الباب الرابع

تمثيل التراكيب الجيولوجية على الخرائط

الفصل السادس

تمثيل الطبقات البسيطة

مقدمة :

يمكن اعتبار التراكيب الجيولوجية أجسام لها أبعاد فى الفراغ ، وتتكون عادة من واحد أو أكثر من مجموعة من النقط أو الخطوط أو المستويات . ولما كان علم الهندسة الوصفية يهتم بدراسة توقيع الأجسام ذات الأبعاد الثلاثة على مستوى واحد مع توضيح مواقع هذه الأجسام بالنسبة لبعضها البعض فإنه يمكن استخدام الأسس والنظريات المعروفة فى هذا العلم للتمثيل الهندسى للتراكيب الجيولوجية . وفيما يلى بعض المصطلحات المستخدمة لهذا الغرض .

الإسقاط العمودى (Orthographic projection)

وتستخدم فى هذا النوع من الإسقاط خطوط نظر متعامدة على مستوى الإسقاط . ويعرف مستوى الإسقاط بأنه المستوى العمودى على خطوط النظر ، ويقع هذا المستوى بين عين الراصد وبين الجسم المطلوب إسقاطه . ويعرف خط النظر بأنه مسار النقطة التى تبدأ من عين الراصد إلى نقطة محدودة على الجسم المراد إسقاطه ، وتتميز خطوط النظر فى هذا النوع من الإسقاط بأنها متوازية .

مستويات الإسقاط الرئيسية :

من المعلوم أنه يلزم معرفة مسقطين على الأقل لأى جسم لتحديد شكله

فى الفراغ ومعرفة أبعاده الحقيقية . ويمكن إسقاط الأجسام بطريقة الإسقاط العمودى على ثلاثة مستويات رئيسية هى : المستوى الأفقى والمستوى الرأسى والمستوى الجانبي .

المستوى الأفقى :

هو مستوى تصورى ، تقع فيه جميع النقط على ارتفاع واحد كما هو موضح بالشكل (١٣٤ — ا) . ويحدد المسقط الأفقى لجسم ما بإسقاط جميع نقط هذا الجسم على المستوى الأفقى . وخطوط النظر فى هذه الحالة رأسية ولذلك فهى عمودية على المستوى الأفقى .

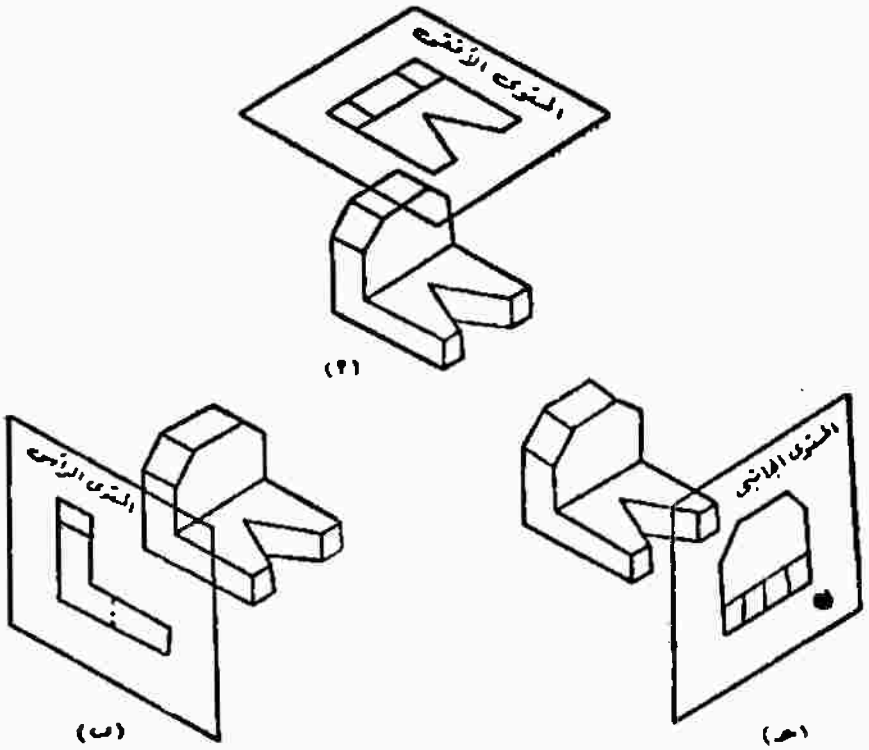
المستوى الرأسى :

هو مستوى تصورى ، متعامد على كل من المستوى الأفقى والجانبى كما هو موضح بالشكل (١٣٤ — ب) . ويحدد المسقط الرأسى بإسقاط جميع نقط هذا الجسم على المستوى الرأسى . وخطوط النظر فى هذه الحالة أفقية ولذلك فهى عمودية على المستوى الرأسى .

المستوى الجانبى :

هو مستوى تصورى عمودى على كل من المستوى الأفقى والرأسى كما هو موضح بالشكل (١٣٤ — حـ) .

ويطلق على الخطوط التى تنتج من تقاطع كل مستويين من المستويات الرئيسية للإسقاط خطوط المحاور (Folding lines) . ويعرف المسقط الذى ينتج عن إسقاط خطوط نظر عمودية على مستوى الإسقاط التصورى « المسقط العمودى . وفى بعض الأحيان تستخدم المساقط المائلة لأغراض توضيحية وتعرف بأنها تلك التى تنتج عن إسقاط خطوط نظر ليست أفقية ولا هى عمودية على مستوى الإسقاط .



(شكل ١٣٤)

مستويات الإسقاط الرئيسية

(أ) المستوى الأفقى (ب) المستوى الرأسى (جـ) المستوى الجانبى

١ ـ إسقاط الخطوط المستقيمة :

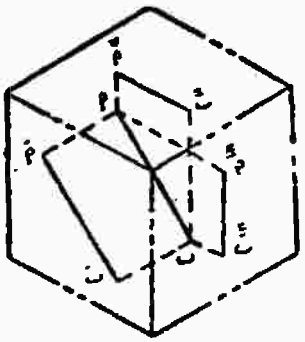
يعرف الخط بأنه المسار الذى تسلكه نقطة معينة .. وينتج عن مسار هذه النقطة خطاً مستقيماً إذا اتجهت باستمرار فى اتجاه ثابت . ويعرف خط الميزان أو الخط الأفقى بأنه خط موازى للمستوى الأفقى التصورى ولذلك فإن جميع النقط التى تقع على هذا الخط لها نفس الارتفاع . وتظهر هذه الخطوط بطولها الحقيقى عند إسقاطها على المستوى الأفقى كما هو موضح بالشكل (١٣٥) . كذلك يعرف الخط الأمامى بأنه خط مواز للمستوى الرأسى وتظهر الخطوط الأمامية بطولها الحقيقى عند إسقاطها على المستوى الرأسى كما يعرف الخط الجانبى

بأنه الخط الموازى للمستوى الجانبي التصورى وتظهر الخطوط الجانبية بطولها الحقيقى عند إسقاطها على المستوى الجانبي ، ويعرف الخط الرأسى بأنه الخط العمودى على المستوى الأفقى ، وتظهر الخطوط الرأسية بطولها الحقيقى عند إسقاطها على المستوى الرأسى أو الجانبي أو أى مستوى آخر عمودى على المستوى الأفقى . ويعرف الخط المائل على مستويين بأنه خط ليس عموديًا ولا أفقيًا وقد يظهر بطوله الحقيقى عند إسقاطه على المستوى الرأسى أو الجانبي ولكنه لا يظهر بطوله الحقيقى مطلقاً عند إسقاطه على المستوى الأفقى . أما الخط المائل على المستويات الثلاثة فإنه لا يظهر بطوله الحقيقى عند إسقاطه على أى مستوى من مستويات الإسقاط الرئيسية .

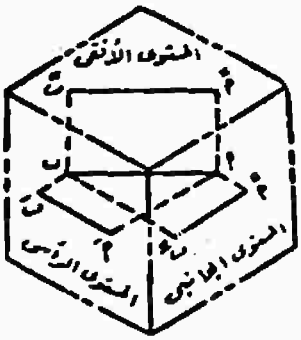
الانحراف الكلى والمختصر للخطوط :

هناك طريقتان للتعبير عن اتجاهات الخطوط تعرف بالانحراف الكلى للخط (Azimnth) أو الانحراف المختصر (Bearing) ويقاس (الانحراف « الكلى أو المختصر » بالدرجات والدقائق والثوانى ابتداءاً من اتجاه اختيارى أو خط زوال أو خط مراجعة فى اتجاه عقرب الساعة خلال دورة كاملة (٣٦٠°) ويقال إن انحراف الخط حقيقيًا إذا كان الاتجاه الاختيارى هو خط الزوال الجغرافى (خط طول) ، ويقال إنه انحراف مغناطيسى إذا كان الاتجاه الاختيارى هو خط الشمال المغناطيسى . ويوضح الشكل (١٣٦ – ا) العلاقة بين الانحراف الحقيقى والمغناطيسى كذلك علاقة الانحراف الكلى بالمختصر . ويعرف الانحراف المختصر (الذى يطلق عليه عادة بالانحراف الربع دائرى) بالزاوية الحادة بين مسقط أى خط على المستوى الأفقى والخط المتجه من الشمال إلى الجنوب كما هو موضح بالشكل (١٣٦ – ب) ويشير الاتجاه العلوى للوحة الرسم عادة إلى اتجاه الشمال إلا إذا رسم اتجاه الشمال فى أى وضع آخر فى اللوحة ويرمز له عادة بواسطة سهم يتجه رأسه نحو الشمال .

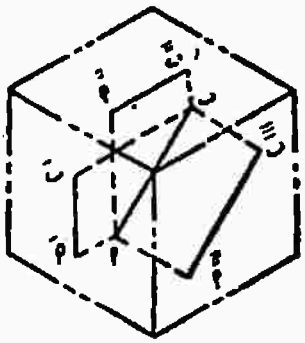
ويوضح بالشكل (١٣٧ – ؟) انحراف الخط (أ ب) ومقداره جنوب



مسقط الخط الأمامي



مسقط خط الميزاب أو الخط الأفقي



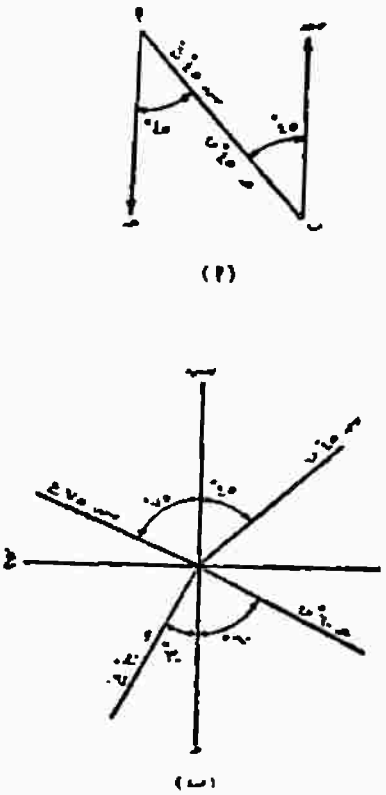
مسقط الخط الجانبي

(شكل ١٣٥)

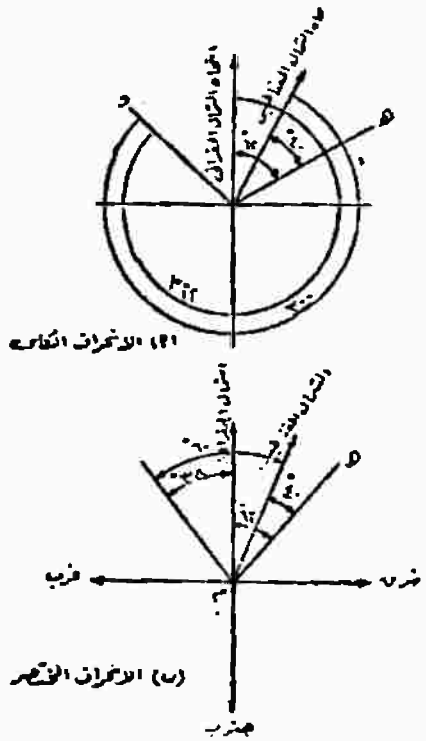
مسقط الخطوط المستقيمة

٤٥° شرق ويعني ذلك أن الزاوية المحصورة بين الخط (أ ب) وبين الاتجاه الجنوبي ٤٥°. ويعبر عن انحراف الخط (أ ب) أحياناً، أخرى ابتداءاً من النقطة (ب) إلى النقطة (أ) فيقال إن انحراف الخط (ب أ) مقداره شمال ٤٥° غرب. ويوقع الانحراف غالباً على المستويات الأفقية ولا يؤثر استواء الخط أو ميله على مقدار الانحراف ويوضح

شكل (١٣٧ ـ ب) أمثلة للتعبير عن انحراف بعض الخطوط .



(شكل ١٣٧)
بعض الأمثلة للتعبير عن الانحراف الخطوط



(شكل ١٣٦)
الانحراف الكلى والمختصر

ميل الخط :

يعرف ميل الخط بظل الزاوية التى يصنعها هذا الخط مع المستوى الأفقى . ويجب توفر شرطين لتحديد ميل الخط هما إسقاط الخط فى المستوى الرأسى وظهوره بطوله الحقيقى فى هذا المستوى الرأسى .

بعض الأمثلة على إسقاط الخطوط المستقيمة :

تقسم الخطوط المستقيمة بالنسبة لاتجاهها إلى خطوط رأسية وأفقية ومائلة

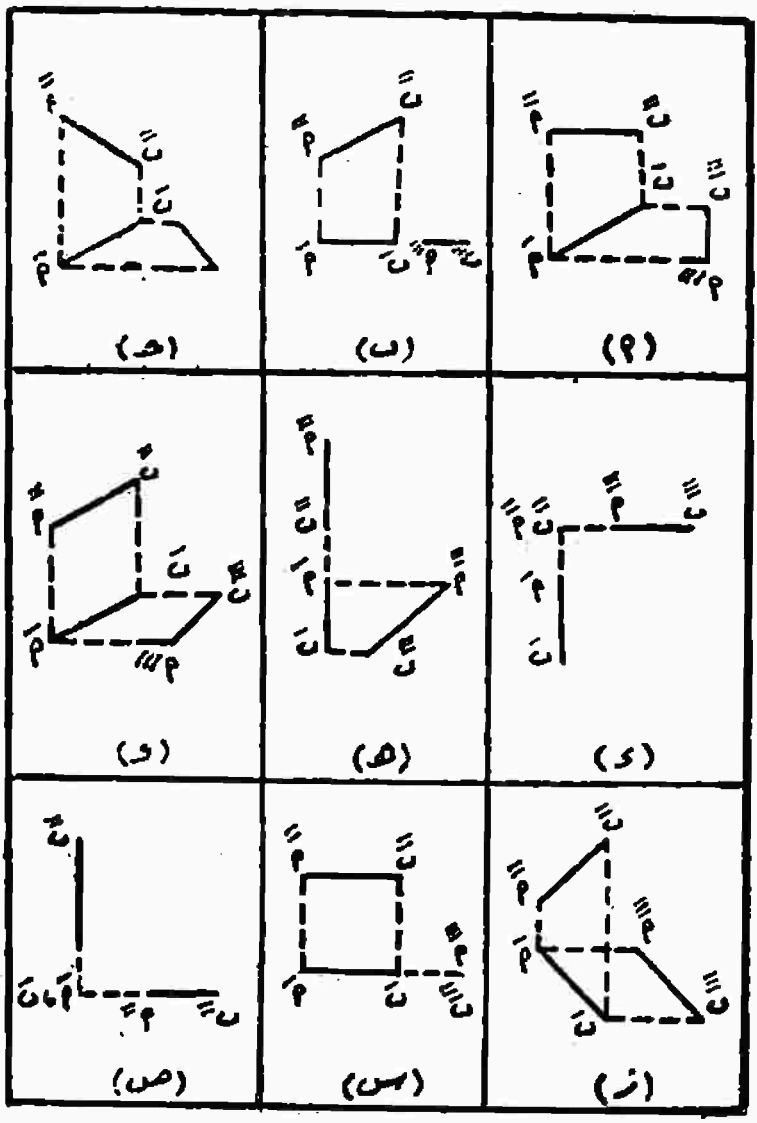
ويوضح شكل (١٣٨) بعض الأمثلة التى تبين مساقط خطوط مختلفة الأوضاع فى شكل (١٣٨ — أ) مساقط خط أمامى مائل يظهر بطوله الحقيقى فى المسقط الرأسى . وفى شكل (١٣٨ — ب) مساقط خط أفقى يظهر بطوله الحقيقى فى المسقط الأفقى . وفى شكل (١٣٨ — حـ) مساقط خط يميل على مستويات الإسقاط الثلاثة ولذلك فإنه لا يظهر بطوله الحقيقى فى أى مسقط منها وفى شكل (١٣٨ — د) مساقط خط رأسى وهو يظهر على شكل نقطة فى المستوى الأفقى وبطوله الحقيقى فى كل من المسقطين الرأسى والجانبى . وفى شكل (١٣٨ — هـ) مساقط خط جانبى وهو يظهر بطوله الحقيقى فى المسقط الجانبى . وفى شكل (١٣٨ — و ، ز) مساقط خطين يميلان على مستويات الإسقاط الثلاثة ولذلك لا يظهران بطولها الحقيقى فى أى مسقط منها . وفى شكل (١٣٦ — ص) مساقط خط أفقى أمامى ويظهر بطوله الحقيقى فى كل من المسقطين الأفقى والرأسى وفى شكل (١٣٨ — ص) مساقط خط أفقى يظهر على شكل نقطة فى المستوى الرأسى ويظهر بطوله الحقيقى فى كل من المستويين الأفقى والجانبى .

تمثيل المستقيمات بواسطة الإسقاط الأفقى المرقوم :

يتيح هذا النوع من الإسقاط العمودى الاكتفاء بالمسقط الأفقى فقط لتمثيل المستقيمات حيث مساقط النقط على مستوى أفقى واحد يسمى مستوى المقارنة (المستوى المتوسط لمنسوب سطح البحر) ، ثم تبين على هذا المسقط الأفقى مناسيب النقط المختلفة أى بعدها للعمودى عن مستوى الإسقاط

تمثيل المستقيمات باستخدام المسقط الأفقى لنقطتين معلومتى المنسوب :

المعطيات : المسقط الأفقى للنقطتين (أ١ ، ب١) على المستوى الأفقى (س١) وبعدهما العمودى (عن المستوى س١) ، ع أ = ٢ سم ، ع ب = ٤سم٥



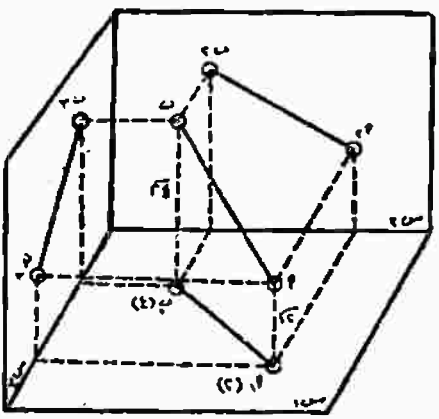
(شكل ١٣٨)

بعض الأمثلة على إسقاط المستقيمات

أ أ" المسقط الرأسى　　أ أ' المسقط الأفقى　　أ" أ"' المسقط الجانبى

المطلوب : تحديد المستقيم (أ ب) فى الفراغ واستنتاج مسقطه الرأسى والجانبى .

العمل : من كل من النقطة (أ$_{1}$ ، ب$_{1}$) شكل (١٣٩) نقيم عمودين على المستوى (س$_{1}$) ثم نأخذ المسافة ٢ سم على العمود المقام من (أ$_{1}$) ونحدد النقطة أ وبالمثل نأخذ المسافة ٤ سم من النقطة ب$_{1}$ فنحدد النقطة ب ويكون المستقيم أ ب هو المستقيم المراد تحديده فى الفراغ . وبإسقاط أعمدة من أ ، ب على كل من المستويين الرأسى (س$_{2}$) والجانبى (س$_{3}$) يمكن تعيين أ$_{2}$ ، ب$_{2}$ ، أ$_{3}$ ، ب$_{3}$ وهما المسقطين الرأسى والجانبى للمستقيم أ ب على التوالى .



(شكل ١٣٩)
الإسقاط الأفقى المرقوم

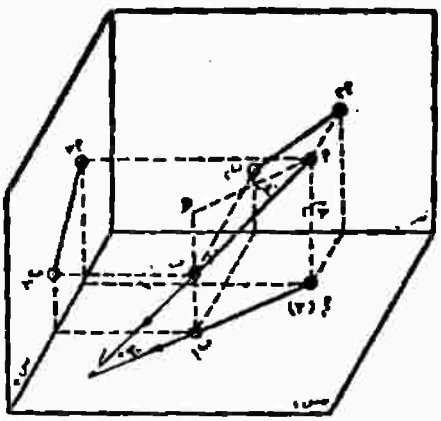
تمثيل المستقيمات باستخدام المسقط الأفقى لنقطة معلومة المنسوب ومتجهة :

المعطيات : مسقط النقطة أ$_{1}$ وبعدها العمودى (عن المستوى الأفقى س$_{1}$) ، ع أ = ٣ سم ومسقط المتجهة أ$_{1}$ ب$_{1}$ وزاوية ميلها ٣٠° .

المطلوب : تحديد المستقيم أ ب فى الفراغ واستنتاج مسقطه الرأسى والجانبى .

العمل : نقيم عموداً من النقطة أ$_{1}$ ونحدد عليه البعد ٣ سم فتتحدد بذلك

النقطة (أ) فى الفراغ . من النقطة أ نرسم المتجهة أ ب التى تصنع زاوية مقدارها ٣٠° مع الاتجاه الأفقى (أ هـ) فى المستوى (أ أ١ ب١ هـ) ويقابل العمود المقام من النقطة ب١ فى نقطة ب وبذلك يكون المستقيم أ ب قد تم تحديده فى الفراغ وبإنزال أعمدة من كل من أ ، ب على المستوى س٢ والمستوى س٣ يمكن تعيين كل المسقطين الرأسى والجانبى للمستقيم وهما أ٢ ب٢ ، ب٣ كما هو موضح بالشكل (١٤٠) .

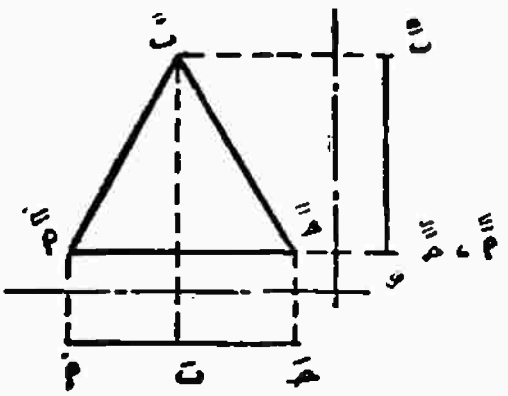


(شكل ١٤٠)

تمثيل المستقيمات بمعلومية المسقط الأفقى المرقوم لنقطة وتجهة

٢ – إسقاط المستويات :

يمكن تقسيم المستويات إلى أفقية ورأسية ومائلة . وتظهر المستويات عند إسقاطها إما على شكل حرف (خط مستقيم) أو على شكل مستوى له شكل خارجى يشبه إلى حد كبير المستوى المراد إسقاطه ، فمثلا إذا أريد إسقاط مستوى على شكل مثلث على مستويات الإسقاط الرئيسية فإنه يظهر إما على على شكل حرف (خط مستقيم) أو على شكل مثلث . وكذلك عند إسقاط مستوى على شكل مربع فإنه يظهر على شكل حرف أو على شكل رباعى قد يكون مربعاً أو مستطيلا أو متوازى أضلاع .



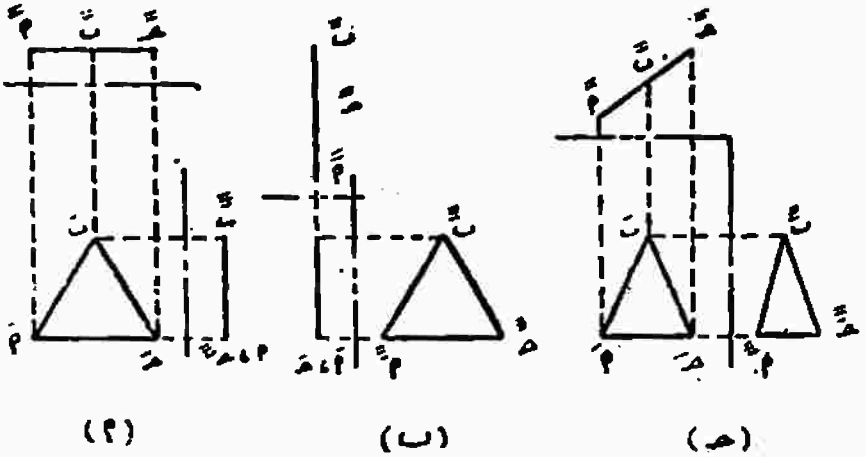
(شكل ١٤١)

ا" ب" حـ" المسقط الرأسى ا' ب' حـ' المسقط الأفقى ا''' ب''' حـ''' المسقط الجانبى

بعض الأمثلة على إسقاط المستويات :

يوضح شكل (١٤١) مساقط مستوى أفقى على شكل مثلث ويظهر المثلث بشكله الحقيقى فى المسقط الأفقى ، بينما يظهر على شكل حرف فى كل من المسقطين الرأسى والجانبى وفى شكل (١٤٢) مساقط مستوى رأسى على شكل مثلث فى ثلاثة أوضاع مختلفة . ففى الشكل (١٤٢ ـ أ) يتضح أن مستوى المثلث رأسى وموازٍ للمستوى الرأسى ولذلك يظهر بشكله الحقيقى فى المسقط الرأسى ويظهر المسقطان الأفقى والجانبى على شكل حرف . أما فى شكل (١٤٢ ـ ب) يظهر مستوى المثلث رأسيًا وموازياً للمستوى الجانبى ولذلك فهو يكون على شكل حرف فى كل من المستويين الأفقى والرأسى ، أما المسقط الجانبى فيظهر فيه المثلث بمساحته الحقيقية . وفى الشكل (١٤٢ ـ حـ) يتضح أن مستوى المثلث الرأسى مائلا على كل من المستويين الرأسى والجانبى ، ولذلك يظهر المسقط الأفقى على شكل حرف ولا يظهر المثلث بمساحته الحقيقية فى أى مسقط من المساقط .

ويوضح الشكل (١٤٣) بعض المساقط المختلفة للمستوى المائل



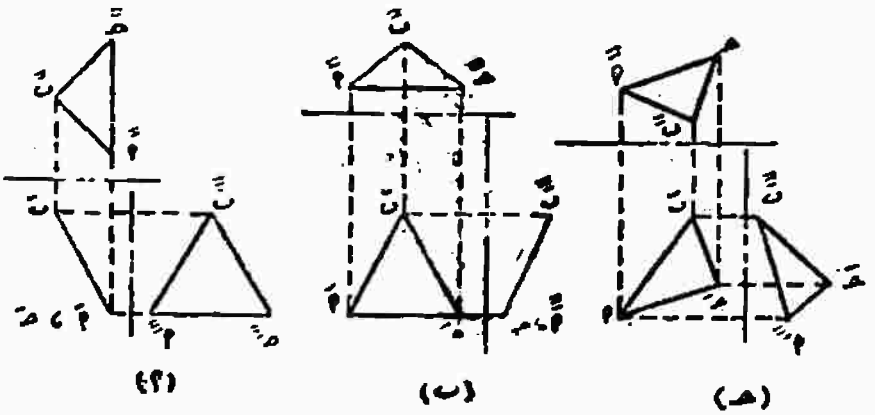
(شكل ١٤٢)

مسقط مستويات رأسية على شكل مثلث

أ ب حـ المسقط الرأسى

أ ب حـ « الأفق

أ ب حـ « الجانبى



(شكل ١٤٣)

مسقط مستويات مائلة على شكل مثلث

أ ب حـ المسقط الرأسى أ ب حـ المسقط الأفقى أ ب حـ المسقط الجانبى

ولا يظهر المستوى المائل بمساحته الحقيقية عند إسقاطه على أى مستوى من مستويات الإسقاط الرئيسية وقد تظهر مساقط المستوى على شكل حرف فى بعض المساقط الرأسية كما فى شكل (١٤٣ –؟) أو الجانبية كما فى شكل (١٤٣ – ب) ولكنه لا يمكن أن يظهر على شكل حرف فى المسقط الأفقى ، وفى الشكل (١٤٣ – حـ) يظهر المستوى المائل فى أكثر الأوضاع وجوداً إذ أنه يميل على مستويات الإسقاط الثلاثة ولذلك يظهر على شكل حرف فى أى مستوى منها .

تمثيل المستويات بطريقة الإسقاط الأفقى المرقوم :

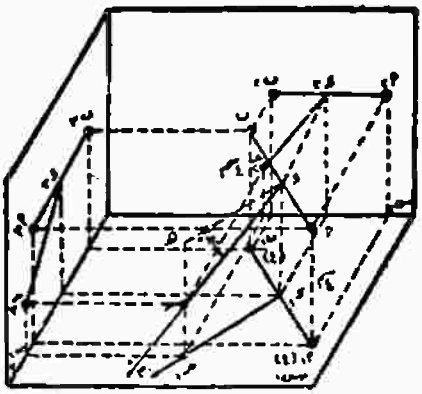
يمكن تمثيل المستويات بهذه الطريقة إذا علم المسقط الأفقى المرقوم لمستقيم يقع فى هذا المستوى ومتجهة متعامدة مع هذا المستقيم شكل (١٤٤) .

المعطيات : المسقط الأفقى المرقوم للمستقيم (؟$_{١}$ ب$_{١}$) والمتجهة المارة بالنقطة (حـ) والمتعامدة مع المستقيم ؟ ب وزاوية ميلها ٣٠° .

والمطلوب : تحديد المستوى ؟ ب حـ فى الفراغ وإيجاد مسقطه الرأسى والجانبى .

العمل : يمكن تحديد موقع المستقيم (؟ ب) فى الفراغ بمعلومية مسقطه المرقوم (؟$_{١}$ ب$_{١}$) من القواعد السابق ذكرها عند تمثيل المستقيمات ومن النقطة حـ يمكن رسم المتجهة حـ د – المعلوم اتجاهها والمتعامدة على المستقيم ؟ ب فتقابله فى النقطة (د) . وبنفس الطريقة السابق شرحها عند إسقاط المستقيمات يمكن إسقاط النقط الثلاثة ؟ ، ب ، حـ التى تمثل المستوى على كل من المسقطين الرأسى والجانبى ؟$_{٢}$ ، ب$_{٢}$ حـ$_{٢}$ ، ؟$_{٣}$ ب$_{٣}$ حـ$_{٣}$ كما هو موضح بالشكل (١٤٤) .

ويمكن كذلك استخدام المسقط الأفقى المرقوم لثلاثة نقط كما هو موضح بالشكل (١٤٥) .



(شكل ١٤٤)

تمثيل المستوى بمعلومية المسقط الأفقى المرقوم لمستقيم ومتجهة

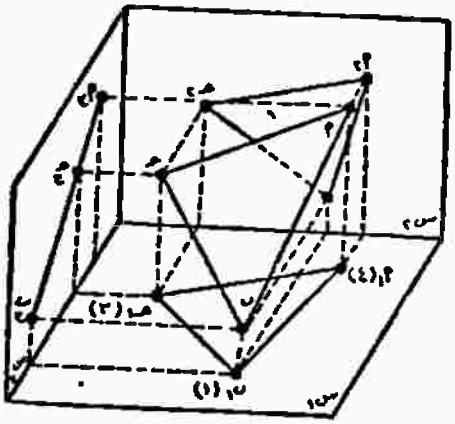
المعطيات : المسقط الأفقى المرقوم للنقط أ ، ب ، حـ على المستوى س١. ومعلوم البعد العمودى لهذه النقط عن المستوى الأفقى س١ وهو على التوالى ع أ = ٤ سم ، ع ب = ١ سم ، ع حـ = ٣ سم .

المطلوب : تحديد المستوى أ ب حـ فى الفراغ وإيجاد مسقطه الرأسى والجانبي .

العمل : نحدد موقع النقط أ ، ب حـ فى الفراغ بالاستعانة بمسقطها الأفقى المرقوم وذلك بإقامة الأعمدة من أ١ ، ب١ ، حـ١ وبالأطوال ٤ سم ، ١ سم ، ٣ سم على التوالى تحدد النقط أ ، ب ، حـ ، ومنها يمكن إسقاط الأعمدة على كل من المستوى الرأسى س٢ وتحديد المسقط الرأسى أ٢ ب٢ حـ٢ والجانبي أ٣ ب٣ حـ٣ .

٣ – إسقاط الأجسام :

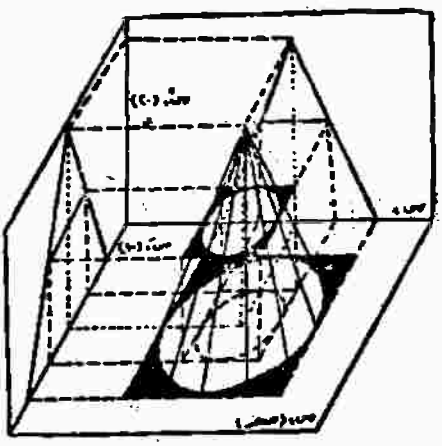
يمكن إسقاط الأجسام بطريقة مشابهة للإسقاط المرقوم للمستقيمات والمستويات وذلك بإيجاد المسقط الأفقى المرقوم لنقط سطح الجسم المختلفة



(شكل ١٤٥)
تمثيل المستوى بمعلومية المسقط الأفقى المرقوم لثلاثة نقط

ذات البعد المتساوى عن مستوى الإسقاط الأفقى (مستوى المقارنة) أى إيجاد المسقط الأفقى لخطوط تقاطع سطح الجسم المراد إسقاطه مع مستويات أفقية ذات أبعاد ثابتة عن مستوى المقارنة ثم ترقم خطوط التقاطع بقيم ارتفاعات المستويات الأفقية عن مستوى المقارنة .

ويوضح شكل (١٤٦) الإسقاط المرقوم لمخروط دائرى قائم على المستوى س١ (مستوى قاعدة المخروط أو مستوى المقارنة) وهو عبارة عن المسقط الأفقى للمنحنيات الناتجة من تقاطع المستويات الأفقية س١ ، س١ ، س١ مع سطح المخروط . ويبعد المستوى س١ عن قاعدة المخروط بمقدار نصف ارتفاع المخروط (١٠ سم) كذلك يبعد س١ عن س١ بمقدار ١٠ سم . ويتضح من الشكل (١٤٦) أن المسقط الأفقى المرقوم عبارة عن دائرتين متحدتى المركز تحمل الأولى الرقم (صفر) وتحمل الثانية الرقم (١٠) وهما عبارة عن بعد المستوى الواقع فيه خط تقاطع س١ ، س١ مع سطح المخروط عن مستوى المقارنة (فى هذه الحالة مستوى قاعدة المخروط) كذلك يظهر مسقط رأس المخروط كنقطة فى مركز الدائرتين تحمل الرقم (٢٠) وهى بعد رأس المخروط عن مستوى المقارنة .



(شكل ١٤٦)
الإسقاط الأفقى المرقوم لمخروط دائرى قائم

ومما سبق يتبين إمكانية تحديد أبعاد المخروط فى الفراغ بمعلومية مسقطه المرقوم كذلك يمكن إيجاد مسقطه الرأسى (س٢) والجانبى (س٣) . وقد اتفق على تسمية خطوط تقاطع المستويات الأفقية ذات البعد المحدد عن مستوى المقارنة مع سطح الجسم المراد إسقاطه خطوط الكنتور ويتغير شكل وتوزيع خطوط الكنتور باختلاف الجسم المراد إسقاطه . وقد استخدمت خطوط الكنتور فى رسم الخرائط الطبوغرافية والتى تعرف بالخرائط الكنتورية لتمثيل التضاريس والمعالم الأرضية .

٤ ــ الخرائط الجيولوجية :

الخريطة الجيولوجية هى تمثيل هندسى لطبيعة سطح الأرض مبيناً عليه توزيع الصخور وأنواعها فوق سطح الأرض وما تحتها .

وتستخدم الخريطة الجيولوجية لخدمة أغراض معينة ، فعلى سبيل المثال تحتاج مشروعات تخطيط الطرق ومد خطوط السكك الحديدية معلومات خاصة عن طبيعة صخور القشرة السطحية ، بينما تحتاج المشروعات المائية مثل السدود والخزانات أو أساسات المبانى والمنشآت تحت السطحية مثل الإنفاق بالإضافة

إلى ذلك معرفة مفصلة بأنواع تراكيب الصخور تحت السطحية . لذلك يختلف نوع الخريطة الجيولوجية اللازمة لخدمة مشروع هندسى أو تعدينى أو بترولى باختلاف المعلومات الجيولوجية المطلوب توضيحها على الخريطة . وأهم أنواع الخرائط الجيولوجية هى ما يأتى :

١ ــ الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية السطحية .
٢ ــ الخرائط الاستراتجرافية .
٣ ــ خرائط الكنتورات التركيبية والجيولوجيا تحت السطحية .
٤ ــ الخرائط موحدة السمك (الأيزوباك) والخرائط موحدة العمق (الأيزوباس) .
٥ ــ خرائط السحنة .
٦ ــ خرائط الجغرافيا القديمة .
٧ ــ خرائط الجيوفيزيقية (الطبيعة الأرضية) والجيوكيميائية (الكيمياء الأرضية) .

١ ــ الخرائط الطبوغرافية والجيولوجيا السطحية :

الخريطة الطبوغرافية عبارة عن مسقط أفقى لسطح الأرض أو لجزء من سطح الأرض توضح عليه المعالم الأرضية المختلفة التى تشمل التضاريس مثل التلال والوديان والسهول إلى غير ذلك ، كما تظهر على الخرائط الطبوغرافية المعالم المائية مثل البحار والبحيرات والبرك والأنهار وكذلك تظهر المرافق العامة مثل السكك الحديدية والطرق والمبانى والمنشآت المختلفة .

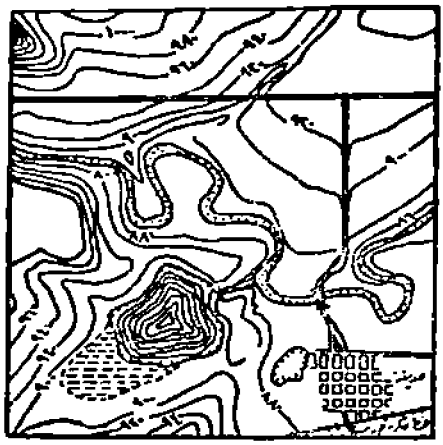
خط الكنتور أو خط المنسوب :

ــ هو خط مستقيم أو منحن يستعمل فى رسم الخرائط الكنتورية التى تمثل المعالم الطبيعية للمناطق مثل المرتفعات والمنخفضات . والخط الكنتورى يصل بين مجموعة من النقط لها نفس الارتفاع بالنسبة لسطح البحر . ويمكن

تعريف خط الكنتور « بأنه خط تقاطع مستويات أفقية تصورية مع سطح الطبيعة الأرضية » وتسمى المسافة الرأسية بين أى مستويين أفقيين متتاليين من هذه المستويات بالفترة الكنتورية .

الخريطة الكنتورية :

الخريطة الكنتورية عبارة عن مسقط أفقى مرقوم لسطح الأرض وتظهر على الخريطة مجموعة من خطوط الكنتور التى تصل بين نقط السطح ذات البعد المتساوى عن مستوى المقارنة (منسوب سطح البحر) ويحمل كل خط كنتور فى الخريطة رقماً يدل على منسوبه بالنسبة لسطح البحر (ارتفاعاً أو انخفاضاً) ويوضح شكل (١٤٧) خريطة كنتورية (طبوغرافية) .



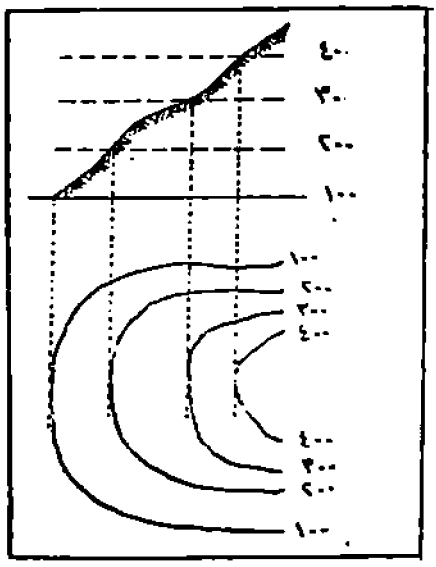
(شكل ١٤٧)
خريطة طبوغرافية (كنتورية)

خواص خطوط الكنتور :

١ ــ خطوط الكنتور لا تتقاطع مع بعضها :

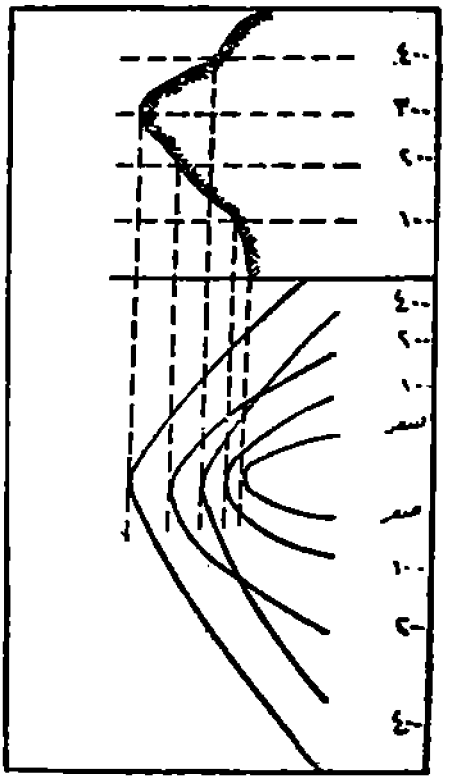
لما كان كل خط من خطوط الكنتور يمثل منسوباً معيناً يختلف فى قيمته عن منسوب خطوط الكنتور الأخرى فإنه لا يمكن أن يتقاطع خطين من

خطوط الكنتور لوجودهما فى مستويين متوازيين على منسوبين مختلفين . ويوضح شكل (١٤٨) هذه الخاصية فمثلا نجد أن خط الكنتور الذى يحمل الترقيم (١٠٠) يمثل جميع النقط التى ارتفاعها ١٠٠ متر عن مستوى سطح البحر ، كذلك خط الكنتور (٢٠٠) يمثل جميع النقط التى ارتفاعها ٢٠٠ متر عن سطح البحر وعلى ذلك فإنه لا توجد نقطة على أحد خطى الكنتور يمكن أن تحمل الترقيم (١٠٠) ، (٢٠٠) فى وقت واحد وبذلك فإنه لا توجد نقط مشتركة بين خطى الكنتور ولذلك فإنهما لا يتقاطعا .



(شكل ١٤٨)
خطوط الكنتور

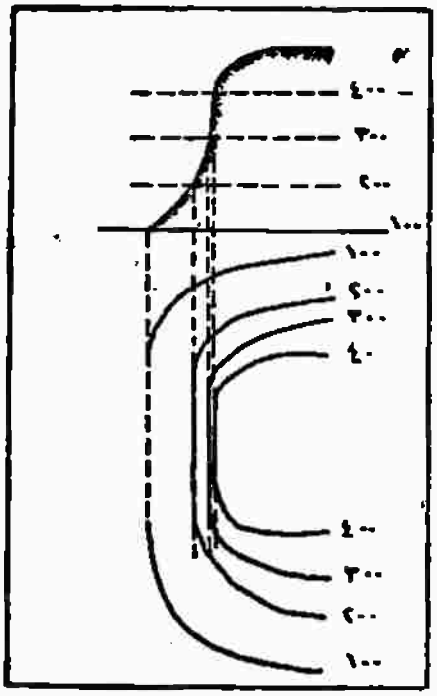
ولكن قد تظهر بعض خطوط الكنتور متقاطعة كما هو موضح بالشكل (١٤٩) حيث يظهر الكنتور (٤٠٠) وكأنه متقاطع مع خط الكنتور (٢٠٠) ولكن إذا تصورنا الشكل فى الفراغ نجد أن هذين الخطين غير متقاطعين لكن يقع أحدهما فوق الآخر .



(شكل ١٤٩)
التقاطع الكاذب لخطوط الكنتور

٢ – لا تندمج خطوط الكنتور مع خطوط أخرى لها نفس المنسوب أو مناسيب مختلفة :

عند إسقاط سطح رأسى على المسقط الأفقى تظهر خطوط الكنتور وكأنها مندمجة على الرغم من اختلاف قيمها ويرجع ذلك إلى وجودها فى مستوى رأسى واحد والواقع يوجد إحداها فوق الآخر . ويوضح شكل (١٥٠) جرف رأسى تقاربت فيه خطوط الكنتور لدرجة كبيرة مما يجعلها تبدو وكأنها مندمجة ويلاحظ فى الشكل أن خطوط الكنتور التى تحمل أرقام (٢٠٠ ، ٣٠٠ ، ٤٠٠) لها نفس الوضع الأفقى تقريباً ولكن يفصل بين كل منها ارتفاع رأسى قدرة ١٠٠ متر .

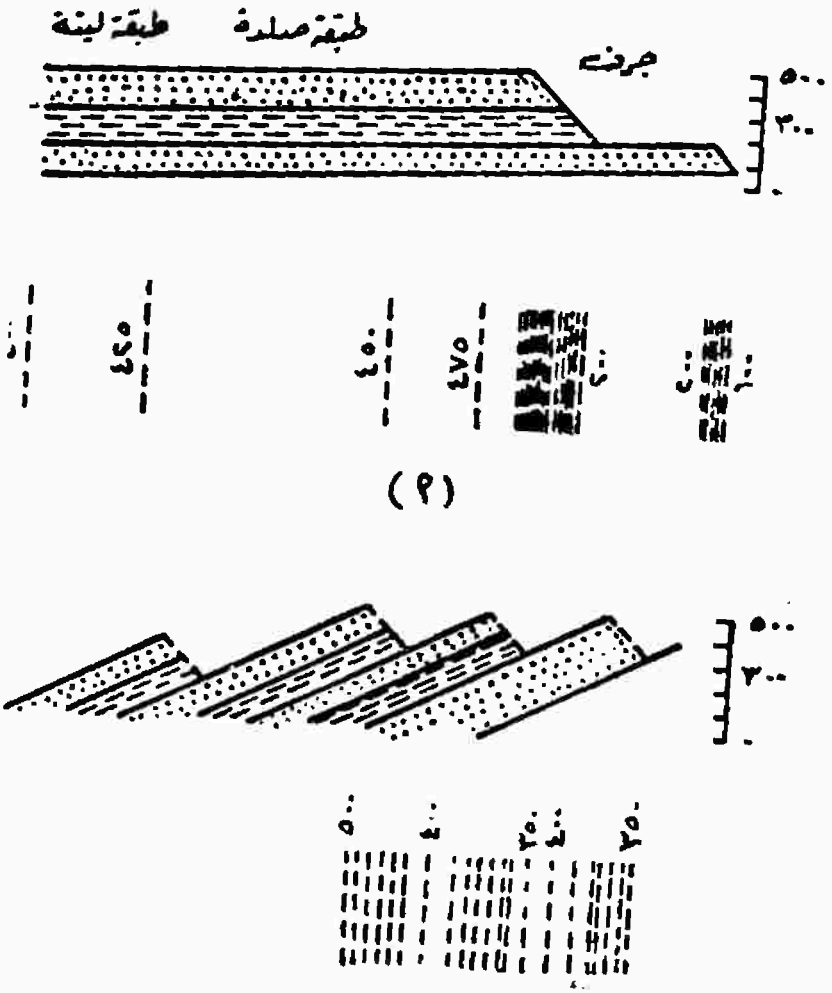


(شكل ١٥٠)
جرف رأسى يوضح خطوط الكنتور وكأنها مندمجة

أنواع المنحدرات :

(ا) ربوة أو هضبة بسيطة الانحدار:

عندما تؤثر عوامل التعرية والتآكل على تتابع صخرى يتكون من صخور مختلفة الصلادة وتتفاوت زوايا ميلها بين ١٠ إلى ٢٠° فإنه ينتج عن ذلك تركيب طبوغرافى يعرف بالربوة أو الهضبة بسيطة الانحدار كما هو موضح بالشكل (١٥١) ويتميز هذا التركيب بعدم تماثله حيث يحتوى على جانب خلفى طويل قليل الانحدار وجانب أمامى شديد الانحدار يعرف بالجرف ، وغالباً ما يتفق الانحدار الخلفى مع اتجاه ميل إحدى الطبقات شديدة المقاومة للتآكل فيطلق عليه الانحدار الميلى الخلفى .



(شكل ١٥١)
(أ) هضبة بسيطة الانحدار
(ب) هضبة شديدة الانحدار

(ب) ربوة أو هضبة شديدة الانحدار :

عندما تؤثر عمليات التعرية والتآكل بنشاط على تتابع صخرى يتكون من صخور متباينة الصلادة وكان هذا التتابع الصخرى له زاوية ميل كبيرة فإنه ينشأ نتيجة لذلك مجموعة من الهضاب والمرتفعات المتماثلة يتميز مقطعها

باستطالة فى الاتجاه العمودى على ميل الطبقات ، كذلك فإن عمل مياه الأنهار خلال الأوجه شديدة الانحدار من التركيب قد يزيد من عمقها نتيجة عملية النحر التى تقوم بها المياه لتعميق مجراها مكونة أخاديد عميقة تقسم المنحدرات إلى مجموعة من التلال والمنحدرات على شكل حزام . وتعتبر الهضاب بسيطة كانت أو شديدة الانحدار من المعالم الطبوغرافية التى توجد على نطاق إقليمى بمعنى أنها قد تشمل أكثر من إقليم أو قطر لذلك تعرف بالتضاريس الإقليمية . وجدير بالذكر أن المنحدرات من الظواهر التى تنشأ نتيجة تعرض الصخور لإجهادات شديدة تؤدى إلى نشأة فوالق بها .

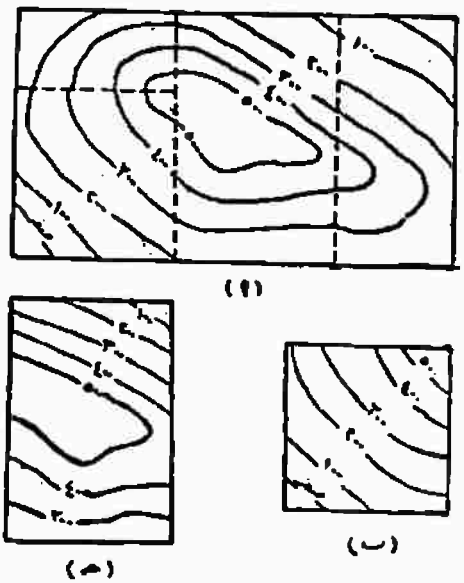
٣ – تكون خطوط الكنتور منحنيات مقفلة أو منتهية عند حدود الخريطة :

عند تمثيل تل مخروطى تكون خطوط الكنتور دوائر متحدة المركز كما هو موضح بالشكل (١٤٦) ويلاحظ أن منسوب خطوط الكنتور فى هذه الحالة يزداد كلما اتجهنا إلى الداخل « فى اتجاه المركز » كما يلاحظ أن أقطار الدوائر الممثلة لخطوط الكنتور تقل كلما ارتفعنا واقتربنا من قمة التل .

ولكن طبوغرافية الأرض غالباً ما تكون غير منتظمة فتكون درجة انحدار التل غير متساوية فى الاتجاهات المختلفة لذلك قد يتغير شكل خطوط الكنتور فيتشوه أو يستطيل ولكن فى جميع الحالات تكون خطوط الكنتور منحنيات مقفلة كما فى شكل (١٥٢ – ا) وتمثل خطوط الكنتور المقفلة التلال والمنخفضات المحدودة ولكنها لا تشمل التضاريس بأكملها ، ولذلك قد يظهر التل على هيئة مجموعة خطوط الكنتور غير المقفلة فى حدود الخريطة وتنحدر فى اتجاه واحد كما فى شكل (١٥٢ – ب) أو بمجموعة من خطوط الكنتور المفتوحة والتى تنحدر فى اتجاهين . كما فى شكل (١٥٢ – حـ) .

الوديان والأحواض :

تطلق كلمة وادى على المسطحات المستوية المفتوحة ، بينما تطلق كلمة

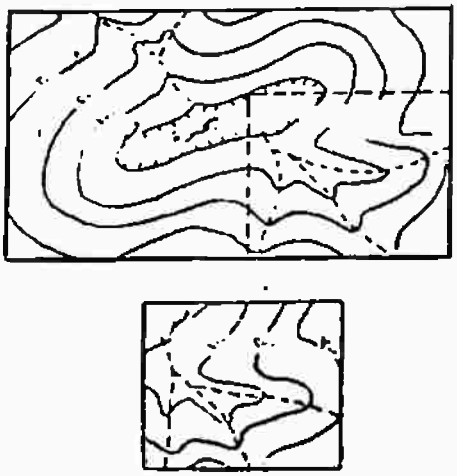


(شكل ١٥٢)
خطوط الكنتور على شكل منخفضات مقفلة

حوض على المنخفضات المحاطة بمرتفعات من جميع الجهات .

ويمكن تمثيل المنخفضات وأحواض الترسيب التى تنحدر إلى الداخل فى جميع الاتجاهات بمجموعة من خطوط الكنتور المقفلة المتمركزة والتى يزداد منسوبها كلما اتجهنا إلى الخارج (بعيداً عن المركز) كذلك يقل قطرها كلما انخفض منسوبها واقترب خط الكنتور من قاع الحوض كما هو موضح بالشكل (١٥٣) وتمثل وديان الأنهار بمجموعة من خطوط كنتور مقفلة من ثلاث جهات على شكل حرف V يزداد اتساعها كلما اتجهنا ناحية المصب وتشير مقدمتها إلى اتجاه المنبع كما فى الشكل (١٥٤) وتتوقف زاوية رأس حرف «V» على مراحل تكوين النهر . فتكون الزاوية حادة وعميقة فى المرحلة الأولى لتكوين النهر والتى تعرف بمرحلة الشباب المبكر وتزداد اتساعاً وضحولة فى المراحل الأخيرة من دورة تكوين النهر وتعرف بمرحلة البلوغ

والكهولة كما يتضح ذلك من الشكل (١٥٥) . وأهم نظم الصرف التى تتبعها الأنهار فى مجاريها السفلية هى : النظام الشعاعى – النظام المركزى – النظام النحرى – النظام الشبكى – النظام الحلقى وهى موضحة بالشكل (١٥٦).

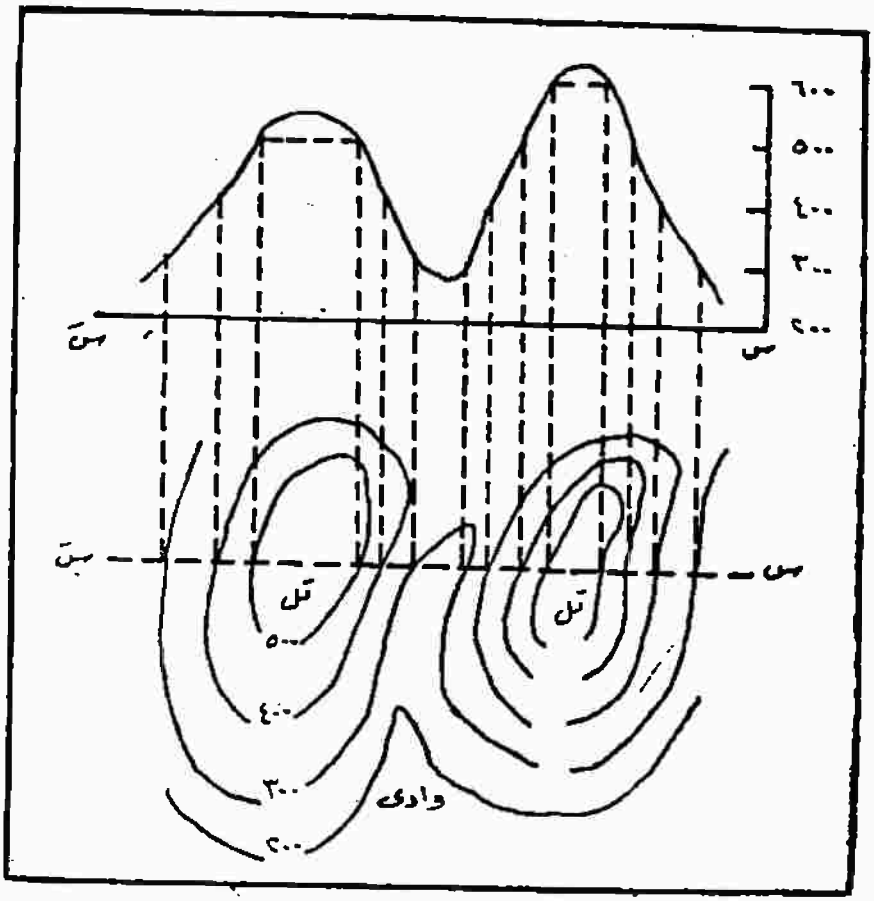


(شكل ١٥٣)
خريطة كنتورية تبين حوض ترسيب

وتصنف الأنهار تبعاً لتضاريس المنطقة وخواص الصخور السطحية بها والتراكيب الجيولوجية التى تتحكم فى شكل النهر ونوع روافده وطريقة تجمعها ونظم الصرف الخاصة بكل منها إلى عدة أنواع أهمها :

(١) أنهار لاحقة Consequent stream :

وهى تلك التى تنساب خلال سهول منبسطة تتبع الميل الإقليمى للمنطقة التى يوجد بها النهر وتتميز هذه الأنهار بروافد على شكل تفرعات شجرية كما هو موضح بالشكل (١٥٦) وتتكون مثل هذه الأنهار عادة فى المسطحات المستوية سواء كانت تتابعات صخرية من طبقات أفقية لينة متبادلة مع طبقات صلدة أو سطوح تأثرت بعوامل التآكل والتعرية .

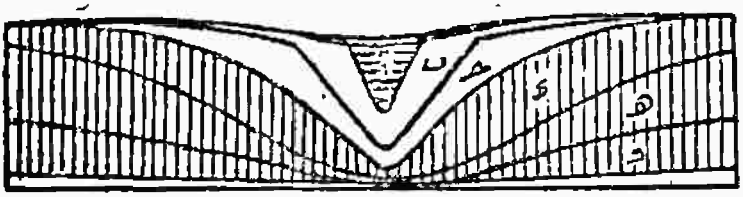


(شكل ١٥٤)

قطاع وخريطة كنتورية تبين الوديان

ر ب) أنها تابعة Subsequent Stream

وهى تلك التى تنساب بين تتابعات صخرية منحدرة المكونة من طبقات لينة بالتبادل مع طبقات صلدة . وفى هذا النوع من الأنهار يتبع مجرى النهر الطبقات اللينة فيغير من مجراه بعيداً عن الطبقات الصلدة التى تقاوم عمليات التآكل والنحر ويمتاز هذا النوع من الأنهار بنظام الصرف الشبكى الموضح بالشكل (١٥٦) وقد تكون شدة انحدار الطبقات التى تمر فيها مثل هذه الأنهار سبباً فى أن تنحر مجراها خلال طبقات صلدة قوية .



(شكل ١٥٥)

دورة تكوين الأنهار

(ا) بداية النهر (ب) شباب مبكر (حـ) شباب متأخر
(د) بلوغ مبكر (هـ) بلوغ متوسط (و) بلوغ متأخر
(ز) مرحلة الكهولة

(حـ) أنهار مطابقة Superposed Stream

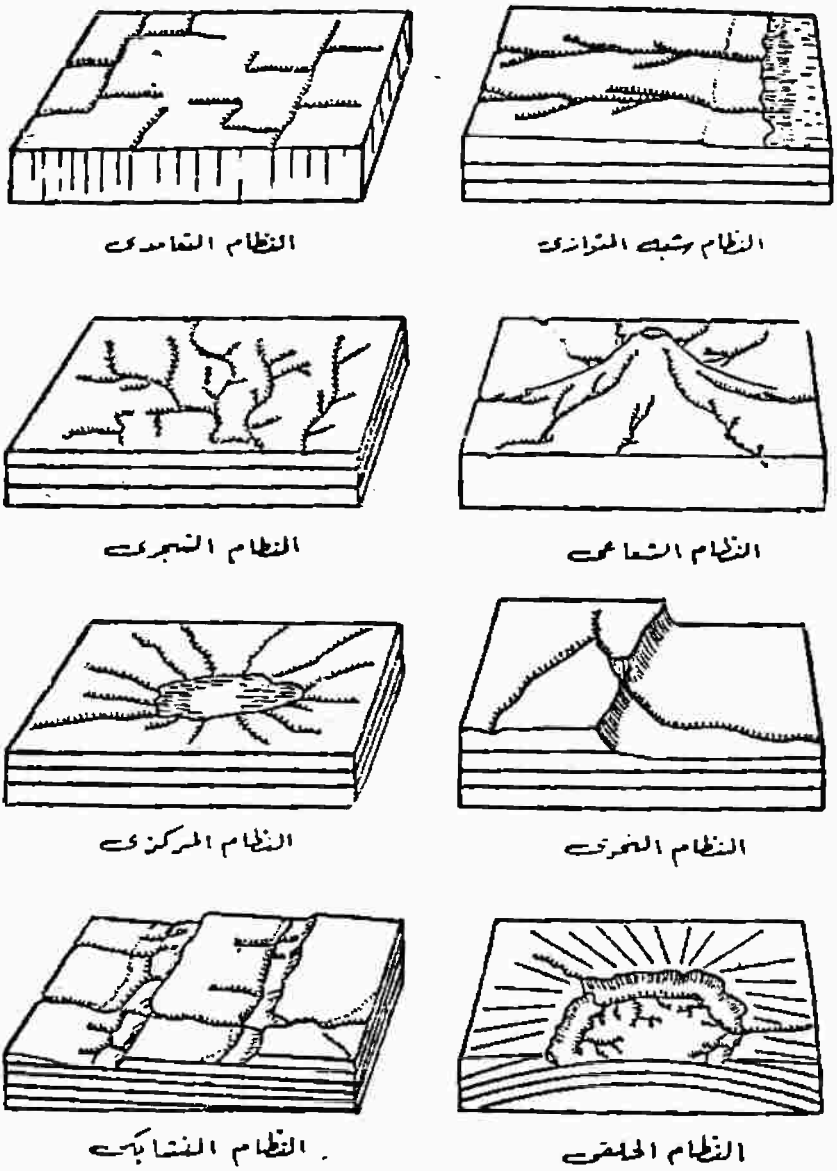
وهى تلك التى تشق طريقها فى الصخور قوية كانت أو ضعيفة نتيجة ملائمة تضاريس المنطقة . أى أن طبوغرافية المنطقة هى التى تتحكم فى تحديد مجرى النهر دون اعتبار لصلادة الصخور .

(د) أنهار سابقة التكوين Antecedent Stream

هى تلك التى تنساب خلال الشقوق والفواصل والفوالق سابقة التكوين بصخور المنطقة وبذلك يتبع مجرى النهر النظام التركيبى الموجود بالصخور . ويتميز هذا النوع من الأنهار بنظام الصرف التعامدى الموضح بالشكل (١٥٦) .

٤ – تتكرر خطوط الكنتور لنفس المنسوب لتدل على انعكاس فى اتجاه الانحدار :

من المعلوم أن خطوط الكنتور تنتج من تقاطع مستويات أفقية مع سطح الأرض . فإذا تصورنا أن هذه المستويات الأفقية تتقاطع مع تل مخروطى منتظم كالموضح بالشكل (١٤٦) لنتج عن ذلك خطوط كنتورية على شكل



(شكل ١٥٦)

نظم صرف مياه الأنهار

منحيات مقفلة (دوائر) ولكن إذا كانت التضاريس على شكل منطقتى ارتفاع بينهما منطقة وادى منخفض ، فإن خطوط الكنتور تتكرر على الجانبين لتفصل بين منطقتى الارتفاع كما هو موضح بالشكل (١٥٤) .

٥ – اقتراب خطوط الكنتور من بعضها يدل على شدة الانحدار وتساوى المساحات المحصورة بين خطوط الكنتور يدل على الانحدار المنتظم :

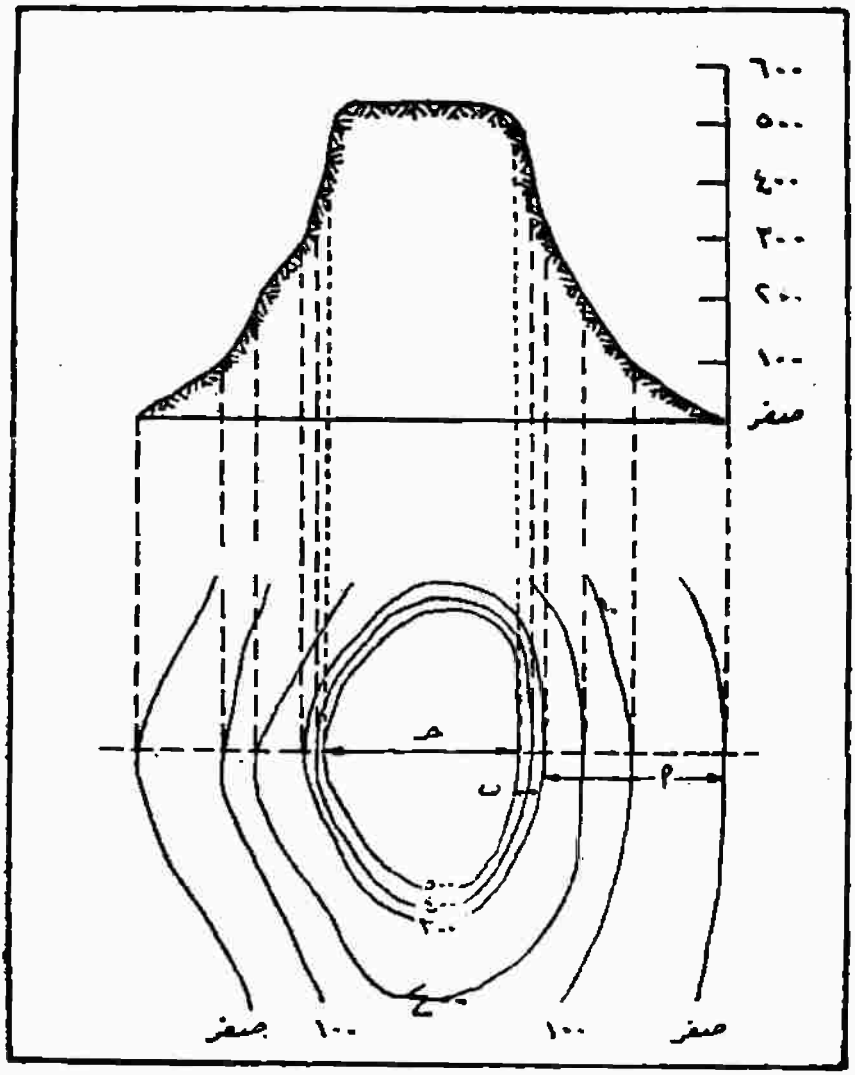
خطوط الكنتور تعبيرات كمية عن معدل التغير فى المنسوب وبمقارنة المسافة الأفقية الواقعة بين خطوط الكنتور لنفس الخريطة (ذات فترة كنتورية ثابتة) ، نلاحظ أن تقارب خطوط الكنتور من بعضها دليل على شدة الانحدار كما أن تساوى المساحات بين خطوط الكنتور يدل على وجود انحدار منتظم فى طبيعة الأرض ويبين الشكل (١٥٧) مدلولات التغير فى الانحدار بالنسبة لتقارب أو تباعد خطوط الكنتور التى تمثل تل مصطبى الشكل .

اختيار الفترة الكنتورية المناسبة للخرائط الكنتورية :

يعتمد اختيار الفترة الكنتورية المناسبة للخرائط الكنتورية المختلفة على ثلاثة عوامل هى : ١ – مقياس رسم الخريطة ، ٢ – معدل التغير فى انحدار المنطقة المطلوب توقيعها على الخريطة ، ٣ – كثافة التفاصيل المراد توقيعها على الخريطة .

فى الخرائط الاستطلاعية ذات مقياس الرسم الصغير (أقل من ١ : ١٠٠,٠٠٠) ينبغى اختيار فترة كنتورية كبيرة نسبيًا وذلك لكى يمكن توضيح التغير السريع فى طبوغرافية المنطقة المراد توقيعها على الخريطة ، بينما فى الخريطة التفصيلية كبيرة المقياس نسبيًا (أكبر من ١ : ١٠,٠٠٠) يفضل اختيار فترة كنتورية صغيرة يمكن توضيح التغيرات الصغيرة الموجودة فى طبوغرافية المنطقة . أى أن الفترة الكنتورية تتناسب مع مقياس رسم الخريطة

تناسباً عكسياً . هذا ويجب أن تقل القدرة الكنتورية كلما زادت درجة عدم انتظام سطح الأرض (معدل التغير فى انحدار المنطقة المراد توقيعها على الخريطة) وأن تكبر القدرة الكنتورية كلما كان سطح الأرض منتظماً .



(شكل ١٥٧)

دلالة اقتراب وابتعاد خطوط الكنتور

(ا) معدل انحدار متوسط (ب) معدل انحدار شديد (حـ) مسطح أفقى

وتتناسب الفترة الكنتورية عكسيًا مع كثافة التفاصيل المراد توقيعها على الخريطة فكلما زادت التفاصيل تحتم أن تقل الفترة الكنتورية حتى يسمح ذلك بتوقيع هذه التفاصيل على الخريطة .

وجدير بالذكر أن اختيار الفترة الكنتورية يعتمد كذلك على عوامل اقتصادية فكلما صغرت الفترة الكنتورية كلما كبر حجم العمل الحقلى اللازم إنجازه وكذلك ازدياد الوقت اللازم لاستكمال الخريطة مما يؤدى إلى زيادة تكاليف توقيع الخريطة الكنتورية .

تفسير المعالم الطبوغرافية :

تؤثر العوامل الطبيعية والكيميائية والميكانيكية على صخور القشرة الأرضية مما يؤدى إلى حدوث تغيرات عديدة تنشأ منها الأشكال الطبوغرافية المختلفة . وأهم هذه العوامل ما يأتى :

١ — عوامل جيولوجية خارجية وتشمل عوامل التجوية والنقل والترسيب وتسمى عمليات التآكل والتعرية .

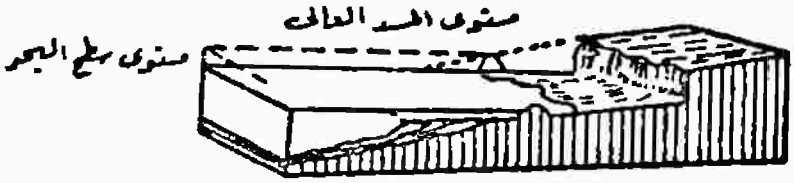
٢ — عوامل جيولوجية داخلية وتشمل النشاط البركانى والتحول وما يصحابها من حركات أرضية تسبب إجهادات مختلفة فى الصخور مما يؤدى إلى تغير شكلها وحجمها وبالتالى ظهور التراكيب الثانوية بها مثل الطيات والفواصل والفوالق .

وسوف نورد فيما يلى أمثلة لبعض الظواهر الطبوغرافية الشائعة :

١ — المصاطب والشرفات الطبوغرافية :

تتكون المصاطب والشرفات أحياناً نتيجة عمليات التآكل والتعرية ويطلق عليها عند ذلك مصطبة أو شرفة طبوغرافية ، أو قد تتكون نتيجة عمليات النحت التى تقوم بها الأمواج البحرية أو النهرية ويطلق عليها شرفات

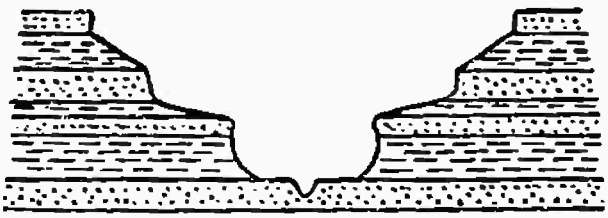
أو مصاطب التآكل البحرى أو النهرى .



(شكل ١٥٨)
المصاطب المنحوتة بالأمواج البحرية

المصاطب المنحوتة بالامواج البحرية :

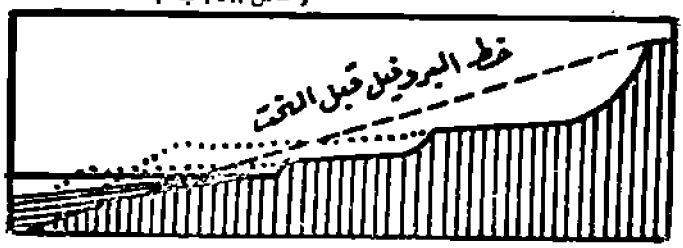
تحتوى هذه المصاطب عادة على صخور قوية متماسكه ينتهى طرفها جهة الشاطئ بجرف بحرى وطرفها الآخر جهة البحر بشرفة أو مصطبة بحرية كما هو موضح بالشكل (١٥٨) . وتغطى هذا النوع من المصاطب عادة



(شكل ١٥٨ب)
المصاطب المنحوته بالأنهار

بفتات الصخور . وعندما ينحسر البحر عن المصطبة أو عندما ترتفع الأرض تحت تأثير الإجهادات والحركات الأرضية فتصبح المصطبة المهجورة ثم تبدأ الأمواج فى نحت مصطبة أخرى منسوبها أقل من سابقتها وهكذا تظهر المصاطب على الخريطة الطبوغرافية على شكل مجموعة مصاطب سلمية كما هو موضح بالشكل (١٥٩) .

(شكل ١٥٨ب)

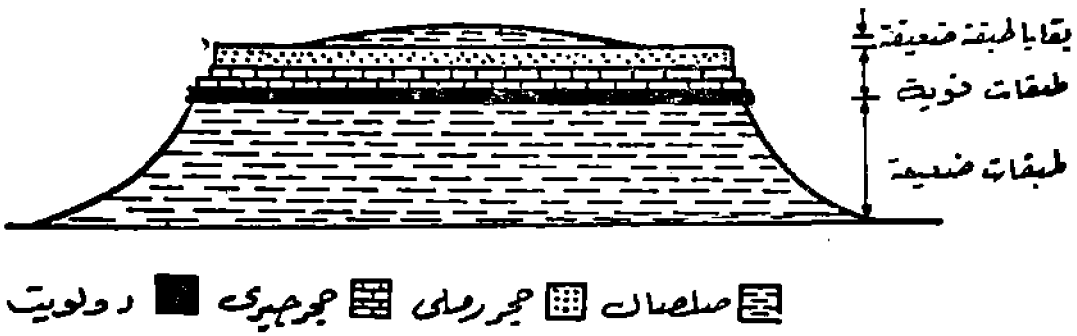


(شكل ١٥٩)

المصاطب السليمة

المصاطب المنحوتة بعوامل التعرية

عندما تتعرض تكاوين صخرية من طبقات أفقية لينة متبادلة مع طبقات صلدة لعوامل التآكل والتعرية تحت ظروف مناخية قارية فإن الطبقات اللينة تتآكل بدرجة أسرع من الطبقات الصلدة مما يؤدى إلى نشأة مصاطب صخرية على هيئة سطوح منضدية الشكل كما هو موضح بالشكل (١٦٠) . وغالباً ما يتكون السطح المستوى العلوى للمصطبة من طبقة شديدة المقاومة للتآكل وتعرف بالغطاء الواقى . أما الطبقات اللينة فإنها تتآكل بسهولة وينشأ عنها جروف متفاوتة الانحدار . وفى حالة تآكل طبقة الغطاء الواقى فإن الطبقة اللينة تعلو المصطبة وبذلك يسهل تآكلها عند القمة ، بينما تتسع قاعدتها المستقرة على طبقة أكثر صلادة فتأخذ شكل المخروط كما هو موضح بالشكل (١٦١) .



(شكل ١٦٠)
المصاطب المنضدية

(شكل ١٦١)
المصاطب القرطية

تفسير المعالم الجيولوجية :

سوف نذكر فيما يلى بعض التعريفات والإشارات المستخدمة على الخريطة الجيولوجية للدلالة على الأنواع المختلفة من الصخور .

الغطاء الصخرى : ويطلق على طبقة الصخور السطحية التى تتكون غالباً من المواد الترابية المفككة بالإضافة إلى الفتات الصخرى الناتج من تأثير عوامل التجويه وترتكز صخور الغطاء الصخرى على صخور الأساس المتماسكة . ويتكون الغطاء الصخرى غالباً من طبقتين هما الطبقة العليا أو السطحية وتتكون من حبيبات دقيقة تحتوى على نسبة عالية من المواد العضوية وتعرف عادة بطبقة التربة . والطبقة السفلى وتتكون من فتات صخرى أقل تحللا وأكثر خشونة وتعرف عادة بالطبقة تحت التربة .

الأساس الصخرى : يطلق على الطبقات الصخرية التى لم يعتريها أى درجة من درجات التحلل أو التعرية ويمكن اعتبارها مصدراً للفتات الصخرى الذى يوجد فى الغطاء الخارجى الذى يغطى طبقة الأساس .

التكاوين الصخرية : يطلق على كل مجموعة من طبقات الصخور المتوافقة والتى تتميز بخواص صخرية وتركيب معدنى واحد وسطوح يمكن تحديدها بسهولة وتتشابه صخور كل تكوين لدرجة يمكن اعتبارها وحدة صخرية واحدة بمعنى عدم وجود سطوح انفصال بين أى من طبقاتها ويمكن اعتبار طبقات التكوين الواحد متزامنة من ناحية عمرها الجيولوجى .

سطوح الاتصال بين التكاوين :

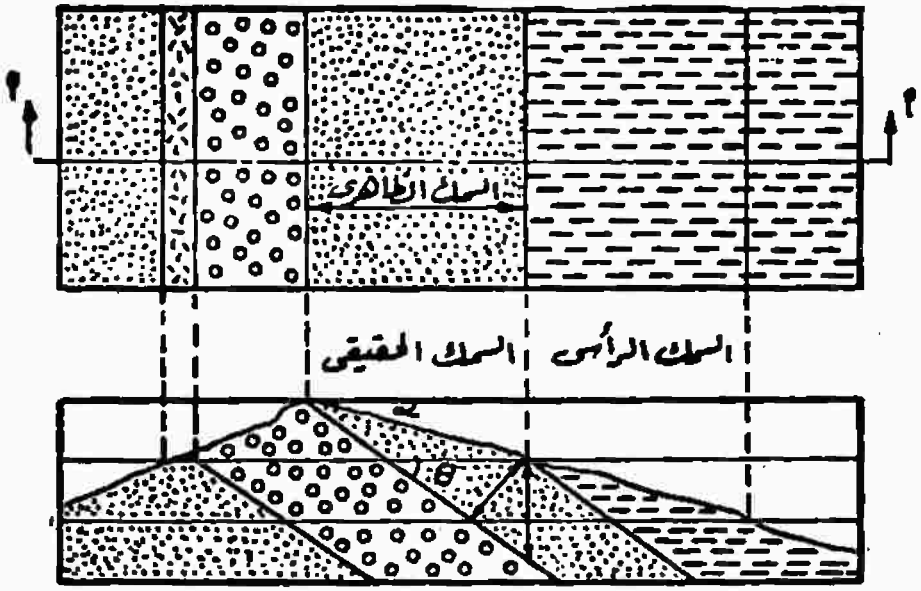
سطح الاتصال هو ذلك السطح الذى يفصل بين وحدتين صخريتين مختلفتين فى الخواص أو العمر الزمنى وقد تكون سطوح الاتصال ممثلة لسطوح متوافقة أو غير متوافقة فقد يوجد أكثر من سطح اتصال بين طبقات التكوين الواحد فعلى سبيل المثال سطحى اتصال فى التكوين الصخرى الذى يحتوى على طبقة من الحجر الرملى تعلوها طبقة طفلية وأسفلها طبقة حجر جيرى .

تمثيل الطبقات البسيطة

توجد الصخور الرسوبية فى أغلب الأحيان على أشكال منتظمة تعرف بالطبقات ، كما توجد أحياناً الصخور النارية على أشكال منتظمة مثل الجدد والقواطع ، وليسهل توقيع هذه التكاوين الجيولوجية البسيطة على الخرائط يمكن اعتبار سمك الطبقات منتظماً فى حدود الخريطة .

كما يمكن اعتبار السطح العلوى والسفلى للطبقة مستويين ويطلق على المسافة العمودية بينهما السمك الحقيقى للطبقة وتعرف المسافة الرأسية بين سطحى الطبقة العلوى والسفلى بالسمك الرأسى وأما المسافة بين مكشف سطحى الطبقة العلوى والسفلى فتعرف بالسمك الظاهرى . ويوضح الشكل (١٦٢) العلاقة بين السمك الحقيقى (ح) ، والسمك الرأسى (ر) والسمك الظاهرى (ه) فى حالة ميل سطح الطبقة بزاوية مقدارها (θ) وانحدار سطح الأرض بزاوية قدرها (α) .

فإذا كان سمك الطبقة صغيراً جداً فإنه يمكن اعتبار أن السطح العلوى ينطبق على السطح السفلى عند تمثيلهما على الخريطة أى أنه يمكن اعتبار



(شكل ١٦٢)
العلاقة بين السمك الحقيقى والرأسى والظاهرى

سمك الطبقات الرقيقة مساوياً للصفر ، وفى هذه الحالة يمكن تمثيل مثل هذه الطبقات بسطح واحد هو السطح المتوسط بين السطحين العلوى والسفلى .

مكاشف الطبقات :

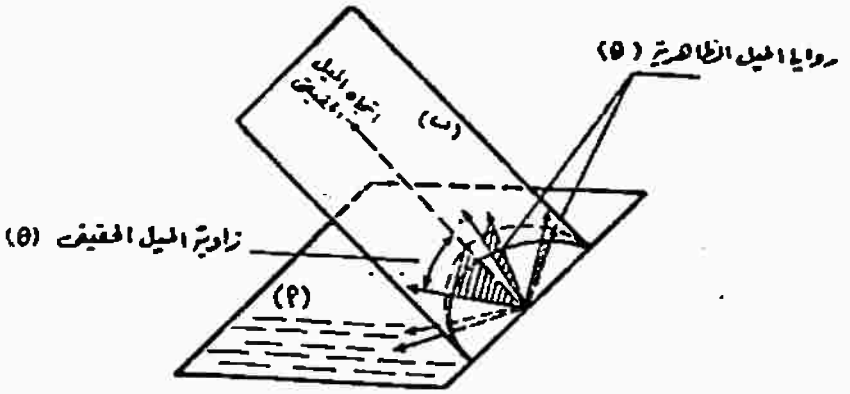
لو أن مجموعة من الطبقات ظلت أفقية بعد رفعها من تحت سطح البحر لتكون جزءاً من اليابس فإن أعلى طبقة فى هذه المجموعة ستغطى كل الطبقات التى تحتها تماماً .

ولكن عوامل التعرية لا تلبث أن تعمل على حفر الوديان وتحت الجبال والتلال ، وعلى منحدرات هذه الجبال والتلال لا بد أن تظهر أجزاء من الطبقات التى تحت الطبقة العليا والتى كانت مختفية فى أول الأمر . ويسمى الجزء من الطبقة الذى يظهر على منحدرات الجبال أو على أى جزء من

سطح الأرض عامة يمكشف الطبقة أو ما يظهر منها على سطح الأرض وهو ذلك الجزء المحصور بين الخطين اللذين يمثلان تقاطع السطح العلوى والسفلى للطبقة مع سطح الأرض .

خطوط المضرب : يمكن أن نتصور عدداً لا نهائياً من الخطوط الأفقية على السطح الأفقى فأى خط يرسم على هذا السطح مهما كان اتجاهه يكون أفقياً . ولكن إذا كان السطح مائلا فإن جميع الخطوط الأفقية التى يمكن رسمها علية تكون متوازية وفى اتجاه واحد ومتعامدة على الخط الذى يكون فيه السطح مائلا أكثر ما يمكن وتسمى هذه الخطوط الأفقية المتوازية خطوط المضرب . وتسمى المسافة العمودية بين مسقط أى خطى مضرب متتاليين على الخريطة الفترة المضربية .

ميل الطبقات : يسمى الاتجاه الذى يبلغ عنده ميل سطح الطبقة أقصاه « اتجاه الميل » ويعرف أيضاً باتجاه الميل الحقيقى للتمييز بينه وبين الاتجاهات الأخرى فوق سطح الطبقة والتى تميل فيها الطبقة بمقدار أقل وتسمى هذه الاتجاهات الأخرى باتجاهات الميل الظاهرى . ويقاس مقدار الميل عادة سواء كان حقيقياً أو ظاهرياً بالزاوية الرأسية بين السطح المائل للطبقة وسطح آخر أفقى وتعرف هذه الزاوية بزاوية الميل (θ) ومن البديهى فإن زاوية ميل خط المضرب تساوى صفراً وكلما ابتعدنا نحو اتجاه الميل الحقيقى زادت قيمة الزاوية حتى تصل إلى اتجاه الميل الحقيقى (وهو اتجاه متعامد على خط المضرب) حيث تكون الزاوية أكبر ما يمكن إذ أننا لو تعدينا هذا الاتجاه فى الناحية الأخرى لقلت الزاوية تدريجياً إلى أن تصل إلى الصفر مرة أخرى كما هو موضح بالشكل (١٦٣) ويقاس الميل عادة بالدراجات أو بالمتر فى الكيلومتر أو — بنسبة مئوية للارتفاع أو الانخفاض الذى يحدث للطبقة المائلة بالنسبة لمستوى أفقى . وعلى سبيل المثال إذا ارتفع سطح طبقة ما بالنسبة لمستوى أفقى ١٠٠ متر فى مسافة مقدارها ٥٠٠ متر وفى اتجاه عمودى على اتجاه مضرب الطبقة ويقال إن النسبة المئوية للميل مقدارها ٢٠٪ .



(شكل ١٦٣)

علاقة السطح المائل بالمستوى الأفقي

(أ) مستوى أفقي (ب) مستوى مائل

خصائص الطبقات :

(أ) الطبقات الأفقية :

يتساوى ارتفاع جميع النقط على سطح الطبقات الأفقية ولذلك فإن مكاشف هذه الطبقات لها صفات خطوط الكنتور كما يتضح ذلك من الشكل (١٦٤ – أ) ويلاحظ أن مكاشف الطبقات الأفقية تطابق أقرب خطوط الكنتور على الخريطة . كذلك تظهر مكاشف الطبقات الأفقية القديمة فى الوديان وتعلوها الطبقات الأحدث عمراً مكونة قمم التلال والمرتفعات . وتتميز التتابعات الصخرية الأفقية بوجود نظم صرف متفرعة مثل فروع الشجر وتظهر خطوط الكنتور التى تمثل الوديان وكذلك مكاشف الطبقات الأفقية على شكل حرف (V) وتتجه رؤوسها نحو أعلى الوادى أو المنبع ، بينما تفتح الكنتورات ومكاشف الطبقات الأفقية جهة المصب وبحسب سمك الطبقات الأفقية بطرح منسوب سطح الاتصال السفلى من منسوب سطح اتصالها العلوى.

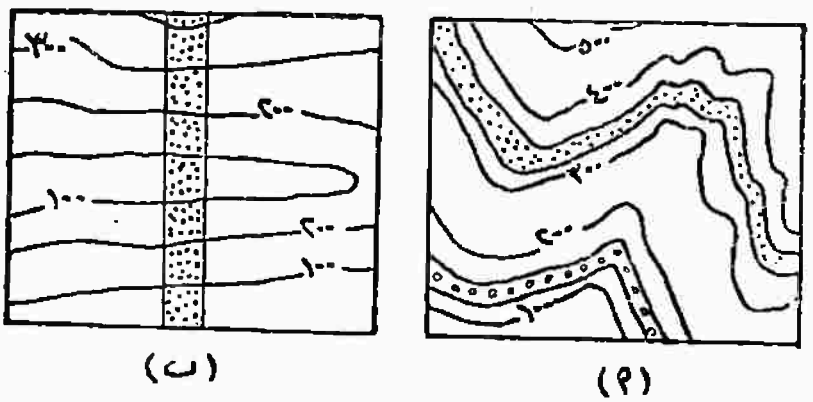
ويدل ظهور مكاشف الطبقات الأفقية على الخريطة على هيئة شريط ضيق على أن الطبقة إما أن تكون رفيعة أو أن مكشفها يقع على جرف

شديد الانحدار . أما إذا كانت مكاشف الطبقات الأفقية عريضة فإن الطبقة إما أن تكون سميكة أو أن مكشفها يقع على هضبة بسيطة الانحدار .

وتظهر الطبقات الأفقية التى تعلو قمم المصاطب الطبوغرافية على الخريطة الجيولوجية على شكل حلقات متمركزة فى مسطحات من تكاوين صخرية حديثة تحيطها تكاوين أقدم عمراً ويطلق على مثل هذا التركيب عادة « الحديثة » (Outier) بينما تظهر الطبقات الأفقية التى تبطن الأحواض الترسيبية على شكل حلقات متمركزة من تكاوين قديمة تحيطها صخوراً أحدث عمراً ويطلق على مثل هذا التركيب عادة « القديمة » (Inlier) ويستعمل هذين التعبيرين أيضاً بالنسبة للطبقات التى تعرضت للطى والتصدع فى حالة ظهورها على الخريطة بنفس الأشكال السابق ذكرها .

(ب) الطبقات الرأسية :

تظهر مكاشف الطبقات الرأسية على الخريطة على شكل خطوط مستقيمة موازية لخطوط مضرب الطبقة كما هو موضح بالشكل (١٦٤ – ب) ويلاحظ أن مكاشف الطبقات الرأسية لا تتأثر بالخطوط الكنتورية .



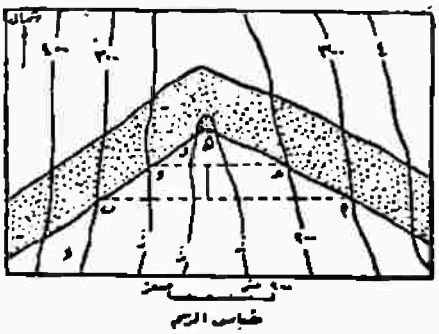
(شكل ١٦٤)

مكاشف الطبقات الأفقية والرأسية

(أ) الطبقات الأفقية (ب) مكاشف الطبقات الرأسية

(ح) الطبقات المائلة :

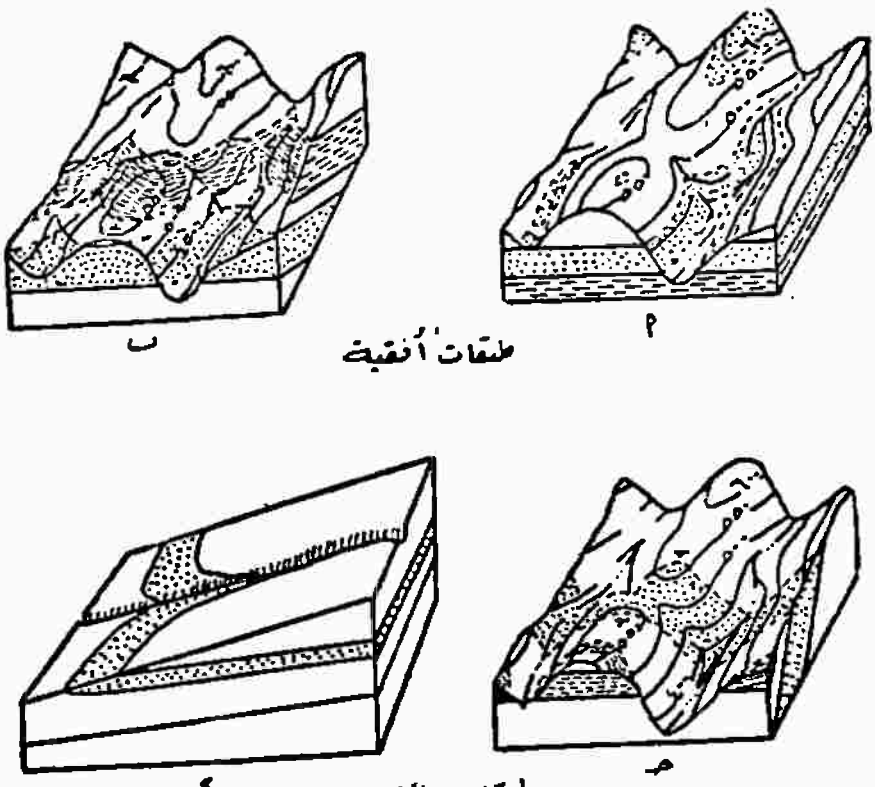
لا توازى مكاشف الطبقات المائلة خطوط المضرب ولا تطابق خطوط الكنتورية ولكنها تتقاطع مع خطوط الكنتور كما فى شكل (١٦٥) . وتظهر مكاشف الطبقات المائلة على هيئة حرف «V» إذا كان ميلها فى اتجاه المنبع أى



(شكل ١٦٥)
مكاشف الطبقات المائلة

عكس انحدار سطح الأرض وتشير رؤوسها فى هذه الحالة جهة المنبع كما هو موضح بالشكل (١٦٦ ب) أما إذا كان ميل الطبقة جهة المصب أى فى نفس اتجاه انحدار سطح الأرض وبزاوية ميل أكبر فتشير رؤوس حرف (V) فى هذه الحالة إلى المصب كما هو موضح بالشكل (١٦٦ حـ) . أما فى حالة الطبقات التى تميل جهة المصب بزاوية أقل من انحدار سطح الأرض فإن مكاشفها تظهر على شكل حرف (V) وتتجه رؤوسها إلى المنبع كما هو موضح بالشكل (١٦٦ د) .

ويدل ظهور مكاشف الطبقات المائلة على هيئة شريط رفيع على أن الطبقة رقيقة أو أن المكشف على وجه جرف شديد الانحدار أو أن ميل الطبقة كبيراً ، وقد يرجع ذلك لهذه الأسباب مجتمعة . ويدل ظهور مكاشف الطبقات المائلة على هيئة شريط عريض على أن سطح الأرض قليل



(شكل ١٦٦)

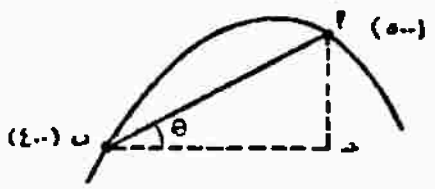
علاقة الطبوغرافيا بمكاشف الطبقات

الانحدار أو أن زاوية ميل الطبقة صغير أو للأسباب الثلاثة مجتمعة كما هو موضح بالشكل (١٦٦) .

توقيع مكاشف الطبقات :

من الواضح أن مكشف الطبقة عبارة عن نقط مشتركة بين سطح الطبقة وسطح الأرض أى أنها عبارة عن مجموعة من النقط يكون فيها منسوب سطح الطبقة مساوياً لمنسوب سطح الأرض. وبما أن خطوط المضرب تبين الارتفاعات على سطح الطبقة كما تبين خطوط الكنتور الارتفاعات على سطح الأرض ،

لذلك فإن أى نقطة يتساوى عندها منسوب خط الكنتور وخط المضرب تعتبر نقطة مكشف أى أن نقطة المكشف هى النقطة التى يتقاطع فيها خط كنتور وخط مضرب لهما نفس الارتفاع ويوضح الشكل (١٦٧) نقطة المكشف والعلاقة بين الفترة الكنتورية والفترة المضربية .



(شكل ١٦٧)
(ا) ، (ب) نقطتا مكشف على سطح الطبقة
(θ) زاوية ميل سطح الطبقة

ويتضح من الشكل أن النقطتين ا ، ب نقطتى مكشف فإذا فرضنا أن ارتفاع النقطة (ا) هو ٥٠٠ متر والنقطة (ب) هو ٤٠٠ متر فإن هذا يعنى أن النقطة (ا) يمر بها كنتور ومضرب ارتفاعهما ٥٠٠ متر وأن النقطة (ب) يمر بها كنتور ومضرب ارتفاعهما ٤٠٠ متر . فتكون الفترة الكنتورية أى المسافة الرأسية بين كنتوريين متتالين (ا) تساوى ١٠ متر وهى تساوى المسافة الرأسية بين مضربين متتالين أى ١٠٠ متر . أما المسافة الأفقية ب حـ فهى المسقط الأفقى للمساهمة العمودية بين مضربين متتاليين أو ما اصطلح على تسميته الفترة المضربية فإذا كانت زاوية ميل الطبقة تساوى (θ) فإن مقدارها يمكن حسابه من المعادلة الآتية :

$$\text{ظا } (\theta) = \frac{\text{الفترة الكنتورية}}{\text{الفترة المضربية}} \times \text{مقياس رسم الخريطة .}$$

وبالمثل يمكن إيجاد العلاقة بين زاوية الميل الظاهرى (θ') وهى الزاوية التى يصنعها مستوى الطبقة مع مستوى أفقى فى اتجاه غير اتجاه الميل الحقيقى من المعادلة الآتية :

$$\text{ظا}\ (\theta) = \frac{\text{الفترة الكنتورية}}{\text{الفترة المضربية الظاهرية}} \times \text{مقاس رسم الخريطة} .$$

وتمتاز مكاشف الطبقات المائلة بأنها غير منتظمة وكلما زاد ميل الطبقات كلما زاد عدم انتظام مكشفها . ولقد اتفق على اعتبار الطبقات المائلة منتظمة السمك يحدها من أعلى سطح علوى ومن أسفل سطح سفلى .

وتتبع الخطوات الآتية لرسم مكشف الطبقات المائلة :

١ ــ تحديد نقط مكشف كل من السطح العلوى والسفلى للطبقات كما سبق شرحه وذلك بإيجاد نقط تقاطع خطوط المضرب مع خطوط الكنتور المساوية لها فى الارتفاع .

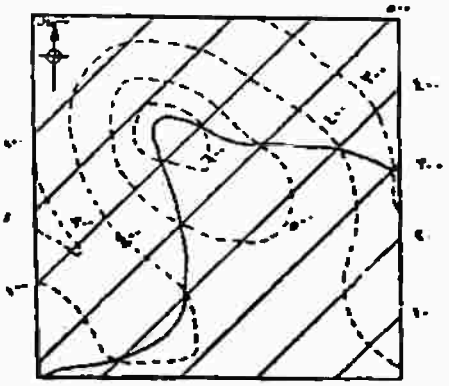
٢ ــ نبدأ بتوصيل نقط مكشف كل سطح على حدة ابتداءاً من النقط الأقل منسوباً إلى النقط الأعلى منسوباً على التوالى وبالترتيب . ويراعى كذلك اتباع قاعدة منحنى جيب الزاوية عند توصيل نقط المكشف .

٣ ــ يلاحظ أن مكشفى السطح العلوى والسفلى لا يقطعان خطوط المضرب أو الكنتور إلا فى نقط المكشف .

٤ ــ عند مرور منحنى المكشف بنقطة ظهور فإنه يمر من إحدى الزوايا إلى الزاوية المقابلة بالرأس وينصف الزاوية بين خط المضرب والمماس لخط الكنتور عند النقطة .

٥ ــ منحنى المكشف إما أن يكون منحنى مقفل أو ينتهى عند حدود الخريطة .

ويتضح من الشكل (١٦٨) الخطوات التى اتبعت فى رسم مكشف طبقة رقيقة جداً ومائلة (عندما تكون الطبقات رقيقة جداً فإنه يمكن تمثيلها بسطح واحد هو السطح المتوسط بين العلوى والسفلى للطبقة) .



(شكل ١٦٨)
رسم مكاشف الطبقات المائلة

إسقاط الطبقات المائلة على الخرائط الكنتورية :

يمكن إسقاط الطبقات المائلة على الخرائط الكنتورية إذا أمكن رسم خطوط مضارب هذه الطبقات على الخرائط . ويقاس مقدار ميل ومضرب الطبقات بطريقة مباشرة بواسطة أجهزة قياس الانحراف والميل المختلفة مثل « البوصلة ، الكلينومتر ، مسطرة قياس الميل ، ميزان أنبي وغيرها » وفى كثير من الأحيان لا يمكن قياس ميل الطبقات واتجاهها بطريقة مباشرة فيستعان عند ذلك بالطرق غير المباشرة لتحديد ميل الطبقات واتجاهها . كما يستعان كذلك بأسس الهندسة الوصفية فى حساب مقدار ميل واتجاه الطبقات بمعلومية بعض القياسات الأخرى . وفيما يلى أهم الطرق المتبعة فى حساب ميل الطبقات ومضاربها وذلك لإسقاطها على الخرائط الكنتورية .

١ – بمعلومية نقطة مكشف واتجاه خطوط المضرب ومقدار الميل الحقيقى للطبقة :

المعطيات : خريطة كنتورية موضحة بالشكل (١٦٩) معلوم نقطة

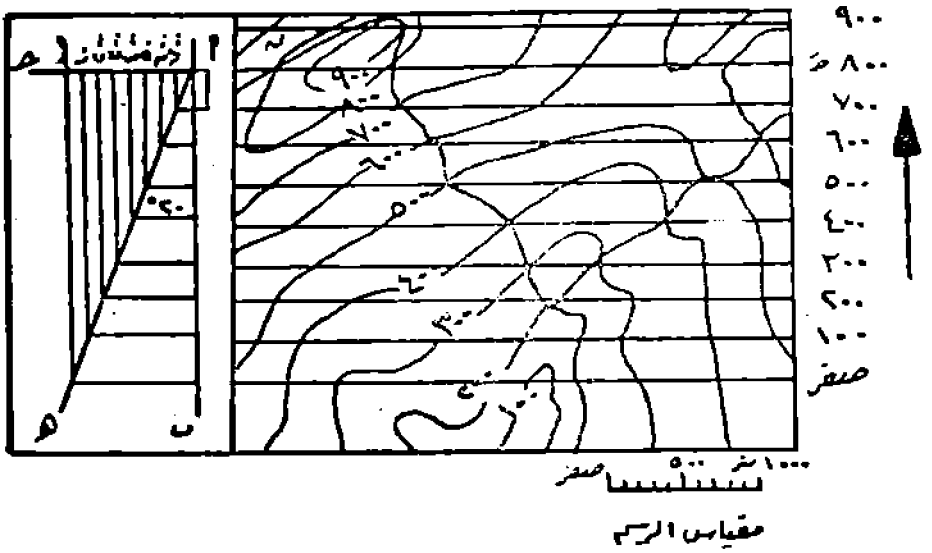
مكشف على سطح طبقة رقيقة مائلة بزاوية قدرها (٢٠° حـ) ومعلوم كذلك اتجاه خطوط المضرب (ش ٩٠ ق) .

المطلوب : إسقاط الطبقة الرقيقة على الخريطة الكنتورية .

العمل :

١ — ارسم خط المضرب (حـ حـ) يمر بالنقطة (ب) واتجاهه ش ٩٠° ق حيث إن نقطة (ب) تقع على خط الكنتور ٨٠٠ متر فإنه يمكن استنتاج أن ارتفاع خط المضرب المار بهذه النقطة يساوى ٨٠٠ متر .

٢ — ارسم المقطع الرأسى (ا ب) عموديًا على خط المضرب (حـ حـ) وارسم الزاوية (ب ا ه) تساوى زاوية ميل الطبقة ٢٠° فيمثل الخط (ا ه) أثر سطح الطبقة على المستوى الرأسى ثم قسم الخط (ا حـ) إلى أقسام متساوية كل منها تساوى الفترة الكنتورية ١٠٠ متر مستخدمًا نفس مقياس رسم الخريطة .



(شكل ١٦٩)

رسم مكشف الطبقة بمعلومية نقطة مكشف واتجاه خطوط المضرب ومقدار الميل

٣ – من كل نقطة على الخط (ا حـ) ارسم مستقيماً يوازى (أ ب) حتى يقطع (أ هـ) فى نقط على سطح الطبقة تبعد كل منها عن الأخرى مسافة رأسية قدرها ١٠٠ متر ومن كل نقطة من نقط التقاطع على الخط ا هـ .

٤ – ارسم خطوطاً توازى الخط (حـ حَ) فتكون هذه الخطوط هى خطوط المضرب التى ارتفاعها فى اتجاه الجنوب ويزداد فى اتجاة الشمال .

٥ – اتبع الخطوات السابق شرحها لتحديد نقط المكشف ومنحنى المكشف .

٢ – بمعلومية ثلاث نقط :

إذا أمكن تحديد موقع ثلاث نقط على سطح الطبقة تحديداً كاملا وبشرط عدم وجود هذه النقط الثلاثة على خط واحد كما يشترط عدم وجود طيات أو فوالق على سطح الطبقة بين هذه النقط الثلاثة فإنه يمكن استخدام هذه النقط الثلاثة لتحديد ميل سطح الطبقة ومضربها ويوضح المثال الآتى هذه الطريقة :

المعطيات : معلوم النقط الثلاثة (ا ، ب ، حـ) على سطح طبقة رقيقة مائلة كما هو موضح بالشكل (١٧٠) الذى يوضح المسقط الأفقى لهذه النقط وارتفاعاتها عن مستوى سطح البحر .

المطلوب : إيجاد ميل سطح الطبقة ومضربها .

العمل : ١ – حدد أى محور (س ص) أسفل المثلث (ا ب حـ) .

٢ – إسقط النقط ا ، ب ، حـ عمودياً على الخط س ص فتقطعه فى أَ ، بَ ، حَ .

٣ – عين النقط (أً ، بً ، حً) على امتداد (ا أَ ، ب بَ ، حـ حَ) بحيث تمثل هذه الخطوط ارتفاع النقط (ا ، ب ، حـ) فى المسقط

الرأسى ثم وصل المثلث (أ" ب" حـ") فيكون هو المسقط الرأسى للمثلث ، (أ ب حـ) .

٤ – ارسم المستقيم حـ" و" موازياً للمحور س ص ليقطع أ" ب" فى و" . يلاحظ أنه يوجد لدينا الآن نقطتان على سطح الطبقة لها نفس الارتفاع وهاتين النقطتين هما حـ ، و . ثم نصل الخط (حـ و) ليكون هو خط مضرب الطبقة .

٥ – ولإيجاد ميل الطبقة نستخدم مسقطاً رأسياً آخر تظهر فيه زاوية ميل الطبقة بمقدارها الحقيقى .

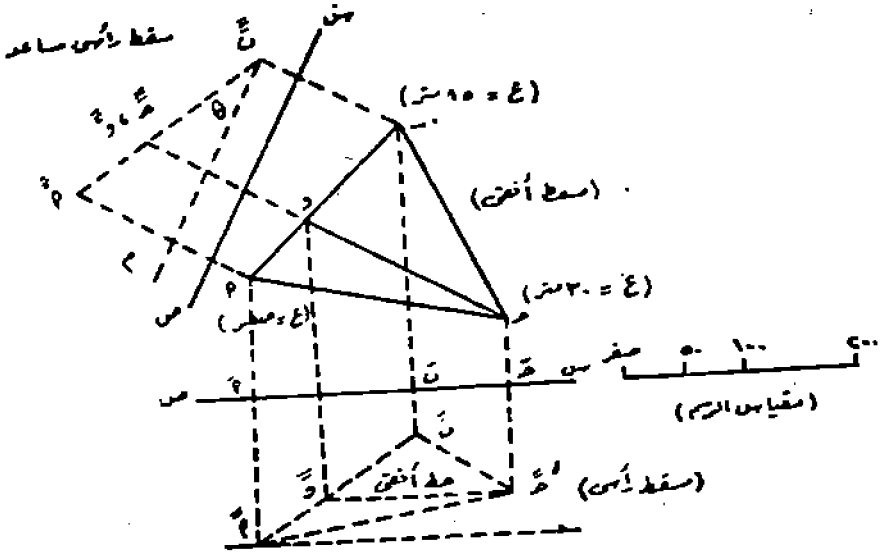
ارسم المحور (س َ ص َ) فى الركن الشمالى الغربى من ورقة الرسم عمودياً على الخط (حـ و) ثم اسقط على هذا المحور الخط (حـ و) فيظهر فى المستوى العمودى على شكل نقطة (و"" ، حـ"") ثم اسقط باقى النقط (ا ، ب ، حـ) ثم وصل النقط (ا"" ، ب"" ، حـ"") ولاحظ أنها جميعاً تقع على خط واحد وتكون زاوية ميل المستوى (θ) هى الزاوية (ا"" ب"" م"") .

ملاحظة : يراعى عند اختيار المحور (س ص) إن يكون مواجهاً لأكثر النقط ارتفاعاً وبحيث تكون النقطتين الباقيتين على جانبى أكثر النقط ارتفاعاً .

٣ – بمعلومية ميلين ظاهريين مقداراً واتجاهاً :

لا تظهر الطبقة عادة فى الطبيعة بحيث يمكن قياس زاوية ميلها الحقيقى ولذلك نلجأ إلى قياس زاويتين للميل الظاهرى من قطاعين رأسيين ظاهرين للطبقة وغير متعامدين على خطوط مضربها .

ومما لا شك فيه أننا نفترض فى هذه الحالة أن قياس زاويتى الميل الظاهرى فى – القطاعين لنفس الطبقة وأن امتداد سطح الطبقة بين هذين القطاعين لا توجد به طيات أو فوالق . وفيما يلى بعض الأمثلة التى تبين طريقة حساب مقدار الميل واتجاه المضرب إذا علم اتجاهين للميل الظاهرى .



(شكل ١٧٠)

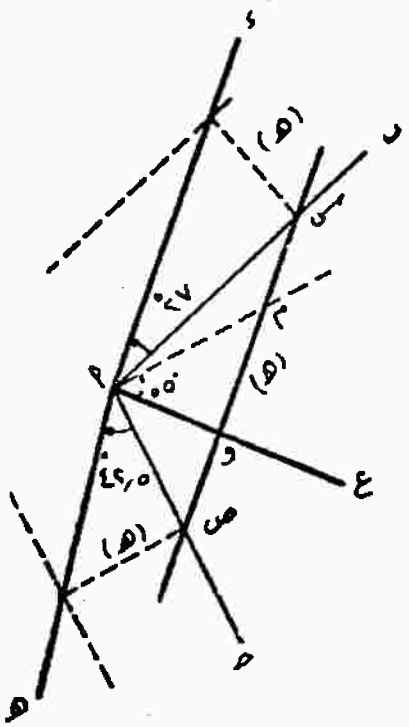
تحديد متجهات الطبقة بمعلومية ثلاثة نقط على سطحها

المعطيات : رصدت زاويتين للميل الظاهرى لسطح طبقة رقيقة واحدة من قطاعين يظهران فى مستويين رأسيين معلوم متجهات خطوط مضربهما . كما رصد كذلك ارتفاع سطح الطبقة فى كل من هذين القطاعين وكانت نتائج هذه الأرصاد كما يلى :

انحراف خط المضرب لمستوى القطاع الرأسى الأول ٤٥° أو (ش ٤٥° ق) .
زاوية الميل الظاهرى للطبقة فى القطاع الرأسى الأول ٢٧° .
منسوب سطح الطبقة عند محطة أخذ الأرصاد ٥٠٠٠ متر .
انحراف خط المضرب لمستوى القطاع الرأسى الثانى ١٥٠° أو (ح ٣٠° ق) .
زاوية الميل الظاهرى للطبقة فى القطاع الرأسى الثانى ٤٢,٥° .
منسوب سطح الطبقة عند محطة أخذ الأرصاد ٥٠٠٠ متر .

المطلوب : إيجاد مقدار واتجاه الميل الحقيقى لسطح الطبقة .

العمل : ١ — نوقع نقطة مثل (ا) كما هو موضح بالشكل (١٧١)



(شكل ١٧١)
تعين متجهات الطبقة بمعلومية ميلين ظاهريين

ونرسم منها مضرب — القطاعين الرأسيين (ا ب) وانحرافه ٤٥° أو (ش ٤٥° ق) ، (ا ح) وانحرافه ١٥٠° (ح ٣٠° ق) .

٢ — نتخذ (ا ب) ، (ا ح) محاور ونرسم منهما المسقطين الرأسيين اللذين تظهر فيهما زاوية الميل الظاهرتين (ب $\hat{أ}$ د) = ٢٧° ، (هـ $\hat{أ}$ ح) = ٤٢,٥° .

٣ — حدد عمقاً ثابتاً (هـ) على كل من المستويين الرأسيين وليكن ١٠٠ متر بواسطة المسطرة بنفس مقياس الرسم فنحصل بذلك على نقطتين (س ، ص) على سطح الطبقة لهما نفس الارتفاع ثم نصل (س ص) فيكون هو خط

مضرب على سطح الطبقة .

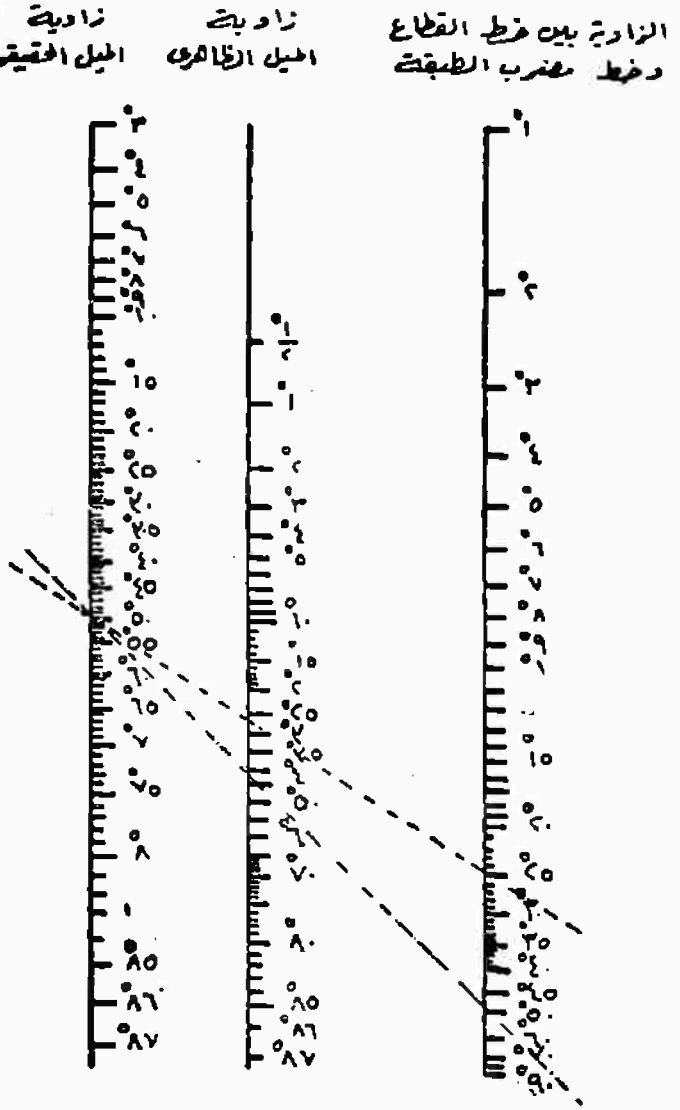
٤ ــ نسقط (أ ع) عمودياً على (س ص) ليقطع خط المضرب (س ص) فى نقطة (و) ثم نتخذ (أ ع) كمحور ونرسم (و م) عمودياً على (أ ع) مساوياً للعمق (هـ) فى الطول (١٠٠ متر) وبذلك تصبح لدينا النقطة (م) على بعد مقداره (هـ) أسفل الخط (أ ع) ولما كان الخط (س ص) تقع على بعد ١٠٠ متر من النقطة (أ) فإن النقطة (م) تقع بالضرورة على الخط (س ص) .

وعلى ذلك فإنه يوجد لدينا نقطتان أ ، م يقعان على نفس مستوى التطابق وكذلك فى المستوى العمودى على خط المضرب وعلى ذلك فإن الزاوية (ع ا م) لا بد وأن تساوى زاوية الميل الحقيقية .

ومن الشكل يمكن أن نستنتج أن انحراف خط المضرب ٠٢٠° (ش ٢٠ق) وزاوية الميل الحقيقية تساوى (٥٠°) .

ويمكن الحصول على مقدار زاوية الميل الحقيقى مباشرة بواسطة زاوية الميل الظاهرى باستعمال الخطوط البيانية Nomographs كما هو موضح بالشكل (١٧٢) وذلك إذا كانت الزاوية بين مضرب سطح الطبقة وأثر المستوى الرأسى الذى تظهر فيه زاوية الميل الظاهرى معلومة وتستخدم هذه الطريقة فى حالة تحويل عدد كبير من زوايا الميل الظاهرية إلى زوايا الميل الحقيقى .
الخطوط البيانية للميل الحقيقى بمعلومية الميل الظاهرى وزاويتى خط القطاع مع مضرب الطبقة .

وفى بعض الأحيان يتعذر قياس زاويتى الميل بأجهزة قياس الزوايا وفى مثل هذه الأحوال يمكن التعبير عن الميل بالنسبة المئوية لارتفاع الطبقات أو انخفاضها . وفيما يلى مثال يوضح طريقة حساب الميل الحقيقى واتجاه خطوط مضرب سطح الطبقة فى حالة معرفة النسبة المئوية لميل طبقة فى اتجاهين معلومين .



(شكل ١٧٢)

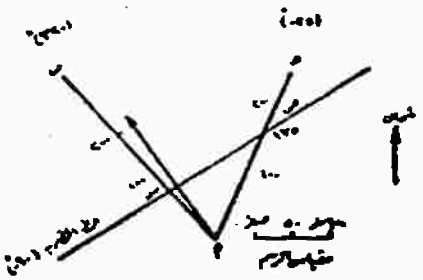
الخطوط البيانية للميل الحقيقي بمعلومية الميل الظاهري وزاويتي خط القطاع مع مضرب الطبقة

المعطيات : معلوم نسبة ميل سطح طبقة رقيقة مقداره ١ : ١٠٠ فى الاتجاه الذى ينحرف ٣٢٠° (ش ٤٠° غ) ويميل أيضاً بمقدار ١ : ١٧٥ فى الاتجاه الذى ينحرف ٢٥° (ش ٢٥° ق) كما هو موضح بالشكل (١٧٣)

المطلوب : إيجاد اتجاه وبمقدار الميل الحقيقى للطبقات .

العمل :

ارسم المستقيمات أ ، ب ، أ حـ اللذان ينحرفان ٣٢٠° ، ٠٢٥° على التوالى . حدد المسافات ١٠٠ متر ، ١٧٥ متر بمقياس رسم مناسب على كل من أ ب ، أ حـ على التوالى لنحصل على النقطتين س ، ص ثم نصل س ص فنحصل على اتجاه مضرب الطبقات نسقط العمود أ ع على س ص فنحصل على اتجاه الميل الحقيقى وأما مقدار الميل الحقيقى فنحصل عليه من الشكل بقياس المستقيم أ ع الذى يعطينا مقدار ميل الطبقة الحقيقى ومقداره ١ : ٩٨ .



(شكل ١٧٣)

تحديد متجهات الطبقة بمعلومية النسبة المئوية لميلين ظاهريين

٤ – تحديد ميل وانحراف خط تقاطع مستويين :

يعتبر تحديد ميل وانحراف تقاطع مستويين من المعلومات الهامة التى تلزم عند إسقاط الطبقة وفيما يلى مثال يوضح الطريقة المتبعة لذلك :

المعطيات :

ينحرف خط مضرب مستوى معين ٠٥٠° (ش ٥٠°ق) ويميل ٤٥° فى الاتجاه (ش غ) شكل (١٧٤) والمستوى الآخر ينحرف مضربه ٣٢٠° ويميل ٦٠° فى الاتجاه (ش غ) مع العلم أن هذه الأرصاد أخذت على ارتفاع واحد بالنسبة للمستويين وهو ٥٠٠ متر من سطح البحر .

المطلوب :

إيجاد ميل وانحراف تقاطع هذين المستويين .

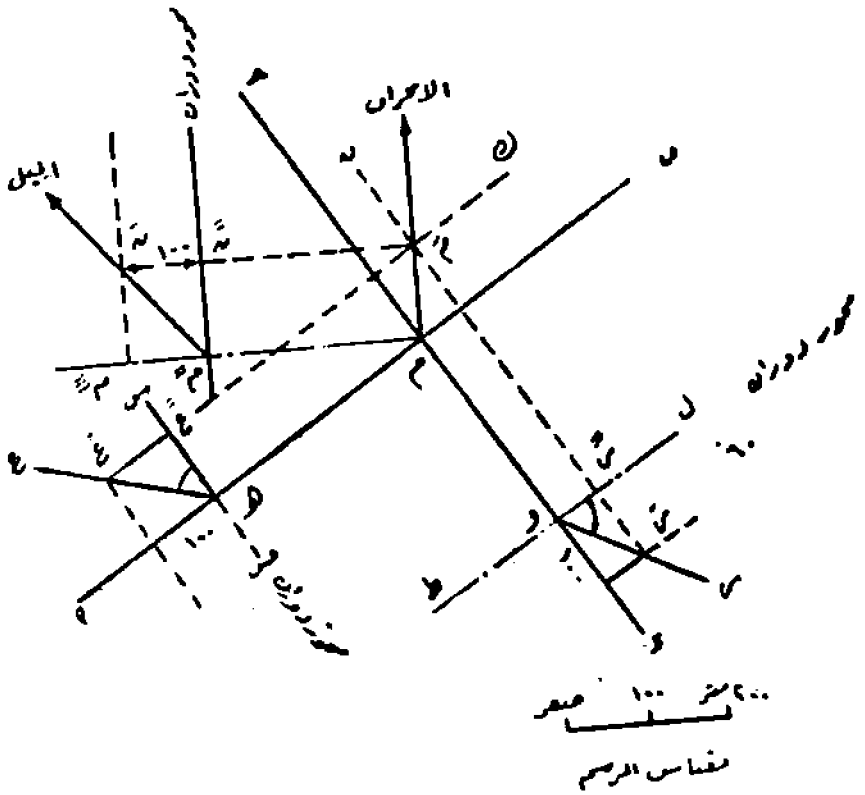
العمل :

ارسم خطا المضرب (أ ب) (٠٥٠°) ، (د حـ) (٣٢٠°) من نقطتى مكشف السطحين المراد تحديد خط تقاطعهما (هـ ، و) الواقعتين على منسوب قدره ٥٠٠ متر من سطح البحر . مد خطى المضرب (أ ب ، د حـ) حتى يتقاطعا عند نقطة (م) .

٢ — ارسم العمودين (س ص) ، (ل ط) ليمثلا محورى دوران المستويين المائلين لينطبقا على المستوى الأفقى ويمران بالنقطتين (هـ ، و) على التوالى .

٣ — من هذين العمودين ارسم زاويتى الميل (ع هـ̂ س) ٤٥° ، (ل و̂ مـ) ٦٠° وفى اتجاه ميل كل سطح منهما ثم حدد النقطتين (عَ ، مَ) بحيث يكون (عَ عً) يساوى (مَ مًَ) يساوى ١٠٠ متر بمقياس الرسم المستخدم وعلى ذلك فإن (عَ عً ، مَ مًَ) يقعان أسفل المنسوب ٥٠٠ متر بمقدار ١٠٠ متر .

٤ — مد المستقيمين (عَ عً ، رَ رً) على استقامتهما حتى يتلاقيا (مَ) . ثم صل المستقيم (م مَ) فيكون هو خط تقاطع السطحين وانحرف هذا المستقيم يمثل انحراف خط التقاطع المطلوب .



(شكل ١٧٤)

تحديد ميل وانحراف خط تقاطع مستويين

٥ – ارسم المستقيمين (م م′ ، م′ ن′) عموديين على (م م′) ثم ارسم المستقيم (م′ ن′) على أى بعد مناسب ليمثل محور دوران المستوى الرأسى الذى يحتوى على خط التقاطع (م م′) لينطبق على المستوى الأفقى موازياً للمستقيم (م م′) ثم وقع المسافة (ن′ ن′) تساوى ١٠٠ متر. فتكون الزاوية (ن م′ ن′) وهو زاوية ميل خط التقاطع (م م′).

ملحوظة :

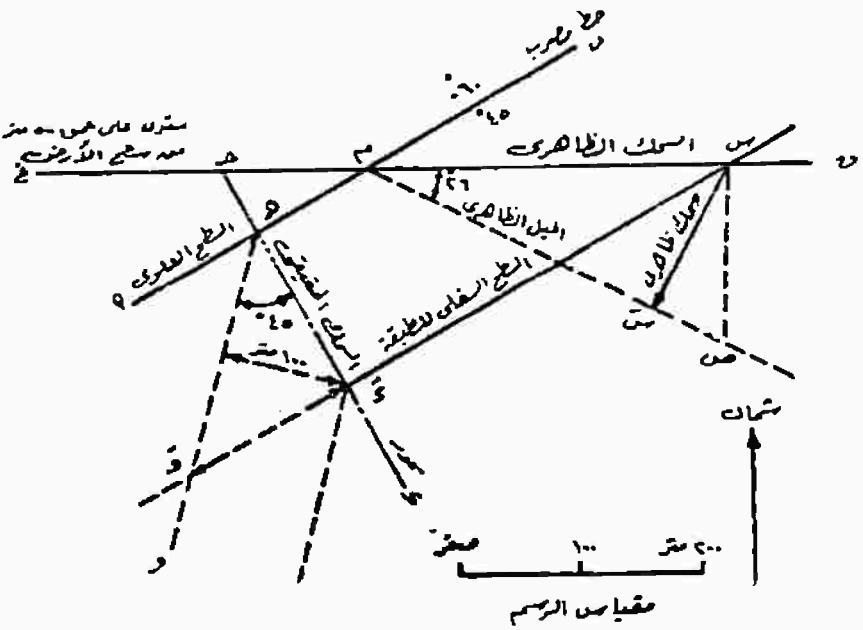
حصلنا على اتجاه الانحراف فى مستوى رأسى يوازى انحراف الخط ، بينما حصلنا على مقدار زاوية الميل فى مستوى رأسى عمودى على المضرب .

٥ – تحديد سمك الطبقات الظاهرى وعرض المكشف الظاهرى والميل الظاهرى إذا علم الميل الحقيقى للطبقة :

نحتاج أحياناً إلى تحديد سمك الطبقات وعرض المكشف والميل الظاهرى فى مستويات رأسية غير متعامدة على خطوط المضرب وفى هذه الحالة يمكن تحديد ذلك باتباع الطريقة الموضحة بالمثال الآتى :

المعطيات :

خط مضرب الطبقة ينحرف ٠٦٠ وزاوية ميل الطبقة (٤٥° فى الاتجاه الجنوبى الشرقى) وسمك الطبقة الحقيقى ١٠٠ متر كما فى شكل (١٧٥) .



(شكل ١٧٥)

تحديد الميل والسمك وعرض المكشف الظاهرى إذا علم الميل الحقيقى

المطلوب :

تحديد الميل والسمك وعرض المكشف الظاهرى فى مستوى رأسى ينحرف أثره على المستوى الأفقى فى الاتجاه (ق غ) على عمق — ٥٠٠ متر من سطح الأرض .

العمل :

١ — نرسم خط المضرب أ ب (٠٦٠°) ثم نرسم مستقيماً ينحرف فى الاتجاه (ق ع) فى أى مسافة مناسبة على ورقة الرسم ويتقاطع مع (أ ب) فى النقطة (م) .

٢ — نرسم محور الدوران (هـ د) عمودياً على خط المضرب ثم نرسم الميل الحقيقى يصنع (٤٥°) مع هذا العمود ونوقع السمك الحقيقى ١٠٠ متر عمودياً على هـ أ بمقياس رسم مناسب .

٣ — ارسم (د وَ) موازياً للمستقيم (اب) ليقطع (ق ع) فى (س) . ارسم (س ص) عمودياً على (ق غ) بحيث يكون (س ص) مساوياً للطول (د وَ) .

٤ — وصل (ص م) فتكون الزاوية (س م ص) هى زاوية الميل الظاهرى .

ويكون (س سَ) هو مقدار السمك الظاهرى .

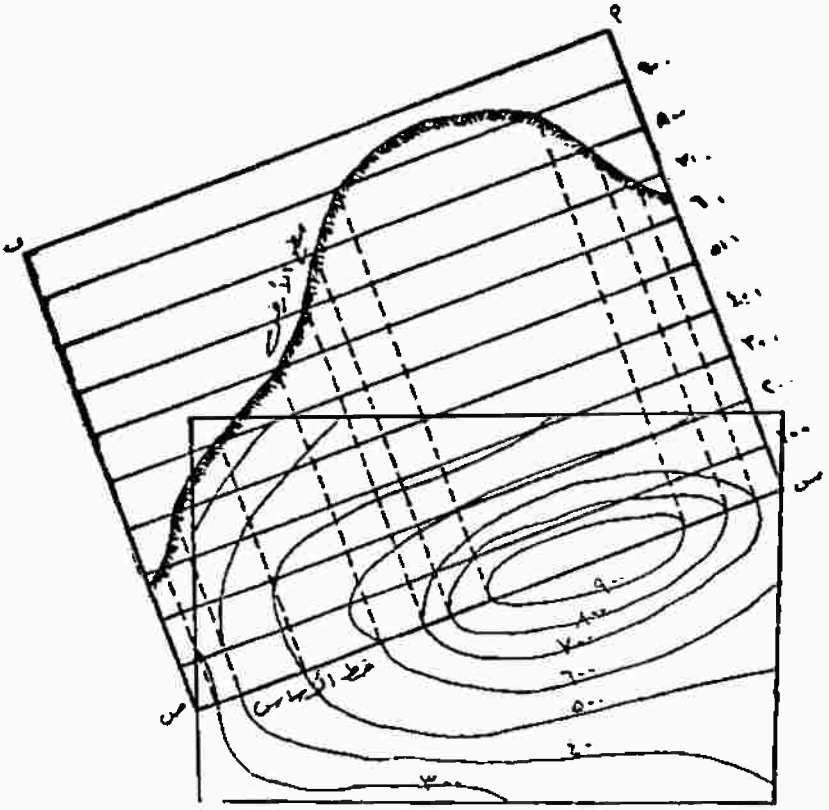
ويكون (م س) هو عرض المكشف الظاهرى للطبقة فى المستوى المعلوم .

القطاع البروفيلى :

هو شكل يوضح هيئة سطح الأرض كما لو كانت تظهر فى مستوى رأسى تصورى أثره فى المسقط الأفقى (مستوى الخريطة) هو خط القطاع الذى يطلق عليه أحياناً خط القاعدة أو خط الأساس (س ص) فتمثل نهايتى

خط القطاع النقطتين س ، ص على الخريطة بخطين فى المستوى الرأسى (مستوى القطاع) هما (س أ) ، (ص ب) كما هو موضح بالشكل (١٧٦) ويطلق على هذين الخطين « خطا النهاية » ويمثل خط البروفيل « وهو الخط العلوى فى مستوى القطاع » خط تقاطع المستوى الرأسى مع سطح الأرض .

ويرسم القطاع عادة بحيث يكون مقياس الرسم على الأحداثى الأفقى



(شكل ١٧٦)
القطاع البروفيل

مساويًا لمقياس الرسم على الأحداثى الرأسى وفى هذه الحالة يقال أن القطاع مرسوم بمقياس طبيعى . ولكن يبالغ أحياناً فى مقياس الرسم الرأسى خصوصاً عندما يكون التغيير فى شكل سطح الأرض طفيفاً وذلك لتأكيد وتوضيح مواضع التلال والوديان .

الآبار الاختبارية :

يطلق على البئر الذى ينشأ من سطح الأرض حتى يصل إلى طبقة معينة يراد معرفة بعدها عن سطح الأرض بئراً اختبارياً .

وتحفر هذه الآبار عادة فى اتجاه رأسى حتى تصل إلى الطبقة المراد معرفة بعدها عن سطح الأرض . ويحسب العمق الذى لا بد أن تحفر البئر إليه حتى تصل إلى سطح طبقة معينة بطرح ارتفاع سطح الطبقة وهو ارتفاع مكشفها فى حالة الطبقات الأفقية أو ارتفاع خط المضرب المار بالنقطة التى يبدأ فيها الحفر فى حالة الطبقات المائلة من ارتفاع خط الكنتور المار بنفس النقطة .

ويمكن تحديد عمق الطبقة عند نقطة معينة بمعلومية بعدها عن المكشف :

(ا) إيجاد العمق (ع) إذا كان سطح الأرض أفقياً والبعد (ف) مقاساً فى اتجاه عمودى على اتجاه خطوط مضرب الطبقة كما هو موضح بالشكل (١٧٧ – ا) .

ع = ف ظا θ

حيث (θ) = زاوية ميل الطبقة .

(ب) إيجاد العمق (ع) إذا كان سطح الأرض ينحدر فى نفس اتجاه ميل سطح الطبقة والبعد (ف) مقاساً فى اتجاه عمودى على اتجاه خطوط مضرب الطبقة كما هو موضح بالشكل (١٧٧ – ب) .

ع = ف (جتا α ظا θ – جا α)

حيث α = زاوية انحدار سطح الأرض (الزاوية المحصورة بين سطح الأرض والمستوى الأفقى) .

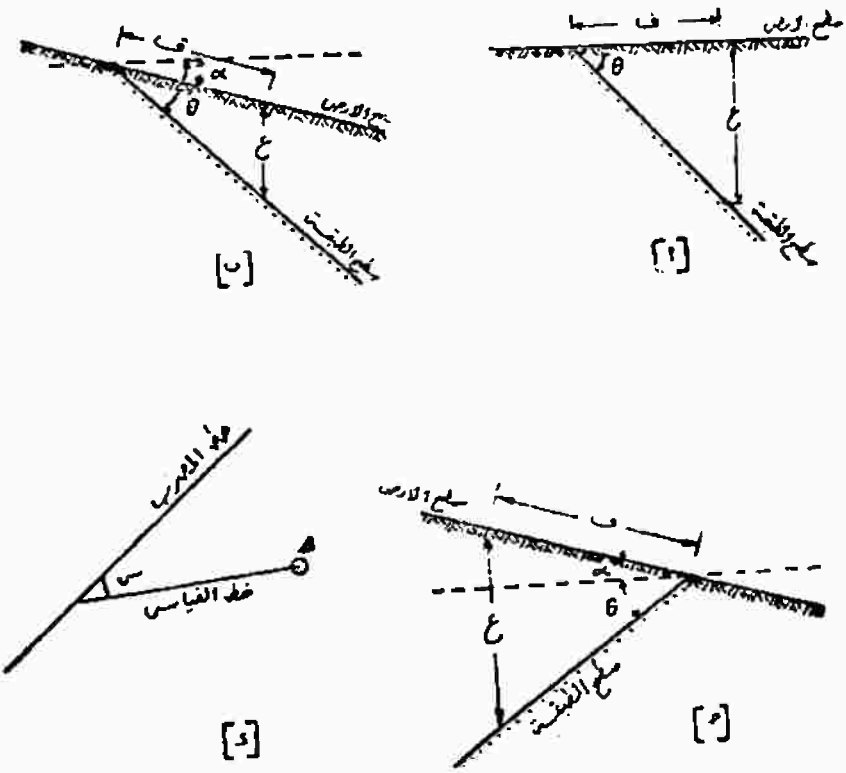
(حـ) إيجاد العمق (ع) إذا كان سطح الأرض ينحدر فى عكس

اتجاه ميل سطح الطبقة والبعد (ف) مقاساً فى اتجاه عمودى على اتجاه خطوط المضرب كما هو موضح بالشكل (١٧٧ — حـ) .

ع = ف (جتا ∝ ظا θ + جا ∝)

(د) إيجاد للعمق (ع) إذا كان سطح الأرض مائلا والبعد (ف) مقاساً فى اتجاه غير عمودى على خطوط المضرب ويصنع زاوية قدرها (س) مع خطوط المضرب كما هو موضح بالشكل (١٧٧ — د) .

ع = ف (جتا ∝ ظا θ جا س ± جا ∝) .



(شكل ١٧٧)

عمق الطبقة بمعلومية بعدها عن المكشف