (2) Trappe Boujo.

الاتجاه الأول ①: 1986 يقترح نظاماً من الخلجان قادمة من المحيط الأطلسي تفصلها أراضي بارزة من بينها الخليج الشمالي الذي ترسب فيه فوسفات أولاد عبدين.

(في بداية الحقب الثاني تكونت الطبقات قبل الفسفاطية ومع اقتراب نهاية الحقب الثاني كان البحر قد أصبح على شكل مجموعة خلجان منفتحة على المحيط الأطلسي مياهاها قليلة العمق ودافئة وتأتيها المواد الاقتباسية CO_2 ، NO_2 ... من الأعماق الباردة للمحيط بمساعدة تيارات upwelling توفرت بذلك ظروف تكون الفوسفات الذي ساهمت في ترسبه في الصخور الكائنة الحية التي تجمعت في الخلجان فادى انغلاق هذه الأخيرة من جهة المحيط إلى موتها).

الاتجاه الثاني ②: 1994 يقترح امتداد بحري واحد متصل بالمحيط الأطلسي و يمر وسط وغرب المغرب ويمكن تقسيم توزيع التربات الفسفاطية في هذه الحالة بوجود فجور منخفضة توفرت فيها شروط الترسب وأخرى مرتفعة لم تتوفر فيها.