التوجهات العالمية نحو استغلال الغاز الصخري بين مؤيد ومعارض

أ. كميلية بوكرة *
kamiliaboukra@yahoo.fr

أ. لامية عاتي **
lamia_1124@hotmail.com

••• الملخص:

أثارت ثورة الغاز غير التقليدي الجدل، فانقسمت الآراء بين معارض ومساند لاستغلاله، وسيكون من المبكر الحكم على هذا النوع من المصادر، خاصة وأن استغلاله سيمنح الدول فرصة التخلي أو التخفيض من حصة الفحم كمورد للطاقة، ولابد للتطورات التكنولوجية أن تحدد مكانة الغاز غير التقليدي وأهم التأثيرات التي يمكن أن يحدثها، خاصة مع تطور اكتشافات موارده مع مرور الزمن.

••• الكلمات المفتاحية: الموارد غير التقليدية، الغاز الصخري، الغاز غير التقليدي، سوق الطاقة.

معلومات عن المقال

تاريخ وصول المقال
2014/02/25

تاريخ قبول المقال
2014/06/04

تصنيف JEL
O130

••• *Résumé:*

La révolution du gaz non conventionnelle à causer un grand débat entre ceux qui sont pour l'exploitation et ceux qui sont contre, jugé ce type de sources devrait trop tôt, notamment exploitation va baisser l'utilisation du charbon en tant qu'une source importante de l'énergie, les nouvelles technologies doivent faire une détermination claire sur l'importance du gaz non conventionnelle et faire montrer ses effets (ou bien ses impacts), vis-à-vis les nouvelles découvertes des ressources à travers le temps.

••• ***Mots clés:*** *les ressources non conventionnelles, Gaz de schiste, Gaz non conventionnelle, Marchée des énergies*

© 2014 جميع الحقوق محفوظة لمجلة البحوث الاقتصادية والمالية JEFR

* أستاذة مساعدة بكلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير- جامعة أم البواقي-

** أستاذة مساعدة بكلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير- جامعة أم البواقي-

••• مقدمة:

تشير الوكالة الدولية للطاقة أن زيادة الطلب العالمي على الطاقة في تزايد مستمر إذ يتوقع له أن يبلغ زيادة قدرها 40% خلال الفترة 2010-2040، خاصة مع الزيادة المحتملة في عدد السكان من نحو 7 مليارات نسمة إلى نحو 9 مليارات نسمة سنة 2040، إضافة إلى متطلبات القطاع الصناعي ومحطات توليد الكهرباء... وبعد حادثة مفاعل فوكوشيما في اليابان أصبح من الصعب الحديث عن زيادة في مصادر الطاقة النووية، ونظرا لما يخلفه النفط الخام والفحم من آثار بيئية يصعب التحكم بها، يصبح الغاز الطبيعي مصدرا للطاقة مفضل اقتصاديا وبشكل مميز خاصة إذا جرى تسعير انبعاثات الكربون، وبملاحظة تطور حجم الطلب على الغاز الطبيعي فسنجد أنه يعرف زيادة لا تقارن بمصادر الطاقة الأخرى خاصة مع ارتفاع الاعتماد عليه في محطات توليد الكهرباء، وإحلاله كوقود نظيف في قطاع النقل. أدت كل هذه العوامل إلى زيادة القلق عن استنزاف موارد الغاز الطبيعي التقليدي وبروز ثورة الغاز غير التقليدي خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية التي كان يفترض بها أن تكون أكبر مستورد للغاز الطبيعي ولكن موارد الغاز الصخري بها قلبت الموازين، لتتقدم العديد من الدول بطلب للسماح باستيراد الغاز الطبيعي المسال من الولايات المتحدة الأمريكية، فتسارعت العديد من البلدان الأخرى لبداية استغلال الغاز غير التقليدي إما محاولة المحافظة على مكانتها في سوق الغاز مثل بريطانيا والسعودية أو لتوفير مورد داخلي يستطيع تلبية حاجياتها من الغاز الطبيعي مثل أوكرانيا، فيما نجد أن دولا أخرى تعارض وبشدة استغلال مثل هذا المصدر مثل ألمانيا، بلغاريا وفرنسا محذرة من الآثار السلبية التي يمكن أن يخلفها هذا النوع من المصادر.

أهمية البحث: تنبع أهمية البحث من الموضوع ذاته إذ أنه يعتبر من مواضيع الساعة خاصة مع زيادة القلق من طرف السكان المحليين والمنظمات البيئية بشأن استغلال الغاز غير التقليدي، إذ سنحاول التطرق إلى أهم موارد الغاز غير التقليدي عالميا مبرزين ظروف نجاح الولايات المتحدة الأمريكية، كما سنوضح إن كان استغلال الغاز غير التقليدي يعطي نتائج اقتصادية مرضية تبرر التكلفة التي سيتحملها المجتمع.

أهداف البحث: تكمن أهمية البحث في النقاط التالية:

- إدراك مصادر وأهم الموارد العالمية من الغاز غير التقليدي ومعرفة سبب الزخم الذي اتصف به
- التطرق إلى مبررات تأييد وكذا دوافع معارضة استغلال الغاز غير التقليدي

- تبيين الظروف والعوامل التي ساهمت في نجاح الولايات المتحدة الأمريكية من جهة، واختلافها بالنسبة للدول الأخرى.

مشكلة البحث: من خلال ما تقدم تبرز لنا مشكلة البحث التي يمكن صياغتها في التساؤل التالي: **ما الدافع وراء التوجه العالمي نحو موارد الغاز غير التقليدية؟ وما الآثار التي يمكن أن يخلفها هذا النوع من مصادر الطاقة؟**

منهجية البحث: سنعتمد على المنهج الوصفي التحليلي للتمكن من عرض تأثيرا إنتاج الغاز غير التقليدي في تغيير الخارطة الجغرافية للغاز الطبيعي وعوامل الاختلاف بين الدول في إمكانية استغلاله، كما سنعتمد على المنهج الإحصائي في تبيين أهم موارده والآثار التي يمكن أن يخلفها على الأسعار حسب المناطق.

1.ماهية الغازات غير التقليدية

1.1.مفهوم الغازات غير التقليدية وأنواعها: في الحقيقة لا تختلف الغازات غير التقليدية عن الغازات التقليدية من حيث تركيبها، فكلتاهما تتكون مبدئيا من غاز الميثان، وتصنيف الغاز في فئة غازات تقليدية أو غير تقليدية يعتمد على عمق المكمن الذي يتم استخراج الغاز منه، حيث تتموضع الغازات غير التقليدية على عمق يمتد من 2000-5000 متر، فالهيدروكربونات مثلا تنشأ عن بعض الرواسب الغنية بالمواد العضوية التي تترسب في أعماق المحيطات لعدة عشرات أو مئات ملايين السنين، مع مر الزمن الجيولوجي في ظل توفر درجة حرارة وضغط مناسبين[1]،حيث أنه كلما زاد عمق مكامن الغاز الطبيعي كلما احتجنا إلى تكنولوجيا وتقنيات أكثر تقدما لاستخراجه وفي المقابل يزداد حجم الغاز المتوقع استخراجه.

عموما هناك ثلاثة أنواع رئيسية للغازات غير التقليدية وهي الوحيدة حاليا التي تكون عملية على النطاق الصناعي وهي:[2]

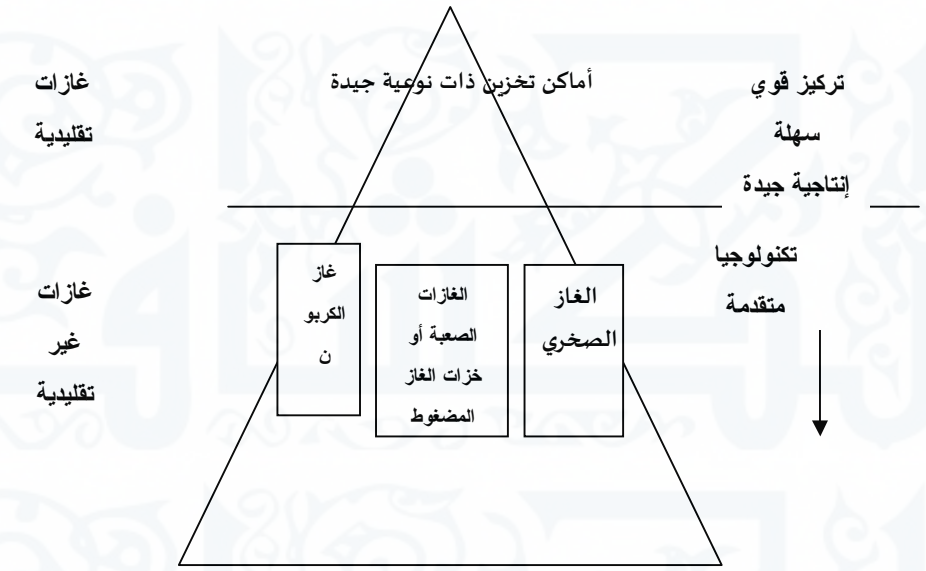
1.1.1. خزانات الغاز المضغوط: هذه الغازات تكون قريبة جدا من الغازات التقليدية، إلا أنها تتوضع في صخور قليلة النفاذية "الصخور الخازنة" مما يعقد من عمليات استغلال مواردها وعادة ما تقع على عمق 1500-3000 متر.

2.1.1.الغاز الصخري: يتوضع في مكان تشكيل الهيدروكربونات إلا أنها لم تنتقل بعد إلى الصخور الخازنة مثل الغازات التقليدية أو غاز خزانات الغاز المضغوط، تقع أيضا على عمق 1500-3000 متر، وفي هذه الحالة تتوضع الغازات في صخور أقل نفاذية من مكامن الغاز المضغوط.

3.1.1. غاز الفحم:

هذه الغازات ترتبط بالغاز الصخري إلا أنها تكون موجودة في طبقات الفحم وتقع عادة على عمق ما بين 800-1200 متر. بالإضافة إلى هذه الغازات هناك "هيدرات الميثان" (جزيئات الغاز المصاحب للمياه) تصنف عموما من فئة الغازات غير التقليدية، إلا أن استغلال مواردها لازال في المرحلة التجريبية وتشير تقديرات وكالة الطاقة الدولية أنه من غير المحتمل أن يكون هناك إنتاج كبير من هذا المصدر خلال السنوات 25 المقبلة، لارتفاع خطر استخراج الغاز إذ أنها ستؤدي إلى انبعاثات غير طوعية من غاز الميثان في الغلاف الجوي وزيادة إمكانات الاحترار العالمي كون أن نسبة مشاركة غاز الميثان في هذه الظاهرة أكثر بـ 25 مرة من غاز CO_2، والشكل الموالي يوضح كيفية توضع الغازات غير التقليدية إلى جانب الغازات التقليدية:

الشكل (01): رسم توضحي لتوضع الغازات غير التقليدية إلى جانب الغازات التقليدية في المكمن



Source: Michel Meyer; **les gaz de schistes: définition, état et lieux et perspectives,** SIG Février 2013, Suisse, P 01

2.1.تأثير الموارد العالمية من الغازات غير التقليدية على الخريطة الجغرافية للغاز الطبيعي:

منذ فترة طويلة كان من المعروف أن التكوينات الجيولوجية الأخرى -غير التي تحوي النفط التقليدي- تحتوي على نفط ولكن ما كان معلوما هو استحالة استخراج هذا النفط بالوسائل التقليدية، ولكن بعد تطور تقنيات الحفر الأفقي والتكسير الهيدروليكي مع حقن السوائل تحت ضغط عال أصبح بالإمكان الإنتاج من هذه المصادر غير التقليدية، إن هذه التقنيات وجدت لأكثر من خمسين سنة سابقة ولكن تكلفة استخدامها كانت أكثر من استخراج النفط الخام والغاز الطبيعي من مكامنه التقليدية، وبعد تغير الوضع في السنوات الأخيرة مع الارتفاع الكبير في السعر زادت التحفيزات للاستثمار في هذه الموارد الجديدة.

1.2.1. الموارد العالمية من الغاز غير التقليدي:

إن النتائج المترتبة على ثورة الموارد غير التقليدية في سوق النفط العالمية لا تقتصر على زيادة إنتاج النفط الخام فقط بل تتعداه إلى زيادة إنتاج الغاز الطبيعي المسال LNG مثل البروبان والبوتان، حيث عرف زيادة قدرها 30% بين عامي 2008-2012، ومن المرجح أن تتعدى ذلك إذا ما تم تحقق التقديرات الخاصة بالغاز غير التقليدي خاصة بالنسبة للغاز الصخري في الولايات المتحدة الأمريكية، حسب وكالة الطاقة الدولية إن حجم الاسترداد للغاز غير التقليدي يبلغ 750.000 مليار قدم مكعب، أي بنحو 31 مرة من إجمالي إنتاج الغاز سنويا في الولايات المتحدة. لقد عرفت سوق الغاز في الولايات المتحدة نموا بسرعة كبيرة بعد تراجع خلال فترة السبعينات والثمانينات والركود لفترة التسعينات، وتواصل هذا التحسن في السنوات الأخيرة خاصة بعد الزيادة المفاجئة في إنتاج الصخر الزيتي حيث انخفضت الأسعار إلى مستويات لم تعرفها منذ فترة بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى خاصة الفحم والنفط الخام، ولكن سوق الغاز العالمية لم تعرف بعد تأثرا كبيرا بثورة الغاز في الولايات المتحدة الأمريكية بسبب زيادة استهلاك الغاز خاصة في إنتاج الكهرباء نظرا لتكلفته وخصائصه البيئية والتحول في قطاعات أخرى إلى الغاز كقطاع النقل[3]. والجدول الموالي يوضح حجم الموارد العالمية من الغاز غير التقليدي والغاز التقليدي والتكلفة المقدرة لاستغلال كل نوع:

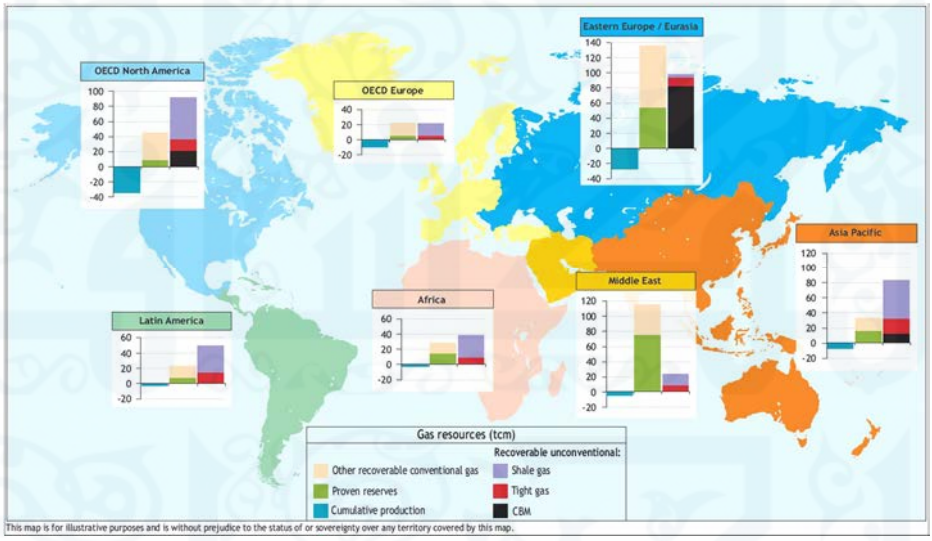
الجدول (01): موارد الغاز التقليدي وغير التقليدي في العالم وتكاليف استغلالها (تقديرات سنة 2010)

نوع الغاز	الموارد العالمية (بالتريليون متر مكعب)	تقدير تكلفة الاستغلال (لكل مليار متر مكعب)
الغاز الصخري	666	140-210 دولار
غاز الفحم	256	35-100 دولار
الغاز التقليدي	185	غير محددة

Source: Eric Delhaye, **Gaz non conventionnels: Attention danger!**, 2010, P02

2.2.1. التغير في الخريطة الجغرافية للغاز الطبيعي نتيجة بروز ثورة الغاز غير التقليدي: سابقا كانت تسيطر أربع دول رئيسية على إنتاج الغاز التقليدي بنسبة 55% من الاحتياطات العالمية وهي: روسيا، إيران، قطر والمملكة العربية السعودية، ومع بروز ثورة الغاز غير التقليدي فقدت روسيا مكانتها لصالح الولايات المتحدة الأمريكية في سوق الغاز حيث أصبحت تفوقها إنتاج بنسبة 4% والصين حاليا دخلت معترك المنافسة في إنتاج الغاز غير التقليدي، والخريطة الموالية توضح أهم الموارد العالمية من الغاز الطبيعي حسب نوعه:

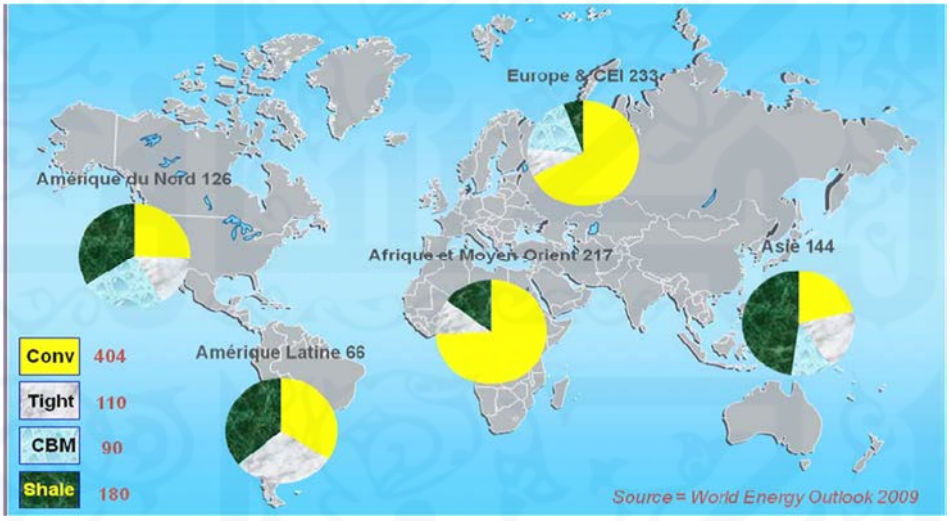
الشكل (2): خريطة الموارد العالمية للغاز الطبيعي حسب نوعه (بالتريليون متر مكعب تقديرات سنة 2011)



Source: Daniel Chaussumier, Le gaz non conventionnel, Janvier 2011, P42

ما يجب الإشارة إليه أن استهلاك الغاز الطبيعي سيعرف نموا مستمرا بنسبة 6% سنويا في المتوسط بين عامي 2008-2035 هذا ما جعل رئيس وكالة الطاقة الدولية Fatih Birol يطلق على السنوات القادمة في مجال الطاقة "بالعصر الذهبي للغاز"[4] والخريطة الموالية توضح أن الغاز غير التقليدي سيؤدي إلى تغيير في الخريطة الجغرافية لموارد الغاز الطبيعي:

الشكل (3): خريطة جغرافية توضح التغيير الحاصل على موارد الغاز الطبيعي ببروز ثورة الغازات غير التقليدية (تقديرات سنة 2011):



Source: Anne Corbeau, **Ressources mondiales en gaz et impact des gaz de schiste sur les marchés mondiaux**, Séminaire Gaz de roches mères, 2011, IEA

من خلال الخريطة يتضح لنا أن موارد الغاز التقليدية ترتكز في إفريقيا ومنطقة أوراسيا بينما ترتكز موارد الغاز غير التقليدي بالولايات المتحدة الأمريكية، وإذا أخذنا بالتوقعات القائلة أن موارد الغاز التقليدي تنخفض بسرعة وأن احتياطاته بقيت قليلة فإن المنطقة التي ستكون أكبر مورد للغاز الطبيعي هي الولايات المتحدة الأمريكية ولكن لابد من عدم إهمال إمكانية تطوير موارد الغاز غير التقليدي خارج الولايات المتحدة الأمريكية.

2. الآراء المؤيدة والمعارضة لإنتاج الغاز غير التقليدي ومبرراتها

1.2. الآراء المؤيدة: ترجع معظم الآراء المؤيدة لاستغلال الغاز غير التقليدي إلى الاستهلاك المتسارع لاحتياطات الغاز التقليدي وأن الحاجة للغاز الطبيعي في تزايد مستمر بسبب تطور مجالات استغلاله، وأن إضافة موارد الغاز غير التقليدي إلى الاحتياطات المتبقية من الغاز التقليدي ستجعل أسعار الغاز أكثر تنافسية بالنسبة لمصادر الطاقة الأخرى وسنتناول هذه المبررات بشيء من التفصيل:

1.1.2. زوال هاجس ذروة الغاز: إن معظم الدراسات تؤكد أن للغاز غير التقليدي قدرة كبيرة على استيعاب الطلب المتزايد على الغاز الطبيعي الذي يعرف نموا مستمرا بسبب زيادة استخدامه في توليد الكهرباء وكوقود نظيف إضافة إلى انخفاض تكلفته ويمكن إيراد أهم الملاحظات الخاصة بتوقعات الطلب العالمي على الغاز في النقاط التالية[5]:

- يحظى الغاز الطبيعي الذي يتسبب بانبعاثات أقل بنسبة 60% من الفحم عند استخدامه لتوليد الكهرباء، بالنسبة العظمى من النمو حيث يشكل بحلول عام 2040 نسبة 30% من الطاقة المستخدمة عالميا لتوليد الكهرباء، بالمقارنة بنسبة 20% سنة 2013

- مع تحول العالم نحو أنواع الوقود النظيفة، ستشكل الكهرباء والغاز الطبيعي أكثر من 60% من الطلب العالمي على الطاقة في القطاع السكني التجاري حيث يتوقع أن ينمو الطلب في هذا القطاع بمعدل 30% بحلول عام 2040.

- تصبح السيارات أكثر كفاءة في استخدام الطاقة وتتحول المركبات الشخصية من استخدام البنزين والديزل التقليديين إلى نماذج هجينة بحلول عام 2040، ويتوقع أن تنمو نسبة استخدام الغاز الطبيعي كوقود للنقل حول العالم من 1% إلى 4% عام 2040.

- كما يتوقع زيادة الطلب على الطاقة في القطاع الصناعي بمعدل يفوق 30% على امتداد الفترة الزمنية التي يغطيها التقرير، وتأتي نحو 90% من تلك الزيادة في الطلب من قطاعين نوعيين اثنين: الصناعات الثقيلة والصناعات الكيميائية، ويتوقع أن تلبي الكهرباء والغاز معا أكثر من نصف الاحتياجات الصناعية بحلول عام 2040، ومع توسع القطاع الصناعي يزداد الطلب على الكهرباء بما يقرب من 80% بينما يزداد الطلب على الغاز بنحو 55%.

إن إنتاج العالم من الغاز الصخري والغازات التقليدية الأخرى يمكن له أن يتضاعف ثلاث مرات خلال الفترة 2011-2030 إذا ما عرفت هذه الصناعة تطورا تكنولوجيا يلقى القبول لدى السكان خاصة، كما أن تجارة الغاز بين المناطق لا تزال تعرف نموا حيث بلغت 3,7% سنويا اعتبارا من عام 2011، وتعتبر أوروبا أكبر مستورد حيث بلغت أكبر زيادة في صافي وارداتها 18 مليار قدم مكعب لليوم

بينما لا تزال روسيا أكبر دولة مصدرة -في الغالب إلى أوروبا- وبالنسبة للغاز الطبيعي المسال فإنه يساهم بحصة متزايدة من التجارة إذ يتوقع ان يعرف إنتاجه نموا بنسبة 4,3% سنويا وهو ما يمثل 15,5% من استهلاك الغاز الطبيعي المقدر لسنة 2030[6].

حسب وكالة الطاقة الدولية فإن موارد الغاز غير التقليدي القابلة للاسترداد تبلغ 331 تريليون متر مكعب نهاية سنة 2011، ورغم أن روسيا والشرق الأوسط أكبر منتجان لموارد الغاز التقليدية، في حين أن موارد الغاز غير التقليدي تكون لصالح البلدان الأكثر استيرادا مثل الصين والولايات المتحدة الأمريكية، والتي خططت قبل بروز ثورة الغاز غير التقليدي لزيادة وارداتها من الغاز الطبيعي المسال، إلا أن استغلال الموارد المتاحة من الغاز غير التقليدي ستمكنها من تحقيق الاكتفاء الذاتي في هذا النوع من الطاقات، والجدول الموالي يوضح أهم موارد الغاز القابلة للاستغلال من الناحية الفنية حسب النوع والمنطقة نهاية عام 2011 (بتريليون متر مكعب)

الجدول (2): موارد الغاز القابلة للاستغلال من الناحية الفنية حسب النوع والمنطقة نهاية عام 2011 (بتريليون متر مكعب)

	المجموع		الغاز غير التقليدي		
	الغاز التقليدي	الغاز غير التقليدي	غاز الخزانات المضغوطة	الغاز الصخري	غاز الزيت
أوروبا الشرقية/أوراسيا	131	43	10	12	20
الشرق الأوسط	125	12	8	4	-
آسيا/الباسفيك	35	93	20	57	16
دول OCDE الأمريكية	45	77	12	56	9
إفريقيا	37	37	7	30	0
أمريكا اللاتينية	23	48	15	33	-
دول OCDE الأوروبية	24	21	3	16	2
العالم	421	331	76	208	47

Source: IEA, World Energy Out Look: **Des Règles d'or pour un Age d'or du gaz**, France, 2013, P 69

إن استغلال هذه الموارد يعتمد على مدى القدرة على جذب الاستثمارات لهذا القطاع، وحجم الاستثمار بدوره يرتبط بتكاليف الاستغلال التي تختلف من منطقة إلى أخرى فالولايات المتحدة وبسبب نقص موارد الغاز التقليدي وأن معظم مواردها من الغاز غير التقليدي قابلة للاستغلال خاصة بالنسبة للغاز الصخري فإن التكاليف ستكون أقل من المناطق الأخرى إضافة إلى ذلك تعتمد الاستثمارات على حجم الضرائب المفروضة والإعانات الممنوحة والصين واحدة من الدول التي تقدم الدعم لإنتاج غاز الفحم والغاز الصخري ربما هذا ما جعل الصين والولايات المتحدة تتقدمان في هذا المجال. يمكن إضافة عوامل أخرى تعود إلى كمية الغاز لكل بئر ومدى امتلاك الخبرة والتحكم في تقنيات استغلال الغاز غير التقليدي، والولايات المتحدة الأمريكية أكثر بلد تحكما بذلك، إلا أن عتبات الربحية تختلف ليس من بلد لآخر فقط ولكن قد تختلف في البلد نفسه، ففي الولايات المتحدة الأمريكية تبلغ التكلفة بآبار الغاز الجاف من 5-7 دولار لكل مليون وحدة بينما التكلفة بالآبار التي تحتوي على غاز مصاحب للسوائل 3 دولار لكل مليون وحدة، فالقيمة السوقية للسوائل تعوض الزيادة في التكاليف، وبالنسبة للغاز التقليدي فإنه من المتوقع أن تعرف تكاليفه ارتفاعا بسبب تراجع حجم موارده خاصة إذا ما تعلق الأمر بالحفر البحري، إن الصين تمتلك ظروفا بنيوية للتكلفة مشابهة لتلك في الولايات المتحدة الأمريكية ولكن خزانات الصخر بالصين أكثر عمقا وتعقيدا من الناحية الجيولوجية، والجدول الموالي يوضح تكاليف تطوير وإنتاج الغاز الطبيعي (دولار لكل مليون وحدة حسب إحصاءات عام 2010):

الجدول (3): تكاليف تطوير وإنتاج الغاز الطبيعي حسب كل منطقة (دولار لكل مليون وحدة، إحصاءات سنة 2010)

	الغاز التقليدي	الغاز الصخري	غاز الزيت
الولايات المتحدة الأمريكية	3-7	3-7	3-7
أوروبا	5-9	5-10	5-9
الصين	4-8	4-8	3-8
روسيا	0-2، 3-7*	-	3-5
قطر	0-2	-	-

Source: IEA, World Energy Out Look: Des Règles d'or pour un Age d'or du gaz, France, 2013, P 76

3-7* التكلفة بالمشاريع في مناطق معينة مثل شرق سيبيريا والقطب الشمالي والمشاريع البحرية

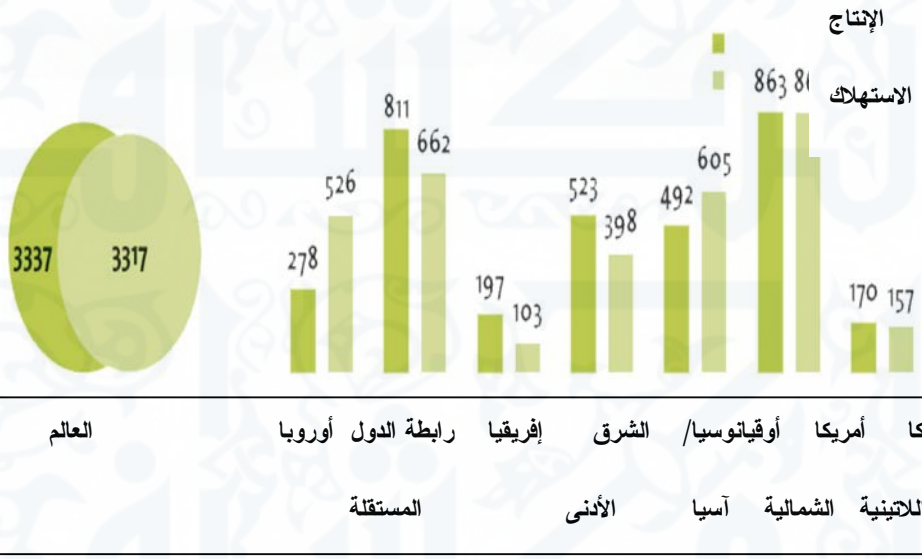
2.1.2. زيادة التفاؤل حول موارد الغاز الصخري وإمكانية استغلالها: استنادا إلى علماء الجيولوجيا، يوجد أكثر من 688 ترسبا للطفل الصفحي[7] في 142 حوضا رسوبيا حول العالم، ولم تحدد حاليا إمكانية الإنتاج إلا في بضع العشرات منها فقط أغلبها في شمال أمريكا، مما يعني إمكانية إنتاج الغاز الطبيعي من مئات التكوينات الطفيلية حول العالم، وتعد الكميات المحتملة ضخمة جدا وهو ما يرجح تغيير خارطة سوق الغاز الطبيعي الذي سبق الإشارة إليه، خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا والسوق العالمية للغاز الطبيعي المسال، لكن تطوير البنية الأساسية الملائمة لاستغلال الغاز الصخري سيكون مكلفا، غير أن البنى الأساسية المتوافرة في 32 من أصل 142 حوضا تمكن من تخفيض نفقات رأس المال الأولية رغم الحاجة الملحة لاستثمار أموال إضافية في معالجة وتخزين وتوزيع الغاز الطبيعي عبر منظومة خطوط أنابيب، وفي الأحواض 110 المتبقية والتي تفتقر تماما إلى البنية الأساسية سيكون حجم الاستثمار المطلوب ضخما وقد ينجر عنه تأخير إنتاج جديد يوشك على الانطلاق، أو التقليل من الجدوى الاقتصادية لعملية الاستغلال ككل وعلى الرغم من ذلك، ولأسباب إستراتيجية أو غيرها قد لا تزال تكوينات الطفل الصفحي جديرة بالاستغلال، وسيقع تقييم كل تكوين للطفل الصفحي على أساس مزاياه الخاصة[8].

يقدر حجم مخزون موارد الغاز الصخري بنحو 16.110 تريليون قدم مكعب أي 456 تريليون متر مكعب مقارنة بـ 187 تريليون متر مكعب للغاز التقليدي، ويفترض أن حوالي 40% من هذا المخزون سيكون ذا جدوى اقتصادية، تمثل مخصصات الولايات المتحدة الأمريكية ورابطة الدول المستقلة حوالي 60% من مجموع التقديرات، بينما لا تعتبر تقديرات الموارد الأوروبية ذات أهمية إذ تتعدى بقليل نسبة 7% من مجموع التقديرات العالمية، وفي التقديرات الحالية لا تكاد تبلغ حصة الصين والهند 2% لكل منهما، ينبغي التأكيد على أن هذه التقديرات تعرف مراجعات مستمرة وخير مثال على ذلك الولايات المتحدة الأمريكية حيث قدرت مواردها من الغاز الصخري بـ 21,7 تريليون قدم مكعب أما مخزونها فقدر بـ 9,1% من إجمالي الاحتياطات المؤكدة للغاز الطبيعي سنة 2007 هذه التقديرات تغيرت لترتفع إلى 32,7 تريليون قدم مكعب بالنسبة للموارد و13,4% من إجمالي الاحتياطات المؤكدة سنة 2008[9].

3.1.2. آثار إنتاج الغاز غير التقليدي على أسعار الغاز الطبيعي: يأتي التحول الكبير في قطاع الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة على رأس التغيرات التي طرأت على أسواق الغاز العالمية، حيث كان من المتوقع أن تكون الولايات المتحدة الأمريكية في العقد الأول من القرن الواحد والعشرين المستورد

الرئيسي للغاز الطبيعي المسال من أجل تلبية الطلب المتزايد، وبدلا من ذلك أصبح من الاحتمال الآن أن تكون دولة مصدرة للغاز الطبيعي المسال نتيجة لثورة "غاز الصخر الزيتي" حيث شهدت الولايات المتحدة الأمريكية زيادة إنتاج الغاز الطبيعي بنحو 20% بين 2008-2012. لم يكن هذا التحول مهما بالنسبة للولايات المتحدة الأمريكية فحسب ولكن أيضا لمستوردي الغاز الأوروبيين والآسيويين الذين يسعون الآن للاستفادة من زيادة العرض حيث يتم العثور مع مرور الوقت على احتياطات جديدة من الغاز في جميع أنحاء العالم، الأمر الذي يزرع التفاؤل حول مستقبل الوقود[10]، والشكل الموالي يوضح الإنتاج والاستهلاك للغاز الطبيعي لسنة 2011 حسب المنطقة:

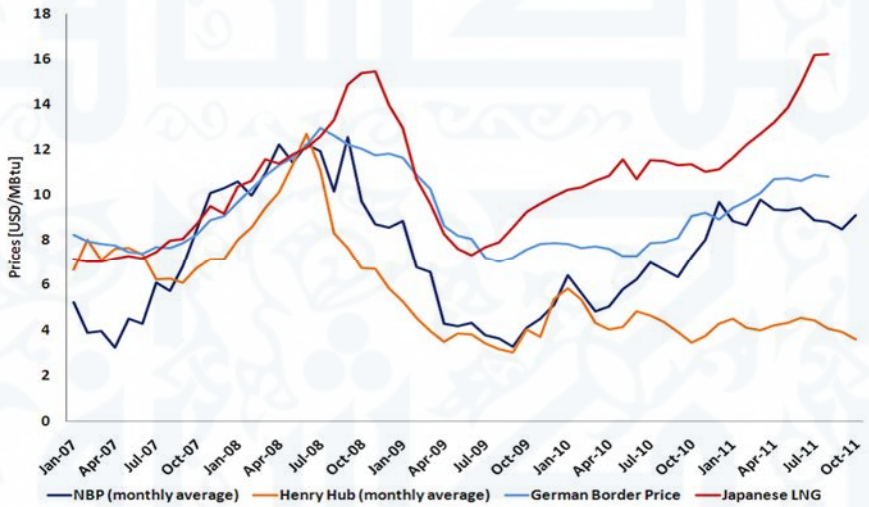
الشكل (4): الإنتاج والاستهلاك للغاز الطبيعي خلال سنة 2011 حسب المنطقة:



Source: D'Leteren Auto INFO, **Le plus d'énergie; moins de CO2: Le Gaz Naturel**, Bruxelles, Mai 2013, P 04

ما يتضح لنا من الشكل السابق أن معظم المناطق تغطي استهلاكها المحلي من الإنتاج المحلي نستثني من ذلك منطقة آسيا وأوروبا، فيما نجد مناطق أخرى تحقق فائضا في الإنتاج، إن هذه الفروقات في الإنتاج وموارد الغاز لابد لها أن تنعكس على الأسعار وهذا ما يظهر لنا من خلال الشكل التالي:

الشكل (5): تطورات أسعار الغاز الطبيعي حسب المنطقة خلال الفترة 2007-2011:



Source: Banque Centrale Européenne, **Bulletin Mensuel Septembre 2013**, Allemagne, 2013, P16

هناك عدة عوامل تساهم في التأثير على أسعار الغاز الطبيعي غير حجم الإنتاج والاستهلاك لكل منطقة يمكن إجمالها في النقاط التالية:[11]

- توقعات اتجاه حجم الإنتاج والعرض من الغاز الطبيعي نحو الزيادة إذ أن التقدم التكنولوجي قد يسمح باستخدام كميات كبيرة من غاز الصخر الزيتي التي لم تكن مجدية من قبل، خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية إذ أن إنتاج الغاز الصخري عرف زيادة بعشرين مرة خلال الفترة 2000-2011 ويتوقع أن يبلغ نصف إنتاجها من الغاز الطبيعي سنة 2035.
- تحقيق المستويات المتوقعة لإنتاج الغاز غير التقليدي سيعوض الانخفاض في مصادر الغاز التقليدي
- إن حجم الإنتاج الحالي من الغازات غير التقليدية (خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية) مع أزمة 2008 حافظت على أسعار الغاز عند مستويات منخفضة، ففي سياق التقلبات النسبية التي عرفتها أسعار الغاز نجد أنها (في الولايات المتحدة الأمريكية) أقل بنحو 80% سنة 2013 بالنسبة لعام 2005 ولكن يبقى هذا الأثر محدود خارج الولايات المتحدة الأمريكية.
- تجزئة سوق الغاز الإقليمية واختلافها يرجع إلى الاختلاف في توزع الموارد غير التقليدية القابلة للاستغلال من جهة وإلى الاختلافات في تكوين الأسعار على المستوى الإقليمي والعوامل التنظيمية،

حيث أن نقل الغاز يكون أصعب من النفط الخام إذا كانت المسافة كبيرة جدا إذ لا بد من توفر خطوط أنابيب وتحويل الغاز الطبيعي الجاف إلى غاز مسال LNG هذا ما يتطلب بدوره بنية تحتية مكلفة جدا.

2.2. الآراء المعارضة للغاز غير التقليدي ومبرراتها: مثلما تحفزت دول إلى إنتاج الغاز غير التقليدي مثل الولايات المتحدة الأمريكية والصين وشجعت على الاستثمار في هذا المجال امتنعت دول أخرى عن ذلك مثل ألمانيا وفرنسا عن إنتاج الغاز غير التقليدي مدفوعة بالرفض الجماهيري للاستثمار فيه، وفيما يلي سنحاول تناول أهم الدوافع وراء معارضة هذا النوع من الموارد رغم أهميته التي سبق التطرق لها:

1.2.2. اختلاف الوضع بالنسبة للدول حول إمكانية استغلال الغاز غير التقليدي: المشكلة التي تواجه مناطق العالم كلها من دون استثناء تتمثل في كيفية منافسة الولايات المتحدة المتفوقة على سائر الدول بتوافر كميات هائلة من الغاز الصخري وسهولة إنتاجه، وينبع التفوق من تدني تكلفة هذا الغاز المؤهل لدعم قطاعي الطاقة والتصنيع، فأوروبا مثلا تعرف ارتفاعا في أسعار الغاز والكهرباء يصل إلى ضعف أسعارهما في الولايات المتحدة، وبصفة خاصة يصعب إنتاج الغاز الصخري في كل من المجر وبولندا بصورة مربحة، كما أن بعض الدول مثل بلغاريا، ألمانيا وفرنسا تعارض أصلا استخراج الغاز الصخري من أراضيها، لأسباب بيئية تشمل الخوف من التلوث فاستعمال كميات كبيرة من المواد الكيماوية قد يؤثر في المياه العذبة في باطن الأرض فيما نجد أن بريطانيا وافقت على التنقيب عن الغاز الصخري كذلك الوضع بالنسبة لأوكرانيا التي وقعت مع شركة "رويال داتش شال" عقد تزيد قيمته على 10 بلايين دولار على أمل أن تعتمد على ذاتها بدلا من أن تتعرض سنويا لتهديدات روسية بقطع إمدادات الغاز أو بدفع فاتورة أكبر[12].

وبالرغم من أن قارة آسيا تملك أكبر الاحتياطات المؤكدة من الغاز الصخري في العالم (19% من إجمالي الاحتياطات في العالم) إلا أن مشكلات فنية مثل عمق الرواسب الصخرية الزيتية، وقربها من المناطق الحضرية ونقص المهارات التقنية تجعل استغلال هذه الاحتياطات أمرا مكلفا يصعب معها تطوير صناعة مماثلة لما تحقق في الولايات المتحدة في المدى القريب، وفي استراليا كشفت المحاولات الأولى لتطوير صناعة الغاز الصخري عن الكلفة العالية لهذه الصناعة، ولم يتحقق حتى الآن إنتاج كميات تذكر[13].

وتطالب حاليا معظم الدول الصناعية الكبرى الولايات المتحدة الأمريكية بأن تسمح بتصدير الغاز الصخري إلى العالم، فقد تقدمت اليابان بطلب رسمي باستيراد الغاز الصخري الأمريكي، إذ أن الشركات اليابانية تملك استثمارات عالية في هذا المجال، وتقدمت أيضا شركة "رويال داتش شال" رسميا بطلب لتصدير الغاز الصخري وهي التي تملك حقولا وكميات وفيرة من الغاز، وبدأت الشركات الأمريكية العاملة في هذا المجال بإعداد الشروط والمواصفات الضرورية المطلوبة تمهيدا لحض الحكومة الفدرالية الأمريكية على الموافقة عليها لتكون شروطا تلتزم بها الشركات، ولطمأنة الرأي العام الأمريكي حول سلامة استخراج الغاز الصخري وإنتاجه. بالنسبة للتكلفة هناك دول مثل أوكرانيا لا تهمها التكاليف طالما أنها تستطيع أن تتحرر من الاعتماد المطلق على روسيا وتستطيع للمرة الأولى أن تجد البديل المناسب الذي قد يكون لاحقا الخيار الأقل كلفة اقتصاديا وسياسيا، أما بقية دول أوروبا فهي أصبحت تبحث عن تطمينات وتطال بوضع شروط للسلامة في استخدام الغاز غير التقليدي حتى تبدأ بالاستثمار فيه أيضا، فيما نجد الصين تجري محادثات مباشرة لشراء الشركة الأمريكية المالكة لتقنية "فراكنغ" الكفيلة بتكسير الصخور وضغط كميات كبيرة من الماء العذب والمواد الكيماوية والرمل لإحداث فجوات وسدود تسمح بانبعاث الغاز، وهذه العملية قد لا تكون مكلفة جدا إلا أنها تتطلب كميات هائلة من الماء العذب، أما بالنسبة للسعودية فقد قامت بخطوة كبيرة إذ حفزت سبعة حقول تجريبية في الربع الخالي بحثا عن الغاز الصخري، وتتوقع المملكة وجود أكثر من 600 تريليون قدم مكعب من احتياطات الغاز الصخري وهي ستحتل المركز الخامس عالميا في هذا المجال إذا تأكد وجود هذه الكميات[14].

2.2.2. ثورة الغاز الصخري لن يكون لها تأثير كبير على المستوى العالمي كما هو الوضع في الولايات المتحدة الأمريكية: لم يتم تحقيق تطوير كبير في تقنيات التكسير الهيدروليكي إلا خلال العقد الأخير، الأمر الذي جعل إنتاج الغاز الصخري الأمريكي مجديا من الناحية التجارية، وقد قضى هذا التطور عمليا على حاجة الولايات المتحدة الأمريكية لاستيراد الغاز الطبيعي المسال.إلا أن هذا التراجع الذي طرأ على طلب الغاز في الولايات المتحدة الأمريكية قد تم التعويض عنه بالطلب القوي الذي جاء من آسيا، خاصة من اليابان بعد حادثة مفاعل فوكوشيما في مارس 2011، ولذلك يتوقع أن يبقى الطلب على الغاز الطبيعي المسال قويا خلال العقد التالي.

يقدر لإنتاج الغاز الصخري الأمريكي أن يكون قد تضاعف سبع مرات تقريبا خلال الفترة من 2007 إلى 2013 ، ليبلغ 8,7 تريليون قدم مكعب عام 2013 هذا ما دفع بأسعار الغاز الأمريكي لأسفل في مركز

التوزيع المعروف باسم Henry Hub Terminal من ذروتها عند 13,6 دولار أمريكي لكل مليون وحدة حرارية بريطانية في عام 2008 إلى 3,8 دولار أمريكي في نوفمبر 2013. وتتوقع وكالة معلومات الطاقة الأمريكية أن يشكل الغاز الصخري حوالي نصف إجمالي إنتاج الولايات المتحدة من الغاز خلال العقدين القادمين، مقارنة بحوالي الثلث في الوقت الحاضر (لغاية 2013)، ووفقا لسيتي غروب فإنه من المرجح لثورة الغاز الصخري هذه أن تقود الولايات المتحدة إلى الاستقلالية في مجال الطاقة بحلول عام 2020،وعندها لن تكون الولايات المتحدة بحاجة لاستيراد الغاز أو النفط لمقابلة احتياجاتها من الطاقة. فيما تستمر احتياجات القارة الآسيوية من الغاز الطبيعي المسال في الارتفاع، فقد تسارع النمو في مشترياتها منه خلال السنوات الأخيرة من الدول التقليدية وأخرى جديدة، ومن المرجح أن يستمر هذا الاتجاه في المستقبل[15].

وعلى نحو يعكس هذه التغييرات في أسواق الطاقة العالمية، أعادت دولة قطر تغيير وجهة صادراتها من الغاز الطبيعي المسال خلال السنوات الثلاث (من 2011 إلى 2013) من الولايات المتحدة إلى آسيا، فقد بدأت الصين في استيراد الغاز الطبيعي المسال من دولة قطر في أغسطس 2013، وتقوم باستكمال العمل في أول محطة للغاز الطبيعي المسال بالبلاد لتوصيل الغاز لمدينة تيانجين خلال شهر ديسمبر 2013. كما تحولت اليابان من الاعتماد على الطاقة النووية في تشغيل محطات توليد الكهرباء إلى الغاز بعد كارثة فيوكوشيما، وهو ما كان فيه تعويض فاق الانخفاض الذي حدث في صادرات الغاز الطبيعي المسال إلى الولايات المتحدة الأمريكية. إضافة إلى ذلك بدأت اقتصاديات آسيوية أخرى في زيادة مستورداتها من الغاز الطبيعي المسال من دولة قطر، بما فيها الهند وماليزيا وتايلاند، ومن المتوقع أن يستمر الطلب على الغاز الطبيعي المسال من الدول الآسيوية على قوته مع تسارع النمو في اقتصاديات بلدانها في المدى المتوسط[16].

3.2.2. الدوافع البيئية لمعارضة إنتاج الغاز غير التقليدي: ترتكز معظم الدوافع البيئية لمعارضة إنتاج الغاز غير التقليدي في مضار عملية التكسير الهيدروليكي، وإجمالا يمكن ذكر الآثار التالية عن استخدام هذه التقنية والتي تشترك في معظمها مع التقنيات الأخرى لاستغلال النفط غير التقليدي:

- **استهلاك المياه:** تستهلك البئر الواحدة التي يتم تشغيلها بعملية التكسير الهيدروليكي ما بين 24,5 و36,3 ألف متر مكعب من المياه[17]، ورغم ما ثبت من قدرة الموارد المائية على التجدد إلا أن المياه العذبة بدأت تشح وأضحت معرضة للخطر على نحو متزايد، خاصة وان تقنية التكسير الهيدروليكي تعتمد أيضا على إضافة مواد كيماوية مما يجعلها سامة، كما أن ازدياد حاجة سكان العالم إلى الماء

لتوفير مياه الشرب والغذاء والمواد الخام والطاقة، لا ينأى يزاحم احتياجات الطبيعة نفسها إلى المياه اللازمة لتغذية النظم الايكولوجية المهددة بشدة. هذا ناهيك عن أننا لا نزال يوما بعد يوم نلقي في النظم المائية بملايين الأطنان من مياه الصرف الصحي غير المعالجة ومن النفايات الصناعية والزراعية، الأمر الذي أدى إلى شح المياه النقية الذي يزداد مع تقلبات الطقس وتغيرات المناخ، ولا يزال الفقراء هم أول وأكثر من يعاني من التلوث ومن نقص المياه وانعدام شبكات الصرف الصحي الملائمة. تشير التوقعات العالمية إلى أن الأمن المائي بمثابة "العدو الصامت" الذي بات يشكل اليوم تهديدا أكبر من الأمن الغذائي وأزمة الطاقة والأزمة المالية، وعلى الصعيد العالمي فإن حصة الفرد من المياه بحلول عام 2060 ستكافئ 10% فقط من حصته التي كان يحصل عليها عام 1950، كما أن أكثر من 1,1 مليار فرد في البلدان النامية لا يحصلون على مياه الشرب الآمنة في حين يفتقر أكثر من 2,3 مليار آخرون لمرافق الصرف الصحي الملائمة، ونتيجة لذلك تحدث 2 مليون حالة وفاة سنويا وأن 80% من الأمراض ذات صلة بالمياه، قد دفع هذا الوضع مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة إلى إدراج توفير المياه الآمنة ومرافق الصرف الصحي ضمن الأهداف الإنمائية للألفية، وهي دعوة موجهة إلى المجتمع العالمي بأكمله للعمل على خفض نسبة السكان الذين لا يحصلون على مياه الشرب الآمنة والمرافق الصحية الأساسية إلى النصف بحلول عام 2015[18].

مصدر كل المياه العذبة هطول الأمطار التي يتم الاحتفاظ بمعظمها في التربة، وتعود إلى الغلاف الجوي عن طريق البخار والنتح (المياه الخضراء)، وعلى الصعيد العالمي هناك 11% فقط من تدفق المياه العذبة متوافر في شكل تدفق لمجاري مائية ومياه جوفية صالحة للاستخدام والتي يمكن استغلالها للري، والاستخدام الحضري والصناعي ومياه صالحة للشرب وقابلة للتخزين، وحتى الآن تذهب كل الاستثمارات تقريبا إلى إدارة المياه المسحوبة من مجاري المياه والمياه الجوفية، وفي حين أن الزراعة المروية تعتبر في الغالب أكبر مستخدم للمياه العذبة وتعتمد بالفعل بشكل أساسي على المياه الجوفية التي لا تتجدد، إلا أنها تواجه منافسة متزايدة من الاستخدامات الأخرى[19].

سبق الإشارة إلى أن منطقة آسيا تعد صعبة الاستثمار في الغاز غير التقليدي لارتفاع تكلفته بها ويضاف إلى ذلك أيضا مشكلة الموارد المائية العذبة، إذ أنها تمثل تحديا حقيقيا لجميع البلدان في منطقة آسيا والمحيط الهادئ فرغم أن المنطقة تمتلك 32% من موارد المياه العذبة في العالم إلا أنه يسكنها حوالي 58% من سكان العالم، وتتسم منطقة جنوب المحيط الهادئ (إلى جانب الكثير من البلدان الإفريقية) بأدنى نصيب للفرد من توافر المياه العذبة على مستوى العالم، وتتخذ البلدان في

المنطقة العديد من الخطوات للتعامل مع الطلب المتزايد على المياه الآمنة ويعتمد شمال شرق آسيا على سياسات الضبط والمراقبة وخاصة مبدأ "الملوث يدفع" من أجل استهداف مصادر التلويث الفردية، وقد حققت هذه التدابير تحسنا ملحوظا في نوعية المياه، ومع ذلك فإن نتائجها تتراجع الآن نتيجة النمو السكاني المستمر والتمدن السريع، وقد أدخلت الصين العمل بسلسلة من تدابير السياسات التي تهدف إلى تعزيز المشروعات صغيرة النطاق واستثمرت أكثر من 2,5 مليار دولار أمريكي خلال الفترة 2000-2004، مما زاد من عدد السكان المتاح لهم الوصول إلى مياه الشرب الآمنة بنحو 60 مليون، ويتوقع أن يوفر سد "الممرات الثلاثة" في الصين مصدرا للمياه والطاقة المتجددة ووسيلة للتحكم في الفيضانات. وقد تبنت كل من منغوليا والصين سياسات إدارة جانب الطلب وإدارة المستجمعات المائية من أجل تكملة إدارة جانب العرض، لهذا قد يختلف الوضع في الصين عن بقية دول آسيا كون أن ثلث سدود العالم توجد بها[20].

أما بالنسبة لمنطقة أوروبا فتشير تقديرات منظمة الصحة العالمية إلى أن المياه غير الآمنة والصرف الصحي والنظافة الصحية تؤدي إلى 18.000 حالة وفاة قبل العمر المتوقع، و736.000 سنة عمر معدلة نتيجة الإعاقة وفقدان 1,8 مليون سنة من العمر، وبصفة عامة يتمتع السكان في أوروبا الغربية بوصول مستمر إلى مياه الشرب ذات النوعية الجيدة، ومع ذلك ففي بلدان البلقان وبعض مناطق أوروبا الوسطى تكون الإمدادات بالمياه متقطعة وذات نوعية سيئة وربما يضيع أكثر من ثلث المياه قبل الوصول في كثير من بلدان أوروبا الوسطى والشرقية[21].

إذا ما قمنا بمقارنة المناطق السابقة بأمريكا اللاتينية فإن أمريكا اللاتينية ومنطقة بحر الكاريبي يمثلان حوالي 15% من إجمالي مساحة الأراضي في العالم ورغم ذلك فإن نصيب الفرد من المياه العذبة بالمنطقة أعلى بكثير من المتوسط العالمي، والذي يقدر بحوالي 28.000 متر مكعب لكل فرد في العالم، لكن موارد المياه العذبة غير موزعة بشكل متكافئ. وتعتبر كل من الولايات المتحدة وكندا على الترتيب أعلى بلدين من حيث نصيب الفرد في استخدام المياه بالعالم، وأحد الأسباب الرئيسية في ذلك هو التكلفة المنخفضة والتي تعتبر الأقل بين دول العالم الصناعية بفضل الدعم المقدم، وهناك سبب آخر يتمثل في أن أمريكا الشمالية تعتبر مصدرا هاما للغذاء، وبالتالي فهي أكبر مصدر "للمياه الافتراضية" وهي المياه التي تشتمل عليها الأغذية[22].

بالنظر إلى حجم المياه التي تحتاجها البئر الواحدة عند استخدام تقنية التكسير الهيدروليكي فإنها تستهلك ما يعادل استهلاك الفرد من الدول النامية خلال ما يتراوح ما بين 35-52 سنة وثلث هذه

الكمية على الأقل لا يمكن استرجاعه، ويتم سحب المياه اللازمة للعملية من خزانات المياه الجوفية أو البحيرات أو أي من مصادر المياه القريبة من البئر[23]. تشمل آثار السحب الزائد من طبقات المياه الجوفية هبوط الأراضي وتسرب المياه المالحة في المناطق الساحلية وفقدان قدرة طبقات المياه الجوفية.

- **تسربات الغاز غير التقليدي:** إحدى مشكلات الغاز غير التقليدي هو تسربه إلى الجو كغاز الميثان مسببا لظاهرة البيت الزجاجي وهو أقوى بكثير من ثاني أكسيد الكربون بنسبة 25 إلى 30 ضعفا، كما أن غاز الميثان ينطلق أيضا من المياه العائدة إلى السطح ثانية خلال عملية التكسير والتنقيب، إذ تقدر نسبة الميثان الذي ينطلق مباشرة إلى الجو بـ 4-8% من الإنتاج الكلي للميثان، مما يؤدي إلى تفاقم تأثير البيت الزجاجي بنسبة 20-100% مقارنة بالفحم وذلك خلال الـ 20 سنة الأولى من التنقيبات. لكن بالعودة إلى الآراء المؤيدة فنجد أنها تشير إلى أنه يمكن التحكم في التسربات الناتجة عن استغلال الغاز غير التقليدي بالتشييد اللازم لذلك وفرض أنظمة وقوانين صارمة تستهدف تقنيات الاستغلال وجعلها أكثر كفاءة، كما أن غاز الميثان له حياة قصيرة في الجو مقارنة بغاز ثاني أكسيد الكربون وبذلك فإن انبعاثات الفحم لها تأثيرات أبعد وأطول.

إن التأثيرات البيئية لا تقف عند استخدام المياه العذبة وتسربات غاز الميثان ولكن يمكن أن يحدث تغير في ديناميكية طبقات الأرض التحتية، ولكن التحسين التكنولوجي أدى إلى ابتكار التنقيب الأفقي وساهم في انتشار عملية التكسير فقد تحول المحور الأفقي الأساسي الداخل في الصفح الصخري إلى مركز تنطلق منه تفرعات "شعاعية" تمتد أحيانا كيلومترات بشكل متواز مع سطح الأرض، هذا ما يتيح استغلال كميات كبيرة من السجيل الصفحي من دون إحداث أو التسبب بأي خلل على سطح الأرض، وبذلك يمكن تخصيص منطقة ذات مساحة صغيرة وحفر 16 بئرا فيها متفرعة كلها من المكان ذاته[24]، ولكن يبقى احتمال حدوث الزلازل حيث أثبتت التجارب أن عملية التكسير الهيدروليكي في انجلترا مثلا بواسطة شركة كوادريللا أدت إلى حدوث نحو 50 هزة أرضية[25].

••• خاتمة:

حضي الغاز غير التقليدي باهتمام متزايد في المناقشات الدائرة حول مستقبل صناعة الغاز العالمية، ولا تزال التقديرات الحالية لموارد الغاز غير التقليدية غير مؤكدة بسبب مكامنه المعقدة، ويعتقد أن الموارد العالمية المحتملة هائلة خاصة في ظل الاكتشافات المتسارعة والتغيرات التي تعرفها

التقديرات من حين لآخر، فبينما اهتمت بلدان بعمليات تطوير الغاز غير التقليدي مدفوعة بالرغبة في تقليل الحاجة إلى الغاز المستورد، إضافة إلى الارتفاع السريع في الطلب على الغاز وعلى نحو متزايد بسبب خصائصه البيئية في ظل محدودية الإمدادات المحلية من الغاز التقليدي، فيما نجد بلدانا أخرى تعارض إنتاج الغاز غير التقليدي مدفوعة بالتغيرات التي يمكن حصولها في الخريطة الجغرافية لسوق الغاز الطبيعي وكذا مختلف الآثار التي يمكن أن يخلفها استغلاله. ولكنه سيظل من المبكر الحكم على الغاز غير التقليدي من حيث جدواه حيث أن مختلف الآثار التي يحدثها محكومة بالتطور التكنولوجي، ومما لاشك فيه أن بداية الاهتمام به ستفتح الطريق نحو العديد من الدول لتوفير مصدر محلي للغاز الطبيعي أفضل من استيراده، وأن كلفة استغلاله ستعرف تراجعا مع مرور الزمن هذا ما أثبتته التجارب في مجال الموارد الأخرى، أما فيما يخص إمكانية أن يعوض الغاز غير التقليدي النقص في احتياطات الغاز التقليدي فإننا نرى أن الغاز غير التقليدي يظل موردا من موارد الطاقة الأحفورية ولابد من اللجوء إلى التنويع في مصادر الطاقة خاصة بالنسبة لمصادر الطاقة المتجددة حتى نحقق الأمن الطاقوي، وفيما يلي سنتطرق لبعض النتائج المتوصل إليها من هذا البحث:

- حوالي 60% من النمو في الغاز الطبيعي يأتي من الموارد غير التقليدية والتي تقترب من ثلث إمدادات الغاز العالمية بحلول عام 2040، بالإضافة إلى ذلك 20% من إنتاج الغاز العالمي سوف يحدث في أمريكا الشمالية

- إن نشاط الغاز غير التقليدي لم يصل إلى مرحلة النضج في جميع أنحاء العالم، وستظل في المدى المتوسط الولايات المتحدة الأمريكية رائدة في هذا المجال.

- ليس من المرجح أن يكون هناك تراجع في استغلال الغاز غير التقليدي، بل العكس فمعظم الدول بدأت في محاولات استغلاله، وسيظل الغاز الطبيعي أكفأ بيئيا بالنسبة للنفط الخام والفحم.

- إن بداية استغلال موارد النفط والغاز غير التقليديين ستغير من توزيع موارد الطاقة في العالم، هذا ما من شأنه أن يغير من مركز الدول المستوردة والدول المصدرة.

- مع مرور الوقت قد يقضي التقدم التكنولوجي على العوائق الفنية لاستغلال الغاز غير التقليدي خاصة الغاز الصخري، ولكن سيبقى في المدى القصير والمتوسط تحدي استهلاك المياه العذبة قائما في ظل ندرتها.

إن مجابهة التغيرات الطارئة على سوق الطاقة توجب الالتزام بعدة شروط حتى يكون استغلال الغاز غير التقليدي مقبول من جهة المجتمع، نورط أهمها في التوصيات التالية:

- ضرور تطوير تكنولوجيا استخراج واستغلال الطاقات غير التقليدية بما يسمح بالسيطرة على التغيرات المناخية وتوفير أفضل ظروف السلامة والصحة العامة وفقا لمبادئ التنمية المستدامة.

- إصدار قوانين صارمة لاستغلال الطاقة غير التقليدية أمر لابد منه لردع الاستغلال السيء لهذه المصادر وحماية المجتمع من آثارها السيئة.

- التوجه للاعتماد على الغاز غير التقليدي محكوم بالمقارنة بين التكلفة الاقتصادية والتكلفة الاجتماعية لهذا على الدول التي تعاني من ندرة المياه العذبة أن تراعي ذلك.

- لابد من تطوير مصادر الطاقة المتجددة إلى جانب الموارد الأخرى بما يسمح بتحقيق التنوع الطاقوي، حتى نتمكن من الاعتماد عليها أكثر على المدى الطويل.

••• الاحالات والمراجع:

[1]-Michel Meyer; **les gaz de schistes: définition, état et lieux et perspectives**, SIG Février 2013, Suisse, P 01

[2] -Ladislas Smia; **Gaz de schiste et autres gaz non conventionnels: Nouvelles ressources nouveaux enjeux,** Mirova Responsible Investing, Paris, 2011, P05-06

[3]- Thomas Helbling, **Le plein d'énergie,** Revue Finance & Développement, Mars 2013, P 33

[4]- Eric Delhaye**, Gaz non conventionnels: Attention danger!,** 2010, P02 -03

[5] - تقرير لـ EXon MOBIL، **التوقعات المستقبلية للطاقة 2013: نظرة إلى عام 2040**، تكساس، 2013، ص ص 02، 10

[6] - Rapport BP, **Energy Out Look 2030,** January 2010, P 53

[7] - الطفل الصفحي أحد أهم أنواع الصخور الرسوبية

[8] - تقرير عن مجلس الطاقة العالمي، **دراسة موارد الطاقة، نظرة مركزة على الغاز الصخري**، منشورات مجلس الطاقة العالمي، لندن، المملكة المتحدة، 2010، ص3

[9] - تقرير عن مجلس الطاقة العالمي، **دراسة موارد الطاقة، نظرة مركزة على الغاز الصخري**، مرجع سابق، ص04

[10] - تقرير عن مؤسسة بروكنجز، **مشهد الطاقة العالمي المتغير**، موجز سياسات منتدى بروكنجز الدوحة للطاقة، منشورات بروكنجز، الدوحة، قطر، 1-2 أفريل 2013، ص02

[11] - Banque Centrale Européenne**, Bulletin Mensuel Septembre 2013,** Allemagne, 2013, P14-15

[12] - كامل الحرمي، **موضة إنتاج الغاز الصخري**، نقلا عن صحيفة الحياة اللندنية، صحيفة العربية، المملكة العربية السعودية، الاثنين 29 أفريل 2013، ص 01

[13] - مجموعة QNB، **ثورة الغاز الصخري الأمريكي لن تغير شيئا في مجريات الأمور بالنسبة لدولة قطر**، قطر، 2013/12/1، ص 02 راجع الموقع: (29/12/2013, 14.23) economics@qnb.com.qa

[14] - كامل الحرمي، **موضة إنتاج الغاز الصخري**، مرجع سابق، ص 02

[15] - مجموعة QNB، **ثورة الغاز الصخري الأمريكي لن تغير شيئا في مجريات الأمور بالنسبة لدولة قطر**، مرجع سابق، ص01

[16] - مجموعة QNB، **ثورة الغاز الصخري الأمريكي لن تغير شيئا في مجريات الأمور بالنسبة لدولة قطر**، نفس المرجع، ص 02

[17] - المبادرة المصرية للحقوق الشخصية: وحدة العدالة البيئية، **التكسير الهيدروليكي: ما هو ولماذا يجب وقف العمل به**، مصر، 23 سبتمبر 2012، ص 02

[18] - مجموعة الآغر للفكر الاستراتيجي وأكاديمية بشناق، **إطار استراتيجي لتحول إبداعي للماء والطاقة في المملكة العربية السعودية: الماء، الطاقة، الحياة**، المملكة العربية السعودية، 2010، ص08

[19] - ديفيد دينيت، **الأرض، توقعات تقرير البيئة العالمية GEO4 البيئة من أجل التنمية**، برنامج الأمم المتحدة في 2007، ص97

[20] - جين باروكليفر مافوتا، **إدامة مستقبل مشترك، توقعات تقرير البيئة العالمية GEO4 البيئة من أجل التنمية**، برنامج الأمم المتحدة في 2007، ص217

[21] - جين باروكليفر مافوتا، **إدامة مستقبل مشترك**، مرجع سابق، ص 236.

[22] - جين باروكليفر مافوتا، **إدامة مستقبل مشترك**، نفس المرجع، ص261

[23] - المبادرة المصرية للحقوق الشخصية: وحدة العدالة البيئية، **التكسير الهيدروليكي: ما هو ولماذا يجب وقف العمل به**، مرجع سابق ص 02.

[24] - www.alrakoba.net/news-action-show-id-112607.htm (27/01/2014, 17:12)

[25] - المبادرة المصرية للحقوق الشخصية: وحدة العدالة البيئية، **التكسير الهيدروليكي: ما هو ولماذا يجب وقف العمل به**، مرجع سابق، ص 02.