الفصل السابع

تمثيل الطيات

يمكن تمثيل الطيات بعدة طرق أهمها :

١ ــ الصور والرسومات .
٢ ــ الخرائط الجيولوجية .
٣ ــ القطاعات التركيبية .
٤ ــ الكنتورات التركيبية .
٥ ــ الأشكال المجسمة .

١ ــ الصور والرسومات :

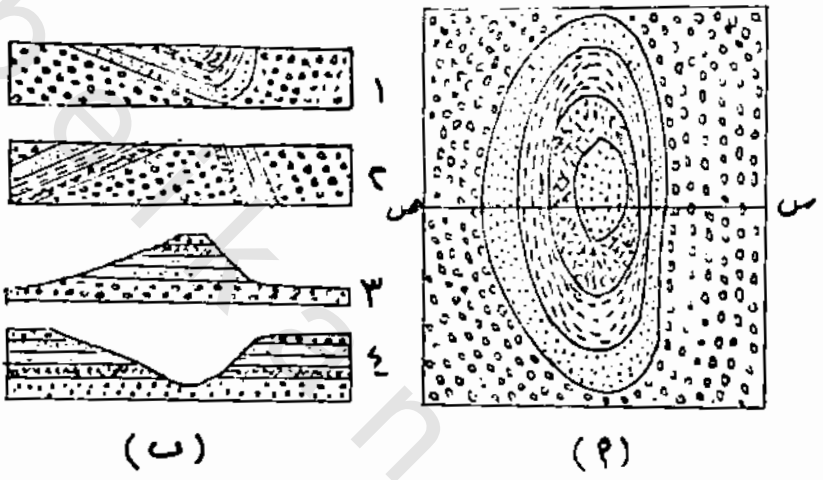
فى حالة الملاحظة المباشرة للطيات كما هو الحال فى الهضاب شديدة الانحدار أو الأنفاق فإن الطيات يمكن تمثيلها بالصور أو الرسومات التوضيحية ومن عيوب هذة الطريقة أنه من الصعب تمثيل الطيات الكبيرة فى صورة واحدة ، كما أن الطيات تمثل فقط فى اتجاهين أى مسقطها على مستوى رأسى دون اعتبار لامتداد التركيب فى الاتجاه العمودى على مستوى الإسقاط .

٢ ــ الخرائط الجيولوجية :

تعتبر الخرائط من أفضل الطرق لتمثيل الطيات وتختلف هذه الخرائط اختلافاً كبيراً فى دقتها ونوع المعلومات الجيولوجية المبينة عليها. وبعض الخرائط بسيطة تحتوى على متجهات المضرب والميل للطبقات كما تشمل الخريطة

obeikandl.com

الجيولوجية على بعض القطاعات الرأسية (التركيبية) لبيان امتداد الطبقات فى الاتجاه العمودى على مستوى الخريطة (مستوى أفقى) . ويوضح شكل (١٧٨ — أ) خريطة جيولوجية بسيطة لا تحتوى على معلومات خاصة باتجاه ميل الطبقات ومضاربها وهذا فإن تفسير مثل هذه الخريطة من الناحية التركيبية يفترض أربعة احتمالات مختلفة وموضحة بالشكل (١٧٨ — ب)



(شكل ١٧٨)
خريطة جيولوجية والتراكيب الجيولوجية التى يحتمل وجودها

والخرائط الجيولوجية ذات الفائدة الكبيرة هى تلك التى توضح طبوغرافية المنطقة بواسطة خطوط الكنتور وخطوط تقسيم المياه والأنهار والبحيرات ونظم صرف المياه بالمنطقة علاوة على توزيع مكاشف الطبقات ونوع صخورها .

٣ — القطاعات الرأسية (التركيبية) :

وهى من أكثر الطرق كفاءة لتمثيل الطيات والتراكيب الجيولوجية المختلفة وتبين هذه القطاعات كيفية ظهور وامتداد الطبقات فى القطاعات الرأسية شكل (١٧٩) . وتعتمد دقة هذه القطاعات على عدة عوامل منها :

(ا) المعلومات الجيولوجية السطحية المأخوذة على سطح الأرض من مكاشف

الطبقات . بالإضافة إلى معلومات الجيولوجيا تحت السطحية وتشمل المعلومات المأخوذة من الآبار العميقة .

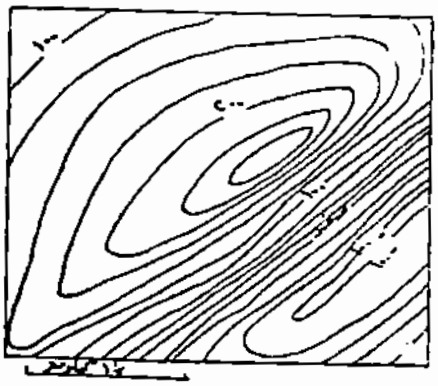
(ب) درجة التعقيد التركيب .

(حـ) دقة وسائل الملاحظة الحقلية وتفسير العدد الكبير من مواضع مكاشف الطبقات والربط بين الشكل الخارجى لسطح الأرض وجيولوجية المنطقة .

(شكل ١٧٩)
قطاع رأسى تركيبى فى صخور بها طيات

٤ ـ الكنتورات التركيبية :

وهى أكثر طرق تمثيل الطيات والتراكيب الجيولوجية انتشاراً لدقة التمثيل فى الأبعاد الثلاثة. والكنتورات التركيبية تشبه خطوط كنتورات الطبوغرافيا السطحية فى كيفية إنشائها وطرق قراءتها. وترسم الكنتورات التركيبية بأخذ مناسيب عدة نقط على السطح المراد تمثيله بالنسبة لمنسوب مستوى معين (سطح البحر مثلا) أو أى سطح مراجعه مثل مستوى الأساس (Datum level) وكلما كانت الكنتورات قريبة من بعضها دل ذلك على زيادة ميل الطبقات ويوضح شكل (١٨٠) طية متعرة مزدوجة مزدوجة الغطس وبجوارها فى القطاع الشرقى طية متعرة غاطسة فى اتجاه الشمال الشرقى والجناح الجنوبى الشرقى من الطية المحدبة ، حيث تتقارب الكنتورات التركيبية من بعضها البعض ، أكثر ميلا من الجناح الشمالى الغربى حيث تتباعد الكنتورات على فترات كبيرة نسبياً . ويمكن تحديد ميل الطيات فى أى اتجاه بالخريطة بمعلومية مقياس رسم الخريطة .



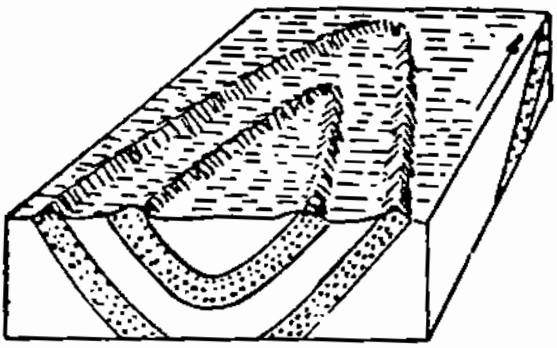
(شكل ١٨٠)
خريطة كنتورية تركيبية لطية مقعرة مزدوجة الغطس

ويلاحظ أن طريقة الكنتورات التركيبية يفضل استعمالها فى تمثيل التراكيب قليلة الميل حيث تتباعد الكنتورات بينما قد تتقارب عند تمثيل التراكيب شديدة الميل أو الرأسية حيث قد تنطبق الكنتورات أو تتقارب لدرجة يصعب معها توقيعها :

٥ ــ الأشكال المجسمة :

ويمكن بواسطة هذه الطريقة تمثيل الطيات والتراكيب المختلفة فى الأبعاد الثلاثة كما فى شكل (١٨١) وسيرد فيما بعد تفصيلا لقواعدها . وتنجح الطريقة بصفة خاصة فى توضيح الظواهر العامة للتراكيب الجيولوجية ذات الامتداد الإقليمى الكبير كذلك فى تحديد العلاقة بين طبوغرافية المنطقة والطيات كما فى شكل (١٨٢) .

ويلاحظ أنه لا يمكن أخذ قراءات مباشرة فى المجسم المنظور وذلك لتباين مقياس الرسم الرأسى والأفقى كذلك تشويهات المسافات نتيجة الإسقاط بزاوية المنظور .

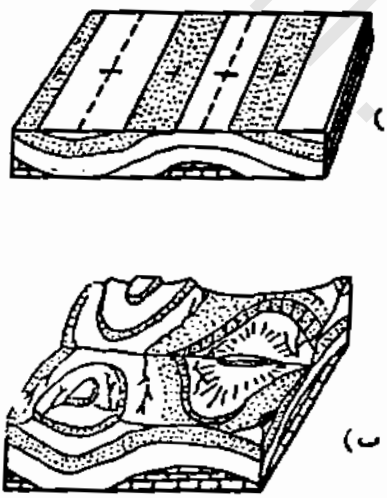


(شكل ١٨١)

شكل مجسم يوضح العلاقة بين التركيب الجيولوجى والتضاريس
وظاهر أن الطية المقعرة تنطس ناحية الجنوب

العلاقة بين الطيات والمعالم الطبوغرافية :

تمتاز الطية المحدبة بأن طبقاتها تميل إلى الخارج من قمة الطية فى اتجاهين متضادين ، بينما تظهر الطية المقعرة وميول طبقاتها إلى الداخل فى اتجاهين متقابلين لتتلاقى عند قاع الطية كما هو موضح بالشكل (١٨٣) .

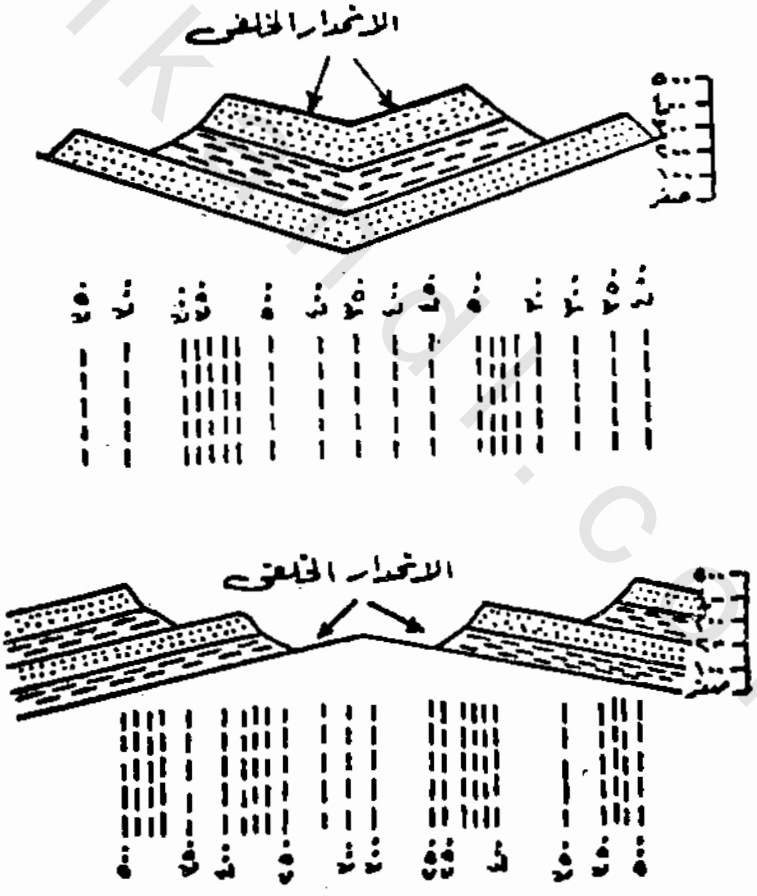


(شكل ١٨٢) علاقة الطيات بالمعالم الطوبوغرافية

obeikandl.com

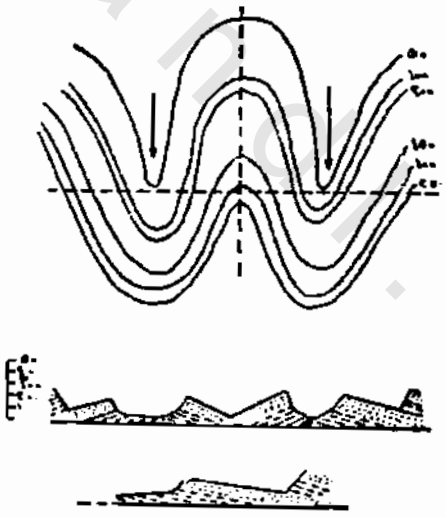
وإذا طبقت قاعدة ال (V) على مكاشف الطيات فإن رؤوسها تشير إلى الخارج فى الطية المحدبة وتشير إلى الداخل فى الطية المقعرة كما فى شكل (١٨٢ – ب) وبالمثل إذا شملت مكاشف الطية أحد المنحدرات الطبوغرافية فإن الانحدار الخلفى يشير إلى الخارج فى الطية المحدبة وإلى الداخل فى الطية المقعرة كما هو موضح بالشكل (١٨٣) .

أما فى الجروف فإن رؤوس حرف ال (V) تشير إلى الداخل فى الطية المحدبة وإلى الخارج فى الطية المقعرة . كذلك إذا تآكلت الطيات بواسطة



(شكل ١٨٣)

عوامل التعرية مكونة سطح تآكل مستو فإن الصخور الأقدم عمراً تحيطها طبقات أحدث عمراً مكونة تركيب يطلق عليه « قديثه » عند قمم الطيات المحدبة . وتكون الطبقات الأحدث عمراً محاطة بصخور أقدم عمراً ويطلق على مثل هذا التركيب « حديمه » ويوجد عند قيعان الطيات المقعرة . ومعظم الطيات تكون لها درجات استطالة فى اتجاه خطوط مضرب الطبقات ويعرف أثر القمة أو القاع للطية بمضرب المحور وغالباً ما يكون هذا (تقاطع مستوى المحور مع إحدى الطبقات المكونة للطية . خطا مائلا بزاوية الغطس وهذا يعنى أن مكاشف جناحى الطية تقفل على شكل حرف (V) فى اتجاه الغطس فى الطية المحدبة وعكس اتجاه الغطس فى الطية المقعرة كما فى شكل (١٨٤) بينما تكون مكاشف الطيات ذات المحور الأفقى متوازية وتظهر فى ترتيب تبادلى على جانبى محور الطية كما فى شكل (١٨٢ — أ) .



(شكل ١٨٤)
مكاشف الطيات الغاطسة

رسم الطيات فى القطاعات التركيبية :

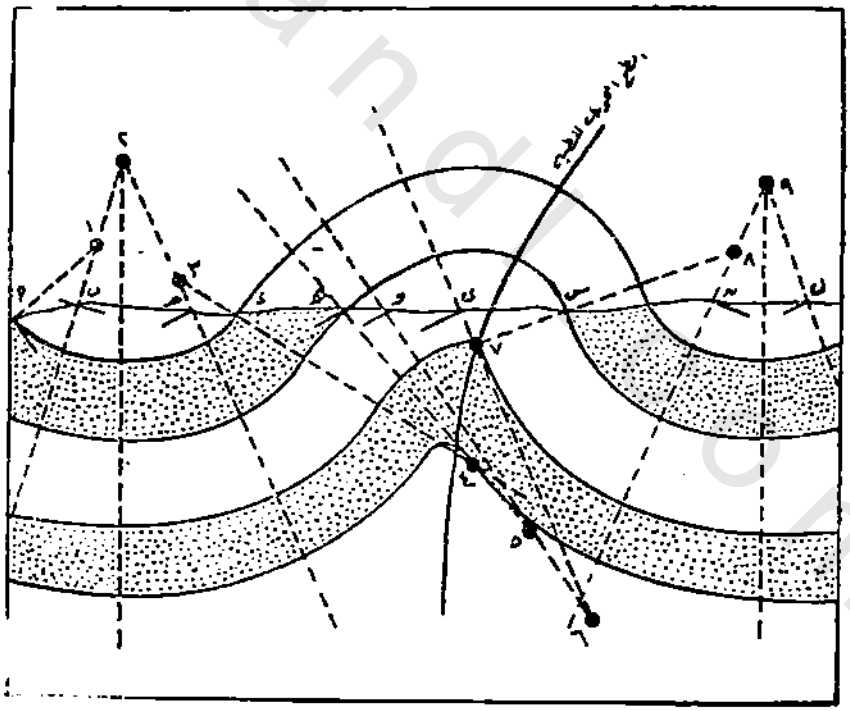
هناك طريقتان لرسم الطيات فى القطاعات التركيبية هما :

١ ــ طريقة الأقواس : وتتبع فى رسم الطيات التى تكونت بطريقة الثنى .

٢ ــ الطريقة الشعاعية : وتتبع فى رسم الطيات التى تكونت بطريقة الانسياب أو القص .

١ ــ طريقة الأقواس :(Arc method)

يبين المثال الموضح بالشكل (١٨٥) القواعد التخطيطية لرسم الطيات فى القطاعات التركيبية بطريقة الأقواس .



(شكل ١٨٥)

رسم الطيات فى القطاعات التركيبية بطريقة الأقواس

obeikandl.com

المعطيات : المعلوم منسوب نقط مكاشف الطبقة عند النقط الآتية :

ا . ب . جـ . د . هـ . و . ى . س ، ن ، ل ومجموعة من خطوط مضارب . واتجاه ومقدار ميل الطبقات المكونة للطية عند هذه النقط .

المطلوب : رسم قطاع تركيبى متعامد مع خطوط مضارب الطبقات مبيناً عليه شكل الطيات بالقطاع .

العمل :

١ — من النقط ا . ب . جـ . د ، هـ ، و . ى ، س ، ن ، ل نرسم ميول الطبقات عند كل نقطة بمقدار واتجاه ميل الطبقة فى اتجاه خط القطاع (الميل الحقيقى للطبقة إذا كان القطاع يوازى ميل الطبقة أو الميل الظاهرى فى حالة عدم التوازى حيث ظل زاوية الميل الظاهرى = ظل زاوية الميل الحقيقى × جتا الزاوية بين الميل الحقيقى والميل الظاهرى) ثم نقيم أعمدة على هذه الميول .

٢ — نعين نقط تقاطع الأعمدة المتجاورة عند (ا ، ب) — (ب ، حـ) — (جـ ، د) — (د ، هـ) — (هـ ، و) — (و ، ى) — (ى ، س) — (س ، ن) — (ن ، ل) فى النقط ١ ، ٢ ، ٣ ، ٠٠٠ ، ٩

(فى حالة تساوى ميل واتجاه سطحين متتاليين فإن الأعمدة عند هذه النقط تتوازى ولا تتقاطع) .

٣ — نركز فى نقطة تلاقى الأعمدة عند (ا ، ب) النقطة (١) وبنصف قطر = المسافة من المركز حتى نقطة (ا) نرسم قوس من دائرة فى المسافة بين العمودين من عند ا ، ب ثم ننتقل إلى النقطة (٢) وبنصف قطر = المسافة بين النقطة (٢) ونقطة تلاقى العمود عند ب بالقوس من النقطة (١) ، نرسم قوس من دائرة بين العمودين من ب ، حـ وهكذا ننتقل إلى نقطة المراكز (٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩) حتى نكمل مجموعة الأقواس بين الأعمدة

فيكون هذا سطح الطبقة التى تظهر عند النقطة ا وتمثل الطية كما تظهر فى القطاع .

٤ ــ بمعلومية سمك الطبقات المختلفة فى التتابع الطبقى بالمنطقة يمكن تكملة القطاع التركيبى للمنطقة بنفس قواعد الرسم السابق مع ملاحظة أنه عند انعكاس الأقواس نتيجة لزيادة عمق التكوين المراد تمثيله يلغى هذا القوس حتى لا تتعدى المستوى المحورى (ويظهر ذلك عند تمثيل الطبقة الثانية بين العمودين من نقطتى ى ، س) .

٢ ــ الطريقة الشعاعية لاتصال مناطق الميل Boundary ray method

يبين المثال التالى كما فى شكل (١٨٦) القواعد التخطيطية لرسم الطيات فى القطاعات بالطريقة الشعاعية .

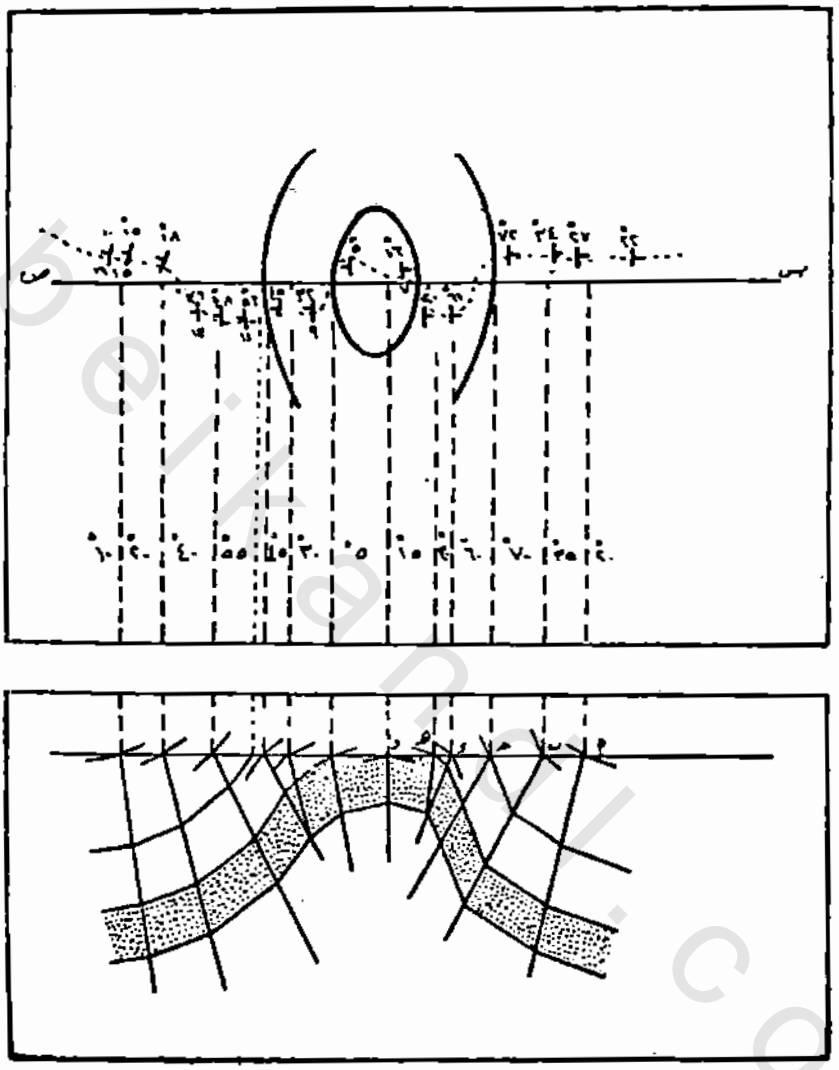
المعطيات : المعلوم منسوب نقط مكاشف الطبقات عند النقط (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٠٠٠ ، ١٦) ومتجهات الطبقات المكونة للطية عند هذه النقط .

المطلوب : رسم قطاع تركيبى متعامد على خطوط مضرب الطبقات يبين عليه شكل الطبقات بالقطاع .

العمل : ١ ــ نمد خطوط مضرب الطبقات حتى تلاقى خط القطاع س ص ثم نوقع مقدار ميل الطبقات على خط القطاع من نقط تلاقى خطوط المضرب .

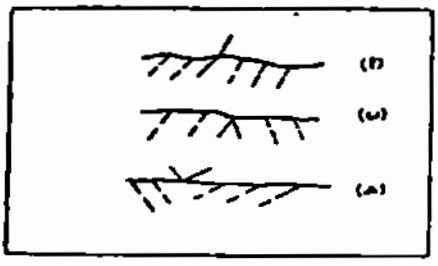
٢ ــ تصنف مقادير ميل الطبقات على خط القطاع لأقرب خمس درجات ثم يقسم خط القطاع س ص إلى مناطق تمثل كل منطقة متوسط ميل الطبقة عندها ثم من حدود مناطق الميول المختلفة نرسم أعمدة مع خط القطاع لتلاقى خط البروفيل فى النقط (ا ، ب ، ج ، د . . . إلخ) .

٣ ــ إذا كانت مناطق الميول المتجاورة فى نفس الاتجاه ، نرسم مواقع ميول المنطقة إحداها تحت خط البروفيل والميل الآخر فوق خط البروفيل كما



(شكل ١٨٦)
الطريقة الشعاعية

هو موضح بالشكل (١٨٧ ــ أ) . فإذا كانت مناطق الميول المتجاورة فى عكس الاتجاه وفى اتجاهين متضادين إلى الخارج يرسم كلا الميلين أسفل خط البروفيل كما فى شكل (١٨٧ ــ ب) . أما إذا كانت مناطق الميول المتجاورة



(شكل ١٨٧)

تحديد مواقع مناطق الميل بالطبه

فى عكس الاتجاه وفى اتجاهين من الميلين إلى الداخل يرسم كلا الميلين فوق خط البروفيل كما فى شكل (١٨٧ — جـ) .

٤ — تشمل الخطوة التالية تحديد مواقع الأشعة لإظهارها الزاوية على القطاع التركيبى لكل من مناطق ميول الطبقات (تعتبر الأشعة فى هذه الطريقة بديلا للأعمدة فى طريقة الأقواس) .

ويتم تحديد مواقع هذه الأشعة إما بطريقة الرسم أو باستخدام جداول خاصة بمعلومية نسبة الترقيق فى سمك الطبقة نتيجة انضغاطها .. والتى يمكن حسابها من المعادلة : نسبة الترقيق : (١ — جتا زاوية الميل) × $\frac{٥٠}{١٠٠}$ = $\frac{(١ - \text{جتا زاوية الميل})}{٢}$

وتعرف هذه الجداول باسم جداول « جيل » حيث بمعلومية الميلين لكل من خطوط الاتصال بين مناطق الميل يمكن معرفة الزاوية التى يصنعها الشعاع مع أكبر الميلين وقد أعدت سلسلة من هذه الجداول (جدول ٤ — ١٢) لكل من درجات الترقيق المختلفة للطبقات فمثلا توجد جداول ١٠٪ ، ١٥٪ ، ٢٠٪ ،

٢٥٪ ، ٣٠٪ ، ٣٥٪ ، ٤٠٪ ، ٤٥٪ ، ٥٠٪ ، ويحدد النسبة القصوى للترقيق فى التركيب من معلومية أكبر زاوية ميل بالمنطقة وتطبيق المعادلة :

$$\text{نسبة الترقيق} = \left(\frac{\text{١ — جتا (زاوية أكبر ميل)}}{\text{٢}} \right)$$

واستخدام أقرب هذه الجداول للنسبة المحسوبة . وتمثل هذه الأشعة نقط تلاقى سطحين لهما درجتا الميول المحددة بخط اتصال منطقتا ميليهما .

obeikandl.com

جدول (٤) زاوية الشعاع لنسبة الترقيق ١٠ ٪

زاوية الميل الأكبر

زاوية الميل الأصغر	٠	١	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	٨٠	٨٥	٩٠
٠	٨٧ ٨٧		٨٤ ٨٤	٨٢ ٨٢	٧٩ ٧٩	٧٦ ٧٦	٧٤ ٧٤	٧١ ٧١	٦٨ ٦٨	٦٥ ٦٥	٦٣ ٦٣	٦٠ ٦٠	٥٨ ٥٨	٥٥ ٥٥	٥٢ ٥٢	٥٠ ٥٠	٤٧ ٤٧	٤٥ ٤٥	٤٢ ٤٢	
٥		٨٧ ٨٢	٨٤ ٨٠	٨١ ٧٧	٧٩ ٧٤	٧٦ ٧١	٧٣ ٦٩	٧٠ ٦٦	٦٨ ٦٣	٦٥ ٦١	٦٢ ٥٨	٦٠ ٥٥	٥٧ ٥٣	٥٤ ٥٠	٥٢ ٤٧	٤٩ ٤٥	٤٧ ٤٢	٤٤ ٤٠		
١٠			٨٦ ٧٧	٨٤ ٧٥	٨١ ٧٢	٧٨ ٦٩	٧٥ ٦٦	٧٣ ٦٤	٧٠ ٦١	٦٧ ٥٨	٦٥ ٥٦	٦٢ ٥٣	٥٩ ٥٠	٥٧ ٤٨	٥٤ ٤٥	٥٢ ٤٣	٤٩ ٤٠	٤٧ ٣٨		
١٥				٨٦ ٧٢	٨٣ ٧٠	٨٠ ٦٧	٧٨ ٦٤	٧٥ ٦١	٧٢ ٥٩	٧٠ ٥٦	٦٧ ٥٣	٦٤ ٥١	٦٢ ٤٨	٥٩ ٤٦	٥٦ ٤٣	٥٤ ٤١	٥١ ٣٨	٤٩ ٣٥		
٢٠					٨٥ ٦٧	٨٣ ٦٥	٨٠ ٦٢	٧٧ ٥٩	٧٤ ٥٦	٧٢ ٥٤	٦٩ ٥١	٦٦ ٤٩	٦٤ ٤٦	٦١ ٤٣	٥٩ ٤١	٥٦ ٣٨	٥٤ ٣٦	٥١ ٣٣		
٢٥						٨٥ ٦٢	٨٢ ٦٠	٧٩ ٥٧	٧٧ ٥٤	٧٤ ٥٢	٧١ ٤٩	٦٩ ٤٦	٦٦ ٤٤	٦٤ ٤١	٦١ ٣٨	٥٨ ٣٦	٥٦ ٣٣	٥٣ ٣١		
٣٠							٨٤ ٥٧	٨٢ ٥٥	٧٩ ٥٢	٧٦ ٤٩	٧٤ ٤٧	٧١ ٤٤	٦٨ ٤١	٦٦ ٣٩	٦٣ ٣٦	٦١ ٣٤	٥٨ ٣١	٥٦ ٢٩		
٣٥								٨٤ ٥٢	٨١ ٥٠	٧٩ ٤٧	٧٦ ٤٤	٧٣ ٤٢	٧١ ٣٩	٦٨ ٣٦	٦٥ ٣٤	٦٣ ٣١	٦٠ ٢٩	٥٨ ٢٦		
٤٠									٨٣ ٤٧	٨١ ٤٥	٧٨ ٤٢	٧٦ ٣٩	٧٣ ٣٧	٧٠ ٣٤	٦٨ ٣٢	٦٥ ٢٩	٦٢ ٢٦	٦٠ ٢٤		
٤٥										٨٣ ٤٢	٨١ ٤٠	٧٨ ٣٧	٧٥ ٣٤	٧٣ ٣٢	٧٠ ٢٩	٦٧ ٢٧	٦٥ ٢٤	٦٢ ٢٢		
٥٠											٨٣ ٣٧	٨٠ ٣٥	٧٨ ٣٢	٧٥ ٣٠	٧٢ ٢٧	٧٠ ٢٤	٦٧ ٢٢	٦٥ ١٩		
٥٥												٨٢ ٣٢	٨٠ ٣٠	٧٧ ٢٧	٧٥ ٢٥	٧٢ ٢٢	٦٩ ٢٠	٦٧ ١٧		
٦٠													٨٢ ٢٧	٨٠ ٢٥	٧٧ ٢٢	٧٤ ٢٠	٧١ ١٧	٦٩ ١٥		
٦٥														٨٢ ٢٢	٨٠ ٢٠	٧٧ ١٧	٧٤ ١٥	٧٢ ١٢		
٧٠															٨٠ ١٧	٧٩ ١٥	٧٧ ١٢	٧٤ ١٠		
٧٥																٨٢ ١٢	٧٩ ١٠	٧٧ ٧		
٨٠																	٨١ ٨	٧٩ ٥		
٨٥																		٨١ ٣		

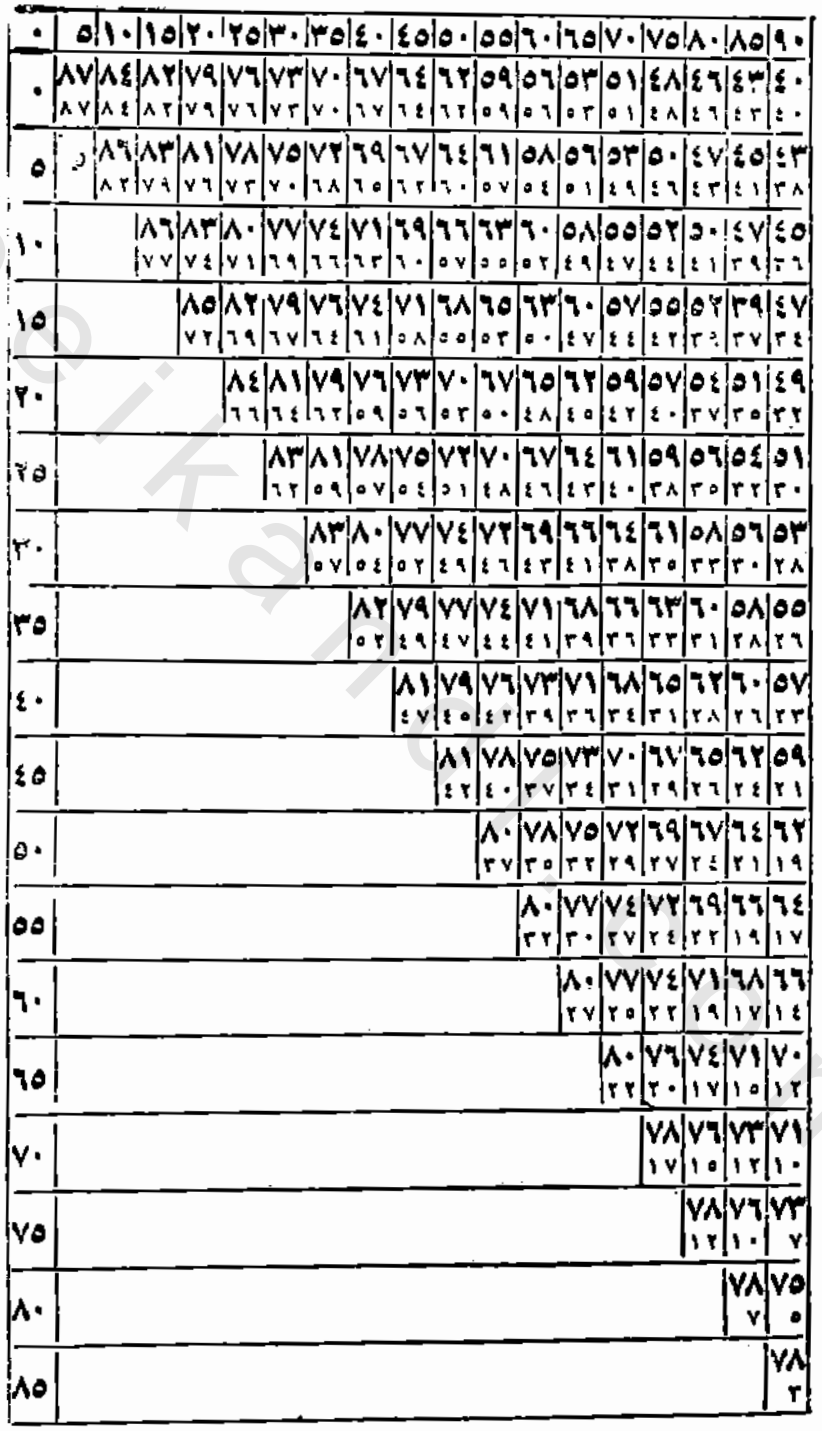
— زاويتى الميل فى اتجاه واحد .

– زاويتى الميل فى اتجاهين متعاكسين (متضادين أو متقابلين)

obeikan.com

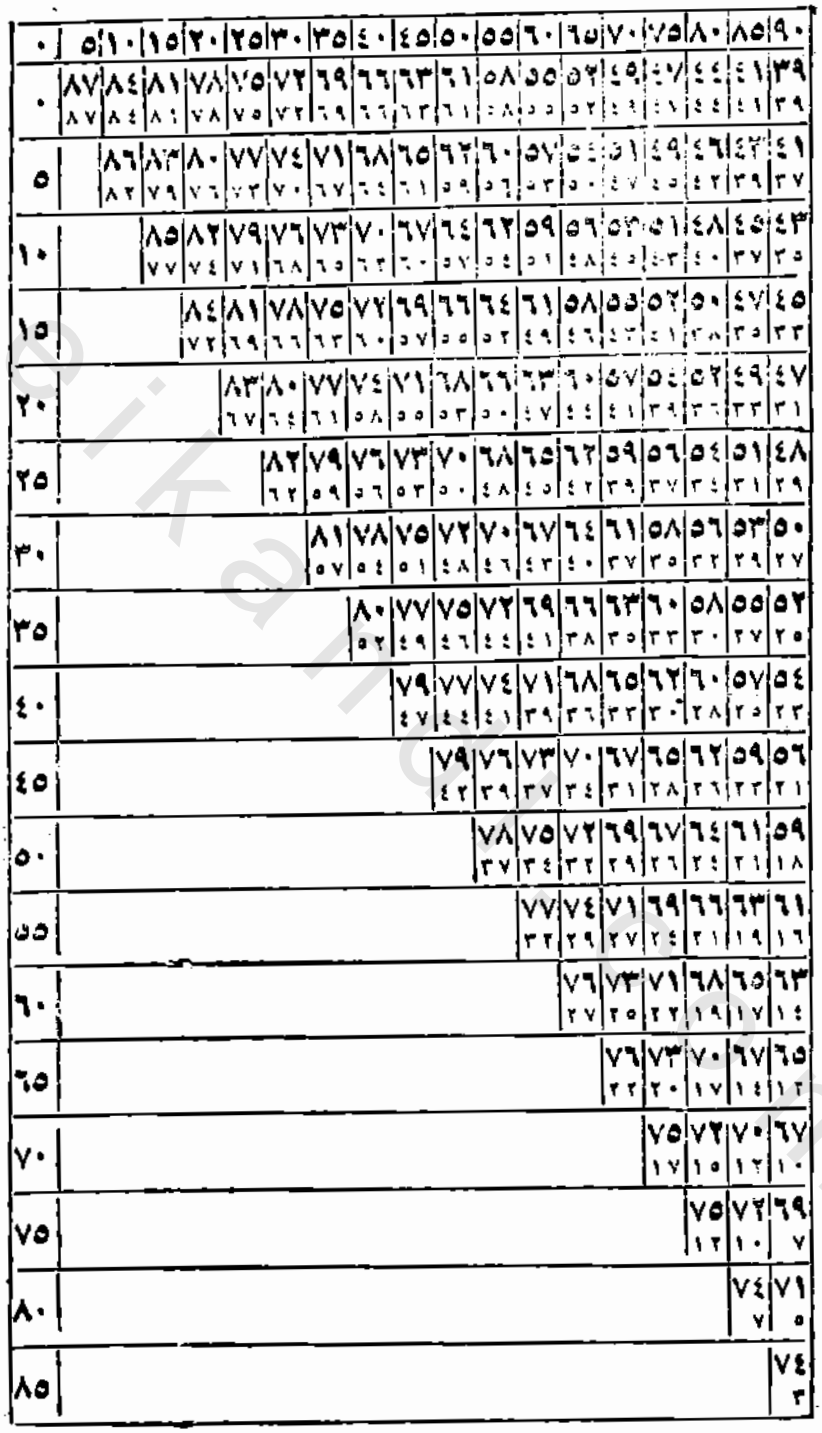
جدول (٥) زاوية الشعاع لنسبة الترقيق ١٥٪

زاوية الميل الأكبر



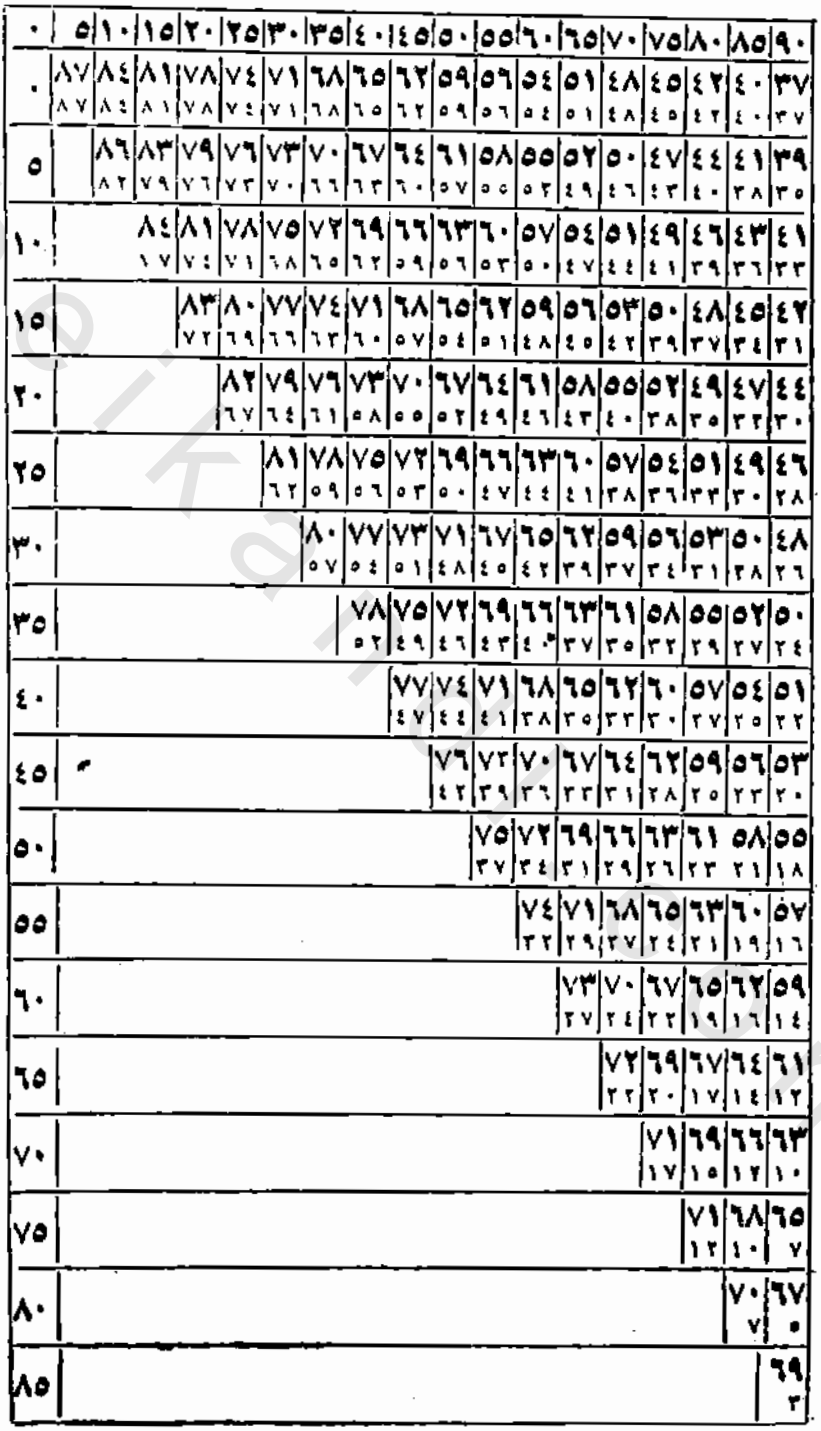
جدول (٦) زاويتى الشعاع لنسبة الترقيق ٢٠٪

زاوية الميل الأكبر



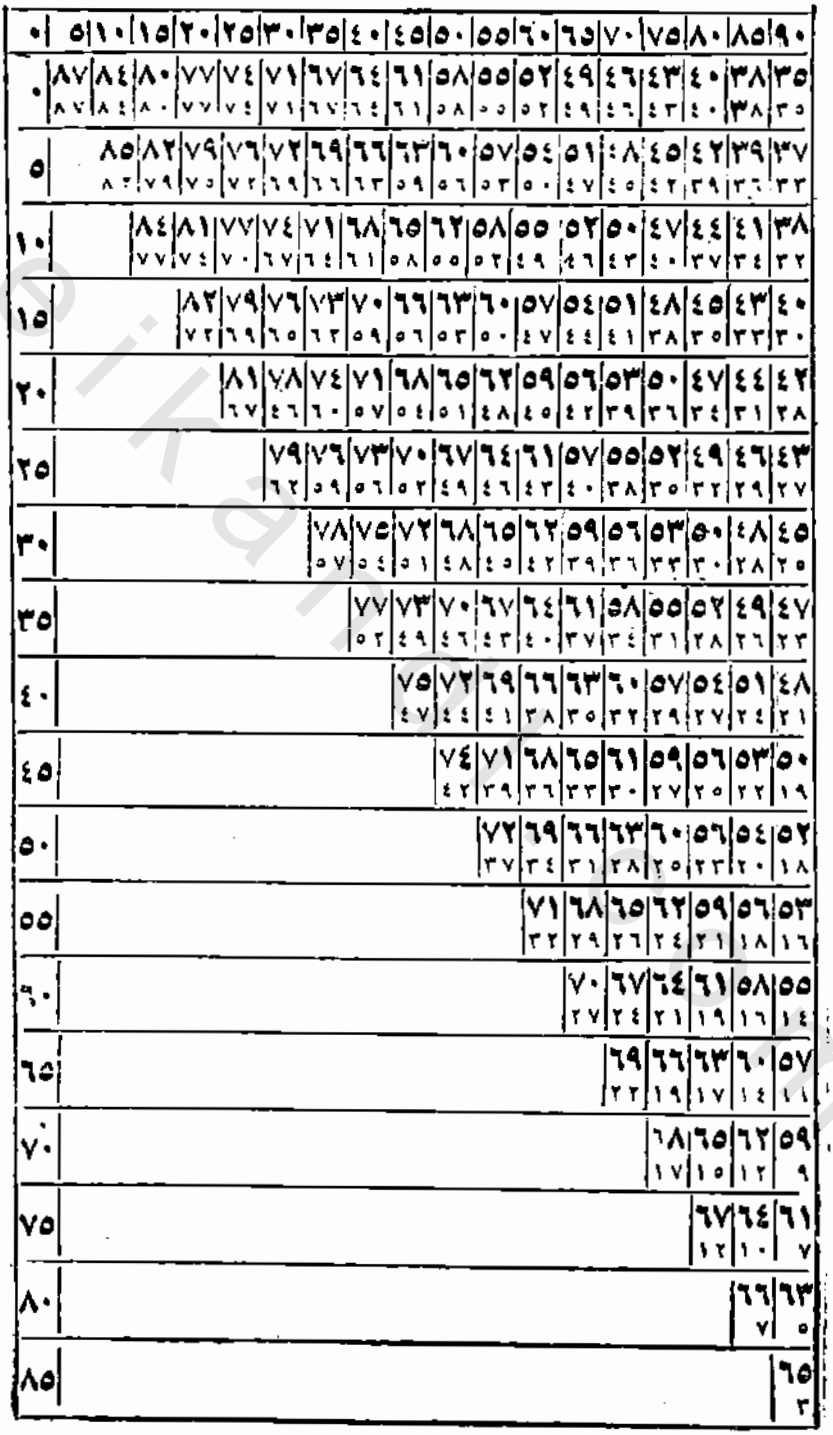
جدول (٧) زاوية الشعاع لنسبة الترقيق ٢٥٪

زاوية الميل الأكبر



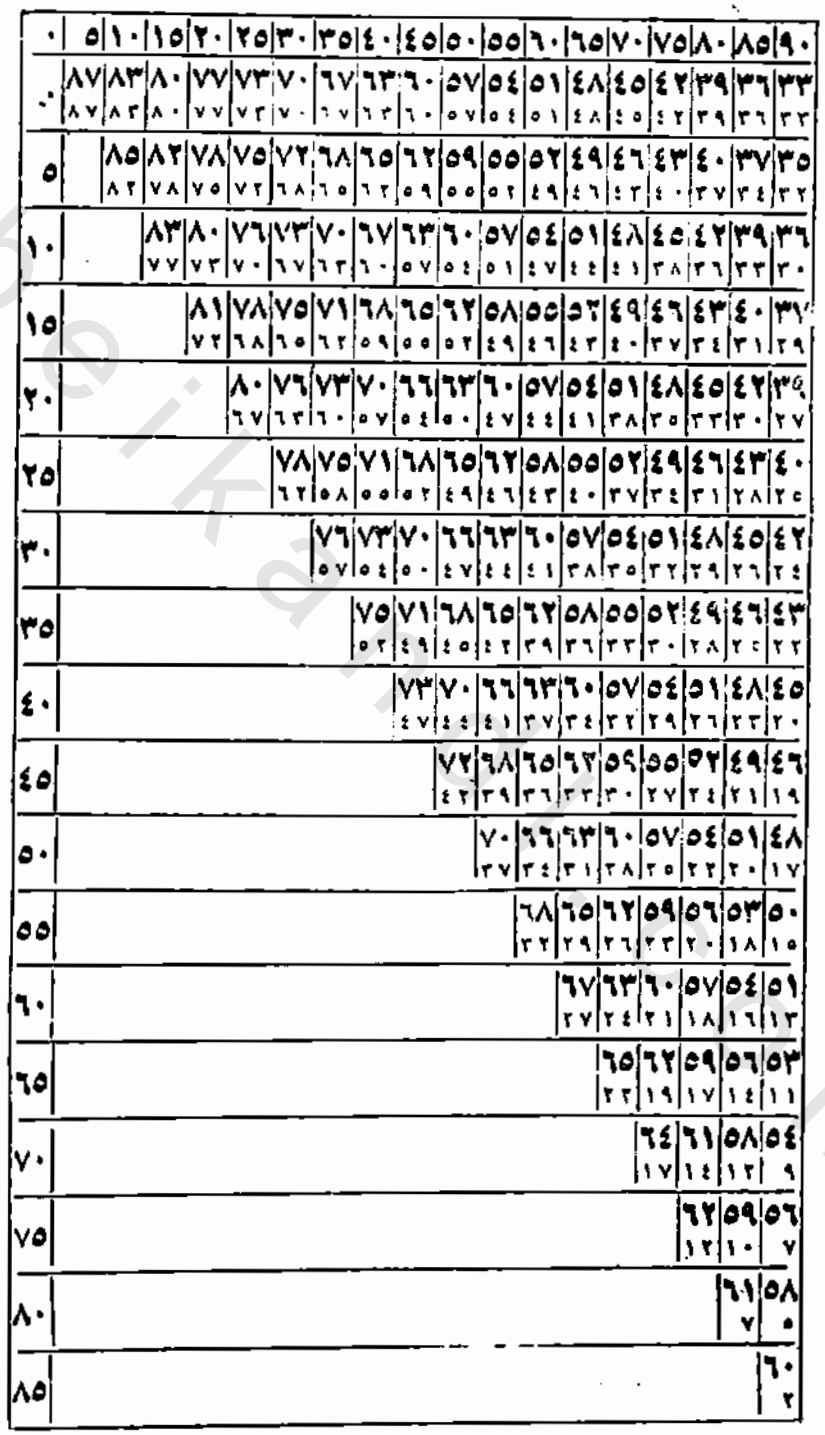
جدول (٨) زاوية الشعاع لنسبة الترقيق ٣٠٪

زاوية الميل الأكبر



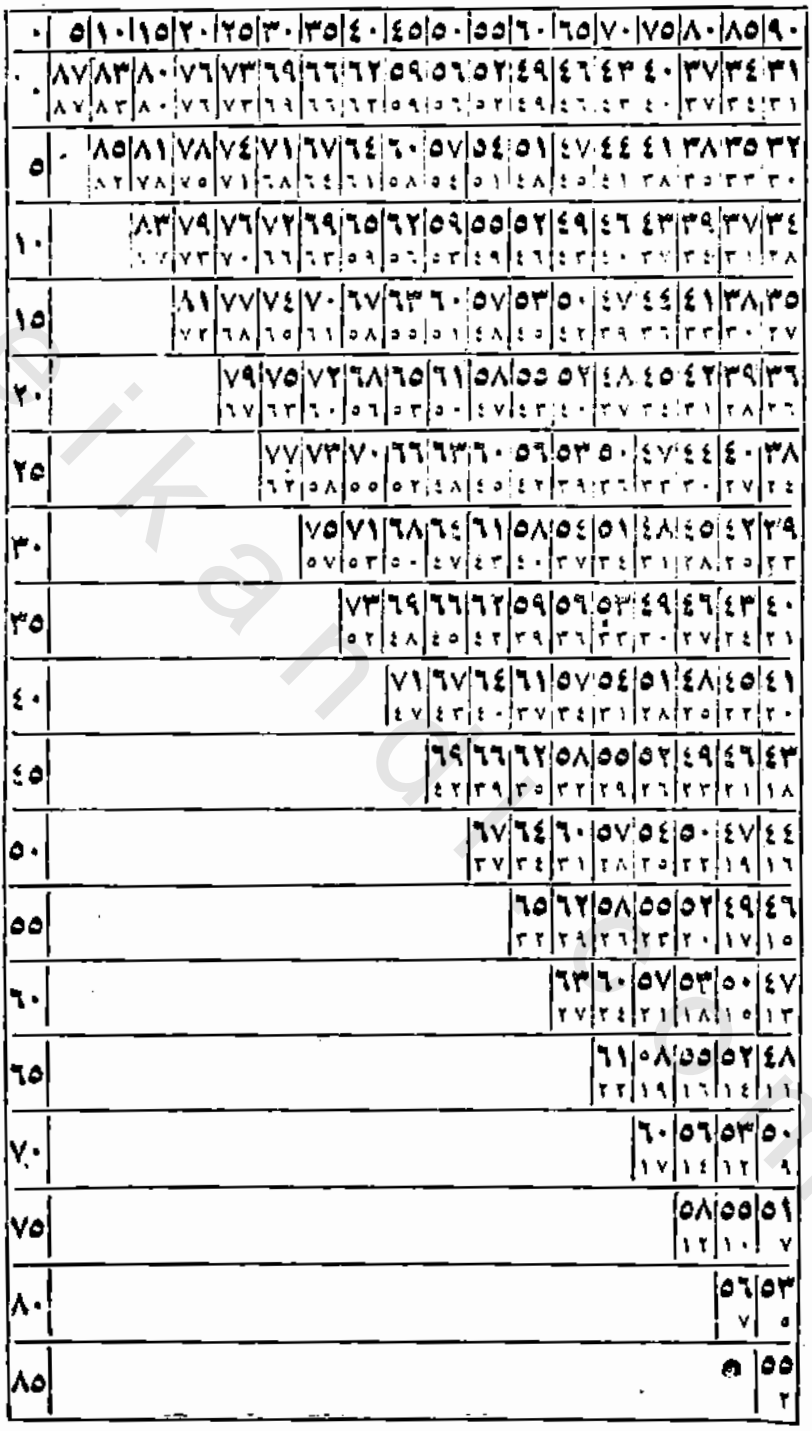
جدول (٩) زاوية الشعاع لنسبة الترقيق ٣٥٪

زاوية الميل الأكبر



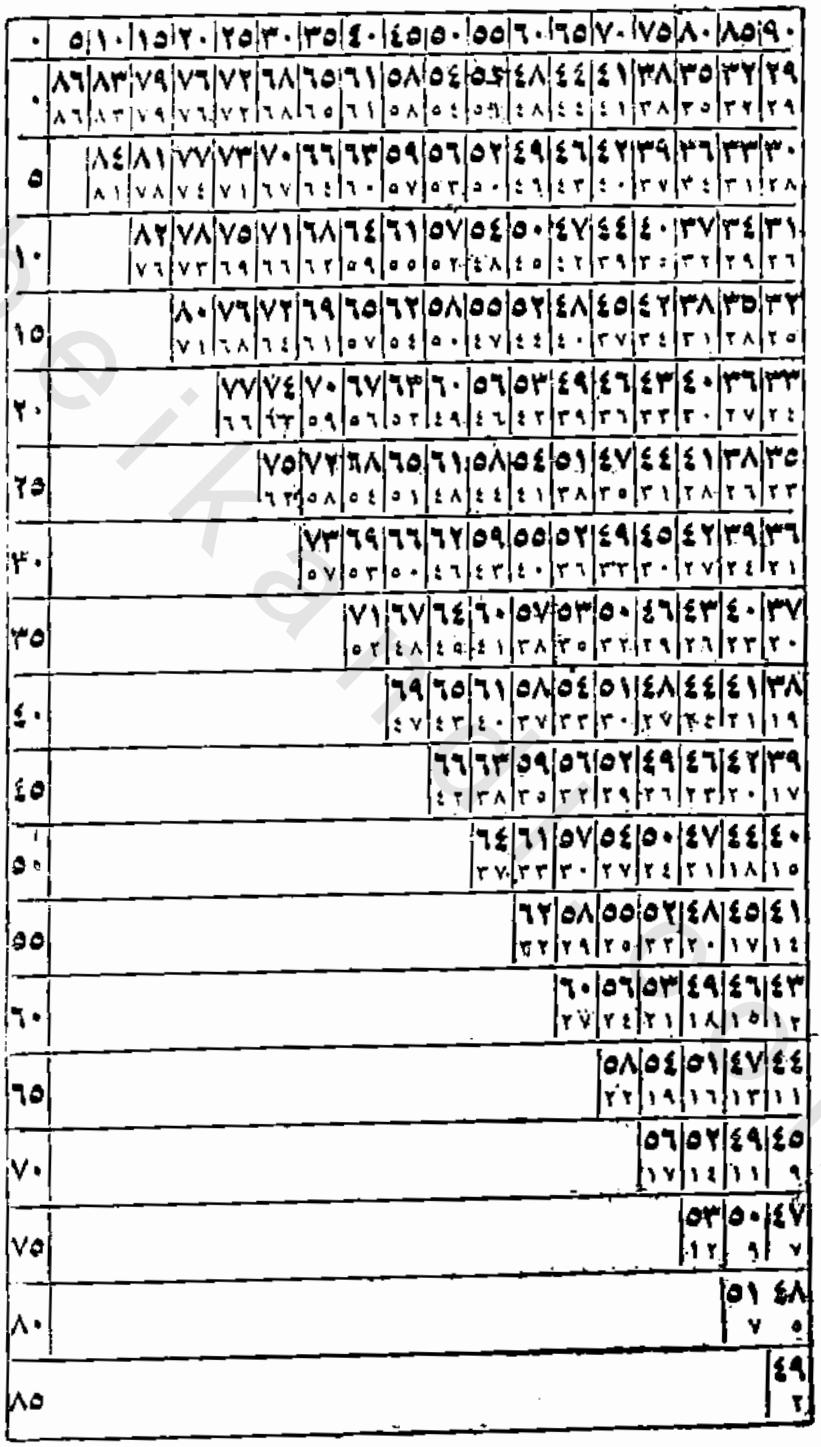
جدول (١٠) زاوية الشعاع لنسبة الترقيق ٤٠٪

زاوية الميل الأكبر



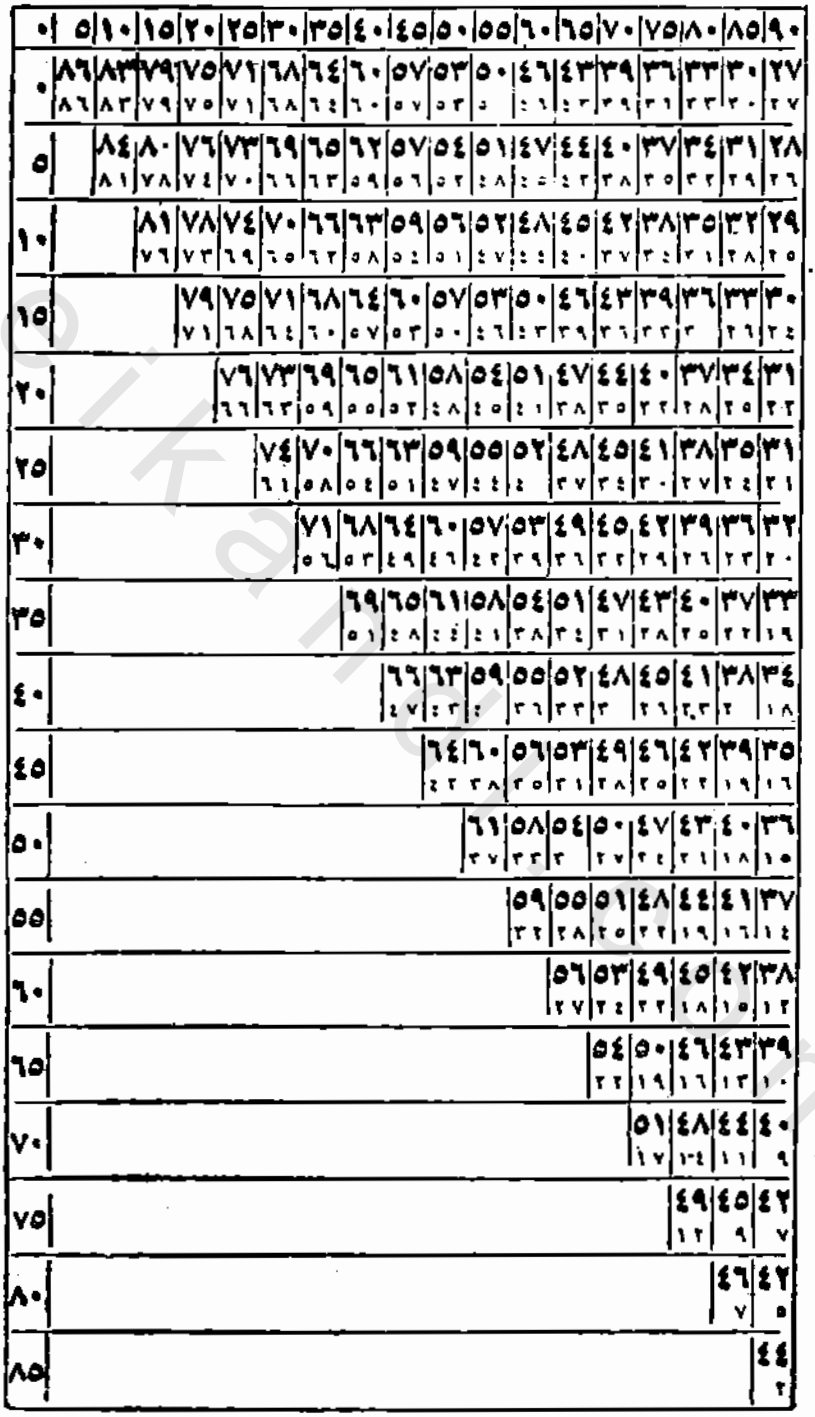
جدول (٢١) زاوية الشعاع لنسبة الترقيق ٤٥٪

زاوية الميل الأكبر



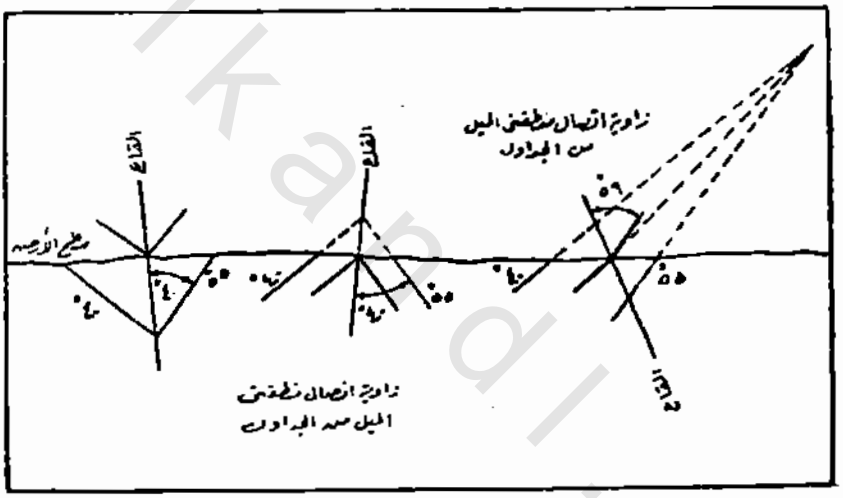
جدول (١٢) زاوية الشعاع لنسبة الترقيق ٥٠ ٪

زاوية الميل الأكبر



وعند تحديد مواقع الأشعة على القطاع الرأسى ، نرسم خطان بدرجات ميول الطبقات المراد تمثيلها وتعين نقطة تقاطعهما وبتوصيل نقطتى تقاطع مثل هذه الخطوط يمكن رسم الشعاع المطلوب كما فى الشكل (١٨٨) .

٥ ــ بمعلومية نقط ظهور الطبقات المختلفة يمكن رسم خطوط توازى ميول الطبقات بين كل شعاعين متجاورين وهكذا إلى أن ترسم الطية فى القطاع ويلاحظ أن سطوح طبقات الطية تمثل بمجموعة من الخطوط التى تتلاقى فى زاويا ويمكن رسمها على هيئة منحنى مستمر ناعم بدلا من مجموعات الخطوط .



(شكل ١٨٨)
تعين مواقع الأشعة على القطاع الرأسى

مثال : المطلوب تحديد موقع شعاع لسطحى تطابق يميلان بزاويتى ميل ٩٠ ، ٨٥ :

(ا) فى اتجاد واحد (ب) فى اتجاهين متعاكسين .

لكل من نسب الترقيق ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ ، ٤٠ ، ٥٠٪ باستخدام جداول « جيل » .

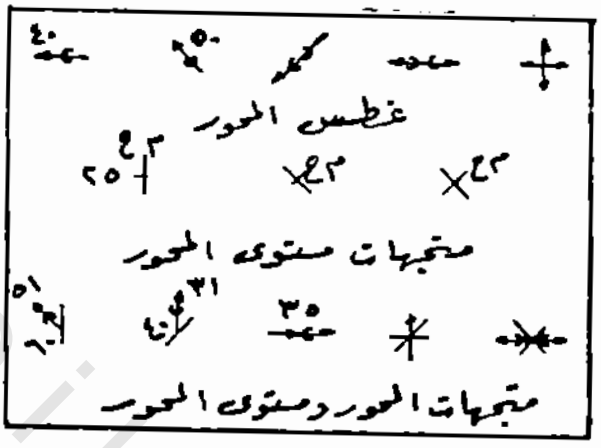
النسبة المئوية للترقيق	زاويتى الشعاع من اتجاه الميل الأكبر	
	الميلين فى اتجاه واحد	الميلين متعاكسين
٪١٠	٨١	٣
٪٢٠	٧٤	٣
٪٣٠	٦٥	٣
٪٤٠	٥٥	٢
٪٥٠	٤٤	٢

طرق التعرف على الطيات

يمكن التعرف على الطيات فى الصخور بالوسائل الآتية :

١ – **الملاحظة المباشرة :** وذلك بمشاهدة الطية فى الحقل على الطبيعة ، ولكن هذا لا يتيسر إلا فى حالات قليلة جداً . ويمكن مشاهدة الطيات على الهضاب ذات الانحدار الشديد كما هو الحال فى جبال الألب ، أو فى مواضع ظهور (مكاشف) الطبقات فى كثير من المناطق وتثبت الدراسات التفصيلية أن معظم الطيات الظاهرة ما هى فى الواقع إلا أجزاء من طيات عظيمة تمتد لمسافات كبيرة .

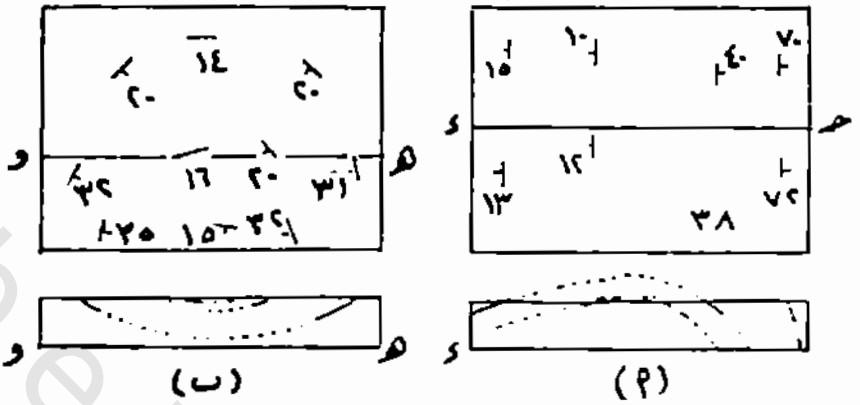
وعند مشاهدة طيات صغيرة فى مكاشف الطبقات فإنه يمكن بسهولة تحديد اتجاهات المحاور وكذلك اتجاه مستويات المحور والرموز التى تحدد اتجاهات محاور الطيات واتجاه ومقدار ميلها موضحة فى شكل (١٨٩) ومعظم هذه العلامات (الإشارات) تستعمل فى خرائط المساحة الجيولوجية ويوجد عادة لكل خريطة جيولوجية دليل يوضح مدلول هذه العلامات وسيرد ذكرها بالتفصيل عند شرح دليل الخريطة فى الفصل التاسع .



(شكل ١٨٩)
العلامات التى تمثل متجهات الطيات

٢ – توقيع اتجاهات الطبقات : إن أكثر الطرق استخداماً للتعرف على الطيات الكبيرة هى توقيع خطوط مضرب واتجاه ميل الطبقات على الخريطة ، ويتضح من شكل (١٩٠ – ا) أن اتجاهات الميل تدل على وجود طية محدبة غير متماثلة وتتجه خطوط مضرب مستوى محورها ناحية الشمال بينما يتجه ميل مستوى المحور إلى الغرب ، أما فى شكل (١٩٠ – ب) فإن الاتجاهات توضح وجود طية مقعرة متماثلة تغطس نحو الجنوب بزاوية مقدارها ١٤ درجة .

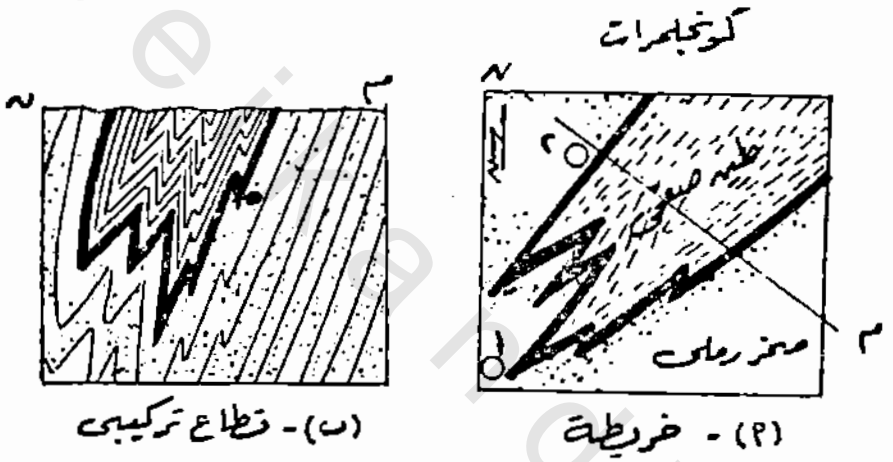
ويعتمد تطبيق هذه الطريقة على درجة تعقيد التركيب الجيولوجى وعدد مواقع ظهور الطبقات أو مكاشفها . فإذا كان التركيب بسيطاً فإن عدداً صغيراً من مكاشف الطبقات يكون كافياً لتحديد تراكيب الطيات ونوعها . ومن الناحية الأخرى ، إذا كان التركيب معقداً فإنه من الضرورى توقيع عدد كبير من مكاشف الطبقات لتحديد نوع الطيات . وفى المناطق التى توجد بها تراكيب معقدة للغاية ، فإن هذه الطريقة قد لا تنجح فى التعرف على نوع الطيات إلا بمساعدة شواهد وأدلة أخرى سنذكرها فيما بعد .



(شكل ١٩٠)
تعيين الطيات بتحديد اتجاهات ميل الطبقات

٢ ــ **نموذج الخريطة الجيولوجية** : إن شكل الوحدات الصخرية المختلفة فى الخريطة الجيولوجية يلقى كثيراً من الضوء لاستنتاج التراكيب الجيولوجية فعلى سبيل المثال يوضح الشكل (١٩١ ــ ا) خريطة جيولوجية لمنطقة ما ، حيث تغطى مكاشف الطبقات ما يقرب من ٢٥٪ من مساحة المنطقة . ومن الدراسات الحلقية لمكاشف الطبقات يتضح أن اتجاه خطوط مضرب الطبقات هو الشمال الشرق ، أما اتجاه الميل فهو ناحية الشمال الغربى. ومسار الخط (م ن) ، يمر بخمس وحدات صخرية هى وحدتان من الصخور الرملية ووحدتان من الكونجلمرات وطبقة واحدة من الطين الصفحى المتحول إلى اردواز ويتضح من الخريطة أيضاً أن الصخر الرملى الذى يوجد على الناحيتين المتقابلتين للخط (م ن) هو نفس التكوين الصخرى ، أى أن نفس الصخر يتكرر ظهوره بالمنطقة ، ويتضح من توزيع واتجاهات الطبقات على الخريطة أن التركيب قد يكون طية محدبة غاطسة فى اتجاه الجنوب الغربى أو طية مقعرة غاطسة فى اتجاه الشمال الشرق . وليس من المستطاع تحديد نوع التركيب إلا بعد الحصول على معلومات إضافية أخرى . وعند فحص الطبقات بالمنطقة (١) ، بحيث يحتمل ظهور أنف الطية ، فإذا تتبعنا السطح السفلى للكونجلمرات

وتأكدنا من أنه غاطس فى اتجاه الشمال الشرقى فهذا دليل على أن الصخر الرملى أقدم عمراً بينما الاردواز أحدث عمراً . وقد تساعد أيضاً التراكيب الأولية فى الصخور على حل هذه المشكلة ، فإذا كان التطابق المتقاطع فى الكونجلمرات عند النقطة (٢) يدل على أن السطح العلوى فى اتجاه جنوب شرق فيدل ذلك على أن التركيب هو طية مقعرة غاطسة ناحية الشمال شرق . وهناك حل آخر باستخدام الحفريات إذا وجدت ، فإذا كانت الحفريات بالاردواز أحدث



(ب) - قطاع تركيبى (أ) - خريطة

(شكل ١٩١)

تعيين الطيات بمعرفة كيفية توزيع الطبقات فى الخريطة الجيولوجية

عمراً من تلك التى توجد فى الحجر الرملى فإن هذا دليل على أن التركيب هو طية مقعرة غاطسة ناحية الشمال شرق .

ويوضح الشكل (١٩١ – ب) قطاع رأسى على امتداد الخط (م ن) وفيه يظهر ميل الطبقات بمقدار كبير فى اتجاه الشمال غرب . وبالرغم من عدم وجود شواهد قاطعة بوجود طيات إضافية من المعلومات التى يمكن الحصول عليها على امتداد الخط (م ن) ، إلا أنه يمكن استنتاج حتمية وجود هذه الطيات ومن الواضح أن كل طية محدبة ظاهرة بالخريطة يجب أن تظهر أيضاً فى القطاع التركيبى وأن عمق كل طية محدبة وقاع كل طية مقعرة يعتمد على مقدار غطس

الطية ، وفى هذه الحالة تصل زاوية غطس الطية حوالى ٦٠ درجة فى اتجاه الشمال – شمال شرق .

٤ – **طبوغرافية المنطقة :** تساعد طبوغرافية المنطقة فى حالات كثيرة على التعرف على الطيات ، فمثلا بالمناطق المغطاة بالغابات الكثيفة أو التى تآكلت بعوامل التعرية لدرجة كبيرة يمكن عادة تتبع وحدات صخرية معينة لمسافات كبيرة من دراسة طبوغرافية المنطقة ، وذلك لأن الصخور الصلدة تقاوم عمليات التعرية فتظهر على شكل هضاب أو تلال ، بينما تتآكل الصخور اللينة الضعيفة مكونة السهول والوديان . والدراسات الأولية أو الاستطلاعية وخاصة بواسطة الطائرة أو الصور الجوية كثيراً ما تلقى الضوء فى التعرف على بعض التراكيب الجيولوجية كالطيات وذلك بالاعتماد فقط على الطبوغرافيا .

٥ – **الحفر :** إذا تعذر وجود مكاشف كافية للطبقات ، فإن التركيب الجيولوجى يمكن استنتاجه من عمليات الحفر ، وذلك بالاعتماد على الصفات المميزة لطبقة معينة ومعرفة اتجاهاتها وتكرارها فى الأعماق بالاستعانة بالعينات الأسطوانية التى يمكن الحصول عليها من آبار الحفر المختلفة والتى يمكن بواسطتها تحديد ميل الطبقات ونوع التركيب الجيولوجى .

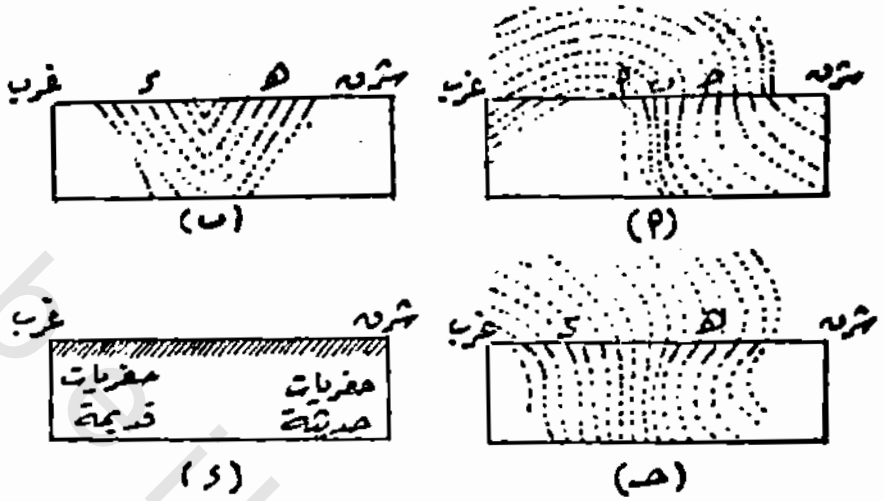
٦ – **عمليات التعدين :** وهى كثيراً ما تساعد فى كشف النقاب عن طبيعة التراكيب الجيولوجية كما هو الحال فى كثير من مناجم الفحم والحديد والفوسفات حيث يمكن الحصول على معلومات وافية عن التراكيب تحت سطح الأرض . ومن البديهى أن هذه الوسيلة باهظة التكاليف والاستخدام إلا فى أغراض اقتصادية مثل تقييم بعض الرواسب المعدنية واستغلالها ، ولكن تحت الظروف العادية يعتمد الجيولوجى أساساً على طرق أخرى ذات دقة أقل للتعرف على التراكيب الجيولوجية بالمنطقة .

٧ – **الطرق الجيوفيزيقية :** لقد تقدمت خلال الأربعين عاماً الماضية طرق الاستكشاف الجيوفيزيقى بأنواعها المختلفة تقدماً كبيراً ، وتطبق هذه

الطريقة بنجاح كبير للتعرف على الطيات والتراكيب الجيولوجية الأخرى التى توجد تحت سطح الأرض . وتعتبر الطرق الزلزالية(السيزمية) أكثر الطرق كفاءة فى تحديد مواضع التراكيب الجيولوجية تحت السطحية والتى قد تكون مصائد مناسبة للبترول والغاز الطبيعى أو المياه الأرضية ، وخاصة بالمناطق المغطاة برواسب سميكة من الرمال أو الطمى كما هو الحال فى الصحراء الغربية ودلتا النيل بمصر .

تعيين السطح العلوى للطبقات من الظواهر التركيبية

فى حالة الطيات المتكئة والطيات المضطجعة قد ينعكس ترتيب الطبقات فى أحد أجنحة الطية ، وبذلك يتضح أن كثيراً من المشاكل والصعوبات فى الجيولوجيا التركيبية يسهل حلها بعد تحديد التتابع الزمنى للطبقات . وفى حالة الملاحظة المباشرة للطيات فى الحقل على واجهة هضبة شديدة الانحدار مثلا كما فى جبال الألب ، فإن التركيب يمكن تحديد اتجاهاته بسهولة دون الاعتماد على وسائل أخرى أما فى المناطق المنبسطة فإن بعض الطبقات قد تظهر فى منطقة ما فى وضعها الصحيح ، بينما تظهر فى منطقة أخرى فى وضع معكوس أو مقلوب كما فى شكل (١٩٢ — ا)، فمثلا عند النقطة (ا) تظهر الطبقات فى تتابعها الصحيح ، ولكن ناحية الشرق تصبح تدريجيًّا أكثر انحداراً ثم تكون رأسية عند النقطة (ب) وعلى مسافة أكبر فى اتجاه الشرق مثل النقطة (جـ) تميل الطبقات ناحية الغرب ويصبح تتابعها معكوساً . ويتضح من الشكل (١٩٢ — ب) أن الطبقتين (د ، هـ) تميلان ناحية بعضهما البعض ولأول وهلة قد يمكن الاستنتاج بأن التركيب عبارة عن طية مقعرة ، ولكن إذا كانت الطبقة (هـ) مقلوبة فحينئذ يستبعد احتمال وجود طية مقعرة بسيطة ويصبح التركيب طية متكئة كما فى شكل (١٩٢ — جـ) ويمكن تحديد التتابع الأصلى للطبقات بثلاث طرق مختلفة هى :



(شكل ١٩٢)

أهمية التعرف على الوضع الأصل للطبقات

(ا) التغير التدريجى فى ميل الطبقات من ا إلى ب إلى جـ .

(ب) ميل الطبقات عند د ، هـ يدل على وجود طية مقعرة .

(جـ) إذا كانت الطبقات عند هـ مقلوبة فإن ذلك يدل وجود طية متكئة .

(د) ميل الطبقات ناحية الغرب ونوع الحفريات يدل على وجود طية متكئة .

١ – تعيين تتابع الطبقات باستخدام الحفريات .

٢ – تعيين تتابع الطبقات من التراكيب الأولية للصخور . .

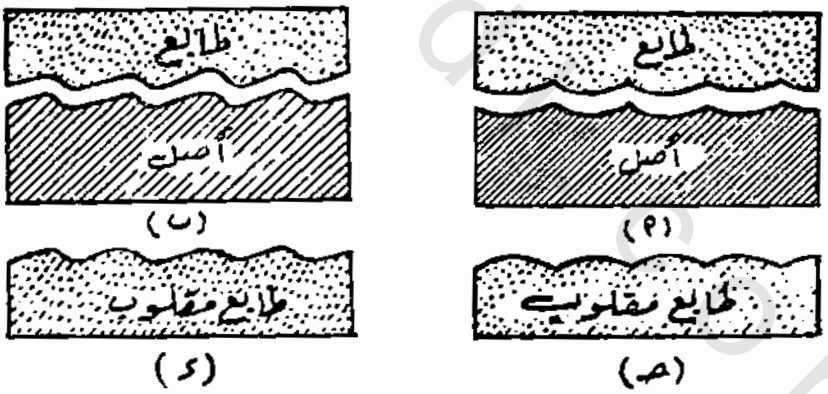
٣ – تعيين تتابع الطبقات بواسطة الطيات الانزلاقية .

١ – تعيين تتابع الطبقات باستخدام الحفريات :

من الواضح أن الاستعانة بنوع الحفريات (إذا وجدت) فى الصخور الرسوبية ذو أهمية كبيرة لتحديد التتابع الأصلى لمجموعة من الطبقات ، فعلى سبيل المثال فى شكل (١٩٢ – د) تميل الطبقات ناحية الغرب بزاوية قدرها ٤٨ درجة ، فإذا كانت الحفريات تشير إلى أن الطبقات التى توجد ناحية الشرق أحدث عمراً ، بينما تدل الحفريات على أن الطبقات ناحية الغرب أقدم عمراً فإنه يتضح أن التركيب عبارة عن طية متكئة .

٢ – تعيين تتابع الطبقات من التراكيب الأولية للصخور :

فى كثير من المناطق لا توجد حفريات على الإطلاق ، أو إذا وجدت فإنها لا تكون كافية لتحديد عمر الطبقات . ونتيجة لذلك فإننا نعتمد لدرجة كبيرة على التراكيب الأولية فى الصخور الرسوبية والصخور البركانية فى تحديد التتابع الأصلى للطبقات . وقد شرح العالم شروك أهمية هذه التراكيب الأولية وتطبيقاتها فى التعرف على الوضع الحقيقى للطبقات . ومن التراكيب الأولية الهامة التى تستخدم فى هذا المجال هى علامات النيم ، والتطابق المتقاطع والتطابق المتدرج ، وعدم التوافق المحلى ، والتشققات الطينية ، وانطباعات المطر وفقاعات الغازات ، وأصداف الحيوانات وآثارها ، والحمم الوسادية ، والتركيب الفجوى لبعض الحمم ، وفيما يلى سنذكر باختصار كيفية تطبيق هذه الظواهر الأولية للتعرف على التتابع الأصلى للطبقات .



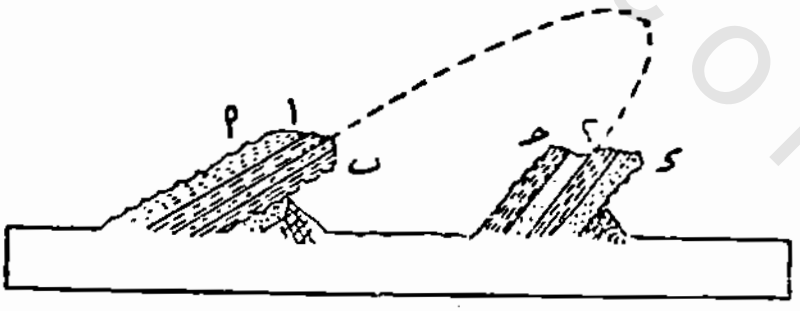
(شكل ١٩٣)

(أ) علامات النيم الاهتزازية (الموجية) ، الأصل والطابع .
(ب) علامات النيم الاهتزازية (الموجية) ، طابع مقلوب .
(ص) علامات النيم المائية التيارية ، الأصل والطابع .
(د) علامات النيم المائية التيارية ، طابع مقلوب .

(ا) علامات النيم :

إذا احتفظ الراسب بعلامات النيم الأصلية أو طابعها كما فى شكل (١٩٣ — ا ، ب) أمكن استخدامها فى التعرف على التتابع الطبقى الصحيح من اتجاهاتها ويوضح شكل (١٩٣ — ب) طابع علامات النيم الموجية بعد انعكاس تتابع الطبقات . أما فى شكل (١٩٣ — جـ) فتظهر علامات النيم التيارية الأصلية وطابعها ، بينما يبين الشكل (١٩٣ — د) طابع علامات النيم التيارية بعد انعكاس وضع الطبقات .

وعلامات النيم الموجية أو الاهتزازية دليل مؤكد لمعرفة الترتيب الأصلى للطبقات وأعمارها . فى حالة التتابع الأصلى تشير القمم الحادة إلى الطبقات الأحدث عمراً ، بينما يتجه القاع المستدير إلى الطبقات الأقدم عمراً ، وهذه القاعدة صحيحة سواء فى حالة علامات النيم الأصلية أو طابعها ، ويتضح من الشكل (١٩٤) أن مكاشف الطبقات فى الموضع رقم (١) تميل إلى الغرب بزاوية قدرها ٣٠ درجة ، وتظهر علامات النيم الموجية الأصلية فى الطبقة (ا) وتشير القمم إلى أعلى ناحية الشمال مما يدل على أن الطبقات موجودة فى تتابعها الأصلى . وتظهر فى الطبقة (ب) ، التى تقع على هضبة شديدة الانحدار



(شكل ١٩٤)

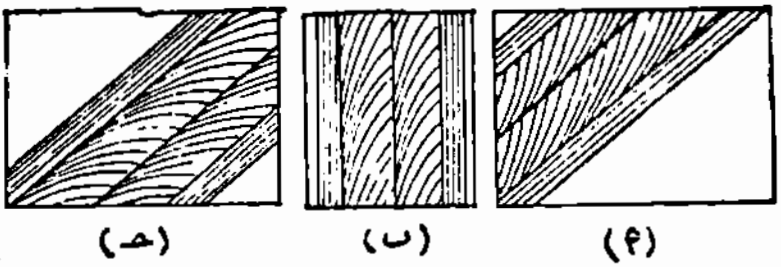
علامات النيم الموجية واستخدامها فى التعرف على التتابع الأصلى للطبقات

طابع علامات النيم الموجبة التى تتجه قممها إلى أعلى ناحية الشمال أيضاً مما يؤيد أن الطبقات موجودة فى تتابعها الحقيقى ، وفى مكاشف الطبقات بالموضع رقم (٢) تميل الطبقات ناحية الغرب بزاوية قدرها ٥٠ درجة ، ويظهر طابع علامات النيم فى الطبقة (حـ) وتشير القمم إلى أسفل ناحية اليمين مما يدل على أن الطبقات فى وضع معكوس وعلى واجهة الهضبة عند (د) توجد علامات النيم الأصلية وتشير القمم أيضاً إلى أسفل ناحية اليمين مما يؤيد أن الطبقات معكوسة . وتدل هذه القرائن على أن التركيب هو طية محدبة متكئة وتظهر الطبقات القديمة فى مركز الطية بينما توجد الطبقات الأحدث عمراً على الجانبين .

أما فى حالة علامات النيم التيارية فإنها عديمة الفائدة فى المساعدة على التعرف للتتابع الأصلى للطبقات ، وذلك لتشابه العلامات الأصلية مع طابعها، كما يتضح من شكل (١٩٣ — حـ ، د) .

(ب) التطابق المتقاطع :

يستخدم التطابق المتقاطع أو التطابق الكاذب لتحديد التتابع الأصلى للطبقات كما يتضح من الشكل (١٩٥)، فعلى سبيل المثال فى شكل (١٩٥—١) تميل الطبقات بزاوية قدرها ٤٥ درجة نحو الشمال وفيها تظهر الطبقات فى الوضع الأصلى، أما فى شكل (١٩٥ — ب) فإن الطبقات تظهر فى وضع رأسى ويتضح أن الطبقات الأحدث عمراً توجد ناحية اليمين بينما الطبقات الأقدم عمراً تظهر ناحية الشمال . ويتضح من الشكل (١٩٥ — حـ) أن الطبقات تميل بزاوية قدرها ٤٥ درجة إلى الشمال وأنها فى وضع معكوس حيث أن الطبقات الأحدث عمراً تتجه إلى أسفل بينما الطبقات الأقدم عمراً تتجه إلى أسفل .



(شكل ١٩٥)

استخدام التطابق المتقاطع فى معرفة التتابع الأصلى للطبقات

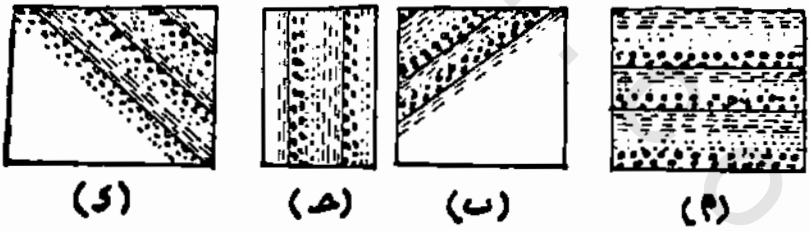
(ا) طبقات فى وضعها الأصلى .

(ب) السطح العلوى للطبقات ناحية اليمين .

(حـ) الطبقات مقلوبة .

(حـ) التطابق المتدرج :

فى حالات كثيرة تكون لحبيبات المكونة لبعض الطبقات خشنة فى الاتجاه السفلى وناعمة فى الاتجاه العلوى كما فى شكل (١٩٦) وتسمى هذه الظاهرة بالتطابق المتدرج ويوجد بوضوح فى الطين الصفحى والصخور الطينية



(شكل ١٩٦)

التطابق المتدرج

(ا) الترتيب الأصلى للطبقات الأفقية .

(ب) الطبقات مائلة .

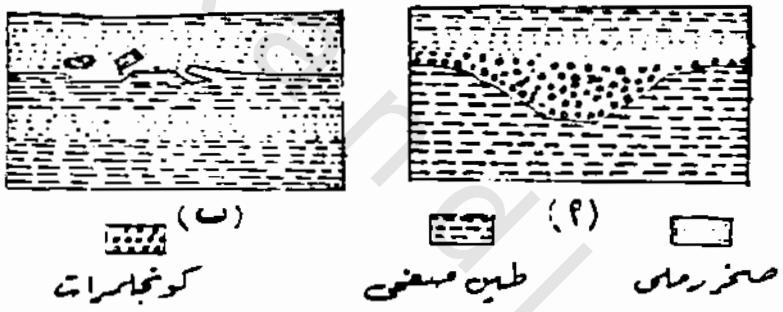
(حـ) الطبقات رأسية .

(د) الطبقات مقلوبة .

والصخور البركانية المفتتة (Pyroclastic rocks) وتستخدم هذه الظاهرة التركيبية لتحديد التتابع الأصلى للطبقات فى مجموعة من الصخور الرسوبية .

(د) عدم التوافق المحلى (دياستم) :

أثناء تكون الصخور الرسوبية وخاصة فى بيئة نهرية قد يحدث تتابع فى عمليتى التآكل والترسيب . فعلى سبيل المثال فى شكل (١٩٧ — ا) توجد صخور الكنجلمرات فى قاع المجرى فوق الطين الصفحى . وبعد ترسيب الطين فإن التيارات الشديدة بالمجرى . وخاصة أثناء الفيضان . تنحر فى قاع مجرى النهر . وعندما تقل شدة الفيضان فإنه ترسب صخور أحدث عمراً تتكون من الحصى والرمال الخشنة على القاع ، وبذلك تتقاطع صخور الكونجلمرات



(شكل ١٩٧)

عدم توافق محلى

(ا) ترسيب الكونجلموات فى مجرى بالطين الصفحى .

(ب) قطع من الطين الصفحى ترسبت فى الصخر الرملى .

حديثة العمر مع طبقات الطين الصفحى الأقدم عمراً ، ويمكن استخدام هذه الظاهرة فى تحديد التتابع الزمنى للرواسب . ويوضح شكل (٢٩٧ — ب) ظاهرة أخرى لعدم التوافق المحلى حيث تقع الصخور الرملية الأحدث عمراً فوق الطين الصفحى الأقدم عمراً ، وأثناء ترسيب الرمال فإن التيارات التى حملت الرواسب الرملية تقتلع أجزاء من الطين الصفحى وترسبها مع الطبقات الرملية .

(هـ) التشققات الطينية :

عندما تتكون تشققات فى الرواسب الطينية فإن المواد التى تغطيها بعد ذلك تملأ تلك التشققات ؛ وبذلك تنشأ فى طابع التشققات الطينية مجموعة من التنوءات عديدة الأضلاع ؛ أما الصخور نفسها فإنها تحتوى على التشققات الأصلية ذات الأضلاع المتعددة وتساعد أحياناً هذه الظاهرة فى تحديد التتابع الزمنى للرواسب .

(و) انطباعات المطر وفقاعات الغازات :

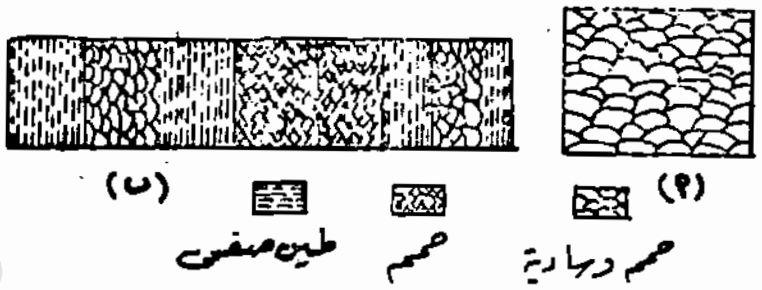
يمكن استخدام هذه التراكيب التى سبق شرحها فى الفصل الأول بالتفصيل والتى توجد فى بعض الرواسب . ولكن مع الحذر الشديد . فى معرفة السطوح العلوية والسفلية للطبقات .

(ز) أصداف الحفريات وآثار الحيوانات :

إن أصداف بعض الحيوانات مثل المسرجيات التى تكون مثبتة فى القاع وسطحها المحدب متجه إلى أسفل تكون فى وضع غير مستقر على الإطلاق إذ أن التيارات المائية كثيراً ما تغير من وضعها . ولكن بمجرد أن يصبح سطحها المقعر متجها إلى أسفل فإنها تستقر نسبياً . وفى هذه الحالة تكون السطوح المحدبة للأصداف متجهة إلى أعلى . وبالمثل فإن آثار الحيوانات عبارة عن منخفضات يشير سطوحها المقعرة إلى السطح السفلى للطبقات .

(ح) تركيب الحمم الوسادية :

تتميز بعض الحمم وخاصة تلك التى تتكون من البازلت بتركيب الحمم الوسادية كما فى شكل (١٩٨ — ا) والحمم الوسادية تكون عادة بيضاوية الشكل ويتفاوت قطرها من متر واحد أو أقل إلى عدة أمتار ، وكل من



(شكل ١٩٨)
السطح العلوى للحجم البركانية
(أ) تركيب الحجم الوسادية
(ب) حجم وسادية فى وضع رأسين والسطح العلوى إلى اليمين

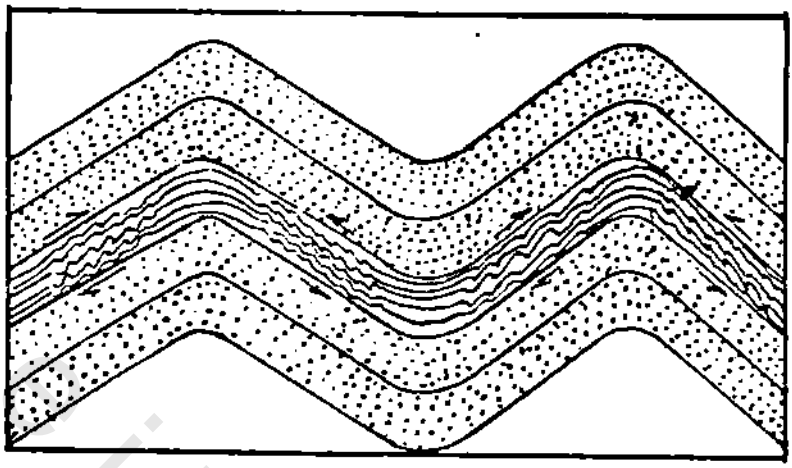
سطحيها العلوى والسفلى يكون محدباً إلى أعلى . وبذلك يمكن استخدامها فى تحديد التتابع الأصلى للطبقات كما يتضح من شكل (١٩٨ — ب) .

(ط) التركيب الفجوى للأجزاء العلوية من الحمم :

يكون قاع الحمم عادة متماسكا . بينما يتميز سطحها العلوى بتركيب فجوى يرجع إلى انطلاق الغازات من الحمم بكميات كبيرة . فإذا لوحظ وجود تركيب فجوى على أحد جانبى الحمم . أما الجانب الآخر فإنه متماسك فإن هذا دليل على أن الصخور التى تقع فوق السطح الفجوى أحدث عمراً من الصخور التى تقع تحت السطح الفجوى .

٣ — تعيين تتابع الطبقات بواسطة الطيات الانزلاقية :

سبق الذكر أن الطيات الانزلاقية تنشأ عند انزلاق الطبقات الواحدة وراء الأخرى : وخاصة إذا وجدت طبقة ضعيفة محصورة بين طبقتين من الصخور القوية . وتنزلق الطبقات العلوية عادة بعيداً عن محاور الطيات المقعرة بالنسبة للطيات السفلية التى تنزلق فى اتجاه محاور الطيات المقعرة وهذه الحقيقة ذات

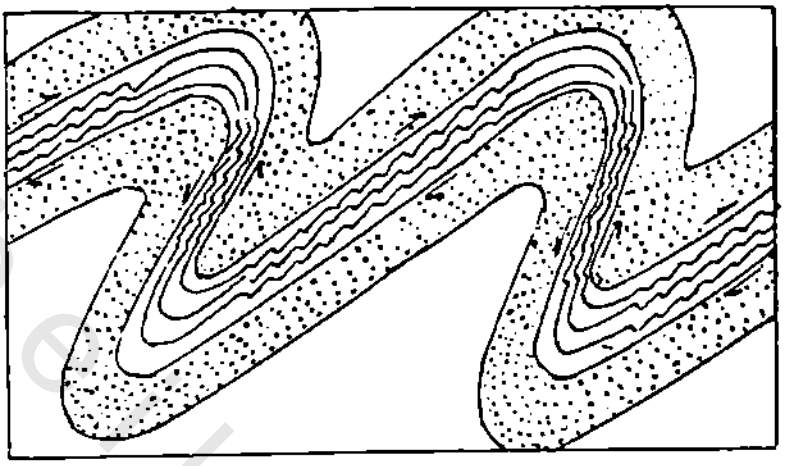


(شكل ١٩٩)
قطاع تركيبى فى طية متماثلة
يوضح انزلاق الطبقات العلوية فى عكس اتجاه الزاوية الحادة
المحصورة بين مستويات محاور الطيات الانزلاقية ومستويات التطابق

سبق الذكر أن الطيات الانزلاقية تنشأ عند انزلاق الطبقات الواحدة وراء الأخرى : وخاصة إذا وجدت طبقة ضعيفة محصورة بين طبقتين من الصخور القوية . وتنزلق الطبقات العلوية عادة بعيداً عن محاور الطيات المقعرة بالنسبة للطيات السفلية التى تنزلق فى اتجاه محاور الطيات المقعرة وهذه الحقيقة ذات أهمية كبيرة لاستخدام الطيات الانزلاقية فى استنتاج نوع التراكيب الكبيرة التى تصاحب هذه التراكيب الصغيرة .

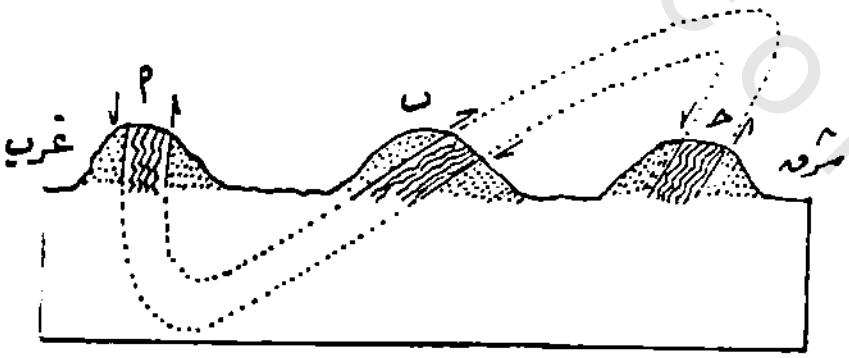
والطيات الانزلاقية وثيقة الصلة عادة بالطيات الكبيرة . واتجاهات هذه الطيات التى توجد فقط فى الصخور الضعيفة مثل الصلصال والطين الصفحى موضحة بالشكل (١٩٩ ، ٢٠٠) التى تبين أن الزوايا الحادة المحصورة بين مستويات محاور الطيات الانزلاقية ومستويات التطابق الرئيسية للصخور القوية تكون دائماً فى اتجاه الحركة التفاضلية .

وفى شكل (٢٠١) تظهر الطبقة عند النقطة (ا) فى وضع رأسى ، بينما تبين الطيات الانزلاقية أن الطبقات قد انزلقت الواحدة وراء الأخرى فى اتجاهات الأسهم ، وطبقاً لذلك فإننا نلاحظ أن محاور الطيات المقعرة التى توجد بالطيات



(شكل ٢٠٠)
قطاع تركيبي فى طية متكئة توضح انزلاق الطبقات العلوية فى عكس
اتجاه الزاوية الحادة المحصورة بين مستويات محاور الطيات الانزلاقية ومستويات التطابق

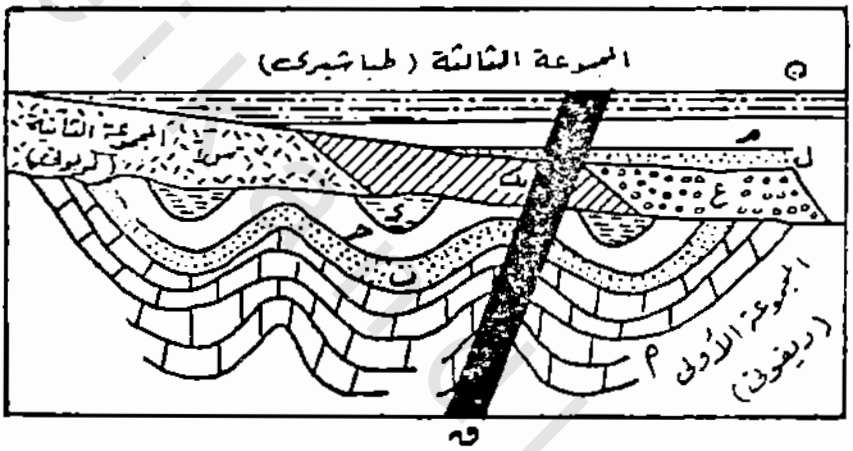
المنزلقة تتجه نحو الشرق . أما عند النقطة (ب) فإن الطبقات تميل ناحية الغرب ؛ وتشير الطيات الانزلاقية إلى اتجاه الحركات لطبقات العلوية والسفلية وفى نفس الوقت تتجه الطيات المقعرة التى توجد بالطيات المنزلقة ناحية الغرب وعند النقطة (حـ) نجد أن ميل الطبقات ناحية الغرب أيضاً ، فإذا كانت المواضع (ا) ، (ب) ، (حـ) تمثل نفس الطبقة فإن التركيب الذى يحتمل وجوده يمثل بالخطوط المتقطعة .



(شكل ٢٠١)
استخدام الطيات الانزلاقية فى تعيين التتابع الأصلى للطبقات

تعيين عمر الطيات

القاعدة العامة فى تعيين عمر الطيات هى أن عملية الطى تكون أحدث عمراً من أحدث الطبقات التى تأثرت بها ولكنها أقدم عمراً من أقدم الطبقات التى لم تتأثر بالطى . والصخور الأحدث عمراً والتى لم تتأثر بعملية الطى تقع فى



(شكل ٢٠٢)
تعيين عمر الطيات

عدم توافق فوق الصخور القديمة التى تعرضت لعملية الطى . ويتضح من شكل (٢٠٢) إن المجموعة الأولى من الصخور (ا ، ب ، حـ ، د) التى تنتمى إلى العصر الديفونى هى أحدث الطبقات التى تأثرت بعملية الطى وهذا دليل على أن عملية الطى حدثت بعد العصر الديفونى . أما المجموعة الثانية من الصخور (س ، ص ، ع) التى تنتمى إلى العصر الكربونى فإنها لم تتأثر بعملية الطى كما أنها تقع فى عدم توافق فوق المجموعة الأولى للصخور وهذا يؤكد أن عملية الطى قد حدثت قبل ترسيب صخور العصر الكوبونى . كذلك نلاحظ أن

صخور العصر الديفونى قد تآكلت بعوامل التعرية قبل ترسيب مجموعة صخور العصر الكربونى مما يدل على أن عملية الطى حدثت مبكراً فى العصر الديفونى . ويتضح أيضاً أن القاطع الرأسى (ق) قد تداخل فى مجموعة الصخور بعد ترسيب المجموعة الثالثة من الصخور (ل ، م ، ن) والتى ترسبت فى العصر الطباشيرى .

obeikandl.com