جيولوجي

مدرس مساعد احمد عاشور الفاعوري

الصخور الرسوبية والصخور المتحولة

المرحلة الاولى

الصخور الرسوبية والمتحولة

Sedimentary and Metamorphic Rocks

صخور الرسوبية (Sedimentary Rocks) :

كو ن الصخور الرسوبية نتيجة عمليات ثانوية وتغيرات تحصل على الصخور بعد عمليات تك
غطي هذا النوع من الصخور الجزء الخارجي من القشرة الأرضية .

عمليات المؤدية لتكوين الصخور الرسوبية :

1 - **التجوية (Weathering)** :هو تكسر الصخور الأصلية السابقة التكوين وتفتتها تحت
الميكانيكي او الكيميائي للأمطار او المياه السطحية او الأختلاف الدوري بدرجات الحر
2 - **النقل (Transportation)** : يتم نقل المواد المفتتة بواسطة عملية التجوية على شكل
صغيرة او مواد عالقة دقيقة غير قابلة للذوبان بالماء او على هيئة محاليل) بواسطة الم
وتسمى المادة المنقولة بواسطة الماء والرياح بالرسوبيات (sediments)
3 - **الترسيب (Sedimentation)** : تتجمع المواد المنقولة على هيئة رواسب فوق بعضـ
مكونة طبقات صخرية او رسوبيات متعاقبة .

تماسك وتصلد (Cementation) : تتماسك هذه المواد المفتتة او الرواسب (Sediments)
بواسطة التحام مكوناتها (Cementation) واهم اماكن الترسيب هي البحار والمحيطات والأنه
والأماكن المنخفضة من اليابسة .

**وتحدث عمليات التماسك او التصلد (Cementation) بين الحبيبات المكونة للرسوبيات وال
تؤدي لتكوين الصخور الرسوبية بواسطة عدة عوامل:**

- **(Compaction)** : هوالضغط المسلط من ثقل الرسوبيات فوق بعضها البعض والتي تؤدي ال
تماسك هذه الرسوبيات مكونةً طبقات عديدة من الصخور الرسوبية ويحدث هذا النوع من التما
او التصلد للصخور الرسوبية الميكانيكية .
- **(Cementation)** : هو ترسيب مواد معدنية بين الحبيبات المكونة للرسوبيات والتي تعمل ع
المادة اللاحمة (Cement material) لهذه الرسوبيات واهم المواد اللاحمة هي الأملاح واكا
الحديد والسليكا وكاربونات الكالسيوم والعامل الرئيسي المسيطر على هذه المواد اللاحمة ه و ال

ع الصخور الرسوبية حسب طريقة التكوين lassification of sedimentary rocks by method of forma

خور رسوبية الطبيعية او الميكانيكية :تكونت نتيجة تراكم مواد مفتتة نقلت و ترسبت بفعل
او الرياح.

خور رسوبية كيميائية :تكونت نتيجة تبخر المحاليل الموجودة بداخل المعادن مما ادى الى
المواد المعدنية.

خور رسوبية عضوية : تكونت نتيجة تراكم المواد الصلبة التي خلفتها الحيوانات و النباتات

ور الرسوبية الميكانيكية Mechanical Sedimentary Rocks

على صورتين صخور غير متماسكة او صخور متماسكة

سخور غير متماسكة: تكون حبيبات هذه الصخور غير متماسكة)حبيبات مفككة ذات
م مختلفة (مثل الجلمود و الحصى و الطمى و الرمل و الطين و هذه لها اهمية كبيرة
عمال الهندسة المدنية.

الجلمود و الحصى(Grav لا يقل قطرها عن 2 ملمتر و عادة هذه القطع هى الجرانيت او
ان و ينشأ هذا النوع من الرواسب على شواطئ البحار نتيجة تفتت الصخور القريبة من
ى نتيجة الامواج او السفن البحرية المارة و كما بالشكل ادناه.

جلمود

حصى

الطمى **Sand and Silt** و ينقسم حسب احجام الحبيبات الى رمل (خشن,
ناعم (تتكون معظم الحبيبات من الكوارتز و قد تاخذ الحبيبات شكلا كرويا او شبه

قد تكون مستديرة الاركان او حادة الاركان و حسب ظروف تكوينها و نقلها و قد

في معظم الاحيان على الكوارتز او الفلسبار او الميكا و اذا وجد معدن الماجنتيت
Magnetite Feفي الرمل اعطاءه اللون الاسود كما بالشكل ادناه.

رمل

غرين

Clay: حبيباته دقيقة جدا لا يمكن ان ترى بالعين المجردة و تكونت من تفتت سليكات
وم و قد يحتوي على بعض المعادن الاخرى مثل الميكا و الكوارتز واكاسيد الحديد و

. فقد يكتسب الطين لون احمر او اصفر او اخضر او اسود عند احتواءه على بقايا مواد

متحللة. قوة تماسك الطين تعتمد على ما يحتويه من نسبة الماء فكلما انخفضت نسبة
كلما اكتسب قوة و اذا تماسكت الحبيبات على هيئة صفائح فان الصخر في هذه الحالة
سخر صفحي كما بالشكل ادناه.

صخور متماسكة Rock solid

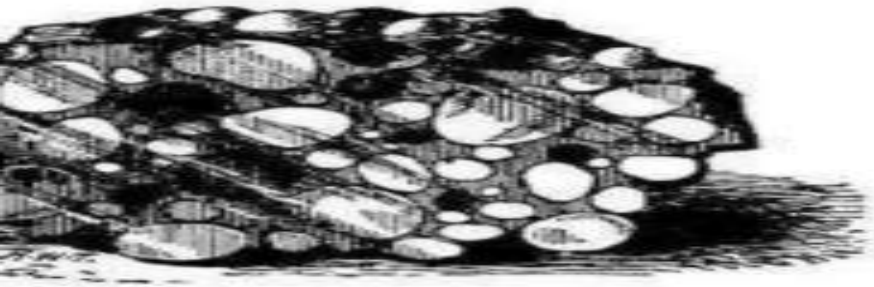
ن تلك الصخور هي - (Conglomerate): :الكنجلوميرات

ذا النوع من الصخور يتكون عندما تتماسك حبيبات

جلمود او حصى بواسطة مادة لاحمة(سوى كانت حديدية، جيرية، جبسية)تملأ الفراغ

ي توجد بين الحبيبات .و يلاحظ ان حبيبات الجلمود و الحصى تكون مستدارة بسب تع

رياح و المياه و كما ملاحظ بالشكل ادناه.



يشا **Breccia** عبارة عن كتل صخرية مكسرة و مفتتة) جلمود و حصى (ذات اركان

اسكت مع بعضها بواسطة المعادن التي نتجت عن تبخر المحاليل و كما بالشكل ادناه.

الحجر الرملي Sandstone :عبارة عن تماسك حبيبات الرمل بواسطة مادة لاحمة

ت حبيبات الرمل المتلاحمة ذات احجام مختلفة بحيث تكون الفراغات بين تلك الحب

غيرة و يزداد التداخل ففي هذه الحالة يكون الصخر اكثر صلابة. كذلك كلما كانت ا

ن مستدرة كلما كان تداخل اكثر و زيادة بالصلابة. و هنا المادة اللاحمة او التي تحدث
سك قد تكون السيليكا او اكاسيد الحديد او مادة جيرية او جبسية او مواد طينية.

خور الرسوبية الكيميائية

انواع الصخور الرسوبية الكيميائية هي الملح و الجبس و هي عبارة عن رواسب تكونت
ة عملية التبخر التي تحدث في مياه البحيرات المالحة، فاذا وجد الملح و الجبس في المياه فان
س يترسب اولا مكون الطبقة السفلى ثم بعد ذلك يترسب الملح مكون الطبقة العلوية و تكون
الرواسب بيضاء اذا كانت نقية و تكون لتلك الصخور في العادة الوان بسب وجود الشوائب و
بالشكل ادناه.

الصخر الملحي

الجبس

وجد نوعين من الرواسب الكيميائية هما الاستلاكتيت و الاستلاجميت و تكون عبارة عن اعمد
اسقف الكهوف و على ارضياتها و تلك ترسبت من المياه الارضية الحاوية على بيكربونا
السيوم و توجد بعض الرواسب التي تكونت حول الينابيع المعدنية الحارة تسمى السيليسية.

الرسوبية العضوية و توجد حدة انواع من تلك الصخور

خور الجيرية العضوية: من اكثر الصخور الجيرية انتشارا و تكون نتيجة لتراكم
ات و الحيوانات الحاوية على كربونات الكالسيوم او الجير و مع مرور الزمن و الع
ل الى الاحجار الجيرية و منها الطباشير الذي يتميز بلونه الابيض و قلة صلابته و
كل اناء.

سفات: يتكون من تراكب فوسفات الكالسيوم مع مواد اخرى حيث انه يتكون في ا
تراكم عظام الحيوانات ثم تتحول الى فوسفات الكالسيوم و كما بالشكل اناه.

الحجري و الرواسب النباتية: الرواسب النباتية تكونت من اسل نباتي ترسبت في المستنق
ي على نسبة عالية من الكاربون. اما الفحم الحجري فهو جد بين الطبقات الرملية و الطينية
ر اسم حالك السواد سهل الكسر و هو نسبة الكاربون بين 75% الى 90%.

الصخور المتحولة Metamorphic rocks

ي صخور تكونت نتيجة لتعرض الصخور النارية او الرسوبية لبعض العوامل الخارجية م
الى ان تلك الصخور فقدت صفاتها الاصلية و اكتسبت صفات اخرى و هذه العملية تسمى
ل.

لعوامل الخارجية التي تؤدي للتحول

عرض الصخر الاصلي لحرارة مرتفعة جدا) التحول الحراري او التماسي(. و ينتج ه
ل عند تماس الصخور الاصلية مع مواد منصهرة ساخنة حيث تدخل و تتغلغل تلك
د خلال مسامات و شقوق الصخرة الاصلية الحاوية على السوائل)الماء(و بعض
ات مما يؤدي الى تسخينها و يساعد ذلك على اذابة بعض المعادن و تغيير التركيب
اني لها و عندما تبرد تتبلور و تنتج معادن جديدة.

عرض الصخر الاصلي لعوامل الضغط المختلفة حيث يتولد ذلك الضغط من تحركات ا
ضية مما يؤدي الى تولد اجهادات في الصخور الاصلية و بالتالي حصول انثناء او التو
ر في مناطق دون اخرى مؤديا ذلك الى التحول و تكون صخور لها نسيج جديد تأخذ
معادن شكل صفائحي.

عرض الصخر الاصلي لعوامل الضغط و الحرارة :و تحدث هذه الظاهرة عند تعرض
رة الارضية لانكماشات و تقلصات على نطاق واسع و بالتالي تحدث تفاعلات داخلية في
ب الارض.

يتم التحول نتيجة لتعرض الصخر الاصلي لعوامل كيميائية.

اهم انواع الصخور المتحوله

الكوارتزيت 	ينتج هذا النوع من الصخور من تعرض صخر الحجر الرملي الى الحرارة الشديدة فحدث التحول الحراري و غالبا ما يتكون هذا الصخر المتحول من حبيبات الكوارتز التي اعيد تبلورها مرة ثانية و يؤدي ذلك الى التحام البلورات مع بعضها البعض .

الرخام

ينتج هذا النوع من المسخور من تعرض مسخر الحجر الجيري ال
الحرارة الشديدة فحدث التحول الحراري و ينتج عن ذلك مسخر ذ
نسيج حبيبي متوسط او دقيق بحيث تتوقف حجم الحبيبات عل
طول الفترة الزمنية للتحول. و يتوقف لون الرخام على ما يحتو
الحجر الجيري الاصلي من شوائب.

الاردواز

ينتج هذا النوع من المسخور من تعرض المسخر الطيني ال
الحرارة و الضغط و يكون نسيجه حبيبي دقيق جدا لا يرى بالعي
المجردة و يميل المسخر الى الانفصال في طبقات رقيقة و صفائ
بسبب تبلوره اثناء التحول.

ينتج هذا النوع من المسخور من تعرض المسخور الرسوبية ا
النارية الى العوامل الحرارية و عوامل الضغط فيكون له نسي
بلوري معدني واضح بحيث تكون تلك البلورات مرتبة في صفوف
متوازية. التركيب المعدني لهذا المسخر يكون مشابه للتركيب
المعدني للصخر الاصلي.

و هو صخر مشابه لصخر النيس و لكن بلوراته تكون ادق و اصغ
في الحجم و من اهم خواصه انه مركب من صفائح رقيقة متلاصق
يسهل فصل بعضها البعض.

= كوارتز marble=رخام slate=الاردواز Gneiss =النيس

: الشيست.

Secondary structures of rocks

Joints الفواصل:

عبارة عن شقوق في الكتل الصخرية غالبا ما تكون في الصخور الرسوبية دون حدوث اي انتقال لتلك الصخور على جانبي الشق و كما بالشكل ادناه.

تتراوح المسافات بين الفواصل)الشقوق(من بضعة سنتمترات الى بضعة امتار ويتغير من مسافات محدودة الى مسافات كبيرة و تظهر واضحة في الصخور ذات الحبيبات او الدقيقة مثل الاحجار الجيرية و الرملية و الطينية.

شق منفرد

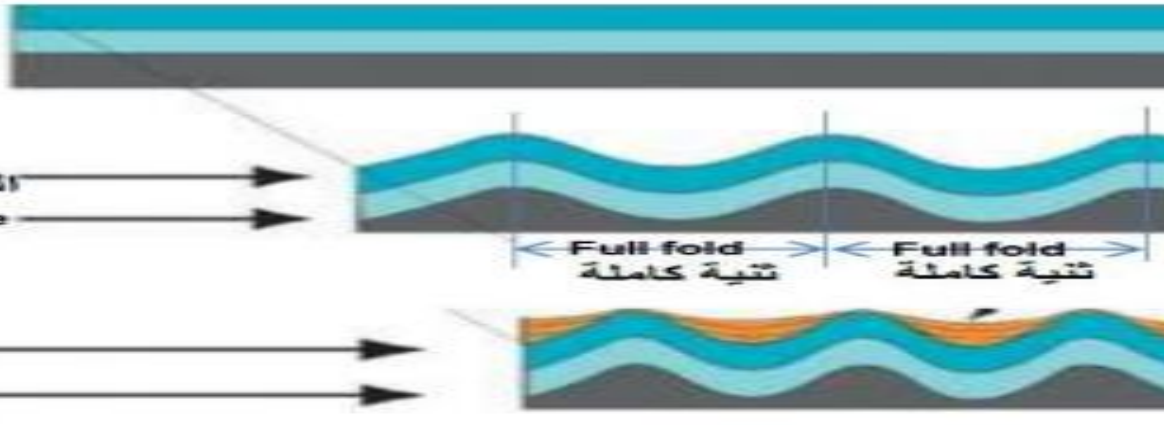
شقوق متوازية

تتشكل الشقوق في الصخور الرسوبية اما نتيجة لتبخر المياه من بعض الترسيبات(مثل تقلص الطينية)او نتيجة الحركات الارضية حيث تتشقق الصخور الاكثر صلابة عند انثنائها و تتواجد الصخور الرسوبية على مجموعتين من الفواصل المتعامدة و بالتالي تتواجد تلك على شكل كتل.

الفواصل(الشقوق)التي قد تتواجد في الصخور النارية فتنشأ نتيجة لانكماش تلك الصخور اثناء تبردها و يساعد وجود هذه الشقوق عوامل التعرية (الامطار و الامواج و جذور النباتات و المياه الى التسرب الى داخل القشرة الارضية.

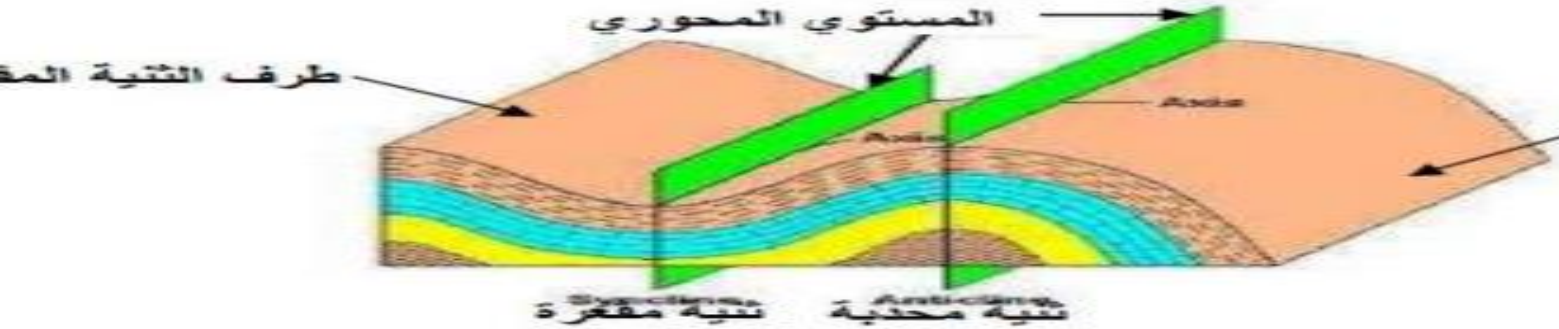
Folds الثنيات او الطيات:

تتكون الانحناءات في الطبقة او الطبقات المكونة للقشرة الارضية تنشأ نتيجة لضغط جانبي متولد في القشرة الارضية و قد تكون تلك الطبقات افقية او مائلة وكلما كان الضغط كبير كلما كان ارتفاع الثنية المتولدة كبير و كما بالشكل ادناه:



كان الضغط مفاجئا و سريعا كلما كان احتمال اكبر لحدوث انثناء و كسر في الطبقة و ك
ن الصخر صلبا كلما ازداد حدوث الكسر و كذلك كلما كانت هناك مواد كثيرة فوق الطب
سة للضغط الجانبي كلما قل احتمال حدوث الطية او الانثناء او الانكسار و كما بالشكل ا

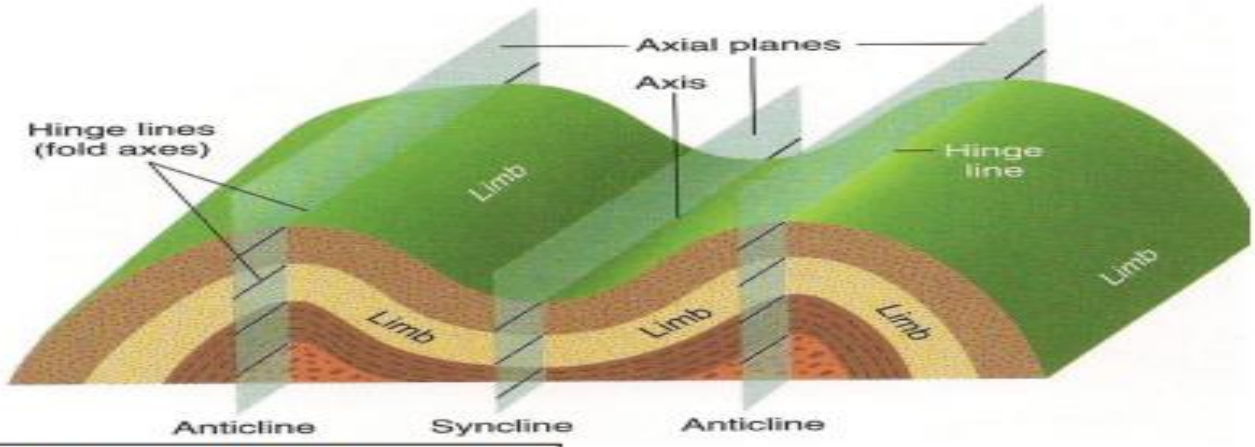
ن التنية كاملة من جزء محدب (Anticline) و جزء اخر مقعر (Syncline) و تسمى اع
ي قطاع الثنية بالقمة (Crest) بينما اوطى نقطة تسمى بالقاع (Trough)، اما جوانب الث
محدبة او مقعرة فتسمى بالاطراف (Limbs) اما المستوي المار بالقمة او بالقعر فيس
ري المحوري و قد يكون هذا المستوى رأسيا او مائلا و كما بالشكل ادناه.



انواع الثنيات (الطيات) Types of folds :

1-الطية المحدبة Anticline: تكون الطبقات على شكل قوس محدب نحو الأعلى والصخور الأقدم توجد في مركز الطية ويكون ميل جناحي الطية إلى الخارج نسبة إلى المفصل .

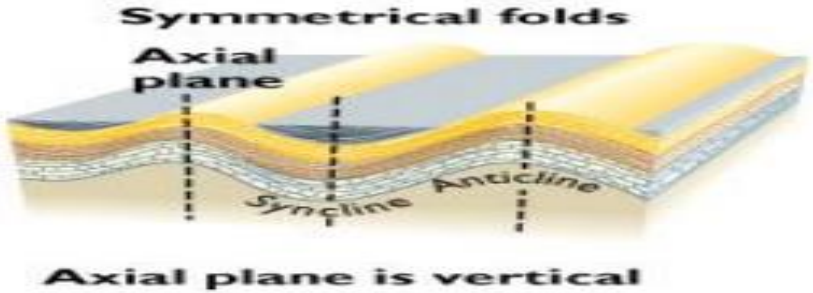
2-الطية المقعرة Syncline : تكون الطبقات على شكل قوس مقعر نحو الأسفل ويكون ميل جناحي الطية احدهما باتجاه الآخر.



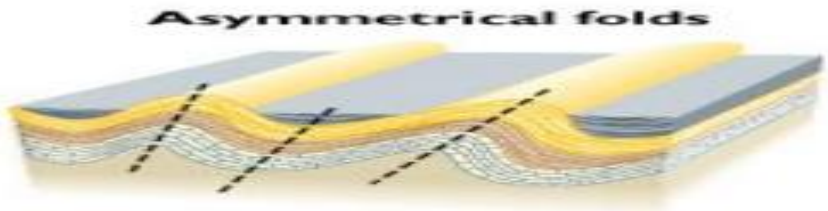
شكل يوضح الطية المقعرة والمحدبة

3-الطية المتناظرة Symmetrical fold :

يكون فيها المستوي المحوري عمودي سواء كانت الطية محدبه أو مقعرة.

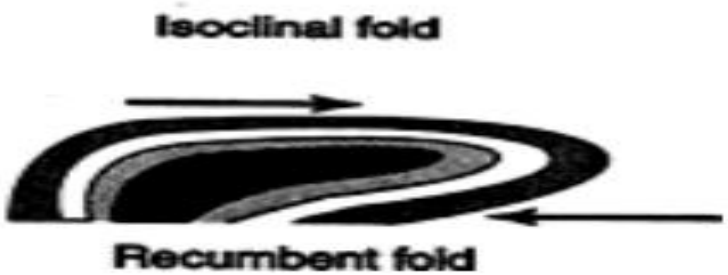


4-الطية غير المتناظرة Asymmetrical fold: يكون فيها المستوي المحوري مائل عن الأفق.



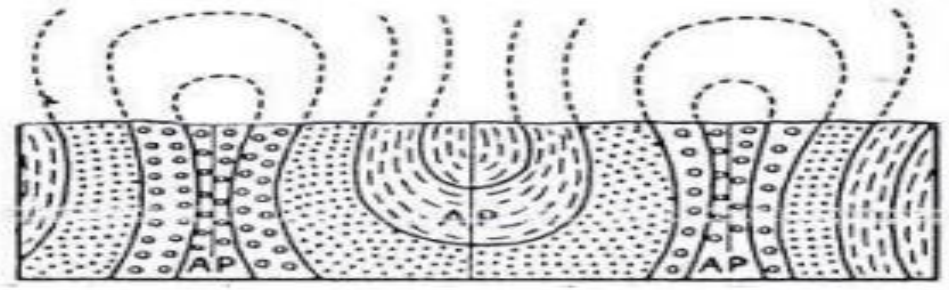
5-الطية المقلوبة Overturned fold :

يكون فيها المستوي المحوري مائل بنفس اتجاه ميل جناحي الطية ويكون الطرف المقلوب قد دار أكثر من 90 درجة ليأخذ الوضع الحالي.



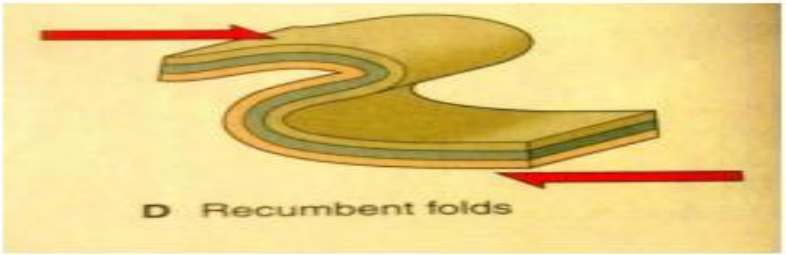
6-الطية المروحية Fan fold :

الطية التي يكون كلا طرفيها مقلوبا فالطية المروحية المحدبة يميل طرفها أحداهما نحو الآخر أما الطية المروحية المقعرة يميل الطرفان مبتعدا احدهما عن الآخر.



7-الطية المضطجعة Recumbent fold :

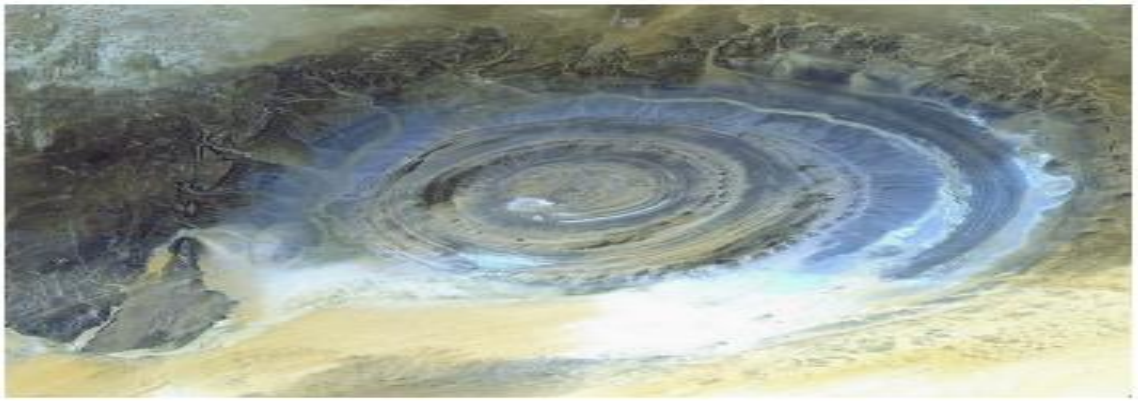
يكون فيها المستوي المحوري أفقي موازي لجناحي الطية ، و أحيانا تحتوي الطيات المضطجعة على طيات محدبة ثانوية.



8-الطية الصندوقية Box fold :

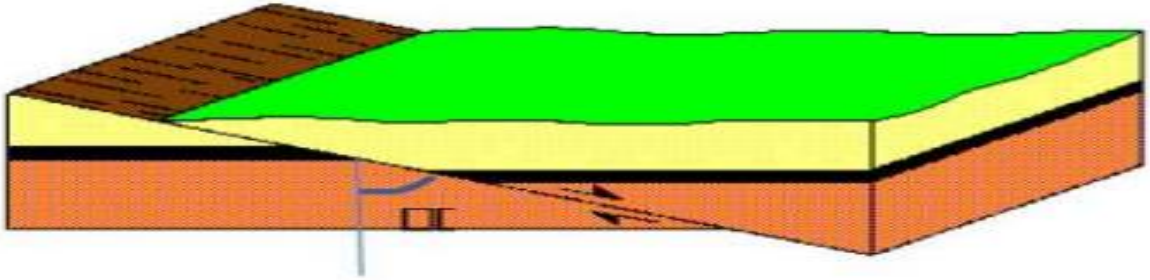
الطية التي تكون ذروتها عريضة ومنبسطة ولها خطي مفصل كل واحد على جانبي الذروة المنبسطة.

9- القبة Dome : هذا التركيب تميل فيه الطبقات من جميع الإتجاهات بعيدا عن نقطة متوسطة تسمى مركز القبة.



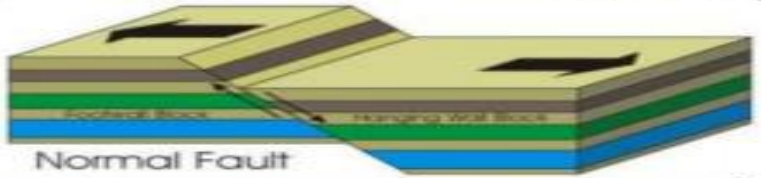
10-الحوض Basin: وهي الطية التي تميل فيها الطبقات إلى الداخل في جميع الإتجاهات نحو نقطة متوسطة تسمى مركز الحوض, وهي عكس القبة. (عكس القبة)

3-الفوالق (الصدوع)(Faults): حدوث كسر في طبقات الصخور و يصاحب ذلك الكسر انتقال الصخر على جانبي مستوى الكسر(مستوى الفالق)و يحدث ذلك نتيجة حركات القشرة الارضية التي تولد قوى ضغط او شد او قص او عزوم انحناء او الالتواء و يعتمد درجة و شكل ذلك الكسر على نوع تلك القوى و خواص الصخرة و كما بالشكل ادناه.

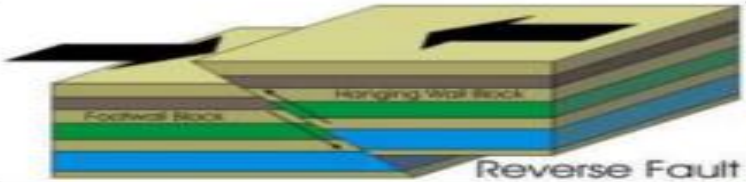


تتراوح اطوال الفالق من عدة امتار الى مئات الكيلو مترات حيث تكون له بداية و له نهاية و قد يحدث الفالق في فترة واحدة من الزمن او على فترات متلاحقة .الصخور المتكسرة على جانبي الفالق تسمى بجدران الفالق و عادة ما تكون تلك الاسطح منتظمة و فيها نتوءات ناتجة من كسر الصخور و قد يتواجد بعض من فتات تلك الصخور بداخل الفالق .اما زاوية ميل الفالق فيعبر عنه بالزاوية β.

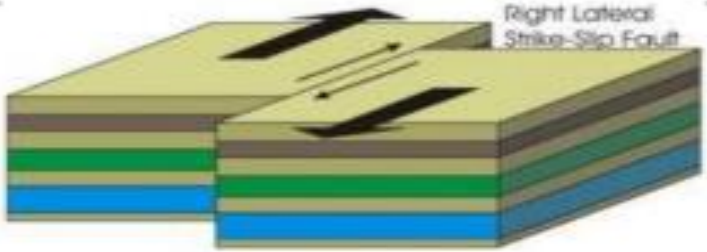
انواع الفوالق

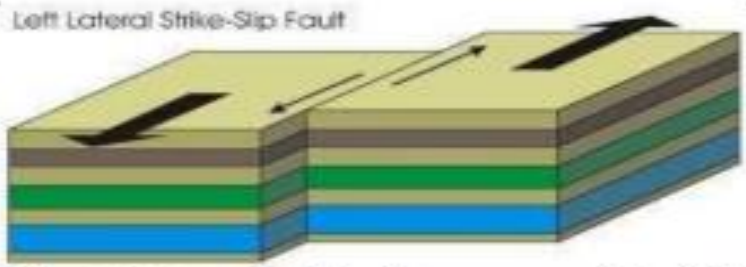


فالق عادي: و تنتج من حدوث قوى شد في القشرة الارضية يتبعها كسر و انتقال كتلتي الصخر في اتجاه قوى الشد و بالتالي زيادة في طول المسافة الافقية التي كانت تغطيها الطبقات من قبل و عادة ما يكون الصخر ضعيف لمقاومة الشد.(نزول جهة من الصخر)

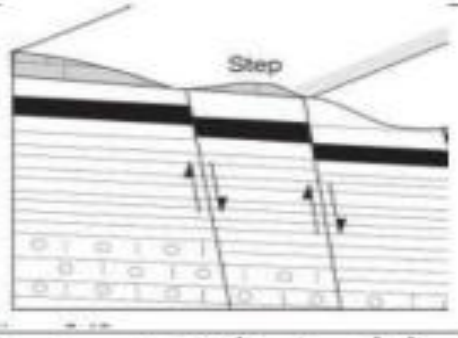


فالق معكوس: يحدث نتيجة قوى ضغط جانبية على طبقات الصخور حتى يحدث كسر و انزلاق كتل الصخر على جانبي الفالق مما يؤدي نقصان في طول المسافة الافقية التي كانت تشغلها الطبقات من قبل.(صعود جهة من الصخر الى الاعلى)

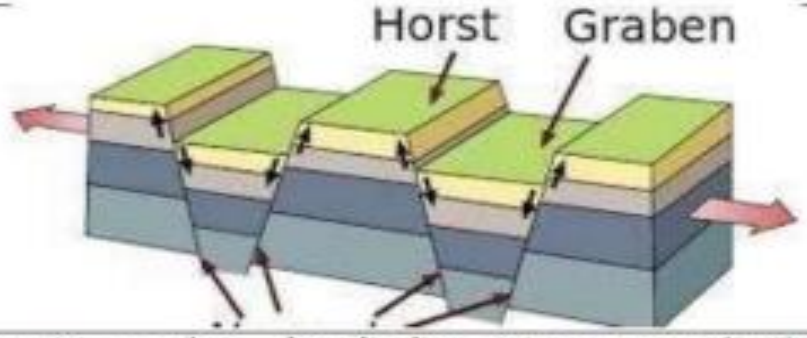




الفالق الرأسي: و يحدث هذا الفالق عندما تتحرك كتل الصخر على جانبيه حركة رأسية فقط اي يكون سطح الفالق رأسيا (تكون زاوية الميل في هذه الحالة صفرا) و كذلك الانتقال الافقي لكتل الصخر.



الفالق السلمي او المتدرج: و هو الفالق الذي يشبه السلم بحيث تكون الشقوق باتجاه واحد.



الفالق المركب: عندما توجد الفوالق على هيئة مجموعات في منطقة واحدة. و يسمى الفالق بالحوضي (graben) او الاخدود و هو هبوط جزء من الطبقات و بنفس الميل في الاتجاهين و يسمى بالهورست عند ارتفاع كتلة الصخر من الجانبين