المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

كتاب العربية

١٠٠ كلمة في الطاقة

تأليف: جان - ماري شوفالييه
ترجمة: أحمد بن إبراهيم الوادي
مراجعة: دحام بن إسماعيل العاني

١٤٣٦هـ - ٢٠١٥م

ماذا أعرف؟
Que sais-je?

المملكة العربية السعودية

١٠٠ كلمة في الطاقة

تأليف: جان - ماري شوفالييه
ترجمة: أحمد بن إبراهيم الوادي
مراجعة: دحام بن إسماعيل العاني

١٤٣٦هـ - ٢٠١٥م

Que sais-je?

ماذا أعرف؟

ح مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ١٤٣٣هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

شوفالييه، جان ماري
١٠٠ كلمة في الطاقة. / جان ماري شوفالييه؛ أحمد بن إبراهيم الوادي؛ دحام بن إسماعيل العاني ـ الرياض، ١٤٣٣هـ
..ص؛ ..سم
ردمك: ٤-٤٦-٨٠٤٩-٦٠٣-٩٧٨
١- مصادر الطاقة ٢-الطاقة (فيزياء) أ.الوادي، أحمد بن إبراهيم (مترجم) ب. العاني، دحام بن إسماعيل (مراجع) ج.العنوان
ديوي ٣٣٣,٨٢ ١٤٣٣/٧١٧٨

رقم الإيداع: ١٤٣٣/٧١٧٨
ردمك: ٤-٤٦-٨٠٤٩-٦٠٣-٩٧٨

جميع الحقوق محفوظة

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
ص.ب. ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢
المملكة العربية السعودية
هاتف: ٤٨٨٣٤٤٤ ٠١١ - ٤٨٨٣٥٥٥ ٠١١ فاكس: ٤٨٨٣٧٥٦ ٠١١
الموقع الالكتروني: www.kacst.edu.sa
إصدارت المدينة: publications.kacst.edu.sa
البريد الالكتروني: awareness@kacst.edu.sa

رقم الإيداع الدولي للأصل بالفرنسية:
ISBN 978-2-13-058450-6
الطبعة الثانية الفرنسية: ٢٠١٠م

تم الإصدار ضمن التعاون المشترك بين مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية والمجلة العربية (الثقافة العلمية للجميع)

المقدمة

تروي هذه المئة كلمة عن الطاقة قصة جميلة ومقلقة في آن واحد. إنها قصة ترتكز على احتياجات الإنسان، وعلى سدّ رغباته التي منها: الحاجة إلى التدفئة، والإنارة، وقوة الدفع، والحركة. وقد سدّت تلك الحاجات منذ فجر البشرية وحتى الثورة الصناعية بواسطة الطاقة المتجددة التي يسهل الحصول عليها، وتعرف بأنها ملوثة قليلاً، مثل: القوة البشرية والحيوانية، وحطب التدفئة والطبخ، والشمس، والرياح، والمياه الجارية، والأنهار. وكانت مصادر الطاقة تلك كفيلة بسدّ حاجات السكان الذين بلغ تعدادهم مليار نسمة عام ١٨٢٠م. وقد طُوّر منذ الثورة الصناعية نوع من الطاقة التجارية غير المتجددة. ويسدّ الحاجات نفسها للسكان البالغ تعدادهم ٦ مليارات نسمة اليوم بنسبة بلغت ٨٠٪ بواسطة ثلاثة أنواع من الطاقة الأحفورية غير المتجددة، والملوثة للبيئة: البترول، والفحم، والغاز الطبيعي. ويهدد التلوث الناجم عنها ما يملكه سكان الكرة الأرضية كافة، ألا وهو المناخ. وتبدو أفق المستقبل مقارنة بالتاريخ القديم مقلقة. وتملك الكرة الأرضية في مواجهة تلك الحاجات (الفصل الأول) مصادر متنوعة للطاقة (الفصل الثاني). وهي مازالت غزيرة جداً، حتى فيما يتعلق بالمصادر الأحفورية، وكذلك الشأن في الطاقات المتدفقة، أي: المتجددة التي مازالت مرتفعة التكلفة. وتتميز المبادلات الجيوسياسية (الفصل الثالث) بتوترات محتملة، وذلك بوجود بلدان كبرى مستوردة للطاقة، تتنافس فيما بينها؛ للوصول إلى المصادر من جهة، وبوجود حوالي ثلاثين دولة تملك ثلاثة أرباع المخزون الاحتياطي من جهة أخرى. إن معظم تلك البلدان معرضة للمخاطر، وهي غير مستقرة سياسيّاً، وميّالة إلى النزعة

القومية بشـأن مصـادر الطاقة. وتتميز أسواق الطاقة وأسعارها (الفصل الرابـع) بتعقيدات متصـاعدة تُغذيها العوامل الماليـة التي تؤدي إلى تعدد فرص التحكيـم. وتتجمع العديد مـن العوامل؛ لتؤدي بنـا إلى القول: إننا دخلنا في عهد مرتفع التكلفة ارتفاعاً مستمراً، ومتأثراً بالاقتصاد والعوامل الجيوسياسية، وبظهور عوامل بيئية ضاغطة.

إن الفاعلـين فيمـا يتعلـق بالطاقة (الفصـل الخامـس)، أي: الذين يتحكمون بالحاضـر، ويحضّرون للمستقبل، تمثلهم المصانع، والحكومات، والإدارات المحليـة، واللجنـة الأوروبيـة للطاقـة، وعـدد مـن المنظمـات الدوليـة، مثـل: الوكالة الدولية للطاقـة (IEA)، والمنتـدى الدولي للطاقة (IFE)، والمجموعة المشـتركة مـن الخبراء الحكوميين فيمـا يتعلق بتطور المناخ (IPCC).

وتضـم تحديات القرن (الفصـل السـادس) أهم القضـايا التي تثير التناقضـات التي تنجم عنهـا، والحلول الواجب ابتكارهـا ابتكاراً عاجلاً؛ بهدف تأمين تطور محتمل للكرة الأرضية [1].

(١) يودّ المؤلف أن يشـكر السـيد بيير- هنري شوفالييه، والسيد ميشيل كروشـياني؛ لمراجعتهم الدقيقة هذا المؤلف، الأمر الذي أدى إلى تحسين العديد من نصوصه.

الفصل الأول

الحاجات

١ - الحاجات

إن استهلاك الطاقة ليس هدفاً في ذاته، بل تلك هي نقطة عبور إجبارية، ووسيلة لسدّ بعض حاجات البشر التي من النوع الذي يتطور مع الزمن كماً ونوعاً. تلك نقطة الانطلاق للتأملات في الطاقة كافة. وتأتي فورًا بعد الحاجة إلى الغذاء حاجات متعلقة بالطاقة.

الحاجة إلى التدفئة: إنها حاجة أزلية للإنسان؛ لحماية نفسه من البرد، إضافة إلى حاجته لطبخ الغذاء، وتدفئة السكن والقاعات، وتشغيل الصناعات التي تتطلب أحياناً درجات حرارة عالية جداً.

الحاجة إلى القوة المحركة: لنقل الإنسان والبضائع والمنتجات الزراعية والصناعية. كانت الوسائل المستخدمة أساسًا حتى القرن التاسع عشر تعتمد على قوة الرياح والماء، وقوة الإنسان والحيوان. ومن ثم تطورت الآلات التي تعتمد على البخار، والمحركات (التقنية الانفجارية والكهربائية)، والمولدات (الماء والغاز والكاز).

الحاجة إلى الضوء: نجم عنها تطور تقني كبير، فمن الشمعة إلى المصباح بالزيت وبالنفط وبغاز الفحم، ثم الغاز الطبيعي (مصابيح الغاز)، وأخيرًا الكهرباء (الكهرباء الساحرة) التي وُضّحت توضيحاً رائعاً في لوحة "دوفي" Dufy الموجودة في متحف الفن الحديث في مدينة باريس.

الحاجة إلى مواد أولية خاصة: استخدمت بعض مصادر الطاقة الأولية مباشرة بكونها مواد أولية: الفحم الحديدي لمصانع الصلب،

والنفط والغـاز للصـناعات البتروكيماوية، مثـل: الصـناعات اللدائنية، والنسيج الصناعي، والسماد، والمطاط الصناعي، والصناعات الدوائية.

الحاجـة الخاصـة إلى الكهربـاء: التـي تطـورت تطوّرًا كبـيرًا خلال القرن العشرين مع انتشـار المولدات الكهربائية، والأدوات المنزلية، وتطور الحاسوب، ووسائل الاتصـال والسيطرة؛ مما أدى إلى جعل الطاقة حاجة أساسـية لمجتمعاتنـا المعاصـرة. ومن الجديـر بالذكر أن ملياراً ونصـف إنسـان في أصـقاع العالم كافة لازالوا محرومين من الكهرباء، ومن ثم من التطور الصناعي.

وتتنافس أنواع الطاقة كافة فيما بينها؛ لمواجهة سـدّ حاجات الإنسـان بأقل تكلفة ممكنة.

٢- الوصول إلى الطاقة

إن ما يقارب المليارين من البشـر في أرجاء العالم كافة لا يسـتطيعون الوصـول إلى مصـادر الطاقة الحديثة: المنتجات النفطية، وغاز البيوتان، والكهرباء، ومن ثم فهم محرومون من التطور الصناعي. ويستخدم أولئك السكان المحرومون من الطاقة الحديثة الحطب؛ لحاجات الطبخ والتدفئة، مـا يؤدي في بعض المناطق إلى التصـحر في بعض أقاليمها (انظر: الكتلة الأحيائية).

يشـير التحليـل والتشـخيص اللـذان قامت بهمـا الـوكالات الدولية، ومراكـز الأبحـاث إلى كيفيـة الوصـول إلى مصـادر الطاقـة الحديثـة، والتحسن الحاصل في أنواع استهلاك الطاقة التي تُعدّ مكونات أساسية في الصراع ضد الفقر، وتسريع عملية التطور الصناعي. إن أهداف "الألفية" للقضـاء على الفقر تعطي أهمية قصـوى للوصول إلى الماء والكهرباء. لقد كان الوصـول إلى الكهربـاء في الماضـي يتـم عـبر برامج كهربـة الريف، والوصـل بالشـبكة الكهربائية على نحو أسـاس. أما اليـوم فيبدو أن نظماً

محلية صغيرة تنتج الكهرباء من مجموعة من المصادر المتعددة المحلية المشتراه (الشمسية، والكتلة الأحيائية، والنفايات، ومشتقات بترولية أيضًا كعامل مساعد إضافي) تتكيف مع المناطق البعيدة عن شبكات التوزيع. وتتيح الكهرباء استخدام المضخات والثلاجات (لحفظ المواد الغذائية والدوائية) والمنشآت الصحية . وتتيح الكهرباء أيضًا مشاهدة التلفاز، واستخدام التقنيات الحديثة للمعلومات وللتواصل، ومنها الشبكة العنكبوتية والهاتف الجوال التي أصبحت أدوات مشجعة على مبادرات محلية؛ لإنشاء المصانع.

٣- التغير المناخي

المناخ ملك عام يخص ستة مليارات ونصف من سكان الكرة الأرضية الذين سيبلغ تعدادهم تسعة مليارات في منتصف القرن. وهذه هي المرة الأولى في تاريخ البشرية التي تطرح فيها مشكلة إدارة ملك عام بهذا الحجم، وعلى نحو جدي. وقد طرح في مؤتمر الأمم المتحدة الذي عقد في ريو دي جانيرو عام ١٩٩٢م موضوع التغير المناخي على نحو رسمي. وتجتمع منذ عام ١٩٨٨م المجموعة المشتركة من الخبراء الحكوميين حول تطور المناخ (IPCC)، وتنشر تقارير حول "حالة المناخ". ونفت دول عدة منذ طرح المشكلة وجود تلك الظاهرة، وعارضت بكل قوة القيام بأي عمل. وحاولت الدول النفطية والصناعات البترولية وصناعات السيارات والمواد الكيميائية وغيرها عرقلة القيام بالدراسات، ونشر الوعي حول وجود هذه الظاهرة.

أما اليوم، فإن الموقف أكثر وضوحاً. لقد درست تلك الظاهرة دراسة علميّة. واعترف على الصعيد السياسي بوجودها، كما تشير إلى ذلك مؤتمرات مجموعة العشرين (G20) التي انضمت لها الأكاديميات العلمية من بلدان مختلفة. وللأسف، لم يكن هناك امتداد للجواب الجماعي

الذي بـدأه "بروتوكول كيوتـو" على الرغم من تواضـعه. وتبين من مؤتمر كوبنهاجن عام ٢٠٠٩م أن عدداً كبيراً من البلدان تفضل اتباع حلول وطنية أكثر من الامتثال لقيود جماعية.

لقـد تأكد وجـود الاحتباس الحـراري، فالأنشـطة البشـرية وانبعاث غـازات مفعـول الدفيئـة المرتبطة بـه هما المسـببان لذلك، ولكـن لا أحد يسـتطيع القـول قولاً جازماً ما سـتؤول إليـه النتائج. ومـن المتوقع حدوث أنـواع عـدة من التغـيرات، مثل: ارتفاع منسـوب مياه البحـار، واختفاء أو غرق بعض المناطق البـارزة (في بنغلاديش، وهولنـدا، والمحيط الهادي، ونيويـورك)، واختـلاف الظـروف المناخيـة لبعض الأقاليم، لا سـيما في المناطق الاقتصادية الهشة. إن التغير المناخي عامل خطير، حيث يمكن أن يؤدي التصـحر والجفاف إلى المجاعـة، والأوبئة، والهجرة، واختفاء أنواع عدة من الحيوانات والنباتات. إن فيلم آل غور Al Gore المميز الذي يحمل عنـوان الحقيقة المزعجـة (٢٠٠٦م) يُبرز العنف المتوقـع حدوثه. ويمكن اكتشـاف مفاجآت سـيئة أخرى كلما تقدم العلم. وإن توزع نتائج التغيرات المناخية غير عادل، فأكثر البلدان هشاشة وفقراً ستعاني من هذه الظواهر على نحو أكبر مقارنة بغيرها.

نشـر الاقتصـادي الإنجليزي "نيكـولا سـتيرن" Nicholas Stern في شهر نوفمبر عام ٢٠٠٦م تقريراً اقتصادياً عن هذا الموضوع. والفكرة التي حللهـا وطورها علـى النحو التالي: إن عملاً تطوعياً فورياً لخفض مسـتوى انبعاث غازات مفعول الدفيئة سيكون مفيداً، وأقل تكلفة للاقتصاد العالمي من الخسـائر المتوقع حدوثها إذا لم يتخذ أي إجـراء حالياً. ويقدر الكاتب بأن تلك الخسـائر يمكـن أن تعادل تكلفة الحربين العالميتين، أي: خسـارة سنوية (وذلك بداية من الآن فصاعداً بنسبة ٥٪ من إجمالي الناتج المحلي العالمي PIB). واسـتنتج نيكولا سـتيرن أنه إذا كان هنـاك مجال للتحرك حالياً فينبغي أن يكون هذا التّحرك عاجلاً.

٤- الاستهلاك

يمكن تمييز مراحل عدة في عملية استهلاك الطاقة؛ للتعرف على كل مرحلة من هذه المراحل. فالطاقة الحرة: تتطابق مع جميع أشكال الطاقة الموجودة في الطبيعة على شكل مادة، وحركة، وإشعاع، وحرارة. وأما *الطاقة الأولية*: فتمثل الكمية التي يلتقطها الإنسان في الطبيعة، بل في بعض المقاربات الطاقة التي تلتقطها الأجسام الحية كافة (الطاقة الشمسية التي تمتصها النباتات على سبيل المثال). وأنواع الطاقة الأساسية الأولية هي: البترول، والفحم، والغاز الطبيعي، واليورانيوم، والسوائل المتحركة، والرياح، والطاقة الشمسية. في حين أن *الطاقة الثانوية* هي: الشكل الذي ستستهلك عليه *الطاقة الأولية* بعد عمليات تحويلية عدة يقوم بها الإنسان والكهرباء (الطاقة التي تنتج من الفحم ومن الغاز الطبيعي واليورانيوم والناتج الحاصل من تكرير النفط). ويعني ذلك من حيث الكمية أنها تمثل *الطاقة الأولية* ناقص خسائر عمليات التحويل. أما *الطاقة المسلمة* فهي كمية *الطاقة الثانوية* مخصوماً منها خسائر النقل. في حين أن *الطاقة النهائية* تمثل كمية الطاقة الواصلة فعلياً إلى الاستهلاك خلال المدة المحددة. و*الطاقة المستخدمة* هي الشكل الذي تسدّ به تلك الطاقة حاجة نهائية. وهي تمثل كمية الطاقة النهائية التي تستهلك آخذين في الحسبان بخسائر عملية التحول النهائي. وتوجد في نظام الطاقة الكلي خسائر حتمية مرتبطة بمبادئ الديناميكا الحرارية، وخسائر يمكن تعويضها بزيادة كفاءة الأجهزة المستخدمة، وهذه الخسائر مهمة جداً؛ ففي النظام الفرنسي لا تشكل الطاقة المستخدمة سوى ٦٢٪ من إجمالي الطاقة الأولية المستخدمة.

أما على المستوى الدولي ففي الغالب نقوم بمقارنات تتعلق بالاستهلاك. ويستهلك الصيني في المتوسط طناً واحداً من البترول في السنة، في حين يستهلك الأوروبي أربعة أطنان، والأمريكي ثمانية أطنان.

وتستهلك الولايات المتحدة التي تمثل ٥٪ من عدد السكان في العالم ما نسبته ٢٥٪ من الاستهلاك العالمي للطاقة، وهي مسؤولة عن انبعاث ٢٥٪ من غازات مفعول الدفيئة.

٥- الطلب على الطاقة

تُحَدِّد الطلب على الطاقة في شكلها النهائي في لحظة ما الحاجة إلى تلك الطاقة، التي تعبر عنها المصانع والمنازل والإدارات. وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن سدّ تلك الحاجات بأشكال عدة من الطاقة التي تتنافس فيما بينها من حيث المبدأ. ويمكن أن تتغير كمية الطاقة المستهلكة في سدّ الحاجات بحسب فاعلية الطاقة. وفي مجال سياسات الطاقة، توضح تلك العوامل المختلفة أن السيطرة على الاستهلاك عامل مهم؛ فالطلب السنوي لكل فرد يتغير من بلد إلى آخر بحسب مستوى الثروة في البلد، وحالة الطقس، ونظام إدارة الإنتاج، وفاعلية نظام الطاقة المتبع. ويختلف الطلب على الطاقة داخل البلد نفسه من صناعة إلى أخرى، ومن شخص إلى آخر.

يتعرض الطلب على الطاقة في بلد ما إلى تغيرات كبيرة من حيث الحجم، ويرتبط ذلك بتواتر الاستهلاك الاقتصادي، والنسبة اليومية للاستهلاك اليومي والفصلي، وأحيانا بمستوى الأسعار.

تواتر النشاط الاقتصادي: توجد علاقة قوية ما بين الطلب على الطاقة وتواتر الأنشطة الاقتصادية، سواء فيما يتعلق بالمؤسسات أو فيما يتعلق بالأفراد الذين يتزودون بالأجهزة التي تستهلك الطاقة بصورة متنامية.

تواتر الأيام والفصول: تتغير موسمية الطلب في الزمان والمكان، ولكل شكل من أشكال الطاقة (الكهرباء، والوقود، والغاز الطبيعي). وإن حالة الطلب على الطاقة الكهربائية مهمة؛ لأنها تربط ما بين متغيرات يومية وأسبوعية وشهرية وفصلية.

و في فرنسا، يكون الطلب اليومي في أدنى مستوى عند الساعة الرابعة فجراً. ويكون في القمة عند حوالي الساعة التاسعة صباحاً، والساعة السادسة مساءً. وترتبط لحظة الاستهلاك القصوى عند الساعة التاسعة بدرجة الحرارة، وبدرجة إضاءة السماء. وهي وبالطبع أعلى في الشتاء من الصيف بسبب الاحتياج إلى التدفئة. وهي أعلى خلال أيام الأسبوع مقارنة بالإجازة الأسبوعية أو في وقت الإجازة. إن مشكلة لحظة الاستهلاك القصوى مهمة جداً، حيث إن المعدل المتوسط لإنتاج الكهرباء يجب أن يكون متوفراً ليتجاوز "لحظة الاستهلاك القصوى"، وهو يعادل مئات عدة من الساعات سنوياً. وفي كاليفورنيا، ليست لحظة الاستهلاك القصوى خلال الأسبوع أو الشتاء، مثل فرنسا، ولكن في أكثر الأيام حراً في الصيف بسبب الاحتياج إلى التكييف.

إن *مرونة أسعار الطلب* تقيس تغير حالة الطلب الناجمة عن اختلاف الأسعار.

وهي على وجه العموم أعلى للمشتقات البترولية من الغاز والكهرباء. وهي أقوى لدى الفقراء من الأغنياء. وتنفق الأسرة الفرنسية ٨٪ من ميزانيتها على الطاقة، ويذهب نصف هذا الإنفاق إلى الوقود.

٦- بيانات الطاقة

ينطوي بيان الطاقة لبلد ما خلال سنة معينة على تجزئة الاستهلاك الكلي للطاقة حسب المصادر والاستخدام وطبيعة الاستهلاك (الطاقة الأولية والطاقة النهائية)، وهو استهلاك يعبّر عنه بوحدات مادية تعادل غالبًا ملايين الأطنان من النفط. وتعتمد في الغالب وحدة التعادل هذه؛ لأن الطاقة المسيطرة هي النفط.

ويمكن أيضاً وضع بيان الطاقة على المستوى العالمي، وهذا ما تقوم به سنوياً الوكالة الدولية للطاقة (IEA)، وهي مصدر الأرقام والإحصاءات.

إن *بيان الطاقة العالمي* مؤشـر شامل ذو قيمة عالية. وهو يعرض مسار عملية الاسـتهلاك الكلية للطاقة الأولية على المسـتوى العالمي. وتبلغ نسبة كل نـوع من أنواع مصـادر الطاقـة الأولية ما يلي: البـترول ٣٦٪، والفحم ٢٥٪، والغـاز الطبيعـي ٢١٪، والعضـوية والنفايـات ١٠٪، والنوويـة ٦٪، والهيدروليك ٢٪ . وهناك نتيجتان تفرضـان نفسـهما، حيث يتم أكثر من ٨٠٪ من اسـتهلاكنا الطاقة عبر مصادر الطاقة الأحفورية الثلاثة، وهي: البترول، والفحم، والغـاز الطبيعي، وهي بطبيعتها ملوثة للبيئة، ويمكن أن تنفذ. ونلحظ من ناحية أخرى أنه على الرغم من الجهود التي أقيمت منذ الصـدمة البترولية الأولى، فإن الطاقة المتجددة وغير الملوثة، مثل: الرياح والطاقة الشمسية تبدو قليلة الأثر في بيان الطاقة.

فروقـات كبـيرة في البيانات الوطنيـة للطاقة، إذ لكل بلد أسـلوبه في وضع البيان (وهو الذي مازال يسمى بـ"باقة الطاقة" أو الطاقة المختلطة) *الخاصـ به، والناجم عن تطـور تاريخي طويل* مبنيٌّ علـى طريقة توظيف المصـادر الوطنية، ومسـتوى التطور الاقتصـادي والصـناعي، وسياسـة الطاقـة المتبعة، وكذلك علـى الحالة المناخية. ولنأخـذ بعض الأمثلة: ففي البيان الصـادر عن الصين وجنوب إفريقيا، على سـبيل المثال فإن إسهام الفحم يعادل ما نسـبته ٧٥٪؛ مما يثير بعض المخاوف فيما يتعلق بانبعاث غـازات مفعول الدفينة. ويشـكل البيان الفرنسـي حالة فريدة؛ لأن نسـبة إسـهام القطاع النووي أعلى من أي بلد آخر، حيث بلغت ٤٠٪، وهذه ثمرة سياسـة عامة نشـطة اعتمدت بعد الصـدمة البترولية الأولى. أما الحالة الإيطالية فهي مختلفة تماماً؛ لأن الطاقة النووية مُنعت، وأن الغاز الطبيعي والبترول (اللذين اسـتوردا) يشـكلان على التـوالي ٢٤٪ و ٣٥٪. ولنتذكر أيضًا الحالة الجزائرية، حيث يغذى الاستهلاك بما نسبته ٩٠٪ من الإنتاج المحلـي للبترول، وكذلك الحالة البرازيلية، حيث تسـاوي الطاقة المتجددة (الكهرومائية والكتلة الأحيائية) ما نسبته ٤٥٪ .

بيـان الطاقة والتبعيـة في مجال الطاقة: حيث يمكن أن تشـير بيانات

الطاقـة الوطنيـة أيضـاً إلى درجـة التبعية في مجـال الطاقـة التي يمكن قياسها بنصيب الاستيراد في الاستهلاك الوطني. وتتمتع الجزائر باكتفاء ذاتـي كلّـي تقريباً، في حـين يعتمد الاقتصـاد الإيطالي بنسـبة ٨٠ ٪ على استيراد الطاقة.

بيـان الكهرباء: حيـث يمكننا أن نعـرف في مجال اسـتهلاك الطاقة الأوليـة مـدى إسـهام كل واحدة منهـا فيما يتعلـق بإنتـاج الطاقة. ونجد فروقات كبيرة من بلد إلى آخر.

وتبلغ في فرنسـا نسـبة إسـهام الطاقة النووية في مجال إنتاج الطاقة الكهربائيـة حـوالي ٨٠ ٪، وأما في البرازيل والنرويج فـإن ما يعادل ٨٠ ٪ من الطاقة الكهربائية ينتج بوسـائل الطاقة الكهرومائية، في حين يحصل في الصـين على ما يعادل ٨٠ ٪ من الطاقة الكهربائية من الفحم، وأما في الجزائر فتأتي نسبة ٩٠ ٪ من الغاز.

بيـان الانبعاثات: حيث يقترن كل بيان للطاقة ببيان للبيئة، يشـير إلى نسبة انبعاثات غازات مفعول الدفيئة المرتبطة بنسبة استهلاك الطاقة.

٧- النقـل

يسـتخدم ما يقـارب ثلث الطاقة في مجـال النقل الذي يشـهد تطوراً سـريعاً، ويمكـن فهم ذلك بالصـعوبات التي نواجهها فيما يتعلق بمسـائل البيئة. تعتمد نسـبة اسـتهلاك قطـاع النقل من الطاقة بنسـبة ٩٠ ٪ على المشـتقات النفطيـة: كالبنزيـن والديـزل لعـدد من وسـائط النقـل التي يقـارب عددها المليـار. أما الكيروسـين والمازوت فيسـتخدمان في النقلين النهري والبحري. وللبترول سـوق واسـع جاذب، حيث تعتمد الجيوش على الكيروسـين في الطائرات والقطع البحرية والمدرعات. ومن المهم الأخذ في الحسبان بالأبعاد المختلفة للنقل من زاوية التكلفة الاقتصادية والاجتماعية التـي تنجم عنها. إن هـذه المقارنة يجب أن تأخُـذ في الاعتبار عامل تكلفة

النقـل، وانبعاثات غازات مفعول الدفيئة، والملوثـات الأخرى المرتبطة بها، وسرعة زمن النقل، وهو زمن يرتبط بالتكلفة.

ولكي نذهب من باريس إلى مدينة تولوز (٧٠٠ كم) يمكننا الاختيار ما بين القطار والطائرة أو السيارة. وتتراوح التكلفة ما بين ٤٠ إلى ٣١٠ يورو. ويمكن أن يسـتغرق زمن الرحلة ما بين سـاعة إلى سـت سـاعات ونصف. كمـا يمكن أن تتراوح نسـبة انبعاثـات غازات ثاني أكسـيد الكربون ما بين ٣,٢كغـم (القطـار) إلى ١٣٦كغم (السـيارة). أما التكلفـة الاجتماعية للنقل ومنها: انبعاثات غازات مفعول الدفيئة، فلها ارتباط سياسي يجبرنا على انتهاج سياسـة جديدة ومُحفزة في مجال النقل. تلك مسـائل سياسية حساسة، حيث إنها تصطدم مباشرة بمراكز قوى قوية، وهي تهدد عادات وتقاليد متبعة. وتتمثل طرق الوصـول إلى المستقبل بإيجاد وسائل تخطيط جديدة للمدن، وتطوير وسـائل المواصلات العامة، وتحول كبير من الطرق الإسـفلتية إلى السـكك الحديديـة، واسـتخدام الطـرق مدفوعـة الأجر، والسـيارات المشتركة، والسـيارات الهجينة التي يمكن تسييرها بالوقود أو بالكهرباء، وسيارات ودراجات الخدمة الذاتية.

٨- الصناعة

يذهـب ما يقـل قليلاً عن ثلث الطاقة المسـتهلكة إلى قطاع الصـناعة بوجـود اختلاف كبير في الأوضـاع، ومكانة كبيرة تحتلها الصـناعات التي تُعدّ المُسـتهلك الأكبر للطاقة: التعدين، والألمنيوم، والأسمنت، ومواد أخرى للبنـاء، مثل: الزجاج، والكيماويات، والورق المقوى. وفيما يخصّ شـركات هذا القطاع، فإن الطاقة تحتل مكانة مهمة في فاتورة مشـترياتهم، سـواء أكانت مصـادر الطاقة (الحرارة والكهرباء)، أو مواد أولية (يشكل النفط والمشتقات البترولية والغاز الطبيعي مواد أولية للصناعات البتروكيميائية). إن الصـناعات ذات الاسـتهلاك العالي للطاقة (طاقة صـناعية مكثفة)

تهتم بأسعار الطاقة، حيث إن الأسعار تشكل نسبة كبيرة من قدرتها على المنافسة. وفيما يتعلق بتكلفة إنتاج الألمنيوم، فإن شراء الطاقة يمكن أن يشكل ما يقارب نصف سعر التكلفة. وتهتم تلك الصناعات بأي إجراء من شأنه زيادة فاعلية عامل الطاقة. ويمكن أن تؤدي العولمة في مجال الاقتصاد والطاقة إلى إعادة النظر في المواقع والمواقف التاريخية الموروثة. إن تطور الصناعات ذات الاستهلاك العالي للطاقة سيتم في نهاية المطاف في مناطق يكون فيها استهلاك الطاقة قليل التكلفة. ففي أيسلندا على سبيل المثال. حيث تتوفر مصادر الطاقة الكهرومائية والحرارة الجوفية بكثرة. تستطيع الدولة تقديم كهرباء رخيصة، وغير ملوثة في مجال إنتاج الألمنيوم. أما صناعات الورق في فنلندا فقد أعطت الأولوية، بعد مفاوضات مضنية؛ للبدء ببناء محطة طاقة نووية تؤمّن إنتاج الكهرباء بأسعار قليلة التكلفة، بحيث يكون إنتاجها مستمراً ومتواصلاً؛ لتغذية المصانع التي تنتج ليلاً ونهاراً، وطيلة أيام الأسبوع السبعة. أما على مستوى دول الاتحاد الأوروبي، فيمكننا التقدير بأن تحسين فاعلية قطاع الطاقة في مجال الصناعة اعتماداً على أسس اقتصادية وتنظيمية فقط، يمكن أن تسهم في خفض استهلاك الطاقة بما يقارب ١٠٪.

٩- البناء

يُقدر نصيب قطاع البناء من استهلاك الطاقة الكلي بنسبة ٤٦٪ في فرنسا. ويضم هذا الاستهلاك قطاع التدفئة الذي يشكل ما نسبته ٦٩ ٪، والماء الصحي الحار ١٩ ٪، والكهرباء ١٢٪. وفي هذا القطاع يمكن إحداث وفرة كبيرة في الطاقة، وذلك عن طريق: العزل، وتنظيم درجات الحرارة، واستخدام المصابيح قليلة الاستهلاك للطاقة، والأتمتة، ومضخات الحرارة[1]. ويمكن استخدام تلك التقنيات في الأبنية المجددة، ولكنها

(١) مضخات الحرارة هي بمنزلة تجهيزات تستخدم درجة الحرارة السائدة والماء والتربة؛ لإعادة بثها في الجو مجدداً على شكل حرارة.

تبقى مهمة في الأبنية حديثة البناء. وتسابق الناس على بناء المباني "الخضراء" في العديد من الدول، حيث انتهج أسلوب إنشاء المباني قليلة الاستهلاك للطاقة (الطاقة الموجبة)؛ ما يعني أن تلك الأبنية تنتج أكثر مما تستهلك، ولا ينبعث عنها غاز ثاني أكسيد الكربون. ويمكن للطاقة الشمسية أن يكون لها دور مهم في هذا التطور. وتشكل نظم البناء والتخطيط العمراني عوامل مهمة في بناء مستقبل مقبول لاستخدام الطاقة. ويقدر أن ما يقارب ٦٠ ٪ من سكان الكرة الأرضية سيقطنون في مناطق حضرية في عام ٢٠٣٠م في حين أن النسبة كانت ٤٩ ٪ في عام ٢٠٠٧م. إن مقارنة نسبة استهلاك الطاقة في المدن المختلفة غنية بالدروس. لنقارن مثلاً بين مدينتين متساويتين في عدد السكان (ما بين ٢,٥ إلى ٢,٩ مليون نسمة): مدينة أتلانتا في الولايات المتحدة، ومدينة برشلونة. تمتد الأولى على مساحة ٤٣٠٠كم مربع، وتبلغ انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون لكل فرد سنوياً ٧,٥ طن. وتمتد الثانية على مساحة تقدر بـ ١٦٢ كم مربع، وتبلغ انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون ٢,٧ طن لكل نسمة في العام. تتمتع الأولى بثقافة تعتمد على استخدام السيارة الفردية التي تغذيها عوامل وفرة الطاقة، وقلة تكلفتها. أما الثانية فيمكن أن يؤدي تضخم أسعار الطاقة إلى إعادة النظر في مكان سكن الفرد، وبموقع عمله، ووسائل الوصول إليهما، بسبب محدودية المكان في بلد ذي مصادر طاقة محدودة. وفيما يتعلق بموقع السكن والتعليم، فإن دولة الإمارات العربية المتحدة تشكل مثالاً أخاذًا. ففي دبي التي تقع في وسط الصحراء، وعلى شاطئ البحر، تشيّد جزر صناعية، وفنادق سبعة نجوم، وأبراج ترتفع ارتفاعاً متزايداً، وحلبات للتزلج يمكن استخدامها ليلاً ونهاراً. وعلى بعد مئات الكيلومترات من هناك، تستثمر إمارة أبو ظبي مبلغ ١٠ مليارات دولار؛ لبناء "المصدر" وهي مدينة من دون انبعاثات غاز الكربون، وبلا نفايات، ولا سيارات؛ وذلك بهدف تحويلها إلى "وادي سيليكون" Silicon Valley الطاقة المتجددة.

١٠- كثافة الطاقة

تعكس كثافة الطاقة لبلد ما، أو قطاع من القطاعات، أو مؤسسة ما، كمية الطاقة (الطاقة الأولية أو الطاقة النهائية) الواجب استهلاكها؛ لإنتاج مبلغ معين من القيمة المضافة. ويتعلق الأمر بعلاقة بين الكميات المادية والقيمة النقدية. وترتبط كثافة الطاقة ارتباطاً مباشراً بهيكل إنتاج القيمة المضافة. يتمتع بلد متقدم صناعياً، وذو طقس بارد بكثافة طاقة أعلى من بلد حار يعتمد على السياحة، وغير متطور صناعياً. ويعتمد تطور كثافة الطاقة عبر العصور على تحول هياكل آلة الإنتاج والأرباح التي تتحقق بفاعلية قطاع الطاقة، وأسعار الطاقة التي تشجع سلباً أو إيجاباً على فاعلية الإجراءات. وقد انخفضت كثافة الطاقة ما بين الصدمة البترولية الأولى في عام ١٩٧٣م، والثانية في عام ٢٠٠٥م في بلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية OECD بما يقارب ٣٦٪. وقد توجب في عام ١٩٧٣م الحصول على ما يقارب ٠,٢٢ طناً من مواد معادلة للبترول؛ لإنتاج ما قيمته ١٠٠٠ دولار من القيمة المضافة. أما اليوم فيلزم الحصول على ٠,١٤ طناً (بالدولار الثابت).

وارتفع استهلاك الطاقة في بلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية في المدة نفسها، وعلى الرغم من انخفاض كثافة الطاقة بما يقارب ٤٠٪؛ ما يعكس زيادة في عدد السكان، وتحسناً في مستوى المعيشة، ووسائل الراحة.

وتوجد فروقات مهمة بين البلدان فيما يتعلق بكثافة الطاقة. ففي أوروبا تتمتع البلدان الشيوعية السابقة بكثافة مرتفعة للطاقة على نحو لافت. والتفسير ذو شقين: كانت للصناعات الثقيلة التي تعدّ من أكبر المستهلكين للطاقة مكانة مهمة في الهيكل الصناعي من جهة، ولم تكن أسعار الطاقة التي حوفظ عليها منخفضة انخفاضاً مصطنعاً، بحيث تشجع دائماً على تحسين وضع فاعلية الطاقة من جهة أخرى.

١١- فاعلية الطاقة

تشكل فاعلية الطاقة مفهوماً بالغ التعقيد؛ لأنه يمكن تفسيره بعدة أوجه من الناحية المادية البحتة، وأكثر شمولا آخذين في الحسبان التكلفة الاقتصادية والاجتماعية (ومنها: التكلفة البيئية). ويمكن تقديم الخدمة نفسها (إنارة أو تدفئة المكان – نقل طن من البضائع من باريس إلى تولوز) باستخدام كميات من الطاقة مختلفة جداً، وبانبعاث كميات متغيرة جداً من غازات مفعول الدفيئة أيضاً. ومن الواضح على أية حال، أنه في حال تساوي الأمور، فإنه يمكن خفض تكلفة الإنتاج أو تكلفة خدمة بخفض استهلاك الطاقة، إذا ما قمنا ببعض الاستثمارات أو غيّرنا بعض تصرفاتنا. ويمكن حساب تلك التغيرات بناء على حساب الجدوى الاقتصادية التي يمكن أن تنجم أيضاً عن معايير أو عن أنظمة جديدة. وعلى المدى القصير دون أن نضطر إلى تغيير الأنظمة، يمكن أن نقدر إمكانات الطاقة من منظور اقتصادي بما يعادل ٢٠ ٪، ويمكن الوصول إلى خفض الاستهلاك بالقيام باستثمارات اقتصادية مربحة. لماذا لا تتم تلك الاستثمارات على نحو تلقائي؟ ذلك لأن الفعاليات الاقتصادية تكون في الغالب متحفظة في مواجهة نفقات غير مربحة، لا يمكن جني أرباحها إلا بعد عدة سنوات. وهي لديها معدل ربحي مرتفع. أما اليوم –وحينما تتضافر الظروف للقول بأن أسعار الطاقة ستكون أعلى من ذي قبل– فإن تفعيل قطاع الطاقة يصبح أولوية سياسية كبرى؛ لخفض الاعتماد على الطاقة، ونسبة انبعاث غازات مفعول الدفيئة. وللحكومات دور رئيس للحصول على نتائج ملموسة، وذلك بالسيطرة على الطلب، ومن ثم على اقتصاد الطاقة.

١٢- وحدات القياس

يؤدي إنتاج وتكرير واستخدام الطاقة منذ إنتاج الطاقة الأولية وحتى سدّ الحاجات النهائية إلى تدفق ماديّ (وماليّ أيضاً) من الجدير قياسه بدقة. وللوصول إلى ذلك، نلجأ إلى العديد من وحدات القياس التي يتطلب استعمالها بعبارات التعادل حذراً كبيراً. وهذا الحذر ضروري، حيث إننا ندمج بين وحدات ذات طبيعة مختلفة جداً: وحدات الحجم (برميل البترول، والقدم المكعب، والمتر المكعب للغاز الطبيعي)، والوزن (الطن المتري، والطن الصغير والكبير)، والحرارة (جول، وكيلو واط ساعي)، والاستطاعة (الكيلووات)، والإنتاج (برميل في اليوم أو طن سنوياً للبترول، والقدم المكعب يومياً أو المتر المكعب سنوياً للغاز الطبيعي). ويمكن أن تقسم هذه الوحدات إلى الآلاف (حرف "ك" لكلمة كيلو أو 10^3)، وإلى الملايين (حرف "م" لكلمة ميغا أو 10^6)، وإلى المليار (حرف "ج" يرمز إلى كلمة جيجا أو عدد 10^9)، وإلى التريليون (حرف "ت" يرمز إلى كلمة تيرا أو عدد 10^{12})، وحتى إلى بيتا Peta (حرف ب يرمز إلى عدد 10^{15}). أما أسعار المنتجات المختلفة للطاقة فهي تقاس بالدولار للبرميل في سوق الطاقة الدولي، وبالدولار للمليون في الأسواق الدولية فيما يتعلق بالغاز الطبيعي، وبالعملات المحلية للكيلو وات الساعي فيما يتعلق بفواتير الكهرباء أو الغاز الطبيعي. ومما يزيد الأمر تعقيداً على نحو أكبر، أن برميل البترول يمثل كمية محددة تماماً (تعادل ١٥٩ لتراً)، ولكن برميلين قادمين من مصدرين مختلفين لا يمثلان القيمة المادية نفسها، ولا القيمة الاقتصادية ذاتها: إذ يمكن أن يكون أحدهما من البترول الخفيف، فيعطينا بعد التكرير مشتقات ذات قيمة اقتصادية عالية (البيوتان، والبنزين، والديزل)، ويمكن أن يكون الآخر من الخام الثقيل الكبريتي الذي يتطلب إزالة الكبريت بتكلفة عالية، فيعطينا بعد التكرير مشتقات كثيرة ذات قيمة اقتصادية منخفضة (زيت الوقود الثقيل، ومادة القار).

ويمكن قول الملاحظات نفسها فيما يتعلق بمكعب الغاز الطبيعي، أو عن طن الفحم.

ويوجد مبدأ فيزيائي للمعادلات الكهربائية، أما الطاقة فهي مختلفة. ونعلم أن بعض أشكال الحرارة (الطاقة الحرارية) تمثل على الدوام قيمة معينةً للتشغيل (الطاقة الميكانيكية)، أو الكهرباء بموجب درجة إنتاج أجهزة التحويل. وانطلاقاً من مُعاملات التعادل تلك، نستطيع التسليم (بحذر وعلى نحو فرضي) بأن أشكال الطاقة كافة يمكن تحويلها إلى وحدات ذات مرجعية مشتركة، أي: ما يعادل الطن من البترول، والطن من الفحم والكيلو وات، أو وحدة الجول.

ويستخدم في عامة مُعاملات التعادل المبسطة ما يلي:

١ طن من البترول خام ~ ٧,٣ برميل.

١ مليون برميل/ يومياً ~ ٥٠ مليون طن/السنة.

١ مليون قدم مكعب/ يومياً ~١٠ مليون متر مكعب/سنوياً.

قدرة حرارية: ١٠٠٠ متر مكعب من الغاز الطبيعي ~ ١ طن من البترول ~١,٥طن من الفحم.

لإنتاج أو لاستهلاك الكهرباء بشكلها النهائي تحول وفقًا لمحتوى الطاقة الكهربائية: ١ تيرا واط ساعي يعادل ٠,٠٨٦ ميغا طن من البترول.

أما فيما يتعلق بالطاقة النووية، إذا قدرنا العائد بنسبة ٣٣٪ فإن التحويل يتم وفق ما يلي: ١ تيرا ساعي واط يعادل ٠,٠٨٦×٠,٣٣ ميغا طن من البترول الخام = ٠,٠٢٨ ميغا طن من البترول الخام.

ونسبة تركيز غازات مفعول الدفيئة في الجو تقاس بوحدة ppm (جزء من المليون)، ووحدة ppm تحتوي على ١ ملغم للكيلو (أي: ما يعادل نقطة ماء في حوض به ٥٠ لتراً).

وهناك توافق واضح في الآراء القائلة: "إنه يجب تجنب تجاوز نسبة تركيز غاز تتجاوز ٤٥٠ جزءًا من المليون في الجو (انظر: التنمية المستدامة)، وذلك بحيث لا تتجاوز الزيادة في الاحتباس الحراري أكثر من درجتين مئويتين.

١٣- الشبكات

يجب أن تصل مشتقات الطاقة الثانوية المختلفة إلى المستهلك، حيث إن بعضها مثل البنزين، وزيت الوقود المنزلي، وغاز البيوتان الذي ينقل بالشاحنات. في حين أن بعضها يجب نقلها عبر الأنابيب والخطوط، مثل: الكهرباء، والغاز الطبيعي، والحرارة (في حالة التدفئة في المناطق الحضرية). وتؤدي الخطوط والأنابيب إلى بناء شبكات قد تؤدي إلى حدوث مشكلات اقتصادية خاصة بصناعات الشبكات، مثل: الاتصالات، والخطوط الحديدية، والمياه، والنقل الجوي. وفي تلك الصناعات، يفرض تحرير الأسواق الفصل بين الأنشطة التنافسية والأنشطة التي تتبع الاحتكار الطبيعي الذي يخضع لعملية التنظيم.

١٤- الكهرباء

لقد أصبحت الكهرباء في البلدان الصناعية سلعة أساسية؛ لتأمين سير الحياة اليومية. ويترجم ذلك على شكل طلب خاص على الكهرباء. والكهرباء تمثل طاقة ثانوية قد تنجم عن أشكال الطاقة الأولية كافة، وبمردود يكون ضعيفًا عموماً، أي: ما يعادل ٣٥٪ في المحطات الحرارية التقليدية. ويزداد ضعف المردود بفعل عوامل أخرى، مثل: النقل الذي يؤدي إلى بعض الخسارة عبر الخطوط.

كما أصبحت الكهرباء سلعة أساسية في مجتمعاتنا الصناعية الحالية. وكذلك هي سلعة خاصة جداً. كان يُعتقد في بداية عصر التحرر اعتقاداً ينم عن التسرع، أنه يمكن إقامة أسواق ذات طابع منافس على نحو خالص وتام بوجود الإلكترونات غير المتمايزة (المتماثلة). وبالفعل توجد للكهرباء سمات فيزيائية تزيد من صعوبة تنظيم الأسواق.

- الكيلو وات الساعي يمثل سلعة لا يمكن تخزينها تخزيناً اقتصادياً.

- وهي تنتقل بسرعة ٣٠٠٠٠٠ كم في الثانية، وبموجب قوانين كيرشوف Kirchhoff، فهي عرضة أيضاً لمفاجآت أقل الطرق مقاومة.
- يجب أن يكون توازن العرض والطلب فورياً، حيث يشع الضوء عندما نضغط على مفتاح الإنارة.
- الكيلو وات الساعي سلعة أساسية غير قابلة للاستبدال. مع العلم بأن أي توقف للتزويد يعطل أحيانًا وعلى نحو خطير الحياة الاقتصادية والأسرية.
- الكيلو وات الساعي من ناحية فيزيائية غير متمايز، ولكنه من الناحية الاقتصادية متمايز. بيد أن الكيلو متر الساعي في لحظة الاستهلاك القصوى له قيمة أعلى من الكيلو وات الساعي أثناء الليل.

١٥- توقعات الطاقة

توجد المئات من نماذج التوقعات المستقبلية للطاقة بأفق زمني يتراوح ما بين عام ٢٠١٥م إلى عام ٢١٠٠م، وبحدود جغرافية تمتد من البلد الواحد إلى مساحة الكرة الأرضية بمجملها. وبعض النماذج ذات طابع اقتصادي بحت، ومبنية على أمور منها: الهيكل الحالي لأنظمة الطاقة، وسعر التكلفة، وأسعار المواد الأولية، والتطور المتوقع لأنظمة الطاقة بحسب نظريات النمو الاقتصادي. وبعض النماذج الأخرى تأخذ في الحسبان ليس فقط بأنظمة الطاقة، بل أيضاً بجودة البيئة التي تقاس بشدة انبعاثات غازات ثاني أكسيد الكربون، والمحتوى بالجزء من المليون. إن أهم النماذج المستخدمة هي: بول و بريم Poles & Primes (الاتحاد الأوروبي)، و ويم و نمسيس و مركيل Wem & Nemesis & Markel. ويمكن أن نكمل استخدام النماذج عن طريق بناء المشاهد المختلفة.

١٦- مشاهد الطاقة (السيناريوهات)

تتميز بيئة الطاقة بكثرة عدم اليقين. ففي الماضي كان هناك خطأً كبيراً حول موضوع تطور الأسعار، وسعر التكلفة، والكميات المستهلكة، وإدراك الأحداث المرتبطة بالجغرافيا السياسية، والتغير المناخي. وبناءً على تلك الحقيقة المتعلقة بصعوبة التنبؤ، فإن الجهات الفاعلة في مجال الطاقة – الشركات والحكومات والمؤسسات الدولية – بدأت بعد الصدمة البترولية الأولى(١٩٧٣م) ببناء مشاهد تتيح لها فهم المستقبل فهماً أفضل من سابقه.

يعتمد بناء المشاهد على تأمل جماعي في المستقبل، يهدف إلى وصف الأشكال المختلفة التي يمكن أن يكون عليها المستقبل (مستقبل الطاقة) ضمن أفق زمني يتراوح ما بين ١٠ إلى ٢٠، وحتى خمسين عاماً. ولا يتعلق الأمر بالتوقع فقط، ولكن بعملية وصف طرق مختلفة محتملة للتطور. وإن إحدى هذه الطرق: استقراء الماضي (*Business as Usual*). وهناك صور أخرى يمكن أن تعكس عملية استقراء منهجية للممكن أو للانقطاعات المحتملة (انقطاع سياسي واجتماعي واقتصادي وتقني). وتشكل كل صورة من تلك الصور حالة محتملة، ولكن حدوثها ليس حتمياً. ويعتمد بناء المشاهد على منهجية مترابطة محددة تعتمد على مبدأ الترابط، والأسس المحددة آنفاً، والأشخاص المؤثرين، وعدم اليقين الذي يميزها.

إن بناء الفرضيات يمثل تدريباً شائقاً؛ لأنه يجبرنا على التفكير الجماعي حول فكرة التطور المتوقع. وبدلاً من التهوين في المستقبل بناءً على أسس وهمية، فهو يحول إلى بداهة الشكوك والأخطار التي يمكن أن أن تتعرض لها الشركة أو الأمة، وإلى الفرص التي تسنح والعوامل المختلفة التي تتوحد فيما بينها لتؤثر في المستقبل.

الفصل الثاني

الموارد

١٧- الاحتياطي

تتعلق مصادر الطاقة في الكرة الأرضية بمصادر الطاقة المتجددة، أو الطاقة المتدفقة التي تغذي الكرة الأرضية تغذية متواصلة (الرياح، والطاقة الشمسية، والماء)، وبمصادر الطاقة غير المتجددة، أو الطاقة المخزنة التي توجد على طبيعتها بكميات محدودة (البترول، والغاز الطبيعي، والفحم، واليورانيوم). وذلك إلى جانب المفهوم الفضفاض للمصادر. يمكننا أن نميز الاحتياطي الذي يمكن أن نصنفه إلى عدة فئات: "الاحتياطيات المؤكدة القابلة للاسترداد"، وهي تمثل كميات من البترول والغاز، والفحم، أو اليورانيوم، يمكن تطويعها للظروف التقنية والاقتصادية الآنية. ونستخدم مصطلح "قابلة للاسترداد"؛ لنؤكد على أن المقصود بالبترول ذلك الموجود في الآبار، بجيث يمكن استرداده استرداداً اقتصادياً، وحسب الممكن تقنياً. تبلغ نسبة الاسترداد من النفط ٣٥٪ في المتوسط. ويمكن زيادة هذه النسبة في المستقبل. ويوجد فيما وراء الاحتياطي المؤكد الاحتياطيان: المحتمل والممكن، آخذين في الحسبان بالاكتشافات المتوقع الكشف عنها في المستقبل. يعتمد حجمها على الفرضيات المتعلقة بحجم الاستثمارات في مجال الاستكشاف، وما تحتمله الاستكشافات التي تجرى، وعلى مدى تقدم التطور العلمي، ووجود الهيدروكربون في المناطق غير المكتشفة (مناطق القطب الشمالي، والبحار العميقة جداً).

إن نشـر المنظمـات الدولية المختلفـة أرقام احتياطـي الهيدروكربون في كل عـام يؤدي إلى عقد مناقشـات، قد تنجم عنها مشـاحنات. ونحاول في الغالب قسـمة قيمة الاحتياطي الثابت على حجم الاسـتهلاك السنوي؛ لنخصـم منهـا النسـبة على نحـو سـنوي. لنأخـذ حالة البـترول في عام ١٩٧٣م، وفي فترة الصـدمة البترولية الأولى، حيث كانت نسبة الاحتياطي القابل للاسـترداد إلى الاسـتهلاك السـنوي ٣٠ عاماً. وكان بعض البلهاء لا يـترددون بالقول: "خلال ٣٠ عامًا لن يكون هنـاك بترول". وبعد ثلاثين عامـاً، أي: سـنة ٢٠٠٨م، كانت النسـبة ثمانية وأربعين عامـاً. ماذا حدث بين التاريخين؟ لقد حصـل تطور تقني كبـير، الأمر الذي أدى إلى البحث عـن البترول في المناطق الصـعبة، مثل: البحار العميقة، وإلى زيادة نسـب الاسـترداد. إذا قارنا أرقام الاحتياطي المؤكد القابل للاسترداد بالطاقات الأحفورية الثـلاث، فإنه يتبين لنا، أن أكثرها أهمية الفحم (حوالي ٥٥٠ مليـار طن)، ثـم يليه البـترول (٢٠٥)، والغـاز الطبيعـي (١٧٨)، (تعود الأرقام إلى بداية عام ٢٠١٠م).

١٨- قنوات الطاقة

يمكن تعريف قناة الطاقة بأنها: " مفصـل متناسق تتقاطع من خلاله التقنيـة، ورأس المال، والأسـواق منذ لحظـة الإنتاج التمهيدي للمصـدر الأولي، حتـى سـدّ الحاجة النهائيـة". تتنافس العديد من القنوات؛ لسـدّ الحاجة النهائية نفسها. ويمكن أن تحلل القناة من المصبّ (الحاجة) إلى المنبع (المصـدر الأولي للطاقـة)، ومن المنبع إلى المصـدر. لنأخذ مثالين: الحاجة إلى الدفء (قناة صاعدة)، ثم إنتاج الغاز الطبيعي (قناة نازلة).

الحاجة إلى الدفء من أجل تدفئة مقر (السكن أو المكتب) هي حاجة للحصـول على الحرارة التي لا تنخفض عـن ١٨ درجة مئوية. ويمكن أخذ العديد من الوسـائل في الحسـبان، ومنها: التدفئـة المركزية في عمارة ما،

أو تدفئة المسكن (بالغاز، أو الفحم، أو الديزل، بل للمناطق الحضرية حرارة الأرض الجوفية، أو إعادة تدوير النفايات)، والتدفئة الفردية (الحطب، والفحم، والغاز الطبيعي، والكهرباء، مع إمكانية الاستعانة بالطاقة الشمسية). إذا وقع خيار الفرد على استخدام الكهرباء، فإن ذلك يقود إلى خيار آخر، وهو مُزَوِّدُ الكهرباء الذي يختار طريقته في إنتاج الكهرباء، ويتراوح ذلك ما بين استخدام الرياح إلى استخدام الطاقة النووية مروراً بالمحطات التي تعمل بالغاز، أو الفحم، أو الديزل. عندما يختار كهربائي الديزل، فإن ذلك سيؤثر على محطة التكرير التي تنتج الديزل اعتماداً على البترول الخام المستورد. وبهذا فقد رجعنا ثانية إلى القناة المكونة من خيارات، وتقنية ورأسمال (مستثمرة في إنتاج البترول، والأنابيب، والسفن، ومحطات التكرير، ومحطات توليد الكهرباء)، وأسواق (أسواق البترول الخام، والديزل، والكهرباء، وأيضاً أسواق الشحن، والخدمات المختلفة المرتبطة بالقناة).

الغاز الطبيعي: لتطوير بئر غاز يجب توفير سوق، مثل: سوق استهلاك التدفئة الفردية في بلد ما. ويجب ربط المخزون بالمستهلك النهائي على نحو تنافسي ومجدٍ. ويجب أيضاً توفير بعض المشتقات؛ لتأمين تمويل الاستثمارات الضرورية (انظر: عقود الغاز). دعونا نلحظ أنه يمكن أن يعطينا الغاز الطبيعي مشتقات أخرى، مثل: "التوليد المشترك" الذي يتكون من إنتاج مشترك من الحرارة والكهرباء التي تتميز بفاعلية طاقة كبرى (تتراوح ما بين ٨٠ إلى ٨٥٪).

وهكذا يمكن صعود أو نزول قنوات الطاقة كافة. إنها تلقي الضوء على ظروف المنافسة، وصعوبة خيارات الاستثمار التي تكون ملزمة طيلة مدة عمل المنشآت المُستثمر بها.

١٩- التكلفة

تتحكم التكلفة بالديناميكية الاقتصادية لقنوات الطاقة، وبالمنافسة بين تلك القنوات. وتتميز تلك القنوات بصلابة هيكلية كبيرة جداً بعد إنشائها. وتحلل التكلفة منذ المنبع الأقصى (إنتاج الطاقة الأولية) إلى بلوغ المصبّ النهائي الأقصى، أي: سدّ الحاجة النهائية.

تكلفة الطاقة الأحفورية عند المنبع: يكتشف مخزون البترول أو الغاز نتيجة إنفاق على الاستكشاف، ويجب بعد ذلك تقويم الكميات المكتشفة واختبارها لمعرفة إمكانية استثمارها تجارياً. تتراوح تكلفة الإنتاج (شاملاً نفقات الاستكشاف) لبرميل البترول ما بين دولارين (في الشرق الأوسط)، ١٥ وإلى ١٨ دولاراً (في أعماق البحر الصعبة، وفي آبار تكساس الهامشية). وبعد تشغيل البئر يمكن التمييز بين التكلفة برأس المال (تكلفة رأس المال) التي تمثل كلفة الاستثمارات؛ لتشغيل البئر، ونفقات الاستثمارات (تكلفة التشغيل) التي ينبغي صرفها؛ لكي ينتج البئر. وتلك هي التكلفة الهامشية على المدى القصير. يضاف لاحقاً إلى تلك التكلفة مصاريف النقل (عبر الأنابيب وناقلات النفط)، وتكلفة التكرير، والتخزين، والتوزيع. يمثل مجمل التكلفة عند المصبّ تكلفة الإنتاج التي تصل إلى حوالي ١٣ دولاراً للبرميل الواحد. وأما بشأن الفحم فتكلفة الإنتاج تتراوح ما بين ٢٠ إلى ٥٠ دولاراً للطن. ويجب أن نضيف إلى تلك التكلفة مصاريف الشحن (البري أو البحري) اللازمة لنقله إلى الوجهة النهائية.

تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية: إن إشكالية تكلفة الكهرباء ذات طبيعة خاصة جداً. فشركة الكهرباء تميل في مواجهة خيارات الاستثمار المطروحة أمامها إلى اختيار القناة التقنية التي تتيح لها الإنتاج ضمن أقل تكلفة ممكنة. ولهذا فهي تضع لكل قناة حساباً تقديرياً لنفقات الاستثمار والتشغيل التي تتيح لها حساب تكلفة إنتاج الكيلو واط الساعي. وتتدخل عوامل أخرى في خيارات الشركة: بناء محطة نووية بحجم كبير

(١٦٠٠ميغا وات) يتطلب ثماني سنوات (بعد تدشين المحطة)، فالاستثمار كبير (يتراوح ما بين ١٥٠٠ إلى ٣٠٠٠ يورو للكيلووات المثبت)، وللوقود أهمية قليلة في حساب تكلفة التشغيل. وبإجراء مقارنة بسيطة، فإن بناء محطة للغاز متوسطة الطاقة (٣٥٠ ميغا وات) يقتضي مدة أقصر (عامين)، ويكون الاستثمار أقل تكلفة (يتراوح ما بين٧٠٠ إلى ٨٠٠ يورو لكل كيلووات ساعي)، ولكن تكلفة التزود بالوقود تكتسب أهمية أكبر في تشغيل المحطات. وإذا لم نعدّ الأمر استثماراً جديداً، وإنما إدارة محطات كهربـاء موجودة من ذي قبل، فإن الشركة المشغلة ستصنف وحداتها وفق " أهمية الاستحقاق " من الأقل إلى الأكثر تكلفة، من حيث التكلفة الجانبية على المدى القصير. ووفقا للطلب، فإن الطاقة الهيدروليكية المولدة من الماء (حيث تكون التكلفة الهامشية شبه معدومة) ستكون الخيار الأول، ثم يأتي الخيار النووي (حيث تكون تكلفة البناء برأس المال مرتفعة، ولكن تكلفة التشغيل تكون قليلة)، ثم تليها محطات الغاز والفحم (حيث تكلفة رأس المال أقل، ولكن تكلفة التشغيل أكبر بسبب الحاجة إلى شراء الوقود). وهكذا نجد في المحطة الكهربائية " مواقع ذات تقنية متقدمة "، ولا تستخدم إلا لعشرات أو مئات من الساعات في العام. ويجب إضافة تكلفة الشحن والتوزيع أيضاً. وتضم الآن كلفة رسوم المرور بالشبكات التي تتحكم بها السلطات المنظمة.

التكلفة الاجتماعية: يؤدي إنتاج الطاقة واستهلاكها فيما وراء التكلفة الاقتصادية والمالية إلى تكلفة اجتماعية (أشكال التلوث كافة) ينبغي أخذها في الحسبان لحظة اتخاذ القرارات الاستثمارية.

٢٠- المردود

إن للمردود حضوراً فاعلاً في كل قنوات الطاقة. وتميز النظرية الاقتصادية نوعين من المردود: المرود التفاضلي، والمردود الاحتكاري.

ينجم المردود التفاضلي عن الفرق بين تكلفة الإنتاج للبضاعة نفسها. إن أشكال أنشطة التعدين كافة تعود علينا بـ"مردود منجمي" مرتفع ارتفاعاً ملحوظاً في حالة البترول، حيث إن تكلفة إنتاج برميل البترول تتراوح ما بين ١ إلى ١٨ دولاراً. وإن الحجم (النسبي) للفروقات يكون أقل تأثيراً للفحم الذي تتراوح تكلفته ما بين ٢٠ إلى ٥٠ دولاراً للطن. تضاف إلى ذلك المردود المنجمي أنواع أخرى من "المردود التفاضلي"، مثل: المردود النوعي المرتبط بجودة البترول الخام، أو الغاز أو الفحم مقارنة بأنواع أخرى ذات جودة مختلفة. وهناك "مردود الموقع" الذي يتعلق بميزات الموقع، و"المردود التكنولوجي" الذي يقيس مدى فاعلية الأسلوب التقني مقارنة بوسائل أخرى.

ينجم المردود الاحتكاري عن حالة التأثير في الأسواق التي تتمتع بها الشركات والدول (أي: قوة السوق) التي تشجعها على فرض سعر أعلى من السعر التنافسي المفترض. ففي فترات معينة من تاريخ البترول كان اتحاد الشركات الكبرى، ثم اتحاد منظمة الدول المصدرة للبترول OPEP قادرين على التأثير في الأسعار، واستغلال جزء من المردود. وفيما يتعلق بمستوى الاستهلاك النهائي للوقود، فإن المردود الاحتكاري ينجم عن "استغلال المستهلك" الذي لا يجد أمامه منتجاً بديلاً. وقد شعرت كبرى البلدان المستوردة للبترول سريعاً أن الضرائب على البترول يمكن أن تكون مصدراً مهماً للدخل.

٢١- التلوث

يمثل إنتاج الطاقة واستهلاكها مصادر متنوعة للعديد من ظواهر التلوث التي أهمل وجودها وتكلفتها لفترة طويلة. ووصلت تكلفتها اليوم إلى درجة مثيرة للقلق. وهناك التلوث الإجمالي للكرة الأرضية، والتلوث على المستوى المحلي. والتلوث الإجمالي هو في أصله انبعاثات غازات مفعول

الدفيئة الذي يؤدى إلى الاحتباس الحراري.

بمعنى أن طناً من غاز ثاني أكسيد الكربون، سواء أكان انبعاثه من بكين أم في أعماق أية محافظة فرنسية له التأثير العام نفسه. ويضم التلوث المحلي تلوث التربة، والمياه، ونوعية الهواء، والأذى الصوتي والجمالي. ويؤثر كل ذلك في الإنسان، والتوازن البيئي. ويجب أن نضيف إلى ذلك جميع الحوادث التي تقع وقوعاً منتظماً على أنظمة الطاقة. إن تقويم هذه الآثار التي يطلق عليها الاقتصاديون "العوامل الخارجية السلبية" ليس عملاً يسيراً. لنأخذ حالة سير السيارات: التلوث محليّ الطابع (نوعية الهواء في مدينة ما)، وشامل (انبعاثات غازات مفعول الدفيئة) في آن واحد. والتقديرات معقدة في الحالتين: كيف نقوِّم التكلفة الاجتماعية لحالة وفاة مبكرة تسبب بها مرض تنفسي مرتبط بالتلوث؟ وقد حاولت اللجنة الأوروبية قياس التأثيرات الخارجية المتعلقة بإنتاج الطاقة الكهربائية (دراسة العوامل الخارجية). يقاس الأثر السلبي لكل قنوات الإنتاج (الرياح، والفحم والغاز، والطاقة النووية) في صحة الإنسان، والأراضي الزراعية، والاحتباس الحراري، وحالة الإزعاج الصوتي، ووضع النظام البيئي. ترتبط أقل التلوثات تأثيراً بالرياح، وببعض قنوات الكتلة الأحيائية. وتتعلق أكثر التأثيرات الخارجية قوة بالفحم، واللينيت (الخشب المتفحم). وهناك قلق كبير آخر يكمن في تلوث البحر بالبترول، حيث تطول قائمة الحوادث، ويزداد التلوث البحري في كل عام. ولا نستطيع دائماً معرفة الحوادث التي تقع عموماً، ولكن التي يتحقق منها بدقة، مثل: حالة تسرب البترول من منصة الشركة البريطانية (بريتش بتروليوم BP) في خليج لويزيانا في عام ٢٠١٠م. وتتحمل السفن السياحية مسؤولية كبرى في هذا المجال، وفي حالات كثيرة. وإن اتخاذ إجراءات تدعم الرقابة الوقائية، ووضع العقوبات اللازمة يفرض نفسه، حيث إن حركة المرور تزداد غالباً في أنظمة بيئية هشة (يمثل البحر المتوسط على

وجه الخصوص حالة مثيرة للقلق).

وتدفع المجتمعات المدنية حتى الآن ثمن تلك الآثار السلبية الخارجية. ففكرة قياس مدى تلك الآثار السلبية بدقة مرتبطة بالطبع بتغريم المتسببين بذلك التلوث الناجم عنها. والمبدأ الاقتصادي "المتمثل بالسيطرة الداخلية على الآثار السلبية الخارجية" هو نفسه مبدأ "الشخص الملوث للبيئة الذي يدفع الغرامة". وهناك عدة إجراءات يمكن اللجوء إليها؛ لتحقيق تلك المبادئ، ومنها: التحكم بمنح التصاريح والعقوبات المالية.

٢٢- غازات مفعول الدفيئة

تعدّ غازات مفعول الدفيئة ضرورية لاستمرار الحياة على الكرة الأرضية، ولكن تزايد انبعاثات الغازات منذ نحو قرن من الزمن كان السبب الرئيس في الاحتباس الحراري للمناخ الواجب مراقبته في أيامنا هذه. أهم غازات الدفيئة غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الذي يشكل نسبة ٧١,٤ ٪، وغاز الميثان (CH_4) الذي يشكل نسبة ١٧,٥٪، وبروتوكسيد النيتروجين (N_{20}) الذي يشكل نسبة ١٠ ٪. ولا تختفي تلك الغازات المختلفة بعد انبعاثها من الجو بالسرعة نفسها؛ مما يزيد من صعوبة تحديد نسبة إسهام كل من تلك الغازات في ظاهرة الاحتباس الحراري. ويتحسر بعض العلماء على سبيل المثال بالاستهانة بتأثير غاز الميثان قياساً بغاز ثاني أكسيد الكربون في أعمال المجموعة المشتركة من الخبراء الحكوميين IPCC. وإن استهلاك الطاقة بمفهومه العام مسؤول بنسبة ٦٥ ٪ عن انبعاثات الغازات، ويأتي الباقي من استخدام التربة (١٨٪، ومنها ظاهرة التصحر)، ومن الزراعة (١٤ ٪)، ومن النفايات (٣٪). ويقاس تركيز غازات مفعول الدفيئة في الجو بجزء من المليون (انظر: وحدات القياس).

٢٣- الكربون

يوجد الكربون على شكل CO_2 (ثاني أكسيد الكربون)، وهو الغاز الرئيس من غازات مفعول الدفيئة المسؤول على نحو أساس عن ظاهرة الاحتباس الحراري. وقد قادت أهداف خفض انبعاثات غازات مفعول الدفيئة في أوروبا إلى إنشاء سوق لغاز ثاني أكسيد الكربون في عام ٢٠٠٥م (انظر: سوق تصاريح الانبعاث). ويرتكز الحل التقني الذي يهدف إلى خفض الانبعاث على السيطرة على الغاز لحظة انبعاثه، وجمعه في مكان ما. ويؤدى تجميع الكربون إلى اللجوء إلى مجموعة من التقنيات التي تتيح لنا تنقية الغاز الذي يستهلك اعتماداً على الطاقة الأحفورية، وعلى الكربون والبترول والغاز. يتضمن تجميع الغاز ثلاث مراحل هي: مرحلة تجميع غاز ثاني أكسيد الكربون عند مستوى الاحتراق، ومرحلة نقل الغاز، ومرحلة لحظة تخزينه في مستودعات تحت الأرض. ويمكن السيطرة بعدة مستويات تقنية تشكل لوحدها ثلثي التكلفة الكلية. وينقل عبر القنوات أو باستخدام سفن الشحن، ويخزّن أيضاً في تجاويف ملحية أو في حفر قديمة للبترول والغاز. وقد جربت عدة تقنيات للسيطرة على الغاز بواسطة وحدات رائدة في الولايات المتحدة (في كاليفورنيا)، وأوروبا، والجزائر، وأستراليا. ولكنها ما زالت مرتفعة الثمن. ويسيطر على عملية الشحن، إذ توجد المئات من أنابيب شحن غاز ثاني أكسيد الكربون في الولايات المتحدة، ويضخ عبرها إلى مخازن للنفط والغاز؛ بهدف رفع نسبة الكميات المسترجعة . ويطرح تخزين كميات ضخمة من غاز ثاني أكسيد الكربون مشكلات هائلة، مثل: تفادي التسرب المحتمل، والتأثير في البيئة، ومدى تقبل السكان مواقع التخزين تلك. وفي الحالة الراهنة، فإن المنشآت القائمة للتخزين التام تضاعف من تكلفة إنتاج الكهرباء، وذلك استناداً إلى الكربون.

إن تطـور وسـائل السـيطرة يعتمـد على عـدة عوامل، منهـا: التطور التقني، وخفض تكلفة الإجراءات المفروضة فيما يتعلق بالطاقة من الدول - غاز ثاني أكسـيد الكربون المعلنة في الأسـواق - بحيث تكون مقبولة من المجتمع، وفتح مواقع تخزين إضافية.

٢٤- البترول

البـترول هو هيدروكربون (خليط من جزيئات الكربون والهيدروجين) ينجـم عن تحلل بطـيء للمواد العضـوية. وكان البترول موجـودًا منذ فجر البشـرية على شكل تسـرب في بعض أصقاع الكرة الأرضية (الصين، وبلاد آشـور، والألزاس)، ولكنه تدفق فقط في عام ١٨٥٦م في مدينة توتسفيل في بنسلفانيا نتيجة القيام بعملية حفر، حيث اندفع في الجو بفعل ضغط المنجم فقـط. واسـتخدم في البداية كزيـوت للتشـحيم، ثم تبين أنه بعـد تكريره يمكن اسـتخراج غاز خفيف، يمكننا من إشـعال مصابيح البترول. وشكلت مصـابيح البترول ثورة حقيقية، حيث حلت مكان الشـموع، ومنحت المنازل وسـيلة إضـاءة قوية وثابتة، يمكن اسـتخدامها بأشـكال مختلفة. "النفط المُضـيء" لاحقاً هو المصـدر الأول والأكبر للمنتجات الصـناعية الدارجة. وأصبح البترول لاحقاً مصدر الوقود لآلات (لمحركات) التشغيل التي طوّرت من قبل صـناعات السـيارات والصـناعات الجوية. وفرض البترول نفسـه بكونه سـلعة اسـتراتيجية خلال الحرب العالمية الأولى، حين حلت الدبابات والمدافـع بدل الخيول. "وأصـبح البنزين ضـرورياً بأهمية الدم نفسـه في معـارك اليوم والغد" (كليمنصـو Clemenceau). ونظمت سـوق البترول العالمي في البداية تحت إشـراف شـركات النفط الدولية الكبرى "الأخوات السـبع"، ومن ثم وعلى نحو تدريجيّ تحت إشراف منظمة الدول المصدرة للبترول OPEC التي تتبنى تحقيق مطالب كبرى للدول المصدرة للبترول.

وربـح البـترول أسـواقاً جديـدة، حيث حل مـكان الفحـم في التدفئة

المنزليـة، وفي إنتاج الكهربـاء، ورافق عملية تطور وسـائط النقل. وتجاوز إنتـاج البترول على الصـعيد العالمي إنتاج الفحم في عام ١٩٦٧م. وأصـبح البـترول اليـوم الطاقـة المسـيطرة التـي تسـهم بنسـبة ٣٦ ٪ من نسـبة استهلاكنا الطاقة.

غـزارة الكميات الاحتياطية من البـترول: وفي عام ٢٠١٠م كانت تلك الكميـات تكفـي لمدة ٤٦ عامـاً من الاسـتهلاك. ولكن ذلك لا يعنـي بأنها ستنضـب خـلال تلك المـدة (٤٦ عاماً). يعـدّ مفهوم الاحتياطـي مفهوماً فضفاضـاً. ويمكـن زيـادة الاحتياطـي بالبحث عـن اكتشـافات جديدة، وبالتطـور التقني الذي يتيح تحسـين إنتاج الآبار القائمـة. وأخيراً، بزيادة السـعر؛ مما يـؤدي آلياً إلى زيادة الكميات المسـتخرجة مـن الآبار. ويوماً مـا سنصـل إلى "ذروة الإنتـاج"، أي: أن الإنتاج سـيتوقف عـن الزيادة، وسـتبدأ بمرحلـة الانخفاض. وعلى أيـة حال، فإن العوامل التي تتضـافر مؤديـة إلى تلك الذروة لا تتيح لنا تحديـد توقيت بداية مرحلة الانخفاض، ولا شدة منحناها.

لن ينضب البترول غداً، ولكن بالنظر إلى أسباب عديدة، منها: التغير الحـراري على وجه الخصـوص، نجد أن هناك ما يدعونا إلى الاسـتعداد والتحضير إلى مرحلة ما بعد البترول.

يتجمع ما يقارب ٨٠ ٪ من الاحتياطي النفطي المؤكد في خمس عشـرة دولة تتعرض إلى مخاطر عالية، ومنها: إحدى عشـرة دولة منضمة لمنظمة الدول المصـدرة للنفط. ويتجمع أفق زيادة الإنتاج في البلدان نفسها أيضاً، ويمكـن إضـافة كندا إليهـا. والترتيب التنـازلي لتلك الدول حسـب زيادة الإنتاج المتوقع هي: روسـيا، والمملكـة العربية السـعودية، وكندا، والعراق، والبرازيـل، وكازاخسـتان، وإيـران، والكويـت، والجزائر، وقطـر، وليبيا، ونيجيريا، ودولة الإمارات العربية المتحدة، وأنغولا، وأذربيجان. تلك الدول التي كانت تمثل ما نسبته ٥١ ٪ من الطاقة الإنتاجية في عام ٢٠٠٢م، يمكن أن تمثل ما نسـبته ٨١ ٪ في عام ٢٠١٧م. وبالطبع فإن المطبات السياسـية

والجغرافيـة يمكـن أن تؤثـر في ذلك الأفق، وخاصـة أن العديد من الدول المتاثرة بالقومية في مجال البترول تميل إلى تقييد الوصـول إلى المصـادر التي تملكها.

٢٥- الغاز الطبيعي

الغاز الطبيعي شـأنه شـأن البترول يتكون مـن هيدروكربون، ويبحث عنـه كمـا يبحث عن البترول تماماً. وتكتشـف آبار للبـترول، وأخرى للغاز الطبيعي، وأحياناً تكتشـف آبار مختلطة تنتج المشتقين معاً. وللغاز مساوئ عـدة، إذا مـا قارناه بالبـترول. وفيما يخص الحجم نفسـه، فـإن الطاقة الحراريـة التـي يحتـوي عليهـا الغاز تكـون أقل بكثـير مما يحتـوي عليه البترول. وتتجاوز تكلفة نقل الغاز تكلفة نقل البترول من سـبعة إلى عشـرة أضـعاف (وكذلك الحال للمحتوى نفسـه من الطاقة). ومن ناحية أخرى، يتطلب استهلاك الغاز وجود علاقة ثابتة بين مكان وجود الآبار والمستهلك. وقد بدأ الأوروبيون بعد الحرب العالمية الثانية فقط باستثمار مصادر الغاز الطبيعي الخاصـة بهم، مثل: بئر "كرونينك" الضـخم في هولندا، والآبار في إيطاليا في سـهول "بـو" Pô، وعلى الشـاطئ الأدرياتيكي، وبئر "لاك" Lacq في فرنسـا. وهكـذا ينقل الغـاز الطبيعي بخطوط مـن الأنابيب إلى المناطق الحضـرية للاسـتهلاك، بحيث يحل الغاز الطبيعي تدريجياً مكان غـاز الفحم (أو غاز البلدية). وتعاني بريطانيا من التلوث الناجم عن غاز الفحم (الضّـباب الدخاني، وهو خليط من الضّباب وغبار الفحم). وبدئ مـن عام ١٩٦٣م بإحلال غـاز البلدية محل الغاز الطبيعي السـائل (الغاز الطبيعي المسال) المستورد من الجزائر. وكان ذلك أول نقل للغاز الطبيعي المسـال. وقد زاد اكتشاف الغاز الطبيعي في بحر الشمال من سرعة تطوير اسـتخدامه. ولكن مصـادر الغاز في بلدان الاتحـاد الأوروبي ما زالت غير كافية، حيث تُوجه نحو النرويج، وروسـيا، والجزائـر؛ لبناء خطوط طويلة

جداً من الأنابيب بغية تلبية الطلب. ويشكل الغاز الطبيعي نسبة ٢٢٪ من استهلاك الطاقة على الصعيد الدولي. ويعدّ احتياطي الغاز الطبيعي غزيراً، وبُخِسَتْ على الأرجح قيمته. وهو يشكل ما يعادل ٦٢ عاماً من الاستهلاك. ويتركز حوالي ٨٠ ٪ من احتياطي الغاز الطبيعي فيما يقارب خمسة عشر بلداً معرضة لمخاطر عالية، ومنها: عشرة بلدان أعضاء في منظمة الدول المصدرة للبترول، وثلاثة من تلك الدول وهي روسيا وإيران وقطر تتحكم لوحدها فقط بما نسبته ٥٦ ٪ من الاحتياطي المثبت. ويتأثر اقتصاد الغاز الطبيعي العالمي سلباً منذ عدة سنوات بتطور غير متوقع، وغير اعتيادي في الولايات المتحدة. ويستخرج الغاز من آبار الصخر المتبلور المسمى " الشيست، أي: الصخر الزيتي " بتكلفة منخفضة نسبياً، وهو يمثل نسبة متزايدة من الاستهلاك في الولايات المتحدة. وتبدو توقعات الاستيراد المتزايد لمادة الغاز الطبيعي المسال في الولايات المتحدة معرضة لإعادة النظر بها.

٢٦- الفحم

يوجد الفحم تقريباً في أرجاء الكرة الأرضية كافة، وهو من أوائل مصادر الطاقة التي استخدمت استخداماً تجارياً، وذلك بداية من القرن الثامن عشر. وارتبط استخدام الفحم بالثورة الصناعية في إنجلترا، حيث أدى نقص الخشب (فحم الخشب) إلى تسريع استخدام (فحم الأرض). وكان الفحم محركاً للثورة الصناعية، حيث أنه كان يغذي الآلات البخارية للصناعات الكبرى. تنطوي العلاقة القوية بين الفحم وخام الحديد والفولاذ والآلات البخارية ذاتها على عناصر تطور خطوط السكك الحديدية، وتقوي استمرار وجود أسطول بحري، سواء أكان حربياً أم تجارياً. ويتطور استخدام الفحم بقوة الظروف، وكذلك التدفئة والإضاءة أيضاً، حيث تغذى شبكات التوزيع في المدن؛ بهدف تغذية شبكات الإنارة

العامة (مصابيح الغاز)، والخاصة (الغاز للسكان كافة). ويستخرج الفحم في ظل ظروف عمل معقدة وخطرة. ويتميز تاريخ استخدام الفحم مقارنة بتاريخ البترول بوجود حوادث خطيرة، وأحداث عنف وإضرابات طويلة. وعلى الصعيد العالمي كان الفحم يعدّ الطاقة السائدة حتى عام ١٩٦٠م. ومن ثم فإن انخفاض أسعار البترول، ونضوب بعض المناجم، والتكلفة المرتفعة لاستخراج الفحم، أدت إلى تراجع استخدامه على نحو تدريجي.

ويشكل الفحم ما نسبته ٢٥ ٪ من استهلاك الطاقة العالمي. وترتفع نسبة استخدامه في بعض البلدان، مثل: الصين، وجنوب إفريقيا (حوالي ٧٥ ٪)، وفي الهند (حوالي ٣٩ ٪).

والفحم هو من أكثر مصادر الطاقة الأحفورية توفراً، وعلى نحو كبير. ويُمثل الاحتياطي منه ما يعادل تسعة عشر ومائة عام من الاستهلاك. ومن ناحية أخرى - لها علاقة بزاوية المخاطر الجيوسياسية - فإن احتياطي الفحم موزع توزيعاً أفضل من احتياطي الهيدروكربون. وهكذا فإن ٨٠ ٪ من احتياطي الفحم يوجد في عشرة بلدان هي: الولايات المتحدة (٢٧ ٪)، وروسيا (١٧ ٪)، والصين (١٣ ٪)، والهند (١٠٪)، وأستراليا (٩٪)، وجنوب إفريقيا (٩٪). ويُستخدم الفحم استخداماً أساساً في سد الحاجات المحلية، ولكن نسبة متزايدة منه تصدر (انظر: موضوع أسواق الفحم وأسعاره). وإن أهم الدول المصدرة "للفحم البخاري" هي: أستراليا، وأندونيسيا، وروسيا، وجنوب إفريقيا. وكانت الصين مُصدراً رئيساً له، ولكنها اليوم أصبحت تستورده. ويشهد الطلب على الفحم حالياً تزايداً ملحوظاً (الصين والولايات المتحدة والهند)، حيث إنه يتيح إنتاج الكهرباء بتكلفة أقل؛ مما يمثل مأساة لظاهرة الاحتباس الحراري، ويثبت أن المتسبّبين بعملية التلوث لا يدفعون ثمن فعلتهم هذه.

٢٧- قطران الرمال والصخر الزيتي

ينتمي كل من البترول الثقيل جداً وقطران الرمال والصخر الزيتي إلى ما يطلق عليه: الاحتياطي غير التقليدي. وهو من صخور أو رمال مليئة بجزيئات الهيدروجين والكربون، ولكن تكرير الهيدروكربون الموجود فيها يتطلب اللجوء إلى تقنيات معقدة، وعالية التكلفة. وبالإضافة إلى تقنيات المناجم التقليدية، إذ يجب أن نتبع وسائل التسخين والفصل والتحويل الكيماوي. وإن استخدام تلك التقنيات عموماً ضارّ بالبيئة. والاحتياطي الأضخم للبترول غير التقليدي يوجد في كندا (القطران الرملي في منطقة أتابسكا Athabasca)، وفي فنزويلا (البترول الثقيل في منطقة أورينوك Orénoque). واكتشف في كندا القطران الرملي على نحو يوازي الكميات الموجودة في المملكة العربية السعودية. الفرق الكبير هو أن المملكة العربية السعودية يمكنها إنتاج ما يعادل عشرة ملايين طن في اليوم، في حين أن كندا لا تستطيع تجاوز مليوني طن في اليوم. وهناك العديد من المصادر الأخرى التي كشف عنها في البرازيل، والصين، وروسيا، والولايات المتحدة، والمغرب.

٢٨- تكرير البترول

لا يمكن استخدام البترول الخام استخداماً مباشراً؛ لأنه غالباً ما يحتوي على مواد نفايات، وأخرى ملوثة. والتكرير هو مجمل العمليات التي تتيح الحصول على مجموعة من المنتجات الصالحة للاستهلاك البشري، وذلك انطلاقاً من نوعية معينة من البترول الخام، أو من خليط البترول الخام. وأول مراحل التكرير هي التقطير التي تتمثل بتسخين البترول؛ بهدف تجزئته. وتجمع أقل المواد وزناً وأكثرها تطايراً في أعلى البرج، مثل: غاز البترول السائل (البيوتان والبروبان). ومن ثم يأتي البنزين والنفط

(منتج أساسه مواد بتروكيماوية)، والهيدروكربون، والمازوت، والديزل، والوقود المنزلي. وأخيراً، هناك المشتقات الثقيلة، مثل: الوقود الثقيل، وزيوت التشحيم والقار. وفيما وراء عملية التقطير، تستخدم محطات التكرير في الغالب تقنيات متقدمة تهدف إلى تكسير الجزيئات؛ مما يزيد كمية المشتقات الخفيفة ذات القيمة المضافة، والمقارنة بالمشتقات الثقيلة، مثل: التكسير الهيدروجيني، وتقليل وزن الجزيئات والتنقية بالتكسير. وتعدّ عملية التكرير أساسية بين حالة المادة الخام (الطاقة الأولية) وبين عملية تحولها إلى طاقة ثانوية؛ لتلبية طلب المستهلكين. وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن عدّ محطة التكرير مصنعاً للطاقة مزوداً بوسائل مرنة، مثل: المرونة في اختيار نوعية البترول الخام، والخليط المستلم، والمرونة في المُخرجات (ضمن بعض الضوابط) التي نرغب في إنتاجها. الإنتاج المشترك للحرارة وللكهرباء يتيح لنا فرصة زيادة خيار المواد التي نرغب في إنتاجها.

٢٩- اليورانيوم

توجد مصادر اليورانيوم بأقل تركيز، ولكنها موزعة توزيعاً أفضل من احتياطي الهيدروكربون. وتشير التقديرات التي نملكها إلى أن الاحتياطي "المضمون بشكل معقول"، و"الاحتياطي الإضافي المفترض" تتغير بموجب الجهد المبذول. الاحتياطي المطروح بسعر ١٣٠ دولار للكيلوغرام يزيد بنسبة ١,٨ عن المطروح بسعر ٤٠ دولاراً للكيلوغرام. والبلدان ذات الوفرة في المنتج هي: أستراليا (٢٦ ٪ من الاحتياطي)، وكازاخستان (١٧ ٪)، وكندا (١٢,٥٪)، والولايات المتحدة، وجنوب إفريقيا (٩,٢٪)، والبرازيل(٦,٤٪). والدول المنتجة الرئيسة هي: كندا، وأستراليا، وكازاخستان، والنيجر، وروسيا، وناميبيا. وإن مخاطر نضوب الاحتياطي ليست موضع قلق، حتى إذا ما أخذنا في الحسبان ظاهرة نمو

الطاقـة النوويـة. ويجب تخصـيب اليورانيوم بعد إنتاجه؛ من أجل صـناعة الوقود النووي.

٣٠- الطاقة النووية

هنـاك ما يقارب من ٤٣٩ محطة نووية عاملة في العالم، وبتركيز كبير في بعض البلدان، مثل: الولايات المتحدة (١٠٥)، وفرنسـا (٥٩)، واليابان (٥٥)، وروسـيا (٣١)، وكوريا الجنوبية (٢٠). ويشكل إنتاج الكهرباء ذي المصدر النووي ما نسبته ١٦٪ من الإنتاج العالمي، ولكن تلك النسبة تختلف من بلد إلى آخر، فهي تشـكل: ١٩٪ في الولايات المتحدة، و٣٠٪ في اليابان، و ١٦٪ في روسـيا، و٣٩٪ في جنوب إفريقيا، و ٧٨٪ في فرنسـا. وتعدّ فرنسا حالة خاصة، حيث تتميز بانتهاج سياسة عامة طوعية اتبعت بعد الصدمة البترولية الأولى.

يبنـى موقع نـووي عالمي على عـدة مراحل، حيث تميزت خمسـينيات القرن العشـرين وستينياته ببناء محطات نووية ذات حجم صغير. (الجيل الأول). وبنيت في السـبعينيات والثمانينيات محطات الماء المضغوط، والماء المغلي، وهي تقنيات فرضـت نفسها. وتشكل تلك التقنيات (الجيل الثاني) ما نسبته ٨٠ ٪ من الوحدات التي تشغل. وشهدت التسعينيات تباطؤاً كبيراً في بنـاء المحطـات النوويـة، وذلك بتأثير العديـد من العوامـل التي منها: الحـوادث (ثري ميل أيلنـد في الولايات المتحدة ١٩٧٩م، وفي تشـيرنوبل ١ في أوكرانيا عام ١٩٨٦م). وبسـبب ارتفاع الأسـعار والأسـعار المنخفضـة للهيدروكربـون في الولايات المتحدة لم تنشـأ أية محطة إضـافية منذ عام ١٩٧٨م.

وشـهدنا منـذ عـام ٢٠٠٤م نوعاً مـن الانتعاش في اسـتخدام الطاقة النوويـة بديناميكيـات مختلفـة ثـلاث: *التوسـع النـووي* الـذي يتـم في بلـدان، مثـل: الصـين، والهنـد، واليابـان، وكوريـا الجنوبيـة، وروسـيـا.

والنهضة النووية التي بدأت في فنلندا، وفرنسا، والولايات المتحدة، والمملكة المتحدة، وبلغاريا، وجنوب إفريقيا. وهناك *القادمون الجدد*، وهم: مجموعة البلدان التي لا تملك الطاقة النووية، ولكنها تسعى إلى الحصول عليها، مثل: بولندا، وتركيا، وأستراليا، وإيران، وأندونيسيا، وفيتنام، ومصر، والإمارات العربية المتحدة.

وتهيمن المفاعلات الجديدة من ناحية تقنية بحتة على السوق، وبطاقة تتراوح ما بين ١٠٠٠ إلى ١٨٠٠ ميغا وات، وهي تنتمي إلى الجيل الثالث. وأما المفاعلات التي أدخلت عليها مؤخراً تحديثات فتعدّ من الجيل الثالث، ومنها مفاعل الضغط الأوروبي (EPR) الذي تقارب طاقته ١٦٠٠ ميغا وات، حيث شيّدته شركة أريفا- سيمنز، وله (٤) وحدات بنيت في فنلندا وفرنسا (منطقة فلامنفيل). وفي الصين (٢). أما الوحدات التي بنيت أو التي في طور التحضير، فإن تكلفتها تقدر بمبلغ يتراوح ما بين ١٥٠٠ إلى ٣٠٠٠ يورو للكيلو وات الساعي. وتكون التكلفة منخفضة في آسيا، في حين تكون مرتفعة في أوروبا. ومع ذلك يخشى كثيرون من تجاوز قيمة التكلفة المقدرة سلفاً.

أقيمت أبحاث ضمن الإطار الدولي الهادف إلى إعادة النظر في المفاعلات من الجيل الثاني التي تدمج أو تتعارض فيها عدة تقنيات على نحو متزامن، مثل: النيترون السريع (مفاعل من نوع سوبر فينكس طور في الهند، ثم أغلق في عام ١٩٩٧م)، والحرارة المرتفعة، والتبريد بالصوديوم أو بالهيليوم. يمكن أن يبدأ العمل بهذا النوع من المفاعلات في عام ٢٠٤٠م. وعلى نحو متواز، يعمل الصينيون والجنوب إفريقيون على تطوير تقنيات مختلفة، يمكن أن تقود إلى ظهور مفاعلات صغيرة الحجم (تتراوح ما بين ٢٠٠ إلى ٢٥٠ ميغا وات)، وإلى ثورة في عالم الصناعة. وعلى المدى الطويل، بني مفاعل تجريبي للدمج[1] في منطقة "كاداراش"،

(١) كل المفاعلات العاملة في العالم تعمل على مبدأ الدمج النووي. ويمكن خفض الاحتياطي النووي المدني، ولكن يتوجب انتظار نتائج اختبارات مؤسسة أيتر ITER.

ضـمن إطار تجمع دولي (للمفاعلات الحرارية التجريبية: ITER)، حيث يضـم الاتحاد الأوروبي، والولايات المتحدة، واليابان، والصـين، وروسـيا، والهنـد، وكوريـا الجنوبية. إن أهم مُصـنعي المفاعـلات النووية في العالم ينتمون إلى شـركة هيتاشـي، وجنرال إليكتريك، وتوشـيبا، وستنغ هاوس، وأريفا، وميتسوبيشي، والشركة الروسية أتمنرجروبم. وقد حصلت الشركة الكورية الجنوبية كيبكو على الطلبية الأولى لها في عام ٢٠١٠م في السـوق الدولي (أبو ظبي). ولاحقاً فإن الهنود والصـينيين سـيكونون قادرين على دخول سوق المنافسة.

يعتمد مسـتقبل الطاقة النووية على مجموعة مـن العوامل التي منها: الأمن (الحوادث والتسريبات)، والتكلفة الحقيقية مقارنة بالأنواع الأخرى من الطاقة، وتصاعد القيود المتعلقة بالبيئة، والحلول الممكنة إيجادها إزاء عمليـة تخزين المخلفات. ومن ضـمن الدول المنضـوية تحت لـواء منظمة التعاون والتنمية الاقتصـادية التي لجأت إلى الطاقة النووية فنلندا، حيث إنها الدولـة الوحيدة التي افتتحت موقعاً؛ لتجميع النفايات العضـوية لمدد طويلة، ويمكن أن تتبعها السويد.

٣١- الطاقات المتجددة

مقارنة بالطاقة غير المتجددة التي تخزّن، والموجودة على سطح الكرة الأرضـية بكميـات محدودة، فـإن الطاقة المتجـددة غالباً مـا تكون طاقة متدفقة. كما تمثل أشعة الشمس، والرياح، وجريان الماء، وحركة المحيطات والنباتات طاقة دائمة، حتى ولو كانت متقطعة.

الطاقـة المتجـددة هـي: طاقـة الشـمس، وطاقـة الريـاح، والطاقـة الهيدروليكيـة (الزيـت الأبيض)، وطاقـة الكتلـة الأحيائيـة التـي يطلق عليها أحياناً (الزيت الأخضـر)، والطاقة الحرارية الأرضـية. يمثل إعادة تدوير النفايات، وتقويم النفايات الصـناعية والمنزليـة مصـدراً للطاقـة

على المستوى المحلي. ويعدّ الجزء القابل للتحلل منها طاقة متجددة.

إن مخزون الطاقة المتجددة موزع توزيعًا غير متكافئ على سطح الكرة الأرضية، وهو غالباً ما يوجد في مناطق قليلة السكان (الصحراء والغابات الاستوائية). وتمثل البرازيل حالة خاصة؛ لأن الهيدروكربون والكتلة الأحيائية (الحصول على الكربون العضوي من قصب السكر) يغطيان تقريباً ٤٥٪ من الاستهلاك العام للطاقة الأولية. وعلى الصعيد العالمي، فإن أكثر الطاقات المتجددة تطوراً تتمثلان بنوعين هما: الكتلة الأحيائية (النباتات والنفايات) التي تشكل ما يقارب ١١ ٪ من الإنتاج العالمي للطاقة الأولية، والطاقة المولدة من الماء التي تشكل ٢٪.

للطاقة المتجددة تأثير أقل أهمية في البيئة من تأثير الطاقة التقليدية؛ لأنها تصدر غازات الدفيئة بدرجة قليلة. هذا يثير إشكالية عدم التماثل الأساسية: الطاقة الأحفورية ليس لها مردود (أو ذات مردود ضعيف)، وينجم عنها تلوث، في حين أن الطاقة المتجددة لا تحصل إلا على نحو جزئي، وعلى هيئة منح تمثل التعويضات الواجب الحصول عليها؛ للتقليل من آثار ذلك التلوث.

الطاقة المتجددة أكثر تكلفة من الطاقة الأحفورية، وتطور في الغالب ضمن إطار سياسات، مثل: إعانات مالية، وأسعار استرداد الكهرباء المنتجة، ودعم الاستثمار. وينمو الوعي المتزايد المرتبط بالاحتباس الحراري من تطور هذا النوع من الطاقة. وقد قررت بلدان الاتحاد الأوروبي في عام ٢٠٠٨م أن نسبة الطاقة المتجددة من الاستهلاك الكلي للطاقة يجب أن ترتفع إلى ٢٠٪، وتستمر حتى عام ٢٠٢٠م، وذلك مقارنة بنسبة ٨,٥٪ في عام ٢٠٠٧م.

٣٢- الطاقة الشمسية

إن متوسط الطاقة التي تنتج سنوياً على سطح الكرة الأرضية يمكن أن تتراوح ما بين ٨٥ إلى ٢٩٠ وات للمتر المربع. ويوجد فرق يتراوح ما بين

١ إلى ٣ بين أقل وأكثر الأقاليم تزوداً بالطاقة. تذكر الحائزة على جائزة نوبل في الفيزياء كارلا روبيا أنه في الصحراء "تمطر" سنوياً ما يعادل برميل بترول في المتر المربع على شكل طاقة شمسية.

الطاقة الشمسية المحولة إلى حرارة: إن أسهل طريقة للحصول على الطاقة الشمسية حصولاً مباشراً هي التجهيزات الشمسية السلبية. الأبنية ومعدات البناء المستخدمة تهدف إلى الحصول على أقصى قدر من الحرارة والضوء؛ لإعادة توزيعها، وأحياناً لتخزين تلك الحرارة. ويلزمنا أحياناً اللجوء إلى التقنيات الضرورية. التوفير في مجال التدفئة والإنارة الذي يحصل عليه من التجهيزات الشمسية الجيدة يتراوح ما بين ٣٠٪ في أقاليم شمال أوروبا، و٧٠٪ في أقاليم الجنوب. ويمكن تحويل الإشعاع الشمسي إلى حرارة بواسطة لواقط شمسية. ويمر الماء إلى أسطح واسعة معرضة للشمس. وهذا يُمَكِّننا من إنتاج ماء حار (سخانات الماء الشمسية). ويوجد في الصين لوحدها ما نسبته ٧٥٪ من اللواقط الشمسية المنتشرة في العالم، التي تزود بالماء الحار ما يقارب ٢٠٠ مليون شخص. وتعادل نسبة انتشاره في أوروبا ١٥ ٪، وتأتي ألمانيا واليونان والنمسا في رأس القائمة. وهكذا فإنه يمكن الحصول على الحرارة الشمسية بواسطة مرايا تجمع أشعة الشمس نحو نقطة محددة. وفي تلك النقطة نحصل على حرارة كافية؛ لتبخير الماء أو أي سائل آخر؛ لتشغيل جهاز توربيني ينتج الكهرباء.

الطاقة الشمسية المحولة إلى كهرباء: تُلْتَقط أشعة الشمس عبر خلايا ضوئية أو خلايا تعمل بالبطارية، وتكون قادرة مباشرة على تحويل طاقة الأشعة إلى كهرباء بمردود لا يستهان به (يصل إلى ١٠٪، ويمكن أن يصل إلى ٣٠٪ في المختبر). الطاقة التي تنتج من مصادر الخلايا الضوئية التي يكون توزيعها متقطعاً بطبيعتها هي أغلى خمس أو عشر مرات من الكهرباء العادية. وعلى أية حال، من المتوقع الحصول على مردود أعلى بسبب فاعلية التجهيزات الجديدة (الأفلام فائقة الرقة)، واستخدام تقنية النانو. إن إنتاج الطاقة الكهربائية ذات المصدر الشمسي يمكن أن يبرر من وجهة

نظر اقتصادية في المناطق غير المربوطة في الشبكة الكهربائية. وفيما يخص تلك المناطق، فإن الوصول إلى الكهرباء يماثل الوصول إلى التطور الاقتصادي. ويمكن أيضاً ربط إنتاج الطاقة الكهربائية المرتكزة إلى طاقة الأشعة بالشبكة، مثل: الأسطح، والجدران (جدران الطرق السريعة أو المطارات)، ومحطات إنتاج طاقة الأشعة. وأهم الدول المنتجة للكهرباء من أشعة الطاقة الشمسية (وبكميات وفيرة) هي: اليابان، وألمانيا، والولايات المتحدة. ولا يمكن أن يحدث تطور في الطاقة الشمسية ما لم تدعم الحكومات على شكل إعانات مالية، أو استرداد المنتج بأسعار تفضيلية. وعلى أية حال فإن خطورة ظاهرة التحول المناخي والتطور التقني يمكن أن تسارع في تطوير استخدام الطاقة الشمسية على نحو غير متوقع.

٣٣- الطاقة المولدة من الماء (الهيدروليكية)

تستخدم طاقة الأنهار والمحيطات منذ القدم على شكل طاقة ميكانيكية (الطواحين القديمة). واستخدم منذ القرن التاسع عشر التوربينات الموصولة بمولدات لتحويل الطاقة الميكانيكية الخام إلى كهرباء (الطاقة الكهرومائية)، كما بنيت أيضاً سدود عديدة.

طاقة الأنهار: يوجد نوعان مميزان من المحطات الهيدروليكية: سدود التخزين، والمحطات التي تعمل بقوة دفع الماء. فعندما تسدّ سدود التخزين على نحو مصطنع ومتعمد مجرى نهر، فإنها تحدث سقوطاً وتخزيناً للماء في آن واحد. وتدير قوة سقوط الماء توربينة واحدة أو عدة توربينات تولد الطاقة الكهربائية. ويشبه خزان الماء مستودعاً للكهرباء، وتستخدم بعض تلك السدود في تلبية الحاجة من الكهرباء ذات الجودة العالية؛ لأنه يمكننا فتح الصمامات فوراً، وإنتاج الكهرباء. وتتشكل المفاعلات التي تعمل بقوة دفع الماء من توربينات تُغذى من مجرى الأنهار. وتتنوع السدود من حيث الحجم بين سدود كبيرة الحجم وتوربينات صغيرة. وتنتج الكهرباء بعد

بناء التوربينات بسعر قريب من الصفر، ولكن الإنتاج يعتمد على سرعة تدفق الأنهار.

طاقة المحيطات: تعتمد طاقة المد والجزر التي تتولد في المصانع على المد الجزر في النقطة التي تكون فيها سعة المد في أشد حالاتها. وأول مصنع بني في فرنسا كان على نهر رانس Rance في عام ١٩٦٦م. وتوجد مصانع في كندا، وبريطانيا، والأرجنتين. ويمرّ الحصول على الطاقة من الأمواج بمراحل تجريبية، وخاصة في أسكتلندا. ويفكر بتوليد الطاقة من شدة الأمواج البحرية التي تتكاثر في المحيطات.

٣٤- الطاقة الحرارية الأرضية

تعتمد طاقة الحرارة الأرضية على استخدام أنواع مختلفة من الحرارة التي تحتوي عليها القشرة الأرضية. وتتميز الطاقة الحرارية للأرض ذات الدرجات العالية عن الطاقة الحرارية للأرض ذات الحرارة المنخفضة. وتعتمد الطاقة ذات درجة الحرارة العالية على استخدام مخازن ذات درجة حرارية طبيعية تفوق المئة درجة مئوية (وعلى وجه الخصوص في المناطق البركانية)؛ بهدف تبخير الماء. ويستخدم هذا البخار في إنتاج الطاقة لأول مرة، وتشغيل أنظمة التدفئة في المناطق الحضرية، وفي المناطق المزودة بتلك المنشآت. بُنيت وحدة الطاقة الحرارية الأرضية لإنتاج الكهرباء في عام ١٩٠٤م في لاردريللو Larderello (توسكان Toscane) في إيطاليا. وتبلغ قوة إنتاج هذه الوحدة نحو ٧٠٠ ميغا وات. وفي الولايات المتحدة في منطقة جيزرس Geysers، هناك حوالي عشرين وحدة لإنتاج الطاقة الكهربائية بقدرة تبلغ ٨٠٠ ميغا وات، وكانت في السبعينيات من هذا القرن تكفي لتزويد مدينة سان فرانسيسكو بالطاقة الكهربائية. وفي أيسلندا في منطقة ريكجفيك Raykjavik، يؤمن جزء كبير من إنتاج الكهرباء بطاقة الحرارة الأرضية. وعلى الصعيد العالمي، هناك نوع من الاحتياطي مازال

في طور التقويم. وهو موجود على نحو مركز في المحيط الهادي (الفلبين)، وفي منطقة وسط الأطلسي (أيسلندا)، وكذلك في البحر الأبيض المتوسط.

تستخدم الطاقة الحرارية الأرضية منخفضة الحرارة على نحو أساس في تدفئة الأماكن. ويتمثل الأمر بضخ الماء من الطبقات الجوفية التي تتراوح درجة حرارتها ما بين ٤٠ إلى ٩٠ درجة مئوية. ويعاد ضخ الماء بعد استخدامه مرة ثانية إلى الطبقات الجوفية. وفي فرنسا، يدفأ مقر الإذاعة الفرنسية في باريس، وعدة ضواح من هذه العاصمة، وكذلك جزء من مدينة مولان Melun من الماء الحار الموجود في طبقات الأرض الجوفية. ويعتمد تطور استخدام الطاقة الحرارية الأرضية على نحو كبير على السياسة المتبعة في تشجيع ذلك التوجه، وعلى الوسائل التي تطبق. وتعدّ أحياناً الطاقة التي تستخرج بواسطة المضخات الحرارية التي تزود الأبنية بنوع من الطاقة الحرارية الأرضية ذات درجة الحرارة المنخفضة.

٣٥- طاقة الرياح

تمكن الإنسان من تطويع طاقة الرياح منذ زمن طويل جداً، حيث إن الطواحين التي بنيت منذ القدم دخلت أوروبا في فترة الحروب الصليبية. ولاحقاً، بنيت منشآت تعمل بقوة دفع الرياح؛ لضخ المياه من الطبقات الجوفية، وإنشاء أنظمة لتخزين تلك المياه. ولكنه من المستحيل السيطرة تماماً على قوة الرياح - وذلك أمر مهم - حيث إن قوة دفع الرياح تتناسب تكعيبياً مع سرعة الرياح: بسرعة تبلغ الضعفين، إذ ستكون القدرة أقوى ثماني مرات. ذلك المبدأ يتمثل بالأغنية التي تقول: "أنت تنام يا راعي الطاحونة، إن طاحونتك تدور بسرعة، بسرعة...إلخ" . يتطلب الاستخدام المعاصر لطاقة الرياح إذن قدرة على التغيّر تتناسب مع تغير السرعة. ويقدر الاحتياطي الإجمالي من طاقة الرياح حوالي ٥٠٠٠٠ تيرا واط بالساعة، وذلك مقارنة بالإنتاج العالمي من الكهرباء الذي يبلغ

١٨٠٠٠ تيرا واط بالساعة.

تتكون المنشآت التي تعمل بطاقة الرياح من هياكل عمودية (بارتفاع يتراوح ما بين ٤٠ إلى ١٢٠ م)، على نحو يدعم عامود أفقياً مثبتة عليه أداة حلزونية، ويتكون عموماً من ثلاث شفرات تؤدي إلى دوران مولد الكهرباء. ويجب أن تكون التجهيزات التي تعمل بطاقة الرياح بمواجهة الرياح على نحو دائم؛ لإنتاج أكبر قدر من الطاقة، ولكن ذلك الموضع يجب تعديله تعديلاً آلياً وباستمرار؛ لكي يتلاءم مع سرعة الرياح، وأحياناً توقفها. وتنشأ منذ عدة سنوات مشاريع طاقة الرياح (يطلق عليها أيضاً مزارع الرياح) في البرّ والبحر.

وفيما يتعلق بالبيئة، فإنه غالباً ما يوجه النقد لها، وعلى ثلاثة مستويات: تدهور وضع البيئة، والإزعاج، والخطر الذي تشكله على الطيور، وخاصة في الأماكن التي تمرّ بها أثناء هجرتها. وينبغي عدم تضخيم هذا النقد مقارنة بمجموع الأذى الذي تولده التقنية في مجمل منظومة الطاقة.

وتستخدم المنشآت التي تعمل بهذه بالطاقة في ضخ المياه وإنتاج الكهرباء، سواء أكان ذلك بتغذية المناطق غير المربوطة بالشبكة أو لتغذية الشبكة نفسها. وفي الصين طوّرت محطات صغيرة تعمل بطاقة الرياح، وعلى نحو كبير، وذلك في المناطق غير الموصولة بشبكة الكهرباء. ومن وجهة النظر الاقتصادية، فإن تكلفة الكهرباء التي تنتج من محطات تعمل بقوة الرياح التي تتراوح ما بين ٤ إلى ٧ سنتيم من اليورو للكيلو واط الساعي. وقد حددت العديد من الدول الأفريقية انطلاقاً من حرصها على تطوير الطاقة المتجددة تعرفة استعادة الكهرباء على شبكات النقل. ويهدف ذلك الإجراء إلى تحفيز المستثمرين من القطاع الخاص. وفي فرنسا، تمول الشركة العامة لخدمة قطاع الكهرباء تعرفة الاستعادة. وهي مخصصة للمناطق التي توجد بها منشآت لتطوير الطاقة بالرياح، والمعتمدة من الدولة بناء على اقتراح المجالس الإقليمية. ويطرح التكامل بين الطاقة التي تنتج من قوة الرياح، وإنتاج الكهرباء مشكلات تقنية،

واقتصـادية، حيث إن قوة طاقـة الرياح لا يمكن اسـتخدامها دائماً. ومن الـدارج ألا تهبّ الرياح في أوقات ارتفاع درجات الحـرارة، أو أوقات البرد القارص. ويُجبر مشـغل الشـبكة على اسـتيعاب إنتاج طاقة الرياح عندما تهبّ الرياح، ويُجبر على تعويضها عندما لا تعمل.

٣٦- الكتلة الأحيائية

الكتلـة الأحيائية هـي أكثر الطاقات المتجددة تطـورًا في العالم. وهي تمثـل ما يقارب ١١٪ من اسـتهلاك الطاقة الإجمالي. وتتكون أساسـاً من الحطب، والوقود الحيوي. ويمكن اسـتخدام الحطب اسـتخداماً مباشـراً للتدفئة أو للطبخ، وفي الأفران البدائية ذات الطاقة المحدودة في مردودها. وتتراوح السـعرات الحراريـة للكيلو غرام من الحطب مـا بين ١٠ إلى ١٨ ميغا جول (الجول هو وحدة قياس الطاقة)، وذلك بحسـب درجة رطوبته. وهـي أقـل من طاقة الفحم (٢٨ ميغـا جول للكيلو غـرام)، أو الوقود (٤٢ ميغـا جول للكيلو غرام). وفيما يتعلق بالسـكان الذين لا يملكون الوسـائل الحديثة للطاقة (ما يقارب ملياري نسمة)، فإن الحطب والبقايا العضوية للحيوانات (الروث) تمثل مصـدر طاقة للتدفئة وللطبخ؛ ما يؤدى في بعض المناطـق إلى زيادة ظاهرة زوال الغابات، والتعرية، والتصـحر. ويسـتغرق جمـع الحطب ما يتراوح بين سـاعتين إلى سـبع سـاعات في الهند، وغالبًا ما يكون ذلك على حسـاب التعليم، أو أنشـطة إنتاجيـة أخرى. ومن ناحية أخـرى، فإن التعرض علـى نحو يومي للدخان المنبعث من أسـاليب الطهي البدائيـة يعدّ مسـؤولا عـن الأمراض الحـادة للجهاز التنفسـي. وللحطب المشـترى على شـكل فحم دور مهم في الأوساط الحضـرية، أو القريبة من المناطق الحضـرية، وفي كثير من الدول النامية. ويشهد استخدام الحطب تطوراً في بعض الدول المتقدمة، مع اسـتخدام مراجل التدفئة ذات المردود العالي، والمجهزة مسـبقاً من أجل اسـتخدام الحطـب بوجود لوحات قطع

مرفقة معدة لذلك.

٣٧- الوقود الحيوي (شكل من الكتلة الأحيائية)

يمثل الوقود الحيوي عنصراً إيجابياً في مواجهة مخاطر ارتفاع أسعار البترول، والقلق المتعلق بالتغير المناخي. ويوجد نوعان من المنشآت من الجيل الأول:

- *الإيثانول الحيوي* (بديل للبنزين): ويطور اعتماداً على الشمندر، والقمح، والذرة. ويمكن خلط الإيثانول الحيوي مع البنزين دون إدخال أية تعديلات على المحركات شريطة ألا تتجاوز نسبته ١٠ ٪ من الخليط. ويتيح تعديل المحرك (الوقود المرن) استخدام البنزين، أو الإيثانول على نحو متساو. وتعمل ٨٠٪ من الحافلات الجديدة في البرازيل بالوقود المرن.
- *الديزل الحيوي*: ويطور باستخدام نبات اللفت (الكولزا)، أو عبّاد الشمس أو الصويا؛ مما يتيح إضافة ما نسبته ٧٪ من الزيت النباتي المعالج إلى الديزل، وذلك دون أن يؤثر ذلك في قدرة تشغيل المحركات.

وتطور التقنيتان المشار إليهما آنفا بدعم من مراكز القوى في القطاع الزراعي. ويجب إجراء دراسة للبيان بعناية: هذا البيان الاقتصادي الشامل الذي يتضمن الدعم المالي، والخسائر المالية – على أن يؤخذ في الحسبان إيجاد بدائل للأغذية، والطاقة، واحتمال وجود قطع من الأراضي التي من الممكن استثمارها – وبيان بيئي للآثار المباشرة، وما يرافقها، بحيث تراجع مساحات الغابات، واستخدام الأسمدة والمبيدات التي يمكن أن يمثل تأثيرها في البيئة كارثة. ولتفادي الآثار السلبية، فإن النصوص التي اعتمدها الاتحاد الأوروبي في عامي ٢٠٠٨ و٢٠١٠م تنصّ على أنه لا يمكن عدّ الوقود الحيوي نوعاً من الطاقة المتجددة إلا إذا تمت

مراعاة بعض المعايير المتعلقة بالاستمرارية، وخاصة فيما يتعلق بالإنتاج الذي يؤدى إلى خفض نسب انبعاث غاز الدفيئة بنسبة ٣٥ ٪، وحتى ٥٠٪ مقارنة بالوقود الأحفوري، على أن تزرع في أراض خارج المناطق التي يمكن عدّها مهمة من ناحية التنوع البيئي، مثل: الغابات الأولية. ومن ناحية أخرى، فإن تلك النصوص تشجع على استخدام الوقود الحيوي من الجيل الثاني، ما يعطي قيمة أكبر للنباتات فيما يتعلق بالطاقة (في حين يستثمر اليوم الجزء الصالح للأكل)، وما يزيد من استخدام النباتات التي لا تؤكل (القش، وبقايا الغابات والطحالب...إلخ).

٣٨- الهيدروجين

يتقدم الهيدروجين في الغالب على غيره؛ لروعة ما يمثله للمستقبل، ولكن استخدامه يبقى مكلفاً ومعقداً. ولا يعدّ الهيدروجين مصدراً للطاقة، ولكنه ناقل لها، حيث يمكن أن يغذي المحركات ذات الاحتراق، أو البطاريات التي تعمل بالوقود. وفي حالة البطاريات التي تعمل بالوقود، فإن التفاعل بين الهيدروجين والأكسجين الموجود في الجو ينتج ماءً، وإلكترونات تغذي المحركات (وهو عكس التحلل الكهربائي). وتكمن مشكلة الهيدروجين في إنتاجه. ويمكن القيام بذلك إما بالتحليل الكهربائي، ولكن بشرط وجود مصدر للكهرباء الرخيصة، وغير الملوثة (الطاقة الذرية)، وأما استخراجه من الغاز الطبيعي فيؤدي إلى مشكلات تنظيمية بواسطة إعادة التشكيل. ويسبب توزيع الهيدروجين وتخزينه مشكلات تنظيمية لاحقاً. وهناك تجارب تجرى في هذا المجال في النرويج، والدانمارك، وأيسلندا، والصين، وكاليفورنيا. وتلك تقنيات يمكن تطويرها على المدى البعيد.

الفصل الثالث

التبادل

٣٩- الجغرافيا السياسية للتبادل

مصـادر الطاقة الأحفورية (البترول، والفحـم، والغاز الطبيعي) التي تشـكل ما يزيد عن ٨٠٪ من اسـتهلاك الطاقة على سـطح الكرة الأرضية موزعـة توزيعاً غير متكافئ. وفيما يخصـ الهيدروكربون، نجده مركزاً في عدد محدود من البلدان المعرضة للمخاطر، أي: أن تلك البلدان ذات طبيعة سياسـية هشة. فمن ناحية نجد البلدان الكبرى المستوردة التي تعتمد على الاسـتيراد اعتماداً منتظماً، وتسعى بشتى السبل إلى الوصول إلى مصادر الطاقة. وأما من ناحية أخرى فهناك البلدان المصـدرة التي يكتسب ودها على نحو متزايد. ولكونها معرضـة لصـعود موجة الوطنية النفطية، فإنها تسـعى إلى التشديد على شروط الوصـول إلى الطاقة، وتطوير مصادرها. وفي المدى القصـير، فـإن إنتـاج الهيدروكربون ونقله معرضـان إلى نتائج أحداث سياسـية مفاجئة، مثل: اندلاع حـروب محلية، وحدوث اعتداءات، والشعور القومي، وتقييد القوانين. وعلى المدى الطويل، يمكن أن يؤدي عدم كفاية الاسـتثمار إلى ندرة العرض، ومن ثم إلى ارتفاع الأسعار. الجغرافيا السياسـية للطاقة غير منطقية وعنيفة، إذ تغذيها التحديات المالية (نقود البترول والفساد)، والتحديات الإقليمية (القطب الشمالي). ويمكن إثارة ذلك العنف بظاهرة التغير المناخي وآثارها، مثل: الجفاف، والفيضـانات، والمجاعـة، وهجـرة السـكان، وندرة المـوارد. وتجمع حرب دارفـور ما بين آثـار التغير المناخي (الجفاف والهجرة) والطمع في الحصـول على أموال

البترول؛ مما أدى إلى نشوء العداوات السياسية والدينية والعرقية.

٤٠- البلدان المستوردة للهيدروكربون

المناطق الجغرافية الكبرى والمستوردة بكثافة الهيدروكربون هي: الولايات المتحدة، والاتحاد الأوروبي، وآسيا (اليابان، والصين، والهند على وجه الخصوص). وتستورد كل من تلك المناطق ما يتراوح بين ١٠ إلى ١٤ مليون برميل باليوم، أي: ما يعادل نصف الإنتاج العالمي من البترول.

بالإضافة إلى تلك المناطق، يجب بالطبع ذكر عدد كبير من البلدان الصغيرة التي تكون أغلبها فقيرة، وتعتمد على الاستيراد، حيث تمثل فاتورة البترول عبئاً ثقيلاً على كاهلها. وتكون أكثر المناطق الثلاث استيراداً في العالم في موقع التبعية المتزايدة التي تواجه العالم الخارجي؛ بهدف التزود بالبترول، والغاز الطبيعي. وهذا موقف مقلق، حيث إن الطلب يتركز على عدد محدود من البلدان التي في معظمها معرضة للأخطار (انظر: الدول المصدرة للنفط).

القلق الرئيس للبلدان المستوردة للنفط هو ضمان أمن التزود بالوقود، وأيضاً التغير الذي يطرأ على الأسعار. ويجب أن تتجمع عدة عوامل اقتصادية؛ لحمايتها من هشاشة عامل الطاقة: (١) يؤدي تحسين فاعلية عامل الطاقة إلى خفض الكميات المستوردة، ومن ثم خفض فاتورة البترول، (٢) يؤدي تنويع موارد الطاقة بشكل أفضل إلى خفض حصة الهيدروكربون لمصلحة مصادر الطاقة المحلية والمتجددة، (٣) يؤدي تنويع مصادر التزود بشكل أفضل إلى خفض التبعية إزاء مزودي البترول المسيطرين على السوق، كما أنه من المحتمل أن يؤدي ذلك إلى خلق حالة من التنافس فيما بينهم.

٤١- البلدان المصدرة للهيدروكربون

البلـدان الرئيسـة المصـدرة للهيدروكربون هي: البلدان الأحد عشـر التابعة لمنظمة الدول المصـدرة للبترول (ما يقارب ٦٠٪ من البترول الخام الذي يتم تصـديره، و٢٠ ٪ مـن الغاز الطبيعي المصـدر – الغاز الطبيعي المسـال، والأنابيب). تضـاف إليها دول، مثل: روسـيا، وكندا، والمكسيك، وماليزيا، والنرويج. ومنذ غزو العراق(٢٠٠٣م)، وارتفاع الأسـعار تشـهد في أغلب البلدان المصـدرة للهيدروكربون موجة من صعود الشعور الوطني الذي يعبر عن رغبة قوية بالسيطرة على المصادر الطبيعية الوطنية، وعلى تطورهـا. بعض البلدان مغلقة أمام الاسـتثمار الأجنبي، مثل: المكسـيك، والمملكة العربية السـعودية، والكويت. شـدّدت روسـيا وفنزويـلا وبوليفيا وكازاخسـتان قوانينهـا الإداريـة والمالية على الشـركات الأجنبيـة. يتعلق ذلك السـلوك السـيادي بالقوانين التي تفرض على المسـتثمرين الدوليين، كما يتعلق بدرجة تسـارع تطوير المصادر؛ بهدف الحفاظ على أجزاء منها للأجيـال القادمـة. فُكِّر بهذا الموضـوع بطريقة ديمقراطية جـداً في دولة النرويج لحظة اكتشـاف مصادر الطاقة في بحر الشمال بداية السبعينيات من هذا القرن. تتميز بعض البلدان المصدرة التي تلقب "بالدول الدافعة" بالـثروة الضـخمة مقارنة بعدد سـكانها، وبمسـاحتها الجغرافية (انظر: الصـناديق السـيادية). وتقع البلدان الأخرى ضـحية "وَقْع البترول" وهو شـرّ يضـرب البلدان التي تشكو من فاتورة التصـدير بشكل يجعلها تعتمد على مادة أولية واحدة، وعلى السعر العالمي لتلك المادة.

يتعلق مصـدر إضـافي مثير لقلـق البلـدان المصـدرة للهيدروكربون بأمـن الطلبـات، والمشـكلات التي يطرحهـا التغير المناخـي، والإجراءات التي تتخذها اتخاذاً تدريجياً البلدان المسـتوردة (الطاقة البديلة، والطاقة المتجددة، وتوفير الطاقة). وهل يمكن أن يؤدي ذلك إلى خفض الطلب على الهيدروكربون على المدى المتوسـط ؟ المشـكلات المختلفة: تـؤدي الوطنية،

والمردود، ووَقْـع البترول، وتأمين الطلبات إلى هشاشـة النُّظم القائمة؛ ما يؤدي إلى هوس التصدير، وتصلب بعضهم إزاء ذلك الهوس.

٤٢- الفائض البترولي

يشـكل البترول ملكية غريبة متناقضـة: فهو مادة أولية رخيصة جداً، حيث إن تكاليف إنتاج برميل البترول الواحد تبلغ ٧ دولارات، ويؤدي سنوياً إلى ثـروة تعادل الناتج المحلي الإجمالي لألمانيا: ذلك هو الفائض البترولي أو نقود النفط. ويمكننا وصف العائد الفائض من النفط بثلاثة أوجه:

تعريـف الفـرق: ننطلق مـن الرقم الكلـي للصـناعات البترولية على الصعيد الدولي لإجمالي البيع لجميع المشتقات البترولية في العالم، وبشكل يشمل الضرائب كافة، ما يشكل مبلغ ٢٧٠٠ مليار دولار. ونخصم من ذلك المبلـغ مجموع النفقات التي تكبدت؛ للكشـف، والإنتـاج والنقل، والتكرير، والتخزين، والتوزيع. ومجموع تلك المنتجات يعادل تقريباً ٥٠٠ مليار دولار. ويشكل الفرق الذي يبلغ ٢٢٠٠ مليار دولار الفائض البترولي، أي: ما يطلق عليه اسم نقود البترول، وهي الثروة التي يحصل عليها سنوياً من صناعات البترول (يتعلق الحساب بعام ٢٠٠٤م).

التعريـف الإيجابي: تتقاسـم الفائـض البترولي عدة جهـات في هذا المجال: حكومات الدول المصـدرة، (على شكل ضرائب، وتحصيل مالي)، وحكومات البلدان المستهلكة (على شكل ضرائب على المنتجات البترولية)، وشـركات البـترول، وكذلك جميـع الفاعلـين الموجودين بمراحـل الإنتاج المختلفة منذ الإنتاج إلى الاستهلاك.

التعريـف النظري: الفائض البترولي هو إجمالي الإيرادات (إيرادات الفـرق، وإيـرادات الاحتـكار) المرافقة لقنـاة الإنتاج. إيـرادات المناجم للبلـدان التي تعدّ تكلفة الإنتـاج فيها الأقل تكلفة، وإيـرادات الاحتكار من خـلال عمل منظمة الدول المصـدرة للبـترول، والاقتطاع الضـريبي الذي

تفرضه كبرى البلدان المستهلكة للبترول. وقد كان تاريخ النفط دائماً يمثل صراعاً للتملك، وتقاسم الفائض البترولي.

٤٣- وَفْع البترول

وَفْـع البـترول هي شـكل خاص مـن ظواهر اقتصـادية عامـة، يطلق عليهـا لقب وَفْـع الموارد. مفهوم وَفْـع البترول له جـذوره في ظاهرة تعرف باسـم "المرض الهولندي"، وهي ظاهرة اقتصـادية سُلطت الأضواء عليها لحظـة تطوير احتياطـي الغاز الضـخم في منطقة غرونانـغ Groningue في السـتينيات من هذا القرن. يؤدي نمو صـناعات الغاز الطبيعي التي لم تسـتطع إيجاد الكثير مـن الوظائف التي تجلب العملات الصـعبة بكميات ضـخمة إلى تفكك الاقتصـاد الوطني، مثل: إعادة تقـويم العملة، وتثبيط المشتقات الأخرى غير الغاز، وتضخيم النفقات غير المنتجة للدولة.

أمـا اليـوم، فقد لحـق وَفْع البترول بأغلـب البلدان الكبرى المصـدرة للهيدروكربون، ما عدا النرويج، وماليزيا، والحالة الخاصة لدولة الإمارات العربية المتحدة. وَفْع البترول هو بداية ظاهرة اقتصـادية أساسـها الخلل الذي يحدث لاقتصـاد الدول التي تعتمد على مصـدر وحيـد للطاقة. وهو أيضـاً ظاهرة سياسـية مفادها أن: فائض البترول أو الغاز مرتبط بمبالغ مالية ضـخمة، بحيث أصـبح الدخل من البترول يؤدي إلى تقوية السلطات الحكوميـة لدى معظم هذه البلدان. وتكون مؤشـرات التطور الاقتصـادي والبشـري في تلك الدول أضـعف من البلدان غير النفطية. وتستخدم هذه الدول عوائد البترول في تقوية سـلطاتها، وفي رفع مسـتوى معيشـتها. كما يستخدم جزء من عوائد البترول؛ للمحافظة على "الاستقرار الاجتماعي": أسـعار منخفضـة للبنزين، والغاز، والكهربـاء، وأحيانًا مجانيـة التعليم، والخدمات الصحية. هذه البلدان في أغلبها بلدان شابة بنسبة نمو سكاني مرتفعة. وأغلبها يواجه تحديات إيجاد وظائف لأبنائها من الشـباب الذين

يصلون بأعداد كبيرة إلى سوق العمل.

٤٤- الصناديق السيادية

الصناديق السيادية هي صناديق استثمارية عامة، تُغذى من الموارد الوطنية، وفي الغالب من عوائد التصدير. وفي حالة الهيدروكربون، أنشئت هذه الصناديق كإجراء احترازي على المدى القريب والبعيد. يكون الهدف على المدى القريب حماية النفس من تقلبات الأسعار غير المتوقعة للبترول. ويتعلق الأمر على المدى البعيد بتكوين مصادر دخل مالي للأجيال القادمة، وعلى وجه الخصوص عندما تنضب موارد الاحتياطي من الهيدروكربون. وأنشأت الكثير من البلدان ضمن هذه الرؤية صناديق سيادية، ومنها: الولايات التي تتبع أنظمة فيدرالية، مثل: ألاسكا في الولايات المتحدة، وألبرتا في كندا. وقد أحدث ارتفاع أسعار النفط منذ عام ٢٠٠٤م ارتفاعاً شاملاً في الدخل بفعل التصدير. وفيما يتعلق بالبلدان المصدرة للنفط، فقد ارتفع ذلك الدخل من ٢٠٠ إلى ٩٠٠ مليار دولار في العام، وذلك في عامي ٢٠٠٢ و ٢٠٠٨م. أتاح جزء من ذلك الدخل للحكومات إنشاء صناديق سيادية. ومن أقواها مالياً "سلطة الاستثمار في أبوظبي" في الإمارات العربية المتحدة برأس مال بلغ ٨٧٥ مليار دولار (عام ٢٠٠٧م)، وصندوق معاش الحكومة النرويجية (٣٨٠ مليار دولار)، وأيضًا الصناديق السعودية المتعددة (٣٠٠ مليار دولار)، وسلطة الاستثمار في الكويت (٢٥٠ مليار دولار)، وصندوق الاستقرار الروسي (١٢٧ مليار دولار). ويقدر إجمالي موجودات صناديق البترول بمبلغ ٢٠٠٠ مليار دولار، وإجمالي الصناديق السيادية بمبلغ ٢٨٠٠ مليار دولار. ولهذه الصناديق قيمة كبيرة للناتج المحلي الإجمالي للدول المعنية: وهذا يعادل سبعة أضعاف الناتج المحلي لدولة الإمارات العربية المتحدة، وأكثر من ثلاثة أضعاف المحلي لدولة الكويت، وما يعادل الناتج المحلي للنرويج. وإذا حافظ سعر برميل

البترول على مستوى ٨٠ دولاراً للبرميل، فإن نمو الصناديق الاستثمارية البترولية سيكون سريعاً، وستتعاظم قيمتها تعاظماً متزايداً، مع اتباع استراتيجية عالمية للاستثمار يمكن أن تكون ذات طابع صناعي أو ذات طابع مالي بحت.

٤٥- تدفق التبادل

كانت الطاقة على مر التاريخ وحتى نهاية القرن التاسع عشر تُنتج محلياً؛ لغرض الاستهلاك المحلي. أما اليوم ، فإن جزءاً متزايداً من الطاقة الأولية المُستهلكة في العالم ينقل إلى مسافات طويلة جداً. البنزين الذي يُشتق من البترول الذي نضعه في خزان سيارتنا ينقل عبر مسافات طويلة من الكيلومترات. ويأتي غاز الطبخ من سيبيريا أو من الصحراء. النقل إلى مسافات طويلة ينطبق أساسًا على البترول، والغاز الطبيعي، والفحم. ولا يُشكل نقل الفحم أية مشكلة؛ ذلك أنه يصدّر من بلدان مشهود لها بالاستقرار. تدفق الغاز والبترول قضية تقع في صلب اللعبة الجغرافية السياسية. وتتركز الموارد في بلدان معرضة للمخاطر. ويكون النقل البري (خطوط أنابيب النفط، وخطوط أنابيب الغاز) معرضاً لأهواء البلدان التي تكون في الغالب متناقضة، وخاصة البلدان التي يطلق عليها لقب بلدان المرور (الترانزيت)، مثل: أوكرانيا. ذلك يشير إلى مدى الصعوبات التي تواجهها البلدان الآسيوية؛ لتصدير منتجاتها من الهيدروكربون دون أن تضطر للمرور بالأراضي الروسية. وتُنشأ طرق برية جديدة بعد مفاوضات مضنية ذات أبعاد سياسية ومالية وبيئية.

وتمرّ الطرق البحرية بمضائق يمكن أن تتعرض للحوادث، أو لاعتداءات اللصوص، أو للحروب، أو للأعمال الإرهابية. لنذكر بعضاً من هذه المناطق الحيوية المهمة لأمن التزود بالطاقة. حوالي ١٥ مليون برميل من النفط يومياً، أي: ما يعادل ٣٥ ٪ من الاستهلاك العالمي للبترول

يمرّ من مضيق هرمز الذي يقع بين إيران ودول الخليج العربي. ويبدو من الصعوبة إغلاق ذلك المضيق، ولكن من المحتمل أن تقع أحداث آنية في وسط المنطقة المتفجرة في الشرق الأوسط. ومضيق ملقا الذي يقع بين أندونيسيا وماليزيا وسنغافورة هو نقطة عبور لما يتراوح ما بين ٨٠ إلى٩٠٪ من استيراد اليابان والصين من البترول (١١ مليون برميل في اليوم). ويبلغ طول المضيق ما يقارب ٩٠٠ كيلو متر، ولا يزيد عرضه في بعض المناطق عن ٥٠٠ متر. ويمرّ به يومياً ما يقارب ٥٠٠ سفينة. ويعدّ هذا المضيق نقطة حيوية جداً. وإذا تعرض للإغلاق (في حالة حصول حادث، أو تعرض لهجوم)، فإنه يتوجب على السفن أن تسلك طريق الجنوب (سوندا Sunda، و لومبوك Lombok)، أي: ما يعادل عدة أيام إبحار إضافية. والمناطق الحيوية الأخرى هي: قناة السويس ٣,٨ ملايين برميل يومياً، وباب المندب (بين اليمن وأريتريا)، ٣,٣ ملايين برميل يومياً، ومضيق البوسفور (٣)ملايين برميل يومياً، وقناة بنما.

وتعرض تدفق الطاقة إلى التعطيل لعدة مرات في التاريخ المعاصر: الحرب بين إيران والعراق، وغزو العراق للكويت، والهجوم على ناقلات النفط، وتفجير أنابيب نقل البترول في العراق عام ٢٠٠٣م. وما يمكن أن نخشاه اليوم إزاء تزايد تدفق المشتقات النفطية هو خطر الحوادث والاعتداءات، وأيضاً مخاطر الكوارث الطبيعية الكبرى (انظر: فقرة التلوث).

٤٦- ميثاق الطاقة

ميثاق الطاقة (الذي كان يعرف أساساً بالميثاق الأوروبي للطاقة) هو معاهدة دولية تم توقيعها في عام ١٩٩٤م، وضمت ٥٢ بلداً. تهدف هذه المعاهدة إلى تشجيع التعاون بين الدول في مجال الطاقة: (١) حماية الاستثمارات الأجنبية. (٢) وضع نظام لا يميز في مجال دخول الدول، والتنقل، وعلى وجه الخصوص في مجال عبور الطاقة الحدود عبر

الأنابيب، وخطوط النقل الكهربائي، والوسائل الأخرى كافة. (٣) وضع تصور للحلول الواجب وضعها للصراعات التي يمكن أن تحصل بين الدول من ناحية، وللصراعات التي يمكن أن تحصل بين الدول والمستثمرين من ناحية أخرى. (٤) التشجيع على زيادة كفاءة الطاقة، والتقليل من المخاطر البيئية.

٤٧- عقود الغاز

تتمتع عقود التزود بالغاز الطبيعي للبلدان الأوروبية والآسيوية في السياق السياسي والجغرافي للتبادل بمكانة خاصة، ويفسر ذلك بعدة عوامل: تستورد البلدان الأوروبية والآسيوية كميات مهمة من الغاز الطبيعي الذي ينقل عبر أنابيب، سواء أكان ذلك على شكل غاز أم على شكل غاز مسال. وتكلفة نقل الغاز الطبيعي مرتفعة جداً (تتراوح ما بين ٧ إلى ١٠ مرات أكثر من تكلفة البترول بالقيمة نفسها من الطاقة). ولتمويل مشاريع الأنابيب وقنوات نقل الغاز يجب أن تضمن الربحية ضماناً مؤكداً، وذلك بتوقيع عقود طويلة الأجل (تتراوح ما بين ٢٠ إلى ٢٥ عاماً) بين كبار المشترين (مثل: Gdf –Suez، وشركة SNAM الإيطالية، وشركة E.ON الألمانية). والمورِّد الكبير في الغالب يتمثل بشركات مملوكة للدول، مثل: غاز بروم، وشركة سوناطرة. تتضمن تلك العقود طويلة الأجل بنوداً تتعلق بالكميات، والأسعار، وبتغيرها، وبمرونة الشروط. وتتضمن على وجه الخصوص بنوداً قانونية مُلزمة على نحو كبير، وتعرف باسم " خذ أو ادفع ". ويمكن للتعبير أن يفهم فهماً خاطئاً؛ ذلك أنه يعبر عن واقع يبدي المشتري فيه التزامه بدفع قيمة الكمية المنصوص عليها في العقد، حتى ولو لم يستلمها. ويتيح ذلك البند استمرارية الدفع، ووجود النقد حتى في حالة عدم حاجة المشتري إلى قيمة الغاز كاملة، حيث تعهد بشرائه. وهكذا فإن المشتري هو الذي يتحمل مخاطر الصفقة. يُحدد السعر في

تلـك العقود التي تُوقع بعد محادثات طويلة مضـنية ومكلفة بصـيغة يكون فيها سـعر الغـاز الطبيعي مربوطاً بمجموعة من المشـتقات البترولية. وإن ربط سـعر الغاز بالبترول يمكن تفسـيره على الشـكل التالي: حين وصـول المُنتج المتعاقد عليه إلى وجهته النهائية عند المسـتهلك عموماً، والمستهلكين الصـناعيين خصوصـاً، فإن الغاز الطبيعي يدخل في منافسة مع المشتقات النفطية الأخرى (زيت الوقود والمازوت). استناداً إلى المنطق الاقتصادي، فإنه لا يمكن أن يكون سـعر الغاز الذي يحدد باتفاق مشـترك بين المشتري والبائع بعيداً عن الأسـعار المنافسـة، سـواء أكان ذلك زيادة أم نقصـاناً. وذلك يدعم نظرية أن أسعار البترول تُبقي الأسعار المرجعية للطاقة.

٤٨- الغاز الطبيعي السائل (LNG)

تطـور اسـتخدام الغاز الطبيعي المسـال بداية من السـتينيات، وذلك كبديـل لأنابيـب نقل الغـاز الطبيعي إلى المسـافات الطويلـة. وتتبع أهمية تسـييل الغـاز من أن المتر المكعب من الغاز السـائل يماثـل ٦٠٠ متر مكعب مـن الغـاز في ظل الضـغط الجـوي. وتتيح وحدة تسـييل الغاز الحصـول على غاز سـائل بدرجـة حرارة تقل عـن ١٦٠ درجة مئويـة. ويحمل الغاز بواسـطة سـفن خاصـة، حيث يخزن الغاز المسـال في أوعية مـن الفولاذ. ويُشـحن الغـاز إلى محطات تكرير، حيث يعاد إلى حالتـه الغازية، ويخزن تحت درجة ضـغط للاستعمال التجاري، ثم يُضخ لاحقاً إلى شبكة التوزيع. وتزود الجزائر فرنسا بالغاز الطبيعي المسال منذ عشرات السنين، وهناك حركـة نقـل منتظمة بين وحدات تسـييل الغاز في آرزو Arzew، وسـكيكدة Skikda، ومحطـات التكريـر الفرنسـية في منطقـة فوس سـور مير Fos-sur-mer، ومنطقـة مونتـوار دو بروتانيـو Montoir-de-Bretagne.

٤٩- "القومية النفطية"

احتلت "القومية النفطية" موقع الصدارة في عام ٢٠٠٤م، وعلى إثرها اتخذت الدول النفطية إجراءات أدت إلى صعوبة الوصول إلى مصادرها الطبيعية، وأَمّم بعضها أحياناً تلك المصادر. وفي الواقع فإن هذه الظاهرة قديمة، وهي تعكس فكرة تقوم على أن الصناعات البترولية (أو صناعات الغاز الطبيعي) هي صناعات استراتيجية، وذات مردود مالي، ومن ثم يجب إبقاؤها تحت سيطرة الدولة. والشركات البترولية الحكومية الكبرى هي انعكاس لتلك الفكرة. وتميز المسار التاريخي للبترول بفترات من صعود الموجات الوطنية، وفترات من الانفتاح (أو التأميم). وكانت المكسيك أول الدول المصدرة الكبرى للبترول التي أممّت البترول والغاز الطبيعي في عام ١٩٣٨م، ومازال ذلك التأميم منصوصاً عليه في الدستور المكسيكي. وخلال السبعينيات أدى الشعور "بالقومية البترولية" إلى تأميم الصناعات البترولية، وصناعات الغاز في أغلب بلدان منظمة الدول المصدرة للبترول. وحين أسست الشركات البترولية الكبرى أخذت على عاتقها تطوير موارد البترول والغاز الطبيعي. وخلال المدة التي تتراوح ما بين ١٩٩٠م إلى ٢٠٠٠م عَبَّرت الكثير من الدول عن رغبتها في فتح حقول المعادن فيها أمام المستثمرين الدوليين. ولكن ذلك الانفتاح بقي محدوداً جداً. ومنذ عام ٢٠٠٤م، وبارتفاع أسعار البترول شهدنا عودة "الشعور الوطني النفطي" بقوة، وعودة إلى التشدد بالشروط المالية والضريبية المفروضة على الشركات الأجنبية.

٥٠- التبعية في مجال الطاقة

التبعية في مجال الطاقة اصطلاح يضم في تضاعيفه عدة حقائق. أولاً: هناك تبعية للاقتصاد إزاء الطاقة التي تقاس بحجم الاستهلاك في الناتج

المحلـي الإجمالي: ويعبر عنه "بكثافة الطاقة". وهناك أيضـاً تبعية بلد تجاه مـا يسـتورده من الطاقـة التي تقاس بنسـبة ما يسـتورده من المجمـوع الكلي لاسـتهلاك الطاقة الأوليـة. وأخيراً، هنـاك تبعيات ذات طابـع خاص، مثل: التبعية في مجال النفط، والتبعية في مجال الكهرباء. ويكون لكلمة "تبعية" في الغالب وقع سلبي، حيث إنه قد يوحي بحصول قطيعة في أية لحظة. وفي الواقع فـإن الاسـتقلالية في مجال النفط تعني أن ننتج كل الطاقـة التي نحتاج إليها محليـاً، وذلـك ليس أمراً جيّداً في كل الأحـوال؛ لأن الأمر يعتمد على التكلفة. وإذا كان حال السـوق جيّداً فمن الأفضـل أن نتزود بالبترول من بلدان أخرى بـدلاً من إنتاجه محلياً بسـعر أعلى. وبنـت اليابان تطورهـا الرائع بعد فترة الحرب، وذلك باسـتيراد كل احتياجها تقريباً مـن البترول، والغاز، والفحم. وفي الوقت نفسـه، أطلقت بعض الدول (مثل: فرنسا) برنامجاً نووياً طموحاً، كان مـن نتائجـه خفض تبعيتهـا إزاء أسـواق البـترول والغـاز، والإجراءات الاستراتيجية الممكن اتخاذها إزاء التبعية في مجال البترول، وبأشكالها كافة، مثل: (١) تطوير فاعلية اسـتخدام المشتقات النفطية وفق معايير اقتصادية. (٢) تطويـر مصـادر الطاقـة الوطنية تطويراً منافسـاً. (٣) تنويع مصـادر الطاقـة وتقنية المشـتقات النفطيـة آخذين في الحسـبان عـدة عوامل، مثل: التكلفة الاقتصـادية والاجتماعية المرتبطة بها. (٤) تنويع مصـادر استيراد الطاقة، سواء أكان ذلك البترول أم الغاز الطبيعي أم الفحم أم اليورانيوم.

٥١- أمن التزود بالوقود

يمكـن تعريف أمن التزود بالوقود عموماً بأنـه: "نوع من تدفق التزود تدفقـاً منتظماً للطاقة بشـكلها النهائي المكرر، وبسـعر مقبـول". وتراجع مع الزمن ذلك المفهوم بعدة أشـكال. وانحسـر مفهوم ذلك المصطلح من عـدة نواح: فهـو يتعلق بمجموع المشـتقات النفطية من المنبع إلى المصـبّ. انقطـاع عمليات التزود بالوقود يمكن أن يحصـل عند مسـتوى الإنتاج، أو

التوزيع، أو النقل، أو عند عمليات التكرير، أو التوزيع. ولذلك المفهوم أبعاد قويـة مؤقتة أحياناً، أي: انقطاع مفاجئ، وغـير متوقع (بفعل الحوادث، أو الكوارث الطبيعية، أو الإضراب، أو حصول أحداث سياسية غير متوقعة)، سـواء أكان ذلك الانقطاع لمدة طويلة أم قصيرة. ويمكن تحقيق الأمن لمدة طويلة، أو قصـيرة: ولكن كيف نحصِّـن أنفسـنا ضـدّ أي انقطاع فجائي؟ وكيف نحصِّـن أنفسـنا أيضًا ضـدّ انقطاع متوقع على المدى الطويل؟ فقد يحصـل ذلك بسـبب عدم كفاية الاسـتثمار اللازم لتطويـر مناطق وجود الغـاز الطبيعـي، وتطوير وسـائل النقـل، أو محطات إنتـاج الكهرباء التي سنكون بحاجة إليها على المدى المتوسط والبعيد.

يعكـس توقف عمليات التزود بالمشـتقات البترولية وجود عدة مخاطر محتملـة. *المخاطـر المناخية*: وتتمثل بالعاصـفة الكبرى التـي هبّت في عام ١٩٩٩م في فرنسا، والأعطال الكهربائية التي نجمت عنها. وإعصار كاترينا في الولايـات المتحدة في عام ٢٠٠٥م الـذي أثر في الإنتاج، وفي عمليات نقل الهيدروكربـون، وكذلك في عمليات التكريـر، وفي إنتاج الكهرباء. *المخاطر التقنية*: وتتمثل بأعطال الكهرباء التي حصـلت في أوروبا بتاريخ ٤ نوفمبر من عام ٢٠٠٦م التي تسـبب بها انقطاع أحد الخطوط، والإغلاق المفاجئ لسـبع عشـرة محطـة نوويـة في اليابـان في عـام ٢٠٠١م؛ لأسـباب تتعلق بالأمن. *المخاطر الجغرافية السياسية*: وتتمثل بغزو العراق الكويت في عام ١٩٩٠م، ومـن ثم غـزو الولايات المتحدة العراق في عـام ٢٠٠٣م. *المخاطر السياسـية الاجتماعية*: حيث حصـلت عدة إضـرابات لعمال المناجم عبر التاريخ، وأغلقت أحياناً مداخل محطات التكرير من سائقي الشاحنات في فرنسا، وألمانيا.

ولتأمـين اسـتمرارية التـزود بالمشـتقات النفطيـة لجـأت الحكومات والشـركات إلى عدة وسائل من أولها القيام بعمليات التخزين الاحتياطي. وتلك وسيلة مُكلفةٌ قد تصلح للبترول، والفحم، والغاز الطبيعي، ولكن فيما يتعلق بالكهرباء، وضمن إطار الوكالة الدولية للطاقة، فإن الدول الأعضاء

ملزمة بالاحتفاظ باحتياطي يعادل مقارنة بالنفط والمشتقات البترولية ما يعادل استهلاك ثلاثة أشهر. وتغطي الوسائل الأخرى المشتقات التي تؤدي إلى خفض التبعية في مجال الطاقة، مثل: (١) زيادة فاعلية قطاع الطاقة. (٢) تطوير مصادر الطاقة الوطنية تطويراً منافساً. (٣) تنويع مصادر الطاقة والتقنيات المستخدمة. (٤) تنويع مصادر التزود بالوقود.

٥٢- الربط

يتعلق الربط أساساً بالكهرباء، والغاز الطبيعي. ويشير ذلك إلى خطوط أو أنابيب تصل بين الشبكات والأسواق المختلفة. تم الربط الكهربائي في أوروبا خلال الستينيات، وتحت إشراف جمعية الكهربائيين الأوروبيين. أدى بناء مراكز الربط بين دول أوروبا المختلفة إلى دعم أمن التزود بالطاقة، حيث إنه في حالة حصول شحّ مؤقت في العرض في بلد ما، فإنه بإمكانه التزود من البلدان المجاورة. الربط في مجال الغاز كان على وجه الخصوص للعبور (للترانزيت)، حيث تُزَوَّدُ فرنسا بالغاز الروسي الذي يعبر أوكرانيا، وسلوفاكيا، وجمهورية التشيك، والنمسا، وألمانيا.

يميل الربط إلى تحرير أسواق الغاز والكهرباء في أوروبا، وأن يكون على شكل ناقلات يمكن أن يستفيد منها طرف ثالث؛ مما يؤدي إلى تحكيم تجاري في أسواق تختلف فيها الأسعار. وقد أبدت اللجنة الأوروبية رغبتها في تطوير عمليات الربط؛ بهدف جعل الأسواق أكثر مرونة، وزيادة العمليات التنافسية.

٥٣- التخزين

يعدّ التخزين وسيلة حماية ضد الانقطاع المفاجئ في عمليات التزود بالنفط الخام، والمشتقات النفطية كافة، والغاز الطبيعي. ومن

ناحيــة أخرى، تعدّ الكهرباء غـير قابلة للتخزين، وتكلفتهــا مرتفعة، مثل: البطاريــات، وعمليات ضـخّ الماء، لتعبئة الســدود التخزينيــة. وفي البلدان المنضــوية تحــت لــواء الوكالــة الأوروبيــة للطاقة، تلــزم الدول الأعضــاء بالمحافظة على احتياطي من النفط الخام، والمشــتقات النفطية بما يعادل اســتهلاك ثلاثة أشهر تقريباً. ويمكن طرح ذلك الاحتياطي في الأسواق في حالــة مواجهة صــعوبات، أو أي نقص في عمليات التزود بالنفط. وحصــل ذلــك في عام ١٩٩١م عندما غزا العراق الكويــت، وفي عام ٢٠٠٥م عندما توقفت عمليات التزود بالبترول على الشــاطئ الجنوبي الشــرقي للولايات المتحدة بسبب إعصار كاترينا.

وفيمــا يخص الغاز الطبيعي، تملك فرنســا طاقــة تخزينية احتياطية تحــت الأرض تعــادل اســتهلاك ثلاثــة أشــهر. ويمكــن اســتخدام ذلك الاحتياطي إذا حصــل توقف جزئي في عمليات التزود، ويسمح ذلك للدول باحتواء التغيرات الموســمية للطلب على تلك المشــتقات. وفي فصل الشتاء، يغذى الطلب على تلك المشــتقات بعمليات اســتيراد، وباستخدام جزء من الاحتياطــي المخزون. أما في فصــل الصــيف، فإن تدفق الاســتيراد يغذي الطلب، ويتيح تعبئة مســتودعات الاحتيــاط. وللتخزين تكلفة لا تتعلق فقط ببناء المســتودعات، بل بعمليات تخزين المادة ذاتها. وفي الولايات المتحدة، يؤثر نشــر مســتوى المخزون الاحتياطي تأثيراً مســتمراً ومباشراً في أسعار النفط، ومشتقاته.

الفصل الرابع

الأسواق والأسعار

٥٤- سعر الطاقة

السعر الذي يقود قطاع الطاقة هو سعر البترول الذي يشكل ٣٦٪ من الاستهلاك العالمي للطاقة. ومن ثم تؤدي زيادة أسعاره إلى رفع أسعار الغاز الطبيعي بدرجة أقل من أسعار الفحم (الذي يؤدي إلى رفع مردوده) والكهرباء أيضاً. ويضاعف تعقيد الأسواق مادياً ومالياً لمختلف أشكال الطاقة اختلاف تقويم تلك المواد بموجب الزمان والمكان. يعتمد التقويم على اختلاف الأسعار، والقدرة التقنية على التخزين، والمرونة (بين النفط والغاز والفحم). كما يعتمد على فرص المبادلة (عقود تبادل التدفق المالي). يمكن أن يؤدي ذلك التداخل المتعدد بمرور الزمن إلى توحيد الأسعار. وتتداخل العديد من العوامل؛ لتجعلنا نقول: إننا دخلنا منذ عام ٢٠٠٤م في عصر جديد من الأسعار المرتفعة ارتفاعاً مستمراً سببها المتشددون، والضغوط البيئية. يجب أن تحلل الشركات والحكومات والمجتمعات المحلية والمستهلكين توقعات ارتفاع الأسعار بعناية. ويمكن أن يكون لتلك التوقعات نتائج كبيرة على التنظيم الاقتصادي العالمي.

٥٥- تحرير أسواق الطاقة

يتمثل تحرير أسواق الطاقة بإدخال عامل المنافسة حيثما يمكننا ذلك، حيث يحدّ ذلك من تدخل السلطات العامة، ويجعله في الحد الأدنى المتعارف عليه، وعلى نحو واضح. يجري العمل بذلك الإجراء في أوروبا

منـذ توقيع معاهدة روما (١٩٥٧م)، وهو يطرح فكرة إنشـاء سـوق داخلي مشـترك، بحيث يقضـي على كافـة العوائق أمـام التنقل الحـر للأفراد، وللبضـائع، ورؤوس الأموال والخدمات. وهكذا حرّرت أسـواق المشـتقات النفطيـة تدريجيـاً؛ مـا مكن من تكثيف المنافسـة بتسـهيل دخـول جهات فاعلة جديدة، مثل: أصـحاب المخازن، والمحال الكبرى. وبشـأن الكهرباء والغاز الطبيعي كان التطور أكثر بطئاً؛ ذلك أنه اصـطدم بنظم صـناعية حكومية، تشـكل جزءاً من المنظومة القائمة التي تعمل على نحو احتكاري، وتعتقد أنها الأفضـل؛ لتأمين الاسـتمرار بالخدمات الحكومية. وأما بشأن تلك الصـناعات، فإن حركة تحرير الأسـواق يجـب أن تتم عبر التعليمات الأوروبيـة المعتمـدة في عـام ١٩٩٦م (الكهرباء)، وفي عـام ١٩٩٨م (الغاز الطبيعـي). وفي تلـك الفترة، كانت بريطانيا العظمى قد أنهت إنهاءً شـبه كلـي تحريـر هذين القطاعـين اللذين كانـا في البداية حكـراً على القطاع الحكومي. ويندرج تحرير صـناعات الكهرباء والغاز الطبيعي ضمن مسار تحرير صناعات الشبكات الحكومية (الاتصالات، وخطوط سكة الحديد، والشـحن الجوي، والمياه، وخدمات البريد) الـذي بدأ في الولايات المتحدة في بدايـة السـبعينيات مـن هذا القـرن. وهناك محاولـة لإيجاد مجموعة القيم لكل من الصـناعات تمثل الأسـس التي نميز بها كل مكون عن غيره مـن المكونات تلـك الصـناعات التي يمكـن أن تعمـل على نحو تنافسـي، والصـناعات التي يطلق عليها لأسباب اقتصـادية وتقنية (مناطق احتكار طبيعـي) حيث يتوجب إبقاؤها تحت السـيطرة. ونسـتنتج من ذلك مبادئ أساسـية للتحـرر، مثل: (١) الفصـل الكلي لكل من الأنشـطة المتنافسـة، والأنشـطة المُحتكرة (نظرية التفكك الشـهيرة). يجب أن تكون الأنشطة التي تحتكر منفصـلة عن الأنشطة الأخرى من زاويتي التنافسية والإدارة، وأن تخضـع أيضـاً لمتطلبات اللجنة الأوروبية فيما يتعلق بالملكية (الفصـل في مجال الملكية). (٢) حق الآخرين في الوصـول إلى الشـبكة: القطاعات التي تحتكر (الخطوط والأنابيب الخاصـة بالكهرباء والغاز الطبيعي) تعدّ

"تسـهيلات أساسـية " أمام الآخرين المؤهلين تقنياً. (٣) التنظيم: حيث يجب أن تنشـأ جهات مختصة بالتنظيم ومستقلة، تراقب مشغلي الشبكة، وتسـهل عملية وصول الآخرين دون تمييز فيما بينهم، وبأسعار تعكس قيمة التكلفة. (٤) فتح الأسواق فتحاً كلياً: منذ الأول من شهر يوليو لعام ٢٠٠٧م يمكن للمستهلكين الأوروبيين كافة اختيار مزوديهم من الطاقة الكهربائية، والغاز الطبيعي على نحو حرٍّ.

٥٦- أسواق البترول وأسعاره

تسـعّر أنواع عديدة من النفط الخام في أسواق منظمة ومعروفة، مثل: الوول تكسـاس إنترميديات (WTI)، ونمكسـ (New York Mercantile Exchange)، والبرنت في لندن في سوق IPE (International Petroleum Exchange)، ودبي، وفي أسـواق سـنغافورة. وتسعّر أهم المشتقات المكررة لا سـيّما البنزين، والديزل، ووقود الطائرات في أسواق متعددة (خاصة في سوق روتردام). وتستخدم تلك الأسعار في التبادل المادي، سواء أكان ذلك بكميات محـددة (كميات متفق عليها، وتسـلم في تاريخ ومـكان معينين)، أو على شكل عقود على مدى متوسط الأجل.

وبالإضـافة إلى ذلـك، توجد أسـواق لأجل معلـوم، أي: لمدة محددة، ومنتجـات أخـرى ذات قيمة مالية تطـورت منذ الثمانينيـات. يمثل تبادل البـترول الـذي يتم "على الورق" قيمة تزيد عشـرات المـرات عن التبادل المباشـر بالمادة نفسـها. ونجد في تلك الأسواق الشـركات النفطية، وكبار المشـترين (شـركات الطيران على سـبيل المثال) الذين يحمون أنفسـهم من مخاطر الأسـعار، والبنوك التجارية، وصـناديق الاستثمار التي أصبح النفط لها منتجاً ذا قيمة مالية، وكل هؤلاء لا يتوقفون عن متابعة الأسواق؛ لهدف مالي بحت. الفصـل بـين المجال المادي للنفـط والمجال المالي غير شفاف على نحو كبير، ويؤشر إلى مدى تعقيد الأسواق.

يعكس سعر النفط مدى اتحاد العوامل الاقتصادية والسياسية والمالية. وهذا السعر ليس تنافسياً، ولكنه سعر يمكن أن نطلق عليها اسم سعر "خاضع للتأثير"، وقد حددته لمدة طويلة البلدان "الأخوات السبع"، ثم خضع لتأثير بلدان منظمة الدول المصدرة للنفط، ولكن قوة السوق التنظيمية تطورت على الرغم من الصدمات الارتدادية للنفط. وفي عام ١٩٩٨م انخفض سعر البترول إلى ١٠ دولارات، وهو مستوى غير مقبول للبلدان المصدرة التي تأثرت ميزانياتها بهذا المستوى من الأسعار. اجتمعت الدول المصدرة للبترول، وخفضت الإنتاج، وحددت لنفسها هدفاً، يتضمن المحافظة على الأسعار في إطار مقبول يتراوح ما بين ٢٢ إلى ٢٨ دولاراً للبرميل. ونجحت الدول المصدرة للنفط بتثبيت الأسعار عند هذا المستوى، وكان ذلك ما بين عامي ١٩٩٩ إلى ٢٠٠٣م. وفي عام ٢٠٠٤م، ارتفع الطلب على المشتقات البترولية مدفوعاً بنمو اقتصادي قوي، وتطور مفاجئ للطلب من بلدان، مثل: الصين والهند. ولم يعد للدول المصدرة للنفط كميات احتياطية كبيرة؛ ما أفقدها السيطرة على الأسعار. وارتفعت الأسعار ارتفاعاً جنونياً. وبلغ متوسط سعر خام غرب تكساس (WTI) ١٤٧دولار في عام ٢٠٠٨م، ومن ثم تعرضت الأسعار للانهيار، حيث وصلت إلى مستوى ٣٠ دولاراً تقريباً بسبب الأزمة الاقتصادية الحادة التي أثرت سلباً في الطلب على المشتقات النفطية، ومن ثم ارتفعت الأسعار إلى نحو ٨٠ دولاراً في عام ٢٠٠٩م، وعام ٢٠١٠م. ويمكن أن تبقى الأسعار مرتفعة بتأثير العديد من العوامل، وخاصة المتعلقة منها بالطلب من البلدان الناشئة، وتوجه المستثمرين الذين يحاولون إثبات أن الأسعار يمكن أن تبقى مرتفعة على نحو دائم.

٥٧- الصدمات النفطية

كان سوق النفط في بداية السبعينيات من القرن العشرين لايزال خاضعاً لسلطة الشركات الكبرى التي كانت تتحكم بما يقارب ٨٠٪،

مما يصدّر على الصعيد العالمي، و٩٠٪ من نفط الشرق الأوسط. وكانت الأسعار ثابتة، لا بل تميل نحو الانخفاض؛ مما أتاح للبترول اكتساح أسواق جديدة. وقد أبدت جميع البلدان المنضمة إلى منظمة الدول المصدرة للنفط منذ عام ١٩٦٠م عدم رضاها عن هذا الوضع. وطالبت بالسيطرة على المصادر الطبيعية لدخلها. وخفضت الدول العربية مستفيدة من ظروف حرب أكتوبر عام ١٩٧٣م تصديرها، وبفرض حظر على التصدير على الولايات المتحدة وهولندا بتهمة مساندة إسرائيل. واستخدم لأول مرة البترول كسلاح سياسي. وكانت تلك *الصدمة النفطية الأولى* (أكتوبر ١٩٧٣م) التي وضعت حداً لفترة طويلة من ثبات وانخفاض الأسعار تحت نفوذ الشركات الكبرى. وقد اجتمعت البلدان الرئيسة المصدرة للبترول ضمن إطار منظمة الدول المصدرة للنفط، وقررت أنها المنوطة بتحديد سعر النفط. وارتفع سعر النفط المعتمد كمرجع في أكتوبر من عام ١٩٧٣م إلى يناير من عام ١٩٧٤م، حيث تراوح ما بين ٣ إلى ١٢ دولاراً. وقامت ما بين عامي ١٩٧٩م و١٩٨٠م الحرب بين إيران والعراق، وأدى تدهور القوة الشرائية للبلدان المصدرة للنفط نتيجة التضخم إلى اتخاذها قرارات ترفع أسعار النفط من جديد. وتجسدت *الصدمة النفطية الثانية* (١٩٧٩- ١٩٨٠م) بتضاعف الأسعار الدارجة على عدة مراحل، حيث بلغ سعر البرميل ٣٦ دولاراً (ما يعادل ما قيمته ١٠٠دولار في عام ٢٠٠٨م). وفيما يتعلق بنمو الاقتصادين المحلي والعالمي، كان من الصعب تحمل تلك الصدمة النفطية الثانية. وبالغت البلدان المصدرة للنفط بمدى سلطاتها. ولم يكن الطلب كما كان متوقعاً، وانخفضت الأسعار بسرعة إلى مستويات مقبولة. ومن ثم انهارت الأسعار عند مستوى ١٠دولارات للبرميل في نهاية عام ١٩٩٨م. ونجحت البلدان المصدرة للنفط بتثبيت الأسعار بين عامي ١٩٩٩ و ٢٠٠٣م (انظر: الأسواق وسعر النفط) ولكن بعد عام ٢٠٠٤م، ارتفعت الأسعار مرة أخرى ارتفاعاً جنونياً، وبدون إمكانية السيطرة عليها. ويمكن الحديث عن *الصدمة النفطية الثالثة*، ولكنها كانت تدريجية

أكثر من سابقاتها، وكان من الصعب التعرف على آثارها في الاقتصاد الدولي، باستثناء كونها أصعب على الفقراء من الميسورين.

٥٨- أسواق الغاز الطبيعي وأسعاره

توجد للغاز الطبيعي ثلاثة أسواق رئيسة يختلف منطق الأسعار فيها من سوق إلى أخرى:

- *أسواق شمال أمريكا للغاز* الطبيعي التي بدأت بالتطور قبل الحرب العالمية الثانية، وهي حالياً من أكبر الأسواق في العالم بوجود آلاف الكيلومترات من الأنابيب، والآلاف من المنتجين والفاعلين. ونظمت شبكة النقل حول ما يعرف باسم "محاور" hubs، وهي نقاط التقاء عدة خطوط للأنابيب، وتكون مرتبطة في غالبها بمراكز تخزين. وتشكل تلك المحاور أسواقًا لتسعير النفط، والتحكيم بين أنواع من الغاز مختلفة المنشأ. السعر المعتمد هو سعر المحور الرئيس، وهو محور هنري هيوب (Henry Hub) في لويزيانا. وعلى نحو مواز لتلك الأسواق التي تتعامل بالمادة الغازية نفسها، فهناك أسواق للغاز الطبيعي ذات طبيعة آجلة، تطورت بسرعة، مع ضمان تغطية الأخطار المرافقة لها. ويتبع سعر الغاز في الولايات المتحدة (مع بعض الفرق أحياناً) سعر المنتجات النفطية التي تكون دائماً منافسة للغاز الطبيعي في الأسواق النهائية للغاز. وزاد إنتاج الولايات المتحدة من الغاز منذ عدة سنوات؛ نتيجة تطور الغاز غير التقليدي، وهو نوع من الغاز الصخري رخيص الثمن الذي يتيح خفض الضغط على الأسعار.

- *تطور السوق الأوروبي*: وهو تطوّرٌ حديث جداً. وقد تزامن الربط مع تطور حقول نفط بحر الشمال، حيث كانت المنتجات الوطنية تشهد فترة انحسار (لاك Lacq، وسهل بو Pô) فاستبدلت بالاستيراد من روسيا، والنرويج، والجزائر، ونيجيريا. وتتم أكبر عمليات الاستيراد في أوروبا عبر عقود على المدى الطويل يربط فيها سعر الغاز بسعر المشتقات النفطية

الأخرى. وقد أدى تحرير أسواق النفط تحريراً تدريجياً إلى تشكل محاور تتيح تحديد الأسعار، مثل: "منطقة التوازن الوطنية" في المملكة المتحدة، وأسواق زيبروج (Zeebruge) في بلجيكا، وهي نقاط التقاء الغاز الوارد من عدة مصادر.

- في آسيا، واليابان، وكوريا، وتايوان، وحديثاً الصين تستورد كميات كبيرة من الغاز الطبيعي المسال بعد توقيع عقود على المدى الطويل، تشبه في طبيعتها العقود الأوروبية.

وجدير بالذكر أن أسعار الغاز الطبيعي تتم بالدولار في المليون من وحدات (BTU)، أي: الوحدات الحرارية البريطانية.

٥٩- أسواق الفحم وأسعاره

يستهلك الجزء الأكبر من الإنتاج العالمي للفحم في بلدان المنشأ نفسها. وعلى أية حال، فإن شحن الفحم بالطرق البحرية (ما يعادل ١٦٪ من إنتاج بخار الفحم، وفحم الكوك للحديد والصلب) قد ارتفع بسرعة، وخاصة فيما يتعلق بقطاع الكهرباء. وإن إنتاج الكهرباء اعتماداً على الفحم هو جزء من أقل الإنتاجات تكلفة، ولكنه أكثر تلويثاً للبيئة مقارنة بغيره.

أصبحت الآن الصين المصدرة سابقاً من الدول المستوردة. وكان سعر الفحم ثابتاً تقريباً ما بين عامي ١٩٨٣ إلى ٢٠٠٣م، ولكنه يشهد منذ تلك المدة ارتفاعاً شديداً (ارتفع من ٥٠ إلى ١٠٠ دولار للطن). ويمكن تفسير ذلك الارتفاع بزيادة الطلب، وبهشاشة المادة، وحساسية تعرضها إلى التغيرات المناخية والاجتماعية، والضغط الشديد على الخدمات المرافقة (خطوط السكة الحديدية، والموانئ، وسفن الشحن). ومما تجدر الإشارة إليه أن مجموعة صغيرة من الشركات القوية تسيطر على التجارة الدولية، مثل: Billiton/BHP وANGLO وGlencore/Xtra وRio Tinto وDrumond.

٦٠- أسواق الكهرباء

إن ظهور أسـواق الطاقة الكهربائية وتطورها مرتبطان بعملية تحرير أسـواق الطاقـة. ففي فـترة الاحتكار والسـيطرة الكاملـة، لم تكن هناك أسـواق مسـتقلة للكهرباء. ومنذ لحظة فصل الأنشـطة المُحتكرة (النقل) عن الأنشطة التنافسية (الإنتاج والبيع)، ظهرت أسواق الكهرباء، وتطورت وتعقـدت. وتمت التجربـة الأولى في هذا المجال في المملكة المتحدة في بداية التسـعينيات، حيـث ترافق تفكيك خدمة الكهرباء الحكومية التي تسـيطر عليها الدولة بنشوء سوق "*Pool*"، حيث يعرض مُنتجو الطاقة الكهربائية كميات الكهرباء بالكيلو واط مما ينتجونه؛ بغرض بيعها، سـواء أكان ذلك على نحو مباشـر من المشـترين أم عبر وسـطاء يبيعونها لاحقاً. وأنشـأت البلدان الإسـكندينافية "تجمع الشمال Nordpool"، وهو سوق اختياري يتوجه إليه المنتجون والمستهلكون؛ للاتفاق فيما بينهم على هذا الغرض.

وبعد عدة سـنوات من التجارب والمحاولات الصـعبة، مازالت أسـواق الجملة ذات طابع اختياري، وهي تطرح ثلاثة تسـاؤلات هي: (١) تسـاؤل حول هيكلة الأسـواق. (٢) وتسـاؤل حول تعدد الأسـواق. (٣) وتساؤل عن قوة تلك الأسواق.

- هيكلة الأسـواق جزء من تصـور ورؤية للسـوق؛ ممـا يجعلنا نطرح سـؤالاً لا يُطـرح إلا في أسـواق الكهرباء آخذين في الحسـبان خصوصـية ذلك المُنتج. كيف يجب أن ننظم تلك الأسواق ؟ هناك عدة نماذج محتملة (النمـوذج الفرنسـي- البريطاني، والنمـوذج الإسـكندينافي، والنموذج الأمريكـي)، ولكن لا يمكن عـدّ أي من هذه النماذج نموذجـاً مثالياً حريّاً بنا تعميمه.

- هنـاك عدة أنـواع من الأسـواق: بورصـات الكهرباء، وهي أسـواق منظمة ذات طابع اختياري تتم فيها عمليات بيع كبيرة لليوم التالي - أسواق تعديل الأسعار هي أسواق لأجل قصير جداً، وتهدف إلى إدارة التوزيع بغية

إحداث التوازن بين العرض والطلب - وأسواق العقود الآجلة، وهي تُدرج في البورصة، وتُمكننا من شراء كميات من الكهرباء (بعقود)، بحيث تسلم ضمن إطار يمتد على عدة أسابيع أو عدة أشهر أو عدة سنوات. وهناك أسواق للاتفاق بالتراضي توقع توقيعاً ثنائياً، وبأسعار غير معلنة.

- يطرح تنظيم الأسواق وهيكلتها ومراقبتها تساؤلاً معقداً جداً. شهدنا عند حدوث الأزمة في كاليفورنيا عام ٢٠٠١م (انظر: إنرون) قيام عدة مؤسسات لجأت إلى ممارسات احتيالية، مثل: الإيقاف المتعمد لمحطات التوليد؛ بهدف رفع الأسعار. وقد زاد تطور الأسواق الآجلة للكهرباء، ومشتقات الطاقة من تعقيد الأسواق.

٦١- أسواق تصاريح انبعاث الغازات

أنشأ الاتحاد الأوروبي في شهر يناير من عام ٢٠٠٥م أول سوق تصاريح لانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون (Emission Trading Scheme). ويهدف تنظيم الأسواق هذا (يطلق عليه اسم Cap and Trade) إلى إتاحة الفرصة للدول؛ لفرض حد لانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون تحت إشراف اللجنة الأوروبية، بحيث تحقق أهداف كيوتو. ويتوجب على الولايات المتحدة تقديم خطة وطنية للتوزيع (يطلق عليها اسم PANAQ) لكل قطاع، وموقع على حدة. ومن ثم منح ١٢٠٠٠ ترخيص للمنشآت الصناعية ذات العلاقة. ويشمل هذا النظام إنتاج الكهرباء، والمعادن، والتكرير، والمواد اللازمة للبناء (الزجاج، والخزف، والإسمنت)، وصناعات الورق. وتُمثل تلك المنشآت ما يعادل ٥٠ ٪ من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في دول الاتحاد الأوروبي. وإذا أصدرت إحدى المؤسسات غازاً أقل مما هو مصرح لها، فستمنح كمية من الكربون تستطيع بيعها في الأسواق. وإذا حصل العكس، أي: انبعاث كمية أكبر من المصرح بها، فيجب عليها شراء "أرصدة" من الأسواق. وبدأ سوق الكربون هذا

العمـل في أول مرحلة (٢٠٠٥ – ٢٠٠٧م). وتغطي المرحلة الثانية (باتخاذ إجراءات أشد من سابقتها) المدة ما بين(٢٠٠٨ – ٢٠١٢م). وأما المرحلة الثالثة فتغطي المدة ما بين (٢٠١٣ – ٢٠٢٠م)، وتعدّ الأكثر تشدداً وشمولاً لقطاعات جديدة، حيث سـتؤدي إلى توزيع تصـاريح بنظام المزاد العلني. وعلى أية حال، فإن رجال الصـناعة الأوروبيين، وهم من كبار مسـتهلكي الطاقة، يخشـون من فقدان قدرتهم على المنافسـة، ويشيرون إلى مخاطر إجبارهم على تغيير مقارهم. ويشـكل السوق الأوروبي وسيلة لخفض نسبة انبعـاث الغـاز، ولكن يبدو أن ذلك ما زال غير كاف. وهو يتناغم مع نوعين من الأسـواق خُطِطَ لهما في بروتوكول كيوتو، مثل: آلية التطوير الخاصـة، والتجهيزات المرافقة. ويمكن للدول غير الأوروبية الانضـمام تدريجياً إلى هذه السوق بتطوير آليات أخرى نصت عليها هذه الاتفاقية.

٦٢- التعرفـة

يقصـد بالتعرفة الأسـعار المحـددة تحديـداً قانونياً، ولمـدة محددة. وفي ظـل الأنظمة الحكومية التي كانت تحتكر الأسـواق، فإن أسـعار الغاز والكهرباء كانت تخضـع لتعرفة حددتها الدولة. وبتحرير الأسواق أصبحت الأسـعار حرة. وتتعلق التعرفة بدفع الرسـوم التي يتوجب على مُشغل الغاز والكهرباء دفعها مقابل اسـتخدام شـبكة المواصلات. وتحدد تلك الرسوم تحت إشراف السلطات المعنية.

٦٣- الكارتل (اتحاد شركات)

تطلـق كلمة "كارتـل" على مجموعة من الشـركات تتفـق على تحديد الأسـعار، وتوزيـع الأدوار فيمـا بينهـا في السـوق. وفي السـياق التاريخـي للطاقة، اسـتخدمت تلك الكلمة لأول مرة في أمريكا عام ١٩٥٢م في تقرير

وصف تصرفات "المجموعة الدولية للبترول" التي تديرها مجموعة الدول السبع "الأخوات السبع" التي وقعت عام ١٩٢٨م اتفاقية "أشناكاري" Achnacarry السرية. وحددت هذه الاتفاقية أساليب تحديد الأسعار، ووسائلها (خارج الولايات المتحدة)، وتوزيع الحصص السوقية بين الشركات. ويطلق حديثًا على دول منظمة الدول المصدرة للنفط لقب "كارتل"، حيث كان لها في بعض الفترات من التاريخ دور حاسم في تحديد الأسعار، ومستوى الإنتاج.

٦٤- الاحتكار الطبيعي

يطلق وصف الاحتكار الطبيعي حينما يتعلق الأمر بأحد الأنشطة التي لا تستطيع أن تعمل على نحو فعال وفق مبادئ المنافسة إلا إذا اضطررنا إلى التنازل عنه لشركة ذات طابع احتكاري. وينطبق هذا الوضع عموماً على نقل الكهرباء، والغاز الطبيعي، وتوزيعهما (الخطوط والأنابيب). وسيكون من السخف أن يزود أحد الأبنية بالغاز والكهرباء بخطين من الكهرباء وبأنبوبين على نحو تنافسي، حيث إن ذلك يعكس تكراراً لا طائل منه بالنظر إلى الاستثمارات. وفي البيان، يمكن للخط أو للأنبوب الواحد نقل الغاز والكهرباء التي تبيعها شركات متنافسة. وبموجب مبدأ تحرير الأسواق، فإن تلك الخطوط والأنابيب يمكن عدّها "تسهيلات أساسية" يمكن للأطراف المخولة الأخرى الوصول إليها في ظل بعض الشروط، وبسعر تفضيلي معين. كما يمكن لتلك الأطراف الأخرى الوصول إلى الزبون المشتري فيما يتعلق بتزويده بالغاز والكهرباء. وبما أن الشركة التي تمنح تلك التسهيلات شركة احتكارية، فيجب متابعتها متابعة دقيقة. وهذه هي مهمة سلطات التنظيم، وتسمى تلك الجهة المُكلفة بذلك في فرنسا بلجنة تنظيم الطاقة ECO.

٦٥- تنظيم الاحتكار الطبيعي

أدت عملية تحرير الأسـواق إلى تشكيل سلطات تنظيم الطاقة؛ بهدف متابعة حسن إدارة" التسهيلات الطبيعية ". وكلفت تلك السلطات بمتابعة شـبكات الكهربـاء، والغـاز الطبيعي. من أهـم الواجبـات المنوطة بهيئات المُتابعة: (١) التأكد من أن ظروف الوصـول إلى الشـبكة تتمتع بالشفافية، وبـدون أدنـى تمييـز. (٢) التأكـد مـن تحديـد الأسـعار بحسـب معايير اقتصـادية واضحة. (٣) التأكد من أن الشركات الاحتكارية تحقق أرباحاً معقولة غـير مبالغ فيها؛ مما يتيح الربح للأموال المُسـتثمرة. (٤) التأكد من تشـجيع الشـركة على زيادة إنتاجها. (٥) التأكد من أن الاسـتثمارات في مجـال الصـيانة والتطويـر تتم في موعدهـا. وقد كلفت هيئـة التنظيم الفرنسـية (ECO) بالإضـافة إلى عملهـا بمتابعـة الأسـواق ومراقبتهـا. ويجب أن تتمتع هيئات التنظيم بأكبر قدر من الاسـتقلالية عن السـلطات السياسـية، وعن الأشـخاص ذوي المصالح. وعلى الصـعيد الأوروبي، فإن عمليـة تشـاور وتعاون مـا بين هيئـات التنظيم المسـؤولة قد بـدأت. وتلك الديناميكية الدستورية أساسية؛ لتسريع بناء سوق أوروبي للطاقة.

الفصل الخامس

الفاعلون

٦٦- الشركات النفطية

تشرف على صناعة النفط الدولية عدة أطراف هي:

- الشركات البترولية الكبرى المدرجة في البورصة (IOC)، وعددها أقل من عشر. ولنذكر بعضها، مثل: أكسون، وموبيل، وشل، وبريتش بتروليوم، وتوتال، وشفرون، وإني ENI، وكونوكو فيليبس Conoco Phillips. وتتبع أربع منها، ما يسمى بالأخوات السبع. وعلى الرغم من بقائها قوية فإنها فقدت اليوم بعضاً من سلطتها. ولا تملك حاليًّا إلا نسبة تتراوح ما بين ١٦٪ إلى ١٨٪ من إنتاج النفط والغاز في العالم. وقد حدد طموحها ونموها بانغلاق أغلب الدول المنتجة للنفط؛ بسبب صعود موجة القومية الوطنية التي أثارها وصول منافسين عدوانيين جدد إلى الأسواق، وخاصة الشركات الصينية والهندية.

- الشركات المستقلة، وتضم مجموعة من الشركات الأهلية الأصغر حجماً، وترتكز أنشطتها في مناطق أو أسواق معينة.

- الشركات الوطنية التي تتبع الدول (مثل: NOC، أي: شركات النفط الوطنية)، وهي شركات حكومية تتبع الدول، وأنشئت في مرحلة صعود الموجة الوطنية في السبعينيات. وأخذت حجماً كبيراً، وتجاوز أحياناً عملها الحدود على الصعيد الدولي، وهي تسيطر على ما يتراوح بين ٤٠ إلى ٥٠ ٪ من إنتاج النفط والغاز. ومن أقوى تلك الشركات شركة غاز بروم الروسية، وشركة أرامكو السعودية، وشركة نيوك الإيرانية، وشركة بيمكس

المكسيكية، وشركة بدفسا الفنزولية، وشركة بتروبرا البرازيلية، وشركة بتروناس الماليزية، وشركة بترامينا الإندونيسية.

- "القادمون الجدد" على الصعيد الدولي يمثلون شركات تتبع الدول المستوردة للهيدروكربون، مثل: الصين والهند. وهي تبحث عن موطئ قدم في مجال الطاقة. وتعرض في الغالب شروطاً مالية وضريبة جذابة جداً على الدول التي تكتسب ودها. وحيثما نجد النفط في العالم نجد الصينيين.

٦٧- الأخوات السبع

استخدم مصطلح "*الأخوات السبع*"؛ للإشارة إلى الشركات البترولية الدولية السبع التي سيطرت على أسواق النفط العالمية في المدة ما بين بداية القرن العشرين إلى بداية الستينيات من القرن نفسه. في بداية القرن بدأت شركتان أوروبيتان هما: شركة شل، وشركة أنجلو برشان (المعروفة اليوم باسم بريتش بتروليوم) باتخاذهما موطئ قدم لهما في الشرق الأوسط، وفي أمريكا اللاتينية. وأما في الولايات المتحدة فإن إمبراطورية "روكفلر" كانت تسيطر على الصناعات البترولية، ولكن فككت إمبراطوريتها في عام ١٩١١م بقرار من المحكمة العليا بسبب اتهامها باحتكار تلك الصناعات. ذلك التفكيك أدى إلى ولادة إحدى وثلاثين شركة مستقلة، ومن أقواها شركة ستاندرد أويل أوف نيو جيرسي (تعرف اليوم باسم أكسون)، وشركة ستاندرد أويل أوف نيويورك (وتعرف اليوم باسم موبيل التي اندمجت مع أكسون في عام ١٩٩٨م)، وشركة ستاندرد أويل أوف كاليفورنيا (تعرف اليوم باسم شفرون). وهكذا فإن أكبر شركتين أوروبيتين وهما: شركة شل، وشركة بريتش بتروليوم، والثلاث شركات التي كانت تعرف باسم روكفلر، وشركتين أمريكيتين أخريين تطورتا في بداية هذا القرن في مناطق احتياطي تكساس، وهما:

شركة لا غولف أويل، وتكساكو. والأخوات السبع تشاورت لـ"تنظيم" السوق الدولي للبترول. وفي عام ١٩٢٨م اجتمع رؤساء أقوى ثلاث شركات في قلعة "أشناكاري" في أسكتلندا "في حفلة صيد للديوك". ووقعوا بالفعل اتفاقية أشناكاري التي نصت على المحافظة على التوزيع الحالي للأسواق (as is principle)، واتفقوا على كيفية تحديد الأسعار (خارج الولايات المتحدة)، وعلى تنظيم عملية الإنتاج. وطبّقت تلك المبادئ التنظيمية حتى شُهّر بمجموعة "الكارتل الدولي للبترول" في تقرير أمريكي نُشر في عام ١٩٥٢م. وفي عام ١٩٧٢م، وقبل عام من الصدمة البترولية كانت مجموعة "الأخوات السبع" تسيطر على ما نسبته ٩٥ ٪ من إنتاج بلدان الشرق الأوسط من البترول (العراق، وإيران، والإمارات، والكويت، والمملكة العربية السعودية).

أما اليوم، فقد انخفض عدد "الأخوات السبع" إلى أربع فقط باندماج شركة أكسون مع شركة موبيل (١٩٩٨م)، وبسيطرة شركة شفرون (٢٠٠٠م) التدريجية على شركة جولف أويل أوف تكساكو. وتلك شركات كبرى، بالإضافة إلى شركات توتال، وإني، وكونوكو فيلبس.

٦٨- شركات النفط والغاز

تؤدي شركات النفط والغاز دوراً مهماً في تركيبة نظام الطاقة. وترتبط أنشطتها بشبكة من الشحن والتوزيع. ويتعلق جزء من هذا النشاط بعملية الاحتكار الطبيعي، وهو وجه آخر من التنافس. وتتسم تلك الشركات بتاريخها. وكان كثير منها سبباً في نشوء ظاهرة الاحتكار (على المستوى الإقليمي والدولي)، ويتعلق الأمر في الغالب بالقطاع العام، وعلى نحو جوهري. وكان لعملية تحرير الأسواق أثر في فصل الأنشطة التي تخضع للتنافس عن الأنشطة التي احتكرت، وفي تقوية الاهتمام بتطوير الوضع، سواء أكان ذلك من ناحية الغاز أم الكهرباء، وكذلك في تشجيع

الشركات على اتخاذ مواقف ذات طابع أوروبي أو دولي.

وأفضل حالة على هذا المثال هي: شركة بريتش غاز، حيث كانت في الأصل تحتكر الخدمة العامة المدمجة بالقطاع العام، فيما يتعلق باحتياطي الغاز المعروض للبيع. وأَمَّمتها حكومة مارغريت تاتشر في عام (١٩٨٦م)، وفككت لاحقاً إلى ثلاث شركات منفصلة، وطرحت أسهمها في البورصة: الأولى هي شركة (BGPLC)، وهي شركة دولية لإنتاج الغاز الطبيعي والبترول، وشركة ترانسكو التي تحتكر شبكة النقل والتوزيع للغاز الطبيعي(ومن ثم اندمجت هذه الشركة مع شركة نقل الكهرباء، وهي شركة أخرى، ونشأ عن هذا الاتحاد شركة عرفت باسم: ناشيونال جريد كومباني)، وشركة سنتريكا التي ورثت العلامة التجارية "بريتش غاز" التي تتعامل بالغاز والكهرباء.

كانت حركة الاتحاد بين الشركات، والاستحواذ على شركات أخرى متعددة في منطقة الاتحاد الأوروبي، حيث شهدنا بوضوح احتكار قلة من الأطراف الغاز والكهرباء، فقد استحوذت شركة E.ON على شركة Ruhrgas، وشركة Powergen، وشركة RWE/VEW، وشركة GDF/Suez. ولشركة الكهرباء الفرنسية مواطئ قدم قوية في العديد من البلدان الأوروبية، فعلى سبيل المثال، هناك في ألمانيا شركة EnBW، وفي المملكة المتحدة شركة –EDF، و Energ، وفي إيطاليا شركة Edison. وتقتضي تلك التجمعات أن تضاعف السلطات المسؤولة عن المنافسة الحيطة والحذر؛ لتفادي الميل نحو المحاباة، واستغلال السلطة في الأسواق ذات الطابع المعقد جداً، حيث إن ممارسة السلطة فيها تكون في الغالب ذات طبيعة صعبة.

٦٩- "إنرون"

"إنرون" شركة أمريكية متخصصة بالطاقة أعلنت إفلاسها في عام ٢٠٠١م، وهي رمز في التاريخ المعاصر لعمليات تحرير أسواق الغاز والكهرباء. وكانت " إنرون " شركة نقل متخصصة في نقل

الغـاز، مسـتفيدة من حركة تحريـر الأسـواق في الولايات المتحـدة. ودخلت تلـك الشـركة بقوة في أنشـطة تجارية تتضـمن المضـاربة، وأنشـطة تغطية المخاطـر. وكانـت تهـدف إلى الاطـلاع قبـل منافسـيها علـى فـرق أسـعار (الغـاز والكهربـاء) في أماكـن وفـترات زمنيـة مختلفـة؛ ممـا يتيـح لهـا تحقيـق أربـاح مؤكـدة. وأنتجـت إنـرون منتجـات "تغطيـة معقـدة"، مثل: "Weather Derivatives" التـي تتيـح لفنيـي الكهرباء بتغطية أنفسـهم؛ للوقايـة من مخاطر ارتفاع درجة الحرارة. وحين اندلاع الأزمة في كاليفورنيا في عام ٢٠٠٠م، قامت شـركة إنرون بإجـراءات غير قانونية تتعلق بالتلاعب بأسعار الكهرباء؛ مما أدى إلى تفاقم الأزمة. وقد أدى تكرار العمليات عالية المخاطر، والتلاعب بالعمليات ذات الطابع المالي إلى تضـخم ظاهري لأرقام موازنة الشـركة. وازداد بشـكل ملحوظ عدم التوازن هذا بوجود إدارة فاشلة للشركة، وخاصة في مجال الشـفافية، والأمانة، وعدم تفعيل أنظمة الرقابة. واختلس زعماء الشركة ملايين الدولارات. وبعد أن أجرموا بالغش، والكذب، والخيانـة، حكـم عليهم بعقوبات قاسـية. ومن ثم فقـد الآلاف من الموظفين وظائفهـم وتقاعدهـم، كما فقد أغلبهم مدخراته؛ لأنه شـجعوا على شـراء أسـهم الشـركة. ودفعت قضـية شـركة إنرون الكونغرس الأمريكي إلى دعم نظـم الرقابة المالية (قانون سـاربان أوكسـلي في عـام ٢٠٠٢م). وفيما وراء الناحيـة القانونية، يمكن الاعتقاد أن بعض القوانين التجارية الموضـوعة من طرف شـركة إنرون دقت جرس الخطر عمّا سـيؤول إليه الوضـع مسـتقبلاً لإدارة الأسواق المعقدة آخذين في الحسبان ميزات ومخاطر ذلك الأمر.

٧٠- الدولـة

قـاد الطابع الاسـتراتيجي لتدفق مشـتقات الطاقة، سـواء أكان ذلك في مرحلـة الاسـتيراد أم التصـدير الولايات المتحدة منـذ مدة طويلة إلى الاهتمام عن قرب بقطاع الطاقة. وأهم محاور التدخل هي: (١) الشركات

(أو مكاتب الوكلاء) الحكومية التي كانت ومازالت بين أيدي الدولة وبقوة. وأما اليوم، فإن التوجه في بلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية يميل أكثر إلى الانفتاح على الرأسمالية والانفلات من سلطة الدولة. (٢) النظام الضريبي، وهو أداة قوية لتحصيل العوائد (الإنتاج، وبيع المشتقات النفطية)، وتوجيه عملية الاستهلاك. ويستخدم الدعم في تحقيق أهداف اجتماعية أو في تحقيق أولويات، مثل: الطاقة المتجددة. (٣) السياسة المتبعة في مجال الطاقة التي تترافق أحياناً بتخطيط الاستثمار، وخاصة في مجال الكهرباء والغاز الطبيعي. (٤) الإطار القانوني الذي يحدد الواجبات (الخدمة العامة، وضمانات السلامة)، والقيود المتعلقة بالبيئة، والأنظمة القانونية والمالية المتبعة. (٥) تعدّ نوعية الإدارة عاملاً مهماً للإدارة الجيدة لثنائي الطاقة/البيئة، ما يتطلب توزيعاً جيداً لنظم المعلومات، والشفافية في مجال استخدام الأموال، ومكافحة الفساد، ودعم الديمقراطية.

٧١- السلطات المحلية

تضطر السلطات المحلية أحياناً إلى أداء دور يتعاظمُ كلما تطورت أنظمة الطاقة والنقل. ويشعر العديد من المواطنين بالقلق من التطور المستمر، ونوعية الحياة التي يعيشونها، مثل: نوعية الماء والهواء والنقل، ومعالجة النفايات، والتلوث بأنواعه كافة.

تجد بعض السلطات المحلية في بلدان عديدة نفسها مضطرة إلى اتخاذ الإجراءات المناسبة. وهذا يقودها إلى اتخاذ إجراءت إبداعية كبرى في مجال النقل، وتدفق الطاقة، وأنظمة التدفئة، وتخطيط المدن، والهندسة المعمارية، ومشاريع الزراعة والتحديث. وتعدّ مرحلة تدوير النفايات المنزلية والصناعية، وإعادة استخدامها جزءاً مهماً من المهام المطلوب القيام بها . وقد بدأ نوع من المنافسة الدولية بين "المدن المسؤولة"،

يتطور بحسب مبادئ التنمية المستدامة لقائمة المهام المحلية رقم ٢١. ويمكن أن نشهد ظهور أنظمة غير مركزية للطاقة، حيث يمكن الجمع بين استخدام الموارد المحلية (الخشب، والنفايات، والرياح، وأنظمة إدارة المياه المصغرة) والطاقة التقليدية "المستوردة"، وخاصة الغاز للتوليد المشترك للطاقة. وتساعد تلك الأنظمة على تقريب المصادر إلى الحاجات المحلية الخاصة، وذلك بفاعلية متزايدة، وباحترام أفضل للبيئة. ونستطيع أن نذكر في سياق تلك المنافسة الدولية مدناً، مثل: مدينة فريبورج (ألمانيا)، ومدينة نانت في فرنسا، ومدينة فوكسجو (السويد)، ومدينة ووكينج (المملكة المتحدة)، ومدينة كوريتيبا (البرازيل).

٧٢- منظمة الدول المصدرة للبترول

تضم منظمة الدول المصدرة للبترول أحد عشر بلداً كلها مصدرة للهيدروكربون (٢٠١٠م). وتنتج هذه الدول ما نسبته ٤٤ ٪ من الإنتاج العالمي للبترول، وحوالي ١٧ ٪ من الإنتاج العالمي للغاز الطبيعي. وهي تملك حوالي ٧٠٪ من احتياطي النفط الخام العالمي، وحوالي ٥٠٪ من الاحتياطي العالمي للغاز الطبيعي. وأنشئت منظمة الدول المصدرة للنفط في عام ١٩٦٠م بمبادرة من فنزويلا. وكانت البلدان المؤسسة لتلك المنظمة هي: المملكة العربية السعودية، والعراق، وإيران، والكويت، وفنزويلا. ثم انضمت إليها فيما بعد دولة الإمارات العربية المتحدة، وقطر، والجزائر، وليبيا، ونيجيريا، وأنجولا. وكان الهدف في البداية ينصّ على "تسهيل التشاور المنتظم بين البلدان الأعضاء؛ بهدف اتباع سياسة مشتركة". وفي تلك المدة، كان أغلب ما يصدّر من البترول تحت سيطرة الدول الكبرى التي لها دور مهم في عملية تحديد الأسعار، حيث استفادت من التغيرات المهمة التي حدثت في سوق النفط في بداية السبعينيات من هذا القرن؛ وبذلك تمكنت دول منظمة الدول المصدرة للنفط من دعم سلطاتها

تدريجياً. وأمّمت دول المنظمة صناعات النفط فيها تأميماً تدريجياً، وزادت من عائداتها الضريبية، وسعت إلى التأثير في الأسعار عن طريق التحكم الجماعي بالإنتاج من خلال نظام تحديد الحصص. في وقت الصدمة النفطية الأولى (أكتوبر من عام ١٩٧٣م) قررت دول منظمة الدول المصدرة للبترول من طرف واحد رفع السعر من ٣ إلى ١٢ دولاراً للبرميل. وحدث الأمر نفسه لحظة الصدمة النفطية الثانية (١٩٧٩-١٩٨٠م)، حيث ارتفعت الأسعار إلى ٣٥ دولاراً (بقيمته تعادل ١٠٠ دولار في عام ٢٠٠٨م). وكان لتلك الأسعار أثر سيئ على النمو الاقتصادي، والطلب على المشتقات النفطية. وهكذا فقدت الدول المصدرة للنفط قدرتها على تحديد الأسعار في المدة ما بين عامي ١٩٨٢م إلى ١٩٩٨م، حيث انخفض سعر البترول في هذه المدة إلى ١٠ دولارات للبرميل، وهو سعر لا يمكن للدول المصدرة تحمله. وأخيراً، فقدت منظمة الدول المصدرة للنفط جزءاً من سلطتها على الأسعار في المدة ما بين عامي ١٩٩٩ إلى ٢٠٠٣م (انظر: أسعار النفط وأسواقه). وبمواجهة الطلب العالمي المتصاعد فقدت مجدداً سيطرتها على الأسعار التي اتجهت هذه المرة نحو الارتفاع. وأخيراً، نلحظ ضمن مجموعة الدول المصدرة للبترول أن المملكة العربية السعودية تتمتع بمكانة مهمة كأول منتج يمتلك مرونة عالية. ولتلك الدولة مواقف معتدلة مقارنة بالبلدان المتشددة تقليدياً، مثل: إيران، والجزائر، وفنزويلا.

٧٣- المنظمات الدولية

تؤدي بعض المنظمات الدولية دوراً مهماً في عمليات الاتفاق، والإدارة، وتوجيه نظام الطاقة الدولي؛ بهدف المحافظة على تطوره المستمر.

الوكالة الدولية للطاقة أنشئت في عام ١٩٧٤م بعد الصدمة البترولية الأولى بسنة، وفي إطار منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية؛ بهدف وضع برنامج مشترك للطاقة. وتضم تلك المنظمة ٢٦ بلداً من البلدان الثلاثين

الأعضاء في تلك المنظمة. وتهدف إلى: (١) الإدارة المركزية للمستودعات البترولية الآمنة للدول الأعضاء. (٢) تشجيع التفكير السياسي العقلاني في مجال الطاقة. (٣) تجميع البيانات المتعلقة بالطاقة، وتحليلها. وتنشر المنظمة كل عام " أفق الطاقة الدولية"، مع تصور الاحتمالات الممكن حدوثها. ولا تتوقف تلك المنظمة منذ عام ٢٠٠٦م عن قرع جرس الإنذار محذرة من أن مستقبل الطاقة الذي نبنيه غير منطقي.

الوكالة الدولية للطاقة الذرية: وتهدف إلى تسريع تطور الطاقة الذرية، ومراقبته، وتحديد معايير للسلامة، والإشراف على احترام بنود الاتفاقية، وعدم انتشار الطاقة النووية.

مجموعة الخبراء الحكومية المشتركة والمتعلقة بتطور المناخ: وتضم ١٩٢ بلداً. وهي تدرس حالة الاحتباس الحراري، من حيث: الدراسة الفيزيائية للظاهرة، واتخاذ الإجراءات المناسبة، وتحديد المناطق الهشة، والحلول التي تتيح خفض مدى المشكلة.

منتدى الطاقة الدولي: ويجمع ستين بلداً، وحوالي ثلاثين شركة بترولية. وهو مكان متميز معتمد من حكومات مجموعة العشرين (G20) بعد فترة الصدمة البترولية الثالثة؛ بهدف استمرار الحوار بين البلدان المنتجة، والبلدان المستهلكة فيما يتعلق بالأسعار، وبكيفية عمل الأسواق. وتشارك منظمة الطاقة الدولية ومنظمة الدول المصدرة للنفط بأعمال هذا المنتدى.

المجلس العالمي للطاقة: أنشئ في عام ١٩٢٣م؛ بهدف تطوير العرض الدولي للطاقة، والتشجيع على استخدامها. وهو يتكون من تسعين لجنة وطنية مستقلة. ويقوم المجلس بأبحاث حول الطاقة، كما يضع تصورات حول الموضوع.

وتؤدي عدد كبير من المنظمات غير الحكومية دوراً مهماً يوازن عمل الحكومات في المسائل المتعلقة بالطاقة والبيئة.

٧٤- المملكة العربية السعودية

يبلغ عدد سكان المملكة العربية السعودية حوالي ٢٨ مليون نسمة، وهي تملك احتياطياً ضخماً من النفط يعدّ الأكبر في العالم. وآبار النفط في المملكة العربية السعودية لها خاصية المرونة على نحو ملحوظ. ويمكن تشبيهها بخزان نفط ضخم، بحيث يمكنها التحكم بالإنتاج. تلك الخاصية تفسر الدور المُنظم الذي يقوم به هذا البلد في بعض الأوقات بتغيير إنتاجه حسب الظروف (ما بين ٩ إلى ١٢ مليون برميل نفط باليوم). عَوَّضَ في عام ٢٠٠٣م على سبيل المثال عن انخفاض الإنتاج النفطي لدول فنزويلا ونيجيريا والعراق (بسبب الغزو الأمريكي)، بزيادة كبيرة للإنتاج النفطي السعودي. ويعتمد الاقتصاد السعودي اعتماداً كبيراً على عائدات النفط التي تغذي بنسبة ٧٥ ٪ من ميزانية الدولة، حيث يشكل النفط نسبة ٩٠٪ من إجمالي التصدير في المملكة. وقد أدى ارتفاع عوائد النفط منذ عام ٢٠٠٤م إلى زيادة الموازنة زيادة كبيرة، وتغذية صناديق الدولة السيادية، وصناديق خاصة أخرى.

تأسست العلاقات المميزة بين المملكة العربية السعودية والولايات المتحدة بعد الحرب العالمية الثانية. وأخطر الرئيس روزفلت بمدى الأهمية النفطية لهذا البلد، حيث كانت هناك شركتان أمريكيتان، وهما: ستاندرد أويل أوف في كاليفورنيا (Socal)، وشركة تكساكو (Texaco)، وهما شريكتان لأرامكو السعودية. واحتاجت أرامكو إلى رؤوس الأموال من أجل تطوير حقول النفط، فاستعانت بشركتين أمريكيتين هما: ستاندرد أويل أوف نيو جيرسي (Exxon)، وشركة موبيل أويل.

ولم تكن المملكة العربية السعودية على أية حال بمنأى عن حركات المطالبة الوطنية، ونمو الشعور الوطني الذي تبع تأسيس منظمة الدول المصدرة للنفط (١٩٦٠م). وأمّمت شركة أرامكو في السبعينيات من القرن العشرين، ولكن ذلك لم يمنع من استمرار علاقاتها المميزة مع واشنطن.

وتهتم المملكة العربية السعودية بالدور المستقل الذي يمكن أن تقوم به في إحداث الاستقرار في المنطقة.

وتميزت المملكة العربية السعودية بوضع سياسي واقتصادي خاص. وتعدّ نسبة الزيادة السكانية من أعلى النسب في العالم. وأمّا الاقتصاد السعودي فشأنه شأن اقتصاد جميع الدول التي تعاني من بعض الصعوبات التي تسعى لحلها والمتعلقة بإيجاد الوظائف للسكان الذين ترتفع فيهم نسبة الشباب. ومن المتوقع بلوغ عدد السكان ٤٦مليون نسمة بحلول عام ٢٠٣٠م.

٧٥- العراق

يبلغ عدد السكان ٣٠ مليون نسمة، وهو في المرتبة الرابعة من حيث الاحتياطي النفطي بعد المملكة العربية السعودية، وكندا، وإيران. ويمر العراق بأوضاع سياسية واقتصادية مأساوية. وشهدت البلاد منذ عام ١٩٧٩م، وهو تاريخ استلام صدام حسين السلطة، فترات متواصلة من الحروب والعنف، حيث اندلعت الحرب ضد إيران في عام ١٩٨٠م، واستمرت حتى عام ١٩٨٨م؛ ما أدى إلى مقتل مليون شخص، وإلى خسائر مادية ضخمة. وقد أدى غزو الكويت في شهر أغسطس من عام ١٩٩٠م إلى التدخل العسكري الأمريكي المكثف على رأس تحالف دولي. وشكلت العقوبات التي تلت ذلك (برنامج النفط مقابل الغذاء) عبئاً إضافياً على الاقتصاد المتهالك أصلاً. ونستطيع أن نقدر بأن الناتج المحلي الإجمالي للفرد ما بين عامي ١٩٨٠ و ٢٠٠٣م انخفض من ٩٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ دولار (بالدولار الثابت). وقد أدخل الغزو الأمريكي في عام ٢٠٠٣م البلاد في فوضى اقتصادية؛ ما أدى إلى زيادة الصراعات العرقية والدينية. وينتج النفط العراقي على نحو شبه كلي بواسطة شركة النفط العراقية الوطنية (Irak National Oil Compagny) التي تأسست في عام ١٩٦٥م.

الصدفة الجيولوجية أدت إلى أن تكون حقول النفط العراقية في مواقع تبدو غريبة، حيث أكثر من ٨٠٪ من الإنتاج يستخرج من حقلين هما: أبو رميلة في المناطق الشيعية، والآخر في الشمال في كركوك في المناطق الكردية. وكان لتلك المواقع أثر في تغذية الصراعات العرقية. وَقَّعَتْ الأقاليم المستقلة، مثل: كردستان دون موافقة الحكومة المركزية في بغداد، عقود تنقيب وإنتاج مع شركات أجنبية. واكتشفت حقول نفط في أقاليم مختلفة من البلاد، وأجريت التجارب عليها في عام ١٩٨٠م، ولكن تطوير تلك الحقول يتطلب استثمارات ضخمة، ولعدة سنوات. ومن ناحية أخرى، هناك في غرب العراق مناطق شاسعة لم ينقب فيها تنقيباً كافياً، إذ يمكن أن تحتوي على احتياطي ضخم. ويعتمد مستقبل النفط في العراق على الاستثمارات التي ستصلح القدرات التي تعرضت للضرر؛ بهدف إعادة تطويرها، وتشغيل الآبار المكتشفة، وإحياء عمليات التنقيب. ويعتمد مستقبل البلد اعتماداً أساساً على انتشار الأمن وتحقيقه، وعلى تأسيس أطر قانونية، ودستورية، ومالية واضحة وشفافة.

٧٦- إيران

يبلغ عدد سكان هذا البلد ٧١ مليون نسمة، وهو الثاني من حيث احتياطي الغاز في العالم (بعد روسيا). ويشكل ذلك ما يقارب ١٥٪ من الإنتاج العالمي. ويملك أيضاً ثالث أكبر احتياطي نفطي في العالم (بعد المملكة العربية السعودية وكندا). وتستثمر الطاقة الشركة الوطنية الإيرانية للنفط (National Iranian Oil Company)، وتتشارك معها أحياناً بعض الشركات الأجنبية، ولا سيما الشركة اليابانية جابتكس. وقد انخفض إنتاج النفط بسبب النقص في الاستثمارات. واهتم الهنود والصينيون بالموارد الطبيعية لهذا البلد. ويشكل تصدير المشتقات النفطية ٨٠٪ من إجمالي عمليات التصدير، ولكن إيران تستورد نصف ما تستهلك

تقريباً من البنزين بسبب عدم وجود عمليات التكرير المناسبة. وتلك مشكلة خاصةٌ. وبذلك أصبح البنزين سلعة مدعومة من الدولة. ووقع الاقتصاد الإيراني ضحية لما يعرف بالوَقْع النفطية، حيث ارتفعت نسبة البطالة، كما أن عملية إيجاد الوظائف الجديدة غير كافية. وهناك منذ عام ٢٠٠٤م ما يشبه عملية ليّ ذراع بين إيران والمجتمع الدولي فيما يتعلق بالبرنامج النووي الإيراني الذي يطلق عليه لقب برنامج سلمي، ولكن من المؤكد أنه يحتوى على بعض العناصر العسكرية. الروس ضالعون في هذا البرنامج النووي المدني الإيراني. وإن امتلاك إيران السلاح النووي أمر غير مقبول لإسرائيل والولايات المتحدة. ومخاطر حدوث صراع سيشعل المنطقة كلها.

٧٧- الجزائر

يعود اكتشاف النفط في الجزائر إلى الفترة الاستعمارية خلال الخمسينيات من هذا القرن. ومنح ذلك فرنسا إنتاجا أشرفت عليه شركات حكومية. حين استقلت الجزائر في عام ١٩٦٢م، استمرت الشركات الفرنسية باستثمار حقول النفط والغاز. وأنشئت شركة وطنية في عام ١٩٦٣م، وهي شركة سوناطرة (الشركة الوطنية لنقل النفط وتسويقه). وأصبحت سريعاً الأداة التي أتاحت للجزائر الإشراف على النفط والغاز. وانضمت الجزائر إلى منظمة الدول المصدرة للنفط في عام ١٩٦٩م. وتطورت الموارد الطبيعية، مثل: تصدير البترول، ومنتجات الغاز، والغاز الطبيعي المسال. وبُني خطا أنابيب مهمين جداً: أحدهما يصل إلى إيطاليا مروراً بتونس، وجزيرة صقلية، ويصل الآخر إلى أسبانيا، والبرتغال مروراً بالمغرب. ويبلغ عدد سكان الجزائر حوالي ٣٣ مليون نسمة، وهي تملك موارد مهمة جداً من الغاز الطبيعي. وتستغل شركة سوناطرة حقول النفط، وتدخل أحياناً في شراكة مع بعض الشركات الأجنبية، ولكن ذلك

يبقى نادراً. وتنتج الكهرباء باستخدام الغاز الطبيعي، وتوزع تلك الطاقة عبر شركة حكومية أخرى تدعى "سونلغاز" Sonelgaz. ويعتمد الاقتصاد الجزائري اعتماداً كثيراً على تصدير النفط الذي يشكل ٩٧ ٪ من إجمالي الصادرات. ويعكس هذا الرقم ما أطلقنا عليه لقب "الوَقْع النفطية" في بلد لا يستطيع إيجاد وظائف لآلاف الشباب الذين يصلون سنوياً إلى سوق العمل.

٧٨- الولايات المتحدة

بنيت الصناعات الأميركية في النصف الثاني من القرن التاسع عشر اعتماداً على الموارد الوطنية الوفيرة ذات الثمن الرخيص. وكانت في البداية تعتمد على الفحم والغاز الطبيعي، ثم انطلقت الشركات النفطية الأميركية الكبرى نحو اقتحام العالم؛ بهدف اكتشاف حقول جديدة (المملكة العربية السعودية). وبعد الحرب العالمية الثانية بدأت الشركات الإلكترونية الأميركية ببناء مفاعلات نووية، وكانت الكهرباء النووية تعدّ قليلة السعر جداً؛ لتؤخذ في الحسبان. وقد طغى الوصول إلى الطاقة الوفيرة ذات التكلفة القليلة على صبغة الحياة الأميركية، ويفسر ذلك ولو جزئياً، سبب استهلاك الأميركيين في المتوسط ما يعادل ٨ أطنان من مشتقات البترول في العام وللفرد. وهذا يعادل ضعف متوسط الاستهلاك الأوروبي. كما يفسر ذلك أيضاً سبب رفضهم الانضمام إلى معاهدة كيوتو.

كانت الولايات المتحدة في نهاية الخمسينيات الأولى في مجال استيراد البترول وتصديره، ولكنها أصبحت الآن المستورد الأكبر لتلك المشتقات. وتصاعد ذلك الاعتماد على الدول الخارجية بسرعة، حيث مثل ذلك الهم الأكبر للرؤساء الأميركيين كافة منذ حكم نيكسون. وعندما انتخب الرئيس جورج بوش حاول إقناع الدول النفطية بالانفتاح على الاستثمارات والشركات الدولية، وحاول إزالة القيود البيئية التي تمنع التنقيب عن

البترول في الولايات المتحدة . ويشكل العراق باحتياطياته الضخمة جداً جزءاً من البلدان يتطلب "الانفتاح عليها".

إن قانون الطاقة لعام ٢٠٠٥م مهم جداً. ويهدف إلى التشجيع على استخدام موارد الطاقة الوطنية (الفحم والإيثانول)، فقد أوجدت الحكومة محفزات مالية قوية؛ لدفع استخدام الطاقة النووية، ولم يُبْنَ أي مفاعل نووي جديد منذ عام ١٩٧٠م. أدى ذلك التشجيع إلى انتعاش الطاقة النووية، ولكن الأمر يتعلق بعملية طويلة الأجل. وقد بدأت مع انتخاب باراك أوباما عملية تغيير في سياسة الطاقة الأميركية. ويود الرئيس الأميركي البدء في خفض انبعاث غازات مفعول الدفيئة، ولكن وجهة نظر الحكومة المركزية المتعلقة بهذه النقطة بالتحديد تواجه صعوبة بفرض نفسها آخذين في الحسبان بخصوصيات كل ولاية. تأتي بعض الولايات الأميركية (كاليفورنيا)، وبعض المدن الأخرى في الطليعة، وهناك مدن أخرى متأخرة في هذا المجال. وقد أولت إدارة أوباما فاعلية استخدام الطاقة، والاستخدام الذكي للشبكات أهمية خاصة.

٧٩- كاليفورنيا

ثامن اقتصاد في العالم من حيث الناتج المحلي الإجمالي، ويسكنها ٣٧ مليون نسمة. وتبدو كاليفورنيا اليوم من أكثر أماكن الكرة الأرضية الناشطة والمهتمة بمكافحة ظاهرة الاحتباس الحراري. ويطمح هذا المشروع إلى خفض نسبة انبعاث غازات مفعول الدفيئة بنسبة ٨٠٪ حتى عام ٢٠٥٠م، وذلك مقارنة بالمستوى الذي كان موجوداً في عام ١٩٩٠م. إن إنتاج الكهرباء ونقلها مسؤولان على التوالي عما نسبته ٣٨ ٪ و ٢٥٪ من انبعاث الغاز. ويشكل البترول والغاز ما نسبته ٤٦٪ و ٢٩٪ من استهلاك الطاقة الأولية. وتعتمد سياسة الطاقة المتبعة في كاليفورنيا أساساً على مبدأ فاعلية الطاقة (المعايير، والأمور المتعارف عليها)، والسيطرة على الطلب،

وتطـور الطاقـة المتجـددة، والتقنيات الجديـدة. وقد مرّ نظـام الكهرباء في كاليفورنيـا بأزمـة خطـيرة في عـام ٢٠٠١م، وهو عام ميزتـه الأعطال الكثيرة، والارتفاع الحاد للأسعار في أسواق الجملة، وممارسات الاحتيال، والإفلاس المدوي (شركة إنرون)، وإعادة النظر في إجراءات عملية تحرير الأسـواق، وفي الأزمة التي أحدثـت إحداثاً غير عقلاني، وأخرق. ونوع منذ تلك الفترة في اسـتخدام الكهرباء "الحديقة الكهربائية"، والسيطرة على عمليـة الطلب على الكهرباء سـيطرة أفضـل من ذي قبـل. ومن المتوقع أن يرتفع إسهام الطاقة المتجددة في إنتاج الكهرباء من ١١ ٪ إلى ٣٣٪ في عام ٢٠٢٠م. وتحث ولاية كاليفورنيا الولايات الأمريكية الأخرى على الانضمام إلى جهودهـا في مكافحـة التغـير المناخي، ولا سـيما فيما يتعلـق بمعايير الفاعلية للسـيارات. وفيما يتعلـق بهذه النقطة، فإن الأهـداف الفيدرالية متواضـعة جـداً، حيث فرضـت ٣٥ مليون جالون في عـام ٢٠٢٠م، في حين يفرضُ الاتحـاد الأوروبي أكثر من ٥٠ ألف جالـون منذ عام ٢٠١٢م . وقد حـرك تطـور الطاقة المتجددة، وتطويـر فاعلية الطاقة أموالاً ضـخمة من "أموال المغامرة"؛ للاسـتثمار في التقنيات النظيفة (Cleantech). وتعدّ تلك التقنيات النظيفة من حيث العرض والطلب، وكذلك الشـبكات الذكية في كاليفورنيا من أهم الفرص الاقتصادية في القرن الحادي والعشرين.

٨٠- أوروبـا

يتجه الاتحـاد الأوروبي إلى إعطـاء اهتمام متزايد للمسـائل المتعلقة بالطاقة والبيئة. ويبدو اليوم متقدماً جداً في بناء مسـتقبل للطاقة، يحترم البيئة، ويتسـق مع مبادئ التطور المسـتدام. وتقدم بلدان الاتحاد الأوروبي السـبعة والعشرين حصـيلة تتعلق بالطاقة مختلفة جداً عن بعضها بعضاً. ويرجـع ذلك إلى الاختلاف في المصـادر الموجـودة في كل منها، والظروف التاريخية والسياسة المتبعة في مجال الطاقة، بالإضافة إلى مواقف السكان

تجاه الطاقة النووية. وتزايد اعتماد أوروبا على الطاقة المستوردة، إذ من المتوقع أن ترتفع النسبة من ٥٠٪ إلى ٧٠٪ في عام ٢٠٣٠م. ويجب بناء سياسة موحدة للطاقة النووية تتأسس على المبادئ التالية:

تحرير أسواق الطاقة الكهربائية: والغاز الطبيعي بما يتناسب مع التعليمات الأوروبية. ويتقدم تحرير الأسواق ببطء مواجهًا صعوبات ومقاومة من بعض البلدان. ومنذ عام ٢٠٠٨م، ترافقت عملية تحرير الأسواق مع أهداف جماعية متعددة " الأهداف الثلاثة والعشرون لعام ٢٠٢٠م".

فاعلية الطاقة: إن تحسين الفاعلية بنسبة ٢٠٪ حتى تاريخ ٢٠٢٠م، يجب أن يترجم إلى خفض استهلاك الطاقة بنسبة ٢٠٪ مقارنة بالاستهلاك المتوقع في عام ٢٠٢٠م.

خفض انبعاث غاز مفعول الدفيئة: يجب خفض النسبة بمعدل ٢٠٪ مقارنة بالمعدل الذي كان سائداً في عام ١٩٩٠م، وذلك حتى عام ٢٠٢٠م. ويجب رفع نسبة الانخفاض تلك إلى ٣٠٪، إذا التزم دوليًّا بتلك العملية حتى عام ٢٠١٢م. ويجب تمديد المرحلة الثانية من إعطاء تراخيص السماح بانبعاثات الغاز إلى ما بعد عام ٢٠١٢م، مع إمكانية تعميمها على بلدان أخرى.

زيادة مشاركة الطاقة المتجددة: التي يجب أن تبلغ ٢٠٪ من استهلاك الطاقة بشكلها النهائي في بلدان الاتحاد حتى عام ٢٠٢٠م (مقابل ٨,٥٪ لعام ٢٠٠٧م). ويمثل ذلك رغبة في تنويع مصادر الطاقة.

وعلى الصعيد العالمي حددت أوروبا هدفاً يتمثل بتحسين أمن عمليات التزود بالوقود، وذلك بالتعاون على نحو أفضل مع كبار مزودي الطاقة، وبالنطق بصوت واحد في المفاوضات الدولية، وأداء دور مهم في التحضير لما بعد كيوتو.

٨١- فرنســا

يتميز قطاع الطاقة في فرنسا بتدخل كبير من الدولة. وأُنشئت الشركة الفرنسـية للبترول (وتعرف اليوم باسـم شـركة توتـال) في عام ١٩٢٤م. وبذلـك احتكرت الدولة ذلك القطاع النفطـي (١٩٢٤م)، ويمكن أن تنوب شـركات حكومية أو خاصـة في ذلك الاحتـكار. وأُمّم الفحـم (١٩٤٤م)، والتأميم شبه الكامل لقطاع الغاز والكهرباء بتأسيس شركة كهرباء فرنسا (EDF)، وشركة غاز فرنسا (GDF) (١٩٤٤م). وإنشاء مفوضية الطاقة الذرية (CEA) في عام ١٩٤٦م. وأُنشـئت شـركة بترولية حكومية ثانية، وهـي شـركة "إلف أكيـتن". وفي عـام ١٩٥٨م، بدأت الجهـات الحكومية بتطبيـق خطة "تراجع مناجم الفحم"؛ بهدف دعم الإغلاق التدريجي من الناحيـة الاجتماعية لمناجم الفحم التي أصـبحت غير مثمرة اقتصـادياً. وفي الفـترة التي تلـت الصـدمة البترولية الأولى (١٩٧٣م) أطلق برنامج نووي؛ بهدف خفض الاعتماد على البترول المسـتورد. وأسست وكالة البيئة والتحكم بالطاقة (ADEME) في عام ١٩٩٠م.

ومنذ عام ١٩٩٠م أخضـعت صـناعات الطاقة الفرنسية إلى مجموعة جديـدة من القيـود الأوروبية؛ بهدف تحرير الأسـواق (قوانـين الطاقة في عـام ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥ و ٢٠٠٧م، وقانـون قطاع الكهربـاء في عام ٢٠١٠م). وتُرجم هذا الوضـع بتنصـل تدريجي من الدولة، مثل: تأميم الصـناعات البترولية، والدمج بين شـركتي توتال و إلف في عام ١٩٩٩م، وإدخال عامل المنافسـة في أسـواق الكهرباء والغاز الطبيعي، وفتح رؤوس أموال شـركتي الكهربـاء والغـاز الفرنسـيتين، ودمج شـركة الغاز الفرنسـية مع شـركة سـويس (Suez) في عام ٢٠٠٨م. ويتميز وضع قطاع الطاقة الفرنسي بما يلـي: (١) إسـهام الطاقة النووية (٤١٪ من بيان اسـتهلاك قطاع الطاقة الأولي، و ٨٥٪ مـن إنتـاج الكهرباء) التي هي من النسـب العليا في العالم. (٢) الاعتماد شبه الكلي على استيراد البترول والغاز الطبيعي. (٣) موقع تقني

متقدم جدًّا على الصعيد العالمي في مجال الصناعات النفطية، وصناعات الغاز، ومجال الطاقة النووية. وفيما يتعلق بمسائل البيئة تعهدت الحكومة الفرنسية بخفض انبعاث غاز مفعول الدفيئة إلى الربع (تقرير العامل رقم ٤).

سرَّعت اللقاءات التي تمت في عام ٢٠٠٧م، والتي عرفت باسم "كرونيل حول البيئة" من زيادة الوعي بمسألة التغير المناخي، وأدت إلى إصدار قانون جديد يركز على تحسين فاعلية الطاقة في مجال البناء، والنقل، والصناعة.

٨٢- ألمانيا

تعدّ ألمانيا أول مستهلك للطاقة في أوروبا، ونتائجها في مجال الطاقة متنوعة نوعاً ما، حيث ٣٦٪ للبترول، و٢٥٪ للفحم، واللينيت (الخشب المتفحم)، و ٢٣٪ للغاز الطبيعي، و ١٢٪ للطاقة النووية، ولكن كميات الفحم كبيرة جداً. وتميل نسبة إسهام قطاع الطاقة المتجددة إلى الارتفاع السريع. وتُمَوِّل ألمانيا بقوة مناجم الفحم فيها؛ فاختارت أن تبتعد تدريجياً عن الطاقة النووية، وسَرَّعَتْ من عملية تطوير طاقة الرياح، واعتمدت كثيراً على استيراد الغاز الطبيعي الروسي. إن وضع الطاقة الإجمالي هذا مثير للقلق من زاوية التبعية، والتكلفة، وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون. ويتميز تنظيم صناعة الطاقة بقوة بعض كبار "المُشغلين" للقطاع في مجال الكهرباء والغاز، مثل: E.ON، وRWE، وشركة En BW (التي تسيطر عليها شركة الكهرباء الفرنسية). ومن ناحية أخرى، فإن شركة Stadtwereke التي توزع ترتبط بالإدارات المحلية، وبالمصالح المحلية، وتسهم غالباً في رأس مالها بقوة المجموعات الكبرى. وهي مسؤولة عن توزيع الكهرباء، والغاز الطبيعي، والمياه. وأدى تطور طاقة الرياح على نحو واسع إلى منح الصناعات الألمانية موقعاً متميزاً من

الناحية التقنية في هذا المجال.

٨٣- بريطانيا العظمى

يقول أندريه سيغفرد André Siegfried: "في عام ١٩٠٠م، كانت بريطانيا العظمى كتلة من الفحم، وحكمت العالم "ولكن عصر "ملك الفحم" بدأ بالأفول؛ لأن البحرية البريطانية استبدلت في عام ١٩١١م (بسبب حماس اللورد ونستون شيرشيل) استخدام الفحم من نوع جالوا بالوقود المستورد؛ وذلك بهدف زيادة سرعة البحرية الملكية؛ لتفوق سرعة بحرية العدو. وحل البترول مكان الفحم في بعض الاستخدامات، ومن ثم جاء استخدام الغاز الطبيعي استخداماً تدريجياً، حيث حلّ مكان "غاز المدينة " الذي كان يحصل عليه من الفحم. وكما حدث في فرنسا، تطور قطاع الطاقة البريطاني بدعم من الشركات الحكومية الكبرى التي كانت تحتكر السوق غالباً، مثل: شركة بريتش كول، وشركة بريتش بتروليوم، وشركة بريتش غاز، وشركة (CEGB) للكهرباء. أدى استلام السيدة مارغريت تاتشر للحكم عام ١٩٧٩م إلى حركة تحرير للأسواق، وخصخصة بعض القطاعات. وقلب اكتشاف البترول والغاز في بحر الشمال في بداية السبعينيات من هذا القرن الموازين في قطاع الطاقة، فشجَّع على نمو استخدام الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية على وجه الخصوص. ومنذ بدايات الألفية الثانية، انخفض الإنتاج في بريطانيا، ووجدت المملكة المتحدة نفسها مضطرة إلى استيراد البترول والغاز. والتوجهات الرئيسة للسياسة النفطية (الورقة البيضاء في عام ٢٠٠٧م) هي كما يلي: خفض انبعاث غازات مفعول الدفيئة بنسبة ٦٠٪ من تاريخه وحتى عام ٢٠٥٠م، وتحسين فاعلية الطاقة، والتشجيع على استخدام الطاقة المتجددة، والتقنيات النظيفة، واستخدام الطاقة النووية. وطورت المملكة المتحدة توجهاً دولياً مهماً؛ بهدف مكافحة ظاهرة

الاحتباس الحراري.

٨٤- اليابـان

اعتمـد تطـور اليابـان الاقتصـادي الـذي بدأ منـذ الحـرب العالمية الثانية اعتماداً أساسـاً على الطاقة المسـتوردة (البـترول، والفحم، والغاز الطبيعـي)؛ ذلـك أن اليابـان لا تمتلـك إلا القليـل مـن المـوارد الطبيعية الوطنيـة. ولمواجهة هذا الموقف، خضـعت اليابان لقيـود بيئية كبيرة، حتى أصـبحت ضحية فاضـطرت إلى وضع سياسة خاصـة بالطاقة تعتمد على الأولويـات الاسـتراتيجية، مثـل: (١) تفعيـل قطـاع الطاقة؛ ليصـبح من أفضل القطاعات في العالم. (٢) بناء برنامج نووي متطور جداً، حيث بني ٥٥ مفاعـلاً نوويـاً مـا بـين عامـي ١٩٦٧ و٢٠٠٧م. (٣) اسـتيراد الغـاز الطبيعـي المسـال بكثافة. وعلى الرغم مـن كونه أعلى في السـعر فإنه اقل تلويثًا للبيئة من الفحم. واصطدمت جهود اليابان في خفض انبعاث غازات مفعول الدفيئة بمعارضة قوية عبّر عنها رجال الصناعة.

٨٥- روسيـا

يعدّ قطاع صناعات الطاقة دائماً قطاعاً استراتيجياً للدولة السوفيتية، فقد صـرح لينين أن "الاشتراكية هي السـوفييت مضافاً إليهم الكهرباء". وكانـت صـناعات الطاقة تخضـع دوماً لسـلطة الدولة، وعلـى الرغم من كونهـا متقدمـة تقنيـاً في بعض المجـالات فإنهـا لم تكن فعالـة من حيث المـردود بسـبب إرادة المحافظة على سـعر منخفض. وبعـد تفكك الاتحاد السوفييتي (١٩٩١م)، خُصـخص جزء من الصناعات البترولية لمصلحة بعض الأعضـاء في حكومة القلـة. وفتحت بعض قطاعات الصـناعة أمام الاستثمارات الأجنبية، حيث دخلت شركة بريتش بتروليوم السوق الروسية

باستثمار مبلغ قدره ٧,٥ مليارات دولار مع الشركة الروسية الخاصة "تنك". ودُعي أصحاب رؤوس الأموال إلى تطوير حقول "ساخالين" Sakhalin الموجودة في أقصى الشرق. وتوقفت منذ عام ٢٠٠٣م حركة الانفتاح والخصخصة توقفًا مفاجئاً بإيعاز من فلاديمير بوتن الذي سعى إلى إعادة سلطة الدولة الروسية على قطاع الطاقة. وتعدّ شركة غاز بروم التي تخضع خضوعاً شبه كلي لسلطة الدولة إحدى الشركات التي تمتلك أقوى رؤوس الأموال في الأسواق الدولية.

يسكن هذا البلد نحو ١٤٤مليون نسمة (التوجه نحو الانخفاض)، ويتحكم بأكبر احتياطي للغاز الطبيعي في العالم (حوالي ثلث الاحتياطي العالمي)، ويملك نسبة ١٧ ٪ من الاحتياطي العالمي من الفحم، و٤,٥٪ من احتياطي البترول. وتعدّ روسيا المنتج الثاني للبترول بعد المملكة العربية السعودية. ومن بين الدول الصناعية الكبرى، فإن روسيا هي الوحيدة التي تصدّر البترول. ويذهب أغلب هذه الصادرات إلى دول غرب أوروبا. وتدرس روسيا تنويع صادراتها نحو الشرق (الصين واليابان). وتسعى إلى جذب جزء من إنتاج الهيدروكربون من دول وسط آسيا بتأمين سيطرتها على طرق النقل.

وفيما يتعلق بالاستهلاك الكلي للطاقة الأولية، فإن استهلاك الغاز الطبيعي يشكل ما نسبته ٥٤ ٪، والبترول ١٩٪، والفحم ١٦٪، والطاقة المُولدة من قوة دفع المياه ٦٪، والطاقة النووية ٥٪. ودخول المستثمرين الدوليين إلى السوق الروسية محدود جداً، ويخضع للمتابعة. وتتشارك شركتا توتال، وشركة نورسك هيدرو مع شركة غاز بروم بغية تطوير حقول الغاز الضخمة المسماة "ستوكمان" في سيبيريا. وتتمثل أهم مشكلات قطاع الطاقة في روسيا بعدم كفاية الاستثمارات الواجب توظيفها؛ بهدف تطوير الموارد الطبيعية، وإدارة أنظمة الغاز الوطنية التي تعاني من عدم الفاعلية بسبب أسعار البيع المنخفضة، وذلك مقارنة بأسعار الأسواق الدولية.

٨٦- الصـين

للصـين مكانة خاصـة بين "اللاعبين" الدوليين في الطاقة. ويستهلك الصـيني بالمتوسـط طنـاً واحداً من المكافـئ النفطي في السـنة، في حين يسـتهلك الأوروبي (٤) والأمريكي (٨). ونعلم أن الصين منذ عدة سنوات قد بدأت "بهسـتيريا" التطور الاقتصادي؛ ما أدّى آلياً إلى رفع استهلاك الطاقة اسـتهلاكاً كبـيراً. وإذا امتلك الصـينيون سـيارات مثل نظرائهم الأوروبيين، فإنهم سيستهلكون من البنزين ما يعادل إنتاج الشرق الأوسط، أي: ما يعادل ٣٢ ٪ من الاستهلاك العالمي الحالي. وذلك مستحيل ببساطة. ويشـكل اسـتهلاك الفحم من ناحية أخرى ما نسـبته ٧٠٪ من الاستهلاك الكلي للطاقة. وينتج الفحم في ظل ظروف صعبة (يمكن إحصاء عدة آلاف من الوفيات في كل عام)، وهي تؤدي إلى نسـبة تلوث محليّ، وشامل بنسبة عاليـة. ويصـطدم التطور الصـيني بتدهـور مقلق للبيئـة (نوعية التربة، والماء، والمناخ)، ما يمثل عائقًا أمام النمو. ومن ناحية أخرى، فإن الصـين تسـهم إسـهاماً متصاعداً "بتلويث جيرانها" المباشـرين، وهما: اليابان، وكوريا على وجه الخصوص.

وبمـا أن النمـو الاقتصـادي يبقـى الهـدف الأسـاس للحكومـة، فإن الصـين تسعى وبأقصـى طاقتها إلى اسـتثمار الموارد الوطنية التي تخضع كلهـا تقريباً إلى سـيطرة الدولة، مثل: الفحم (وتملك الصـين ثالث أكبر احتياطـي في العالم بعد الولايات المتحدة وروسـيا)، والطاقـة الهيدروليكية (يمثل سـدّ المضـائق الثلاثة Trois Gorges أكبر طاقـة كهربائية موجودة، ويعادل عشـرين مرة قوة مفاعل نووي)، وبعض مصـادر الهيدروكربون التي تبقى محدودة. ومن جهة أخرى، تسـعى الصـين إلى تطوير طاقة نووية على الرغم من بنائها حوالي عشرين مفاعلاً حتى عام ٢٠٠٣م. إن إسهام الطاقة النووية في بيان الطاقة لديها ارتفعت من ١,٥ إلى ٣، أو ٤٪؛ مما لا يؤدي إلى تغيير كبير في الموقف. ويكمن جوهر مشـكلة الصين في الفحم الصيني الذي

يجب إكماله بالفحم المستورد، وكذلك الاستيراد المتزايد للهيدروكربون.

تصل أكبر نسبة مما تستورده الصين من الطاقة (البترول والغاز والفحم) إلى الشاطئ، حيث تتركز هناك أكبر نسبة للطلب. ويشكل ذلك الموقف بعض الهشاشة؛ لأن ما تستورده من الهيدروكربون يجب أن يمر بمضائق نسبة الخطورة فيها مرتفعة. (هرمز وملقا)، كما أنه من السهولة إغلاق الشواطئ الصينية في حالة توتر عسكري. ويمكن تفسير ذلك بكون الصين تسعى إلى تطوير وسائل الوصول البري المباشر إلى مصادر الطاقة الأرضية، عن طريق: روسيا، وكازاخستان، وتركمانستان، وحتى إيران. وبالإضافة إلى هذه المنافذ نحو الغرب، يمكننا القول: إن الشركات الصينية موجودة في كل مكان، حيث يوجد البترول والغاز في العالم. وتعتمد الشركات الصينية على الدعم الحكومي، وذلك بتقديم عروض مغرية غالباً ما تزعج الشركات الدولية. وكانت هذه هي الاستراتيجية التي اعتمدتها الشركات الأوروبية بعد الحرب العالمية الثانية؛ بهدف التغلب على سطوة الشركات الكبرى.

٨٧- الهند

الهند مثل الصين في طَوْرِ رغبتها في أن تصبح فاعلاً رئيساً على ساحة الطاقة الدولية بسبب نمو الاستهلاك، ومحدودية الموارد التي تملكها. وسيلحق عدد السكان في الهند بعددهم في الصين في عام ٢٠٣٠م بمعدل ١,٤ مليار نسمة. وإن أكثر من ثلثي سكان الهند ما زال يعتمد على الزراعة التي لا تشكل إلا ٢٠٪ من ناتج الدخل الإجمالي. وتزايد النمو الاقتصادي منذ أن بدأت الدولة باتخاذ إجراءات محددة. وتسيطر الشركات الحكومية بقوة على قطاع الطاقة الهندي على عدة مستويات، وبإدارة حكومية يغلب عليها الطابع البيروقراطي. تتكون المحصلة الهندية للطاقة الأولية من الفحم (٣٩٪)، وكتل الطاقة الحيوية (٢٩٪)، والبترول

(٢٤٪)، والغـاز الطبيعي (٥٪). وتفسـر المكانـة المهمة للكتلـة الأحيائية بثقـل قطـاع الريف، وأهمية حطـب التدفئة، وروث الحيوانـات. ويعدّ هذا الاسـتهلاك للكتلة الأحيائية غير فعال كثيراً، بل قد يكون مدمراً للصحة. وتُقـدر مدة جمع حطب التدفئة من سـاعتين إلى سـبع سـاعات في اليوم. وتملك الهند حوالي عشـرة مفاعلات نووية ذات قدرة صغيرة (وتعتمد في تقنياتهـا على النموذج الكندي بالماء الثقيل المسـماة كاندو). ويبنى حالياً مولد بطاقة ٥٠٠ ميغا واط بتصميم هندي. يبرر البرنامج الهندي الطموح بإسـهام الروس، أن الهند تجد نفسها في وضع التبعية المتصاعدة من أجل مواجهة اسـتيراد الطاقة، حيث تستورد ٧٠٪ من احتياجاتها من البترول، ومن المشتقات البترولية، وحوالي ١٢٪ من احتياجها من الفحم، وأصبحت مسـتورداً مهمـاً للغـاز الطبيعـي المسـال. ويواجه قطـاع الطاقـة الهندي مشـكلات جدية تتضـاعف حدتها بفعل النمو، حيث تدعم الأسـعار بقوة؛ لسرقة الكهرباء، وعدم دفع الفواتير، وقد وصل ذلك إلى معدلات مقلقة.

٨٨- البرازيـل

تعـدّ البرازيـل مدرسـة في مجال الطاقـة، حيث إن الطاقـة المتجددة تشـكل ما نسـبته ٤٥٪ من اسـتهلاكها الطاقة الأولية. ويفسـر ذلك بغلبة قطاع الطاقة المولدة من الماء الذي يؤمن ٨٥٪ من إنتاج الكهرباء، وبالتطور القديم للميثانول المنتج اعتماداً على قصـب السـكر. وتعتمد أكثر من ٨٠٪ من السـيارات الجديدة على "الوقود المرن"، ويمكن أن تستهلك البنزين، أو الإيثانول بالقدر نفسـه. وتسيطرعلى صناعة الطاقة البرازيلية شركتان كبيرتان تشـرف عليهمـا الدولة، وهما: بتروبرا التـي تؤمن ٩٥٪ من إنتاج البترول، و ٩٢٪ من عمليات التكرير، وشـركة إلكترو برا التي تسيطر على ٧٥٪ مـن إنتاج الكهرباء. وعلى الرغم من هذه السـيطرة، فإن الشـركات الدولية الخاصـة تنشـط في مجال التنقيب، وإنتاج البـترول (نظام المزاد

العلني للتصـاريح)، وفي عملية توزيع المنتجـات البترولية، والغاز الطبيعي والكهربـاء. وبلغـت البرازيـل مرحلة الاكتفـاء الذاتي في مجـال البترول، ولكنها تستورد الغاز الطبيعي من بوليفيا.

الفصل السادس

التحديات

٨٩- التنمية المستدامة

تكمن القضية الأساسية في هذا القرن في المحافظة على الكرة الأرضية في حالة مقبولة للأجيال القادمة، مع تأمين استمرار التنمية الاقتصادية لأكثر الشعوب والبلدان فقراً. الحاجة الملحة الأولى هي إدراك الجزء الأكبر من السكان النتائج الكارثية التي قد تنجم عن الاحتباس الحراري. ويكرر العلماء منذ عام ٢٠٠٦م على الصعيد العالمي التحذير والدعوة إلى اتخاذ إجراءات إزاء ذلك. ويعتمد النضال ضدّ ظاهرة الاحتباس الحراري من وجهة نظر التنمية المستدامة في الحقيقة على ثلاثة عوامل، هي: العمل، والتكيف، والأسعار.

العمل: ويضم المعاهدات الدولية، مثل: كيوتو، وفترة ما بعد كيوتو، والسياسات المتعلقة بالطاقة على الصعيد الوطني أو الإقليمي. ولأوروبا دور مهم في العملية. ويصطدم العمل بعوائق، حيث يسعى الأثرياء إلى المحافظة على مستوى معيشتهم، ومستوى حياتهم الاستهلاكية، في حين يطمح الفقراء إلى التنمية الاقتصادية. فالمحافظة على الكرة الأرضية عملية ذات تكلفة عالية، والحكومات تتردد في جعل المسؤولين عن هذا التدهور الحاصل يدفعون الثمن.

التكيف: سيكون ضرورياً التكيف مع آثار التغير المناخي؛ لأن التحرك فقط سيكون غير كاف. وسيكون التكيف مؤلماً ومكلفاً لأكثر الفئات هشاشة، وهي في الغالب أكثر الفئات فقراً.

الأسواق والأسعار: ستكون في نهاية الأمر عرضة للتعديل، ولارتفاع أسعار الطاقة، وأسعار غاز ثاني أكسيد الكربون، وستضاف إليهما بدون شك الضرائب. وستنجم عن تلك الزيادات ظاهرة نمو عدم المساواة في الدخل.

سلطت وكالة الطاقة الدولية الضوء على قضية التنمية المستدامة في أحدث تصورات وضعت حول الموضوع. التصور الذي اعتمد مرجعاً (سيناريو التجارة كالمعتاد)، يتصور فيه وضع الطاقة دون تغيير، ومن ثم الوصول إلى عام ٢٠٣٠م بنسبة انبعاث لثاني أكسيد الكربون تبلغ ٤٢ جيجا طن، وذلك مقارنة بالرقم ٢٧ جيجا طن في عام ٢٠٠٥م. وللمحافظة على وضع الكرة الأرضية، وتحديد نسبة الاحتباس الحراري عند درجتين مئويتين، يجب تحديد هدف يتمثل بأفق عام ٢٠٣٠م بنسبة انبعاث تعادل ٢٣ جيجا طن، أي: ما يعادل نصف ما يتوقعه التصور المرجعي للموضوع. هل هذا الهدف واقعي أم جزء من الخيال العلمي؟ من المهم أن نلحظ أن نصف كمية ٤٢ جيجا طن المتوقع انبعاثها في عام ٢٠٣٠م تسببه ثلاث دول هي: الصين (١١ جيجا طن)، والولايات المتحدة(٨)، والهند (٣).

٩٠- العنف

يؤشر مدى الفارق بين الأهداف الواجب تحقيقها في عام ٢٠٣٠م، والواقع إلى العنف المتوقع خلال القرن الحالي. لقد عرضنا في مؤلفنا معارك الطاقة الكبرى. مؤلف وجيز في الاقتصاد العنيف (٢٠٠٤م)، حيث كان تاريخ الطاقة عنيفاً على وجه الخصوص. وكان هذا العنف مادياً، حيث بُدِأ بمناجم الفحم ثم آبار البترول (الفيلم الذي بعنوان: "سيكون هناك دم في عام ٢٠٠٧م")، ثم المفاعلات النووية، والسدود، والحوادث. وهو أيضاً ذو طابع اجتماعي (إضراب عمال المناجم)، وذو طابع جيوسياسي (تَمَلُّك الموارد)، وذو طابع ماليّ (عوائد البترول والفساد).

قصة الطاقة في القرن الحادي والعشرين سيميزها العنف؛ لأنها ستتفاقم نتيجة التناقضات الجديدة والعنيفة. فمن ناحية، سيرتفع عدد سكان العالم المتزايد من ٦,٥ مليار نسمة إلى ٩ مليارات نسمة في عام ٢٠٥٠م، وسيكونون بحاجة كبيرة إلى تنمية اقتصادية، واستقرار. ومن ناحية أخرى، ستكون هناك ندرة في الموارد (الطاقة والمياه)، وستتفاقم الآثار الناجمة عن التغيرات المناخية. وهناك جدلية قوية تتطور، ويمكن أن ينجم عنها عدم مساواة تؤدي إلى الانفجار.

٩١- كيوتو وما بعد كيوتو

إن بروتوكول كيوتو الذي تم التفاوض عليه في اليابان في عام ١٩٩٧م هو أول اتفاق دولي ينجم عن عملية تأمل في الكرة الأرضية، وقد بدأت في ريودي جانيرو في عام ١٩٩٢م؛ وذلك بهدف التشجيع على التنمية المستدامة، وخفض نسبة انبعاث غازات مفعول الدفيئة المسؤول عن ظاهرة الاحتباس الحراري. خَضَعَ وَضْعُ هذا البروتوكول لشروط تتعلق بالتصديق عليها، حيث توجب انتظار مصادقة روسيا؛ ليدخل ذلك البروتوكول حيز التنفيذ في شهر فبراير من عام ٢٠٠٥م. وقد حدّ رفض الولايات المتحدة المسؤولة عن انبعاث ما يقارب ٢٥٪ من غازات مفعول الدفيئة التصديق على هذا البروتوكول من أهميته. ويفرض هذا البروتوكول تخفيض نسبة انبعاث غازات مفعول الدفيئة لتصل إلى ٥,٥٪ للمدة ما بين عامي ٢٠٠٨-٢٠١٢م، وذلك مقارنة بعام ١٩٩٠م. وقد التزمت بلدان الاتحاد الأوروبي بتحقيق نسبة ٨٪. كما التزمت تسع وثلاثون دولة (يطلق عليها لقب بلدان الملحق رقم ١) من بين ١٦٠ دولة صادقت على ذلك البروتوكول بتحديد مستوى الانبعاث، وذلك مقارنة بعام ١٩٩٠م. وتنتهي مدة تطبيق بروتوكول كيوتو في عام ٢٠١٢م. ويمكن التوقيع على معاهدة جديدة حين انعقاد المؤتمر الدولي القادم. ولكن

مؤتمر مدينة كوبنهاجن (٢٠٠٩م) لم يؤد إلى التزام دولي كاف، حتى بعد أن أصبحت الآن الولايات المتحدة والصين والهند أكثر إدراكاً لهذا الأمر.

٩٢- آليات مرونة كيوتو

نجم عن بروتوكول كيوتو آليات تتعلق بالسوق، تتيح توزيع جهود خفض نسبة الانبعاثات التي وافقت عليها بعض الدول من الناحية الجغرافية.

آلية التنمية النظيفة (CDM/MDP): تعتمد على إنشاء مشاريع مناسبة، تهدف إلى مساعدة بلدان الملحق رقم ١ (راجع أعلاه) على تقليل تكلفة خفض نسبة انبعاثات الغازات؛ وذلك بتشجيعها على الاستثمار في بلدان أخرى تكون التكلفة فيها أقل، وهي عموماً بلدان نامية وقعت على اتفاقية كيوتو، ولكنها لم تحدد لنفسها هدف خفض انبعاثات الغازات. وتتيح تلك الاستثمارات للدول المُستثمرة الحصول على اعتمادات مالية؛ لخفض نسبة الانبعاث الخاصة بها. ويُقدر بأن نصف احتياطي الإمكانات الآلية للتطور الخاص يوجد في الصين والهند.

آلية التنفيذ المشترك (OMC): تتيح تلك الآلية لشركات بلدان الملحق رقم ١ الاستثمار في مشاريع خفض نسبة انبعاثات الغازات في بلدان صناعية أخرى؛ لتكون بديلاً عن خفض نسبة الانبعاثات في البلدان الأصلية. وهكذا فإن البلدان التي ترتفع فيها تكلفة خفض نسبة انبعاثات الغاز تستطيع تأدية واجباتها بالاستثمار في بلدان تكون التكلفة فيها أقل. وعلى سبيل المثال هناك مشروع من هذا النوع يتعلق بتحويل مفاعل يعمل بالفحم، ويلوث البيئة كثيراً إلى توليد مشترك أكثر فاعلية، وأقل تلويثاً للبيئة. ويوجد احتياطي هذا النوع على وجه الخصوص في روسيا، وبلدان العبور (الترانزيت)، وهي بلدان أوروبا الشرقية.

٩٣- سياسة الطاقة

تعدّ الطاقة منتجاً استراتيجياً يتطلب تدخلاً قوياً نوعاً ما من السلطات العامة؛ ما يستوجب وضع سياسة خاصة للطاقة. ويتعلق البعد الاستراتيجي في البداية بالتزود بالوقود الذي عدّ سلاحاً في الحرب العالمية الأولى فيما يخص الدبابات، والسفن الحربية، والطائرات، ووسائل المواصلات (ومن ضمنها سيارات الأجرة في محافظة المارن في عام ١٩١٤م). ويزيد بروز الطابع الاستراتيجي على وجه الخصوص حين تستورد هذه المُشتقات. إن تأمين التزود بالطاقة يتعلق اليوم بالبترول، والغاز، والكهرباء أيضاً التي أصبحت جزءاً أساساً من حياة البلدان الغنية التي تنتهج البيئة المؤسساتية، وسياسة العرض والطلب.

البيئة المؤسساتية: وتتعلق بهيكل صناعات الطاقة في بلد ما، وعملها. وعدّت بعض البلدان في الماضي (وما زالت تعدّ) بأن قطاع الطاقة يجب أن يكون تحت إشراف الدولة إشرافاً مباشراً من خلال الشركات الحكومية. أما اليوم، فإن التوجه هو نحو خصخصة مؤسسات قطاع الطاقة، وفي الوقت نفسه المحافظة على الإطار القانوني فيما يتعلق بمشكلات التخزين، ومعايير الأمان، والخدمة العامة، وتعليمات الاحتكار الطبيعي، والضرائب.

سياسة الطلب: أصبحت السيطرة على الطلب اليوم أولوية سياسية للطاقة؛ بهدف زيادة فاعلية الطاقة، وخفض انبعاثات غازات مفعول الدفيئة. والأدوات المستخدمة هي المعايير (البناء، والتجهيزات، والحافلات، والأجهزة المنزلية)، والضرائب، والدعم، والتشجيع. ويجب أن تؤدي الأسعار والتعرفة المطبقة إلى إشارات إيجابية للمستهلك في المجال الاقتصادي.

سياسة العرض: وتهدف إلى الحرص على أمن التزود بالوقود، وتنفيذ الاستثمارات في الوقت المناسب. ويمكن أن تؤدي إلى توجيه خيارات الاستثمار نحو بعض الأنواع المميزة للطاقة، مثل: الطاقة المتجددة،

والطاقة النووية. ففي عالم يتميز بتوجس شكوك عديدة في المستقبل، يمثل التنويع المرغوب فيه لمصادر الطاقة، ومصادر التزود بها أولوية قصوى. وهناك في سياسة العرض بُعد دولي يجب العمل على تعزيزه؛ بهدف تقوية التشريعات الدولية.

٩٤- الخدمة العامة

لقد استخدمت الخدمة الحكومية غالباً حجة في مقاومة التوجه نحو تحرير الأسواق، مع خلط دائم بين الخدمة الحكومية والشركة الحكومية. يُعرف قانون عام ٢٠٠٠م في فرنسا المتعلق "بتحديث الخدمة الحكومية للكهرباء" بقانون الخدمة الحكومية بطريقة عامة إلى حدّ كبير. وعلى إثره وضع نظام ضريبي على أسعار الكهرباء، بكونها خدمة حكومية تهدف إلى: تسهيل تطوير الطاقة المتجددة، والتوليد المشترك للطاقة، والمحافظة على تسويات في مجال التعرفة (السعر نفسه في كل مكان، ومن ضمنها الجُزر)، والأمور المالية، والمساعدات المقدمة إلى الأشخاص ذوي الأوضاع الصعبة. وأولت بريطانيا عناية خاصة بـ"وقود الفقر" الذي يمنح للعائلات التي تخصص أكثر من ١٠٪ من ميزانيتها للتدفئة.

٩٥- قضايا الضرائب

تؤدى الطاقة إلى ثراء كبير، وهي ضرورية جداً للاقتصاد. ومن المهم عدم إهدارها، وخاصة للبلدان التي تعاني من شحّ في الموارد المحلية. وهي بالطبع مجال خصب للضرائب.

تفرض البلدان المنتجة والمستوردة للهيدروكربون ضرائب على الإنتاج، وخاصة على الشركات الأجنبية، مثل: الإتاوات، والضرائب عموماً، والضرائب على الأرباح. ويتيح لها ذلك على الأقل استعادة أجور

المناجم. ومن ناحية أخرى، فإن تلك الدول تعيد توزيع جزء من الدخل على السكان، وذلك بتثبيت أسعار المشتقات النفطية (البنزين، والديزل، وغاز البيوتان، والوقود، والغاز الطبيعي، والكهرباء) بمستوى يقل كثيراً عن مستوى الأسعار الدولية. ويعطي ذلك الدعم مؤشرات سلبية عن الأسواق، ويدفعها نحو التبذير.

البلدان المستوردة للهيدروكربون تقتطع في الغالب عائداً مالياً مهماً على المنتجات النفطية التي تستفيد من السوق الجاذب. وفي البداية، ارتكزت الفكرة على فرض ضريبة على الأثرياء (الذين يملكون سيارة)؛ بهدف تحديد الاستهلاك، ومن ثم خفض الفاتورة النفطية. وفرضت البلدان الأوروبية بعكس الولايات المتحدة ضرائب كبيرة على المشتقات النفطية. وأصبح في فرنسا الجزء العائد للضرائب في سعر بيع البنزين، وذلك بمقدار ٦٧٪. ويمثل مجموع الضرائب النفطية ما نسبته ١٠٪ تقريباً من الدخل الإجمالي للدولة. وفي الوقت الذي أصبحت فيها مسائل البيئة جوهرية جداً، فإن الضرائب المرتفعة تبدو مبررة تبريراً كبيراً.

٩٦- الطاقة والتنمية الاقتصادية

الحصول على الطاقة وخاصة الكهرباء مدخلٌ للتنمية الاقتصادية. ويتوق حوالي ثلاثة مليارات شخص إلى التنمية الاقتصادية. يمرّ رفع مستوى المعيشة لهؤلاء السكان الذين يشهدون نمواً سكانياً كبيراً عبر زيادة استهلاك الطاقة. يثير ذلك الموقف بعض التناقضات. ويمكن أن تؤدي زيادة الطلب على استهلاك الطاقة، وعدم كفاية الاستثمارات إلى ارتفاع الأسعار؛ ما يقود إلى صعوبة الوصول إلى الطاقة، وخاصة للفقراء، حتى ولو كان ذلك الارتفاع يؤدي إلى تقوية القدرة التنافسية للطاقة المتجددة. ومن ناحية أخرى، كيف نستطيع التوفيق بين نمو الاستهلاك مع خفض انبعاثات غازات مفعول الدفيئة؟ ذلك ما يمكن أن نطلق عليه

لقب "معادلة جوهانسبورغ" التي اعتمدت في مؤتمر قمة الأرض في عام ٢٠٠٢م، تحت شعار: مزيد من الطاقة للتنمية الاقتصادية، وقليل من انبعاثات الغازات. ويكمن الحل الوحيد فقط في التحرك المالي الدولي للتمويل، أو على الأقل البدء بتنمية اقتصادية يمكن المحافظة عليها. ويثار في الغالب موضوع فرض ضرائب على الكربون، وأخرى على الشحن، ولكن للأسف مازلنا بعيدين عن إيجاد اتفاق في هذا المجال. ويجب البدء بتنفيذ خطة مارشال الحقيقية للتنمية الاقتصادية المستدامة. وذلك هو الحل الوحيد؛ لتفادي تصاعد العنف. لنتذكر أن خطة مارشال التي طبقها الأمريكيون بعد الحرب العالمية الثانية كانت تهدف إلى "مكافحة الجوع، والفقر، وفقدان الأمل، والفوضى".

٩٧- الاستثمارات

تحدد الوكالة الدولية للطاقة في كل عام قيمة الأموال الواجب استثمارها، بحيث يصبح العرض الدولي للطاقة بمستوى توقعات الطلب المحتسب ضمن إطار سيناريو مرجعي. وهكذا يتوجب ما بين عامي ٢٠٠٥ و ٢٠٣٠م استثمار ٢٠٠٠٠ مليار دولار، توزع على النحو التالي: ١١٠٠٠ ملياراً من أجل إنتاج الكهرباء ونقلها، وتوزيعها، و٤٣٠٠ مليار للصناعات البترولية، و٤٠٠٠ مليار لصناعات الغاز الطبيعي. وتتم هذه الاستثمارات في ظل بيئة تتسم بالمخاطر والقلق. وترتبط المخاطر والقلق بالاضطراب السياسي، وبالنتائج المحتملة للاحتباس الحراري، وبطول مدة الحصول على مردود من الاستثمارات في مجال الطاقة. وإذا لم تكن الاستثمارات كافية، وفي الوقت المناسب، فيمكن أن ينجم عنها زيادة عدم التوازن ما بين العرض والطلب؛ ما قد يؤدي إلى رفع الأسعار، بيد أن ذلك الارتفاع لن ينجم عن نضوب الاحتياطي من الطاقة، وإنما عن عدم كفاية الاستثمارات اللازمة لتحويل الاحتياطي الموجود إلى طاقة إنتاج.

٩٨- التقنيـة

هـل يمكن التوقع بـأن التطور التقني سـيقلب الموازين في مجال الطاقة على الصـعيد الدولي في النصـف الأول مـن هذا القرن ؟ ليس من المتوقع حصـول أي "انقطاع" تقني. ويمكن تطويـر العديد من التقنيات، وإدخالها إدخـالاً أكبر في القنـوات التي تسـلكها الطاقة. وتتجه التوقعـات بداية إلى انخفاض أسـعار إنتاج مواد الطاقة الشمسـية، والطاقة الضـوئية المرتبطة بالتطـور التقنـي، وباقتصـاد متسلسـل، وبنتائـج عمليـة التدريـب. وفيما يتعلـق بمصـبّ قنـوات الطاقة، فـإن اللجوء المنهجـي إلى الطاقـة، وتقنية المعلومـات، والاتصـالات (NTCI)، وتقنيات النانو يمكـن أن يكون لها أثراً مهمـاً جـداً في السـيطرة على الطلـب، والتدفق السـلس للطاقة، وتحسـين فاعليـة الطاقـة تحسـيناً كبـيراً. تلـك هي إشـكالية شـبكات الغـد الذكية (smart grids).

ويتحدث على المدى الطويل عن تقنيات الفحم النظيف، وعن استخراج الكربـون وتخزينـه، وعـن أجيـال جديـدة مـن المفاعـلات النوويـة، وعن الهيدروجين. ويبدو التعاون الدولي ضـرورياً ومهماً في هذا الشأن. وأطلقت العديـد من البرامـج الدولية، مثل: منتـدى تخزين الكربـون، ومنتدى آخر عـن الهيدروجين، ومنتدى ثالث عن الجيل الرابع من الطاقة النووية. وفيما يتعلـق بالطاقة النووية على المدى الطويـل، نجد أنها تجاوزت مرحلة مهمة، وذلك باتخاذ قرار بناء وحدة تجريبية في منطقة "كاداراش" Cadarache، ضمن إطار برنامج (المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي).

٩٩- الشفافيـة

أطلـق طوني بلير في عام ٢٠٠٢م أثناء انعقاد مؤتمر "جوهانسـبورغ" مبادرة للشفافية في مجال "الصـناعات الاستخراجية" (EITI). وتجمع

تلك المبادرة الحكومات والشركات الخاصة والعامة، والمستثمرين، ومنظمات المجتمع المدني. وترتكز الفكرة على جعل المدفوعات التي تدفعها الشركات إلى الحكومات شفافة، وذلك في البلدان التي تعمل بها تلك الشركات (انشر ما تدفع Publish What you pay). وقد التزمت أربع وعشرون دولة، وشركات عديدة بهذا السلوك، ولكن ذلك يبدو صعباً، إذ ينبغي أن يقترن اقتراناً وثيقاً بدعم الأنظمة المالية الدولية.

١٠٠- الأنظمة الدولية

إن عولمة الاقتصاد والطاقة والتغير المناخي بحاجة إلى مزيد من القوانين؛ لتفادي حدوث تفاقم لا يُحتمل؛ لعدم المساواة، والتوتر الاجتماعي، وانفجار حالات من العنف. وتبدو الحاجة إلى التنظيم ملحة في المُدخلات المختلفة من الحياة الاقتصادية الدولية، مثل: *تنظيم التدفق المادي* لانبعاثات غازات مفعول الدفيئة، والتلوث بأنواعه كافة، وأمن الوصول إلى مصادر الطاقة، وانسيابية عمليات الشحن. وكذلك إيجاد *تنظيم قانوني* فيما يتعلق بالحقوق البحرية، وحقوق المكان، وفتح أسواق جديدة (القطب الشمالي)، وإجراءات حماية المواقع المهددة. بالإضافة إلى إيجاد *تنظيم اقتصادي وسياسي*؛ للقضاء على الفقر، وتطوير سبل البحث في المجالات ذات الأولوية، ومكافحة التهديد الناجم عن التغير المناخي. كما أن الحاجة ماسة إلى *تنظيم جنائي*؛ لتحديد المسؤولية، وإيقاع العقوبة على الدول، والأشخاص الذين لا يلتزمون بالقواعد الأخلاقية، ولا بحقوق الإنسان. وكذلك إيجاد *تنظيم يضبط انسياب المال*، إذ يجب زيادة الجهود في مجال الشفافية، وأخلاق التعامل التجاري؛ بهدف مطاردة الأموال غير النظيفة، ومكافحة الفساد، والمراهنة المبالغ فيها؛ لإعادة "الجَنَّات المالية"، ومراكب الترفيه إلى الطريق القويم.

قائمة المصادر والمراجع

AIE, *World Energy Outlook* (volume annuel).

Artus P., Chalmin P., Autume A. d', Chevalier J.-M., Les effets d'un prix du pétrole élevé et volatil. Rapport du Conseil d'Analyse Economique, 2010.

CEE, Livre vert : *Une stratégie européenne pour une énergie sûre, compétitive et durable,* Com., 2006 (106).

Chevalier J.-M., *Les Grandes Batailles de l'énergie. Petit traité d'une économie violente,* Gallimard, « Folio », 2004.

Chevalier J.-M. et Percebois J., *Gaz et électricité : un défi pour l'Europe et pour la France*. Rapport pour le Conseil d'analyse économique, La Documentation française, 2008.

Chevalier J.-M. (sous la direction de) : *Les Nouveaux Défis de l'énergie : climat, économie et géopolitique* Economica 2008.

Chevalier J.-M. Rapport sur la volatilité du prix du pétrole remis à Madame Christine Lagarde le 9 février 2010. Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi, 2010. Disponible en français et en anglais sur le site du ministère.

Clerc D., Chalon C., Magnin G., Vouillot H., *Pour un nouvel urbanisme. La ville au cœur du développement durable*, Yves Michel, 2008.

Favenec J.-P., *Géopolitique de l'énergie, besoins, ressources, échanges mondiaux*, Technip, IFP Publications, 2007.

Stern N., *Stern Review : l'économie du changement climatique.* Version résumée du rapport en français. www.sternreview.org.uk, 2007.

Lestrange (de) C., Alexandre-Paillard C., Zelenko P., *Géopolitique du pétrole : un nouveau marché, de nouveaux risques, des nouveaux mondes*, Éd. Technip, 2005.

Vernier J., *Les Énergies renouvelables,* PUF, « Que sais-je ? », 2007.

المفردات الأساسية

	الصفحة
الحاجات	٧
الوصول إلى الطاقة	٨
التغير المناخي	٩
الاستهلاك	١١
الطلب على الطاقة	١٢
بيانات الطاقة	١٣
النقل	١٥
الصناعة	١٦
البناء	١٧
مضخات الحرارة	١٧
كثافة الطاقة	١٩
فاعلية الطاقة	٢٠
وحدات القياس	٢١
الشبكات	٢٣
الكهرباء	٢٣
توقعات الطاقة	٢٤
مشاهد الطاقة (سيناريوهات)	٢٥
الاحتياطي	٢٧
قنوات الطاقة	٢٨
التكلفة	٣٠
المردود	٣١
التلوث	٣٢

غازات مفعول الدفيئة	٣٤
الكربون	٣٥
البترول	٣٦
الغاز الطبيعي	٣٨
الفحم	٣٩
قطران الرمال والصخر الزيتي	٤١
تكرير البترول	٤١
اليورانيوم	٤٢
الطاقة النووية	٤٣
الطاقات المتجددة	٤٥
الطاقة الشمسية	٤٦
الطاقة المولدة من الماء	٤٨
الطاقة الحرارية الأرضية	٤٩
طاقة الرياح	٥٠
الكتلة الأحيائية	٥٢
الوقود الحيوي	٥٣
الهيدروجين	٥٤
الجغرافيا السياسية للتبادل	٥٥
البلدان المستوردة للهيدروكربون	٥٦
البلدان المصدرة للهيدروكربون	٥٧
الفائض البترولي	٥٨
وَقِع البترول	٥٩
الصناديق السيادية	٦٠
تدفق التبادل	٦١
ميثاق الطاقة	٦٢
عقود الغاز	٦٣
الغاز الطبيعي السائل	٦٤

القومية النفطية ٦٥
التبعية في مجال الطاقة ٦٥
أمن التزود بالوقود ٦٦
الربط ٦٨
التخزين ٦٨
سعر الطاقة ٧١
تحرير أسواق الطاقة ٧١
أسواق البترول وأسعاره ٧٣
الصدمات النفطية ٧٤
أسواق الغاز الطبيعي وأسعاره ٧٦
أسواق الفحم وأسعاره ٧٧
أسواق الكهرباء ٧٨
أسواق تصاريح انبعاث الغازات ٧٩
التعرفة ٨٠
الكارتل ٨٠
الاحتكار الطبيعي ٨١
تنظيم الاحتكار الطبيعي ٨٢
الشركات النفطية ٨٣
الأخوات السبع ٨٤
شركات النفط والغاز ٨٥
إنرون ٨٦
الدولة ٨٧
السلطات المحلية ٨٨
منظمة الدول المصدرة للبترول ٨٩
المنظمات الدولية ٩٠
المملكة العربية السعودية ٩٢
العراق ٩٣

إيران ٩٤
الجزائر ٩٥
الولايات المتحدة ٩٦
كاليفورنيا ٩٧
أوروبا ٩٨
فرنسا ١٠٠
ألمانيا ١٠١
بريطانيا العظمى ١٠٢
اليابان ١٠٣
روسيا ١٠٣
الصين ١٠٥
الهند ١٠٦
البرازيل ١٠٧
التنمية المستدامة ١٠٩
العنف ١١٠
كيوتو وما بعد كيوتو ١١١
آليات مرونة كيوتو ١١٢
سياسة الطاقة ١١٣
الخدمة العامة ١١٤
قضايا الضرائب ١١٤
الطاقة والتنمية الاقتصادية ١١٥
الاستثمارات ١١٦
التقنية ١١٧
الشفافية ١١٧
الأنظمة الدولية ١١٨

الفهـرس

المقدمة	٥
الفصل الأول – **الحاجات**	٧
الفصل الثاني – **الموارد**	٢٧
الفصل الثالث – **التبادل**	٥٥
الفصل الرابع – **الأسواق والأسعار**	٧١
الفصل الخامس – **الفاعلون**	٨٣
الفصل السادس – **التحديات**	١٠٩
قائمة المصادر والمراجع	١١٩
المفردات الأساسية	١٢١

جان–ماري شوفالييه

جـان– مـاري شـوفالييه أسـتاذ في العلـوم الاقتصـادية في جامعـة باريـس– دوفـين، حيـث يديـر فيهـا مركـز الجغرافيـة السياسـية للطاقة والمـواد الأوليـة CGEMP. وهـو أيضـاً مديـر في مركز كامـبردج لأبحاث الطاقة المشـتركة. وعمل أيضـاً في القسم الاقتصـادي لمجموعة إلف أكيتين Elf Aquitaine، وفي قسم الطاقة التابع للبنك الدولي.

يتطلب التأمل في مسائل الطاقة أولاً العكوف على دراسة تاريخ حاجات بنـي البشـر، مثل: الحاجة إلى التدفئـة، والنور، والقـوة الدافعة والحركية. وقـد سـدّت تلك الحاجـات في أيامنا هذه بنسـبة ٨٠٪ بواسـطة ثلاثة أنواع مـن الطاقة الأحفورية غير المتجددة، والملوثة للبيئة، مثل: البترول، والفحم، والغـاز الطبيعي، حيث يؤذي التلوث الناجم عنها ملكية عامة لسـكان الكرة الأرضية كافة ألا وهوالمناخ.

يحـاول هذا المؤلف عبر مئة كلمة في الطاقـة التعريف بأنواع مواردها، وإيضاح القضـايا الاقتصادية، والجغرافية، والسياسـية المرتبطة بالطاقة، بالإضـافـة إلى تحليـل أسـواق الطاقـة. كمـا يحـدد الفاعلـين في المجالـين المؤسسـاتي والاقتصـادي لهـذا القطاع. ويتيـح للقارئ قياس إلى أي مدى يمكن أن تكون إدارة ثنائي (الطاقة والمناخ) مسألة استراتيجية لمستقبلنا.

عن الكتاب:

ينطوي النظر في الطاقة، أولاً وقبل كل شيء على الفكر في مواطن حاجة البشر: الحاجة للتدفئة والحاجة للقوة الدافعة (المحركات) والحاجة للتنقلية. ثمة ثلاثة مصادر طاقة أحفورية كبيرة غير قابلة للتجدد وملوثة تلبي ٨٠٪ من مواطن الحاجة الآنف ذكرها، هي: النفط والفحم والغاز الطبيعي. يهدد التلوث الناجم عن مصادر الطاقة المناخ على الكرة الأرضية. يعرض هذا الكتيب، من خلال مائة مصطلح، مختلف أنواع مصادر الطاقة، كما يوضح القضايا الاقتصادية والجيوسياسية ذات الصلة بالطاقة، ويحلل أسواق الطاقة، فضلاً عن تعيين اللاعبين المؤسسيين والاقتصاديين المؤثرين في هذا القطاع. كما يهدف هذا الكتيب إلى توعية القارئ بمدى أهمية إدارة الثنائي الطاقة/المناخ كمسألة استراتيجية لمستقبلنا.

المؤلف:

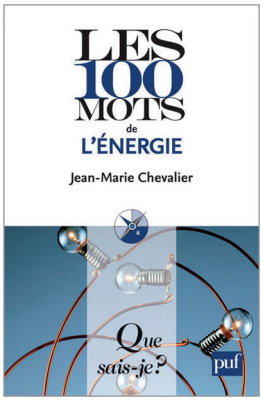
جان ماري شيفالييه

أستاذ العلوم الاقتصادية في جامعة باريس-دوفين، حيث يدير جيوسياسة الطاقة والمواد الأولية. كما يدير رابطة زملاء بحث الطاقة في كامبريدج. عمل في القسم الاقتصادي الخاص بمجموعة إلف أكيتين، وقسم الطاقة في البنك الدولي.

المترجم:

د. أحمد بن إبراهيم الوادي

أستاذ اللغة الفرنسية في كلية اللغات والترجمة بجامعة الملك سعود، له عدد من البحوث والترجمات.



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

تعمل مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية على توفير المعرفة للقارئ العربي. فقامت في هذا الإطار بنشر سلسلة من الكتب والمجلات العلمية وأتاحتها للقراء دون مقابل بصيغتيها الرقمية والورقية. فجميع إصدارات المدينة متاحة على موقعها الإلكتروني ليتمكن المتصفح من تحميلها أو قراءتها على الإنترنت.

هاتف: ٤٨٨٣٤٤٤ ٠١١ - ٤٨٨٣٥٥٥ ٠١١
فاكس: ٤٨٨٣٧٥٦ ٠١١
ص.ب. ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢
المملكة العربية السعودية
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

رقم الوثيقة: 05P0032-BOK-0001-AR01

الموقع الالكتروني: www.kacst.edu.sa
إصدارات المدينة: publications.kacst.edu.sa
البريد الالكتروني: awareness@kacst.edu.sa

مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
رقم: ٣٣٠٧٠٤
ردمك: ٤-٤٦-٨٠٤٩-٦٠٣-٩٧٨