

10 - 1 - المخطط السهمي Arrow Plot

إن المخطط السهمي الوارد ذكره سابقاً والمبين في الشكل (8 - 13)، وهو تمثيل ذكي ذو بعدين لكمية ذات ثلاثة أبعاد، ففي هذا المخطط تمثل قاعدة السهم عمق النقطة الوسطى لمجال الارتباط وتناسب المسافة من الطرف اليساري إلى قاعدة السهم مع زاوية الميل الحقيقي للطبقة بينما يدل جذع السهم على اتجاه ميل الطبقة مع الأخذ بالحسبان أن الشمال الحقيقي يتوجه إلى أعلى الصفحة دائماً.

ويحوي المخطط السهمي النظامي في القسم اليساري على منحنى أشعة غاما الطبيعية وعلى منحنفين لقياس قطر البئر ويمثل زاوية انحراف الجهاز واتجاه الانحراف الذي يماثل على العموم لزاوية انحراف البئر واتجاه الانحراف.

10 - 2 - الجداول Listing

إن تمثيل النتائج المحسوبة عن طريق برامج التفسير المختلفة على شكل جداول يؤمن لنا تمثيل العمق وزاوية الميل الحقيقي للطبقة وسمت الميل وزاوية انحراف البئر (أو الجهاز) وسمت هذا الانحراف إضافة إلى منحنى تغيير القطر.

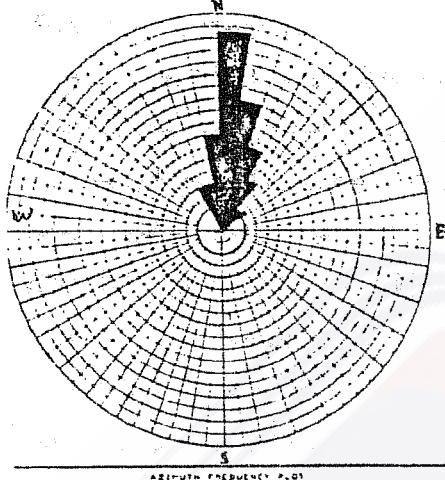
8 - 10 - 3 - الشريط المغناطيسي Magnetic Tape

يمكن تسجيل جميع النتائج على شريط مغناطيسي مقسم إلى تسع أقنية 9 - Track List وذلك من أجل تخزين المعلومات وسهولة التعامل عن طريق الحاسب.

8 - 10 - 4 - مخطط التواتر السمعي Azimuth Frequency Plot

ربما يكون مخطط التواتر السمعي أكثر التمثيلات المساعدة شيئاً، كما هو مبين في الشكل (8 - 18). وهو عبارة عن مخططشعاعي يوضح الاستمرار النسبي لاتجاه الميل داخل مجال عمق معين. وبعد رسم النقاط على المخطط الشعاعي قبل قيم زوايا الميل وأعمق النقاط المنسوبة إليها (الميل القردي) سوف لن تظهر على المخطط. وفي الحقيقة إن اختيار مجال الأعمق المشمول في مخطط التواتر السمعي هو اختيار حرج، لأن نتائج الحسابات الخاطئة ستدخل في عمل المخطط، لذلك لابد من أن يكون مجال الأعمق محدود بوحدة جيولوجية واحدة وإن أمكن بوحدة لمياثولوجية واحدة.

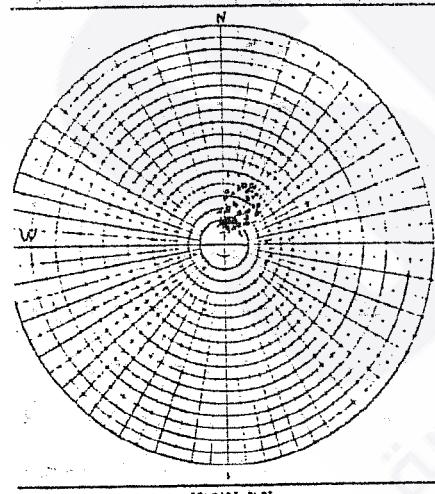
إن تغطية مجال أعمق كبير سيدوي إلى خلط النتائج مع بعضها وإلى تبعثر النقاط على المخطط، وبذلك يأخذ المخطط السمتى شكل وردة ويصبح ذات مفهوم غير واضح.



إن مخطط التواتر السمتى يحدد الاتجاهات الإحصائية المميزة للميل ضمن مجال عمق معين، ويمكن أن تمثل هذه المخططات الملامح البنوية والاتجاه السائد للتطبيق ولكنها غير قادرة على التمييز بينها. انظر الشكل (8 - 18) إن استخدام المخطط السمتى يلاؤ سهلا ولكنها قد تكون متوجهة بصورة كبيرة

شكل (8 - 18) عرض النتائج على مخطط التواتر السمتى ويمكن تعزيز قيمة هذا المخطط بإدخال معطيات موسعة أو معطيات مرشحة، لتحديد المستويات النوعية أو المستويات الرسوية المتشابهة وذلك عن طريق توقيع

النقاط التي:



- زاوية ميلها أكبر أو أصغر من ميل محدد
- قيم إشعاعها الطبيعي GR أكبر أو أصغر من قيمة محددة.
- لها تصنيف نوعية محددة.
- لها قياس قطر أصغر من قطر مفترض.
- لها قيمة استوائية أصغر من قيمة محددة. إن مخطط التواتر السمتى عادة ترافق المخطط السهمي بهذه مظراً إضافياً

شكل (8 - 19) يوضح عرض النتائج على المخطط القطبي

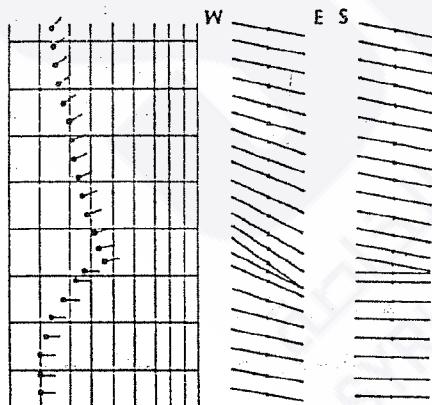
يوضح الاتجاه العام للميل البنوي. ويبدا بحسبها عادة على مجال أعمق محددة وثابتة كل منه قدم أو خمسون متراً مثلاً.

8 - 10 - 5 - المخطط القطبي Schmidt Plot - Polar Plot

يسمى المخطط القطبي بشبكة المنطقة المتسلفة أو مخطط Schmidt تحفظ في هذا المخطط معطيات زاوية الميل والاتجاه وت فقد قيم الأعماق. توقع زاوية الميل والاتجاه على شكل نقاط كما في الشكل (8 - 19) وتزداد زاوية الميل من المركز باتجاه الخارج. إن كثافة النقط وتجمعها تحدد زاوية الميل والاتجاه الأكثر استمرارية. ومن المحتمل أن يكون المخطط القطبي أفضل طريقة لتحديد الميل البنوي على افتراض أن الميل البنوي هو الأكثر تكراراً. وهو مفيد أيضاً بفضل الملامح البنوية والستراتغرافية. ويجب اختيار مجال الأعمق بشكل جيد كي تتجنب الإطاحة بالحدود الجيولوجية المهمة.

8 - 10 - 6 - مخطط القصبان أو الأثر Stick Plot

مخطط القصبان هو تمثيل لأثار المستويات المائلة على مستويات شاقولية معينة، هذا يعني ميل واضح وظاهر على طول خط المقطع المعين، وهذا المخطط يقيد الاستغلال بصورة كبيرة ويمكن أن يكون ذا فعالية عالية للمساعدة على تخيل وتصور منظر ثلاثي الأبعاد لمستويات التلبيق، ومخطط الأثر هو عون في: رسم المقاطع العرضية - الربط بين الآبار - المقارنة بين البروفيلات السايزمية.



الشكل (8 - 20) يبين مخطط القصبان الخطوط التي هي آثار مستقطبات مقطع ما على مستويين عموديين شرق - غرب وشمال - جنوب. وهذه الخطوط تمثل قيم الميل المشاهدة على المخطط السهمي.

شكل (8 - 20) يمثل مخطط القصبان وفق مستويين N - E و W لأحد المقاطع.

إن المقاييس الأفقية والشاقولية تكون متساوية عادة بحيث يظهر الميل المقطعي في الزاوية الصحيحة (ويمكن تكبير المقاييس الشاقولي عند رسم مجال طويل). ولتجنب التراكم المتزايد على مخطط القصبيان يجب استخدام مجال ارتباط طويل في الحساب أو شكل من التصفية التي تم قبل صنع مخطط الآخر.

8 - 11 - اعتماد البنية الجيولوجية من نتائج مقياس الانحدار

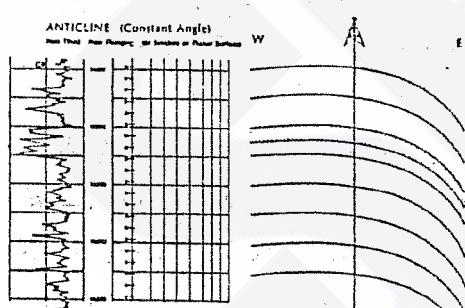
نتيجة للحركات التكتونية المختلفة تتشكل في الطبيعة بناءً جيولوجية متعددة أهمها:

- أ - الطبقات المتوازية.
- ب - الطبقات الخفيفية الميلان.
- ج - الطبقات بأنواعها المتاظرة والمائلة والمقلوبة والمضطجعة.
- د - الفوالق بأشكالها العاديّة والعكسيّة والضغطية.
- هـ - عدم التوافق الزاوي.
- و - القباب الملحيّة.

ونستعرض فيمايلي النماذج التي تعطيها نتائج مقياس انحدار الطبقات لهذه البناءات الجيولوجية.

11 - 1 - نموذج الطبقات المنحدرة أو المائلة.

الشكل (8 - 21) يبين الطبقات المائلة التي يمكن أن تكون إحدى جناح طية خفيفة دون الوصول إلى محور الطية. ويظهر،

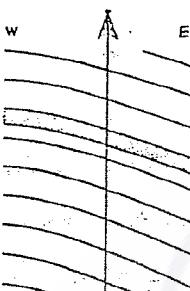
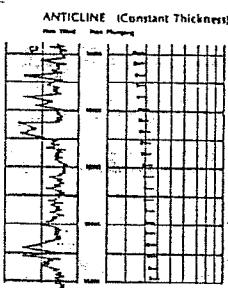


على المخطط السهمي ثبات اتجاه الميل وكذلك فإن تغير زاوية الميل يكون طفيفاً جداً لا يكاد يذكر وهذا دلالة على تعرضها إلى ضغط خفيف أدى إلى انحدارها بشكل بسيط.

شكل (9 - 21) يوضح نموذج الميل على جناح طية ذات زاوية ميل طفيفة أو طبقات منحدرة أو مائلة.

11 - 2 - نموذج الطية المتاظرة (المستقيمة)

وهي الطية التي يكون مستواها المحوري عمودياً تقريباً ويظهر هذا النوع على المخطط السهمي نمواً جاً زواياً ميل ثابتة



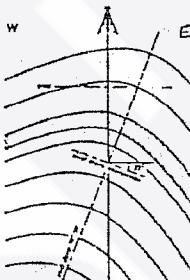
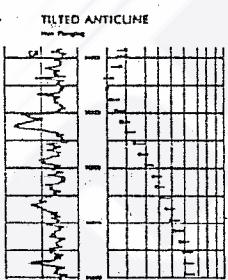
وسمت انحدار ثابت لأنه لا يمكن اختراق المستوى المحوري. وبماكي هذا النموذج نموذج الطبقات المائلة إلا أن زاوية الميل تزداد مع تزايد العمق بشكل خفيف انظر شكل (8 - 22)

شكل (8 - 22) يوضح مخطط سهمي لبئر يخترق طية مائلة

8 - 11 - 3 - نموذج الطية المائلة

وهي الطية التي يكون مستواها المحوري مائلًا قليلاً عن الشاقول وتحدها قليل. والشكل (8 - 23) يمثل الطية المائلة والمخطط السهمي الموافق. على المخطط السهمي نلاحظ أن زاوية الميل تقل مع المحافظة على اتجاه الانحدار نفسه إلى أن يصل إلى الصفر وهو الوضع الذي يمثل قمة الطية (الطبقات الأفقية) ومن بعدها ينعكس اتجاه الانحدار وتزداد

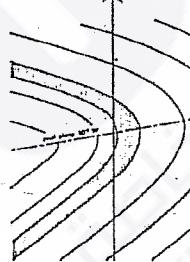
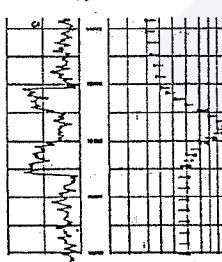
قيم زاوية الميل إلى أن تصل إلى قيمة عظمى عند وصولها إلى اجنحة الطية ذات الميل الثابتة محافظة على الاتجاه المعكوس



شكل (8 - 23) يوضح نموذج المخطط السهمي لبئر يخترق طية مائلة.

8 - 11 - 4 - نموذج الطية المقلوبة

وهي الطية التي تكون زاوية تحدها كبيرة وبميل مستواها المحوري عن الشاقول بزاوية تقع بين 25° - 75° . ونلاحظ في الشكل (8 - 24) على منحني الإشعاع الطبيعي وكذلك في



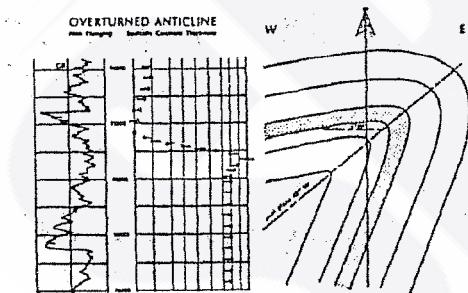
شكل (8 - 24) يوضح نموذج المخطط السهمي لبئر يخترق طية مقلوبة

باقي القياسات البترية إن سمك الطبقات المتكررة في جناح الطية السفلي أكبر وتبعد ملامحها المقاسة بصورة معكوسة. ونلاحظ على المخطط السهمي أن زاوية الميل لطبقات الجناح العلوي للطية المقلوبة تكون ثابتة وصغيرة ذات اتجاه ثابت. ومع اقتراب البتر من قمة الطية يتلاقص الميل حتى تصل قيمة صفر وينعكس بعدها اتجاه الميل وتتراءد قيمة زوايا الميل حتى تصل قيمة عظمى قدرها 90° ومن ثم ينعكس اتجاه ميل الطبقات مجدداً وتتقاخص قيم زاوية الميل حتى الوصول إلى الميل الثابت لجناح الطية السفلي.

8 - 11 - 5 - نموذج الطية المسطحة أو المسطحة

وهي الطية التي يكون مستواها المحوري أقرباً تقريباً. وكما يظهر في الشكل (8 - 25) بأن السماكات تكون متساوية تقريباً للطبقات المتكررة المختلفة ولكن ملامحها تبقى معكوسة على المنحني المقاس كما هو في منحني GR. ويظهر على المخطط السهمي بأن زوايا الميل تكون ثابتة على أجنحة الطية العلوية البعيدة عن محور الطية وتتراءد هذه الميل محافظة على اتجاه الميل ذاته حتى قيمة اعظمية

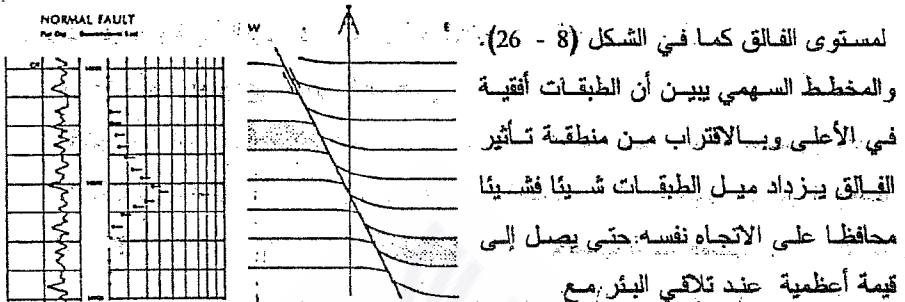
٩٠° عند قمة الطية (عند بداية تكرار الطبقة) ينعكس اتجاه الميل ويبدأ الميل بالتقاخص مع الابتعاد عن محور الطية حتى الوصول إلى الميل الثابت لجناح الطية السفلي ويكون غالباً أكبر من الميل الثابت لجناح الطية العلوي.



شكل (8 - 25) يوضح نموذج المخطط السهمي ليتر يخترق طية مسطحة.

8 - 11 - 6 - نموذج الفالق العادي

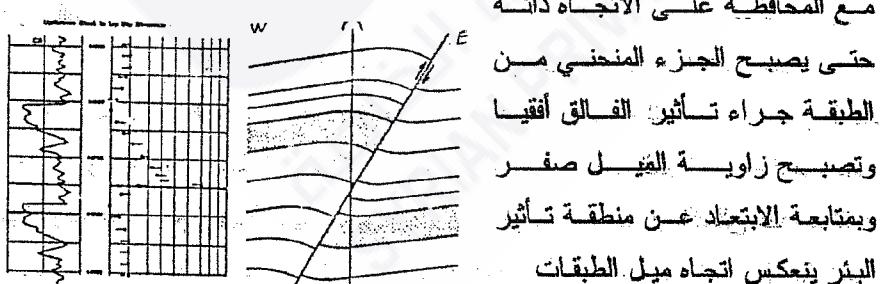
يتميز هذا الفالق بحركة عمودية كبيرة نسبياً باتجاه انحدار مستوى الفالق، ويلاحظ في منطقة تأثير الفالق تشوّهاً نحو الأعلى للطبقات المتحركة نحو الأسفل وتشوّهاً نحو الأعلى للطبقات المتحركة نحو الأعلى، هذه الفوالق لا تغير من زاوية ميل واتجاه الطبقات الأساسية وتترافق عادة بضياع في الطبقات عند اختراق البتر.



شكل (8 - 26) يوضح نموذج المخطط السهمي بئر يخترق فالقا عادياً مستوى الفالق، وتبدأ زاوية الميل بالقصاص تدريجياً مع المحافظة على ذات اتجاه الميل حتى يعود إلى ميل الطبقات الثابت عند تجاوز منطقة تأثير الفالق. وزاوية ميل مستوى الفالق واتجاهه تحسب وتوضع على شكل سهم فارغ على المخطط السهمي.

8 - 11 - 7 - نموذج الفالق العكسي.

يتميز هذا الفالق بحركة عمودية باتجاه أعلى مستوى الفالق الذي يتميز بزاوية ميل كبيرة، ويلاحظ في منطقة تأثير الفالق تشوها نحو الأسفل للطبقات المتحركة نحو الأعلى وتشوها نحو الأعلى للطبقات المتحركة نحو الأسفل. وتميز هذه الفوالق بتكرار الطبقات عند اختراق البئر لمستوى الفالق. كما في الشكل (8 - 27). من خلال المخطط السهمي نجد أن ميل الطبقات يتلاقي بالاقتراب من منطقة تأثير الفالق حتى القيمة صفر حيث يصبح الجزء المنحني جراء تأثير الفالق أفقياً. ينعكس بعدها اتجاه الميل وتزداد زاوية الميل حتى تصل إلى قيمة عظمى عند النقاء البدء مع مستوى الفالق. مع الابتعاد عن مستوى الفالق تتناقص زاوية الميل مع المحافظة على اتجاه ذاته

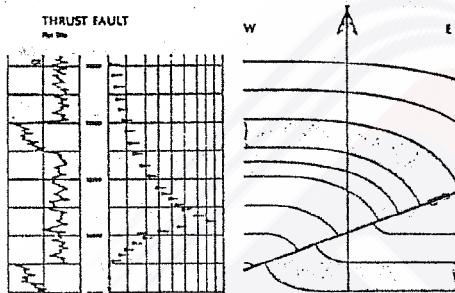


شكل (8-27) يوضح نموذج المخطط السهمي بئر يخترق فالقا عكسي

وتزداد قيمة زاوية الميل حتى ميل الطبقات غير المتأثرة بالفالق.

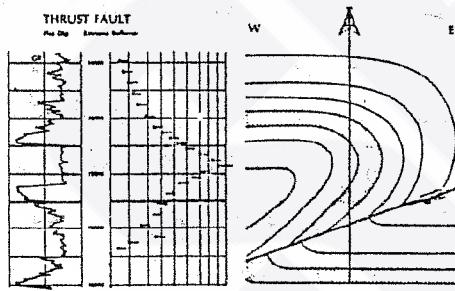
8 - 11 - 8 - نموذج الفالق الضغطي

الفالق الضغطي ناتج عن الحركات التكتونية الضاغطة وغالباً ما تكون مسبوقة أو متراقبة مع تشكل الطيات. وتميز فوالق الضغطي بزاوية ميل صغيرة لمستوى الفالق وكذلك بتكرار الطبقات مرتين أو ثلاث حسب شدة الطي. وهذا التكرار يكون مميزاً على منحني أشعة غاما. كما في الشكل (8 - 28 - 29). في المخطط السهمي نلاحظ تزايد الميل ابتداءً من الميل الثابت لجناح الطية، ومع الاقتراب من قمة الطية يصبح الميل أعظمها ومساوياً لـ 90° ينعكس بعدها اتجاه الميل وتأخذ قيم



الميل بالتناقص حتى التقاء البئر مع مستوى الفالق عندما يتغير اتجاه الميل وتتابع قيمة زاوية الميل بالتناقص حتى الوصول إلى الميل الثابت للطبقات تحت مستوى الفالق.

شكل (8 - 28) يوضح نموذج المخطط السهمي لفالق عكسي مع تكرار الطبقات مررتين

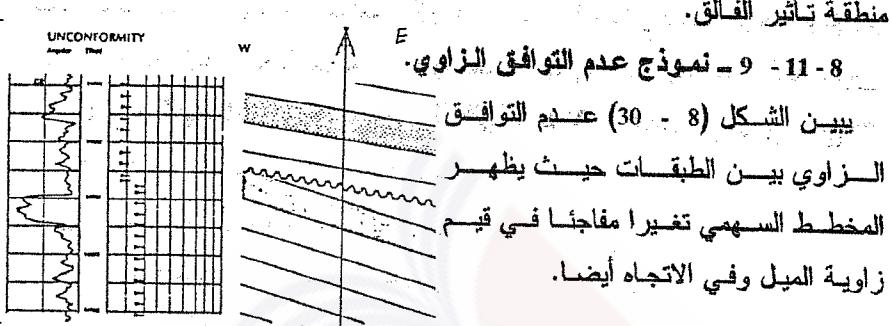


ويقدم الشكل (8 - 29) مثالاً على الطية المضطجعة التي يقطها فالق ضغطي. يلاحظ على منحني GR أن الطبقة المعلمة متكررة ثلاثة مرات، في المرة الثانية تكون الطبقة مقلوبة.

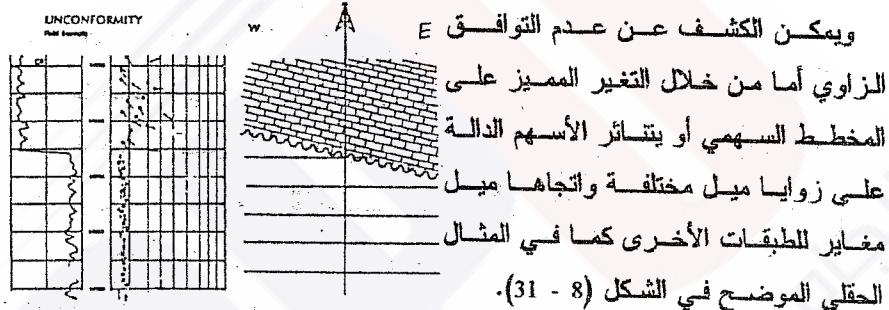
شكل (8 - 29) فالق ضغطي مع انزلاق قليل للطبقات بحيث تصبح الطبقات مقلوبة

أما على المخطط السهمي فنلاحظ التشابه مع الطية المضطجعة في القسم فوق مستوى الفالق حيث تزداد الميل حتى 90° عند مقدمة الطية ثم ينعكس اتجاه الميل وتنقص قيمة زاوية الميل حتى التقاء البئر مع مستوى الفالق عندما تكبر زاوية الميل بشكل ملحوظ وينعكس اتجاه الميل أيضاً وتتابع قيمة زاوية الميل

بالتناقص حتى الوصول إلى الميل الثابت للطبقات تحت مستوى الفالق وخارج منطقة تأثير الفالق.

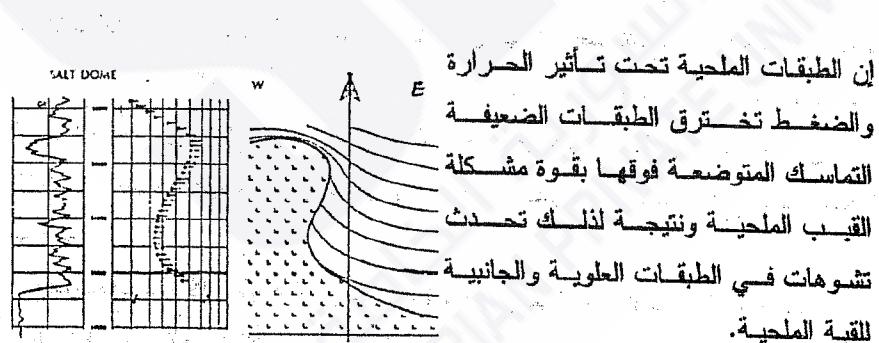


شكل (8 - 30) نموذج عدم التوافق الزاوي



شكل (8 - 31) يوضح مثال حقى عن عدم التوافق الزاوي

8 - 10 - نموذج التراكيب الملحية.

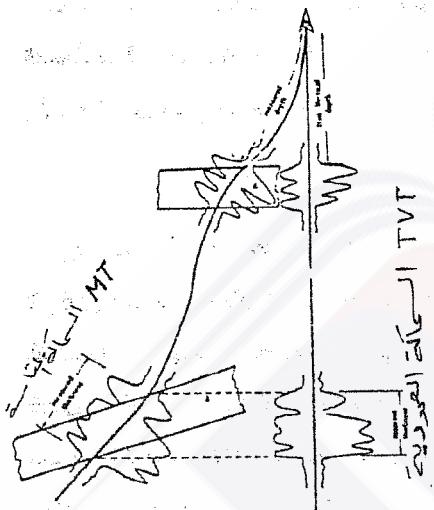


شكل (8 - 32) نموذج المخطط السهمي ليتر يمر بقرب قبة ملحية.

والمخطط الشهري المبين في الشكل (8 - 32) يظهر تزايداً في مقدار زاوية الميل بشكل منتظم تزيناً بـأدا من منطقة تأثير القبة الملحة وحتى قمة القبة. وقيم الميل على جوانب القبة الملحة تكون عبارة عن ثابع تقريري لقرب البئر من القبة الملحة.

12 - قياسات العمق المعمودي المقاييسية TVD True Vertical Depth

إذا ماتكلمنا بصورة مباشرة فهذا



ليس تقديمًا لمقياس انحراف جديد بل
ناتجًا جانبياً لمعطيات المسح التوجيهي
في جهاز مقياس الاتحاد، لأن جهاز
TVD يساعد على إرجاع آية قياسات
إلى العمق العمودي الحقيقية ليكون
عوناً على وضع الخرائط البنوية
والارتباطية للأبار المائلة. ويجب أن
نعلم بأن هذا ليس تخيلاً لقياسات التي
يتوقع أحدها أن يراها في الآبار
العمودية التي تخترق الطبقات نفسها،

شكل (8 - 33) التمثيل الإنشائي لقياسات TVD

بل إعادة تمثيل خصائص التشكيلة المقاسة التي ترى في الآبار الحقيقة كما لو اخترقت بيئر شاقولية. ومن الممكن أن تتبدل خصائص التشكيلات (السماءكة والمقدار المقاسة للعوامل البتروفيزيائية) بين الآبار الحقيقة والشاقولية. وببساطة نقول إن مقياس TVD هو إسقاط القياس المسجل في الآبار المائلة على خط الشاقول. كما هو موضح في الشكل (8 - 33). يمكن أن نصادف في البيئر ثلاث حالات:

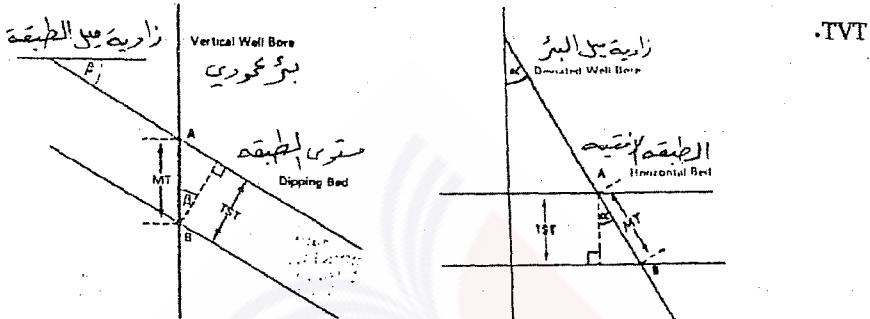
وونحسب سماكة الطبقة العمودية TTV والستراتغرافية TST في كل حالة.

8 - 12 - 1 - الحالـة الأولى: بين مائـلة يختـرـة، طـبقـات أـفـقـة.

الشكل (8 - 34) يمثل بذر مائلة عن الشاقول بزاوية (α) وتخرق طبقات أفقية والسماكه الظاهرية المقاسة MT وتحسب السماكة الستراتغرافية الحقيقية TST وفق العلاقة:

$$T_{ST} \equiv M_T \cdot \cos(\alpha) \quad (25-8)$$

والسمakanة الستراتغرافية الحقيقية TST تساوي في هذه الحالة السماكة العمودية



شكل (8 - 34) بئر مائلة يخترق طبقات أفقية شكل (8 - 35) بئر عمودية يخترق طبقات مائلة

8 - 12 - 2 - الحالة الثانية: بئر عمودية يخترق طبقات مائلة.

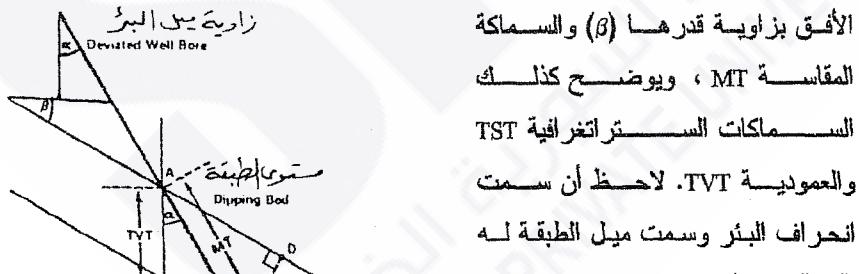
الشكل (8 - 35) يمثل بئر عمودية يخترق طبقات مائلة عن الأفق بزاوية قدرها (β)، MT هي السماكة الظاهرية المقاسة وتحسب السماكة الستراتغرافية الحقيقية TST وفق العلاقة

$$TST = MT \cdot \cos(\beta) \quad (26 - 8)$$

والسمakanة الظاهرية المقاسة MT تساوي السماكة العمودية TVT في هذه الحالة.

8 - 12 - 3 - الحالة الثالثة: بئر مائلة يخترق طبقات مائلة.

الشكل (8 - 36) يمثل بئر مائلة عن الشاقول بزاوية (α) يخترق طبقات مائلة عن



شكل (8 - 36) بئر مائلة تخترق طبقات مائلة.

وتحسب السماكة الستراتغرافية وفق العلاقة (8 - 27) والسماكة العمودية وفق

$$\text{العلاقة (8 - 28)}$$

$$TST = MT \cdot \cos(\alpha + \beta) \quad (27 - 8)$$

$$TVT = \frac{TST}{\cos \beta} = \frac{MT \cos(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \quad (28 - 8)$$

إن العلاقات (27 - 8) و (28 - 8) تصبح غير صالحة إذا كان سمت انحراف البئر وسمت ميل الطبقة مختلفين وهي الحالة العامة. ونعتمد على تدوير الميل لحل هذه المسألة. وذلك إما بتدوير الطبقات المائلة إلى الوضع الأفقي وعندما يأخذ البئر زاوية انحراف وسمت ميل جديدين وإما بتدوير البئر إلى الوضع العمودي وتأخذ الطبقات زاوية ميل وسمت اتجاه جديدين ونستخدم حينئذ العلاقات البسيطة المستخدمة في الحالة الأولى أو الثانية ولنفرض أننا دورنا الطبقات لتصبح أفقية عندئذ الميل الجديد للبئر يعطي:

$$\cos \delta = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta \cos(HAZ - TAZ) \quad (29 - 8)$$

وتحسب السماكة السنتراتغرافية TST وفق العلاقة:

$$TST = MT \cdot \cos \delta \quad (30 - 8)$$

وتحسب السماكة العمودية TVT وفق العلاقة:

$$TVT = \frac{TST}{\cos \beta} \quad (31 - 8)$$