بدائل الطاقة وإمكانية الإحلال

أ.م.د. لورنس يحيى صالح/ كلية الادارة والاقتصاد / جامعة بغداد
الباحث/ حيدر ظاهر محمد القره لوسي

تاريخ التقديم:2016/5/4
تاريخ القبول: 2016/6/1

المستخلص

تشير العديد من الدلائل الى ان نظام الطاقة العالمي بدء بمرحلة من التحول من الاعتماد الكلي على مصادر الطاقة الأحفوري ولاسيما النفط، الى عهد جديد يكون فيه لمصادر الطاقة البديلة دور مهم في تلبية الاحتياجات المتزايدة للطلب على الطاقة، لذا سعت العديد من الدول المتقدمة من خلال الابحاث والدراسات التي تجريها لمحاولة أحلال مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة (نفط الصخري، النفط الرملي، طاقة الشمسية، طاقة الرياح....الخ) محل مصادر الطاقة الأحفوري التقليدي (نفط، غاز، فحم) ، وبالرغم من توفر الاخيرة بشكل كبير ومنتشرة في أنحاء العالم الا أنها أيله الى النضوب في المستقبل المنظور. لذا سعت العديد من الدول ولاسيما المتقدمة الى ايجاد مصادر طاقة بديلة تلبي احتياجاتها في المستقبل وتضمن تحقيق الأهداف ألاقتصادية والسياسية والبيئية الحالية .وبالرغم من توفر وتنوع مصادر الطاقة البديلة وانتشارها في جميع أنحاء العالم، الا انه لازال استخدامها بشكل واسع تواجهها العديد من العقبات والمعوقات من اهمها القيود التكنلوجية والاقتصادية ، وعلى الرغم من التقدم التكنلوجي وتجاوز العديد من العقبات في مجال الطاقات المتجددة ألا ان العقبات الاقتصادية لازالت قائمة، ومن أهما الكلفة والسعر والتي تُقيد بشكل كبير توجه الدول في اختيار اي من المصادر الطاقة المستخدمة حسب هذهِ القيود، وان تطور مصادر الطاقة البديلة له اثار اقتصادية بالغة على الدول المنتجة للنفط والتي تعتمد اقتصاداتها على هذا المورد، الا ان المنافع التي ستحصل عليها الدول التي تزيد من استخدام البدائل عديدة ولعل اهمها تأمين مصدر طاقة مستدام يلبي احتياجاتها والاجيال القادمة هذا فضلاً الى التقليل من الانبعاثات الكربونية التي تعد من اخطر المشاكل التي تواجه العالم في الوقت الراهن .

المصطلحات الرئيسية للبحث/ بدائل الطاقة المتجددة، امكانية الاحلال، طاقة الكتلة الحية، النفط الصخري.

*البحث مستل من رسالة ماجستير

مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية
العدد 98 المجلد 23
الصفحات 308-329

المقدمة

تكمن اهمية البحث، تسليط الضوء على بدائل الطاقة ودراسة امكانية احلالها محل الوقود التقليدي وتحليل اهم العوامل الاقتصادية لإمكانية الاحلال وما لها من تأثيرات على النواحي الاجتماعية والسياسية بالغة الاهمية في الاقتصاد العالمي. اذ تحقق بدائل الطاقة **Energy Alternatives** أهداف اقتصادية عديدة لعل أهمها : أحد وسائل حماية البيئة، والتقليل من الاعتماد على النفط ، وضمان أمن الطاقة على المدى الطويل، ومن ثم تحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية . وهذا ما دفع العديد من دول العالم للاهتمام بتطوير هذه البدائل في ظل نجاح العديد من التجارب العالمية في هذا المجال، ويهتم هذا البحث هل بإمكان بدائل الطاقة الناضبة (النفط الصخري، الغاز الصخري، النفط الرملي) والمتجددة ان تحل محل الوقود الاحفوري (الناضبة) بالرغم من العوائق العديدة التي تواجه البدائل وما انعكاس ذلك على الطاقة التقليدية .

مشكلة البحث:

في ظل تطور بدائل الطاقة والتوقعات المستقبلية بإمكانية ان تلبي بعض او أغلب متطلبات الطاقة في العالم مستقبلاً، وهذا يعني ان مصادر الطاقة التقليدية ستفقد جزءً من قيمتها الاقتصادية، ومن ثم سوف تفقد الدول النفطية التي تعتمد على هذا المصادر اهم مورد لتمويل التنمية الاقتصادية .

فرضية البحث:

يقوم البحث على فرضية مفادها ((ان تطور بدائل الطاقة (المتجددة وغير المتجددة) وتأثيرها السلبي على مصادر الطاقة التقليدية لتقليل من قيمتها واهميتها الاقتصادية)).

هدف البحث :

من اجل التحقق من الفرضية، فأن الباحث سيحاول الاتي :
1-توضيح مصادر الطاقة البديلة للنفط وتطورها وكميات انتاجها عالمياً .
2-تحليل امكانية احلال مصادر الطاقة البديلة محل المصادر الناضبة في الامد القصير والبعيد.

منهجية البحث :

من اجل اثبات فرضية البحث وتحقيق الاهداف المنشودة، فقد تم الاعتماد على الاسلوب الوصفي والتحليلي واستعانة بالبيانات والمراجع الحديثة .

هيكلية البحث :

تم تقسيم البحث الى المحاور الاتية :
المحور الاول: مصادر الطاقة البديلة .
المحور الثاني: أمكانية أحلال مصادر الطاقة البديلة عن المصادر التقليدية.

المحور الاول/ مصادر الطاقة التقليدية و البديلة

شهدت الآونة الاخيرة ظهور بعض مصادر الطاقة البديلة المتجددة وغير المتجددة كبدائل للوقود الاحفوري التقليدي، ويعود زيادة الاهتمام بهذا المصادر إلى جملة من الاسباب من اهمها ارتفاع أسعار النفط والغاز التقليدي، والتقدم التكنلوجي، تلوث المناخ، مما أدى توجه الاهتمام لهذه المصادر وسنحاول ان نتناول مصادر الطاقة الاحفوري واهم مصادر الطاقة البديلة(الناضبة والمتجددة) وكالاتي :

اولاً : مصادر الطاقة التقليدية (النفط ،الغاز ، الفحم)

تنقسم مصادر الطاقة الاولية الى أنواع متعددة من أنواع الوقود من أصل أحفوري، ويتم الحصول على الوقود الاحفوري من مصادر الكتلة الحيوية التي تكونت عبر الازمان الجيولوجية القديمة، ويطلق مصطلح الوقود الاحفوري على اي نوع من أنواع الوقود الذي يتم استخراجها من باطن الارض (IEA/OCED,2005: 18) . وسنتناولها حسب اهميتها الحالية في ميزان الطاقة العالمي .

1 - **النفط**

النفط الخام او البترول ويسمى أيضا الزيت الخام، وهو عبارة عن سائل كثيف (مزيج من الهيدروكربونات الثقيلة) وهو قابل للاشتعال، بني مخضر او غامق يتواجد في الطبقات العليا من القشرة الارضية، ويختلف مظهرة ونقاوته وتركيبه بحسب أماكن استخراجه، وهو من اهم المصادر الاولية للطاقة في العالم (علي، 2011: 4). ويعد النفط مادة اولية لعديد من الصناعات الكيماوية بما فيها الاسمدة والمبيدات واللدائن، وتكاد لا تخلو اي صناعة من مادة النفط بشكله الخام او عبر مشتقاته المتعددة، ويُعد النفط من أهم السلع في العالم لأهميته الاقتصادية وكونه عصب ومصدر النمو الاقتصادي العالمي، وتتمثل اهمية النفط في كونه سهل الاستخراج والنقل والتكرير بالإضافة الى قيمته الحرارية العالية والتي تتفوق على جميع أنواع مصادر الوقود الاخرى، ويبلغ احتياطي النفط العالمي المؤكد حسب تقديرات الاحصائية لشركة BP* حوالي (1.048) ترليون برميل عام 2002 وحسب معدلات استهلاك النفط العالمي لنفس السنة والبالغة (75.7) م/ب/ي فأن نسبة الاحتياطي الى الانتاج R/P ستكون (37.8) سنة**، اي ان مخزون النفط العالمي يكفي الاستهلاك العالم لي 40 سنة فقط على افتراض بقاء معدلات الاستهلاك بحسب عام 2002 (علي، 2011 :150) . وارتفعت احتياطي النفط العالمي عام 2008 الى (1.280) ترليون برميل، وقد بلغ الاحتياطي العالمي (1.525) ترليون برميل عام 2012، وبهذا فأن العمر الافتراضي للنفط قد أرتفع الى (40.6) مع اعتماد كمية الاستهلاك عام 2002 (www.eia.gov).

2 - **الغاز**

يتكون الغاز الطبيعي من عدة غازات ويشكل غاز الميثان (CH4) العنصر الاساسي في تركيبه، ويستخرج الغاز الطبيعي من مستودعات طبيعية تحت الارض ويطلق على الغاز الذي يتم الحصول عليه مصاحباً للنفط اسم الغاز المصاحب، وأما الغاز الذي يستخرج من التكوينات الطبيعية فيسمى الغاز الحر. ويعد الغاز الطبيعي من المصادر النظيفة نسبياً للطاقة التي تحتل موقعاً مهماً في ميزان الطاقة العالمي بعد النفط (IAE,OCED , 2005: 57) . ويتميز الغاز الطبيعي بسرعة الاشتعال ومساهمته الضئيلة نسبياً في تلويث البيئة ، ولذلك يعد وقوداً مثالياً من الناحية البيئية، فما يطلقه الغاز الطبيعي من الكاربون لا يتجاوز (0.63) طن كربون عند استهلاك طن مكافئ للنفط، وفي المقابل فأن استهلاك طن من النفط يطلق نحو (0.82) طن كربون، ولا يتجاوز ما يطلق الغاز الطبيعي من الكربون 60% مما يعادله من استهلاك طن فحم ، وكذلك يتفوق الغاز من ناحية الكفاءة على كل من الفحم والنفط في استعمالات متعددة أذ يستعمل كوقود لتوليد الكهرباء وخصوصاً في الدورة المركبة Combined cycle والتي ترتفع كفاءة التوليد فيها بما يزيد على ثلث كفاءة التوليد في محطات التوليد العادية للكهرباء، وكذلك يعد مكون أساسي في صناعات البلاستيك والالياف الصناعية ومنتجات البتروكيمياوية.

---

* احدى شركات النفط العالمية، تقوم بنشر تقارير سنوية عن مصادر الطاقة.

** العمر الافتراضي او سنوات النضوب تم احتسابها حسب الصيغة التالية:- $R/P = \left\{\frac{R}{p}\right\} \div 366$

ويبلغ احتياطي العالم من الغاز حوالي (200.35) تريليون متر مكعب، وفي اغنى عشرة دول تقدر أحتياطياته (158.69) تريليون قدم مكعب وتكمن اكبر احتياطياته في روسيا وايران وقطر، وبلغت نسبة الانتاج الى الاحتياطي 1,7% في حين بلغت هذا النسبة للنفط حوالي 6.6%، ولكن قابلية الغاز الطبيعي في التجارة الدولية هي أقل من النفط، اذ يُعد الاخير انسب اقتصادياً (فنياً ومالياً) بالمقارنة مع الغاز الطبيعي (علي، 2011: 84) .

3 - **الفحم**

لقد كان الفحم المحرك الاساسي لعجلة الانتاج أبان الثورة الصناعية وقد أستخدم في مجالات واسعة وخصوصاً بعد اكتشاف المحرك البخاري في النقل والمواصلات و تدفئة المنازل وجوانب عديدة اخرى التي تستخدم فيها الطاقة، وقد ساعد المستوى التقني السائد أنذاك ووفرة هذا المصدر في الطبيعة وانخفاض أسعاره على تزايد الاعتماد علية كمصدر للطاقة بشكلة الصلب، ولاسيما عدم وجود مصادر أخرى للطاقة أفضل منة فنياً واقتصادياً، وقد اعتُمد على الفحم كمصدر للطاقة بنسبة 79% من مجموع استهلاك العالم للطاقة عام 1920. وقد انخفض الاعتماد علية كمصدر للطاقة بعد اكتشاف النفط بشكل تجاري واكتشاف احتياطيات ضخمة منه (الهيتي ،2000: 161) . وبلغت احتياطيات الفحم العالمي عام 1993 (1031610) مليار طن متري، وانخفض الاحتياطي عام 2014 الى (891531) مليار طن متري، وتتركز اكثر من 70% من هذا الاحتياطيات في الولايات المتحدة وروسيا والصين، ويقدر العمر الافتراضي للفحم حسب معدل الاستهلاك الحالي الى اكثر من مائة عام ، وتستهلك الصين وحدها حوالي نصف الانتاج العالمي للفحم، ويُعد الفحم من مصادر الطاقة الاكثر تلويثاً للبيئة حيث يطلق لكل طن مكافئ للنفط (1.2) طن كربون فضلا عن المواد الملوثة الاخرى، ويستخدم أغلب الفحم المنتج في العالم في توليد الطاقة الكهربائية وفي مصانع انتاج الصلب (WEC,2013: 11) .

ثانياً: مصادر الطاقة البديلة (الناضبة)

1- **النفط الصخري**

هو من انواع النفوط المستخرجة من التكوينات الصخرية تحت سطح الارض، وتتميز هذه الصخور بوجود مسامات صغيرة وكسور دقيقة التي تحتجز قطرات النفط مع الماء والغاز الطبيعي ، وعند حفر هذا التكوينات الصخرية واعتماداً على مسامية الصخور ونفاذيتها يؤدي الضغط الداخلي للخزانات الى دفع النفط باتجاه السطح . ومع نمو الطلب على النفط وارتفاع أسعاره فقد تم تطوير العديد من التقنيات المستخدمة لاستخراج المزيد من النفط والغاز الصخري، الا ان عملية أنتاج النفط الصخري تتطلب أمكانيات كبيرة وتكنلوجيا متطورة ورؤوس أموال ضخمة مقارنة مع انتاج النفط التقليدي* . وتعد الولايات المتحدة من أكبر المنتجين للنفط الصخري حيث وصل انتاجها الى حوالي (2) م/ب/ي عام 2012 اي ما يقارب 32% من اجمالي انتاج الولايات المتحدة من النفط، ويأتي 80% من انتاجه من حقلين فقط وهما حقل (باكين) في داكوتا الشمالية وحقل (أيجل فورد) في جنوب تكساس، وحسب دراسة معهد بوست كاربون التي أجريت عام 2013 يتوقع تراجع أنتاج الولايات المتحدة من النفط الصخري بعد عام 2020 حيث ستصل ذروة الانتاج الى (5) م/ب/ي وبعدها يتراجع الانتاج حتى يصل (700) الف /ب/ي بعد عام 2025(جدوى للاستثمار،2013: 12-15) . وقدرت أدارة معلومات الطاقة الامريكية عام 2013 ان حجم موارد النفط الصخري القابل للاستخراج من الناحية التقنية بنحو (345) مليار برميل في (42) دولة قامت بأجراء مسح جيولوجي لها، والجدول التالي يوضح توزيع الاحتياطيات العالمية حسب المناطق (eia,2013: 2).

(*) تعد طريقة الحفر الزلزالي الافقي من التقنيات المتطورة التي تستخدم في استخراج النفط الصخري . للمزيد من التفاصيل راجع المصدر (Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources) Independent Statistics & Analysis www.eia.gov

الجدول (1)/ الاحتياطي والانتاج العالمي من النفط الصخري في عام 2013

الدول	حجم الاحتياطي (مليار برميل)	حجم الانتاج (م/ب/ي)
روسيا	75	-**
الولايات المتحدة	58	2.2
الصين	32	-
الارجنتين	27	-
ليبيا	26	-
فنزويلا	13	-
المكسيك	13	-
باكستان	9	-
كندا	9	-
إندونيسيا	8	-
العالم	345	2.2

Source: EIA, Technically Recoverable Shale Oil and shale gas resources, 2013, p10

يتضح من خلال الجدول أعلاه ان الولايات المتحدة البلد الوحيد الذي استثمرت في هذا المجال وذلك يعود الى امتلاكها الامكانيات المالية والتكنلوجية والفنية التي تمكنها من الانتاج بطريقة اقتصادية ، وان العديد من الدول التي لم تستغل أحتياطياتها من النفط الصخري هي بالواقع دول نفطية ولديها فرص أنتاج أكبر في النفط التقليدي، والكلفة المرتفعة للإنتاج والامكانيات المالية والتكنلوجية والفنية المتواضعة لديها لم يحفزها للاستثمار في هذا المجال، ولقوانين المرنة الموجودة في USA خلافاً لبقية الدول الاخرى، واما بالنسبة لحجم الاحتياطي من النفط الصخري فهو يمثل حوالي 23% من حجم النفط التقليدي وتوجد أكبر احتياطياته في روسيا والولايات المتحدة والصين ، وتعد روسيا والصين من الدول التي تمتلك القدرات الاستخراج ولكنها من الواضح ليست ذي جدوى اقتصادية بعد، ومن الممكن في المستقبل القريب توجه هذا الدول نحو النفط الصخري وهذا بالنسبة للدول غير النفطية ، واما بخصوص الدول النفطية فمن المستبعد توجيه استثماراتها نحو هذا المصدر ولاسيما روسيا لامتلاكها احتياطيات كبيرة من النفط التقليدي (HUGHES, 2014: 131-132) .

وتشير المعلومات الى ان البيانات الجيولوجية والخصائص التقنية بحقول العالم أقل دقة بكثير من البيانات والخصائص المتعلقة بالاحتياطي الامريكي ، وكما تفتقر معظم الدول التي تمتلك الاحتياطيات الى البنى التحتية والامكانات الصناعية والمالية المتاحة في الولايات المتحدة وتعد هذه الامكانيات ضرورية لتطوير صناعة النفط الصخري، لذا يمكن القول بأن التقنيات والمعدات والبنى التحتية المطلوبة لإنتاج النفط الصخري من تلك الحقول خارج الولايات المتحدة وبجدوى اقتصادية لن تكون ممكنة لا على المدى القصير ولا المتوسط. وقد بلغت كلفة أنتاج النفط الصخري في الولايات المتحدة حوالي (60-85) دولار للبرميل الواحد (جدوى للاستثمار، 2013: 12-15) .

وعلى الرغم من وجود الاحتياطيات من النفط الصخري وبكميات كبيرة وإمكانية استخراجها من الناحية الفنية الا ان الجدوى الاقتصادية ستقف حائلاً دون ذلك (Mills, 2006: 3) . اذ أن عملية انتاج النفط الصخري تكتنفها الكثير من المعوقات منها اقتصادية والبعض الاخر فنية، وهناك حقيقة ان إنتاجية حقول النفط الصخري محدودة بمستوى أنتاج أقصى ومقيد.

** العديد من الدول التي تمتلك احتياطيات ولاكنها لم تستثمر في هذا المجال بعد، او كميات انتاجها تكاد لا تذكر .

ويتناقص بسرعة نتيجة ضعف نافذيه التكوينات الصخرية المحكمة بالطبيعة الجيولوجية للحقول، لذلك يجب حفر العديد من الابار النفطية وبشكل دوري للمحافظة على مستويات الانتاج ناهيك عن زيادة عددها بشكل مستمر ، ويتوقع أن يتراجع أنتاج الولايات المتحدة من النفط الصخري بعد عام 2020 حسب التقديرات الاحصائية لوكالة الطاقة الدولية الى حوالي ثلث الكمية المنتجة عند ذروة مستويات الانتاج (post carbon,2013: 34). وان عمليات الانتاج تتحدد بثلاث عوامل رئيسة: (جدوى للاستثمار، 2013 :1-2) .

1- حجم الموارد الطبيعية الموجودة في الحقول.

2- التقنيات الجديدة التي ستتيح استخراج تلك الموارد بطريقة مربحة وبسعر معين.

3- الزيادات الجديدة في الاحتياطيات والممكن استخراجها بطريقة اقتصادية .

اذ تحدد هذا العوامل مجتمعة خطط الانتاج وتطوير حقول النفط الصخري فضلاً الى أسعار مصادر الطاقة التقليدية التي تحدد أمكانية الاستخراج من عدمه.

2- الغاز الصخري

تتشابه عملية تكون وانتاج الغاز الصخري الى حداً كبير من عمليات تكون وانتاج النفط الصخري وذلك بسبب ان المصدرين يتشاركان بنفس الطبيعة الجيولوجية التي يتواجدان فيها ان لم تكن مشتركة في معظم الاحيان ، وقد أرتفع معدل استغلال احتياطيات الولايات المتحدة من الغاز الصخري بشكل سريع في الآونة الاخيرة، ومن المرجح ان تستمر وتيرة الاستغلال بارتفاع خلال السنوات القادمة ، مع تطور التقنيات والخبرات وانخفاض تكاليف الانتاج ، وقد ارتفعت معدلات انتاج الولايات المتحدة من الغاز الصخري خلال الاعوام العشر الماضية، فقد بلغ انتاج غاز الميثان نحو (170) مليون طن، وسوائل الغاز الطبيعي الاخرى (37) مليون طن عام 2012 . وتشير التوقعات الى ان أنتاج الولايات المتحدة من الغاز الصخري قد يتجاوز (11) تريليون قدم مكعب في السنة بحلول عام 2020، وبالتالي ستهيمن الولايات المتحدة على انتاج الغاز من المصادر غير التقليدية في العالم والجدول الاتي يشير الى حجم الاحتياطي العالمي القابل للاستخراج من الناحية الفنية بغض النظر عن الجدوى الاقتصادية للإنتاج (جبيكاوستراتلي،2014: 2) .

الجدول (2)/ الاحتياطيات العالمية من الغاز الصخري عام 2013 (تريليون قدم^3)

الدولة	حجم الاحتياطي
الولايات المتحدة	1161
الصين	1115
الارجنتين	802
الجزائر	707
كندا	573
المكسيك	545
أستراليا	437
أفريقيا الجنوبية	390
روسيا	285
البرازيل	245
باقي العالم	1535
العالم	7795

Source: Advanced Resources International Internal Shale Database, 2014, P8

يتبين من خلال الجدول أن حجم احتياطيات الغاز الصخري كبيرة و تتجاوز حجم الغاز التقليدي التي تبلغ (6845) تريليون قدم^3 عام 2013 ، ويتركز ثلثها في الولايات المتحدة والصين، وقد استغلت جزء منها في الولايات المتحدة، وبلغ أعظم أنتاج لها عام 2012 حيث بلغ حوالي (9,72) تريليون قدم^3 (www.statista.com) .

ويعتقد ان قاعدة موارد الغاز الصخري كبيرة وواسعة الانتشار، لذا فأن الكميات لم تحدد بدقة بعد على الصعيد العالمي، وتعد دراسات الاتحاد العالمي للغاز الطبيعي سنة 2003 ودراسة المعهد الفدرالي لعلوم الارض والموارد الطبيعية سنة 2009 من أكثر الدراسات مصداقية، وقدرت حجم الاحتياطيات الغاز الصخري بنحو (16096) تريليون قدم^3، مقارنة (6601) تريليون قدم^3 للغاز التقليدي، وان حوالي 40% من احتياطيات الغاز الصخري ذا جدوى اقتصادية. وعلى الرغم من وجود عقبات تواجه تطوير انتاج الغاز الصخري، منها بيئية واقتصادية والتي من شأنها التأثير بشكل كبير على مستقبل الانتاج *(WEC ,2013: 178) . الا ان حجم الاحتياطي العالمي من الغاز الصخري تراجع في أخر الإحصائيات الدولية التي نشرت ، فقد تراجع حجم الاحتياطي الى حوالي (7766) تريليون قدم^3 عام 2013 ويعود سبب تراجع الاحتياطي الى عدم دقة بيانات التي صدرت في السنوات الماضية ومبالغة في حجم الاحتياطي للنشرات السابقة، وقد بلغ الاحتياطي المؤكد للغاز التقليدي عام 2013 (7070) قدم^3، وبرغم من حجم الاحتياطي الكبير للغاز الصخري الا ان التكلفة الاقتصادية ليست معلومة لأغلب الاحتياطيات، فمن الناحية الفنية ممكنة ولكن الناحية الاقتصادية قد لن تكون ممكنة حتى في المستقبل، وهناك مشكلة تواجه عمليات انتاج تتمثل في ان العمر الانتاجي للحقول قصيرة الامد تبلغ ثلاث سنوات وان ما نسبته 80-85 من احتياطي الحقول تنفذ في السنة الاولى، لذا على المنتجين زيادة عدد الآبار وبشكل دائم ودوري مما يفضي الى ارتفاع التكلفة الاستثمارية للمشروع (HUGHES, 2014: 131-132).

3- **النفط الرملي**

وهو من انواع النفوط شديد الكثافة نشئ من ترسبات البتومين، وهو مزيج طبيعي من الرمال والطين والمياه ونوع كثيف من النفط، ويتواجد النفط الرملي في أماكن عديدة في العالم الا انه موجود بكميات ضخمة وتجارية في كندا وفنزويلا (Alberta,2006 : 2) .

وقد زاد الاهتمام بالنفط الرملي في الآونة الاخيرة، وذلك بسبب ارتفاع أسعار النفط التقليدي من جهة وتدني كلفة انتاج النفط الرملي من جهة أخرى، ويُعد المخزون من النفط الرملي من الاحتياطيات العالمية للنفط غير التقليدي. وهناك العديد من الدول التي تمتلك احتياطيات ضخمة من الرمال النفطية كالولايات المتحدة وروسيا والشرق الاوسط، الا ان المخزون الاكبر والقابل للاستخراج بشكل تجاري موجود في كندا وفنزويلا، ويبلغ احتياطي العالم من النفط الرملي حوالي(3.6) تريليون برميل حيث يمثل حوالي ضعفين من الاحتياطيات العالمية من النفط التقليدي الا ان (230) مليار برميل فقط قابلة للاستخراج اقتصادياً ،وتكمن ثلثي هذه الاحتياطيات في كندا وفنزويلا، وقد تجاوز تصدير النفط الرملي الكندي صادرات السعودية للولايات المتحدة عام 2007 (Wikipedia,2014) .

وبلغ انتاج كندا عام 2006 (1.25) م/ب/ي، وأرتفع الانتاج الى (1.98) م/ب/ي عام 2013 ومن توقع ان يصل الانتاج عام 2020 الى حوالي (3.7) م/ ب/ ي، والى (5.2) عام 2038، ذلك مع زيادة حجم الاستثمار والذي يبلغ سنوياً (5.5) مليار دولار، والذي يلعب دور هام في زيادة المستوى التكنلوجي المستخدم لرفع الكفاءة الانتاجية للحقول (CERI ,2014 : 1) .

وتصل كلفة انتاج النفط الرملي في حقول ألبرتا في كندا للبرميل الواحد بين (60-90) دولار، وفي ظل تطور أنتاج النفط الصخري في الولايات المتحدة تراجعت توقعات انتاج النفط الرملي، وتُعد عمليات انتاج النفط الرملي من أكثر مصادر النفط غير التقليدية تعرضاً لمشكلة تباطئ الانتاج*، ويرجع سبب هذا التباطؤ الى كلفة الانتاج المرتفعة من حيث التنقيب والنقل والتكرير (جدوى للاستثمار، 2013: 30) .

* تم تحول حجم احتياطيات الغاز الصخري من م^3 الى القدم مكعب لتوحيد الارقام مع الجدول اعلاه ، اذ كل م^3 = 35,3 قدم مكعب .

(*) وهي الحالة التي يتعرض لها قطاع معين من القطاعات الاقتصادية مما يؤدي الى انخفاض النمو فيه وتراجع معدلات الانتاج نتيجة عوامل خارجية او داخلية تسهم في انخفاض معدلات النمو في هذا القطاع .

لقد تطور الانتاج من المصادر غير التقليدية في السنوات الماضية وهذا يرجع الى جملة من الاسباب فمنها اقتصادية والاخر سياسية واجتماعية ، ويعد اهم عامل لزيادة الاهتمام بهذه المصادر بالرغم من ارتفاع تكاليف انتاجها هو ارتفاع اسعار الطاقة ولاسيما النفط ، فعامل الاسعار من اهم العوامل لزيادة التوجه نحو هذا المصادر واصبح انتاجها ذا جدوى اقتصادية بسبب هذا العامل، واما الدوافع السياسية فترجع بشكل رئيسي الى تأمين مصادر الطاقة او ما يعرف بأمن الطاقة* *، ويتوجب على الدول التي تعتمد مصادر الطاقة الاجنبية أيجاد مصادر بديلة يمكن الاعتماد عليها في توفير متطلباتها من الطاقة، وأما العوامل الاجتماعية فترجع الى ان تطوير وزيادة الانتاج من المصادر غير التقليدية سيؤمن العديد من الوظائف وزيادة فرص العمل وبالتالي تخفيض معدلات البطالة في البلدان المتقدمة. الا ان ثم عامل قد يثبط الجهود الساعية الى تطوير بدائل الطاقة ومن اهمها الناحية البيئية والتي تشكل جانب مهم في الدول المتقدمة فالكلفة البيئية مرتفعة جداً، اذ ان عمليات الانتاج في هذا المصادر توقع أضرار كبيرة في التربة والهواء والمياه ومن ثم ارتفاع التكاليف غير المباشرة لعمليات الانتاج، ولاسيما ان التلوث الناجم عن الانتاج من المصادر غير التقليدية يعادل ثلاثة أضعاف التلوث من المصادر التقليدية، لذا ان مستقبل انتاج هذا المصادر غير مؤكد بسبب المعارضة الشعبية التي قد تؤدي تراجع او ثبات الانتاج من هذا المصادر(Alberta , 2006: 21-22) .

ثالثاً : مصادر الطاقة البديلة المتجددة

تناولت الكثير من الكتب والدراسات قضية التحول من المصادر الوقود الاحفوري الى مصادر الطاقة المتجددة، وذلك بسبب عدم قدرة الوقود الاحفوري من تلبية متطلبات العالم المتزايدة من الطاقة في المستقبل، ولاسيما بعد تسارع معدلات النضوب في بعض الدول التي كانت تعتمد علية كمصدر طاقة كما حدث في الولايات المتحدة، وارتفاع معدلات التلوث نتيجة الاستخدام المفرط للوقود الاحفوري، لذا لجأت العديد من الدول والشركات لتطوير مصادر طاقة أكثر استدامة وصديقة للبيئة ، وتعُد من أهم مصادر الطاقة المتجددة الاتي :

1- الطاقة الشمسية

تعُد الشمس مصدر دائم للطاقة على المستوى العالم*، ومع بداية القرن العشرين أخذ الاهتمام بالطاقة الشمسية للإنتاج الطاقة الكهربائية يزداد انتشاراً، وقد استخدمت السوائل التي تتبخر على درجات حرارة منخفضة نسبياً واستعمالها في توليد الطاقة الكهربائية، وفي ثلاثينات القرن الماضي أخذ العلماء يهتمون باستخدام الطاقة الشمسية لتلبية متطلبات البيوت والمساكن واحتياجاتهم من المياه الساخنة والتدفئة، وقد أعلنت شركة (Bill) للتلفونات عن انتاجها لخلايا شمسية من السيلكون عام 1954 وتعمل هذا الخلية على تحويل الاشعاع الشمسي الى طاقة كهربائية بشكل مباشر(العياش،1981: 154-156) .

وتصل الى الارض حوالي 60% من الاشعة الصادرة من الشمس وان استخدم 1% من هذا الطاقة وبنسبة كفاءة 10% سيكون أكبر بأربعة أضعاف قدرة العالم على توليد الكهرباء. ويقدر انتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في العالم GW(135)، ويُتوقع ان يصل في عام 2030 الى GW (1721) (IEA,2014: 20).

(**) أمن الطاقة : وهي سياسة أتبعتها دول اعضاء وكالة الطاقة الدولية عام 1973 بعد ارتفاع أسعار النفط العالمية بسبب ارتفاع اسعار النفط و نشوء منظمة أوبك ، وتسعى الدول المتقدمة حسب هذه السياسة الاكتفاء ذاتياً من مصادر الطاقة .

(*) من الممكن ان النشاط الانساني ان يؤثر على هذا المصدر، وذلك من ان الاغبرة والسحابات الدخانية التي تتراكم في الغلاف الجوي للأرض والتي تقوم بوظيفة الحاجز التي تحبس اشعة الشمس مما ينجم عنها ظاهرة الاحتباس الحراري او ما يعرف بظاهرة البيوت الزجاجية .

الجدول (3)/ أنتاج العالم للكهرباء من للطاقة الشمسية للمدة 2002-2013 (GW)

السنة	الانتاج (GW)	معدل النمو السنوي %
2002	2.2	-
2003	2.8	%27
2004	4	%42
2005	5.4	%35
2006	7	%29
2007	10	%42
2008	16	%60
2009	24	%50
2010	40	%66
2011	70	%75
2012	100	%42
2013	139	%39
النمو المركب	4.5	

Source: Ren21, Renewable Energy GLOBAL STATUS REPORT, 2013 (www.ren21.net) ،P45,2014 , p49

*** نسب التغير والنمو المركب قام الباحث باحتسابها .**

لقد ارتفعت معدلات أنتاج من الطاقة الشمسية خلال العشر الاعوام الماضية بسرعة كبيرة ، وتزامنت ارتفاع معدلات الانتاج مع انخفاض تكاليف الانتاج للوحدة حيث وصلت عام 2013في دول التعاون والتنمية OCED (12-38 سنت$) kwh، وفي أوربا (14-34 سنت$)kwh، وبلغ النمو المركب 4,5% بين المدتين، لقد شهد قطاع الطاقة الشمسية نمو متسارع ولكن على الرغم من أنشارها في الدول المتقدمة الا ان كلفة الانتاج مازالت مرتفعة مقارنة مع الوقود التقليدي، حيث تبلغ كلفة انتاج kwh للغاز (2-3 سنت$) في عام 2011، وان حجم الانتاج العالمي للطاقة الشمسية لا يشكل الا (0.7)% من أجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة للعالم (Ren21,2014: 25-64). مما يدل على ان الطاقة الشمسية ليس منافياً محتمل في الامد القصير للغاز وان الطريق امام الطاقة المتجددة طويل لكي تنافس الطاقة التقليدية .

2- **طاقة الرياح**

لقد استخدمت طاقة الرياح في الإنتاج مُنْذ أقدم العصور ومنها طواحين الهواء التي استخدمت لطحن الحبوب ورفع المياه الى المناطق الاعلى وغيرها من الاعمال، وقد استخدمت كذلك في توليد الكهرباء في بداية القرن الماضي ومنذ ثمانينات القرن الماضي تطور توليد الكهرباء من طاقة الرياح نتيجة التطورات التكنولوجية الكبيرة ، وقد تزايد أنتاج الطاقة الكهربائية من هذا المصدر بسبب الحوافز المقدمة لهذا القطاع ولاسيما بعد أزمة النفط عام 1973 والثقافة العامة في الدول المتقدمة بالاعتماد على الطاقة النظيفة وتقليل الاعتماد على الوقود الاحفوري. وتعد ألمانيا والولايات المتحدة وإسبانيا والدنمارك والصين من الدول الاكبر إنتاجاً لطاقة الرياح، ويعد قطاع طاقة الرياح من أسرع قطاعات الطاقة المتجددة نمواً في العالم ، حيث بلغت نسبة النمو بين عام 1990-2002 الى حوالي 30% ، لذا تعد من أسرع مصادر الطاقة نموا، وكانت كلفة انتاج الكهرباء عام 1981 من (60-70 سنت$) kwh وانخفضت الى حوالي (20سنت$) عام 1991 وسبب انخفاض كلفة الانتاج انتشار مشاريع الانتاج والتطور التكنولوجي الذي خفض كلف الانتاج حيث وصلت كلف الانتاج عام 2000 ما بين (5-10 سنت$)kwh (الامير، 2005: 187-189) . وقد نمت قدرات توليد الطاقة الكهربائية من الرياح بمعدلات مرتفعة فقد وصل أنتاج الطاقة الكهربائية عام 2013 الى (318)GW .

جدول (4)/ قدرة التوليد ومعدل النمو العالمي لطاقة الرياح للمدة 2002-2013

السنة	قدرة التوليد الفعلية GW	النمو السنوي %
2002	31	-
2003	39	%25.8
2004	48	%23
2005	59	%22.9
2006	74	%22
2007	94	%27
2008	121	%28.7
2009	159	%31.4
2010	198	%24.5
2011	238	%20.2
2012	283	%18.9
2013	318	%12.3
النمو المركب	2.3	

SOURCE: Ren21, Renewable Energy GLOBAL STATUS REPORT, 2014, p59

يتضح من الجدول أعلاه، ان طاقة الرياح في نمو مستمر ومن الممكن ان يعول عليها في تلبية أغلب متطلبات الطاقة الكهربائية في المستقبل ولاسيما انها لا تتطلب خبرات متطورة جداً لصيانة هذا المنظومات وأدامتها ، وتبقى عقبات امامها كبيرة حيث ان مشاركتها في تغذية الشبكات الرئيسية يتطلب تنسيق وسياسات يجب ان تراعي هذا المصدر، ويجب على الدول او الشركات العاملة في هذا المجال توجيه استثمارات كبيرة لأنشاء حقول الرياح وأجراء الصيانة الدورية لها . وقد بلغ مجموع الطاقة المنتجة من الرياح عام 2013 GW(318) وهو ما يشكل 2.9% من مجمل الطاقة الكهربائية في العالم ، برغم من أهمية هذا المصدر الا ان لا يمكن الاعتماد علية في الأمد القريب (Ren21,2014: 25) .

3- **الطاقة المائية**

تُعد الطاقة المائية من أقدم أنواع الطاقات التي أستخدمها الانسان في حياته اليومية وقد استغلت لتوليد الكهرباء بعد أنشاء أول توربين مائي في فرنسا عام 1827 وكان للأغراض البحثية، ولم تولد الكهرباء من الطاقة المائية بشكل تجاري الا بعد 50 عام وان أنشاء محطات التوليد الكبيرة قد بدء بين عامي 1880-1895 حيث تم أنشاء أولى المحطات الضخمة لتوليد الكهرباء على مساقط شلالات نياغرا عام 1881 على الحدود الامريكية- الكندية، وتم أنشاء أول محطة تجارية من قبل أديسون عام 1882، وقد حدثت تطورات سريعة في تصاميم التوربينات المائية والمحطات الكهرومائية بين عامي 1895-1915 وأصبحت بعد الحرب العالمية الاولى تكنولوجيا معروفة ومنتشرة ومن المصادر الرئيسية الرخيصة لطاقة الكهربائية ولاسيما في الولايات المتحدة وكندا، وبعد اكتشاف النفط في معظم أرجاء العالم وبأسعار منخفضة تراجع التوسع في نمو الطاقة من المصادر المائية (الامير، 2005: 240-241) .

وتُعد الصين من أكبر البلدان استغلالا للطاقة الكهرومائية حيث تنتج 23% من الطاقة الكهرومائية في العالم تليها البرازيل 8,5% والولايات المتحدة 7,9% وكندا7.8% وروسيا 4.6% ، وأن اجمالي انتاج العالم من الطاقة الكهرومائية وصل عام 2012 GW(99000) وبلغت مساهمتها في اجمالي استهلاك الكهرباء في العالم 16,5% عام 2012 ومن اجمالي استهلاك العالمي للطاقة 3.7% لنفس السنة (REN21, 2013: 20-29) . كما مبين في الجدول الاتي:

الجدول(5)/ حجم الانتاج العالمي للطاقة الكهرومائية وكميات النفط المكافئة له للمدة 2002 -2014

السنة	كمية النفط المكافئ (مليون طن)	النمو السنوي * %
2002	598.5	-
2003	597.1	-0.2
2004	635.2	6.3
2005	662.2	4.2
2006	688.1	3.9
2007	700.7	1.8
2008	727.6	3.8
2009	737.7	1.3
2010	782.1	6
2011	794.7	1.6
2012	831.1	4.5
2013	861.6	3.6
2014	879	2.0
نسبة النمو المركب	0.03	

SOURCE: BP, STATISTICAL Review of world energy, 2015, p36 (www.bp.com)

وتُعد الطاقة المائية من أفضل المصادر المتجددة تنافسية للوقود الأحفوري من ناحية الكلفة والسعر، الا ان أغلب مساقط المياه والخزانات قد استغلت في القرن الماضي لذا لا يتوقع لها ان تكون لها مشاركة أكبر في المستقبل**.

4- **الطاقة النووية**

لقد شيد أول مفاعل نووي في الولايات المتحدة الامريكية في عام 1943، الا ان اول مفاعل تم أنشائه لأغراض توليد الطاقة الكهربائية في الاتحاد السوفيتي السابق عام 1954 ومنذ ذلك الحين تطورت الطاقة النووية في العالم بسرعة كبيرة وقد روجت الدول المتقدمة الى انه يمكن الاعتماد على الطاقة النووية في تلبية احتياجاتها من الطاقة الكهربائية والتخلي عن مصادر الوقود الاحفوري مع بداية القرن الواحد والعشرين، الا ان هذا لم يحدث بل حدث العكس تماماً فقد زاد الاعتماد على المصادر الوقود الأحفوري مع بداية الالفية الجديدة. وقد مرت الطاقة النووية بثلاث مراحل من التطور وهي (WEC,2013: 188-193) :

1- مرحلة النمو السريع لمحطات الطاقة النووية بين 1954-1974 بمعدل نمو سنوي (7) مفاعلات في السنة ووصل عدد المفاعلات الى 37 مفاعل عام 1970 .

2-مرحلة النمو المتوسط من عام 1970- 2000، اذ أرتفع عدد المفاعلات بمعدل سنوي (2-3) وشهد هذا القطاع في تلك الفترة ارتفاع التكاليف الرأسمالية وانخفاض أسعار النفط والغاز، فضلاً عن الحوادث النووية التي حدثت في جزيرة ثري مايل في الولايات المتحدة عام 1979 وحادثة تشرنوبل في الاتحاد السوفيتي عام 1986 مما أدى الى تباطئ نمو هذا القطاع .

(*) النمو السنوي والنمو المركب قام الباحث بأحتسابها .

** برغم من مشاركتها الكبيرة مقارنة بمصادر الطاقة المتجددة ألا أن أغلب المساقط المائية والانهار قد تم استغلالها بالفعل ، وقد تتراجع معدلات الانتاج بفعل التغير المناخي وانخفاض كميات الثلوج التي تعتبر من أهم مصادر التغذية للمساقط المائية.

3-المرحلة الثالثة شهدت تسارع وتيرة النمو في الطاقة النووية من عام 2000-2011 من حيث التوزيع الجغرافي، وشهدت هذا الفترة أنتشار الطاقة النووية في البلدان النامية وخاصة الصين، وتراجع النمو في البلدان المتقدمة، ومن أسباب تراجع نمو الطاقة النووية في الدول المتقدمة هو المعارضة الشعبية لتطوير الطاقة النووية بسبب الاثار البيئية والكوارث المحتملة لهذا القطاع .

وبلغ أنتاج الطاقة الكهربائية من محطات الطاقة النووية عام 2000 (2600)Twh *، وقد بلغت نسبة مشاركتها من أجمالي أنتاج الكهرباء في العالم 17%، وقد انخفضت هذا النسبة الى 13% عام 2000 وذلك لعدة أسباب من أهمها المخاوف البيئية الناجمة من الاشعاعات النووية في حال حدوث خلل في المحطات النووية قد تؤدي الى انفجارها كما حدث في محطة تشرنوبل الروسي، وبلغ عدد محطات توليد الطاقة الكهربائية من المصادر النووية عام 2013 (437) مفاعلاً نووياً .

وتتميز الطاقة النووية بأنها لا تؤدي الى انبعاثات لأوكسيد الكربون أو الغازات الاخرى المؤدية الى ظاهرة الاحتباس الحراري مقارنة بالوقود الاحفوري، الا ان التخلص من النفايات النووية يعد من أصعب المشاكل التي تواجه هذا الصناعة فضلاً عن أنها غير اقتصادية من ناحية الكلفة حيث تقدر كلفة انتاج kwh (10-12سنت$) ** مقارنة مع الغاز التي تصل كلفته (2-3سنت $) والفحم (4-5سنت$) لذا تُعد الطاقة النووية اعلى كلفة من الناحية الاقتصادية (جيلر،2009: 52-53) .

5- **الكتلة الحية** (Biomass)

تعني كلمة (Biomass) الكتلة الحية وتأتي من دمج كلمتين bio وتعني الحياة او الاحياء وكلمة mass وتعني الكتلة، وتشمل جميع المواد الحية على الكرة الارضية، وعندما نتكلم عن الطاقة المتجددة التي تستهلك كوقود من الكتلة الحية فتضم الاخشاب وبقايا الغابات من الاشجار والنباتات وكذلك المخلفات الحيوانية، وبالرغم من ان احتراق هذا المواد ينتج عنه غاز ثاني أوكسيد الكربون والذي يسبب الاحتباس الحراري الا أنها تعتبر من مصادر الوقود النظيفة لان هذا المواد ينتج عنها غاز ثاني أوكسيد الكربون وبنفس الكمية سواءً تحللت في الطبيعة او تم استهلاكها كوقود (الامير، 2005: 231) .

وقد تضاعف أنتاج الكهرباء من الوقود الحيوي في الولايات المتحدة بين عامي 1987-2000 ، وبدأت بعض الدول بزراعة محاصيل مخصصة لهذا الغرض، ففي السويد تزرع أشجار الصفصاف لإنتاج الوقود الحيوي وتحصل السويد 17% من احتياجاتها للطاقة من المصادر الحيوية وتعتزم الى رفع هذا النسبة الى 40% عام 2020، كما تعتبر البرازيل من أكبر منتجي الطاقة المتجددة في العالم أذ حصلت على 57% من أجمالي متطلباتها من الطاقة من مصادر متجددة وقد شكل الوقود الحيوي (الايثانول، التفل) حوالي 9% من مجموع الطاقة، وقد بدأ أنتاج وقود الايثانول من قصب السكر عام 1975 للحد من استيراد النفط، ووصل أنتاج الايثانول عام 1991 الى (13.5) مليار لتر سنوياً، وأنخفض سعر اللتر من 70سنت $ عام 1975 الى 20 سنت $ عام 2000 (جيلر،2009: 186-187) . وبلغ أنتاج العالم من الوقود الحيوي (الايثانول، بيوديزل) عام 2012 (105.6) مليار لتر سنوياً (REN21,2013: 14) . وتتركز حوالي 70% من أنتاج الوقود الحيوي في العالم في الولايات المتحدة والبرازيل اذ بلغت نسبة أنتاج الولايات المتحدة 45.4% من الانتاج العالمي وبلغ أنتاج البرازيل 22,5%من الانتاج العالمي (BP,2013: 39) .ويمكن توضح تطور الانتاج العالمي للوقود الحيوي من خلال الجدول الاتي:

* ن كل Twh = 1000 Gwh وهي = 1000 Kwh ، وهي الوحدات الدولية المستخدمة للطاقة الكهربائية

** لم يتم مقارنة كلف انتاج النفط وذلك كونه منافسا ضعيفة نسبياً مقارنة مع الغاز والفحم، اذ يعد الفحم والغاز اوسع استخداماً وانتشاراً في انتاج الكهرباء .

الجدول (6)/ حجم الانتاج العالمي من الوقود الحيوي للمدة 2002-2014

السنة	كمية الانتاج(ألف طن مكافئ نفط)	الكمية بالبراميل(ألف برميل)**	النمو السنوي %*
2002	11830	86359	-
2003	14682	107178	24.1
2004	16446	120055	12
2005	19701	143817	19.7
2006	25678	187449	30
2007	34788	253952	35.2
2008	46556	339858	33.8
2009	51988	379512	11.6
2010	59465	434094	14.3
2011	60286	440087	1.3
2012	60220	439606	0.1 -
2013	65928	481274	9.4
2014	70792	516781	7.3
نسبة النمو المركب	0.15	0.15	

SOURCE: BP, STATISTICAL Review of world energy, 2015, p36 (www.bp.com)

* نسب التغير قام الباحث باحتسابها .

** عمود رقم 3 قام الباحث باحتسابها اذ كل طن نفط =7.3 برميل .

لقد تطور انتاج الوقود الحيوي في العالم خلال مدة قصيرة نسبياً ففي ستينات القرن الماضي لم يكن هناك انتاج يذكر، وبعد عام 1973 والازمة العالمية للنفط وارتفاع أسعاره بدأ التوجه نحو هذا المصدر وخصوصاً في البلدان المتقدمة ولاسيما في الولايات المتحدة اذ كانت معظم الابحاث والدراسات حول هذا المصدر ومدى إمكانية إحلاله محل الوقود التقليدي، وتوجهت بعض الدول النامية كذلك نحو هذا المصدر ففي البرازيل التي اعتمدت برامج الطاقات المتجددة وتمكنت من تلبية نحو 57% من احتياجاتها من الطاقة ، اذ لبى الوقود الحيوي نحو 9% من احتياجاتها ، وخلال عقد من الزمن تضاعف الانتاج ستة مرات ، وبالرغم من مساهمة هذا المصدر، الا ان أنتاج الوقود الحيوي ينحصر في أماكن معينة في العالم وليس بإمكان الدول التي لا تمتلك ظروف مناخية ملائمة ان تستثمر في هذا المصدر، ومن جهة أخرى ان معظم المواد الخام للوقود الحيوي هو من المواد الغذائية الرئيسية لذا من الممكن ان يؤثر على أسعار السلع الاساسية ويرفع من أثمانها في حال ارتفعت أسعار الوقود التقليدي مما قد يؤدي الى ارتفاع أسعار السلع الضرورية (جيلر،2009: 186) .

6- **طاقة الهيدروجين**

يعُد الهيدروجين من مصادر الطاقة حديثة العهد من ناحية المعرفة والاستخدام ألا انه لا يتواجد في الطبيعة لوحده بكميات مفيدة لأنه سريع التفاعل مع العناصر الاخرى لذا يجب ان يُصنّع، ويمكن أنتاج الهيدروجين من مصادر عديدة في الطبيعة فهو يمثل حوالي 11% من كمية المياه في الارض، وحسب تقديرات العلماء يمثل 90% من الكون ككل*. وأن أفضل طريقة للحصول علية من ناحية الكلفة من خلال الهيدروكربونات وبالأخص الميثان حيث ينتج منه 90% من كمية الهيدروجين في العالم (كامبيل،2004: 251) .

* نظرا لاحتواء اغلب المواد الحية وغير الحية لهدا العنصر بسبب قابليته الكبيرة للاندماج وكونه عنصر اساسي لأغلب مواد الكون .

ويمكن أنتاج الهيدروجين عن طريقة تفكيك (splitting) الماء الى عناصره الاساسية (الهيدروجين والاوكسجين) بطريقة التحلل الكهربائي، وهناك عدة طرق أخرى للإنتاج الهيدروجين، ويقدر أنتاج العالم من الهيدروجين (500) مليار متر مكعب أي حوالي (45) مليون طن منها 48% ينتج من الميثان و30%من تكسير النفط و18% من الفحم الحجري و4% من التحليل الكهربائي . وتنتج الولايات المتحدة 18% من الانتاج العالمي. وبالرغم من احتواء الهيدروجين طاقة عالية عند حرقة ولكنه لا يُعد من مصادر الطاقة وانما ينتج من مواد أخرى، وان الطاقة المصروفة على انتاجه في جميع الطرق أكبر من الطاقة التي يمكن أن ينتجها، لذا لا يمكن ان يتم إنتاجه واستخدامه كوقود ألا اذا دعت ضرورات بيئية او صحية او فنية لذلك (كان،1982: 104-106).

وأن الاستخدام الاكثر شيوعا للهيدروجين هو في خلايا الوقود (fuel cell) وهي عبارة عن بطاريات تستمر بإعطاء الطاقة مادامت تزود بالوقود وهناك أنواع متعددة منها، وتعمل اغلبها بنفس الطريقة والتي تعتمد على دمج الهيدروجين مع الاوكسجين لتوليد الكهرباء، وان الانبعاثات من هذا التفاعل يكون معدوماً، ويُعتقد ان تكنولوجيا خلايا الوقود ستتصدر مصادر الطاقة في المستقبل وهناك الكثير من المشاريع البحثية حول هذا المصدر . وعلى الرغم من أن طاقة الهيدروجين و خلايا الوقود يرجع الى أكثر من 150عام على يد العالم السويسري كريستبان شوينبين وعرفت آنذاك باسم (بطارية البخار)، الا انها تعُد قيد البحث والتطوير ألان ومن المشاريع المستقبلية لإنتاج الطاقة وذلك لارتفاع كلفة انتاج الهيدروجين بالمقارنة مع مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة (فيتسيواران،2005: 257) .

7- مصادر اخرى

هناك العديد من مصادر الطاقة المتجددة والتي قد تلبي جزءً من متطلبات الطاقة مستقبلاً ومنها طاقة المد والجزر وطاقة الجيوحرارية: طاقة المد والجزر او الطاقة القمرية، هي نوع من الطاقة الحركية التي تتكون من تيارات المياه الناتجة عن المد والجزر، وتنتج بطبيعة الحال من جاذبية القمر (ar.wikipedia.org) .

وبرغم من تطور استغلال طاقة المد والجزر الا انها تُعد في مرحلة النشوء والتطور نسبياً، وتجري العديد من الدول المتقدمة مشاريع بحثية في هذا المجال لتطوير قدرة التوربينات وزيادة استغلال هذا الطاقة، و قد بلغ انتاج العالم من طاقة المد والجزر عام 2012MW(527) *، وتأمل الدول والشركات التي تستثمر في هذا المجال ان تزيد نسبة مشاركتها في المستقبل (REN21,2013: 43) .

طاقة الجيوحرارية (الحرارة الجوفية)

وهي مصدر طاقة نظيف ومتجدد، وهي طاقة حرارية ذات منشأ طبيعي مختزنة في صهارة باطن الارض، ويقدر ان أكثر من 90% من كتلة الارض عبارة عن صخور تتجاوز حرارتها (1000) درجة منوية (العياش، 1981: 99-100). وتوفر هذه الطاقة بشكلها المباشر وغير المباشر الحرارة والكهرباء، وبلغ الانتاج العالمي من هذا المصدر عام 2012 GW(11,7)، وتم استخدام ثلثا هذا الانتاج في شكل حرارة مباشرة واستغل الثلث المتبقي بإنتاج الكهرباء، وقد نمت طاقة الحرارية بمعدل 10% سنوياً ما بين 2005-2010، ويذهب النصيب الاكبر من هذه الطاقة للاستخدام الترفيهي والسياحي كالاستحمام والسباحة وما شاكل ، وقد استعملت 78 دولة الطاقة الحرارية لأغراض التدفئة عام 2012، وتعد الصين والولايات المتحدة والسويد وألمانيا واليابان اكبر منتجي هذا الطاقة ويمثل انتاجهم ثلثي انتاج العالم، وان الصين المنتج الاكبر لها حيث تنتج حوالي Twh(21) وتليها الولايات المتحدة وأيسلندا (18,8) (7.2) Twh عام 2012، والسويد وتركيا (13,8) Twh(10,2) عام 2010، وتمثل الطاقة الحرارية حوالي 90% من اجمالي الطلب المشتق من الطاقة الحرارية في ايسلندا.

* تصنف الحالة التقنية لطاقة المد والجزر بالمستوى (M) تكنولوجيا ناضجة ، واما الحالة التجارية الراهنة يشار لها (A?) جدوى اقتصادية ممكنة في تخصصات سوقية معينة .

وتستغرق انشاء مشاريع انتاج الطاقة الحرارية ما بين 5-7 سنوات وتتضمن التطوير والاكتشاف حتى الانتاج التجاري، وكما هو الحال بنسبة لمشاريع النفط والتعدين فأن حجم الموارد من الطاقة يلعب دوراً حاسماً في مشاريع الطاقة الحرارية * (REN21,2013:37-39).

المحور الثاني/ أمكانية أحلال مصادر الطاقة البديلة عن المصادر التقليدية

وسنتناول في هذا المحور أمكانية احلال مصادر الطاقة البديلة (الناضبة والمتجددة) محل مصادر الطاقة التقليدية .

1 - دور العوامل الاقتصادية في امكانية الاحلال

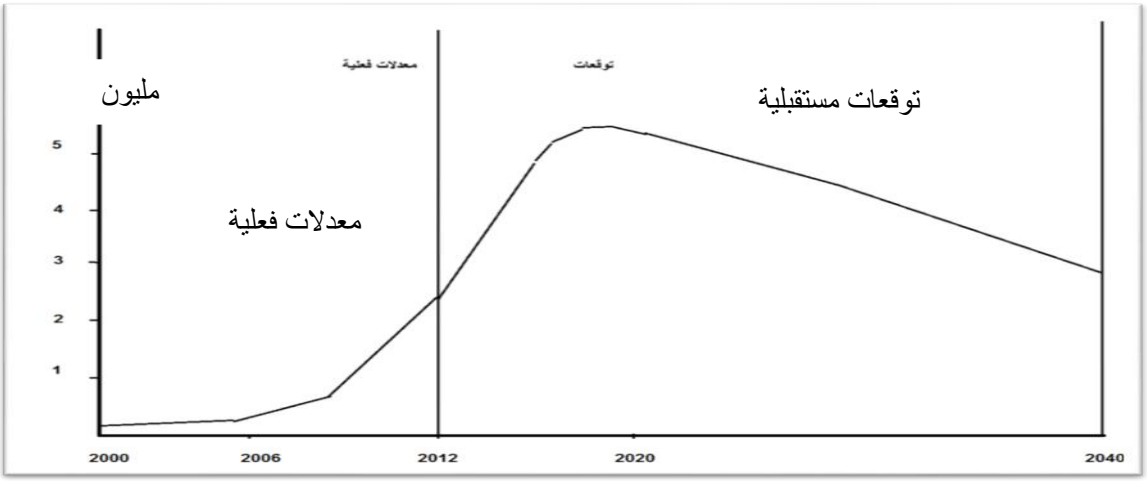
أ ـ أمكانية أحلال مصادر الطاقة البديلة (الناضبة) محل المصادر الوقود الاحفوري

قادت التوقعات بنمو الطلب العالمي على الطاقة ولاسيما النفط الى زيادة الاهتمام بدور النفط من المصادر غير التقليدية في أمداد سوق الطاقة العالمي، مقرونة مع تراجع إنتاجية حقول النفط التقليدي خارج دول أوبك، مما أدى الى بعض مصادر الطاقة البديلة (النفط الصخري و الرملي) التي يتوقع لها أن تلعب دوراً هاماً في الامد المتوسط والقصير في تلبية الطلب المتزايد على النفط في السوق العالمي .

يشكل عامل السعر والكلفة دوراً هاماً في تطوير مشاريع انتاج النفط الصخري وكما ذكرنا سابقاً ان كلفة أنتاج النفط الصخري تصل الى أكثر من (60) دولار للبرميل الواحد وتصل الى (85) دولار في بعض الحقول ذات الانتاجية الواطنة، وفي المقابل ان كلفة انتاج البرميل من المصادر التقليدية في الشرق الاوسط هي (5-6) دولار للبرميل الواحد، لذا تلعب كلفة الاستخراج دوراً حاسماً في انتاج النفط الصخري وعلى الرغم من تجاوز أسعار النفط عام 2012 الى أكثر من (100) دولار فأن هامش الربح المتوقع من أنتاج النفط الصخري يبقى منخفض، هذا مع افتراض ثبات اسعار النفط فوق مستوى (100) دولار، واذ ما انخفضت أسعار النفط الى ما دون (70) دولار سيصبح أنتاج النفط الصخري غير اقتصادي وسيؤدي الى خسارة الشركات المستثمرة في هذا المجال، فضلا عن عامل السعر والكلفة هناك صعوبات تواجه تطور هذهِ الصناعة منها التلوث البيئي ولاسيما مصادر مياه الشرب بسبب عمليات الانتاج التي تتطلب كميات مياه كبيرة ، لذا تلعب الاسعار دوراً مهماً في هذا الصناعة لان ارتفاع اسعار تبرر تطوير وأستخدم تقنيات جديدة أعلى كلفة لاستخراج النفط من الابار العميقة، وعلى الرغم من تزايد انتاج النفط الصخري في الولايات المتحدة الا ان أكثر من 70% من الانتاج يأتي من حقلين فقط هما (حقل بكين وحقل أيجل فورد) والشكل التالي يبين انتاج الولايات المتحدة من النفط الصخري والتوقعات المستقبلية حتى عام 2040(Hughes,2014: 29-33) .

* تنقسم الطاقة الحرارية الى ثلاث اقسام، اد تصنف الهيدروحرارية ضمن الحالة التقنية (M) واما الحالة السوقية الراهنة (E) مجدي اقتصادياً ، واما المضغوطة جيولوجياً والصخور الحارة والجافة فالحالة التقنية لها (R-D) مرحلة البحث والتطوير، واما الحالة التجارية الراهنة (NE) غير اقتصادي . للمزيد من الاطلاع راجع المصدر :
كولدمبيرغ ولوكن، الطاقة والبيئة والتنمية، ترجمة محمد طالب سلمان، دار الكتاب الجامعي ، سنة 2013 ، ط1،ص 358-359.

الشكل (1) / معدل أنتاج النفط الصخري في الولايات المتحدة والتوقعات المستقبلية



2006 2012 2020 2040

SOURCE: DAVID HUGHES, (post, carbon, institute, 2014, p32)

يبين الشكل اعلاه المسار الفعلي والمتوقع لانتاج النفط الصخري في العالم، اذ لم تتجاوز كميات الانتاج من عام 2000 الى عام 2006 150 الف /ب/ي، لترتفع بعد عام 2008 حتى عام 2012 (2.4)م/ب/ي، وهذا بسبب ارتفاع اسعار النفط الخام الذي مكن المستثمرين من زيادة الانتاج وتطوير طرائقه وزيادة عدد الابار المكتشفة ويظهر الشكل تزايد الانتاج بشكل ملحوظ بعد عام 2012، اذ يتوقع ان يرتفع انتاج النفط الصخري الى اكثر من 5 م/ب/ي في نهاية العقد الحالي، ويبدأ الانتاج بالتراجع حتى يصل الى اقل من 3 م/ب/ي في عام 2040 حسب التوقعات المستقبلية.

وعلى الرغم من أهمية دور السعر وكلفة الانتاج من المصادر غير التقليدية، توقعت الوكالة الدولية للطاقة عام 2013 ان انتاج النفط الصخري سيبلغ ذروته عام 2020 ويصل أنتاج النفط الصخري الى (5) م/ب/ي وهو أقصى أنتاج ممكن الوصول الية في الولايات المتحدة، هذا مع ارتفاع أسعار النفط العالمية فوق مستوى (140) دولار للبرميل (IEA, 2013:64) .

أما بالنسبة للغاز الصخري وبالرغم في أن التقنيات غير متاحة في جميع أنحاء العالم لاستغلاله الا في الولايات المتحدة حيث توجد أكبر الحقول المستكشفة والمستغلة حالياً ، هناك تفاوت في تقديرات كلفة الانتاج أذ تتراوح التقديرات ما بين (4-8) دولار لكل ألف قدم مكعب ، ومع اصدار القوانين الجديدة التي سنتها وكالة حماية البيئة الامريكية التي حثت القائمين على عمليات الانتاج أنتهاج أساليب صديقة للبيئة مما سيدفع كلفة الانتاج للارتفاع ، لذا ستكون كلفة انتاج الغاز مرتفعة مقارنة مع النفط ، وذلك بسبب الحاجة الى محطات المعالجة وخطوط انابيب النقل نحو الاسواق والبنى التحتية الكبيرة التي تتطلبها عملية الاستغلال، ومن ثم أن سعر الغاز الصخري المستخرج سيُحدد أجمالاً على ضوء أمكانية الوصول الية، فضلا عن الى القوانين البيئية ومدى قرب حقول الانتاج من البنية التحتية للغاز الطبيعي التقليدي(WEC,2010: 14) .

ان حجم احتياطيات الغاز الصخري في العالم يمكن أن يصبح عاملاً مهماً في الاستعمال والاعتماد علية في المستقبل كمصدر للطاقة معقول التكاليف وصديق للبيئة، وقد ارتفعت حصة الغاز الصخري من مجموع أنتاج الولايات المتحدة من 1,6% عام 1996 الى 15% عام 2008، ويقدر احتياطي الولايات المتحدة بنحو (3760) تريليون قدم مكعب وان (475) تريليون قدم مكعب قابلة للاستخراج بشكل اقتصادي، واما في كندا حيث تقدر الاحتياطيات الممكن استخراجها بجدوى اقتصادية (240) تريليون قدم مكعب.

هذا فضلاً الى الاحتياطيات الاوربية التي تقدر بنحو(1000) تريليون قدم مكعب عام 2010 والممكن استخراج منها بشكل اقتصادي (140) تريليون قدم مكعب، واذ ما قورنت أسعار الغاز الطبيعي المسال المستورد والتي تصل كلفتة الى (46 سنت$) لكل متر مكعب مقارنة بالغاز الصخري الذي تصل كلفتة بين (15-20سنت$) لكل متر مكعب فأن أنتاج وتطوير الغاز الصخري يمكن ان يشكل منافساً جيداً في المدى القصير للغاز الطبيعي المستورد، ويمكن ان يسهم في تغطية متطلبات الولايات المتحدة وأروبا بالغاز ويلبي الطلب المتزايد في هذا الدول (IEA,2014: 106-110) .

يبدو ان وضع الغاز الصخري أفضل حالاً مقارنة مع النفط الصخري ، ويمكن أن يشكل مصدراً مهماً من مصادر الطاقة غير التقليدي المعول علية المنخفض الكلفة مع مصادر الطاقة التقليدية (الغاز الطبيعي)، ويرجع سبب انخفاض كلفة الغاز الصخري الى ارتفاع تكلفة الغاز الطبيعي المسال المصدر الى الولايات المتحدة وأوربا ، أذ يتطلب تكاليف رأسمالية كبيرة المتمثلة بالسيطرة علية وتسييله ونقلة والتي تسهم في رفع تكاليف أنتاج الغاز الطبيعي ومن ثم أسعاره .

اما بنسبة الى الانتاج من الرمال النفطية والاستثمارات الكبيرة لشركات النفط في التنقيب عن هذا النوع من النفط غير التقليدي والتي تتركز أغلبها في كندا، أثبتت مجموعة من الدراسات ان النفط الرملي الكندي خياراً أفضل بالنسبة للمستثمرين وذلك قياساً الى تكاليف الانتاج مقارنة مع تكاليف انتاج النفط الصخري، حيث ان تكاليف الانتاج في أكثر من 50 حقل نفطي في كندا أقل كلفة من كلفة انتاج النفط الصخري الامريكي، وقد بلغت كلفة انتاج البرميل الواحد في حقول كندا (63,5) دولار، بينما تبلغ كلفة انتاج النفط الصخري (81) دولار وتبلغ في أقل الحقول كلفة (65) دولار للبرميل ، ووفقاً لكلف الانتاج يحتاج النفط غير التقليدي ان تكون اسعار النفط الخام بحدود (77) دولار لتحقيق 10% عائد ربح .

وتعد الرمال النفطية أفضل من ناحية الانتاج والاستمرارية في الانتاج طيلة عقود على عكس حقول النفط الصخري التي لا يزيد انتاجها عن ستة أشهر كمعدل للحقل الواحد ، مما يعني عدم أمكانية الاستمرار بالإنتاج الا بحفر المزيد من الابار تصل عددها (40) ألف بئر سنوياً للمحافظة على مستويات الانتاج الحالية وهي أعداد كبيرة مقارنة بحجم الانتاج (Hughes,2014: 32-35). وبالرغم من تفوق النفط الرملي من ناحية الجدوى الاقتصادية على النفط الصخري ألا ان مشكلة النقل تعد عقبة تواجه هذا المصدر حيث تؤدي كلفة النقل الى رفع أسعاره، ومن ناحية أخرى ترتفع التكاليف البيئية المصاحبة لعمليات الانتاج حيث يتفوق الضرر البيئي الذي يخلفه النفط الرملي بثلاثة أضعاف النفط التقليدي، واذ ما تم أضافة التكاليف غير المباشرة ذات العلاقة بالسلامة البيئية الى كلف الانتاج يصبح غير مجدي من الناحية الاقتصادية .

وبعد تحليل مصادر النفط غير التقليدي من ناحية الاسعار وكلف الانتاج يتضح ان بعض هذا المصادر يمكن ان تشكل منافساً محتملاً للنفط التقليدي في ظل ظروف معينة، ولكن ان العقبات التي تواجها من المستبعد ان تحل هذا المصادر محل النفط التقليدي في الامد المتوسط وذلك لعدة أسباب ومن أهمها :

1- ارتفاع تكاليف انتاج النفط غير التقليدي بعشرة أضعاف كلفة أنتاج النفط التقليدي وهذا يجعل من الصعب منافستها .
2- بالرغم من انتشار مصادر غير تقليدية للنفط الا انها تتطلب أمكانيات كبيرة كالاستثمارات الضخمة والمعدات المتطورة والتكنولوجيا العالية والخبرات الفنية التي يصعب توفيرها الا في أماكن محددة في العالم .
3- الاضرار البيئية الكبيرة الناتجة عن عمليات الانتاج وفي ظل تشريعات وقوانين بيئية توجب على المستثمرين المحافظة على البيئة مما يدفع بالتكاليف للارتفاع (alperta,2006: 8) .
4- ان خطط استثمار المصادر غير التقليدية تعتمد بشكل أساسي على أسعار النفط التقليدي واذا ما حدث انخفاض الاسعار لن تتمكن هذا الاستثمارات من تجاوز هذا الانخفاض حيث تنعدم الجدوى الاقتصادية للاستثمارات في هذا المجال .

لذا- ومن خلال ما تقدم، من الصعب ان تحل المصادر غير التقليدية محل النفط في المدى المتوسط وقد تشكل هذه المصادر جزءً من الطلب العالمي ، ولاسيما ان العالم يستهلك حوالي (86) م /ب/ي في عام 2012 ، وان أجمالي انتاج النفط من هذا المصادر لا يتجاوز (5) م/ب/ي حالياً اي 4% من اجمالي الطلب، وحسب التوقعات بزيادة الانتاج من مجمل هذا المصادر عام 2020 سيصل الانتاج الى حوالي (12) م/ب/ي وهذا سيشكل نسبة 13% من أجمالي الاستهلاك العالمي للنفط على اعتبار استقرار مستوى الاستهلاك لعام 2012 ، لذا تُعد هذه المصادر مكملة للنفط التقليدي وليس بديلاً له ولا يتوقع لها ان تحل محل النفط التقليدي .

ب : أمكانية أحلال مصادر الطاقة البديلة (المتجددة) محل الوقود التقليدي .

تُعد تكنلوجيا الطاقة المتجددة حديثة العهد مقارنة مع المصادر الاخرى للطاقة حيث أنها تتميز بالعديد من المميزات التي لا تمتلكها المصادر الطاقة التقليدية الا ان الكلفة الحالية لها مرتفعة مقارنة مع المصادر التقليدية للطاقة وفضلاً عن كونها لا يمكن ان تلبي جميع متطلبات الطاقة في الوقت الراهن، الا جزءً ضئيلاً منها وتتطلب أمكانيات وخبرات عالية لا تتوفر الا في بعض الدول المتقدمة التي تمكنت من استغلال هذا المصادر بكمية قليلة من متطلباتها للطاقة. لاشك ان النفط الخام يعتبر المصدر الاساسي في سد حاجات العالم من الطاقة وتصل نسبة الاعتماد علية الى أكثر من 40% من أجمالي الاستهلاك العالمي للطاقة في حيث تتشاطر مصادر الطاقة الاخرى النسبة الباقية بمعدلات متفاوتة حيث يحتل الفحم المركز الثاني ويليه الغاز الطبيعي وتأتي مصادر الطاقة المتجددة بالمرتبة الرابعة حيث تمثل جميع مصادر الطاقة المتجددة نسبة 13% من أجمالي الطاقة المستهلكة في العالم وتستهلك اغلبها لتوليد الكهرباء، بجميع أنواعها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والوقود الحيوي وطاقة المد والجزر والطاقة الحرارية والطاقات المتجددة الاخرى (WEC,2013: 78) .

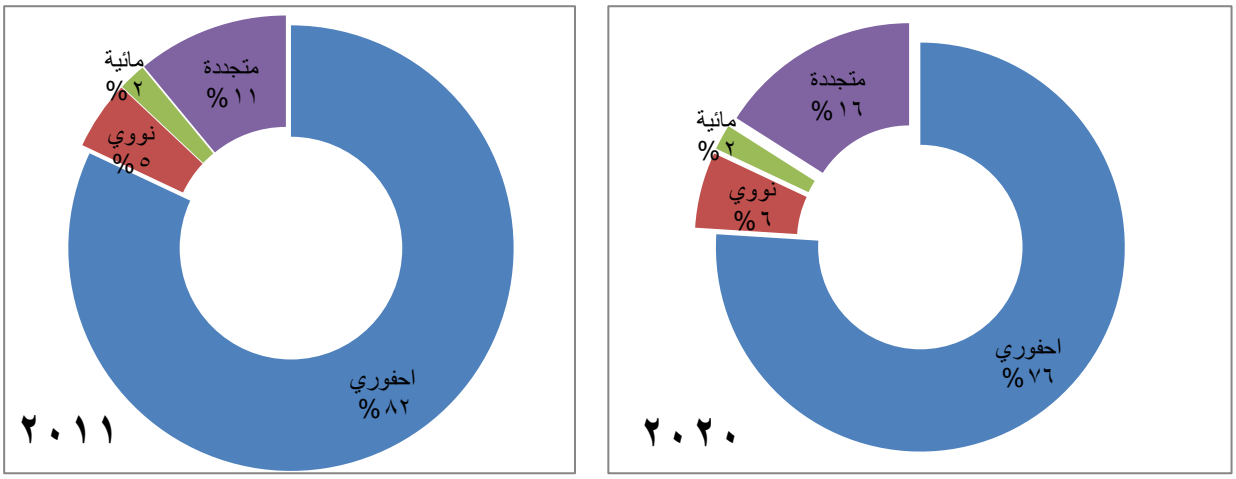
ولعل أهم سبب في ضآلة مشاركة مصادر الطاقة المتجددة من أجمالي الاستهلاك العالمي هو عامل الكلفة والسعر اللذان يعتبران محددان اساسيان لا غنى عنهما في تحديد أمكانية لإحلال البدائل مقارنة مع المصادر الاخرى وبالأخص الوقود التقليدي . وأن امكانية استغلال المصادر المتجددة وبشكل اقتصادي وبنطاقٌ واسع ليس متاح بشكل مطلق، الا ان المستقبل يمكن أن يعول عليها في تلبية متطلبات الطاقة ، ولازالت تكاليف الانتاج المرتفعة لمعظم المصادر المتجددة ومن ثم فأن أمكانية الاحلال هذا المصادر كمصدر للطاقة لا يمكن في ظل توفر المصادر الاخرى رخيصة الثمن، فضلاً الى ان أغلب مصادر الطاقة المتجددة هي محدودة من حيث التوفر والاستخدام وهذا يعود الى اعتبارات فنية واقتصادية، ومن الممكن استخدام المصادر المتجددة كبدائل في بعض المجالات ولاسيما توليد الكهرباء وذلك بعد تجاوز الكثير من الصعوبات الفنية والاقتصادية ، لذا فأن الحديث عن المصادر البديلة المتجددة قد يكون لدوافع غير اقتصادية في معظم الاحيان، قد تكون بيئية او سياسية والتي تتعلق بأمن الطاقة (الهيتي ، 2000: 196) .

وقد بلغت مشاركة مصادر الطاقة المتجددة من أجمالي الاستهلاك العالمي عام 1993 12% وفي حين وصلت مساهمة الطاقة النووية 6% وبلغت مساهمة الوقود التقليدي 82% لنفس السنة، وبلغت مساهمة الطاقة المتجددة بالإضافة للطاقة النووية 18% عام 2011، ويتوقع أن ترتفع نسبة مشاركة المصادر غير التقليدية من مجموع الاستهلاك العالمي عام 2040 الى 24% ويلبي الوقود التقليدي باقي النسبة والبالغة 76% (WEC,2013: 8) .

وقد بلغت الاستثمارات عام 2012 في مجموع الطاقات المتجددة (244) مليار دولار وبلغ أجمالي الانتاج العالمي من الطاقة المتجددة (147000) GW وهو ما يعادل (525) مليون طن نفط مكافئ وهذا مقارنة مع (32.8) مليار برميل نفط عام 2012 (BP,2013: 9) .

وقد بلغ أنتاج العالم للطاقة الكهربائية من المصادر المتجددة 21,7% من أجمالي استهلاك الكهرباء ، أي أن مشاركة الوقود التقليدي في توليد الكهرباء بلغ نسبة 78,3% وهذا يعني ان أمام الطاقة المتجددة طريق طويل نسبياً للمشاركة في أنتاج الكهرباء وهو المجال الذي قد يكون الوحيد لمعظم مصادر الطاقة المتجددة بالمساهمة فيه (REN21,2013: 23). وان انتاج الكهرباء من النفط لا يمثل سوى 10% من اجمالي النفط المستهلك عالميا، اذ اغلب النفط يستهلك في قطاع النقل وكمادة اولية للعديد من الصناعات المختلفة. والشكل التالي يوضح نسبة مشاركة الطاقات المختلفة في الاستهلاك العالمي حتى عام 2020.

الشكل (2) / نسبة مشاركة الطاقات المختلفة في الاستهلاك العالمي والتوقعات المستقبلية



Source: WEC, Survey of Energy Resources,2013, p 8. www.worldenergy.org

ان اغلب وحدات الطاقات المتجددة الموجودة حالياً قيد التطوير وقسم قليلاً منها مجدي من الناحية الاقتصادية مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية (حميد ،2009: 112). اما بنسبة الى انواع الطاقات الاخرى فيتم تطويرها عبر تمويلها من قبل الدول الصناعية لأجل تطوير هذا النوع من الطاقات لمواجهة عصر ما بعد النفط .

2 - **دور العوامل غير الاقتصادية**

لا تمثل اسعار السوق الحالية الكلفة الحقيقية للطاقة الاحفورية الا جزءً ضئيلاً من التكاليف الفعلية التي يتكبدها المجتمع، فمن خلال احتساب التكاليف الخارجية المتمثلة بالتلوث البيئي والصراع السياسي فضلاً عن المشكلات البيئية عالمية التأثير التي قد تهدد مصير البشرية على وجه المعمورة، سنجد ان الطاقة المتجددة قد تكون منافساً، في بعض المجالات، للطاقة التقليدية وقد تكون الطاقة المتجددة أقل كلفة من المصادر التقليدية. فالأضرار البيئية الناجمة عن استخدام الوقود الاحفوري مرتفعة وخاصة الخسائر الناتجة عن التغير المناخي وتلوث الهواء وغيرها من مظاهر التردي البيئي، لذا التكاليف البيئية أصبحت عاملاً يتمتع بأهمية اقتصادية متزايدة لما لها تأثير كبير على أتخاذ القرارات السياسية والاقتصادية، لذا لجأت العديد من الدول الى مصادر الطاقة المتجددة لما لها أمكانية لتلبية احتياجات الطاقة بطريقة ملائمة للبيئة وأكثر استدامة .

3 - **أثر مصادر الطاقة البديلة على اسعار النفط في الاجل القصير والطويل**

بالرغم من تفوق النفط الخام من ناحية السعر والكلفة على بدائل الطاقة الا ان للبدائل اثار على النفط الخام في المدى القصير والطويل. ومن بين تلك الاثار في المدى القصير الاتي: (الهيتي، 2000: 213)

1-ان بدائل الطاقة لا تمتلك القدرة التنافسية الكاملة للنفط الخام، الا في مجالات محدودة، اذ تقتصر الطاقات المتجددة بمختلف انواعها على توليد الكهرباء غالباً، واما بنسبة للغاز الصخري الذي يمكن ان ينافس الغاز التقليدي وذلك لقرب مناطق الانتاج الى الاستهلاك، اذ لا ترتفع تكاليفه لنقلة بالأنابيب على عكس حال الغاز التقليدي الذي يسيل وينقل بالناقلات من مناطق الانتاج البعيدة غالباً مما يسهم في رفع اسعاره، ويمتلك النفط عبر مشتقاته المتعددة ان يستخدم في مجالات عديدة ومتنوعة لا يمكن ان يشاركه بقية المصادر البديلة الاخرى .

2-ان تفوق النفط الخام وكفاءته وقدرته الحرارية وسهولة الحصول عليه، في حين تواجه البدائل الكثير من الصعوبات اقتصادية وفنية .

3-ان دخول البدائل الجديدة سيكون عوناً للنفط الخام، من خلال رفع اسعاره حتى يصبح دخول البدائل ممكناً وفقاً للاعتبارات الاقتصادية، اي ان في حال ارتفاع اسعار النفط سيسهم في تحويل المستهلكين في الجوانب التي يمكن ان تحل محلها البدائل، وبما ان اسعار البدائل مرتفع نسبياً ستحدد اسعار البدائل المرتفعة سعر النفط في السوق وستمكن الدول المنتجة من الحصول على ايراد اعلى مقابل انتاج كميات اقل مما يطيل امد النضوب.

وفقاً لذلك فأن اثر البدائل (المتجددة وغير المتجددة) في الامد القصير لن يكون بالاتجاه السلبي على اسعار النفط الخام كما يبدو للبعض، الا ان كلف انتاجه ستسهم في تقرير اسعار الطاقة التقليدية في السوق الدولية من خلال الربط بين اسعاره وتكاليف البدائل، ويحدد سعر النفط وفقاً لكلفة واسعار البدائل.

اما في الاجل المتوسط والطويل فأن التطورات التكنلوجية يمكن ان يؤدي الى دخول البدائل وبشكل واسع، وفي مجالات قد تكون اكثر من الوقت الحاضر فضلاً عن القيد البيئي الذي سيزيد من كلفة الوقود الاحفوري وداعم ومحفز لبدائل الطاقة النظيفة لتحل محل الوقود الاحفوري، وعلى هذا الاساس سيكون للبدائل أثر سلبي على الوقود الاحفوري .

الاستنتاجات والتوصيات

بعد كل ما تقدم من تحليل في العلاقة بين تطور بدائل الطاقة وامكانية احلالها محل الطاقة التقليدي، يمكن لنا ان نخلص الى بعض الاستنتاجات منها الاتي :

1-يمكن لبعض البدائل ان تكون لها مشاركة واسعة في الامد المتوسط والطويل على المستوى العالمي اذ ما تم توجيه الامكانيات اللازمة لها، اما في الاجل القصير فأن وفرة الوقود التقليدي وانخفاض اسعاره يحول دون ذلك على نطاق واسع في الوقت الراهن .

2-هناك علاقة وثيقة بين بدائل الطاقة والطاقة التقليدية، اذ ان اسعار وكميات الاخيرة تؤثر بمدى استخدام وانتشار البدائل، اي ان ارتفاع اسعار الطاقة التقليدية ستمكن من استخدام البدائل بجدوى اقتصادية بسبب ارتفاع كلفة البدائل مقارنة مع الطاقة التقليدية .

3-ان استخدام بدائل الطاقة يعتمد على الامكانيات المادية والتكنولوجية المتوفرة، فضلاً عن الطبيعة الجغرافية التي تمكن من استخدام نوع البديل المتاح فنياً .

4-سيبقى النفط أهم مورد للطاقة حتى منتصف القرن الجديد بسبب القيود المتنوعة على إحلال بدائله.

5-على الدول النفطية ان تطور الاستثمارات في بدائل الطاقة وتوسيع مشاركتها تدريجياً في استخداماتها لمواجه عصر ما بعد النفط .

التوصيات

1- لا بد من تشجيع البحوث والمراكز العلمية في مجالات استخدام الطاقات المتجددة ولاسيما في الدول النفطية تحسباً للتبعية في هذا المجال للدول المتقدمة في المستقبل .

2- ضرورة التوسع في الاستثمار بمصادر الطاقة المتجددة نتيجة تمتع اسواقها بحالة اليقين، وذلك للحد من التوسع في الطلب على النفط لتوليد الطاقة الكهربائية .

3- على الدول المنتجة للنفط ربط اسعار النفط التقليدي بأسعار بدائل الطاقة، الامر الذي سيضمن زيادة استخدام بدائل الطاقة وارتفاع عوائد النفط واطالة فترة النضوب النفط .

المصادر

1- الامير، فؤاد قاسم، حل مشكلة الطاقة هو التحدي الاكبر للبشرية في القرن الواحد والعشرين، مؤسسة الغد للدراسات والنشر، بغداد، 2005م .

2- جيلر، هاورد، ثورة الطاقة نحو مستقبل مستدام، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، ترجمة طارق بيلتو، دراسات مترجمة 34، 2009م .

3- العياش، سعود يوسف، تكنولوجيا الطاقة البديلة، عالم المعرفة، سلسلة 38، الكويت، 1981م.

4- فيتيسواران، ف. فيجاي، الطاقة للجميع، ترجمة ايهاب عبد الرحيم محمد، عالم المعرفة، سلسلة 341، 2005م .

5- كامبيل، كولن، فراوكه ليزينبروكس ويورغ شيندلر، نهاية عصر النفط: التدابير الضرورية لمواجهة المستقبل، ترجمة عدنان عباس علي، عالم المعرفة، سلسلة 307، 2004م .

6-كان، هيرمان، وليام براون، ليون مارتيل، العالم بعد مائتي عام، ترجمة: شوقي جلال، عالم المعرفة، سلسلة 55، 1982م .

7- الهيتي، احمد حسين، مقدمة في اقتصاد النفط ، دار الكتب للطباعة، جامعة الموصل،2000 م .

8- جبيكا وستراتلي، طفرة الغاز الصخري :تأثير التطورات العالمية للغاز الصخري على دول مجلس التعاون الخليجي، http://www.gpca.org.ae/wp-content/uploads/2014/11/Shal-Gas-Arabic.pdf

9-جدوى للاستثمار، مستقبل إنتاج النفط والغاز من المصادر غير التقليدية، 2013، susris.com/.../The-Outlook-for-Unconventional-Oil-and-Gas-Production

10- الغاز الصخري الامريكي www.statista.com

11- طاقة المد والجزر ar.wikipedia.org/wiki

المصادر الاجنبية

1- EIA, Technically Recoverable Shale Oil and shale gas resources, 2013.

2 - Alberta, Alberta's Oil Sands Opportunity. Balance, Canada, 2006.

3 – BP, Statistical Review of World Energy, statistical review, June 2013. www.pb.com

4- BP, Statistical Review of World Energy, statistical review, June 2015. www.pb.com

5 – CERA, Canadian economic Impacts of new and existing oil sands Development in Alberta (2014,2038) briefing paper, November 2014.

6 - Eia, Technically Recoverable shale oil and shale Gas Resources : An Assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States , USA, 2013.

7 – HUGHES ,J. DAVID, DRILLING DEEPER A Reality Check on U.S. Government Forecasts for a Lasting Tight Oil & Shale Gas Boom, Post Carbon Institute, California, October 2013.
http://www.postcarbon.org/drilling-deeper/

8 – HUGHES ,J. DAVID, DRILLING DEEPER A Reality Check on U.S. Government Forecasts for a Lasting Tight Oil & Shale Gas Boom, Post Carbon Institute, California, 2014.

9 – REN21, RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21st CENTURY, GLOBAL STATUS REPORT, 2012. http://www.ren21.net

10 – REN21, RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21st CENTURY, GLOBAL STATUS REPORT, 2014. http://www. ren21.net

11-World Energy Council, World Energy Resources, London, 2013. www. worldenergy. org

12-World Energy Council, World Energy Resources, London,2010. www. World energy. org

(Energy alternatives and the possibility of substitution)

Abstract

Many of the signs that the global energy system indicate the start of a period of transition from total dependence on fossil energy sources, especially oil, into a new era in which alternative energy sources play an important role in meeting the growing needs of energy demand, so sought many of the developed countries through research the studies carried out to try to bring renewable energy sources and non-renewable (shale oil, oil sands, solar energy, wind energy .... etc) replace traditional fossil energy sources (oil, gas, coal) and despite the recent availability dramatically and spread throughout the the world, but they are going to dry up in the foreseeable future. So many countries, especially the developed sought to find alternative sources of energy to meet its needs in the future and ensure the achievement of the current economic, political and environmental goals. Despite the availability and variety of alternative energy sources and spread all over the world, but it is still used widely faced many obstacles and barriers of the most important restrictions technological, economic, and in spite of technological progress and overcome the many obstacles in the field of renewable energies, however, economic obstacles still exist, and Mrs. Mubarak cost, price and restricting dramatically directs States to choose any of the energy used sources by these restrictions, and that the development of alternative energy sources is of extreme economic effects of the oil-producing countries which economies depend on this resource, but the benefits that may be obtained states that increase the use of many alternatives and perhaps the most important of securing a sustainable energy source that meets their needs and future generations of this as well as to the reduction of carbon emissions, which is one of the most serious problems facing the world at the moment .

Key words: enewable energy alternatives, The possibility of bringing, The biomass energy, shale oil .