

# مقرر جيولوجيا هندسية

## لطلاب الهندسة المدنية

مدرس المقرر

د.م. مهند سليم مهنا

## العمر الجيولوجي: (Geological Age)

1. **العمر الجيولوجي المطلق (Absolute Age):** يتم تحديد العمر الجيولوجي المطلق باستخدام الطريقة الراديومترية (Radiometric Dating) أو الطريقة الاشعاعية (النظائر المشعة) لتحديد العمر المطلق للصخر أو المنيرال (بالسنوات) و تعطي نتائج جيدة للصخور النارية و لكنها قد تعطي نتائج غير جيدة للصخور الرسوبيّة لأنها تحدد عمر المنيرات المكونة للصخر الرسوبي و لا تحدد زمن تكون الصخر الرسوبي نفسه.

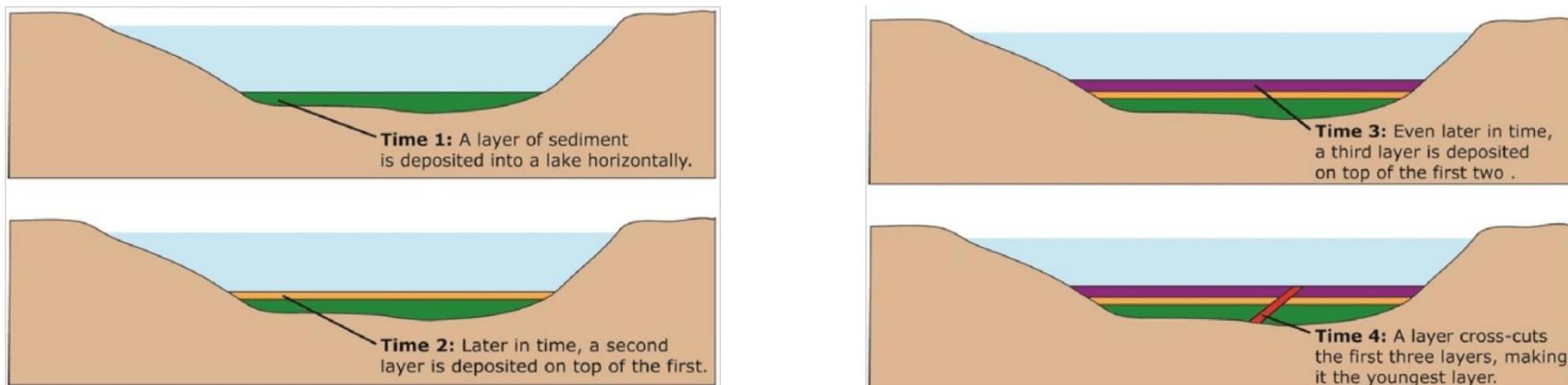
ويمكن استخدام المستحاثات في تحديد عمر الصخور الرسوبيّة التي تتضمن بقايا كائنات حية.

2. **العمر الجيولوجي النسبي (Relative Age):** يتم تحديد العمر الجيولوجي النسبي باستخدام طريقة التحديد الزمني النسبي (Relative Dating). يعتمد التاريخ النسبي للطبقات الجيولوجية و خصوصاً الرسوبيّة على مقارنة هذه الأخيرة ببعضها البعض او مقارنتها ببعض الأحداث التي طرأت عليها (ترسب، تشوّه، ميلان، اندساس...)، حيث يساعد العمر النسبي على ترتيب الطبقات الصخرية (الرسوبيّة او النارية) او الأحداث الجيولوجية ضمن تتابع و تسلسل زمني محدد، لكنه لا يعطي فكرة عن العمر او التاريخ الحقيقي لهذه الطبقة او هذا الحدث.

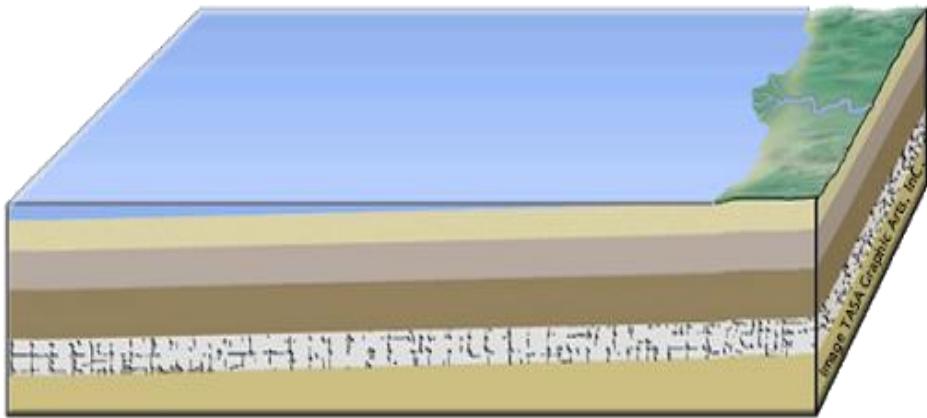
## المبادئ السтратيغرافية لتحديد العمر النسبي

يعتمد العمر النسبي للطبقات الجيولوجية على مجموعة من المبادئ و القوانين المستخلصة من الدراسات واللاحظات الحقلية والتي تعرف بالمبادئ السтратيغرافية، والتي تستخدم بشكل يومي من قبل الجيولوجيين. و المبادئ السтратيغرافية الأساسية الثلاثة الأولى تم وضعها من قبل العالم الدنماركي (Steno,1630-1670) و اطلق عليها اسم مبادئ ستينو، و تم تطويرها لاحقاً من قبل العالم الجيولوجي الاسكتلندي (Hutton,1785) و غيرهم.

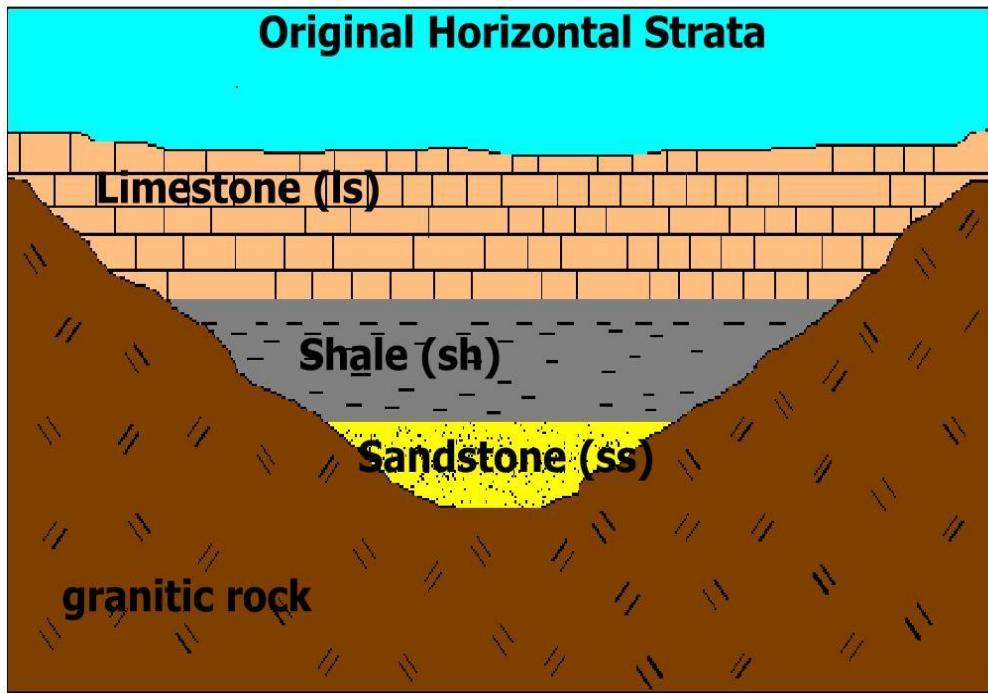
المبادئ السтратيغرافية تسمح للجيولوجي بوضع طبقة صخرية ما في تتابع جيولوجي محدد يساعد في فهم التسلسل الزمني لتشكلها و تحديد عمرها بالنسبة للطبقات القريبة منها.



## ١. مبدأ أفقية الطبقات (The Principle of original Horizontality)



الصخور الرسوبيّة تتوضع أولياً بشكل طبقات رسوبيّة أفقية، لا حفأً يمكن أن تتعرّض لعمليّات جيولوجيّة تسبّب ميلان أو انتلاء هذه الطبقات. ويخضع أيضًا لهذا المبدأ بعض الصخور البركانية، مثل الصبات البازلتية والطف والتّعامل معاملة الصخور الرسوبيّة من حيث شكل التّوسيع كطبقات أفقية.



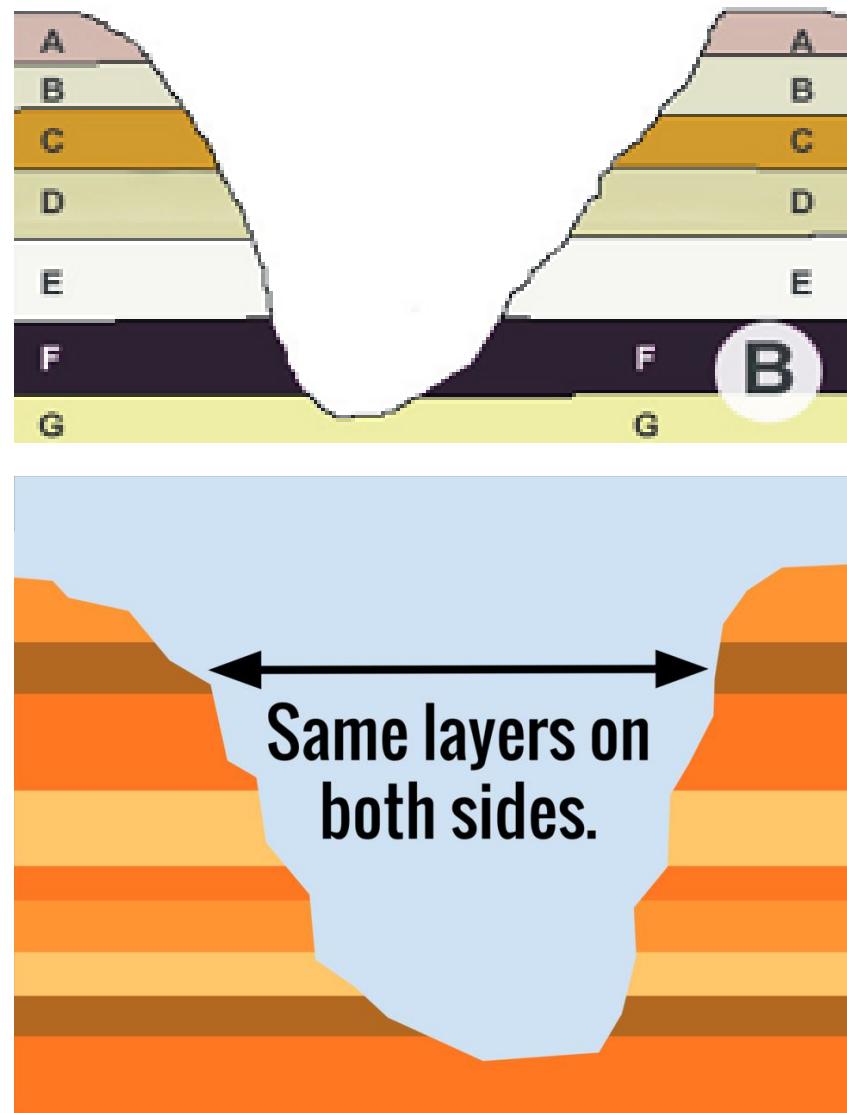
THE GROWING PILE OF SEDIMENT LAYERS			TIME
الموقع A	الموقع B	الموقع C	
5	5	5	الزمن 5
2	2	4	
1	1	3	
		2	
		1	
2	2	4	الزمن 4
1	1	3	
		2	
		1	
2	2	3	الزمن 3
1	1	3	
		2	
		1	
2	2	2	الزمن 2
1	1	2	
		1	
1	1	1	الزمن 1

## 2. مبدأ التراكب (The Principle of Superposition)

انطلاقاً من المبدأ الأولي (أصل افقيّة الطبقات) و في سلسلة طبقات تكون الطبقة السفلية أقدم عرماً من الطبقات التي تعلوها ذلك لأنّها توضّعت افقيّاً واحدة تلو الأخرى .



The sedimentary layers can be matched up across the valley.

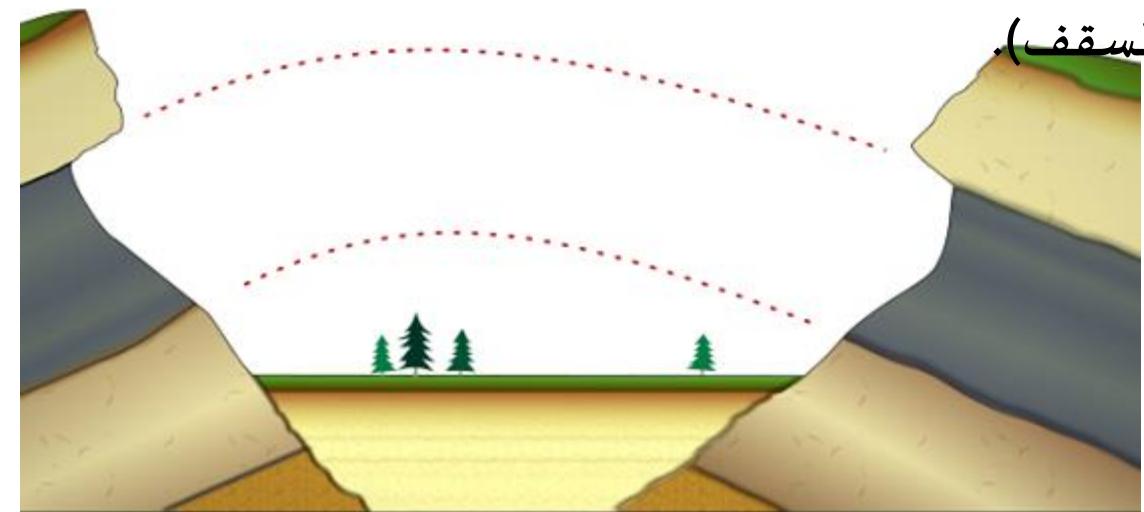


### 3. مبدأ الاستمرارية الأفقية (Principle of lateral Continuity)

الطبقات الصخرية الرسوبيّة تمتد للجوانب حتى تتغير البيئة التي شكلتها، إذا كانت طبقة رسوبيّة ذات خواص معينة، محدودة بأرضية و سقف فإن لها نفس العمر على طول امتدادها.

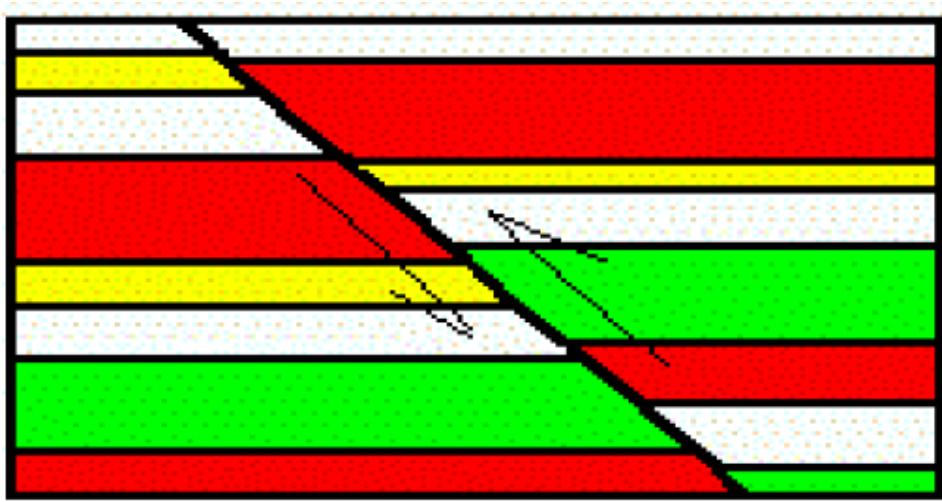
يتعذر تطبيق هذا المبدأ عند تغير خواص الصخر مع المسافات الكبيرة بسبب تغير وسط الترسيب. في هذه الحالة:

تعتبر من نفس العمر كل طبقتين لهما خواص مختلفة إذا توضعتا فوق نفس الطبقة (نفس قاعدة التربة) وتوضعت فوقهما طبقة أخرى أحدث منها (نفس السقف).

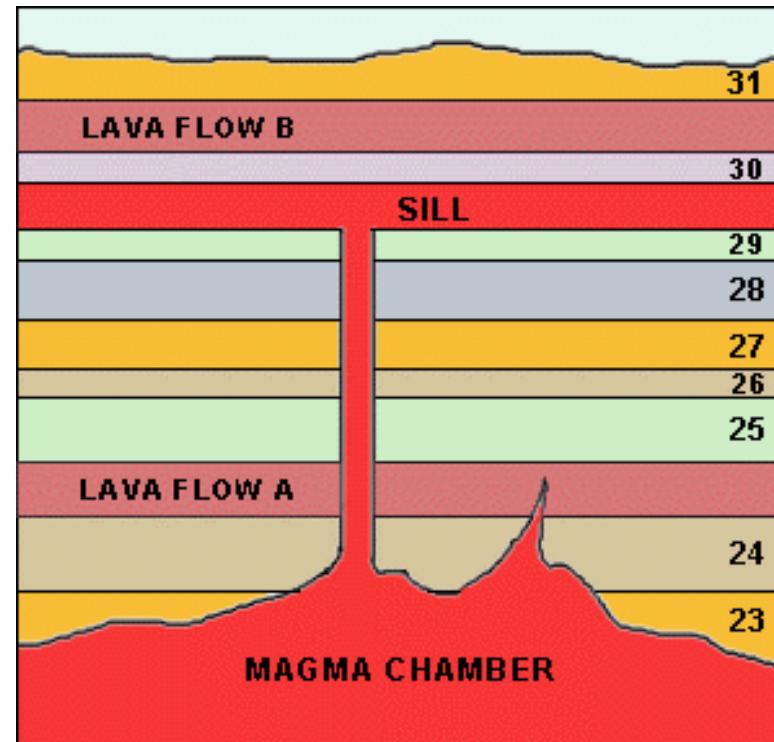


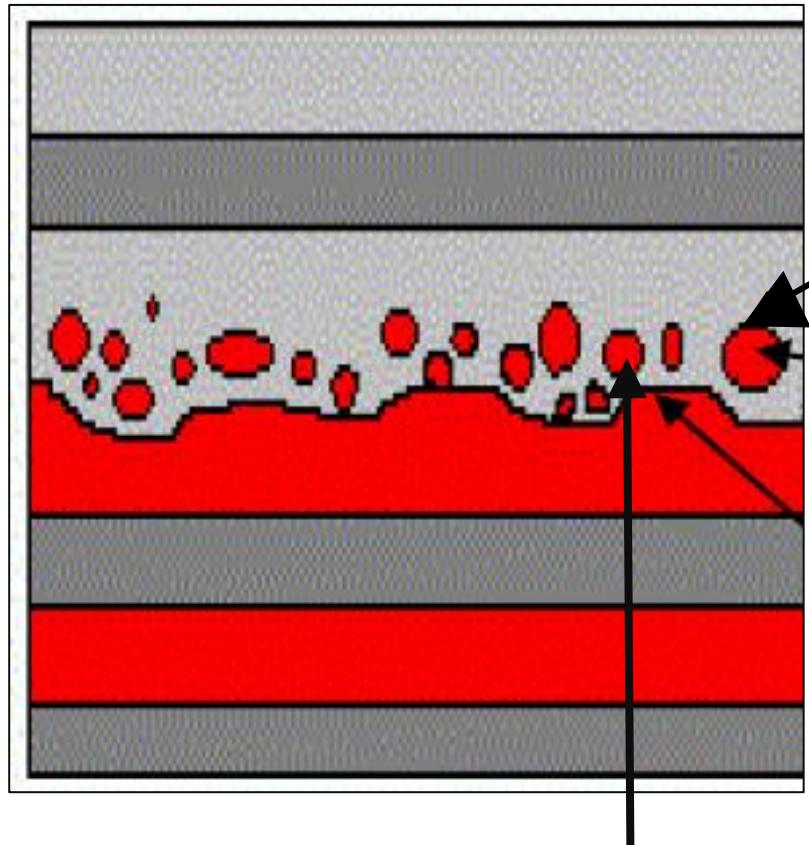
#### 4. مبدأ التقاطع او العلاقات بين الطبقات المتقاطعة (Principle of Cross-Cutting Relationships)

كل تركيب جيولوجي (فالق، عرق، اندفاع لجسم مغمطي، اندساس، قاطع ...) يقطع او يخترق طبقات صخرية يعتبر احدث منها.  
القاطع دائمًا احدث من الطبقات التي يقطعها (العنصر القاطع احدث من المقطوع).



في الشكلين أعلاه، الفالق والعرقات البركانية أحدث من بقية الطبقات الموجودة



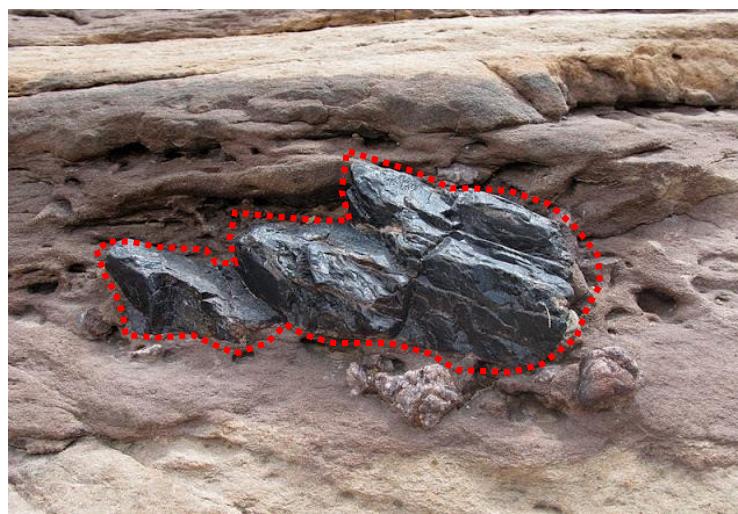


الحطاميات الموجودة ضمن الطبقة الرمادية أقدم من  
الطبقة الرمادية التي تحتويها

السطح المترعرج بشكل غير منتظم و الناتج عن عمليات التعرية قبل تعاقب الترسيب هو أحدث من الطبقة الصخرية التي تقع أسفله و التي تم تعرضها للحت والتعرية.

## 5. مبدأ التضمن أو الاحتواء

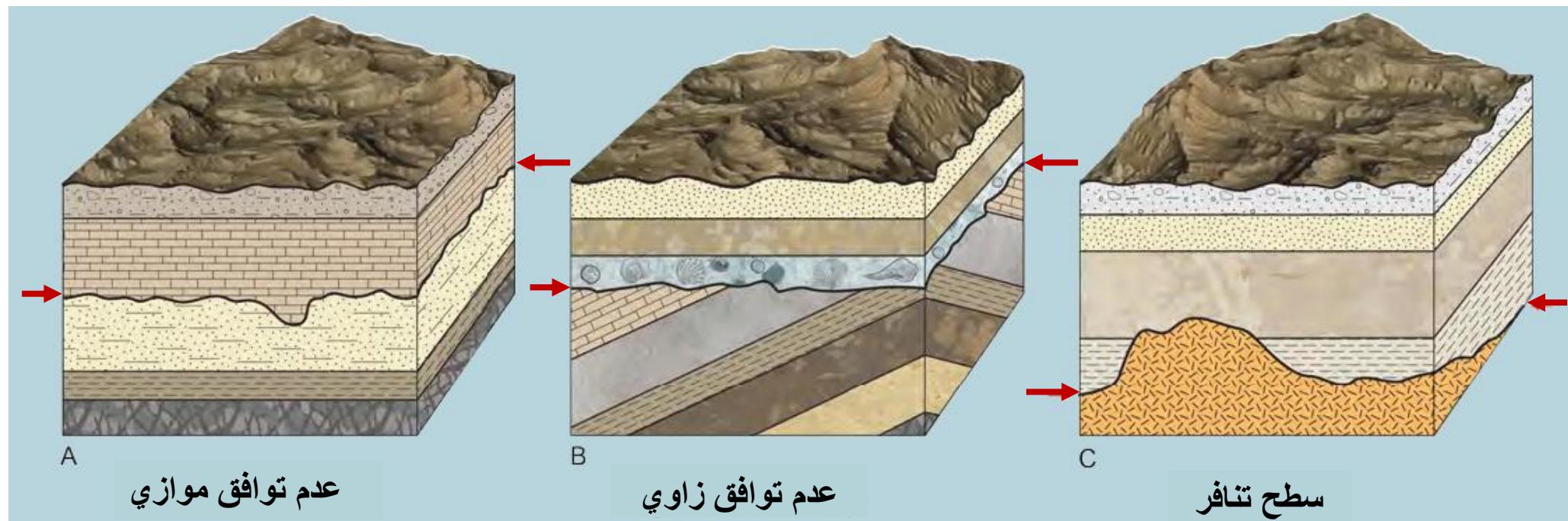
ينص على أن الحطاميات الموجودة ضمن الطبقات الصخرية هي أقدم من الطبقات التي تحتويها، أي كل قطعة صخرية تتوارد ضمن طبقة أخرى هي أقدم منها.



الصخرة أقدم  
من الرسوبيات  
المجاورة

## مستويات عدم التوافق

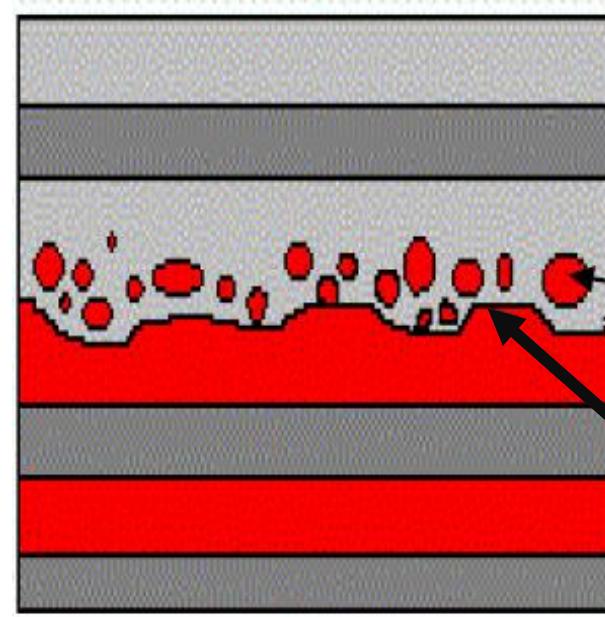
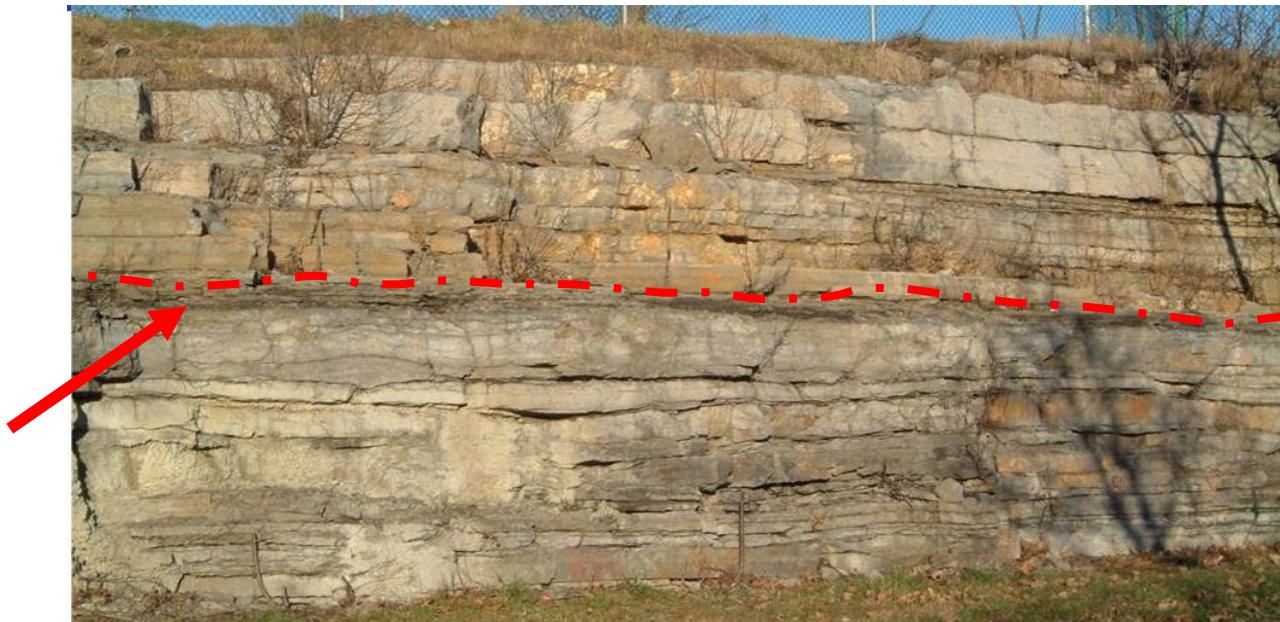
عندما تتوضع الطبقات الرسوبية بشكل متتابع وبدون انقطاع في عمليات الترسيب نقول أن هذه الطبقات متوافقة فيما بينها. ولكن إذا انقطع الترسيب فترة من الزمن الجيولوجي وعاد مرة أخرى نسي السطح الفاصل بين الترسيب القديم والرسيب الجديد سطح عدم توافق، أي هو الفاصل بين طبقتين حدث بينهما انقطاع في عمليات الترسيب. وهناك أنواع متعددة من سطوح عدم التوافق:



## النوع الأول: عدم تواافق موازي (Disconformity)

نسمى السطح المترعرع الفاصل بين الطبقة الحمراء والرمادية التي تعلوها (الشكل بالأسفل) بعدم تواافق موازي، وذلك لأن هذا السطح نتج بعد توقف الترسيب فترة ما وتعرض السطح لعمليات الحت والتعرية، ومن ثم عاد الترسيب مرة أخرى.

فالسطح بين الطبقات قبل الانقطاع وبعد الانقطاع متوازي (ومترعرج قليلاً)

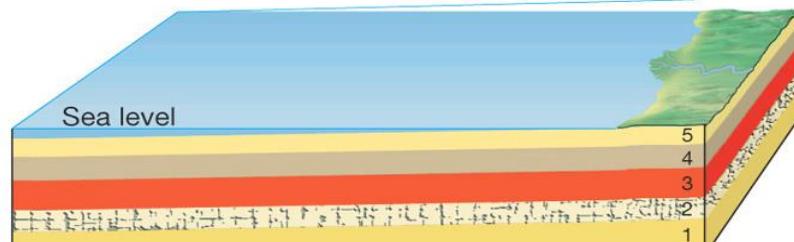


عدم تواافق  
موازي

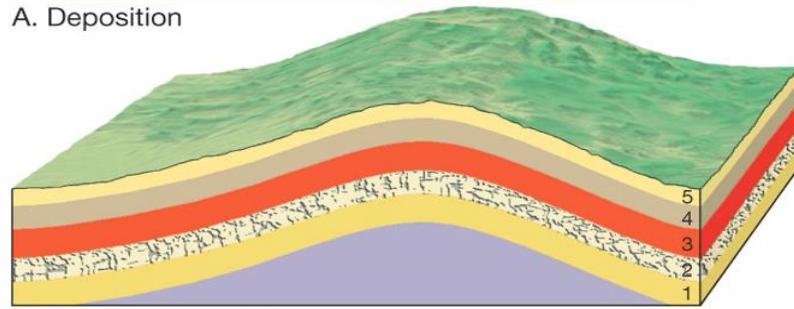


توضح الصور أعلاه عدم تواافق موازي (disconformity) حيث نلاحظ سطوح انقطاع بين الطبقات المتوازية فيما بينها. تمثل سطوح الانقطاع هذه فترات حت وتعريه أو فترات توقف للترسيب.

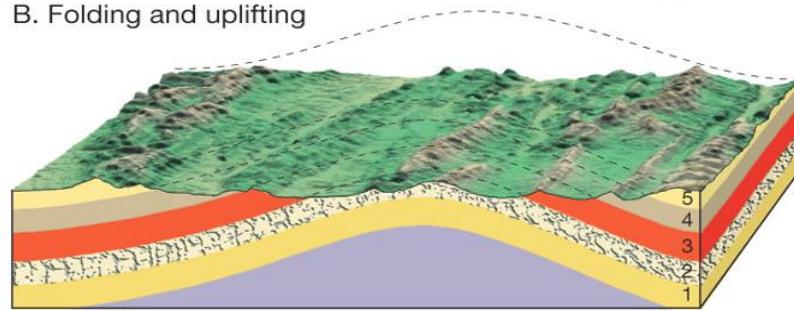
## النوع الثاني: عدم تواافق زاوي



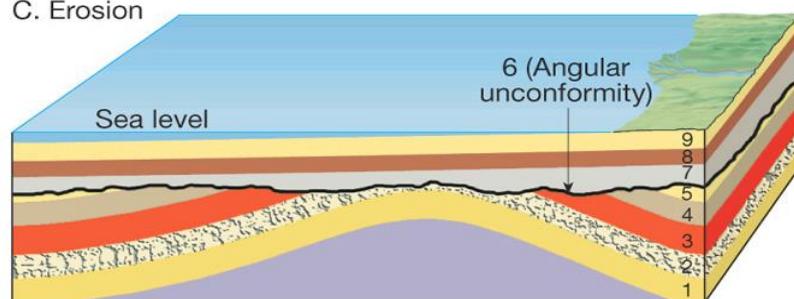
A. Deposition



B. Folding and uplifting

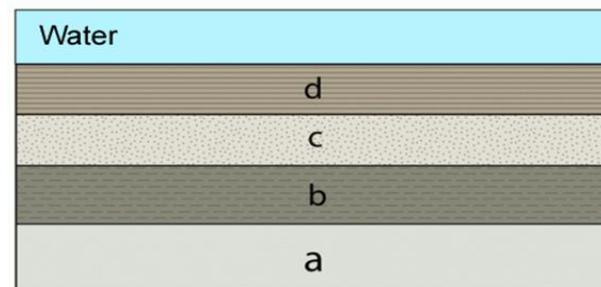


C. Erosion

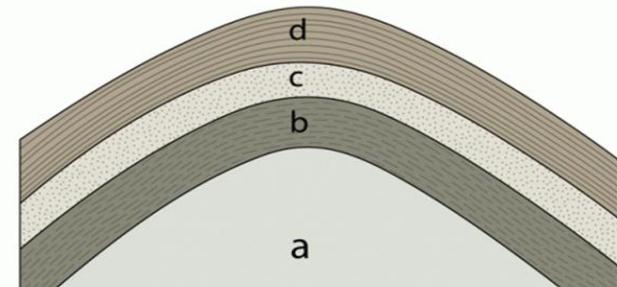


D. Subsidence and renewed deposition

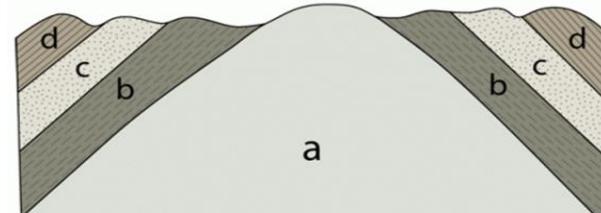
نسمى السطح الفاصل بين طبقات رسوبية حدث فيها انقطاع في الترسيب وتعرضت الطبقات لحركات تكتونية (مع عمليات حتّ) ثم عاد الترسيب مجدداً بسطح عدم تواافق زاوي.



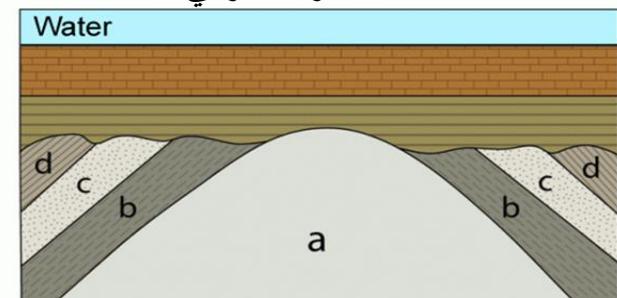
1. الترسيب



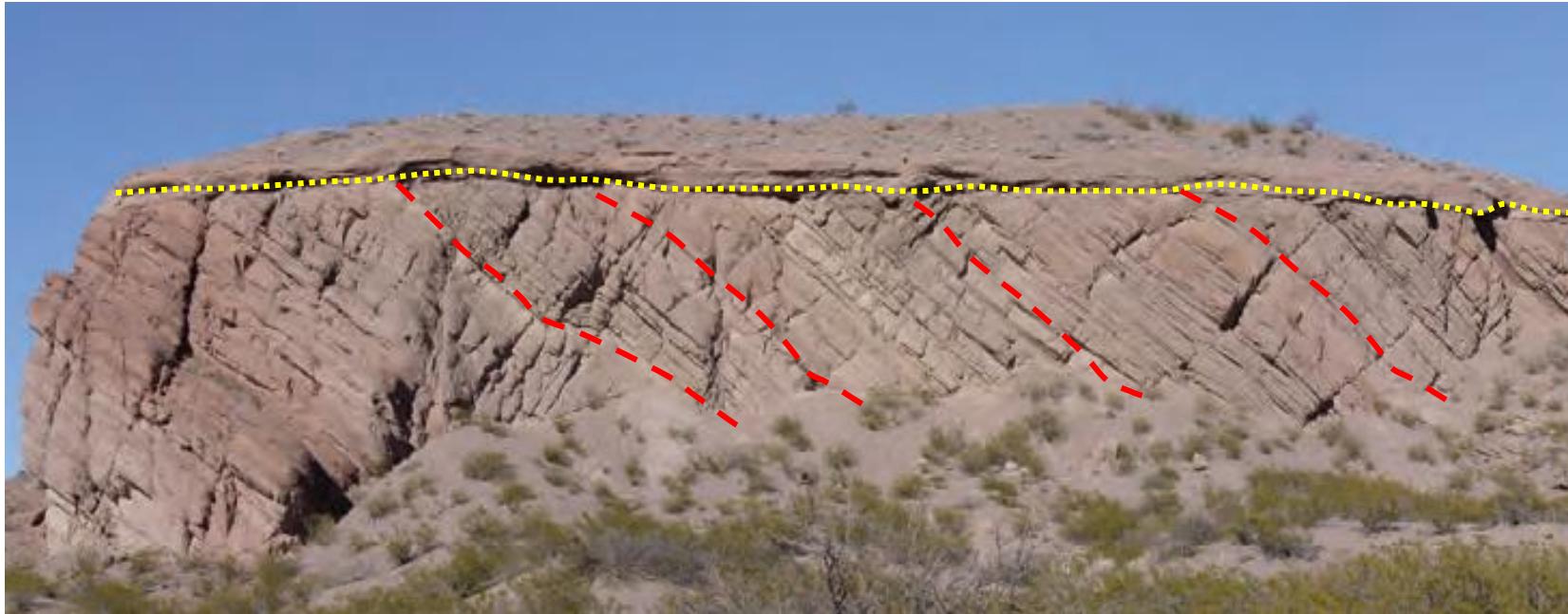
2. تشوّه تكتوني



3. حت وتعريّة



4. إعادة الترسيب  
مراحل تشكيل سطح عدم تواافق زاوي



توضع عدم توافق زاوي في وادي سان لورينزو في مدينة نيومكسيكيو.

الطبقات الأقدم طبقات مائلة أما الطبقة الأجدد (العلوية) فطبقات شبه أفقية، حيث تعرضت الطبقات القديمة لحركات تكتونية ثم تسوى سطحها بفعل الحت والتعرية قبل أن يعود الترسيب من جديد ليشكل طبقة رسوبية أفقية عند السطح العلوي.



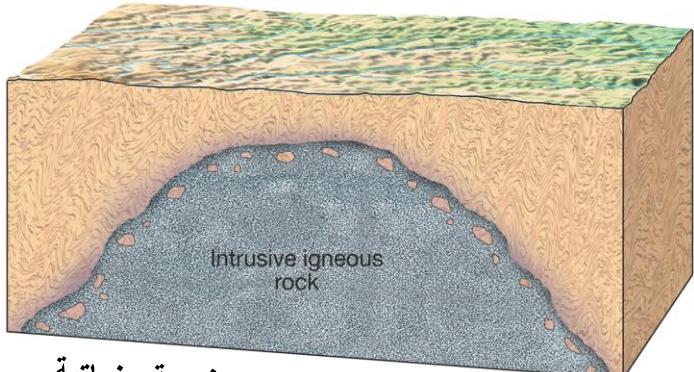
طبقات من الدلوميت تتوضع بشكل مغاير فوق طبقات من الريوليت  
في جبال سان فرننسوا الأمريكية



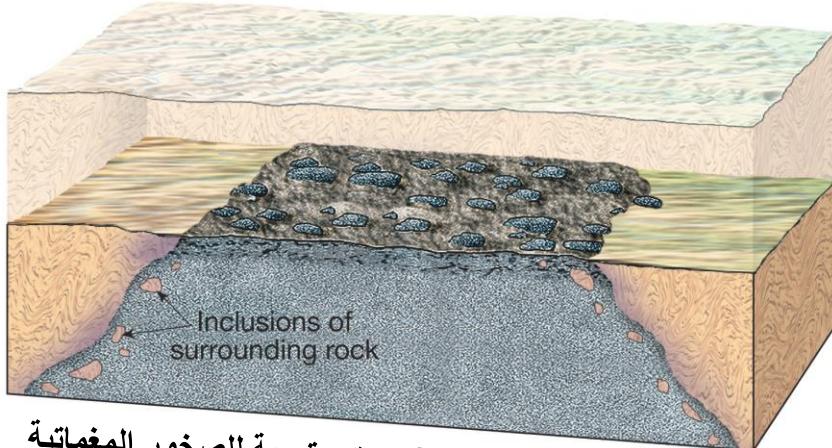
طبقات من الشيسست والجريوال تعرضت لحركات طي  
ثم ترببت أعلىها طبقات أفقية من الحجر الرملي الأحمر تتوضع بشكل مغاير في شاطئ  
تلبريو البرتغالي

## النوع الثالث: سطح تناfar (Nonconformity)

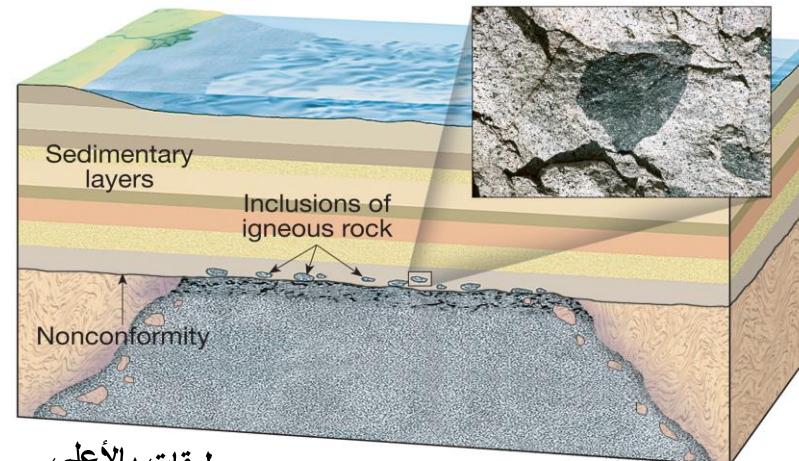
نسمى السطح الفاصل بين طبقات رسوبية حديثة توضعت فوق صخور نارية أو متحولة للحت والتعرية ثم يحدث ترسيب وتشكل صخور رسوبية.



1. صخور اندفاعية مغماتية



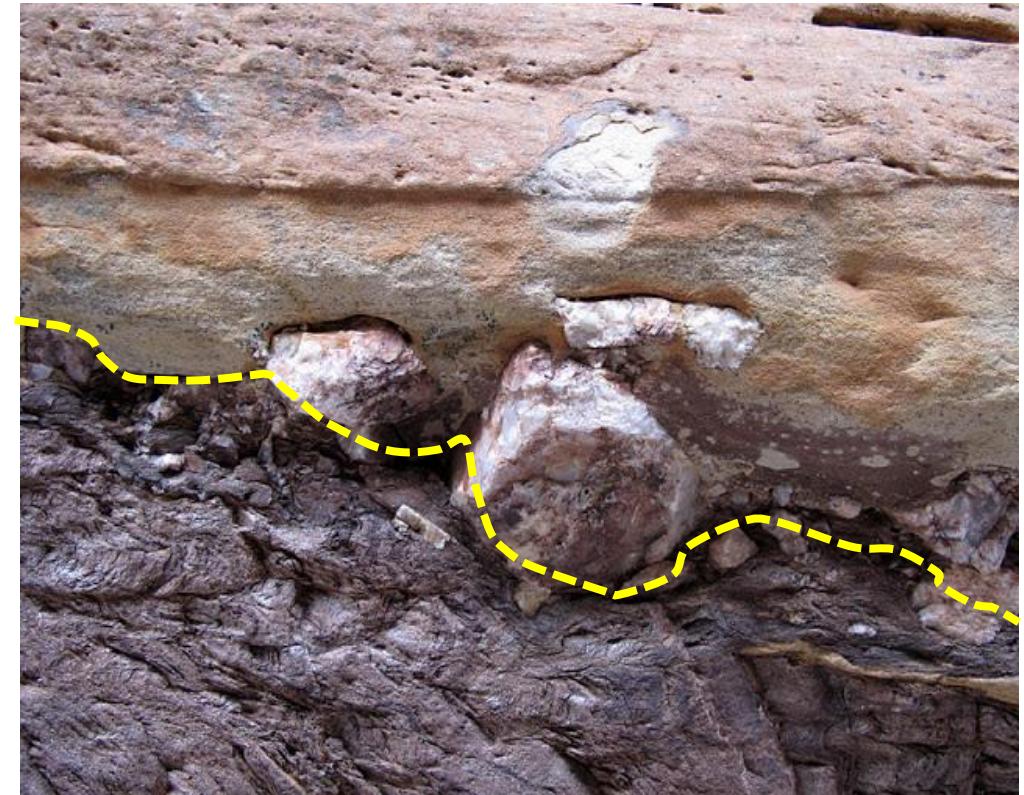
2. حت وتعرية للصخور المغماتية



3. ترسب طبقات بالأعلى



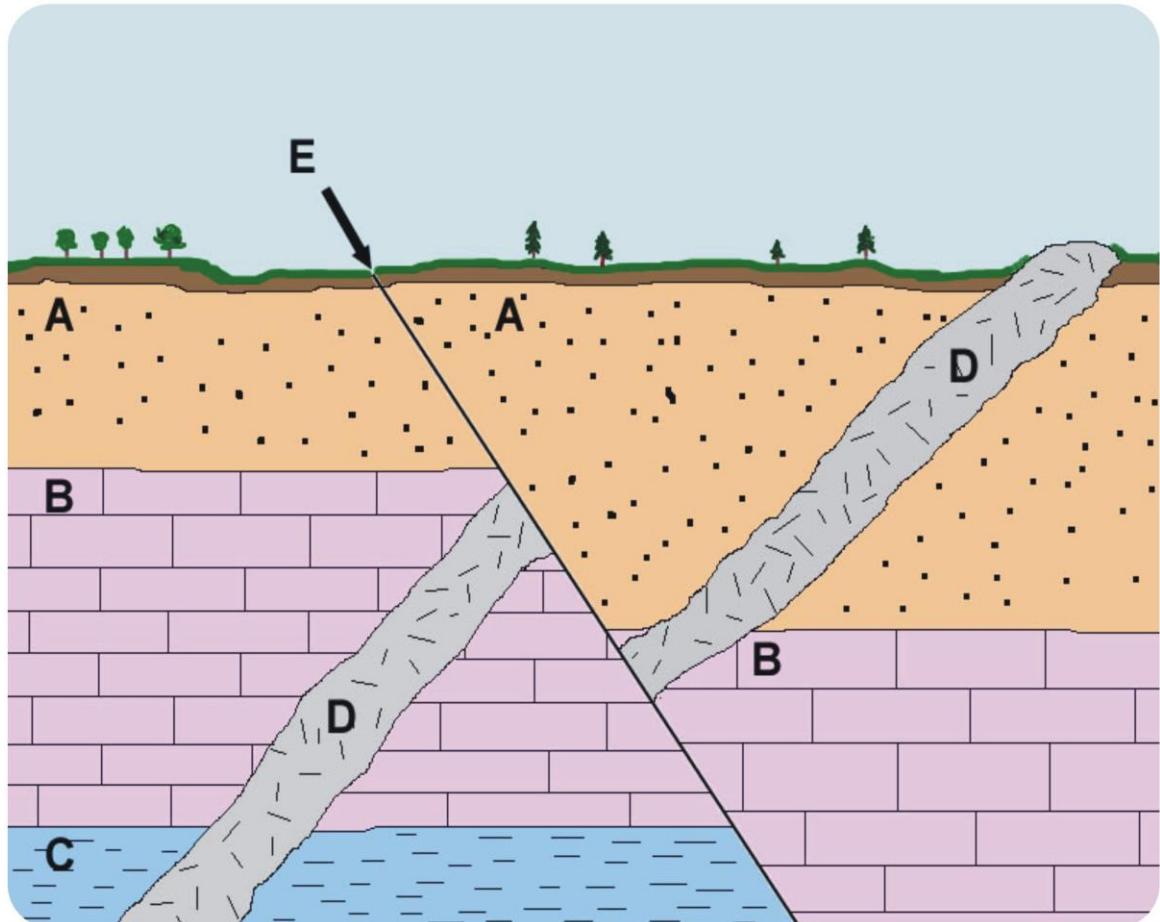
طبقات من الحجر الرملي ترسبت فوق طبقات اندفاعية شاقولية من الشيست



صخور مغماتية تعلوها رسوبيات رملية متضمنة لحطاميات

## أمثلة واقعية عن سطوح تنافر

مثال 1:



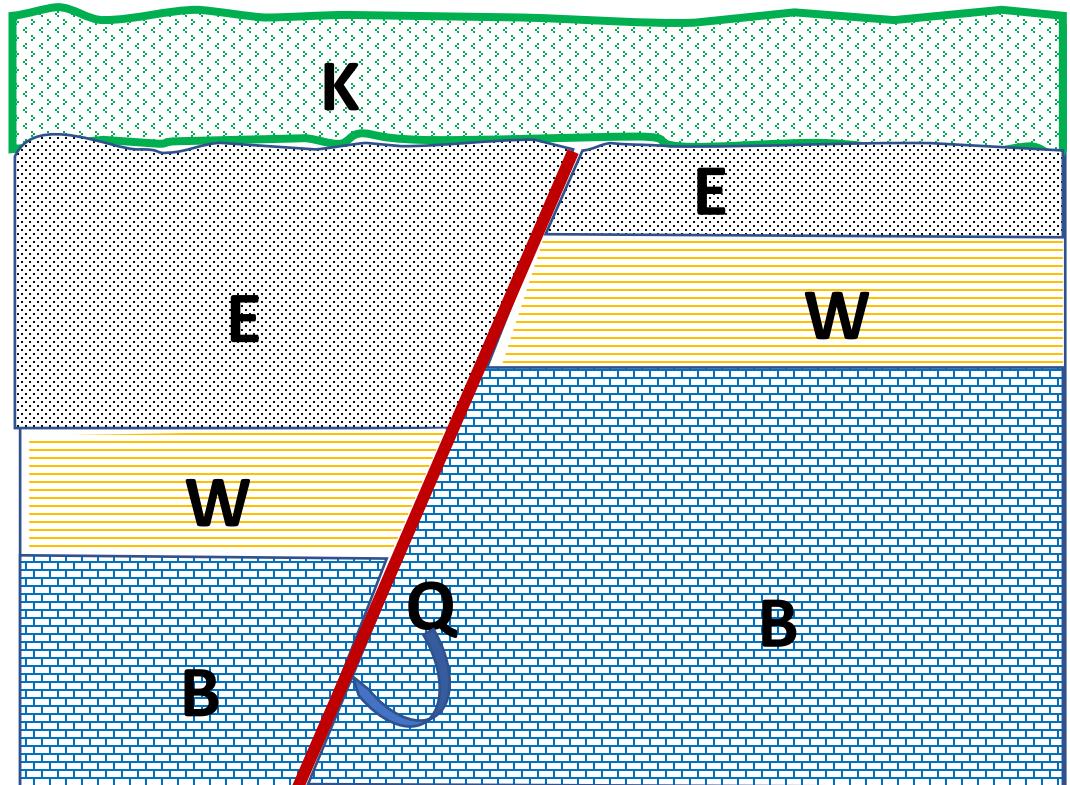
انظر إلى المقطع الجيولوجي و حدد بالترتيب تسلسل الأحداث الجيولوجية في هذا الموقع من الأقدم إلى الأحدث.  
هل يوجد سطح عدم توافق؟

الحل:

تسلسل الأحداث الجيولوجية من الأقدم إلى الأحدث:  
أحدث → أقدم C-B-A-D-E

لا يوجد سطح عدم توافق ونسمي السطح الفاصل مثلاً بين الطبقتين C, بسقف الطبقة C أو قاعدة الطبقة B

## مثال 2:



انظر إلى المقطع الجيولوجي و حدد بالترتيب تسلسل الأحداث الجيولوجية في هذا الموقع من الأقدم إلى الأحدث. هل يوجد سطح عدم تواافق في المقطع؟ في حال الإجابة بنعم حدد موقعه و نوعه.

### الحل:

تسلسل الأحداث الجيولوجية من الأقدم إلى الأحدث:  
أحدث  $\rightarrow$  B-W- E -Q-K أقدم

يوجد سطح عدم تواافق بين الطبقة E و الطبقة K و نوعه هو سطح عدم تواافق موازي (Disconformity).

لأن الطبقات أسفل هذا السطح تعرضت لتأثير فالق، ثم تعرضت للحت و التعرية، ثم عودة الترسيب و تشكل الطبقة K.

### مثال 3:

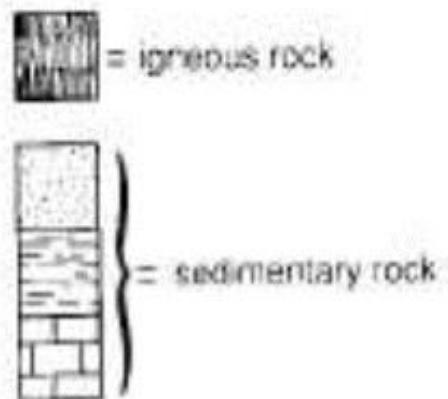
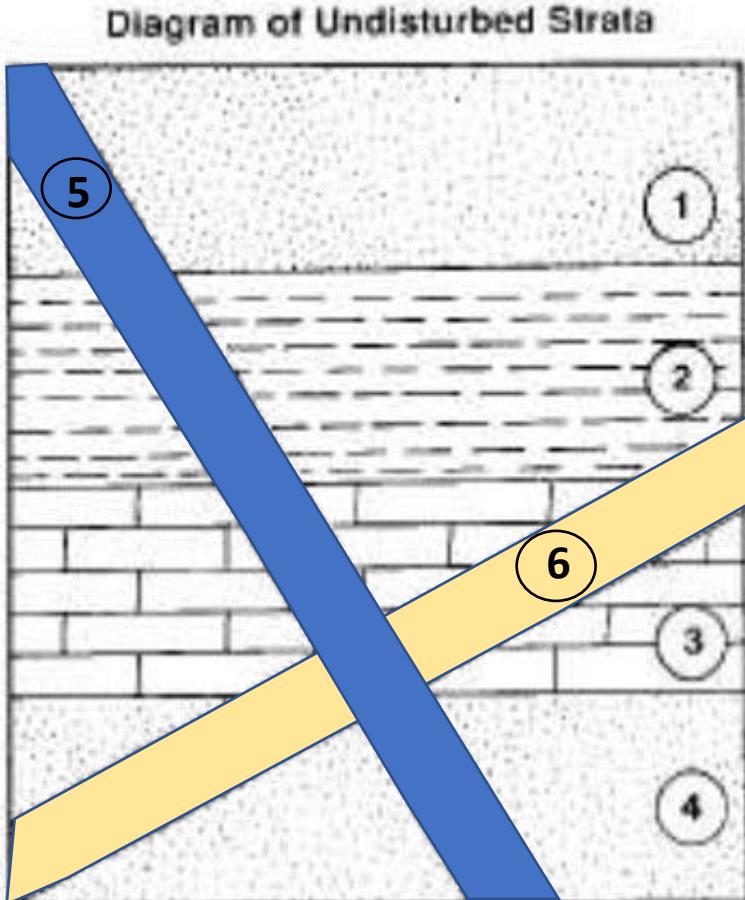
انظر إلى المقطع الجيولوجي و حدد بالترتيب تسلسل الأحداث الجيولوجية في هذا الموقع من الأقدم إلى الأحدث.

#### الحل:

تسلسل الأحداث الجيولوجية من الأقدم إلى الأحدث:

سيناريو 1: أحدث 5-4-3-2-1-6 أقدم

سيناريو 2: أحدث 5-4-3-2-6-1 أقدم



## أسئلة عامة عن المحاضرة

