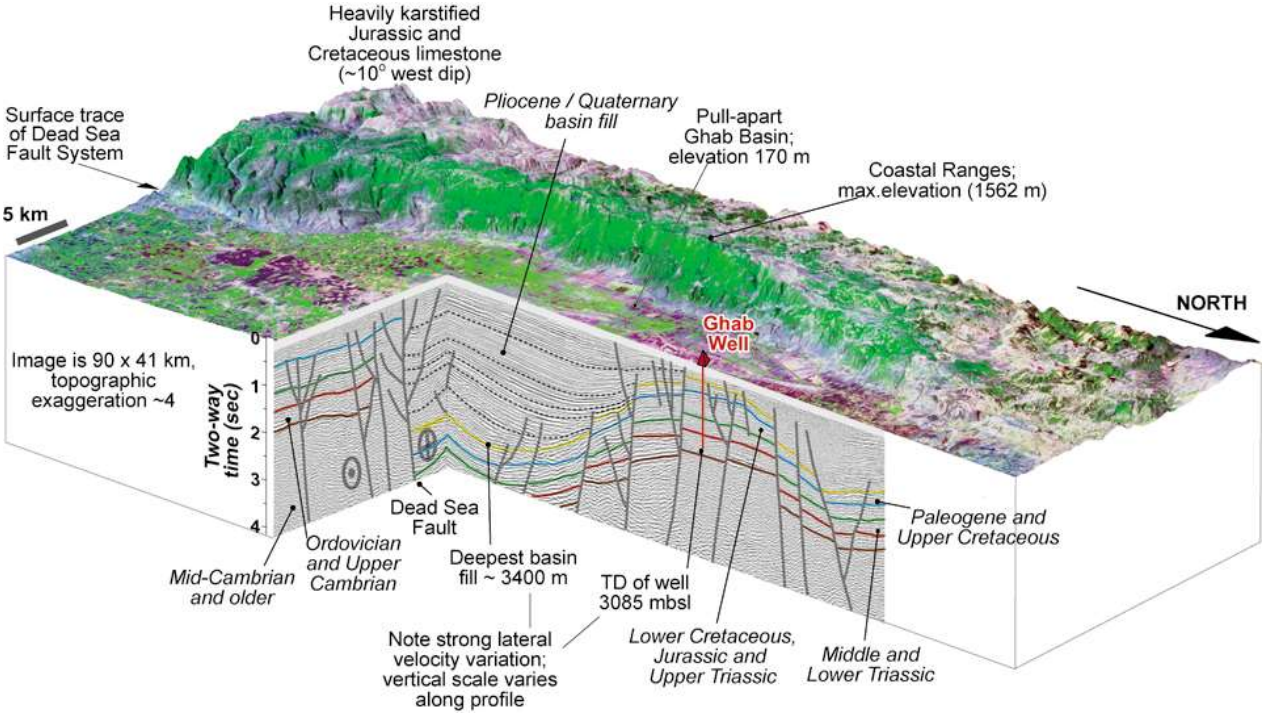
الجامعة السورية الخاصة

كلية هندسة البترول



الخرائط تحت السطحية

م. ج. يوسف رضوان

الجلسة الأولى

مفاهيم أساسية للخرائط تحت السطحية

هدف الجلسة

عرض سريع لمفاهيم أساسية للخرائط تحت السطحية

الغرض من الخرائط تحت السطحية

1. إيضاح مظاهر ما تحت سطح الأرض،
2. تحديد مختلف البنى التي يمكن أن تشكل مصائداً للمواد الهيدروكربونية،
3. تأطير حدود المكامن المحتملة
4. تحديد بنى مصائدية على أعماق متباينة تحت سطح الأرض
5. مراقبة الحقل بعد دخوله مرحلة الإنتاج.

أهميتها في الدراسات البترولية: أداة هامة معتمدة في

1. توجيه أعمال الاستكشاف البترولي المبكرة.
2. حساب الاحتياطي الهيدروكربوني المؤكد وتدقيقه.
3. تقديم تفصيلات دقيقة ضرورية لبئر محفورة في حقل قيد الاستثمار والإنتاج.
4. مساعدة صانعي القرار في اتخاذ القرارات الإدارية في المراحل المذكورة آنفاً.

مفهوم التشكيلة

وحدة صخرية ليتوستراتيغرافية قد تتكون من نوع صخري واحد أو من عدد من الأنماط الصخرية ذات مواصفات مختلفة وعمر زمني محدد قابلة للمسح وذات حدود عليا وسفلى واضحة تميزها عن التشكيلات التي فوقها وتحتها، تقسم إلى فروع memebrs وطبقات Beds ، وتجمع في مجموعات groups ومجموعات كبرى supergroups

الخلفية العلمية التي يجب أن يتمتع بها من يضع أو يفسر الخرائط تحت السطحية

1 اتقان المبادئ الأساسية للجيولوجيا الطبقية والتكتونيك، والجيولوجيا البنيوية، وتحليل الأحواض الرسوبية، والخصائص البتروفيزيائية للصخور، والجيولوجيا الإقليمية.
2 معرفة شاملة وعميقة بالوضع البنيوي للمنطقة ومعرفة نموذجه البنيوي.

المهارات المتنوعة التي يجب أن يستخدمها من يعمل بوضع خرائط تحت السطحية

1 خلفية علمية جيولوجية، وجيوفيزيائية، وبترولية.
2 خبرة حقلية عملية.
3 قدرة على كشف البنيات المحلية.
4 قدرة على التخيل و التصور ثلاثي الأبعاد، ومن ثم تقدير خيارات التفسير المحتملة وتقرير أيها الأكثر احتمالاً.
5 معرفة دقيقة بطرائق وتقنيات وضع خرائط تحت السطحية.

أهم عوامل نجاح بعض الشركات البترولية وتحقيقها نتائج استكشافية اقتصادية مميزة:

1. إدارة رشيدة حازمة تعمل على مواكبة تطور مختلف التقنيات النوعية الحديثة وتدريب مستمر لكوادرها على إتقان التعامل معها.
2. اعتماد وتطبيق تقنيات نوعية حديثة ومحدّثة لوضع خرائط تحت سطحية.
3. استقطاب متخصصين ذوي خبرات نوعية ومتنوعة للعمل بروح فريق متعدد الاختصاصات.
4. خلق بيئة حوار ونقاش يومي للفريق هدفها الرئيس تفسير تكاملي دقيق لكافة المعطيات المتوفرة والخرائط تحت السطحية ضمناً لكشف أدلة مقنعة على وجود بنى ومصائد بترولية محتملة.

متطلبات وضع خرائط تحت سطحية دقيقة وتفسيرها وتحديد مواقع البنى والمصائد البترولية المحتملة:

1. إيجاد فريق خرائط تحت السطحية متعدد الاختصاصات يتمتع أعضاؤه بخلفية نظرية وتطبيقية معمقة بالجيولوجيا الطبقية وبالتكتونيك، وبالجيولوجيا البنيوية، وبتحليل الأحواض الرسوبية، وبالخصائص البتروفيزيائية للصخور، وبجيولوجيا الإقليم الذي يعملون ضمنه، وببرمجيات علوم الأرض.
2. قدرة أعضاء فريق خرائط تحت السطحية على التعامل الكفؤ مع التقنيات الحديثة والمحدّثة المستخدمة في ذلك، وبتكامل مرن مع كافة المعطيات تحت السطحية المتوفرة كالمعطيات السيزمية، والسجلات البئرية، وغيرها.
3. تخطيط مجدول زمنياً وموضوعياً، ومناقشة دورية (اسبوعية، أو كل اسبوعين) لتفاصيل النتائج والتفسيرات المتأتية لما تحت السطح والممثلة بأبعاد ثلاثة، ولتبادل الآراء بهدف استنباط رؤى وأفكار جديدة.
4. وضع خرائط ومخططات (ثنائية وثلاثية الأبعاد) تحت سطحية نهائية تظهر كافة المظاهر البنيوية والآفاق الستراتيغرافية العاكسة، والبنى والمصائد الهيدروكربونية المتنوعة.
5. توثيق وأرشفة كافة مراحل الأعمال ونتائجها لتأمين سهولة استرجاعها.

الجلسة الثانية

قراءة الخريطة الجيولوجية لاستقراء البنية تحت السطحية

هدف الجلسة:

1. تحديد سطوح عدم التوافق على الخريطة.
2. رسم خطوط المضرب في حال وجود أكثر من مجموعة صخرية.
3. حساب قيم الميول واتجاهاتها، وثخانات الطبقات الصخرية.

العلاقات الستراتيغرافية الشاقولية

1. تفصل سطوح التطبق الطبقات الصخرية عن بعضها البعض، أو تتدرج الطبقة شاقولياً من نوع صخري إلى آخر
2. تتباين الصخور فوق تحت سطح التطبق إما بالتركيب أو بالنسيج أو باللون أو بمزيج منها.
3. يدل سطح التطبق على:
   a) سرعة تغير الترسب
   b) أو ربما فترة عدم ترسيب

التتابع المتوافق

تتابع توضع الطبقات الصخرية فوق بعضها مكونة سلسلة مستمرة دون انقطاع.

عدم التوافق

1. انقطاع التتابع المستمر للطبقات الصخرية نتيجة توقف الترسيب بسبب ارتفاع حوض الترسيب الناجم عن حركات تكتونية أدت لنهوض المنطقة وخضوعها للتعرية وإزالة جزء من الطبقات
2. يمثل عدم التوافق في متتاليات طبقية فترات زمنية امتدت بضعة ملايين إلى عشرات الملايين من السنين توقف فيها الترسب وربما صحبه تعرية. تدعى هذه الفترات الزمنية غير الممثلة في سجل صخري غير كامل ثغرات *hiatus*.

منشأ عدم التوافق

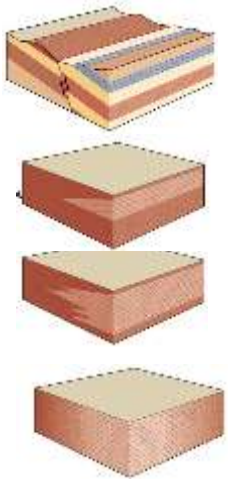
1. ترسيب استمر ملايين السنين.
2. تعرية أزالت رسوبات بضعة ملايين من السنين.

أنماط عدم التوافق

1. لاتوافق disconformiy سطح حتي يفصل طبقات أحدث عن طبقات أقدم لكنهما متوازية (توقف ترسيب، أو حت)
2. لاتماثل nonconformity سطح حتي يقطع صخور استحالية أو نارية يعلوه صخور رسوبية (نهوض، انحسار، تجوية، تعرية، غمر، ترسيب)
3. عدم توافق زاوي angular unconformity سطح حتي يعلوه طبقات طبقات مائلة أو مطوية.

4. عدم توافق متوازي paraconformiyسطح لا يظهر حتاً يفصل طبقات أحدث عن طبقات أقدم متوازية (صعب الكشف - مستحاثات).
5. عدم توافق محلي local unconformiy سطح حتي محدود الامتداد يعلو طبقات مطوية ويعلوه طبقات أفقية عادة.

العلاقات الستراتيغرافية الجانبية



ينص مبدأ الاستمرارية الجانبية (مبدأ ستينو 1669) أن الطبقات الرسوبية تمتد في جميع الاتجاهات حتى تنتهي.
قد يكون انتهاؤها:
1. مفاجئاً بسبب تآكلها بالتعرية عند حافة حوض الترسيب أو نتيجة بترها بالصدوع.
2. أو قد يكون تدريجياً تترقق الوحدة الصخرية تدريجياً حتى الاختفاء pinching out أو قد تنفصم الوحدة الصخرية إلى وحدات أرق تترقق حتى الاختفاء Intertonging.
3. أو يتغير تركيب ونسيج الوحدة الصخرية lateral gradation ليغدو في النهاية صخراً آخراً.

أهم الدلائل (الشواهد) على مكشف عدم التوافق
1. اختلاف مفاجئ في اتجاه ومقدار ميل مجموعتين صخريتين فوق بعضهما.
2. اختلاف درجة طي مجموعتين صخريتين.
3. وجود جدر نارية مبتورة.
4. وجود صخور رسوبية فوق صخور نارية أو استحالية.

تستخدم المستحاثات للمقارنة الليتوستراتيغرافية ولربط صخور متتاليات محددة بناء على التركيب الصخري، وعلى الموقع في المتتالية، وعلى وجود سويات دالة.

مفاهيم أساسية

خط الميل dip line خط وهمي على سطح طبقة أو فالق يعامد خط المضرب، يدل على اتجاه ميل هذه الطبقة أو هذا الفالق.

زاوية الميل dip angle الزاوية المحصورة بين سطح طبقة أو فالق ومستوي أفقي وهمي، أو هي الزاوية بين خط الميل ومسقطه على مستوي أفقي وهمي.

خط المضرب Strike line (خط الاتجاه، خط الامتداد) خط وهمي أفقي على سطح طبقة أو فالق يصل ما بين نقاط لها نفس الارتفاع عن سطح البحر. وينتج خط المضرب عن تقاطع سطح الطبقة أو الفالق مع مستوي أفقي.

تتميز خطوط المضرب بـ
1. كونها متوازية
2. أن المسافة الشاقولية بينها متساوية.

الفرق بين خطوط المضرب وخطوط التسوية (الكنتور)
1. تشير خطوط المضرب إلى ارتفاعات سطح الطبقة.
2. تشير خطوط التسوية (الكنتور) إلى ارتفاعات سطح الأرض.

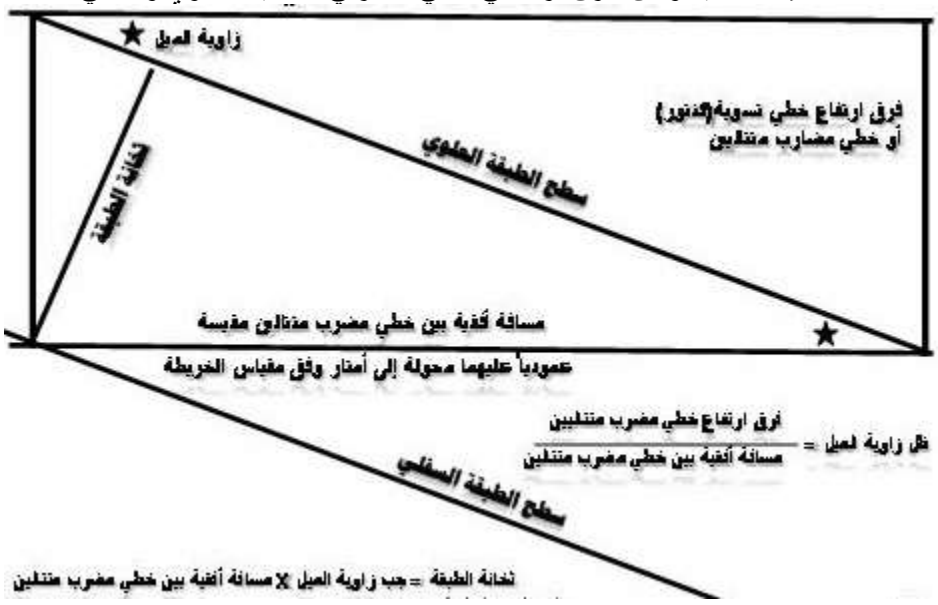
فاصل التسوية، الفاصل أو المجال الكنتوري contour interval المسافة الشاقولية بين أي خطي مضرب أو خطي تسوية (كنتور) متتاليين.

المسافة المضربية strike distance المسافة الأفقية بين أي خطي مضرب متتاليين.

الميل الحقيقي True dip زاوية الميل الأعظمي المحصورة بين سطح طبقة أو فالق وبين مستوي أفقي وهمي.
الميل الظاهري Apparent dip زاوية الميل بين سطح طبقة أو فالق وبين مستوي أفقي وهمي في أي اتجاه غير اتجاه الميل الأعظمي.
اتجاه الميل الحقيقي True dip direction اتجاه معامد لخطوط المضرب في اتجاه تناقص ارتفاعاتها.

الميل و الانحدار dip & Slope
تمثل زاوية الميل زاوية انحراف سطح طبقة أو فالق عن المستوي الأفقي.
تمثل زاوية الانحدار انحراف سطح الأرض عن المستوي الأفقي.
زاوية الميل الحقيقي α الزاوية بين سطحٍ مائل وبين مستوٍ أفقي عندما يعامد المقطع الشاقولي اتجاه السطح المستوي.
زاوية الميل الظاهري Apparent dip زواية الميل في مقطع شاقولي لا يعامد المستوي المائل وتكون دوماً أصغر من زاوية الميل الحقيقي (الزاويتان β و ´β)

قيمة زاوية الميل
1. ظل زاوية الميل الحقيقي α: الفاصل الكنتوري (بين ارتفاع خطي مضرب متتاليين بالأمتار) مقسوماً على المسافة المضربية (مقيسة على الخريطة بالميليمتر ومحول إلى أمتار وفقاً لمقياس الخريطة).
2. تتكشف طبقة عندما يتقاطع أحد سطحيها السفلي أو العلوي مع سطح الأرض.
3. تتساوى في نقاط تكشف الطبقات قيم خطوط المضرب مع قيم خطوط التسوية (الكنتور).
4. يصل خط المضرب بين نقاط على سطح الطبقة لها نفس الارتفاع.
5. لخط المضرب على الخريطة قيماً مختلفة نتيجة تباين تمثيله للسطح السفلي أو العلوي للطبقة أو للطبقات التي يمثلها.
6. يمكن حساب ثخانة طبقة إما مثلثاتياً أو من فرق ارتفاعي خطي مضربي سطحيها العلوي والسفلي.

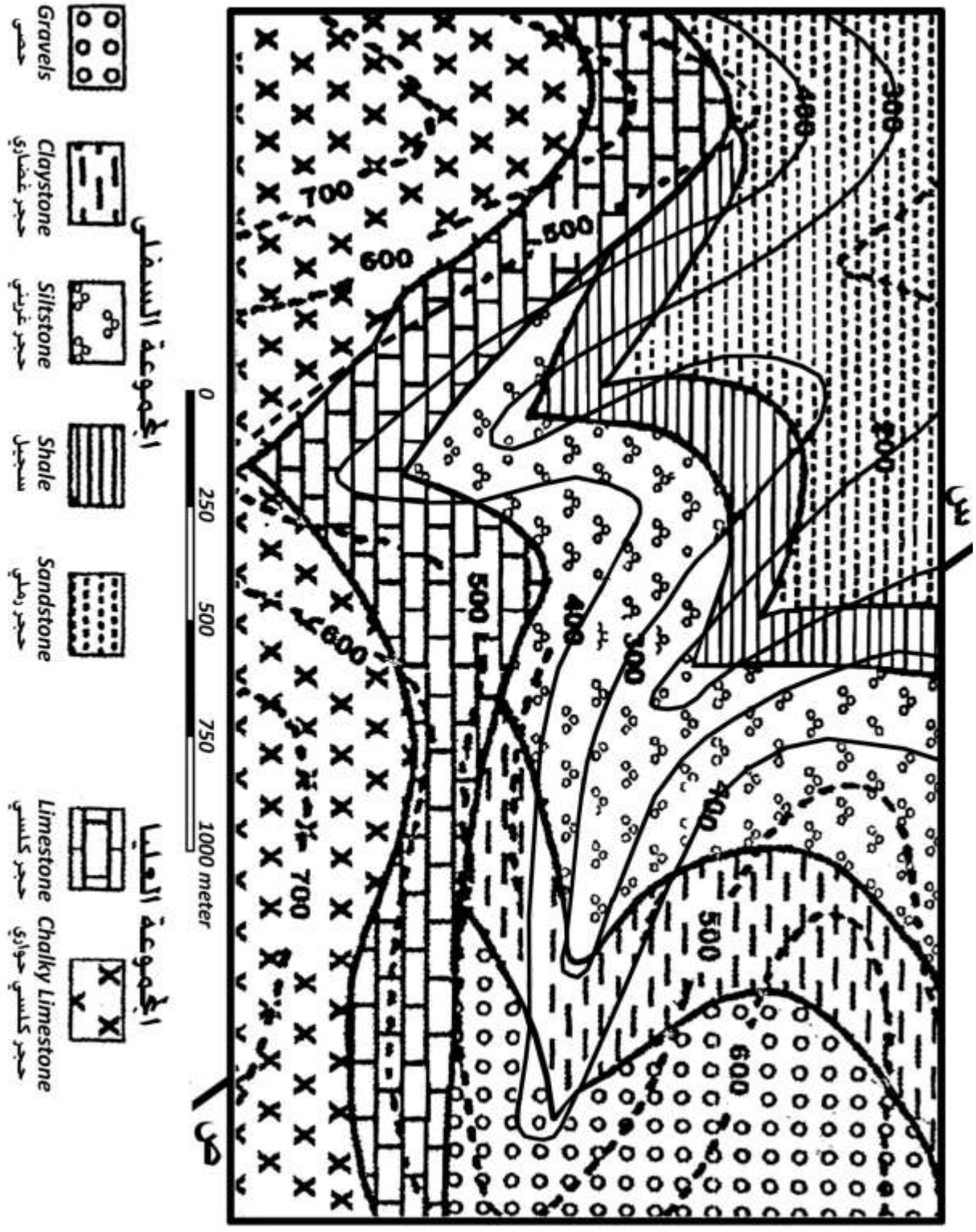


تمرين 1

تظهر الخريطة الجيولوجية الآتية وجود مجموعتين من الصخور يفصل بينها سطح عدم توافق. تتكون المجموعة السفلى من حصى، وصخور طينية، وغرين، وشيل (طفل)، بينما تتكوّن المجموعة العليا من صخور كلسي وصخر حواري.
المطلوب:
1. حدد سطح عدم التوافق على الخريطة.
2. ارسم خطوط مضرب المجموعتين الصخريتين.

3. احسب قيمة واتجاه ميل المجموعتين.
4. احسب ثخانة كل من الطين ، والغرين، والشيل والكلس.
5. ارسم مقطعاً جيولوجياً على امتداد (س- ص).

تمرين 1


س
ص
300
400
500
600
700
0
250
500
750
1000 meter
المجموعة السفلى
Gravels حصى
Claystone حجر غضاري
Siltstone حجر غريني
Shale سجيل
Sandstone حجر رملي
المجموعة العليا
Limestone حجر كلسي
Chalky Limestone حجر كلسي حواري

الجلسة الثالثة

الطيّات

هدف الجلسة:

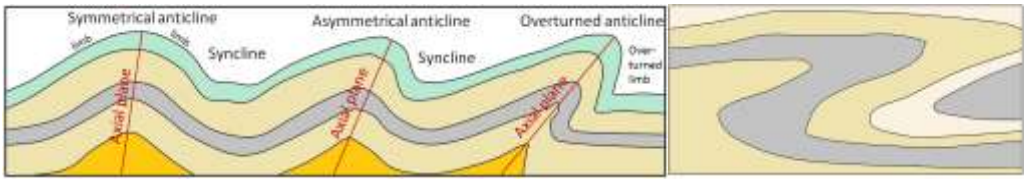
1. مراجعة سريعة للطيات.
2. تحديد محاور الطي على الخريطة.
3. رسم خطوط المضرب وحساب زوايا الميل، وتحديد اتجاه جناحي الطي.

عناصر الطيّة

1. جناحا الطيّة: جانبا الطية
2. خط المفصلة: الخط المار من أكثر النقاط انثناءً في أية طبقة من الطبقة المكوّنة للطيّة.
3. المفصلة: جزء الطية المجاور لخط المفصلة.
4. زاوية الطية: الزاوية الناتجة عن تقاطع المستويين المماسين لجناحي الطيّة.
5. السطح المحوري: السطح الذي يمر من خطوط المفصلة لجميع الطبقات المكوّنة للطيّة.
6. محور الطيّة: الخط الناتج عن تقاطع المستوي المحوري للطيّة مع مستوٍ أفقي.
7. نواة الطيّة: كتلة الصخور الرسوبية المكونة لإغلاق طيّة محدّبة أو طيّة مقعّرة.
8. عرض الطيّة: المسافة بين جناحي الطيّة، وفي حال وجود عدد من الطيّات المتوازية، عندها يمثّل عرض الطيّة المسافة بين سطحين محوريين لمحدّبين أو لمقعّرين متتالين.
9. ارتفاع الطية: المسافة بين خطي المفصلة لمحدّب ومقعّر متتالين.
10. طول الطيّة: المسافة بين بداية ونهاية خط المفصلة.

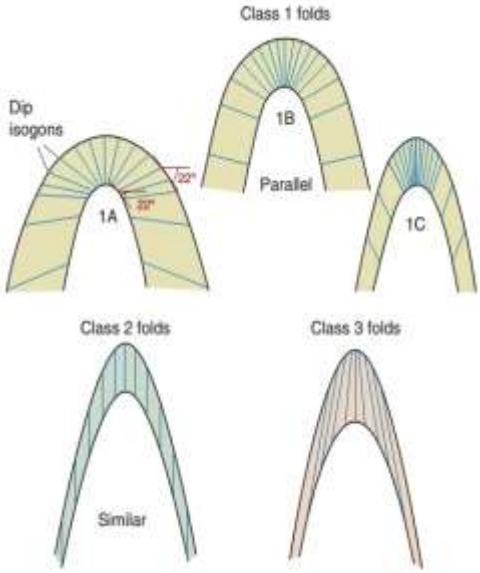
تصنيف الطيّات وفقاً لوضعية المستوي المحوري:

نمط الطية (محدب أو مقعر)	زاوية ميل المستوي المحوري	ميل الجناحين
طيّات متناظرة (قائمة) *parallel*	قائمة	متساويا الزاوية متعاكسا الاتجاه
طيّات غير متناظرة (مائلة)	كبيرة	مختلفا الزاوية متعاكسا الاتجاه
طيّات مقلوبة *overturned*	صغيرة إلى متوسطة	يميلان باتجاه واحد، أحدهما مقلوب
مستلقية*Recumbent*	صفر	أفقيان

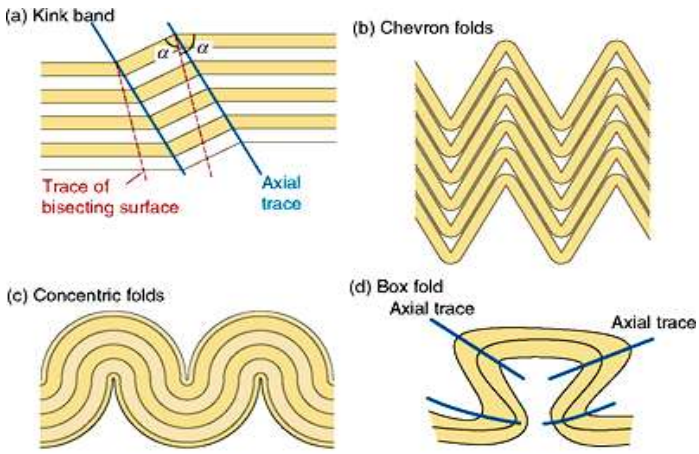


تصنيف الطيّات وفقاً لوضعية الأجنحة :

طيّات صندوقية.
طيّات مروحية
طيّات متماثلة الميل.
طيّات عادية

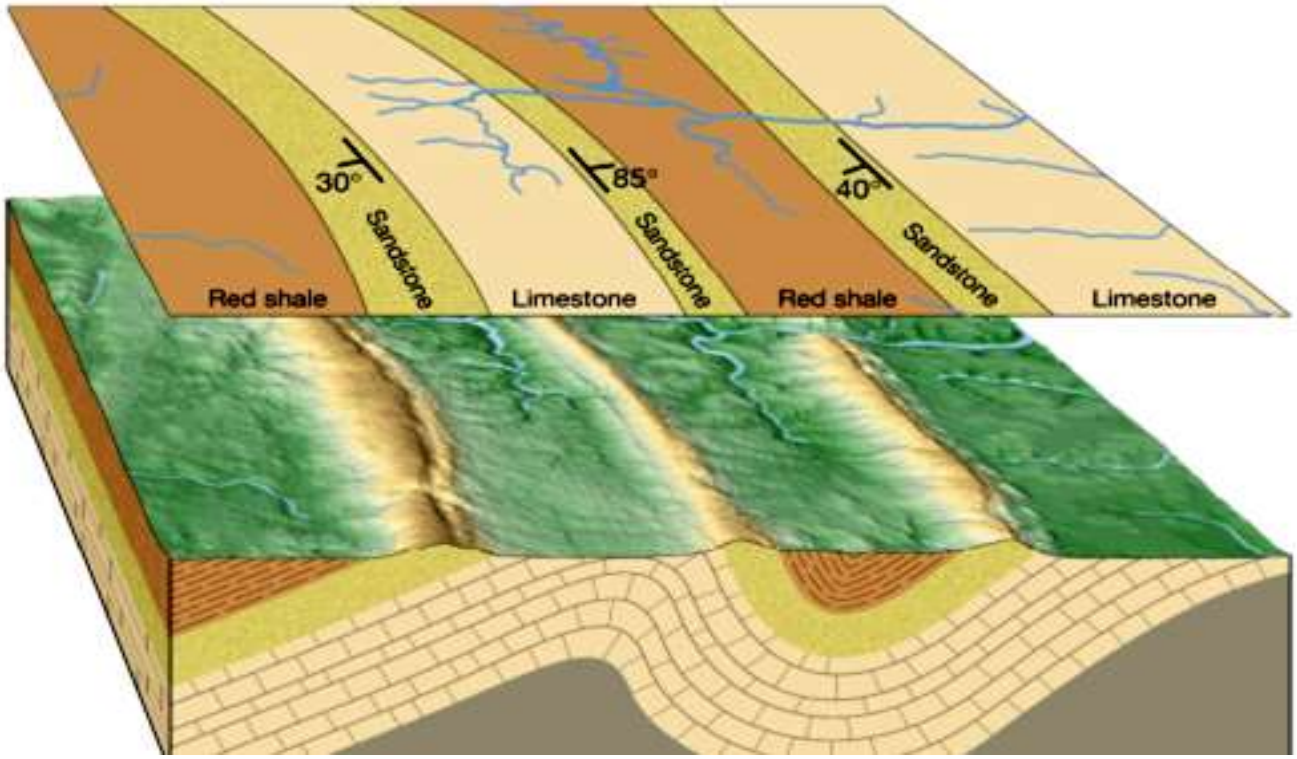


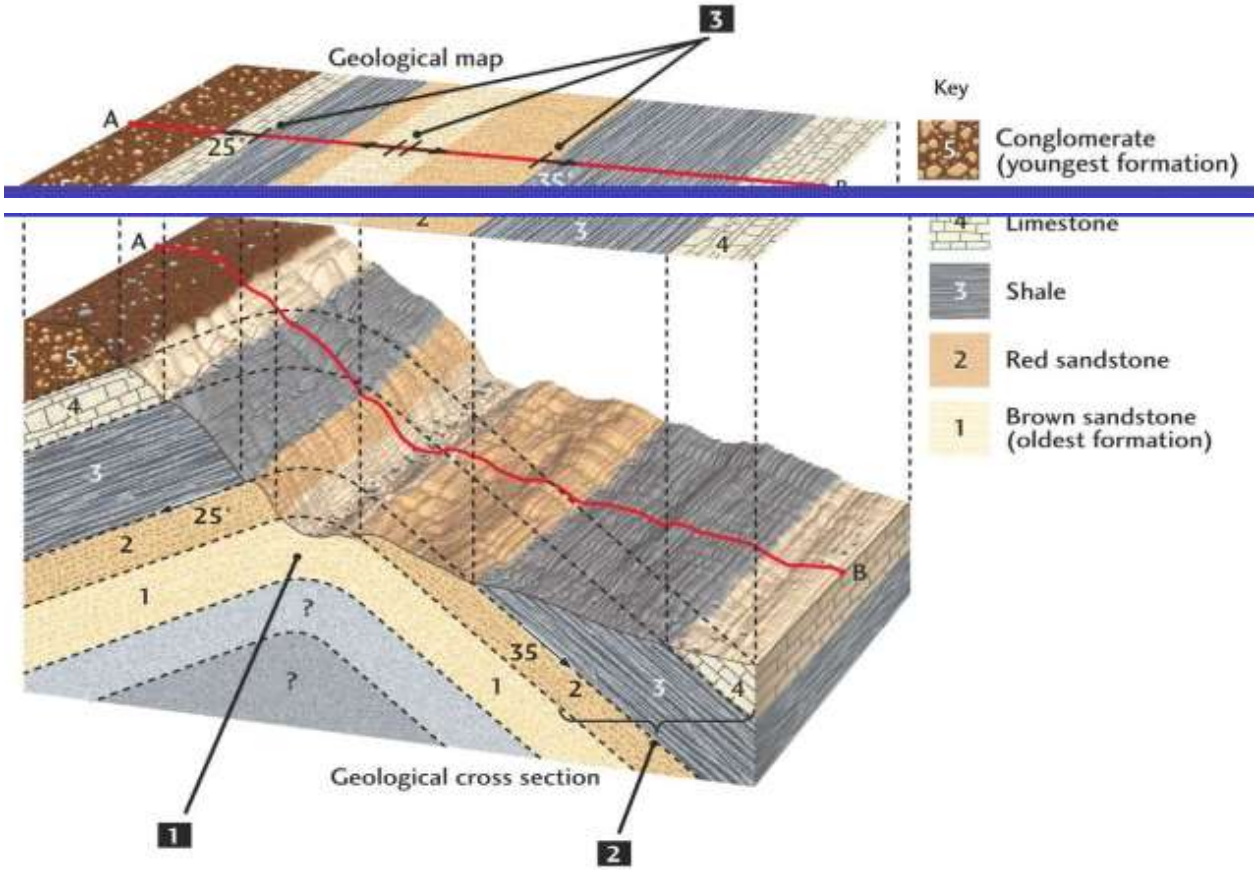
كيف تبدو الطبقات المطوية



كيف تبدو الطبقات المطوية

الطيات المحدبة- الطيات المقعرة- الطيات المتماثلة-الطيات غير المتماثلة


30°
Sandstone
85°
Sandstone
40°
Sandstone
Red shale
Limestone
Red shale
Limestone



مظهر الطية في الخريطة وفي لمقطع

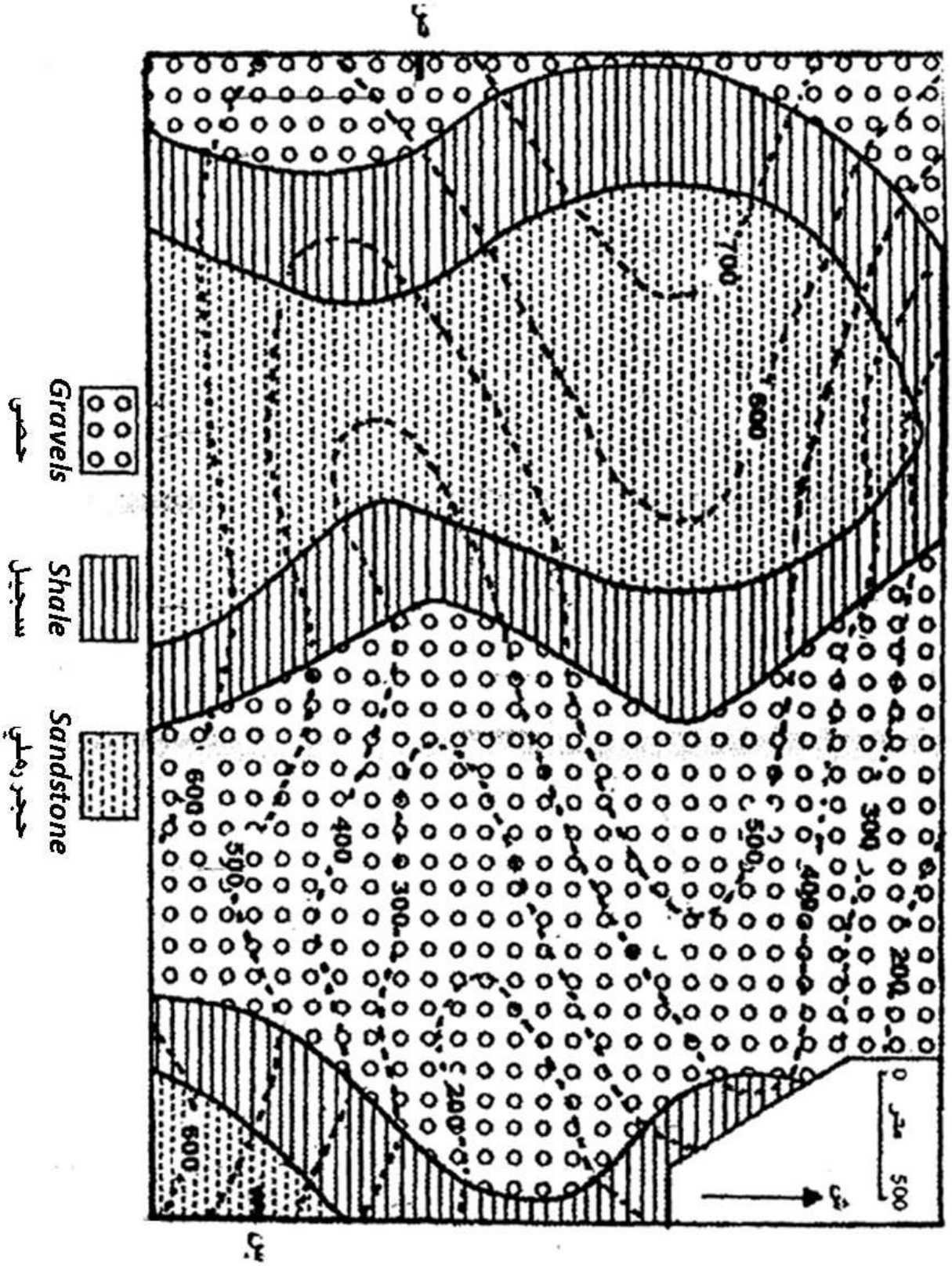
تمرين 2

تظهر الخريطة الآتية مكاشف مجموعة تشكيلات صخرية تعرضت لطي:

المطلوب:

1. ارسم خطوط المضرب وحدد قيمة واتجاه ميل أجنحة الطي.
2. ارسم على الخريطة مواقع محاور الطي
3. ارسم مقطعاً جيولوجياً على امتداد (س- ص).

تمرین 2


Gravels
حصی
Shale
سنجیل
Sandstone
حجر رملی
700
600
500
400
300
200
0
متر
500

الجلسة الرابعة
الطيات

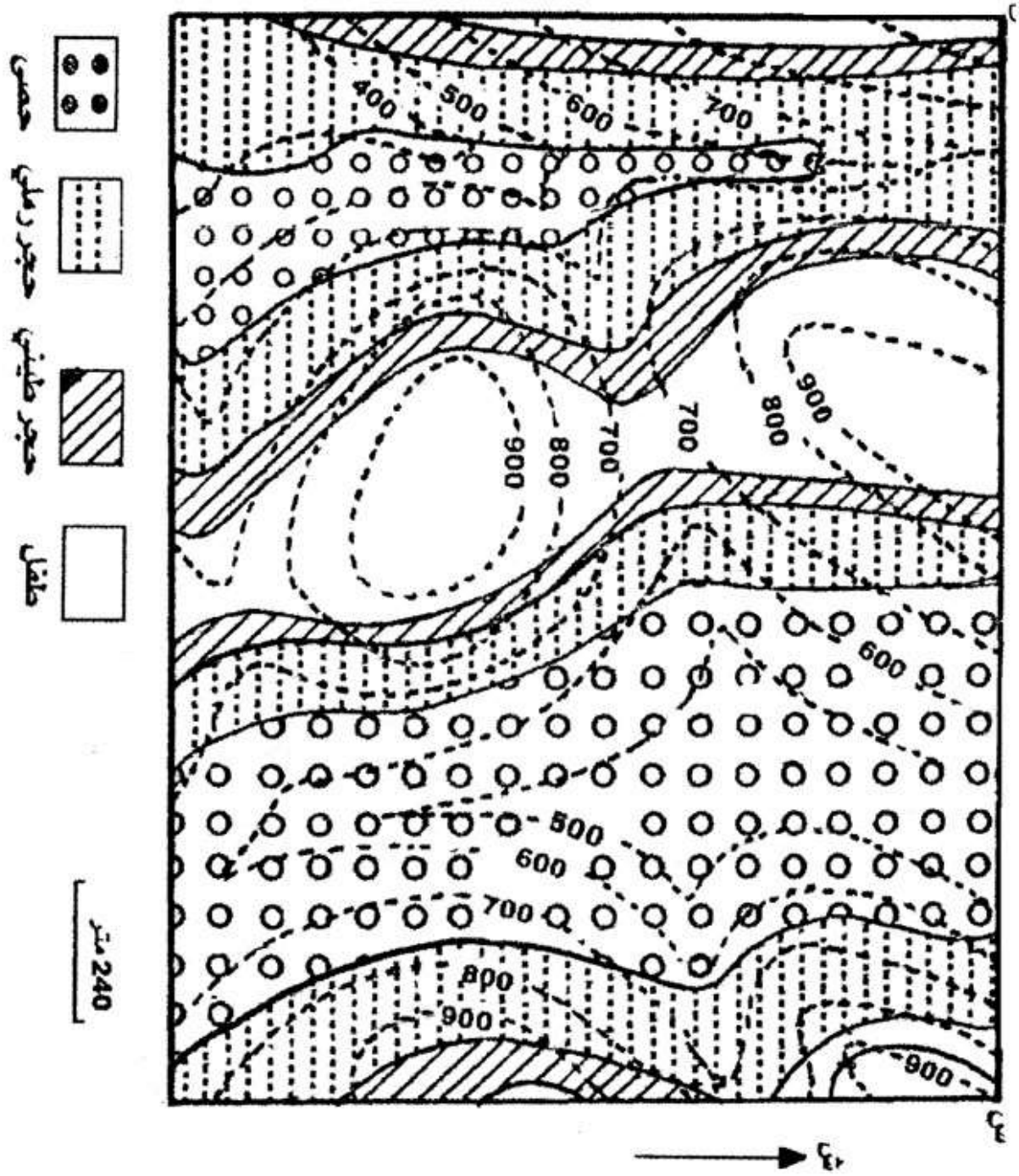
تمرين 3

تظهر الخريطة الآتية مكاشف مجموعة تشكيلات صخرية تعرضت لطي:

المطلوب:

1. ارسم خطوط المضرب وحدد قيمة واتجاه ميل أجنحة الطي.
2. ارسم على الخريطة مواقع محاور الطي.
3. ارسم مقطعاً جيولوجياً على امتداد (س-ص)

تمرین 3



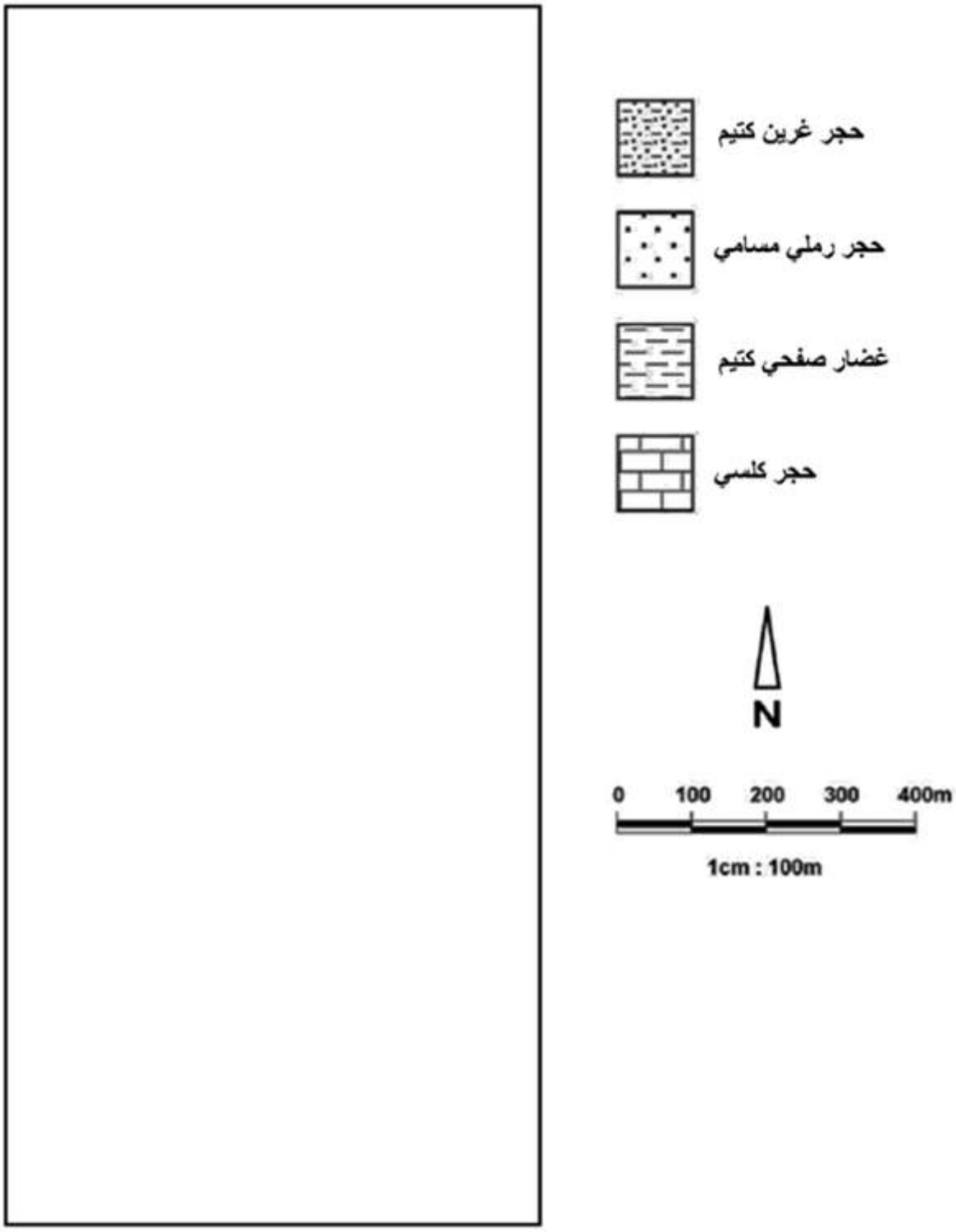
الجلسة الخامسة

وضع خريطة ومقطع تحت سطحي وتحديد موقع بئر نفط محتمل عليه

يُعتقد بوجود خزان بترولي في منطقة مستوية طبوغرافياً، بدأ فريق المسح بالسير فيها من النقطة "X" من الجنوب باتجاه الشمال، ولاحظ أن خطوط مضارب جميع الطبقات المتكشفة الآتية متوازية و تنتظم شرق- غرب الآتية:
من النقطة "X" حتى مسافة 150 متر: حجر غرين كتيم يميل 60° نحو الشمال.
من مسافة 150 متر حتى مسافة 310 متر: حجر رملي مسامي يميل 60° نحو الشمال، مع تسرّب بترولي على امتداد سطوح التطبق والفواصل.
من مسافة 310 متر حتى مسافة 450 متر: غضار صفحي كتيم يميل 60° نحو الشمال.
من مسافة 450 متر حتى مسافة 900 متر: حجر كلسي يميل 60° نحو الشمال عند النقطة 450 متر، ويتغير ميله ليصبح 45° نحو الجنوب عند النقطة 900 متر.
من مسافة 900 متر حتى مسافة 1200 متر: غضار صفحي كتيم يميل 45° نحو الجنوب عند النقطة 900 متر، ويتغيّر ميله ليصبح 30° نحو الشمال عند النقطة 1200 متر.
من مسافة 1200 متر حتى مسافة 1500 متر: حجر كلسي يميل 30° نحو الشمال.
انتهى الفريق المسح في النقطة "Y"التي تبعد عن نقطة البدء "X" مسافة 1500 متر

المطلوب:

1. وضع دليل ملوّن للخريطة كالآتي: حجر غرين (أخضر)، حجر رملي (أصفر)، غضار صفحي (أحمر)، حجر كلسي (أزرق).
2. رسم مقياس للخريطة ((1 سم = 100 متر))، ورسم سهم شمال الخريطة
3. رسم خريطة تظهر التوزّع السطحي لأنواع الصخور باستخدام المقياس المذكور أعلاه اعتباراً من النقطة "X".
4. رسم مقطعٍ جيولوجيٍّ من X جنوباً (يسار) إلى Y شمالاً (يمين) يظهر البنى تحت السطحية للطبقات حتى عمق 500 متر.
5. تحديد موقع بئر بترولي استكشافي B على المقطع وعلى الخريطة موضحاً سبب تحديدك.
6. كتابة التاريخ الجيولوجي للمنطقة.


حجر غرين كتيم
حجر رملي مسامي
غضار صفحي كتيم
حجر كلسي
N
0 100 200 300 400m
1cm : 100m

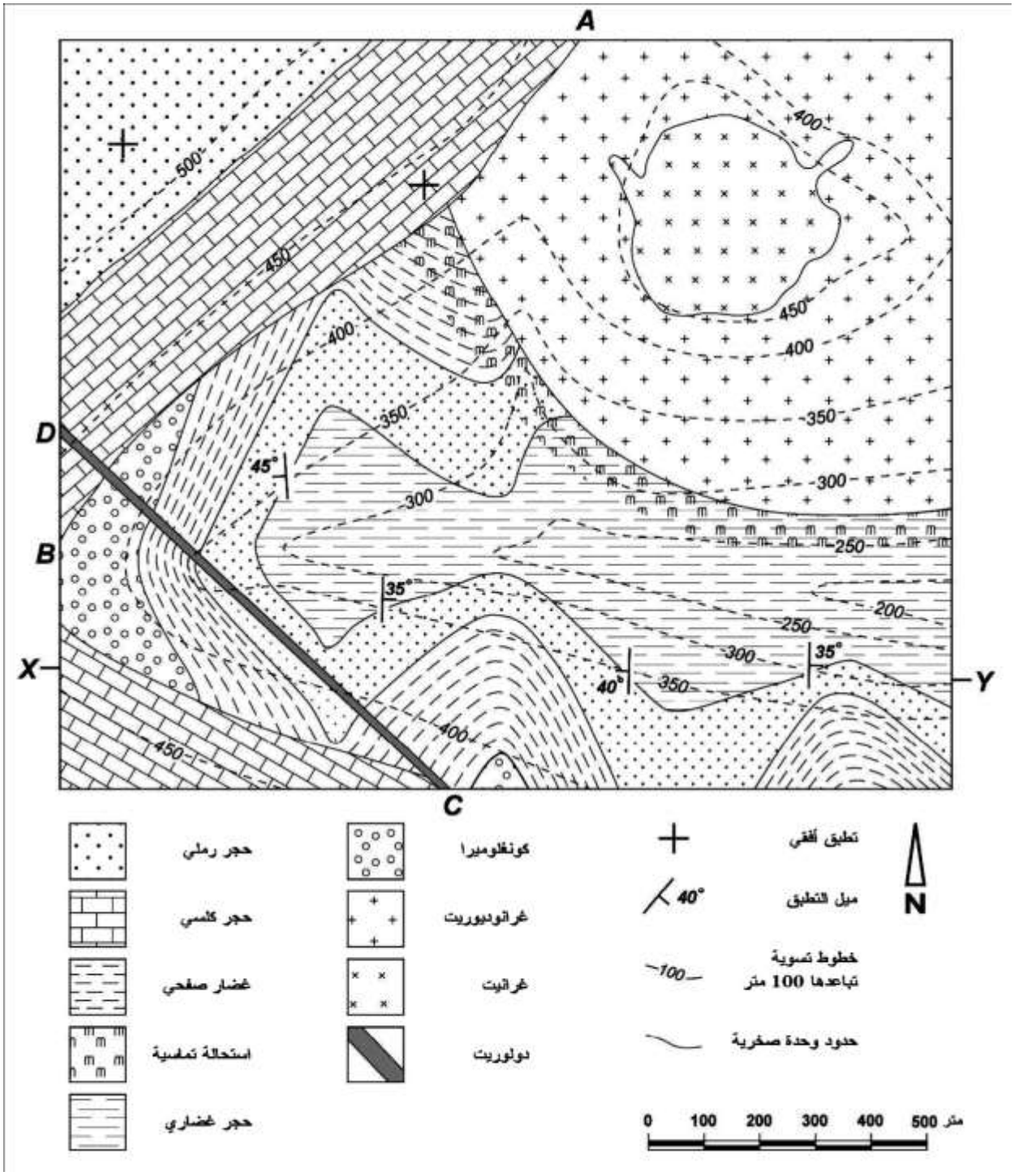
تمرين 4

الجلسة السادسة

وضع خريطة ومقطع للبنى تحت السطح

يظهر على الخريطة الآتية مكاشف عدد من الطبقات الرسوبية وكتل وجدار من صخور نارية متنوعة
المطلوب:

1. ارسم مقطعاً جيولوجياً من X إلى Y باستخدام مقياس 1 سم = 100 متر وارسم الحدود الجيولوجيّة حتى عمق سطح البحر.
2. رتب التتابع الصخري وفق عمود طبقي من الأحدث (في الأعلى) إلى الأقدم (في الأسفل).
3. قدر ثخانة الغضار الصفحي (شيل).
4. اشرح بإيجاز التاريخ الجيولوجي للمنطقة.


A
B
C
D
X
Y
500
450
400
350
300
250
200
45°
35°
40°
حجر رملي
حجر كلسي
غضار صفحي
استحالة تماسية
حجر غضاري
كونغلوميرا
غرانوديوريت
غرانيت
دولوريت
تطبيق أفقي
ميل التطبق
خطوط تسوية
تباعدها 100 متر
حدود وحدة صخرية
N
0 100 200 300 400 500 متر

تمرين 5

الجلسة السابعة
الفوالق

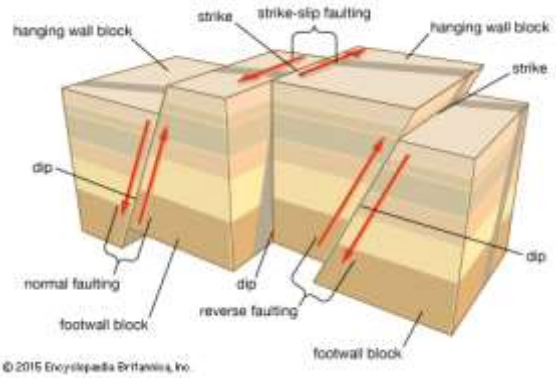
هدف الجلسة:

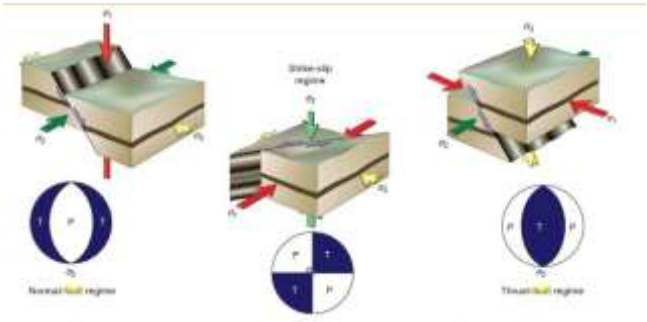
1. مراجعة سريعة للفوالق وأنواعها
2. الفوالق في الخريطة.
3. حساب مركبة الإزاحة الشاقولية للفالق على الخريطة

الفالق: كسر أو نطاق كسور في الطبقات الصخرية مصحوب بانزلاق جانب من الطبقات المتصدعة على امتداد سطحه بالنسبة للجانب الآخر.

أنواع الفوالق:

1. فوالق عادية
2. فوالق عكسية
3. فوالق انزلاق جانبي
4. فوالق سلمية





عناصر الفالق

1. سطح (مستوي) الفالق:
2. اتجاه الفالق
3. ميل الفالق
4. كتلتا (جناحا) الفالق
5. رمية الفالق: المسافة بين سوية علام معين في الجانب المنزلق إلى نظيره في الجانب الآخر.

ويمكن تمييز

1. انزلاق حقيقي
2. انزلاق شاقولي (عمودي)
3. انزلاق أفقي
4. انزلاق طبقي

أثر أو مكشف الفالق

هو تقاطع سطح (مستوي) الفالق مع سطح الأرض

تحديد اتجاه الفالق وحساب زاوية ميله

ترسم خطوط مضرب سطح الفالق، بنفس طريقة تحديد اتجاه ميل الطبقات المائلة، ويحدد اتجاه ميله وتحسب زاوية ميله.

حساب الرمية الشاقولية للفالق

من الفرق بين قيمتي خط المضرب الواحد على كتلتي (جانبي) الفالق

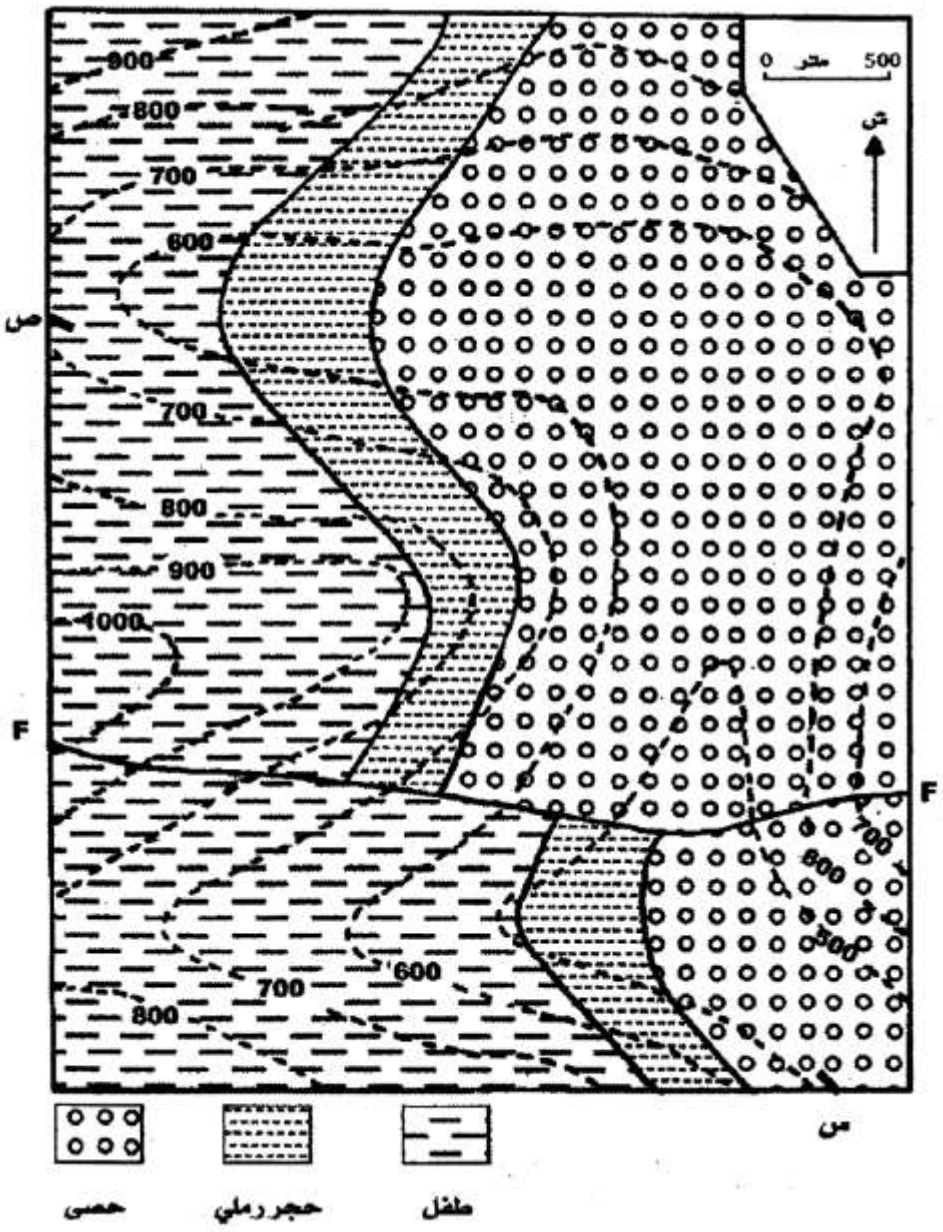
يظهر على الخريطة الآتية مكشف لثلاث طبقات صخرية مائلة تصدعت بفالق (F-F)

المطلوب:

ارسم خطوط مضرب هذه الطبقة وحدد اتجاه ميلها ومقداره.

احسب قيمة الإزاحة الشاقولية للفالق ثم حدد اتجاه ميله ونوعه.

ارسم مقطعاً جيولوجياً مابين (س-ص).



تمرين 6

الجلسة الثامنة
الفوالق

هدف الجلسة:

1. تحديد دقيق لمكان فالق عادي على الخريطة
2. بناء دقيق لأثر الرميتين العليا والدنيا لفالق على خريطة بنيوية تحت سطحية
3. اسقاط صحيح لخطوط المناسيب البنيوية عبر الفالق اعتمادا على بيانات قطع الفالق المأخوذة من المجسات البئرية أو من المعطيات السيسمية.
4. حساب قيمة الرمية الرأسية.
5. تفسير البنية تحت السطحية التي حصلنا عليها واحتمال أهميتها البترولية.

الرمية الشاقولية (الرأسية): هي المركبة الشاقولية (الرأسية) للانزلاق وفق الميل وهي الفرق بين العمق الشاقولي (الرأسي) لمكان تقاطع الفالق مع خط أو سطح.

الرمية الأفقية: هي المسافة الأفقية عبر ثغرة الفالق من أثر الكتلة الصاعدة إلى أثر الكتلة الهابطة مقيسة بشكل عمودي على مضرب (اتجاه) الفالق

الفاصل الشاقولي (الرأسي): هي المركبة الشاقولية (الرأسية) لانزياح الطبقة

قطع الفالق: الثخانة الشاقولية الراسية للقطع الطبقي المفقود أو المكرر في البئر كمتجه للفالق العادي أو العكسي.

الانزلاق: مصطلح يدل على الإزاحة النسبية الحقيقية للفالق ويقاس من خلال المسافة وفق مستوي الفالق بين نقطتين.

الانفصال: مصطلح يدل على الإزاحة النسبية الظاهرية بين نقطتين كانت متجاورتين.

أثر الفالق: الخط الناتج عن تقاطع سطح الفالق مع سطح بنيوي.

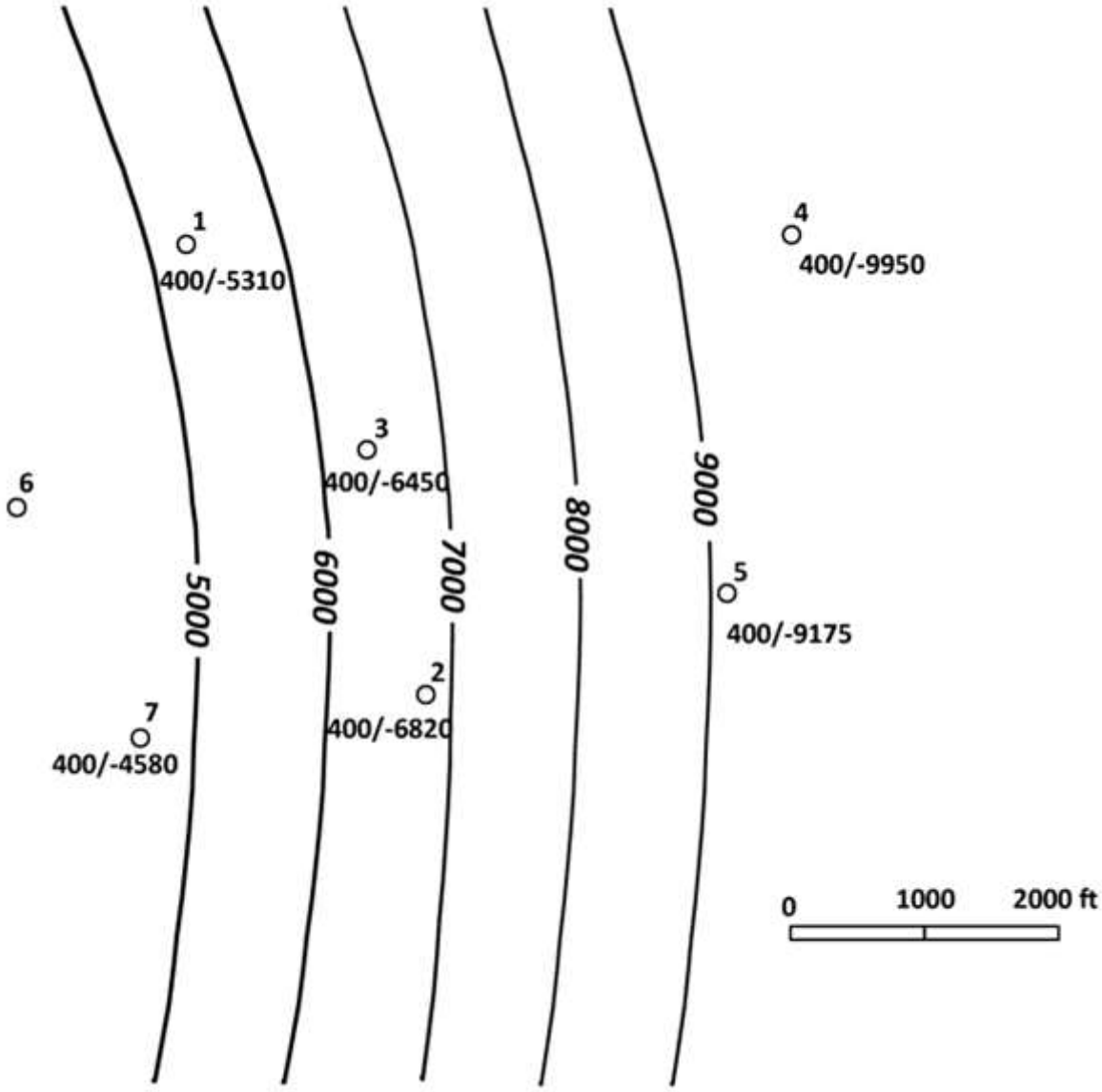
حساب مقدار الرمية الشاقولية (الرأسية) (رمية الفالق):
مباشرة على الخريطة البنيوية
رمية الفالق = ارتفاع نقطة على الكتلة (الجانب) الهابطة - ارتفاع نقطة على الكتلة (الجانب) الصاعدة.
ميل الطبقة: θ
ميل الفالق: α
AE/AC = الرمية الشاقولية (الرأسية) (رمية الفالق)
$AE/AC = (\tan\theta / \tan\alpha) - 1)$

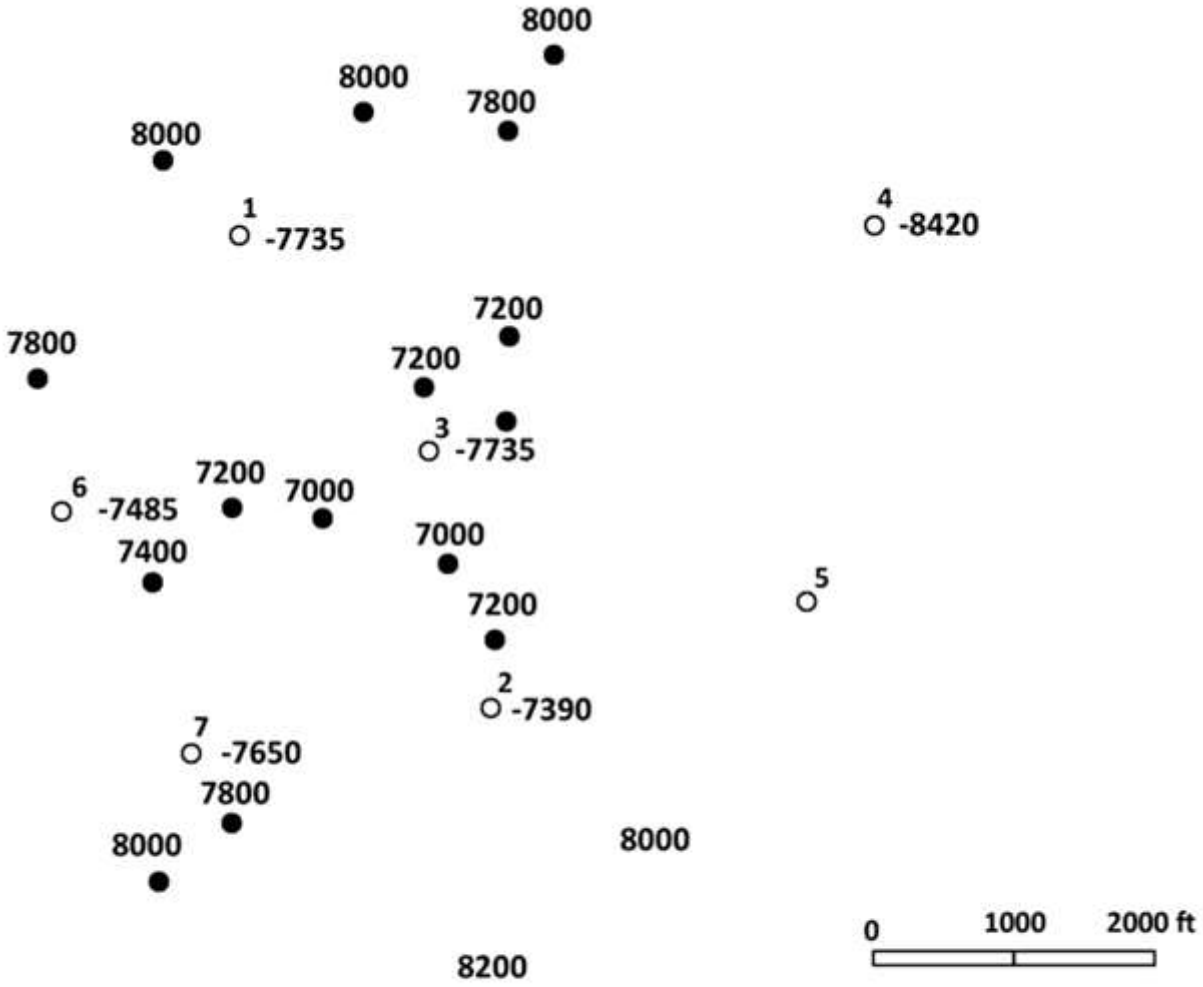
تمرين 7

يبين الشكل خريطة سطح أحد الفوالق العادية اعتماداً على بيانات الفالق المستمدة من قياسات بئرية، بينما يبين الشكل رقم (2) مواقع الآبار وأعماق اختراق تشكيلة صخرية رملية اخترقها الفالق مع العلم أن جميع الآبار باستثناء البئرين (4 و 5) تقع في الكتلة الصاعدة من الفالق.

المطلوب:

1. ارسم الخريطة البنيوية للكتلة الصاعدة.
2. ارسم أثر الرمية العليا للفالق.
3. أكمل رسم الخريطة البنيوية لسطح الطبقة الرملية.
4. ارسم تقاطع سطح الفالق مع الكتلة الهابطة Downthrown Fault Surface ، مع العلم أن معطيات الآبار تشير إلى أن الفاصل الشاقولي (الرأسي) بين أثر تقاطع سطح الفالق مع الكتلتين الصاعدة و الهابطة يساوي 400 قدم.
5. احسب مقدار الرمية الشاقولية (الرأسية)


1
400/-5310
2
400/-6820
3
400/-6450
4
400/-9950
5
400/-9175
6
7
400/-4580
5000
6000
7000
8000
9000
0
1000
2000 ft


8000
8000
7800
8000
1
-7735
4
-8420
7200
7800
7200
3
-7735
6
-7485
7200
7000
7000
7400
5
7200
2
-7390
7
-7650
7800
8000
8000
8200
0
1000
2000 ft

الجلسة التاسعة
الفوالق

هدف الجلسة:

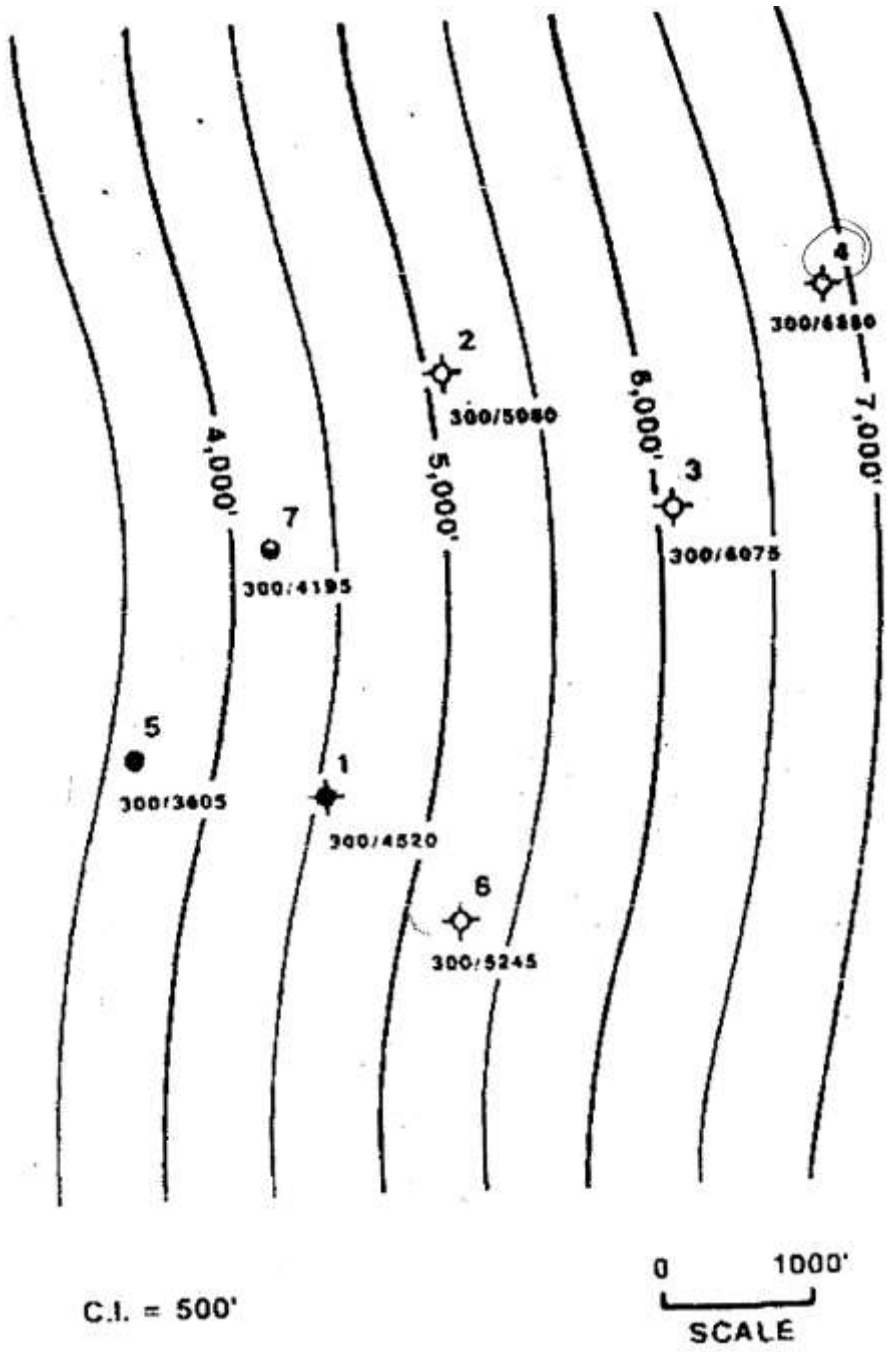
1. تحديد دقيق لأثر الرميتين العليا والدنيا لفالق عكسي على خريطة بنيوية تحت سطحية
2. اسقاط صحيح لخطوط المناسيب البنيوية عبر الفالق اعتمادا على بيانات قطع الفالق المأخوذة من القياسات البئرية أو من المعطيات السيسمية.
3. حساب قيمة الرمية الرأسية.
4. تفسير البنية تحت السطحية التي حصلنا عليها و احتمال أهميتها البترولية.

تمرين 8

يبين الشكل رقم (1) الآتي خريطة سطح أحد الفوالق العكسية اعتماداً على بيانات الفالق المستمدة من قياسات بئرية ، بينما يبين الشكل رقم (2) مواقع الآبار ونقاط مناسيب وأعماق اختراق سطح تشكيلة صخرية رملية اخترقها الفالق. وقد بينت نتائج الدراسات وجود فالق عكسي ضرب أحد التشكيلات المنتجة كما بينت أن الآبار (2 و 3 و 4 و 6) قد حفرت في الكتلة الهابطة وأن البئران (5 و 7) قد اخترقا الكتلة الصاعدة بينما وقع البئر (1) في منطقة التراكب. مع العلم أن الفاصل الشاقولي (الرأسي) الذي سببه الفالق قد بلغ 300 م.

المطلوب :

1. ارسم الخريطة البنيوية للكتلة الصاعدة.
2. ارسم أثر الرميتين العليا والسفلى للفالق.


4
300/6880
2
300/5080
4,000'
5,000'
6,000'
7,000'
3
300/6075
7
300/4195
5
300/3605
1
300/4520
6
300/5245
C.I. = 500'
0
1000'
SCALE

الشكل رقم (1)

3600
3600
3600
4000
3800
4000
4
4450
2
4275
4000
4800
4000
4800
3
4960
4400
7
4720
4800
5200
4600
5400
5200
5400
4000
5
4345
4460
O1
4760
5200
4540
6
4000
3600
5400
4000
4600
4400
0
1000

الشكل رقم (2)

الجلسة العاشرة
مكامن الحافة المائية

هدف الجلسة

1. التعرف على بعض مصطلحات الثخانات المهمة الميتدمة فب الدراسات البترولية وتمييزها عن بعض.
2. تعلم كيفية رسم خرائط الإيزوكور لمكامن الحافة أو القاعدة (أو الإسفين) المائية (طريقة وورتون Wharton) Method)
3. تعلم كيفية رسم خرائط الإيزوكور العطاء الصافي Net Bay Map

مكامن الحافة أو القاعدة (أو الإسفين) المائية

تظهر على الخريطة الجيولوجية في الجزء المملوء بالبترول من الخزان وفي هذه الحالة تساوي منطقة العطاء الصافي الصخري فوق مستوي التماس نفط/ماء.

خرائط الإيزوكور والأيزوباك

1. **خرائط الإيزوكور خرائط تحدد** الثخانة الشاقولية الحقيقية لمجال طبقي.
2. **خرائط الإيزوباك خرائط تحدد** الثخانة الطبقية الحقيقية لمجال طبقي.

استخدامات خرائط الإيزوكور والأيزوباك في الصناعة النفطية:

1. تحديد بيئات الترسيب.
2. حساب الاحتياط البترولي.
3. تحديد مواقع الآبار.

متطلبات إنشاء خريطة أيزوكور العطاء الصافي؟

1. خريطة بنيوية لسطح الخزان.
2. قيم العطاء الصافي لكل بئر في المكمن.
3. معرفة عمق تماس النفط مع الماء في كل بئر.

الخطوات المتتابعة لإنشاء خريطة أيزوكور العطاء الصافي؟

1. رسم خريطة بنيوية لسطح الخزان.
2. تحديد مواقع الآبار على ورق كالك واعتبارها من الآن فصاعداً خريطة أساس.
3. كتابة قيم العطاء الصافي لكل بئر على موقعه في خريطة الأساس.
4. وضع خريطة الأيزوكور (الأساس) فوق الخريطة البنيوية المسامية لسطح الخزان ونرسم الحد الخارجي لجزء الخزان.
5. رسم خطوط الكنتور لخريطة أيزوكور العطاء الصافي ضمن المنطقة المحددة بخط كنتور صفر.

المعلومات الضرورية لإنشاء خريطة أيزوكور الهيدروكربون الصافي في حالة مكامن الحافة المائية .

1. خريطة بنيوية لأعلى المسامية في الوحدة المنتجة.
2. خريطة بنيوية لقاعدة المسامية في الوحدة المنتجة.
3. خريطة أيزوكور للرمال (Net Sand Isochore Map) ذات مجال خطوط كنتورية مكافئ لذاك الذي سنستخدمه في خريطة العطاء الصافي.
4. قيم العطاء الصافي للآبار المتوفرة.
5. عمق سطح تماس الموائع (نفط-ماء غاز-ماء غاز-نفط).

تمرين 9

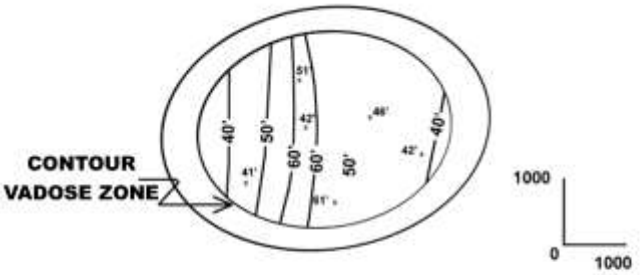
إجراءات إنشاء خريطة الأيزوكور للخزان ذي الطور الهيدروكربوني الواحد في حالة مكامن الحافة المائية، مع افتراض أن الصخر هو حجر رملي وأن الهيدروكربون هو نفط.

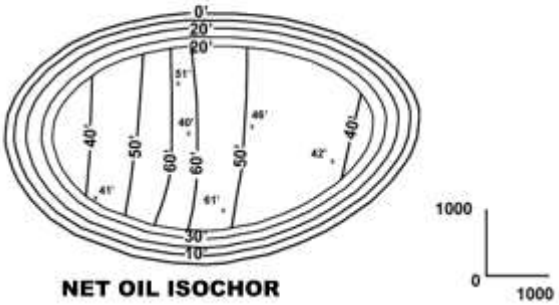
1. نبدأ من خريطة أساس موقع عليها كافة الآبار.
2. نضع خريطة الأساس فوق الخريطة البنيوية لقمة الوحدة المنتجة (قمة المسامية)، ونرسم الحد الخارجي للخزان المنتج وهو يمثّل خط الكنتور صفر، ومن هذه النقطة فصاعداً سنعتبر خريطة الأساس هي خريطة النفط الصافي (Net Oil map).
3. نضع خريطة الأساس فوق الخريطة البنيوية لقاعدة الوحدة المنتجة (قاعدة المسامية) ونرسم خط التماس ماء/ نفط على خريطة الأساس مستخدمين خطوطاً متقطعة تمثل الحد الداخلي للماء في الخزان. يملأ النفط الوحدة المنتجة ضمن هذه الخطوط المتقطعة، ويشار إلى هذه المنطقة بمنطقة الثخانة الكاملة (Full Thcickness Area) . يمثل تقاطع التماس ماء/ نفط مع سطح وقاعدة الوحدة الخارجية الحدود الخارجية لما يسمى منطقة الإسفين أو الوتد (Wedge Zone).
4. نكتب قيم العطاء الصافي لكل الآبار داخل المكمن، متعقبين قيم الثخانة الشاقولية (الرأسية) الصحيحة على خريطة أيزوكور العطاء النفطي الصافي.
5. كل الرمال داخل منطقة الثخانة الكاملة مملوءة بالنفط، لذلك فإن ثخانة منطقة النفط الصافي (Net Oil) تساوي ثخانة الرمل الصافي، لذلك فإنه لرسم خطوط كنتور منطقة الثخانة الكاملة نضع خريطة أيزوكور النفط الصافي فوق خريطة أيزوكور الرمل الصافي ونتتبع خطوط الكنتور داخل منطقة الخطوط المتقطعة.
6. الخطوة التالية هي رسم خطوط كنتور الإسفين النفطي.

ومنطقة هذا الإسفين هي المنطقة الواقعة بين منطقتي تماس النفط/الماء في قمة التشكيلة وقاعدتها. وهنا يعلو الإسفين النفطي الإسفين المائي.

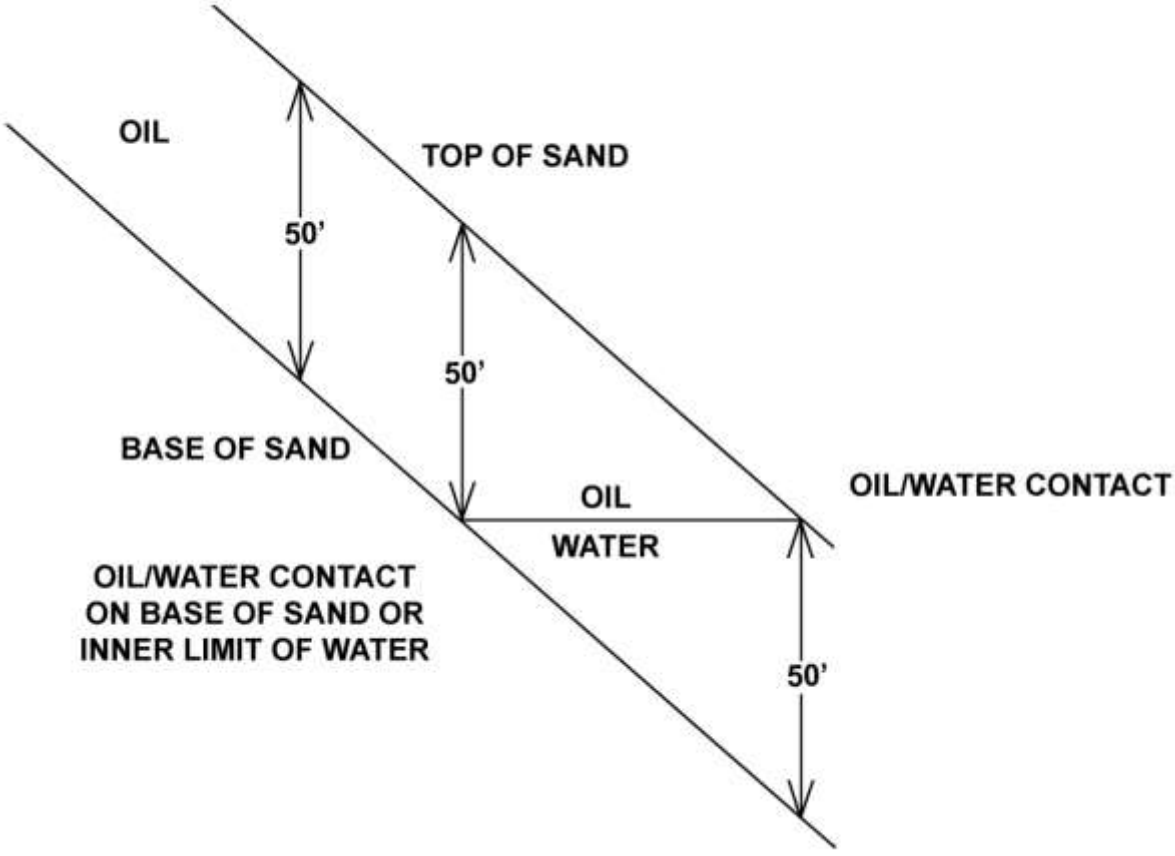
لماذا يجب أن تغير خطوط الكنتور اتجاهها بشكل حاد في الحد الداخلي للماء في خريطة أيزوكور العطاء الصافي للنفط بدلاً من أن تستمر إلى منطقة الإسفين؟

الخطوة التالية هي رسم خطوط كنتور الإسفين النفطي.
ومنطقة هذا الإسفين هي المنطقة الواقعة بين منطقتي تماس النفط/الماء في قمة التشكيلة وقاعدتها. وهنا يعلو الإسفين النفطي الإسفين المائي.





NET OIL ISOCHOR



الجلسة الحادية عشرة
مكامن الحافة المائية

هدف الجلسة

1. التعرف على بعض مصطلحات الثخانات الهامة المستخدمة في الصناعة البترولية وتمييزها عن بعض
2. تعلم كيفية رسم خرائط الأيزوكور لمكامن القاعدة المائية.

تمرين 10

حُفر في أحد الحقول البترولية خمسة آبار اخترقت جميعها تشكيلة رملية خازنة منتجة للنفط والغاز. يوضح الشكل المرفق مواقع هذه الآبار بالإضافة إلى أعماق هذه التشكيلة في عدة مواقع. كما يوضح الجدول المرفق قيم العطاء الصافي (Net Pay) لهذه الآبار. وقد بينت دراسة المنطقة أن سطح التماس غاز - نفط يقع على عمق (3000) متر وأن سطح التماس نفط - ماء يقع على عمق (3200) متر

المطلوب:

1. رسم خريطة بنيوية لسطح التشكيلة الرملية.
2. توضيح سطحي التماس غاز -نفط GOC وماء – نفط OWC على الخريطة البنيوية.
3. رسم خريط الأيزوكور للعطاء الصافي(net Pay Isochore Map) بمجال كنتوري قدره (25 m).

رسم مقطع (س-ص) موضحاً

رقم البئر	العطاء الصافي
1	50
2	150
3	310
4	240
5	300
1	50