Manara university
Faculty of engineering
Department of civil engineering

جامعة المنارة
كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية

# مقرر جيولوجيا هندسية

## لطلاب الهندسة المدنية – السنة الأولى

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 الرسوبية لأنها تحدد عمر المنيرالات المكونة للصخر الرسوبي و لا تحدد زمن تكون الصخر الرسوبي نفسه.

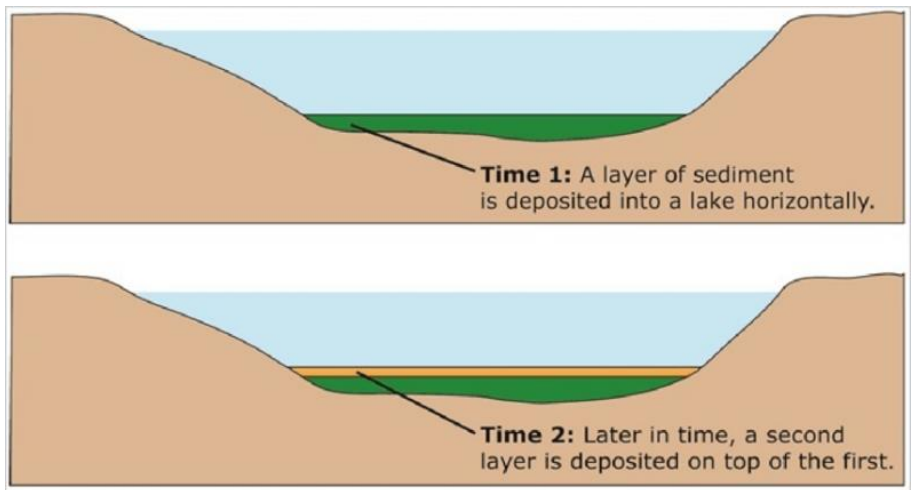
   ويمكن استخدام المستحاثات في تحديد عمر الصخور الرسوبية التي تتضمن بقايا كائنات حية.

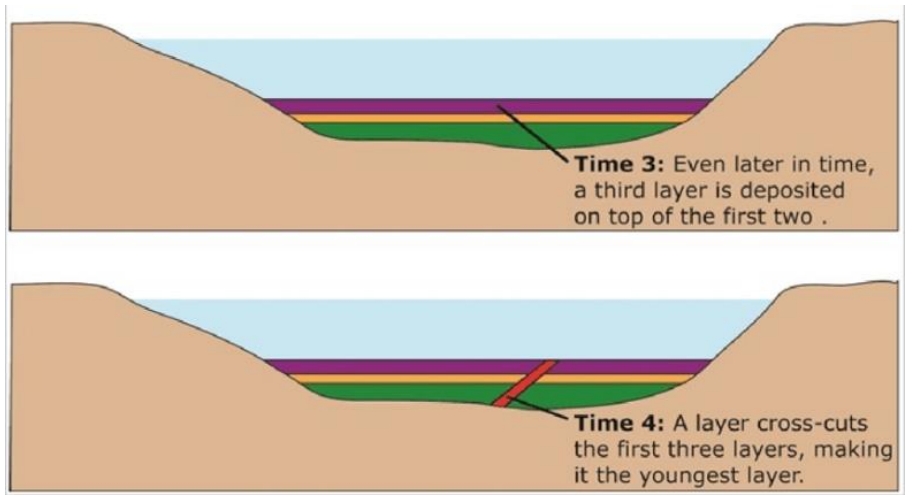
2. **العمر الجيولوجي النسبي (Relative Age):** يتم تحديد العمر الجيولوجي النسبي باستخدام طريقة التحديد الزمني النسبي (Relative Dating). يعتمد التأريخ النسبي للطبقات الجيولوجية و خصوصاً الرسوبية على مقارنة هذه الاخيرة ببعضها البعض او مقارنتها ببعض الاحداث التي طرأت عليها (ترسب، تشوه، ميلان، اندساس...)،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

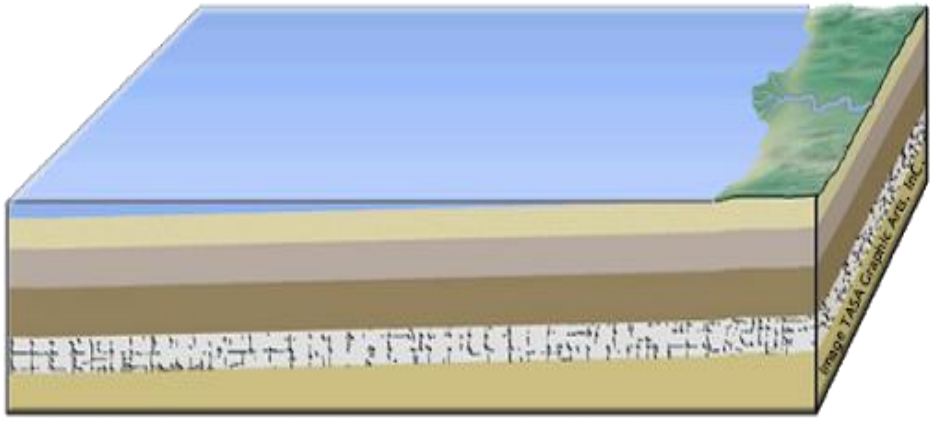
# المبادئ الستراتيغرافية لتحديد العمر النسبي

يعتمد العمر النسبي للطبقات الجيولوجية على مجموعة من المبادئ و القوانين المستخلصة من الدراسات والملاحظات الحقلية والتي تعرف بالمبادئ الستراتيغرافية، والتي تستخدم بشكل يومي من قبل الجيولوجيين. و المبادئ الستراتيغرافية 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 غير هم.

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

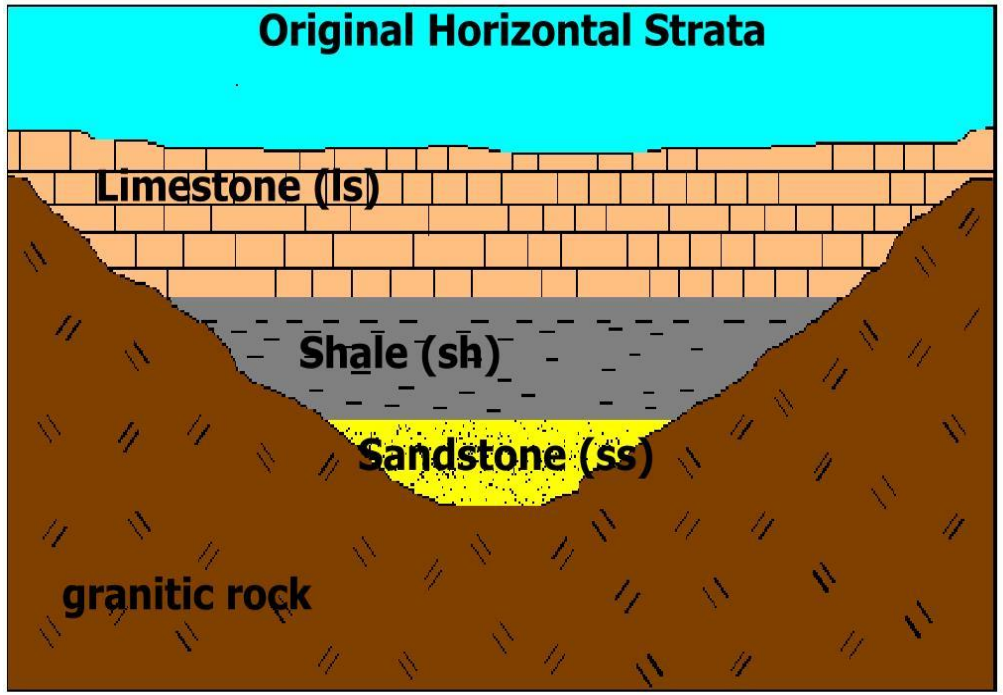


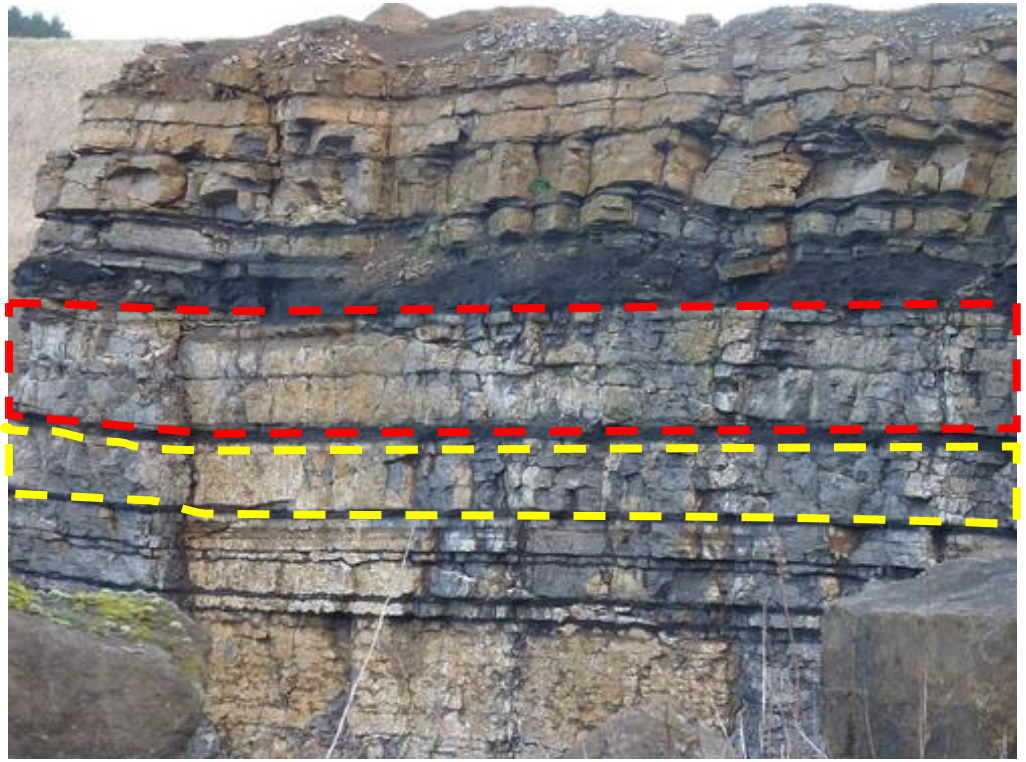



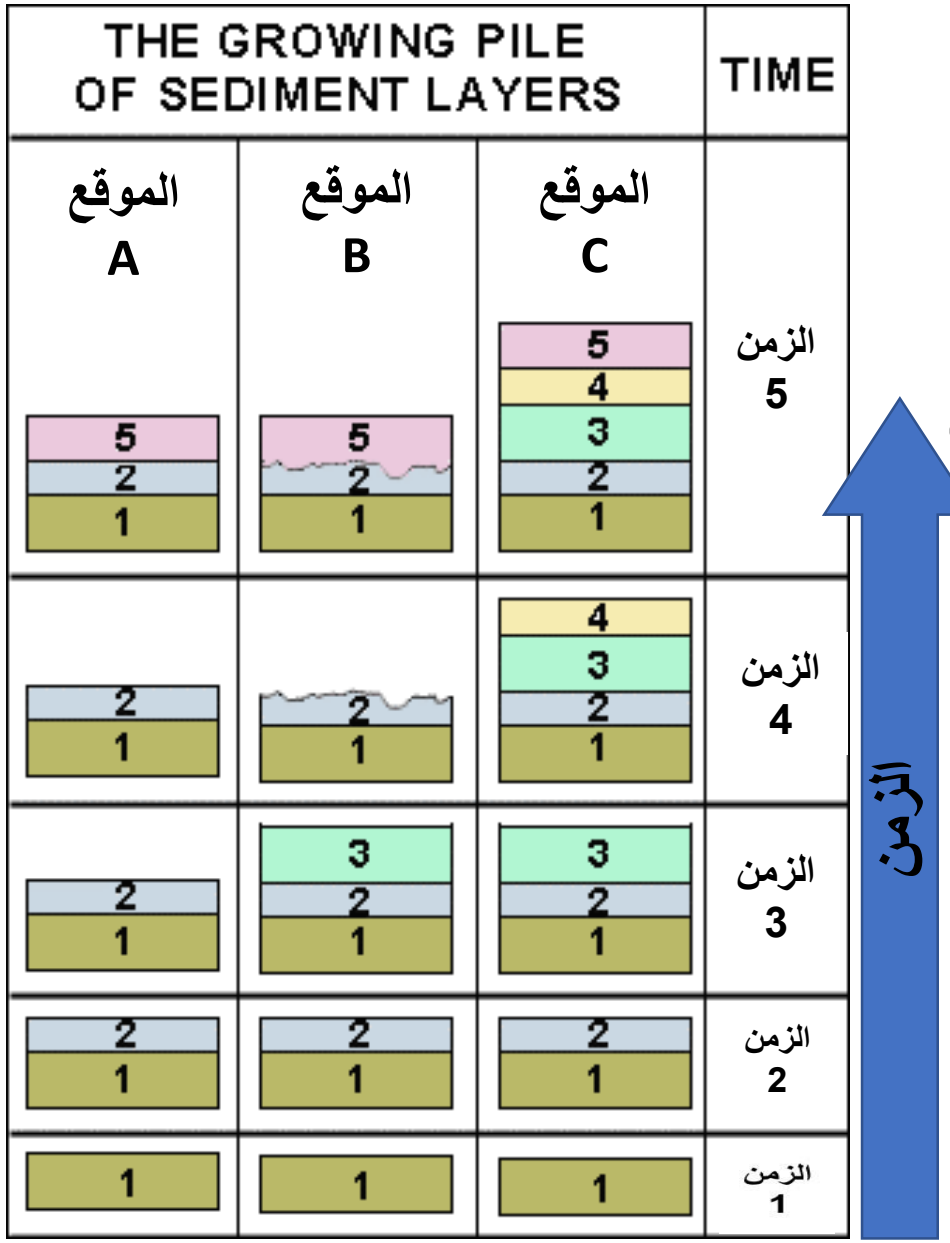


## 1. مبدأ أصل أفقية الطبقات (The Principle of original Horizontality):

الصخور الرسوبية تتوضع أولياً بشكل طبقات رسوبية أفقية، لا حقاً يمكن أن تتعرض لعمليات جيولوجية تسبب ميلان أو انثناء هذه الطبقات. و يخضع أيضاً لهذا المبدأ بعض الصخور البركانية، مثل الصبات البازلتية و الطف و التي تُعامل معاملة الصخور الرسوبية من حيث شكل التوضع كطبقات أفقية.






جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

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

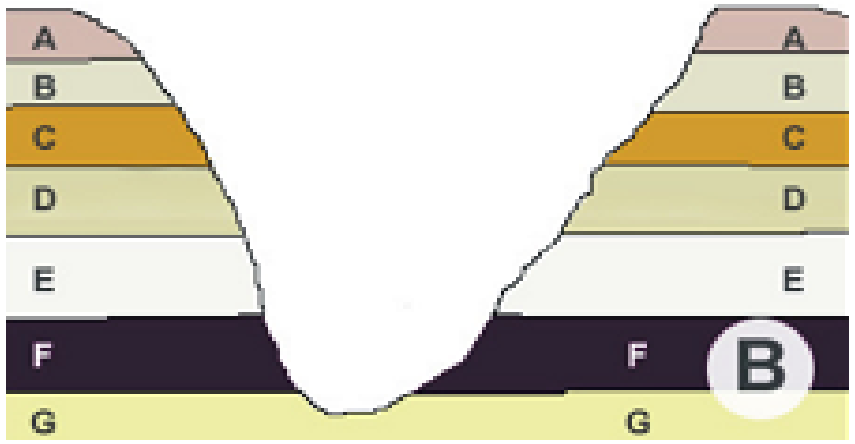
انطلاقاً من المبدأ الأولى (أصل افقية الطبقات) و في سلسلة طبقات تكون الطبقة السفلى اقدم عمراً من الطبقات التي تعلوها ذلك لأنها توضعت افقياً واحدة تلو الاخرى .

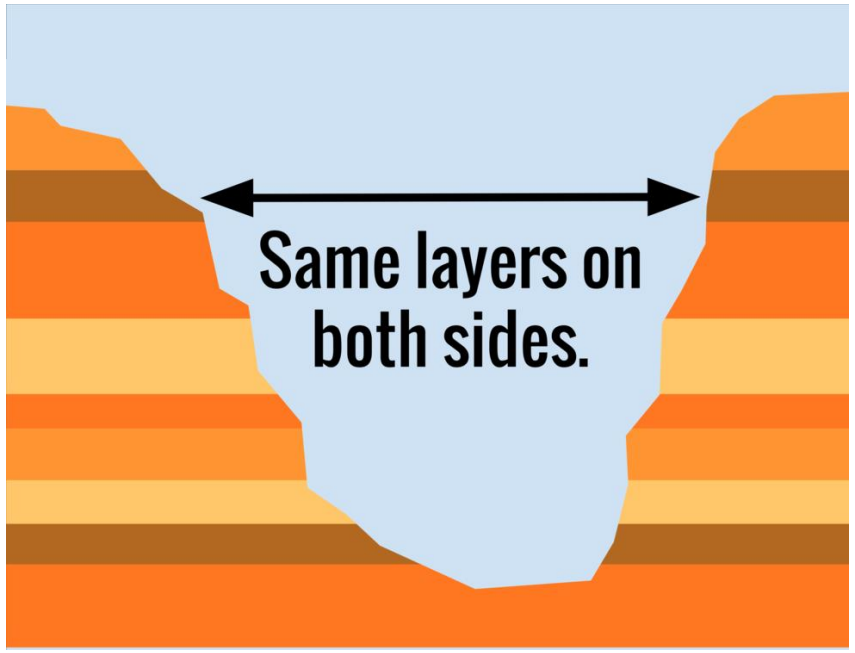
## 3. مبدأ الاستمرارية الأفقية (Principle of lateral Continuity)

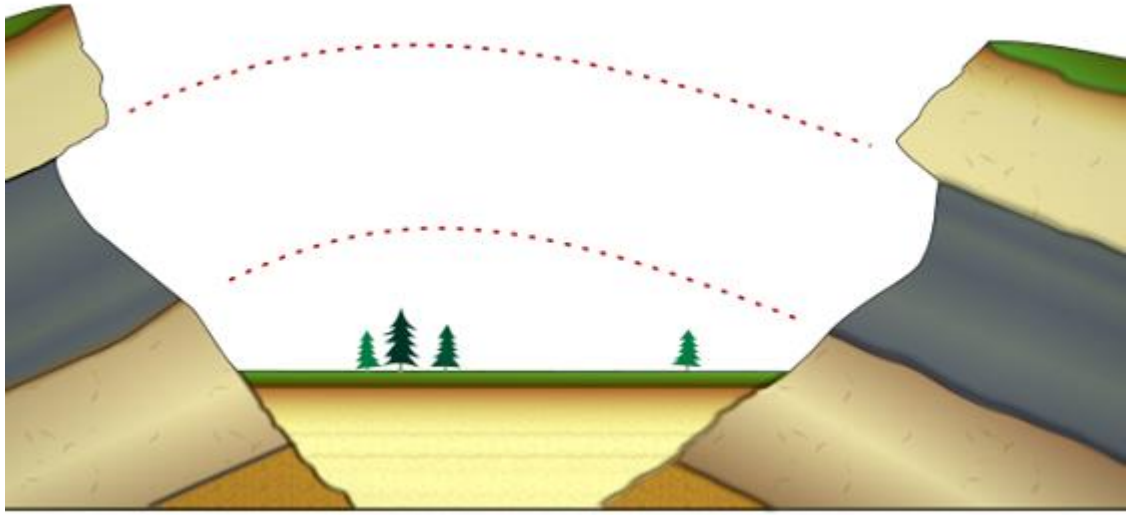
**الطبقات الصخرية الرسوبية تمتد للجوانب حتى تتغير البيئة التي شكلتها، إذا كانت طبقة رسوبية ذات خواص معينة، محدودة بأرضية و سقف فإن لها نفس العمر على طول امتدادها.**

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 منهما (نفس السقف).



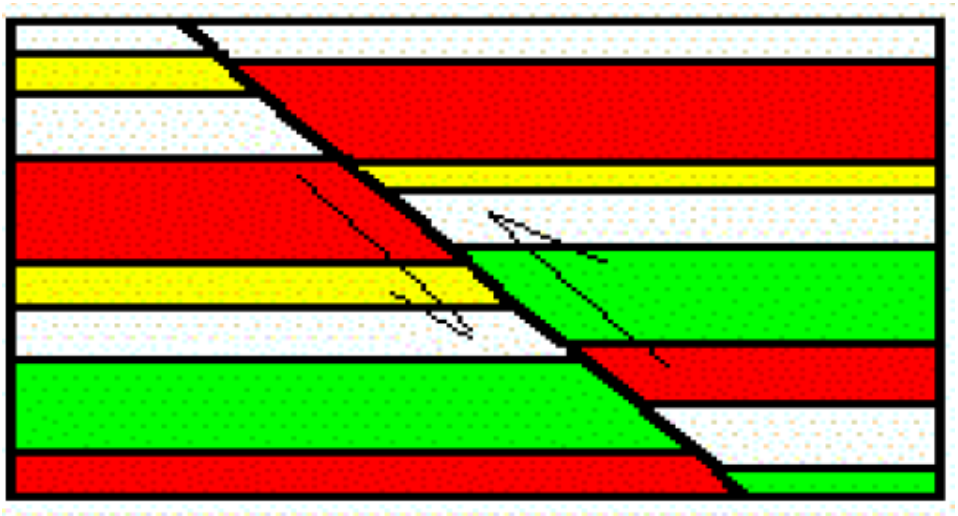



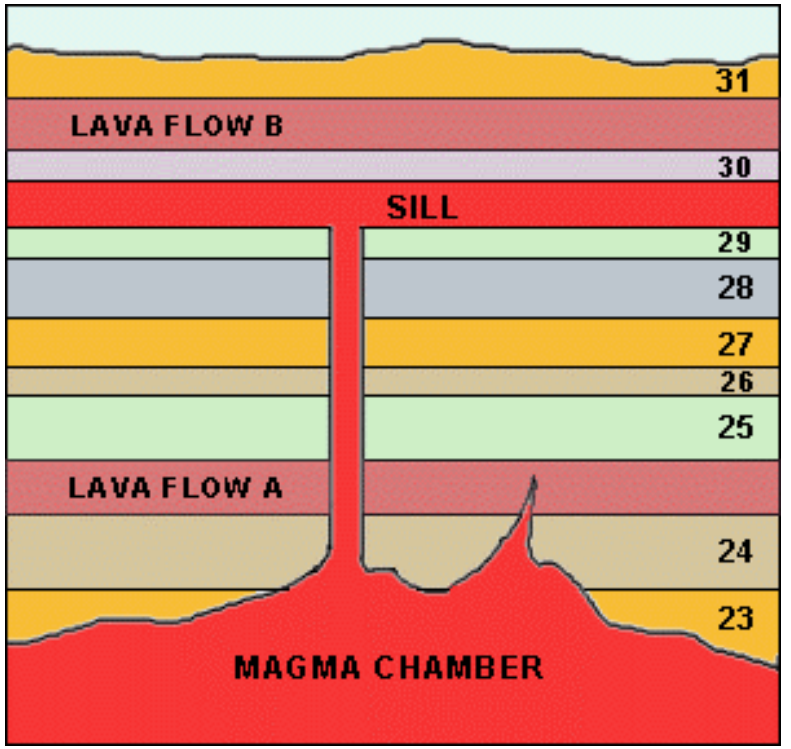



## 4. مبدأ التقاطع او العلاقات بين الطبقات المتقاطعة (Principle of Cross-Cutting Relationships)

**كل تركيب جيولوجي (فالق، عرق، اندفاع لجسم مغماتي، اندساس، قاطع ...) يقطع او يخترق طبقات صخرية يعتبر احدث منها.**

**القاطع دائماً احدث من الطبقات التي يقطعها (العنصر القاطع احدث من المقطوع).**



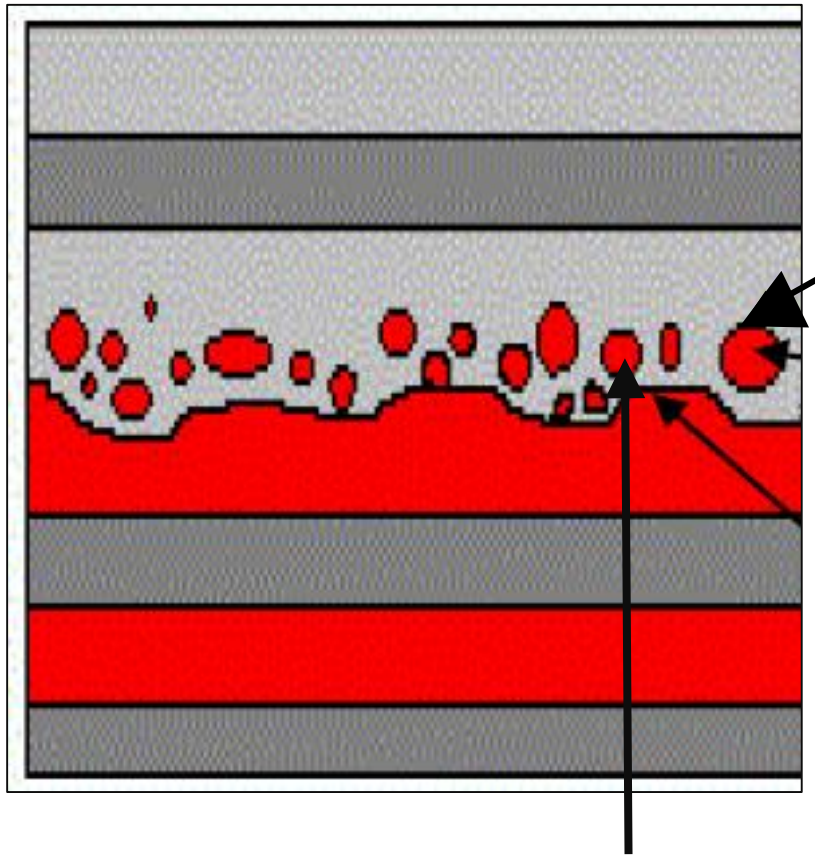



**في الشكلين أعلاه، الفالق والعتبات البركانية أحدث من بقية الطبقات الموجودة**

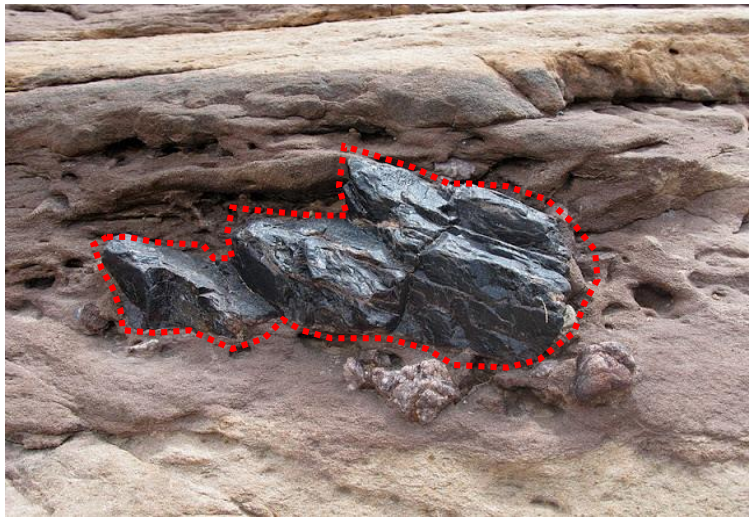
السطح المتعرج بشكل غير منتظم و الناتج عن عمليات التعرية قبل تعاقب الترسيب هو أحدث من الطبقة الصخرية التي تقع أسفله و التي تم تعرضها للحت والتعرية.

## 5. مبدأ التضمن أو الاحتواء

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



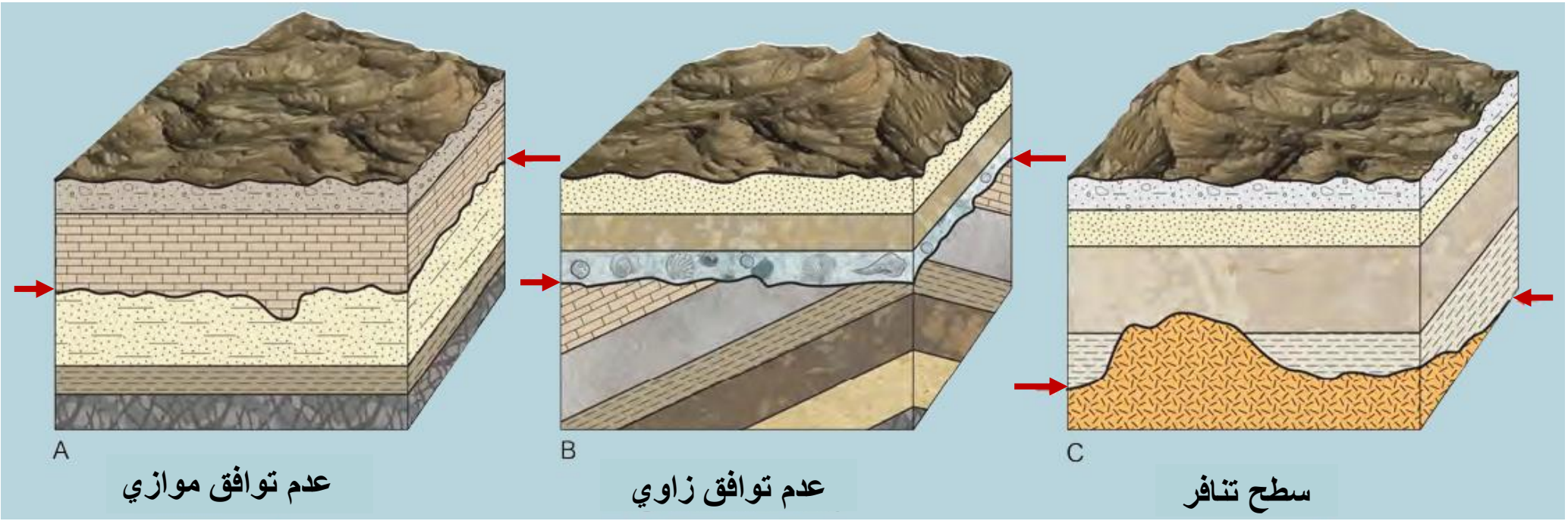
الحطاميات الموجودة ضمن الطبقة الرمادية أقدم من الطبقة الرمادية التي تحتويها



الصخرة أقدم من الرسوبيات المجاورة

# مستويات عدم التوافق

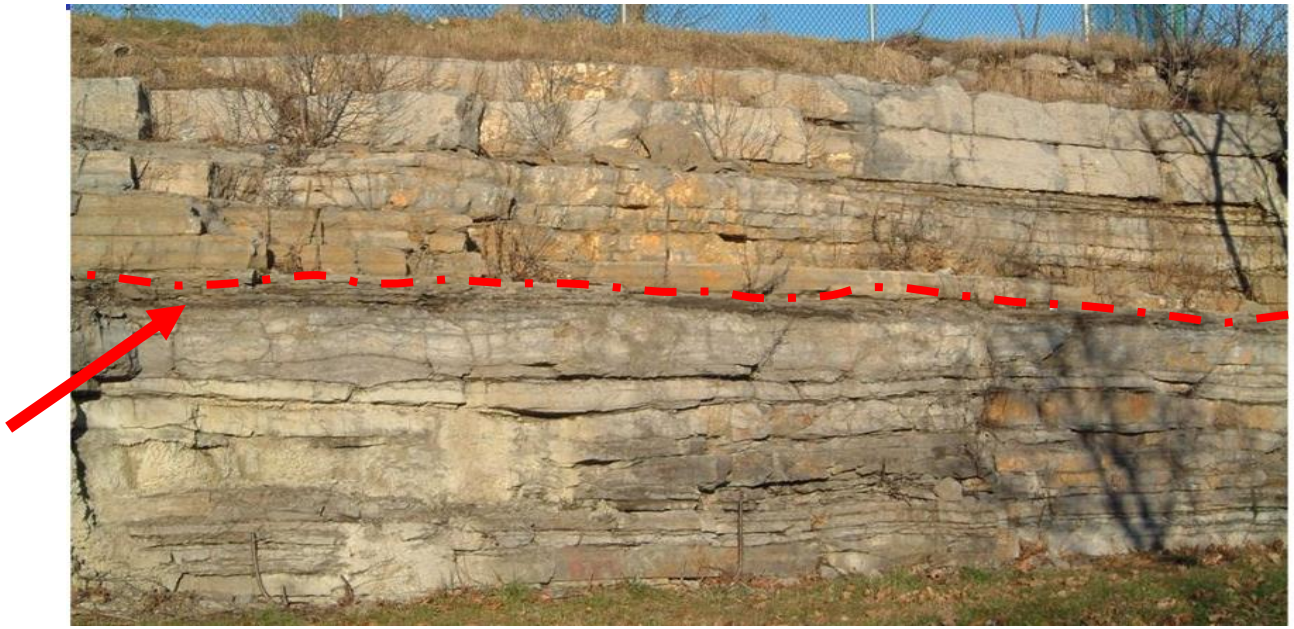
عندما تتوضع الطبقات الرسوبية بشكل متتابع وبدون انقطاع في عمليات الترسيب نقول أن هذه الطبقات متو افقة فيما بينها. ولكن إذا انقطع الترسيب فترة من الزمن الجيولوجي وعاد مرة أخرى نسمي السطح الفاصل بين الترسيب القديم والترسيب الجديد سطح عدم تو افق، أي هو الفاصل بين طبقتين حدث بينهما انقطاع في عمليات الترسيب. وهناك أنواع متعددة من سطوح عدم التو افق:

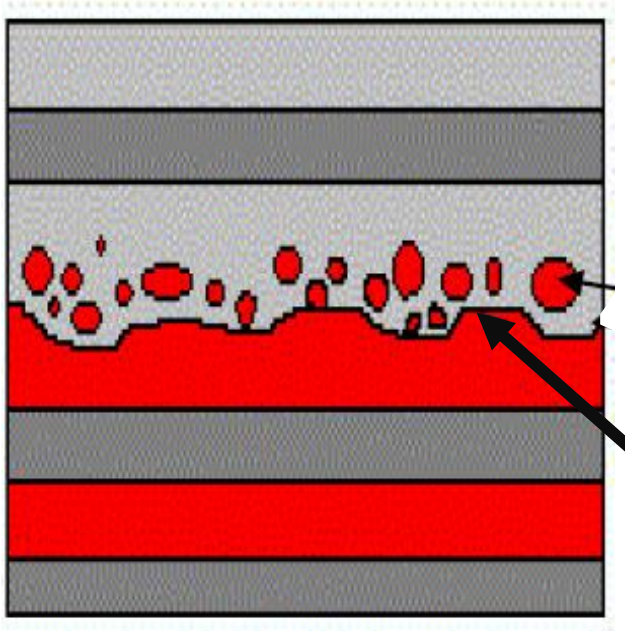


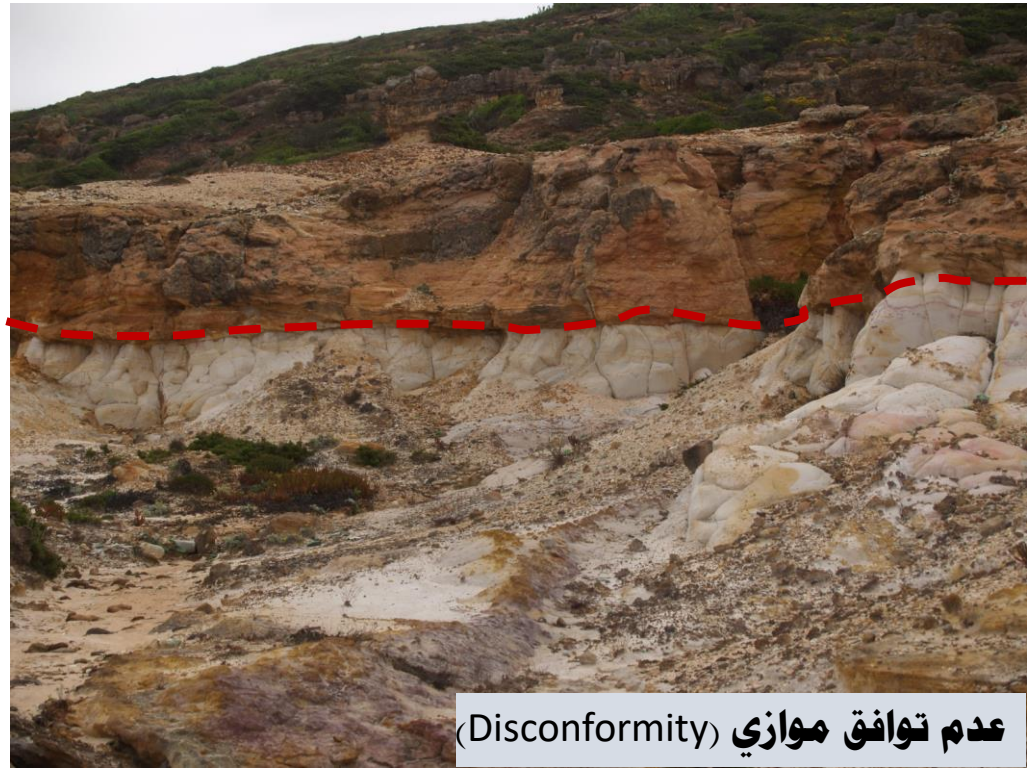
**النوع الأول**: **عدم توافق موازي** (Disconformity)

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

فالسطوح بين الطبقات قبل الانقطاع وبعد الانقطاع متوازية (ومتعرجة قليلاً)







عدم توافق موازي (Disconformity)

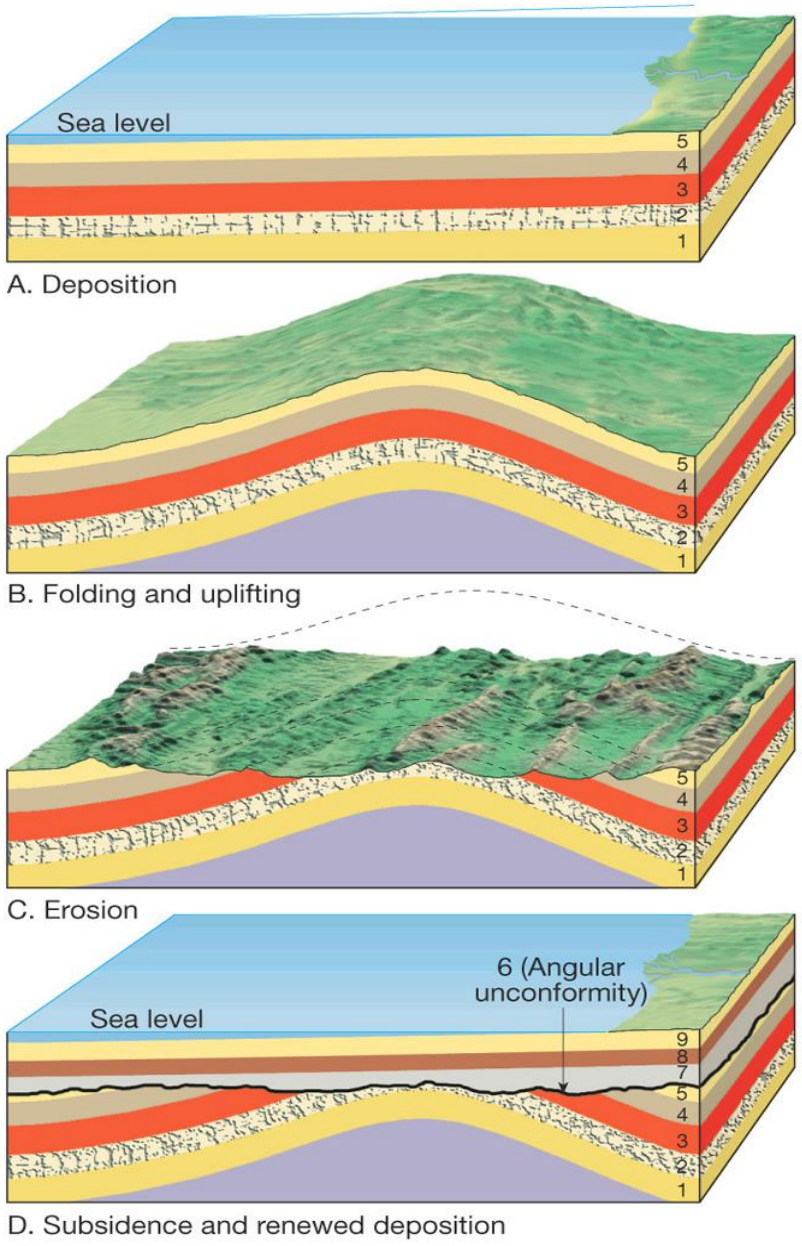
عدم توافق موازي (Disconformity)

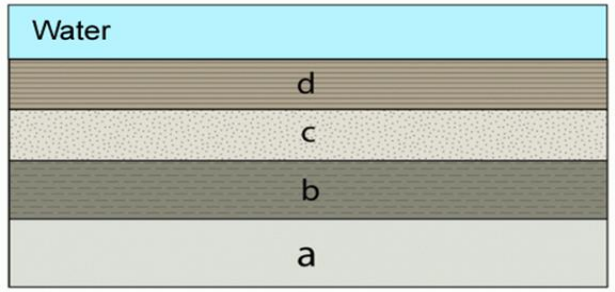
توضح الصور أعلاه سطوح عدم توافق موازي (disconformity) حيث نلاحظ سطوح انقطاع بين الطبقات المتوازية فيما بينها.

تمثل سطوح الانقطاع هذه فترات حت وتعرية أو فترات توقف للترسيب.

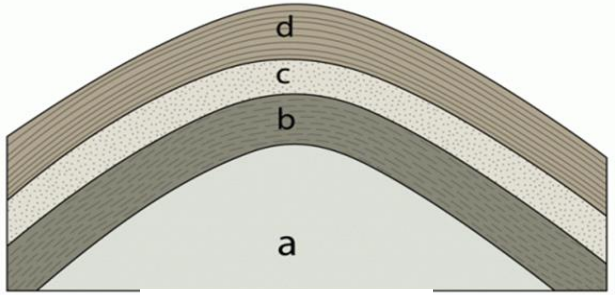
## النوع الثاني: عدم توافق زاوي

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

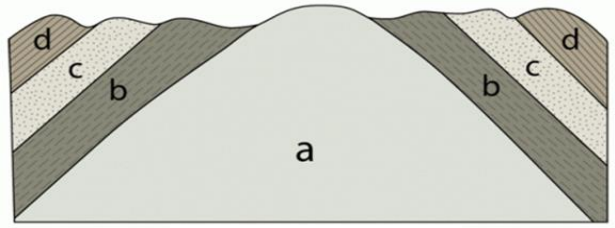


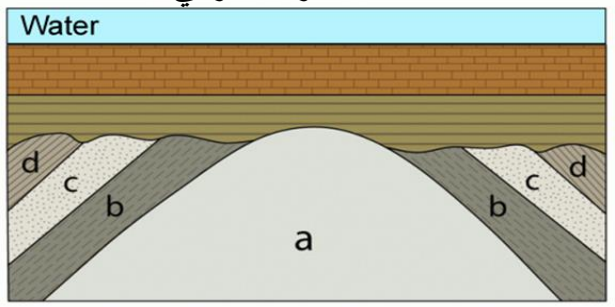

1. الترسيب




2. تشوه تكتوني

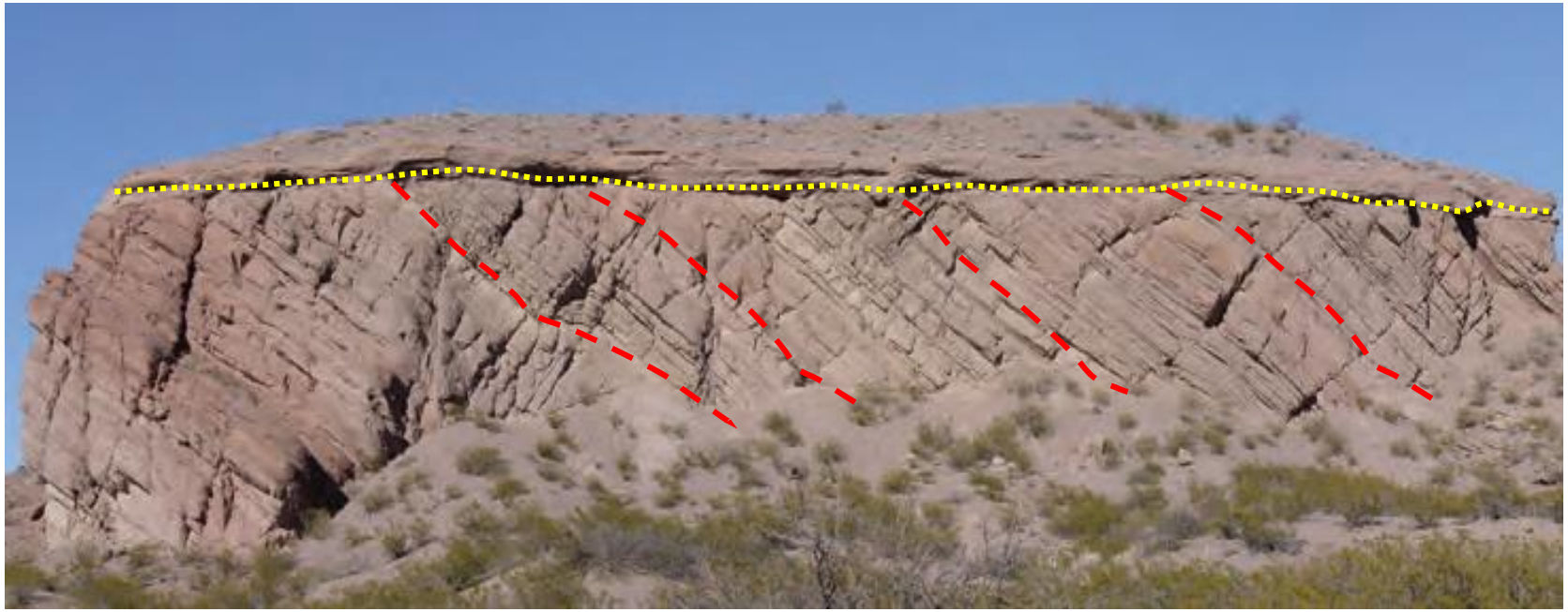



3. حت وتعرية




4. إعادة الترسيب

مراحل تشكل سطح عدم توافق زاوي



**توضع عدم تو افق زاوي في وادي سان لورينزو في مدينة نيوميكسيكو.**

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.

**عدم توافق زاوي** (angular)

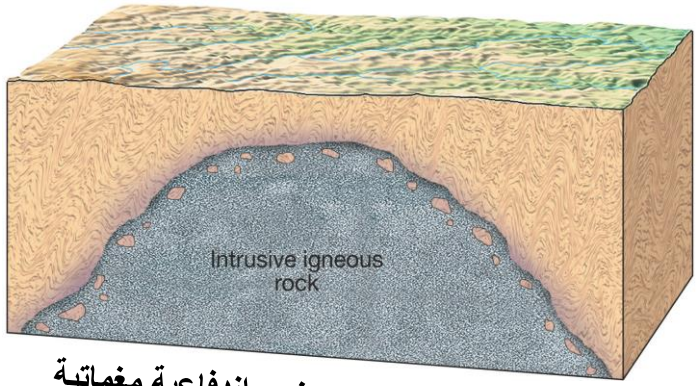
طبقات من الدلوميت تتوضع بشكل مغاير فوق طبقات من الريوليت
في جبال سان فرنسوا الأميركية

**عدم توافق زاوي** (angular)

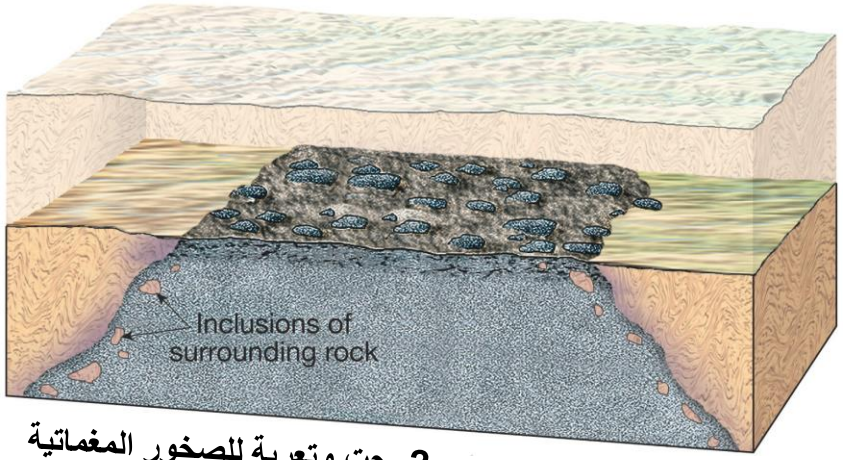
طبقات من الشيست والجريواك تعرضت لحركات طي
ثم ترسبت أعلاها طبقات أفقية من الحجر الرملي الأحمر تتوضع بشكل مغاير في شاطئ
تلهيرو البرتغالي

## النوع الثالث: سطح تنافر (Nonconformity)

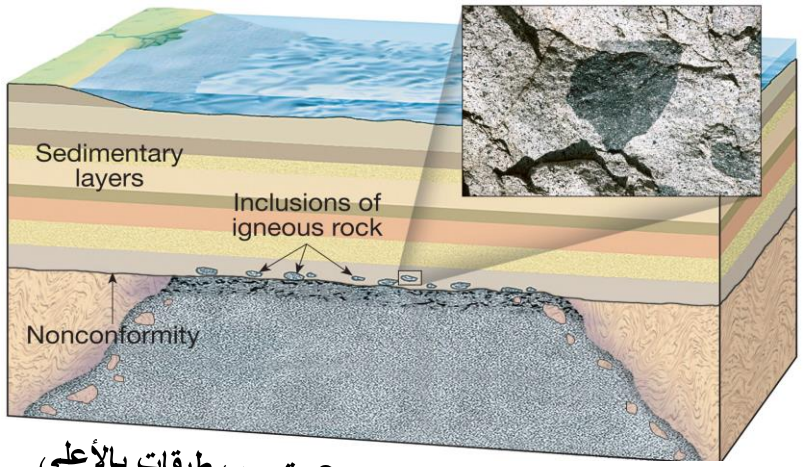
نسمي السطح الفاصل بين طبقات رسوبية حديثة توضعت فوق صخور نارية أو متحولة بسطح تنافر، وذلك عندما تتعرض الصخور النارية أو المتحولة للحت والتعرية ثم يحدث ترسيب وتشكل صخور رسوبية.



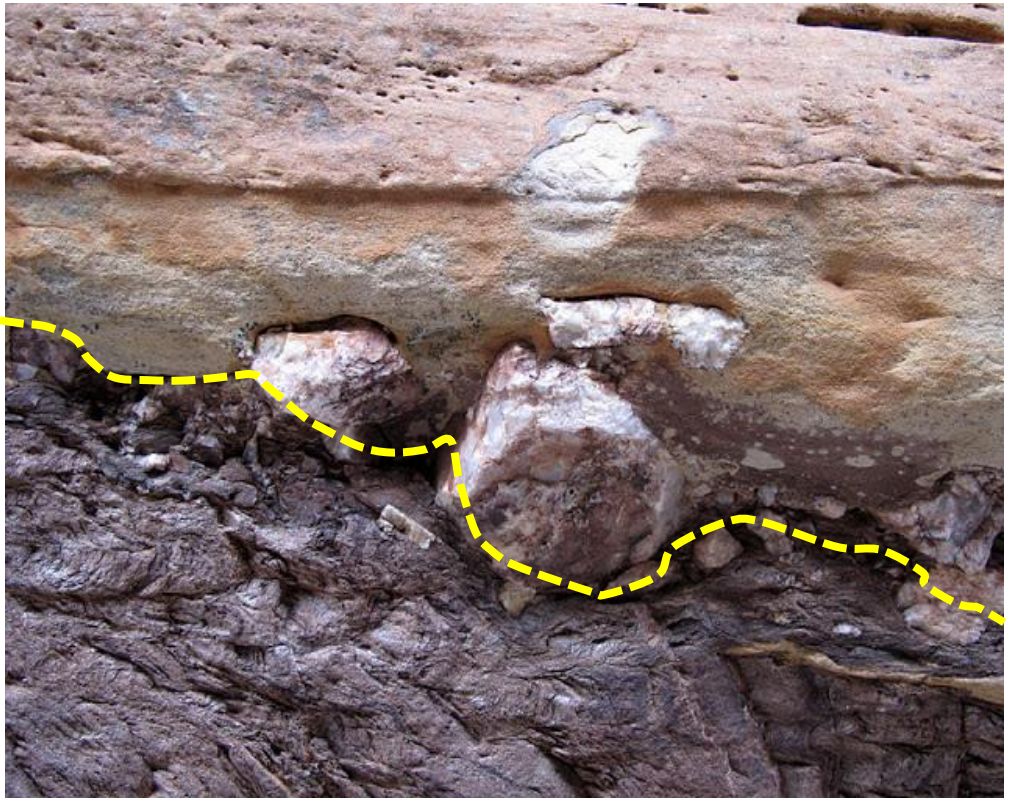

1. صخور اندفاعية مغماتية




2. حت وتعرية للصخور المغماتية




3. ترسب طبقات بالأعلى

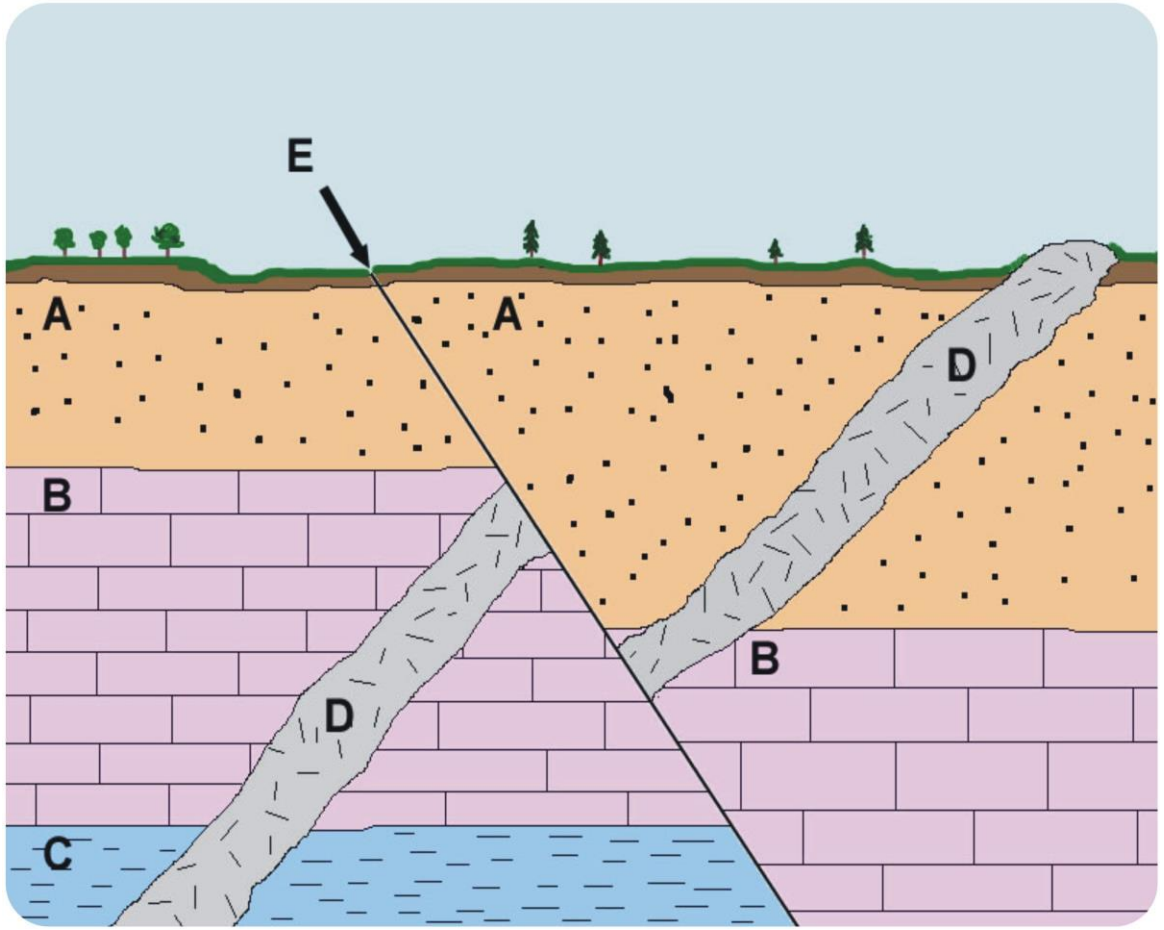


صخور مغماتية تعلوها رسوبيات رملية متضمنة لحطاميات

طبقات من الحجر الرملي ترسبت فوق طبقات اندفاعية شاقولية من الشيست

## أمثلة واقعية عن سطوح تنافر

## مثال 1:



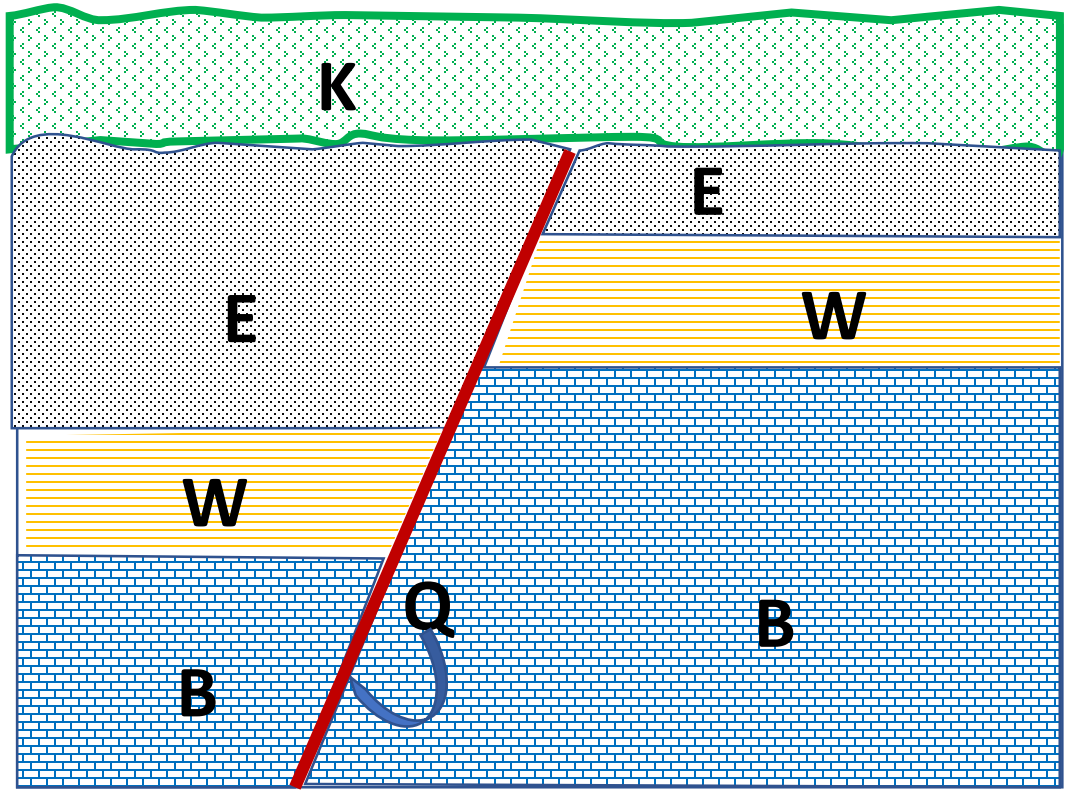

انظر إلى المقطع الجيولوجي و حدد بالترتيب تسلسل الأحداث الجيولوجية في هذا الموقع من الأقدم إلى الأحدث.

**الحل:**

تسلسل الأحداث الجيولوجية من الأقدم إلى الأحدث:

أقدم ← أحدث C-B-A-D-E

## مثال 2:




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

**الحل:**

تسلسل الأحداث الجيولوجية من الأقدم إلى الأحدث:

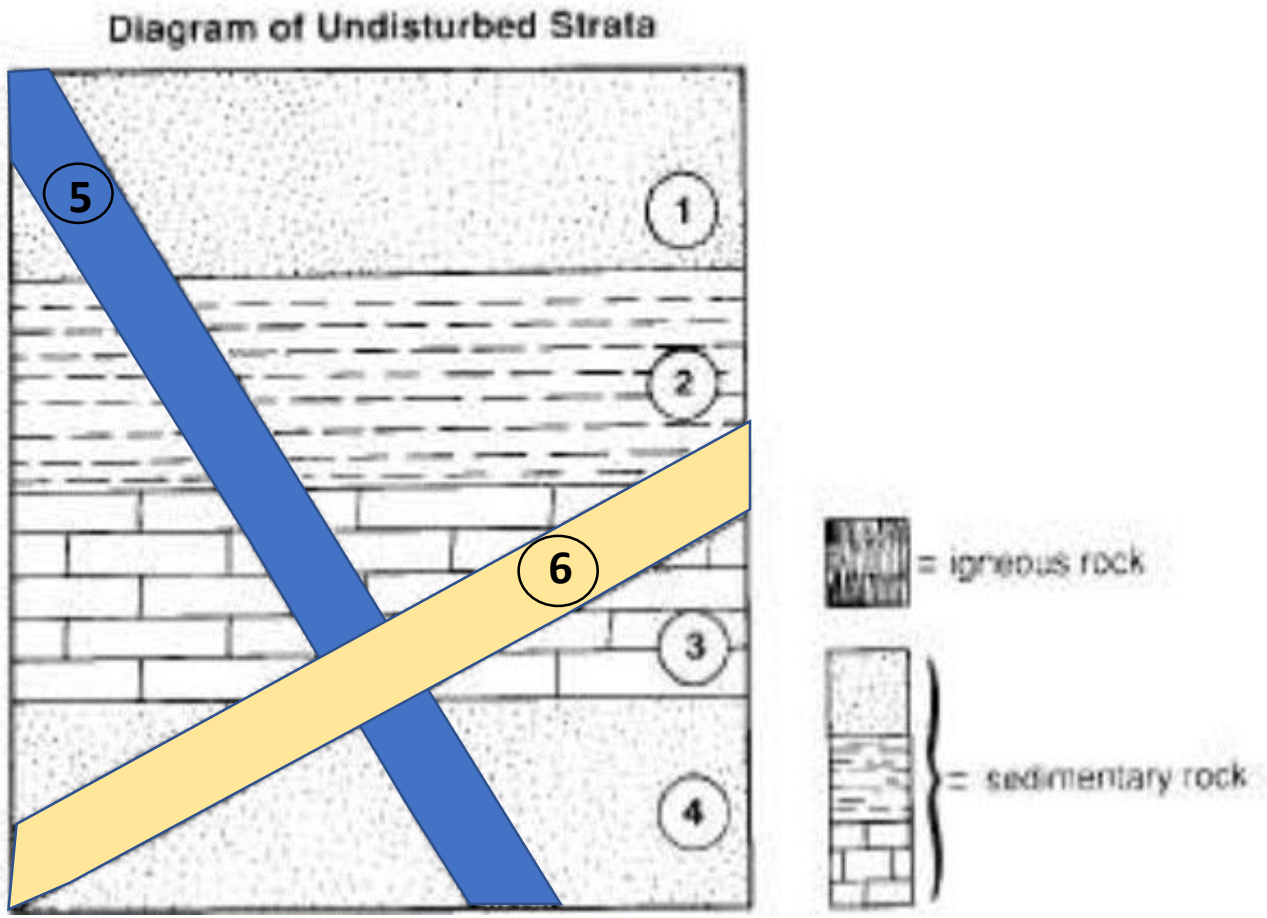
أقدم B-W- E -Q-K أحدث

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

لأن الطبقات اسفل 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 5-6-1-2-3-4 أقدم

سيناريو 2: أحدث 5-1-2-6-3-4 أقدم

# أسئلة عامة عن المحاضرة