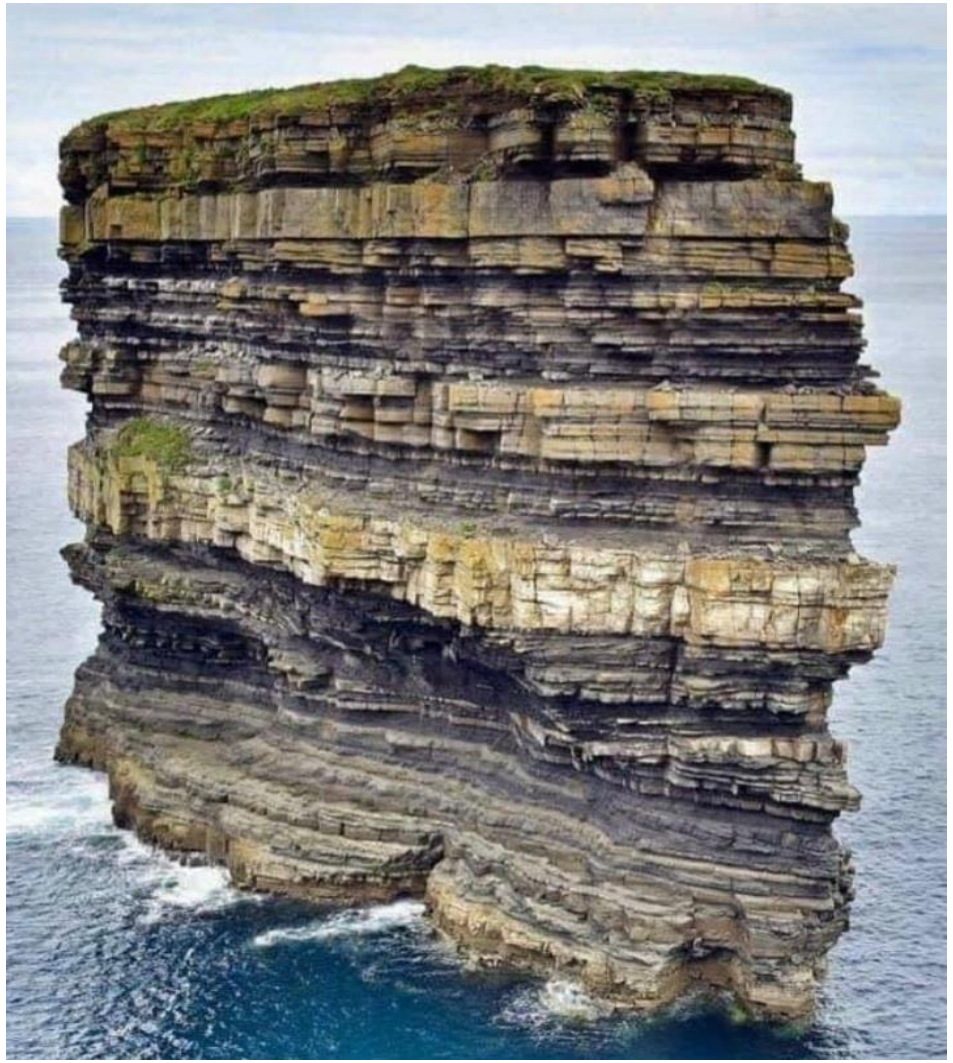
Manara university
Faculty of engineering
Department of civil engineering

جامعة المنارة
كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية

# مقرر جيولوجيا هندسية

## لطلاب الهندسة المدنية

مدرس المقرر
د.م. مهند سليم مهنا



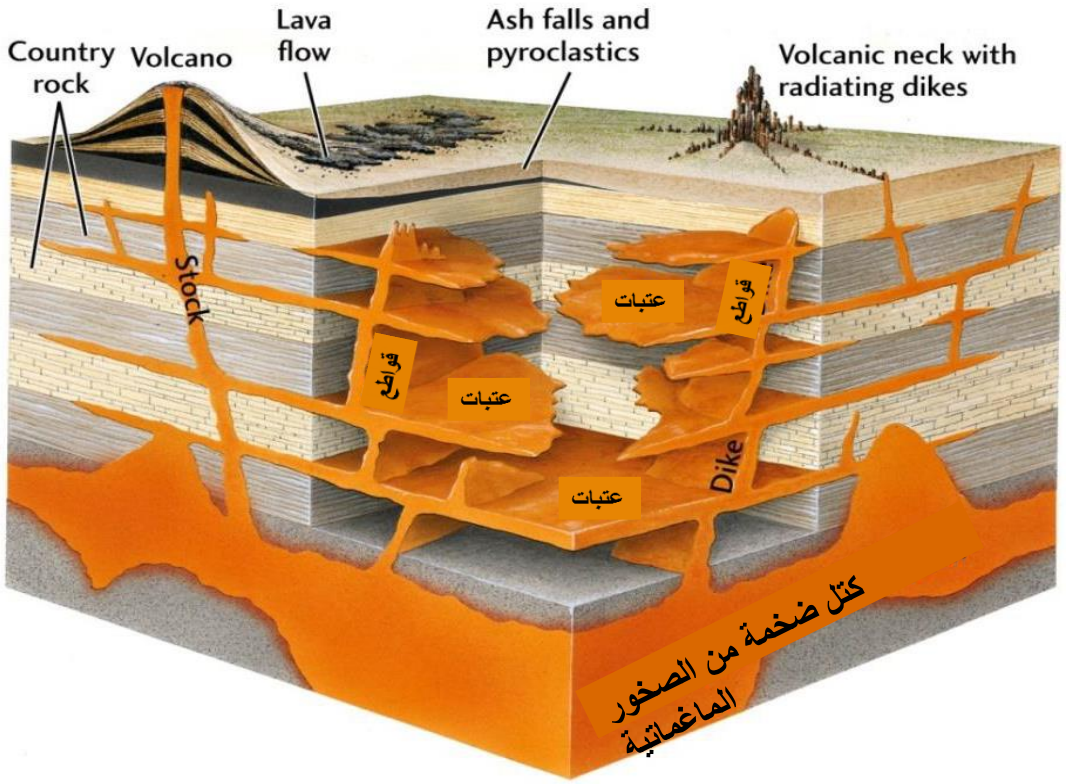
- التراكيب و أشكال التوضع :
  - توضع الصخور الماغماتية
  - التوضع الأولي والثانوي للصخور الرسوبية
  - التوضع المنتظم الأفقي و المائل
- عناصر التوضع الطبقي لحالات التوضع المنتظم (أفقي و مائل)
- خط التكشف و عرض التكشف
- الخريطة الجيولوجية و الرموز المستخدمة على الخريطة الجيولوجية

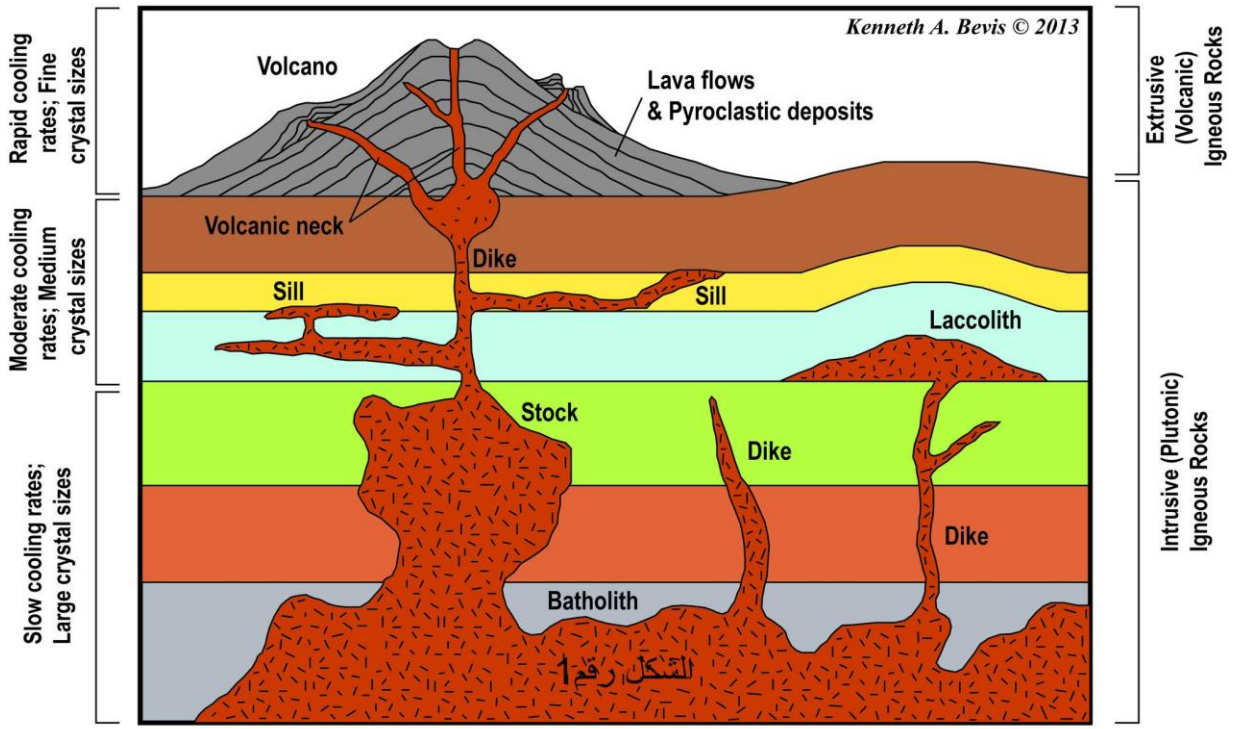
تشكل الصخور ضمن القشرة الأرضية أجساماً جيولوجية مختلفة الأشكال والأبعاد اصطلح على تسميتها التراكيب الجيولوجية، أو أشكال التوضع.

يسمى العلم الجيولوجي الذي يدرس التراكيب الجيولوجية المختلفة التي تشكلها الصخور بالجيولوجيا البنيوية.

يختلف التوضع الأولي للصخور الرسوبية عنها في الصخور الماغماتية والصخور المتحولة ، تقسم عادة أشكال توضع الصخور إلى شكلين: **توضع أولي وتوضع ثانوي**

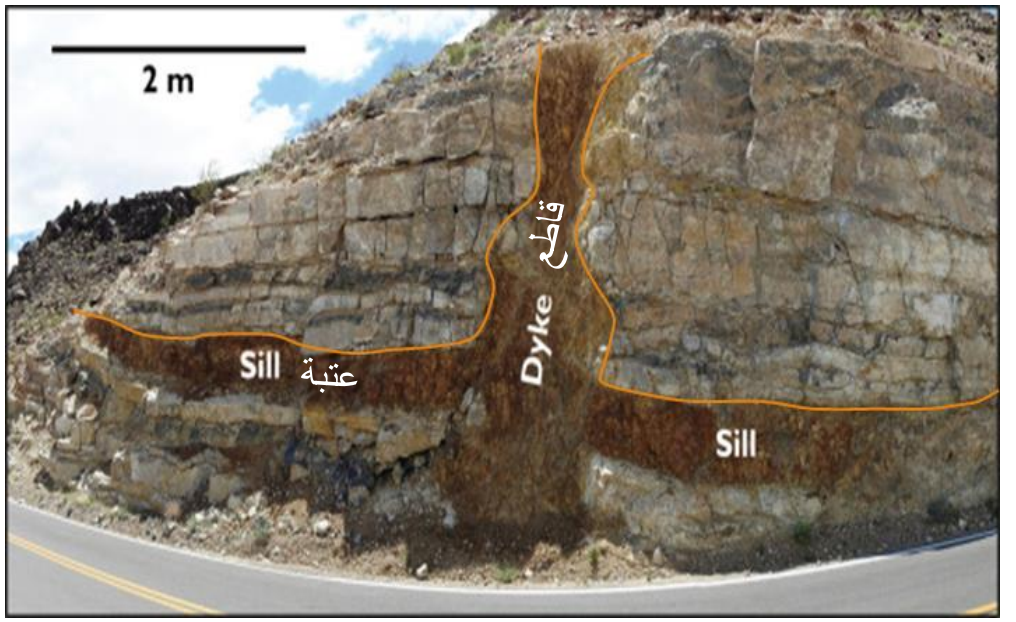
**<u>توضع أولي:</u>** ينشأ التوضع الأولي في الزمن ذاته الذي تتكون فيه الصخور، ويرتبط ارتباطاً وثيقاً بشروط التكون، و يختلف التوضع الأولي حسب نوع الصخور، فالتوضع الأولي للصخور (النارية) يكون على شكل أجسام مختلفة تنتج عن اندفاع الماغما و تصلبها (باتوليت،لاكوليت، قواطع، عتبات، ... ) (الشكل جانباً) ،




**الباتوليت**: كتل ضخمة من الصخور الماغماتية ( مئات الكيلومترات طولاً، وعشرات الكيلومترات عرضا) تنتشر على مساحات واسعة وغير متوافقة مع الطبقات المحيطة بها. تتبرد هذه الكتل وتتصلب على عمق كبير من سطح الأرض.

**لاكوليث** : أجساما جيولوجية تشبه العدسات؛ عرضها عدة مئات من الأمتار. تنشأ عن اندساس الماغما بين الطبقات حيث تضغط بشدة على الطبقات العلوية مما يؤدي إلى انثنائها، و من ثم تتبرد الماغما وتتصلب مشكلةً صخور ماغماتية.

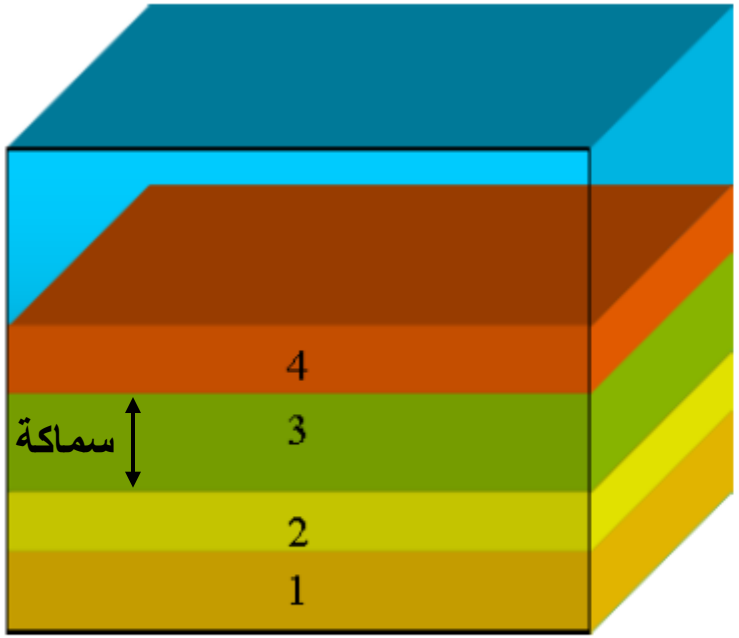


**القواطع:** عندما تندفع الماغما في عروق و شقوق الصخور المحيطة بشكل طولاني، ثم تبرد وتتصلب فيها. ويشبه توضعها في هذه الشقوق الجدران التي يكون طولها بضعة أمتار وقد يصل إلى عدة كيلومترات.

**العتبات:** تشكل طبقات أفقية أو بميل خفيف عند اندساس الماغما بين الطبقات، ثم تبردها وتصلبها على هيئة تشكيلات أفقية.

## أعمدة بازلتية

## التوضع الأولي للصخور الرسوبية ( التوضع الأفقي) :



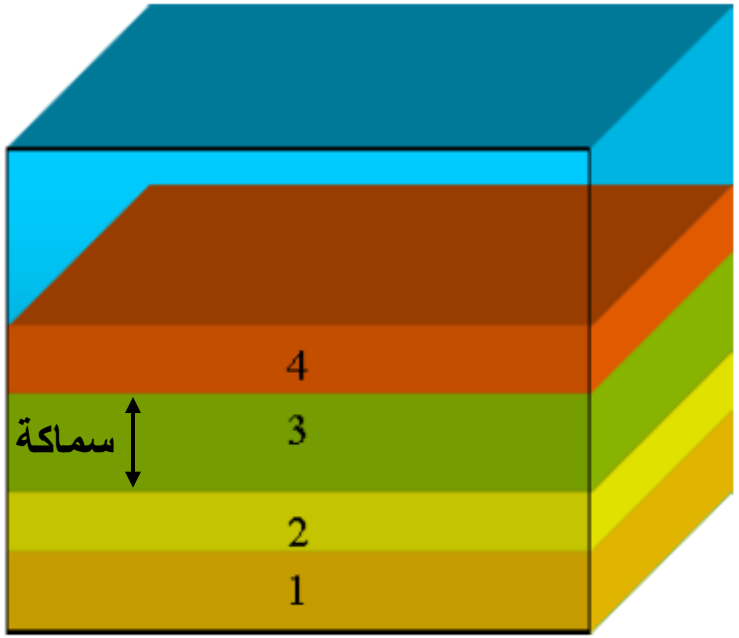

الشكل الأساسي الأولي لتوضع الصخور الرسوبية هو الطبقة،

الطبقة (Bed/stratum) و جمعاً الطبقات (strata): تعريفاً هي الجسم الجيولوجي المكون من صخور متجانسة والمحدد بسطحين علوي وسفلي إلى حد ما متوازيين؛ يسمى السطح العلوي سقف الطبقة والسفلي أرضيتها و أقصر مسافة بينهما هي سماكة الطبقة. في الصخور الرسوبية، وعلى الأرجح، أرضية الطبقة هي بداية الترسيب وسقف الطبقة نهايته. عندما تتوضع الطبقات الرسوبية بشكل أولي تكون ذات توضع أفقي ندعوه (strata) و العلم الذي يدرس هذا التوضع الأفقي ندعوه الستراتوغرافيا (stratigraphy). و التوضع الأفقي للطبقات يدل على عدم حدوث حركات تكتونية في الموقع.

يطلق على كل من سطح الطبقة و أرضيتها بمستوي التطبق او سطح التطبق و هو يعبر عن اختلاف في تركيب الطبقة و خواصها، المسافة بين سطح الطبقة و أرضيتها ندعوها سماكة الطبقة، و قد تكون سماكة الطبقة عدة سنتمترات و حتى مئات الأمتار

تمتد الطبقة او تنتشر إلى مسافات كبيرة جداً بالمقارنة مع سماكتها و قد تصل إلى عدة مئات من الكيلومترات، عندما يكون انتشار الطبقة محدوداً نسبياً ندعوها عدسة.

# التوضع الأولي للصخور الرسوبية (التوضع الأفقي)




الشكل الأساسي الأولي لتوضع الصخور الرسوبية هو الطبقة،

الطبقة (Bed/stratum) و جمعاً الطبقات (strata): تعريفاً هي الجسم الجيولوجي المكون من صخور متجانسة والمحدد بسطحين علوي وسفلي إلى حد ما متوازيين؛ يسمى السطح العلوي سقف الطبقة والسفلي أرضيتها و أقصر مسافة بينهما هي سماكة الطبقة. في الصخور الرسوبية، وعلى الأرجح، أرضية الطبقة هي بداية الترسيب وسقف الطبقة نهايته. عندما تتوضع الطبقات الرسوبية بشكل أولي تكون ذات توضع أفقي ندعوه (strata) و العلم الذي يدرس هذا التوضع الأفقي ندعوه الستراتوغرافيا (stratigraphy). و التوضع الأفقي للطبقات يدل على عدم حدوث حركات تكتونية في الموقع.

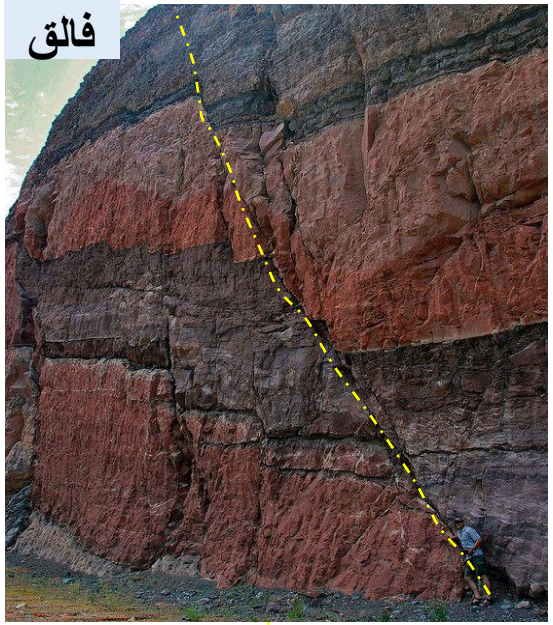
يطلق على كل من سطح الطبقة و أرضيتها بمستوي التطبق او سطح التطبق و هو يعبر عن اختلاف في تركيب الطبقة و خواصها، المسافة بين سطح الطبقة و أرضيتها ندعوها سماكة الطبقة، و قد تكون سماكة الطبقة عدة سنتمترات و حتى مئات الأمتار

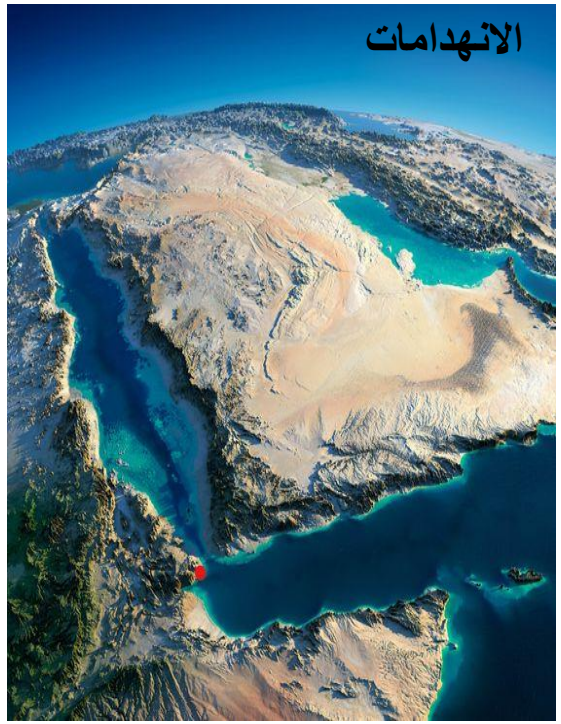
تمتد الطبقة او تنتشر إلى مسافات كبيرة جداً بالمقارنة مع سماكتها و قد تصل إلى عدة مئات من الكيلومترات، عندما يكون انتشار الطبقة محدوداً نسبياً ندعوها عدسة.

# التوضع الثانوي والتراكيب الجيولوجية الثانوية للصخور الرسوبية

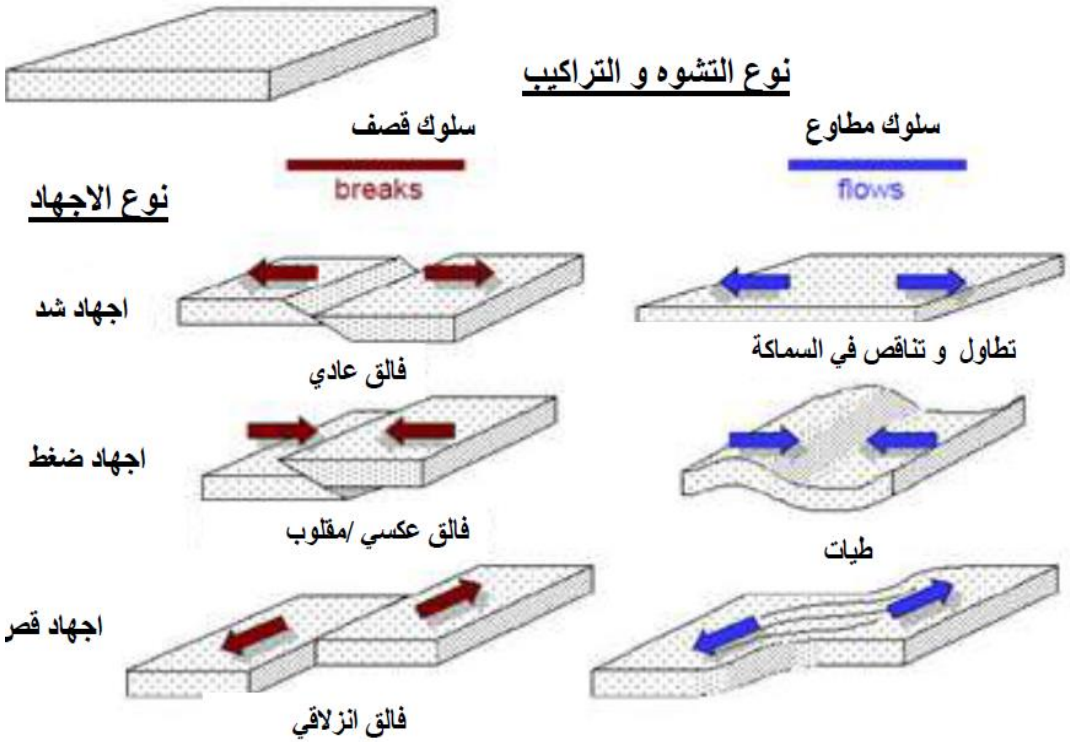
عندما تخضع طبقات رسوبية ذات توضع أولي لقوى و اجهادات تكتونية نتيجة حركة الصفائح فإنها تتعرض لتشوهات ميكانيكية مختلفة ينتج عنها تراكيب جيولوجية ندعوها التراكيب الثانوية و اهم التراكيب الثانوية هي :

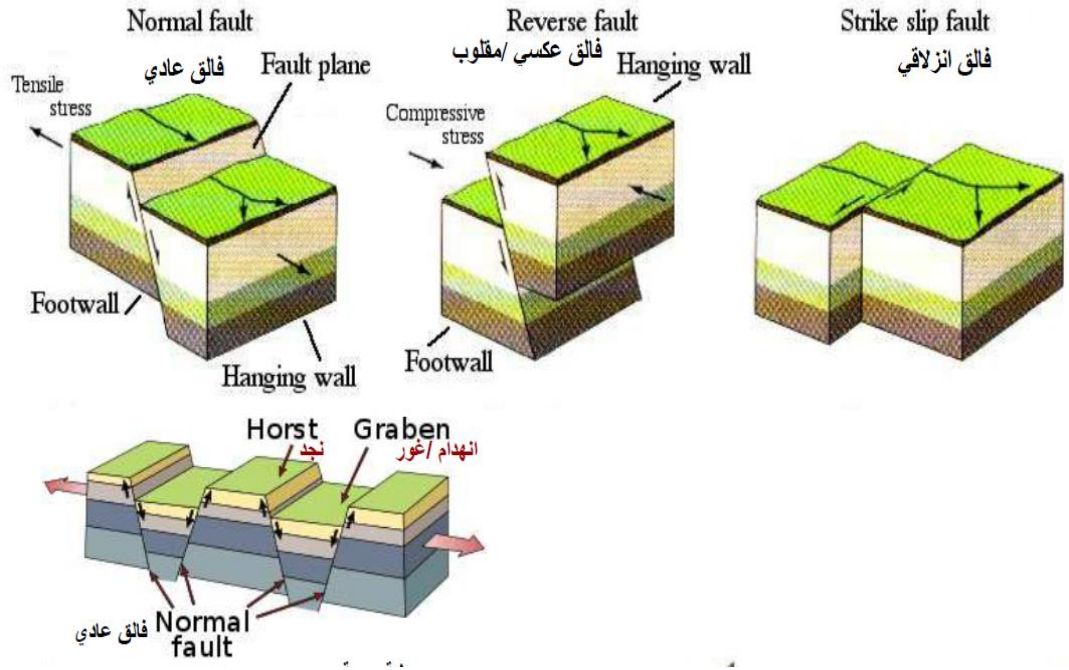
- الطيات: انثناء و انحناء للصخور (بأشكالها المختلفة: الطيات المحدبة و المقعرة و المتناظرة و المائلة و المقلوبة )
- الفوالق: صدوع و شقوق و فاصل في الصخور و لها أنواع مختلفة (فوالق عادية ، عكسية مقلوبة ، انزلاقية )
- الانهدامات و الأغوار





فحسب نوع الاجهاد المطبق على الصخور و كذلك حسب سلوك الطبقات الصخرية (قصف أو مطاوع) يمكن أن ينتج تشوهات مختلفة و بالتالي تراكيب جيولوجية ثانوية كما في الشكل. حيث أن الفوالق و هي صدوع و انكسارات في الطبقات الصخرية تنتج عن سلوك قصف للطبقات الصخرية أما الطيات و هي الالتواءات (هضاب و جبال ) فتنتج عن سلوك مطاوع. و الشكل التالي يبين أنواع الفوالق المختلفة (العادي/المقلوب/الانزلاقي/منحرف)



# التوضع المستوي المنتظم

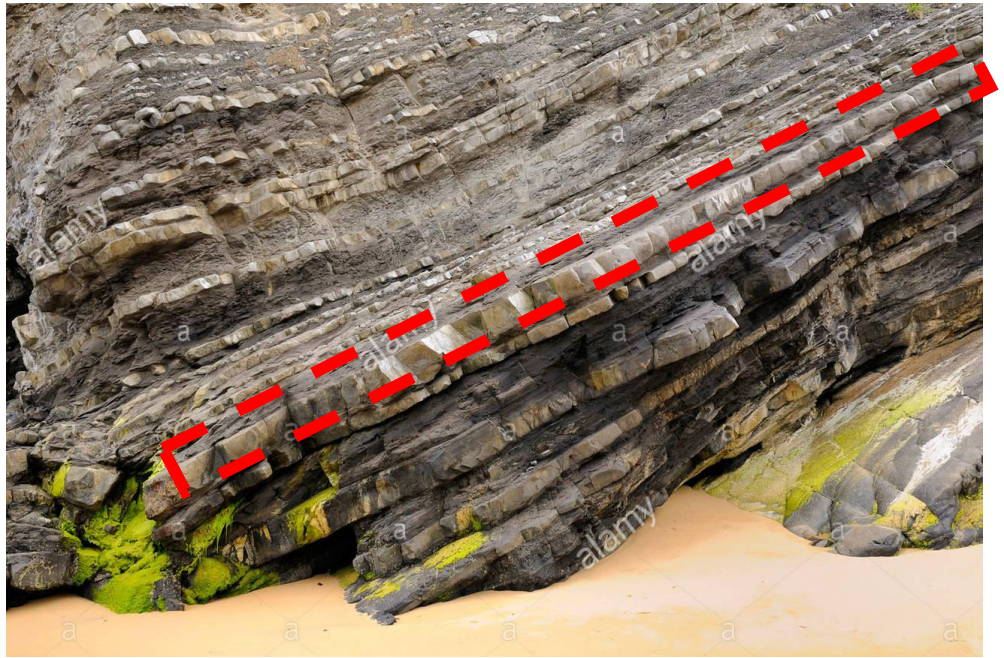
إن أبسط أشكال التوضع هو التوضع المستوي المنتظم للطبقات و نقول عن توضع أنه توضع مستوي منتظم عندما يكون سطح الطبقة و أرضيتها مستويان متوازيان تقريباً أي سماكة الطبقة ثابتة. و يمكن أن يكون التوضع المستوي المنتظم: إما أفقياً أو مائلاً. و هذا ما سيتم تناوله في هذا المقرر فقط.

## التوضع الأفقي المنتظم (Uniformly horizontal beds) :

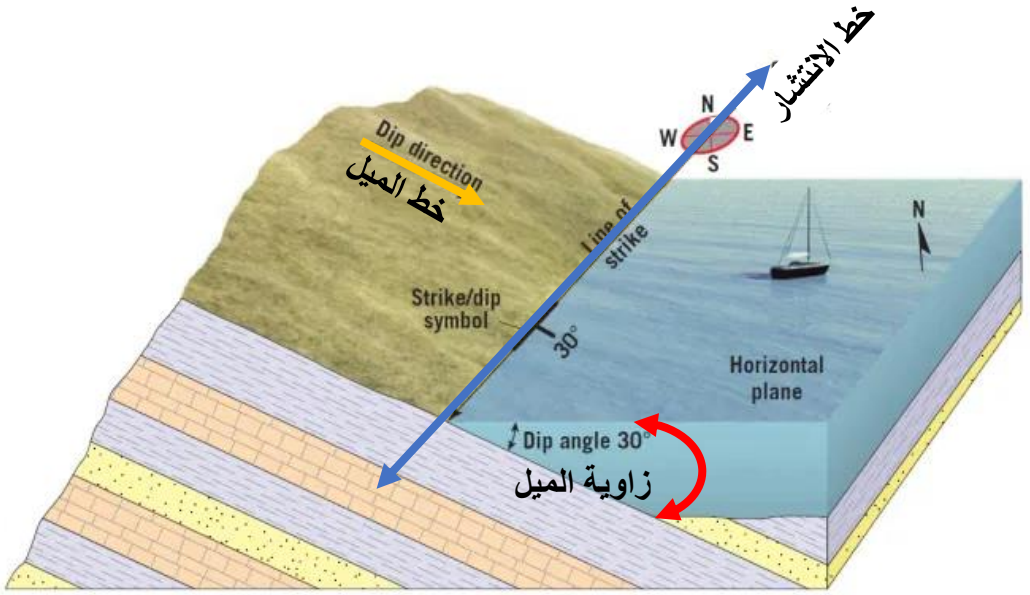
- ✓ نقول عن طبقات أنها تتوضع بشكل أفقي منتظم عندما يكون مستوي الطبقة أفقياً أو يميل بزاوية صغيرة نسبياً (1-2) درجة على الأفق و تجاوزاً حتى 4 درجات، و ينتشر سطح التطبق على مساحات كبيرة نسبياً. و بالتالي في حالة التوضع الأفقي يكون لأي نقطة على سطح الطبقة ارتفاع واحد تقريباً عن سطح البحر (أي منسوب واحد).
- ✓ في حالة التوضع الأفقي المنتظم تكون الطبقات الأحدث في الأعلى والطبقات الأقدم في الأسفل حسب تسلسل الترسيب.
- ✓ ينتمي التوضع الأفقي للتوضعات الأولية.

# التوضع المائل المنتظم

- ✓ نقول عن طبقات أنها تتوضع بشكل مائل منتظم عندما يكون مستوي الطبقة يميل بزاوية (α) على الأفق، و سماكة الطبقة ثابتة (سطحاها متوازيان) و ينتشر سطح التطبق على مساحات كبيرة نسبياً.
- ✓ ينتمي التوضع المائل للتوضعات اللاحقة (الثانوية) و ينتج من تأثير الحركات التكتونية التي تسبب قوى مختلفة على الصخور ذات التوضع الأولي و تؤدي إلى ميلانها أو تعرجها أو تشكل فوالق و غيرها.

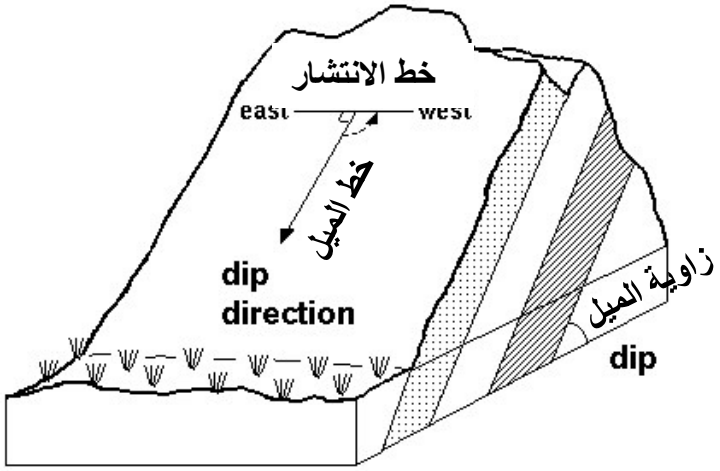


# عناصر التوضع الطبقي



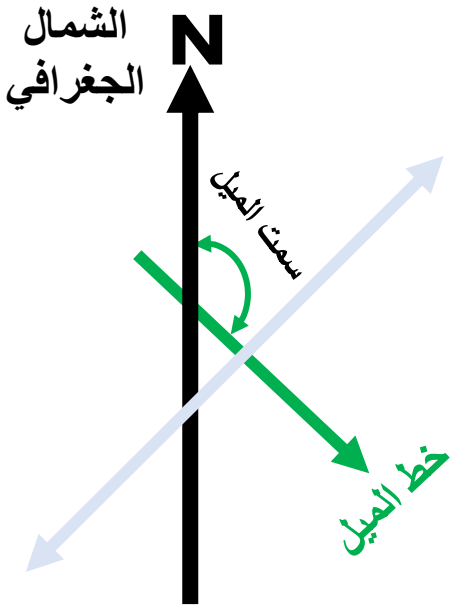

تحدد الطبقات الصخرية فراغياً من خلال تحديد مجموعة من العناصر ندعوها عناصر التوضع و هي:

◄ **خط الانتشار** (Strike line): هو أي خط مستقيم أفقي يقع في مستوى الطبقة أو هو خط تقاطع مستويي الطبقة ( سطحها أو أرضيتها ) مع مستوي أفقي، و هو خط جيولوجي بنيوي. وبإمكاننا إيجاد عدد لا متناه من خطوط الانتشار، و جميع خطوط الانتشار متوازية فيما بينها.

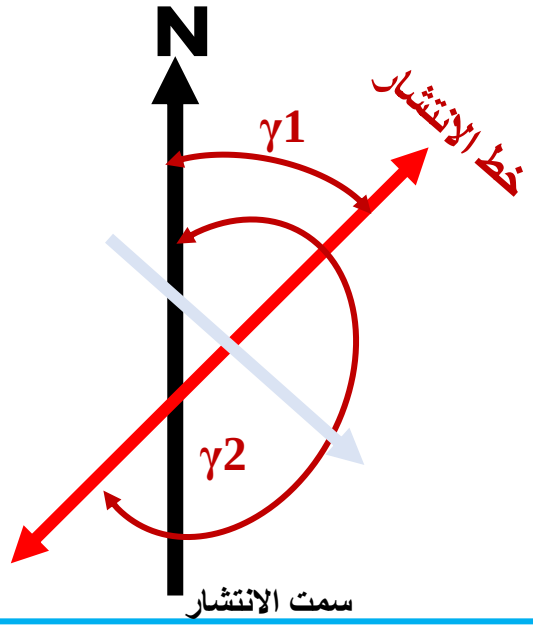



◄ **خط الميل** (Line of Dip): هو مستقيم يقع في مستوى الطبقة و ينطبق اتجاهه مع اتجاه ميل الطبقة و متعامد مع خط الانتشار، وبإمكاننا إيجاد عدد لا متناه من خطوط الميل، و جميع خطوط الميل متوازية فيما بينها، و متعامدة مع خطوط الانتشار.

◄ **زاوية الميل** (angle of Dip): هي الزاوية (α) المحصورة بين مستوي الطبقة و مستوي أفقي ما• أو بين خط الميل ومسقطه على المستوي الأفقي ، تتغير هذه الزاوية من 90° -0. عندما تكون زاوية الميل (0) درجة يعني أن التوضع أفقي و 90 درجة يعني أن التوضع رأسي.




◄ **سمت الميل**: هو الزاوية المحصورة بين الشمال الجغرافي و المسقط الأفقي لخط الميل ويحسب باتجاه عقارب الساعة و يتغير من(0-360) درجة. فمثلاً: سمت الميل 180 درجة يعني أن اتجاه الميل نحو الجنوب .




◄ **سمتي الانتشار**: هي الزاوية المحصورة بين الشمال وخط الانتشار و تحسب باتجاه عقارب الساعة، وطالما لخط الانتشار اتجاهان اثنان فسيكون له زاويتا سمت هما γ1 ، γ2، الفرق بينهما 180° . تتغير زاويتا سمت الانتشار من 0°-360° .

يمكن أن تتغير زاوية سمت الميل ما بين 0°-360° ولكن لها قيمة واحدة بعكس زاوية سمت الانتشار. بما أن خط الانتشار و خط الميل متعامدان فالفرق بين سمتيهما 90° ، فبالتالي إذا عيّنا سمت الميل يمكن أن نحسب سمت الانتشار إما بطرح أو جمع 90° من سمت الميل،

## ◄ تعريف خط التكشف:

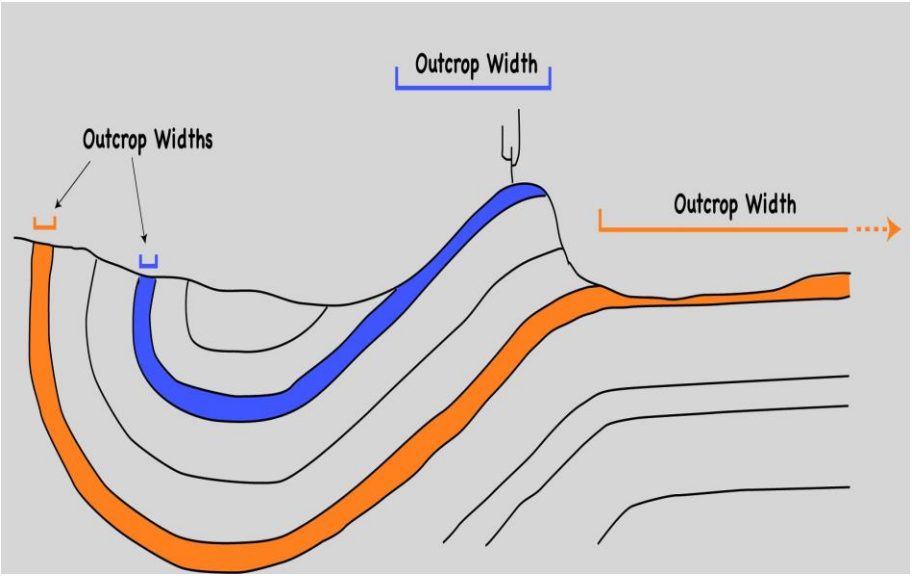
هو الخط الممثل لتقاطع مستوي التطبق (مستوي الطبقة) مع سطح الأرض، و هو الخط الذي تظهر أو تتكشف فيه الطبقة على سطح الأرض. و يحدد على الخريطة الطبوغرافية بواسطة خط مستمر غامق نسبياً. و يكون خط التكشف موازياً لخطوط التسوية في حالة التوضع الأفقي و يكون متقاطعاً مع خطوط التسوية في حالة التوضع المائل. و خط التكشف هو خط يقع على سطح الطبقة وعلى سطح الأرض في آن معاً.

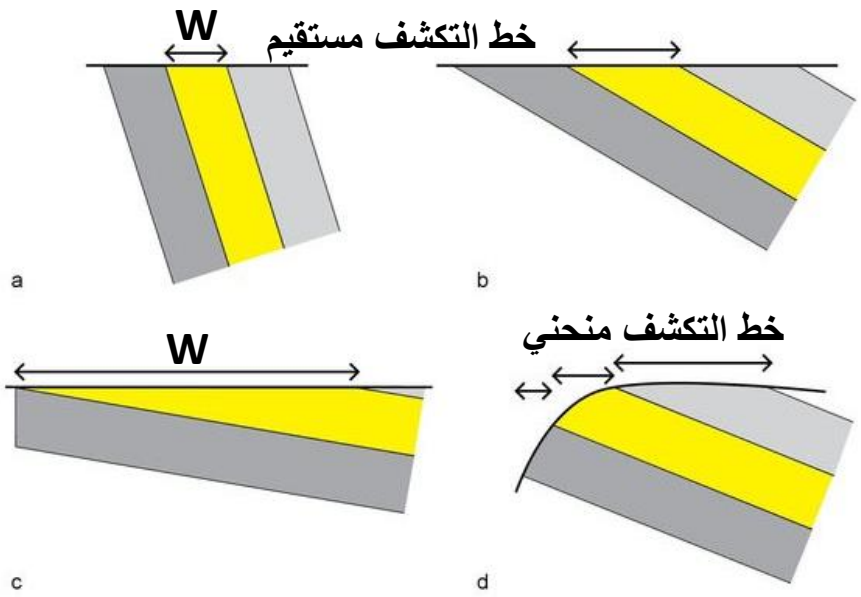
لكل طبقة هناك عموماً خطي تكشف في حال تكشفها على سطح الأرض، خط تكشف لسطح الطبقة و خط تكشف لأرضية الطبقة.

يكون خط التكشف منحنياً عندما يكون سطح الأرض متعرجاً (تلال و جبال و وديان) كذلك يمكن أن يكون خط التكشف مستقيماً عندما يكون سطح الأرض مستوياً

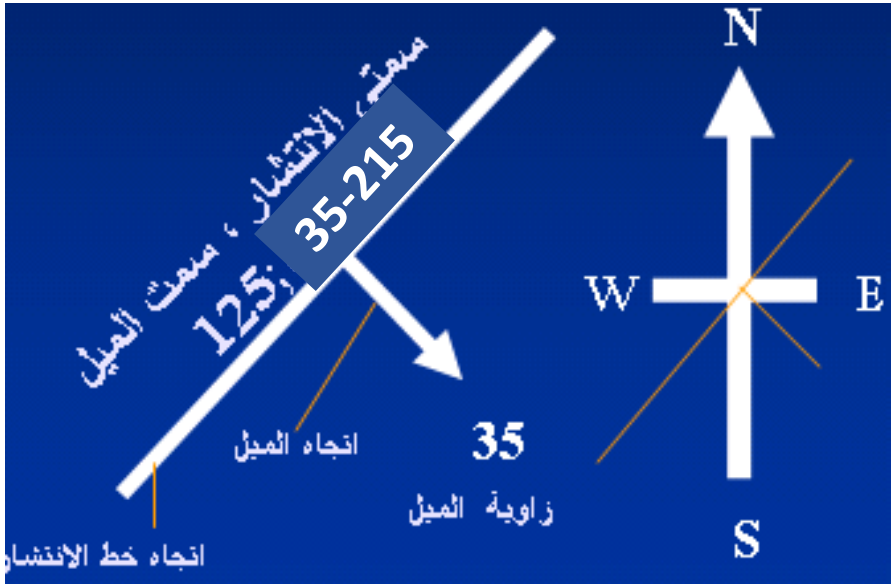
## ◄ عرض التكشف (Width of Outcrop) : و هي المسافة الأفقية بين

خطي التكشف للطبقة الواحدة (أي المسافة الأفقية بين خط تكشف سطح الطبقة و خط تكشف أرضيتها ) و يرمز له بالرمز (W). و عرض التكشف له أهمية كبيرة في دراسة الخرائط الجيولوجية و يستخدم لحساب السماكات الحقيقية و الشاقولية للطبقات.

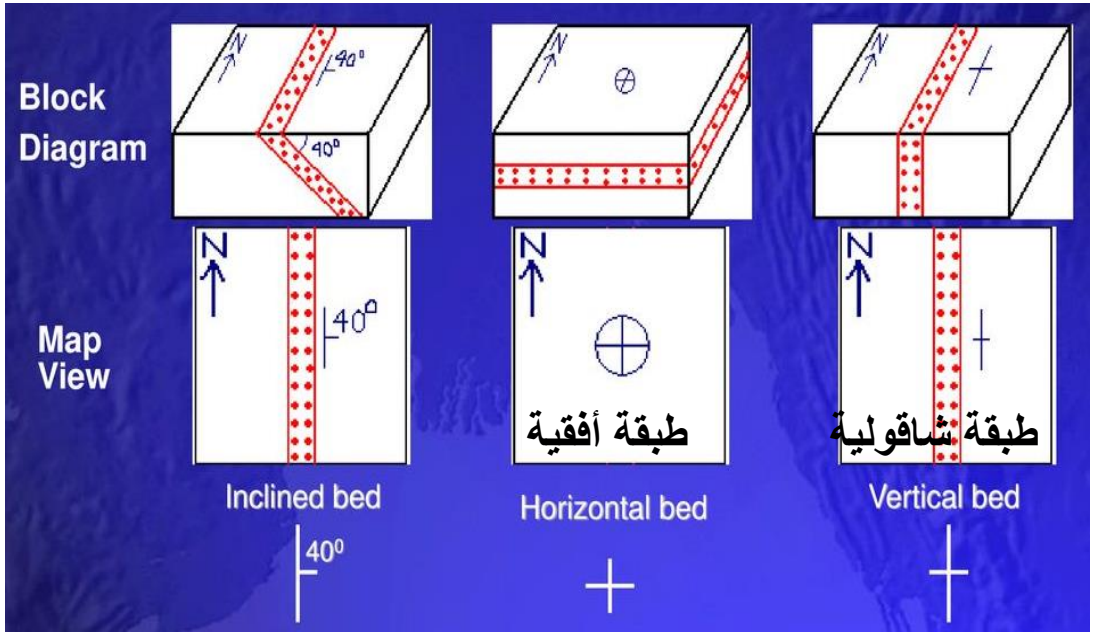



يتأثر عرض التكشف بزاوية ميل الطبقات وانحدار سطح الأرض

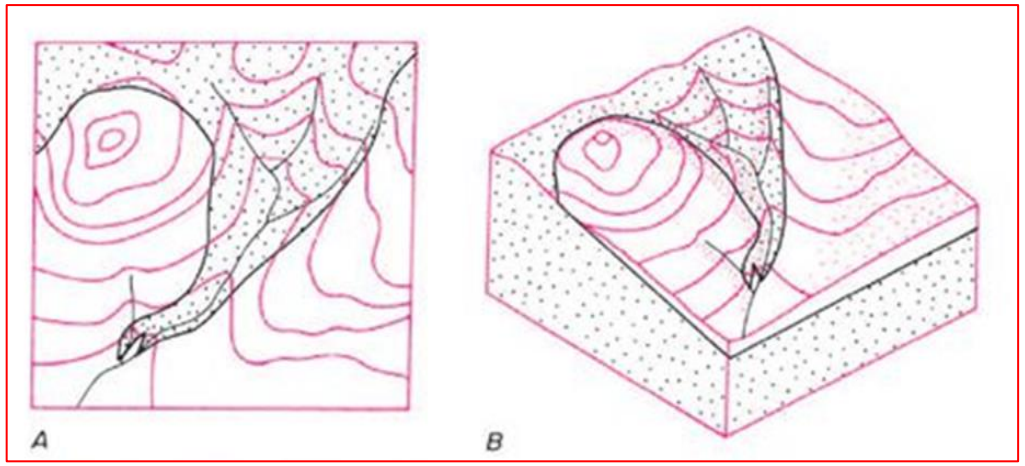


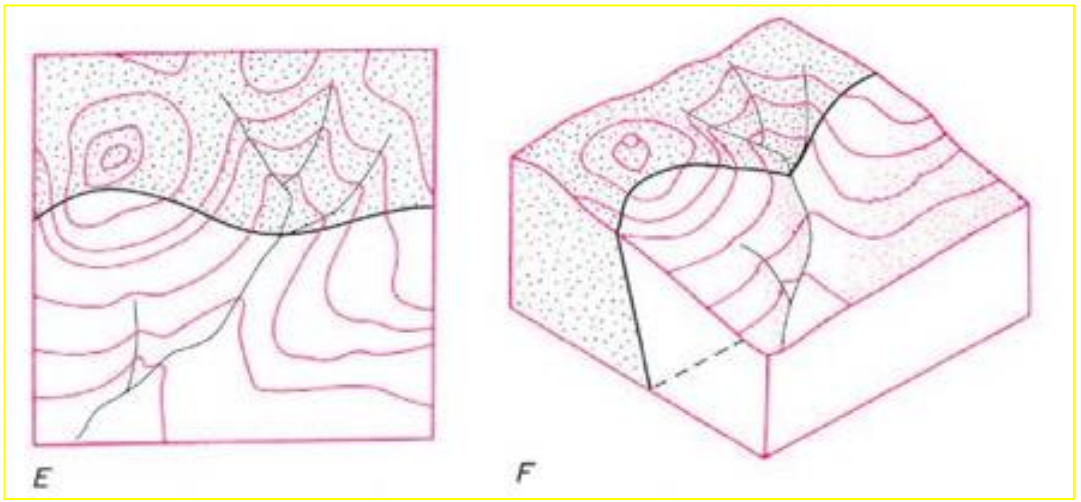

بعد تحديد عناصر التوضع لطبقة ما يمكن كتابة الرمز الجيولوجي على الخريطة الجيولوجية، و هناك عدة طرق لكتابة الرمز الجيولوجي و لكننا سنعتمد على الطريقة التالية البسيطة لكتابة الرمز الجيولوجي :

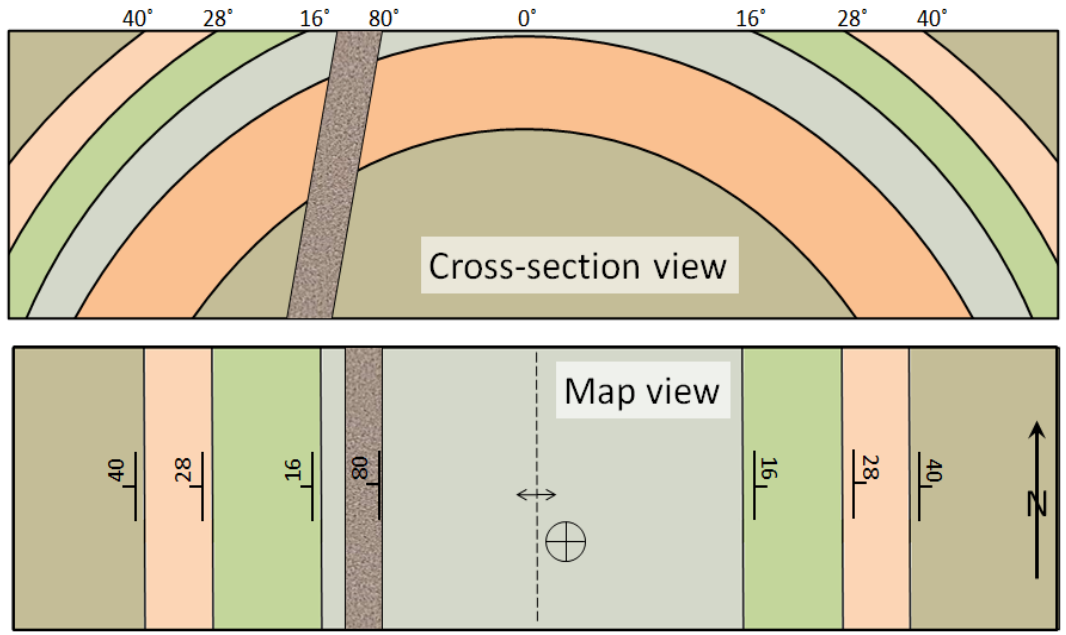



- الخط الطويل يمثل خط الانتشار و يرسم بشكل معبر عن اتجاهه
- الخط القصير مع سهم أو بدونه يعبر عن خط الميل و اتجاهه (يوازيه)
- الرقم المكتوب أمام خط الميل يمثل زاوية الميل
- الرقم المكتوب على خط الانتشار يمثل سمت الميل و سمتي الانتشار.

هناك رموز جيولوجية عديدة تستخدم على الخرائط الجيولوجية منها تلك التي تعبر عن نوع التوضع وعناصره كما هو موضح في الشكل جانباً.

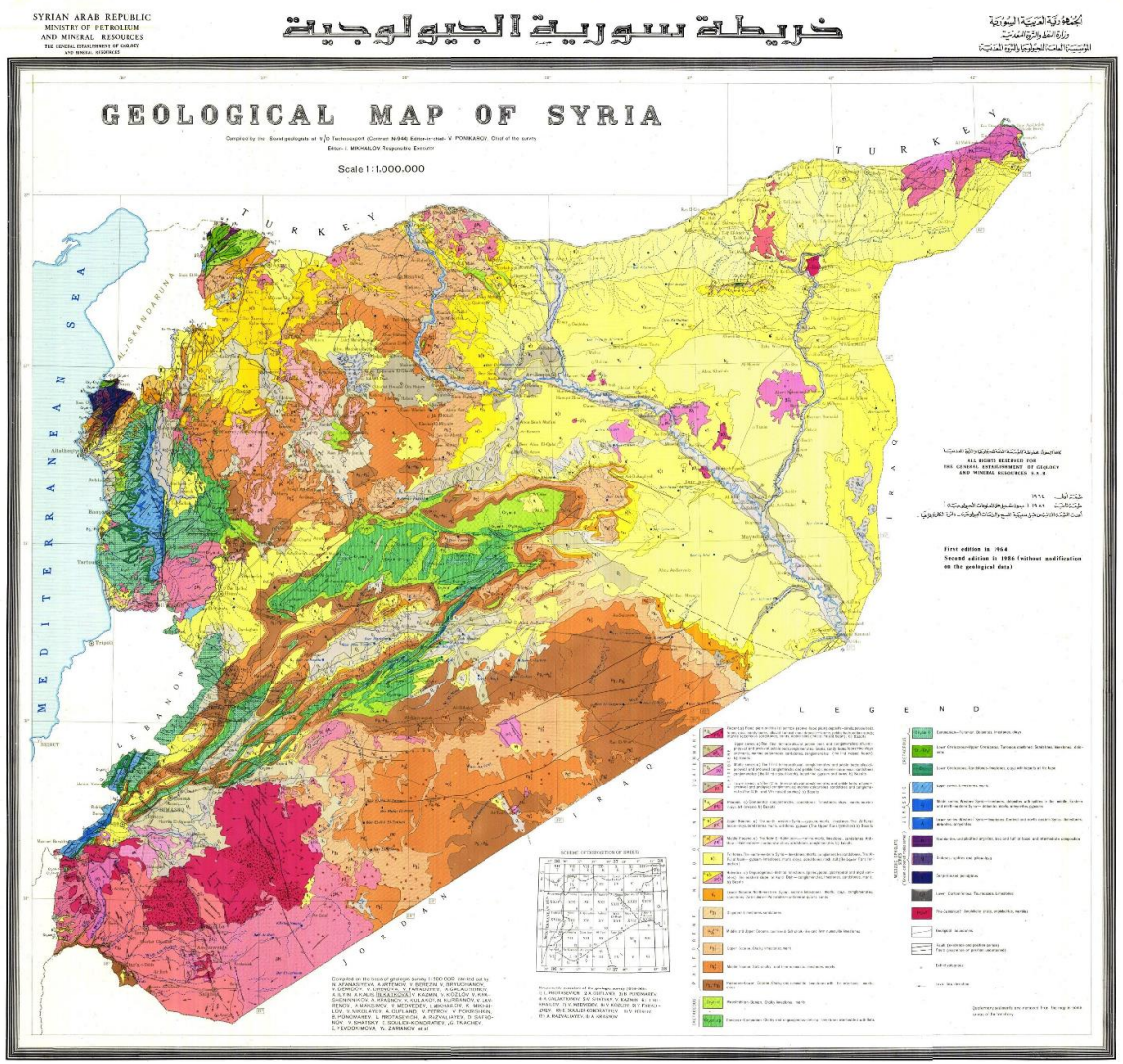



# تمثيل التوضعات الصخرية على الخرائط

# الخرائط الجيولوجية



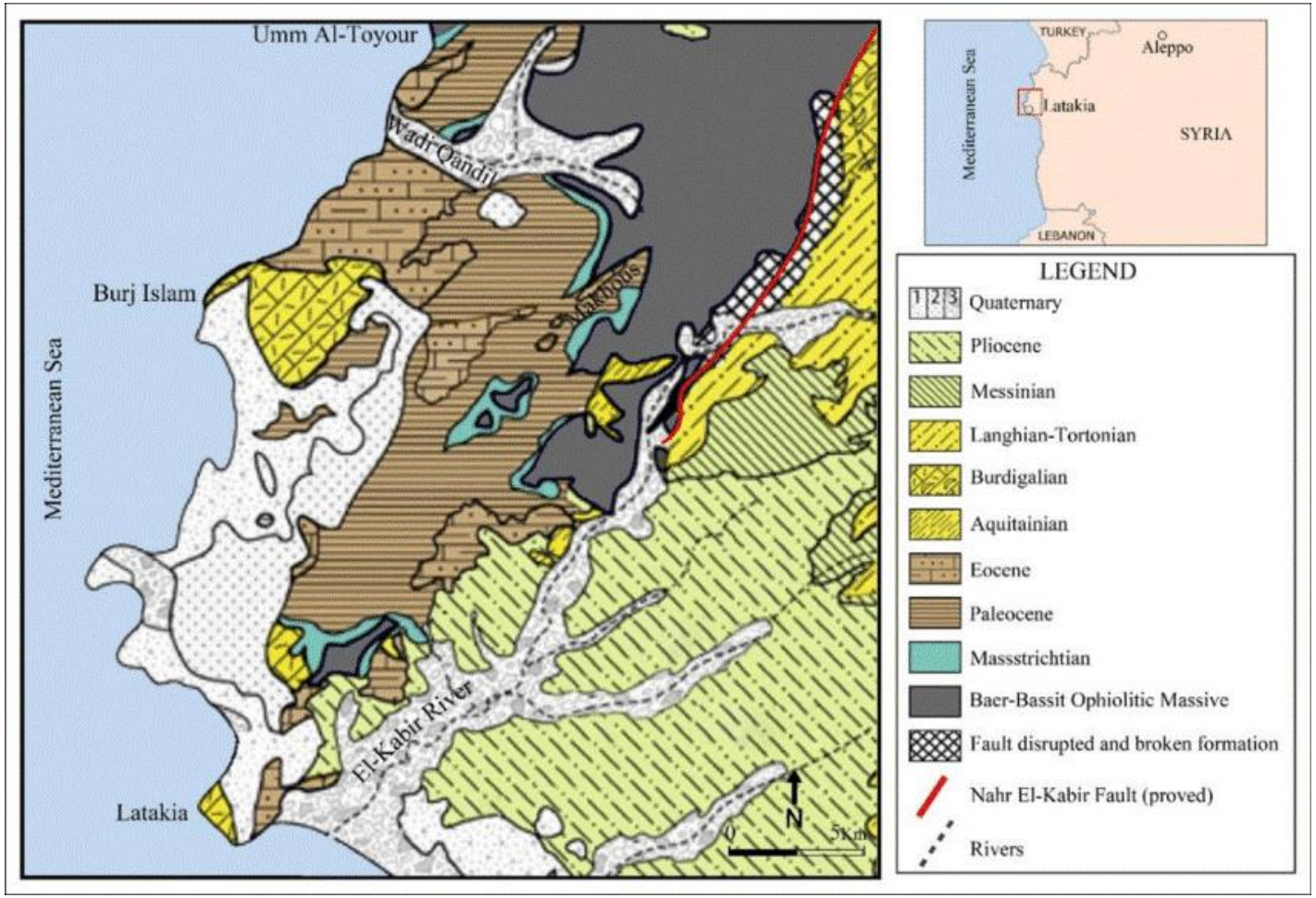

الخريطة الجيولوجية هي خريطة طبوغرافية يَظهر عليها توزيع الصخور وطبيعة التكوينات الجيولوجية، وتداخل الصخور ببعضها .

تعكس الخرائط الجيولوجية بنية سطح الأرض والأجزاء العلوية من القشرة الأرضية القريبة من السطح ويمكن اعتبارها صورة مثالية لتوزع الترب والصخور على سطح الأرض.

تُحمّل على الخارطة مصطلحات ورموز تُفسِّر كلاً من التراكيب و العمر الجيولوجي وظروف توضع الصخور المتكشفة في بعض أجزائها على سطح الأرض.

# محتويات الخارطة الجيولوجية

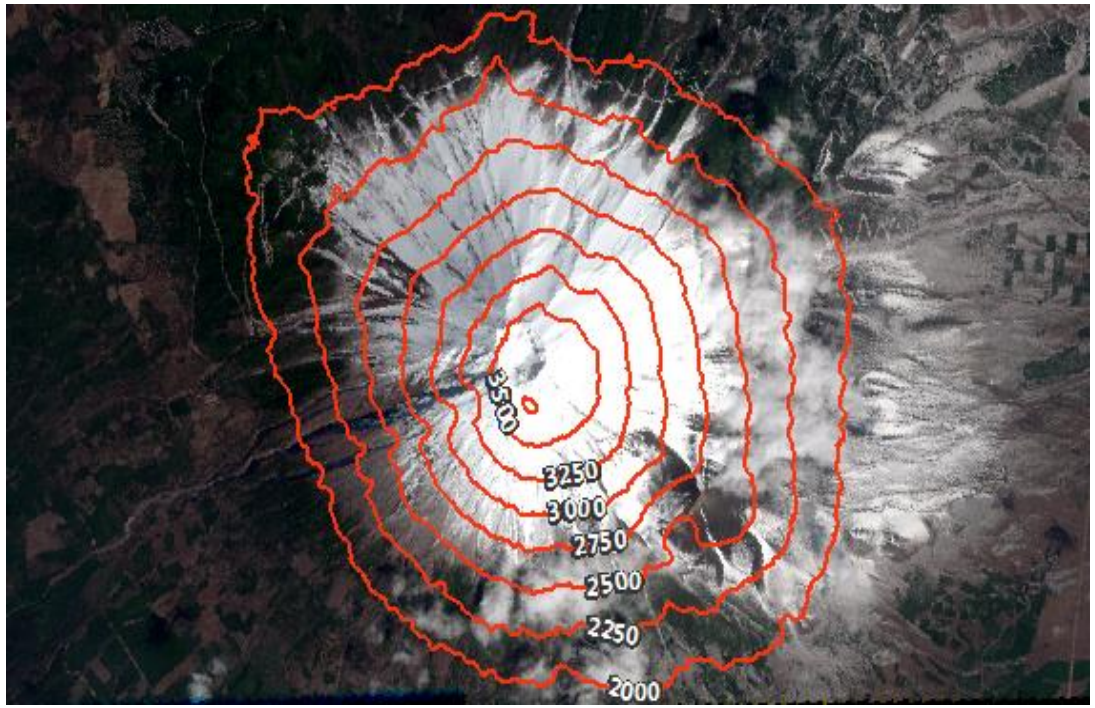
1. خطوط الكنتور(التسوية) (Contour lines)
2. المقياس (Scale)
3. وحدات الخريطة (Map units)
4. قائمة ارتباط لوحدات الخريطة ( Correlation of (map units
5. الرموز (Symbols)
6. خطوط التماس (Contact lines)
7. المقاطع الجيولوجية (geological cross section)

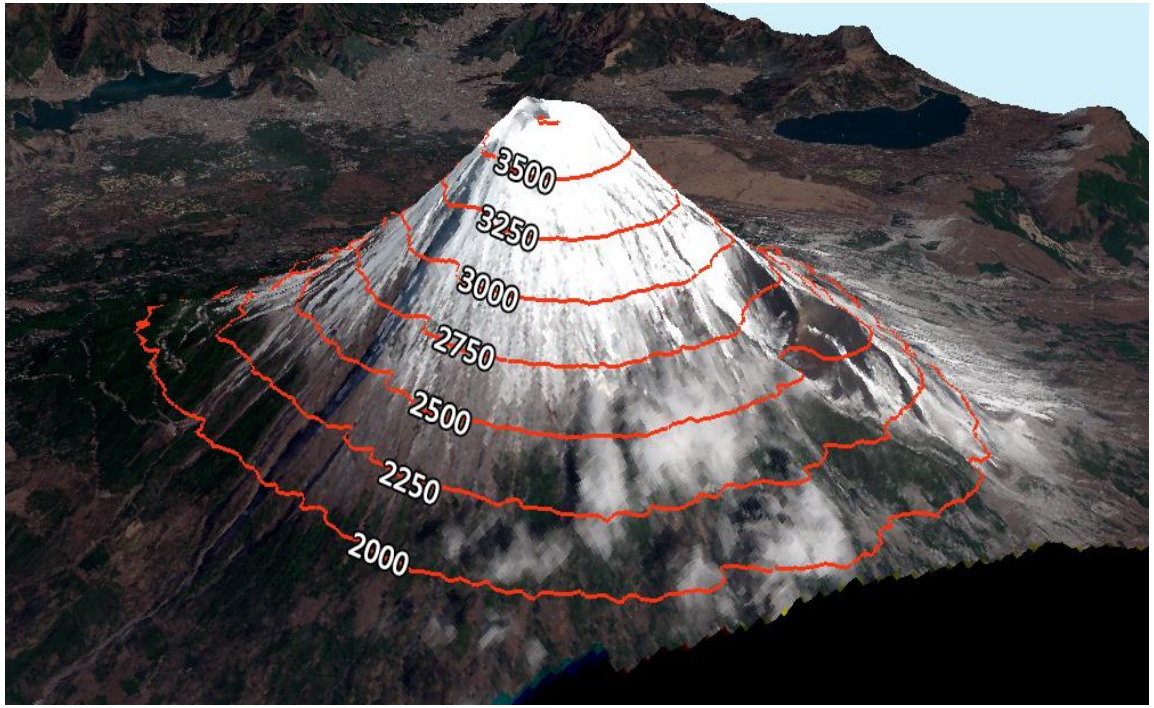



خريطة جيولوجية مبسطة لحوض اللاذقية

## خطوط التسوية/الكنتور (Contour lines):

خطوط الكنتور هي خطوط وهمية تُوقَّع على الخرائط للدلالة على الارتفاع أو الانخفاض عن مستوى سطح البحر (المستوي الوحيد الثابت على سطح الكرة الأرضية). يمر خط الكنتور بنقاط لها نفس الارتفاع بالنسبة لسطح البحر، وينحدر سطح الأرض عمودياً على خطوط الكنتور وفي اتجاه خط الكنتور الأخفض.



## 2. المقياس:

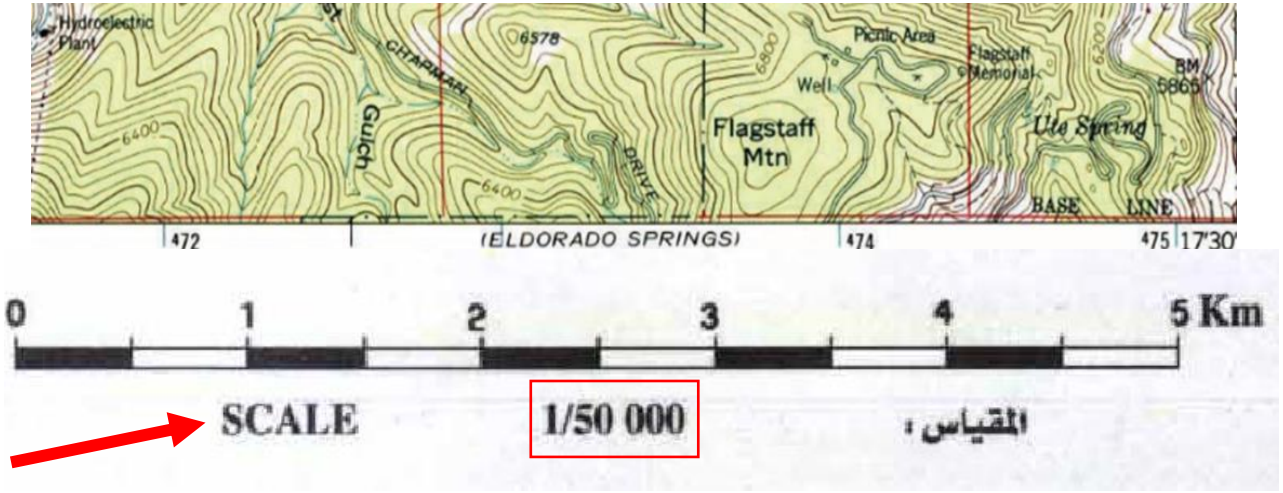
نسبة حجم الخاصية الجيولوجية الظاهرة على الخريطة إلى حجمها على أرض الواقع. مثلاً خريطة بمقياس 1:50000 تعني أن كل 1cm على الخريطة يعادل 50000 cm على أرض الواقع (أي 500m). وهنا يظهر الجانب التقريبي في تمثيل الخرائط الجيولوجية فكل 500m من الصخور والترب على أرض الواقع سيُكتَفى بتمثيلها بـ 1cm على الخريطة. تُوضَع الخرائط بمقاييس متعددة يمكن تقسيمها إلى أربع مقاييس:

- مقاييس صغيرة: <1:500000، توضع لمناطق شاسعة (دولة بأكملها) لتبين الوضع العام الجيولوجي أو التكتوني أو الهيدروجيولوجي.

- مقاييس متوسطة: 1:100000 to 1:200000 توضع هذه الخرائط لمنطقة جيولوجية محددة تتصف بالتشابه من الناحية البنيوية الجيولوجية وتاريخ تطورها الجيولوجي.

- مقاييس كبيرة: 1:25000 to 1:50000 هي الخرائط الأكثر شيوعاً واستخداماً تتضمن معطيات أكثر تفصيلاً من خرائط المقاييس الأصغر.

- مقاييس تفصيلية: 1:10000 أو أكبر توضع عادة لمناطق وجود الثروات الباطنية أو للمشاريع الانشائية والمائية وما شابه...

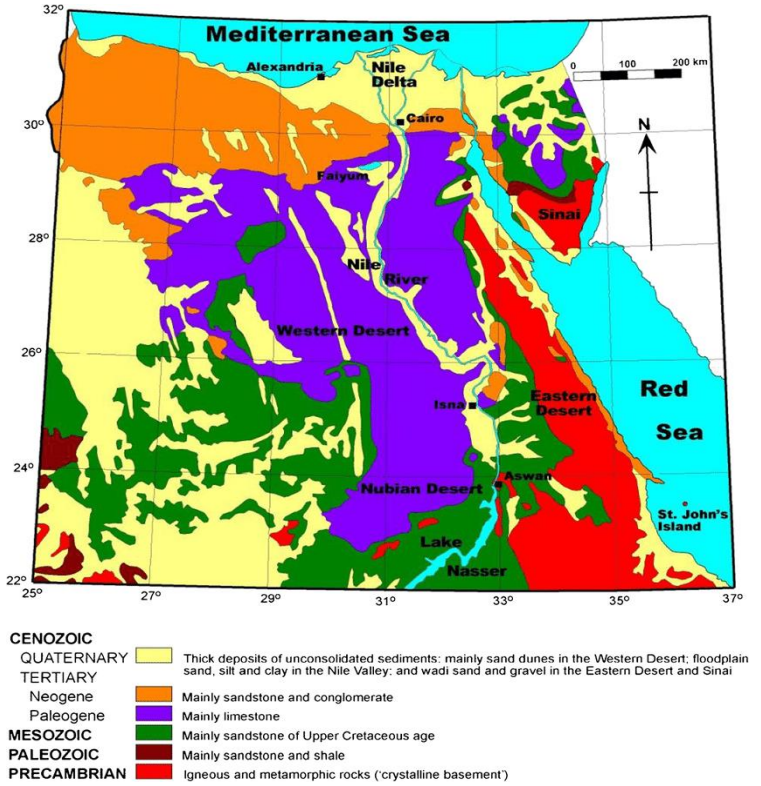


## 3. وحدات الخريطة (Map units):

تحتوي كل خريطة على مجموعة وحدات تهدف إلى تعريف مختلف أنواع الترب والصخور الموجودة في كل منطقة من الخريطة الجيولوجية.

تُعرّف كل وحدة خرائطية بلون محدد لها مع اختصار مُرمّز، كذلك يوضع بجانب الوحدة الخرائطية نص كتابي لوصف نوع التربة / الصخر.

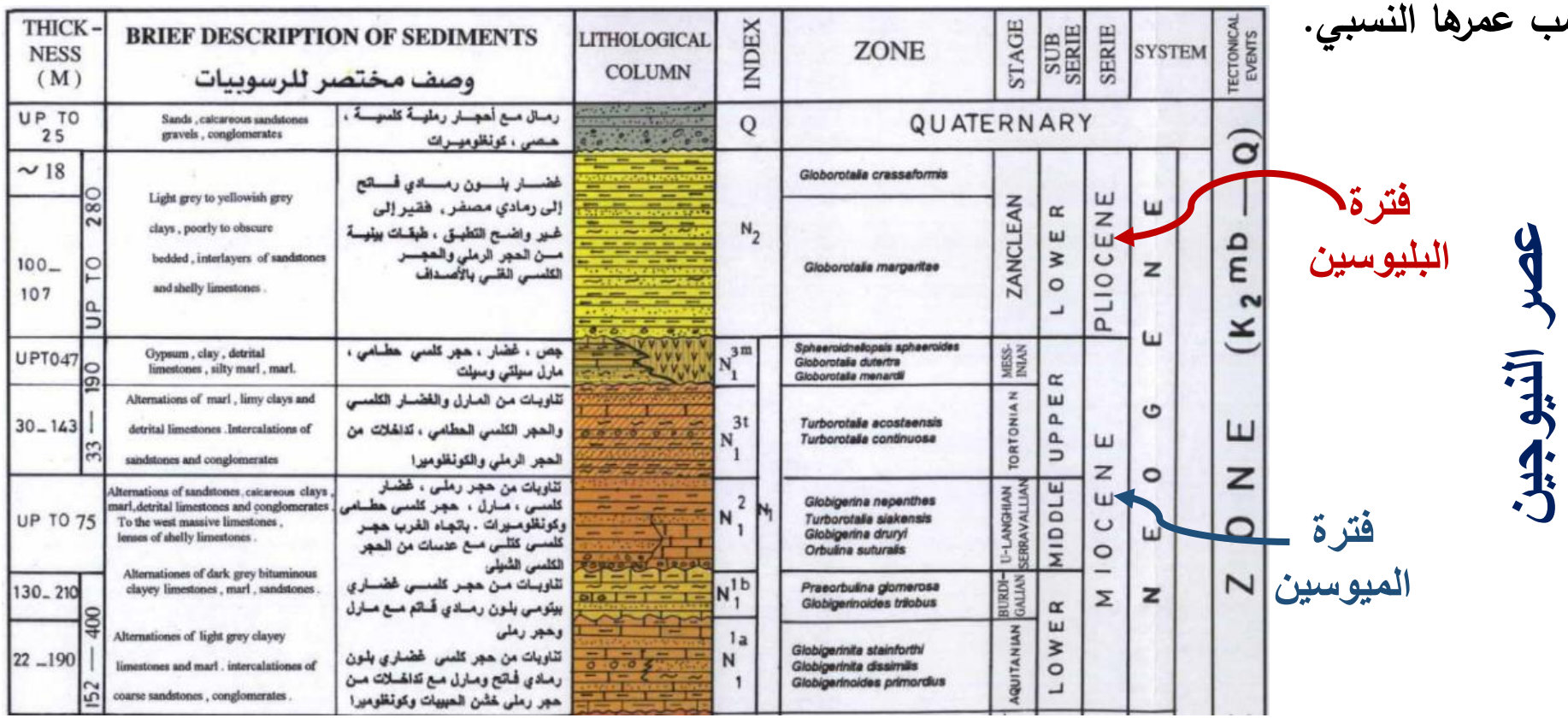
- Metamorphic rocks, general
- Slate, Phyllite
- Quartzite
- Marble
- Schist
- Mica-Schist
- Gneiss
- Migmatite
- Amphibolite



## 4. قائمة ارتباط لوحدات الخريطة

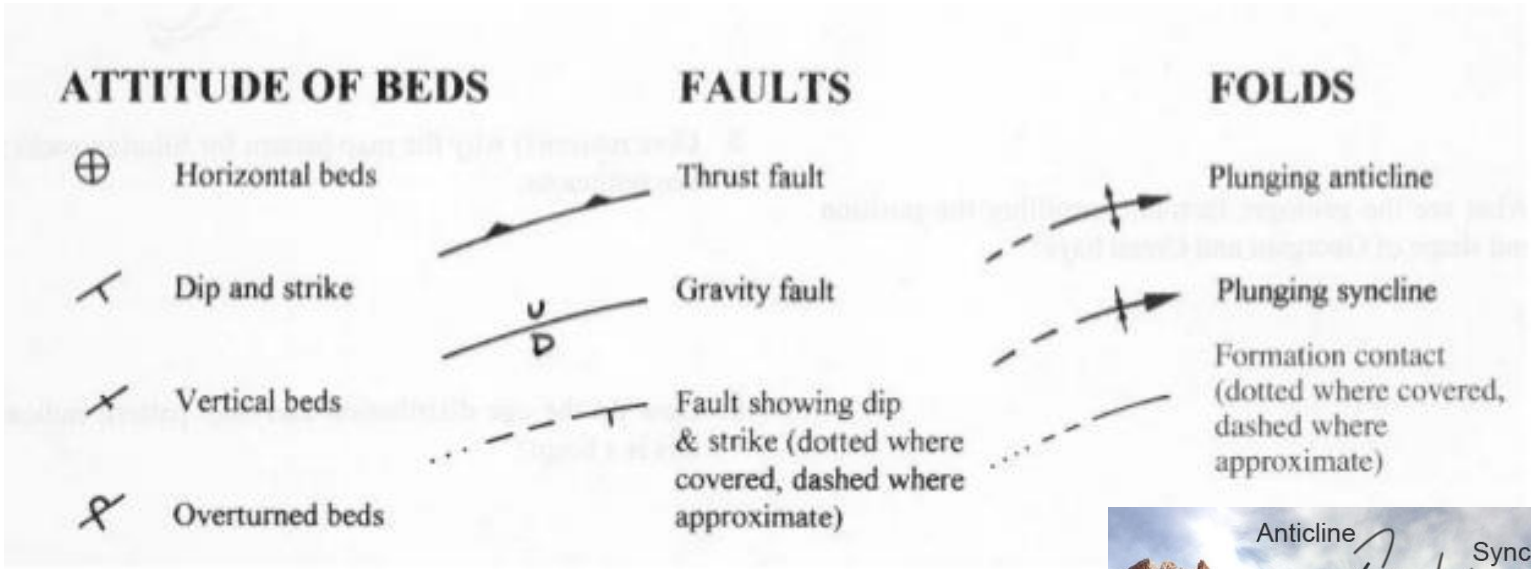
يوجد في كل خريطة جيولوجية قائمة تُظهر العمر النسبي والحقب الجيولوجية لكل مادة(تربة/صخور) مذكورة في وحدات الخريطة.

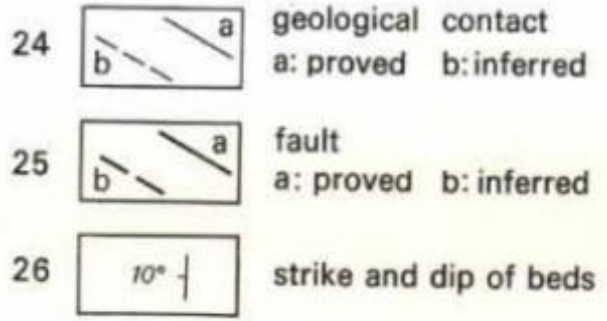
في حال عدم وجود قائمة الارتباط على الخريطة تكون وحدات الخريطة عندئذ مرتبة بشكل عمودي بحيث تكون المواد الأقدم في الأسفل والمواد الأقل عمراً في الأعلى مرتبة بحسب عمرها النسبي.

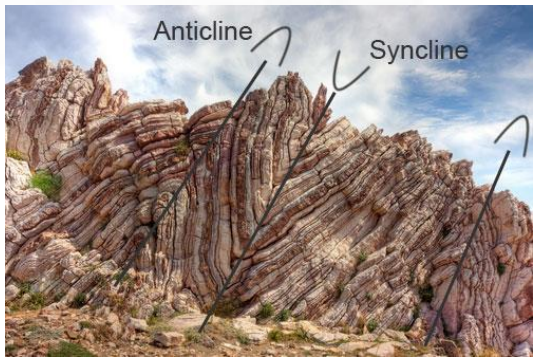


## 5. الرموز

تحتوي كل خريطة جيولوجية على مجموعة من الرموز الاصطلاحية مع وصف لكل رمز مستخدم في الخريطة. تستخدم هذه الرموز للإشارة إلى: أماكن الفوالق، تداخل الطبقات، خطوط الانتشار، ميول الطبقات، الطيات، الآبار الاستكشافية وغيرها...



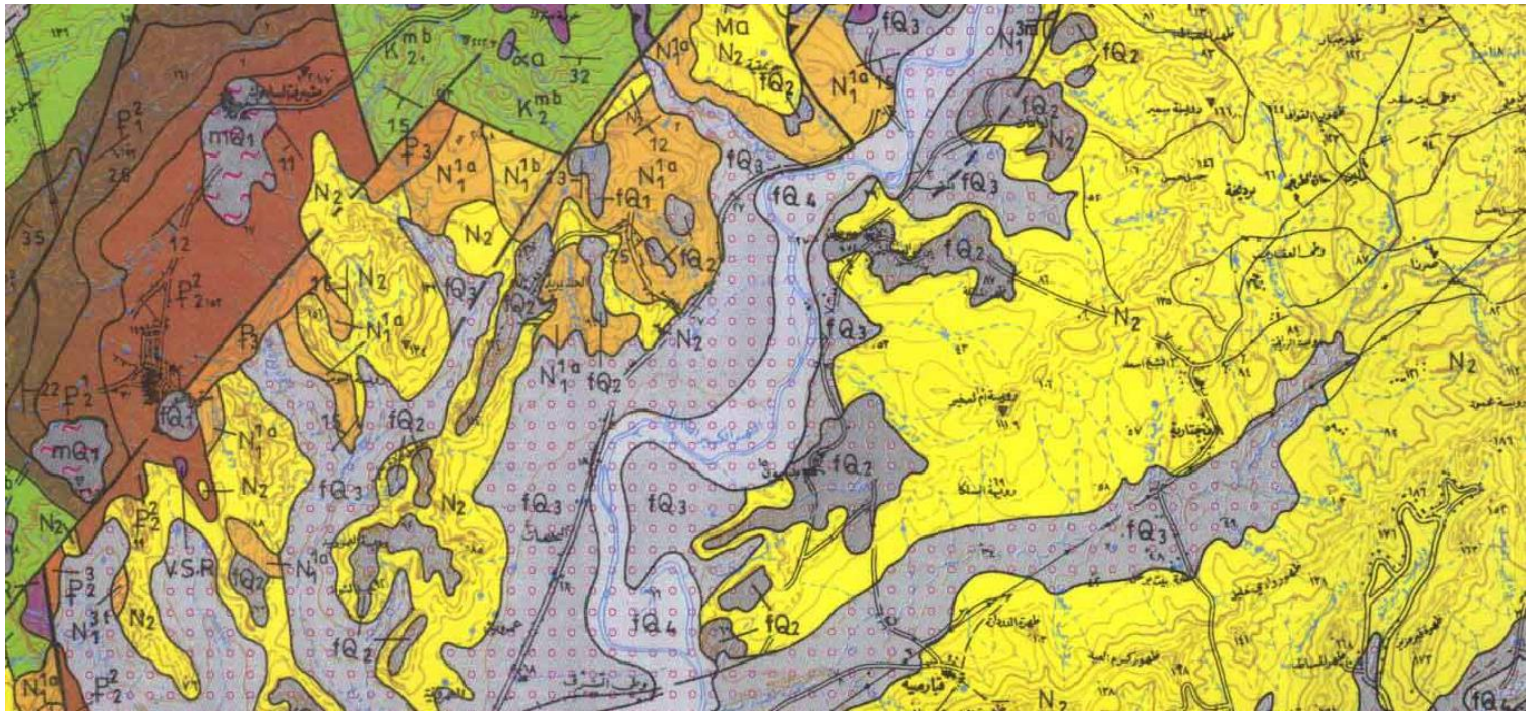



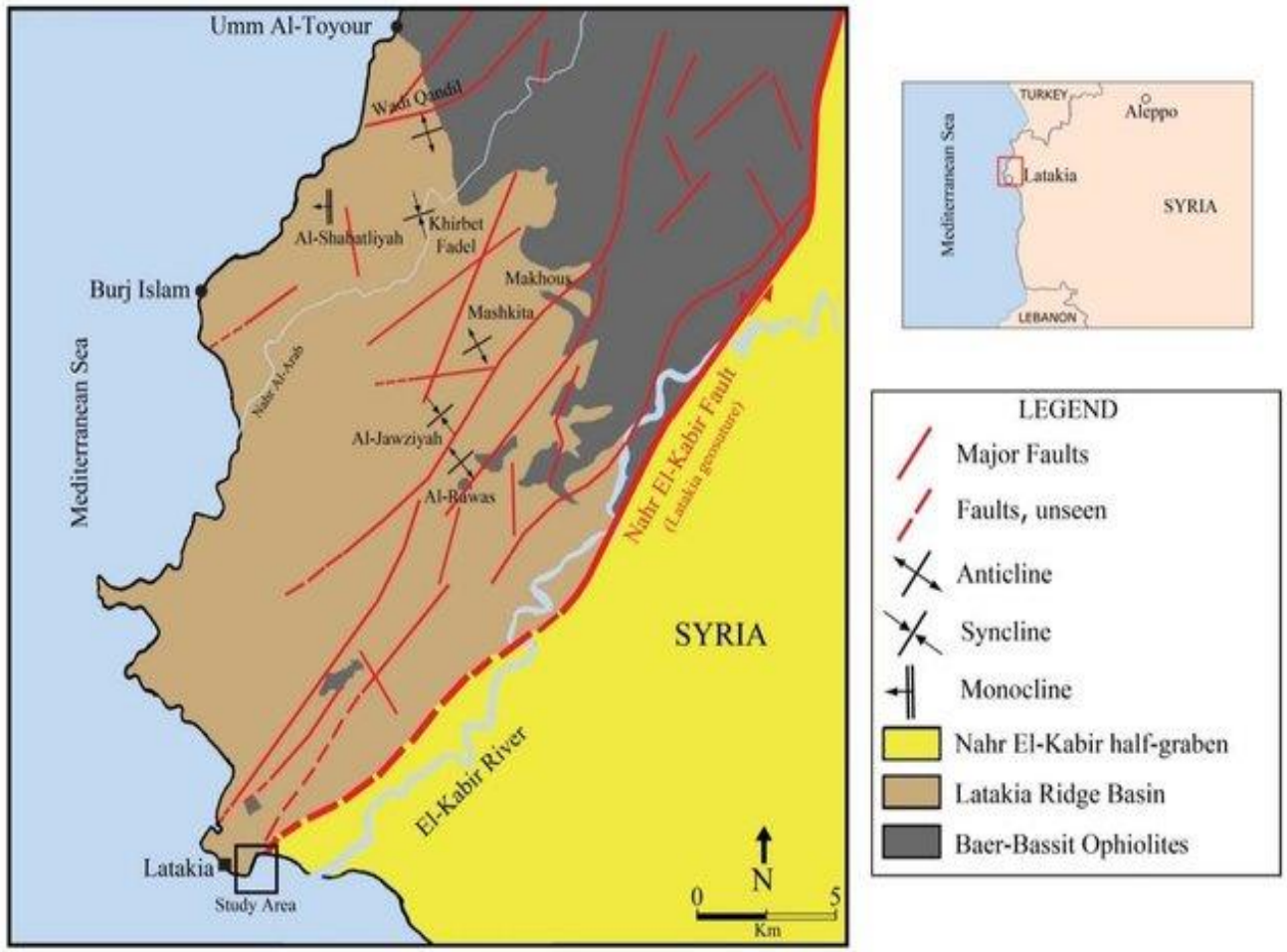
## 6. خطوط التماس/التكشف:

هي خطوط تُظهِر حدود تقاطع وحدات الخريطة، أي مكان مرور طبقة ما في طبقة أخرى مجاورة. ولابد من التمييز دوماً بين خطوط التماس (التكشف) وخطوط التسوية (الكنتور): خطوط التكشف ≠ خطوط التسوية

يُعبِّر الخط المتصل عادة عن أماكن انتقال واضحة (صريحة)، أما الخط المتقطع فيُعبِّر عن أماكن انتقال تقريبية غير مؤكدة.



## 7. خطوط الفوالق (Faults):

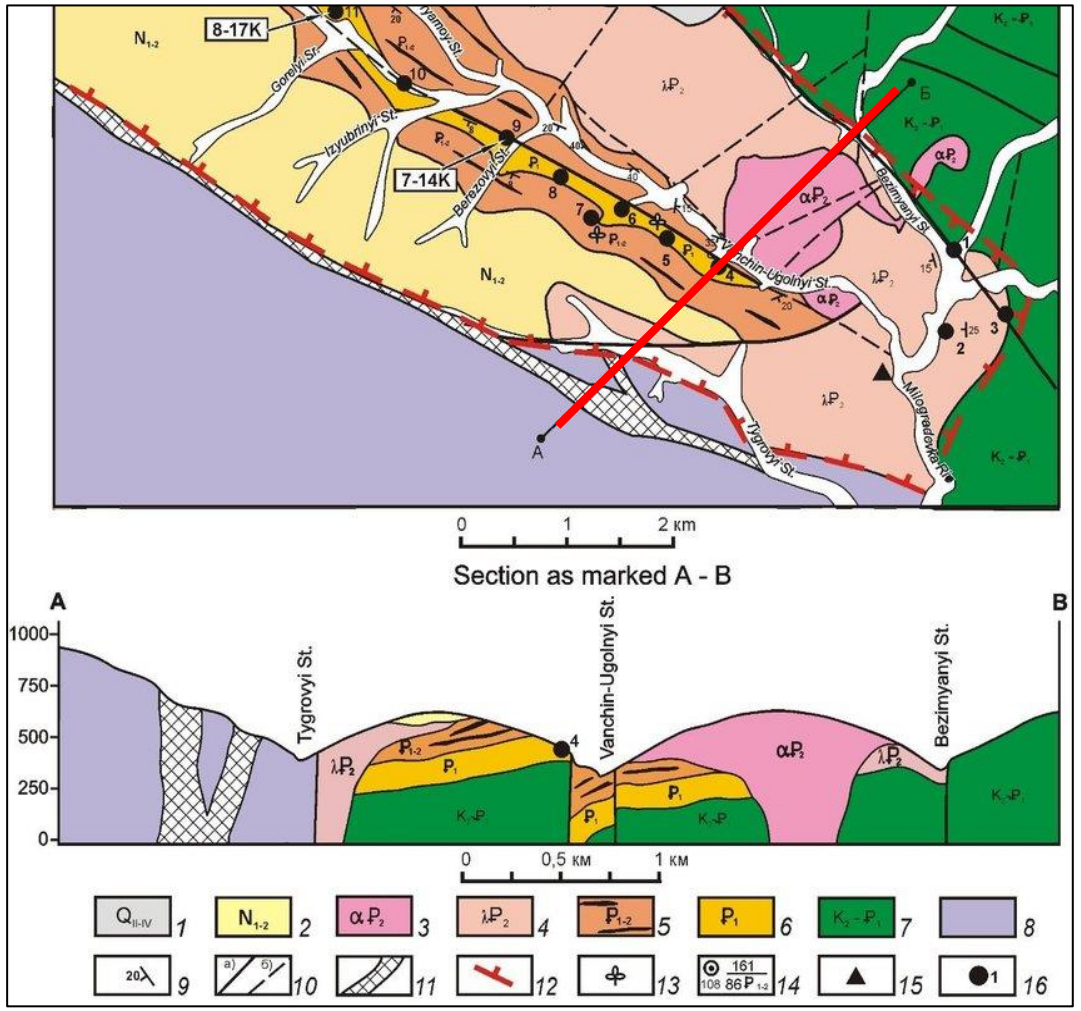



**تُظهِر الأماكن التي اهتزت وتحركت فيها القشرة الأرضية، حيث يمكن لوحدات الخريطة (الطبقات) أن تنزلق بالنسبة لبعضها بعض مندفعة للأعلى أو للأسفل مقارنة بالطبقات المجاورة.**

تشير الخطوط الحمراء في الشكل المجاور إلى أماكن الفوالق المهمة في شمال اللاذقية..

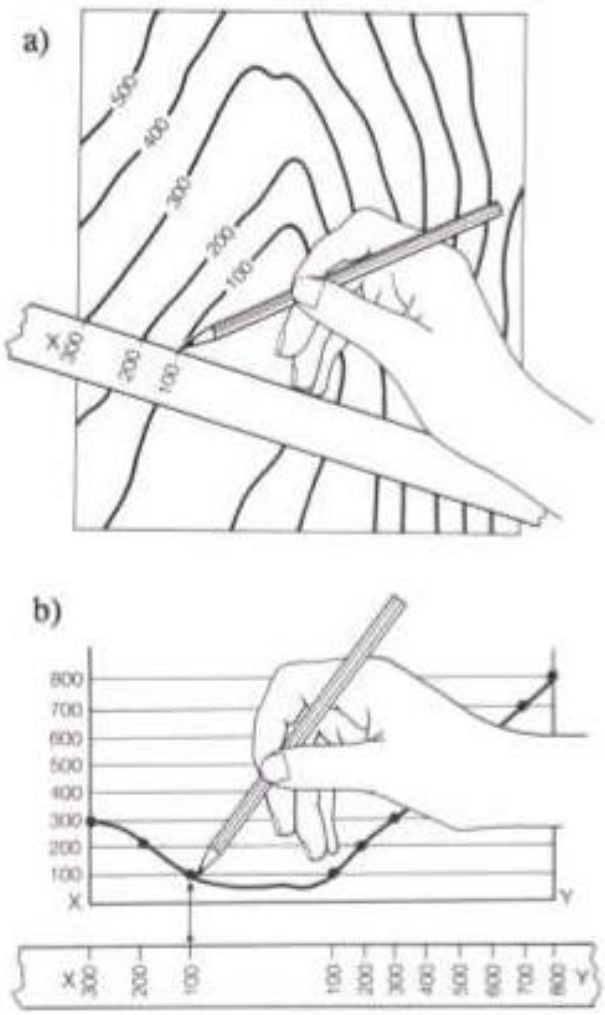
# 8. المقاطع الجيولوجية:

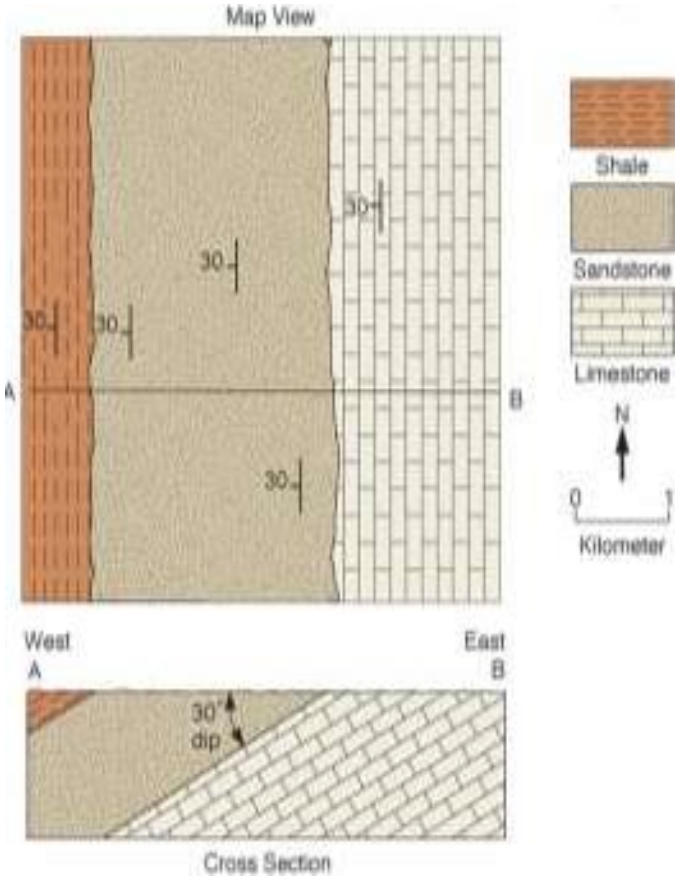
هو تمثيل للطبقات الموجودة في مستوي شاقولي وهمي من السطح حتى العمق المطلوب. تُظهِر هذه المقاطع طبقات الصخور والتربة السطحية مع سماكاتها وتُساعد في فهم توضع الصخور تحت سطح الأرض. يمكن وضع المقاطع الجيولوجية اعتماداً على الخارطة الجيولوجية أو من معطيات السبور الاستكشافية أو القياسات الجيوفيزيائية.



## مراحل رسم المقطع الجيولوجي كما يلي:

1. رسم المحور الأفقي (بنفس مقياس الرسم للخريطة)
2. رسم المحور الشاقولي (يُفضّل أن يكون بنفس مقياس الرسم الأفقي لنحصل على ميل و سماكات حقيقية للطبقات غير مشوهة) ويمكن للحالات التي تحتاج لتوضيح تكبير مقياس الرسم.
3. نأخذ ورقة ما ونضعها على امتداد خط المقطع على الخريطة ونحدد عليها: مواقع تقاطع خط المقطع مع خطوط التسوية+ ارتفاعات (مناسيب) نقاط التقاطع.
4. ننقل المعلومات السابقة إلى المحور الأفقي ونقوم بوصل النقاط لنحصل على خط سطح الأرض.
5. نعيد الورقة إلى خط المقطع ونحدد عليها نقاط التقاطع بين خط المقطع وخطوط تكشف الطبقات على الخريطة ونعيدها إلى المحور الأفقي. نقوم بتحديد مواقع هذه النقاط على سطح الأرض ونرسم سطوح الطبقات وفق اتجاه وزاوية الميل الخاص بهذه الطبقة اعتباراً من سطح الأرض.



جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

# نهاية المحاضرة

| 1. يسمى العلم الجيولوجي الذي يدرس التراكيب الجيولوجية المختلفة التي تشكلها الصخور: | | | |
|---|---|---|---|
| السيسمولوجيا | البتروغرافيا | الجيولوجيا البنيوية | الجيوكيمياء |
| 2. القواطع والعتبات هي من أشكال التوضع الأولي للصخور... | | | |
| الماغماتية | الرسوبية | الاستحالية | كل ماسبق خطأ |
| 3. من مؤشرات عدم حدوث حركات تكتونية في الموقع: | | | |
| الطيات | التوضع الأفقي | الفوالق | التوضع المائل |
| 4. مستقيم أفقي يقع في مستوي الطبقة: | | | |
| خط الميل | سمت الميل | سمت الانتشار | خط الانتشار |

| إذا كان لطبقة ما توضع رأسي فإن زاوية ميل الطبقة تساوي : | | | |
|---|---|---|---|
| $0^0$ | $45^0$ | $90^0$ | $120^0$ |
| إذا كان سمت الميل مساوٍ لـ 180 درجة فإن اتجاه الميل نحو: | | | |
| الجنوب | الشمال | الغرب | الشرق |
| حدد الإجابة الخاطئة: | | | |
| تتميز خطوط الانتشار بما يلي: | | | |
| عمودية على خط الميل | عددها لامتناه | متوازية فيما بينها | تعبر عن ميل الطبقات |