

**إنتاج النفط الخام والصخري وأثر التقنيات الحديثة في
زيادة الاحتياطيات النفطية**

**Crude oil production and the role of technology in
increasing reserves and production of shale oil**

سالم مبارك صالح بن قديم

ليبيا عبود صالح باحويرث



إنتاج النفط الخام والصخري وأثر التقنيات الحديثة في زيادة الاحتياطيات النفطية

الملخص :

التقليدي والصخري وتقليل أعمال الحفر ومنظومة شبكة التوصيلات السطحية، يجب الأخذ بالاعتبارات المكمية والميكانيكية عند تصميم البئر للوصول إلى أعلى المستويات في التعامل مع المواد، عند امتلاك التقنيات لاستخراج النفط الصخري يبدأ الإنتاج رغم وجود الاحتياطيات الكبيرة منه، الاهتمام بهذه الدول العشر بشكل خاص يأتي من كونها تمتلك أكثر من نصف الإنتاج والاحتياطي النفطي العالمي.

الكلمات المفتاحية: تقنيات الحقن، المسح الاهتزازي والاستكشافي، الحفر الأفقي، التكسير الهيدروليكي، استخلاص، إنعاش الآبار.

إن النفط ينتج من مكامن تحت سطح الأرض وبمعدلات تعتمد بدرجة كبيرة على مسامية Porosity، ونفاذية Permeability، الصخور الحاوية لتلك المكامن، ولقد شجعت التطورات التقنية الحديثة خاصة تقنيات الحقن والمسح الاهتزازي والاستكشافي والحفر الأفقي Horizontal Drilling والتكسير الهيدروليكي Hydraulic Fracturing على استغلال موارد نفطية لم يكن بالإمكان الوصول إليها سابقاً، إلا أن ارتفاع أسعار النفط الخام أدى دوراً في زيادة الإنتاج والاحتياطي من النفط الصخري. توصلت الدراسة إلى أن التطورات التقنية ساعدت على رفع الإنتاج والاحتياطي النفطي

Abstract :

The oil produced from underground reservoirs and its rates are highly dependent on the porosity, permeability, rock container to those reservoirs, And has encouraged the modern technological developments special in the injection techniques, vibration survey, exploratory and horizontal drilling, and hydraulic fracturing on the exploitation of oil resources cannot be accessed previously.

This study concluded that the technical developments have been helped to raise production and oil reserves and traditional rock and reduce drilling and surface system network connections, we should be

taking considerations reserves and mechanical design at the well to reach the highest levels in Material Handling, owner a technology to extract oil shale production starts despite the presence of large reserves of it, interest in these ten countries in particular comes from because it owns more than half of the world's oil production and reserves.

Key words: injection techniques, shale oil, exploitation and vibration survey, horizontal drilling, hydraulic fracturing, recovery, well stimulation.

المقدمة :

يعد النفط مصدراً هاماً للطاقة، ولقد شهد تطوراً ملحوظاً في السنوات الأخيرة بفعل زيادة النمو الاقتصادي العالمي وزيادة الطلب في السوق النفطية. وبما أن النفط من أهم الموارد الطبيعية فقد ظلت الابتكارات التقنية المحرك الرئيسي لهذا القطاع من خلال تقليل نفقات عمليات الاستخراج للنفط والكشف عن مكامن جديدة؛ حيث يواجه هذا القطاع النفطي عدداً متزايداً من الاضطرابات، تشمل زيادة التكاليف الناتجة عن التقنيات الحديثة وارتفاع الطلب وتقلب الأسعار، وهو ما يؤدي إلى تصاعد الضغوط على منتجي الطاقة ومستهلكيها على حد سواء. وإن ظهور النفط الصخري كأهم مصدر محتمل للطاقة له تبعات إستراتيجية جديدة على خارطة الطاقة الجيوسياسية وعلى الصناعة النفطية.

منهج البحث: اعتمد البحث على المنهج الوصفي والتحليلي للبيانات عن طريق الحفر وحجم الإنتاج والاحتياطي للنفط والمنهج المقارن بين الاحتياطيات للنفط الصخري والنفط الخام للدول العشر التي تمتلك أكبر الاحتياطيات من النفط الصخري.

هدف البحث: يكمن في إبراز أثر التطورات التكنولوجية في تحديد المكامن النفطية وزيادة الاحتياطيات النفطية.

النفط: تقنيات الاستخراج، حجم الإنتاج:

يستخرج النفط من التكوينات الصخرية تحت سطح الأرض والتي تسمى بالمكامن حيث تتميز بوجود مسام صغيرة وكسور دقيقة تحتجز قطرات النفط وما يصاحبه وعند ما يتم الحفر واعتمادا على مسامية الصخور ونفاذيتها يؤدي الضغط الداخلي للمكمن إلى دفع النفط باتجاه السطح.

إن النفط الصخري يعتبر نوعاً من أنواع النفط الخفيفة، حيث يتم إنتاجها من صخور تحتوي على ترسبات مادة الكيروجين ويتم تحويلها بالحرارة إلى سائل هيدرو كربوني بديل للنفط الخام، وتكلفة استخراجها أعلى من التقليدي ويختلف عن أنواع النفط الأخرى، ولقد نجحت تجربة استخراج هذا النوع من النفط في أمريكا وبكميات كبيرة وذات نوعية جيدة مع توفر التقنيات اللازمة والتحفيز الحكومي

والاستراتيجي، أما خارج الولايات المتحدة فالتجربة غير مشجعة لاعتبارات عدة؛ منها عدم امتلاك التكنولوجيا المناسبة، وعدم توفر البنية التحتية وارتفاع التكاليف البينية، إلا أنه في المدى المتوسط والطويل يتوقع انخفاض التكاليف الرأسمالية والتشغيلية مع الوقت نتيجة لتطور التقنية الاستخراجية والتكريرية، حينها ستدخل الكثير من الدول في هذه الصناعة وسيتم استغلال المخزون الكبير من هذا النوع من النفط، حيث سيكون له تداعيات مهمة وأساسية على صناعة النفط والسوق النفطي التقليدي والاقتصاد العالمي؛ حيث تتواصل هذه العملية بناء على هندسة المكامن ومستوى الضغط فيه ومساميته ونفاذيته وتركيبه النفط.

إن التطورات التقنية مكّنت صناعة النفط من استغلال الموارد النفطية التي لم يكن بالإمكان الوصول إليها سابقاً، ولقد ساعدت عدة تطورات تقنية رئيسية استخراج المزيد من النفط الخام الصخري.

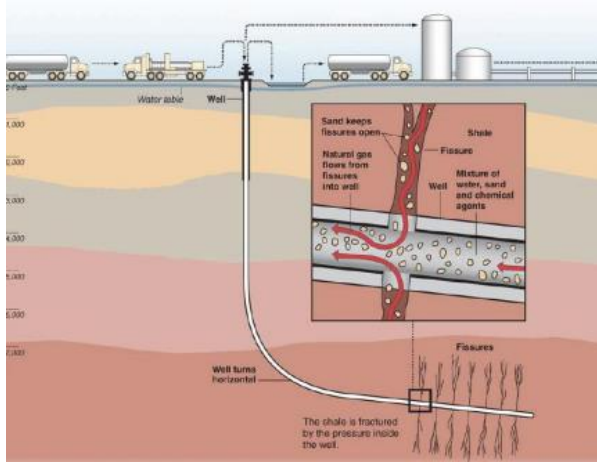
إعادة الحقن Re-injection: أي حقن الغازات تحت الضغط لاستعادة الضغط الذي فقد أثناء عملية الاستخلاص الأولية، أو لحقن الماء لرفع النفط إلى أعلى باتجاه البئر. وبمرور الزمن تطورت هذه التقنية إلى عملية أكثر تطوراً وذلك بحقن البخار لدفع النفط باتجاه البئر وحقن المواد الكيميائية تسهيل انتقال قطرات النفط عبر الصخور من خلال تقليل لزوجتها.

تقنيات المسح الاهتزازي الاستكشافي في Vibratory Exploratory Survey Techniques والتي تتم من خلال إرسال موجات صوتية من قرب السطح والصدى القادم من الحدود العميقة بين طبقات مختلف الصخور ومن خلال المعرفة الدقيقة بتفسير الصور لمواقع وجود التكوينات الصخرية الغنية بالنفط والتحت السطحية وتوفير أنظمة إحصائية قوية [7, 3, 1].

الحفر الأفقي Horizontal Drilling: حيث عرفت هذه الطريقة سابقاً، وكيفية تغيير اتجاه البئر من الاتجاه العمودي إلى زاوية أخرى، بما في ذلك الاتجاه الأفقي، ولكن القدرة على التحكم الدقيق والثلاثي الأبعاد وبزوايا جديدة لتوجيه الحفر،

والصخور ذات خصائص جيوفيزيائية متباينة، ويهدف ذلك إلى توجيه البئر وبدقة عالية وعبر مسافات طويلة إلى المواقع المستهدفة.

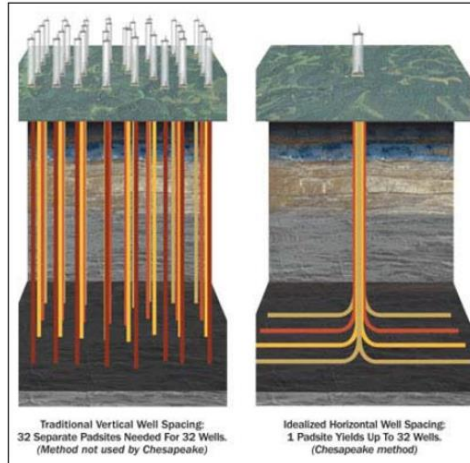
شكل (١) رسم تخطيطي لحفر افقي وتكسير هيدروليكي



المصدر: EIA/AR/ world shale gas and shale gas Resources2013

وتجدر الإشارة إلى التقنيات الحديثة لاستغلال النفط الصخري وهي تقنية الحفر متعدد الأذرع والذي يتم من خلاله حفر عدة آبار وإكمالها انطلاقاً من منصة واحدة.

شكل (٢) رسم تخطيطي للآبار التقليدية الراسية والآبار الأفقية المتعددة من بئر واحدة



Source: Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States. June 2013

مع الأخذ في الاعتبار للعوامل التي تؤخذ عند تصميم إكمال البئر مثل الاعتبارات
المكمنية والتي تشمل:

أ) معدل الإنتاج Production Rate: يخطط دائماً للحصول على أقصى كمية
ممكنة من المواد الهيدروكربونية بصورة اقتصادية من البئر المحفور وعلى ضوء
قيمه هذا المعدل وبالإضافة إلى جملة عوامل أخرى بتحديد قطر بطانة
الإنتاج Production Casing أو أنبوب الإنتاج Producing Tubing.

ب) إنتاج طبقات مكمنية متعددة في بئر واحد (Multiple Completion): قد
تخترق بعض الآبار طبقات مكمنية متعددة حاوية على النفط وفي بعض الأحيان
تبرز الحاجة إلى إنتاج هذه الطبقات المتعددة من بئر واحد في هذه الحالة يمكن أن
يأخذ إكمال البئر عدة احتمالات، منها استعمال عدة انابيب انتاج داخل بطانة
واحدة تفصل عن بعضها الآخر بواسطة حشوات عزل Production Packers.

ج) الطاقة الدافعة في المكنم Reservoir Drive Mechanism: يمكن لنوع
الطاقة المكمنية الدافعة ان تحدد المناطق التي يجري تثقيبها، أن نوع الطاقة
الدافعة سوف يحدد حركة مستويات تماس الماء بالنفط والنفط بالغاز وتأثير ذلك
على المعدلات الإنتاجية في حياة البئر.

د) الاستخلاص الثانوي Secondary Recovery: قد تدعوا الحاجة إلى تخصص
عددا من الآبار لإغراض الاستخلاص الثانوي بالغمر المائي (Water
Flooding) أو بحقن الغاز (Gas Injection) أو بالاستخلاص الحراري
(Thermal Recovery) أن تطبيق هذه الطريقة أو تلك قد يتطلب تزويد الآبار
بمعدلات ومواد خاصة [7].

ه) إنعاش أو تنشيط الآبار (Well Stimulation): يوضح برنامج تثقيب البئر وفق
سياق يسمح بمعالجة الطبقات المكمنية بالتحميض (Acidizing) أو التشقيق
(Fracturing) لغرض زيادة إنتاجيتها. كذلك فان اختيار بطاقة الإنتاج يتأثر
بطريقة المعالجة.

و) مشكلة السيطرة على إنتاج الرمل (Sand Control Problem): نظراً
لإمكانية إنتاج الرمل مع النفط في بعض المكامن الرملية لذلك يجب انتقاء طريقة

إكمال مناسبة والتي قد تتطلب استعمال أجهزة خاصة بالسيطرة على كمية الرمل المنتج وتقليلها.

ز) عمليات الاستصلاح اللاحقة (Workover Frequency): إن الآبار التي يتطلب وضعيتها إجراء عمليات استصلاح بين حين وآخر عليها ولأسباب متعددة، لا بد أن يؤخذ بنظر الاعتبار أن تكون رأس البئر وشجرة الميلاد وأنابيب الإنتاج. والاعتبارات الميكانيكية: وتشمل على استعمال المعدات البسيطة مع توفر الخبرة لإدارة وتشغيل هذه المعدات، الاهتمام بالسلامة المهنية في كافة مراحل إكمال وإنتاج البئر، القدرة على مجابهة ظروف التشغيل من ضغط وحرارة [2, 5, 11].

إن معدات إكمال الآبار تشمل البطانة الإنتاجية Production Casing التي تنزل في البئر ويجري أحيانا خلالها إنتاج النفط كما يتم خلالها إنزال انابيب الإنتاج والحشوات التي يتم تصنيفها بشكل عام إلى حشوات دائمة Permanent-type ويتم إخراجها أو إزالتها عن طريق الطحن والتنظيف، وحشوات مستعادة Retrieval-type ميكانيكيا من البئر وإعادة استعمالها مرة أخرى. حيث تهدف الحشوات الإنتاجية إلى عزل الطبقة المنتجة داخل البئر عن طريق الفراغ الحلقي. يتم تثبيت هذه الحشوات الإنتاجية:

أولاً: بطريقة التثبيت الميكانيكية Mechanical Setting وتكون إما بتأثير الوزن Weight-set Packers أو بتأثير الشد Tension-set Packers أو تثبيت بالتدوير Rotational-set Packers.

ثانياً: طريقة التثبيت الهيدروليكي Hydraulic Setting وهو يتميز بإمكانية إنزال أنبوب الإنتاج داخل البئر وربط شجرة الميلاد على رأس البئر قبل تثبيت الحشوة حيث تظهر أهميتها في الآبار عالية الضغط.

ثالثاً: التثبيت بالتفجير الكهربائي Electric Setting وذلك بتفجير شحنة داخلية تؤدي إلى تحريك اجزائها الداخلية وتثبيتها على الجدار الداخلي للبطانة، ومن ثم إنزال أنبوب الإنتاج وتثبيته فيها.

أنبوب الإنتاج Tubing: ويتم إنزاله داخل البئر للإنتاج والسيطرة وإنزال أجهزة القياس.

بطانة الإنتاج المختزلة Liner Casing: وهي لا تبدأ من السطح، وتهدف إلى الاقتصاد في التكاليف والسيطرة على الرمل [4, 7, 14].

ووصولاً لهدف برنامج الإكمال والتمثل في طريقة الإكمال وعدد الطبقات التي يجري بها الإكمال وتشكيلة البطانة وأنبوب الإنتاج ومقاييسها والمقطع الذي يجري فيها إكمال البئر.

هذه التقنية تفسح المجال لمستوى أعلى من التطور في التعامل مع المواد بما يجعلها هامة في عملية الإنتاج ومعالجة المياه المستهدفة، فهذه التقنية لم تؤد فقط إلى تقليل عدد الآبار التي نحتاجها لاستخلاص النفط من مكن ما، بل أتاحت كذلك للوصول إلى الأجزاء التي لم يكن الوصول إليها ممكناً أو لم يكن الوصول إليها مجدياً اقتصادياً. وخصوصاً عندما تكون جزيئات النفط في طبقات أفقية رقيقة؛ فإن تطوير الآبار متعددة الطبقات، أي الآبار التي بها عدة فروع تتشعب عن بئر رئيسية واحدة، أتاح حالياً للمشغلين الوصول إلى مناطق مختلفة من الخزانات الموجودة في المياه العميقة من خلال منشأة واحدة موجودة فوق سطح الأرض.

أما تقنية التكسير الهيدروليكي فتتم بدفع المياه المخلوطة بمواد كيميائية إلى البئر تحت ضغط عال. حيث تحتوي هذه المياه في الآبار التقليدية على هلام يرفع من نسبة اللزوجة ويتم ضخه بضغط عال، وهو ما يؤدي إلى تصدع الصخور أو تكسيرها، ويضاف إليها مركب ذو أساس معدني يسمى مشبكة لخفض اللزوجة، ومن ثم يتدفق راجعاً إلى خارج الصخور، إن عملية الجمع بين الحفر الأفقي Horizontal Drilling الذي تتميز تقنيته بسهولة نقل خبراتها مع ارتفاع تكلفة رأس المال للمعدات والمواد، فضلاً عن حجمها الكبير الذي قد يحد من إمكانية إتاحتها في بعض الأجزاء من العالم، ومقارنة بالحفر العمودي فإن أغلب آباره مبطنه بأنايب فولاذية مغلقة بالإسمنت سواء كانت مبطنه أو لا. والتكسير الهيدروليكي (التصديع) يصنف على أنه تقنيات مضرّة بالإنتاج بسبب مخلفاتها الهلامية؛ لذا فإن اعتماد تقنية التصديع بالمياه الناعمة (بدون هلام في السائل) يعتبر بمثابة ابتكار يسمح بدخول سائل التصديع إلى الشقوق

الدقيقة وتوسيعها، إلا أنها تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه التي تصل إلى عدت ملايين للبئر الواحد [6, 8, 9].

لذا فإن معظم هذه الآبار تتجز عن طريق ما يعرف بعمليات الإكمال متعدد المراحل، وأنها تقنية تتمثل في عزل المناطق المنتجة من البئر ومن ثم تصديعها، ويستخدم إضافة إلى ذلك تقنية أخرى تقتضي توجيه البئر بزاوية محده في اتجاه الإجهاد الجيولوجي الأفقي الأقصى مما يسمح بتكوين الصدوع المستعرضة وهو ما يرفع الإنتاج إلى حدود القصوى، وهذا يتطلب عمليات رسم خرائط جيوفيزيائية عالية التطور للطبقات الصخرية.

الإنتاج العالمي من النفط الخام:

وبحسب دراستنا والتي تركز على الدول التي تمتلك احتياطيات كبيرة من النفط الصخري فإننا نتطرق إلى حجم إنتاجها من النفط الخام او التقليدي.

جدول (1) إنتاج النفط الخام للفترة من (2009-2013) ألف برميل في اليوم

Countries	2009	2010	2011	2012	2013
Russia	10,139	10,365	10,510	10,643	10,788
United states	7,263	7,552	7,868	8,892	10,003
China	3,805	4,077	4,074	4,155	4,180
Argentina	743	722	687	665	656
Libya	1,652	1,658	479	1,509	988
Venezuela	3,033	2,838	2,766	2,643	2,623
Mexico	2,978	2,959	2,940	2,911	2,875
Pakistan	65	66	65	63	63
Canada	3,202	3,332	3,515	3,740	3,948
Indonesia	994	1,003	952	918	882
The 10 of which	33,874	34,572	33,856	36,139	37,006
Rest of the world	47,388	48,724	50,193	50,065	49,748
Total world	81,262	83,296	84,049	86,204	86,754

Source:-BP statistical Review of world energy June 2009-2014- O&G World oil and gas Review prepared by the scenarios, strategic options and investor relation department Rome-Italy September 2009-2014.

نلاحظ من الجدول أن روسيا تحتل الصدارة من إنتاج النفط الخام حيث يبلغ متوسط إنتاجها للفترة من (2009 - 2013) نحو 10,489 ألف برميل يوميا تليها الولايات المتحدة الأمريكية التي تزايد إنتاجها من 7,263 ألف برميل / يوم في عام (2009) إلى 10,033 ألف برميل / يوم في عام 2013 ويعود ذلك إلى توسع القاعدة الصناعية وانتهاج سياسة تقليل الواردات.

وتليها الصين التي ارتفع معدل إنتاجها من النفط الخام من 3,805 ألف برميل/ يوم إلى 4,180 ألف برميل / يوم، ويعود ذلك إلى سياسة تشجيع الإنتاج المحلي رغم تركيز الشركات المختصة في هذا المجال في شركتين فقط؛ لأنها تعتبر من الدول الصناعية الناشئة المعتمدة على الواردات في سوق الطاقة العالمي.

ولو لاحظنا أن العشر الدول التي ركز في الدراسة عليها تحتل ما يقارب من نصف الإنتاج العالمي، أي أن حجم الإنتاج العالمي للنفط الخام يقدر بـ 81,262 ألف برميل/ يوم في حين بلغ إنتاج العشر الدول 33,874 ألف برميل/ يوم، تزايد الإنتاج حتى وصل إلى 86,754 ألف برميل /يوم في عام 2013م، وذلك بفعل الزيادة في إنتاج العشر الدول الموضحة في الجدول، حيث بلغ حجم إنتاجها في عام 2013م نحو 37,006 ألف برميل/يوم.

أما بقية الدول التي انخفضت إنتاجيتها مثل الأرجنتين وليبيا وفنزويلا وباكستان واندونيسيا، فإن الانخفاض في الإنتاج نتيجة إما لظروف سياسية أو نتيجة لتقادم الآبار المنتجة.

الاحتياطيات النفطية: تمثل الاحتياطيات العامل الآخر، والاكتشافات الجديدة التي تضاف إلى الاحتياطيات المؤكدة، حيث شهدت الاحتياطيات النفطية في السنوات الأخيرة زيادة مستمرة، وتوعدت بين النفط الخام (التقليدي) والنفط الصخري (الغير تقليدي).

يتم تقسيم المواد النفطية المكتشفة وتحديد جدواها الاقتصادية إلى أصناف مختلفة من الاحتياطيات المؤكدة والمحتملة والمرتبقة، فالاحتياطيات المؤكدة هو ما تشير إليه البيانات الجيولوجية الهندسية والتكنولوجية والاعتبارات الاقتصادية والقابل

للاستخراج، والذي يتأثر بعدة عوامل منها الإنتاج والذي يتناسب عكسياً مع حجم الاحتياطيات.

جدول (٢) حجم الاحتياطي من النفط الخام للفترة من (2009- 2013) بالمليون

برميل

Countries	2009	2010	2011	2012	2013
Russia	60,000	60,000	60,000	80,000	80,000
United states	30,872	30,872	30,872	30,872	36,665
China	20,350	20,350	20,350	25,585	24,376
Argentina	2,520	2,504	2,505	2,805	2,820
Libya	44,270	46,420	47,100	48,010	48,470
Venezuela	211,173	296,501	296,501	297,570	297,740
Mexico	10,404	10,420	10,359	10,264	10,073
Pakistan	313	313	281	248	342
Canada	175,214	175,214	173,625	173,105	173,200
Indonesia	3,990	3,990	3,885	4,030	3,591
The 10 of which	559,106	646,584	645,478	672,489	677,277
Rest of the world	923,252	918,616	972,423	978,342	980,829
World	1,482,358	1,565,200	1,617,901	1,650,831	1,658,106

Source:-OPEC Annual stateside Bulletin June 2009-2015- O&G World oil and gas Review prepared by the scenarios strategic options and investor relation department Rome-Italy September 2009 -2014

نلاحظ من الجدول أعلاه وبحسب دراستنا عن الدول التي تمتلك أكبر احتياطيات من النفط الصخري، وعند مقارنتها باحتياطياتها من النفط الخام فإن فنزويلا تعتبر من أكبر الدول التي تمتلك احتياطيات ضخمة تقدر بـ 211,173 مليون برميل في عام 2009، وتزايدت الاحتياطيات حتى وصلت في عام 2013 نحو 297,740 مليون برميل، وتأتي في المركز الثاني كندا من العشر الدول بحجم احتياطي يقدر بـ 175,214 في عام 2009، وانخفضت نسبياً إلى 173,200 مليون برميل في عام 2013. أما روسيا فتأتي في المركز الثالث من العشر الدول حيث قدرت احتياطياتها من النفط الخام

(التقليدي) نحو 60,000 مليون برميل، فقد ارتفعت في عامي 2012 و2013 إلى 80,000 مليون برميل ويعود ذلك إلى الاكتشافات الجديدة للحقول النفطية باستخدام التقنيات الحديثة.

نلاحظ أيضا من الجدول أن حجم الاحتياطي في الدول العشر تجاوز نصف الاحتياطي العالمي من النفط العالمي والذي قدر في عام 2009 بنحو 1,482,358 مليون برميل في حين بلغ إنتاج العشر الدول 559,106 مليون برميل، تزايد حجم الاحتياطي العالمي حتى بلغ في عام 2013 نحو 1,658,106 مليون برميل في نفس العام بلغ إنتاج الدول العشر نحو 677,277 مليون برميل.

النفط الصخري :

إن مجموع التطورات والتحولت التي شهدتها العالم حتى عام ٢٠١٤ أدت إلى حدوث تغيير جذري في الاقتصاد العالمي من خلال ظهور منافس جديد للنفط التقليدي أو النفط الخام، ولكن هل من الممكن أن يحل محل النفط التقليدي؟

لقد أصبح النفط الصخري الأمريكي داعما بقوة لاقتصاد الولايات المتحدة الأمريكية من خلال انخفاض كلفة الاستهلاك المحلي من الطاقة وانخفاض ميزات الواردات إلى أكثر من ٦٠٪ من الطاقة، وتقدر احتياطيات الولايات المتحدة من النفط الصخري ب ١٦٩ مليار برميل منها ٤ مليار برميل أو ما يشكل ٢.٣٪ قابل للاستخراج تقنيا، ويعتبر هذا الحجم قليل مقارنة بحجم الاستهلاك الذي يقدر ب ٧.٥ مليار برميل، مما يجعل الاحتياطي القابل للاستخراج من النفط الصخري يشكل أقل من نصف معدل الاستهلاك السنوي للولايات المتحدة، رغم أن هذا النوع من النفط وما يحدثه من ثورة جديدة إلا أنه ليس اكتشافا جديداً، بل تم استخدامه هذا النوع منذ قرون . وإن ارتفاع أسعار النفط في القرن الحادي والعشرون جعل العديد من الدول تقوم بإعادة عمليات استخراج النفط الصخري مرة أخرى كالولايات المتحدة الأمريكية وبكميات كبيرة منه خصوصا في ولاية تكساس [4, 2].

إن تكلفة النفط الصخري تعتبر متغيرا جديدا في معادلة الأسعار، فينظر إليه داعماً في الصناعة النفطية بشكل عام والأسعار بشكل خاص.

جدول (٣) الدول العشر الأولى في العالم من حيث حجم احتياطياتها من النفط

الصخري بليون برميل

Rank	Country	Billion barrels
1	Russia	75
2	United States	58
3	China	32
4	Argentina	27
5	Libya	26
6	Venezuela	13
7	Mexico	13
8	Pakistan	9
9	Canada	9
10	Indonesia	8
11	World total	345

Source: Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States. June 2013-2015.

من الملاحظ أن هناك عشر دول تحوي مصادر مكتشفة من النفط الصخري وبكميات متباينة، تأتي روسيا أول الدول التي تمتلك 75 مليون برميل نفط وغاز صخري، تليها الولايات المتحدة الأمريكية تقدر بـ 58 بليون برميل ثم الصين بنحو 32 بليون برميل، وتأتي بقية الدول الأخرى التي تقل عن 30 بليون برميل [6].

بلغت المصادر المكتشفة من النفط والغاز الصخري حوالي 345 بليون برميل والتي بدورها ستؤثر وبشكل كبير جداً على توازن السوق النفطي.

إن حجم الإنتاج الأمريكي في النفط يتزايد باطراد، وخصوصاً من حقلي Bakken وEagleford حيث تقدر عدد الآبار المحفورة من هذين الحقلين 7727 بئراً منتجة، ومتوسط إنتاجية البئر الواحد 124bbIs/d لحقل باكن و 168bbIs/d لحقل إيجل فورد وفق الجدول التالي:

جدول (هـ) إنتاج النفط (tight) من ٢١ حقلا ونسب الإنتاج منها

Bakken	1	596.00	May-12	4598	12 4	4 0 0	341	Flat	69	40	819	Rising	41.9 5
Eagleford	2	524.23	Jun-12	3129	16 8	4 3 7	292	Rising	60	- 27 + 40	723	Rising	38.6 4
Bonespring	3	56.42	May-12	1016	56	1 7 3	113	Rising	74	45	211	Rising	4.16
Niobrara	4	51.00	May-12	1081	4.7	2 5. 2	17.2	Flat	79	51	113 9	Flat	3.76
Granitewash	5	41.26	Jun-12	3090	13. 4	7 3	26	Rising	71	58	267	Rising	3.04
Permian del Midland	6	30.00	Jun-12	1541	19. 5	8 3. 2	44.2	Rising	66	30	99	Rising	2.21
Barnett	7	26.65	May-12	1487	1.7 9	1 4	0	Rising	65	58	130 6	Flat	1.96
Austin Chalk	8	17.20	Jun-12	928	18. 5	1 9 3	79	Declining	72	34	73	Declining	1.27
Spraberry	9	17.13	Jun-12	552	31	1 5 4	68	Rising	19	19	84	Flat	1.26
Monterey-Tremblor	10	8.58	Jun-12	675	12. 7	3 7. 9	27.9	Declining	18	9	48	Flat	0.63
Marcellus	11	5.26	Dec-12	3848	1.8 5	3. 4	0	Flat	34	39	970	Rising	0.39
Woodford	12	3.95	May-12	1827	2.2	1 4. 4	0	Declining	69	74	410	Declining	0.29
Miss. Lime	13	2.260	Apr-12	371	6.1	2 8. 9	10.5	Declining	52	30	52	Declining	0.17
Tuscaloosa	14	1.48	May-12	23	64. 5	1 2 1	22.3	*	*	*	*	Rising	0.11
Mancos Hilliard Baxter	15	0.80	May-12	452	1.7 8	6. 9	1.6	Flat	57	31	45	Rising	0.06
Pierre	16	0.750	Apr-12	193	3.9	1 7. 1	0	*	*	*	*	Flat	0.06
Mowry	17	0.2230	Jun-12	39	5.7	2 8	10	*	*	*	*	Flat	0.02
Manning	18	0.107	May-12	45	2.4	1 7. 3	11.4	*	*	*	*	Flat	0.01
Utica	19	0.104	Dec-12	13	8	1 3	2.6	*	*	*	*	Rising	0.01
Mulky	20	0.069	May-12	120	0.5 8	0. 6 9	0	*	*	*	*	Flat	0.01
Cody	21	0.05	Jun-12	11	5	8	5	*	*	*	*	Flat	0.00

Source:-EIA/AR/ world shale gas and shale gas Resources:
An Assessment of 137 shale for motions in 41 countries outside the United States.
June 2013

-Drill Baby drill can unconventional fuels usher in a new era of energy abundance , By J. David Hughes post carbon institute Feb. 2013

إن الارتفاع السريع لمعدلات استغلال احتياطيات الولايات المتحدة من النفط الصخري ومن المرجح استمراره وبنفس المعدلات خلال السنوات القادمة مع تطور التقنيات والخبرات في هذا القطاع والسعي نحو تقليل تكاليف الاستخراج، أدى إلى تحقيق سياسة تقليل الواردات وتشجيع البحث والاستكشاف للاستفادة من مخزونها النفطي الكبير.

لذا فإن تكاليف إنتاج النفط الصخري تعتمد على الجيولوجيا والتضاريس وتوفر المياه والتكنولوجيا والبنية التحتية، إلا أن بعض الدول لديها مخزون كبير من النفط الصخري يقع في بيئات صحراوية غير مواتية، مما يشكل عائق كبير لعملية الاستخراج.

الإستنتاج:

- إن التطورات التقنية مكّنت صناعة النفط من استغلال الموارد النفطية التي لم يكن بالإمكان الوصول إليها سابقا.
- ساعدت تقنيات الحقن Injection والحفر الأفقي Horizontal Drilling تحديدا والحفر الموجه Directional Drilling بصورة عامة والتكسير الهيدروليكي Hydraulic Fracturing على استخراج كميات كبيرة من النفط الخام والصخري مع تقليل أعمال الحفر ومعدات فوهة البئر ومنظومة شبكة التوصيلات.
- الأخذ بالاعتبارات المكنية والميكانيكية عند تصميم البئر للوصول إلى أعلى المستويات في التعامل مع المواد.
- إن استخدام تقنيات الحفر الأفقي تسمح بتكوين الصدوع المستعرضة الذي يؤدي إلى رفع الإنتاج ولكن يتطلب رسم خرائط جيوفيزيائية عالية التطور للطبقات الصخرية.

- إن التركيز على هذه الدول بشكل خاص لكونها تمتلك أكثر من نصف الاحتياطيات العالمية من الإنتاج والاحتياطيات النفطية.
- إن بعض الدول تمتلك احتياطيات كبيره من النفط الخام والصخري إلا أنها لم تولي اهتماما بإنتاج النفط الصخري لعدم امتلاكها التقنيات لاستخراجه.
- إن ارتفاع أسعار النفط الخام أدت إلى البحث عن مصادر غير تقليدية رغم ارتفاع تكاليف استخراجها، إلا أن هناك دول تمكنت من إنتاج النفط الصخري وبكميات كبيرة لتوفر التقنيات اللازمة والتحفيز الحكومي.

المراجع:

- (١) البلاد، النفط الصخري بين المبالغات وقلق الدول المنتجة على مستقبلها، يونيو ٢٠١٣.
- (٢) الرأي، النفط الصخري في أمريكا هل يغير السياسات الاقتصادية في الخليج، آفاق الاقتصاد العالمي، دراسات استقصائية للأوضاع الاقتصادية، صندوق النقد الدولي، مارس ٢٠١٣.
- (٣) الوسط، ارتفاع تقديرات مخزون النفط الصخري يؤثر سلبا على دول الخليج ديسمبر، ٢٠١٣.
- (٤) بول ستيفنز، ثورة الغاز الصخري بين الواقع والتضخم، تقرير المعهد الملكي للشؤون الدولية، ترجمة مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، أبو ظبي، ٢٠١٠
- (٥) تقرير المركز الدبلوماسي: النفط الصخري لن يشكل تهديدا لدول الخليج، الدوحة، مايو ٢٠١٢.
- (٦) تقرير مركز بروكناجر، الدوحة ومبادئ امن الطاقة، مركز بروكناجر، الدوحة ٢٠١٣.
- (٧) محمد البغلي، النفط الصخري تحد متنام أمام مجلس التعاون .. هل استعدادنا لمواجهة؟ مجلة رؤى استراتيجية، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، ٢٠١٢

- ٨) محمد عبد الله، تقارير ثورة الغاز الصخري وأثرها على اقتصاديات دول الخليج، مركز الجزيرة للدراسات، ٢٠١٣
- ٩) محمد العسومي، تحديات النفط الصخري، وكالة الطاقة الدولية، إبريل، ٢٠١٣.
- ١٠) النفط والغاز في الخليج العربي نحو ضمان الأمن الاقتصادي، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، أبو ظبي، ٢٠٠٧
- ١١) هندسة إنتاج النفط -قسم هندسة النفط والمناجم، إعداد حازم حسن عبد الكريم العطار، طالب رشيد خليل العاني، جامعة بغداد ١٩٨٨
- 12) BP statistical Review of world energy June 2009-2014.
- 13) Drill Baby drill can unconventional fuels usher in a new era of energy Abundance? By J. David Hughes post carbon institute Feb. 2013
- 14) EIA/AR/ world shale gas and shale gas Resources: An Assessment of 137 shale for motions in 41 countries outside the United States. June 2013.
- 15) Marcellus shale gas: development potential and water management issues and laws Mary Thiemann and others congress Ional research service January 27. 2012.
- 16) Nguyen jean-Paul drilling oil and gas field development techniques Technip-Paris 1996
- 17) O&G World oil and gas Review prepared by the scenarios, strategic options and investor relation department Rome-Italy September 2009 -2014.
- 18) OPEC Annual stateside Bulletin June 2009-2015
- 19) Outlook for unconventional oil and Gas production 2014.
- 20) Shale oil: on the cusp of an energy revolution ZoheirHamediarab center for research and policy studies march 2013
- 21) Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States. June 2013.

