



منظمة اقطار العرب المتحدة  
الأمم المتحدة

# النفط والتعاون العربي



المجلد الثاني والأربعون 2016 - العدد 157

## الأبحاث

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

الجزء الأول

■ تطوير مصادر زيت السجيل عربيا وعالميا

الجزء الأول

## مؤتمرات

■ مؤتمر التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيماويات

## 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 رؤيه معينه 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](mailto:oapec@oapecorg.org)  
موقع الأوابك على الانترنت [www.oapecorg.org](http://www.oapecorg.org)

## المحتويات

### الأبحاث

صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية خارج أمريكا الشمالية

الجزء الأول

وأفاقها المستقبلية

7

علي رجب

الجزء الأول

تطوير مصادر زيت السجيل عربيا وعالميا

63

تركي الحمش

### مؤتمرات

مؤتمر التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيماويات

131

### البيليوغرافيا

255

عربية

مجلة عربية تهتم بنشر المعرفة والثقافة البترولية وتلك المتعلقة بالطاقة وتعميمها والعمل على متابعة التطورات العلمية في مجال الصناعة البترولية

المقالات المنشورة في هذه المجلة تعكس آراء مؤلفيها ولا تعبر بالضرورة عن رأي منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول - أوابك

## البحث الأول

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

الجزء الأول

علي رجب \*



## الملخص التنفيذي

تهدف الدراسة، بالدرجة الأساس إلى إلقاء الضوء على صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية في دول خارج أمريكا الشمالية وآفاقها المستقبلية. خصص الجزء الأول من الدراسة لإعطاء نبذة عامة حول مصادر النفط والغاز غير التقليدية وأهميتها في العالم، حيث تقدر مصادر النفط غير التقليدية القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية ما يعادل حوالي ضعف احتياطات النفط التقليدية في العالم. أما إنتاج النفوط غير التقليدية (فإنه وبإستثناء الوقود الحيوي) لازال يشكل حوالي 8% من إجمالي إنتاج السوائل في العالم كما في عام 2014. وبالنسبة لمصادر الغاز غير التقليدية فإن كمياتها القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية تفوق احتياطات الغاز التقليدية في العالم، ويشكل انتاجها حوالي 18% من إجمالي إنتاج الغاز في العالم كما في عام 2013.

وتطرق الجزء الثاني إلى احتياطات وإنتاج النفط والغاز الصخري في العالم، حيث تستحوذ أكبر عشرة دول في العالم في امتلاك مصادر النفط الصخري على حوالي 78% من الإجمالي العالمي. أما إنتاج النفط الصخري خارج أمريكا الشمالية فإنه يقتصر على الأرجنتين وبكميات قليلة بحدود 20 ألف ب/ي كما في عام 2014. وبالنسبة للغاز الصخري، تستحوذ أكبر عشرة دول على حوالي 75% من الإجمالي العالمي، وتعتبر الصين الدولة الوحيدة المنتجة للغاز الصخري خارج أمريكا الشمالية وبمستوى إنتاج متواضع بحدود 0.25 مليار قدم مكعب يومياً كما في عام 2014.

ويتناول الجزء الثالث آفاق إنتاج النفط والغاز الصخري في العالم، حيث تتفاوت تقديرات المصادر المختلفة، ليطراوح الإنتاج ما بين حوالي 5 إلى 9 مليون ب/ي بحلول عام 2040. وتتوقع بعض المصادر استحواذ مجموعة دول خارج أمريكا الشمالية على أقل من 20% من الإجمالي العالمي بحلول عام 2040، بينما

من الإجمالي العالمي. أما بالنسبة للغاز الصخري، فإنه يتوقع زيادة إنتاجه ليستحوذ على 56% من إجمالي إنتاج الغاز من المصادر غير التقليدية في العالم بحلول عام 2040 بالمقارنة مع 52% عام 2013.

وركز الجزء الرابع على مستقبل صناعة النفط والغاز الصخري في بعض دول ومناطق العالم، فبالنسبة لدول الاتحاد الأوروبي، تعتبر بولندا الدولة الأكبر في امتلاك مصادر الغاز الصخري. لكن صناعتها عانت من سلسلة متتالية من الفشل. أما بالنسبة للصين، فهي مرشحة قوية لتصبح إحدى الدول الكبرى المنتجة للغاز الصخري خلال العقدين القادمين. وبقدر تعلق الأمر بروسيا، فإنه يجري حالياً التركيز على تطور مصادر النفط الصخري. لكن العقوبات المفروضة عليها من قبل الولايات المتحدة وأوروبا تعتبر من أهم التحديات والمعوقات التي تواجهها تلك الصناعة. وتتصدر الأرجنتين دول أمريكا اللاتينية لدرجة أن البعض اعتبرها الدولة الأكثر واعدية في مجال النفط والغاز الصخري خارج أمريكا الشمالية. وبقدر تعلق الأمر بالدول العربية، تدرس العديد منها إمكانية استغلال مصادرها من النفط والغاز غير التقليدية، إلا أن تلك المساعي تواجه بتحديات ومعوقات متعددة.

وتم التطرق في الجزء الخامس إلى النفوط الثقيلة جداً في فنزويلا التي تمتلك ما يقارب من 98% من احتياطي النفط الثقيل جداً في العالم. ابتداءً، اتبعت فنزويلا الطرق التقليدية لمساعدتها في استغلال احتياطياتها الضخمة من النفوط الثقيلة جداً، لكن تلك الخيارات تعاني من محددات ومشاكل ما جعل فنزويلا تلجأ إلى خيار تحويل النفط الثقيل جداً في الداخل إلى نפט اصطناعي، مع اضطرارها إلى اتباع سياسة "الانفتاح النفطي". وطبقاً للخطة الفنزويلية، يصل إنتاج النفط من حزام اورينوكو إلى حوالي 4 مليون ب/ي بحلول عام 2019. إلا أنه لا يتوقع إمكانية تحقيق مثل تلك الأرقام بضوء التحديات والمشاكل التي تعاني منها الشركة الوطنية الفنزويلية.



وخصص **الجزء السادس** لتناول السجل النفطي، حيث لازالت عمليات إنتاج السجل النفطي في العالم على نطاق ضيق جداً ومحصورة بدول قليلة خارج أمريكا الشمالية. ولدى استونيا تاريخ طويل في إنتاج السجل النفطي حيث اعتمدت ولعقود عديدة على نفط الكيروجين لتلبية أكثر من 90% من احتياجاتها من توليد الكهرباء. ويواجه تطوير صناعة السجل النفطي العالمية، بشكل عام، العديد من التحديات والمعوقات وبخاصة من الجوانب البيئية بالإضافة إلى تكاليفها العالية بحيث أن مرحلة إنتاجه على نطاق تجاري واسع لازالت بعيدة.

وتم التطرق في **الجزء السابع**، إلى تحويل الغاز والفحم إلى سوائل. وتأتي قطر في مقدمة الدول المهتمة بصناعة تحويل الغاز إلى سوائل. ومن المحددات التي تؤثر في ربحية مشاريع تحويل الغاز إلى سوائل هي أسعار النفط والغاز والتكاليف العالية بالإضافة إلى الجوانب البيئية. ويتوقع وصول إنتاج تحويل الغاز إلى سوائل في العالم إلى 0.6 مليون ب/ي عام 2035 والاستمرار بذات المستوى لغاية عام 2040. أما بالنسبة لتحويل الفحم إلى سوائل فإن من أهم المحددات التي تواجه تلك الصناعة هي الاعتبارات البيئية، وتشير التوقعات المستقبلية إلى وصول الإنتاج إلى حوالي مليون ب/ي بحلول عام 2040.

وخصص **الجزء الثامن** للتطرق إلى الآفاق المستقبلية للنفط والغاز غير التقليدي والانعكاسات على الدول الأعضاء، حيث تجمع التوقعات المختلفة على أن العالم سيشهد مزيداً من التنوع في مزيج امدادات النفط والغاز مع زيادة مساهمة المصادر غير التقليدية، وبخاصة النفط والغاز الصخري. وتشير المعطيات الحالية إلى أن تطوير مصادر النفط والغاز غير التقليدية خارج أمريكا الشمالية سيكون على الأغلب بشكل تدريجي وليس على الأمد القريب.

وبخصوص الانعكاسات المحتملة على الدول الأعضاء فيمكن تلخيصها كما

يلي: -

- إن أية زيادة في امدادات النفط والغاز ضمن ظروف السوق الحالية التي تعاني بالأصل من فائض ستزيد من التخمة في السوق والضغط على الأسعار.
- بالنسبة لبعض الدول العربية التي تمتلك مصادر نفط وغاز غير تقليدية، فإن تطور وتوسع صناعة النفط والغاز غير التقليدية تمنحها فرصة لإستغلال تلك المصادر.
- من ناحية الدول العربية المستوردة، فإن مزيداً من انخفاض الأسعار نعني تخفيض في تكاليف فاتورة وارداتها .
- إن تمركز الجزء الأكبر من مصادر النفط والغاز غير التقليدية خارج الشرق الأوسط يعني بأن تزايد استغلال تلك المصادر سيؤدي إلى تغيير أكبر في الجغرافيا السياسية للنفط والغاز 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 زيادة في حدة المنافسة في السوق.
- تعتبر قطر الدولة العربية التي قد 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.

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

### مقدمة عامة

يجري إنتاج النفط والغاز الطبيعي من المصادر غير التقليدية، ومنذ سنوات عديدة، في بعض دول العالم المختلفة مثل إنتاج رمال النفط في كندا والنفط الثقيل جداً في فنزويلا.

إلا أن النجاح التي حققتها الولايات المتحدة، وإلى حد أقل كندا، في إنتاج النفط الصخري والغاز الصخري خلال السنوات الأخيرة، زاد الاهتمام العالمي بمصادر الطاقة غير التقليدية عامة ومصادر النفط والغاز الصخري، بشكل خاص، وجعل بعض الدول التي تمتلك احتياطات من تلك المصادر تفكر في الدخول في تلك الصناعة.

وقد سبق لمنظمة أوبك أن قامت بإعداد دراسة مفصلة حول صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية في أمريكا الشمالية خلال عام 2015.

وبضوء أهمية الموضوع بالنسبة للدول الأعضاء وبهدف تغطيته بشكل أوسع، إرتأت المنظمة إعداد دراسة حول صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية في دول العالم خارج أمريكا الشمالية وآفاقها المستقبلية.

تشمل الدراسة، كما تمت الإشارة إليه في الملخص التنفيذي على ثمانية أجزاء كرس أولها لإعطاء نبذة عامة حول مصادر النفط والغاز غير التقليدية وأهميتها في العالم، وتطرق الجزء الثاني إلى مناقشة احتياطات وإنتاج النفط والغاز الصخري في العالم وخصص الجزء الثالث للتطرق إلى آفاق إنتاج النفط والغاز الصخري في العالم. أما الجزء الرابع فقد تطرق إلى مستقبل صناعة النفط والغاز الصخري في بعض دول ومناطق العالم. وخصص الجزء الخامس للتطرق إلى النفوط الثقيلة جداً

في فنزويلا. وخصص الجزء السادس إلى مناقشة السجيل النفطي. وتم في الجزء السابع مناقشة تحويل الغاز إلى سوائل والفحم إلى سوائل وتطرق الجزء الثامن إلى الآفاق المستقبلية لمصادر النفط والغاز غير التقليدية خارج أمريكا الشمالية والانعكاسات المحتملة على الدول الأعضاء وتم الاختتام ببعض الملاحظات الختامية والاستنتاجات.

### أولاً: نبذة عامة حول مصادر النفط والغاز غير التقليدية وأهميتها في العالم.

بالرغم من أنه، في العادة، يتم التمييز بين مصادر النفط والغاز التقليدية وغير التقليدية في الأدبيات النفطية، إلا أنه لا يوجد تعريف دقيق، موحد ومتفق عليه يسمح بالفرقة ما بين النوعين من تلك المصادر بشكل واضح ودقيق وان الفصل بينهما من الناحية العملية يعتبر أمر مصطنع ويفتقر إلى الدقة<sup>1</sup>.

كما أن الحد الفاصل بين مفهوم المصادر التقليدية وغير التقليدية ليس ثابتاً بل يتغير بمرور الوقت وتبعاً للمستخدم<sup>2</sup>، ما يعني بأن ما هو غير تقليدي في الوقت الحالي قد يوصف على أنه تقليدي في المستقبل.

وفي نطاق صناعة النفط والغاز العالمية، أصبح يقصد بمصطلح "غير تقليدي" على أنه تعبير شامل يمثل المصادر الهيدروكربونية التي ليس بالإمكان استكشافها وتطويرها وإنتاجها بواسطة الطرق التقليدية المتعارف عليها<sup>3</sup> كونها تتطلب معالجات جديدة للتعامل مع خاصية تموضع المصادر غير التقليدية المتعذر الوصول إليها وتركيباتها الاستثنائية. ويرمز المصطلح المذكور إلى الطرق المستخدمة بالإضافة إلى أنواع الصخور التي ينتج منها النفط والغاز.

<sup>1</sup> IEA, World Energy Outlook, 2013.

<sup>2</sup> Prithiraj Chungkam, The Unconventional and IHS, The IHS Inc. edited July 2011, <http://www.ihs.com/products/oil-gas-information/source-newsletter>.

<sup>3</sup> 2b 1st Consulting, Unconventional Oil and Gas, 11 September 2012, <http://www.2b1stconsulting.com/unconventional-oil-and-gas>.

## 1 - 1: مصادر النفط غير التقليدية

### 1-1-1: أنواع النفط غير التقليدية

تشمل النفط غير التقليدية على الأنواع الرئيسية التالية: -

- 1- النفط الصخري (Shale Oil).
- 2- رمال النفط (Oil Sands) أو البتيومين (Bitumen).
- 3- النفط الثقيل جداً (Extra Heavy Oil).
- 4- السجيل النفطي أو نفط الكيروجين (Oil Shales).
- 5- تحويل الغاز الطبيعي إلى سوائل (GTL) وتحويل الفحم إلى سوائل (CTL).

كما قد تشمل النفط غير التقليدية الوقود الحيوي (Biofuels) والذي يصنف، عادة، من ضمن مصادر الطاقة المتجددة (Renewables) والتي دأبت معظم المصادر على تناول الموضوع بصورة منفردة لخصوصيتها غير الناضبة. كما قد تشمل النفط غير التقليدية أيضاً النفط المستخرجة من المياه الفائقة العمق (Ultra Deep Offshore) وبخاصة في مناطق خليج المكسيك والبرازيل وغرب أفريقيا، إلا أنه ليس هناك اتفاق عام حول تصنيف تلك الأنواع من النفط من ضمن المصادر غير التقليدية. وفي كل الأحوال فقد تم التطرق إلى موضوع الوقود الحيوي والنفط من المياه العميقة ضمن دراسة أعدتها منظمة أوبك عن البرازيل خلال عام 2015.

وسيتم خلال الأجزاء اللاحقة من الدراسة مناقشة موضوع النفط الصخري خارج أمريكا الشمالية بالإضافة إلى صناعة النفط الثقيل جداً الفنزويلية. كما سيتم التطرق أيضاً إلى السجيل النفطي وموضوع تحويل الغاز والفحم إلى سوائل. أما بالنسبة لموضوع رمال النفط فقد تم تناوله بشكل مفصل ضمن الدراسة التي أعدتها منظمة أوبك حول مصادر النفط والغاز غير التقليدية في أمريكا الشمالية والتي سبق وأن تمت الإشارة إليها.

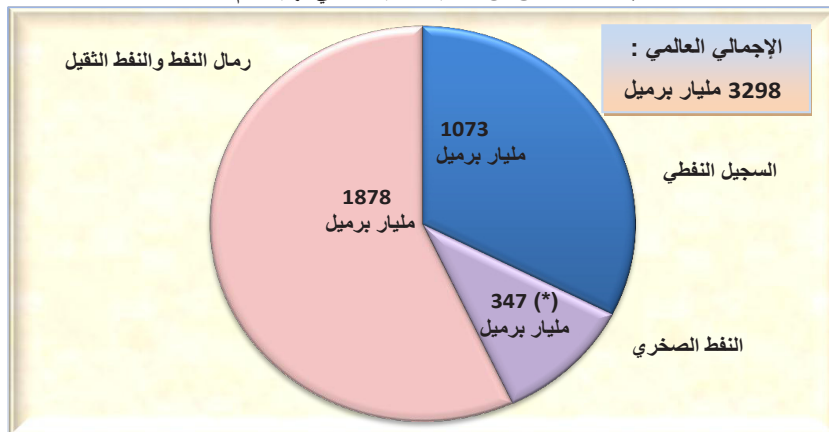
## 2-1-1: احتياطات وإنتاج النفوط غير التقليدية

تقدر مصادر النفوط غير التقليدية المكتشفة في الموقع في العالم من النفط الصخري ورمال النفط والنفط الثقيل جداً والسجيل النفطي بكميات ضخمة جداً<sup>4</sup>. أما الكميات القابلة للاستخلاص في نطاق التكنولوجيا الحالية فتقدر بحدود 3298 مليار برميل كما في نهاية عام 2014 والتي تعادل ما يقارب ضعف احتياطات النفط التقليدية في العالم والتي تقدر بحدود 1700 مليار برميل كما في نهاية العام المذكور.

وتهيمن مصادر رمال النفط والنفط الثقيل جداً والتي بلغت حوالي 1878 مليار برميل كما في نهاية عام 2014 على مصادر النفط غير التقليدية مشكلة الجزء الأكبر ( حوالي 57%) من إجمالي احتياطات النفوط غير التقليدية في العالم، يليها السجيل النفطي بكمية 1073 مليار برميل (أي 32.5 %) ثم النفط الصخري بكمية 347 مليار برميل (أي 10.5%)<sup>5</sup>، وكما موضح في الشكل التالي:

### مصادر النفوط غير التقليدية

(رمال النفط والنفط الثقيل جداً والسجيل النفطي والنفط الصخري)  
القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية كما في نهاية عام 2014



المصدر: IEA, World Energy Outlook, 2015.

(\*) هناك تقديرات أحدث تشير إلى 418.9 مليار برميل للنفط الصخري

(EIA, Analysis and Projections: World Shale Resource Assessments, Last Updated: September 24, 2015, <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas>)

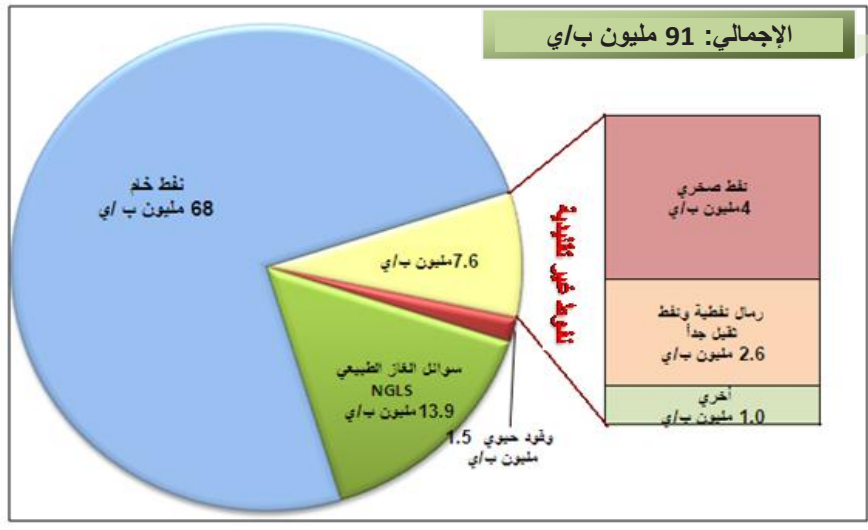
<sup>4</sup> تشير إحدى التقديرات إلى أن مصادر النفط الثقيل جداً والبتومين في الموقع فقط تبلغ بحدود 5000 مليار برميل (IEA, World Energy Outlook, 2015).

<sup>5</sup> IEA, World Energy Outlook, 2015.

وبضوء ضخامة احتياطات تلك المصادر فإن حصص الأنواع المختلفة من الإجمالي تبدو مستقرة برغم الانتاج المتزايد من بعض تلك المصادر، وبخاصة رمال النفط والنفط الصخري.

أما بقدر تعلق الأمر بالإنتاج، فإنه ولغاية بداية القرن الحالي كان إنتاج النفوط غير التقليدية (باستثناء الوقود الحبوي) متواضعاً وبحدود 1.2 مليون ب/ي والذي يشكل حوالي 1.5% فقط من إجمالي إنتاج السوائل الهيدروكربونية في العالم. لكن إنتاج تلك الأنواع من النفوط حقق معدلات نمو متزايدة خلال السنوات الأخيرة ما زاد من أهميتها من إجمالي مزيج الطاقة العالمي، حيث بلغ إنتاجها 7.6 مليون ب/ي خلال عام 2014، أي بزيادة أكثر من 5 أضعاف بالمقارنة مع بداية القرن الحالي. وبالتالي أصبح يشكل أكثر من 8% من إجمالي إنتاج السوائل الهيدروكربونية في العالم خلال عام 2014 (البالغ حوالي 91 مليون ب/ي)، وكما يتضح من الشكل التالي:

### إنتاج السوائل الهيدروكربونية في العالم حسب الأنواع الرئيسية كما في عام 2014



المصدر: IEA, World Energy Outlook, 2015 .

وانخفضت نسبة النفط التقليدية (بضمنها سوائل الغاز الطبيعي) من حوالي 98% في بداية القرن الحالي لتصل إلى حوالي 91.5% عام 2014 من إجمالي إنتاج السوائل الهيدروكربونية في العالم. وتعزى الزيادة في حصة النفط غير التقليدية، بدرجة رئيسية، إلى الزيادة الكبيرة التي تحققت في إنتاج النفط الصخري ليصل إلى حوالي 4 مليون ب/ي عام 2014 مقارنة بإنتاج لا يذكر في بداية القرن الحالي. وكما هو معلوم يتركز إنتاج النفط الصخري بدرجة رئيسية في أمريكا الشمالية وبشكل خاص في الولايات المتحدة وبدرجة أقل في كندا.

## 1-2: مصادر الغاز غير التقليدية

### 1-2-1: أنواع الغاز غير التقليدية

يشمل الغاز غير التقليدي على الأنواع الرئيسية التالية: -

1. الغاز الصخري (Shale Gas)
2. غاز طبقات الفحم (Coalbed Methane)
3. غاز الصخور المحكمة أو الكتيمة (Tight Gas)
4. تحويل الفحم إلى غاز (Coal – to – Gas (CTG))
5. هيدرات الغاز (Gas Hydrates)

وبضوء أهمية موضوع الغاز الصخري، فإنه ستتم مناقشة صناعة الغاز الصخري خارج أمريكا الشمالية في جزء لاحق من الدراسة مع الإشارة إلى الأنواع الأخرى من الغاز في سياق الموضوع المذكور، وبخاصة غاز طبقات الفحم وغاز الصخور الكتيمة أما موضوع هيدرات الغاز فهو لا يزال في بداياته وفي المراحل التجريبية ويتميز بتكاليفه العالية نسبياً. وبقدر تعلق الأمر بمسألة تحويل الفحم إلى غاز فهي لازالت محدودة في العالم بشكل عام وأقرب إلى معالجة صناعية باستخدام طرق معينة لتحويل الفحم والبخار إلى غاز الميثان ومنتجات هيدروكربونية أخرى<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> IEA, World Energy Outlook, 2015.



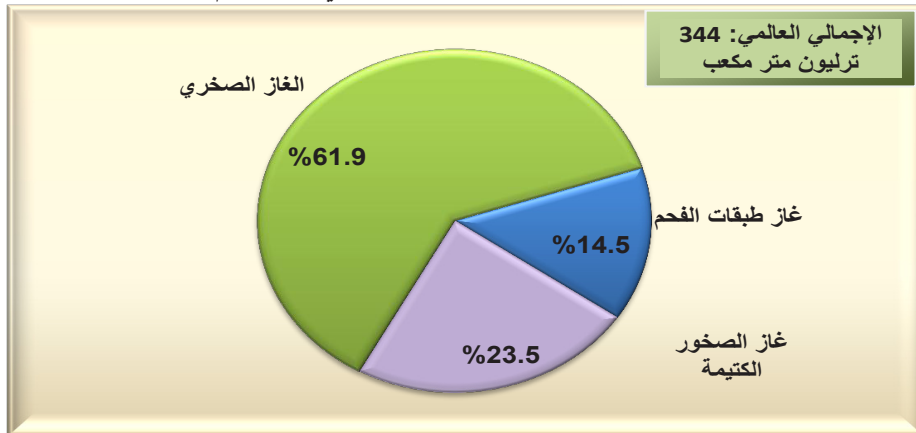
## 2-2-1: احتياطات وإنتاج الغاز غير التقليدي

تتواجد مصادر الغاز غير التقليدية بشكل كبير في الطبيعة وفي قارات العالم المختلفة إلا أن تطوير تلك المصادر يستلزم تكاليف عالية نسبياً بالمقارنة مع مصادر الغاز التقليدية. وكما تمت الإشارة، فإن بعض مصادر أنواع الغاز غير التقليدية كهيدرات الميثان لازالت في مراحلها التجريبية ويصعب تقدير مصادرها في العالم.

وتقدر كميات الغاز الصخري وغاز الصخور الكتيمة وغاز طبقات الفحم القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية في العالم بحدود 344 ترليون متر مكعب كما في نهاية عام 2014 والتي تفوق احتياطات الغاز التقليدية (البالغة 216 ترليون متر مكعب) بحوالي 60%<sup>7</sup>.

ويهيمن الغاز الصخري على تلك الكميات ونسبة حوالي 62% من إجمالي كميات الغاز غير التقليدية القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية، تليها مصادر غاز الصخور الكتيمة (23.5%) ثم غاز طبقات الفحم (14.5%) وكما موضح في الشكل التالي:

مصادر الغاز غير التقليدية  
(الغاز الصخري وغاز الصخور الكتيمة وغاز طبقات الفحم)  
القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية كما في نهاية عام 2014



المصدر: IEA, World Energy Outlook, 2015 .

<sup>7</sup> IEA, World Energy Outlook, 2015.

وكما هو معروف فقد سبقت صناعة الغاز غير التقليدية صناعة النفط غير التقليدية، وبخاصة في الولايات المتحدة، حيث بدأت بإنتاج غاز الصخور الكتيمة منذ فترة طويلة. أما إنتاج غاز طبقات الفحم بصورة تجارية فقد بدأ في ثمانينات القرن الماضي. كما يعود إنتاج الغاز الصخري وإن كان بكميات قليلة، لعقود عديدة سابقة إلا أنه خلال منتصف العقد الأول من القرن الحالي تحققت زيادات كبيرة وغير متوقعة في إنتاج الغاز الصخري.

ونتيجة لتلك الزيادات، أصبح إنتاج الغاز الصخري في الولايات المتحدة في عام 2011، يفوق ولأول مرة إنتاج غاز طبقات الفحم وغاز الصخور الكتيمة مجتمعة بينما كان الغاز الصخري يستحوذ على حوالي 1% فقط من إجمالي إنتاج الغاز في الولايات المتحدة عام 1990.

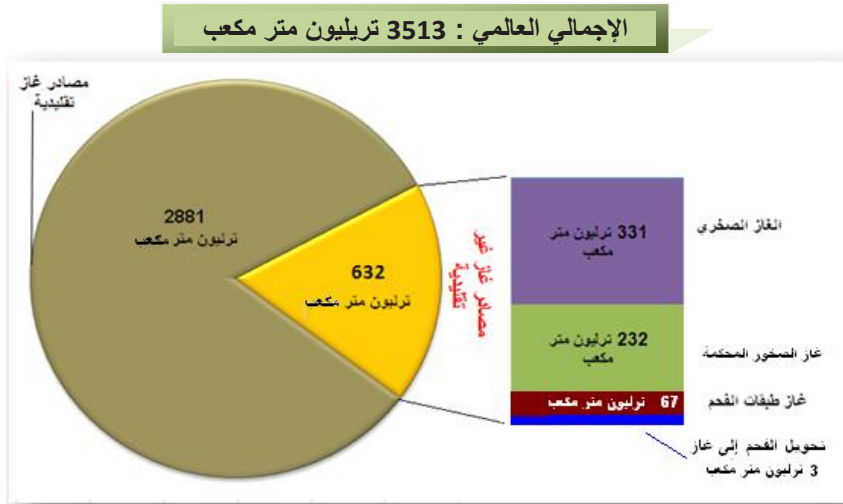
ويشار إلى ظاهرة الزيادات الكبيرة وغير المتوقعة في إنتاج الغاز الصخري (ولاحقاً النفط الصخري) في الولايات المتحدة والتي بدأت في نهاية عام 2005<sup>8</sup>، وما نتج عن ذلك من آثار هامة على واقع صناعة الغاز والنفط في الولايات المتحدة وخارجها بـ "ثورة" الغاز (والنفط) الصخري (أو ثورة الطاقة الصخري).

وبشكل عام فقد تزايد إنتاج الغاز غير التقليدي في العالم من 206 تريليون متر مكعب عام 2000 ليصل إلى 632 تريليون متر مكعب عام 2013، أي بزيادة أكثر من ثلاثة أضعاف خلال تلك الفترة ليستحوذ إنتاج الغاز غير التقليدي على حوالي 18% من إجمالي إنتاج الغاز العالمي عام 2013 مقارنة بنسبة 8.2% عام 2000. وقد بلغ إنتاج الغاز الصخري 331 تريليون متر مكعب ليشكل 52.4% من إنتاج الغاز غير التقليدي وحوالي 9.4% من إجمالي إنتاج الغاز في العالم عام 2013.

<sup>8</sup> Kentaka Arugas, The US Gas Revolution and its Effects on International Gas Markets, 28 May 2013, MPRA Paper No. 49545, <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/49545>.

أما إنتاج غاز الصخور المحكمة فقد بلغ 232 تريليون متر مكعب عام 2013 مستحوذاً على نسبة 36.7% من إنتاج الغاز غير التقليدي و 6.6% من إجمالي إنتاج الغاز العالمي. وبلغ إنتاج غاز طبقات الفحم 67 تريليون متر مكعب مشكلاً حوالي 10.7% من إنتاج الغاز غير التقليدي وبنسبة أقل من 2% من إجمالي إنتاج الغاز في العالم خلال العام المذكور. هذا بالإضافة إلى كميات متواضعة جداً من تحويل الفحم إلى غاز والتي شكلت أقل من 0.5% من إنتاج الغاز غير التقليدي والتي تعادل أقل من 0.1% من إجمالي إنتاج الغاز في العالم كما في عام 2013، وكما يتضح من الشكل التالي: -

### إنتاج الغاز في العالم حسب النوع كما في عام 2013



المصدر: IEA, World Energy Outlook, 2015 .

سيتم في الأجزاء التالية من الدراسة التطرق إلى بعض أنواع النفط والغاز غير التقليدية بشيء من التفصيل، كما سبق وأن تمت الإشارة، لكن التركيز الأكبر سيخصص لمناقشة موضوع النفط والغاز الصخري نظراً لأهميته ولإهتمام العالمي الواسع به وانعكاساته على واقع وآفاق أسواق الطاقة العالمية.

## ثانياً: احتياطيات وإنتاج النفط والغاز الصخري في العالم

### 2 - 1: احتياطيات النفط الصخري

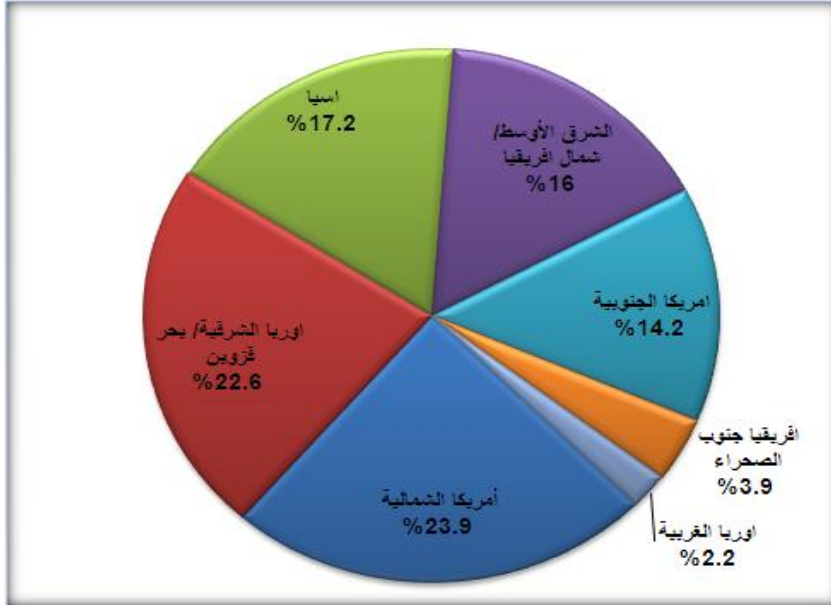
بشكل عام، تتغير تقديرات مصادر النفط (والغاز) الصخري في العالم تبعاً للاكتشافات الجديدة بشكل مستمر، وشمول دول أخرى في التقديرات، إلا أن أحدث التقديرات الصادرة عن إدارة معلومات الطاقة التابعة لوزارة الطاقة الأمريكية (المحدثة بتاريخ 24 تشرين الثاني 2015) تشير إلى وجود مخزونات ضخمة من النفط (والغاز) الصخري في العالم.

وتتوزع مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية على دول عديدة في قارات العالم المختلفة إلا أنه يلاحظ تركيز الجزء الأكبر (حوالي 66%) من إجمالي مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية في دول خارج منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (Non-OECD)، بينما تشكل دول المنظمة المذكورة على الجزء المتبقي (حوالي 34%) وكما في نهاية عام 2014<sup>9</sup>.

وعلى مستوى المجموعات الدولية الجغرافية، تستحوذ أمريكا الشمالية على حوالي 24% من إجمالي العالمي من مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية. تليها أوروبا الشرقية/ بحر قزوين (22.6%) ثم آسيا (17.2%) والشرق الأوسط/شمال أفريقيا (16%) وأمريكا الجنوبية (14.2%) وأفريقيا جنوب الصحراء (3.9%) وأخيراً أوروبا الغربية (2.2%)، وكما يتضح من الشكل التالي:

<sup>9</sup> IEA, World Energy outlook, 2015.

## توزع مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية حسب المجموعات الدولية الجغرافية كما في نهاية عام 2014 (%)



المصدر: EIA, Analysis and Projections: World Shale Resource Assessments, Updated September 24, 2015. <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>

أما بالنسبة لتوزيع مصادر النفط الصخري حسب الدول، فإنه برغم من تواجد تلك المصادر في مناطق العالم المختلفة، فإن الجزء الأكبر منها يتركز في عدد قليل من دول العالم. فطبقاً لتقديرات إدارة معلومات الطاقة، تستحوذ الولايات المتحدة على حوالي 19% من إجمالي العالم من مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية. وتستحوذ الولايات المتحدة وروسيا مجتمعة على أكثر من 36% من الإجمالي العالمي. وتمتلك أكبر خمسة دول في العالم (الولايات المتحدة وروسيا والصين والأرجنتين وليبيا) حوالي 238 مليار برميل، أي ما يعادل حوالي 57% من الإجمالي العالمي، بينما تمتلك أكبر عشرة دول على حوالي 320 مليار برميل والتي تعادل أكثر من 76% من الإجمالي العالمي من مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية.

وطبقاً لتقديرات إدارة معلومات الطاقة الأخيرة (المحدثة في 24 تشرين الثاني 2015)، بلغ الإجمالي العالمي من مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية حوالي 419 مليار برميل، وذلك بزيادة أكثر من 21% بالمقارنة مع تقديراتها السابقة الصادرة في شهر حزيران 2013. كما حصلت بعض التغييرات في سلم ترتيب الدول العشرة الأكبر في امتلاك مصادر النفط الصخري في العالم. حيث أصبحت الولايات المتحدة تصدر القائمة بدلاً من روسيا وفق التقديرات السابقة. وتم استبدال بعض الدول بدول أخرى.

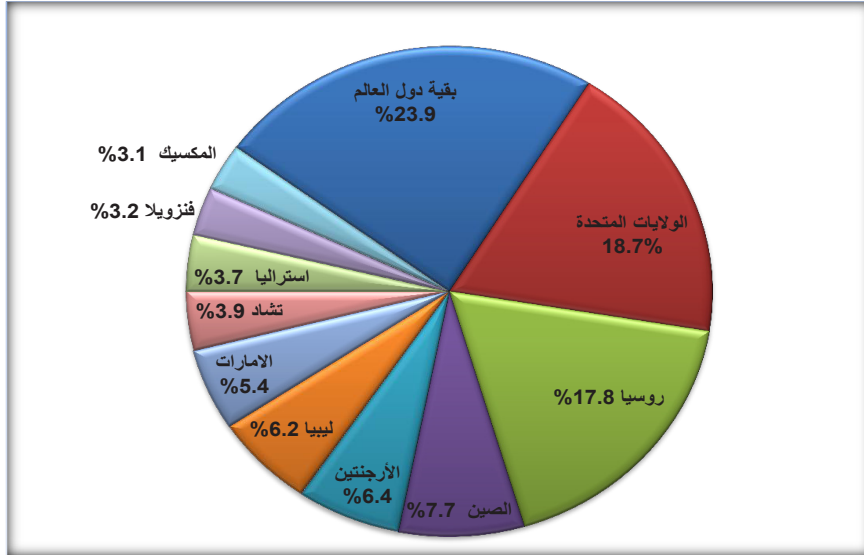
وعلى مستوى الدول العربية، بالإضافة إلى ليبيا التي تبوأَت المرتبة الخامسة وتمتلك 6.2%، تمتلك الإمارات العربية حوالي 5.4% من الإجمالي العالمي، لتصبح سادس أكبر دولة في العالم في امتلاك مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية. كما أضيفت سلطنة عمان مستحوذة على حوالي 1.5%. وبالتالي، ارتفعت حصة دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (باستثناء تركيا) لتصل إلى حوالي 16% وفق التقديرات الأخيرة لإدارة معلومات الطاقة (بالمقارنة مع حوالي 11% وفق التقديرات السابقة لذات المصدر) وكما يتضح من الجدول والشكل التاليين: -

#### الدول العشرة الأكبر في العالم في امتلاك مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية كما في نهاية 2014

| الدولة           | الكمية (مليار برميل) |
|------------------|----------------------|
| الولايات المتحدة | 78.2                 |
| روسيا            | 74.6                 |
| الصين            | 32.2                 |
| الأرجنتين        | 27                   |
| ليبيا            | 26.1                 |
| الإمارات         | 22.6                 |
| تشاد             | 16.2                 |
| استراليا         | 15.6                 |
| فنزويلا          | 13.4                 |
| المكسيك          | 13.1                 |
| الإجمالي العالمي | 418.9                |

المصدر: EIA, Analysis and Projections: World Shale Resource Assessments, Updated September 24, 2015. <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>

## توزع مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناجية التقنية حسب الدول



المصدر: EIA, Analysis and Projections: World Shale Resource Assessments, Updated September 24, 2015. <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>

## 2 - 2: إنتاج النفط الصخري

رغم امتلاك دول عديدة في العالم مصادر نفط صخري، فإن إنتاجه على نطاق تجاري واسع لازال محصوراً، وبدرجة رئيسية، في أمريكا الشمالية، وبخاصة الولايات المتحدة وإلى درجة أقل كندا. بينما الإنتاج خارج أمريكا الشمالية لازال في بداياته الأولية<sup>10</sup> واقتصر، كما في عام 2014، على الأرجنتين<sup>11</sup> التي استطاعت دخول مجال إنتاج النفط الصخري، وإن كان إنتاجها لايزال بمستويات متواضعة نسبياً.

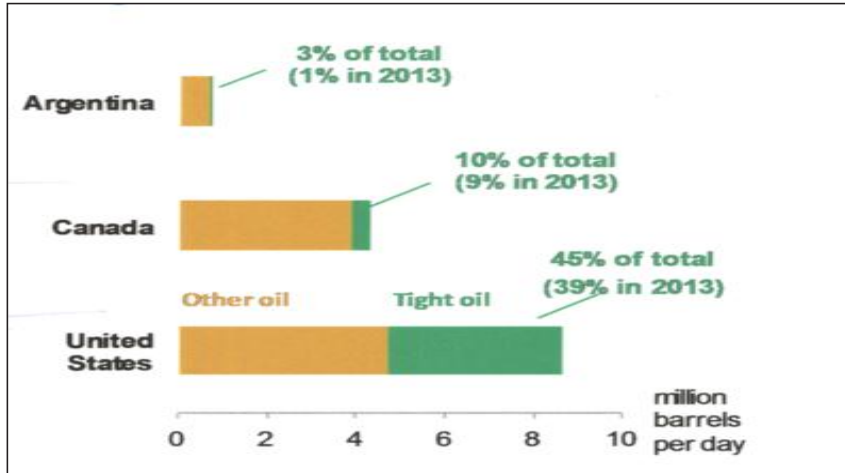
وقد بلغ إنتاج الأرجنتين من النفط الصخري حوالي 20 ألف ب/ي عام 2014 والذي يشكل حوالي 3% من إجمالي إنتاج الأرجنتين من النفط خلال العام

<sup>10</sup> Pricewaterhouse Coopers (PWC) UK, Shale Oil: The Next Energy Revolution, February 2013, [www.pwc.co.uk](http://www.pwc.co.uk).

<sup>11</sup> برغم استخدام تقنيات التكسير الهيدروليكي لإنتاج بعض الكميات من النفط (والغاز) في كل من روسيا وأستراليا، فإن الإنتاج المذكور لم يكن مصدره مكامن سجل منخفضة النفاذية (EIA, Today in Energy, February 13, 2015).

المذكور، مرتفعاً من حوالي 6 آلاف ب/ي في عام 2013 (أي حوالي 1% فقط من إجمالي الإنتاج الأرجنتيني خلال ذات العام).  
ولأغراض المقارنة، فقد شكل إنتاج النفط الصخري في الولايات المتحدة حوالي 45% من إنتاجها من النفط عام 2014. أما كندا فقد شكل إنتاجها من النفط الصخري حوالي 10% من إجمالي إنتاجها من النفط خلال العام المذكور، وكما يتضح من الشكل التالي: -

### Countries producing tight oil in 2014



المصدر: 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.

### 2 - 3: احتياطات الغاز الصخري

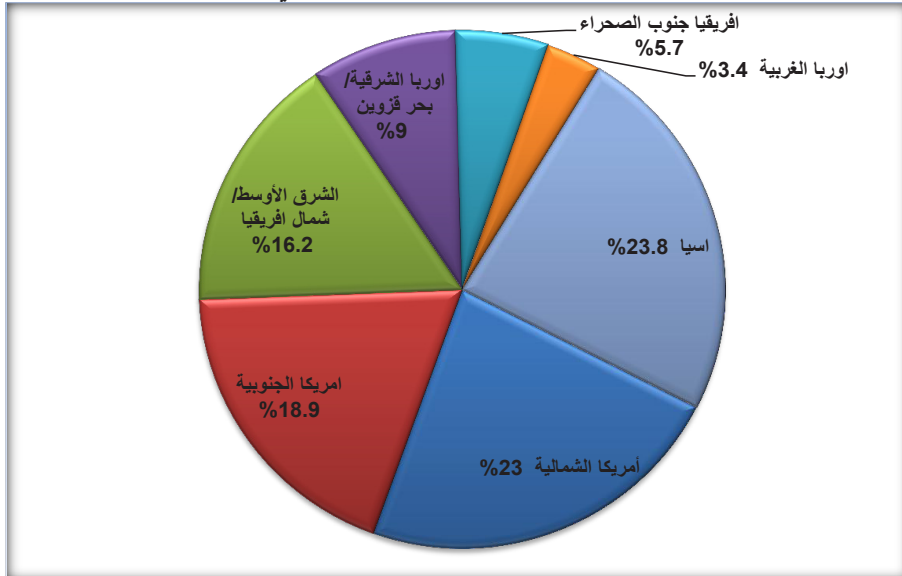
طبقاً للتقديرات الجديدة المحدثة في 24 تشرين الثاني 2015 لإدارة معلومات الطاقة الأمريكية، ارتفعت مصادر الغاز الصخري العالمية القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية لتصل إلى 7576.6 ترليون قدم مكعب كما في نهاية عام 2014، أي بزيادة 5.2% بالمقارنة مع التقديرات السابقة لذات المصدر والصادرة خلال شهر حزيران 2013.



يتواجد الجزء الأكبر (ما يقارب من 65%) من تلك المصادر في دول خارج منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية. بينما تستحوذ دول المنظمة المذكورة على حوالي 35% من الإجمالي العالمي من مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية<sup>12</sup>.

وعلى مستوى المجموعات الدولية الجغرافية، تستحوذ آسيا على 23.8% من إجمالي مصادر الغاز الصخري العالمية القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية، تليها أمريكا الشمالية (23%) ثم أمريكا الجنوبية (18.9%) والشرق الأوسط/شمال أفريقيا (16.2%) ثم أوروبا الشرقية / بحر قزوين (9%) وأفريقيا جنوب الصحراء (5.7%) وتأتي أوروبا في آخر السلسلة بنسبة (3.4%)، وكما يتضح من الشكل التالي: -

توزيع مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية حسب المجموعات الدولية الجغرافية الرئيسية وكما في نهاية 2014.



المصدر: EIA, Analysis and Projections: World Shale Resource Assessments, Updated September 24, 2015. <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>

<sup>12</sup> IEA, World Energy Outlook, 2015.

وبقدر تعلق الأمر بتوزع مصادر الغاز الصخري حسب الدول، تأتي الصين في المرتبة الأولى في العالم بامتلاكها 1115.2 ترليون قدم مكعب أي ما يعادل حوالي 14.7% من الإجمالي العالمي من مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية، تليها الأرجنتين (10.6%)، ما يعني بأن الصين والأرجنتين مجتمعتهما تستحوذ على أكثر من ربع الإجمالي العالمي. وتأتي الجزائر في المرتبة الثالثة بنسبة (9.3%) ثم الولايات المتحدة (8.2%) وكندا (7.7%). وبالتالي، فإن أكبر خمسة دول في العالم تستحوذ على أكثر من 50% من إجمالي مصادر الغاز الصخري العالمية القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية.

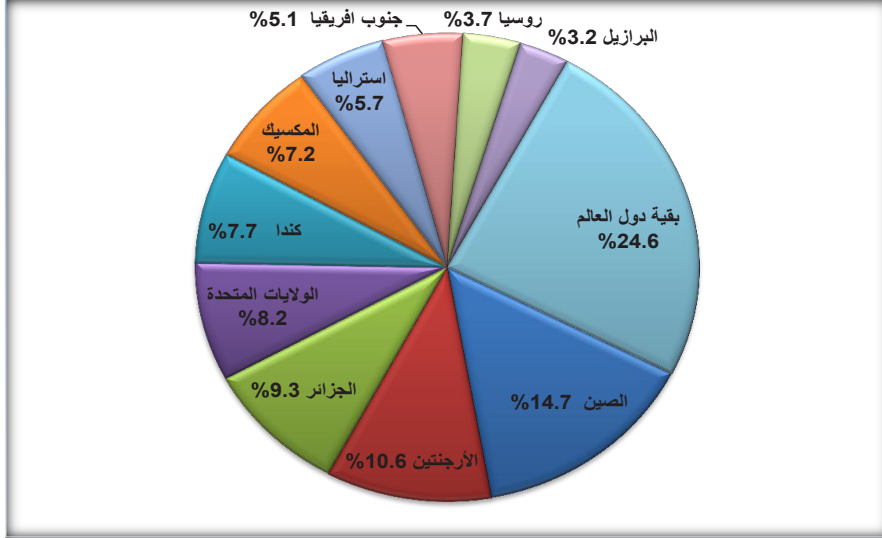
أما أكبر عشرة دول في العالم، فإنها تمتلك ما مجموعه 5712.6 ترليون قدم مكعب والتي تعادل أكثر من ثلاثة أرباع الإجمالي العالمي من مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية، وكما يتضح من الجدول والشكل التاليين:-

#### أكبر عشرة دول في العالم في امتلاك مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية وكما في نهاية 2014

| الدولة           | الكمية (ترليون قدم مكعب) |
|------------------|--------------------------|
| الصين            | 1115.2                   |
| الأرجنتين        | 801.5                    |
| الجزائر          | 706.9                    |
| الولايات المتحدة | 622.5                    |
| كندا             | 572.9                    |
| المكسيك          | 545.2                    |
| أستراليا         | 429.3                    |
| جنوب أفريقيا     | 389.7                    |
| روسيا            | 284.5                    |
| البرازيل         | 244.9                    |
| الإجمالي العالمي | 7576.6                   |

المصدر: EIA, Analysis and Projections: World Shale Resource Assessments, Updated September 24, 2015. <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>

## توزيع مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية حسب الدول وكما في نهاية 2014 (%)



المصدر: EIA, Analysis and Projections: World Shale Resource Assessments, Updated September 24, 2015. <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>

## 2 - 4: إنتاج الغاز الصخري

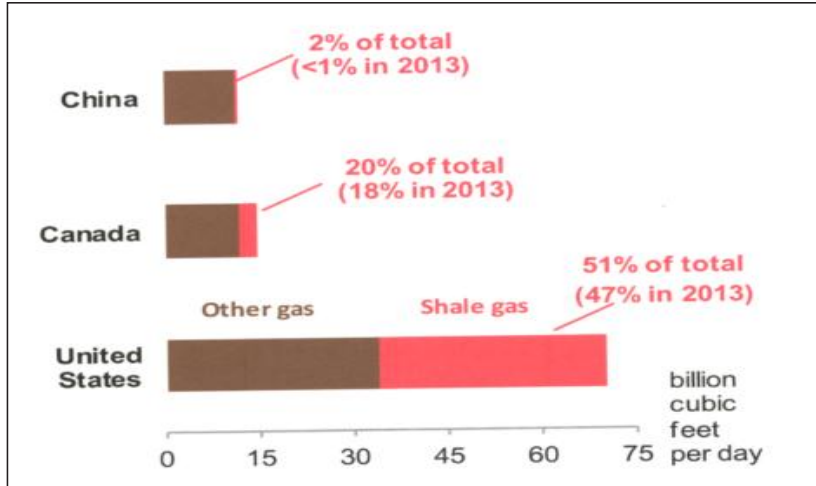
يتركز إنتاج الغاز الصخري العالمي، وبدرجة رئيسية، في الولايات المتحدة، والتي بدأت فيها ما يسمى بـ "ثورة" الغاز الصخري، وإلى حد أقل جارثها كندا. وكما في عام 2014، تعتبر الصين الدولة الوحيدة خارج أمريكا الشمالية التي تنتج الغاز الصخري وإن كانت بكميات متواضعة نسبياً قدرت بحدود 0.25 مليار قدم مكعب يومياً (وبدأت المكسيك في عام 2015 بإنتاج كميات قليلة جداً)<sup>13</sup>

ولمزيد من التوضيح، شكل إنتاج الغاز الصخري في الولايات المتحدة حوالي 51% من إجمالي إنتاجها من الغاز في عام 2014 بالمقارنة مع نسبة 47% عام 2013. أما إنتاج كندا من الغاز الصخري فقد شكل حوالي 20% من إجمالي إنتاجها من الغاز عام 2014 مقارنة بنسبة 18% خلال العام السابق. ويقدر تعلق الأمر بالصين، فإن إنتاجها من الغاز الصخري لازال يشكل حوالي 2% فقط من

<sup>13</sup> Mike Orcutt, Where is the Global Shale Gas Revolution? MIT Technology Review, July 20, 2015.

إجمالي إنتاجها من الغاز كما في عام 2014 بينما كان يشكل أقل من 1% من إنتاجها من الغاز خلال عام 2013، وكما يتضح من الشكل التالي: -

### إنتاج الغاز الصخري حسب الدول كما في عام 2014



المصدر: 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.

## ثالثاً: آفاق إنتاج النفط والغاز الصخري في العالم

يتضح مما سبق بأنه بعد مرور حوالي عقد من الزمن على بدء ما سمي بـ"ثورة" الغاز الصخري ومن بعدها النفط الصخري في الولايات المتحدة، فإنه لازال إنتاج النفط والغاز الصخري على نطاق واسع محصوراً بأربعة دول فقط في العالم تتقدمها الولايات المتحدة التي تستحوذ على الجزء الأكبر من إنتاج كل من النفط والغاز الصخري تليها، وبدرجة أقل، كندا. أما بالنسبة للإنتاج خارج أمريكا الشمالية، فإنه لازال يقتصر على الأرجنتين التي تنتج كميات قليلة من النفط الصخري والصين التي تنتج كميات قليلة من الغاز الصخري وذلك كما في عام 2014.

أما بالنسبة للمستقبل، فإنه وبشكل عام هنالك شحة في البيانات والتوقعات الخاصة بمستقبل إنتاج النفط والغاز الصخري في دول العالم، وبخاصة خارج أمريكا الشمالية، خصوصاً وأن صناعة النفط والغاز الصخري لازالت في مراحلها الأولية جداً، وبخاصة خارج أمريكا الشمالية. إضافة إلى ذلك، فإنه وبضوء الطبيعة المعقدة لجيولوجية مكامن النفط والغاز الصخري، هنالك تفاوت كبير في توقعات المصادر المختلفة لإنتاج النفط والغاز الصخري في المستقبل. إضافة إلى ذلك فإن أية تقديرات بعيدة الأمد لإنتاج النفط والغاز الصخري، وبخاصة من خارج أمريكا الشمالية يجب أن ينظر إليها بحذر.

قبل التطرق إلى آفاق إنتاج النفط والغاز الصخري سيتم في هذا الجزء في البداية مناقشة مدى إمكانية تكرار أو انتشار "ثورة" السجيل خارج أمريكا الشمالية.

### 3 - 1: مدى إمكانية انتشار "ثورة" السجيل خارج أمريكا الشمالية

بعد النجاح الكبير الذي حققته الولايات المتحدة في استغلال مصادرها من النفط والغاز غير التقليدية، وبخاصة النفط والغاز الصخري، تركز الاهتمام العالمي باتجاه تحديد العوامل التي كانت وراء التجربة الأمريكية على أمل اتخاذها كمرجع في سبيل تكرارها أو استنساخها في أماكن أخرى من العالم<sup>14</sup>، وبخاصة في الدول التي تمتلك مصادر هامة من النفط والغاز غير التقليدية.

وهكذا بدأت العديد من دول العالم وبخاصة بعض الدول المستهلكة الكبيرة للطاقة مثل الصين بضح مزيد من الاستثمارات لاستغلال مصادرها المحلية من النفط والغاز الصخري. لكنه، وبرغم ذلك، يعتقد البعض بأنه لن يكون بإمكان دول العالم الأخرى تكرار التجربة الأمريكية<sup>15</sup> على المدى القريب على أقل تقدير، أو أنه يصعب تكرارها على نطاق واسع<sup>16</sup>. وبشكل عام، يتوقع البعض الآخر بأن حركة تطوير مصادر النفط والغاز الصخري حول العالم خارج أمريكا الشمالية، ستكون بوتائر أكثر بطأ مقارنة بما تحقق في أمريكا الشمالية<sup>17</sup>، وذلك يعود ليس فقط للمصادر الضخمة من النفط والغاز الصخري التي تمتلكها الولايات المتحدة، بل أيضاً إلى الطبيعة الخاصة لصناعة النفط والغاز والسوق الأمريكية بشكل عام<sup>18</sup>.

ابتداءً، يعتبر كل حقل نفط أو غاز فريد من نوعه ومختلف عن بقية الحقول حتى في نفس المنطقة الجغرافية في العالم، ما يعني استحالة تكرار نفس الظروف التي تم فيها اكتشاف وتطوير حقول النفط والغاز الصخري والذي بدوره يعني

<sup>14</sup> Lozano-Maya, J.R. 2013. The United States Experience as a Reference of Success for Shale Gas Development: The Case of Mexico, Energy Policy, Vol. 62, pp.70-70.

<sup>15</sup> Robert A. Hofner III, The United States of Gas, Foreign Affairs, May/June 2014.

<sup>16</sup> 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.

<sup>17</sup> Ed Crooks, Shell Warns of Shale Delays Outside US, Financial Times, April 23, 2013.

<sup>18</sup> Leonardo Maugeri, Oil The Next Revolution, paper published by Belfer Centre for Science and International Affairs at Harvard Kennedy School, June 2012.

صعوبة جعل حقول النفط والغاز الأمريكية مرجعاً للمقارنة حتى وإن كانت تشبهه، في بعض خصائصها الجيولوجية بعض الحقول الأخرى في العالم<sup>19</sup>.

بشكل عام، يواجه تطوير مصادر النفط والغاز الصخري خارج أمريكا الشمالية عوائق أكبر لأسباب عديدة منها الطبيعة الجيولوجية المعقدة لمكانها، نقيصة في معدات ووسائل الحفر وفي البنية التحتية، معارضة لأسباب بيئية، نظام التملك للأراضي، النظم الحكومية، تحديد أسعار الطاقة وندرة المياه اللازمة التي تتطلبها تقنيات التكسير الهيدروليكي<sup>20</sup>.

بالمقابل، تتمتع الولايات المتحدة بخصائص عديدة يصعب توفرها مجتمعة في أي بلد ترغب حكومته استغلال مصادرها من النفط والغاز الصخري وبدورها ساعدت تلك الخصائص في تطوير المصادر المحلية الأمريكية من النفط والغاز الصخري وبالإمكان تصنيف تلك الخصائص أو العوامل إلى الجوانب الرئيسية التالية<sup>21</sup>:

### 1- جوانب فنية : والتي تشمل:

- خصائص جيولوجية مؤاتية للمكان بالمقارنة مع معظم مناطق العالم الأخرى.
- وجود معلومات جيولوجية دقيقة.
- وجود آلاف من شركات النفط المستقلة والتي تاريخياً لعبت دور ريادياً في المجالات والحقول الجديدة<sup>22</sup>
- وفرة شركات الخدمات وتوفر خبرة تكنولوجية طويلة في عمليات حفر آبار النفط والغاز الصخري.

<sup>19</sup> Slatt R.M.. Important Geological Properties of Unconventional Resource Shales. Central European Journal of Geoscience, 2011: 3(4):345-448.

<sup>20</sup> Thomas A. Watters etal , Game Changer: How Shale is Transforming Global Energy.. And Affect Industries and Ratings, Standard and Poor's Financial Services, Rating Direct, 7 Jan, 2014. 1236927/301674531, www.STANDARDANDPOORS.COM/RATINGSDIRECT.

<sup>21</sup> Lozano M.J.R.. The United States Experience as The Case of Mexico. Energy Policy 2013: (62): 70-78.

<sup>22</sup> Mamdough G. Salameh, Impact of U.S. Shale Oil Revolution on the Global Oil Market, the Price of Oil and Peak Oil, International Association for Energy Economies, Third Quarter 2013.

- بنية تحتية متطورة وبخاصة وجود شبكة واسعة ومتطورة من خطوط أنابيب النفط والغاز .
- وفرة المياه التي تتطلبها تقنية التكسير الهيدروليكي .

## 2- جوانب اقتصادية، والتي تشمل: -

- تميز السوق الأمريكية بالانفتاح والتنافسية ووجود قطاع خاص متطور.
- وجود أسواق نفط وغاز آنية ومستقبلية متطورة.
- أسعار تنافسية للنفط والغاز.
- أسواق مالية متطورة<sup>23</sup> سهلت من تهيئة التمويل التي تتطلبها مشاريع النفط والغاز الصخري.
- تزامن بداية استغلال النفط والغاز الصخري في الولايات المتحدة مع أجواء أسعار نفط وغاز مرتفعة والذي ساعد الشركات العاملة في سرعة استرداد الجزء الأكبر من تكاليفها الرأسمالية.
- سهولة إيصال إنتاج النفط والغاز الصخري في الولايات المتحدة إلى السوق المحلية الكبيرة والقريبة من تلك المصادر.

## 3- جوانب تنظيمية وقانونية والتي تشمل:

- يتميز القانون الأمريكي بمنح حقوق المعادن في باطن الأرض إلى مالك الأرض وليس للدولة.
- وجود أطر تنظيمية مستقرة نتيجة لعقود من تطور الصناعة البترولية كان عاملاً في تقليل عدم اليقين الملازمة لتطوير النفط والغاز الصخري.
- الدعم الحكومي: اعتماد الحكومة الأمريكية لسلسلة متنوعة من سياسات الطاقة الهادفة إلى ترويج تطوير مصادر طاقة بديلة ومن تلك السياسات التسعير المحفز والائتمانات الضريبية وبرامج الأبحاث والتطوير والتي ساعدت في الابتكارات التكنولوجية.

<sup>23</sup> 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.



### 3 - 2 : آفاق إنتاج النفط الصخري

بالرغم من أن هنالك ثلاثة دول أعضاء في منظمة أوبك (ليبيا والإمارات وفنزويلا) ضمن قائمة أكبر عشرة دول في العالم في امتلاك مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية، تشير التوقعات الحالية إلى هيمنة دول خارج أوبك على إنتاج النفط الصخري خلال العقود القليلة القادمة<sup>24</sup>.

تتفاوت تقديرات المؤسسات العالمية المختلفة المتخصصة باستشراف الطاقة، سواء كان ذلك بالنسبة لإجمالي الإنتاج العالمي من النفط الصخري أو بالنسبة للدول التي يتوقع دخولها تلك الصناعة ونتاجها المتوقع.

فمثلاً، تتوقع إدارة معلومات الطاقة (الحالة المرجعية) وصول الإنتاج العالمي من النفط الصخري إلى حوالي 9 مليون ب/ي بحلول عام 2040. من جهة أخرى، طبقاً لتوقعات وكالة الطاقة الدولية (الحالة المرجعية) يصل الإنتاج العالمي للنفط الصخري إلى مستوى الذروة (بواقع 5.8 مليون ب/ي عام 2020) ليبدأ بالإنخفاض بعد ذلك لغاية وصوله إلى 5.0 مليون ب/ي عام 2040. أما تقديرات منظمة أوبك (في حالتها المرجعية) فتشير إلى وصول إجمالي الإنتاج العالمي من النفط الصخري إلى مستوى الذروة (بواقع 5.61 مليون ب/ي عام 2030) لينخفض إلى أن يصل إلى 5.18 مليون ب/ي عام 2040.

(بالإضافة إلى ذلك تتوقع منظمة أوبك وصول إنتاج سوائل الغاز الطبيعي غير التقليدية والذي مصدر 60% منها الغاز الصخري إلى 2.48 مليون ب/ي عام 2040 والتي لم يتم شمولها ضمن إنتاج النفط الصخري) وكما يتضح من الجدول التالي: -

<sup>24</sup> IEA, World Energy Outlook, 2015.

### توقعات إنتاج النفط الصخري في العالم لعام 2040 حسب الجهات المختلفة (مليون ب/ي)

| 2040 | 2014               | الجهة                               |
|------|--------------------|-------------------------------------|
| 5.18 | 3.4                | منظمة أوبك <sup>(1)</sup>           |
| 5.0  | 4.0                | وكالة الطاقة الدولية <sup>(2)</sup> |
| 9.06 | 4.0 <sup>(*)</sup> | إدارة معلومات الطاقة <sup>(3)</sup> |

(\*) الرقم تقديري.

(1) OPEC, World Oil Outlook, 2015.

(2) IEA, World Energy Outlook, 2015.

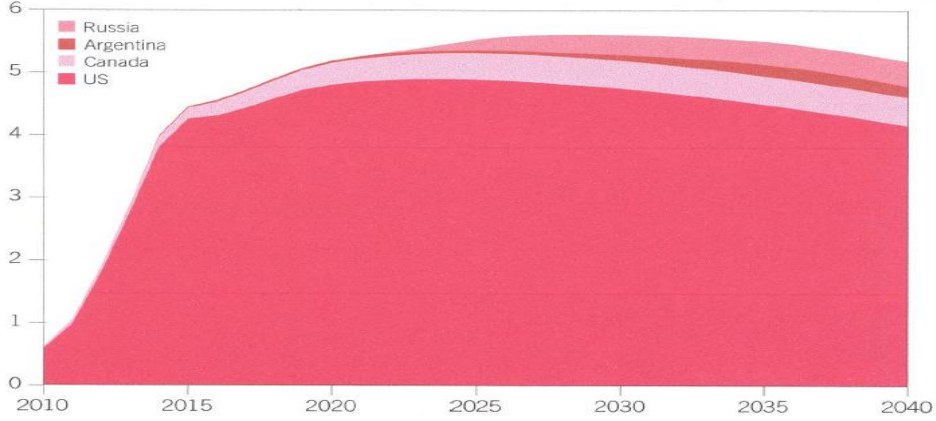
(3) EIA, International Energy Outlook, 2014.

أما بالنسبة لتوقعات توزيع الإنتاج حسب الدول لعام 2040 (وكما موضح في بيانات كل من منظمة أوبك وإدارة معلومات الطاقة)، فقد اقتصرَت بيانات منظمة أوبك على شمول روسيا التي يتوقع وصول إنتاجها إلى حوالي 0.6 مليون ب/ي عام 2040 (مقارنة بلا شيء عام 2014) والأرجنتين التي يصل إنتاجها إلى 130 ألف ب/ي عام 2040 (مقارنة بحوالي 10 آلاف ب/ي عام 2014 حسب المصدر المذكور). هذا بالإضافة إلى أمريكا الشمالية بإنتاج 3.26 مليون ب/ي عام 2040 (منها الولايات المتحدة 2.83 وكندا 0.43).

أما بالنسبة لإدارة معلومات الطاقة فقد شملت مجموعة خارج أمريكا الشمالية كلاً من روسيا التي يتوقع وصول إنتاجها إلى 2.16 مليون ب/ي عام 2040 والأرجنتين (0.82) والمكسيك (0.33) والصين (0.17) وبقية دول العالم (1.13 مليون ب/ي).

وبذلك، يتضح من تقديرات منظمة أوبك بأن دول خارج أمريكا الشمالية (روسيا والأرجنتين) تستحوذ على أقل من 20% من إجمالي الإنتاج العالمي من النفط الصخري بحلول عام 2040، ما يعني استمرار استحواد أمريكا الشمالية على الجزء الأكبر من الإنتاج العالمي وإن كانت بنسبة أقل (أي أكثر من 80% خلال العام المذكور بالمقارنة مع أكثر من 90% خلال عام 2014) وكما يتضح من الشكل التالي: -

### توقعات إمدادات النفط الصخري لغاية عام 2040 حسب تقديرات منظمة أوبك (الحالة المرجعية) (مليون باري)



المصدر: OPEC, World Oil Outlook 2015.

وهذا يعني بأن منظمة أوبك لا تتوقع حدوث انتشار واسع "لثورة" النفط الصخري خارج منطقة أمريكا الشمالية ولغاية عام 2040. بالمقابل، تشير توقعات إدارة معلومات الطاقة إلى استحواذ مجموعة دول خارج أمريكا الشمالية على أكثر من 50% من إجمالي إنتاج النفط الصخري بحلول عام 2040. وتتقدم قائمة دول تلك المجموعة روسيا بنسبة حوالي 24% من الإجمالي العالمي، بالإضافة إلى الأرجنتين والمكسيك والصين ودول أخرى. أما أمريكا الشمالية فيتوقع أن تنخفض حصتها إلى أقل من 50% خلال العام المذكور. وهذا يعني بأن إدارة معلومات الطاقة تتوقع انتشاراً واسعاً نسبياً "لثورة" النفط الصخري خارج أمريكا الشمالية بحلول عام 2040، وبخاصة روسيا التي يتوقع المصدر المذكور تبوؤها المركز الثاني في العالم بعد الولايات المتحدة متجاوزة كندا.

من جهة أخرى تتوقع شركة (IHS) <sup>25</sup> بأنه بالرغم من استمرار أمريكا الشمالية، وبخاصة الولايات المتحدة الأمريكية، بالإستحواذ على الجزء الأكبر من

<sup>25</sup> Jamie Webster (HIS) Going Global: Tight Oil Production, July 2014.

إنتاج النفط الصخري في العالم لغاية عام 2040، فإن حصتها ستتناقص بشكل تدريجي، لترتفع حصة دول خارج أمريكا الشمالية إلى حوالي 10% من إجمالي إنتاج النفط الصخري في العالم بحلول نهاية العقد الحالي بالمقارنة مع نسبة حوالي 0.5% فقط في عام 2014.

وطبقاً لتوقعات الشركة المذكورة، تبرز روسيا<sup>26</sup> والأرجنتين والصين كدول منتجة مهمة للنفط الصخري في المستقبل خارج أمريكا الشمالية، بالإضافة إلى دول أخرى مثل المكسيك وكولومبيا وأستراليا وكميات إنتاج متواضعة من بعض الدول العربية (ليبيا والجزائر وتونس).

في كل الأحوال، إن التفاوت الكبير في التوقعات المستقبلية لإنتاج النفط الصخري من قبل المؤسسات العالمية الرئيسية المختلفة ربما يعود إلى الافتراضات المختلفة المعتمدة من قبل تلك الجهات. إضافة إلى ذلك فإن تلك التقديرات لم تصدر في ذات العام. وربما يعني ذلك أيضاً بأن الأمور الخاصة بمستقبل النفط الصخري في العالم قد تحتاج الانتظار لبعض الوقت لمعرفة مدى تأثير الانحدار الكبير في أسعار النفط العالمية، بالإضافة إلى عوامل أخرى منها العقوبات الأوروبية والأمريكية على روسيا، على مستقبل النفط الصخري في العالم.

### 3 - 3 : آفاق إنتاج الغاز الصخري

بشكل عام، يتوقع استمرار تزايد إنتاج الغاز من المصادر غير التقليدية المختلفة، ولكن بوتائر متفاوتة، ليصل إلى 1667 مليار متر مكعب (ما يعادل حوالي 58.8 ترليون قدم مكعب) عام 2040، مقارنة بحوالي 632 مليار متر مكعب (ما يعادل 22.3 ترليون قدم مكعب) عام 2013<sup>27</sup>. وهذا يعني زيادة إنتاج الغاز غير التقليدي من مصادره المختلفة بواقع 1035 مليار متر مكعب (أي 36.5 ترليون قدم مكعب)، خلال الفترة 2013 - 2040.

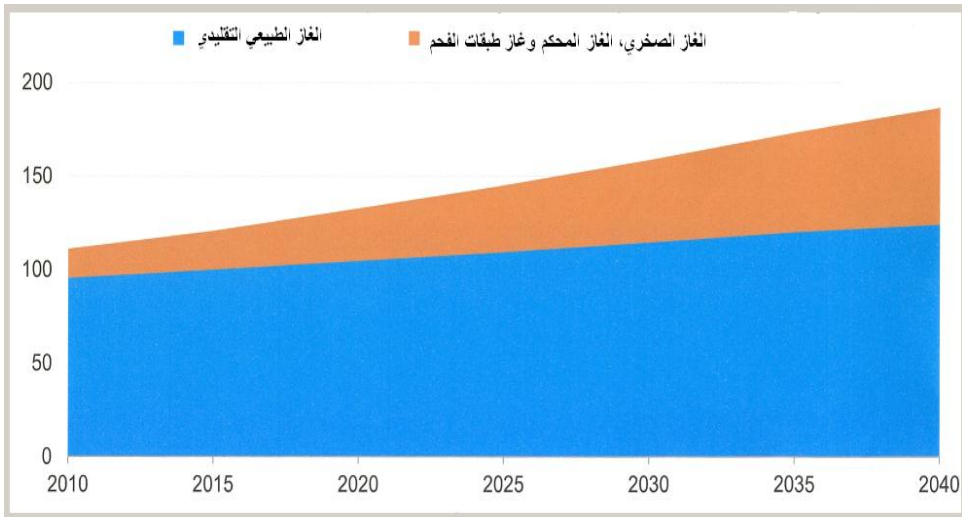
<https://www.eia.gov/conference/2014/pdf/.../webster.pdf>.

<sup>26</sup> قد يشمل إنتاج روسيا في الشكل أعلاه بعض كميات النفط الصخري المنتجة بتقنية التكسير الهيدروليكي من مكامن سجلت ليست منخفضة النفاذية.

<sup>27</sup> IEA, World Energy Outlook, 2015.

وبالتالي يتوقع زيادة مساهمة الغاز غير التقليدي من إجمالي إنتاج الغاز الطبيعي في العالم من حوالي 18% عام 2013 لتصل إلى أكثر من 32% عام 2040، كما يتضح من الشكل التالي: -

### إنتاج الغاز الطبيعي في العالم (ترليون قدم مكعب)



المصدر: John Staub, The Growth of US Natural Gas: An Uncertain Outlook for US and World Supply, 2015 EIA Energy Conference, June 15, 2015, Washington, D.C.

ويساهم الغاز الصخري بالجزء الأكبر من إجمالي الزيادة في إنتاج الغاز من المصادر غير التقليدية في العالم خلال الفترة 2013 - 2040، حيث يتوقع أن يتزايد بحوالي 610 مليار متر مكعب خلال تلك الفترة ليصل إلى 941 مليار متر مكعب عام 2040 بالمقارنة مع 331 مليار متر مكعب عام 2013. وبالتالي، فإن حصة الغاز الصخري يتوقع أن ترتفع من حوالي 52% عام 2013 لتصل إلى أكثر من 56% من إنتاج الغاز من المصادر غير التقليدية في العالم عام 2040.

ويأتي غاز طبقات الفحم بالمرتبة الثانية بزيادة 275 مليار متر مكعب خلال الفترة أعلاه والغاز المحكم بكمية 107 مليار متر مكعب بالإضافة إلى زيادة حوالي

42 مليار متر مكعب في مجال تحويل الفحم إلى غاز وكميات متواضعة من إنتاج هيدرات الميثان بحلول عام 2040، كما يتضح من الجدول التالي: -

**إنتاج الغاز غير التقليدي من المصادر المختلفة خلال الفترة 2013 – 2040**  
(مليار متر مكعب)

| أنواع الغاز غير التقليدية | 2013       | 2020       | 2025        | 2030        | 2035        | 2040        | الزيادة ما بين عامي 2013-2040 |
|---------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| الغاز الصخري              | 331        | 577        | 685         | 801         | 908         | 941         | 610                           |
| غاز طبقات الفحم           | 67         | 115        | 172         | 228         | 284         | 342         | 275                           |
| الغاز الكتيم              | 232        | 272        | 283         | 288         | 309         | 338         | 107                           |
| تحويل الفحم إلى غاز       | 3          | 13         | 23          | 33          | 40          | 45          | 42                            |
| هيدرات الميثان            | -          | -          | 0.0         | 0.3         | 0.7         | 1.0         | 1.0                           |
| <b>الإجمالي</b>           | <b>632</b> | <b>976</b> | <b>1163</b> | <b>1352</b> | <b>1541</b> | <b>1667</b> | <b>1035</b>                   |

المصدر: IEA, World Energy Outlook, 2015.

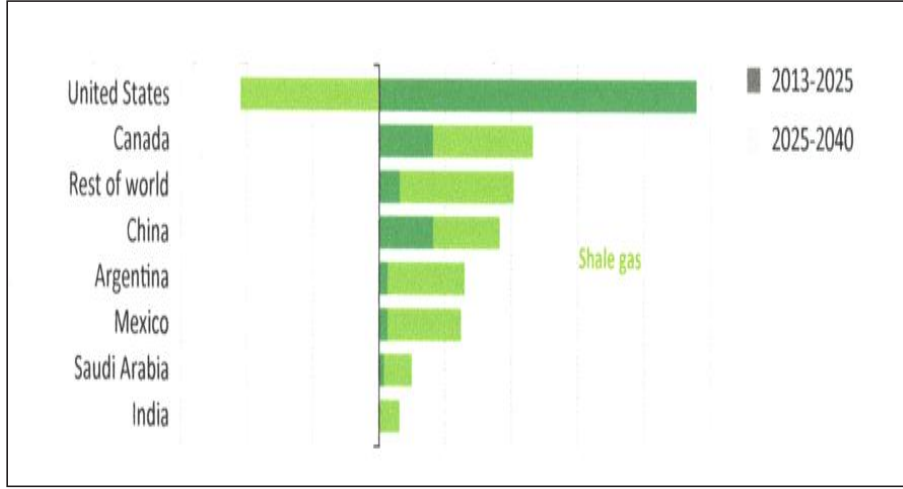
بالإضافة إلى أمريكا الشمالية، وبخاصة الولايات المتحدة، التي يتوقع أن تحافظ على المرتبة الأولى في إنتاج الغاز من المصادر غير التقليدية في العالم لغاية عام 2040، برغم انخفاض حصتها، تبرز الصين كدولة مهمة في مجال صناعة الغاز غير التقليدي والتي يتوقع أن تتجاوز كندا لتحتل المرتبة الثانية في إنتاج الغاز غير التقليدي في العالم بحلول عام 2030.

يذكر، تنتج الصين حالياً كميات متواضعة من الغاز غير التقليدي، وبخاصة غاز طبقات الفحم والغاز المحكم ويتوقع أن تشهد زيادة هامة في إنتاج الغاز الصخري إلى جانب استمرار تزايد انتاجها من غاز طبقات الفحم والغاز المحكم بالإضافة إلى تحويل الفحم إلى غاز.

ويتوقع أن تشهد كل من الأرجنتين والمكسيك زيادة هامة في إنتاج الغاز الصخري، وبخاصة بعد عام 2025. كما تشير التوقعات إلى دخول كل من المملكة

العربية السعودية والهند صناعة الغاز الصخري، وبخاصة بعد عام 2025، وكما يتضح من الشكل التالي: -

التغيير في إنتاج الغاز الصخري في بعض الدول المختارة  
(مليار متر مكعب)



المصدر: IEA, World Energy Outlook, 2015.

## وأخيراً: مستقبل صناعة النفط والغاز الصخري في بعض دول ومناطق العالم

سيتم في هذا الجزء من الدراسة التطرق وبشيء من التفصيل إلى مستقبل النفط والغاز الصخري في بعض دول ومناطق العالم خارج أمريكا الشمالية والتي ستشمل كلاً من الاتحاد الأوروبي، الصين، روسيا، أمريكا اللاتينية والدول العربية.

### 4 - 1 : الاتحاد الأوروبي

برغم عدم تواجد أية دولة من الاتحاد الأوروبي ضمن قائمة أكبر عشرة دول في امتلاك مصادر الغاز أو النفط الصخري، فإن دول الاتحاد مجتمعة تمتلك بحدود 13.3 ترليون متر مكعب من مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية - والتي تفوق احتياطياتها من الغاز التقليدي - والتي تشكل حوالي 6.5% من الإجمالي العالمي كما في عام 2013، كما تمتلك أوروبا كميات متواضعة من غاز الصخور الكثيمة و بحدود 4 ترليون متر مكعب بالإضافة إلى حوالي 2 ترليون متر مكعب من غاز طبقات الفحم<sup>28</sup>. أما بخصوص مصادر النفط الصخري، فإن إمكانيات الدول الأوروبية تعتبر منخفضة جداً<sup>29</sup>، بضوء احتواء كمائن السجيل الأوروبية على كميات قليلة من النفط.

بعد نجاح التجربة الأمريكية في استغلال مصادر الغاز الصخري، ارتفعت الآمال الأوروبية في إمكانية تطوير مصادرها المحلية من الغاز الصخري وتقليل فاتورة الاستيراد، خصوصاً وإن دول الاتحاد الأوروبي تعتمد على الاستيراد لتلبية أكثر من 50% من احتياجاتها من الطاقة، بضمنها 40% من امدادات الغاز الطبيعي إلا أنه من غير المرجح إمكانية الاتحاد الأوروبي تكرار التجربة الأمريكية فيما يخص إنتاج النفط والغاز الصخري<sup>30</sup>. وقد بدأت العمليات الاستكشافية للغاز الصخري في أوروبا منذ 2007/2008، إلا أن المعارضة الشعبية الواسعة بالإضافة

<sup>28</sup> IEA, World Energy Outlook, 2015.

<sup>29</sup> European Parliamentary Research Service (EPRS) Shale Gas and EU Energy Security, Briefing, December 2014, PE 542.167.

<sup>30</sup> Thomas Spencer et al, Unconventional Wisdom: An Economic Analysis of US Shale Gas and Implications for the EU, IDDRI Study No. 02/14 February 2014-Climate, [www.iddri.org](http://www.iddri.org)



إلى التحديات والصعوبات التي واجهتها تلك العمليات قد حولت تلك الحكومات وبشكل تدريجي ضد مشاريع النفط والغاز الصخري<sup>31</sup> وانتهت بنتائج لم تكن بمستوى التوقعات حتى في تلك الدول الأوروبية التي اعتبرت في البداية واعدة في مجال الغاز الصخري.

ويوجد تفاوت في نمط توزيع مصادر الغاز الصخري في دول الاتحاد الأوروبي، حيث تمتلك بولندا وفرنسا، بصورة مجتمعة، الجزء الأكبر (حوالي 61%) من إجمالي مصادر الغاز الصخري الأوروبية القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية. هذا بالإضافة إلى امتلاك بعض الدول الأخرى مثل رومانيا، الدانمارك، المملكة المتحدة، هولندا، ألمانيا وبلغاريا، كميات متواضعة من تلك المصادر.

وتعتبر بولندا الدولة الأكبر في امتلاك مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية في الاتحاد الأوروبي، حيث تمتلك 4.2 تريليون متر مكعب، أي ما يعادل 31.6% من إجمالي مصادر الغاز الصخري في الاتحاد. وبضوء امتلاكها لتلك الكميات الكبيرة، لطالما اعتبرت بولندا أمل أوروبا الأكبر لتطوير مصادرها المحلية من الغاز الصخري لكن النتيجة كانت مختلفة<sup>32</sup>، وذلك بعد أن عانت صناعة الغاز الصخري البولندية من سلسلة متتالية من الفشل بعد حفر العديد من الآبار الاستكشافية منذ عام 2010 والتي أظهرت جميعها تقريباً نتائج مخيبة للأمل، بضوء الطبيعة الجيولوجية الصعبة للمكان التي اتضح بأنها أكثر تعقيداً مما كان متوقعاً، والتي اعتبرت المشكلة الأكبر التي واجهتها الشركات العاملة في تلك الصناعة<sup>33</sup>. وهذا ما حدى بالشركات النفطية العاملة في بولندا (من بينها: اكسون- موبل- وشيفرون- وتوتال-وماراتون- وإيني- وكونوكو فيليبس) لوقف عملياتها ومغادرة البلاد<sup>34</sup> برغم بعض الشروط المغرية التي عرضتها الحكومة

<sup>31</sup> Cedigaz, Natural Gas in the World, 2015 Edition.

<sup>32</sup> The Economist, Mad and Messy Regulations, July 10, 2013.

<sup>33</sup> Nick Cunningham, No Shale Revolution For Europe, 13 October 2014, Oil Price.com.

<sup>34</sup> IEA, Medium – Term Gas Market Report, 2015.

البولندية على الشركات مثل الإعفاء الضريبي لعمليات استخراج الغاز الصخري لغاية عام 2020 على أن لا تزيد الضرائب عن 40% بعد ذلك التاريخ.

يذكر، لم يقتصر وقف عمليات بعض الشركات من بولندا، حيث قامت شيفرون بوقف عملياتها في كل من اوكرانيا وليتوانيا ورومانيا لأسباب اقتصادية وبسبب المعارضة الشعبية في تلك الدول.

أما فرنسا فإنها تمتلك 3.9 تريليون متر مكعب من مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية والتي تشكل 29.3% من إجمالي دول الاتحاد. لكنه بضوء المعارضة القوية من قبل المنظمات البيئية والمجتمعات المحلية لتقنية التكسير الهيدروليكي، فقد قامت الحكومة الفرنسية بمنع استخدام تلك التقنيات منذ عام 2011 وألغت الامتيازات الممنوحة في هذا المجال. ولم يقتصر ذلك على فرنسا وحدها، فقد قامت دول أخرى بضمها ألمانيا ورومانيا وبلغاريا وهولندا بتعليق العمل بتقنية التكسير الهيدروليكي. كما منعت كل من مقاطعة اسكتلندا وويلز في المملكة المتحدة تلك التقنيات أيضاً<sup>35</sup>.

بشكل عام، يواجه تطوير الغاز الصخري في اوروبا العديد من التحديات والمعوقات، خصوصاً وأن اوروبا تختلف عن الولايات المتحدة من جوانب متعددة. فمن الناحية الجيولوجية، تعتبر مكامن الغاز الصخري الأوروبية أكثر تعقيداً بالمقارنة مع المكامن الأمريكية. فهي تقع على أعماق أبعد تحت سطح الأرض كما أنها أقل نفاذية<sup>36</sup>. بالإضافة إلى أن الأحواض تتسم بصغر الحجم والتشطي بالمقارنة مع أمريكا الشمالية. كما أن طبقات السجيل تحتوي على نسبة أعلى من مادة الطين، ما يزيد من زيادة التكاليف<sup>37</sup> ليصل إلى ضعف ما هو عليه في الولايات المتحدة

<sup>35</sup> Cedigaz, Natural Gas in the World, 2015 Edition.

<sup>36</sup> Maximilian Kuhn and Frank Umbach, The Geoeconomic and Geopolitical Implications of Unconventional Gas in Europe, August 8, 2011, <http://www.ensc.org/index.php?view=articleandcatid=118%3Acontentandid=320%3Athe...>

<sup>37</sup> Nadja Kogdenko, Shale Gas in Europe: Replication of American Success or Concealed Illusion? [www.energydelta.org/.../a59903b6-06f5-4lae-ad...](http://www.energydelta.org/.../a59903b6-06f5-4lae-ad...)

وربما يجعل تقنيات التكسير الهيدروليكي المستخدمة في أمريكا الشمالية غير مناسبة<sup>38</sup>.

أما من الناحية الجغرافية، فإن المشكلة تتمثل بالكثافة السكانية العالية للدول الأوروبية والتي قد تصل إلى (5) أضعاف ما هو عليه في الولايات المتحدة في بعض الأحيان، وبالتالي فهي تفتقر إلى المساحات الشاسعة التي تتطلبها عمليات استخراج الغاز الصخري.

وبقدر تعلق الأمر بالبيئة، فإن الأوروبيين، وبشكل عام، يميلون إلى أخذ القضايا المتعلقة بالبيئة بشكل أكثر جدية، وبالتالي، فإنه، في الغالب، تعتبر القوانين البيئية في أوروبا أكثر صرامة بالمقارنة مع الولايات المتحدة<sup>39</sup>. وربما يفسر ذلك منع أو تعليق استخدام تقنية التكسير الهيدروليكي في العديد من الدول الأوروبية. تجدر الإشارة إلى أنه بضوء الاعتراضات الأوروبية على تقنية التكسير الهيدروليكي قرر الإتحاد الأوروبي تقديم تمويل بحدود 12 مليون يورو لإعداد دراسة من قبل بعض الجامعات حول الآثار البيئية لعمليات استكشاف الغاز الصخري والتكسير الهيدروليكي والتي قد تستغرق حوالي ثلاثة سنوات<sup>40</sup>.

وبضوء التحديات والصعوبات التي تواجه صناعة الغاز الصخري الأوروبية، يعتبر إنتاج الغاز الصخري في أوروبا غير اقتصادي حالياً على الأمد القريب. ومن جانبها لا تتوقع شركة بي بي البريطانية تحقيق أوروبا لإنتاج مهم من الغاز الصخري لغاية عام 2035. وبالتالي، فإنه يمكن القول بأن الآمال الأوروبية لتطوير مصادرها من الغاز الصخري قد تلاشت قبل أن تبدأ.

#### 4 - 2 : الصين

تتميز الصين بامتلاكها كميات كبيرة نسبياً من مصادر النفط والغاز غير التقليدية بأنواعها المختلفة. فهي بالإضافة إلى أنها الدولة الأكبر في العالم في امتلاك

<sup>38</sup> Neil Buckley, Eastern European Shale Exploration on ICE as Boom Turns to Bust, Financial Times, October 28, 2015.

<sup>39</sup> 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](http://www.iddri.org).

<sup>40</sup> Eanna Kelly, EU Announces E12 million in funding for Fracking Research, Science/Business Publishing Ltd., 25 February 2015, [www.sciencebusiness.net](http://www.sciencebusiness.net).

مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية (وبحدود 15% من الإجمالي العالمي)<sup>41</sup>، تمتلك أيضاً كميات من مصادر غاز طبقات الفحم تقدر بحدود 9.2 تريليون متر مكعب (بينما يقدرها البعض الآخر بحوالي 11 تريليون متر مكعب لتحتمل المرتبة الثالثة في العام)<sup>42</sup> وحوالي 3 تريليون متر مكعب من مصادر غاز الصخور الكتيمة<sup>43</sup>. وبالإضافة إلى ذلك تعتبر الصين الدولة الأكبر في العالم في عمليات تحويل الفحم إلى غاز<sup>44</sup>.

وبقدر تعلق الأمر بمصادر النفط غير التقليدية، تتبوأ الصين المركز الثالث في العالم في امتلاك مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية (بواقع 32.2 مليار برميل)، كما أنها تمتلك كميات كبيرة من نفط الكيروجين (حوالي 11.98 مليار طن) ومن النفط الثقيل والثقيل جداً (حوالي 2.24 مليار طن) ورمال النفط (حوالي 2.26 مليار طن)<sup>45</sup>. عبرت الصين عن اهتمامها للمضي قدماً في تطوير مصادرها الضخمة من طبقات الفحم بالإضافة إلى رغبتها في تطوير مصادر الغاز الصخري<sup>46</sup>.

وقد سبق للصين وأن بدأت باستغلال مصادرها من غاز الصخور الكتيمة وغاز طبقات الفحم منذ تسعينات القرن الماضي أما الأنشطة الخاصة بتطوير الغاز الصخري، فهي تزال حديثة العهد وأنه برغم بدء فعاليات الأبحاث والتقييم منذ عام 2005<sup>47</sup>، فإن العمليات الاستكشافية الفعلية في هذا المجال لم تبدأ إلا في نهاية عام 2009<sup>48</sup>.

<sup>41</sup> EIA, Analysis and Projections: World Shale Resource Assessments, Updated September 24, 2015, <https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas>.

<sup>42</sup> 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.

<sup>43</sup> IEA, World Energy Outlook, 2015.

<sup>44</sup> Chi-Jeng Yang et al, China's Fuel Gas Sector: History, Current Status, and Future Prospects, Utilities Policy Journal, 28 (2014) 12 – 21, ELSEVIER.

<sup>45</sup> 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.

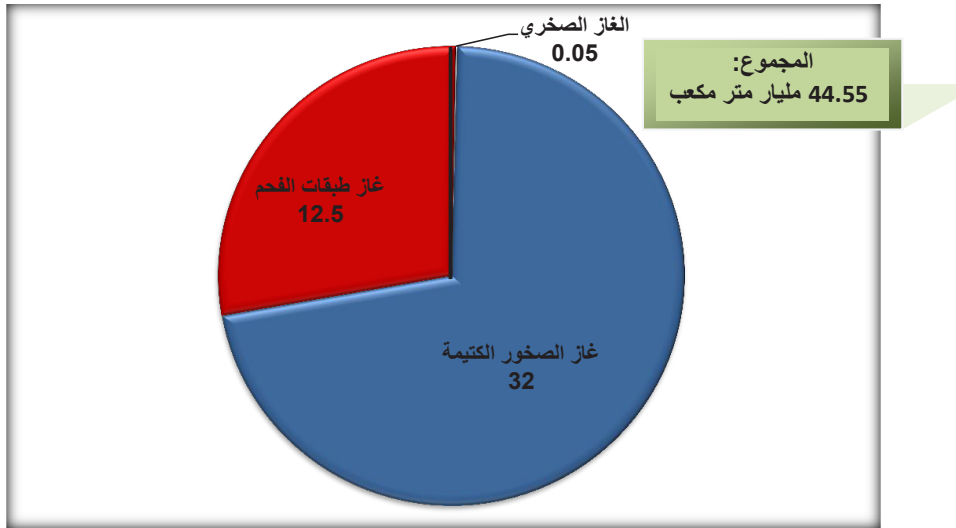
<sup>46</sup> Paul Stevens, The Shale Gas Revolution: Hype and Reality, A Chatham House Report, September 2010.

<sup>47</sup> Xinhua Ma et al, Unconventional Gas in China, World Petroleum Council Guide: Unconventional Gas, World Petroleum Council, 2012. [www.world-petroleum.org](http://www.world-petroleum.org).

<sup>48</sup> Kang WU, Energy Economy in China: Policy Imperatives, Market Dynamics and Regional Developments, Published by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 2013.

بشكل عام بلغ إنتاج الصين من مصادر الغاز غير التقليدية حوالي 44.5 مليار متر مكعب، أي ما يعادل أكثر من 41% من إجمالي انتاجها من الغاز الطبيعي عام 2012<sup>49</sup>. وشملت تلك الكميات على غاز الصخور الكتيمة الذي هيمن على إنتاج الغاز غير التقليدي وبواقع 32 مليار متر مكعب (أي ما يعادل حوالي 72% من إنتاج الصين من الغاز من المصادر غير التقليدية). تلاه غاز طبقات الفحم بواقع 12.5 مليار متر مكعب (أي ما يعادل 28%). علماً بأن مناجم الفحم تحت الإنتاج تعتبر المصدر الرئيسي لغاز طبقات الفحم في الصين<sup>50</sup>. أما بالنسبة للغاز الصخري، لازالت كمياته متواضعة جداً (بحدود 0.05 مليار متر مكعب) خلال العام المذكور، وكما يتضح من الشكل التالي:-

#### إنتاج الصين من مصادر الغاز غير التقليدية بأنواعها المختلفة لعام 2012 (مليار متر مكعب)



**المصدر:** China Energy Fund Committee (CEFC), China Energy Focus: Natural Gas 2013. [csis.org/files/.../131212\\_CEFC\\_China\\_Energy\\_Focus\\_Natural\\_Gas.pdf](http://csis.org/files/.../131212_CEFC_China_Energy_Focus_Natural_Gas.pdf)

<sup>49</sup> هناك تفاوت كبير في تقديرات المصادر المختلفة لإنتاج الصين من مصادر الغاز غير التقليدية، خصوصاً وأنه يتم، في العادة، تصنيف إنتاج غاز الصخور الكتيمة ضمن إنتاج الصين من مصادر الغاز التقليدية. (Cedigaz, Natural Gas in the World, 2012 Edition).  
<sup>50</sup> Chi-Jeng Yang et al, China's Fuel Gas Sector: History, Current Status and Future Prospects, Utilities Policy Journal, 28 (2014) 12 – 21 , ELSEVIER.

وبشكل عام وبعد نجاح "ثورة" الغاز الصخري في الولايات المتحدة، أصبح هنالك اهتمام فعلي ومنتزاد بالتجربة الأمريكية من قبل الصين التي اعتبرت دولة مرشحة قوية لتكرار تلك التجربة الأمريكية، نظراً ضخامة مصادرها من الغاز الصخري التي تفوق الموارد الأمريكية بالإضافة إلى طلب الصين المتنامي على الغاز<sup>51</sup>. وهكذا بدأ التركيز على تطوير الغاز الصخري كأولوية<sup>52</sup>. وتبحث الشركات الوطنية الصينية عن التجارب التكنولوجية في مجال صناعة الغاز (والنفط) الصخري عن طريق استثماراتها المباشرة في تلك الصناعة في أمريكا الشمالية ومن خلال مشاركتها مع شركات النفط العالمية في الصين.

وكما سبق ذكره، يزال إنتاج الصين من الغاز الصخري متواضعاً جداً. بالإضافة إلى ذلك فإن نتائج عمليات استكشافه وتطويره مؤخراً تجعل الاحتمالات الخاصة بنمو الغاز الصخري الصيني، وبدرجة كبيرة، غير مؤكدة<sup>53</sup> بالإضافة إلى اعتبارها إحدى عوامل عدم اليقين الرئيسية التي تواجه أسواق الطاقة العالمية على الأمدين القريب والبعيد. فمثلاً، طبقاً للخطة الخمسية الصينية للفترة (2011 – 2015) المنشورة في مارس 2014، يتزايد إنتاج الصين من الغاز الصخري ليتراوح ما بين 60 – 100 مليار متر مكعب بحلول عام 2020<sup>54</sup>. لكنه وبضوء التحديات والمعوقات التي تواجه الشركات العاملة في تلك الصناعة، ومن أهمها الطبيعة الجيولوجية المعقدة لمكامن الغاز الصخري الصينية والتكاليف المتصاعدة (والتي تقدر بأكثر من الضعف بالمقارنة مع الولايات المتحدة) بالإضافة إلى عوامل أخرى مثل شحة المياه التي تتطلبها عمليات صناعة الغاز الصخري والكثافة العالية للسكان ومعدلات الإنتاج المنخفضة عن المتوقع، فقد اضطرت الحكومة الصينية بوضع احلامها الطموحة جانباً فيما يخص استنساخ التجربة الأمريكية وإعادة النظر بالإنتاج المستهدف لعام 2020 وتخفيضه إلى 30 مليار متر

<sup>51</sup> Fan Gao, Will There Be a Shale Gas Revolution in China By 2020? NG 61. April 2012, The Oxford Institute for Energy Studies.

<sup>52</sup> IEA, World Energy Outlook, 2014.

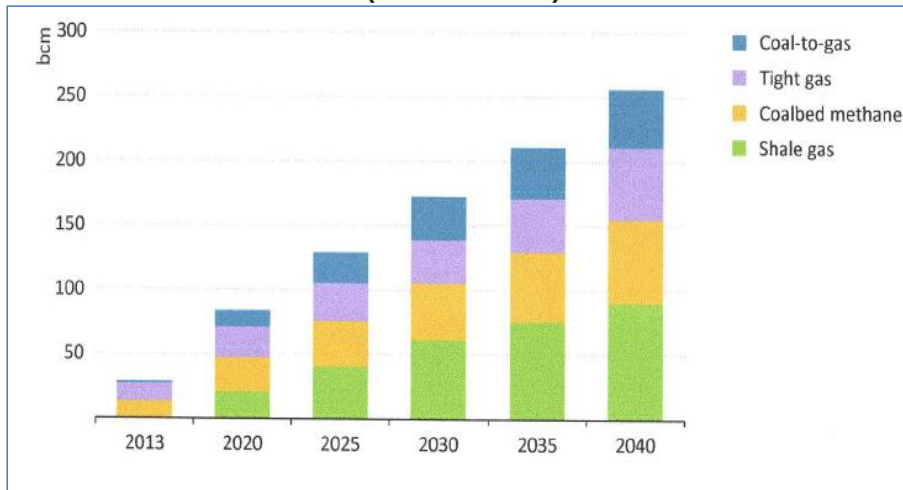
<sup>53</sup> China Energy Fund Committee (CEFC), China Energy Focus: Natural Gas 2013.

<sup>54</sup> Cedigaz, Natural Gas in the World, 2012 Edition.

مكعب<sup>55</sup>. ونتيجة لتلك الصعوبات قررت بعض الشركات العالمية مثل كونوكو فيليبس وقف عملياتها في بعض المناطق في الصين<sup>56</sup>.

من جهتها، تتوقع وكالة الطاقة الدولية وصول إنتاج الصين من الغاز الصخري إلى حوالي 90 مليار متر مكعب بحلول عام 2040. أما بالنسبة لإنتاجها من مصادر الغاز غير التقليدية الأخرى (غاز طبقات الفحم وغاز الصخور الكتيمة وتحويل الفحم إلى غاز) فإنه يتوقع بلوغ كل منها بحدود تتراوح ما بين 40 – 65 مليار متر مكعب بحلول العام المذكور، وكما يتضح من الشكل التالي:

#### توقعات إنتاج الصين من الغاز من المصادر غير التقليدية حسب النوع (مليار متر مكعب)



المصدر: IEA, World Energy Outlook, 2015.

وفي كل الأحوال، فإنه حتى في حالة عدم إمكانية تحقيق معدلات الإنتاج المستهدفة يتوقع أن تصبح الصين إحدى الدول الكبرى المنتجة للغاز الصخري خلال العقدين القادمين<sup>57</sup>.

<sup>55</sup> Ann Chee, China's Shale Gas Aspirations Face a Reality Check, Shale Gas International, Autumn/Fall 2015.

<sup>56</sup> Shale Gas International, China: Good News for Tight Oil, Bad News for Shale Gas, 1st June, 2015.

<sup>57</sup> Cedigaz, Natural Gas in the World-2013 Edition.

يذكر، أن تكنولوجيا تحويل الفحم إلى غاز في الصين تعتبر أكثر تقدماً بالمقارنة مع أنواع الوقود غير التقليدية الأخرى، ما جعل البعض يتوقع بأن نمو تحويل الفحم إلى غاز سيكون بدرجة أسرع بالمقارنة مع الغاز الصخري في الصين<sup>58</sup>.

من جهة أخرى يعتقد العديد من المحللين في الصناعة بأنه بإمكان إنتاج الغاز الصخري أن يلعب دوراً مهماً في امدادات الغاز الصينية بعد عام 2020<sup>59</sup>. وتشير مصادر أخرى إمكانية تحقيق الصين لإنتاج واسع النطاق من الغاز الصخري تبدو أكثر احتمالاً بحلول عام 2020 و بعد ذلك<sup>60</sup>. كما أن تلك التطورات ستكون بشكل متدرج وليس على هيئة "ثورة" كما حصل في الولايات المتحدة<sup>61</sup>.

أما بقدر تعلق الأمر بالنفط الصخري، فإنه وبرغم بعض الاكتشافات الهامة التي تحققت خلال السنوات الأخيرة في الصين. (حيث تم تحقيق أكبر اكتشاف للنفط الصخري في الصين في شهر مايو 2015)<sup>62</sup>. فإن تطوير مصادر النفط الصخري لا تعتبر أولوية للحكومة حالياً لكنها قد تصبح كذلك في المستقبل في حالة التأكد من نجاح تجربة الغاز الصخري الصينية<sup>63</sup>.

### 4 - 3 : روسيا

كما سبق ذكره، طبقاً لبيانات إدارة معلومات الطاقة التابعة لوزارة الطاقة الأمريكية، تتبوأ روسيا المركز الثاني في قائمة الدول العشرة الأكبر في امتلاك مصادر النفط الصخري في العالم بامتلاكها حوالي 75 مليار برميل من مصادر

<sup>58</sup> China Energy Fund Committee (CEFC), China Energy Focus: Natural Gas 2013.

<sup>59</sup> EIA, China, International Energy Data Analysis, <https://www.eia.gov/beta/international/analysis.cfm?iso14/5/2015>.

<sup>60</sup> Mikal Herberger, Asia and US Unconventional Oil and Gas, The National Bureau of Asian Research (CSIS), October 15, 2014.

<sup>61</sup> Fan Gao, Will There be a Shale Gas Revolution in China By 2020? NG 61, April 2012, Oxford Institute for Energy Studies.

<sup>62</sup> Shale Gas International, China: Good News for Tight Oil, But Bad News for Shale Gas, 1<sup>st</sup> June 2015.

<sup>63</sup> IEA, World Energy Outlook, 2014.



النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية. أما بالنسبة للغاز الصخري فقد جاءت في المركز التاسع بإمتلاكها 284.5 ترليون قدم مكعب من مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية<sup>64</sup>.

يجري حالياً التركيز في روسيا على تطوير مصادر النفط الصخري الذي يعتبر أولوية بالمقارنة مع مصادر الغاز الصخري وذلك لعدد من الأسباب منها ضخامة مصادرها من النفط الصخري نسبياً، والاستنزاف الذي تعاني منه حقولها النفطية التقليدية وبخاصة حقول سيبيريا بسبب تقادم عمرها. وبضوء إنتاجها النفطي المرتفع (بمعدل حوالي 11 مليون ب/ي) فإنه ومن دون تطوير طاقات إنتاج جديدة سواء من مكامن النفط الصخري أو من مكامن النفط في القطب الشمالي، يتوقع بدء الإنتاج قريباً بالإنخفاض<sup>65</sup>.

من جهة أخرى، بالرغم من امتلاك روسيا لمصادر كبيرة من الغاز الصخري، صرحت مؤخراً شركة غازبروم بأنه ليس من المناسب تطوير تلك المصادر حالياً وذلك بضوء ضخامة احتياطياتها من الغاز التقليدي والتي تقدر بحوالي 17% من الإجمالي العالمي كما في نهاية عام 2014<sup>66</sup> وانخفاض تكاليف الإنتاج بدرجة كبيرة بالمقارنة مع مصادر الغاز الصخري. بالإضافة إلى ذلك فإنه وبعد بدء بعض حقول الغاز التقليدي الجديدة في الإنتاج، أصبح لدى شركة غازبروم طاقة إنتاجية فائضة عن حاجة أسواقها الحالية للاستهلاك المحلي والتصدير<sup>67</sup>. لكن قد تقوم روسيا بتسريع التوسع التقني بإتجاه الإنتاج من مصادر الغاز غير التقليدية لدوافع جيوسياسية، والتي غالباً ما تغطي على "عقلانيتها الإقتصادية". فيضوء تقديرات وكالة الطاقة الدولية (السيناريو المرجعي)، يتوقع

<sup>64</sup> EIA, Analysis and Projections: World's Shale Resource Assessments, Updated September 24, 2015. <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas>.

<sup>65</sup> Jack Farthy, Russian Oil: Between a Rock and a Hard Place, The Financial Times, October 29, 2014.

<sup>66</sup> BP, BP Statistical Review of World Energy, 2015.

<sup>67</sup> Thomas A. Watters et al, Game Changer: How Shale is Transferring Global Energy- and Effecting Industries And Ratings, STANDARD AND POORS RATING SERVICES, RATING DIRECT, January 2014. 1236927/30167453/

تزايد الطلب العالمي على الغاز بأكثر من 46% ما بين عامي 2013 - 2040<sup>68</sup>. وبالتالي، فقد تجد روسيا صعوبة في الحفاظ على حصتها في أسواق الغاز العالمية (والتي تقدر بحدود 20%) من دون اللجوء إلى استخدام تقنيات جديدة تمكنها من تعزيز إمداداتها من الغاز بدرجة كبيرة وفتح اتجاهات تصديرية جديدة<sup>69</sup>.

يذكر، يتركز حالياً إنتاج روسيا من مصادر الغاز غير التقليدية، وبدرجة رئيسية، على غاز طبقات الفحم وإن كانت مستويات إنتاجها قليلة نسبياً. وتقليدياً، كان استخراج غاز طبقات الفحم يعتبر ناتج عرضي لمنظومات فصل الغاز في مناجم الفحم. وفي عام 2003 أطلقت شركة غاز بروم مشروع للإنتاج التجاري لغاز طبقات الفحم في حوض "كوزباز" (Kuzbass) في سيبيريا والذي تقدر احتياطياته من غاز طبقات الفحم بحدود 13.1 ترليون متر مكعب<sup>70</sup> (علماً بأن روسيا تعتبر ثاني أكبر دولة بعد الصين في امتلاك مصادر غاز طبقات الفحم)<sup>71</sup>. ويبلغ معدل الإنتاج السنوي "لحوض كوزباز" بحدود 4 مليار متر مكعب<sup>72</sup> والتي تستخدم لتوليد الكهرباء وتجهيز محطات تعبئة الغاز<sup>73</sup>.

بقدر تعلق الأمر بمصادر النفط الصخري، تتركز حصة الأسد منها في تشكيل "باشينوف" (Bashenov) الواقع في غرب سيبيريا، والذي جذب الاهتمام الأكبر، حيث يعتقد بعض الخبراء بأنه يمثل أكبر تراكم للنفط الصخري في العالم<sup>74</sup>. هذا بالإضافة إلى تشكيل "أشيموف" (Achimov) في شمال سيبيريا وتشكيل "دومانك" (Domanik) في إقليم اليورال - فولغا<sup>75</sup>. ويتميز تشكيل "باشينوف"

<sup>68</sup> IEA, World Energy Outlook, 2015.

<sup>69</sup> Zuzanna Nowak and Sonia Boczek, Will Equals Way: Unconventional Gas in Russia, The Polish Institute of International Affairs (PISM), BuLLETN No.61(793) 17 June 2015.

<sup>70</sup> Cedigas, Natural Gas In the World, 2012 Edition.

<sup>71</sup> Ernst and Young Pvt. Ltd., Shale Gas and Coalbed Methane: Potential Sources of Sustained Sources in the Future, 2010, [www.ey.com/India](http://www.ey.com/India).

<sup>72</sup> Gas Prom, Prospects for CBM, Production in Russia, <http://www.gazprom.com/about/production/extraction/metan/..>

<sup>73</sup> V.T. Khryukin et al, Development of Coalbed Methane in Russia: First Results and Prospects, 25<sup>th</sup> World Gas Conference, Kuala Lumpur, 2012.

<sup>74</sup> 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...>

<sup>75</sup> Arjan Sreekumar, Why the Next Oil Boom Could Be in Russia? January 19, 2014, The Motley-Fool.

بواعدية عالية برغم توقع إمكانية استغلال جزء صغير فقط من ذلك التشكيل الواسع جداً الذي يغطي مساحة حوالي مليون كيلو متر مربع عبر غرب سيبيريا<sup>76</sup>، وتوقع مساحته، بعدة مرات، تشكيل "باكّن" في الولايات المتحدة الذي كان الدافع الرئيسي وراء "ثورة" السجيل الأمريكية<sup>77</sup>.

لقد أدركت روسيا بأنها منذ البداية بحاجة إلى التكنولوجيا الأجنبية لتطوير مصادرها من النفط الصخري وعرضت خلال السنوات الأخيرة محفزات ضريبية لجذب الاستثمارات الأجنبية إلى صناعة النفط الصخري في البلاد وحصل بعض التقدم في هذا المجال<sup>78</sup> بعد انضمام شركات مثل اكسون موبل وشل وتوتال للدخول بمشاركة مع الشركات الروسية إلا أن العقوبات التي فرضتها الولايات المتحدة والدول الأوروبية في سبتمبر 2014 على روسيا بعد الأزمة الروسية - الأوكرانية الأخيرة وتم بموجبها منع تصدير السلع والخدمات والتكنولوجيا إلى المشاريع في القطب الشمالي وفي المياه العميقة ومكامن السجيل قد نتجت عن قيام معظم تلك الشركات بتعليق أنشطتها الاستكشافية في مجال النفط الصخري الروسي<sup>79</sup>.

كما تعاني صناعة النفط الصخري الروسية من تحديات وصعوبات أخرى منها الظروف الجيولوجية الصعبة<sup>80</sup> وتباين نوعية الصخور خصوصاً وأن نوعية بعض الصخور في تلك المناطق قد تزيد من صعوبة تدفق النفط باتجاه الأعلى<sup>81</sup>، هذا بالإضافة إلى ظروف الطقس الباردة والموقع الجغرافي النائي للحقول والتي تؤدي بمجملها إلى صعوبة عمليات الحفر وزيادة التكاليف وبخاصة بالنسبة للنقل. كما تعاني أيضاً من معارضة بيئية ومن التعليمات الحكومية البطيئة وغير الكفوءة بالإضافة إلى الانخفاض الحاد في مستويات أسعار النفط العالمية والتي أثرت سلباً

<sup>76</sup> Arild Moe, Russian Oil-Challenges and Possibilities, Oxford Energy Forum, August 2014: Issue 97, The Oxford Institutes for Energy Studies.

<sup>77</sup> Jack Farhy, Russian Oil: Between a Rock and a Hard Place, The Financial Times, October 29, 2014

<sup>78</sup> Dan Sharp, The Sleeping Shale play Giant of Russia, Bakken Breakout, February 19, 2014.

<sup>79</sup> Jack Farhy, Russia Oil: Between a Rock and a Hard Place, The Financial Times, October 29, 2014.

<sup>80</sup> Ladka Bauerova, Russia was Right: Shale in Europe Has Proved a Dud, Bloomberg News, May 12, 2015.

<sup>81</sup> Thomas A. Watters et al, Game Changer, :How Shale is Transferring Global Energy- And Effecting Industries and Ratings, STANDARD AND POORS RATING SERVICES, RATING DIRECT, January 2014, 1236927/301674531.

في اقتصاديات المشاريع في تلك الصناعة بضوء التكاليف العالية نسبياً، حيث قدرت بعض المصادر تكاليف البئر الواحد قد تفوق 10 مليون دولار في بعض الأحيان<sup>82</sup>. وبضوء تلك التحديات والمعوقات، فإنه يصعب، تحقيق التوقعات التي سبق وأن اطلقتها الحكومة الروسية والتي أشارت إلى وصول إنتاج روسيا من النفط الصخري إلى أكثر من مليون ب/ي بحلول 2025 وإلى 1.7 مليون ب/ي بحلول عام 2030<sup>83</sup>. من جانبها تشير تقديرات وكالة الطاقة الدولية (الحالة المرجعية) إلى وصول إنتاج روسيا من النفط الصخري إلى حوالي 500 ألف ب/ي بحلول عام 2030 وإلى حوالي 600 ألف ب/ي بحلول عام 2040<sup>84</sup>.

#### 4 - 4 : أمريكا اللاتينية

بشكل عام، تمتلك دول أمريكا اللاتينية كميات كبيرة من مصادر النفط والغاز الصخري والتي قدرتها إدارة معلومات الطاقة الأمريكية بحدود 73 مليار برميل من النفط الصخري القابل للاستخلاص من الناحية التقنية (ما يعادل حوالي 17.4% من الإجمالي العالمي وحوالي 1978 تريليون قدم مكعب من الغاز الصخري القابل للاستخلاص من الناحية التقنية (ما يعادل حوالي 26% من الإجمالي العالمي)<sup>85</sup>.

وبرغم تلك الامكانيات الكبيرة لازالت وتائر استكشاف وتطوير تلك المصادر بطيئة وتواجه العديد من التحديات والمعوقات من بينها التكاليف العالية وبخاصة للحفر والقلق من الجوانب البيئية، بالإضافة إلى ذلك تمتلك بعض دول

<sup>82</sup> Arjun Sreekumar, Why the Next Shale Oil Boom Could Be in Russia, The Motley-Fool, January 19, 2014.

<sup>83</sup> James Henderson, Tight Oil Developments in Russia, WPM 52, October 2013, The Oxford Institute for Energy Studies.

<sup>84</sup> IEA, World Energy Outlook, 2014.

<sup>85</sup> EIA, Analysis and Projections, World Shale Resources Assessments. Updated September 24, 2015. <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>

المنطقة، مثل البرازيل والمكسيك، مصادر هيدروكربونية تقليدية والتي تكتسب الأولوية في التطوير خلال السنوات القليلة القادمة<sup>86</sup>.

وتصدر الأرجنتين دول المجموعة المذكورة كأكبر دولة في امتلاكها لكل من مصادر النفط والغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية تليها المكسيك في المركز الثاني في مجال الغاز الصخري والثالث في مجال النفط الصخري، والبرازيل في المركز الثالث في مجال الغاز الصخري. أما فنزويلا، فتأتي في المركز الثاني في مجال النفط الصخري والرابع في مجال الغاز الصخري وكما يتضح من الجدول التالي: -

#### مصادر النفط والغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية في أمريكا اللاتينية

| الدولة                     | النفط الصخري<br>(مليار برميل) | الغاز الصخري الرطب<br>(ترليون قدم مكعب) |
|----------------------------|-------------------------------|---|
| الأرجنتين                  | 27                            | 801.5                                   |
| المكسيك                    | 13.1                          | 545.2                                   |
| بوليفيا                    | 0.6                           | 36.4                                    |
| البرازيل                   | 5.3                           | 244.9                                   |
| تشيلي                      | 2.3                           | 48.5                                    |
| كولومبيا                   | 6.8                           | 54.7                                    |
| البرغواي                   | 3.7                           | 75.3                                    |
| الأروغواي                  | 0.6                           | 4.6                                     |
| فنزويلا                    | 13.4                          | 167.3                                   |
| المجموع                    | 72.8                          | 1978.4                                  |
| النسبة من الإجمالي العالمي | 17.4%                         | 26.1%                                   |

المصدر: EIA, Analysis and Projections: World Shale Resource Assessments, Updated September 24, 2015. <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshaleegas>.

وكما سبق وأن تمت الإشارة، تقع الأرجنتين والمكسيك والبرازيل في قائمة أكبر عشرة دول في العالم في امتلاكها لمصادر النفط والغاز الصخري القابلة

<sup>86</sup> Thomas A. Watters et al, Game Changer: How Shale is Transforming Global Energy, And Affecting Industries and Ratings, STANDARD AND POORS RATING SERVICES. RATING DIRECT. January 2014, 1236927/30/67453.

للاستخلاص من الناحية التقنية. وسيتم الاقتصار في هذه الجزئية التركيز على الأرجنتين كونها الدولة التي تمتلك الكميات الأكبر من مصادر النفط والغاز الصخري ضمن دول المجموعة المذكورة ويجري فيها حالياً إنتاج النفط الصخري وإن كانت لاتزال بكميات قليلة نسبياً.

## الأرجنتين

كما سبق وأن تمت الإشارة، تعتبر الأرجنتين الدولة الوحيدة المنتجة للنفط الصخري في العالم خارج أمريكا الشمالية. وتمتلك إمكانات كبيرة من النفط والغاز الصخري لدرجة أن البعض اعتبرها من الممكن أن تكون الدولة الأكثر واعدية في مجال النفط والغاز الصخري خارج أمريكا الشمالية<sup>87</sup>. يقع الجزء الأكبر من مصادر الأرجنتين من النفط والغاز الصخري في حوض أو أقليم "نيكوين" (Neuquen) الواقع جنوب شرق مدينة بوينس آيرس على طول المنطقة الحدودية مع تشيلي<sup>88</sup>.

ويتركز الاهتمام بدرجة كبيرة حول تشكيل "فاكا مورتا" (Vaca Muerta) الواقع في الحوض المذكور ويغطي مساحة حوالي 30000 كيلو متر مربع حيث قدرت إدارة معلومات الطاقة الأمريكية احتياطيات التشكيل بحدود 308 ترليون قدم مكعب من الغاز الصخري وحوالي 16 مليار برميل من النفط القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية. وعملت الحكومة الأرجنتينية على تقسيم التشكيل إلى قطاعات استكشافية وتطويرية منحت بعضها لشركات عالمية تعمل حالياً في المنطقة المذكورة ضمن عقود امتياز منها شفرون واكسون موبل وتوتال ورييسول واباتشي<sup>89</sup> وبتروناس الماليزية. وبالتالي، فقد تم حفر أكثر من 300 بئر في

<sup>87</sup> 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.

<sup>88</sup> The Petroleum Economist, Bringing Vaca Muerta to Life, 2014/01/09, [www.petroleum-economist.com](http://www.petroleum-economist.com).

<sup>89</sup> David D. Mares, Shale Gas in Latin America: Opportunities and Challenges, Energy Policy Group, Working Paper, Inter-American Dialogue, July 2013.

الأرجنتين خلال الفترة المحصورة ما بين عامي 2013 – 2015، واستهدف الجزء الأكبر من تلك الأنشطة النفط والغاز الصخري في تشكيل "فاكا مورتا" .

ومن مميزات تشكيل "فاكا مورتا" طبيعته الجيولوجية الممتازة وقربه من شبكة أنابيب الغاز القائمة خصوصاً وأن لحوض "نيكوين" تاريخ طويل في مجال إنتاج النفط والغاز من المصادر التقليدية مما يقلل من تكاليف نقل المنتج إلى السوق<sup>90</sup>. إضافة إلى ذلك فإن الضغوطات البيئية تعتبر أقل حدة في الأرجنتين خصوصاً وأن المنطقة التي تتواجد فيها مصادر النفط والغاز الصخري مثل حوض "نيكوين" ذات كثافة سكانية قليلة. وهذا ما جعل بالإمكان استخدام ذات التقنيات المستخدمة في الولايات المتحدة في الأرجنتين وبخاصة في "فاكا مورتا"<sup>91</sup>. ومن بين التحديات التي تواجه صناعة النفط والغاز الصخري في الأرجنتين هي التكاليف العالية نسبياً بالمقارنة مثلاً مع الولايات المتحدة بالإضافة إلى ظروف الجو الاستثماري غير المؤاتية في الأرجنتين وبخاصة للاستثمارات الكبيرة بضوء السياسات الحكومية غير المستقرة<sup>92</sup>.

#### 4 - 5 : الدول العربية

كما هو معلوم، تمتلك الدول العربية احتياطيات ضخمة من مصادر النفط والغاز التقليدية، إلا أن الأنشطة الاستكشافية والتقييمية التي أجريت حديثاً أشارت إلى أن المنطقة تعتبر واعدة أيضاً<sup>93</sup> في مجال النفط والغاز الصخري.

وتشير تقديرات إدارة معلومات الطاقة الأمريكية إلى استحواذ المنطقة العربية على حوالي 16% من إجمالي مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص

<sup>90</sup> Shale Gas International Magazine, Global Overview of Shale Gas Exploration and Production, Autumn/Fall 2015.

<sup>91</sup> Petroleum Economist / PE Unconventional, The Global Quest for Light Tight Oil, December 2012/ January 2013.

<sup>92</sup> David D. Mares, Shale Gas in Latin America: Opportunities and Challenges, Energy Policy Group, Working Paper, Inter-American Dialogue, July 2013.

<sup>93</sup> MEES, Gulf States Reveal Shale Gas Ambitions, April 19, 2013.

من الناحية التقنية وعلى نسبة مقارنة لذلك من إجمالي مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية.

ويعتقد البعض بأنه من المرجح امتلاك المنطقة كميات كبيرة من النفط والغاز الصخري لكنها لا تزال، وإلى درجة كبيرة، غير معروفة على وجه الدقة في الوقت الحاضر<sup>94</sup>.

فمثلاً، لم يتم شمول المملكة العربية السعودية في التقديرات الأخيرة لإدارة معلومات الطاقة الأمريكية، لكنه يعتقد بأن المملكة تعتبر واحدة في مجال الغاز الصخري حيث تم اكتشاف كميات كبيرة من الغاز الصخري<sup>95</sup> فيها والتي تقدر بحوالي 600 ترليون قدم مكعب<sup>96</sup>.

وشملت تقديرات إدارة معلومات الطاقة ثمانية دول عربية (الجزائر ومصر وليبيا والمغرب وتونس والأردن وعمان والإمارات) حيث تحتل ليبيا المرتبة الأولى عربياً في مجال امتلاكها لمصادر النفط الصخري بواقع 26.1 مليار برميل تليها الإمارات بحدود 22.6 مليار برميل، ما يعني استحواذ الدولتان بصورة مجتمعة على حوالي 73% من مجموع مصادر النفط الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية في الدول العربية وفق تقديرات المصدر المذكور.

أما من ناحية الغاز الصخري، فتحتل الجزائر المرتبة الأولى بامتلاكها حوالي 707 ترليون قدم مكعب، أي ما يعادل حوالي 58% من مجموع مصادر الغاز الصخري في الدول العربية تليها الإمارات (205.3 ترليون قدم مكعب) ما يعني امتلاك الدولتان ما يقارب من 75% من مجموع مصادر الغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية في الدول العربية، وكما يتضح من الجدول التالي: -

<sup>94</sup> IEA, World Energy Outlook, 2014.

<sup>95</sup> الجريدة الاقتصادية الإلكترونية، عدد 714، 2013/4/29.

<sup>96</sup> MEES, Saudi Arabia Adds Projects to "Difficult" Gas Challenges, March 22, 2013.



### تقديرات مصادر النفط والغاز الصخري القابلة للاستخلاص من الناحية التقنية في الدول العربية التي شملتها دراسة إدارة معلومات الطاقة

| الدولة                     | النفط الصخري<br>(مليار برميل) | الغاز الصخري الرطب<br>(تريليون قدم مكعب) |
|----------------------------|-------------------------------|--|
| الجزائر                    | 5.7                           | 706.9                                    |
| مصر                        | 4.6                           | 100                                      |
| ليبيا                      | 26.1                          | 121.6                                    |
| المغرب                     | -                             | 11.9                                     |
| تونس                       | 1.5                           | 22.7                                     |
| الأردن                     | 0.1                           | 6.8                                      |
| عمان                       | 6.2                           | 48.3                                     |
| الإمارات العربية المتحدة   | 22.6                          | 205.3                                    |
| المجموع                    | 66.8                          | 1223.5                                   |
| النسبة من الإجمالي العالمي | %16                           | %16                                      |

المصدر: EIA, Analysis and Projections: World Shale Resource Assessments, Updated September 24, 2015. <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas>.

وتدرس العديد من الدول العربية وبجدية امكانية استغلال مصادرها من النفط والغاز غير التقليدية ولديها خطط في هذا المجال ودخل بعضها بعقود مع بعض الشركات العالمية لهذا الغرض. إلا أنه تواجه تلك المساعي بتحديات ومعوقات متعددة منها التكاليف العالية والحاجة إلى كميات كبيرة من المياه بالإضافة إلى أسعار الطاقة المحلية المنخفضة<sup>97</sup>.

فعلى سبيل المثال وقعت مصر عقد مع شركة أباتشي الأمريكية وعقد مع شركة شل لاستخراج الغاز الصخري من ثلاثة مواقع في الصحراء الغربية، وأعلنت الشركة القابضة للنفط والغاز البحرينية في بداية عام 2015 بأن لديها برنامج لإستكشاف الغاز الصخري في حقل البحرين ومنحت شركة أوكسي عقداً لاستخراج الغاز الصخري.

<sup>97</sup> MEES, 26 April, 2013.

من جهة أخرى، قررت شركة أرامكو السعودية في بداية عام 2014 زيادة استثماراتها في مجال عمليات استغلال مصادر الغاز الصخري في صحراء الربع الخالي وفي المناطق الجنوبية والغربية الشمالية في المملكة. وفي مارس 2014، وقعت الأردن عقد مع شركة ساكوس السعودية وبدأت الشركة بدراسة احتياطات النفط الصخري في منطقة عطارات أم الغدران ويتوقع بدء الإنتاج في عام 2017. كما بدأت المغرب باستكشاف احتياطات النفط والغاز الصخري وقامت في بداية عام 2013 بمنح بعض الشركات العالمية عقود استكشاف واستخراج لهذا الغرض. كما قامت شركة سونطراك الجزائرية ومنذ عدة سنوات بإجراء دراسات وتقييم لمصادرها من الغاز الصخري بحفر عدد من الآبار الاستكشافية، وبخاصة في منطقة عين صالح لإستغلال مصادرها من الغاز الصخري<sup>98</sup>. وأعلنت في منتصف عام 2014 بأنها تتوقع بدء الإنتاج من حقولها من الغاز الصخري بحلول عام 2020 وبطاقة إنتاجية بحدود 30 مليار متر مكعب كمرحلة أولى<sup>99</sup>.

وبشكل عام تتبوأ الجزائر مركز الصدارة في العالم العربي في مجال التنقيب عن الغاز الصخري<sup>100</sup> وجذبت تجربتها في هذا المجال اهتماماً كبيراً من قبل المحليين ووسائل الإعلام.

وتعاني صناعة الغاز الجزائرية خلال السنوات الأخيرة من انخفاض في الصادرات بسبب الانخفاض في معدلات الإنتاج، وبخاصة بعد عام 2005<sup>101</sup>، من جهة، والاستهلاك المحلي المتنامي للغاز من جهة أخرى. وقد كان ذلك أحد الدوافع الرئيسية وراء اندفاع شركة سونطراك بإتجاه استغلال مصادر الغاز الصخري المحلية. وقد أدخلت الحكومة في فبراير 2013 تعديلات على قانون المحروقات الهيدروكربونية، وبخاصة بعض الحوافز الضريبية، لتشجيع استكشاف وتطوير

<sup>98</sup> The Regional Center for Strategic Studies (RCSS), Cairo, Shale Oil and the Middle East, 29/3/2015. <http://www.rcssmiddleeast.org/en/Article/213/shale-oil-and-the-middle-East>.

<sup>99</sup> Sadalla Alfathi, Algeria Does Well to Show Less Haste on Shale, Gulf News, March 17, 2015.

<sup>100</sup> Carole Nakhle, Algeria's Shale Gas Experiment, Carnegie Middle East Center, April 23, 2015. <http://carnegie-mec.org/publications/?fa=59851>.

<sup>101</sup> BP Statistical Review of World Energy, 2015.

المصادر غير التقليدية<sup>102</sup>. وتم توقيع اتفاقات تعاون مع بعض الشركات العالمية<sup>103</sup>، لهذا الغرض لوقف الاتجاه الانخفاضي في صادرات الغاز إلا أن التجربة الجزائرية تواجه العديد من التحديات والمعوقات، والتي بدورها أثارت جدلاً داخلياً حول جدوى استغلال تلك المصادر.

ابتداءً، أثار قرار الحكومة بطرق أبواب مصادر الغاز الصخري في البلاد موجة من الاحتجاجات من النقاد الذين ابدوا تخوفهم من أن كميات الماء الضخمة الضرورية للوصول إلى هذا النوع من الغاز سيقلص امدادات الماء، خاصة في المناطق التي تعتمد إلى حد كبير على الزراعة<sup>104</sup>.

فيما يخص حقول الغاز الصخري الجزائرية وحسب تقرير إدارة معلومات الطاقة الأمريكية<sup>105</sup>، فإن معظم تلك الحقول تحتوي على غاز جاف وعدد قليل منها فقط يحتوي على سوائل الغاز الطبيعي، ما يعني صعوبة تكرار التجربة الأمريكية لإختلاف الخصائص الجيولوجية لحقول الغاز الصخري بين البلدين وعدم إمكانية الحصول على عوائد إضافية كان يمكن الحصول عليها عن طريق تصدير هذا المورد المصاحب للغاز.

كما تعاني عملية استخراج الغاز الصخري في الجزائر من التكاليف العالية التي قدرت بأنها تتراوح ما بين 9.1 – 44.9 دولار/ مليون وحدة حرارية بريطانية والتي تفوق كثيراً سعر البيع للغاز الجزائري<sup>106</sup>.

كما عملت أسعار النفط المنخفضة على تفاقم المشكلة والتأثير سلباً على اقتصاديات مشاريع استغلال الغاز الصخري الجزائري. ومن العقبات الرئيسية

<sup>102</sup> Tim Boersma et al, Shale Gas in Algeria: No Quick Fix, Energy Security and Climate Initiative-Brookings, November 2015, Policy Brief 15-01.

<sup>103</sup> Ahmed Maameri, Time to look for Unconventional Gas in the Middle East. [http://www.rigzone.com/news/article\\_pf.asp?a\\_id=125078](http://www.rigzone.com/news/article_pf.asp?a_id=125078).

<sup>104</sup> Carole Nakhle, Algeria's Shale Gas Experiment, Carnegie Middle East Center, April 23, 2015. <http://carnegie-mec.org/publications/?fa=59851>

<sup>105</sup> EIA, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States, June 2013.

<sup>106</sup> 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.

الأخرى هي الموقع النائي للمنطقة التي تحتوي على النفط والغاز الصخري في البلاد وغياب البنية التحتية ومحدودية مصادر المياه والحاجة إلى المزيد من الحفارات<sup>107</sup>.

*يتبع في العدد 158*

<sup>107</sup> Carole Nakhle, Algeria's Shale Gas Experiment, Carnegie Middle East Center, April 23, 2015. <http://carnegie-mec.org/publications/?fa=59851>

## البحث الثاني

# تطوير مصادر زيت السجيل عربيا وعالميا

الجزء الأول

تركي الحمش \*



## مدخل

لا يكاد يوجد خلاف في الصناعة البترولية حول أن الموارد الهيدروكربونية موارد محدودة ستتضب ذات يوم، لكن الخلاف هو في التوقيت، أو بمعنى أوضح هو في الاتفاق على كون العالم قد وصل أم لم يصل بعد إلى ذروة الإنتاج، وهل بدأ تراجع هذا الإنتاج أم لا؟

ومن الطبيعي أن هناك مؤيدين لوجهتي نظر مختلفتين في هذا الشأن، ولكل فريق شواهد التي يستند إليها ويقوي بها موقفه. ولا تهدف هذه الدراسة إلى البحث في موضوع ذروة الإنتاج، لكنها تنظر إلى هذا الموضوع من زاوية أنه كان من أحد الأسباب التي دفعت بعض دول العالم إلى التوجه نحو التنقيب عن مصادر زيت السجيل بالرغم من صعوبة الوصول إليه فنياً ومالياً، ذلك أن وفرة الاحتياطيات المتاحة حالياً من النفط والغاز لا تعني بحال من الأحوال أن هذه الاحتياطيات موزعة بالتساوي بين دول العالم. ولما كان السجيل الزيتي وزيت السجيل يشيران إلى أمرين مختلفين، فقد مهدت هذه الدراسة بإرساء تعريف للمصطلحات المستخدمة فيها، ثم أوردت لمحة عن تاريخ السجيل الزيتي وجودته وتصنيفه، لتنتقل بعدها إلى زيت السجيل ومصادره المقدره في العالم وفي بعض الدول العربية، مع مرورها بوضع السجيل الزيتي في الأردن والمغرب وإستونيا. ثم استعرضت الدراسة التجربة الأكثر وضوحاً في العالم في إنتاج زيت السجيل وهي تجربة الولايات المتحدة الأمريكية ونظرت في إمكانية نقل هذه التجربة إلى الدول العربية بعد المرور على أهم التحديات التي تواجه إنتاج زيت السجيل.

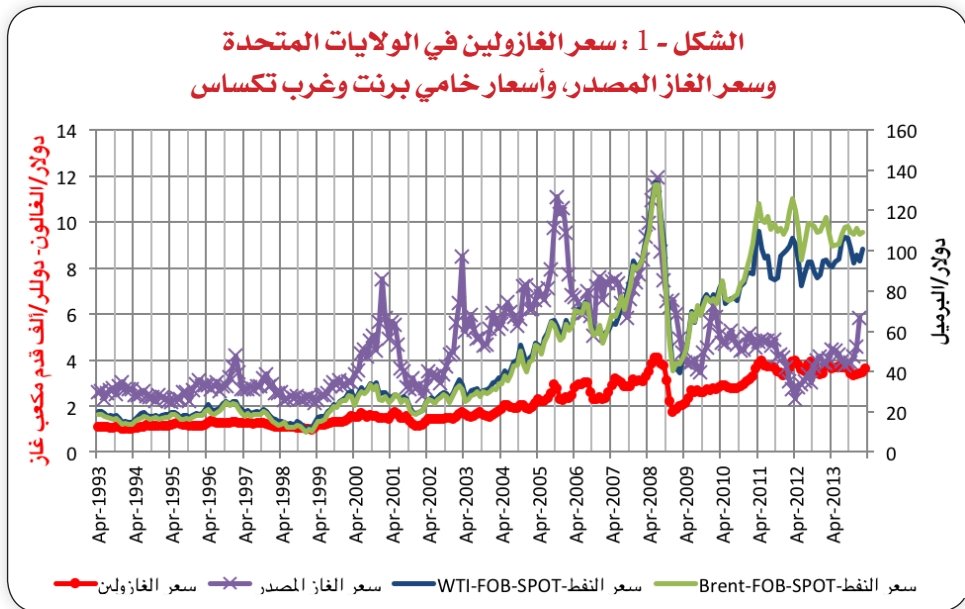
لقد جذبت الولايات المتحدة الأنظار بقوة خلال الأعوام القليلة الماضية من خلال ثورة السجيل<sup>(\*)</sup> كما يحلو للبعض أن يدعواها، وسارعت العديد من مراكز الأبحاث لتبشر بظهور عهد بترولي جديد يقف في وجه ما تراه الدول المستهلكة احتكاراً لإنتاج النفط وتحكماً بأسعاره من قبل الدول المنتجة. وعملت وسائل الإعلام بدورها على تسليط الضوء على

\* Shale Revolution

الصورة حتى ظهر الأمر وكأن إنتاج زيت وغاز السجيل سيغير شكل الصناعة البترولية إلى الأبد، وسيوفر الطاقة بسعر زهيد.

لكن واقع الحال يبين أن إنتاج زيت السجيل في الولايات المتحدة بقي محدود التأثير على أسواق الولايات المتحدة فقط دون أن يظهر له انعكاس جلي على أسواق البترول العالمية، بل يمكن ملاحظة أن أسعار خام برنت باتت أعلى من أسعار خام غرب تكساس، وهذا لا يعني أن خام غرب تكساس قد انخفض سعره، فالملاحظ أنه يسير بالتماشي مع خام برنت، لكن الفرق بين السعريين هو الذي ارتفع فقط، كما أن الأثر الداخلي على أسواق الولايات المتحدة لم يكن بذلك الحجم الذي ذهب البعض إليه حتى اليوم على الأقل.

ويمكن بالنظر إلى مخطط تغير أسعار الغازولين في الولايات المتحدة **الشكل (1)** تبين أن تغيرات أسعار الغازولين تترافق بطبيعة الحال ومنذ فترة طويلة مع تغيرات أسعار النفط، ولا يبدو أن شيئاً تغير بشكل ملموس في الولايات المتحدة خلال السنوات الأخيرة الماضية، بل يلاحظ أن المتوسط الشهري لأسعار الغازولين ارتفع بشكل مستمر خلال خمسة أشهر متوالية، منذ شهر تشرين الثاني/ نوفمبر 2013، وحتى شهر آذار/ مارس 2014، كما يبدو واضحاً أن أسعار الغاز<sup>(\*)</sup> بدورها تسير على منحنى مشابه لمنحنى أسعار النفط.



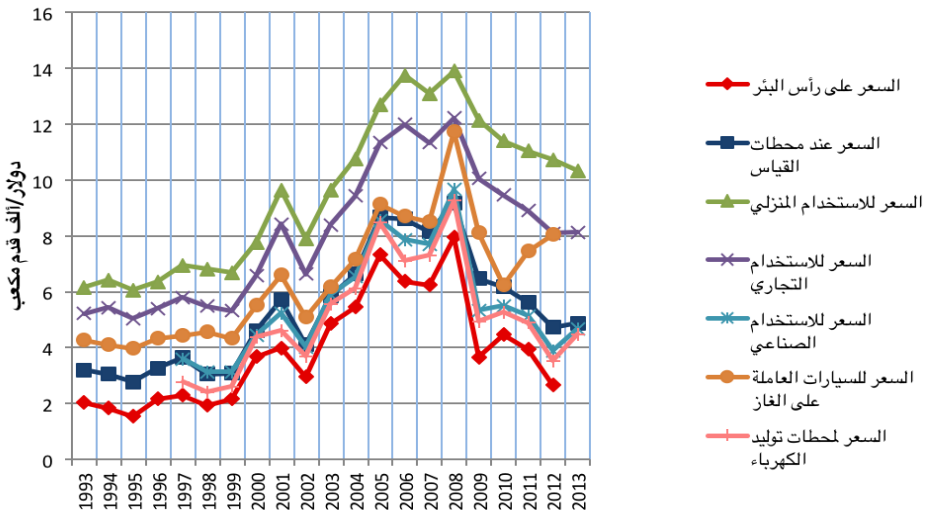
البيانات مستخلصة من قاعدة بيانات الأسعار على موقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية.

\* الأسعار في الشكل هي للغاز الأمريكي المصدر.



أما عند النظر إلى تفاصيل أسعار الغاز ضمن الولايات المتحدة **الشكل (2)**، فيمكن ملاحظة نفس منحى تغير أسعار النفط، وإن كان من الواضح أن هناك تراجعاً في أسعار الغاز بعد ارتفاعه المفاجئ أيام الأزمة الاقتصادية عام 2008، إلا أنه من الملاحظ أيضاً حسب البيانات المتوفرة أن أسعار الغاز للسيارات العاملة على الغاز بدأت بالارتفاع تدريجياً منذ عام 2010، كما بدأت أسعار الغاز ترتفع بالنسبة للاستخدامات الصناعية أو لمحطات توليد الكهرباء، بينما توقف تراجع السعر عند محطات القياس أو السعر للاستخدام التجاري، ولم تتوفر بيانات رسمية لعام 2013 عن أسعار الغاز على رأس البئر\* في الولايات المتحدة، لكن من المتوقع أنها ارتفعت بدورها كون الاستثناء الوحيد الملحوظ في المخطط بعد عام 2012 هو تراجع سعر الغاز للاستخدام المنزلي.

**الشكل- 2: أسعار الغاز في الولايات المتحدة حسب الاستخدامات**



البيانات مستخلصة من قاعدة بيانات الأسعار على موقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية.

وبطبيعة الحال فإن هناك أسباباً مختلفة لهذه التغيرات لا تنحصر فقط فيما تم ذكره هنا، لكن النظر في تفاصيل الأسعار وأسباب تغيراتها يقع خارج أهداف هذه الدراسة، وإنما كان لا بد من إيراء هذه اللمحة قبل الخوض في المنظور الفني لزيت السجيل، لإيضاح أن تأثير إنتاج زيت وغاز السجيل ربما يكون له تأثير على الأسواق على المدى البعيد، لكن ذلك يحتاج لتضافر عدد كبير من العوامل مثل الطلب العالمي، ومعدلات إنتاج دول أوبك والطاقت الإنتاجية الاحتياطية

\* هو السعر المحسوب بتقسيم القيمة الإجمالية للغاز المنتج على كامل الكمية المنتجة من البئر.

لديها، ومعدلات إنتاج الدول الأخرى، إلى ما هنالك من عوامل، بينما تدل كل المؤشرات المتاحة حالياً على أن تأثير إنتاج زيت وغاز السجيل محدود ولا يزال حكراً على السوق الأمريكية الداخلية، وإن ذهبت بعض الآراء إلى أن زيت السجيل الأمريكي ساهم في الحفاظ على استقرار أسعار النفط العالمية بشكل من الأشكال.

واستناداً إلى تقديرات إدارة معلومات الطاقة الأمريكية<sup>(\*)</sup>، بلغ إنتاج الولايات المتحدة من زيت السجيل في الربع الثالث من عام 2013 حوالي 3.22 مليون ب/ي، مما رفع إنتاج الولايات المتحدة إلى حدود 7.84 مليون ب/ي، أي ما يقارب 10% من إنتاج العالم من السوائل الهيدروكربونية<sup>(\*\*)</sup>. وفي شهر شباط/فبراير عام 2014 بلغ إنتاج زيت السجيل 1.21 مليون ب/ي من منظومة السجيل في Eagle Ford، وبلغ نحو 0.9 مليون ب/ي من منظومة السجيل في Bakken Shale. حيث ذكرت إدارة معلومات الطاقة أن إنتاج هاتين المنظومتين شكل 63% من إجمالي إنتاج زيت السجيل في الولايات المتحدة في تلك الفترة، مما يعني أن ذلك الإجمالي بلغ 3.35 مليون ب/ي<sup>1</sup>. أما خارج الولايات المتحدة، فتعتبر كندا وروسيا الدولتان الوحيدتان اللتان أنتجتا زيت السجيل بكميات تجارية، حيث بلغ معدل إنتاج كندا 340 ألف ب/ي في عام 2013، ينتج معظمها من الأقاليم الغربية في البلاد. بينما أنتجت روسيا بمعدل 120 ألف ب/ي من زيت السجيل من حوض غرب سيبيريا في نفس العام<sup>2</sup>.

\* Energy Information Administration (EIA).

\*\* أشارت تقديرات منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترو/ أوابك في مطلع عام 2014 إلى أن العالم أنتج بمعدل 83 مليون ب/ي من السوائل الهيدروكربونية في عام 2013، وبالتالي فإن إجمالي إنتاج زيت السجيل من الولايات المتحدة وكندا وروسيا في ذلك العام بلغ نحو 4.6% من الإنتاج العالمي.



# الفصل الأول

## إرساء المصطلحات

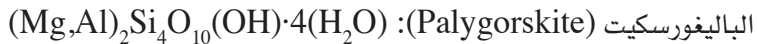
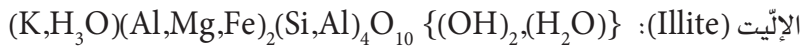
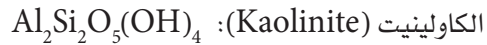
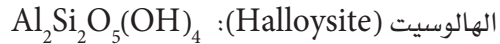
تعتبر تسمية السجيل الزيتي أو الصخر النفطي Oil Shale التي شاع استخدامها مضللة بعض الشيء، إذ أن المادة التي يتم البحث عنها واستخلاصها ليست النفط المعروف، كما أن الصخر الحاوي لها ليس الصخر الغضاري بمفهومه العام. وربما من الأصح استخدام تعبير السجيل الزيتي للإشارة إلى الصخر الحاوي على مركب هيدروكربوني ذي مواصفات معينة، وزيت السجيل أو الزيت الصخري Shale Oil للإشارة إلى المادة العضوية الهيدروكربونية المستخلصة من الصخر، ذلك أن استخدام كلمة Oil بمعنى نفط في هذه الحالة لا يعبر عن الواقع تماماً كما سوف يتم بيانه، بل يميل بعض الباحثين إلى تصنيف السجيل الزيتي ضمن فئة فحم الليغنيت ذو المحتوى الحراري المنخفض.

هذا الالتباس في التعبير جعل الكثيرين يخلطون بين النفط وبين زيت السجيل والسجيل الزيتي، بينما الأقرب للصواب هو النظر إلى السجيل الزيتي كصخر أم أو صخر مؤلد Source Rock لم يصل إلى مرحلة النضوج، فعلى عكس مكامن النفط والغاز التقليديين، تتميز مكامن السجيل الزيتي ببنية صخرية فائقة النعومة حيث تكون معظم الحبيبات المشكلة للصخر بقطر يساوي أو يقل عن 62.5 ميكرون<sup>(\*)</sup>، وتبلغ المسامية 10% أو أقل، بينما تقدر النفاذية<sup>3</sup> بوحدات من النانودارسي<sup>(\*\*)</sup>. ولعل هذا هو السبب للنظر إلى هذه الصخور سابقاً على أنها مجرد صخور مولدة تحتوي على نسبة عالية من الكربون العضوي TOC تزيد عن 2% وزناً.

ورغم أن هذه الدراسة مخصصة لزيت السجيل، إلا أنه من المفيد إيراد بعض التفاصيل عن المصطلحات التي لا مناص من تمييزها:

### • السجيل

تتكون صخور السجيل<sup>(\*\*\*)</sup> Shale من حبيبات دقيقة جداً تحتوي على كميات متفاوتة من الفلزات والمعادن الطينية وحبيبات الكوارتز، وتكون عادة ذات لون رمادي إلى رمادي غامق، بينما يشير وجود صخور السجيل الأسود إلى محتوى مرتفع من الكربون أو ينتج عن أكاسيد الحديد أو عن وجود نسبة مرتفعة من فلزات الميكا. وينظر لصخور السجيل من الناحية الجيولوجية البحتة على أنها صخور صفائحية متطبقة الشكل<sup>(3)</sup> تحتوي على أكثر من 67% من العناصر المكونة للطيني، وأهم هذه العناصر هي تلك التي تدعى مجموعة سيليكات الألمنيوم المائية الصفائحية Hydrus Aluminium Phyllosilicates، وتتكون من:



إضافة إلى التالك (Talc) الذي لا يحتوي على الألمنيوم في تركيبه:  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

\* الميكرون أو الميكرومتر = 10<sup>-6</sup> متر.

\*\* 10<sup>-9</sup> دارسي

\*\*\* ورد في لسان العرب لابن منظور: السجيل: هو حجر من طين.

## الشكل - 3: صفائح السجيل الزيتي



المصدر: West, Ian M. 2014.

تتشكل صخور السجيل عبر ترسب مكوناتها في بيئة مائية راكدة أو في مياه بطيئة الحركة، وتوجد غالباً في البحيرات أو المستنقعات أو السبخات أو على أطراف دلتا الأنهار وفي السهول الفيضية Floodplains، كما توجد في الجروف القارية ضمن المياه العميقة الهادئة نسبياً.

يؤدي تراكم هذه المكونات عبر ملايين السنين إلى انضغاطها فوق بعضها Compaction مشكلة الصخر الذي يتميز بمسامية مرتفعة لكن نفاذيته شبه معدومة. ولو تعرضت هذه الصخور إلى حرارة عالية وضغط مرتفع فإنها تمر بمرحلة من التحول Metamorphism تُغيرها إلى صخور متطبقة يسهل فصل طبقاتها عن بعضها البعض تبدأ من الفيليت Phyllite، مروراً بالشيست Schist وصولاً إلى النيس Gneiss. هذه الهشاشة Brittleness التي تعود لوجود السيليكات تحدد عملياً فعالية عمليات التشقيب الهيدروليكي في مكامن السجيل.

## • الكيروجين

استخدمت كلمة كيروجين في مطلع القرن العشرين لوصف المحتوى العضوي للسجيل الزيتي في منطقة Lothians في اسكتلندا، والذي أعطى عند تقطيره زيتاً شمعي القوام (\*). وبقي تعبير

\* كلمة Keros الإغريقية تعني الشمع.

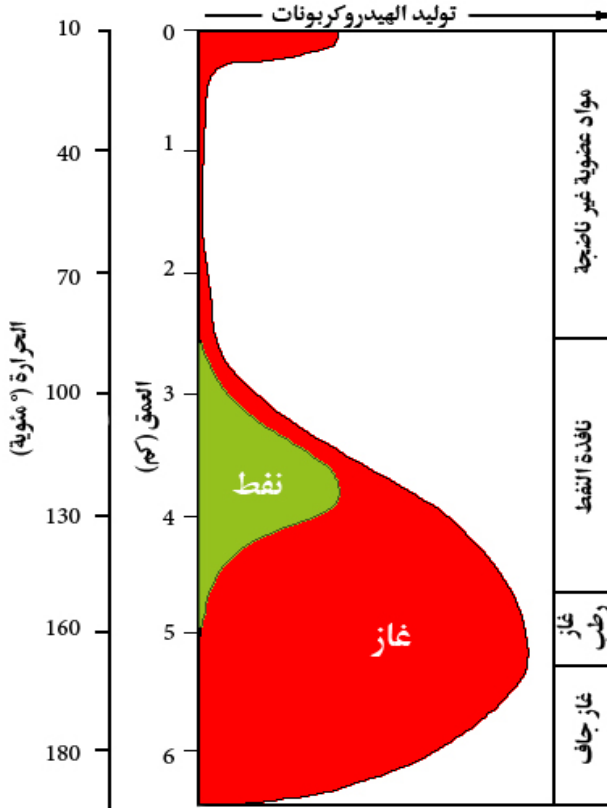
كيروجين حتى يومنا الحاضر يغطي عدة مفاهيم نشأت من استغلال السجيل الزيتي، وترتبط بشكل وثيق بعمليات البحث عن منشأ البترول وخاصة تلك المتعلقة بنظرية المنشأ العضوي<sup>5</sup>.

الكيروجين عملياً هو الزيت الذي تتمحور تسمية زيت السجيل حوله، فالكيروجين Kerogen عبارة عن مواد عضوية ذات سلاسل طويلة معقدة، توجد في الصخور الرسوبية على شكل جسيمات متناثرة، وتنتج عند دفن المواد العضوية إلى عمق ودرجة حرارة مناسبين.

يتولد الكيروجين عن التفسخ الميكروبي للمواد العضوية الأساسية المشكلة للكائنات الحية، وما يتبعه من تكاثف تلك النواتج متحولة إلى ما يسمى بالمواد الدُّبالية Humic Substances أو اختصاراً الدُّبال. ومع زيادة درجة الحرارة والضغط، تزداد كثافة الدبال ويصبح أقل قابلية للانحلال حيث يخسر المواد المحبة للماء Hydrophilic مثل مجموعة الكربوكسيل COOH، ومجموعة الهيدروكسيل OH، ومع قرب انتهاء عملية التحول أو ما يسمى بالنشأة المتأخرة Diagenesis تتحول معظم المواد العضوية إلى الكيروجين الذي لا يذوب في المذيبات العضوية، ولا يتبقى إلا القليل من البيتومين القابل للذوبان في المذيبات العضوية، والمكون من سلاسل عضوية أقصر من تلك الموجودة في الكيروجين، إضافة إلى جزئيات عضوية خفيفة تتكون معظمها من المركبات الدهنية Lipids. ومع استمرار زيادة الحرارة والضغط يفقد الكيروجين ثباته ويبدأ بالتحول إلى مركبات هيدروكربونية. يوضح الشكل (4) درجات الحرارة والأعماق التي يبدأ عندها ظهور المواد الهيدروكربونية المختلفة.

تعتمد كمية ونوعية المواد الهيدروكربونية الناتجة عن التحلل الحراري على التركيب الأساسي للمواد العضوية المدفونة، فالكيروجين الغني بالمواد الدهنية والفقير بالمكونات العطرية والمكونات الحاوية على الأكسجين والكبريت والنتروجين يولد كميات أكبر من النفط، بينما يميل الكيروجين الغني بالمركبات العطرية والمجموعات المحتوية على كميات كبيرة من الأكسجين إلى توليد سلاسل هيدروكربونية قصيرة تشكل لاحقاً الغاز الطبيعي. لا تؤثر البيئة الترسيبية على تركيب الكيروجين فحسب، بل لها تأثير كبير على محتوى السجيل الزيتي من العناصر المعدنية والمواد غير العضوية، فعلى سبيل المثال، أدت عمليات التبخر المتعاقبة، والتغيرات في كميات المياه خلال التاريخ الترسيبي الطويل إلى تراكم أملاح الصوديوم و كربونات الصوديوم والألمنيوم في سجيل Green River في الولايات المتحدة<sup>6</sup>.

## الشكل - 4: نافذة توليد المواد الهيدروكربونية



معدل عن 1980 B.Durand

## • السجيل الزيتي

نظراً للالتباس بين السجيل الزيتي (كصخر) وبين زيت السجيل، فلا بد من إيراد بعض التفاصيل التقنية التي تساهم في توضيح هذا الفارق.

تتمحور معظم تعاريف السجيل الزيتي حول إمكانية استخلاص الطاقة منه بشكل اقتصادي سواء على هيئة زيت أو غاز، أو منتجات ثانوية أخرى، وهذا يعني أن تراكمات السجيل الزيتي الاقتصادية هي عادة تلك الموجودة قريباً من سطح الأرض بحيث يمكن استخراجها بالتعدين المباشر، أو بطرق الحرق في الموضع.



والسجيل الزيتي عبارة عن حبيبات صخرية رسوبية دقيقة الحبيبات ذات منشأ حطامي Clastic تحتوي على كمية كبيرة من المواد العضوية البيتومينية (الكيروجين)، وكون هذه المواد العضوية غير قابلة للذوبان في المذيبات العضوية المعروفة، فهذا ما يجعل استخلاصها من الصخر مرهوناً باستخدام الحرارة حيث يمكنها أن تحرر كمية من الزيت عند التقطير الإتلافي أو عند التحلل الحراري. وعادة ما تكون هذه الصخور قد ترسبت في ظروف منعت تأكسد المواد العضوية، ضمن بيئة قليلة التهوية كالبحيرات الكبيرة الضحلة أو المستنقعات مثلاً.

يغطي تعبير السجيل الزيتي<sup>7</sup> من الناحية الليثولوجية<sup>(\*)</sup> طيفاً متنوعاً من صخور الغضار أو الطين الصفحي أو الصلصال، والمارل الغني بكربونات الكالسيوم، والطمى، والصخر الجيري، والدولوميت. كما يتنوع محتوى هذه الصخور من المواد العضوية، فقد يصل إلى 50% كما هو الحال في صخور Kukersites في استونيا، بينما قد لا يزيد عن 5-25% في أماكن ثانية، أما القسم المتبقي فهو عبارة عن مكونات الصخر الأخرى<sup>8</sup>.

ومع أن المواد العضوية الموجودة في السجيل الزيتي يمكن أن تكون من الناحية النظرية مصدراً هاماً لتوليد النفط أو الغاز، إلا أن صخور السجيل الزيتي **الشكل (5)** لا تحتوي على النفط بشكله المعروف، ويعود السبب في ذلك إلى أن هذه الرسوبيات لم توجد في الظروف المناسبة من حيث الحرارة والعمق لتتحول المواد العضوية الممتزجة معها إلى نفط.

#### الشكل - 5: صخور السجيل الزيتي في كيمريدج، بريطانيا



المصدر: West, Ian M. 2014.

\* هي علم وصف الخصائص الفيزيائية الظاهرة للصخر.



تشكل ترسبات السجيل الزيتي جزءاً أساسياً من التاريخ الجيولوجي، وتتراوح أعمارها في أغلب التوضعات المعروفة بين عصري الكامبري والثلاثي، وتتراوح أحجامها بين تجمعات صغيرة ليس لها أية قيمة اقتصادية، وبين تراكمات هائلة الحجم تمتد على آلاف الكيلومترات، وتصل سماكتها إلى بضع مئات من الأمتار.

ولما كانت صخور السجيل الزيتي قد تكونت في بيئات ترسيبية مختلفة، كالمياه العذبة، والبحيرات المالحة، أو الأحواض البحرية الشاطئية، أو في أطراف الرصيف القاري، أو في المستنقعات المجاورة للبحار، لذلك يمكن عموماً القول إن هذه التراكمات ترسبت في بيئات مشابهة لبيئات تكوّن الفحم، وعادة ما تكون قريبة من توضعات الفحم أو مترافقة معها.

لكن إمعان النظر في التركيب المعدني Mineralogy لصخور السجيل الزيتي، يكشف أن تركيبها يختلف عن الفحم الحجري من عدة نواحي، ذلك أن صخور السجيل الزيتي تحتوي على كميات أكبر من المواد الخامدة غير القابلة للاشتعال تتراوح نسبتها بين 60-90%، مقابل 40% في الفحم الحجري.

كما أن المواد العضوية في السجيل الزيتي تتميز بنسب عالية من الهيدروجين ونسب أقل من الأكسجين، بالمقارنة مع الفحم الحجري. وربما يعود السبب وراء ذلك إلى اختلاف المواد العضوية التي كونت الزيت في السجيل الزيتي عن المواد العضوية التي أنتجت الفحم الحجري، فأغلب كميات الزيت في السجيل الزيتي نتجت عن الطحالب والأشنيات.

ولما كان الهيدروكربون الناتج عن الصخور الأم يهاجر نحو الأعلى عادة بسبب فارق الضغط، فمن الطبيعي أن تكون الصخور المولدة (السجيل الزيتي) على أعماق أكبر من الصخور الخازنة (المكامن)، ما لم تكن المنطقة قد تعرضت لاحقاً لحركات جيولوجية أو تأثيرات خارجية كشفت هذه الصخور.

## • زيت السجيل

أو ما يعرف باسم الزيت الصخري أو النفط الصخري، وهو يختلف عن السجيل الزيتي كما هو واضح من الاسم، وغالباً ما يتم استخدام تعبير زيت السجيل Shale Oil كمرادف لتعبير النفط الكتيمة<sup>(\*)</sup> Tight Oil، وهذا في الواقع تعبير أشمل من مصطلح زيت السجيل، حيث يمكنه أن يشير إلى إنتاج الزيت أو النفط من صخور ذات نفاذية منخفضة جداً ولكنها غير غضارية المنشأ. وهنا لا بد من التنويه إلى أن إدارة معلومات الطاقة الأمريكية تستخدم تعريف المصطلح الأخير (النفط الكتيمة) في تقديرها للمصادر غير التقليدية في الولايات المتحدة، مما يعني أن تقديراتها لهذا النوع من المصادر ليست محدودة بصخور السجيل أي ليست محدودة بالصخور الغضارية، بل تتضمن الصخور الكربوناتيّة المنشأ أيضاً.

\* الواقع أن الصخر الحامل للنفط هو شبه كتيمة أي ذو نفاذية منخفضة جداً، لكن تعبير النفط الكتيمة بات شائع الاستخدام.

السجيل أو الصخر الغضاري هو الصخر المولد لمعظم توضعات النفط والغاز المعروفة في العالم، وعادة يهاجر النفط أو الغاز المتولد حتى الوصول إلى مصيدة تحافظ عليه. وفي حال توفر بعض الظروف الجيولوجية الخاصة، تحتجز المواد الهيدروكربونية المتولدة ضمن السجيل ولا تهاجر، لتصبح هذه الصخور هي الصخر الأم والصخر الخازن بنفس الوقت.

## لمحة تاريخية عن السجيل الزيتي

كان السجيل الزيتي بشكله الخام من ضمن أول المواد التي استخدمها الإنسان، وتشير بعض المصادر إلى أنه استخدم في حضارات منطقة ما بين النهرين Mesopotamia قبل أكثر من 5000 عام لتعبيد الطرق واستخدامه كذلك كملاط في أعمال البناء، كما شاع استخدامه في أعمال التزيين الداخلي للأرضيات والجدران في القصور والقلاع من عهد الإغريق وصولاً إلى العصر العباسي<sup>9</sup>. شهد القرن السابع عشر استغلال السجيل الزيتي في عدة دول، ومنها السويد التي يتراوح عمر السجيل الزيتي فيها بين عصري الكامبري والأوردوفيشي، ويحتوي على نسبة مرتفعة من المعادن كالليورانيوم والفاناديوم، ومن المعروف أن وجود هذا النوع من المعادن يترافق عادة مع النفوط الثقيلة القليلة النضج<sup>10</sup>.

وفي عام 1637 كان السجيل الزيتي يسخن على نيران الخشب بهدف استخلاص ملح كبريتات الألمنيوم والبوتاسيوم، وهو ملح يستخدم في الدباغة لتثبيت الألوان على الجلود، بينما لم يجر استخلاص الزيت من السجيل الزيتي في السويد إلا في القرن التاسع عشر واستمر حتى عام 1966 حيث توقف بسبب توفر النفط الخام الرخيص.

وشهد القرن التاسع عشر بدء الاستخدام العصري الصناعي<sup>11</sup> للسجيل الزيتي في فرنسا، حيث جرى استخراجها من مناجم Autun شرقي البلاد في عام 1837 وبلغ إنتاج السجيل الزيتي حوالي 1 مليون طن في عام 1881.

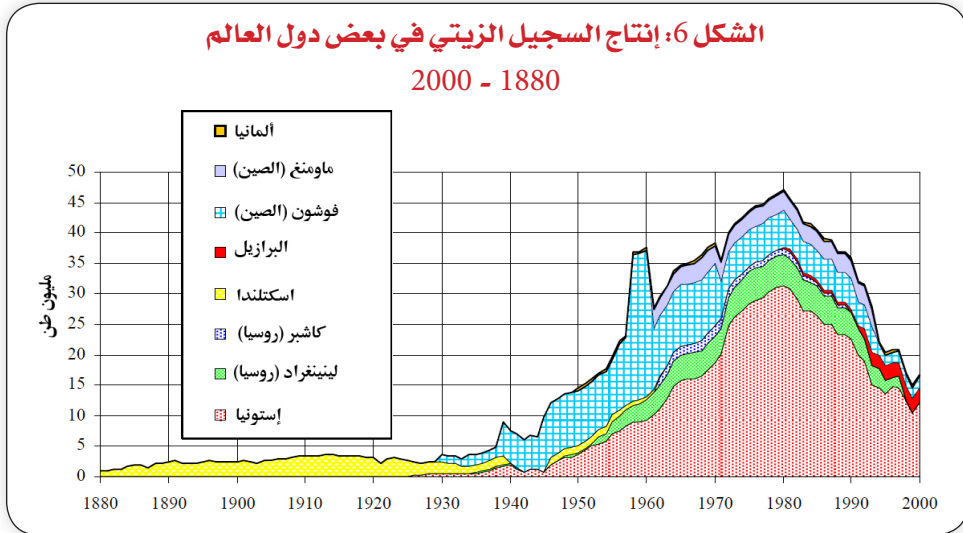
وفي اسكتلندا تراوح معدل إنتاج السجيل الزيتي بين 1-4 مليون طن خلال الفترة الممتدة بين 1881-1955 ثم بدأ الإنتاج يتراجع بالتدريج حتى توقف عام 1962.

وفي كندا بدأ استغلال السجيل الزيتي في منتصف القرن التاسع عشر في مناطق New Brunswick، وOntario، وكان يقطر لاستخراج الكيروسين، وزيت الاستصباح Lamp Oil، وشمع البرافين، وزيت الوقود Fuel Oil، ومواد التشحيم، والنفثا، وبعض المواد الكيماوية المستخدمة في صناعة الأسمدة.

ومع التوسع في إنتاج السيارات في القرن التاسع عشر وما رافق ذلك من التخوف من نقص الغازولين، عمدت العديد من الشركات إلى استغلال السجيل الزيتي في تشكيلة Green River غربي الولايات المتحدة وخاصة في ولاية Colorado، وهذا ما أدى إلى إصدار قانون في عام 1920 تؤول بموجبه ملكية الأراضي الحاوية على السجيل الزيتي إلى الحكومة الفيدرالية<sup>(\*)</sup>، بينما يمكن للقطاع الخاص استغلال تلك الثروات بموجب عقود تأجير، وجرى إصدار عدد كبير من تلك العقود للأراضي الفيدرالية في ولاية Colorado في السبعينات من القرن الماضي، كما شهدت تلك الفترة تطوير منشآت كبيرة لاختبار تقنية الحرق في الموضع، إلا أن كل الأعمال جرى التخلي عنها لاحقاً للحكومة الفيدرالية، بينما تم تعديل قانون الملكية لاحقاً.

ومن الشركات التي عملت في ذلك المجال شركة Unocal التي كانت تدير أكبر منشآت الإصلاح Retorting والتعدين غربي الولايات المتحدة، وما بين عامي 1980 وحتى إغلاقها عام 1991 أنتجت الشركة 4.5 مليون برميل من الزيت المستخلص من السجيل الزيتي بمعدل بلغ 34 غالون من الزيت من كل 1 طن من الصخر، أي ما يعادل 128.7 لتر/الطن. ثم مرت فترة من الركود تبعتها العودة للاهتمام بالسجيل الزيتي في عام 2004.

يبين الشكل (6) إنتاج السجيل الزيتي<sup>12</sup> في ست من دول العالم بين عامي 1880 - 2000.



المصدر: World Energy Council, 2010

\* يشير معهد البترول الأمريكي API على موقعه الإلكتروني إلى أن 70% من الأراضي الحاوية على توضعات السجيل الزيتي غرب الولايات المتحدة لا تزال من ضمن أملاك الحكومة الفيدرالية حتى اليوم.

[http://www.api.org/~media/Files/Oil-and-Natural-Gas/Oil\\_Shale/Oil\\_Shale\\_Factsheet\\_1.pdf](http://www.api.org/~media/Files/Oil-and-Natural-Gas/Oil_Shale/Oil_Shale_Factsheet_1.pdf)

ويلاحظ من الشكل (6) أن إنتاج فترة عقد الثلاثينات من القرن الماضي قد ناهز 5 مليون طن سنوياً، ثم انخفض منذ نهاية ذلك العقد وحتى منتصف العقد التالي، وهذه عملياً هي فترة الحرب العالمية الثانية التي امتدت حتى عام 1945، ثم ارتفع الإنتاج بعدها لمدة 35 عاماً ليصل إلى ذروته في عام 1979-1980، حيث وصل حجم الإنتاج إلى ما يزيد عن 46 مليون طن سنوياً، منها أكثر من 31 مليون طن أنتجتها إستونيا. كما يلاحظ من الشكل أن منطقة فوشون الواقعة في جنوب شرق الصين، أنتجت بمعدل يقارب 24 مليون طن سنوياً بين عامي 1958-1960.

ومنذ عام 1981 بدأ معدل الإنتاج السنوي بالتراجع حتى وصل إلى قرابة 15 مليون طن سنوياً في عام 1999، ويبدو جلياً أن معظم هذا التراجع نتج عن تراجع معدل الإنتاج في إستونيا، وربما يتبادر إلى الأذهان أن ذلك بسبب تراجع الاحتياطيات في البلاد، لكن الواقع أن السبب الرئيسي هو عدم قدرة السجيل الزيتي على المنافسة في سوق النفط التقليدي الأقل كلفة.

## جودة السجيل الزيتي

تحدد جودة السجيل الزيتي بعدة وسائل تعطي نتائجها عبر واحداث مختلفة، وعادة ما يكون المحتوى الحراري أحد هذه الطرق، ويقدر بوحدة الطاقة منسوبة إلى وزن الصخر الجاف، مثل الكالوري/غ، أو كيلوكالوري/كغ، أو ميغا جول/كغ. وتظهر فائدة المحتوى الحراري عند تقدير جودة السجيل الزيتي الذي يحرق مباشرة في محطات توليد الكهرباء. لكن المحتوى الحراري لا يقدم عملياً أية معلومات عن خصائص الصخر نفسه، فلا يوضح على سبيل المثال كمية الزيت أو الغاز التي ستنتج عن التقطير الإتلافي.

## تصنيف السجيل الزيتي

تتضمن مكامن السجيل الزيتي نسباً مختلفة من المواد العضوية، وهذا يساهم في تصنيفها حسب كمية الزيت التي يمكن استخراجها من كتلة معينة من الصخر، والتي تقدر عادة بالتر/الطن، وتتراوح في أغلب التصنيفات بين 100-200 لتر/الطن. بينما ترى هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية أن الصخور التي يمكن استخراج 40 لتر/الطن منها، يمكن النظر إليها كمصدر اقتصادي للزيت، وتذهب بعض الهيئات إلى أن 25 لتر/الطن كافية للنظر إلى الصخر كمصدر للزيت.

يمكن تصنيف السجيل الزيتي عبر قياس كمية الزيت المستخلصة من عينة مخبرية من الصخر، وهذه هي الطريقة الأكثر شيوعاً عند تقدير مصادر واحتياطيات الزيت في صخور السجيل الزيتي، وتعرف باسم طريقة فيشر Fischer Assay. تعتمد طريقة فيشر على طحن

عينة بوزن 100 غ، ثم تسخينها بمعدل 12 درجة مئوية في الدقيقة حتى تصل إلى حرارة 500 درجة مئوية، وتترك على هذه الدرجة لمدة 40 دقيقة. بعدها تكثف الموائع الناتجة التي تتضمن الزيت وبخار الماء والغاز، وتقاس كمياتها، ثم تسجل كنسبة وزنية من الصخر. إلا أن هذه التقنية بدورها لا توضح كمية الطاقة الموجودة في السجيل الزيتي. يتراوح المحتوى الحراري للسجيل الزيتي بين 500 - 4000 كيلو كالوري/كغ. ويعتبر السجيل الزيتي في إستونيا من أجود الأنواع من حيث المحتوى الحراري الذي يبلغ ما بين 2000 - 2200 كيلو كالوري/كغ، ويمكن للمقارنة النظر إلى المحتوى الحراري لفحم الليغنيث<sup>(\*)</sup> والذي يتراوح ما بين 3500 - 4600 كيلو كالوري/كغ من الفحم الجاف.

تغيرت تسمية السجيل الزيتي عدة مرات خلال تاريخ استخدامه، فعرف باسم فحم المستنقعات، وسجيل حجر الشب Alum، وسجيل الكيروسين، وفحم الغاز، وفحم الطحالب، وغيرها من التسميات. وقد ظهرت عدة محاولات لتصنيف السجيل الزيتي بشكل موضوعي على أساس بيئته الترسيبية أو المواصفات البتروغرافية للمواد العضوية الموجودة فيه، أو المواد التي ساهمت في تشكيل المواد العضوية في الصخر.

ومن أشهر التصنيفات في هذا المجال، تصنيف A.C. Hutton، والذي ينظر في منشأ المادة العضوية، حيث يساعد على ربط عدة أنواع من السجيل الزيتي<sup>13</sup> ومقارنتها Correlation مع بعضها البعض. وبحسب Hutton، ينظر إلى السجيل الزيتي كأحد ثلاث مجموعات كبيرة تستند إلى المحتوى العضوي للصخور الرسوبية، وهذه المجموعات هي:

- 1- الفحم الدبالي والسجيل الغني بالكربون.
- 2- الصخر المشبع بالبيتومين.
- 3- السجيل الزيتي.

ويقسم السجيل الزيتي بدوره إلى ثلاث مجموعات حسب البيئة الترسيبية، وهي:

- أ- البيئة البرية: تتضمن البيئة البرية صخور السجيل الزيتي الغنية بالمواد العضوية الدهنية الناتجة عن الأبواغ Spores، والأجسام الغنية بالشموع، والأنسجة الفلينية للجذور، وسوق النباتات.
- ب- بيئة البحيرات: يتضمن السجيل الزيت فيها المواد العضوية الدهنية الناتجة عن طحالب المياه العذبة، وطحالب المياه المالحة.
- ج- البيئة البحرية: تتضمن المواد العضوية الدهنية الناتجة عن الطحالب والأشنيات البحرية، والبلانكتون وبقايا عضوية مختلفة.

\* هو فحم بني مائل للسواد تتراوح نسبة الكربون فيه بين 25 - 35 %.

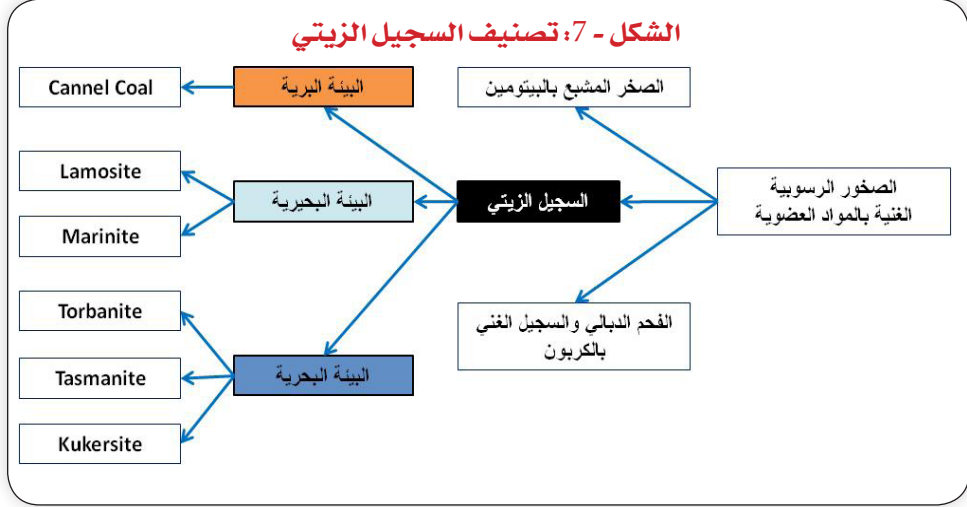
يحتوي السجيل الزيتي على عدة مكونات بتروغرافية مهمة من ناحية الكمية، تشابه تلك الموجودة في الفحم الحجري، ومنها:

- **Telalginite**: وهي مركبات عضوية نتجت عن وحيدات خلية سميكة الغشاء، وتوجد في الطحالب البحرية الكبيرة.
- **Lamalginitite**: مركبات عضوية نتجت عن وحيدات خلية رقيقة الغشاء.
- **البيتومين**: وهو ذو بنية بيولوجية غير متناظرة، ويكون عادة مختلطاً مع مواد دقيقة أخرى.

وضمن المجموعات الثلاث الأساسية للسجيل الزيتي، صنف Hutton ستة أنواع للسجيل الزيتي:

- **Cannel Coal**: وهو سجيل بني أو أسود اللون نشأ في برك ضحلة أو مستنقعات فقيرة بالأكسجين.
- **Lamosite**: سجيل يتراوح لونه بين البني الرمادي الشاحب إلى الرمادي الغامق، وتشكل مركبات Lamalginitite النسبة الأكبر من مكوناته العضوية، وتعتبر تجمعات السجيل الزيتي في تشكيلة Green River في الولايات المتحدة الأمريكية من هذا النوع.
- **Marinite**: سجيل زيتي رمادي أو رمادي غامق وأحياناً أسود اللون، نتج عن البلاكتون النباتي ضمن بيئة بحرية. ومن أهم تجمعاته المعروفة صخور السجيل الزيتي في الموجودة شرقي الولايات المتحدة والعائدة للعصر الديفوني أو لدور Mississippian من العصر الكربوني. وتتميز هذه التجمعات بانتشارها على مساحات واسعة، لكنها قليلة السماكة.
- **Torbanite**: وهي تسمية منسوبة إلى هضبة Torbane في اسكتلندا، وهذا النوع من السجيل أسود اللون نتجت مواد العضوية من عوالق مجهرية تدعى Botryococcus، ومن طحالب توجد في المياه العذبة والمياه قليلة الملوحة، وتجمعات هذا النوع قليلة الانتشار لكنها ذات جودة عالية.
- **Tasmanite**: دعي بهذا الاسم نسبة إلى Tasmania، وهو سجيل بني إلى أسود اللون، نتجت مواد العضوية بشكل رئيسي من وحيدات خلية ذات أصل بحري.
- **Kukersite**: ينسب إلى موقع Kukruse Manor في إستونيا، وهو سجيل بلون بني فاتح وذو منشأ بحري نتجت مواد العضوية من الطحالب الخضراء. ومن الأمثلة عليه توضعات السجيل الزيتي شمال إستونيا، وعلى طول الساحل الجنوبي لخليج فنلندا وامتدادها الشرقي نحو روسيا.

يبين الشكل (7) مخططاً يوضح الأنواع أنفة الذكر من السجيل الزيتي، استناداً لتصنيف Hutton.



تم إعداد الشكل استناداً لتصنيف Hutton

## تقدير مصادر زيت السجيل

ينظر إلى تقديرات حجم مصادر زيت السجيل حول العالم بعين الارتياب بسبب عدم توفر المعلومات الدقيقة التي تساهم في التقدير الصحيح لهذه المصادر، والشيء المؤكد أن مصادر زيت السجيل كبيرة جداً، لكن غياب الإحصائيات والتقديرات الرسمية يجعل من الصعب الوصول إلى تقديرات عالمية يعول عليها، خاصة وأن أي اكتشاف جديد يساهم في تغيير التقديرات بشكل ملحوظ بسبب الحجم الكبيرة للمصادر.

وعند النظر إلى تأثير وفرة مصادر زيت السجيل في العالم، لا بد من التمييز بين المصادر القابلة للإنتاج فنياً، وبين المصادر القابلة للإنتاج اقتصادياً:

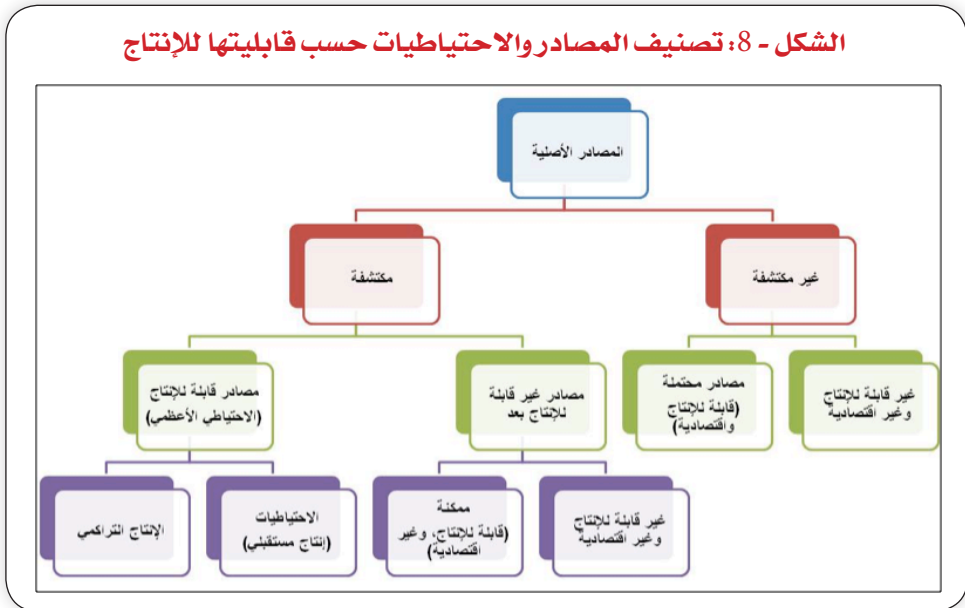
1. **المصادر القابلة للإنتاج فنياً**، هي كميات الهيدروكربون التي يمكن إنتاجها بالتقنيات المتاحة في وقت التقدير، بغض النظر عن تكلفة الإنتاج، أو تغير أسعار النفط في الأسواق العالمية.

2. **المصادر القابلة للإنتاج اقتصادياً**، هي الكميات التي يمكن إنتاجها وتحقيق ربح اقتصادي منها في ظل ظروف أسواق الطاقة في فترة التقدير، أي أن هذه المصادر تعتمد على عدة عوامل، منها:

- كلفة حفر وإكمال الآبار.
- كمية النفط (أو الغاز) التي يمكن إنتاجها من بئر ما خلال فترة حياة البئر.

- أسعار النفط عموماً، وسعر مبيع الخام المنتج من بئر أو حقل ما .
  - كما لا بد من التمييز بين المصادر المكتشفة والمصادر غير المكتشفة<sup>14</sup> :
1. **المصادر المكتشفة:** يشار إلى المصادر المكتشفة القابلة للإنتاج بالاحتياطي الأعظمي Ultimate Reserves، وهي عبارة عن الاحتياطي المؤكد، مضافاً إليه الإنتاج التراكمي حتى تاريخ التقييم ، إضافة إلى ما يمكن إضافته باستخدام التقنيات المتطورة.
  2. **المصادر غير المكتشفة:** يشار إلى المصادر غير المكتشفة، والتي يمكن أن تكون قابلة للإنتاج بالاحتياطيات المنظورة Prospective، والتي يحتمل عند اكتشافها أن تكون قابلة للإنتاج فنياً واقتصادياً .
- يبين الشكل (8) تصنيف المصادر الهيدروكربونية بشكل عام، وهذا التصنيف ينطبق بدوره على زيت السجيل، حيث يبدو بوضوح أن الاحتياطيات لا تشكل إلا جزءاً يسيراً من المصادر الهيدروكربونية المكتشفة، وهي بالتالي ذلك الجزء المؤكد من المصادر المكتشفة والذي يمكن إنتاجه فنياً واقتصادياً .

الشكل - 8: تصنيف المصادر والاحتياطيات حسب قابليتها للإنتاج



المصدر: من إعداد الكاتب

من ناحية أخرى، يتأثر الإنتاج المجدي اقتصادياً بالإضافة إلى العوامل الجيولوجية، بعوامل أخرى قد تتوفر في بلد ما ولا تتوفر في بلد آخر، ومنها على سبيل المثال:



- مسألة حق امتلاك الثروات الباطنية للأفراد في الولايات المتحدة أو كندا، وهو أمر يشكل نوعاً من التحفيز على التطوير.
  - وجود عدد كبير من الشركات العاملة في القطاع الخاص والتي تمتلك خبرات متنوعة في مختلف المجالات.
  - وجود التسهيلات السطحية والبنى التحتية، أو سهولة إنشائها.
  - وفرة مصادر المياه اللازمة للعمل عموماً، ولعمليات التشقيق الهيدروليكي بشكل خاص.
- قدرت إدارة معلومات الطاقة الأمريكية حجم مصادر زيت السجيل القابلة للإنتاج فنياً في العالم عام 2013 بنحو 345 مليار برميل<sup>(\*)</sup>، بينما قدرتها مؤسسة ARI<sup>(\*\*)</sup> بحوالي 335 مليار برميل، وهذا الفارق بين التقديرين نتج عن اختلاف تقديرات مصادر الولايات المتحدة الأمريكية، حيث ترى وكالة معلومات الطاقة أنها تبلغ 58 مليار برميل، بينما ترى ARI أنها لا تتجاوز 48 مليار برميل فقط. ونتيجة الاختلافات في التعاريف والتباين في تقدير دور عامل عدم الموثوقية Uncertainty، يلاحظ أن البعض قد يذهب إلى أرقام أكبر من ذلك، حيث يذكر معهد UCL للطاقة<sup>15</sup>، أن هذه المصادر قد تصل إلى 1465 مليار برميل.

يبين الجدول (1) تقديرات EIA لأكبر عشرة مصادر لزيت السجيل في العالم<sup>16</sup>.

#### الجدول 1: ترتيب الدول العشر الأكبر في العالم من حيث مصادر زيت السجيل

| الترتيب       | الدولة           | مليار برميل |
|---------------|------------------|-------------|
| 1             | روسيا            | 75          |
| 2             | الولايات المتحدة | 58          |
| 3             | الصين            | 32          |
| 4             | الأرجنتين        | 27          |
| 5             | ليبيا            | 26          |
| 6             | فنزويلا          | 13          |
| 7             | المكسيك          | 13          |
| 8             | الباكستان        | 9           |
| 9             | كندا             | 9           |
| 10            | إندونيسيا        | 8           |
| إجمالي العالم |                  | 345         |

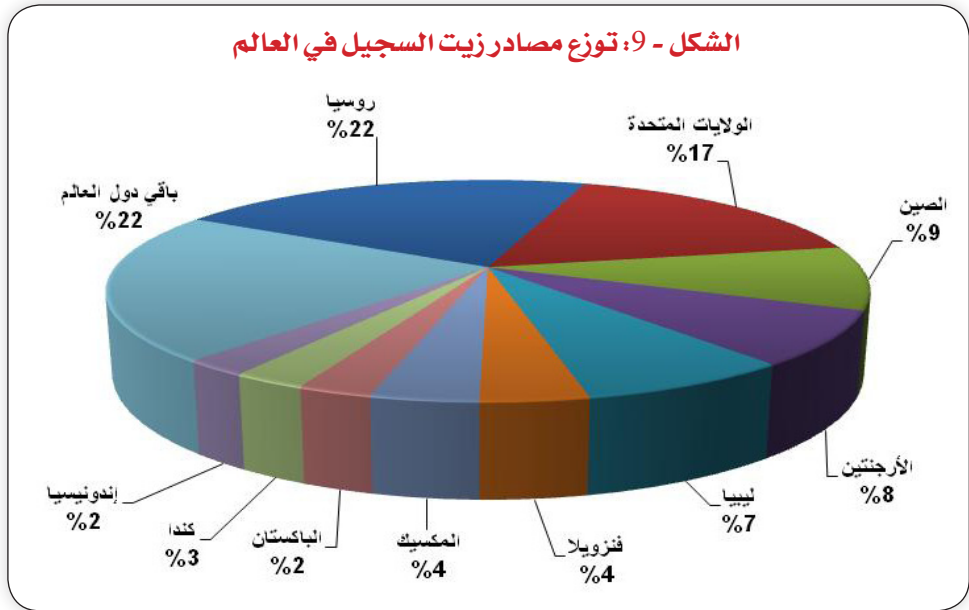
المصدر: EIA, 2013.

\* لا بد من التأكيد أن الأرقام المذكورة ما هي إلا تخمين أو تكهن Assessment وليست دوماً تقديراً Estimation، وبالتالي فالمصادر الجيولوجية (In-Place) هي أرقام تحتوي على عامل مخاطرة (Risk Factor). ويتم الحصول عليها عن طريق تقدير حجم المصادر لمنطقة أو تشكيلة محتملة ضمن حوض ما، ثم أخذ معامل نجاح التشكيلة بعين الاعتبار، وهو معامل يعبر عن أرجحية أو احتمالية وجود مواد هيدروكربونية قابلة للإنتاج. ثم أخذ معامل الاستخلاص بعين الاعتبار. وكون إدارة معلومات الطاقة لا تمتلك معلومات تفصيلية عن كل الدول لذلك تستخدم معامل استخلاص تقديري اعتماداً على بيانات تشكيلات أخرى مشابهة في التركيب ضمن الولايات المتحدة الأمريكية.

\*\* Advanced Resources International.

ومن الملاحظ أن مجموع المصادر في الدول الواردة في الجدول يبلغ 270 مليار برميل، مما يعني حسب هذه التقديرات أن مصادر زيت السجيل في باقي دول العالم مجتمعة لا تزيد عن 75 مليار برميل، موزعة على 31 دولة على الأقل.

يوضح الشكل (9) توزيع نسب مصادر زيت السجيل في بعض دول العالم استناداً إلى بيانات الجدول (1).



المصدر: من إعداد الكاتب استناداً إلى بيانات EIA.



## الفصل الثاني

### السجيل الزيتي / زيت السجيل في الدول العربية

توجد توضعات السجيل في العديد من الدول العربية، وفي آخر تقدير لحجم هذه التوضعات، نشرت إدارة معلومات الطاقة الأمريكية EIA في منتصف عام 2013، نتائج دراسة قامت بها بالتعاون مع شركة Advanced Resources International الاستشارية التي تعمل في مجال أبحاث الهيدروكربونات غير التقليدية. وخلصت إلى أن الاحتياطي الجيولوجي من الزيت في صخور السجيل في الجزائر وتونس وليبيا ومصر والأردن يبلغ 882 مليار برميل، ويمكن أن يضاف لهذا الرقم حوالي 37 مليار برميل من الاحتياطي الجيولوجي المتوقع في المغرب. بينما

يبلغ الاحتياطي القابل للإنتاج فنياً حسب التقديرات نحو 37.8 مليار برميل. ويبين الجدول (2) موجزاً للنتائج التي توصلت لها تلك الدراسة.

ولم تتضمن الدراسة أية تقديرات لاحتياطيات منظومات السجيل في السعودية، وإن كانت قد أشارت إلى أن تشكيلة قصيبه السجيلية الغنية بالمواد العضوية من العصر السيلوري في السعودية هي تشكيلة مكافئة لعنصر بتر في تشكيلة مُدوّرة شرقي الأردن، وتكافئ تشكيلة تيزوفت في ليبيا والجزائر. ومن المعروف أن تشكيلة قصيبه تمتد في الإمارات والبحرين، وتكافؤها من حيث العمر تشكيلة التنف في سورية وتشكيلة شراورة في قطر، وتشكيلة صفيق في عمان. كما تم تأكيد وجود تشكيلة قصيبة المولدة للنفط في أربع آبار حفرت في حوض جنوب الربع الخالي في اليمن<sup>17</sup>، وقدر محتواها من إجمالي الكربون العضوي (TOC) بحوالي 1.25% في بئر حتحتوت-2<sup>18</sup>.

وقد صرح معالي وزير النفط السعودي في بدايات عام 2013 أن المملكة تعتزم حفر سبعة آبار استكشافية للتقيب عن غاز السجيل في مناطق قال إنها معروفة، مبيناً أن هناك تقديرات أولية تشير إلى وجود احتياطيات تقارب 17 تريليون متر مكعب من هذا النوع من الغاز<sup>19</sup>.

## الجدول 2: تقدير مصادر زيت السجيل في بعض الدول العربية

| الدولة  | الحوض        | التشكيلة     | المصادر الجيولوجية<br>مليار برميل | المصادر القابلة للإنتاج فنياً<br>مليار برميل |
|---------|--------------|--------------|-----------------------------------|--|
| تونس    | غدامس        | تنزوفت       | 1                                 | 0  |
|         |              | فراسنيان     | 28                                | 1.4  |
| المجموع |              |              | 29                                | 1.4  |
| الجزائر | غدامس/بيركين | فراسنيان     | 78                                | 3.9  |
|         |              | تنزوفت       | 9                                 | 0.5  |
|         | إليزي        | 13           | 0.5                               |  |
|         | أحنت         | 5            | 0.2                               |  |
|         | رقان         | فراسنيان     | 6                                 | 0.2  |
|         |              | تنزوفت       | 8                                 | 0.3  |
|         | تدوف         | 2            | 0.1                               |  |
| المجموع |              |              | 121                               | 5.7  |
| ليبيا   | غدامس        | تنزوفت       | 104                               | 5.2  |
|         |              | فراسنيان     | 26                                | 1.3  |
|         | سرت          | سرت/رشمة     | 406                               | 16.2   |
|         |              | إيتل         | 51                                | 2  |
|         | مرزق         | 27           | 1.3                               |  |
| المجموع |              |              | 614                               | 26   |
| مصر     | خطاطبة       | شوشان/مطروح  | 17                                | 0.7  |
|         |              | أبو الغراديق | 47                                | 1.9  |
|         |              | العلمين      | 14                                | 0.6  |
|         |              | ناطور        | 36                                | 1.4  |
| المجموع |              |              | 114                               | 4.6  |
| الأردن  | حمد          | بترا         | 0                                 | 0  |
|         |              |              | وادي السرحان                      | 4  |
| المجموع |              |              | 4                                 | 0.1  |

المصدر: مستخلص من دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

## الجزائر

توجد في الجزائر تشكيلتان تحملان زيت السجيل وغاز السجيل هما سجيل تنزوفت من العصر السييلوري، وسجيل طابق الفراسنيان من العصر الديفوني، وتمتدان على عدة أحواض في البلاد، منها ما هو مبين في الشكل (10).

الشكل - 10: أحواض تم تقييم السجيل الزيتي فيها



المصدر: معدل عن دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

تبين الجداول (من 3 إلى 5) معلومات تفصيلية عن أهم الأحواض والتشكيلات في الجزائر والتي تم تقدير حجم مصادر زيت السجيل<sup>20</sup> فيها<sup>(\*)</sup>:

### الجدول 3: تقدير مصادر زيت السجيل في حوض غدامس/بيركن

| غدامس/بيركن |             | الحوض                          |   | بيانات عامة        |
|-------------|-------------|--------------------------------|---|--------------------|
| 303,028     |             | المساحة الكلية كم <sup>2</sup> |   |                    |
| تنزوفت      | فراسنيان    | اسم التشكيلة                   |   |                    |
| سيلوري      | ديفوني أعلى | العمر الجيولوجي                |   |                    |
| بحرية       | بحرية       | البيئة الترسيبية               |   |                    |
| 15,669      | 9,945       | 7,044                          | المساحة المأمولة كم <sup>2</sup>                        |                    |
| 35          | 83.8        | 83.8                           | العمق (م)   | الامتداد الفيزيائي |
| 31.6        | 75.6        | 75.6                           |   |                    |
| 4419 - 3048 | 3048 - 2743 | 3048 - 2438                    | من - إلى  | المكمن             |
| 3,200       | 2,895       | 2,600                          | الوسطى  |                    |
| 5.70%       | 6.00%       | 6.00%                          | محتوى الكربون الكلي (% من الوزن)                        |                    |
| 1.15%       | 1.15%       | 0.85%                          | النضج الحراري (Ro %)                                    |                    |
| متوسط       | متوسط       | متوسط                          | محتوى الطمي   |                    |
| متكثفات     | متكثفات     | زيت                            | الطور الزيتي  |                    |
| 1.19        | 3.74        | 16.87                          | تركيز المصادر الجيولوجية (مليون برميل/كم <sup>2</sup> ) |                    |
| 9.5         | 18.7        | 59.4                           | المصادر الجيولوجية المتوقعة (مليار برميل)               |                    |
| 0.47        | 0.93        | 2.97                           | المصادر القابلة للإنتاج المتوقعة (مليار برميل)          |                    |

المصدر: مستخلص من دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

\* قد تختلف بعض الأرقام في الجداول المذكورة عن الجداول الأساسية المعدة في دراسة إدارة الطاقة الأمريكية بسبب إعادة حساب البيانات من قبل الكاتب استناداً إلى وحدات جملة المقاييس الدولية حيث جرى تغيير وحدات المساحة والطول.

### الجدول 4: تقدير مصادر زيت السجيل في حوضي إليزي وأحت

| أحت         | إليزي       | الحوض   |             | بيانات عامة        |
|-------------|-------------|---|-------------|--------------------|
| 52,317      | 116,290     | المساحة الكلية كم <sup>2</sup>                            |             |                    |
| تنزوفت      | تنزوفت      | اسم التشكيلة  |             |                    |
| ديفوني أعلى | سيلوري      | العمر الجيولوجي   |             |                    |
| بحرية       | بحرية       | البيئة الترسيبية  |             |                    |
| 4,273       | 25,485      | المساحة المأمولة كم <sup>2</sup>                          |             | الامتداد الفيزيائي |
| 83.8        | 54.8        | الغنية بالمواد العضوية                                    | السماكة (م) |                    |
| 75.6        | 49.4        | الصالفة   |             |                    |
| 2011 - 1005 | 2438 - 1005 | من - إلى  | العمق (م)   |                    |
| 1,524       | 1,524       | الوسطي  |             |                    |
| 4.00%       | 5.70%       | محتوى الكربون الكلي (% من الوزن)                          |             | المكمن             |
| 1.15%       | 1.15%       | النضج الحراري (% Ro)                                      |             |                    |
| متوسط       | متوسط       | محتوى الطمي   |             |                    |
| متكثفات     | متكثفات     | الطور الزيتي  |             |                    |
| 5.56        | 2.5         | تركيز المصادر الجيولوجية (مليون برميل / كم <sup>2</sup> ) |             | المصادر            |
| 4.8         | 12.8        | المصادر الجيولوجية المتوقعة (مليار برميل)                 |             |                    |
| 0.19        | 0.51        | المصادر القابلة للإنتاج المتوقعة (مليار برميل)            |             |                    |

المصدر: مستخلص من دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.



## الجدول 5: تقدير مصادر زيت السجيل في حوضي ريقان وتندوف

| تندوف       | ريقان       |             | الحوض   | بيانات عامة        |             |
|-------------|-------------|-------------|---|--------------------|-------------|
| 199,429     | 103,599     |             | المساحة الكلية كم <sup>2</sup>                            |                    |             |
| تنزوفت      | تنزوفت      | فراسنيان    | اسم التشكيلة  |                    |             |
| سيلوري      | سيلوري      | ديفوني أعلى | العمر الجيولوجي   |                    |             |
| بحرية       | بحرية       | بحرية       | البيئة الترسيبية  |                    |             |
| 13,830      | 26,288      | 6,656       | المساحة المأمولة كم <sup>2</sup>                          | الامتداد الفيزيائي |             |
| 83.8        | 39.6        | 39.6        | الغنية بالمواد العضوية                                    |                    | السماكة (م) |
| 75.6        | 35.6        | 35.6        | الصفافية  |                    |             |
| 2011 - 1005 | 2895 - 1524 | 2895 - 1524 | من - إلى  |                    | العمق (م)   |
| 1.524       | 2,438       | 2,438       | الوسطى  |                    |             |
| 4.00%       | 4.00%       | 3.00%       | محتوى الكربون الكلي (% من الوزن)                          |                    | المكمن      |
| 1.15%       | 1.15%       | 1.15%       | النضج الحراري (Ro %)                                      |                    |             |
| متوسط       | متوسط       | متوسط       | محتوى الطمي   |                    |             |
| متكثفات     | متكثفات     | متكثفات     | الطور الزيتي  |                    |             |
| 0.65        | 1.5         | 4.4         | تركيز المصادر الجيولوجية (مليون برميل / كم <sup>2</sup> ) | المصادر            |             |
| 1.8         | 8           | 5.9         | المصادر الجيولوجية المتوقعة (مليار برميل)                 |                    |             |
| 0.07        | 0.32        | 0.24        | المصادر القابلة للإنتاج المتوقعة (مليار برميل)            |                    |             |

المصدر: مستخلص من دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

يلاحظ من الجداول السابقة أن المصادر الجيولوجية المتوقعة تقارب 121 مليار برميل، إلا أن المصادر المتوقعة القابلة للإنتاج لا يزيد مجموعها عن 5.7 مليار برميل، وهذا يشير إلى أن معامل الاستخلاص<sup>(\*)</sup> منخفض جداً لا يتعدى 4.71%. ولا بد من الإشارة هنا إلى أن المصادر المذكورة بنوعها مقدره مع عامل المخاطرة، أي أن الرقم الفعلي - إن وجد - سيكون أقل من المقدر.

كما يلاحظ أن السماكات تختلف من حوض لآخر، لتبلغ نحو 16.4 م فقط في حوض تندوف، وتتوضع على عمق وسطي يزيد عن 3000 م، بينما تصل إلى 90.5 م في بعض مناطق حوض رقان، وتوجد على عمق 3200 م. يشار إلى أن حوض غدامس/بيركن هو حوض من فئة الرواسخ Craton يمتد بين شرقي الجزائر وجنوبي تونس وغربي ليبيا، ويحتوي على مجموعة من الفوالق العكسية تشكل مصائد بنوية لتجمعات النفط والغاز التي تولدت في صخور السجيل العائدة لعصور الديفوني والسيلوري. أما حوض إليزي جنوبي حوض غدامس/بيركن فيقع في منطقة ترتفع فيها القاعدة البلورية، مما يفسر أن صخور السجيل فيه أقل عمقاً من حوض غدامس/بيركن المجاور.

\* معامل الاستخلاص Recovery Factor يبلغ وسطياً نحو 30% في حقول النفط التقليدية، ويزيد بالنسبة للغاز التقليدي عن 75-80%.

## تونس

توجد في تونس تشكيلتان تتمتعان باحتمال وجود زيت السجيل فيهما، وهما تنزوفت (السجيل الحار) وسجيل طابق الفراسنيان من العصر الديفوني، وتوجدان في حوض غدامس الممتد ضمن الحدود الليبية في جنوب البلاد، **الشكل (11)**. يعود سبب تسمية السجيل الحار Hot Shale إلى احتوائه على نسبة عالية من اليورانيوم (أكثر من  $150 \text{ API}^\circ$ )، ويمتد هذا النوع من السجيل في شمال أفريقيا والشرق الأوسط، وتعتبر صخور العصر الديفوني من الصخور المولدة للنفط والغاز في المنطقة، بينما تعتبر صخور السجيل الحار المماثلة والعائدة للعصر السيلوري، الصخور المولدة الرئيسية في غرب وجنوب غرب صحراء العراق<sup>21</sup>. ويبين الجدول (6) تقديرات مصادر زيت السجيل في حوض غدامس في تونس.

**الشكل - 11: حوض غدامس في تونس**



المصدر: معدل عن دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

## الجدول 6: تقديرات مصادر زيت السجيل حسب التشكيلات في تونس

| غدامس     |          | الحوض   |         | اسم التشكيلة  |
|-----------|----------|---------|---------|---|
| فراسنيان* | فراسنيان | تنزوفت* | تنزوفت* |   |
| 54        | 54       | 32      | 32      | السماكة الفعالة (م)                                       |
| 2896      | 2590     | 2590    | 2590    | العمق الوسطي (م)  |
| 6         | 6        | 5.7     | 5.7     | محتوى الكربون الكلي (% من الوزن)                          |
| 1.15      | 0.85     | 1.15    | 1.15    | النضج الحراري (% Ro)                                      |
| 2.7       | 12.1     | 1.2     | 1.2     | تركيز المصادر الجيولوجية (مليون برميل / كم <sup>2</sup> ) |
| 3.9       | 24.6     | 0.8     | 0.8     | المصادر الجيولوجية المتوقعة (مليار برميل)                 |
| 0.19      | 1.23     | 0.04    | 0.04    | المصادر القابلة للإنتاج المتوقعة (مليار برميل)            |

\* متكثفات

المصدر: مستخلص من دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

كما تشير تقديرات EIA إلى بعض الآمال في حوض بيلاجين الممتد شرق تونس والذي تتراوح أعمار صخره بين الجوراسي إلى الكريتاسي وحتى الحقب الثالث، ويمتد إلى البحر الأبيض المتوسط قبالة السواحل التونسية.

يحتوي هذا الحوض على نظامين هيدروكربونيين:

**الأول:** هو نظام الجوراسي- الكريتاسي، وتحتوي الصخور الغضارية المولدة فيه على الكيروجين ضمن تشكيلة ناره من الكريتاسي الأدنى، وتشكيلة فهدني من طابق الألبان. كما يوجد الكيروجين في تشكيلة بهلول من الكريتاسي الأعلى (طابقي السينومانيان والتورونيان) والتي تمتد بشكل محدود على بعض أجزاء الحوض. وتتراوح درجة النضج في هذه الصخور بين النضج المبكر وحتى النضج المتأخر، كما يتراوح محتوى الكربون الكلي فيها بين 0.5-14%، وتبلغ قيمته الوسطية 1-3%. وقد ولدت نפטاً تبلغ درجة جودته 33° API.

**الثاني:** هو نظام الحقب الثلاثي، والصخور المولدة فيه هي تشكيلة بو دبوس من دور الميوسين، ويتراوح محتوى الكربون الكلي فيها بين 0.4-4%، ويبدو أنها ولدت نפטاً تتراوح درجة جودتها بين 18° - 53° API.

وقد عملت العديد من الشركات على التنقيب في هذا الحوض، وأعلن بعضها أن مناطق الامتياز الممنوحة لها ربما تحتوي على منظومات لزيت السجيل أو غاز السجيل، لكن أيّاً من الشركات لم تقدم بيانات رسمية عن ذلك حتى تاريخ إعداد هذه الدراسة.

## سوريا

أشارت سوريا في عام 2009 إلى كميات كبيرة من السجيل الزيتي تم اكتشافها وتمتد على مساحات كبيرة، وقريبة من سطح الأرض. تقع التوضعات المشار إليها في منطقة خناصر- رجم الصوان، على بعد 103 كم جنوب شرق مدينة حلب، وتبلغ مساحة الموقع المكتشف حوالي 150 كم<sup>2</sup>. تم تنفيذ أعمال استطلاع جيولوجي لمساحة 11 كم مربع، كما تم تنفيذ أعمال طبوغرافية، ووضع شبكة آبار مؤلفة من 15 بئراً بتباعد 1 كم، وتبين نتيجة ذلك أن سماكة الغطاء فوق صخور السجيل الزيتي تتراوح ما بين 23-43 م، فيما تراوحت سماكة طبقة السجيل الزيتي ما بين 150-219 م. وبينت نتائج تحليل العينات المأخوذة من الموقع أن نسبة الزيت كانت 11.9٪، وبلغت الطاقة الحرارية 6452 جول/غ. وذكر في حينها أن الدراسات الأولية أشارت إلى أن الاحتياطي المكتشف شبه المؤكد يقدر بحوالي 2.5 مليار طن من الصخر، لكن هذا الاحتياطي يحتاج للمزيد من الدراسات إذ أنه قد يتجاوز 50 مليار طن.

وفي عام 2010، قدرت وزارة النفط والثروة المعدنية حجم كميات السجيل الزيتي في منطقة خناصر بحلب بنحو 37 مليار طن، تتوضع ضمن سماكات تصل إلى 240 متراً. وأعلنت في حينها أنها تقوم باستكمال أعمال الحفر للمرحلة الأولى من مشروع يضم 48 بئراً، أنجز منها 23 بئراً حتى عام 2010 وبتباعد 2 كم بين البئر والآخر. كما أعادت المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية تقدير نسبة الزيت في السجيل حول منطقة خناصر، وأشارت إلى أن محتوى الزيت في العينات التي أخذت من الآبار تراوح بين 9.6-9.7٪، بينما لم تغير نتيجة الطاقة الحرارية للسجيل المكتشف وبقيت عند 6452 جول/غ. وبناء على تلك النتائج وضعت المؤسسة في حينها خطة إستراتيجية للوصول إلى تقييم هذه الخامات وإعداد ملف جدوى اقتصادية بهدف طرحه للاستثمار في منتصف العام 2012<sup>22</sup>.

## ليبيا

جرى تقييم مصادر زيت السجيل في ثلاثة أحواض رئيسية في ليبيا **الشكل (12)**، هي: حوض غدامس في الغرب، حوض سرت الممتد من وسط البلاد وحتى ساحل البحر الأبيض المتوسط في الشمال، وحوض مرزق في الجنوب الغربي.

**الشكل - 12: الأحواض الحاوية على السجيل الزيتي في ليبيا**



المصدر: معدل عن دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

وقدر أن حجم هذه المصادر الجيولوجية يبلغ 613 مليار برميل من الزيت والمتكثفات، بينما يبلغ حجم المصادر المتوقعة القابلة للإنتاج نحو 26.1 مليار برميل. يبين الجدولان (7 و 8) تقديرات المصادر الجيولوجية والمصادر المتوقعة في هذه الأحواض.

## الجدول 7: تقدير مصادر السجيل الزيتي في حوض غدامس/ بيركن في ليبيا

| غدامس/بيركن |        |          |           | الحوض   |
|-------------|--------|----------|-----------|---|
| تتزوجت*     | تتزوجت | فراسنيان | فراسنيان* | اسم التشكيلة  |
|             | 31.7   | 54       | 54        | السماكة الفعالة (م)                                       |
| 3353        | 3276   | 2896     | 2743      | العمق الوسطي (م)  |
| 5.7         | 5.7    | 6        | 6         | محتوى الكربون الكلي (%) من الوزن                          |
| 1.15        | 0.8    | 1.15     | 0.85      | النضج الحراري (Ro %)                                      |
| 1.2         | 4.6    | 2.7      | 12        | تركيز المصادر الجيولوجية (مليون برميل / كم <sup>2</sup> ) |
| 5.1         | 98.8   | 1.3      | 24.6      | المصادر الجيولوجية المتوقعة (مليار برميل)                 |
| 0.26        | 4.94   | 0.06     | 1.23      | المصادر القابلة للإنتاج المتوقعة (مليار برميل)            |

\* متكتفات  
المصدر: مستخلص من دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

## الجدول 8: تقدير مصادر السجيل الزيتي في حوضي سرت ومرزق في ليبيا

| مرزق   | سرت   |          | الحوض   |
|--------|-------|----------|---|
| تتزوجت | إيتل* | سرت/رشمة | اسم التشكيلة  |
| 18     | 37    | 61       | السماكة الفعالة (م)                                       |
| 1981   | 4115  | 3352     | العمق الوسطي (م)  |
| 7      | 3.6   | 2.8      | محتوى الكربون الكلي (%) من الوزن                          |
| 0.9    | 1.15  | 0.85     | النضج الحراري (Ro %)                                      |
| 3.67   | 2.4   | 11.11    | تركيز المصادر الجيولوجية (مليون برميل / كم <sup>2</sup> ) |
| 26.9   | 50.5  | 405.9    | المصادر الجيولوجية المتوقعة (مليار برميل)                 |
| 1.34   | 2.02  | 16.24    | المصادر القابلة للإنتاج المتوقعة (مليار برميل)            |

\* متكتفات  
المصدر: مستخلص من دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

يلاحظ من الجدولين السابقين أن عمق تشكيلات السجيل المدروسة يتراوح بين 1981 م في حوض مرزق، وحتى 4115 م في حوض سرت، كما أن نسبة الاحتياطي المتوقع القابل للإنتاج إلى الاحتياطي الجيولوجي المتوقع لا تزيد عن 5% في أحسن الأحوال. وتشير EIA إلى أنه من المحتمل أن تساهم عمليات التنقيب والدراسات المكثفة لأحواض أخرى في ليبيا، في إيجاد تقديرات لمصادر إضافية من زيت السجيل. لكنها في الوقت نفسه أشارت إلى أنه قد سبق حفر ثلاثة آبار استكشافية من قبل شركة AGIP اثنان منها في نهاية السبعينات ومطلع الثمانينات، والثالث في 1997، وذلك شمال حوض الكفرة الواقع جنوب شرقي البلاد، ولم يعثر في تلك الآبار على السجيل الحار ضمن تشكيلة تنزوفت.



## مصر

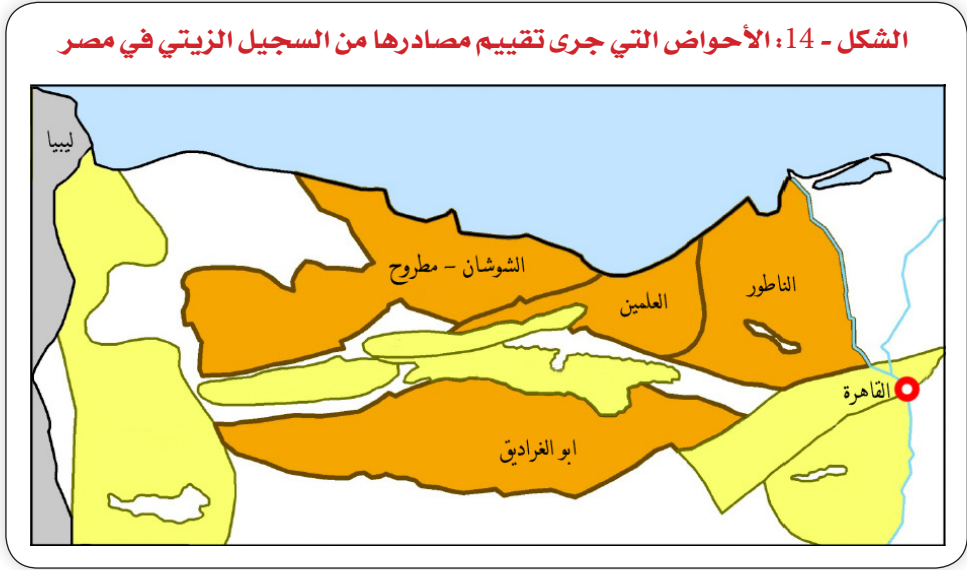
توجد توضعات السجيل الزيتي في مصر في عدة مناطق أهمها منطقة القصير على شاطئ البحر الأحمر، ومنطقة إدفو في وادي النيل شمال أسوان، وفي منطقة أبو طرطور المنتجة للفوسفات في الصحراء الغربية، وفي أبو زنيمة جنوب غرب سيناء، وفي منطقة المغارة قرب مناجم الفحم في سيناء. الشكل (13).

الشكل - 13: توضعات السجيل الزيتي المعروفة في مصر



المصدر: معدل عن دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

أما على مستوى الأحواض، فقد تم تقييم أربعة أحواض ذات أهمية من ناحية احتوائها على مصادر محتملة لزيت السجيل، وهي أحواض: أبو الغراديق، والعلمين، وناطور، وشوشان- مطروح، الشكل (14).



المصدر: معدل عن دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

تقدر المصادر الجيولوجية المتوقعة في هذه الأحواض مجتمعة بحوالي 114 مليار برميل، بينما لا تزيد المصادر المتوقعة القابلة للإنتاج عن 4.56 مليار برميل، أي أن معامل الاستخلاص الوسطي يقارب 4% فقط.

تعتبر تشكيلتا علم البويب وأبو روش (العصر الكريتاسي) من الصخور المولدة التي تمتد في معظم الصحراء الغربية، لكن هذه الصخور تم تصنيفها كصخور مولدة هامشية نسبياً، ولا يزيد محتواها من الكربون العضوي الإجمالي عن 2%.

بينما تعتبر تشكيلتا خطاطبة من أهم الصخور المولدة للنفط والغاز في الصحراء الغربية، ويتراوح محتوى الكربون العضوي فيها بين 3.6 - 4.2%.

ويلاحظ من الجدول (9) أن تشكيلتا خطاطبة (من العصر الجوراسي الأوسط) تتوضع على عمق يتراوح بين أكثر من 3650 م في حوض أبو الغراديق، بينما توجد على عمق يقارب 4270 م في حوضي العلمين وناطور.

## الجدول 9: تقدير مصادر زيت السجيل في بعض أحواض مصر

| الحوض   | أبو الغراديق* | العلمين | الناطور | الشوشان - مطروح* |
|---|---------------|---------|---------|------------------|
| اسم التشكيلة  | خطاطبة        |         |         |                  |
| السماكة الفعالة   | 91.5          | 61      | 73      | 61               |
| العمق الوسطي (م)  | 3658          | 4267    | 4267    | 3962             |
| محتوى الكربون الكلي (% من الوزن)                          | 4             | 4       | 4       | 4                |
| النضج الحراري (Ro %)                                      | 1.15          | 0.85    | 0.85    | 1.15             |
| تركيز المصادر الجيولوجية (مليون برميل / كم <sup>2</sup> ) | 5.5           | 9.7     | 11.6    | 3                |
| المصادر الجيولوجية المتوقعة (مليار برميل)                 | 47.1          | 14.4    | 35.9    | 16.8             |
| المصادر القابلة للإنتاج المتوقعة (مليار برميل)            | 1.88          | 0.58    | 1.43    | 0.67             |

\* متكثفات

المصدر: مستخلص من دراسة من إعداد إدارة الطاقة الأمريكية، 2013.

استهدفت معظم عمليات الحفر السابقة في الصحراء الغربية صخور الكريتاسي أو رسوبيات أحدث منها، لكن شركة Apache حفرت بنجاح آباراً استكشافية أعمق وصلت إلى صخور الجوراسي مثل تشكيلة صفا الرملية في حوض الفاغور، وذكرت في عام 2010 أنها عثرت على طبقة من السجيل غير المعروف في بئر شرق بحرية، تحتوي على ما يتراوح بين 0.7 - 2.2 مليار برميل من الزيت، وأكدت في حينها أنها تخطط لحفر بئرين لاختبار تلك الطبقة، لكنها لم توفر لاحقاً أية معلومات عن ذلك الموضوع<sup>23</sup>. وذكرت بعض وسائل الإعلام في مطلع عام 2014 أن الهيئة العامة للبترول في مصر تستعد لطرح عطاء للتقيب عن زيت السجيل وغاز السجيل في البلاد، لكن شيئاً رسمياً لم يصدر عن الهيئة العامة للبترول حتى تاريخ إعداد هذه الدراسة. يلاحظ من متابعة البيانات الواردة في الجداول الخاصة بالجزائر وليبيا وتونس ومصر أن الصخور الحاملة لزيت السجيل تتوضع غالباً على أعماق كبيرة تصل أحياناً إلى أكثر من 4000 م. تعتبر الأردن والمغرب من أكثر الدول العربية اهتماماً باستثمار توضعات السجيل الزيتي فيها، وربما يعود ذلك لنقص المصادر الهيدروكربونية الأخرى فيهما، مقابل وفرة السجيل الزيتي، وهذا ما يحدونا لتقديم بعض التفاصيل عن هاتين الدولتين.

## الأردن

يعتمد الأردن بشكل شبه كلي على الاستيراد لتلبية احتياجاته من البترول ومشتقاته، ذلك أن مصادر النفط والغاز فيه محدودة جداً، فقد اكتشفت سلطة المصادر الطبيعية النفط في حقل حمزة في قاطع الأزرق عام 1984، ووضع الحقل على الإنتاج عام 1985 لكن إنتاجه لم يتجاوز 35-40 ب/ي، وقد وقعت شركة Sonoran Energy عام 2005 على اتفاقية استكشاف ومشاركة بالإنتاج لقاطع الأزرق الذي تبلغ مساحته 11205 كم مربع، تتفق بموجبها 13 مليون دولار على عمليات الاستكشاف خلال ست سنوات، وتتولى استثمار الآبار الموجودة في الحقل، على أن تدفع 15 ألف دولار سنوياً عندما يصل معدل الإنتاج من الحقل إلى 500 ب/ي. وبعد قيامها بالعديد من الدراسات في القاطع أعلنت الشركة عن اكتشاف نطاق حامل للنفط قدرت الاحتياطي فيه بحوالي 30 مليون برميل. وفي أواخر عام 2007 ذكرت Sonoran أن شركة SM Seven Holdings قد حصلت منها على جزء من حصص قاطع الأزرق وأنها قد وافقت على دفع بعض التكاليف التي أنفقتها Sonoran حتى ذلك الوقت. كما اكتشفت السلطة حقل الريشة الغازي في عام 1987 وقدرت احتياطياته من الغاز بنحو 6 مليار متر مكعب، لكن إنتاجه يقل عن 850 ألف متر مكعب في اليوم.

في عام 2005، دعت سلطة المصادر الطبيعية الشركات المهتمة بتقديم عروض لاستكشاف إمكانية تطوير مصادر السجيل الزيتي في البلاد، وكان من ضمن التسهيلات التي قدمتها السلطة تزويد الشركات بكل المعلومات المتاحة لديها مجاناً. تم بنتيجة تلك المبادرة توقيع مذكرة تفاهم مع شركة Shell في عام 2006 للقيام بدراسة حول توضعات السجيل الزيتي وإمكانية استخراج الزيت من تلك التوضعات بكميات تجارية.

ومنذ ذلك التاريخ توصلت سلطة المصادر الطبيعية إلى عدة اتفاقيات مع شركات أخرى لاستكشاف وتقييم وتطوير توضعات السجيل الزيتي في باقي أنحاء البلاد. فقد وقع الأردن عام 2009 على اتفاقية طويلة الأجل مع Jordan Oil Shale Company المملوكة من قبل شركة Shell، وحصلت الشركة بموجب الاتفاقية على حقوق الاستكشاف على مساحة 2255 كم مربع في منطقة تمتد من غرب الصفاوي شمال الأردن مروراً بالأزرق في الوسط وحتى سرحان وجابر في الجنوب، وتعترم الشركة تطبيق تقنية الحرق في الموضع لاستثمار توضعات السجيل العميقة. وفي منتصف عام 2013، أعلنت الشركة المذكورة أنها قد تعاقدت مع مركز الخدمات الجيوفيزيائية الأردني للقيام بمسح زلزالي بهدف تحديد مصائد السجيل الزيتي العميقة<sup>24</sup>. وحتى ذلك التاريخ كانت قد جمعت وحللت قرابة 120 ألف عينة من مناطق عملها.

وفي عام 2010 وقع الأردن على اتفاقية مع شركة Jordan Oil Shale Energy، وهي شركة مشتركة تم إنشاؤها بعد توقيع سلطة المصادر الطبيعية على اتفاقية استكشاف لمدة 44 سنة مع Eesti Energia الإستونية. وكانت الشركة قد حصلت على 41 كم مربع في منطقة عطارات أم الغدران قدرت المصادر فيها بحوالي 2 مليار طن، والتزمت بالقيام بدراسات جيولوجية لتوضعات السجيل الزيتي في المنطقة خلال المرحلة الأولى التي تمتد لأربع سنوات، كما تعهدت بتقييم الآثار البيئية الناتجة عن عملها. وتعمل الشركة على بناء محطة لاستخلاص الزيت من السجيل يتوقع لها أن تتجز في عام 2015 وتنتج بمعدل 16 ألف ب/ي، ترتفع لاحقاً إلى 40 ألف ب/ي عام 2019. ومن المقرر حرق الزيت المستخلص في محطة حرارية لتوليد الطاقة الكهربائية تعمل الشركة نفسها على تطويرها عبر اتفاق جرى توقيعه مع وزارة الطاقة والثروة المعدنية ومع الشركة الوطنية للطاقة الكهربائية في منتصف عام 2012. تبلغ استطاعة المحطة 500 ميغا واط، ومن المخطط أن تتجز عام 2017.

وفي عام 2011 جرى التوقيع على اتفاقية مع شركة Karak International Oil البريطانية، تحصل الشركة بموجبها على حق استغلال السجيل الزيتي على مساحة 35 كم مربع في منطقة اللجون، وبلغت الاستثمارات المتفق عليها حوالي 1.8 مليار دولار، حيث ستقوم الشركة في عام 2015 بإنشاء محطة استخلاص للزيت بطاقة تصل إلى 15 ألف ب/ي، وبعد مرور 5-7 سنوات على مباشرة العمل، يمكن للإنتاج أن يصل إلى 30 ألف ب/ي عام 2020، و60 ألف ب/ي عام 2026. وأشارت الشركة إلى أنها ستدفع للحكومة الأردنية 1-5% كحق ملكية من بيع الزيت المستخلص، إضافة إلى 15-65% على هيئة ضرائب ترتبط بمدى ريع العمل. وحتى عام 2013، كانت الشركة قد أنجزت عدة أبحاث تتعلق بمنطقة اللجون بتكلفة وصلت إلى 30 مليون دولار.

تم الاتفاق في عام 2012 مع شركة Global Oil Shale Holdings الكندية لدراسة الجدوى الاقتصادية من تطوير توضعات السجيل الزيتي في عطارات أم الغدران وسط البلاد، واسفير المحطة في الجنوب وعلى مساحة إجمالية تبلغ 250 كم مربع، وذلك عبر مذكرة تفاهم تمتد لفترة 24 شهراً، وتقضي بنودها الأولية بتنفيذ دراسة الجدوى الاقتصادية لمشروع التقطير السطحي للسجيل الزيتي في منطقتي الاهتمام بحيث يتم بعد استكمال الدراسة التفاوض مع الحكومة الأردنية حول إبرام اتفاقية امتياز للإنتاج. وقد بينت الشركة في حينها أنها تنوي تطوير المصادر في المنطقتين للوصول إلى إنتاج 8000 ب/ي في المرحلة الأولى، ثم رفع معدل الإنتاج إلى 50 ألف ب/ي لاحقاً.

كما وقع الأردن مذكرة تفاهم أخرى في نهاية عام 2012 مع شركة Whitehorn Resources تمتد لثلاث سنوات، وتقضي بحفر آبار استكشافية والقيام بدراسة جدوى اقتصادية لاستثمار السجيل الزيتي على مساحة 283 كم مربع في منطقة وادي أبو الحمام جنوب المملكة، باستخدام تقنية (\*) EcoShale In-Capsule. وتعتد الشركة بإمكانية إنتاج 9500 ب/ي من الزيت في المرحلة الأولى، ترتفع لاحقاً إلى 50 ألف ب/ي، وتقدر تكاليف المشروع بنحو 1 مليار دولار<sup>25</sup>.

وفي منتصف عام 2013، منحت وزارة البيئة الأردنية موافقتها للشركة المشتركة Enefit للمضي قدماً بمشروع إنشاء أول محطة لتوليد الطاقة الكهربائية من السجيل الزيتي في المملكة باستطاعة تصل إلى 500 ميغاواط، وذلك في منطقة عطارات أم الغدران. وسوف تعمل المحطة على حرق السجيل الزيتي المطحون ضمن مراحل مضاعفة تعتمد تقنية "الوسط المميع" (Fluidized Bed) لتوليد البخار اللازم لتدوير العنفات، وهي تقنية تسمح بتخفيض الأثر البيئي الناتج عن حرق السجيل الزيتي. وتشير الدراسات إلى أن المحطة تحتاج إلى حوالي 1200 طن من السجيل الزيتي في الساعة، يتم تأمينها من موقع يبعد 11 كم عن مكانها ويقدر أن احتياطات الموقع تكفي لعمل المحطة لمدة أربعين عاماً. ومن المخطط أن تبدأ المحطة عملها بحلول عام 2017 مما سوف يساهم في تخفيض فاتورة إنفاق الأردن على المنتجات النفطية لتوليد الكهرباء بحوالي 490 مليون دولار سنوياً<sup>26</sup>. كما وقع الأردن في نهاية عام 2013 على اتفاقية مع «الشركة العربية السعودية للصخر الزيتي (\*)» وأقرت الاتفاقية في شهر آذار/ مارس 2014، وتقضي بأن تقوم الشركة بتمويل المرحلة الأولى من العمل والتي تمتد لأربع سنوات، وتتضمن إجراء الدراسات الفنية والبيئية والاقتصادية على مساحة 11 كم مربع في منطقة عطارات أم الغدران، بينما تتضمن المرحلة الثانية البناء والتطوير والإنتاج وتمتد لمدة 40 عاماً، وتقدر قيمة الاتفاقية بنحو ملياري دولار، وتطمح إلى إنتاج نحو 30 ألف ب/ي من الزيت باستخدام تقنية تسخين الصخر المستخرج، وذلك خلال 4-8 سنوات من بدء العمل<sup>27</sup>.

### توضعات السجيل الزيتي في الأردن

بدأ الاهتمام بالسجيل الزيتي شرق نهر الأردن منذ الحرب العالمية الأولى، دون أن يتم إجراء دراسات معمقة للمنطقة في ذلك الحين.

يملك الأردن ثروة من السجيل الزيتي تتوزع على 24 منطقة في المملكة، منها ما هو قريب إلى السطح ومنها ما هو عميق، وتتوزع على ثلاثة نطاقات رئيسية تمتد على نحو 60% من مساحة البلاد، وهي:

\* تقوم هذه التقنية على استخلاص الزيت عبر تسخين الصخر في حجرة (كبسولة) باستخدام الغاز الساخن المار في أنابيب ضمن الصخر المستخرج من المكمن.

\*\* Saudi Arabian Oil Shale Company

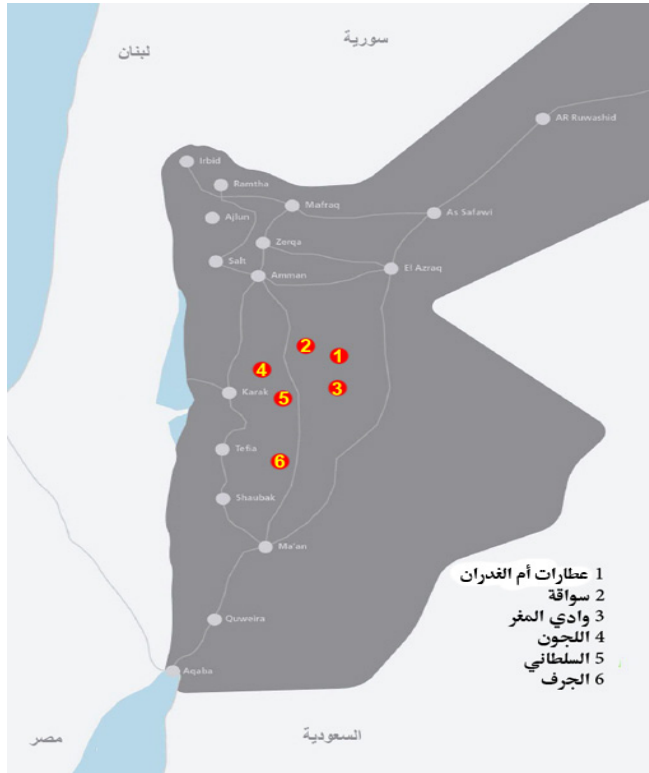
- 1- في شمال الأردن: في وادي اليرموك، والبيوضة، وبيت راس، ومنطقة الريشة رويشد شمال شرق الأردن ضمن منطقة إربد.
- 2- في وسط الأردن: بين الحسينية جنوباً، ودبا شمالاً، وفي اللجون ومأدبا في وادي التمد ضمن منطقة الكرك.
- 3- في جنوب الأردن: في الجفر ضمن منطقة معان.

أما المناطق الرئيسية ذات المصادر الاقتصادية للسجيل الزيتي والمناسبة للتعددين السطحي، فتوجد عملياً جنوب العاصمة عمان في وسط البلاد **الشكل (15)**، وهي:

- اللجون: وتقع على بعد 100 كم إلى الجنوب من عمان، وعلى بعد 20 كم إلى الغرب من مدينة القطرانة. يعود عمر السجيل الزيتي في هذه المنطقة إلى طابقي الكامبانيان والماستريختيان، من عصر الكريتاسي الأعلى، ويتوضع ضمن مقعر يأخذ منحى شمال-جنوب، وتبلغ السماكة الوسطية للسجيل في المنطقة نحو 30 م.
- السلطاني: تقع على بعد 115 كم إلى الجنوب من عمان، وتحاذي القطرانة من الجنوب. توجد توضعات السجيل في مقعر طوله 8 كم وعرضه بين 2-5 كم، ويأخذ منحى شمال شمال غرب-جنوب جنوب شرق، يعود عمر السجيل الزيتي في هذه المنطقة إلى طابقي الكامبانيان والماستريختيان إضافة إلى صخور من عمر أحدث من دوري الباليوسين والهولوسين.
- جرف الدراويش: على بعد 145 كم إلى الجنوب من عمان.
- عطارات أم الغدران: على بعد 34 كم شرق القطرانة.
- وادي المغر: على بعد 40 كم جنوب شرق القطرانة.
- سواقة: على بعد 65 جنوب عمان.
- خان الزبيب: على بعد 45 كم جنوب عمان، ويحاذي توضعات سواقة من الشمال

يبين الجدول (10) تقديرات سابقة لمصادر السجيل الزيتي في البلاد يبلغ مجموعها 53.2 مليار طن<sup>28</sup> حسب بيانات سلطة المصادر الطبيعية الأردنية، بينما صرح معالي وزير الطاقة والثروة المعدنية الأردني في الربع الأول من عام 2014 أن احتياطيات البلاد من السجيل الزيتي تبلغ نحو 70 مليار طن<sup>29</sup>، ويوضح الجدول (11) بعض المواصفات الفيزيائية والكيميائية للسجيل الزيتي في الأردن.

### الشكل - 15: أهم توضعات السجيل الزيتي في الأردن



المصدر: Arab Oil and Gas Directory, 2013.

### الجدول 10: تقديرات مصادر السجيل الزيتي في الأردن

| المنطقة           | المصادر<br>مليار طن | الاحتياطي المحتمل<br>مليار طن | المساحة<br>كم مربع | سماكة السجيل<br>متر |
|-------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------|
| اللجون            | 1.2                 | 1.2                           | 20.4               | 29.6                |
| السلطاني          | 1.1                 | 0.98                          | 24                 | 31.6                |
| جرف الدراويش      | 8                   | 2.5                           | 150                | 63.8                |
| عطارات أم الغدران | 11.3                | 10.4                          | 226                | 45                  |
| وادي المغر        | 31.6                | 21.6                          |                    | 40                  |

المصدر: Al Alai Jamal وآخرون، 2006.



## الجدول 11: الخصائص الفيزيائية والكيميائية للسجيل الزيتي في الأردن

| المنطقة                           | وادي المغر | عطارات أم الغدران | جرف الدراويش | السلطاني | الللجون |
|-----------------------------------|------------|-------------------|--------------|----------|---------|
| محتوى الزيت %                     | 6.8        | 11                | 5.7          | 7.5      | 10.5    |
| نسبة المواد العضوية<br>% من الوزن | 20.8       | 23.16             | 18           | 21.5     | 22.1    |
| المحتوى الحراري<br>كيلو كالوري/كغ | 1270 - 780 |                   | 864          | 1210     | 1590    |
| CaCO <sub>3</sub><br>% من الوزن   | 48         | 52.2              | 69.11        | 46.96    | 54.3    |
| SO <sub>3</sub><br>% من الوزن     | 4.2        | 4.9               | 4.3          | 4.4      | 4.8     |
| الكثافة<br>غ/سم <sup>3</sup>      | 2.03       | 1.8               | 2.1          | 1.96     | 1.81    |
| الرطوبة<br>% من الوزن             | 2.9        | 1.71              | 2.8          | 2.6      | 2.43    |

المصدر: Al Alai Jamal وآخرون، 2006.

## المغرب

بدأ التنقيب عن السجيل الزيتي في المغرب بين عامي 1939 و 1945 في مدينة طنجة حيث عملت «جمعية السجيل البيتوميني في طنجة(\*)»، على بناء أول محطة لاستخلاص الزيت من السجيل بطاقة بلغت 80 طن في اليوم، أما تجمعات السجيل الزيتي في طرفاية وتمحضيت فلم تكتشف إلا في الستينات من القرن الماضي. كما يوجد السجيل الزيتي في العديد من المواقع الأخرى، لكنها أقل أهمية من حيث الحجم والمساحة، الشكل (16).

الشكل - 16: توضعات السجيل الزيتي في المغرب



المصدر: معدل عن USGS, 2006.

\* Société des Schistes Bitumineux de Tanger

## لمحة تاريخية

تزايد الاهتمام باستخلاص الزيت من السجيل الزيتي بشكل كبير بعد أزمت النفط التي شهدها العالم في عام 1973 و1979، وتم في تلك الفترة إجراء العديد من الدراسات الجيولوجية والمخبرية على تجمعات السجيل الزيتي في طرفاية وتمحضيت، ودرست تقنيات التحليل الحراري<sup>(\*)</sup> والحرق المباشر، كما جرى البحث في الجدوى الاقتصادية لتلك التجمعات. وما بين عامي 1975 و1985، سمحت الدراسات الجيولوجية والمخبرية وعمليات التعدين بتحديد الاحتياطي الجيولوجي من السجيل الزيتي في تمحضيت وطرفاية، وبينت إمكانية استخدام تقنية التحليل الحراري لاستخلاص الزيت، وهذا ما حدا بالمغرب إلى العمل على إنشاء محطة T3<sup>(\*\*)</sup> عام 1983 كمحطة تجريبية لاستغلال الاحتياطيات في طنجة وتمحضيت وطرفاية، وتم تمويل المشروع عبر قرض من البنك الدولي.

وقد تم إجراء اختبار جاف<sup>(\*\*\*)</sup> للمحطة في مطلع عام 1985، بينما جرى تشغيلها فعلياً في شهر نيسان/أبريل من نفس العام وحتى شهر تشرين الأول/أكتوبر 1986، وتم اختبار 2500 من السجيل الزيتي حيث تبين أن تقنية التحليل الحراري تفوق تقنية Fisher بنسبة 70%. لكن تراجع أسعار النفط في منتصف الثمانينات والتسعينات أدى إلى تراجع الدراسات والتجارب ثم توقفت الأبحاث في هذا المجال حتى عادت أسعار النفط للصعود وعاد الاهتمام بالسجيل الزيتي.

## التوضعات الرئيسية للسجيل الزيتي في المغرب

### 1- تمحضيت

توجد توضعات السجيل الزيتي في تمحضيت في قناة ضمن جبال الأطلس المتوسط على ارتفاع يتراوح بين 1700-2300 م عن سطح البحر، على بعد نحو 240 كم إلى الشرق والجنوب الشرقي من مدينة الرباط، و35 كم إلى الجنوب من مدينة أزرو.

تنقسم التتابعات البيتومينية في المنطقة إلى أربع طبقات ليثولوجية، وقد استخرجت من المنطقة 76 عينة أسطوانية بينت وجود 42 مليار طن من السجيل الزيتي يبلغ متوسط محتواها من الزيت 61.5 لتر/الطن، أو ما يعادل حوالي 15 مليار برميل من الاحتياطي الجيولوجي. وتمتد التوضعات على مساحة تزيد عن 250 كم مربع ضمن طيبة مقعرة في

\* pyrolysis

\*\* سميت المحطة باسم T3 نسبة إلى الحروف اللاتينية الأولى من أسماء مناطق وجود السجيل الزيتي، Tangier, Tarfaya, Timahdit.  
\*\*\* بدون وجود السجيل الزيتي.

حوض الكبّات، إضافة إلى 100 كم مربع ضمن مقعر أنغوير ، وتبلغ سماكتها القصوى 250م في صخور الماستريختيان في مقر الكبّات. بينما بينت بعض الدراسات الحديثة أن محتوى الزيت في صخور السجيل يتراوح بين 75- 80 لتر/الطن، مما يرفع الاحتياطي الجيولوجي إلى نحو 17 مليار برميل من الزيت.

## 2- طرفاية

تغطي توضعات السجيل الزيتي في طرفاية مساحة تقارب 2500 كم مربع وتقع إلى الشرق من مدينة طرفاية على ساحل المحيط الأطلسي على بعد 1200 كم إلى الجنوب من مدينة الرباط. وتتكون رسوبيات هذا الموقع من محذب يعود للعصر الكريتاسي الأعلى، ووجدت تتابعات الصخور البييتومينية فيه ضمن تعاقبات من الصخور الجيرية، وتعتبر طبقة الصخور العائدة لطابق السينونيان أغنى هذه التعاقبات بالمواد الهيدروكربونية.

قسمت التوضعات إلى أربع طبقات ليثولوجية كما هو الحال في توضعات تمحضيت، وقد أجريت 137 عملية فحص على توضعات طرفاية، وقدر الاحتياطي الجيولوجي من الزيت بنحو 22 مليار برميل توجد في 80 مليار طن من السجيل الزيتي الذي يحتوي على الزيت بنسبة 66-75 لتر/الطن.

تقوم استراتيجية المكتب الوطني للهيدروكربونات والمعادن على تشجيع إقامة شركات بهدف تطوير واستغلال توضعات السجيل الزيتي، وقد تمخضت الجهود المبذولة في هذا المقام عن توقيع عدة اتفاقيات وعقود مع الشركات المهتمة بهذا النوع من المشاريع، منها اتفاقية مع شركة Petrobras عام 2007، واتفاقية مع شركة Total عام 2008.

وفي شهر آذار/مارس 2009 جرى توقيع مذكرة تفاهم مع شركة San Leon Energy للعمل في مشروع جنوب طرفاية، تبعها في منتصف عام 2010 توقيع مذكرة تفاهم مع شركة Eesti Energia لاستكشاف توضعات السجيل الزيتي في مختلف مناطق البلاد.

وحصلت San Leon Energy على حق الاستكشاف في طرفاية عام 2010 حيث حضرت ثلاثة آبار استكشافية حتى عام 2011، اكتشف السجيل الزيتي في اثنين منهما بسماكة 30 م، بينما حصلت الشركة على نتائج وصفتها بالمشجعة في البئر الثالث.

وفي عام 2011 جرى منح شركة East West Petroleum Corporation حق التنقيب في امتياز تبلغ مساحته حوالي 2000 كم مربع، على بعد 125 كم جنوب غرب الدار البيضاء.

وفي شهر آب/أغسطس عام 2013، تم توقيع مذكرة تفاهم أخرى مع San Leon Energy للعمل في مشروع شمال طرفاية.

كما جرى توقيع مذكرة تفاهم مع شركة IES Maroc في عام 2012 لمشروع غرب طرفاية، بينما وقعت شركة طاقة الإماراتية على مذكرة تفاهم لتطوير السجيل الزيتي في منتصف عام 2013 في منطقة تاسيماخت Tassemakht.

وكانت شركة San Leon Energy قد حصلت في أواخر عام 2013 على ترخيص من المكتب الوطني للهيدروكربونات والمعادن لتقييم السجيل الزيتي في قاطع تبلغ مساحته 36 كم مربع في تمحضيت. يتضمن الترخيص قيام الشركة بتقييم قابلية استخدام عمليات الإصلاح السطحية في المشروع، وهي عمليات تتضمن التحليل الحراري للسجيل الزيتي وتكثيف الأبخرة الناتجة. وذكرت الشركة أن المنطقة تحتوي على طبقات غنية بالسجيل الذي يبلغ محتواه من الزيت 99 لتر/طن، وهو ما يعتبر المحتوى الأعلى من نوعه في المغرب، كما يتميز السجيل بأنه الأقل رطوبة بين معظم توضعات السجيل الزيتي في العالم.

كما أجرت شركة Enefit Outotec Technology تحاليل مختلفة أكدت بموجبها أن السجيل الزيتي في تمحضيت يمتلك قيمة تجارية لو استخدمت في معالجته تقنية الإصلاح السطحية الخاصة بها، حيث أنجزت الشركة المذكورة دراسة تقييمية أولية مستخدمة البيانات المتاحة عن السجيل الزيتي في المنطقة، وبينت أن المشروع سيكون تجارياً لو تم بناء محطة تعالج 280 طن من السجيل الزيتي في الساعة. وأوضحت الدراسة أن وحدة التحطيم والتقطير Retorting سوف تنتج 3600 برميل من الزيت في اليوم. كما يمكن إضافة وحدتين لزيادة الإنتاج إلى 11 ألف برميل من الزيت في اليوم، وتتضمن الوحدتان معدات لتطوير الزيت المصنّع ولتوليد الطاقة<sup>30</sup>.

يبين الجدول (12) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للسجيل الزيتي في تمحضيت وطرفاية، حيث يلاحظ أن المحتوى الحراري في توضعات تمحضيت أعلى بحوالي 23% من مثيله في طرفاية<sup>31</sup>.

## الجدول 12: بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للسجيل الزيتي في تمحضيت وطرفاية

| طرفاية | تمحضيت |                                |
|--------|--------|--------------------------------|
| 17.5   | 7      | الرطوبة %                      |
| 2.276  | 2.243  | الكثافة كغ/م <sup>3</sup>      |
| 1100   | 1436   | المحتوى الحراري كيلو كالوري/كغ |
| 54.9   | 65.3   | الخبث %                        |
| 11.3   | 12.9   | الكربون العضوي %               |
| 8      | 4.6    | الكربون اللاعضوي %             |
| 19     | 17.5   | محتوى الكربون الكلي %          |
| 1.7    | 1.6    | الكبريت العضوي %               |
| 0.3    | 0.7    | الكبريت اللاعضوي %             |
| 2      | 2.3    | محتوى الكبريت الكلي %          |

المصدر: المكتب الوطني للهيدروكربونات والمعادن، 2014.



## الفصل الثالث

### زيت السجيل/السجيل الزيتي في بعض دول العالم

#### إستونيا

تعتبر إستونيا حالة فريدة من نوعها ضمن دول الاتحاد الأوروبي كون قطاع الطاقة فيها يعتمد بشكل شبه كلي على مصدر وحيد هو السجيل الزيتي، كما تعتبر من أكبر منتجي السجيل الزيتي في العالم رغم أنها تمتلك احتياطياً متواضعاً منه مقارنة بالولايات المتحدة أو روسيا أو البرازيل، لكن قرابة قرن من استثمار هذا المصدر في البلاد، جعل إستونيا ذات خبرة لا يستهان بها في هذا المجال. تقدر مصادر زيت السجيل<sup>32</sup> في إستونيا بنحو 16 مليار برميل وتقدر مصادر السجيل الزيتي بحوالي 4 مليار طن، مما يجعل احتياطياتها من السجيل الزيتي معادلة لحوالي 17% من احتياطيات الاتحاد الأوروبي مجتمعاً.

تعتبر صخور السجيل الزيتي في إستونيا غنية بالطاقة لكنها في الوقت نفسه أكبر مصدر لما يسمى بغازات الدفيئة في البلاد، حيث تطرح المحطة الحكومية لتوليد الطاقة Eesti Energia's Narva حوالي 80% من إجمالي ما تنتجه البلاد من هذه الغازات.

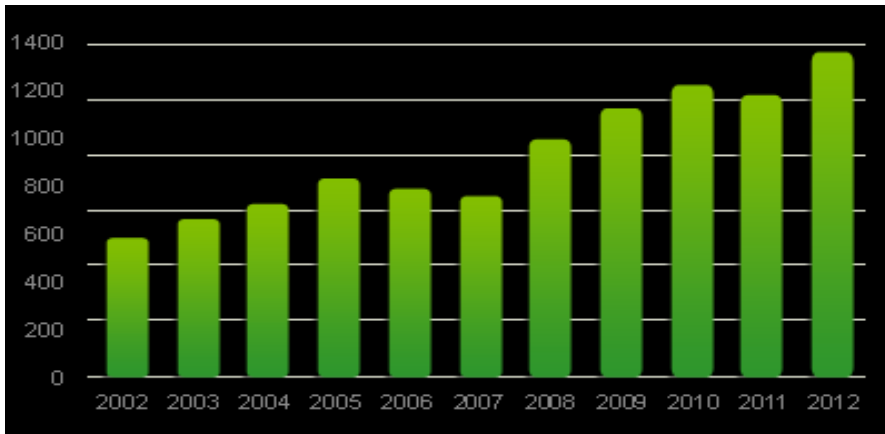
وقد شكلت الطاقة المنتجة باستخدام السجيل الزيتي نحو 70% من إجمالي إنتاج الطاقة في إستونيا عام 2012، وجرى استخدام 85% من صخور السجيل الزيتي التي تم تعدينها لتوليد الطاقة الكهربائية، بينما جرى استخلاص زيت السجيل والغاز وبعض العناصر الأخرى من 15% فقط من الصخور<sup>33</sup>. حيث بلغ الإنتاج السنوي لمحطات التقطير في عام 2012 حوالي 1.3 مليون برميل سنوياً، ويستخدم نحو 1.9 مليون طن من السجيل الزيتي المستخرج لاستخلاص الزيت. يتميز الزيت المنتج بالموصفات التالية:

- محتوى منخفض من الماء يقل عن 0.3%.
- نسبة الشوائب الصلبة: أقل من 0.05%.
- لزوجة منخفضة تتراوح بين 15- 20 سنتي ستوك عند درجة حرارة 80 مئوية.
- محتوى منخفض من الكبريت يقل عن 0.7%.
- درجة انصباب<sup>(\*)</sup> (انسكاب) منخفضة تقل عن 0 درجة مئوية.

لا يتوقع أن تصل كمية الزيت المستخلص من السجيل الزيتي في إستونيا لأكثر من 22 ألف ب/ي حتى عام 2016. ويبين الشكل (17) <sup>34</sup> كميات الزيت المستخلص من السجيل الزيتي في إستونيا خلال الفترة الممتدة ما بين عامي 2002 و2012.

الشكل - 17: كميات الزيت المستخرج من السجيل الزيتي في إستونيا

1000 X برميل سنوياً



المصدر: الموقع الإلكتروني لشركة Enift

\* Pour Point



بلغت كميات صخور السجيل الزيتي المستخرجة في البلاد عام 2012 حوالي 15.86 مليون طن. لكن عضوية إستونيا في الاتحاد الأوروبي والتزامها بسياسات تخفيض انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، تفرض عليها نوعاً من العبء الذي يلزمها بتخفيض كبير لانبعاثات هذا الغاز التي بلغت 15.7 مليون طن في عام 2007.

تعتمد البلاد حالياً على التقدم التقني على أمل أن تتمكن من الاستثمار الأمثل لصخور السجيل الزيتي سواء في توليد الكهرباء، أو في استخلاص كميات أكبر من الزيت. وقد بلغ إنفاقها على البحث والتطوير في هذا المجال أكثر من 4 مليار دولار في عام 2011، وتوصلت في هذا المجال إلى تقنية دعته باسم تقنية ENEFIT280، تقوم من خلالها باستغلال كامل السجيل الزيتي المستخرج، بحيث لا يتبقى في نهاية العملية من الصخور سوى رماد لا يحتوي تقريباً على أية مواد عضوية ويمكن استخدامه في صناعة الإسمنت وبعض المواد لإنشائية الأخرى<sup>35</sup>.

### زيت السجيل في الولايات المتحدة الأمريكية

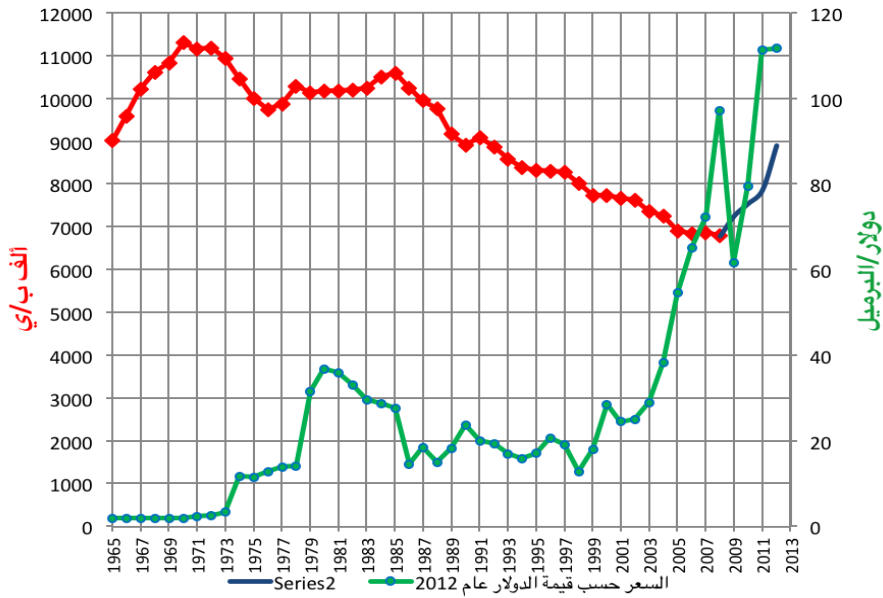
شهدت الولايات المتحدة الأمريكية ارتفاعاً كبيراً في معدل إنتاج النفط والغاز فيها خلال الأعوام القليلة الماضية نتيجة استغلال زيت السجيل وغاز السجيل، وتشير التقارير إلى وجود 6 منظومات للنفط والغاز تعتبر المسؤولة عن 90% من نمو إنتاج النفط الأمريكي<sup>36</sup> خلال عامي 2012 و2013، وهي:

1. Bekken
2. Neobrara
3. Permian
4. Eagle Ford
5. Haynesville
6. Marcellus

وكان من نتائج هذا التوجه أن انعكس منحنى الإنتاج الذي كان في تناقص مستمر منذ عدة عقود. يبين المخطط في الشكل (18) معدل إنتاج النفط في الولايات المتحدة منذ عام 1965، حيث يظهر أن أعلى معدل إنتاج كان في عام 1970 وبلغ حوالي 11.3 مليون ب/ي، ثم بدأ تناقص الإنتاج مع ارتفاع أسعار النفط في عام 1973، ليستقر نسبياً بعد عام 1978، ثم يرتفع بين 1983-1985، ومنذ ذلك التاريخ وحتى عام 2008، شهد معدل إنتاج النفط الأمريكي تراجعاً واضحاً بلغ نحو 3.8 مليون ب/ي. وبعد عام 2008، ساهم إنتاج زيت السجيل في تغيير مسار التراجع نحو الارتفاع ثانية، ليبلغ في عام 2012 نفس مستوى إنتاج عام 1990 تقريباً، مسجلاً نحو 9 مليون ب/ي<sup>(\*)</sup>.

\* معدلات الإنتاج استناداً إلى بيانات BP Statistical Review of World Energy، بينما يلاحظ أن إحصائيات OGI تسجل معدلات أقل من BP، إنما يبقى الفرق المطلق واحداً تقريباً، كما يبقى منحنى الإنتاج واحداً.

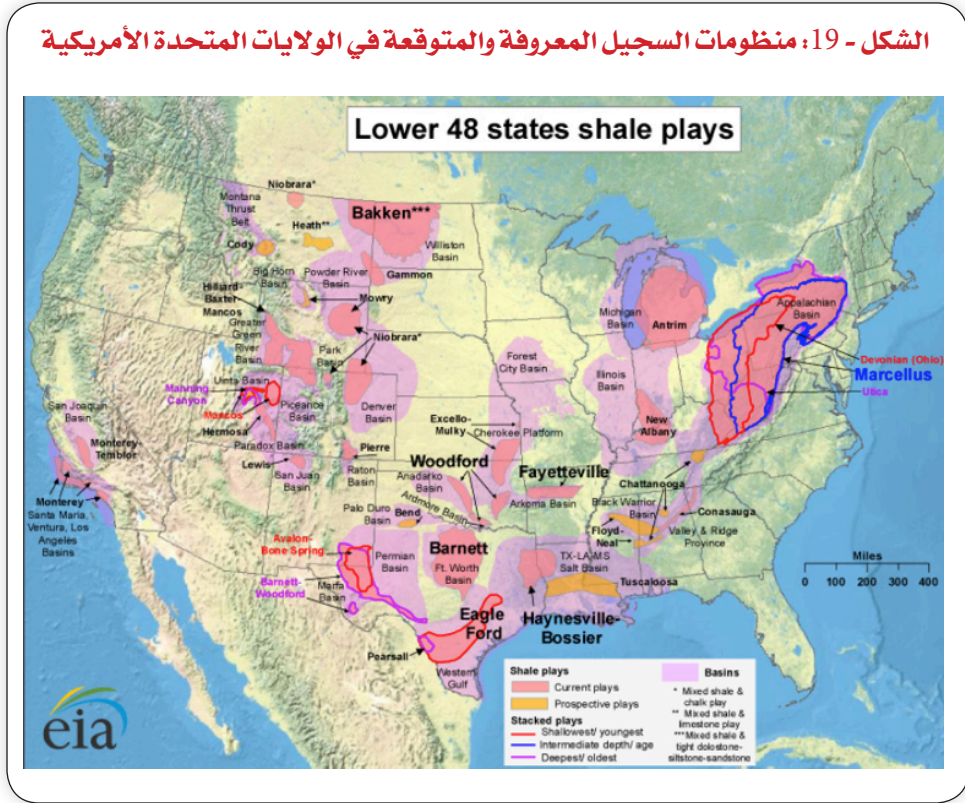
**الشكل- 18: معدل إنتاج النفط في الولايات المتحدة الأمريكية بين عامي 1965 - 2013  
وتغيير سعر النفط خلال الفترة نفسها**



المصدر: معدلات الإنتاج استناداً إلى BP Statistical Review of World Energy

يبين الشكل (19) موقع منظومات السجيل في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تعتبر منظومتنا Bakken Shale، وEagle Ford مصدراً لأكثر من 63% من نمو الإنتاج المشار له<sup>37</sup>، وقد ساهمت زيادة عمليات الحفر وكفاءتها وطرق إكمال الآبار وارتفاع معدلات إنتاجيتها في هذا النمو.

الشكل - 19: منظومات السجيل المعروفة والمتوقعة في الولايات المتحدة الأمريكية



المصدر: EIA، 2011.

## تشكيلة Eagle Ford

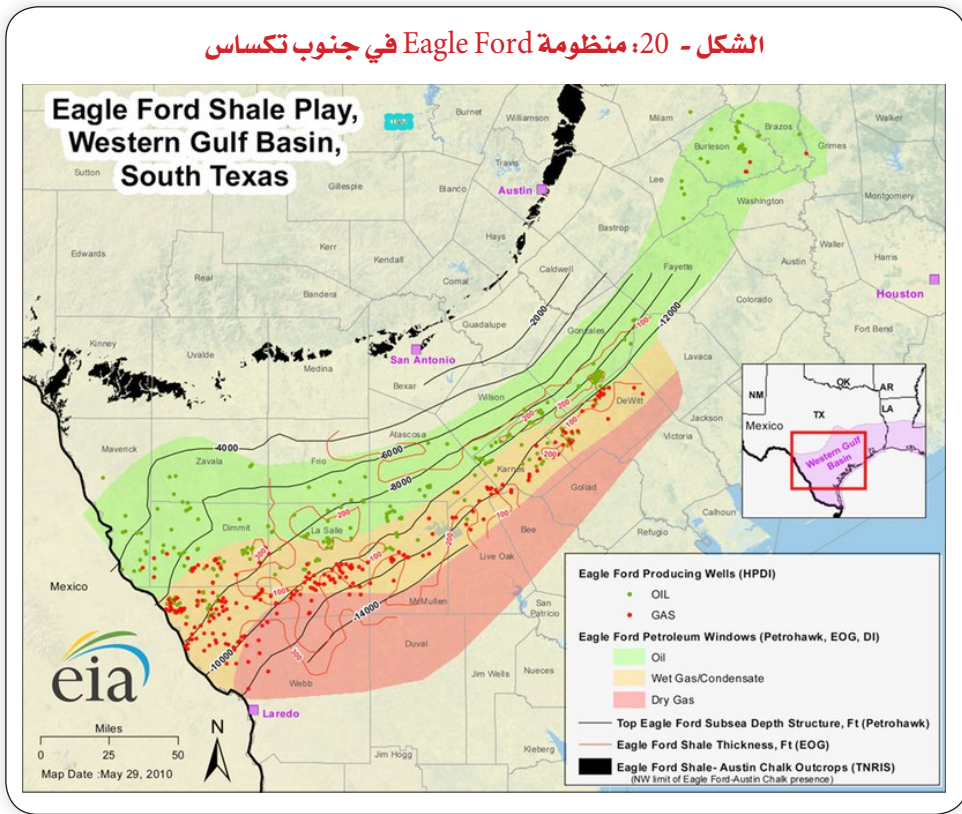
تعود تشكيلة Eagle Ford (الشكل 20) إلى العصر الكريتاسي حيث كانت تعتبر صخوراً مولداً في جنوب وشرق ولاية تكساس\*، وهي التشكيلة التي غذت تشكيلة Austin Chalk الواقعة فوقها بالنفط والغاز، وقد عملت بعض الشركات على الحفر وصولاً إلى تشكيلة Edwards المكونة من الصخر الجيري والمتوضعة إلى الأسفل من Eagle Ford، وخلال ذلك بدأ السجيل في الولايات المتحدة يلفت الأنظار بقوة منذ عام 2008، عندما حفرت شركة Petrohawk أول بئر ناجح لإنتاج زيت السجيل من تشكيلة Eagle Ford في جنوب ولاية تكساس.

وسرعان ما تداعت الشركات البترولية إلى المنطقة وبدأت مساحة العمل فيها بالتزايد لتمتد من الحدود مع المكسيك باتجاه الداخل على طول نحو 640 كم باتجاه شمال شرق تكساس،

\* التشكيلة Formation هي الطبقة الصخرية نفسها، أما المنظومة Play فتتضمن معنى التشكيلة وتوليد الهيدروكربون وتجمعه.

وليصّل عدد تراخيص العمل في المنطقة في مطلع عام 2012 إلى 1200 ترخيص، مع منح تراخيص جديدة بمعدل نحو 100 ترخيص شهرياً منذ ذلك الحين. تمتد التشكيلة على طول حوالي 80 كم وتصل سماكتها إلى 76 م عند عمق يتراوح بين 1220 م، و3657 م. بلغ معدل إنتاج التشكيلة حوالي 599 ألف ب/ي من الزيت والمتكثفات في النصف الأول من عام 2013 ، ويمثل الزيت المنتج زيادة تقارب 51% عن معدل عام 2012، بينما وصل معدل الإنتاج إلى نحو 1 مليون ب/ي في آخر عام 2013.

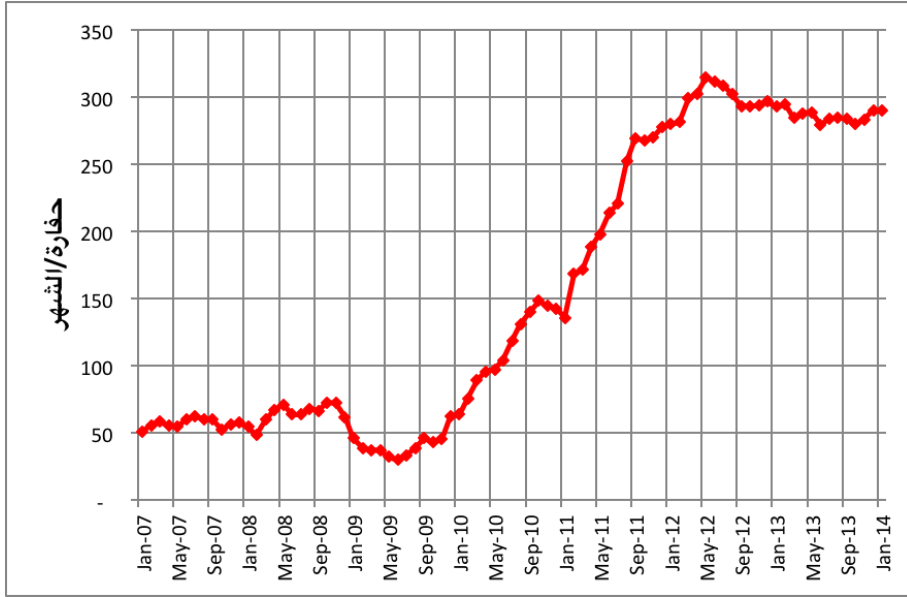
### الشكل - 20: منظومة Eagle Ford في جنوب تكساس



المصدر: EIA، 2011.

يبين المخطط في الشكل (21) عدد الحفارات العاملة في منظومة Eagle Ford، حيث كانت 51 حفارة تعمل في المنطقة في شهر كانون الثاني/يناير من عام 2007، بينما وصل العدد إلى 315 حفارة في شهر أيار/مايو عام 2012، ليبدأ بعدها في التراجع النسبي مستقراً عند حوالي 290 حفارة في الشهر حتى مطلع عام 2014<sup>38</sup>.

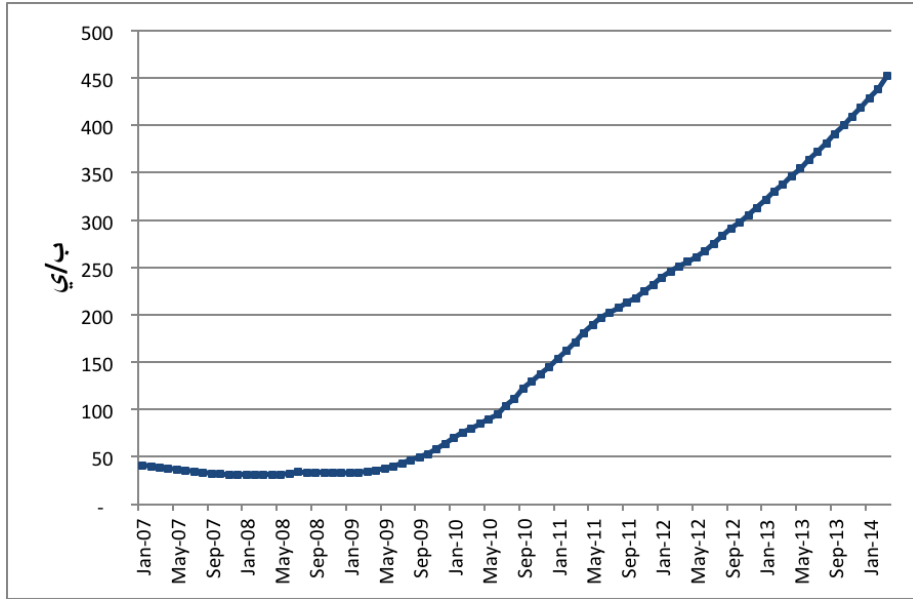
## الشكل - 21: تغير عدد الحفارات العاملة في منظومة Eagle Ford منذ عام 2007



المصدر: استناداً إلى بيانات EIA، 2014.

ويبين المخطط في الشكل (22) معدل إنتاج البئر الواحد، حيث يلاحظ أنه منذ مطلع عام 2007، وحتى كانون الأول/أكتوبر 2009، كان وسطي إنتاج البئر لا يتعدى 36 ب/ي، بينما بلغ المعدل نحو 104 ب/ي عام 2010، وارتفع إلى 196 ب/ي عام 2011، و274 ب/ي عام 2012، وصولاً إلى 369 ب/ي عام 2013، بينما زاد المعدل عن 400 ب/ي في الثلاثة الأشهر الأولى من عام 2014.

الشكل - 22: معدل إنتاج البئر الجديد في منظومة Eagle Ford

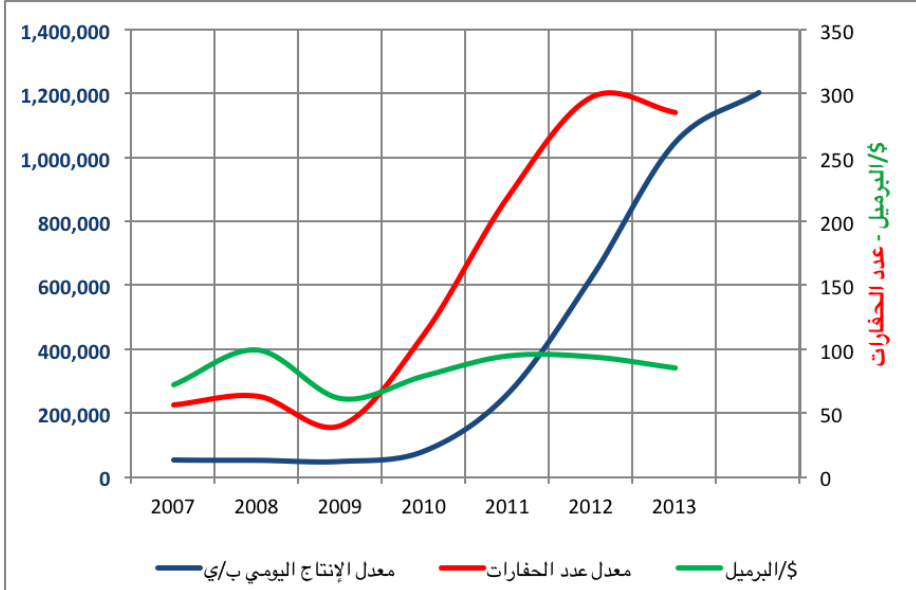


المصدر: استناداً إلى بيانات EIA، 2014.

أما الشكل (23) فهو يبين بشكل واضح تغير عدد الحفارات العاملة في منظومة Eagle Ford مع تغيرات أسعار النفط، خاصة خلال الفترة الممتدة بين عامي 2007 إلى 2009، ويظهر جلياً تأثير الأزمة الاقتصادية العالمية على أسعار النفط وعدد الحفارات.

كما يلاحظ أن معدل عدد الحفارات العاملة سنوياً بدأ بالتراجع منذ عام 2012، إلا أن هذا التراجع وإن كان متماشياً مع تراجع أسعار النفط واستقرارها النسبي، لكن معدل الإنتاج الإجمالي من الآبار المحفورة في التشكيلة لم يتراجع مباشرة، غير أن معدل نمو هذا الإنتاج قد تأثر.

الشكل - 23: تغير عدد الحفارات العاملة في تشكيلة Eagle Ford مع تغيرات أسعار النفط



المصدر: استناداً إلى بيانات EIA، 2014، وBacker Hugs، 2014.

وتشير بيانات Baker Hugs إلى أن عدد الآبار المحفورة في المنظومة بلغ حتى الربع الأول من عام 2014 نحو 1171 بئراً.



## تشكيلة Bakken

يمتد عمر هذه التشكيلة من عصر الديفوني الأعلى وحتى الميسيسيبيان، وتمتد على مساحة تقارب 520 ألف كم مربع في حوض Williston، ولا تتكشف هذه التشكيلة على السطح في أي مكان على خلاف ما هو الحال بالنسبة لتشكيلة Eagle Ford. تعتبر تشكيلة Bakken من الصخور الغنية المولدة للنفط، وقد اكتشف النفط فيها لأول مرة عام 1951، لكن التقنيات المتاحة في ذلك الوقت لم تكن تسمح بالإنتاج منها. في عام 1999، قدرت هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية الاحتياطيات الجيولوجية من الزيت في التشكيلة بما يتراوح بين 271-503 مليار برميل، وبقيمة وسطية تبلغ 413 مليار برميل. وفي عام 2000، اكتشف فيها حقل Elm Coulee وتبلغ سماكة التشكيلة المنتجة في الحقل نحو 15 م فقط، وتتوضع على عمق يتراوح بين 2600-3200 م. جرى تطوير الحقل بتقنية الحفر الأفقي وتراوح طول الجذوع الأفقية بين 900-1500م، وقد اعتبر الحقل في عام 2009 من ضمن أكبر ثلاثين حقلاً في الولايات المتحدة الأمريكية<sup>39</sup>.

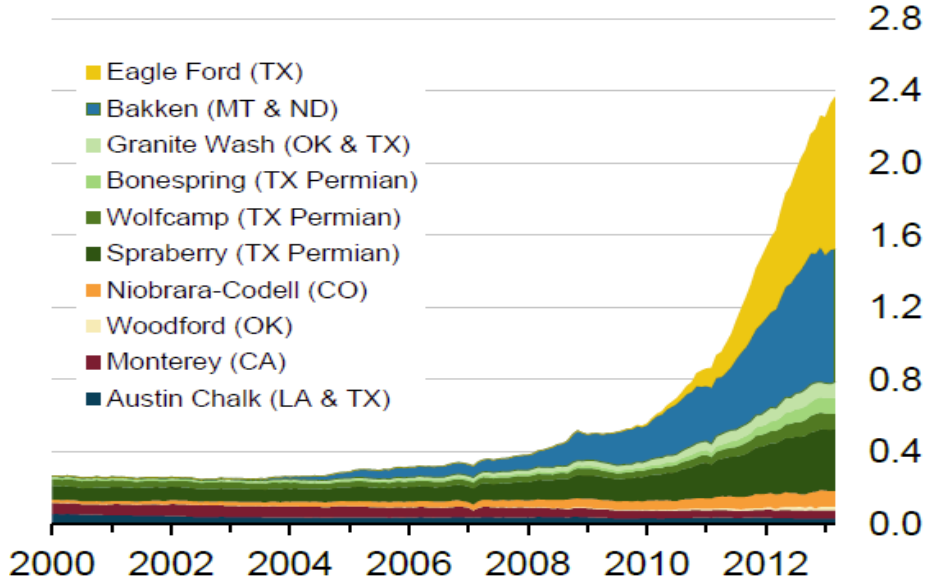
في عام 2008 قدرت هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية احتياطيات الزيت القابلة للإنتاج في تشكيلة Bakken بما يتراوح بين 3-4.3 مليار برميل، بينما نشرت ولاية شمال داكوتا تقريراً قدرت فيه الاحتياطي القابل للإنتاج فنياً من التشكيلة المذكورة بحوالي 2.1 مليار برميل.

ومنذ ذلك الحين نشرت العديد من التقارير والدراسات عن تقديرات مصادر واحتياطيات الزيت في تشكيلة Bakken، وفي شهر نيسان/أبريل 2013 رفعت هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية تقديرها ليصل الاحتياطي الأعظمي المتوقع في التشكيلة إلى 7.4 مليار برميل<sup>40</sup>، مما يجعل معامل الاستخلاص قريباً من 1% فقط. وفي شهر نيسان/أبريل 2014، واعتماداً على معلومات نشرتها IHS، ذكرت شركة Continental Resources أن الإنتاج التراكمي من منظومة Bakken Shale تجاوز حد 1 مليار برميل من الخام الخفيف الحلو خلال الربع الأول من عام 2014، وقد تم إنتاج نحو ثلثي هذه الكمية بين عامي 2011 و2013<sup>41</sup>. وكانت Continental Resources - وهي من ضمن أكبر عشر شركات منتجة للنفط في الولايات المتحدة- قد قدرت الاحتياطي القابل للإنتاج من منظومة Bakken Shale بنحو 32 مليار برميل عند معامل استخلاص 3.5%، و36 مليار برميل عند معامل استخلاص 4%، و45 مليار برميل عند معامل استخلاص 5%.

يبين الشكل (24) إنتاج زيت السجيل من بعض التشكيلات في الولايات المتحدة حسب تقديرات EIA، ويبدو واضحاً من الشكل أن منظومتي Bakken وEagle Ford تشكلان المصدر الأهم لهذا النوع من الهيدروكربونات في البلاد.



الشكل - 24: معدل إنتاج زيت السجيل من بعض التشكيلات في الولايات المتحدة  
مليون ب/ي

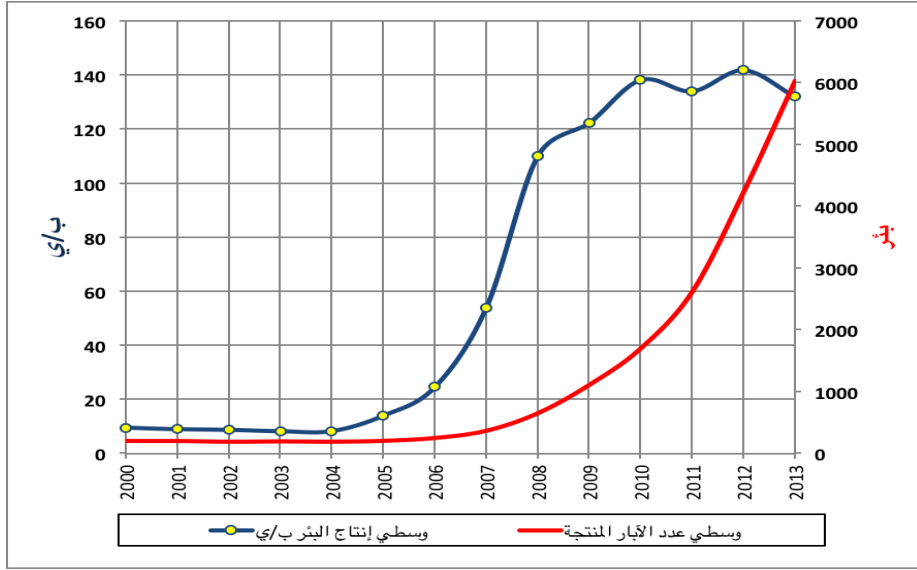


المصدر: EIA، 2014.

يبين تتبع تاريخ إنتاج الزيت من تشكيلة Bakken في ولاية شمال داكوتا ما يلي<sup>42</sup>: منذ عام 2000 وحتى نهاية عام 2013، بلغ عدد الآبار المنتجة من التشكيلة 6824 بئراً، وبلغ متوسط إنتاج البئر الواحد خلال تلك الفترة حوالي 65 ب/ي فقط. لكن هذا الرقم لا يعبر بدقة عن أوضاع الإنتاج، إذ لم يتجاوز وسطي إنتاج البئر الواحد 8 ب/ي في عامي 2003 و2004، بينما بلغ معدل إنتاج البئر الواحد أعلى قيمة له في منتصف عام 2010 مسجلاً 145 ب/ي. كما يلاحظ تضاعف معدل إنتاج البئر الواحد بين عامي 2007 و2008. يوضح الشكل (25) مخططاً يظهر تغير وسطي عدد الآبار المنتجة في التشكيلة، إضافة إلى تغير وسطي معدل الإنتاج من البئر الواحد<sup>(\*)</sup>.

\* تم الحصول على البيانات للشكل 25 و26 عبر أخذ القيم الوسطية لعدد الآبار الشهرية المنتجة والإنتاج الشهري لهذه الآبار حسب إحصائيات اللجنة الصناعية في ولاية شمال داكوتا، والمنشورة على الموقع الرسمي لإدارة الموارد المعدنية للولاية.

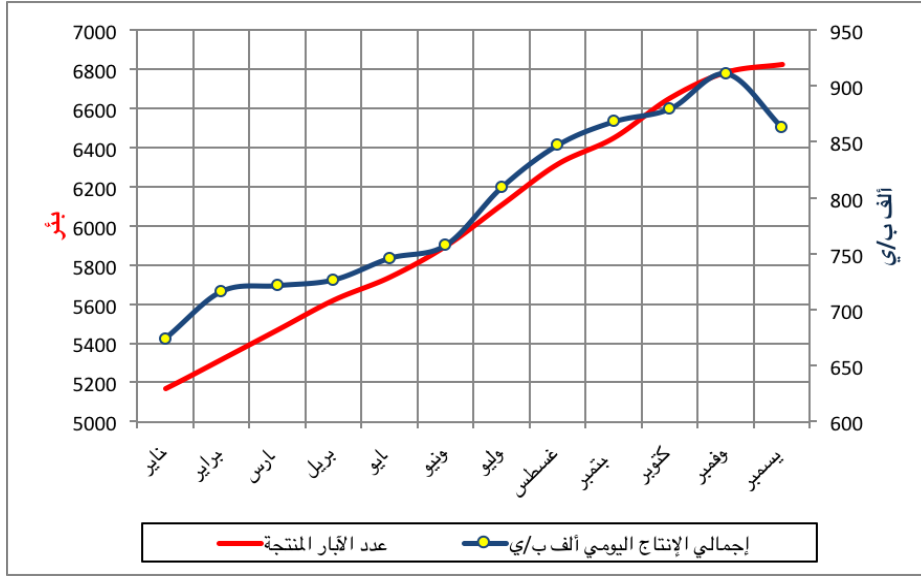
**الشكل - 25: وسطي عدد الآبار المنتجة سنوياً، ومعدل الإنتاج اليومي من البئر الواحد في تشكيلة Bakken في ولاية شمال داكوتا**



المصدر: معالجة بيانات اللجنة الصناعية في ولاية شمال داكوتا.

يبين الشكل (26) تغير عدد الآبار المنتجة بشكل شهري في عام 2013، وإجمالي الإنتاج اليومي من التشكيلة، حيث يتبين بوضوح أنه قد تم إضافة حوالي 1658 بئراً إلى مجموع الآبار المنتجة خلال ذلك العام، بينما كان الفارق في معدل الإنتاج بين مطلع العام ونهايته أقل من 190 ب/ي فقط. وهذا ما لا يمكن تفسيره إلا بأن معدل الإنتاج من الآبار المنتجة سابقاً كان يتراجع بسرعة كبيرة، إضافة إلى أن معدل الإنتاج من الآبار الجديدة استطاع بالكاد أن يعوض ذلك التراجع.

### الشكل 26: تغير عدد الآبار المنتجة شهرياً وتغير معدل الإنتاج اليومي من تشكيلة Bakken في ولاية شمال داكوتا خلال عام 2013



المصدر: معالجة بيانات اللجنة الصناعية في ولاية شمال داكوتا.

إجمالاً، يعطي النظر إلى إنتاج زيت السجيل في الولايات المتحدة انطباعاً أولياً بأن هذا النوع من الهيدروكربونات قد غير وجه الإنتاج الأمريكي، وقد يكون ذلك صحيحاً جزئياً عند النظر إلى تغير منحى الإنتاج كما هو مبين في الشكل (18)، لكن السؤال الأهم الذي يطرح نفسه دوماً هو: هل يمكن اعتبار إنتاج زيت السجيل ظاهرة ستؤثر على إنتاج النفط التقليدي على الصعيد العالمي؟

ترتبط أهمية هذا السؤال بأسواق النفط التقليدي العالمية، فإذا توفرت الاحتياطات المطلوبة وكانت هناك بالفعل إمكانيات فنية واقتصادية لإنتاج زيت السجيل بكميات تجارية خارج الولايات المتحدة الأمريكية وخارج كندا (رمال القار)، فإن هذه الكميات في حال إنتاجها ستشكل منافساً يؤدي إلى اضطراب في الأسواق من جهة، كما سوف تقلل من الطلب العالمي على النفط التقليدي من جهة أخرى. أما إذا لم تكن هذه الوفرة متاحة فعندئذ يمكن القول إن ظاهرة إنتاج هذا النوع من الهيدروكربونات لن تعدو أن تكون زوبعة في فنجان، أو ستكون ظاهرة محلية في أحسن تقدير.

إنما تبقى الإجابة على السؤال أمراً ليس بتلك السهولة، فالموضوع يمكن النظر له من عدة زوايا، حيث يرى البعض أن الظروف مناسبة لازدهار إنتاج زيت السجيل، فأسعار النفط العالية

نسبياً، وتنامي الطلب العالمي على الطاقة تعتبر من جملة الحوافز التي تشجع الشركات على متابعة السير في هذا المضمار. ولعل هذا هو السبب وراء تلك (الفورة) في الإنتاج، والتي أطاحت بشبح تراجع الإنتاج الأمريكي، ففي عام 2000 كان معدل الإنتاج في شمال داكوتا أقل من 100 ألف ب/ي، لكن شركات الحفر استفادت من فكرة التشقيق الهيدروليكي، فتضاعف الإنتاج عام 2009، وذكر تقرير نشرته مجلة Petroleum Economist في شباط/فبراير 2014 أنه لا يستبعد<sup>43</sup> أن يصل في عام 2014 إلى 1 مليون ب/ي<sup>(\*)</sup>. أما في ولاية تكساس فقد ساهم التشقيق الهيدروليكي في رفع معدل إنتاج الولاية إلى أكثر من 2.7 مليون ب/ي. وتتوقع إدارة معلومات الطاقة أن يرتفع الإنتاج الأمريكي إجمالاً ليصل إلى 9.3 مليون ب/ي عام 2015، وهو ما سيكون في حال تحققه أعلى معدل إنتاج تصله الولايات المتحدة منذ عام 1972.

ومن الطبيعي أن هذا النمو في الإنتاج ساعد الاقتصاد الأمريكي على التقليل من حجم الواردات النفطية التي شكلت أكثر من 60% من استهلاك الولايات المتحدة عام 2005، بينما شكلت الواردات في عام 2013 حوالي 70% من واردات عام 2005. يبين الجدول (13) والشكل (27) الواردات الأمريكية من النفط والمشتقات<sup>44</sup> بين عامي 1973 و2013، والتي يتوقع لها أن تشكل 25% في الطلب الأمريكي عام 2015.

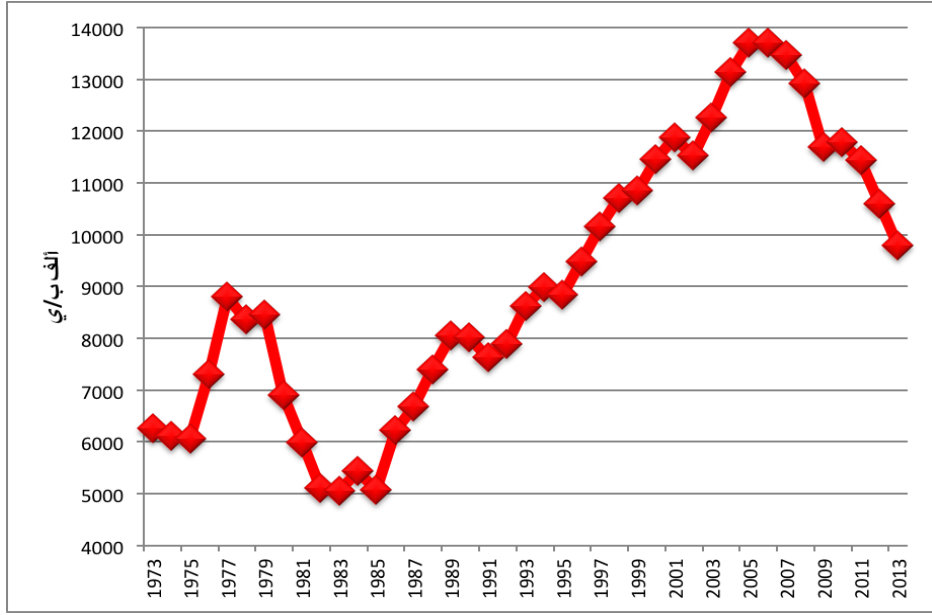
### الجدول 13: واردات الولايات المتحدة الأمريكية من النفط والمشتقات البترولية ألف ب/ي

| السنة | الواردات | السنة | الواردات | السنة | الواردات | السنة | الواردات |
|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
| 1973  | 6256     | 1984  | 5437     | 1995  | 8835     | 2006  | 13707    |
| 1974  | 6112     | 1985  | 5067     | 1996  | 9478     | 2007  | 13468    |
| 1975  | 6056     | 1986  | 6224     | 1997  | 10162    | 2008  | 12915    |
| 1976  | 7313     | 1987  | 6678     | 1998  | 10708    | 2009  | 11691    |
| 1977  | 8807     | 1988  | 7402     | 1999  | 10852    | 2010  | 11793    |
| 1978  | 8363     | 1989  | 8061     | 2000  | 11459    | 2011  | 11436    |
| 1979  | 8456     | 1990  | 8018     | 2001  | 11871    | 2012  | 10598    |
| 1980  | 6909     | 1991  | 7627     | 2002  | 11530    | 2013  | 9794     |
| 1981  | 5996     | 1992  | 7888     | 2003  | 12264    |       |          |
| 1982  | 5113     | 1993  | 8620     | 2004  | 13145    |       |          |
| 1983  | 5051     | 1994  | 8996     | 2005  | 13714    |       |          |

المصدر: EIA، 2014.

\* نشرت إدارة معلومات الطاقة بعده بفترة وجيزة تقديرات تبين أن الإنتاج وصل عملياً إلى 1.2 مليون ب/ي في شهر شباط/فبراير 2014.

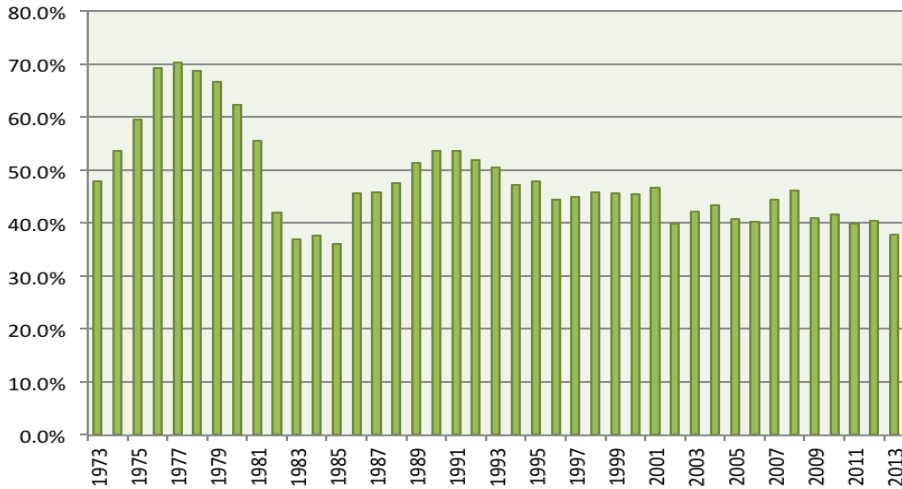
الشكل - 27: تغير المعدل اليومي للواردات الأمريكية من النفط والمشتقات البترولية



المصدر: معالجة بيانات EIA، 2014.

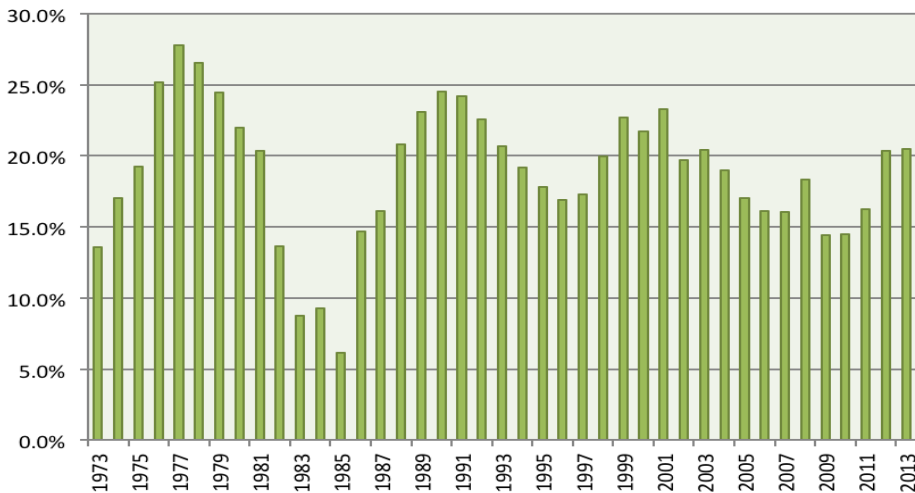
وعند النظر إلى نسبة الواردات الأمريكية من دول الخليج العربي إلى إجمالي الواردات الأمريكية من النفط والمشتقات ، يمكن ملاحظة أن حوالي 19% من الواردات الأمريكية النفطية تم استيرادها من دول منطقة الخليج العربي بين عامي 1973 و 2013 (الشكل 28)، بينما بلغت نسبة الواردات من دول منظمة أوبك حوالي 46% خلال نفس الفترة الممتدة لخمس وثلاثين عاماً (الشكل 29).

**الشكل - 28: نسبة الواردات الأمريكية من دول الخليج العربي إلى إجمالي الواردات الأمريكية من النفط والمشتقات**



المصدر: معالجة بيانات EIA، 2014.

**الشكل - 29: نسبة الواردات الأمريكية من دول أوبك إلى إجمالي الواردات الأمريكية من النفط والمشتقات**



المصدر: معالجة بيانات EIA، 2014.

هذا التقلص في حجم الواردات الأمريكية ساهم بدوره في تقليص العجز التجاري الأمريكي والذي بلغ 34.3 مليار دولار في شهور تشرين الثاني/نوفمبر عام 2013، ويمكن النظر إلى الأمر على أساس أن إضافة 1 مليون ب/ي تعادل وفضراً يساوي نحو 100 مليار دولار في السنة<sup>45</sup>. وهنا ترى إدارة معلومات الطاقة أن زيت السجيل يمكن أن يشكل حوالي نصف إنتاج البلاد من الخام بين عامي 2020 و2040، أي ما يعادل 5 مليون ب/ي.

*يتبع في العدد 158*





مؤتمرات



OAPEC

## مؤتمر التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيماويات

19 - 17 نيسان / أبريل 2016 - المنامة - مملكة البحرين



مؤتمر التطورات الحديثة  
في صناعتي التكرير والبتروكيماويات



## تقرير حول مؤتمر

### "التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيماويات"

مملكة البحرين، 17-19 أبريل/ نيسان 2016

#### مقدمة

تحت رعاية معالي الدكتور/عبد الحسين بن علي ميرزا، وزير الطاقة في مملكة البحرين، وبالتعاون بين منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، ومركز التعاون الياباني للبترول (JCCP)، والهيئة الوطنية للنفط والغاز (NOGA)، انعقد مؤتمر حول "التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيماويات" في المنامة - مملكة البحرين، في الفترة 17-19 نيسان/أبريل 2016.

هدف المؤتمر إلى خلق فرص لتبادل الخبرات بين المشاركين في مجال تطبيق التقنيات الحديثة والمتطورة التي تساهم في تمكين صناعتي التكرير والبتروكيماويات من مواجهة التحديات التي تعترضها، وتحسين أدائها التشغيلي والاقتصادي.

شارك في المؤتمر العديد من المتخصصين في مجال صناعتي التكرير والبتروكيماويات، من دولة الإمارات العربية المتحدة (2)، مملكة البحرين (89)، الجمهورية الجزائرية (2)، والمملكة العربية السعودية (2)، وجمهورية العراق (2)، ودولة الكويت (4)، ودولة ليبيا (4)، وجمهورية مصر العربية (4)، ومن مركز التعاون الياباني للبترول (JCCP) والشركات اليابانية (23)، ومن شركات خدمات نفطية عالمية (1)، ومعهد بحوث البترول المصري EPRI (1)، ومعهد الكويت للأبحاث العلمية KISR (1)، ومن الجامعة البريطانية في جمهورية مصر العربية (1)، ومن جامعة القاهرة (1)، ومن الشركات التابعة للدول الأعضاء في

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أبيكوروب) (1)، علاوة على وفد الأمانة العامة (8). كما تجدر الإشارة إلى مشاركة سعادة السيد/ علي السواد، ممثل دولة البحرين في المكتب التنفيذي للمنظمة وسعادة المهندس / محمد الزنداح، ممثل دولة ليبيا في المكتب التنفيذي والذي ترأس وفد دولة ليبيا في فعاليات المؤتمر. (مرفق قائمة بأسماء المشاركين)



## جلسة الافتتاح



افتتح المؤتمر سعادة الدكتور أحمد علي الشريان الأمين العام للهيئة الوطنية للنفط والغاز (NOGA) نيابة عن معالي الدكتور عبد الحسين بن علي ميرزا وزير الطاقة في مملكة البحرين، حيث رحب في كلمته بالمشاركين، مؤكداً على أهمية عقد المؤتمر في الظروف الاستثنائية التي تمر بها صناعتي التكرير والبتروكيماويات بفعل التراجع

الواضح في أسعار المنتجات البتروكيمياوية في المنطقة. كما أشار إلى أن هذا المؤتمر يعتبر مناسبة رائعة لاستعراض تجارب عدد من الشركات العاملة في المنطقة في التوافق مع الأسعار المتدنية من خلال تقليص النفقات ورفع الكفاءة الإنتاجية.

وفي ختام كلمته وجه سعادة الدكتور الشريان الشكر إلى الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) وإلى مركز التعاون الياباني للبترول (JCCP) والهيئة الوطنية للنفط والغاز (NOGA) على ما بذلوه من جهود لإنجاح المؤتمر، متمنياً للمشاركين الاستفادة من الأوراق العلمية المطروحة خلال فترة انعقاد المؤتمر، وكذلك طيب الإقامة في ربوع مملكة البحرين.



بعد ذلك تحدث سعادة السيد /كيوشى أساكو سفير اليابان لدى مملكة البحرين، وأشاد بالعلاقة المتينة التي تجمع اليابان مع الدول العربية المصدرة للبترول، وإلى أهمية التعاون فيما بينها بهدف تطوير الصناعة البترولية، والارتقاء بأدائها بما يمكنها من تحقيق أهدافها.



كما تحدث السيد/ إيجي هيرا أوكا، المدير التنفيذي الأول في مركز التعاون الياباني للبترول (JCCP)، مشيراً إلى النتائج التي تحققت من خلال التعاون المثمر والتميز بين منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) ومركز التعاون الياباني للبترول (JCCP)، وأكد على ضرورة استمرار هذا التعاون لما فيه مصلحة الطرفين. وأعرب عن شكره للجهود التي بذلت من قبل منظمة أوابك والهيئة الوطنية للنفط والغاز، والتي ساهمت في عقد المؤتمر، ونجاح فعالياته.

من جانبه، تقدم سعادة الأستاذ عباس علي النقي، الأمين العام لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، في مستهل كلمته بوافر الشكر



والتقدير لمعالي الدكتور عبد الحسين بن علي ميرزا وزير الطاقة في مملكة البحرين، على دعوته الكريمة لعقد هذا المؤتمر في مملكة البحرين ورعايته له. كما تقدم بالشكر إلى سعادة سفير اليابان لدى مملكة البحرين وإلى السيد مدير مركز التعاون الياباني للبترول (JCCP)، ولسعادة الدكتور أحمد

الشريان الأمين العام للهيئة الوطنية للنفط والغاز في مملكة البحرين، ولسعادة السيد علي عبد الجبار السواد ممثل مملكة البحرين في المكتب التنفيذي للمنظمة، ولسعادة الأخ المهندس أنور خلف مستشار معالي وزير الطاقة، ولكافة العاملين في الهيئة الوطنية للنفط والغاز على جهودهم في استكمال الترتيبات الخاصة بعقد المؤتمر. كما رحب بالمشاركين من معاهد أبحاث ومراكز دراسات بترولية وخبراء تكرير عرب وأجانب، متمنياً لهم التوفيق في مناقشاتهم خلال جلسات المؤتمر. وذكر بأن الغاية المرجوة من هذا المؤتمر تتمثل في تبادل الخبرات والآراء ووجهات النظر حول التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيماويات. وأشار إلى أهم الإنجازات التي قامت الدول الأعضاء بتنفيذها والمتوقع إنجازها في السنوات الخمس القادمة لتحسين الأداء وتخفيض النفقات.

وذلك من خلال مشاريع تطوير المنشآت القائمة، وبناء منشآت جديدة تستخدم فيها أحدث ما توصلت إليه الأبحاث العلمية من تقنيات متطورة تساهم

في النهوض بأداء الصناعة، وتعزيز قدرتها التنافسية لتصبح أحد أهم مراكز تصدير المنتجات البترولية والبتروكيماوية العالية الجودة إلى الأسواق العالمية، حيث سجل إجمالي الطاقة التكريرية في الدول الأعضاء في أوابك ارتفاعاً غير مسبوق خلال العامين الماضيين من حوالي 6.9 مليون برميل في اليوم إلى 8.52 مليون برميل في اليوم، بزيادة بلغت نسبتها حوالي 23.5% من إجمالي الطاقة التكريرية لدول أوابك. جاءت هذه الزيادة نتيجة تشغيل مصفاتي جديدتين في المملكة العربية السعودية هما مصفاة الجبيل (ساتورب) ومصفاة ينبع (ياسرف) وتبلغ طاقة كل منهما 400 ألف برميل في اليوم، علاوة على تشغيل مرحلة التوسعة في مصفاة الرويس (الرويس-2) في دولة الإمارات العربية المتحدة بطاقة 417 ألف برميل في اليوم. ويتوقع أن يرتفع إجمالي الطاقة التكريرية في الدول الأعضاء في أوابك إلى 12.24 مليون برميل في اليوم بحلول عام 2020، أي بزيادة نسبتها 43.66% عن الطاقة التكريرية الحالية، وذلك نتيجة مشاريع التوسعة والتطوير الجاري تنفيذها حالياً للمصافي القائمة، إضافة إلى إنشاء عدد من المصافي الجديدة، كمشروع الوقود النظيف في دولة الكويت الذي يتكون من إنشاء مصفاة جديدة طاقتها التكريرية 615 ألف برميل في اليوم إضافة إلى تطوير المصافي القائمة، بهدف تعزيز قدرة صناعة تكرير النفط في دولة الكويت على إنتاج مشتقات بترولية بمواصفات متوافقة مع أكثر المعايير العالمية المعتمدة، إضافة إلى تمكينها من تكرير النفوط الخام الثقيلة والحامضية.

كما شهدت صناعة البتروكيماويات في الدول الأعضاء في أوابك تطورات مهمة، حيث ارتفعت طاقة إنتاج الإيثيلين من 13.8 مليون طن في السنة عام 2009 والتي مثلت نحو 10.32% من إجمالي طاقات إنتاج الإيثيلين في العالم لتصل إلى

21.8 مليون طن في السنة عام 2015 لتمثل نحو 15.2% من إجمالي طاقات إنتاج الإيثيلين في العالم.

وجاءت هذه الزيادات نتيجة تشغيل العديد من مجمعات إنتاج الأوليفينات في الدول الأعضاء ويمثل مشروع بروج-3 في دولة الإمارات العربية المتحدة أحدث هذه المشروعات بطاقة إنتاجية حوالي 1.5 مليون طن سنوياً من الإيثيلين وذلك في عام 2015.

كما أشاد سعادته بالجهود التي تبذلها وزارة الطاقة في مملكة البحرين لتطوير أداء صناعتي التكرير والبتروكيماويات، منها على سبيل المثال، مشروع تطوير مصفاة سترة، الذي يعتبر نموذجاً يحتذى به في نجاح توظيف التقنيات الحديثة لتعظيم الاستفادة من المعدات القديمة في المصفاة التي يعود تاريخ إنشائها إلى أكثر من ثمانين عاماً، لتصبح واحدة من أكثر مصافي المنطقة العربية تطوراً من حيث مستوى الأداء الذي يُمكنها من إنتاج مشتقات بمواصفات عالمية متوافقة مع متطلبات أحدث المعايير العالمية.

كما توجه سعادته بالشكر إلى أصحاب المعالي وزراء النفط والبترول والطاقة في الدول الأعضاء في المنظمة، على تلبية دعوة الجهات المنظمة بمشاركة هذا العدد من الفنيين والمختصين، وللشركات العاملة لموافقتها على مشاركة ممثليها في هذا المؤتمر لإغنائه بالمستجدات وتبادل الخبرات مع الفنيين والاختصاصيين من الدول الأعضاء.

وفي ختام كلمته أشار سعادته إلى حرص الدول الأعضاء على بناء جسور التعاون مع الشركات النفطية العالمية التي تمتلك التكنولوجيا المتطورة، وذلك من خلال إنشاء المشاريع المشتركة، والتنسيق في مجال دعم أنشطة البحث العلمي والتطوير.



## برنامج المؤتمر

| <b>Saturday: 16 April 2016</b>  |   |
|---|---|
| 16:00 - 18:00   | <b>Registration</b>   |
| <b>DAY ONE: Sunday, 17 April 2016</b>   |   |
| 08:30 - 09:30   | <b>Registration</b>   |
| 09:30 - 10:10   | <b>Opening Ceremony</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Statement of H.E. Dr. Ahmed Ali Al Sharyan</b>,<br/>Secretary General of NOGA, Kingdom of Bahrain<br/><b>on behalf of H.E. Dr. Abdul Hussain bin Ali Mirza</b><br/>Minister of Energy, Kingdom of Bahrain</li> <li>● <b>Statement of H.E. Mr. Kiyoshi ASAKO</b><br/>Ambassador of Japan, Kingdom of Bahrain</li> <li>● <b>Statement of Mr. Eiji HIRAOKA</b><br/>Senior Executive Director of JCCP</li> <li>● <b>Statement of H.E. Mr. Abbas Al-Naqi</b><br/>Secretary General of OAPEC</li> </ul> |
| 10:10 - 10:30   | <b>Break</b>  |
| <b>Session I: Importance of Latest Development in Petroleum Downstream Industry</b>   |   |
| <b>Chairman</b>   | <b>Dr. Samir Elkareish</b> , Director of Technical Affairs Dept., OAPEC   |
| 10:30 - 10:40   | <b>Opening Speech: Downstream Petroleum Industries; Challenges and Opportunities</b><br><b>Dr. Samir Elkareish</b><br>Director of Technical Affairs Department, OAPEC   |
| 10:40 - 11:10   | <b>Performance Improvement Programs in Arab Refining Industry</b><br><b>Eng. Imad Nassif Makki</b><br>Refining Senior Expert, OAPEC   |
| 11:10 - 11:35   | <b>Integration of Refinery &amp; Petrochemical Plant at Idemitsu Kosan</b><br><b>Mr. Kota ABE</b><br>Idemitsu Kosan Co. Ltd., Japan   |
| 11:35 - 12:00   | <b>MENA Refining in a More Competitive Landscape</b><br><b>Mr. Mustafa Ansari</b><br>Arab Petroleum Investments Corporation (APICORP)   |
| 12:00 - 12:30   | <b>Break</b>  |
| <b>Session II: Latest Advancements in Petrochemical Industry, Technology Advancement and Integration with the Refining Industry</b> |   |
| <b>Chairman</b>   | <b>Mr. Hiroyuki YAGITA</b> , Mitsubishi Hitachi Power Systems Ltd., Japan   |
| 12:30 - 1-2:55  | <b>Development of Petrochemical Industry in OAPEC Member Countries</b><br><b>Dr. Yasser Boghdadi</b><br>Oil Industries Expert, OAPEC  |
| 13:20 - 1-3:45  | <b>Overview of the Petrochemical Sector in Algeria and its Future Development</b><br><b>Mr. Abdelhalim Mazouni</b><br>Sonatrach, Algeria  |
| 13:45 - 14:10   | <b>Product Stewardship in GPIC</b><br><b>Mr. Jamal Ali Al Shawoosh</b><br>Gulf Petrochemical Industries Co.   |
| 14:10 - 14:35   | <b>Polyolefin R&amp;D Defining the New Frontiers for Petrochemical Industry</b><br><b>Mr. Antti Tynys</b><br>Abu Dhabi Polymers Company Limited (Borouge), UAE  |
| 14:35 - 15:00   | <b>Developments of South Refineries Company</b><br><b>Eng. Salman Haddar</b><br>South Refineries Co., Iraq  |
| 15:00 - 16:00   | <b>Lunch Hosted by OAPEC</b>  |

| DAY TWO: Monday, 18 April 2016   |  |
|--|--|
| <b>Session III: Advanced Process Technology for Upgrading the Bottom of the Barrel to Higher Value Fuels</b> |  |
| <b>Chairman</b>  | <b>Mr. Jamal Ali Al Shawoosh</b> , Gulf Petrochemical Industries Co. (GPIC),   |
| 09:00 - 09:25  | <b>Takreer Journey Towards Excellence</b><br><b>Dr. Hasan Karam</b><br>Abu Dhabi Oil Refining Co. (TAKREER), UAE   |
| 09:25 - 09:50  | <b>Catalytic Cracking of Gas Oil Spouted-Bed Reactor Using Radio Frequency Energy</b><br><b>Dr. Salem M. Eldabah, Technical Consultant</b><br>National Oil Corporation (NOC), Libya  |
| 09:50 - 10:15  | <b>Hydrocarbons Biotechnology: Frontiers and Challenges For the Petroleum Industry</b><br><b>Dr. Wael El Moslimany</b><br>Arabian Gulf University, Bahrain   |
| 10:15 - 10:40  | <b>Petroleum-Coke Firing Boiler for Power Generation by MHPS Technology</b><br><b>Mr. Hiroyuki YAGITA</b><br>Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ltd., Japan   |
| 10:40- 11:10   | <b>Break</b>   |
| <b>Session IV: Success Stories and Case Studies of Technology Advancement in Downstream Industry</b>         |  |
| <b>Chairman</b>  | <b>Dr. Hasan Karam</b> , Abu Dhabi Oil Refining Co. (TAKREER), UAE   |
| 11:10 - 11:35  | <b>Unlocking the Power of Commercial Excellence to Deliver Profit Improvement in a Volatile Environment</b><br><b>Mr. Chung Chee Kong</b><br>Acceval International Pte, Singapore  |
| 11:35 - 11:50  | <b>The New Challenges for the Refining Industry in Algeria</b><br><b>Mr. Hacène LAMA</b><br>Sonatrach, Algeria   |
| 11:50- 12:15   | <b>Pilot Scaled HDS and HDM of Two Atmospheric Residues from Kuwait Export and Lower Fars Crude Oils</b><br><b>Eng. Adel Al-Mutairi</b><br>Kuwait Institute for Scientific Research (KISR)                                     |
| 12:15 - 12:40  | <b>Advanced Process Technology for Upgrading the Bottom of the Barrel to Higher Value Fuels and Cleaner Refined Petroleum Products</b><br><b>Dr. Mohamed F. Menoufy</b><br>Egyptian Petroleum Research Institute (EPRI), Egypt |
| 12:40 - 13:10  | <b>Break</b>   |
| <b>Session V: Success Stories and Case Studies of Performance Improvement in Downstream Industry</b>         |  |
| <b>Chairman</b>  | <b>Dr. Salem M. Eldabah</b> , National Oil Corporation (NOC), Libya  |
| 13:10 1-3:35   | <b>CT-HBT (Hybrid Titania) Catalyst for Hydrodesulfurization of Diesel Oil</b><br><b>Mr. Akihiro MUTO</b><br>Chiyoda Corporation, Japan  |
| 13:25 -13:50   | <b>Egyptian Refining industry challenges</b><br><b>Chemist. Khalid Mansy</b><br>Egyptian General Petroleum Corporation (EGPC), Egypt   |
| 13:50 - 14:10  | <b>Increase the Energy Efficiency in Refining and Petrochemical Industries</b><br><b>Eng. Enas Albawi</b><br>Midland Refineries Co., Iraq  |
| 14:10 - 14:35  | <b>Process Integration in Leading/Key Tool for Refineries, Energy Saving and Development Projects</b><br><b>Dr. Mamdouh Gadalla</b><br>British University, Egypt   |

|               |   |
|---------------|---|
| 14:35 - 15:00 | <b>An Economical/Environmental Potential Solution for Reusing the Flare Associated Gases in Eastern Desert Oilfields in Egypt</b><br><b>Dr. Fatma Ashour</b><br>Cairo University, Egypt |
| 15:00-15:15   | <b>Closing Remarks</b>  |
| 15:15-16:30   | <b>Lunch Hosted By National Oil and Gas Authority (NOGA)</b>  |

| <b>DAY THREE: Tuesday, 19April 2016</b> |   |
|---|---|
| 09:00                                   | Departure from the Ramee Grand Hotel & Spa        |
| 10:00 - 14:00                           | Visit to Gulf Petrochemical Industries Co. (GPIC) |
| 14:00                                   | <b>Lunch</b>                                      |

## المحاور الرئيسية لجلسات المؤتمر

تضمن المؤتمر خمس جلسات فنية خلال اليومين الأول والثاني، قدمت خلالها 22 ورقة فنية، **متضمنةً عدد ثلاث أوراق قدمتها الأمانة العامة** تناولت أهم المواضيع والأفكار الرئيسية للمؤتمر.

تناولت الجلسات الفنية المحاور الرئيسية التالية:

- مراجعة شاملة للواقع الحالي والمستقبلي لصناعاتي التكرير والبتروكيماويات في العالم.
- التحديات التي تواجه صناعاتي التكرير والبتروكيماويات.
- تطورات العمليات التكنولوجية لصناعاتي التكرير والبتروكيماويات.
- تكنولوجيا العمليات التحويلية لتعظيم إنتاج مصافي النفط من المشتقات البترولية الخفيفة عالية القيمة، وتعزيز فرص إنتاج الوقود البترولي الأنظف.
- التوجهات الحديثة في التكامل بين صناعاتي التكرير والبتروكيماويات.
- برامج تحسين الأداء والربحية في صناعاتي التكرير والبتروكيماويات، مثل برامج ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة، برامج إدارة التآكل، تحسين عمليات الصيانة، استراتيجيات خفض التكاليف، إدارة الصحة والسلامة والبيئة، التعامل مع تحديات النفوط الخام واللقائم الأخرى.
- دور البحث والتطوير في تحسين أداء صناعاتي التكرير والبتروكيماويات.
- دراسات حالة ناجحة لمشاريع تطوير وتوسيع جديدة في صناعاتي التكرير والبتروكيماويات.

## الاستنتاجات والتوصيات

استعرض المشاركون في جلسة الختام أهم الاستنتاجات والتوصيات التي توصلت إليها الأوراق المعروضة، والنقاشات التي تمت أثناء الجلسات، وهي كما يلي:

- تعتبر التكنولوجيا الحديثة من أهم العوامل المساعدة على تمكين صناعتي التكرير والبتروكيماويات من مواجهة التحديات التي تعترضها، والارتقاء بأدائها إلى المستويات المطلوبة.
- إن التخطيط الإستراتيجي من أهم عوامل نجاح تنفيذ برنامج تحسين الأداء التشغيلي.
- تشير التجارب العملية إلى أن المصافي التي تطبق برامج تحسين الأداء تحقق نتائج هامة في تحسين قدرتها التنافسية في الأسواق العالمية.
- إن تطبيق برامج الصيانة الدورية والوقائية لمعدات الصناعة البترولية يساهم في خفض التوقفات الطارئة التي تؤدي إلى خسارة الإنتاج.
- تساهم التقنيات والابتكارات الحديثة في تحسين كفاءة الإنتاج في صناعتي التكرير والبتروكيماويات.
- ضرورة تعزيز التعاون والتنسيق وتبادل الخبرات في مجال تحسين الأداء والإنتاجية بين كل من مصافي النفط، ومراكز البحث العلمي الدولية والعربية، وشركات النفط العالمية والوطنية.
- الطريق إلى التميز يعني أن هناك على الدوام فرصاً للتحسين والوصول إلى الأفضل.



OAPEC

## مؤتمر التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيماويات

17-19 نيسان / أبريل 2016 - المنامة - مملكة البحرين

### وقائع الجلسات الفنية

تضمن المؤتمر خمس جلسات اشتملت على 22 ورقة خلال اليومين الأول والثاني





OAPEC

## مؤتمر التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيماويات

17 - 19 نيسان / أبريل 2016 - القاهرة - مملكة البحرين

اليوم الأول

### الجلسة الفنية الأولى

تحت عنوان

أهمية التطورات الحديثة في صناعات البترول اللاحقة

Importance of latest development in  
petroleum downstream industry

رئيس الجلسة: د / سمير القرعش

مدير إدارة الشؤون الفنية (أوبك)



وتضمنت عرض الأوراق التالية:

|                         |   |
|-------------------------|---|
| الدكتور/ سمير القرعيش   | الصناعات البترولية اللاحقة: التحديات والفرص<br><b>Downstream Petroleum Industries; Challenges and Opportunities</b>                       |
| المهندس/ عماد ناصيف مكي | برامج تحسين أداء صناعة تكرير النفط في الدول العربية<br><b>Performance Improvement Programs in Arab Refining Industry</b>                  |
| السيد/ كوتا أبي         | التكامل بين صناعتي التكرير والبتروكيماويات في شركة إيدميتسو كوسان<br><b>Integration of Refinery &amp; Petrochemical at Idemitsu Kosan</b> |
| السيد/ مصطفى الأنصاري   | صناعة تكرير النفط في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا<br>في مشهد أكثر تنافسية<br><b>MENA Refining in a More Competitive Landscape</b>     |



## ورقة افتتاح الجلسات الفنية

الصناعات البترولية اللاحقة: التحديات والفرص  
Downstream Petroleum Industries; Challenges and Opportunities

الدكتور/ سمير القرعيش

مدير إدارة الشؤون الفنية  
منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوبك)

Dr. Samir Elkareish

Director of Technical Affairs Department  
Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC)

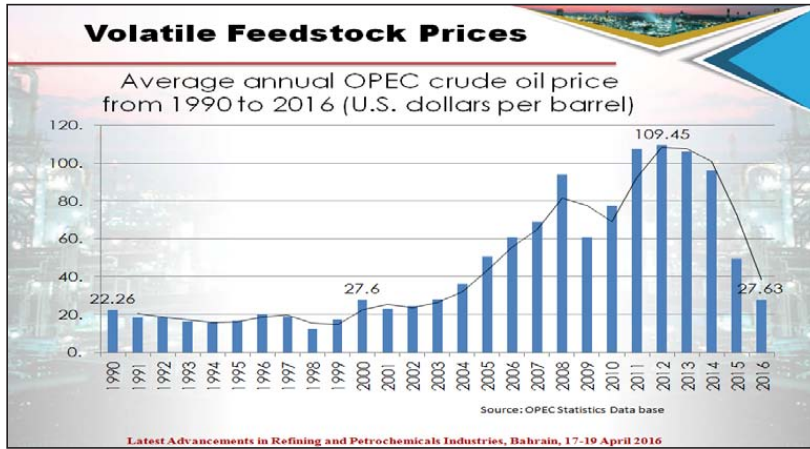
افتتح الدكتور سمير القرعيش/ مدير إدارة الشؤون الفنية في منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوبك) الجلسة الفنية الأولى بتقديم نبذة عن أهداف المؤتمر وأهميته، والمحاور الرئيسية للجلسات الفنية، ثم لخص التحديات التي تواجه صناعتي التكرير والبتروكيماويات في العالم، أهمها:



- انخفاض الربحية بسبب صعوبة بيئة الأعمال التي تحيط بصناعتي التكرير والبتروكيماويات.
- تقلبات أسعار النفط واللقائم في الأسواق العالمية، وخصوصاً في الفترة الأخيرة التي وصلت فيها أسعار النفط إلى قيم منخفضة. يبين الشكل (1) مخططاً لتطورات أسعار نفط أوبك خلال الفترة 1990-2016.
- المنافسة الشديدة في أسواق المنتجات البترولية.

● الأعباء الناتجة عن تنامي متطلبات التشريعات البيئية الخاصة بإنتاج الوقود الأنظف، يبين الشكل (2) تطور مواصفات وقود النقل الغازولين والديزل في المعايير الأوروبية.

**الشكل (1): مخطط تطورات أسعار نفط أوبك خلال الفترة 1990-2016**



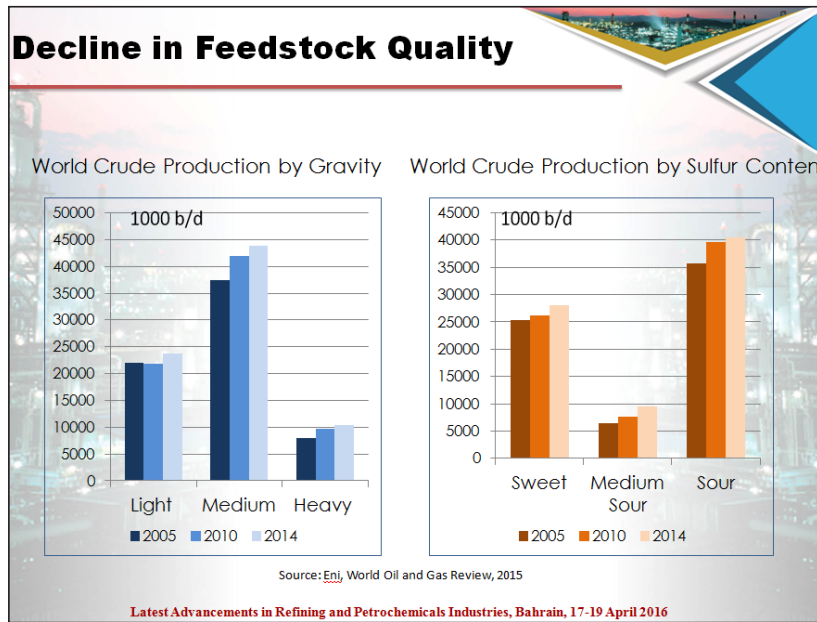
**الشكل (2): تطور مواصفات الغازولين والديزل في المعايير الأوروبية**

| Development of Clean Transportation Fuel, European Standards |        |         |          |         |        |
|--|--------|---------|----------|---------|--------|
| GASOLINE   | 1993   | 1996    | 2000     | 2005    | 2009   |
| Fuel Property  | EURO I | EURO II | EURO III | EURO IV | EURO V |
| Research Octane (RON), MIN                                   | 91     | 91      | 91-95    | 91-95   | 91-95  |
| Aromatics, %vol, MAX   | NS     | NS      | 42       | 35      | 35     |
| Olefins, %vol, MAX   | NS     | 25      | 18       | 18      | 18     |
| Benzene, vol, MAX  | 1      | 1       | 1        | 1       | 1      |
| Sulphur, ppm, MAX  | 1000   | 500     | 150      | 50      | 10     |
| DIESEL   | EURO I | EURO II | EURO III | EURO IV | EURO V |
| Sulphur, ppm, MAX  | 2000   | 500     | 350      | 50      | 10     |
| Polyaromatics, %vol, MAX                                     | NS     | NS      | 11       | 11      | 8      |
| Cetane number, MIN   | 49     | 49      | 51       | 51      | 51     |
| Distillation, T95, °C, MAX                                   | 370    | 370     | 360      | 360     | 360    |

Latest Advancements in Refining and Petrochemicals Industries, Bahrain, 17-19 April 2016

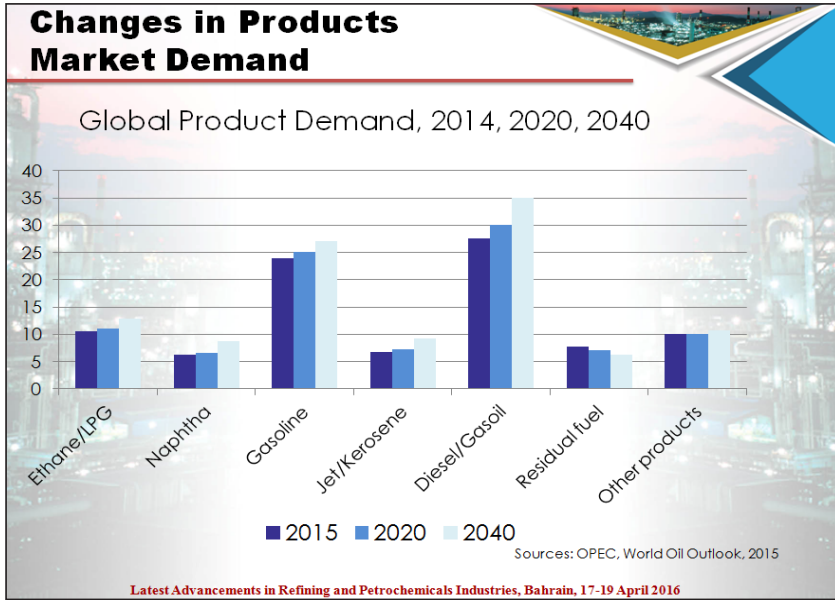
تدني نوعية النفوط الخام المنتجة في العالم، وهذا يستلزم استثمارات باهظة التكاليف لتحسين مرونة مصافي النفط لتكرير الأنواع الثقيلة والحامضية. يبين الشكل (3) تطور إنتاج أنواع النفوط الخام في العالم حسب درجة الجودة ومحتوى الكبريت.

**الشكل (3):** تطور إنتاج أنواع النفوط الخام في العالم حسب درجة الجودة ومحتوى الكبريت



تقلبات هيكل الطلب على المنتجات البترولية في الأسواق العالمية، مما يستوجب إجراء تعديلات باهظة التكلفة على بنية عمليات التكرير في مصافي النفط بما يتناسب مع التغييرات الطارئة. يبين الشكل (4) توقعات تطور هيكل الطلب على المنتجات البترولية في الأسواق العالمية حتى عام 2040.

**الشكل (4): توقعات تطور هيكل الطلب على المنتجات البترولية حتى عام 2040**



كما استعرض المتحدث بعض الإجراءات المتبعة لمواجهة تلك التحديات، أهمها:

- تحسين مرونة مصافي النفط لتكرير أنواع النفط الخام الثقيلة والحمضية، وتمكينها من إنتاج الوقود الأنظف بمواصفات متوافقة مع متطلبات المعايير الدولية.
- تعزيز إجراءات خفض الانبعاثات الناتجة عن عمليات صناعية التكرير والبتروكيماويات.
- تحسين الأداء التشغيلي وكفاءة إنتاج منشآت الصناعة البترولية، وتعزيز التكامل بين صناعية التكرير والبتروكيماويات.
- تعزيز التعاون بين شركات النفط الوطنية والعالمية.
- الاهتمام ببناء القدرات وتحسين كفاءة وخبرة العاملين في الصناعة البترولية.
- دعم أنشطة البحث العلمي.

**ورقة بعنوان****برامج تحسين أداء صناعة تكرير النفط في الدول العربية  
Performance Improvement Programs in Arab Refining Industry****المهندس / عماد ناصيف مكي**

خبير أول تكرير

إدارة الشؤون الفنية، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)

**Eng. Imad Nassif Makki**

Senior Refining Expert

Technical Affairs Department,(OAPEC)



تضمنت الورقة المحاور الرئيسية التالية:

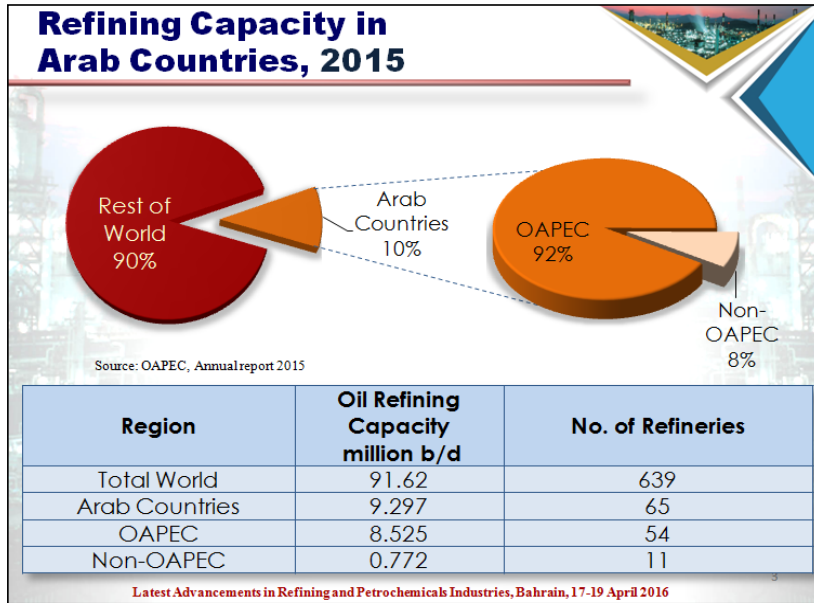
1. نظرة شاملة على صناعة التكرير في الدول العربية.
2. العوامل المؤثرة في أداء صناعة تكرير النفط في الدول العربية.
3. استراتيجيات تحسين أداء صناعة تكرير النفط في الدول العربية.
4. انعكاسات ونتائج مشاريع تحسين الأداء على مستقبل صناعة تكرير النفط في الدول العربية.
5. أمثلة عملية لتطبيق برنامج تحسين أداء مصافي النفط في بعض الدول الأعضاء.

**1. نظرة شاملة على صناعة التكرير في الدول العربية**

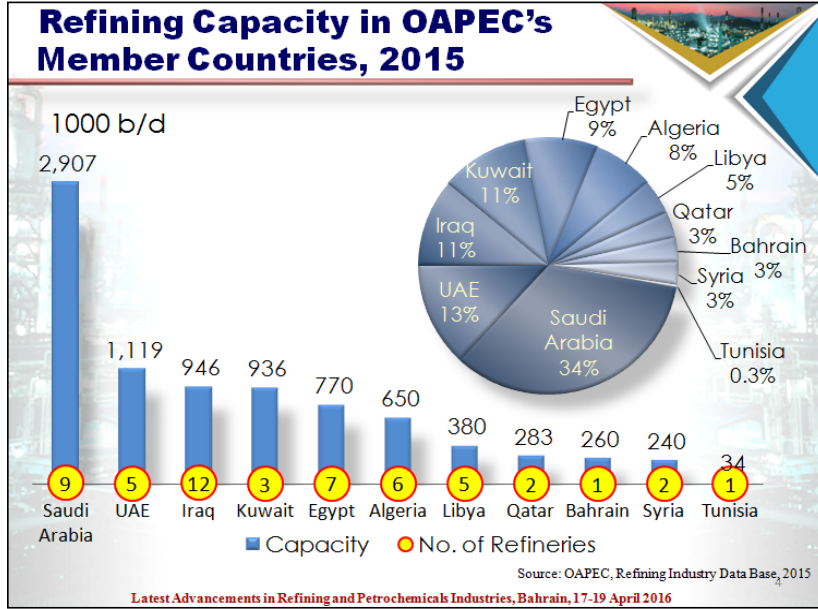
تبلغ الطاقة التكريرية الحالية في الدول العربية حوالي 9.3 مليون ب/ي، حيث تشكل 10% من إجمالي الطاقة التكريرية في العالم، البالغة 91.62 مليون ب/ي وتمتلك 65 مصفاة من أصل 639 مصفاة في العالم، كما تبلغ الطاقة التكريرية في الدول الأعضاء في أوابك 8.53 مليون ب/ي،

بحصة 92% من إجمالي الطاقة التكريرية في الدول العربية. أما الدول العربية غير الأعضاء فيأوابك فتمتلك 11 مصفاة بطاقة تكريرية إجمالية قدرها 0.772 مليون ب/ي. يبين الشكل (5) الطاقة التكريرية الحالية في الدول العربية ونسبتها من إجمالي الطاقة التكريرية في العالم.

الشكل (5): الطاقات التكريرية الحالية في الدول العربية

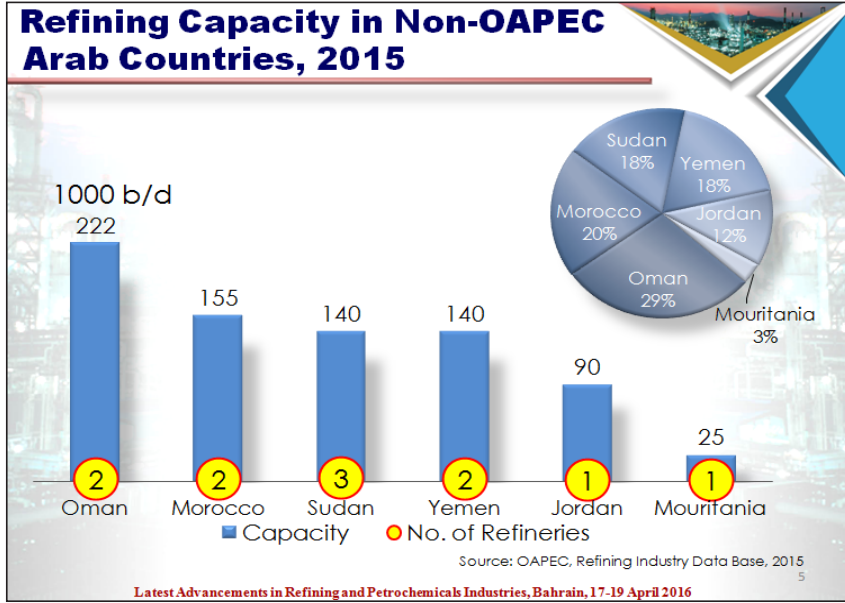


تأتي المملكة العربية السعودية في المرتبة الأولى في قائمة الدول الأعضاء في أوابك، بطاقة تكريرية إجمالية قدرها 2.9 مليون ب/ي، وتسع مصاف عاملة، وتبلغ حصتها حوالي 34% من إجمالي الطاقة التكريرية في الدول الأعضاء في أوابك. تأتي بعدها دولة الإمارات العربية المتحدة، بطاقة تكريرية إجمالية قدرها 1.1 مليون ب/ي وخمس مصاف عاملة، ثم جمهورية العراق التي تمتلك (12) مصفاة بطاقة إجمالية قدرها 946 ألف ب/ي، وفي المرتبة الرابعة تأتي دولة الكويت التي تمتلك ثلاث مصافي بطاقة تكريرية إجمالية قدرها 936 ألف ب/ي. يبين الشكل (6) الطاقات التكريرية وعدد المصافي في الدول الأعضاء في أوابك.

**الشكل (6): الطاقات التكريرية وعدد المصافي في الدول الأعضاء في أوبك**

أما في الدول العربية غير الأعضاء فتأتي سلطنة عمان في المرتبة الأولى بحصة قدرها 29% من إجمالي الطاقة التكريرية للدول العربية غير الأعضاء في أوبك، حيث تمتلك مصفاتي بطاقة إجمالية قدرها 222 ألف ب/ي، يأتي بعدها المملكة المغربية التي تمتلك مصفاتي بطاقة تكريرية قدرها 155 ألف ب/ي، وفي المرتبة الثالثة تأتي السودان بثلاث مصاف طاقتها الإجمالية 140 ألف ب/ي. يبين الشكل (7) الطاقات التكريرية وعدد المصافي في الدول العربية غير الأعضاء في أوبك.

**الشكل (7): الطاقات التكريرية وعدد المصافي في الدول العربية غير الأعضاء في أوبك**

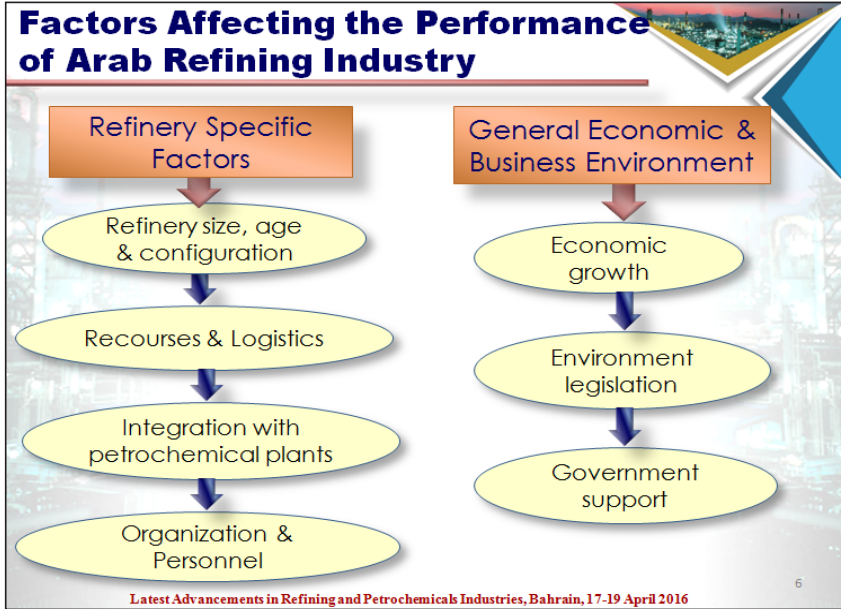


## 2. العوامل المؤثرة في أداء صناعة تكرير النفط العربية

يؤثر في مستوى أداء وربحية مصافي النفط في الدول العربية العديد من العوامل، منها ما يتعلق بخصائص المصفاة، ونوع وتركيب عملياتها، وطاقاتها التكريرية، والموارد التي تمتلكها. ومنها ما يرتبط بالوضع الاقتصادي للدولة، وبيئة الأعمال التي تعمل بها المصفاة. يلخص الشكل (8) أهم العوامل المؤثرة في مستوى أداء وكفاءة مصافي النفط العربية.



## الشكل (8): العوامل المؤثرة في أداء وكفاءة المصافي العربية



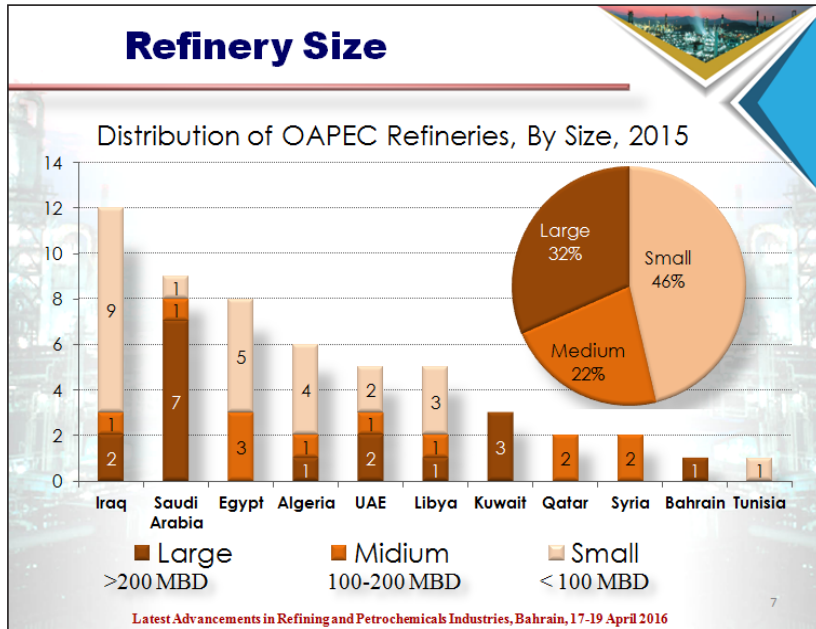
## 1-2: العوامل المتعلقة بخصائص المصفاة

تلعب خصائص المصفاة دوراً هاماً في تحديد مستوى أدائها وكفاءتها التشغيلية والاقتصادية، وأهم هذه العوامل:

- الطاقة التكريرية للمصفاة، يساهم حجم المصفاة وطاقاتها التكريرية في تحديد مستوى ربحيتها، حيث تتميز المصافي ذات الطاقة التكريرية الكبيرة بربحية أعلى من المصافي الصغيرة، وذلك من خلال الاستفادة من اقتصاد الحجم، وتخفيض تكاليف التشغيل والصيانة. وفي الدول الأعضاء في أوبك يصل عدد المصافي الصغيرة الحجم التي تبلغ طاقتها التكريرية أقل من 100 ألف ب/ي (25) مصفاة، أو ما يمثل 46% من إجمالي المصافي العاملة وعددها (54) مصفاة. كما يبلغ عدد المصافي المتوسطة الحجم التي تتراوح طاقتها التكريرية ما بين

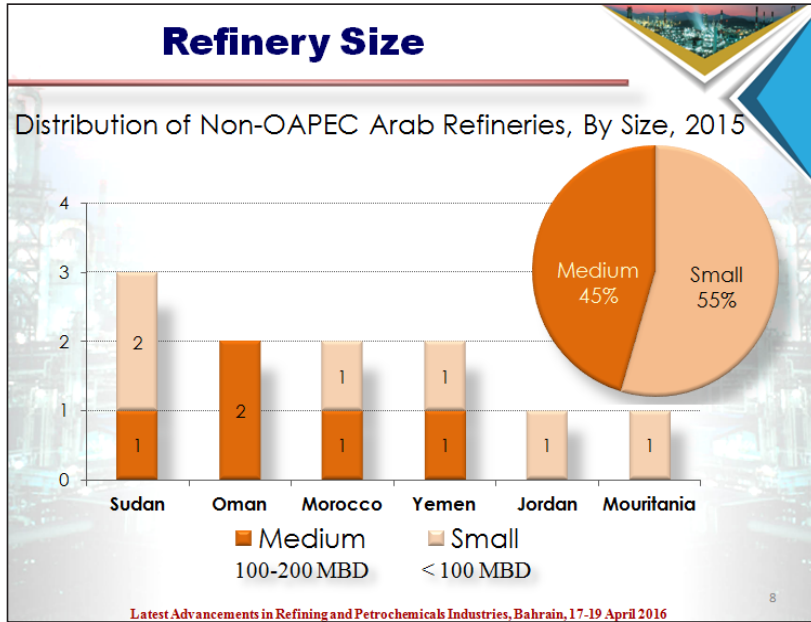
(100-200) ألف ب/ي، (12) مصفاة بنسبة 22%، بينما يبلغ عدد المصافي الكبيرة ذات الطاقة التكريرية الأعلى من 200 ألف ب/ي (17) مصفاة فقط بنسبة 32% من إجمالي عدد المصافي العاملة في الدول الأعضاء في أوابك. يبين الشكل (9) توزيع مصافي النفط في الدول الأعضاء في أوابك، حسب الحجم.

**الشكل (9):** توزيع مصافي النفط في الدول الأعضاء في أوابك، حسب الحجم



أما في الدول العربية غير الأعضاء في أوابك فيبلغ عدد المصافي الصغيرة ست مصافي، بنسبة 55% من إجمالي عدد المصافي في الدول العربية غير الأعضاء في أوابك، ويبلغ عدد المصافي المتوسطة الحجم خمس مصافي بنسبة 45%، بينما لا يوجد أي مصفاة كبيرة الحجم. يبين الشكل (10) توزيع مصافي النفط في الدول العربية غير الأعضاء في أوابك حسب الحجم.

**الشكل (10):** توزيع مصافي النفط في الدول العربية غير الأعضاء في أوبك، حسب الحجم



### ● عمر المصفاة

يعتبر عمر المصفاة من العوامل المهمة التي تؤثر في الأداء والربحية، حيث تتصف المصافي القديمة بارتفاع تكاليف التشغيل والصيانة، وذلك نظراً لاعتمادها على تقنيات قديمة في عمليات التشغيل.

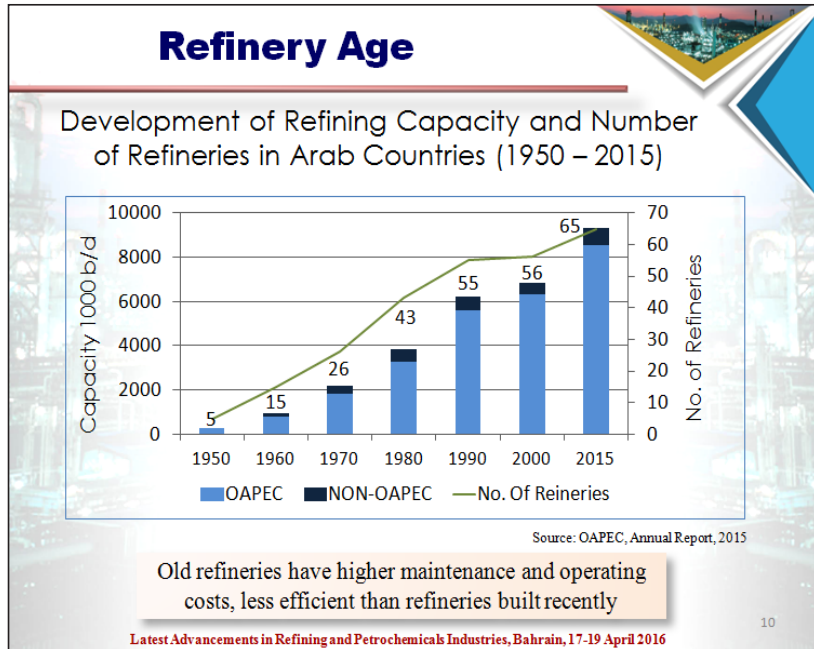
تشير دراسة نشرتها منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول عام 2015 إلى أن معظم مصافي النفط العاملة في الدول العربية قد أنشئت قبل تسعينات القرن الماضي، وأن عدد المصافي التي أنشئت في العقدين الماضيين بلغ تسع مصاف فقط. يبين الشكل (11) تطور الطاقة التكريرية، وعدد المصافي في الدول العربية الأعضاء وغير الأعضاء في أوبك خلال الفترة (1950-2015).

## ● الموارد المتاحة

يساعد توفر الموارد على منح المصفاة ميزة تنافسية تمكنها من إنتاج مشتقات بترولية بأسعار منافسة في الأسواق العالمية، فعندما تتوفر المواد الخام بالقرب من موقع المصفاة يساهم ذلك في خفض تكاليف النقل والتخزين، وبالتالي ينعكس ذلك على إجمالي تكاليف التشغيل في المصفاة.

يعتبر النفط الخام والغاز الطبيعي أحد أهم الموارد التي تمتلكها الدول الأعضاء، حيث تبلغ نسبة إنتاج الدول العربية حوالي 30% من إجمالي إنتاج العالم من النفط الخام، كما تبلغ نسبة صادرات الدول العربية إلى الأسواق العالمية حوالي 32% من إجمالي صادرات النفط في العالم.

**الشكل (11):** تطور إجمالي الطاقة التكريرية وعدد المصافي في الدول العربية الأعضاء وغير الأعضاء في أوابك خلال الفترة 1950-2015



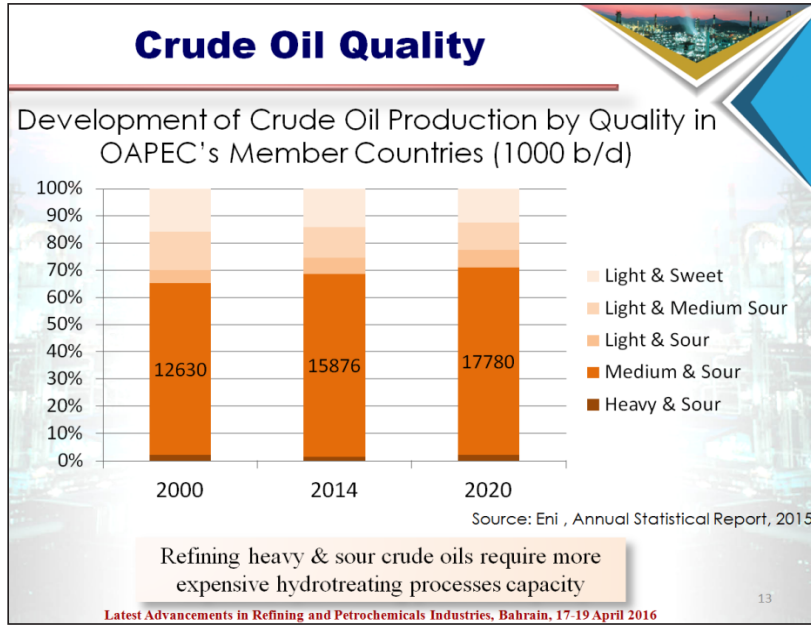
### ● الموقع الجغرافي

يعتبر الموقع الجغرافي من العوامل المؤثرة في تحسين أداء المصفاة، فعلى سبيل المثال، عندما تكون المصفاة قريبة من الموانئ البحرية فإن ذلك يساهم في تخفيض نفقات نقل المنتجات إلى أسواق الاستهلاك. والدول العربية تمتلك موقعاً جغرافياً متميزاً ليس فقط لكونها قريبة من أهم الممرات البحرية بل ولقربها من أكثر الأسواق ذات الطلب المتنامي على المنتجات النفطية، كالصين والهند.

### ● نوعية النفط الخام المكرر

عندما تكرر المصفاة نفوطاً ثقيلة وحامضية فإنها تحتاج إلى طاقة أكبر من عمليات المعالجة الهيدروجينية لتخليص المنتجات من الكبريت، إضافة إلى عمليات تحويل المخلفات الثقيلة إلى منتجات عالية القيمة. وفي الدول العربية يغلب النوع المتوسط درجة الجودة والمعتدل الحموضة على بقية أنواع النفط الخام المنتجة، حيث وصلت نسبة مجموع النفط الخام الثقيل الحامضي، والمتوسط درجة الجودة والمعتدل الحموضة إلى حوالي 63% من إجمالي إنتاج النفط في الدول العربية عام 2000، وارتفعت إلى 68% في عام 2014 ويتوقع أن ترتفع إلى حوالي 71% بحلول عام 2020. تتركز هذه الأنواع في كل من المملكة العربية السعودية ودولة الكويت وجمهورية العراق، بينما النفط المنتج في كل من ليبيا والجزائر هو من النوع الخفيف الحلو. يبين الشكل (12) تطور أنواع النفط الخام المنتج في الدول الأعضاء خلال الفترة 2000-2020.

**الشكل (12): تطور أنواع النفط الخام المنتج في الدول العربية خلال الفترة 2000-2020**

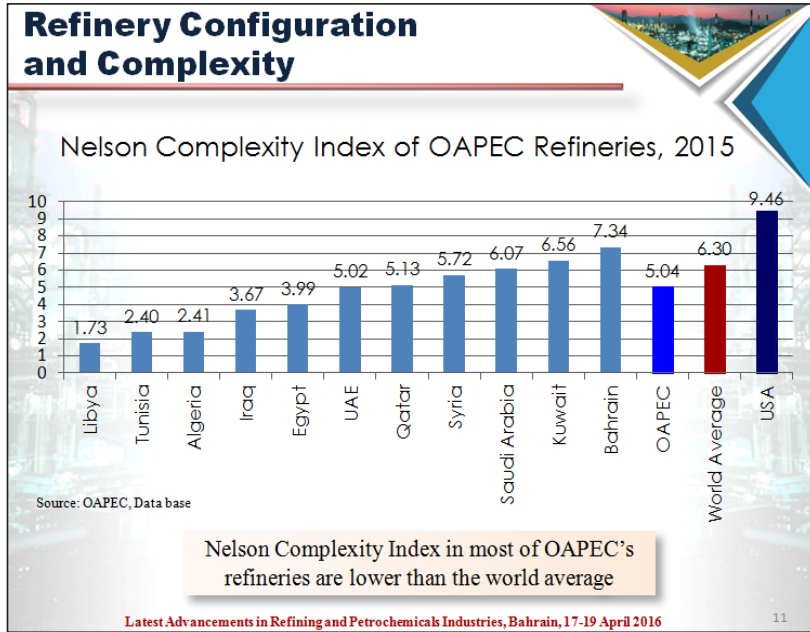


**توفر شبكات أنابيب نقل النفط الخام والمنتجات النفطية**

تلعب شبكات أنابيب نقل النفط الخام دوراً هاماً في تحسين مستوى ربحية وكفاءة المصفاة، فعلى سبيل المثال، تمتلك الدول الأعضاء في أوبك حوالي 146 شبكة أنابيب نقل النفط الخام من حقول الإنتاج إلى مصافي النفط، يبلغ إجمالي طولها 18827 ميل.

**درجة تعقيد المصفاة**

لنوع عمليات التكرير في المصفاة ودرجة تعقيدها دور كبير في تحديد مستوياً بالأداء، حيث أن المصافي الحاوية على وحدات تحويلية تنتج نسبة أعلى من المشتقات الخفيفة عالية القيمة على حساب المشتقات الثقيلة. يبين الشكل (13) متوسط مؤشر تعقيد نيلسون لمصافي النفط في الدول الأعضاء ومقارنتها مع متوسط مصافي العالم.

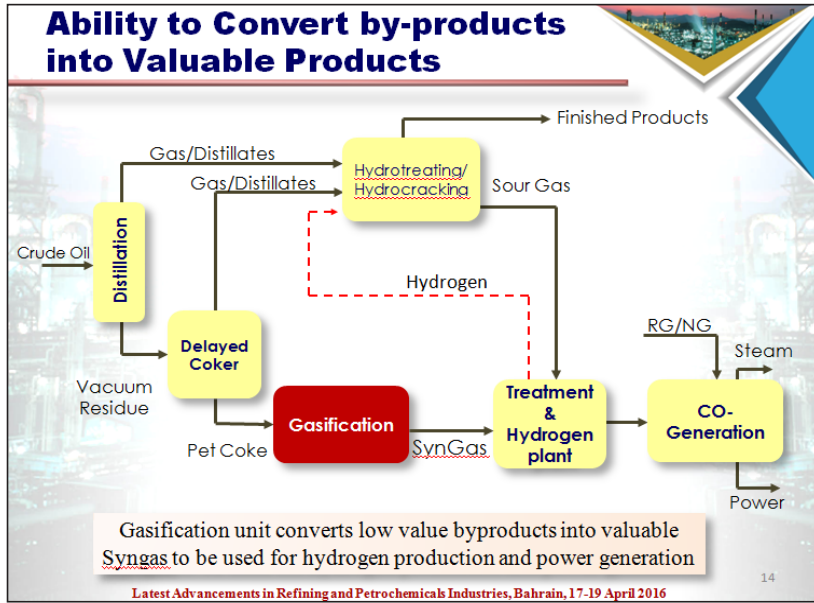
**الشكل (13): متوسط مؤشر تعقيد نيلسون لمصافي النفط في الدول الأعضاء****التكامل بين صناعتي التكرير والبتروكيماويات**

يساهم التكامل بين صناعتي التكرير والبتروكيماويات في تحسين ربحية المصفاة، وذلك من خلال الاستفادة من الخصائص التي تحققها عملية التكامل، سواء بتبادل اللقيم، أو المشاركة في الوحدات الخدمية، أو رفع مستوى جاهزية الوحدات الإنتاجية.

**القدرة على تحويل المنتجات الثانوية إلى منتجات عالية الجودة**

تنتج بعض مصافي النفط منتجات ثانوية رخيصة الثمن، فضلاً عن أن الطلب عليها ضعيف لمحدودية فرص استخدامها مثل الفحم البترولي المنتج من عملية التفحيم المؤجل للقطفات الثقيلة في المصفاة. حيث تلجأ بعض المصافي إلى تحويل هذا المنتج إلى غاز صناعي يحتوي على الهيدروجين اللازم لعمليات المعالجة الهيدروجينية والتكسير الهيدروجيني ونوع آخر من الغاز يستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية

وبخار الماء اللازمين لعمليات التكرير. يبين الشكل (14) مخطط مبسط لعملية تحويل الفحم البترولي إلى منتجات عالية القيمة. الشكل (14): مخطط عملية تحويل الفحم البترولي إلى منتجات عالية القيمة



## 2-2: العوامل الخارجية العامة المؤثرة في أداء المصفاة

أشارت الورقة إلى العوامل المتعلقة بالوضع الاقتصادي، وبيئة الأعمال السائدة في الدولة التي تعمل فيها المصفاة، أهمها:

### ● معدل النمو الاقتصادي

يعكس معدل النمو الاقتصادي قدرة الحكومة على تمويل مشاريع تطوير وتوسيع مصافي النفط القائمة لتمكينها من تجديد معداتها وتحديث التقنيات التي تستخدمها في عمليات التكرير التي توفر ميزة خفض تكاليف الإنتاج، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة، والحد من تشكل النفايات. كما يؤثر النمو الاقتصادي على مستوى الطلب المحلي على المنتجات البترولية.



### ● التشريعات حماية البيئة

تنعكس صرامة قوانين وتشريعات حماية البيئة التي تفرضها الحكومات على مقدار التكاليف اللازمة لتلبية متطلبات الحد من طرح الانبعاثات، أو إنتاج مشتقات تحتوي على نسب منخفضة من الشوائب والملوثات الضارة بصحة الإنسان والبيئة.

### ● الدعم الحكومي لصناعة التكرير

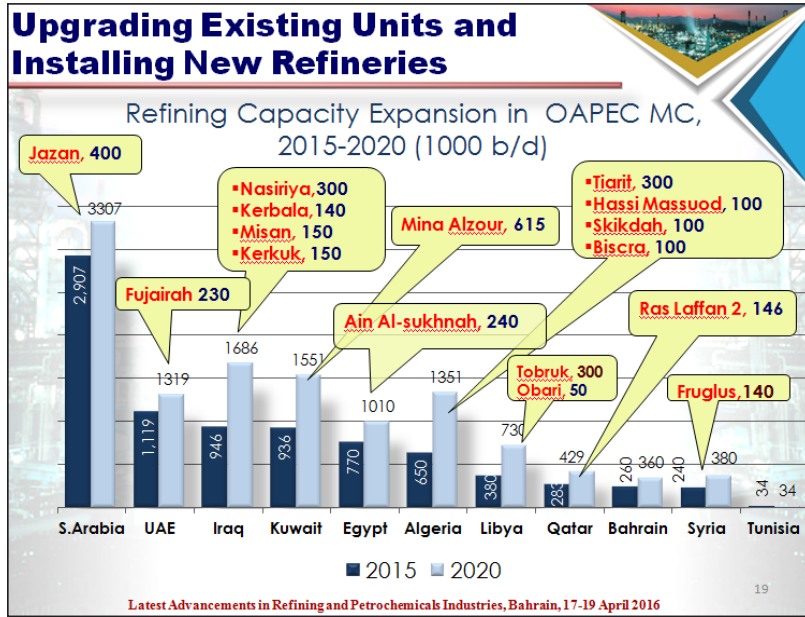
للدعم الحكومي دور كبير في تحسين أداء مصافي النفط من خلال تقديم القروض والتمويل اللازم لإنشاء مشاريع التطوير، ويكون الدعم في أعلى مستوياته عندما تتبع المصافي إلى شركات نفط وطنية، مثلما هو سائد في معظم الدول العربية.

### 3. استراتيجيات الدول العربية لتحسين أداء مصافي النفط

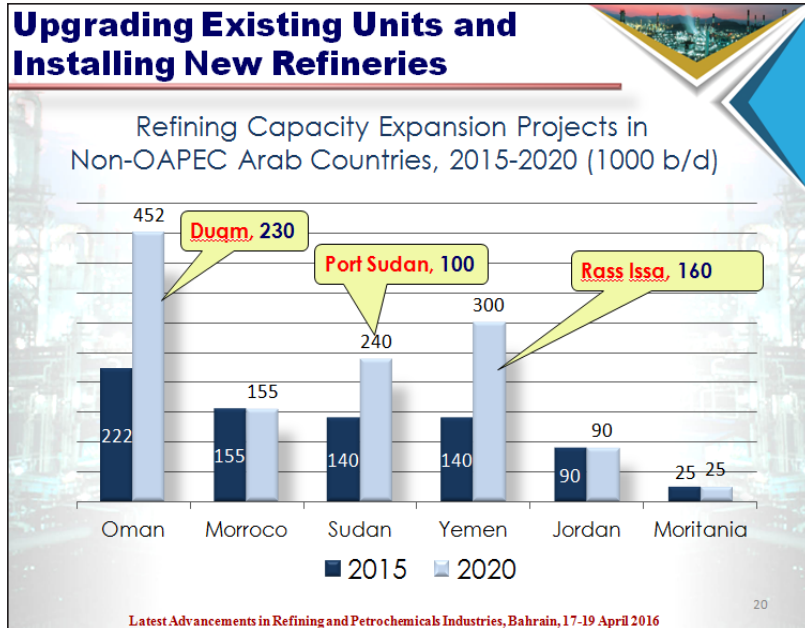
أشارت الورقة في هذا المحور إلى أهم الإجراءات المتخذة في الدول العربية لتحسين الأداء التشغيلي في مصافي النفط القائمة، أهمها:

● إعداد خطط توسيع الطاقة التكريرية من خلال إنشاء مصاف جديدة أو تطوير المصافي القائمة والتي يتوقع أن ترفع إجمالي الطاقة التكريرية للدول الأعضاء في أوابك من 8.53 مليون ب/ي إلى 12.24 مليون ب/ي بحلول عام 2020، كما يتوقع أن ترفع إجمالي الطاقة التكريرية للدول العربية غير الأعضاء في أوابك من 0.771 مليون ب/ي إلى 1.26 مليون ب/ي بحلول عام 2020. يبين الشكل (15) طاقة مصافي النفط المخطط أنشاؤها، والتي هي قيد الإنشاء في الدول الأعضاء في أوابك. كما يبين الشكل (16) طاقة مصافي النفط المخططة في الدول العربية غير الأعضاء في أوابك.

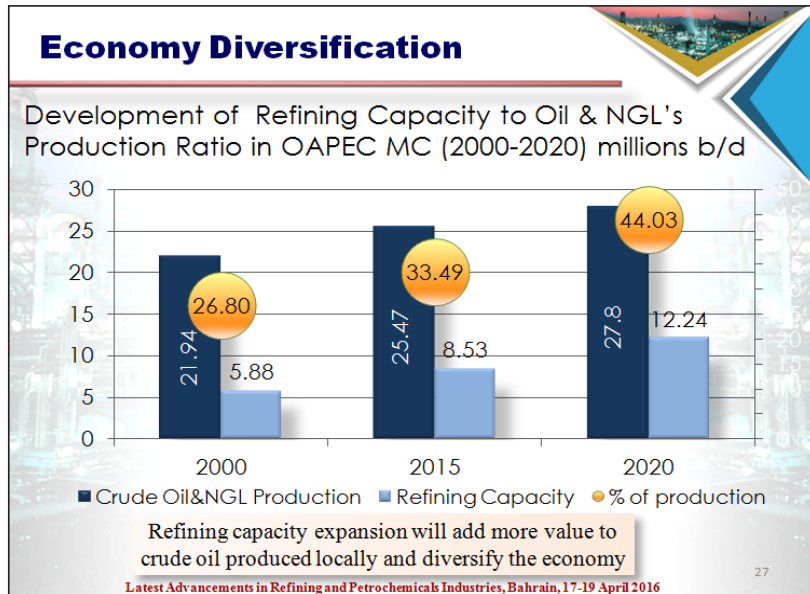
**الشكل (15):** طاقة مصافي النفط المخطط إنشاؤها والتي هي قيد الإنشاء في الدول الأعضاء



**الشكل (16):** طاقة مصافي النفط المخططة في الدول العربية غير الأعضاء

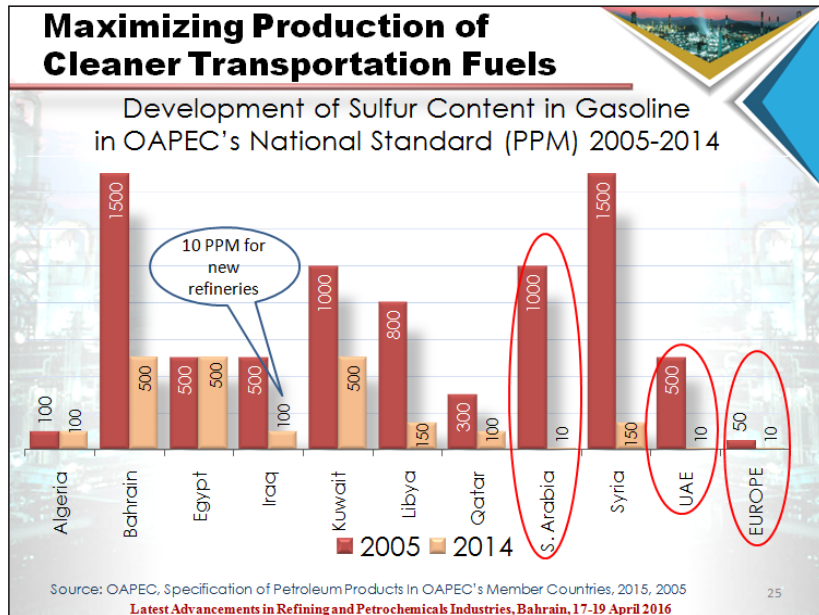


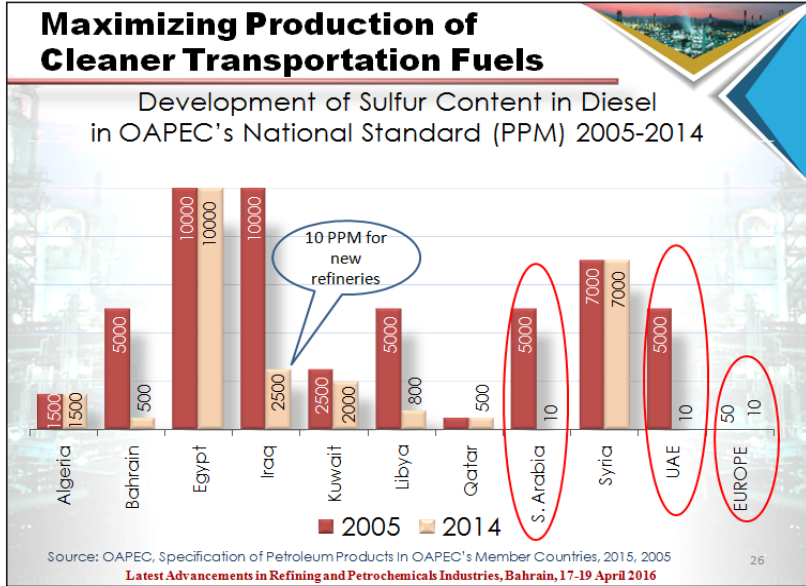
- تعظيم الأداء التشغيلي لعمليات التكرير، وتطبيق برامج تخفيض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها.
  - استخدام التقنيات الحديثة المتطورة في تحسين كفاءة الإنتاج.
  - تحسين القيمة المضافة للنفط الخام الذي تنتجه من خلال تحويله إلى منتجات نفطية قابلة للتصدير إلى الأسواق العالمية بدلاً من بيعه كمادة خام. يبين الشكل (17) تطور نسبة الطاقة التكريرية الحالية إلى إنتاج النفط الخام وسوائل الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء في أوبك خلال الفترة 2000-2020.
  - تعزيز التكامل بين مصافي النفط ووحدات صناعة البتروكيماويات.
  - تشجيع أنشطة البحث والتطوير للمساهمة في إيجاد أفضل الحلول المناسبة للمشكلات التي تعاني منها صناعة تكرير النفط.
  - تطبيق نظم إدارة الصيانة الدورية والوقائية.
  - الاهتمام بتحسين خبرات العاملين من خلال برامج التدريب المستمر.
- الشكل (17):** تطور نسبة الطاقة التكريرية الحالية إلى إنتاج النفط الخام وسوائل الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء في أوبك خلال الفترة 2000-2020



● تحسين قدرة المصافي على إنتاج الوقود الأنظف، فقد سجلت الدول الأعضاء في أوابك تطوراً ملموساً في العقدین الماضیین من حیث تحسين مواصفات وقود النقل، وخصوصاً في كل من المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة، وذلك نتيجة تشغيل ثلاث مصافي نفط ذات درجة تعقید عالية وتقنيات متطورة وهي مصفاتي الجبیل (ساتورب) ویاسرف في المملكة العربية السعودية، طاقة كل منهما 400 ألف ب/ي، وتوسيع مصفاة الرویس في دولة الإمارات بطاقة 417 ألف ب/ي (رویس-غرب). یبین الشكلان (18) و(19) تطور المواصفات القیاسیة الوطنیة للذیزل والغازولین في الدول الأعضاء خلال الفترة 2005-2014.

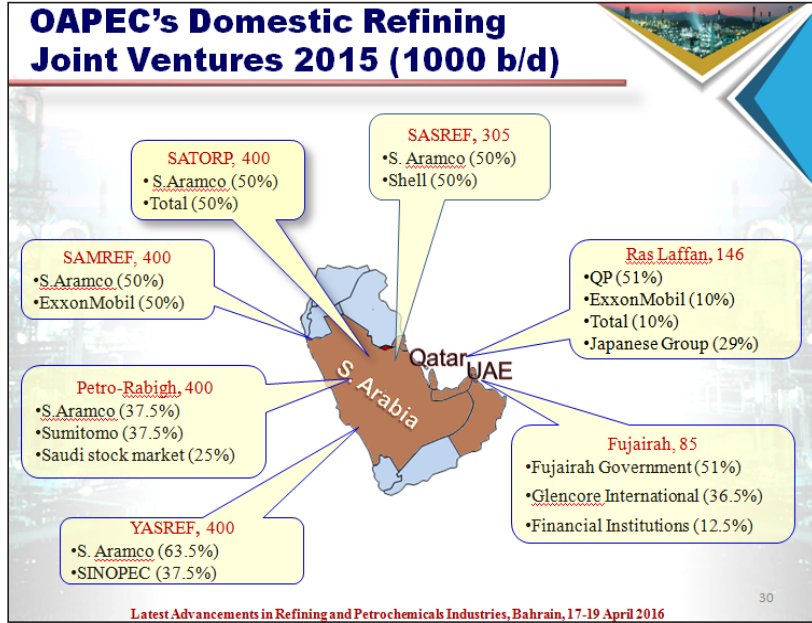
**الشكل (18):** تطور مواصفات الغازولين في الدول الأعضاء خلال الفترة 2005-2014



**الشكل (19): تطور مواصفات الديزل في الدول الأعضاء خلال الفترة 2005-2014**

تعزيز التعاون مع شركات النفط العالمية بهدف المشاركة في المخاطر الاستثمارية، والاستفادة من مواطن القوة التي يمتلكها كل طرف، وتقاسم المنافع لمصلحة الطرفين، حيث ارتفعت نسبة مصافي النفط المشتركة في الدول الأعضاء في أوابك مع الشركات العالمية من 17.5% من إجمالي الطاقة التكريرية عام 2000 إلى 25% في عام 2015. تتركز مشاريع صناعة التكرير المحلية المشتركة بين الشركات الوطنية وشركات النفط العالمية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، وخاصة في المملكة العربية السعودية التي تمتلك خمس مصاف مشتركة عملاقة تبلغ الطاقة التكريرية لكل منها 400 ألف ب/ي باستثناء مصفاة ساسرف التي تبلغ طاقتها 305 ألف ب/ي. يبين الشكل (20) مصافي النفط المحلية المشتركة بين الشركات الوطنية وشركات النفط العالمية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية.

**الشكل (20): مصافي النفط المحلية المشتركة بين الشركات الوطنية وشركات النفط العالمية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية**



**4. أمثلة لتطبيق برنامج تحسين أداء مصافي النفط في الدول الأعضاء**

تناولت الورقة في هذا المحور عرضاً لبعض الأمثلة العملية لتطبيق برامج تحسين الأداء، مع الإشارة إلى مراحل عملية التنفيذ، والفوائد التي حصلت عليها نتيجة تطبيق البرنامج. من هذه الأمثلة برنامج تحسين الأداء في مصفاة الشعبية في دولة الكويت الذي أدى إلى تخفيض المعدل السنوي لعدد الحوادث الضارة بالبيئة، وتخفيض عدد أيام التوقف غير المبرمج لبعض الوحدات الرئيسية في المصفاة كوحدة تكسير الزيت الثقيل، ووحدة إنتاج الهيدروجين، ووحدة استرجاع الكبريت، فضلاً عن تحسين هامش ربحية المصفاة.

## 5. الاستنتاجات والتوصيات

- في الختام استعرضت الورقة بعض الاستنتاجات والتوصيات، أهمها:
- يؤثر في مستوى أداء وربحية مصافي النفط في الدول العربية العديد من العوامل، منها ما يتعلق بخصائص المصفاة وتركيب عملياتها التكريرية وطاقاتها والموارد التي تمتلكها، ومنها ما يرتبط بالوضع الاقتصادي للدولة وبيئة الأعمال التي تعمل بها المصفاة.
- تواجه صناعة تكرير النفط في الدول العربية كغيرها من دول العالم تحديات عديدة تؤدي إلى خفض ربحيتها، وهذا ما دفع القائمين على هذه الصناعة إلى تطبيق برامج تحسين الأداء لخفض الفاقد وتحسين قدرة المصافي على إنتاج مشتقات ذات مواصفات عالية الجودة، بأقل تكاليف ممكنة مع المحافظة على سلامة وجاهزية المعدات.
- تشهد الدول العربية نشاطاً ملحوظاً في مجال تطبيق برامج تحسين الأداء، بهدف تحسين القدرة التنافسية في الأسواق العالمية.
- إن التعاون بين الشركات الوطنية وشركات النفط العالمية في مجال تنفيذ المشاريع المشتركة، يساهم في تعزيز تبادل الخبرات بين الشركاء وتقاسم المخاطر ونقل التكنولوجيا.
- على الرغم من التقدم الملحوظ الذي أحرز في الدول العربية في مجال تحسين الأداء، في السنوات الماضية، إلا أنه مازالت بحاجة إلى اتخاذ المزيد من الإجراءات للوصول إلى المستويات العالمية.

## ورقة بعنوان

### التكامل بين صناعتي التكرير والبتروكيماويات في شركة إيدميتسو كوسان Integration of Refinery & Petrochemical at Idemitsu Kosan

**السيد / كوتا أبي**

مهندس عمليات

شركة إيدميتسو كوسان- اليابان

**Mr. Kota ABE**

Process Engineer

Idemitsu Kosan, Japan



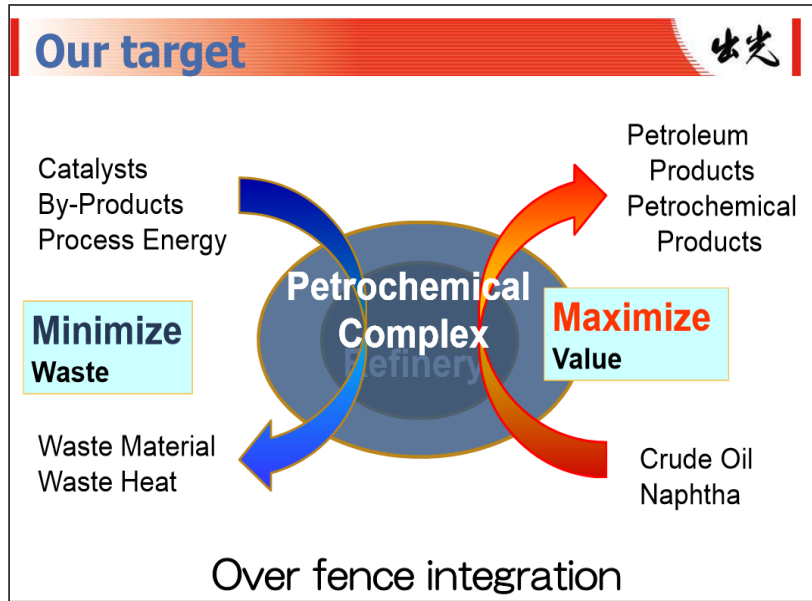
بدأ السيد كوتا أبي بتقديم لمحة موجزة عن شركة إيدميتسو كوسان في اليابان، والتي تمتلك ثلاث مصافي نفط طاقتها الإجمالية 635 ألف ب/ي، ومجمعي بتروكيماويات بطاقة إجمالية قدرها 997 ألف طن/السنة إيثيلين، إضافة إلى 5310 محطة خدمة، ويبلغ عدد العاملين في الشركة 8829 عاملاً.

ثم استعرض المتحدث التحديات التي تحيط بأعمال الشركة من حيث انكماش الطلب المحلي على المنتجات البترولية، والذي أدى إلى إغلاق العديد من مصافي النفط، حيث انخفض عدد المصافي العاملة في اليابان من 28 مصفاة بطاقة تكريرية قدرها 5 مليون ب/ي في عام 2008 إلى 23 مصفاة بطاقة تكريرية قدرها 3 مليون ب/ي عام 2016. كما انخفض عدد مصانع تكسير الناфта من 15 مصنع عام 2008 بطاقة إنتاجية قدرها 7.2 مليون طن/السنة إلى 12 مصنع وطاقة إنتاجية قدرها 6.1 مليون طن/السنة في عام 2016.



ثم استعرض المتحدث أهم الإجراءات التي تتبعها الشركة لمواجهة تلك التحديات وأهمها، تعظيم القيمة المضافة، وتعزيز التكامل والتعاون مع الشركات والمصانع الأخرى العاملة في الدولة. يبين الشكل (21) فرص تحسين القيمة المضافة والتكامل بين منشآت شركة إيدميتسو كوسان.

**الشكل (21):** فرص تحسين القيمة المضافة والتكامل بين منشآت شركة إيدميتسو كوسان



وفي الختام قدم المتحدث شرحاً لجوانب التكامل بين مصافي النفط ومصانع البتروكيماويات في الشركة، مشيراً إلى الفوائد التي أمكن الحصول عليها من خلال هذا الإجراء.

## ورقة بعنوان

### صناعة تكرير النفط في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في مشهد أكثر تنافسية MENA Refining in a More Competitive Landscape

السيد / مصطفى الأنصاري

محلل وباحث طاقة

الشركة العربية للاستثمارات البترولية (أبيكوروب)

**Mr. Mustafa Ansari**

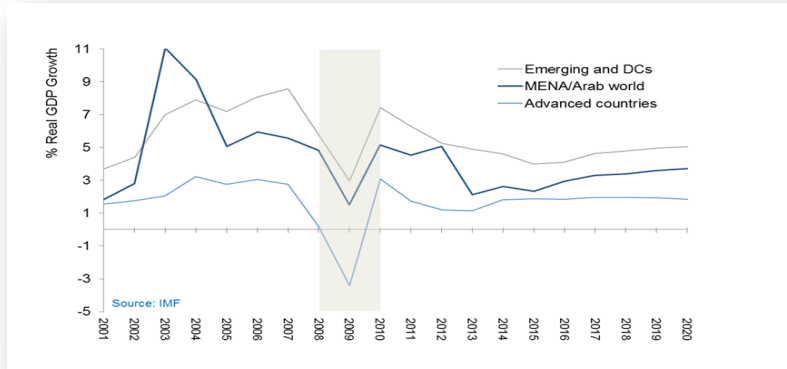
Analyst/ Energy Research

Arab Petroleum Investments Corporation (APICORP)

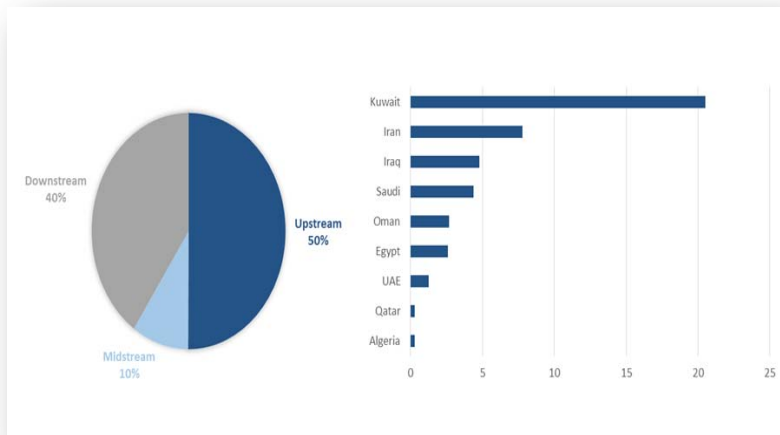


أشار السيد الأنصاري في مقدمة الورقة إلى أن المشروعات الجديدة لإنشاء مصافي التكرير والتوسعات المخطط لها في منطقة الشرق الأوسط، وفي مقدمتها الطاقات التكريرية الجديدة في دول الخليج العربية من الممكن أن تساهم في جعل المنطقة مركزاً دولياً هاماً للمنتجات البترولية، غير أن التوسعات في الطاقات التكريرية علي مستوي العالم وصعوبة توفير التمويل اللازم لخطط التوسع بالمنطقة يفرض علي الحكومات ضرورة التأكد من أن خطط التوسع في الطاقات التكريرية لديها لا بد وأن تضيف زيادة في القيمة المضافة للمنتجات وليس زيادة في الطاقات التكريرية فحسب.

استعرض المتحدث نبذة عن اقتصاديات منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا حيث يشهد النمو الاقتصادي حالياً حالة من الركود، ويتوقع أن يبلغ معدل نمو إجمالي الناتج المحلي الكلي أقل من 3% للعام الثالث على التوالي – أو نحو 2.8% لعام 2015، وكما هو مبين بالشكل (22).

**الشكل (22): معدلات النمو في منطقة الشرق الأوسط والعالم العربي**

وأشار المتحدث إلى أن الاستثمارات في القطاع النفطي في منطقة الشرق الأوسط تهدف إلى تلبية الطلب المتنامي والمتزايد على المنتجات البترولية من خلال خطط طموحة، مما أدى إلى التزام دول المنطقة بضخ استثمارات ضخمة حيث تصدرت دولة الكويت المشهد بتخصيص أكثر من 20 مليار دولار أمريكي وكما هو مبين **بالشكل (23)**، وتشمل هذه المشروعات توسعات في الطاقات التكريرية.

**الشكل (23): إستثمارات دول الشرق الأوسط في مشروعات توسعات الطاقات الإنتاجية**

أشار المتحدث إلى أن الزيادات الرئيسية في الطاقات التكريرية نتجت عن زيادة المملكة العربية السعودية طاقتها التكريرية بنحو 1.2 مليون برميل يومياً وجاءت هذه الزيادة بعد تشغيل مصفاة ساتروب ومصفاة ياسرف، كما ارتفعت الطاقة التكريرية لدولة الإمارات العربية المتحدة بعد تشغيل مصفاة الرويس والتي تعتبر من أكبر مصافي التكرير في العالم، بطاقة 417 ألف برميل يومياً، هذا ويبين **الجدول (1)** التوسعات في الطاقات الإنتاجية لدول الخليج العربي.

**الجدول (1): التوسعات في الطاقات الإنتاجية لدول الخليج العربي**

| الدولة                        | الطاقات<br>سبتمبر 2015 | الطاقات الإضافية<br>لعام 2015 | 2020-2016 | 2020+ |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------|-------|
| مملكة البحرين                 | 267                    | 0                             | 0         | 100   |
| سلطنة عمان                    | 116                    | 0                             | 82        | 230   |
| دولة قطر                      | 146                    | 0                             | 146       | 0     |
| المملكة العربية السعودية      | 2907                   | 0                             | 400       | 0     |
| دولة الإمارات العربية المتحدة | 707                    | 417                           | 200       | 0     |
| دولة الكويت                   | 936                    | 0                             | 0         | 649   |

كما أشار السيد الأنصاري إلى أن بعض بلدان الشرق الأوسط والبلدان العربية الأخرى لديها خطط توسعات في الطاقات التكريرية، ومنها سبيل المثال:-

- دولة الجزائر والتي تخطط لبناء 5 مصافي جديدة.
- الأردن تسعى إلى رفع الطاقات الإنتاجية.
- إيران حيث تسعى إلى أن تصبح مصدر رئيسي للغازولين لمنطقة أوروبا.
- جمهورية مصر العربية تسعى إلى خفض وارداتها من الغازولين والديزل.



**OAPEC**

**مؤتمر التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيماويات**  
19 - 17 نيسان / أبريل 2016 - المنامة - مملكة البحرين

**اليوم الأول**

**الجلسة الفنية الثانية**  
تحت عنوان

أحدث التطورات في صناعة البتروكيماويات،  
تطور التكنولوجيا والتكامل مع صناعة التكرير

**Latest Advancements in Petrochemical Industry, Technology  
Advancement and Integration with the Refining Industry**

رئيس الجلسة: السيد / هيوروكي ياجيتا  
ميتسوبيشي هيتاشي لنظام الطاقة المحدودة، اليابان

**Mr. Hiroyuki YAGITA**  
Mitsubishi Hitachi Power Systems Ltd., Japan



وتضمنت الجلسة عرض الأوراق التالية:

مؤتمرات

|                            |   |
|----------------------------|---|
| الدكتور/ ياسر بغدادي       | تطور صناعة البتروكيماويات في الدول الأعضاء في منظمة أوابك<br><b>Development of the Petrochemical Industry in OAPEC Member Countries</b>                 |
| المهندس/ عبد الحليم مازوني | نظرة عامة عن قطاع البتروكيماويات في الجزائر والتطورات المستقبلية<br><b>Overview of the Petrochemical Sector in Algeria and its Future Development</b>   |
| المهندس/ جمال الشاوش       | حماية مستقبلنا: الالتزام بالرعاية المسؤولة<br><b>Protecting Our Future: Commitment to Responsible Care</b>  |
| السيد/ آنتي تاينز          | بحوث وتطوير البولي أوليفينات تحدد آفاق جديدة في صناعة البتروكيماويات<br><b>Polyolefin R&amp;D Defining the New Frontiers for Petrochemical Industry</b> |
| المهندس/ سلمان هدار        | تكلفة واقتصاديات تكرير النفط الحامضية<br><b>Acidic Crude Oil and the Economics Cost of Refineries Industry</b>  |

## ورقة بعنوان

تطور صناعة البتروكيماويات في الدول الأعضاء في منظمة أوبك  
Development of the Petrochemical Industry in OAPEC Member Countries

الدكتور/ ياسر بغدادي

خبير صناعات نفطية

إدارة الشؤون الفنية، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوبك)

Dr. Yasser Boghdadi

Petroleum Industries Expert

Technical Affairs Department (OAPEC)



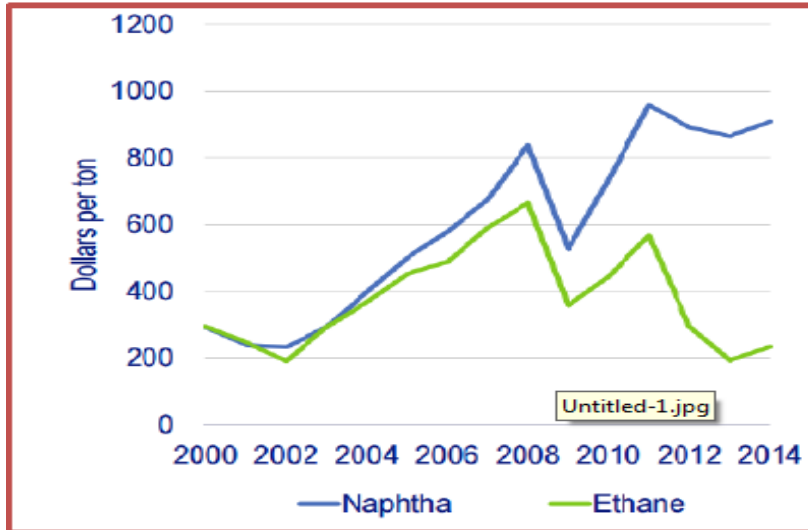
استعرض الدكتور/ ياسر بغدادي أهم تطورات صناعة البتروكيماويات في الدول الأعضاء في منظمة أوبك من خلال عدة محاور وشملت نظرة عامة عن صناعة البتروكيماويات العالمية وتضمنت حجم سوق منتجات البتروكيماويات والتي بلغت حوالي 491 مليون طن سنوياً بقيمة إجمالية 550 مليار دولار تقريباً لعام 2014 ومن المتوقع أن يصل حجم السوق العالمي إلى حوالي 666 مليون طن سنوياً بقيمة إجمالية 885 مليار دولار تقريباً في العام 2022 وبمعدل نمو تراكمي سنوي 6.5%.

لفت المتحدث إلى أن أسواق الولايات المتحدة الأمريكية وبعض الدول الآسيوية مثل الصين والهند واليابان تصنف في المراتب الأربعة الأولى على التوالي كأكبر أسواق مستهلكة للبوليمرات وذلك طبقاً لتصنيف عام 2015 وهو ما يبين أن الأسواق الآسيوية تمثل عنصراً جذاباً لصناعات البتروكيماويات النهائية اللاحقة.

كما تم استعراض أهم تحديات صناعة البتروكيماويات في الدول الأعضاء المصدرة للبترول (أوبك)، وشملت ثورة غاز السجيل في الولايات

المتحدة حيث أصبح الإنتاج على المستوى التجاري منذ العام (2010/2009)، وذلك نظراً لتطور تكنولوجيا الإنتاج وهو ما ساهم بشكل كبير في إنتاج الإيثيلين بأسعار تنافسية مقارنةً بأسعار لقيم الناftا، ويبين **الشكل (24)** فرق الأسعار لكل من لقيم غاز الإيثان والناftا، وهو ما أدى إلى ازدهار صناعة البتروكيماويات في الولايات المتحدة واستعادة نهضتها، حيث تشير البيانات الواردة من إدارة معلومات الطاقة الأمريكية (EIA)، بأن استهلاك غاز السجيل لعام 2014 بلغ حوالي 2.64 تريليون قدم مكعب وبزيادة 17.3% عن عام 2009، حيث كان حجم استهلاك الغاز حوالي 2.25 تريليون قدم مكعب، بينما بلغت قيمة الاستثمارات في صناعة البتروكيماويات وإنتاج الإيثيلين في الولايات المتحدة حوالي 120 مليار دولار لعام 2014 والتي من المتوقع أن تضيف طاقة إنتاجية حوالي 10 مليون طن من الإيثيلين بحلول العام 2018.

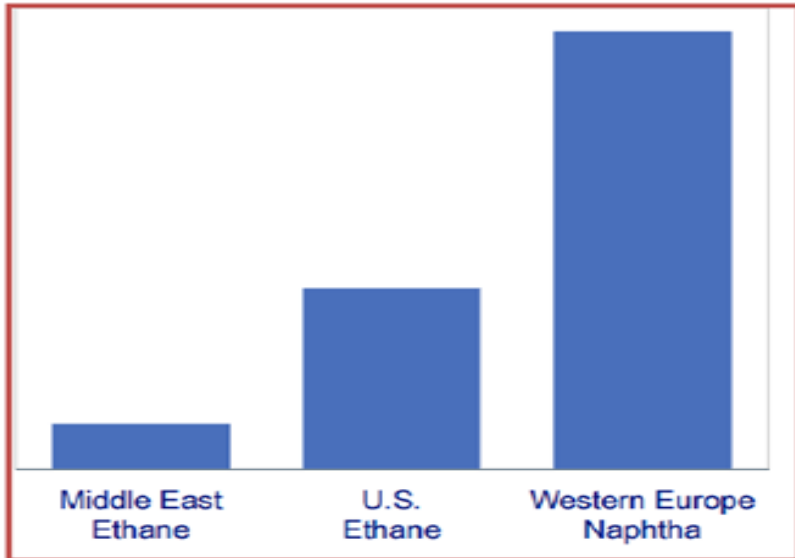
**الشكل (24):** فرق الأسعار لكل من لقيم غاز الإيثان والناftا





كما شمل العرض التقديمي أيضاً استعراضاً لمشهد صناعة البتروكيماويات خلال الفترة الأخيرة، وتبين منه أن منطقة الشرق الأوسط تعتبر أقل مناطق العالم كلفة في إنتاج الإيثيلين وذلك على الرغم من قيام المملكة العربية السعودية برفع سعر غاز الإيثان بنسبة 133% حيث أصبح 1.75 دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية بدلاً من 75 سنت لكل مليون وحدة حرارية بريطانية، بينما يبلغ سعر غاز الإيثان بالولايات المتحدة حوالي 4 دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية، وأن التكلفة النقدية، وهي المصروفات اللازمة لإنتاج الإيثيلين في كل من أوروبا والصين والذي يعتمد على لقيم النفط أعلى بحوالي 2.5 مرة من تكلفة إنتاج الإيثيلين في الولايات المتحدة الأمريكية وأعلى بحوالي 6 مرات من إنتاج الإيثيلين في الشرق الأوسط، ويبين الشكل (25) التكلفة النقدية لإنتاج الإيثيلين.

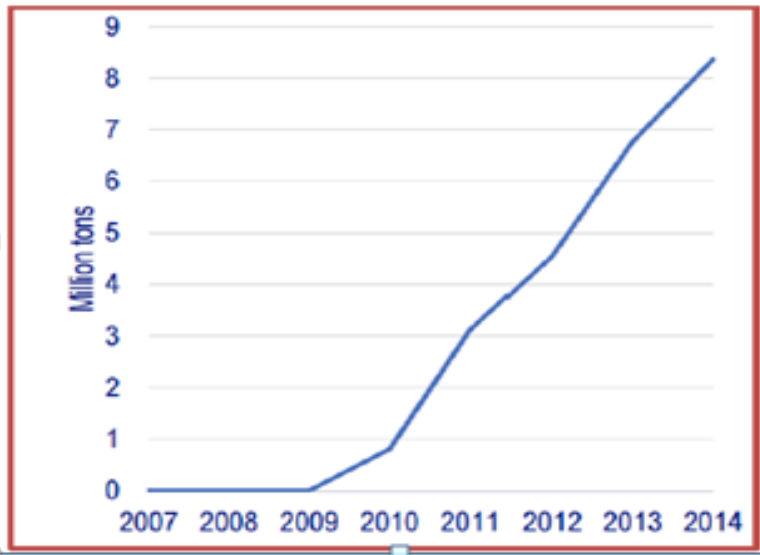
الشكل (25): التكلفة النقدية لإنتاج الإيثيلين



أوضح العرض التقديمي كذلك أن الصين تمتلك احتياطات كبيرة من الفحم ذو القيمة الاقتصادية المنخفضة والذي مكنها من إنتاج كميات ضخمة

من الميثانول، يبين الشكل (26) تطور إنتاج الميثانول خلال الفترة 2009-2014 وتحويله إلى الأوليفينات (إيثيلين و/أو بروبيلين) من خلال تطبيق تكنولوجيا تحويل الميثانول إلى أوليفينات (MTO)، وهو ما يمثل تحدياً آخر لصناعة البتروكيماويات في الدول الأعضاء.

الشكل (26): تطور إنتاج الميثانول لإنتاج الأوليفينات في الصين



كما أشارت الورقة إلى أن تكنولوجيا إنتاج البتروكيماويات الحيوية تمثل تحدي جديد لصناعة البتروكيماويات في الدول الأعضاء كما تمثل أيضاً فرصة لإنتاج منتجات بتروكيماوية، إلا أن تأثيرها يظل على المدى البعيد.

تم استعراض تطور إنتاج أهم المنتجات البتروكيماوية في الدول الأعضاء في منظمة أوابك، وشملت كل من البولي إيثيلين بمختلف درجاته (الإيثيلين عالي الكثافة - الإيثيلين منخفض الكثافة والإيثيلين الخطي منخفض الكثافة) - البروبيلين، البولي بروبيلين، الأمونيا، اليوريا، الميثانول، الميثيل رباعي البيوتيل إيثر (MTBE)، والإيثيلين جلايكول.

وبلغت الطاقة الإنتاجية الكلية في الدول الأعضاء من منتجات البتروكيماويات لعام 2015 حوالي 145 مليون طن وتمثل نسبة 6.3% من الطاقة الإنتاجية العالمية، بينما كانت في العام 2000 حوالي 38 مليون طن سنوياً وبنسبة 3.2% من طاقة الإنتاج العالمية.

واختتمت الورقة باستعراض أهم التحديات التي تواجه صناعة البتروكيماويات في الدول الأعضاء في منظمة أوابك والتي تتمثل في:

- إنتاج غاز السجيل بالولايات المتحدة الأمريكية بأسعار تنافسية.
- إنتاج الميثانول في الصين من الفحم ذو القيمة الاقتصادية المنخفضة وبكميات كبيرة لإنتاج الأوليفينات.
- تطور تكنولوجيا البتروكيماويات الحيوية والتي سوف يكون لها تأثير على المدى البعيد.
- تركيز الدول الأعضاء في منظمة أوابك على استخدام الغازات الثقيلة والسوائل مثل خليط (الإيثان/بروبان، الإيثان/بيوتان، المتكاثفات والنافثا) كلقيم لصناعة البتروكيماويات، نظراً لعدم إمكانية إقامة توسعات جديدة اعتماداً على غاز الإيثان فقط.
- توضيح مميزات موقع الدول الأعضاء في منظمة أوابك والاستفادة به في التصدير إلى الأسواق العالمية.

## ورقة بعنوان

### نظرة عامة عن قطاع البتروكيماويات في الجزائر والتطورات المستقبلية Overview of the Petrochemical Sector in Algeria and its Future Development

**المهندس / عبد الحليم مازوني**  
مدير مجمع الميثانول  
شركة سوناطراك، الجمهورية الجزائرية

**Eng. Abdelhalim Mazouni**  
Methanol Complex Manager  
Sonatrach, Algeria



استعرض المهندس/ مازوني لمحة سريعة للتعريف  
بنشاط شركة سوناطراك حيث أفاد بأن الشركة تعتبر من  
أهم الشركات البترولية في الجزائر وأفريقيا، في مجالات  
التنقيب، الإنتاج والنقل عبر الأنابيب، وتسويق المنتجات  
البترولية ومشتقاتها.

تحتل سوناطراك المرتبة الأولى في إفريقيا،  
والثانية عشر في العالم، كما تعتبر رابع مصدر عالمي  
للغاز الطبيعي المسال وثالث مصدر عالمي لغاز البترول المسال (البوتاجاز)  
وخامس مصدر عالمي للغاز الطبيعي.

تمتلك شركة سوناطراك:

- (4) مصانع للغاز الطبيعي المسال
- (2) مصنع غاز البترول المسال
- (5) معامل تكرير
- (3) مجمعات بتروكيماويات وتشمل:  
✓ ميثانول وفورمالدهيد

✓ إيثيلين

✓ بولي إيثيلين عالي الكثافة

ويهدف برنامج شركة سونطراك لتنمية مشروعات البتروكيماويات إلى:

- تلبية الطلب المحلي المتزايد على المنتجات البتروكيماوية.
- المساهمة في تنويع الاقتصاد الوطني من خلال تطوير الصناعات البتروكيماوية والتصدير.
- زيادة القيمة المضافة لمصادر الهيدروكربون.

أفاد السيد / مازوني بأن مشروعات البتروكيماويات القائمة حالياً في

الجزائر تشمل المشروعات المبينة في الجدول (2).

كما تم استعراض عدد من المشروعات المستقبلية بالتعاون مع شركاء

دوليين باستثمارات تبلغ حوالي 15 مليار دولار والمخطط تنفيذها خلال الفترة

2020/2016 وشملت المشروعات التالية والمبينة في الجدولين (3) و(4):

1. مشروع إنتاج الأوليفينات (CP3K)
2. مشروع مجمع إنتاج الميثانول ومشتقاته
3. مشروع إنتاج البروبيلين والبولي بروبيلين (PDH/PP)
4. مشروع مصنع إنتاج المطاط الصناعي
5. مشروع إنتاج الإطارات
6. مشروع مجمع إنتاج Maleic Anhydride

### الجدول (2): مشروعات البتروكيماويات القائمة في الجزائر

| الموقع                    | اللقيم المستخدم | الطاقة الإنتاجية  | المشروع   |
|---------------------------|-----------------|---|---|
| أرزو - المنطقة الصناعية   | غاز طبيعي       | ✓ X2 2000 طن/يوم أمونيا<br>✓ X1 3.500 طن/يوم يوريا  | مجمع إنتاج الأمونيا/اليوريا والأسمدة يتم تشغيله بمعرفة سونطراك  |
| أرزو - المنطقة الصناعية   | غاز طبيعي       | ✓ X2 2000 طن/يوم أمونيا.<br>✓ X2 3.500 طن/يوم يوريا   | مجمع إنتاج الأمونيا/اليوريا والأسمدة يتم تشغيله بمعرفة شركة AOA |
| أرزو - المنطقة الصناعية   | غاز طبيعي       | 113.000 طن/سنة ميثانول<br>12.000 طن/سنة فورمالدهيد/يوريا<br>فورمالدهيد<br>30 طن/يوم يوريا فورمالدهيد سائلة (مواد لاصقة) | مجمع إنتاج الميثانول ومشتقاته                                   |
| سكيكدة - المنطقة الصناعية | إيثيلين         | 130.000 طن/سنة  | مشروع إنتاج بولي الإيثيلين عالي الكثافة                         |

### الجدول (3): مشروعات بتروكيماوية مستقبلية خلال المرحلة الأولى

| الموقع                    | اللقيم المستخدم  | الطاقة الإنتاجية   | المشروع  |
|---------------------------|--|--|--|
| سكيكدة - المنطقة الصناعية | ✓ بولي بيوتاديين<br>✓ رابر/إستيرين<br>✓ بيوتاديين رابر<br>✓ - اسود الكربون | ✓ مليون طن/ سنة إيثيلين<br>✓ بولي بروبيلين- بولي إيثيلين عالي الكثافة- بولي إيثيلين منخفض الكثافة الخطي- بولي إيثيلين عالي الكثافة<br>✓ بي في سي- بولي إستيرين   | مجمع الاولييفينات (CP3K) لإنتاج بي في سي/ بولي إستيرين بنظام المشاركة طبقاً لقانون (51%-49%) |
| أرزو - المنطقة الصناعية   | ✓ غاز طبيعي<br>✓ إيثان<br>✓ بروبان<br>✓ أمونيا                             | ✓ مليون طن/ سنة ميثانول<br>✓ 700.00 طن/سنة MTBE<br>✓ 300.000 طن/سنة فورمالدهيد ومشتقاته<br>✓ 600.000 طن/ سنة حمض الأستيك ومشتقاته<br>✓ 90.000 طن/سنة بولي ميثيل ميتا أكريلات<br>✓ 230.000 طن/سنة إيثيلين فابنيل<br>أسيئات كوبوليمر | إنتاج الميثانول ومشتقاته   |
| أرزو - المنطقة الصناعية   | ميثانول/ بيوتان  | 500.000 طن/سنة بولي بروبيلين   | إنتاج البولي بروبيلين بنظام المشاركة طبقاً لقانون (51%-49%)                                  |
| تحت الدراسة               | ✓ بيوتاديين<br>✓ إستيرين   | ✓ بولي بيوتاديين رابر<br>✓ إستيرين- بيوتاديين رابر   | إنتاج المطاط الصناعي بنظام المشاركة طبقاً لقانون (51%-49%)                                   |

**الجدول (4): مشروعات بتروكيماوية مستقبلية خلال المرحلة الثانية**

| الموقع                   | اللقيم المستخدم  | الطاقة الإنتاجية   | المشروع   |
|--------------------------|--|--|---|
| ولاية البويرة            | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ بولي بيوتاديين رابر.</li> <li>✓ إستيرين-بيوتاديين رابر</li> <li>✓ اسود الكربون</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 5 مليون إطار/سنه والتوسع</li> <li>حتى 10 مليون إطار /سنه</li> </ul> | إنتاج الأطنان بنظام المشاركة طبقاً لقانون (49%-51%) |
| تحت الدراسة              | تحت الدراسة  | ✓ تحت الدراسة  | إنتاج المالك أنهيدريد                               |
| أرزو - المنطقة الصناعية  | ميثانول/ بيوتان  | 200.000 طن/سنه   | إنتاج رباعي ميثيل بيوتيل إيثر MTBE                  |
| سكيدة - المنطقة الصناعية | إيثان  | 120.000 طن/سنه   | توسعات مشروع CPK1 لإنتاج الإيثيلين                  |

**ورقة بعنوان****حماية مستقبلنا: الالتزام بالرعاية المسؤولة  
Protecting Our Future: Commitment to Responsible Care****المهندس/ جمال الشاوش**

مراقب مصنع الميثانول  
شركة الخليج لصناعة البتروكيماويات، مملكة البحرين

**Eng. Jamal Shawoosh**

Methanol Plant Superintendent  
Gulf Petrochemical Industries (GPIC), Kingdom of Bahrain



استعرض المهندس/ جمال الشاوش لمحة سريعة للتعريف بنشاط شركة الخليج لصناعة البتروكيماويات والتي تأسست في كانون الأول/ ديسمبر 1979 كمشروع مشترك بين دول مجلس التعاون الخليجي، وهم مملكة البحرين والشركة السعودية للصناعات الأساسية وشركة صناعة الكيماويات البترولية، الكويت لصناعة الأسمدة

والبتروكيماويات باستخدام الغاز الطبيعي الذي يتوفر في البحرين كمادة بسيطة لإنتاج الأمونيا واليوريا والميثانول بطاقة إنتاجية 1.5 مليون طن/سنة.

كما تم استعراض أهمية منتج الميثانول كمادة أساسية للعديد من صناعات البتروكيماويات وخاصة في إنتاج الفورمالديهيد ومشتقاته، المذيبات، المواد اللاصقة، الراتنجات، صناعات الأقمشة كما يمكن استخدامه كمحسن لرقم الأوكتان للغازولين أو بالاستخدام المباشر كوقود للمحركات وغيرها من الصناعات البتروكيماوية الهامة.

وأشار إلى أن تبني شركة جيبك سياسة الرعاية المسؤولة كالتزام من الشركة نحو التحسين في مجال الصحة والسلامة والأداء البيئي، وكذلك وضع سياسات لمزيد من التحسين، وهو ما مكّن الشركة من إنشاء نظام إدارة ناجح يتضمن تصديق هيئات السلامة العالمية مثل المنظمة العالمية للجودة، وكذلك سعي الشركة الدائم لتطوير أنشطتها والحصول على عدة شهادات عالمية في مجال سياسات الجودة (ISO9001) وشهادة نظم الإدارة البيئية (ISO14001) وشهادة الصحة المهنية والسلامة (OHSAS 18001) بالإضافة إلى اعتراف وتقدير عدد من المؤسسات العالمية مثل الجمعية الملكية للوقاية من الحوادث في بريطانيا (روسبا). ويعد الحصول على هذه الشهادات الدولية دليلاً قاطعاً على التزام الشركة بترسيخ مبادئ السلامة والصحة والبيئة ضمن ثقافة أعمال متكاملة، مما أدى إلى تحسين مردودية الشركة في مجال الأعمال وإضافة قيمة للمجتمع والموارد البشرية.

كما أشار السيد/الشاوش إلى أن شركة جيبك حازت على شهادة الحماية والاستدامة (رابطة صناعة الأسمدة الدولية IFA) وكذلك شهادة التميز في العام 2014، مما يدل على الأهمية التي توليها إدارة شركة الخليج على إتباع المبادئ الأساسية لرعاية (Underlying Principles of Product Stewardship) وتتمثل أهمية تطبيق هذه المبادئ فيما يلي:



1. استخدام حلول مبتكرة خلال مرحلة الهندسة وتصميم المشاريع الجديدة أو التعديلات على المصانع القائمة لضمان الحد من الأثر البيئي وانبعاثات الكربون.
2. تصدير منتجات عالية الجودة لضمان العملاء والمستخدمين النهائيين.
3. إصدار كتيبات ومبادئ توجيهية بشأن مخاطر المنتجات والإجراءات الاحترازية بما في ذلك بيانات سلامة المواد (MSDS)، والتي تم توزيعها على جميع الموظفين العاملين في نقل المنتجات، مثل السفن والشاحنات.
4. ترتيب عقد اجتماعات مع المشتريين المحليين وتوعيتهم في مجال إدارة الأعمال من حيث السلامة والصحة والبيئة والتعامل مع المنتج.
5. عقد اجتماعات منتظمة مع المسوقين الدوليين مثل شركة سابك.
6. انتهت الورقة إلأن تطبيق كافة التعليمات طبقاً لسياسات الجودة والسلامة والصحة المهنية تعمل علي توثيق وتحسين معدلات الأداء والإنتاجية وبهدف إرضاء العملاء.

## ورقة بعنوان

### بحوث وتطوير البولي أوليفينات تحدد آفاق جديدة في صناعة البتروكيماويات Polyolefin R&D Defining the New Frontiers for Petrochemical Industry

السيد/ أنتي تايinz

مهندس تطوير المنتجات

شركة بروج، دولة الإمارات العربية المتحدة

**Mr. Antti Tynys**

Sr. Product Development Engineer

Abu Dhabi Polymers Co. Ltd. (Borouge), UAE



استعرض المهندس/ أنتي تايinz نشاط مركز بروج للابتكار وأشار إلى أنه يلعب دوراً حيوياً في تعزيز التزام الشركة بتوفير خامات بلاستيكية مبتكرة ومستدامة تضيف قيمة كبيرة لعملاء الشركة حول العالم وخاصة في تطبيقات البنية التحتية وصناعة السيارات والتغليف.

كما أفاد بأن مركز بروج للابتكار يعتمد في عمله على تطوير البوليمرات وتقنيات التطبيقات، كما يشمل المركز عدة مختبرات متطورة مزودة بأجهزة فحص دقيقة لاختبار أنواع عديدة من البوليمرات والتأكد من أدائها العالي للوصول للمواصفات المثالية الخاصة بالعمليات التحويلية للبوليمرات البلاستيكية. ويتعاون مركز بروج للابتكار مع مراكز الابتكار الأوروبية التابعة لشركة بورياليس وكذلك مع مركز التطبيقات التابع لشركة بروج في شنغهاي بالصين، هذا وقد تم تطوير حوالي 15% من إجمالي الإنتاج الحالي لشركة بروج في مركز بروج للابتكار.

وأشار المتحدث إلى أن مهمة المركز هي خلق القيمة من خلال الإبداع، علاوة على أن رؤية المركز تتمثل في تشكيل المستقبل عبر صناعة البلاستيك.

كما استعرضت الورقة تطوير منتج البولي بروبيلين بتكنولوجيا شركة بورياليس وإنتاج مواسير الضغط العالي والمنخفض وأهميته في تطوير شبكة المواسير للمياه والصرف وخاصة أن هذه المنتجات تعتبر بديلاً عن المواسير الأسمنتية والمصنعة من الحديد.

وتضمنت الورقة شرح لأهم مميزات أنابيب البولي بروبيلين (PP-R) والمستخدمه للمياه الباردة والساخنة وشملت:

- ✓ مقاومة الأكسدة، حيث أن نعومة الجدار الداخلي تمنع تكوين الكلس (أكسيد الكالسيوم).
- ✓ مقاومة عالية للمواد الكيماوية، حيث تتميز الأنابيب بمقاومة عالية للمواد الكيماوية وتتضمن المواد التي عادة ما تكون بتماس مباشر مع الأنابيب في خرسانة البناء مثل الكلس (أكاسيد الكالسيوم).
- ✓ مادة الـ PP-R تكون جيدة المرونة لامتصاص صوت الضجيج والاهتزازات الناتجة عن مرور الماء.
- ✓ مقاوم للتجمد، تجعل المرونة العالية لمادة PP-R من الممكن للأنابيب أن تكيف نفسها بزيادة الحجم إذا تجمد السائل بداخلها.
- ✓ مقاومة للتآكل، تتميز أنابيب البولي بروبيلين بمقاومة الاحتكاك مهما كانت المياه الجارية في الأنابيب عسرة.
- ✓ مقاومة الاحتكاك، الأنابيب بنظام التقنية المتطورة يعمل على مقاومة الاحتكاك ويسمح بالجريان بسرعة عالية بدون مشاكل.

✓ قدرة العمل البسيطة تنخفض إلى 30-50% مقارنة مع الأنابيب المعدنية التقليدية بسبب تقنية التركيب البسيطة والوزن الخفيف للأنابيب ووقت التجميع والتهيئة.

كما تضمنت الورقة شرح لمميزات منتجات البولي إيثيلين عالي الكثافة بالتشكيل بالنفخ، ومنتجات البولي بروبيلين مقاوم الصدمات والتطبيقات المختلفة.

وانتهت الورقة إلى أن تطبيق أحدث التكنولوجيات يساهم في التطوير والابتكار المستدام لحلول متعددة وإنتاج منتجات بولي بروبيلين متعددة الأغراض والاستخدامات، بالإضافة إلى إمكانية توفير الطاقة المستخدمة في الإنتاج، وتحسين المواصفات للمنتجات وهو ما يعمل على توفير الخامات وتقليل الفاقد.

**ورقة بعنوان****تكلفة واقتصاديات تكرير النفط الحامضية  
Acidic Crude Oil and the Economics Cost of Refineries Industry****المهندس / سلمان هدار**

مهندس عمليات

شركة مصافي الجنوب، جمهورية العراق

**Eng. Salman Haddar**

Process Engineer

South Refineries, IRAQ



استهل السيد سلمان هدار بالإشارة إلى أن زيادة نسبة الكبريت وارتفاع حامضية النفط الخام من العوامل الهامة والمؤثرة في اختيار مواد وخامات تصنيع المعدات في مصافي التكرير، حيث تتأثر السبائك بشدة نتيجة ارتفاع نسب الكبريت، وحامضية النفط مما يؤثر على تكلفة الاستثمارات الكلية للمصفاة، كما أشار إلى أن وزارة النفط

العراقية لديها الرغبة الأكيدة في النهوض بالواقع الحالي للمصافي، مع الأخذ في الاعتبار نتائج دراسات الجدوى الاقتصادية وفترة استرداد رأس مال المشروع، والالتزام بالتشريعات الدولية، وخاصة التشريعات البيئية.

أشار المتحدث إلى أن الورقة تستهدف استعراض جهود جمهورية العراق للحصول على منتجات بترولية ذات مواصفات تسويقية جيدة تماثل تلك المنتجات التي يتم الحصول عليها في المصافي الحديثة، وذلك وفقاً لأفضل تصميمات للمصفاة، بما يضمن ظروف التشغيل الاقتصادية والمنافسة الحقيقية مع المصافي العالمية، حيث تم دراسة ومقارنة النفوط عالية الحامضية والأقل حامضية، بالإضافة إلى الحسابات الفنية والاقتصادية

للمصفاة. وتركز الورقة على مصفاة ميسان الجديدة التي تبلغ طاقتها الإنتاجية 150 ألف برميل يومياً من النفط الخام من حقلي برزكان والحلفاية.

وفي هذا الصدد فقد تم الأخذ في الاعتبار ما يلي:

1- إجراء تقييم شامل لمواصفات النفط الخام في حقول محافظة ميسان، فيما يتعلق بالمزايا والمساوئ لكل حقل، وانعكاس تلك الحسابات على التصميمات الأولية للمصفاة الجديدة.

2- عقد مقارنة بين حقول النفط في كل من محافظتي البصرة وميسان من حيث الحامضية والشوائب وتكلفة طرق المعالجة في وحدات التصنيع بالمصفاة.

3- الحسابات الفنية لقياس نسبة الحامضية في النفط الخام والمشتقات البترولية، وتحديد النسب المقبولة وغير المقبولة للتصميمات في وحدات المصافي.

4- حساب التكلفة الإضافية للمعدات المستخدمة في قياس التلوث الناجم عن زيادة نسبة الأحماض، وفي وجود نسب من الكبريت وغاز كبريتيد الهيدروجين.

5- العمليات الحسابية الاقتصادية للمصفاة في حالة زيادة تلك النسبة الحامضية وتشمل (عمر المصفاة، استرداد التكلفة الاستثمارية التي تم إنفاقها على المصفاة، وصافي الربح)، مقارنة بتلك القيم في حالة انخفاض نسبة الأحماض في النفط، مما يؤثر إيجابياً على المواصفات النهائية للمنتج وتكلفة تشغيل المعدات، بالإضافة إلى خفض تكاليف المواد الكيميائية المستخدمة وزيادة العمر الافتراضي للمادة المحفزة.

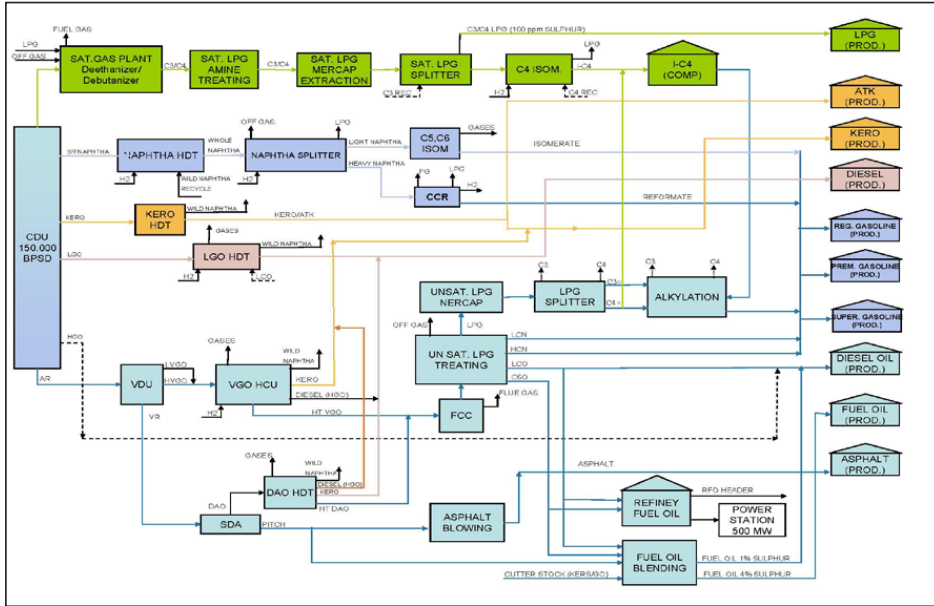
6- تعود أسباب تحديث تحليل النفط الخام إلى التغيرات في مواصفات منتجات الحقول النفطية نتيجة معدلات الإنتاج وبهدف الحصول على

التصميمات المناسبة للمعدات بالمصفاة ولضمان تحاليل الخامات المغذية للمصفاة.

أشار السيد هدار إلى أن محافظة ميسان تتميز بحقولها التي تنتج مجموعة متنوعة من النفوط، والتي تنحصر غالبيتها في النفط الخام الثقيل بمواصفات مختلفة من حيث الشوائب الحامضية وغيرها، والتي تعد مؤشرات فعالة ومؤثرة على وحدات المصافي. وكان من العوامل الهامة خلال مرحلة التصميم اختيار النموذج المناسب، بحيث يتيح زيادة كميات المشتقات البترولية بقدر الإمكان مع الأخذ في الاعتبار حماية المعدات وإطالة عمرها الافتراضي في الإنتاج، خاصة في خط التشغيل للصناعات اللاحقة لإنتاج النفط، بالإضافة إلى التعامل مع المحتوى الهيدروكربوني الثقيل، مع تلافي أثرها على المعدات لاحتوائها على تركيزات عالية من الأحماض، وارتفاع نسب الكبريت، والمعادن وغيرها من الشوائب، حيث يؤثر ذلك على مسار إنتاج السولار من برج التقطير الرئيسي.

استعرض السيد سلمان هدار في نهاية العرض التقديمي عدد من النماذج المختلفة من التصميمات حيث بين أن **الشكل (27)** يمثل نموذج المصفاة الذي يتضمن ضبط البيانات والتصميمات، وذلك بهدف تعظيم الحصول على كميات من الغازولين والديزل، حيث تم إضافة العديد من الوحدات المساعدة التي تتميز بالتشغيل تحت ظروف قاسية وتحديد التكاليف المالية، والنسب المقبولة من الأحماض والتصميمات المناسبة.

الشكل (27): نموذج مصفاة لتعظيم كميات الغازولين والديزل



مؤتمرات

كما استعرض عدة نماذج أخرى للمصفاة حيث تم الأخذ في الاعتبار مواصفات الخام المستخدم ونسب الأحماض الموجودة به بالإضافة إلى تأثير نسب الشوائب مثل الكبريت وغاز كبريتيد الهيدروجين. حيث يتطلب ذلك استخدام سبائك معدنية ذات مواصفات خاصة مرتفعة التكلفة لوحداث التشغيل ذات مواصفات خاصة. وتبع ذلك زيادة تكلفة المواد الكيميائية والمواد المحفزة المستخدمة للمفاعلات، مع ضرورة توفير الظروف التشغيلية التي تتميز بتحمل الظروف المناخية الصعبة.





## مؤتمر التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيمياويات

19-17 نيسان / أبريل 2016 - المنامة - مملكة البحرين

### اليوم الثاني

### الجلسة الفنية الثالثة

تحت عنوان

### التقنيات الحديثة لمعالجة

### قاع البرميل وإنتاج وقود عالي القيمة

## Advanced Process Technology for Upgrading the Bottom of the Barrel to Higher Value Fuels

رئيس الجلسة: المهندس/ جمال الشاوش

مراقب مصنع الميثانول

شركة الخليج لصناعة البتروكيمياويات، مملكة البحرين



وتضمنت الجلسة عرض الأوراق التالية:

مؤتمرات

|                         |   |
|-------------------------|---|
| الدكتور/ حسن كرم        | رحلة شركة أبو ظبي لتكرير النفط نحو التميز<br><b>Takreer Journey Towards Excellence</b>  |
| الدكتور/ سالم الدباح    | التكسير بالعامل الحفاز لزيت الغاز ( السولار) في مفاعل يعمل باستخدام ترددات الراديو<br><b>Catalytic Cracking of Gas Oil In Spouted-Bed Reactor Using Radio Frequency Energy</b>    |
| الدكتور/ وائل المسلماني | التكنولوجيا الحيوية في صناعة الهيدروكربونات: الابتكارات والتحديات في الصناعات البترولية<br><b>Hydrocarbons Biotechnology: Frontiers and Challenges For the Petroleum Industry</b> |
| السيد/ هيوروكي ياجيتا   | استخدام الفحم البترولي لتوليد الطاقة بتقنية نظام الطاقة ميتسوبيشي هيتاشي<br><b>Petroleum-Coke Firing Boiler for Power Generation by MHPS Technology</b>                           |

## ورقة بعنوان

رحلة شركة أبوظبي لتكرير النفط نحو التميز  
Takreer Journey Towards Excellence

## الدكتور/ حسن كرم

نائب الرئيس، مصفاة الرويس  
شركة أبوظبي لتكرير النفط (تكرير)، دولة الإمارات العربية المتحدة

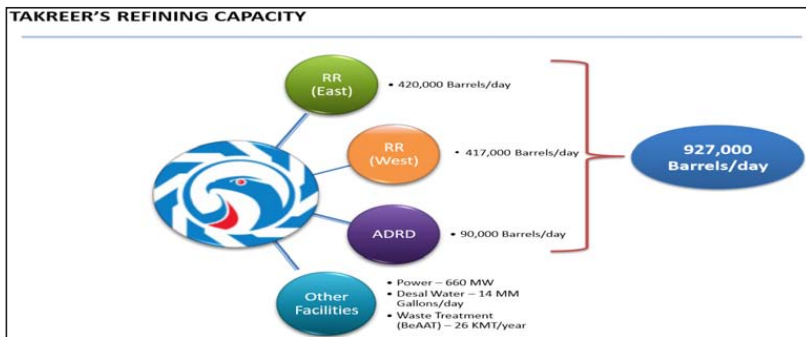
**Dr. Hassan Karam**  
Vice President, Ruwais Refinery  
Abu Dhabi Oil Refining Co., UAE

بدأ الدكتور حسن كرم بتقديم تعريف موجز عن شركة أبوظبي لتكرير النفط



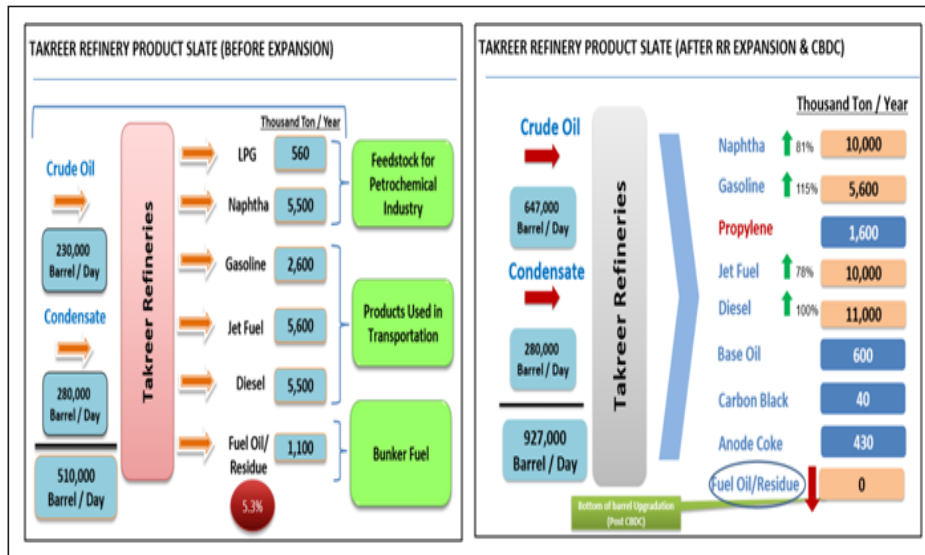
التي تمتلك ثلاث مصافي للنفط بإجمالي طاقة تكريرية قدرها 927 ألف ب/ي، الأولى مصفاة الرويس القديمة (شرق) طاقتها 420 ألف ب/ي، ومصفاة الرويس الجديدة ( غرب) طاقتها 417 ألف ب/ي، ومصفاة أبو ظبي طاقتها 90 ألف ب/ي، إضافة إلى العديد من الوحدات المساندة. **الشكل (28)** طاقة وعدد مصافي النفط في شركة أبوظبي لتكرير النفط (تكرير).

**الشكل (28):** طاقة وعدد مصافي النفط في شركة أبوظبي لتكرير النفط (تكرير)



ثم استعرض المتحدث تطور نسب المنتجات البترولية المنتجة في الشركة قبل وبعد مشروع توسعة مصفاة الرويس الأخير، والذي ساهم في رفع نسبة النافثا بمعدل 81%، والغازولين بمعدل 115%، ووقود النفاثات بمعدل 78%، وزيت الديزل بمعدل 100%، مع إضافة منتجات جديدة كزيوت التزيت الأساس Base Oil بمعدل 600 ألف طن/السنة، وأسود الكربون بمعدل 40 ألف طن/السنة، وفحم الأقطاب الكهربائية بمعدل 430 ألف طن/السنة. يبين الشكل (29) مقارنة بين كمية المنتجات قبل وبعد توسعة مصفاة الرويس.

الشكل (29): مقارنة بين كمية المنتجات قبل وبعد توسعة مصفاة الرويس

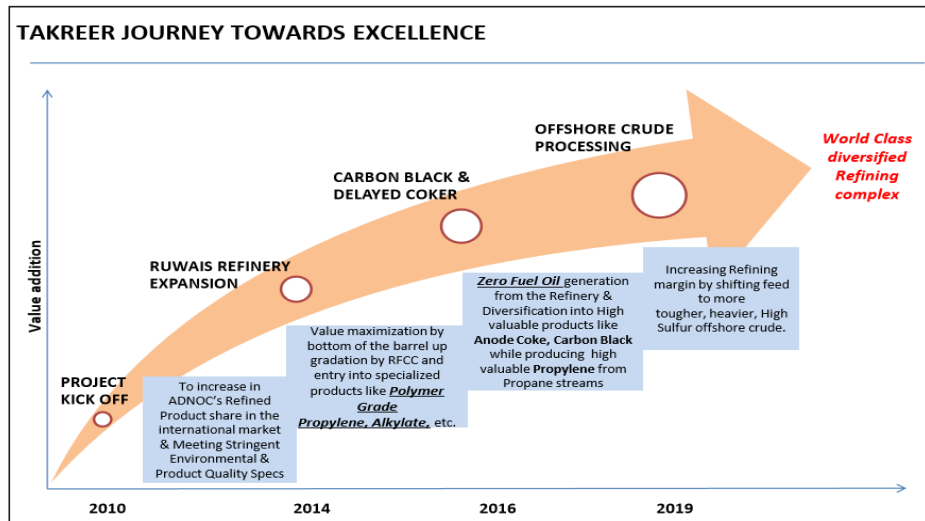


بعد ذلك انتقل المتحدث إلى شرح خطة شركة أبو ظبي لتكرير النفط التي تهدف إلى تحقيق التميز، وتحسين القيمة المضافة، والوصول بأداء الشركة إلى مجمع تكرير متوافق مع أعلى مستويات الأداء العالمية، خلال الفترة الواقعة من عام 2010 ولغاية 2019، وذلك من خلال المراحل التالية:

الشكل (30)

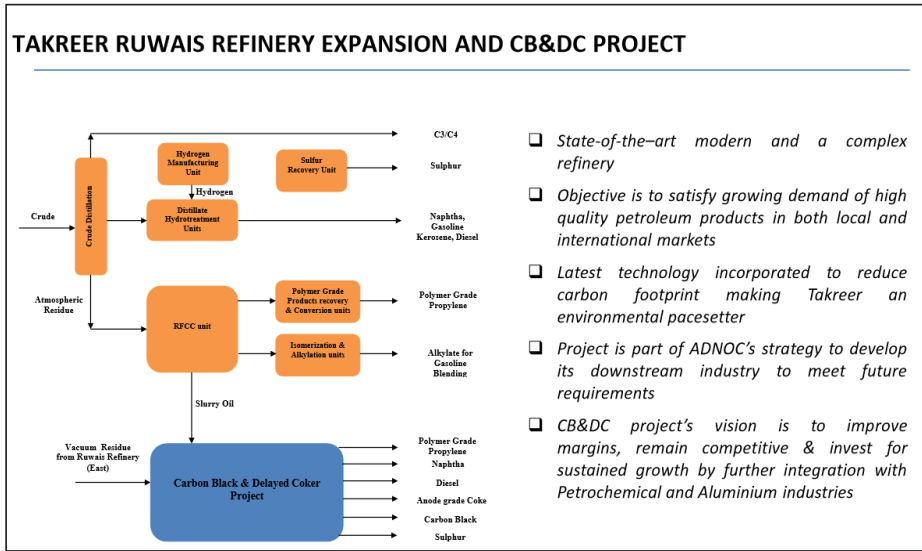
- مرحلة انطلاق المشروع التي تهدف إلى زيادة حصة منتجات الشركة في الأسواق العالمية، وتلبية متطلبات المعايير البيئية الخاصة بالحد من طرح الملوثات إلى البيئة، وتحسين جودة مواصفات المنتجات البترولية.
- مرحلة تعظيم قيمة المنتجات الخفيفة العالية الجودة على حساب المخلفات الثقيلة من خلال وحدة التكسير بالعامل الحفاز المائع لمخلفات التقطير الفراغي RFCC، التي انطلقت في عام 2014.
- المرحلة الثالثة التي انطلقت في عام 2016، وهي مرحلة خفض إنتاج المصفاة من زيت الوقود إلى الصفر، من خلال تحويله إلى منتجات عالية القيمة مثل أسود الكربون، وفحم الأقطاب الكهربائية Anode Coke، والبروبيلين.
- المرحلة الأخيرة والتي ستبدأ في عام 2019، وتهدف إلى تعظيم ربحية الشركة من خلال تحسين مرونة المصافي على تكرير النفوط الثقيلة والحامضية الرخيصة الثمن، المنتجة من حقول المغمورة في دولة الإمارات العربية المتحدة.

**الشكل (30):** مراحل خطة رحلة شركة أبو ظبي لتكرير النفط نحو التميز



كما استعرض المتحدث الإجراءات المتخذة لتحقيق أهداف الخطة المذكورة، أهمها مشروع توسعة مصفاة الرويس، ومشروع وحدة التقطير المؤجل ووحدة إنتاج أسود الكربون، حسب المخطط المبين في الشكل (31).

**الشكل (31):** مخطط توسعة مصفاة الرويس في شركة أبو ظبي لتكرير النفط



كما استعرض المتحدث إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في المصافي العاملة في شركة أبو ظبي لتكرير النفط، وأهمها:

- توليد طاقة كهربائية بمعدل 34 ميغاوات ساعة من الغازات العادمة في وحدة التكسير بالعامل الحفاز المائع لمخلفات التقطير الفراغي RFCC.
- إنشاء منظومة استرجاع الغازات الهيدروكربونية الناتجة عن الأبخرة المنطلقة إلى الجو أثناء تحميل ناقلات الغازولين والناظفا.
- استرجاع الهيدروجين من العديد من الغازات الفائضة للاستفادة منه في عمليات المعالجة الهيدروجينية والتكسير الهيدروجيني بدلاً من حرقه كوقود.
- إنشاء منظومة استرجاع غازات الشعلة التي تحقق خفض كمية الغازات المحروقة في الشعلة أثناء التشغيل العادي لوحدات المصفاة إلى الصفر.

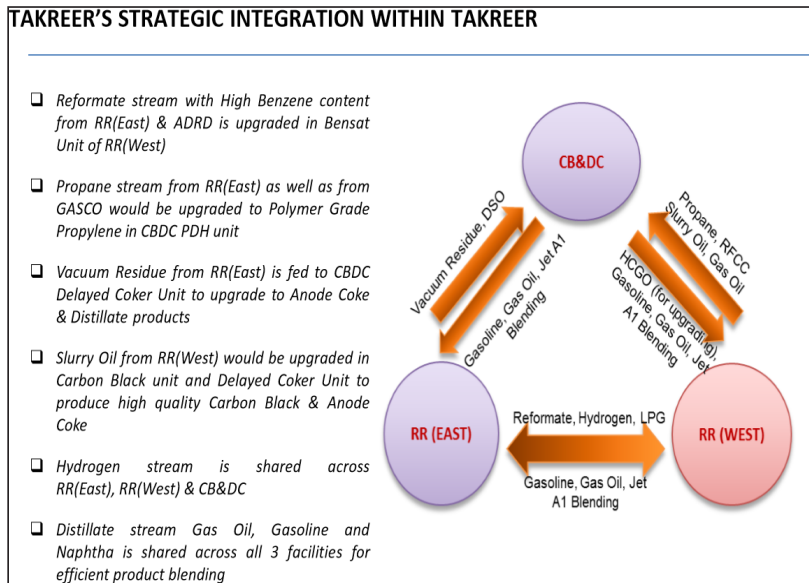
- تعظيم كفاءة استرجاع الطاقة في سلسلة المبادلات الحرارية الأولية باستخدام التكنولوجيا الحديثة PINCH Technology.
- بعد ذلك قدم المتحدث معلومات مفصلة عن التكنولوجيا المتقدمة المستخدمة في إنتاج زيوت التزيت الأساس في شركة "تكرير"، وأنواع المنتجات، ومجالات استخدامها، ومواصفاتها ودرجة جودتها، حسب ما هو مبين في الشكل (32).
- أشار المتحدث بعد ذلك إلى دور فرص التكامل الاستراتيجي بين مجمعات شركة أبو ظبي لتكرير النفط "تكرير" في تحسين القيمة المضافة، والمبينة في الشكل (33)، أهم هذه الفرص:
- تحويل الناfta المحسنة Reformate الحاوية على نسبة عالية من البنزين العطري والمنتجة في مصفاة الرويس القديمة (شرق) إلى مصفاة الرويس الجديدة (غرب) لمعالجتها في وحدة إشباع العطريات Bensat.
- تجميع البروبان المنتج في مصفاة الرويس القديمة (شرق) مع البروبان المنتج في شركة أبو ظبي لصناعات الغاز المحدودة GASCO ونقلها إلى مجمع التفحيم واسود الكربون لتحويله إلى البروبيلين.
- تحويل مخلفات التقطير الفراغي المنتج في مصفاة الرويس القديمة إلى مجمع التفحيم وإنتاج أسود الكربون، لتحويله إلى فحم بترولي ومقطرات بترولية خفيفة.
- نقل الزيت الثقيل Slurry Oil المنتج في مصفاة الرويس الجديدة (غرب) إلى مجمع التفحيم المؤجل لتحويله إلى منتجات عالية الجودة كأسود الكربون وفحم الأقطاب الكهربائية.
- مشاركة كافة خطوط إنتاج الهيدروجين المنتجة في المجمعات الثلاث لتأمين فرص التبادل فيما بينها بحيث يمكن الاستفادة من منتج إحدى المصافي في مصفاة أخرى.

المشاركة في شبكة تخزين المقطرات الوسطى والغازولين والنافتا بين المجمعات الثلاث بهدف تحسين كفاءة المزج.

**الشكل (32):** مواصفات منتجات شركة أبو ظبي لتكرير النفط بعد التوسعة

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>POLYMER GRADE PROPYLENE</b> | • 99.5 Wt% purity product                    |
| <b>EURO-V GASOLINE</b>         | • 91, 95, 98 RON, 1.0 Vol% Benzene           |
| <b>EURO-V DIESEL</b>           | • 10 ppmw Sulphur                            |
| <b>CARBON BLACK</b>            | • N-220 (UV-Grade) & N-115 (Semi-Conductive) |
| <b>ANODE COKE</b>              | • < 3 Wt% Sulphur                            |

**الشكل (33):** فرص التكامل الاستراتيجي بين مجمعات شركة أبو ظبي لتكرير النفط

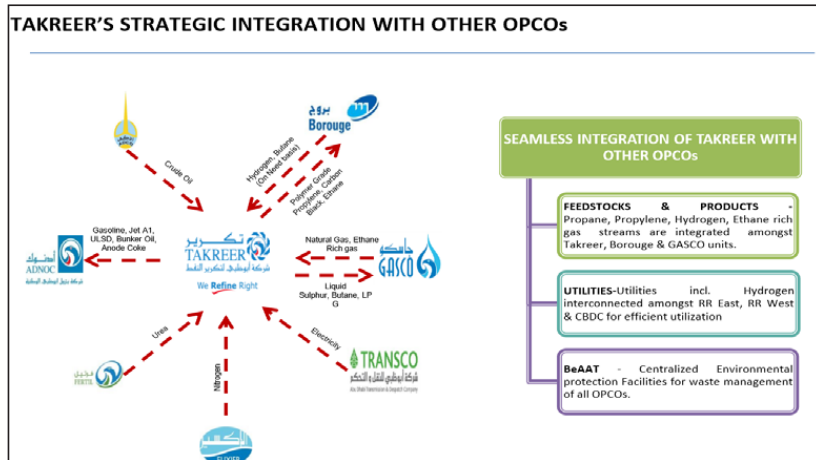




أما فرص التكامل الاستراتيجي لتحسين القيمة المضافة بين مجموعات شركة تكرير والمجمعات النفطية المجاورة فهي أيضاً عديدة، أهمها: **الشكل (34)**

- استيراد النفط من شركة أبو ظبي للعمليات البترولية البرية المحدودة ADCO.
- استيراد غاز النيتروجين من شركة أدنوك ليندي للغازات الصناعية المحدودة "الإكسبر" ALEXIER
- استيراد الطاقة الكهربائية من شركة أبو ظبي للنقل والتحكم TRANSCO.
- استيراد اليوريا من شركة صناعات الأسمدة بالرويس "فرتيل"
- استيراد الهيدروجين عند الضرورة من شركة أبو ظبي للبوليميرات "بروج" وتصدير البروبيلين والإيثان وأسود الكربون إليها.
- استيراد الغاز الطبيعي والغاز الغني بالإيثان من شركة أبو ظبي لصناعات الغاز المحدودة "غازكو" وتصدير الكبريت السائل والبيوتان، وغاز البترول المسال إليها.
- تصدير الغازولين ووقود النفايات، والديزل الحاوي على نسبة منخفضة جداً من الكبريت ULSD، وفحم الأقطاب الكهربائية إلى شركة بترول أبو ظبي الوطنية "أدنوك"

**الشكل (34):** التكامل الاستراتيجي بين شركة تكرير والشركات العاملة الأخرى



وفي الختام أشار المتحدث إلى أن سياسة تعظيم القيمة في شركة أبو ظبي لتكرير النفط "تكرير" تعتمد على ثلاثة مبادئ، أولها أن كفاءة العمليات تنتج عن التكامل الاستراتيجي العالي بين مرافق الشركة، والثاني هو أن تعظيم الربحية يأتي من خلال تعظيم تبادل منتجات المصافي بكافة أنواعها، أما الثالث فيعتمد على أن ترشيد استهلاك الطاقة يأتي من خلال خفض تكاليف نقل المنتجات.

### ورقة بعنوان

**التكسير بالعامل الحفاز لزيوت الغاز (السلولار) في مفاعل يعمل  
باستخدام طاقة ترددات الراديو  
Catalytic Cracking of Gas Oil In Spouted-Bed Reactor  
Using Radio Frequency Energy**

**الدكتور/ سالم الدباح**

مستشار فني

المؤسسة الوطنية للنفط، دولة ليبيا

**Dr. Salem M. Eldabah**

Technical Consultant

National Oil Corporation (NOC), Libya



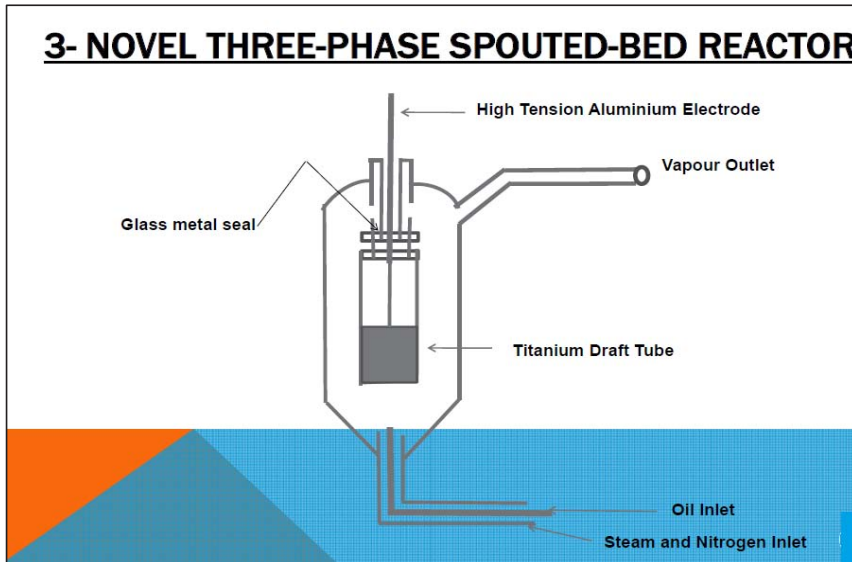
استهل الدكتور الدباح ورقته بمقدمة عن عمليات التكسير التقليدية في صناعة تكرير النفط والتي تشمل التكسير الحراري والتكسير بالعامل الحفاز والتكسير بالهيدروجين ولقائم كل عملية وظروف التشغيل المختلفة والهدف من تلك العمليات والمشتقات الناتجة منها، ثم انتقل إلى استعراض بعض المشاكل التي تواجه التقنيات الحالية التقليدية لتلك العمليات، ومن أبرزها انخفاض الكفاءة والاختيارية في بعض التفاعلات الحفزية، ثم سلط الضوء على بعض المصادر الجديدة للطاقة المستخدمة في عمليات التكسير بالعامل الحفاز والتكسير بالهيدروجين ومنها

عمليات التسخين الكهرومغناطيسي التي تشمل التسخين باستخدام الموجات الترددية (المايكرويف وموجات الراديو)، وكذلك التسخين بالحث، وأشار إلى أن التسخين بهذه الطرق في التطبيقات الصناعية يتميز بالآتي:

- ✓ زيادة سرعة العمليات الصناعية
- ✓ تسخين منتظم وموحد
- ✓ كفاءة تحويل الطاقة
- ✓ سرعة وجودة التحكم في العمليات
- ✓ تسخين اختياري

أشار المتحدث إلى أن موضوع الورقة يتناول تصميم عامل حفاز داخل مفاعل يعتمد في تسخينه على المجال الكهرومغناطيسي يعمل بترددات الراديو، ثم دراسة تفاعلات التكسير بالعامل الحفاز للسولار، كما هو موضح في الشكل (35).

الشكل (35): تصميم المفاعل المستخدم في الدراسة

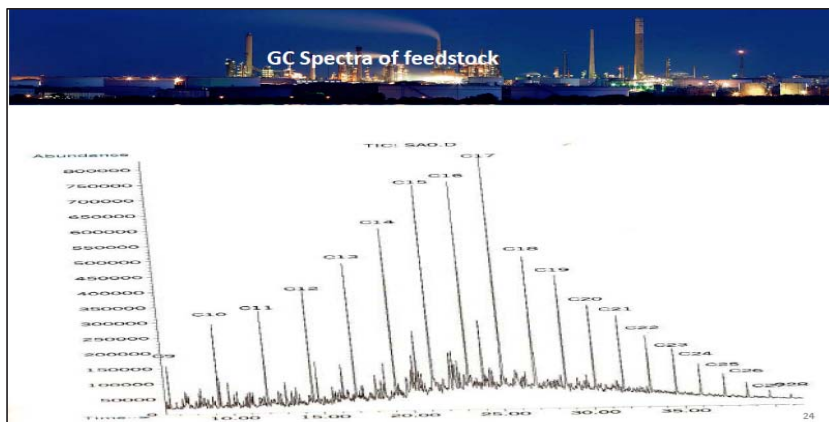


وأشار إلى بعض المشاكل التي واجهت المفاعل أثناء إعداده للتشغيل

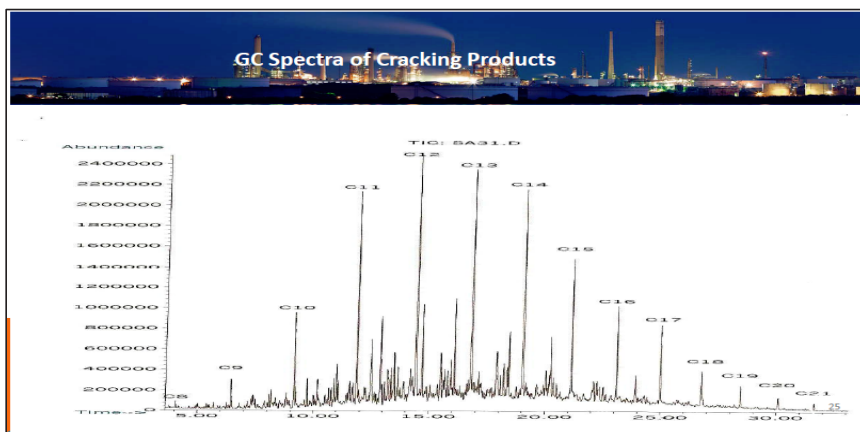
مثل:

- ✓ عدم انسجام توليف المفاعل مع مولد موجات الراديو.
  - ✓ سوء نفث الزيوليت.
  - ✓ حدوث رغاوي للزيت أدى إلى تكوين بقاع ساخنة.
- كما استعرض المتحدث الجزء العملي من البحث، ونتائج تحليل لقيم التغذية المستخدم والمنتجات التي تم الحصول عليها كما هو موضح في الشكلين (36) و(37).

**الشكل (36): نتائج تحليل الكروماتوجرافي للقيم التغذية**



**الشكل (37): نتائج تحليل الكروماتوجرافي للمنتجات**



- واختتم الدكتور الدباح ورقته باستخلاص الاستنتاجات التالية:
1. تواجه عمليات التكسير التقليدية العديد من المشاكل وأهمها انخفاض الكفاءة والانتقائية في بعض التفاعلات الحفزية نظرا لانخفاض درجة الحرارة داخل المفاعل.
  2. يتميز التسخين باستخدام موجات الراديو عن التسخين التقليدي بتجانس التسخين في عموم حجم المادة، وسرعة تسخين جسم المادة.
  3. أثبتت التجارب على النوعين المستخدمين من العامل الحفاز أن النوع الأول (الزيوليت 13X) لديه قدرة أكبر على امتصاص طاقة موجات الراديو من النوع الثاني (أمونيوم زيوليت).
  4. يعتقد أن استخدام موجات الراديو كمصدر للتسخين في تفاعلات التكسير من الممكن أن تعمل على خفض تكاليف رأس المال والتشغيل في وحدة التكسير بالعامل الحفاز للأسباب التالية:
    - ✓ تفاعل وإعادة تنشيط العامل الحفاز يتم في المفاعل نفسه مما يؤدي إلى خفض التكلفة الرأسمالية.
    - ✓ تكون فيلم البخار يقلل من ترسب الفحم، ومن ثم خفض تكلفة التشغيل.
    - ✓ يمكن الاستغناء عن التسخين الأولي باستخدام ترددات موجات الراديو وبالتالي خفض تكلفة رأس المال.

## ورقة بعنوان

### التكنولوجيا الحيوية في صناعة الهيدروكربونات: الابتكارات والتحديات في الصناعات البترولية Hydrocarbons Biotechnology: Frontiers and Challenges For the Petroleum Industry

الدكتور/ وائل المسلماني

جامعة الخليج العربي، مملكة البحرين

**Dr. Wael El Moslimany**  
Arabian Gulf University, Bahrain



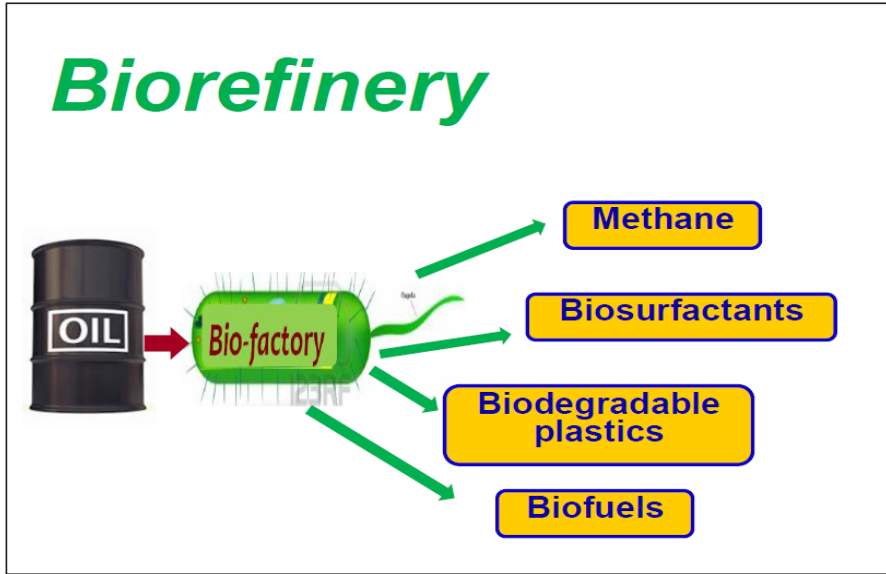
أشار الدكتور المسلماني إلى التقدم الكبير الذي شهدته التكنولوجيا الحيوية منذ أواخر القرن الماضي، حيث اعتبرت أحد أهم الثورات العلمية التي حققتها الإنسان نظرا للأفاق الواعدة التي توفرها هذه التكنولوجيا في كافة مناحي حياة الإنسان اليومية، وتطبيقاتها في مجالات كثيرة في الصناعة والطب والزراعة والتغذية ومجال البترول، إذ أن

النفط وحسب كثير من التوقعات سيبقى المصدر الأول للطاقة لعقود قادمة، وهذا عائد إلى استكشاف مزيد من آبار النفط وتقدم تقنيات الحفر والتنقيب، وتطوير أساليب وطرق حديثة لزيادة الإنتاجية النفطية، ومنها استخدام التكنولوجيا الحيوية التي عززت مكانة النفط في العالم بوصفه مصدرا رئيسيا للطاقة ومادة أولية في عدد كبير من الصناعات الكيميائية الهامة.

لفت الدكتور المسلماني إلى أن الدراسات كشفت عن كائنات دقيقة قادرة على تطوير وإنتاج مواد تعمل على تحسين إنتاج النفط في الآبار وخطوط الأنابيب، ومصافي التكرير، وتقوم بعمليات كيميائية ضرورية كإزالة الكبريت والنيتروجين والمعادن من النفط، إضافة إلى تقليل اللزوجة.

هذا وقد أكد المتحدث على أهمية دور التكنولوجيا الحيوية في التنمية المستدامة، ومن أهمها قضية الاستخدام الأمثل للخامات المتجددة لإنتاج الوقود النظيف المتجدد، وكذلك باقي المنتجات والمشتقات في مصافي التكرير الحيوي، والتي سوف تحل محل مصافي تكرير البترول ومجمعات البتروكيماويات إضافة إلى بعض الصناعات الأخرى القائمة على المواد الخام غير المتجددة، وكما هو مبين بالشكل (38).

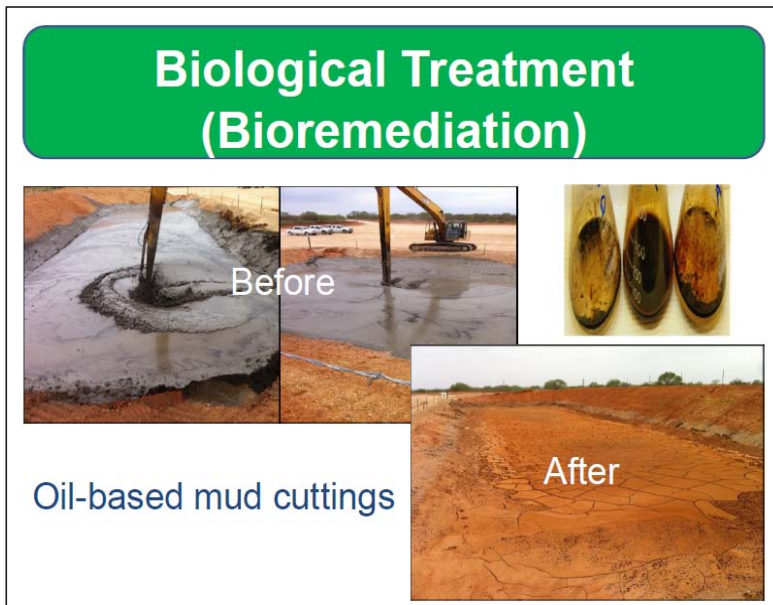
الشكل (38): دور التكنولوجيا الحيوية في معاملة التكرير الحيوي



كما أمكن تطويع هذه الكائنات الدقيقة للمعالجة البيولوجية وإزالة التلوث عن المواقع الملوثة بالنفط، كما هو بالشكل (39)، حيث تعتبر عملية التخلص من الملوثات النفطية في مياه البحار والمحيطات أو من التربة، من العمليات الشاقة والمكلفة مالياً، وتنتج عملية التلوث في العادة بسبب وقوع بعض الحوادث لنقلات النفط التي تجوب بحار العالم، أو بسبب تدفق النفط من الأنابيب الناقلة له.

ويمكن استغلال بعض الكائنات الحية الدقيقة للتخلص من تلك الملوثات الخطيرة، وذلك نظراً لقدرتها البيولوجية على تكسير واستهلاك المركبات الهيدروكربونية كغذاء لها.

**الشكل (39): طرق المعالجة البيولوجية**

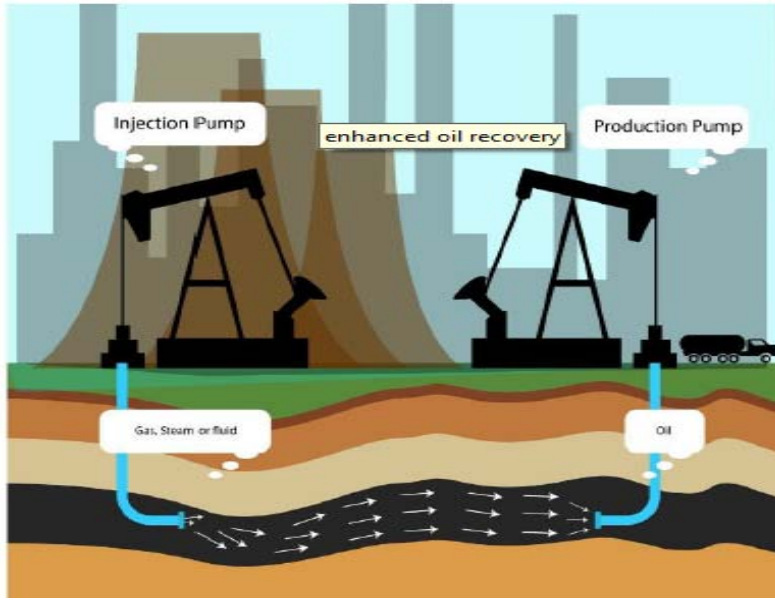


أشار المتحدث إلى أن الأبحاث وعمليات التطوير في مجال التكنولوجيا الحيوية في مجال النفط تزداد اليوم زخماً بحكم عدة عوامل وأهمها الحاجة إلى تعزيز إنتاج النفط، والمخزونات المتزايدة من الخام الثقيل، والسعي إلى هوامش ربح كافية، وتطبيق الأنظمة البيئية التي أصبحت أكثر صرامة للحفاظ على البيئة، حيث تساهم التكنولوجيا الحيوية في هذا المجال، إذ تبين أنه يمكن الكشف عن أبخرة بعض المركبات الهيدروكربونية، كالميثان والإيثان وغيرهما والموجودة في تربة مناطق المستودعات النفطية، عن طريق التعرف على وجود بعض الكائنات الحية الدقيقة التي تستغل المركبات



الهيدروكربونية كمصدر للكربون اللازم لنموها، حيث يتم تحديد بعض أنواع البكتيريا الموجودة في المناطق النفطية، وهذه البكتيريا تحتوي على أنواع من سلاسل لأحماض نووية تميزها عن غيرها من سلالات البكتيريا الموجودة في مناطق أخرى لا تحتوي على نفط، وقد أثبتت هذه الطريقة قدرتها على إعطاء مؤشرات قوية على احتمال وجود احتياطات جيدة من النفط في تلك المناطق وتعزيز إنتاج النفط وكما هو بالشكل 40.

**الشكل (40): دور التكنولوجيا الحيوية في تعزيز إنتاج النفط**



كما استعرض الدكتور المسلماني دور التكنولوجيا الحيوية في تحسين جودة النفط الخام الثقيل وتحسين البيئة وإزالة الملوثات من مناطق تخزين المنتجات البترولية وأيضاً إنتاج غاز الميثان من النفط الخام الثقيل، كما بالأشكال 41 و 42.

**الشكل (41): إزالة الملوثات من مناطق التخزين**

Oil storage tanks after cleaning



Oil storage tanks overflow

**الشكل (42): إنتاج غاز الميثان من النفط الثقيل**

**Conversion of Crude Oil into Methane**



Residual oil

Methanogenic



Bacteria



## ورقة بعنوان

استخدام الفحم البترولي لتوليد الطاقة بتقنية نظام الطاقة ميتسوبيشي هيتاشي  
Petroleum-Coke Firing Boiler for Power Generation  
by MHPS Technology

السيد/ هيروكي ياجيتا

ميتسوبيشي هيتاشي لنظام الطاقة المحدودة، اليابان

Mr. Hiroyuki YAGITA

Mitsubishi Hitachi Power Systems Ltd., Japan



استهل السيد ياجيتا العرض التقديمي

بالتعريف بالشركة والتي أنشئت في فبراير 2014

بغرض عمل تصميم وتصنيع وبناء وتشغيل أنظمة

توليد الطاقة باستخدام تقنية نظام ميتسوبيشي هيتاشي

MHPS للشركات التي تعمل في مجالات تحويل

الطاقة والخام البديل وبدائل الطاقة وحماية البيئة.

ثم تناول المتحدث موضوع الورقة حيث أشار إلى

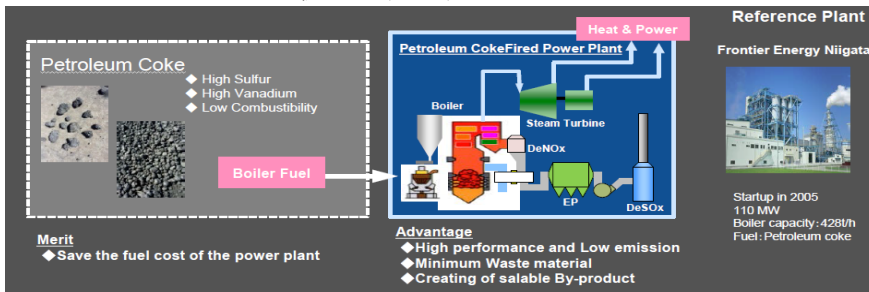
أنه لا يمكن استخدام الفحم البترولي كوقود للغلايات نظراً

لاحتوائه على نسبة عالية من الكبريت والفانديوم، إلا أنه عند تطبيق التقنية

الجديدة فإنه يمكن استخدام الفحم البترولي كوقود للغلايات مع الحفاظ على البيئة

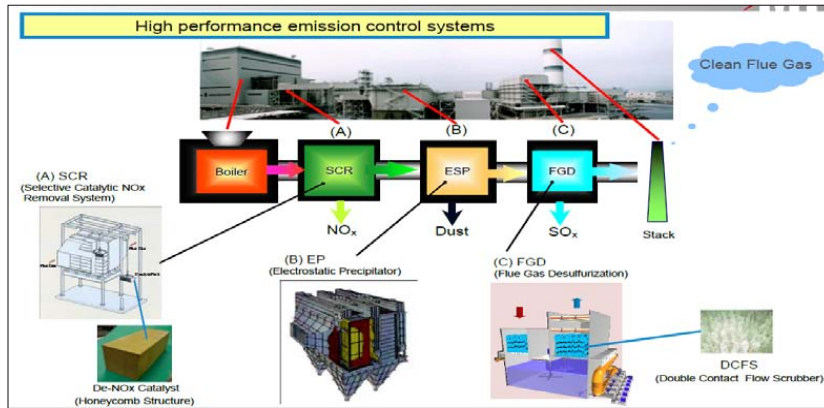
وإنتاج مواد ثانوية ذات قيمة مضافة مرتفعة، ويبين الشكل (43) مخطط لهذه التقنية.

## الشكل (43): مخطط استخدام الفحم البترولي كوقود للغلايات



وتبلغ عدد الوحدات التي تعمل بهذه التقنية الجديدة حوالي 25 وحدة على مستوى العالم. وتتميز هذه التقنية بوجود نظام تحكم على مستوى عالي من الأداء للتحكم في نسب انبعاثات غازات أكاسيد النيتروجين  $NO_x$  وأكسيد الكبريت  $SO_x$  والأتربة، بحيث تكون الغازات الناتجة من المدخنة نظيفة طبقاً للمعايير البيئية الصارمة، وكما هو موضح بالشكل (44).

الشكل (44): مخطط نظام التحكم في انبعاثات الأكاسيد المختلفة والأتربة



ثم استعرض السيد ياجيتا دراسة حالة لأحد المصانع التي تقوم بتطبيق تلك التقنية في اليابان باستخدام الفحم البترولي كوقود، ويبين الشكل 45 مخطط نموذج دراسة الحالة في اليابان، وكانت النتائج التي تم الحصول عليها مطابقة للمعايير البيئية، جدول 5.

الشكل (45): مخطط نموذج دراسة الحالة في اليابان

- Frontier Energy Niigata, Japan, 110MW -

|                             |                                 |  |
|-----------------------------|---------------------------------|--|
|                             | <b>MAJOR SPECIFICATION</b>      |  |
|                             | Type                            | Natural circulation Boiler                           |
|                             | Capacity                        | 110 MWe  |
|                             | Evaporation                     | 428 t/h  |
|                             | Steam Cond.                     | 12.95 MPa x 541 degC                                 |
|                             | Fuel                            | Petroleum coke exclusive firing<br>(Max Sulfur 6.5%) |
|                             | Combustion System               | CUF with A-PM burner Draft system                    |
|                             |                                 | Balanced Draft                                       |
|                             | <b>EMISSION</b>                 |  |
|                             | $NO_x$                          | Less than 55ppm                                      |
| $SO_2$                      | Less than 40ppm                 |  |
| Particulates                | Less than 20mg/m <sup>3</sup> N |  |
| <b>COMMERCIAL OPERATION</b> |                                 |  |
| Power Plant                 | July, 2005                      |  |

**الجدول (5): نتائج الغازات الناتجة**

|                     | Unit                   | Guaranteed | Test  |
|---------------------|------------------------|------------|-------|
| Maximum output      | MW                     | 110        | 110   |
| Load change rate    | %/min                  | ± 1        | ± 1   |
| Maximum evaporation | t/h                    | 428        | 429.9 |
| NOx (O2=6%)         | ppm                    | 55         | 47.9  |
| PM (O2=6%)          | mg/m <sup>3</sup><br>N | 20         | 3     |
| SOx                 | ppm                    | 40         | 12.1  |
| Boiler efficiency   | %                      |            | 92.57 |

وفي الختام أكد المتحدث على أنه يمكن تحويل الوحدات الموجودة بالمصانع لتعمل بسهولة بالفحم البترولي باستخدام التقنية الجديدة دون مشاكل في الأداء علاوة على تحسين البيئة بصورة كبيرة.



OAPEC

مؤتمرات

## مؤتمر التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيماويات

19-17 نيسان / أبريل 2016 - المنامة - مملكة البحرين

اليوم الثاني

الجلسة الفنية الرابعة

تحت عنوان

قصص نجاح ودراسات حالة لدور التكنولوجيا  
المتطورة في الصناعات اللاحقة

Success Stories and Case Studies of Technology  
Advancement in Downstream Industry

رئيس الجلسة الدكتور/ حسن كرم

نائب الرئيس، مضافة الرويس

شركة أبو ظبي لتكرير النفط (تكرير)، دولة الإمارات العربية المتحدة



وتضمنت الجلسة عرض الأوراق التالية:

|                       |   |
|-----------------------|---|
| السيد / شي كونج شونج  | <p>تحقيق ربحية متميزة من خلال التسعير والتميز التجاري</p> <p><b>Unlocking the Power of Commercial Excellence to Deliver Profit Improvement in a Volatile Environment</b></p>  |
| المهندس/ حسن لعمي     | <p>التحديات الجديدة لصناعة التكرير في الجزائر</p> <p><b>The New Challenges for the Refining Industry in Algeria</b></p>   |
| المهندس/ عادل المطيري | <p>نزع الكبريت والمعادن بالهيدروجين لنوعين من المتبقي بالتقطير الجوي من خام التصدير الكويتي وخام فارس السفلي</p> <p><b>Poilt Scaled HDS and HDM of Two Atmospheric Residues from Kuwait Export and Lower Fars Crud Oils</b></p> |
| الدكتور/محمد منوفي    | <p>التقنيات الحديثة لتعظيم قاع البرميل بزيادة القيمة المضافة وإنتاج وقود نظيف</p> <p><b>Advanced Process Technology for Upgrading the Bottom of the Barrel to Higher Value Fuels and cleaner Refined Petroluem Products</b></p> |



## ورقة بعنوان

### تحقيق ربحية متميزة من خلال التسعير والتميز التجاري Delivering Significant Profitability Through Pricing and Commercial Excellence – Case Studies

**السيد شي كونج شونج**

المدير العام  
شركة أكيفال

**Mr. Chee Kong Chung**  
Managing Director  
Acceval International Pte.



استهل السيد/ شي كونج بمقدمة أشار فيها إلى أن عملية التسعير أو تقدير الشركات لأسعار منتجاتها تعد من ضمن التحديات التي تواجهها الشركات والمؤسسات عند القيام بعملية تغطية تكاليف نقل ملكية السلعة أو الخدمات، وأكد على أهمية إدارة عملية التسعير وتأثيرها الكبير على تحسين إيرادات وربحية الشركات. حيث أشار إلى أن

هناك أساليب متنوعة لعمليات التميز التسعيري أو التسعير على أساس القيمة والذي يعد أحد أهم المفاهيم الأساسية في نظرية التسعير الحديثة، والتي إذا طبقت بشكل صحيح فإنها تضمن للشركات تحقيق ربحية كبيرة ومتميزة. كما أن هناك العديد من العناصر التي تملكها المؤسسات إذا استُغلت على الوجه الأمثل في ظل وجود استراتيجيات للتسعير، وقدرة الشركات والمؤسسات على مواجهة تحدياتها الخارجية والداخلية فإنه يمكنها تحقيق وتحسين ربحيتها.



ثم ألقى المتحدث الضوء على بعض الحقائق وتصحيح لبعض المفاهيم الخاطئة المرتبطة بعملية تقدير الشركات لأسعار منتجاتها وارتباط ذلك بالسوق، واستعرض بعض الأمثلة ودراسات الحالة الخاصة بعملية تسعير المواد البترولية والوقود والبتروكيماويات في أحد شركات البترول العاملة في مجال الصناعات البترولية اللاحقة، وأحد شركات البتروكيماويات، وأوضح فيها كيفية وضع إستراتيجية لتحسين عملية التسعير وما يترتب على ذلك من تحقيق ربحية متميزة.

## ورقة بعنوان

### التحديات الجديدة لصناعة التكرير في الجزائر The New Challenges for the Refining Industry in Algeria

المهندس / حسن لعمي

مدير إدارة الدراسات والتخطيط  
شركة سوناطراك، الجمهورية الجزائرية

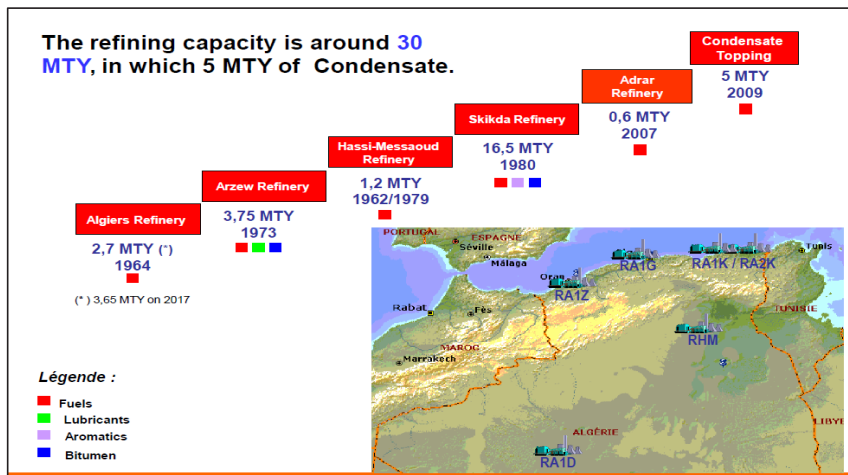
Eng. Hacène LAMA

Studies and Planning Director  
Sonatrach, Algeria



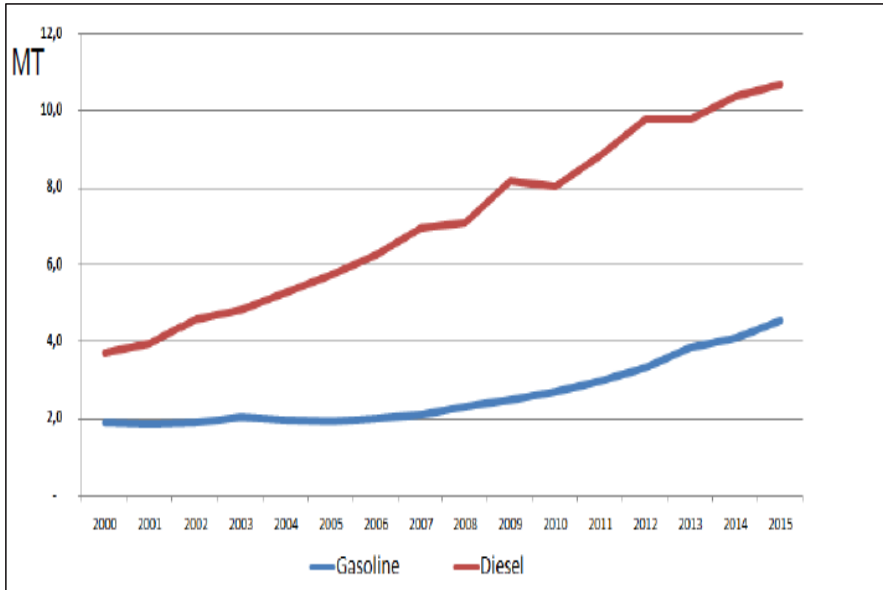
استعرض المهندس حسن لعمي لمححة سريعة عن صناعة التكرير في الجزائر، وأفاد أن طاقة التكرير السنوية تبلغ حوالي 25 مليون طن من البترول الخام، وحوالي 5 مليون طن من المنكثفات، كما استعرض نشأة شركات التكرير ومنتجاتها المختلفة، وطاقتها الإنتاجية وتوزيعها الجغرافي كما هو مبين في الشكل (46).

الشكل (46): الطاقات الإنتاجية لمصافي التكرير بالجزائر وموقعها الجغرافي



أشار المتحدث إلى أن الأسواق الجزائرية تتميز بتزايد الطلب المتنامي على الوقود، حيث ارتفع معدل استهلاك الغازولين من حوالي 2.5 مليون طن سنوياً عام 2000 إلى حوالي 4.5 مليون طن سنوياً لعام 2015، بمعدل نمو سنوي بلغ حوالي 6% خلال هذه الفترة ومن المتوقع ارتفاع معدلات النمو إلى حوالي 7% خلال الفترة من عام 2015 وحتى عام 2020، بينما ارتفع معدل استهلاك الديزل من حوالي 3 مليون طن سنوياً عام 2000 إلى حوالي 10.5 مليون طن لعام 2015 وبمعدل نمو بلغ حوالي 7%، ومن المتوقع انخفاض معدلات الاستهلاك إلى حوالي 5% خلال الفترة من عام 2015 إلى عام 2020، كما بالشكل (47).

**الشكل (47): معدلات استهلاك الوقود خلال الفترة 2000 وحتى عام 2015**



هذا وتخطط الجزائر إلى إنتاج الوقود طبقاً لمواصفات يورو-5 قبل العام 2020، لتحقيق النسب المنصوص عليها وخاصة نسب البنزين في الغازولين إلى أقل من 1% بالحجم بدلاً من النسب الحالية والتي تصل إلى حوالي أقل من 5% بالحجم، بالإضافة إلى خفض محتوى الرصاص إلي صفر بدلاً من النسب الحالية (0.4 جم/لتر حد أقصى) وكذلك خفض نسب الكبريت في الديزل المنتج حالياً (أقل من 1500 جزء في المليون) والمستهدف أقل من 10 جزء في المليون. وللوصول إلى هذا الهدف تخطط شركة سوناطراك إلى تنمية عدد من المشروعات علي مرحلتين:

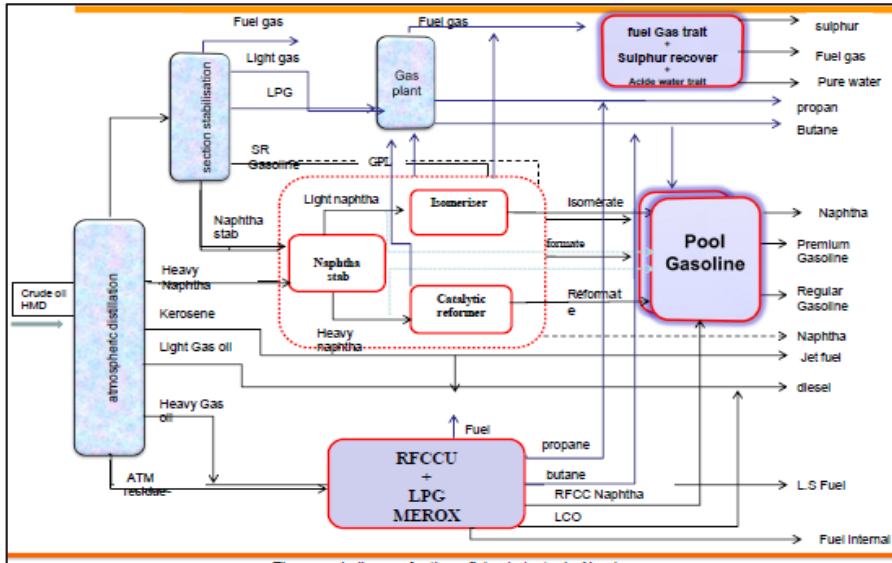
**المرحلة الأولى:** وتشمل إعادة تأهيل وإزالة الاختناقات في المصافي الحالية وسوف تعمل هذه المرحلة علي زيادة الطاقة الإنتاجية بحوالي 4 مليون طن سنوياً بالإضافة إلى تحسين مواصفات المنتجات لتتماشي مع مواصفات يورو 5-، وتشمل هذه المرحلة المصافي المبينة في الشكل (48).

**الشكل (48):** المرحلة الأولى لزيادة الطاقة الإنتاجية للمصافي من خلال إعادة التأهيل وإزالة الاختناقات

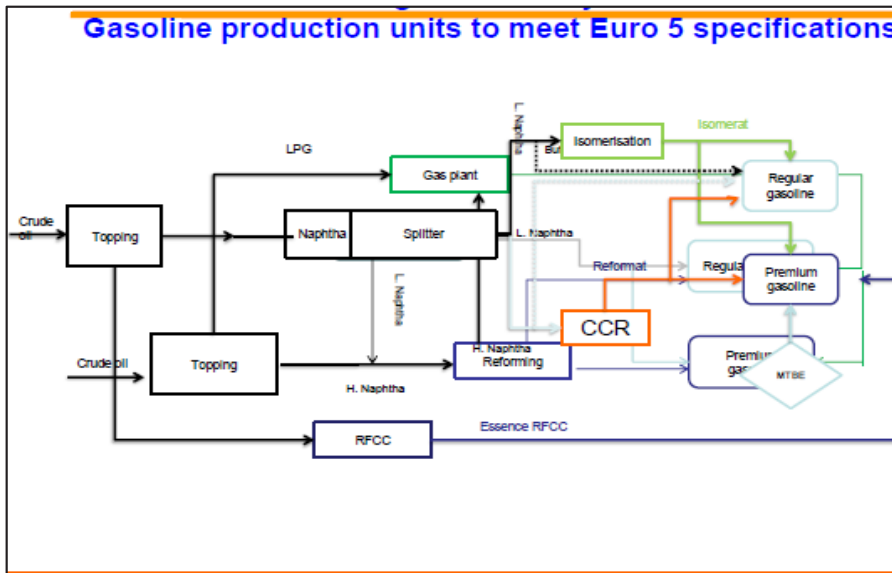
| Refinery       | Design (MT/Y) | Post Rehabilitation (MT/Y) |      | Products                                 |
|----------------|---------------|----------------------------|------|--|
|                |               |                            |      |  |
| Algiers (1964) | 2,7           | 3,65                       | +35% | LPG, Naphtha, Fuels,                     |
| Arzew (1973)   | 2,5           | 3,75                       | +50% | LPG, Naphtha, Fuels, Lubricants, Bitumen |
| Skikda (1980)  | 15            | 16,5                       | +10% | LPG, Naphtha, Fuels, Aromatics, Bitumen  |

وتتضمن هذه المرحلة إعادة تأهيل المصافي وإضافة وحدات جديدة  
كما هو مبين بالأشكال (49) و (50):

الشكل (49): إعادة تأهيل المصافي

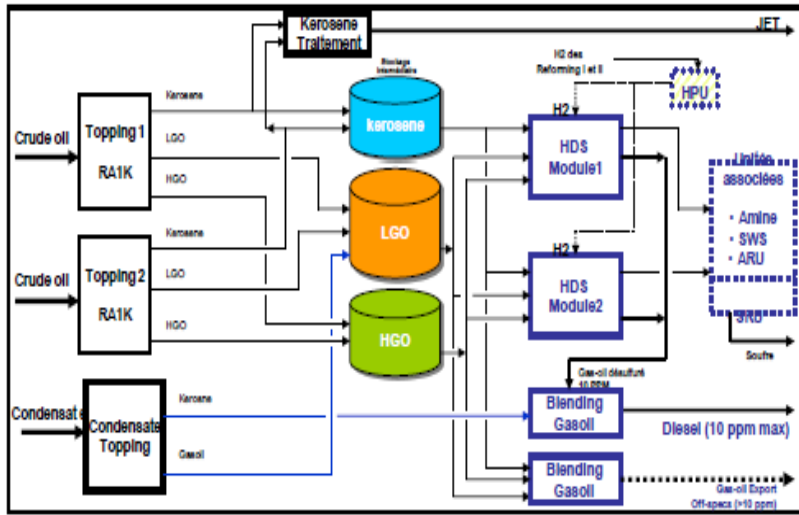


الشكل (50): إضافة وحدات إنتاج الغازولين



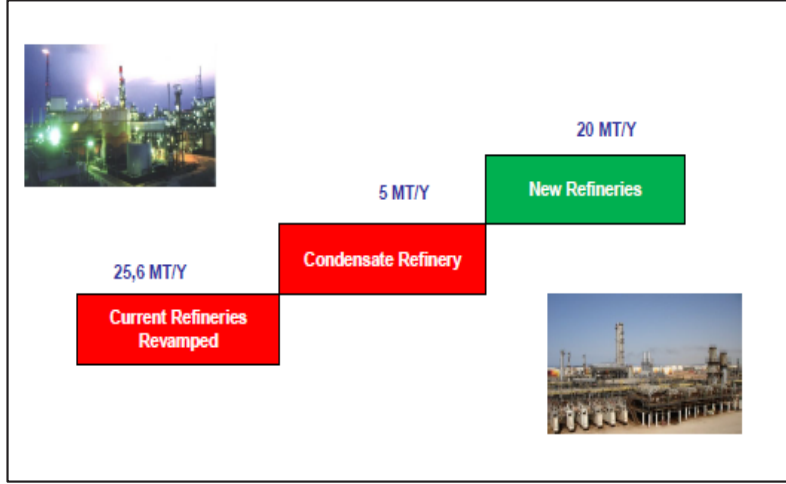
وأشار المهندس لعمي إلى أن هذه المرحلة تتضمن أيضاً إضافة وحدات لنزع الكبريت من الديزل بطاقة حوالي 120 ألف برميل يومياً بمصفاة سكيكدة وحوالي 37 ألف برميل يومياً بمصفاة أرزو وذلك بهدف إنتاج الديزل بمواصفات يورو-5 وطبقاً للشكل (51).

**الشكل (51): وحدات نزع الكبريت بالهيدروجين**



**المرحلة الثانية:** وتشمل إنشاء مصافي جديدة، وسوف تعمل هذه المصافي على إضافة حوالي 20 مليون طن سنوياً من الطاقات التكريرية، بالإضافة إلى حوالي 30 مليون طن خلال المرحلة الأولى لترتفع الطاقات التكريرية الإجمالية في الجزائر إلى حوالي 50 مليون طن سنوياً مع انتهاء مراحل خطط التطوير، كما بالشكل 52.

### الشكل (52): مخطط رفع الطاقات التكريرية في الجزائر مع انتهاء خطط التطوير



واختتم المتحدث باستعراض الاستنتاجات التالية:

- قدرة المصافي في الجزائر على تلبية الطلب المتنامي من الوقود مع انتهاء مراحل التطوير.
- إنتاج وقود يتماشى مع مواصفات يورو-5.
- عدم تصدير المزيد من الوقود إلي الخارج لتلبية الطلب المتنامي على الطاقة في الجزائر.
- حماية البيئة ومتطلبات السلامة والصحة المهنية.
- تحسين شبكة نقل المنتجات في انتهاء خطط التطوير.

## ورقة بعنوان

### نزع الكبريت والمعادن بالهيدروجين لنوعين من المتبقي بالتقطير الجوي من خام التصدير الكويتي وخام فارس السفلي Pilot Scaled HDS and HDM of Two Atmospheric Residues From Kuwait Export and Lower Fars Crude Oils

المهندس / عادل المطيري

كبير باحثين - قسم تكرير النفط  
معهد الكويت للأبحاث العلمية

Eng. Adel Al-Mutairi

Senior Assistant Researcher- Pet. Refining Dept.  
Kuwait Institute for Scientific Research (KISR)



استهل المهندس/ عادل المطيري بالإشارة

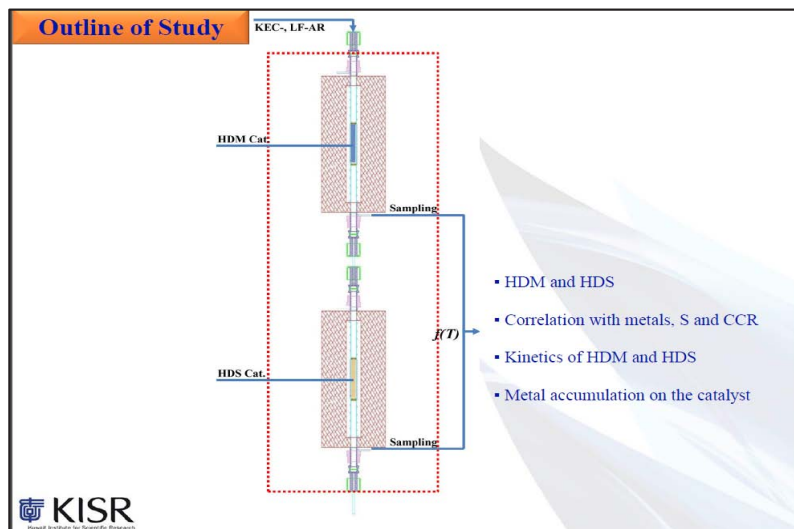
إلى أن الموضوع البحثي والخاص بتجارب نزع المعادن والكبريت بالهيدروجين لنوعين من المتبقي بالتقطير الجوي من خامي (التصدير الكويتي وخام فارس السفلي) على النطاق التجريبي هو ثمرة التعاون العلمي بين معهد

الكويت للأبحاث العلمية KISR مع الجانب الياباني متمثلاً في مركز التعاون الياباني للبتترول (JCCP)، وجامعة كيوشو Kyushu وشركاؤها.

كما أشار إلى أن الجانب العملي تمثل في استخدام مفاعل ثنائي المراحل، حيث يتم في المرحلة الأولى نزع المعادن (الفاناديوم والنيكل) بالهيدروجين بينما يتم في المرحلة الثانية نزع الكبريت بالهيدروجين تحت ضغط من الهيدروجين 18.5 ميجاباسل وفي درجات حرارة تتراوح ما بين 370-395°م، وكما هو موضح بالشكل (53)، وأن مواصفات الخامات المستخدمة كمادة تغذية للمفاعل التجريبي من نوعين من المتبقي بالتقطير الجوي (KEC-AR, LFC-AR) وكما هو موضح بالجدول (6).



### الشكل (53): المفاعل المستخدم لنزع المعادن والكبريت علي النطاق التجريبي



### الجدول (6): مواصفات الخامات المستخدمة (KEC-AR, LFC-AR)

|                           |        | Kuwait Export Crude Atmospheric Residue | Lower Fars Crude Atmospheric Residue |
|---------------------------|--------|---|--------------------------------------|
| Unit                      |        | KEC-AR                                  | LF-AR                                |
| Density                   | g/mL   | 0.9808                                  | 1.0292                               |
| Sulfur                    | wt %   | 4.748                                   | 6.611                                |
| Nitrogen                  | wt ppm | 2,980                                   | 3,431                                |
| Nickel                    | wt ppm | 20.5                                    | 44.0                                 |
| Vanadium                  | wt ppm | 68.5                                    | 162.0                                |
| Total (Nickel & Vanadium) | wtppm  | 89.0                                    | 206.0                                |
| Conradson Carbon Residue  | wt%    | 12.3                                    | 16.6                                 |
| TBP of Crude Oil          |        |   |                                      |
| IBP-260° C                | wt%    | 29.8                                    | 15.1                                 |
| 260-340° C                | wt%    | 12.1                                    | 11.1                                 |
| 340-350° C                | wt%    | 1.5                                     | 1.7                                  |
| 350-360° C                | wt%    | 1.7                                     | 1.8                                  |
| Residue(360° C plus)      | wt%    | 52.3                                    | 69.2                                 |

أشار المهندس المطيري بأن نتائج التجارب العملية تبين أن ثابت معدل التفاعل في مرحلة نزع الكبريت بالهيدروجين للنوعين المستخدمين من

الخامات متشابهة، أما ثابت معدل التفاعل لعينة KEC-AR خلال المرحلة الثانية بالمفاعل أعلى من العينة الأخرى LFC-AR، بينما عمليات نزع المعادن (الفانيدوم والنيكل) لكلا العينتين تتم بنفس الطريقة خلال مرحلتين المفاعل، غير أن طاقة التنشيط أعلى في المفاعل الثاني.

واختتم المهندس المطيري بالتأكيد على أن عملية إعادة تنشيط أنواع الكبريت في العينات مختلفة وذلك فيما يتعلق ثابت معدل التفاعل وطاقة التفعيل ويعزي ذلك إلى اختلاف نسب مكونات الكبريت في العينتين، وبينت النتائج أن كميات الكبريت النشط يتم نزعها في المرحلة الأولى من المفاعل، بينما أنواع الكبريت الأخرى يتم نزعها في المرحلة الثانية من المفاعل وهي مرحلة نزع الكبريت بالهيدروجين.

**ورقة بعنوان****التقنيات الحديثة لتعزيز المردود من قاع البرميل (المتبقي الثقيل)  
بزيادة القيمة المضافة وإنتاج وقود نظيف****Advanced Process Technology for Upgrading the Bottom of the  
Barrel to Higher Value Fuels and Cleaner Refined Petroleum Products****الأستاذ الدكتور / محمد فتحي منوفي**

معهد بحوث البترول المصري

**Dr. Mohamed F. Menoufy**

Egyptian Petroleum Research Institute (EPRI)



استعرضت الورقة جهود المراكز البحثية والأكاديمية في مصر لدراسة أفضل السبل في توفير مصادر مستدامة لتلبية الطلب المتنامي علي الوقود، حيث تمتلك مصر 7 شركات لتكرير البترول (8 مصافي) ولكي تتمكن هذه المصافي من تلبية الزيادات المضطربة في استهلاك الوقود وإنتاجه بالموصفات الأوربية، فيجب عليها استبدال النفوط المتوسطة والثقيلة ذات المحتوي المرتفع من الكبريت والأسفلت بالإضافة إلى تحديث المصافي، ودراسة الاستفادة من وجود كميات من زيت الوقود (المتبقي الثقيل) ذو القيمة الاقتصادية المنخفضة، مع الأخذ في الاعتبار قائمة المنتجات النهائية والتي يمكن الحصول عليها، وقيمتها الاقتصادية، حيث أن فرق أسعار النفوط الثقيلة والخفيفة من العوامل الهامة والمؤثرة في اختيار الطرق المناسبة للتصنيع (التكرير) بالإضافة إلى الالتزامات والمتطلبات البيئية.

وأشار الدكتور منوفي إلى أن الهدف من البحث هو دراسة التقنيات المناسبة للاستفادة من المتبقي الناتج من خام خليط خليج السويس، وعمل مزج بين العديد من التكنولوجيات المستخدمة وتشمل:

■ كسر اللزوجة بالهيدوجين Hydrovisbreaking طبقاً لظروف التشغيل التالية:

| Characteristics                 | Reactor temperature, °C |      |      |      |
|---------------------------------|-------------------------|------|------|------|
|                                 | 350                     | 380  | 400  | 425  |
| Coke, wt %                      | 2.4                     | 2.9  | 3.5  | 6.5  |
| Hydrocarbon gases (C1-C4), wt % | 0.5                     | 1.2  | 2.5  | 3.5  |
| Total sulfur content, wt %      | 2.66                    | 2.15 | 1.70 | 1.00 |
| n-C7-insoluble asphaltene, wt % | 9.4                     | 9.0  | 8.7  | 8.0  |
| Pour Point, °C                  | +4                      | -6   | -8   | -12  |
| Aromatic contents, wt %         | 55.0                    | 48.5 | 42.5 | 32.5 |
| Distillate up to 350°C, wt %    | 13.6                    | 16.0 | 17.8 | 19.0 |

■ التكسير بالهيدروجين للمتبقي الثقيل HVR

| Characteristics   | Reactor temperature, °C |      |      |      |
|---|-------------------------|------|------|------|
|   | 350                     | 380  | 400  | 425  |
| Total liquid yield, wt %                                  | 94.6                    | 91.1 | 87.2 | 81.4 |
| Coke, wt %  | 1.4                     | 1.9  | 2.8  | 5.1  |
| Hydrocarbon gases (C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> ), wt % | 4.0                     | 7.0  | 10.0 | 13.5 |
| Total sulfur content, wt %                                | 0.85                    | 0.66 | 0.44 | 0.08 |
| Sulfur reduction (HDS), %                                 | 80.1                    | 84.8 | 89.9 | 98.2 |
| n-C <sub>7</sub> -insoluble asphaltene, wt %              | 5.2                     | 4.7  | 4.3  | 3.5  |
| Pour Point, °C  | -16                     | -21  | -24  | -28  |
| Distillate up to 350°C, wt %                              | 49.5                    | 55.9 | 63.3 | 66.5 |
| Aromatic contents, wt %                                   | 52.0                    | 44.0 | 36.0 | 21.0 |

■ عمل خلطات من أنواع مختلفة من مواد التغذية HVR/DAO

| Characteristics   | Reactor temperature, °C |      |      |      |
|---|-------------------------|------|------|------|
|   | 350                     | 380  | 400  | 425  |
| Total liquid yield, wt %                                  | 94.5                    | 92.5 | 89.5 | 86.3 |
| Hydrocarbon gases (C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> ), wt % | 3.9                     | 5.3  | 7.4  | 8.1  |
| Total sulfur content, wt %                                | 0.97                    | 0.74 | 0.54 | 0.21 |
| Sulfur reduction (HDS), %                                 | 77.8                    | 83.0 | 87.6 | 95.2 |
| Pour Point, °C  | -18                     | -25  | -28  | -32  |
| Aromatic contents, wt %                                   | 51.0                    | 42.0 | 33.0 | 19.0 |

**Properties of HVR, DAO and blend  
hydrocracking feedstocks.**

|   | HVR          | DAO         | DAO+HVR       |
|---|--------------|-------------|---------------|
| <b>Yield of DAO, wt %</b>                       | -            | <b>78.5</b> | -             |
| <b>Total sulfur content, wt%</b>                | <b>4.4</b>   | <b>1.5</b>  | <b>2.9</b>    |
| <b>nC<sub>7</sub>-insoluble asphaltene, wt%</b> | <b>13.0</b>  | <b>0.39</b> | <b>6.69</b>   |
| <b>CCR-, wt%</b>                                | <b>18.8</b>  | <b>3.76</b> | <b>11.28</b>  |
| <b>Total (Ni+V) wt ppm</b>                      | <b>302.0</b> | <b>69.5</b> | <b>185.70</b> |

■ دراسة أنواع جديدة من العوامل الحفازة: وذلك لاختيار أنسب سيناريو، يعمل على زيادة نسب المقطرات الوسطي (الكيروسين والسولار).

وفي الختام استعرض المتحدث النتائج التي تم الحصول عليها عند تطبيق التقنيات وأشار إلى أن التصميم الأنسب والمطلوب تنفيذه بالمصفاة يعتمد على الاستثمارات المتوفرة، وأنه تم إجراء تعديلات علي تقنيات التكسير بالهيدروجين و/أو العامل الحفاز المستخدم.



## مؤتمر التطورات الحديثة في صناعتي التكرير والبتروكيماويات

17-19 نيسان / أبريل 2016 - المنامة - مملكة البحرين

اليوم الثاني

### الجلسة الفنية الخامسة

تحت عنوان

قصص نجاح ودراسات حالة لتحسين الأداء  
في الصناعات اللاحقة

Success Stories and Case Studies of Performance  
Improvements in Downstream Industry

رئيس الجلسة: د. سالم محمد الدباح

مستشار فني

المؤسسة الوطنية للنفط، دولة ليبيا



وتضمنت الجلسة عرض الأوراق التالية:

|                          |  |
|--------------------------|--|
| السيد/ أكهيرو موتو       | استخدام عامل حفاز هجين لنزع الكبريت بالهيدروجين من السولار<br><b>CT-HBT (Hybrid Titania) Catalyst for Hydrodesulfurization of Diesel Oil</b>   |
| كيميائي/ خالد منسي       | التحديات التي تواجه صناعة التكرير في جمهورية مصر العربية<br><b>Egyptian Refining Industry Challenges</b>   |
| المهندسة / إيناس البايوي | استغلال الحرارة المهدرة من المعدات لرفع كفاءة الطاقة في مصافي التكرير<br><b>Exploit the Waste Heat Rejected from Equipment to Increase the Energy Efficiency in an Oil Refinery</b>                              |
| الدكتور/ممدوح جاد الله   | تكامل العمليات الصناعية في مصافي التكرير/الطريق الرئيسي لتوفير الطاقة وتنمية المشروعات<br><b>Process Integration is Leading/Key Tool for Refineries Energy Savings and Development Projects</b>                  |
| الدكتورة/فاطمة عاشور     | مقترح اقتصادي وبيئي لإعادة استغلال غازات الشعلة المصاحبة بحقول رأس غار المصرية<br><b>An Economical/Environmental Proposed Solution for Reusing the Flare Associated Gasses in Ras-Gharib Oil Fields in Egypt</b> |

## ورقة بعنوان

استخدام عامل حفاز هجين لنزع الكبريت بالهيدروجين من السولار  
CT-HBT (Hybrid Titania) Catalyst for Hydrodesulfurization of Diesel Oil

السيد / أكهيرو موتو

مركز بحوث وتطوير شركة شيودا، اليابان

Mr. Akihiro MUTO

Chiyoda Corporation, Japan

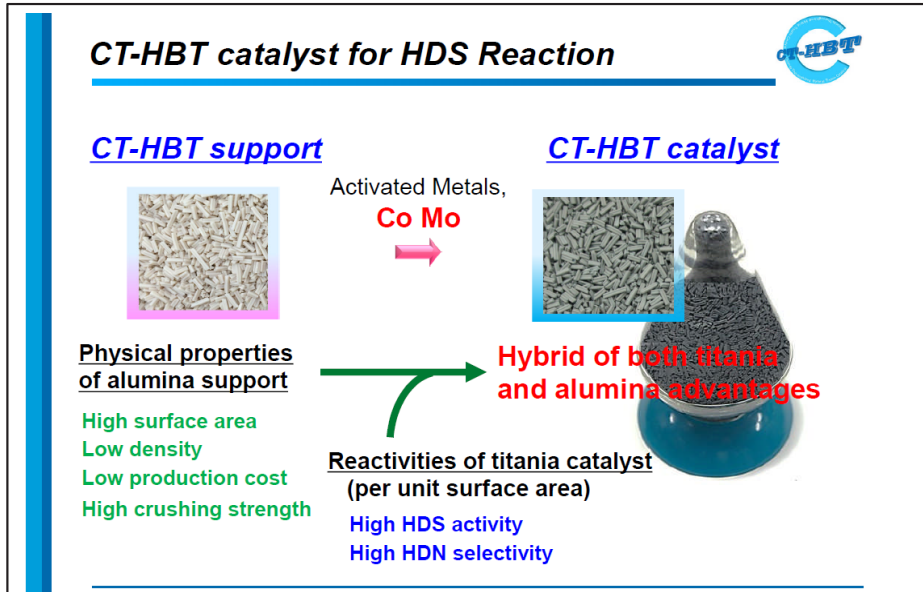


استعرض السيد أكهيرو موتو الموقف الحالي للإنتاج العالمي في المناطق الرئيسية من العالم للسولار ونسب الكبريت به، وأشار إلى أن سولار خالي من الكبريت يلزم استخدام عوامل حفازة نشطة لنزع الكبريت بالهيدروجين، وأن الطرق التقليدية لنزع الكبريت كانت تتم باستخدام عامل حفاز من الألومينا مدعم بالكوبلت والموليبدنوم، كما يمكن أيضاً استخدام حفاز من التيتانيوم مدعوماً بالكوبلت والموليبدنوم والذي أثبت كفاءةً في التشغيل مقارنةً بالعامل الحفاز التقليدي، إلا أنه لم يتم تسويقه علي النطاق التجاري بسبب ارتفاع التكلفة في إنتاجه بالإضافة إلي بعض المعوقات الأخرى مثل ارتفاع الكثافة.

هذا وقد تمكنت شركة شيودا اليابانية من تطوير عامل حفاز هجين يطلق عليه اسم CT-HBT باستخدام تكنولوجيا النانو ويتميز بالمزج بين مميزات كل من العامل الحفاز المصنع من الكوبلت والتيتانيوم، كما بالشكل (54).

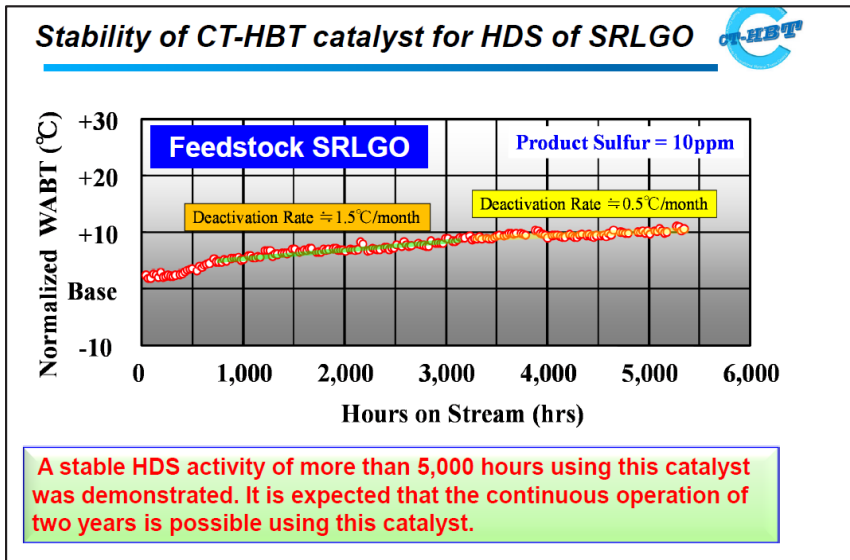


**الشكل (54):** مخطط يبين خواص العامل حفز الهجين CT-HBT ومميزاته مقارنة بالأنواع التقليدية



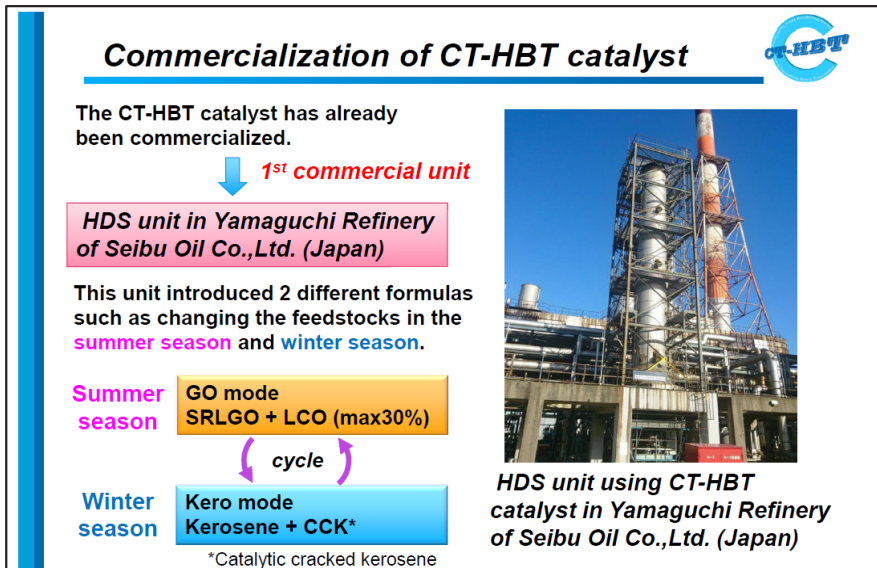
قام السيد موتو باستعراض النتائج التي تم الحصول عليها للعامل الحفاز الهجين من حيث المساحة السطحية النوعية مقارنةً بالعوامل الحفازة التقليدية من الألومينا والتيتانيوم، حيث أشار إلى أن العامل الحفاز الجديد يتميز بالمقدرة على نزع الكبريت بالهيدروجين بنسبة أعلى تصل إلى حوالي 1.5 مرة للعوامل الحفازة التقليدية، ويعمل في درجات حرارة أقل بحوالي 10 درجات مئوية من العامل الحفاز المصنوع من الألومينا مما يعمل على زيادة عمر العامل الحفاز، كما تشير النتائج التي تمت على النطاق التجريبي لمدة 5 آلاف ساعة أن زمن التشغيل المستمر يمكن أن يصل إلى عامين، وكما هو مبين بالشكل (55).

**الشكل (55):** الرسم البياني لتجارب زمن التشغيل المستمر للعامل الحفاز الهجين



كما أشار السيد موتو إلى أنه تم استخدام العامل الحفاز الهجين على النطاق التجاري في مصفاة ياماغوتشي باليابان لإنتاج الديزل طبقاً للمواصفات المعمول بها في فصلي الصيف والشتاء، شكل (56).

**الشكل (56):** مخطط يبين التشغيل التجاري للعامل الحفاز الهجين بمصفاة ياماغوتشي باليابان



وفي الختام أكد المتحدث على:

- ✓ نجحت شركة شيودا في استخدام العامل الحفاز الهجين لإنتاج السولار.
- ✓ يتميز العامل الحفاز الجديد بطول العمر مقارنة بالعامل الحفاز التقليدي.
- ✓ يتميز العامل الحفاز الهجين بإنتاج السولار بنزع الكبريت من أنواع مختلفة من مواد التغذية.

### ورقة بعنوان

## التحديات التي تواجه صناعة التكرير في جمهورية مصر العربية Egyptian Refining Industry Challenges

الكيميائي / خالد محمود منسي

مدير عام

الهيئة العامة المصرية للبتترول، جمهورية مصر العربية

**Chemist /Khalid Mansy**

General Manager

Egyptian General Petroleum Corporation, Egypt



أشار الكيميائي خالد منسي في مستهل حديثه إلى أن جمهورية مصر العربية تواجه تحديات كبيرة خلال الفترة الحالية في صناعة تكرير البترول نتيجة لعدد من العوامل أهمها:

1- زيادة الطلب على المنتجات البترولية نتيجة للزيادة السكانية الكبيرة والتوسع العمراني حيث تصل نسبة استهلاك جمهورية مصر العربية إلى

حوالي 20% من استهلاك قارة أفريقيا وذلك طبقاً لإحصائيات شركة بي بي لعام 2014.

- 2- بلغ الطلب على المقطرات الخفيفة والوسطى حوالي 24 مليون طن/ سنة خلال عام 2015.
  - 3- تراجع إنتاج الخامات المحلية نتيجة لفترة طويلة من تباطؤ الاستثمارات في قطاع الإنتاج مما أدى إلى انخفاض الخامات المكررة بمصافي التكرير المصرية بحوالي 16% خلال عام 2015 بمقارنة بالعام 2009.
  - 4- تبلغ الطاقة الإجمالية للتكرير في مصر حوالي 38 مليون طن/ سنة بينما طاقة التكرير الفعلية لا تزيد عن 26 مليون طن/ سنة.
  - 5- انخفاض معاملات تعقيد مصافي التكرير المصرية نتيجة لعدم الاستثمار في مجال التكرير لفترة طويلة ونتج عنه أن 50% من الخامات المكررة بالمعامل المصرية تتحول إلى وقود حريق (مازوت) منخفض القيمة.
- لفت السيد/ منسي إلى أن وزارة البترول في جمهورية مصر العربية تعمل على مواجهة تلك التحديات بعدة طرق حيث قامت بإعداد خطط قصيرة المدى وأخرى متوسطة وطويلة المدى.

#### أولاً: الخطط قصيرة المدى:

- 1- رفع كفاءة الوحدات الحالية وتوفير كافة أعمال الصيانة والعمرات اللازمة للوحدات القائمة.
- 2- زيادة الخامات المقطرة بمصافي التكرير المصرية عن طريق استيراد خامات مناسبة وكذا مبادلة بعض الخامات المحلية الغير مناسبة للتكرير بالمصافي المصرية أو التي لا يوجد تسهيلات مناسبة لنقلها بخامات أخرى أكثر مناسبة وجدوى اقتصادية في التشغيل بالمصافي المصرية.
- 3- تطوير شبكة خطوط الأنابيب وإضافة بعض الخطوط والوصلات الإضافية لرفع كفاءة النقل بخطوط الأنابيب.

- 4- رفع كفاءة الموانئ المصرية وزيادة الموانئ المخصصة لاستقبال المنتجات البترولية (مثل ميناء وادي فيران والذي يستقبل منتج السولار لتلبية احتياجات جنوب البلاد).
- 5- زيادة محطات الوقود على مستوى الجمهورية عن طريق تشجيع استثمارات القطاع الخاص.

### ثانياً: الخطط المتوسطة المدى:

وتشمل تفعيل المشروعات المجمدة مثل مشروع تطوير مصفاة مسطرد عن طريق الشركة المصرية للتكرير ERC وكذلك خطط تطوير طاقة مصفاة ميدور بزيادة 60% عن الطاقة الحالية وإضافة وحدات إنتاج الغازولين عالي الأوكتان بشركة أنربك وشركة أسيوط للبترول ASORC وغيرها من المشروعات.

### ثالثاً: الخطط الطويلة المدى:

تتلخص في عزم صناعة التكرير المصرية على التخلص من إنتاج زيت الوقود نهائياً، وذلك بهدف خفض واردات جمهورية مصر العربية من المنتجات البترولية خلال عام 2020-2021 مقارنة بعام 2014-2015 على النحو التالي:

**Egyptian Petroleum products balance (2014 - 2015)**

| Product  | Production | Consumption | Import |
|----------|------------|-------------|--------|
| LPG      | 2.1        | 4.1         | 2.2    |
| Gasoline | 4.4        | 6.3         | 2.1    |
| Gas oil  | 7.7        | 13.6        | 6.1    |

Refining Capacity 26 MMT

**Egyptian Petroleum products balance (2020 - 2021)**

| Product  | Production | Consumption | Import |
|----------|------------|-------------|--------|
| LPG      | 2.6        | 3.8         | 1.2    |
| Gasoline | 7.4        | 7.4         | 0.0    |
| Gas oil  | 14.4       | 16.2        | 1.8    |

Refining Capacity 39 MMT

Target achieved through: Increasing the Refining Capacity by 10 MMT & implementing the New Projects.

واختتم السيد منسي بالتأكيد على أن قطاع البترول المصري يهدف إلى رفع كفاءة واقتصاديات مصافي التكرير ليصل إنتاج المتبقي الثقيل إلى صفر بحلول العام 2030 وزيادة كفاءة واقتصاديات مصافي التكرير الحالية وأيضا تنشيط الاستثمار في صناعة التكرير خلال الفترة القادمة لمواجهة الزيادة في الطلب على المنتجات البترولية خصوصا وقود النقل ومع دخول الاكتشافات الغازية الكبيرة للإنتاج سوف يغطي الغاز الطبيعي احتياجات قطاع الكهرباء والصناعة وبالتالي عدم الحاجة لاستخدام زيت الوقود الأعلى في التكلفة والأسوأ تأثيرا على البيئة.

### ورقة بعنوان

**استغلال الحرارة المهدرة من المعدات لرفع كفاءة الطاقة في مصافي التكرير**  
**Exploit the Waste Heat Rejected from Equipment**  
**to Increase the Energy Efficiency in an Oil Refinery**

**المهندسة/ إيناس الباوي**

مهندسة عمليات

مصفاة الدورة، شركة مصافي الوسط، جمهورية العراق

**Eng. Enas Albawi**

Operation Engineer

Midland Refineries Co., Iraq



أشارت المهندسة إيناس الباوي في مستهل ورقتها إلى أن العمليات الصناعية تتطلب كميات كبيرة من الطاقة الحرارية للتشغيل، غير أن هناك كميات كبيرة منها تفقد أثناء تشغيل المعدات دون استغلال، وتقدر بنسبة تتراوح ما بين 20% إلى 50% وتسمى بالحرارة المهدرة، وأن غالبية الحرارة المهدرة تكون درجات

حرارتها منخفضة وتتراوح ما بين 80-300°م، وتصل نسبتها ما بين 50% إلى 60% من الحرارة المهدرة الكلية، هذا ويمكن استغلال الحرارة المهدرة لتلبية جزء من احتياجات الطاقة المطلوبة للتشغيل مما يؤدي إلى زيادة كفاءة استخدام الطاقة وبالتالي الحد من استهلاكات الوقود.

كما ذكرت المتحدثة أن هناك العديد من التقنيات الحديثة تستخدم لاسترجاع الحرارة المهدرة من المواقع الصناعية بكفاءة إلى عدة أشكال مفيدة ومنها وعلي سبيل المثال Heat pump, Organic Rankine Cycle absorption Refrigeration (ORC)، وتطبق تقنية ORC في حال الرغبة في إنتاج الطاقة الكهربائية.

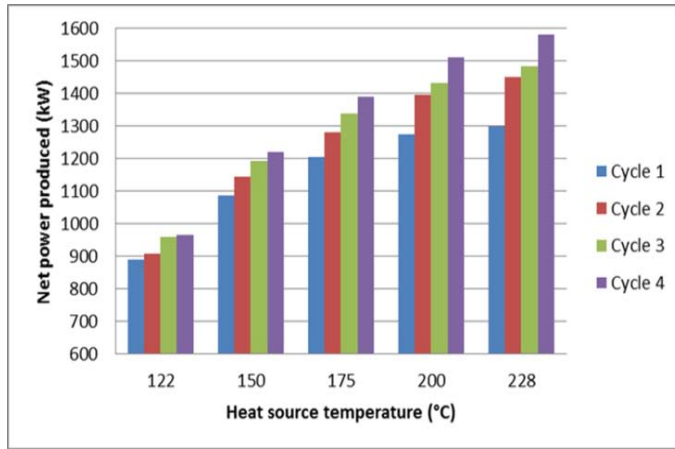
وتتميز تقنية ORC باستخدام مادة عضوية ذات درجات غليان منخفضة بدلاً من استخدام المياه ذات درجات حرارة مرتفعة في تقنيات أخرى، كما تتميز هذه التقنية بالقدرة على استعادة كميات كبيرة من الحرارة المهدرة لأنها تبقى بدرجة التخميص بعد الخروج من الغلايات وتطبق هذه التقنيات في العديد من دول العالم مثل بلجيكا وانجلترا وألمانيا.

هذا وقد أشارت المتحدثة إلى أن الهدف من البحث هو تحديد أنسب التصميمات لطرق استرجاع الحرارة المهدرة ذات درجات الحرارة المنخفضة من التوربينات من أحد مصافي تكرير النفط في العراق وتتراوح درجة حرارتها ما بين 122-228°م، بهدف تحسين كفاءة الطاقة، وفي هذا الصدد تم دراسة عدد من التصميمات باستخدام برمجيات المحاكاة ASPEN HYSYS والمستخدمة في مجالات صناعة التكرير والبتر وكيمائيات، للتكنولوجيات المقترحة وتسمى Organic Rankine Cycle (ORC) and Cascade Cycle، مع اختبار (البنزين والبولوين والهكسان) كسائل جريان لاختيار أنسبهم في استرجاع أكبر قدر ممكن من الطاقة.

استعرضت المهندسة الباوي النتائج التي تم الوصول إليها وأشارت إلى ما يلي:

- تم اختبار كل من (البنزين والطورلين والهكسان) لاختيار أنسبها من حيث سرعة الجريان واسترجاع أكبر قدر ممكن من الطاقة وتبين أن البنزين يعتبر أحسن السوائل المستخدمة بسبب خواصه الفيزيائية والحرارية وكما هو مبين بالشكل (57).

**الشكل (57):** اختبار البنزين والطورلين والهكسان كسائل جريان لاختيار أنسبهم في استرجاع أكبر قدر ممكن من الطاقة



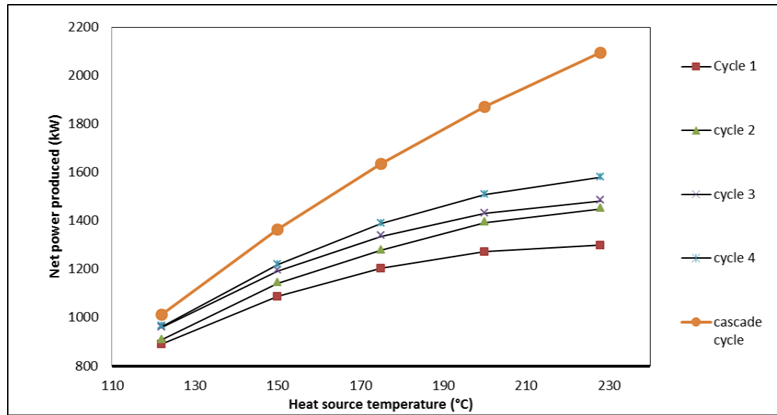
- عند تطبيق تصميم نماذج الـ ORCs الأربعة والتي تم تنفيذها ومقارنة النتائج من حيث الاستغلال الأمثل للحرارة المهدرة في توليد الطاقة الكهربائية يتبين أن التصميم 4 ORC-Cycle هو الأفضل في استغلال الطاقة المهدرة تحت ظروفها التشغيلية المتغيرة، غير أن هذا التصميم معقد من حيث كثرة المعدات اللازمة ويحتاج إلى تكلفة مرتفعة لتنفيذه.



نتائج تصميم Cascade Cycle تبين أن الطاقة الكهربائية الناتجة عن استرجاع الحرارة المهدرة تكون أعلى بدرجات كبيرة جداً عن تلك الناتجة من تصميم 4 ORC-Cycle في جميع ظروفها التشغيلية المتغيرة، وكما هو موضح في الشكل (58) فإن كمية الطاقة الكهربائية المنتجة تتراوح ما بين 1 إلى 2 ميغاوات، ويتميز هذا التصميم بأنه أبسط وأقل تعقيداً وتكلفة من 4 ORC-Cycle.

**الشكل (58):** كمية الطاقة الناتجة عن إسترجاع الحرارة المهدرة

من تصميم 4 ORC-Cycle



يمكن الاستنتاج بأن تصميم نظام Cascade Cycle هو الأمثل من بين كل الأنظمة المختبرة في هذا البحث في استرجاع الحرارة المهدرة لتوليد كهرباء، وحيث أن الطاقة الكلية المستهلكة في المصفاة تبلغ حوالي 12 ميغاوات فإنه بتطبيق هذا التصميم تكون كفاءة الطاقة الكلية للمصفاة في تحسن بنسبة تتراوح ما بين 8% - 17%، وهو ما يوفر في تكاليف مصروفات التشغيل بقيمة حوالي 0.87 - 1.75 مليون دولار سنوياً.

## ورقة بعنوان

### تكامل العمليات الصناعية في مصافي التكرير/ الطريق الرئيسي لتوفير الطاقة وتنمية المشروعات Process Integration is Leading/Key Tool for Refineries Energy Savings and Development Projects

الدكتور/ ممدوح جاد الله

مدير برنامج  
الجامعة البريطانية في مصر

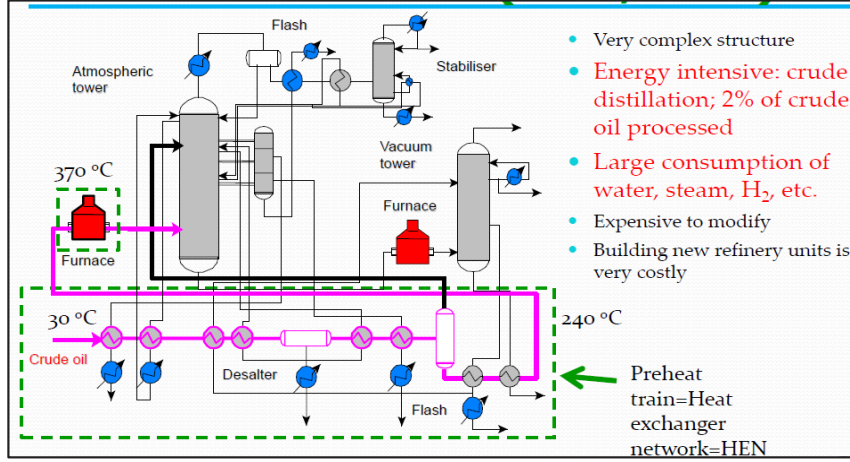
**Dr. Mamdouh Gadalla**  
Programme Director  
British University in Egypt



أشار الدكتور ممدوح جاد الله إلي أن صناعة البترول والغاز تعتبر من الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة، وأن قيمة كميات الطاقة المستهلكة يومياً في وحدات التكرير تمثل حوالي 2% من إجمالي قيمة برميل النفط، لذا فإن تجديد هذه الوحدات يعتبر شائعاً بغرض عدة أهداف ومنها، توفير الطاقة وتحسين القدرة والمرونة علي تكرير أنواع مختلفة من النفوط وزيادة الطاقات التكريرية وتحسين البيئة عن طريق خفض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

كما أفاد بأن عمليات التكامل في مجال الطاقة يعتبر أحد الحلول لزيادة كفاءة استخدام الطاقة والحد من استهلاك الوقود، وهو ما قد يؤدي إلي وفر في استهلاك الطاقة بنسب تصل إلي 30%، وذلك عن طريق الاستفادة من استرداد الحرارة وربط شبكة المبادلات الحرارية ودمج مصادر العمليات الساخنة والباردة وكما هو موضح بالشكل (59).

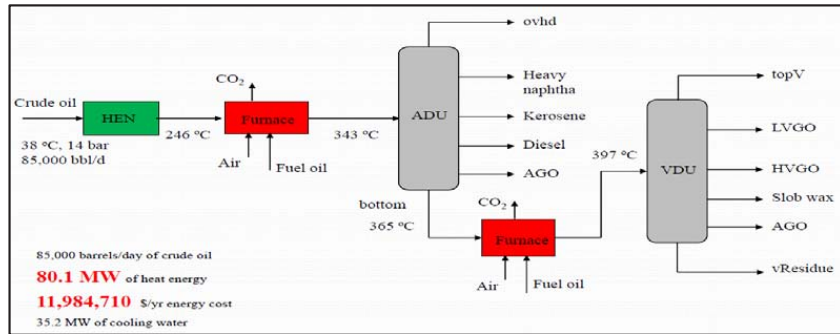
### الشكل (59): مخطط طريق الاستفادة من استرداد الحرارة وربط شبكة المبادلات الحرارية ودمج مصادر العمليات الساخنة والباردة



هذا وقد شمل العرض التقديمي شرح نتائج تنفيذ برامج المحاكاة Aspen-Hysys على ثلاث دراسات حالة لمصفايتين تكرير قائمتين ومشروع إنتاج الإستيرين والمخطط إنشاؤه في مصر.

شملت دراسة الحالة الأولى مصفاة تكرير بطاقة إنتاجية حوالي 85 ألف برميل يومياً وتستهلك طاقة حرارية تبلغ حوالي 80.1 ميجاوات بتكلفة تقدر بحوالي 12 مليون دولار سنوياً، بينما تستهلك طاقة للتبريد تصل إلى حوالي 35 ميجاوات، كما هو مبين بالشكل (60).

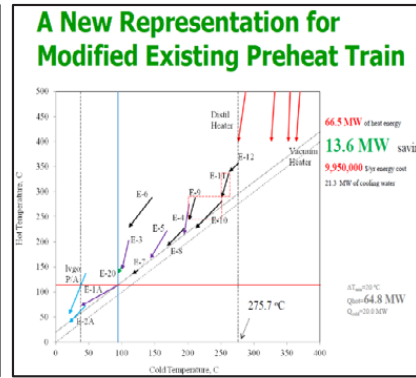
### الشكل (60): الوضع المبني لدراسة الحالة الأولى علي مصفاة تكرير



وعند تطبيق برامج المحكاة للتكامل بين العمليات الصناعية المختلفة حدث وفرأ في الطاقة الكهربائية بلغ حوالي 13.6 ميغاوات بقيمة تبلغ 2 حوالي مليون دولار سنوياً وكما هو مبين بالشكل (61).

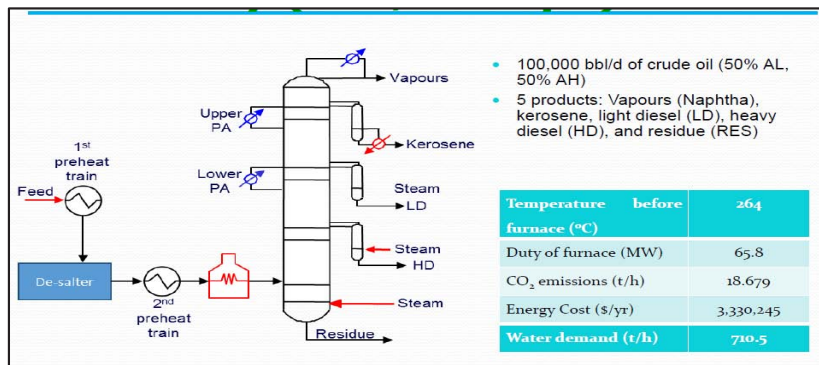
**الشكل (61):** نتائج تكامل العمليات الصناعية على دراسة الحالة الأولى لمصفاة التكرير

| Economics of Revamping Modifications                |                    |                                   |                |
|---|--------------------|-----------------------------------|----------------|
|   | Base case          | Modified case                     | Improvements   |
| Hot energy (fuel) (MW)                              | 80.1               | 66.5                              | -17%           |
| Cold energy (water) (MW)                            | 35.2               | 21.3                              | -39%           |
| Crude oil feed temperature before fired heater (°C) | 247                | 275.7                             | +28.7 °C       |
| Heat integration across the pinch                   | Yes (3 exchangers) | No                                |                |
| Fuel oil consumption (t/y)                          | 70,520             | 58,561                            | -11,959 t/y    |
| Energy cost (\$/y)                                  | 11,984,710         | 9,950,000                         | 2,034,710 \$/y |
| Total additional areas (+new, 3 resequece)          | -                  | 5267 m <sup>2</sup><br>531,280 \$ |                |
| Payback time (y)                                    |                    | 0.27                              |                |



بينما شملت دراسة الحالة الثانية مصفاة تكرير بطاقة تكريرية حوالي 100 ألف برميل يومياً، وتستهلك المصفاة حوالي 65 ميغاوات طاقة كهربائية تبلغ قيمتها حوالي 3.3 مليون دولار سنوياً وكما هو موضح بالشكل (62).

**الشكل (62):** الوضع المبدئي لدراسة الحالة الثانية على مصفاة تكرير



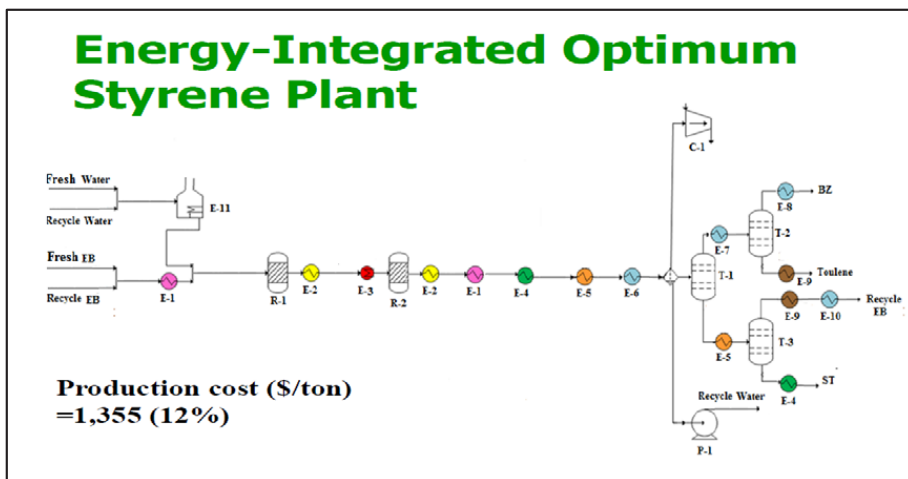
وعند تطبيق برامج المحاكاة للتكامل بين العمليات الصناعية المختلفة حدث وفراً في الطاقة الكهربائية وكما هو مبين بالجدول (7).

الجدول (7): نتائج تحسين الطاقة والتكلفة الاقتصادية لدراسة الحالة الثانية

| parameter                        | Base Case   | Column Optimisation | HEN Optimisation | Simultaneous Optimisation | Pre-flash        |
|----------------------------------|-------------|---------------------|------------------|---------------------------|------------------|
| Duty of furnace (MW)             | <b>65.8</b> | <b>55.4</b>         | <b>54.2</b>      | <b>52.2</b>               | <b>35.4</b>      |
| Water demand (t/h)               | <b>710</b>  | <b>614</b>          | <b>601</b>       | <b>578</b>                | <b>392</b>       |
| % Reduction in energy demand     | -           | <b>13.6%</b>        | <b>15.4%</b>     | <b>18.6%</b>              | <b>44.8%</b>     |
| CO <sub>2</sub> emissions (t/h)  | <b>18.7</b> | <b>15.7</b>         | <b>15.4</b>      | <b>14.9</b>               | <b>10.1</b>      |
| Additional capital cost (\$)     | -           | 69,642              | 111,910          | 161,005                   | 72,290           |
| Energy saving (fuel cost, \$/yr) | -           | <b>451,624</b>      | <b>513,285</b>   | <b>619,275</b>            | <b>1,493,194</b> |
| Pay back time (year)             | -           | 0.15                | 0.22             | 0.26                      | 0.05             |

بينما شملت دراسة الحالة الثالثة مقترح تكامل العمليات الصناعية لمشروع إنتاج الإستيرين والمخطط إنشاؤه في جمهورية مصر العربية بطاقة إنتاجية 740 ألف طن سنوياً، كما بالشكل 63.

الشكل (63): مخطط مقترح تكامل العمليات الصناعية لمشروع إنتاج الإستيرين في مصر



واختتم المتحدث باستعراض الاستنتاجات التالية:

- تم تطوير طريقة جديدة لتحليل الطاقة.
- إمكانية تقييم أداء نظم استرداد الحرارة.
- سهولة وبساطة الاستخدام والفرصيات.
- لا تتطلب برامج المحاكاة أي تكاليف إضافية باهظة الثمن لتطبيقها.
- طريقة جديدة قابلة للتطبيق لتصميم وتجديد نظم استرداد الحرارة.
- الحصول على نتائج مثلى وطرق محاكاة عملية لخفض تكاليف الإنتاج وإستهلاكات الطاقة.

### ورقة بعنوان

مقترح اقتصادي وبيئي لإعادة استغلال غازات الشعلة المصاحبة  
بحقول رأس غارب المصرية

An Economical/Environmental Proposed Solution for Reusing  
the Flare Associated Gasses in Ras-Gharib Oil Fields in Egypt

الدكتورة/ فاطمة عاشور

رئيس قسم الهندسة الكيميائية  
كلية الهندسة، جامعة القاهرة، جمهورية مصر العربية

**Dr. Fatma Ashour**

Head of Department of Chemical Engineering  
Faculty of Engineering-Cairo University, Egypt



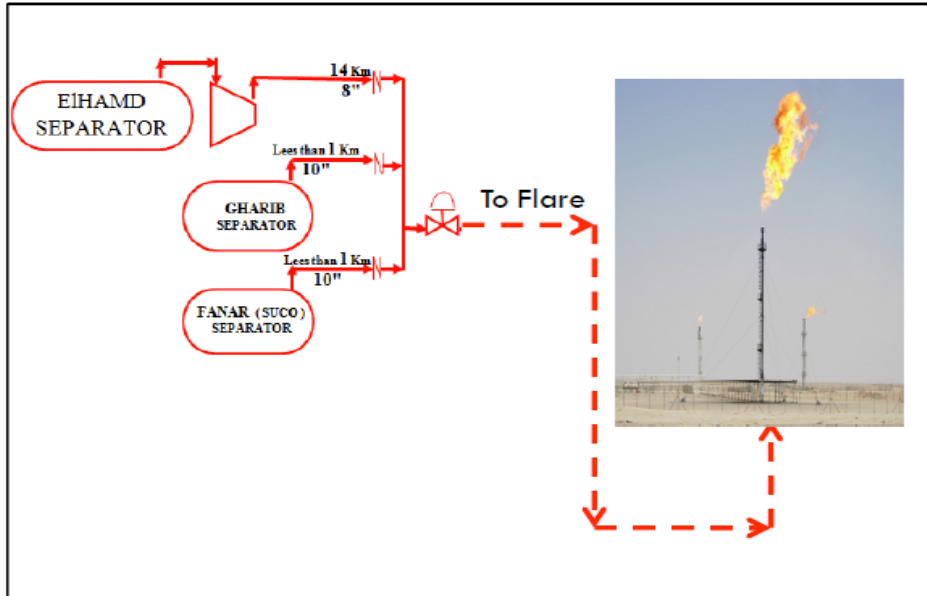
قدمت الدكتورة فاطمة عاشور موجزا مختصرا عن  
موضوع الورقة حيث أشارت إلى أن الشركة العامة  
للبنترول هي شركة مصرية تعمل في مجال إنتاج النفط  
والغاز وتملك موقع انتاج في مدينة رأس غارب بالصحراء

الشرقية في جمهورية مصر العربية وتنتج الشركة حوالي 40 ألف برميل من النفط الخام يوميا، بالإضافة إلى 22 مليون قدم مكعب من الغازات المصاحبة لكمية النفط المنتجة يوميا، يتم حقن ما يقرب من 7 مليون قدم مكعب يوميا من هذه الغازات مباشرة إلى آبار الحقن للحفاظ على ضغط هذه الآبار وزيادة إنتاجيتها، بينما يتم حرق باقي الكمية والتي تصل إلى حوالي 15 مليون قدم مكعب يوميا والمنتجة من حقول الحمد، غارب وفنار، طبقاً للجدول (8)، والشكل 64.

**الجدول (8): كميات الغازات المتبقية من بعض الحقول التابعة للشركة العامه للبتترول**

| الحقول  | الكمية<br>(مليون قدم مكعب قياسي) |
|---------|----------------------------------|
| غارب    | 5.49                             |
| الحمد   | 4.47                             |
| فنار    | 5.05                             |
| المجموع | 15.00                            |

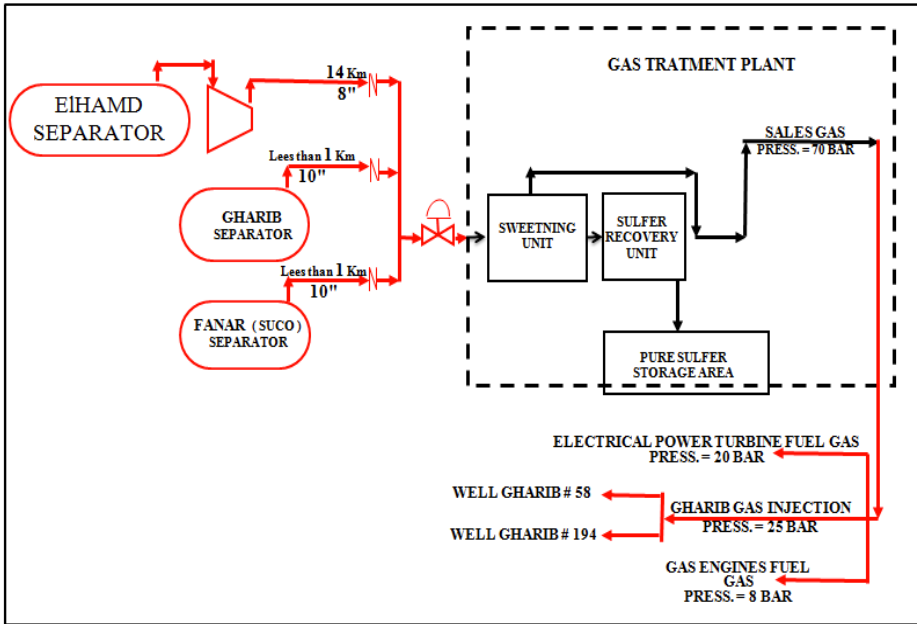
**الشكل (64): حرق كميات الغازات المتبقية بالحقول**



تتناول الورقة دراسة المشاكل البيئية الضخمة في مدينة رأس غارب حيث أنها تحتوي على غازات حمضية تتجاوز نسبتها 12% (H<sub>2</sub>S %10.5 و CO<sub>2</sub> %1.5) وأثار مجتمعية سيئة ناتجة عن احتراق هذه الغازات بالإضافة إلى الغازات الكربونية المنبعثة إلى الغلاف الجوي وتشمل أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون مما يؤدي إلى أثر بيئي مضاعف.

وأشارت المتحدثة إلى أن الورقة تقدم مقترحاً (دراسة) لإعادة استخدام الغازات المصاحبة المنتجة في رأس غارب طبقاً للمخطط المبين في الشكل (65)، وذلك بهدف استخراج مواد لها قيمة اقتصادية منها مما يؤدي إلى معالجة الآثار البيئية والمجتمعية المذكورة.

شكل (65): مخطط النموذج المقترح للدراسة



تشتمل الدراسة على تقييم كلا من الجدوى الاقتصادية ومدى معالجة الآثار البيئية على أساس احتساب الربحية والإيرادات واقتصاديات علاج



الغازات المصاحبة في وحدة إزالة الغازات الحمضية لإنتاج الغاز المعالج وكبريتيد الهيدروجين مما يؤدي إلى الوصول إلى الحد الأدنى من الانبعاثات الكربونية، كما يمكن أيضا معالجة كبريتيد الهيدروجين لإنتاج الكبريت للحد من التلوث تماما وزيادة العائد الاقتصادي. تناولت الدراسة أيضاً بحث العديد من المهام، مثل اختيار عملية المعالجة المثلى والتقليل من محتوى كبريتيد الهيدروجين، والوصول لأفضل ظروف تشغيل، كما توجد قيمة اقتصادية مضافة عن طريق ضخ الغاز المعالج مباشرة إلى الشبكة القومية المصرية للغاز. بالإضافة لذلك، يمكن الحصول على الغاز المسال من الغاز المعالج، بينما يمكن الحصول على الكبريت في وحدة استخلاص الكبريت.

وأختتمت المتحدثة بسرد نتائج الدراسة حيث أفادت بأن وحدة المعالجة المقترحة تزود الشبكة القومية المصرية للغاز بكميات من الغازات المعالجة أكثر من 10 مليون قدم مكعب يوميا، أي ما يعادل حوالي 2000 برميل/يوميا من النفط الخام. كما ينتج عائد اقتصادي من وحدة المعالجة يصل إلى 20 مليون جنيه مصري سنويا. وتقدر التكلفة الكلية للمشروع المقترح بـ 40 مليون جنيه مصري، بما في ذلك التكاليف الأولية لمحلول الأمين المستخدم في هذه الوحدة حيث أن معدل عائد هذا المشروع يصل إلى 46% بينما تكون فترة الاسترداد لهذا المشروع نحو عامين.

## الجلسة الختامية



في جلسة الختام استعرض الدكتور سمير القرعيش مدير إدارة الشؤون الفنية في منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول (أوابك) أهم الأفكار التي تمت مناقشتها في الجلسات الفنية للمؤتمر، وقدم بعض الملاحظات الختامية والتوصيات التي توصلت إليها الأوراق والمناقشات. ثم تقدم بالشكر إلى جميع الجهات الراعية والداعمة للمؤتمر وإلى فريق العمل من داخل وخارج الأمانة العامة على دورهم في نجاح فعاليات المؤتمر.

كما تقدم سعادة المهندس أنور خلف مستشار معالي وزير الطاقة في مملكة البحرين بالشكر إلى منظمة الأقطار العربية المصدرة للبتترول (أوابك) ومركز التعاون الياباني للبتترول (JCCP) وكافة المتحدثين في الجلسات الفنية على ما بذلوه من جهود كان لها الدور الكبير في نجاح المؤتمر وتحقيق أهدافه. كما أشاد سعادته بمستوى الأوراق الفنية التي قدمت في المؤتمر، وأعرب عن أمله أن تكون قد قدمت الفائدة المرجوة، وتمنى للمشاركين طيب الإقامة في ربوع مملكة البحرين والعودة إلى بلدانهم سالمين.

## الزيارة الميدانية



تضمن اليوم الثالث من فعاليات المؤتمر زيارة ميدانية لشركة الخليج لصناعة البتروكيماويات (جيبيك)، وهي شركة مشتركة بحصص متساوية

بين كل من مملكة البحرين، والمملكة العربية السعودية ودولة الكويت، حيث اطلع المشاركون على مراحل تطوير العمليات الإنتاجية في الشركة، ومستوى التكنولوجيا المستخدمة، والعوامل التي ساهمت في نجاح الشركة متمثلة في رؤيتها الواقعية، ورسالتها القوية وقيمها المؤسسية الراسخة التي تعتبر الدوافع الرئيسية خلف كافة عمليات وأنشطة الشركة، وتمثل الأطر العامة لكيفية تسيير أعمالها. ومن هذه القيم التميز، والنزاهة والاحترام، والشفافية، والسلامة، والاحتراف، والمسؤولية الاجتماعية، والإبداع، والعمل بروح الفريق.

تضمنت الزيارة الميدانية جولة في قاعات التدريب الفني والمهني والإداري للعاملين في الشركة، حيث استمع المشاركون إلى شرح مفصل عن نوعية الدورات التدريبية التي تنظمها الشركة وأهدافها ودورها في تحسين مهارات العاملين وخبراتهم في مجال تشغيل الوحدات الإنتاجية وصيانتها.

كما اطلع المشاركون على إجراءات حماية البيئة من التلوث التي جعلت من شركة الخليج لصناعة البتروكيماويات إحدى المؤسسات الرائدة في مجال حماية البيئة ليس على المستوى المحلي فحسب، بل وعلى المستوى العالمي أيضاً. تتناول إجراءات حماية البيئة كافة مراحل الإنتاج بدءاً من مراعاة

أحدث المعايير في وضع التصاميم الأولية للوحدات الإنتاجية، وحتى الوصول بمواصفات المنتجات وفق أكثر معايير الجودة تطوراً.

كما تضمنت الزيارة جولة على المشاريع البيئية الفريدة والمتنوعة التي تهدف إلى توعية أفراد المجتمع ومؤسساته بأهمية الحفاظ على البيئة ورعاية مكوناتها. ومن الأمثلة على هذه المشاريع البيئية مشروع الحدائق الخيرية، ومزرعة الأسماك التي تستوعب حالياً 100 ألف سمكة من النوع السبيطي المهدد بالانقراض، في بيئة المملكة البحرية، مما أسهم بشكل فعال في زيادة المخزون السمكي لمملكة البحرين.

ومن المشاريع البيئية الأخرى التي قام المشاركون بزيارتها محمية الطيور التي تعتبر ملاذاً آمناً لآلاف الطيور المهاجرة والمحلية، وتعتبر رسالة حية إلى المجتمع بأن البيئة المحيطة بالشركة على درجة عالية من النقاء، مما



جعلها عنصر جذب لكافة أنواع الطيور. كما عبر المشاركون عن إعجابهم بحديقة الأميرة سبيكة للنباتات العطرية التي تؤكد على نجاح الشركة في تطبيق المعايير البيئية الخاصة بالمحافظة على البيئة الخضراء.

## البييليوغرافيا

إعداد  
**عمر كرامة عطيفة**  
إدارة الإعلام والمكتبة

يشمل هذا القسم بييليوغرافيا 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

- إحصاءات سوق العمل في دولة الكويت كما في 30 يونيو 2015. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 533 (2016/). -- ص. 25-28.
- آفاق الاقتصادات العربية عامي 2016-2017. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 532 (2016/3). -- ص. 56-61.
- اقتصاد الإمارات يتجاوز حقبة النفط إلى المعرفة والابتكار. -- **التجارة**. -- مج. 45، ع. 3 (2016/3). -- ص. 16-20.
- الاقتصاد الكويتي وما يجب فعله لتفادي تقويض معدلات النمو الاقتصادي. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 10 (2016/3/9). -- ص. 6-16.
- اقتصاد المغرب وتوقعات العام 2016 .. متطلبات دعم النمو. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 10 (2016/3/9). -- ص. 23-30.
- اقتصاد إندونيسيا وتوقعات تخفيض التصنيف الائتماني .. هل يتحول إلى كساد اقتصادي؟ -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 11 (2016/3/15). -- ص. 23-31.
- الأمن المائي والأمن الغذائي الخليجي. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 533 (2016/4). -- ص. 39-41.
- اندثار الشركات العائلية السعودية.....المسببات والحلول. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 16 (2016/4/19). -- ص. 6-21.
- أهمية التحول نحو الإنتاج الصناعي. -- **التجارة**. -- مج. 45، ع. 4 (2016/4). -- ص. 32-34.
- البسام، محمد. الاستهلاك المستدام من أجل إدارة أفضل للموارد عربياً. -- **التقدم العلمي**. -- ع. 92 (2016/1). -- ص. 76-79.
- الحسن، محمد. تقرير التنمية البشرية 2015: التنمية في كل عمل. -- **التقدم العلمي**. -- ع. 92 (2016/1). -- ص. 60-63.
- دور القطاع الخاص في تحقيق رؤية المملكة العربية السعودية 2030. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 18 (2016/5/3). -- ص. 6-16.
- دور المرأة في التنمية. -- **التجارة**. -- مج. 45، ع. 3 (2016/3). -- ص. 26-27.
- الرفاعي، عرب و المطوع، ندى. المرأة والتنمية. -- الكويت: مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية، 2015. -- ص. 41.
- زكي، قاسم. يوم الغذاء العالمي والجوع القاتل في إفريقيا. -- **التقدم العلمي**. -- ع. 92 (2016/1). -- ص. 50-53.
- زيارة الملك سلمان لمصر: قراءة في الجانب الاقتصادي. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 15 (2016/4/11). -- ص. 23-34.
- السعودية-ومصر: نقلة نوعية في التعاون المشترك بين الدول العربية. -- **أوابك**. -- مج. 42، ع. 4 (2016/4). -- ص. 6-7.
- السياسات الاقتصادية لفنزويلا وقيادتها لانهايار الاقتصاد. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 19 (2016/5/11). -- ص. 25-34.
- الشراكة بين القطاعين العام والخاص اقتصاد قوي وتنمية مستدامة. -- **التجارة**. -- مج. 45، ع. 4 (2016/4). -- ص. 22-25.
- صناعة الأسمدة في العالم العربي. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 533 (2016/4). -- ص. 42-44.
- صناعة مواد البناء الخليجية. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 531 (2016/2). -- ص. 55-57.

- الطريق نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 531 ( 2016/2 ). -- ص. 60-61.
- العلاقات الاقتصادية الإماراتية القطرية على ضوء الملتقى الاقتصادي القطري الإماراتي. -- **تقرير الخليج الاستراتيجي**. -- ع. 19 ( 2016/5/15 ). -- ص. 30-42
- العلاقات الاقتصادية الخليجية-الهندية: الواقع والمأمول. -- **تقرير الخليج الاستراتيجي**. -- ع. 17 ( 2016/4/28 ). -- ص. 35-51.
- العيان، حمد صالح. **التقاعد والتنمية**. -- الكويت: مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية، 2015. -- ص. 28
- فائض قدرات الصناعة الصينية يهدد الاقتصاد العالمي. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 532 ( 2016/3 ). -- ص. 66-68.
- محو الأمية الاقتصادية. -- **التجارة**. -- مج. 45، ع. 4 ( 2016/4 ). -- ص. 30-31.
- المعصب، هند و الضويحي، محمد. **الرعاية الاجتماعية والتنمية في دولة الكويت**. -- الكويت: مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية، 2015. -- ص. 32
- المنتجات الاستهلاكية في بعض الدول الإفريقية، 2016. -- **النشرة الاقتصادية**. -- مج. 9، ع. 140 ( 2016/2 ). -- ص. 4-5.
- موريتانيا: إستراتيجية وطنية لتنمية القطاع الخاص. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 531 ( 2016/2 ). -- ص. 57-59.
- هل ترحب خطط التنوع الاقتصادي الخليجية رفع تقييم تصنيفها الأنتمائي؟ -- **تقرير الخليج الاستراتيجي**. -- ع. 11 ( 2016/3/17 ). -- ص. 25-36.
- هل يدخل الاقتصاد البرازيلي نفق الركود الاقتصادي؟ -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 17 ( 2016/4/26 ). -- ص. 27-37.
- هل يستعيد الاقتصاد الصيني التوازن في 2016... عوامل القوة والضعف. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 18 ( 2016/5/3 ). -- ص. 25-32.
- هل يصبح القطاع الخاص الخليجي قادرا على حل معضلة البطالة. -- **تقرير الخليج الاستراتيجي**. -- ع. 31 ( 2016/3/31 ). -- ص. 36-50.

### ثانيا: البترول

- تحولات نفطية: من دول ثرية ومزدهرة: نيجيريا وأنجولا يواجهات تحديات نفطية متزايدة. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 19 ( 2016/5/11 ). -- ص. 40-47.
- التعليم المهني في المملكة العربية السعودية وعصر ما بعد النفط. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 15 ( 2016/4/11 ). -- ص. 6-15.
- الصالح، أنس. الإصلاحات الهيكلية ستكون جذرية عبر ترشيد الدعوم. -- **النفط**. -- ع. 43 ( 2016/2 ). -- ص. 4.
- الصباح، طلال. التعاون العربي السبيل لتجاوز الأزمات الاقتصادية. -- **النفط**. -- ع. 43 ( 2016/2 ). -- ص. 5.
- عثمان، محاسب خالد. الارتقاء بمنظومة تداول المنتجات البترولية.. هدف استراتيجي. -- **البترول**. -- ع. 53 ( 2016/4-3 ). -- ص. 22-23.
- عصر ما بعد النفط في السعودية.... الفرص والتحديات. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 18 ( 2016/5/3 ). -- ص. 38-45.
- كيف يؤثر فشل الدول سياسيا على القطاع النفطي؟ -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 15 ( 2016/4/11 ). -- ص. 40-46.

المبادئ القانونية العامة التي تحكم الاستغلال المنفرد والمشارك للثروة النفطية. -- **الكويتي**. ع. 1382 (2016/2). -- ص. 30-31.

معرفي، عبدالعزيز. البترول سيسيطر بالعالم لفترة طويلة. -- **النفط**. ع. 43 (2016/2). -- ص. 34-37.  
منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول. **تطور خارطة سوق النفط العالمية والانعكاسات المحتملة على الدول الأعضاء في أوبك**. -- الكويت: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، 2016. -- ص. 103.  
مؤتمر مصر الدولي لصناعة البترول. -- **البترول**. ع. 53 (2016/4-3). -- ص. 4-7.  
النفط الثقيل. -- **الكويتي**. ع. 1382 (2016/2). -- ص. 14-17.  
النفط الثقيل... تحديات وفرص. -- **النفط**. ع. 43 (2016/2). -- ص. 42-47.

### البترول - أسعار

اجتماع الدوحة: عثرات متكررة ونتائج كارثية على أسعار النفط. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. ع. 16 (2016/4/19). -- ص. 34-41.

استمرار تراجع أسعار النفط... وحمية تفعيل البورصة الخليجية الموحدة. -- **تقرير الخليج الاستراتيجي**. ع. 10 (2016/3/10). -- ص. 32-44.

البدري، عبدالله. تدني أسعار النفط لن يستمر. -- **النفط**. ع. 43 (2016/2). -- ص. 13.  
تحولات النفط العالمية: هل يصبح ارتفاع الأسعار مستداما خلال العام 2016؟ -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. ع. 17 (2016/4/26). -- ص. 47-53.

خبرة النكشف .. هل تنقذ الخليج من تأثير هبوط سعر النفط؟ -- **تقرير الخليج الاستراتيجي**. ع. 11 (2016/3/17). -- ص. 37-42.

العديساني، نزار. انخفاض أسعار النفط يدعم التوجه نحو مشاريع الطاقة المتجددة. -- **النفط**. ع. 43 (2016/2). -- ص. 7.

ماذا يعني تخطي سعر 40 دولارا لكل من أوبك وصناعة النفط الصخري؟ -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. ع. 12 (2016/3/23). -- ص. 39-45.

مذكورة بشأن الإصلاح المالي والرؤية التنموية بدولة الكويت في ضوء أزمة الانخفاض الشديد في أسعار النفط. -- **الاقتصادي الكويتي**. ع. 531 (2016/2). -- ص. 25-30.

المصري، محمد. تحديات تذبذب الأسعار العالمية للبترول. -- **البترول**. ع. 53 (2016/4-3). -- ص. 20-21.  
مؤشرات سعودية: تسعير النفط نقطة الدعم لرفع أسعار النفط. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. ع. 10 (2016/3/9). -- ص. 35-42.

النقي، عباس علي. نأمل أن تعزز اجتماعات الطاولة المستديرة أسعار النفط وامن الطاقة. -- **النفط**. ع. 43 (2016/2). -- ص. 14.

### البترول - إنتاج

ثلاثة ملايين برميل من النفط الخام يوميا إنتاج فعلي لنفط الكويت لأول مرة في تاريخها. -- **النفط**. ع. 43 (2016/2). -- ص. 8.

العبدالجليل، محمد. أشاد بتميزه عن مراكز التجميع التقليدية: 120 الف برميل من النفط يوميا يوفرها مركز 32. -- **عالم المؤسسة**. ع. 75 (2016 /1). -- ص. 4-5.

ليبيا وإيران .. عقبتان في طريق نجاح اجتماع أوبك لتثبيت الإنتاج. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. ع. 14 (2016/4/5). -- ص. 41-48.



**البتترول - تكرير**

- الجاسم، وائل حسين. مشروع الوقود البيئي يسير وفق الخطة الموضوعية والجدول. -- **عالم المؤسسة**. -- ع. 75 (1/ 2016). -- ص. 6-9.
- مصفاة فينتام: مجمع نغي سون.. مشروع نفطي متكامل يوفر منفذاً آمناً للنفط الخام الكويتي. -- **عالم المؤسسة**. -- ع. 75 (1/ 2016). -- ص. 10-13.
- المطيري، محمد غازي. بنسبة 42% إنجاز مشروع الوقود البيئي و 73% نسبة إنجاز تجهيز أرض المصفاة الجديد. -- **النفط**. -- ع. 43 (2/ 2016). -- ص. 10.

**ثالثاً: التجارة والعلاقات الاقتصادية الدولية**

- أبرز مؤشرات الأنشطة التجارية في الكويت خلال عام 2015. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 531 (2/ 2016). -- ص. 36-46.
- اقتصاد أوروبا 2016: متاعب وآمال. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 533 (4/ 2016). -- ص. 59-61.
- تجارة ألمانيا مع العالم العربي عام 2015. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 533 (4/ 2016). -- ص. 51-58.
- مدينة دبي لتجارة الجملة.... خطوة جديدة بعيداً عن القطاع النفطي. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 11 (15/ 3/ 2016). -- ص. 6-16.

**رابعاً: الطاقة**

- التعاون العربي في مجال الكهرباء.... آفاق واعدة للتكامل والتطوير. -- **أوابك**. -- مج. 42، ع. 4 (4/ 2016). -- ص. 4-5.
- جدوى استثمارات الطاقة المتجددة في رسم المسار المستقبلي لدول الخليج. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 13 (30/ 3/ 2016). -- ص. 43-49.
- دول مجلس التعاون.. توسع في الاعتماد على مصادر الطاقة البديلة. -- **الاقتصادي الكويتي**. -- ع. 532 (3/ 2016). -- ص. 53-55.
- العنانزة، خالد. الموصلية الفائقة في خدمة الطاقة والبيئة. -- **التقدم العلمي**. -- ع. 92 (1/ 2016). -- ص. 70-74.
- في ضوء خطة التنمية الجديدة: هل تحقق الصين الريادة عالمياً في الطاقة المتجددة؟؟؟ -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 11 (15/ 3/ 2016). -- ص. 38-44.
- المزروعى، سهيل محمد بن فرج. نتائج ايجابية ومشجعة لإصلاح نظام دعم الطاقة في الإمارات. -- **أوابك**. -- مج. 42، ع. 4 (4/ 2016). -- ص. 8.
- مشاركة منظمة أوابك في ملتقى «أمن الطاقة وتأثيره على الأمن الشامل»: استشراف مستقبل أمن الطاقة في الوطن العربي. -- **أوابك**. -- مج. 42، ع. 4 (4/ 2016). -- ص. 13.
- النعمي، علي.. جهود سعودية في مجال تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. -- **أوابك**. -- مج. 42، ع. 4 (4/ 2016). -- ص. 9.

**خامساً: المالية والمالية العامة**

- إدارة الدين العام الكويتي وما يجب فعله. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 12 (23/ 3/ 2016). -- ص. 6-17.
- آفاق تطوير التمويل الإسلامي بالمملكة العربية السعودية. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 19 (11/ 5/ 2016). -- ص. 6-16.
- التصنيف الائتماني للكويت واحتمالات التخفيض. -- **تقرير الاقتصاد والأعمال**. -- ع. 17 (26/ 4/ 2016). -- ص. 6-16.

- التوجه السعودي نحو صناديق الثروة السيادية لتتويع اقتصادها بعيدا عن النفط. -- **تقرير الخليج الإستراتيجي** -- ع. 18 (2016/5/8). -- ص. 30-42.
- الدين العام الخليجي خلال العام 2016 وخيارات تمويله. -- **تقرير الخليج الاستراتيجي** -- ع. 12 (2016/3/24). -- ص. 31-45.
- الرشيدى، بخيت. نسعى لضخ المزيد من الاستثمارات في أوروبا. -- **النفط** -- ع. 43 (2016/2). -- ص. 12.
- العاني، أسامة عبدالمجيد. اعتماد الوقف لتمويل المشاريع الصغيرة. -- **مجلة شؤون اجتماعية** -- مج. 32، ع. 128 (2015). -- ص. 153-156.
- فرص ومخاطر الاستثمار الأجنبي في إيران. -- **تقرير الخليج الاستراتيجي** -- ع. 10 (2016/3/10). -- ص. 45-49.
- فوس، سوزانا. بعد المبالغة في اقتناء الأشياء: الغرب الرأسمالي يتعلم الزهد. -- **القافلة** -- مج. 65، ع. 2 (3-2016/4). -- ص. 41-45.
- في الكويت بيئة جاذبة للاستثمار. -- **الاقتصادي الكويتي** -- ع. 532 (2016/3). -- ص. 4-5.
- المصارف في الإمارات على استعداد لتلافي مخاطر السوق والائتمان. -- **النشرة الاقتصادية** -- مج. 9، ع. 140 (2016/2). -- ص. 1-3.
- ملتقى الكويت للاستثمار، 8-9 مارس 2016. -- **الاقتصادي الكويتي** -- ع. 532 (2016/3). -- ص. 25-38.
- هل أن الأوان لتشديد السياسة النقدية الكويتية؟ -- **تقرير الاقتصاد والأعمال** -- ع. 13 (2016/3/30). -- ص. 6-16.

#### سادسا: تلوث البيئة وحمايتها

- بدران، عبدالله. قمة المناخ في باريس: اتفاقية تاريخية لحماية مستقبل البشرية. -- **التقدم العلمي** -- ع. 92 (2016/1). -- ص. 64-68.
- عيتاني، عبدالله. اتفاق باريس لحماية مناخ الأرض الخطوة الأكثر تقدما حتى الآن. -- **القافلة** -- مج. 65، ع. 2 (3-2016/4). -- ص. 33-37.
- فريق إدارة التسرب النفطي البحري: مهام كبيرة. -- **الكويتي** -- ع. 1382 (2016/2). -- ص. 10-13.

#### سابعا: موضوعات أخرى

- السويدي، هدى عبدالله. التنشئة الاجتماعية وانعكاساتها على العلاقات الاجتماعية بين الآباء والأبناء في إمارة دبي. -- **مجلة شؤون اجتماعية** -- مج. 32، ع. 128 (2015). -- ص. 81-134.
- عبدالله، ولاء صقر. واقع توظيف الحاسوب في التعليم وصعوبات استخدامه. -- **مجلة شؤون اجتماعية** -- مج. 32، ع. 128 (2015). -- ص. 135-151.
- عثمان، محمد. المصارف وتحديات العصر الرقمي. -- **القافلة** -- مج. 65، ع. 2 (3-2016/4). -- ص. 47-49.
- غرائب في مركز الأرض. -- **التقدم العلمي** -- ع. 92 (2016/1). -- ص. 36-39.
- مراد، بركات محمد. تعليم حقوق الإنسان بين الإستراتيجية والممارسة العملية. -- **مجلة شؤون اجتماعية** -- مج. 32، ع. 128 (2015). -- ص. 177-186.

# 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

- Does religious similarity matter in international trade in services?-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 3 (3/2016) -- p. 409-425.
- Kong, Yoke Fong. Measuring the impact of China's export growth on its Asian neighbors.-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 2 (2/2016)-- p. 195- 220.
- Measuring connectivity in a globally networked industry: The case of air transport.-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 3 (3/2016)-- p. 369-385.
- Trade openness and income: A tale of two regions.-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 3 (3/2016)-- p. 386-408.
- UNCTAD. **Review of maritime transport 2015**-- New York: United Nations, 2015.--108 p.

### II-ECONOMICS & DEVELOPMENT

- Challe, Edouard and Ragot, Xavier. Precautionary saving over the business cycle.-- **The Economic Journal**-- Vol. 126, no. 590 (2/2016)-- p. 135-164.
- Dalton, Patricio S. Poverty and aspirations failure.-- **The Economic Journal**-- Vol. 126, no. 590 (2/2016)-- p. 165-188.
- Did globalization influence credit market deregulation?-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 3 (3/2016)-- p. 426-443.
- Dincecco, Market and Katz, Gabriel. State capacity and long-run economic performance.-- **The Economic Journal** -- Vol. 126, no. 590 (2/2016)-- p. 189-218.
- Donaubauer, Julian. A new global index of infrastructure: Construction, rankings and applications.-- **The World Economy**-- Vol. 39, no. 2 (2/2016)-- p. 236-259.
- Hilber, C. and Vermeulen, W. The impact of supply constraints on house prices in England -- **The Economic Journal**-- Vol. 120, no. 591 (3/2016)-- p. 358-405.
- Matthias, Jens (et al). Services reform and manufacturing performance: Evidence from India.-- **The Economic Journal**-- Vol. 126, no. 590 (2/2016)-- p. 1-39.
- Special report: Egypt.-- **MEED**-- Vol. 60, no. 1 (6/1/2016)-- p. 27-38.
- Teles, Pedro. Is quantity theory still alive.-- **The Economic Journal**-- Vol. 120, no. 591 (3/2016)-- p. 442-464.

### III-ENERGY

- BMI. **Global: Summary power & renewables**-- London: BMI, 2016.-- 60 p.-- 621. 91 GLO.
- BMI. **Middle East & Africa power & renewables**-- London: BMI, 2016.-- 13 p.
- The causality between energy consumption and economic growth for China in a time-varying framework.-- **The Energy Journal**-- Vol. 37, no. 1(2016)-- p. 29-53.

- Decarbonization through electrification-the importance of energy taxation being in line with long-term energy policy.--**Forum** -- No. 104 (2/2016).-- p. 29-33.
- Kielmas, Maria. Energy: A climate of change.-- **Petroleum Review**.-- Vol. 70, no. 829 (2/2016).-- p. 14-15.
- Looking to Africa for winds of change.-- **OPEC Bulletin**.-- (3/2016).-- p. 16-17.
- Looking to Africa for winds of change.-- **Petroleum Review**.-- (3/2016).-- p. 16-17.
- Middle East: Analysis.-- **Petroleum Economist**.-- (4/2016).-- p. 50-53.
- Region turns to IPPS and renewables.-- **MEED**.-- Vol. 60, no. 1 (6/1/2016).-- p. 10-17.
- Renewable integration and the changing requirement of grid management in the twenty-first century.-- **Forum**.-- No. 104 (2/2016).-- p. 11-14.
- Roos, Philippe. Renewable investment: still a long way to go.-- **New Energy**.-- Vol. 5, no. 13 (31/3/2016).-- p. 2-3.

#### **IV-FINANCE & PUBLIC FINANCE**

- Caballero, Julian A. Do surges in international capital inflows influence the likelihood of banking crises.-- **The Economic Journal**.-- Vol. 120, no. 591 (3/2016).-- p. 281-316.
- End of the nitrogen boom.-- **International Fertilizer**.-- No. 471 (3- 4/2016).-- p. 20-24.
- Saudi Arabia: New budget reflects tough realities.-- **MEED**.-- Vol. 60, no. 1 (6/1/2016).-- p. 18-19.

#### **V-GAS**

- Benyounes, A.; Hafaifa, Ahmed and Mouloud, Guemana. Fuzzy logic addresses turbine vibration on Algerian gas line.-- **Oil & Gas Journal**.-- Vol. 114, no. 1 (4/1/2016).-- p. 84-90.
- CEC forecasts next decade of LNG industry.-- **Gas Processing** -- (1- 2/2016).-- p. 11-12.
- The effect of community reinvestment funds on local acceptance of unconventional gas development.-- **Economics of Energy & Environmental Policy**.-- Vol. 5, no. 1(3/2016).-- p. 131-165.
- Efficiently design and operate vertical gas/liquid separators.-- **Gas Processing**.-- (1-2/2016).-- p. 21-28.
- Eni greenlights Egypt's Zohr.-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 12 (25/3/2016).-- p. 2-3.
- Gas: A matter of urgency.-- **Petroleum Review**.-- Vol. 70, no. 829 (2/2016).-- p. 30-31.

- Gerden, Eugene. Turkmenistan looks to expand influence in EU gas market.-- **Gas Processing**-- (1-2/2016)-- p. 9-10.
- Hefley, William E and Wang, Yongsheng. **Economics of unconventional shale gas development: Case studies and impacts**-- Heidelberg, Germany: Springer, 2015.--246 p.
- Herweg, Bjorn. Fuel for thought.-- **LNG Industry**-- (1/2016) -- p. 38-43.
- In depth LNG.-- **Petroleum Economist**-- (4/2016)-- p. 16-35.
- Iran eyes Oman as route for LNG exports.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 13 (30/3/2016)-- p. 3-4.
- Kuwait boosts gas-fired power capacity prepares further LNG imports.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 12 (25/3/2016)-- p. 11-12.
- LNG Players seek innovation on marketing costs.-- **Petroleum Intelligence Weekly**-- Vol. 55, no. 12 (28/3/2016)-- p. 5-6.
- Mid-East LNG demand a driving force in 2015.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 14 (8/4/2016)-- p. 5-7.
- Millard, Gaelle and MacDonald, Mott. Feeding Latin America's hunger for natural gas.-- **LNG Industry**-- (1/2016)-- p. 34-37.
- Natural gas processing and handling.-- **JPT**-- Vol. 68, no. 4 (4/2016)-- p. 64-71.
- Shamekhi, S. Shiva and Ashouri, N. Minimize evaporation losses by calculating boiloff gas in LPG storage tanks.-- **Gas Processing**-- (1-2/2016)-- p. 17-20.
- Special report: Pipelines terminals and storage.-- **Gas Processing**-- (1-2/2016)-- p. 13-20.
- Stepping on the gas.-- **Petroleum Review**-- Vol. 70, no. 830 (3/2016)-- p. 20-21.
- Total lays out strategy for survival amid LNG glut.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 14 (6/4/2016)-- p. 7-8.
- Turkmenistan looks to expand influence in EU gas market.-- **Gas Processing**-- (1-2/2016)-- p. 9-10.
- US natural gas prices edge up.-- **World Gas Intelligence**-- Vol. 27, no. 14 (6/4/2016)-- p. 8-9.

## VI-PETROCHEMICALS

- Analyzing the global petrochemical industry, 2016**-- Rockville, MD: Aruvian's R'search, 2016.--671 p.
- Parker, P. **The 2016-2021 World outlook for petrochemicals** -- Las Vegas: ICON Group, 2015.--V.p.
- Planned maintenance to slow: First-half 2016 ethylene production.-- **Oil & Gas Journal**-- Vol. 114, no. 3 (3/7/2016)-- p. 62-69.

Schiller, C. Chau R. Maximize petrochemicals in the FCCU to increase refinery margins and improve gasoline pool quality .-- **Hydrocarbon Processing**-- Vol. 95, no. 2 (2/2016).-- p. 29-36.

## VII-PETROLEUM

**Advancement in petroleum refining processes: Proceedings of the 16th Kuwait-Japan joint symposium, January 13-14, 2015.**- - Kuwait: KISR, 2015 .--160 p.

Babadagli, Tayfun. Heavy oil.-- **JPT**-- Vol. 68, no. 3 (3/2016) .-- p. 80- 87.

BMI. **Global: Summary oil & gas**-- London: BMI, 2016 .--112 p.-- 665.6 GLO.

BMI. **Middle East & Africa oil and gas**-- London: BMI, 2016.--8 p.

BMI. **Towards 2050: Megatrends in industry, politics and the global economy**-- London: BMI, 2016.--143 p.

KISR. **17th Kuwait / Japan joint symposium advancement in petroleum industries: Bibliography**-- Kuwait: KISR, 2016.--52 p.

OPEC. **World Oil Outlook 2015**-- Vienna: OPEC, 2015.--373 p.

Saudis polish sales highlight crude competition.-- **Petroleum Intelligence Weekly**-- Vol. 55, no. 14 (11/4/2016).-- p. 3-4.

**The who's who of the global energy industry: Kuwait, 2016**-- Dubai: Oil & Gas Year, 2016.--144 p.

Xu, Conglin and Bell, Laura. Oil market, still oversupplied, to ease toward balance in 2016.-- **Oil & Gas Journal**-- Vol. 114, no. 1 (4/1/2016).-- p. 22-41.

## PETROLEUM - COMPANIES

Aramco JV takes over 2mn t/y of Global elastomers capacity.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 14 (8/4/2016).-- p. 8-9.

Determinants of stock price during dividend announcements: Evaluation of firm's variable effects in Nigeria's oil and gas sector.-- **OPEC Energy Review**-- Vol. 40, no. 1 (3/2016).-- p. 69-90.

An empirical study on the valuation of oil companies.-- **OPEC Energy Review**-- Vol. 40, no. 1 (3/2016).-- p. 91-108.

McGowan, Elizabeth and Merolli, Paul. US decision raises scrutiny of oil firms.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 13 (31/3/2016).-- p. 1-2.

Oil nationalizations as protracted affairs: Evidence from Venezuela.-- **OPEC Energy Review**-- Vol. 40, no. 1 (3/2016).-- p. 50-68.

## PETROLEUM – ECONOMIC ASPECTS

Africa analysis.-- **Petroleum Economist**-- Vol. 83, no. 2 (3/2016).-- p. 50-53.

Egypt: Receivables worries risk choking off exploration boom.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 15 (15/4/2016)-- p. 4-5.

An eventful year is ahead for oil and gas.-- **World Oil**-- (2/2016)-- p. 45-48.

The impact of oil revenues on the Iranian economy and the Gulf states.-- **OPEC Energy Review**-- Vol. 40, no. 1 (3/2016)-- p. 36-49.

Iran: Post-sanction prospects.-- **OPEC Bulletin**-- (3/2016)-- p. 38.

Iran: Post-sanction prospects.-- **Petroleum Review**-- (3/2016) -- p. 38.

Middle East analysis.-- **Petroleum Economist**-- Vol. 83, no. 2 (3/2016)-- p. 46-49.

### **PETROLEUM - INDUSTRY**

Improved corrosion prevention with acid-aided regeneration technology.-- **Hydrocarbon Processing**-- Vol. 95, no. 3 (3/2016)-- p. 39-42.

Identifying critical success factors that positively affect Cyprus- Turkey relations in the case of hydrocarbon exploration in Cyprus exclusive economic zone.-- **Geopolitics of Energy**-- Vol. 38, no. 2 (2/2016)-- p. 6-11.

Kelly, Douglas N. 2016 industry leaders viewpoints.-- **Hydrocarbon Processing**-- Vol. 95, no. 2 (2/2016)-- p. 49-54.

Libya unity government faces huge challenges.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 15 (15/4/2016)-- p. 12-13.

Mass-transport and slope accommodation: Implications for turbidite sandstone reservoirs.-- **AAPG Bulletin**-- Vol. 100, no. 2 (2/2016)-- p. 213-236.

Saudi: Key gas start - up increase oil field flexibility.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 13 (1/4/2016)-- p. 2-3.

Shale completions improve, despite shrinking number of new wells.-- **JPT**-- Vol. 68, no. 4 (4/2016)-- p. 30-32.

Snow, Nick. Challenges lurk in 2016 in wake of 2015's successes.-- **Oil & Gas Journal**-- Vol. 114, no. 2 (1/2/2016)-- p. 22-27.

A test of analog-based tools for quantitative prediction of large-scale fluvial architecture.-- **AAPG Bulletin**-- Vol. 100, no. 2 (2/2016)-- p. 237-268.

US private oil and natural gas royalties: Estimates and policy relevance.-- **OPEC Energy Review**-- Vol. 40, no. 1 (3/2016) -- p. 3-25.

US shale report.-- **Petroleum Economist**-- (4/2016)-- p. 10-15.

War on shale? Not by us, Saudis say.-- **World Oil**-- Vol. 237, no. 2 (3/2016)-- p. 86.

### **PETROLEUM & INTERNATIONAL ECONOMIC RELATION**

Flouros, Floros and Dagoumas, Athanasios. Identifying critical success factors that positively affect Cyprus-Turkey relations in the case of hydrocarbon exploration in Cyprus exclusive economic zone.-- **Geopolitics of Energy**-- Vol. 38, no. 2 (2/2016)-- p. 6-12.



Iran, Saudi Arabia main drivers of OPEC NGLs outlook.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 12 (25/3/2016).-- p. 6-7.

Oil and conflict in the Middle East.-- **Petroleum Economist**-- Vol. 83, no. 2 (3/2016).-- p. 24-31.

Surviving the downturn: Oil executives see continued tough times ahead.-- **JPT**-- Vol. 68, no. 4 (4/2016).-- p. 38-41.

### **PETROLEUM - PRICES**

Climate policy with low oil prices.-- **JPT**-- Vol. 68, no. 2 (2/2016).-- p. 6-18.

How to build trust within OPEC and revive oil prices.-- **Petroleum Intelligence Weekly**-- Vol. 55, no. 12 (28/3/2016).-- p. 6-7.

Saudi Arabia: Changing to survive.-- **Petroleum Review**-- Vol. 70, no. 830 (3/2016).-- p. 22-23.

Shocks and stocks: A bottom-up assessment of the relationship between oil prices, gasoline prices and the returns of Chinese firms.-- **The Energy Journal**-- Vol. 37, no. 1 (2016).-- p. 55-86.

Technology: Low oil price spurs seismic innovation.-- **Petroleum Review**-- Vol. 70, no. 830 (3/2016).-- p. 16-17.

### **PETROLEUM - PRODUCTION**

Accelerated production improves shale well economics.-- **World Oil**-- Vol. 237, no. 2 (3/2016).-- p. 59-63.

Enhancing production from unconventional reservoirs with micro- proppant.-- **World Oil**-- Vol. 237, no. 2 (3/2016).-- p. 65-69.

In depth production forecasts.-- **Petroleum Economist**-- Vol. 83, no. 2 (3/2016).-- p. 10-23.

Iran, Iraq & Saudi step up battle for market share in Asia and Europe.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 12 (25/3/2016).-- p. 12-13.

Kuck, Marc . Production monitoring /surveillance.-- **JPT**-- Vol. 68, no. 3 (3/2016).-- p. 72-79.

Kuwait bullish on contract award, but quietly shelves production target.-- **MEES**-- Vol. 59, no. 15 (15/4/2016).-- p. 2-3.

Realizing EOR's actual potential.-- **OPEC Energy Review**-- Vol. 40, no. 1 (3/2016).-- p. 26-35.

### **PETROLEUM - REFINING**

Ainslie, Kimble. US Gulf Coast refineries and removing the oil export ban.-- **Geopolitics of Energy**-- Vol. 38, no. 2 (2/2016).-- p. 2-5.

Egypt advances refinery upgrades as it looks to curb record fuel imports.-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 13 (1/4/2016).-- p. 6.

Enerdata. **World refinery database, December, 2016**.-- London: Enerdata, 2016.-- V.p.-- R058: 665. 66 WOR

Future refining & storage.-- **A special supplement to Petroleum Review**.-- (2/2016).-- p. 1-32.

Oirere, Shem. Reforms will shape future of Nigeria's refining industry.-- **Hydrocarbon Processing**.-- Vol. 95, no. 2 (2/2016).-- p. 25-26.

Refining.-- **Petroleum Economist**.-- Vol. 83, no. 2 (3/2016).-- p. 32-36.

US Gulf coast refineries and removing the oil export ban.-- **Geopolitics of Energy**.-- Vol. 38, no. 2 (2/2016).-- p. 2-5.

### **PETROLEUM - TRANSPORTATION**

Smith, Christopher E. Near-term pipeline construction strong.-- **Oil & Gas Journal**.-- Vol. 114, no. 2 (1/2/2016).-- p. 70-79.

SSY Consultancy & Research Ltd. **World oil tanker trends, 2016**.-- London: SSY Consultancy & Research Ltd, 2016 .--78 p.

### **PETROLEUM- EXPLORATION**

As budgets collapse, U.S. drilling may shrink to a 17-year low.-- **World Oil**.-- (2/2016).-- p. 49-53.

Drilling technology.-- **JPT**.-- Vol. 68, no. 3 (3/2016).-- p. 58-69

Marginal wells re-drilled economically using directional CT and underbalanced conditions.-- **World Oil**.-- Vol. 237, no. 2 (3/2016).-- p. 45-48.

Middle East drilling remains robust despite upstream capex cuts.-- **MEES**.-- Vol. 59, no. 14 (8/4/2016).-- p. 4-5.

Optimization of upper Burgan reservoir multilateral well with inflow- control device.-- **JPT**.-- Vol. 68, no. 2 (2/2016).-- p. 68-69.

Study assesses materials to minimize mud losses in Algeria's Hassi Messaoud field.-- **Oil & Gas Journal**.-- Vol. 114, no. 3 (3/7/2016).-- p. 48-55.

### **VIII-POLLUTION & ENVIRONMENTAL PROTECTION**

Aiming at a low carbon society in Japan by 2050: Impact of the Fukushima nuclear accident and CO2 reduction target.-- **Economics of Energy & Environmental Policy**.-- Vol. 5, no. 1 (3/2016).-- p. 89-103.

COP21: This changes everything.-- **Petroleum Review**.-- Vol. 70, no. 829 (2/2016).-- p. 22-25.

Cutting and capturing carbon emissions.-- **International Fertilizer**.-- No. 470 (1-2/2016).-- p. 36-40.

- Divisions block strong EU carbon reforms.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 15 (14/4/2016).-- p. 6-7.
- Gebreegziabher, Zenebe (et al). Climate change and the Ethiopian economy: A CGE analysis.-- **Environment and Development Economics**-- Vol. 21, no. 2 (4/2016) -- p. 205-225.
- Grunewald, Nicole. Did the Kyoto Protocol fail? An evaluation of the effect of the Kyoto Protocol on CO2 emissions.-- **Environment and Development Economics**-- Vol. 21, no. 1 (2/2016).-- p. 1-22.
- Kavanagh, Ronan. Biofuels key to tackling air emissions -- **New Energy**-- Vol. 5, no. 13 (31/3/2016).-- p. 6-7.
- Kumar, S. and Managi, S. Carbon-sensitive productivity, climate and institutions.-- **Environment and Development Economics**-- Vol. 21, no. 1 (2/2016).-- p. 109-133.
- Little post-Paris clarity on majors green strategies.-- **Petroleum Intelligence Weekly**-- Vol. 55, no. 14 (11/4/2016).-- p. 2-3.
- The marginal abatement cost of carbon emissions in China.-- **The Energy Journal**-- Vol. 37, no. 1 (2016).-- p. 111-127.
- Meet EPA tier 3 clean fuel regulations through improved blending processes.-- **Hydrocarbon Processing**-- Vol. 95, no. 3 (3/2016).-- p. 95-98.
- Meredith, Emily. How Obama pushes climate finance beyond US borders.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 13 (31/3/2016).-- p. 3-4.
- Nguyen, Van son and Kalirajan, K. Export of environmental goods: India's potential and constraints.-- **Environment and Development Economics**-- Vol. 21, no. 2 (4/2016).-- p. 158-179.
- Oil majors struggle to cut carbon.-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 14 (7/4/2016).-- p. 2-3.
- Technology: New capture technology under test.-- **Petroleum Review**-- Vol. 70, no. 830 (3/2016).-- p. 28-29.
- US tightens crackdown on methane emissions.-- **New Energy** -- Vol. 5, no. 14 (7/4/2016).-- p. 6-7.
- Will Moscow sign the Paris accord?-- **New Energy**-- Vol. 5, no. 15 (14/4/2016).-- p. 3-4.
- World must tighten valves on methane emissions.-- **JPT**-- Vol. 68, no. 4 (4/2016).-- p. 41-43

### VIII-MISCELLANEOUS

- EU fertilizer market continues to recover.-- **International Fertilizer**-- No. 471 (3-4/2016).-- p. 25-33.

- The Europa directory of international organizations, 2014.**-- London: Taylor & Francis Group, 2016.--871 p.
- Fertilizer demand to rebound?-- **International Fertilizer** -- No. 470 (1- 2/2016).-- p. 18-21.
- Fertilizers for fine wines and vines.-- **International Fertilizer** .-- No. 470 (1-2/2016).-- p. 30-35.
- No immediate renaissance for Iran.-- **International Fertilizer**-- No. 470 (1-2/2016).-- p. 22-27.
- Phosphate ore makes the grade.-- **International Fertilizer**-- No. 471 (3- 4/2016).- - p. 44-52.
- Rahm, Mike. Unexpected surprises in the phosphates market.-- **International Fertilizer**-- No. 470 (1-2/2016) .-- p. 43-46.
- Routledge. **The Middle East and North Africa, 2016.**-- London: Routledge Taylor & Francis Group, 2016.--1432 p.



# 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](mailto:oapec@oapecorg.org) - [www.oapecorg.org](http://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** 63  
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 157

## Articles

- Unconventional Oil and Natural Gas Industry and its Prospects outside North America Part 1
- Developing Shale Oil Resources Part 1

## Conferences

- Conference on Recent Developments In the refining and petrochemical industries

## Bibliography

- English