

Distr.: General
12 January 2001
Arabic
Original: English

المجلس الاقتصادي والاجتماعي



لجنة التنمية المستدامة

الدورة التاسعة

٢٧-١٦ نيسان/أبريل ٢٠٠١

حوار الأطراف المتعددة صاحبة المصلحة بشأن الطاقة المستدامة والنقل

مذكرة من الأمين العام

إضافة

ورقة حوار أسهمت بها الأوساط العلمية والتكنولوجية*

المحتويات

الصفحة

٢	دور الأوساط العلمية
٦	الموضوع ١ - تحقيق المساواة في فرص الحصول على طاقة أنظف
١٠	الموضوع ٢ - خيارات إنتاج الطاقة وتوزيعها واستهلاكها
٢٠	الموضوع ٣ - الشراكات بين القطاعين العام والخاص لتحقيق الطاقة المستدامة لأغراض النقل
	الموضوع ٤ - تخطيط النقل المستدام: الاختيارات والنماذج المتعلقة بتصميمات المستوطنات البشرية وبدائل
٢٤	المركبات

* اشترك في إعدادها المجلس الدولي للعلوم والاتحاد العالمي لحفظ الطبيعة؛ والآراء الواردة فيها لا تعبر بالضرورة عن موقف الأمم المتحدة.

دور الأوساط العلمية

١ - تبحث هذه الورقة^(١) أربعة مواضيع رئيسية تتصل بإيجاد تحول عالمي صوب نظم الطاقة والنقل المستدامة. وهي تركز على الجوانب ذات الصلة بالعلوم والتكنولوجيا نظرا لأهميتها. فعلى سبيل المثال، يعزى جانب كبير من اختلاف السيناريوهات المستقبلية في مجال الطاقة إلى الفوارق في المعدل المفترض للتقدم التكنولوجي وطبيعة هذا التقدم.

٢ - والتحول الناجح إلى الاستدامة لا يحتاج إلى المعارف العلمية والتكنولوجية فحسب؛ وإنما يتطلب أيضا أدوات اقتصادية وسياسات عامة سليمة. وقد ظل التقدم صوب الاستدامة محدودا حتى الآن بسبب السياسات غير الملائمة وما يكمن وراءها من خيارات سياسية، أكثر منه بسبب القيود المتصلة بالعلم والتكنولوجيا. وربما تطلبت الاستدامة زيادة كبيرة في التكيف المجتمعي^(٢). ومن الضروري أن تقلل نظم القيمة إلى أدنى حد من التشديد الحالي على المواد والطاقة وتشجع استخدامها بمزيد من الفعالية بغية الأخذ بأنماط استهلاك أكثر استدامة. وباستطاعة العلم والتكنولوجيا المساعدة على تحقيق هذا التحول، ولكن ذلك لن يكون كافيا. فليس هناك "حل تكنولوجي"؛ والعلوم الاجتماعية تؤدي دورا رئيسيا في هذا الصدد.

٣ - وقد سلم جدول أعمال القرن ٢١ بأهمية الأوساط العلمية والتكنولوجية في تحقيق أهداف البيئة والتنمية، ولا سيما من خلال إتاحة المعلومات لمساعدة متخذي القرارات على وضع وانتقاء السياسات المناسبة. وشدد جدول أعمال القرن ٢١ على ضرورة تحسين الاتصال والتعاون بين الأوساط العلمية والتكنولوجية ومتخذي القرارات وعامة الناس. وأُخذت خطوات في هذا الاتجاه في المؤتمر العالمي المعني بالعلوم الذي نظمه المجلس الدولي للعلوم واليونسكو (بودابست، حزيران/يونيه ١٩٩٩) ومؤتمر الأكاديميات العلمية العالمية

(١) يتألف المجلس الدولي للعلوم من ٩٨ من الأعضاء العلميين الوطنيين المتعددي التخصصات (أكاديميات العلوم أو مجالس البحث العلمي) و ٢٦ من الاتحادات العلمية الدولية الوحيدة التخصص، وهو منتدى دولي رئيسي للأوساط العلمية. أما الاتحاد العالمي لحفظ الطبيعة فهو أكبر منظمة في العالم تهتم بحفظ الطبيعة. وتضم، في إطار شراكة عالمية، ٧٦ دولة و ١١ وكالة حكومية و ٧٣٢ منظمة غير حكومية و ٣٦ من المنتسبين وزهاء ١٠ ٠٠٠ من العلماء والخبراء من ١٨١ بلدا. ويجدر التقدم بالشكر للاتحاد العالمي لمنظمات الهندسة والفريق المشترك بين الأكاديميات المعني بالقضايا الدولية على الإسهامات الرئيسية في هذه الورقة. وقد استشارت هذه المنظمات أعضائها سعيا إلى تقديم مجموعة كبيرة من الآراء المستمدة من العلوم الطبيعية والاجتماعية والهندسية والطبية. بيد أن هذه الورقة لا تمثل موقفا رسميا أو بيانا رسميا صادرا عن هذه المنظمات.

(٢) "التحول إلى الاستدامة في القرن الحادي والعشرين: إسهام العلم والتكنولوجيا"، بيان من الأكاديميات العلمية في العالم، أيار/مايو ٢٠٠٠، <http://interacademies.net/intracad/tokyo2000.nsf/all/sustainability>. وانظر أيضا بيان المجلس العلمي الياباني "صوب حل شامل لمشاكل التعليم والبيئة استنادا إلى الاعتراف بالكرامة الإنسانية وقيمة الفرد"، تموز/يوليه ٢٠٠٠.

الذي نظمته الفريق المشترك بين الأكاديميات المعني بالقضايا الدولية (طوكيو، أيار/مايو ٢٠٠٠). واشترك الأوساط العلمية والتكنولوجية للمرة الأولى في عملية لجنة التنمية المستدامة يشكل استجابة أخرى لتلك الولاية.

٤ - وقبل تناول بنود جدول الأعمال المتعلقة بالطاقة والنقل على وجه التحديد، تود الأوساط العلمية والتكنولوجية الدولية توجيه الانتباه إلى عدة قضايا عامة تحتاج لأن تنظر فيها لجنة التنمية المستدامة بعناية وتتخذ إجراءات بشأنها في دورتها التاسعة وغيرها من الدورات.

٥ - وأول ما يبعث على الانشغال هو الاتجاه صوب انخفاض الإنفاق على البحث والتطوير في مجال الطاقة. فمن عام ١٩٨٠ إلى عام ١٩٩٩، سجل في الدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية انخفاض يزيد على ٥٠ في المائة في الإنفاق الحكومي على البحث والتطوير في مجال الطاقة، الذي يشكل الجزء الأكبر من الإنفاق في هذا المجال على الصعيد العالمي (وفي كثير من البلدان، كان الإنفاق الحكومي على جميع أنواع البحث والتطوير الأخرى راكدا أيضا ولكنه لم يتقلص بهذا القدر من الحدة). أما الهبوط في الإنفاق على البحث والتطوير في مجال مصادر الطاقة المتجددة والطاقة النووية فقد تجاوز ذلك الرقم المتوسط^(٣). ويبدو أيضا أن الإنفاق الخاص على البحث والتطوير في مجال الطاقة قد تقلص، ومعظمه يركز على عدد قليل من البلدان (المتقدمة النمو أساسا). وفضلا عن ذلك يبدو أن تركيز البحث والتطوير في مجال الطاقة، الحكومي منه والخاص على حد سواء، تحول من البحث الأساسي الطويل الأجل إلى مشاريع البحث والتطوير الأقل مجازفة والأقصر أجلا. وهذا الأمر يبعث على القلق بشكل خاص ذلك أن تحقيق الالتزامات بالحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتوخاة في بروتوكول كيوتو لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ سيتطلب في الأجل الأطول فتوحات كبيرة في تكنولوجيات الطاقة إذا أريد الوفاء بمتطلبات نمو البلدان النامية. والبحث الأساسي ليس باهظ التكلفة مقارنة بالتدخلات التي تتم في مراحل لاحقة، من قبيل خفض تكلفة التكنولوجيات للحد من تكلفة الوحدة. لذلك فهو يمثل ضمانا زهيدا للتكلفة للمستقبل. ومن المهم عدم النظر من زاوية ضيقة إلى أصناف البحث والتطوير التي ربما تثبت أهميتها بالنسبة للطاقة المستدامة والنقل. فنتائج البحث الأساسي لا تخلو من المفاجآت، وربما تتحقق نتائج مفيدة من مصادر غير متوقعة. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تفضي ميادين من قبيل علوم الغلاف الجوي وتكنولوجيا المعلومات

(٣) الوكالة الدولية للطاقة الذرية، قاعدة بيانات البحث والتطوير في مجال الطاقة <http://data.iea.org/iea/link>

وعلم المواد والتكنولوجيا الإحيائية إلى اكتشافات تعزز الاستدامة في الطاقة والنقل. والاعتماد على السوق فحسب ليس من المحتمل أن يحقق المستوى والنوع المناسبين من البحث والتطوير في مجال الطاقة ذلك أنه من الصعب جدا على فرادى الشركات أن تحيي فوائد نشاط البحث والتطوير الطويل الأجل والمنطوي على قدر كبير من المجازفة، وبالتالي فإن هذا النشاط لن يحظى بالتمويل الكافي^(٤).

٦ - ومن ناحية ثانية تدعو الحاجة إلى جهد هائل لتعزيز القدرة العلمية والتكنولوجية في البلدان النامية والبلدان التي تمر بمرحلة انتقالية. ومن الضروري توافر كتلة حرجية من المهارات العلمية والتقنية والهياكل الأساسية (على سبيل المثال، المختبرات والمعدات والمؤسسات الداعمة) ليتسنى لهذه البلدان استحداث وتكييف وإنتاج التكنولوجيات المناسبة لاحتياجاتها وإدخال تلك التكنولوجيات بفعالية إلى السوق وتوفير الصيانة اللازمة على أساس مستمر.

٧ - وتكمن المسألة الثالثة في أهمية التبادل التام والمفتوح للبيانات والمعلومات العلمية والتكنولوجية بالنسبة للبحث والتعليم. والوصول إلى هذه المواد شرط أساسي لمجابهة تحديات التنمية المستدامة - بما فيها ما يتصل بالطاقة والنقل. وتزايد حاليا المحاولات الرامية إلى تقييد الوصول إلى تلك البيانات والمعلومات أو فرض تكاليف إضافية على ذلك. وفي الوقت الذي تتطور فيه المواقف والسياسات المتعلقة بالملكية الفكرية، يجري التقليل من أهمية الوصول التام والمفتوح للبيانات والمعلومات، إن لم يكن تجاهلها. وهذا الأمر يشكل خطرا شديدا على المساعي العلمية عموما، ومن المحتمل أن تكون له نتائج سلبية بشكل خاص في البلدان النامية والبلدان التي تمر بمرحلة انتقالية.

٨ - وهناك مسألة رابعة تتعلق بأخلاقيات ومسؤولية العلم والأوساط العلمية. فالاستجابات الفعالة لقضايا السياسة العامة في مجال العلوم، بما فيها ما يتصل بالطاقة والنقل تتطلب النزاهة والموضوعية في ممارسة العلم. وقد تم تناول هذا المبدأ في المؤتمر العالمي المعني بالعلوم وفي محافل أخرى، ولكن من الضروري إعادة طرحه وإعادة تأكيده في عملية لجنة التنمية المستدامة.

(٤) التمويل والسياسة العامة ذات الأولوية فيما يتصل ببحوث الطاقة والبيئة، بيان أساسي قدمه هـ. ج. كوتش في الحلقة الدراسية التي نظمتها الوكالة الأوروبية للطاقة الذرية بشأن البحث والتطوير في مجال العلوم والتكنولوجيا، فراسكاتي، إيطاليا، تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٨، <http://www.iea.org/new/speeches/koch/1998/italy.htm>

٩ - وختاماً، لا يزال فهم عامة الناس لقضايا الطاقة والبيئة ضعيفاً. وتدعو الحاجة إلى تثقيف عام بشأن هذه المسائل، موجه إلى كل من عامة الناس والسياسيين وموظفي الخدمة المدنية الذين يضعون السياسات وينفذونها.

١٠ - مقترحات عامة:

(أ) ينبغي للحكومات والمنظمات العلمية والدولية أن تقوم، بالتعاون مع القطاع الخاص وسائر الهيئات، حسب الاقتضاء، بإجراء تقييم دولي لكفاءة وفعالية الإنفاق الحالي العام والخاص على البحث والتطوير في مجال الطاقة والنقل. ويتعين على هذا التقييم أن يوصي بما يلي: تحديد مستوى التمويل اللازم؛ وكيفية تعبئة أي تمويل إضافي يعتبر لازماً من المصادر العامة والخاصة؛ وتحديد أولويات البحوث. وينبغي النظر في إمكانيات شتى منها مقترح الجمعية الملكية بالملكة المتحدة إنشاء مصرف دولي للطاقة تتوافر له موارده الخاصة، ويخصص الأموال استناداً إلى توصيات لجنة دولية مؤلفة من علماء ومهندسين ومتخصصين في الاقتصاد^(٥)؛

(ب) ينبغي للحكومات والمنظمات الدولية والمجموعات الرئيسية وغيرها إجراء استعراض للأنشطة الحالية لبناء القدرات من أجل العلوم في البلدان النامية والبلدان التي تمر بمرحلة انتقالية، (يشمل ذلك العلوم الطبيعية والاجتماعية والهندسية والطبية) واتخاذ الإجراءات التي يوصي بها الاستعراض بهدف تعزيز تلك القدرات وتوسيع نطاقها. ويتعين النظر في إنشاء مراكز إقليمية لتعزيز نشر المعلومات ونقل التكنولوجيا المتعلقة بالطاقة والنقل؛

(ج) ينبغي للحكومات وسائر المنظمات أن تتخذ، حسب الاقتضاء، تدابير لإتاحة الوصول التام والمفتوح للبيانات والمعلومات من أجل البحث والتعليم العلميين، والبيئة والتنمية عموماً ومن أجل الطاقة والنقل بوجه خاص؛

(د) ينبغي للأوساط العلمية أن تقوم، بدعم من الهيئات الأخرى ذات الصلة وبالتعاون معها، بتحليل ورصد الآثار الأخلاقية للعمل العلمي ووسائل تنظيمه وتعزيز فهم الآثار الأخلاقية للمعارف العلمية وتطبيقها وتشجيع المناقشات بشأنها؛ ووضع واعتماد مدونات للأخلاقيات وقواعد السلوك المتصلة بالعلوم والتقيد بتلك المدونات؛

(٥) الجمعية الملكية، "الطاقة النووية: مناخ المستقبل"، لندن، ١٩٩٩.

(هـ) ينبغي للأوساط العلمية أن تضطلع، مع الحكومات والهيئات الأخرى، حسب الاقتضاء، ببرامج نشطة للإعلام والتثقيف بشأن قضايا الطاقة والبيئة في إطار مجالات مسؤولية كل منها، موجهة إلى عامة الناس وإلى واضعي السياسات ومنفذيها.

الموضوع ١ - تحقيق المساواة في فرص الحصول على طاقة أنظف

١١ - **المشكلة** - يعاني نحو بليون شخص، يتركزون بالدرجة الأولى في المناطق الريفية من البلدان النامية، من انعدام فرص الحصول على أشكال عصرية من الطاقة. ويكاد يكون هذا الرقم هو الرقم ذاته الذي سجل في عام ١٩٧٠، إذ أن النمو السكاني في هذه المناطق أبطل أثر الإنجاز المتمثل في إيصال الكهرباء وغيرها من مصادر الطاقة العصرية إلى ما يزيد عن بليون شخص خلال هذه الفترة. ومن شأن عدم توفر الطاقة النظيفة والمريحة أن يؤدي إلى عواقب وخيمة على الصحة ونوعية الحياة والاقتصاد. ويؤدي الاعتماد على أنواع الوقود (غير المعالجة) وطرق الطهي التقليدية إلى انتشار أمراض الجهاز التنفسي على نطاق واسع. فالحاجة إلى حمل الحطب بالأيدي لقطع مسافات أطول فأطول هي أمر مستنفد للوقت، وتسبب في حدوث مشاكل في العضلات والعمود الفقري، وتبعد الأيدي العاملة عن إمكانية استخدامها في مجالات أكثر إنتاجية. ويضاعف ذلك من حدة المشاكل ذات الصلة من قبيل إزالة الغابات وتحت التربة. كما أنه يساعد على استمرار انعدام المساواة بين الجنسين، إذ أن العبء يقع بالدرجة الأولى على كاهل النساء والبنات. ويحد عدم توفر الطاقة في المناطق الريفية بالكميات والأشكال اللازمة لمعالجة المواد الأولية وغير ذلك من التطبيقات الصناعية من قدرات هذه المناطق على تحقيق النمو الاقتصادي. أما النقص الناجم عن فرص العمل الإنتاجية فإنه يدفع بفئات السكان إلى الهجرة نحو المدن، مما يؤدي إلى تفاقم مشاكل التحضر.

١٢ - وعلى أية حال، فإن المناطق الحضرية هي التي ستشهد القسط الأكبر من نمو السكان في البلدان النامية في المستقبل. ولذلك فإن التحدي بالنسبة للمستقبل لا يتمثل فحسب في جذب فقراء المناطق الريفية إلى الاقتصاد الذي يقوم على الطاقة الحديثة؛ بل يتمثل أيضا في تلبية الاحتياجات من الطاقة لأولئك الذين يعيشون في مدن البلدان النامية، أي احتياجات الذين لم تتح لهم بعد فرص الاستفادة من الأشكال الحديثة للطاقة واحتياجات البليون شخص الذين سيليحقون بهم خلال العقود المقبلة على حد سواء. ويشكل هؤلاء وأولئك ما يسمى بمشكلة ٢+٢ بليون: أي تلبية احتياجات الطاقة للذين يعيشون حاليا خارج النظام الحديث، وتوفير ما يلزم للسكان الإضافيين المتوقعين - وجميعهم تقريبا من بلدان الجنوب، ويعيشون في المدن.

١٣ - وإذا لبست الاحتياجات غير الملبأة من الطاقة في بلدان الجنوب بنفس الذي حدث بالنسبة لاحتياجات بلدان الشمال، سيؤدي هذا الأمر إلى حدوث مصاعب بيئية ضخمة على الصعيدين العالمي والمحلي. ولذلك فإنه من المستصوب أن تستخدم أنظف مصادر الطاقة المتاحة التي تتماشى مع الاحتياجات الإنمائية الملحة لتلك البلدان.

١٤ - **الحلول** - رغم أن هذه المشكلة هائلة من حيث عدد الناس والمساحة المتأثرة بها، ولكنها بسيطة من حيث موارد الطاقة اللازمة. فاحتياجات الطهي ليليوي شخص لا ينتفعون بأنواع الوقود الحديثة، على سبيل المثال، تطابق نسبة تقارب ١,٣ في المائة من استهلاك الطاقة التجارية على الصعيد العالمي أو نسبة ٣,٠ في المائة من استهلاك النفط العالمي^(٦). ولا يتوقع أن تسد السوق سوى جزء من هذه الاحتياجات - وسيكون جزءاً أصغر في المناطق الريفية منه في المناطق الحضرية - بسبب تدني دخول السكان المعنيين والتكلفة الباهظة لإقامة الهياكل الأساسية اللازمة. ومن ثم، يلزم أيضاً أن تضطلع الحكومات بتدخلات مصممة على نحو مناسب.

١٥ - ويمكن للتكنولوجيات القائمة، لو أدخلت بصورة فعالة وعلى نطاق أوسع، أن تقطع شوطاً كبيراً صوب حل هذه المشكلة. فالمواقد المطورة التي تستخدم الكتلة الأحيائية، على سبيل المثال، والمستخدمة بالدرجة الأولى للطهي وأيضاً للتدفئة، والتي صنعت وروجت بكثافة منذ ٢٠ عاماً أو نحو ذلك، أفضت إلى حدوث تطورات هامة من حيث الحد من تلوث الهواء داخل المنازل وعلى الصعيد المحلي، ومن حيث يسهل الاستعمال. ويمكن لأنواع الوقود الأحفوري المعتادة، مثل الفحم وغاز الكيروسين وغاز النفط المسيل، أن تقوم بدور أكبر لو أصبحت رخيصة ولو توفرت لها الهياكل الأساسية اللازمة. وتتسم الغازات المشتقة من الكتلة الأحيائية، أي الغازات الأحيائية الناجمة عن فعل الجراثيم في النفايات الحيوانية في غياب الأكسجين، وغاز المولدات الناجمة عن المعالجة الكيميائية لمخلفات المحاصيل، بمزايا أكبر عن الكتلة الأحيائية غير المعالجة، وأصبحت تستخدم بصورة متزايدة لأغراض الطهي في أنحاء عديدة من بلدان الجنوب. أما إمكانات استخدامها على نطاق أوسع، خاصة استخدام غاز المولدات، فهي إمكانات ضخمة. ولا تزال عملية كهربة المناطق الريفية أمراً جوهرياً بالنسبة للزراعة الحديثة وللصناعة الريفية، فضلاً عن كونها ضرورية لإدخال تحسينات على

(٦) تقييم الطاقة العالمية، برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، وإدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية بالأمم المتحدة، ومجلس الطاقة العالمي، نيويورك، ٢٠٠٠، الصفحة ٣٦٩ وتستند ورقة الحوار هذه إلى حد كبير إلى ذلك التقرير الأساسي (المشار إليه فيما بعد باسم "تقييم الطاقة العالمية" الذي أسهمت فيه الأوساط العلمية بمساهمات هامة، ويقدم استعراضاً سليماً وشاملاً لما توصلت إليه المعرفة حتى الآن بشأن موضوع "الطاقة وتحدي الاستدامة").

مستويات المعيشة بالنسبة لسكان المناطق الريفية. وقد أتاح النهج المركزي التقليدي لعملية الكهرباء لـ ٨٠٠ مليون شخص في المناطق الريفية سبل الحصول على الكهرباء في الفترة بين عامي ١٩٧٠ و ١٩٩٠، وكانت نسبة كبيرة منهم في الصين. (وعززت الصين أيضا اللامركزية في إيصال الطاقة، بما في ذلك تنفيذ برنامج كبير للطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الهيدرولية الصغيرة). وبالرغم من أن إنشاء شبكات وطنية للطاقة الكهربائية ليس بالأمر الملائم بالنسبة للمناطق ذات الندرة السكانية الكبيرة وقطاعات السكان الأشد فقرا التي لا يمكنها الاستفادة من هذه الشبكات ستجري مواصلة توسيع نطاقها. وتكتسي الفعالية في إنتاج الكهرباء وتوزيعها واستهلاكها أهمية خاصة بالنسبة للكهرباء التي يجري توفيرها مركزيا.

١٦ - ويحمل الاتجاه نحو اعتماد نظم لا مركزية ("موزعة") لتوليد الكهرباء وتوزيعها - البعض منها جديد والبعض الآخر تقليدي - إمكانيات جديدة للمجتمعات المحلية الريفية. ولا يقتصر هذا الاتجاه على المناطق الريفية أو البلدان النامية. فالتكنولوجيات الأساسية المقصودة هنا هي تكنولوجيات الفلطائيات الضوئية؛ والتوربينات الريحية الصغيرة؛ والطاقة المائية الصغيرة؛ والطاقة الأحيائية من غازات المولدات؛ والتوربينات الصغيرة (أو "الخفيفة") التي تعمل بالغاز؛ والطاقة الحرارية الأرضية؛ والخلايا الوقودية؛ والمحركات الترددية؛ ومجموعات هجينة مما تقدم ذكره. بما يتوافق مع الموارد المتاحة. ويفضي استخدام نظم توليد الكهرباء الموزعة بواسطة شبكات صغيرة تستند إلى هذه الطاقات إلى تجنب التكاليف الباهظة والخسائر التي لا سبيل إلى تفاديها في شبكات التحويل والتوزيع التقليدية، وهي ملائمة بصورة أفضل للمناطق النائية وذات الندرة السكانية. وهي تكنولوجيات نظيفة نسبيا، ومن شأنها تجنب القيام بعمليات صيانة كبيرة، والطلب على وسائل النقل التي تعمل بالوقود، والتلوث بفعل الديزل. وتتمثل إحدى مزاياها الأخرى في أنها تبعث على الإحساس بالملكية وبالإدارة المحليتين وتتيح توزيع رأس المال الخاص. وتنبع طاقاتها الواعدة من التقدم التقني ومن التطورات المؤسسية (إلغاء القيود التنظيمية) التي تيسر تزويد شبكات الطاقة بالكهرباء المولدة محليا^(٧).

١٧ - ولا تزال العقبة الرئيسية التي تحول دون استخدام أوسع لهذه التكنولوجيات تتمثل في كلفتها. فالحصول على الكهرباء لا يفضي بالضرورة إلى استهلاكها؛ ويتعين أن تكون تكلفتها محتملة بالنسبة للدخول المحلية. غير أن هذه التكاليف أصبحت تنقصر. وبالنسبة للمناطق الريفية يمكن أن تكون التكنولوجيات المستدامة أوفر تكلفة من التكنولوجيات

(٧) The electric revolution, The Economist, 3 August 2000

التقليدية بصورة أكبر إذا روعيت التكاليف والخسائر المتجنبة في عمليتي النقل والتوزيع، وإذا أدرجت على نحو مناسب التكاليف البيئية والاجتماعية الخارجية ("العوامل الخارجية" التي لا تحسب حالياً ضمن تكاليف المشاريع). وفي ضوء ارتفاع مستويات الإدراك، فإنه من المنطقي توقع حدوث تخفيضات كبيرة إضافية من حيث التكاليف مع اتساع نطاق انتشار هذه التكنولوجيات، كما كان الشأن بالنسبة مثلاً للهواتف النقالة والحواسيب الشخصية^(٨). وقد تنخفض التكلفة الإجمالية للخلايا الوقودية، التي تتراوح حالياً ما بين ٥ ٠٠٠ و ١٠ ٠٠٠ من دولارات الولايات المتحدة لكل كيلوواط، لتصل إلى ٢٥٠ من دولارات الولايات المتحدة لكل كيلوواط، لتصبح ذات قدرة تنافسية مع توربينات الغاز الحالية^(٩). وإذا توافرت الظروف الصحيحة فإن غاز المولدات موفر بالفعل أكثر من توليد الطاقة عن طريق وقود الديزل المستورد. ومن شأن التعجيل بعمليات البحث والبيان العملي والتطوير وتخفيض سعر الشراء أن يعجل بدوره من عملية خفض التكاليف هذه. وتضم وثيقة تقييم الطاقة العالمية (الصفحة ٣٧٦ من النص الانكليزي) جدولاً مفيداً جداً يعرض لبعض الخيارات التكنولوجية على كل من المدى القريب والمتوسط والبعيد بالنسبة للطاقة الريفية.

١٨ - المقترحات:

(أ) ينبغي للحكومات البلدان النامية، بدعم من المانحين الثنائيين ومتعددي الأطراف ومن الأوساط العلمية والتكنولوجية، أن تشجع على إنشاء أسواق للطاقة ذات قدرة تنافسية ومنظمة على نحو مناسب، لا سيما لفائدة قطاعات السكان المحرومة من سبل الحصول على الطاقة التجارية. وينبغي لسياسات الطاقة أن تقر بالأدوار الهامة التي يتعين أن تقوم بها الأسواق ورؤوس الأموال الخاصة، حيث لا تستجيب قوى السوق للاحتياجات، والتدخلات الحكومية، مثل الإعانات الموجهة أو الحوافز المتعلقة بالأسعار.

(ب) ينبغي للحكومات، أن تقوم، بالتعاون مع شركائها المناسبين، بتقييمات منهجية لمصادر الطاقة المتجددة المتاحة التي يتعين استغلالها، وذلك على أساس أن تقوم بها في كل منطقة على حدة. وينبغي جمع البيانات الموثوقة عن الموارد الشمسية وموارد الأمطار والموارد الريحية وموارد الكتلة الأحيائية وأن تتاح لعموم الناس وذلك من أجل مساعدة المستثمرين على اتخاذ القرارات بشأن مشاريع الطاقة المتجددة.

(٨) N. Nakicenovic et al, eds., Global Energy Perspectives, Cambridge, UK, 1988, p.50

(٩) رسالة من اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا في البلدان النامية، استناداً إلى معلومات وردت من معهد أبحاث الطاقة الكهربائية.

(ج) ينبغي للحكومات البلدان الصناعية، بالتعاون مع المنظمات الأخرى المناسبة، أن تستحدث برامج تعاونية جديدة وأن تعزز البرامج التعاونية القائمة مع شركائها في البلدان النامية والبلدان التي تمر بمرحلة انتقالية بهدف وضع وتنفيذ أنظمة متكاملة قائمة على تكنولوجيات الطاقة المتجددة (بما في ذلك كفاية الطاقة) وعمليات تهجينها مع الطاقة الأحفورية، وتقديم خدمات الطاقة الكاملة للمناطق الحضرية والريفية على حد سواء.

(د) ينبغي للحكومات، ومعها الهيئات العلمية ومؤسسات القطاع الخاص، أن تعزز التعاون الدولي على البحث والتطوير في مجال الطاقة وذلك بشأن تكنولوجيات تحويل طاقة الكتلة الأحيائية في المجال الصناعي، مع التأكيد على التكنولوجيات التي توفر الطاقة الكهربائية مصحوبة بواحد أو أكثر من النواتج الفرعية (الحرارة، وأنواع الوقود السائلة، والمواد الكيميائية، والأغذية/العلف/الألياف).

(هـ) ينبغي للحكومات والمنظمات الدولية أن تقوم، مستعينة بما توفره جميع المصادر ذات الصلة من مدخلات ومشورة بإجراء تقييمات متكاملة لاحتياجات البلدان النامية من الطاقة، وأن تحدد الخيارات من أجل تلبية تلك الاحتياجات، آخذة في الاعتبار ليس فحسب المعايير الاقتصادية الضيقة بل أيضا الاعتبارات الاجتماعية الأعم مثل إيجاد فرص العمل، والجوانب الجنسانية، والآثار الصحية. وينبغي لهذه التقييمات أن توصي بوضع ترتيبات تمويلية وتنظيمية؛ وأن تبين القيود المؤسسية والفرص المتاحة من أجل الإصلاح والابتكار؛ وأن تقترح الاستراتيجيات من أجل إيجاد القدرات المحلية المناسبة لتصميم تكنولوجيات الطاقة الملائمة وتكييفها وتصنيعها ونشرها وتشغيلها وصيانتها. وينبغي إعطاء الأولوية لتوفير الطاقة في المناطق الريفية وذلك من أجل تلبية الاحتياجات الأساسية للسكان وإيجاد فرص العمل والفرص المدرة للدخل، وذلك للتخفيف من حدة الفقر وتحسين نوعية الحياة.

الموضوع ٢ - خيارات إنتاج الطاقة وتوزيعها واستهلاكها

١٩ - المشكلة - لا تلي نظم الطاقة الحالية احتياجات قسط هام من سكان العالم، وغدا القبول بوجود أنماط غير متكافئة لاستخدام الطاقة يتناقض. فاستعمال الفرد الواحد من الطاقة في البلدان الغنية الآن يشكل ثمانية أضعاف استخدامها في البلدان الفقيرة. ولذلك فإن الأنماط الحالية لاستخدام الطاقة لا يمكن لها أن تدوم: فهي تفضي إلى حدوث مشاكل خطيرة لتلوث الهواء داخل المنازل وعلى كل من الصعيد المحلي والإقليمي والعالمي. ويبدو أن أخطر هذه المشاكل وأشدّها تعقيدا هي المستويات العالية لتركز غازات الدفيئة، وبالدرجة الأولى ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وتغير المناخ الملحوظ الذي يُحتمل أنه نتج

عن تلك التركزات العالية. وقد خلص الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ في وقت يعود إلى عام ١٩٩٥ إلى أن "الأدلة الموجودة تشير إلى تأثير بشري واضح على المناخ العالمي". ولا يزال هذا الفريق يشكل آلية مفيدة تجعل للعلم تأثيره على السياسة العامة الدولية المرتبطة بهذا الموضوع.

٢٠ - وهذه الاتجاهات ليست مواتية. فاستمرار الحال على ما هو عليه من شأنه أن يفضي إلى وجود مستويات أكبر بكثير لغاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (يُقدر أنها ستزداد بنسبة ٦٠ في المائة بحلول عام ٢٠٢٠)، بينما ينمو الاقتصاد العالمي وتزيد بلدان الجنوب من مستوى استهلاك الفرد من الطاقة فيها وبالتالي (بالنظر إلى النمو السكاني) بمعدل الاستهلاك من الطاقة. ولا يبدو أنه سيتم اللجوء إلى الحلول السياسية والاقتصادية لتغيير المسار الحالي. وإذا أمكن التوصل إلى نظم جديدة للطاقة، سيلزم وقت طويل للأخذ بها على النطاق المطلوب في ضوء الدوران البطيء للحجم المتاح من رؤوس الأموال. كما ستكون ثمة حاجة إلى مرور وقت إضافي كبير قبل أن تكون لعملية تخفيض انبعاثات الكربون من النظم الجديدة أي آثار على استقرار المناخ.

٢١ - **الحلول** - الآثار البيئية هي نتاج عدد السكان ومستويات الاستهلاك وأنماطه والتكنولوجيا. ومن خلال الجمع بصور مختلفة بين أشكال التكنولوجيا وموارد الطاقة القائمة، يمكن وضع الطاقة العالمية، بمرور الوقت على مسار أكثر استدامة من حيث الإنتاج والاستهلاك. ومع ذلك، فمن غير المحتمل لهذه التكنولوجيات والموارد أن تكون كافية في غياب خطوات تهدف إلى الحد من تزايد سكان العالم وتحقيق الاستقرار في أعدادهم، والانتقال بأنماط الاستهلاك نحو أنماط أقل استهلاكاً للطاقة والمواد^(١٠).

٢٢ - وقد وضعت سيناريوهات كمية تقدر حجم الإنتاج العالمي من الطاقة ومدى استخدامه وفق افتراضات ديمغرافية واقتصادية وتكنولوجية وسياسية عديدة^(١١). وتنبأ السيناريوهات الموضوعية لعملية الانتقال نحو استخدام الطاقة المستدامة بإيجاد نظم للطاقة يتسنى معها تحقيق نمو اقتصادي مطرد إلى جانب أنها تتسم بمزيد من النظافة والفعالية. وإذا ما قورنت نظم الطاقة هذه مع النظم المستعملة حالياً، فإنها ستستخدم قدراً أقل نسبياً من

(١٠) Royal Society, Towards sustainable consumption: A European perspective, London, 2000.

(١١) N. Nakicenovic, op. Cit.; Brown, M., M. Levine, Scenarios of U.S. Carbon Reductions: Potential Impacts of Energy Technologies by 2010 and Beyond, Interlaboratory Working Group on Energy-Efficient and Low Carbon Technologies, Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL 40533 (Berkeley, California 1997); John Holdren, "The Energy-Environment-Development Challenge," presentation made at Conference of the World's Scientific Academies: Transition to Sustainability in the 21st Century, Tokyo, May 2000, op. Cit.

النفط والفحم، ومزيدها من الغاز الطبيعي وأنواع الطاقة المتجددة، ووفق بعض السيناريوهات، ستستخدم الطاقة النووية. ويرد أدناه استعراض للتطورات التكنولوجية التي حدثت في هذه الأنواع من الطاقة.

٢٣ - من المحتمل أن يتزايد استخدام الخلايا الوقودية المستندة إلى غاز الهيدروجين أو أنواع الوقود الغنية بالهيدروجين مثل غاز الميثان أو الميثانول، بل وينبغي تعزيز هذا الاستخدام. وعلى غرار الكهرباء، فإن غاز الهيدروجين أثناء استخدام هذه الخلايا تكاد لا تتولد عنه أي انبعاثات للمواد الملوثة وثاني أكسيد الكربون. وبالإضافة إلى هذه المزية الجوهرية، يمكن استخدام الخلايا الوقودية في أنواع الطاقة الثابتة وفي مجال النقل على حد سواء. ومن المستصوب على المدى الطويل أن يُنتج غاز الهيدروجين من خلال تحليل الماء بالكهرباء عن طريق استخدام أنواع الطاقة المتجددة. وريثما تصبح هذه العملية قليلة التكاليف، فإنه من الممكن إنتاج الهيدروجين باستخدام الغاز الطبيعي أو غيره من أنواع الوقود الأحفوري، وبالإمكان إجراء ذلك بصورة نظيفة إذا ما أزيل ثاني أكسيد الكربون المرتبط به وتم عزله. كما يمكن إنتاجه عن طريق التحليل بالكهرباء باستخدام الكهرباء المولدة بالطاقة النووية.

٢٤ - ومن الضروري وضع سياسات مناسبة تهيئ عن استخدام أنواع الطاقة غير المستدامة وتشجع على استخدام أنواع الطاقة المستدامة. وهي تشمل إلغاء الإعانات الممنوحة لاستخدام الوقود الأحفوري؛ وتسعير جميع خيارات الطاقة على أساس التكلفة الكاملة (مع مراعاة العوامل الخارجية)؛ والاستخدام الهادف والحصيف للتدابير الضريبية والإعانات بغية تشجيع أنماط لاستخدام الطاقة تتسم بقدر أكبر من الاستدامة؛ وتوفير دعم مالي أقوى في مجال البحوث والبيان العملي والتطوير فيما يتعلق بخيارات الطاقة النظيفة.

٢٥ - ويرى "أفضل سيناريو" إمكانية أن يأتي وقت فيما بين عامي ١٩٩٠ و ٢١٠٠ يتضاعف فيه الاستخدام العالمي للطاقة؛ وتخفيض فيه انبعاثات الكربون الأحفوري بأكثر من النصف؛ ويتساوى فيه نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي مع استخدام الفرد من الطاقة وذلك فيما بين البلدان الصناعية والبلدان النامية. وفي البلدان الصناعية، من المتوقع أن يتضاعف نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي أكثر من ثلاث مرات خلال هذه الفترة، بينما ينخفض استخدام الفرد من الطاقة بأكثر من النصف. أما في البلدان النامية، فإن نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي سيتضاعف ٢٥ مرة بينما يتضاعف استخدام الفرد من الطاقة بنحو ثلاث مرات^(١٢).

(١٢) Holdren، المرجع نفسه.

خيارات المصادر الثابتة من الطاقة

٢٦ - الوقود الأحفوري - لا يزال الوقود الأحفوري يمد العالم بنحو ٨٠ في المائة من الطاقة الأولية. وسوف يظل يمثل الحصة الرئيسية من إنتاج الطاقة على مدى عقود قادمة حتى لو تم الترويج لمصادر الطاقة المتجددة بشكل حثيث. ولذا فإن من الضروري استغلال جميع الفرص التي تجعل من استهلاك الوقود الأحفوري استهلاكاً أنظف وأقل استخداماً للكربون. وهناك ثلاثة اتجاهات تهيمن على استخدام الوقود الأحفوري حالياً هي '١' أن توليد الكهرباء قد أصبح أكثر كفاءة (٥٥ في المائة للتوربين الغازي المتعدد الدورات وأكثر من ٦٠ في المائة للتوليد المشترك بالمقارنة إلى نسبة تتراوح بين ٣٥ إلى ٤٠ في المائة للمفاعلات التي تعمل بالقدرة البخارية التقليدية)؛ '٢' وأصبح توليد الطاقة أكثر نظافة ولا سيما كنتيجة لتنفيذ الضوابط البيئية مثل معالجة غاز المداخن وتكنولوجيا نزع الكبريت؛ '٣' هنالك اتجاه إلى إزالة الكربون وهو يعزى إلى حد كبير إلى التحول من استعمال الفحم إلى الغاز الطبيعي في توليد الطاقة^(١٣). وتأمل الأوساط العلمية والتكنولوجية في إمكانية التوفيق بين نظم الطاقة الأحفورية وبين عالم مليء بانبعاثات غاز الدفيئة المحصورة بدرجة حادة^(١٤). وتشمل إمكانيات تحقيق ذلك ما يلي:

- (أ) تحقيق مكاسب أكبر في نقل الطاقة وفي الكفاءة في الاستخدام النهائي؛
- (ب) الاستمرار في التحول من الفحم والنفط إلى الغاز الطبيعي حيث تقل نسبة توليد الكربون بمعدل ٥٠ في المائة لإنتاج كيلوواط الساعة من الطاقة وهو ما يتوفر بكثرة ولا سيما في شكل غير تقليدي (أي شبكات الهيدرات في قاع البحار)؛
- (ج) الحد من اشتعال الغاز الطبيعي؛
- (د) زيادة كفاءة تكنولوجيات التحويل بالهواء إلى تكنولوجيات التغويز المتكاملة المتنوعة الدورات للطاقة والحرارة وتكنولوجيات التوليد المشترك؛
- (هـ) تنحية ثاني أكسيد الكربون المتولد من الوقود الكربوني في أعماق البحار وفي التكوينات الجيولوجية مثل المستودعات الهيدروكربونية رغم أن هذه التكنولوجيات لا تزال تحتاج لإجراء بحوث كثيرة تشمل أثرها البيئي على إيكولوجيا المحيطات؛

(١٣) الجمعية الملكية، المرجع نفسه ص ١١٢.

(١٤) R.H. socolow, ed. "Fuels Decarbonization and Carbon Sequestration: Report of a Workshop by the Members of the Report Committee". Center for Energy and Environmental Studies Report No. 32, Princeton University, 1997. [http:// www.princeton.edu/~ceesdoe](http://www.princeton.edu/~ceesdoe).

(و) احتجاز الميثان من مناجم الفحم والذي يمكنه أن يزيد في بلدان مثل الصين والهند على سبيل المثال من إمدادات الطاقة النظيفة مع الحد من انبعاثات غازات الدفيئة. وتفضي حرائق الفحم الجوفية بفعل الإنسان في هذين البلدين إلى انتشار الانبعاثات من ثاني أكسيد الكربون بكميات كبيرة وهنالك الكثير الذي يمكن عمله للسيطرة عليها وإطفائها.

٢٧- يتعلق كثير من هذه البنود بالغاز الطبيعي الذي يرجح أن تزداد أهميته النسبية كمصدر للطاقة الأولية على مدى عقود كثيرة. ويمكن فعل الكثير من خلال مجال البحث والبيان العملي والتطوير لتوسيع نطاق هذا المصدر واستخدامه بطريقة أكثر كفاءة ونظافة^(١٥).

٢٨- **الطاقة النووية** - بالرغم من جاذبية الطاقة النووية من وجهة النظر المتمثلة في خفض مستوى غازات الدفيئة فلم تزد حصتها في حجم الطاقة الأولية مثلما كان متوقعا. وفضلا عن ذلك فإن حصتها الحالية سوف تنخفض على مدى العقد أو العقدين القادمين نظرا لأن المفاعلات الحالية سوف يتم تعطيلها في وقت أسرع من البدء في تشغيل المفاعلات الجديدة. ومثار الاهتمام هنا هو ارتفاع التكلفة والقلق بشأن السلامة والتخلص من النفايات وتعطيل المفاعلات وانتشار الأسلحة وانعدام الخبرة الفنية اللازمة لصيانة المفاعلات وسلامتها. ويعتبر سجل سلامة المفاعلات التي تعمل بالمياه العادية وتمثل نسبة ٨٠ في المائة من مفاعلات توليد الطاقة في العالم سجلا جيدا مثل سجل المفاعل الكندي العامل بالديوتريوم - اليورانيوم. وفضلا عن ذلك فقد حدثت تطورات مهمة في التصميم الهندسي الأساسي لمفاعلات الطاقة الجديدة بإدخال تحسينات على المفاعلات القديمة وعلى الممارسة العملية والإجراءات والتدريب. وفي حين أن تصميمات المعامل الأساسية لم تتغير كثيرا فإن هناك العديد من المفاهيم والتصميمات الجديدة للمعامل التي يجري فحصها وتطويرها في الوقت الحالي وهي تختلف بشكل جذري عن تلك المستخدمة حتى الآن ويمكن أن تتوفر لها متطلبات السلامة بشكل كبير بإدخال ملامح للسلامة السلبية. وهي تشمل مفاعلات الهليوم التي تعمل بالحرارة العالية والمفاعلات المتطورة التي تعمل بالمياه العادية والمفاعلات السريعة التي تعمل بالمسارح أو مضخم الطاقة. وتعمل فرنسا واليابان حاليا على إعادة معالجة الوقود النووي المستهلك من أجل استخدامه من جديد في المفاعلات. وتمثل إعادة المعالجة عملية مكلفة ويتولد منها البلوتونيوم الذي يشكل أكبر المخاطر في الانتشار. وتبرز الحاجة إلى إجراء بحوث لإيجاد معالجة أكثر أمانا واقتصادا ومقاومة للانتشار في مجال الوقود النووي. أما

(١٥) Communication from the International Union of Geological Sciences. See also N. Nakicenovic et. al., (١٩٩٠) *Global Natural Gas Perspectives*, International Institute for Applied Systems Analysis and International Gas Union, 2000.

التخلص من النفايات فيمثل أكثر القضايا إشكالية في مجال الطاقة النووية. وقد أدت التحسينات في مجال السلامة والتخلص من النفايات حتى الآن إلى زيادة القبول العام للخيار النووي إلا أن الرأي العلمي لا يزال منشقا بشأن الموضوع. وأخيرا هنالك الاندماج النووي الذي يجري البحث بشأنه بمعدل بليون دولار في السنة. وإذا أثبت جدواه فيمكنه توفير الطاقة الكهربائية على نطاق واسع ولن تصحبه سوى مشاكل بسيطة في مجال إدارة النفايات المشعة. وفي الوقت الذي يتضح فيه أن من المؤكد تقريبا إمكانية بناء آلة تنتج من الطاقة أكثر مما تستهلك فلا يزال هناك الكثير من المشاكل التي ينبغي التغلب عليها قبل تحقيق ذلك. ولا يبدو أن الاندماج النووي سيقدم مساهمة كبيرة في تلبية احتياجات العالم من الطاقة قبل انقضاء النصف الثاني على الأقل من القرن الحادي والعشرين^(١٦).

٢٩ - **المصادر المتجددة** - تتصور جميع الخطط المتعلقة بتحقيق الاستدامة في استخدام الطاقة تحقيق زيادة كبيرة في حصة الطاقة الأولية المولدة من المصادر المتجددة مثل المصادر الحرارية الأرضية والرياح والطاقة الشمسية والكتل الإحيائية والمائية والبحرية. ويمكن أيضا اعتبار الكفاءة في الطاقة تكنولوجيا متجددة. وتمت مناقشة الكتل الإحيائية أعلاه كطاقة ريفية. كما يمكن للمخلفات الزراعية والحراجية والمحاصيل الجديدة التي تزرع أساسا لإنتاج الطاقة أن توفر مصدرا للطاقة على المستوى الصناعي لتوليد الكهرباء واستخدامها في النقل وفي استخدامات أخرى. وتتوفر الطاقة البحرية بكثرة ويمكن استغلالها بطرق متعددة كالحواجز والأمواج المدية والتيارات البحرية/المدية وتحويل الطاقة الحرارية في البحار. وإذا تيسر استغلالها اقتصاديا فيمكن أن توفر كميات ضخمة من الكهرباء النظيفة. ولكنها تثير بعض التحديات الهندسية الكبيرة ولذلك تبدو التوقعات منها محدودة على المدى القصير. بيد أن هذه التكنولوجيات المختلفة تمر بمراحل أولية من التطوير ويمكن أن يساعد البحث والبيان العملي والتطوير في تغيير ذلك التقييم.

٣٠ - وتوفر بعض المصادر المتجددة إمكانية لتوليد الكهرباء المتقطعة، على سبيل المثال الطاقة الشمسية عند شروق الشمس وطاقة الرياح عند هبوب الرياح. وتطرح هذه المصادر مشكلة تخزين الطاقة. وتشمل إمكانيات التخزين البطاريات والهواء المضغوط. وتتمثل طريقة جذابة أخرى في استخدام الطاقة المتقطعة في إنتاج الهيدروجين عن طريق التحليل الكهربائي. وتكون التكاليف مرتفعة في الوقت الحالي ولكن المزايا كبيرة إلى حد يجعلها جذيرة بالأولوية في البحث.

(١٦) الجمعية الملكية والأكاديمية الملكية للهندسة، "الطاقة النووية: مناخ المستقبل"، ١٩٩٩.

٣١ - وبالرغم من أن المصادر المتجددة لا تخلو من آثار بيئية فإنها أنظف وأكثر استدامة إلى حد كبير من الوقود الأحفوري. وربما تعود بفوائد إضافية مثل توفير النقد الأجنبي وتوليد فرص العمل وإدراج الدخل على الصعيد المحلي. وفي عام ١٩٩٨ أتت نسبة ١٤ في المائة فقط من الاستهلاك العالمي من الطاقة من تلك المصادر وكان ثلثان منها تقريبا من الكتل الإحيائية التقليدية (أساسا من الحطب المستخدم في الطهي والتدفئة). (التقييم العالمي للطاقة) وهكذا تمثل مصادر الطاقة المتجددة الحديثة نسبة ٥ في المائة فقط ويعتبر نصفها تقريبا من الطاقة المائية التقليدية بالرغم من الزيادة الكبيرة في استخدامها حاليا. وتعتبر الإمكانيات كبيرة لزيادة استخدامها. وتتوقع الخطط أن تتراوح حصة المصادر المتجددة في النصف الثاني من هذا القرن بين ٢٠ و ٥٠ في المائة من حجم الطاقة الأولية (يدعو التشريع الألماني المتعلق بتغير المناخ إلى تحقيق نسبة ٥٠ في المائة منها بحلول عام ٢٠٢٠). ومعظم العلوم المتعلقة بالمصادر المتجددة مفهومة بشكل عام. وتم إحراز تقدم كبير في السنوات الأخيرة في تطوير تقنيات الإنتاج وإقامة الأسواق. لكن التكاليف لم تصبح منافسة بعد في غير الأسواق الملائمة ولكن عندما يتم استخدام هذه التكنولوجيات على نطاق واسع فإن وفورات الحجم وتزايد مستوى المعرفة سوف يؤديان إلى خفض التكاليف بقدر أكبر كما هي الحال مع جميع التكنولوجيات الجديدة.

٣٢ - **الطاقة المائية** - يمكن استخدام هذا المصدر الراسخ من الطاقة على نطاق أوسع. وطبقا للتقييم العالمي للطاقة فإن ثلث الإمكانيات ذات الجدوى الاقتصادية فقط هو الذي يستخدم حاليا. ويوجد معظم الإمكانيات المتبقية في البلدان النامية. كما أن أغلبية الإنتاج الحالي تأتي من المعامل الكهرمائية الكبيرة. ولا تنتج المعامل الكهرمائية الصغيرة سوى نسبة ٣,٥ في المائة إلا أن حصتها قد تزيد بسبب الاتجاه لتحقيق اللامركزية في الشبكات الكهربائية. وكان تطوير المصادر المائية محدودا في السنوات الأخيرة بسبب الشواغل البيئية والاجتماعية المرتبطة بأنواع معينة من المشاريع، ولا سيما من السدود الضخمة. وفي كثير من الحالات لم يحقق إنشاء السدود الضخمة الفوائد المرجوة وإنما كانت له آثار اجتماعية وبيئية سلبية كبيرة في أغلب الأحيان. وغالبا ما تكون (الآثار البيئية محلية على الأكثر بالرغم من أن انبعاث الهيدروجين بكميات ضخمة في البلدان المدارية التي توجد فيها مستنقعات ضحلة يتسبب في انبعاث كميات ضخمة من ثاني أكسيد الكربون نتيجة لتآكل النبات). وقد استعرض التقرير الأخير للجنة العالمية المعنية بالسدود هذه المناقشة على نحو مستفيض وموضوعي. وهو يوصي بالاستفادة من الفرص بمضاعفة الفوائد العائدة من السدود الموجودة

وبضرورة إجراء تقييم مستفيض للبدائل المتاحة في حالة النظر في تنفيذ مشاريع لسدود جديدة^(١٧).

٣٣ - **الرياح** - زاد في السنوات الأخيرة استخدام الطاقة التوربينية الهوائية الموصولة بالشبكة على نطاق العالم زيادة كبيرة ويتوقع لهذا النمو أن يتواصل. وأصبحت التوربينات الهوائية أكبر حجما وزاد قطر الدوار بفضل المواد المتطورة. والإمكانيات التقنية النهائية للطاقة الهوائية إمكانيات عالية للغاية تتراوح بين ٢ إلى ٦ تيراواط أو بين خمس ونصف الاستهلاك العالمي الحالي من الطاقة. وتتوقف التكلفة بدرجة كبيرة على سرعة الهواء ولذلك فإن مناطق قليلة نسبيا هي التي تتميز بالجدوى الاقتصادية. وفضلا عن ذلك تبرز الحاجة للمزيد من أنشطة البحث والبيان العملي والتطوير فيما يتعلق بتكنولوجيات التخزين لمضاهاة الأحمال للتقلبات في كثافة الهواء.

٣٤ - **الطاقة الحرارية الأرضية** - يمكن استخدام الطاقة الحرارية الأرضية من أجل التدفئة وتوليد الطاقة. ويتم في الوقت الحالي إنتاج نحو ٨ ٠٠٠ ميغاوات من الكهرباء من الطاقة الحرارية الأرضية على نطاق العالم يأتي معظمها من الأمريكتين ومن آسيا. ويتم إنتاج ١٥ ٠٠٠ ميغاوات من الطاقة الحرارية تقريبا بغرض التدفئة كما يستهلك نسبة ٤٠ في المائة منها تقريبا في أوروبا. وبفضل التكنولوجيا الحالية المتعلقة باستعادة واستخدام الكهرباء يمكن زيادة إنتاج الكهرباء من الطاقة الحرارية إلى سبعة أضعاف كما أنه وبفضل التكنولوجيات المتطورة للحفر وتعزيز الإنفاذية، يمكن زيادة الإنتاج إلى ١٢ ضعفا. وتساهم الطاقة الحرارية الأرضية بالفعل مساهمة كبيرة في رصيد الطاقة في عدد من البلدان النامية وهي الفلبين والسلفادور ونيكاراغوا وكوستاريكا وكينيا وإندونيسيا. ومن شأن التوسع في استخدامها أن يساعد في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بقدر كبير بالمقارنة إلى توليد الطاقة من إشعال الوقود الأحفوري. بيد أن الغازات الضارة التي تحتوي عليها السوائل الحرارية الأرضية تشكل قضية بيئية وقد يمكن أحيانا إزالتها أو إعادة حقنها في الحفر بتكلفة موفرة. ويتمثل أحد التطورات الكبيرة مؤخرا في تطوير مضخات للحرارة من المصادر الأرضية. فهي تستخدم الأرض كمصدر حراري من أجل التدفئة وخزانا للتبريد حسب فصول السنة. ويمكن استخدامها في أي مكان وهي لا تعتمد على وجود مياه أو بخار حراري تحت الأرض. وقد استخدمت على نطاق واسع في كل من سويسرا وألمانيا والولايات المتحدة كما استخدمت مؤخرا في استراليا. ويعتبر ذلك شكلا من أشكال الكفاية في استخدام الطاقة يصلح لتدفئة وتبريد الأماكن ويزداد استخدامه على نطاق سريع.

(١٧) السدود والتنمية: إطار عملي جديد لصنع القرار <http://www.damsreport.org>.

٣٥ - **الطاقة الشمسية** - تتوفر إمكانيات ضخمة لجميع تكنولوجيات استعادة الطاقة الشمسية والفولطاضوئية والطاقة الحرارية الشمسية والطاقة الشمسية المنخفضة الحرارة. وقد تمت في السابق ملاحظة الطاقة الفولطاضوئية التي تعتبر الأعلى تكلفة من الأنواع الثلاثة في الوقت الحالي فيما يتعلق باستخدامها في المناطق الريفية المعزولة. وتتوقف إمكانية استخدامها على نطاق واسع على التكلفة ولكن هنالك دليلاً متزايداً على أنها ستصبح مصدراً منافساً في مجال الطاقة الموزعة والموصولة بالشبكة في مدى عقد واحد. وربما تنخفض التكاليف الرأسمالية في السنوات القليلة القادمة من ٦٠٠٠ دولار إلى ٣٠٠٠ دولار للكيلوواط الواحد وعندها ستصبح هنالك أسواق كبيرة ودون حاجة إلى تعزيز الشبكة في كل من البلدان الصناعية والنامية وتصبح فيها نظم الطاقة الفولطاضوئية الموصولة بالشبكة أكثر قدرة على المنافسة^(٨). وقد يزداد أيضاً استخدام الطاقة الحرارية الشمسية. وتتسم التكنولوجيات الحرارية بزيادة إمكانية إدماجها مع مفاعلات الوقود الأحفوري الحالية ويمكن بالتالي تطويرها بقدر كبير من المرونة. ويعتبر ذلك خياراً مرغوباً فيه لتلبية الاحتياجات المتزايدة من الطاقة لسكان المناطق الحضرية في البلدان النامية. ويمكن استخدام تكنولوجيات مجمع الطاقة الشمسية المنخفضة الحرارة التي تثبت جدواها على نطاق واسع لا سيما من أجل تسخين المياه وتدفئة وتبريد الأماكن. ولا تتوفر لها سوى إمكانيات محدودة من أجل الطهي.

٣٦ - **كفاءة الطاقة** - يعترف بتدابير الكفاءة عموماً بوصفها أفضل وسيلة لخفض التكاليف والحد من التلوث في نظم توليد الكهرباء الحالية. ويمكن تحقيق فوائد الكفاءة في توليد الكهرباء ولا سيما باستخدام التوليد المشترك للحرارة والطاقة بحيث يمكن زيادة نسبة الكفاءة من ٣٠ في المائة وهي النسبة المعيارية الحالية إلى نحو ٦٠ في المائة في نظم النقل والتوزيع وذلك بتحديثها واتباع نظم صيانة صارمة في الاستخدامات النهائية باستعمال الأجهزة والإضاءة والمحركات الفعالة وما إلى ذلك. وهنالك تكنولوجيات أثبتت جدواها لجميع هذه التدابير. وغالباً ما تكون التحسينات المتعلقة بالكفاءة مفيدة. كما أن فترات استرداد رأس المال فيما يتعلق بالإنفاق على الاستثمار الأولي اللازم غالباً ما تكون قصيرة للغاية، وتقل في بعض الأحيان عن سنة واحدة. ويمكن تعزيز تدابير الكفاءة في الاستخدام النهائي بوضع معايير تشريعية وتقديم الحوافز وتنفيذ برامج إعلامية. كما يتعين وضع الآليات لتشجيع الاستثمار في مجال كفاءة الطاقة مع توجيه اهتمام خاص إلى البلدان النامية. وبالطبع

(٨) Renewable Energy Consulting Services, *The Present and Future Prospects of PV-Based Network Generation: Can an Assured Large Market Bring PV System Costs Down to \$3,000 per Installed Kilowatt?*
Evaluation carried out for Environmental Projects Unit, International Finance Corporation (1 March 1999)

لا يمكن تحقيق ذلك دون الاستثمار الأولي في مجال التدريب وبناء المؤسسات. وسوف يتطلب ذلك إحداث تغيير جذري في نهج استمرار الحال على ما هو عليه المتبع الآن والتحول إلى الاستثمار في مجال الطاقة.

٣٧ - المقترحات^(١٩)

(أ) يتعين أن تشجع الحكومات إدخال التكنولوجيات السليمة بيئياً في مجال الطاقة إلى الأسواق وذلك بإزالة الفوارق في الأسعار وإزالة المعوقات التنظيمية وتشجيع المنافسة وإزالة الحواجز على كفاءة الطاقة مما يشجع بالتالي تدفق رأس المال إلى الطاقة واستخدامها بشكل فعال ونظيف؛

(ب) ينبغي أن تساعد السياسات العامة لتسعير الطاقة في إدخال التكاليف الاجتماعية والبيئية الخارجية لخيارات الطاقة ضمن آليات عملية متفق عليها. كما يتعين إلغاء الدعم المقدم لاستخدام الوقود الأحفوري. وتعتبر هذه التدابير ضرورية إذا أريد تعزيز الاستدامة ويجب أن توجه ذلك قوى السوق؛

(ج) يتعين أن تشجع الحكومات والعناصر الفعالة الملائمة استخدام الهيدروجين كوقود وذلك من خلال البحث والبيان العملي والتطوير بشأن التكنولوجيات الهادفة إلى خفض تكاليف إنتاج الهيدروجين من المخزونات الكربونية مع تسهيل استعادة المنتجات الفرعية لثاني أكسيد الكربون بغرض التخلص النهائي منها. كما يتعين أن تتعاون الحكومات والأوساط العلمية والتكنولوجية على الصعيد الدولي من أجل تحديد ووضع نظم متكاملة واعدة لإنتاج واستخدام الهيدروجين من المصادر الأحفورية مع تنحية ثاني أكسيد الكربون المعزول، ومن المصادر المتجددة؛

(د) ينبغي تعزيز البحوث في مجال تنحية ثاني أكسيد الكربون بما في ذلك معايير استدامة تخزين ثاني أكسيد الكربون ومراعاة التغير السريع للمناخ ودراسات الآثار البيئية والاجتماعية وتقييمات إمكانيات التنحية على أساس كل منطقة على حدة؛

(هـ) ينبغي تعزيز الدعم لأنشطة البحث والبيان العملي والتطوير في جميع مراحل دورة الغاز الطبيعي وتشمل استكشافه وإنتاجه ونقله وتوزيعه وتحويل الغاز وتوليد الطاقة. وينبغي أن يشمل ذلك العمل في مجال تكنولوجيا استكشاف الغاز غير العادي مثل الهيدرات

(١٩) تستند الاقتراحات الواردة في هذه الورقة على المدخلات المقدمة من الأكاديميات العلمية الوطنية ومن مجالس البحث الوطنية في كل من البرازيل وفرنسا وهنغاريا وجنوب أفريقيا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة من بين مصادر أخرى.

وتطوير تكنولوجيا الغاز الطبيعي المسال وتطوير مرافق إنتاج الهيدروجين لتطبيقات الخلايا الوقودية واحتجاز ثاني أكسيد الكربون عند تخفيض الطاقة؛

(و) ينبغي تشجيع البحث الدولي الذي يركز على التكنولوجيات المتطورة من أجل تحسين مستويات التكلفة وأوجه السلامة وإدارة النفايات ومقاومة الانتشار في نظم الطاقة الانشطارية النووية وبشأن التخلص الجيولوجي من الوقود النووي المستهلك والنفايات العالية المستوى وآثارها البيئية الطويلة الأجل بما في ذلك الدراسات المتعلقة بالمرافق الدولية للتخزين المؤقت؛

(ز) ينبغي أن تتعاون الحكومات والوكالات الممولة للبحث مع الشركاء الملائمين في اتخاذ التدابير للتعجيل بنشر تكنولوجيات الكهرباء المتجددة المتقطعة الموصولة بالشبكة (الهوائية والفولطاضوية والحرارية الشمسية والكهربائية) وخلطها بالكتل الإحيائية والطاقة الأحفورية؛

(ح) ينبغي أن تقدم الحكومات والوكالات الأخرى الممولة للبحث الدعم للبحث من أجل إنتاج ونقل واستخدام الكهرباء بكفاءة أكبر. كما ينبغي التركيز على البحث في مجال الأجهزة الأكثر كفاءة وتكنولوجيات الإضاءة والمحركات والتوليد المشترك ولا سيما فيما يتعلق باستخدامها في البلدان النامية. كما ينبغي أيضا دراسة نظم الحوافز من أجل تشجيع تطبيق هذه التكنولوجيات.

الموضوع ٣ - الشراكات بين القطاعين العام والخاص لتحقيق الطاقة المستدامة لأغراض النقل

٣٨ - المشكلة - تساهم المركبات ذات المحركات بشكل هائل في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كافة أنحاء العالم. وهي أيضا مساهم رئيسي في أكاسيد النيتروجين التي تأتي في مقدمة العوامل المسببة للضباب الدخاني والتي تسهم على نحو كبير إلى جانب الجسيمات الدقيقة وانبعاثات الرصاص في إحداث آثار صحية وخيمة. وتُعد المركبات التي تعمل بالديزل، لا سيما الشاحنات والحافلات، مساهما رئيسيا خاصة في التلوث الناجم عن الجسيمات الدقيقة. وفي البلدان النامية، تمثل المركبات ذات العجلتين والثلاث عجلات التي تستخدم تكنولوجيات عتيقة مصدرا رئيسيا للتلوث. وقد أخذت أنماط استخدام المركبات التي كانت تقتصر في وقت سابق على البلدان الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي تكتسي طابعا أشمل: ففي عام ١٩٩٥، بيع من السيارات الجديدة في آسيا أكثر مما بيع منها في أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية معا؛ وتزايد ملكية السيارات في روسيا والصين وغيرهما بشكل سريع. وتطرح مركبات نقل الركاب الكبيرة مشكلات خاصة

بسبب عدم فعاليتها في استخدام الوقود؛ وفي الولايات المتحدة الأمريكية، تُصنف المركبات الرياضية المتعددة الاستخدامات كشاحنات، وهو ما يعفيها من التقيد بالمعايير الأكثر صرامة للفعالية في استخدام وقود السيارات. ويعد مجال الطيران بدوره مساهما هاما في انبعاثات غازات الدفيئة^(٢٠) التي يتوقع تزايدها على نحو سريع. ومن المحتمل أن تتفاقم المشكلة في غياب جهود متضافرة من جانب الحكومات ورجال الصناعة والعلماء - أي إذا واصلوا نهج إبقاء الحال على ما هو عليه.

٣٩ - **الحلول** - ينبغي أن يكمن الهدف الطويل الأجل بالنسبة للنقل، شأنه شأن القطاعات الأخرى، في جعل مستوى انبعاثات ملوثات الهواء وغازات الدفيئة يقترب من الصفر (التقييم العالمي للطاقة، الصفحة ٢٧٤). وقد أُحرز تقدم كبير في البلدان الصناعية خلال العقدين الأخيرين في مجال خفض ما تفرزه المركبات من ملوثات (على سبيل المثال، أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت والرصاص والجسيمات)، لكن التقدم ضئيل أو منعدم فيما يتعلق بانبعاثات غازات الدفيئة. وسيطلب تحقيق هذا الهدف استحداث مصادر لطاقة المركبات تكون أكثر فعالية ونظافة واستعمالها على نطاق واسع (مع أن العملية سيعتريها البطء). ولم تحقق المركبات التي تعمل بالطاقة الكهربائية إلا قدرا متواضعا من النجاح؛ فثمة حاجة إلى إجراء مزيد من البحث في مجال بطاريات التخزين. وحققت النُهُج المعتمدة على استخدام الوقود المشبع بالأوكسجين أو الكحول في المحركات ذات الاحتراق الداخلي بعض الفوائد البيئية وجلبت منافع أخرى كخلق الوظائف وتوفير العملات الأجنبية. ويمكن أيضا أن تشكل أنواع الوقود المستخلصة من الغاز المركب كالمواد التقطيرية المركبة الوسطى والإيثرن ثنائي الميثيل مصادر نظيفة للطاقة بالنسبة للمحركات ذات الاحتراق الداخلي. وتتميز الاستراتيجيات المعتمدة على هذه الأنواع من الوقود بكون الغاز المركب يُحتمل أن يشكل طيلة عقود أرخص وسيلة لصنع ثنائي الهيدروجين. وبالتالي، ستمهد هذه الاستراتيجيات السبيل لاقتصاد الطاقة بالاعتماد على الهيدروجين.

٤٠ - وستشكل مصادر الطاقة الكهربائية المحمولة الأكثر نظافة والمستمدة من مصادر الطاقة الأولية الأكثر نظافة الميزة الأساسية للحلول الأنسب. ويجري التحول إلى الغاز الطبيعي المضغوط وخلايا الوقود لتشغيل الحافلات والمركبات التجارية في العديد من البلدان. والمركبات الأوفر حظا لتكون سيارات المستقبل القريب هي تلك التي لها محركات هجينة تعمل بالطاقة الكهربائية والاحتراق الداخلي. ويتم التطوير التجاري لمركبات تعمل بالخلايا

(٢٠) حلقة نقاش حكومية دولية بشأن تغيير المناخ والطيران والغلاف الجوي،

<http://www.grida.no/climate/ipcc/aviation/index.htm>

الوقودية ومن الممكن أن تصبح عما قريب خياراً مرغوباً فيه. وفي كلتا الحالتين ينبغي أيضاً إيلاء الاهتمام لجانب نظافة إنتاج الطاقة الكهربائية أو مصدر الهيدروجين المحمول المستخدم (ثنائي الهيدروجين أو البترين أو الميثانول أو الهايدريد) (مثلاً، باستخدام المصادر المتجددة أو الوقود الأحفوري الخالي من الكربون). وثمة رابط بين الخيارات القصيرة والطويلة الأجل فيما يتعلق بالركبة التي تعمل بالخلايا الوقودية. وسييسر استخدام البترين كمصدر للهيدروجين، لفترة مؤقتة على الأقل، التغيير اللازم في الهياكل الأساسية. وقد تُفضي استراتيجية مستندة إلى الغاز المركب إلى اختيار الميثانول كمصدر للطاقة إذ أن معالجة الميثانول في السيارات أيسر من معالجة البترين. وسواء تعلق الأمر بالبترين أو بالميثانول، فإن المركبات التي تعمل بالخلايا الوقودية ستكون لها مزايا هائلة إذا قورنت بالمحركات ذات الاحتراق الداخلي من حيث الفعالية وإفراز الانبعاثات.

٤١ - واستحداث محركات أكثر فعالية واستخدام مواد جديدة خفيفة الوزن وتصميمات أيروديناميكية يتيح مزيداً من الإمكانيات لخفض الانبعاثات التي تفرزها المركبات. ويجري استحداث مواد تعمل في درجة حرارة مرتفعة وتمكّن نظم الطاقة من تحويل مزيد من الطاقة المتوفرة إلى حركة. ومن المواد المستحدثة مواد ذاتية الرصد وذاتية الإصلاح ومواد ذكية وأخرى قابلة للتحلل الإحيائي وسبائك معدنية ولدائن قوية وشبه موصلات جديدة.

٤٢ - وثمة مجال هائل لإنشاء شراكات بين القطاعين العام والخاص بغرض استحداث وترويج المركبات وأنواع الوقود الأكثر نظافة^(٢١). وثمة عينات مفيدة من الشراكات في الولايات المتحدة وأوروبا واليابان. ففي إطار الشراكة الأمريكية من أجل جيل جديد من المركبات، يتعاون ثلاثة من كبار منتجي السيارات مع الحكومة لتطوير التكنولوجيات الخاصة بجيل جديد من المركبات ذات فاعلية في استخدام الوقود تصل إلى ثلاث أضعاف مثيلتها في سيارات سيدان العائلية لعام ١٩٩٤ دون أن ينطوي ذلك على أي خسارة من حيث الأداء أو التكلفة أو السلامة أو الانبعاثات. وقد أنتج الشركاء الصناعيون الثلاثة جميعهم "نماذج نظرية لمركبات" تعتمد على قاطرات هجينة ذات دفع كهربائي تستخدم محركات الاشتعال الضغطي والحقن المباشر بالوقود. ومن بين مزايا هذا البرنامج أنه يتيح الاستعراض المستقل والمستند إلى المعطيات العلمية لما تحقق من تقدم في اتجاه ذلك الهدف^(٢٢). وثمة أيضاً تعاون في إطار اتحاد شركات البطاريات المتقدمة بين الإدارة الأمريكية للطاقة

(٢١) لجنة مستشاري الرئيس المعنية بالعلوم والتكنولوجيا، الشراكات القوية: تقرير عن حلقة النقاش المتعلقة بالتعاون الدولي في بحوث وتطوير وعرض وتعميم الطاقة، واشنطن العاصمة، ١٩٩٩.

(٢٢) المجلس الوطني للبحوث، "استعراض برنامج بحوث الشراكة من أجل جيل جديد من المركبات: التقرير السادس"، واشنطن العاصمة، ٢٠٠٠.

ومنتجات البطاريات يرمي إلى تطوير نظم بطاريات متقدمة لتخزين الطاقة الكهربائية. وفي أوروبا، تقيم اللجنة الأوروبية تعاوناً مع منتجي السيارات وأرباب صناعة تكرير النفط بغرض تحديد السبل الأكثر فعالية من حيث التكلفة والمتاحة أمام هاتين الصناعتين لتقاسم التكاليف والمسؤوليات اللازمة لتحقيق الأهداف المتعلقة بالانبعاثات. ويمثل هذا البرنامج المشترك بين قطاعي "السيارات والنفط" نهجاً هاماً من بين نهج رسم سياسات المستندة إلى الأدلة وقد أدى إلى معدلات خفض هامة في الانبعاثات الناجمة عن النقل البرقي. غير أن البرنامج لم يعالج مشكلة غازات الدفيئة بشكل مباشر. وفي اليابان، قدمت شركتنا هوندا وتويوتا، بمساعدة من الحكومة، مركبات تجارية هجينة تعمل بالطاقة الكهربائية والبتزين وتزيد بقدر كبير من فعالية استخدام الوقود. كما تجري في إطار بعض هذه البرامج أنشطة مشتركة في مجال البحث والتطوير تتعلق بمركبات تعمل بالهيدروجين/الخلايا الوقودية. وفي فرنسا، تم إنشاء شبكة للبحوث ترعاها الحكومة وتضم في الوقت الراهن ٥٦ من أنشطة البحث بغرض تشجيع التعاون بين هيئات البحوث العامة والخاصة في مجال العمل المتصل بالخلايا الوقودية. وفي البرازيل، تم إعداد برنامج واسع مشترك بين الحكومة ومنتجي الوقود والمركبات بغرض استخلاص الإيثانول من قصب السكر باستخدام ثقل قصب السكر كوقود لعملية التصفية؛ وجرى تحويل المركبات الموجودة وإنتاج أخرى معدة لاستخدام الإيثانول. وقد خفض البرنامج استخدام البتزين ووارداته بالنصف وأدى إلى تحسن ملحوظ في مستوى بعض الانبعاثات التي تفرزها المركبات. وفي مقاطعة تايوان الصينية (حيث أن ما يناهز ثلاثة أرباع المركبات ذات المحركات من ذوات العجلتين وتشكل مصدر ٣٥ في المائة من ثاني أكسيد الكربون و ١٨ في المائة من مجموع انبعاثات الهيدروكربون)، أقامت الحكومة تعاوناً مع منتجي الدراجات النارية ومنتجي القطع بغرض تطوير دراجات نارية صغيرة تعمل بالطاقة الكهربائية وعرضها في الأسواق.

٤٣ - المقترحات:

(أ) ينبغي أن تتعاون الحكومات مع منتجي المركبات وصناعة الطاقة ومع القطاع العلمي والهندسي في إطار شراكات للبحث والبيان العملي والتطوير في مصادر الطاقة المنخفضة التكلفة والفعالة والنظيفة لأغراض النقل. وثمة حاجة إلى البحث والبيان العملي والتطوير فيما يتعلق بجميع المخترعات البديلة المشار إليها أعلاه في مجالي المركبات والوقود (إلى جانب القضاء على انبعاثات الرصاص). وينبغي ألا يقتصر العمل على السيارات وإنما أن يشمل أيضاً نظم الخلايا الوقودية الخاصة بالمركبات ذات العجلتين والثلاث عجلات وبالشاحنات والحافلات على اعتبار أنهما مصادر هامة للتلوث وغازات

الدفينة في البلدان النامية. ويتعين إخلاء البتزين من الرصاص وجعل المحولات الحفازة إلزامية في جميع المركبات الملائمة.

(ب) ينبغي أن تتركز الأولوية في مجال البحث والتطوير على تحسين وتخفيض تكلفة المركبات الهجينة التي تعمل بالطاقة الكهربائية والبتزين والتي لها نظم مكابح توليدية وتستخدم في صناعتها لدائن قوية وخفيفة الوزن ذات تصميمات أيروديناميكية، وعلى استخلاص الوقود الهيدروجيني من المصادر المتجددة إذا أمكن ذلك وإنتاج أنواع من الخلايا الوقودية للسيارات تخلو تقريبا من المواد الملوثة. وينبغي أيضا مواصلة تحسين أساليب استخلاص وقود الإيثانول من الكتلة الإحيائية السيلولوزية.

(ج) ينبغي للمنظمات الحكومية الدولية، بدعم ومشاركة من جميع الشركاء المعنيين، أن تعهد بإعداد دراسة تقدم تقييما متكاملًا لاستخدام الوقود الإحيائي لأغراض النقل وتأخذ جوانب الموضوع الاقتصادية والاجتماعية والبيئية بعين الاعتبار.

(د) ينبغي أن تستند الاستراتيجيات الرامية إلى خفض انبعاثات غازات الدفينة الناجمة عن النقل إلى تحليل كامل لدورة الوقود ويتوجب على العلماء والمهندسين إعطاء الأولوية لوضع وتطبيق منهجيات لتحليل دورة الحياة تدمج التكاليف الزائدة عن التوقعات والفوائد^(٢٣).

(هـ) ينبغي أن يكون أحد مجالات البحث والتطوير ذات الأولوية هو استحداث وسائل ملائمة وموفرة ومأمونة لتخزين الهيدروجين على متن المركبات ذات المحركات كالألياف الكربونية الدقيقة على سبيل المثال.

الموضوع ٤ - تخطيط النقل المستدام: الاختيارات والنماذج المتعلقة بتصميمات المستوطنات البشرية وبدائل المركبات

٤٤ - المشكلة - إن معظم الناس وخاصة منهم سكان العالم المتقدم يعتبرون التنقل حرية من الحريات الأساسية. غير أن هذه الحرية تتعارض على نحو متزايد مع الاستدامة. فالنقل مستهلك هائل للطاقة ويخلف آثارا بيئية بالغة؛ غير أن أساليب الحياة العصرية تعتمد على نظم النقل العصرية. والتعارض الملحوظ بين التنمية الاقتصادية وحماية البيئة يعم النقاش المتعلق بالنقل مع أن اعتماد السياسة والوسائل التكنولوجية الملائمة من شأنها تخفيف حدة ذلك التعارض.

(٢٣) مؤسسة المهندسين، استراليا، النقل المستدام: التصدي للتحديات (١٩٩١)، الصفحة ١٣.

٤٥ - وقطاع النقل ليس فقط مساهما رئيسيا في غازات الدفيئة وغيرها من المشكلات المتصلة بالتلوث بسبب استخدام مركبات تعتمد في التزود بالطاقة على مصادر مضرّة بيئيا، كما ورد أعلاه، بل هو يثير أيضا مسائل أخرى تتصل بالاستدامة ذلك أن الطلب على النقل يتزايد في كل مكان في وقت يستحيل فيه المضي إلى ما لا نهاية في تبني الأساليب التقليدية لتوفير النقل التي تعتمد بشكل كبير على مركبات خاصة ذات محركات. فعلاوة على المشاكل المتعلقة بجودة الهواء، يؤدي الاكتظاظ الناجم عن النقل إلى ضياع متزايد للوقت إضافة مع ما يترتب عن ذلك من تكاليف ويحد بشكل عكسي من مستوى التنقل المرغوب. والنقل العمومي في البلدان النامية يكون في الغالب مكتظا ومفتقرا إلى الصيانة وغير مأمون وبطيء. كما أنه غالبا ما يكون غير كاف في البلدان الصناعية. وغالبا ما تُبنى الأحياء في جميع البلدان دون ما يكفي من التخطيط في مجالي النقل أو استخدام الأراضي. وما ينتج عن ذلك من "امتداد سكاني" في المناطق الحضرية أو ضواحيها يستتبع متطلبات لا سيما في مجالي التنقل واستخدام المركبات الخاصة، تكون أكثر مما قد يلزم في حالات مغايرة. وغالبا ما تنعدم إمكانات الانتقال بين فئات وسائل النقل أو تكون غير كافية.

٤٦ - وتفاقمت المشكلة بفعل توجه أغلب الحكومات نحو تشجيع النقل الطرقي والمركبات الفردية مقابل السكك الحديدية وغيرها من أشكال النقل الجماعي. وكثيرا ما يحدث ذلك عن طريق الحد من التكلفة (الظاهرية على الأقل) بالنسبة للمستخدم وتحميل عامة الناس التكلفة الحقيقية من خلال نظامي الضرائب والإعانات. ولا يدفع المجتمع أغلب تكاليف الهياكل الأساسية فحسب، بل إن المستخدم لا يتحمل في الغالب سوى جزءا من تكاليف الاستخدام والصيانة؛ وتختلف هذه المساهمة على نحو هائل من وسيلة نقل إلى أخرى. ونادرا ما تؤخذ التكاليف الزائدة عن التوقعات بعين الاعتبار على النحو الصحيح.

٤٧ - **الحلول** - ثمة حاجة إلى طريقتين متكاملتين لمواجهة هذه التحديات. وتتمثل إحداها في اتباع أساليب حياتية وأنماط في استخدام الأراضي تحد من الحاجة إلى وسائل النقل ذات المحركات. ومن بين النهج الملائمة اعتماد تخطيط متكامل في مجالي استعمال الأراضي والنقل مع إيلاء العناية لتشجيع تنمية عمرانية أكثر كثافة؛ واعتماد استراتيجيات لإدارة الطلب على التنقل والحد من الطلب من قبيل إلغاء مواقف السيارات المجانية وتقديم الإعانات الحكومية لاستخدام النقل العمومي والاستعمال المشترك للسيارات والعربات؛ وإعداد برامج إعلامية وتثقيفية وتحفيزية تهدف إلى التأثير في سلوك الجمهور في مجال النقل بما يخدم الاستدامة^(٢٤).

(٢٤) مؤسسة المهندسين، استراليا، المرجع نفسه.

٤٨ - وتكمن الطريقة الأخرى في استخدام السياسات الملائمة والتكنولوجيا العصرية في مسعى للتوفيق بين الطلب على النقل في المتناول وهدف الاستدامة. ويتركز الاهتمام في هذه الحالة على التأثير في توزيع الطلب على النقل بين فئات وسائل النقل و النظام الفردي والجماعية. وينبغي إعطاء نظم النقل الجماعي الأولوية على السيارات الفردية، مثلاً من خلال استخدام أدوات اقتصادية من قبيل فرض الضرائب على الوقود والمركبات. ويمكن استخدام المخترعات التكنولوجية من قبيل نظم النقل الذكية لإدخال وتوجيه الجباية على استخدام الطرق؛ ومن شأن تطوير نظم وطنية لمعلومات قطاع النقل خاصة بمختلف وسائل النقل أن يساعد في تحسين التخطيط المتعلق بجميع فئات وسائل النقل. والأمثلة الناجحة من نظم النقل العمومي - من قبيل ما يجري في هونغ كونغ بالصين وكوريتيا بالبرازيل وبورت لاند بولاية أوريغون الأمريكية - يمكن أن تكون بمثابة نماذج يحتذى بها في المدن الأخرى. ولعل الخطط الابتكارية للاستخدام المشترك للسيارات من قبيل خطة مدينة برلين والنظام الأوروبي للاستخدام المشترك للسيارات تستحق بدورها مزيداً من الدراسة^(٢٥). ويمكن الحد من الحاجة إلى نقل شحنات كبيرة من المواد في المركبات عن طريق استخدام خطوط إمداد جوفية وشبكات أخرى للنقل والإمداد.

٤٩ - المقترحات:

(أ) يتعين على رسمي السياسات العامة على شتى الأصعدة وعلى العلماء والمهندسين اتباع نهج ثلاثي الفروع يشجع الاستدامة من حيث الأساليب الحياتية وأنماط استخدام الأرض ويستخدم في الوقت ذاته ما يحصل من التطور في التكنولوجيات الملائمة لإنشاء نظم نقل مستدامة. ويستهدف هذا النهج ما يلي: جعل المشي مأموناً في جميع الأوقات ليلاً أو نهاراً؛ وتشجيع استعمال الدراجات كبديل مأمون للنقل العمومي؛ وجعل السفر في الحافلات قادراً على منافسة السفر بالسيارة؛ والاستفادة القصوى من استخدام السكك الحديدية لشحن البضائع ونقل المسافرين؛ وتطوير الإمكانيات الكاملة لخطوط إمداد مأمونة وملائمة بيئياً؛ والحد من التكلفة البيئية للسفر جواً؛ وتشجيع استخدام النقل البحري؛ والمساعدة في تنقل الشباب والمسنين والمعاقين جسدياً.

(ب) ينبغي جعل التخطيط في قطاع النقل جزءاً من التخطيط الأوسع نطاقاً والمتعدد التخصصات للمستوطنات البشرية. وينبغي أن يُستفاد في هذه العملية استفادة كاملة

(٢٥) <http://www.stattauto.de/ECS.html>

من مشاركة متخصصين في العلوم الطبيعية والاجتماعية ومهندسين ينتمون إلى جميع التخصصات ذات الصلة.

(ج) يتعين على وكالات التمويل العامة والخاصة تشجيع إجراء بحوث تحليلية بشأن سلوك مستعملي النقل؛ أي الأسباب الكامنة وراء الاستخدام المفرط للمركبات الملوثة للبيئة وما ينبغي القيام به لخلق الرغبة لدى الناس في استخدام وسائل النقل العمومي أو الاشتراك في استعمال السيارات وينبغي أيضا دعم البحث في مجال الأبعاد المؤسسية للنقل المستدام.

* * *

ساهمت طائفة عريضة منفرادى العلماء والمؤسسات العلمية في هذا الاستعراض الموجه لقضايا التنمية المستدامة المتعلقة بالطاقة والنقل. وطابع هذه الورقة المتجانس لا يعكس طبيعة الأوساط العلمية التي تتسم بالاستقلالية والتباين والتي يشكل تنوعها أحد أهم مقوماتها.

ومن المهم أن نقر بأن الاتجاهات المشار إليها في هذه الورقة فيما يتعلق بالطاقة والنقل تسير في واقع الأمر في اتجاه معاكس لتوصياتنا. فالاستثمار الإنمائي الرسمي في مجال الطاقة أخذ في التقلص بشكل هائل. والاستثمار الحكومي في ميدان البحث والتطوير المتعلق بالتكنولوجيات الجديدة لإنتاج الطاقة انخفض. والتعاون في مجال البحث والتطوير مع البلدان النامية يكاد يكون منعدما. وثمة نقص في الدعم المخصص لبناء المؤسسات وسائر جهود بناء القدرات الأساسية الخاصة بدعم الطاقة والنقل، لا سيما في البلدان النامية والبلدان التي تمر بمرحلة انتقالية. ولا بد من وقف هذه الاتجاهات - ونحن على قناعة بأن الأوساط العلمية تستطيع المساهمة بشكل هام في تلك العملية.

إن العلم يشكل أساس الحكم الجيد على شتى الأصعدة وفي جميع المناطق. وتشكل مشاركة الأوساط العلمية الدولية في عملية لجنة التنمية المستدامة دليلا على استعدادها للقيام بدور نشيط في تحديد وتنفيذ الحلول الملائمة من أجل التنمية المستدامة بالاشتراك مع الحكومات والمنظمات الدولية والمجموعات الرئيسية الأخرى والمجتمع عامة.