علوم الأرض

(توجيهي 2005)

أ. رمزي القرالة
0788801226

الفصل الثاني

الوحدة 5

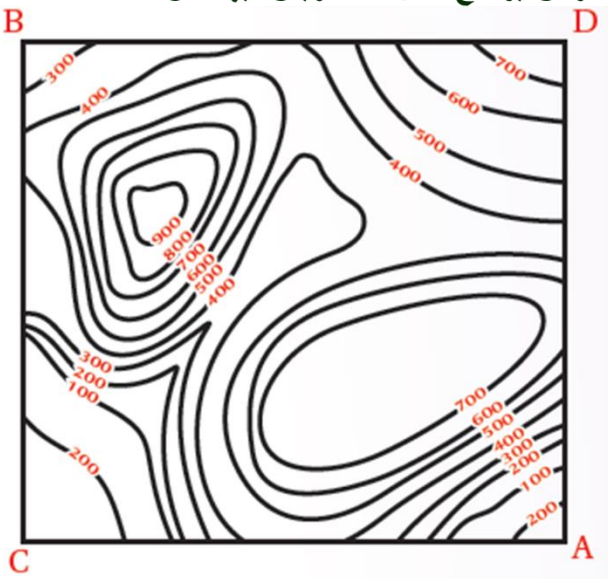
الاستكشاف الجيولوجي

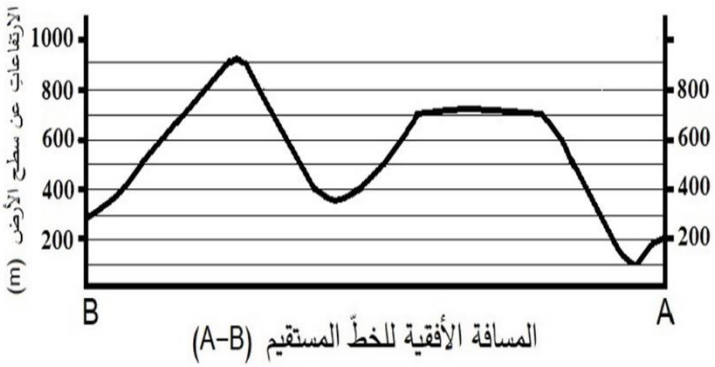
الأستاذ رمزي القرالة

الدرس 1 الخرائط الجيولوجية

تجربة استهلالية: رسم مقطع عرضي طبوغرافي

المقطع العرضي الطبوغرافي بأنّه مقطع رأسي لجزء من سطح الأرض يوضّح شكلَ التضاريس فيها؛ من منخفضات وجبال ووديان وغيرها.

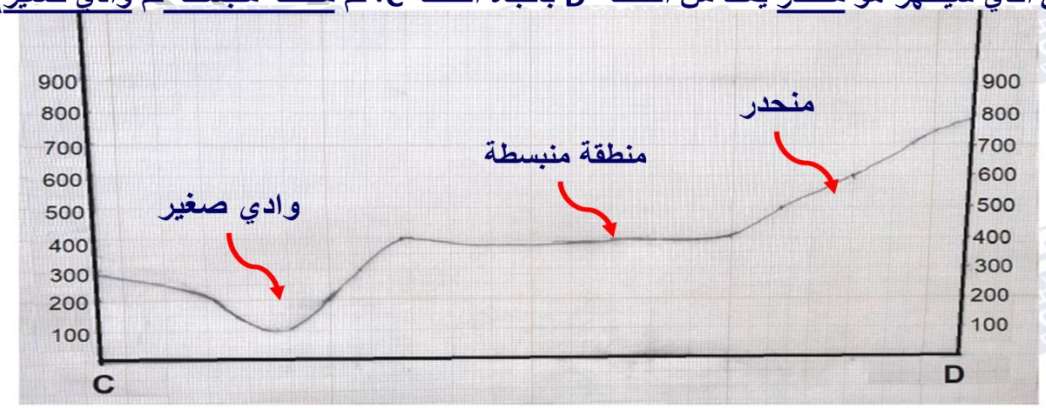




التحليل والاستنتاج:

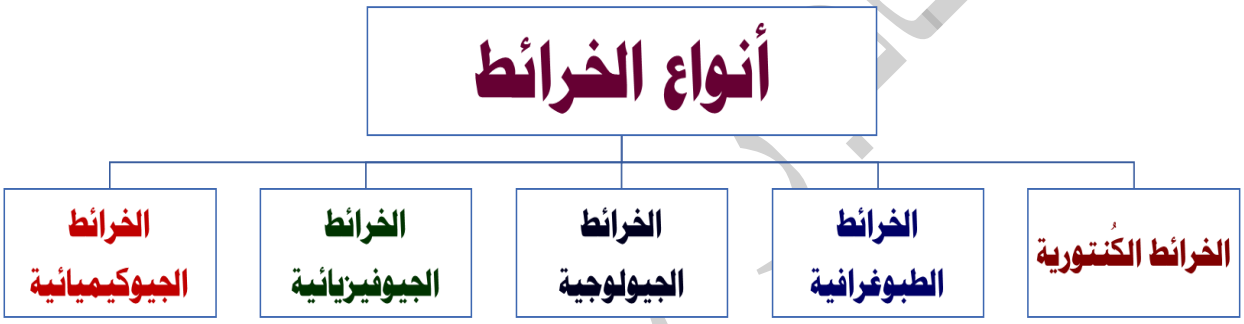
1. أحدّد أعلى ارتفاع في المقطع العرضي وأقلّ ارتفاع فيه.
(أعلى ارتفاع هو 900m، وأقل ارتفاع هو 100m)
2. **أستنتج** المظاهر الطبوغرافية التي حصلتُ عليها.
(جبل وهضبة بينهما وادي)
3. **أستنتج** المظهرَ الطبوغرافي الذي سينتج إذا رسمتُ مقطعًا عرضيًّا لسطح الأرض على امتداد الخطّ المستقيم (C-D) الذي يُعامِد الخطَّ المستقيم (A-B).

(المظهر الطبوغرافي الذي سيظهر هو منحدر يمتد من النقطة D باتجاه النقطة C، ثم منطقة منبسطة ثم وادي صغير)



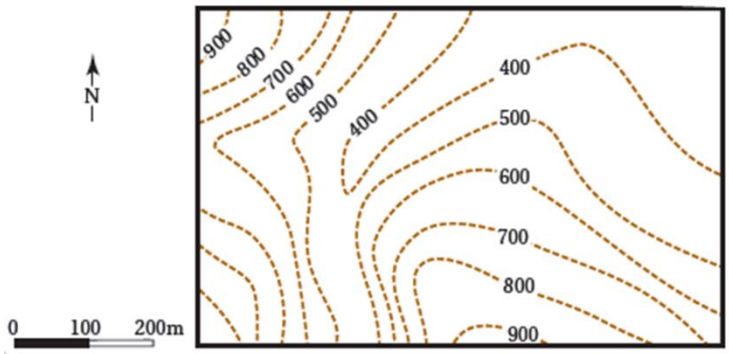
أنواع الخرائط:

- تُعَدُّ الخرائط من الوسائل المهمّة التي نستطيع بها تمثيلَ العديد من المعالم والمظاهر الطبيعية، كالتضاريس، وأنواع الصخور، والتراكيب الجيولوجية، وتوزّع الأمطار.
- تسهّل الخرائط تفسير البيانات والمعلومات بدلً من كتابتها على شكل نصوص؛ لذا تُعدُّ مصدرًا مهمًّا للعديد من المعلومات التي يمكن توظيفها في مجالات متنوعة. وهي معروفة لدى الإنسان منذ القدم، إذ استخدمها البابليون والفراعنة واليونانيون وغيرهم.
- تتنوع الخرائط في أغراضها وأنواعها، فمنها: الخرائط الكُنتورية، والخرائط الطبوغرافية، والخرائط الجيولوجية، والخرائط الجيوفيزيائية، والخرائط الجيوكيميائية.
- تُعدّ معرفة الخرائط الكُنتورية والخرائط الطبوغرافية؛ مهمة في رسم الخرائط الجيولوجية.



الخرائط الكُنتورية والخرائط الطبوغرافية:

- **الخريطة الكُنتورية:** هي خريطة توضّح تضاريسَ سطح الأرض في صور مجسّمةٍ عن طريق استخدام عدد من الخطوط تسمى خطوطَ الكُنتور.
- **الخريطة الطبوغرافية** :هي خريطة كُنتورية تُضاف إليها المظاهر الطبيعية والبشرية.



خريطة كُنتورية تمثّل الارتفاع عن سطح الأرض

عناصر الخرائط الكُنتورية والطبوغرافية

خط الكُنتور

هو الخطُّ الوهميُّ الذي يصل بين مجموعة من النقاط المتساوية في الارتفاع

تمتاز خطوط الكُنتور في الخرائط المتنوعة بأنها لا تتقاطع مع بعضها البعض

- تمثّل في الخرائط الطبوغرافية قِيَمًا متساوية في الارتفاع نسبةً إلى سطح البحر،
- تكون القِيَم سالبة إذا انخفض منسوب خطّ الكُنتور عن سطح البحر.
- تكون موجبة إذا ارتفع منسوب خطّ الكُنتور عن سطح البحر

الفترة الكُنتورية

هي المسافةُ الرأسيّةُ بين أي خطَّين كُنتوريّين متتاليَين

هي ثابتة في الخريطة الواحدة، وتختلف من خريطة إلى أُخرى بحسب الغرَض من الخريطة.

مقياس الرسم

هي النسبة الثابتة بين طول بُعدَين أحدُهما حقيقي على سطح الأرض والآخر على الخريطة.

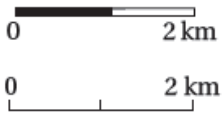
يمكن التعبير عن مقياس الرسم بطرائق متعددة مثل: الكتابي، والكسري، والنِّسبي، وبالرسم البياني أو الخطّي

المقياس الكتابي 1cm يساوي 1km

المقياس الكسري 1/100000

المقياس النِّسبي 1: 100000

مقياس الرسم البياني أو الخطّي



الربط بالتكنولوجيا

تُحدَّد النقاط التي تمثّل خطوط الكُنتور وتُرصَد باستخدام نظام الموقع العالمي(GPS) Global Positioning System ، **وهو نظام يعتمد على استخدام الأقمار الصناعية في تحديد تلك المواقع، ويقوم مبدأ عمل هذا النظام على بث إشارات من الأقمار الصناعية على شكل موجات الميكروويف (موجات كهرومغناطيسية أطوالها الموجية تقع بين الأطوال الموجية لكل من الموجات الراديوية والأشعة تحت الحمراء) تحدد الأقمار الصناعية عن طريقها موقعها وزمن إرسالها، وتستلم أجهزة الاستقبال تلك الإشارات، ثم ترسلها مرة أخرى إلى الأقمار الصناعية، ومن معرفة زمن استقبال الإشارة وإرسالها يحدد بعد القمر الصناعي. وتستخدم ثلاثة أقمار صناعية على الأقل في تحديد موقع جهاز الاستقبال بدقة.**

الخرائط الجيولوجية:

- الخريطة الجيولوجية: هي خريطة كُنتورية أو طبوغرافية يمثّل عليها الجيولوجيون البيانات الجيولوجية؛ لإظهار المعالم والمظاهر الجيولوجية المتنوعة، مثل: أنواع الصخور المختلفة، ومَيل الطبقات، والتراكيب الجيولوجية.
- يستخدم الجيولوجيون البيانات الموضَّحةَ على الخريطة الجيولوجية في استنتاج نوع الصخور والطبقات الموجودة أسفل سطح الأرض.
- تُمثَّل الطبقات الصخرية المختلفة على الخريطة الجيولوجية اعتمادًا على **زاوية مَيلِها واتجاه المَيل والمضرب**، حيث تكون **الطبقات الأفقية موازيةً لخطوط الكُنتور**، أمّا **الطبقات المائلة والرأسية فتتقاطع مع خطوط الكُنتور بحسب زوايا مَيلها.**
- للخريطة الجيولوجية **عناصر رئيسة** مثلما في باقي الخرائط، إذ يجب أن تحتوي على: **العنوان** الذي يوضّح الغرض من رسمها، **ومقياس الرسم، ودليل الخريطة**.
- تُستخدم في الخرائط الجيولوجية **رموز خاصة** بأنواع الصخور والتراكيب الجيولوجية ووضعية الطبقات فيها، ويمكن أيضًا استخدام **ألوان خاصة** بكل نوع من الصخور، أو دمج الألوان مع الرموز.

نوع الصخر	رمز الصخر
الصخر الرملي.	
صخر الغضار.	
الصخر الطيني.	
صخر الكونغلوميريت.	
صخر البريشيا.	
الصخر الجيري.	
صخر الدولوميت.	
الفحم الحجري.	
الرماد البركاني.	
صخر الغرانيت.	
صخر الشيست.	

رموز تمثّل أنواعًا مختلفة من الصخور.

الوصف	الرمز
المضرب والـمَيل واتجاه الـمَيل في الطبقات المائلة.	30°
المضرب والـمَيل واتجاه الـمَيل في الطبقات الأفقية.	
المضرب والـمَيل واتجاه الـمَيل في الطبقات الرأسية.	
طيّة مقعرة.	
طيّة محدبة.	

رموز تمثّل تراكيب جيولوجية ووضعية الطبقات فيها

أفكر

ما العلاقة بين تقارب الخطوط الكُنتورية وبين طبيعة التضاريس من حيث شدة الانحدار؟

يدل تقارب خطوط الكنتور في الخرائط الكنتورية على وجود انحدار في سطح الأرض، وكلما زاد التقارب بين خطوط الكنتور زادت شدة الانحدار.

أتحقَّق: أوضح مفهوم الخريطة الجيولوجية.

الخريطة الجيولوجية: خريطة كُنتورية أو طبوغرافية يمثل الجيولوجيون عليها المعطيات الجيولوجية؛ لإظهار المعالم الجيولوجية المتنوعة، مثل: أنواع الصخور، وميل الطبقات، والتراكيب الجيولوجية.

البوصلة الجيولوجية المستخدَمة في تحديد وضعية الطبقات الصخرية.

المَيل والمضرب واتجاه المَيل:

- تتكوّن الطبقات الرسوبية في الطبيعة بصورة أفقية، ولكنها إذا تعرضت إلى إجهادات مختلفة فإنها تتشوَّه، فقد تميل، أو تنثني، أو تتصدّع.
- ولكي نتعرف على وضعية الطبقات في الطبيعة بشكل عام تُحدَّد ثلاث متغيرات وهي: **المَيل، والمضرب واتجاه المَيل**، وتُستخدَم **البوصلة الجيولوجية لقياس هذه المتغيرات.**

المَيل

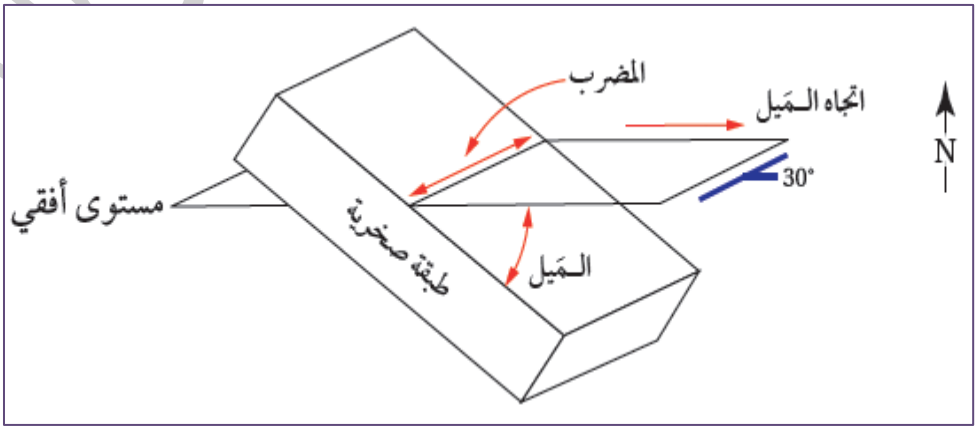
هو أكبر زاوية يصنعها سطح الطبقة العلوي مع المستوى الأفقي. وتعد الطبقة مائلة إذا كانت الزاوية أقل من (90°) وأكثر من (0°)

اتجاه المَيل

هو الاتجاه الجغرافي لمَيل الطبقة.

المضرب

هو الخطّ الناتج من تقاطع سطح الطبقة المائلة مع المستوى الأفقي، وهو يمثل امتداد الطبقة، ويتعامد دائما مع اتجاه الميل، وتحدد قيمته بانحرافه عن الشمال الجغرافي



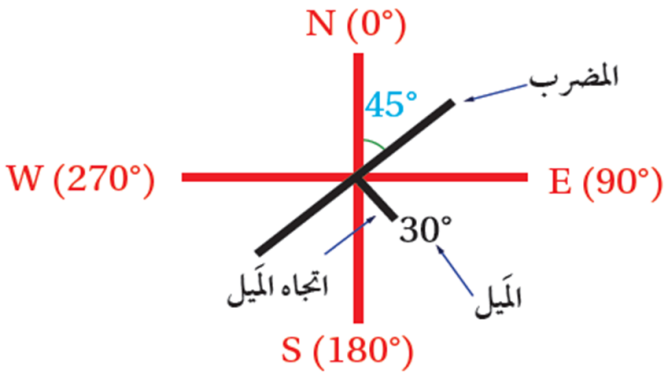
الشكل (5): **أحدّد**: **ما العلاقة بين المضرب واتجاه المَيل؟**

لا توجد علاقة بين الميل واتجاه الميل.

❖ يُحدّد الجيولوجيون ك من المَيل واتجاه المَيل والمضرب للطبقات ويمثّلونها على الخرائط الجيولوجية باستخدام رموز معينة.

❖ يُقاس كل من: المَيل، واتجاه المَيل، والمضرب للطبقات باستخدام **البوصلة الجيولوجية**، التي تقيس اتجاه المضرب واتجاه المَيل على شكل زاوية محصورة بين اتجاه سطح الطبقة واتجاه الشمال الجغرافي وتحتوي البوصلة على جهاز مقياس المَيل يتم من خلاله قياس مَيل الطبقة.

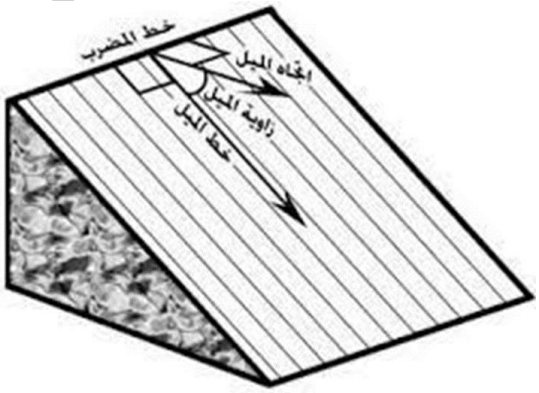
الرمز المستخدم لتمثيل قيمة كلّ من المَيل واتجاه المَيل والمضرب للطبقات على الخرائط الجيولوجية.



1. **مضرب الطبقة له قيمتين تمثّلان اتجاهَين هما**: (**45°**) (**شمال شرق**) **و** (225°) (**جنوب غرب**)

2. **المَيل**: **يساوي** (**30°**) **باتجاه الجنوب الشرقي**.

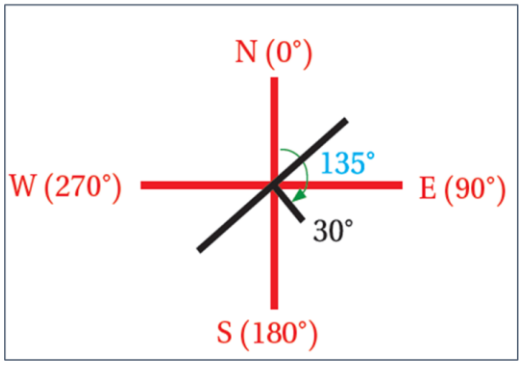
وغالباً ما يُحدّد الجيولوجيون اتجاهاً واحداً فقط للمضرب، وعادة تؤخذ القراءة الأصغر.



أتحقّق: **أحدّد**: **ما اتجاه مضرب طبقة ما إذا كانت قيمة زاوية المضرب المَقيسة باستخدام البوصلة الجيولوجية تساوي (0°) ؟**

إذا تم قياس زاوية المضرب فوجد أن قيمتها تساوي (0°) فهذا يدل على أن اتجاه المضرب نحو الشمال، والاتجاه الآخر للمضرب نحو الجنوب.

مثال: **يمثّل الشكل الآتي مضربَ إحدى الطبقات ومَيلَها واتجاهَ مَيلها. فإذا علمتُ أن قيمة اتجاه المَيل تساوي $(135°)$ فأجد:**



1. **قيمة مضرب الطبقة.**
لأن قيمة اتجاه المَيل تساوي $(135°)$ فإن:
قيمة **المضرب الصغرى** تساوي: $(135° - 90° = 45°)$
قيمة **المضرب الكبرى** تساوي: $(135° + 90° = 225°)$
2. **الاتجاه الجغرافي لمضرب الطبقة.**
- الاتجاه الأول للمضرب: **شمال شرق**.
- الاتجاه الثاني له فهو: **جنوب غرب**.
3. **قيمة مَيل الطبقة. $(30°)$**
4. **اتجاه مَيل الطبقة. (جنوب شرق)**

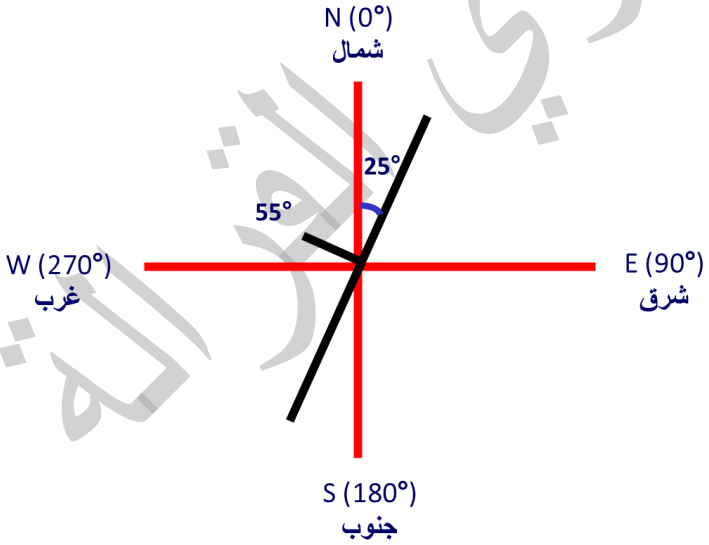
تمرين

إذا علمتُ أن قيمة المضرب لطبقة من الصخر الجيري تساوي 25°، وقيمة مَيل الطبقة تساوي 55° باتجاه شمال غرب. فأجد: قيمة المضرب الأخرى، وقيمة اتجاه المَيل، ثم أرسم رمز المضرب والمَيل واتجاه المَيل.

الحل:

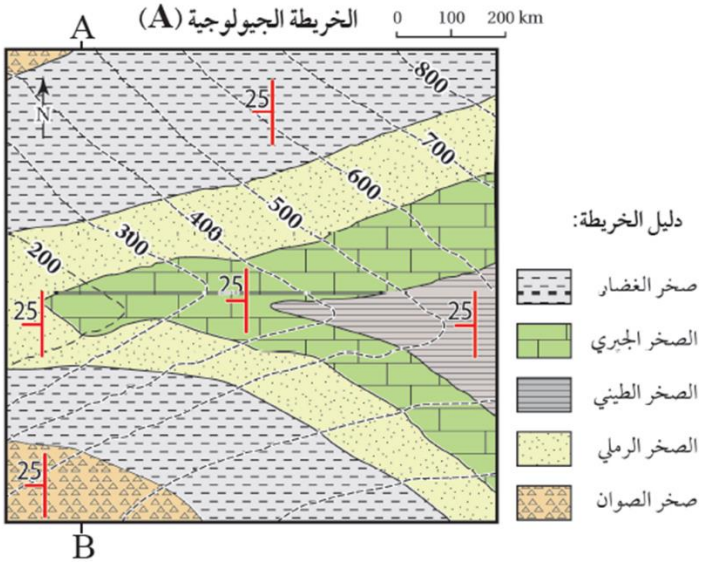
قيمة المضرب الأخرى: $25° + 180° = 205°$

قيمة اتجاه المَيل: $205° + 90° = 295°$



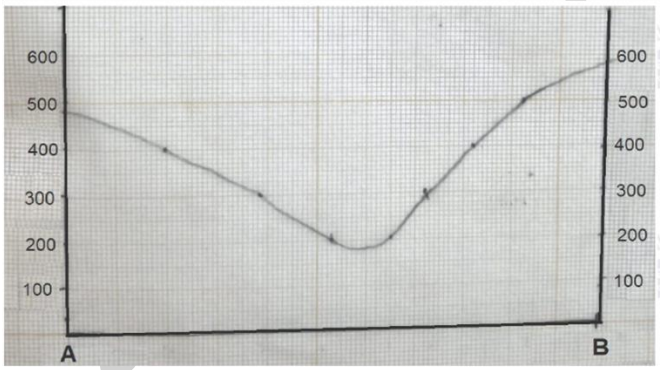
نشاط: خصائص الخرائط الجيولوجية

يستخدم الجيولوجيون الخرائطَ الجيولوجيةَ لدراسةِ المناطق المتعددة وتعرُّفِ خصائصها الجيولوجية، مثل: أنواع الصخور، ووضعية الطبقات (مَيلها)، والتراكيب الجيولوجية، ويمثّل الشكل الآتي إحدى هذه الخرائط. أدرس الشكل، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



التحليل والاستنتاج:

1. أحدّد نوع مقياس الرسم في الخريطة الجيولوجية. **(مقياس رسم خطي)**
2. **أستنتج** اتجاه المَيل والمضرب لطبقة الصخر الرملي.
   اتجاه الميل: غرب والمضرب شمال (0°) وجنوب (180°)
3. أحدّد أعلى قيمة وأقلّ قيمة لارتفاع الصخور المتكشفة في الشكل.
   (أعلى قيمة لارتفاع الص خور المتكشفة 800 m وأقل قيمة لارتفاع الصخور المتكشفة 200 m)
4. **أستنتج:** أفترض أن مقطعًا عرضيًّا رُسِم بين النقطتين **(A,B)**، ما الشكل الطبوغرافي الذي سيظهر اعتمادًا على قيم خطوط الكنتور؟

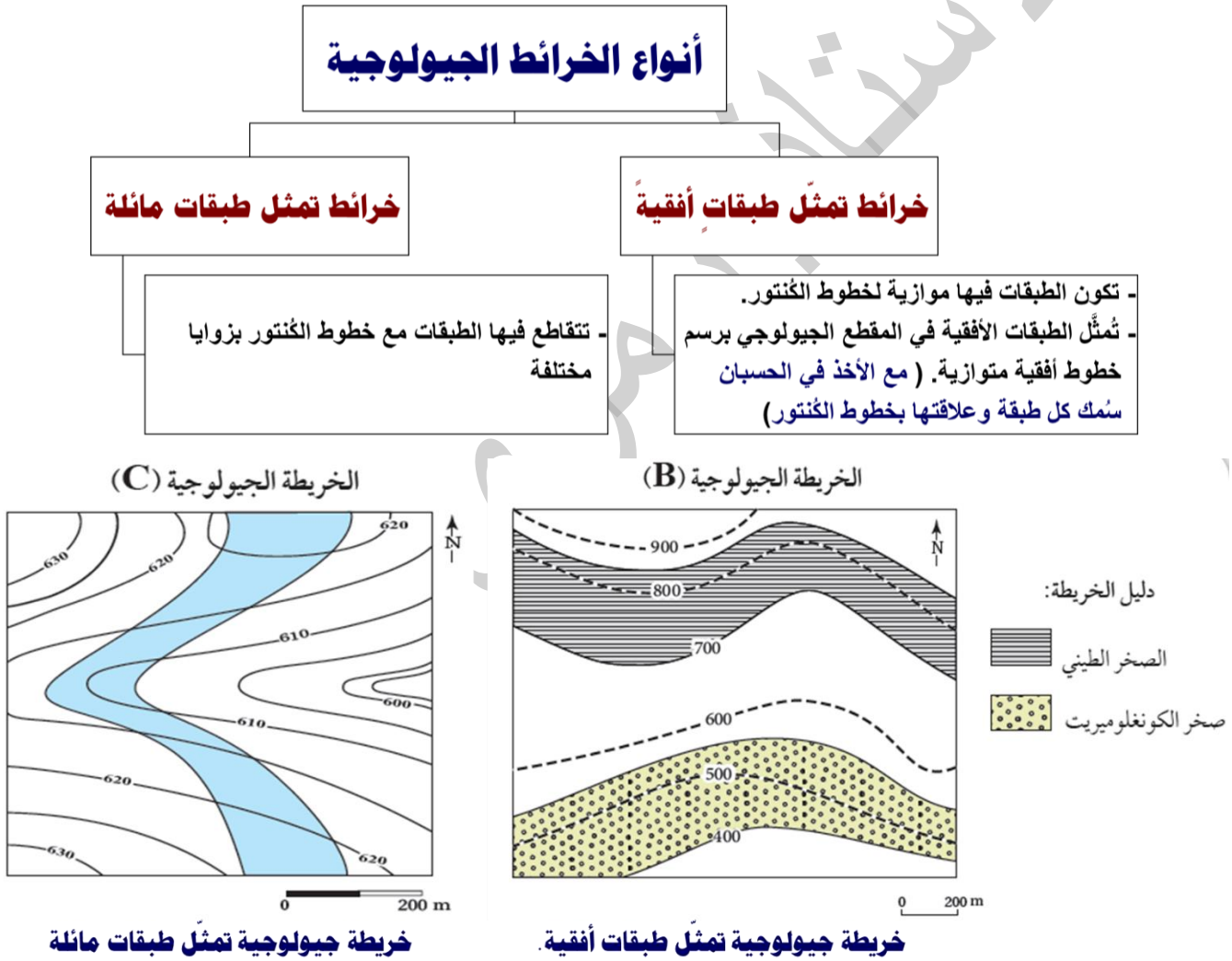


5. **أفسر:** هل الطبقات الظاهرة في الخريطة أفقية أم مائلة؟ لماذا؟
   أستنتج أن الطبقات مائلة، و ذلك لأن سطح الطبقات يتقاطع مع خطوط الكنتور وكذلك من زاوية الميل التي تساوي 25° .

الأستاذ: رمزي

المقطع العرضي الجيولوجي:

- **المقطع العرضي الجيولوجي:** هو مقطع رأسي لصخور منطقةٍ ما يوضِّح ترتيبَ الطبقات المتكشفة على سطح الأرض أو تحت سطح الأرض وشكلَها كما تمثّله الخريطة الجيولوجية.
- يوجد نوعان من الخرائط الجيولوجية، أحدهما **خرائط تمثّل طبقاتٍ أفقيةً** تكون الطبقات فيها موازية لخطوط الكُنتور، وتُمثَّل الطبقات الأفقية في المقطع الجيولوجي برسم خطوط أفقية متوازية، مع الأخذ في الحسبان سُمك كل طبقة وعلاقتها بخطوط الكُنتور، والأخرى **خرائط تمثل طبقات مائلة** تتقاطع فيها الطبقات مع خطوط الكُنتور بزوايا مختلفة.



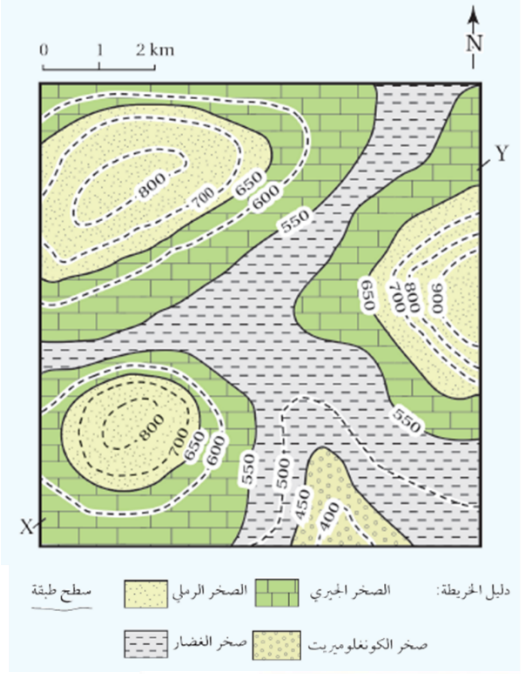
الشكل (7): **أستنتج العلاقة بين خطوط الكُنتور وسطوح الطبقات الأفقية الظاهرة في الخريطة.**

أستنتج أن خطوط الكُنتور توازي سطوح الطبقات الأفقية في الخرائط الجيولوجية .

أتحقّق: أحدّد: العَلاقة بينَ خطوط الكُنتور وبينَ سطوح الطبقات المائلة في الخرائط الجيولوجية.

تتقاطع خطوط الكنتور مع سطوح الطبقات المائلة في الخرائط الجيولوجية .

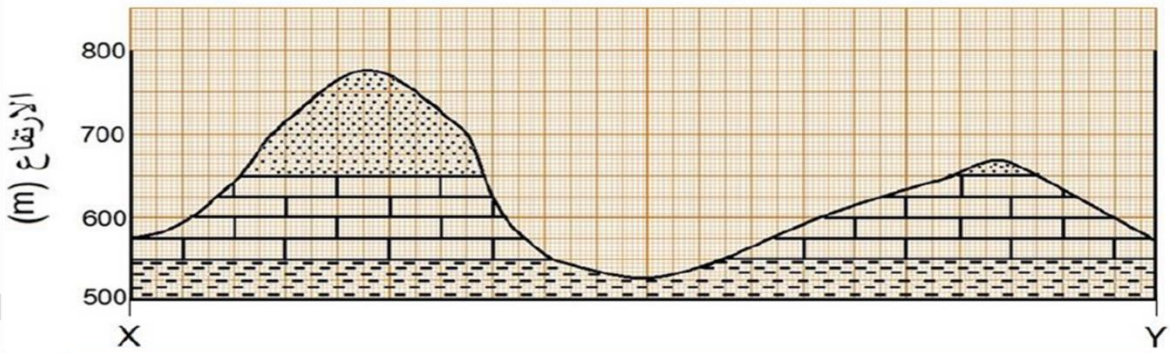
تجربة 1: مقطع جيولوجي لطبقات أفقية



المواد والأدوات: خريطة جيولوجية، مسطرة، ورق رسم بياني.

خطوات العمل:

1. أدرس الخريطة الجيولوجية التي تمثّل طبقاتٍ أفقيةً موازيةً لخطوط الكُنتور.
2. أرسم مقطعًا عرضيًّا يوضح المظاهر الطبوغرافية بينَ النقطتَين (X-Y) على الخريطة مثلما نفّذتُه في التجربة الاستهلاليّة.



التحليل والاستنتاج:

1 . أحدّد أحدثَ الطبقات وأقدمَها في المقطع العرضي.

أقدم الطبقات في المقطع العرضي هي طبقات صخر الغضار وأحدثها هي طبقات الصخر الرملي.

2 . أستنتج العَلاقة بينَ خطوط الكُنتور وبينَ سطوح الطبقات.

متوازية بعضها مع بعضها .

3 . أحسُب سُمك طبقة الصخر الجيري في المقطع العرضي للخطّ المستقيم (X -Y).

سمك طبقة الصخر الجيري يساوي 100 m .

مراجعة الدرس1

1. **الفكرة الرئيسة**: أذكر ثلاثة عناصر يجب توافرها في الخريطة الجيولوجية.

العنوان، ومقياس الرسم، ودليل الخريطة .

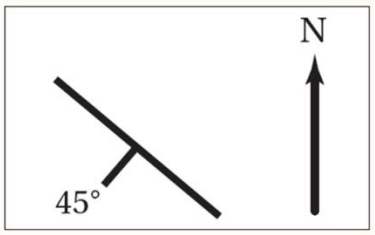
2. **أقارن** بَينَ الخريطة الكُنتورية والخريطة الطبوغرافية من حيث مكوِّناتُ كلٍّ منهما.

- **الخريطة الكنتورية تتكون من خطوط كنتورية تمثل تضاريس سطح الأرض فقط.**
- **الخريطة الطبوغرافية تتكون من خطوط كنتورية تمثل تضاريس سطح الأرض بالإضافة إلى المظاهر الطبيعية والبشرية.**

3. أعبّر عن مقياس الرسم الآتي: كلّ 1cm على الخريطة يساوي 20 km في الطبيعة بطريقة المقياس النِّسبي.

1: 2000000

4. أدرس الشكل الآتي الذي يمثّل وضعية إحدى الطبقات الرسوبية، ثم أجد قيمة كلٍّ من المَيل والمضرب، علمًا أن زاوية اتجاه المَيل تساوي 225°.

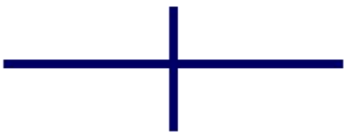


الميل : 45°

قيمة **المضرب الصغرى** تساوي: $(225° - 90° = 135°)$

قيمة **المضرب الكبرى** تساوي: $(225° + 90° = 315°)$

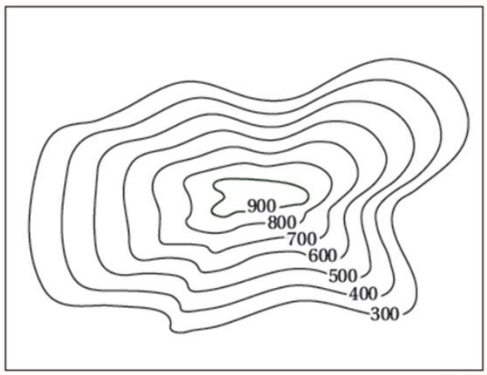
5. أرسم رمز الطبقة الرأسية.



6. أستنتج :هل يوجد مضرب للطبقة الأفقية؟ لماذا؟

لا يوجد مضرب للطبقة الأفقية؛ لأن المضرب هو الخط الناتج من تقاطع سطح الطبقة مع المستوى الأفقي وفي الطبقات الأفقية يكون سطح الطبقة والمستوى الأفقي متوازيين لذلك لا يكون هناك امتداد أو اتجاه محدد للطبقة .

7. أستنتج المظهر الطبوغرافي في الخريطة الكُنتورية الآتية:



المظهر الطبوغرافي هو جبل.

الأستاذ: رمزي القرالة

الدرس 2 طرائق الاستكشاف الجيولوجي

الخامات المعدنية:

❖ أدّت الزيادة في عدد سكان العالم وما تبعها من تطور في النشاط الصناعي إلى ضرورة البحث عن مزيد من الخامات المعدِنية في صخور القشرة الأرضية؛

- **لسدّ الطلب المتزايد عليها.**
- **إدخالها في عجلة التنمية.**
- **النهوض بالاقتصاد العالمي.**

❖ **الخامات المعدنية: هي تجمّعات معدِنية توجد بأشكال وحجوم متعدّدة في صخور القشرة الأرضية بتراكيز تسمح باستثمارها اقتصاديًّا**، وقد تكون هذه الخامات المعدِنية **خاماتٍ فلزّيةً** أو **خاماتٍ لافلزّيةً**، وتُستخدَم طرائق الاستكشاف الجيولوجي للبحث عنها؛ بغرض استثمارها اقتصاديًّا مثل: خامِ الحديد، وخامِ النحاس، وخامِ الفوسفات.

❖ **يمتاز الأردن بوجود كثيرٍ من الخامات المعدِنية** بما فيها:

- **الخاماتُ الفلزّيّةُ**: مثل خامات الحديد والنحاس.
- **الخامات اللافلزّيّة**: مثل الفوسفات، والصخر الجيري النقي، والصخر الزيتي، واليورانيوم.

صخور جيرية من منطقة سواقة في وسط الأردن تحتوي على خام اليورانيوم.

أتحقَّق: أوضّح المقصود بالخامات المعدِنية.

الخامات المعدنية: تجمعات معدِنية توجد بأشكال وحجوم متعددة في صخور القشرة الأرضية بتراكيز تسمح باستثمارها اقتصاديا، وقد تكون هذه الخامات المعدِنية خامات فلزية أو خاما ت لافلزية .

الاستكشاف الجيولوجي:

❖ تَمُرّ عملية الاستكشاف الجيولوجي بمرحلتَينِ أساسيتَينِ للبحث عن الخامات المعدِنية والتوصّل إلى أماكن توزُّعها:

المرحلة الأولى: (عملية التنقيب): وهي عملية مباشرة وغير مباشرة يحدَّد عن طريقها الأماكن المحتمَلة لتوزّع الخامات المعدِنية، وذلك باستخدام:

- الصوَر الجوّية.
- الخرائط الجيولوجية.
- جمع عيّنات من الصخور والتربة من سطح الأرض، ودراسة خصائصها الفيزيائية والكيميائية.

المرحلة الثانية: (الاستكشاف): وهي عملية يتوجه فيها الجيولوجيون إلى المناطق التي حددتها عمليات التنقيب؛ للبحث التفصيلي عن الخامات المعدِنية التي يمكن أن تكون موجودة فوق سطح الأرض، أو تحته؛ لتحديد قيمتها الاقتصادية، وفي هذه العملية تُعرَف:

- خصائص الصخور.
- التراكيب الجيولوجية المختلفة.
- احتمالية توافر المياه الجوفية في المنطقة؛ وذلك لتجنّب مشكلات عديدة يمكن مواجهتها أثناء عملية استخراج الخامات المعدِنية.

❖ **يتمّ الاستكشاف بطريقتين هما:**

- الاستكشاف الجيوفيزيائي.
- الاستكشاف الجيوكيميائي.

استكشاف اليورانيوم في منطقة وسط الأردن

أفكر

كيف تساعد دراسة أنواع الصخور والتراكيب الجيولوجية المتوافرة في منطقة ما على تقليل الوقت والجهد في عملية الاستكشاف الجيولوجي للخامات المعدنية في تلك المنطقة؟

توجد بعض الخامات المعدنية في صخور معينة دون غيرها لذا عند البَحث عن خام معين فإننا نبحث عن الصخر المناسب وليس جميع الصخور ما يقلل الوقت والجهد، كما أن الخامات المعدنية تنتشر في المناطق التي تكثر فيها التراكيب الجيولوجية كالصدوع والطيات لأنها تم ثل أماكن مناسبة لترسيب الخام من المحاليل الحرمائية وهذا يوفر أيضاً الوقت والجهد عند البحث عن الخامات المعدنية .

الاستكشاف الجيوفيزيائي:

❖ **ما الهدف من الاستكشاف الجيوفيزيائي؟**

يهدف الاستكشاف الجيوفيزيائي: إلى البحث عن الخامات المعدِنية في المنطقة قيد الدراسة التي تحمل صفات فيزيائية مغايرة عن الصخور المضيفة لها.

❖ **يعتمد الاستكشاف الجيوفيزيائي على:** الخصائص الفيزيائية لتلك الخامات، إذ تحدّد هذه الخصائص طريقةَ الاستكشاف الجيوفيزيائي المراد استخدامه للكشف عنها.

الجدول (1)* : الخصائص الفيزيائية للخامات المعدِنية وطرق الاستكشاف الجيوفيزيائي المستخدَمة في الكشف عنها.

الخاصّية	المادة المراد استكشافها (الصخر، المعدِن)	طريقة المسح الجيوفيزيائي	الأعماق المَقيسة
المغناطيسية	معدِن الماغنيتيت، الصخور فوق القاعدية الغنية بالحديد.	المسح المغناطيسي	0 – 20 km
الموصلية الكهربائية	الكبريتيدات، الغرافيت، الماء المالح في شقوق الصخور.	المسح الكهرمغناطيسي والمسح الكهربائي	0 - 0.01 km
الكثافة	الكبريتيدات، الباريت، السلفايت.	المسح الجاذبي	أعماق ضحلة
الإشعاعية	الصخور والمعادِن التي تحتوي على كل من (البوتاسيوم، الفلسبار، اليورانيوم، الثوريوم).	المسح الإشعاعي	0 - 0.30 km
سرعة الموجات الزلزالية	الكبريتيدات الكتلية.	المسح الزلزالي	0 -10 km

* الجدول للمطالعة الذاتية.

❖ يتبيّن من الجدول (1) وجود عدّة **مسوح جيوفيزيائية تُستخدَم في الكشف عن الصخور والخامات المعدِنية اعتمادًا على خصائص معيّنة:**

- **المسح المغناطيسي:** يعتمد على الخاصّية المغناطيسية للصخور والخامات المعدِنية.
- **المسح الكهرمغناطيسي والمسح الكهربائي:** يعتمدان على الموصلية الكهربائية لها.
- **المسح الجاذبي:** يعتمد على خاصّية الكثافة.
- **المسح الإشعاعي:** يعتمد على الخاصّية الإشعاعية.
- **المسح الزلزالي:** يعتمد على خاصّية سرعة الموجات الزلزالية فيها.

❖ تُحلَّل القِيَمُ الجيوفيزيائية المجموعةُ من المسوح المختلفة عن طريق إعداد خرائط كُنتورية لها، وحصر المساحات التي تمثّل الشواذّ الجيوفيزيائية وبالتالي أماكن توزّع الخامِ.

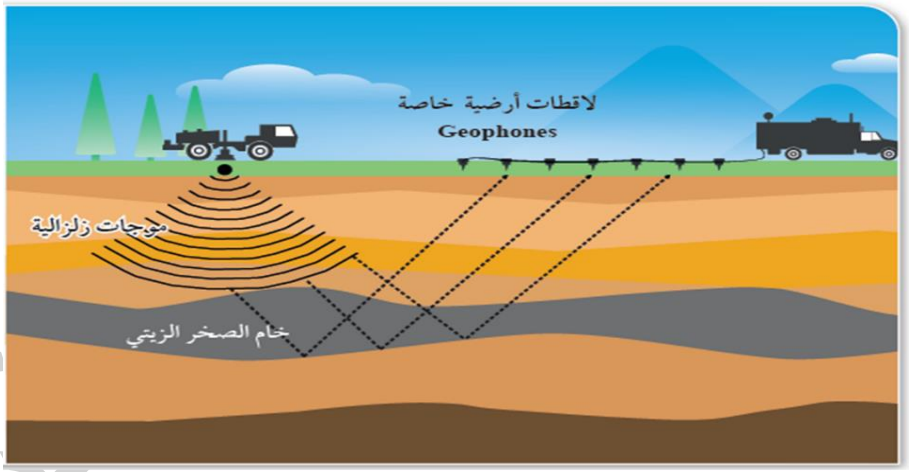
❖ **الشواذّ الجيوفيزيائية:** هي القِيَمُ غيرُ الطبيعية المجموعةُ أثناء عملية المسح الجيوفيزيائي، إذ تختلف قيمتها عن القِيَم التي حولها في المنطقة، وتوصف الشاذّة الجيوفيزيائية بأنّها:

- **موجبة:** إذا كانت قيمتها أكبرَ من القِيَم الطبيعية في المنطقة.
- **سالبة:** إذا كانت قيمتُها أقلَّ من القِيَم الطبيعية في المنطقة.

أفكر

تدلّ الشواذّ الجيوفيزيائية على أماكن توزّع الخامات المعدنية. هل الشاذّة الجيوفيزيائية السالبة تعني أن القيم الجيوفيزيائية المجموعة ذات قيم سالبة؟

لا تعني الشاذة الجيوفيزيائية السالبة أن القِيم الجيوفيزيائية المجموعة في منطقة ما ذات قِيم سالبة، وإنما يُطلق على الشاذة الجيوفيزيائية بأنها سالبة إذا كانت قيمتُها أقلّ من القِيم الطبيعية في المنطقة، فمثلا إذا كانت القيم الطبيعية التي كشف عنها باستخدام المسح المغناطيسي تساوي **1500** غاما، فإن أي قيمة أقل من **1500** غاما تسمى شاذة جيوفيزيائية سالبة .

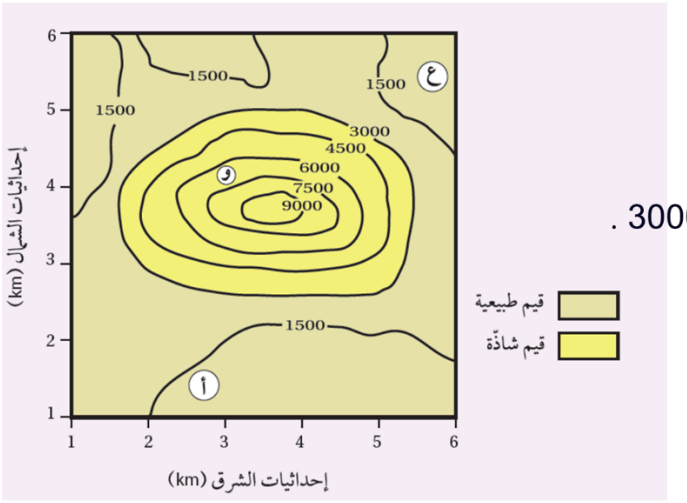


آلية المسح الزلزالي

الشكل (11): **أشرح كيف يُكشَف عن خام الصخر الزيتي بوساطة المسح الزلزالي.**

يمثل الشكل أحد أنواع المسح الزلزالي الذي يسمى المسح الزلزالي الانعكاسي؛ لأنه يعتمد على الموجات الزلزالية المنعكسة عن الطبقات الصخرية والخامات المعدنية المراد الكشف عنها، وفيه يتم توليد موجات زلزالية عند نقطة معينة باستخدام أجهزة التفجير أو المطرقة، تنشر هذه الموجات المولدة في الصخور، ثم تنعكس عند الحدود الفاصلة بين الطبقات الصخرية أو حيثما وجد اختلافات في الكثافة نحو سطح الأرض، حيث يتم تسجيل زمن وصولها وسرعتها باستخدام اللاقطات الأرضية، وتعتمد سرعة الموجات الزلزالية المنعكسة على نوع الصخور وكثافتها، وعن طريق معرفة زمن وصول الموجات الزلزالية المنعكسة وكذلك سرعتها في الطبقات الصخرية، يتم حساب العمق وكذلك السمك بمختلف الطبقات الصخرية والتكوينات الجيولوجية تحت سطح الأرض.

مثال: يمثّل الشكل الآتي خريطة تساوي قيم جيوفيزيائية مغناطيسية تُقاس بوحدة الغاما (γ) أدرسه جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



1 . أحدّد القِيَم الجيوفيزيائية الطبيعية.
القيم الجيوفيزيائية الطبيعية هي القيم الأقل من γ 3000 .

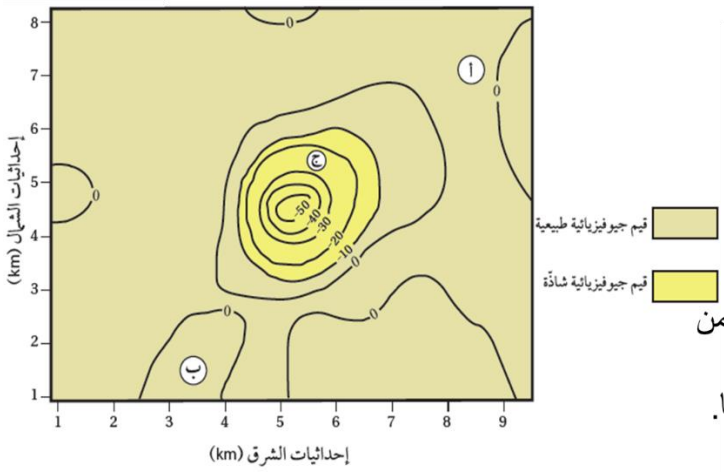
2 . أحدّد القِيَم الجيوفيزيائية الشاذّة.
القيم الجيوفيزيائية الشاذّة هي القيم التي تزيد قيمتها على γ3000 .

3 . أستنتج نوع الشاذّة الجيوفيزيائية.
نوع الشاذّة موجبة؛ وذلك لأنها أعلى من القيم الجيوفيزيائية الطبيعية.

4 . أتوقّع أيُّ المناطق (أ، و، ع) يُحتمَل وجود الخام فيها.
المنطقة (و) هي المنطقة التي يُحتمل وجود الخام فيها.

تمرين

يمثّل الشكل الآتي خريطة تساوي قيم جيوفيزيائية جاذبية تُقاس بوَحدة الملليغال (mGal)، سببُها وجود قبة ملحية تحت سطح الأرض. أدرسه جيدًا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



1 . **أحدّد القِيَم الجيوفيزيائية الطبيعية.**
القِيم الجيوفيزيائية الطبيعية: أكبر من (**-10 mGal**).

2 . **أحدّد القِيَم الجيوفيزيائية الشاذّة.**
القيم الجيوفيزيائية الشاذة: أقل من (**-10 mGal**).

3 . **أستنتج نوع الشاذّة الجيوفيزيائية.**
شاذة جيوفيزيائية سالبة لأنه قيم الشاذة الجيوفيزيائية أقل من القيم الطبيعية.

4 . **أتوقّع** أيُّ المناطق (أ، ب، ج) يُحتمَل وجود الخام فيها.
المنطقة (ج)

أتحقَّق: أحدد الخصائص الفيزيائية للخامات المعدنية التي يعتمد عليها الاستكشاف الجيوفيزيائي للبحث عنها..

الخاصية المغناطيسية، الموصلية الكهربائية، الكثافة، الإشعاعية، سرعة الموجات الزلزالية.

الاستكشاف الجيوكيميائي:

- ❖ يُعَدُّ الاستكشاف الجيوكيميائي من الطرق المهمة للبحث عن الخامات المعدِنية، **وخاصة الفلزّية منها التي توجد بتراكيز قليلة ولا يمكن الكشف عنها باستخدام الاستكشاف الجيوفيزيائي.**
- ❖ يتم في هذا النوع من الاستكشاف **إجراء تحليل كيميائي للصخور والتربة ورواسب الأنهار والبحيرات**، بحيث تعطي نتائج التحليل شواذَّ جيوكيميائيةَ تكون قيمتها أعلى دائمًا من القِيَم الجيوكيميائية الطبيعية في المنطقة، وتدلّ على وجود الخامات المعدِنية، وتبيّن تراكيزَها وأماكن انتشارها في المنطقة.
- ❖ يتم الاستكشاف الجيوكيميائي بطرائق متعددة منها:
  - **الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام العيّنات الصخرية.**
  - **الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام عيّنات التربة.**
  - **الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام المياه الجوفية**، وغيرها.

أفكر

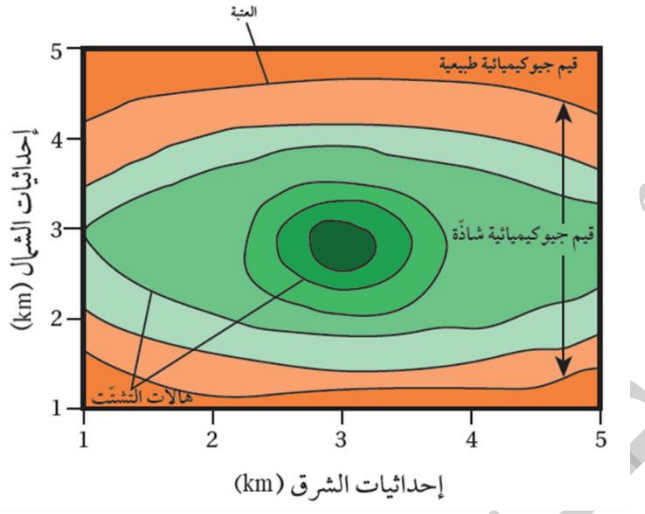
متى يلجأ الجيولوجيون إلى استخدام الاستكشاف الجيوكيميائي للبحث عن الخامات المعدِنية؟

عند وجود خامات معدنية بتراكيز قليلة ولا يمكن الكشف عنها باستخدام الاستكشاف الجيوفيزيائي.

الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام العيّنات الصخرية:

- ❖ تعتمد عملية الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام العيّنات الصخرية على تحليل المحتوى المعدِني الموجود في الصخور؛ لتحديد المناطق المناسبة لتوافر الصخور التي تحتوي على عناصر معيّنة بتراكيزَ عاليةٍ تدلّ على وجود الخامِ، وتُسمّى هذه العناصر **العناصرَ الدالّةَ**؛ إذ تعطي قِيَمًا جيوكيميائية شاذّة أعلى من القِيَم الجيوكيميائية الطبيعية المجاورة لها.
- ❖ فمثلاً: وجود عناصر النحاس والكبريت والزئبق بقِيَم شاذّة قد تكون دالّةً على وجود خامِ الذهب.
- ❖ تُسمّى القيمة التي تتغير عندها القِيَم الطبيعية إلى قِيَمٍ شاذّةٍ **العتبةَ.**
- ❖ غالبًا ما يحدث انتشار للعناصر والغازات الدالّة على الخامات المعدِنية من الصخور المضيفة لها إلى المناطق المجاورة على شكل هالات تُسمّى **هالات التشتّت**، بحيث تتناقص قِيَمُ الشواذّ الجيوكيميائية كلما ابتعدنا عن أماكن وجود الخامات المعدِنية حتى تصبح مساوية للقِيَم الطبيعية.
- ❖ قد تتشكّل **هالات التشتّت** أثناء تشكّل الخامات المعدِنية من **المحاليل الحرمائية** التي تتخلّل الصخورَ، إذ يقلّ تركيز الخامات المعدِنية والعناصر الدالّة عليها أثناء حركة هذه المحاليل الحرمائية بعيدًا عن مركز الخامِ.

❖ وقد تتشكّل نتيجة تعرّض الصخور المضيفة للخامات المعدِنية والعناصر الدالّة عليها **لعمليات التجوية والتعرية المختلفة**، ثم تُنقَل إلى المناطق المجاورة ما يؤدي إلى انتشارها في مناطق أوسع.



هالات التشتّت الجيوكيميائي.
(يمثّل كل لون تركيزًا مختلفًا للمعدِن).

❖ من الأمثلة على هالات التشتّت الهالة الموجودة في مقاطعة (أوتاوا) في الولايات المتحدة التي تحتوي على العناصر الآتية: الرصاص، والخارصين، والنحاس وتمتدّ **(30 m)** حول الصخور التي تحتوي على خامات معدِنية.

❖ كشف **المسح الجيوكيميائي في الأردن** من قبل سلطة المصادر الطبيعية (**NRA**) عن وجود تراكيز عالية من الذهب على الطرف الشمالي من الدرع العربي النوبي في جنوب الأردن، إذ ظهرت القِيَم الشاذّة الجيوكيميائية في الصخور البركانية الفلسية في منطقة وادي أبو خشيبة، ووادي الحور، ووادي صبرا.

الرّبط بالبيئة

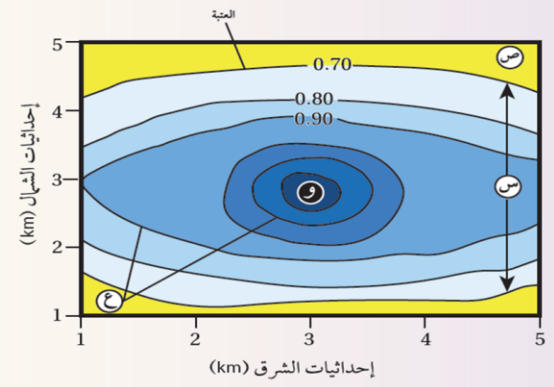
يتبع عمليتَي التنقيب عن المعادن واستكشافها عملية تُسمّى التعدين، وهي عملية استخراج الخامات المعدنيّة من باطن الأرض، وتشتمل هذه العملية على عمليات متعددة، منها: الحفر وبناء الأنفاق، وإنشاء الخطوط الحديدية، وتركيب الآلات، وتشييد المباني. وتؤدي هذه العمليات المتعددة إلى تدمير مواطن الكائنات الحية، وتلوث كل من المياه الجوفية والمياه السطحية، وتلوث التربة، إضافة إلى الإضرار بصحة السكان الذين يقطنون في المنطقة القريبة منها.

❖ بعد الانتهاء من عملية الاستكشاف الجيوكيميائي، يبدأ تحليل البيانات الجيوكيميائية المجموعةِ بطرائق عدّة، مثل:

- **الطريقة الإحصائية.**
- **رسم خرائط تساوي القِيَم**؛ وذلك لتحديد مواقع الخامات المعدِنية.

نشاط: تحليل بيانات جيوكيميائية باستخدام خرائط تساوي القَيم

يوضّح الشكل الآتي خريطة تساوي قيم جيوكيميائية تمثّل تحليلاً لبيانات تركيز أحد الخامات بالنسبة المئوية (%) جُمعت عن طريق الاستكشاف الجيوكيميائي أثناء البحث عن ذلك الخام . أدرسه جيدًا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



التحليل والاستنتاج:

1. أحدّد قيمة العتبة في الشكل.
   (0.70%)
2. **أصف** تركيز الخام كلّما ابتعدنا عن النقطة (و).
   يقل تركيز الخامات المعدنية كلما ابتعدنا عن النقطة (و).
3. أبيّن ماذا تُسمّى القِيَم التي تمثّلها كلّ من (س، ص).
   س: قيم جيوكيميائية شاذة .
   ص: قيم جيوكيميائية طبيعية.
4. **أفسّر** كيف تتشكّل هالتا التشتّت الجيوكيميائي (ع).

تتشكل هالات التشتت أثناء تشكل الخامات المعدنية من المحاليل الحرمائية التي تتخلل الصخور، إذ يقل تركيز الخامات المعدِنية والعناصر الدالة عليها أثناء حركة هذه المحاليل الحرمائية بعيدا عن مركز الخامِ، وقد تتشكل نتيجة تعرض الصخور المضيفة للخامات المعدِنية والعناصر الدالة عليها لعمليات التجوية و التعرية المختلفة، ثم تُنقل إلى المناطق المجاورة ما يؤدي إلى انتشارها في مناطق أوسع .

أ. رمزي القرالة

مراجعة الدرس2

1. **الفكرة الرئيسة**: أذكر طرائق الاستكشاف الجيولوجي المستخدمة في البحث عن الخامات المعدِنية.

الاستكشاف الجيوفيزيائي: الزلزالي، الجاذبي، المغناطيسي، الإشعاعي، والمسح الجيوكيميائي.

2. أوضّح المقصود بكل من: العتبة، وهالات التشتّت، والشواذّ الجيوفيزيائية.

-العتبة: القيمة التي تتغير عندها القِيم الجيوكيميائية الطبيعية إلى قِيم جيوكيميائية شاذة.
-هالات التشتت: الشكل الذي تتخذه العناصر والغازات الدالة على الخامات المعدِنية في المناطق المجاورة لمواقعها؛ أثناء تشكل الخامات المعدِنية من المحاليل الحرمائية التي تتخلل الصخور، أو نتيجة عمليات التجوية على الصخور المضيفة لها، بحيث تتناقص قِيم الشواذ الجيوكيميائية كلما ابتعدنا عن أماكن وجود الخامات المعدِنية حتى تصبح مساوية القِيم الطبيعية .
-الشواذ الجيوفيزيائية: القِيم غير الطبيعية التي تُجمع أثناء عملية المسح الجيوفيزيائي ، وتختلف قيمتها عن القِيم التي حولها في المنطقة. و توصف الشاذة الجيوفيزيائية بأنها موجِبة إذا كانت قيمتها أكبر من القِيم الطبيعية في المنطقة، وتوصف بأنها سالبة إذا كانت قيمتها أقلّ من القِيم الطبيعية في المنطقة.

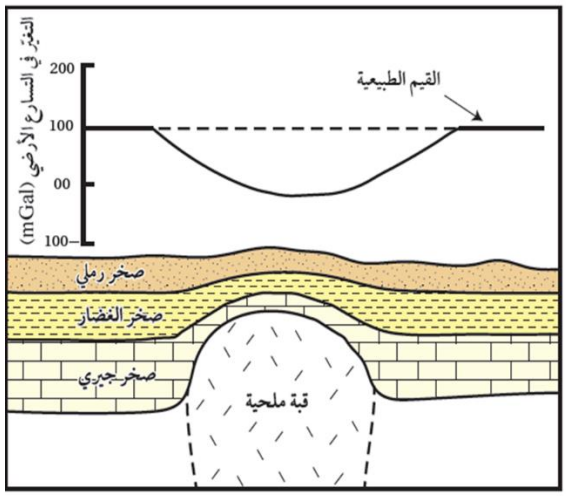
3. أفرّق بين مفهومي: الاستكشاف، والتنقيب.

التنقيب: (المرحلة الأولى) من عملية البحث عن الأماكن المحتملة لتوزع الخامات المعدنية، وتتم بطرق مباشرة مثل جمع عينات من الصخور والتربة من سطح الأرض ودراسة خصائصها الفيزيائية والكيميائية، وغير مباشرة مثل استخدام الصور الجوية والخرائط الجيولوجية،
الاستكشاف: (المرحلة الثانية) من عملية البحث عن أماكن توزع الخام، ويتم فيها التوجه إلى المناطق التي حددتها عمليات التنقيب؛ للبحث التفصيلي عن الخامات المعدِنية التي يمكن أن تكون موجودة فوق سطح الأرض، أو تحته؛ لتحديد قيمتها الاقتصادية باستخدام طريقتي المسح الجيوفيزيائي والجيوكيميائي.

4. أوضّح متى توصف الشاذّة الجيوفيزيائية بأنّها موجِبة.

توصف الشاذة الجيوفيزيائية بأنها موجِبة إذا كانت قيمتها أكبر من القِيم الطبيعية في المنطقة.

5. يبيّن الشكل الآتي شواذّ جيوفيزيائية كُشِف عنها باستخدام المسح الجاذبي. أدرسه جيدًا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



أ) أحدّد كلًّ من:

-القِيَم الجيوفيزيائية الطبيعية: (100 mGal)

-القِيَم الجيوفيزيائية الشاذّة: الأقل من (100 mGal)

ب) أستنتج نوع الشاذّة الجيوفيزيائية.

شاذة جيوفيزيائية سالبة أقل من القيم الجيوفيزيائية الطبيعية .

ج) أفسّر سبب تكوُّن الشاذّة الجيوفيزيائية.

وجود القبة الملحية .

د) أتوقّع: هل يجب تكشّفُ الخامِ على سطح الأرض حتى يُكشَفَ عنه باستخدام طرائق الاستكشاف الجيوفيزيائي المتعدّدة؟

يتضح من الشكل أنه لا يشترط تكشف الخام على سطح الأرض حتى يكشف عنه باستخدام طرائق المسح الجيوفيزيائية المختلفة .

أ. رمزي القرالة

الإثراء والتوسّع..... استكشاف اليورانيوم في الأردن

أظهرت أعمال المسح الإشعاعي الجوي وجود قِيَم إشعاعية شاذّة في مناطق عدّة في المملكة الأردنية الهاشمية، منها منطقة وسط الأردن، دلّت على وجود خامات اليورانيوم فيها ضمن الصخور الجيرية الهشة، بمساحة تُقدَّر بنحو $667\ km^2$، في طبقتين: إحداهما سطحية، والأخرى عميقة.

استُخدِمت طريقتا الاستكشاف الجيوفيزيائي والاستكشاف الجيوكيميائي في البحث عن خامات اليورانيوم، إذ استُخدِمت طريقة الاستكشاف الجيوكيميائي في استكشاف اليورانيوم في الطبقة السطحية عن طريق حفر الخنادق الاستكشافية بعمق ستة أمتار لجمع العينات الصخرية، ثم تحليلها مخبريًّا؛ لتحديد تركيز اليورانيوم والعناصر الأخرى المصاحبة له. أما في الطبقة العميقة فقد استُخدِمت طريقة المسح الإشعاعي الجيوفيزيائي عن طريق حفر الآبار الاستكشافية وأخذ القراءات الإشعاعية لأشعة غاما باستخدام مسابر جيوفيزيائية، وبعد ذلك تُحوَّل قِيَم الإشعاع المَقيس إلى تركيز مكافئ لليورانيوم.

وأثبتت أعمال الاستكشاف ودراسات تقدير الخامات أن كميات اليورانيوم في منطقة وسط الأردن تُقدَّر بنحو 41 ألف طنّ من أكسيد اليورانيوم (U_3O_8)، بمعدّل تركيز 154 جزءًا من المليون في الطبقة السطحية، و127 جزءًا من المليون في الطبقة العميقة.

وتشكل كميّات اليورانيوم المستكشَفة فقط في منطقة وسط الأردن ما نسبته 1% من النسب العالمية لموارد اليورانيوم.

مراجعة الوحدة

السؤال الأوّل: أضعُ دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. من خصائص خطوط الكُنتور:

أ) أنّها تتقاطع مع بعضها بعضًا.

ب) أنّها تكون على شكل مُنحنيات مفتوحة النهاية.

ج) أن القِيَم المتقاربة تدل على قلة انحدار سطح الأرض.

د) أن القِيَم الموجبة تدل على الارتفاع فوق سطح الأرض.

2. يدلّ الرمز ⊕ على إحداثيات طبقاتٍ:

أ) مائلة. ب) أفقية.

ج) رأسية. د) مقلوبة.

3. قيمة المَيل التي يمثّلها الرمز (——|——) تساوي:

أ) 75° ب) 120°

ج) 90° د) 10°

4. إذا كان أحد اتجاهات المضرب (شمال شرق)؛ فإن الاتجاه الآخر هو:

أ) جنوب. ب) جنوب غرب.

ج) شمال غرب. د) شمال.

5. عندما توازي الطبقات في الخرائط الجيولوجية خطوط الكُنتور فإنّها تدلّ على طبقات:

أ) أفقية. ب) مائلة.

ج) عمودية. د) مقلوبة.

6. تُسمّى القيمة التي تتغير عندها القِيَم الطبيعية إلى قِيَم شاذّة في الاستكشاف الجيوكيميائي:

أ) العتبة.

ب) التشتّت الجيوكيميائي.

ج) هالات التشتّت.

د) العناصر الدالّة.

7. تسمّى الطريقة التي يتم فيها الاعتماد على الاختلاف في الخصائص الفيزيائية للخامات المعدِنية عن الصخور المحيطة بها:

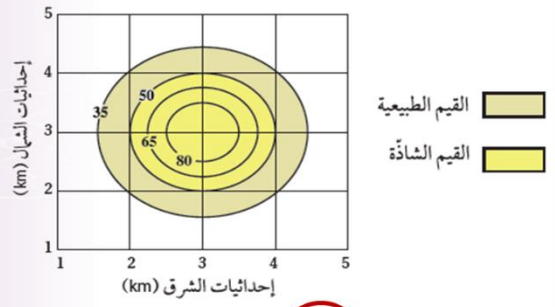
أ) الإحصائية.

ب) الاستكشاف الجيوكيميائي.

ج) الاستكشاف الجيوفيزيائي.

د) رسم الخرائط الكنتورية.

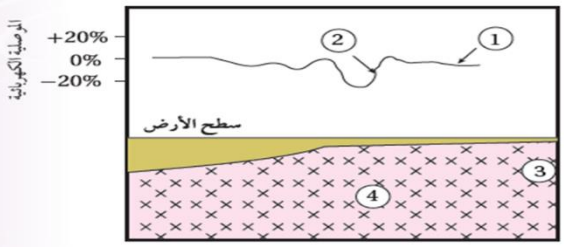
8. يمثّل الشكل الآتي خريطة تساوي قِيَم لتوزُّع أحد الخامات في منطقةٍ ما، قيمة العتبة هي:



أ) 35 ب) 50

ج) 65 د) 80

9. يمثّل الشكل الآتي نتائج مسح كهربائي في منطقةٍ ما، أستنتج مكان وجود الخام:



أ) 1 ب) 2

ج) 3 د) 4

10. من العناصر الدالّة على وجود خامِ الذهب:

أ) المنغنيز. ب) اليود.

ج) الزئبق. د) الحديد.

السؤال الثاني: أملأ كلّ فراغ في ما يأتي بالمصطلَح المناسب:

1. خريطة توضّح تضاريسَ سطح الأرض في صور مجسَّمة باستخدام خطوط الكُنتور .....**الخريطة الكنتورية**.....
2. يُطلَق على الخطّ الناتج من تقاطع سطح الطبقة المائلة مع المستوى الأفقي .....**المضرب**.....
3. تُسمّى العناصر التي توجد مع الخام وتدلّ على وجوده.....**العناصر الدالة**.....
4. يتمّ الاستكشاف الجيوكيميائي بطرائق متعدّدة، منها: .....**الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام العينات الصخرية**، **الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام عينات التربة**.
5. توصف القيمة الجيوفيزيائية الشاذّة التي تكون قيمتها أقلَّ من القِيَم الطبيعية .....**سالبة**.....
6. يُسمّى المسح الجيوفيزيائي الذي يعتمد على خاصّية كثافة الصخور .....**المسح الجاذبي**.....

السؤال الثالث:

يبيّن الجدول الآتي قيمًا تمثّل النسبة المئوية لتركيز النحاس في المواقع (أ، ب، ج، د، هـ) أثناء المسح الجيوكيميائي لمنطقةٍ ما، علمًا أن قيمة العتبة لخام النحاس (0.5%). أدرس الجدول جيدًا، ثم أجيب عن السؤال الذي يليه:

الموقع	أ	ب	ج	د	هـ
النسبة المئوية %	0.10	0.62	0.20	0.05	0.78

أستنتج المواقع التي يوجد فيها النحاس بتراكيزَ غيرِ اقتصادية.

المواقع (أ) والموقع (ج) والموقع (د) يوجد فيها النحاس بتراكيز غير اقتصادية.

السؤال الرابع:

أجيب من دراستي لطريقة الاستكشاف الجيوكيميائي عن الأسئلة الآتية:

أ - أشرح المبدأ الذي يقوم عليه الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام العيّنات الصخرية.

تعتمد عملية الاستكشاف الجيوكيميائي باستخدام العينات الصخرية على تحليل المحتوى المعدِّني الموجود في الصخور والبحث عن عناصر معينة بتراكيز عالية تدل على وجدو الخامِ تُسمى العناصر الدالة .

ب- أوضّح المقصود بالعتبة.

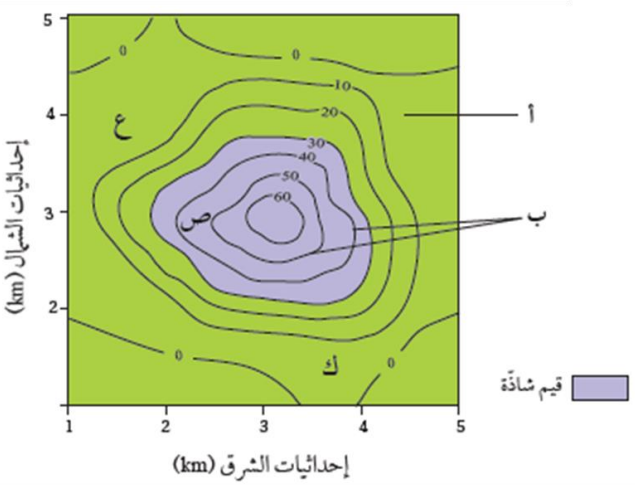
العتبة: القيمة التي تتغير عندها القِيم الجيوكيميائية الطبيعية إلى قيم جيوكيميائية شاذة.

ج- أعدّد طرائق تحليل البيانات الجيوكيميائية.

- الطريقة الإحصائية .
- رسم خرائط تساوي القيم .

السؤال الخامس:

أدرس الشكل الآتي الذي يوضّح خريطة تساوي قِيَم خام النحاس، حيث يظهر نتائجَ توزيع تركيز خام النحاس (ppm) في منطقةٍ ما باستخدام المسح الجيوكيميائي:



1. أبيّن ما يمثّله كلٌّ من الرمزَينِ (أ، ب).
   (أ) قيم جيوكيميائية طبيعية
   (ب) هالات التشتت الجيوكيميائي
2. **أتوقّع** أيُّ المناطق (ع، ص، ك) يُحتمَل وجود الخام فيها.
   المنطقة (ص)
3. **أستنتج** قيمة العتبة. **(30)**

السؤال السادس:

أفسّر: لا يمكن استخدام طرائق المسح الجيوفيزيائي للكشف عن معدِن الذهب.

وذلك لأنه يوجد بتراكيز قليلة جدا لا يمكن الكشف عنها بالطرق الجيوفيزيائية.

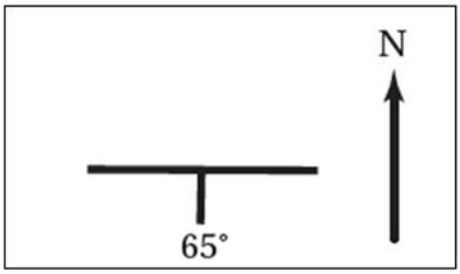
السؤال السابع:

إذا كان مقياس الرسم على إحدى الخرائط الجيولوجية هو (1 cm يساوي 6 km). فأجيب عما يأتي:

1. أحدّد نوع مقياس الرسم. **مقياس رسم كتابي**
2. **أحوّل** مقياس الرسم إلى مقياس كسري. $\frac{1}{600000}$

السؤال الثامن:

يمثّل الشكل الآتي وضعية إحدى الطبقات؛ أدرسه، ثم أجيب عما يأتي :

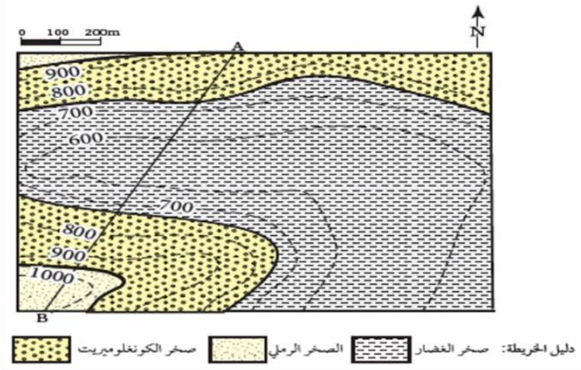


أحدّد كلًّ مما يأتي:

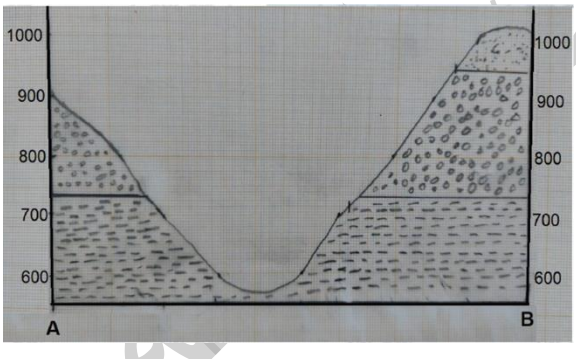
1. **مضرب الطبقة: القيمة الأولى للمضرب (90°) والقيمة الثانية للمضرب (270°)**
2. **اتجاه المضرب الجغرافي: (الشرق – الغرب)**
3. **اتجاه مَيل الطبقة: (الجنوب)**
4. **مَيل الطبقة: (65°)**

السؤال التاسع:

يمثّل الشكل الآتي إحدى الخرائط الجيولوجية. أدرسها جيدًا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:



1. أحدد نوع مقياس الرسم: (**خطي**)
2. **أستنتج:** هل الطبقات الصخرية أفقيةً أم مائلةً؟
(**طبقات أفقية لأن خطوط الكنتور توازي أسطح الطبقات**)
3. **أرسم** مقطعًا جيولوجيًّا يمثّل الخطّ (A-B)

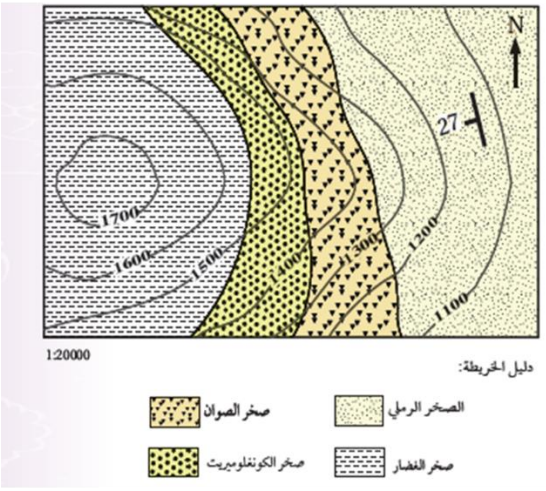


4. **أقيس** سُمك طبقة صخر الكونغلوميريت من خلال المقطع العرضي (A-B): (**سمك الطبقة 220 m تقريبا**)
5. أحدّد ارتفاع السطح العُلوي للطبقات الصخرية المتكشِّفة في الخريطة.

طبقة الغضار (730m تقريبا)
طبقة الكونغلوميريت (950m تقريبا)
طبقة الرمل (1100m تقريبا) .

السؤال العاشر:

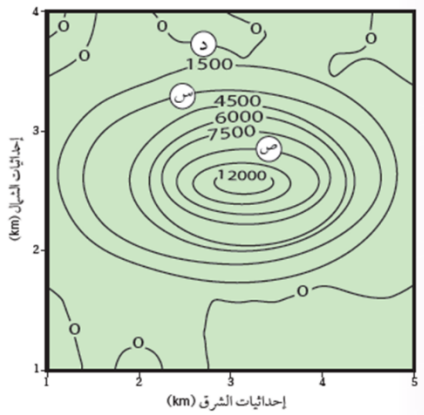
يمثّل الشكل الآتي إحدى الخرائط الجيولوجية. أدرسها جيدًا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:



1. أبيّن مَيل طبقات الصخور الرملية: (**27°**)
2. **أستنتج** قيمة المضرب:
   قيمة المضرب الأولى تساوي (170°)
   قيمة المضرب الثانية تساوي (350°)
3. **أستنتج** إن كانت الطبقات مائلةً أم أفقيةً، وأبيّنُ لماذا.
   الطبقات مائلة لأن خطوط الكنتور تتقاطع مع أسطح الطبقات، وكذلك لأن زوايا ميل الطبقات بحسب الرمز الموجود في الخريطة (27°) هي ما بين (90° -0°)
4. أحدّد نوع مقياس الرسم للخريطة. (**مقياس نسبي**)
5. **أقوّم** صحة العبارة الآتية: "يتّجه مَيل الطبقات الصخرية بحسب الخريطة الجيولوجية نحو الشمال الشرقي".
   (**العبارة غير صحيحة؛ لأن ميل الطبقات بحسب الخريطة الجيولوجية يتجه نحو جنوب غرب**)

السؤال الحادي عشر:

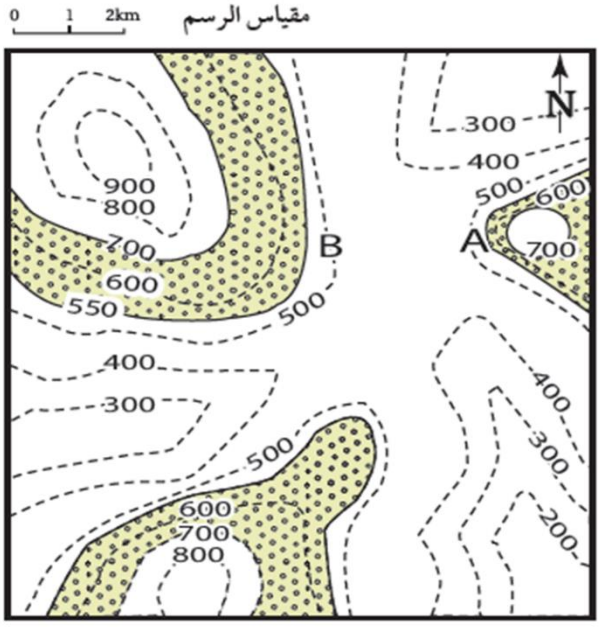
يبين الشكل الآتي خريطة تساوي قِيَم مغناطيسية أثناء المسح الجيوفيزيائي لمنطقة ما، أدرسه جيدًا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

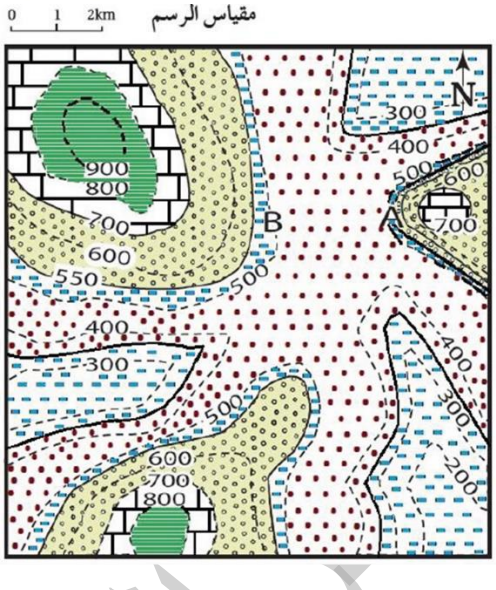


1. **أستنتج**: ما القِيَم المغناطيسية في كلّ من الموقع (س) والموقع (ص)؟
   س: 3000 ص: 9000
2. **أستنتج**: ما قيمة الشاذّة المغناطيسية، وما نوعها إذا علمت أن القيمة المغناطيسية الطبيعية أقلّ من γ 1500؟
   أكبر من (γ 1500) شاذة موجبة
3. **أفسّر**: هل يمكن أن نجد الخام في الموقع (د)؟ لماذا؟
   (**لا يمكن لأن الموقع (د) يمثل قيمة طبيعية أقل من قيمة الشاذة المغناطيسية والتي تساوي 1500**)

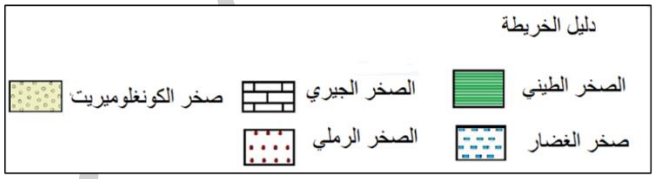
السؤال الثاني عشر:

يمثّل الشكل الآتي إحدى الخرائط الجيولوجية التي تمثّل طبقات أفقية، فإذا علمت أن طبقة الكونغلوميريت الظاهرة في الشكل سُمكها 150 m وتتكشف من ارتفاع 550 m إلى 700 m، وتقع أسفل منها ثلاث طبقات تبدأ من الأعلى بطبقة من الغضار سُمكها 50 m، ثُم طبقة من الصخر الرملي سُمكها 150 m، ثم طبقة من الغضار، وتعلوها طبقة من الصخر الجيري سُمكها 100 m، ثم فوقها طبقة من الصخر الطيني.
أدرس الخريطة، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:





1. أرسم بقية الطبقات على الخريطة.
2. أرسم دليلاً للخريطة، وأحدد عليه رموز الصخور المختلفة وأسماءها.



3. **أقارن** بين النقطة (**A**) والنقطة (**B**) من حيث شدّة الانحدار.
(**المنطقة التي تمثلها النقطة (A) أكثر انحدارا من المنطقة التي تمثلها النقطة (B)**)
4. أحدد نوع مقياس الرسم. (**خطي**)
5. **أحوّل** مقياس الرسم إلى مقياس رسم كتابيّ.
كل (1 cm) يساوي (1 km)