



منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول
أوابك

النفط والتعاون العربي



المجلد الثاني والأربعون 2016 - العدد 158

الأبحاث

■ صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية خارج أمريكا الشمالية وآفاقها المستقبلية

الجزء الثاني

■ تطوير مصادر زيت السجيل عربيا وعالميا

الجزء الثاني

البيبلوغرافيا

■ العربية



النفط

والتعاون العربي

الاشتراك السنوي : 4 أعداد (ويشمل أجور البريد)

البلدان العربية

للأفراد : 8 د. ك أو 25 دولاراً أمريكياً

للمؤسسات : 12 د.ك أو 45 دولاراً أمريكياً

البلدان الأخرى

للأفراد : 30 دولاراً أمريكياً

للمؤسسات : 50 دولاراً أمريكياً

الاشتراكات باسم : منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتروول

النفط والتعاون العربي



عباس علي النقي

عبد الكريم عايد

رئيس التحرير

نائب رئيس التحرير

هيئة التحرير

د. سعد عكاشة

د. احمد الكواز

عماد مكي

د. سمير القرعيش

عبد الفتاح دندي

د. اسامة الجمالي

قواعد النشر في المجلة

تعريف بالمجلة واهدافها

النفط والتعاون العربي مجلة فصلية محكمة تعني بشؤون النفط والغاز والطاقة حيث تستقطب نخبة من المتخصصين العرب والأجانب لنشر أبحاثهم وتعزيز التعاون العلمي في المجالات التي تغطيها المجلة، كما تقوم على تشجيع الباحثين على إنجاز بحوثهم المبتكرة والأسهام في نشر المعرفة والثقافة البترولية وتلك المتعلقة بالطاقة وتعميمها والعمل على متابعة التطورات العلمية في مجال الصناعة البترولية.

الأبحاث

كافة الأبحاث التي تتعلق بالنفط والغاز والطاقة والتي تهدف إلى الحصول على إضافات جديدة في حقل الفكر الإقتصادي العربي.

مراجعة الأبحاث والكتب

تقوم المجلة بنشر المقالات التي تقدم مراجعة تحليلية لكتب أو دراسات تم نشرها حول صناعة النفط والغاز والطاقة عموماً، بحيث تكون هذه المقالات مرجعاً للباحثين حول أحدث وأهم الإصدارات المتعلقة بالصناعة البترولية.

التقارير

تتناول التقارير وقائع مؤتمر أو ندوة حضرها الكاتب، شريطة أن تكون مواضيعها ذات صلة بالنفط والغاز والطاقة، كما يشترط استئذان الجهة التي أوفدته للمؤتمر أو المؤسسات المشرفة عليه لكي تسمح له بنشرها في مجلتنا. وان لا تزيد عدد صفحات التقرير عن 10 صفحات مع كافة الاشكال والخرائط والجداول ان وجدت.

شروط البحث

- نشر الأبحاث العلمية الأصيلة التي تلتزم بمنهجية البحث العلمي وخطواته المتعارف عليها دولياً ومكتوبة باللغة العربية.
- ان لا يتجاوز البحث العلمي المنشور على 40 صفحة، (متن البحث، الجداول والاشكال) بدون قائمة المراجع، ويرسل إلكترونياً كاملاً إلى المجلة على شكل word document.
- ترسل الاشكال، الخرائط والصور في ملف اضافي على شكل JPEG.
- استخدام خط Times New Roman في الكتابة وبحجم 12، وان تكون المسافة بين الاسطر 1.5. وان تكون تنسيق الهوامش الكلمات بطريقة Justified.
- ان يتم الاشارة الى مصادر المعلومات بطريقة علمية واضحة.

- عند اقتباس اي معلومات من اي مصدر (اذا كانت المعلومات رقميه او رؤية معينة او تحليل ما) يجب ان لا يتم الاقتباس الحرفي وانما يتم اخذ اساس الفكرة واعادة صياغتها بأسلوب الباحث نفسه، والاشارة الى مصدر الإقتباس. أما في حالات الإقتباس الحرفي فتضع المادة المقتبسة بين علامتي الإقتباس ("...").
- يفضل ان تذكر المدن ومراكز الابحاث والشركات والجامعات الاجنبية الواردة في سياق البحث باللغة الانجليزية ولا تكتب باللغة العربية.
- أرفاق نسخة من السيرة العلمية إذا كان الباحث يتعاون مع المجلة للمرة الأولى.
- تعبر جميع الافكار المنشورة في المجلة عن آراء كاتبها ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر جهة الإصدار ويخضع ترتيب الأبحاث المنشورة وفقاً للاعتبارات الفنية.
- البحوث المرفوضة يبلغ اصحابها من دون ابداء الأسباب.
- يمنح لكل كاتب بحث خمسة أعداد من العدد الذي نشر فيه بحثه.

ترسل المقالات والمراجعات باسم رئيس التحرير، مجلة النفط والتعاون العربي، أوابك،
ص.ب: 20501 الصفاة- الرمز البريدي: 13066 دولة الكويت
الهاتف: 00965- 24959000 أو 00965-24959779
الفاكس: 00965 - 24959755
البريد الالكتروني oapec@oapecorg.org
موقع الأوابك على الانترنت www.oapecorg.org

المحتويات

الأبحاث

**صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية خارج أمريكا الشمالية
وأفاقها المستقبلية**

الجزء الثاني

7

علي رجب

تطوير مصادر زيت السجيل عربيا وعالميا

الجزء الثاني

85

تركي الحمش

البييليوغرافيا

147

عربية

البحث الأول

صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية خارج أمريكا الشمالية وآفاقها المستقبلية

الجزء الثاني

علي رجب *

خامساً: النفط الثقيلة جداً - فنزويلا

بشكل عام، يمكن تعريف النفط الثقيلة على أنها تلك النوعيات من النفط التي لا تتدفق بسهولة وذات كثافة تتراوح بين 10 - 20 درجة API (ولزوجة ما بين 1000 - 5000 سنتيبويس -CP). أما النفط الثقيلة جداً فهي ذات كثافة أقل من 10 درجة API (ولزوجة تتراوح ما بين 5000 - 10000 سنتيبويس-CP)¹⁰⁸. وبالإضافة إلى كثافتها المنخفضة ولزوجتها العالية، تتميز النفط الثقيلة جداً عن النفط الثقيلة كذلك بمحتواها العالي من الكبريت والمعادن وبالأخص النيكل والفانديوم والشوائب الأخرى.

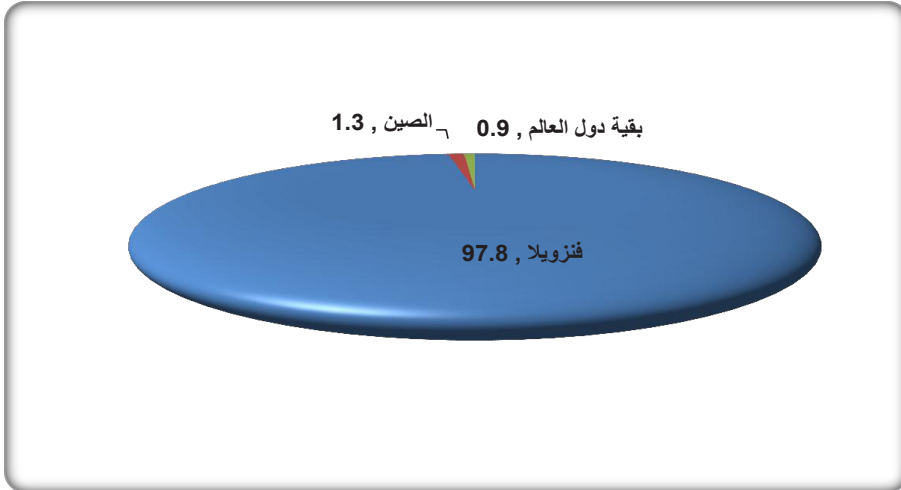
وتتوزع كميات النفط الثقيلة جداً المكتشفة في الموقع في العالم على قارات العالم المختلفة، إلا أنها تتركز بالدرجة الأساس في أمريكا الجنوبية وبالأخص في فنزويلا، وبالتحديد في منطقة حزام اورينوكو (Orinoco Belt) والتي تدعى بعض الأحيان "فاجا" (Faja)¹⁰⁹ - بمساحة حوالي 20 ألف ميل مربع - الواقعة وسط البلاد، وتحتوي على الجزء الأعظم من تلك الكميات وبنسبة قدرت بحوالي 98% من الإجمالي العالمي.

أما النسبة القليلة المتبقية من تلك الكميات فهي تتوزع على الصين بنسبة 1.3% وحوالي 0.9% توجد في دول العالم الأخرى (اذربيجان وإيطاليا والمملكة المتحدة وكوبا ومصر والأكوادور وكولومبيا). كما في الشكل التالي :

¹⁰⁸ Abdul Hamid Majid, Exploration of Heavy Oil Resources in the OAPEC Region, OAPEC Conference, June 4-5, 2012, Abu Dhabi, United Arab Emirates.

¹⁰⁹ J.A. Veil and J.J.Quinn, Water Issues Associated with Heavy Oil Production, November 2008, Prepared for the US Department of Energy, National Energy Technology Library, ANL/EVS/R-08/4.

توزع احتياطات النفط الثقيلة جداً في دول العالم كما في نهاية عام 2008، (%)



المصدر: World Energy Council, Survey of Energy Resources, 2010.

5 - 1 : مقارنة ما بين النفط الثقيلة جداً والبتيومين.

وهناك بعض أوجه التشابه وبالأخص من ناحية نوعية المحتوى الهيدروكربوني، ما بين النفط الثقيلة جداً والبتيومين الطبيعي (المستخرج من رمال النفط)، حيث لا يوجد اختلاف كيميائي بينهما¹¹⁰، لدرجة أن بعض المصادر قامت بتصنيف النفط غير التقليدي بموجب نوعية محتواها من المركبات العضوية إلى صنفين رئيسيين وهما النفط الثقيلة (التي تشمل وفق هذا التصنيف كلا من النفط الثقيلة جداً والبتيومين) من جهة، والسجيل النفطي من جهة أخرى¹¹¹.

¹¹⁰ Bernard Mommer, "The Value of Extra-Heavy Crude Oil from the Orinoco Belt", Mees, March 15, 2004.

¹¹¹ د. مأمون عيسى حليبي، د. مينا معرفي، د. حسن قبازرد، د. محمد سلمان، "السوائل الهيدروكربونية غير التقليدية واقتصادياتها"، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، 14-17 أيار/ مايو 2006، عمان، الأردن.

وعلى الرغم من بعض أوجه التشابه، فهناك اختلافات كبيرة بين النفوط الثقيلة جداً، والبتيومين من جوانب عديدة وكما في الجدول التالي:

مقارنة لبعض الخواص ما بين النفوط الثقيلة جداً والبتيومين (متوسط القيمة)

البتيومين الطبيعي	النفط الثقيل جداً	
484	3628	عمق الممكن (قدم)
5.0	7.5	الكثافة (API)
292991	7936	اللزوجة الديناميكية (درجة سنتبوز - في 100 فهرنهايت)
89	66	نقطة الانصباب (درجة فهرنهايت)
3.3	4.9	الكبريت (وزن %)
30.6	13.2	اسفلتين (وزن %)
78.2	129.9	النیکل (جزء بالمليون)
183.0	777.7	الفانديوم (جزء بالمليون)

المصدر: World Energy Council, Survey of Energy Resources, El Sevier, 2004

يتضح بأن النفوط الثقيلة جداً توجد تحت سطح الأرض في أعماق أبعد مقارنة بالبتيومين وتعتبر أفضل جودة نسبياً من ناحية الكثافة على أساس API ودرجة اللزوجة. فعلى رغم أن درجة كثافة كل منهما تقل عن API 10 فإن درجة لزوجة النفط الثقيل جداً يمكن أن تصل إلى 10 ألف سنتبوز (cp) كحد أعلى بينما تزيد درجة لزوجة البتيومين عن ذلك الحد. وبالتالي يتواجد البتيومين في المكن، عادة، بحالة صلبة بعكس النفوط الثقيلة جداً التي تتواجد في المكن بحالة سائلة. وهذا له انعكاسات هامة من ناحية تقنيات الإنتاج المستخدمة والتكاليف في كلتا الحالتين.

فمثلاً، إن وجود النفوط الثقيلة جداً بحالة سائلة في المكن يجعل من الممكن إنتاجها بواسطة آبار إنتاجية كما هو عليه الحال بالنسبة للنفوط التقليدية. وهذا

ما دعا بعض المصادر إلى التحفظ على تسميتها بنفوط غير تقليدية¹¹². لكنه على رغم تواجدها بحالة سائلة في الممكن فإنها تتوقف عن السيلان وتصبح في حالة صلبة حال استخراجها من الممكن فوق سطح الأرض تحت درجات الحرارة الطبيعية والضغط الجوي الطبيعي، ما استدعى استخدام طرق غير تقليدية في عمليات المناولة والنقل والخبز والتكرير. ويعتبر ذلك سبباً رئيسياً وراء تسميتها بنفوط غير تقليدية.

من جهة أخرى، يحتوى النفط الثقيل جداً على نسبة أعلى من المحتوى الكبريتي والمعادن الأخرى كالنيكل والفانديوم مقارنة بالبتيومين ما يجعله أقل جودة من هذه الناحية.

5 - 2 : احتياطات النفوط الثقيلة جداً الفنزويلية

يوجد اتفاق عام على احتواء فنزويلا على كميات هائلة من النفط الثقيل جداً والذي يتركز الجزء الأعظم منها في منطقة حزام أورينوكو وسط البلاد، مع التفاوت في تقدير تلك الكميات ومعدلات الاستخلاص من قبل المصادر المختلفة.

طبقاً لتقديرات شركة النفط الوطنية الفنزويلية، يحتوي حزام أورينوكو على حوالي 1360 مليار برميل من الكميات في الموقع وتصل الكميات القابلة للاستخلاص نحو 270 مليار برميل¹¹³، أي بمعدل استخلاص أقل من 20%. علماً بأن التقديرات السابقة للشركة الفنزويلية في دراستها التقييمية الشاملة الأولى للمنطقة، في عام 1983، أشارت إلى كميات في الموقع بحدود 1200 مليار برميل واستخدمت معدل استخلاص حوالي 22% للوصول إلى كميات قابلة للاستخلاص بحوالي 267 مليار برميل لمنطقة أورينوكو¹¹⁴.

¹¹² Petroleum World, Weekly Review, August 20-27, 2006. www.petroleumworld.com

¹¹³ EIA, Annual Energy Outlook, 2006

¹¹⁴ Bauquis Pierre -Rene, " What Future For Extra Heavy Oil and Bitumen: The Orinoco Case", 17th World Energy Congress, Houston, Texas, September, 1998

وبهذا الخصوص أشارت تقديرات هيئة المسح الجيولوجية الأمريكية إلى أن منطقة أورينوكو تحتوي على ما يقارب من 513 مليار برميل من مصادر النفط القابلة للاستخلاص¹¹⁵.

وتشير تقديرات مجلس الطاقة العالمي إلى امتلاك فنزويلا حوالي 1922 مليار برميل من كميات النفط المكتشفة في الموقع. أما احتياطياتها المثبتة من النفوط الثقيلة جداً فقد قدرت بما يقارب من 58 مليار برميل وكما في نهاية عام 2008¹¹⁶.

وتعتبر ضخامة مصادر النفوط الثقيلة أحد الأسباب وراء الزيادة الكبيرة في احتياطيات النفط المثبتة الفنزويلية خلال السنوات الأخيرة لتصل إلى ما يقارب 300 مليار برميل كما في نهاية عام 2014 بالمقارنة مع 100 مليار برميل عام 2007¹¹⁷، وبالتالي أصبحت فنزويلا تدعي بأنها الدولة الأكبر في العالم في امتلاك الاحتياطيات النفطية. لكن يعتقد البعض بأن مثل هذا الإدعاء ليس ذات أهمية كبيرة وأن المسألة لا تقتصر على كميات الاحتياطيات الموجودة في باطن الأرض، بل على السرعة التي بالإمكان استخراجها وإنتاجها.

وبما أن فنزويلا تفتقر إلى الاستثمارات الضخمة المطلوبة، وبخاصة من الشركات التي تمتلك التكنولوجيا لتطوير قاعدة احتياطياتها من النفط الثقيل جداً، فإن حجم مصادرها من تلك النوعيات غير التقليدية يظل، إلى حد ما، غير ذات أهمية¹¹⁸.

كما هو معلوم، أن ارتفاع درجة لزوجة النفط الثقيل جداً نسبياً تعيق من حركة التدفق خلال استخراجها بواسطة آبار الإنتاج التقليدية وتقلل من درجة الاستخلاص على رغم وجوده بحالة سائلة في المكنن، ما استدعى الحاجة إلى

¹¹⁵ EIA, Country Analysis Brief: Venezuela, Updated November 25, 2015.

¹¹⁶ World Energy Council, Surrey of Energy Resources 2010.

¹¹⁷ OPEC, Annual Statistical Bulletin, Various Issues.

¹¹⁸ Sri Jegarajah, Why Venezuela's World-Bearing Oil Reserves Are Irrelevant, CNBC Asia Pacific, 14, June 2012, ETCNBC.com

تطوير تقنيات الاستخراج باستخدام طرق ووسائل من الاستخلاص المعزز لرفع معدلات الاستخلاص¹¹⁹ ومنها:

تقنيات مجربة حقلياً وذات كفاءة إنتاجية عالية مثل:

- حقن الغاز (Steam Injection) والتي تعتبر من تقنيات الاستخراج الشائعة في حالة كل من الآبار العمودية والجانبية لإنتاج النفوط الثقيلة.
- تقنية الصرف بالجاذبية بمساعدة البخار (Steam Assisted Gravity Drainage-SAGD) وذلك بالتزامن مع أسلوب الحفر الأفقي.

كما توجد تقنيات مجربة حقلياً لكنها محدودة الاستعمال أو الكفاءة الإنتاجية، منها ما يسمى بتقنية الإنتاج البارد، وهناك تقنيات واعدة أخرى أو تحسينات على بعض التقنيات الحالية من خلال أنشطة الأبحاث والتطوير.

5 - 3: الإنتاج والتسويق

بشكل عام، إن النسبة العظمى من احتياطيات النفط الفنزويلية هي من الأنواع الثقيلة التي تتميز بكثافتها المنخفضة ومحتواها الكبريتي العالي إضافة إلى احتوائها على نسبة عالية من الشوائب الأخرى. لكن ركزت فنزويلا، في البداية، على تطوير واستغلال احتياطياتها من النفوط الخفيفة والمتوسطة للسهولة وارتفاع سعرها. وفي نفس الوقت بدأت فنزويلا، ومنذ فترة طويلة، تخطط وبجدية لتطوير مصادرها غير التقليدية من النفوط الثقيلة جداً وذلك لعدة أسباب منها تقادم عمر حقولها والانخفاض التدريجي للإنتاج من النفط التقليدي وضخامة مصادرها من النفوط الثقيلة جداً. هذا بالإضافة إلى تصنيف النفوط الثقيلة جداً على أنها بتيومين لا يحتسب ضمن الحصص الإنتاجية لدول أوبك¹²⁰.

¹¹⁹ World Energy Council, Survey of Energy Resources, Elsevier, 2004.

¹²⁰ Johan Sjoblom (Editor), Encyclopedic Handbook of Emulsion Technology, New York 2001, Chapter 20, PP 455-495

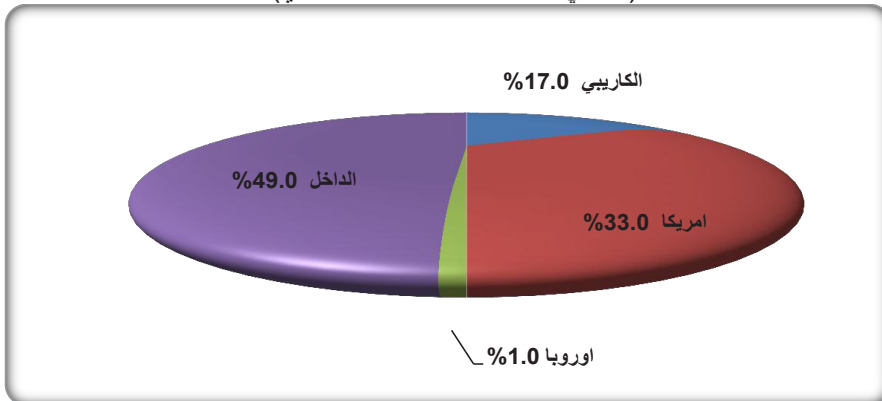
إلا أن اتجاه فنزويلا نحو تطوير حقولها النفطية الثقيلة، جوبه بصعوبات بسبب الجودة المنخفضة والموصفات الصعبة لتلك النفوط، بحيث أن عدداً قليل من مصافي التكرير العالمية قادر على معالجتها ولإنتاج منتجات خاصة في أكثر الأحيان، ما حدد من مرونتها التسويقية. فمثلاً، استخدم نفط بوسكان (Boscan) بكثافة API 10.1 ومحتوى كبريتي 5.4% المنتج في منطقة بحيرة ماراكايبو، غرب فنزويلا، لإنتاج الإسفلت بالدرجة الأساس.

وبهدف زيادة مرونتها التسويقية اتجهت شركة النفط الفنزويلية إلى تطوير وتوسيع طاقتها التكريرية وبتجاهين:

1. ترقية مصافيها الداخلية وتطويرها لدرجة تمكنها من استخدام نفوطها الثقيلة.
2. شراء مصافي أو الدخول في مشاركات في طاقات تكرير في الخارج، مع التركيز على المصافي القادرة على استخدام نفوطها الثقيلة، ليصل إجمالي طاقتها التكريرية في الداخل والخارج إلى 2.6 مليون ب/ي (كما في عام 2014)، تركز الجزء الأكبر منها في الداخل (49%) ثم السوق الأمريكية (33%) ومنطقة الكاريبي (17%) وكما في الشكل التالي:

الشكل (4)

توزيع طاقات التكرير الفنزويلية حسب المناطق كما في نهاية عام 2014 (%)
(إجمالي الطاقة الكلية 2.6 مليون ب/ي)



المصدر: EIA, Country Analysis Briefs, Venezuela, November 25, 2015 .

حاولت فنزويلا، ومنذ فترة طويلة، استغلال الكميات الهائلة من النفط الثقيلة جدا في منطقة حزام أورينوكو، واستطاعت تحقيق طفرة كبيرة نسبياً في حجم الإنتاج من تلك المنطقة مترافقة مع تطور هام في أساليب الاستخراج والتسويق وكما يلي:

1. الطريقة التقليدية

إن العقبة الرئيسية التي واجهتها فنزويلا في تطوير نفوط أورينوكو كانت في جانب النقل كون تلك النفوط تتوقف عن السيلان وتتصلب حال استخراجها من الممكن (تقليدياً)، تم التغلب على مشكلة النقل من خلال تخفيض درجة لزوجة النفط من خلال:

أ. التسخين، أي تسخين النفط الثقيل جداً لديمومة حالته السائلة لغرض النقل بالأنبوب أو بالناقلة وتسويقه، عادة، إلى مصافي التكرير الخاصة بإنتاج الإسفلت. وهي طريقة مستخدمة منذ عقود، إلا أنها تتصف بالتكاليف الرأسمالية والتشغيلية العالية بالإضافة إلى تآكل بطانة الأنابيب نتيجة للتسخين.

ب. مزج النفط الثقيل جداً مع مادة هيدروكربونية مخففة (نفط خام خفيف أو منتجات نفطية مثل الناфта أو الكيروسين) وذلك لتسويقه كمزيج نفطي أفضل نوعية وأعلى سعراً من النفط الثقيل جداً. وهي الطريقة الأكثر انتشاراً لسهولة نسبيهاً. فمثلاً تمزج كمية 0.618 برميل من النفط الثقيل جداً بكثافة API 8.5 مع كمية 0.382 برميل مادة مخففة من نفط خام ميسا (Mesa) كثافة API 30 ينتج عن ذلك مزيج يدعى ميرى (Meray) كثافة API 16 الذي يتم تسويقه بصورة منفصلة في الأسواق العالمية بنفس الطرق المستخدمة في حالة النفوط التقليدية. ومن المعلوم أن زيادة كمية النفط المخفف تحسن من جودة المزيج وترفع من كثافته.

إن من مساوئ الطريقة المذكورة هي مدى توفر المادة المخففة والتكاليف الإضافية لتشمل زيادة طاقة الأنابيب إلى درجة أكبر من الحجم المناسب للنفط الثقيل

جداً وتوفير منشآت للمزج في موقع الإنتاج وإعادة فصلها في موقع الاستلام قبل المعالجة بالإضافة إلى توفير خطوط أنابيب إضافية لتدوير المواد المخففة لإعادة استخدامها¹²¹.

2. مستحلب النفط/ الماء أو خليط أوريملشن (Orimulsion)

خلال الثمانينات من القرن الماضي تمكنت شركة النفط الوطنية الفنزويلية وبالتعاون مع شركة بي بي البريطانية¹²² ابتكار طريقة لتكوين مستحلب من النفط الثقيل جداً في أورينوكو بنسبة 70% منه مع الماء بنسبة 30% بصورة ميكانيكية مع إضافة 1% مادة كيميائية مثبتة لاستقرار الحالة السائلة للخليط لفترات طويلة لأغراض النقل والخزن. وقد اعتبر البعض تلك الطريقة بمثابة حل تكنولوجي فريد لاستغلال الكميات الضخمة من النفط الثقيل في منطقة أورينوكو¹²³ وسمي الخليط، الذي يشابه في خواصه العامة للفحم، أوريملشن (Orimulsion) أو الفحم السائل¹²⁴ ودخل السوق العالمية بصورة تجارية في بداية التسعينات كوقود سائل في محطات توليد الكهرباء للاستخدام في الأفران التقليدية الخاصة بكل من الفحم وزيت الوقود مع بعض التعديلات الطفيفة¹²⁵. وساعدت تلك الطريقة الشركة الوطنية الفنزويلية من تحقيق نجاح متواضع لتسويق ذلك المنتج في الخارج¹²⁶. حيث تم تصدير الخليط إلى دول في آسيا وأوروبا وبأسعار مقاربة من أسعار الفحم أي كمنافس للفحم في محطات توليد الكهرباء. إلا أنه تركزت بعض التحفظات حول جدوى الخليط من جانبين:

- الجانب الاقتصادي، كون أسعاره المقاربة لأسعار الفحم منخفضة نسبياً.

¹²¹ Bernard Mommer, "The Value of Extra Heavy Crude Oil from the Orinoco Belt," Mees, March 15, 2004

¹²² Banquis Pierre –Rene, "What Future for Extra Heavy Oil and Bitumen: The Orinoco Case" 17th World Energy Congress, Houston, Texas, September 1998.

¹²³ Carlos Rodriguez, Orimulsion is the Best Way to Monetise the Orinoco's Bitumen September/October 2004.

¹²⁴ James Brooke, Venezuela Pushing "Liquid Coal" The New York Times, October 15, 1990.

¹²⁵ Marruffo (and others), "Orimulsion: A Clean and Abundant Energy Source", 17th World Energy Congress, Houston-Texas, September, 1998.

¹²⁶ Francisco Toro, Blast From the Past Chronicles: Orimulsion Edition, Caracas Chronicle, August 8, 2012.

• الجانب البيئي، حيث أن انبعاثات حرق الخليط والتي تشمل أكاسيد الكبريت والرماد والملوثات الأخرى تماثل تلك الناتجة عن حرق الفحم. إلا أن محتويات الخليط العالية من المعادن تؤدي إلى زيادة معدلات التآكل ما تجعله أكثر ضرراً بيئياً بالمقارنة مع الفحم.

مما يذكر، وصل معدل إنتاج الخليط إلى حوالي 132 ألف ب/ي خلال الفترة 2001 - 2005¹²⁷. لقد كان هناك بعض الغموض يحيط بمستقبل الخليط المذكور. حيث سبق وأن أعلن في عام 2002، بأنه بسبب الأسعار المتدنية سيتوقف إنتاج الخليط باستثناء الإبقاء على العقود الموقعة¹²⁸. كما أعلنت الشركة الفنزويلية، في عام 2005، بأن عملية إنتاج خليط أوريملشن ستتوقف في وحدتها الوحيدة في سيرونيغرو. ولأسباب غير متوقعة أعلنت وزارة الطاقة والبتترول الفنزويلية في عام 2006 عن توقف إنتاج خليط "أوريملشن" بعد الاستنتاج الذي توصل إليه مسح شامل للموضوع باعتبار الخليط ليس طريقة مناسبة للنفوط الثقيلة جداً الفنزويلية¹²⁹.

3. تحويل النفط الثقيل جداً إلى نפט اصطناعي (Syn crude)

ساهمت الطرق المبتكرة المشار إليها آنفاً في تسهيل عملية نقل النفط الثقيل جداً وتسويقه. إلا أن تلك الخيارات تعاني من محدودات ومشاكل، ومن بينها انخفاض الأسعار للمنتوج والمحددات البيئية ومحدودية توفر المواد المخففة بالإضافة إلى التكاليف، جعلتها غير مناسبة للتوسع في استغلال الكميات الهائلة في أورينوكو على نطاق واسع يتناسب وحجم تلك الكميات. إلا أن التقدم التكنولوجي، وبخاصة ابتكار وحدات الترقية قد سحبت البساط من تحت الطرق القديمة مثل تحويل النفط الثقيل إلى خليط "أوريملشن"¹³⁰. وبالتالي تم اللجوء إلى خيار تحويل النفط الثقيل جداً في

¹²⁷ IEA, Oil Market Report, March 2006.

¹²⁸ Bernard Mommer, "The Value of Extra Heavy Crude Oil From the Orinoco Belt", Mees, March 15, 2004.

¹²⁹ ELUNIVERSAL, Venezuela Ceases Orimulsion Production, September 26, 2006, eluniversal.com. Noticias de Venezuela Y del Mundo.

¹³⁰ Francisco Toro, Blast From the Past Chronicles: Orimulsion Edition, Caracas Chronicle, August 8, 2012.

الداخل إلى نـفـط اصطناعي بحيث يشمل مثل هذا المشروع المتكامل استخراج النفط الثقيل جداً ونقله إلى وحدات ترقية كبيرة عالية التطور (Deep Coking / Cracking and Hydro Treating Units) في الداخل لغرض تحويله إلى نـفـط اصطناعي بصورة كلية أو جزئية ومن ثم تصديره. إلا أن المشاريع المذكورة تحتاج إلى درجة عالية ومتطورة من التكنولوجيا التي تفتقدها الشركة الفنزويلية، بالإضافة إلى الاستثمارات الهائلة. فمثلاً خلال التسعينات قدرت التكاليف لمشروع إنتاجي نظري بطاقة 200 ألف ب/ي وبدولارات عام 1997 كالتالي:

• منشآت حقلية وأنابيب	1000 مليون دولار
• وحدات التحويل ومنشآت الموانئ	2000 مليون دولار
المجموع ¹³¹	3000 مليون دولار
(عـدا الضـرابـة وكـلف التـمويـل).	

وبضوء ذلك اضطرت فنزويلا إلى اتباع سياسة "الانفتاح النفطي" (The Oil Opening)¹³² تم بموجبها فتح صناعتها النفطية الخاصة بتطوير حقل اورينوكو للاستثمار الأجنبي والدخول بترتيبات مشاركة إستراتيجية (Strategic Associations) مع الشركات النفطية العالمية الكبرى، وبالأخص الأمريكية، مثل أكسون موبل، شفرون تكساكو، كونوكو فيليبس وشركات أخرى ذات الإمكانيات التكنولوجية المتطورة والقدرات المالية العالية ويعقود طويلة الأمد تمتلك بموجبها شركة النفط الوطنية الفنزويلية حصص أقلية. وقامت فنزويلا في البداية بمنح تلك الشركات شروطاً وحوافز تعاقدية مجزية. علماً بأن الشركات الكبيرة تملك أنظمة تكرير واسعة في السوق الأمريكية يمكن اعتبارها سوقاً مضمونة لتصريف إنتاجها من النفط الاصطناعي.

وكما في شهر أيلول/سبتمبر 2006، كان هنالك أربعة مشاريع عاملة في فنزويلا لإنتاج نـفـط اصطناعي بدأ أولها، بـتـرـوزواتا، في إنتاج النفط الاصطناعي في

¹³¹ Banquis Pierre-Rene, "What Future For Extra Heavy Oil and Bitumen: The Orinoco Case", 17th World Energy Congress, Houston, Texas, September 1998

¹³² Carlos A. Molina, Country Report: Venezuela, and Petroleos de Venezuela S.A. (PDVSA), <https://www.mccombs.utexas.edu/.../country-report-ven..>

بداية عام 2001 ثم تلاه مشروع سيرو نيغرو في أيلول/ سبتمبر من السنة نفسها وبعد ذلك مشروع سنكور الذي بدأ الإنتاج في بداية عام 2002 وأخيراً مشروع هاماك في تشرين أول/ أكتوبر 2004. وبالتالي ارتفع إنتاج فنزويلا من النفط غير التقليدي، (باستثناء مستحلب أوريملشن) من 204 ألف ب/ي في عام 2001 إلى حوالي 630 ألف ب/ي في عام 2005. بينما وصلت كميات النفط الاصطناعية المحولة إلى 125 ألف ب/ي و565 ألف ب/ي في عامي 2001 و2005 على التوالي.

أما بخصوص التفاصيل الخاصة بإنتاج الشركات العاملة المختلفة ونوعيات النفط المنتجة كما في الجدول التالي:

مشاركات المشاريع العاملة لتحويل النفط الثقيل جداً إلى نـفـط اصطناعي – فنزويلا كما في أيلول/ سبتمبر 2006

المشروع	الشركات المشاركة	طاقة إنتاج النفط الثقيل جداً (ألف ب/ي)	طاقة إنتاج النفط الاصطناعي (ألف ب/ي)	تاريخ بدء إنتاج النفط الاصطناعي	التقنيات الرأسمالية (مليار دولار)	الاحتياجات (مليار برميل)
بتروواتا (Petrozuata)	النفط الفنزويلية – 49.4% كونوكو فيليبس – 50.1%	120 9.3 API	104 19-25 API كبريت 2.6%	كانون الثاني/ يناير 2001	3.4	1.6
سيرو نيغرو (Cerro Negro)	النفط الفنزويلية – 41.67% أكسون موبل – 41.67% فيبا أويل – 16.66%	120 8.5API	105 16 API كبريت 3.3%	أيلول/ سبتمبر 2001	3.1	1.4
سنكور (Sincor)	النفط الفنزويلية – 38% كونوكو فيليبس – 47% سنات أويل – 15%	200 8.7 API	180 32 API كبريت 0.07%	شباط/ فبراير 2002	4.3	1.9
هاماكا (Hamaca)	النفط الفنزويلية – 30% كونوكو فيليبس – 40% شفرور تكساكو – 30%	200 8.7 API	190 26API كبريت 1.6%	تشرين الأول/ أكتوبر 2004	3.5	1.9
المجموع		640	579		14.3	6.8

المصادر:

- EIA, Country Analysis Briefs, Venezuela, September, 2006
- Petroleum Economist, September, 2005
- Bernard Mommer, " The Value of Extra-Heavy Crude Oil from the Orinoco Belt", Mees, March 15, 2004
- IEA, Conference on Non-Conventional Oil, Non-Conventional Oil Outlook, Canada November, 2002.

مما يذكر، قدرت التكاليف الكلية للمشاريع المتكاملة للنفط الثقيلة جداً ما بين

25000-27000 دولار لكل طاقة ب/ي (باستثناء مشروع هاماك بتكلفة 23000

دولار)¹³³، وبلغ إجمالي النفقات الرأسمالية للمشاريع الأربعة المذكورة حوالي 14.3 مليار دولار. تشمل أنشطة المشاريع على استخراج النفط الثقيل جداً من منطقة اورينوكو (بكتافة حوالي 9API) وتحويله إلى نפט اصطناعي في مجمع مصافي خوزي على الساحل الشمالي الفنزويلي. ويجري في كل من سنكور وهاماكما تحويل كامل للنفط الثقيل أي تجري عملية التحويل بخطوة واحدة. أما بالنسبة للمشروعين الآخرين تتم عملية التحويل بخطوتين أي يجري تحويل جزئي للنفط في فنزويلا كخطوة أولى على أن تستكمل عملية التحويل في البلاد المستورد كخطوة ثانية.

وبالتالي فإن هناك تفاوت في درجة تعقيد وتطور المشاريع المذكورة آنفاً. ويتضح من الجدول أعلاه بأن النفط الاصطناعي المنتج في مشروع سنكور يعتبر الأفضل نوعية من بين النفوط المحولة حتى أصبح يلاءم عدداً أكبر من المصافي العالمية ذات الطاقات التحويلية المحدودة، حيث يتم تحسين الكثافة من 8.5 إلى API 32 وتخفيض المحتوى الكبريتي من 3.9% إلى 0.07% بالإضافة إلى تحسينات أخرى في مجال اللزوجة والشوائب الأخرى.

لقد كان الهدف الرئيسي من وراء خطة "الإنفتاح النفطي" هو تحويل فنزويلا إلى إحدى الدول المنتجة الكبيرة للنفط للوصول إلى إنتاج 8 مليون ب/ي عام 2010 طبقاً للخطة المذكورة¹³⁴. لكن ذلك الهدف لم يتحقق وأن الإنتاج لم يصل إلى 3 مليون ب/ي بحلول التاريخ المذكور.

لقد مرت صناعة النفط الفنزويلية ببعض التطورات الهامة. ففي عام 2005 أصدرت الحكومة الفنزويلية قانوناً جديداً للهيدروكربونات أنهت بموجبه المشاركات الاستراتيجية مع الشركات الأجنبية وتحويلها إلى مشاريع مشتركة تستحوذ شركة النفط الوطنية الفنزويلية (PDVSA) على الحصص الأكبر بدلاً من حصص الأقلية.

¹³³ Petroleum Economist, September 2005.

¹³⁴ Carlos A. Molina, Country Report: Venezuela, and Petroleos de Venezuela S.A. (PDVSA), <https://www.mcombs.utexas.edu/.../country-report-ven>

وبحلول عام 2007 وافقت معظم الشركات الأجنبية المشاركة في مشاريع المشاركات الاستراتيجية على الترتيبات الجديدة (باستثناء اكسون وكونوكوفيليبس اللتان فضلنا اللجوء إلى التحكيم الدولي) وقامت بالتوقيع على الاتفاق الخاص بالمشاريع المشتركة ضمن القانون الجديد¹³⁵. وبالتالي تم تحويل المشاركات الاستراتيجية إلى شركات مشتركة وبمسميات جديدة استحوذت الشركة الوطنية بموجب الترتيبات الجديدة على حصة 60% كحد أدنى من تلك الشركات، وكما موضح في الجدول التالي: -

التركيبة الجديدة للمشاركات الاستراتيجية في حزام اورينوكو بعد تحويلها الى شركات مشتركة وكما في بداية عام 2011

petropiar (hamaca)	petrocedeno (sincor)	petromonagas (cerro negro)	petroanzoategui (petrozuata)	اسم المشروع (الاسم القديم)
PDVSA (70) Chevron (30)	PDVSA (60) Total (30.3) Statoil (9.7)	PDVSA (83.34) BP (16.66)	PDVSA (100)	الحصص (%) والشركاء

المصدر: The Oil Drum, Tech Talk-Past, Present and Future Venezuelan Oil Production, January 16, 2011, theoil Drum.com

بالإضافة إلى المشاركات الإستراتيجية الأربعة الأولى، قامت الشركة الوطنية الفنزويلية ومنذ عام 2010، بدعوة بعض الشركات العالمية للاستثمار في مشاريع وحدات ترقية جديدة في منطقة أورينوكو وتم التوقيع على العديد من المشاريع المشتركة الجديدة. وبالتالي، دخلت العديد من الشركات العالمية للاستثمار في منطقة اورينوكو ومن دول مختلفة ضمن المشاريع القديمة والجديدة منها الولايات المتحدة والصين وروسيا وروسيا البيضاء والهند وإيطاليا والبرتغال واسبانيا وفرنسا وكوبا والأروغواي والأكوادور وتشيلي والأرجنتين وإيران وفيتنام وماليزيا وجنوب افريقيا¹³⁶.

بعد توقيع اتفاقيات المشاريع المشتركة الجديدة كان من المؤمل زيادة طاقة الترقية في فنزويلا من 600 الف ب/ي إلى حوالي 1.8 مليون ب/ي عند اكتمال

¹³⁵ Matt Ferchen, Crude Complications: Venezuela, China and the United States October 23, 2014, Carnegie-Tsinghua Center for Global Policy, <http://carnegietsinghua.org/2014/10/23/crude-complications-venezuela-china-and-unitedstates/bsk9>.

¹³⁶ The Orinoco Oil Belt-Update, <https://www.boell.de/sites/./10/venezuela-orinoco.pdf>.

تلك المشاريع. لكن تلك المشاريع تحتاج إلى استثمارات ضخمة حيث قدرت الخطة الخمسية للشركة الوطنية الفنزويلية (2013 – 2019) بأن ثمانية مشاريع جديدة في منطقة اورينوكو بحاجة إلى 108.3 مليار دولار استثمارات والتي تشكل حوالي 80% من إجمالي استثمارات الشركة الفنزويلية خلال ذات الفترة¹³⁷.

يذكر، بدأ بعض المشاريع الجديدة بالانتاج منذ عام 2013¹³⁸، إلا أنها وبشكل عام تعاني من حالة البطء في التقدم وذلك لأسباب تعود بالدرجة الأساس إلى النقيصة في معدات الحفر والأيدي العاملة المؤهلة والتأخير في البنية التحتية عالية التكاليف، ما جعل الإنتاج الفعلي يقل بكثير عن الخطط الموضوعة. كما تعاني المشاريع القديمة أيضاً من انخفاض في الإنتاج¹³⁹ بسبب النقيصة في الاستثمار في البنية التحتية. وبالتالي، فإن مشاريع الترقية في منطقة اورينوكو، القديمة والجديدة، فشلت في إيقاف الاتجاه الانخفاضي في إنتاج النفط الذي تعاني منه فنزويلا وبخاصة منذ عام 2007¹⁴⁰.

5 - 4: التحديات والمعوقات

ساعد النجاح الذي حققته مشاريع تحويل النفط الثقيل جداً في منطقة اورينوكو إلى نفط اصطناعي ووصول معدل إنتاج النفوط الخام إلى حوالي 600 ألف ب/ي في إعطاء بُعد جديد وتفاؤل حول إمكانية استغلال كميات المنطقة المذكورة الهائلة على نطاق أوسع حتى إن وكالة الطاقة الدولية قامت بإعادة تصنيف الجزء الأكبر من النفوط الثقيلة جداً الفنزويلية على أنها نفوط تقليدية¹⁴¹. وأن ما زاد من مستوى التفاؤل تحسن الجدوى الاقتصادية لتلك المشاريع، التي تم التخطيط لها خلال فترة التسعينيات أو بداية القرن الحالي ووفق الأسعار السائدة حينئذٍ، بدرجة

¹³⁷ The Barrel Blog, The Barrel, At the Wellhead: Venezuelas' Upgraders Are Maxed Out to Handle its Heavy Oil, November 25, 2013.

¹³⁸ Douglas-WestWood, Oil Production Weighs Heavy on Venezuela, DW Says, World Oil, April 29, 2015, <http://www.worldoil.com/news/2015/4/29/oil-production-weighs-heavy-on->

¹³⁹ Petroleum Intelligence Weekly (PIW), Venezuela Output Flatlines Under Maduro, January 27, 2014.

¹⁴⁰ Jeremy Grant and Guy Chazan, Petronas Pulls Out of Venezuela Heavy Oil Project Carabobo-1, Financial Times, September 10, 2013.

¹⁴¹ IEA, World Energy Outlook, 2006.

كبيرة إثر تصاعد أسعار النفط العالمية ووصولها إلى مستويات قياسية في حينه، مترافقة مع توسع قياسي في مستوى الفروقات بين أسعار النفوط الخفيفة والثقيلة. إلا أن الانخفاض الحاد في أسعار النفط العالمية منذ منتصف 2014، أثر سلباً على اقتصاديات مشاريع منطقة اورينوكو.

وتعول فنزويلا كثيراً على توسيع استغلال نفوط اورينوكو ليكون عاملاً حاسماً في تحقيق خططها الرامية إلى زيادة إنتاجها من النفط الخام (بكل أنواعه) من حوالي 2.6 مليون ب/ي كما في أيلول/ سبتمبر 2006، إلى 6.5 مليون ب/ي بحلول عام 2021¹⁴².

إلا أن توسيع مشاريع تحويل النفوط الثقيلة جداً إلى مثل تلك الحدود ليس بالأمر السهل بضوء ما يواجه العملية من تحديات ومعوقات جدية وكما يلي:

- إن الجزء الأعظم من احتياطات حزام اورينوكو هي من النفوط الثقيلة جداً ذات كثافة منخفضة وعالية المحتوى الكبريتي، ما يعني بأن تكاليف استخراجها ونقلها وتكريرها عالية بالمقارنة مع معظم النفوط العالمية الأخرى¹⁴³

- على رغم التوسع الحاصل في إنتاج النفوط الثقيلة جداً فإن بعضها، بالأخص النفوط المحولة جزئياً، لا زال منخفض الجودة أي بكثافة منخفضة ومحتوى كبريتي عال بالإضافة إلى شوائب أخرى، ما يجعل تكريرها مقتصرراً على مصافي محددة.

من جهة أخرى، تتصف النفوط الاصطناعية الفنزويلية وبصورة عامة، باستمرارها بحالة مستقرة لفترات قصيرة فقط وبالتالي فهي غير ملائمة

¹⁴² Andrew Cawthorne (Reuters) PDVSA Says Venezuela Oil Exports At 2.4-2.5 Million Barrels Per Day, April 20, 2015.

¹⁴³ Matt Ferchen, Crude Complications: Venezuela China and the United States, Carnegie-Tsinghua Center For Global Policy, October 23, 2014. <http://carnegietsinghua.org/2014/10/23/crude-complications-venezuela-china-and-unitedstates/bsk9>

للخزن لفترات طويلة، ما يحد من مرونتها التسويقية ويجعلها مناسبة للأسواق القريبة كالسوق الأمريكية¹⁴⁴.

- هناك تدهور في نوعية المكامن خارج منطقة زواتا، في شرق اورينوكو. علماً بأن الإنتاج تركز بالدرجة الأساس على الطبقات الجيدة ذات التكاليف المنخفضة وإن التوسع الكبير في الإنتاج قد يعني استغلال المكامن الأكثر صعوبة والأعلى تكاليفاً، ما يعني ارتفاع في تكاليف الإنتاج.
- هناك تحفظات من الناحية البيئية بقدر تعلق الأمر ببروتوكول كيوتو والتشريعات العالمية الخاصة بها ذات العلاقة بغازات الدفيئة، خصوصاً وأن استغلال النفط غير التقليدية يؤدي إلى انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ بنسبة 4-6 مرات أعلى من مثيلاتها في حالة النفط التقليدية.
- يحتاج كل برميل ينتج من منطقة اورينوكو نوع من المُخفَّف (diluent) لتسهيل عملية النقل والتصدير. وفي العادة تستخدم مادة الناфта لنقل الخام إلى وحدات الترقية وفي حال عطل تلك الوحدات أو صيانتها، فإنه يتم استخدام نفوط خفيفة قد تضطر فنزويلا إلى استيرادها من الخارج لإنتاج خليط لأغراض التصدير خصوصاً وأن إنتاج فنزويلا من النفط الخفيفة والمتوسطة يشهد انخفاضاً منذ عام 2004¹⁴⁵
- إن ضخامة الاستثمارات وتقدم مستوى التكنولوجيا المطلوبة تجعل الدخول في صناعة استخراج وتحويل النفط الثقيلة جداً مقصورة بصورة رئيسية على الشركات النفطية الكبرى. كما أن ضخامة الاستثمارات المطلوبة تجعل تلك الصناعة أكثر حساسة لتقلبات مستويات أسعار النفط العالمية وحركة الفروقات بين أسعار النفط الخفيفة والثقيلة.

¹⁴⁴ Juan Carlos Boue, "The Market For Heavy Sour Crude Oil in the US Gulf Coast". Oxford Institute for Energy Studies, January, 2002

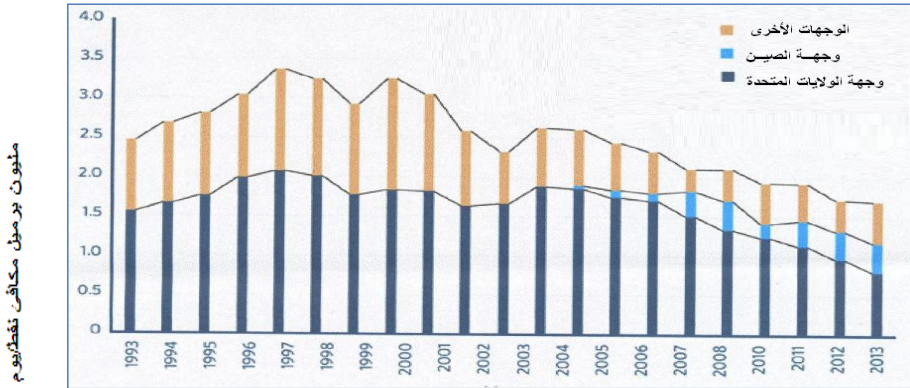
¹⁴⁵ Marianna Parraga (Reuters), For How Long Will Venezuela Import Crude Oil? October 27, 2014.

- منحت فنزويلا الشركات العالمية شروطاً مجزية في منتصف التسعينات لتشجيع الاستثمار في إنتاج وتحويل النفط الثقيل جداً. إلا أن سياستها الاستثمارية اتسمت بعدم الاستقرار من وجهة نظر الشركات نتيجة لقيامها بمراجعة الشروط التعاقدية لأكثر من مرة نحو التشديد سواء كان ذلك بالنسبة للضرائب أو الربح وانتهاءً بزيادة حصة الشركة الوطنية في تلك المشاريع. أما بالنسبة للحكومة فإنها تعتبر شروط العقود غير عادلة وأن عمليات الاستكشاف والتطوير في حقل اورينوكو أصبحت أكثر سهولة من ذي قبل ومن دون مخاطر. كما انخفضت تكاليف الإنتاج عما كانت عليه في منتصف التسعينات. وتتهم الشركات بتضخيم التحديات الفنية والتكاليف لخداع الحكومة¹⁴⁶.
- إن استحوذت الشركة الوطنية الفنزويلية على الحصص الأكبر في الشركات المشتركة العاملة في منطقة اورينوكو يعني بالضرورة تحملها الجزء الأكبر من التمويل. وقد يمثل ذلك عائقاً في تنفيذ الخطط الاستثمارية الضخمة لتطوير منطقة اورينوكو بضوء المشاكل التي تعاني منها الشركة الوطنية ومديونيتها العالية التي تضاعفت بحوالي ثلاثة أمثال ما بين عامي 1998 و2010.
- تعتمد صناعة استخراج وتحويل النفط الثقيل جداً الفنزويلية على السوق الأمريكية بالدرجة الأساس لعدة عوامل أهمها اقتصادية وفنية. إلا أن العلاقات السياسية غير المؤاتية ما بين أمريكا وفنزويلا خلال السنوات الأخيرة دفع فنزويلا للبحث عن أسواق جديدة في مناطق أخرى، وبخاصة الصين التي أصبحت إحدى الأسواق المهمة للنفوط، الفنزويلية، خصوصاً وأنها أصبحت ومنذ عام 2007، تمثل مصدر التمويل الخارجي الرئيسي لفنزويلا من خلال اتفاقية "القرض مقابل النفط"¹⁴⁷ الموقعة بين البلدين.

¹⁴⁶ New York Times, June 7, 2006.¹⁴⁷ EIA, Country Analysis Brief: Venezuela, Updated November 25, 2015.

بالإضافة إلى ذلك قامت الصين بتشييد بعض المصافي داخل الصين متخصصة بتكرير النفط الفنزويلية الثقيلة¹⁴⁸. وبالتالي، أصبحت الولايات المتحدة والصين تمثلان مجتمعتين الوجهة لأكثر من نصف صادرات فنزويلا خلال عام 2013، وذلك كما يتضح من الشكل التالي:-

صادرات النفط الخام والمنتجات النفطية الفنزويلية للفترة 1993 – 2013



المصدر:

Matt Ferchen, Crude Complications: Venezuela, China, and The United States
Carnegie-Tsinghua Center For Global Policy, October 23, 2014,
<http://www.earnegietsinghua.org/2014/10/23/crude-complications-venezuela-china-and-united-states/hsk9>.

طبقاً لخطط وزارة الطاقة والبتروال الفنزويلية، يصل إنتاج فنزويلا من النفط إلى 6 مليون ب/ي بحلول عام 2019 منها 4 مليون ب/ي من منطقة اورينوكو¹⁴⁹ والتي يتوقع أن يتزايد إنتاجها ليصل إلى 4.6 مليون ب/ي بحلول عام 2021¹⁵⁰. إلا أن عدداً قليلاً من خبراء الصناعة النفطية أو المستثمرين الأجانب يتوقعون امكانية تحقيق مثل تلك الأهداف، وهناك شكوك في إمكانية الشركة الوطنية في زيادة الإنتاج. حيث سبق للشركة المذكورة خلال السنوات السابقة الإعلان عن أهداف إنتاج عالية لكنها تقوم بمراجعتها وتخفيضها. فبالإضافة إلى مديونيتها

¹⁴⁸ The Orinoco Oil Belt-Update, <https://www.boell.de/sites/..10/venezuela-orinoco.pdf>.

¹⁴⁹ Andrew Cawthorne (Reuters) PDVSA Says Venezuela Oil Exports At 2.4-2.5 Million Barrels Per Day, April 20, 2015.

¹⁵⁰ Suhail Diaz etal, Analysis of the Orinoco Oil Belt Development Through a Dynamic Simulation Model, Society of Petroleum Engineers, Peru, 2010, SPE-138632 – MS.

العالية تعاني الشركة الوطنية من مشاكل تشغيلية خطيرة مثل النقيصة في الكهرباء بالإضافة إلى النقيصة في الأيدي العاملة الماهرة. هذا وأشارت تقديرات وكالة الطاقة الدولية الأخيرة الصادرة عام 2015 إلى وصول إنتاج فنزويلا من النفط الثقيل جداً إلى 1.9 مليون ب/ي بحلول عام 2035 (والذي يقل عن تقديرات ذات المصدر في عام 2010 بحدود 17%)¹⁵¹ وإلى 2.3 مليون ب/ي عام 2040. وبضوء ذلك وتكاليف التطوير العالية والظروف التي تمر بها فنزويلا بشكل عام بضمنها الإجراءات الضريبية غير المستقرة لا يزال البعض ينظر إلى منطقة اورينوكو على أنها عالية المخاطر¹⁵².

مادماً: السجيل النفطي (Oil Shales)

عبارة عن ترسبات من الصخور تحتوي على مواد عضوية صلبة تدعى "كبروجين" تختلف تبعاً لطبيعة تركيبها الكيميائي وأسلوب تكونها. عند تعرض تلك الصخور إلى التسخين تحت درجات الحرارة العالية لفترات طويلة من الزمن يتم إطلاق مادة الكبروجين على شكل سوائل هيدروكربونية اصطناعية (Syncrude) شبيهة في جوهرها بالنفط الخام تدعى نفط السجيل (Shale Oil) أو نفط الكبروجين (Kerogen Oil) قابلة للمعالجة في وحدات التكسير، بالإضافة إلى غازات. ويعود استخدام السجيل النفطي إلى العصور القديمة. وبحلول القرن السابع عشر تم استغلال السجيل النفطي من قبل عدة دول في العالم. ومن المنتجات الشائعة المشتقة من السجيل النفطي من تلك الأنشطة القديمة هي الكيروسين وزيت الإضاءة والشمع وزيت الوقود وزيت التزييت والنافتا وغاز الإضاءة ومواد كيميائية للأسمدة¹⁵³. وبالإمكان استخدام السجيل النفطي بطرق مختلفة كتوليد

¹⁵¹ IEA, World Energy Outlook, Various Issues.

¹⁵² The Orinoco Oil Belt-Update, <https://www.boell.de/sites/./10/Orinoco.pdf>.

¹⁵³ World Energy Council, 2010 Survey of World Energy Resources.

الكهرباء بالاحتراق المباشر أو لإنتاج طيف واسع من المنتجات بضمنها نفط السجيل (Shale Oil) أو نفط الكيروجين وأنواع أخرى من الوقود السائل¹⁵⁴.

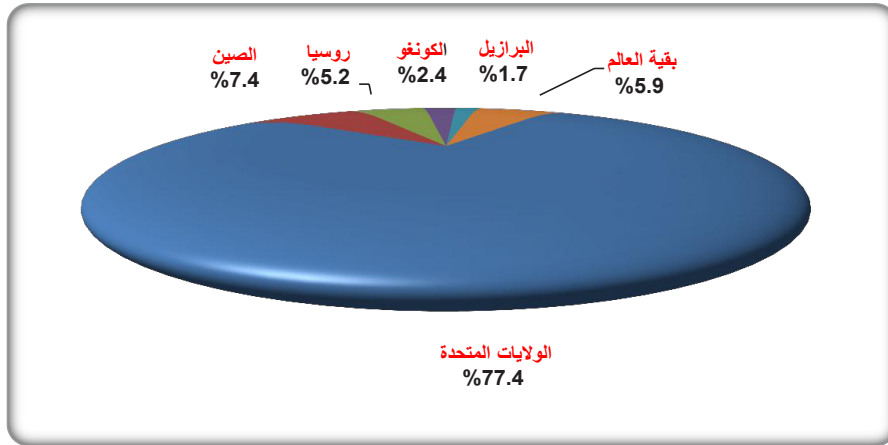
وعلى رغم أن المعلومات حول ترسبات السجيل النفطي في العالم لا زالت أولية تحتاج إلى المزيد من عمليات الحفر الاستكشافي والعمل التحليلي، فإن هنالك كميات هائلة واعدة مستكشفة في الموقع في العالم والتي تفاوتت تقديراتها حسب المصادر المختلفة.

تشير تقديرات وكالة الطاقة الدولية بأن مصادر نفط الكيروجين القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية تبلغ 1073 مليار برميل كما في نهاية عام 2014 تستحوذ أمريكا الشمالية على حوالي 93% منها والشرق الأوسط على 2.8% وتوزع الكميات المتبقية على دول العالم الأخرى في أوروبا وآسيا وأمريكا اللاتينية¹⁵⁵. من جهة أخرى، تشير تقديرات مجلس الطاقة العالمي إلى أن مصادر السجيل النفطي المكتشفة في الموقع تبلغ حوالي 4.8 ترليون برميل كما في نهاية عام 2008. وتتنوع ترسبات السجيل النفطي على دول ومناطق عديدة في العالم، إلا أنها تتركز بالدرجة الأساس في الولايات المتحدة حيث تحتوي على حوالي 77.4% من الإجمالي العالمي، تليها الصين بنسبة 7.4% ثم روسيا بنسبة 5.2% والكونغو الديمقراطية (2.4%) والبرازيل (1.7%)، ما يعني بأن الدول الخمس الأكبر في العالم تستحوذ على أكثر من 94% من الإجمالي العالمي، كما موضح في الشكل التالي.

¹⁵⁴ World Energy Council, World Energy Resources 2013.

¹⁵⁵ IEA, World Energy Outlook, 2015.

نمط توزيع كميات السجيل النفطي المكتشفة في الموقع في العالم كما في نهاية عام 2008 (%)



المصدر: World Energy Council, Survey of Energy Resources, 2010.

أما كميات السجيل النفطي المكتشفة في الدول العربية فقد قدرت بحدود 97253 مليون برميل، كما في عام 2008، أي ما يعادل حوالي 2% من الإجمالي العالمي، تتوزع بصورة رئيسية على أربعة دول وهي المغرب والأردن ومصر وفلسطين المحتلة (بالإضافة إلى كمية قليلة في سوريا وبخاصة في حوض وادي اليرموك¹⁵⁶).

كميات السجيل النفطي في الدول العربية، عام 2008 (مليون برميل)

53381	المغرب
34172	الأردن
5700	مصر
4000	فلسطين المحتلة
97253	المجموع

¹⁵⁶ Emily Knaus et al, An Overview of Oil Shale Resources, Oil Shale: A Solution to the Liquid Fuel Dilemma, Ogunsola, Olayinka 1., et al, ACS Symposium Series, American Chemical Society, Washington DC, 2010, pubs.acs.org/doi/pdf/10-1021/bk-2010-1032.chool.

1-6. آفاق الإنتاج

على رغم أن عمليات إنتاج السجيل النفطي يعود تاريخها، في دول عديدة من العالم، لمئات من السنين، فقد كانت ولا زالت على نطاق ضيق جداً، بل وتوقف البعض منها لأسباب أهمها ارتفاع التكاليف بالإضافة إلى المعوقات الأخرى ومنها الاعتبارات البيئية. تقتصر أنشطة إنتاج السجيل النفطي المعروفة في العالم، والتي تعتمد جميعها على الدعم الحكومي، على عدد قليل من دول العالم وبكميات قليلة جداً ولكل دولة أسبابها الخاصة لاستمرار أنشطة السجيل النفطي¹⁵⁷. فمثلاً بلغ مجموع الإنتاج العالمي للسجيل النفطي حوالي 18 ألف برميل/يوم كما في عام 2008. استحوذت الصين على الجزء الأكبر، بحوالي 43% من الإجمالي العالمي تليها استونيا بنسبة 35.6% والبرازيل 21.5% كما يبين الجدول التالي:

إنتاج السجيل النفطي في العالم [ألف ب/ي] كما في عام 2008

الدولة	الإنتاج	النسبة من الإجمالي (%)
الصين	7.6	42.9
استونيا	6.3	35.6
البرازيل	3.8	21.5
المجموع	17.7	

المصدر: World Energy Council, 2010, Survey of Energy Resources.

تبرز استونيا من بين دول العالم، كونها الدولة الوحيدة الذي يعتمد قطاع الطاقة فيها، بشكل رئيسي، على السجيل النفطي¹⁵⁸. فمنذ أن بدأت عمليات التعدين بشكل شامل في عام 1918¹⁵⁹، توسعت واستمرت تجربة استونيا في مجال استغلال مصادرها من السجيل النفطي حيث أصبح لديها تاريخ طويل في إنتاج السجيل النفطي منذ بداية عشرينات القرن الماضي¹⁶⁰. وتعتبر استونيا حالة فريدة

¹⁵⁷ World Energy Council, World Energy Resources, 2013 Survey.

¹⁵⁸ The Christian Science Monitor, June 21, 2014.

¹⁵⁹ US Geological Survey (USGS), Geology and Resources of Some Oil-Shale Deposits, 2006, Scientific Investigation Report 2005 – 5294.

¹⁶⁰ European Academies Scientific Advisory Council (casac), A Study of the EU Oil Shale Industry- Viewed in the light of the Estonian Experience, May 2007.

حيث اعتمدت ولعقود عديدة على نفط الكيروجين لتلبية أكثر من 90% من احتياجاتها من توليد الكهرباء، علماً بأن استونيا هي دولة مصدرة للكهرباء. وتحاول استونيا استغلال تلك التجربة التي اكتسبتها في مجال صناعة السجيل النفطي بمحاولة تصدير تقنيات الكيروجين إلى دول أخرى على رأسها الولايات المتحدة والصين وروسيا والأردن والبرازيل والمغرب¹⁶¹.

ويستخدم حوالي 85% من إنتاجها من السجيل النفطي بطريقة الحرق المباشر، كوقود بديل للفحم في محطات توليد الطاقة الكهربائية. وتتم معالجة الجزء المتبقي كمواد بتروكيماوية وأسمنت و مواد أخرى. وبعد انضمام أستونيا إلى الإتحاد الأوروبي تم إلزامها بوضع خطط لتنويع مزيج الطاقة وإجراء تخفيضات حادة في إنتاجها من السجيل النفطي لأسباب بيئية تماشياً مع قواعد التلوث وتخفيض انبعاث غازات الدفيئة.

أما في البرازيل، يُستخدم السجيل النفطي لإنتاج نوعية عالية من وقود النقل ومنتجات أخرى. وفي الصين يجري تصريف الكمية كزيت وقود، علماً بأن هنالك خطط لزيادة الطاقة الإنتاجية.

بعد الارتفاع في أسعار النفط في بداية القرن الحالي والقلق العالمي المتزايد بخصوص مدى كفاية الإمدادات المستقبلية لتلبية الطلب العالمي المتنامي على النفط، عاد الاهتمام بالسجيل النفطي وبالأخص في الولايات المتحدة- الدولة التي تستحوذ على الجزء الأكبر من المخزون العالمي من المادة المذكورة وسبق وأن بدأت بأول محاولات الإنتاج في عام 1850- حيث عقدت آمال كبيرة على السجيل على أنه " الجواب" الأمريكي على رمال النفط الكندية¹⁶².

في البداية، كالعادة، اتسمت التوقعات بدرجة عالية من التفاؤل وصاحبها تضخيم. ففي استشرافها لمستقبل السجيل النفطي في أمريكا، توقعت دراسة وزارة الطاقة الأمريكية صدرت في عام 2004 أن يصل الإنتاج إلى حوالي 2.0 مليون

¹⁶¹ Tim Maverick, The "Always Fuel" of the Future: Kerogen, June 17, 2015, Wall Street Daily-
<http://www.wallstreetdaily.com>

¹⁶² World Oil, August, 2005.

برميل/ يوم في عام 2011 وإلى 10 مليون ب/ي بحلول عام 2020. إلا أنه سرعان ما حذرت بعض المصادر، ومن ضمنها مسؤولون من نفس الوزارة المذكورة، بأن مثل هذه الأرقام متفائلة جداً وأن التقنيات لإنتاج كميات على نطاق تجاري واسع من النفط الاصطناعي من السجيل النفطي غير موجودة ولا يتوقع وجودها على الأمدن القريب والمتوسط، بينما لا يتوقع مسؤولون آخرون من الوزارة المذكورة إمكانية بدء صناعة السجيل النفطي الأمريكي قبل عام 2030. ومما قلل من الاهتمام بموضوع السجيل النفطي، وبخاصة في الولايات المتحدة، خلال السنوات الأخيرة، هي الزيادة الكبيرة وغير المتوقعة التي حصلت في إنتاج النفط (والغاز) الصخري والتي أصبحت تعرف بـ "ثورة" النفط (والغاز) الصخري في السوق الأمريكية والتي أثرت بشكل جذري على واقع وآفاق صناعة النفط والغاز الأمريكية. بالإضافة إلى ذلك، فإن الهبوط الحاد في أسعار النفط العالمية الذي بدأ منذ منتصف عام 2014 أثر سلباً وبشكل كبير على اقتصاديات مشاريع السجيل النفطي.

أما بالنسبة للدول العربية، تبذل الأردن جهوداً كبيرة للترويج لجلب الاستثمارات الأجنبية لتطوير مصادرها من السجيل النفطي والتي اثمرت عن توقيع عدد من مذكرات تفاهم واتفاقيات مع العديد من الشركات العالمية – من جنسيات مختلفة منها استونيا والصين وهولندا وفرنسا والبرازيل وكندا والسعودية وروسيا والامارات وكوريا¹⁶³ - لتقييم وتطوير تلك المصادر. وحصلت في عام 2015 على تمويل من الصين بواقع 1.7 مليار دولار لبناء أول محطة كهرباء تعتمد على وقود السجيل النفطي والتي من المؤمل بدء العمل بها خلال النصف الثاني من عام 2018¹⁶⁴.

وتخطط المغرب لاستغلال مصادرها من السجيل النفطي. وبهدف جذب الاستثمارات الأجنبية لهذا الغرض اعتمدت المغرب في عام 2005 إطار قانوني

¹⁶³ Tar Sand World, Jordan, <http://www.tarsandworld.com/jordan>

¹⁶⁴ The Arab Weekly, Chinese Finance Jordan's First Oil Shale Power Plant, 2015/10/02, Issue 25-p:18.

واستراتيجي جديد تم بعد ذلك توقيع مذكرات تفاهم مع بعض الشركات العالمية مثل توتال الفرنسية وبتروبراس البرازيلية وسان ليون انبرجي الايرلندية لتقييم وتطوير السجيل النفطي في أراضيها¹⁶⁵.

وبقدر تعلق الأمر بمصر، فقد تم إجراء العديد من الدراسات لتقييم مصادر السجيل النفطي لكن اقتصادياتها لازالت مثار جدل، وقد أكدت معظم الدراسات بأن الاستخدام الأفضل لتلك المصادر هو بواسطة الحرق المباشر لتوليد الكهرباء¹⁶⁶.

بصورة عامة، هناك تشابه في طرق الإنتاج المستخدمة في كل من السجيل النفطي والرمال النفطية، إلا أن الاختلافات في تركيبة الصخور ونوع النفط المستخلص تقود إلى اختلافات جوهرية في مراحل التعدين التفصيلية وطرق المعالجة، ما ينعكس بالطبع على التكاليف. فبينما يمكن فصل رمال النفط بطريقة فيزيائية، كونها خليط فإن وجود مادة الكيروجين داخل صخرة السجيل بصورة مغلقة، وعلى مستوى الجزيئة، يجعل عملية الاستخلاص أكثر صعوبة وتعقيداً ويخلق تحديات من نوع آخر¹⁶⁷. هناك طريقتان لتعدين السجيل النفطي وإنتاج النفط السائل وكما يلي:

1. طريقة التعدين التقليدية (Conventional Mining) يتم بموجبها

استخراج السجيل النفطي بطريق التعدين التقليدية والتي تكون عادة بأسلوب الحفر السطحي المفتوح أو تحت السطح (Underground). وتستخدم تلك الطريقة عادة للترسبات القريبة من سط الأرض¹⁶⁸ وبعد الاستخراج تجري عملية الطحن والنقل إلى منشآت التقطير التكسيرى لاستخلاص النفط السائل وذلك عن طريق التسخين لدرجات حرارة عالية تتراوح ما بين 900-1000 فهرنهايت. ويتصف النفط المنتج عادة بحالة

¹⁶⁵ Free PR News, Oil Shale in Morocco: Reserves, History and Production, January 6, 2012, <http://www.freeprnews.in/?P=11112>.

¹⁶⁶ Laura Raus, Vast Amounts of Oil Hiden in Egypt's Kerogen Rock, Unconventional, March 2014, Issue 87, Justindargin.com/uploads/5/1/5/3/5153441/oilshale.pdf

¹⁶⁷ Oil and Gas Journal, April 11, 2005.

¹⁶⁸ IEA, World Energy Outlook, 2010.

غير مستقرة، ما يدعو الحاجة للمعالجة المباشرة في وحدات الترقية بإضافة الهيدروجين وإزالة الشوائب. وقد تم تشغيل وحدات صغيرة الحجم من منشآت التقطير التكسيرية وعلى نطاق ضيق لسنوات في عدد من الدول. مما يذكر، تتصف الطريقة المذكورة بكفاءة منخفضة وتترك حجم هائل من المخلفات على سطح الأرض وتكاليف عالية للاستجابة للتشريعات البيئية، حيث قدرت بعض المصادر تكاليف الإنتاج الأولية ما بين 70-95 دولار/ برميل كما في بداية عام 2006¹⁶⁹.

2. طريقة الاستخلاص الموضعي (In-Situ Conversion) من حيث المبدأ،

تعتبر طريقة الاستخلاص الموضعي للسجيل النفطي امتداداً لما هي عليه في حالة إنتاج البتيومين من رمال النفط وتستخدم في العادة للترسبات المدفونة بعيداً عن سطح الأرض¹⁷⁰، ومن أهم وأبرز تلك الطرق هي التي طورتها شركة شل والتي تقضي بتسخين صخور السجيل النفطي في الموقع تحت سطح الأرض لفترات طويلة تمتد لغاية 3-4 سنوات بدرجات حرارة عالية تتراوح ما بين 650-700 فهرنهايت لتحويل مادة الكيروجين إلى سائل ثم استخراجها ونقلها إلى وحدات ترقية وتطوير خاصة. علماً بأن مواصفات النفط الناتج عن طريقة الاستخلاص الموضعي تختلف وإلى حد كبير عما هي عليه في النفط المستخلص بالطرق التقليدية بالتقطير التكسيرية. فمثلاً، تصل كثافة النفط المستخلص بالأسلوب الموضعي بطريقة شل إلى درجة API 38 بينما تتراوح كثافة النفط المستخلص في طرق التقطير التكسيرية ما بين API 19.8 - API 21.2.

¹⁶⁹ CGES, " North America's Unconventional, Oil Supply," Global Oil Report, January-February, 2006 .

¹⁷⁰ IEA, World Energy Outlook,2010.

هذا بالإضافة إلى اختلافات أخرى في درجة الانصباب واللزوجة ونسب الكربون والهيدروجين والأوكسجين والنيتروجين والكبريت والمعادن الأخرى¹⁷¹.

من محاسن طريقة الاستخلاص الموضعي أنها لا تحتاج إلى تعدين ولا تترك مخلفات وبالتالي فهي أقل ضرراً على البيئة بالمقارنة مع طريقة التعدين التقليدية وبإمكانها الوصول إلى ترسبات عميقة جداً من السجيل النفطي.

من جهة أخرى، فإن التسخين الطويل الأمد تحت سطح الأرض قد يلوث المياه الجوفية ويقلل من جودتها، علاوة على أنها تستهلك كثيراً من الطاقة، حيث تحتاج إلى محطات توليد طاقة محلية ومحطات إرسال للكهرباء إلى المواقع تحت سطح الأرض. مما يذكر، لا زالت الطريقة أعلاه في المراحل التجريبية بانتظار وتطوير وحدة إنتاج على نطاق تجاري واسع.

6 - 2: التحديات والمعوقات

يواجه تطوير صناعة السجيل النفطي إلى مستوى الإنتاج التجاري الواسع تحديات ومعوقات تقنية واقتصادية كبيرة جداً ومنها:

• الآثار البيئية الضارة الملازمة لاستخراج وتحويل السجيل النفطي. حيث قدر حجم غازات الدفيئة الناتجة عن عملية الإنتاج بأربعة أضعاف ما هو عليه في إنتاج النفط التقليدية.

إضافة إلى ذلك، ينتج عن السجيل النفطي مواد سامة لها علاقة بالأمراض السرطانية¹⁷² كما أن هنالك حاجة كبيرة للماء- يحتاج إنتاج برميل واحد من نفط السجيل إلى 2.1 - 5.2 برميل من الماء- وقد يكون ذلك عائقاً كبيراً أمام تطور صناعة السجيل النفطي، بالأخص في الولايات المتحدة، التي

¹⁷¹د. مأمون عيسى حليبي، د. مينا معرفي، د. حسن قبازرد، د. محمد سلمان " السوائل الهيدروكربونية غير التقليدية واقتصادياتها"، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، 14-17 أيار/ مايو 2006، الأردن.

¹⁷² EIA, Annual Energy Outlook, 2006

توجد معظم ترسبات السجيل النفطي في أماكن تتصف بشحة المياه أو الجفاف¹⁷³. كما قد تؤدي عملية تطوير السجيل النفطي إلى تلوث خطير للمياه.

- إن تقنيات استخراج السجيل النفطي وتحويله إلى نفوط قابلة للتسويق لا زالت في مراحلها الأولية وإن حالة عدم اليقين التي تحيط بتلك التقنيات تمثل عنصر الخطورة الأكبر ذات العلاقة باستغلال السجيل النفطي¹⁷⁴ وتتصف بتكاليف عالية قدرت بمعدلات تتراوح ما بين 70 – 100 دولار/ برميل¹⁷⁵، حيث تتطلب مشاريع تطوير السجيل النفطي استثمارات رأسمالية عالية جداً بالإضافة إلى بنية تحتية ومرافق معقدة. لكنه بغياب وجود وحدات إنتاج تجاري واسع النطاق يصعب التوصل إلى تقدير للتكاليف بدرجة يقين مقبولة، حتى أن بعض المصادر تركت الموضوع بصورة مفتوحة مفضلة عدم الخوض في مثل تلك التقديرات¹⁷⁶، مبررة ذلك بأنه ليس بمقدور أحد تحديد كلفة إنتاج البرميل من نفط السجيل بصورة أكيدة.
- تقع معظم ترسبات السجيل النفطي، في أمريكا، في مناطق مملوك الجزء الأكبر منها (70-80%) من قبل الحكومة الفيدرالية، ما يزيد من صعوبات وتعقيدات احتمال استغلال تلك المصادر.
- خلاصة القول، بضوء التحديدات والمعوقات الكبيرة والمخاطر المحدقة بتطويرها وبالتالي تكاليفها العالية فإن مستقبل صناعة السجيل النفطي مرتبط بمستقبل أسعار النفط العالمية والتطور التكنولوجي وموقع تلك المصادر. وقد يتمكن السجيل النفطي من إيجاد مكان له ضمن مزيج إمدادات الوقود الهيدروكربوني غير التقليدي في العالم، إلا أن مرحلة إنتاجه وعلى نطاق

¹⁷³ European Academies Science Advisory Council (EASAC) A Study of the EU Oil Shale Industry-Viewed in the Light of the Estonian Experience, May 2007.

¹⁷⁴ Ceres, Investor Risks From Shale Oil Development, David Gardiner and Associates LLC., www.ceres.org.

¹⁷⁵ World Energy Council, World Energy Resources, 2013 Survey.

¹⁷⁶ The Salt Lake Tribune, August 26, 2006. <http://www.sltrib.com>.

تجاري واسع لا زالت بعيدة، وتشير التقديرات الأخيرة لإدارة معلومات الطاقة الأمريكية¹⁷⁷ بأن تحقيق إنتاج مهم لنفط الكيروجين لا يتوقع حصوله قبل عام 2040، وفي النهاية لا يتوقع أن تشكل مساهمته جزءاً رئيسياً من مزيج الطاقة، ما دعى البعض للإشارة بأن نفط الكيروجين سيبقى "وقود المستقبل دوماً"¹⁷⁸ في العالم سواء كان ذلك داخل أو خارج أمريكا الشمالية.

¹⁷⁷ IEA, International Energy Outlook, 2014.

¹⁷⁸ Tim Maverick The "Always Fuel" of the Future: Kerogen, June 17, 2015, The Wall Street Daily, <http://www.wallstreetdaily.com>

سابعاً: تحويل الغاز والنفح إلى سوائل

7 - 1: تحويل الغاز إلى سوائل

7-1-1: مقدمة حول صناعة تحويل الغاز إلى سوائل

يستخدم مصطلح تحويل الغاز إلى سوائل (GTL) لوصف التحويل الكيماوي للغاز الطبيعي إلى منتجات هيدروكربونية سائلة مختلفة قابلة للتسويق والنقل والاستخدام بشكلها السائل بصورة مشابهة للمنتجات النفطية التقليدية. ولا يدخل ضمن هذا التعريف عمليات تسييل الغاز الطبيعي وإعادة "تغويزه" أي الغاز الطبيعي المسال (Liquified Natural Gas-LNG). وقد بدأت صناعة تحويل الغاز إلى سوائل بوحدات صغيرة الحجم وذات تكاليف باهظة.

وخلال العقد الأول من القرن الحالي استقطبت عملية تحويل الغاز إلى سوائل اهتماماً عالمياً واسعاً واحتلت عناوين الأدبيات المتخصصة وتم الإعلان عن البدء ببناء أو التخطيط لسلسلة من المشاريع في هذا الميدان، بالأخص في قطر. ودخلت معظم الشركات النفطية العالمية العملاقة حقل الأبحاث والتطوير الخاصة بتقنيات تحويل الغاز إلى سوائل وذلك بدعم من دولها المستهلكة الرئيسية للطاقة في العالم.

من العوامل الرئيسية التي كانت وراء عودة الاهتمام العالمي بهذه الصناعة التطور التكنولوجي الذي قاد إلى تخفيض التكاليف، والتي كانت تعتبر باهظة جداً في بداية الصناعة المذكورة، وارتفاع أسعار النفط، وبخاصة منذ عام 2004، والتي حسنت من اقتصادات المشاريع في تلك الصناعة، من جهة، وكانت دافعاً للدول المستهلكة الرئيسية للعمل على تنويع مصادر تجهيزها بالطاقة من جهة أخرى.

كما يعود ذلك أيضاً إلى زيادة الإهتمام لدى الدول التي تمتلك احتياطات غاز كبيرة والتي اعتبرت طريقة تحويل الغاز إلى سوائل بمثابة الحافز لاستغلال الطريقة المذكورة لتطوير تلك الاحتياطات سواء كان ذلك بصورة منفصلة أو كجزء مكمل لمشاريع أخرى مثل مشاريع الغاز المسيل وذلك لمنحها فرصة لتنوع وتعظيم عوائدها التصديرية لإنتاجها منتجات تتصف بقيمة مضافة، بالإضافة إلى تخفيف آثار تقلبات الأسعار للمنتجات المتنوعة.

ومما ساعد في زيادة الإهتمام بتلك الصناعة أيضاً عوامل أخرى منها القلق العالمي المتزايد حول البيئة والتشديد في مواصفات المنتجات النفطية والتحديات المتزايدة على انبعاثات الغازات وبالتالي زيادة الطلب العالمي على منتجات تحويل الغاز إلى سوائل، وبخاصة في المدن الآسيوية والأوروبية الكبيرة¹⁷⁹ بضوء المواصفات النظيفة جداً لتلك المنتجات. هذا بالإضافة إلى القلق العالمي حول مدى كفاية إمدادات النفط التقليدية لتلبية الاحتياجات العالمية المتزايدة في المستقبل بضوء معدلات النمو العالية للطلب على النفط في العالم. كما ساعد في زيادة الإهتمام بهذه الطريقة أيضاً اكتشاف كميات كبيرة من الغاز، وبخاصة في بعض الأماكن البعيدة عن مناطق الاستهلاك، ورغبة الشركات النفطية العالمية للوصول إلى مصادر غاز جديدة¹⁸⁰.

2-1-7: التقنيات المستخدمة

بشكل عام، يتم استخدام أو اعتماد تقنيات "فيشر- تروليش" [Fischer-Tropseh]، وبصورة أساسية، في عملية التحويل الكيماوي للغاز إلى سوائل (GTL)، والفحم إلى سوائل (CTL)، والكتلة الحيوية إلى سوائل (BTL)، أو البتيومين، المستخرج من رمال النفط، إلى سوائل (OTL)¹⁸¹، وتتضمن التقنيات

¹⁷⁹ Global Investment House, GCC Natural Gas Outlook, October 2006.

¹⁸⁰ T.H: Fleisch etal, Emergence of the Gas-to-Liquids Industry: a Review of Global GTL Developments, Journal of Natural Gas Chemistry 11 (2002) 1-14.

¹⁸¹ Tomislav Kurevija etal, Global Prospects of Synthetic Diesel Fuel Produced From Hydrocarbon Resources in Oil and Gas Exporting Countries, Rudarsko-geolosko-naftini zbornik, Vol.19, 79-86,Zagreb 2007.

التي ابتكرها العالمان الألمانيان فيشر وترويش في عشرينات القرن الماضي (والتي استخدمت بالأصل لتحويل الفحم إلى سوائل) الخطوات الرئيسية التالية¹⁸²:

- تحويل الغاز الطبيعي إلى غاز اصطناعي (Syngas).
- تحويل الغاز الاصطناعي إلى نפט اصطناعي (Syn crude) ومواد أوكسجينية.
- تكرير وترقية النفط الاصطناعي إلى منتجات قابلة للتسويق والاستخدام.

وخضعت تلك التقنيات لتطور وتقدم هام من قبل العديد من الشركات العالمية منها ساسول، شل، أكسون موبيل، كونوكوفيليبس، شفرون، ستات أويل، وسينويك بغية تطوير طرق إنتاج خاصة بها باستخدام أنواع من الحفازات وإتباع طرق تشغيل مختلفة. وتكون الحصىلة لعمليات تحويل منتجات بالإمكان استخدامها كوقود نقل بشكل مباشر ومنتجات خاصة أخرى¹⁸³ ولا تشمل أية كمية من المخلفات الثقيلة (Heavy Residual) كما في الجدول التالي الذي يوضح الحصىلة النموذجية لعمليات تحويل الغاز إلى سوائل.

النمط النموذجي للمنتجات الناتجة عن عملية تحويل الغاز إلى سوائل

المنتج	% وزن	الاستخدام
C1-C4 (غاز، غاز بترول مسال)	5-10%	لقيم للبتروكيماويات
C9-C5 (نافتا)	15-20%	لقيم للبتروكيماويات أو لإنتاج الغازولين (بالتهديب)
C16-C10 (كبروسين)	20-30%	وقود طائرات
C22-C17	10-15%	وقود ديزل
+C22	30-45%	شمع وزيت تزييت

المصدر: CGES, "Gas-to-Liquids: The Future For Gas?", Global Oil Report, Market Watch, March-April, 2005

¹⁸² وسام قاسم الشالحي - أميرة محمد جواد "تقنيات تحويل الغاز إلى سائل، مستقبلها ومردودها الاقتصادي وأثرها على صناعة النفط"، مجلة النفط والتعاون العربي - أوابك - عدد 121 - ربيع 2007.

¹⁸³ Edmar Luiz Fagundes de Almeida et al, The Renewal of the Gas-to-Liquids Technology: Perspectives and Impacts, Instituto de Economia - UFRJ, Brazil, www.gee.ie.ufrj.br/index.php/component/cck/?...

وتتميز المنتجات الناتجة عن عملية التحويل ليس فقط بكونها صديقة للبيئة بل أيضاً لسهولة نقلها وبتكاليف أقل مقارنة بنقل الغاز الطبيعي¹⁸⁴.

تركز معظم الشركات في الوقت الحاضر على إنتاج المقطرات الوسطية- وبالأخص وقود الديزل- من تحويل الغاز إلى سوائل، وذلك بضوء معدلات النمو المتصاعدة للطلب العالمي على هذا المنتج لأغراض النقل¹⁸⁵، خصوصاً وأن حوالي 80% من الزيادة المتوقعة من الطلب العالمي المستقبلي على النفط لغاية عام 2040 يكون مصدره قطاع النقل¹⁸⁶.

7-1-3: بعض مميزات تحويل الغاز إلى سوائل

يعتبر تحويل الغاز إلى سوائل أحد الطرق والخيارات المتاحة للدول التي تمتلك احتياطيات كبيرة من الغاز لاستغلال احتياطياتها من بين الطرق الأخرى ألا وهي غاز الأنابيب والغاز الطبيعي المسيل (LNG) وإلى حد أقل، الغاز الطبيعي المضغوط (Compressed Natural Gas-CNG). ومن باب المفاضلة ما بين الخيارات أعلاه، تكون طريقة تحويل الغاز إلى سوائل، عادة، أكثر ملائمة بالنسبة لإحتياطيات الغاز التي يطلق عليها "متروكة" (Stranded)، أي البعيدة عن مواقع الاستهلاك وتلك الصغيرة الحجم والمتواضعة، التي يصعب تبرير استغلالها بصورة اقتصادية عن طريق بناء أنابيب أو منشآت الغاز المسيل الباهظة التكاليف، والغاز المصاحب في بعض الأحيان.

وفي هذا المجال، أشارت بعض المصادر بأنه بالنسبة لاستغلال حقل غازي في منطقة الشرق الأوسط مثلاً، ووفق افتراضات معينة، تعتبر طريقة غاز الأنابيب، عادة، أفضل اقتصادياً لغاية مسافة 1500 كيلومتر عن مواقع الاستهلاك، ثم يصبح هناك منافسة ما بين غاز الأنابيب والغاز المسيل للمسافات التي تتراوح ما

¹⁸⁴ Horace O.Hobbs Jr. and Lesa S. Adair, Gas-to-Liquids Plants Offer Greater RO1, The American Oil and Gas Reporter, May 2012.

¹⁸⁵ تركز شركة أكسون على إنتاج نسبة مهمة من زيوت التزيت

CGES, " Gas-to-Liquids: The Future for Gas", Global Oil Report, Market Watch, March-April, 2005

¹⁸⁶ IEA, World Energy Outlook, 2015.

بين 1500 إلى 3000 كيلومتر. أما بالنسبة للمسافات الأطول من ذلك فإن المنافسة تكون بين الغاز المسيل وتحويل الغاز إلى سوائل¹⁸⁷، مع العلم أن الغاز المضغوط قد يدخل المنافسة بالنسبة للمسافات القصيرة جداً.

كما تتميز وحدات تحويل الغاز إلى سائل بالمرونة بالمقارنة مع طريقة غاز الأنابيب والغاز المسيل، بحيث يمكن نصب تلك الوحدات براً أو في المنصات البحرية العائمة الثابتة أو المتحركة، وبالتالي يمكن اعتبارها، أحياناً، بمثابة الحل لمشكلة أخرى. فقد تساعد في استغلال كميات من الغاز الطبيعي المصاحب لإنتاج النفط التي كانت تحرق وتهدر سابقاً أو أنها تحد من الحاجة إلى الحرق من تلك الكميات خصوصاً من الحقول النفطية الصغيرة البعيدة عن مواقع المعالجة. وتتيح المجال للاستغلال الكامل لبعض الحقول النفطية التي تكون إنتاجيتها محدودة أو غير مستغلة إلا بشكل مقتصر بسبب عدم القدرة على التكامل مع الغاز المصاحب المنتج من هذه الحقول، حيث تكون كمية الغازات المصاحبة، في بعض الأحيان، من هذه الحقول كبيرة إلى الحد الذي يجعل من إجراءات التعامل معها مكلفة اقتصادياً قياساً بكمية النفط الخام المنتج منها بالأخص إن كانت هناك قوانين تمنع من حرق الغاز لأسباب بيئية مثلاً.

من الناحية التسويقية، تتميز منتجات تحويل الغاز إلى سائل بسهولة النقل والتسويق نسبياً كونها تتنافس، وبصورة مباشرة، مع المنتجات النفطية التقليدية ويتم تسعيرها على هذا الأساس وتنقل بكميات كبيرة أو صغيرة وفي كل مكان في العالم باستغلال نفس منظومات النقل من ناقلات وأنابيب وشبكات التوزيع الخاصة بالنفوط التقليدية. وبضوء المرونة العالية فإن مشاريع تحويل الغاز إلى سائل قد لا تحتاج، بالضرورة، إلى عقود بيع مسبقة لمنتجاتها، كما هو عليه الحال في مشاريع الغاز الطبيعي- غاز الأنابيب والغاز المسيل¹⁸⁸ كون تسعيرها خاضع لظروف السوق كما هو عليه الحال في المنتجات النفطية التقليدية.

187 James T. Jensen, "The Future of Gas Transportation in the Middle East, LNG, GTL and Pipeline", The Annual Conference Of the Emirates Center for Strategic Studies and Research, Abu Dhabi, September, 2004.

188 CGES, "Gas -to-Liquids: The Future For Gas?", Global Oil Report, Market Watch, March-April, 2005.

إن طبيعة عمليات تحويل الغاز إلى سوائل ومواصفات منتجاتها ومرونتها العالية تجعل من تلك العمليات ليست مجرد طريقة أخرى لاستغلال احتياطات الغاز الطبيعي العالمية، بل أنها تستهدف سوقاً مختلفة عن الطرق الأخرى، أي سوق النفط، بينما يتنافس الغاز الطبيعي سواء كان على شكل غاز الأنابيب أو الغاز المسيل، وبصورة مباشرة، في سوق الغاز، ما يعني توسيع رقعة السوق الكلية التي يمكن لمنتجات الغاز الطبيعي في العالم أن تتحرك خلالها عن طريق خلق أسواق جديدة. أي أن منتجات تحويل الغاز إلى سوائل لا تتنافس مع الغاز المسيل (وغاز الأنابيب) كوقود، بل في مدى جذب كل منها لمبالغ الاستثمارات وفي استغلال احتياطات الغاز الطبيعي المحدودة لمشاريعها المختلفة¹⁸⁹. كما أن مواصفات منتجات عملية تحويل الغاز إلى سوائل تجعلها مطلوبة وبدرجة عالية في السوق لاعتبارات بيئية، وبالتالي يمكن تسويقها إما منفصلة وبأسعار أعلى من أسعار المنتجات التقليدية (أي بعلاوة) أو يتم مزجها مع الوقود التقليدي لتحسين مواصفاته وبيعه كمزيج.

7-1-4: مشاريع تحويل الغاز إلى سوائل في العالم

هناك خمسة مشاريع تحويل الغاز إلى سوائل تعمل في العالم، كما في عام 2015. فبالإضافة إلى الجيل الأول من وحدات تحويل الغاز إلى سوائل (الخاصة بشركة ساسول في جنوب إفريقيا وشل في ماليزيا) تم إكمال مشروع المها Oryx بمشاركة شركة ساسول وقطر للبترول في عام 2007 وبطاقة 34 ألف ب/ي باعتباره أول مشروع تجاري على نطاق إنتاج واسع في العالم . كما تم إكمال وافتتاح مشروع اللؤلؤة (Pearl) مع شركة شل بطاقة إنتاج 140 ألف ب/ي في عام 2011. وفي نيجيريا تم اكتمال مشروع اسكرافوس مع شركة شفرون في عام 2015 بعد تأخير حوالي تسعة سنوات وكما يتضح من الجدول التالي:

¹⁸⁹ Robert Skinner and Robert Arnett (Oxford Institute for Energy Studies), Economic and Political Conditions for Energy Security, An EU-GCC Dialogue for Energy Stability and Sustainability, Kuwait, April 2005.

المشاريع القائمة لتحويل الغاز إلى سوائل في العالم كما في عام 2015

الموقف	طاقة الإنتاج	الشركات	المشروع/ الدولة
بدأ عام 1992	45,000 ب/ي	"بتروسا" (PetroSA)	"موسيل بي" (Mossel Bay) جنوب أفريقيا
بدأ عام 1993 (تعرض المشروع لحادث حريق ثم عاد ثانية للعمل)	14,700 ب/ي	شل (72%) متسوبشي (14%) وبتروناس (7%) ودولة سراواك (7%)	"بنتولو" (Bintulu) ماليزيا
بدأ عام 2007	34,000 ب/ي	قطر بتروليوم (51%) ساسول (49%)	المها (Oryx) قطر
بدأ عام 2011	140,000 ب/ي	قطر بتروليوم (51%) شل (49%)	اللؤلؤة (Pearl) قطر
منتصف عام 2015	33,000 ب/ي	شفرون (75%) البتروال الوطنية النيجيرية (25%)	"اسكرافوس" (Escravos) نيجيريا
	266700 ب/ي		المجموع

المصدر: The Oil and Gas Year LTD (TOGY), Existing and Planned GTL Plants Worldwide, 2015. Shop.theoilandgasyear.com/existing-end-planned-gtl-plants-worldwide-qtar.2015.

تأتي قطر في مقدمة الدول المهتمة بصناعة تحويل الغاز إلى سوائل والتي بدأت تلك الصناعة فيها في عام 2001 مع إنشاء الشراكة ما بين شركة قطر بتروليوم وشركة ساسول لبناء وحدة المها (Oryx) في مدينة راس لافان¹⁹⁰. وخطت قطر خطوات كبيرة في هذا المجال لتستحوذ على أكثر من 65% من إجمالي الطاقة الإنتاجية الحالية لتحويل الغاز إلى سوائل في العالم. ويعتقد البعض بأن الجزء الأكبر من التوسع الذي حصل في صناعة تحويل الغاز إلى سوائل يعود إلى القرار الذي سبق وأن اتخذته قطر لتصبح عاصمة لهذه الصناعة في العالم بحلول عام 2010 وكان هدفها في البداية هو الوصول إلى طاقة إنتاجية بحدود 0.8 مليون ب/ي في تلك السنة¹⁹¹.

وقد اتبعت سياسة متميزة في هذا المجال. فبالإضافة إلى تكاليف تطوير احتياطياتها الغازية المنخفضة نسبياً، استطاعت قطر، وعلى العكس من معظم

¹⁹⁰ Olga Glebova, Gas to Liquids: Historical Development and Future Prospects, NG 80, November 2013, The Oxford Institute for Energy Studies.

¹⁹¹ Petroleum Economist, May 2004.

الدول الغازية الكبيرة الأخرى، من خلق جو مؤاتي للاستثمارات الأجنبية باتخاذها سياسات استثمارية شفافة لحماية تلك الاستثمارات وتطمين المستثمرين من خلال سياسة ضريبية مستقرة. كما استثمرت مبالغ هائلة لتطوير البنية التحتية لدعم تطوير مصادرها الطبيعية، حيث توصلت إلى اتفاق مع مجموعة من بيوت المال العالمية لتمويل المشاريع التي لها علاقة بالغاز بمبلغ إجمالي يزيد على 60 مليار دولار¹⁹². وقد يكون بالإمكان دخول قطر وبقوة إلى صناعة تحويل الغاز إلى سوائل كخطوة طبيعية مكملة للاستثمارات الكبيرة في مشاريع الغاز الطبيعي المسال (LNG) وما يمنحها من مرونة في تنويع عوائد استغلال الغاز. هذا بالإضافة إلى أن احتياطياتها النفطية المتواضعة وتوقع بدء انخفاض معدلات إنتاجها من النفط التقليدي قريباً قد يكون حافزاً آخر لدخولها صناعة تحويل الغاز إلى سوائل للتهيؤ من الآن للتعويض عن الانخفاض المتوقع في عوائدها التصديرية النفطية.

من جهة أخرى، هناك العديد من المشاريع المقترحة في العالم لتحويل الغاز إلى سوائل وإن بعضها في مراحل متقدمة. وخلال السنوات الأخيرة برز مفهوم الوحدات الصغيرة لتحويل الغاز إلى سوائل (Small GTL) والذي جلب اهتمام العديد من الشركات، وبخاصة في الولايات المتحدة.

بشكل عام، تعتبر التقنيات التقليدية لتحويل الغاز إلى سوائل مجزية اقتصادياً للوحدات التي تضمن امدادات كافية من الغاز لإنتاج أكثر من 30,000 ب/ي من السوائل، وتعاني تلك الوحدات، في العادة، من التعقيد والتكاليف الرأسمالية الهائلة والتأخير في التنفيذ والمخاطر العالية وربما المشاكل في امدادات اللقيم. بينما تتميز الوحدات الصغيرة بتصاميم قياسية وتكاليف منخفضة نسبياً وفترة بناء قصيرة.

وبضوء الكميات الكبيرة التي تتطلبها وحدات تحويل الغاز إلى سوائل الكبيرة، فإن حوالي 6% فقط من حقول الغاز المعروفة في العالم تعتبر ملائمة لمثل تلك المشاريع¹⁹³. من جهة أخرى، فإن الوحدات الصغيرة المصممة لإنتاج مثلاً

¹⁹² EIA, International Energy Outlook, 2006.

¹⁹³ Jeff Mac Daniel (Oil and Gas Council), Smaller Scale gtl-The New Business Oportunity, www.oilandgas council.com/.../smaller-scale-gtl-the-new...

1500- 15000 ب/ي من السوائل والتي تتطلب إمدادات غاز لقيم 15000- 150,000 مليون وحدة حرارية بريطانية/يوم تعتبر ملائمة لأكثر من نصف حقول الغاز المتبقية والتي لا يمكن استغلالها بالتقنيات التقليدية للوحدات الكبيرة من تحويل الغاز إلى سوائل¹⁹⁴.

كما أن الوحدات الصغيرة ملائمة أكثر في بعض الحالات مثل الحقول في المناطق النائية أو الإنتاج المنخفض وذلك بدلاً من الحرق. كما أن التقنيات الخاصة بالوحدات الكبيرة تهيمن عليها شركات قليلة جداً في العالم مثل (شل وساسول)¹⁹⁵.

7-1-5: المحددات والعوامل المؤثرة في صناعة تحويل الغاز إلى سوائل

رغم الخطوات التي خطتها صناعة تحويل الغاز إلى سوائل خلال السنوات الأخيرة والتقدم الحاصل في تقنياتها فهي لا زالت في بداية عمرها وتمر في مرحلة تطور. إضافة إلى ذلك، لم تخلو الحملة الإعلامية والاهتمام الكبير في تلك التقنيات من بعض التضخيم. لكن انكشفت بعد ذلك بعض المحددات التي تحول دون بلوغ الصناعة المذكورة الأهداف التي كانت متوقعة لها في بداية الحملة، وحصل تباطؤ في بعض المشاريع، إلا أن ذلك لا يقلل من أهمية عملية تحويل الغاز إلى سوائل من كونها صناعة واعدة ولها آفاق مستقبلية واسعة وأن هناك طلب عالي على منتجاتها النظيفة بيئياً ليجعلها تلعب دوراً مهماً ومكماً للمنتجات التقليدية.

وفي كل الأحوال، فإنه بعد أن اتضحت محدداتها تم إعادة النظر بالتوقعات الخاصة بصناعة تحويل الغاز إلى سوائل. فبينما أشارت تقديرات بعض المصادر في منتصف العقد الأول من القرن الحالي¹⁹⁶ بأن الطاقة الإنتاجية لمشاريع تحويل الغاز إلى سوائل يتوقع أن تصل إلى حوالي 1.1 مليون ب/ي بحدود عام 2030 وفقاً لافتراضات الحالة المرجعية، تشير التقديرات الأخيرة لإدارة معلومات الطاقة الصادرة عام 2014 إلى وصول إجمالي إنتاج العالم من تحويل الغاز إلى سوائل

¹⁹⁴ Edward Dodge, Is Small-Scale GTL the Next Big Thing? Breaking Energy, November 3, 2014.

¹⁹⁵ Trent Jacobs, Gas-to-Liquids Comes of Age in a World Full of Gas, JPT, August 2013.

¹⁹⁶ EIA, Annual Energy Outlook, 2006.

إلى 0.5 مليون ب/ي في عام 2030 (والتي تعادل 45% من التقديرات السابقة) وإلى 0.6 مليون ب/ي في عام 2035 والاستمرار بنفس المستوى لعام 2040¹⁹⁷. وفيما يلي بعض المحددات والعوامل التي تؤثر على ربحية مشاريع تحويل الغاز إلى سوائل وبالتالي على إنتاجها على الأمد البعيد.

1. أسعار النفط

بضوء تنافس المنتجات الناتجة عن صناعة تحويل الغاز إلى سوائل، وبصورة مباشرة، مع المنتجات النفطية التقليدية فإن أسعار النفط تؤثر وبشكل كبير على الجدوى الاقتصادية لتلك الصناعة. وقد أوضحت بعض المصادر بأن مشاريع تحويل الغاز والفحم إلى سوائل تكون اقتصادية عندما تكون أسعار النفط الخام 65 دولار/ برميل¹⁹⁸.

من جهة أخرى، فإن ارتفاع أسعار النفط وما يمكن أن يصاحبه من ارتفاع في أسعار المواد الأخرى بالأخص الإنشائية كالحديد والاسمنت، يؤثر بصورة سلبية على مشاريع تحويل الغاز إلى سوائل من خلال زيادة تكاليفها.

2. أسعار الغاز الطبيعي

تؤثر أسعار الغاز الطبيعي في ربحية مشاريع تحويل الغاز إلى سوائل من ناحيتين. حيث يعتبر الغاز الطبيعي لقيم لتلك المشاريع وعامل مهم في تحديد تكاليفها التشغيلية. وبما أن هناك حاجة لحوالي 10500 قدم مكعب من الغاز لإنتاج برميل واحد من النفط الاصطناعي، فإن تكلفة السوائل المنتجة قد ترتفع بواقع 1.0 دولار/ برميل لكل زيادة 20 سنت/ مليون وحدة حرارية في سعر الغاز. ولهذا يفضل المستثمرون المواقع التي يتصف الغاز فيها بتكلفة حدية (Marginal)

¹⁹⁷ EIA, International Energy Outlook, 2014.

¹⁹⁸ Loren K. Beard, Future Fuels: Issues and Opportunities, 2005 DEER Conference Chicago, 1L, August 23, 2005.

منخفضة وقد تكون سالبة في بعض الحالات التي يكون الخيار الآخر المتاح لكميات الغاز هو الحرق أو إعادة الحقن في باطن الأرض¹⁹⁹.

وفي كل الأحوال يجب أن تكون أسعار الغاز اللقيم لوحدات تحويل الغاز إلى سوائل منخفضة لدرجة تساعد في المنافسة مع المنتجات من النفط الخام من جهة والمنافسة مع الخيارات الأخرى لاستخدام الغاز الطبيعي مثل الغاز المسيل (LNG) من جهة أخرى²⁰⁰.

وقد أجريت العديد من الدراسات لمعرفة العلاقة بين ربحية مشاريع تحويل الغاز إلى سائل وأسعار الغاز. فخلال القرن الماضي، كانت الدراسات تشير إلى أن ربحية المشروع تقضي بأن يكون سعر الغاز قريب من الصفر، بينما أوضحت دراسات لاحقة بأن تلك المشاريع تكون مربحة في حالة كون أسعار الغاز الطبيعي يتراوح ما بين 0.5 إلى 1.0 دولار/ مليون وحدة حرارية بريطانية²⁰¹. بالإضافة إلى ذلك تتأثر اقتصاديات مشاريع تحويل الغاز إلى سائل بواقع الفروقات ما بين أسعار النفط وأسعار الغاز²⁰² خصوصاً وأن منتجات تحويل الغاز إلى سائل يتم تسعيرها بأسعار المنتجات النفطية المقابلة.

من جهة أخرى، كلما ارتفعت أسعار الغاز الطبيعي كلما تحسنت اقتصاديات الخيارات الأخرى لاستغلال الغاز بالأخص الغاز الطبيعي المسيل (LNG) وبالتالي زيادة حدة التنافس ما بين الطرق المختلفة – بالأخص ما بين تحويل الغاز إلى سائل والغاز المسيل- لاستغلال الاحتياطيات المحدودة من الغاز الطبيعي خصوصاً وأن البنوك تميل إلى تفضيل مشاريع الغاز المسيل لأسباب منها التوسع الذي تشهده تلك السوق²⁰³.

¹⁹⁹ CGES, " Gas-to-Liquids: The Future for Gas", Global Oil Report, Market Watch, March-April, 2005.

²⁰⁰ John Unsworth et al (RPS Energy), TGLs-is There an Elephant in the Room? February 2014, rpsgroup.com/downstream.

²⁰¹ EIA, Annual Energy Outlook, 2006

²⁰² Horace O. Hobbs Jr. and Lesa S. Adair, Gas-to-Liquids Plants Offer Great ROI, The American Oil and Gas Reporter, May 2012.

²⁰³ Robert Skinner, " Difficult Oil", Oxford Energy Seminar, September, 2005.

3. التكاليف

تعتبر التكاليف بمثابة التحدي الرئيسي الذي تواجهه مشاريع تحويل الغاز إلى سوائل. بدون شك، إن عامل التطور التكنولوجي وما نتج عنه من انخفاض في التكاليف الرأسمالية لوحدها تحوّل الغاز إلى سوائل في البداية كان حاسماً في التوسع الذي حققته تلك الصناعة، إلا أن هنالك شكوك حول مدى إمكانية استمرار تخفيض التكاليف لأسباب يعود بعضها إلى عوامل خارج تلك الصناعة، وقد أصبحت مشاريع تحويل الغاز إلى سوائل تعاني من تصاعد كبير في تكاليفها النهائية بالمقارنة مع التقديرات في البداية، على رغم أن البيانات حول التكاليف عادة ما تنقصها الدقة والشفافية الكاملة. فمثلاً ارتفعت تكاليف مشروع اللؤلؤة في قطر إلى الضعف من حوالي 5.0 مليار دولار في البداية إلى أكثر من 10 مليار دولار كما في عام 2006²⁰⁴، بينما تصاعدت التكاليف النهائية لمشروع شفرون في نيجيريا بحوالي خمسة أضعاف عن التكاليف الأولية وتأخر التنفيذ بواقع تسعة سنوات²⁰⁵.

مما يذكر، أن ارتفاع التكاليف كان أحد العوامل المهمة وراء تأجيل أو إلغاء بعض المشاريع المخططة لتحويل الغاز إلى سوائل في قطر وأهمها مشروع اكسون موبل، بالإضافة إلى عوامل أخرى مثل إجراء إعادة تقييم لاحتياجاتها الغازية لضمان توفر إمدادات كافية من الغاز للحفاظ على معدل معقول للإنتاج، وإعطاء الأولوية للاستهلاك المحلي وليس للتصدير²⁰⁶. من جهة أخرى قامت شركة شل بإلغاء مشروعها المخطط لتحويل الغاز إلى سوائل في ولاية لويزيانا الأمريكية بعد تصاعد التكاليف من 12.5 مليار دولار إلى 20 مليار دولار²⁰⁷.

²⁰⁴ Mees, May 15, 2006.

²⁰⁵ Martin Quinlan, Chevron's Gas to Liquids Starts Flowing in Nigeria, Petroleum Economist, August 28, 2014.

²⁰⁶ WGI, November 15, 2006.

²⁰⁷ Forbes, Small Scale Gas-to-Liquids Plants Get a Huge Boost, 3/28/2014, www.forbes.com/...small-gas-to-liquids-plants-get-a-hu...

4. الاعتبارات البيئية

تكمن أهمية الاعتبارات البيئية في تأثيرها على مقدار الفروقات السعرية ما بين المنتجات الناتجة عن عملية تحويل الغاز إلى سوائل والمنتجات النفطية التقليدية المشابهة والذي يؤثر بدوره على مدى الجدوى الاقتصادية لمشاريع تحويل الغاز إلى سوائل²⁰⁸.

مما يذكر، على رغم ما يقال حول الفوائد البيئية للمنتجات الناتجة عن تحويل الغاز إلى سوائل لنظافتها بالإضافة إلى مساهمة مثل تلك الصناعة في خفض الغازات عن طريق استغلال كميات الغاز التي كانت تحرق سابقاً، لا يوجد هنالك اتفاق عام حول المحصلة النهائية لتأثير تلك الصناعة على البيئة.

يدعي معارضو تطوير تقنيات تحويل الغاز إلى سوائل بأن إجمالي الانبعاثات التي تولدها عملية إنتاج منتجات تحويل الغاز إلى سوائل من غاز ثاني أكسيد الكربون- بالتحديد في مرحلة إنتاج الغاز الاصطناعي- تفوق كمية الانبعاثات لعملية تكرير النفط التقليدي.

بينما تشير تقديرات وزارة الطاقة الأمريكية بأن إجمالي انبعاثات الغازات في عملية تحويل الغاز إلى سوائل بضمنها مرحلة الإنتاج لا زالت تقل عن انبعاثات الديزل الناتج عن النفط التقليدي.

من جهة أخرى، على رغم الميزات البيئية المتعددة للديزل الاصطناعي الناتج عن عمليات تحويل الغاز إلى سوائل، يعتقد البعض صعوبة إحلاله محل الديزل التقليدي لأسباب عديدة، منها أن الميزة الرئيسية للديزل الاصطناعي هي خلوه من الكبريت، بينما يتصف بعدد اوكتاني مقارب للمستويات الأوروبية. وبالتالي فإن فائدة تلك الميزة قد تكون محدودة من الناحية العملية بسبب الكميات الهائلة المطلوبة من الديزل الاصطناعي اللازمة لتلبية احتياجات السوق والتي تستدعي استثمارات كبيرة ومشاريع ضخمة واستغلال كميات كبيرة من الغاز

²⁰⁸ CGES "Gas – to – Liquids: The Future for Gas", Global Oil Report, Market Watch, March-April, 2005.

الطبيعي. إضافة إلى ذلك، فإن التبدل المستمر للأنظمة البيئية يجعل من الصعب اعتماد أصحاب المصافي على عمليات مزج الديزل الاصطناعي للإيفاء بمعايير الانبعاثات الغازية البعيدة المدى. وبالتالي قد يجد أصحاب المصافي بأنه من الأفضل اقتصادياً زيادة درجة تعقيد وتطوير مصافيم بدلاً من الدخول في استثمارات بمشاريع تحويل الغاز إلى سوائل، والذي بدوره يقلل من الحاجة إلى الديزل الاصطناعي للمزج²⁰⁹.

لكنه وفي كل الأحوال، إن التشديد في مواصفات المنتجات النفطية، وبخاصة وقود الديزل يزيد من قيمة منتجات الغاز إلى سوائل للمزج مع المنتجات التقليدية لتحسين مواصفات المزيج²¹⁰.

7 - 2: تحويل الفحم إلى سوائل (CTL)

1-2-7: مقدمة حول صناعة تحويل الفحم إلى سوائل

كما أسلفنا آنفاً، إن عمليات تحويل الفحم إلى سوائل ليست جديدة بل ترجع بداياتها إلى حاجة ألمانيا خلال الحرب العالمية الثانية إلى الوقود السائل بعد فرض دول الحلفاء الحصار عليها، ونجاحها باستخدام التقنيات التي ابتكرها العالمان الألمانيان فيشر وترويش لإنتاج وقود سائل من احتياطات الفحم الهائلة لديها باستخدام التقنيات التي استغلت لاحقاً لتحويل الغاز الطبيعي إلى سوائل، أي بتحويل الفحم إلى غاز اصطناعي (Syngas) أولاً ومن ثم تحويله إلى نפט اصطناعي (Syncrude) الذي يجري تكريره لإنتاج منتجات هيدروكربونية سائلة قابلة للتسويق والاستخدام.

وقد استطاعت ألمانيا بناء 9 وحدات متطورة تستخدم التقنية المشار إليها أعلاه ووصل إنتاجها من الوقود إلى حوالي 14 ألف ب/ي²¹¹ والتي غطت حوالي

²⁰⁹ Robert Skinner and Robert Arnott, "Economic and Political Conditions for Energy Security", An EU-GCC Dialogue for Energy Stability and Sustainability, Kuwait, April, 2005.

²¹⁰ Horace O. Hobbs Jr. and Lesa S. Adair, Gas-to-Liquids Plants Offer Greater ROI, The American Oil and Gas Reporter, May 2012.

92% من احتياجات ألمانيا من وقود الطائرات وأكثر من 50% من الإمدادات البترولية خلال أربعينات القرن الماضي²¹². كما تم أيضاً بناء وحدات لتحويل الفحم إلى سوائل في دول أخرى مثل بريطانيا واليابان وفرنسا. وبسبب الأعمال الحربية تم تدمير بعض تلك الوحدات، أما الوحدات المتبقية فقد تم إغلاقها تبعاً لأسباب اقتصادية بسبب توفر النفط الخام والغاز إثر الاكتشافات الكبيرة في العالم بعد الحرب وما أدى إليه ذلك من انخفاض في أسعارها، ما جعل تلك الوحدات غير اقتصادية.

وشهدت سنوات ما بعد الحرب ليس فقط إغلاق وحدات تحويل الفحم إلى سوائل، بل تقلص دور الفحم كمصدر رئيسي ضمن ميزان الطاقة العالمي وازدياد نسبة النفط الخام والغاز الطبيعي لأسباب اقتصادية، وأسباب أخرى منها المرونة العالية لاستخدام النفط والغاز وملاءمتها لتطور نمط الاستهلاك وازدياد أهمية قطاع النقل المحتر من قبل النفط. بالإضافة إلى الإدراك العالمي للقضايا البيئية، خصوصاً وأن إنتاج واستهلاك الفحم بالطريقة التقليدية يحدث أكثر ضرراً بالبيئة بالمقارنة مع النفط والغاز.

إن البلد الذي تابع تطوير تقنيات فيشر وترويش لإنتاج السوائل الهيدروكربونية من الفحم هو جنوب إفريقيا وذلك بسبب الحصار الاقتصادي المفروض على النظام العنصري السابق في تلك الدولة، وتقوم شركة ساسول الجنوب إفريقية ومنذ عام 1955 بعمليات تحويل الفحم إلى سوائل وذلك لتصبح جنوب إفريقيا تمتلك الطاقة الإنتاجية الأكبر في العالم لتحويل الفحم إلى سوائل²¹³.

عاد الاهتمام ثانية على مستوى العالم، بموضوع تحويل الفحم إلى سوائل في العقد الأول من القرن الحالي، وبخاصة من قبل الدول التي لديها احتياطي فحم كبيرة بالأخص بعد ارتفاع أسعار النفط العالمية ووصولها إلى مستويات قياسية في

²¹¹ Olga Glebova, Gas to Liquids: Historical Development and Future Prospects, NG 80, November 2013, The Oxford Institute for Energy Studies.

²¹² Mikael Hook and Kjell Aleklett, A Review on Coal-to-Liquid Fuels and its Coal Consumption, International Journal of Energy Research, June 2009, (www.interscience.wiley.com). DOI:10.1002/er.1596.

²¹³ IEA, Liquid Fuels Production from Coal and Gas, IEA ETSAP-Technology Brief S02-May 2010, www.etsap.org

حينه، وما أدى إليه ذلك من ارتفاع في فاتورة وارداتها النفطية. كما يعود ذلك إلى عوامل أخرى منها:

- رغبة الدول المستهلكة في تنويع مصادر الطاقة بالأخص بعد القلق العالمي حول مدى كفاية الطاقات الإنتاجية النفطية العالمية لتلبية الطلب العالمي المتزايد على الطاقة في المستقبل.
- الاحتياطات العالمية الهائلة للفحم والتي تكفي لتغطية فترة استهلاك وفق معدلات الإنتاج كما في عام 2014 (أي نسبة احتياطي إلى إنتاج) نحو 110 سنة، بينما تكفي احتياطات النفط لفترة حوالي 52 سنة والغاز الطبيعي لفترة حوالي 54 سنة²¹⁴.
- تركز حوالي 57% من إجمالي احتياطات الفحم العالمية في ثلاثة دول – أمريكا وروسيا والصين- وهي دول مستهلكة رئيسية للطاقة خصوصاً وأن الصين تعتمد على الفحم لتلبية حوالي 68% من احتياجاتها من الطاقة، أما بالنسبة للولايات المتحدة فتصل النسبة إلى 20% وكما في عام 2014.
- بالإضافة إلى تنويع مصادر الطاقة للدول المستهلكة تهدف فكرة تحويل الفحم إلى سوائل إلى إنتاج منتجات قابلة للتسويق والاستخدام بالأخص كوقود في قطاع النقل ولقيم في الصناعات البتروكيمياوية وإلى الحد من احتكار النفط في قطاع النقل التي وصلت نسبته إلى 93% في عام 2013. كما تساعد الفكرة من جهة أخرى في توسيع سوق الفحم وزيادة المرونة في استخداماته التي تتركز بالدرجة الرئيسية في قطاع توليد الكهرباء وبنسبة أكثر من 60% من إجمالي استهلاك الفحم كما في عام 2013²¹⁵.

²¹⁴ BP Statistical Review Of World Energy, 2015, بينما تقدر الفترة بحوالي 122 سنة وفق بيانات وكالة الطاقة الدولية، IEA, World Energy Outlook, 2015.

²¹⁵ IEA, World Energy Outlook, 2015 .

- يقع حوالي 95% من إجمالي احتياطات الفحم العالمية في أعماق بعيدة عن سطح الأرض للاستخراج بطريقة اقتصادية، وإن أحد الطرق المقترحة للاستغلال هي " تغويز " الفحم في الموقع واستخلاص المنتج إلى السطح. وعلى رغم أن تلك الطريقة لا زالت غير اقتصادية، فإن تصاعد أسعار النفط كانت محفزاً للبحث في تطوير مثل تلك الطرق. وفي مثل هذه الحالة يمكن استخدام الغاز المستخدم في السطح بصورة مباشرة لتوليد الكهرباء أو لتحويله إلى سائل باستخدام تقنيات تحويل الغاز إلى سائل²¹⁶.

- بهدف تخفيض انبعاث الغازات الضارة الناتجة عن استهلاك الفحم يجري تطوير ما يسمى بتقنيات " الفحم النظيف " لتشجيع التوسع في استغلال احتياطات الفحم العالمية وتوفير الطاقة الضرورية لأغراض التنمية الاقتصادية النظيفة من دون الضرر بالبيئة وتشجع بعض الدول المستهلكة الرئيسية اعتماد تلك التقنيات - وبالأخص الولايات المتحدة الذي يتوقع أن تكون الرائدة في مجال تطوير تقنيات الفحم النظيف - حتى أصبحت جزء من سياساتها الطاقوية .

وقد أصبح الدور المستقبلي للفحم في مزيج الطاقة الأوروبية مدار نقاشات ساخنة ضمن مرحلة إعادة النظر بسياسات الطاقة الأوروبية بضوء القلق حول أمن إمدادات الطاقة، من جهة، وتوفر الفحم وبكميات كبيرة لتوليد الكهرباء في وقت يزداد فيه الاعتماد على استيراد الغاز الطبيعي لهذا الغرض، من جهة أخرى²¹⁷. وبالإمكان اعتبار تقنية تحويل الفحم إلى سائل جزء من تلك التقنيات والتي بدورها أصبح ينظر إليها كخيار واعد أو استراتيجي في بعض الأحيان يؤكد القادة السياسيون في الدول المستهلكة وجزء بارز من السياسات الطاقوية لتلك الدول.

²¹⁶ Oil and Gas Journal, April 3, 2006.

²¹⁷ PIW, June 5, 2006.

2-2-7: تقنيات تحويل الفحم إلى سوائل

تنقسم تقنيات تحويل الفحم إلى سوائل إلى نوعين:

1. تقنيات غير مباشرة كما في طريقة فيشر-تروبش التي تشمل ثلاثة خطوات تبدأ بتحويل الفحم إلى غاز اصطناعي (Syngas) ومن ثم تحويل الأخير إلى نبط اصطناعي ثم التكرير إلى منتجات عالية قابلة للتسويق والاستخدم وهي الطريقة الأكثر شيوعاً.
2. أو تقنيات مباشرة لتحويل الفحم إلى سوائل دون المرور بالمرحلة الغازية. وبالرغم من أنها طريقة كفوءة لكن المنتجات تحتاج إلى تكرير إضافي للوصول إلى وقود ذات درجة عالية من الخصائص²¹⁸.

3-2-7: الإنتاج والمشاريع

تقوم شركة ساسول الجنوب إفريقية بتشغيل وحدتين لتحويل الفحم إلى سوائل بطاقة إجمالية قدرها حوالي 160 ألف ب/ي لإنتاج السوائل²¹⁹ والتي تغطي حوالي 30% من حاجة جنوب أفريقيا من الديزل والغازولين²²⁰. وتتصف تلك المنتجات بمواصفات عالية تفوق المنتجات المشابهة من النفط التقليدي وتباع بأسعار أعلى منها أي مع علاوة²²¹. وقامت بعض الشركات الأمريكية بإجراء تقييم للجدوى الاقتصادية لمشاريع تحويل الفحم إلى سوائل بعد قيام الإدارة الأمريكية بتقديم محفزات لتلك المشاريع. وقدرت المبالغ المستثمرة في الولايات المتحدة للبحوث والتطوير للتقنية الخاصة بالطريقة المباشرة لتحويل الفحم إلى سوائل بحدود 3.6 مليار دولار خلال الفترة

²¹⁸ Australian Mining and Metals Association, (AMMA)site, Liquid Coal, 25/8/2011, <http://www.miningoilandgasjobs.com.au/Oil-Gas-Energy/Hydrocarbons-and-Energy/Energy/Renewable-Energy/Earth/Liquids-Coal-aspx>.

²¹⁹ IEA, World Energy Outlook,2010.

²²⁰ Andrew Minchener, Challenges and Opportunities for Coal Gasification in Developing Countries, October 2013, IEA Clean Coal Centre, ccc/225 ISBN 978-92-9029-545-7.

²²¹ Petroleum Economist, September, 2006.

1975 – 2000²²². لكنه تم إلغاء أو تأجيل معظم مشاريع تحويل الفحم إلى سوائل بعد "ثورة" الغاز الصخري وما نتج عنها من وفرة الغاز الرخيص.

كما توجد خطط في استراليا – الدولة المصدرة الأكبر للفحم في العالم - لتنويع طرق استغلال احتياطياتها من الفحم ومنها تحويل الفحم إلى سوائل²²³. وتبرز الصين كدولة أكثر واعدية في العالم حيث يتم فيها ترويج التقنيات الخاصة بتحويل الفحم إلى سوائل بدرجة كبيرة وطبقت فيها عمليات تحويل الفحم إلى سوائل منذ فترة طويلة ولكن على نطاق ضيق وعلى مستوى محلي حيث تنتشر أعداد كبيرة من وحدات "تغويز" صغيرة الحجم لصناعة منتجات متعددة من الأسمدة إلى الكيماويات في بعض المناطق البعيدة والتي لا تتوفر لديها أو قادرة على الحصول على النفط والغاز²²⁴.

وضمن استراتيجيتها الهادفة إلى ضمان إمدادات النفط والغاز الطبيعي بدأت الصين من خلال مجموعة "شينهوا" في عام 2003 ببناء أول وحدة تجارية لتحويل الفحم إلى سوائل (ديزل ونافتا بدرجة رئيسية) بكلفة 3.2 مليار دولار والتي اكتملت في عام 2008²²⁵. ودخلت الصين في مشاريع أخرى لتحويل الفحم إلى سوائل وفي مراحل مختلفة من التطوير ولديها خطط لاقامة عدد من المشاريع بالتعاون مع بعض الشركات العالمية ذات الخبرة في هذا المجال. ومن المتوقع أن تتجاوز الصين جنوب افريقيا كأكبر دولة منتجة للسوائل من الفحم ليصل إنتاجها إلى 0.5 مليون ب/ي من السوائل عام 2035 و 0.6 مليون ب/ي من السوائل عام 2040، ليشكل أكثر من 50% من إجمالي الإنتاج العالمي للسوائل من الفحم²²⁶.

²²² Jenny B. Tennant, Overview of Coal and Coal-Biomass to Liquids (C and CBTL) program, September 2014, US Department of Energy/ National Energy Technology Laboratory (NETL).

²²³ Julie Styles, Liquid Fuel From Coal, Parliament of Australia, 19 December, 2008.

²²⁴ Financial Times, November 27, 2005.

²²⁵ Jenny B. Tennant, Overview of Coal and Coal-Biomass to Liquids (Coal CBTL) Program, September 2014, US Department of Energy, National Energy Technology Laboratory (NETL).

²²⁶ EIA, International Energy Outlook, 2014.

4-2-7: التحديات والمعوقات

هناك العديد من المحددات والعراقيل التي تواجه التوسع في صناعة تحويل الفحم إلى سوائل ومن جوانب عديدة ومنها: -

- **التكاليف العالية:** على الرغم من وجود تقنيات إنتاج الفحم إلى سوائل إلا أن المشكلة تكمن في ارتفاع التكاليف، حيث قدرت بعض المصادر التكاليف الرأسمالية لوحدات تحويل الفحم إلى سوائل بأنها تتراوح ما بين 80,000 إلى 120,000 دولار لطاقة برميل/ يوم²²⁷.
- **أسعار النفط:** تعتبر أسعار النفط عاملاً حاسماً لتقييم الجدوى الاقتصادية لمشاريع تحويل الفحم إلى سوائل وفق افتراضات معينة لأسعار الفحم نفسه. وفي كل الأحوال، قدرت أسعار النفط المطلوبة لتكون مشاريع تحويل الفحم إلى سوائل اقتصادية تتراوح ما بين 60 - 100 دولار/ برميل. من جهة أخرى، يعتقد البعض بأنه وبشكل عام، تكون مشاريع تحويل الفحم إلى سوائل مجزية اقتصادياً في حالة أسعار النفط المرتفعة وما يعني ذلك من مخاطر استثمارية عالية²²⁸.
- **القضايا البيئية:** تستلزم مشاريع تحويل الفحم إلى سوائل استخدام الطاقة بدرجة كثيفة ما يجعل معدل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون عالياً، وبالتالي أصبحت مشكلة الانبعاثات المعوق الأكبر لمشاريع تحويل الفحم إلى سوائل، خصوصاً وأن العديد من الدراسات توصلت إلى استنتاج مفاده أنه من دون شمول تقنية اصطياد وتخزين الكربون [Carbon Capture and Storage (CCS)] فإن تحويل الفحم إلى سوائل ينتج عنه انبعاثات تفوق النفط التقليدي بواقع 80 إلى 100% على أساس الدورة الكاملة أي من البئر إلى العجلة. وهذا ما جعل بعض اختصاصي البيئة والطاقة يعتقد بأن طريقة تحويل الفحم إلى

²²⁷ IEA, World Energy Outlook, 2015.

²²⁸ Andrew Minchener, Challenges and Opportunities for Coal Gasification in Developing Countries, October 2013, IEA Clean Coal Centre, CCC/225, ISBN 978-92-9029-545-7.

سوائل لا تتلاءم والقلق العالمي حول التلوث المناخي من دون التقنيات الخاصة باصطياد وتخزين الكربون. بالإضافة إلى ذلك هناك حاجة كبيرة للماء، حيث يستلزم إنتاج برميل واحد من السوائل ما بين 6 – 10 براميل من الماء²²⁹، ما يجعل توفر المياه عاملاً مقيداً لإختيار الموقع لوحدات تحويل الفحم إلى سوائل والقضايا ذات العلاقة بكيفية معالجة تصريف المياه المستخدمة والمخلفات²³⁰.

بشكل عام، يتأثر مستقبل صناعة تحويل الفحم إلى سوائل بعوامل عدم اليقين المحيطة بالطاقة وسياسة الكربون، لكنه يمكن القول بأنه برغم الاحتياطات العالمية الهائلة للفحم والجهود الجارية في العالم بإتجاه استخدامها بصورة نظيفة غير مضره بالصحة، فإنه لا يتوقع حدوث زيادات كبيرة في إنتاج السوائل من الفحم ولغاية عام 2040. فبعد المرحلة الأولى التي سادها التفاؤل تم تخفيض التوقعات بعد توضيح طبيعة المحددات والمعوقات التي تواجه تطوير صناعة تحويل الفحم إلى سوائل. فمثلاً، طبقاً للتقديرات الأخيرة (2014) لإدارة معلومات الطاقة التابعة لوزارة الطاقة الأمريكية يتوقع وصول إجمالي الإنتاج العالمي للسوائل من الفحم إلى 0.7 مليون ب/ي²³¹ بحلول عام 2030، أي بمستوى أقل من 40% من توقعات ذات المصدر الصادرة عام 2006 (بواقع 1.8 مليون ب/ي)²³² ووصولها إلى 1.1 مليون ب/ي عام 2040. وفي كل الأحوال، يتوقع البعض بأن مساهمة السوائل من الفحم في مزيج امدادات النفط العالمية ستبقى هامشية²³³، خصوصاً وأن الصناعة المذكورة تتنافس مع الاستخدام في توليد الكهرباء- القطاع التقليدي لاستخدام الفحم.

²²⁹ Michael E. Webber, Coal-to-Liquids: Can Fuel Made From Coal Replace Gasoline? Earth Magazine. April 8, 2009, earthmagazine.org/article/coal-liquids-can-fuel-made-from-coal...

²³⁰ EIA, Annual Energy Outlook, 2006.

²³¹ EIA, International Energy Outlook, 2014.

²³² EIA, International Energy Outlook, 2006.

²³³ Manuel Quinones, Coal-to-Liquids Prospects Dim, But Boosters Wan't Say Die, May 17, 2013 Eand E Publishing, LLC, eeneews.net/stories/1059981383.

ثامناً: الآفاق المستقبلية لمصادر النفط والغاز غير التقليدية والابتكارات على

الدول الأمعاء

8 - 1: العوامل المؤثرة على مستقبل صناعة النفط والغاز غير التقليدية.

يتضح مما سبق بأن هناك كميات ضخمة من مصادر النفط والغاز غير التقليدية في العالم، إلا أن استغلال تلك المصادر لازال ينحصر بدول قليلة نسبياً وبكميات متفاوتة. لكنه وبرغم ضخامتها، فإن استغلالها يواجه العديد من التحديات والمعوقات ومن جوانب عديدة منها: -

- **التكاليف:** يعتبر عامل التكاليف من أهم العوامل المؤثرة في مستوى الجدوى الاقتصادية لمشاريع النفط والغاز غير التقليدية حيث أن تلك المشاريع تتصف وبشكل عام بتكاليف عالية نسبياً بالمقارنة مع مشاريع النفط والغاز التقليدية. نظرياً، إن التقدم التكنولوجي واستغلال اقتصاديات الحجم الكبير يفترض أن ينتهي بتخفيض التكاليف لمشاريع النفط والغاز غير التقليدية، إلا أن آثار التقدم التكنولوجي متفاوت من مصدر إلى آخر، بالإضافة إلى أن التوسع في الإنتاج قد يقتضي استغلال المكامن البعيدة عن سطح الأرض أو الأقل جودة وما يعني ذلك من ارتفاع في التكاليف.

- **الجوانب البيئية:** هناك تحديات بيئية مختلفة مرتبطة بالمصادر المختلفة من النفط والغاز غير التقليدية، لكنه وبشكل عام تساهم معظم الصناعات الخاصة بالنفط والغاز غير التقليدية بمستويات من انبعاثات غازات الدفيئة، بالأخص غاز ثاني أكسيد الكربون، أكبر مما هو عليه في حالة النفوط التقليدية، ما يجعلها أحد أهم الجوانب التي ستحدد مستقبل تلك الصناعة بضوء القلق العالمي المتزايد حول التغير المناخي. عموماً إن طبيعة السياسات التي ستتبعها دول العالم للحد من الانبعاثات ستؤثر على الوقود الاحفوري بشكل عام، لكن التأثير سيكون أكثر حدة بالنسبة للمصادر غير التقليدية.

فمثلاً بالنسبة لصناعة النفط والغاز الصخري، فإن القلق من الآثار البيئية لتقنية التكسير الهيدروليكي المستخدمة في تلك الصناعة قد أدى إلى منع استخدامها في بعض الدول مثل فرنسا. من جهة أخرى، إن الحاجة لكميات كبيرة من المياه قد تحد من إمكانية التوسع الكبير في الطاقات الإنتاجية في بعض الأحيان، بالإخص إن كانت في مواقع بعيدة عن مصادر المياه، هذا بالإضافة إلى احتمالات تلوث الأنهر والمياه الجوفية بسبب تلك العمليات. كما يتطلب استخراج النفوط الثقيلة جداً استخدام كميات أكبر من الطاقة بالإضافة إلى احتوائها على مستويات عالية من الكربون والمعادن الثقيلة²³⁴

- **أسعار النفط:** تعتبر أسعار النفط (والغاز) أحد العوامل الرئيسية المؤثرة في الجدوى الاقتصادية لمشاريع النفط والغاز غير التقليدية والمحددة لمستقبلها، بضوء التكاليف العالية ومبالغ الاستثمارات الضخمة التي تتطلبها تلك المشاريع.

من دون شك أن تصاعد أسعار النفط في بداية القرن الحالي كان أحد الدوافع الرئيسية (بالإضافة إلى التقدم التكنولوجي) وراء نجاح صناعة الغاز الصخري ولاحقاً النفط الصخري في الولايات المتحدة، كما كان عاملاً وراء عودة الاهتمام العالمي لصناعة تحويل الغاز إلى سوائل والفحم إلى سوائل حيث كان عاملاً مهماً لجذب الاستثمارات إلى تلك الصناعات غير التقليدية. من جهة أخرى، أدى الإنحدار الحاد في الأسعار منذ النصف الثاني من عام 2014 إلى التأثير سلباً على اقتصاديات مشاريع النفط والغاز غير التقليدية بشكل عام وصولاً إلى تأجيل أو إلغاء البعض منها.

- **عوامل أخرى:** تعاني معظم النفوط غير التقليدية من مشاكل مختلفة، وبخاصة من الجوانب التسويقية، والتي قد تعمل على الحد من التوسع في إنتاجها من جهة، والتقليل من درجة منافستها مع المنتجات التقليدية المشابهة من جهة أخرى. فمثلاً، يعاني بعض أنواع النفوط غير التقليدية من صعوبات في عمليات

²³⁴ Deborah Gordon, The Challenges of Unconventional Oil, The Carnegie Endowment for Peace, June 5, 2012, AGI Energia.

النقل والإيصال إلى السوق، مما اضطر إلى استخدام طرق غير تقليدية مثل إضافة مواد مخففة في حالة النفوط الثقيلة جداً أو استخدام طرق نقل أخرى مثل القطار في حالة النفط الصخري في الولايات المتحدة وما يعني ذلك من ارتفاع في التكاليف وتحديد في الإنتاج. كما يعاني البعض الآخر من مشاكل في المواصفات مما يجعل تكريرها مقتصرأً بالدرجة الرئيسية على مصافي محددة في أسواق معينة. فمثلاً بالرغم من أن النفط الصخري كنفط خام يعتبر منخفض الكبريت، فإن عنصر كبريتيد الهيدروجين يتدفق من باطن الأرض مع النفط والذي يجب مراقبته في مراحل التحميل والنقل والتفريغ²³⁵.

8 - 2: آفاق إنتاج النفط والغاز غير التقليدي خارج أمريكا الشمالية

بشكل عام، تشير التوقعات إلى أن العالم سيشهد مزيداً من التنوع في مزيج إمدادات النفط والغاز مع زيادة في أهمية المصادر غير التقليدية ودخول دول جديدة في صناعة النفط والغاز. إلا أنه من غير المرجح حصول قفزة كبيرة ومفاجئة في إنتاج النفوط غير التقليدية في دول خارج أمريكا الشمالية كما حصل في حالة أمريكا الشمالية وإن الزيادات في الإنتاج ستكون على شكل تدريجي على الأرجح.

فبالنسبة للنفط الصخري كما سبق وأن تمت الإشارة، تعتبر الأرجنتين الدولة الوحيدة المنتجة للنفط الصخري بصورة تجارية خارج أمريكا الشمالية وبكميات قليلة.

أما بالنسبة للمستقبل فتجمع المصادر المختلفة على تزايد الإنتاج العالمي للنفط الصخري وبدرجات متفاوت وبشكل كبير حسب المصادر المختلفة. وتتفق تقديرات وكالة الطاقة الدولية ومنظمة أوبك على زيادة إنتاج النفط الصخري بحدود 1 - 1.8 مليون ب/ي ما بين عامي 2014 و 2040. بالمقابل، تتوقع إدارة

²³⁵ Tim Olsen, Working with Tight Oil, Chemical Engineering Progress (CEP), April 2015, American Institute of Chemical Engineers (AIChE).

معلومات الطاقة الزيادة بأكثر من 5 مليون ب/ي أي ما يعادل 126% خلال تلك الفترة.

من جهة أخرى تتوقع منظمة أوبك استمرار احتفاظ دول أمريكا الشمالية على الجزء الأكبر من الإنتاج العالمي من النفط الصخري واستحواد دول خارج أمريكا الشمالية على أقل من 20% من الإجمالي العالمي بحلول عام 2040. بينما تتوقع إدارة معلومات الطاقة استحواد دول خارج أمريكا الشمالية على حوالي 50% من إجمالي إنتاج العالم من النفط الصخري بحلول عام 2040.

كما تجمع معظم المصادر على بروز روسيا كدولة مهمة في مشهد إنتاج النفط الصخري في العالم، وإن كانت تتفاوت بشكل كبير بشأن توقعات إنتاجها المستقبلي.

وبقدر تعلق الأمر بالغاز الصخري، فإنه وبشكل عام، يتوقع تزايد أهمية دور الغاز غير التقليدي في مزيج امدادات الغاز العالمية. وطبقاً لتقديرات وكالة الطاقة الدولية (الحالة المرجعية) يرتفع إنتاج الغاز غير التقليدي في العالم بأكثر من 160% ما بين عامي 2013 – 2040، ويساهم الغاز الصخري بالجزء الأكبر (حوالي 60%) من تلك الزيادة، حيث يتزايد إنتاجه بأكثر من 180% خلال تلك الفترة.

وتهيمن أمريكا الشمالية (وبخاصة الولايات المتحدة على حوالي 90% من إجمالي إنتاج الغاز غير التقليدي، كما في عام 2013، إلا أن حصتها يتوقع أن تنخفض تدريجياً مع دخول دول أخرى مضمار الإنتاج في المستقبل. مع ذلك يتوقع استمرار هيمنة الولايات المتحدة على إنتاج الغاز من المصادر غير التقليدية، وبخاصة الغاز الصخري، لغاية عام 2040.

يذكر أن الطبيعة التدريجية لإنتشار إنتاج الغاز غير التقليدي خارج أمريكا الشمالية يؤكد بأن مسألة استنساخ التجربة الأمريكية خارج أمريكا الشمالية ليس أمراً سهلاً أو سريعاً.

وبشكل عام فإن مصدر أكثر من 50% من الإنتاج المتوقع من الغاز غير التقليدي لغاية عام 2040، سيكون مصدره الولايات المتحدة والصين، والذي سيكون بدرجة رئيسية على شكل غاز صخري.

أما بالنسبة للنفط الثقيل جداً في فنزويلا فإنه وطبقاً للحالة المرجعية لووكالة الطاقة الدولية، يتزايد إنتاج النفط الثقيل جداً في فنزويلا من حوالي 0.4 مليون ب/ي عام 2014 ليصل إلى حوالي 2.3 مليون ب/ي عام 2040، أي بزيادة حوالي 475%. إلا أن جزءاً من الزيادة سيعوض عن الإنخفاض التدريجي في الطاقة الإنتاجية الفنزويلية من النفوط التقليدية.

وبقدر تعلق الأمر بتحويل الغاز والفحم إلى سوائل تتركز صناعة تحويل الغاز إلى سوائل خارج دول أمريكا الشمالية وتتفاوت تقديرات المصادر المختلفة لإنتاج تحويل الغاز إلى سوائل لبتراوح ما بين 0.6 إلى 0.8 مليون ب/ي بحلول عام 2040 مع وصول إنتاج قطر إلى 0.4 مليون ب/ي خلال العام المذكور، ما يعني استحواذ قطر على نسبة 50 إلى 60% من الإنتاج العالمي خلال عام 2040.

أما بقدر تعلق الأمر بصناعة تحويل الفحم إلى سوائل فهي تتركز خارج أمريكا الشمالية أيضاً ويتوقع أن يصل إنتاجها ما بين 0.8 - 1.1 مليون ب/ي بحلول عام 2040 حسب المصادر المختلفة يكون مصدر أكثر من 50% منها الصين.

8 - 3: الإنعكاسات على الدول الأعضاء في منظمة أوبك

تشير المعطيات الحالية إلى أنه برغم مساهمتها المنخفضة نسبياً في إجمالي إمدادات النفط والغاز العالمية، يتوقع التوسع في استغلال مصادر النفط والغاز غير التقليدية خارج أمريكا الشمالية وبدرجات متفاوتة وخلال فترات زمنية مختلفة حسب نوع المصدر. وهذا يعني توقع إضافة طاقات إنتاجية من النفط والغاز في

المستقبل والتي بدورها تؤثر بشكل أو بآخر على أسواق الطاقة العالمية بشكل عام وعلى الدول الأعضاء بشكل خاص.

من دون شك، يعتمد تأثير تلك الطاقات الإنتاجية الجديدة من مصادر النفط والغاز غير التقليدية سواء من داخل أمريكا الشمالية أو من خارجها على موازنة العرض والطلب في الأسواق على عوامل متعددة منها معدلات نمو الطلب العالمي على النفط (والغاز) من جهة، ومعدلات النضوب الطبيعي التي تعاني منها مكامن النفط والغاز المنتجة الحالية والتي في النهاية تحدد كميات الإمدادات الإضافية الصافية من النفط والغاز في الأسواق العالمية.

بشكل عام تتفاوت الإنعكاسات الناتجة عن التوسع في صناعة النفط والغاز غير التقليدية على الدول الأعضاء والدول العربية الأخرى تبعاً لظروف تلك الدول وكما يلي :-

- بالنسبة لبعض الدول العربية التي تمتلك مصادر نفط وغاز غير تقليدية أو لديها صناعة في هذا المجال أو أنها تخطط لاستغلال تلك المصادر، فإن تطور وتوسع صناعة النفط والغاز غير التقليدية وتقنياتها يمنحها فرصة لاستغلال تلك المصادر والحصول على عوائد إضافية. وهنا لا بد من الإشارة إلى أن ليبيا هي خامس أكبر دولة في العالم في امتلاك مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية، والإمارات هي الدولة السادسة في هذا المجال. أما الجزائر فهي ثالث أكبر دولة في العالم في امتلاك مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية، هذا بالإضافة إلى دول عربية أخرى تمتلك كميات هامة من مصادر النفط والغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية، بالإضافة إلى أن بعض الدول العربية تمتلك كميات من مصادر السجيل النفطي أو الكيروجين مثل الأردن والمغرب ومصر.

- تجدر الإشارة إلى أن ما حصل من زيادة في إنتاج النفط والغاز غير التقليدية خلال السنوات الأخيرة وبخاصة في أمريكا الشمالية (سواء كان ذلك زيادة

في إنتاج النفط والغاز الصخري أو رمال النفط الكندية) يعتبر أحد العوامل المهمة وراء الاختلال في أساسيات السوق من عرض وطلب وانهيار أسعار النفط منذ منتصف عام 2014 خصوصاً وأن ذلك قد تزامن مع تباطؤ في معدلات نمو الطلب العالمي على النفط.

- بدون شك أن أية زيادة من دول خارج أمريكا الشمالية في امدادات النفط العالمية ضمن ظروف السوق الحالية التي تعاني بالأصل من فائض كبير في العرض ستزيد من التخمّة في السوق، والتي تؤدي إلى مزيد من الضغوطات التنافسية على أسعار النفط وإطالة فترة الأسعار المنخفضة والتي تعني في نهاية المطاف مزيد من الخسارة في عوائد صادرات النفط للدول العربية المصدرة.

- أما من ناحية الدول العربية المستوردة، فإن الصورة تختلف حيث أن مزيداً من انخفاض أسعار النفط تعني تخفيض في تكاليف فاتورة الواردات النفطية إلى تلك الدول.

- لا بد من الإشارة إلى أن دول خارج أمريكا الشمالية تمتلك كميات كبيرة من مصادر النفط والغاز غير التقليدية لكن السؤال الذي يبقى من دون إجابة واضحة ودقيقة هو هل بإمكان تلك الدول تطوير مصادرها غير التقليدية بنحو مشابه لأمريكا الشمالية من حيث الكميات والفترة الزمنية. أي هل بإمكانها استنساخ التجربة الأمريكية في استغلال مصادرها من النفط والغاز الصخري بضوء طبيعة التحديات والمعوقات التي تواجهها تلك الصناعة في البلدان المذكورة. تشير المعطيات الحالية إلى أن تطوير مثل تلك المصادر الهائلة من النفط والغاز غير التقليدية في دول مثل الصين وبعض دول أمريكا اللاتينية قد يستغرق بعض الوقت ولن يكون على الأمد القريب كون ذلك يتطلب مثلاً تفهم أكبر للمكان، وبخاصة بالنسبة لمكان السجيل

وتكييف للتكنولوجيا وبناء بنية تحتية ووضع أطر سياسية وتنظيمية داعمة²³⁶.

- إن تمركز الجزء الأكبر من مصادر النفط والغاز غير التقليدية خارج منطقة الشرق الأوسط، يعني بأن تزايد استغلال تلك المصادر من دول خارج أمريكا الشمالية لا يقتصر على زيادة مساهمة النفط والغاز غير التقليدية في مزيج الطاقة العالمية، بل أنه وبضوء ما حصل بعد "ثورة" النفط والغاز الصخري الأمريكية، فإن تطوير صناعة النفط والغاز غير التقليدية خارج أمريكا الشمالية سيؤدي أيضاً إلى تغيير أكبر في الجغرافية السياسية للنفط والغاز في العالم²³⁷ وتغيير في نمط خارطة تجارة النفط الخام والمنتجات النفطية وتجارة الغاز العالمية.

- إن نجاح استغلال مصادر النفط والغاز في بعض الدول المستوردة خارج أمريكا الشمالية يعني بالضرورة تقليص استيراداتها من النفط والغاز من الدول العربية، وأكثر من ذلك قد يتحول بعضها إلى دول مصدرة، كما حصل في حالة الولايات المتحدة، وما قد يعني ذلك من تقليص لمساحة السوق أمام صادرات النفط والغاز من الدول العربية وبالتالي زيادة في حدة المنافسة التي تواجه تسويق صادراتها من النفط والغاز.

- تعتبر قطر الدولة العربية التي تتأثر بدرجة أكبر بأية زيادة في الطاقات الإنتاجية لمصادر الغاز غير التقليدية في العالم، وبخاصة الغاز الصخري، خصوصاً وأنها الدولة الأكبر في العالم في تجارة الغاز الطبيعي المسال حيث تستحوذ على أكثر من 30% من تجارته العالمية، كما أنها تمتلك الطاقة الأكبر في العالم لتحويل الغاز إلى سائل مستحوذ على أكثر من 65% من الإجمالي العالمي²³⁸.

²³⁶ AT Kearney, Shale Gas: Threat or Opportunity for GCC? 2014.

²³⁷ Deborah Gordon, Understanding Unconventional Oil, The Carnegie Paper, Energy and Climate, May 2012.

²³⁸ BP Statistical Review of World Energy 2015.

- إن مزيداً من الطاقات الإنتاجية الإضافية من الغاز غير التقليدية في أسواق الغاز العالمية قد تنعكس سلباً على الصناعة في الدول العربية وبخاصة صناعة البتروكيماويات وزيادة في حدة المنافسة التي تواجهها تلك الصناعة، خصوصاً وأن الغاز يعتبر وقود ولقيم رئيسي للصناعة البتروكيماوية. علماً بأن صناعة البتروكيماويات العربية استمدت منافستها في الأسواق العالمية من مستويات أسعار الغاز المنخفضة في البلدان العربية.
- بشكل عام، إن إحدى العوامل الإيجابية لاستغلال مصادر النفط والغاز غير التقليدية هي إطالة عمر الوقود الهيدروكربوني في العالم وهو أمر مرحب به من قبل الدول الأعضاء المصدرة للنفط، خصوصاً وأن مزيد من الطاقات الإنتاجية من النفط والغاز غير التقليدية قد تؤدي إلى تخفيض الضغط على الدول المستهلكة للسعي إلى تطوير المصادر البديلة لتلبية احتياجاتها من الطاقة.
- تجدر الإشارة بأن الدول الأعضاء في أوبك تتمتع بمميزات خاصة تجعلها منافساً قوياً في أسواق النفط والغاز العالمية. فهي دول تمتلك احتياطات كبيرة بتكاليف إنتاج منخفضة نسبياً ما جعلها دول مزودة موثوق بها. وتتميز بموقع جغرافي يتوسط العالم ما يسهل من إمكانية استهداف الأسواق العالمية المختلفة وبتكاليف نقل منخفضة نسبياً، هذا بالإضافة إلى استقرار مواصفات نفوطها التقليدية المعروفة في السوق لسنوات طويلة كما تتمتع بأسواقها التقليدية بعلاقات متينة وعلى مستويات متعددة حتى وإن بعض الدول الأعضاء تمتلك مصافي تكرير في بعض الدول المستهلكة والتي بدورها تمثل منافذ تصريف مستقرة لنفوطها.
- بالمقابل، ترتبط الأنواع المختلفة للنفوط غير التقليدية بأنواع مختلفة من التحديات. فمثلاً من الناحية البيئية تحتوي النفوط الثقيلة جداً على مستويات عالية من الكربون وبعض المعادن الثقيلة والتي تتطلب معالجات مكثفة قبل

عملية التكرير. بالإضافة إلى ذلك فإن عملية الاستخراج تتطلب كميات أكبر من الطاقة.

لكنه، وبرغم ما تتمتع به الدول العربية من مميزات، فإن ذلك لا يقلل من أهمية مراقبة ما يجري من تطورات في أسواق الطاقة العالمية، وبخاصة في مجال صناعة النفط والغاز غير التقليدية وبالتحديد النفط والغاز الصخري سواء كان ذلك داخل أو خارج أمريكا الشمالية من أجل تقليل حدة الانعكاسات السلبية المحتملة لتلك التطورات على الدول العربية.

ملاحظات ختامية واستنتاجات

- بشكل عام، يتوقع أن يشهد مزيج امدادات النفط والغاز العالمية مزيداً من التنوع وزيادة في أهمية مصادر النفط والغاز غير التقليدية بمختلف أنواعها وإن كانت بدرجات متفاوتة.
- بعد النجاح الذي حققته الولايات المتحدة في استغلال مصادرها من النفط والغاز الصخري وزيادة إنتاجها بشكل كبير خلال فترات وجيزة نسبياً، تنظر العديد من دول العالم وبجدية في إمكانية استغلال مصادرها المحلية غير التقليدية، وبخاصة النفط والغاز الصخري.
- بضوء طبيعة التحديات والمعوقات التي تجابه صناعة النفط والغاز غير التقليدية، وبخاصة النفط والغاز الصخري في دول خارج أمريكا الشمالية، فإنه من غير المرجح حصول قفزة كبيرة وسريعة في إنتاج النفط والغاز الصخري في تلك الدول كما حصل في الولايات المتحدة، ما يعني صعوبة استنساخ التجربة الأمريكية على نطاق واسع.
- لازالت صناعة النفط والغاز الصخري في دول خارج أمريكا الشمالية في بداياتها الأولية. كما أن البيانات المتوفرة حولها شحيحة، ما يزيد من صعوبة التوقعات الخاصة بمستقبل الصناعة المذكورة في تلك الدول.
- هناك إجماع على بروز روسيا كدولة مهمة في إنتاج النفط الصخري في المستقبل خارج أمريكا الشمالية بضوء ضخامة مصادرها من النفط الصخري والاستنزاف الذي تعاني منه حقولها النفطية التقليدية بسبب تقادم عمرها. هذا بالإضافة إلى دول منتجة مهمة أخرى مثل الأرجنتين والصين.
- يعتبر البعض الصين دولة مرشحة قوية لتكرار التجربة الأمريكية في مجال الغاز الصخري كونها الدولة الأولى في العالم في امتلاك تلك المصادر بالإضافة إلى طلب الصين المتنامي على الغاز. هذا بالإضافة إلى دول منتجة أخرى مثل الأرجنتين والمكسيك.

- بضوء التكاليف العالية نسبياً لمشاريع النفط والغاز غير التقليدية، فقد أثرت المستويات الحالية لأسعار النفط المنخفضة سلباً على اقتصادياتها، لكنه لازال من المبكر معرفة تلك الآثار بشكل واضح ومحدد ودقيق على آفاقها المستقبلية.
- تعاني معظم مصادر النفط والغاز غير التقليدية من تحديات ومعوقات مختلفة، وبخاصة من الجوانب البيئية، ما قد يجعلها أكثر عرضة للتأثر، بالمقارنة مع المصادر التقليدية، بأية اجراءات وسياسات تتخذها دول العالم بموجب الاتفاقيات التي لها علاقة بتغير المناخ.
- بخصوص الانعكاسات على الدول الأعضاء فإنه يمكن تلخيصها كما يلي:
 - بدون شك، إن أية زيادة من دول خارج أمريكا الشمالية في امدادات النفط والغاز ضمن ظروف السوق الحالية التي تعاني بالأصل من فائض سنزيد من التخمّة في السوق والضغط على الأسعار.
 - بالنسبة لبعض الدول العربية التي تمتلك مصادر نفط وغاز غير تقليدية، فإن تطور وتوسع صناعة النفط والغاز غير التقليدية وتقنياتها تمنحها فرصة لإستغلال تلك المصادر.
 - من ناحية الدول العربية المستوردة، فإن الصورة قد تختلف، خصوصاً وأن مزيد من انخفاض الأسعار تعني تخفيض في تكاليف فاتورة وارداتها من النفط والغاز.
 - إن تمركز الجزء الأكبر من مصادر النفط والغاز غير التقليدية خارج منطقة الشرق الأوسط يعني بأن تزايد استغلال تلك المصادر سيؤدي إلى تغيير أكبر في الجغرافية السياسية للنفط والغاز في العالم وتغيير في نمط خارطة تجارة النفط والغاز العالمية .
 - إن نجاح استغلال مصادر النفط والغاز في بعض الدول المستوردة من خارج أمريكا الشمالية يعني بالضرورة تقليص استيراداتها من النفط

- والغاز من الدول العربية وما قد يعني ذلك من تقليص لمساحة السوق أمام صادرات الدول العربية وبالتالي زيادة حدة المنافسة التي تواجهها.
- تعتبر قطر الدولة العربية التي تتأثر بدرجة أكبر بآية زيادة في الطاقات الانتاجية لمصادر الغاز غير التقليدية في العالم، وبخاصة من الغاز الصخري.
 - إن مزيداً من الطاقات الانتاجية الإضافية للغاز من المصادر غير التقليدية في دول العالم قد ينعكس سلباً على صناعة البتروكيمياويات العربية وزيادة حدة المنافسة التي تواجهها تلك الصناعة خصوصاً وأن الغاز يعتبر وقود ولقيم رئيسي لصناعة البتروكيمياويات.
 - إن إحدى النتائج الإيجابية للتوسع في استغلال مصادر النفط والغاز غير التقليدية هي إطالة عمر الوقود الهيدروكربوني في العالم والتي قد تؤدي إلى تخفيف الضغط على الدول المستهلكة للسعي إلى تطوير مصادر طاقة بديلة.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- الجريدة الاقتصادية الالكترونية، أعداد متفرقة.
- د. مأمون عيسى حليبي، د. مينا معرفي، د. حسن قبازرد، د. محمد سلمان، "السوائل الهيدروكربونية غير التقليدية واقتصادياتها"، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، 14-17 أيار/ مايو 2006، عمان، الأردن.
- وسام قاسم الشالجي - أميرة محمد جواد "تقنيات تحويل الغاز إلى سوائل، مستقبلها ومردودها الاقتصادي وأثرها على صناعة النفط"، مجلة النفط والتعاون العربي - أوابك - عدد 121 - ربيع 2007.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Abdul Hamid Majid, Exploration of Heavy Oil Resources in the OAPEC Region, OAPEC Conference, June 4-5, 2012, Abu Dhabi, United Arab Emirates.
- Ahmed Maameri, Time to look for Unconventional Gas in the Middle East.
http://www.rigzone.com/news/article_pf.asp?a_id=125078.
- Andrew Cawthorne (Reuters) PDVSA Says Venezuela Oil Exports At 2.4-2.5 Million Barrels Per Day, April 20, 2015.
- Andrew Minchener, Challenges and Opportunities for Coal Gasification in Developing Countries, October 2013, IEA Clean Coal Centre, ccc/225 ISBN 978-92-9029-545-7.
- Ann Chee, China's Shale Gas Aspirations Face a Reality Check, Shale Gas International, Autumn/Fall 2015.
- Arild Moe, Russian Oil-Challenges and Possibilities, Oxford Energy Forum, August 2014: Issue 97, The Oxford Institutus for Energy Studies.
- Arjan Sreekumar, Why the Next Oil Boom Could Be in Russia? January 19, 2014, The Motley-Fool.
- AT Kearney, Shale Gas: Threat or Opportunity for GCC? 2014.
- Australian Mining and Metals Association, (AMMA)site, Liquid Coal, 25/8/2011, <http://www.miningoilandgasjobs.com.au/Oil-Gas-Energy/Hydrocalbons-and-Energy/Renewable-Energy/Earth/Liquids-Coal.aspx>.
- Banquis Pierre-Rene, " What Future For Extra Heavy Oil and Bitumen: The Orinoco Case", 17th World Energy Congress, Houston, Texas, September 1998
- Bernard Mommer, " The Value of Extra Heavy Crude Oil from the Orinoco Belt," Mees, March15, 2004
- BP Statistical Review of World Energy, Various Issues.

- Carlos A. Molina, Country Report: Venezuela, and Petroleos de Venezuela S.A. (PDVSA),
<https://www.mcombs.utexas.edu/.../country-report-ven..>
- Carlos Rodriguez, Orimulsion is the Best Way to Monetise the Orinoco's Bitumen September/October 2004.
- Carnegie-Tsinghua Center For Global Policy, October 23, 2014,
<http://www.earnegietsinghua.org/2014/10/23/crude-complications-venezuela-china-and-united-states/hsk9>.
- Carole Nakhle, Algeria's Shale Gas Experiment, Carnegie Middle East Center, April 23, 2015. <http://carnegie-mec.org/publications/?fa=59851>.
- Cedigas, Natural Gas In the World, Various Issues.
- Ceres, Investor Risks From Shale Oil Development, David Gardiner and Associates LLC., www.ceres.org.
- CGES, " Gas –to-Liquids: The Future For Gas?", Global Oil Report, Market Watch, March-April, 2005.
- CGES, " North America's Unconventional, Oil Supply,' Global Oil Report, January-February, 2006 .
- Chi-Jeng Yang etal, China's Fuel Gas Sector:History, Current Status, and Future Prospects, Utilities Policy Journal, 28 (2014) 12 – 21, EISEVIER.
- China Energy Fund Committee (CEFC), China Energy Focus: Natural Gas
2013.csis.org/files/.../131212_CEFC_China_Energy_Focus_Natural_Gas.pdf
- Dan Sharp, The Sleeping Shale play Giant of Russia, Bakken Breakout, February 19, 2014.
- David D. Mares, Shale Gas in Latin America: Opportunities and Challenges, Energy Policy Group, Working Paper, Inter-American Dialouge, July 2013.
- Deborah Gordon, The Challenges of Unconventional Oil, The Carnegie Endowment for Peace, June 5, 2012m AGI Energia.

- Deborah Gordon, Understanding Unconventional Oil, The Carnegie Paper, Energy and Climate, May 2012.
- Douglas-WestWood, Oil Production Weighs Heavy on Venezuela, DW Says, World Oil, April 29, 2015, <http://www.worldoil.com/news/2015/4/29/oil-production-weighs-heavy-on->
- Eanna Kelly, EU Announces E12 million in funding for Fracking Research, Science/Business Publishing Ltd., 25 February 2015, www.sciencebusiness.net.
- Ed Crooks, Shell Warns of Shale Delays Outside US, Financial Times, April 23, 2013.
- Edmar Luiz Fagundes de Almeida etal, The Renewal of the Gas-to-Liquids Technology: Perspectives and Impacts, Instituto de Economia – UFRJ, Brazil, www.gee.ie.ufrj.br/index.php/component/cck/?...
- Edward Dodge, Is Small-Scale GTL the Next Big Thing? Breaking Energy, November 3, 2014.
- EIA, Annual Energy Outlook, Various Issues.
- EIA, Analysis and Projections: World Shale Resource Assessments, Last Updated:September 24, 2015, <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas>
- EIA, China, International Energy Data Analysis,
- EIA, Country Analysis Brief: Venezuela, Updated November 25, 2015.
- EIA, Country Analysis Briefs, Venezuela, September, 2006
- EIA, International Energy Outlook, various Issues.
- EIA, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States, June 2013.

- ELUNIVERSAL, Venezuela Ceases Orimulsion Production, September 26, 2006, eluniversal.com/Noticias de Venezuela Y del Mundo.
- Emily Knaus et al, An Overview of Oil Shale Resources, Oil Shale: A Solution to the Liquid Fuel Dilemma, Ogunsola, Olayinka 1., et al, ACS Symposium Series, American Chemical Society, Washington DC, 2010, pubs.acs.org/doi/pdf/10-1021/bk-2010-1032.chool.
- Ernst and Young Pvt. Ltd., Shale Gas and Coalbed Methane: Potential Sources of Sustained Sources in the Future, 2010, www.ey.com/India.
- European Academies Science Advisory Council (EASAC), A Study of the EU Oil Shale Industry-Viewed in the Light of the Estonian Experience, May 2007.
- European Parliamentary Research Service (EPRS), Shale Gas and EU Energy Security, Briefing, December 2014, PE 542.167.
- Fan Gao, Will There Be a Shale Gas Revolution in China By 2020? NG 61. April 2012, The Oxford Institute for Energy Studies.
- Faouzi Aloulou, The Potential of Shale Oil Development at Neuquen's Vaca Muerta Formations in Argentina, Chattam House MENA Energy Conference, London, 27 January 2015.
- Financial Times, various Issues.
- Forbes, Small Scale Gas-to-Liquids Plants Get a Huge Boost, 3/28/2014, www.forbes.com/...small-gas-to-liquids-plants-get-a-hu...
- Francisco Toro, Blast From the Past Chronicles: Orimulsion Edition, Caracas Chronicle, August 8, 2012.
- Free PR News, Oil Shale in Morocco: Reserves, History and Production, January 6, 2012, <http://www.freeprnews.in/?P=11112>.
- Gas Prom, Prospects for CBM, Production in Russia, [http://www.gazprom.com/about/production/extraction/metan/..](http://www.gazprom.com/about/production/extraction/metan/)

- Global Investment House, GCC Natural Gas Outlook, October 2006.
- Grant Nulle, US Tight Oil in Context: Overview of US Tight Oil Production and Trends, Region 5 and Region 7, Regional Response Teams Meeting, St. Charles, Missouri, April 22, 2015.
- Holly Morrow, The Geopolitics of Energy Project, Unconventional Gas: Lessons Learned from Around the World, Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, October 2014.
- Horace O. Hobbs Jr. and Lesa S. Adair, Gas-to-Liquids Plants Offer Great ROI, The American Oil and Gas Reporter, May 2012.
- IEA, Conference on Non-Conventional Oil, Non-Conventional Oil Outlook, Canada November, 2002.
- IEA, International Energy Outlook, various Issues.
- IEA, Liquid Fuels Production from Coal and Gas, IEA ETSAP-Technology Brief S02-May 2010, www.etsap.org
- IEA, Medium – Term Gas Market Report, 2015.
- IEA, Oil Market Report, March 2006.
- J.A. Veil and J.J.Quinn, Water Issues Associated with Heavy Oil Production, November 2008, Prepared for the US Department of Energy, National Energy Technology Library, ANL/EVS/R-08/4.
- Jack Farchy, Russia Oil: Between a Rock and a Hard Place, The Financial Times, October 29, 2014.
- James Brooke, Venezuela Pushing “Liquid Coal” The New York Times, October 15, 1990.
- James T. Jensen, “ The Future of Gas Transportation in the Middle East, LNG, GTL and Pipeline”, The Annual Conference Of the Emirates Center for Strategic Studies and Research, Abu Dhabi, September, 2004.
- Jamie Webster (IHS), Going Global: Tight Oil Production , July 2014, [https:// www.eia.gov/conference/2014/pdf/.../webster.pdf](https://www.eia.gov/conference/2014/pdf/.../webster.pdf).

- Jeff Mac Daniel (Oil and Gas Council), Smaller Scale gtl-The New Business Oportunity, www.oilandgas council.com/.../smaller-scale-gtl-the-new...
- Jenny B. Tennant, Overview of Coal and Coal-Biomass to Liquids (Coal CBTL) Program, September 2014, US Department of Energy, National Energy Technology Laboratory (NETL).
- Jeremy Grant and Guy Chazan, Petronas Pulls Out of Venezuela Heavy Oil Project Carabobo-1, Financial Times, September 10, 2013.
- Jianpiang Wang et al, China's Unconventional Oil: A Review of its Resources and Outlook for Long-Term Production, Energy 15 March 2015, Vol. 82, No.3, 31-42.
- Johan Sjoblom (Editor), Encyclopedic Handbook of Emulsion Technology, New York 2001, Chapter 20, PP 455-495
- John Staub, The Growth of U.S. Natural Gas: An Uncertain Outlook for U.S. and World Supply. 2015 EIA Energy Conference, June 15, 2015, Washington, D.C.
- John Unsworth et al (RPS Energy), GTLs-is There an Elephant in the Room? February 2014, rpsgroup.com/downstream.
- Juan Carlos Boue, " The Market For Heavy Sour Crude Oil in the US Gulf Coast". Oxford Institute for Energy Studies, January, 2002
- Julie Styles, Liquid Fuel From Coal, Parliament of Australia, 19 December, 2008.
- Kang WU, Energy Economy in China: Policy Imperatives, Market Dynamics and Regional Developments, Published by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 2013.
- Kentaka Arugas, The US Gas Revolution and its Effects on International Gas Markets, 28 May 2013, MPRA Paper No. 49545, <http://mpr.ub.uni-muenchen.de/49545>.
- Ladka Bauerova, Russia was Right: Shale in Europe Has Proved a Dud, Bloomberg News, May 12, 2015.

- Laura Raus, Vast Amounts of Oil Hiden in Egypt’s Kerogen Rock, Unconventional, March 2014, Issue 87, Justindargin.com/uploads/5/1/5/3/5153441/oilshale.pdf
- Leonardo Maugeri, Oil The Next Revolution, paper published by Belfer Centre for Science and International Affairs at Harvard Kennedy School, June 2012.
- Loren K. Beard, Future Fuels: Issues and Opportunities, 2005 DEER Conference Chicago, 1L, August 23, 2005.
- Lozano M.J.R.. The United States Experience as The Case of Mexico. Energy Policy 2013: (62): 70-78.
- Mamdouh G. Salameh, Impact of U.S. Shale Oil Revolution on the Global Oil Market, the Price of Oil, International Association for Energy Economies, Third Quarter 2013.
- Manuel Quinones, Coal-to-Liquids Prospects Dim, But Boosters Wan’t Say Die, May 17, 2013 Eand E Publishing, LLC, eenews.net/stories/1059981383.
- Marianna Parraga (Reuters), For How Long Will Venezuela Import Crude Oil? October 27, 2014.
- Marruffo (and others), “Orimulsion: A Clean and Abundant Energy Source”, 17th World Energy Congress, Houston-Texas, September, 1998.
- Martin Quinlan, Chevron’s Gas to Liquids Starts Flowing in Nigeria, Petroleum Economist, August 28, 2014.
- Matt Ferchen, Crude Complications: Venezuela China and the United States, Carnegie-Tsinghua Center For Global Policy, October 23, 2014. <http://carnegietsinghua.org/2014/10/23/crude-complications-venezuela-china-and-unitedstates/bsk9>
- Maximilian Kuhn and Frank Umbach, The Geoeconomic and Geopolitical Implications of Unconventional Gas in Europe, August 8, 2011, [http://www.ensec.org/index.php?view=articleandcatid-118%3Acontentandid=320%3Athe ...](http://www.ensec.org/index.php?view=articleandcatid-118%3Acontentandid=320%3Athe...)

- Medlock K. Barry III, Shale Gas, Emerging Fundamentals and Geopolitics, Paper Presented at the Curtin Institute of Minerals and Energy Seminar Series, Perth, Australia, June 14, 2012.
- Middle East Economic Survey (MEES), Various Issues.
- Michael E. Webber, Coal-to-Liquids: Can Fuel Made From Coal Replace Gasoline? Earth Magazine. April 8, 2009, earthmagazine.org/article/coal-liquids-can-fuel-made-from-coal...
- Mikael Hook and Kjell Aleklett, A Review on Coal-to-Liquid Fuels and its Coal Consumption, International Journal of Energy Research, June 2009, www.interscience.wiley.com.DOI:10.1002/er.1596.
- Mikkal Herberger, Asia and US Unconventional Oil and Gas, The National Bureau of Asian Research (CSIS), October 15,2014.
- Nadja Kogdenko, Shale Gas in Europe: Replication of American Success or Concealed Illusion? www.energydelta.org/.../a59903b6-06f5-4lae-ad...
- Neil Buckley, Eastern European Shale Exploration on ICE as Boom Turns to Bust, Financial Times, October 28, 2015.
- New York Times, Various Issues.
- Nick Cunningham, No Shale Revolution For Europe, 13 October 2014, Oil Price.com.
- Oil and Gas Journal, Various Issues.
- Olga Glebova, Gas to Liquids: Historical Development and Future Prospects, NG 80, November 2013, The Oxford Institute for Energy Studies.
- OPEC, Annual Statistical Bulletin, Various Issues.
- OPEC, World Oil Outlook, Various Issues.
- Paul Stevens, The Shale Gas Revolution: Hype and Reality, A Chatham House Report, September 2010.
- Petroleum Economist / PE Unconventional, The Global Quest for Light Tight Oil, December 2012/ January 2013.

- Petroleum Economist, Various Issues.
- Petroleum Intelligence Weekly (PIW), Various Issues.
- Petroleum World, Weekly Review, August 20-27, 2006.
www.petroleumworld.com
- Pricewaterhouse Coopers (PWC) UK, Shale Oil: The Next Energy Revolution, February 2013, www.pwc.co.uk.
- Prithiraj Chungkam, The Unconventional and IHS, The IHS Inc. edited July 2011, <http://www.ihs.com/products/oil-gas-information/source-newsletter>.
- Robert A. Hofner III, The United States of Gas, Foreign Affairs, May/June 2014.
- Robert Skinner and Robert Arnott, “ Economic and Political Conditions for Energy Security”, An EU-GCC Dialogue for Energy Stability and Sustainability, Kuwait, April, 2005.
- Robert Skinner, “ Difficult Oil”, Oxford Energy Seminar, September, 2005.
- Sadalla Alfathi, Algeria Does Well to Show Less Haste on Shale, Gulf News, March 17, 2015.
- Shale Gas International Magazine, Global Overview of Shale Gas Exploration and Production, Autumn/Fall 2015.
- Shale Gas International, China: Good News for Tight Oil, But Bad News for Shale Gas, 1st June 2015.
- Shop.theoilandgasyear.com/existing-end-planned-gtl-plants-worldwide-qatar.2015.
- Slatt R.M.. Important Geological Properties of Unconventional Resource Shales. Central European Journal of Geoscience, 2011: 3(4):345-448.
- Sri Jegarajah, Why Venezuela’s World-Bearing Oil Reserves Are Irrelevant, CNBC Asia Pacific, 14, June 2012, ETCNBC.com

- Suhail Diaz et al, Analysis of the Orinoco Oil Belt Development Through a Dynamic Simulation Model, Society of Petroleum Engineers, Peru, 2010, SPE-138632 – MS.
- T.H: Fleisch et al, Emergence of the Gas-to-Liquids Industry: a Review of Global GTL Developments, Journal of Natural Gas Chemistry 11 (2002) 1-14.
- Tar Sand World, Jordan, <http://www.tarsandworld.com/jordan>
- The American Interest, Russia Waking Up to the Shale Realities, October 6, 2013. <http://www.the-american-interest.com/2013/10/06/Russia-waking-up-to-shale...>
- The Arab Weekly, Chinese Finance Jordan's First Oil Shale Power Plant, 2015/10/02, Issue 25-p:18.
- The Barrel Blog, The Barrel, At the Wellhead: Venezuelas' Upgraders Are Maxed Out to Handle its Heavy Oil, November 25, 2013.
- The Christian Science Monitor, June 21, 2014.
- The Economist, Mad and Messy Regulations, July 10, 2013.
- The Hague Centre for Strategic Studies and TNO, The Geopolitics of Shale Gas, 2014, Paper No. 2014*17, ISBN/EAN:978-94-91040-89-4.
- The Oil and Gas Year LTD (TOGY), Existing and Planned GTL Plants Worldwide, 2015.
- The Oil Drum, Tech Talk-Past, Present and Future Venezuelan Oil Production, January 16, 2011, theoil drum.com
- The Orinoco Oil Belt-Update, <https://www.boell.de/sites/./10/venezuela-orinoco.pdf>.
- The Regional Center for Strategic Studies (RCSS), Cairo, Shale Oil and the Middle East, 29/3/2015. <http://www.rcssmideast.org/en/Article/213/shale-oil-and-the-middle-East>.
- The Salt Lake Tribune, August 26, 2006. <http://www.sltrib.com>.

- Thomas A. Watters et al, Rating Direct, Game Changer: How Shale is Transforming Global Energy.. And Affect Industries and Ratings, Standard and Poor's Financial Services, 7 Jan, 2014. 1236927/301674531, www.STANDARDANDPOORS.COM/RATINGSDIRECT.
- Thomas Spencer et al, Unconventional Wisdom: An Economic Analysis of US Shale Gas and Implications for the EU, 2014. IDDRI Study no. 02/14 February 2014, www.iddri.org.
- Tim Boersma et al, Shale Gas in Algeria: No Quick Fix, Energy Security and Climate Initiative-Brookings, November 2015, Policy Brief 15-01.
- Tim Maverick The "Always Fuel" of the Future: Kerogen, June 17, 2015, The Wall Street Daily, <http://www.wallstreetdaily.com>
- Tim Olsen, Working with Tight Oil, Chemical Engineering Progress (CEP), April 2015, American Institute of Chemical Engineers (AIChE).
- Tomislav Kurevija et al, Global Prospects of Synthetic Diesel Fuel Produced From Hydrocarbon Resources in Oil and Gas Exporting Countries, Rudarsko-geolosko-naftini zbornik, Vol.19, 79-86, Zagreb 2007.
- Trent Jacobs, Gas-to-Liquids Comes of Age in a World Full of Gas, JPT, August 2013.
- US Geological Survey (USGS), Geology and Resources of Some Oil-Shale Deposits, 2006, Scientific Investigation Report 2005 – 5294.
- V.T. Khryukin et al, Development of Coalbed Methane in Russia: First Results and Prospects, 25th World Gas Conference, Kuala Lumpur, 2012.
- World Energy Council, Survey of Energy Resources, Various Issues.
- World Oil, Various Issues.
- Xinhua Ma et al, Unconventional Gas in China, World Petroleum Council Guide: Unconventional Gas, World Petroleum Council, 2012. www.world-petroleum.org.
- Zhongmin Wang and Alan Krupnick, A Retrospective Review of Shale Gas Development in the United States: What led to the Boom? April 2013, REF DP 13 – 12, RESOURCES FOR THE FUTURE.
- Zuzanna Nowak and Sonia Boczek, Will Equals Way: Unconventional Gas in Russia, The Polish Institute of International Affairs (PISM), BULLETIN No.61(793) 17 June 2015.
- 2b Ist Consulting, Unconventional Oil and Gas, 11 September 2012, <http://www.2b1stconsulting.com/unconventional-oil-and-gas>.

البحث الثاني

تطوير مصادر زيت السجيل عربيا وعالميا

الجزء الثاني

تركي الحمش *



الفصل الرابع

بعض التحديات التي تقف في وجه تطوير صناعة زيت السجيل

مثل أي صناعة أخرى في العالم، توجد العديد من التحديات التي تقف كحجر عثرة أمام تطوير صناعة السجيل الزيتي في العالم، سواء أكانت عوائق تقنية أو اقتصادية أو بيئية أو حتى جيوسياسية. فعلى سبيل المثال ورغم حجم الاحتياطي الروسي الكبير الذي يتركز في Bazhenov غربي سيبيريا، لا بد من النظر إلى أن السجيل في هذه المنظومة يمتد على مساحة تقارب 4.1 مليون كم مربع⁴⁶، مما يعني ضرورة حفر عدد كبير جداً من الآبار لاستثمار زيت السجيل منها بشكل اقتصادي، وفي هذا المقام قدر بعض المحللين في منتصف عام 2012 أن روسيا تحتاج لاستخدام حوالي 300 حفارة في المنظومة حتى تنتج منها 1 مليون ب/ي في عام 2020، أخذين بعين الاعتبار التغيرات الكبيرة في درجة الحرارة وخاصة في فصل الصيف عندما تذوب الثلوج وتصبح الأرض موحلة مما يجعل عملية الحفر و التنقل في غاية الصعوبة⁴⁷.

أما معهد أكسفورد لدراسات الطاقة فقدّر من خلال دراسة قام بها الباحث James Henderson أن روسيا بحاجة لاستثمار 1.5 مليار دولار سنوياً لتطوير منظومة زيت السجيل المذكورة⁴⁸. وقد أعلنت الحكومة الروسية في عام 2013 عن تخفيض ضريبي لتشجيع الاستثمار في المصادر غير التقليدية، لكن ذلك قد لا يكون كافياً، فهناك بعض الأمور الأساسية المرتبطة بتشكيكة Bazhenov، ذلك أنها تعتبر الصخر المولد لمعظم النفط التقليدي الذي ينتج من غرب سيبيريا والذي يقدر بنحو 6.5 مليون ب/ي، وبالتالي سيكون من الصعب التمييز بين زيت السجيل وبين النفط التقليدي المنتج، مما سيجعل من الصعب تحديد الكميات التي ستخضع للتخفيض الضريبي، خاصة وأن إعلان الحكومة الروسية لم يذكر زيت السجيل صراحة بل أشار إلى أن التخفيض الضريبي سيكون على النفط الذي يصعب استخلاصه^(*)، وهذا ما قد يؤدي إلى مشاكل مالية وضريبية مع بعض الشركات فليس كل النفط صعب الاستخلاص هو زيت سجيل. وأشارت دراسة معهد أكسفورد لدراسات الطاقة إلى أن بعض الاقتراحات التي طرحت للحد من هذه المشكلة تمثلت في وضع معدات اختبار على كل بئر منتج، لكن من الواضح أن هذا الاقتراح وإن بدا موضوعياً إلا أنه سيزيد من تكلفة إنتاج برميل زيت السجيل، حيث قُدر أن تكلفة البئر الواحد ستتراوح بين 8-10 مليون دولار، وسوف تبلغ التكلفة الرأسمالية والتشغيلية نحو 45 دولار/البرميل. وهذا الرقم وإن كان متماشياً إجمالاً مع تكلفة برميل زيت السجيل في باقي أنحاء العالم، إلا أن الضرائب الروسية المرتفعة على تصدير النفط ستجعل من الصعب على المستثمرين بلوغ نقطة تغطية التكاليف.

لكن هذا لم يمنع شركة Shell من التعاون مع Gazprom Neft لإطلاق برنامج حفر في مطلع عام 2014 يتضمن حفر خمسة آبار أفقية خلال سنتين لتقييم الاحتمالات الهيدروكربونية في المنظومة، وقد أعلنت Gazprom Neft في أواخر شهر نيسان/أبريل 2014 عن نجاحها في إنتاج زيت السجيل⁴⁹ من بئر في حقل Krasnoleninskoye، وبمعدل إنتاج أولي يقارب 300 ب/ي.

كما قررت شركة Exxon Mobil في نفس العام استثمار 300 مليون دولار لإطلاق برنامج حفر تجريبي⁵⁰ في المنظومة بالتعاون مع شركة Rosneft. أي أن هذه المنظومة عملياً اجتذبت كبار اللاعبين في الصناعة البترولية.

التشقيق الهيدروليكي

هو إحداث شقوق وتصدعات في الصخر باستخدام ضغط السوائل، وتعتمد التقنية إجمالاً على استخدام الماء الممزوج بالرمل أو ببعض المواد الكيميائية الأخرى، ثم يحقن المزيج تحت

* Hard-to-recover-oil

ضغط مرتفع ضمن البئر يتم احتسابه مع مراعاة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للصخور ودرجة تحمل جذع البئر للضغط، وبعد أن تحدث عملية التشقيق، يجري تخفيف الضغط في البئر واسترجاع كمية من سائل التشقيق تصل عادة إلى نحو 30% من الكمية المحقونة، بينما تبقى حبات الرمل ضمن الشقوق مانعة إياها من الانغلاق ومكونة بالتالي مسارات جديدة تسمح بمرور الزيت أو الغاز نحو البئر.

رغم أن التشقيق الهيدروليكي Hydraulic Fracturing أو كما اصطلح عليه Fracking هو مرحلة أساسية من عملية تطوير تشكيلات السجيل، إلا أنه يشكل تحدياً بحد ذاته بسبب العديد من الاعتبارات، وبالنسبة لمعظم مناطق الولايات المتحدة الأمريكية، يعتبر البعض أن كميات المياه المستخدمة في برامج التشقيق الهيدروليكي صغيرة مقارنة بباقي الصناعات، لكن عمليات الحفر والإكمال المخططة في المستقبل القريب والبعيد تواجه شبح نقص مصادر المياه من جهة، وياتت متأثر بالتوجه الاجتماعي العام نحو الحفاظ على المصادر المائية من جهة أخرى. وتواجه الشركات البترولية العاملة في مجال السجيل الزيتي تحدياً يتمثل في الموازنة بين المخاطر التشغيلية الناجمة عن نقص مصادر المياه أو التوقف الطارئ للتزويد بالمياه، مع المخاطر التقنية المتعلقة ببرامج إعادة استخدام المياه، وما ينتج من ذلك من آثار على كفاءة البئر.

وتعتبر تفاصيل التصميم التقنية مفتاحاً أساسياً لعملية الموازنة هذه، حيث تتضمن من جملة ما تتضمنه نظام التشقيق الهيدروليكي والخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه المستخدمة. وقد تغيرت النظرة إلى العلاقة بين نوعية المياه وبين نظم التشقيق الهيدروليكي خلال السنوات الأخيرة مع وجود حوافز اقتصادية كبيرة لإعادة استخدام المياه الحقلية، وتتطور هذه الحوافز بالترافق مع تطور نظم الموائع المستخدمة في التشقيق. وقد بينت بعض التحليل التي قامت بها IHS عام 2011 أن تغيير برنامج الحفر والإكمال في إحدى الشركات وما رافقه من تغيرات في إدارة كميات المياه اللازمة للعمل تسبب في خسارة الشركة لمبلغ 750 مليون دولار، كما بيت الدراسة أن حوالي 60 إلى 70 بئراً شهدت خسائر بلغت في المتوسط نحو 12 مليون دولار للسبب نفسه المتعلق بموضع المياه⁵¹.

وعملية التشقيق الهيدروليكي ليست على الدوام عملية مباشرة سهلة، كما ترتبط كلفتها المرتفعة بعدد مراحل التشقيق المطلوبة، فعلى سبيل المثال استخدمت شركة Halliburton في عام 2013 تقنية جديدة للتشقيق الهيدروليكي تم تطويرها بالتعاون مع شركة Chevron، دعيت باسم: نظام تشقيق وحقق لعدة نطاقات في شوط واحد ESTMZ^(*)، صممت هذه

* Enhanced Single-Trip Multizone FracPac System

التقنية للاستخدام في المياه العميقة والعميقة جداً، وهي تسمح بحقن حجوم كبيرة من السوائل وموانع الانغلاق بسرعة كبيرة، وقد استخدمتها Halliburton لتحفيز ثلاثة آبار عبر حقن 45 برميل من سائل التشقيق المثقل في الدقيقة الواحدة إضافة إلى 181 طناً من موانع الانغلاق، لكن ذلك تطلب استخدام مضخات باستطاعة 10 آلاف حصان ضمن خمسة نطاقات مما جعل كمية موانع الانغلاق المحقونة تزيد عن 900 طن خلال شوط واحد من العمل⁵².

ومن الأمثلة الأخرى على الجهود اللازمة للتشقيق الهيدروليكي ما أنجزته شركة Schlumberger بقيامها بما اعتبر أكبر عملية تشقيق من نوعها في أوروبا، حيث تمت العملية على تسعة مراحل في أحد الآبار التابعة لشركة JXX Oil & Gas PLC الأوكرانية في مدينة Poltava. حفر البئر إلى عمق مُقاس^(*) بلغ 4641 م ضمن مكمن من الصخور الرملية العائدة للحقب البيرمي، ثم حفر منه جذع جانبي بطول 1000 م عند العمق الحقيقي 3650 م. وجرى حقن 1200 طن من المواد المانعة للانغلاق، إضافة إلى 35 ألف برميل من سائل التشقيق أي ما يزيد عن 5.5 مليون لتر. ورغم أن المكمن من الصخور الرملية لكن الأرقام تدل على حجم العمليات التي يتم إجراؤها على مكامن السجيل⁵³.

إلا أن الآثار المحتملة الناتجة عن التشقيق الهيدروليكي أثارت الكثير من المخاوف لدى الرأي العام وخاصة في الولايات المتحدة، وهذا ما كان له تأثير مباشر على عمليات تطوير بعض الحقول ففي ولاية Los Angeles مثلاً أقر مجلس مدينة Carson في منتصف شهر آذار/مارس 2014 وبالإجماع تعليق أعمال حفر آبار جديدة للزيت والغاز لمدة 45 يوماً مع احتمال الموافقة على تعليق تلك الأعمال لمدة تصل إلى سنة كاملة وذلك بسبب مخاوف من آثار التشقيق الهيدروليكي، حيث ذكر المجلس في تبريره أن هناك العديد من الأسئلة التي لا توجد لها إجابات شافية في هذا المجال، مما يجعل أي فائدة اقتصادية مهما عظمت، أقل من أن يغامر في سبيلها⁵⁴.

التحديات الاقتصادية والقانونية

يمكن للمشاكل المالية التي تعانيها بعض الشركات العاملة في مجال زيت السجيل في الولايات المتحدة الأمريكية أن تقف حجر عثرة في طريق نمو معدل الإنتاج كما يراه الكثيرون، ولكن عودة الصناعة للتوجه نحو منظومات المصادر غير التقليدية ذات الآمال والاحتمالات الأكبر أو المناطق التي يمكن تسميتها بالمناطق "المستدامة تجارياً" يمكن له أن يطيل من أمد هذا النمو.

* العمق الحقيقي TVD هو المسافة العمودية بين سطح الأرض وقاع البئر، أما العمق المقاس MD فهو طول جذع البئر الذي يتضمن عملياً الانحناءات أو الميلان ويكون أكبر من العمق الحقيقي.

والواقع أن "ثورة زيت وغاز السجيل" في الولايات المتحدة أوجدت خلال بضع سنوات فقط تحديات وفرص جديدة هامة، فمنذ عام 2006، استجاب إنتاج النفط والغاز في الولايات المتحدة بقوة لارتفاع الأسعار والابتكارات التكنولوجية، مما جعل الإنتاج الإجمالي يلامس مستويات مرتفعة مدفوعاً بالنشاطات التي ارتبطت بمنظومات السجيل العملاقة في البلاد، وهذا ما سمح للولايات المتحدة بإضافة أكثر من مليوني برميل إلى معدل إنتاجها اليومي ما بين عامي 2009 و2013، كما أضافت أكثر من 100 مليار متر مكعب إلى إنتاجها السنوي بين عامي 2008 و2012.⁵⁵

لكن من الهام النظر إلى أن نمو الإنتاج بل وظهور هذه الصناعة عموماً، هي نتائج ترتبط بعدة عوامل، من أهمها:

1. ارتفاع أسعار النفط العالمية، فمع حقيقة أن نقطة تغطية تكاليف إنتاج البرميل الواحد من زيت السجيل تتراوح بين 60-80 دولاراً، يصعب تخيل أن تكاليف هذه الاستثمارات بالنجاح في مكان آخر، أو في حال هبوط أسعار النفط إلى ما دون نقطة تغطية التكاليف^(*).
2. حفر أعداد كبيرة من الآبار وارتباط ذلك بالتقدم التقني في تقنيات الحفر الأفقي والتشقيق الهيدروليكي، وذلك للتعويض عن معدل الإنتاج المنخفض نسبياً من الآبار، فمعدل إنتاج البئر الواحد من منظومة Bakken لم يتجاوز 140 ب/ي في عام 2012، وكان حوالي 130 ب/ي في عام 2013. كما أن تراجع معدل الإنتاج الأولي من الآبار بشكل سريع يعتبر صفة واضحة في آبار زيت السجيل.
3. تتمتع الولايات المتحدة بسوق رأسمالي وائتماني ضخم يضمن تقديم التسهيلات أو القروض المالية للشركات المستثمرة، خاصة مع وجود تراكم كبير من الخبرات في مجال الصناعة البترولية سواء بالنسبة للشركات المستثمرة أو بالنسبة للمصادر المالية.
4. التغير الذي شاب بيئات العمل العالمية وارتباطها في بعض المناحي بالمخاطر السياسية التي شهدتها عدة دول في العالم.

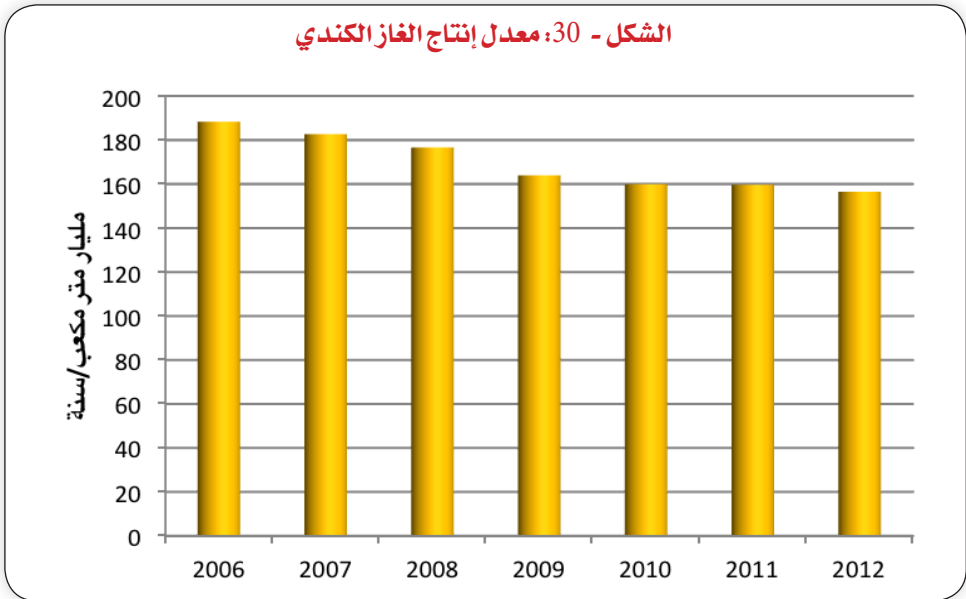
يضاف إلى ذلك توفر مصادر المياه، وطبيعة ملكية الثروات المعدنية في البلاد حسب القانون، ووجود الخبرات الكبيرة ووفرة رؤوس الأموال، ووجود الرغبة في الاستثمار ضمن هذا المجال، فقد ارتفعت النفقات الرأسمالية المرتبطة بمنظومات السجيل بشكل هائل من نحو 5 مليار دولار عام 2006، إلى أكثر من 80 مليار دولار في عام 2013. كما تم إبرام صفقات اندماج واستحواذ^(**) أكثر وإنشاء شركات مشتركة بقيمة زادت عن 200 مليار دولار⁵⁶.

* Break Even Point.

** Mergers & Acquisitions

ورغم أن الصورة خارج الولايات المتحدة تختلف كثيراً، لكن العديد من الدول تبدي اهتماماً متزايداً بالاستثمار في منظومات السجيل، فكندا على سبيل المثال بدأت تنظر إلى الأمر ببعض الاهتمام في مجال غاز السجيل، وربما يكون من مبررات ذلك تراجع إنتاج الغاز الكندي منذ عام 2006 وحتى نهاية عام 2012 بحوالي 32 مليار متر مكعب⁵⁷ كما هو مبين في الشكل (30).

ويمكن النظر أيضاً إلى كولومبيا التي اهتمت بدورها بمنظومات السجيل، ومنذ منتصف عام 2013 بدأ ائتلاف مكون من شركتي Canacol Energy ، و ConocoPhillips بحفر البئر الاستكشافي Oso Pardo-1 لاختبار إمكانية وجود النفط في تشكيلة تقليدية من الصخور الرملية من العصر الثالثي، إضافة لاختبار مكامن أخرى أعمق مكونة من الغضار المتشقق والكربونات من العصر الكريتاسي، وذلك على بعد 12 كم إلى الغرب من بئر Mono Arana-1 الذي تم اكتشاف النفط التقليدي فيه في نفس التشكيلات التي يستهدفها البئر الجديد⁵⁸.



المصدر: بيانات أوابك، 2014

ومن الأمثلة الأخرى تزايد اهتمام الأرجنتين بمجال زيت السجيل، فمع نهاية الربع الأول من عام 2014، وقعت شركة النفط الأرجنتينية YPF أكبر شركة منتجة لزيت السجيل في الأرجنتين على عقدين بقيمة 1.2 مليار دولار لاستئجار 15 حفارة تضاف إلى أسطولها الحالي

البالغ 65 حفارة. يمتد العقدان لمدة خمس سنوات مع خيار التمديد لثلاث سنوات إضافية. وتأتي هذه الخطوة على طرق خطط الشركة لاستثمار 37 مليار دولار حتى عام 2018 لتطوير تشكيلة سجيل Vaca Muerta التي يقدر احتياطي زيت السجيل فيها بنحو 27 مليار برميل، مما يضعها في مصاف أكبر توضعات زيت السجيل في العالم. يذكر أن YPF بالشراكة مع شركة Chevron تعمل على تطوير منطقة Loma Campana حيث تستخدم 19 حفارة تنتج من التشكيلة المذكورة، وهي منطقة تحتوي على 130 بئراً تنتج مجتمعة حوالي 20 ألف برميل مكافئ نفط في اليوم⁵⁹، وقد وقعت Chevron Argentina في أواخر عام 2013 على اتفاقية مع مؤسسة متفرعة عن شركة YPF لتطوير مصادر زيت وغاز السجيل في منظومة Vaca Muerta ضمن حوض Neuquén، وتضمن البرنامج الزمني الأولي حفر 100 بئر في منطقة مساحتها 20 كم مربع، بينما تبلغ المساحة الكلية للمنطقة المتفق بشأنها حوالي 388 كم مربع⁶⁰. وقد وافقت Chevron على استثمارات أولية للمشروع بلغت بحوالي 1.24 مليار دولار، ويمكن أن تصل لاحقاً إلى 15 مليار دولار، لكن إحدى النقاط التي يراها بعض المحللين كعقبة أمام هذا المشروع تتمثل في أن كلفة إنتاج زيت السجيل من المنظومة المذكورة ستزيد عن 100 دولار/البرميل، وربما تنخفض بمقدار 25% لاحقاً لتستقر عند 75 دولار/البرميل⁶¹.

وكانت شركة Americas Petrogas قد حققت في شهر آذار/مارس 2014 اكتشافاً للنفط ضمن تشكيلة من السجيل عبر بئر استكشافي عمودي حفر في القاطع Los Toldos II ضمن حوض Neuquén. وقد أنتج البئر عند وضعه على الاختبار لمدة 20 يوماً بمعدل 216 برميل مكافئ نفط في اليوم مع 460 ب/ي من الماء. وبعد إيقاف البئر لمدة 32 يوماً في انتظار ارتفاع الضغط وتركيب معدات الإنتاج الرئيسية، أعيد اختبار البئر لمدة 24 يوماً، فأنتج 172 ب/ي من الماء، و163 برميل مكافئ نفط في اليوم⁶².

بدورها، ومع تزايد اهتمامها بمصادرها المحتملة من الغاز الكتيم وغاز السجيل، دعت أستراليا في منتصف عام 2013 الشركات المهتمة لتقديم عروض استكشافية لستة قواطع في المغمورة وعلى اليابسة غربي البلاد، تزيد مساحتها مجتمعة عن 21 ألف كم مربع⁶³. ومن ضمن هذه القواطع منطقة L13-3 التي تقع في حوض Perth جنوب غربي البلاد والذي يعبره خط أنابيب لنقل النفط والغاز، ويعتبر هذا الحوض مصدراً محتملاً لغاز السجيل والغاز الكتيم في المنطقة الغربية حيث تشير بعض التقديرات الحكومية إلى احتمال وجود 8.5 تريليون متر مكعب من غاز السجيل والغاز الكتيم فيه، منها 2 تريليون متر مكعب في القسم الشمالي من الحوض، إضافة إلى احتمال وجود 8.4 تريليون متر مكعب في حوض Cannin شمال غربي أستراليا.

وتزامن ذلك مع صدور تقرير عن المجلس الأسترالي العلمي الأكاديمي (ACOLA) ذكر أن احتياطي البلاد غير المستغل من غاز السجيل يقارب 28.3 تريليون متر مكعب، لكن التقرير أكد في الوقت ذاته على عدة نقاط أخرى لا بد من أخذها بالحسبان، ومنها:

1. استغلال تلك المصادر يحتاج إلى نواظم وتشريعات بيئية جديدة تأخذ بعين الاعتبار كميات المياه اللازمة للعمل وتأثير التشقيق الهيدروليكي المحتمل على البيئة وعلى المياه الجوفية.
2. لا بد من إيجاد طريقة لتخفيض التكاليف، حيث بين التقرير أن استكشاف توضعات هذا النوع من الغاز في البلاد غير مجدٍ اقتصادياً في معظم الحالات.
3. سوف يساهم استغلال مصادر السجيل في انبعاث كميات كبيرة من الكربون إلى الجو تفوق تلك المنبعثة عن مصادر الغاز الطبيعي.
4. تكاليف البنى التحتية في أستراليا سوف تكون ضعف نظيرتها في الولايات المتحدة وتحتاج إلى ارتفاع أسعار الغاز لكي تكون مجدية اقتصادياً.

ورغم هذه النقاط، فإن التقرير يتوقع أن تقوم شركات النفط والغاز باستثمار 500 مليون دولار في عمليات استغلال غاز السجيل في أستراليا خلال عامي 2014-2015، بينما بدأت إحدى الشركات عملياً (شركة Santos) بحفر أول بئر لهذه الغاية في منطقة Queensland⁶⁴.

لكن هناك ملاحظة في غاية الأهمية فيما يخص أستراليا، بل وربما فيما يخص العديد من دول العالم أيضاً، وهي أن الإعلام يساهم في نشر صورة بعيدة جداً عن الواقع سواء بسبب نقص الخبرة (البتروولية) لدى العاملين في المجال الصحفي، أو ربما لأسباب تجارية بحثة تساهم في الترويج لشركة معينة مما يدعم أسعار أسهمها في أسواق المال. وتتجلى هذه الملاحظة على سبيل المثال في أن شركة Linc Energy الأسترالية جذبت الأضواء في مطلع عام 2013 عندما أعلنت أن بيت خبرة مستقل قدر المصادر التي تمتلكها في حوض Arckaringa بما يتراوح بين 103-233 مليار برميل مكافئ نפט وذلك ضمن تشكيلات تشابه بنويواً التشكيلات المنتجة لزيت السجيل في الولايات المتحدة الأمريكية⁶⁵.

لكن العديد من وسائل الإعلام التي نقلت الخبر تفاضت عن الكثير من التفاصيل الفنية التي ذكرتها الشركة على موقعها الرسمي، ومنها أن تلك التقديرات اعتمدت على تحاليل عينات الصخور من بئرين فقط، وأن التقديرات أشارت إلى مصادر منظورة ولم تشر إلى مصادر مؤكدة أو احتياطيات، ومنها أيضاً أن الشركة نفسها أشارت إلى مصدر آخر مختلف وضع تقدير تلك المصادر المنظورة القابلة للإنتاج عند حدود 3.5 مليار برميل مكافئ نפט منها 49% من الغاز.

إلا أن وسائل الإعلام تمسكت بالعناوين التي يمكن أن تجذب انتباه القراء، فكانت العديد من المقالات تتحدث عن أن أستراليا هي (السعودية القادمة) في منطقة آسيا والمحيط الهادئ^(*). وقد ساهم التركيز الإعلامي في رفع أسعار أسهم الشركة من 1.25 دولار/السهم في كانون الثاني/يناير عام 2013، إلى 2.85 دولار/السهم في آذار/مارس من نفس العام⁶⁶.

أما في بريطانيا، فقد أقرت جميع أحزاب الحكومة البريطانية تقريراً بين أن حجم الاحتياطي المأمول في أحد عشر منطقة في شمال بريطانيا يبلغ قرابة 40 تريليون متر مكعب من غاز السجيل، وذلك استناداً إلى دراسة مستقلة قامت بها المساحة الجيولوجية البريطانية^(**). وبالتماشي مع ذلك، أعلنت الحكومة عن حزمة من الإصلاحات التي تهدف لتسريع استثمار غاز السجيل، تتضمن التشاور حول الحوافز الضريبية وتغييراً في نظام التخطيط.

كما أماطت الصناعة البترولية النقاب عن حزمة متكاملة من الفوائد المجتمعية قدمتها بعض الشركات التي تريد أن تضمن لنفسها موطئ قدم قبل التقدم بأي طلب للحصول على أي ترخيص، وتتضمن حزمة الفوائد تقديم 100 ألف جنيه إسترليني (أكثر من 130 ألف دولار) للقائنين قريباً من موقع كل بئر استكشافي، إضافة إلى 1% من عوائد كل موقع إنتاج. بينما ساهمت الجهات الوصية على حماية البيئة بنشر النواظم المتعلقة بإنتاج غاز السجيل على اليابسة إضافة إلى نشر بعض التعليمات الفنية حول تتبع الشؤون البيئية أثناء العمل⁶⁷.

أما الدانمرك، وفي أول تقدير لها لاحتياطيات غاز السجيل، فقد ذكرت جمعية المسح الجيولوجي الأمريكية أن تشكيلة Alum تحتوي على أكثر من 195 مليار متر مكعب من الاحتياطيات غير المكتشفة والقابلة للإنتاج فنياً. تعتبر التشكيلة المذكورة جزءاً من حوض البلطيق وتتكون من وحدتين تتوزعان على اليابسة وفي المغمورة، حيث قدر حجم الغاز في الوحدة الموجودة على اليابسة بأكثر من 125 مليار متر مكعب، بينما قدر حجم الغاز في الوحدة الموجودة في المغمورة بحوالي 70 مليار متر مكعب. وكانت تقديرات حجم الاحتياطي سابقاً قد تراوحت بين 0-376.7 مليار متر مكعب من الغاز، ويعكس هذا الفرق الكبير عوامل عدم الدقة الجيولوجية بسبب عدم اختبار هذه المصادر فيما سبق. كما أن الجيولوجيا المعقدة للمنطقة من عمليات انطمار ونهوض وحت وتعرية ربما كانت وراء ضياع كميات من الغاز مما ساهم في وجود هامش كبير لعدم الدقة. ويشير تاريخ انطمار هذه التشكيلة في معظم مناطق الدانمرك إلى أن درجة الحرارة كانت متوافقة مع الحرارة اللازمة لتشكيل النفط، إلا أن عمليات تسخين لاحقة

* من الأمثلة على ذلك:

“The Next Saudi Arabia”: An Australia Desert Town of 3,500, <http://www.mintpressnews.com/katie-report-australia-oil-shale-reserves/171401/>

** British Geological Survey (BGS).

أدت إلى تحول النفط إلى غاز، مما يعني أنه من غير المحتمل وجود زيت صخري في التشكيلة المذكورة.⁶⁸

وفي كولومبيا أعلنت شركة Petrel Energy عن خطط لاختبار وجود النفط والغاز في منطقة تزيد مساحتها عن 14 ألف كم مربع في حوض Norte، وذلك ضمن برنامج بدأ في شهر آب/ أغسطس 2013، وتضمن حفر بئرين يبلغ عمق الأول (Piedra Sola) 1330 م والثاني (Salto) 700 م. حيث شملت الخطة الوصول بعمليات الحفر إلى صخور غنية بالمواد العضوية مما سيسمح باختبار المعايير الحدية لتقييم الصخور المولدة والخازنة لمكان من نفس العمر تتوضع في منظومة مشابهة لتلك الموجودة في منظومة Bakken في الولايات المتحدة.⁶⁹

وفي الهند، جرى اعتماد سياسة خاصة بالمصادر غير التقليدية، حيث أقرت البلاد سياسة جديدة تسمح بمنح ترخيص للتقيب عن زيت السجيل وغاز السجيل للشركات العاملة في مناطق الامتياز الممنوحة للتقيب عن الهيدروكربونات التقليدية، حيث وافقت اللجنة الحكومية للشؤون الاقتصادية في الحكومة على الاقتراح الذي رفعت له وزارة النفط والغاز بهذا الخصوص، وتتضمن السياسة الجديدة السماح للشركات بالعمل خلال ثلاثة أطوار تقييمية يمتد كل منها لثلاث سنوات، على أن تبقى أتاوة الحكومة وباقي الضرائب كما هي بالنسبة للمصادر التقليدية.

وفي نفس المجال، تعتبر المكسيك من الدول التي بدأت بالعمل على إصلاح الأنظمة التي تحكم عمليات الاستثمار فيها، حيث أخذت الخطوة الأولى نحو فتح قطاع الطاقة فيها للاستثمارات الخاصة في محاولة لاستغلال مصادرها الهيدروكربونية غير التقليدية. وفي هذا المجال تم إجراء تعديلات دستورية في كانون الأول/ديسمبر 2013، للتخفيف من القيود المفروضة على الاستثمارات الأجنبية ولتعديل النظام الضريبي المتعلق بشركتها البترولية الحكومية Pemex، مما يفتح المجال أمام الاستثمارات الخارجية في خطوة تعتبر الأولى من نوعها منذ 75 عاماً⁷⁰، وهي خطوة على طريق تطوير منظومات السجيل فيها في محاولة لرفع معدل إنتاج البلاد إلى 3 مليون ب/ي⁷¹ في عام 2018. وكانت إدارة معلومات الطاقة الأمريكية قد وضعت المكسيك في المركز السادس من ناحية حجم مصادر غاز السجيل المتوقعة فيها والتي قدرت بنحو 15.4 تريليون متر مكعب، بينما وضعتها في المرتبة الثامنة عالمياً من ناحية حجم مصادر زيت السجيل القابلة للإنتاج فنياً، والتي قدرت بحوالي 13 مليار برميل. وتعتبر منظومة سجيل Eagle Ford أهم منطقة مأمولة في المكسيك، وهي تشكل امتداداً لنفس المنظومة الموجودة في ولاية تكساس الأمريكية، وتمتد نحو حوض Burgos في المكسيك.

وكانت شركة Pemex بحسب الأنظمة هي المسؤول الوحيد عن تطوير مصادر واحتياطيات النفط والغاز في المكسيك، وسبق لها أن حضرت أربعة آبار استكشافية لاختبار

منظومة السجيل، ومنها البئر 1-Emergente في أواخر عام 2010 على بعد بضعة كيلومترات من الحدود مع الولايات المتحدة، وبلغ العمق العمودي للبئر 2500 م، مع جذع أفقي بطول 2550 م، وقامت الشركة بتشقيق البئر على 17 مرحلة، فأنتج بمعدل أولي بلغ 78 ألف متر مكعب من الغاز، ونحو 27 ب/ي فقط من زيت السجيل، وقدرت تكاليف حفر البئر وتشقيقه بما يتراوح بين 20-25 مليون دولار. وتخطط Pemex لحفر 75 بئراً استكشافياً في منظومة السجيل ضمن حوض Burgos خلال عام 2015. **الشكل (31)** امتداد منظومة سجيل Eagle Ford من جنوب شرق ولاية تكساس إلى شمال شرق المكسيك⁷²، ومواقع الآبار الاستكشافية التي حفرتها Pemex.

الشكل - 31: مواقع الآبار الاستكشافية لمنظومة السجيل في المكسيك



المصدر: إدارة معلومات الطاقة الأمريكية، 2014

تأثير عدم تجانس الخواص

رغم وجود عدد كبير من التحديات الفنية التفصيلية لعملية الإنتاج، إلا أن عامل عدم تجانس الخواص Heterogeneity يعتبر من أهمها، لذلك تم إيراد بعض التفاصيل عنه هنا، حيث ينظر إلى تشكيلات السجيل الزيتي خلال تقدير مصادره وكأنها وحدات متجانسة، لكن تجربة الولايات المتحدة تبين أن تشكيلات السجيل الزيتي تتميز بتباين كبير في الخواص الفيزيائية والبتروولوجية من مكان لآخر على المستوى الأفقي، حتى أن عدم تماثل الخواص يظهر بوضوح ضمن مسافات لا تزيد عن 300 م أحياناً، وهذا ما يجعل الإنتاج المباشر للزيت من هذه التشكيلات عرضة لتغيرات يصعب التنبؤ بها.

وبالرغم من اعتماد تقنية الحفر الأفقي وإجراء عمليات التشقيق الهيدروليكي على عدة مراحل، إلا أن بعض الدراسات تؤكد أن هناك حالات بقيت فيها 50% من الشقوق المشكلة خارج آلية الإنتاج، فقد جرى في أحد الأبحاث⁷³ دراسة سجلات الإنتاج بشكل تفصيلي من 100 بئر أفقي، وتبين بوضوح من خلال تلك الدراسة وجود اختلافات كبيرة في فعالية الإنتاج من نقطة لأخرى لا يمكن تفسيرها إلا بعدم تماثل الخواص.

ولعل أحد أهم أسباب حفر جذع أفقي ضمن صخور السجيل الزيتي يتراوح طوله بين 1000-1500 م في آبار الولايات المتحدة يعود إلى محاولة ضمان الحصول على معدل إنتاج يجعل البئر اقتصادياً، وبسبب عدم تجانس الخواص ضمن مسافات متقاربة، فإن إنتاجية الآبار نفسها تكون مختلفة جداً.

يضاف إلى ذلك أن إنتاجية هذه التشكيلات تتباين مع العمق أيضاً، فالآبار المنتجة من أعلى تشكيلات Bakken أعلى إنتاجية من تلك التي حفرت إلى أسفل التشكيلة.

كما يؤدي عدم تجانس الخواص إلى وجود مناطق عبر التشكيلة تتميز بإنتاجية عالية (نسبياً)، وتسمى عادة النقاط الحلوة Sweet Spots، بينما توجد بالمقابل نقاط أخرى ذات إنتاجية منخفضة.

وعموماً، وبسبب تغير معدل الإنتاجية حتى بين الآبار المتجاورة، فمن غير الممكن أن تقدر إنتاجية التشكيلة من خلال اختبار بئر واحد، بل يمكن القول إنه من غير الممكن تقدير إنتاجية الآبار المتجاورة أيضاً.

هذه التعقيدات تظهر بشكل واضح خلال المراحل الاستكشافية، ذلك أن الشركات تحاول أن تقدر تكلفة حفر عدد كافٍ من الآبار، بهدف مقارنة التغيرات المحلية في الإنتاجية مع احتمال حفر العدد الكافي من الآبار دون الحصول على معدل إنتاج يكفي لجعل العملية برمتها

اقتصادية. وبطبيعة الحال قد تظهر حالات تكون فيها الخواص الجيوفيزيائية لعينات من صخور البئر سيئة جداً (نسبة مرتفعة من الطمي، مسامية منخفضة جداً، محتوى الكربون منخفض)، أو أن تكون نتائج اختبار البئر غير مشجعة على الإطلاق، مما يجعل الشركة تهجر تلك البقعة من التشكيلة، لكن ليس هناك ما يضمن أن الشركة تركت وراءها بقعة أخرى ذات إنتاجية مقبولة على بعد بضع عشرات من الأمتار.

يضاف إلى ذلك أن هناك تشكيلات يتوقع أنها تحتوي على أقسام تحمل الزيت وأقسام تحمل الغاز، وهنا يقود عدم تجانس الخواص إلى احتمال وجود منطقة انتقالية كبيرة ضمن صخور السجيل بين النطاق الذي يحمل الغاز فقط والنطاق الذي يحمل الزيت فقط، ومن الأمثلة على ذلك تشكيلة Eagle Ford، حيث تمتد المسافة بين النطاق الحامل للغاز فقط وبين النطاق الحامل بمعظمه للزيت إلى 30-50 كم، ومن الجلي أن أهمية تحديد المنطقة الانتقالية تبرز لسببين رئيسيين:

- عندما ينتج البئر مزيجاً من الزيت والغاز والمتكثفات، فهذا سيكون له تأثير كبير على مدى الجدوى الاقتصادية من البئر بسبب اختلاف أسعار مكونات المزيج من جهة، وبسبب خيارات نقل المنتج من جهة أخرى، فالسوائل يمكن نقلها بالصهاريج أو باستخدام القطارات أو الناقلات، بينما لا يكون الغاز ذو جدوى اقتصادية إلا عند نقله باستخدام خطوط الأنابيب، ذلك أن العديد من دول العالم تمتلك احتياطات كبيرة من الغاز الطبيعي تغطي حاجة الأسواق المحلية، وهنا يصبح من الصعب على الغاز المنتج من صخور السجيل أن ينافس في تلك الأسواق إلا بوجود خطوط أنابيب أو موانئ لتصدير الغاز الطبيعي المسال.
- يحتاج إنتاج الزيت من صخور السجيل الزيتي إلى وجود الغاز ضمن مسام الصخر بنسبة تشبع تتراوح بين 15-25%، وذلك حتى يساهم تمدد هذا الغاز في دفع الزيت نحو قاع البئر. وفي حال عدم توفر الغاز، يصبح إنتاج الزيت في غالب الأحيان صعباً جداً أو غير اقتصادي. لذلك توجه عمليات الحفر نحو المناطق الغنية بالمتكثفات من التشكيلة بدل التركيز على المناطق الأكثر غنى بالزيت.

علاوة على ذلك، يساهم عدم تجانس خواص تشكيلات السجيل في زيادة صعوبة البحث عن خيارات مختلفة لإكمال الآبار عند تحديد الخيار الأمثل للإنتاج والجدوى الاقتصادية منه. وبسبب احتمال اختلاف إنتاجية الآبار المجاورة، فليس من الواضح حتى اليوم فيما إذا كان لتغيير آلية الإكمال أي دور في التأثير على إنتاجية البئر.

ومن العوائق الهامة التي يواجهها عدم تجانس الخواص صعوبة تقدير المصادر الموجودة في تشكيلة ما، ذلك أن الشركات العاملة في هذا المجال تحاول تحديد المناطق الأكثر غنى بالاحتياطيات والإنتاج منها أولاً، أي أنها تركز جهودها الأولية في تلك المناطق مما يؤدي في كثير من الأحيان إلى استبعاد مساحات كبيرة من التشكيلة المنتجة، فحتى منتصف عام 2013، لم يتم إجراء اختبارات إنتاجية إلا على 1% فقط من تشكيلة Marcellus Shale، وبالتالي قد يبقى قسم كبير من التشكيلة خارج حدود الاختبار والتقييم ربما لعدة عقود⁷⁴.

لذلك تعتبر استراتيجية الإكمال والتشقيق الهيدروليكي من ضمن العناصر الرئيسية في تحديد الجدوى الاقتصادية لمكامن السجيل الزيتي، بل وللمكامن غير التقليدية عموماً مثل المكامن منخفضة النفاذية. وبالتالي تحتاج الخطة الهندسية في هذه المكامن إلى التركيز على الوصول إلى الوضع الأمثل لعمليات الإكمال والتحفيز. وهنا تظهر الحاجة الملحة لاستخدام الحواسيب الإلكترونية المتطورة للتغلب على:

1. تأثير عدم وجود نماذج تشقيق هيدروليكي يمكنها محاكاة تولد وامتداد الشقوق.
2. محدودية الطرق الفعالة التي يمكن توظيفها لإيجاد محاكاة دقيقة للإنتاج من المكامن غير متماثلة الخواص.
3. النقص في أتمتة بعض الخوارزميات التي تساهم في معالجة الشقوق.
4. قصور إمكانية مكاملة الخرائط الميكروسيزمية مع البيانات الجيولوجية والجيوفيزيائية.

تأثير الأوضاع الجيوسياسية

تتوالى التقديرات الصادرة عن وكالة الطاقة الدولية وغيرها بأن الولايات المتحدة الأمريكية ستجاوز المملكة العربية السعودية من حيث حجم إنتاج النفط، مما قد يغير (وفقاً للوكالة) من اتجاه ميزان الطاقة بين الشرق الأوسط والغرب، ويؤثر بالتالي على منظمة أوبك. وهنا يقفز بعض المحللين إلى استنتاجات يزعمون فيها أن ذلك سيؤدي إلى انخفاض أسعار النفط مما يعتبر حسب رأي البعض منهم فرصة لتغيير العلاقات الطاقية بين الدول المنتجة والدول المستهلكة. ويذهب آخرون إلى أن تنامي إنتاج زيت السجيل سيعيد صياغة العلاقات الجيوسياسية بين تلك الدول، وإن كان الأمر سيحتاج لفترة أطول مما هو متوقع، ذلك أن تغيير تلك العلاقات بشكل سريع - في حال حدوثه حسب قولهم - سيؤدي إلى اضطراب في أسواق النفط، وهذا ما تتخوف منه الشركات البترولية التي تستثمر مبالغ هائلة في مجال زيت السجيل. لكن الواقع أن التقديرات المشار لها وحجم التصريحات المرافقة تغض الطرف جزئياً عن حقيقة أن رفع معدلات إنتاج زيت السجيل

سوف يصبح أصعب فأصعب تدريجياً، حيث أن الشركات العاملة في هذا المجال توجه معظم جهودها نحو المكامن السهلة التي يمكن إنتاج كميات كبيرة من الزيت منها خلال أقصر فترة ممكنة، تاركة المكامن الأصعب لما بعد، وهذا يشابه ما يجري في صناعة النفط التقليدي.

وعموماً، ينظر المستثمرون إلى توفر عدة شروط لاستثمار أموالهم في أي مكان في العالم، ومن ضمنها شرطان أساسيان هما: الاستقرار السياسي، وإمكانية التنبؤ بالوضع الاقتصادي. وربما يمكن طرح مثال أوكرانيا لتوضيح هذا التأثير، حيث قدرت المصادر غير المؤكدة والقابلة للإنتاج تقنياً من زيت السجيل فيها بأكثر من 1.1 مليار برميل، بينما قدرت مصادر غاز السجيل بحوالي 7 تريليون متر مكعب⁷⁵. ومن الواضح أن الشرطين المشار لهما أعلاه لم يعودا متاحين في ظل ظروف الأزمة السياسية الحالية لأوكرانيا.

فقد بدأت كبرى الشركات البترولية العالمية في إعادة تقييم اتفاقاتها على الحفر في البلاد، حيث تهدد الأزمة السياسية مصدراً واعداداً من المصادر الاقتصادية من جهة، كما تؤثر على مسعى أوكرانيا لتكون مستقلة طاقياً. وكانت شركات مثل Shell و Chevron قد وقعت في عام 2013 على اتفاقات للحفر في تشكيلات السجيل غير المستكشفة بعد في أوكرانيا مقدمة بذلك الفرصة للبلاد لتطوير بنيتها التحتية وتعزيز إنتاجها الوطني، والتقليل بالتالي من اعتماد أوكرانيا على الغاز الروسي. وبطبيعة الحال يمكن للشركات البترولية أن تستثمر رؤوس أموالها في أمكنة أخرى من العالم، إلا أن الوضع يختلف بالنسبة لأوكرانيا في ظل الأزمة السياسية التي تتعرض لها، فقد كانت الاستثمارات المأمولة من الشركات البترولية تشكل جزءاً كبيراً في خطط إنعاش الاقتصاد، حيث كانت شركة شل قد خططت لحفر خمسة عشر بئراً خلال السنوات الخمس المقبلة لتقييم إمكانيات صخور السجيل في حقل Yuzivska الذي يمتد على مساحة تزيد عن 8 آلاف كم مربع شرقي أوكرانيا. وكانت الاستثمارات ستصل إلى 10 مليارات دولار لو وضع الحقل على الإنتاج. بينما كانت شركة Chevron (ثاني أكبر شركة بترول أمريكية) قد وقعت اتفاقية لتقييم تشكيلة سجيل Oleska متعهدة بإنفاق أربع مئة مليون دولار على عمليات الحفر. بدورها كانت شركة ExxonMobil قريبة من توقيع اتفاقية لحفر آبار استكشافية في منطقة Skifska ضمن الجزء الأوكراني من البحر الأسود، وكانت الاتفاقية التي لم تر النور تنص على إنفاق 735 مليون دولار لحفر بئرين استكشافيين في المغورة⁷⁶.

إن جميع ما سبق لا يعني أن تلك المشاريع سوف تتوقف إلى الأبد، إلا أنها سوف تنتظر استقرار الأوضاع الجيوسياسية وعودة شرطي الاستثمار المذكورين، لكنه يعني تأخر هذه المشاريع وبالتالي تأخر وجود رافد آخر من زيت أو غاز السجيل سواء في الأسواق الأوكرانية المحلية أو خارجها.

الإنتاج الأولي - وسطي إنتاج البئر

من أهم التحديات التي تواجه إنتاج زيت السجيل هو العدد الكبير من الآبار الواجب حفرها لاستثمار مكن ما. وقبل الخوض بتفاصيل هذا التحدي، يمكن الإشارة إلى خبر نشر في منتصف عام 2013، يبين أن شركة Chesapeake Energy أنها قد باعت حصصها في منطقتي Northern Eagle Ford و Haynesville لشركة EXCO مقابل 1 مليار دولار. وتبين تفاصيل الاتفاق⁷⁷ أن الحصة تتضمن 120 بئراً أنتجت مجتمعة بمعدل 6100 برميل مكافئ نفط في اليوم خلال شهر أيار/ مايو 2013. ويمكن بسهولة من خلال الخبر ملاحظة أن معدل إنتاج البئر الواحد يقل عن 61 برميل مكافئ نفط في اليوم.

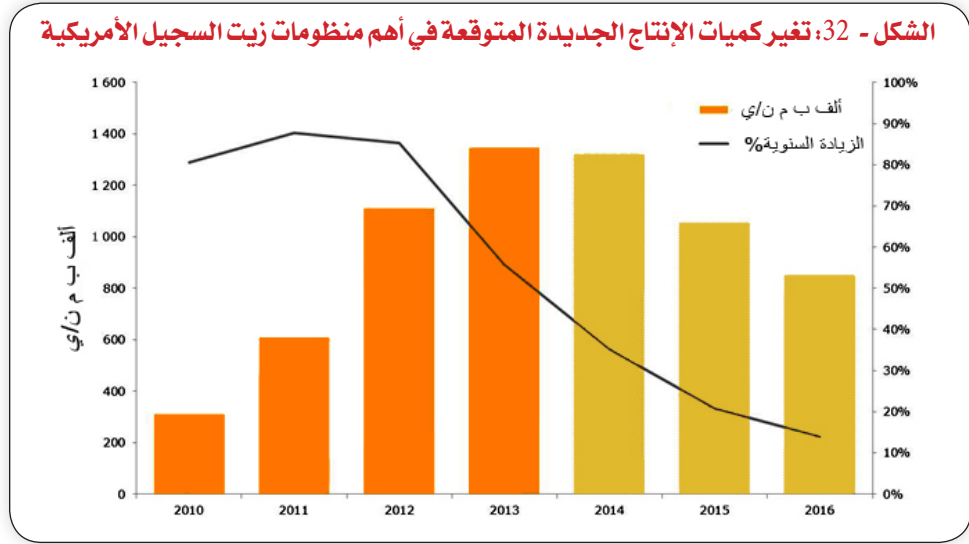
ويمكن من متابعة ما ينشر عن الإنتاج ملاحظة أن العديد من المحللين يعمدون إلى استخدام واحدة برميل مكافئ نفط عند الإشارة إلى الإنتاج، وهذا يعني عملياً تضمين الغاز المنتج مع كميات الزيت في رقم واحد، مما قد يتسبب في إعطاء صورة أكبر من الواقع عن حجم الإنتاج.

فعلى سبيل المثال، أشارت دراسة نشرت في شهر أيار/ مايو عام 2013 إلى أن معدل الإنتاج (الأولي)^(*) للبئر من تشكيلتي Bakken و Three Forks بلغ 730 برميل مكافئ نفط في اليوم، وذكرت أن معدل إنتاج زيت السجيل من التشكيلتين بلغ حوالي 705 ألف ب/ي في نهاية عام 2012، مؤكدة أنه كان يضاف نحو 20 ألف ب/ي شهرياً خلال ذلك العام إلى معدل الإنتاج. ولكن الدراسة نفسها ذكرت أنه تم إكمال 1866 بئراً في عام 2012، وبالتالي فقد ساهمت هذه الآبار في إضافة 240 ألف ب/ي إلى الإنتاج الإجمالي من التشكيلتين، مما يعني أن معدل إنتاج البئر الواحد خلال العام بلغ عملياً نحو 128 ب/ي، وبالتالي فإن الحديث عن إنتاج أولي يبلغ 730 برميل مكافئ نفط في اليوم هو نوع من بيع الفكرة بسعر أعلى، فهناك كميات من الغاز أدخلت في رقم الإنتاج، وهناك كميات من سوائل الغاز الطبيعي والمتكثفات أيضاً، والأهم من ذلك هو أن الرقم كان يعبر عن إنتاج أولي استمر لفترة لم تزد عن 24 ساعة⁷⁸.

وتشير دراسة أخرى⁷⁹ إلى أنه جرى إضافة نحو 1.3 مليون ب/ي من زيت السجيل إلى إنتاج الولايات المتحدة الأمريكية خلال عام 2013، وشكل النفط الخفيف 70% منها. ويعتقد أن عام 2014 سيشهد إضافة نحو 80% من تلك الكمية معظمها سيكون من منظومات Eagle Ford، وBakken، وPermian التي ستشكل حوالي 65% من تلك الإضافة، وهنا يستمر الجدل حول نقطة هامة مفادها: هل ستستمر كميات الإنتاج بالزيادة أم أن معدلها سيتناقص. ويمكن تبين توقعات تلك الدراسة من خلال المخطط المبين في الشكل (32)، حيث يبدو أن معدل إضافة

* Initial

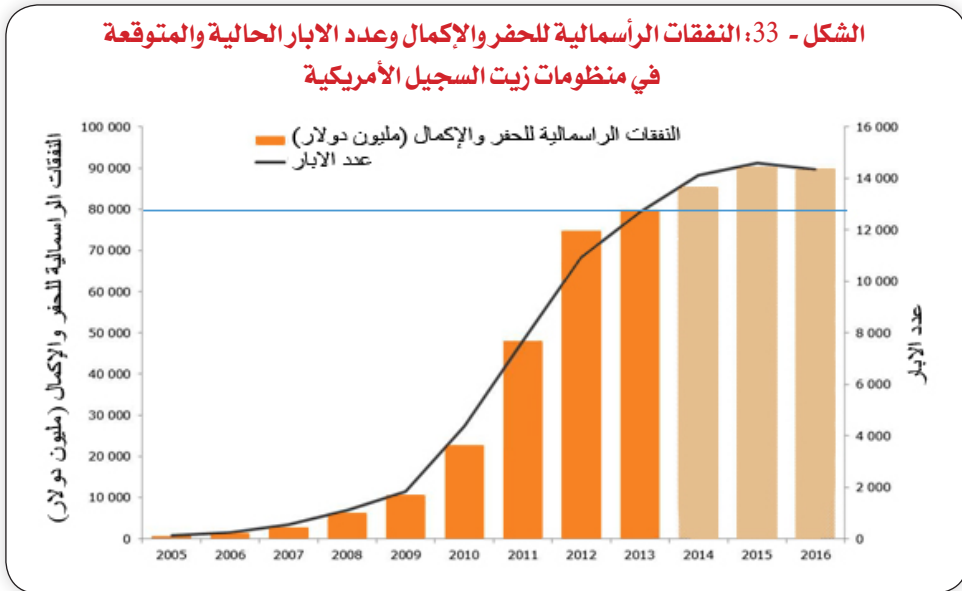
إنتاج جديد إلى المنظومات المذكورة ربما يكون قد بلغ ذروته وبالتالي فسوف يكون هناك تراجع خلال العام الحالي والأعوام المقبلة في حجم الكميات الجديدة التي ستدخل الانتاج. وبطبيعة الحال فإن النمو في إنتاج زيت السجيل ارتبط بالاستثمارات الكبيرة في هذا المجال، إضافة إلى فعالية وكفاءة الحفر، ومحاولة التوصل إلى إنتاجية أفضل من الآبار.



المصدر: North American Shale Analysis, 2014.

بلغ نمو الاستثمارات في صناعة زيت وغاز السجيل نحو 40% بين عامي 2008 و2012، مما ساهم في رفع نسبة إضافة الآبار الجديدة كل سنة. وفي نفس الوقت ارتفعت كفاءة الحفر بنسبة قاربت 50% خلال الفترة الممتدة بين 2010-2013، لكن كلفة عمليات الحفر لا تشكل أكثر من 30% من كلفة البئر، مما يعني أن كلفة عمليات الإكمال هي التي انخفضت بنحو 20%. وترى الدراسة أن الاستثمارات في مجال زيت السجيل ستستمر في النمو لكن بوتيرة أبطأ من السابق، كما أن الإنتاج من الآبار المحفورة العاملة سيتراجع بشكل مستمر ذلك أن وسطي العمر الاقتصادي للبئر الواحد لا يتجاوز ثلاث سنوات كما أن معدل تراجع إنتاجه السنوي يصل إلى 40%، مما يعني ضرورة متابعة حفر آبار جديدة للحفاظ على معدل إنتاج اقتصادي من الحقول، وبالتالي قد تجتمع هذه المؤثرات لتؤدي إلى انخفاض وتيرة نمو الإنتاج. يبين الشكل (33) النفقات الرأسمالية للحفر والإكمال وعدد الآبار الحالية والمتوقعة⁸⁰ حسب تقديرات NASCube (*).

* North America Shale Database.



المصدر: تقديرات North America Shale Database، 2014.

إن إنتاج غاز السجيل يعد أسهل نسبياً من إنتاج زيت السجيل، إلا أنه يمكن النظر إلى أحدهما كدليل على آلية عمل الآخر في هذا المجال، فقد حاولت بولندا استخراج غاز السجيل من أراضيها، لكنها منيبت بتبخر الكثير من أحلامها في عام 2013 بعد انسحاب شركة ExxonMobil التي حفرت بئرين جافين في البلاد خلال تسعة أشهر، واللافت للنظر أنها أعلنت أن انسحابها من العمل في مجال الغاز الصخري في بولندا كان بسبب انعدام الحافز الاقتصادي المجدي لمتابعة التثقيب⁸¹. وقد سارت على خطاها لاحقاً شركة Talisman Energy التي باعت حصصها في ترخيصها ضمن بولندا في منتصف عام 2013، ثم تبعتها Marathon Oil التي باشرت بإجراءات بيع ترخيصها في بولندا خلال العام الجاري 2014.

تحديات التكرير

لا تنظر هذه الدراسة في التفاصيل الفنية لعمليات التكرير، وإنما تشير بشكل عام إلى بعض التحديات التي يشكلها إنتاج زيت السجيل للعاملين في قطاع التكرير.

نظراً لكميات الإنتاج الكبيرة من زيت السجيل، كان لابد للصناعة البترولية من متابعة سلسلة الأعمال اللازمة للاستفادة من الزيت المنتج، ومع وصول معدل إنتاج زيت السجيل في الولايات المتحدة الأمريكية إلى نحو 1 مليون ب/ي في نهاية عام 2012، تكهنت إدارة معلومات الطاقة

الأمريكية أن يصل معدل الإنتاج إلى زهاء 10 مليون ب/ي في عام 2020. لكن هذا التكهن يعتمد بشكل كبير على أسعار النفط الخام، والتطورات التكنولوجية، والنفقات الرأسمالية، والبنى التحتية اللازمة، إضافة إلى التحديات المرتبطة بمعالجة هذه الكميات الكبيرة المأمولة.

تختلف خصائص زيت السجيل كثيراً عن الخصائص المعروفة للخامات التقليدية، كما تختلف نوعية زيت السجيل المنتج من منظومة لأخرى اختلافاً كبيراً، فهذه الزيوت قد تحتوي على نسب عالية من المواد الصلبة والشموع ذات نقطة الانصهار المرتفعة، كما تحتوي على نسب متفاوتة من كبريت الهيدروجين H_2S ، والمركبتانات^(*)، وتؤدي الطبيعية البارافينية لهذه الزيوت الخفيفة إلى عدم ثباتية الأسفلت عند مزجها مع خامات نفطية أثقل، مما يستلزم وجود ما يسمى وحدة تسخين أولي^(**)، ومعدات لاستخلاص (نزع) الملح، ومبادلات حرارية أولية وأفران. يبين الجدول (14) بعض خواص زيت السجيل المنتج من منظومتي⁸² Bakken، وEagle Ford.

الجدول 14: مقارنة بين بعض خواص زيت السجيل من منظومتين مختلفتين

Bakken	Eagle Ford	الخاصية
40.8	52	API
0.09	0.05>	الحموضة الكلية (غ هيدروكسيد البوتاسيوم/غ)
0.304	0.2>	الكبريت (% وزناً)
0.41	0.1	الأسفلت (% وزناً)
4.95	1.6	الراتنج (% وزناً)
76	225	المواد الصلبة القابلة للاستخلاص PTB ^(***)

المصدر: Bruce، 2013.

ويلاحظ من الجدول وجود اختلاف كبير بين زيوت المنظومتين في محتوى الكبريت وفي محتوى المواد الصلبة التي تشير عادة إلى محتوى الزيت من الشوائب. إضافة إلى ذلك يمكن أن تختلف مواصفات الزيت المنتج من المنظومة نفسها من بئر لآخر كما هو مبين في الجدول (15) الذي يتضمن نتائج تحليل ثلاث عينات⁸³ من الزيت المنتج من حقل واحد في منظومة Eagle Ford، ويمكن ملاحظة الفارق الكبير في محتوى المواد الصلبة.

* المركبتانات أو الثيولات، مركبات عضوية تحتوي على رابطة كبريتية هيدروجينية

** Cold Preheat Train

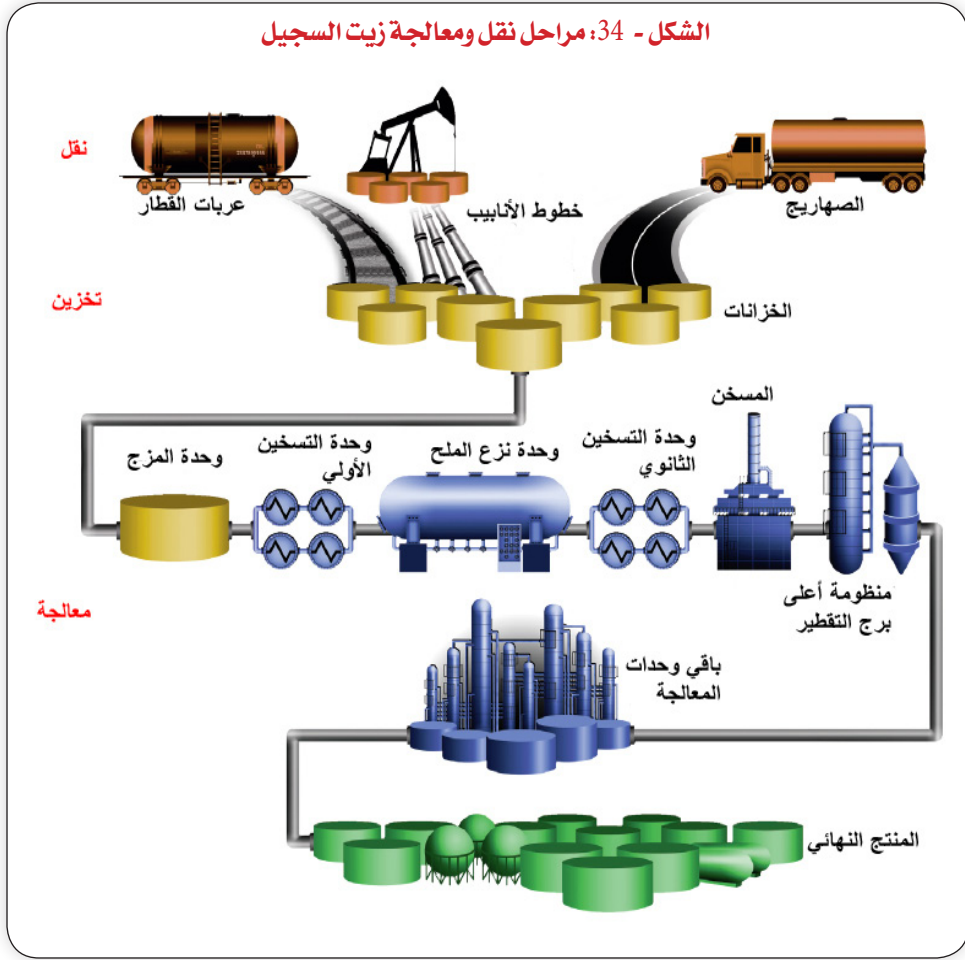
*** Pounds of salt per thousand barrels

الجدول 15: اختلاف خصائص زيت السجيل المنتج من نفس الحقل

العينة 3	العينة 2	العينة 1	الخاصية
52.3	44.6	55	API
0.05 >	0.07	0.05 >	الحموضة الكلية (غ هيدروكسيد البوتاسيوم/غ)
0.2 >	0.2 >	0.2 >	الكبريت (% وزناً)
0.1	0	0	الأسفلت (% وزناً)
1.6	3.2	0.5	الراتنج (% وزناً)
225	295	176	المواد الصلبة القابلة للاستخلاص PTB
1.6	1.6	1	الصوديوم (جزء بالمليون)
3	2.9	3.4	المغنيزيوم (جزء بالمليون)
3.8	2.8	2.6	الكالسيوم (جزء بالمليون)

المصدر: Bruce، 2013.

يبين الشكل (34) مخططاً لمراحل حركة زيت السجيل من الحقل وحتى تحوله إلى منتج نهائي، وأتى ضمن ورقة⁸⁴ أعدتها شركة Baker Hughes. وأشارت الورقة إلى العديد من التحديات ضمن هذه المراحل، ومن أهمها البارافينات التي تعتبر من ضمن المركبات التي تشكل تحدياً أمام نقل وتخزين وتكرير الخامات المنتجة، وقد بينت تحاليل بعض العينات من أحد حقول Eagle Ford وجود سلاسل بارافينية تحتوي على 70 ذرة كربون، وعند مزج هذه الزيوت مع خامات أخرى حاوية على الأسفلت، يصبح هذا الأسفلت غير ثابت ويتراكم في الحاويات أو الأنابيب، لكنه يتفكك بسهولة نسبية في الأوساط الحارة وقد ينتزع منه الهيدروجين فيشكل مركبات شبيهة بفحم الكوك. أما وجود غاز كبريتيد الهيدروجين فيحتاج لاستخدام كواسح Scavengers تقلل من تركيزه، مما ينتج مركبات ذات أساس أميني التي تتحول إلى مركبات أحادي إيثانول أمين في وحدة تقطير الخام، لكن هذه المركبات تعتبر بدورها من المواد المسببة للتآكل، وتتفاعل مع كلوريد الهيدروجين لتشكل أملاح الكلوريد التي تترسب في صواني أبراج التقطير، وهي راسب شرهة للماء وعند امتصاصها لنسبة من الرطوبة تصبح مواد أكالة قوية.



المصدر: Baker Hughes، 2013.

الإنتاج

بسبب نسبة الشموع العالية في زيت السجيل، وكونها توجد في صخور محبة للماء، فعند إنتاجها تظهر مشكلة تكون القشور الشمعية وترسب الأملاح، وتحدث هذه الظواهر حتى على السطح مما يستدعي استخدام إضافات مختلفة للحد منها. كما تظهر القشور الملحية من الكالسيوم والكربونات والسيليكات مما يوجب معالجتها قبل أن تتسبب في إغلاق الأنابيب، وتختلف المواد المستخدمة في المعالجة حسب نوعية الزيت المنتج.

التخزين والنقل

بسبب النمو السريع في إنتاج زيت السجيل، وبسبب انتشار المنظومات المنتجة على مدى واسع جداً، فلا تزال شبكات خطوط الأنابيب قاصرة عن المساهمة في نقل الزيت المنتج، وتبقى الصحاري والقطارات هي البديل الوحيد المتاح على ما لهذه الوسائط من مخاطر، ومنها خطر وجود غاز كبريتيد الهيدروجين في الزيت المنقول، خاصة وأن العديد من خطوط النقل تمر ضمن المناطق المأهولة بالسكان. وتحتاج عربات النقل على اختلاف أنواعها إلى عمليات كسح وتنظيف دوري من الرواسب الشمعية، وحتى بعض خطوط الأنابيب المستخدمة تحتاج بدورها إلى كشط Pigging بشكل مستمر، قد يصل إلى مرتين شهرياً بدلاً من مرة واحدة سنوياً. وتعاني الخزانات بدورها من تشكل الحمأة Sludge التي يمكن أن تنتقل مع تيار الزيت إلى وحدة التسخين الأولى، أو تساهم في تكوين مستحلبات في وحدات نزع الملح.

محتوى الكبريت

يؤدي استبدال الخامات التي تحتوي على نسب متوسطة أو عالية من الكبريت بزيت السجيل الذي يحتوي على نسب منخفضة من الكبريت إلى زيادة مخاطر التآكل الناتجة عن الحموض النفطية، وخاصة في أقسام المصفاة التي تستخدم الحرارة العالية.



الفصل الخامس

هل يمكن استنساخ التجربة الأمريكية؟

ظهرت في الولايات المتحدة نزعة واضحة ووجهت العديد من رؤوس الأموال إلى ضرورة إيجاد بعض الاستثمارات في مجال زيت السجيل، حيث سجلت أسهم معظم شركات التنقيب والإنتاج الأمريكية أو العاملة في السوق الأمريكية نشاطاً كبيراً في سوق التداول. تعتبر النفقات اللازمة لتطوير المصادر التقليدية أو غير التقليدية للطاقة نفقات كبيرة عموماً، وتتنظر لها الجهات المستثمرة بكثير من الحذر عند وضع خطط الاستثمار، فكما أن هناك مجالاً واسعاً لتحقيق أرباح كبيرة من مشاريع التطوير، إلا أن وجود المخاطر وعوامل عدم اليقين قد تؤدي إلى خسائر لا يستهان بها في بعض الأحيان. وقد أشار بحث نشرته مؤسسة Barclays Capital في آخر عام 2013، إلى أن نفقات الاستكشاف والإنتاج في دول أمريكا الشمالية سوف تنمو لتصل إلى 199.2 مليار دولار خلال عام 2014، منها أكثر من 156 مليار دولار في الولايات المتحدة

الأمريكية، أي بمعدل 7% خلال السنة، مقارنة بمعدل لم يزد عن 4% في عام 2012 و2% في عام 2013. ورأى البحث⁸⁵ أن سبب انخفاض نمو الإنفاق في هذا المجال خلال عامي 2012 و2013 يرجع إلى محاولة المستثمرين التركيز على تقنيات أكثر فاعلية لعمليات الحفر والإكمال ضمن منظومات السجيل، وبين البحث أن بعض الشركات تمكنت من زيادة عدد الآبار المحفورة من منصة واحدة، وزادت من كفاءة عمليات الإكمال، بينما ستقوم هذه الشركات في عام 2014 بالتوسع في عمليات التطوير، وبالتالي فإن نمو الإنفاق المتوقع يعود بالدرجة الأولى لتوقعات النمو في عمليات الحفر.

من ناحيتها، رأت مؤسسة Wood Mackenzie أن الإنفاق على عمليات الحفر والإكمال في منظومة Bakken Shale سيصل إلى أكثر من 15 مليار دولار في عام 2014، ويبدو أن التركيز على التقنيات الفعالة في الحفر والإنتاج قد يؤدي أكله إذ أن كلفة حفر البئر حسب تحليلات Wood Mackenzie تراجعت إلى ما يتراوح بين 7-8 مليون دولار، مقارنة بنحو 10 مليون دولار في عام 2011⁸⁶.

إنما تبقى هناك أسئلة حرجة لا يجري الحديث عنها مطولاً، وترتبط عملياً بالنموذج الاقتصادي، وبإمكانية تحقيق وعود الشركات لحملة الأسهم بأنها ستنتج كميات غير مسبوقه من الزيت والغاز، ومدى استدامة المنظومات الجديدة التي يتم تطويرها. أو بعبارة أخرى، ضرورة الحفاظ على تطوير هذه المنظومات لتلبي توقعات المستثمرين ليس بمتابعة الإنتاج فقط بل وبزيادة معدلاته أيضاً بما يوجه رسالة إلى المستثمرين بأن يبقوا استثماراتهم في هذا المجال، وبأن يمولوا أية نشاطات تسعى إلى إيجاد أو تطوير منظومات جديدة في المستقبل من جهة أخرى.

وقد أشارت نتائج استبيان⁸⁷ شمل 178 شركة، وقامت به مؤسسة UHY LLP بالتعاون مع Oil & Gas Financial Journal إلى أن أكثر من نصف شركات الخدمات، ونحو 40% من شركات الحفر والإنتاج، تتوقع أن يعود عليها العمل في مجال زيت وغاز السجيل بأغلب ريعها في عام 2014، أما شركات النقل والتكرير والصناعات المرتبطة بها فرأت أن العمل في هذا المجال سيعود بأقل من ربع الربح الذي تتوقعه في عام 2014.

ومن المفيد الإشارة إلى أن الشركات التي شملها الاستبيان تبني رؤيتها استناداً إلى العديد من التوقعات التي من أهمها:

1. سيبقى سعر النفط عند حدود 90-110 دولار/البرميل. ورأت 15% من الشركات العاملة في الحفر والإنتاج أن السعر سيرتفع إلى ما بين 110-130 دولار/البرميل في عام 2015.

2. سيدور سعر الغاز الطبيعي في فضاء 4-6 دولار خلال عامي 2014 و2015، وإن كان 20% من المشاركين قد رأوا أن السعر سيرتفع إلى ما بين 6-8 دولار/ألف قدم مكعب(*) .
3. أقل من 17% من المشاركين اعتبروا أن شركاتهم سوف تستفيد لو تمت زيادة كميات صادرات الغاز الطبيعي المسال أو النفط الخام الأمريكي.
4. حوالي 50% من الشركات المساهمة في الاستبيان تنتقل منتجاتها باستخدام الصهاريج، و19% منها تستخدم القطارات.

تشير البيانات السابقة وغيرها من الدلائل المتاحة حتى اليوم إلى أن هذه الصناعة تمكنت من إيجاد فرص عمل جديدة، وتمكنت من الالتفاف على بعض العوائق التقنية فحفرت عدة آبار من موقع واحد، وزادت من طول الجذوع الأفقية، ورفعت سرعة الحفر، وتحكمت أكثر فأكثر بالتشقيق الهيدروليكي، وتبنت المسح الزلزالي الميكروي، إلى ما هنالك من أمور تقنية أخرى. كما أنها تعاملت أو أقرت بالتحديات البيئية رغم المصاعب التي تواجهها من الحكومات أو من المجتمعات التي لا يزال الكثير منها يتخوف من نتائج التشقيق الهيدروليكي مثلاً. لكن الذي لم يتضح حتى اليوم هو ما إذا كان بإمكان الشركات على اختلاف أحجامها وإمكانياتها أن تحصل على عوائد مالية ضمن بيئة عمل تهتم بكل منظومات السجيل وليس بالمنظومات الكبيرة فقط، وهل بإمكانها أن تحافظ على نمو هذه العوائد .

في هذا المجال أشارت دراسة(**) نشرها معهد أكسفورد لدراسات الطاقة في شهر آذار/مارس 2014، إلى أنه ومنذ ظهور ثورة السجيل، بلغ تخفيض قيمة أصول بعض الشركات حوالي 35 مليار دولار، مما يعتبر إشارة إلى أنه من الصعب تطوير منظومات السجيل بنفس الصورة اللامعة التي ظهرت في الفترة الأولى⁸⁸. ومن الأمثلة التي يمكن الإشارة إليها في هذا المجال ما أعلنته شركة BP America في مطلع الربع الثاني من عام 2014 من أنها لن تتابع عمليات التطوير في منطقة الترخيص التي تعمل بها في منظومة Utica Shale في أوهايو، والتي تبلغ مساحتها نحو 400 كم مربع، وسجلت الشركة في الربع الأول من عام 2014 تخفيضاً بلغ 521 مليون دولار في قيمة أصولها المرتبطة بهذه المنطقة⁸⁹.

وتتابع الدراسة مبينة أن الأداء الاقتصادي لبعض الشركات العاملة في هذا المجال تراجع خلال السنوات الست الماضية بالرغم من تنامي معدل إنتاجها وتوجيه القسم الأكبر من اهتمامها

* للمقارنة يرجى العودة إلى الشكل رقم 2 حول أسعار الغاز في الولايات المتحدة حسب الاستخدامات. عند تقدير السعر بالدولار/مليون وحدة حرارة بريطانية، يصبح الرقم 5.94 - 7.92 دولار/مليون و ح ب.

** Ivan Sandrea, US Shale Gas and Tight Oil Industry Performance: Challenges and Opportunities.

نحو زيت السجيل، واسترشدت الدراسة بتحليل شمل 35 شركة مستقلة تعمل في مجال زيت وغاز السجيل وتنتج مجتمعة نحو 3 مليون برميل مكافئ نفط في اليوم. حيث أظهر التحليل أن الاستثمارات الرأسمالية كانت قريبة جداً من الإيرادات السنوية وأن التدفق النقدي الصافي^(*) أصبح سالباً بينما ارتفعت الديون بالمقابل. وهنا يظهر عامل آخر حيث يرتبط ارتفاع الديون بارتفاع قيمة خدمة هذه الديون (الفوائد) مقابل العوائد السنوية مما قد يشير إلى عدم إمكانية الحفاظ على استدامة هذه الصناعة. لكن الدراسة تعود لتطرح وجهة نظر مختلفة تؤكد أن هناك العديد من الشركات الأخرى التي تمكنت من تحقيق أرباح كبيرة.

من جهة أخرى، وكون أي نوع من الاستثمارات يهدف بالضرورة إلى تحقيق فوائد وأرباح سواء على المستوى المباشر بالنسبة للمستثمر، أو على المستوى الاقتصادي للدولة ككل، فلا بد من النظر إلى أن التشقيق الهيدروليكي بحد ذاته يعتبر مصدراً من مصادر التطوير الاجتماعي في الولايات المتحدة الأمريكية، وهذا ما أكدته جامعة جنوب كاليفورنيا في دراسة حديثة⁹⁰ قدّرت فيها أن مجال التشقيق الهيدروليكي في منظومة Monterey التي تمتد على مساحة 4500 كم مربع وتحتوي على نحو 15 مليار برميل من الزيت^(**) سوف يساهم في إيجاد 2.8 مليون فرصة عمل في الولاية خلال السنوات الست المقبلة، وتتميز هذه الأعمال بأنها لا تحتاج إلى تعليم عالٍ، كما تتميز بأن الرواتب فيها تعتبر مجزية نسبياً إذ لا يقل دخل العامل في هذا المجال عن حوالي 6700 دولار شهرياً، يضاف إلى ذلك الضرائب التي سوف تتقاضاها الولاية والتي تقدر الدراسة أنها ستنمو بمقدار 4.5-24.6 مليار دولار، مما يعني عموماً تحفيز النمو الاقتصادي ورفع إجمالي الناتج المحلي^(***) بنسبة تتراوح بين 2.6-14.3%.

أما على مستوى الولايات المتحدة الأمريكية، فقد أعدت IHS تقريراً أكثر تفصيلاً قدّرت فيه المساهمة الاقتصادية لسلسلة إنتاج الهيدروكربونات من المصادر غير التقليدية⁹¹، وهذه السلسلة تتضمن أعمال الاستكشاف والإنتاج كما تتضمن الصناعات المساندة لها من عمليات النقل والتكرير والصناعات الكيماوية المرتبطة بتوسع إنتاج الهيدروكربونات من تلك المصادر، وبين التقرير أن تلك السلسلة سوف تساهم في ردف إجمالي الناتج المحلي الأمريكي بنحو 533 مليار دولار، منها 475 مليار دولار من أعمال الاستكشاف والإنتاج، وحوالي 7 مليار دولار من عمليات النقل والتكرير، إضافة إلى 51 مليار دولار من الصناعات الكيماوية. كما سوف تساهم السلسلة في إيجاد 3.9 مليون فرصة عمل جديدة، أما عوائد الضرائب دولار في الفترة الممتدة بين عامي 2012 و2025 فسوف تصل إلى أكثر من 1.6 تريليون دولار. كما توقع التقرير أن يرتفع

* Net Cash Flow.

** حسب تقديرات وزارة الطاقة الأمريكية

*** GDP

حجم التجارة المرتبطة بالمصادر غير التقليدية للهيدروكربونات بشكل تدريجي حتى يستقر في عام 2022 عند حدود 180 مليار دولار.

وفي المجمل، يقود النظر إلى التجربة الأمريكية إلى أمر في غاية الأهمية وخاصة لدول الشرق الأوسط، وهو:

إشكالية المياه*

يمكن الإشارة إلى نوعين من هذه التحديات، الأول هو إيجاد كميات المياه الكافية لعمليات الحفر والتشقيق، والثاني هو التخلص من المياه المنتجة من الآبار.

أولاً: مصادر المياه

تعتبر كميات المياه اللازمة في عمليات إنتاج زيت وغاز السجيل أحد أهم العوائق التي تبدو بوضوح في منطقة الشرق الأوسط أو في دول شمال أفريقيا التي تفكر في دخول معترك هذه الصناعة، فحتى لو توفرت كميات المياه الهائلة اللازمة لحفر العدد الكبير من الآبار اللازمة لاستثمار مكن سجيلي، فهناك عمليات التشقيق الهيدروليكي التي تحتاج لكميات أكبر بكثير من كميات مياه الحفر، ومن المعلوم أن هذه المياه لا تتوفر بالكميات الكافية في العديد من الدول في المنطقة. وبالرغم من وجود أبحاث حول تقنيات لإمكانية استخدام كميات أقل من المياه في عمليات التشقيق الهيدروليكي، إلا أن هذه الأبحاث لا زالت في مراحل مبكرة جداً، وتشير الدلائل الأولى لها إلى أنه من شبه المستحيل تطبيق التقنيات المنظورة على أعماق كبيرة، وقد جرت الإشارة سابقاً في هذه الدراسة إلى أن أعماق طبقات السجيل التي تم تقييمها في بعض الدول العربية تزيد أحياناً عن 4000 م. ويشير البنك الدولي إلى موضوع المياه في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بوضوح حيث يذكر أن هذه المنطقة (MENA) هي أكثر مناطق العالم جفافاً ولا يزيد نصيب الفرد فيها من المياه عن 1200 متر مكعب يومياً، مقابل 7000 متر مكعب هي المتوسط في باقي العالم⁹².

ورغم توجه أنصار البيئة في الولايات المتحدة إلى التحذير المستمر من استغلال مصادر المياه، إلا أن ذلك لا ينفي حقيقة وجود كميات كبيرة من المياه (الرخيصة) الثمن التي لا تحتاج لعمليات وسيطة قبل استخدامها في عمليات التشقيق، كما أن معالجة والتخلص من كميات المياه التي يتم إنتاجها من مكامن زيت أو غاز السجيل لم تقف عائقاً في وجه تطوير تلك المكامن.

* وهي من أهم التحديات التي تواجه فكرة إنتاج زيت السجيل في الدول العربية، لكن أثرنا إيرادها ضمن التجربة الأمريكية لبيان مدى تأثيرها على عمليات الإنتاج.

وعند النظر إلى موضوع المياه، يمكن الاستئناس ببحث أعدّه معهد الموارد العالمية^(*) عن مخاطر المياه، والذي اعتمد على عدد كبير من المؤشرات، وبناء على المعلومات التي أتاحت له قام بإعداد خارطة إلكترونية تفاعلية تبين المخاطر التي تتعرض لها مصادر المياه في العالم⁹³ ومنها ما دعاه «الإجهاد الأساسي لمصادر المياه» ويقصد به النسبة بين سحب (استهلاك) المياه وبين كميات المياه التي يتم تعويضها طبيعياً. تم تقسيم تلك المخاطر إلى خمس شرائح كما هو مبين في الجدول (16):

الجدول 16: تصنيف الإجهاد الأساسي لمصادر المياه

نسبة المياه المسحوبة إلى المياه المعوضة طبيعياً	الشريحة
أقل من 10 %	منخفضة
10 - 20 %	منخفضة إلى متوسطة
20 - 40 %	متوسطة إلى مرتفعة
40 - 80 %	مرتفعة
أكثر من 80 %	مرتفعة جداً

المصدر: World Resources Institute ، 2014 .

وبلاحظ من الشكل (35) أن الدول العربية (باستثناء مصر) تصنف ضمن الشرائح ذات المخاطر المرتفعة والمرتفعة جداً، ولو جرت مقارنة الوضع المائي للدول العربية مع الوضع المائي للولايات المتحدة، فسيبدو الفرق واضحاً، إذ أن الولايات المتحدة تمتلك مصادر مياه طبيعية سطحية وجوفية أكثر بكثير من الدول العربية، ومخاطر الإجهاد الأساسي لمصادر المياه فيها تقع ضمن الشريحة المتوسطة إلى المرتفعة (مثلها في ذلك مثل إستونيا)، ويوضح الشكل أيضاً أن كندا تصنف ضمن الشريحة المنخفضة إلى المتوسطة.

وقد ينظر البعض إلى محطات التحلية كمصدر للمياه اللازمة لعمليات التشقيق، لكن هذه النقطة ترتبط بأمرين في غاية الأهمية:

1. استطاعة محطات التحلية في بلد ما، أي كميات المياه التي يمكن إنتاجها، ومن ثم سحبها من الاستخدام اليومي للبلد.
2. كلفة هذه المياه مقارنة بالعائد الاقتصادي المتوقع من زيت السجيل.

* World Resources Institute (WRI).

تستخدم محطات التحلية عادة في البلدان الفقيرة بمصادر المياه السطحية أو الجوفية الصالحة للشرب أو للاستخدام اليومي، وبالتالي تصبح محطات التحلية المصدر الوحيد الذي يغذي شريان الحياة بالمياه، وربما تمتلك بعض تلك المحطات استطاعة احتياطية لمواجهة النمو المتزايد في الطلب نتيجة النمو السكاني أو التوسع العمراني، لكن المعروف أن مشاريع تنمية عدد هذه المحطات أو زيادة عددها هي مشاريع شبه مستمرة، مما يعني أنها عملياً لا يمكن أن تمد يد العون لعمليات التشقيق الهيدروليكي. ويمكن النظر إلى بعض الحقائق في التجربة الأمريكية لاستقراء كميات المياه اللازمة لهذا النوع من العمليات، حيث أشارت لجنة المياه الحكومية^(*) في شمال داكوتا إلى أن عمليات الحفر والتشقيق ضمن تشكيلة Bakken في المنطقة تحتاج إلى حوالي 8.6 مليون لتر من الماء للبئر الواحد⁹⁴، ويبدو أن هذا الحجم من الماء هو لعملية تشقيق من مرحلة واحدة فقط، كما تشير اللجنة إلى أن عمليات التشقيق الهيدروليكي في المنطقة في عام 2012 استهلكت ما يزيد عن 15 مليار لتر من المياه، لكن من الضروري التويه هنا إلى أن التدفق اليومي لنهر ميسوري الذي يمر في المنطقة يزيد عن 56 مليار لتر في اليوم، أي أن مصادر المياه اللازمة لعمليات الحفر والتشقيق متوفرة بكميات كبيرة جداً.

وفي ولاية بنسلفانيا، أشارت دراسة أعدت في جامعة بنسلفانيا الحكومية⁹⁵ إلى أن عملية التشقيق للبئر العمودي تحتاج إلى 4.5 - 13.2 مليون لتر من الماء، ويحتاج البئر الأفقي إلى ما يتراوح بين 18 - 36 مليون لتر.

وذكرت دراسة لمعهد Pacific^(**) أن حفر البئر الواحد في منظومة السجيل يحتاج لكميات من المياه تتراوح بين 151 ألف لتر - 3.8 مليون لتر من الماء، وهي تعتبر كمية كبيرة مقارنة مع حفر البئر التقليدي⁹⁶.

ونشرت وكالة حماية البيئة الأمريكية^(***) على موقعها الرسمي⁹⁷ تقريراً جاء فيه أن كميات المياه اللازمة لحفر وتشقيق البئر الواحد من قبل شركة Chesapeake Energy كانت كما هو مبين في الجدول (17)، حيث يلاحظ الاختلاف الكبير بين منظومة وأخرى، لكن وسطي حجم المياه اللازم لعملية التشقيق لمرحلة واحدة يبلغ نحو 18 مليون لتر من الماء للبئر الواحد. وإن كانت هناك بعض الحالات التي احتاجت عمليات التشقيق فيها إلى قرابة 50 مليون لتر من الماء في منظومة Eagle Ford⁹⁸.

* State Water Commission

** هيئة غير ربحية أسست عام 1987 في ولاية كاليفورنيا الأمريكية، تعرف عن نفسها بأنها تسعى إلى تغيير السياسات وإيجاد حلول نهائية لمشاكل البيئة، مثل نقص المياه، والدفان العالمي وغيرها.

*** US Environmental Protection Agency (EPA)

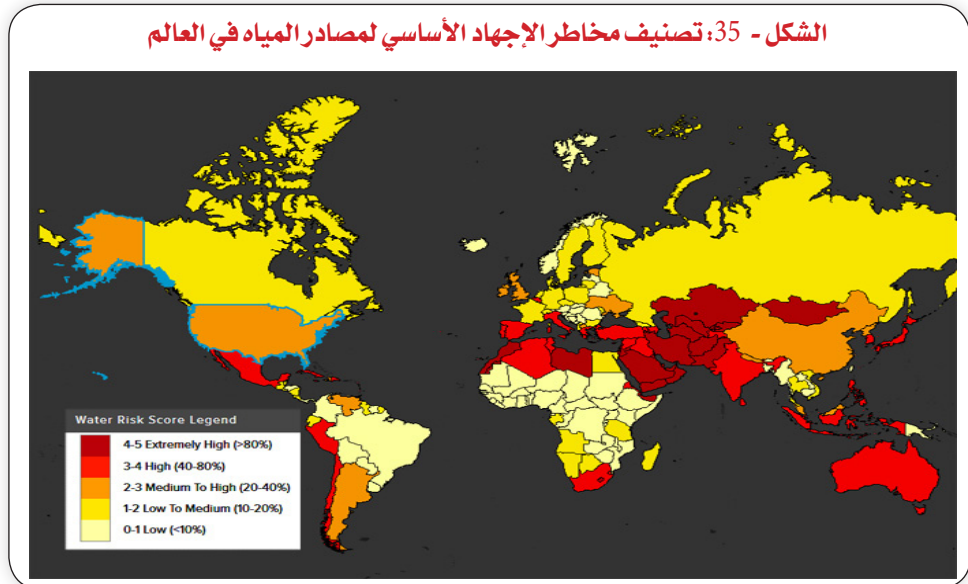
الجدول 17: حجم المياه اللازمة لعمليات حفز وتشقيق البئر الواحد في بعض المنظومات

المنتج	المنظومة	حجم الماء اللازم للحفر	حجم الماء اللازم للتشقيق	المجموع
غاز	Barnett	946 ألف لتر	14.4 مليون لتر	15.1 مليون لتر
	Fayetteville	246 ألف لتر	18.6 مليون لتر	18.9 مليون لتر
	Haynesville	2.3 مليون لتر	18.9 مليون لتر	21.2 مليون لتر
	Marcellus	322 ألف لتر	20.9 مليون لتر	21.2 مليون لتر
زيت	Eagle Ford	473 ألف لتر	22.7 مليون لتر	23 مليون لتر
	Niobrara	1.1 مليون لتر	11.4 مليون لتر	11.5 مليون لتر

المصدر: World Resources Institute، 2014.

وقد ذهب رئيس مجلس إدارة شركة Breitling Energy إلى أبعد من ذلك في مطلع عام 2014، ذاكراً أن عملية التشقيق الهيدروليكي عموماً قد تحتاج إلى 1.9 مليار لتر من الماء للبئر الواحد^(*)، وربما تصل إلى 2.3 مليار لتر حسب عدد مراحل التشقيق اللازمة⁹⁹.

الشكل - 35: تصنيف مخاطر الإجهاد الأساسي لمصادر المياه في العالم

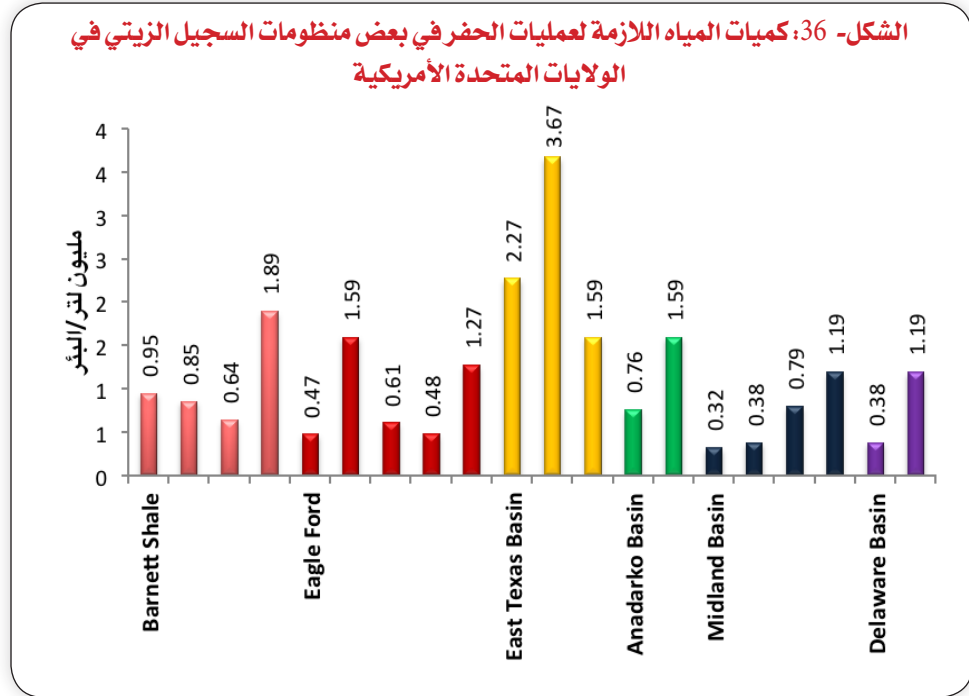


المصدر: World Resources Institute، 2014.

* للمقارنة فقط، بلغ متوسط استهلاك المياه اليومي في دولة الكويت عام 2013 نحو 1.7 مليار لتر، استناداً إلى تصريحات للسيد محمد بوشهري الوكيل المساعد لتشغيل وصيانة المياه في وزارة الكهرباء والماء، في مقابلة مع وكالة الأنباء الكويتية في شهر مارس/آذار 2014.

<http://www.kuna.net.kw/ArticleDetails.aspx?id=2367747&language=ar>

أما حجم المياه اللازمة لعمليات الحفر فقط في منظومات السجيل المختلفة في الولايات المتحدة، فيبينها الشكل (36)، حيث يلاحظ أنها تختلف من منظومة لأخرى وتتراوح بين 320 ألف لتر/البئر، لتصل إلى حوالي 3.7 مليون لتر/البئر، وربما يعود سبب الاختلاف الكبير إلى اختلاف أعماق الآبار التي تم الحصول على معلوماتها من الشركات العاملة في تلك المنظومات¹⁰⁰.



المصدر: Nicot et al, 2013.

ثانياً: التخلص من المياه

يعتبر التخلص من المياه أحد التحديات التي تساهم في إضافة المزيد من التكاليف إلى عمليات إنتاج زيت السجيل يجري تحميلها على تكلفة البرميل المنتج من الزيت، وهناك عملياً المياه الراجعة^(*) والمياه المرافقة للإنتاج. فالمياه الراجعة هي قسم من المياه التي تم استخدامها في عمليات التشقيق الهيدروليكي، أما المياه المرافقة فهي المياه التي يتم إنتاجها مع الهيدروكربون من الممكن.

* Flowback water.

ويمكن الإشارة هنا إلى تقرير نشره معهد تكنولوجيا الغاز^(*) في منتصف عام 2012، وبين فيه أربعة سيناريوهات¹⁰¹ متعلقة بالتخلص من المياه:

- السيناريو الأول: النقل المباشر للمياه للتخلص منها في آبار الحقن العميقة، وتتراوح تكلفة هذه العملية ما بين 1.5 - 3.5 دولار/البرميل.
- السيناريو الثاني: يتضمن المعالجة الحقلية للمواد الصلبة العالقة في المياه، وإزالة الزيوت والشحوم والبكتريا (التعقيم) والبوليميرات قبل إعادة استخدام هذه المياه في عمليات تشقيق هيدروليكي جديدة، وتتراوح التكاليف المباشرة لهذه العملية ما بين 1-5 دولار/البرميل.

- السيناريو الثالث: المعالجة في محطة قريبة من الحقل (لمسافة لا تزيد عن 45 كم)، وتتضمن نفس عمليات المعالجة المذكورة في السيناريو السابق، إضافة إلى إمكانية إزالة الكالسيوم والماغنسيوم والباريوم وغيرها من العناصر قبل إعادة استخدام المياه في عمليات تشقيق هيدروليكي جديدة، وتتراوح التكاليف المباشرة لهذه العملية بين 0.5-4 دولار/البرميل.

- السيناريو الرابع: يتضمن المعالجة الأساسية إضافة إلى نزع المعادن باستخدام التبخير والتقطير، وتتراوح التكاليف المباشرة لهذه العملية ما بين 4-6.5 دولار/البرميل.

ومن ناقل القول أن هناك تكاليف غير مباشرة أيضاً يمكن أخذها بالحسبان، وتضاف إلى التكاليف السابقة، مثل تكاليف شق وصيانة الطرق، وتكاليف معالجة تسربات المياه في حال حدوثها.

عموماً تحتوي المياه المستخدمة في التشقيق الهيدروليكي على مواد كيميائية مختلفة تشكل عادة 0.5% من حجم السائل المستخدم في التشقيق¹⁰²، ومن هذه المواد: البنزين، إيثيل بنزين، تولوين، حمض البوريك، أحادي إيثانول أمين، زيلين، الكحول الميثيلي، الفورمالدهيد، حمض الهيدروكلوريك، ثنائي سلفات الأمونيوم، وغيرها من المواد^(**). ومع أن التشقيق الهيدروليكي ليس تقنية جديدة، بل يستخدم في الكثير من آبار النفط التقليدية، إلا أن الغالب هو أن آبار النفط التقليدية لا تحتاج لكل هذه الكميات من المياه، وبالتالي فنسبة كميات المواد الكيميائية المستخدمة تكون أقل بكثير، كما أن عدد الآبار اللازمة لتطوير مكن تقليدي يقل كثيراً عن عدد الآبار في منظومات السجيل.

* GTI هي منظمة تقنية مستقلة أسست في ولاية إيلينوي كمؤسسة غير ربحية.

** Benzene, Ethylbenzene, Toluene, Boric acid, Monoethanolamine, Xylene, Diesel-range organics, Methanol, Formaldehyde, Hydrochloric acid, Ammonium bisulfite, 2-butoxyethanol, 5-chloro-2-methyl-4-isothiazotin-3-one.

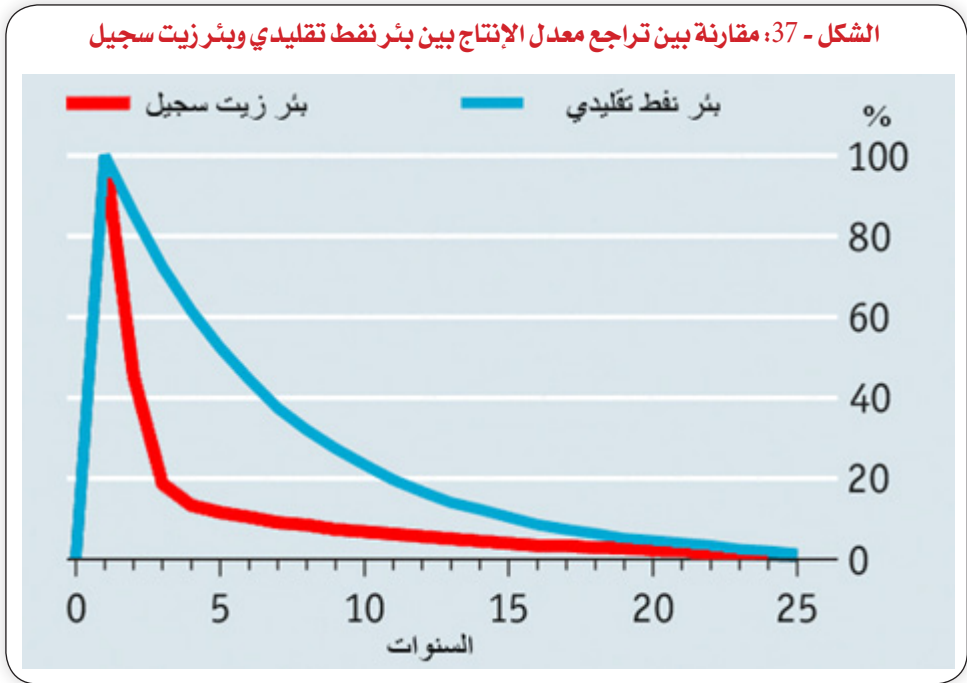
تراجع معدل إنتاج الآبار

لا يمكن الحديث عن التحديات المائية دون ربط كميات المياه بعدد الآبار اللازمة لتطوير مكمن ما. يعتبر تراجع معدل إنتاج بئر النفط التقليدي أمراً طبيعياً لا مفر منه، ويعود سبب ذلك إلى انخفاض الضغط الطبقي تدريجياً أثناء عملية الإنتاج، حيث يشكل الضغط عملياً الطاقة الطبيعية التي تساعد على إيصال النفط نحو السطح، وهذا هو السبب الرئيسي الذي يدفع بالشركات المنتجة للبدء بعملية حقن المياه في سبيل المحافظة على الضغط الطبقي الأولي للمكمن، ومع أنه من المستحيل عملياً المحافظة على هذا الضغط، إلا أن عمليات الحقن تساهم في أن يكون انخفاض الضغط متناسباً مع كمية الإنتاج بما يحقق أفضل توازن ممكن بين هذا الانخفاض وبين كميات الإنتاج المقابلة له. وبشكل عام يبلغ متوسط تراجع معدل الإنتاج السنوي للبئر التقليدي حوالي 6% من معدل الإنتاج الأولي، بينما يبلغ متوسط تراجع معدل الإنتاج السنوي في آبار زيت السجيل نحو 30% في أول سنتين^(*)، فعلى سبيل الافتراض^(**) لو بدأ بئر نפט تقليدي وبئر زيت سجيل في الإنتاج بمعدل 100 ب/ي، فإن بئر النفط التقليدي سينتج بمعدل 88.4 ب/ي بعد سنتين، وسينتج بئر زيت السجيل بمعدل لا يتجاوز 49 ب/ي بعد سنتين، بينما لن يصل إنتاج بئر النفط التقليدي إلى ذلك المعدل إلا بعد حوالي 13 عاماً.

ويلاحظ عملياً من الشكل (37) أن إنتاج بئر زيت السجيل سينخفض إلى ما دون 20% من معدل الإنتاج الأولي خلال السنوات الثلاث أو الأربع الأولى من بدء الإنتاج، وهذا ما حدا بوكالة الطاقة الدولية إلى التأكيد على أن المحافظة على معدل إنتاج 1 مليون ب/ي من منظومة سجيل Bakken يحتاج إلى 2500 بئر جديد كل عام، بينما لا تحتاج هذه الكمية لأكثر من 60 بئراً تقليدياً في جنوب العراق¹⁰³.

* قد يبلغ معدل التراجع أكثر من 40 - 50 % في بعض الحالات.

xx مجرد افتراض لحالة مثالية لا تأخذ بعين الاعتبار أي متغيرات فنية أو اقتصادية، الهدف منه توضيح الصورة فقط.



المصدر: The Economist، 2014.

وبالفعل يلاحظ أن 17 بئراً في العراق تم اكتشافها ما بين عامي 2009 و2014 تنتج مجتمعة أكثر من 91 ألف ب/ي¹⁰⁴، كما هو مبين في الجدول (18)، أي أن المعدل الوسطي لإنتاج هذه الآبار يقارب 5400 ب/ي للبئر، ويمكن مقارنة ذلك مع معدل إنتاج البئر من تشكيلة Bakken والذي بلغ نحو 130 ب/ي عام 2013 كما ذكر سابقاً.

الجدول 18: معدلات إنتاج بعض الآبار التقليدية في العراق(*)

البئر	عام الاكتشاف	معدل الإنتاج ب/ي
كردامير-1	2009	2240
شيكان-1	2009	2000
بجيل-1	2010	3743
أطرش-1	2011	6393
طاوكي-16	2012	25000
الشيخ عدي-2	2012	4235
سرجلة-1	2012	4000
نور-7	2012	3000
كردامير-2	2012	950
ميراوا-1	2013	11000
طاوكي-20	2013	8000
زيغ-1	2013	4800
بير بحر-1	2013	2100
طاوكي-17	2013	1500
بزركان 52	2014	5000
ميسان 119	2014	4000
بان-1	2014	3500
المجموع		91461

المصدر: أعداد مختلفة من نشرة متابعة مصادر الطاقة عربياً وعالمياً، أوابك

التأثير البيئي

في ظل التصاعد المستمر للأصوات التي تطالب بحماية البيئة وتخفيض معدل إنتاج الكربون الذي يعتبره البعض المسؤول الأول عن ظاهرة الدفآن العالمي، يبرز إنتاج زيت السجيل كمصدر أكثر تلويثاً للبيئة من النفط التقليدي، ذلك أن هذا النوع من الهيدروكربونات يحتاج إنتاجه لكميات من الطاقة أكبر من تلك اللازمة للنفط التقليدي، وبالتالي ستكون بصمة الكربون الخاصة به أكبر بكثير. وقد وصل الأمر ببعض الجهات إلى إطلاق دعوات لإيقاف إنتاج غاز وزيت السجيل نهائياً،

* تقع معظم الآبار المذكورة في الجدول في منطقة كردستان العراق.

مثل الدعوة التي وجهتها جماعة السلام الأخضر^(*) في عام 2012، لكن من الإنصاف الإشارة إلى أن هذه الجماعة تدعو أيضاً إلى إيقاف استخدام كل أنواع الوقود الأحفوري بشكل نهائي¹⁰⁵. وينظر إلى موضوع التأثير البيئي لاستغلال منظومات السجيل من عدة زوايا أهمها إشكالية المياه من حيث المصادر والتصريف كما تقدم، ويلحق بها عدة نقاط أخرى، مثل:

- تلوث المياه الجوفية المترافق مع عمليات الحفر والتشقيق.
- عمليات نقل المياه المنتجة من الموقع إلى أماكن التصريف واحتمالات التسرب.
- التعامل مع مياه الأمطار والثلوج.
- الحوادث التي قد تحصل خلال عمليات نقل زيت السجيل المنتج.

تلوث المياه الجوفية المترافق مع عمليات الحفر والتشقيق

لا يمكن النظر إلى موضوع التلوث المحتمل للمياه الجوفية والمترافق مع عمليات الحفر كأمر خاص باستثمار منظومات السجيل، فعمليات حفر الآبار لإنتاج النفط أو الغاز التقليديين تحمل نفس النسبة من المخاطر عند اختراق الطبقات الحاملة للمياه، وهذا ما يدعو إلى اتخاذ كل وسائل الحيطة عند اختراق هذه الطبقات، حيث يجري عادة تغليف الآبار بسرعة بعد حفر هذه الطبقات لعزلها عن تأثير المواد الكيميائية المستخدمة في سوائل الحفر. لكن العديد من الحالات سجلت في الولايات المتحدة الأمريكية أظهرت تلوث المياه بغاز الميثان بعد عمليات التشقيق الهيدروليكي، وخاصة في الآبار الأهلية التي يعتمد عليها بعض السكان للشرب، وبلغت بعض الحالات المسجلة حد إمكانية إشعال الغاز المترافق مع مياه الشرب من الصنبور. كما سجلت حالات أخرى تبين وصول بعض العناصر الكيميائية المستخدمة في عمليات التشقيق الهيدروليكي إلى مياه الشرب¹⁰⁶.

عمليات نقل المياه المنتجة من الموقع إلى أماكن التصريف واحتمالات التسرب

يعتبر استخدام الناقلات أو الصهاريج لإيصال المياه إلى مواقع التصريف أو إلى آبار الحقن السبب وراء التلوث المحتمل خلال عمليات النقل. وفي هذا المجال قدرت إدارة المحافظة على البيئة في ولاية نيويورك NYSDEC^(**) أن عملية تشقيق البئر باستخدام الضغوط العالية قد تحتاج إلى 3958 رحلة بالناقلات، وهذا ما يزيد بمرتين أو ثلاث مرات عن عدد الرحلات التي قد يحتاجها البئر المنتج من المكامن التقليدية¹⁰⁷، حيث يبين الجدول (19) تقديراً لعدد

* Green Peace

** New York State Department of Environmental Conservation

الرحلات اللازمة عند حفر بئر تقليدي عمودي، أو بئر أفقي في منظومة سجيل. ولا يخفى أن هذا العدد الكبير من الرحلات سببه انتشار المنظومات المستغلة على مساحات شاسعة ضمن قواطع كثيرة تعمل فيها العديد من الشركات، مع ما يستلزمه ذلك من شق طرق ونقل للمعدات والمواد اللازمة.

الجدول 19: تقدير لعدد رحلات الناقلات اللازمة عند حفر بئر عمودي أو أفقي

بئر عمودي		بئر أفقي		نوع العملية
ناقلات خفيفة	ناقلات ثقيلة	ناقلات خفيفة	ناقلات ثقيلة	
90	32	90	45	تحضير موقع البئر
140	50	140	95	نقل منصة الحفر
	15		45	سوائل الحفر
	10		45	معدات حفر أخرى
70	30	140	50	الحفر، الطاقم
72	10	326	20	مواد كيميائية للإكمال
	5		5	معدات الإكمال
	75		175	معدات التشقيق
	90		500	نقل المياه اللازمة للتشقيق
	5		23	الرمال اللازمة للتشقيق
	42		100	التخلص من المياه المنتجة
50	34	50	45	الإعداد النهائي للموقع
85	0	85	0	أشياء مختلفة
507	398	831	1,148	عدد الرحلات الفردية (مع الحمولة) لكل بئر
1810		3958		عدد الرحلات الكلية للبئر

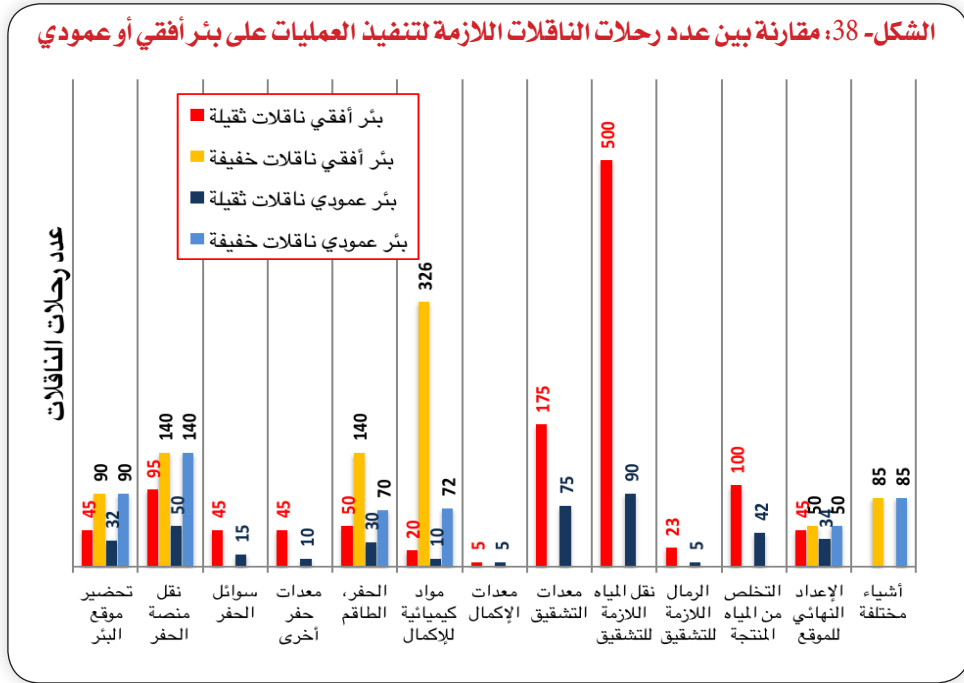
المصدر: NYSDEC, 2011

ويمكن من الجدول تبين الفرق الكبير بين عدد الرحلات اللازمة لكلا النوعين من الآبار حسب حمولة الناقلية^(*)، حيث يتجلى هذا الفارق بشكل كبير في عدد الرحلات اللازمة لنقل مياه

* اعتبرت إدارة المحافظة على البيئة في نيويورك أن 6 طن تقريباً تمثل الوزن القائم للناقلية الخفيفة، بينما تمثل الناقلية الثقيلة بوزن قائم يقارب 12 طن.

عملية التشقيق والذي يقارب في البئر الأفقي ستة أضعاف البئر العمودي، كما أن عدد رحلات الناقلات الخفيفة التي تنقل المواد الكيميائية اللازمة لعملية الإكمال يزيد بحوالي خمس مرات في حالة البئر الأفقي عن حالة البئر العمودي، ويبين الشكل (38) هذه الفوارق بشكل تخطيطي واضح.

الشكل-38: مقارنة بين عدد رحلات الناقلات اللازمة لتنفيذ العمليات على بئر أفقي أو عمودي



المصدر: استناداً إلى بيانات NYSDEC، 2011

التعامل مع مياه الأمطار والثلوج

تتحرك المياه السطحية الناتجة عن جريان مياه الأمطار أو الثلوج الذائبة على موقع العمل مشكلة مجار مائية قد تؤثر على جودة مياه الشرب أو على النظام البيئي للمنطقة، ومع أن جريان مياه الأمطار أو الثلوج الذائبة هو حدث طبيعي، إلا أن هذا الحدث يتقاطع مع النشاطات البشرية التي ربما تتسبب في إعاقه حركة هذه المياه. ويصل تأثير بنية بمساحة 4000 متر مربع عند إعاقه حركة المياه الطبيعية إلى حد أن تتسبب بتوضع 35-45 طن من الرواسب كل سنة، بينما في الوضع الطبيعي تحتاج هذه الكمية إلى مساحة تزيد عن 65 ألف متر مربع حتى تترسب¹⁰⁸.

وهنا أيضاً يجب التنويه إلى أن مواقع الآبار التقليدية أثناء عمليات التطوير تمتلك نفس التأثير الذي تمتلكه آبار زيت أو غاز السجيل، لكن الفارق هو في عدد الآبار الكبير اللازم لتطوير منظومات السجيل. تبين **الصورة (1)** أحد مواقع إنتاج النفط من رمال القار في كندا، وتظهر البرك المائية المتناثرة هنا وهناك نتيجة مياه الأمطار الهائلة على الموقع.

الصورة 1: مياه الأمطار على أحد مواقع رمال القار في كندا (*)



المصدر: National Geographic، 2014

الحوادث خلال نقل الزيت المنتج

لا تتوفر خطوط الأنابيب دوماً في مواقع إنتاج زيت السجيل، مما يترك الصهاريج أو القطارات كخيار وحيد لنقل الزيت المنتج. وبالرغم من كل تدابير الحياطة والحذر والسلامة التي يتم اتخاذها، إلا أن حوادث النقل البرية تحدث كل يوم، ولا يستثنى منها نقل الزيت المنتج.

تبين **الصورة (2)** عملية نقل زيت السجيل المنتج في أحد حقول شمال داكوتا باستخدام صهاريج لا تزيد حمولة كل منها عن 240 برميلاً. وتبين **الصورة (3)** نقل زيت السجيل المنتج من نفس الولاية باستخدام القطارات.

* http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/photos/000/793/cache/tar-sands-boycott-1_79311_990x742.jpg

الصورة 2: نقل زيت السجيل باستخدام الصهاريج (*)



المصدر: National Geographic، 2014.

الصورة 3: نقل زيت السجيل باستخدام القطارات (**)



المصدر: National Geographic، 2014.

* http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/photos/000/616/cache/energy-north-dakota-oil-boom-trucks_61632_600x450.jpg

** http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/photos/000/618/cache/energy-trains-move-oil-north-dakota-bakken_61817_990x742.jpg

أما **الصورة (4)** فتبين احتراق قطار ينقل الزيت في طريقه من شيكاغو نحو ولاية فيرجينا بتاريخ 2014/4/30، حيث خرجت 15 عربة عن الخط الحديدي في مدينة Lynchburg وانقلبت واشتعلت فيها النيران، كما تسرب أكثر من 831 برميلاً من الزيت إلى نهر James امتدت على مسافة تزيد عن 18 كم¹⁰⁹.

وهذا الحادث ليست الوحيد من نوعه، فقد سبقه حادث في مدينة Casselton في شمال داكوتا في 2013/12/31 اصطدم فيه قطاران أحدهما ينقل زيت السجيل **الصورة (5)**، وقد خرجت 19 عربة عن الخط الحديدي واشتعلت فيها النيران¹¹⁰.

وسبق ذلك حادث آخر خرج فيه القطار الناقل لزيت السجيل المنتج من Bakken Shale عن خطه **الصورة (6)** ليدخل إلى مركز مدينة Lac-Mégantic الكندية متسبباً في موت 47 شخصاً¹¹¹.

الصورة 4: احتراق قطار ينقل زيت السجيل (*)



المصدر: National Geographic، 2014.

* http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/photos/000/792/cache/ap919308467893-1-_79241_990x742.jpg

الصورة 5: حريق نتيجة اصطدام قطارين أحدهما ينقل زيت السجيل (*)



المصدر: National Geographic، 2014.

الصورة 6: حادث مدينة Lac-Mégantic الكندية (**)



المصدر: The Star، 2014.

* http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/photos/000/749/cache/ap344944824117_74959_990x742.jpg

** Ryan Remiorz/THECANADIANPRESS file photo, http://www.thestar.com/news/canada/2014/04/23/railways_ordered_by_federal_government_to_stop_using_older_tank_cars.html

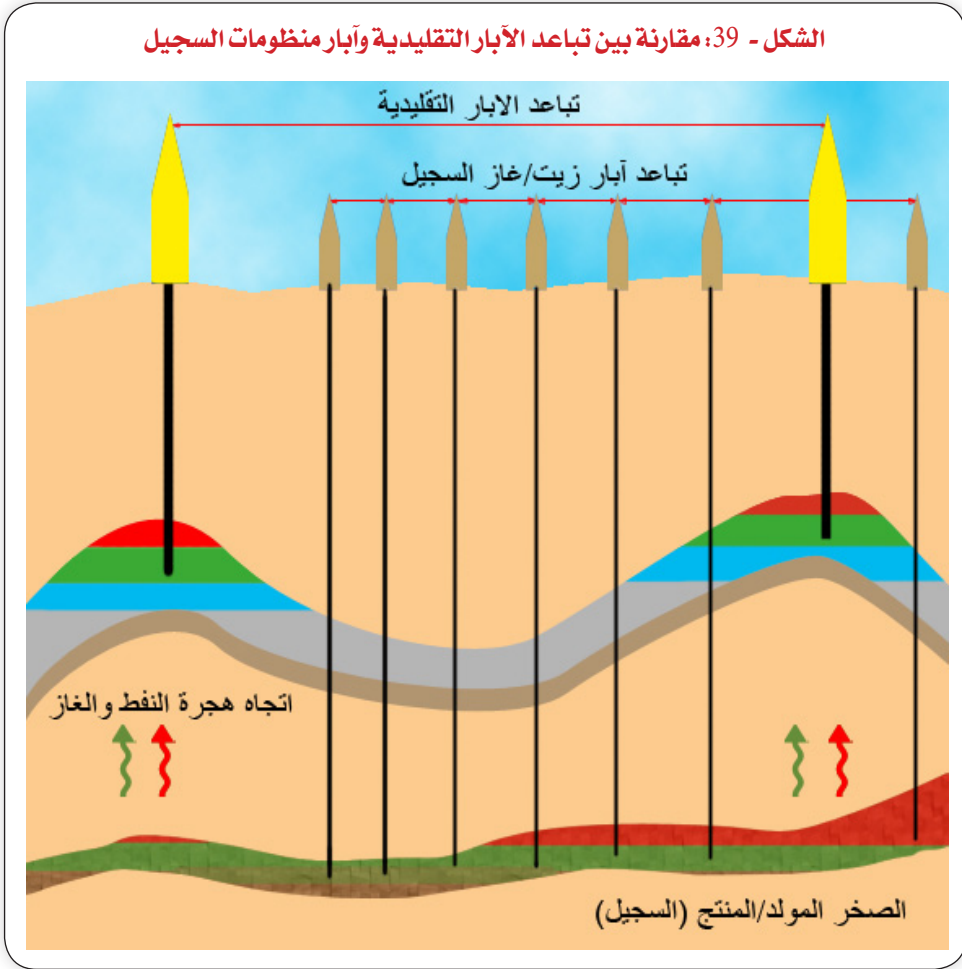
تباعد الآبار

ينظر إلى تباعد الآبار كأحد المظاهر البيئية التي تساهم في التأثير على المنظور العام للمناطق التي يتم الإنتاج منها. يعبر تباعد الآبار عن النطاق أو المساحة التي ينتج البئر منها عملياً، وتقدر بعدد الآبار في وحدة المساحة. ولا توجد قاعدة عامة تحكم هذا التباعد إذ أن مواصفات المكامن المختلفة تلعب الدور الأساسي في تحديد التباعد الذي يقود إلى الاستغلال الأمثل لهذه المكامن. وينظر بشكل إجمالي إلى أن تباعد الآبار العمودية الغازية يكون بحدود بئر واحد لكل 160-162 ألف متر مربع من مساحة المكامن، أي أن المسافة بين كل بئرين متتالين يمكن أن تكون في حدود 400 متر. أما في حالة الآبار الأفقية المنتجة من مكامن السجيل، فلا بد أن تكون المسافة بينها مساوية 1.5 من طول الشقوق الناتجة عن التشقيق الهيدروليكي.

في عام 2010 تم حفر 500 بئر في منظومة Eagle Ford، بينما تم حفر 2350 بئر جديد في نفس المنظومة بين عامي 2012 و2013 لتقييم نحو 28 ألف كم مربع من المنظومة. وعند النظر في موضوع تباعد الآبار فهناك عدة نقاط لا بد من أخذها بعين الاعتبار ومنها: السماكة، وقابلية الطبقة المعنية للتشقيق، والنموذج الترسيبي، والعمق، والضغط، وأداء الآبار، وغيرها. ويكمن التحدي في عدة نقاط يجب تقييمها عند اختبار تباعد الآبار، مثل: تخمين ارتفاع الشقوق وامتدادها، ونمذجة عملية السحب من التشكيلة، وكمية الإنتاج من البئر. وفي دراسة عرضت ضمن مؤتمر SPE/AAPG/SEG Unconventional Resources Technology Conference الذي عقد في شهر تموز/يوليو 2013 في مدينة دنفر عاصمة ولاية كولورادو الأمريكية، ذكر نائب رئيس شركة Pioneer Resources لشؤون التطوير تحت السطحي في جنوب تكساس¹¹²، أن وسطي تباعد الآبار في منظومة Eagle Ford يتراوح بين 90-180 م.

يبين هذا الرقم الكثافة الكبيرة للآبار المطلوبة في وحدة المساحة، ولتبرير الفارق بينه وبين حالة الآبار التقليدية، لا بد من النظر إلى أن تجمعات النفط/أو الغاز التقليدي هي مواد هيدروكربونية هاجرت من الصخور المولدة وتحركت حتى وصلت إلى مكامن معزول سواء بصخر غطاء أو لأسباب ستراتيغرافية، وبالتالي فهذه التجمعات تكون محصورة على امتداد محدود. أما في حالة منظومات السجيل، فهذا السجيل المنتج هو نفسه الصخر المولد ويمتد على مساحات شاسعة أحياناً، مثل حالة منظومة Marcellus Shale التي تمتد بين نيويورك، وأوهايو، وبنسلفانيا، وغرب فرجينيا، وبسبب معامل الاستخلاص المنخفض، وسرعة تراجع معدل الإنتاج، لا بد من الناحية الاقتصادية حفر عدد كبير في الآبار للإبقاء على معدل الإنتاج التجاري. يبين الشكل (39) تخطيطياً (بدون مقياس) الفرق بين تباعد الآبار بين المكامن التقليدية ومكامن منظومات السجيل.

الشكل - 39: مقارنة بين تباعد الآبار التقليدية وآبار منظومات السجيل



المصدر: من إعداد الكاتب

وفي دراسة حول إمكانات تطوير منظومة Marcellus Shale، أورد مركز برنامج المصادر الطبيعية الأمريكية (*) بيانات عن تباعد الآبار اللازم لتطوير بعض منظومات السجيل الأخرى¹¹³، كما هو مبين في الجدول (20).

* Natural Resource Program Center

الجدول 20، نموذج عن تباعد الآبار لتطوير بعض منظومات السجيل في الولايات المتحدة

تباعد الآبار ألف متر مربع ^(*)	المنظومة
283 - 162	Barnett Shale
283 - 224	Fayetteville Shale
224	New Albany Shale
224 - 162	Antrim Shale
224 - 162	Woodford Shale
224 - 162	Marcellus Shale

المصدر: مركز برنامج المصادر الطبيعية الأمريكي، 2008

ويمكن من خلال الصورة (7) ملاحظة المسافة القريبة جداً بين بعض آبار حقول السجيل في منظومة Bakken Shale.

الصورة 7: أحد حقول منظومة Bakken Shale (**)



المصدر: Frac-off.org.uk

* أرقام الجدول الأساسية مقدرة بالآكر الذي يساوي قرابة 4000 متر مربع.

** <http://frac-off.org.uk/wordpress/wp-content/uploads/2013/06/Bakkensite-copy.jpg>

ويمكن أيضاً الإشارة إلى عامل آخر ظهر نتيجة استغلال مصادر السجيل في الولايات المتحدة، وتمثل في شيء من التأثير على التركيبة الديموغرافية (البشرية) في بعض الولايات نتيجة الحاجة إلى عدد كبير من الأيدي العاملة، وما رافق ذلك من الحاجة إلى مساكن تؤوي تلك الأعداد، حيث زاد عدد العاملين القادمين إلى ولاية شمال داكوتا عن 30 ألف عامل في عام 2012 فقط. تبين الصورة (8) قرية عمالية تم إنشاؤها على عجل في مدينة Williston في شمال داكوتا لاستيعاب الأعداد الكبيرة من الطواقم العاملة في منظومات زيت وغاز السجيل.

**الصورة 8: قرية عمالية تم إنشاؤها في مدينة Williston في ولاية شمال داكوتا
عام 2012 للعاملين في إنتاج زيت وغاز السجيل (*)**



المصدر: National Geographic.

* http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/photos/000/616/cache/energy-north-dakota-oil-boom-aerial_61624_600x450.jpg

الخلاصة والتوصيات

هناك الكثير من المبالغة حول إنتاج زيت وغاز السجيل في الولايات المتحدة، في مقابل التقليل من شأن التكاليف المرتفعة. بهذه العبارة ميّز ديفيد هيوز^(*) بحثه الذي نشر في مجلة Nature حول "حقيقة ثورة السجيل" في الولايات المتحدة¹¹⁴.

يبين تتبع نمو إنتاج زيت السجيل في الولايات المتحدة ارتباطه الوثيق بعاملين رئيسيين، هما:

- نشاط الحفر: وهو عدد الحفارات العاملة في منطقة ما.
 - كفاءة الحفر: عدد الآبار التي توضع على الإنتاج مقارنة بعدد الحفارات العاملة.
- كما يرتبط هذا النمو بشكل جذري بمعدل الإنتاج الأولي للبئر، وسرعة تراجع معدل الإنتاج، إضافة إلى ارتباطه الرئيسي بأسعار النفط التقليدي.

ومن خلال ما تقدم في الدراسة يمكن استخلاص ما يلي:

1. يلاحظ أن هناك تبايناً كبيراً في تقدير مصادر زيت السجيل حول العالم، وتختلف كذلك تقديرات إنتاجه المستقبلي المحتمل بشكل كبير، ومردّد ذلك لعدم وجود معلومات تفصيلية ودقيقة يمكن البناء عليها من جهة، وبسبب تباين خصائص التشكيلات الحاوية أو المنتجة للزيت من جهة أخرى، مما يجعل من الصعب تطبيق تقنيات الاستقراء المستخدمة في حالة النفط التقليدي على منظومات زيت السجيل.
2. من الملاحظ أن الترويج الاستثماري لعملية إنتاج زيت السجيل أعطى للموضوع أبعاداً ربما يكون من المبالغ فيها، ذلك أن الولايات المتحدة الأمريكية تمتلك في هذا المجال خصوصية قد لا تكون متاحة خارجها، ومن أهمها وجود الخبرات البشرية ورؤوس الأموال الضخمة، والحوافز الحكومية، ووفرة مصادر المياه مقارنة مع غيرها، ووجود عدد كبير من الحفارات على أراضيها. لذلك وحتى لو توفرت مصادر زيت السجيل في دول أخرى، فهذا لا يعني أنه من الممكن نقل التجربة الأمريكية بنجاح، فتوفير نفس العوامل المتاحة للولايات المتحدة في دولة أخرى، ربما يحتاج لضعف النفقات الرأسمالية والتشغيلية، وبالتالي ستكون العملية خاسرة ما لم يتضاعف سعر النفط العالمي. كما أنه لا توجد منظومتا سجيل متشابهتان تماماً، لذلك فإن نجاح عملية معينة على منظومة ما لا يضمن أبداً احتمال نجاح نفس العملية على منظومة أخرى^(**).

* عالم جيولوجي وزميل لمعهد Post Carbon في ولاية كاليفورنيا.

** هذا ما تؤكده شركة هالبرتون ذات الباع الواسع في مجال زيت السجيل، ضمن الفصل الثاني من كتابها التعريفي: - Shale D velopment، المنشور عام 2011.

3. رغم كل ما يذكر عن إنتاج زيت السجيل (الزيت الصخري)، فلا يوجد ما يشير إلى أن إنتاجه في المدى القريب سيكون له أي تأثير سلبي على إنتاج أو على صادرات الدول العربية، بل على العكس ربما يساهم في التخفيف من الضغوط التي تتعرض لها بعض الدول المنتجة للحفاظ على طاقة إنتاجية احتياطية ضمن مفهوم أمن الإمداد، في الوقت الذي تتجه فيه الدول المستهلكة إلى توجيه دعمها المادي والمعنوي نحو بدائل الطاقة دون أن تضمن أمن الطلب.
4. هناك العديد من الجهات التي تبشر بأن إنتاج زيت السجيل سيؤدي إلى انخفاض سعر النفط التقليدي، لكن الواقع أنه وبالرغم كل التقدم التقني، فهناك حدود اقتصادية حالية لتكلفة إنتاج البرميل من زيت السجيل مما يجعل إنتاجه مرتبطاً بأسعار النفط التقليدي، فإن هبطت تلك الأسعار إلى ما يقارب أو يقل عن تكلفة إنتاج زيت السجيل، فهذا سيوقف الشركات عن الاستثمار في ذلك المجال. ويتراوح حد نقطة التعادل (نقطة تغطية النفقات) في أغلب المنظومات النشطة حالياً بين 60-80 دولار/البرميل. إضافة إلى أن النظر إلى أسعار النفط في الولايات المتحدة لا يظهر ذلك الانخفاض الكبير الذي بشرت به بعض الجهات العاملة في صناعة زيت السجيل، فبعد مرور عاصفة الأزمة المالية العالمية في عام 2008، عاد السعر الفوري لنفط غرب تكساس على سبيل المثال للارتفاع حيث قفز بأكثر من ثلاثين دولاراً للبرميل خلال أربعة أشهر فقط من 39.09 دولار/البرميل في شباط/فبراير 2009 إلى 69.67 دولار/البرميل في حزيران/يونيو 2009. ومنذ عام 2011 إلى اليوم تراوح السعر بين 94 دولار/البرميل، ليصل إلى 98.74 دولار/البرميل خلال الربع الأول من عام 2014 حسب بيانات إدارة معلومات الطاقة الأمريكية.
5. تحاول الولايات المتحدة وهي من بين أكبر مستوردي النفط في العالم، أن تتجه نحو الاكتفاء الذاتي اعتماداً على زيت السجيل، وحتى إن صح ذلك على المدى البعيد، فهناك أسواق بديلة تتعطلش إلى زيادة واراقتها النفطية لتغطية الطلب المتنامي على الطاقة في بلدانها، وخاصة الأسواق الآسيوية. لكن الواقع الحالي والتراجع السريع في معدلات إنتاج الآبار والحاجة إلى عدد كبير من الآبار سنوياً للحفاظ على معدل الإنتاج، يجعل من السابق لأوانه النظر إلى موضوع الاكتفاء الذاتي للولايات المتحدة، بل إنه من المرجح أن لا تستمر "ثورة السجيل" لفترة طويلة على وضعها الراهن، وأن يميل ميزان الإنتاج إلى التراجع.

6. تشير الدراسات إلى أن بعض الدول العربية ربما تمتلك مصادر محتملة من زيت السجيل، تتوضع على أعماق كبيرة تصل أحياناً إلى أكثر من 4000 م، كما هو الحال في الجزائر وليبيا وتونس ومصر، مما يدفع إلى الاعتقاد بأن استثمار تلك المصادر لا يبدو مجدداً اقتصادياً في ضوء توفر مصادر النفط أو الغاز التقليدي في تلك الدول. لكن ربما يكون من المجدي فنياً إجراء دراسات تفصيلية لمدى قابلية تلك المصادر لتندرج تحت تصنيف الاحتياطيات، حيث يفترض وجود كم كبير من بيانات الآبار التقييمية والاستكشافية التي وصل الحفر فيها إلى الصخور المولدة للنفط والغاز في تلك الدول، وجرى استخراج عينات من الصخر لتحليلها جيوكيميائياً، ويمكن الاستفادة من تلك البيانات ومن بيانات العدد الكبير من الآبار الإنتاجية في إجراء محاكاة Simulation لتاريخ تشكل الأحواض الجيولوجية الحاوية على تلك الصخور مما يسمح بتقدير كميات النفط و/أو الغاز التي تم توليدها، وطبيعة الهجرة الأولية والثانوية التي حصلت في المواد الهيدروكربونية المتشكلة، آخذين بعين الاعتبار أن من أهم التحديات التي يمكن أن تواجه إنتاج زيت السجيل في الدول العربية التي قد تمتلك هذا النوع من المصادر هي كميات المياه الكبيرة جداً اللازمة لعمليات الحفر والتشقيق الهيدروليكي.

بعض المصطلحات الواردة في الدراسة	
Basin	حوض
Cap Rock	صخر الغطاء
Chamber	حجرة (كبسولة)
Clay	غضار
Exploration Well	بئر استكشافي
Fluidized Bed	وسط مُمَيِّع
Formation	تشكيلة
Hot Shale	السجيل الحارّ (سجيل يحتوي على نسبة عالية من اليورانيوم)
Humic	دُبَال، مواد دبالية
Inert Material	مادة خامدة
Kerogen	كيروجين
Laminated	متطبقة، صخور صفائحية
Marginal	هامشي، ضعيف التأثير
Memorandum of Understanding MOU	مذكرة تفاهم
Mesopotamia	بلاد ما بين النهرين
Metamorphism	تحول
Mining	تعدين، استخراج، الحصول على الفلز من المناجم أو من على السطح
Oil Content	محتوى الزيت
Oil Shale	السجيل الزيتي
Plankton	عوالق مجهرية
Play	منظومة
Reserves	احتياطيات
Reservoir	مكمن
Resources	مصادر
Retorting	تحطيم وتقطير
Shale Oil	زيت السجيل
Source Rock	صخر أم، صخر مؤلّد
Stage	طابق (عمر جيولوجي)
STOIP	الاحتياطي الجيولوجي
Thermal Content	المحتوى الحراري
Tight Oil	النفط الكثيم
Total Organic Carbon (TOC)	محتوى الكربون الكلي
Turbine	عنفة
Wild Cat	بئر تنقيبي

المراجع

- 1 *Tight oil production pushes U.S. crude supply to over %10 of world total*, EIA, 26/3/2014.
<http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=15571>
- 2 Oil and Gas Financial Journal, 26/3/2014.
<http://www.ogfj.com/articles/201403//tight-oil-production-pushes-us-crude-supply-to-over-10-of-world-total.html>
- 3 Jiang Shu, *Clay Minerals from the Perspective of Oil and Gas Exploration*, Clay Minerals in Nature - Their Characterization, Modification and Application, Dr. Marta Valaskova (Ed.), ISBN: 9782012 ,5-0738-51-953-.
- 4 West, Ian M. 2014. *Burning Beach, Burning Cliffs and the Lyme Volcano: Oil-Shale Fires of Southern England; Geology of the Wessex Coast*. Version: 6th June 2014. www.southampton.ac.uk/~imw/kimfire.htm
- 5 B. Durand, *Sedimentary Organic Matter and Kerogen. Definition and Quantative Importance of Kerogen*, in *Kerogen*, by B. Durand (Editor), 1980.
- 6 Dyni, J.R., *Review of the Geology and Shale-Oil Resources of the Tripolitic Oil-Shale Deposits of Sicily, Italy*. U.S. Geological Survey, 1988.
- 7 Kimmeridge Oil Shale, *Oil Source Rock and Potential Shale-Gas Fracking Rock*. Retrieved from:
<https://www.southampton.ac.uk/~imw/Kimmeridge-Oil-Shale.htm>
- 8 *A Study of the EU Oil Shale Industry- Viewed in the Light of the Estonian Experience*. A report by EASAC to the Committee on Industry, Research and Energy of the European Parliament, European Academies Science Advisory Council, 2007.
- 9 Hamarneh Yousef, *Oil Shale Resources Development In Jordan*, Natural Resources Authority, revised and updated in 2006.

- 10 عمر أحمد سرية، جيوكيمياء المادة العضوية للنفط، أداة فعالة في مجال الاستكشاف البترولي في سورية، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 16، العدد 58، 1990.
- 11 Laherrère, Jean, *Review on Oil Shale Data*,
<http://www.hubbertpeak.com/laherrere/OilShaleReview2005.pdf>
- 12 World Energy Council, 2010 Survey of Energy Resources.
- 13 Spellman Frank R, *Environmental Impact of Hydraulic Fracturing*, Taylor and Francis Group, 2013.
- 14 تركي الحمش، الاستخلاص البترولي المحسن، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول أوابك، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد 36 - العدد 133، 2010.
- 15 McGlade, C.E. *A Review of Uncertainties in Estimates of Global Oil Resources*, UCL Energy Institute. In *Shale oil: the next energy revolution*, PCW, Feb. 2013.
- 16 *Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States*, EIA, June 2013.
- 17 تركي الحمش، جيولوجية بعض الأحواض الترسيبية في الشرق الأوسط وإمكانياتها البترولية، النفط والتعاون العربي، العدد 138، 2011.
- 18 Al Sharaa Ghazi Hassan, *Sequence Stratigraphy and Facies Architecture of Paleozoic System in Iraq*, ILP Task Force on Sedimentary Basins, International Workshop, 2009.
- 19 أتى هذا التصريح خلال فعاليات مؤتمر الاستثمار الآسيوي السادس عشر الذي عقد في هونغ كونغ بين 18- 22 مارس/آذار 2013، وورد في: Arab Oil and Gas. Vol. 2013/4/1، 997.XLII، No
- 20 Advanced Resources International & U.S. Energy Information Administration. Ref. 12.
- 21 تركي الحمش، تطور المصادر الهيدروكربونية في الدول العربية، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 140، 2012.

- 22 نشرة متابعة نشاطات مصادر الطاقة عربيا وعالميا، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو، السنة الثلاثون -2010- العدد الثاني.
- 23 Wall Street Journal, 17/5/2011.
- 24 *JOSCO Enters the Second Phase of its Oil Shale Development in Jordan*, Jordan Oil Shale Company News Room, 24 Jun, 2013, Retrieved on 4/2/2014.
- 25 Jordan, Arab Oil & Gas Directory, 2013.
- 26 MEES, 21/6/2013.
- 27 Sowell Kirk, *Jordan primed for unconventional power*, Petroleum Economist, Special report: Shale Oil, February 2014.
- 28 Al Alai Jamal et al, *Mineral Status and Future Opportunity*, Oil Shale, Geological Survey Administration, , Natural Resources Authority, Jordan, 2006.
- 29 معالي وزير الطاقة والثروة المعدنية الأردني الدكتور محمد موسى حامد، في لقاء تلفزيوني بثته قناة العربية بتاريخ 13 آذار/مارس 2014.
- 30 Energy Business Review, 19/8/2013.
- 31 موقع المكتب الوطني للهيدروكربونات والمعادن، <http://www.onhym.com> بتاريخ 2014/2/2.
- 32 World Energy Council, *World Energy Resources*, 2013 Survey.
- 33 IEA, Estonia 2013, *Executive Summary and Key Recommendations*, <http://www.iea.org/w/bookshop/add.aspx?id=451> . Retrieved 4/3/2014.
- 34 Enefit, Website:
https://www.enefit.com/-/doc/6983966/operations/oil_production_whitebg.png
- 35 Enefit Outotec Technology, Retorting Enefit280, website:
<https://www.enefit.com/en/technology>.
- 36 Adam Sieminski, *Outlook for U.S. Shale Oil and Gas*, U.S. Energy Information Administration, 4/1/2014.
www.eia.gov/pressroom/.../sieminski_01042014.pdf , Retrieved on 17/2/2014.

- 37 *Review of Emerging Resources: U.S. Shale Gas and Shale Oil Plays*, EIA, July, 2011.
- 38 *Drilling Productivity Report*. EIA, February 2014.
- 39 *Top 100 Oil and Gas Fields of 2009*, EIA.
www.eia.gov/pub/oil_gas/natural_gas/data_publications/crude_oil_natural_gas_reserves/current/pdf/top100fields.pdf . Retrieved: 9/3/2014.
- 40 *USGS Releases New Oil and Gas Assessment for Bakken and Three Forks Formations*, US Department of Interior, 30/4/2013.
- 41 *Bakken Field Production Reaches 1 billion bbl Mark*, Oil and Gas Journal, 28/4/2014.
- 42 Department of Mineral Resources, North Dakota Industrial Commission, Oil and Gas Division website: <https://www.dmr.nd.gov/oilgas/> .
- 43 Brower Derek, *The unconventional oil age*, Petroleum Economist, Special report: Shale Oil, February 2014.
- 44 U.S. Imports by Country of Origin, EIA,
http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_move_impcus_a2_nus_ep00_im0_mbbldpd_a.htm
- 45 Reference 36.
- 46 *Russia's Bakken, Special Report: Shale oil*, Petroleum Economist, February 2014.
- 47 Clint Oswald in Christopher Helman: *Meet the Oil Shale Eighty Times Bigger Than the Bakken*, Forbes, 6/4/2012.
- 48 Henderson James, Oxford Institute for Energy Studies, in *Russia's Bakken, Special report: Shale oil*, Petroleum Economist, February 2014.
- 49 *Gazprom Neft taps into natural flow of shale oil at new well*. Gazprom Neft official website, 29/4//2014.
<http://www.gazprom-neft.com/press-center/news/1102078/>

- 50 Stephen Bierman, *Shell Venture Starts Fracking Giant Russian Shale Oil Formation*, Bloomberg, 13/1/2014.
- 51 HIS, *Future of Water in Unconventionals: Water Management Strategies Report & Water Market Opportunities Report, Energy & Power Insight*.
<http://www.ihs.com/products/cera/multi-client-studies/future-water-unconventionals.aspx>
- 52 Offshore Technology, 26/4/2013.
- 53 Oil and Gas Financial Journal, 6/7/2013.
- 54 Oil Voice, *California City halts New Oil Drilling Over Fracking Concerns*, 19/3/2014.
- 55 التطورات العربية والعالمية في مجال استكشاف وإنتاج النفط والغاز، تقرير الأمين العام السنوي، أوابك، 2014.
- 56 Ivan Sandrea, *US shale gas and tight oil industry performance: Challenges and Opportunities*, Oxford Institute for Energy Studies, March 2014.
- 57 المرجع (55).
- 58 Oil and Gas Journal, 14/6/2013.
- 59 World Oil, 5/3/2014.
- 60 Oil and Gas Financial Journal, 5/8/2013.
- 61 Lewis Ian, *The global tight oil revolution? Not so fast.*, Special report: Shale Oil. Petroleum Economist, February 2014.
- 62 Energy Business Review, 28/2/2014.
- 63 Wall Street Journal, 11/6/2013.
- 64 Australian Research Council Website: 4/6/2013. <http://www.arc.gov.au/>
- 65 Linc Energy Official website:
http://www.lincenergy.com/sapex_shale_oil.php
- 66 Google Finance, Linc Energy Ltd (ASX:LNC), Retrieved: 8/4/2014.

- 67 Oil and Gas Financial Journal, 27/6/2013.
- 68 World Oil, 4/12/2013.
- 69 Energy Business Review, 12/7/2013.
- 70 Rachael Seeley, *Energy Reform could unlock Mexico's shale resource potential*, Oil and Gas Journal, 16/4/2014.
- 71 Barclays Capital, *Global 2014 E&P Spending Outlook, North American Spending to Accelerate*. Equity Research, 9 December 2013.
<http://www.pennenergy.com/content/dam/Pennenergy/online-articles/2013/December/Global%20201420%EP%20Spending%20Outlook.pdf>
- 72 *World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States*, U.S. Energy Information Administration.
<http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=mx>
- 73 Utpal Ganguly and Craig Cipolla (Schlumberger), *Multidomain Data and Modeling Unlock Unconventional Reservoir Challenges*, Society of Petroleum Engineers, Journal of Petroleum Technology, August 2012.
- 74 U.S. Energy Information Administration, *Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources*, June 2013.
- 75 Rudko, G. and Lovyniukov, V.I., 2013. "State Classification of Mineral Resources and Reserves of Ukraine as an Evaluation Instrument of Investment Proposals on Energy Resources." Black Sea and Caspian Sea Energy Conference, London, February 2014, Shale Gas Research. In EIA/ARI World Shale Gas and Shale Oil Resource Assessment, May, 2014.
- 76 Kennedy Will, *Uncertainty Clouds Investment in Ukraine Shale Exploration*, World Oil, 26/2/2014.
- 77 Energy Business Review, 7/4/2013.
- 78 Per Magnus Nysveen, *North American liquids production will reach 8 million bbl/d by 2020*, Oil and Gas Financial Journal, May, 2013.

- 79 *US Tight Oil Production Will Add An Additional 1 Million bbl/d In 2014*, North American Shale Analysis, Vol. 1, No. 1 January 2014.
- 80 Website:
<http://www.rystadenergy.com/ResearchProducts/NASAnalysis/usshalenewsletter#myModal>, Retrieved: 31/3/2014.
- 81 Mark Young, *Poland's shale gas future going up in smoke*, Oil and Gas Journal, 10/6/2013.
- 82 Wright Bruce and Sandu Corina, *Innovative solutions for processing shale oils*, Hydrocarbon Processing Magazine, 1/7/2013.
<http://www.hydrocarbonprocessing.com/Article/3223989/Innovative-solutions-for-processing-shale-oils.html>
- 83 المرجع السابق
- 84 White Paper, *Overcoming Shale Oil Processing Challenges*, Backer Hughes.
http://www.worldoil.com/uploadedFiles/DataHub/37336_New%20Shale_FINAL.031213.pdf
- 85 Barclays Capital, *Global 2014 E&P Spending Outlook, North American Spending to Accelerate*. Equity Research, 9 December 2013.
<http://www.pennenergy.com/content/dam/Pennenergy/online-articles/2013/December/Global%20201420%EP%20Spending%20Outlook.pdf>
- 86 Wood Mackenzie: *Bakken Drilling and Completion Capex to Top \$15 B in 2014*, Oil and Gas Financial Journal, 2/4/2014.
<http://www.ogfj.com/articles/201404//wood-mackenzie-bakken-drilling-and-completion-capex-to-top-15-b-in-2014.html?cmpid=EnLOGFJApril292014.html>
- 87 *Shale Participation on the Rise*, Oil and Gas Financial Journal, 21/4/2014.
<http://www.ogfj.com/articles/2014/04/uhy-ogfj-shale-survey.html?cmpid=EnLOGFJApril292014.html>
- 88 Ivan Sandrea, *US Shale Gas and Tight Oil Industry Performance: Challenges and Opportunities*. The Oxford Institute for Energy Studies, March, 2014.

- 89 Seeley Rachael, BP Plans to Exit Utica Shale, Oil and Gas Journal, 1/5/2014.
- 90 *Powering California: The Monterey Shale & California's Economic Future*, USC Global Energy Network, A Joint Initiative of USC Price School of Public Policy & USC Viterbi School of Engineering In association with The Communications Institute. <http://gen.usc.edu/assets/00184787/.pdf>
- 91 IHS, *America's New Energy Future: The Unconventional Oil and Gas Revolution and the US Economy*, Volume 3: A Manufacturing Renaissance - Main Report, September 2013.
- 92 *Where Middle East and North Africa Water Leaders Engage*, WBI: World Bank, 21/3/2011.
<http://wbi.worldbank.org/wbi/stories/where-middle-east-and-north-africa-water-leaders-engage>
- 93 *Average exposure to Aqueduct water risk indicators, Aqueduct Country and River Basin Ranking*. World Resources Institute
<http://www.wri.org/applications/maps/aqueduct-country-river-basin-rankings/#x=168.09&y=7.61&l=2&v=home&d=bws&f=0&o=59>
- 94 *Facts About North Dakota, Fracking & Water Use*, February 2014.
<http://www.swc.nd.gov/4dlink94/dcgi/GetContentPDF/PB-2419/Fact%20Sheet.pdf>
- 95 *Water Withdrawals for Development of Marcellus Shale Gas in Pennsylvania*, College of Agricultural Science, The Pennsylvania State University, 2010.
<http://pubs.cas.psu.edu/FreePubs/pdfs/ua460.pdf>
- 96 Heather Cooley and Kristina Donnelly, *Hydraulic Fracturing and Water Resources: Separating the Frack from the Fiction*. Pacific Institute, June 2012.
- 97 Matthew E. Mantell, P.E. , EPA, *Produced Water Reuse and Recycling Challenges and Opportunities Across Major Shale Plays*, Hydraulic Fracturing Technical Workshop,
<http://www2.epa.gov/hfstudy/produced-water-reuse-and-recycling-challenges-and-opportunities-across-major-shale-plays>

- 98 Nicot et al, *Current and Projected Water Use in the Texas Mining and Oil and Gas Industry*, Prepared for Texas Water Development Board, June 2011.
- 99 Chris Faulkner, Featured in January 2014 Issue of Oil & Gas Middle East, <http://www.breitlingenergy.com/breitling-energy-ceo-chris-faulkner-featured-january-2014-issue-oil-gas-middle-east/>
- 100 Nicot et al, *Oil & Gas Water Use in Texas: Update to the 2011 Mining Water Use Report*, Prepared for Texas Oil & Gas Association, Austin, Texas, September 2012.
- 101 GTI, *Techno-economic Assessment of Shale Gas Water Management Solutions*, June 2012.
http://www.gastechnology.org/reports_software/Documents/GTI-120004-Abstract-ExecutiveSummary-TOC.pdf
- 102 Thomas W. Merrill and David M. Schizer, *The Shale Oil and Gas Revolution, Hydraulic Fracturing, and Water Contamination: A Regulatory Strategy*. The Center for Law and Economic Studies Columbia University School of Law, 6/11/2013.
- 103 *The economics of shale oil*, The Economist, 15/2/2014.
<http://www.economist.com/news/united-states/21596553-benefits-shale-oil-are-bigger-many-americans-realise-policy-has-yet-catch>
- 104 نشرة متابعة مصادر الطاقة عربياً وعالمياً، أوابك، أعداد مختلفة.
- 105 Green Peace, *Position statement on shale gas, shale oil, coal bed methane and 'fracking'* 24/4/2012. website:
<http://www.greenpeace.org/eu-unit/Global/eu-unit/reports-briefings/201220%pubs/Pubs%20220%Apr-Jun/Joint%20statement%20on%20fracking.pdf>
- 106 المرجع (93).
- 107 *Revised Draft Supplemental Generic Environmental Impact Statement On The Oil, Gas and Solution Mining Regulatory Program - Well Permit Issuance for Horizontal Drilling And High- Volume Hydraulic Fracturing to*

Develop the Marcellus Shale and Other Low- Permeability Gas Reservoirs. New York State Department of Environmental Conservation (NYSDEC) 2011. Bureau of Oil & Gas Regulation, Division of Mineral Resources. <http://www.dec.ny.gov/data/dmn/rdsgeisfull0911.pdf>.

108 المرجع (93).

- 109 *Oil Train Derails in Lynchburg, Virginia*, National Geographic, Daily News, 30/4/2014.
<http://news.nationalgeographic.com/news/energy/2014140430-/04/oil-train-derails-in-lynchburg-virginia/>
- 110 *N.D. Oil Train Fire Spotlights Risks of Transporting Crude*, National Geographic, Daily News, 13/12/2013.
<http://news.nationalgeographic.com/news/energy/2013131231-/12/north-dakota-oil-train-fire/>
- 111 *Oil Train Tragedy in Canada Spotlights Rising Crude Transport by Rail*, National Geographic, Daily News, 8/7/2013.
<http://news.nationalgeographic.com/news/energy/2013130708-/07/oil-train-tragedy-in-canada/>
- 112 Kurt Abraham, Editor, *Challenge of Eagle Ford well spacing remains a moving target*, 14/8/2013.
<http://www.worldoil.com/Challenge-of-Eagle-Ford-well-spacing-remains-a-moving-target.html>
- 113 *Potential Development of the Natural Gas Resources in the Marcellus Shale New York, Pennsylvania, West Virginia, and Ohio*, Natural Resource Program Center, National Park Service, U.S. Department of the Interior, 2008.
http://www.nps.gov/frhi/parkmgmt/upload/GRD-M-Shale_122008-11-_high_res.pdf
- 114 Hughes J. David, *Energy: A reality check on the shale revolution*, Nature Journal, 494, 30720 ,308- February 2013.

البيبليوغرافيا

إعداد
عمر كرامة عطيفة
إدارة الإعلام والمكتبة

يشمل هذا القسم بيليوغرافيا بالمواضيع التي تطرقت إليها أحدث الكتب والوثائق ومقالات الدوريات العربية الواردة إلى مكتبة أوابك، مدرجة تحت رؤوس الموضوعات التالية:

الاقتصاد والتنمية

البتروكيماويات

البتترول (النفط والغاز)

التجارة والعلاقات الاقتصادية الدولية

قضايا حماية البيئة

الطاقة

المالية والمالية العامة

نقل التكنولوجيا

موضوعات أخرى

أولاً- الاقتصاد والتنمية

- إستراتيجية جديدة لتعزيز التجارة العالمية.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 28 (2016/7/14).--
- ص. 31-25.
- الاقتصاد التركي...بين محاولة الانقلاب والإصلاحات الهيكلية.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 30
(2016/7/28).-- ص. 32-26.
- إمكانات الاستفادة من رأس المال البشري في دول الخليج... على ضوء تقرير رأس المال البشري 2016.--
- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 29 (2016/7/9).-- ص. 15-6.
- انكماش الاقتصاد العماني في العام 2016: قراءة أولية لأهم المؤشرات.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.--
ع. 32 (2016/8/13).-- ص. 15-6.
- البدري، عبدالله. أوبك: ضبابية الموقف البريطاني تؤثر سلباً على الاقتصاد العالمي.-- النفط.-- ع.
45 (2016/8).-- ص. 11.
- تأثير الانسحاب البريطاني على الاقتصاد السعودي.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 27
(2016/7/4).-- ص. 14-6.
- تقييم الوضع الاقتصادي لإسبانيا واحتمالات الخروج من منطقة اليورو.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.--
ع. 29 (2016/7/19).-- ص. 35-24.
- جدوى التحول نحو التقنيات المالية للاقتصادات الخليجية.-- تقرير الخليج الاستراتيجي.-- ع. 32
(2016/8/14).-- ص. 45-34.
- حاجتنا إلى إعادة التركيز على التعليم والمهارات.-- النشرة النفطية.-- مج. 19، ع. 3 (2016).--
ص. 11.
- الكويت وتنوع القاعدة الاقتصادية.-- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 536 (2016/ 7).-- ص. 28-24.
- ماذا ينتظر الاقتصاد العالمي من قمة العشرين المقبلة؟.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 34 (2016/8).--
ص. 33-26.
- الموارد البشرية: ثروة الأمم المستدامة.-- التجارة.-- مج. 45، ع. 7 (2016/7).-- ص. 37-34.
- النموذج الإماراتي في تنوع الاقتصاد ومتطلبات تطبيقه خليجياً.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 31
(2016/8/2).-- ص. 18-6.
- هل تنجح إستراتيجية النمو الجديدة في إخراج الاقتصاد الجزائري من عثرته؟.-- تقرير الاقتصاد
والأعمال.-- ع. 32 (2016/8/13).-- ص. 33-27.

ثانياً- البتروكيماويات

- الابتكار المفتوح يجد طريقه إلى شركات الكيماويات الخليجية.-- النشرة النفطية.-- مج. 19، ع. 3
(2016).-- ص. 8-7.
- افتتاح توسعات مجمع مصر لإنتاج الأسمدة بدمياط.-- البترول.-- مج. 53، ع. 8-7 (2016/8-7).--
ص. 8-4.

ثالثا-البتترول

- الأزمة النفطية في فنزويلا... الأسباب والنتائج.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 33 (20/2016/8). ص. 40-46.
- أسعار النفط... بين تهديدات الصخري وانحسار الطلب.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 30 (2016/7/28). ص. 38-43.
- أسواق النفط العالمية.. بين تجميد الإنتاج أو عدمه.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 34 (23/2016/8). ص. 39-45.
- آل خليفة، محمد بن خليفة بن أحمد. الاتحاد الخليجي للتكرير سيعمل على تعزيز التعاون الخليجي في مجال صناعة التكرير.-- أوأبك.-- مج. 42، ع. 7 (2016/7). ص. 7.
- تحولات نفطية: روسيا المصدر الأول للنفط عالميا.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 27 (2016/7/4). ص. 45-51.
- التطورات في المخزونات النفطية العالمية وتأثيرها على الصناعة البترولية في الدول الأعضاء في منظمة أوأبك.-- أوأبك.-- مج. 42، ع. 7 (2016/7). ص. 4-5.
- توقعات بإعادة التوازن إلى سوق النفط عام 2017.-- النشرة النفطية.-- مج. 19، ع. 3 (2016). ص. 9-10.
- الجويسر، محمد. النفط...وفئاته.-- النفط.-- ع. 45 (2016/8). ص. 40-41.
- ستيفنز، بول. مشكلات شركات النفط العالمية... هل من حلول؟-- تقرير الخليج الاستراتيجي.-- (2016/9/1). ص. 49-53.
- الصالح، أنس. أربع شركات نفطية تابعة لمؤسسة البترول الكويتية بداية الخصخصة في القطاع النفطي.-- النفط.-- ع. 45 (2016/8). ص. 4.
- الصباح، تماضر خالد الأحمد. الثقافة البترولية في الكويت بين الإنجازات والتحديات.-- النفط.-- ع. 45 (2016/8). ص. 42-47.
- العراق ثاني أكبر المساهمين في نمو إمدادات النفط.-- النشرة النفطية.-- مج. 19، ع. 3 (2016). ص. 5.
- فنزويلا تفقد عرشها النفطي وتواجه أزمة اقتصادية متعددة الآثار.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 29 (2016/7/19). ص. 42-49.
- الكندري، سميرة إسحق. بيئة العمل في القطاع النفطي.-- النفط.-- ع. 45 (2016/8). ص. 25.
- مذكرة تفاهم بين حكومتي الكويت وقطر للتعاون في مجالات النفط والغاز والبتروكيماويات.-- النفط.-- ع. 45 (2016/8). ص. 5.
- النقي، عباس. أوأبك: تطوير النقل البحري تتطلب تنسيقاً بين الدول العربية وتوحيد الإجراءات.-- النفط.-- ع. 45 (2016/8). ص.
- هل تعد الإصلاحات الاقتصادية الخليجية ملائمة لمواجهة تراجع إيراداتها النفطية؟-- تقرير الخليج الاستراتيجي.-- (2016/9/1). ص. 34-48.
- هل تنفج الأزمة الليبية بعد اتفاق النفط الأخير؟-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 31 (2016/8/2). ص. 44-53.

هل يمثل ضعف الإنتاج الصيني عامل قوي لرفع أسعار النفط العالمية؟؟ -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 35 (30 / 8 / 2016). -- ص. 39-45.
هل يمكن أن تتوازن أسواق النفط العالمية مجددا -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 28 (14 / 7 / 2016). -- ص. 37-42.

رابعاً-التجارة والعلاقات الاقتصادية الدولية

تغير خارطة العالم الاقتصادية وضرورة إعادة التفكير في اتفاقية التجارة الحرة الخليجية - الأوروبية. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 30 (28 / 7 / 2016). -- ص. 6-16.
الدول الأكثر تنافسية في العالم لعام 2016. -- الاقتصادي الكويتي. -- ع. 536 (7 / 2016). -- ص. 64-65.
تجارة دول مجلس التعاون الخليجي، 2011-2014. -- الاقتصادي الكويتي. -- ع. 536 (7 / 2016). -- ص. 39-43.
صادرات الإمارات التي تتمتع بتنافسية عالية في السوق السعودية. -- النشرة الاقتصادية. -- مج. 9، ع. 145 (2016/7). -- ص. 6.
طلاق بريطانيا...تداعيات فورية وأخرى بعيدة المدى. -- الاقتصادي الكويتي. -- ع. 536 (7 / 2016). -- ص. 59-63.
الكتاب الإحصائي السنوي لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 2014. -- الرياض: مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 2016. -- 172 ص.
في محو الأمية الاقتصادية. -- التجارة. -- مج. 45، ع. 7 (2016/7). -- ص. 30-32.

خامساً-الطاقة

الطاقة المتجددة في افريقيا: الفرص والتحديات. -- تقرير الاقتصاد والأعمال. -- ع. 32 (13 / 8 / 2016). -- ص. 40-45.
الفالح، خالد بن عبدالعزيز. خطة من 5 محاول لتلبية الأهداف العالمية في مجالات الاقتصاد والطاقة المتجددة والبيئة. -- أوابك. -- مج. 42، ع. 7 (2016/7). -- ص. 10-11.

سادساً- الغاز

جنرال إلكتريك للنفط والغاز تنشئ أول خط لضغط النفط في السعودية. -- النشرة النفطية. -- مج. 19، ع. 3 (2016). -- ص. 5.
الغاز الطبيعي... المنافس النظيف للبترول في مجال الطاقة. -- النفط. -- ع. 45 (8 / 2016). -- ص. 14-24.
المطيري، محمد غازي. إنشاء مرافق استيراد الغاز الطبيعي المسال مشروع تنموي يلبي احتياجات الكويت على المدى البعيد. -- النفط. -- ع. 45 (8 / 2016). -- ص. 26-33.

سابعاً- المالية والمالية العامة

ابرز التطورات النقدية والمصرفية من خلال التقرير السنوي لبنك الكويت المركزي، السنة المالية 2016/15. -- الاقتصادي الكويتي. -- ع. 536 (7 / 2016). -- ص. 17-23.

- الاتجاه الروسي نحو الصيرفة الإسلامية.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 27 (2016/7/4).-- ص. 38-25.
- أزمة سوق النقد الأجنبي واحتمالية تعويم الجنيه المصري.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 31 (2016/8/2).-- ص. 38-26.
- الاستثمار الأجنبي في البحرين والخروج من مأزق التبعية النفطية.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 33 (2016/8/20).-- ص. 15-6.
- الاستثمارات السعودية في الأردن .. قراءة الواقع واستشراف للمستقبل.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 35 (2016/8/30).-- ص. 15-6.
- أول 500 شركة عربية مدرجة عام 2015.-- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 536 (2016/7).-- ص. 51-46.
- تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر إلى الإمارات ودبي في 2015.-- النشرة الاقتصادية.-- مج. 9، ع. 145 (2016/7).-- ص. 3-1.
- خفض سعر الفائدة البريطانية والعودة لموجات التيسير الكمي.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 33 (2016/8/20).-- ص. 32-24.
- الدور الخليجي في إفريقيا...استثمار للفرصة الضائعة.-- تقرير الخليج الاستراتيجي.-- ع. 30 (2016/7/28).-- ص. 33-22.
- رؤية اقتصادية للاتجاه المصرفي نحو شراء السندات السعودية.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 28 (2016/7/14).-- ص. 13-5.
- الريال العماني وبداية تشديد السياسة النقدية الأمريكية.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 34 (2016/8/23).-- ص. 15-6.
- الصندوق السعودي للتنمية. تقرير الرصد التنموي للصندوق السعودي للتنمية لعام 2015.-- الرياض: الصندوق السعودي للتنمية، 2016.-- ص. 159.
- ضرورة تعزيز المنافسة المصرفية في ضوء التوجه نحو دمج البنوك الخليجية.-- تقرير الخليج الاستراتيجي.-- ع. 30 (2016/7/28).-- ص. 45-34.
- قرض صندوق النقد الدولي لمصر وسيناريوهات الإصلاح الاقتصادي.-- تقرير الاقتصاد والأعمال.-- ع. 35 (2016/8/30).-- ص. 33-24.
- مشروعات تنمية الحقول تزيد الإنتاج وتعوض التناقص الطبيعي.-- البترول.-- مج. 53، ع. 8-7 (2016/8).-- ص. 11-9.
- المعهد العربي للتخطيط. الخطوط العامة لخطة النشاط السنوي وقوائم البرامج التدريبية التي ستنفذ خلال العام 2016-2017.-- الكويت: المعهد العربي للتخطيط، 2016.-- ص. 167.
- المعهد العربي للتخطيط. مركز المشروعات الصغيرة والمتوسطة.-- الكويت: المعهد العربي للتخطيط، 2016.-- ص. 56+56.-- عربي + انجليزي.

ثامنا- تلوث البيئة وحمايتها

الغلاف الجوي...أهمية وسبل حمايته.-- الاقتصادي الكويتي.-- ع. 536 (2016/7).-- ص. 77-75.

تاسعا- موضوعات أخرى

- آخر اتجاهات سوق الذهب العالمية.-- النشرة الاقتصادية.-- مج. 9، ع. 145 (2016/7). -- ص. 4.
الإستراتيجية الخليجية لتحقيق الأمن المائي الخليجي: المقومات والتحديات.-- تقرير الخليج
الاستراتيجي.-- ع. 28 (2016/7/13). -- ص. 30-45.
جبر، نهلة محمد أحمد. مستقبل الإعلام في الوطن العربي: الصحافة الإلكترونية نموذجا.-- شؤون عربية.--
ع. 166 (صيف /2016). -- ص. 164-172.
الشيواني، مصباح. هل أسفرت ثورة الربيع العربي عن فجوة أجيال: بحث سوسيولوجي في الخصائص
والنتائج.-- شؤون عربية.-- ع. 166 (صيف /2016). -- ص. 84-94.

Bibliography

Prepared by :
Omar K. Ateefa
Information and Library Dept.

The bibliography presents a subject compilation of books, serials, documents, and periodical articles newly acquired by OAPEC's library. The entries are classified under the following subject headings.

COMMERCE & INTERNATIONAL

ECONOMIC RELATIONS

ECONOMICS & DEVELOPMENT

ENERGY

FINANCE & PUBLIC FINANCE

PETROCHEMICALS

PETROLEUM (OIL & GAS)

POLLUTION & ENVIRONMENTAL PROTECTION

TECHNOLOGY TRANSFER

MISCELLANEOUS

I-COMMERCE & INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS

- Arce, Miguel Perez de. Export performance and access to intermediate inputs: The case of rules of origin liberalisation.-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 8 (8/2016)-- p. 1048-1079.
- Gradeva, Katerina (et al). Are trade preferences more effective than aid in supporting exports? evidence from the everything but arms preference scheme.-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 8 (8/2016)-- p. 1146-1171.
- Molders, Florian. On the path to trade liberalisation: Political regimes in trade negotiations.-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 7 (7/2016)-- p. 890- 924.
- Winslett, Gary. Public opinion distribution and party competition in US trade policy.-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 8 (8/2016)-- p. 1128-1145.

II-ECONOMICS & DEVELOPMENT

- Arab League, Arab Fund, Arab Monetary and Organization of Arab Petroleum, Exporting Countries (OAPEC). **The joint Arab economic report, 2015**-- Abu Dhabi: Arab Monetary Fund, 2016.--183 p.
- Danzer, Alexander M (et al). The future of pensions: Reforms and their consequences.-- **National Institute Economic Review**-- No. 237(8/2016)-- p. R1-R61.
- GCC fiscal reforms: Long overdue and a long road ahead.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 33 (19/8/2016)-- p. 10-11.
- Hacch, Grahm (et al). The world economy.-- **National Institute Economic Review**-- No. 237 (8/2016)-- p. F9-F80.
- Hollweg, Claire H. Structural reforms and labour-market outcomes: International panel-data evidence.-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 7 (7/2016)-- p. 925-963.
- Liu, Wen-Hsien. Intellectual property rights, FDI, R&D and economic growth: A cross-country empirical analysis.-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 7 (7/2016)-- p. 983-1024.
- Nigatu, Getachew and Dinar, Ariel. Economic and hydrological impacts of the Grand Ethiopian Renaissance Dam on the Eastern Nile River basin.-- **Environment and Development Economics**-- Vol. 21, no. 4 (8/2016)-- p. 532-555.
- Saudi vision balances economics with planned social reforms.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 29 (22/7/2016)-- p. 2-3.
- Springborg, Robert. Globalization and its discontents in the MENA region.-- **Middle East Policy**-- Vol. xxiii, no. 2 (summer/2016)-- p. 146-160.

III-ENERGY

- Algeria: New energy Minister faces revenue meltdown political uncertainty.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 24 (17/6/2016)-- p. 2-3.
- Arce, Miguel P. Comparison of incentive policies for renewable energy in an oligopolistic market with price-responsive demand.-- **The Energy Journal**-- Vol. 37, no. 3 (2016)-- p. 159-198.
- Bredin, Don and Parsons, John. On the inequity of flat-rate electricity tariffs.-- **The Energy Journal**-- Vol. 37, no. 3 (2016)-- p. 199-229.
- China: Going from big to strong in electric cars.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 29 (21/7/2016)-- p. 3-4.
- Enel bends in changing market: CEO Q&A.-- **New Energy**- Supplement-- Vol. 5, no. 28 (14/7/2016)-- p. 1-4.
- Hirth, Lion(et al). Why wind is not coal: On the economics of electricity generation.-- **The Energy Journal**-- Vol. 37, no. 3 (2016)-- p. 1-27.
- Howell, David. Coal: A very British fiasco.-- **Geopolitics of Energy**-- Vol. 38, no. 8 (8/2016)-- p. 11-19.
- International Energy Agency. **Coal information, 2015**-- Paris: OECD/IEA, 2015.-434 p.
- International Energy Agency. **World energy balance, 2016**-- Paris: OECD/IEA, 2016.--689 p.
- International Energy Agency. **World energy statistics, 2016**-- Paris: OECD/IEA, 2016.--789 p.
- Meher, Shibalal and Sahu, Ajoy. Efficiency of electricity distribution utilities in India: A data envelopment analysis.-- **OPEC Energy Review**-- Vol. xi, no. 2 (6/2016)-- p. 155-179.
- Packham, Iain. Mideast faces uphill battle in electric vehicles.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 31 (4/8/2016)-- p. 6-7.
- Packham, Iain. Solar power smashes cost records in UAE.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 38 (22/9/2016)-- p. 1-2.
- Rentschler, Jun Erik. **Incidence and impact: A disaggregated poverty analysis for fossil fuel subsidy reform**-- Oxford: Oxford Institute for Energy Studies, 2016.--26 p.
- Roos, Philippe. Nissan sees electric cars as clear winner in transport.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 34 (25/8/2016)-- p. 2-3.
- Total invests in innovative wind company.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 28 (14/7/2016)-- p. 4-5.

Unver, H. Akin. Turkish-Iranian energy cooperation and conflict: The regional politics.-- **Middle East Policy**-- Vol. xxiii, no. 2 (summer/2016).-- p. 132-145.

Wong, Kimfeng. China solar manufacturers back on their feet.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 32 (11/8/2016).-- p. 3-4.

Wong, Kimfeng. Volkswagen dives into electric cars to save face.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 38 (22/9/2016).-- p. 3-4.

IV-FINANCE & PUBLIC FINANCE

Barro, Robert and Misra, Sanjay. Gold returns.-- **The Economic Journal**-- Vol. 126, no. 594 (8/2016).-- p. 1293-1318.

Colciago, Andrea. Endogenous market structures and optimal taxation.-- **The Economic Journal**-- Vol. 126, no. 594 (8/2016).-- p. 1441-1483.

Islamic finance: A young industry put to the test.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 38 (23/9/2016).-- p. 14-16.

V-GAS

Aramco marks start of work on key \$2.1bn industrial gases unit at Jazan refinery.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 29 (22/7/2016).-- p. 6.

Change of season to force shift in US sales.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 38 (21/9/2016).-- p. 4-5.

Egypt touts \$33bn gas investment, but receivable worry remains.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 34 (26/8/2016).-- p. 2-3.

Japan eyes Russian gas as China holds off.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 38 (21/9/2016).-- p. 3-4.

Kuwait to hike gas-fired capacity after bagging more LNG.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 25 (24/6/2016).-- p. 7.

LNG supply glut to depress prices for years to come.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 24 (17/6/2016).-- p. 6-7.

Low prices aid Gazprom in Europe.-- **World Gas Intelligence** -- Vol. 27, no. 33 (17/8/2016).-- p. 4-5.

Nicholls, Tom. India: We want to increase gas consumption.-- **Petroleum Economist**-- Vol. 83, no. 6 (7-8/2016).-- p. 34-35.

Pakalkaite, Vija. **Lithuania's strategic use of EU energy policy tools: A transformation of gas dynamics**-- Oxford: Oxford Institute for Energy Studies, 2016.--47 p.

- Peach, Gary. Russia's Gazprom: Full stream ahead.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 36 (7/9/2016)-- p. 4-5.
- Politics and prices stifling east Mediterranean gas hopes.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 33 (19/8/2016)-- p. 8-9.
- QP ousts maersk at key Qatari oil field amid sector revamp.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 26 (1/7/2016)-- p. 2-3.
- Sampson, Paul. Turkmenistan shakes up its gas model.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 30 (27/7/2016)-- p. 7.
- Sampson, Paul. Weighing up local firms for Iran's gas future.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 32 (10/8/2016)-- p. 3.
- Sharma, Rakesh. India LNG demand zooms on weak prices.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 30 (27/7/2016)-- p. 2-3.
- Shook, Barbara . Dramatic ahead for LNG, study predicts.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 34 (24/8/2016)-- p. 5-6.
- Tan, Clara. Gail targets Gazprom in new contract threat.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 31 (3/8/2016)-- p. 2-3.
- Tan, Clara. LNG markets in transition: But to where?-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 36 (7/9/2016)-- p. 3-4.
- Tan, Clara. When will LNG become a true commodity?-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 32 (10/8/2016)-- p. 5.
- Turkish pipeline back on Russian radar.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 31(3/8/2016)-- p. 4-5.
- Will the golden age of gas ever arrive?-- **MEES**-- Vol. 59, no. 24 (17/6/2016)-- p. 4-5.

VI-PETROCHEMICALS

- Aramco, Sabic sign agreement to study \$30bn oil-to-chemicals complex.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 26 (1/7/2016)-- p. 7.
- Egypt hikes petchems capacity amid gas feedstock squeeze.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 31 (5/8/2016)-- p. 6.
- Egypt to start up key Ethylene plant, if it can find the gas.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 25 (24/6/2016)-- p. 6.
- Refining & petrochemicals: Investment strategies in an uncertain environment.-- **Oil Review: Middle East**-- Vol. 19, no. 3 (2016)-- p. 18-20.
- Robertson, Helen. In depth Petrochemicals.-- **Petroleum Economist**-- Vol. 83, no.

6 (7-8/2016).-- p. 32-33.

Sabic & ExxonMobil evaluating 1.8mn tons/year record cracker.-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 30 (29/7/2016).-- p. 6.

Saudi petchem earnings bounce back in Q2, yet half-yearly income still falls.-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 30 (29/7/2016).-- p. 5.

VII-PETROLEUM

Butt, Gerald. Middle East: Making the desert bloom.-- **Petroleum Economist**.-- Vol. 83, no. 6 (7-8/2016).-- p. 44-47.

Gault, John. Oil data: Is it becoming more reliable?-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 38 (23/9/2016).-- p. 19-20.

International Energy Agency. **Oil information, 2016**.-- Paris: OECD/IEA, 2016.-
-740 p.

Kuwait subsidies row hampers efforts to cut record deficit.-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 38 (23/9/2016).-- p. 17-18.

PETROLEUM - COMPANIES

Iran takes major step towards new contracts, but will IOCs bite?-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 28 (15/7/2016).-- p. 2-3.

KRG struggling to make IOC payments as prepayments dry up.-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 32 (12/8/2016).-- p. 4-5.

Qatar petroleum - shaking up the business.-- **Oil Review: Middle East**.-- Vol. 19, no. 3 (2016).-- p. 14-16.

Roos, Philippe. Oil companies: Survival of the fittest?-- **New Energy**.-- Vol. 5, no. 34 (25/8/2016).-- p. 3-4.

PETROLEUM- EXPLORATION

A tale of two OPECs: GCC drills for the future, periphery slashes spending.-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 28 (15/7/2016).-- p. 10-12.

Abu Dhabi ramps up offshore drilling but targets remain elusive.-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 38 (23/9/2016).-- p. 2-3.

PETROLEUM - GEOLOGY

Bisdorn, Kevin (et al). A geometrically based method for predicting stress-induced

fracture aperture and flow in discrete fracture networks.-- **AAPG Bulletin**-- Vol. 100, no. 7 (7/2016)-- p. 1075-1098.

PETROLEUM - INDUSTRY

Algeria: In Amenas gas boost but oil set for further slide.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 31 (5/8/2016)-- p. 2-3.

Kuwait: Advancing women in Kuwait's oil and gas industry.-- **Oil Review: Middle East**-- Vol. 19, no. 3 (2016)-- p. 26.

Packham, Iain. Oman's oil recovery plan constrains gas supplies -- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 30 (27/7/2016)-- p. 5-6.

Paik, Keum Wook. Sino-Russian oil and gas cooperation: Where it stands and how far can it expand?-- **Geopolitics of Energy**-- Vol. 38, no. 8 (8/2016)-- p. 2-10.

PETROLEUM - MARKETING

Brower, Derek. What does a balanced oil market mean?-- **Petroleum Economist**-- Vol. 83, no. 6 (7-8/2016)-- p. 5-6.

OPEC winning back market share in key Asian markets.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 30 (29/7/2016)-- p. 8-9.

Ramady, Mohamed & Mahdi, Wael. **OPEC in a shale oil world: Where to next?**.- New York: Springer, 2016.--269 p.

Xu, Conglin and Bell, Laura. Balancing of the oil market to stay on course despite UK exit from EU.-- **Oil & Gas Journal**-- Vol. 114, no. 7 (4/7/2016)-- p. 20-32.

PETROLEUM - PRICES

Alley, Abraham. Oil price volatility and fiscal policies in oil-exporting countries.-- **OPEC Energy Review**-- Vol. xi, no. 2 (6/2016)-- p. 192-211.

Evans, Bob; Nyquist, Scott and Yanosek, Kassia. Mergers in a low oil- price environment: Proceed with caution.-- **JPT**-- Vol. 68, no. 8 (8/2016)-- p. 49-51.

GCC bonds bumper year: IH16 surpasses all previous full-year historic highs.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 29 (22/7/2016)-- p. 12-13.

Javan, Afshin and Vallejo, C. Fundamentals, non-fundamentals and the oil price changes in 2007-2009 and 2014-2015.-- **OPEC Energy Review**-- Vol. xi, no. 2 (6/2016)-- p. 125-154.

Libya: Zueitina crude shipment threatens to be false dawn.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 34 (26/8/2016)-- p. 10-11.

- Mantai, Mohammed M. and Alom, Fardous. Impacts of oil price, exchange rate and inflation on the economic activity of Malaysia.-- **OPEC Energy Review**-- Vol. xi, no. 2 (6/2016)-- p. 180-191.
- Mensah, Emmanuel Kwasi (et al). Crude oil price, exchange rate and gross domestic product nexus in an emerging market: A cointegration analysis.-- **OPEC Energy Review**-- Vol. xi, no. 2 (6/2016)-- p. 212-231.
- Mideast sovereign wealth funds learn to adapt to low oil price world.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 25 (24/6/2016)-- p. 12-14.
- Ongoing surplus hurts cautious price recovery.-- **Oil Market Intelligence**-- Vol. 21, no. 9 (9/2016)-- p. 6-8.
- OPEC: Don't believe everything you read; watch actions not words.-- **Oil Market Intelligence**-- Vol. 21, no. 9 (9/2016)-- p. 14-15.

PETROLEUM - PRODUCTION

- Libya unification deal on shaky ground exports increase still to materialize.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 32 (12/8/2016)-- p. 9-10.
- Oman races ahead of production target, diversifies export markets.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 25 (24/6/2016)-- p. 2-3.
- Parker, Selwyn. High costs and high risks in the North Sea.-- **Petroleum Economist**-- Vol. 83, no. 6 (7-8/2016)-- p. 40.
- A very good month for OPEC production, if not prices.-- **Oil Market Intelligence**-- Vol. 21, no. 8 (8/2016)-- p. 14.

PETROLEUM - REFINING

- Are refiners ready for Sea-Change in fuel oil?-- **Petroleum Intelligence Weekly**-- Vol. 55, no. 24 (20/6/2016)-- p. 5-6.
- Brelsford, Robert. Post-sanctions Iran advances refinery modernization, expansion program.-- **Oil & Gas Journal**-- Vol. 114, no. 7(4/7/2016)-- p. 56-58.
- Enerdata. **World refinery database, September, 2016**-- London: Enerdata, 2016.-- V.p.
- Iran sets out plans for 75% refining capacity hike.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 24 (17/6/2016)-- p. 8.
- Refining: More runs spell margin volatility.-- **Oil Market Intelligence**-- Vol. 21, no. 8 (8/2016)-- p. 1-3.
- Refining: Downstream snips away at crude intake.-- **Oil Market Intelligence**--

Vol. 21, no. 9 (9/2016).-- p. 1-3.

at crude intake.-- **Oil Market Intelligence**.-- Vol. 21, no. 9 (9/2016).-- p. 1-3.

PETROLEUM - REVENUES

Iraq crude revenues head for 10 year low.-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 31(5/8/2016).-- p. 10.

PETROLEUM - SUPPLY AND DEMAND

Baghestani, Hamid; Genc, Ismail and Kherfi, S. Asymmetries in US demand for gasoline.-- **OPEC Energy Review**.-- Vol. xi, no. 2 (6/2016).-- p. 112-124.

Dealing with price threatening Non-Opec “in-0ages”.-- **Oil Market Intelligence**.-- Vol. 21, no. 8 (8/2016).-- p. 15

Non-OPEC supply: Outs and ins of non-Opec supply; more ins now than outs.-- **Oil Market Intelligence**.-- Vol. 21, no. 9 (9/2016).-- p. 15.

Sticky oil inventories get stickier.-- **Oil Market Intelligence**.-- Vol. 21, no. 8 (8/2016).-- p. 4-5.

PETROLEUM - TRANSPORTATION

Rana, Rajesh. Oil tanker freight-rate volatility increases.-- **Oil & Gas Journal**.-- Vol. 114, no. 7 (4/7/2016).-- p. 70-73.

Slim pickings for independents in Middle East.-- **Petroleum Intelligence Weekly**.-- Vol. 55, no. 24 (20/6/2016).-- p. 6-7.

VIII-POLLUTION & ENVIRNMENTAL PROTECTION

Baiardi, Donatella (et al). The effects of environmental risk on consumption dynamics: An empirical analysis on the Mediterranean countries.-- **Environment and Development Economics**.-- Vol. 21, no. 4 (8/2016).-- p. 439-463.

Balardi, Donatella (et al). The effects of environmental risk on consumption dynamics: An empirical analysis on the Mediterranean countries.-- **Environment and Development Economics**.-- Vol. 21, no. 4 (8/2016).-- p. 439-463.

Bredin, Don and Parsons, John. Why is spot carbon so cheap and future carbon so dear? The term structure of carbon prices.-- **The Energy Journal**.-- Vol. 37, no. 3 (2016).-- p. 83-135.

Craft, Lauren. Exxon leads carbon offset buying.-- **New Energy**.-- Vol. 5, no. 31 (4/8/2016).-- p. 4-5.

- Eden, Jay. Oil types broken down by climate impact.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 33 (18/8/2016)-- p. 2-3.
- Getting the carbon price right.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 36 (7/9/2016)-- p. 1-2.
- International Energy Agency. **CO2 emissions from fuel combustion, 2015**-- Paris: OECD/IEA, 2016.--425 p.
- Irwin, James. Canada moves closer to national carbon price.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 30 (28/7/2016)-- p. 1-2.
- Khosrokhavar, Roozbeh. **Mechanisms for CO2 sequestration in geological formations and enhanced gas recovery**-- New York: Springer, 2016.--94 p.-- 628: 552 MEC.
- McGowan, Elizabeth. US: Lifelines seen for carbon regulation -- **New Energy**-- Vol. 5, no. 34 (25/8/2016)-- p. 5-6
- Pike, David. Carbon budgets: A new equation for oil companies.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 32 (11/8/2016)-- p. 6-7.
- Rahman, S. (et al). The incidence and extent of the CDM across developing countries.-- **Environment and Development Economics**-- Vol. 21, no. 4 (8/2016)-- p. 415-438.
- Roos, Philippe. Carbon capture: Can it be revived by splitting costs.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 33 (18/8/2016)-- p. 3-4.
- Russell, James. Saudi Arabia: The strategic dimensions of environmental insecurity.--**Middle East Policy**-- Vol. xxiii, no. 2 (summer/2016)-- p. 44-58.
- Shell, Total: How do their climate tactics compare?-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 29 (21/7/2016)-- p. 5-6.
- What's next after Paris: Key negotiator weighs in.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 29 (21/7/2016)-- p. 2-3.



OIL AND ARAB COOPERATION

Prices

Annual Subscription (4 issues including postage)

Arab Countries:

Individuals: KD 8 or US \$25

Institutions: KD 12 or US\$45

Other Countries:

Individuals: US\$ 30

Institutions: US\$ 50

All Correspondences should be directed to:
Editor-in-Chief of Oil and Arab Cooperation Journal



OIL AND ARAB COOPERATION

Editor - in - Chief

Abbas Ali Al-Naqi

Deputy Editor - in - Chief

Abdul Kareem Kh. Ayed

Editorial Board

D. Samir El Kareish

Ahmed Al-Kawaz

Abdul Fattah Dandi

Ahmed Al-Kawaz

Saad Akashah

Emad Makki

PUBLICATION RULES

DEFINITION AND PURPOSE

OIL AND ARAB COOPERATION is a refereed quarterly journal specialized in oil, gas, and energy. It attracts a group of elite Arab and non- Arab experts to publish their research articles and enhance scientific cooperation in the fields relevant to the issues covered by the journal. The journal promotes creativity, transfers petroleum and energy knowledge, and follows up on petroleum industry developments.

RESEARCH ARTICLES

The journal welcomes all research articles on oil, gas, and energy aiming at enriching the Arab economic literature with new additions.

BOOK AND RESEARCH REVIEWS

The journal publishes articles presenting analytical reviews on books or studies published on oil, gas, and energy in general. These reviews work as references for researchers on the latest and most important petroleum-industry-related publications.

REPORTS

They tackle a conference or seminar attended by the author on the condition that they are relevant to oil, gas, and energy. Also, the author should obtain the permission of the institution that delegated or sponsored him/her to attend that event allowing him/her to publish their article in our journal. The report should not exceed 10 pages including figures, charts, maps, and tables if available.

RESEARCH CONDITIONS

- Publication of authentic research articles in Arabic which observe internationally recognized scientific research methodology.
- Articles should not exceed 40 pages (including text, tables, and figures) excluding the list of references. The full text of the article should be sent electronically as a Word document.
- Figures, maps, and pictures should be sent in a separate additional file in JPEG format.
- “Times New Roman” should be used with font size 12. Line spacing should be 1.5. Text alignment should be “justified”.

- Information sources and references should be referred to/enlisted in a clear academic method.
- When citing information from any source (digital, specific vision, or analysis), plagiarism should be avoided. Such information should be rephrased by the researcher's own words while referring to the original source. For quotations, quotation marks ("...") should be used.
- It is preferred to write the foreign names of cities, research centres, companies, and universities in English not Arabic.
- The researcher's CV should be attached to the article if it was the first time he/she cooperates with the journal.
- Views published in the journal reflect those of the authors and do not necessarily represent the views of OAPEC. The arrangement of the published articles is conditioned by technical aspects.
- Authors of rejected articles will be informed of the decision without giving reasons.
- The author of any published article will be provided with 5 complementary copies of the issue containing his/her article.

**Articles and reviews should be sent to:
The Editor-in-Chief, Oil and Arab Cooperation Journal, OAPEC**

**P.O.Box 20501 Safat -13066 Kuwait
Tel.: (+965) 24959000 - (+965) 24959779
Fax : (+965) 24959755**

E-mail : oapec@oapecorg.org - www.oapecorg.org

Contents

Articles

- Unconventional Oil and Natural Gas Industry
and its Prospects outside North America** 7
Ali Rajab - **Abstract** 7
- Developing Shale Oil Resources** 87
Torki Hemsh - **Abstract** 8

Bibliography

- English 9

Oil and Arab Cooperation is an Arab journal aiming at spreading petroleum and energy knowledge while following up the latest scientific developments in the petroleum industry

Articles published in this journal reflect the opinions of their authors and not necessarily those of OAPEC.

Abstract

Unconventional Oil and Natural Gas Industry and its Prospects outside North America

Ali Rajab *

The study aims at shedding the light on the unconventional oil and natural gas industry and its future prospects outside North America. It consists of 8 sections highlighting: an overview of the unconventional oil and gas industry resources worldwide; the world's shale oil and gas reserves and production; global shale oil and gas production prospects; the future of shale oil and natural gas industry in some countries and regions worldwide; extra heavy oils in Venezuela; oil shale; gas-to-liquids (GTL) and coal-to-liquids (CTL); and unconventional oil and natural gas future prospects and their implications for OAPEC member countries.

The study concludes by enlisting the possible implications of the unconventional oil and natural gas for OAPEC members; most important of which is having the majority of unconventional oil and natural gas resources outside the Middle East which means that the rise in relying on these resources would lead to a bigger change in the geopolitical map of the oil and gas and world trade. Also, the study conclusions state that additional gas production from unconventional resources and increasing competitiveness could have negative impacts on the petrochemicals industry since gas is the main feedstock for that industry. One positive outcome of expanding in the use of unconventional oil and gas resources would be extending the lifetime of hydrocarbon resources worldwide.

* Senior Economic Expert, Economics Department ,OAPEC – Kuwait.

Developing Shale Oil Resources

* Turki Hemsh

More than a hundred years have elapsed since the fossil fuel energy has become the preeminent cornerstone of the civilized human society.

Such a position has continuously evolved so that fossil fuel is currently meeting the lion's share of the global energy demand. As the twentieth century was themed with environmental changes- considerations, global warming was linked -by some institutes- to increasing consumption of fossil fuel, Policies were established and pledges were made as to address the phenomena. However, extrapolating the current demand to the foreseen future shows that fossil fuel will remain the major source with 75% share of the energy mix, energy demand in general is forecasted to increase by 40% within the next two decades.

Conventional fossil fuel resources are abundant, but many factors need to be considered before simple- figure resources could be classified as reserves that could spin the wheel of development after passing through the world energy markets.

The increase of conventional oil prices has participated in re-evaluating the resources that once were economically unavailing. Advanced technologies enabled the utilization of some reservoirs that used to be regarded as cap rocks or source rocks.

Following the success of some countries in the exploitation of their shale oil resources, the world began to reconsider the possibility of developing this type of hydrocarbons, some have even argued that the extracted oil might contribute to changing the shape of the world energy markets by impacting producers of conventional oil, especially those in the Middle East and North Africa.

Within the last few years, much attention was drawn towards the so called Shale Revolution in USA, numerous research centers rushed to preach a new petroleum era that could pause what the consumers accept as the producers' cartel to which oil production and prices are attributed. The media in turn enlarged the image as if shale oil and gas were going to reshape the petroleum industry for good, and provide energy for pennies.

This study sheds light on shale oil resources and production, and investigates the obstacles that faces its effective utilization. The study also outlooks current and future real reflection of shale oil production on the energy market.

The study concluded that there is a remarkable contrast in estimating shale oil resources and its future potential production around the world. It also noted the main reasons behind the success of USA in utilizing shale oil and gas of which are the availability of human resources, considerable investments, governmental incentives, abundance of water resources, and the vast number of rigs. Kuwait, 2014.



ORGANIZATION OF ARAB PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES
OAPEC

OIL & ARAB COOPERATION



Volume 42 - 2016 - Issue 158

Articles

- **Unconventional Oil and Natural Gas Industry and its Prospects outside North America Part 2**
- **Developing Shale Oil Resources Part 2**

Bibliography

- **English**