مصادر الطاقة المتجددة- حقائق الحاضر وخيارات المستقبل

م. م. ثائر محي الدين عزت
كلية الإدارة والاقتصاد- جامعة بغداد
قسم الاقتصاد

الملخص

تشير العديد من الدلائل إلى أن نظام الطاقة العالمي بدء بمرحلة من التحول من الاعتماد الكلي على مصادر الطاقة الاحفورية وخاصة النفط ، إلى عهد جديد يكون فيه لمصادر الطاقة المتجددة دور مهم في تلبية الاحتياجات المتزايدة للطلب على الطاقة .

توجد العديد من العوامل التي يمكن أن تساهم في تعزيز هذا الاتجاه نحو التحول، والتي أيضا ستقرر مدى سرعة هذا التحول، أي الفترة الانتقالية اللازمة لإدخال تقنيات نظم الطاقة المتجددة بشكل مؤثر في النظام العالمي للطلب على الطاقة.

إن هذه العوامل ، وبشكل مختصر : حجم التلوث البيئي والتغيرات المناخية الناتجة عن الإفراط في استخدام الوقود الاحفوري ، حجم احتياطيات الوقود الاحفوري ومقدار الإضافات الجديدة لها والنفطية منها بشكل خاص، مقدار الدعم والتمويل المقدم لمصادر الطاقة المتجددة ، وأخيرا عوامل سياسية أخرى ترتبط بمفهوم امن الطاقة ، وخاصة بالنسبة للدول الصناعية الكبرى المستوردة للنفط .

إن التصرف الرشيد لأي دولة يقتضي أن تواكب هذه المتغيرات وان تسعى بشكل جاد لدعم الجهود الرامية لإدخال نظم الطاقة المتجددة ضمن منظومة إنتاج الطاقة لديها تدريجياً حتى لا تتخلف عن ركب التطور العالمي.

ABSTRACT

Renewable energy sources - realities of the present and future options

Many of the directories indicate that the global energy system begin with a period of transition from total dependence on fossil energy sources, particularly oil, Into a new era in which renewable energy sources play an important role in meeting the growing needs of energy demand. There are many factors that will contribute to the strengthening of this trend towards transformation, which also will decide how quickly this transformation of renewable energy systems effectively in the global system of energy demand.

These factors, In brief: the size of environmental pollution and climatic changes resulting from the excessive use of fossil fuels, the size of reserves of fossil fuels and the amount of new additions to her and to oil in particular, Amount of support and funding for renewable energy sources and, finally, other political factors linked to the concept of energy security, especially for the major industrialized importing oil countries.

The disposition of any country requires to keep pace with these changes and seek to support efforts to introduce renewable energies within the system of energy production gradually so as not to lag behind in global development.

المقدمة

يبدو مستقبل الطاقة العالمي غامضاً على نحو متزايد، فقد ألقت الأزمة الاقتصادية العالمية ٢٠٠٨-٢٠٠٩ بظلالها على أسواق الطاقة حول العالم ودفعت بها نحو الاضطراب. وكان من نتائج هذا الاضطراب تراجع الطلب العالمي على النفط عام ٢٠٠٩ بنسبة (-١.٦%)، وذلك لأول مرة منذ عام ٢٠٠١ بفعل تراجع وتيرة النمو الاقتصادي العالمي، وخاصة في البلدان الصناعية. كما أدى هذا الاضطراب إلى تذبذب مستويات الأسعار العالمية للنفط مابين ارتفاع وانخفاض، حيث وصل إلى مستوى قياسي بلغ (١٤٧) دولار بداية عام ٢٠٠٨ قبل الأزمة الاقتصادية ثم انخفض بعدها إلى (٣٣) دولار نهاية نفس العام ثم عاد للارتفاع مجدداً عام ٢٠٠٩ مع بدء تعافي الاقتصاد العالمي من اثأر الأزمة المالية .*

إن مستقبل الاقتصاد العالمي وتطوره وازدهاره ، يتوقف على كيفية التعامل مع تحديين أساسيين مرتبطين بالطاقة : تأمين إمدادات ثابتة وآمنة من الطاقة بأسعار معقولة ، والتحول نحو مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة لتقليل الدمار الناتج عن التلوث الذي يتسبب به الإنسان في بيئته نتيجة التوسع غير المنضبط في استخدام الوقود الاحفوري .

إن مصادر الطاقة الاحفورية : كالبترول والغاز والفحم هي مصادر ناضبة ، طال الوقت أم قصر، ومن المتوقع أن يقل الاعتماد عليها تدريجياً في دول العالم وبخاصة الصناعية منها التي تسير حثيثاً على طريق استثمار موارد الطاقة المتجددة والنظيفة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها.

تتبنى العديد من الدول إعداد الدراسات والبحوث العلمية والاقتصادية في مجال الطاقات المتجددة وكيفية استغلالها وإدامتها ، وذلك لأهمية هذا المجال في المحافظة على الموارد الطبيعية للبيئة بما يخدم الحاجة الوطنية ولبناء رؤى مستقبلية تعتمد المفاهيم والأساليب الحديثة المعتمدة في دول العالم المتقدمة والهادفة إلى إيجاد مصادر طاقة بديلة ونظيفة عن طريق إنشاء مشاريع صديقة للبيئة، لذلك يجب أن لا تتخلف الدول النامية وخاصة الدول ذات الاقتصاديات الريعية المرتكزة على النفط في هذا المجال حتى لا تتسع الثغرة بينها وبين هذه الدول مستقبلاً بالشكل الذي يصعب تجاوزه.

* للمزيد راجع : منظمة(اوابك) ، تقرير الأمين العام السنوي، ٢٠٠٩،ص ص ١٥- ١٩.

مشكلة البحث

يواجه نظام الطاقة العالمي الحالي الذي يعتمد على مصادر الطاقة الاحفورية وخاصة النفط مشاكل عديدة أهمها مدى قدرة هذه المصادر على تلبية احتياجات الاقتصاد العالمي المتنامية من الطاقة بشكل موثوق ودون المزيد من الأضرار البيئية. وان استمرار هذا النظام ، على المدى البعيد، مرهون بمدى قدرته على الاستجابة لهذه التحديات الاقتصادية والسياسية وحتى الاجتماعية .

فرضية البحث

إن الضغوط الاقتصادية والبيئية المتزايدة تجاه مواردنا الحالية من الطاقة الاحفورية ، والتي توصف بالناضبة ، تتطلب البحث عن والاستعانة بمصادر طاقة بديلة أخرى تكون مكملة لها على المدى القصير وبديلة عنها في الأمد البعيد .

هدف البحث

١) التعرف على شكل نظام الطاقة الحالي الذي يعتمد بالدرجة الأساس على الوقود الاحفوري، ومدى إمكانية استمرار هذا النظام ، في ظل العديد من العوامل التي أصبحت تشكل مصاعب متزايدة ستؤدي مع مرور الزمن إلى انخفاض أهمية ودور مصادر الوقود الاحفوري ومنها النفط. وهذا الهدف يعتبر هدف حيوي بالنسبة للدول النفطية التي تعتمد بالدرجة الأساس على هذا المورد كشريان الحياة لها في كافة نواحيها، وبالتالي ينبغي استغلاله بالشكل الأمثل الذي يتوافق مع المتغيرات التي يشهدها العالم في وضع الطاقة .

٢) نشر الوعي الاقتصادي بأهمية مصادر الطاقة المتجددة فضلاً عن دورها المهم مستقبلاً وخاصةً في مجال مواجهة الإخطار المتزايدة للتلوث البيئي وتغيرات المناخ عالمياً.

ومن اجل الوصول إلى هذا الهدف فقد تم تقسيم البحث إلى مبحثين ، حيث سنتناول في المبحث الأول أهم العوامل المؤثرة في تزايد دور وأهمية مصادر الطاقة المتجددة ، فيما يتناول المبحث الثاني أهم المؤشرات المتعلقة بهذه المصادر حالياً وفي المستقبل .

المبحث الأول/ التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة

على بالرغم من توفر احتياطيات الوقود الاحفوري من النفط والغاز والفحم في أعماق الأرض وبكميات ضخمة ، ليس هناك إمكانية للاستمرار في معدل النمو الحالي لاستهلاك العالم من هذه المصادر (وخاصة النفط) من غير أن نواجه المزيد من التحديات والمصاعب الاقتصادية والاجتماعية ، وما يمكن أن ينشأ عنها من نتائج سلبية في المستقبل القريب. في المرحلة السابقة التي شهدت توترات شديدة على صعيد الطاقة (في ثمانينات القرن الماضي)، خرج العالم من الوضع الصعب بفعل قوى السوق، أي مستوى متدن من الطلب على النفط رافقه مستوى مرتفع من المعروض من النفط. لكن في هذه المرة الأخطار اكبر وأكثر تعقيداً [١].

تشير الدراسات الموثوقة انه بنهاية هذا القرن، فان جميع أنواع الوقود الاحفوري على الأرض ومهما توفرت منها من احتياطيات ، سوف يتم الاحتفاظ بها واستهلاكها للأغراض ذات الأولوية العالية والاهم،مثل الصناعات البتروكيماوية،ولن يتم حرقها كوقود . كما سوف نحتاج إلى بنية تحتية تدار حصرا من قبل الكهرباء المولدة من المصادر البديلة. ولحسن الحظ، فان لدينا أكثر مما نحتاج إليه من الموارد البديلة للطاقة المتاحة إذا استطعنا تسخيرها. وفي كل الأحوال ، فان شح الوقود الاحفوري على النطاق العالمي من المرجح أن يجبر العالم مستقبلاً على التحول إلى مصادر طاقة بديلة أو ما يدعى (الطاقة النظيفة) . وليس ذلك قاصراً على النفط والغاز فحسب، حيث تشير التوقعات انه بوتيرة مستويات الإنتاج العالمية الحالية، هناك ما يكفي لمدة ٤٠ عاماً من النفط ولمدة ٦٠ عاماً من الغاز الطبيعي [٢].

إن استشراف وضع الطاقة عالمياً يؤكد إن هناك اتجاهات قوية ومتواصلة لإدخال تغيرات جوهرية على النمط السائد لنظام الطاقة العالمي منذ فترة طويلة ،والذي يعتمد وبدرجة كبيرة على مصادر الطاقة الاحفورية بشكل عام والنفط منها بشكل خاص، ومحاولة إدخال مصادر طاقة أخرى غير تقليدية أو ما يعرف بمصادر الطاقة المتجددة لتشكل جزء مهم من إجمالي استهلاك الطاقة العالمي ،بعد أن كانت لا تساهم سوى بجزء بسيط منة .

سنحاول الان التعرف على أهم العوامل المؤثرة في تعزيز هذا الاتجاه وهي باختصار : التلوث البيئي وتناقص الاحتياطيات النفطية و قضية امن الطاقة.

أولاً- التلوث البيئي وتحديات المناخ

واجه نظام الطاقة الحالي الكثير من التحديات في السابق، وقد كان معظمها يدور حول مصطلح (امن الطاقة) والذي كان يعني بالمقام الأول ضرورة توفير إمدادات مستمرة وأمنه وبأسعار مناسبة . لكن التحدي الجديد الذي أصبحت الدعوات إليه واضحة وبصوت عالي ، بعد إن كانت تقال همساً، هذا التحدي الجديد الذي أصبح ركناً أساسياً في مفهوم أمن الطاقة هو ما يعرف : تلوث البيئة.

لقد اتسعت الضغوط والدعوات والتحذيرات من مسألة التلوث البيئي بشكل كبير ، ليس على مستوى المنظمات الدولية ومنظمات حماية البيئة فحسب، بل امتدت إلى المستويات الشعبية ومعظم وسائل الإعلام ،بعد أن بدأت التغيرات في المناخ تصبح واضحة للناس ، بدرجة لم تكن مسبوقة وبأشكال مختلفة من (ارتفاع درجات الحرارة وأمطار غزيرة في مناطق وجفاف في مناطق أخرى وأعاصير فضلاً عن تغيرات في طبقة الأوزون) في مناطق مختلفة من العالم، مما أدى أن تسارع الحكومات إلى الاستجابة إلى هذه الضغوط عن طريق عقد المؤتمرات والاتفاقيات للحد من الآثار السلبية للتغيرات المناخية. لقد كان من أثر هذه الضغوط عقد اتفاقية (كيوتو) وهي اتفاقية بشأن تغير المناخ ، أعلنت من قبل الأمم المتحدة عام ١٩٩٢ على هامش قمة الأرض (مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية- UNCED) التي عقدت في البرازيل .حيث بلغ عدد الدول المصادقة على الاتفاقية أو المنظمة أليها حتى عام ٢٠٠٧، (١٩٢) دولة من بينها (١٩) دولة عربية. كذلك عقد مؤتمر كوبنهاكن عام ٢٠٠٩ بهدف خفض الانبعاثات الحرارية بنسبة (٥٠%) على الأقل بحلول عام ٢٠٢٠[٣].

أصبحت التغيرات المناخية واضحة للجميع، فلم تشهد الأرض مثل هذا الارتفاع في درجات الحرارة منذ عدة قرون .والآن بات على سكان العالم التعامل مع بيئة أكثر عدائية من أي وقت مضى ،فسوف تصبح الفيضانات والجفاف أكثر شدة،وسوف يرتفع مستوى سطح البحر عدة أمتار ،مما يؤدي إلى غمر العديد من أجزاء العالم الساحلية بالمياه ، الأمر الذي سيسفر عن اضطراب حياة الناس وحرمانهم من موارد الرزق،وأن يؤدي إلى تحركات سكانية كثيفة وصراعات محتملة في مختلف أنحاء العالم [٤].

ويؤكد (مايكل سبينس)* انه في ظل هذه الظروف اصبح واضحاً أن النشاط البشري،وفي المقام الأول استخدام الوقود الأحفوري ،يساهم وبقوة في زيادة مستوى إنبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري إلى الغلاف الجوي. وهذه الغازات، وبخاصة ثاني أوكسيد الكربون، تزيد من خطر ألحاق الضرر بمناخ العالم. وهذا يعني أن تقييد استهلاك الوقود الأحفوري ليس من الممكن أن يقاس استنادا إلى توفر الإمدادات فحسب، بل يجب أن نضع في الحسبان التكاليف البيئية المترتبة على استخدامه [٥].

* مايكل سبينس (Michael Spence)، عالم حائز على جائزة نوبل في الاقتصاد عام ٢٠٠١.

يوضح (جدول- ١) حجم مساهمة الوقود الأحفوري في تزايد إنبعاثات غاز (CO_2) التي ارتفعت من (١٥٦٤٠) مليون طن عام ١٩٧٣ إلى (٢٨٩٦٢) م/ط عام ٢٠٠٧ بزيادة قدرها (٨٥%) لنفس الفترة . وتوضح البيانات أن النفط والفحم يحتلان المراتب الأولى بنسبة (٥٠.٦%) للنفط يليه الفحم (٣٤.٩) عام ١٩٧٣ ، وأستمر الحال على ما هو عليه عام ٢٠٠٧ ولكن بترتيب معكوس (٤٢.٢%) للفحم و (٣٧.٦%) للنفط.

(جدول - ١) مساهمة الوقود الأحفوري في تزايد إنبعاثات غاز ثاني أوكسيد الكربون (CO2) -1973 2007 .

السنة	1973	2007
إجمالي الكمية مليون طن	15640	28962
المساهمة النسبية حسب المصادر %		
نفط	50.6	37.6
فحم	34.9	42.2
غاز	14.4	19.8
مصادر أخرى	0.1	0.4
	100%	100%

المصدر: IEA ,World Energy Statistics , 2010

أن الأدلة التي تؤكد تغير المناخ بدأت في أقناع جميع علماء المناخ تقريباً ، والعديد غيرهم من المراقبين ، بأن النهج الذي نتبناه حالياً في أنتاج واستخدام الطاقة يشكل خطورة بالغة على المحيط الحيوي لكوكب الأرض . وبسبب انبعاث (CO2) بشكل متواصل إلى الغلاف الجوي ولعدة قرون من الزمان ، فأن حل مشكلة الحد من تركيزه في الغلاف الجوي الآن ، يشكل قدراً أعظم من الصعوبة مقارنة بأي مشكلة بيئية أخرى [٦] .

لقد أشارت دراسات عديدة للأمم المتحدة أن استخدام الطاقة مسؤول عن أكثر من ثلاثة أرباع الانبعاثات الكلية للغازات المسببة للاحتباس الحراري *. لذلك، فأن جميع سيناريوهات الطاقة المستقبلية الهادفة إلى خفض مستوى الإنبعاثات تشير إلى أن جزأ هائلاً ، ربما يصل إلى (٨٠%) ، لابد أن يأتي من أعادة تشكيل نظم الطاقة [٧] .

*يعتبر غاز ثاني أوكسيد الكربون (CO2) العامل الأول في حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري حيث يسبب حوالي (٧٠%) من ارتفاع درجة حرارة الأرض لأنه يمنع خروج الإشعاعات الشمسية من الخروج مرة أخرى إلى الفضاء الخارجي ، إضافة إلى الغازات الأخرى مثل أول أوكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والنتروجين والتي تسبب أضرار أخرى مثل الأمطار الحمضية.

- للمزيد راجع :سيث دن ،اثر المخاوف البيئية في مستقبل النفط، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية،٢٠٠٥.

ثانياً - ارتفاع أسعار النفط وتناقص احتياطياته

لقد كان النفط ، وما يزال ، أحد أهم مصادر الطاقة الأحفورية حيث أستمر في احتلال المركز الأول عالمياً بالنسبة لكل من أجمالي الاستهلاك والإنتاج لمصادر الطاقة بشكل عام ،متفوقاً بذلك على الفحم والغاز . ويوضح (جدول -٢) هذه الحقيقة بالنسبة لإجمالي ألاستهلاك العالمي لمصادر الطاقة الأولية . فقد كان يشكل (٤٥%) لوحدة عام ١٩٧٠. ومع أن حصته النسبية تراجعت لتصل إلى (٣٥%) عام ٢٠٠٩ وذلك لمصلحة تزايد استهلاك الغاز الطبيعي ألا أنه أستمر في احتلال المرتبة الأولى، يليه الفحم (٢٩%) ثم الغاز (٢٤%).

لقد أدى الاعتماد الكلي والمتزايد على النفط الخام، وبشكل مسرف، في القرن الماضي لتلبية الطلب العالمي على الطاقة وخاصة للدول الصناعية، في ظل الأسعار المنخفضة للنفط، ساهم في الاستنزاف السريع للإحتياطيات النفطية . لكن أيام النفط الرخيص هذه قد ولت إلى غير رجعة ، وبالتالي أصبح البحث عن مصادر أخرى يتخذ أبعاد جدية .

(جدول - ٢) حجم ومساهمة الوقود الاحفوري في أجمالي استهلاك الطاقة الأولية عالمياً ١٩٧٠- ٢٠٠٩ (مليون طن مكافئ نفط)

مصادر الطاقة	١٩٧٠		٢٠٠٩	
	الاستهلاك	المساهمة النسبية %	الاستهلاك	المساهمة النسبية %
النفط	٢٢٤٧	٤٥	٣٨٨٢	٣٥
الفحم	١٥٢٧	٣١	٣٢٧٨	٢٩
الغاز	٨٩٨	١٨	٢٦٥٣	٢٤
مصادر أخرى	٢٨٥	٦	١٣٥١	١٢
الإجمالي	٤٩٥٧	%١٠٠	١١١٦٤	%١٠٠

الجدول عمل الباحث عن المصدر: -BP, Statistical Review of Energy World, 2010.

ومنذ ارتفاع أسعار النفط أو ما سمي بأزمة النفط الأولى في سبعينات القرن الماضي، بدأ الاهتمام العالمي بمصادر الطاقة المتجددة وتطوير تقنيات تمكن من استخدامها في المجالات المختلفة، وبالأخص توليد الكهرباء، بهدف تقليص الاستهلاك من النفط، ثم مرت فترة من الفتور في الاهتمام بعد انخفاض أسعار النفط في منتصف الثمانينات، إلا أن الاهتمام العالمي بمصادر الطاقة المتجددة عاد وتعزز مجدداً منذ بداية القرن الحالي بعد عودة أسعار النفط للارتفاع[٨] . لذلك من المتوقع أن تصبح الطاقة المتجددة مستقبلاً قادرة على منافسة الوقود الاحفوري الذي تواصل أسعاره الارتفاع بينما تنضج التقنيات الخاصة بالطاقة المتجددة [٩].

يمكننا تلخيص أهم العوامل الاقتصادية التي أدت إلى استمرار اتجاهات أسعار النفط بالارتفاع في القرن الحالي بالأتي :

١ - النمو الاستثنائي في الطلب على النفط من الاقتصاديات الناشئة ،وخاصة الصين والهند ، بحيث أصبحت تنافس الدول الصناعية الكبرى . وللمرة الأولى تفوق أجمالي استهلاك الطاقة في البلدان خارج منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) عام ٢٠٠٨ حيث بلغ (٥١%) مقارنةً مع (٤٩%) لبلدان هذه المنظمة [١٠].

٢ - ندرة الاكتشافات الجديدة للحقول النفطية ذات الاحتياطيات الكبيرة مما أدى إلى أرغام العديد من شركات النفط الدولية على الاستثمار في مناطق عالية التكلفة تحتوي على احتياطيات ضئيلة [١١] ، ومع استمرار الطلب العالمي على النفط في النمو، فمن المرجح أن نحطم أسعار النفط في النهاية الأرقام القياسية التي سجلتها عام ٢٠٠٨، حيث وصل سعر برميل النفط إلى (١٤٧) دولار، أنخفض بعدها أثر الأزمة الاقتصادية العالمية.

٣ - أن أحد العوامل المهمة في ارتفاع أسعار النفط هو تزايد التكاليف الرأسمالية. فقد شهد العقد الحالي ارتفاعا هائلاً في التكاليف الرأسمالية، حيث تشير تقارير مؤسسة كامبردج لأبحاث الطاقة (CERA) إلى ارتفاع مؤشر التكاليف الاستثمارية لمشاريع الصناعة الإستخراجية بحوالي (٨٢.٥%) للعام ٢٠٠٨ عن مستوياته للعام ٢٠٠٥[١٢]. ولا شك أن هذه الزيادة في تكلفة الإنتاج كبيرة جداً في فترة قصيرة، وتعتبر عامل محبط للنشاط الاستثماري في المشاريع النفطية، لكنها في نفس الوقت عامل مساعد على التوجه نحو مصادر الطاقة البديلة لأنها ستصبح أكثر تنافسية بالمقارنة مع النفط.

٤ - السياسات المالية التي تتبعها الدول المتقدمة المستهلكة في تحديد سعر النفط للمستهلك النهائي . فعند دراسة التركيبة النهائية لسعر برميل النفط في مجموعة الدول الصناعية ، نرى أن حكومات هذه الدول كرست سياسة ضريبية أحد أهدافها كبح جماح طلبها المحلي على النفط عن طريق فرض ضرائب مرتفعة على استهلاك النفط. فقد تجاوزت قيمة الضريبة على برميل النفط في بعض هذه الدول مثل فرنسا وألمانيا والمملكة المتحدة واليابان ، سعر برميل النفط شاملا رسوم التأمين والنقل .ففي المملكة المتحدة بلغت قيمة الضريبة على برميل النفط الخام (١٦٨) دولار خلال عام ٢٠٠٨ ،في حين لم يتجاوز سعر البرميل المستورد (٩٦) دولار لنفس العام . وفي ألمانيا بلغت الضريبة (١٤٠) دولارا في حين كان سعر البرميل المستورد (٩٤) دولار [١٣] . هذه السياسات في فرض ضريبة مرتفعة على النفط كانت تهدف بالدرجة

الأولى إلى خفض استهلاك النفط وجعل مصادر الطاقة البديلة، والمتجددة منها بشكل خاص، أكثر قدرة تنافسية مع النفط فضلاً عن تقليل التلوث البيئي.

العامل الأخر المهم في التوجه نحو مصادر الطاقة البديلة، هو التوقعات بشأن استمرار الانخفاض الحاصل في مستويات الإنتاج النفطية مقارنةٍ مع مستويات الاحتياطيات العالمية ، وبالتالي قرب الوصول إلى ذروة الإنتاج النفطي ، أو ما يسمى في أدبيات الطاقة بالقمة النفطية (Oil Peak) أو (قمة هيبرت)*. وهذه القمة هي أعلى مستوى يمكن أن يصله الإنتاج النفطي مقارنةً مع حجم الاحتياطيات . ويتم استخراجها عن طريق قسمة (R/P)، حيث (R) حجم الاحتياطيات ،و(P) حجم الإنتاج . و تمثل هذه النسبة العمر الزمني المتوقع للإنتاج النفطي . وبالتالي إذا كانت معدلات نمو الاحتياطيات النفطية أقل من معدلات نمو الإنتاج، دل ذلك على انخفاض العمر الزمني المتبقي لاستمرار أنتاج النفط .

وحسب دراسة نشرتها مجلة (Economist)، في نشرتها الاقتصادية عن مستقبل لطاقة، أن هناك مخاوف متزايدة من أن إمدادات النفط ستبلغ قريباً الذروة مع تزايد الاستهلاك ، وأن الاحتياطيات المعروفة بدأت بالنضوب، والاحتياطيات الجديدة أصبح من الصعب العثور عليها [١٤] .

ومع أن الدراسات تختلف في تحديد تاريخ حدوث الذروة النفطية، إلا إنها جميعاً تتفق على إن حدوثها أصبح أمراً لا مفر منة. وتشير أكثر الدراسات تفاؤلا والتي نشرتها مؤسسة (CERA)، أنها قد تحدث بحلول عام ٢٠٣٠ [١٥]. بل أن دراسة أخرى تشير إلى إننا بالفعل قد بلغنا هذه الذروة النفطية. فحسب تقرير وكالة الطاقة الدولية (IEA)، نظرة على الطاقة في العالم للعام ٢٠١٠، تشير توقعات الوكالة، وللمرة الأولى، أن ذروة الإنتاج النفطي عالمياً والتي يخشى العديد منها لفترة طويلة، قد تم الوصول إليها بالفعل قبل أكثر من أربعة سنوات مضت [١٦].

وكذلك تشير الوكالة في تقرير أخر لها، أن حجم الإضافات الجديدة إلى الاحتياطيات النفطية منذ عام ١٩٩٠ متواضع على المستوى العالمي، وأن نسبة (R\P) تشير إلى أن حجم هذه الاحتياطيات يتوقع أن تكفي لمدة (٤٠-٤٥) سنة بمستويات الإنتاج الحالية [١٧] . لذا يمكننا الاستنتاج أنه في ظل معدلات الإنتاج الحالية وتوقعات استمرار تزايد الطلب على النفط، خاصة من الصين والهند كما بينا سابقاً، فأن هذه المدة ربما مرشحة للتقلص مستقبلاً.

أن ما يدعم توقعات وكالة الطاقة الدولية هو ملاحظة البيانات التي نشرتها شركة (BP) النفطية عام ٢٠٠٩، حيث نلاحظ انخفاض الاحتياطيات العالمية المؤكدة للنفط الخام ، وللمرة الأولى عام ٢٠٠٨، حيث بلغت (١٢٥٨) بليون برميل مقارنة مع (١٢٦١)بليون برميل عام ٢٠٠٧ [١٨] ،في حين أستمر معدل أنتاج النفط الخام عالمياً بالارتفاع لنفس الفترة، من (٨١٤٤٣) م ب\اي عام ٢٠٠٧، إلى (٨١٨٢٠) م ب\اي عام ٢٠٠٨، وهو ما يعكس بوضوح انخفاض نسبة الاحتياطي \ الإنتاج (P\R).

مؤشر أخر يعكس تناقص الاحتياطيات النفطية ، هو مؤشر معدل نسبة انخفاض الإنتاج في الحقول النفطية بالنسبة للسنة الأولى لبدء الإنتاج . يوضح (جدول -٣) أن هناك تزايد مستمر في هذه النسبة. حيث ارتفعت هذه النسبة في دول أوبك من (٣.٥%) في عقد السبعينات إلى (٧.٥%) في عقد التسعينات، ومع

* للمزيد راجع : كينغ هيبرت ، موارد الطاقة العالمية، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، ١٩٨١.
وأيضاً : احمد حسين إلهيتي، اقتصاديات النفط، جامعة الموصل، كلية الإدارة والاقتصاد، ٢٠٠٠.

أن هذه النسبة انخفضت قليلاً إلى (٥.٧%) للفترة (٢٠٠٠- ٢٠٠٧)، إلا إن العديد من الخبراء يتوقعون عودتها للارتفاع مجدداً. ويبدو انخفاض هذه النسبة أكثر وضوحاً في الدول النفطية خارج مجموعة أوبك ، فقد تزايد الانخفاض من (٦.٨%) في عقد السبعينات إلى أكثر من الضعف ليبلغ (١٤.٥%) للفترة (٢٠٠٠-٢٠٠٧) .

(جدول - ٣)

معدل انخفاض إنتاج الحقول النفطية بالنسبة للسنة الأولى لبداية الإنتاج (%)

معدل الانخفاض%	عقد السبعينات	عقد الثمانينات	عقد التسعينات	2000-2007
دول أوبك	%3.5-	%4.6-	%7.5-	%5.7-
الدول النفطية خارج أوبك	%6.8-	%8.3-	%11.8-	%14.3-
العالم	%-5.9	%7.9-	%10.6-	12.6- %

المصدر: -IEA, World Energy Outlook 2008, OIL AND GAS PRODUCTION PROSPECTS, P: 240.

ثالثاً - أمن الطاقة

يمكننا فهم مصطلح (أمن الطاقة)، بالنسبة للدول المستوردة للطاقة في الفترة قبل سبعينات القرن الماضي، باعتباره يهدف بالدرجة الأولى، إلى توفير إمدادات كافية وآمنة ورخيصة من موارد الطاقة بما يضمن استمرار النشاط والنمو الاقتصادي بشكل مستقر. وبما إن النفط كان يساهم بحوالي (٥٠%) من أجمالي استهلاك الطاقة العالمي في تلك الفترة وكان المصدر الأول بلا منازع من حيث مزاياه المتعددة، لذا يمكننا القول إن الحفاظ على استمرار الإمدادات النفطية كان العامل الأساسي لمفهوم أمن الطاقة آنذاك.

ولم تكن هناك مشاكل جدية لأمن الطاقة بالنسبة للدول الصناعية الكبرى المستهلك الرئيسي للنفط . فقد كانت الاحتياطيات النفطية متوفرة بدرجة كبيرة كما أن سعر النفط رخيص وأن ضمان استمرار تدفق الإمدادات مضمون بشكل موثوق بسبب سيطرة كبريات شركات النفط العالمية الغربية على معظم أنتاج وتجارة النفط الدولية .

لكننا نعيش اليوم في ظروف مختلفة. لقد تزايدت الشكوك حول قدرة الاحتياطيات النفطية الحالية على تلبية الطلب المستقبلي المتنامي للطاقة ، وارتفعت أسعاره بدرجة كبيرة ، وتزايدت مشاكل التلوث البيئي، فضلاً عن تزايد مخاطر انقطاع الإمدادات بسبب العوامل السياسية والأمنية . وبالتالي فان مفهوم (أمن الطاقة) أخذ بالتوسع ليشمل اعتبارات أخرى ، لم تكن متداولة بنفس الأهمية ، منها اعتبارات بيئية وأخرى سياسية بجانب الاعتبارات الاقتصادية التقليدية ، مما أدى إلى بروز دور مهم لمصادر الطاقة الجديدة في هذا السياق .

وتاريخياً ، فقد بدء تزايد الاهتمام بمسألة أمن الطاقة بعد ما سمي ، بالصدمة النفطية الأولى، عام ١٩٧٣ ،ثم الصدمة الثانية نهاية السبعينات لنفس الفترة . والصدمة تعبير لم تعرف أمريكا أو كبريات الدول الصناعية الأخرى معناه الحقيقي إلا في سبعينات القرن الماضي ، عندما استخدمت الدول العربية النفط كسلاح اقتصادي وسياسي ضاغط ، عبر حظر تصدير النفط إلى جميع الدول المساندة لإسرائيل*، مما سبب أعباء وصدمات اقتصادية وسياسية قاسية لهذه الدول ، كان من أهمها ارتفاع أسعار النفط إلى مستويات غير مسبوقة في ذلك الحين . ولعل هذا هو سبب تسمية هذه الأزمة بالصدمة . ومنذ ذلك الحين ، بدأت هذه الدول وبقيادة أمريكية تبحث حثيثاً عن مصادر طاقة بديلة لمنع تكرار هذه الصدمة [١٩]. ويمكننا فهم الأبعاد الحقيقية لهذه الصدمة في ضوء حجم الاحتياطيات النفطية الهائلة التي تمتلكها دول أوابك والتي تقدر (٥٧%) من أجمالي الاحتياطيات العالمية المؤكدة [٢٠].

يشكل أمن الطاقة حالياً الهم الأكبر للعديد من الدول خاصة تلك التي تعاني من محدودية مصادر الطاقة المحلية لديها . لذلك توصي دراسات أمن الطاقة الدول المختلفة بضرورة تبني منظومة أو مزيج من مصادر مختلفة للطاقة وليس الاعتماد على مصدر رئيسي واحد. وهذا التوجه يمثل عامل أمان لها، فإذا أصيب أحد هذه المصادر بخلل ما تكون هناك مصادر أخرى بديلة يعتمد عليها لسد احتياجاتها من الطاقة [٢١]. لذلك يرى العديد من المحللين إن استمرار الاعتماد على الوقود الأحفوري سيخلق حالة من عدم الاستقرار السياسي والاقتصادي في أرجاء العالم . وبالتالي فان القوى العظمى ستراهن بالاعتماد على المزيد من القوى العسكرية لتتمكن من ضمان موارد الطاقة المتضائلة مما قد يؤدي إلى المزيد من النزاعات العسكرية [٢٢] . لذلك فمن الطبيعي إن التوجه وبقوة نحو المزيد من مصادر الطاقة المتجددة سيساهم في تعزيز امن الطاقة العالمي من جهة ونزع فتيل العديد من أخطار النزاعات والتدخلات العسكرية ، وهو ما يصب في مصلحة كلاً من الدول المنتجة والمستهلكة للطاقة على حد سواء .

إن توفير الطاقة أصبحت قضية أمنية حقيقية .فالتوتر الذي يسود أسواق الطاقة ، خاصة في الشرق الأوسط ، والاعتماد الكبير على الإمدادات النفطية ، فان أي تهديد لهذه الإمدادات والتي يمكن أن تأتي من مصادر مختلفة منها : الهجمات الإرهابية أو الكوارث الطبيعية أو الابتزاز السياسي أو التوترات والنزاعات الإقليمية في مناطق الإنتاج ،يمكن إن يشكل معضلة حقيقية للاقتصاديات الغربية [٢٣].

ويبرز هاجس أمن الطاقة واضحاً في السياسات والمواقف التي تتبناها الدول الصناعية الكبرى وخاصة أمريكا والاتحاد الأوربي للتخلص من هيمنة النفط على أنماط استهلاكها للطاقة والتحول نحو مصادر أخرى للطاقة . يوضح (آلآن غرينسبان) رئيس الاحتياطي الفيدرالي الأمريكي ، إن معظم الطلب الإضافي للنفط مستقبلاً لن يمكن توفيره إلا من مناطق غير مستقرة سياسياً ، بل هو يذهب أبعد من ذلك بالقول :" إن النفط

* كان من النتائج المباشرة لهذا الحظر تأسيس وكالة الطاقة الدولية (IEA)عام ١٩٧٤ والتي تضم ٢١ بلد من كبار الدول الصناعية المستوردة للنفط . والهدف الرئيس لها تخفيض الاعتماد على النفط المستورد والبحث عن مصادر طاقة بديلة.

سيظل مصدر خطر ليس على اقتصاد الولايات المتحدة فحسب ، بل على الاقتصاد العالمي ككل " ، وأيضاً .." عليه يتعين علينا أن نسعى بكل ما نملك من وسائل لتحقيق الهدف الرئيسي بالنسبة للأمن القومي الأمريكي في أن يكون النفط أحد مصادر الطاقة التي يمكن الاستغناء عنها بسهولة "[٢٤]. وعلى نفس المنهج في أهمية مصادر الطاقة الجديدة ، يصرح (بول إي سايمونز*) " في حين يمكننا التيّقن بان العالم سوف يبقى بحاجة كبرى إلى النفط والغاز، فأن تطوير المصادر البديلة والمتجددة الآن هو في مصلحة الجميع على المدى البعيد " [٢٥].

ويرى(توماس فريدمان) وهو من أبرز الكتّاب الغربيين : "أن الطاقة البديلة للنفط وما تثيره من تحديات ، هي الوسيلة المثلى لتوحيد الغرب الآن. وليس هناك في عالم اليوم ، ما يهدد الغرب ونمط حياته الليبرالية المنفتحة ، أكثر من هذا التضافر الغريب من خطر التغير المناخي والتلوث البيئي ، والشمولية النفطية، والراديكالية الإسلامية والذي يعزز هذه المهددات مجتمعة ويقوي شوكتها، إدماننا لطاقة النفط. وما من حل لهذه المعضلات سوى تضافر الجهد الحكومي من أجل خفض إنبعاثاتنا الملوثة. والمضي في ابتكار الخضرة ومصادر الطاقة البديلة [٢٦].

وكذلك يرى العديد من الباحثين الغربيين إن على الاتحاد الأوربي أيضاً اتخاذ مواقف أكثر ايجابية تجاه إيجاد مصادر بديله عن النفط . "إن تنمية مصادر الطاقة البديلة لابد وأن يلعب دوراً رئيسياً في أي سياسة يتبناها الاتحاد الأوروبي في التعامل مع قضية الطاقة. والواقع أن مثل هذه الموارد لن تكون مفيدة على الصعيد البيئي فحسب، بل وسوف تساعد أيضاً في تنويع مصادر إمداد الطاقة من خلال إيجاد البدائل التي يمكن السيطرة عليها محليا . إن أوروبا الآن تقف في طليعة الجهود الرامية إلى تنمية الطاقة المتجددة، ولكن يتعين عليها رغم ذلك أن تتجنب العديد من المزالق الخطرة "[٢٧].من الواضح إن التركيز على المصادر التي يمكن السيطرة عليها محلياً يتعلق بالدرجة الأولى بقضية أمن الطاقة الأوربي.

خلاصة موضوع أمن الطاقة إن الدول الصناعية الكبرى ، وخاصة الغربية منها وبقيادة الولايات المتحدة ، ترى الآن أكثر من أي وقت مضى ، إن استمرار الاعتماد بدرجة كبيرة على الوقود الاحفوري بشكل عام ، وخاصة النفط ، أصبح يشكل تهديداً لأمنها الاقتصادي والسياسي والبيئي . فهو من جهة ملوث خطير للبيئة على المدى البعيد ، كما إن تركز إنتاج النفط واحتياطياته خارج دولها يساهم في خلق ثغرة كبيرة في امن الطاقة لديها في حالة تعرض إمداداته لخطر الانقطاع أو حتى انخفاضها لأسباب عديدة أهمها العوامل السياسية .* *

* بول إي سايمونز هو نائب مساعد وزيرة الخارجية الأمريكية للشؤون الاقتصادية والتجارية .
** أثبتت الأوضاع السياسية المضطربة الحالية التي تمر بها المنطقة العربية، كما في السابق، الترابط الجوهري بين أوضاع المنطقة سياسياً وأمن الطاقة للدول الصناعية. فأوضاع تونس، مصر، اليمن، البحرين، وسوريا مؤخراً، ساهمت في ارتفاع معدلات أسعار النفط الخام من أعلى بقليل من (٨٠) دولار إلى أن عبرت (١٢٠) دولار في بداية نيسان ٢٠١١. والمتوقع أن تكون لهذه التطورات أثار مباشرة على سياسات الطاقة عالمياً. حدثت هذه التطورات أثناء الانتهاء من كتابة هذا البحث. لذلك لم يكن بالإمكان تحليل أثارها على سوق الطاقة العالمي .

المبحث الثاني/ أهم مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة

اتجاهات ومؤشرات

في حين كانت العوامل التي تمت مناقشتها في المبحث السابق ، عوامل أدت إلى بروز اتجاهات لخفض الاعتماد المتزايد على مصادر الطاقة الاحفورية ، وأهمها النفط ، فأن نفس هذه العوامل ، ولكن باتجاه معاكس ، عملت أيضاً على زيادة الاهتمام بمصادر الطاقة الجديدة .

في مقابل تزايد أسعار النفط، كان هناك تناقص مستمر في كلفة إنتاج الطاقة من المصادر الجديدة نتيجة للتطورات التقنية والابتكارات الحديثة. وفي مواجهة تزايد التحذيرات من مخاطر التلوث البيئي والانبعاثات الحرارية ، كانت هناك جهود حثيثة للتركيز على زيادة استخدام هذه المصادر من أجل بيئة أنظف وأقل تلوثاً . وأيضاً في مقابل حتمية نفاد مصادر الطاقة الاحفورية ، في وقت ما والتوقعات بقرب ذلك الموعد بالنسبة للنفط ، فأن التطورات الحديثة لتقنيات الإنتاج والاستخدام للمصادر الجديدة ساهمت في اكتشاف إمكانات هائلة لمصادر الطاقة الجديدة والمتجددة المعروفة منها وإيجاد مصادر طاقة جديدة أخرى لم تكن معروفة سابقاً .

سنحاول بدايةً التعرف على أهم المؤشرات الدالة على التطور الحاصل وتزايد الاهتمام بمصادر الطاقة الجديدة، ثم سنتناول بعض أهم المؤشرات المستقبلية لهذه المصادر.

أولا - تزايد حجم الاستثمارات وانخفاض التكاليف

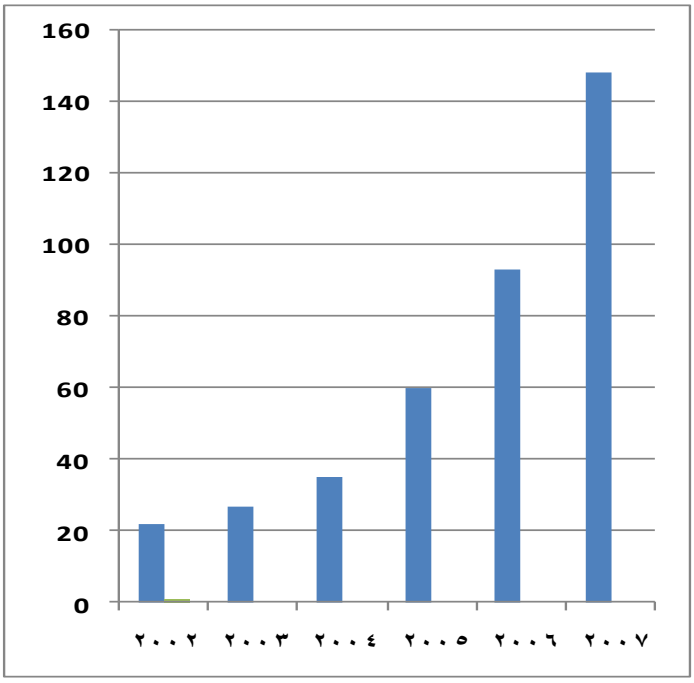
إن تزايد حجم الاستثمارات في المشاريع الجديدة لمصادر الطاقة المتجددة يعكس بوضوح السعي المتزايد عالمياً لإحلال هذه المصادر بشكل جاد ومتسارع في هيكل الطاقة العالمي . ويوضح (جدول -٤) والشكل البياني الملحق معه أن معدلات النمو السنوية لهذه الاستثمارات مستمرة في التزايد بشكل يؤكد إن هذا الخيار هو خيار إستراتيجي ، خاصة بالنسبة للبلدان الصناعية الأكثر استهلاكا للطاقة ، (والتي تعاني من عجز دائم في مصادر الطاقة المحلية مما يضطرها إلى الاعتماد بشكل رئيسي على الطاقة المستوردة والنفط بشكل خاص)، فضلاً عن إن الاستثمار في هذه المصادر يقلل من الضغوط البيئية الناجمة عن تزايد التلوث وظاهرة الاحتباس الحراري .

فقد تزايدت هذه الاستثمارات من (٢٧) بليون دولار عام ٢٠٠٣ لتصبح (١٤٨) بليون دولار عام ٢٠٠٧ أي حوالي ستة أضعاف في فترة أربعة سنوات فقط وهي نسبة كبيرة جداً ، كما إن الملاحظ إن هذه الزيادة هي متصلة كما توضح ذلك نسب النمو السنوية المستمرة في التزايد التي ارتفعت من (٢٥%) عام ٢٠٠٣ لتبلغ (٥٩%) عام ٢٠٠٧ وهو يعني إنها تعكس اتجاه عام وغير متذبذب نحو الارتفاع مما يعكس سياسة مستمرة وثابتة غير مرتبطة بأسعار النفط الخام التي شهدت تغيرات مابين ارتفاع وانخفاض في تلك الفترة .

(جدول - ٤) مع شكل بياني - تطور الاستثمارات الجديدة في مشاريع الطاقة المتجددة (٢٠٠٢ – ٢٠٠٧)
بليون دولار

السنة	الاستثمارات بليون دولار	نسبة النمو السنوية %
٢٠٠٣	٢٧	٢٥
٢٠٠٤	٣٥	٢٩
٢٠٠٥	٦٠	٧٣
٢٠٠٦	٩٣	٥٤
٢٠٠٧	١٤٨	٥٩

الجدول والشكل البياني من عمل الباحث عن المصدر :
UNEP*, Global Trends in Sustainable Energy Investment, 2009, P, 10. *UNDP = United Nations Environment Programme



من جهة أخرى فان تزايد الاستثمارات ترافق بشكل متواصل بانخفاض في التكاليف الاستثمارية . فقد أصبحت تكاليف نظم إنتاج الطاقة المتجددة أرخص بكثير وأكثر إنتاجا مما كانت عليه منذ تحقيق التقدم المعرفي فيهما لأول مرة في أعقاب " صدمة أسعار " النفط الأولى في سبعينات القرن العشرين. فقد هبطت التكلفة الرأسمالية لتركيب أنظمة الطاقة الهوائية من نحو (٢٥٠٠) دولار للكيلوواط منتصف الثمانينات إلى حوالي (١٠٠٠) دولار منتصف التسعينات ، وتكلف طاقة الرياح الآن حوالي خُمس تكلفتها في منتصف الثمانينات . وقد تحسن أيضاً أداء التربينات الهوائية مع مرور الوقت، ومن المتوقع أن يستمر في التحسن، حيث تشير توقعات وزارة الطاقة الأمريكية تحسناً بنسبة (٣١- ٤٠%) فيما يتعلق بصافي الطاقة المنتجة بحلول عام ٢٠٣٠ [٢٨].

وقد أصبحت تقنيات الطاقة الشمسية أيضاً أرخص بكثير، لكن التكاليف الرأسمالية للنظامين الكهروضوئي والشمسي الحراري لم تتراجع إلى الحد الذي تنافس فيه نظم طاقة الرياح . فقد هبطت التكاليف من قيمة تزيد على(٣٠) دولار للواط عام ١٩٧٦ إلى مادون (١٠) دولار للواط عام١٩٩٤. وتتراوح تكاليف وحدة الطاقة الكهروضوئية حالياً من (٤) دولار للواط الواحد تقريباً بالنسبة للمنشآت كبيرة الحجم إلى (٦) دولار للواط لأنظمة الطاقة النائية أو الوحدات السكنية الصغيرة. وبالطبع ليست التكاليف الرأسمالية إلا عنصراً واحداً من عناصر التكلفة الإجمالية التي تشمل أيضاً تكاليف الوقود والتشغيل والصيانة. وبصورة عامة تتميز أنظمة الطاقة المتجددة بانخفاض تكاليف الوقود أو انعدامها، ومع إن تكاليف التشغيل والصيانة عالية بشكل عام، إلا إنها يمكن أن تنخفض بسرعة مع تزايد الخبرات في التشغيل [٢٩].

ثانياً - تطور الإنتاج والتوزيع الجغرافي

تشير البيانات والإحصائيات المتعلقة بمصادر الطاقة المتجددة إن هناك تنامي مستمر في إنشاء المشاريع الجديدة لكافة هذه المصادر في العديد من الدول ولكن بنسب متباينة اعتماداً على الظروف الاقتصادية والجغرافية ووضع ميزان الطاقة لكل بلد فضلاً عن حجم الإمكانات المتوفرة وحجم الدعم الحكومي .

يوضح (جدول -٥) مؤشرات مختارة تتعلق بحجم ونمو طاقات الإنتاج لأهم مصادر الطاقة المتجددة والتوزيع الجغرافي لحجم الاستثمارات الجديدة عالمياً للفترة ٢٠٠٥ - ٢٠٠٩. نلاحظ إن إجمالي نسبة النمو لجميع هذه المصادر كانت (٣٢%) وهي نسبة كبيرة بجميع المقاييس مقارنة بنسب نمو إنتاج الطاقة من مصادر الوقود الاحفوري . ومع ذلك ، فان هذه النسبة لم تكن موزعة بشكل متساوي . فقد كانت النسبة الأكبر من نصيب إنتاج الطاقة الشمسية عن طريق الخلايا الكهروضوئية بنسبة (٤٩٤%) تليها نسبة نمو إنتاج الوقود الحيوي (٤٣٥%) ثم الطاقة المولدة عن طريق الرياح (١٦٩%) . أما من حيث طاقة الإنتاج المتاحة لنفس الفترة، فان الحجم الأكبر للإنتاج يتركز في الطاقة الكهرومائية، وهذا بالطبع يعود إلى أنها مستخدمة منذ زمن أقدم من بقية المصادر الأخرى فضلاً عن تميزها بميزة تنافسية هي حجم الإنتاج الواسع التي لا تتوفر بنفس الدرجة للمصادر الأخرى. أما المرتبة الثانية للإنتاج فكانت من حصة الطاقة الشمسية المستخدمة في تسخين المياه (١٨٠ جيجاواط) ثم طاقة الرياح (١٥٩ جيجاواط) في حين إن حجم الإنتاج بواسطة خلايا الطاقة الشمسية مازال متواضعاً (١٠.٧ جيجاواط) فقط، وذلك بسبب ارتفاع تكلفتها مقارنة ببقية المصادر.

كما يوضح الجدول نفسه تزايد كبير في عدد الدول التي تخطط لإنشاء مشاريع الطاقة المتجددة من (٥٢) إلى (٧٥) دولة في فترة أربعة سنوات فقط. وأخيرا فان توزيع الاستثمارات الجديدة يتركز بالدرجة الأولى في أوربا تليها أمريكا الشمالية ثم أسيا . والشئ الملفت للنظر سرعة نمو هذه الاستثمارات في أمريكا الجنوبية (١٤٥%) والشرق الأوسط (٨١%) وهو مؤشر يعكس حجم الاهتمام الذي أصبحت توليه هذه الدول رغم تواضع حجم الإنتاج لديها.

(جدول -٥) مصادر الطاقة المتجددة مؤشرات مختارة 2009- 2005

أهم المؤشرات	2005	2009	النمو% 2005-2009
(سعة طاقة الإنتاج من المصادر المتجددة جيجا واط) (بضمنها جميع المحطات الكهرومائية)(GW) (بضمنها جميع المحطات الكهرومائية (GW) (جيجا واط)	930	1230	32%
سعة طاقة الإنتاج من الرياح (GW) (جيجا واط)	59	159	169%
سعة طاقة الإنتاج الشمسية (GW) (الخلايا الكهروضوئية)	1.8	10.7	494%
(GW) سعة طاقة الإنتاج الشمسية (تسخين المياه)	88	180	104%
إنتاج الوقود الحيوي (بليون لتر)	3.9	17	435%
عدد الدول التي تخطط لإنشاء مشاريع للطاقة المتجددة	52	75	44%
توزيع الاستثمارات الجديدة في المجال التكنولوجي حسب المناطق الجغرافية (بليون دولار)	2004	2008	النمو السنوي %
أوربا	8.4	49.7	56%
أمريكا الشمالية	4.2	30.1	63%
أمريكا الجنوبية	0.3	12.3	145%
أسيا	3.3	24.2	64%
الشرق الأوسط	0.2	2.6	81%

1- EREC (EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL), energy revolution – a sustainable energy outlook, 2009.p100.

2-REN21, renewable 2010 global-status report , 2010, p13.

3- UNEP, Optic, P. 13.

ثالثاً - مؤشرات مستقبلية

بعد أن تناولنا عدد من أهم مؤشرات مصادر الطاقة المتجددة حالياً، سنحاول التعرف على بعض الاتجاهات المستقبلية التي يتوقع أن تشكل صورة ميزان الطاقة العالمي عام ٢٠٣٥. وبما إن الجزء الأكبر من استخدام مصادر الطاقة المتجددة، حالياً على الأقل، هو في توليد الطاقة الكهربائية، لذلك سنستخدمها كمؤشر في بيان مدى تزايد الاهتمام بهذه المصادر مستقبلاً.

يوضح جدول رقم (٦) حجم إنتاج الطاقة الكهربائية في عام ٢٠٠٧ وتوقعات الإنتاج في عام ٢٠٣٥ ، وذلك حسب مساهمة مصادر الطاقة الاحفورية والمتجددة . يبين وضع إنتاج الكهرباء عام ٢٠٠٧ إلى أن الفحم يحتل المرتبة الأولى بحجم إنتاج يبلغ (٧.٩ تريليون كيلوواط/ساعة) بمساهمة نسبية تصل إلى (٤٢%) ، يليه الغاز الطبيعي (٢٠%) ثم الطاقة المتجددة (١٨.٦%) ، في حين لا تمثل نسبة إنتاج الكهرباء من الوقود السائل (معظمه من مشتقات النفط) سوى (٥%) وتحتل المرتبة الأخيرة . أما بالنسبة للفترة حتى عام ٢٠٣٥، تشير التوقعات إلى أن إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة سيكون الأسرع نمواً من ببقية المصادر الأخرى حيث سيبلغ (٣%) يليه الفحم (٢.٣%) ثم الغاز الطبيعي (٢.١%)، في حين إن المصدر الوحيد الذي سيشهد انخفاضاً في كلاً من حجم الإنتاج والمساهمة النسبية هو الوقود السائل الذي ستنخفض مساهمته النسبية عام ٢٠٣٥ لأقل من النصف لتبلغ (٢.٣%) فقط .

ومع أن مصادر الطاقة المتجددة ستحافظ على نفس مرتبتها الثالثة في إنتاج الكهرباء عام ٢٠٣٥ ، إلا إن حجم مساهمتها النسبية المتوقعة سترتفع إلى (٢٣%) على حساب انخفاض كل من مساهمة الوقود السائل والطاقة النووية *، في حين سيحافظ كل من الفحم والغاز الطبيعي على احتلال المرتبة الأولى والثانية على التوالي ، ولكن بنفس مساهمتهما النسبية لعام ٢٠٠٧.

إن هذا المؤشر له دلالات عامة وخاصة مهمة جداً. فهو من جهة يبين إن مصادر الطاقة المتجددة لن يكون بإمكانها ، في المدى المنظور مستقبلا ، أن تكون بديلاً تاماً لبقية مصادر الطاقة ، والاحفورية منها بشكل خاص ، وذلك يرجع لأسباب اقتصادية بالدرجة الأولى تتعلق بالتكاليف المطلوبة لإنشاء تقنيات وبنى تحتية جديدة ملائمة لأنظمة الطاقة الجديدة من جهة ، وكذلك بالتكاليف المطلوبة لتحويل التقنيات الحالية المصممة أساساً لتعمل وفق متطلبات الوقود الاحفوري إلى تقنيات ملائمة للطاقة المتجددة (تقنيات السيارات التي تعمل على الكهرباء على سبيل المثال) ، ومن جهة أخرى يبين إن المسار الصحيح للطاقة نحو المستقبل لابد وان يمر عبر بوابة الطاقات المتجددة . فهي ستشهد وحسب التوقعات حتى عام ٢٠٣٥ أعلى نسبة نمو مقارنةً بمصادر الطاقة الأخرى ، كما إنها الوحيدة التي سترتفع مساهمتها النسبية لأسباب عديدة تم ذكرها في المبحث السابق .

أخيرا يوضح الجدول إن الطاقة الشمسية ستكون الأسرع نمواً من بين المصادر المتجددة (١٢.٧%) تليها طاقة الرياح (٧.٨%) ، في حين ستكون الطاقة الكهرومائية الأقل نمواً بسبب كونها طاقة مستخدمة قديماً وان معظم المناطق الصالحة لإنشاء السدود مستغلة بالفعل. أما من حيث حجم الإنتاج فستستمر الكهرومائية باحتلال المرتبة الأولى تليها الرياح ثم الشمسية .

* من المتوقع أن يكون للأضرار التي أصابت المفاعلات النووية في اليابان نتيجة الهزات الأرضية التي ضربتها بداية عام ٢٠١١ اثأر سلبية على حجم مشاريع الطاقة النووية مستقبلاً ليس في اليابان فحسب ، بل يمكن أن تمتد أثارها لتشمل العالم وذلك على غرار ما حدث عام ١٩٨٦ بالنسبة لمفاعل تشرنوبيل في الاتحاد السوفيتي (سابقاً) .

(جدول -٦) أنتاج الطاقة الكهربائية الحالي والتوقعات حسب مصادر الطاقة ٢٠٠٧- ٢٠٣٥ (تريليون كيلوواط/ ساعة)

مصادر الطاقة	٢٠٠٧	المساهمة النسبية% %	٢٠٣٥	المساهمة النسبية%	النمو السنوي % ٢٠٠٧- ٢٠٣٥

الوقود السائل	٠.٩	٥	٠.٨	٢.٣	-٠.٤
الغاز الطبيعي	٣.٩	٢٠	٦.٨	٢٠	٢.١
الفحم	٧.٩	٤٢	١٥	٤٢	٢.٣
الطاقة النووية	٢.٦	١٣.٨	٤.٥	١٢.٧	٢
الطاقة المتجددة	٣.٥	١٨.٦	٨	٢٣	٣
إجمالي العالم	١٨.٨	%١٠٠	٣٥.٢	%١٠٠	٢.٣

توليد الكهرباء حسب مصادر الطاقة المتجددة (بليون كيلوواط/ساعة)

المصادر المتجددة	٢٠٠٧	٢٠٣٥	النمو السنوي % ٢٠٠٧- ٢٠٣٥
الكهرومائية	٢٩٩٩	٥٤١٨	٢.١
الرياح	١٦٥	١٣٥٥	٧.٨
الجوفية	٥٧	١٦٠	٣.٧
الشمسية	٦	١٦٥	١٢.٧
أخرى	٢٣٥	٨٧٤	٤.٨
إجمالي العالم	٣٤٦٢	٧٩٧٢	٣

الجدول عمل الباحث عن المصدر التالي :

eia, International Energy Outlook,2010, P.P(78-81).

-

الاستنتاجات

هناك استنتاج لا مفر منة، هو انه : على المدى البعيد، سيتعين علينا التحول إلى نظام للطاقة مختلف جذرياً عما نعرفه حالياً والذي تسود فيه مصادر الطاقة الاحفورية الآيلة إلى النضوب، تجاه نظام طاقة عالمي جديد يكون فيه لمصادر الطاقة المتجددة دور أساسي وذلك من خلال المؤشرات التالية:

١) عدم قدرة نظام الطاقة العالمي الحالي القائم على الاعتماد بشكل رئيسي على الوقود الاحفوري فقط، وخاصة النفط، في تلبية الطلب العالمي المتزايد على الطاقة مستقبلاً ، سواء من الدول الصناعية الغربية الكبرى أو من قبل الاقتصاديات الجديدة سريعة النمو مثل الهند والصين ، من دون توقع حدوث إختلالات عميقة ستكون احد نتائجها ارتفاع كبير في الاسعار.

٢) تشير جميع الدلائل إلى أن نظام الطاقة العالمي يمر في بداية مرحلة انتقالية من عهد الاعتماد الكلي على مصادر الوقود الاحفوري وما يسببه من مخاطر على المناخ وتزايد التلوث، إلى عهد جديد قائم على الطاقة النظيفة ، وان حلقة الوصل أو الجسر الموصّل بين العهدين سيكون مصادر الطاقة المتجددة . ومع أن هناك اختلافاً كبيراً في الآراء حول الفترة الزمنية التي يتطلبها هذا الانتقال، إلا إن معظم المهتمين بشؤون الطاقة يتفقون على أنها ليست بالبعيدة.

٣) إن أهم المؤشرات الدالة على تزايد الاهتمام العالمي بمصادر الطاقة المتجددة هي : تزايد الضغوط بشأن تقليل التلوث المناخي ، تزايد كلفة الوقود الاحفوري وتناقص الإضافات الجديدة للاحتياطيات ،مقابل الانخفاض المستمر في كلفة مشاريع الطاقة المتجددة وتزايد حجم استثماراتها ، تزايد مساهمة المصادر المتجددة على حساب انخفاض مستمر في مساهمة الوقود الاحفوري في ميزان الطاقة العالمي،وأخيرا تزايد المخاوف من الأوضاع السياسية غير المستقرة في البلدان المنتجة للنفط على ضمان استمرار إمدادات الطاقة.

٤) ستكون احد أهم مجالات استخدام مصادر الطاقة المتجددة مستقبلاً هو توليد الكهرباء. حيث يتوقع أن تصل نسبة الطاقة الكهربائية المنتجة من المصادر المتجددة حوالي ربع إجمالي الإنتاج العالمي بحلول عام ٢٠٣٥. فيما سيحل بالمرتبة الثانية مجالات التدفئة وتسخين المياه . وستكون طاقة الرياح المصدر الأول في ذلك تليها الطاقة الشمسية. فيما سيكون للوقود الحيوي (العضوي) دور مهم في توفير بدائل عن الوقود الحالي المستخدم في المركبات.

التوصيات

أن التحول في مجال الطاقة يجب أن يكون في صميم أي إستراتيجية بديلة متكاملة لمواجهة تغير المناخ وتحقيق الأهداف الإنمائية. وأن يتركز هذا التحول في قطاعات ونظم الطاقة عن طريق تحسين كفاءة استخدام الطاقة من جهة ، وتقليل الاعتماد على أنواع الوقود الأحفوري ، وبشكل خاص النفط ، وزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة .

إن مصادر الطاقة المتجددة ستشكل ركن أساسي في نظام الطاقة العالمي مستقبلاً، لذلك فان إهمال هذه المصادر أو عدم الاهتمام بها بالشكل الكافي حالياً في العراق، سيشكل عقبة كبيرة في إمكانية تطويرها مستقبلا ، وبالتالي فقدان فرصة ثمينة في اللحاق بركب الدول السائرة في هذا المجال وهي في تزايد مستمر ولا تقتصر على الدول المتطورة ولكن أيضا العديد من الدول النامية والعربية كذلك مثل الأردن ودول الخليج العربي.

إن أهم السياسات التي يمكن إتباعها لدعم هذا التوجه تتلخص بالتالي:

١) تقديم الدعم الحكومي على كافة الأصعدة لإنشاء وتطوير مراكز البحوث والدراسات المتخصصة وإقامة المؤتمرات والندوات لغرض التعرف بشكل علمي ودقيق على الإمكانات المتوفرة لمصادر الطاقة المتجددة في القطر والمجالات المناسبة لاستخدامها.*

٢) توفير الدعم المالي لإنشاء المشاريع صغيرة الحجم لتوليد الكهرباء عن طريق المصادر المتجددة ، خاصة في المناطق الريفية والنائية ،والتي ستكون كلفتها قليلة نسبياً من جهة وتساهم في حل جزئي لازمة الكهرباء من جهة أخرى ، فضلاً عن أنها ستشكل الأساس الصحيح لاكتساب الخبرة المطلوبة عند إنشاء المشاريع كبيرة الحجم مستقبلاً .

٣) توفير التسهيلات والمحفزات المناسبة للقطاع الخاص المحلي لإنشاء مثل هذه المشاريع، وكذلك إلى الشركات الأجنبية المتخصصة للاستفادة من الخبرات والتقنيات الحديثة المتطورة، وإزالة أي عوائق غير اقتصادية تعرقل نشوء سوق حقيقي لمصادر الطاقة المتجددة.
٤) إشاعة ثقافة الطاقة النظيفة لدى كافة فئات المجتمع من اجل المساهمة في تقليل مخاطر التلوث البيئي، وان يكون لوزارة البيئة والصحة دور فاعل في هذا المجال بالتنسيق مع وزارتي التعليم العالي والبحث العلمي والتربية.
٥) استخدام الطاقة المتجددة في العديد من تطبيقات نماذج التنمية المستدامة، خاصة في قطاع البناء وما يسمى (بالأبنية الذكية) التي توفر الطاقة التي تحتاجها بشكل ذاتي .

* أقامت وزارة العلوم والتكنولوجيا ندوة حول مصادر الطاقة المتجددة بتاريخ (٢٠١١/٥/٥) حضرها نائب رئيس الوزراء لشؤون الطاقة (د.حسين الشهرستاني) شارك فيها باحثين عراقيين وممثلين لشركات أجنبية . ومع إن هذا الجهد يحسب للوزارة ، إلا أن الإعلان عنها لم يكن بالشكل الكافي ليسمح للعديد من الباحثين والمهتمين بهذا الموضوع ، وانأ منهم ، للاطلاع عليها قبل وقت مناسب لغرض المشاركة فيها أو حتى حضورها .

أخيرا لا بد من الإشارة إلى إن كون العراق دولة نفطية، لا يجب أن يقلل عزمه أو يضعف اهتمامه بمصادر الطاقة المتجددة، فهي في كل الأحوال لن تكون منافساً لهذا القطاع بل مكملاً له، فعلى الصعيد الداخلي، سيساهم ذلك في تقليل التلوث من جهة وتوفير مورد جديد لتوليد الكهرباء بما يساهم في حل أزمة الكهرباء الحالية. أما على الصعيد الخارجي، فان تزايد دور الطاقات المتجددة لن يقلل من الأهمية الكبيرة للنفط كوقود ، في الأمد المنظور على الأقل ، فهو مازال يشكل حوالي (٣٥%) من إجمالي استهلاك الطاقة الأولية في العالم عام ٢٠٠٩ ، وحتى مستقبلاً، فالنفط لا يستخدم كوقود فحسب، بل هو مادة أولية مهمة للعديد من الصناعات التي لا بديل عنها، وربما هذه الميزة ستزيد من أهميته مستقبلاً لان تصنيع النفط يمنحه قيمة مضاعفة أكثر من مجرد حرقة كوقود.

الهوامش

١) ديفيد هويل و كارول نخلة، مأزق الطاقة والحلول البديلة، الدار العربية للعلوم، ٢٠٠٨،ص ص: ٤٧، ٢٤٧ .

2) Chris Nelder, The Renewable Energy Revolution, Energy and Capital, 3/09/2009.
http://www.energyandcapital.com.

٣) منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، دراسة في آلية التنمية النظيفة في برتوكول كيوتو،٢٠٠٨،ص .

4) Nicholas Stern, Our Low-Carbon Future, - Project Syndicate, 2009-10-07.
http://www.project-syndicate.org/commentary/nstern1/English

5) Michael Spence*, Testing the Limits of Fossil Fuels 2009-11-16 - Project Syndicate .

6) James Woolsey, Securing the Future of Energy, 2009-11-16 – Project Syndicate.
http://www.project-

٧) دراسة الحالة الاقتصادية والاجتماعية للعالم ،تشجيع التنمية وإنقاذ الكوكب ،منشورات الأمم المتحدة ،أدارة الشؤون الاقتصادية ولاجتماعية ،٢٠٠٩ ،ص ١١ .

٨) كريستوف روهل ، الطاقة العالمية نظرة مستقبلية ، تقرير عن ندوة أكسفورد (٣١) للطاقة ،مجلة النفط والتعاون العربي ، ع ١٣١ ،٢٠٠٩ ، ص ٢٣٩.

9) IEA, World Energy Statistics, 2010, p.10 .

١٠) علي رجب ، تطور الطاقات المتجددة وانعكاساته على أسواق النفط العالمية والأقطار الأعضاء، مجلة النفط والتعاون العربي (منظمة أوابك)، عدد ١٢٧، ٢٠٠٨ ، ص ١٣ .

١١) د. أنس بن فيصل ألحجي، استفزاز أزمة الطاقة.

http://www.project-syndicate.org/commentary/alhajji6

١٢) الطاهر الزيتوني ،تقرير عن اجتماع لجنة (نظم الوقود الأحفوري الأنظف ،مجلس الطاقة العالمي)، مجلة النفط والتعاون العربي،عدد ١٢٨ ،٢٠٠٩ ، ص ٥٣

١٣) نفس المصدر ، ص٥٩

14) Geoffrey Car, The power and the glory, The Economist, Jun 19th 2008
http://www.economist.com/node/11565685/pri

15) Peter M. Jackson, The Future of Global Oil Supply: Understanding the Building Blocks , CERA: Client Services: Global Energy; Special Report. 2009, P-p 1-2 .

16) REUTERS, Business & Financial News, Breaking US & International News.
http://www.reuters.com/assets/print?aid=US50409640120101118

17) IEA, World Energy Outlook, 2008, p-p: 202-203

18) BP Statistical Review of Energy World , 2010.

١٩) وحيد محمد مفضل ، ارتفاع أسعار البترول ومستقبل الطاقة العالمي،٢٣ /١١/٢٠١٠ عن موقع الجزيرة نت.
http://www.aljazeera.net/Portal/Templates/Postings/PocketPcDetailedP

٢٠) أوابك ، التقرير الإحصائي السنوي ،٢٠٠٩ ،ص ١٠ .
٢١) أ .د .عبد الرحيم الحنيطي ، أمن الطاقة وتجربة كوريا الجنوبية ، صحيفة الدستور ، 31/03/2011 .

22) Alice Slater, Sustainable Energy Will Bring Peace on Earth.
http:// www.WagingPeace.org

٢٣) أ . د عبد الحليم المدني ، أمن الطاقة ، مجلة أخبار النفط والصناعة ، ع ٤٦٥ ، ٢٠٠٩
٢٤) ألان غرينسبان ، عصر الاضطراب ، مجلة النفط والتعاون العربي (عرض كتاب) ،ع ١٢٩ ، ٢٠٠٩ ، ص ٢٦٢
٢٥) بول إي سايمونز، أمن الطاقة كشراكة عالمية ،شرح قصة أمريكا - موقع لوزارة الخارجية الأمريكية ٣ /٢٠٠٨/٩/
٢٦) توماس فريدمان ، تحدي أمن الطاقة هل يوحد الغرب ، مركز دراسات أمريكا والغرب ، ٢٨ /٣ / ٢٠١١ .
http://icaws.org/site/node

27) William Martin and Jonathan Gillman, Redesigning European Security, 22/1/2010
http://www.project-syndicate.org/commentary/nstern1/English

٢٨) تيموثي ليبمان ودانيال كامن، الطاقة المتجددة: التحدي الحقيقي الراهن للنفط، من بحوث مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية : مستقبل النفط كمصدر للطاقة، ط١ ، أبو ظبي ، ٢٠٠٥.ص ١١٤
٢٩) المصدر السابق، ص ١١٥.

المصادر العربية

1) دراسة الحالة الاقتصادية والاجتماعية للعالم، تشجيع التنمية وإنقاذ الكوكب، منشورات الأمم المتحدة، أدارة الشؤون الاقتصادية ولاجتماعية، ٢٠٠٩.
2) أوابك، التقرير الإحصائي السنوي، ٢٠٠٩.
3) د. عبد الحليم المدني، أمن الطاقة، مجلة أخبار النفط والصناعة، ع ٤٦٥، ٢٠٠٩.
4) ألان غرينسبان، عصر الاضطراب، مجلة النفط والتعاون العربي (عرض كتاب)، ع ١٢٩، ٢٠٠٩.
5) أ د .عبد الرحيم الحنيطي، أمن الطاقة وتجربة كوريا الجنوبية، صحيفة الدستور، 31/03/201.
6) بول إي سايمونز، أمن الطاقة كشراكة عالمية، شرح قصة أمريكا - موقع لوزارة الخارجية الأمريكية، ٢٠٠٨/٩/٣.
7) توماس فريدمان، تحدي أمن الطاقة هل يوحد الغرب، مركز دراسات أمريكا والغرب، ٢٨ /٣ / ٢٠١١ المصدر: http://icaws.org/site/node
8) تيموثي ليبمان ودانيال كامن، الطاقة المتجددة: التحدي الحقيقي الراهن للنفط، من بحوث مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية: مستقبل النفط كمصدر للطاقة، ط١ ، أبو ظبي ، ٢٠٠٥ .
9) ديفيد هويل و كارول نخلة، مأزق الطاقة والحلول البديلة، الدار العربية للعلوم، 2008.
10) كريستوف روهل، الطاقة العالمية نظرة مستقبلية، تقرير عن ندوة أكسفورد (٣١) للطاقة، مجلة النفط والتعاون العربي، ع ١٣١، ٢٠٠٩.
11) علي رجب، تطور الطاقات المتجددة وانعكاساته على أسواق النفط العالمية والأقطار الأعضاء، مجلة النفط والتعاون العربي (منظمة أوابك)، عدد ١٢٧، ٢٠٠٨.

12) د. أنس بن فيصل ألحجي، استفزاز أزمة الطاقة.
المصدر: http://www.project-syndicate.org/commentary/alhajji6
13) الطاهر الزيتوني ،تقرير عن اجتماع لجنة (نظم الوقود الأحفوري الأنظف ،مجلس الطاقة العالمي)، مجلة النفط والتعاون العربي،عدد ١٢٨ ،٢٠٠٩ .
14) كينغ هيبرت، موارد الطاقة العالمية، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، ١٩٨١.
15) د.احمد حسين إلهيتي، اقتصاديات النفط، جامعة الموصل، كلية الإدارة والاقتصاد، ٢٠٠٠.
16) وحيد محمد مفضل ، ارتفاع أسعار البترول ومستقبل الطاقة العالمي،٢٣ /١١/٢٠١٠ عن موقع الجزيرة نت:
http://www.aljazeera.net/Portal/Templates/Postings/PocketPcDetailedP

المراجع باللغة الأجنبية

المنظمات الدولية والحكومية

1. BP, Statistical Review of Energy World, 2010.
2. eia, International Energy Outlook, 2010.
3. EN21, renewable 2010 global-status report, 2010.
4. EREC (EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL), energy revolution – a sustainable energy outlook, 2009.
5. IEA, World Energy Outlook 2008, OIL AND GAS PRODUCTION PROSPECTS.
6. IEA, World Energy Statistics, 2010
7. OPEC, Annual Statistical Bulletin, 2008.
8. UNEP, Global Trends in Sustainable Energy Investments, 2009 .

البحوث والمقالات

9. Chris Nelder, The Renewable Energy Revolution, Energy and Capital, 3/09/2009. http://www.energyandcapital.com.
10. Geoffrey Car, The power and the glory, The Economist, Jun 19th 2008 . http://www.economist.com/node/11565685/print.
11 James Woolsey, Securing the Future of Energy, 2009-11-16. http://www.project-syndicate.org/commentary/nstern1/English
12. Michael Spence, Testing the Limits of Fossil Fuels 2009-11-16. http://www.project-syndicate.org/commentary/nstern1/English.
13. Nicholas Stern, Our Low-Carbon Future, - Project Syndicate, 2009-10-07 http://www.project-syndicate.org/commentary/nstern1/English.
14 Peter M. Jackson, The Future of Global Oil Supply: Understanding the Building Blocks, CERA: Client Services: Global Energy: Special Report, 2009.
15. REUTERS, Business & Financial News, Breaking US & International News. http://www.reuters.com/assets/print?aid=US50409640120101118 .
16. William Martin and Jonathan Gillman, Redesigning European Security. http://www.project-syndicate.org/commentary/nstern1/English