تحليل هيكل الصناعة النفطية باستخدام مدخل سلسلة القيمة

أ. عبد الله جامع
جامعة محمد خيضر، بسكرة -الجزائر
abdellahdja@gmail.com

د. امال رحمان
جامعة محمد خيضر، بسكرة -الجزائر
r.amel70@yahoo.fr

Petroleum Industry Analysis, Using Value Chain Approach

Mr. Djamea Abdellah
University of mohamed khaider - biskra; Algeria

Dr. Rahmane Amal
University mohamed khaider- biskra; Algeria

Received:2017 Accepted: 2017 Published: 2017

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تشريح الصناعة النفطية، وذلك باستخدام مدخل سلسلة القيمة، التي تشرِّح كل مراحل الصناعة وما تضيفه كل مرحلة من قيمة إلى السلعة النفطية، بدءا من الحصول على حق البحث عن الموارد النفطية المدفونة في باطن الأرض وانتهاء ببيع السلع النفطية للمختلف المستهلكين وتلبية حاجاتهم المختلفة، بالإضافة إلى الجهد الذي تبذله كل منشأة نفطية في الصناعة والعائد الذي تتحصل عليه مقابل ذلك.

الكلمات المفتاحية: الصناعة النفطية، سلسلة القيمة، الاستثمارات النفطية، العوائد النفطية.

Abstract :

This study aim to anatomy the petroleum industry, using value chain approach, which divide each phase to all its components; and what does every part add to the value of the petroleum commodity, starting with the obtaining of the right for exploring for the underground resources and finishing with selling of petroleum products to their different consumers, and satisfying their needs. And illustrate the efforts made by every firm and what get as return.

Key words: *Petroleum Industry, Value Chain, Petroleum Investment, Oil Returns.*

تمهيد:

تعتبر الصناعة النفطية صناعة كثيفة رأس المال والتكنولوجيا، كما تتميز بتعقيدات كثيرة ومتعددة: تقنية، تنظيمية وقانونية، وتحظى بأهمية سياسية واقتصادية خاصة نابعة عن الحاجة الكبيرة للمنتجات النفطية في الحياة المعاصرة على كل الأصعدة.

لذلك كان لابد من فهم مختلف أطوار هذه الصناعة؛ وهو ما تهدف إليه هذه الورقة البحثية، حيث سنبحث في العوامل التقنية والاقتصادية فقط أين سنستخدم في التحليل مدخل سلسلة القيمة؛ مركزين على الأنشطة الأساسية، حيث الأنشطة الدعمة خارج نطاق هذه الوقة.

وتجدر الإشارة إلى أن الصناعة النفطية أصبحت تتداخل مع صناعة الغاز الطبيعي (الحديثة نسبيا) بعد أن كان الغاز الطبيعي منتجا مصاحبا للنفط يتم حرقه والتخلص منه، إلا أننا لن نتطرق إلى هذا التداخل.

كما أن للصناعة النفطية فرعان متمايزان رغم تشابههما الكبير، ويتمايزان حسب طبيعة الموقع الذي توجد تحته الموارد النفطية: في البر Onshore أو في البحر Offshore، تحليل هذه الورقة سيقتصر على البر.

مع تصاعد أسعار النفط وبلوغها متوسطات معتبرة توسعت الصناعة النفطية واستثمرت في أنواع من النفط غير التقليدي مثل: نفط السجيل، رمال النفط، النفط الثقيل، النفط الصخري... والتي تتطلب معاملة مختلفة عن النفط التقليدي السائل، ولذلك

هي الأخرى خارج نطاق هذه الورقة البحثية.

وتعمل هذه الورقة البحثية الإجابة على الإشكالية التالية: ماهي مكونات القيمة النهائية للمنتجات النفطية؟ وللإجابة عن هذا السؤال سنقسم هذه الورقة البحثية إلى ثلاثة أقسام رئيسية: أولا: مفهوم سلسلة القيمة؛ ثانيا: الأنشطة الأساسية لسلسلة القيمة في الصناعة النفطية؛ ثالثا: القيمة في النشاطات الأساسية لسلسلة القيمة في الصناعة النفطية.

أولا: مفهوم سلسلة القيمة

يشير مفهوم سلسلة القيمة إلى الكيفية التي يتحرك بها المنتج من مرحلة المواد الأولية إلى غاية الوصول إلى الزبون النهائي، وتتكون سلسلة القيمة من مجموعة من الأنشطة المترابطة مع بعضها وظيفيا حيث يضيف كل منها قيمة إلى النشاط السابق له، بذلك يساهم كل نشاط بجزء من القيمة الكلية المقدمة للزبون، هذا من جهة، ومن جهة أخرى يسهم في جزء من الأرباح الكلية[1].

تاريخيا تم تقديم تحليل سلسلة القيمة أول مرة من قبل بورتر سنة 1985 في كتابه: "الميزة التنافسية، خلق واستدامة الأداء المتفوق"، أين قام بتقديم عناصر سلسلة القيمة القياسية وقام بتقسيمها إلى: نشاطات أساسية ونشاطات داعمة للقيمة.

❖ تضم الأنشطة الأساسية الأنشطة التي تدخل في التكوين المادي للمنتج وإيصاله إلى المستهلك إضافة إلى خدمات ما بعد البيع.

جمع بروتر هذه الأنشطة في خمسة أصناف رئيسية وهي: (1) أنشطة الإمداد الداخلة: وهي التي تهتم باستلام وتخزين وتوزيع المدخلات؛ (2) عمليات تحويل المدخلات إلى مخرجات؛ (3) الأنشطة الإمداد الخارجة: وهي أنشطة خزن وتوزيع المنتج للزبائن؛ (4) البيع والتسويق: تتضمن هذه المجموعة إدارة المبيعات، الترويج، التسعير، اختيار القناة...؛ (5) الخدمات: تقديم خدمات تحافظ أو تحسن قيمة المنتج؛ كالتركيب، التصليح، التدريب، القطع الاحتياطية وتعديل المنتج.

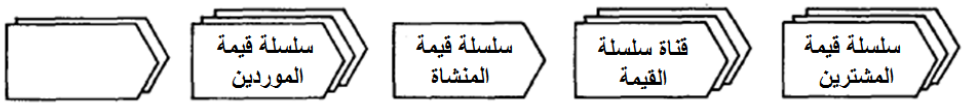
❖ وتضم الأنشطة الداعمة للقيمة كل الأنشطة التي تساعد على تحسين كفاءة وفعالية الأنشطة الأساسية، وتضم أربعة مجاميع هي: (1) الشراء: للمواد الأولية، الآلات والمنشآت...؛ (2) التطوير التكنولوجي؛ (3) إدارة

الموارد البشرية؛ (4) البنى التحتية: وتشمل الإدارة العامة، التمويل، المحاسبة، الشؤون الحكومية، وادارة النوعية، إدارة المعلومات وغيرها[2].

يجب الإشارة إلى أن سلسة القيمة ليست تجميع لنشاطات مستقلة، وإنما متأصلة الترابط بين بعضها؛ مفاهيميا، تعاقديا و/أو ماديا[3].

❖ **نظام القيمة**: تقبع سلسلة قيمة المنشأة ضمن تيار من النشاطات وسلاسل القيمة لمنشآت أخرى، مكونة معا ما يعرف بنظام القيمة، الموضح في الشكل (1).

شكل (1): نظام القيمة لبورتر.



.5**Source** : Michael E. Porter, Op.Cit P3

حيث ترتبط سلسلة قيمة الموردين بسلسلة قيمة المنشأة بسلسلة قيمة المشترين لمنتجات المنشأة، بذلك تتأثر بسلسلة الموردين وتؤثر في سلسلة قيمة زبائنها[4] .

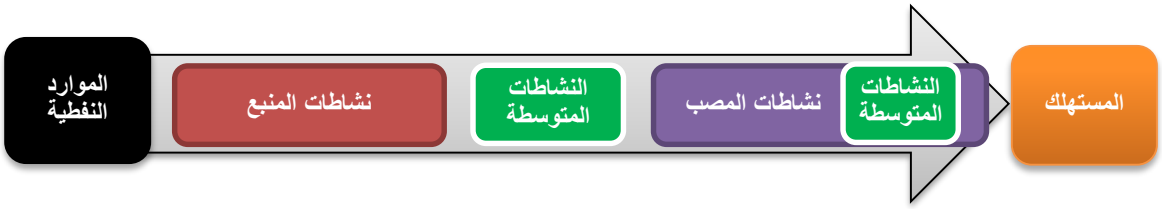
هذا معناه؛ خلق القيمة قد يتم ضمن منشأة واحدة أو بين أكثر من منشأة، لذلك عندما نكون ضمن مؤسسة واحدة نكون ضمن مفهوم "سلسلة القيمة"، ونكون في إطار مفهوم "نظام القيمة" لما يكون التحليل متعلق بنشاطات مرتبطة بين أكثر من منشأة[5].

وتنقسم أيضا الأنشطة الأساسية لسلسلة/نظام القيمة إلى: -نشاطات منبع: تتميز بأنها أقرب إلى المواد الأولية والمدخلات الأساسية؛ -نشاطات مصب: وتكون أقرب إلى الزبون.

ثانيا: الأنشطة الأساسية لسلسلة القيمة في الصناعة النفطية:

تتكون سلسلة القيمة في الصناعة النفطية من ثلاثة أقسام رئيسية: المنبع، المتوسط والمصب. يبدأ المنبع في الصناعة من حقوق الاستكشاف وينتهي المصب ببيع المنتجات للمستهلكين النهائيين.[6] وتتم وفق تتابع معين كما في الشكل (2).

شكل(2) تتابع الأنشطة الأساسية في سلسلة/نظام القيمة للصناعة النفطية.



المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على هيكل البحث.

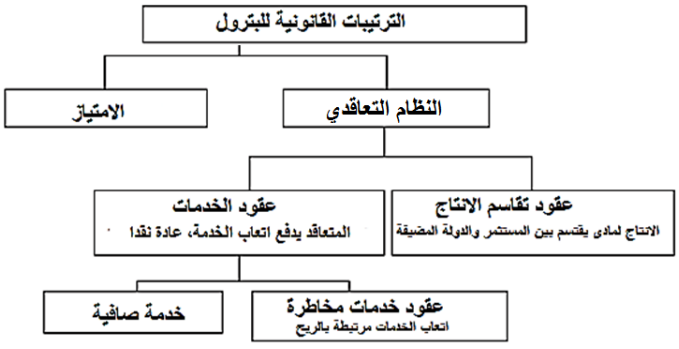
- ✓ تضم نشاطات المنبع Upstream كل من نشاطات البحث والإنتاج ويعتبر الجانب الاستخراجي للصناعة تضم نشاطات المتوسطة Midstream كل من عمليات النقل والتخزين؛
- ✓ تضم نشاطات المصب Downstream عمليات التكرير والتسويق، وتشكل الجانب التحويلي والتجاري من الصناعة.

وتتم هذه الأنشطة سواء ضمن شركة واحدة متكاملة مثل شركات النفط الدولية IOC أو شركات النفط الوطنية NOC وعندئذ نكون بصدد سلسلة قيمة لمنشأة واحدة. أو قد تتم بين أكثر من شركة نفطية مثل شركات نفطية هجينة الشركات النفطية المستقلة شركات الخدمات النفطية...إلخ وعند إذ نكون ضمن مفهوم نظام القيمة.

I. **نشاطات المنبع**: ترتبط عمليات المنبع إرتباطا وثيقا بدورة حياة الحقل النفطي، والتي تبدأ من مرحلة الحصول على حق الدخول، تليها مرحلة الإستكشاف، فمرحلة التقييم، ثم مرحلة التطوير، فالإنتاج وتنتهي بالهجر.

I-1 مرحلة الحيازة أو الحصول على حق الوصول إلى الموارد: في كل الدول، ما عدا الولايات المتحدة الأمريكية وكندا، تعود ملكية الموارد المدفونة تحت الأرض للدولة، بغض النظر عن مالك سطح الأرض.[7] وبالتالي إذا رغبت شركة في إستغلال ثروات باطنية وجب عليها الحصول على ترخيص يمكنها من البحث عن واستخراج هذه الثروات. في قطاع النفط تم تطوير العديد من النظم القانونية لأجل ضمان حقوق والتزامات كل من الدولة المضيفة والمستثمرين الخواص في نشاطات المنبع. [8] تنقسم هذه النظم إلى عائلتين أساسيتين هما: الامتياز والتعاقد، الشكل (3) أدناه.

شكل (3): الترتيبات القانونية لنشاطات المنبع في الصناعة النفطية.



8**Source**: Silvana Tordo, Fiscal Systems for Hydrocarbons Design Issues, Op.Cit, P.

هذه الاتفاقيات تختلف عن بعضها مفاهيميا من حيث مستوى السيطرة المطبق من طرف الدولة، حقوق الملكية، والاتفاقيات التعويضية.[9] هذا ويمكن أن تختلف تفاصيل العقد حتى بين عقود النمط الواحد.

أ-**نظام الامتياز**: تطورت اتفاقيات الإمتياز كثيرا منذ ظهورها في أوائل القرن العشرين كعقود بين طرف واحد عندما كانت الكثير من البلدان الغنية بالموارد لا تزال تحت سيطرة دول أخرى.[10] وقد كان عمليا الترتيب الوحيد المتاح عالميا قبل الستينات.

يهدف الإمتياز إلى إيجار مساحة أرض من الدولة لمدة محددة من الزمن، ويكون المستأجر مسؤولا عن كل قرارات الإستثمار والإنتاج، وتعود له ملكية كل معدات الإستكشاف والإنتاج خلال هذه المدة. وبعد انتهاء الإمتياز تنتقل التركيبات إلى الدولة، ويمتلك المستثمر كل الإنتاج عند رأس البئر. وهذا مقابل مدفوعات مالية لصالح الدولة المضيفة.[11] هذه لمدفوعات تباينت بين الجيل الأول والجيل الحديث من الإمتياز.

تميز الجيل الأول من الإمتيازات بـ: مساحة شاسعة، فترة سريان طويلة، إشراف تام للشركة على الجدول الزمني وبرنامج العمل كما لا توجد متطلبات للإنتاج. في المقابل في الإمتيازات الحديثة أصبحت المساحة أقل ومحددة بدقة؛ تخضع لبنود تخلي خلال فترة البحث والإستكشاف، مع ضرورة وجود برنامج عمل ومتطلبات دنيا للإستثمار، كما أصبح يغلب على منحها أسلوب المناقصات والعطاءات. كما أصبحت البنود المالية أكثر إنصافا.[12] وحاليا تقريبا نصف دول العالم تستخدم نظام الامتياز، مع تنوع معتبر في نوع ونسب الترتيبات الضريبية المطبقة.[13] وحيث يعتبر الإختيار الأكثر ليبيرالية فهو المفضل في دول OECD.[14]

ب- نظام التعاقد: ظهر بعد فترة الستينات كبديل لنظام الإمتيازات التقليدية نتيجة موجة التأميمات وبروز شركات النفط الوطنية. بموجبه تتعاقد الدولة المضيفة أو أحد مؤسساتها -عادة شركتها النفطية- مع شركة نفطية خاصة بهدف البحث عن النفط واستغلاله.

الإختلافات الأساسية بين الإمتياز والتعاقد تتعلق بملكية المعدات والتركيبات؛ حيث تنتقل غالبا إلى الدولة في الحين، كما أن المستثمر في مرحلة الإنتاج يكتسب ملكية حصته من الإنتاج عند نقطة التسليم وليس عند رأس البئر كما في الإمتياز.[15] ومن ناحية التحكم في النشاطات؛ فالدولة لها تحكم كبير في سير الإستثمار حيث عادة يضم العقد بنود مثل الحد الأدنى من الإستثمار تحت طائلة فسخ العقد، مصادقة على مخططات التطوير... إلخ. وتضم عائلة نظام التعاقد نمطين هما عقود تقاسم الإنتاج وعقود الخدمات.

1- **عقود تقاسم الانتاج**: هي ترتيب بين حكومة (أو إحدى مؤسساتها) وبين شركة أجنبية (أو تجمع شركات)، يكون للأخيرة بمقتضاه حق البحث عن البترول في منطقة معينة وزمن معين، فإذا نجحت الشركة في اكتشاف البترول تجاريا يتم تكوين شركة مشتركة بين الطرفين مهمتها استغلال البترول المكتشف.[16]

حاليا هناك عدة أنواع من عقود تقاسم الإنتاج حول العالم مع وجود اختلافات عديدة بينها، إلا أنها تشترك في الخصائص الأساسية الآتية: -ملكية الإنتاج تبقى للدولة؛ -يموِّل المتعاقد كل عمليات البحث والتطوير ويضع رأسماله للمخاطرة، -وأخيرا الملكية للتركيبات عادة تنتقل فورا إلى الدولة.[17]

في حالة النجاح في تطوير مشروع تجاري يتاح غالبا للمتعاقد إسترجاع تكاليف الإستكشاف والتطوير، ويتم بعدها تشارك الإنتاج بين الأطراف حسب المعادلة المحددة مسبقا في عقد مشاركة الإنتاج.[18]

2- **عقود الخدمات**: بموجبها توظف الدولة متعاقدا لأداء خدمات الاستكشاف و/أو الإنتاج نيابة عنها ضمن مساحة محددة، لمدة محددة من الزمن. مع احتفاظها بملكية النفط كاملا؛ ويتحصل المتعاقد على أتعاب ثابتة أو مرتبطة بكمية الإنتاج. وتنقسم عقود الخدمات إلى عقود خدمات مخاطرة وعقود خدمات صافية من المخاطرة، إلا أن النوع الثاني نادر.[19]

❖ **عقود الخدمات بالمخاطر**: بموجبها على أن الشركة توفر رأس المال المطلوب لعمليات البحث والتنمية على أن تسترده (مع الفوائد) خلال سنوات محددة بعد مرحلة الإنتاج، إما نقدا أو عن طريق إعطائها الحق في شراء جزء من الانتاج لمدة محددة بسعر مخفض، وعند بدء الإنتاج تتولى الحكومة دفع كافة تكاليف التشغيل.

❖ **عقود الخدمات بدون مخاطر**: بموجبها على الحكومة أن تتحمل كافة مخاطر البحث وتستأجر الشركة المنقبة للتنفيذ، والاتفاق على ذلك النحو يقلل من المقابل الذي تدفعه الحكومة للشركة نظير خدماتها.[20]

هذه هي العائلات الكبرى من العقود المستخدمة للحصول على حق ممارسة نشاطات المنبع في الصناعة البترولية، إلا أن بعض الدول لها "نظم هجينة" تضم خواص أكثر من نظام،[21] فمثلا هناك عقود تقاسم إنتاج لا تضم بنود استرجاع للتكاليف يطلق عليها "عقود تقاسم الانتاج نموذج البيرو ".[22]

في هذا الإطار تقوم الدول بعرض مساحات معينة للتعاقد عادة عن طريق أسلوب المناقصة (العطاءات)؛ أو بعد مفاوضات الدولة مع الأطراف المدعوة. العطاءات والمفاوضات عادة تأخذ شكل حزمة من الإلتزامات نحو الدولة المضيفة، كالالتزام بتطوير البنية القاعدية، إنفاق حد أدنى من الأموال ضمن الإستكشاف، إستخدام متعاملين محليين بنسبة محددة، أو حفر عدد معين من الآبار.[23] وهذا هو السبب في التنوع والتباين الكبير بين عقود نفس النمط. وفيما يلي متوسط بعض الشروط المطبقة على مستوى العالم:

المساحة الأولية تتراوح بين ألف وأربعة آلاف كلم^2 مع الإتزام بالتخلي عن نصف المساحة على مرحلتين، مدة العقد تتراوح بين 20 و30 سنة، حدود دنيا لجهود للإستكشاف، معدل الإتاوة 7% من قيمة الإنتاج، إسترجاع التكاليف يتراوح من 65% إلى 20% سنويا.[24] بالإضافة إلى شروط بيئية وتقنية وأخرى جبائية تستخدمها الدول كأداة لتشكيل بنية الصناعة.[25]

وتجدر الإشارة إلى وجود مدفوعات مسبقة كبيرة يدفعها المتعاقد للدولة تسمى العلاوات أو المكافآت وتدفع في مناسبات معينة مثل: إمضاء العقود، الإستكشاف، إعلان تجارية المشروع، جاهزية المنشأة، بداية الإنتاج و/أو بلوغ الإنتاج المستهدف.[26]

I-2 **مرحلة الاستكشاف**: نتطلق أعمال الاستكشاف من خلفيات أساسية حول نظريات تكون البترول، الصخور المصدرية، الهجرة والمصائد، وهدفها هو إيجاد هذه المصائد الباطنية، وذالك استدلالا بجملة من القياسات وعمليات الحفر.

وتضم عمليات البحث والاستكشاف تكامل مجموعة من الدراسات في علوم الأرض (الجيولوجيا، الجيوكيمياء والجيوفيزياء)، ثم تجمع كل المعلومات المستخلصة في شكل نماذج رياضية ثلاثية الأبعاد. تمثل التراكيب الجيولوجية المدروسة لأجل تحديد المواقع المحتملة لحفر الآبار الاستكشافية.[27]

تبدأ عملية الاستكشاف بمساحات شاسعة، عن طريق أخذ صور بالطائرات أو بالأقمار الصناعية؛ ثم يقوم الجيولوجيون بتفسيرها ورسم خرائط طوبوغرافية؛[28] كما تستخدم بعض أساليب القياس الجيوفيزيائي والتي يمكن القيام بها من الجو مثل: قياس الجاذبية والمسح المغنطيسي، التي تعطي بعض المعلومات الأولية عن الصخور الباطنية. بعد تضييق نطاق البحث يتم الحصول على معلومات أكثر تفصيلا لمساحات أصغر باستخدام المسح الزلزالي والذي يعتبر أعلى كلفة. [29]

ولابد من الإشارة إلى أن نتائج هذه العمليات لا تشير مباشرة إلى وجود البترول ولكنها توفر مؤشرات على تواجد مصائد ملائمة لتجمع النفط. ومع ذلك قد لا يتواجد بها نفط. لذلك يعتبر الحفر الوسيلة الوحيدة للتأكد من وجود البترول.[30]

بعد اختيار موقع البئر الاستكشافي الأول تبدأ عملية الحفر، والهدف الأساسي منها هو الحصول على معلومات قدر الإمكان تساعد على فهم الطبقات الأرضية.

و فيما يلي مجموعة من أساسيات عملية الحفر:

❖ **الحفر**: هناك ثلاثة طرق رئيسية. (1) **الحفر بالدق**: وذلك برفع وإسقاط الرأس الدقاق على الصخور لتفتيتها، وقد توقف استعمال هذه الطريقة. (2) **الحفر الدوار**: يتكون جهاز الحفر الدوراني من مجموعة من الأنابيب المترابطة مع بعضها وتنتهي بالدقاق، عند إنزالها وتشغيل منصة الدوران يدور الدقاق ويفتت الصخور ويخترقها محدثا حفرة. وكلما تقدم الحفر أضيف إلى أنبوب الحفر ماسورة جديدة إلى غاية بلوغ نهاية المرحلة. ويتميز الحفر الدوار بالسرعة. (3) **الحفر التوربيني**: يشبه الحفر الدوراني باستثناء أن عمود الحفر لا يدور بالكامل وإنما الجزء الأسفل منه فقط (رأس الحفر) بفعل ضغط سائل الحفر، وأهم ميزة لهذه الطريقة هي إتاحة إمكانية الحفر الأفقي.[31]

❖ **سائل الحفر "الوحل"**: هو خليط من مجموعة من المواد الكيماوية القيمة يصمم خصيصا لكل قسم من البئر يتم ضخه عبر أنبوب الحفر ليخرج من رأس الحفر ويجري إلى الأعلى في التجويف بين أنبوب الحفر وجدار البئر؛ حاملا معه الصخور المقطوعة إلى السطح، ويقوم خلال سريانه بعدة مهام حيوية أخرى.

❖ **التغليف**: يتم حفر الآبار على مراحل، وعند بلوغ عمق كل مرحلة يتم تغليف الحفرة باستخدام أنبوب فولاذي لتفادي انهيار الحفرة. ويتناقص قطر رأس الحفر وأنابيب التغليف عند كل مرحلة حتى بلوغ منطقة إنتاج البترول، لتكون آخرها بطانة الإنتاج.

❖ **مانع التدفق**: وهو جهاز مكون من مجموعة صمامات ضخمة يوضع في فوهة البئر المراد حفره، تمر خلاله أنابيب الحفر وسائل الحفر "الوحل"، مهمة الجهاز هي توفير إمكانية غلق البئر بسرعة في حالة الثوران.

❖ **التدعيم بالإسمنت**: عند نهاية كل مرحلة حفر يتم ضخ الإسمنت من أسفل التجويف إلى أعلاه بين السطح الخارجي للأنبوب وتجويف البئر. حيث يعمل الإسمنت على ملء وإلصاق أنبوب التغليف مع التراكيب الصخرية المحفور خلالها، بهذه الطريقة يعزل أنبوب التغليف والإسمنت معا الطبقات المختلفة عن بعضها وعن السطح.

❖ **التسجيل عن طريق الأسلاك**: هي من العمليات الجيوفيزيائية، حيث تُسحب أنابيب الحفر بالكامل، وتستخدم أسلاك تنزل أدوات قياس في تجويف البئر لتوفر قياسات عالية الدقة خلال سحب الأسلاك إلى الأعلى، توجد أنواع كثيرة من الأدوات كل أداة توفر معلومات محددة تستخدم حسب الحاجة لها.

❖ **محللو الصخور**: يقوم جيولوجيو الموقع بتحليل وتسجيل القطع الصخرية الصاعدة مع الوحل لمعرفة الصخور التي تم الحفر خلالها.

❖ **"محللو الوحل"**: يقومون بالتحليل والتسجيل المستمر للوحل العائد لمعرفة الظروف التي تم الحفر خلالها، كما يبحثون عن بوادر نفطية أو غازية تدل عن قرب الهدف.

❖ **العينات الاسطوانية**: لتحديد التكوين الذي تم الحفر خلاله يتم الحصول على عينات أسطوانية باستخدام رأس حفر خاصة، وتعبر مثالية من حيث جودتها وقيمتها؛ لكنها باهظة.

❖ **القياس أثناء الحفر**: يستخدم أدوات خاصة للحصول على بعض البيانات الجيوفيزيائية أثناء الحفر. إلا أن جودة البيانات تكون أقل من السلكية.[32]

❖ **التثقيب**: وتنفذ بالطبقة المنتجة بتخريم مواسير التبطين للسماح للنفط بالتدفق إلى أنوب الإنتاج.

❖ **التحميض**: يتم فتح المسارات لتدفق النفط بواسطة سوائل حمضية لإذابة بعض المعادن لأجل زيادة النفاذية.

❖ **التشقيق**: هو زيادة النفاذية بضغط هيدروليكي في الصخور الخازنة المنخفضة النفاذية حين لا ينفع التحميض.[33]

تجدر الإشارة إلى أنه توجد شركات خدمات نفطية ينحصر نشاطها في واحدة أو أكثر من عمليات الحفر والأنشطة المرافقة لها.

ينتهي الحفر الاستكشافي بكم هائل من المعلومات عن الطبقات المحفورة وتفسيرات أوضح للتراكيب الجيولوجية والبيانات الجيوفيزيائية والمدعمة بمعلومات جيوكيميائية عن الصخور. في حالة تكلل عملية الحفر بالالتقاء مع طبقة منتجة للبترول؛ يتم عندها المرور إلى مرحلة التقييم، أما في الحالة المعاكسة فيتم تحديد مواقع لآبار استكشافية أخرى على ضوء المعلومات المحصلة.

I-3 - **مرحلة التقييم**: عند نجاح البئر الإستكشافي في الإتصال بخزان نفطي يتم الإنتقال إلى مرحلة إختبار البئر، أين يتم تركيب معدات تمكن النفط من التدفق بمعدلات متحكم فيها لإجراء مجموعة قياسات تعطي معلومات أولية عن الحجم الفيزيائي للخزان، ونوعية النفط المخزن. في حال كانت نتائج اختبارات البئر واعدة يتم حفر الآبار التقييمية، مركزة على استهداف أكبر قدر من المعلومات، لتحديد حجم وحدود الخزان النفطي بأكبر دقة ممكنة. بعد تقدير حجم الخزان، يقدر الاحتياطي الأولي في المكان، بتقدير مجموعة من العوامل.[34] المرحلة التالية هي تحديد كميات النفط الباطنية القابلة للإستخراج وذلك بتصنيف الإحتياطات.

الإحتياطات: لا توجد طريقة موحدة لتعريف، تقدير وتصنيف الموارد النفطية، لذلك سنتطرق هنا لأشهر التصنيفات؛ وهو تصنيف الجمعية الدولية لهندسة البترول (SPE). حيث تعرف الاحتياطات بأنها تلك الكميات من البترول المتوقع أن تكون قابلة للاستخراج التجاري من مخزونات معينة في تاريخ معين، في ظل الظروف الاقتصادية الحالية، الطرق الاستخراجية والعلاقات الحكومية السائدة. وحيث هذه التقديرات تبقى دائما محل عدم اليقين؛ تستخدم الجمعية مدخل احتمالي؛ وتضع ثلاث فئات للاحتياطات هي: المؤكد، المرجح والممكن.

أ- الاحتياطي المؤكد: وهو كمية النفط القابلة للاستخراج باحتمال ≤ 90% في ظل الظروف السابقة الذكر، ويشار إليه بـ P90 أو1P؛

ب- الاحتياطي المرجح: احتمال استخراجه في نفس الشروط السابقة يكون ≤ 50% ويرمز له بـ P50 أو 2P؛

ج- الاحتياطي الممكن: احتمال استخراجه في الشروط المذكورة أعلاه يكون ≤ 10% ويرمز له بـ P10 أو 3P؛

ونشير أيضا إلى أن هذه تقديرات غالبا تتم مراجعتها لما تتوفر معلومات جيولوجية، هندسية أو تتغير الظروف الاقتصادية.[35]

وإذ يعتبر النفط الخام سلعة غير متجانسة فنوعيته تؤثر في قرار تجارية الخزان المكتشف؛ ويتم تصنيف نوعية النفط أساسا حسب كثافته (خفيف، متوسط، ثقيل، فائق الثقل) وحسب محتواه الكبريتي (حلو أو حامض)، فالنفط الأخف والأحلى يباع بسعر أعلى.

بعد تحديد حجم الخزان وكمية النفط المتواجدة به ونوعيته يتم تحديد طريقة الإنتاج، نوع الهياكل والتركيبات اللازمة لاستخلاص النفط، كما يتم تنفيذ دراسات التطوير والجدوى، وإعداد خطة تطوير أولية لتقدير تكاليف التطوير.[36] فإذا كانت العوائد المتوقعة من كميات النفط المتاحة تغطي تكاليف الإستكشاف، التطوير، المصاريف التشغيلية المتوقعة، المدفوعات الضريبية والعلاوات المتفق عليها في عقد مع الدولة المضيفة، تحقيق عائد مجزي، مع عدم وجود مانع تنظيمي، يتم اتخاذ القرار بالإستمرار في تطوير الحقل. أما في حالة عدم تجارية الاكتشاف، قد يتم اتخاذ القرار بتنفيذ استثمار إضافي والاستمرار في عملية الاستكشاف، أو التنازل عن المساحة نهائيا.[37] وعندها يتم تصنيف الخزان كحفرة جافة حتى بوجود النفط.[38] وتجدر الاشارة إلى أنه حتى باستخدام أحدث التقنيات فاحتمال العثور على حقل تجاري لا يزال أقل من 20%.[39]

I-4- **مرحلة التطوير**: بعد اتخاذ القرار بالمضي قدما في استثمار الحقل المكتشف؛ تقوم الشركة المشغلة بتقديم خطة تطوير الحقل إلى الدولة المضيفة للمصادقة. والتي تتضمن بنودا تصف بدقة الملامح الأساسية للتطوير مثل:

- ✓ التحديد الدقيق لحدود الحقل المعنية بالتطوير التجاري، ويتم التخلي عن المناطق خارج هذه الحدود؛
- ✓ تحديد حجم النفط في المكان مبررا بتفسيرات البيانات المجمعة، تقدير معامل الاسترجاع الكلي المتوقع مرفقا بالأسس المعتمدة في التقدير ومستوى عدم اليقين في هذه التقديرات؛
- ✓ طرق الاستخلاص المختارة والعوائق الممكن مصادفتها. تحديد برنامج الحفر، أنواع وأماكن الآبار المقترحة الانتاجية منها والمساندة، وصف نظم اكمال الآبار ونظام التجميع المقترح، وصف تكلفة وطاقة كل من وحدة المعالجة ووحدة فصل الغاز؛
- ✓ الكلفة الرأسمالية للتطوير والمخطط الزمني، الحد الأدنى والحد الأقصى للإنتاج السنوي المتوقع، وأيضا التاريخ المتوقع لتوقف الإنتاج؛
- ✓ بنود بيئية وبنود أمن صناعي وسلامة؛ مثل أسلوب التعامل مع الغاز والماء المنتج مع النفط، طريقة التخلص من المخلفات، وصف لنظام التحكم الأساسي في كل المنشآت.[40]

بعد الموافقة على خطة التطوير يتم البدء في تنفيذها، لتبدأ عملية التطوير بتنفيذ مخطط حفر الآبار التي تهدف إلى تعظيم معدل الإنتاج، ولأن الغاية من الآبار التطويرية هي تحقيق الفعالية قد تكون أنواع الآبار مختلفة عن الاستكشافية والتقييمية (التي تتميز بسعيها للبيانات)، فيتم حفر الآبار الأفقية لتعظيم نقاط التماس مع الطبقة المنتجة، أو يتم حفر عدة آبار منحرفة تتفرع كلها من بئر سطحي واحد. كما قد يتم خلال هذه المرحلة حفر آبار حقن؛ وهذا إذا تم اعتماد طرق الاستخلاص المدعم/المحسن في مخطط التطوير.

بعد الانتهاء من حفر الآبار التطويرية، يتم إكمال الآبار وذلك بتركيب معدات التحكم في كمية الإنتاج من كل بئر. كما يتم ربط الآبار المنتجة بشبكة أنابيب تجمع النفط في خزانات تجميع ثانوية ثم في محطة المعالجة.[41] لأن الحقول غالبا ما تقع في مناطق نائية فقد يقتضي الأمر شق طرق وإقامة قواعد حياة للعاملين.[42] وتجدر الإشارة إلى أن مرحلة التطوير تعتبر أكثر مرحلة من ناحية الإنفاق الاستثماري إلا أنها أقل مخاطرة من المراحل السابقة.

I-5- **مرحلة الانتاج**: يشير مصطلح الإنتاج، الاسترجاع أو الاستخلاص إلى عملية استخراج النفط من باطن الأرض.

أ- أساليب الانتاج: بعد إقامة المنشآت الرئيسية السابق ذكرها وبدء مرحلة الإنتاج رسميا، يسمح للبترول بالتدفق التدريجي عبر معدات التجميع ليتم بعدها إجراء المعالجة الحقلية اللازمة.[43] طريقة ومبدأ هذا التدفق هي واحدة من ثلاث أساليب للإنتاج: أولي، ثانوي أو ثالثي. وفيما يلي وصف وجيز لكل منها:

1. **الإنتاج الأولي**: يشير إلى تدفق النفط نتيجة الضغط الطبيعي للمكمن، كما ويتضمن أيضا الرفع الصناعي باستخدام المضخات والرفع بالغاز. ويرتبط معامل الاستخلاص في هذه الحالة بالضغط الأولي للمكمن وعمقه ولزوجة النفط وتركيبه، وطبيعة الصخور وخصائصها الفيزيائية، وقطر مواسير الإنتاج المستخدمة، وقطر المقطع النهائي للبئر، والعديد من العوامل الأخرى.[44]

يعتبر انخفاض ضغط الخزان أمرا حتميا، عندها يصبح معدل الإنتاج غير اقتصادي ويتم الانتقال إلى الطرق الثانوية والثالثية.

2. **الإستخلاص الثانوي**: يضم الاسترجاع الثانوي حقن الماء أو الغاز في الخزان (عبر آبار حقن) في صخور لها اتصال مع آبار الإنتاج. بهدف المحافظة على ضغط الخزان وإزاحة النفط نحو البئر المنتج. كما ويتضمن كذلك استخدام تقنيات تقدم طاقة إضافية للمكمن عبر بئر آخر مثل الحفر البيني والحفر الأفقي.[45]

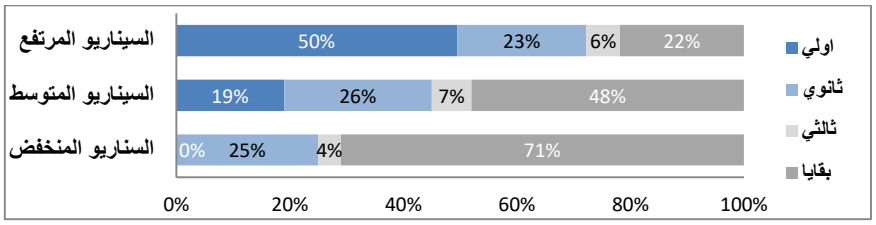
3. **الاستخلاص الثالثي**: يتضمن تقنيات تغير الخصائص الفيزيائية و/أو الكيميائية لسوائل الخزان، وذلك بهدف تعظيم فعالية الإزاحة وتحسين سريان الموائع داخل الخزان.[46] وفيما يلي نلخص أهم آليات الاسترجاع المحسن المستخدمة حاليا.

- ✓ **الطرق الحرارية**: حقن البخار والحرق في الموضع. وغالبا ما تطبق مع النفط الثقيل، لتخفيض لزوجته ليسهل استخراجه؛
- ✓ **الإفاضة**: بحقن مواد يمكن أن تمتزج مع النفط، ومن أهمها غاز ثاني أكسيد الكربون، غاز النيتروجين، غازات العوادم والغازات الهيدروكربونية بهدف زيادة سيولة النفط؛

✓ **حقن المواد الكيميائية**: وتتضمن حقن الماء مضافا إليه مواد مثل مخفضات التوتر السطحي، البوليميرات، القلويات وغيرها.[47]

وللعلم فانه عند إنتاج النفط يكون من الممكن استخراج جزء فقط من حجم الموارد النفطية المتواجدة في المكمن، ويعبر عن نسبة النفط الممكن استخراجها من الكمية الكلية في المكمن بـ"معامل الاسترجاع"، وتختلف من الإنتاج الأولي إلى الثانوي إلى الثالثي ومن خزان إلى خزان آخر. المتوسط العالمي لمعدل الاسترجاع الكلي هو 53% ويتراوح بين 29% و 78%، والشكل (4) يفصل انحراف نسبة الاسترجاع حسب كل مرحلة من الانتاج وفق المعدلات العالمية.[48]

شكل (4) نسب الإستخلاص الكلية لكمية النفط في المكمن.



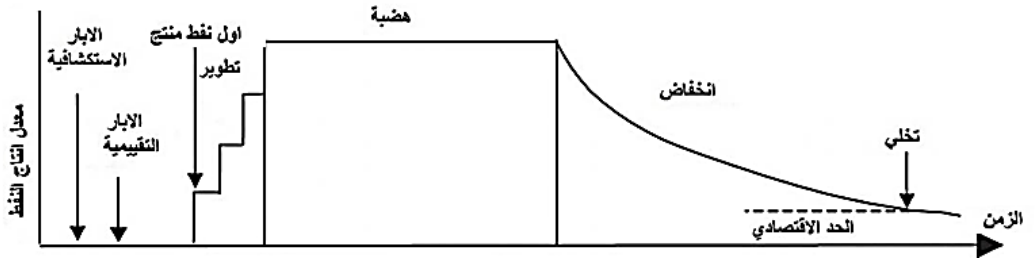
Source : Deutsche Bank, Op.Cit, P78

غالبا ما يتم استخدام أساليب الإنتاج بالتسلسل؛ الأولي ثم الثانوي ثم الثالثي، إلا أنه في بعض الحالات قد يتم استخدام أساليب الإنتاج الثالثي مباشرة بعد الإنتاج الأولي بعد موازنة التكاليف مقابل نسبة الاسترجاع الكلية.[49] كما قد يتم البدء باستخدام أساليب الإسترجاع الثانوي أو الثالثي، ويتم تطوير الحقل على هذا الأساس، كل هذا حسب خصائص النفط والمكمن وتجارية المشروع.

ب- الفصل والمعالجة: تكون السوائل المتدفقة من الآبار عبارة عن خلائط متنوعة، مشكلة من: مياه، غاز، رمل، شضايا صلبة ومواد كيماوية محقونة مسبقا. لذلك تستخدم معدات مصممة لأجل فصل النفط عن بقية المواد، حيث يتم كذلك معالجة المياه والمواد الكيماوية لأجل إعادة حقنها أو إلقائها بأمان. بعد عمليات الفصل والمعالجة الحقلية يجب أن لا يبقى النفط محتفظا بكمية من الماء وبعض الشوائب تزيد عن [0,1%، 3,0%] من الوزن.[50]

ج- مراحل الانتاج: تشترك جميع الحقول في السلوك العام مهما اختلف حجم الحقل أو مستوى الإنتاج، حيث تمر بثلاث مراحل أساسية كما تظهر في الشكل (5). إلا أنه قد تحدث انحرافات هامة عن هذا النمط بسبب تغيرات في التكنولوجيا، تغيرات أسعار النفط، الحوادث، القرارات السياسية...الخ[51]

شكل (5): المراحل النموذجية لإنتاج حقل نفطي



Source: Mikael hook et all, Op Cite, p3.

تتميز المرحلة الأولى بتزايد الإنتاج بسبب الآبار المحفورة حديثا ودخولها الخدمة تباعا خلال مرحلة التطوير، في المرحلة الثانية/مرحلة منتصف العمر، يصل حجم الإنتاج إلى المستوى المستهدف وتستقر عنده مشكلا هضبة، ثم تأتي مرحلة النضج حيث تتميز بالانخفاض التدريجي لمستوى الإنتاج حينها يتم السعي خلف كل إنتاج إضافي ممكن، إلى غاية الوصول إلى الحد الاقتصادي للمشروع ليتم تفكيك المنشآت وهجر الحقل.

مع أن كل الحقول تمر بهذا الشكل من نمط الإنتاج إلا أنها تختلف من حيث سرعة تغيرات مستويات الإنتاج حيث بعض الحقول تتميز بقمة بدل هضبة حيث ينخفض الإنتاج دون الاستقرار لفترة، في حين الحقول الكبيرة تتميز بهضبة واسعة تدوم لعقود قبل أن يبدأ الإنتاج في الانخفاض.[52] وتلعب أساليب الاستخلاص دورا في شكل منحنى الإنتاج حسب مرحلة تطبيقها وكمية إضافتها لكل من معدل الاستخلاص الكلي ومستوى الإنتاج.

I-6- **مرحلة الهجر**: في المراحل الأخيرة من الانتاج تتزايد نسبة كل من الماء، الرمال والقطع الصلبة المستخرجة مع النفط بالتدرج مايزيد من تكاليف معالجة الإنتاج،[53] هذا بالإقتران مع إنخفاض ضغط البئر وبالتالي مستوى الإنتاج يجعل المشروع أقل إقتصادية مع مرور الزمن إلى غاية بلوغ الحد الإقتصادي، عندها يصبح الحقل في نهاية عمره المفيد. فيتم إزالة كل المعدات السطحية وإحكام سد الآبار نهائيا بحيث لا يمكن للهيدروكربونات أن تتسرب إلى السطح تحت أي ظرف، كما يجب إعادة البيئة السطحية للموقع إلى حالتها الأصلية بطريقة آمنة.[54] كما وتطبق إجراءات الهجر والتخلي على الآبار الإستكشافية والتقييمية التي لم تحقق إكتشاف النفط بكميات تجارية.

II-**النشاطات المتوسطة** Midstream: تضم النشاطات النفطية المتوسطة كل العمليات التي تتم في سبيل نقل النفط الخام والمنتجات المكررة، وبذلك فهي تضم أساسا عمليتين هما النقل والتخزين. كما تضم كل نشاطات المتدخلين في تصنيع، تشييد وتسيير سائل النقل والتخزين وأيضا عمليات إدارة وتسيير محطات وموانئ الشحن.[55] وقد تم قديما احتسابها كجزء من عمليات المنبع وعمليات المصب، إلا أن التقسيم الحديث أطلق عليها نشاطات المتوسطة وذلك لتشابه طبيعة هذه الأنشطة سواء في التعامل مع النفط الخام أو المنتجات لمكررة.

II-1 **النقل**: بعد إنتاج النفط تأتي الحاجة إلى نقله بطريقة اقتصادية إذ أن مناطق الإنتاج تكون نائية وبعيدة عن مناطق الاستهلاك، ويتضمن نشاط النقل في الصناعة النفطية شريحتين أساسيتين: شريحة نقل المنبع، وشريحة نقل مصب.

❖ **شريحة المنبع**: وتضم نقل النفط الخام من الآبار إلى مراكز التجميع؛ من مراكز التجميع إلى مصافي التكرير المحلية؛ من مراكز التجميع إلى موانئ التصدير؛ من موانئ التصدير إلى موانئ التفريغ؛ من موانئ التفريغ إلى مصافي التكرير؛

❖ **شريحة المصب**: وتضم نقل المنتجات النفطية من مصافي التكرير إلى أسواق الجملة وإلى محطات التوزيع والمستهلكين التجاريين والصناعيين.

هذا ويتسم نقل المنبع يكونه "متحدي وصعب" حيث تقع آبار النفط في مناطق بعيدة ونائية وصعبة، ويتسم نقل شريحة المصب بـ"التعقيد"، حيث رغم أن المنتجات النفطية قريبة من السوق إلا أنه يجب ضمان إيصالها إلى كل المستهلكين النهائيين.[56]

ويتم نقل النفط الخام باستخدام الأنابيب من الآبار إلى غاية مراكز التجميع، بعد ذلك تصبح هناك عدة بدائل ممكنة: عن طريق شبكة أنابيب، عن طريق الشاحنات، بواسطة صهاريج السكك الحديدية، بواسطة الناقلات البحرية. وكل طريقة لها ميزاتها وسلبياتها حيث تكون مفضلة في حالات معينة، كما يتم غالبا نقل كميات من النفط باستخدام تشكيلة من كل هذه الوسائل.

II-2 **التخزين**: يتم تخزين النفط الخام والمنتجات النفطية في حاويات أو صهاريج، في ناقلات النفط، كما وتستخدم الكهوف الملحية أيضا بعد تكييفها. وتتمركز خزانات النفط عادة قرب مصافي التكرير أو محطات الشحن.[57] ويتم تخزين تخزين النفط والمنتجات النفطية في نقاط مختلفة خلال سلسلة القيمة لأسباب عديدة؛ كأمن الامدادات، التحوط السعري أو المضاربة.[58]

ويقوم عدد من المتعاملين بتخزين النفط في محطات التخزين مثلا؛ مصافي التكرير في حالات عدم كفاية أوعدم ملائمة خزاناتها، الموزعون حيث يخزنون منتجات نفطية لأجل مواجهة الطلب الموسمي، وأيضا تجار السلع لأغراض المضاربة في النفط والمنتجات النفطية.[59] أيضا البلدان المستوردة للنفط تقوم بالتخزين لأغراض أمن الطاقة والطوارئ أو للحد من التعرض لتقلبات أسعار السوق. [60]

يتسم نشاط التخزين في الصناعة النفطية بالتجمع في مناطق معينة، حيث أكبر التجمعات هي: (1) تجمع رودتردام بهولندا ويتميز بكونه منطقة تجارة وميناء تحويل؛ (2) تجمع سنغافورا: منطقة تجمع استراتيجي

لصناعات التكرير والبيتروكيماويات الآسيوية كما يخزن فيها مخزونات استراتيجية للعديد من الزبائن؛ (3) الفجيرة بالإمارات العربية ميزتها قربها من منطقة كبيرة التصدير للنفط.[61]

III **نشاطات المصب** Downstream: تضم نشاطات قطاع التكرير وعمليات التسويق والتوزيع للمنتجات المكررة.

III-1 **نشاطات قطاع التكرير**: تعتبر مرحلة تكرير النفط حلقة جوهرية في سلسلة القيمة في الصناعة النفطية حيث تضيف القيمة بتحويل النفط الخام ذو القيمة الاستخدامية الصغيرة إلى مجموعة من المنتجات المكررة مناسبة للاستخدام، سواء الاستهلاك النهائي أو كمنتجات وسيطة لصناعات أخرى. ويتم هذا التحويل في مصافي التكرير (Refineries) التي تعتبر منشآت تحويلية كبيرة، كثيفة رأس المال، مستمرة التدفق وذات مراحل معالجة معقدة للغاية. تقوم بتحويل النفط الخام ومدخلات أخرى إلى العديد من المنتجات المكررة. [62]

يعتبر النفط الخام خليط من المئات من جزيئات الهيدروكربونات والتي تتراوح أطوال سلاسلها الكربونية من ذرة كربون واحدة إلى ما يفوق السبعين، ما يعني مواد مختلفة الخصائص إلى حد كبير، فمثلا تتميز الهيدروكربونات ذات السلاسل الأقل من خمس ذرات كربون بكونها غازات، أما تلك ما بين 5 و18 ذرة كربون فتكون سوائل، وتلك التي تفوق ذلك فتكون صلبة، ضمن درجة الحرارة النظامية.[63]

اختلاف نسب هذه الأصناف من الهيدروكربونات في النفط الخام هي ما يحدد درجة كثافته، حيث يكون خفيفا إذا احتوى على نسبة كبيرة من الهيدروكربونات القصيرة السلاسل، ويكون أثقل كلما زادت الجزيئات الطويلة.

أ- **المنتجات النفطية**: تقوم مصافي التكرير بمعالجة النفط فيزيائيا وكيميائيا لأجل إنتاج المنتجات البترولية، وهي تصنف إلى منتجات نهائية وأخرى وسيطة، أو إلى منتجات طاقوية ومنتجات غير طاقوية. وأهمها هي: [64]

- ✓ غاز البترول (C1-C4): أخف منتج، ويستخدم للتدفئة، الطبخ وكذلك كمدخلات في صناعة البلاستيك؛
- ✓ النافتا (C5-C9): سائل خفيف سهل التبخر، يعالج ليصبح بنزين، وكمدخلات في صناعة البتروكيماويات؛
- ✓ البنزين (C5-C10): وقود محركات سريع التبخر. ويستخدم في محركات الإشعال الشراري؛
- ✓ الكيروسين (C10-C16): يستخدم كوقود للمحركات النفاثة، للطهي والتدفئة، أو مادة أولية لمنتجات أخرى؛
- ✓ غاز النفط (C14-C20): يستخدم وقود لمحركات الديزل، للتسخين المنزلي وكمادة أولية لمنتجات أخرى؛
- ✓ زيوت التشحيم (C20-C50): تستخدم لتزييت الآلات الميكانيكية، وتتراوح من الخفيفة إلى السميكة جدا؛
- ✓ زيت الوقود/الغاز الثقيل (C20-C70): يستخدم صناعيا للتسخين، توليد الطاقة، كوقود للسفن، أو كمادة أولية لصناعة منتجات أخرى، وهو أكثر وقود نفطي تلويثا؛
- ✓ مخلفات (C70<): مثل الفحم، الإسفلت، القار والشمع. تستخدم لرصف الطرقات والأسطح، أو كمادة أولية.

من ضمن هذه المنتجات النفطية يعتبر وقود النقل هو الأعلى قيمة، بينما زيت الوقود والإسفلت هي الأقل قيمة.[65]

في هذا الصدد يشار بمصطلح "لائحة المنتجات" إلى نسب كل منتج من المنتجات المكررة المتحصل عليها بتكرير برميل نفط خام. وتعتبر لائحة المنتجات إنعكاس لكل من خصائص المصفاة و لائحة الخام المكرر.[66] ويشير مصطلح "لائحة الخام" إلى مجموعة من النفوط الخام التي تستطيع تجهيزات المصفاة معالجتها كمدخلات، وقد تكون نفط خام وحيد المصدر أو خليط من النفوط.[67]

ب- عمليات التكرير: تضم عملية التكرير مجموعة العمليات التي يتم من خلالها إحداث تغيرات فيزيائية وكيميائية على النفط عبر العديد من المراحل، تتم كل منها في وحدة منفصلة. عدد هذه الوحدات في المصافي الحديثة يزيد عن خمسين وحدة عمليات، هذه العمليات يمكن تصنيفها ضمن سبع فئات واسعة هي: التقطير، التكسير، الترقية، المعالجة، الفصل، المزج، المساندة والخدمات المرافقة.[68]

1- **عمليات التقطير**: أو التجزئة هي عملية فصل فيزيائية للنفط الخام إلى مجموعات من الهيدروكربونات حسب درجة غليانها، من مبدأ: الهيدروكربونات الأطول تغلي في درجة حرارة أكبر، حيث يجري تسخين الخام تدريجيا في برج التقطير، فتتبخر أولا الهيدروكربونات الخفيفة مثل البنزين والنافتا وتجمع في أنبوب خاص، ومع استمرار ارتفاع درجة الحرارة تتبخر الهيدروكربونات الأثقل فالأثقل وتبقى أثقلها في القاع. وبذلك تتجمع كل مجموعة من الهيدروكربونات على حدى. وهناك نوعين من التقطير: الجوي ويتم في الضغط الجوي الطبيعي. والتقطير الفراغي: يتم إعادة العملية في ظروف ضغط فراغية لفصل المزيد من المقطرات الثقيلة دون كسر جزيئاتها.[69] بعدها تذهب العناصر المنفصلة كل إلى عملية تكرير مختلفة لمزيد من المعالجة.

2- **عمليات التحويل**: أو الكسر، وبموجبها تحدث تفاعلات كيميائية تكسر جزيئات الهيدروكربونات الكبيرة إلى جزيئات أصغر وأخف مثل البنزين والديزل. عمليات التحويل الأساسية هي التكسير بالعامل الحفاز المائع، التكسير الهيدروجيني، والتفحيم.[70]

3- **عمليات الترقية**: هنا تنفذ تفاعلات كيميائية ينتج عنها جمع أو إعادة هيكلة الجزيئات المنخفضة القيمة لإنتاج أخرى عالية القيمة، وأهم عمليات الترقية هي: الإصلاح بالمحفز، الألكلة، المماكبة، البلمرة، والأثيرة.[71]

4- **عمليات المعالجة**: تتم خلالها تفاعلات كيميائية تعمل على إزالة الشوائب مثل الكبريت، النيتروجين، الأملاح والمعادن الثقيلة. وهذا لأجل موافقة مواصفات المنتجات وحماية وحدات التكرير من التفاعلات الغير مرغوبة. أهم طرق المعالجة هي المعالجة الهيدروجينية،[72] والتي بواسطتها يتم إزالة 90% من الملوثات، مثل النيتروجين الكبريت الأكسجين والمعادن.[73]

5- **عمليات الفصل**: حيث أغلب التدفقات في مصفاة التكرير هي خليط من المركبات، خلال عمليات الفصل يتم فصل أجزاء معينة عن الأخرى إعتمادا على الإختلافات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه المركبات. أهم عمليات الفصل هي عملية الاستخراج وهي تعتمد على الإختلاف في درجة انحلال المكونات المختلفة في المحاليل بهدف إزالة مكونات معينة من خليط الهيدروكربونات. وأهم تطبيقاتها هي عملية الإصلاح الحفزي التي تعمل على إستخراج عطريات معينة من المنتجات النفطية.[74]

6- **مزج المنتجات**: المزج يتضمن خلط وتوفيق تركيبات من الأجزاء الهيدروكربونية، المضافات ومكونات أخرى؛ لإنتاج المنتج النهائي بخصائص وأداء معين، وبأقل تكلفة ممكنة. فكل منتج نفطي يجب أن يطابق مجموعة من الخصائص، منها ما يتعلق بالخصائص الفيزيائية، مثل الكثافة، التطاير ومجال الغليان، ومنها ما يتعلق بالخصائص الكيميائية مثل: نسبة الكبريت، ومحتوى العطريات. ومنها أيضا معايير جودة الأداء مثل رقم الأوكتان ونقطة الدخان.[75] ولذلك فمثلا لأجل إنتاج وقود الديزل يتم مزج من 4 إلى 6 مكونات، ولإنتاج البنزين يجب مزج من 6 إلى 10 مواد. كما قد تضم عملية المزج إضافة مواد توفر خصائص مرغوبة في منتجات معينة غير متوفرة أصالة في الهيدروكربونات، مثل مضادات الأكسدة، مثبطات الصدأ والمطهرات. [76]

7- **عمليات المساندة والخدمات المرافقة**: تضمن إستمرار عمل كل الوحدات، أهم مرافق الدعم تضمن: حركية وتخزين النفط، إنتاج واسترجاع الهيدروجين، جمع الكبريت، جمع وفصل الغاز الخفيف، معالجة مخلفات المياه، الكهرباء وتوليد البخار.[77]

ج- تصنيف مصافي التكرير: لكل مصفاة خصائص تركيبية وتشغيلية فريدة، وهذا لأنها تصمم من الأساس تبعا للائحة من النفوط، هيكل طلب السوق للمنتجات المكررة، ونوعية الخصائص الإجبارية للمنتجات المكررة في السوق المستهدف.[78] وعموما تصنف مصافي التكرير عادة حسب الحجم ودرجة التعقيد.[79]

1. تصنيف مصافي التكرير حسب درجة التعقيد: يشير مفهوم التعقيد أو التطور في مصافي التكرير إلى مدى القدرة التقنية والمرونة لمعالجة أنواع مختلفة من المدخلات النفطية الخام إلى عدد واسع من المنتجات النفطية المختلفة.[80] وهناك عدة مقاييس قياس التعقيد وأكثرها شهرة هو معامل "نلسون "، الذي يعتمد على نسبة قدرة عمليات التحويل بالنسبة إلى قدرة التقطير ارتفاع قيمة المعامل تدل على أن المصفاة أكثر تعقيدا وكثافة رأسمالية/استثمارية. [81] واعتمادا عليه تصنف مصافي التكرير إلى أربعة أصناف، كما يلي:

❖ **مصافي التقطير** Topping: تصنف على أنها منخفضة التعقيد بمعامل أقل من 2، وتتضمن فقط معدات تقطير الخام ومعدات عمليات مساندة أساسية. ليس لها قدرة على تغيير نمط العائد الطبيعي للنفط الخام المعالج؛ كما أن مصافي التقطير ليس لها أي سيطرة على مستويات الكبريت في المنتجات.

❖ **مصافي القطف الهيدروجيني** Hydro-Skimming: تعتبر متوسطة التعقيد بمعامل من 2 إلى 6، إضافة إلى مكونات مصافي التقطير تتضمن أيضا، وحدات الإصلاح الحفزي، وحدات مختلفة للمعالجة الهيدروجينية، وخلط المنتجات. هذه المصافي بإمكانها ترقية النافتا إلى بنزين، والسيطرة على المحتوى الكبريتي للمنتجات النفطية. إلا أنها تفتقد القدرة على تغيير نمط العائد الطبيعي للنفوط المعالجة.

❖ **مصافي التحويل** Conversion **أو التكسير** Cracking: تصنف على أنها عالية التعقيد بمعامل أكبر من 6 وأقل من 12، وتضم بالإضافة لسبق عمليات التكسير الحفزي و/أو التكسير الهيدروجيني، حيث تحول أجزاء النفط الخام الثقيلة (أساسا زيت الغاز) الذي له عائد طبيعي عالي في أغلب النفوط، إلى أجزاء أخف، مثل البنزين، وقود الطائرات، وقود الديزل ولقائم لصناعة البتروكيماويات.

وتتميز مصافي التحويل بأن لها القدرة على تحسين نمط العائد الطبيعي للخامات لكنها لا تزال غير قادرة على تجاوز إنتاج بعض المنتجات الثقيلة ذات القيمة المتدنية مثل مخلفات الوقود والإسفلت.

❖ **مصافي التحويل العميق** Deep Conversion: وتعتبر جد عالية التعقيد ومعامل تعقيدها يفوق 12، وتضم إلى إضافة لمصافي التحويل، وحدات التفحيم التي "تدمر" أجزاء النفط الأثقل والأقل قيمة (بقايا الزيت) وتحولها إلى أجزاء أخف لتكون مدخلات إضافية لعمليات تحويل أخرى (مثل التكسير الحفزي) وعمليات الترقية (مثل الإصلاح الحفزي) لإنتاج منتجات خفيفة أعلى قيمة.

عموما مصافي التكرير عميقة التحويل ذات الاستيعاب الكافي لوحدات التفحيم تحول مبدئيا كل مخلفات النفط إلى منتجات أخف.[82]

تجدر الإشارة إلى أنه كلما ازدادت المصفة تعقيدا كلما كانت أكثر كثافة رأسمالية وأكثر قدرة على إضافة قيمة إلى النفط الخام، حيث تكتسب مزايا مثل:

- ✓ القدرة على تحسين العائد الطبيعي للنفط المكرر، ما يوفر لها: (1) إمكانية توفيق لائحة منتجاتها مع طلب السوق (مثلا يطلب بنزين أكثر صيفا وزيت تدفئة أكثر شتاء)[83]. (2) تحويل الأجزاء النفطية الثقيلة متدنية القيمة إلى منتجات أعلى قيمة؛
- ✓ القدرة على توفير منتجات أكثر تلاؤما مع قيود النوعية ونسب الشوائب[84]؛
- ✓ المرونة في اختيارالخام ما يمكنها من الإستفادة من النفوط الأقل كثافة وحلاوة حيث تباع بخصم.[85]

2. تصنيف مصافي التكرير حسب القدرة التكريرية: يجري تصنيف مصافي التكرير حسب الحجم طبقا لقدرتها التكريرية اليومية، التي تقاس بالطاقة الاستيعابية لوحدات التقطير، فقد تم تصنيفها إلى:

-مصافي تكرير كبيرة تزيد طاقتها عن 200 ألف برميل -صغيرة تكرر من 50 إلى 100 ألف برميل

يوميا؛ يوميا؛

-متوسطة تتراوح قدرتها بين 100 و200 ألف برميل يوميا؛ -صغيرة جدا تكرر أقل من 50 ألف برميل يوميا.[86]

III-2 **نشاط تسويق المنتجات النفطية**: يضم نشاط التسويق في الصناعة النفطية توزيع وبيع المنتجات النفطية المكررة إلى المستهلكين، وحيث توجد مجموعة واسعة من المنتجات المكررة، ذات خصائص متباينة ومستهلكين نهائيين مختلفين، لذلك يتم تسويق كل منتج نفطي بطريقة خاصة، سواء تسويقها من خلال البيع بالجملة أو البيع بالتجزئة. وتتم خلال نشاطات تسويق المنتجات النفطية نشاطات متعددة من النشاطات المتوسطة؛ حيث تنقل المنتجات النفطية وتخزن وتعاير جودتها في عدة مراحل.

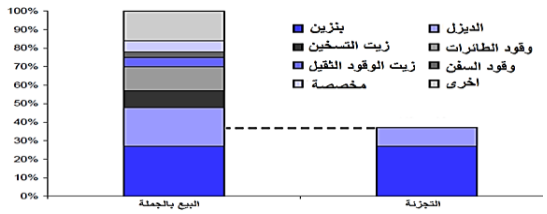
أ-**البيع بالجملة**: كل المنتجات النفطية يتم تسويقها بالجملة، لمحطات التجزئة، للزبائن الصناعيين والتجارين؛[87] حيث يتم توزيع زيت التسخين للقطاع السكني والمستهلكين التجاريين، البنزين والديزل لشركات وأساطيل النقل البري والسكك الحديدية. وقود الطيران يتم بيعه للمطارات وشركات الطيران مباشرة، زيت الوقود يباع مباشرة إلى شركات الشحن البحري، إلى منشآت الخدمات وتوليد الطاقة والمنشآت الصناعية، مصانع البتروكيماويات... الخ[88] وبصورة أساسية يتم إعتماد العقود الآجلة في تداول المنتجات النفطية بالجملة، إلا أنه أحيانا يتم التداول في إطار السوق الفوري.[89]

ب- **البيع بالتجزئة**: ويشير إلى بيع المنتجات مباشرة إلى المستهلكين النهائيين خلال محطات التجزئة للخدمات، ويعتبر الواجهة العامة للصناعة النفطية والحلقة الأكثر وضوحا للعامة من الصناعة النفطية، وتضم أساسا بيع البنزين والديزل، إذ أن المنتجات الأخرى نادرا ما تشترى من مستهلك فردي.

تتم مبيعات التجزئة خلال محطات الخدمات التي قد تكون تحت علامة شركة نفطية، أو من قبل شركات تدير محطات لحسابها الخاص، التي قد تكون صغيرة الحجم أو كبيرة مثل "كوستكو" في الولايات المتحدة الأمريكية و "كارفور" في أوربا.[90]

ويعتبر سوق التجزئة أقل حجما من سوق الجملة، حيث حوالي الثلث فقط من الكميات المسوقة من المنتجات النفطية تمر عبر أسواق التجزئة كما يظهر في الشكل (8).

شكل (8): نسب المنتجات النفطية المسوقة بالتجزئة وبالجملة.



Source: Deutsche Bank, Op.Cit, P191

يلاحظ أنه يتم تسويق جزء من الديزل وكل البنزين بالتجزئة، إذ يستخدم الديزل على المستوى التجاري والصناعي. هذا ويتطلب البيع بالتجزئة استثمار رأسمالي أعلى من الجملة، إلا أنه يتمتع بهامش مداخيل إجمالي أكبر.[91]

ثالثا: القيمة في النشاطات الأساسية لسلسلة القيمة في الصناعة النفطية.

I- **القيمة في نشاطات المنبع**: نتطرق هنا إلى النفقات الاستثمارية والتشغيلية للعمليات الكبرى لنشاطات المنبع ومقابلها من تدفقات نقدية داخلة، وكيفية اقتسامها بين الأطراف، مع أنها تختلف من مشروع لآخر إلا أن هذه هي السمات الأساسية:

أ - **التكاليف**: تنقسم التكاليف في صناعة المنبع إلى قسمين أساسيين: تكاليف ما قبل مرحلة الإنتاج وتكاليف مرحلة الإنتاج.

1-**تكاليف قبل الإنتاج**: تضم تكاليف الإيجاد وتكاليف التطوير، ويتم في أغلب عقود النفطية رسملتها واسترجاعها (ليست كلها). وبخصوص تكاليف الإستكشاف هناك حالتين: (1) طريقة الجهود الناجحة: يتم رسملة التكاليف المصاحبة لجهود الإستكشف التي تسفر عن احتياطات مؤكدة فقط. (2) طريقة التكاليف الكلية، تتم رسملة حتى تكاليف الحفر الجافة.

وتعتبر كلفة التطوير هي الأكبر، فمثلا من 650 مليار $ المرصودة عالميا للإنفاق في مرحلة ما قبل الإنتاج سنة 2012 تم تخصيص 15% للاستكشاف، و85% للتطوير.[92] وفي دراسة لنشاطات المنبع في الولايات المتحدة الأمريكية تم تقدير التكاليف الاستثمارية الكلية لتطوير لبئر في البر في عام 2014 في المجال 4,9-8,3 مليون $ لكل بئر. تشكل تكلفة الحفر فيها 30-40%، الإكمال يشكل 55-70%، المنشآت تكلف 7-8% من تكاليف البئر.[93] هذا ويجب الأخذ في الاعتبار أن التكاليف تختلف بشدة حسب الموقع، الحجم، الصعوبات التقنية...إلخ. في سنة 2009 تم تقدير المتوسط العالمي للنفقات الاستثمارية بحوالي 20$ للبرميل.[94]

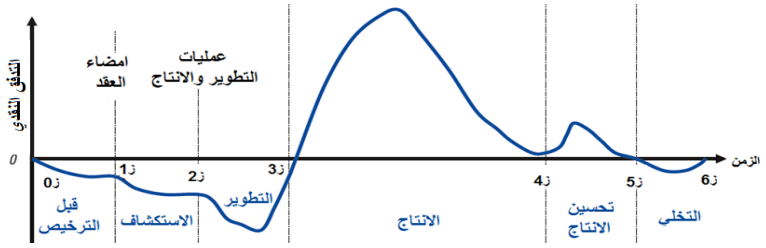
2-**تكاليف الإنتاج**: وهي التكاليف التي تتم لأجل إدارة الآبار، المعدات والمنشآت والمحافظة عليها. منها تكاليف ثابتة مثل الإدارة والتأمين؛ وتكاليف متغيرة وتضم: العمالة، الصيانة، المواد الكيماوية والمستهلكات، الرسم على القيمة المضافة، الضرائب...الخ[95]. وكمثال بلغ سنة 2009 المتوسط العالمي للتكاليف التشغيلية 6,2$/ برميل نفط يتباين عالميا ما بين 1$ و28$.

ب - **التدفقات النقدية للشركة النفطية**: ترتبط التدفقات النقدية بدورة حياة البئر/الحقل كما في الشكل (6).

يظهر من الشكل (6) تبدأ الشركات الإنفاق منذ الرغبة في الحصول على حق الوصول الى الموارد، وتزداد التكاليف مع بدء جهود الاستكشاف والتقييم لتمويل أنشطة إيجاد النفط، ولطبيعة عملية التطوير

الكثيفة رأس المال تزداد التدفقات النقدية الخارجة لتلبية هذه المتطلبات. وتبدأ الأموال تتدفق مع بدء أوائل الآبار في التدفق وبدء مرحلة الانتاج رسميا ، ويرتبط التدفق النقدي أساسا بكل من كمية النفط والسعر السائد ، حيث تنخفض تدريجيا كمية النفط منعكسة على الايرادات تزداد عند زيادة معدل الانتاج اثر تطبيق تقنيات الانتاج الثانوي والثالثي وفق دورة حياة الحقل/البئر، لتقوم الشركات عند تساوي تدفقاتها النقدية مع الحد الاقتصادي بهجره.

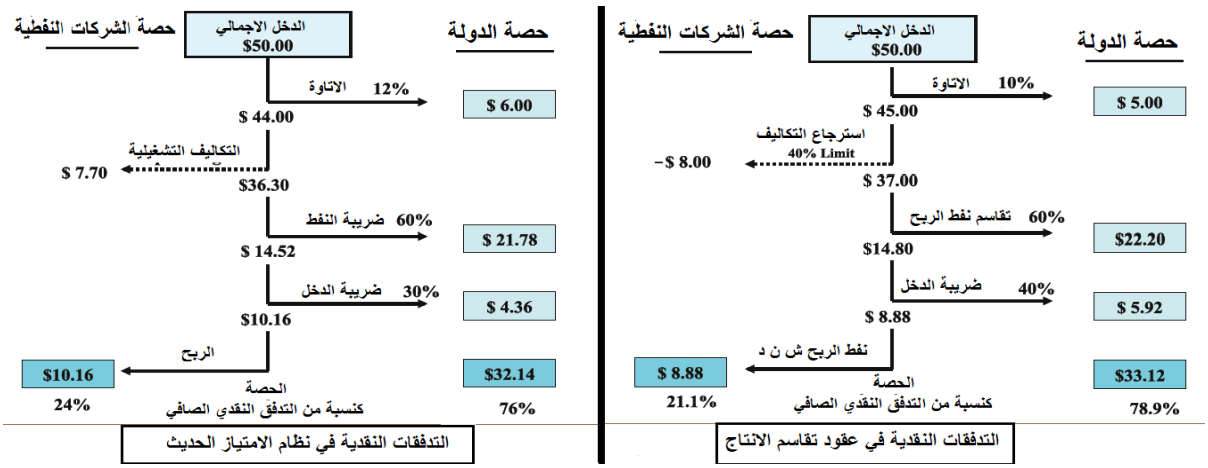
شكل (6): التدفقات النقدية لدورة حياة نموذجية لحقل نفطي.



Source : Andrew Inkpen & Michael H. Moffett, Op.Cit, PP 292.

ج - **تقاسم العوائد**: تقسم التدفقت النقدية المتحصلة من بيع النفط الخام بين الشركات النفطية والدولة المظيفة (مالكة الموارد) حسب البنود المالية في العقد ، هذه البنود والنسب تختلف من عقد إلى آخر، في المثال التالي سوف تم إعتماد بعض النسب الشائعة ، وسعر نفط 50$ للبرميل، يتم تقاسمها كما في الشكل (7).

شكل (7): طريقة تقاسم التدفقات النقدية الداخلة في نشاطات المنبع.



Source : Andrew Inkpen & Michael H. Moffett, Op.Cit, P P 222, 224

أول عملية تتم على الإيرادات المتأتية من بيع كل برميل نفط هي دفع الإتاوة التي تأخذ شكل نسبة من سعر البيع. بعد اقتطاع الإتاوة في عقود الامتياز تقتطع الشركة النفطية تكاليف التشغيل، ليتم اقتطاع ضريبة النفط وضرائب الدخل. أما في عقود تقاسم الإنتاج وفي حالة وجود بنود تتيح استرجاع التكاليف؛ يتم اقتطاع نسبة من التكاليف المرسملة قبل تقاسم الباقي حسب النسب في العقد ، وتقتطع الشركات التكاليف التشغيلية قبل احتساب الضرائب.[96]

II- القيمة في النشاطات النفطية المتوسطة:

II-1 **النقل:** كما سبق التطرق إليه يتم نقل النفط على مستويين، منبع ومصب. بأساليب متشابهة، لذلك سنقتصر على نقل النفط الخام. ينقل النفط لخام: أساسا عن طريق الأنابيب والناقلات البحرية.

أ -**نقل النفط باستخدام خطوط الأنابيب:** تصنع الأنابيب لصناعة النفط حاليا من الفولاذ أو البلاستيك، بقطر داخلي يتراوح من 10سم (للنقل المصب) إلى 120سم (للنقل المنبع)، وتردم كلما كان ذلك ممكنا تحت عمق 1-2 متر.

وتعتبر تكلفة تشييد خطوط الأنابيب كبيرة جدا وكثيفة رأس المال، إلا أنها تتميز بتكاليف تشغيل وصيانة متدنية. هذا وتختلف تكلفة التشييد اعتمادا على القطر طول الخط (برا وبحرا)، الظروف البيئية... الخ. مع ذلك تستخدم شركات تشييد الأنابيب تكلفة تقديرية حسب القطر لكل طول متوقع للأنبوب. ففي إنشاء أنابيب التجميع المتوسط المعتمد هو: 1000$ لكل ملم للقطر لكل كلم من الخط، مثلا خط بقطر 50 ملم يمتد على 50 كلم؛ تكلفته حوالي 2,5 مليون $.

مع الأخذ في الاعتبار أن التكاليف تختلف من خط أنابيب لآخر، كانت التكاليف الاستثمارية لإنشاء خطوط الأنابيب في أمريكا الشمالية مؤخرا؛ كما يلي: 45% تكاليف الأنابيب، 19% لصف الأنابيب وملاءمتها، 16% من الكلفة الكلية وجهت للمضخات والمعدات، 5% مقابل الأراضي وحقوق العبور، و15% تكاليف أخرى. في الجدول (1) مثالين عن خطي أنابيب للنفط الخام.

جدول (1) تكلفة إنشاء خطي أنابيب مختارين من إفريقيا وأوروبا.

مسار الخط	طول الخط كلم	فترة التشييد	التكلفة الكلية مليار$	القطر سم	متوسط التكلفة مليون$ / كلم	القدرة الاستيعابية مليون برميل/يوم	عدد محطات الضخ
تشاد -كاميرون	1070	2003-2000	2,2	106-86	0562,	0,25	3
أذربيجان -جورجيا - تركيا	1768	2005-2003	3,9	106	620،2	1	8

Source : Andrew Inkpen & Michael H. Moffett, Op.Cit, P409.

نلاحظ من الجدول (1) تقارب متوسط التكلفة لكل كلم رغم اختلاف القارة وأغلب مواصفات الخط.

أما بالنسبة لتكلفة نقل النفط الخام بالأنابيب فهي تقدر بحوالي 1,5$ لكل برميل لكل ألف ميل.[97]

ب - **نقل النفط باستخدام الناقلات البحرية:** ناقلات النفط عبارة عن سفن بضائع مصممة خصيصا لحمل ونقل النفط. وتصنف حسب الحجم إلى ستة فئات كما يلي:

- ✓ فئة حملات المنتجات تتراوح من 10 إلى 60 ألف طن حمولة ساكنة(dwt)؛

- ✓ فئة بنماكس من 60 إلى 80 الف طن؛
- ✓ فئة أفراماكس من 80 إلى 120 ألف طن؛
- ✓ سوزماكس من 120 إلى 200 ألف طن؛
- ✓ فئة حاملات لنفط الكبيرة جدا VLCC من 200 إلى 320 ألف طن؛
- ✓ فئة حاملات النفط فائقة الكبر ULCC من 320 إلى 550 الف طن.[98]

وكل نوع من الحاملات السابقة مصممة للإبحار عبر مجاري مائية وتقييدات إبحار معينة، مثلا حاملات النفط الكبيرة جدا والفائقة الكبر لا يمكنها الرسو في الموانئ وإنما يجب أن تحمّل وتفرغ حمولتها في عرض البحر في مراكز شحن وتفريغ خاصة تضخ عبر الأنابيب أو بواسطة حاملات أصغر يمكنها الإبحار في المياه قليلة العمق.

من الناحية الاستثمارية تختلف تكلفة اقتناء ناقلة نفط جديدة تبعا لحجمها حيث كانت هذه التكلفة حسب تقديرات مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية (UNCTAD) لسنة 2011 كما في الجدول (2).

جدول (2): أسعار بناء ناقلات نفط بحرية جديدة.

نوع الناقلة	الحمولة الساكنة DWT	اسعار البناء الجديدة $ 2011
منتجات نفطية	50 000	36 100 000
باناماكس	75 000	44 500 000
سوزماكس	160 000	64 100 000
حاملات كبيرة جدا	300 000	101 300 000

Source: United Nation Conference on Trade And Development (UNCTAD), Review Of Maritime Transport 2012 , United Nations Publication ,2012, New York, USA , Available On Line : http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2012_en.pdf, P 70 .

وتجدر الإشارة إلى أن ثمن اقتناء الناقلة لا يمثل إلا نسبة قليلة جدا من التكلفة الكلية لنشاط النقل، فمثلا في ناقلة ذات حمولة ساكنة 100 ألف طن عمرها الافتراضي 20 سنة؛ لا يمثل ثمن الناقلة الا نسبة 5% من التكاليف الكلية، في حين يعتبر الوقود أكبر عامل بنسبة تصل إلى 35% تليها تكاليف الطاقم بـ 18,5% فتكاليف الميناء بـ10%، الصيانة والتصليحات 6,5% والباقي تتوزع على التأمين، التسجيل، التسيير ونفقات أخرى.[99]

أما تكلفة نقل النفط فأغلب الناقلات في العالم تعتمد التسعير طبقا للمقياس العالمي (WorldScale) الذي يضم شروط النقل المعيارية (الحمولة السرعة الوقود تكاليف الميناء، زمن عبور القنوات المائية...الخ) ويعطي مقابلها أسعارا لكل طن من الحمولة حسب نوع الناقلة وميناء التحميل وميناء التفريغ (أكثر من 32 ألف توليفة عالميا) تحت تسمية WS100.

وانطلاقا من المقياس العلمي يتفاوض الناقل ومالك النفط على مبلغ النقل، فقد يتفقا على WS87 أو WS168 وهي تمثل 87% و168% من قيمة المقياس العالمي على التوالي. (وليس من الغريب أن تتراوح القيم بين WS40-WS300).

قدرت تكلفة نقل برميل من النفط وفق WS140 لسنة 2008 بواسطة ناقلة نفط بحمولة 280 ألف طن (2,1 حوالي مليون برميل) من الخليج العربي إلى خليج الساحل الأمريكي بحوالي 6$ للبرميل.[100]

وتجدر الإشارة إلى أن حوالي 75% من الأسطول العالمي لناقلات النفط مملوك لمستقلين(شركات غير نفطية) يستخدم أغلبهم السماسرة في بورصات السلع ومراكز الشحن لأجل مطابقة إيجار حاملاتهم مع حمولات بنفس النوع المكان والوقت.[101]

II-2 **التخزين**:

تختلف التكاليف الاستثمارية لإنشاء مرافق التخزين حسب طبيعة المنشأة، فمثلا تكلف عملية تجهيز الكهوف الملحية تكلفة متوسطة تقدر بـ 3,5$ لكل برميل، في حين تكلف منشآت التخزين السطحية من 15 إلى 18$ لكل برميل.[102]

وكمثال نأخذ الميناء النفطي البحري في لويزيانا (LOOP) في الولايات المتحدة الأمريكية الذي يضم ثمانية كهوف ملحية بقدرة تخزينية تبلغ 60 مليون برميل نفط.[103] وهذا الميناء يعتمد على عقود مستقبلية تتداول إلكترونيا في بورصة نيويورك للمواد الأولية NYMEX مضمون كل العقد هو: الحق في تخزين ألف برميل من النفط الخام خلال شهر يحل مستقبلا، ويتوقف الإتجار بالعقد قبل حوالي شهر من تاريخ التخزين، ولا تقبل إلا التنفيذ المادي.[104] ويتم الاكتتاب على قيمة تتراوح من 0,09$ الى 0,14$ لكل برميل تتغير تبعا لشهر التسوية، ومع ذلك فالسعر يتذبذب عند التداول فمثلا بلغت في شهر فيفري 2016 قيمة عقود سبتمبر لنفس السنة 0,9$ للبرميل! وهذا نظرا لضيق قدرات التخزين حينها.[105]

وبصفة أشمل في تقديرات لسنة 2005 شملت متوسط تكاليف النشاطات المتوسطة مجتمعة؛ قدرت التكاليف لبرميل بترول إلى غاية المستهلك في مجال 5-10% من قيمته النهائية قبل الضرائب.[106]

III- **القيمة في نشاطات المصب**.

III-1 **قطاع التكرير**: يستغرق الاستثمار لأجل بناء مصفاة تكرير جديدة وقتا طويلا لانتهائه حوالي ثلاث سنوات فأكثر عند انطلاق الأشغال؛ التي قد تسبقها أشهر أو سنوات من التخطيط والدراسات، وهو استثمار مكلف ومعقد. وذلك تبعا لحجم المصفاة، درجة تعقيدها وموقعها.

بخصوص الحجم والتعقيد: وبصفة عامة تشييد مصفاة في أوربا بقدرة 8 مليون طن سنويا (160 ألف برميل يوميا)، مجهزة بوحدة تكسير حفزي، وحدة كسر اللزوجة، ووحدة بنزين تكلف 1,5 مليار $، هذه التكلفة قد ترتفع بشكل ملحوظ بإضافة تقييدات مضادة للتلوث، والتي لا تتعلق فقط بمحيط المصفاة والمخلفات بل تتعلق أيضا بنوعية المنتجات.

وفي حالة مصفاة أصغر (5 مليون طن سنويا) وبسيطة (وحدات تقطير جوي وإصلاح حفزي، ومنشآت نزع الكبريت بالهيدروجين) تكون التكلفة أقل من نصف المصفاة السابقة. وبالمثل، مصفاة مجهزة بوحدات تحويل عميق، مثل التفحيم المائع و تغويز الفحم أو تكسير الفحم، سوف تكلف مليار دولار أكثر من المصفاة الأولى.

ويلعب الموقع عامل هام في التكاليف الكلية فبعد الموقع عن مصانع المعدات سيكون أكثر كلفة، وفي حالة الموقع في دولة أقل تقدم تفتقر لتقنيين وعمال محليين مؤهلين ما يستوجب استقدام عمالة ستزيد تكاليف العمل، بالإضافة إلى عوامل أخرى.[107]

وتتحدد ربحية مصفاة التكرير بحساب هامش التكرير، وهناك نوعان: الهامش الإجمالي (هو الفرق بين القيمة المركبة للمنتجات المكررة عند باب المصفاة وتكاليف الخام المسلم للمصفاة)، والهامش الصافي (هو الهامش الإجمالي مطروحا منه التكاليف المتغيرة مثل المواد الكيماوية، المحفزات، الوقود، وتكاليف رأس المال العامل). ولتكون المصفاة مربحة يجب أن يكون الهامش الصافي أكبر من التكلفة

الكلية الثابتة لكل برميل.[108] وبالطبع تختلف هذه الهوامش من مصفاة لأخرى خاصة اختلاف درجة التعقيد، كما في الجدول (3).

جدول (3) هامش التكرير في مصفاة بسيطة واخرى معقدة مع اختلاف الخام المكرر.

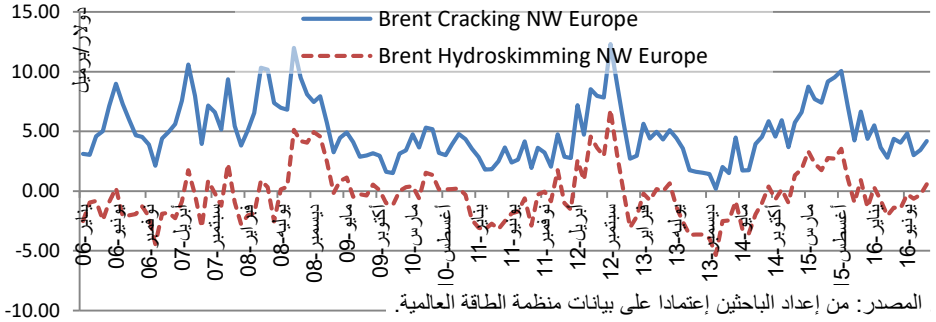
المنتج	تكرير خام متوسط سعره 65$						تكرير خام ثقيل سعره 60$					
	مصفاة بسيطة			مصفاة معقدة			مصفاة بسيطة			مصفاة معقدة		
	الحجم ٪	السعر $برميل	القيمة $برميل	الحجم ٪	السعر $برميل	القيمة $برميل	الحجم ٪	السعر $برميل	القيمة $برميل	الحجم ٪	السعر $برميل	القيمة $برميل
بنزين	30	90	27	50	90	45	10	90	9	50	90	45
وقود الطائرات	10	85	8,5	10	85	8,5	5	85	4,25	5	85	4,25
مقطرات الوقود	20	80	16	25	80	20	17	80	13,6	30	80	24
بقايا وقود	35	55	19,25	10	55	5.5	63	55	34,65	10	55	5.5
وقود المصفاة	8	-	-	12	-	-	10	-	-	15	-	-
ربح	-3	-	-	-7	-	-	-5	-	-	-10	-	-
اجمالي العائدات			70,75			79			61,5			78,75
	الحجم ٪	السعر $برميل	القيمة $برميل	الحجم ٪	السعر $برميل	القيمة $برميل	الحجم ٪	السعر $برميل	القيمة $برميل	الحجم ٪	السعر $برميل	القيمة $برميل
متوسط تكلفة	100	65	65	100	65	65	100	60	60	100	60	60
التكاليف		1	1		2,5	2,5		1	1		2,5	2,5
الهامش الصافي			4,75			11,5			0,5			16,25

Source : William L. Leffler, Petroleum Refining In Nontechnical Language, Fourth Edition, PennWell, Oklahoma, USA . 2008, PP 199-200.

يظهر جليا من المثال في الجدول (3) كيف لمصافي التكرير المعقدة القدرة على المحافظة على نسب لائحة منتجاتها القيِّمة، حيث تستطيع التحسين من العائد الطبيعي للنفوط وبذلك تستفيد من هامش تكرير أكبر.

كما نشير إلى أن هوامش التكرير تميل لأن تكون جد متقلبة، كما يظهر في الشكل (9) حسب بيانات منظمة الطاقة العالمية.

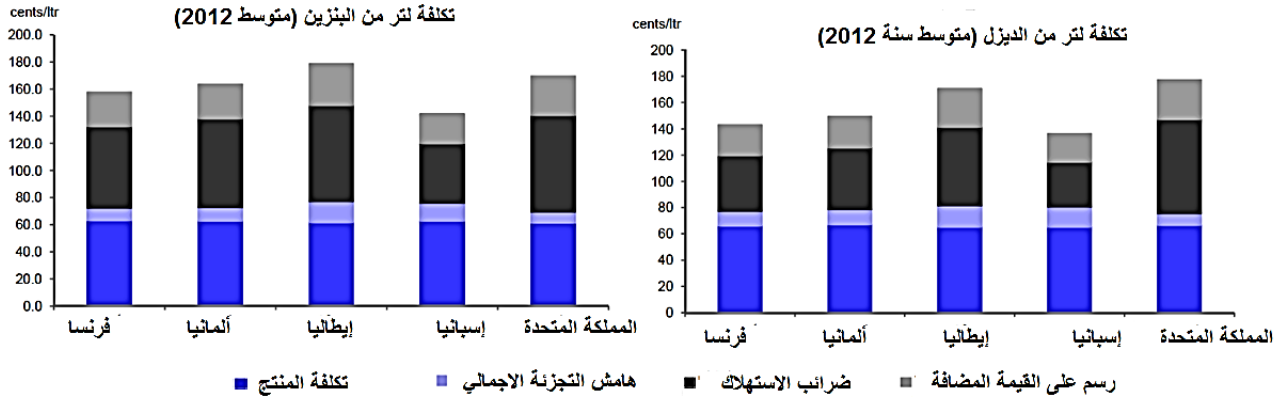
شكل (9): متوسط هامش التكرير لمزيج برنت في منطقة شمال غرب أوربا خلال الفترة 2006-2016



المصدر: من إعداد الباحثين إعتمادا على بيانات منظمة الطاقة العالمية.

III-2 **القيمة في قطاع التسويق**: يعتبر التسويق أو البيع بالجملة والبيع بالتجزئة للمنتجات النفطية الخطوة النهائية في سلسلة القيمة في الصناعة النفطية، وتتميز العوائد في هذه المرحلة بأنها أقل تقلبا بكثير من نشاطات التكرير.[109] وهنا الهامش الإجمالي المحقق لكل لتر من الوقود في أوربا في محطات التجزئة يمثل حوالي 5-10% من قيمة المبيعات باستبعاد الضرائب للحكومة، إذ يجب التذكير بأن الضرائب والرسوم المباشرة المفروضة على المنتجات النفطية يتم تحصيلها في هذه المرحة من طرف البائعين النهائيين وفي محطات التوزيع لصالح الحكومة، ويظهر في الشكل (10) تركيب تكلفة الوقود كمنتج نفطي التي يتحملها المستهلك النهائي في أوربا.

شكل (10) مكونات السعر النهائي للتر من الوقود في أوربا.



Source: Deutsche Bank, Op.Cit, P193.

يلاحظ من الشكل (10) أن قيمة الهامش المحصل عند مضخة الوقود تمثل مرة ونصف تكلفة الوقود متضمنة كل التكاليف، حيث تحصل محطات التجزئة هامش تكرير لا يتعدى 10% من تكلفة الوقود لكنها

تجمع لفائدة الحكومة الضرائب والرسوم على القيمة المضافة التي تتراوح بين 55-65% من القيمة النهائية للوقود هذا في الدول أعلاه، في حين لا تمثل سوى 20-25% في الولايات المتحدة.

الخلاصة:

ذكرنا أعلاه النشاطات الأساسية التي تضيف قيمة ومنفعة للسلعة النفطية خلال كل مرحلة من مراحل سلسلة/نظام القيمة والآن نتطرق إلى تقاسم العوائد/القيمة المضافة في كل حلقة منها.

بعد بيع النفط الخام تحصّل الدولة حسب نوع الترتيب القانوني (هنا حالة تقاسم الإنتاج) على قسمين من العوائد، الأول بحكم سيادتها وملكيتها للموارد وذلك في شكل إتاوة وضرائب مختلفة فتحصّل حوالي 22% من قيمة النفط الخام، وفي القسم الثاني تحصل على حوالي 40% في شكل تقاسم إنتاج لصالح شركتها النفطية. في حين تحصل الشركات الأجنبية الشريكة على حصة حوالي 38%؛ يشكل فيها استرداد التكاليف حوالي 16% إضافة إلى 22% في شكل ربح أو حصة تقاسم النفط من سعر كل برميل نفط منتج (في مثالنا هذا 50$ للبرميل، كما في الشكل (7)).

وتضيف النشاطات المتوسطة لسعر البرميل من 5% إلى 10% من قيمة النفط الخام الذي المسلم لها.

وبعد مغادرة المنتجات النفطية الحلقة الأولى في نشاطات المصب تضيف عمليات التكرير مقابل عملياتها التحويلية كمتوسط حوالي 7% من قيمة النفط الخام الواصل إليها، متذبذبة بشدة من حوالي 0,19% إلى 21,6% (متوسط هامش تكرير مزيج برنت في مصافي التحويل في غرب أوربا خلال الفترة 2006-2016).

لتضيف عمليات التسويق حوالي 10% من قيمة المنتجات النفطية المستلمة، وتحصل كذلك لصالح الحكومة من 55% إلى 65% ضرائب (نسب دول الاتحاد الأوربي).

أما نسبة مساهمة كل حلقة من النشاطات الأساسية في قيمة المنتجات النفطية ففي الجدول (4) مثال عن هذه النسب في سعر الوقود حسب بعض النسب سالفة الذكر.

جدول (4) نسب مساهمة كل نشاط في القيمة الكلية للوقود.

شريحة النشاط	المنبع (الخام)			المتوسط (الإمدادات)		المصب (إلى المستهلك)		(ضرائب)
المتدخل	الدولة المضيفة	الشركة الوطنية	الشركة الأجنبية	النقل	التخزين	التكرير	التسويق	الدولة المستهلكة
نسبة إضافة كل نشاط للقيمة	%22	%40	%38	%10		%7	10%	%55
	%100							
المساهمة في قيمة الوقود 100٪	%7,65	%13,9	%13,21	%3,47		%2,67	%4,1	%55

المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على النسب المذكورة أعلاه.

يلاحظ بعد تحويل نسب إضافة كل نشاط للقيمة المستلمة إلى نسب مشاركة في القيمة النهائية يبدو أن أكبر مكون لسعر الوقود الذي يدفعه المستهلك هو ضرائب لصالح الدول المستهلكة بحوالي 55% يأتي بعده مباشرة حصة الشركات النفطية بحوالي 27% في حين تحصل الدول المضيفة مالكة النفط الخام الذي هو محور الصناعة على مالا يزيد عن 8%.

الهوامش والإحالات:

[1]- زكريا مطلك الدوري، يعرب عدنان حسين، التكامل بين سلسلة قيمة الزيون وسلسلة قيمة لمنظمة، بغداد، 2005، ص4.

2- Michael E. Porter, Competitive Advantage Creating And Sustaining Superior Performance, the Free Press, New York, 1985, PP 39-43.

3- Silvana Tordo Et al , National Oil Companies and Value Creation, World Bank Working Papers , 2011, P1.

4- Michael E. Porter, Op.Cit, P 34.

5- Silvana Tordo Et al, National Oil Companies and Value Creation, Op.cit, P1.

6- Silvana Tordo, Fiscal Systems for Hydrocarbons Design Issues, World Bank, 2007, P 21.

7 -Andrew Inkpen & Michael H. Moffett, The Global Oil & Gas Industry Management , Strategy& Finance, Pennwell, Oklahoma USA, 2011, P87.

8- Silvana Tordo Et al, Petroleum Exploration and Production Rights Allocation Strategies and Design Issues, World Bank Working Paper, 2010, P8.

9- Ibid, P9.

[10]- جينيك رادون، ألف باء عقود النفط، الرقابة على النفط، معهد المجتمع المنفتح، نيويورك، 2005، ص82.

[11]- Silvana Tordo, The Petroleum Sector Value Chain, World Bank, 2009, P24.

[12]- جينيك رادون، مرجع سابق، ص109.

[13]- Silvana Tordo Fiscal Systems for Hydrocarbons Design Issues, World Bank, 2007, P9.

[14]- Silvana Tordo, The Petroleum Sector Value Chain, Op.Cit, P24.

[15]- Silvana Tordo, Fiscal Systems for Hydrocarbons Design Issues, Op.Cit, P 8.

[16]- يسري محمد أبو العلا، مبادئ الاقتصاد البترولي وتطبيقها على التشريع الجزائري، دار النهضة، القاهرة، 1996، ص171.

[17]- Silvana Tordo, The Petroleum Sector Value Chain, Op.Cit, P24.

18- Silvana Tordo Et al, Petroleum Exploration and Production Rights ... , Op.Cit, P 10.

19- Ibid, P10.

[20]- أمينة مخلفي، أثر تطور انظمة استغلال النفط على الصادرات –دراسة حالة الجزائر بالرجوع الى بعض التجارب العالمية -أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة ورقلة، 2013، صص191، 192.

21- Silvana Tordo Et al, Petroleum Exploration and Production Rights ... , Op.Cit, P 9.

[22]- Wayne G.Betrand, Extractive Industry Basics, The Petroleum Value Chain, University West Indies, 2014, P 61.

[23]- Silvana Tordo, The Petroleum Sector Value Chain, Op.Cit, P25.

24- Silvana Tordo Et al, Petroleum Exploration and Production Rights ... , Op.Cit, P57.

[25]- Silvana Tordo, The Petroleum Sector Value Chain, Op.Cit, P24.

26- Silvana Tordo Et al, Petroleum Exploration and Production Rights ... , Op.Cit, PP 54,55.

[27]- عبد المقتدر عبد العزيز السيد، البترول وطرق استكشافه، دار الفكر، الاردن، 2008، صص 177، 185.

[28]- حسين عبد الله، اقتصاديات البترول، دار النهضة العربية، القاهرة، 1979، ص21.

[29]- Silvana Tordo, The Petroleum Sector Value Chain, Op.Cit, P14.

[30]- عبد المقتدر عبد العزيز السيد، مرجع سابق، ص ص 179، 190،

[31]- نفس المرجع السابق، صص 190- 193،

[32]- Deutsche Bank, A Guide to the Oil & Gas Industry, D.B Market Research, London, UK, 2013, PP 61-71.

[33]- عبد المقتدر عبد العزيز السيد، مرجع سابق، ص 196.

34- Deutsche Bank, Op.Cit, P P 46,71.

35- SPE, Petroleum Reserves Definitions, On Line : http://www.spe.org/industry/petroleum-reserves-definitions.php 30/01/2017

36- Silvana Tordo, Fiscal Systems for Hydrocarbons Design Issues, Op.Cit, P3.

[37]- مجلس التعاون لدول الخليج العربية، دليل الرقابة على النفط والغاز للأجهزة العليا للرقابة والمحاسبة لدول الجلس ، الرياض، 2012، ص20.

38- Andrew Inkpen & Michael H. Moffett, Op.Cit, P22.

[39]- Deutsche Bank, Op.Cit, P49.

40- Toni Harvey, Guidance Notes For Onshore Oil And Gas Field Development Plans, GOV.UK , 2014, PP 3-8.
[41]- Deutsche Bank, Op.Cit, P72.

42-حسين عبد الله، مرجع سابق، ص50.

43 - مجلس التعاون لدول الخليج العربية، مرجع سابق، ص39.

44- تركي حمش، الاستخلاص البترولي المحسن –آخر الابتكارات التقنية، مجلة النفط والتعاون العربي، عدد 133 ربيع 2010، ص ص42، 43.

45- نفس المرجع السابق، ص43.

46- Deutsche Bank, Op.Cit, P80.

47- تركي حمش، مرجع سابق، صص 42، 43.

48- Deutsche Bank, Op.Cit, P78.
49- Silvana Tordo, The Petroleum Sector Value Chain, Op.Cit, P15.
50 - Martin S. Raymond and William L. Leffler, Oil and Gas Production in Nontechnical Language، PennWell Corporation, Oklahoma USA, 2006, P P 187, 194.
51- Mikael hook et al, Decline and depletion rates of oil production, Philosophical Transactions Of The Royal Society A Mathematical, Physical And Engineering Sciences, Royal Society publishing, London, 2013, P2.
52- Loc.cit.
53- SPE, Extending the Life of Mature Facilities, Published In 2015, On Line: http://www.spe.org/news/article/extending-the-life-of-mature-facilities
54- Cairn Energy, Essential Resources, Responsible Approach Corporate Responsibility Report 2010,Online: https://www.cairnenergy.com/crr2010 ,P10.
55- Sustainability Accounting Standards Board, OIL & GAS Midstream Research Brief, 2014 San Francisco, P2.
56- Andrew Inkpen & Michael H. Moffett, Op.Cit, P395.
57- International Energy Agency IEA, Oil and Natural Gas Logistics, E.T.S.A.Programme ,2013, P3.
58- Silvana Tordo, The Petroleum Sector Value Chain, Op.Cit, P16.
59- Masah Capital Management Limited, Oil & Gas Storage Services Market, Dubai-UAE, 2013, P4.
60- IEA, Oil and Natural Gas Logistics, Op.Cit, P3.
61- Masah Capital Management Limited, Op.Cit, P5.
62- Mathpro Petroleum Refining Consultants, An Introduction to Petroleum Refining and the Production of Ultra Low Sulfur Gasoline and Diesel Fuel, 2011, Washington DC USA, P 2.
63- Deutsche Bank, Op.Cit, P167.
64- Ibid, P169.
65- Mathpro Petroleum Refining Consultants, Op.Cit, P2.
66- Deutsche Bank, Op.Cit, 167.
67- Silvana Tordo, The Petroleum Sector Value Chain, Op.Cit, P17 .
68- Mathpro Petroleum Refining Consultants, Op.Cit, PP 15, 16.
69- Deutsche Bank, Op.Cit, 170.
70- Mathpro Petroleum Refining Consultants, Op.Cit, P17.
71- Ibid, P20.
72- Ibid, P23.
73- Deutsche Bank, Op.Cit, P172.
74- MathPro petroleum refining consultants, Op.Cit, P24.
75- Ibid, P26.
76- Deutsche Bank, Op.Cit, P172.
77- MathPro petroleum refining consultants, Op.Cit, P25.
78- Ibid, P13.
79- Silvana Tordo, The Petroleum Sector Value Chain, Op.Cit, P17.
80- Loc.Cite .

[81] عماد المكي، آفاق صناعة تكرير النفط في العالم، مجلة النفط والتعاون العربي، عدد 150، 2014، ص51.

[82]-Mathpro Petroleum Refining Consultants, Op.Cit , PP 13, 14.
[83]- Deutsche Bank, Op.Cit, P175.
[84]- MathPro Petroleum Refining Consultants, Op.Cit, P14.
[85]- Deutsche Bank, Op.Cit, P174.

86- عماد المكي، مرجع سابق، ص12.

87- Deutsche Bank, Op.Cit, P190.
88- Silvana Tordo, The Petroleum Sector Value Chain, Op.Cit, P18.
89- Andrew Inkpen & Michael H. Moffett, Op.Cit, P P 495,476.
90- Loc.Cit.
91- Deutsche Bank, Op.Cit, P191.
92- Deutsche Bank, Op.Cit, P87 .
93- U.S. Energy Information Administration, Trends In U.S. Oil And Natural Gas Upstream Costs, 2016 , P15.

94- Deutsche Bank, Op.Cit P 90.
95- Andrew Inkpen & Michael H. Moffett, Op.Cit PP 173,174.
96- Evelyn Dietsche Et al, Extractive industries, development and the role of donors, EPS-PEAKS, UK, 2013, P24.
97- Andrew Inkpen & Michael H. Moffett, Op.Cit, PP 398-400.
98- Ibid , P416.
99- UNCTAD, Review Of Maritime Transport 2012, Op.cit. P 68.
100- Andrew Inkpen & Michael H. Moffett, Op.Cit, PP 422-427.
101- Ibid, P427.
102-US Department Of Energy, SPR Quick Facts and FAQs, Online : https://energy.gov/fe/services/petroleum-reserves/strategic-petroleum-reserve/spr-quick-facts-and-faqs
103- Deepa Vijiyasingam, John-Laurent Tronche, , LOOP Sour crude: A Benchmark for the Future, Oil Special Report, S&P Global PLATTS March 2017, P3.
104- CME Group, Loop Sour Crude Oil Storage Futures, 2015, PP 1 ,2.
105- Gordon Kristopher, Crude Oil Storage Costs Rose 9 Times, US Crude Tests New Limits, marketrealist, Feb 9 2016, Online : http://marketrealist.com/2016/02/crude-oil-storage-costs-rose-9-times-us-crude-oil-tests-new-limits/
106- IEA, Oil and Natural Gas Logistics, Technology Brief – August 2011 Online: https://iea-etsap.org/E-TechDS/HIGHLIGHTS%20PDF/P03_oilgaslogistics_PS_revised_GSOK2%20HL.pdf , P1.
107- Istituto Della Enciclopedia Italiana, Encyclopaedia Of Hydrocarbons, 2005, Roma, Italy, P99.
108- Mohamed A Etal, Fundamentals Of Petroleum Refining, Elsevier, Oxford, Uk, 2010, P408.
109- Deutsche Bank, Op.Cit, P188.