مستدامة، بفعل قضايا المساواتية (قضايا انعدام العدالة فى الإتاحية والتوزيع)، سواء بسواء مع التخوفات البيئية والاقتصادية، والهموم الجيوبوليتيكية (أى هموم الجغرافيا السياسية) ذات التضمينات البعيدة فى المستقبل. وتشمل مناحى اللامستدامية المرتبطة بالمنظومة الحالية للطاقة ما يلى:

- الوقود العصرى (الأنواع الحديثة) والكهرباء اللذان ليسا فى متناول الجميع، واللامساواتية ذات الأبعاد الأخلاقية والسياسية والإجرائية فى عالم بسبيله إلى الترابط على نحو متزايد.
- منظومة الطاقة الراهنة ليست ذات عولمة (لايعتمد عليها) أو مطاوعة سعرية (أى تسعير مناسب) كافية كى تدعم النمو الاقتصادى واسع الانتشار. ولقد تدنت إنتاجية ثلث سكان العالم من جراء الافتقار إلى مدخل ملائم للطاقة التجارية، وربما يعانى ثلث آخر الشظف الاقتصادى وافتقاد الأمان بسبب إمدادات طاقة لايعول عليها البتة.
- التأثيرات البيئية السالبة محلياً وإقليمياً وعالمياً لإنتاج واستخدام الطاقة تهدد صحة ورفاهة الأجيال الحالية والمستقبلة.

الطاقة والقضايا العالمية الكبرى

الطاقة والتنمية الاقتصادية

توجد رباطات وثيقة بين الطاقة والاقتصاد، والقضايا الاجتماعية والصحية، والحماية البيئية، والأمن؛ كما توجد كذلك مناحى عديدة لاستخدام الطاقة غير متوافقة مع مقاصد التنمية المستدامة. وبصفة عامة يمكن الإقرار بما يلى:

- إمدادات الطاقة التى يمكن أداء مقابلها، أى التى فى مستطاع جميع الناس مهما تدنت دخولهم أن يدفعوا ثمن حصولهم عليها – بما فيها أنواع الوقود الغازى والسائل، والكهرباء، والتكنولوجيات الأكثر كفاءة فى الاستخدام النهائى للطاقة – ليس بمقدور بليونين من البشر الولوج إليها، مما يحد من فرصهم للتنمية الاقتصادية والمستويات المحسنة للعيش، كما يثقل على النساء والأطفال على وجه الخصوص بدرجات متفاوتة لاعتمادهم على أنواع الوقود التقليدى.

- اللاتناسبيات أو التباينات الواسعة فى المدخل إلى الطاقة التجارية الميسور أداء مقابلها وإلى خدمات الطاقة تبدو جائرة، وتجرى معاكسة لمفهوم التنمية البشرية، وتهدد الاستقرارية والتماسك الاجتماعى.
- إمدادات الطاقة المفتقرة إلى العولمة، أى المفتقرة لإمكان الاعتماد عليها، هى بمثابة عبء اقتصادى على شريحة كبيرة من سكان العالم، فضلاً عن أن الاعتماد على الوقود المستورد فى بقاع عديدة من العالم يترك الكثير من الدول عرضة لمخاطر انقطاعات الإمداد بالطاقة وتشرذمه.
- الصحة الإنسانية تتهددها مستويات عالية للتلوث ناتجة عن استخدام الطاقة على المستوى المنزلى والمجتمعى والإقليمى.
- التأثيرات البيئية لمجمل الابتعاثات المرتبطة بالطاقة – بما فيها الجزيئات العالقة الدقيقة وطلائع الترسبات الحمضية – تسهم فى تلوث الهواء وتدهور وحدور النظام الإيكولوجى.
- الابتعاثات الأنثروبوجينية (أى التى من صنع الإنسان) لغازات الدفيئة، خاصة تلك الناجمة عن إنتاج واستخدام الطاقة، تبدل من حالة الغلاف الجوى على النحو الذى قد يتبين له حالياً تأثير محسوس على المناخ العالمى

إن إيجاد الطرق الممكنة لتوسيع خدمات الطاقة فى الوقت الذى يتم فيه تحديد التأثيرات البيئية المرتبطة باستخدامها يمثل تحدياً حرجاً للإنسانية، وتتشكل منظومة الطاقة أساساً من قطاع الإمداد بالطاقة وتكنولوجيات الاستخدام النهائى لها، ويتحدد غرض منظومة الطاقة فى مناولة المنافع التى تقدمها الطاقة للمستهلك.

ولقد بلغ استخدام الفرد من الطاقة الأولية فى الولايات المتحدة الأمريكية عام 1995 مقدار 330 جيجاجول، أى أكثر من ثمانية أضعاف ما يستخدم بواسطة الفرد فى أفريقيا جنوب الصحراء (الذى بلغ استخدامه فى العام ذاته مقدار 40 جيجاجول بأخذ كل من الطاقة التجارية والتقليدية فى الحسبان)، وكثير من الناس فى الدول الأقل تقدماً يستخدمون أقل من ذلك بكثير.

وتستخدم أقلية صغيرة موسرة فى معظم الدول النامية ذات الدخل المنخفض أشكالاً متعددة من الطاقة التجارية بوفرة على مثال الأسلوب ذاته الذى يسلكه معظم الناس فى العالم الصناعى، غير أن الغالبية العظمى فى الدول النامية ذات الدخل المنخفض يعتمدون على المصادر التقليدية غير التجارية للطاقة، مستخدمين فى ذلك تكنولوجيات تفتقر للكفاءة كالمواقد غير المهواة أو النيران المفتوحة.

ويعتمد استهلاك الطاقة الأولية على الوقود الأحفورى (النفط، والغاز الطبيعى، والفحم) الذى يمثل 80% تقريباً من المزيج الإجمالى للوقود فى العالم، وتساهم القوى الكهربية النووية بأكثر قليلاً من 6%، كما تساهم كل من القوى الهيدروكهربية، والطاقات المتجددة الجديدة بحوالى 2%.

وتقدر الطاقة التقليدية (غير التجارية غالباً) على اتساع العالم بحوالى 10% من المزيج الإجمالى للوقود، غير أنها تتوزع توزيعاً مجحفاً: إذ تمثل الطاقة غير التجارية حوالى 2% من استهلاك الطاقة فى الدول الصناعية، لكنها تبلغ متوسط 30% فى الدول النامية، وفى بعض الدول النامية ذات الدخل المنخفض تمثل الكتلة الأحيائية التقليدية 90% أو أكثر من الاستهلاك الإجمالى للطاقة.

ويقدر خبراء الطاقة فى العالم أنه إذا استمر معدل النمو العالمى لاستخدام الطاقة الأولية البالغ 2% سنوياً فإنه يعنى مضاعفة استهلاك الطاقة بحلول عام 2035 بالقياس لعام 1998، وبلوغ ثلاثة الأضعاف بحلول عام 2055. ولقد تزايد استخدام الدول النامية للطاقة التجارية فى الثلاثين عاماً الماضية بمعدل ثلاثة أضعاف ونصف المعدل الذى سجلته دول منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية OECD، وبالتالى فإن حاصل التغيرات فى نمط الحياة قد صار ممكناً من جراء زيادة الدخول الفردية المرتبطة بمعدلات نمو سكانى أعلى، والارتحال (أى الانتقال التدريجى) من الطاقة التقليدية إلى التجارية. أما على الأساس الفردى فلم تسفر الزيادة فى الاستخدام الإجمالى للطاقة الأولية عن أى سبيل ممكن لمدخل أكثر مساواتية، وإتاحة أكثر عدلاً، لخدمات الطاقة بين الدول الصناعية والدول النامية. ومن الواضح أن طاقة أكثر ستكون مطلوبة

لدفع النمو الاقتصادى العالمى، وتهيئة الفرص للبلايين من البشر فى الـــدول النامية الذين لا يملكون مدخلاً لخدمات طاقة كافية.

ومن الواضح حالياً أن مقدار الطاقة الإضافية المطلوبة لتوفير خدمات الطاقـة التى يحتاجها الناس فى المستقبل ستعتمد على كفاءة إنتاج ونقـــل واســتخدام الطاقة؛ إذ بإمكان التحسينات فى كفاءة الطاقـــة أن تســاعد علـــى تخفيـض الاستثمارات المالية فى النظم الجديدة للإمداد بالطاقة، كذلك فدرجة الاعتمادية التبادلية بين النشاط الاقتصادى واستخدام الطاقة لاهى استاتية ولاهى متســقة عبر الأقاليم، وكثافة الطاقة (نسبة الطلب على الطاقة إلـــى النـــاتج المحلـــى الإجمالىGDP) تعتمد غالباً على المرحلة الإنمائية للدولـــة، بينمـــا فـــى دول منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية، التى أحرزت وفرة فى خدمات الطاقـــة، يبدو النمو فى الطلب على الطاقة أقـــل إحكامـــاً فـــى ارتباطـــه بالإنتاجيـة الاقتصادية عما كان عليه فى الماضى.

وطالما تتواصل التنمية الاقتصادية يمكن إدراك الميل نحو الخفض فى كثافـة الطاقة على مدى فترة تاريخية طويلة، ويكشف التحليل التفصيلى طويل المدى لكثافة الطاقة لعدد من الدول عن نمط مشترك لاستخدام الطاقة لكل وحدة مـن الناتج المحلى الإجمالى فى الدول الصناعية والنامية معاً.

كذلك تؤثر أسعار الطاقة فى خيارات المستهلك وسلوكه، كما أن بمســتطاعها أن تؤثر على النمو الاقتصادى والتنمية، بل يمكن للأسعار العالمية للطاقـة أن تسفر عن مدفوعات استيراد متزايدة ذات عواقب معاكسة للأعمال والعمالـــة والرفاهة الاجتماعية. كذلك يمكن للأسعار العالمية للطاقة أن تحفـــز التنقيـب عن موارد إضافية وتنميتها، كما تبث دفعة نحو التجدديـــة، وتوفـــر حوافـــز لتحسينات الكفاءة.

ورغم أن بعض تأثيرات أسعار الطاقة مستقرة باعتدال، فإن تأثيرات أخـــرى تكون مؤقتة أكثر، وكمثال فإن المستويات المختلفة للأسعار الخالصة كان لـــها تأثير محدود على التنمية الاقتصادية فى الدول الأوربيـــة بمنظمـــة التعـــاون الاقتصادى والتنمية أو اليابان بالقياس إلى أسعار الطاقة الأكثر انخفاضاً فـــى الولايات المتحدة الأمريكية وبعض الدول النامية؛ أما الذى ترك آثاره علـــى

التنمية الاقتصادية فى كل الدول المستوردة للطاقة فلقد كانت تلك الطفرات السعرية فى السبعينيات، إذ يبدو أن الاقتصادات أكثر حساسية للتغيرات السعرية عنها للأسعار فى حد ذاتها.

وتعتبر الاستثمارات الرأسمالية أمراً لازماً لتنمية الطاقة، كما أن تنمية منظومة الطاقة والتغيير الهيكلى هما نتيجة للاستثمار فى محطات القوى، والمعدات، وهياكل البنية الأساسية لنظام الطاقة. غير أن الصعوبات فى اجتذاب رأس المال لاستثمارات الطاقة قد تعرقل التنمية الاقتصادية، على الأخص فى الدول الأقل نمواً.

ولقد قاربت الاستثمارات الأجنبية المباشرة 400 بليون دولار عام 1997 – صعوداً من 50 بليون دولار عام 1984 – وهى تمثل نصيباً متزايداً من التدفقات الاستثمارية الدولية، فالاستثمار الأجنبى المباشر مستحث ومحفز تجارياً بصفة عامة، والمستثمرون لا يتوقعون استعادة رأس المال الابتدائى فقط بل يتحسبون كذلك للعائدات التنافسية المجدية. وهذه المتحصلات لايمكن ضمانها فى الدول النامية فى وجود حكومات عرضة للتقويض، أو فى انعدام وجود أسواق حرة، ولذا تشير الأوضاع القائمة حالياً إلى أنه لايصل إلى الدول الأقل نمواً سوى القليل جداً من الاستثمارات الأجنبية المباشرة.

وعلى خلاف الاستثمار الأجنبى المباشر بقيت المساعدات الرسمية للتنمية official development assistance ثابتة بالنسبة لإجمالى الناتج العالمى، وفى عام 1997 بلغ إجماليها 56 بليون دولار أو 0.25 فى المائة من الناتج المحلى الإجمالى لدول منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية، الذى توافق من حيث المبدأ مع بلوغ هدف 0.7 فى المائة من الناتج المحلى الإجمالى. وفى مقابل هذا التراجع فإن مشروعات الطاقة فى الدول النامية لا يتوافر لها التمويل الكافى، وإلى أن يمكن إدارة المخاطر الاقتصادية الماثلة أمام المستثمرين الأجانب (كمثال: من خلال قواعد صريحة ومستقرة للطاقة، والأسواق المالية، وتوليد إيرادات مطردة من خلال تجميع مستحقات استهلاك الطاقة، وتحويلات الأرباح)، ربما تضطر معظم الدول النامية إلى الاستمرار فى تمويل تنمية الطاقة لديها من الوفورات المحلية.

ورغم أن استثمارات الطاقة كحصة من الاستثمارات الكلية تتغير على نحو كبير بين الدول، وفى المراحل المختلفة من التنمية الاقتصادية، ففى المعدل يستثمر حوالى 1.0 – 1.5 فى المائة من الناتج المحلى الإجمالى فى قطاع الطاقة؛ وهذه النسبة من المتوقع أن تظل مستقرة نسبياً. وبناء على هذه القواعد القياسية يبلغ إجمالى الاستثمارات الحالية لقطاع الإمداد بالطاقة – 430 290 بليون دولار سنوياً، بيد أنها لا تشتمل على الاستثمار فى كفاءة الطاقة فى الاستخدام النهائى.

الطاقة والقضايا الاجتماعية

يرتبط استخدام الطاقة ارتباطاً وثيقاً بنطاق من القضايا الاجتماعية التى تتضمن التخفيف من الفقر، والنمو السكانى، والتحضر، ونقص الفرص المتاحة للنساء. ورغم أن هذه القضايا تؤثر على الطلب على الطاقة، فالعلاقة ذات المسارين: جودة وكم خدمات الطاقة، والنحو الذى يحرزان على نسقه، تجعلهما كذلك مؤثرين على القضايا الاجتماعية.

إن الفقر هو العلة الاجتماعية الساحقة للدول النامية، فحوالى 1.3 بليون نسمة فى هذه الدول يعيشون على أقل من دولار واحد فى اليوم، غير أن مقياس الدخل وحده لا يقبض بكامله على البؤس والتعاسة، ولا على غياب الاختيار الذى تمثله الفاقة، حيث تميل أنماط استهلاك الطاقة للفقراء – على الأخص اعتمادهم على أنواع الوقود التقليدى فى المناطق الريفية – إلى الإبقاء عليهم أفقر وأعوز.

فعلى اتساع العالم، يوجد بليونان من البشر لايملكون مدخلاً للكهرباء، وعدد مساوٍ آخر يداوم على استخدام الوقود الصلب التقليدى للطهى؛ وذلك رغم أن الطهى باستخدام المواقد سيئة التهوية له تأثيرات صحية جسيمة، كما أن مئات الملايين من البشر – وبصفة رئيسية النساء والأطفال – يبذلون عديداً من الساعات كل يوم فى كدح تجميع الأحطاب ونقل المياه غالباً من مسافات بعيدة للاحتياجات المنزلية. وبسبب هذه المتطلبات الملحة من وقتهم وطاقتهم، تفتقر النساء والأطفال غالباً إلى فرص التعلم والمناشط الإنتاجية الأخرى.

ويعنى الافتقار إلى الكهرباء عادة إضاءة غير كافية، وقليل من الأجهزة الموفرة للجهد، مثلما يعنى فى الوقت ذاته اتصالات قاصرة وفرص محدودة للمشروعات التجارية، أما المدخل الأكبر للكهرباء والوقود الحديث والمواقد العصرية للطهى فباستطاعته تمكين الناس من احراز منافع كلٍ من التدعيم الذاتى وقصير المدى، والتحسينات على المدى الطويل فى جودة ونوعية الحياة لديهم. ويوجز الجدول (1) بعض التحسينات المحددة التى قد تنجم عن ذلك.

وقد يدفع الدخل المحدود بالأهالى إلى استخدام أنواع الوقود التقليدى والتكنولوجيات المفتقرة إلى الكفاءة، فالحطب هو الوقود السائد للأسر ذات الدخل المنخفض، بينما تستبدل أنواع الوقود التجارى والكهرباء بالخشب فى الدخول الأعلى، حيث تتيح ملاءمة أكبر، وكفاءة أعلى، ونظافة أوفر. وحيث تستطيع الطاقة الملائمة الممكن أداء مقابلها أن تشارك بسهم وافر فى إنتاجية الأسر، وفى الإمكانات المولدة للدخل، يمكن لإتاحيتها أن تكون بمثابة القوة الدافعة للإفلات خارج دائرة الفقر.

ورغم أن النمو السكانى يجنح إلى زيادة الطلب على الطاقة فهناك إدراك على نطاق محدود لحقيقة أن إتاحية خدمات طاقة كافية بمستطاعها أن تخفض معدلات النسل. فخدمات الطاقة الكافية يمكنها أن ترحل المزايا النسبية للخصوبة وتكاليفها تجاه عدد أقل من الولادات المرغوبة فى الأسرة، ويعتمد التعجيل بالانتقال الديموجرافى إلى وفيات أقل وخصوبة أدنى (على النحو الذى حدث فى الدول الصناعية) على أداء مهام إنمائية ماسة، تشتمل على تحسين البيئة المحلية، وتعليم النساء، والتخفيف من الفقر المدقع الذى قد يجعل من عمالة الأطفال أمراً ضرورياً، وكل هذه المهام لها وشائج مع إتاحية خدمات الطاقة ذات التكلفة المنخفضة.

ويعتبر التركيز المتنامى للسكان فى المراكز الحضرية قضية ديموجرافية رئيسية أخرى مرتبطة بالطاقة، فعلى الرغم من أن النزوع العام تجاه التحضرية له مكونات عديدة، وقد يكون أمراً لامناص منه، موفراً فى ذلك

خيارات إضافية للسكان الريفيين من خلال مداخلات الطاقة وإتاحيتها، فإنه قد يحمل فى طياته إمكانية إبطاء الهجرة، وتخفيف الضغوط على المدن المتنامية سريعاً. كذلك فرغم أن العوامل أو المؤثرات الخارجية externalities السالبة المرتبطة باستخدام الطاقة فى المناطق الحضرية يمكن أن تكون فارقة وخطيرة فإن استراتيجيات متعددة بمستطاعها أن تخفف من تأثيراتها وتعزز فى الوقت ذاته من الحفاظ على الطاقة؛ ولذا فإن أخذ الطاقة فى الاعتبار عند تخطيط استخدامات الأرض، وفى تصميم الهياكل الفيزيقية للبنية الأساسية، وفى إماميات التشييد، وفى نظم النقل من شأنه أن يقلص بعض النمو فى الطلب على الطاقة الذى يصاحب التحضر السريع.

وقد تكون نظم النقل على الخصوص مهمة فى هذا الصدد باعتبار النمو السريع فى عدد المركبات والسيارات على اتساع العالم، فمنذ حوالى 1970 يتزايد الأسطول العالمى تزايداً متصلاً بمقدار 16 مليون مركبة فى العام، ومن المحتمل أن تجرى أكثر من بليون سيارة على الطرق مع حلول عام 2020، حيث ستنطلق معظم هذه السيارات فى مدن العالم النامى، متسببة فى ازدحام أكبر، وتلوث حضرى أشد خطورة، وصحة إنسانية متدهورة، حتى مع المخططات المتفائلة حول تحسينات الكفاءة وأنواع الوقود البديل.

وفى الدول النامية يتطلب الوفاء باحتياجات الطاقة للفقراء، الذين يمثلون أغلبية كبيرة، تغييرات هيكلية رئيسية، بينما فى الدول الصناعية لايمثل مدخل كاف لطاقة يمكن أداء مقابلها مشكلة سوى لأقلية محدودة، ولذا فهى أكثر انقياداً للحلول التى تطرحها السياسات الاجتماعية. بيد أنه، فى أنحاء العالم كله، تدفع العائلات الفقيرة جزءاً له اعتباره من الدخل الشهرى مقابل الطاقة أكثر مما يفعل الأغنياء، ولذا هم عرضة للتأثر بالزيادات السريعة فى سعر الطاقة على النحو الذى حدث عام 2000/1999، على سبيل المثال، حين وضعت الارتفاعات فى سعر النفط أوزاراً إضافية على عاتق الكثير من الناس حتى فى بعض الدول الصناعية.

جدول ١ – الخيارات المتعلقة بالطاقة وارتباطها بالقضايا الاجتماعية

التحدى الاجتماعى	رباطات (علاقات) الطاقة ومداخلاتها
تقليص الفقر فى الدول النامية	• تحسين الصحة وزيادة الإنتاجية بواسطة توفير مدخل عالمى جامع إلى خدمات طاقة كافية – على الأخص للطهى والإنارة والنقل – من خلال حاملات (ناقلات) طاقة يمكن أداء مقابلها، ذات جودة عالية، وآمنة، ومقبولة بيئياً. • جعل الطاقة التجارية متاحة لزيادة الفرص المولدة للدخل.
ازدياد الفرص أمام المرأة	• تشجيع استخدام المواقد المحسنة وأنواع الوقود السائل أو الغازى لتقليل التلوث الداخلى (داخل المنازل) وتحسين صحة المرأة. • تدعيم استخدام الطاقة التجارية التى يمكن أداء مقابلها لمضاعلة العمل البدنى الشاق المستهلك للوقت داخل المنزل وفى العمل. • استخدام المهارات الإدارية ومهارات المقاولات ومباشرة الأعمال لتنمية وتسيير وكسب الأرباح من النظم غير المركزية للطاقة.
تسريع الانتقال الديموجرافى (إلى وفيات أقل وخصوبة أقل)	• تقليل وفيات الأطفال عن طريق استخدام أنواع وقود ونبائط (أجهزة) طهى أنظف، وتوفير مياه شرب آمنة. • استخدام مبادرات الطاقة لترحيل المزايا النسبية للخصوبة وتكاليفها – كمثال خدمات الطاقة الكافية من شأنها أن تقلل الاحتياج إلى الجهد البدنى للأطفال فى الأعمال المنزلية الروتينية. • التأثير على الاتجاهات حول حجم الأسرة والفرص المتاحة للنساء، من خلال الاتصالات التى يمكن الولوج إليها بواسطة حاملات (ناقلات) الطاقة الحديثة.
التخفيف من المشكلات المرتبطة بالتحضر السريع	• توهين عامل "الدفع "فى الهجرة الريفية – الحضرية عن طريق تحسين خدمات الطاقة فى المناطق الريفية. • استغلال مزايا المستوطنات ذات الكثافة العالية من خلال تخطيط الأرض. • توفير مدخل عمومي(أى فرص شاملة) إلى خدمات نقل متعددة الوسائل يمكن أداء مقابلها (أى ذات تسعير فى متناول الكافة) وإلى خدمات النقل العام. • الإفادة بميزة التكنولوجيات الجديدة لتجنب المسارات الإنمائية المكثفة للطاقة والمعتلة بيئياً.

(المصدر : World Energy Assessment, Overview)

إن استئصال شأفة الفقر هو هدف بعيد للتنمية، ولكن قبل أن يتحقق هذا الهدف بوقت كبير يمكن لخدمات الطاقة الميسرة، الممكن أداء مقابلها، أن تحسن بشكل دراماتيكى مستويات العيش، وتقدم فرصاً أكثر للناس. إن غياب الإنصاف الراهن هو أمر لايمكن أن يتواصل البتة، فإشباع احتياجات الطاقة للفقراء بالتكنولوجيات الحديثة يحمل فى طياته إمكانية تحسين مستويات العيش والصحة، وإمكان إبداع أشغال وفرص أعمال جديدة. كذلك فالرضا باستمرار ثلث سكان العالم فى مكابدة المحددات المرتبطة بالطاقة التقليدية هو أمر غير مقبول من وجهة النظر الإنسانية والأخلاقية، وجعل الطاقة التجارية متاحة على النطاق الأوسع له مغزى مهم من المنظور السياسى أيضاً، إذ تضع موجة التوجهات الديموقراطية التى تجتاح العالم قدرات سياسية مؤثرة فى أيدى المجتمعات غير المحررة اقتصادياً، فالمجتمعات التى تعانى التفاوتات الخطيرة وانعدام التكافؤ البيّن تكون عرضة لعدم الاستقرار، وجموع غفيرة من السكان تحت خط الفقر يصيرون أرضاً خصبة للاضطرابات الاجتماعية.

الطاقة والبيئة والصحة

التأثيرات البيئية لاستخدام الطاقة ليست جديدة، فعلى مدى قرون خلت أسهم حرق الأخشاب فى نزع حراجة مناطق عديدة، وحتى فى المراحل المبكرة للتصنيع بلغ التلوث المحلى للهواء والماء والأرض مستويات عالية، والجديد نسبياً هو الإقرار والتسليم بالوشائج التى تربط الطاقة بالمشكلات البيئية الإقليمية والعالمية، والتنويه بكافة تضميناتها. ورغم أن الإمكانات الكامنة للطاقة لدعم وترسيخ الرفاهة الإنسانية ليست محلاً للشك أو التساؤل، يرتبط إنتاج واستهلاك الطاقة المعتادة (التجارية) ارتباطاً وثيقاً بالتدهور البيئى، وهو التدهور الذى يهدد الصحة الإنسانية وجودة الحياة، ويؤثر أيضاً فى التوازن الإيكولوجى والتنوع الأحيائى.

ويوضح الجدول (٢) الارتباط بين البيئة والطاقة، الذى يتبين منه حصة الابتعاثات السامة والملوثات الأخرى التى تعزى إلى الإمداد بالطاقة. ويلاحظ أن مؤشر التخلل البشرى The Human Disruption Index هو النسبة بين التدفق المتولد عن النشاط الإنسانى لملوث معين (ثانى أكسيد الكبريت مثلاً) إلى تدفقه الطبيعى أو القاعدى (الإسنادى). وعلى هذا النحو تبلغ قيمة المؤشر، فى حالة الكبريت، مقدار 2.7، الذى يعنى أن ابتعاثات منتجة بواسطة

النشاط الإنسانى مقدارها 84 مليون طن فى السنة تعادل 2.7 مرة تدفقه الطبيعى القاعدى البالغ 31 مليون طن سنوياً. ويوضح الجدول أن نظم الطاقة، مع المناشط الإنسانية، تؤثر تأثيراً بالغاً على التدوير العالمى لكيماويات مهمة، ورغم أن المؤشر بذاته لايظهر أن هذه الابتعاثات تترجم إلى تأثيرات سلبية معاكسة، فإن مقاديرها تقدم تحذيراً بأن هذه التأثيرات وأمثالها يمكن أن تكون جسيمة، وبعض التأثيرات هى بالفعل جسيمة ومستحقة للاعتبار، فعلى مسيرة 100 عام الماضية فقط، التى تضاعف سكان العالم خلالها أكثر من ثلاث مرات، تنامت المهانات أو صور الأذى[٤] البيئية البشرية، بدءاً من صنوف الضوضاء المحلية، وحتى التخللات (أو التمزيقات) البشرية، التى أسفرت عن مستويات متعددة للخلل البيئى على النطاق العالمى، فالتمزيقات البشرية للقرن العشرين – مساقة بما يربو على 20 ضعفاً زيادة فى استخدام الوقود الأحفورى، ومتكثرة بتضاعف مثلوث فى استخدام أشكال الطاقة التقليدية كالكتلة الأحيائية – قد بلغت مالا يقصر عن بزوغ الحضارة كقوة إيكولوجية وجيوكيميائية عالمية. وبكلمات أخرى يبدل التأثير التعجيلى للحياة الإنسانية من العالم على مستوى الكرة الأرضية.

وتشكل العواقب البيئية على كل مستوى (محلياً وإقليمياً وعالمياً) للأنماط الحالية لإنتاج الطاقة واستخدامها جزءاً خطيراً من التأثيرات البشرية على البيئة، فعلى المستوى المنزلى يجلب استخدام الوقود الصلب لأغراض الطهى والحصول على الحرارة تأثيرات خطيرة على الصحة، كما ترتبط الجودة المتدنية للهواء – على المستويات المنزلية والمحلية والإقليمية – بالمرض المتزايد والوفاة المتعجلة، إذ من المقدر حدوث حوالى 2 مليون حالة وفاة مبكرة سنوياً – تتفاوت بين النساء والأطفال– من جراء التعرض لتلوث الهواء الداخلى (داخل المنازل) المتسبب عن حرق أنواع الوقود الصلب فى الأجواء سيئة التهوية، كذلك فالمواد الجزيئية (أو الجسيمية) (بكل من نوعيها: التى تنبعث مباشرة، والتى تتكون فى الهواء كنتيجة لابتعاثات القطيرات الغازية الابتدائية فى شكل أكاسيد الكبريت والنيتروجين)، والهيدروكربونات، هى هموم متنامية على اتساع العالم كله، وهى مكدرة وشاقة فى أجزاء عديدة من العالم النامى، على وجه الخصوص، حيث تسود أنواع الوقود الأسوأ فى ظل تخفيف لايذكر للابتعاثات، وانعدام تأسيس مستوى عتبى آمن للتعرض للمواد الجسيمية الدقيقة.

جدول ٢ – الأذى البيئى المتسبب عن المناشط الإنسانية فى كل قطاع، منتصف التسعينيات

الأذى	خط الأساس (الإسناد الطبيعى (طن لكل سنة)	مؤشر التخلل البشرى	مساهمة التخلل البشرى المتسبب عن			
			إمدادات الطاقة التجارية	إمدادات الطاقة التقليدية	الزراعة	التصنيع وغيره
ابتعاثات الرصاص فى الجو [ب]	12.000	18	41 % (حرق الوقود الأحفورى متضمناً الإضافات)	يمكن إغفاله	يمكن إغفاله	59 % (معاملة المعادن وتصنيعها وحرق النفايات)
النفط المضاف للمحيطات	20.000	10	44 % (استخراج النفط ومعالجته ونقله)	يمكن إغفاله	يمكن إغفاله	56 % (التخلص من مخلفات الزيوت بما فيها تغيير زيت الموتور)
ابتعاثات الكادميوم فى الجو	1.400	5.4	13 % (حرق الوقود الأحفورى)	5 % (حرق وقود تقليدى)	12 % (الحرق الزراعى)	70 % (معاملة المعادن وتصنيعها وحرق النفايات)
ابتعاثات الكبريت فى الجو	31 مليون (كبريت)	2.7	85 % (حرق الوقود الأحفورى)	0.5 % (حرق وقود تقليدى)	1 % (الحرق الزراعى)	13 % (الصهر وحرق النفايات)
تدفق الميثان فى الجو	160 مليون	2.3	18 % (استخراج الوقود الأحفورى ومعالجته)	5 % (حرق وقود تقليدى)	65 % (حقول الأرز والحيوانات الأليفة وتطهير الأراضى)	12 % (الدفن الأرضى)
التركيز (التثبيت) النيتروجينى (كأكسيد نيتروجين وأمونيا)[ج]	140مليون (نيتروجين)	1.5	30 % (حرق الوقود الأحفورى)	2 % (حرق وقود تقليدى)	67 % (السماد والحرق الزراعى)	1 % (حرق النفايات)
ابتعاثات الزئبق فى الجو	2.500	1.4	20 % (حرق الوقود الأحفورى)	1 % (حرق وقود تقليدى)	2 % (الحرق الزراعى)	77 % (معاملة المعادن وتصنيعها وحرق النفايات)
تدفقات أكسيد النيتروز للجو	33 مليون	0.5	12 % (حرق الوقود الأحفورى)	8 % (حرق وقود تقليدى)	80 % (السماد وتجريد الأرض وتخلل الخزان الجوفى)	يمكن إغفاله
الابتعاثات الجزيئية للجو	3.100 مليون د	0.12	35 % (حرق الوقود الأحفورى)	10 % (حرق وقود تقليدى)	40 % (الحرق الزراعى)	15 % (الصهر، وتجريد الأرض غير الزراعية والنفايات)
ابتعاثات الهيدروكربونات غير الميثانية للجو	1.000 مليون	0.12	35 % (معالجة الوقود الأحفورى وحرقه)	5 % (حرق وقود تقليدى)	40 % (الحرق الزراعى)	20 % (تجريد الأرض غير الزراعية وحرق النفايات)
تدفقات ثانى أكسيد الكربون للجو	150 بليون (كربون)	0.05 هـ	75 % (حرق الوقود الأحفورى)	3 % (صافى نزع الأحراج للحصول على وقود الحطب)	15 % (صافى نزع الأحراج لإخلاء الأرض)	7 % (صافى الأحراج لتصنيع جذوع الأشجار)

ملحوظة: حجم الأذى (أو المهانة) insult هو فقط أحد العوامل المحددة لحجم التأثير البيئى الفعلى.

(أ) مؤشر التخلل البشرى هو النسبة بين التدفق المتولد عن النشاط الإنسانى لملوث معين إلى تدفقه الطبيعى القاعدى (الإسنادى). (ب) الجزء الخاص بذاتيات الحركة (أو المركبات) لابتعاثات الرصاص المحتة بواسطة الإنسان فى هذا الجدول مفترض بنسبة 50 فى المائة من ابتعاثات ذاتيات الحركة العالمية فى التسعينيات الباكرة. (ج) محسوبة من التركيز (التثبيت) fixation النيتروجينى الكلى ناقصاً النيتروجين من أكسيد النيتروز nitrous oxide. (د) الكتلة الجافة. (هـ) رغم أنها بحسب الظاهر صغيرة، بسبب العمر الزمنى الأتمو سفيرى (الجوى) الطويل وخصائص أخرى لثانى أكسيد الكربون، فإن هذا الانعدام الطفيف للتوازن فى التدفقات الطبيعية يتسبب فى 0.4 فى المائة زيادة سنوية فى التركيز الأتموسفيرى العالمى لثانى أكسيد الكربون.

(المصدر: World Energy Assessment, Chapter 3)

والواقع أن حرق الوقود الأحفورى معضلة على مستويات عدة (رغم أن الغاز الطبيعى ينتج ابتعاثات أقل ضرراً بكثير عن النفط أو الفحم)، والملوثات الرئيسية التى تنبعث نتيجة احتراق أنواع الوقود الأحفورى هى أكاسيد الكبريت والنيتروجين، وأول أكسيد الكربون، والمواد الجزيئية العالقة؛ ويتكون الأوزون فى الغلاف التروبوسفيرى من التفاعلات بين السهيدروكربونات وأكاسيد النيتروجين وأشعة الشمس؛ وتعتبر الابتعاثات المرتبطة بالطاقة من جراء حرق الوقود الأحفورى، بما فى ذلك حرق الوقود الأحفورى فى قطاع النقل، مساهما رئيسياً لتلوث الهواء فى الحضر، كما أن قطيرات الترسبات الحامضية الابتدائية من حرق الوقود يمكن أن تترسب على بعد آلاف الكيلومترات من نقطة المنشأ، وغالباً ما تعبر الحدود القومية للدول، فتتسبب الحامضية الناتجة فى إلحاق تدمير بالغ بالنظم الطبيعية والمحاصيل والبيئة المشيدة المصنوعة بواسطة الإنسان، كما أن بمستطاعها أن تغير من تركيب ووظيفة مجمل النظام الإيكولوجى على مر الزمن. وفى مناطق عديدة أدت الحامضية إلى اضمحلال إنتاجية الغابات وتناقص الثروة السمكية والأراضى المزروعة. وغالباً ما تثير المشروعات الهيدروكهربية، كذلك، قضايا بيئية مرتبطة بالفيضانات،بينما فى حالة القوى النووية تثير قضايا مثل تصريف المخلفات الكثير من التخوفات.

وينتج عن احتراق الوقود الأحفورى ثانى أكسيد كربون CO_2 أكبر بكثير من أى نشاط إنسانى آخر، فذلك هو أكبر مصدر للابتعاثات الأنثروبوجينية (من صنع الإنسان) لغازات الدفيئة التى تتسبب فى تغير تركيب الغلاف الجوى، والتى بمستطاعها أن تبدل من النظام المناخى العالمى بما فى ذلك كم ونمط هطول الأمطار. غير أن إحراز تركيز جوى مستقر من ثانى أكسيد الكربون CO_2 على أى مستوى قد يتطلب أخيراً تقليص ابتعاثات ثانى أكسيد الكربون إلى أكثر من نصف المستويات الراهنة. أما تثبيت ثانى أكسيد الكربون CO_2 إلى ما يقارب تركيزه الحالى فقد يتطلب تقليص الابتعاثات إلى نصف المستويات الحالية خلال العقود القليلة القادمة، وإلا فليس هناك بديل سوى أن تستمر ابتعاثات ثانى أكسيد الكربون CO_2 فى التزايد، إذ أن المناحى الراهنة للابتعاثات، إذا لم يتم التحكم فيها، ستؤدى إلى أكثر من مضاعفة

التركيزات الجوية قبل حلول عام 2070، بالقياس إلى المستويات السابقة على الصناعة.

ولقد شوهدت ورصدت التغيرات فى الأنماط المناخية المناظرة للاستنباطات العلمية المؤسسة على التركيزات المتزايدة لغازات الدفيئة؛ وبقية الدلائل، وفقاً للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، توعز إلى أن هناك بالفعل تأثير إنسانى يمكن إدراكه على المناخ العالمى.

ولأن نظم الطاقة المستدامة، من واقع تعريفها، يجب أن تدعم كلاً من الصحة الإنسانية وسلامة النظام الإيكولوجى على المدى الطويل، فالأهداف التى تنصب على الابتعاثات التى يمكن تحملها والتعايش معها يجب أن تتبدى بوضوح فى صميم المستقبل، وهى يجب كذلك أن تضع فى حسبانها الميل العام لطلب صحة أوفر وحماية بيئية أكبر كلما تزايدت الرفاهية والرخاء.

أمن الطاقة

يقصد بأمن الطاقة إتاحيتها فى جميع الأوقات، فى صورها المتعددة بكميات كافية، وبأسعار يمكن أداؤها؛ ويتوجب أن تسود هذه المشارطات على المدى الطويل إذا ما تعين على الطاقة أن تساهم فى التنمية المستدامة. على أن الحفاظ على أمن الطاقة يعد أمراً حرجاً بسبب التوزيع غير المتساوى سواء لمصادر الوقود الأحفورى التى تعتمد عليها حالياً معظم الدول، أو للقدرة على تنمية مصادر أخرى للطاقة؛ والإمداد بالطاقة قد يصبح أكثر قابلية للانعطاب وأكثر عرضة للخطر على المدى القريب بسبب الاعتماد العالمى المتزايد على النفط المستورد. وعلى سبيل المثال من المتوقع أن ينمو الاعتماد على النفط (صافى الواردات كحصة من الطلب الإجمالى) لدول منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية OECD من 56 فى المائة عام 1996 إلى 72 فى المائة عام 2010. يضاف إلى ذلك أنه رغم كفاية أمن الطاقة على مدى 20 عاماً الماضية، والذى قد تحسن حقاً، فإن احتمالية التنازع، والتعارض، والتخريب الاحتجاجى أو الانتقامى، وتفكك التجارة أو عدم انتظامها، وتناقص الاحتياطيات الاستراتيجية لايمكن استبعادها.

وتشير هذه التهديدات الكامنة أو المحتملة إلى ضرورة تقوية ودعم أمن الطاقة العالمى، والاحتياج كذلك إلى تعزيز أمن الطاقة الإقليمى والوطنى سواء بسواء، وتتضمن الخيارات المطروحة لتدعيم أمن الطاقة ما يلى:

- تجنب الاعتماد المفرط على الواردات عن طريق زيادة كفاءة الاستخدام النهائى، وتشجيع اعتمادية أكبر على المصادر المحلية (خاصة تلك التى تتوافر لتنميتها عوامل مكملة إيجابية كتوليد فرص العمل، وبناء القدرات، وخفض التلوث)، مع الأخذ فى الاعتبار ألا يتضمن ذلك تكاليف مضافة أو فقدان للموارد المحدودة أو النادرة.
- تنويع الإمداد بالطاقة (متضمناً كلاً من موردى الطاقة وصورها المختلفة).
- التمكين لاستقرار سياسى أفضل من خلال التعاون الدولى والاتفاقيات طويلة المدى فيما بين الدول المستوردة للطاقة، وكذا بين الدول المستوردة والدول المصدرة لها. وقد تتضمن الأمثلة على ذلك التبنى الواسع – والتنفيذ الفعال – لاتفاق ميثاق الطاقة، والتشارك المتنامى كذلك فى هياكل البنية الأساسية لنقل الغاز الطبيعى.
- تشجيع نقل التكنولوجيا إلى الدول النامية (على سبيل المثال من خلال التنفيذ المتشارك للمشروعات، والشراكات بين القطاعين العام والخاص)، حتى يتسنى لها تنمية الموارد المحلية وتحسين كفاءات الطاقة.
- زيادة الاحتياطيات الاستراتيجية الوطنية والإقليمية للنفط الخام ومنتجاته، من خلال الاستثمارات المتزايدة، وتكنولوجيات التنقيب المتقدمة.

ورغم أن الأسواق تؤدى دوراً رئيسياً فى تأمين الإمداد بالطاقة فى دول منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية، فإن دورها متواضع فى بعض الدول النامية، وغائب تماماً فى بعضها الآخر؛ فحيثما لا تنمو الأسواق وتترعرع يعتمد أمن الإمداد بالطاقة وخدماتها انفرادياً تقريباً على الإجراءات الحكومية والشركات متعددة الجنسية، التى قد لا تخدم الاهتمامات الأفضل لجموع المستهلكين، وفى مثل هذه الأوضاع يمكن تعظيم أمن الطاقة بواسطة تشجيع تنمية الأطر التى تسمح للأسواق بأن تساهم فى تخصيص (توزيع) موارد (ثروات) الطاقة.

وبدافع من متطلباتها الزهيدة من الوقود تشارك القوى الكهربية النووية فـــى تنويع الإمداد، وفى تأمين الإمداد كذلك، بيد أن التخوفات العامة حول العـــوز الاقتصادى، وأمان المفاعل، ونقل وتصريف المخلفات المشعة، بل وانتشـــار الأسلحة النووية، قد أدت إلى كبح تنمية الطاقة النووية فى العديد من الـــدول، فحادثة نووية فى أى مكان من العالم أو مصادفة انتشار عـــارض مرتبطـــة بالقوى الكهربية النووية من شأنها أن تعمق تقليص الدعم المطلوب لـــبرامج القوى الكهربية النووية، مع فقدان طويل المدى للتنويع فـــى مزيـــج الإمـــداد بالطاقة. غير أنه إذا أمكن –بصفة عامـــة– أن توجـــد اســـتجابات مقبولـــة للتخوفات السابقة، سيكون بمستطاع الطاقة النووية أن تسهم بفعالية فى تـــأمين إنتاج الكهرباء بأجزاء عديدة من العالم.

ويتعرض الأفراد والأعمال التجارية أيضاً للتأثر عكسياً بالتشرذم فى الإمـــداد بالطاقة، وعلى حين أدى الاتجاه نحو تحررية أسواق الطاقة إلى تعظيم أمـــن الطاقة بصفة عامة عن طريق تقديم خيارات أكثر، وإمدادات أوفر، وتنافســـية أكبر، فقد أبرز كذلك تخوفات حول أولئك المعوزين والمفتقرين الذين ســـوف يهملون تماماً خارج السياق مما يسفر عن انعدام مستمر لأمن الطاقة لأعـــداد غفيرة من البشر.

مـــوارد الطـــاقة والخيـــارات التكنولوجية

مصـــادر الطـــاقة

يشير التحليل الحصيف للإتاحية طويلة المدى لموارد الطاقة بـــدءاً بالمعتـــاد وغير المعتاد من النفط والغاز إلى أن هذه الموارد قد تـــدوم 50 – 100 عـــام أخرى – وربمـــا لأعـــوام أطـــول – بالتكنولوجيـــات المعروفـــة للتنقيـــب والاستخراج، والتقدم التقنى المتوقع فى عمليات المنبت أو المنشأ (أى جـــانب الموارد). وتعتبر موارد الفحم والمواد النووية وفـــيرة جـــداً لدرجـــة أنـــهما بالإمكان أن يظلا باقيين، على الترتيب، لقرون أو لآلاف السنين؛ علاوة علـــى ذلك، رغم أن أسعار الوقود الأحفورى ربما ترتفع ببطء على مر الزمن، فـــإن الزيادات الكبرى المساقة بالتكلفة فى أسعار الطاقـــة، والتـــى بـــرزت فـــى