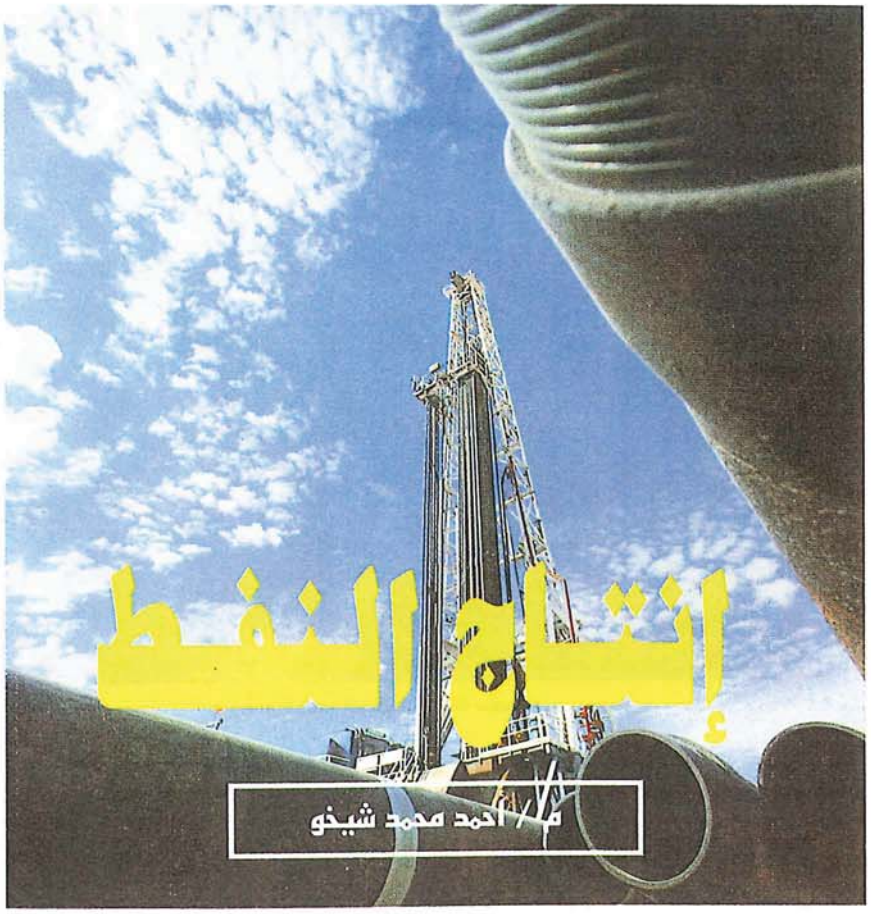


إنتاج النفط

م/ أحمد محمد شيخو

أدرك الانسان منذ اكتشاف النفط أهميته بالنسبة لنمط الحياة ، وقد تميز النفط عن مصادر الطاقة الأخرى التي تم اكتشافها حتى الآن بسبب سهولة تداوله وتعدد المجالات التي يستخدم فيها .

يتكون النفط أساساً من مخاليط معقدة وغير متجانسة من مركبات عضوية هيدروكربونية ذات تراكيب جزيئية متنوعة وخواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

ويتكون النفط والغاز بسبب طمر مواد عضوية نباتية أو حيوانية أو كليهما ضمن صخور المصدر ، وقد أدى تراكم الطبقات الرسوبية وغيرها إضافة إلى عوامل جيولوجية أخرى إلى إرتفاع درجات الحرارة والضغط أثرت على هذه المواد وحولتها تدريجيا بفعل عامل الزمن إلى هيدروكربونات (نفط وغاز) . ونتيجة لحركة الماء في الطبقات الصخرية وتأثير الجاذبية الأرضية وخواص النفط والغاز ، فإنها تهاجر من مناطق إلى أخرى ، وتبقى أحيانا في مكانها وتستقر أخيراً في مصائد نفطية متعددة الأشكال والأحجام منها القباب والطيات المحدبة والتراكيب الأخرى التي تحتوي على الفوالق الأرضية .

مراحل ما قبل الإنتاج

تبدأ مرحلة ما قبل إنتاج النفط بتحديد المصائد المؤهلة لوجود النفط أو الغاز يعقبها تحديد المصائد ثم تحديد موقع البئر الإستكشافية لمعرفة ما إذا كان هناك نفط أو غاز في هذه المصائد أم لا . يعد الحفر الوسيلة الوحيدة التي يتم بموجبها التأكد من وجود النفط أو عدمه ، وهنا تكمن أهمية الدقة في إختيار موقع الحفر خاصة الآبار الاستكشافية والتقويمية ، ولما كان الحفر يعطي فكرة عن محتويات المصائد النفطية فإنه كذلك يعطي فكرة عن التتابع الطبقي للمقاطع الصخرية التي يتم اختراقها أثناء الحفر وصفاتها وإمتدادها الأفقي وسمكها ، إضافة إلى ذلك فهي ترشد إلى المواقع المناسبة للأبار الأخرى حتى في حالة عدم العثور على مواد هيدروكربونية فيها ، وذلك من خلال تحليل المعلومات المستقاة من حفرها ، كما أن هذه الأبار تزودنا بتوقعات عن حجم النفط المخزون في البئر وإنتاجية كل بئر على حدة ونسبة الإستخلاص الأولية المتوقعة ، وبالتالي تحديد الجدوى الإقتصادية والفنية للحقل المكتشف .

● الحفر

نظرا لطبيعة مكامن النفط والغاز وتواجدهما في صخور القشرة الأرضية وعلى أعماق مختلفة قد تتجاوز العشرة كيلو مترات تحت سطح الأرض ، فلابد من إيجاد منفذ للوصول إليها وإستخراج النفط منها ، ويتم ذلك بحفر الآبار .

وقبل الشروع في حفر البئر يتم وضع برنامج يشمل ما يلي :-

* تحديد موقع البئر والغرض من حفره (استكشافية تقويمية ، تحديدية ، تطويرية).
* الطبقات الأرضية المتوقع إختراقها أثناء الحفر وعمقها وسمكها التقريبي.
* أقطار وأطوال مقاطع الحفر .
* أنابيب التبطين التي يتم إنزالها عند الإنتهاء من حفر كل مقطع ونوع إختيار الضغط الذي يجري عليها للتأكد من عزل الطبقات كاملة ، شكل (١) .
* كميات ومواصفات الأسمنت المستعمل لتثبيت أنابيب التبطين .
* نوعية طين الحفر المستعمل في كل مقطع .
* أنواع المجسات التي يجب القيام بها (كهربائية إشعاعية ، صوتية ، حرارية) وذلك لمعرفة خواص الطبقات وتقويمها.
* المقاطع التي يتم إختبارها وأخذ العينات

منها ومن اللباب والسوائل .

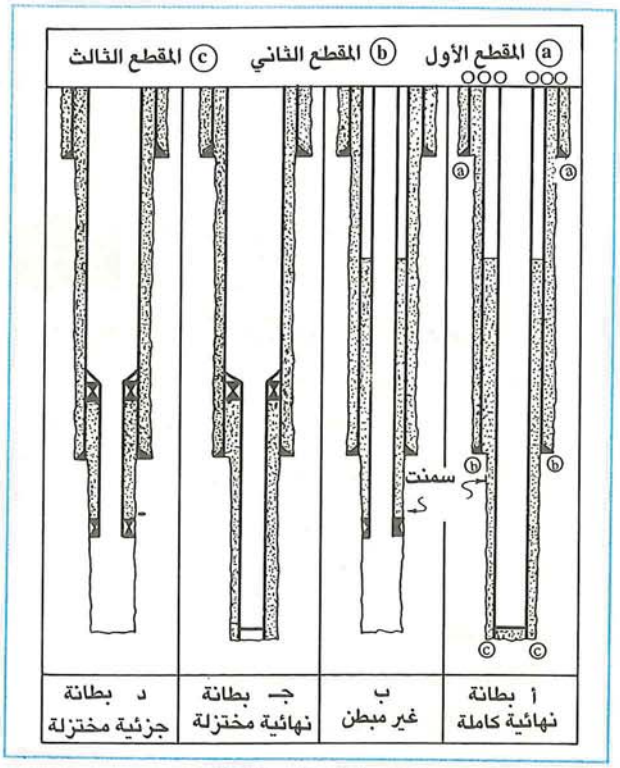
* أنواع مانعات الإنفجار والمعدات الرأسية الأخرى التي يتم نصبها على فوهة البئر للسيطرة على الإنفجار بصورة خاصة والبئر بصورة عامة.

* الطريقة المتوقعة لإكمال البئر .

تحفر البئر عادة بحيث يبلغ قطرها عند السطح ٣٠ بوصة ثم يتناقص قطرها تدريجيا كلما تعمقنا إلى أسفل ليصل إلى حوالى ٤ بوصات عند قاع البئر ، ويعتمد تناقص قطر البئر حسب طبيعة المنطقة التي يتم الحفر فيها وعمق المكمن .

تتعدد أنواع الحفر وطرقها حسب طبيعة المناطق المراد الحفر فيها إلى عدة أنواع منها مايلي :-

● **الحفر بالدق :** ويمتاز بالبساطة وفيه يتم تفتيت الصخور وحفر البئر برفع وإسقاط عمود الحفر والدقاقة المرتبطة به ، ويتم إخراج الفتات من الحفرة بين الحين والآخر بإنزال وعاء معلق بسلك حديدي ،



● شكل (١) حفر مقاطع البئر.

● إحدى أجهزة الحفر في منطقة مغمورة .

إلا أن هذه العملية تحتاج إلى وقت طويل بالإضافة إلى المخاطر التي قد يتعرض لها العاملون أثناء الحفر في حالة وصول البئر إلى طبقة نفطية أو غازية ذات ضغط عال يصعب السيطرة عليه ، وذلك راجع لكون الطبقات التي يتم حفرها تبقى مكشوفة بدون وجود ضغط يعادل ضغوط الموائع فيها .

● **الحفر الدوراني :** ويتم فيه تفتيت الصخور بدوران الدقاقة مع عمود الحفر المرتبطة به ، ونتيجة للثقل المسلط على الدقاقة من قِبَل الأنابيب الثقيلة التي تشكِّل جزءا من عمود الحفر يتم التخلص من فتات الصخور عن طريق ضخ الطين معين (طين الحفر) في أنابيب الحفر بوساطة مضخات على السطح ، وبذلك يخرج الطين المضخ محملا بفتات الصخور من البئر عن طريق الفراغ الموجود بين الأنابيب وجدار الحفر ، بعدها يتم فصل فتات الصخور المحفورة من الطين وإعادة تدويره مرة أخرى .

وبالإضافة إلى فائدة الطين في التخلص من فتات الصخور فإن له فوائد أخرى تتمثل في الآتي : -

* تبريد الدقاقة وعمود الحفر .

* تسليط ضغط على جانبي الحفرة لمنع إنهيار الجدران بتكون طبقة طينية عليها .

* منع السوائل المكمنية (النفط ، الغاز ، الماء) من الخروج إلى الحفرة أثناء عملية الحفر والقيام بالعمليات الأخري ، وبالتالي المساعدة على منع إنفجار البئر .

بعد الانتهاء من حفر كل مقطع تتم عملية تنظيف وتدوير البئر ودراسة خواصه الطباقية وتقويمها عن طريق أجهزة الجس الكهربائي .

● التبطين

يلي عملية الحفر إجراء عملية تبطين الآبار التي أوضحت عمليات الكشف والإختبارات الأخرى أنها آبار منتجة للنفط وتتم هذه العملية بإنزال أنابيب في البئر المحفور وتثبيتها بالأسمنت . وتختلف أعداد أعمدة التبطين حسب طبيعة الطبقات التى يتم إختراقها وحسب الحالة والحاجة ومساحة الحقول النفطية . ومن أنواع أعمدة التبطين ما يلي : -

● عمـــود سطحي لحمايـــة الماء العـــذب بصورة رئيسة .

● عمود أوسـط لمنع الردم وبالتـالي تسهيل عمليات الحفر.

● عمـود إنتـاج وهـو الجزء الـذي يتم من خلالـه إكمال البئر وإنتـاجها . والسيطـرة عليها.

وتتمثل أهمية وفـوائد أنابيب التبطين في الآتي : ـ

* منع ردم جدران الحفرة وإنسدادها.

* منع إختـلاط الميـاه العـذبـة بـالـرمـال العلوية.

* منع إختـــــلاط الماء مع النفـط المنتج في الطبقات الحاملة له .

* تحديد الإنتـاج من فوهـة البئر بوسـاطة خانق الإنتاج.

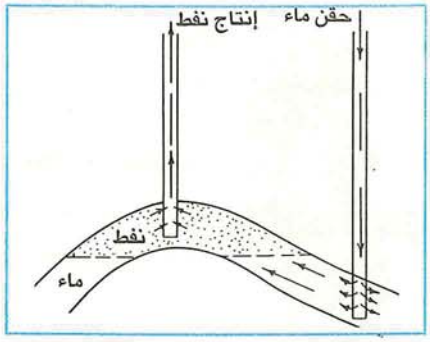
* توفير الوسيلة للسيطرة على الضغط .

* تـوفير عمليـات تـــركيب المعـدات تحت سطح الأرض في حـالـــة القيـام بعمليـــات الرفع بـالغاز (الإزاحة بالغـاز) للمساعدة على الإنتـاج .

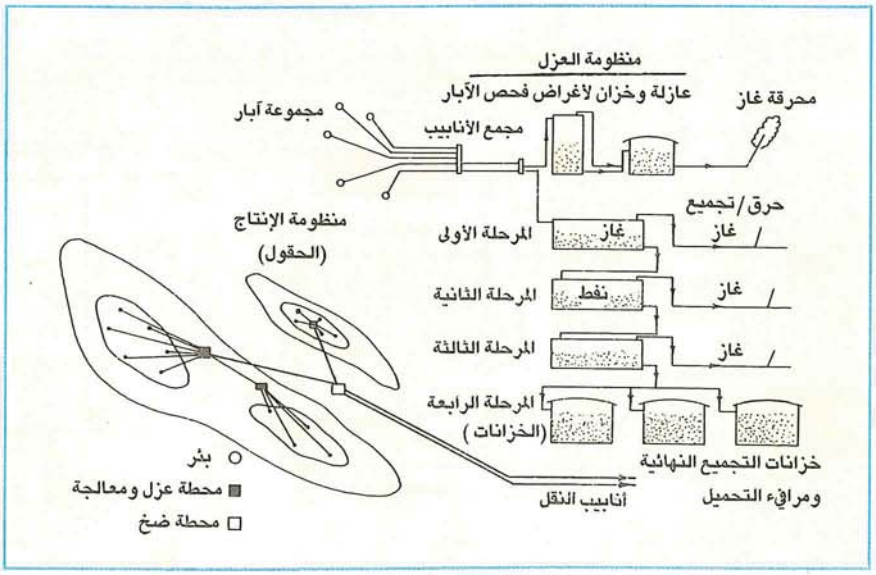
تلي عملية التثبيت ، إجراء إختبار أنابيب التبطين عن طريق تعريضها لضغط مناسب يتم حسابـه مسبقاً للتأكد من صـلاحيتها ، وبعد الإنتهـاء من ذلك يتم تركيب مجمـوعة رأس البئر ومـانعات الإنفجار وإختبـارها ، ومن ثم حفـر المقـاطع الـلاحقـة بإتبـاع الخطوات المذكورة سابقا ، بعدها يتم تثقيب الإجـزاء المحـددة لأنابيـب التبطـين في عمـود الإنتـاج والسماح للبئـر بـالإنتـاج وتقدير إنتاجيتـه .

مراحـل الإنتـــاج

تبـــدأ مرحلة الإنتاج بتركيب مجموعة متفـرعة من الصمامـات والتوصيـلات على فوهـة البئر المبطنـة و التي تسمح بالتحكم الكـامل في إنتـــاج البئـر ، شكل (٢) ، ويتم تـدفق النفط من الطبقـة الحاملة إلى فـوهـة البئر على النحو التالى : ـ



● شكل (٣) حقن الماء .



● شكل (٢) منظومتي الإنتاج والعزل .

● الإنتاج الأولي

الإنتـاج الأولي (Primary Recovery) هـو إنتـــاج النفط من الآبـار في المراحل الأوليـــة بقوته الذاتية (المكمنية) الكامنة في المستودع نفسه ، ومن أجل هذا يجب أن تكـون الطاقة اللازمة لـدفع النفط من المكمن إلى البئر أكبر من مجمـوع طاقات التماسـك بين الصخور والسوائل الموجـودة في مساماتها ، وفي هذه الحالـة تكـون القـوة المؤثـرة على النفـط ليـندفع إلى الخارج أكبر من مجمـوع القـوة القـادرة على دفع عامـود النفـط إلى أعلـى إضـافة إلى القـوة المقـاومـة للشد التثـاقلي (Gravitational Pull) ، وهكـذا نـــرى أن الطـاقة المكمنيـة عندمـا تكون ضئيلـة فإن الضغط في المكمن يبـدأ في الإنخفاض الحاد ، ومع الإستمـرار في إنتاج النفـط يبدأ معـدل الإنتـاج نفسـه في الهبوط ، وتنتهي مـرحلـة الإنتـاج الأولى عنـدمـا تتنـاقص الطـاقـة الطبيعية (Natural Energy) للمكمن إلى الحد الـذي يتوقف عنـده الإنتاج أو عنـدما يفقـد الإنتاج جدواه الإقتصادية .

وقد أشـارت دراسات سـابقة أن كميـة النفط المنتج لأغلب الآبـــار في العـالم خـلال مـرحلة الإنتـاج الأولى لا تتجـاوز ١٥٪ من كميـة النفـط المتـوفـر في المكمن ، ونظـــراً لتطـــور تقنية إنتـاج النفـط فـــي الوقـت الحاضـــر فقـــد أصبـح بـالإمكـان زيـادة الإنتـاج إلى حوالي ٣٠/ .

● الإنتاج الثانوي

الإنتاج الثانوي (Secondary Recovery) هو رفع ضغط المكمن عـن طريق حقن الماء ، شكل (٣) ، أو الغاز أو الإثنين معـا بصورة متبادلة ، وتبـدأ عملية الإنتاج الثانـوي بعد

أن تفشل عملية الإنتاج الأولى بسبب تدني الطاقة الطبعية للمكمن بنسبة كبيرة .

وتهدف عملية الإنتاج الثانوي إلى زيادة ضغط المكمن حتى يسمح بإندفاع النفط إلى أعلاووصوله إلى سطح الأرض .

● الإنتاج الثالثي

يقصد بعملية الإنتاج الثالثي (Tertiary Recovery) إزاحة النفط من مكامنه إما بعملية الإزاحة المتجانسة وإما بعملية الإزاحة الحرارية .

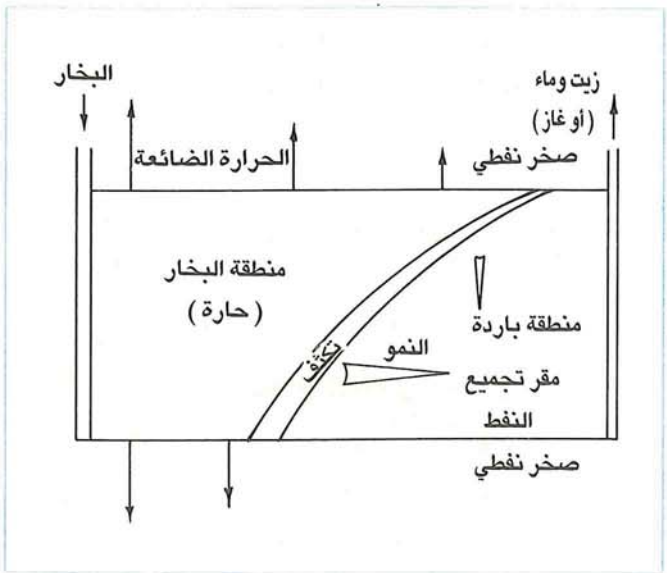
* **الإزاحة المتجانسة** : يتم في هذه العملية حقن المكامن النفطية بالغازات أو السوائل الهيدروكربونية ، أو بالغازات غير الهيدروكربونية وقد بدأ العمل بهذه الطريقة في منتصف السبعينيات حيث كانت أهم الغازات المستخدمة للإزاحة غاز ثاني أكسيد الكربون ، الغاز المسال ، الغاز الغني بالمركبات ، الغاز غير الغني بالمركبات إضافة إلى المنتجات النفطية . وبالرغم من إستخدام الإزاحة المتجانسة لأكثر من ثلاثين عاماً إلا أنها لم تنتشر على نطاق واسع ، وذلك بسبب ظهور العديد من المشكلات أثناء التطبيق الحقلي ، وتكاليفها الباهظة (لإستخدامها المنتجات البترولية) . وقد أوضحت العديد من التجارب التي أجريت على هذه الطريقة في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وبحر الشمال وفرنسا وكذلك في الجماهيرية الليبية والجزائر ، أن الجدوى الإقتصادية لهذه الطريقة لم تتجاوز ١٤٪ من مجموع التجارب الكلية.

* **الإزاحة الحرارية** : يشمل إستخدام الإزاحة الحرارية الإستخدام المتقطع والمستمر لبخار الماء شكل (٤) ، و الحرق الموضعي بنوعيه الجاف والرطب ، شكل (٥) . وقد ساهمت هذه الطريقة في إنتاج أكثر من ٦٠٪ من النفط المنتج بوساطة الإنتاج الثالثي .

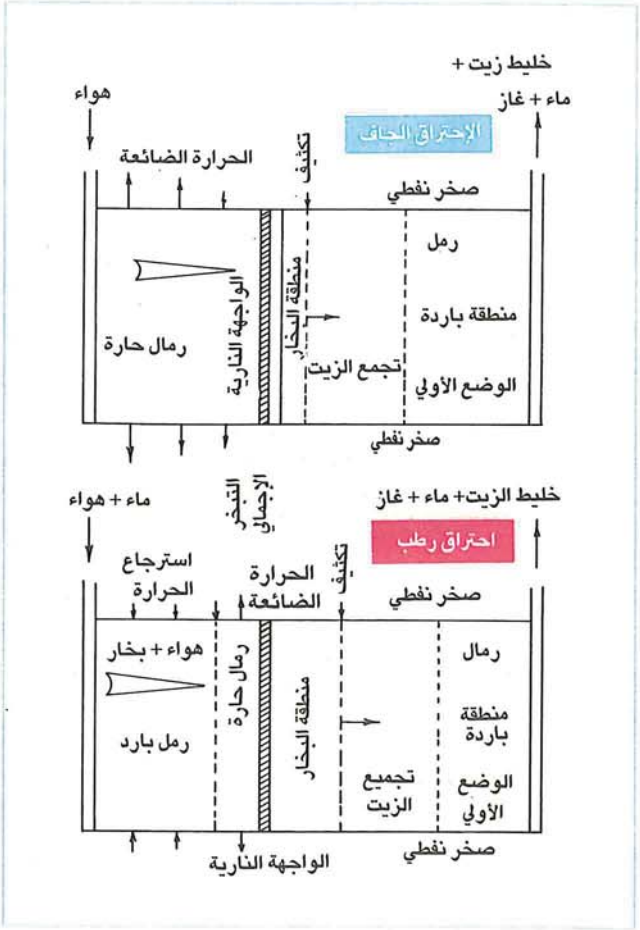
تعد طريقة الإستخدام المتقطع للبخار من أكثر الطرق إستعمالا ، وتتجاوز كمية النفط المنتج بواسطتها في كل من مكامن كاليفورنيا ورومانيا وكندا وفنزويلا وبعض الأجزاء الأخرى من أمريكا اللاتينية ، أكثر من نصف مليون برميل يومياً .

معالجة النفط

بعد وصول النفط إلى السطح ينقل إلى محطات عزل الغاز بوساطة أنابيب الجريان حيث يتم عزل الغاز والماء عن النفط في عازلات خاصة عبارة عن إسطوانات عمودية أو أفقية تحتوي على حواجز متعددة لعزل الغاز عن النفط والماء ليتم تجميعه والاستفادة منه في الصناعات البتروكيميائية . أما النفط المعزول فإنه يجمع في صهاريج الخزن ومن ثم يضخ إلى المصافي أو مرافق التحميل عبر الأنابيب .



● شكل (٤) رسم تخطيطي للغمر بالبخار .



● شكل (٥) الإحتراق الجاف والرطب .