# الفصل التاسع

## القطاعات الجيولوجية

### دليل أو مفتاح الخريطة :

تحتوى كل خريطة جيولوجية على دليل أو مفتاح يبين مدلول الألوان والرموز والإشارات الاصطلاحية المستخدمة فى الخريطة . كما يبين الدليل أيضاً أنواع الصخور المختلفة التى تحتوى عليها المنطقة الموقعة على الخريطة .

ويرتب الدليل عادة بحيث تقع الطبقات الأقدم عمراً أولا ويعلوها الطبقات الأحدث فالأحدث . كما تقسم التكاوين الصخرية على الدليل عادة إلى نارية ورسوبية ومتحولة .

ويوضح الجدول (١٣) نموذجاً للرموز التى تستخدم عادة فى الخرائط الجيولوجية ودلالة كل منها . كما يوضح الجدول (١٤) الإشارات التى توضح الأنواع المختلفة من الصخور ويرمز لخطوط مضرب الطبقات وميلها على الخريطة الجيولوجية بالرمز الآتى :

$\left(\frac{\quad}{٦٠}\right)$ حيث يمثل الخط الطويل اتجاه خط المضرب ، بينما يشير الخط القصير إلى اتجاه الميل ويدل الرقم ٦٠ على مقدار زاوية الميل .

وتصنف المعلومات الجيولوجية التى تحتوى عليها الخرائط الجيولوجية إلى مايأتى :

١ — مكاشف الطبقات : وتشمل المكاشف الموقعة على الخرائط بوسائل المساحة الجيولوجية نتيجة قياسات حقلية أو تلك المكاشف المستنتجة بمعلومية ميل ومضرب سطوح الطبقات .

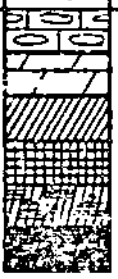
## جدول (١٣)

| الرمز | دلالته | الرمز | دلالته |
|---|---|---|---|
| | سطح طبقة (مؤكد) | | محور طية مقعرة . |
| | سطح غير مؤكد أو استنتاجي . | | طية محدبة مقلوبة . |
| | فالق (مؤكد) . | | طية مقعرة مقلوبة . |
| | فالق غير مؤكد أو استنتاجي . | | اتجاه الغوص . |
| | فالق غير ظاهر على السطح . | | الرمز العلوي للفالق عادي |
| | سطحة فالق . | | الرمز السفلي لفالق عادي . |
| | سن منحوت الفالق . | | مضرب وميل المنحرف . |
| | فالق رأسي . | | منحرف رأسي . |
| | الرمز العلوي لفالق انزلاقي | | منحرف أفقي |
| | مضرب وميل الطبقة | | مضرب وميل التشقق |
| | طبقة رأسية . | | تشقق رأسي |
| | طبقة أفقية . | | تشقق أفقي . |
| | طبقة مقلوبة . | | مضرب وميل الفواصل . |
| | محور طية محدبة . | | فاصل رأسي |
| | اتجاه غطس طية محدبة | | فاصل أفقي . |
| | اتجاه غطس طية مقعرة . | | فالق انزلاقي . |
| | | | سطح عدم توافق . |

٢ ــ العلاقة بين طبوغرافية سطح الأرض وسطوح الاتصال بين التكاوين والوحدات الصخرية الموجودة تحت سطح الأرض .

ولهذا الغرض يتم اختيار سطح أحد الوحدات الصخرية ويطلق عليه « السطح المميز أو المرشد » ، ويشترط فى هذا السطح أن يكون له امتداد كبير وصخوره من الأنواع التى يسهل التعرف عليها . ثم تعين إرتفاعات هذا السطح عن منسوب سطح البحر بالاستعانة بالتسجيلات المأخوذة من الآبار الاختبارية . ويحدد الارتفاع « الكنتور » التركيبى للطبقة بطرح المنسوب الطبوغرافى عند نقطة معينة من العمق الذى توجد عليه هذه النقطة عند إسقاطها عموديًّا على سطح

# جدول (١٤)

| أصل الصخر | الهاشور | نوع الصخر | الهاشور | أصل الصخر | نوع الصخر |
|---|---|---|---|---|---|
| صخور مفككة | | ترابة .<br>رمل .<br>ركام .<br>حصى .<br>تربة اللويس |  | صخور رسوبية |  | حجر جيري صواني .<br>دولوميت<br>جبس<br>ملح صخري .<br>بيت ( طبقات مختلفة )<br>فحم . |
| صخور رسوبية | | بريشيا رسوبية .<br>كونغلومرات .<br>حجر رملي كلسي<br>حجر رملي متقاطع الطبقات<br>حجر رملي متقاطع الطبقات<br>كوارتزيت<br>حجر رملي حلقاني<br>حجر رملي جيري<br>طفلة رملية .<br>حجر جيري رملي<br>طفلة أو حجر طيني<br>طفلة كربونية<br>طفلة جيرية .<br>حجر جيري طفلي .<br>صوان متطبق<br>طين ناري<br>طفلة بترولية<br>حجر جيري كلسي<br>حجر جيري رقائقي<br>طبا شير . | | | |
| صخور متحولة | | نايس .<br>شست .<br>اردواز<br>سربنتين أو نلك .<br>رخام<br>الصخور المتحولة الأخرى . | | | |
| صخور نارية | | بريشيا بركانية<br>ملافا .<br>جرانيت<br>بازلت .<br>صخر نارية كلسي .<br>بريشيا نارية .<br>طفلة رماد بركاني .<br>صخر بورفيري غشي . | | | |
| عروق | | عروق كوارتز .<br>خامات اقتصادية<br>عروق معدنية رديئة . | | | |

obeikandl.com

الطبقة . فإذا كانت الطبقة فوق منسوب سطح البحر يرمز لكنتوراتها التركيبية بإشارات موجبة أما إذا كانت تحت منسوب سطح البحر فإنها تمثل بكنتورات سالبة .

**القطاعات الجيولوجية :** (Geologic sections)

تستخدم القطاعات الرأسية عادة فى بيان العلاقات الرأسية والأفقية بين طبقات التكاوين الصخرية .

والقطاعات وسيلة مفيدة فى حل كثير من المسائل التركيبية والطبقية ( الاستراتجرافية ) وإن كانت تقصر فى بعض الأحيان عن تحديد النموذج التخطيطى لما تحت السطح إلا بمساعدة الخرائط المتنوعة مثل خرائط الكنتورات التركيبية للطيات والفوالق وخرائط الطبوغرافيا القديمة .

كذلك تقصر القطاعات عن تمثيل مساحات الأرض حيث يعتبر القطاع تمثيلا خطياً لا يظهر التغيرات التركيبية والطبقية خارج خط القطاع (Line of section) إلا أنه باستخدام شبكة من خطوط القطاعات تعطى صورة مجسمة للتكاوين الصخرية أى نموذجاً تخطيطياً يظهر التركيب أو التكوين الصخرى فى الأبعاد الثلاثة (Isometric of panel diagrams)

ويعتبر مقياس رسم القطاع ذو أهمية خاصة فى تحديد مدى صدق الصورة التى يعكسها حيث يجب أن يجمع مقياس الرسم بين الموازنة فى سهولة الرسم وظهور التغيرات وسهولة المشاهدة بحيث يشمل القطاع حدود مخروط النظر ، فالقطاعات الكبيرة المقياس على الرغم من أنها تكون سهلة فى توقيع ورسم المعالم المطلوبة عليها كذلك سهلة المشاهدة إلا أنها غير عملية وتفقد الغرض المقصود به من عمل القطاع هذا بجانب التشوهات التى تصيب شكل التركيب الممثل على القطاع . والقطاعات تعرف بالقطاعات القياسية أو العادية أو الطبيعية إذا كان مقياس رسمها الأفقى هو نفس مقياس رسمها الرأسى . وتفضل

القطاعات القياسية على غيرها التى يكون فيها مقياس الرسم الرأسى مضاعفات المقياس الأفقى وذلك لحدوث تشويه فى مقدار ميول وسمك الطبقات نتيجة اختلاف المقياس الرأسى عن الأفقى وحيث يكون وضع طبقة أو تركيب مثل فالق ذو أهمية خاصة فمن الضرورى استخدام قطاعات قياسية حتى يمكن تحديد تقاطع الفالق مع سطح طبقة مثلا أو قياس زاوية ميل طبقة أو فالق أو قياس زاوية ميل الجُدُد كذلك قياس سمك الطبقات من القطاع مباشرة وهكذا فالقطاعات القياسية تستخدم فى قياس متجهات التراكيب الجيولوجية ذات الأهمية الاقتصادية مثل مصائد البترول وعروق الخامات المعدنية وخزانات المياه الأرضية وتقدير درجات الطى فى حزام من الجبال لحساب مجالات الإجهادات المسببة له . ولكن هذا لا يعنى استخدام القطاعات القياسية فقط حيث فى بعض الحالات تكون التغيرات الرأسية من الصغر بحيث لا يمكن توقيعها بنفس مقياس الرسم الأفقى وتضطر لاستخدام مقياس رأسى يكافئ عدداً من المرات المقياس الأفقى . وتكون هذه القطاعات « المبالغة » نافعة ولكن يجب تذكر أنها قطاعات غير طبيعية لا تظهر الميل والسمك الحقيقى للتكاوين ، إلا إذا كانت هذه التكاوين أفقية .

وبوجه عام فالقطاعات الجيولوجية القياسية منها وغير القياسية لا يمكن الاستغناء عنها فى معظم المشروعات الهندسية والتعدينية حيث تظهر هذه القطاعات التفاصيل الطبقية والتركيبية التى يصعب توضيحها على الخريطة الجيولوجية .
هناك عدة أنواع من القطاعات يمكن تصنيفها إلى ثلاثة أنواع رئيسية :

( ا ) قطاعات تركيبية .

(ب) قطاعات طبقية أو استراتجرافية .

( حـ ) قطاعات تركيبية — طبقية .

وسنذكر وصفاً موجزاً للقواعد الأساسية لكل من أنواع القطاعات الثلاثة وطرق إنشائها ومجال تطبيقها .

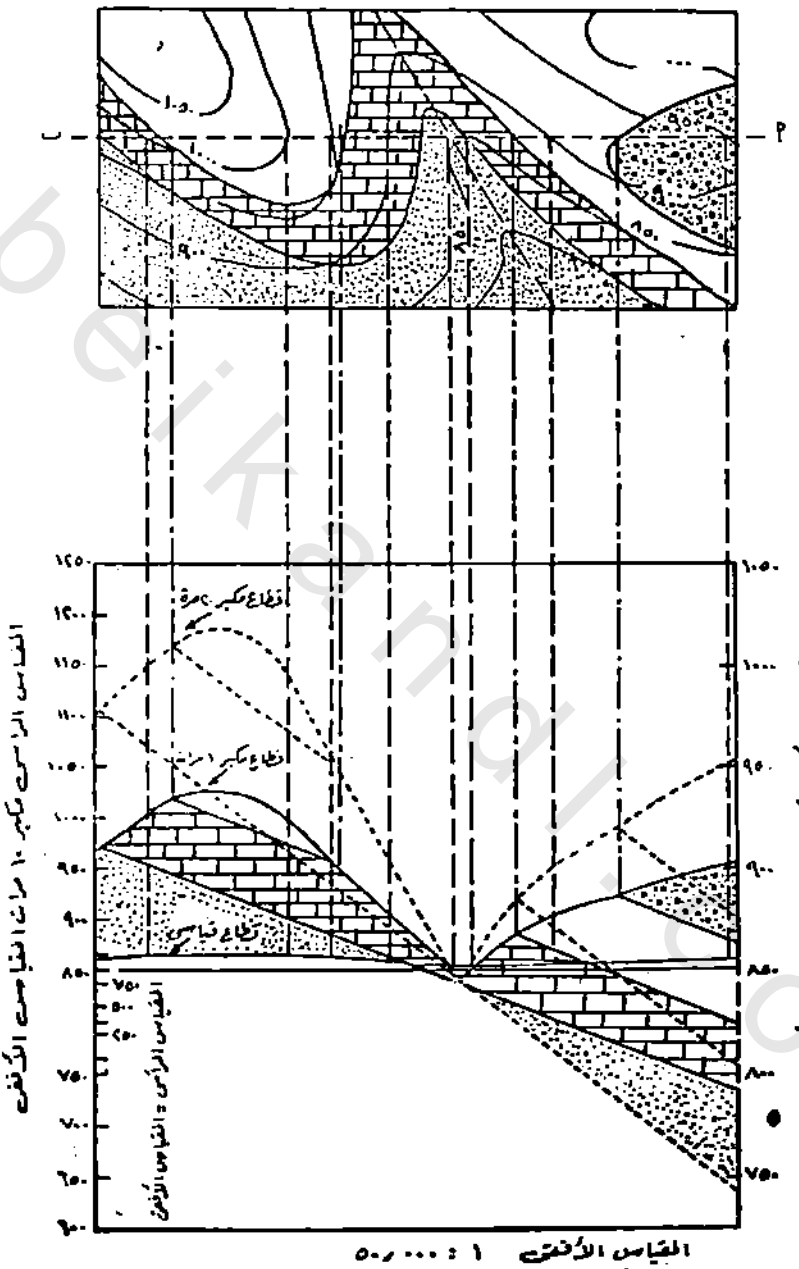
**القطاعات التركيبية :** (Datum section)

هى قطاعات رأسية تمر بالخريطة الجيولوجية وتبين عليها الطبوغرافيا السطحية ( باستخدام خط البروفيل ) كذلك تظهر فيها التكاوين الصخرية تحت السطحية بأشكالها التركيبية وتتابعها الطبقى . ولكل قطاع سطح يعرف بسطح المراجعة ويمثل بالقطاع كخط أفقى يقع أسفل أو أعلى أو يمر بأحد سطوح الاتصال بين تكاوين التتابع الصخرى . هذا الخط قد يكون سطح البحر أو أى خط منسوب (Datum level) تقاس منه المسافات الرأسية للتركيب أو الوحدة الصخرية المراد تمثيلها .

وأول الاعتبارات عند عمل القطاعات هو اختيار مقياس الرسم المناسب حيث غالباً ما يكون مقياس رسم الخريطة الجيولوجية . ويكون أحياناً مقياس الرسم الرأسى أكبر من المقياس الأفقى حتى يمكن توضيح تفاصيل الوحدات الصخرية كذلك شكل التراكيب الجيولوجية .

وعند استعمال هذه القطاعات يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن تغير المقياس الرأسى يشوه العلاقات الحقيقية للتركيب ، هذه التشوهات تكون موضع اعتراض خاصة فى القطاعات التركيبية التى تستخدم فى قراءة ميول الطبقات لتحويلها إلى فروق فى المناسيب . ويبين شكل ( ٢٢٥ ) تأثير التغير فى المقياس الرأسى على الطبقات . البسيطة حيث يلاحظ أنه لا يمكن توقيع الطبقات على القطاع القياسى كما يبين الشكل التغير فى ميول وسمك الطبقات نتيجة تغير المقياس الرأسى ( × ١٠ ، × ٢٠ المقياس الأفقى ) .

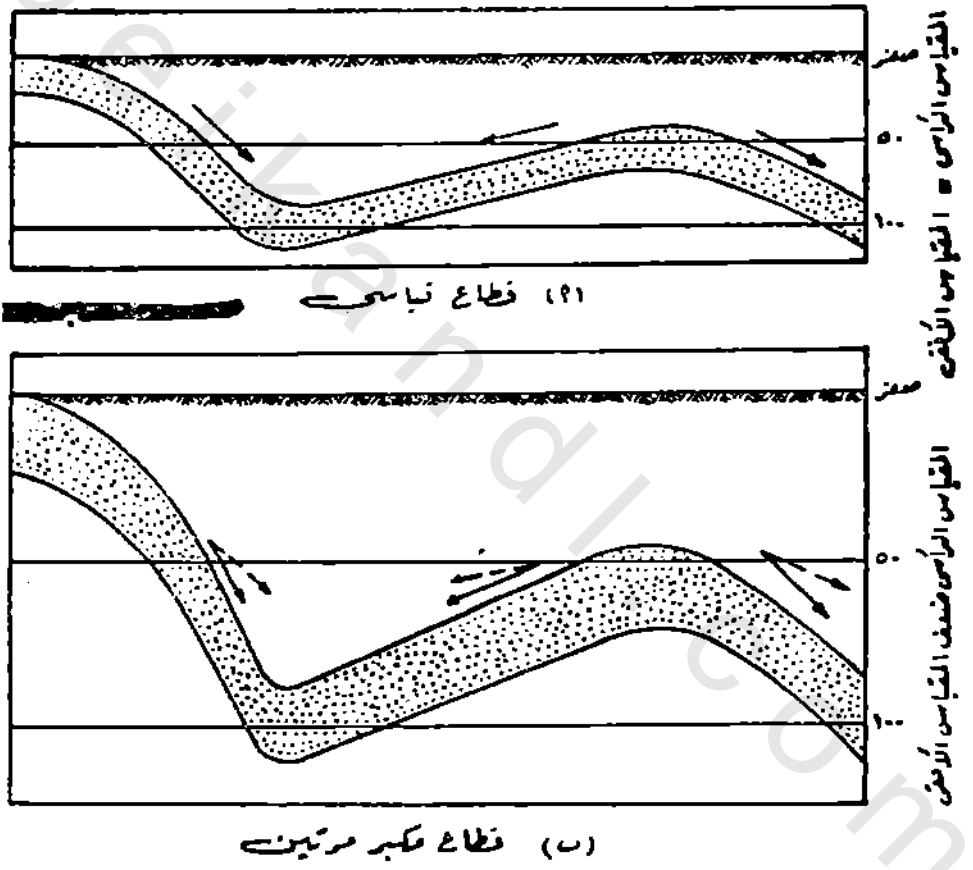
وبالمثل يبين شكل ( ٢١٦ ) تأثير تغير المقياس الرأسى الذى يساوى ضعف المقياس الأفقى ) عند تمثيل الطيات ويلاحظ التغير فى الميول وسمك الطبقات حيث يقل سمك الطبقة كلما زادت زاوية الميل ، إلا أنه يمكن التخلص من تأثير التغير فى المقياس الرأسى على سمك الطبقات إذا أخذت القياسات رأسية على الرغم من الاختلاف الكبير فى درجات الميول .




(شكل ٢٢٥)

تأثير التغير فى المقياس الرأسى على شكل القطاع الجيولوجى

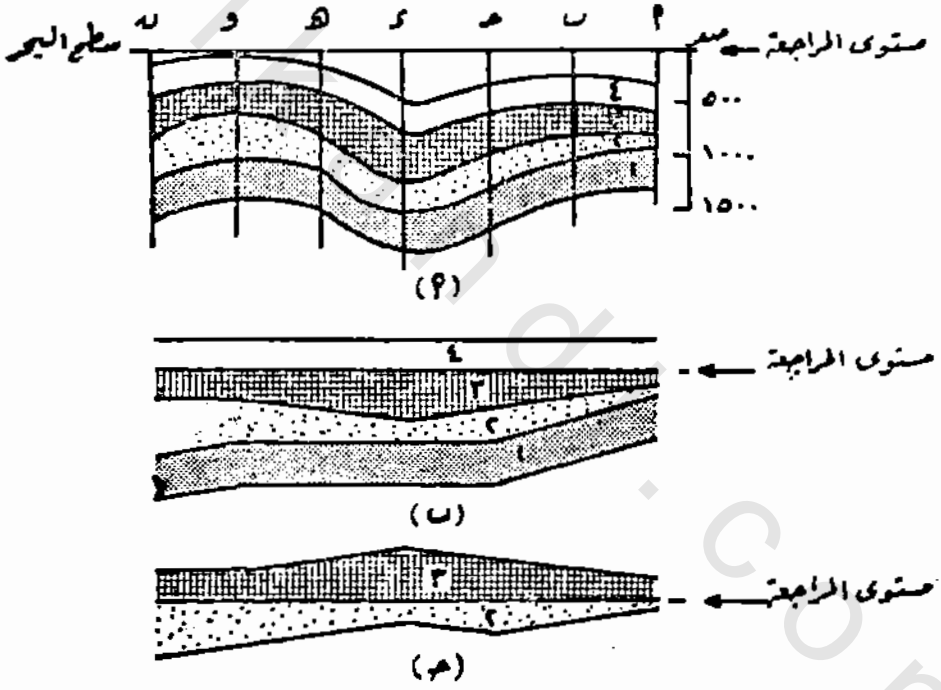
ولا يتوقف شكل القطاع التركيبى على التغير فى مقياس الرسم الرأسى فقط بل يتوقف أيضاً على الخط المنسوب الذى يستخدم كسطح مراجعة . ويبين شكل (٢٢٧) ثلاثة طرق لتمثيل قطاع تركيبى واحد ، فى الأول ( ا ) كان سطح البحر هو سطح المراجعة وفى القطاع الثانى (ب) كان السطح العلوى للطبقة رقم (٣) هو سطح المراجعة ، وفى القطاع الثالث (حـ) كان السطح




(شكل ٢٢٦)

تأثير التغير فى المقياس الرأسى على مقدار ميل وسمك الطبقات المكونة للطية

السفلى للطبقة رقم (٣) هو سطح المراجعة . ويظهر بوضوح التغير فى شكل القطاع من طريقة لأخرى حيث بين القطاع ( ا ) الشكل الطبيعى للتركيب ، والقطاع ( ب ) وإن كان لا يظهر التركيب إلا أنه يستفاد منه فى معرفة التغير فى سمك الطبقات ، أما القطاع (حـ) حيث يلاحظ أن زيادة السمك فى الطبقة رقم (٣) يقابلها نفس سمك الطبقة رقم (٢) يستدل منه على أن الطبقتين (٢ ، ٣) قد ترسبتا بمنخفض طبوغرافى وعلى ذلك يعتبر القطاع ( ا ) قطاعاً تركيبياً بينما القطاعان ( ب ، حـ) فهما قطاعا طبقية أو استراتجرافية .




ا - قطاع تركيبى
ب ، حـ قطاعات استراتجرافية

(شكل ٢٢٧)

تأثير التغير فى سطح المراجعة على شكل القطاع الجيولوجى

**القطاعات الاستجراتجرافية :** (Stratigraphic sections)

تستخدم هذه القطاعات فى توضيح الترابط الصخرى (Correlation) بين وحدات صخرية معينة وعادة تظهر القطاعات البثولوجية الكاملة للتكاوين التى يمر بها كذلك التغيرات التى تطرأ على سمك الطبقات ولكنها لا تعكس الشكل التركيبى كما فى شكل (٢٢٧ ب ، حـ) وقد يكون سطح المراجعة فى هذه القطاعات أحد سطوح الطبقات وسطح عدم توافق .

ويلاحظ فى هذه القطاعات أن التغير فى السمك يكون أوضح ما يمكن فى التكوين الصخرى الذى يعلو سطح المراجعة مباشرة كذلك التكوين الذى يقع أسفله مباشرة ، وتقل درجة وضوح التغير فى السمك كلما بعدنا عن سطح المراجعة . وتكون هذه الظاهرة إحدى الاعتبارات الهامة عند اختيار سطح المراجعة فى القطاع . فمثلا يستخدم سطح عدم توافق أو سطح تآكل وتعرية كسطح مراجعة لتوضيح وجود ترقيق وشطف (Truncation) للتكوين أسفل سطح التآكل ووجود تخطى (Overlap) للتكوين أعلى سطح التآكل مباشرة والقطاعات الاستراتجرافية وخرائط الإيزوباك هى التعبيرات عن التغير فى سمك الوحدات الصخرية وليس وضعها التركيبى .

**القطاعات العمدانية** (Columnar Sections) :

هى قطاعات رأسية على شكل شريط يظهر التتابع الجيولوجى العام للتكاوين بترتيبها الزمنى وسمك ظهورها وليثولوجيتها عند موقع معين . وهو أحد أنواع القطاعات الاستراتجرافية فى تمثيل التتابع الصخرى فى الآبار (Well Logs) أو التتابع الصخرى لمكاشف التكاوين على وجه الجروف أو المنجدرات (Rock exposures) . ولا يحتاج فى مثل هذه القطاعات إلى وجود سطح مراجعة وبالتالى فهى لا تعتبر قطاعات بمفهومها العادى إلا أنه باستخدام عدد من القطاعات العمدانية على خط واحد يمكن منها تتبع التغير فى ليثولوجية

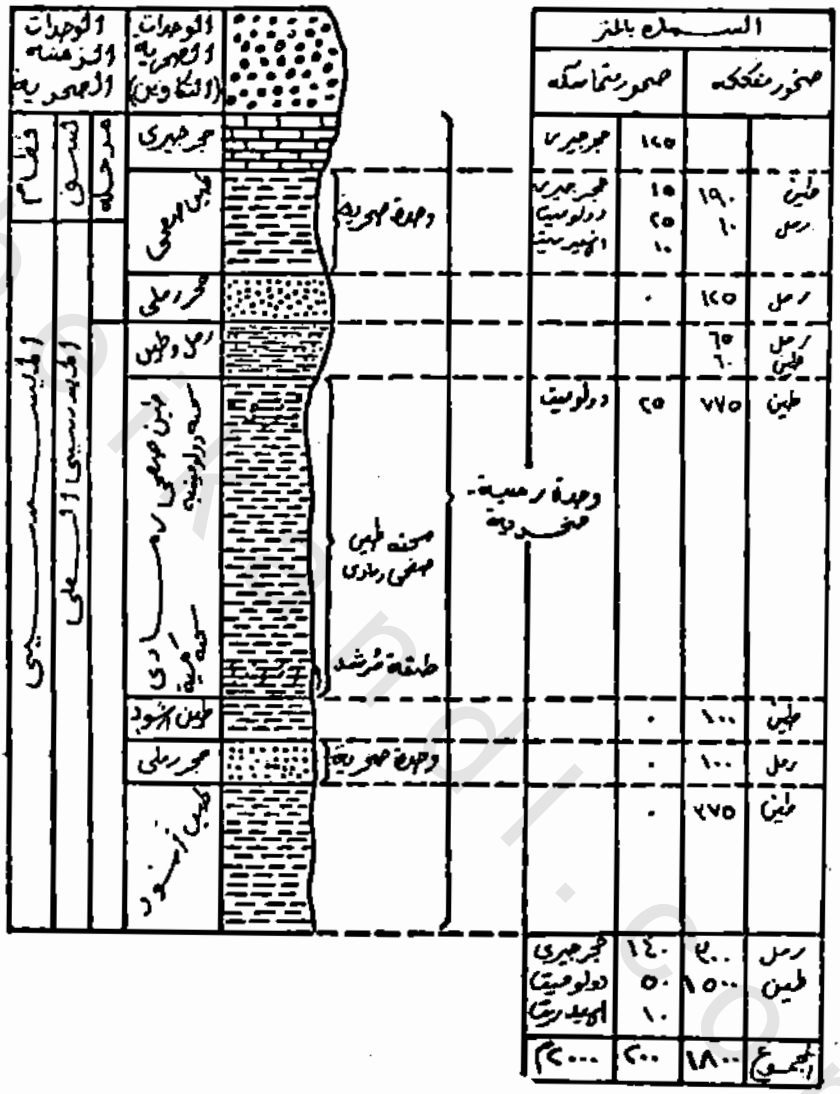
وسمك الطبقات من موقع لآخر . وعلى ذلك فإن قطاعاً عمدانياً واحداً لا يعتبر قطاعاً استراتجرافياً بل هو بيان الوضع النسبي لتكوين معين بالنسبة للتكاوين الصخرية الأخرى فى التتابع .

وفى بعض طرق تمثيل القطاعات العمدانية يمثل بشريط أحد جوانبه الرأسية مستقيمة والآخر متعرج يبين مكاشف الطبقات فى التتابع بحيث تبرز الطبقات العالية المقاومة للتآكل والتعرية بينما تمثل الطبقات الأقل مقاومة للتعرية بتقعر لتعطى صورة عن سلوك الصخر .

وقد يقرن القطاع العمدانى بجدول يبين الوحدات الزمنية الصخرية (Time rock units) وتقسيمها إلى النظام والنسق والمرحلة (System, series, stages) الجيولوجية التى تتبعها الوحدات الصخرية كما هو موضح بالشكل ( ٢٢٨ )

**المجسمات :** (Three dimensional diagrams)

تمثل التراكيب الجيولوجية فى الأبعاد الثلاثة بعدة طرق منها التمثيل المجسم بطريقة الحشوات أو الخواجز (Panel diagarms) والتمثيل المجسم بطريقة المنظور (Isometric diagrams) والتمثيل المجسم باستخدام النماذج (Block diagrams) وتعتبر الطريقتان الأولى والثانية من أهم الوسائل فى تمثيل التراكيب المعقدة والعلاقات الاستراتجرافية كثيرة التغير حيث تساعد فى إيجاد الحلول لبعض المسائل التركيبية مثل الأعمال الخاصة باستكشاف التراكيب الحاوية للبترول فى محاولة لتصور أشكالها ومدى امتدادها فى الأبعاد الثلاثة . وفى هذه الطرق نادراً ما يخضع المقياس الرأسى ليساوى المقياس الأفقى . ونستخدم بوجه العموم عندما تكون المعلومات التركيبية والاستراتجرافية للجيولوجيا تحت السطحية محصورة فى ما حصل عليه من حفر مجموعة آبار بالمنطقة بغرض الدراسة أو البحث أو التنقيب . وتكون هذه المجسمات إما تركيبية أو استراتجرافية أما التمثيل المجسم باستخدام النماذج فإنه يلجأ إليه فى بعض الحالات الخاصة مثل مشروعات




(شكل ٢٢٨)

للقطاعات العمدانية

إنشاء السدود والخزانات فتعمل نماذج على شكل مكعب أو متوازى مستطيلات تصنع من الخشب أو الجبس أو من الزجاج لتوضيح التراكيب الجيولوجية بتمثيلها على الجوانب الرأسية الأربعة للنموذج وقد ترسم قطاعات رأسية على ألواح من الزجاج وتوضع عند أجزاء معينة من النموذج . كذلك قد يشكل السطح العلوى للنموذج ليمثل طبوغرافية السطح . وتعتبر هذه الطريقة من التمثيل المجسم غير عملية لنشر المعلومات الجيولوجية وإن اعتبرت من أفضل وسائل الإيضاح لغير المتخصصين .

**المجسم بطريقة الحشوات والحواجز :**

هى إحدى طرق التمثيل المجسم التى تبين العلاقة الصخرية بين عدد من الآبار التى لا تقع على خط قطاع واحد . وتحتاج هذه الطريقة إلى وقت وجهد كبير لهذا لا تستعمل إلا فى حالة قصور الخريطة الجيولوجية عن توضيح المعالم الجيولوجية الضرورية .

ويمكن تلخيص عمل المجسم بطريقة الحشوات أو الحواجز فى الخطوات التالية :

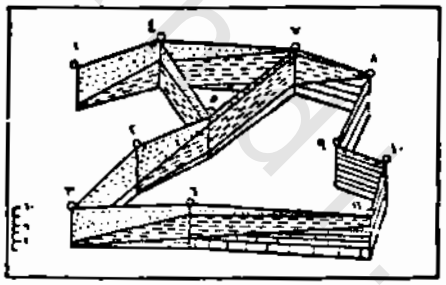
١ ــ توقع أماكن الآبار على خريطة أساسية (Base map) محدد عليها شبكة محاور الأحداثيات ( س ، ص ) الأفقية والرأسية ( خطوط الطول وخطوط العرض ) ويرسم خط رأسى يمر بكل مواقع الآبار .

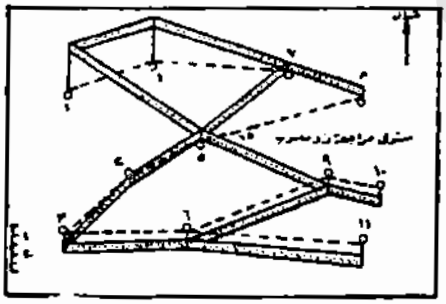
٢ ــ يحدد سطح المراجعة (Datum horizon) بمستوى سطح البحر فى المجسمات التركيبية ، أما فى المجسمات الاستراتجرافية فإن سطح المراجعة قد يكون سطح طبقة معلوم منسوبها أو سطح الأرض .

يلى ذلك اختيار مقياس الرسم الرأسى المناسب بحيث يمكن تمثيل التغيرات وإظهار المعالم الضرورية دون تداخلات رأسية بين الآبار أو الحشوات المختلفة .

٣ ــ فى حالة إنشاء مجسم تركيبى تعتبر مواقع الآبار على الخريطة لها نفس

المنسوب أى تقع فى مستوى أفقى واحد ( سطح البحر مثلا ) وتعين مناسيب سطح الأرض عند الآبار المختلفة بالقياس رأسيًا إلى أعلى أو إلى أسفل من موقع الآبار مسافات تكافئ منسوب سطح البئر ( بمقياس الرسم الرأسى ) ارتفاعاً أو انخفاضاً عن منسوب سطح البحر ويعين بروفيل سطح الأرض بتوصيل هذه النقط كروكيًا باليد . ثم من نقط السطح كنقطة بداية يبدأ تحديد الطبقات بتعين أعماقها من السطح مباشرة من المعلومات الصخرية للآبار (Lithologic logs) وفى بعض الحالات يكون المطلوب تمثيل جزء من التتابع الصخرى دون التتابع كله فتؤخذ نقط الآبار لتمثل مستوى ذو منسوب أسفل أو أعلى سطح البحر يختار قريباً ما أمكن من منسوب التكوين المراد تمثيله ثم يحسب المنسوب الحقيقى للتكوين فى الآبار بطرح منسوب سطح البئر من عمق التكوين ويبين شكل ( ٢٢٩ – ب ) مجسم تركيبى بطريقة الخشوات مستخدماً مستوى مراجعة ماراً بنقط الآبار يمثل المنسوب ١٥٠٠ متر تحت سطح البحر حيث استخدم





(شكل ٢٢٩) ( ب ) مجسم تركيبى
مجسم بطريقة الخشوات أو الحواجز

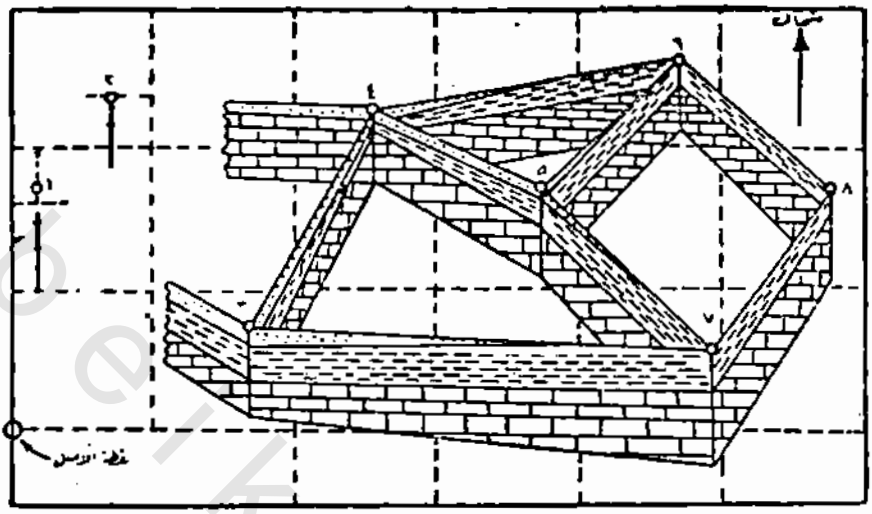
هذا المستوى لتوقيع الشكل التركيبى لطبقة حجر رملى . وبتوصيل سطوح الاتصال بين كل بئرين متجاورين على شكل حاجز أو حشوه يمكن تمثيل التركيب .

ومن القواعد العامة أن يكمل أحياناً عمل الخشوات للآبار فى جزء الخريطة الشرقى — الغربى ثم الجزء الشمالى غربى — جنوب شرقى ، الشمال شرقى — جنوب غربى إلى حيث يختفوا خلف جزء الخريطة الذى أكمل أولا . ويستخدم المجسم بطريقة الخشوات فى تمثيل التراكيب التى تميل غالباً فى الاتجاه شرق — غرب فإذا كان التركيب يميل فى اتجاه شمال — جنوب استخدم المجسم المنظور أو يؤخذ اتجاه الشمال فى الخريطة بدلا من أن يكون فى اتجاه حرف الخريطة الرأسى ( الوضع العادى ) يكون اتجاه الشمال فى اتجاه حرف الخريطة الأفقى .

٤ — فى حالة إنشاء مجسم استراتجرافى ، تؤخذ نقط الآبار على سطوح إحدى الطبقات أو سطح عدم توافق وعند كل من نقط الآبار يرسم خط رأسى توقع عليه الطبقات بسمكها الحقيقى ووضعها بالنسبة لسطح الطبقة المرجع أو سطح عدم التوافق ثم توصل الوحدات الصخرية فى الآبار المختلفة بنفس الطريقة السابقة . ويبين شكل ( ٢٣٠ ) مجسم استراتجرافى تمثل نقط الآبار فيه سطح عدم توافق ويبين الشكل التغيرات فى سحنات الصخر اتجاهات ترقيق وشطف الصخر كذلك مواقع التخطى فى تكوين صخرى من حجر رملى وصلصال وحجر جيرى .

كذلك يبين شبكة المحاور المستخدمة فى توقيع الآبار بأحداثياتها . ويظهر البئرين ١ ، ٢ سطوح الاتصال بين الطبقات دون عمل الخشوات لتصل إلى البئرين ٣ ، ٤ ليبين طريقة توصيل الوحدات الصخرية بين الآبار والتى غالباً ما تكون بخطوط مستقيمة .

وعند اختيار اتجاه الخشوات التى تصل بين كل بئرين متجاورين فإن الخشوة أو الحاجز يجب أن يكون واجهة عريضة فمثلا إذا وصلنا البئرين



(شكل ٢٣٠)
مجسم استراتجرافى بطريقة الخشوات أو الحواجز

٦ ، ٧ فإن الخشوة بينهما لن تتعدى خطًّا مستقيماً واحداً لا يبين أى من الطبقات .

**المجسم المنظور :**

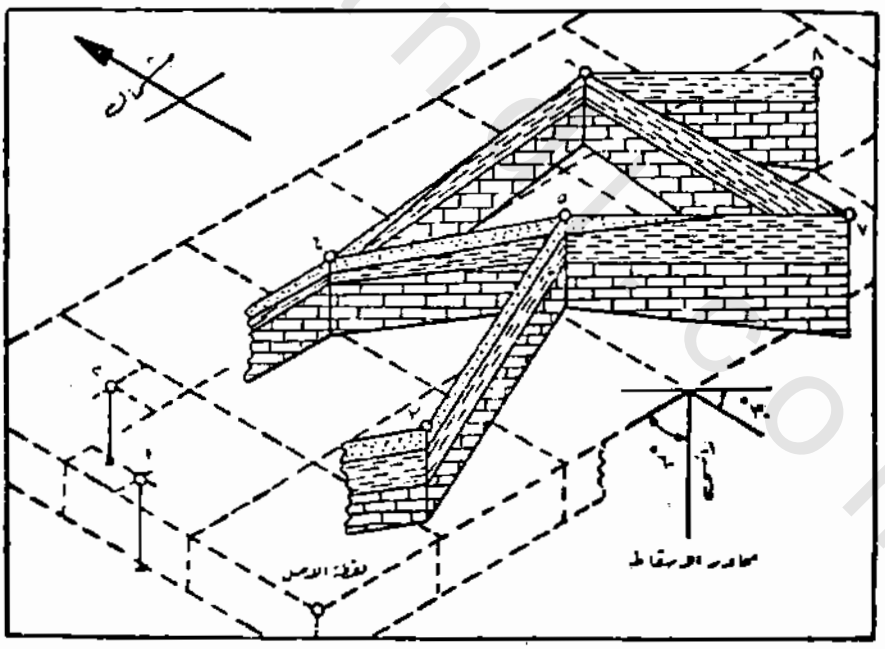
المجسم المنظور يستخدم فى بعض الأحيان ليظهر التغيرات التركيبية والاستراتجرافية التى قد لا تظهر على المجسم بطريقة الخشوات نتيجة لكبر مساحات التداخل بين الخشوات . ولا يختلف المجسم المنظور عن المجسم بطريقة الخشوات فى قليل أو كثير عدا أن المحاور الأفقية للإسقاط ( السينية والصادية ) بدل أن تكون خطوط أفقية وأخرى رأسية فإنها تمثل بخطوط تصنع زاوية مع الأفقى تعرف « بزاوية الإسقاط » أو « زاوية المنظور » وتكون هذه الزاوية مقدارها ٣٠° غير أنه يمكن أن تكون أية زاوية أخرى مثلا ٤٥° أو ٦٠° غير أن أفضل زوايا المنظور هى الزاوية ٣٠° حيث يطلق على المنظور فى هذه الحالة « بالمنظور الثلاثينى — ستينى » .

ويمكن تلخيص طريقة عمل المجسم المنظور كما يأتى :

١ ــ تحول شبكة المحاور من الخريطة الأساسية إلى شبكة توازى المحاور الأفقية للمنظور الثلاثينى ــ ستينى حيث تنقل الخطوط بنفس أطوالها على الخريطة الأساسية أى بنفس مقياس الرسم الأفقى ، بعدها تعين مواقع الآبار على شبكة المنظور المعلومة أحداثياتها . وترسم خطوط رأسية من هذه الآبار .

٢ ــ تتبع بعد ذلك نفس القواعد السابق تفصيلها فى رسم المجسم بطريقة الحشوات سواء لعمل منظورات تركيبية أو منظورات استراتجرافية .

ويبين شكل ( ٢٣١ ) المجسم الاستراتجرافى المنظور لنفس المعلومات المبينة بالمجسم الاستراتجرافى بطريقة الحشوات السابق ذكرها ( الموضحة بالشكل ٢٣٠ ) . كما يظهر على الشكل محاور الإسقاط المنظور . وجدير بالذكر أن اتجاه الشمال فى المنظورات يجب أن تبين بالشكل حيث يمكن توقيع الآبار



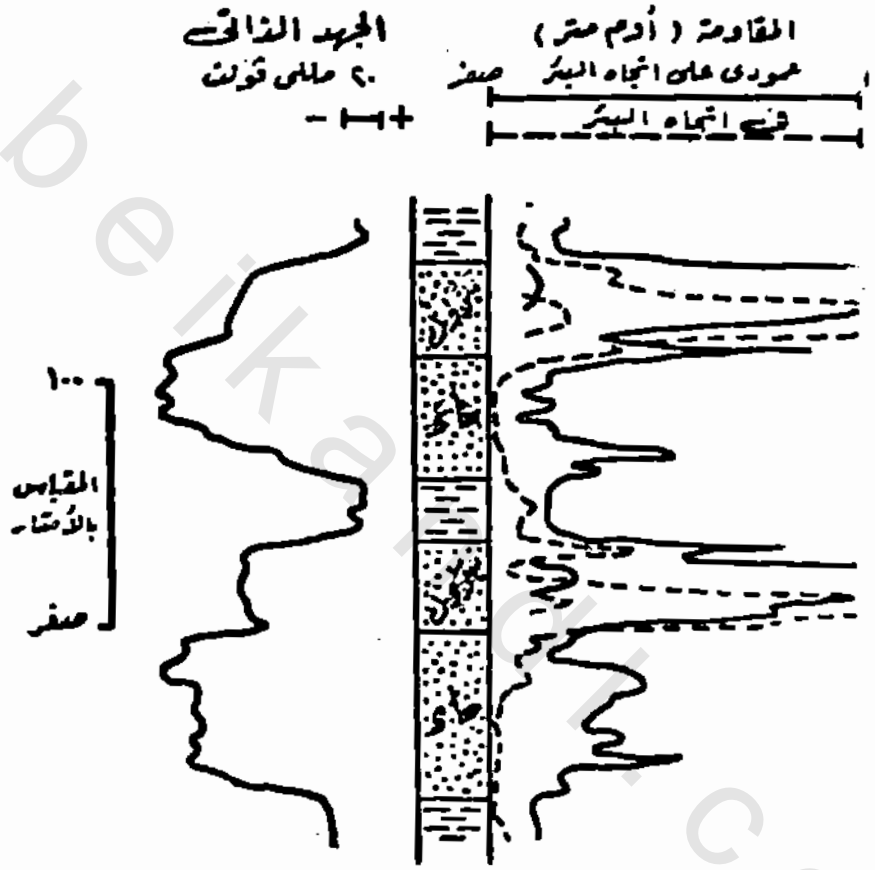

( شكل ٢٣١ )
مجسم استراتجرافى منظور

بحيث يتجه خط الشمال إلى الركن العلوى الأيسر للمنظور أو الركن السفلى الأيمن للمنظور .

**تسجيلات الآبار بالطرق الجيوفيزيقية :**

إن إنشاء القطاعات بالطرق السابق ذكرها قد يؤدى فى كثير من الأحيان إلى نقل صورة طبق الأصل من التتابع الصخرى المدروس بدلا من تحديد سطوح الاتصال بين الطبقات المختلفة وبصفة خاصة عند تمثيل قطاعات الآبار العميقة حيث يزيد عدد طبقات التكاوين الصخرية عن بضعة مئات لذلك نلجأ فى تلك الحالات إلى ما يعرف بالقطاعات أو الرسمات الجيوفيزيقية وهى قطاعات رأسية تبين خواص صخور التابع الصخرى الميكانيكية مثل المسامية والنفاذية والخواص الطبيعية مثل مقاومات الصخور لإمرار التيار الكهربى والخواص الكهروكيميائية مثل الجهد الذاتى لأنواع الصخور وسلوكها عند تعرضها للإشعاعات ( رسمات النيوترونات ) كذلك احتوائه على خامات مشعة ( رسمات أشعة جاما ) . وتمتاز هذه الرسمات على أنها تبين التكاوين الصخرية بصورة تكاملية وليس تفاضيلية كما هو الحال فى القطاعات الليثولوجية حيث تصنف صخور التتابع إلى وحدات متقاربة الخواص تكون أقل عدداً من عدد الطبقات فى التابع ويمكن الاعتماد على الرسمات الجيوفيزيقية فى الترابط الصخرى بين الآبار كذلك معرفة ليثولوجية الصخر عند منسوب من الرسمات وذلك لعدم التوصل إلى بعض الأشكال العيارية ( سمات الصخور مختلفة الليثولوجية ) .

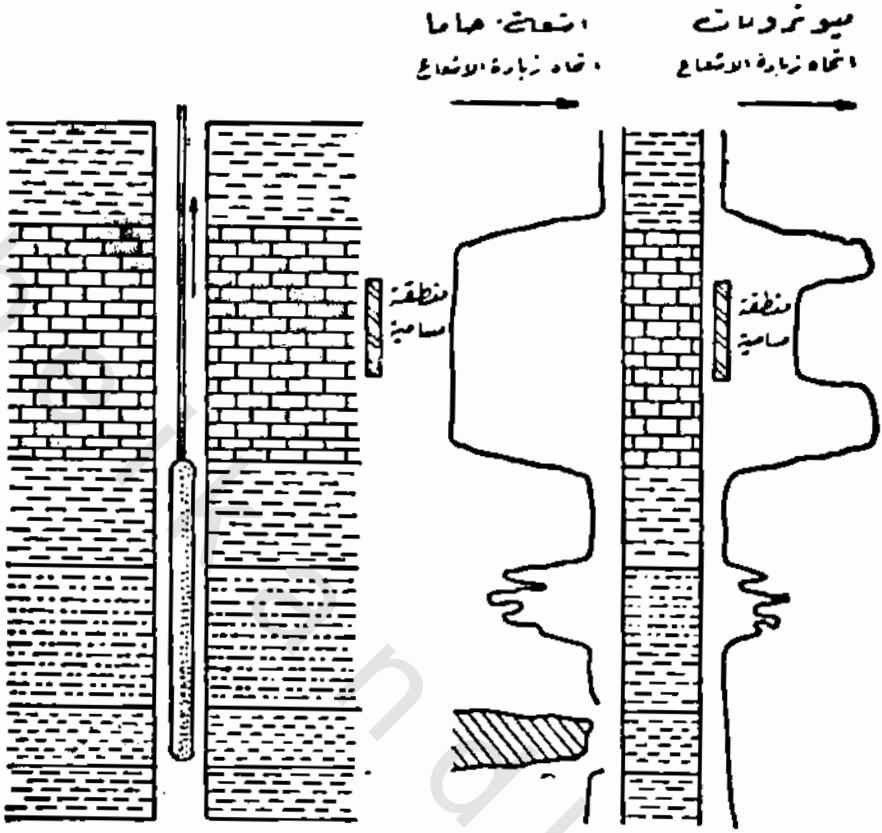
ويبين شكل ( ٢٣٢ ) تسجيلات كهربية (Electric logs) لإحدى الآبار لمقاومة إمرار التيار (Resistivity) وأخرى تبين الجهد الذاتى (Self potential) ويبين الشكل ( ٢٣٣ ) تسجيلات إشعاعية لإحدى الآبار بالنيوترونات وأخرى بأشعة جاما .




( شكل ٢٣٢ )

تسجيلات كهربية لبئر رأسى

obeikan.com




(شكل ٢٣٣)
تسجيلات إشعاعية لأحد الآبار الرأسية

## الخرائط الاستراتجرافية

الخريطة الاستراتجرافية هى تعبيرات تخطيطية أو بيانية توضح مواقع الوحدات الصخرية الرسوبية وتبين امتدادها فى الأبعاد الثلاثة كما تظهر بعض خواص الصخور ونوع الحفريات وتوزيعها فى التتابع الطبقى والتغير فى سحنة ونسيج الوحدات الصخرية وعلى ذلك فإنه لا يمكن تمثيل مثل هذه الظواهر الاستراتجرافية على خريطة واحدة بل بإنشاء عدد من الخرائط لنفس المنطقة

تظهر كل منها أحد المتغيرات ، ويمكن الربط بين متغير وآخر بتطبيق خريطة هذا المتغير على الأخرى .

كذلك يختلف مستوى الأساس أو السطح المرجع الذى يستخدم كمستوى مقارنة لبقية الوحدات والطبقات لأنواع الخرائط الاستراتجرافية المختلفة . فيكون مستوى الأساس فى الخرائط التركيبية هو سطح البحر ( أو أى مستوى موازى له ) وفى خرائط السحنة والخرائط متساوية العمق والخرائط متساوية السمك يستخدم السطح العلوى لإحدى الطبقات القريبة من التكوين المراد تمثيل التغير عنده بينما فى الخرائط الجغرافية والجيولوجية والتكتونية القديمة يمثل مستوى الأساس بأحد المستويات الزمنية .

وعلى ذلك يمكن تقسيم مستويات الأساس فى الخرائط الاستراتجرافية إلى مستويات تعتمد على وحدة زمنية ، أو وحدة زمنية صخرية أو وحدة صخرية .

**١ — الوحدات الزمنية (Time rock units) :**

يقسم الزمن الجيولوجى عامة إلى أحقاب (Eras) ، وعصور (Epochs) وأحيان (Ages) وترسم حدود هذه الوحدات الزمنية على الخريطة اعتماداً على الأحداث الجيولوجية واسعة الانتشار والتى تبين التوزيع الإقليمى للصخور والبحار والمرتفعات والمنخفضات وتستخدم الوحدات الزمنية فى رسم خرائط الجغرافيا القديمة والجيولوجيا القديمة والتكتونية القديمة .

**٢ — الوحدات الزمنية الصخرية (Time rock units) :**

تعرف الوحدة الزمنية الصخرية بأنها التتابع الطبقى المحصور بين سطحين زمنيين ، وترسم حدود هذه المستويات الزمنية اعتماداً على التطور البيولوجى أى التطور فى صورة الحياة كما تبينها الحفريات . ويقسم الزمن الجيولوجى إلى نظام (System) ، ومرحلة (Series) والنسق (Stage) وتشمل الوحدات الطبقية التى ترسبت خلال فترة زمنية محدودة دون اعتبار لنوع هذه الطبقات بمعنى

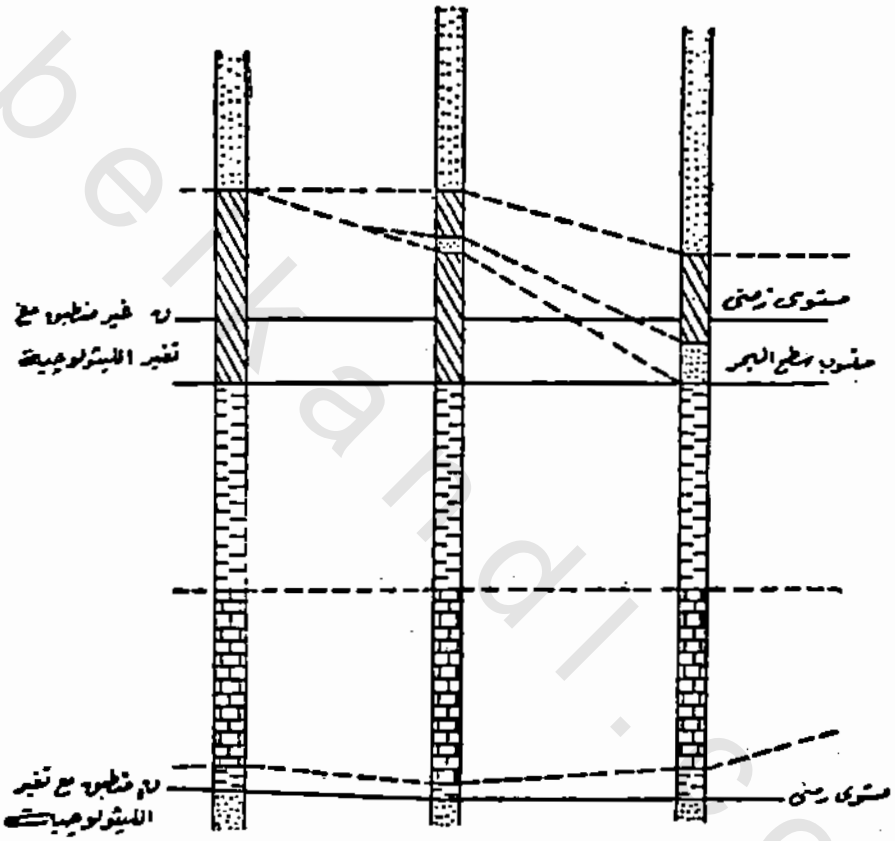
أن تكوين حجر رملى قد يكافئ تكوين حجر جيرى أو طفل فى مكان آخر لتكوينهما فى نفس الفترة الزمنية وتستخدم الوحدات الزمنية الصخرية فى الخرائط الجيولوجية التى تبين متجهات الطبقات أو الخرائط التركيبية . فإذا حدث توقف فى التطور البيولوجى وكان مصحوباً بتغير فى نوع الصخور فإن الوحدة الصخرية تكافئ الوحدة الزمنية .

**٣ ــ الوحدات الصخرية :**

ويعتمد رسم حدود الوحدات الصخرية على التغير فى نوع الصخور أو التوقف المفاجئ فى الترسيب وقد تتكون الوحدة الصخرية من تكوين واحد (Formation) وقد تتكون من عدة تكاوين . (Group)

ويبين شكل ( ٢٣٤ ) العلاقة بين الوحدات الزمنية ، والوحدات الزمنية الصخرية ، والوحدات الصخرية ، فى ثلاثة آبار .

ويفضل استخدام الوحدات الصخرية فى إنشاء الخرائط التركيبية لما للوحدات الصخرية من سطوح طبيعية مميزة تفصل بين التكاوين المختلفة وإن كان فى كثير من الأحيان يحدث أن تختلف نوع الوحدة الصخرية من مكان لآخر أو فى نفس المنطقة وتفسر هذه الظاهرة بحدوث ترقيق أو توقف. فى الترسيب فى بعض الاتجاهات ، ويفضل استخدام الوحدات الزمنية الصخرية عند إنشاء الخرائط ذات الامتداد الإقليمى الكبير .




(شكل ٢٣٤)

العلاقة بين الوحدات الزمنية والوحدات الزمنية الصخرية

obeikandi.com

# خرائط الكنتورات التركيبية

**الكنتور التركيبى :**

مثل خط الكنتور الطبوغرافى تماماً إلا أنه تمثيل للتركيب الجيولوجى تحت السطح بينما خط الكنتور الطبوغرافى فهو يمثل سطح الأرض . وعلى ذلك فخط الكنتور التركيبى هو خط وهمى يصل بين نقط السطح لمستوى الأساس التى لها نفس المنسوب أى الواقعة فى مستوى أفقى واحد وعلى ذلك فهو منحنى تقاطع سطح طبقة الأساس مع مستوى أفقى ويكون خطًّا مستقيماً إذا كانت طبقة الأساس مستوية فى جميع نقطها وفى هذه الحالة يكون خط المضرب هو خط الكنتور التركيبى للطبقة أما فى الحالة العامة إذا كان سطح طبقة الأساس غير مستو فإنه يكون منحنياً مقفلا أو مفتوحاً ويتوقف على درجة تحدب أو تقعر سطح طبقة الأساس . ويبين شكل ( ٢٣٥ – ا ) النقط أ ، ب ، حـ المعلومة المنسوب من كنتورات الطبوغرافيا السطحية حيث منسوب نقطة أ = ٣٠٠ متر فوق سطح البحر ، ومنسوب نقطة ب = ١٠٠ متر فوق سطح البحر ومنسوب نقطة حـ = ٢٠٠ متر فوق سطح البحر وقد أمكن تخطيط خطوط مضرب الطبقة بمعلومية منسوب الثلاث نقطة حيث غطت خطوط المضرب المنطقة كلها كما فى شكل ( ٢٣٥ – ب ) وحفرت الآبار د ، هـ ، و ، ز حتى قابلت الطبقة فى العمق وقد وجدت منسوب الطبقة عند هذه الآبار كما تبينها خطوط مضرب الطبقة ولكن عند نقطة هـ لوحظ اختلاف طفيف فى معدل ميل الطبقة فتقرر حفر البئرين س ، ص – للتحقيق حيث ثبت أن خطوط مضرب الطبقة كما خططت لا تحقق امتداد الطبقة خارج النقطة أ ، ب ، حـ لذلك تقرر تعديل خطوط المضرب وتمثيل سطح الطبقة بخطوط كنتور تركيبية بمعلومية النقط أ ، ب ، حـ ، د ، هـ ، و ، ز ، س ، ص بدلا من خطوط المضرب كما فى شكل ( ٢٣٥ – حـ ) .

وهناك ثلاثة طرق لرسم الكنتورات التركيبية هى :

( ا ) الطريقة الميكانيكية .

( ب ) الفاصل المتساوى بين الكنتورات .

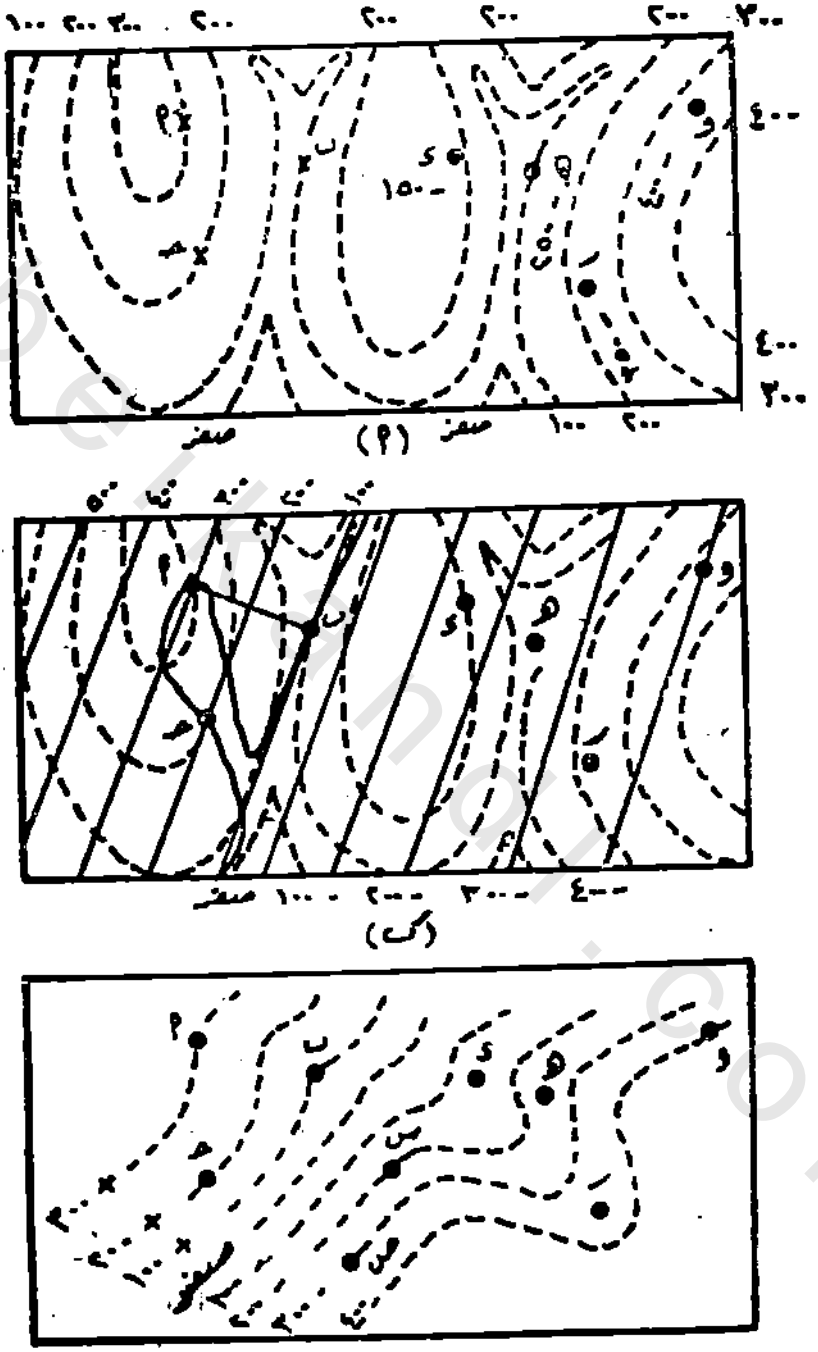
( حـ ) الطريقة التفسيرية (Interpretative Contouring)

وتستخدم الطريقة الميكانيكية فى حالة توافر عدد كبير من النقط معلومة المنسوب على سطح الأساس حيث تقسم المسافة بين كل نقطتين متجاورتين وتحسب مواقع الكنتورات – الصحيحة وبالفترة الكنتورية المناسبة ثم ترسم منحنيات الكنتور بين نقط التقسيم التى تحمل نفس المنسوب وهكذا قد يختلف الفاصل الأفقى بين الكنتورات من نقطة لأخرى وتعتبر هذه الطريقة أدق الطرق الثلاث فى تمثيل شكل التركيب ، وتستخدم طريقة الفاصل المتساوى بين الكنتورات فى حالة وجود عدة نقط قليلة معلومة المنسوب حيث يحسب متوسط الفاصل بين الكنتورات ويحتفظ بالفاصل بين الكنتورات وبعضها ، أما الطريقة التفسيرية فتستخدم فى حالة وجود بعض المعلومات السطحية التى قد تعطى فكرة عن شكل التركيب تحت السطح وعلى ذلك تشكل الكنتورات بحيث توافق الشكل التركيبى العام فى المنطقة .

خصائص الكنتورات التركيبية :

١ – يجب أن يمر خط الكنتور التركيبى بين مجموعتين من النقط إحداها أعلى منه فى المنسوب والأخرى أقل منه فى المنسوب .

٢ – خطوط الكنتور التركيبية لا تتقاطع مع نفسها ولا مع غيرها من الكنتورات إلا فى بعض الحالات الخاصة مثل الطيات المقلوبة والفوالق المعكوسة وعادة لا تبين الكنتورات التركيبية للأجزاء من مستوى الأساس الواقع أسفل مستوى القص وتبين الكنتورات فى هذه الحالة بخطوط مستمرة أو بسلسلة من النقط .




(شكل ٢٢٥)

العلاقة بين خطوب المضرب والكنتورات التركيبية

٣ ــ قد تتلامس أو تندمج خطوط الكنتورات التركيبية فى حالة تمثيل السطوح الرأسية والفوالق المضربية التى يكون فيها الانزلاق المضربى مساويًا أو أكبر من الفترة الكنتورية لسطح الأساس .

٤ ــ تبين المنخفضات الصغيرة المقفلة بخطوط هاشور تتعامد مع الكنتورات وتتجه إلى قاع المنخفض .

٥ ــ ترسم خطوط الكنتورات فى مجموعات بدلا من رسم كنتور واحد يتبع بآخر

٦ ــ تحبر الكنتورات بحيث أن كل خامس أو عاشر كنتور يكون أكثر سمكاً من بقية كنتورات الخريطة لما لهذه الطريقة من تأثير على عمق التركيب الممثل بالكنتورات .

٧ ــ عند اختيار الفترة الكنتورية التركيبية يجب أن نأخذ فى الاعتبار ما يأتى :

( ا ) كثافة النقط معلومة المنسوب حيث تزيد الكنتورات بزيادة المعلومات على الخريطة وبالتالى تقل الفترة الكنتورية .

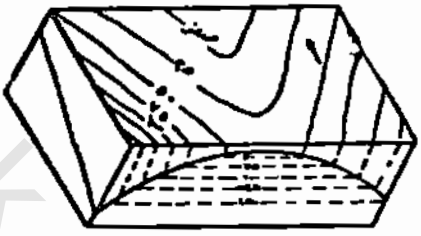
( ب ) دقة توقيع الارتفاعات بحيث تكون الفترة الكنتورية أكبر من حدود الخطأ المسموح به .

( حـ ) مقدار الميل حيث تستخدم فترة كنتورية صغيرة للتراكيب صغيرة الميل وتزيد الفترة الكنتورية مع زيادة ميل التركيب .

( د ) مقياس رسم الخريطة الأفقى حيث تقل الفترة الكنتورية كلما كبر مقياس رسم الخريطة .

٨ ــ يعتمد الفاصل الأفقى بين الكنتورات التركيبية على زاوية ميل التركيب ويمكن حساب هذا الفاصل من العلاقة : الفاصل = الفترة الكنتورية × ظتا ( زاوية ميل التركيب ) .

٩ ــ عند اختيار طريقة رسم خطوط الكنتور ( بإحدى الطرق الثلاثة السابق ذكرها ) لابد من عمل دراسة استطلاعية للمنطقة لأخذ فكرة مبدئية عن أنواع التراكيب بالمنطقة من حيث درجة تماثلها فإذا كانت متماثلة أمكن استخدام الفاصل المتساوى بين الكنتورات ، وغالباً ما تتقارب الكنتورات عند جناح الطية شديد الميل وتتباعد عند اتجاه الغطس كذلك قرب منطقة القمة أو القاع كما هو موضح بالشكل ( ٢٣٦ ) .



( شكل ٢٣٦ )
التغير فى الفاصل الأفقى بين الكنتورات التركيبية

١٠ ــ عند تحديد مواقع خطوط الكنتورات بالتقسيم بين نقطتين معلومتى المنسوب يمكن استخدام إحدى الطرق المساحية السريعة فى هذا التقسيم . باستخدام شبكة تقسيم إشعاعية مثلا .

١١ ــ عند معرفة مكشف الطبقة أو السطح الأساسى الممثل بمجموعة خطوط كنتورية تركيبية ، يمكن تحديد منسوب عدد من النقط على هذا المكشف إلى أن يختفى تحت تكاوين أخرى نتيجة لتآكله ، عند ذلك يمكن قياس منسوب عدد من النقط الأخرى على أى تكوين آخر أعلى أو أسفل مستوى الأساس وبإضافة أو طرح السمك الاستراتجرافى يمكن الحصول على منسوب النقط المكافئة على منسوب الأساس . وفى كثير من الأحوال تستعمل عدة تكاوين بالإضافة إلى طبقة الأساس . وبحسب السمك الاستراتجرافى بمعلومية عرض مكشف الطبقة وزاوية ميل الطبقة كما يمكن حساب عمق الطبقة

بمعلومية سمك الطبقة وميلها كما فى حالة الطبقات البسيطة .

١٢ ــ تنشأ الخريطة الكنتورية التركيبية بفرض اختيار مواقع الحفر والتنقيب عن التراكيب المقفلة الحاوية للبترول لذلك عند اختيار مستوى الأساس يجب أن يكون من العمق بحيث يشمل التكاوين من السطح إلى العمق كذلك أن يكون فى موازنة مع مقياس رسم الخريطة بحيث يسمح بتمثيل التركيب كاملا على الخريطة .

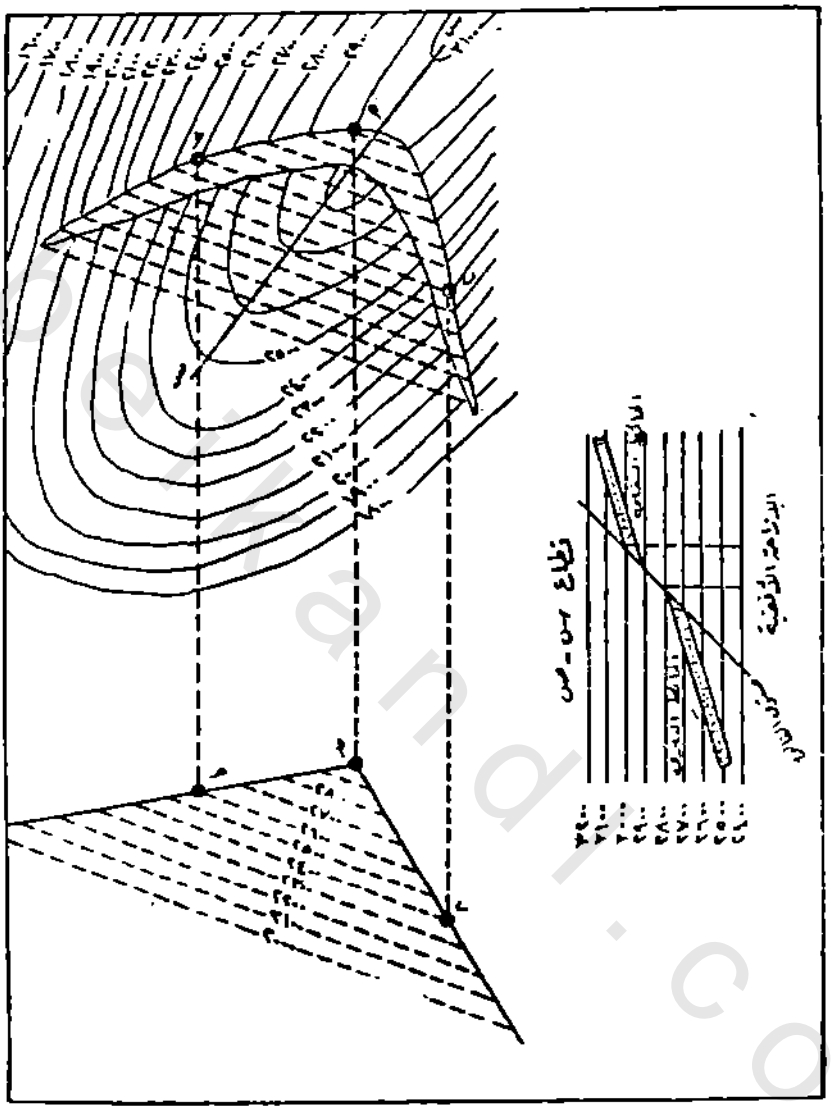
١٣ ــ يفضل أن ترسم خطوط الكنتور على الخريطة فى نفس وقت أخذ القياسات بالحقل لأنه فى كثير من الأحيان تظهر بعض الصعوبات أثناء رسم الكنتورات حيث يحتمل وجود أكثر من تفسير لشكل التراكيب ويكون من الأفضل مطابقتها على الطبيعة وقت القيام بأعمال المساحة الجيولوجية .

١٤ ــ عندما يعبر خط كنتور تركيبى محور طية يكون هناك تغير فى اتجاه المضرب فإذا كانت الطية غاطسة تكون الكنتورات على شكل خط متعرج تسير رؤوسها ناحية الغطس فى الطية المحدبة وعكس اتجاه الغطس فى الطية المقعرة .

١٥ ــ يوجد انعكاس لاتجاه الميل فوق محاور الطيات ولذلك يكرر أعلى خط كنتور تقع عند قمة الطية المحدبة وأقل خط كنتور يقع عند قاع الطية المقعرة .

١٦ ــ يفضل الاحتفاظ بمعدل ثابت للتغير فى الميل أى استخدام فاصل متساوى بين الكنتورات وجعل التغير فى الميل تدريجيًا إذا تطلب ذلك . وفى المناطق التى تكون درجات ميولها مختلفة عن بقية الخريطة يجب إعادة دراسة المنطقة لإمكانية وجود فوالق بها .

١٧ ــ يمثل الفالق عادة على الخريطة الجيولوجية بمكشفه الذى يكون على شكل مستقيم أو منحنى ، ولكن الفوالق على خريطة الكنتورات التركيبية لا يمثل بخط واحد كما هو الحال على الخريطة الجيولوجية . فمثلا بسبب الفالق العادى




( شكل ٢٣٧ )

الكنتورات التركيبية للفالق العادى

إزاحة أفقية لمستوى الأساس . أما فى حالة الفالق الرأسى فإنه لا يكون هناك إزاحة أفقية للفالق لذلك يمثل على خريطة الكنتورات التركيبية بخط واحد ويوضح الشكل ( ٢٣٧ ) فالق عادى والشكل ( ٢٣٨ ) فالق معكوس وفيها

تتسع الإزاحة الأفقية كلما قلت زاوية ميل مستوى فالق ، ويعتمد تحديد الإزاحة الأفقية فى خريطة الكنتورات التركيبية على عدد النقط معلومة المنسوب على مستوى الأساس على جانبى الفالق كذلك معلومية ثلاث نقط على مستوى الفالق لتحديد متجهات الفالق أو بمعنى آخر الكنتورات التركيبية للفالق وتحديد منحنى تقاطع خطوط مضرب الفالق مع الكنتورات التركيبية لمستوى الأساس على جانب الفالق .

## أنواع خرائط الكنتورات التركيبية

**١ ــ فى حالة عدم توفر معلومات عن طبوغرافية المنطقة :**

( ا ) معلومية متجهات طبقة ( الميل والمضرب ) وعدم توفر مكاشف أو سطوح اتصال التكاوين إما نتيجة تغطية المنطقة بتكوين واحد أو حالة التآكل المبكر .

( ب ) معلومية مكاشف الطبقات وسطوح الاتصال بين التكاوين والحصول على متجهات هذه التكاوين بالتقدير من الصور الجوية .

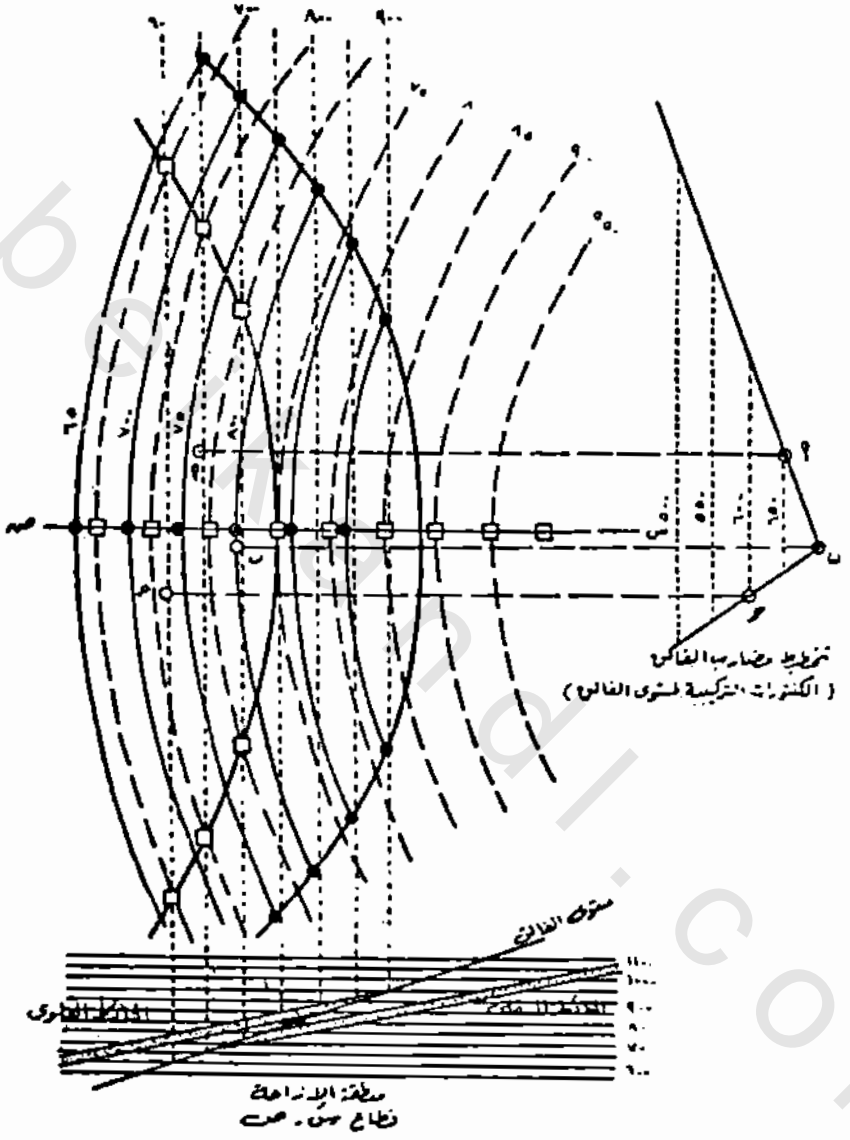
( حـ ) معلومية كل من متجهات ومكاشف الطبقات .

**٢ ــ حالة توفر معلومات عن طبوغرافية المنطقة :**

( ا ) معلومية خريطة تبين طبوغرافية المنطقة واستخدام الصور الجوية لتحديد مكاشف بعض التكاوين وتقدير متجهاتها من هذه الصور الجوية .

( ب ) معلومية كل من متجهات ومكاشف الطبقات بالمساحة الجيولوجية.

( حـ ) عدم توافر متجهات الطبقات ومعلومية سطوح الاتصال بين التكاوين كذلك مستوى الفالق والتركيب من مظهر السطح أو من معلومات امتداده فى الأعماق .



( شكل ٢٣٨ )

الكنتورات التركيبية للفالق المعكوس وتحديد منطقة الإزاحة الأفقية

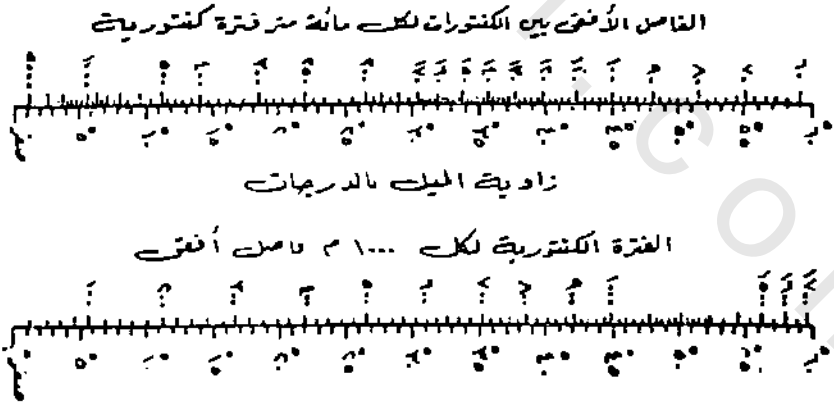
**أولاً : أ ــ معلومية منجهات الطبقات فقط :**

**المعطيات :** معلوم الميل والمضرب أو مركبات الميل ( الميل الظاهرى ) على خريطة أساس .

**المطلوب :** رسم خريطة كنتورية تركيبية توضح شكل التركيب السائد بالمنطقة .

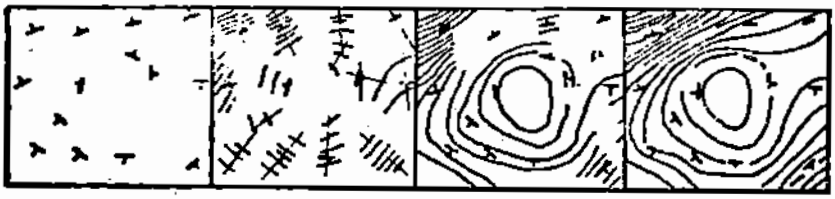
**العمل :** ١ ــ تختار فترة كنتورية مناسبة ويحسب الفاصل الأفقى بين خطوط الكنتور لزوايا الميل بالمنطقة من العلاقة الفاصل الأفقى = الفترة الكنتورية × ظتا ( زاوية الميل ) وتستخدم رسوم بيانية تعرف بالنوموجراف كما فى شكل ( ٢٣٩ ) يمكن منها قراءة الإزاحة الأفقية مباشرة بمعلومية زاوية الميل والفترة الكنتورية كذلك حساب الفترة الكنتورية بمعلومية الفاصل الأفقى وزاوية الميل .

٢ ــ نمد اتجاه الميل بالخريطة وعلى هذه الخطوط وعلى جانبى المضرب توقع الفاصل الأفقى بين الكنتورات كما هو مبين بالشكل ( ٢٤٠ ) .




( شكل ٢٣٩ )

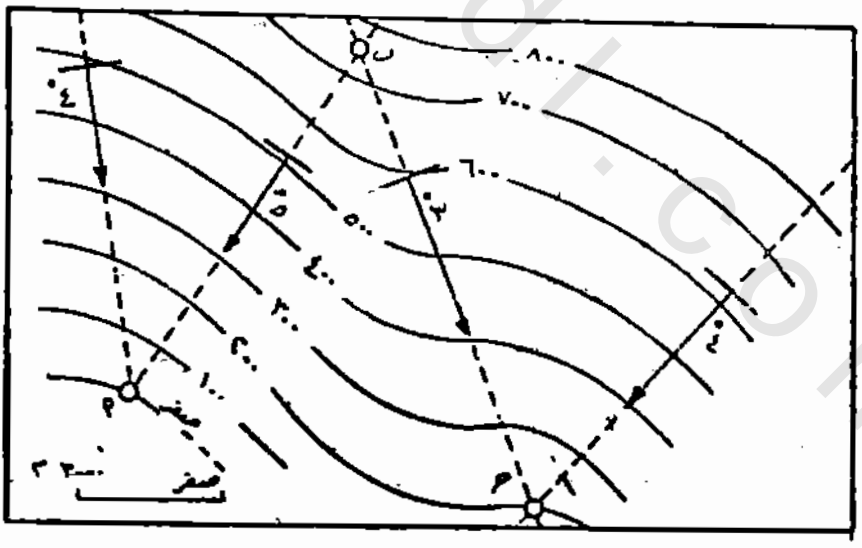
العلاقات البيانية بين زوايا الميل والفاصل بين الكنتورات والفترة



(شكل ٢٤٠)
رسم الكنتورات التركيبية بمعلومية الميل والمضرب

٣ – معلومية منسوب نقطة أو نقطتين على الخريطة يمكن رسم خطوط الكنتورات بالخريطة فإذا لم يتوفر منسوب أى نقطة بالخريطة ، توصل نقط التقسيم حول خطوط المضرب وبموازاتها .

ويبين شكل ( ٢٤١ ) طريقة خطوط الكنتور التركيبية بمعلومية أربعة ميول متجاورة بطريقة التقاطع . وهكذا يمكن رسم كنتورات المنطقة لتعطى شكله التركيبى النسبى دون تحديد المنسوب الفعلى للكنتورات .




(شكل ٢٤١)
تحديد الكنتورات التركيبية بطريقة تقاطع اتجاهات الميل

**ب ـ معلومية مكاشف التكاوين وعدد محدود من منجهات ومنسوب نقط المكشف من الصور الجوية :**

فى المناطق التى تغطيها الصور الجوية والتى يمكن منها تحديد مكاشف الطبقات وتقدير منجهاتها إما باستخدام ستريوسكوب بسيط أو بعض الأجهزة الأكثر تعقيداً من أجهزة المساحة الجوية مثل الاستريوبلاتوجراف والبروكارترجراف والملتبلكس والاستريوكمبارتوجراف والكلش وكلها أجهزة يمكن بواسطتها تحويل الصور الجوية إلى خرائط كنتورية طبوغرافية ( بشرط توافر منسوب عدة نقط ) وخرائط جيولوجية تبين مكاشف الطبقات ، غير أن هذه الأجهزة لا يمكن توافرها للجيولوجى . وباستعمال عدسة جيب مكبرة ( × ١٠ ) يمكن للجيولوجى تحديد مكاشف الطبقات من الصورة الجوية ونقلها عن خريطة أساسية ، كذلك يمكن له حساب ميل التكاوين المختلفة من المعادلة :

$$\text{الميل المماس} = \frac{\text{البعد البؤرى لعدسة التصوير} \times \text{فرق البرالاكس بين نقطتين}}{\text{خط القاعدة النظرى للصورة فى المسافة بين النقطتين على الصورة}}$$

غير أن مثل هذا النوع من المعلومات وإن كان من أساسات الجيولوجيا التصويرية إلا أنه عادة لا يتوفر للجيولوجى من على الصور الجوية لذلك يلجأ إلى وسيلة أخرى وهى تحديد مناطق الميول الرأسية والمسطحات الأفقية عديمة الميل وبالتالى تقدير ميل أى تكوين متوسط بينهما .

وتصنف الميول بالمنطقة إلى عدة مجموعات تعطى برموز ميل ومضرب تدل مقدار ميلها النسبى وبعد ذلك تخطط الكنتورات بنفس الطريقة السابق شرحها فى ( ا ) .

**جـ ـ معلومية مكاشف ومنجهات الطبقات بطرق المساحة الجيولوجية :**

تمتاز هذه الطريقة بأكبر درجات الدقة وذلك لتوقيع مكاشف ومنجهات الطبقات بطرق المساحة الأرضية من الحقل مباشرة ، وتتبع نفس قواعد رسم

خطوط الكنتور السابق شرحها . ولكن هذه الطريقة كأى من الطرق السابقة ينقصها منسوب الكنتورات الحقيقى فهى تمثل التركيب دون تحديد منسوبه من مستوى الأساس .

**ثانياً : ا ـ معلومية طبوغرافية المنطقة ومكاشف الطبقات من الصور الجوية :**

فى كثير من المشروعات الهندسية تكون منطقة المشروع مغطاة بخرائط كنتورية تبين طبوغرافية المنطقة رسمت بوسائل المساحة الأرضية أو بعد تحويلها من الصور الجوية باستخدام الأجهزة السابق ذكرها . بينما فى معظم الأحوال تكون الخرائط الجيولوجية للمنطقة غير متوفرة وذلك لأن الخرائط الطبوغرافيه غالباً ما تكون مطاوبة فى كثير من الأعمال الإنشائية مثل استصلاح الأراضى ومشروعات المياه الأرضية وإنشاء الطرق وخطوط السكك الحديدية بينما الخرائط الجيولوجية ذات طابع خاص ويحتاج إليها عند الدراسة التفصيلية للمشروعات . وقد يحتاج إلى إنشاء خريطة كنتورات تركيبية للمنطقة دون القيام بعمل مسح جيولوجى للمنطقة بغرض الاستطلاع . مثلا فى أعمال البحث والتنقيب عن البترول والخامات المعدنية حيث الهدف يكون استنتاج التراكيب الملازمة بالمنطقة قبل القيام بأعمال الجيولوجيا التفصيلية ويتم ذلك باستخدام الخرائط الطبوغرافية بالاستعانة ببعض الصور الجوية للمنطقة لتحديد مكاشف الطبقات . بتحديد هذه المكاشف على الخريطة الطبوغرافية يمكن تحديد منسوب عدد من النقط على أحد سطوح الطبقات ومنها يمكن رسم الخطوط الكنتورية لهذا السطح باستخدام المنسوب ومتجهات الطبقة بالتقدير من الصور الجوية .

**ب ـ معلومية خريطة طبوغرافية وأخرى جيولوجية للمنطقة :**

وهى أدق طرق تمثيل التراكيب بخطوط كنتورات تركيبية حيث يتوفر متجهات الطبقات كذلك منسوب عدد كاف من النقط على سطح مستوى

الأساس يمكن معه رسم خطوط الكنتورات التركيبية التى تمثل التركيب تمثيلا دقيقاً .

**حـ – معلومية اتصال التكاوين فى الآبار وتوفر معلومات الطبوغرافيا السطحية :**

هناك بعض الحالات التى يكون فيها التركيب السطحى له نفس مظهر التركيب تحت السطح حيث يمكن تمثيل التركيب تحت السطح بسهولة بمعلومية طبوغرافية السطح ومكاشف الطبقات .

وفى كثير من الأحيان لا يكون هناك علاقة بين التركيب السطحى والتراكيب تحت السطح ولتمثيل التركيب تحت السطح لابد من حفر عدة آبار عميقة تصل إلى التركيب . وفى هذه الآبار تعرف أعماق تواجد التكاوين المختلفة فى البئر وبمعلومية منسوب السطح للبئر يمكن حساب منسوب سطوح الاتصال بين التكاوين بعداً أو قرباً من سطح البحر وذلك بطرح العمق من منسوب سطح الأرض عند البئر . ويلاحظ أن يستخدم منسوب مستوى واحد للخريطة الواحدة .

وعند استخدام المعلومات المتحصل عليها من هذه الآبار ، يجب مراعاة أن البئر غالباً ما يميل عن الرأسية التامة وعند ذلك لابد أن نأخذ فى الاعتبار مقدار هذا الميل فى جميع حسابات العمق وسمك الطبقات وميولها وذلك باستخدام العلاقات الرياضية الآتية :

العمق الحقيقى = عمق الحفر × جتا ( زاوية ميل البئر عن الرأسى ) .

وغالباً ما تكون زاوية ميل البئر غير معلومة ويمكن حسابها من المعادلة :

$$\text{جتا } \theta = \text{جتا } \gamma \text{ جتا } \theta' + \text{جا } \gamma \text{ جا } \theta' \text{ جتا } \psi$$

وتكون الإشارة موجبة ( + ) إذا كان ميل البئر فى عكس ميل التكاوين .

وسالبة ( – ) إذا كان ميل البئر مع ميل التكاوين .

حيث $\theta'$ = زاوية الميل الظاهرى للتكوين فى البئر .

$\gamma$ = زاوية ميل البئر عن الرأسى .

$\theta$ = زاوية الميل الحقيقى للتكوين .

$\Psi$ = الزاوية المحصورة بين انحراف البئر واتجاه مضرب التكوين .

وتقاس زاوية انحراف البئر باستخدام بعض وسائل مساحة الآبار التى تكون فى أبسط صورها مكونة من بوصلة مغناطيسية حرة الحركة أمام لوح فوتوغرافى حساس تدلى فى البئر إلى العمق المطلوب وتمنح البوصلة فترة حتى تستقر ثم تعطى إشارة ضوئية فتسجل وضع الإبرة المغناطيسية على اللوح الحساس ويمكن منه حساب الانحراف الجغرافى بمعلومية الانحراف المغناطيسى .

## د – الكنتورات التركيبية فى المناطق متعددة الفوالق :

يحدث فى كثير من الأحيان أن يتطلب عمل خريطة كنتورات تركيبية لمنطقة تأثرت بعدة فوالق متزامنة كما هو الحال فى القباب الملحية والتراكيب المماثلة . ولإنشاء الصورة التركيبية لمثل هذه المناطق لابد من توافر المعلومات عن جيولوجية تحت السطح فمثلا لتحديد مجموعة الفوالق يجب أن يكون منسوب مستوى الفالق لكل منهما قد قوبل فى عدد من الآبار لتعين متجهاته . وربما تؤخذ هذه المعلومات من السطح فى حالة امتداد الفالق حتى سطح الأرض . كذلك أن يكون عدد الآبار بالمنطقة كاف لتحديد كنتورات مستوى الأساس كذلك تعين المركبة الرأسية للانزلاق الكلى ( سبق تفصيل طريقة تعين مركبات الانزلاق الكلى عند شرح طرق تمثيل الفوالق ) كذلك العمر النسبى لكل فالق .

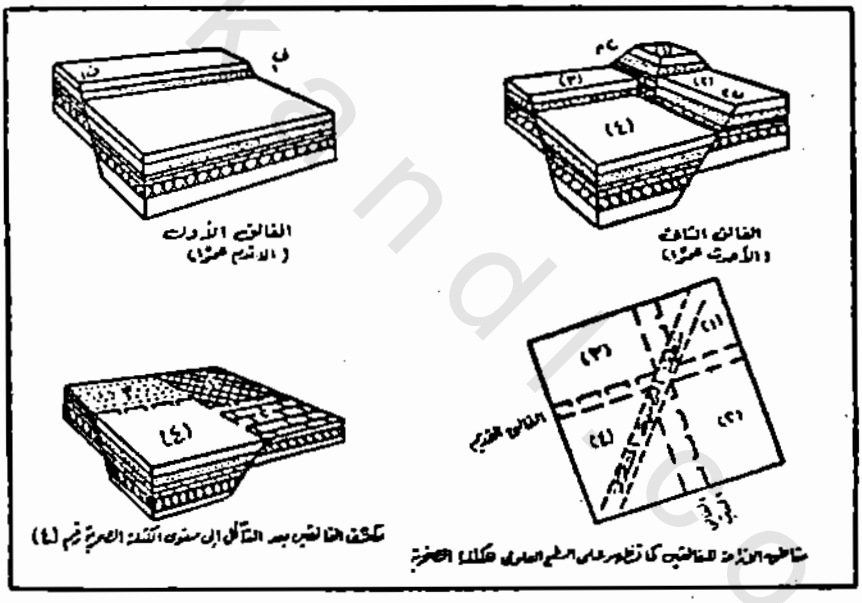
إن تعيين تقاطعات عدد من الفوالق قد يكون مركباً ويعتمد على مرحلة التآكل التى تعرض لها السطح كما فى شكل ( ٢٤٢ ) ويتضح أن مكشف الفالق يختلف عنه فى الكنتورات التركيبية كذلك فإن خطوط مضرب الفالق الحديث تكون لها درجة إزاحة أفقية بينما خطوط مضرب الفالق القديم تكون فى نفس اتجاهاتها مع حدوث فروق فى المنسوب . ويبين شكل ( ٢٤٣ ) الكنتورات

التركيبية لمستوى الأساس الذى تأثر بفترتين من الفوالق . حيث متجهات مستوى الأساس ( يتجه ٧١° شمال – شرق بزاوية ميل ١٨,٥ جنوب شرق ) ومتجهات الفالق الأقدم عمراً ( ٤٢° شمال شرق بزاوية ميل ٥٣° جنوب شرق ) .

ومتجهات الفالق الأحدث عمراً ( شمال – جنوب بزاوية قدرها ٥٣° شرقاً ) .

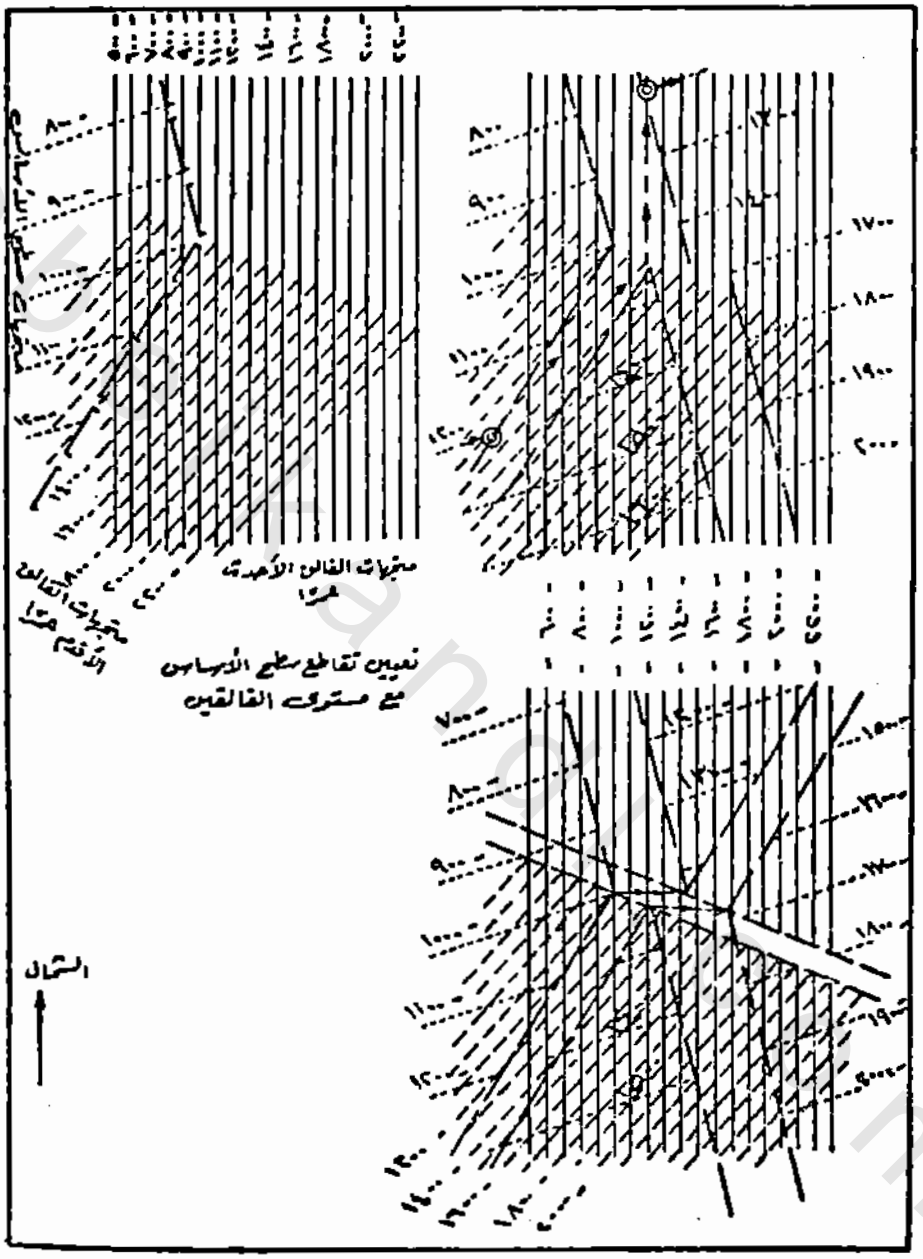
وكانت المركبة الرأسية للانزلاق الكلى للفالق الأقدم عمراً ٢٩٩ متر وللثانى ٤٩٠٠ متر والفترة الكنتورية = ١٠٠ متر .

وتتركز أهمية تعين تقاطعات الفوالق فى أن الركازات المعدنية غالباً ما تجد من هذه المناطق تراكيب مناسبة تكون عندها عروق الخام .




( شكل ٢٤٢ )

تقاطعات الفوالق على السطح وتحت السطح وعلاقته بمرحلة التآكل




( شكل ٢٤٣ )

الكنتورات التركيبية لمناطق متعددة الفوالق وتحديد مناطق الإزاحة الأفقية

## خرائط موحدة السمك

الخرائط موحدة السمك هى خرائط كنتورية تبين التغير فى سمك الطبقات أو الوحدات الصخرية الاستراتجرافية فى الأبعاد الثلاثة . ويصل خط الكنتور فيها بين النقط التى لها سمك رأسى موحد بين مستويين مقارنة ( مستوى سطح البحر وسطح التكوين الصخرى ) والخرائط موحدة السمك هى إحدى أنواع الخرائط الاستراتجرافية . ويوجد نوعان من هذه الخرائط موحدة السمك الظاهرى ( Isochore ) وموحدة السمك الحقيقى ( Isopach ) ويبين خرائط النوع الأول كنتورات التغير فى السمك الظاهرى للوحدة الصخرية الاستراتجرافية كما سجلت فى الآبار دون اعتبار لميل الوحدة الصخرية . بينما تبين خرائط النوع الثانى كنتورات التغير فى السمك الحقيقى أو السمك الاستراتجرافى للوحدة الصخرية .

## خرائط السحنة الصخرية

كثيراً من الوحدات الصخرية الاستراتجرافية تظهر تغيرات فى خواص الصخر فى كل من الاتجاهين الأفقى والرأسى ويشمل هذا التغير فى متراوجية الصخر وميكانيكية حبيباته وتعرف مثل هذه التغيرات باختلاف السحنة الصخرية وإن كان يفضل فى بعض الأحيان إطلاق التغير فى الوحدات الصخرية على التغيرات الرأسية وتحديد التغير فى السحنة على التغيرات الأفقية . وتدل خرائط السحنة على تغير بيئات الترسيب .

## خرائط الجغرافيا القديمة

تبين خرائط الجغرافيا القديمة توزيع الوحدات الصخرية ومعالمها الطبوغرافية كما كانت عليها فى زمن معين من التاريخ الجيولوجى . ولإنشاء هذه الخرائط لابد من معرفة أحد مستويات الأساس بالإضافة إلى مستوى زمنى . ويتحقق الشرطان فى سطوح عدم التوافق حيث يكون سطح التآكل هو مستوى الأساس والمستوى الزمنى يمثل بالفترة بين زمن تكوين الوحدات الصخرية أعلى سطح عدم التوافق . ومن أنواع هذه الخرائط خرائط الطبوغرافيا القديمة وهى عبارة عن خرائط كنتورية تبين بعض التراكيب المحفوظة بين صخور القشرة الأرضية والتى تكونت فى فترة زمنية ماضية . وبالمثل خرائط الجيولوجيا القديمة والتى تمثل مكاشف الطبقات عند مستوى زمن معين .

## خرائط الجيوفيزيقا والجيوكيمياء

تبين خرائط الجيوفيزيقا كنتورات التغير فى الخواص الطبيعية والميكانيكية للوحدات الصخرية فى الأبعاد الثلاثة باستخدام قياسات الجهد الذاتى ومقاومة إمرار التيار والإشعاع والتشعع كذلك معدلات الحفر وعلاقتها بخواص الوحدات الصخرية الميكانيكية وتبين خطوط الكنتور فى هذه الحالة التوزيع الموحد لهذه الصفات . كما تبين خرائط الجيوكيمياء الخواص الكيميائية للصخور مثلا توزيع الكربونات أو السليكات والتى يستفاد منها فى تحديد نوع البيئة القديمة لتكوين الوحدات الصخرية .