Manara university
Faculty of engineering
Department of civil engineering

جامعة المنارة
كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية

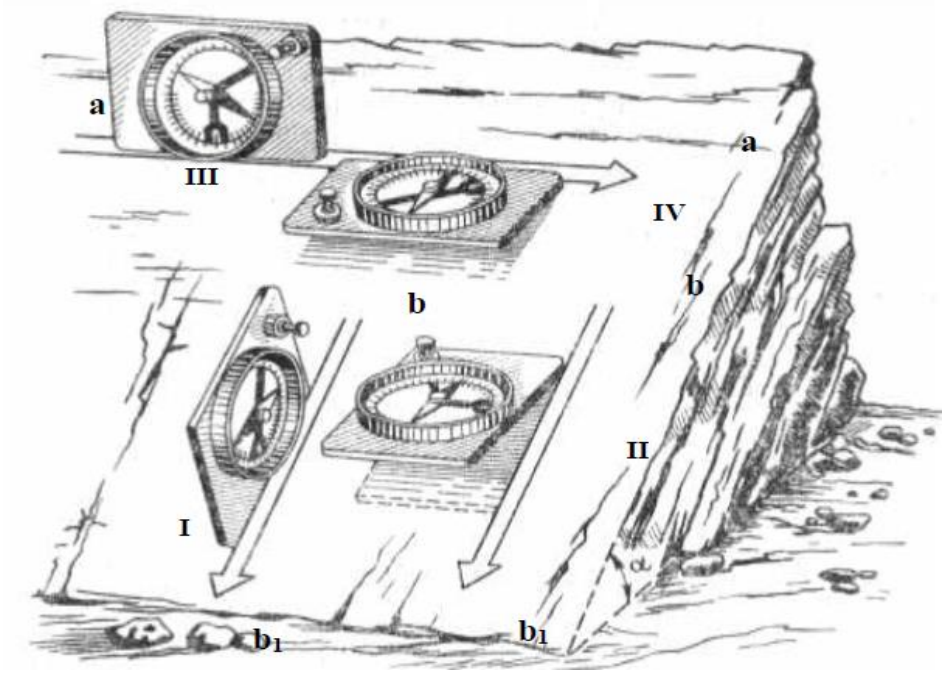
مقرر جيولوجيا هندسية

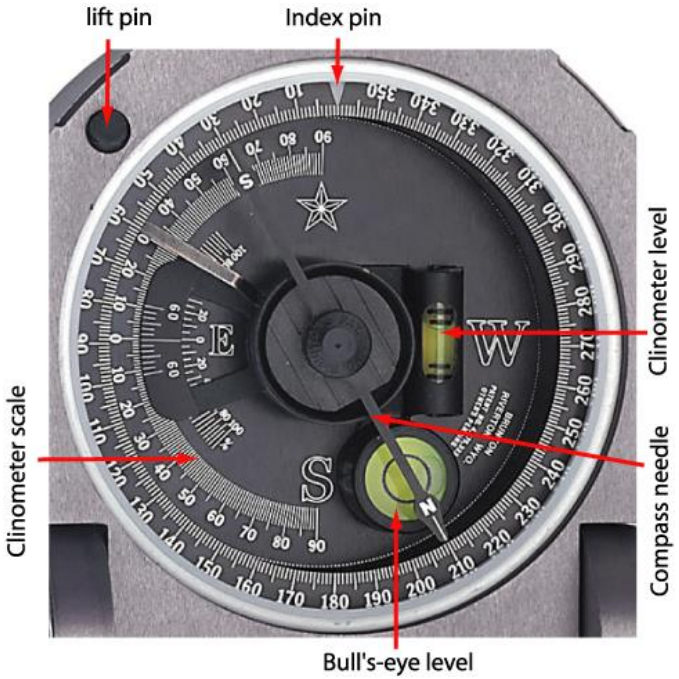
لطلاب الهندسة المدنية

مدرس المقرر
د.م. مهند سليم مهنا

طرق تعيين عناصر التوضع الطبقي

يتم قياس عناصر التوضع في التكشفات الصخرية بشكل مباشر باستخدام البوصلة الجيولوجية، وهي (زاوية الميل و سمت الميل وسمتي الانتشار).



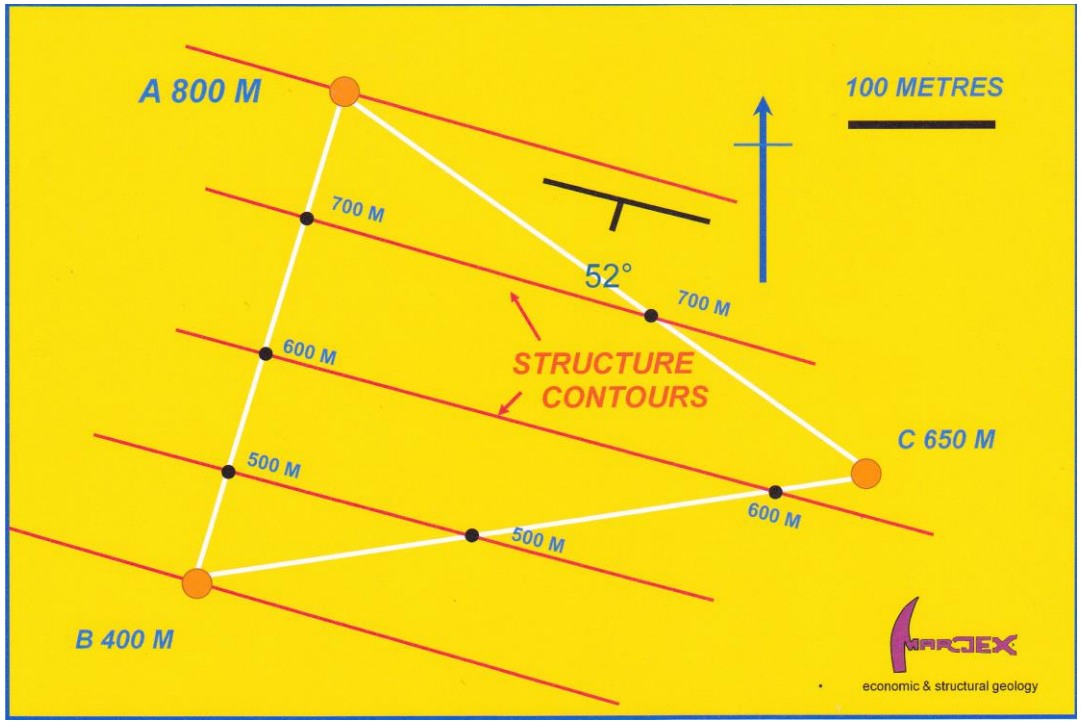


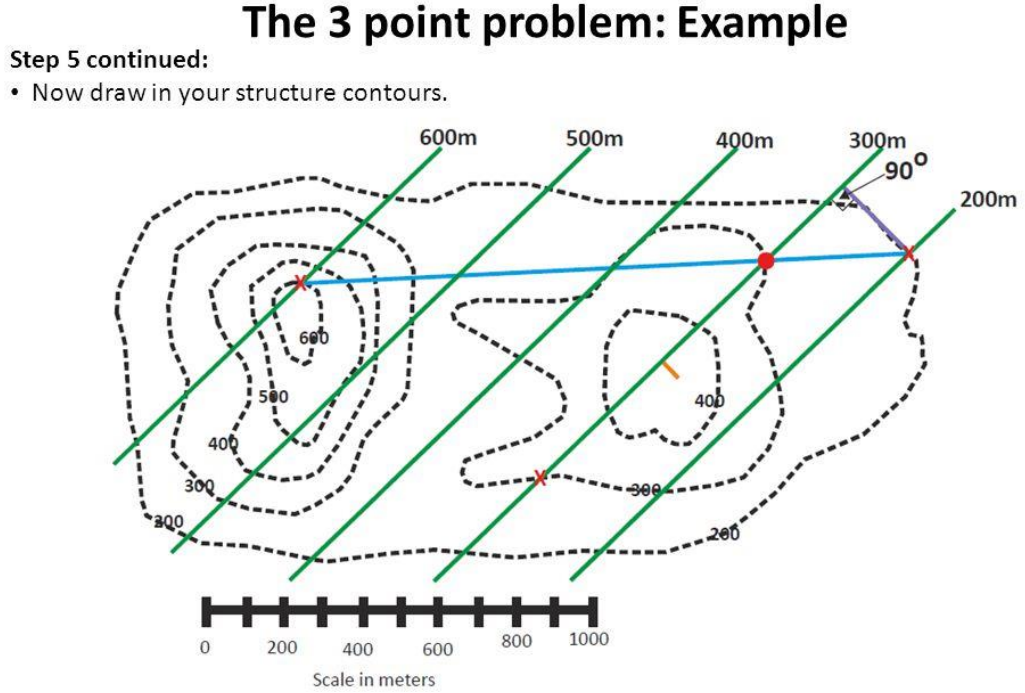
- **تعيين عناصر التوضع بمسألة النقاط الثلاثة *(Three points Problem)*:**

بمعلومية ثلاث نقاط لا تقع على استقامة واحدة يمكن تحديد المستوي و بمعلومية مناسيب هذه النقاط الثلاثة يمكن تحديد هذا المستوي في الفراغ و بالتالي يمكن تعيين عناصر التوضع بقاعدة النقاط الثلاثة و ذلك بتحديد سطح التطبق بمعلومية ثلاث نقاط تقع على سطح التطبق ولا تقع على استقامة واحدة و نميز الحالات التالية:

1 – ثلاث سبور شاقولية (أو آبار أو غيرها من التحريات الشاقولية).

2 – ثلاث نقاط على الخارطة الجيولوجية التي تتضمن خطوط تسوية.





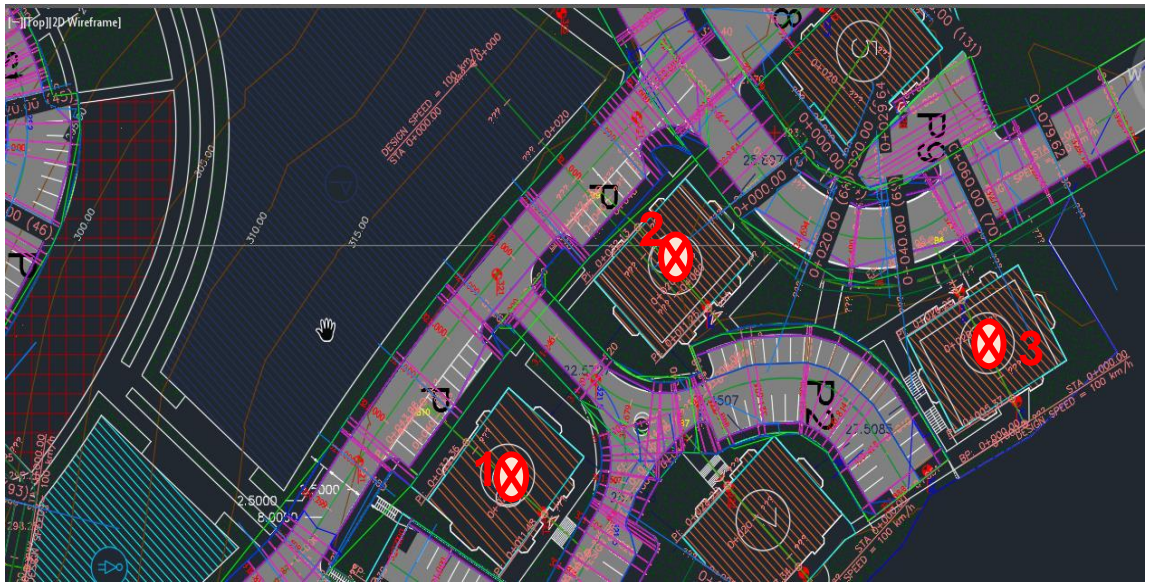
- **ثلاث سبور شاقولية (أو آبار أو غيرها من التحريات الشاقولية).**

يمكن من خلال ثلاث سبور شاقولية أو آبار استكشاف أو غيرها تعيين عناصر التوضع (مسألة النقاط الثلاثة)، حيث يجب توفر المعطيات التالية:

- منسوب سطح الأرض عند موقع السبر (منسوب فوهة السبر).
- السماكة الشاقولية للطبقات التي يخترقها السبر أو العمق الذي يخترق فيه السبر سطح الطبقة.
- معطيات عامة (تباعدات السبور، مقياس رسم، اتجاه الشمال).

مثال: لدى القيام بالأعمال الاستكشافية تم تنفيذ ثلاثة سبور دورانية بينت أماكنها على مخطط بمقياس 1/1000 اخترقت هذه السبور سطح طبقة صخر كلسي على أعماق مختلفة، حسب الجدول التالي:

رقم السبر	منسوب فوهة السبر أو ارتفاع فوهة السبر عن سطح البحر (m)	اخترق سطح الطبقة على الأعماق التالية اعتباراً من فوهة السبر (m)
1	130	160
2	130	120
3	80	60

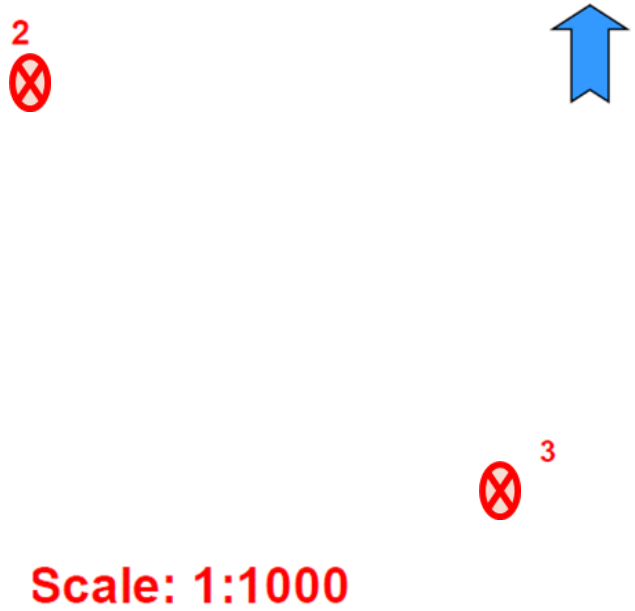


مخطط عام للمشروع مع موقع السبور

عينات من طبقة الصخر الكلسي

المطلوب تحديد جميع عناصر التوضع لسطح طبقة الصخر الكلسي وكتابة الرمز الجيولوجي لهذه الطبقة

1. نحدد مواقع السبور الثلاثة على مخطط و حسب مقياس الرسم المحدد (كما في الشكل أعلاه) و في حال أعطيت المعلومات اللازمة (المسافات بين السبور، زوايا) يمكن تحديد مواقع السبور هندسياً و رسمها بمقياس الرسم حسب اتجاه الشمال المعطى.
2. نحسب منسوب سطح الطبقة عند كل سبر (أي نحسب ارتفاع سطح الطبقة عند موقع كل سبر عن مستوى سطح البحر) من معطيات الجدول كما يلي:



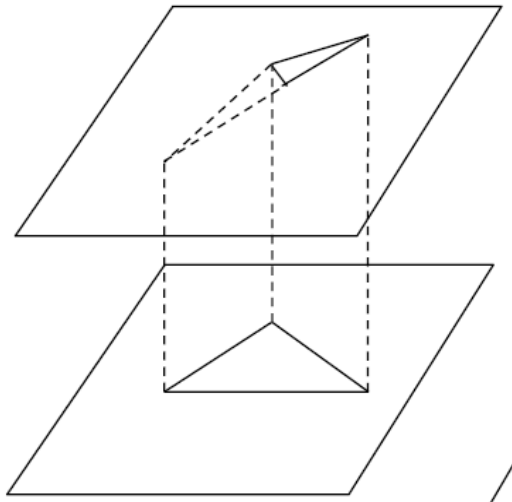
في السبر (1): ارتفاع سطح الطبقة عن سطح البحر: Z1=130 -160 = - 30 m

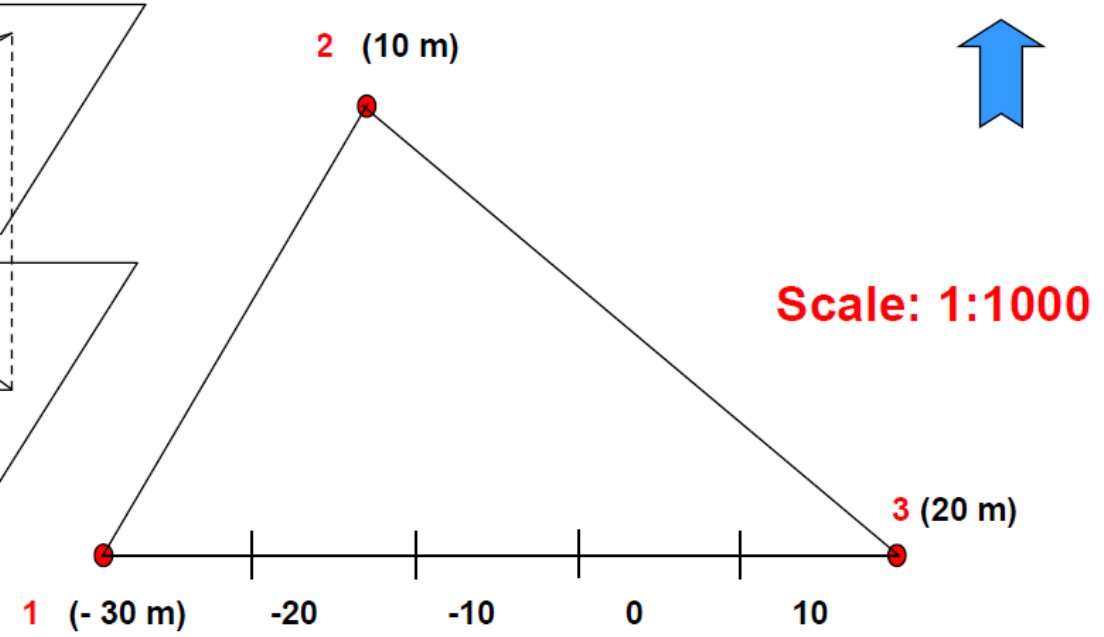
في السبر (2): ارتفاع سطح الطبقة عن سطح البحر: Z2=130 -120 = 10 m

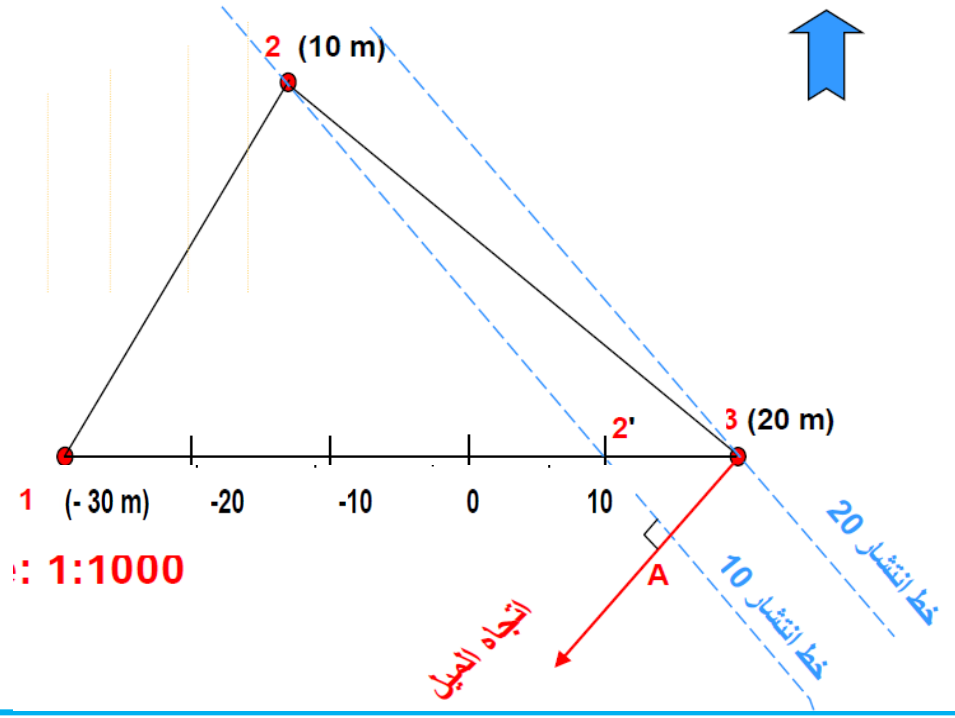
في السبر (3): ارتفاع سطح الطبقة عن سطح البحر: Z3=80 – 60 = 20 m

3. نصل بين هذه السبور بمستقيمات فنحصل على مثلث ينطبق على سطح الطبقة. تقع سطح الطبقة في رؤوس المثلث على ارتفاعات مختلفة عن سطح البحر، الارتفاع الأعظمي في السبر 3، الارتفاع الأصغري في السبر 1،أما الارتفاع في السبر 2 فقيمته تقع ما بين القيمتين السابقتين .

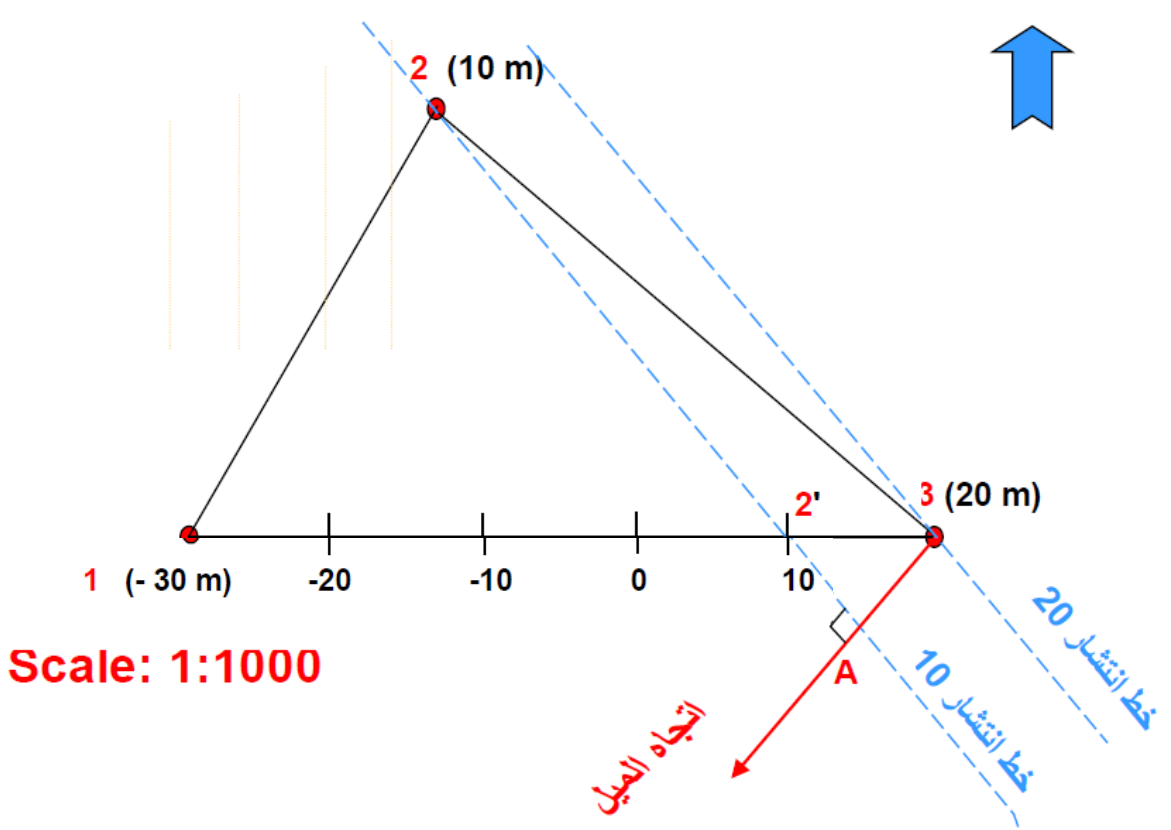
4. نقسّم المستقيم الواصل بين السبرين 1 و3 (القيم الأعظمية والأصغرية) إلى أقسام متساوية و هذا المستقيم يمثل في الفراغ مستقيماً يقع في مستوي الطبقة و متغير الميل من المنسوب -30 في السبر 1 حتى +20 في السبر 3 (تصاعدياً) أو من 3 حتى 1 (انخفاضاً). و بالتالي هذه التقسيمات تعني أن كل نقطة تنحدر عن النقطة المجاورة لها بمقدار 10 م كلما تجهنا من 3 حتى 1. نعين على المستقيم الواصل بين السبر 3 و السبر 1 نقطة (2') تمثل القيمة المساوية لقيمة منسوب سطح الطبقة في السبر 2 أي 10+ أو ارتفاع سطح الطبقة قدره 10 م عن سطح البحر أي (Z2=Z2'=10m) .

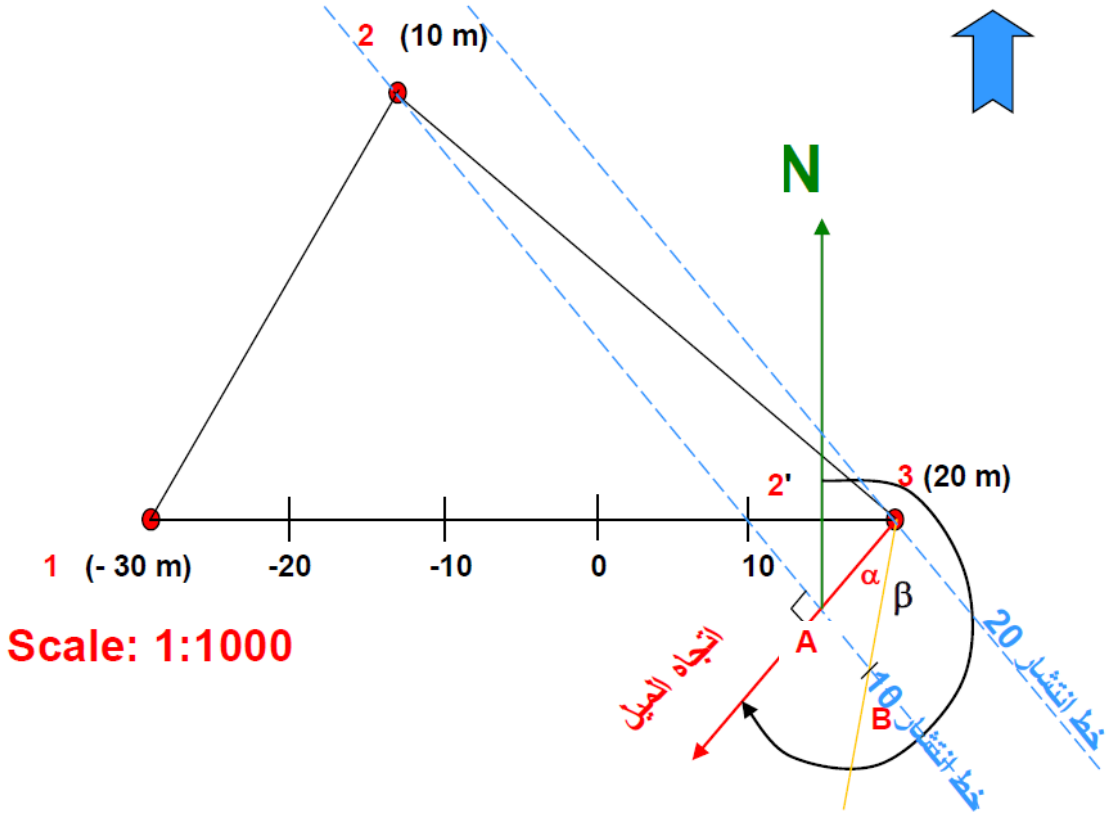






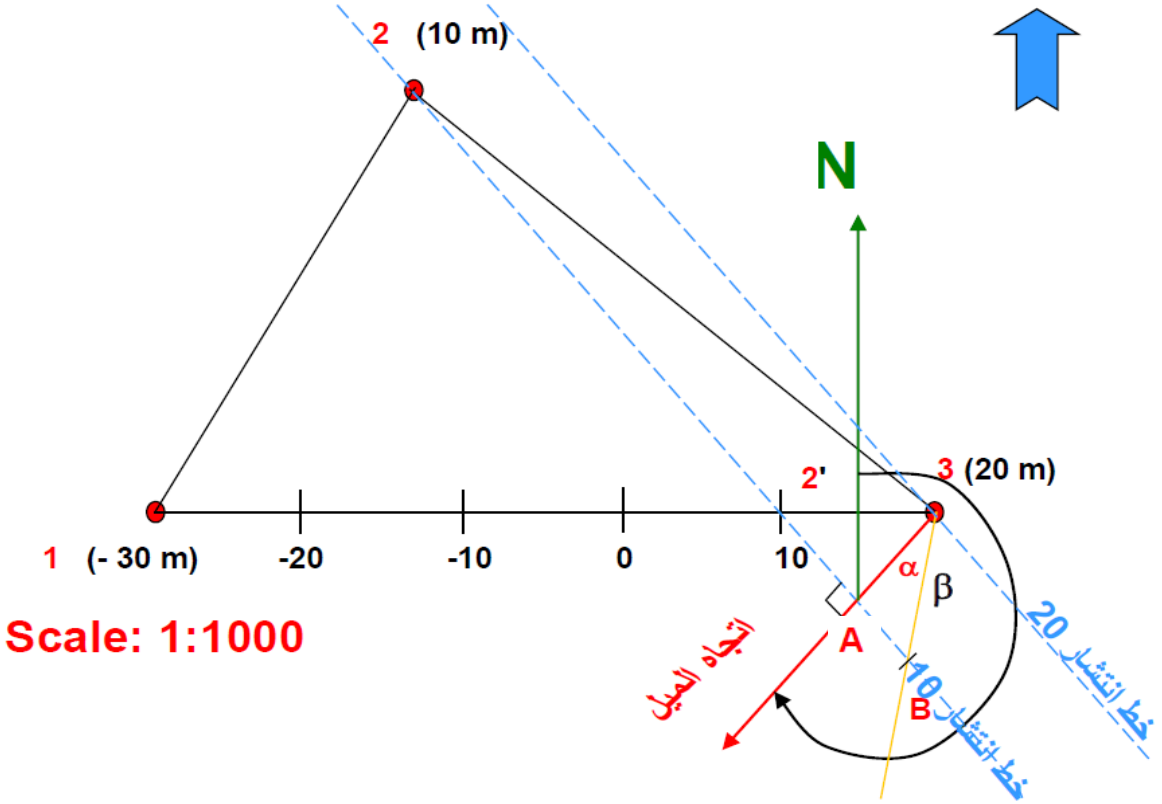
5. نصل بين السبر 2 و النقطة 2’ بمستقيم فنحصل على خط انتشار للطبقة ذو المنسوب 10 .
6. نقيم عموداً من السبر 3 (أعلى منسوب لسطح الطبقة) على امتداد المستقيم 22’ فنحصل على نقطة A
7. إن المستقيم (A 3) يمثل خط الميل، و نحدد اتجاه الميل بالاتجاه من منسوب خط الانتشار الأعلى (+20) إلى منسوب خط الانتشار الأدنى (+10) إي من نقطة 3 باتجاه النقطة A (منسوب +10).
8. من نقطة A نحدد اتجاه الشمال نحو الأعلى بشكل شاقولي، و نقيس سمت الميل (β) مباشرة بالمنقلة بين خط الشمال و اتجاه الميل فنحصل (β =231 DEG) و كذلك يمكن حساب أو قياس سمتي الانتشار:(γ1=141 DEG, γ2=321 DEG)



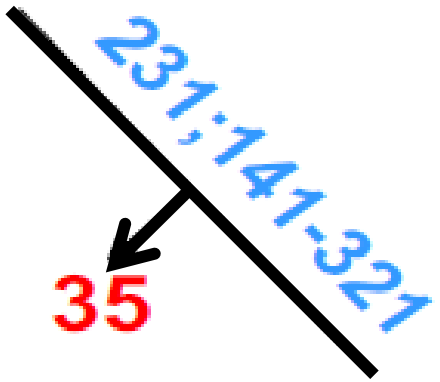


9. للحصول على زاوية الميل: نحدد على خط الانتشار 2A قطعة مستقيمة (BA) قدرها مساوي لفرق المنسوب بين النقطة 3 و النقطة A و هنا يساوي 10 م و يعادل بمقياس الرسم 1 سم و بالتالي (BA=1 cm) ، نصل بين النقطة 3 و النقطة B فنحصل على الزاوية (A3B) الممثلة لزاوية الميل (α) و تقاس مباشرة (α=35 DEG) . أو يمكن حساب زاوية الميل بقياس المسافة (3 A) من المخطط و ضربها بمقياس الرسم (3A= 1.45cm*10=14.5m) و فرق الارتفاع بين 3 و A (10 m) فتكون زاوية الميل :

$$\tan\alpha = \frac{\Delta h}{L} = \frac{10}{14.5} = 0.69 \Rightarrow \alpha = a\tan(0.69) = 34.6° \cong 35°$$



10. الرمز الجيولوجي لطبقة الصخر الكلسي :



- **ثلاث نقاط على الخارطة الجيولوجية (طريقة خطوط الانتشار و خطوط التكشف).**

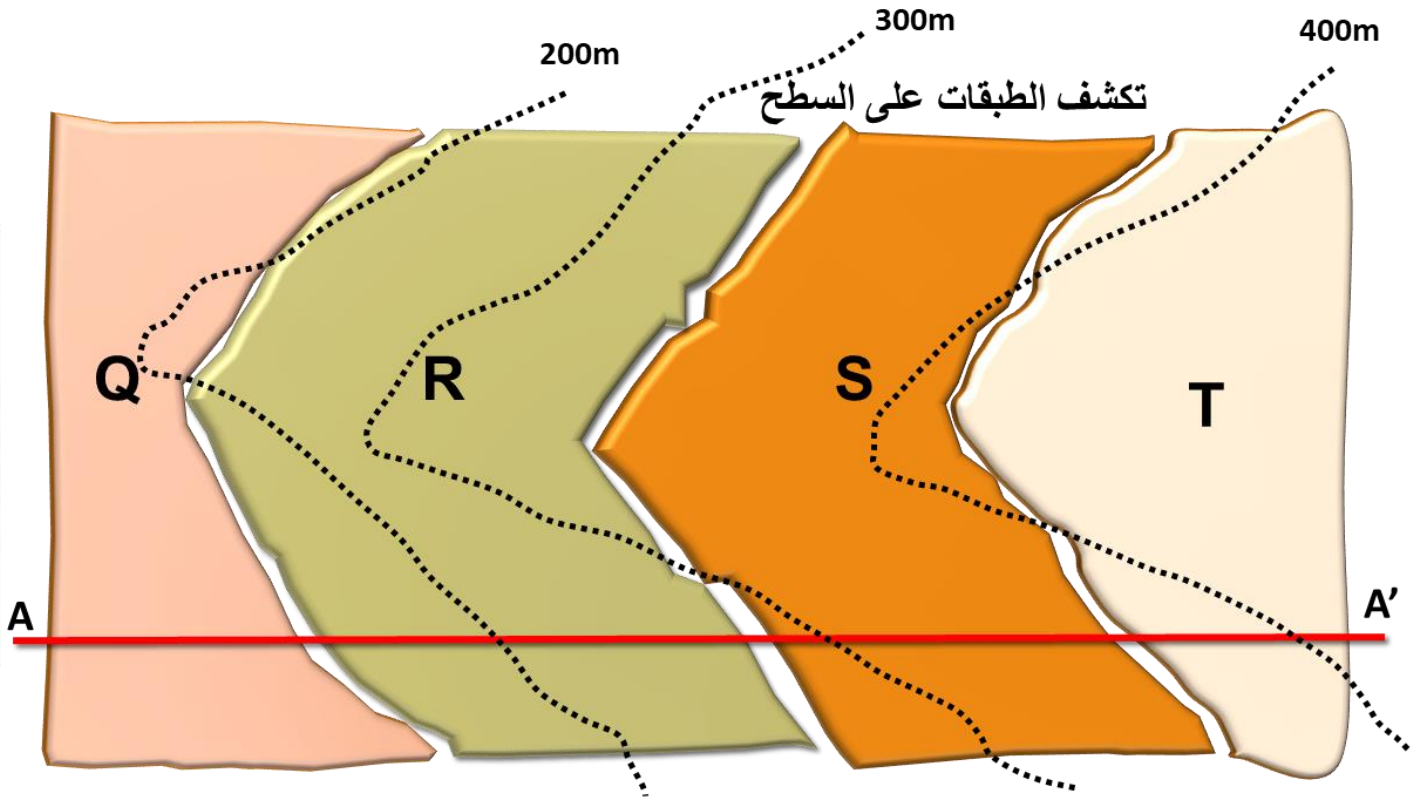
يمكن أن النقاط الثلاثة على الخارطة الجيولوجية هنا: إما نقاط تقاطع خط تكشف طبقة ما مع خطوط التسوية.

مثال: لتكن الخريطة الجيولوجية الموضحة بالشكل والتي تبين خطوط تكشف لمجموعة طبقات هي (Q/R/S/T) و بمقياس 1/25000.

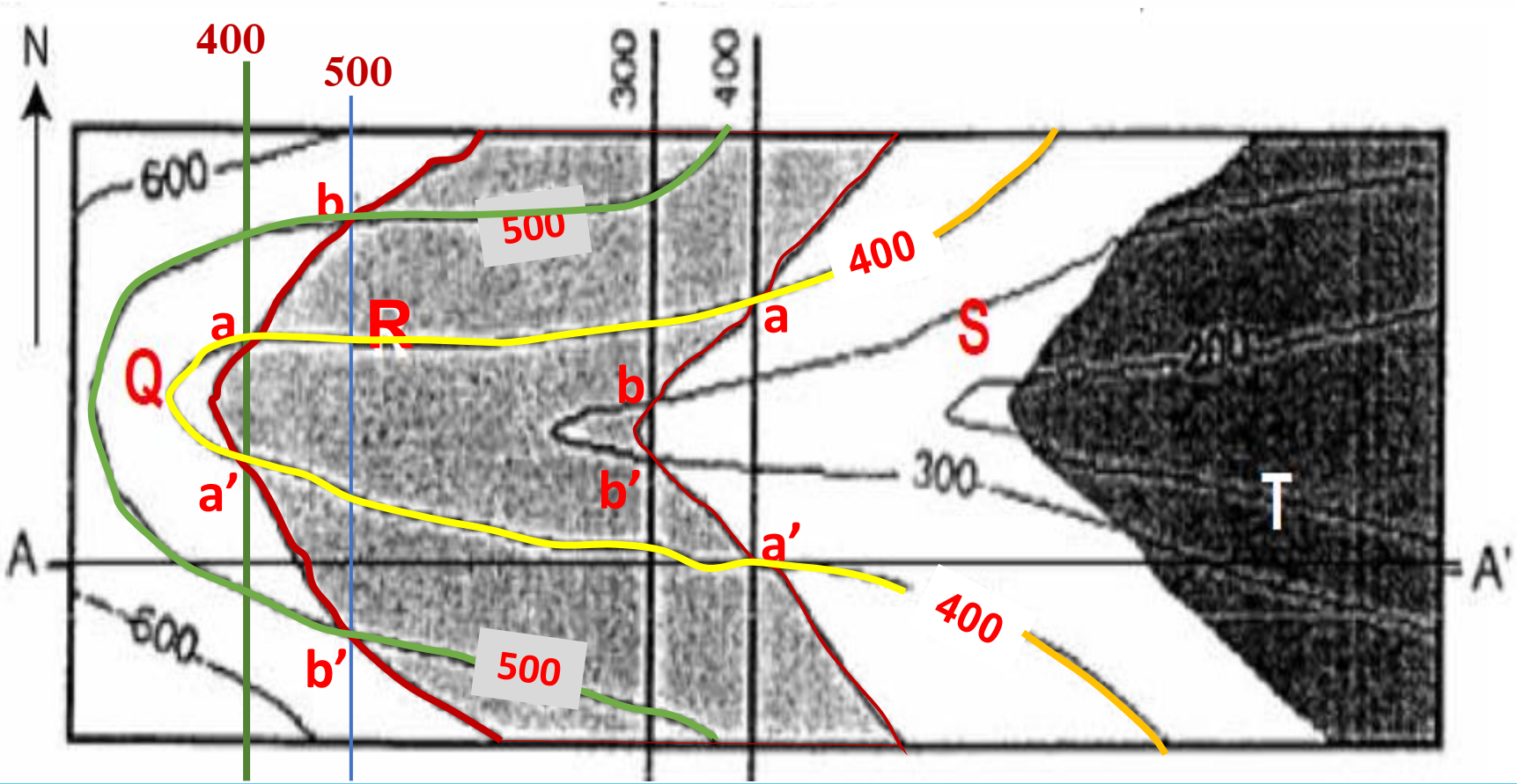
المطلوب: تحديد جميع عناصر التوضع للطبقات المتكشفة و كتابة الرمز الجيولوجي لها و رسم مقطعا جيولوجيا (AA')، و ترتيب الطبقات حسب العمر من الأقدم للأحدث. الحل:

توضع الطبقات مع العمق

مقطع جيولوجي حقلي لتقريب تصور التوضع الطبقي



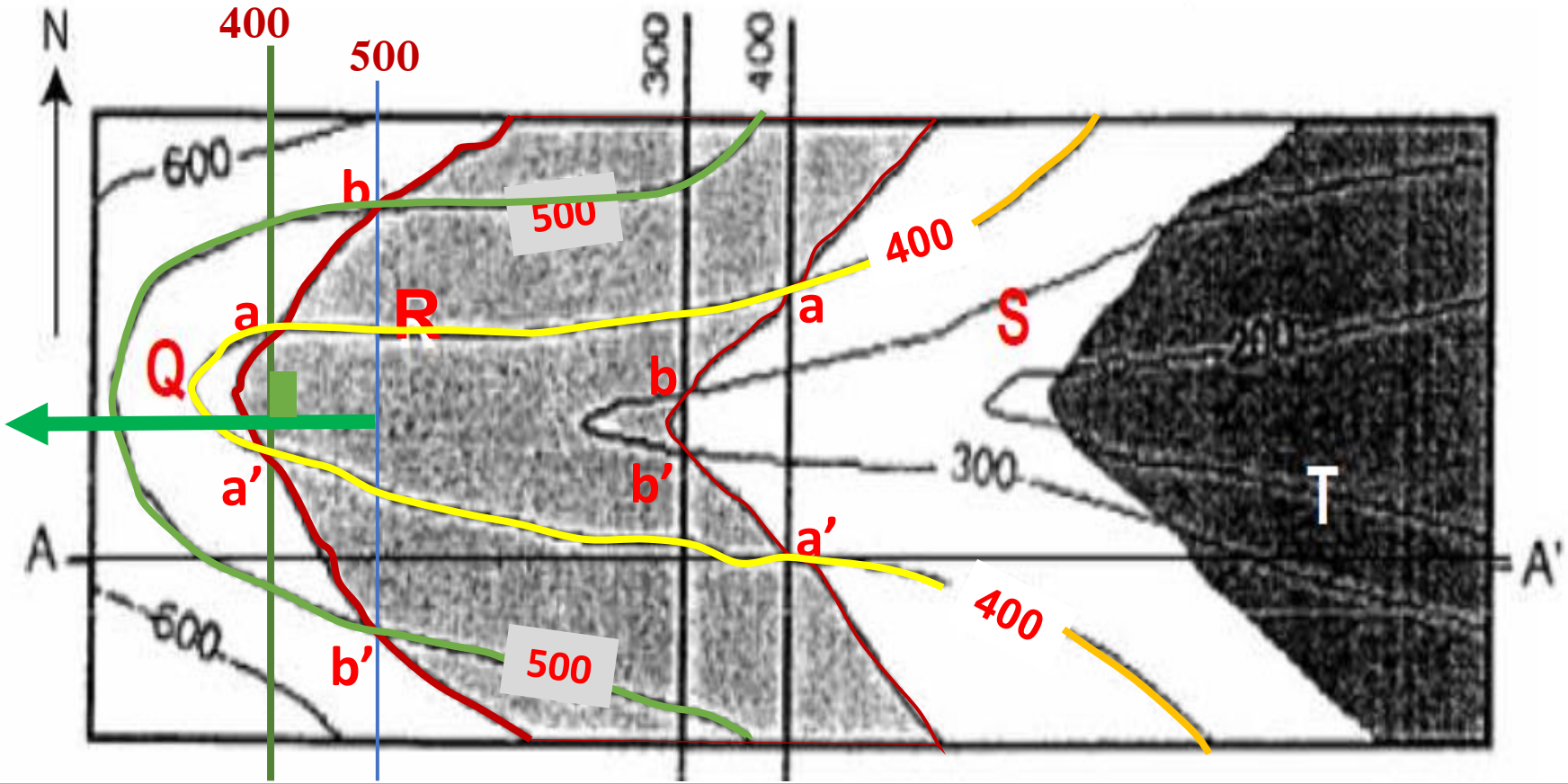
1. نحدد خط تكشف لسطح فاصل بين طبقتين و ليكن السطح الفاصل بين (R/S) أو بين (Q/R) و نحدد على خط التكشف هذا نقطتين على خط تسوية واحد (a,a') و نصل بينهما فنحصل على خط مستقيم له منسوب واحد و هو هنا 400 و هو عبارة عن خط انتشار لأنه يقع في مستوي الطبقة و له منسوب ثابت (أفقي) .
2. ثم نبحث و على نفس خط التكشف عن نقطة تقاطع أخرى (على الأقل) مع خط تسوية بمنسوب مختلف و لا تقع على استقامة واحدة مع الخط السابق. فنجد النقطتين (b,b') فنصل بينهما فنحصل على خط انتشار 500. و في حال وجود نقطة تقاطع واحدة تقطع خط تسوية 500 نقيم منها مستقيم موازي لخط الانتشار 400 فنحصل على خط الانتشار 500.



مقياس الرسم
1/25000

3. بعد تحديد خطي الانتشار أو خط الانتشار و نقطة أخرى على سطح الطبقة ذات منسوب محدد نكون قد حددنا مستوي الطبقة.
4. نقيم عمود على خط الانتشار فنحصل على خط الميل،
5. نحدد على خط الميل اتجاه الميل: من المنسوب الأعلى إلى المنسوب الأدنى أي من النقطة ذات المنسوب الأعلى على سطح الطبقة (أو من نقطة تقع على خط الانتشار الأعلى) باتجاه خط الانتشار الأدنى فنحصل اتجاه الميل و هو هنا باتجاه الغرب.
6. نقيس سمت الميل بين الشمال (باتجاه الأعلى) و اتجاه الميل فنحصل على الزاوية (270 DEG). نحصل على سمتي الانتشار أما بالقياس أو حسابياً فنحصل على (00 DEG; 180 DEG) أي خط الانتشار باتجاه شمال جنوب.

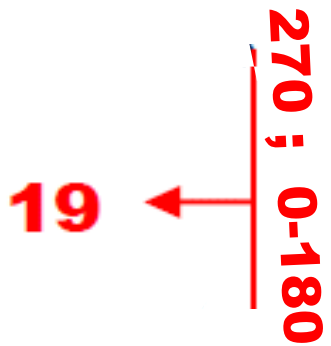
مقياس الرسم
1/25000



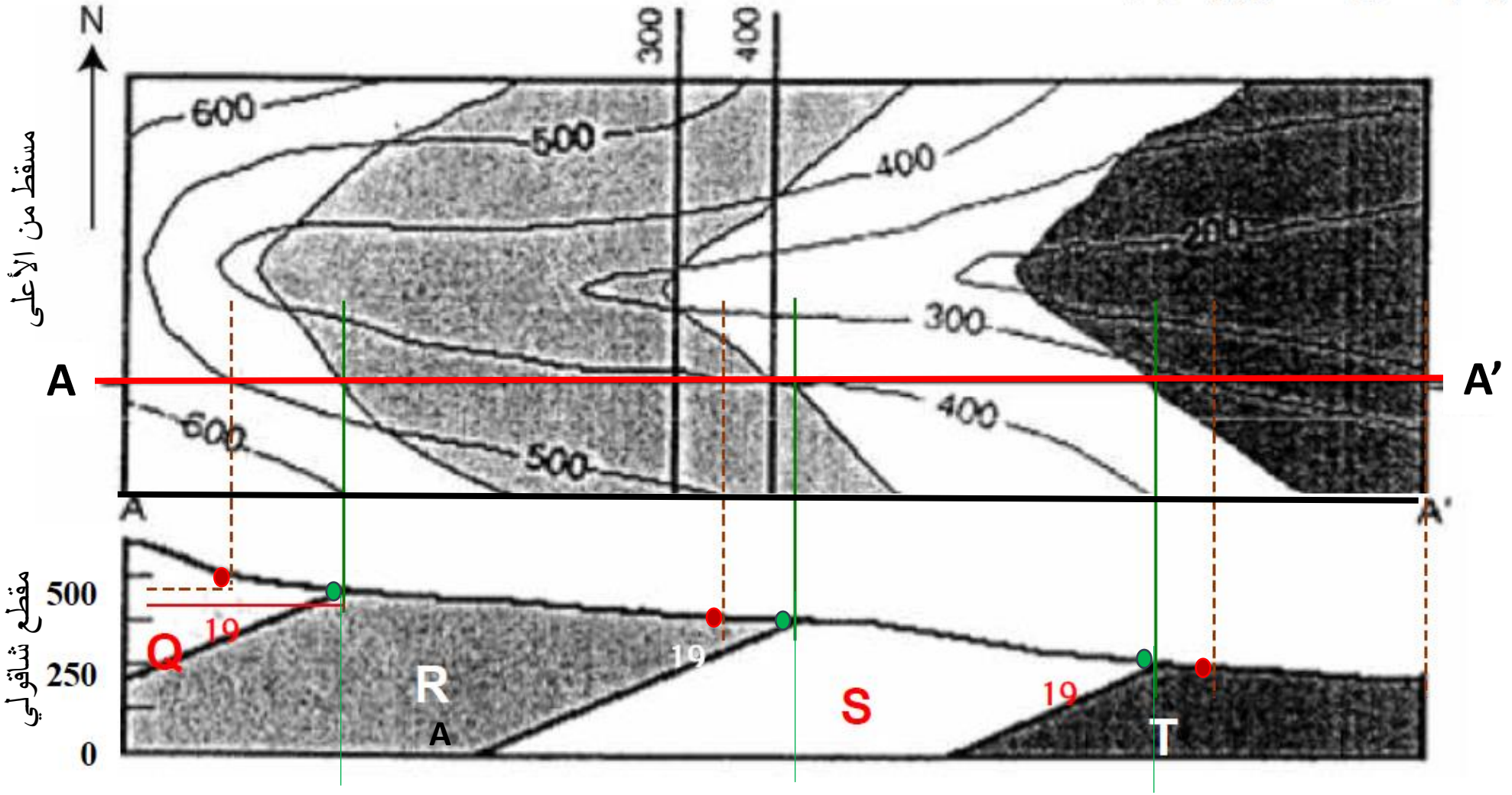
7. نحدد زاوية ميل الطبقة: و ذلك بعد قياس المسافة الأفقية بين خطي الانتشار على المخطط (1.15 cm) و تحويلها بالضرب بمقياس الرسم (1.15 cm=1.15*250=287.5 m) و نحسب فرق الارتفاع بين خط انتشار (100 m) فتكون زاوية الميل:

$$\tan\alpha = \frac{\Delta h}{L} = \frac{100}{287.5} = 0.348 \Rightarrow \alpha = a\tan(0.348) = 19.18^\circ \cong 19^\circ$$

الرمز الجيولوجي للطبقة :



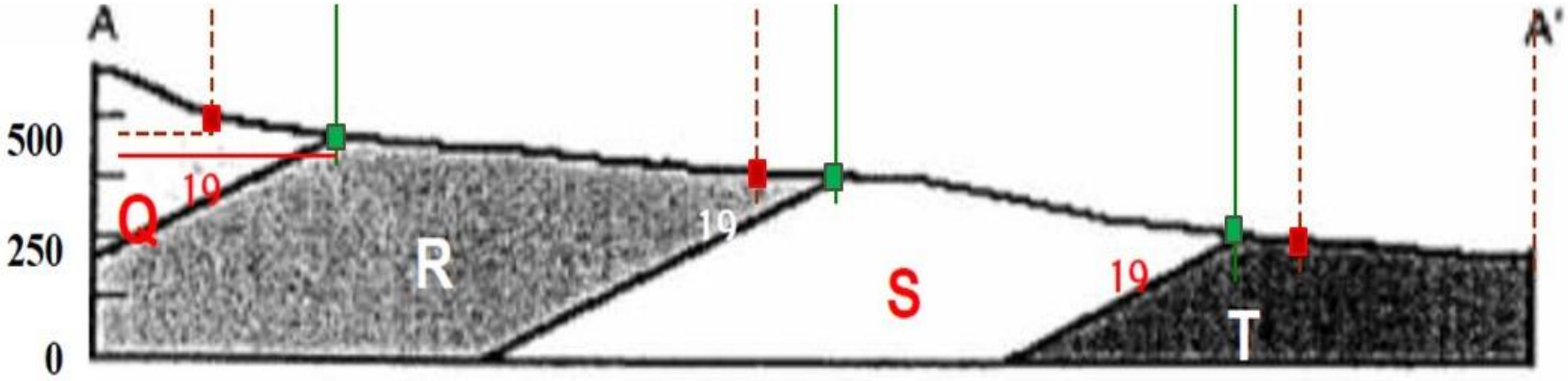
8. رسم المقطع الجيولوجي: نرسم منحني سطح الأرض، ثم نحدد عليه مواقع خطوط تكشف الطبقات، ثم نرسم الطبقات حسب زاوية و اتجاه الميل المحسوبين سابقاً.



نقاط تقاطع خط المقطع مع خطوط التسوية تعطينا خط سطح الأرض (اللون الأحمر المنقط)

نقاط تقاطع خط المقطع مع خطوط التكشف تعطينا حدود سطح الطبقات أي حدود التكشفات (اللون الأخضر)

9. الطبقات الأحدث في الأعلى والأقدم في الأسفل، وهنا يكون الترتيب من الأقدم إلى الأحدث: Q/R/S/T



مقطع جيولوجي حقلي لتقريب تصور التوضع الطبقي

أسئلة عامة عن المحاضرة