تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

الفصل الثاني
استرداد التاريخ الجيولوجي لمنطقة رسوبية

مقدمة:
إن معرفة التسلسل الزمني للأحداث الجيولوجية مسألة جوهرية بالنسبة لعلوم الأرض. فما هي الطرائق المتبعة والوسائل المستعملة لاسترداد التاريخ الجيولوجي لمنطقة رسوبية.

I – المبادئ الاستراتيغرافية والتاريخ النسبي للتشكلات الجيولوجية.

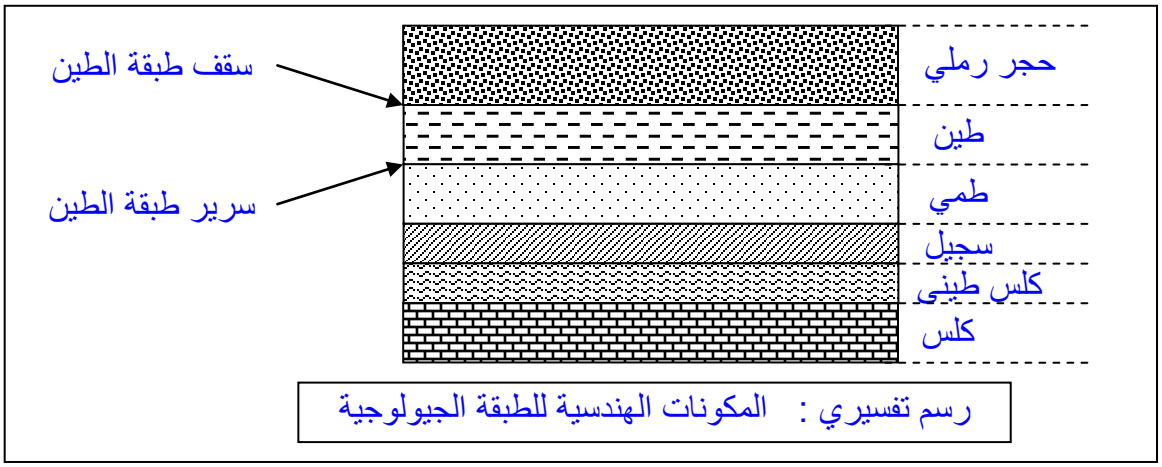
① خاصية التطبق لدى المجموعات الرسوبية. (أنظر الوثيقة 1)

تختلف الصخور الرسوبية عموما من حيث السمك (من بضع سنتمترات إلى بضع أمتار) واللون والطبيعة الصخرية، لكنها تتميز بتطبقها.
تمثل الطبقة وحدة رسوبية متواجدة بين مساحتين متوازيتين تقريبا، معبرتين عن توقف أو تغير مفاجئ في المادة الصخرية بشكل يجعل الطبقة تتميز عن الصخور المجاورة.
نسمي المساحتين المتوازيتين بسرير (mur) وسقف (toit) الطبقة، ونرمز لهما بالتطبق Stratification . S_0
S_0 (أنظر الرسم التفسيري).

الطبقات من الأقدم إلى الأحدث هي:
a ← b ← c ← d ← e ← f

الوثيقة 1: تطبق الصخور الرسوبية

بعد تعريف الطبقة الرسوبية، حدد على الوثيقة مختلف الطبقات الرسوبية، ثم رقمها من الأقدم إلى الأحدث.



رسم تفسيري : المكونات الهندسية للطبقة الجيولوجية

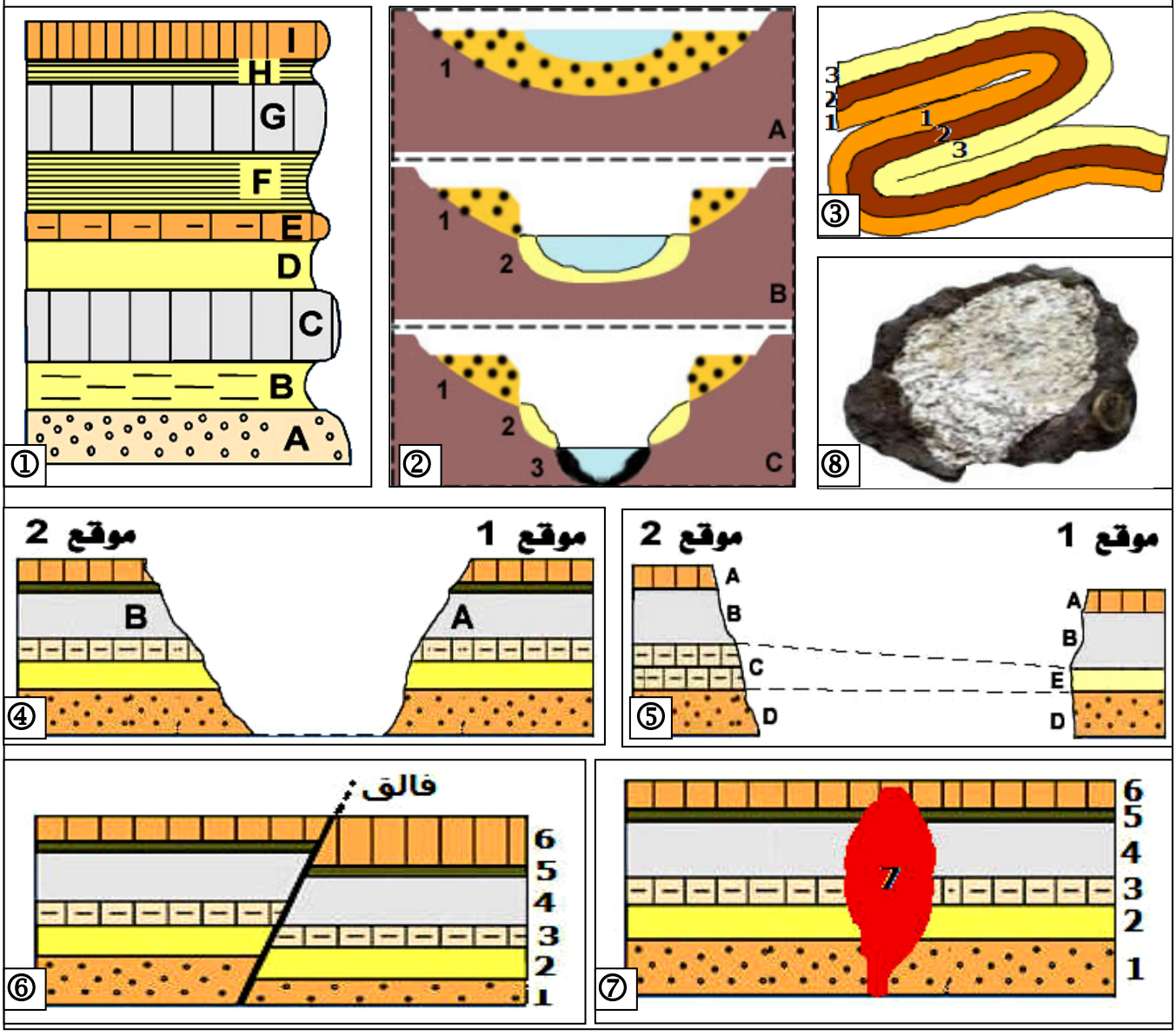
② المبادئ الاستراتيغرافية. Les principes stratigraphiques

يعتمد التأريخ النسبي للطبقات الرسوبية على مقارنة هذه الأخيرة ببعضها البعض، أو مقارنتها ببعض الأحداث التي طرأت عليها (ترسب، حث، تشوه، اندساس...) وكذلك محتواها الاستحاثي. وقد استخلصت من هذه الملاحظات والدراسات الميدانية مجموعة من المبادئ تسمى مبادئ استراتيغرافية. (أنظر الوثيقة2)

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

الوثيقة 2: المبادئ الاستراتيغرافية والتأريخ النسبي للتشكلات الجيولوجية .

1) أرخ نسبيا الطبقات I, ..., C,B,A من العمود الاستراتيغرافي ①، ثم صغ مضمون مبدأ التراكب، وبين حدود استعمالاته الجيولوجية بالاعتماد على الشكل ② والشكل ③ من الوثيقة.
2) قارن بين الطبقتين A وB في الموقعين 1 و2 المتباعدين ببضع كيلومترات (الشكل ④ من الوثيقة)، فيما تفيدك نتائج هذه المقارنة بخصوص تأريخهما النسبي؟.
3) اقترح التأريخ النسبي للعناصر الجيولوجية الممثلة في الأشكال ⑤ و⑥ و⑦ من الوثيقة.



أ – مبدأ التراكب Principe de superposition (الوثيقة2 الشكل ①)

على العمود الاستراتيغرافي ① تعتبر الطبقة A أقدم من الطبقة B وهذه الأخيرة أقدم من الطبقة C، التي تعتبر أقدم من الطبقة D، بينما تعتبر أحدث طبقة هي الطبقة I.

a – مضمون مبدأ التراكب:

من بين طبقتين رسوبيتين في وضع تراكب، تكون الطبقة السفلى هي الأقدم.

b – حدود مبدأ التراكب:

- في الشرفات النهرية المتدرجة تعلو الشرفات القديمة الشرفات الحديثة، مما يصعب معها تطبيق مبدأ التراكب. (الوثيقة2 الشكل ②)
- تتعرض الأراضي الرسوبية لبعض الظواهر الجيولوجية كالتكتونية أو انزلاق التربة، فتجعل الصخور الرسوبية في وضع معاكس للوضع الأصلي، فيصعب بذلك تطبيق مبدأ التراكب. (الوثيقة2 الشكل③)

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

ب – مبدأ الاستمرارية Principe de continuité (الوثيقة2 الشكل ④)

يتبين من الوثيقة أن الطبقة A في الموقع 1 هي امتداد للطبقة B في الموقع 2، وبالتالي فللطبقة A والطبقة B نفس العمر.
ملحوظة (الشكل ⑤): تعتبر طبقتان صخريتان من نفس العمر رغم اختلاف سحنتيهما، إذا كانتا محصورتين بنفس الطبقات. نتكلم عن التغير الجانبي للسحنة.

a – مضمون مبدأ الاستمرارية:

لنفس الطبقة نفس العمر على طول امتدادها.

b – حدود مبدأ الاستمرارية:

- يصعب تطبيق مبدأ الاستمرارية عندما تكون السلسلة الرسوبية مكونة من تعاقب إيقاعي لطبقات متشابهة.
- يصعب تطبيق مبدأ الاستمرارية عندما تتغير السحنة الصخرية مع امتدادها، نظرا لتغير أوساط الترسب.

ج – مبدأي التقاطع والتضمن P. Recoupement et inclusion (الوثيقة2 الشكل ⑥، ⑦، ⑧)

a – مضمون مبدأ التقاطع:

من بين عنصرين جيولوجيين (طبقة، فالق، عرق...) يعتبر الأحدث العنصر الذي يخترق الأخر.

b – حدود مبدأ التضمن:

كل قطعة صخرية متضمنة داخل طبقة أخرى تعتبر أقدم منها.

د – مبدأ تماثل المحتوى الاستحاثي P.d'identité paléontologique

a – بعض المستحاثات الموجودة في السلسلة الفوسفاطية: (الوثيقة 3)

الوثيقة 3: بعض أنواع المستحاثات : اعتمادا على معطيات هذه الوثيقة، استخرج خاصية المستحاثة الاستراتيغرافية، واستنتج أهميتها في التقسيم الكرونولوجي.

بعض أنواع المستحاثات الموجودة في السلسلة الفوسفاطية بأولاد عبدون	التوزيع الطبقاتي Répartition stratigraphique							
	الايوسين Eocène				الكريتاسي Crétacé			
	اللوتيتي	الإبريسي	التنيتي	المونسي	الميستريختي	السينوني	التيرونيي	السينومانيي
Odontaspis substriata		+	+	+				
Lamna aschersoni		+	+					
Lamna biauriculata					+			
Rhombodus binkhorsti					+			
Enchodus libycus					+			
Corax pristodontus					+			
Ostrea canaliculata				+				
Pseudaspidoceras					+	+	+	
Mosasaurus leidon						+		

Lamna-bia

Lamna-asc

Odontaspis

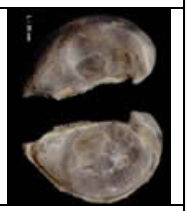
Corax

Enchodus

Rhombodus

Mosasaurus

Pseudaspi..


Ostrea

- تحليل واستنتاج:

تحتوي الطبقات الفوسفاطية على عدد من أشكال المستحاثات، ومن أشهرها أسنان القرش.
نلاحظ أن بعض المستحاثات تتواجد فقط في مستوى معين من المتتالية الطبقاتية. يفسر ذلك بكون بعض الكائنات الحية ظهرت في زمن جيولوجي معين، لتزدهر في فترة معينة وتنقرض في زمن معين.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

- أهمية المستحاثات في التقسيم الكرونولوجي:

تكمن أهمية المستحاثات أساسا في كونها تمثل معالم زمنية تمكن من ترتيب الطبقات، كما يمكن اعتماد بعضها في تقسيم الزمن الجيولوجي.

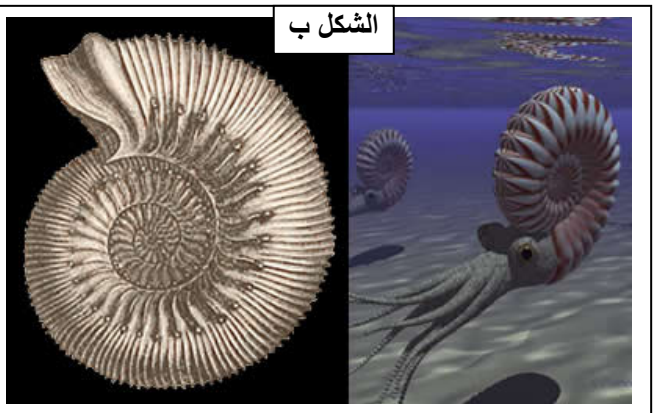
b – خاصيات المستحاثات المعتمدة في التأريخ النسبي: (الوثيقة 4)

الوثيقة 4: نعتبر نموذجين من المستحاثات :

✓ الشعب المرجانية Récifs coralliens: (الشكل أ) هي حيوانات بحرية ظهرت في الترياس (الحقب II)، وما زالت تعيش إلى حد الآن في بحر قليل العمق، بمياه ساخنة وغنية ب CO_2.

✓ الأمونيت: Ammonites (الشكل ب) عبارة عن مستحاثات ظهرت في الترياس، عرفت انتشارا جغرافيا كبيرا أثناء الجوراسي والكريتاسي. لكنها انقرضت في أواخر الحقب II.

قارن بين النموذجين من المستحاثات. بما يفيد كل نوع منهما؟



✓ النموذج الأول (الشعب المرجانية): يعيش في مناطق محدودة، لأنه يتطلب ظروف خاصة، نقول أن له امتداد جغرافي أو أفقي ضيق. كما أنه ظهر في الحقب الثاني واستمر حتى الآن، نقول أن له امتداد عمودي واسع (الزمن): ادن هو يمكننا من استعادة الظروف الجغرافية (ظروف ووسط الترسب) لمنطقة ما، ويسمى بمستحاثة السحنة Fossile de facies. ولا يمكننا من تأريخ الطبقات لأنه لا يميز فترة زمنية محددة.

✓ النموذج الثاني (الأمونيت): يعيش في مناطق غير محدودة، لأنه لا يتطلب ظروف خاصة، يعني أن له امتداد جغرافي واسع. لكنه عاش في الحقب الثاني فقط، أي له امتداد عمودي ضيق. يمكننا هذا النموذج من إعطاء التأريخ النسبي لطبقة ما، ويسمى بمستحاثة طبقاتية F.stratigraphique.

✓ من خلال هذا يمكننا تأريخ طبقات متباعدة رغم تغير سحنتيهما، إذا كانتا تتوفران على نفس المستحاثة الطبقاتية الجيدة، وهذا ما يسمى مبدأ تماثل المحتوى الاستحاثي.

c – مضمون مبدأ تماثل المحتوى الاستحاثي:

تعتبر من نفس العمر كل الطبقات التي تحتوي على نفس المستحاثات الطبقاتية.

II – التقسيمات الجيوكرونولوجية للزمن الجيولوجي.

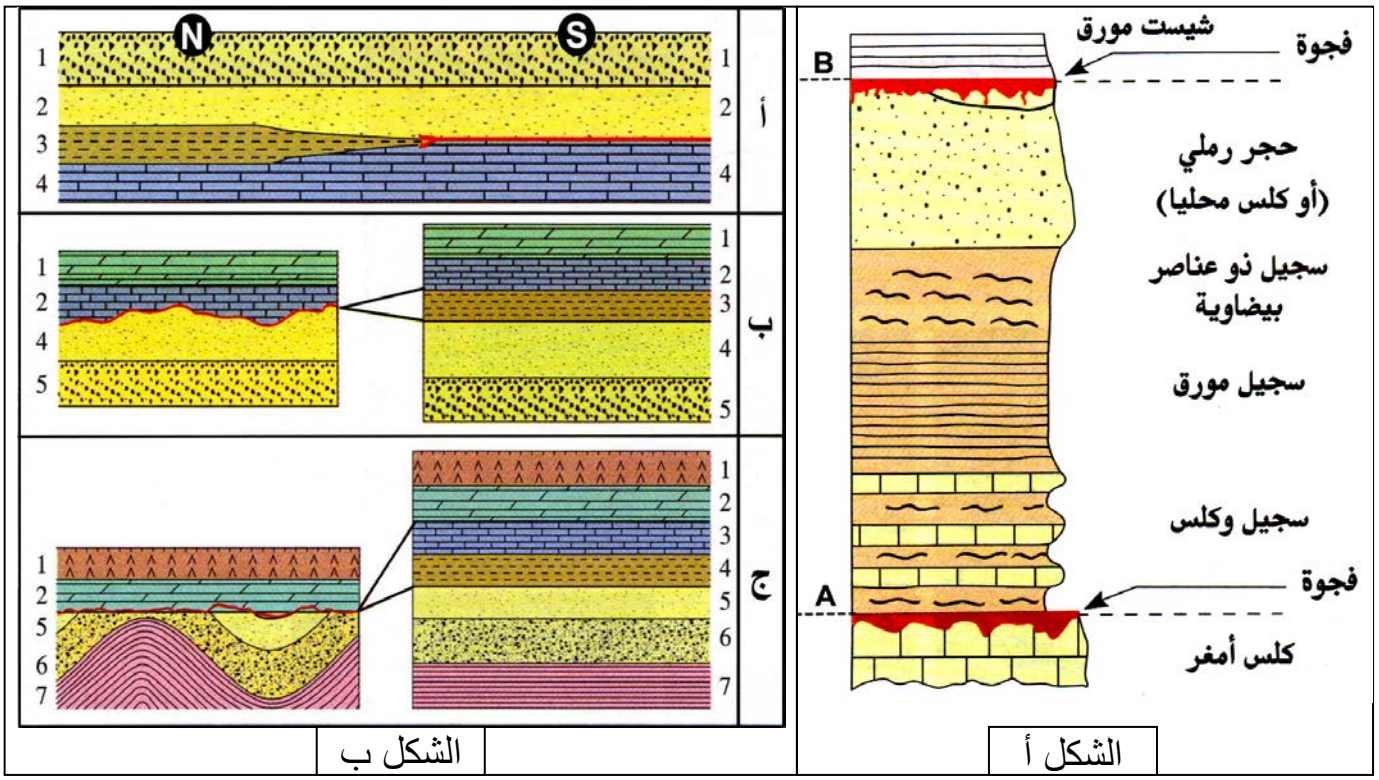
① الوحدة الاستراتيغرافية الأساسية: (الطابق Etage). (الوثيقة 5)

الوثيقة 5: مفهوم التشكيلة النمطية . يعطي الشكل أ من الوثيقة، التشكل النمطي البليونسبكي Pliensbachien

- الحد A به عقيدات فوسفاتية ومستحاثات من أعمار مختلفة مميزة لطبقات غائبة.
- الحد B به حجر رملي وحديد سرئي oolithique

1) حدد أهمية التشكيلة النمطية في بناء السلم الاستراتيغرافي وتأريخ الطبقات.
2) تعرف خاصيات حدود التشكيلة النمطية البليونسبكية.
3) من خلال تحليل الشكل ب من الوثيقة، عرف الفجوة الاستراتيغرافية وأبرز مختلف أنماطها، وبين أهمية الفجوات الطبقاتية في معرفة حدود التشكيلة النمطية.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com



الشكل أ — الشكل ب

1) اختار الجيولوجيون تشكلات صخرية نموذجية توجد في أوساط رسوبية معينة، لا تشهد حركات تكتونية وغنية بالمستحاثات الطبقاتية، وتحمل مؤشرات مختلفة ويسهل الفصل بين حدودها. فاعتبروها مرجعيات استراتيغرافية، أطلقوا عليها اسم التشكلات الاستراتيغرافية النمطية Stratotype، تؤرخ تشكلات جيولوجية أخرى طبقا لمبادئ الاستراتيغرافية. ونسبوها للمنطقة الجغرافية التي وجدت فيها. ويسمى هذا التشكل النمطي طابقا.
مثلا بمنطقة Pliensbach بألمانيا تم تحديد الطابق Pliensbachien البليونسبكي، وذلك بإضافة "ien" لاسم المنطقة.

2) تحديد سقف وسرير الطابق.
- الحد A (سرير الطابق): المساحة الفوقية للكلس الأمغر بها عقيدات فوسفاطية، ومستحاثات من أعمار مختلفة مميزة لطبقات صخرية غائبة في المتتالية الرسوبية. تسمى هذه المساحة A بمساحة متصلبة، وتعبر عن وجود فجوة استراتيغرافية ناتجة عن قوة التيارات البحرية التي حالت دون الترسب.
- الحد B (سقف الطابق): وجود الحجر الرملي والحديد السرئي اللذان يعبران عن سحن بحرية قليلة العمق، وهذا يعلن عن تراجع البحر عن المنطقة مما سبب فجوة استراتيغرافية.

3) مفهوم الفجوة الاستراتيغرافية:
من خلال تحليل الشكل ب من الوثيقة يتبين أن:
- المقطع أ: غياب الطبقة 3 في الجزء الجنوبي من المقطع، وذلك راجع إلى غياب الترسب نتيجة بعض العوامل كالتيارات وحركات الأمواج.
- المقطع ب: غياب الطبقة 3 في الجزء الشمالي من المقطع بسبب عملية الحث.
- المقطع ج: غياب الطبقات 3 و4 في الجزء الشمالي من المقطع، نتيجة بروز الطبقات الرسوبية اثر عوامل تكتونية، وتعرضها للحث قبل عودة الترسب.

انطلاقا من هذه المعطيات يمكن تعريف الفجوة الاستراتيغرافية كما يلي:
تظهر التشكلات الصخرية في بعض المناطق نقصا في تسلسل الطبقات الرسوبية مقارنة مع المعطيات الجهوية أو العالمية. يشار لهذا النقص بالفجوة الاستراتيغرافية، والتي تدل على انقطاع في الترسب نتيجة عدم الترسب أو حث بعد الترسب.

يتبين إذن أن الطوابق تكون محدودة على العموم بانقطاعات في الترسب، أي فجوات استراتيغرافية.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

② مفهوم الدورة الرسوبية. (Cycle sédimentaire) (الوثيقة 6)

الوثيقة 6: مفهوم الدورة الرسوبية .

يلخص الجدول التالي خصائص الطبقات الرسوبية بمنطقة معينة من المغرب.
أتمم ملء الجدول بوضع علامات في الخانات المناسبة. ثم اربط هذه العلامات بخطوط، ماذا تلاحظ؟

العمر	السحنة	الوسط		تجاوز	تراجع
		قاري	بحري		
نيوجين	رصيص بعظام وأسنان قوارض	X			X
باليوجين وكريتاسي علوي	رمل، سجيل، رمل فوسفاطي		X	X	
جوراسي وسيط	حجر رملي خشن ورصيص بعظام ديناصورات عاشبة	X			X
جوراسي سفلي	كلس وسجيل بأمونيت		X		
	كلس مرجاني		X		
ترياس علوي	طين أحمر وحجر رملي خشن وجبس لاغوني		X	X	
باليوزوى علوي	رصيص بعظام زواحف وسرخسيات	X			X
باليوزوي سفلي	حجر رملي خشن وسجيل بثلاثية الفصوص		X	X	

نلاحظ تأرجحا خلال الأزمنة الجيولوجية بين أوساط بحرية وأوساط قارية. ويترجم هذا التأرجح تغير مستوى البحار بين تجاوز وتراجع بحري.

أ – تعريف الدورة الرسوبية:

هي الفترة الزمنية التي يتم فيها تجاوز بحري والتراجع الموالي بالنسبة لنفس المنطقة. ويطلق كذلك على مجموع الرواسب المتوضعة أثناء هذه الفترة.

ب – الخاصيات السحنية للدورة الرسوبية: (الوثيقة 7)

a – الخاصيات السحنية للتجاوز البحري: Transgression

لأسباب تكتونية ومناخية يتقدم البحر على منطقة ما ليغطيها تدريجيا، فتتوضع الرواسب تدريجيا على القاعدة الصخرية القديمة حسب درجة تقدم البحر. ويتجلى التجاوز على مستوى تسلسل الطبقات الرسوبية بتوضع رواسب تميز مستوى بحري مرتفع فوق أخرى تميز مستوى بحري منخفض. أو توضع رواسب ذات سحن بحرية فوق أخرى ذات سحن قارية.

b – الخاصيات السحنية لتراجع البحري: Régression

لأسباب تكتونية ومناخية يتراجع البحر عن منطقة ما، فينخفض العمق تدريجيا. وهكذا يتجلى التراجع على مستوى تسلسل الطبقات الرسوبية بتوضع رواسب تميز مستوى بحري منخفض فوق أخرى تميز مستوى بحري مرتفع. أو توضع رواسب ذات سحن قارية فوق أخرى ذات سحن بحرية.

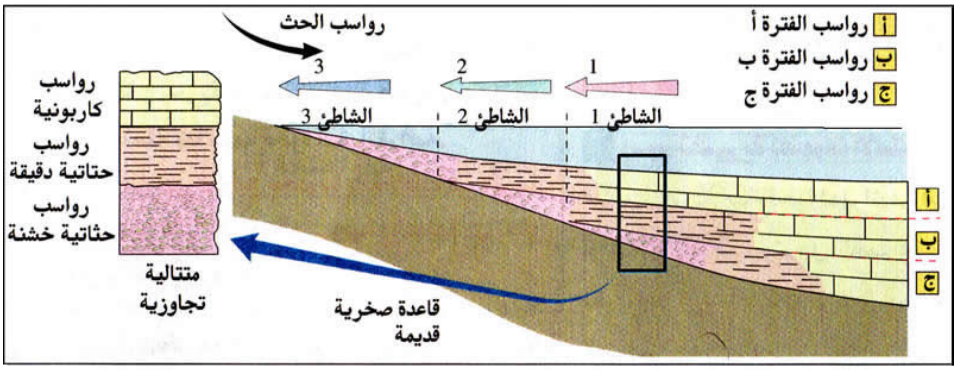
c – الخاصيات السحنية لدورة رسوبية:

تتميز الدورات الرسوبية على مستوى المقاطع الجيولوجية بمتتالية رسوبية تجاوزية متبوعة مباشرة بمتتالية تراجعية.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

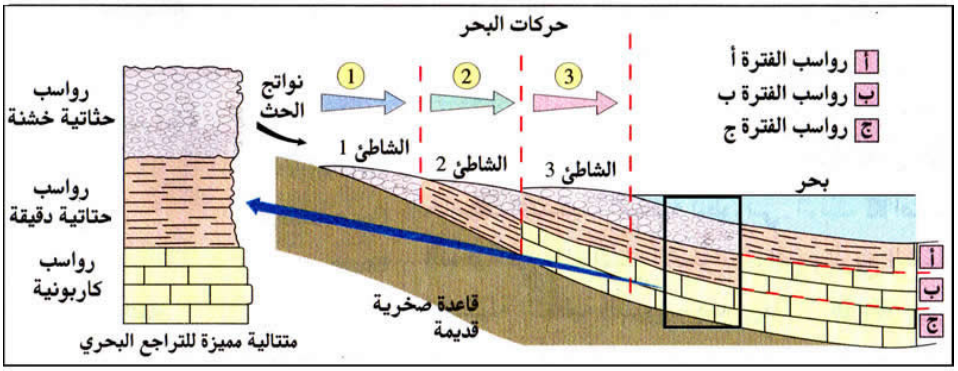
الوثيقة 7: الخاصيات السحنية للدورة الرسوبية .

1) اعتمادا على الشكل أ من الوثيقة استخرج الخاصيات السحنية للمتتالية التجاوزية.
2) اعتمادا على الشكل ب من الوثيقة استخرج الخاصيات السحنية للمتتالية التراجعية.
3) اعتمادا على الشكل ج من الوثيقة استخرج الخاصيات السحنية للمتتالية المميزة للدورة الرسوبية.



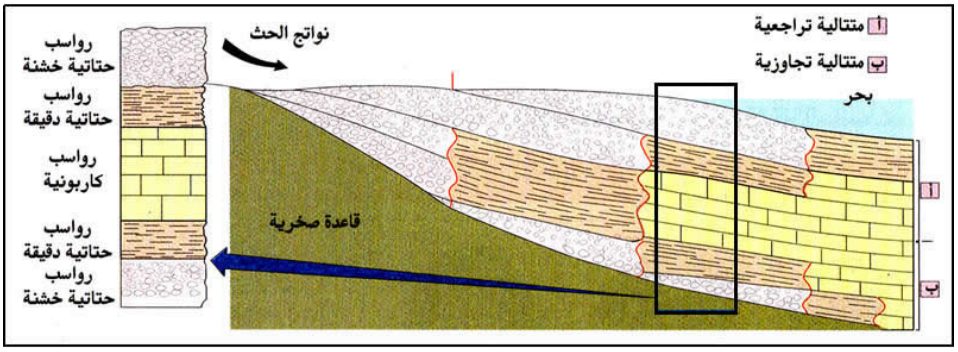
الشكل أ: الخاصيات السحنية لتجاوز بحري :

تقدم البحر ليتجاوز حدوده السابقة وذلك لأسباب تكتونية ومناخية



الشكل ب: الخاصيات السحنية لتجاوز بحري :

انسحاب البحر خلف حدوده السابقة وذلك لأسباب تكتونية ومناخية



الشكل ج: الخاصيات السحنية لدورة رسوبية :

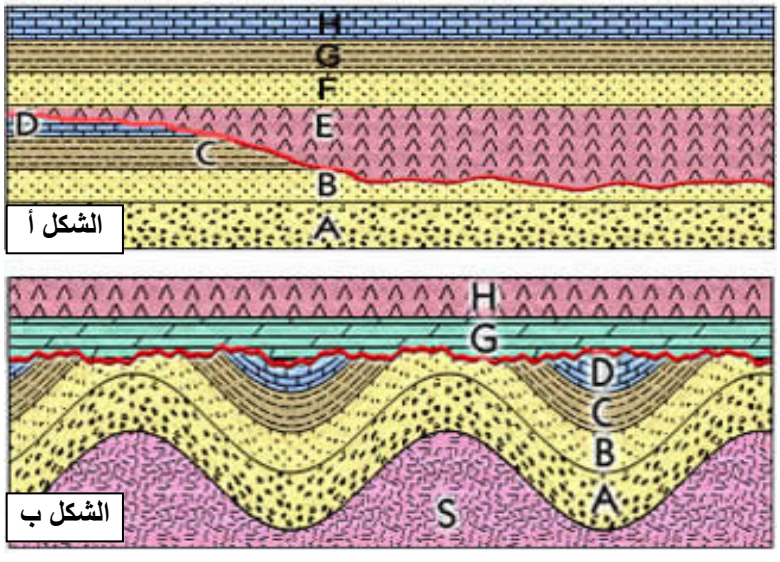
بعد تجاوز للبحر متبوع بتراجع، نحصل على متتالية تجاوزية متبوعة بمتتالية تراجعية

ج – وضع الطبقات الرسوبية بالنسبة للقاعدة الصخرية: (الوثيقة 8)

الوثيقة 8: مفهوم التنافر الجيولوجي .

تترسب الطبقات التجاوزية على طبقات القاعدة القديمة وفق تموضعين هندسيين أساسيين: الشكل أ والشكل ب.

قارن بين الحالتين ثم استخلص طبيعة الملامسات بين طبقات هذه المقاطع الجيولوجية.



تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

تتوضع الطبقات الرسوبية التجاوزية أحيانا على قاعدة صخرية تعرضت للحث، ولها بنية مختلفة عن بنية الغطاء الرسوبي.
ويسمى الحد الفاصل بين القاعدة والغطاء الرسوبي بالتنافر الجيولوجي Discordance
يجسد التنافر غالبا حدا فاصلا بين تشكيلتين نمطيتين متتاليتين، مما يكسبه أهمية في التقسيم الكرونولوجي.

- ✓ الشكل أ: تغطي الطبقات H,G,F,E طبقات أقدم منها هي D,C,B,A تعرضت للحث ولم تتعرض لأي تشوه، وبالتالي يحتفظ بالتوازي الأصلي بين الطبقات. نحصل في هذه الحالة على تنافر مواز.

- ✓ الشكل ب: تغطي الطبقات H و G طبقات أقدم منها هي D,C,B,A تعرضت للتشوه، وللحث وبالتالي يغيب التوازي الأصلي بين الطبقات. نحصل في هذه الحالة على تنافر زاو.

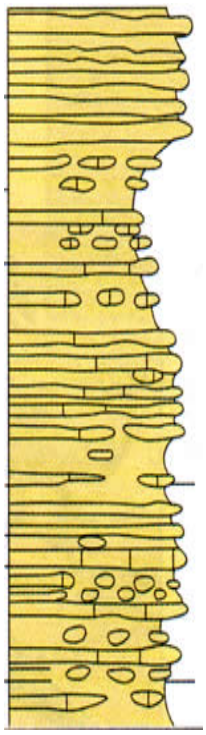
③ مفهوم المنطقة الإحيائية: Biozone (الوثيقة 9)

الوثيقة 9: تقسيمات بيوستراتيغرافية دقيقة بفضل الأمونيتات داخل الطابق الطورسي .

المنطقة الإحيائية تقسيم جيوكرونولوجي داخل الطابق. برر ذلك بالاعتماد على معطيات الوثيقة.

Orthildaites douvillei	Hildoceras tethysi	Hildoceras bifrons	Hildoceras semipolitum

- المنطقة الإحيائية : مجموعة من الطبقات المتتالية التي توجد بها مجموعة من المستحاثات والمعرفة بوفرة صنف معين من المستحاثات الاستراتيغرافية الذي يبقى ثابتا من حيث خاصياته المميزة ويعطي للطبقة الإحيائية اسم هذه المستحاثة.
- الأمونيت: مجموعة من رأسيات الأرجل البحرية، تعيش في قوقعة ويمكن أن يتجاوز قطرها المتر الواحد. ونميز بين مختلف أصناف الأمونيتات بواسطة بعض خصائص القوقعة التي تعكس التطور السريع لهذه المجموعة مما يجعلها مستحاثات استراتيغرافية جيدة تستعمل في تحديد المناطق الإحيائية.

الآفاق	جزء من التشكيلة النمطية للطورسي	H.caterinii	H.sublevisioni	H.tethyi	H.crassum	H.lusitanicum	H.apertum	H.bifrons	H.semipolitum	O.douvillei
XIII										
XII									+ +	
XI									+	
X								+ + +		
IX					+ +	+ +	+	+		
VIII				+ +						
VII		+	+ +							
VI										+

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

داخل التشكيلة النمطية للطورسي Toarcien تمكن الأمونيتات من التحديد الدقيق لتأريخ الطبقات. وبذلك تساهم هذه المستحاثات الطبقاتية في تقسيم الزمن الجيولوجي داخل الطابق. وهكذا فالمنطقة الإحيائية هي وحدة استراتيغرافية من الطابق، تحدد بطبقة أو مجموعة من الطبقات المتتالية التي تحتوي على مستحاثات استراتيغرافية، يبقى نوع منها ثابتا من حيث خاصياته المميزة. ويعطى لهذه المنطقة اسم هذه المستحاثة.

④ مفهوما الحقب والدور. (Ere et Cycle) (انظر الوثيقة 10)

الوثيقة 10: نحو سلم استراتيغرافي للزمن الجيولوجي .

مكنت دراسات جيولوجية في أربع مناطق مختلفة من المغرب من تحديد بعض المستحاثات المتواجدة في هذه المناطق (الجدول أسفله)، وتوفير الأعمدة الاستراتيغرافية S_4, S_3, S_2, S_1.

Clypeaster

Pectens

Nummulites

Acanthoceras

Hoplites

Perisphincte

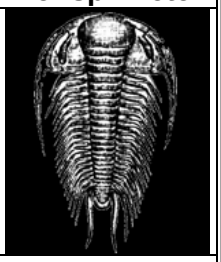
Harpoceras

Gemmulifera

Latifrons

Caudatum

Goldfussi


Bohemicus

العمود S_1: السفح الجنوبي الشرقي للأطلس الصغير الغربي	العمود S_2: الحافة الجنوبية للأطلس المتوسط	العمود S_3: منطقة أولماس	العمود S_4: منطقة أمصيلة بشمال تازة
شيست وحجر رملي كلسي Phacops latifrons	سجيل وكلس Clypeaster-pecten	بازلت من بركان مجاور	سجيل وكلس Clypeaster-pecten
شيست أسود Dalmanite caudatum	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	كلس Nummulites	كلس سجيلي Nummulites
شيست وحجر رملي خشن بحري Trinucleus goldfussi	حجر رملي خشن وشيست phillipsia gemmulifera	كلس وسجيل Ammonite acanthoceras	سجيل Ammonite hoplites
شيست Paradoxides bohemicus	حجر رملي خشن كلسي وشيست Phacops latifrons	سجيل Ammonite hoplites	كلس طيني Ammonite perisphinctes
صخور متطبقة كلسية بدون مستحاثات	شيست Dalmanites caudatum	كلس وسجيل Ammonite harpoceras	كلس طيني Ammonite harpoceras
	حجر رملي خشن Trinucleus goldfussi	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	
		شيست جد مطوي Trinucleus goldfussi	

1) وظف المبادئ الاستراتيغرافية وقارن بين الأعمدة S_1 وS_2 وS_3 وS_4 . وضع الطبقات المتشابهة في نفس المستوى على جدول.
2) بين أن النتيجة التي حصلت عليها عبارة عن سلم استراتيغرافي مبسط.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

1) تتميز طبقات الأعمدة باختلاف السحنات الصخرية والمستحاثية، وبوجود طبقات بدون مستحاثات. كما تتواجد طبقات متشابهة فيما بينها، أما من حيث السحنة الصخرية أو المستحاثية أو هما معا.

- باعتماد مبدأ التراكب يمكن القول أن الأمونيتات وثلاثية الفصوص لم تعش في نفس الزمن الجيولوجي لكون ثلاثيات الفصوص توجد في طبقات أسفل من الطبقات التي تحتوي على الأمونيتات. كما أن مختلف أنواع ثلاثيات الفصوص لم تعش في نفس الزمن لكونها تتواجد في طبقات صخرية مختلفة متراكبة، مما يدل على أنها تعرضت للتطور عبر الزمن، وهذه ميزة للمستحاثة الطبقاتية.
- يمكن تفسير غياب الطبقات في الأعمدة الاستراتيغرافية بغياب الترسب أو حث الطبقات بعد ترسبها. وذلك ما يسمى بالفجوة الرسوبية أو الطبقاتية Lacune stratigraphique.
- تمثيل نتائج المقارنة على شكل جدول يمثل عمر مختلف طبقات الأعمدة S_1 وS_2 وS_3 وS_4 . (أنظر الجدول على الصفحة الموالية).

2) يصعب أن نعتمد فقط على الطوابق كسلم جيوكرونولوجي، نظرا لعددها الهائل ونظرا لوجود ظواهر جيولوجية وبيولوجية كبرى (كالانقراضات) ميزت مراحل معينة من الزمن الجيولوجي. لهذا لجأ العلماء إلى البحث عن تقسيمات أخرى تعتمد على معايير مستحاثية ومعايير استراتيغرافية تكتونية.

- **المعايير الاستحاثية:** باعتماد هذه المعايير استطاع العلماء تقسيم الزمن الجيولوجي إلى حقب:

✓ ما قبل الكمبري Précambrien (570 Ma-):
يتميز بعدم وجود مستحاثات. وتسمى هذه الفترة أيضا بفترة الكريبتوزوي Cryptozoïque عكس الأحقاب الأخرى التي ظهرت فيها مستحاثات فسميت بذلك الفانيروزوي Phanérozoïque.

✓ الحقب الأول (الباليوزوي Paléozoïque) حيث نجد أغلب الحيوانات التي ظهرت على الأرض والتي أغلبها قد انقرض. مثلا ثلاثيات الفصوص.

✓ الحقب الثاني (الميزوزوي Mésozoïque) حيث أن نصف الحيوانات التي ظهرت في هذا الحقب قد انقرض كالديناصورات، والنصف الثاني لازال يعيش حاليا. ويتميز هذا الحقب بالأمونيتات.

✓ الحقب الثالث (السينوزوي Cénozoïque) حيث أن أغلب الحيوانات التي ظهرت في هذا الحقب لا زالت تعيش حاليا.

- **المعايير الاستراتيغرافية التكتونية:**

يترتب عن حركية الصفائح المكونة لسطح الأرض، نشأة مجالات للترسب كالبحار والمحيطات، ثم اختفاؤها نتيجة الطمر والاصطدام، مما ينتج عنه تكون سلاسل جبلية تحل محل المحيطات المختفية. فتخضع هذه الأخيرة لعوامل الحث لتكون بذلك نهاية دورة تكتونية.
لقد عرفت الكرة الأرضية عدة دورات تكتونية اعتمدت في تقسيم الزمن الجيولوجي:

✓ الدورات قبل الكمبرية: من نشأة الأرض إلى 570- مليون سنة.
✓ الدورة الكلدونية والهرسينية Hercynien et calédonien من 570- إلى 245 Ma-.
✓ الدورة الألبية Alpin ابتداء من 245 Ma-.

يعرف النظام أو الدور Système كمجموعة الطوابق التي توضعت أثناء فترة زمنية تسمى العصر الجيولوجي. وتحدد أسرة وأسقف الأنظمة بواسطة دورات رسوبية. واعتمد في تسميتها معايير مختلفة:

✓ التفحمي Carbonifère: غنى الطوابق بالفحم.
✓ الطباشيري أو الكريتاسي Crétacé: وفرة التشكلات الطباشيرية.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

السلم الاستراتيغرافي	العمود S_4:	العمود S_3:	العمود S_2:	العمود S_1:
الباقاي	----------	بازلت من بركان مجاور	----------	----------
	سجيل وكلس Clypeaster-pecten	----------	سجيل وكلس Clypeaster-pecten	----------
	كلس سجيلي Nummulites	كلس Nummulites	----------	----------
الباقاي	----------	كلس وسجيل Ammonite acanthoceras	----------	----------
	سجيل Ammonite hoplites	سجيل Ammonite hoplites	----------	----------
	كلس طيني Ammonite perisphinctes	----------	----------	----------
	كلس طيني Ammonite harpoceras	كلس وسجيل Ammonite harpoceras	----------	----------
	----------	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	----------
الباقاي	----------	----------	حجر رملي خشن وشيست phillipsia gemmulifera	----------
	----------	----------	حجر رملي خشن كلسي وشيست Phacops latifrons	شيست وحجر رملي كلسي Phacops latifrons
	----------	----------	شيست Dalmanites caudatum	شيست أسود Dalmanite caudatum
	----------	----------	حجر رملي خشن Trinucleus goldfussi	شيست وحجر رملي خشن بحري Trinucleus goldfussi
	----------	----------	----------	شيست Paradoxides bohemicus
ما قبل الكمبري	----------	شيست جد مطوي Trinucleus goldfussi	----------	صخور متطبقة كلسية بدون مستحاثات

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

⑤ السلم الاستراتيغرافي. (Echelle stratigraphique) (انظر الوثيقة 11)

يعتمد تقسيم الزمن الجيولوجي أساسا على تطور أشكال الحياة (الأزمات البيولوجية) والدورات الرسوبية وكذا على التغيرات الكبرى في الجغرافيا القديمة لكوكب الأرض وفي هندسة المجموعات الجيولوجية (الدورات التكتونية).

الوثيقة 11: تمثيل مبسط للسلم الاستراتيغرافي

Ere الحقب			Système النظام (période) الدور	Epoque الحقبة	Etage الطابق	العمر مليون سنة
Phanérozoïque	Cénozoïque الحياة الحديثة	Quaternaire الرابع		Holocène		-2
				Pléistocène		
		Tertiaire الثالث	Néogène النيوجين	*Pliocène*	Gélacien Plaisancien Zancléen	-6
				Miocène	Méssinien Tortonien Sérravallien Langhien Burdigalien Aquitanien	-23
			Paléogène الباليوجين	Oligocène	Chattien Rupélien	-34
				Eocène	Priabonien Bartonien Lutétien Yprésien	-55
				Paléocène	Thanétien Danien	-65
	Mésozoïque الحياة الوسطى	Secondaire الثانوي	Crétacé الكريتاسي	Supérieur	Maestrichien Campanien	-95
				Inférieur		-140
			Jurassique الجوراسي	Malm		-160
				Dogger		-181
				Lias		-210
			Trias التريـاس			-245
	Paléozoïque الحياة القديمة	Primaire الأول	Permien البرمي			-290
			Carbonifère التحفري			-360
			Dévonien الديفوني			-410
			Silurien السيلوري			-440
			Ordovicien الأوردوفيسي			-500
			Cambrien الكمبري			-590
Crypto-zoique	Précambrien ما قبل الكمبري		Protérozoique			-570
			Archéen			-2500
						-4000

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

III – الخريطة الجيولوجية، حصيلة تركيبية للدراسات الاستراتيغرافية.

① الخريطة الجيولوجية وثيقة تركيبية.

أ – تذكير الخريطة الطبوغرافية: Carte topographique

الخريطة الطبوغرافية هي تمثيل لتضاريس سطح الأرض، ومميزاتها الميدانية من حيث الارتفاع والشكل، على مساحة مسطحة. ويشار إلى التضاريس بوسيلتين:

- نقط الارتفاع: وهي نقط مرقمة تشير إلى ارتفاع نقطة عن مستوى سطح البحر.
- منحنيات المستوى: وهي خطوط تربط بين نقط لها نفس الارتفاع، وتنجز على الخريطة بفارق ارتفاع ثابت ينعت بتساوي البعد Equidistance بين منحنيين متتاليين.

ويتم تمثيل التضاريس بين نقطتين من الخريطة الطبوغرافية بانجاز الجانبية الطبوغرافية.

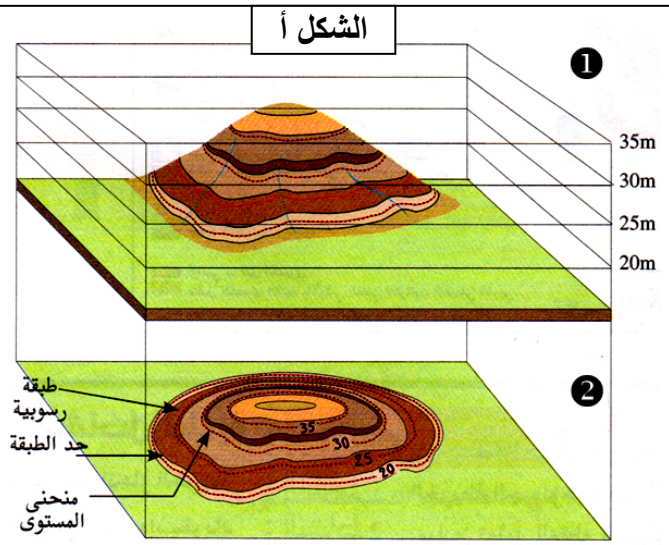
ب – الخريطة الجيولوجية: Carte géologique (الوثيقة 12)

الوثيقة 12: الخريطة الجيولوجية .

الشكل أ: الإسقاط العمودي لتلة ❶ على الخريطة ❷.
الشكل ب: رموز وألوان تعبر عن عمر الطبقات الصخرية وترتيبها الزمني.
الشكل ج: رموز تمثل المعلومات الصخرية.
الشكل د: رموز اصطلاحية لتمثيل ميلان الطبقات الصخرية.

وظف المعطيات المقترحة وتعرف باستعمال خرائط جيولوجية جهوية أو محلية مختلف المعلومات والرموز، ثم أبرز أهمية المعطيات الاستراتيغرافية والتكتونية في بناء الخريطة الجيولوجية.

الشكل أ



الشكل ب: تمثيل المعلومات الاستراتيغرافية

الحقب	النظام	الرمز	اللون
الرابع		a,q,A...	بيج
الثالث	البليوسين	p	أصفر
	الميوسين	m	
	الأوليكوسين	g	ليموني
	الاييوسين	e	
الثاني	الكريتاسي العلوي	c	أخضر فاتح
	الكريتاسي السفلي	n	
	الجوراسي الأوسط والعلوي	j	أزرق
	الجوراسي السفلي	l	
	الترياس	t	وردي
الأول	البرمي	r	بنفسجي
	التفحمي	h	رمادي
	الديفوني	d	بني
	السيلوري	s	أخضر قاتم
	الأردوفيسي	o	
	الكمبري	b,k	بيج داكن
قبل الكمبري			أحمر

الشكل ج: تمثيل المعلومات الصخرية

الرموز الصخرية	الصخور المقابلة
	Calcaire الكلس
	Dolomite الدولوميت
	Argile الطين
	Marne السجيل
	Grès الحجر الرملي
	Conglomérat الرصيص
	Sel الملح

الشكل د: تمثيل الطبقات المشوهة

الرمز	درجة الميلان
+	ميلان منعدم = طبقات أفقية
— · —	ميلان عمودي (90 °) = طبقات عمودية
	ميلان ضعيف (10° - 30°)
	ميلان متوسط (30° - 60°)
	ميلان قوي (60° - 80°)
	ميلان معكوس α > 90°

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

a – تعريف الخريطة الجيولوجية:

تعتبر الخريطة الجيولوجية إسقاطا عموديا على مساحة أفقية للمكونات الجيولوجية لمنطقة معينة، حيث تمثل الاستسطاحات بألوان ورموز اصطلاحية، ويراعى في هذا التمثيل عمر الطبقات وطبيعتها الصخرية (السحنة) وتسلسلها الزمني والتشوهات التكتونية التي أصابت الصخور ودرجة الميلان.

b – العناصر الأساسية للخريطة الجيولوجية:

العنوان: عادة المنطقة التي تمثلها الخريطة الجيولوجية بالإضافة إلى موقعها الجغرافي على الكرة الأرضية.
المقياس مثلا 1/100000. منحنيات المستوى وقيمة تساوي البعد. التوجيه: سهم يشير إلى الشمال الجغرافي.
المفتاح: السحنة، العمر، التسلسل الزمني، مجاري المياه، المناجم، الطرق، المساكن... الميلان والاتجاه والفوالق.

c – خلاصة:

تمثل الخريطة الجيولوجية مختلف التشكلات والظواهر الجيولوجية التي حدثت في حوض ترسبي خلال الأزمنة الجيولوجية. وتتطلب قراءة الخريطة الجيولوجية ترجمة المعطيات الخرائطية وتحديد العلاقات الهندسية بين الطبقات وتمثيلها على مقاطع جيولوجية.

② المقطع الجيولوجي. Coupe géologique

أ – تعريف المقطع الجيولوجي:

المقطع الجيولوجي هو تمثيل للتشكلات الصخرية في العمق، انطلاقا من خط طبوغرافي وحسب سطح عمودي.

ب – عناصر المقطع الجيولوجي:

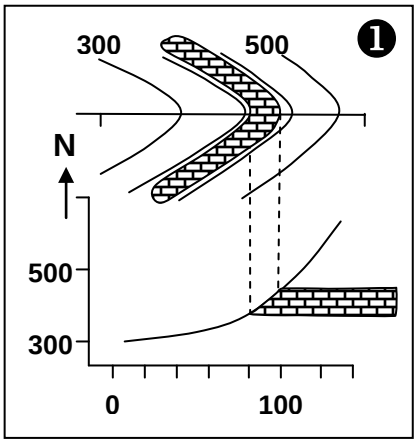
العنوان: عنوان الخريطة التي هي أصل المقطع. المقياس: مقياس الخريطة الأصلي. التوجيه: يحدد على طرفي المقطع التوجيه المناسب. المفتاح: رموز طبقاتية يشار فيها إلى سمك الطبقات.

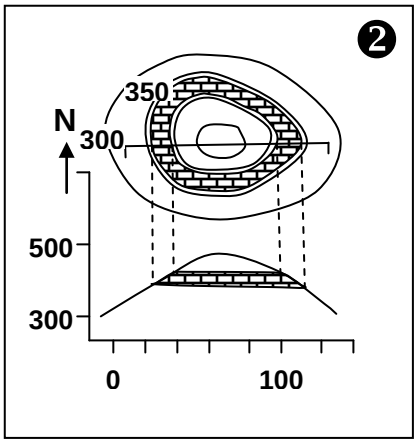
ج – طريقة انجاز المقطع الجيولوجي:

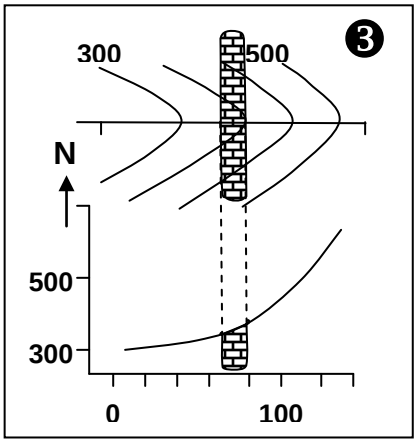
a – العلاقة الهندسية بين حالة الطبقات ومنحنيات المستوى: (الوثيقة 13)

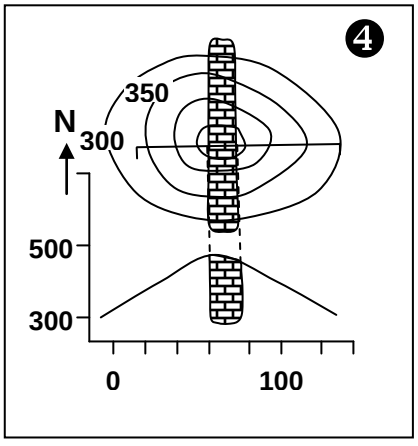
الوثيقة 13: العلاقة الهندسية بين حالة الطبقات ومنحنيات المستوى.

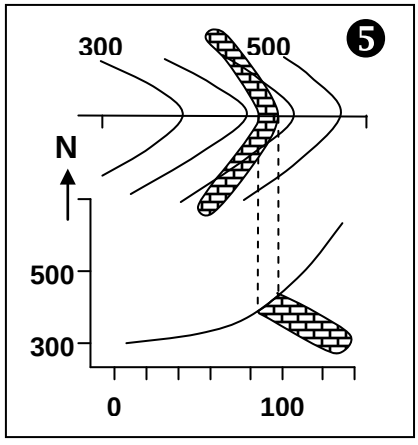
انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة حدد علاقة حدود الطبقات بمنحنيات المستوى.



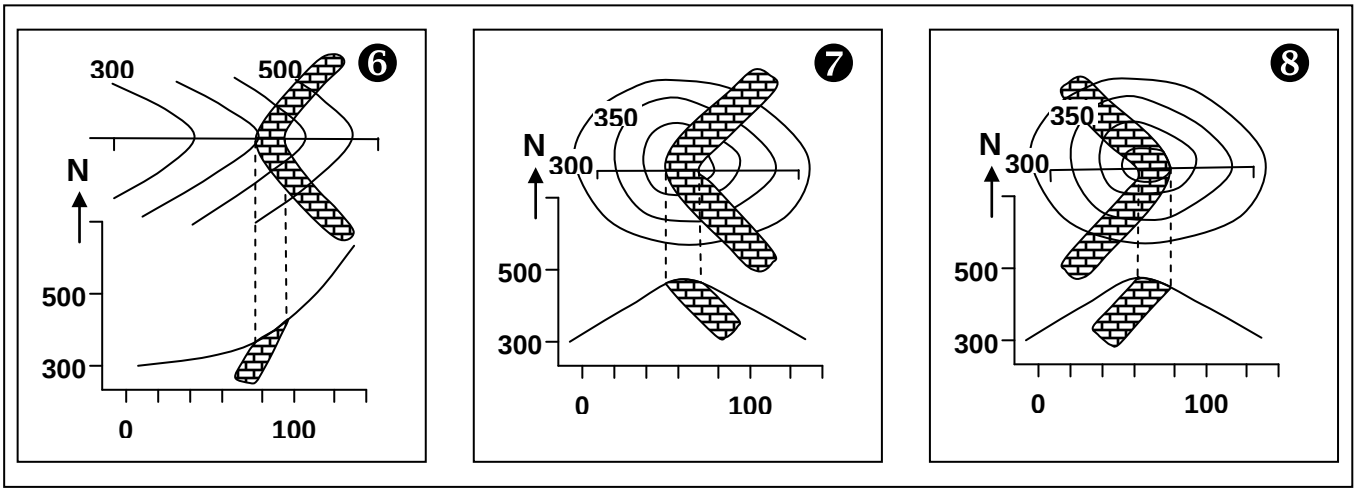








تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

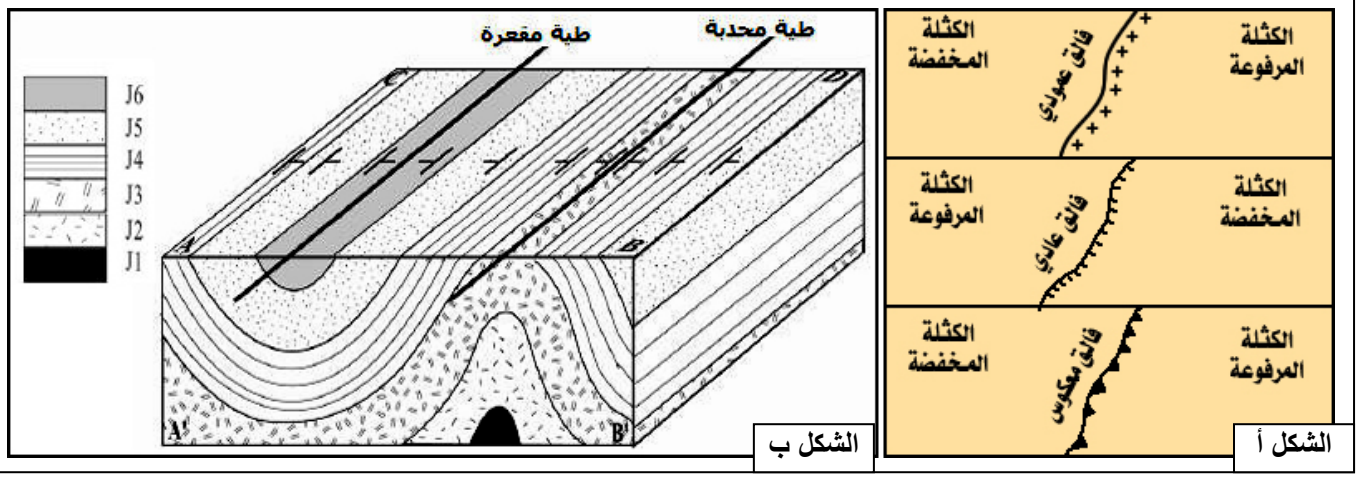


تعطي حدود استسطاح الطبقات على الخريطة الجيولوجية أشكالا متعددة يمكن استغلالها في تحديد اتجاه ميلان الطبقات.

- إذا كانت حدود استسطاح الطبقات موازية لمنحنيات المستوى فان هذه الطبقات أفقية (الشكل ❶ و❷ من الوثيقة).
- إذا كانت حدود استسطاح الطبقات على شكل رسم مستقيم فهذا يعني أن الطبقات عمودية (الشكل ❸ و❹ من الوثيقة).
- إذا كانت حدود استسطاح الطبقات تقطع منحنيات المستوى فهذا يعني أن الطبقة مائلة، وهذا التقاطع يرسم حرف V يتجه رأسه نحو اتجاه الميلان في حالة الوادي (الشكل ❺ و❻ من الوثيقة)، ويشير رأسه إلى عكس منحى الميلان في حالة التلال (الشكل ❼ و❽ من الوثيقة).

b – البنيات التكتونية على الخرائط والمقاطع الجيولوجية: (الوثيقة 14)

الوثيقة 14: تمثيل البنيات التكتونية على الخرائط والمقاطع الجيولوجية .



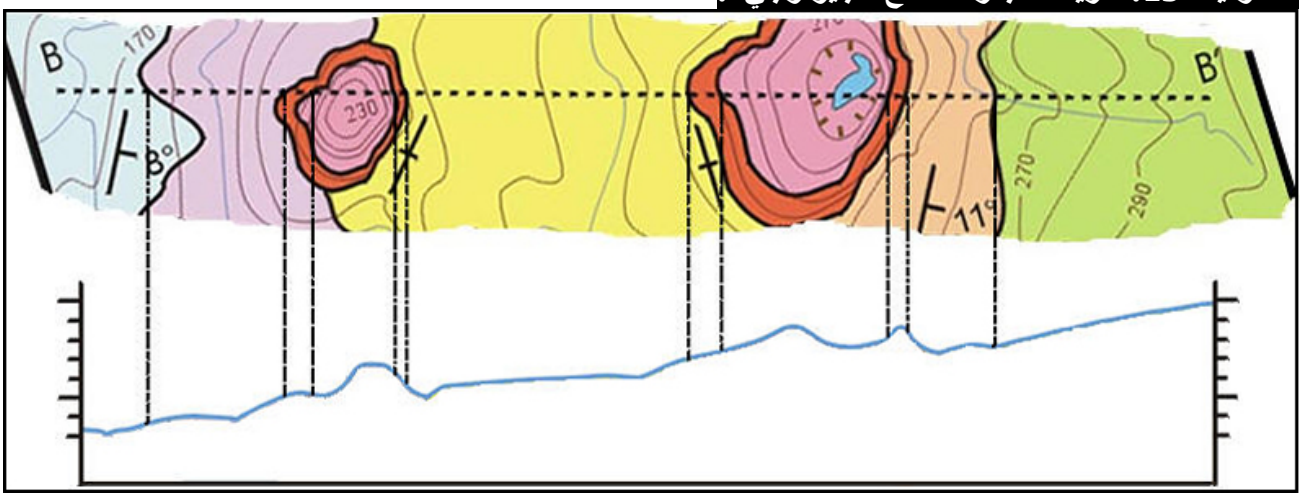
- **الفوالق:** (الشكل أ) يعبر عنها في الخريطة الجيولوجية بخطوط أكثر سمكا من حدود الطبقات ويصاحب أحيانا هذه الخطوط رموز تدل على نوع الفالق ومنحى الميلان إذا كان مائلا.

- **الطيات:** (الشكل ب) يتم التعرف على الطيات المحدبة في الخريطة أما برموز الميلان التي تكون كلها ذات منحى خارجي، أو بالتسلسل الزمني للطيات حيث يكون قلب الطية أقدم من جوانبها. أما بالنسبة للطيات المقعرة تكون رموز الميلان ذات منحى داخلي، ويكون قلب الطية احدث من جوانبها.

c – طريقة انجاز المقطع الجيولوجي: (الوثيقة 15)

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

الوثيقة 15: طريقة انجاز المقطع الجيولوجي .

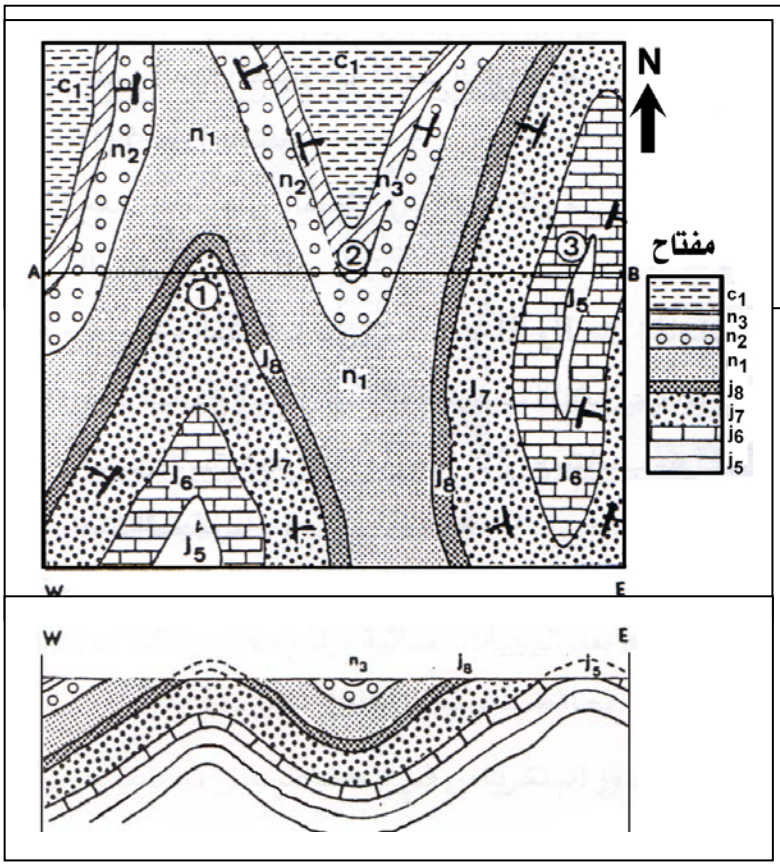


- **المرحلة الأولى:** انجاز المظهر الجانبي على الورق الميلمتري (في معلم مطابق لمسافة المقطع وعلو التضاريس الممثلة عليه)، وذلك بإسقاط نقط التقاطع بين منحنيات المستوى وخط المقطع، وربط النقط المحصل عليها. ولا يكون المظهر الجانبي كاملا إلا إذا كان مرفوقا بمفتاح يبين اسم الخريطة والسلم المعتمد واتجاه المقطع وبعض المعالم الطبوغرافية كالوديان والمدن...
- **المرحلة الثانية:** انجاز المقطع الجيولوجي ويتطلب:
  - ✓ فحص الخريطة الجيولوجية لتحديد خصائص الطبقات التي يمر منها المقطع.
  - ✓ إسقاط حدود الاستسطاحات على المظهر الجانبي مع كتابة رمز كل طبقة.
  - ✓ ربط الحدود العليا والسفلى لكل طبقة على حدة ابتداء من الطبقة الأحدث التي يعرف لها سرير وسقف.
  - ✓ إذا كانت الطبقات مشوهة يجب الأخذ بعين الاعتبار قيمة ومنحى الميلان عند تمثيل أول طبقة من هذه الطبقات.
  - ✓ تمثيل الطبقات برمز صخري أو لون مناسب، مع تحديده في المفتاح.

d – تمرين تطبيقي: (الوثيقة 16)

الوثيقة 16: تمرين تطبيقي .

1) لاحظ الخريطة الجيولوجية الممثلة أسفله وحدد الطبقة الأحدث والطبقة الأقدم (بالنظر إلى الترتيب الوارد في المفتاح).
2) حدد البنية التي تظهر في المنطقة.
3) أنجز المقطع الجيولوجي AB.



1) الطبقة الأحدث هي الطبقة c_1 والطبقة الأقدم هي الطبقة j_5.

2) تظهر الخريطة بنية مشوهة بطيات محدبة ومقعرة.

3) المقطع الجيولوجي: أنظر الوثيقة أسفله.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

IV – استرداد التاريخ الجيولوجي لمنطقة معينة.

يتمثل استرداد التاريخ الجيولوجي لمنطقة ما في تحديد الأحداث الجيولوجية التي عرفتها المنطقة، وترتيبها حسب تسلسلها الزمني وذلك بالاعتماد على المعطيات الاستراتيغرافية والمستحاثية والتكتونية للمنطقة، وتحليل الخريطة الجيولوجية والمقاطع الجيولوجية والأعمدة الاستراتيغرافية.

① المثال الأول: هضبة الفوسفاط (الوثيقة 17)

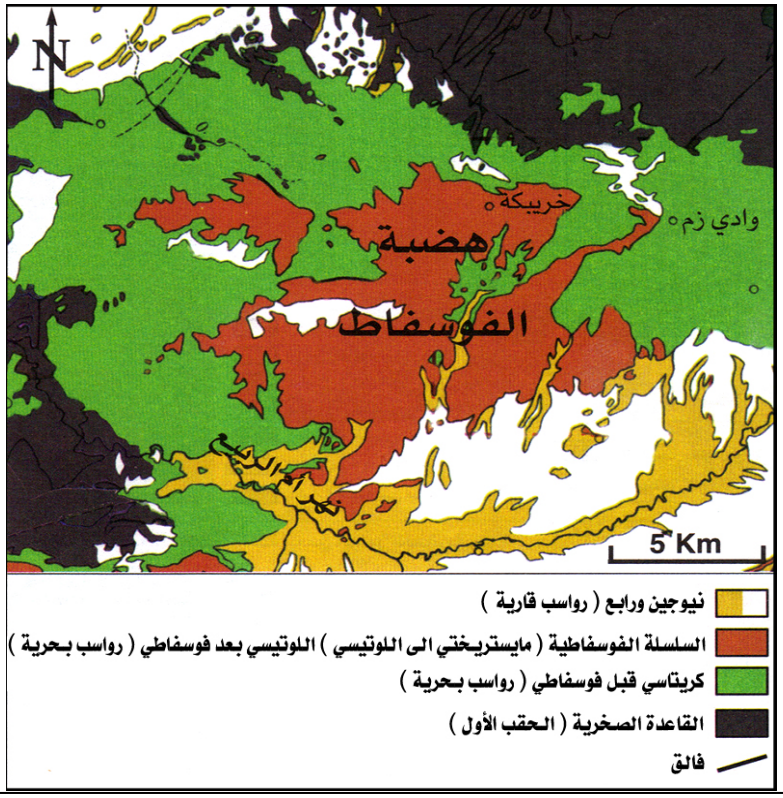
الوثيقة 17: استرداد التاريخ الجيولوجي لهضبة الفوسفاط

تمثل السلسلة الفوسفاطية لأولاد عبدون آخر جزء من سلسلة رسوبية تكونت فوق القاعدة الصخرية القديمة (الحقب الأول). وقد تعرضت الطبقات المكونة لهذه القاعدة الصخرية لتشوهات في آخر الحقب الأول على شكل طيات وفوالق، بينما لم تتعرض طبقات الحقب الثاني لأي تشوه وبقيت منضدية.

نعطي أهم مراحل التاريخ الجيولوجي غير مرتبة:

1) تشوه طبقات القاعدة الصخرية (الدورة الهرسينية).
2) ترسب طبقات القاعدة الصخرية (الحقب الأول).
3) تجاوز بحري.
4) تراجع بحري بعد لوتيسي.
5) تراجع بحري (الحقب الأول).
6) حت.
7) ترسب طبقات الكريتاسي قبل فوسفاطي.
8) ترسب السلسلة الفوسفاطية.
9) ترسب الطبقات الحديثة (نيوجين الرابع) وحت حديث.

بعد تحديد نوع الملامسة بين السلسلة قبل فوسفاطية والقاعدة الصخرية، استرد التاريخ النسبي لهضبة الفوسفاط وذلك بترتيب المراحل من 1 إلى 9.



القاعدة الصخرية مشوهة (طيات، فوالق) بينما لم تتعرض السلسلة قبل فوسفاطية (الحقب الثاني) لأي تشوه وبقيت منضدية، فالملامسة بين المجموعتين هي إذن تنافر زاوي.

يمكن استرداد التاريخ الجيولوجي للمنطقة بترتيب المراحل على الشكل التالي:

2 ← 5 ← 1← 6 ← 3 ← 7 ← 8 ← 4 ← 9.

بعد التراجع البحري للحقب الأول تم حت طبقات القاعدة الصخرية المشوهة خلال الدورة الهرسينية.

خلال الميسترختي (الكريتاسي II) تتوضع ترسبات بحرية قليلة العمق ذات خاصيات تجاوزية، أعطت ترسب طبقات الكريتاسي قبل الفوسفاطية.

خلال الكريتاسي العلوي والباليوجين (III السفلي) توضعت الرواسب الفوسفاطية وذلك ابتداء من الطابق الميسترختي (II علوي) إلى غاية الطابق اللوتيسي (III)، تميزت هذه الترسبات بخاصيات تجاوزية بحيث تشكل خليج بحري قليل العمق.

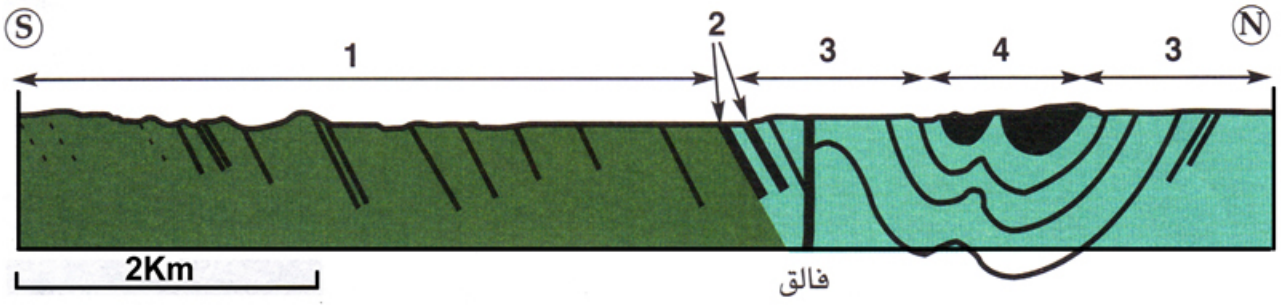
بعد اللوتيسي ظهرت رواسب (حجر رملي...) تعبر عن تراجع بحري ناتج عن الحركات التكتونية الأطلسية.

تم تحميل هذا الملف من موقع Talamidi.com

② المثال الثاني: الحوض الفحمي لجرادة (الوثيقة 18)

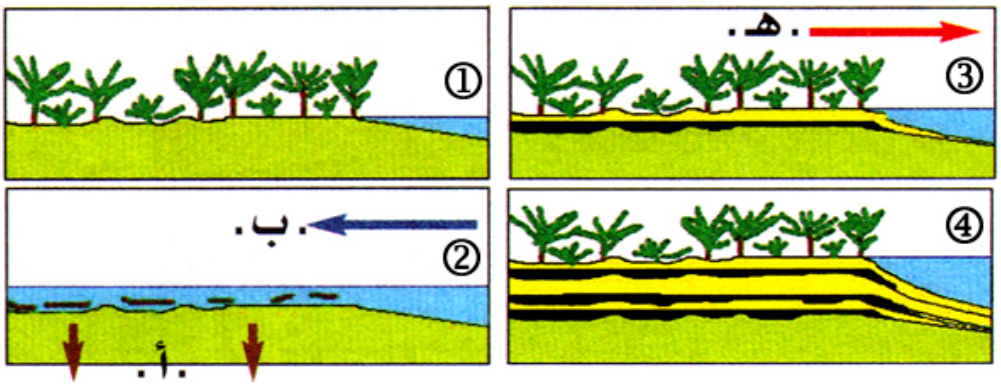
الوثيقة 18: استرداد التاريخ الجيولوجي للحوض الفحمي لجرادة .

يقع حوض جرادة على بعد 60 كلم جنوب غرب مدينة وجدة. ويمتد الحوض على مدى 25 كلم، وهو منجم للفحم الحجري ذو أصل ترسبي يظهر توالي الترسبات البحرية والقارية المناسبة لتكون الفحم، وذلك ما بين -315Ma إلى -300Ma.



مفتاح: 1 = سلسلة بحرية تحتوي علة غونياتيت Goniatite (الحقب الأول).
2 = أول رواسب شاطئية تحتوي على فحم وسرخسيات Fougères (الحقب الأول، ويستفالي).
3 = رواسب بحرية تحتوي على غونياتيت (الحقب الأول، أحدث من السلسلة 1).
4 = سلسلة فحمية مع طبقات جرادة (الحقب الأول، ويستفالي، أحدث من المستويات 2).
ملحوظة: تغطي الطبقات الكلسية للجوراسي كل هذه الطبقات بتنافر أعظم.

يتطلب تكون الفحم الحجري مناطق رسوبية تتميز بكثافة الغطاء النباتي (مناخ مداري)، وإمدادات قارية ضعيفة: مستنقعات شاطئية معرضة لتجاوزات بحرية دورية. كما يتطلب أيضا الانغراز السريع لقعر الحوض الذي يحمي البقايا من الأكسدة. أنظر الصورة أسفله.



وظف المعطيات الواردة في الوثيقة لاسترداد التاريخ الجيولوجي لحوض جرادة.

يعتبر الحوض الفحمي لجرادة حوضا جانب بحري، ينتمي الفحم فيه الطابق الوستفالي من النظام التفحمي (315- إلى 300- مليون سنة)، (الحقب الأول).
خلال الطابق النامور كان الترسب بحريا وبقي كذلك خلال الوستفالي السفلي على شكل تجاوز بحري.
خلال الوستفالي بدأت الترسبات قارية مصحوبة بتكون الفحم حيث استمرت هذه الترسبات إلى نهاية الوستفالي.
تأثرت الرواسب الفحمية بالأطوار الأخيرة للدورة الانتهاضية الهرسينية، وبقيت عرضة للحت بع الهرسيني إلى حين توضع الرواسب الميزوزوية (II) وتدفق البازلت لنفس الحقب في شكل تنافر زاو.