الصخور المتحولة

منشأ الصخور المتحولة

- تنشأ الصخور المتحولة من صخور سابقة التكوين) لذلك تعتبر صخور ثانوية (نتيجة تعرضها لعوامل التحول) الضغط او حرارة او محاليل كيميائية نشطة (تؤدى الى اعادة بنائها على هيئة صخور جديدة في خواصها المعدنية و الكيميائية و التركيبية.
- تتغير الصخور الرسوبية والنارية الى متحولة تختلف الصخور الاصلية ولونها وتركيبها بدرجة كبيرة عن الصخور المتحولة

الصخور المتحولة

- هو تغير الصخر من نوع الى آخر . تنتج عن صخور كانت موجودة من قبل ، وهنا ينشأ كل صخر عن صخر يسمى الصخر الام .
- يحدث التحول عندما يتعرض الصخر الأصلي لتغير في (**درجة الحرارة ، والضغط على الصخر ، وتدخل محاليل وسوائل نشطة كيميائيا**) وينتج عنه تغير في (**المظهر ، والصفات**) وهو عملية تؤدي الى تغير في (**نسيج الصخر ، وفي التركيب المعدني ، والكيميائي للصخر**)

عوامل التحول

- **الحرارة** : وهى من اهم عوامل التحول (**علل**) لانها تؤدي الى اعادة تبلور معان الصخور وقد تؤدي الى تكون معادن جديدة ، **والتحلل الاشعاعي** هو مصدر الحرارة او الطاقة المخزنة في جوف الأرض
- **الضغط** : ينتج الضغط على الصخور من ثقل الرواسب او الصخور التي تعلوها (علل) بسبب زيادة سماكة الصخور التي تعلوها ، ويوجد نوعان من الضغط المؤثر على الصخورهما :

١- **الضغط المحيط او المنتظم :** تتعرض الية الصخور الموجودة في الاعماق يكون الضغط متساوي من جميع الاتجاهات ،

٢- **الضغط الموجه او الاتجاهي :** غير متساوي في مختلف الاتجاهات و تسمي **الاجهاد التفاضلي** مما يؤدي الى (ترتيب حبيبات الصخر في اتجاه عمودي على اتجاه الضغط نتيجة لذلك غالبا ما تتعرض الصخور للطي او التصدع او الانبساط)
علل : تتعرض الصخور للطي او التصدع او الانبساط ؟ لانها تعرضت لاجهاد تفاضلي (غير متساوي) .

- **المحاليل ذات النشاط الكيميائي** :هي سوائل نشطة كيميائيا ويعتقد انها تتكون أساسا من الماء وبعض المكونات المتطايرة مثل (Co_2) وهي مهمة في عملية التحول ، وهي تعمل كمحفز لعمليات اعادة التبلور

انسجة الصخور المتحولة

أنواع انسجة الصخور المتحولة

النسيج : وصف لحجم الحبيبات وشكلها وترتيبها داخل الصخر

-الانسجة المتورقة :

- أي ترتيب وفق مسطحات (مستوية تقريبا) للحبيبات المعدنية او المظاهر التركيبية . وتوجد انواع مختلفة من التورق تعتمد على مستوى التحول و التكوين المعدني للصخر الام نذكر منها:

١- الانشقاق الصخري او الاردوازي:

- يشير الانشقاق الى الاسطح المستوية والمتقاربة جدا والتي ينشق الصخر على طولها عند طرقة بمطرقة ويظهر هذا النسيج في صخر الاردواز الذي يتكون نتيجة تحول صخور الطين الصفائحي

٢- الشيستوزية (الصفائحية)

- بسبب الضغط والحرارة المرتفعين تنمو حبيبات الميكا الكلوريت الدقيقة في الاردواز الى حجم اكبر بعدة مرات من الحجم الأصلي بحيث تستطيع تمييزها بالعين المجردة ويبدو الصخر مكون من تركيب طبقي وتسمى في هذه الحالة خاصية تورق الصخور الشيستوزية او النسيج الشيستوزي

٣- النسيج النيسوزي

تنفرز المعادن خلال عمليات التحول عالي المستوى الى نطاقات داكنة (بلورات معدن البيوتيت) و اخرى فاتحة (كوارتز و فلسبار) على شكل احزمة يسمى الصخر الذي يتميز بهذا النسيج هو النيس

المقارنة	الاردوازي	الشيستوزية الصفائحية	النسيج النيسوزي
سبب النشأة	تحول صخور الطين الصفائحي	الضغط والحرارة المرتفعين	
شكل النسيج	اسطح مستوية ومتقاربة جدا		
مثال			صخور النيس

- الانسجة غير متورق

- تتألف هذه الصخور من حبيبات وبلورات ومعادن متساوية الابعاد مثل الكوارتز و الكالسيت ..... فيظهر النسيج على شكل حبيبات متبلورة متساوية الحجم ومتراصة كما في صخر (الكوارتزيت و الرخام)

بيئات و انواع التحول

- **اولا : التحول الحراري او التلامسي**

- يحدث التحول الحراري عندما يكون ..... تقع اجزاء الصخر التي تعرضت للتحول في نطاق يسمى بـ هالة التحول و التي يتوقف حجمها على عوامل عدة منها:

١- كتلة الجسم الناري و حرارته : فالتداخلات الصغيرة تُحدث هالات تقاس سماكاتها بالسنتمترات بينما التداخلات الكبيرة مثل (الباثوليث) تمتد هالاتها الى كيلومترات

٢- التركيب المعدني للصخر المضيف :

مثل الحجر الجيري تصل سماكة نطاق التحول الى ١٠ كم و غالبا ما تكون هذه الكبيرة نطاق تحول متمايز (بالقرب من التداخل الناري تتكون المعادن المميزة لدرجات الحرارة العالية مثل الجارنت - بينما بعيدا عن التداخل الناري تتكون معادن مميزة لدرجات الحرارة المنخفضة مثل الكلورايت بعيدا عنه)

ثانياً : التحول بالمحاليل الحارة

- عندما تمر المحاليل الحارة الغنية بالأيونات عبر شقوق الصخور يحدث تغير كيميائي يسمى التحول بالمحاليل الحارة ويرتبط ارتباطا وثيقا بالأنشطة النارية **(علل) :**

- **لأنها** ..... ، ولهذا التحول القدرة على التغيير في التركيب الكيميائي للصخر المضيف

ثالثاً : التحول بالدفن

- يحدث نتيجة .....

- -يتسبب ثقل الرواسب في الضغط على الصخور ، و يصاحب الضغط ارتفاع في درجات الحرارة نتيجة العمق مما يؤدي الى اعادة تبلور المعادن مما يغير النسيج او التركيب المعدني من دون حدوث تشوه ملحوظ

رابعا : التحول الاقليمي

- يحدث هذا النوع من التحول على نطاقات شاسعة تحت تاثير

.....

مما يؤدي الى **ترتيب المعادن** المكونة للصخر الاصلي على شكل رقائق او شرائط متوازية و متعامدة على اتجاه الضغط

المقارنة	التحول الحراري او التلامسي	التحول بالمحاليل الحارة	التحول بالدفن	التحول الاقليمي
سبب التحول	يكون الصخر محاطا او ملاصقا لجسم ناري منصهر	المحاليل الحارة الغنية بالأيونات عبر شقوق الصخور	تراكم لطبقات الصخور الرسوبية في حوض ترسيب هابط	الضغط المرتفع و الحرارة العالية الناتجة عن حركات القشرة الارضية البانية للجبال و القارات
المميزات	ملامس للجسم الناري، اجزاء الصخر تكون في نطاق الهالة	يرتبط بالأنشطة النارية ، يحدث تغير في التركيب الكيميائي ، غنية بالايونات	تراكم كثيف للطبقات الرسوبية ، تغير في التركيب معدني والنسيج دون حدوث تشوه ملحوظ	التحول على نطاقات شاسعة، ناتج عن حركات القشرة الارضية البانية للجبال و القارات ، ترتيب المعادن على شكل رقائق او شرائط متوازية و متعامدة على اتجاه الضغط

التحرك الكتلي

الانزلاقات: وهي التحركات الكتلية

- ما الذي تسبب في تحرك موادّ التربة في الفيديو؟

- هل حدث هذا الانهيار الأرضي تدريجيًّا أم فجأة؟

- متى توصف مثل هذه الانهيارات الأرضية على أنها كارثة طبيعية؟

عندما تحدث قرب تجمعات سكنية

التحرك الكتلي

- **هو :**
- **فهي ليست بحاجة الى وسيط لينقلها كالماء أو الرياح أو الثلوج**

دور التحرك الكتلي :

- يعتبر التحرك الكتلي الخطوة الهامة التي تلي التجوية في تكوين معظم المظاهر والتضاريس الأرضية.
- لا تنتج التضاريس عن التجوية بحد ذاتها ، بل هي تنشا وتتطور عندما تتحرك نواتج التجوية بفعل التحرك الكتلي الى اسفل المنحدر حيث تقوم الجداول والمجاري المائية بنقله بعيدا إلى البحر .
- للتحرك الكتلي والمياه الجارية دور مشترك في تكوين وديان الجداول.
- - فلو كانت الجداول وحدها المسؤولة عن تكوين الوديان لكانت هذه الوديان ضيقة، أي **عندما تكون وديان الانهار اكثر اتساعا من عمقها يعد ذالك دليل على قوة تاثير التحرك الكتلي على امتداد المجاري المائية**

- **تغير المنحدرات مع الوقت**

- - لكي يحدث التحرك الكتلي يجب ان تتواجد منحدرات تتحرك عليها الصخور و الركام الصخري، فنشوء الجبال و انشطة البراكين هي التي ولدت هذه المنحدرات عبر رفع الكتل الارضية
- تحدث معظم التحركات الكتلية السريعة و المفاجئة في الجبال الوعرة حديثة التكوين، والتي تتعرض للتعرية السريعة بواسطة الانهار، فتظهر منحدرات شديدة و غير مستقرة وتقوم عمليات التعرية و التحرك الكتلي بخفض ارتفاع الارض
- - مع الوقت تتحول الارتفاعات الحادة الى ارض منخفضة، لذالك تتراجع قوة التحرك الكتلي القوية و تقتصر على تحركات صغيرة غير خطرة

العوامل المحفزة لعمليات التحرك الكتلي

اولا : الماء : يبدأ التحرك الكتلي عندما تتشبع المواد السطحية بالماء نتيجة هطول الامطار الغزيرة او نتيجة ذوبان الجليد.

تربة جافة: تمكاسك قوي (يعمل الاحتكاك على تثبيت حبيبات تربة المنحدر في مكانها)

تربة مشبعة بالماء: تتحرك حبيبات التربة بعيدا عن بعضها البعض ويتلاشى دور الاحتكاك فيما بينها فتتحرك التربة هبوطا الاسفل المنحدر

الانحدارات بالغة الحدة

تعتبر المنحدرات احدى محفزات التحرك الكتلي مثل:

- تعرية النهر لقاعدة جوانب الوادي
- اصطدام الامواج بالجرف الشاطئي و تعرية قاعدتة
- - او نشاط الانسان يؤدي الى تكوين منحدرات غير مستقرة
- - يؤدي الانحدار بالغ الشدة الى تحريك مساحات كبيرة من الركام، التربة المتماسكة، و بعد فترة على حدوث التحرك الكتلي تنخفض شدة الانحدار فيستعيد استقراره

- إزالة النبات

- يساعد النبات في مقاومة التعرية و يسهم في استقرار المنحدر **(علل)**
- .....
- .....
- حيث يزيد الافتقار للنبات عملية التحرك الكتلي وخاصة اذا كان المنحدر من النوع الشديد والمياه متوفرة

- **كيف تسرع الحرائق من عملية التحرك الكتلي :**

- عندما تجف الطبقة العليا من التربة فإنها تميل الى الانزلاق على المنحدرات الشديدة
- كما تكون الحرائق طبقة غير نافذة للماء تزيد من كمية المياه الجارية لدوى هطول الامطار فيتولد سيل من الطين والركام الصخري

- الزلازل

- تعتبر الزلازل اهم المحفزات (علل):

.....

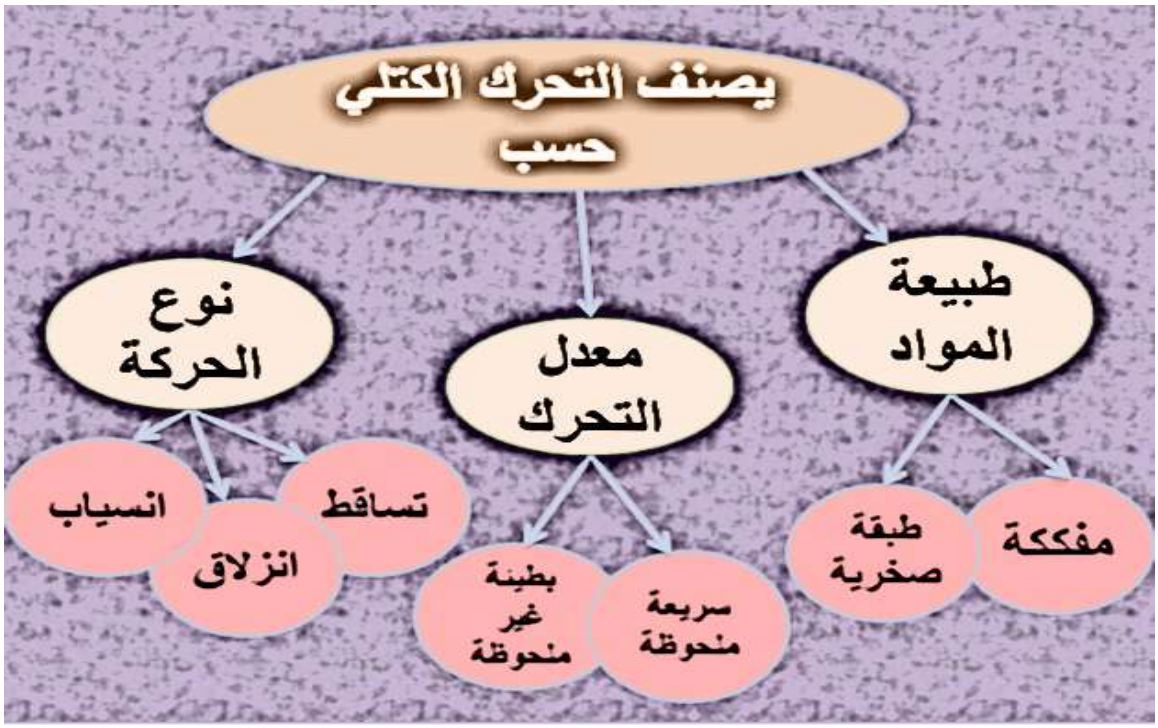
- - قد يتسبب الزلزال في جعل المواد السطحية المشبعة بالماء تفقد تماسكها فتنساب كالماء و هذا ما يسمى بالتسييل

- التحرك الكتلي بدون محفزات

- يحدث الكثير من التحركات الكتلية السريعة دون محفز ظاهر:
- يضعف تماسك المنحدر تدريجيا مع الوقت تحت تأثير التجوية وتسرب الماء وعدة عوامل اخرى
- وعندما ينخفض التماسك الى ما دون المستوى اللازم لابقائها مستقرة على المنحدر يحدث التحرك الكتلي

- تصنيف عمليات التحرك الكتلي

- هل المواد المتساقطة متشابهة في جميع المشاهد
- هل يتم التحرك بنفس السرعة
- هل طرق التحرك متشابهة



التساقط

قطع صغيرة قطع كبيرة يحدث في المنحدرات الشديدة

الانزلاق

يشير الى التحرك الكتلي الذي يحدث مع وجود نطاق ضعيف يفصل بين الكتل المنزلقة وما تحتها من مواد مستقرة ، وهناك نوعان اساسيان منها :

الانزلاق الدوراني :

يكون فية السطح الفاصل على شكل منحنى الى اعلى يشبه الملعقة حيث يكون اتجاه حركة المواد الى اسفل مع استدارة للكتل الى الخارج

الانزلاق الانتقالي :

تكون فيه الحركة على سطح مستو كفاصل او صدع او سطح طبقة ولا يرافقها دوران

الانسياب :

- يعتبر النوع الثالث من الانواع الشائعة يحدث عندما تتحرك الكتل على المنحدر كسائل كثيف، و تكون معظم الانسيابات مشبعة بالماء و تتحرك على شكل لسان وهي أنواع

١ : الانسياب الركامي

يدعى ايضا ..... وهو نوع **سريع نسبيا** من التحرك الكتلي، و الذي يتضمن على .....

- وهو الاكثر شيوعا في المناطق الجبلية المدارية وعلى منحدرات بعض البراكين

- يتجمع الركام في هذه الحالة كرواسب مروحية

٢ : الانسياب الأرضي

- يحدث عندما .....، عندما تتشبع التربة والغطاء الصخري المفكك بالماء

قد تتكسر المواد و تقتلع مخلفة ندوبا على المنحدر، فتتولد كتلا على شكل السنة او قطرات دموع تندفع لاسفل المنحدر

اللاهار

الانسياب الركامي الذي يتكون من مواد بركانية عند جوانب البركان (رماد، وركام بركاني مشبع بالماء)

التحركات البطيئة:

الزحف : هو .....

- احد العوامل التي تتسبب بالزحف هي عملية تناوب التمدد والانكماش بفعل التجمد والذوبان أو الرطوبة والجفاف

- يصعب ملاحظة الزحف (علل) .....

- الظواهر التي تدل على (الزحف) مثل : ..... ، .....