

المحاضرة الثامنة أشكال الآبار المائلة

تصميم أشكال الآبار المائلة الموجهة

3-1. مقدمة:

يعد تصميم شكل البئر المائلة (البروفيل) أحد الاجزاء المركبة من المخطط الفني لبناء البئر المائلة الموجهة والهدف من ذلك هو اختيار نوع وشكل التصميم وحسابات وإنشاء مسار محور البئر الموجه ويصمم شكل البئر انطلاقاً من مهمة البئر والظروف الجيولوجية والفنية المحددة للحفر في الفراغ. ويجب أن يؤمن البروفيل الأمور التالية:

1. إنجاز البئر حتى العمق المقترح بدون أية مشاكل وبالوضع الفني والتقني المتوفر لأعمال الحفر.

2. البناء الجيد للبئر بأقل ما يمكن من الزمن والمصاريف.

3. إنجاز الانزياح المقترح لقاع البئر عن الشاقول في الاتجاه المحدد مع الأخذ بعين الاعتبار الانزياح المسموح به عن الوضع التصميمي بأقل حجم عمل ممكن مع مجموعة مواسير الحفر الموجهة.

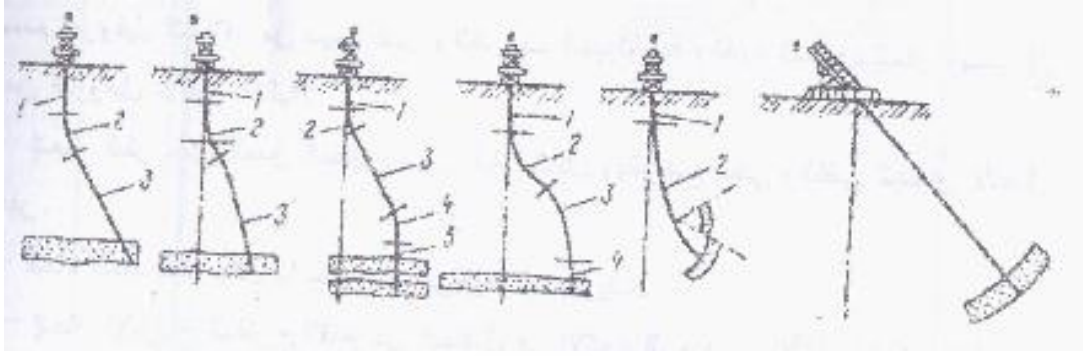
4. العدد القليل لانحناءات البئر مع نصف قطر انحناء لا يتعدى القيمة المسموح بها.

5. إمكانية العبور الحر في البئر لمختلف مجموعات مواسير الحفر ومواسير التغليف خلال الحفر والأجهزة المستخدمة خلال مرحلة الانتاج وخلال إصلاح البئر.

6. الاستثمار الطويل الأمد وبدون أعطال باستخدام طرق الانتاج المختلفة وإمكانية استخدام طرق الانتاج من طبقات مختلفة بوقت واحد.

3-2. الأشكال (بروفيلات) العادية للآبار المائلة الموجهة:

إن هذه الأنواع من الأكثر انتشاراً وينبغي استخدامها بشكل كبير عند حفر الآبار المائلة الموجهة وتستخدم عند حفر المكامن التي يكون فيها تأثير الظروف الجيولوجية على الانحراف التلقائي للبئر غير محسوس وأيضاً عند حفر الآبار الموجهة في الحقول الجديدة غير المدروسة جيداً وقاعدة الانحراف الطبيعي للبئر غير معروفة.



الشكل (1-3) البروفيلات العادية للآبار المائلة الموجهة

3-2-1. البروفيل الأول: يتألف من ثلاثة أجزاء : شاقولي ، مجال زيادة زاوية الانحراف ، المجال المائل المستقيم (ثبات زاوية الانحراف) ويستمر حتى العمق المقرر في الطبقة المنتجة. ويسمح استخدام هذا البروفيل الحد من استخدام مجموعة مواسير الحفر الموجهة واختصار الوقت لإجراء عملية التميل والحصول على انحراف كبير لقاع عن الشاقول بزاوية انحراف صغيرة. ويكون الطول الزائد للبئر قليل.

وبما ان هذا البروفيل يحوي انحناء واحد والجزء المستقيم المائل الكبير في القسم السفلي لا يؤدي استغلال البئر لصعوبات تذكر. الشكل (1-3)

3-2-2. البروفيل الثاني: يختلف عن الاول أنه بدلاً من المجال المستقيم يحوي مجال الانخفاض الطبيعي لزاوية الانحراف ويتطلب هذا البروفيل أن تكون زاوية الانحراف كبيرة في نهاية المجال الثاني وذلك لتعويض انخفاض الزاوية ، فلهذا يكون طول المجال الثاني كبيراً. يستخدم هذا البروفيل في المناطق التي كون فيها ثبات زاوية الانحراف صعباً وسرعة الانخفاض الطبيعي لزاوية الانحراف قليلة وعند حفر الآبار المائلة الموجهة العميقة عندما يرتبط عمل أجهزة التميل بصعوبات محددة. الشكل (1-3).

3-2-3. البروفيل الثالث: يتألف من خمس مجالات : شاقولي ، زيادة زاوية الانحراف ، مستقيم مائل ، انخفاض زاوية الانحراف (طبيعي ، مصطنع) ، شاقولي سفلي ، والذي يسمح عند تقاطع البئر مع عدة طبقات منتجة ، الإنتاج من أية طبقة بالمحافظة على شبكة الاستثمار الشكل (1-3) ، هذا البروفيل أكثر تعقيداً لأنه يحوي انخفاضاً مما يؤدي خلال عملية الحفر إلى استناد وهبوط مجموعة مواسير الحفر وإلى تشكيل فجوات في الجزء غير المغلف من البئر وتبعاً لذلك يزداد تعليق المواسير وعدم التوازن في التغذية على القاع وبالتالي تزداد إمكانية استعصاء المواسير .

3-2-4. البروفيل الرابع: يختلف عن البروفيل الثالث في انه يتم تبديل المجالين الثالث والرابع بالمجال الثاني الانخفاض الطبيعي لزاوية الانحراف ، ويستخدم هذا البروفيل عند حفر الآبار المائلة الموجهة بانزياح كبير للقاع جداً عن الشاقول. الشكل (1-3)

3-2-5. البروفيل الخامس: يتألف من المجال الشاقولي ومجال زيادة زاوية الانحراف ، ويتميز بالطول الكبير للمجال الثاني الذي يحفر باستخدام الموجه ، يستخدم عند حفر التوضعات العدسية ، ويحفر بشكل ملائم باستخدام مجموعات مواسير حفر غير موجهة. الشكل (1-3)

3-2-6. البروفيل السادس: يتألف من مجال مائل موجه واحد ، وتحفر البئر مباشرة من سطح الأرض ، ويتميز هذا البروفيل أنه لا يتطلب معدات خاصة بحفر الآبار المائلة الموجهة. الشكل (1-3)

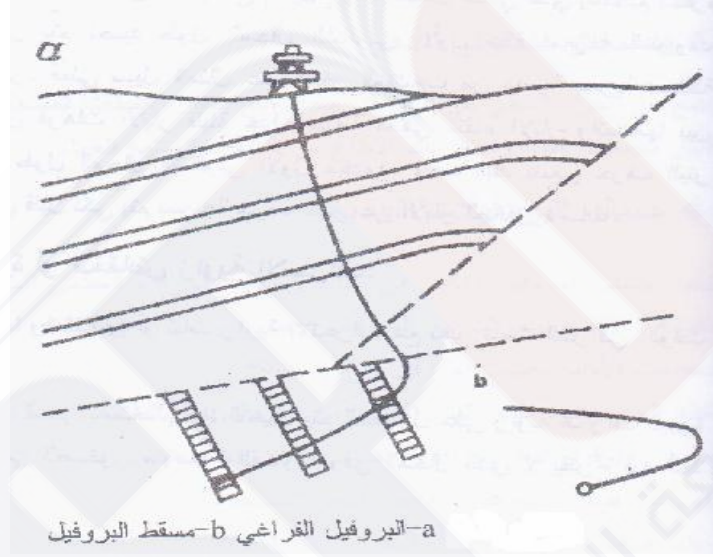
وتبعاً لظروف الحفر الجيولوجية والفنية يمكن أن تحتوي بروفيلات الآبار المائلة الموجهة أكثر من مجال واحد لزيادة زاوية الانحراف وثباتها ، وعلى سبيل المثال إذا تمت مصادفة صخور قاسية عند حفر مجال زيادة زاوية الانحراف وكان تقدم رأس الحفر منخفضاً وبهدف تخفيض حجم العمل مع الموجه يتم الحفر بدون الموجه ومن ثم يستمر الحفر لمجال زيادة زاوية الانحراف وينبغي دائماً المحاولة لكي يحتوي البروفيل أقل عدد من الانحناءات وإذا كانت صخور المرحلة السطحية مستقرة ولا توجد مناطق تهريب لسائل الحفر وتهدمات ويكون من الملائم تمثيل البئر في مجال انزال مواسير التغليف للمرحلة السطحية ، ويسمح انخفاض عمق تمثيل البئر لرفع دقة تمثيل البئر ويقلل بشدة من الوقت اللازم لتوجيه جهاز التمثيل ، أو بعد انزال وسمنتة المرحلة السطحية يتم حفر جزء بدون اداة الحرف مع ثبات زاوية الانحراف ، ومن ثم يكون المجال الثاني لزيادة زاوية الانحراف حتى القيمة العظمى وبعد ذلك يتم الحفر باستخدام مجموعة مواسير حفر مع الممرکزات، وغذا كان ميلان البئر ليس كبيراً يجب الوصول بزاوية الانحراف الضرورية في منطقة انزال مواسير المرحلة السطحية ن ومن ثم يتم الحفر باستخدام مجموعة مواسير حفر مع الممرکزات.

3-3. البروفيلات الفراغية للآبار المائلة الموجهة:

هذه البروفيلات عبارة عن منحنى يشبه الخط الحزوني الشكل (2-3) ، وينبغي حفر البئر بهذا البروفيل في المناطق التي تؤثر بها الظروف الجيولوجية بشكل فعال على الانحراف الطبيعي للبئر ويجب في هذه الحالة تصميم البروفيل مع الاخذ بعين الاعتبار قانونية الانحراف الطبيعي للبئر وأقل ما يمكن من مجالات الحفر التي يستخدم فيها مجموعات مواسير موجهة ، ويؤدي

الاختيار الصحيح لمجموعة مواسير الحفر بدون أداة الحرف ونظام الحفر إلى تنظيم الانحراف الطبيعي للبئر ، ولهذا من الضروري التحليل الدقيق للمعطيات الحقلية بهدف معرفة تأثير الظروف الجيولوجية وتركيب مجموعة مواسير الحفر وريجيم الحفر على الانحراف الطبيعي للآبار .

وتستخدم هذ البروفيلات في المناطق التي تتميز بالتركيب المعقد والحاوية على فوالق كما تستخدم في المناطق ذات التوزع المعقد للتوضعات الحاوية على النفط وعند حفر آبار النجدة لإطفاء الآبار المشتعلة.



الشكل (2-3) البروفيلات الفراغية للآبار المائلة الموجهة

3-4. اختيار بروفييل البئر المائلة الموجهة:

يتلخص اختيار البروفيل في تحديد تتالي حفر المجالات التي تؤمن ظروفًا ملائمة لإنجاز البئر المائلة الموجهة

3-4-1. المجال الشاقولي الأول:

يتوضع في الجزء العلوي من البئر على كامل انزال مواسير المرحلة السطحية وأحياناً أسفل المستوى الديناميكي لممكن للنفط في البئر، في المجالات التي لا يحصل بها تهدمات، ويجب أن لا يقل طوله عن (40-50m) ونهايته حسب الامكانية، حتى الصخور المستقرة حيث يمكن الوصول إلى زاوية انحراف (5-6) درجة بمرحلة واحدة.

إن طول المجال الشاقولي الأول للآبار المائل الموجهة التي تحفر حسب البروفيلات الأول والثاني الثالث الرابع يجب ان تكون أقل ما يمكن وذلك لتخفيض الزمن اللازم لتوجيه إنزال مجموعة مواسير الحفر، أما بالنسبة للآبار التي تحفر حسب البروفيل الخامس على العكس يجب ان يكون طويلاً ما امكن مما يسمح بتقليل طول المجال الثاني الذي يستخدم لحفره أداة التميل ، ويمكن أن يكون يتم تحديد طول المجال الشاقولي الاول بدقة بمعرفة الظروف الجيولوجية والفنية للحفر ، فعلى سبيل المثال عند الحفر المتشعب من منصة حفر بحرية مستقلة عندما تكون المسافة بين الفوهات قليلة جداً ويهدف تلاقي التقاء الآبار واتصالها بين بعضها البعض يجب ان يكون طول المجال الشاقولي الاول المحدد ، وعند ذلك ينبغي حرف تميل البئر حسب الإمكانية من عمق قليل لكي يتم بسرعة حرف البئر عن الآبار المحفورة سابقاً.

3-4-2. مجالات زيادة أو انخفاض زاوية الانحراف:

عند اختيار مجالات زيادة وانخفاض أو ثبات زاوية الانحراف مع تغير سمت البئر في الوقت نفسه بما يلي:

في المجال حيث أنه عند الحفر باستخدام أداة التميل يتم الحصول على زاوية انحراف كبيرة بمرحلة واحدة خاصة في الصخور متوسطة القساوة وفي المجال الذي لا يقترح فيه أخذ عينات أسطوانية.

في المجالات حيث تكون فيها قانونية الانحراف الطبيعي للبئر مدروسة جيداً عند استخدام رؤوس حفر مختلفة ومجموعات مواسير حفر متعددة ونظام الحفر وطرق الحفر في هذه الحالات عند الحفر بدون أداة تميل يمكن وفي مجالات محددة تغيير زاوية الانحراف وسمت البئر. في بعض الحقول النفطية والغازية ولتلافي تدهم الصخور وتشكل التكهفات يتم زيادة زاوية الانحراف للبئر عند حفر المراحل السطحية.

3-4-3. مجال ثبات زاوية الانحراف (المجال المستقيم المائل):

يعد هذا المجال امتداداً لمجال زيادة زاوية الانحراف حتى الطبقة المستهدفة (البروفيل الأول) أو حلقة وصل بين مجالي ازدياد وانخفاض زاوية الانحراف (البروفيل الثالث) أو يمثل مسار البئر بالكامل (البروفيل السادس) وفي بعض الحالات تظهر ضرورة فتح طبقة معينة في المجال المائل المستقيم من البئر بزوايا انحراف محددة ، ولأجل ذلك يتم عند التصميم تصحيح أطوال المجالات الأخرى لبروفيل البئر لكي يتم الحصول على زاوية انحراف موافقة لمجال المائل المستقيم

3-4-4. المجال الشاقولي السفلي:

يتوضع في الجزء السفلي من البئر في مجال فتح بعض الطبقات المنتجة بهدف حماية شبكة استثمار تجمعات النفط والغاز عند الانتاج من الطبقات العليا.

3-5. حساب بروفيلات الآبار الموجهة: Calculating Directional Well Profile Variables

يتلخص حساب البروفيل في تحديد زاوية الانحراف العظمى وأطوال المساقط الشاقولية والأفقية للمجالات في البروفيل ، وأيضاً الطول العام للبئر حسب مسار محوره ، والمعطيات الأولية لحساب البروفيل هي: المقطع الجيولوجي ، عمق البئر شاقولياً من الفوهة حتى الطبقة المستهدفة ، الانزياح المخطط للقاع عن الشاقول المار من فوهة البئر ، السمتم المخطط للبئر المائلة الموجهة ، تركيب البئر الذي يحدد اختيار مجموعات مواسير الحفر المستخدمة.

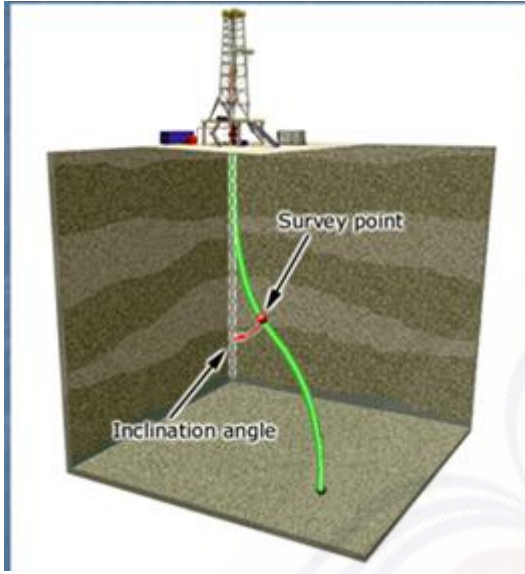
3-5-1. الوضع الفراغي للبئر المائلة الموجهة:

يتم تحديد الوضع الفراغي لأي نقطة من محور البئر إذا تم معرفة : عمق النقطة المقاس بشكل شاقولي ، والانزياح الأفقي لهذه النقطة في مستوى أفقي بالنسبة لفوهة البئر ، وزاوية سمتها ، وزاوية ميلها ، ويشكل محور البئر منحنياً فراغياً والذي يتطلب رسمه حساب العناصر المذكورة سابقاً وتعيين قيم العناصر لعدد كبير من النقط المحصورة بين فوهة البئر والقعر البئر.

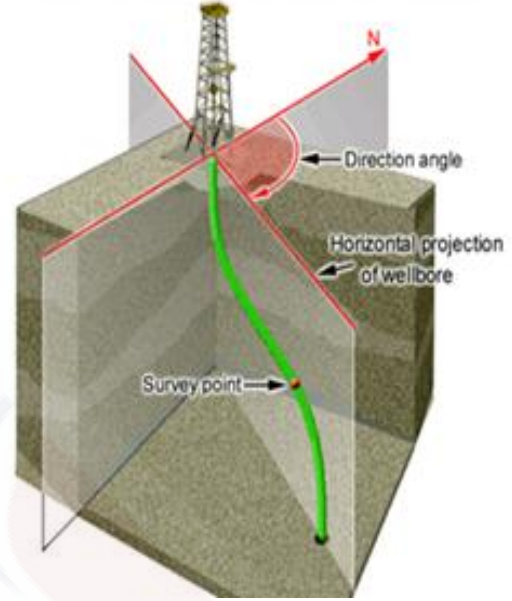
ونشرح العناصر السابقة بشيء من التفصيل

1. زاوية الميل (deflction angle) وهي الزاوية المحصورة بين المماس في النقطة والشاقول المار منها. الشكل (3-3)

2. زاوية السمتم (azimuthal angle) وهي الزاوية التي تحدد اتجاه البئر في الفراغ ، وهي الزاوية المقاسة في مستوى أفقي والمحصورة بين مستوى عمودي يؤخذ كمستوي مقارنة (مستوى شمال - جنوب) والمستوى الأفقي لزاوية الميل (مستوى من المماس والشاقول المارين من النقطة) لاحظ الشكل (4-3)



الشكل (3-3) زاوية الميل



الشكل (4-3) زاوية السمـت

ويوضح الشكل (3-5) الأرباع الأربعة حسب الاتجاهات لزاوية السمـت وهي:

1. الربع الاول :NE:Q1 زاوية السمـت (0-90)
2. الربع الثاني :SE :Q2 زاوية السمـت (90-180)
3. الربع الثالث :SW:Q3 زاوية السمـت (180-270)
4. الربع الرابع :NW: Q4 زاوية السمـت (360-270)

ويمكن أن نحدد زاوية السمـت كما يلي:

. الربعين (NE,NW) :

0-90 east (0-90AZM) أو 0-9 west (270-360)

. الربعين (SE,SW) :

0-90 east (180-90) أو 0-90 west (180-270)

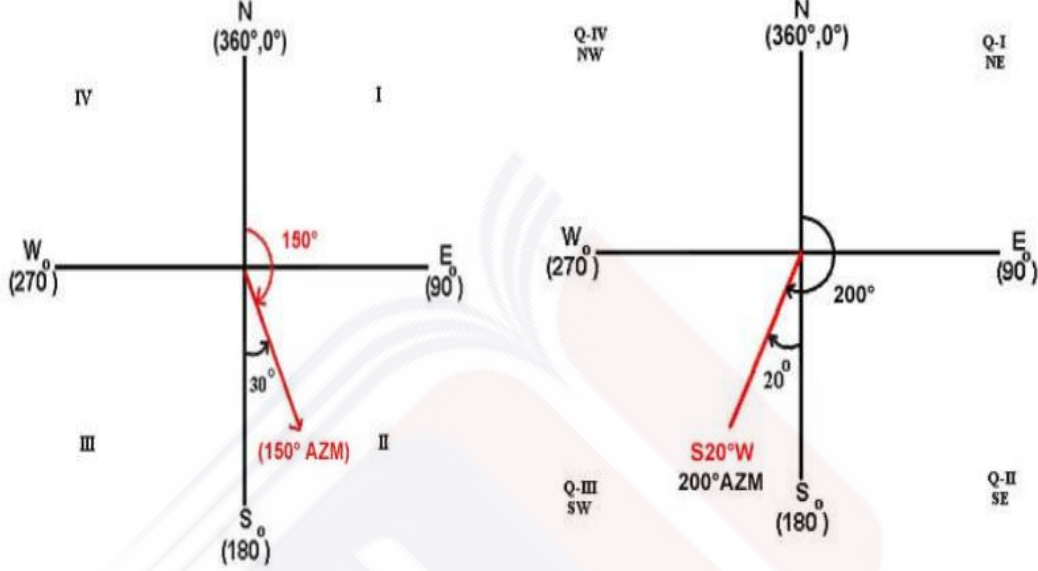
حساب زاوية السمـت: تقاس زاوية السمـت (0-360) وتعتبر الزاوية الصفر (اتجاه الشمال) نقطة

البداية ، وتقاس زاوية السمـت باتجاه عقارب الساعة ، على سبيل المثال :

زاوية السمـت (150) 150AZM توجد في المنطقة الثانية كما هو موضح في الشكل (3-5)

ويمكن كتابتها كما يلي (S30E)

أما زاوية (200AZM) تقع في المنطقة الثالثة ويمكن كتابتها : (S20W) الشكل (3-6) السم



الشكل (3-5)

الشكل (3-6)

3. زاوية الانحراف : تمثل هذه الزاوية تغير الزاوية الكلية لانحراف البئر ، عندما يحصل تغير في زاوية ميل البئر وتبقى زاوية السم ثابتة عندها تمثل زاوية الانحراف تغير زاوية الميل ، والعكس صحيح ، ولكن الانحراف بمعظمه يحصل بتغير زاوية الميل والسمت عندها زاوية الانحراف تمثل تغير الزاويتين .

4. شدة الانحراف (معدل بناء الزاوية) Build up Rate :

يمثل تغير زاوية الانحراف الكلية في واحدة الطول أو خلال مجال معياري

$$BUR = \frac{5729.53}{R} (\text{°} / 100 \text{ft}) \quad I = \frac{\theta}{\Delta L}$$

$$\text{Circumference} = 2\pi R_c = \pi D = 360^\circ \text{ ARC}$$

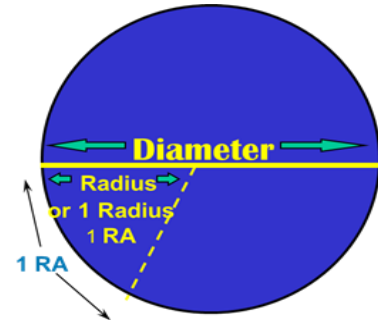
$$\pi R_c^2 = 360$$

$$\pi R_c = 2 / 360$$

$$\pi R_c = 180$$

$$\pi = R_c / 180$$

$$1 \text{ unit of Radius} = 1 \text{ Radian (Ra)}$$



$$180 / \pi = Ra = 57.2958^\circ$$

Build up rate Equation

$$360^\circ / \text{Circumference} = BUR / 100$$

$$360 / (2 \times \pi \times R_c) = BUR / 100$$

$$180 / (\pi \times R_c) = BUR / 100$$

BUR equation: $BUR (\% / 100') = 180 \times 100 / (\pi \times R_c)$

5. نصف قطر الانحراف : بفرض الجزء المحصور بين قياسيين متتاليين يمثل قوس من دائرة
Build Radius نصف قطر الانحراف يعطى بإحدى العلاقتين:

$$R = \frac{5729.53}{BUR} (100 \text{ ft})$$

$$R = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{\Delta L}{\theta^\circ} (m)$$

توجد علاقة عكسية بين شدة الانحراف ونصف قطر الانحراف ، بزيادة شدة الانحراف يقل نصف قطر الانحراف والبير أكثر ميلاً ، والعكس صحيح.