الجامعة السورية الخاصة

كلية هندسة البترول

عملي الجيولوجيا البنيويّة

لطلاب المستوى الثالث

م. ج. يوسف رضوان

Youssef

الجلسات

الجلسة الأولى: العناصر التكتونية
الجلسة الثانية: الأوضاع الفراغية المختلفة للطبقات
الجلسة الثالثة: الأوضاع الفراغية المختلفة للطبقات
الجلسة الرابعة: تحديد الوضع الفراغي لطبقة من خلال معطيات الآبار لثلاث نقاط تقع على سطحها
الجلسة الخامسة: تحديد الأوضاع الفراغية المختلفة للطبقات من خلال معطيات الآبار
الجلسة السادسة: البوصلة الجيولوجية وكيفية القياس بها
الجلسة السابعة: التدرب على قياس سطوح وعلى قياس خطوط باستخدام بوصلة سيلفا
الجلسة الثامنة: الميل الحقيقي والميل الظاهري
الجلسة التاسعة: الثخانة الحقيقية والثخانة الظاهرية
الجلسة العاشرة: العمق
الجلسة الحادية عشرة: الأوضاع الفراغية للطيات وإنشاء الطيات المتوازية
الجلسة الثانية عشرة: الصدوع (الفوالق)
الجلسة الثالثة عشرة: الشقوق ووردة المضرب (الاتجاه)

رمز المقرر: PE3107
مدة **جلسات العملي:** ساعتان أكاديميتان أسبوعياً
درجة العملي: 25 (اختبار أول:5، اختبار ثاني 5، نشاط 5، امتحان نهائي 10)
طريقة الاختبارات والامتحان: مسائل، وأسئلة سردية

مراجع:

1. دركل، عبد الناصر، الجيولوجيا البنيوية (2)، منشورات جامعة دمشق، 1995.
2. بايرلي، مظهر و دركل، عبد الناصر، الجيولوجيا البنيوية، "الجزء العملي"، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعيّة، جامعة تشرين، 2000.
1. Coe, A. L., Angles T. W. Rothery, D. A. and Spicer R. A., 2010. Geological Field Techniques, Blackwell Publications Ltd.
2. Fossen, H., 2016. Structural Geology, 2nd edition, Cambridge University Press.
3. Hobbs, B. E., Means, W. D. and Williams. 1976. An Outline of Structural Geology, John Willy & Sons, Inc.
4. Ragan, D. M., 2009. Structural Geology, 4th edition, Cambridge University Press.
5. Suppe, J, 2005. Principles of Structural Geology, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs New Jersey 07632.

Youssef Radwan

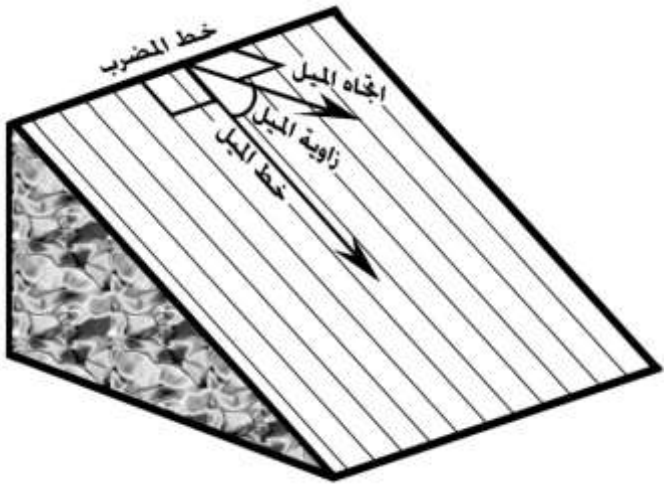
الجلسة الأولى
العناصر البنيوية
Structural Features

يتم وصف البنيات والأجسام الجيولوجية وتحديدها، من خلال تحديد الوضع الفراغي لعناصرها المستوية والخطية **planar & linear features** وأهم العناصر المستوية هي سطوح الطبقات وسطوح اللاتوافق والفوالق (الصدوع) والشقوق الممكن قياسها فى الحقل، وأما العناصر الخطية فأهمها محاور الطيات والخدوش التي تلاحظ على الصدوع.

1-1 - وضعية العناصر المستوية في الفراغ planar features in space:

تحدد العناصر المستوية في الفراغ بصورة رئيسة من خلال مستقيمين متعامدين واقعين على سطح كل عنصر هما خط المضرب (الاتجاه) وخط الميل.

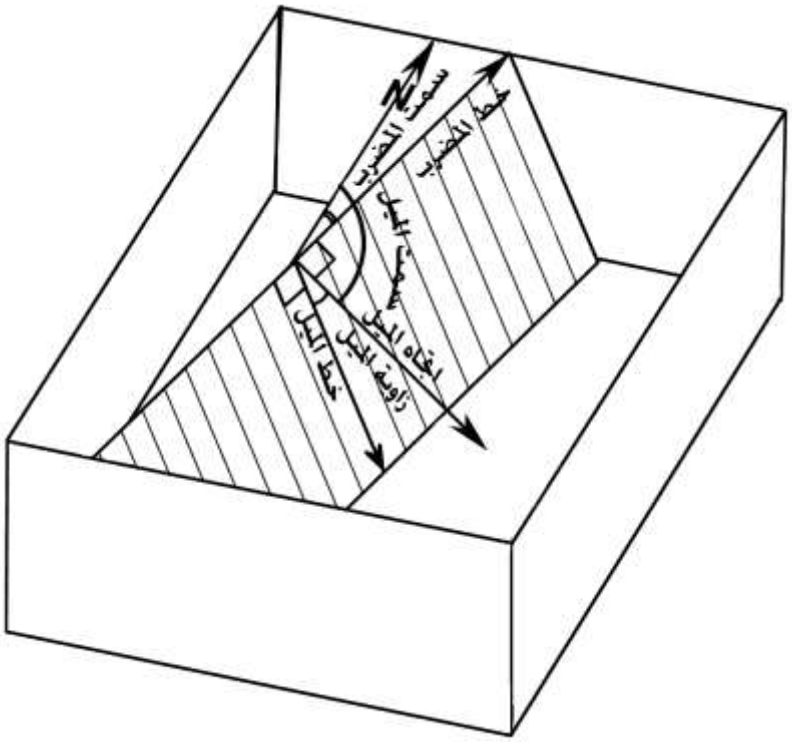
1-1-1- خط المضرب (الاتجاه) strike line: مستقيم ناتج عن تقاطع سطح عنصرٍ مستوٍ مائلٍ (سطح طبقة أو صدع أو شق) مع مستوٍ أفقي، فهو بالتالي مستقيم وهمي يصل بين نقطتين (أو نقاط) واقعة على سطح العنصر المستوي المدروس، لهما نفس البعد الشاقولي عن سطح البحر (ارتفاعا أو انخفاضا) أو عن أيّ سطحٍ مرجعيٍّ آخر (شكل 1-1).



شكل 1-1: خط المضرب (الاتجاه)، خط الميل، اتجاه الميل وزاوية ميل عنصر مستوي في الأبعاد الثلاثة.

1-1-2- خط الميل dip line: خط مستقيم يعامد خط المضرب (الاتجاه) ويقع على سطح العنصر المستوي المائل ويدعى خط الميل الأعظمي لأنه يعبر عن أكبر قيمة لميل العنصر السطحي المائل، فإن لم يكن معامداً لخط المضرب (الاتجاه) فسيعبّر عن خط ميل ظاهري. وتعتبر علاقة خط المضرب (الاتجاه) بخط الميل مع الشمال المغنطيسي ومع سطح الأفق، أساس وضع المصطلحات الثلاث الآتية التي تحدد وضعية العناصر المستوية في الفراغ (شكل 1-1 و 1-2):

1-1-3- سمت المضرب (الاتجاه) strike azimuth: يحدد بالزاوية المقيسة بين خط مضرب العنصر المستوي وبين الشمال المغنطيسي، وبالتالي فلكل عنصرٍ مستوٍ سمت مضرب وحيد.



شكل1-2: تحديد وضعية عنصر مستوي مائل في الأبعاد الثلاثة.

1-1-4- زاوية الميل dip angle: الزاوية المحصورة بين عنصرٍ مستوٍ مائل ومستوٍ أفقي، أو هي الزاوية المحصورة بين خط الميل ومسقطه على الأفق.

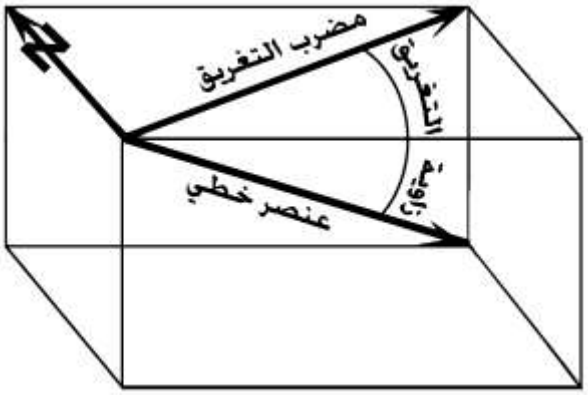
1-1-5- اتجاه الميل dip direction: مسقط خط الميل على المستوي الأفقي، ويشير إلى جهة ميل العنصر مستوي، ويعبر عنه من خلال سمت الميل الذي يقاس بالزاوية التي يصنعها اتجاه الميل مع الشمال المغنطيسي. يتعامد خط الميل (الحقيقي) دائماً مع خط مضرب (اتجاه) العنصر المستوي المدروس. ويزيد سمت الميل عن سمت المضرب (الاتجاه) بزاوية 90°.

1-2- وضعية العناصر الخطية في الفراغ:

يشابه تحديد العناصر الخطية في الفراغ تحديد العناصر المستوية.

1-2-1- سمت المضرب (الاتجاه) azimuth : يتمثل بالزاوية الكائنة بين مسقط العنصر الخطي المائل على المستوي الأفقي وبين الشمال المغنطيسي.

1-2-2- زاوية التغريق Plunging angle: الزاوية المقيسة بين عنصر خطي مائل وبين الأفق. يقع كل من مضرب (اتجاه) ومنحى تغريق العناصر الخطية ضمن مستو شاقولي واحد، لذلك يكتفى عادة بتحديد مضرب التغريق إضافة لزاوية التغريق (شكل 1-3).



شكل1-3: تحديد الوضع الفراغي لعنصرٍ خطّيَ.

Youssef Radwan

كلية هندسة البترول **عملي الجيولوجيا التركيبية** **الفصل الثاني 2021-2020**

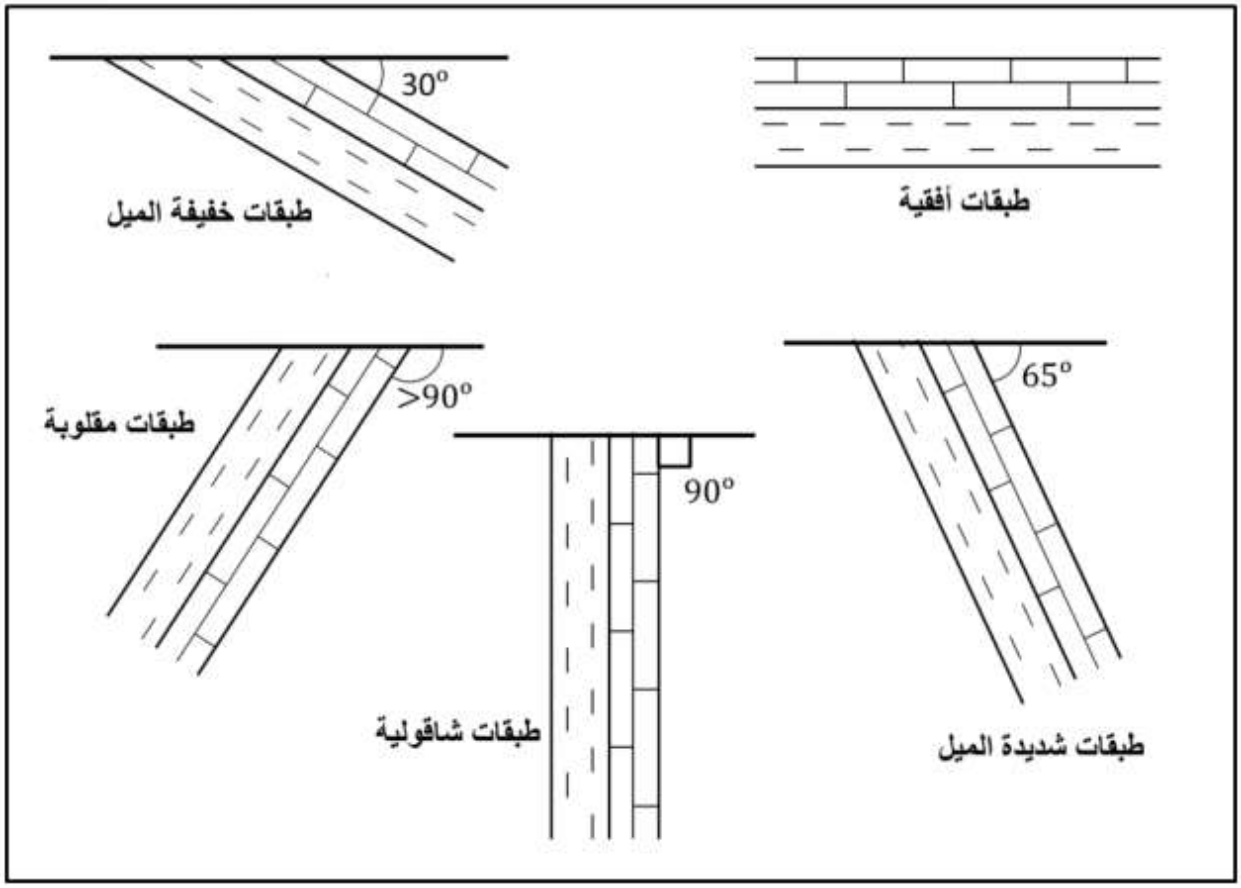
الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

تمرين الجلسة الأولى

1. ماسمت مضرب طبقة تميل بمقدار 25 درجة نحو الشمال ؟
2. ماسمت مضرب طبقة أفقية تماماً ؟
3. بما تتحدد وضعية عنصر خطي في الفراغ ؟
4. حدد العناصر التكتونية في الشكل الآتي.

الجلسة الثانية
الأوضاع الفراغية المختلفة للطبقات

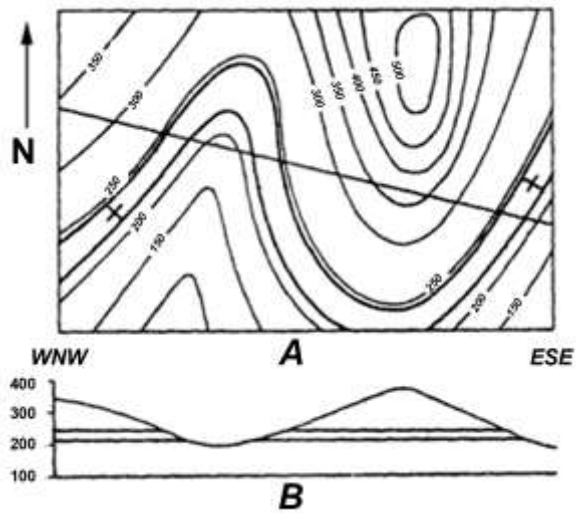
الطبقة (layer or bed) هي جسم صخري رسوبي محدّد بسطحين متوازيين أو شبه متوازيين يدعيان سطحا الطبقة.
تترسب الطبقات وتأخذ وضعاً أفقياً أو شبه أفقي، لكنها ونتيجة الإجهادات اللاحقة التي تتعرض لها قد تأخذ أوضاعاً مائلة أو شاقوليّة أو مقلوبة (شكل 2-1).



شكل (2-1): الأوضاع الفراغية المختلفة للطبقات:
A- طبقة أفقية، B- طبقة خفيفة الميل، C- طبقة شديدة الميل، D- طبقة شاقولية، E- طبقة مقلوبة

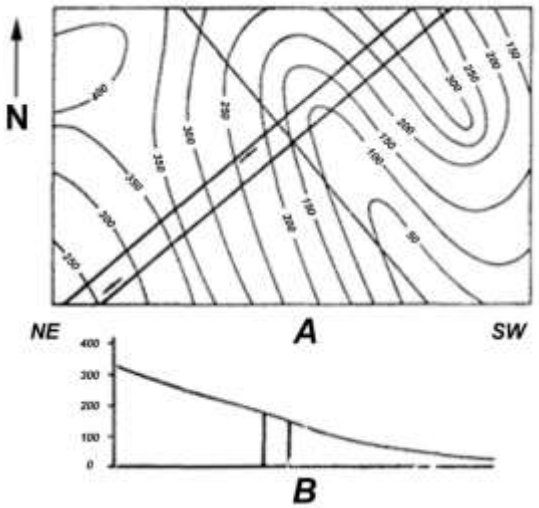
2-1 الطبقات الأفقية والطبقات الشاقولية

تتميز الطبقة الأفقية بأن سطحها العلوي أو السفلي يقع في مستوي ارتفاع واحد، لذلك فإن خطوط تكشفها في الخرائط الجيولوجية توازي أو تنطبق على المنحني الطبوغرافي الموافق لارتفاعها (شكل 2-2). لذلك يمكن استنتاج ثخانة مثل هذه الطبقة مباشرة من الخريطة، وذلك بحساب الفرق بين ارتفاعي سطحيها، أما عرض تكشفها فيتبع لعاملين أساسيين هما ثخانة الطبقة والأشكال التضاريسية للمنطقة. ويكون كبيرا في المناطق التي يميل فيها السطح التضاريسي بلطفٍ، ويصغر كلما اشتد ميل التضاريس. ويتميز السطح الأفقي للطبقة بعدد لانهائي من خطوط المضرب (الاتجاه). وبذلك فإن المعطيات حول سمت المضرب (الاتجاه) في هذه الحالة غير ممكنة.



شكل(2-2) : العلاقة بين طبقة أفقيّة والأشكال التضاريسيّة (خطوط التسوية).
A- خريطة جيولوجية، B-مقطع طبوغرافي.

أما الطبقة الشاقوليّة (vertical layer) فيميل سطحها بزاوية °90 لذا تظهر خطوط تكشفها على الخرائط الجيولوجية كخطوطٍ مستقيمة موازية لخطوط اتجاهها، وتحدد ثخانة هذه الطبقات من الخريطة مباشرة (شكل 2-3).



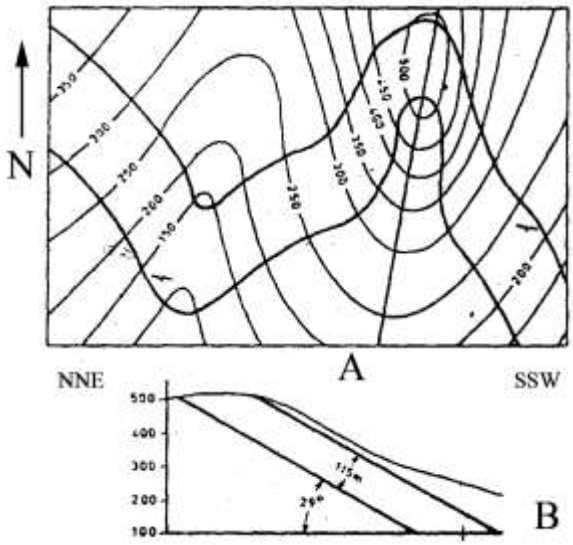
شكل(2-3) : العلاقة بين طبقةٍ شاقوليّة والأشكال التضاريسية (خطوط التسوية).

2-2 الطبقات المائلة

تتميز الطبقات المائلة (dipping layer) بأن خطوط تكشفها تتقاطع مع المنحنيات الطبوغرافية.
ونميز هنا حالتين رئيستين:

الحالة الأولى: الطبقة تميل بنفس اتجاه الانحدار الطبوغرافي:

تتعاكس جهة انعطاف خطوط التكشف مع جهة انعطاف المنحنيات الطبوغرافية عندما تميل الطبقة بزاوية أكبر من زاوية الانحدار الطبوغرافي (شكل 2 – 4). أما عندما تميل الطبقة بزاوية أصغر من زاوية الانحدار الطبوغرافي فإن جهة انعطاف خطوط التكشف تتوافق مع جهة انعطاف المنحنيات الطبوغرافية (شكل 2-5)



شكل (2-4) : تكشف طبقة تميل بنفس اتجاه الانحدار الطبوغرافي (زاوية ميل الطبقة أكبر من زاوية الانحدار الطبوغرافي.
A- خريطة جيولوجية، B- مقطع طبوغرافي.

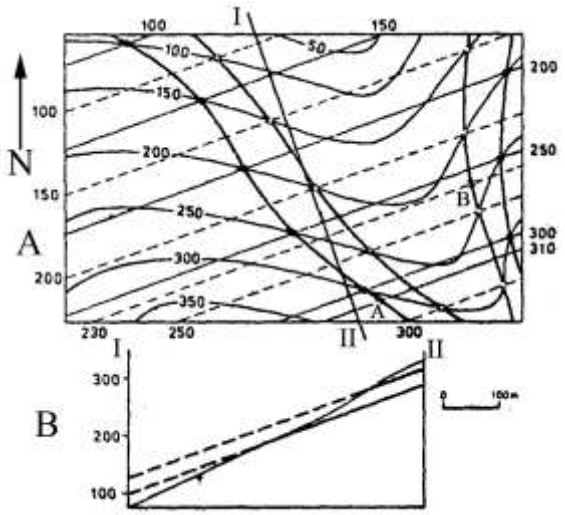
الحالة الثانية: الطبقة تميل بعكس اتجاه الانحدار الطبوغرافي:

تتوافق في هذه الحالة جهة انعطاف كل من خطوط التكشف والمنحنيات الطبوغرافية بغض النظر عن قيمة زاوية الميل (شكل 2 – 6). وتأخذ خطوط التكشف شكل حرف «V» واسع ومتقاطع مع المنحنيات الطبوغرافية. يلاحظ في حالة الوادي الطبوغرافي بأن أخفض نقطة من خط التكشف تقع على محور الوادي، وبذلك فهي تتميز عن الحالة المبينة في الشكل (2 -5).

2-2-1 إنشاء تكشف الطبقات المائلة من خلال معرفة اتجاهها وميلها:

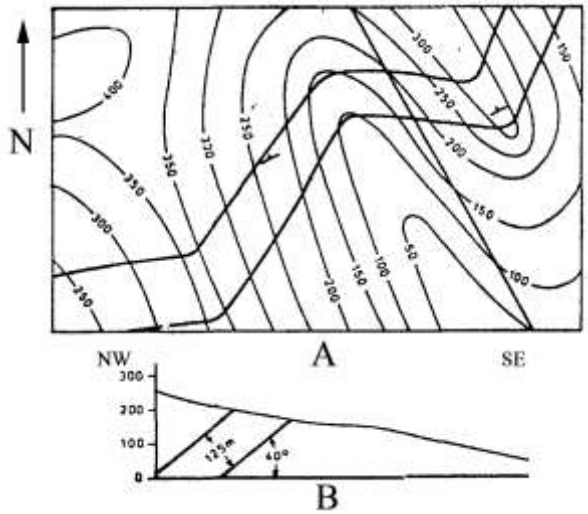
تتضمن الطريقة العامة لإنشاء تكشف طبقة ما تعيين نقاط تقاطع خطوط اتجاه سطحي هذه الطبقة مع المنحنيات الطبوغرافية الموافقة لها في الارتفاع. وهذه النقاط هي نقاط تكشف الطبقة المدروسة على سطح الأرض. ونحصل على التكشف المطلوب بوصل هذه النقاط مع بعضها بعضاً، ويتوضح ذلك من خلال المثال التالي (شكل 2 – 5):

Youssef Radwan



شكل (2-5): تكشف طبقة تميل بنفس اتجاه الانحدار الطبوغرافي (زاوية ميل الطبقة أقل من زاوية الانحدار الطبوغرافي). A- خريطة جيولوجية، B-مقطع طبوغرافي

لشرح طريقة إنشاء خطوط التكشف انظر حل التمرين الآتي



شكل (2-6): تكشف طبقة تميل بعكس اتجاه الانحدار الطبوغرافي (لاحظ أن أكثر النقاط انخفاضاً على مسار التكشف هي الأقرب إلى محور الوادي). A- خريطة جيولوجية، B-مقطع طبوغرافي.

كلية هندسة البترول عملي الجيولوجيا التركيبية الفصل الثاني 2021-2020

الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

تمرين الجلسة الثانية
إنشاء تكشف طبقة مائلة من خلال معرفة اتجاهها وميلها

يتكشف السطح العلوي لطبقة صخرية ما على الخريطة الطبوغرافية في النقطة A أما السطح السفلي فيتكشف في النقطة B. تم قياس الوضع الفراغي لهذه الطبقة فتبين أن سمت المضرب (الاتجاه) يبلغ °250 وأن زاوية الميل الحقيقي تبلغ °20 باتجاه الشمال الغربي أي °250/NW20°، والمطلوب رسم تكشف هذه الطبقة.

الحل:

ارسم خطوط اتجاه سطحي الطبقة كمرحلة أولى، والتي تعطي بتقاطعها مع المنحنيات الطبوغرافية الموافقة لكل منها في الارتفاع نقاط تكشف هذه الطبقة.

- مراحل الحل

1. عيّن على الخريطة ارتفاع النقطة A بدقة قدر الامكان.
2. ارسم خط المضرب (الاتجاه) °250 المار من النقطة A ، كم يبلغ ارتفاع هذا الخط.
3. حدد البعد الأفقي فيما بين خطوط المضرب (الاتجاه) حسب العلاقة الآتية:

$$\text{ظل زاوية الميل} = \frac{\text{فرق الإرتفاع بين خطي اتجاه متجاورين}}{\text{البعد الأفقي بين خطي المضرب (الاتجاه)}}$$

ارسم بقية خطوط المضرب (الاتجاه) العائدة للسطح العلوي على الخريطة (زاوية الميل معطاة آنفاً 20º). أما فرق الارتفاع بين خطي اتجاه متجاورين فهو فرق الارتفاع بين منحنيي تسوية طبوغرافيين متجاورين ويساوي في هذا التمرين 50 م.

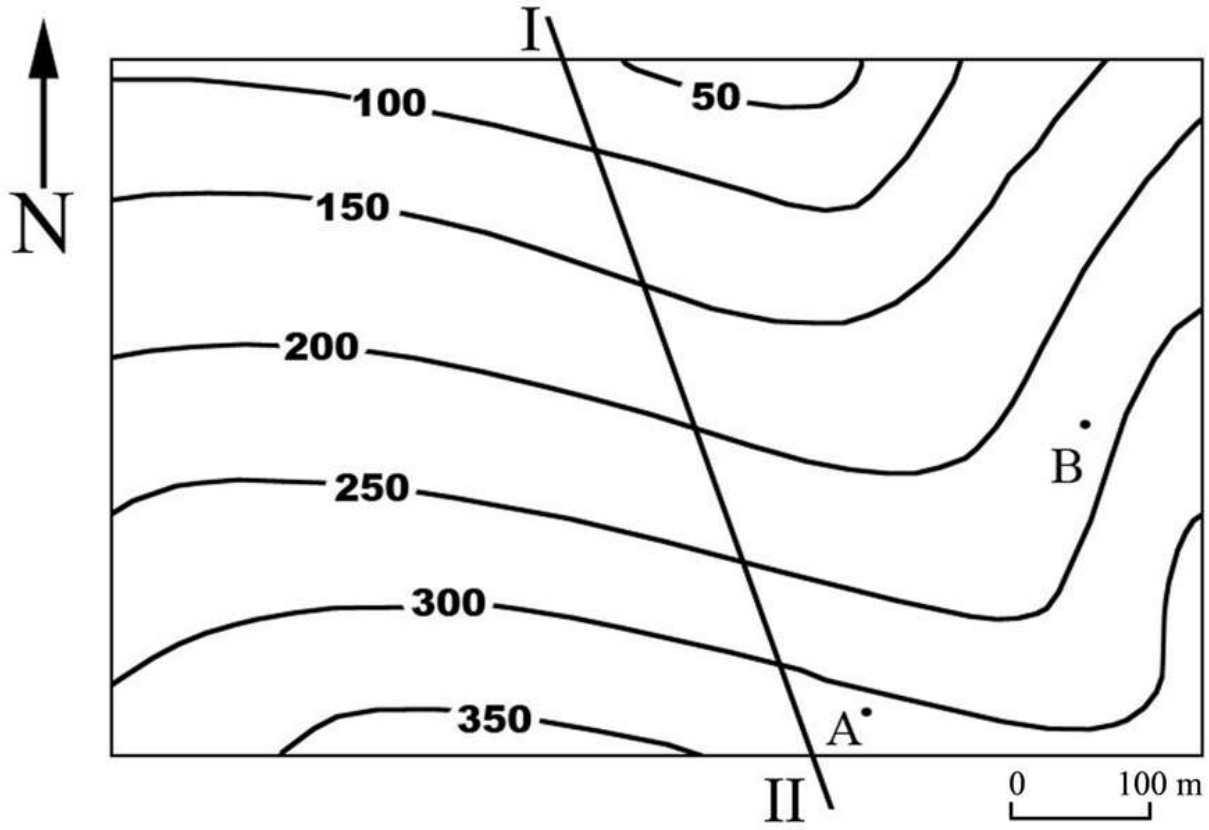
رقّم خطوط المضرب (الاتجاه) بحيث تكون الخطوط الأدنى متوافقة مع اتجاه ميل الطبقة أي نحو NW والأعلى بعكسه أي نحو SE.

حدّد نقاط تقاطع خطوط المضرب (الاتجاه) مع المنحنيات الطبوغرافية المساوية لها في الارتفاع والتي تمثل نقاط تكشف عائدة للسطح العلوي للطبقة.

صل النقاط الأخيرة مع بعضها للحصول على خط تكشف سطح الطبقة العلوي .

عالج نقطة تكشف السطح السفلي (B) بنفس الأسلوب، للحصول على تكشف الطبقة المطلوب والمحصور بين خطي تكشف سطحي الطبقة. لون التكشف باللون الأصفر.

Youssef Radwan



الحسابات:

Youssef

الجلسة الثالثة
الأوضاع الفراغية المختلفة للطبقات

2-2-2 تحديد اتجاه وميل طبقة صخرية من خلال تكشفها:

تم في الجلسة الثانية إنشاء تكشف طبقة صخرية من خلال معرفة المضرب (الاتجاه) والميل المقيسين في الحقل. أما الحالة المعاكسة موضوع هذه الجلسة فهي تحديد المضرب (الاتجاه) والميل للطبقة الصخرية من خلال تكشفها على الخريطة الجيولوجية.

إن خط المضرب (الاتجاه) هو الخط الذي يصل بين نقطتين واقعتين على سطح الطبقة ومتساويتين في الارتفاع انظر الفقرة (1-1-1). فإذا وصلنا بين نقطتي التكشف a و b في الشكل (2-7) نحصل على خط المضرب (الاتجاه) ab ذو الارتفاع 250 م.

أما اتجاه الميل فيمكن تحديده من خلال إنشاء عمود على الخط ab منطلق باتجاه نقطة التكشف c ذات الارتفاع 225 م في هذه الحالة).

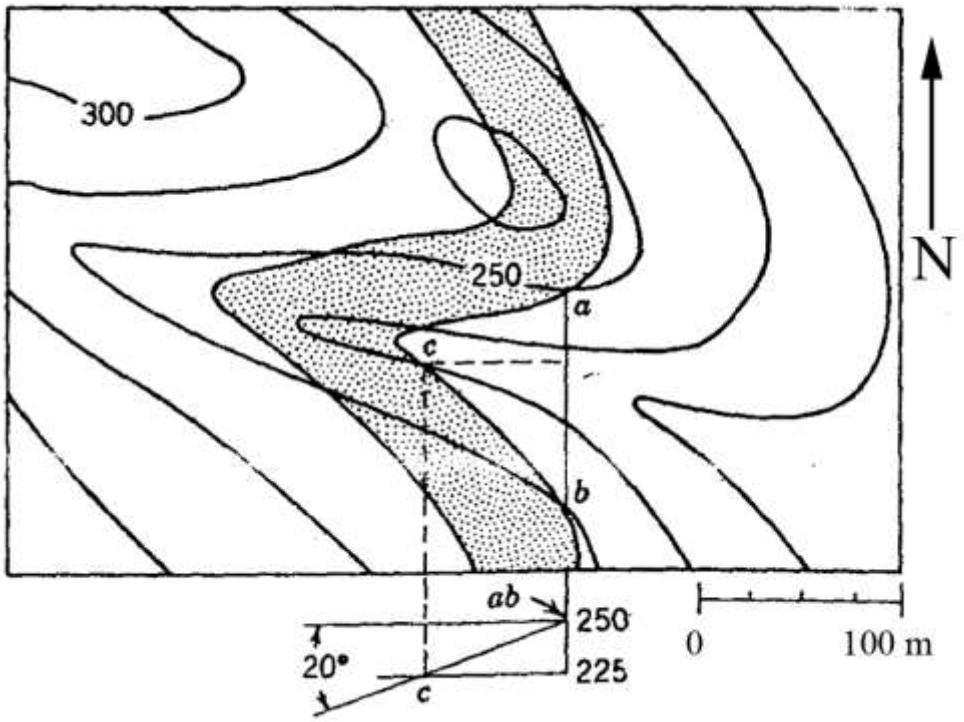
يمكن حساب زاوية الميل من خلال العلاقة (انظر الفقرة 2-2-1)

$$\text{ظل زاوية الميل} = \frac{\text{فرق الإرتفاع بين خط المضرب (الاتجاه) ab وبين النقطة c}}{\text{المسافة الأفقية بين خط المضرب (الاتجاه) ab وc}} = \frac{25}{68.5} = 0.36$$

فتكون زاوية الميل مساوية لـ $20°$.

يمكن أيضاً تحديد زاوية الميل إنشائياً وذلك برسم مثلث قائم (انظر الشكل 2-7) يمثل ضلعه الأفقي المسافة الأفقية وضلعه الشاقولي فرق الارتفاع بين الخط ab وبين النقطة c حسب نفس مقياس الرسم المعطى للخريطة، فتكون زاوية الميل المطلوبة هي الزاوية المحصورة بين الضلع الأفقي والوتر.

Youssef Radwan



شكل (3-1) : تحديد المضرب (الاتجاه) والميل من خلال التكشف.

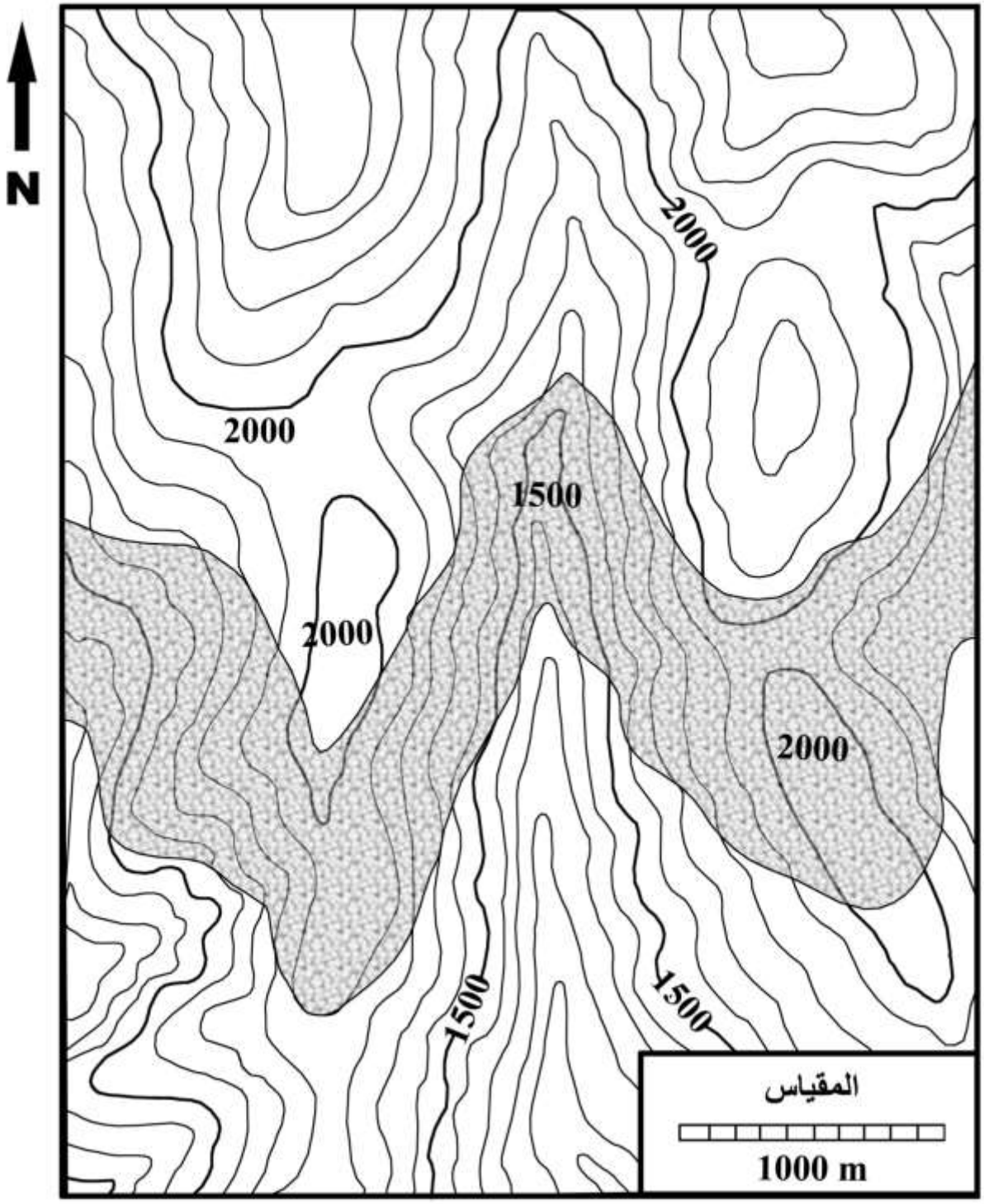
Youssef Radwan

كلية هندسة البترول عملي الجيولوجيا التركيبية الفصل الثاني 2021-2020

الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

تمرين الجلسة الثالثة
تحديد قيم الوضع الفراغي لطبقة صخرية من خلال تكشفها
(اتجاه وميل الطبقة)

Youssef Radwan



حدد اتجاه وميل الطبقة الصخرية المتكشفة في الخريطة الطبوغرافية المرفقة

الجلسة الرابعة
تحديد الأوضاع الفراغية المختلفة للطبقات من خلال معطيات الآبار

2-2-3 تحديد اتجاه وميل طبقة من خلال معطيات الآبار (مسألة النقاط الثلاث):

يتعذر بالنسبة قياس اتجاه وميل الطبقات العميقة غير المتكشفة على سطح الأرض. ويتم بالتالي تحديد الوضع الفراغي لمثل هذه الطبقات بمساعدة الآبار التي تتيح لنا تحديد مواقع وارتفاعات ثلاث نقاط واقعة على سطح الطبقة المدروسة. إن الشرط الأساسي هنا هو أن تكون هذه الطبقات مستوية تقريباً وغير مشوهة فيما بين الآبار.

تعتمد هذه الطريقة على إيجاد نقطتين متساويتي الارتفاع واقعتين على سطح الطبقة المدروسة، وبالتالي فإن الخط الواصل بينهما هو خط مضرب (اتجاه) لهذه الطبقة ويعادل ارتفاعه ارتفاع هاتين النقطتين.

ويمكن تمييز حالتين بسيطة وعامة وفق الآتي:

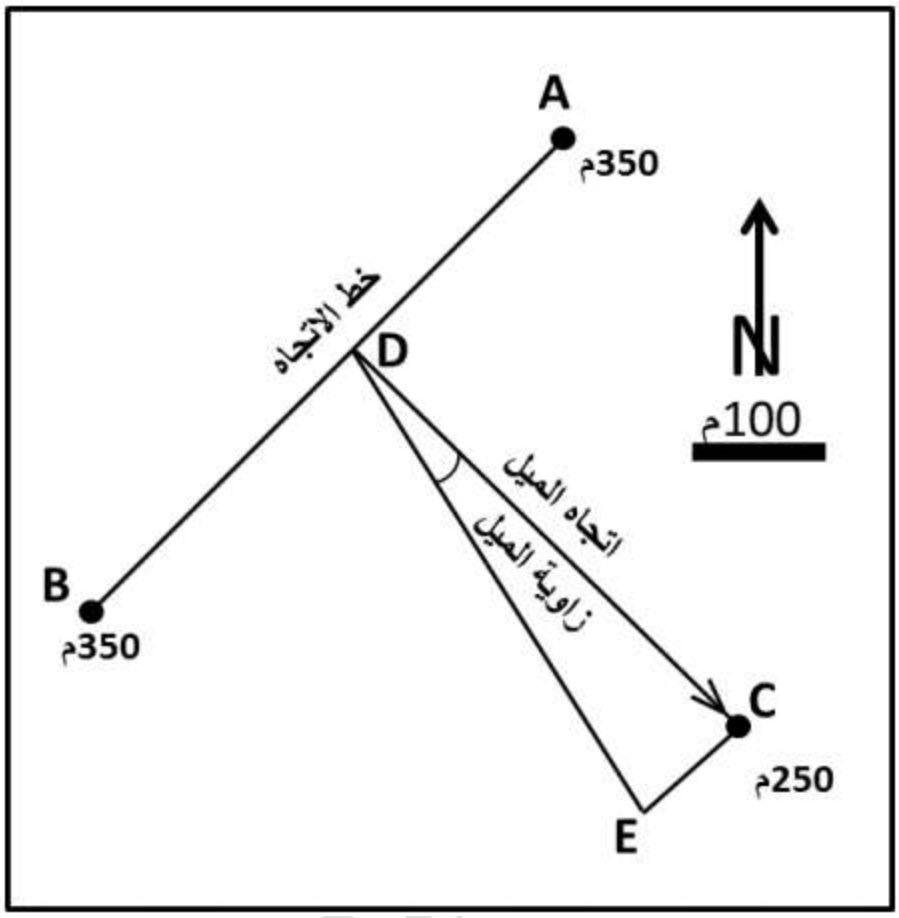
2-2-3-1 الحالة البسيطة

يمثل الشكل (2-8) مواقع وارتفاعات ثلاث نقاط C A B على سطح طبقة صخرية، اثنتان منهن A B متساويتان في الارتفاع. والمطلوب : تحديد اتجاه وميل هذه الطبقة على افتراض أنها طبقة مستوية.

مراحل الحل:

نصل بين النقطتين A و B متساويتي الارتفاع، فنحصل على خط مضرب (اتجاه) الطبقة والمعادل في الارتفاع لارتفاع كل من النقطتين A و B أي خط مضرب (اتجاه) 350 م. نحدد سمت هذا الخط أي قيمة الزاوية بينه وبين اتجاه الشمال (في هذه الحالة °45).

Youssef Radwan



شكل (4-1) : تحديد المضرب (الاتجاه) والميل من خلال معطيات الآبار (الحالة البسيطة).

أنشئ الخط CD العمودي على خط المضرب (الاتجاه) AB، فنحصل على اتجاه الميل الذي يكون في هذه الحالة نحو الجنوب الشرقي والذي يمكن تحديد سمته أيضاً (135°).
لتحديد زاوية الميل أنشئ المثلث القائم CDE بحيث يكون طول CE معادلاً لفرق الارتفاع بين خط المضرب (الاتجاه) AB والنقطة C حسب مقياس الرسم (في المثال 100م). إن الزاوية CDE هي زاوية ميل الطبقة التي يمكن قياسها بالمنقلة.
النتيجة:
تكتب قيم الوضع الفراغي للطبقة المدروسة (المضرب (الاتجاه) والميل) على النحو :
اتجاه الميل. زاوية الميل /سمت المضرب (الاتجاه)
45°/ 14° . SE

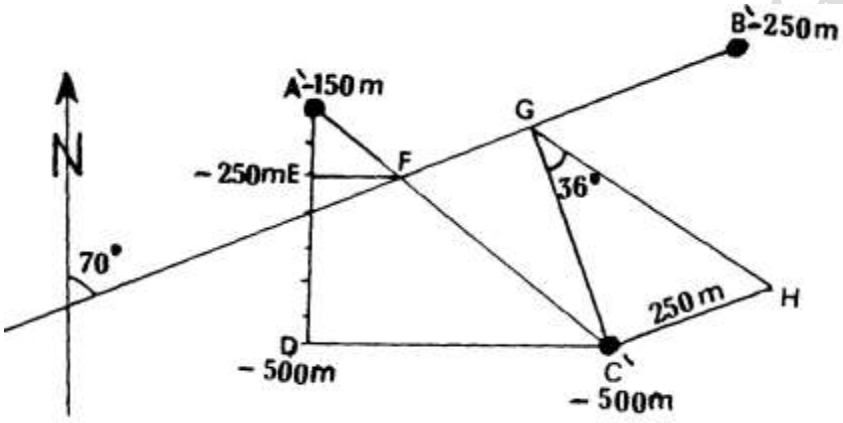
أو على النحو الآتي : زاوية الميل /سمت الميل
135°/ 14°

2-3-2-2 الحالة العامة

تكون هنا النقاط الثلاث المحددة على سطح الطبقة ذوات ارتفاعات مختلفة. تعتمد طريقة معالجة هذه المسألة على الحل التخطيطي للمثلثات المتشابهة، وذلك بهدف إيجاد نقطتين على ارتفاع واحد، وإرجاع هذه الحالة إلى الحالة البسيطة السابقة.

يمثل الشكل (2-9) مواقع ثلاث آبار حفرت في النقاط A و B و C للوصول الى الطبقة الصخرية المطلوبة.

ترتفع نقاط الحفر (قمة البئر) عن سطح البحر كما يلي:



شكل (2-4) : تحديد المضرب (الاتجاه) والميل من خلال معطيات الآبار (الحالة العامة).

بئر A 72 م
بئر B 50 م
بئر C 60 م

أما أعماق الحفر في كل بئر للوصول إلى السطح العلوي للطبقة فهي :

بئر A 222 م
بئر B 300 م
بئر C 562 م

والمطلوب : تحديد اتجاه وميل سطح هذه الطبقة.

لحل هذه المسألة يجب أولاً حساب المسافة الشاقوليّة (الارتفاع أو الانخفاض) للنقاط A و B و C الواقعة على سطح الطبقة اعتباراً من سطح البحر. أي القيام بحذف التأثير التضاريسي، ويتم ذلك بطرح مقدار عمق الحفر من قيمة الارتفاع الطبوغرافي لقمة كل بئر :

المسافة الشاقوليّة للنقطة 'A عن سطح البحر = 72 - 222 = (-) 150 م
المسافة الشاقوليّة للنقطة 'B عن سطح البحر = 50 – 300 = (-) 250 م
المسافة الشاقوليّة للنقطة 'C عن سطح البحر = 62 – 562 = (-) 500 م

نصل بين أخفض نقطة 'C وأعلى نقطة A فنحصل على المستقيم 'A'C الذي يجب أن يمر من نقطة معادلة في الارتفاع للنقطة 'B.
ننشئ من النقطة 'A مستقيماً A D يصنع مع المستقيم 'A'C زاوية ما (يمكن أن تكون قائمة) بطول يعادل الفرق بين ارتفاعي النقطة العليا 'A والدنيا 'C.
نقسم المستقيم A'Dحسب مقياس الرسم، ونحدد عليه النقطة E ذات الارتفاع (-250 م) والنقطة D ذات الارتفاع (- 500 م)
ننشئ مستقيماً بين D و ́C وآخر موازياً له مارآ من E وقاطعاً للمستقيم 'A'C في النقطة F . ان النقطة F هي المعادلة في الارتفاع للنقطة الوسطى 'B.
النتيجة : ثلاث نقاط 'B'FC موجودة على سطح الطبقة ، اثنتان منهن B'F (لهما الارتفاع نفسه (- 250 م).
نتابع الحل بنفس طريقة المثال السابق (الحالة البسيطة) للحصول على اتجاه وميل هذه الطبقة.
النتيجة النهائية: 70°/36°.SE

Youssef Radwan

كلية هندسة البترول **عملي الجيولوجيا التركيبية** **الفصل الثاني 2020-2021**

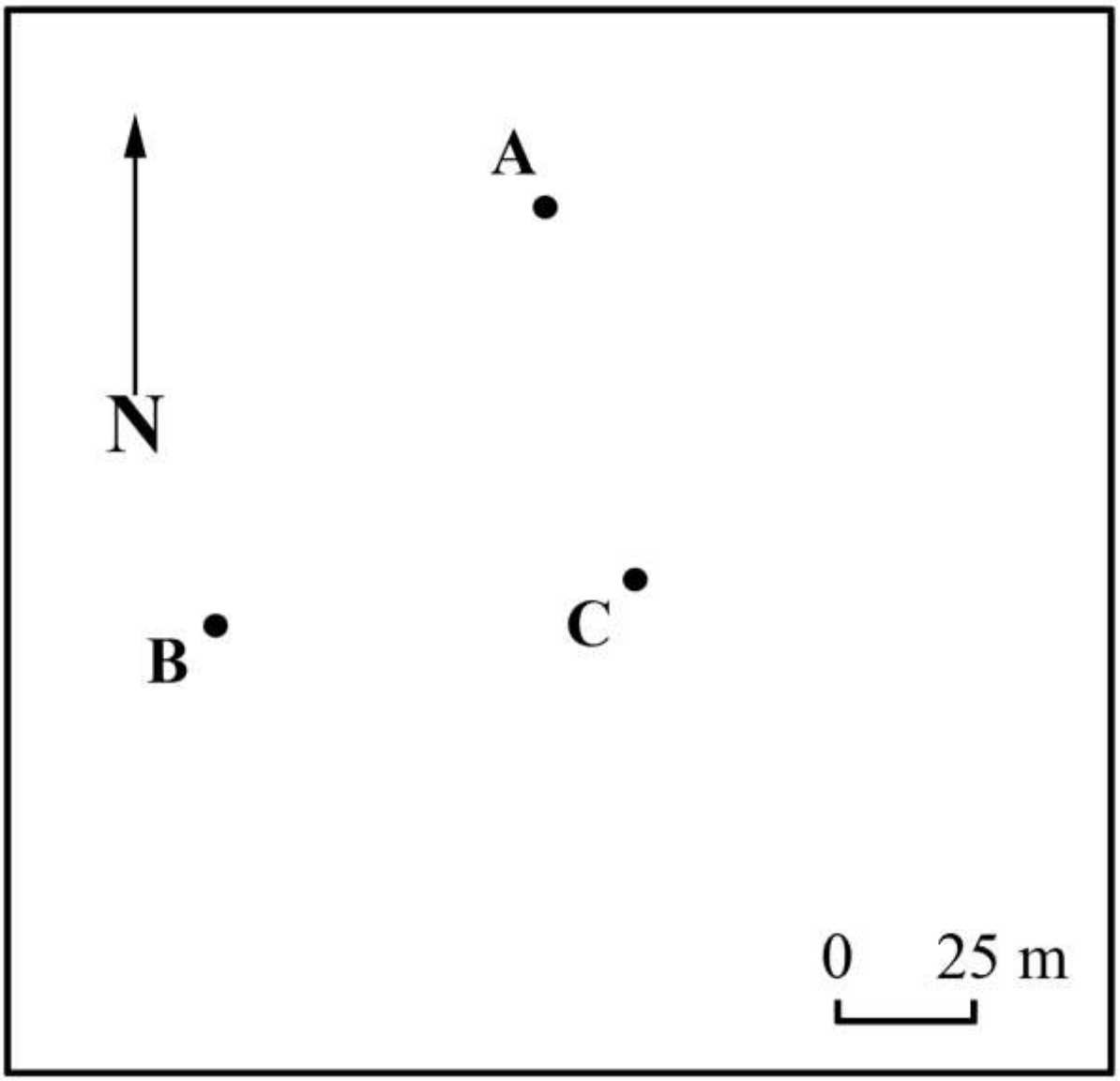
الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

تمرين الجلسة الرابعة

تحديد الوضع الفراغي لطبقة من خلال معطيات الآبار لثلاث نقاط تقع على سطحها

يظهر الجدول معطيات بئرية لثلاث نقاط A و B و C تقع على سطح طبقة حجر رملي مأمولة نفطياً اخترقتها ثلاثة آبار.حدد الوضع الفراغي لطبقة الحجر الرملي (اتجاه وميل الطبقة)

	A	B	C
ارتفاع البئرعن سطح البحر	500 م	600 م	400 م
أعماق الحفر للوصول إلى السطح العلوي لطبقة حجر رملي	250 م	350 م	200 م.



كلية هندسة البترول **عملي الجيولوجيا التركيبية** **الفصل الثاني 2020-2021**

الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

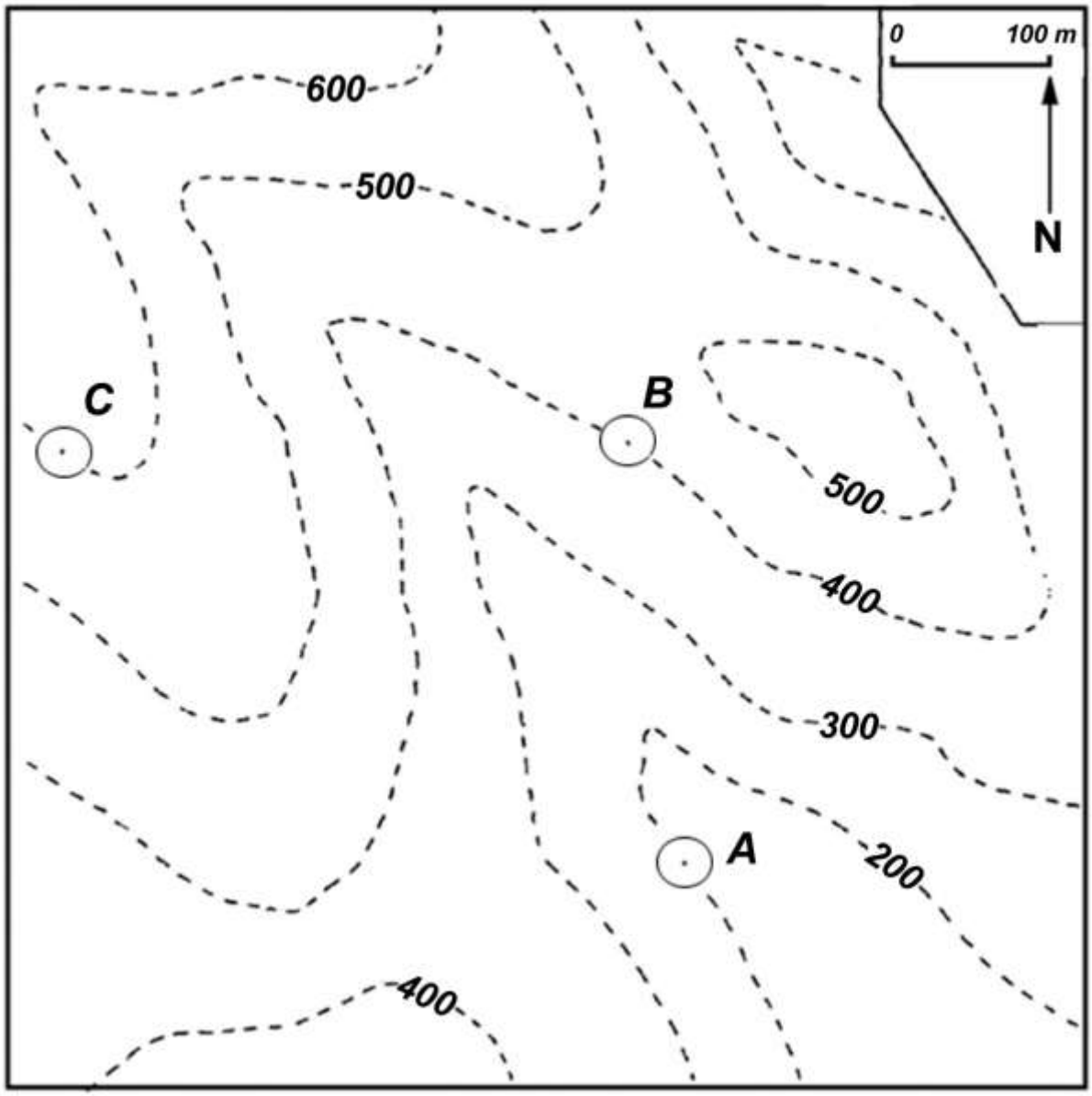
تمرين الجلسة الخامسة

تحديد الأوضاع الفراغية المختلفة للطبقات من خلال معطيات الآبار

وصل الحفر في ثلاثة آبار نفط استكشافية Aو B و C (موقّعة على الخريطة الطبوغرافية) إلى السطح العلوي لطبقة حاوية على نفط الأعماق التالية:

في البئر A: 200 م، في البئرB: 350 م، في البئرC: 400 م.

المطلوب: تحديد قيم الوضع الفراغي لهذه الطبقة.



الجلسة السادسة
البوصلة الجيولوجية وكيفية القياس بها

البوصلة الجيولوجية هي أداة لتحديد الأوضاع الفراغية للبنيات الجيولوجية من خلال قياس العناصر الجيولوجية المستوية والخطية. ويوجد عدة نماذج مختلفة للبوصلة الجيولوجية ولكن أكثرها استخداماً بوصلة نموذج برنتونBrunton وبوصلة نموذج كلار Clar وبوصلة نموذج سيلفا Silva، وبوصلة نموذج أونيفيرسيل Universelle (شكل 6-1).

بوصلة برنتون Brunton

بوصلة كلار Clar

بوصلة أونيفيرسيل Universelle

بوصلة سيلفا Silva

شكل 6-1 نماذج البوصلات الجيولوجية المختلفة.

1- قياس الوضع الفراغي للعناصر السطحية (تطبق، صدوع، لاتوفق) باستخدام بوصلة برنتون

1-1-6 قياس سمت ميل سطح ما

شكل 6-2 قياس سمت ميل سطح بواسطة نموذجي بوصلة برنتون وكلار.

1. ضع غطاء البوصلة على السطح المراد قياسه (شكل 7-2).
2. اجعل علبة البوصلة أفقية وذلك بتحريكها إلى الأعلى والأسفل ويمنة ويسرة بهدوء إلى أن تستقر فقاعة ميزان التسوية في مركزه.
3. حرر الإبرة المغنطيسية بفتل زر تثبيتها.
4. اقرأ سمت الميل على الدائرة المدرجة الأفقية بعد استقرار الإبرة المغنطيسية (القراءة المقابلة للطرف الأسود للإبرة المغنطيسية إن كان السطح المراد قياسه تحت علبة البوصلة (سطح سفلي)، إما إن كان السطح المراد قياسه فوق علبة البوصلة (سطح علوي) فخذ القراءة المقابلة للطرف ذي الشريط النحاسي للإبرة المغنطيسية).

2-1-6 قياس اتجاه سطح ما

1. افرد البوصلة تماماً ضع الحافة الطويلة للبوصلة على السطح المراد قياسه بحيث تكون عمودية تقريباً على اتجاه ميل السطح (شكل 7- 3).
2. اجعل علبة البوصلة أفقية وذلك بتحريك علبة البوصلة إلى الأعلى والأسفل ويمنة ويسرة بهدوء إلى أن تستقر فقاعة ميزان التسوية في مركزه.
3. حرر الإبرة المغنطيسية بفتل زر تثبيتها.
4. اقرأ اتجاه السطح على الدائرة المدرجة الأفقية بعد استقرار الإبرة المغنطيسية (القراءة المقابلة لطرفي الإبرة المغنطيسية.

شكل 6-3 قياس اتجاه سطح بواسطة نموذجي بوصلة برنتون و أونيفيرسيل.

Youssef Radwan

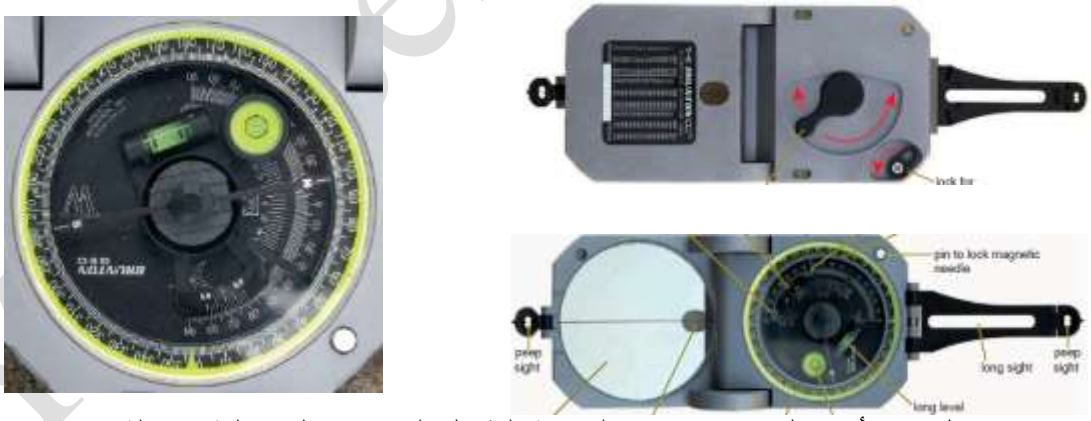
3-1-6 قياس زاوية ميل سطح ما

1. افرد البوصلة تماماً ثم ضع الحافة الطويلة للبوصلة على السطح المراد قياسه بحيث تكون موازية تقريباً لميله (شكل 7 – 4).

شكل 6-4 قياس ميل سطح بواسطة نموذجي بوصلة برنتون و أونيفيرسيل.

2. حرك بهدوء معدل وضع ميزان التسوية الطويل الموجود خلف علية البوصلة (شكل 7 – 5) إلى أن تستقر فقاعة التسوية في وسطه.اقرأ زاوية الميل من مقياس الميل clinometers (شكل 7 – 5).
3. دوّن قيم الوضع الفراغي للطبقة المدروسة (المضرب (الاتجاه) والميل) على النحو :
   اتجاه الميل. زاوية الميل /سمت المضرب (الاتجاه)
   SE . 14°/45° أو زاوية الميل /سمت الميل
   14°/135°

ب



شكل 6-5 أ: معدل وضع ميزان التسوية الطويل الموجود خلف علية بوصلة برنتون.
ب: ميزان التسوية الطويل الموجود ضمن علية بوصلة برنتون.

2-6 قياس الوضع الفراغي للعناصر الخطية (خدوش، محاور طيات) باستخدام بوصلة برنتون

يقاس الوضع الفراغي للعناصر الخطية (سمت التغريق وزاوية التغريق) الموجودة على سطح ما و تنحرف عن خط ميله.

قياس سمت التغريق

1. ثبت حافة غطاء البوصلة على الخط المراد قياسه وموازياً له تماماً.
2. اجعل علبة البوصلة أفقية وذلك بتحريكها إلى الأعلى والأسفل ويمنة ويسرة بهدوء إلى أن تستقر فقاعة ميزان التسوية في مركزه.
3. حرر الإبرة المغنطيسية بفتل زر تثبيتها.
4. اقرأ سمت التغريق على الدائرة المدرجة الأفقية بعد استقرار الإبرة المغنطيسية (القراءة المقابلة للطرف الأسود للإبرة المغنطيسية إن كان السطح المراد قياسه تحت علبة البوصلة (سطح سفلي)، إما إن كان السطح المراد قياسه فوق علبة البوصلة (سطح علوي) فخذ القراءة المقابلة للطرف ذي الشريط النحاسي للإبرة المغنطيسية).

قياس زاوية التغريق

1. افرد البوصلة تماماً ثم ضع الحافة الطويلة للبوصلة على الخط المراد قياسه بحيث تنطبق عليه تماماً.
2. حرك بهدوء معدل وضع ميزان التسوية الطويل الموجود خلف علبة البوصلة إلى أن تستقر فقاعة التسوية في وسطه. اقرأ زاوية التغريق من مقياس الميل clinometers.
3. دوّن قيم الوضع الفراغي للعنصر الخطي (المضرب (الاتجاه) والميل) على النحو :

زاوية التغريق /سمت اتجاه التغريق

135°/25°

Youssef Radwan

كلية هندسة البترول **عملي الجيولوجيا التركيبية** **الفصل الثاني 2021-2020**

الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

تمرين الجلسة السادسة

كيفية القياس بالبوصلة الجيولوجية

قياس بالوصلة الجيولوجية الوضع الفراغي لعدد من السطوح من قبل كافة طلاب الفئة كل على حدة وتدوينها في الجدول الآتي.

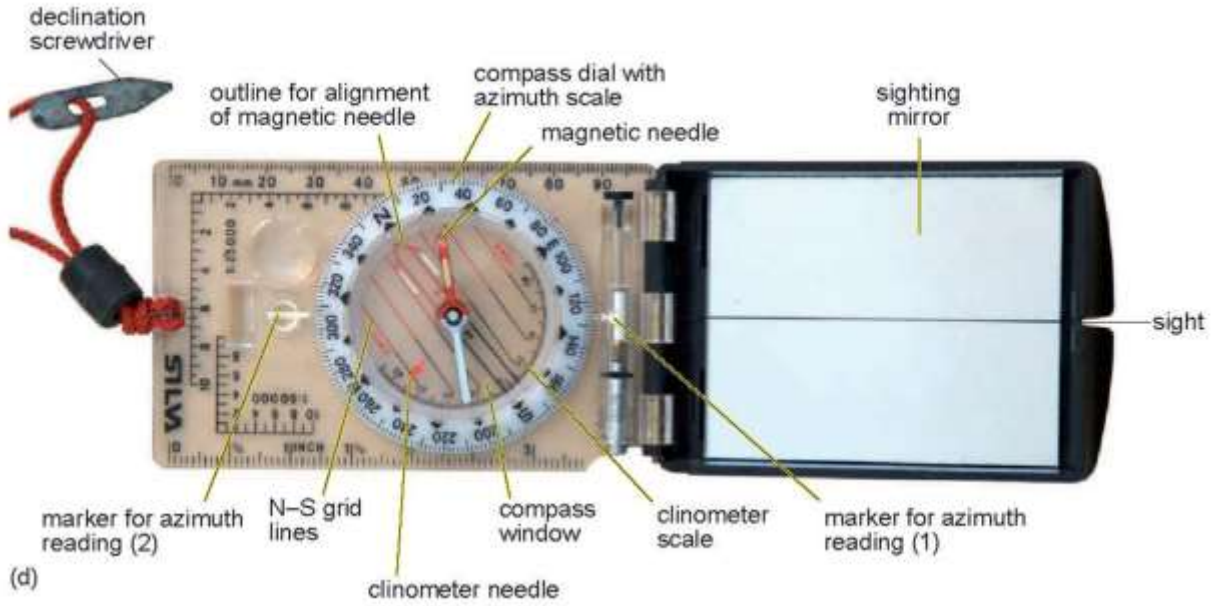
مقارنة القيم المقيسة ومناقشة أسباب اختلافها إن وجدت.

رقم	اسم الطالب	قياس عناصر مستوية (سطح تطبق، سطح صدع)			قياس عنصر خطية (خدوش، محور طية)	
		اتجاه الميل	زاوية الميل	سمت المضرب (الاتجاه)	زاوية التغريق	سمت المضرب (الاتجاه)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Youssef Radwan

الجلسة السابعة
التدرب على قياس سطوح وعلى قياس خطوط باستخدام بوصلة سيلفا Silva

قياس الوضع الفراغي للعناصر السطحية (تطبق، صدوع، لاتوفق) باستخدام بوصلة سيلفا



قياس اتجاه ميل طبقة أو صدع:

1. ثبّت غطاء البوصلة على السطح المُراد قياسه.
2. اجعل علبة البوصلة أفقيّة بتحريكها إلى الأعلى والأسفل ويمنة ويسرة بهدوء إلى أن تتحرّر الإبرة المغنطيسيّة.
3. دوّر قرص البوصلة المدرّج إلى تصبح الإبرة المغنطيسيّة ضمن إطار استقامة المستطيل الأحمر-الأسود.
4. اقرأ اتجاه ميل الطبقة من المؤشر الفوسفوري.

قياس زاوية ميل طبقة أو صدع:

1. افرد البوصلة تماماً على السطح المراد قياسه.
2. وازِ الضلع الطويل للبوصلة المفرودة مع اتجاه ميل الطبقة أو الصدع وحركها قليلا يمنة ويسرة حتى يتحرّر مقياس الميل.
3. اقرأ زاوية الميل من السهم الأحمر.
4. دون اتجاه الميل ومقداره كالآتي 120° / 40°.

قياس مضرب (اتجاه) طبقة أو صدع:

1. افرد البوصلة تماماً.
2. اجعل الضلع الطويل للبوصلة المفرودة معامداً لاتجاه ميل الطبقة أو الصدع.
3. اجعل علبة البوصلة أفقيّة وذلك بتحريكها إلى الأعلى والأسفل ويمنة ويسرة بهدوء إلى أن تتحرّر الإبرة المغنطيسيّة.
4. دوّر قرص البوصلة المدرّج إلى أن تصبح الإبرة المغنطيسيّة ضمن إطار استقامة المستطيل الأحمر-الأسود.
5. اقرأ سمت الطبقة من المؤشر الفوسفوري.
6. دون سمت المضرب كالآتي °210- °030.

Youssef Radwan

كلية هندسة البترول **عملي الجيولوجيا التركيبية** **الفصل الثاني 2021-2020**

الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

تمرين الجلسة السابعة
كيفية القياس بالبوصلة الجيولوجية

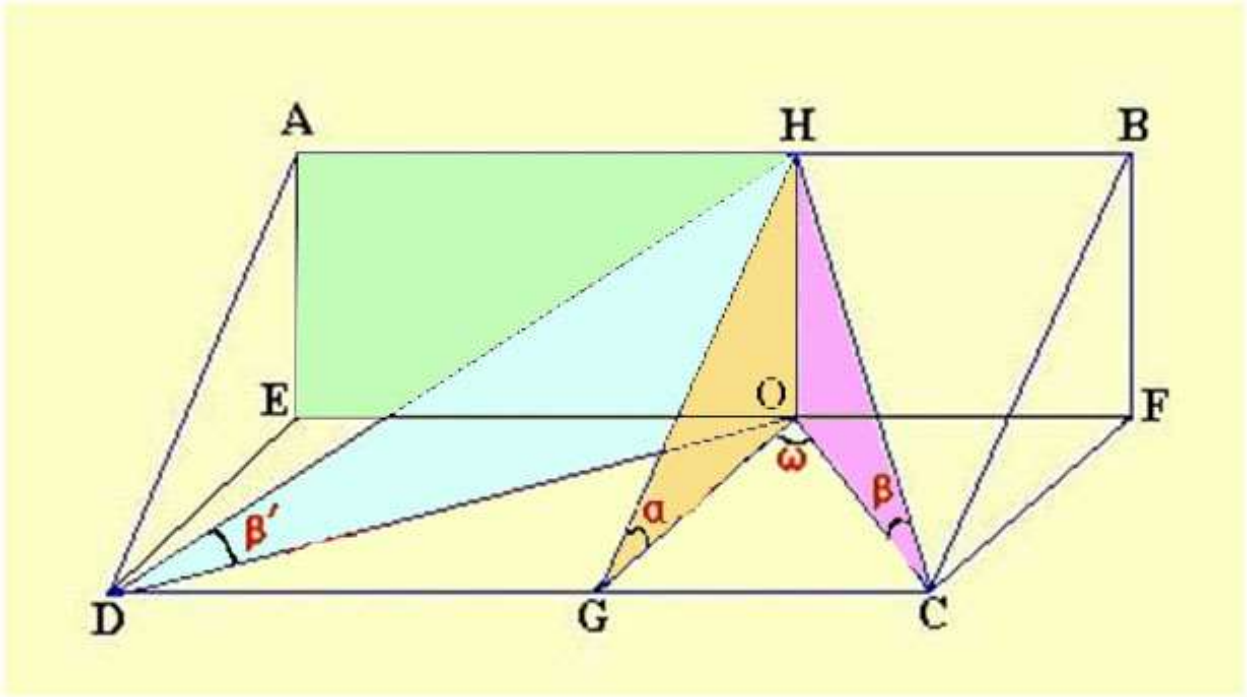
ركب طيات تميل أجنحتها في الاتجاهات الأربعة الرئيسة.
قس اتجاهات ميول ومقدار ميول هذه الأجنحة.
قس اتجاهات الخدوش الموجودة على سطح سطوح مفترضة
دوّن ذلك في جدول كالتالي:

رقم	اسم الطالب	أجنحة الطيات		خدوش على سطوح صدوع	
		اتجاه الميل	زاوية الميل	اتجاه التغريق	زاوية التغريق
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

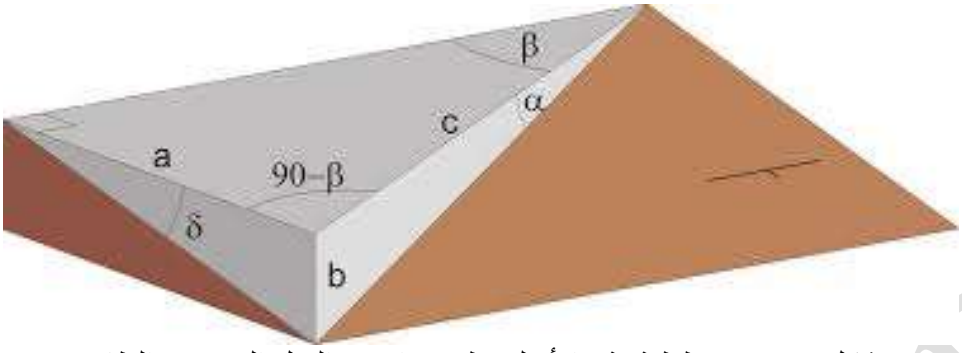
Youssef Radwan

الجلسة الثامنة
الميل الحقيقي والميل الظاهري

زاوية ميل سطحٍ مستوٍ مائل هي الزاوية فيما بينه وبين مستوٍ أفقي. ويتمتع سطح مستوٍ مائل بزوايا ميل مختلفة في مقاطع شاقوليَّة ذاتِ اتجاهات مختلفة. وتبلغ زاوية الميل قيمتها العظمى عندما يكون المقطع الشاقولي معامداً لاتجاه السطح المستوي المائل وتسمى زاوية الميل في هذه الحالة زاوية الميل الحقيقي True dip (شكل 6-1 الزاوية α). أما زوايا الميل في المقاطع الشاقوليّة الأخرى والتي لا تعامد المستوي المائل فتدعى زاوية الميل الظاهري Apparent dip وتكون دوماً أصغر من زاوية الميل الحقيقي (شكل 6-1 الزاويتان β و β΄)، وتصغر تدريجياً مع ابتعاد المقطع الشاقولي عن التعامد مع المستوي المائل (شكل 6-2) لتصل إلى الصفر عندما يوازي المقطع الشاقولي اتجاه strike المستوي المائل. ولمفهوم الميل الحقيقي أهمية تطبيقية كبيرة في ميادين الجيولوجيا الاقتصادية وهندسة البترول.



شكل 6-1: أ- زاوية الميل الحقيقي α مقيسة في مقطع يعامد اتجاه المستوي المائل
ب- زاوية الميل الظاهري β و β΄ مقيستين في مقطعين لا يعامدان اتجاه المستوي المائل



'شكل 6-2: مخطط ثلاثي الأبعاد يظهر زاويتي الميل الحقيقي والظاهري

6-1 العلاقة مابين زاوية الميل الحقيقي وزاوية الميل الظاهري:

يمكن حساب زاوية الميل الحقيقي (المقيسة ضمن المقطع (II) المعامد لاتجاه السطح المائل (سطح طبقة) كالآتي:

$$\tan \alpha = v / h \qquad (1)$$

α = زاوية الميل الحقيقي

v = المسافة الشاقوليّة بين خطي اتجاه

h = المسافة الأفقية بين نفس خطي المضرب (الاتجاه) وفق المقطع ('II)

أما زاوية الميل الظاهري γ المقيسة ضمن المقطع (II'II) غير المعامد لاتجاه السطح المائل بل يصنع معه زاوية (واقعة في المستوي الأفقي) فتحسب كالآتي:

في المثلث ADF

$$\tan \gamma = v / h' \qquad (2)$$

γ = زاوية الميل الظاهري

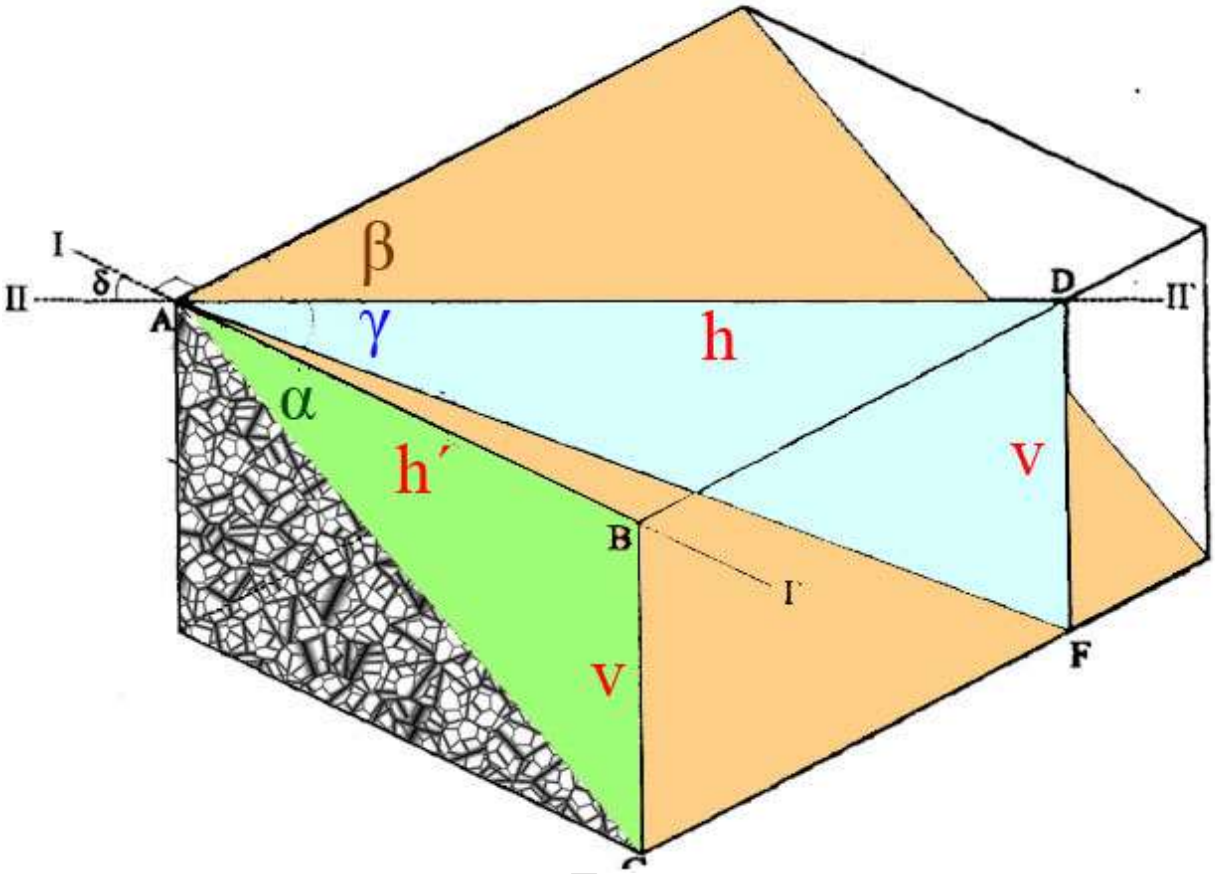
v = المسافة الشاقوليّة بين خطي اتجاه

h' = المسافة الأفقية بين نفس خطي المضرب (الاتجاه) وفق المقطع (II´II).

ولإيجاد العلاقة مابين α و β و γ ، نجد من المثلث ABD أن

$$\sin \beta = h / h' \qquad (3)$$

Youssef Radwan



شكل 6-3: مخطط ثلاثي الأبعاد يظهر زاويتي الميل الحقيقي والظاهري

ومن العلاقتين (1) و (2) نجد أن

$$\tan \gamma / \text{tag } \alpha = h/h' \quad (4)$$

وبمقارنة (3) و (4) نحصل على العلاقة الآتية التي تمكننا من حساب اي من الزوايا α أو β أو γ بمعرفة اثنتين منهما:

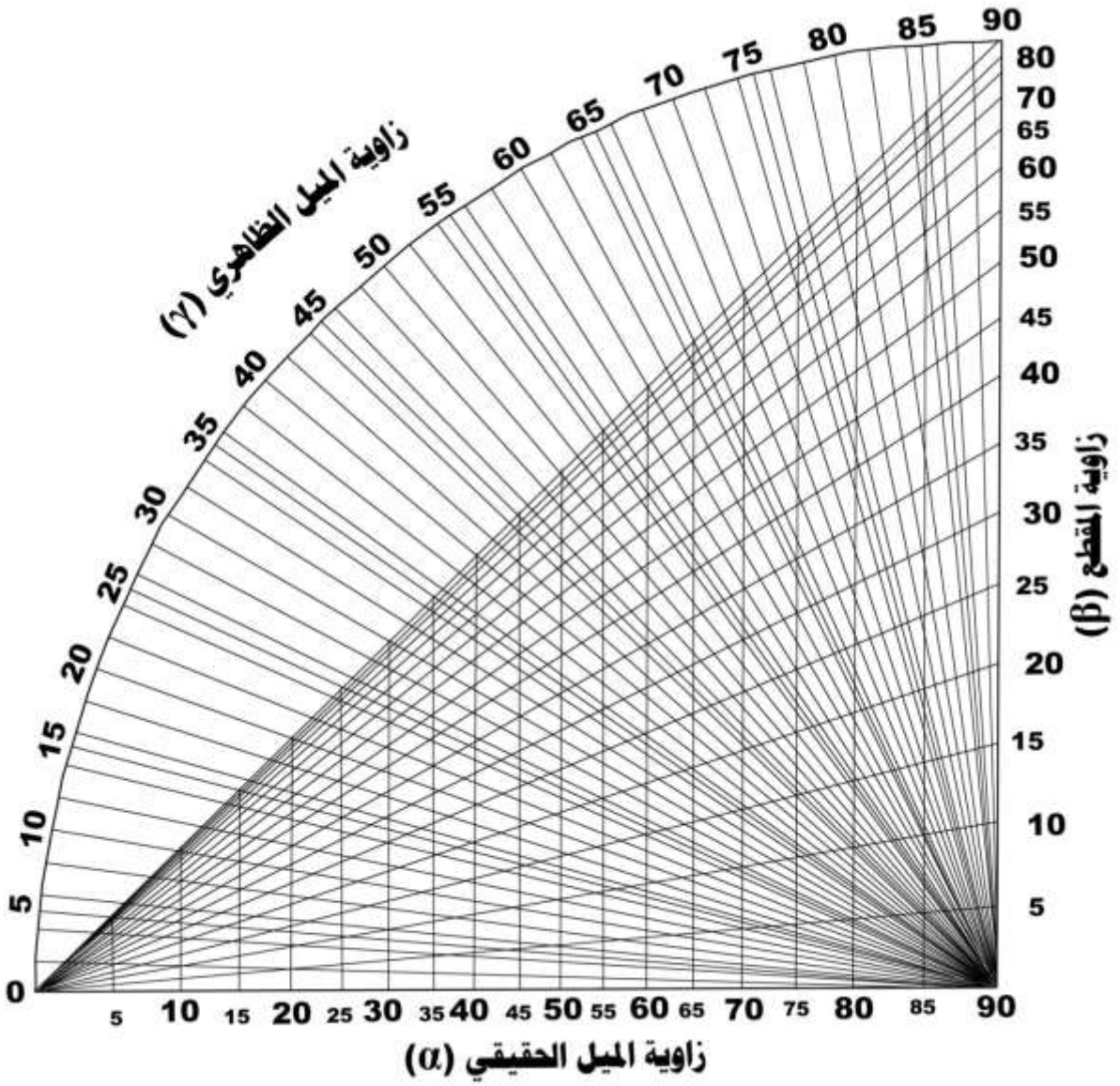
$$\tan \gamma = \text{tag } \alpha \cdot \text{Sin } \beta \quad (5)$$

يمكن أيضاً حساب α أو γ بمعرفة أحداهما إضافة إلى معرفة الزاوية δ الواقعة بين المقطعين (I'I) و(II´II).

$$\tan \gamma = \text{tag } \alpha \cdot \text{Cos } \delta$$

لقد طور الباحثون مخططات بيانية يمكن من خلالها ودون اللجوء إلى عمليات حسابية تحدد قيم الزوايا α أو γ أو β بمعرفة اثنتين منهما (شكل 6-4).

Youssef



شكل 6-4 مخطط Tangier Smith البياني لتحديد قيم زاوية الميل الحقيقي α من زاوية الميل الظاهري γ وزاوية ميل المقطع β.

6-2تحديد المضرب (الاتجاه) والميل الحقيقيين من زاويتي ميلين ظاهريين مقيستين حقلياً:

يمكن حساب المضرب (الاتجاه) والميل الحقيقيين انطلاقاً من زاويتي ميلين ظاهريين مقيستين حقلياً في مقطعين شاقوليين غير معامدة لاتجاه سطح مائل ما.

قيس الميل الظاهري لطبقة صخرية وفق المضرب (الاتجاه) N15°E فكان 30°، كما قيس ميلها الظاهري وفق اتجاه آخر N80°W فكان10° فكم يبلغ ميلها الحقيقي؟

يمكن حساب ذلك بطريقتين:

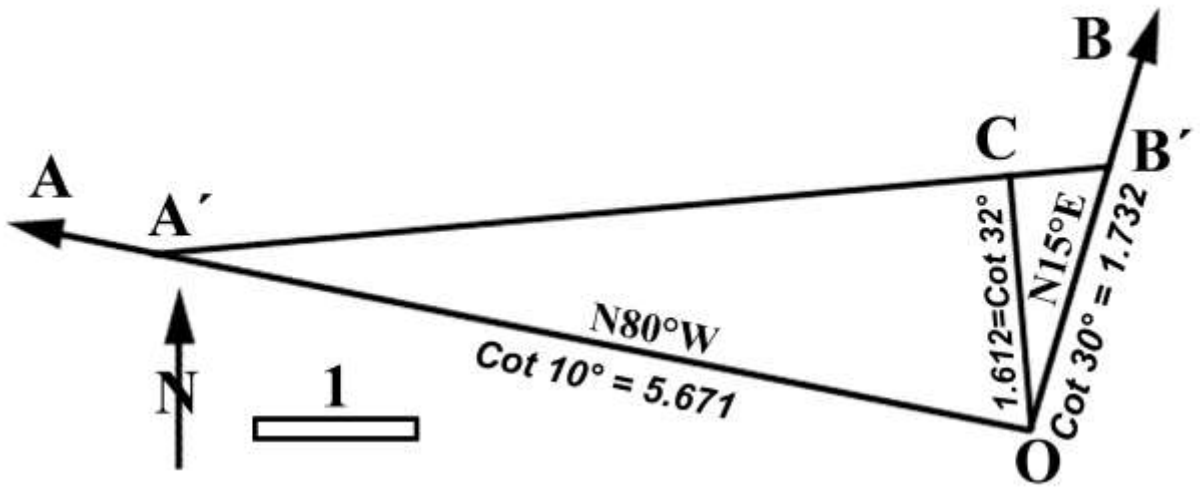
الطريقة الأولى: باستخدام مخطط تانجييه سميث 1925

قاطع الشعاع الممثل لقيمة الميل الظاهري الأول 30° مع الشعاع الممثل لقيمة ميل المقطع 10°.

انزل شاقولاً من نقطة تقاطع الشعاعين على المحور الأفقي الممثل لزاوية الميل الحقيقي، وأقرأ مقدار زاوية الميل الحقيقي.

الطريقة الثانية: إنشائية

أنشئ بالمنقلة شعاعاً OA من نقطة لا على التعيين هي O باتجاه N80°W بعد تحديد اتجاه الشمال بسهم يتجه لأعلى الصفحة. حدد على الشعاع المذكور قطعة ´OA طولها يساوي طولها Cot 30° بعد انتقاء مقياس رسم مناسب.



شكل 6-5

1. أنشئ بالمنقلة شعاعاً من النقطة OB باتجاه N15°E. حدد على الشعاع قطعة ´OB طولها Cot 15°.
2. صل مابين النقطتين ´A و´B، سيمثل المستقيم ´A´B اتجاه ميل الطبقة.
3. أنشئ من النقطة O عموداً OC على المستقيم ´A´B.
4. سيمثل اتجاه المستقيم OC اتجاه الميل الحقيقي للطبقة، وسيمثل طولها قيمة tan زاوية الميل الحقيقي قس بالمنقلة اتجاه الميل، ثم قس بالمسطرة طول OC
5. واحسب زاوية الميل الحقيقي من مقلوب Cot.

Youssef

كلية هندسة البترول **عملي الجيولوجيا التركيبية** **الفصل الثاني 2021-2020**

الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

تمرين الجلسة الثامنة
حساب الميل الحقيقي من قياسات ميل ظاهري

حدد اتجاه وزاوية الميل الحقيقي لسطوح قيست فيها أزواج الميول الظاهرية الآتية:

	ميل ظاهري أول	ميل ظاهري ثاني
1	20° نحو N90°W	40° نحو N
2	30 ° نحو N60°E	50° نحو E45°S
3	60° نحو N60°E	70° نحو S45°W
4	20° نحو N80°W	45° نحو NE
5	45 °نحو N75°E	20° نحو W70°N
6	60° نحو N60°E	70° نحو E35°S
7	10°نحو E75°S	50° نحو W50°N
8	80° نحو N60°E	30° نحو E30°S
9	90° نحو N20°E	60° نحو W60°N
10	00° نحو N10°E	10° نحو S80°W

Youssef Radwan

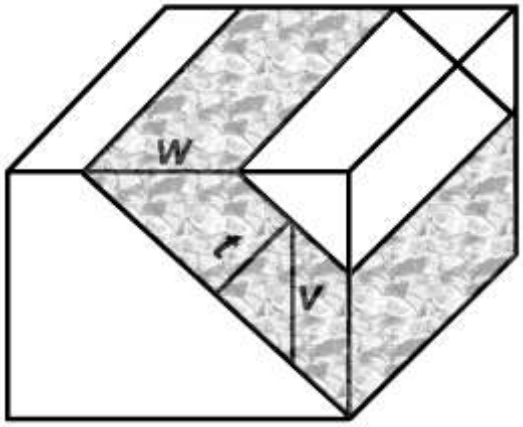
الجلسة التاسعة
الثخانة الحقيقية والثخانة الظاهرية

ثخانة طبقة صخرية ما thickness هي المسافة مابين سطحيها العلوي والسفلي، ولها ثلاثة أنواع:

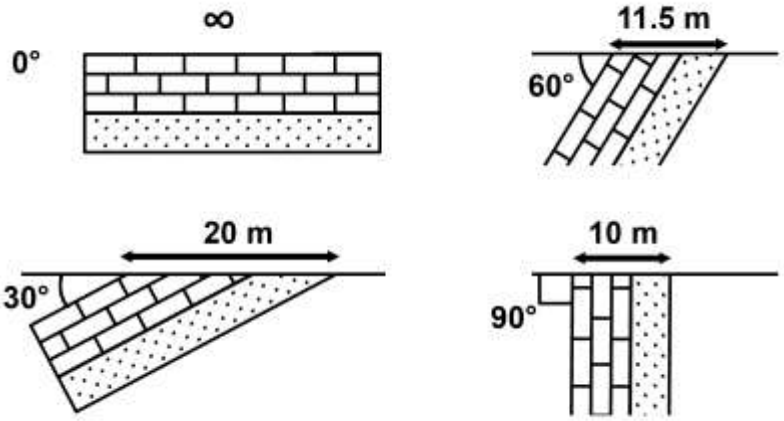
1. ثخانة حقيقية true thickness (t) : المسافة المقيسة عمودياً على سطحي الطبقة العلوي والسفلي.

2. ثخانة شاقولية vertical thickness (v) : المسافة المقيسة شاقولياً مابين سطحي الطبقة العلوي والسفلي.

3. ثخانة ظاهرية apparent thickness (a) أو عرض التكشف width of outcrop (w) : أصغر مسافة بين سطحي طبقة متكشفة يمكن قياسها على الخريطة الجيولوجية.

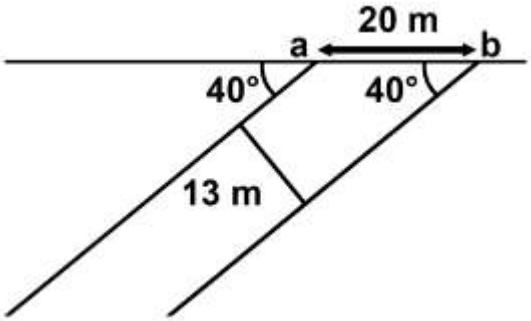


شكل 9-1 الثخانة الحقيقية والشاقولية والظاهرية (عرض التكشف)



شكل 9-2 تأثير زاوية الميل على عرض التكشف مع ثبات قيمة الثخانة الحقيقية للطبقة

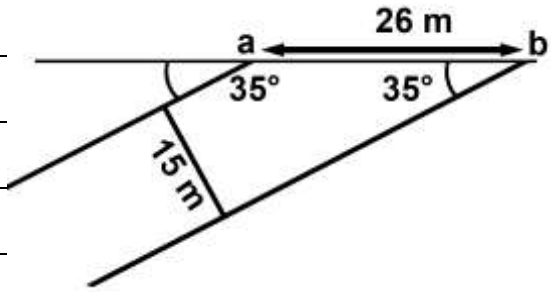
1.9 الإنشاء الهندسي للثخانة الحقيقية



المعطيات: عرض التكشف و زاوية الميل الحقيقية

حدّد عرض التكشف ab على خطٍ أفقي للمقطع العرضي، ثم ارسم أثرا سطحي الطبقة العلوي والسفلي اعتباراً من

النقطتين a و b وبزاوية تساوي زاوية الميل الحقيقية مقيسة اعتبار من الخط الأفقي. قس الثخانة الحقيقية للطبقة من خلال قياس المسافة العمودية مابين هذين الأثرين.



عرض التكشف	زاوية الميل	
20 م	40°	
26 م	35°	
20 م	30°	
..... م	40°	
..... م	35°	26 م
..... م	30°	20 م
25 م	.....	20 م
26 م	.....	24 م
30 م	.....	20 م

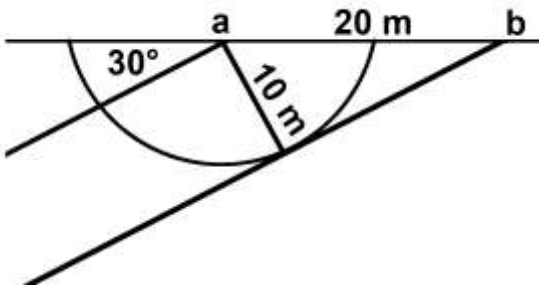
2.9 الإنشاء الهندسي للثخانة الظاهرية (عرض التكشف)

المعطيات: الثخانة الحقيقية و زاوية الميل الحقيقية:

ارسم أثر سطح الطبقة العلوي اعتباراً من النقطة a المحددة على خطٍ أفقي للمقطع العرضي وفق زاوية الميل الحقيقية. قس بالمسطرة مسافةً عموديّةً عليه تعادل قيمة الثخانة الحقيقية وفق مقياس الرسم ثم ارسم انطلاقاً منها خطاً موازياً لهذا الأثر يمثل أثر سطح الطبقة السفلي حيث يقطع الخط الأفقي في النقطة b.

Youssef Radwan

3.9 إنشاء زاوية الميل الحقيقية

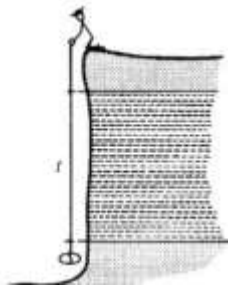


المعطيات: الثخانة الحقيقية و عرض التكشّف:

حدد الطول ab الممثل لعرض التكشّف على خطٍ أفقي للمقطع العرضي. ضع رأس إبرة الفرجار (البيكار) في النقطة a وارسم دائرة نصف قطرها يساوي قيمة الثخانة الحقيقية وفق مقياس الرسم. ارسم مماساً لهذه الدائرة يمر من النقطة b يمثل السطح السفلي للطبقة. ارسم خطاً موازياً له يمر من النقطة a يمثل السطح العلوي للطبقة. قس الزاوية مابين أحد هذين السطحين مع الخط الأفقي التي تمثل زاوية الميل الحقيقية.

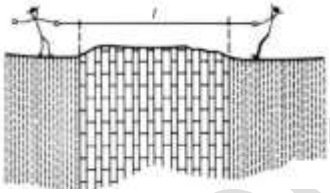
1.9 طرائق قياس الثخانة حقلياً

1.4.9: القياس المباشر للثخانة



1.1.4.9 طبقات أفقيّة متكشّفة: علّق بداية شريط القياس شاقولياً عند السطح العلوي للطبقة وقس المسافة الشاقولية بينه وبين سطحها السفلي.

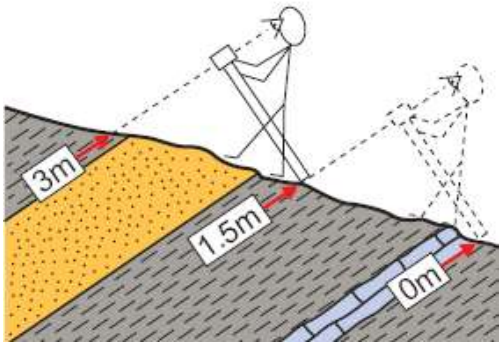
ويمكن قياسها أيضاً من خلال قياس طرح ارتفاعي سطحي الطبقة العلوي والسفلي المقيسين بقائس الارتفاع (altimeter).

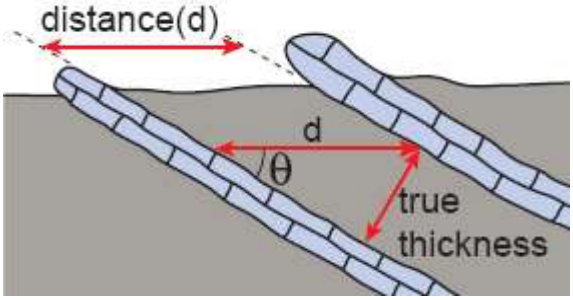


1.4.9.2 طبقات أفقيّة شاقوليّة: قس بشكل أفقي المسافة الأفقيّة المسافة مابين سطحيها العلوي والسفلي.

3.1.4.9 طبقات مائلة مهما كانت زاوية انحدار الأرض **:** تقاس باستخدام عصا قياس محددة الطول مدرّجة ومزوّدة قياس ميل clinometers. حدد اتجاه ميل الطبقات تقريبياً ثم امسك العصا بحيث تكون قاعدتها عند السطح السفلي للطبقة ويظهر لك مقياس الميل قيمة زاوية ميل الطبقات. سدّد بالنظر إلى السطح العلوي للطبقة واقرأ قيمة ثخانة الطبقة (إن كانت ثخانتها أقل من طول العصا)، أو كرّر عملية القياس (إن كانت ثخانتها أكبر من طول العصا).

YoussefRadwan





5.9: القياس غير المباشر للثخانة

1.5.9 تحديد الثخانة عندما يكون السطح الطبوغرافي افقياً

تحسب الثخانة الحقيقية للطبقة (t) بتطبيق العلاقة الرياضيّة الآتية والتي يستخدم فيها عرض التكشف (w) و زاوية الميل الحقيقية للطبقة (α) ضمن مقطع معامد لمضرب الطبقة.

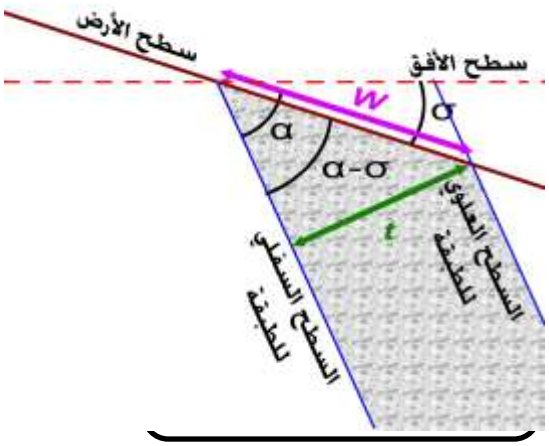
$$t = w. \sin \alpha$$

2.5.9 عندما يكون السطح الطبوغرافي منحدراً

تحسب الثخانة الحقيقية للطبقة (t) بتطبيق العلاقة الرياضيّة الآتية والتي يستخدم فيها عرض التكشف (w) مقيساً على سطح المنحدر في اتجاه يعامد مضرب الطبقة، و زاوية الميل الحقيقي للطبقة (α) وزاوية انحدار سطح الأرض (σ)

وهناك حالتان

<u>الحالة الأولى:</u> الطبقة تميل في نفس اتجاه انحدار سطح الأرض (يقاس عرض التكشف (w) في اتجاه يعامد مضرب الطبقة).



الثخانة الحقيقية (t)

زاوية ميل الطبقة (α)

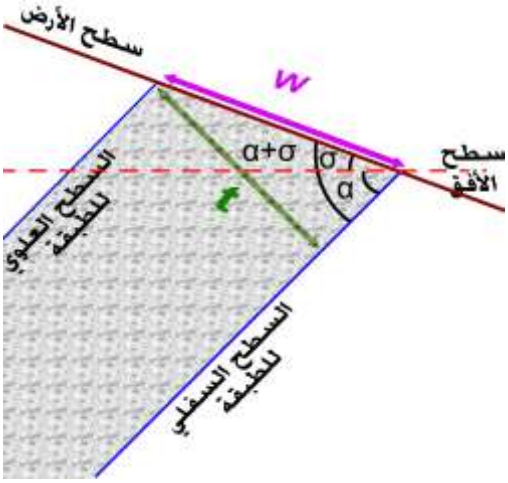
زاوية انحدار سطح الأرض (σ)

عرض التكشف (w)

$$t = w. \sin (\alpha - \sigma)$$

Youssef Radwan

الحالة الثانية: الطبقة تميل في اتجاه معاكس لاتجاه انحدار سطح الأرض



الثخانة الحقيقية (t)

زاوية ميل الطبقة (α)

زاوية انحدار سطح الأرض (σ)

عرض التكشف (w)

$$t = w. \sin (\alpha + \sigma)$$

Youssef Radwan

كلية هندسة البترول **عملي الجيولوجيا التركيبية** **الفصل الثاني 2021-2020**

الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

تمرين الجلسة التاسعة

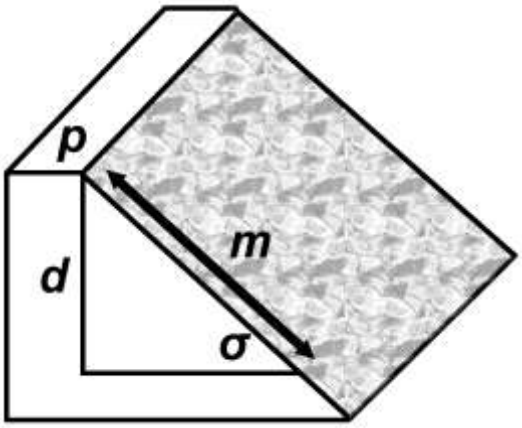
احسب الثخانة الحقيقية بناءً على المعطيات الآتية:

الطبقة تميل في نفس اتجاه انحدار سطح الأرض **$t = w. \sin(\alpha - \sigma)$**	**عرض التكشف (w)**	**زاوية انحدار سطح الأرض (σ)**	**زاوية ميل الطبقة (α)**	**الثخانة الحقيقية (t)**
	20 م	°70	°40	..... م
	70 م	°65	°35	..... م
	80 م	°75	°30	..... م
	50 م	°80	°20	..... م
	40 م	°48	°18	..... م
	60 م	°70	°25	..... م
الطبقة تميل في نفس اتجاه انحدار سطح الأرض **$t = w. \sin(\alpha + \sigma)$**	**عرض التكشف (w)**	**زاوية انحدار سطح الأرض (σ)**	**زاوية ميل الطبقة (α)**	**الثخانة الحقيقية (t)**
	20 م	°10	°45	..... م
	70 م	°35	°25	..... م
	80 م	°30	°30	..... م
	50 م	°20	°10	..... م
	40 م	°48	°18	..... م
	60 م	°35	°10	..... م

Youssef Radwan

الجلسة العاشرة
العمق

عمق طبقة (d) هو المسافة الشاقولية المقيسة مابين نقطة محددة تقع في مستوٍ مرجعيّ (سطح الأرض) والسطح العلوي لهذه الطبقة. ويكون عادة بعد هذه النقطة (m) عن تكشف الطبقة معلوماً.
ويرتبط عمق الطبقة بزاوية ميلها α الحقيقي (أو ميلها الظاهري γ)، وبزاوية انحدار الأرض σ
وهناك أربع حالات في قياس عمق طبقةٍ ما:

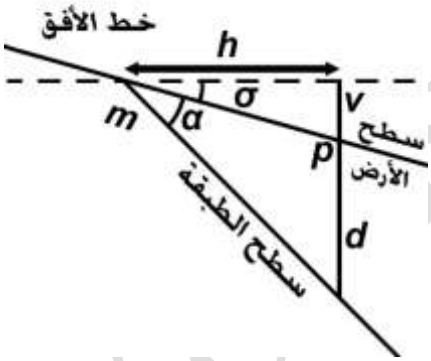


الحالة الأولى: سطح الأرض أفقي والطبقة مائلة
يُحسب العمق d في نقطة (p) شريطة أن يُقاس البعد عن تكشف الطبقة m معامداً لمضرب الطبقة، وبالتالي تكون زاوية الميل المقيسة حقيقية، بالمعادلة الآتية:

$$d = m \cdot \tan \alpha$$

يُحسب العمق d في النقطة (p) إن كان البعد عن تكشف الطبقة بمنحىً لا يعامد مضرب الطبقة m وبالتالي تكون زاوية الميل المقيسة ظاهريّة γ في هذا المنحى، بالمعادلة الآتية:

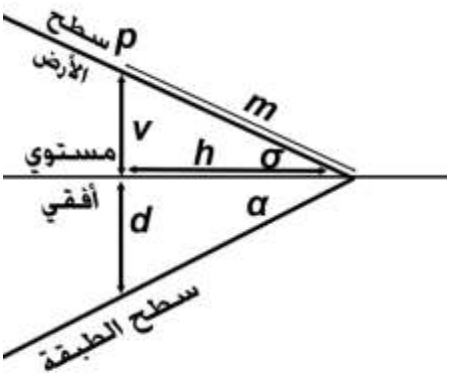
$$d = m \cdot \tan \gamma$$



الحالة الثانية: سطح الأرض منحدر بزاوية σ والطبقة أفقية
يُحسب العمق d في النقطة (p) إن كانت المسافة على سطح المنحدر مابين النقطة (p) وتكشف الطبقة هي m، بالمعادلة الآتية:

$$d = m \cdot \sin \sigma$$

Youssef Radwan



الحالة الثالثة: سطح الأرض منحدر بزاوية σ والطبقة مائلة بنفس اتجاه انحدار الارض بزاوية ميل α، يحسب العمق d في النقطة (p) شريطة أن تُقاس m بشكلٍ معامدٍ لمضرب الطبقة.

$$d = m \cdot (\cos\sigma \cdot \tan\alpha - \sin\sigma)$$

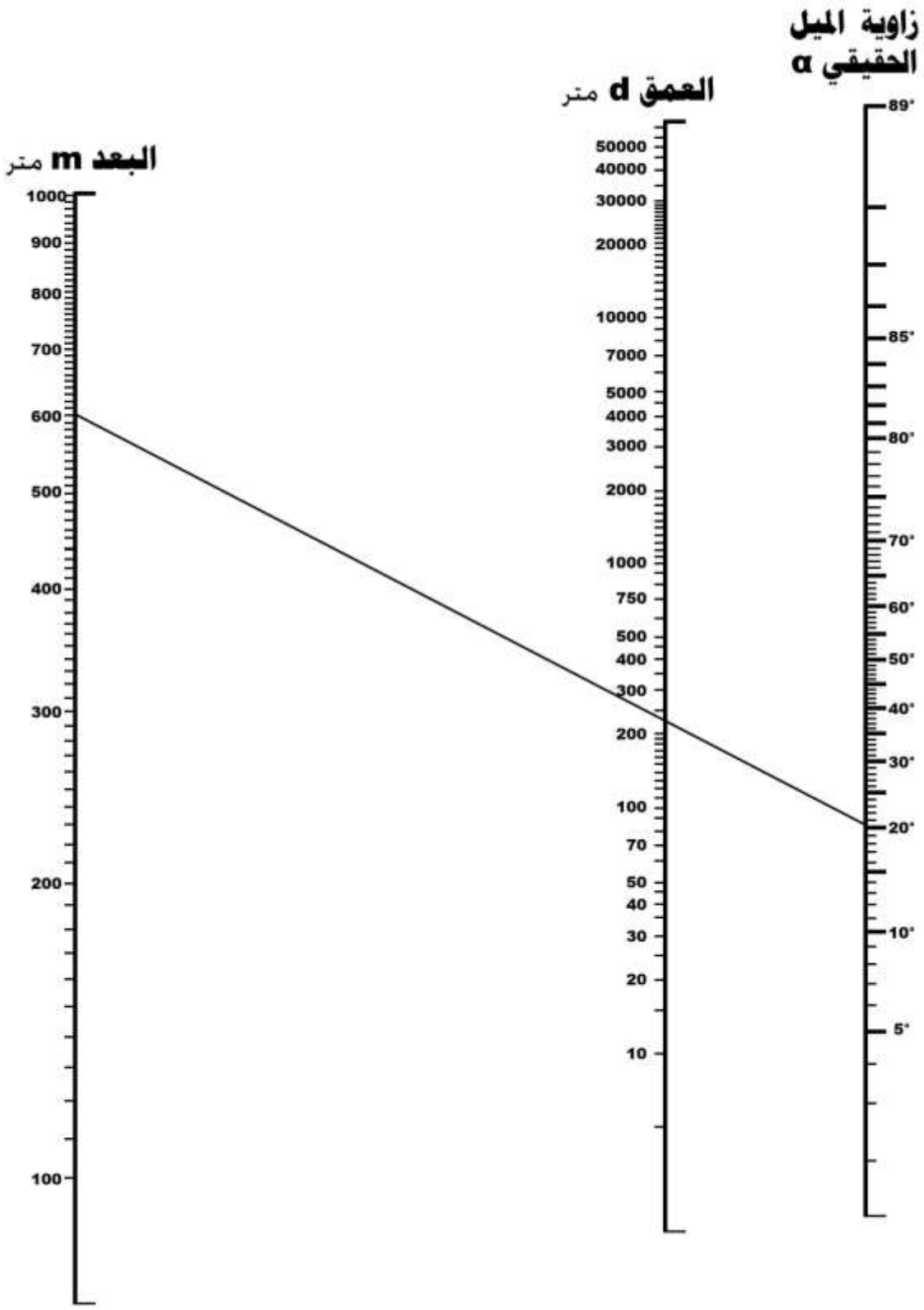
الحالة الرابعة: سطح الأرض منحدر والطبقة مائلة بعكس اتجاه انحدار الارض بزاوية ميل α، يحسب العمق d في النقطة (p) شريطة أن تُقاس m بشكلٍ معامدٍ لمضرب الطبقة

$$d = m \cdot (\cos\sigma \cdot \tan\alpha + \sin\sigma)$$

حساب العمق بيانياً:

يمكن حساب العمق d في نقطة p بيانياً من خلال معرفة زاوية ميل الطبقة α والمسافة m مابين النقطة p وتكشف الطبقة شريطة أن تُقاس m بشكلٍ معامدٍ لمضرب الطبقة وأن يكون سطح الأرض أفقياً.

Youssef Radwan


زاوية الميل
الحقيقي α
العمق d متر
البعد m متر
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
50000
40000
30000
20000
10000
7000
5000
4000
3000
2000
1000
750
500
400
300
200
100
70
50
40
30
20
10
89°
85°
80°
70°
60°
50°
40°
30°
20°
10°
5°

كلية هندسة البترول عملي الجيولوجيا التركيبية الفصل الثاني 2021-2020

الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

تمرين الجلسة العاشرة

احسب عمق طبقة حجر رملي d غني بالنفط بناءً على المعطيات الآتية حسابياً وبيانياً:

ت	العلاقة	ميل حقيقي α	m	انحدار σ	العمق d حسابياً	العمق d بيانياً
1	$d = m \cdot \tan \alpha$	30	200	0	.....	
2	$d = m \cdot \tan \alpha$	60	300	0	.....	
3	$d = m \cdot \sin \sigma$	0	600	10	.....	
4	$d = m \cdot \sin \sigma$	0	500	15	.....	
5	$d = m \cdot (\cos\sigma \cdot \tan\alpha - \sin\sigma)$	30	200	10	.....	
6	$d = m \cdot (\cos\sigma \cdot \tan\alpha - \sin\sigma)$	60	700	15	.....	
7	$d = m \cdot (\cos\sigma \cdot \tan\alpha + \sin\sigma)$	30	400	10	.....	
8	$d = m \cdot (\cos\sigma \cdot \tan\alpha + \sin\sigma)$	60	600	15	.....	

Youssef Radwan

الجلسة الحادية عشرة
الأوضاع الفراغية للطيات وإنشاء الطيات المتوازية

يتحدد الوضع الفراغي للطية من خلال تحديد الوضع الفراغي لمحاورها ولمستوياتها المحورية (المتوسطة).

- محور الطية (fold axis) الخط الواصل بين النقاط ذات التحدّب الأعظمي لسطح طبقة مطويّة.
- المستوي المحوري للطية (axial plane) المستوي المتضمن خطوط مفاصل الطبقات المؤلفة للطية، وعندما يكون متماوجاً يسمى السطح المحوري.
- المستوي المتوسط للطية (median plane) المستوي الذي ينصّف الزاوية الكائنة بين جناحي الطية (زاوية الطية).

تصنيف الطيات:

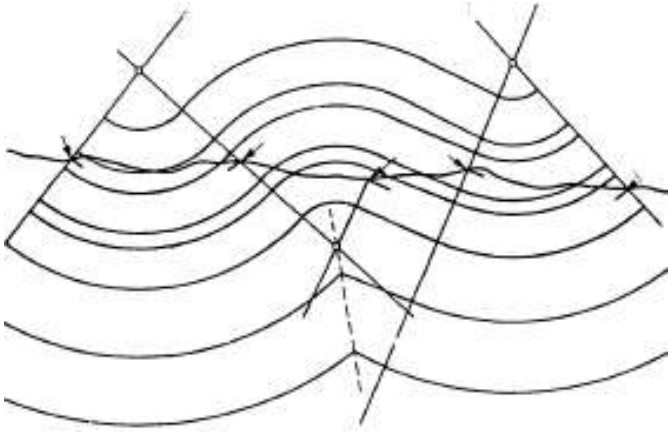
تصنف الطيات وفق الوضع الفراغي لمحاورها ولمستوياتها المحورية.

نمط الطية (محدب أو مقعر)	زاوية ميل المستوي المحوري أو المتوسط	ميل الجناحين
قائمة	قائمة	متساويا الزاوية متعاكسا المضرب (الاتجاه)
مائلة	كبيرة	مختلفا الزاوية متعاكسا المضرب (الاتجاه)
مقلوبة	صغيرة إلى متوسطة	يميلان باتجاه واحد، أحدهما مقلوب
مستلقية	معدومة	كحال الطية القائمة إنما بدوران

الطيات المتوازية parallel folds (أو المتمركزة concentric) طيات تحافظ فيها الطبقات على ثخانتها في أجزائها كافّة رغم طيّها، ما يعني أنّ المواد لم تتحرك ضمن الطبقات الصخرية أثناء الطي (أو تحركت على نحوٍ طفيفٍ جداً)، بل تحركت الطبقات بالنسبة لبعضها بعضاً كما تتحرك أوراق اللعب عند ثنيها وتقوسها محافظة على ثخانتها الكلية. وهي حالة تصادف في الطبيعة رغم قلتها في طبقات الحجر الرملي والكلسي حيث تنزلق الطبقات على بعضها (انزلاق طبقي bedding slip)، ويستدل على ذلك بسطوحها المصقولة وانزلاق العروق الفلزية التي تخترقها.

Youssef Radwan

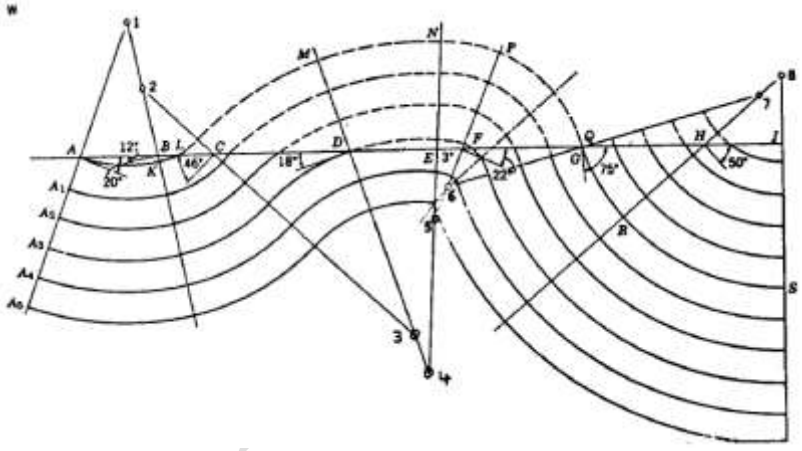
الإنشاء الهندسي للطيّات المتوازية:



نتيجة تساوي ثخانة الطبقات أثناء الطي، فإن المحدبات المتشكلة بالطي ستعرض نحو الأعلى وستضيق نحو الأسفل، بينما ستعرض المقعرات المتشكلة بالطي نحو الأسفل وستضيق نحو الأعلى، ومن ثم ستتخامد الطيات وتتلاشى نحو الأسفل والأعلى نتيجة تناقص الميول وشدة الطي.

يعتمد إنشاء الطيات المتوازية على ثبات الثخانة الحقيقية ما يعني أن مستقيماً معامداً لسطح إحدى الطبقات سيكون معامداً أيضاً للطبقات التي تعلوها والتي تدنوها. وتتلخص عملية الإنشاء في إيجاد مثل هذا المستقيم، وتحديد مركز التقوس من خلال قراءات الميول المتتالية على امتداد المقطع المدروس ومن ثم رسم سلسلة من الأقواس الدائرية التي تعبر عن مسارات خطوط معلم الطبقات العائدة للطية ضمن المقطع الشاقولي على أن تكون المسافة بين مواقع القياسات أصغر من المسافات المحورية للطيات المنفردة المتجاورة.

ويمكن رسم الطيات المتوازية من خلال الخطوات الآتية:



1. ارسم آثار الطبقات (إشارات الميل) في نقاط قياس التكشفات على امتداد المقطع.
2. ارسم مستقيمات معامدة لآثار الطبقات في نقاط قياس التكشفات كافة.
3. مدد هذه المستقيمات حتى يتقاطع كل مستقيم مع المستقيم المعامد للميل المجاور.
4. ارسم قوساً مركزه نقطة التقاطع ويمر من نقطتي القياس المتتاليتين .
5. كرر العملية لكافة النقاط حتى تحصل على الطيات المتوازية.

كلية هندسة البترول **عملي الجيولوجيا التركيبية** **الفصل الثاني 2020-2021**

الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

تمرين الجلسة الحادية عشرة

ارسم طيات متوازية مكونة من الأسفل إلى الأعلى من طبقة كونغلوميرا (ثخانتها 25 م) و طبقة حجر رملي (ثخانتها 30 م) وحجر كلسي (ثخانتها 40 م) بمقياس رسم 1:50 على امتداد المقطع AB وفقاً للمعطيات الآتية المسجلة في محطات القياس :

1	2	3	4	5	6	7	8
092/30	272/54	102/22	276/20	099/39	104/38	098/30	268/24

W **E**

1 2 3 4 5 6 7 8

Youssef Radwan

الجلسة الثانية عشرة
الصدوع (الفوالق)

الصدع (الفالق) fault كسر في الصخور تُزاح كتلُ الصخور المتصدّعة بشكلٍ موازٍ لسطحه. ويتراوح مقدار الانزياح مابين بضعة ميلمترات إلى بضعة مئات الكيلومترات.
يمكن أن يكون سطح الصدع مستوياً أو مقوساً، شاقولياً أو أفقياً. ويتسبب الانزياح غالباً بتشكّل الخدوش على سطح الصدع، أو البريشيا breccias أو الميلونيت mylonite في نطاق fault zone.

الأنماط الرئيسة للصدوع:

صدوع الانزلاق المضربي dip slip faults:

تتحرك كتل الصخور المتصدّعة بشكلٍ موازٍ لاتجاه ميل الصدع وهي على نوعين:

صدوع الانضغاط compressional faults

تتشكل بتأثير ضغوط أفقيّة على جزءٍ من القشرة الأرضيّة وتدعى أيضاً صدوع عكسية reverse faults و صدوع تراكب thrust faults حيث تتحرك الكتلة التي تعلو سطح الصدع نحو الأعلى بالنسبة للكتلة السفلية، ما يتسبب بتكرار الطبقات.

صدوع الشدّ tensional faults

تتشكّل بتأثير قوى شدّ أفقيّة على جزءٍ من القشرة الأرضيّة وتتسبب بتمدّد الطبقات وتشكل ليّ flexure حتى تجاوز متانة الصخر تتشكّل صدوع عادية normal faults حيث تتحرك الكتلة التي تعلو سطح الصدع نحو الأسفل بالنسبة للكتلة السفلية، ما يتسبب باختفاء بعض الطبقات.

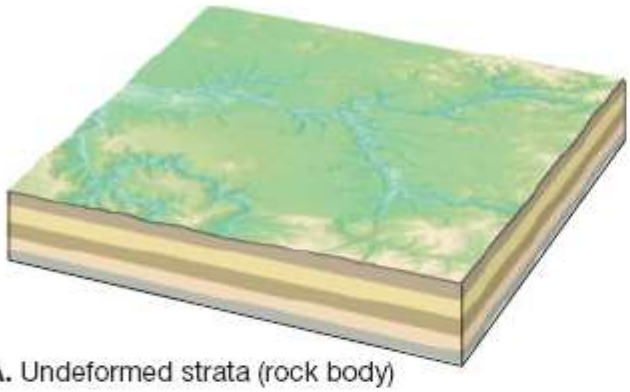
صدوع الانزلاق الجانبي strike slip faults

صدوع شاقولية أو شديدة الميل تتحرك الكتل الصخريّة أفقياً على أحد جانبيها بالنسبة للكتلة الأخرى على الجانب الآخر، أو تتحرك كلاهما باتجاهين متعاكسين مسبّبة خدوشاً أفقية. ويمكن تمييز نوعين منها يمينيّ dextral = clockwise ويساري sinistral = anti clockwise.

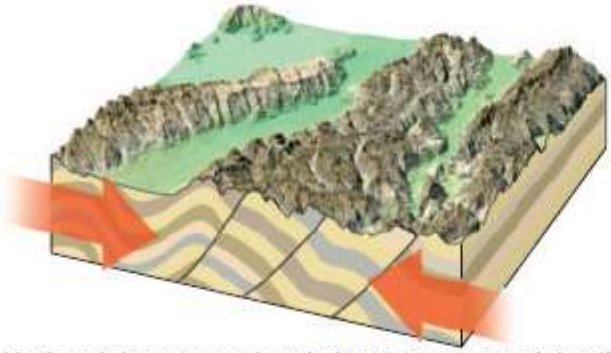
صدوع الانزلاق المنحرف oblique slip faults

غالباً ما تتحرك الكتل الصخريّة على أحد جانبي الصدوع بالنسبة للكتلة الأخرى على الجانب الآخر بشكل منحرفة عن مضرب اتجاه ميل الصدع. وتكون في هذه الحالة صدوعاً عادية أو عكسية ذات انزياح منحرف يميني أو يساري right or left normal faults أو عكسية ذات انزياح منحرف يميني أو يساري right or left reverse faults.

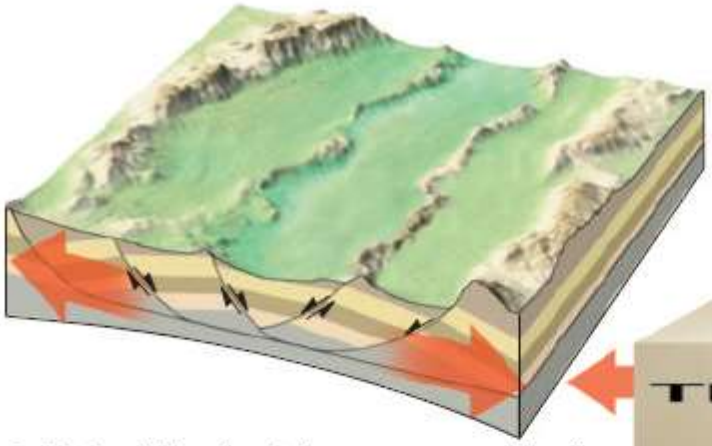
Youssef Radwan



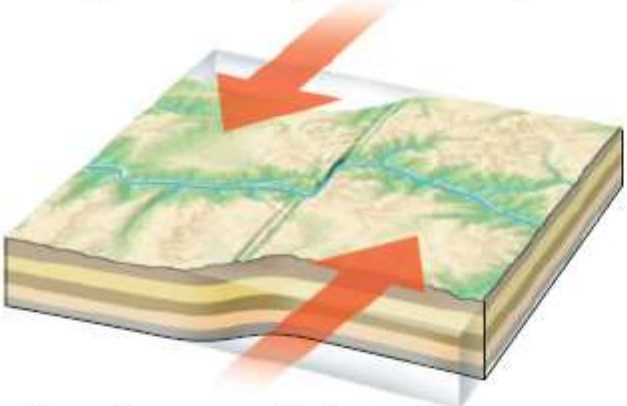
A. Undeformed strata (rock body)



B. Horizontal compressional stress causes rock bodies to shorten horizontally and thicken vertically



C. Horizontal tensional stress causes rock bodies to lengthen horizontally and thin vertically



D. Shear stress causes displacements along fault zones or by ductile flow

تقدير انزياح (رمية) الصدع:

توصف الصدوع عبر سمات عديدة (المضرب والميل والتباعد والتقارب)، إلا أن السمة المشتركة بين أنواعها المختلفة كافّة هي انزياح الصدع أو (رميته)

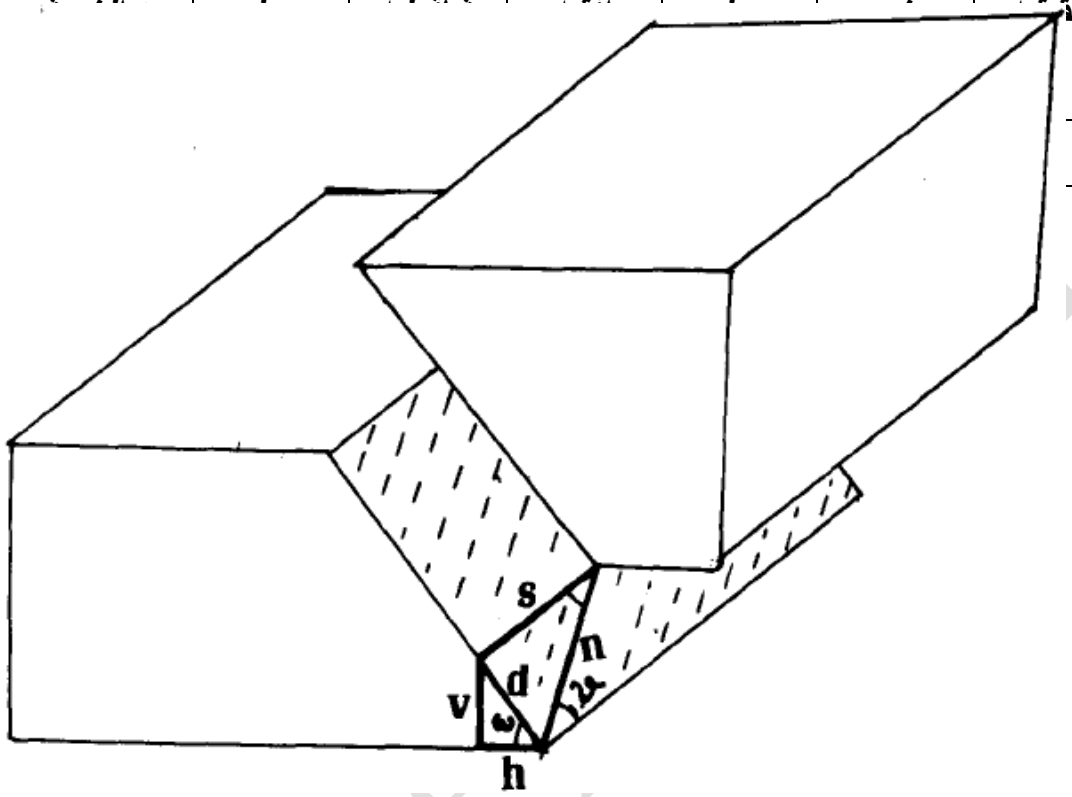
يمثل انزياح صدوع الانزياح المنحر ف الحالة العامة وتسمى المسافة الفعلية التي انتقلتها الكتلة العلوية انزياح حقيقي أو رمية حقيقية net slip (n)، والتي يمكن تحليلها إلى رمية المضرب strike slip (s) الموازية لمضرب الصدع، ورمية الميل dip slip (d) الموازية لاتجاه ميل سطح الصدع. وبدورها يمكن تحليل رمية الميل (d) إلى مركبتين على سطح الصدع هما الرمية الأفقية heave = horizontal slip (h) والرمية الشاقولية throw = vertical slip (t) ويرتبطان بالعلاقتين الآتيتين:

$$n = \sqrt{h^2 + v^2} \qquad n = \sqrt{d^2 + s^2}$$

إن كانت s = 0	**فإن n = d**	**والصدع عادي أو عكسي صرف**
إن كانت d = 0	**فإن n = s**	**والصدع انزياح مضربي صرف**
إن كانت h = 0	**فإن v = d**	**وسطح الصدع شاقولي**
إن كانت v = 0	**فإن h = d**	**وسطح الصدع أفقي**

Youssef Radwan

زاوية	رمية
مضرب	حقيقية



v = d . sin ω

h = d . cos ω

d = n . sin υ

s = n . sin υ

Youssef

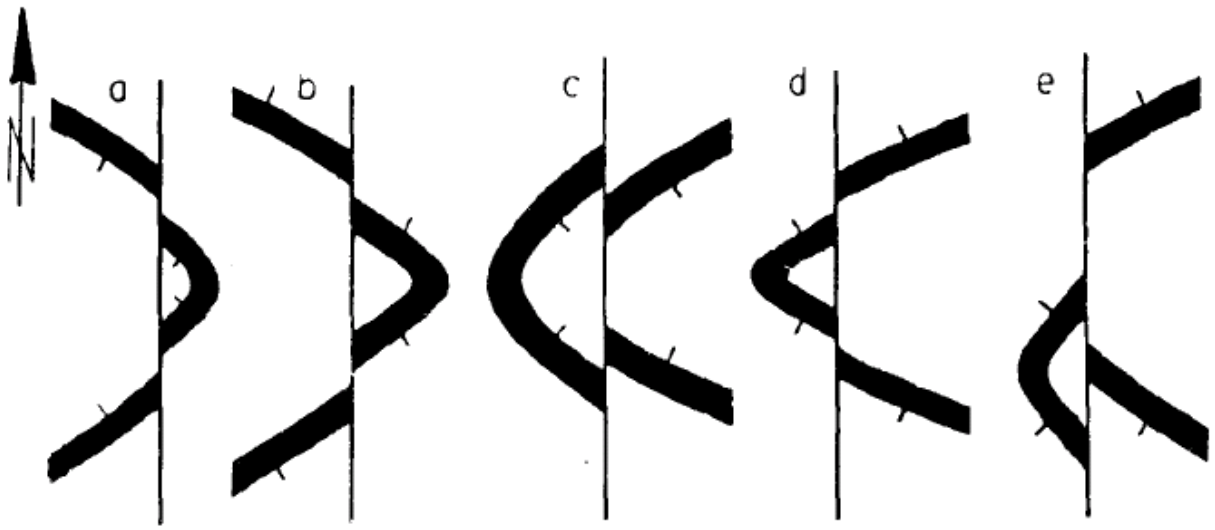
كلية هندسة البترول عملي الجيولوجيا التركيبية الفصل الثاني 2021-2020

الاسم: الرقم الجامعي: التاريخ: العلامة:

تمرين الجلسة الثانية عشرة

يظهر الشكل مقاطعاً تخطيطية أفقية لطيات مغرقة متصدعة بصدوع عرضية:

1. حدد اتجاه ميل الصدع في الحالات كافّة.
2. ميز المقعرات عن المحبات.
3. حدد اتجاه تغريق الطيات.
4. إن كانت الصدوع عادية، حدد اتجاه ميلها.
5. إن كانت الصدوع عكسية، منوعه في كل حالة، ثم حدد اتجاه ميله مركبات رميته، وهل هو يميني أم يساري.



Youssef Radwan

الجلسة الثالثة عشرة
القسمات الأرضية الخطية والفواصل ووردة المضرب (الاتجاه)

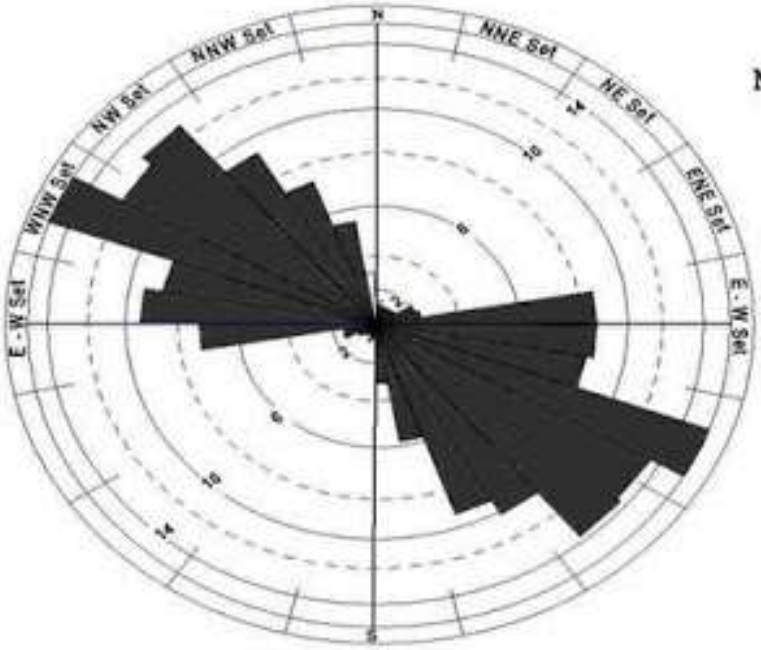
كلية هندسة البترول عملي الجيولوجيا التركيبية الفصل الثاني 2021-2020

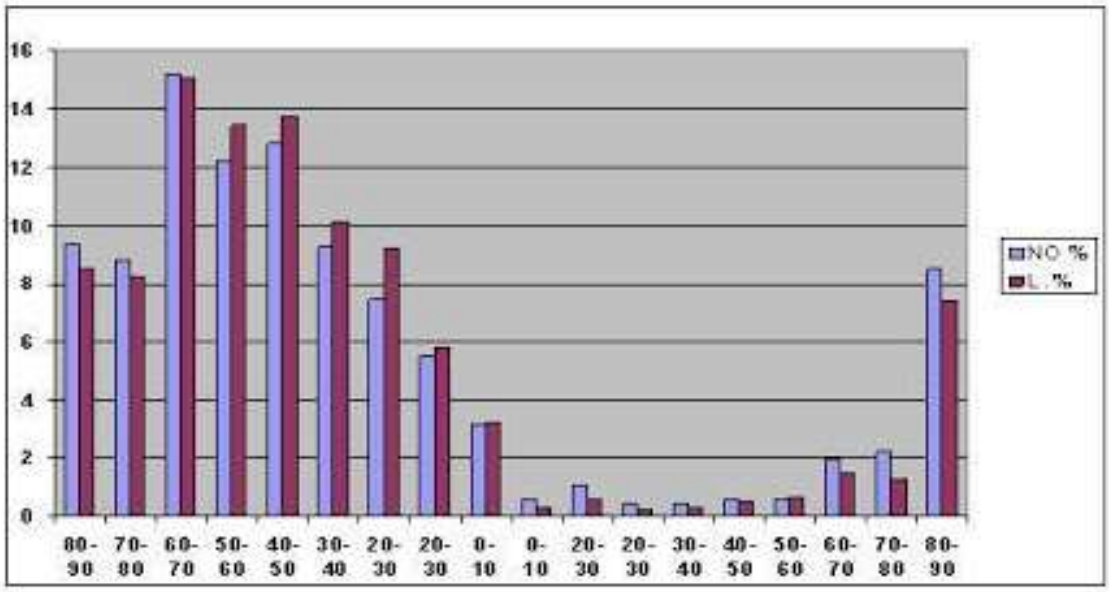
القسمات الأرضية الأرضية الخطّيّة lineaments مصطلح عام لأي بنية خطّية مستقيمة في صخر، كالصدوع (الفوالق) والفواصل وبصورة أقل الدايكات، والتطبق، وخطوط علامات الموج، وخطوط الإنسياب، والخدوش، وخط تقاطع التطبّق والتورّق. يتم تتبع بعضها على الصور الفضائية أو الصور الجوية.

الفواصل joints والصدوع (الفوالق) faults سطوح انقطاع في جسم صخري، إن صحبها حركة موازية لها فصدوع أو فوالق، إمّا إن لم يصحبها حركة (أو حركة صغيرة لدرجة الإهمال) ففواصل، ولكن قد يصحبها حركة عمودية عليها فتغدو شقوقاً مفتوحة.

حيث يتم رسم قسمات أرضية مستقيمة وقياس اتجاهها و أطوالها وتكرارها إما على شكل مدرج تَكْرَارِيّ (هستوغرام) أو وردة المضرب (الاتجاه)ات والتي هي مخطط إسقاط دائري تسقط عليه أطوال وتكرار القسمات الأرضية الخطية أو الفواصل أو الدايكات وفقاً لاتجاهها. يقسم محيط الدائرة إلى مجالات زاوية تتراوح مابين 5° 10° 15° درجات حيث يسقط على نصف الدائرة الشمالي المضرب (الاتجاه)ات، وعلى نصف الدائرة السفلي الأطوال أو التكرار، ويتم الإسقاط عبر برامج حاسوبية بسيطة.
ومن نظرة سريعة على وردة المضرب (الاتجاه) نصل إلى نظرة شمولية مقارنية للاتجاهات الرئيسة السائدة في منطقة قيد البحث وأطوالها أو تكرارها، تحديد المضرب (الاتجاه)ات الرئيسة لأهليلج الجهد ومن ثم رسمه.

Youssef Radwan


N
NNE Set
NE Set
ENE Set
E - W Set
E - W Set
WNW Set
NW Set
NNW Set
N%
L%


16
14
12
10
8
6
4
2
0
80-90
70-80
60-70
50-60
40-50
30-40
20-30
20-30
0-10
0-10
20-30
20-30
30-40
40-50
50-60
60-70
70-80
80-90
NO %
L. %