جدوى الاستثمار في استغلال الطاقة من الصخور: خيارات الجزائر في ظل انخفاض أسعار النفط.

أ.حلام زواوية
أستاذة مساعدة قسم أ
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير- جامعة سطيف-1

ملخص:

إن التقدم الملحوظ في استخراج الطاقة من الصخور، ساهم في خفض أسعار الغاز وتحقيق التوازن في سوق الطاقة خاصة بأمريكا الشمالية مقارنة بأسعارها في دول أوروبا ودول منظمة التعاون والتنمية وغيرها من الدول الآسيوية، وهذا على الرغم من ارتباط المخاطر والتأثيرات البيئية باستخراج النفط والغاز الصخريين، خاصة على توفر المياه وجودتها. ولأن الاقتصاد الجزائري يعتمد بما لا تقل نسبته عن 97% من موارد المحروقات ضمن هيكل صادراتها،بالإضافة إلى أنها تعتبر أول منتج للغاز الطبيعي وثاني أكبر منتج للنفط في أفريقيا، وتمتلك ثالث أكبر احتياطي للغاز الصخري في العالم، ومن أجل دراسة الأثر البيئي لاستخراج الطاقة الصخرية على موارد المياه السطحية الجوفية، جاءت ورقتنا البحثية من أجل تحليل المخاطر والعوائق التي تواجه الاستثمار في تطوير استخراج الطاقة من الصخور.

الكلمات المفتاحية: نضوب النفط، الموارد الصخرية، الاقتصاد الجزائري، مخاطر الاستثمار، المياه الجوفية.

Abstract:

Progress in the extraction of lower-cost shale resources have eased the supply and demand balance and therefore improved the competitive outlook for primary energy In North America, where prices are around half those based on oil-indexation in Continental Europe or the OECD Asia-Pasific region. Although experts agree that critical environmental risks and impacts are associated with developing shale, the risks and impacts specific to surface and groundwater availability. Fossil fuels are the backbone of the Algerian economy; they accounted for 97% of export revenues, and the largest natural gas producer and second largest oil producer in Africa, and holds the third largest shale gas resource in the world. In addition to examining water availability and shale resource development in Algeria, we propose in this paper to analyze the risk to companies developing shale

resources in Algeria is the limited surface water availability and associated challenges in securing freshwater sources.

Key Words: Oil decline, Shale Resources, Algerian Economy, Investment Risks, groundwater.

مقدمة:

إن اقتصاد الطاقة من النفط عبر العقود الطويلة الماضية، تحديدا عقب تطورات أسعار الطاقة في السوق العالمية سنة 1973، قد أرسى فكرة أن لكل رأس مال طبيعي نهاية، ولكل استغلال ثمن، ففي إطار محاولة الإنسان جاهدا منذ ظهوره على سطح الأرض استغلال موارد البيئة التي يعيش فيها بقدر ما تسمح به قدراته الجسمانية ودرجة تحضره وتفوقه العلمي والتكنولوجي، اختلفت صور استغلاله لموارد بيئته على المدى الزماني والمكاني، ففي المراحل الأولى من حياته كان جامعا لقوته وملتقطا لغذائه ثم انتقل بعد ذلك ليصبح صيادا ثم راعيا وزارعا فصانعا. وهو في كل مرحلة من هذه المراحل كان يوسع من دائرة استغلاله موارد بيئته الطبيعية، ويزيد من درجة هذا الاستغلال ويكثفه بما يتفق ويتماشى مع تزايده وتكاثره عدديا وتفوقه حضاريا، حتى وصلنا إلى النصف الثاني من القرن الماضي حيث بلغ عدد السكان تزايدا ملحوظا، وحيث أخذ التقدم العلمي والثورة التكنولوجية في التطور فتوسعت دائرة نشاط الإنسان مما زاد من الضغط البشري على الموارد بصورة رهيبة بات يخشى معها خطر استنزاف هذه الموارد بمعدلات سريعة، مما يهدد حياة السكان المتزايدين والذين يسعون لمزيد من الإنتاج. وعلى هذا الأساس برزت الحاجة لدراسة العلاقة المتبادلة بين استهلاك واستغلال الموارد الناضبة وبين أمثلية تسعيرها أو على الأقل التسعير الذي يعكس التكلفة الاجتماعية والاقتصادية لهذه الموارد وإمكانية ضمان استمرارها للأجيال السابقة بما يتوافق وقدرتها على الاستمرار في العطاء، ولأن الجزائر كغيرها من الدول النامية التي أثرت على هيكل اقتصادها موارد الطاقة الأحفورية بنسبة تفوق 97% من إجمالي الصادرات، ونظرا لتربعها على ضفاف البحر الأبيض المتوسط وامتلاكها لبنى قاعدية محلية مواتية لإمكانية الاستثمار فيها خاصة في قطاع الطاقة، حيث تقدمت الجزائر في مراتب تصنيف مناخ الأعمال من المرتبة 163 نهاية سنة 2015 إلى المرتبة 156 بداية سنة 2017 حسب مؤشرات Doing Business، هذا من جهة ولعدم نضج مشاريع استغلال مصادر الطاقات المتجددة على وجه التسويق وتلبية الطلب المحلي وحتى الأجنبي وعدم إمكانية انتقالها من مرحلة المزارع التجريبية والمحطات النموذجية قبل نهاية سنة 2030، حسب ما جاءت به برامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية لسنة 2011، ومؤخرا سنة

2015، وأكدته سيناريوهات الطاقات للولايات المتحدة سنة 2015 وتقديراتها إلى سنة 2035، وحتى حسب إجماع آخر مؤتمرات البيئة، التي تشرف عليها أمانة الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة بشأن التغيرات المناخية في جينيف منذ دخولها حيز التنفيذ سنة 1994، والتي نقلت بعدها إلى بون بعد المؤتمر الأول للأطراف (Cop 1)، الذي عقد في برلين سنة 1995، والذي أشرف منذ ذلك على عقد واحد وعشرين مؤتمرا، كان آخرها في مراكش (Cop22) خلال الفترة ما بين 7 و18 نوفمبر 2016، والذي جاء ليشجع الدول على الالتزام باقتصاد منخفض الكربون، بالإضافة إلى ضرورة إعادة صنع نموذج جديد للبشرية في إطار ما يعرف بالتضامن الطاقوي العالمي، هذا كمبرر؛ ولأن من بين تداعيات أزمة الرهن العقاري سنة 2008 وتباطؤ الاقتصاد الصيني، وبداية انخفاض أسعار النفط في السوق الدولية منذ نهاية سنة 2014، تأثر هيكل الاقتصاد الجزائري مما أدى إلى عجز موارد ميزانية الخزينة العمومية، ومنه ضرورة البحث على موارد أخرى خارج هذا القطاع كالاستثمار في النسيج الصناعي وقطاع السياحة والفلاحة وغيرها واستقطاب الاستثمارات وتوطينها محليا، كحتمية لا مآل منها؛ ولعدم تمكن الجزائر في فترة الطفرة المالية من حقن ما يزيد عن 1000 مليار دولار من موارد النفط والغاز منذ سنة 1972 تاريخ تأميم المحروقات، كانت الأهمية بمكان تستدعي ضرورة إيجاد البديل الفعال لتموين إمدادات الطاقة المحلية وإنعاش الاقتصاد الوطني خارج المحروقات، ومن الآن حتى نضوج تكنولوجيات الطاقات البديلة الأخرى؛ كل هذه الحقائق بالإضافة إلى أن الاقتصاد الأمريكي يعتبر أول اقتصاد يستغل الطاقة التقليدية من مصادر أخرى، هذه المرة من الصخور في إطار استخدام الغاز والنفط الصخريين بالموازاة مع الطاقات التقليدية، ونظرا لإمكانية استغلال هذا المورد بالجزائر لتوفر احتياطيات الزيوت الصخرية في جوف أراضي الصحراء الجزائرية من جهة، ولأن الجزائر احتلت المترتبة الثالثة عالميا من حيث إمكانية استغلال الغاز الصخري بعد الصين والأرجنتين من جهة أخرى.

إشكالية الدراسة:

وفي ضوء ماسبق يمكن صياغة إشكالية الدراسة في السؤال الرئيسي التالي: ما هي إمكانية استغلال الطاقة من الصخور بالجزائر في ظل التطورات الحالية في أسعار الطاقة العالمية والتحولات في وقائع الاقتصاد العالمي؟

أهمية الدراسة: تستمد الدراسة أهميتها من تنامي موجة إنتاج الغاز والنفط الصخريين في العالم، حيث أن أسعار استغلال الزيوت الصخرية باحتساب تكاليف تخفيض الكربون تعد أقل من أسعار الغاز التقليدي والفحم؛ وهو الأمر الذي يشجع المزيد من استخدام الغاز والنفط الصخريين في توليد الطاقة في المستقبل، بالإضافة إلى اهتمام والتفات الانتباه السياسي والشعبي في السنوات الأخيرة للأثر البيئي لعمليات التصنيع المائي المستخدمة في استخراج واستغلال الطاقة الصخرية بالجزائر منذ سنة 2013، وعليه نرى أنه لابد للتطرق إلى هذا النوع من المواضيع، خاصة وأن الجزائر تعتبر دولة ريعية بامتياز، ولا يمكن على المدى القريب إلى المتوسط إيجاد بدائل أخرى للطاقة التقليدية غير طاقة أخرى تكون أقرب إليها من حيث تركيبة البنى التحتية القائمة، وطريقة الاستغلال والتي تتكيف ونظم الطاقة المتعامل بها، بالإضافة إلى أن الطاقة من الصخور تعتبر من بين الطاقات الأقل إصدارا لغاز ثاني أكسيد الكربون؛ مع توفر تكنولوجيات عزل الانبعاثات وحجز الكربون أثناء الاستغلال، وهو ما يعزز نجاح هذا التوجه، وفي دولة كالجزائر تبحث على إيجاد موارد إضافية لضمان استقرارها الاقتصادي وتعزيز إمدادات نظامها الطاقوي،يعتبر استغلال الغاز والنفط الصخريين اتجاها لربما ستسلكه الجزائر في السنوات القليلة الماضية، إذا ما ثبتت جدواه البيئية أولا ثم الاقتصادية في ظل قابلية الاستثمار العالمي فيه والتحكم في تكنولوجياته.

منهجية وأدوات الدراسة:

اعتمدنا في دراستنا على المنهج الوصفي التحليلي وهذا من خلال جمع العديد من المعطيات والبيانات من مختلف الهيئات الدولية المهتمة بالطاقة وباحتياطيات النفط والغاز وموجة الطاقة من الصخور، كقواعد بيانات البنك الدولي والمؤسسة العالمية للموارد، وشركة بريتيش بتروليوم، ووكالة الطاقة الدولية وغيرها من المصادر التي تتيح البينات المفتوحة عن دول العالم، وقمنا بالتحليل الاقتصادي لها من أجل محاولة الوصول إلى فك الجدل حول إمكانية استغلال هذه الطاقة من الصخور وأعطينا وجهة نظرنا الاقتصادية حول جدوى هذه المشاريع وقابلية استخدامها الفعلية، ولم نتطرق إلى آثارها البيئية إلا في نقطة الإجهاد المائي للطبقات الجوفية.

وجاءت ورقتنا البحثية في ثلاثة محاور ،وذلك كما يلي:

أولا– مدخل إلى الآثار الخارجية، تسعير الموارد، ونضوب الطاقة لأمثلية هوتلينج.

ثانياً– الموارد الصخرية المتاحة في العالم، والتكنولوجيا وإمكانية الاستغلال.

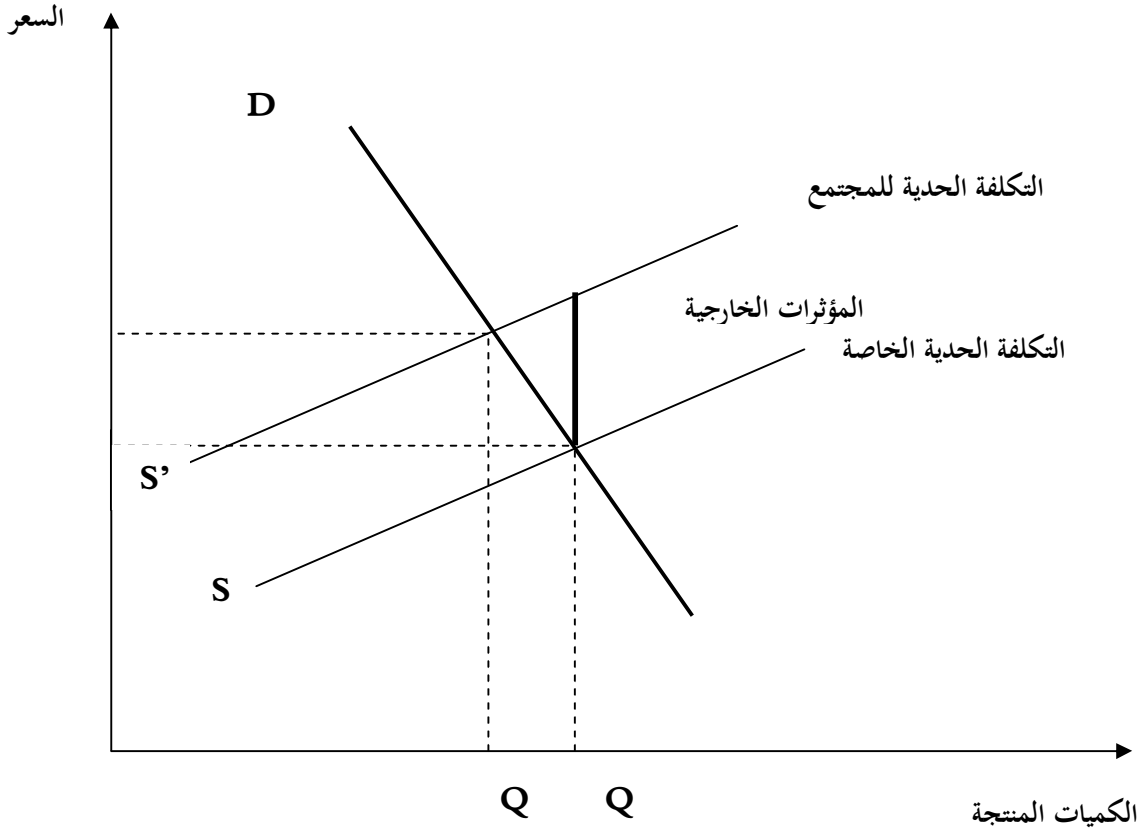
ثالثاً:إمكانية الاستثمار لاستغلال الطاقة من الصخور بالجزائر.

أولاً– مدخل إلى الآثار الخارجية، تسعير الموارد، ونضوب الطاقة لأمثلية هوتلينج:

ترجع أولى لبنات النظرية الكلاسيكية للمؤثرات الخارجية للاقتصادي بيجو (1920)، وتعرف على أنها تأثير يولده سلوك متعامل اقتصادي على رفاهية الآخرين ولا يكون لذلك التأثير ثمن نقدي أو مقابل في السوق، أو بمعنى آخر هو عبارة عن الآثار الناجمة على نشاط معين دون الأخذ بعين الاعتبار هذه الآثار في الحسابات الاقتصادية[1]. إذا يتحدد المؤثر الخارجي إذا ما قدم متعامل اقتصادي خدمة معينة لمتعامل آخر بمقابل، وينتج عن هذه الخدمة تولد آثار سلبية أو إيجابية لمتعامل آخر لا دخل له فيها ودون تقديم أو الحصول على تعويضات نقدية عن الضرر أو المكسب المتحصل عليه، فغياب التعويض النقدي يبين الجانب غير المدمج في السوق للتكاليف الاجتماعية المتمثلة في مجموع الآثار التي يتحملها المجتمع من طرف قيام أحد المتعاملين بنشاط اقتصادي معين.

فالتكلفة الفردية التي يتحملها المنتج تمثل الجانب المعوض نقديا من التكلفة الاجتماعية الكلية للمجتمع، والتكلفة الخارجية تعبر عن الفرق بين التكلفة الاجتماعية والتكلفة الخاصة والتي لا تعوض نقديا، وهذه التكلفة الخارجية يمكن أن يصير لها مقابل نقدي عن طريق دمج التكاليف الخارجية. ويوضح الشكل رقم (01) أنه في سوق منافسة تامة (مع غياب أي تدخل للدولة بأي شكل من الأشكال سواء لكبح التلوث أو تنظيم السوق)، يكون السعر والكمية لسلعة معينة هما على التوالي P وQ. ومع وجود تكاليف غير معوضة (مؤثرات خارجية)، لا يعكس سعر السوق أبدا إجمالي التكاليف الإنتاجية للمجتمع فالتكلفة الخاصة تحدد بطريقة لا تدمج ضمنها تكاليف المجتمع. والتي تتناسب مع منحنى العرض S' عوضا عن المنحنى الأصلي الذي لم يدمج المؤثرات الخارجية S والذي يعبر عن الانتقال من التكلفة الحدية الخاصة إلى التكلفة الحدية للمجتمع. وعند أخذنا بعين الاعتبار لهذه التكلفة، أو المؤثر الخارجي يتحدد السعر P' والذي يكون أكبر من السعر الأولي P مناسبا بذلك للكمية المنتجة Q' الأقل من الكمية الأصلية Q والتي دمجنا معها الآثار الخارجية[2].

الشكل رقم (01): الانحراف بين تكلفة المجتمع والتكلفة الخاصة (المؤثرات الخارجية)



المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على:

Hervé Devillé, Economie et politiques de l'environnement : Principe de précaution, Critères de soutenabilité, Politiques environnementales, L'Harmattan, Paris, 2010, P 132.

- **القيمة الاقتصادية للطبيعة وتكلفة الجودة البيئية:**

إذا كان علينا أن نختار استراتيجيات اقتصادية للبيئة الطبيعية، يجب أن نبدأ بالتعرف على القيمة الاقتصادية الموجودة هناك بالفعل، فليس هنالك رأس مال طبيعي آخر غير ما تملكه البيئة، فرأس المال الشمسي ورأس المال الأرضي مثلا يزودنا بجميع ما نحتاج إليه، هذه هي أنظمة دعم الحياة التي نعتمد عليها، فليس لدينا مصدر آخر للثروة أو مدخل إلى الحياة، فما هو حجم هذا الوقف المتمثل في خدمات الطبيعة؟ وكم تبلغ قيمته؟. حيث قدرت قيمة خدمات الطبيعة بصورتها

المختلفة أقلها اعتبارا أنها تساوي 16 تريليون دولار سنويا، وأعلاها تساوي قيمة الناتج القومي الإجمالي العالمي أي تقريبا نحو 18 تريليون دولار عام 1997، وباحتساب مجموعة أكثر اكتمالا من الخدمات البيئية كاحتياطيات المياه، والهواء النقي، والفضاءات الترفيهية وصلت القيمة إلى 54 تريليون دولار سنويا[3]. فالغابة السليمة مثلا لا تدخل الحسابات الاقتصادية إلا بمجرد كونها أصلا غير محقق بالرغم من أنها تؤدي خدمات واسعة للحياة والاقتصاد والبشر، فهي توفر الحشرات الملقحة والطيور والحيوانات، وبحماية التنوع الحيوي تعمل كمستودع للمواد الصيدلانية المنقذة للحياة البشرية، فجذورها تتحكم في الفياضانات وتحفظ التربة من التآكل وتصد الرياح، ومن خلال التركيب الضوئي لنباتاتها تقوم ببث الأكسجين حتى نتنفسه وتمتص الكربون ثم تمنع المزيد من احترار الكرة الأرضية، فإن مقدار ما نرغب في دفعه مقابل كل هذا، أو على الأقل على سبيل المثال مقابل الأكسجين وحده، إذا لم نستطع الحصول عليه من الغابة، سيرفع المبلغ فورا إلى مليارات الدولارات، لكن الغابة في الحقيقة لا تظهر قيمتها في كشوفات الحسابات الاقتصادية، والأسوأ من هذا أن رواتب قاطعي الأخشاب وأرباح الشركات ومصانع صنع الورق جميعها محسوبة في الناتج الإجمالي، لكن الغابة ليست كذلك، لذا كان لابد من إيجاد السبيل الذي يعطي القيمة الحقيقية للأصول الطبيعية قبل تدهورها وزوالها[4]، فلابد للمجتمع أن يقارن بين القيمة الحالية للمورد P_0 وبين قيمته المستقبلية P_T والتي تعكس عادة في قيمة الإنتاجية الحدية للمورد، أو القيمة المضافة لإسهام المورد في إنتاج سلعة ما على أساس سعر السلعة المنتجة حاليا، وتتحدد القيمة المستقبلية للمورد كما يلي: $P_T= P_0(1+i)^T$ ، حيث أن القيمة المستقبلية P_T في المدة T، و i تساوي تكلفة الاقتراض أو الفائدة على اقتراض أي مبلغ مالي، وبذلك تصبح قاعدة استخدام المورد هي أن يستخدم المورد حاليا إذا كانت القيمة الحالية أكبر من القيمة المستقبلية:

$$P_0>P_T/ (1+r)^T$$

حيث r تعكس قيمة معدل التخفيض أو الخصم الاجتماعي، وبذلك يكون التخفيض للمورد القابل للنضوب كما هو للسلع الأخرى، فالفشل في تعظيم القيمة الحالية لاستخدام المورد بكميات تعظم قيمته الحالية يؤدي إلى ظلم أو خسارة للأجيال القادمة[5].

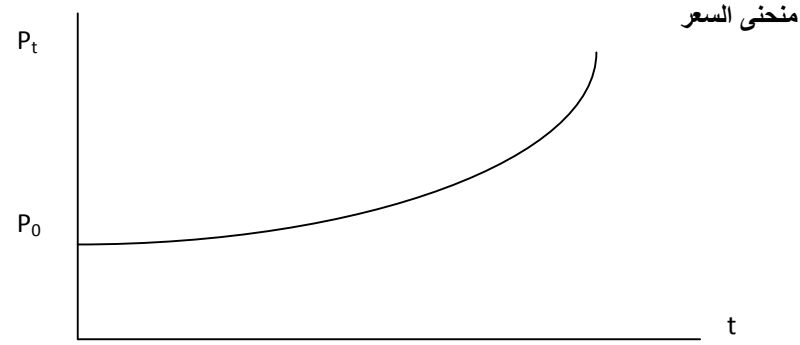
-قاعدة هوتلينج Hotelling's Rule ومسار أسعار الطاقات الناضبة:

من المنطقي أن نتساءل عن المسار التوازني الأمثل لأسعار عرض الموارد الناضبة، فالمقصود بالمسار التوازني للأسعار هو المسار الذي يحقق التعادل بين الكمية المطلوبة من السلعة والكميات المعروضة منها عبر الفترات الزمنية المختلفة، فما الذي يحدد نسبة الزيادة في السعر، وهل يجب أن تكون هذه النسبة ثابتة، متناقصة أم متزايدة؟. ويعد قراي (L.C.Gray; 1914) أول من قدم تحليلا اقتصاديا مبسطا لمورد قابل للنضوب، كان ممثلا في منجم نحاس، كما يعد نموذج هوتلينج أول تطبيق تحليلي رياضي متكامل في مجال الاستغلال الأمثل للموارد القابلة للنضوب من وجهة نظر المخطط الاجتماعي، حيث أن أهم افتراضات هذا النموذج هو أن المنتج لهذا المورد محتكر للسوق[6].

وإجابة السؤال السابق قدمها في عام 1931 أحد أوائل الاقتصاديين الذين أرسوا الأسس النظرية لاقتصاديات الموارد الطبيعية غير المتجددة وهو الاقتصادي هارولد هوتلينج Harold Hoteling، حيث يرى أن المورد الطبيعي المخزن في جوف الأرض ليس إلا أصلا من الأصول التي يمتلكها المجتمع، ويمتلك المنتج حق استغلالها. فالبترول والحديد أو النحاس أو غيرها من الموارد الموجودة في باطن الأرض مثلها مثل الأرصدة الرأسمالية التي يمكن أن يمتلكها الفرد أو المنتج، ومن ثم فإن المحدد الرئيسي الذي يجب أن يكون دليلا للمنتج في تقريره ما إذا كان يجب الإسراع باستخراج ما في باطن الأرض في الوقت الحالي أم في المستقبل هو سعر الفائدة السائد في سوق رأس المال، وعليه إذا كان هذا المعدل مرتفعا يمكن للمنتج أن يستخرج هذا الأصل ويودع إيراداته الصافية في البنك ليحصل على عائد سنوي مساوي بسعر الفائدة، والبديل الآخر هو الانتظار والاحتفاظ بالأصل في باطن الأرض[7].

افترض هوتلينج في نموذجه أنه يوجد مورد قابل للنضوب دالة الطلب عليه خطية كما هو موضح في الشكل رقم (02).

الشكل رقم (02): منحنى قاعدة هوتلينج



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على:

Gilles Rotillon, Economie des Ressources Naturelles, Editions La Découverte, Paris, 2005, P 25.

فسعر المورد في المدة t يساوي سعره في المدة الابتدائية P_0 مركبا بمعدل فائدة r، وبذلك فإن مالك المورد سيكون مخيرا بين بيع وحدة من المورد الآن بسعر P_0 أو في المستقبل بسعر $P_0(1+r)^t$، اعتبارا أن مخزون المورد القابل للنضوب غير المستخرج ثروة رأسمالية للمجتمع، فإذا كان السعر الابتدائي للمورد P_0 والسعر في المدة t هو P_t فإن:

$$P_t = MC_t + (P_0 - MC_t)/(1+r)^t$$
$$P_t - MC_t = (P_0 - MC_t).(1+r)^{-t}$$

وتوضح المعادلة السابقة أن صافي الربح $P_t - MC_t$ من الاستخراج الحالي في الفترة t، يساوي القيمة الحالية لصافي الربح من الاستخراج $P_0 - MC_t$ في الفترة الابتدائية، علما أن MC_t هي التكلفة الحدية لاستخراج المورد في الفترة t، ويمكن كتابة قاعدة هوتلينج كما يلي:

$$(P_t - MC_t) + P_0 - MC_t / P_0 - MC_t = r$$

حيث توضح القاعدة أنه كلما ارتفع السعر، فإن ريع المورد ينمو زمنيا بمعدل يساوي معدل الفائدة[8].

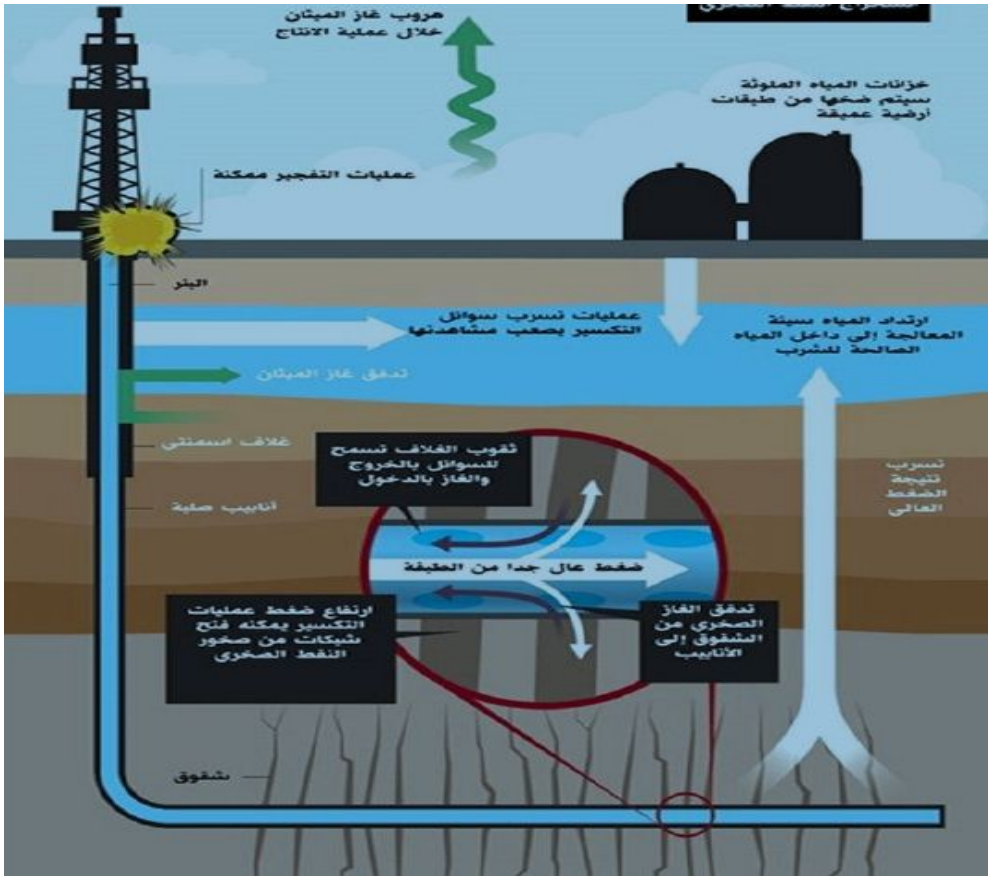
كما يفترض نموذج هوتلينج أن الطلب على الموارد الناضبة لن يتغير في المستقبل، ورجوعا إلى هذا النموذج الذي يتعامل مع الموارد الطبيعية القابلة للنضوب في مكامنها أو مناجمها على أنها أصل رأسمالي نستنتج أن سعر المورد سيرتفع بمعدل الفائدة السائد في السوق، وأن مجموع ما سيتم

استخراجه من المورد عبر المدى الزمني لن يزيد عن المخزون الابتدائي المتوقع له، وأنه بالضرورة سيكون هنالك توازن بين العرض والطلب على المورد القابل للنضوب حتى في حالة الاحتكار وسيرجع التوازن تلقائيا حسب ميكانيزمات السوق[9].

ثانياً– الموارد الصخرية المتاحة في العالم، والتكنولوجيا وإمكانية الاستغلال

إن أبسط بديل للنفط سيكون المصادر الهيدروكربونية البديلة، وأكثر ما يذكر من هذه البدائل هما رمال القار Tar Sands، وماءات الميثان Methane Hydrates، وتعرف رمال القار باسم رمال الزيت أو رمال القطران، وتتكون من الرمل والزيت الثقيل والطفل الغني بالمعادن والماء، ويقدر الاحتياطي العالمي من رمال القار بأكثر من 400 ألف بليون برميل، وهذا الرقم يمثل أضعاف الاحتياطي المؤكد من البترول، ويتركز معظم هذا الاحتياطي في نصف الكرة الغربي في كندا وفنزويلا[10]، وكولومبيا والأردن، وتحتوي الصخور الترسبية لحجر السجيل على زيت صخري ثقيل يسمى زيت السجيل الذي له خواص زيت النفط الثقيل، وتوجد هذه الصخور في الولايات المتحدة وبعض البلدان الأخرى كالأردن والاتحاد السوفييتي سابقا، ففي الاتحاد السوفييتي بلغ إنتاج الزيت من هذا الصخر 25 مليون طن عام 1973 واستعمل بشكل رئيس كوقود للمحطات الكهربائية[11]، وفي العام 2003 ولأول مرة قررت كندا وصف زيت البتيومن Bitumen الذي هو عبارة عن مزيج من الرمل والطين محاط بهيدروكربون كثيف بأنه احتياطي مثبت من البترول متاح للاستخراج بصورة اقتصادية، حيث زادت احتياطيات كندا النفطية بـ3.6% لتصل إلى 180 بليون برميل[12]. ويبين الشكل طريقة استخراج الغاز والنفط الصخريين من طبقات الأرض.

شكل رقم (03): عملية استخراج الزيوت الصخرية



المصدر: إدارة معلومات الطاقة الأمريكية (EIA)، على الموقع www.eia.org

فكما نلاحظ من الشكل السابق فإن الطاقة الصخرية تتواجد في طبقات بعض أنواع الصخور الرسوبية التي لا تسمح لتلك الطاقة بالنفاذ منها، وهي بعمق يصل إلى كيلومتر في باطن الأرض أو أكثر، لذلك يستلزم استخراجه الحفر الرأسي ثم الأفقي تحت الأرض لمدة تتراوح ما بين 15 إلى 30 يوم لكل بئر وباستخدام تقنيات جد عالية ومضخات كبيرة لدفع الماء المخلوط بالرمل والمواد الكيميائية بما يعادل تقريبا 304000 لتر لكل بئر وما يعادل في المتوسط بـ14 ألف برميل يوميا، واستخدام ما يعادل من 10 إلى 25 مليون لتر من الماء لكل بئر.[13]

– **الإنتاج والاستهلاك العالمي من الطاقة التقليدية والطاقة الصخرية**:تطور الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية منذ ستينات القرن الماضي إلى يومنا هذا، حيث يبين الجدول رقم (01) تطور

الطلب العالمي على الطاقة الأولية وتوقعات هذا الطلب حتى سنة 2035، حيث يعتمد العالم بنسبة كبيرة على النفط والفحم والغاز الطبيعي في تموين إمداداته، ففي حين أن زيادة الطلب على الطاقة سيرتفع بـ19% بحلول سنة 2030، وهو ما يستدعي النظر في إحلال هذه الطاقات بطاقات أخرى لا تتأثر بتقلبات أسعار السوق الدولية وذات كفاءة اقتصادية وفعالية بيئية.

جدول رقم (01): تطورات وتوقعات الطلب على الطاقة الأولية (1990-2035)
(بالمليون طن مكافئ للنفط)

مصدر الطاقة	1990	2000	2012	2020	2025	2030	2035	2035-2012
النفط	3231	3663	4158	4469	4545	4600	4666	%0.5
الغاز	1668	2072	2869	3234	3537	3824	4127	%1.6
الفحم	2230	2357	3796	4137	4238	4309	4398	%0.6
النووية	526	676	642	869	969	1051	1118	%2.4
الكهرومائية	184	225	313	391	430	466	501	%2.1
الحيوية	893	1016	1318	1488	1598	1718	1848	%1.5
المتجددة	36	60	142	311	432	566	717	%7.3
الإجمالي	8769	10070	13240	14899	15749	16534	17376	%1.2

المصدر:

World Energy Investment Outlook, International Energy Agency, Published by IEA, France, 2014, p 24.

كما هو مبين في الجدول أعلاه فإن تطورات استهلاك العالم من الطاقة الأولية سترتفع بحلول سنة 2035، إلا أنها لن تزيد بنفس الوتيرة التي عرفتها منذ الستينات، ففي حين سيسجل استهلاك الموارد الأحفورية كاستهلاك النفط والغاز الطبيعي زيادة لا تتعدي نسبة 0.5 إلى 1.6% سنويا ستعرف معدلات استهلاك الطاقات البديلة الأخرى بالإضافة إلى الطاقة الكهرومائية ارتفاعا مقدرا بنسبة 2% سنويا وهو الذي لا يعتبر كافيا لتلبية الطلب المستقبلي على الطاقة، مما دفع العديد من كبريات الشركات الاستخراجية للنفط والغاز لمواصلة البحث عن طرق جديدة تكفل بها استمرار استثماراتها، وبناها القاعدية، فمن غير المقبول منطقيا أن تتبدد جميع الآلات والمعدات لحفر واستكشاف واستخراج الطاقات التقليدية بين عشية وضحاها أمام طاقة أخرى قد تكون مجانية المصدر، وهو الأمر الذي برر ظهور استغلال الطاقة الصخرية بالولايات المتحدة الأمريكية وكندا

كبديل أولي أو في معوض للنفط والغاز والفحم خاصة وأن الاقتصاد اليوم انتقل من مرحلة الاقتصاد الكربوني إلى الاقتصاد الأقل كربونا في مرحلة ما قبل الطاقة النظيفة، ويبين الجدول أدناه قدرات العالم الأعلى من الزيوت الصخرية.

جدول رقم (02): قدرات العالم الأعلى من الغاز والنفط الصخريين سنة 2014

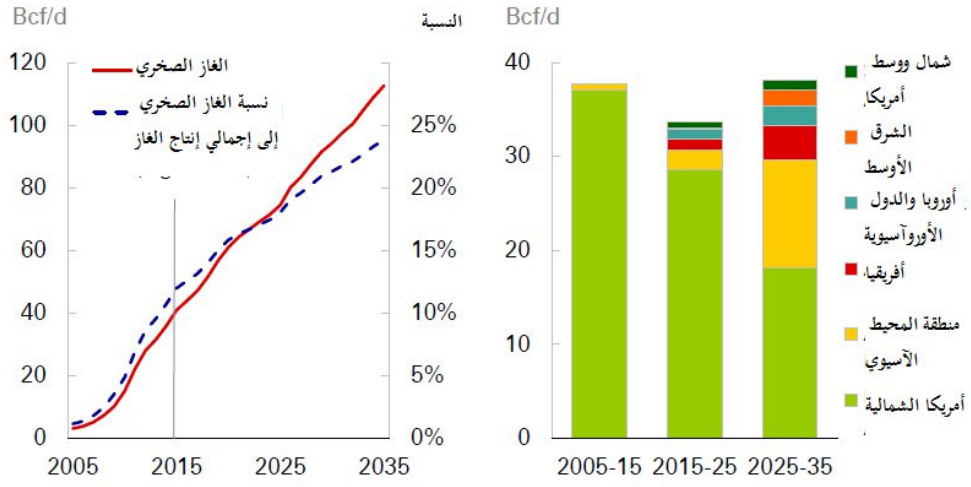
الغاز الصخري (تريليون م^3)			النفط الصخري (م^3)		
البلد	السعة	الإجهاد المائي	البلد	السعة	الإجهاد المائي
الصين	1115	ضعيف	روسيا	75800	ضعيف
الأرجنتين	802	ضعيف–متوسط	الولايات المتحدة	58100	متوسط–مرتفع
الجزائر	707	قاحل وضعيف	الصين	32200	مرتفع
كندا	573	ضعيف–متوسط	الأرجنتين	27000	ضعيف–متوسط
الولايات المتحدة	567	متوسط–مرتفع	ليبيا	26100	قاحل وضعيف
المكسيك	545	مرتفع	أستراليا	17500	ضعيف
أستراليا	437	ضعيف	فينزويلا	13400	ضعيف
جنوب أفريقيا	390	مرتفع	المكسيك	13100	مرتفع
روسيا	287	ضعيف	باكستان	9100	مرتفع جدا
البرازيل	245	ضعيف	كندا	8800	ضعيف–متوسط
فينزويلا	167	ضعيف	أندونيسيا	7900	ضعيف
بولندا	148	ضعيف–متوسط	كولومبيا	6800	ضعيف
فرنسا	137	ضعيف–متوسط	الجزائر	5700	قاحل وضعيف
أوكرانيا	128	ضعيف–متوسط	البرازيل	5300	ضعيف
ليبيا	122	قاحل وضعيف	تركيا	4700	متوسط–مرتفع
باكستان	105	مرتفع جدا	مصر	4600	قاحل وضعيف
مصر	100	قاحل وضعيف	الهند	3800	مرتفع
الهند	96	مرتفع	البراغواي	3700	متوسط–مرتفع
البراغواي	75	متوسط–مرتفع	منغوليا	3400	مرتفع جدا
كولومبيا	55	ضعيف	بولندا	3300	ضعيف–متوسط

المصدر:

Paul Reig, Tianyi Luo, Jonathan N. Proctor, *Global Shale Gas Development: Water Availability and Business Risks*, World Resources Institute, Washington, 2014, pp 37, 38.

يبين الجدول السابق القدرات المتوفرة في العالم من الغاز والنفط الصخريين في عشرين دولة من بين الدول الأكثر كفاءة في استخراج هذا المورد حسب دراسات وكالة الطاقة العالمية سنة 2014، فكما نلاحظ أن استغلال هذا النوع من الطاقة يستلزم استخدام كميات كبيرة من المياه وهو ما سيسبب إجهادا لطبقة المياه الجوفية والذي يكون ضعيفا في مناطق معينة ومرتفعا في مناطق أخرى، فبالرغم من توفر هذا المورد بسعات كبيرة إلا أن استغلاله يخضع لشروط عديدة منها درجة إجهاد الطبقات الجوفية، ولهذا لا تزال عملية استغلاله عبر العالم في مراحل جد حديثة. غير أن إنتاج الغاز الصخري في العالم قد بدأ يعرف نموا متزايدا منذ سنة 2005، خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية، كما يظهر في الشكل الموالي.

شكل رقم (04): تطور إنتاج الغاز الصخري في العالم والتوقعات خلال الفترة 2005-2035



(بليون قدم مكعب/اليوم "bcf/d"

المصدر:

Bp Energy Outlook to 2035, 2016 Energy Outlook, available on www.bp.com, p 57.

فكما نلاحظ من خلال الشكل السابق فإن إنتاج الغاز الصخري قد نما بمعدل 5.6% خلال الفترة (2005-2015)، حيث تمثل نسبة إنتاج الغاز الصخري 11% من إجمالي إنتاج الغاز

الطبيعي في العالم سنة 2014، ومن المقدر أن تصل هذه النسبة إلى 24% بحلول سنة 2035. كما يبين الشكل فإنه خلال العشر سنوات الأخيرة (2005-2015) فإن نصف العرض العالمي من الغاز الصخري يأتي من شمال أمريكا، ومنطقة محيط آسيا تحديد الصين التي من المقدر أن يبلغ إنتاجها بحلول سنة 2035 ما سعته 13 بليون قدم مكعب/ اليوم (Bcf/d).

ثالثاً: إمكانية الاستثمار لاستغلال الطاقة من الصخور بالجزائر

من المهم معرفة آثار البيئية للطاقة من الصخور مقترنة بمصادر الطاقة الأخرى كالغاز الطبيعي والفحم اللذان يسببنا انبعاثات الغازات الدفيئة، قبل اتخاذ قرار الاستثمار، ففي الولايات المتحدة الأمريكية نشرت الوكالة غير الحكومية للطاقة (NGOs)، أهم 15 خطرا بيئيا لاستغلال المصادر الصخرية، ونوجز نتائج هذه الدراسة في الجدول الموالي:

جدول رقم (03): أهم الآثار البيئية التي تؤثر على قرار الاستثمار في الطاقة الصخرية

مرحلة التطوير	نشاطات إنجاز المشروع	الأعباء الإضافية للمشروع	الآثار البيئية
تحضير موقع الاستغلال	تجهيز البنى التحتية	تدفقات المياه	التأثير على نوعية المياه السطحية
		إمكانية تهجير السكان	إزعاج السكان
عملية الحفر	انسياب غاز الميثان	انبعاثات غاز الميثان	التأثير على نوعية الهواء
	تمليط وتغليف الحفر	انبعاثات غاز الميثان	التأثير على المياه الجوفية
	حوادث التغليف (casing)	انبعاثات غاز الميثان	التأثير على المياه الجوفية
	حوادث التمليط (cementing)	انبعاث السوائل من الحفر واختلاطها بالمياه	التأثير على المياه الجوفية
التشقيق والتدهور	اسخدام المياه السطحية والجوفية	سحب المياه العذبة	التأثير على المياه السطحية
			التأثير على المياه الجوفية
	استخراج السوائل والتشقيق	انسياب السوائل	التأثير على جودة المياه السطحية
	انسياب غاز الميثان	انبعاثات غاز الميثان	التأثير على جودة الهواء
الاستخراج والتخلص من تشقيق السوائل واختلاطها بالمياه ورجوعها للطبقات الجوفية	موقع الحفر	رجوع السوائل وتأثيرها على الماء	التأثير على جودة المياه الجوفية
		تشقيق السوائل	التأثير على جودة المياه السطحية
	ضرورة معالجة المياه عن طريق مياه الصرف المحلية	رجوع السوائل وتأثيرها على الماء	التأثير على جودة المياه السطحية
	ضرورة معالجة المياه في محطات المعالجة الخاصة	رجوع السوائل وتأثيرها على الماء	التأثير على جودة المياه السطحية

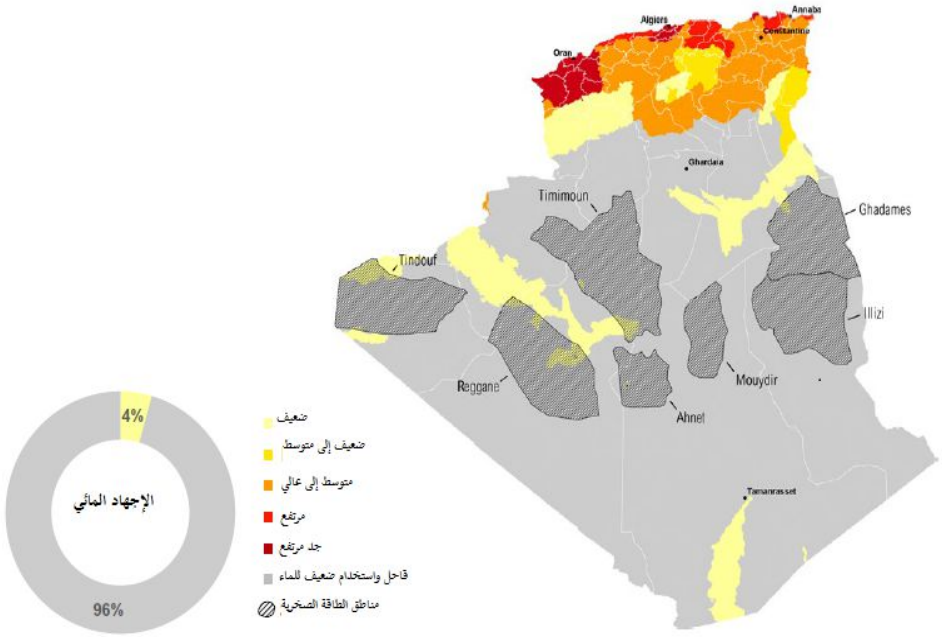
المصدر: Paul Reig, Tianyi Luo, Jonathan N. Proctor, *Global Shale Gas Development: Water Availability and Business Risks*, World Resources Institute, Washington, 2014, p 13.

من خلال الجدول السابق نلاحظ تأثير عملية استغلال الزيوت الصخرية في الولايات المتحدة الأمريكية على البيئة خاصة على جودة المياه وجودة الهواء، وهو ما دفع العديد من الحكومات إلى التريث في استغلال هذا النوع من الطاقة، الذي من شأنه التاثير على مخزون المياه الجوفية عبر تقنيات الحفر والسحب وانبعاثات غازات الميثان، حيث لابد من أجل استخراج الغاز الصخري من توفر المياه اللازمة وحقنها في باطن جوف الأرض من أجل الحصول على استرجاع للغازات والنفوط والزيوت الصخرية، مع ضرورة معالجة المياه المستخدمة في عملية الاستخراج كيميائا، وهو ما يتطلب تأهيلا لنظم الصرف الصحي المحلية وحتى بناء محطات خاصة للمعالجة الكيميائية للمياه. فاستنادا إلى علماء الجيولوجيا يوجد أكثر من 688 ترسبا للطفل الصخري في 142 حوضا رسوبيا حول العالم، ولم تحدد حاليا إمكانية الإنتاج فيها إلى في بضع عشرات منها فقط، أغلبها في شمال أمريكا، حيث حدد المعهد الفدرالي لعلوم الأرض والطبيعة (BGR) سنة 2009 أن حجم مخزون موارد الغاز الصخري في العالم تقدر بنحو 456 تريليون متر مكعب مقارنة بـ187 تريليون متر مكعب للغاز التقليدي، وأن حوالي 40% من هذا المخزون سيكون ذي جدوى اقتصادية. حيث تمثل مخصصات الولايات المتحدة حوالي 60% من مجموع التقديرات، بينما لا تتعدى تقديرات الموارد الأوروبية ما نسبته 7%، من مجموع التقديرات العالمية ولا تكاد تبلغ حصة الصين والهند 2% لكل منهما[14].

-المخاطر الاستثمارية وإشكالية الإجهاد المائي بالجزائر

في جانفي من سنة 2013، قام البرلمان الجزائري بالمصادقة على مجموعة من القوانين التي تأطر استغلال واستخراج الغاز والنفط الصخريين، من خلال مجموعة من الحوافز المالية لجذب الاستثمارات الأجنبية لاستكشاف الموارد الصخرية في الصحراء، وفي ماي من سنة 2014، أعلنت الحكومة على نيتها في استغلال الاحتياطيات الصخرية الكبيرة، ولم يتم الإفصاح بعدها على أي برنامج للاستثمار في هذا الإطار[15]. كما تبين الخريطة أدناه الإجهاد المائي لمناطق احتياطيات الطاقة الصخرية.

شكل رقم (05): مناطق احتياطيات الطاقة الصخرية ونسبة الإجهاد المائي بالجزائر



المصدر:

Paul Reig, Tianyi Luo, Jonathan N. Proctor, Op.Cit., p 46.

فحسب دراسات هيئات الطاقة الدولية، وكما يظهر في الخريطة فإن الإجهاد المائي بمناطق تواجد احتياطيات الطاقة الصخرية يعتبر مقبولا مقارنة بمزايا استغلال هذه الطاقة النوعية والمالية، بالإضافة إلى أن نسبة الكثافة السكانية بمناطق الاستغلال في الصحراء قليلة حسب تقرير وكالة الموارد العالمية، حيث لا تتعدى هذه النسبة 0.4 نسمة/كم^2، في منطقة أحنات مثلا التي تستخدم المياه التي تتواجد على عمق من 1006 متر إلى 3200 متر لأغراض الزراعة، كما تتراوح الكثافة السكانية بمنطقة رقان بـ0.9 نسمة/كم^2، وتتواجد المياه الجوفية بها على عمق من 1524 متر إلى 4572 متر، وغيرها من المناطق.

- **الترخيص لاستغلال الطاقة الصخرية:**

لقد ثار الجدل من طرف العديد من التكتلات والمواقف من المنظمات البيئية لمعارضة استغلال الطاقة الصخرية، غير أن الحكومة الجزائرية صادقت على هذا المشروع من خلال إصدار القانون رقم 01-13 سنة 2013، بشكله المعدل المتمم لقانون المحروقات الذي يندرج ضمن

أحكام القانون رقم 50-07 المؤرخ في 28 أبريل سنة 2005 والمتعلق بالمحروقات، من خلال المادة 23 مكرر والتي تصرح لأن "تخضع ممارسة النشاطات المتعلقة باستغلال المكونات الجيولوجية الطينية و/أو النضيدية غير النفوذة، أو ذات قابلية نفوذ جد ضعيفة (الغاز الصخري أو الزيت الصخري) التي تستعمل تقنيات التشقيق الهيدروليكي، لموافقة مجلس الوزراء"[16]. وفي إطار موقف قانون المياه الذي يهدف بالجزائر إلى تحديد المبادئ والقواعد المطبقة لاستخدام الموارد المائية وتسييرها وتنميتها المستدامة، حيث أقرت المادة 46 من القانون رقم 05-12 المؤرخ في 4 أوت سنة 2005، ضرورة حماية المياه الجوفية، فتمنع كل وضع أو طمر للمواد غير الصحية التي من شأنها أن تلوث المياه الجوفية من خلال التسربات الطبيعية أو إعادة التموين الاصطناعي[17].

وبتاريخ 21 ماي 2014 سمحت الحكومة رسميا باستغلال الغاز الصخري كبديل للغاز الطبيعي، وذلك بسبب الأزمة الاقتصادية التي ألقت بظلالها على الجزائر بفعل انخفاض أسعار النفط في السوق العالمية مما أثر بالسلب على الاقتصاد، إلا أن انطلاق عمليات التنقيب في أواخر سنة 2014 رافقتها العديد من الاحتجاجات المحلية بالمناطق المعنية بالتنقيب، ساهمت فيها منظمات المجتمع المدني ومنظمات ناشطة في مجال البيئة وحقوق الإنسان. عبرت في مجملها هذه الاحتجاجات عن مخاوفها من مخاطر استغلال الغاز الصخري والتي تتعدى تلوث المياه إلى تلوث الهواء إضافة إلى تبديد مخزون المياه الجوفية بسبب حاجة استغلال الغاز الصخري إلى كميات هائلة من المياه لتنقيب الحجر الزيتي، وخلال هذه الفترة التي تصاعدت فيها الاحتجاجات في ولايات الجنوب كانت البلاد تشهد مرحلة مشاورات تعديل الدستور ونقاشات حول المواضيع والمسائل التي يتضمنها، وبغية امتصاص السلطة لغضب سكان الجنوب وتخوفها من مخاطر انزلاق الأوضاع إلى مالا يحمد عقباه تنبأ الكثير من المختصين أن موضوع الحق في البيئة سيكون من المواضيع المدرجة في التعديل الدستوري. خصوصا بعد أن أتت هذه الاحتجاجات بثمارها إذ صرح الوزير الأول رسميا وأعلن عن إنهاء عملية الحفر في منطقة أحنات لمدة أربع سنوات حتى يتمكنوا من القيام بالدراسات الضرورية ليعلن رئيس الجمهورية بعد ذلك بأيام تأييده هذا التصريح ويعلن تجميد القانون الصادر عن البرلمان بخصوص استغلال الغاز الصخري في الجزائر[18].

خـاتمة

لقد أفادت تقارير العديد من المختصين أن احتياطيات الغاز الصخري القابلة للاستخراج من الناحية الفنية، تتمركز في الصين الأولى عالميا بحوالي 1.115 تريليون قدم مكعب بنسبة تبلغ 40.8% من إجمالي موارد الغاز الصخري في العالم، وتليها الأرجنتين بحوالي 31 تريليون قدم مكعب بنسبة تقدر بحوالي 44.1% من الإجمالي، كما تعتبر الجزائر الدولة الأفريقية الأولى التي احتلت المرتبة الثالثة عالميا بحوالي 707 تريليون قدم مكعب بنسبة تبلغ حوالي 9.7% بينما احتلت الولايات المتحدة الأمريكية المرتبة الخامسة بحوالي 567 تريليون قدم مكعب بنسبة 9% من الإجمالي. وهو ما يرجح استغلال هذه الطاقة من حيث توفر المورد الصخري المتاح. كما أكدت العديد من المصادر في وزارة الطاقة الجزائرية أن الجزائر ستقوم بوضع ضوابط لحماية البيئة من المخاطر المتأتية عن استغلال الطاقة الصخرية، وأن البيئة وحماية المناطق السكانية تعتبر من أولوياتها. وفي هذا الإطار يمكن القول أنه يمكن للجزائر الخوض في تجربة استخراج الغاز والنفط الصخريين رغم ما يكتنف هذا المسار من مخاطر وعوائق على البيئة والفرد، هذا لأن تقارير الهيئات المختصة تشير إلى ضعف كثافة الإجهاد المائي مقارنة بمناطق أخرى من العالم، ومع تجميد قرار الاستغلال منذ نهاية سنة 2014، يتعين على الجزائر القيام بالمزيد من دراسات الجدوى البيئية والفنية محليا ومن طرف هيئات دولية محايدة لاتخاذ القرار الاستثماري، فهل يعتبر النفط والغاز الصخريين مسارا محتوما ، أم خيارا استراتيجيا رابحا في ظل موجة غروب الطاقة في العالم، ومأزق انخفاض أسعار النفط، وهل ستنجح الجزائر في استغلال هذا النوع من الطاقة الذي أظهرت الدراسات مسبقا تأرجح كفتي معادلته في ميزان تيار الرأسمالية العالمية؟.

قائمة الهوامش والمراجع:

[1] الخولي أسامة، البيئة والتنمية المستدامة السجل العلمي لندوة البيئة والمتطلبات الاقتصادية والدولية أبوظبي، 2002، ص، ص 60، 62.

[2]Devillé Hervé, Economie et politiques de l'environnement : Principe de précaution, Critères de soutenabilité, Politiques environnementales, L'Harmattan, Paris, 2010, PP 130, 132.

[3] Pullin S.Andrew, Conservation Biology, Syndicate of the University of CAMBRIDGE, United Kingdom, 2002, P15.

[4] الهيتي نوزاد عبد الرحمن، حسن ابراهيم المهندي، عيسى جمعة ابراهيم، مقدمة في اقتصاديات البيئة، دار المناهج للنشر والتوزيع، ط1، عمان، 2010، ، ص، ص 34، 35.

[5] آل الشيخ حمد بن محمد، اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة، العبيكان للنشر والتوزيع، المملكة العربية السعودية، ط 1، 2007، ص 31.

[6] آل الشيخ حمد بن محمد، مرجع سابق، ص 105.

[7] Bertrand Lepinoy, Economie et Energie : Quels avenirs pour le tiers monde, Editions TECHNIP, Paris, 1985, P 49.

[8] Gilles Rotillon, Economie des Ressources Naturelles, Editions La Découverte, Paris, 2005, PP 22, 23.

[9] آل الشيخ حمد بن محمد، مرجع سابق، ص 108.

[10] مقلد رمضان محمد، عفاف عبد العزيز عايد، السيد محمد أحمد السريتي، اقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الاسكندرية، 2001، ص، ص 130، 131.

[11] حسن عبد القادر، الجغرافيا الاقتصادية، الشركة العربية المتحدة للتسويق والتوريدات بالتعاون مع جامعة القدس المفتوحة، القاهرة، 2010، ص 171.

[12] ريتشارد هاينبرغ، ترجمة مازن جندلي، غروب الطاقة: الخيارات والمسارات في عالم ما بعد البترول، الدار العربية للعلوم، بيروت، 2006، ص، ص 131، 132.

[13] The Shale Gas Information Platform, available on: www.shale-gas-information-platform.org

[14] مجلس الطاقة العالمي، دراسة موارد الطاقة: نظرة مركزة على الغاز الصخري، منشورات مجلس الطاقة العالمي، 2010، لندن، ص 04.

[15] Paul Reig, Tianyi Luo, Jonathan N. Proctor, *Global Shale Gas Development: Water Availability and Business Risks*, World Resources Institute, Washington, 2014, p 46.

[16] الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، السنة الخمسون، العدد 11، الأحد 24 فبراير سنة 2013، ص 21.

[17] القانون 12/05 المؤرخ في 04 أوت سنة 2005، المتعلق بالمياه المعدل والمتمم بالقانون رقم 03/08.

[18] زياني نوال، لزرق عائشة، الحماية الدستورية للحق في البيئة على ضوء التعديل الدستوري الجزائري 2016، مجلة دفاتر السياسة والقانون، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، على الموقع: http://revues.univ-ouargla.dz