



أسواق الطاقة العالمية وخيارات المستقبل (رؤية استشرافية)

م. م. أحمد جاسم جبار

أ. د. مازن عيسى الشيخ راضي

المستخلص

تشير التوقعات المستقبلية بحدوث ارتفاع كبير في معدلات استخدام الطاقة الاحفورية على مدى العقود المقبلة في ظل العديد من العوامل (نمو السكان وارتفاع معدلات النمو الاقتصادي العالمي...). رغم حدوث تحول على المستوى العالمي في تنويع الإمدادات من الطاقة، إلا أن هذا التنوع ما يزال يشكل نسبة بسيطة في إنتاج الطاقة عالمياً. وعلى ضوء ذلك تم طرح ثلاثة سيناريوهات على الأمد البعيد تعمل على تحليل الإمكانات والاحتمالات المستقبلية لهذا القطاع ضمن توقعات المشهد العالمي للطاقة.

Abstract

Future prospective indicate a significant increase in the rates of fossil energy use over the coming decades in light of several factors. (population growth and high global economic growth rates ...). Despite a shift at the global level to the diversification of energy supply, that this diversity remains a small percentage of energy production in the world. In light of this, three scenarios put on long-term work on the analysis of the potential and future prospects for the sector within the global energy scene expectations.

المقدمة

تعد الطاقة مفتاح التطور المعاصر والمحور الاقتصادي اللازم لهذا التطور، كونها تشكل اليوم إحدى العناصر الحاكمة لعملية النمو الاقتصادي بسبب الارتباط بينها وبين هذا النمو، ومع تزايد معدلات الأخير تزداد الحاجة إليها. إذ أصبح معروفاً أن مصادر الطاقة التقليدية كالنفط والفحم والغاز ذات عمر محدود وقربت من النفاذ، وهكذا فإنه من الضروري البحث عن مصادر بديلة عن المصادر التقليدية مصادر تكون متجددة ومتاحة بوفرة ومستمرة دون نفاذ، وهذا ما أصبح محور الاهتمام في كثير من بلدان العالم، وبخاصة تلك التي تسعى إلى استدامة نموها، وتحقيق الاكتفاء الذاتي من إمدادات الطاقة بتكلفة منخفضة من الناحيتين الاقتصادية والبيئية.

أهمية البحث: يكتسب البحث أهميته من كونه يسعى إلى التعرف على سوق الطاقة العالمية بجانبيه (الطلب والعرض)، كما أن أهمية البحث تنأتي من دراسة واستشراف المستقبل، ذلك أن تضمين المستقبل يكسبه أهمية إضافية، من خلال رصد التغيرات الحاصلة في سوق الطاقة في الوقت الراهن والمستقبل.

مشكلة البحث: إن جوهر المشكلة التي يتضمنها البحث يكمن في معرفة الآثار والنتائج المحتملة حول تأثير التغيرات المستقبلية على مصادر الطاقة الناضبة ومدى قدرة هذه المصادر على تلبية احتياجات الاقتصاد العالمي المتنامية من الطاقة

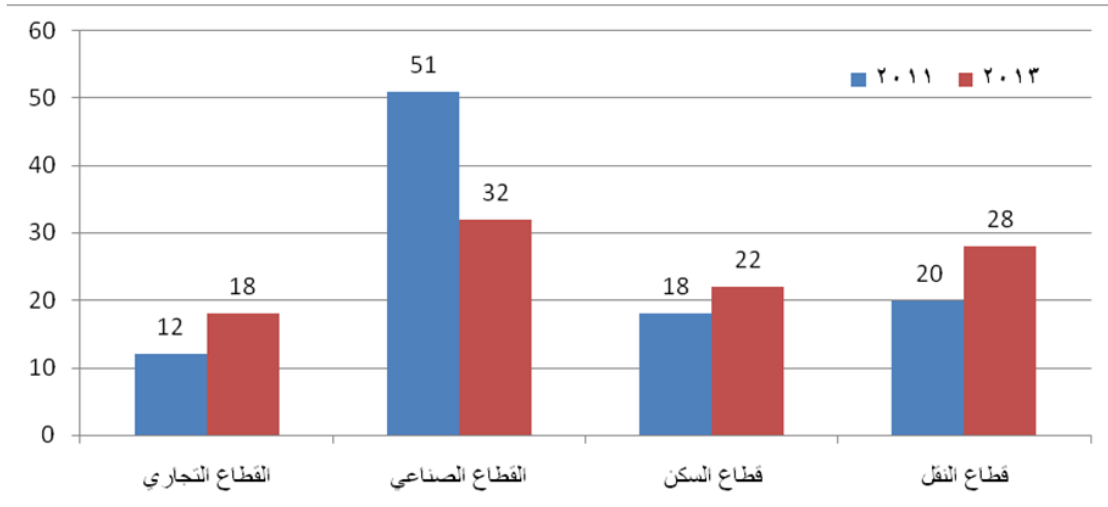
¹ بحث مستل من أطروحة الدكتوراه للطالب أحمد جاسم جبار، بعنوان: الاقتصاد العراقي ومستقبل الطاقة الناضبة والمتجددة، بأشراف: أ. د. مازن عيسى الشيخ راضي، قسم الاقتصاد، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الكوفة.

هدف البحث: يهدف البحث إلى التعرف على مستقبل الطاقة الحالية ومدى إمكانية استمرارها في ظل العديد من المتغيرات (الطاقة المتجددة) التي باتت تشكل أداة ضغط على أهمية ودور مصادر الطاقة الناضبة (الطاقة الأحفورية).

فرضية البحث: ستبقى مصادر الطاقة الناضبة مهيمنة على الإنتاج والاستهلاك العالميين في سوق الطاقة خلال السنوات القادمة، وستستمر مصادر الطاقة المتجددة بدورها كطاقة مكمل في الوقت الراهن وبديلة في المستقبل.

أولاً: جانب الطلب

يضغط الطلب العالمي المتنامي على الطاقة بكافة أشكالها على المصادر الناضبة للوقود الأحفوري، وبخاصة النفط الخام والغاز الطبيعي. وتبين الشركات النفطية الكبرى أنه ينبغي المحافظة على المستويات التقليدية من (الاحتياطي / الإنتاج)، والتي تبلغ 40 سنة للنفط الخام، وحوالي 70 سنة بالنسبة للغاز الطبيعي. وفي الوقت الذي يعني الحفاظ على هاتين النسبتين تحمل تكاليف كبيرة في التنقيب والاستكشاف، فإنه يجري العمل على تطوير مصادر جديدة للطاقة مثل النفط الثقيل والرمال النفطية لإنتاج النفط الصناعي الذي يمكن أن يطيل مدة التزود بالنفط الخام التقليدي. ويتوفر الفحم الحجري بكميات كبيرة، ذلك إن نسبة الاحتياطي / الإنتاج منه تقدر حالياً بحوالي 200 سنة⁽¹⁾.



شكل (1): الاستهلاك العالمي من الطاقة بحسب القطاعات (%) 2011 و 2013

الشكل من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات مكتب معلومات الطاقة الأمريكي

<http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=447&t=1>

أهم القطاعات الاقتصادية الرئيسة التي تطلب الطاقة:

قطاع النقل: يعد هذا القطاع في مقدمة القطاعات التي تستهلك الطاقة في الاقتصاد العالمي إذ يسهم بأكثر من (20%) في الطلب العالمي على الطاقة بحسب بيانات عام (2011)، ارتفعت إلى (28%) عام (2013). فضلاً عن أنه يعد أكثر القطاعات تحدياً من منظور تخفيض الاعتماد على الوقود الأحفوري وتخفيض انبعاثات الملوثات. لأن الوقود المفضل من أجل وسائل النقل هما البنزين والديزل، اللذين يزيد الطلب عليهما بسبب سهولة تخزينهما على متن مركبات النقل، وانتشار محرك الاحتراق



الداخلي الذي تطور بشكل كبير لأكثر من قرن من أجل هذه الوسائط⁽²⁾. ويعتمد هذا القطاع اعتماداً كبيراً على المنتجات النفطية التي تلبي 95% من حاجات قطاع النقل من الطاقة، وخلال الفترة الممتدة من عام (1971-2006)، ارتفع الاستخدام العالمي للطاقة في النقل باطراد بمعدل (2% - 2,5%) سنوياً⁽³⁾. فقد ازداد حجم أسطول السيارات في العالم خلال الخمسين سنة الماضية إلى عشر مرات، فوصل إلى (700) مليون سيارة عام (1998)، ويتوقع إن يزداد هذا العدد من ثلاثة إلى خمسة أضعاف خلال النصف قرن القادم ويستلزم هذا النمو استخدام الوقود وبخاصة النفط في قطاع النقل، ما لم يتدارك ذلك بإنتاج سيارات ذات كفاءة عالية وتعمل على أشكال أخرى من الوقود⁽⁴⁾.

الصناعة: يشير مفهوم الصناعة أو الصناعات التحويلية بأنها عملية مستهلكة للطاقة، والتي يتم بموجبها تحويل المواد الأساسية إلى منتجات نهائية ذات فائدة، وتعتبر ركيزة من ركائز المجتمع الحديث نظراً لما توفره من منتجات أساسية لمتطلبات الحياة العصرية، كما أنها قوة مفصلية تسهم بحوالي (26,3%) من الناتج المحلي الإجمالي العالمي، وتستهلك الصناعات التحويلية حوالي (51%) من جميع مصادر الطاقة الأولية في عام (2011)، وانخفضت إلى (32%) عام (2013)، في حين كان الاستهلاك من الطاقة الكهربائية حوالي (41,7%) من الكهرباء المولدة على مستوى الصعيد العالمي⁽⁵⁾. ويعزى الانخفاض الحاد في نفقات الطاقة في القطاع الصناعي إلى الأزمة العالمية التي حدثت في عام (2008)، وما نتج عنها من ركود اقتصادي على مستوى العالم.

لقد لوحظ على مدى العقود القليلة الماضية إن قطاع الصناعة نما بالتوازي مع تزايد استهلاك الطاقة، وعلى الرغم من تراجع الاستهلاك الإجمالي للطاقة في هذا القطاع منذ عام (1998) وحتى الوقت الحالي ضمن مجموعة البلدان المتقدمة النمو مثل الولايات المتحدة والمملكة المتحدة، رغم إن المكونات المتناسبة لمختلف مصادر الطاقة مثل (النفط والغاز والطاقة الكهرومائية) بقيت متماثلة، ولغرض تحفيز النمو الاقتصادي والحد من البطالة، تعمل هذه الدول على تطبيق خطط جديدة تزيد تركيزها على قطاع الصناعة، وهو إجراء يمكن إن يؤدي إلى زيادات كبيرة في استهلاك الطاقة، فضلاً عن زيادة نمو السكان والذي يكون مصحوباً بالتحسن في نوعية الحياة، سوف يتطلب زيادة القدرات التصنيعية، ومن ثم يؤدي ذلك إلى زيادات كبيرة في الاستهلاك العالمي للطاقة⁽⁶⁾. وعليه فإن قطاع الصناعة يعد قطاعاً أساسياً في استهلاك الطاقة في الاقتصاد الحديث.

القطاع التجاري: يعد القطاع التجاري جزء من المباني في العالم بما في ذلك جميع المباني التي لا تشمل الدور السكنية والمشروعات الصناعية أو الزراعية. وبالتالي فإن هذا القطاع يتكون من المباني التي تستخدمها الشركات أو المنظمات وغيرها لتوفير مساحة العمل اللازمة لتقديم الخدمات⁽⁷⁾. ويشمل قطاع خدمات الشركات المحلات التجارية والمخازن والفنادق والمولات والمطاعم، والمستشفيات، فضلاً عن مجموعة واسعة من التسهيلات التي لم تكن تعتبر تجارية بالمعنى الاقتصادي التقليدي، مثل المدارس العامة والمرافق الحكومية المتخصصة، والمنظمات الدينية⁽⁸⁾. ويستهلك القطاع التجاري حوالي (12%) من جميع مصادر الطاقة الأولية في عام (2011)، وارتفعت إلى (18%) عام (2013)، وهذه النسبة هي أقل من باقي النسب في استهلاك مصادر الطاقة الأولية عند مقارنتها مع باقي القطاعات الأخرى، ويعتمد



القطاع التجاري في استهلاكه لمصادر الطاقة على الطاقة الكهربائية، والتي تستخدم بشكل مباشر لإغراض الإضاءة والتبريد والتدفئة، وهذا يعطي دلالة إن استهلاك الطاقة في هذا القطاع يمكن تخفيضها من خلال اتخاذ تدابير تعمل على تحسين كفاءة استخدام الطاقة، والتي ترتبط بتصميم المباني التجاري من جانب الاستفادة من ضوء النهار والتهوية المناسبة وغيرها من الجوانب الأخرى.

القطاع السكني: يعتمد القطاع السكني وبشكل أساسي على مصادر الطاقة المختلفة، فقد أدى النمو السريع في إنحاء كثيرة في العالم إلى توسع عمراني سريع واحتياجات أكبر لتلبية أسلوب حياة أفضل للسكان في المناطق الحضرية، وهذا بدوره يتطلب المزيد من الطلب على الطاقة في هذا القطاع. إذ يستهلك القطاع السكني حوالي 18% عام 2011، ارتفعت إلى 22% عام 2013 في العالم. ووفقا إلى تقديرات إدارة المعلومات الأمريكية، فإن قطاع البناء يستهلك حوالي 48,7%، أي ما يقارب من نصف إجمالي الطاقة المنتجة في الولايات المتحدة على سبيل المثال، وهو بذلك يستهلك طاقة أكثر من أي قطاع آخر. ويعود ذلك إلى أن أغلب إنتاج مواد البناء كثيفة الاستهلاك للطاقة (الاسمنت والحجر والصلب والألمنيوم)، بالإضافة إلى ذلك يتم استهلاك نحو 75,7% من الكهرباء لتشغيل المباني، الأمر الذي يجعل الأبنية أكبر مصدر لاستهلاك الطاقة، فمن المتوقع أن ينمو استهلاك قطاع البناء للطاقة في العالم بوتيرة أسرع من استهلاك قطاع الصناعة أو المواصلات⁽⁹⁾.

ثانيا: جانب العرض

لقد ارتفع الاستخدام العالمي للطاقة منذ عام (1850) بحوالي (20) ضعفا، وعشرة أضعاف منذ عام (1900)، وأكثر من أربعة أضعاف منذ عام (1950). وشهدت مصادر الطاقة المختلفة في أثناء هذا التطور التاريخي تحولا كبيرا خلال القرن والنصف الماضيين. ففي القرن التاسع عشر استخدمت المصادر الحيوية مثل الخشب والفحم الخشبي ومخلفات الزراعة والتي تعرف اليوم باسم المصادر التقليدية للطاقة⁽¹⁰⁾. فقد واكب المحرك البخاري الثورة الصناعية وقدم وسائل لتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية، وقد كان الخشب مصدر الطاقة الأول لتمويل البخار في تلك المحركات. وحل الفحم الحجري في النهاية محل الخشب⁽¹¹⁾، وشهد النصف الثاني من القرن التاسع عشر ارتفاعا كبيرا في إنتاج الفحم الحجري الذي أصبح الوقود المهيمن في الاستهلاك العالمي خلال المدة 1890-1965. وكان هذا الاستخدام المكثف للفحم قد أحدث تغيرات عميقة في الصناعة وبخاصة في البلدان المتقدمة.

ونتيجة للتحويلات الصناعية خاصة بعد الحرب العالمية الثانية، تزايدت الأهمية النسبية للنفط بين مصادر الطاقة المستهلكة في العالم، إذ إن زيادة استهلاك النفط تفوق الزيادة في استهلاك مصادر الطاقة الأخرى وتحولها من الاعتماد الأساس على الفحم الحجري إلى الاعتماد الأساسي على المواد الهيدروكربونية (النفط والغاز)، فالنفط لم يكن يسهم عام 1929 أكثر من 16% من إجمالي استهلاك مصادر الطاقة في العالم بينما أسهم الفحم الحجري بنحو 79% من أجماليها في المدة نفسها، إلا إن الأهمية النسبية للنفط تضاعفت نحو ثلاث مرات بعد التحويلات الصناعية فقد أصبحت الأهمية النسبية للنفط والغاز تشكل نحو 58% من استهلاك الطاقة العالمي عام 1965 بينما أصبحت هذه النسبة 65.4 % عام 2000، أما الفحم فقد كان يشكل 39.6% من مجمل استهلاك الطاقة العالمي عام 1965، وقد



انكشفت حصته إلى 24.5 % عام 2000، إما الطاقة النووية فلا تسهم سوى 0.2% من إجمالي الطاقة بينما لا تحظى الطاقة الكهرومائية من إجمالي مصادر الطاقة سوى 2.1% عام 1965، بينما أصبحت هذه النسب 7.5% و 2.6% للطاقة النووية والكهرومائية على التوالي عام 2000. والجدول الآتي يبين ذلك.

جدول (1) الاستهلاك العالمي من أنواع الطاقة ونسب توزيعها عالمياً/ مليون برميل نفط مكافئ

السنة	نفط	نفط %	غاز	غاز %	فحم	فحم %	نووي	نووي %	كهرومائية	كهرومائية %	استهلاك الطاقة الإجمالي	استهلاك الإجمالي %
1965	31.1	41.2	12.7	16.9	29.8	39.6	0.1	0.2	1.6	2.1	75.3	100
1970	45.7	46.7	18.6	18.9	31.1	31.8	0.4	0.4	2.1	2.1	97.9	100
1975	54.6	48.3	31.6	19.1	32.4	28.7	1.5	1.7	2.5	2.2	112.9	100
1980	61.1	46.9	26.2	20.1	36.5	28.0	3.7	2.3	3.0	2.3	130.4	100
1985	58.4	41.2	29.9	21.1	42.2	29.8	7.7	5.4	3.5	2.5	141.7	100
1990	65.5	40.7	35.6	22.1	45.6	28.3	10.4	6.5	3.8	2.4	160.9	100
1995	68.2	40.5	38.4	22.8	45.4	26.9	12.1	7.2	4.3	2.6	168.3	100
2000	73.9	41.2	43.9	24.2	43.9	24.5	13.4	7.5	4.6	2.6	179.3	100
2004	82.5	39.7	50.7	24.3	56.2	27.0	13.5	6.4	4.9	2.3	207.8	100
2010	90.7	38.2	59.5	25.0	67.3	28.3	14.7	6.1	5.2	2.1	237.4	100

الجدول من عمل الباحث بالاعتماد على البيانات الواردة في:

- (1) عبد المنعم عبد الوهاب وآخرون، جغرافية النفط والطاقة، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، 1981، ص33.
(2) Extra pollution from various BP statistical Review or world Industry.

ثالثاً: توقعات أوبك

تتنبأ جميع المنظمات والشركات المختصة في مجال الطاقة إلى حدوث زيادة كبيرة في الطلب العالمي على الطاقة خلال العقود المقبلة، نتيجة توقع ارتفاع معدلات النمو الاقتصادي والسكاني وارتفاع مستويات المعيشة وزيادة الاستهلاك الفردي في العالم، وأن معظم تلك الزيادة من الطاقة سيتم تلبيتها من أنواع الوقود الاحفوري (النفط والغاز والفحم)، والتي من المتوقع أن تساهم بما يتراوح بين (75% - 80%) من الزيادة المتوقعة في استهلاك الطاقة العالمية التي تقدرها أوبك بحوالي (15,416) مليار طن مكافئ نفط عام (2020)، ليصل الطلب إلى حوالي (18,039) و (21,058) مليار طن مكافئ نفط عام (2035) و (2040) على التوالي، مقارنة بـ (13,162) مليار طن مكافئ نفط عام (2010)، أي بمعدل نمو سنوي متوقع يبلغ (1.6%)، ومع ذلك، فإن المعدل المتوقع للنمو يعد أبطأ مما كان عليه في العقود الثلاثة الماضية، والذي وصل النمو إلى حوالي (2%) سنوياً.

وفي يتعلق بمصادر الطاقة المختلفة ترى أوبك استمرار هيمنة النفط على مصادر الطاقة خلال الجزء الأول من التوقعات حتى عام (2020)، إذ من المتوقع انخفاض حصة النفط في إجمالي الطاقة الأولية إلى (27.2%) عام (2035) وإلى (24.3%) عام (2040)، في حين سوف يزداد الطلب على



الفحم والغاز للمدة نفسها ويتفوقان عليه حتى تصل حصة الفحم في إجمالي الطاقة الأولية إلى (28.4%) عام (2035) وإلى (27.1%) عام (2040) بالمقارنة مع النفط الخام، إما مستويات الطلب على الغاز الطبيعي فأنها سوف تكون متماثلة مع الفحم تقريباً خلال فترة التوقعات على الرغم من النمو السريع فيها بالمقارنة مع إشكال الطاقة الأخرى، ويعود السبب الرئيس لانخفاض الطلب على النفط الخام من إجمالي الطاقة الأولية خلال مدة التوقعات إلى النضوب الطبيعي للنفط، فضلاً عن اعتماد سياسات متشددة على التغيرات المناخية، وفيما يتعلق بمصادر الطاقة الأخرى وخاصة الكهرومائية وطاقة الكتلة الحيوية فمن المتوقع إن تحافظ على مستويات مستقرة باستثناء طاقة الرياح والطاقة الشمسية التي تنمو بمعدل أسرع تصل إلى حوالي (4%) في إجمالي إمدادات الطاقة الأولية عام (2040)، وكما موزعة في الجدول الآتي.

جدول (2) توقعات أوبك من الإمدادات العالمية من الطاقة الأولية في السيناريو المرجعي

(مليون طن مكافئ نفط/سنة *) خلال المدة (2010-2040)

المصدر	الإمدادات العالمية من الطاقة				معدل النمو 2010-2040 %	% من إجمالي الطاقة			
	2010	2020	2035	2040		2010	2020	2035	2040
النفط	4199.2	4558.6	4897.4	5113.0	0.7	31.9	29.6	27.2	24.3
الفحم	3716.7	4486.7	5133.6	5708.5	1.4	28.2	29.1	28.4	27.1
الغاز	2833.7	3562.7	4497.0	5693.1	2.4	21.5	23.1	25.0	27.0
الطاقة النووية	718.7	713.5	893.2	1190.9	1.6	5.6	4.6	5.0	5.7
الطاقة الكهرومائية	302.8	379.8	451.7	513.3	1.8	2.3	2.5	2.5	2.4
الوقود الحيوي	1278.2	1499.0	1740.2	1981.5	1.5	9.7	9.7	9.7	9.4
الطاقة المتجددة	92.4	215.6	426.0	852.1	7.7	0.7	1.4	2.4	4.0
إجمالي الطاقة	13162.5	15416.2	18039.5	21058.0	1.6	100	100	100	100

* تم تحويل من البرميل نفط إلى الطن المكافئ من النفط من قبل الباحث.

Source: OPEC, World Oil Outlook ,2014, p8.

رابعاً: مشاهد التطور العالمي

يفترض التحليل المستقبلي صياغة سيناريوهات للتطور تصل بالأفاق المحتملة للظاهرة إلى مديات متنوعة، تظهر التبدلات الممكنة والمحتملة في أفق المستقبل المراد استشرافه. ولعلنا عندما نتحدث عن مشاهد التطور المستقبلي في مجال الطاقة المتجددة والناضبة فإنه يمكن وضع خط التطور الزمني القادم في إطار ثلاثة مشاهد هي:

المشهد الأول: استمرار الوضع الحالي (التوقعات المرجعية)

ينبني هذا المشهد (السيناريو) على الافتراضات الآتية:

- عدم تقييد إمدادات الطاقة واستمرار تدفق العرض منها من دون حدوث هزات كبيرة تؤدي إلى اختلال السوق العالمي للطاقة.
- عدم حدوث تغيير جذري في أسعار الطاقة وخاصة النفط، الأمر الذي يعني استمرار احتفاظ مصادر الطاقة المختلفة بالعلاقة نفسها بين التكاليف الحدية والسعر.
- استمرار الطلب على الوقود الاحفوري على وفق المتوقعة في ضوء مستوياته الحالية.
- ارتفاع احتياطات النفط التقليدية وغير التقليدية بما يبعث الثقة بإمكانية استمرار الاعتماد عليها لتأمين الاحتياجات العالمية من الطاقة.



- اتخاذ تدابير خجولة، فيما يتعلق بالتشريعات البيئية وبما لا يهدد السوق النفطية من ناحية طلب المستهلكين الكبار من البلدان المتقدمة.
 - استمرار تقنيات إنتاج الطاقة المتجددة عند مستوياتها الحالية وعدم ظهور تقنيات ثورية تمهد لأحداث تغيير مستقبلي كبير في سوق الطاقة.
- العوامل الفاعلة: سوف تلعب عوامل عديدة في صياغة حركة هذا المشهد لعل أبرزها:
- مستهلكو الطاقة: يلعب مستهلكو الطاقة دوراً مهماً في صياغة هذا المشهد، إذ إن الهدف النهائي من الإنتاج هو تلبية احتياجات الاستهلاك المتنامية، سواء في البلدان المتقدمة أم النامية، وستأتي أغلب الإضافة إلى الاستهلاك العالمي من الطاقة من البلدان النامية والبلدان الصناعية الجديدة، إذ سيزيد نمو المدن الكبيرة في المستقبل من احتياجات البلدان النامية، فقد أصبحت ظاهرة نمو المدن الكبيرة لافتة للانتباه الأمر الذي دفع المحللين إلى صياغة مصطلح المدن الأضخم Mega Cities والذي يشير إلى حالة المدن الأكثر ضخامة، ففي عام 2008 يعيش ما بين 20-39 مليون نسمة في أكبر 10 مدن من حيث عدد السكان، إذ تأتي طوكيو في مقدمتها (39 مليون نسمة)، تليها دلهي (33 مليون نسمة) في الهند وشنغهاي في الصين (28 مليون نسمة) ومومباي في الهند أيضاً (27 مليون نسمة)⁽¹²⁾. وبحسب تقرير برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (هابيتات) لعام 2009 إن تحولاً عالمياً قد برز خلال السنتين الماضيتين هو أنه ولأول مرة في التاريخ أصبح يعيش ما يزيد على نصف سكان العالم في المدن. فقد بلغ عدد ساكني المدن بحوالي 3.3 مليار نسمة عام 2008، ومن المتوقع أن يرتفع العدد إلى أكثر من 5 مليارات عام 2030⁽¹³⁾. وسيترتب على ذلك جملة من النتائج، لعل ما يتصل منها بقطاع الطاقة هو إن ينمو استهلاك قطاع البناء للطاقة بوتيرة أسرع من استهلاك قطاعي الصناعة والمواصلات. إذ يتوقع أن يرتفع استهلاك قطاع البناء للطاقة بين عامي 2010 و 2030 بحوالي 5.85 وحدة حرارية بريطانية، علماً أن كل وحدة تعادل 1000 ميغاواط. بينما سينمو استهلاك الطاقة بحوالي 4.01 وحدة حرارية بريطانية في قطاع الصناعة، و3.15 وحدة حرارية بريطانية في قطاع المواصلات⁽¹⁴⁾. من جهة أخرى، تمثل المدن ثلثي استخدام الطاقة في العالم، وهي تشكل في الوقت نفسه تحدياً خاصاً في وجه الاعتماد على الطاقة المتجددة بسبب ضيق المساحة المتوفرة⁽¹⁵⁾.
 - منتجو الطاقة الأحفورية: على وفق افتراضات هذا المشهد سيستمر منتجو الطاقة الأحفورية بلعب دور رئيس في سوق الطاقة العالمي، وستؤمن أوبك حوالي 75% من إنتاج النفط العالمي في مجالي النفط التقليدي وغير التقليدي، فضلاً عن الغاز الطبيعي حتى عام 2030⁽¹⁶⁾. ذلك أن احتياطات النفط في بلدان أوبك- وبخاصة العربية منها- ستكون كافية لإبقاء إنتاج النفط التقليدي في تلك المناطق في المستويات الحالية حتى عام 2030 وما بعده. من جهة أخرى، تعد نسبة التصدير السائدة في روسيا مقبولة، إذ يوفر الغاز الطبيعي وكذلك الطاقة الكهرومائية والنووية، الموارد الرئيسة للطاقة، الأمر الذي يجعل استخدام النفط مستقراً فيها بشكل نسبي، لكن



بلدان الخليج وغيرها يمكن أن يؤدي النمو السكاني المرتفع إلى زيادة الطلب على الطاقة لإشباع الحاجة المتزايدة منه محليا، فضلا عن افتقارها لمصادر الطاقة المتجددة وتكريس اعتمادها على الطاقة الاحفورية⁽¹⁷⁾. ووفقاً لافتراضات هذا المشهد فإن منتجي النفط غير التقليدي لن يتمكنوا من لعب دور كبير إذ ستبقى نسبة مساهمتهم تتراوح ما بين 2-3% من إجمالي الإنتاج العالمي للنفط، وهي قريبة من مستوياتها الحالية. ويمكن أن يشكل استمرار انخفاض أسعار النفط إلى ما دون 80 دولار إلى استمرار بقائهم منتجين حديين الأمر الذي يعوق إمكانية زيادة إنتاجهم فضلا عن تعزيز قدرتهم على الإنفاق على البحث والتطوير وخفض تكاليف الإنتاج مع الزمن. من جهة أخرى، فإن أحد السيناريوهات التي يمكن أن يشهدها المستقبل هو انسحاب عدد من صغار منتجي النفط من أوبك، ومن بين البلدان المرشحة : اندونيسيا، الجزائر ونيجيريا من عضوية المنظمة. مع ذلك فإن زيادة القدرات الإنتاجية لكبار منتجيها يمكن أن يسهم في تعويض إنتاج تلك البلدان من النفط الخام. من جهة أخرى، فإن امتلاك هذه البلدان لاحتياطيات كبيرة من الغاز الطبيعي يمكن أن يعمل على استمرار ثقل هذه البلدان كمنتج للطاقة الاحفورية. وقد تمهد هذه التطورات لظهور أوبك جديدة يكون ثقلها الأكبر في منطقة الخليج، الأمر الذي يعني زيادة نفوذ الخليج في المنظمة وتراجع النفوذ الفنزويلي التي فقدت صوتها المرتفع منذ رحيل هوغو تشافيز.

• منتجو الطاقة المتجددة: من المتوقع أن يزداد الطلب في هذا المشهد على الطاقة المتجددة باستثناء المصادر المتجددة غير المائية، وستكون البلدان النامية مسؤولة عن توفير 18% من إنتاج الطاقة النووية في العالم عام 2030⁽¹⁸⁾. وتشير التوقعات إلى استمرار هيمنة مصادر الطاقة غير المتجددة حتى عام 2080، وستتجاوز بدائل الوقود الكربوني بصعوبة 25% من إجمالي إمدادات الطاقة حتى إلى وقت قريب من سبعينات القرن الحالي، وحتى في نهاية القرن فإنها سترتفع إلى حوالي 40%. وسوف توفر مصادر الطاقة المتجددة حتى بصورة تراكمية خلال القرن الحالي حوالي 30% من إجمالي الطاقة المستخدمة، وحوالي 60% منها سيتوافر في العقود الثلاثة الأخيرة من القرن⁽¹⁹⁾. وستكون الطاقة الشمسية الأسرع نمواً من بين المصادر المتجددة، إذ ستشكل حوالي (12.7%) عام 2035، ثم تليها طاقة الرياح بحوالي (7.8%) لنفس العام، في حين ستكون الطاقة الكهرومائية الأقل نمواً بين مصادر الطاقة المتجددة بسبب كونها طاقة مستخدمة قديماً وإن معظم المناطق الصالحة لإنشاء السدود مستغلة بالفعل. إما من حيث حجم إنتاج الطاقة الكهربائية، فستستمر الطاقة الكهرومائية باحتلال المرتبة الأولى تليها الرياح ثم الطاقة الشمسية⁽²⁰⁾.

• حالة الاقتصاد العالمي: تلعب حالة الاقتصاد العالمي ومعدلات نموه دوراً مهماً في صياغة المشاهد المستقبلية للطاقة في العالم، إذ إن إصابته بالركود أو الكساد ستؤدي إلى نتائج سلبية تؤثر في الطلب على الطاقة وبخاصة من النفط، فضلا عن أن الانتعاش الاقتصادي والرواج يسهمان في تحسين هذا الطلب وزيادته. فعلى سبيل المثال أدت أزمة عام 2008 إلى حصول تراجع في الطلب العالمي على النفط هو الأول منذ ربع قرن تقريباً بحوالي نصف مليون برميل



يومياً عام 2009، فضلاً عن أنها أدت إلى تباطؤ النمو في إمدادات النفط الخام من خارج بلدان أوبك، الأمر الذي أدى إلى ظهور اختلال في توازن العرض والطلب بسبب انهيار الطلب في منظمة التنمية والتعاون الاقتصادي بأكثر من 1.5 مليون برميل يومياً، مما أحدث ارتفاعاً كبيراً في مخزون النفط التجاري للدول الأعضاء فيها⁽²¹⁾. وقد أنتجت هذه الأزمة أزمات جديدة، إذ نشأت أزمة المديونية الأوروبية، التي ضربت منطقة اليورو، وأثرت في الاقتصادات المتوسطة والصغيرة فيها. ويمكن أن تقود تداعياتها إلى تباطؤ الاقتصاد العالمي.

المشهد الثاني: المشهد الإيجابي: اكتشاف البدائل المتجددة وتطويرها.

تمثل الموارد المتجددة على وفق هذا المشهد حصة متزايدة من مزيد الطاقة في المستقبل، وستتمو هذا الحصة بحيث أنها ستلعب دوراً أساسياً في مزيد الطاقة العالمي، إذ يمكن لاكتشاف تكنولوجيات جديدة أن يسرع عملية التحول في سوق الطاقة العالمي، وبخاصة في قطاع الكهرباء. وينبغي هذا المشهد (السيناريو) على الافتراضات الآتية:

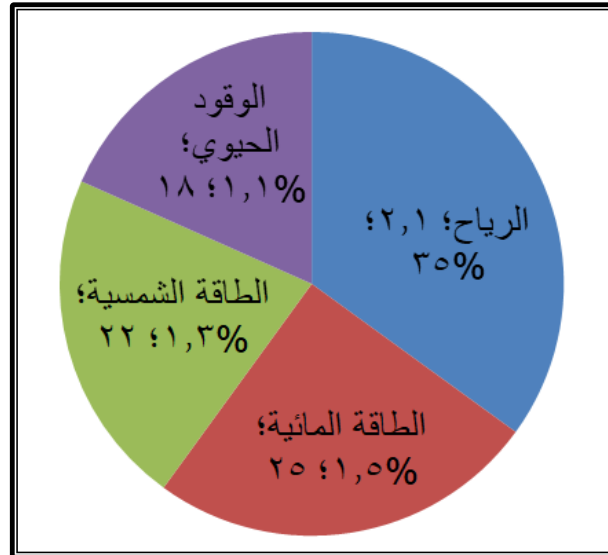
- ارتفاع أسعار الطاقة عالمياً
- هناك جهود دولية تدعم تطوير الطاقة المتجددة في إطار مسعى تعاوني بين الحكومات والمصنعين ومنتجي النفط والطاقة المتجددة.
- تطور المستوى التكنولوجي للطاقة المتجددة نتيجة زيادة الاستثمارات فيها.
- تطبيق سياسات أكثر صرامة في مجال البيئة
- نجاح البلدان الغربية المتقدمة في تطوير تقنيات تحد من استهلاك النفط في قطاع المواصلات مثل تطوير المركبات الكهربائية والوقود الحيوي.

العوامل الفاعلة

- التطور التكنولوجي: يعد التطور التكنولوجي في مقدمة العوامل الفاعلة في التغيير في هذا المشهد، إذ إن تحسين كفاءة استخدام الطاقة يمكن أن يؤثر بشكل كبير في الطلب العالمي على النفط، ويمكن لزيادة استخدام السيارات الكهربائية أو العاملة بالوقود الحيوي إن يزيد الطلب على مصادر الطاقة هذه التي ستنافس النفط، ويدعي البعض أن العصر الذي «ستنتشر فيه السيارات الكهربائية لابد أن يشهد أيضاً تحولاً موازياً نحو استخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة النووية وغيرها من مصادر الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء»⁽²²⁾. ويعتقد الكثير من المراقبين، بأن السيارات الهجينة والسيارات الكهربائية، ستلعب دوراً رئيسياً في المستقبل، فعلى سبيل المثال يتوقع بنك دويتشه، إن السيارات الهجينة والكهربائية، ستمثل حوالي 25% من السيارات الجديدة في الولايات المتحدة في عام 2020، إما الصين فيتوقع إن يكون مقدار ثلثي مبيعات السيارات الجديدة عالية الجودة والكفاءة، وإن نصف المركبات الخفيفة، سيكون كهربائياً أو هجيناً في عام 2030⁽²³⁾.

- زيادة حجم الاستثمارات في الطاقة المتجددة: ترى وكالة الطاقة الدولية في تقريرها لعام 2011 أن الاستثمارات التراكمية لإمدادات الطاقة حتى عام 2035 ستبلغ حوالي 37.9 تريليون (بدولارات

عام 2010)، وتتوقع المنظمة أن تستثمر حوالي 6.4 تريليون دولار على مدى السنوات الثلاث والعشرين المقبلة حتى عام 2035 وتخصص 94% منها لقطاع الكهرباء وتتوزع على النحو الموضح بالشكل الآتي:



شكل (2): توزيع الاستثمارات في الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء حتى عام 2035

المصدر: روبرت سكندر، السياسات العامة واتجاهات الاستثمار في تكنولوجيا الطاقة، في: التكنولوجيا ومستقبل الطاقة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، 2013، ص135

- اتساع التوجه نحو تبني الطاقة المتجددة: لقد زاد عدد الدول التي لديها سياسات مستهدفة للطاقة المتجددة من 45 دولة عام 2005 إلى 164 دولة في عام 2015⁽²⁴⁾. وعليه فإن الأهمية النسبية لاستخدام الطاقة المتجددة يمكن أن يشهد ارتفاعاً كبيراً إذ تشير التوقعات إلى زيادتها من 18% في عام 2010 إلى حوالي 36% عام 2030⁽²⁵⁾. وقد حددت أوروبا لنفسها هدفاً طموحاً في استخدام الطاقة المتجددة يتمثل في الوصول إلى 20% من الطاقة النهائية بحلول عام 2020، فيما تستهدف البرازيل تأمين 75% من احتياجاتها من الطاقة من مصادر متجددة بحلول عام 2030، وتستهدف الصين تحقيق نسبة 15% بحلول 2020⁽²⁶⁾.

المشهد الثالث: المشهد السلبي: استمرار الاعتماد على الطاقة الناضبة وتدهور إنتاج الطاقة المتجددة. وينبغي هذا المشهد على الافتراضات الآتية.

- استمرار استهلاك الطاقة الأحفورية، وتحقيق معدلات عالية من النمو الاقتصادي.
- عدم ارتفاع أسعار الطاقة وخاصة النفط والغاز استجابة للطلب المتنامي عليها.
- عدم التمكن من تجاوز التحديات الماثلة أمام تطور تقنيات الطاقة المتجددة.
- التخلي التدريجي عن الاستثمار في التكنولوجيات الجديدة
- حدوث اضطرابات في المناطق المنتجة للنفط.
- احتمال زيادة إنتاج الطاقة من المصادر غير التقليدية.



العوامل الفاعلة

• الأسعار - التكاليف: تلعب قرارات كبار منتجي النفط والطاقة الأخرى دوراً محورياً في السوق العالمي للطاقة، إذ أن كبار منتجي النفط التقليدي في أوبك وخارجها سيأخذون بنظر الاعتبار ردود أفعال المنتجين الآخرين وسياساتهم. ويمكن أن تعمل الأسعار المرتفعة على تشجيع الإنتاج في المنتجين الحديين وذوي التكاليف المرتفعة، الأمر الذي سيؤدي إلى تأكل حصة المنتجين ذوي التكلفة المنخفضة من السوق. وعليه سيكون هناك على الدوام إغراء قوي لزيادة الإنتاج في محاولة لاستعادة الحصة السوقية بسعر أدنى، الأمر الذي سوف يباعد المنافسين القائمين والمحتملين⁽²⁷⁾. وبحسب توقعات وكالة الطاقة الدولية فإن قدرات الإنتاج في منطقة الشرق الأوسط يحتمل إن لا تتطور بشكل كبير وسريع، كما يتوقعه السيناريو المرجعي الذي صيغ في عام 2003، إذ سيعمل الإنفاق الاستثماري المنخفض والأسعار المرتفعة على زيادة عملية تخفيض الطلب، وتتوقع الوكالة أن الأسعار الأعلى سوف لن تعوض الحصة الأقل في السوق، ويجني ثمارها المنتجون خارج أوبك وبخاصة في أفريقيا وروسيا⁽²⁸⁾.

• التخلي عن الطاقة النووية: على الرغم من كون الطاقة النووية تمتاز بأنها غير معنية بمشكلة الاحتباس الحراري، إلا أنها تعد من أكثر أنواع الطاقة إثارة للمخاوف وعدم الاستقرار، فمخلفاتها الإشعاعية الخطيرة من النفايات يمكن إن تبقى لفترة زمنية طويلة مع صعوبة التخلص منها أو إتلافها دون إلحاق إضرار بالبيئة والإنسان مستقبلاً.

وعليه فإن هناك عدد قليل فقط من الأشخاص الذين كان بإمكانهم التنبؤ بالتأثيرات الجوهرية في السياسة النووية العالمية لحادثة مفاعل فوكوشيما النووي الذي وقع في اليابان عام 2011، إذ أدى ذلك الحادث إلى إعلان اليابان انسحابها الصريح من أي عمليات مستقبلية لإنتاج الطاقة النووية بحلول عام 2023. فضلاً عن أن دولا غربية كبيرة أخرى أشارت إلى أنها تعيد النظر في برامج الطاقة النووية الخاصة بها، ففي ألمانيا، اقترحت الحكومة التخلص التدريجي من الطاقة النووية إلى إن يتم التخلص النهائي منها بحلول عام 2022، بعد إن كانت منذ وقت قريب قد خففت التشريعات من أجل السماح بزيادة العمر الافتراضي لمحطاتها النووية القائمة⁽²⁹⁾، في حين قامت بعض الدول بإصدار تشريعات تحول دون إقامة محطات الطاقة النووية مستقبلاً وتلزم تفكيكها وفقاً لجدول زمني، بعد انقضاء فترة زمنية محددة على عملها، تقل أحياناً عن عمرها الافتراضي بل تفكيكها قبل تشغيلها في بعض الدول مثل النمسا وإيطاليا⁽³⁰⁾. ولكن بمجرد خروج الطاقة النووية من المشهد بالكامل، فإن الفجوة لن تسدها الطاقة المتجددة وإنما الفحم والغاز⁽³¹⁾.

• الزيادات الكبرى في إنتاج الطاقة الأحفورية: لمواجهة الزيادة في الطلب الطاقة ستزيد الدول الأعضاء في أوبك، وبخاصة العربية منها ستزيد إنتاجها النفطي بشكل متسارع، معتمدة في ذلك على ضخامة مواردها النفطية وانخفاض تكاليف إنتاجها، لذا سيقفز الإنتاج الكلي من 37% إلى 53% عام 2030. ولكن على امتداد السنوات الباقية من العقد الحالي، ومن المتوقع أن تسهم الدول غير الأعضاء في أوبك في نصف زيادة الإنتاج العالمي، ولن يبلغ الإنتاج العالمي من



النفط ذروته قبل عام 2030، مع أنه سيكون قد بدأ بالانخفاض في بعض المناطق قبل حلول هذا التاريخ⁽³²⁾. من جهة أخرى، فمن المتوقع ظهور الزيادات الكبرى في إنتاج الغاز الطبيعي في الاقتصادات الانتقالية وفي منطقة الشرق الأوسط، وستشهد أفريقيا وأمريكا اللاتينية أسرع معدلات في هذه الزيادة. وستعزز الصين موقعها الرائد في مقدمة البلدان المنتجة للفحم، لأنها ستشكل حوالي نصف زيادة الإنتاج العالمي منه خلال مدة المشهد، تليها الولايات المتحدة والهند، فيما ستشهد أوروبا انخفاضاً في إنتاج الفحم نتيجة لخفض الدعم الحكومي وإغلاق المناجم غير التنافسية⁽³³⁾.

• تأثير الاضطرابات: إن التغييرات الجذرية والاضطرابات القائمة في المنطقة العربية يمكن أن تترك آثاراً سلبية في قطاع الطاقة، إذ تعزز هذه الأحداث (تمدد داعش، حرب اليمن، ...) الإدراك العالمي بشأن اعتماد الدول المستهلكة للطاقة على منطقة الشرق الأوسط المتفجرة، سواء كان ذلك محتملاً أم لا⁽³⁴⁾. ومن المحتمل أن يتطور هذه النوع من الصراعات داخل الأمم الغنية بالموارد، لأن الجماعات المتنافسة ستبازي فيما بينها للفوز بالحصة الأكبر من الثروة، وقد خيضت الحروب الأهلية حديثاً للسيطرة على الموارد القابلة للتصدير كما في انغولا والكونغو والبيرو وغيرها من الدول، وأكثر ما يحتمل في المستقبل نشوب هذه الاضطرابات في البلدان التي تمتلك احتياطات ضخمة من النفط⁽³⁵⁾.

• زيادة إنتاج المصادر الاحفورية غير التقليدية: يحتمل في إطار هذا المشهد أن تشهد مصادر الطاقة الاحفورية غير التقليدية زيادة في الإنتاج يمكن أن تنافس المصادر التقليدية للطاقة. فعلى سبيل المثال ساعدت الزيادة الكبيرة في إنتاج الولايات المتحدة من الغاز الصخري على خفض اعتمادها على استيراد الغاز الطبيعي المسال. ومن المتوقع أن تصبح الولايات المتحدة مصدراً للغاز الطبيعي المسال بحلول عام 2016. وهذه الزيادة وفرت فرصة ممتازة لأوروبا كي تعالج مسائلها المتعلقة بأمن الإمدادات عن طريق استيراد المزيد من الغاز الطبيعي المسال والاعتماد بدرجة أقل على الغاز الروسي⁽³⁶⁾. وترى وكالة الطاقة الدولية إن النفط المستخرج من المصادر غير التقليدية سيشكل نحو 8% من الإمدادات العالمية بحلول عام 2030، أي نحو 9.3 مليون برميل في اليوم، مما يسجل ارتفاعاً كبيراً عن عام 2000، والبالغ فيه الإنتاج 1.1 مليون برميل في اليوم، وسيأتي أغلبها من رمال النفط في كندا والقار النفطي في فنزويلا⁽³⁷⁾. ويشار أيضاً إلى أن حوالي 3000 مليار برميل من احتياطات النفط غير التقليدي يمكن استرجاعها، لذا فإنه سوف تمضي ما بين 80-90 سنة قبل أن يصل ذروته الإنتاجية المحتملة، والتي يبدو أنها ستكون أدنى بقليل من تلك التي سوف يصلها النفط التقليدي في عام 2030⁽³⁸⁾.



الاستنتاجات

1. إن سوق الطاقة العالمية سواء أكان بالنسبة للطاقة الناضبة أو الطاقة المتجددة يكتنفه الكثير من الغموض والتحديات. وبناءً على التطور المستقبلي لهذه العوامل المهمة والمتمثلة بالنمو الاقتصادي والسكاني وأسعار الطاقة والتطور التكنولوجي، قد يتخذ مسار العرض والطلب العالمي اتجاهات مختلفة عن المسارات المتوقعة.
2. من المتوقع أن تستمر هيمنة الوقود الاحفوري على نطاق العالم وخصوصاً النفط والغاز حتى عام 2030، وما بعده على الرغم من النمو الحاصل في المصادر المتجددة من الطاقة.
3. أن الدول المنتجة للنفط في العالم سوف تقدم حوالي 100 مليون برميل يومياً فقط في عام 2030، وقد يصل العجز النفطي إلى حوالي 10 ملايين برميل يومياً، الأمر الذي يعني احتمال ارتفاع الأسعار إلى مستوى يتراوح ما بين 150-170 دولاراً للبرميل.
4. وعلى الرغم من صعوبة التنبؤ بشكل دقيق بالتأثيرات السياسية والاقتصادية والإستراتيجية لهذا العجز النفطي، فإنه يمكن أن يؤدي إلى خفض معدلات النمو في الاقتصادات النامية والمتقدمة على السواء، الأمر الذي قد يستتبع نتائج وخيمة بالنسبة للاقتصادات الضعيفة والهشة، بل إن الآثار السلبية قد تطل الصين والهند.
5. سيؤدي تنامي الطلب العالمي على الوقود الاحفوري وارتفاع أسعاره إلى تطوير موارد جديدة للطاقة مثل المصادر غير التقليدية (النفط الصخري) ومصادر الطاقة المتجددة كالشمس والرياح وغيرها من المصادر الأخرى.
6. ان العالم سوف يصل إلى ذروته من الإنتاج النفطي بسبب الاستهلاك غير العقلاني له، وبعدها يأخذ الإنتاج بالانخفاض ليس من خلال قيام المنتجين بتخفيضه، ولكنه انخفاض طبيعي لهذا المورد الناضب، على الرغم من تحقيق اكتشافات جديدة للاحتياطيات إلا أنها تعد اقل من الاكتشافات السابقة، وبالتالي فإن استخدام الوقود الاحفوري بهذه الصورة سوف يعجل من مدة نفاذه.

التوصيات

1. توسيع الحوار والتعاون الدولي بين المنتجين والمستهلكين في مجال الطاقة الناضبة والمتجددة لضمان امن الطاقة.
2. ضرورة اعتماد علاقات التعاون والتبادل بين الدول في مجال الطاقة عن طريق بناء بنى تحتية واسعة في بعض البلدان مقابل تأمين الحصول على النفط.
3. العمل على وضع نظام دولي يعمل على تنظيم إدارة الطاقة عالمياً يتكون من مؤسسات ووكالات الطاقة الدولية المختلفة تأخذ في الحسبان العوامل الجيوسياسية والتقنية في الحسبان لتكون أكثر فاعلية.
4. ضرورة اتخاذ أساليب وسياسات هادفة للترشيد والعقلنة من جانبي الإنتاج والاستهلاك من شأنها إن تطيل العمر الاحتياطي لسنوات إضافية.
5. الاهتمام بمصادر الطاقة المتجددة وتطوير التكنولوجيا الخاصة بها.



الهوامش والمراجع

- (¹) روبرت ل. إيفانز، شحن مستقبلنا بالطاقة: مدخل إلى الطاقة المستدامة، ترجمة: فيصل حردان، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، 2011، ص 26-27
- (²) المصدر السابق نفسه، ص 30
- (³) إبراهيم عبد الجليل، التحديات والفرص التكنولوجية في قطاعي النقل والمواصلات: في التكنولوجيا ومستقبل الطاقة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، أبو ظبي، 2013، ص 263.
- (⁴) هوارد جيلر، ثورة الطاقة: نحو مستقبل مستدام، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، أبو ظبي، 2009، ص 348.
- (⁵) [http://data.worldbank.org/indicator/nv.ind.totl.zs/Industry, value added \(% of GDP](http://data.worldbank.org/indicator/nv.ind.totl.zs/Industry, value added (% of GDP)
- (⁶) بن سونغ ودواين وانغ، الحد من استهلاك الطاقة في التصنيع: الفرص والتأثيرات: في التكنولوجيا ومستقبل الطاقة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 2013، ص 183 ص 184.
- (⁷) J. MICHAEL MCDONALD, Commercial Sector and Energy Use, Oak Ridge National Laboratory , Tennessee, United States, 2013, p 1.
- (⁸) Christopher Todd Payne, Energy Consumption Behavior in the Commercial Sector: An Ethnographic Analysis of Utility Bill Information and Customer Comprehension in the Workplace, A dissertation Doctor, University of Delaware, 2006, p7.
- (⁹) خالد عبد الله السلال، الانبعاثات الكربونية من المباني... التحديات والحلول: في التكنولوجيا ومستقبل الطاقة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 2013، ص 379.
- (¹⁰) هوارد جيلر، مصدر سابق، ص 14-16.
- (¹¹) جون ر. فانشي، الطاقة: التقنية والتوجهات للمستقبل، ترجمة: عبد الباسط علي صالح كرمان، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، 2011، ص 30.
- (¹²) Networked Society – The three ages of megacities, p. 5.
http://www.ericsson.com/res/docs/2012/ns_megacities_report_4.pdf
- (¹³) United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), UN-HABITAT GLOBAL ACTIVITIES REPORT 2015: INCREASING SYNERGY FOR GREATER NATIONAL OWNERSHIP, p. 85
- (¹⁴) خالد عبد الله السلال، مصدر سبق ذكره، ص 379.



(15) نوال الحوسني وستيفن جريفيث ودولف جيلين، آفاق تقدم تكنولوجيا الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء، في: التكنولوجيا ومستقبل الطاقة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، 2013، ص 309.

(16) ماجد المنيف، آفاق الطاقة العالمية: التحديات والفرص المتاحة لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربي، في: عصر النفط التحديات الناشئة، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، 2011، ص 32.

(17) راي ليونارد، تأثير تطور تقنيات الطاقة في مستقبل الإنتاج العالمي للنفط، في: التكنولوجيا ومستقبل الطاقة، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 2013، ص 81 .

(18) فاتح بيرول، الآفاق المستقبلية للطاقة العالمية: الانعكاسات على النمو وفرص الاستثمار في قطاع النفط بالشرق الأوسط، في: قطاع النفط والغاز في منطقة الخليج الامكانيات والقيود، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، أبو ظبي، 2007، ص 358

(19) بيتر أودل، نفط الخليج العربي في سياق عالمي: استراتيجيات وتحديات أمن الطلب، في: النفط والغاز في الخليج العربي: نحو ضمان الامن الاقتصادي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، أبو ظبي، 2007، ص 360

(20) energy information administration, International Energy Outlook, 2010, p.78 p. 81.

(21) عدنان شهاب الدين، متغيرات الطاقة العالمية وانعكاساتها على الصناعة النفطية: حالة أقطار مجلس التعاون، في: الطفرة النفطية الثالثة وانعكاسات الأزمة المالية العالمية حالة أقطار مجلس التعاون لدول الخليج العربية ،مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2009، ص 135.

(22) ممدوح سلامة، تغير أساسيات النفط الانعكاسات على امن الطاقة وسوق النفط العالمية: في أسواق الطاقة العالمية متغيرات في المشهد الاستراتيجي، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، 2012، ص 154.

(23) بسام فتوح، ديناميات الطلب العالمي وانعكاساته على الدول المنتجة في الشرق الأوسط : في عصر النفط والتحديات الناشئة، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، الطبعة الاولى، 2011، ص 83 ص 84.

(24) Renewable energy policy network for the 21 century, RENEWABLES 2015 GLOBAL STATUS REPORT 2015, Paris, 2015, p. 89



(25) Renewable energy policy network for the 21 century, RENEWABLES 2015 GLOBAL STATUS REPORT 2015, Paris, 2015, p. 27

(26) بنجامين سوفاكول، الجدوى الاقتصادية للطاقة المتجددة، في: أسواق الطاقة العالمية متغيرات في المشهد الاستراتيجي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 2012، ص 304-305.

(27) توبي شيللي، النفط، السياسة، والفقر، والكوكب، ترجمة: دينا الملاح، العبيكان، الرياض، المملكة العربية السعودية، 2010، ص 37

(28) المصدر السابق نفسه، ص 37

(29) هانز بليكس، مستقبل الطاقة النووية في مجلس التعاون لدول الخليج العربية، في: أسواق الطاقة العالمية متغيرات في المشهد الاستراتيجي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 2012، ص 35.

(30) عدنان شهاب الدين، دور الطاقة النووية والطاقة المتجددة في توليد الكهرباء، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد السادس والثلاثون، العدد 133، 2010، ص 11.

(31) سلمان غوري، تحديات الطاقة الرئيسية امام الاقتصاد العالمي حتى عام 2050، في أسواق الطاقة العالمية متغيرات في المشهد الاستراتيجي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 2012، ص 123.

(32) فاتح بيرول، الأفاق المستقبلية للطاقة العالمية: الانعكاسات على النمو وفرص الاستثمار في قطاع النفط بالشرق الأوسط، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 2007، ص 360 (33) المصدر نفسه.

(34) محمد رمادي، سياسات الطاقة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، في: أسواق الطاقة العالمية متغيرات في المشهد الاستراتيجي، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، 2012، ص 390.

(35) ريتشارد هاينبرغ، ترجمة: مازن جندلي، غروب الطاقة الخيارات والمسارات في عالم ما بعد البترول، الدار العربية للعلوم، 2006، ص 93.

(36) سلمان غوري، مصدر سابق، ص 120-121.

(37) توبي شيللي، مصدر سابق، ص 194.

(38) بيتر أودل، مصدر سبق ذكره، ص 365.