

النقوؓ الثقيلة وتقنية إنتاجها بالآبار المقعدة الأشكال

إعداد

عبد الوهاب بهجت الشيخ قادر

خبير

شركة نفط الشمال

النفوط الثقيلة

وتقنية إنتاجها بالآبار المعقدة الأشكال

المقدمة

من المعروف بأن إنتاج النفوط الثقيلة بأعلى كفاءة استخلاص نهائي من المكامن النفطية يعتبر من أعقد العمليات في صناعة النفط الاستخراجية ، لذا فإن طرق استخراج النفط الثقيل ، بالرغم من اشتراكها مع الطرق الاعتيادية لإنتاج النفوط الخفيفة – كالإنتاج الطبيعي غير المدعم ، والإنتاج بواسطة حقن الماء أو الغاز - إلا أنها تأخذ مسارات تختلف عن الأسلوب الاعتيادي لإنتاج النفط الخفيف والمتوسط من الحقول النفطية وذلك بسبب اللزوجة العالية للنفط الثقيل مما يتطلب استخراجاً بالرفع الاصطناعي أولاً واحتمالات استخدام الطرق الحرارية (بحقن البخار أو بالاحتراق الموقعي) أو طرق المزج مع المواد الكيميائية (الغازية أو السائلة) الكاسرة للزوجة . كل هذه الطرق يبدأ استخدامها بعد مرحلة حفر الآبار المطلوبة لإنتاج النفط الثقيل . ونظراً لكون إنتاجية آبار النفوط الثقيلة واطئة جداً مقارنة بإنتاجية آبار النفوط الخفيفة والمتوسطة فإن عدد الآبار اللازمة لإنتاج معدلات معينة من النفط الثقيل سيكون أكثر بكثير من عدد الآبار المطلوبة لإنتاج نفس المعدلات من حقل نفطي ذي احتياطي معين . وهذا يعني بداية بأن كلفة الآبار لإنتاج النفوط الثقيلة (بغض النظر عن استخدام الطرق المدعمة الأخرى) تعتبر عالية جداً . وهذا ما يحفز الولوج بتقنيات حديثة لتصميم وحفر آبار غير تقليدية لزيادة إنتاجية الآبار لحقول النفوط الثقيلة . ومن بين هذه التقنيات ما تقوم بها شركات فنزويلية لإنتاج النفط الثقيل في حزام (اورينوكو) الجيولوجي المشهور باحتياطاته الهائلة من النفوط الثقيلة وذلك باستخدام أشكال هندسية معقدة للآبار لدعم وتصعيد الإنتاج من الحقول النفطية في هذا الحزام .

حزام اورينوكو للنفط الثقيل

يعتبر نطاق (اورينوكو) النفطي – أو ما يسمى (حزام اورينوكو) - في فنزويلا من أوسع المناطق النفطية في العالم (بطول ٧٠٠ كم وعرض يتراوح بين ٥٠ و ١٠٠ كم) ويقسم هذا النطاق إلى أربعة مناطق نفطية كبيرة . يحتوي هذا الحزام على احتياطي ضخم من النفوط الثقيلة القابل للاستخراج يقدر بين ٢٤٠ – ٢٧٠ بليون برميل – أي يناهض الاحتياطي الكلي للسعودية . إلا أن النفط هو من النوع الثقيل والثقيل جداً (API ٨-١٠) – مقارنة بالنفط الثقيل لحقل القيارة في العراق مثلاً (API ١٢-١٩) – وكان قد بدأ الحفر في المنطقة منذ عام ١٩٣٥ إلا أن العمليات الاستكشافية المكثفة للمنطقة بين عامي ١٩٧٨ – ١٩٨٣ أظهرت بشكل محدد الإمكانيات الهائلة للثروة النفطية فيها . وإن أهم الطبقات الجيولوجية المنتجة في المنطقة هو تكوين (اوفيسينا) عند الأعماق الضحلة نسبياً (بمعدل ١٠٠٠ م) عن سطح الأرض .

ابتدأ استخدام التقنية الجديدة في حفر وإكمال الآبار بهدف دعم وزيادة إنتاج النفط الثقيل من إحدى المناطق الأربعة (منطقة زواتا) في الحزام منذ عام ١٩٩٧ وأسفرت عن نتائج جيدة في تصعيد الإنتاج وخفض الكلفة كما سيأتي ذكره أدناه .

إكمال آبار النفط الثقيل

لقد استخدمت في حفر وإكمال الآبار التقنية الحديثة المسماة بالآبار الجانبية المتعددة (MULTILATERAL WELLS) والجانبية الأفقية (HORIZONTAL MULTILATERAL) بأشكالها الهندسية المعقدة لإنتاج النفط الثقيل من الحقول التي أظهرت تعقيدات مكمية تتمثل في وجود النفط في أقسام منفصلة من الممكن مما حتم تصميم تفرعات الآبار على أشكال وتوليفات معقدة أيضا من أهمها :

١- الشكل الجانبي الأفقي الاعتيادي (HORIZONTAL LATERAL)، والجانبي المتعدد - الاعتيادي (MULTILATERAL) والمستف (STACKED MULTILATERAL) .

٢- شكل "عظم السمكة" (FISHBONE): المستف (STACKED) وغير المستف .

٣- شكل "جناح النورس" (GULL-WING): الاعتيادي والمركب مع شكل عظم السمكة أو أية تركيبات أخرى مناسبة تأخذ بنظر الاعتبار الطبيعة الجيولوجية لمكمن النفط الثقيل كما هي مبينة في المرسومات المرفقة (الأشكال رقم-١ ورقم-٢ ورقم-٣) .

يتم حفر الآبار بواسطة أبراج ذاتية الحركة تعمل من منصات تمكناها من حفر عدد من الآبار (يصل إلى ١٢ بئرا من منصة واحدة) . وإن برنامج البطانات يشتمل على :

- × البطانة الموجهة (13 3/8) عقدة تثبت في الفجوة المحفورة (16) عقدة .
- × البطانة الوسطى (9 5/8) عقدة تثبت في الفجوة المحفورة (12 1/4) عقدة .
- × بطانة الإنتاج المشروخة (SLOTTED) (7) عقدة تثبت في الفجوة المحفورة (8 1/2) عقدة .

وتتوقف أعماق تثبيت البطانات على طبيعة العمود الجيولوجي للحقل النفطي وأعماق المكامن المنتجة. ففي الأشكال الثلاثة المذكورة أعلاه جوبهت الحالات الآتية للأعماق:

✓ **الآبار الجانبية الأفقية المنفردة و الآبار الجانبية المتعددة (شكل رقم-١) :** تم تثبيت البطانة الموجهة عند العمق حوالي (٢٠٠ م) والبطانة الوسطى عند العمق حوالي (٧٥٠ م) ومن ثم تثبيت بطانة الإنتاج المشروخة عند العمق الأفقي الممدود بمسافة حوالي (٢٥٠٠ م) .

✓ **الآبار المحفورة على شكل "عظم السمكة" المنفرد والمستف (شكل رقم-٢) :** تثبت البطانات في حوالي نفس الأعماق أعلاه سوى أن المسافة الأفقية لبطانة الإنتاج المشروخة بلغت في هذه الحالة حوالي (٥٥٠٠ م) في الشكل المنفرد وحوالي (٩٢٠٠ م) في الشكل المستف .

✓ **الآبار المحفورة على شكل "جناح النورس" الاعتيادي والمركب (مع شكل عظم السمكة) - (شكل رقم-٣) :** تم تثبيت البطانة الوسطى عند العمق (٢٠٠٠ م) للشكل الاعتيادي وحوالي (١٢٠٠ م) للشكل المركب . وبلغت المسافة الأفقية للشكلين حوالي (٩٢٠٠ م) .

وبالطبع فان أهم نقطة في حفر وإكمال الآبار بالأشكال الهندسية الموضحة أعلاه هي التوجيه الدقيق لمسار البئر أثناء الحفر باتجاهات الأبعاد الثلاثة في العمق ، ولأسيما البعد الأفقي وعند نقاط الانعطاف ، للدخول إلى أقسام الممكن النفط المطلوب الإنتاج منها ، لذا يتم الاستخدام المكثف للمعلومات الجيولوجية المستقاة من المسح الزلزالي ثلاثي الأبعاد والمعلومات البتر وفيزيائية من الآبار الستراتغرافية العمودية في المنطقة ، علما بأن المكامن النفطية هي من الصخور الرملية (الرخوة أحيانا) . وكما يتم استحصال المعلومات الكمومية أنيا عن طريق جهاز "الجس أثناء الحفر" المثبتة على بعد (١٠ م) فوق الحافرة (الدقاقة) . وإن الحافرة المستخدمة مكونة من مادة الماس المتبلور المندمج (POLYCRYSTALLINE DIAMOND COMPACT BIT) أو (PDC) ويتم الحفر بطين بوليمري المادة يمكن استرجاعه في حالة فقدان الطين عند الحفر وذلك أثناء عملية الإنتاج من نفس البئر .

إنتاج النفط الثقيل و تصريفه

بغياق القوة الطبيعية الدافعة لإنتاج النفط الثقيل من المكامن النفطية الرملية لحقول (حزام اورينوكو - فنزويلا) فقد خطط في الأصل لاستخدام مضخات جوفية كهربائية غاطسة (ELECTRICAL SUBMERSIBLE DOWNHOLE PUMPS) أو (ESP) في الفترة المبكرة من إنتاج كل بئر - أي عندما كانت معدلات الإنتاج عالية - بسبب الطاقات العالية لهذه المضخات ولكن بدأ التحول إلى استخدام مضخات من نوع الفجوات المتقدمة ذات الطاقة العالية (PROGRESSING CAVITY PUMPS) أو (PCP) لعدد من الآبار بعد أن أصبحت هذه التقنية قابلة للمعدلات الأعلى من سابقتها . وإن معظم الآبار لا تنتج سوى قليلا من الماء مع النفط حيث أن التشبع المائي الأصلي للرمال المنتجة لا يتعدى ٨% .

وكما أسلفنا فان كثافة النفط الثقيل في المكامن الرملية في حقول المنطقة المذكورة ضمن حزام (اورينوكو) هي بدرجة (٨-١٠ API) ، لذا يتم تخفيف النفط ورفع درجة الكثافة إلى درجة (١٦ - ١٧ API) لأغراض نقل النفط بأنابيب الجريان إلى مواقع التصريف وذلك بإضافة المخففات في جوف البئر وعند رأس البئر أو في موقع وحدات معالجة النفط أو تصفيته .

إن عملية تخفيف النفط الثقيل تجري بمزج النفط الثقيل (حوالي ٩ API) مع نفط خفيف (٣٠ API) بنسبة ٣٨% للحصول على نفط (١٦ API) أو إضافة نافثا (٤٧ API) بنسبة أقل (٢٢%) ويتم إيصال النفط إلى منشآت المعالجة أو التحسين في ميناء التصدير (لا كروز) على البحر الكاريبي .

يتم استخدام "تقنية المراحل المتعددة" (MULTIPHASE TECHNOLOGY) في الحقل حيث تم نصب (٢٣) أجهزة قياس المراحل المتعددة (MULTIPHASE METERS) للحصول على الفحوصات المتكررة للآبار و (٧) مضخات المراحل المتعددة (TWIN- SCREW MULTIPHASE PUMPS) ذات قوة حصانيه (2000 HP) لتلافي الحاجة الى نصب معدات عزل و تناول الغاز عند منصات الآبار .

وإن الآبار تنتج بمعدلات حوالي (٨٨٥) برميل / اليوم لكل بئر ومعدل نسبة الغاز/النفط (GOR) (١٠٠) قدم مكعب قياسي/ برميل . وسيتم نقل (٤٥٠) ألف ب/ي من النفط الناتج المكون من (٣٢٥) ألف ب/ي نفط ثقيل ممزوجا مع (١٢٥) ألف ب/ي نفط خفيف بواسطة خطوط الأنابيب إلى مراكز الاستهلاك والتصدير .

مناقشة

يتضح مما تقدم بأن الأشكال الهندسية المعقدة المختلفة للآبار تساعد كثيرا في زيادة انتاج النفط الثقيل من مكانها وفقا للحقائق الآتية :

- ١- زيادة المساحة السطحية المفتوحة للأجزاء المنتجة من المكامن النفطية .
- ٢- الجزء الأفقي الطويل من الآبار يفسح المجال لمرور مسارات الآبار من المناطق المتغيرة في طبيعتها الجيولوجية (التغير الأفقي لسحنات التكوينات الجيولوجية) من جهة و شمول أكبر عدد ممكن من الشقوق المكمية العمودية (في المكامن الكلسية المتشققة) من الجهة الثانية .
- ٣- تعدد الأجزاء الأفقية و تفرعاتها الأخرى (شكل عظم السمكة) في الآبار المركبة تزيد من تكرار التأثيرات الايجابية المذكورة في الفقرتين (١) و (٢) أعلاه .

وهذا ما حفز المختصين في تطوير التقنيات الحديثة لابتكار التصاميم الجديدة ذات الأشكال الهندسية المختلفة للآبار وتعدد مساراتها بهدف الوصول الأوسع الى أجزاء المكامن للنفط الثقيل أولا بغية استنزاف أكبر حجم ممكن من المكامن النفطي وبالتالي الحصول على أعلى معامل استخلاص نهائي للنفط الثقيل - كبديل حقيقي للأساليب المكلفة الأخرى (الحرارية/ الكيمائية وغيرها - مثل طريقة جبهة الاحتراق الداخلي وطريقة حقن البخار المستمر أو المنقطع / حقن السوائل أو الغازات الامتزاجية داخل المكامن. الخ)

إن المبدأ الفني المعتمد في التقنية الجديدة (وهو الوصول إلى أوسع الأجزاء الجيولوجية للمكامن النفطي - ذات السحنات المختلفة والظواهر المفيدة مثل الشقوق - من أقل عدد ممكن من المواقع السطحية) يحقق زيادة ملحوظة في إنتاجية آبار النفوط الثقيلة حيث يمكن تحرير النفط من المناطق المحصورة بالظواهر الجيولوجية المعيقة لحركة النفط وبالتالي يؤدي إلى زيادة في نسبة استخلاص هذه النفوط من مكامنها من جهة والاقتصاد في الكلفة النهائية لعمليات الإنتاج من جهة أخرى .

ولا شك بأن مزايا هذه التقنية وإمكانية أو صلاحية استخدامها في أي حقل من حقول النفوط الثقيلة (كحقل القيارة العراقي مثلا) يجب أن تستقصى بدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لها مقارنة بالطرق المعروفة الأخرى المذكورة أعلاه وذلك في حالة التخطيط لزيادة الإنتاج من الحقل لتتناسب مع كميات الاحتياطي القابل للاستخراج ورفع كفاءة الاستخلاص النهائي للنفط الثقيل من مكامنه في الحقل - أي استخراج أقصى كمية ممكنة من النفط على مدى العمر الإنتاجي للحقل .