- ورقة عمل -
الاقتصاد الاخضر، بدائل الطاقة وترشيد الاستهلاك

المؤتمر السادس للجمعية الاقتصادية العمانية
مؤتمر التنمية المستدامة والانصاف بين التخطيط والواقع
مسقط/ عمان ١٦-١٧ شباط/ فبراير ٢٠١٣ م.

الدكتور المهندس وليد الدغيلي
رئيس قسم الطاقة
في ادارة التنمية المستدامة والإنتاجية بالإسكوا سابقاً
(w-deghaili@hotmail.com)

أولاً - مقدمة

من المعروف تاريخياً أن الطاقة هي أداة اساسية لتلبية الاحتياجات الحياتية الضرورية والأساسية للبشر، وبفضل الطاقة تمكن الإنسان من تحقيق التقدم الاجتماعي والاقتصادي وتأمين مستويات متقدمة من الرفاهية. فالطاقة مستخدمة للتبريد والتدفئة والإنارة والصحة والغذاء والتعليم والصناعة والنقل والسياحة... لذلك اصبح معدل حجم استهلاك الطاقة للفرد من بين المؤشرات المعتمدة للدلالة على تقدم بلد ما، وتركزت السياسات في الدول النامية على زيادة إمدادات خدمات الطاقة الحديثة، لكن من المؤسف أنه لم يتم إيلاء الاعتبار الكافي للأثار الاجتماعية والبيئية والاقتصادية، وتبين أن الانماط المتبعة لانتاج الطاقة وتحويلها ونقلها واستهلاكها هي في معظم الاحيان غير مستدامة. واذا كان تأمين الوصول الى خدمات الطاقة قد شكل في بعض الاحيان هماً وأولوية، فلم يعد من المقبول اغفال الهموم الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، لان التنمية المستدامة لن تنجح الا بتضافر الجهود لإجراء تغيير اساسي وحاسم في النهج المتبع في انتاج الطاقة وتحويلها واستخدامها.

تتضمن ورقة العمل هذه إستعراضاً وتحليلاً سريعين لواقع قطاع الطاقة في سلطنة عمان، وصولاً الى التركيز على المجالات الأساسية التي يكون من المجدي التركيز عليها، في إطار المستقبل الذي نصبو اليه في تحقيق التكامل بين أبعاد التنمية المستدامة: الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، والتي يعتبر الاقتصاد الأخضر أحد أدواتها الهامة المتاحة، لا سيما عبر اسهامه في محاربة الفقر والقضاء عليه، وفي تحقيق النمو الاقتصادي، وتعزيز المجتمع وتحسين مستوى الرفاهية وخلق فرص عمل لائقة ومنتجة للمواطن وللوطن.

ومع التسليم بضرورة حصول الجميع على خدمات الطاقة الحديثة بأمان وبأسعار معقولة ومقبولة اجتماعياً وبيئياً واقتصادياً، فلم يعد من الجائز عدم التركيز على أهمية الكفاءة في انتاج الطاقة ونقلها وتوزيعها وتحويلها واستخدامها، كما لم يعد من الجائز عدم الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة المتوفرة محلياً، ومحاربة تغير المناخ عبر التقليل من الانبعاثات عندما يكون ذلك ممكناً، وكل ذلك يتطلب العمل على محاور السلوكيات والسياسات والتكنولوجيات، والتي ستعرض لها الورقة لا سيما في ضوء خصوصيات قطاع الطاقة في سلطنة عمان...

ثانياً - قطاع الطاقة في سلطنة عمان

يتبين من التقرير الاحصائي السنوي لمنظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول أن الاحتياطات المؤكدة من النفط الخام في سلطنة عمان، كانت في نهاية العام ٢٠١١ بحدود ٥,٥ مليار برميل تمثل ٠,٤٤ في المائة من إجمالي الاحتياطي العالمي، في حين كانت تمثل ٠,٤٩ في المائة في نهاية العام ٢٠٠٦. كما يشير نفس التقرير الى الاحتياطات المؤكدة من الغاز الطبيعي كانت في نهاية العام ٢٠١١ بحدود ٩٥٠ مليار متر مكعب تمثل ٠,٤٩ في المائة من اجمالي الاحتياطات المؤكدة في العالم، في حين كانت تمثل ٠,٥١ في المائة في نهاية العام ٢٠٠٦. ومن أهم أسباب هذا التدني المحدود زيادة الانتاج الذي ارتفع فيما يعود للنفط والغاز مجتمعين من ١١٥٥ الف برميل يومياً في العام ٢٠٠٦ الى ١٤٣٠ الف برميل مكافئ نفط يومياً في العام ٢٠١١، والذي كان يمثل في العام ٢٠٠٦: ٠,٨٥ في المائة من اجمالي الانتاج في العالم ليصبح ١,٠٨ في المائة في العام ٢٠١١.

أما لناحية الاستهلاك الداخلي فقد كان في العام ٢٠٠٦ بحدود ١٥٥ ألف برميل مكافئ نفط في اليوم وأصبح ١٧٧ الف برميل مكافئ نفط في اليوم في العام ٢٠١١، أي أن الزيادة في الاستهلاك في الفترة ٢٠٠٦ – ٢٠١١ كانت ٢٢ ألف برميل مكافئ نفط في اليوم في حين كانت الزيادة في الانتاج ٢٧٥ ألف برميل مكافئ نفط، كانت نسبة ٩١٪ منها للتصدير أي لتأمين مداخيل اضافية تحتاجها السلطنة في برامجها الهادفة لتحقيق التنمية المستدامة.

وتجدر الإشارة الى أن اجمالي طاقات مصافي التكرير القائمة بلغ في نهاية العام ٢٠١١، ٢٢٢ ألف برميل يومياً في حين لم تستهلك الدولة سوى ٦٦,٥ الف برميل في اليوم لحاجاتها الداخلية، وبالتالي يظهر أن لهذه المصافي دوراً انتاجياً لحاجات التصدير، يمكن أن يستمر حتى بعد نفاد الاحتياطات المؤكدة حالياً اذا لم يظهر احتياطات جديدة (وهو احتمال مستبعد على الأرجح نظراً للتطور المحتمل للتكنولوجيا السائدة حالياً، ولتزايد الاسعار ونتائجها على مستوى الاستخراج المجدي اقتصادياً)، وكذلك الامر فيما يعود للبنية التحتية المنشأة لتصدير الغاز الطبيعي المسيل بالناقلات والذي يمكن أن يستمر مستقبلاً بعد توقف استخراج الغاز الطبيعي، كون هناك شبكة أنابيب غاز تربط السلطنة بدولة قطر، وهو أمر إيجابي للمستقبل.

أما فيما يعود لقطاع الطاقة الكهربائية، فتظهر النشرة الاحصائية للاتحاد العربي للكهرباء، فيما يعود للعام ٢٠١١ ما يلي:

- القدرة المركبة في محطات التوليد/ الانتاج:	٣٩٤٠ ميغاواط (منها ١٠٥ ميغاواط بخاري و١٨٤٥ ميغاواط غازي و١٦٩٠ ميغاواط دورة مركبة و٣٠٠ ميغاواط ديزل)
- الحمل الأقصى	٤٠٠٠ ميغاواط
- الطاقة الكهربائية المنتجة	١٧٧٦٨ جيغاواط ساعة (٧٠٥ جيغاواط ساعة من المولدات البخارية و٨٦٧١ من المولدات الغازية و٨٣٦٨ من مجموعات الدورة المركبة و٢٤ من مولدات الديزل)
- الطاقة الكهربائية المستوردة	٨ ج. و.س
- الطاقة الكهربائية المصدرة	٢٠ ج. و.س
- توقعات الطلب على الطاقة الكهربائية للعام ٢٠٢٠:	الحمل الاقصى ٧٥٣٥ ميغاواط الطاقة المنتجة ٣٦٥٥٥ ج.و.س.

ويعني ذلك أنه إذا لم يتم اعتماد سياسات واجراءات هادفة لتحسين كفاءة الطاقة الكهربائية على مستويات الانتاج والنقل والتوزيع والاستهلاك، ستعاني شركات الكهرباء وبالتالي الدولة من صعوبات جمة سواء لناحية التوازن المالي أو لناحية الاستثمارات الضخمة المطلوبة لتجهيز مجموعات التوليد والشبكة الكهربائية.

ويتبين أيضاً من النشرة الاحصائية للاتحاد العربي للكهرباء أن استهلاك الطاقة الكهربائية في مختلف القطاعات كان في العام ٢٠١١ وفق التالي:

القطاع المنزلي	٧٠٣٠	ج.و.س	٦٢,١٪
القطاع التجاري	٢٢٨١	ج.و.س	٢٠,١٪
القطاع الصناعي	٧٣٤	ج.و.س	٦,٥٪
القطاعات الأخرى	١٢٧٢	ج.و.س	١١,٣٪
المجموع	١١٣١٧	ج.و.س	

ووفق دراسة احصائية صادرة عن الاتحاد العربي للكهرباء في العام ٢٠٠٨، فلقد تراوحت التعرفة الكهربائية ما بين ٢,٦ الى ٧,٨ سنت أميركي للكيلووات ساعة، وهي تصاعدية للمنازل (وهذا أمر إيجابي) وثابتة للاستهلاك التجاري (٥,٢ سنت أميركي للكيلووات ساعة) وتصاعدية لقطاعي الزراعة والاسماك (٢,٦ الى ٥,٢ سنت أميركي للكيلووات ساعة) وتصاعدية للفنادق والمنشآت السياحية (٢,٦ الى ٥,٢ سنت أميركي للكيلووات ساعة) ومتغيرة بين فصلي الشتاء والصيف للاستهلاك الصناعي (شتاء ٣,١٢ وصيفاً ٦,٢٤ سنت أميركي؟؟!!)

ومن الواضح أن هذه التعرفات هي أدنى بكثير من كلفة الانتاج، لذلك يكون من الضروري اعتماد سياسات هادفة تتيح محاربة الفقر من ناحية، ولا تشكل نزفاً اقتصادياً ومالياً مستمراً ينعكس سلباً على جميع فئات المواطنين، سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة، وتكون مضرة بدرجات أكثر بالفقراء الذين سيعانون من انخفاض موازنة المساعدات الاجتماعية في مجالات الصحة والتربية والتعليم إلخ...

أما اذا نظرنا في قطاع النقل، فيتبين أن حصة الوقود البترولي المستخدم في قطاع النقل البري من الاستهلاك الاجمالي للمشتقات البترولية في سلطنة عمان بين عامي ١٩٩٩ و٢٠٠٨ كانت بحدود ٤٥ في المائة (نشرة الإسكوا E/ESCWA/SDPD/2011/2).

ويتبين مما تقدم أعلاه ومن الملحق رقم ١، أن استهلاك الطاقة يتم بشكل رئيسي في قطاع الكهرباء، ثم يحصل استهلاك أكثر من ٨٢ في المائة من الطاقة الكهربائية في الأبنية (القطاع المنزلي ٦٢٪ والقطاع التجاري ٢٠٪)، وفي قطاع النقل البري. لذلك سيتم التركيز في هذه الورقة على القطاعات الثلاثة: الكهرباء، الابنية والنقل(*)، بهدف تحديد بدائل الطاقة وإمكانيات ترشيد الاستهلاك، وما يوفره ذلك من فرص عمل، وحماية للبيئة ومحاربة لتغير المناخ وتخفيض للمصاريف وتحقيق وفورات مالية واقتصادية، تنعكس ايجاباً على المستوى الاجتماعي. مع التأكيد على إن تلافي هدر الطاقة بشكل عام، عبر ترشيد الاستهلاك وتحسين الكفاءة، أمر ملح ومطلوب، تلافياً لهدر الموارد الطبيعية وحفاظاً على مصلحة الأجيال القادمة، وهو اضافة الى جدواه الاقتصادية، أمر أخلاقي من ضمن مبادئ حسن سلوك الفرد في المجتمع الذي يعيش فيه، ومن ضمن المبادئ الأخلاقية المتفق عليها على مدى التاريخ، والتي أكدت عليها الأديان السماوية، لا سيما الدين الإسلامي الذي اعتبر أن "المبذرين كانوا إخوان الشياطين".

وبالإضافة إلى ذلك، هناك ايجابيات متعددة، منها على سبيل المثال:

(أ) تحقيق نسبة وفر لا يستهان بها من الوقود الاحفوري، مما يحد من استنفاد الموارد الطبيعية، ففي "عمان" هناك مصلحة أكيدة في تخفيض استهلاكها بحيث تتمكن من الحفاظ على ثرواتها للأجيال القادمة، أو الاستفادة من الوفر لتصديره إلى الخارج والحصول على مبالغ تحتاجها في مشاريع التنمية؛

(ب) تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة، والمساهمة في التخفيف من حدة تغير المناخ، وتقليل تلوث البيئة؛

(ج) تقليل قدرة/ سعة التجهيزات اللازمة، وبالتالي تخفيض كلفة شرائها وتركيبها وصيانتها واستهلاكها من الطاقة؛

(د) الاستغناء عن تجهيز قدرات إنتاج إضافية للطاقة الكهربائية اللازمة؛

ويعرض الملحق رقم (٢)، القيمة الإجمالية الحالية للكلفة الناتجة عن هدر كيلووات واحد، مما يؤكد الجدوى الاقتصادية للحؤول دون هذا الهدر.

(*) لن يتم التطرق في هذه الورقة الى قطاع المياه كمستهلك رئيسي في مجال الطاقة، رغم أهمية الخوض في كفاءة انتاج المياه (نزع ملوحة مياه البحر) وأهيمة كفاءة استهلاك المياه، لضيق المجال.

ومن الضروري الاشارة الى أن اقسام هذه الورقة بشأن هذه القطاعات الثلاثة تعتمد بشكل أساسي على مقتطفات من دراسات أعدتها الإسكوا في العامين الماضيين، وأصدرت بشأنها النشرات التالية:

- السياسات والتدابير للترويج للاستخدام المستدام للطاقة في قطاع النقل E/ESCWA/SDPD/2011/2.

- كفاءة الطاقة في الابنية الخضراء E/ESCWA/SDPD/2011/Technical paper.4

- تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الكهرباء في منطقة الإسكوا E/ESCWA/SDPD/2010/Technical paper 4.

ثالثاً – كفاءة الطاقة في قطاع الكهرباء

من الضروري العمل على عدة محاور، لتحسين كفاءة الطاقة في قطاع الكهرباء في عمان، خاصة وأنه يعتمد بالكامل على الوقود الأحفوري، ورغم تعدد الامكانيات وتشعبها، من الممكن التركيز على المحاور التالية:

الف – <u>على مستوى الانتاج:</u>

- اعتماد أساليب الانتاج الاكثر كفاءة: كاعتماد مجموعات الدارة المركبة حيث تصل الكفاءة الى حدود ٦٠ في المائة بالمقارنة مع ٣٠ في المائة في حالة المجموعات الغازية، وتحديداً التركيز على الاستفادة من الحرارة المفقودة، وجمع انتاج الكهرباء مع نزع ملوحة مياه البحر.

- إعتماد الغاز الطبيعي عندما يكون ذلك ممكناً.

- أخذ الظروف البيئية المحلية بعين الاعتبار، في مرحلة الدراسات والتصميم واختيار المعدات.

- التقيد بتعليمات الشركة المصممة/الصانعة، وتشغيل المعدات في الظروف المحددة في التصميم الأساسي.

- متابعة عملية الاحتراق وتنظيمها لتكون كاملة، ومراقبة وتعيير قيم الحرارة والضغط لتكون موازية مع القيم الاسمية المحددة أساساً، ومعالجة تسرب المياه والبخار ومنعه.

- الابقاء على مساحات انتقال الحرارة نظيفة من أية ترسبات.

- التشغيل مع عامل قدرة كهربائية مرتفع.

- اجراء تجارب دورية لمقارنة القياسات الحالية (للحرارة والضغط والتدفق...) بالقياسات السابقة، ومتابعة كفاءة كل من المعدات للتأكد من حفاظها على حسن أدائها ومواصفاتها الإسمية.

- تنسيق العمل بين كافة مجموعات التوليد الموجودة، لتعمل بكفاءتها الافضل.

باء – <u>على مستوى شبكات النقل والتوزيع:</u>

- اعتماد المحولات ذات الخسارات الأدنى في الحديد المغناطيسي وفي النحاس، وبالتالي ايضاً، ذات الاستهلاك الأدنى للأجهزة المساعدة على التبريد.

- إعتماد التوتر/الجهد الافضل اقتصادياً، أي حيث الفاقد الفني الأدنى بالكلفة الأقل.

- اعتماد المقاطع الاقتصادية للنواقل (الخطوط الهوائية والكابلات الجوفية)

- انتاج الطاقة العكسية في أماكن استهلاكها، وعدم نقلها على الشبكة، لتخفيض الفاقد الفني.

- الاستفادة من الشبكات الذكية ونظم المعلوماتية والاتصالات، لتخفيض الفاقد الفني.

جيم – على مستوى الاستهلاك:

- اعتماد تعرفات هادفة لترشيد استعمال الطاقة، مع تقديم حوافز لخفض الاستهلاك في فترة الذروة، وتحويل قسم من الاستهلاك الى فترات الانخفاض.

وتكمن أولوية العمل على تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الكهرباء، في أن هناك مركزية لاتخاذ القرار، بحيث يمكن تحقيق وفورات كبيرة بموجب قرارات مركزية صائبة، في حين أن تحسين كفاءة الطاقة في مجالي النقل والابنية تتطلب توعية وإقناع وتعاون ملايين المستهلكين والتعاون بين العديد من الشركاء.

رابعاً – كفاءة الطاقة في الابنية:

هناك العديد من الايجابيات في تحسين كفاءة الطاقة وترشيد استهلاكها في الابنية، وعلى سبيل الذكر دون الحصر:

- تخفيض فاتورة الطاقة للعائلة، عندما يتعلق الأمر بالأبنية المنزلية، مما يتيح لهذه العائلة الاستفادة من الوفر في تأمين ضرورات حياتية أخرى.

- تخفيض كلفة الخدمات، عندما يتعلق الأمر بالأبنية التجارية والصناعية، مما ينعكس إيجاباً على كلفة المنتج ويتيح تخفيض الأسعار والدخول في المنافسة؛

- خلق فرص عمل ونشوء مؤسسات صغيرة ومتوسطة منتجة، مع الإشارة إلى أن قطاع البناء بمتطلباته يؤمن مجالات عمل لعاملين من مختلف مستويات العلم: من العامل البسيط، إلى المهندس أو الخبير المالي، وهو يتضمن ٥ إلى ١٠ في المائة من العمالة على المستوى الوطني، وان عدداً من الدراسات التي أجريت أظهرت أن الاستثمار في الأبنية الخضراء يولد فرص عمل تزيد عن فرص العمل التي تنتفي الحاجة اليها في قطاع صناعات الطاقة، وقد ورد في دراسة أجريت في العام ٢٠١٠ إن تصنيع سخانات المياه بالطاقة الشمسية يخلق فرص عمل بمعدل ٠,٨٧ فرصة عمل × عام، لكل جيغاوات ساعة يتم إنتاجه، وان الاستثمار في مجالات كفاءة الطاقة يخلق فرص عمل بمعدل ٠,٣٨ فرصة عمل × عام، لكل جيغاوات ساعة يتم توفيره، وهذه الأرقام هي أعلى مما تخلقه الاستثمارات في مجال الفحم والغاز الطبيعي والطاقة النووية وهي ٠,١١ فرصة عمل × عام، لكل جيغاوات ساعة (Buildings: investing in energy and resource efficiency-UNEP 2011).

وقد أظهرت معظم الدراسات والتقارير والأبحاث الجدوى الاقتصادية في اتخاذ إجراءات لتحسين كفاءة الطاقة في الأبنية، وقد بينت دراسة صادرة في العام ٢٠٠٨ (Blue Plan Notes, N° 10, November2008)، أن متوسط كلفة توفير طن مكافئ نفط عبر إجراءات تحسين كفاءة الطاقة يبلغ حوالي ٤٠ يورو، أي أقل بكثير من كلفة شراء هذا الطن حالياً، كما بينت دراسة تحت عنوان "كفاءة الطاقة في قطاع الإسكان" تم عرضها خلال ورشة عمل نظمتها لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا (٢١-٢٢ نيسان/ابريل ٢٠٠٩) إن استثمار يورو واحد في تأهيل الأبنية لتخفيض استهلاكها من الطاقة، يؤدي وفق بيانات الاتحاد الأوروبي إلى تحاشي الحاجة إلى توظيف ٢ يورو في قطاع إنتاج الطاقة.

وأوردت دراسة أجريت على مشاريع نموذجية في دول حوض البحر الأبيض المتوسط (www.med-enec.com/fr/Projects/projets-pilotes)، أن كلفة إضافية تقدر بـ ١٠ إلى ٢٥ في المائة من كلفة البناء

الأساسية، تؤدي إلى وفر في استهلاك الطاقة يصل إلى ٦٠ في المائة من الطاقة المستهلكة أساساً، ويعود معظم هذا الوفر إلى حاجات التكييف والتسخين. كما أشارت دراسة وضعتها وكالة تنمية الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (ADEREE) في المغرب، إلى أن زيادة في كلفة إنشاء المنازل تتراوح ما بين ٢ و٨ في المائة (حوالي ١٠ يورو للمتر المربع) تؤدي إلى تحقيق وفر في حاجات التسخين وتكييف الهواء ما بين ٣٩ في المائة و٦٤ في المائة وفق المنطقة المناخية التي يقع فيها البناء ((Futuribles:analyse et prospective Juillet-Août (PP.52-53 (ADEREE. 2011 - Numéro 376).

كما أشار التقرير الرابع للهيئة الدولية لتغير المناخ (IPCC) (A review of the IPCC Assessment Report Four, Part 1: the IPCC process and greenhouse gas emission trends from buildings worldwide.) إلى إمكانية إجراء تحسين في كفاءة الطاقة سواء في الأبنية الجديدة أو الأبنية الموجودة، بكلفة قليلة وسلبية، بحيث تنخفض الانبعاثات بحلول العام ٢٠٢٠ بنسبة ٣٠ في المائة.

وقد أصبح أيضاً مجدياً من النواحي الفنية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية تصميم وبناء وتجهيز واستثمار أبنية غير مستهلكة للطاقة وحتى منتجة للطاقة أيضاً، بحيث يتم إنتاج الطاقة الحرارية و/أو الطاقة الكهربائية بكميات تفوق ما يستهلكه البناء، ويتم ذلك إذا تم تركيب سخانات بالطاقة الشمسية وأجهزة تكييف عاملة بالطاقة الشمسية، ومجموعات توليد كهرباء بواسطة المراوح و/أو الخلايا الكهرضوئية و/أو مركزات الطاقة الشمسية و/أو الهاضمات التي تنتج الغاز البيولوجي من مياه الصرف الصحي والنفايات الصلبة الناتجة خلال الحياة اليومية لساكني هذه الأبنية، وفي هذه الحالات يمكن إنشاء وتجهيز أنظمة لتخزين الطاقة لدى توافرها، واستعمالها لاحقاً لدى الحاجة إليها. وتعمد بعض الحكومات (في دول الاتحاد الأوروبي وفي تونس على سبيل المثال دون الحصر) إلى إعطاء حوافز مالية لتشجيع منشئ الأبنية و/أو شاغليها على الإقدام على توظيفات في مجالات توفير الطاقة وإنتاجها من مصادر الطاقة المتجددة بشكل غير مركزي في هذه الأبنية، وبحيث يتم تغذية الشبكة الكهربائية الوطنية منها.

ألف – ضرورة تعاون جميع الجهات صاحبة العلاقة في قطاع الأبنية

يؤكد شاري البناء والراغب في استئجار البناء، انه لا يستطيع التحكم بالأمر، كونه يختار مما هو متوفر ومعروض، ويؤكد المقاول انه ينفذ ما يضعه المهندس المصمم من خرائط وتصاميم هندسية ومواصفات، ويؤكد المهندس واضع التصاميم والمواصفات انه بطلب من صاحب مشروع البناء يحاول تخفيض الكلفة قدر الإمكان، ومن جهته يتذرع هذا الأخير بأنه يتحاشى صرف مبالغ إضافية لتحسين كفاءة البناء من ناحية استهلاك الطاقة لكي يبقى قادراً على المنافسة في سوق العرض والطلب في غياب مؤشرات واضحة العيان للشاري أو المستأجر، وضمن هذه الحلقة المفرغة يستمر إنشاء الأبنية غير الكفوءة، لذلك وجب التدخل الحكومي المباشر عبر وضع تدابير إلزامية وأنظمة محفزة والإشراف على عمل هيئات متخصصة تقوم بإصدار شهادات جودة لتصنيف الأبنية من ناحية كفاءة الطاقة.

كما أن تأهيل الأبنية المشيدة سابقاً، والتي يشغلها ساكنون مستأجرون حالياً، يتطلب التفاهم بين مستأجر البناء ومالكه، لتسهيل القيام بتأهيله وتحسين كفاءة الطاقة فيه مع ما يتطلبه ذلك من صرف المبالغ اللازمة. لذلك يتوجب وجود تشريعات عادلة تشكل الأرضية اللازمة لهذا التفاهم.

باء – وسائل الترشيد وتحسين الكفاءة

هناك العديد من وسائل الترشيد وتحسين الكفاءة، منها ما يرتبط بالبناء نفسه لا سيما غلافه الخارجي، ومنها ما يرتبط بالأجهزة والنظم والمعدات المستهلكة للطاقة داخله، ومنها ما يرتبط بالإنسان الذي يسكن هذا البناء ويتعامل معه ومع تجهيزاته.

١- الوسائل المرتبطة بالبناء وغلافه الخارجي

تؤثر البيئة المحيطة بالبناء في استهلاك الطاقة اللازمة، فالظروف الجوية من ناحية درجات الحرارة ونسب الرطوبة وسرعة الرياح وكثافة الأشعة الشمسية وزاوية سقوطها هي من العوامل الرئيسية، لذلك فإن الاتجاه الجغرافي وشكل البناء وموقعه أمور جديرة بالاهتمام لدى وضع التصاميم الهندسية المعمارية.

وهنا تبرز أهمية هندسة الطاقة السلبية، وكان الأولون يعتمدونها في ضوء خبرة الأجيال التي سبقتهم.

كما أن الغلاف الخارجي وما يتحدد أثناء تصميمه لناحية قيمة معامل الانتقال الحراري المستندة إلى ألوان المساحات الخارجية التي تعكس أشعة الشمس التي تطال المبنى من الخارج ولا تمتص حرارتها، وخصائص مواد البناء وأنواعها وسماكاتها، أمور حاسمة في تحديد كمية الطاقة التي سيحتاجها البناء صيفاً وشتاءً لتأمين حاجاته من التدفئة والتبريد، لذا كانت الحاجة إلى عزل الغلاف الخارجي للبناء، وتحاشي وجود أية جسور حرارية، لخفض استهلاك الطاقة من ناحية ولتأمين الراحة الحرارية من ناحية أخرى، بحيث يتم تأمين:

(أ) حماية عناصر المبنى من تغيرات الإجهاد الحراري نتيجة النمو والانكماش؛

(ب) حماية داخل البناء من تقلبات الطقس الخارجية قدر الإمكان؛

(ج) تأمين أجواء صحية مريحة لساكني البناء طيلة أيام العام، فساكني الأبنية المعزولة جيداً هم اقل تعرضاً للمرض وأفضل حماية من ضجيج محركات التجهيزات اللازمة للتكييف؛

(د) زيادة إنتاجية المتواجدين داخل البناء الكفء؛

وتتميز مواد العزل الحراري بكثافة منخفضة وبمعامل توصيل حراري متدني نتيجة وجود مسام وفراغات مملوءة بالهواء، لذلك كانت ضرورة منع تسرب الرطوبة إلى هذه المسام والفراغات والحؤول دون امتصاصها للماء، ومع أفضلية أن تكون المواد اللازمة للعزل صديقة للبيئة (نباتية أو حيوانية مثلاً)، ولا يتطلب تصنيعها سوى القليل من كميات الطاقة، يتوجب الانتباه إلى ضرورة أن تكون هذه المواد مقاومة لكافة الفطريات والعفن وللاهتزاز والصدمات مع حيازة خاصية عدم امتصاص الماء إذا أمكن، وعدم التأثر بالعوامل الخارجية. وبما أن معدل حياة المواد العازلة هو ٣٠-٤٠ سنة فإنه من الأجدى أن يتم اختيار هذه المواد وتحديد سماكاتها وتركيبها بالعناية اللازمة، خاصة وأن ثمنها هو ضئيل بالمقارنة مع كلفة اليد العاملة والسقالات اللازمة للتركيب.

وتعتبر النوافذ والمسطحات الزجاجية في الغلاف الخارجي، نقطة الضعف بسبب انتقال الطاقة الحرارية بواسطة التوصيل والإشعاع، لذلك تبرز ضرورة التقليل من المسطحات الزجاجية، واستعمال الزجاج الملائم العازل والمزدوج، واختيار نوع الزجاج المتمتع بكفاءة عالية عبر حيازة:

(أ) أعلى نفاذية ضوئية مرئية ممكنة؛

(ب) أعلى إمكانية لوقف الأشعة فوق البنفسجية؛

(ج) أدنى انتقالية للطاقة الشمسية الحرارية؛

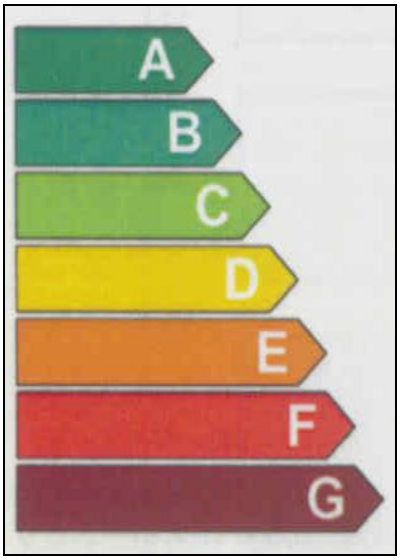
وفي هذا السياق تجدر الإشارة إلى أن بعض الدول عمدت إلى اعتماد نظام غير إلزامي للإفادة عن حسن كفاءة النوافذ من منظار توفير الطاقة، عبر تزويد المنتج بلصاقة "Label" تحدد الفئة وفق كمية الطاقة الجارية العابرة سنوياً في المتر المربع: A, B, C, D, E, F, G، على أساس أن الحد الأدنى المقبول هو C والفئة الأفضل هي A وبالطبع فإن هذه الأرقام للفئات السبع المذكورة تكون خاصة بمنطقة مناخية معينة.

كما يتوجب أخذ إمكانيات الاستفادة من التهوية الطبيعية الإرادية، والحوؤل دون تسرب الهواء من الخارج بدرجة حرارة تختلف عن درجة الحرارة المطلوبة في الداخل، عبر الأبواب والنوافذ المغلقة، وتحدد

بعض الأنظمة حجم الهواء المتسرب الأقصى المقبول في الساعة وفي المتر المربع من مساحة الغلاف الخارجي.

ومن الطبيعي أن يكون لشكل المبنى وتخطيطه وتصميمه الهندسي وخصائص مواد البناء المستخدمة فيه، أثر كبير في تحديد استهلاك المبنى من الطاقة الكهربائية، وأن ظروفاً مناخية قاسية في فصل الصيف، تؤدي إلى ارتفاع نسبة كميات الطاقة الكهربائية المستهلكة لتلبية حاجات التبريد وتكييف الهواء. وقد بينت بعض الدراسات التي أجريت في دول المنطقة (البحرين) أن أجهزة التكييف تستهلك أكثر من ٦٥ في المائةمن الطاقة في المبنى.

٢- الوسائل المرتبطة بالأجهزة والنظم والمعدات المستهلكة للطاقة داخل البناء



(أ) ترشيد استهلاك الطاقة في الإضاءة

تستهلك الإضاءة في المباني نسبة لا يستهان بها من الطاقة الكهربائية المستهلكة، لا سيما في المباني التجارية الحديثة، ومن الضروري لفت النظر إلى أن زيادة استهلاك الطاقة للإضاءة يؤدي حتماً إلى زيادة تجهيزات تكييف الهواء للتخلص من الطاقة الحرارية الناتجة عن هذه الإضاءة.

في نفس الوقت ينبغي التشديد على أن تخفيض استهلاك الإضاءة يجب أن لا يتم على حساب جودة الخدمات ومستوى الراحة، لذلك ينبغي التركيز على ترشيد الاستهلاك مع الاحتفاظ بإضاءة جيدة، ويمكن ذلك عبر:

(١) الاستفادة من الإضاءة الطبيعية/ ضوء النهار قدر الإمكان، بالاعتماد على تصميم معماري ملائم وحسن تحديد مواقع النوافذ، واعتماد أسلوب تصميم للإضاءة يجمع بين إضاءة الهدف وإضاءة محيطه؛

(٢) استخدام الألوان الفاتحة في المباني من الداخل، لأنها تعكس الضوء فتساهم في زيادة كفاءة الإضاءة داخل الغرف؛

(٣) استخدام مصابيح الإضاءة ذات الكفاءة الأعلى. علماً أن استبدال المصابيح المتوهجة في الأبنية الحالية بالمصابيح الموفرة للطاقة يسمح بتوفير ٧٠ في المائة من استهلاك الإنارة، التي تمثل على المستوى العالمي ١٩ في المائة من استهلاك الكهرباء (E/ESCWA/SDPD/2010/IG.1/4 (Part I))؛

وتجدر الإشارة إلى أن استخدام المصابيح من نوع (LED) (Light - Emitting Diode) رغم سعره المرتفع نسبياً بالمقارنة مع المصابيح من أنواع أخرى يؤمن وفراً ظاهراً في استهلاك الطاقة وفي الكلفة الإجمالية لتأمين الإنارة: وعلى سبيل المثال فإن مصباح (LED) بقدرة ١٣ وات يؤمن إنتاج نفس الإنارة التي يعطيها مصباح متوهج بقدرة ٤٠ وات.

إضافة إلى أن مدة حياة مصباح (LED) هي ٣٥٠٠٠ إلى ٥٠٠٠٠ ساعة في حين ان المصباح المتوهج يعيش ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ ساعة فقط والمصباح من نوع فلوريسانت يخدم فقط لمدة ١٠٠٠٠ إلى ١٥٠٠٠ ساعة، إضافة إلى تحاشي الهموم البيئية التي يتم تداولها بشأن هذا النوع الأخير، وضرورة أخذ جانب الحيطة تجاه ذلك.

(٤) اعتماد نظام أجهزة الإحساس بإشغال المكان، بحيث يتم استخدام أجهزة كشف الحركة عبر قياس التغيرات في الصوت أو في الصورة، فيتم فصل التيار الكهربائي عن أجهزة الإضاءة في المكان بعد خروج من كان فيه ببضع دقائق، ويتم توصيل التيار والإضاءة فور دخول أي كان لهذا المكان، وينصح بتركيب هذه الأجهزة في المساحات غير المشغولة بشكل دائم؛

(٥) إدارة مستويات الإضاءة: عبر اعتماد وسائل تحكم في الإضاءة، تخفضها لدى وجود إمكانية الاستفادة من ضوء النهار، وتزيدها عندما يكون هناك نقص في الإضاءة الطبيعية.

(ب) المصاعد والسلالم الكهربائية

هناك جيل جديد من المصاعد مزود بنظام لاسترداد الطاقة في مرحلة تخفيض السرعة للتوقف، بحيث يصار إلى تخفيض استهلاك المصعد بما يمثل وسطياً ٢٠ إلى ٣٥ في المائة وفقاً لارتفاع البناء وسرعة المصعد، ويمكن أن يصل التوفير إلى ٦٠ في المائة في بعض الحالات. يضاف إلى ذلك أن الوفر في الإضاءة التي تمثل عملياً ٤٠ في المائة من استهلاك المصعد ممكن أيضاً عبر استخدام مصابيح موفرة من نوع (LED)؛

(ج) الأجهزة الكهربائية المنزلية

إن حسن اختيار هذه الأجهزة، لا سيما ذات الاستعمال اليومي (الغسالة، الثلاجة...) بمواصفات معينة، يتيح توفير ١٢ في المائة من استهلاك الكهرباء، وانه من الممكن تخفيض استهلاك أجهزة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (راديو - تلفاز - انترنت) والبالغ ١٥ في المائة من الاستهلاك المنزلي، إلى النصف باستعمال تقنيات متوفرة حالياً ((E/ESCWA/SDPD/2010/IG.1/4 (Part I)؛

(د) الاستفادة من الطاقات المتجددة

تتمتع "عمان" بإمكانيات ضخمة من مصادر الطاقة المتجددة، لا سيما الطاقة الشمسية، لذلك تأكدت الجدوى الاقتصادية من إنتاج المياه الساخنة بواسطة اللواقط الشمسية المسطحة: حيث يتم تركيب جهاز تسخين المياه بالطاقة الشمسية على سطح البناء أو واجهته الجنوبية، في مواجهة الشمس، مما يجعل الأشعة تحت الحمراء التي يتضمنها الشعاع الشمسي، تدخل إلى داخل الجهاز عبر اللوح الزجاجي، فيمتصها الجسم الأسود داخل الجهاز، وترتفع حرارته، فيبث بدوره أشعة حمراء ذات موجات أطول لكنها غير قادرة على الخروج عبر اللوح الزجاجي، وبالتالي يتم احتجاز الطاقة الحرارية لتسخين المياه التي تمر في الأنابيب، فتصل حرارة المياه إلى ما يزيد عن ٥٠ درجة مئوية، وتختلف درجة الكفاءة من جهاز إلى آخر (٥٠-٧٠ في المائة) تبعاً لنوع التصميم، لكن يبقى الأمر مجدياً حتى بالنسبة للتجهيزات البسيطة، ومن الممكن تصنيعها محلياً.

كما يمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية لتكييف الهواء والتبريد، عبر استخدام الطاقة الحرارية الشمسية، لا سيما أن الحاجة القصوى للتبريد والتكييف تكون في فترات ذروة توافر الطاقة الشمسية، وتجدر الاشارة في هذا السياق إلى أن شركات عالمية تعمل على تطوير أنظمة تبريد وتكييف للأبنية تعمل بالطاقة الشمسية، ومن المجدي أن تواكب سلطنة عمان وجاراتها من دول مجلس التعاون الخليجي الأبحاث في هذا المجال، وتبذل الجهود لإيجاد صيغ تعاون لنقل هذه التكنولوجيا وتوطينها بحيث تكون ملائمة للبيئة المحلية.

وبالإضافة إلى استخدام الطاقة الشمسية المباشرة، يمكن أيضاً استخدامها لإنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة الخلايا الكهرضوئية، على أن تستهلك داخل البناء، أو يتم توريدها إلى الشبكة الكهربائية مع وجود تشريعات وطنية تسمح بذلك، علماً أن بعض الدول (كدول الاتحاد الأوروبي مثلاً) وضعت نصب أعينها، أن يصار بدءاً من العام ٢٠٢٠ إلى إنشاء أبنية جديدة غير مستهلكة للطاقة، تتم تغذية الطاقة القليلة المطلوبة لها من مصادر

الطاقة المتجددة حيث يتم استغلالها إما في نفس المبنى وإما من مكان قريب، أما المباني الحكومية فسيصار إلى تطبيق هذا الإجراء عليها بدءاً من العام ٢٠١٨ أي قبل عامين من المباني الخاصة الأخرى (www.lemoniteur.fr/195-batiment).

وهناك أيضا الاستفادة من الطاقة الحرارية الناتجة عن حرق النفايات الناتجة داخل المبنى للتخلص منها.

٣- الوسائل المرتبطة بساكني البناء وبالعاملين على تشغيله وصيانته

هناك العديد من التصرفات والسلوكيات التي ينصح ساكنو البناء والعاملون على تشغيله وصيانته باعتمادها، بهدف ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها، ومنها على سبيل المثال، لا التعداد:

(أ) شراء الأجهزة الكهربائية الكفوءة والأقل استهلاكاً للطاقة؛

(ب) إطفاء الإنارة وتجهيزات التكييف في الأماكن حيث لا حاجة لها؛

(ج) أن تكون النوافذ محكمة الإغلاق وان تكون الستائر مغلقة خلال فترات التكييف؛

(د) المحافظة على نظافة معدات الإنارة، للحفاظ على مستوى كفاءتها؛

(هـ) المحافظة على نظافة مصافي الهواء لتجهيزات التكييف ونظافة المكثف على البراد المنزلي....؛

(و) ضبط درجة حرارة الغرفة صيفاً على ٢٥ درجة مئوية على الأقل، وشتاءً على ١٩ درجة مئوية على الأكثر، خاصة وان ذلك ينسجم مع الثياب ومع الحرارة الخارجية؛

(ز) الاعتماد على الإنارة الطبيعية والتهوية الطبيعية قدر الإمكان؛

(ح) عدم هدر المياه الساخنة ومعالجة تسربها من الحنفيات وضياعها، خاصة تلك التي تطلب تسخينها استهلاك طاقة معينة؛

(ط) إطفاء أجهزة المذياع والكمبيوتر والتلفاز والطابعات وما شابه، في حال عدم استخدامها؛

(ي) عدم فتح باب البراد طويلاً لمنع انتقال الحرارة الخارجية إلى داخله، وبالتالي استهلاك طاقة إضافية لإعادة تبريده؛

(ك) تشغيل غسالات الملابس والصحون وما شابه خارج فترات الذروة على الشبكة الكهربائية، للاكتفاء باستهلاك طاقة منتجة بكفاءة أعلى الخ؛...

لقد تبين أن ثقافة وعادات ساكني البناء والعاملين على تشغيله وصيانته، تؤثر على استهلاك الطاقة فيه، وقد أجريت دراسات لعينات إحصائية بينت إن الأسباب الكامنة وراء عدم قيام الأشخاص المعنيين باتخاذ إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها، هي:

(أ) عدم الرغبة في خسارة الراحة والرفاهية؛

(ب) الاعتقاد بأن الوفر الذي يمكن تحقيقه هو كالنقطة في البحر؛

(ج) التذرع بعدم امتلاك وسائل مالية؛

(د) الإحساس بأن ذلك يتطلب بعض الجهد؛

(هـ) عدم المعرفة بما يجب القيام به؛

(و) عدم الاقتناع بمنافع الترشيد.

وبالتالي تبرز ضرورة الوصول إلى هؤلاء الأشخاص الرافضين ضمنياً لإجراءات الترشيد، وإقناعهم بهذه الإجراءات عبر توعيتهم بيئياً واجتماعياً واقتصادياً وفق مبدأ "لكل مقام مقال"، وهنا يأتي دور التوعية والإعلام (مذياع - تلفاز - صحافة الخ....) ودور المدارس بمختلف مستوياتها والمعاهد الفنية والجامعات، إضافة إلى أهمية التربية المنزلية وواجبات الأهل والمجتمع.

ولكل غاية مفيدة وعلى سبيل المثال يمكن الاطلاع على ما يجري في البرازيل والصين والاتحاد الأوروبي والهند واليابان والولايات المتحدة من إجراءات، ومنها على سبيل الإشارة اعتماد نظام لصاقات الطاقة، حيث أصبح في فرنسا وضع لصاقة الطاقة إجبارياً ومطلوباً للبناء مثل ما هو للمعدات الكهربائية المنزلية، وإلزامياً كشرط لأجراء العمليات العقارية منذ ١ كانون الثاني/ يناير ٢٠١١ (http://bleuciel.edf.com)، وبالتالي هناك ضرورة، لتحديد أرقام لا يمكن تجاوزها محلياً في سلطنة عمان بالنسبة لـ:

(ا) المقاومة الحرارية الأدنى المقبولة للغلاف الخارجي والنوافذ؛

(ب) الكمية الأقصى المقبولة لتهريب الهواء بالمتر المكعب في الساعة وفي المتر المربع من مساحة الغلاف الخارجي؛

(ج) الكفاءة الأدنى المقبولة من أجهزة الإنارة؛

(د) الكفاءة الأدنى المقبولة للمراجل؛

(هـ) حسن الأداء الأدنى المقبول لمضخات الحرارة؛

(و) الخسارة القصوى المسموح بها لسخانات المياه خلال فترة ٢٤ ساعة؛

(ز) استهلاك الطاقة الكهربائية الأقصى المقبول للمتر المكعب من الهواء الداخل عبر تجهيزات التهوئة؛

(ح) كمية الطاقة الأولية الأقصى المقبولة المستهلكة في المتر المربع و/أو في المنزل.

ومعظم هذ ه الأرقام يتم تحديده في ضوء المعطيات الخاصة بكل منطقة مناخية وتبعاً للارتفاع عن سطح البحر.

جيم – <u>المباني الخضراء</u>

يقصد بالمباني الخضراء، المباني الأقل استهلاكاً للطاقة والمياه والموارد الطبيعية، والتي لا تنتج سوى الحد الأدنى من النفايات وتؤمن الأجواء الصحية والمريحة لساكنيها، وبالتالي تتميز بانخفاض فواتير الطاقة والمياه (ترشيد استهلاك المياه في عمان هو ضمناً ترشيد لاستهلاك الطاقة)، وتساهم في تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة، ولا تضر بالبيئة إلا بالحدود الدنيا، وإذا كانت كلفة إنشائها قد تزيد قليلاً عن كلفة إنشاء الأبنية التقليدية الشائعة، فإن كلفة استثمارها تقل كثيراً عن الأبنية المعهودة، والحصيلة كلفة إجمالية أقل واستدامة اقتصادية واجتماعية وبيئية، فهي مباني مستدامة.

وبهدف تمييز هذه المباني عن سواها من المباني العادية، كان من الضروري اعتماد وإيجاد مؤشرات لتقييمها، وإعلان ريادتها عبر تزويدها بشهادات تقييم معترف بها، أسوة بما يحصل للمعدات والتجهيزات التي تتميز بحيازتها لشهادات المطابقة والنوعية وشهادات التجارب النوعية وحسن الأداء.

وقد بوشر بإصدار هذه الشهادات للمباني الخضراء تاريخياً في أميركا الشمالية ضمن ما يعرف بـ- (Leadership in Energy and Environmental Design (LEED))، وهو نظام تقييس ومواصفات للأبنية الخضراء عالية الجودة من منظار الطاقة والبيئة، وتستند مؤشرات التقييم على محاور أساسية هي: كفاءة

الطاقة، كفاءة استهلاك المياه، استعمال المواد المحلية المصدر وإعادة تدوير واستخدام ما يتبقى منها مع إعطاء أهمية خاصة للابتكار في التصميم، وقد أنشأ هذا النظام مجلس الأبنية الخضراء (Green Building Council) في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٨ ، ثم اعتمد لاحقاً هذا النظام في كندا، وأصبح بعد ذلك نظام التقييم البيئي للأبنية الأكثر رواجاً في العالم.

يتضمن نظام التقييم النظر في البناء المنشأ أو المنوي إشادته، من عدة أوجه (الطاقة والجو، المواد والموارد، المياه، المحيط الداخلي - الابتكار والتصميم الخ...) ويخصص كل منها بعدة نقاط بحد أقصى يبلغ مائة نقطة، يحوز البناء الذي يتم تقييمه على عدد نقاط معين لكل وجه، ويتم جمع النقاط، والعلامة الإجمالية تؤهل البناء للحصول على شهادة (٤٠-٤٩ نقطة) أو شهادة فضية (٥٠-٥٩ نقطة) أو شهادة ذهبية (٦٠-٧٩ نقطة) أو شهادة ماسية (٨٠ نقطة وما فوق) وهي الأفضل.

ثم لاحقاً بني انطلاقاً من هذا النظام العديد من الأنظمة الوطنية للتقييم البيئي في دول العالم الساعية إلى حسن استثمار وعدم هدر الموارد الطبيعية وتحاشي الإضرار بالبيئة، ويمكن وفق نظام (LEED) والأنظمة الوطنية التي تلته والتي أنجز وضعها في بعض الدول (منها بعض الدول العربية: قطر – الأردن – مصر – لبنان الخ...) وبوشر تطبيقه، ويصار إلى تحضير نصوصها بما تتضمن من آليات لتطبيقها في دول أخرى، تطبيق نظام التقييم سواء على المباني الجديدة أو المباني الموجودة والتي يعاد تأهيلها، كما أن هناك ما يعود منها للمباني المنزلية أو التجارية أو الصناعية مع بعض الفروقات التي تتمايز بها هذه القطاعات.

وهنا تجدر الإشارة إلى إمكانية متابعة دورات تدريبية وورش عمل حول منهجية وطرق تطبيق نظام (LEED) والحصول على شهادة تجيز لحاملها القيام بمهام التقييم (www.usgbc.org/education).

دال– محاور العمل لتحسين كفاءة الطاقة في الابنية

من الضروري التركيز على الأمور التالية:

١- سن قوانين حديثة لكفاءة الطاقة في الأبنية وإرساء إطار تنظيمي وقانوني شامل يسهل عمليات التنفيذ والتطبيق عبر وضع آليات واضحة وسهلة التطبيق ومعلنة.

٢- تعزيز القدرات المؤسساتية اللازمة.

٣- بناء القدرات ونقل المعرفة والتكنولوجيا في مجال مواد وتقنيات البناء وفرص توفير الطاقة، وتشجيع التخصص في ذلك وفرض تدريس المواد اللازمة في كليات الهندسة المدنية والهندسة المعمارية والهندسة الكهربائية والهندسة الميكانيكية على حد سواء.

٤- زيادة الوعي، ونشر ثقافة توفير الطاقة بين أفراد المجتمع بحيث تصبح جزءاً من الحياة اليومية، عبر إقناعهم بالفوائد البيئية والاقتصادية والصحية، والاستفادة من استخدام القنوات التلفزيونية والراديو والصحف لإيصال المعلومات إلى أوسع الفئات، وتعميم مفاهيم حسن إدارة الطاقة وتخفيض استهلاك المؤسسات الحكومية والخاصة وتخفيض التكاليف العامة عبر ذلك، وخلق لجان أو وحدات مسؤولة عن ذلك وذات مصداقية داخل كل مبنى مع دعم واضح ومعلن من مسؤولي الإدارة العليا.

٥- حفز أعمال البحث والتطوير ونقل التكنولوجيا والمعرفة وتوطينها.

٦- حفز الاستثمار لقيام صناعات محلية لمعدات الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة المستعملة في الأبنية.

٧- اعتماد سياسة تسعير للطاقة بمختلف أشكالها، تؤدي إلى وقف هدر الطاقة وتحسين الكفاءة دون عرقلة مسار التنمية المستدامة.

٨- تخفيض الضرائب والرسوم على المعدات المستوردة ذات الكفاءة العالية، وعلى مواد العزل.

٩- تشجيع استخدام مصادر الطاقة المتجددة كأجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية وإنتاج الكهرباء بلوحات الخلايا الكهرضوئية ومراوح الطاقة الهوائية.

١٠- تمويل مشاريع تأهيل الأبنية الموجودة باتجاه تحسين كفاءة الطاقة فيها، من صناديق التوفير والضمان الاجتماعي وما شابه، كون ذلك يصب في نهاية المطاف في عملية التنمية المستدامة.

١١- ابتكار حلول عادلة ضمن أنظمة الإيجارات، بحيث تكون هناك آلية واضحة وعادلة ومعلنة لتنفيذ تأهيل المباني المؤجرة بهدف تحسين كفاءة الطاقة فيها، مع الحفاظ على حقوق المؤجرين والمستأجرين.

١٢- وضع منهجية متجانسة ومتكاملة لاحتساب مؤشر أداء البناء لناحية كفاءة الطاقة فيه.

١٣- فرض حد أدنى من المتطلبات اللازمة لناحية كفاءة الطاقة في الأبنية الجديدة قبل الترخيص بإنشائها.

١٤- فرض حد أدنى من المتطلبات اللازمة لناحية كفاءة الطاقة لدى إعطاء رخصة بتأهيل الأبنية القديمة، لا سيما التي تزيد مساحتها عن حد معين.

١٥- فرض الحصول على شهادات جودة كفاءة الطاقة في الأبنية، تجيز تخفيض رسوم معينة مفروضة عليها.

١٦- الصيانة الإلزامية والتأكد الدوري من حسن أداء المراجل وتجهيزات التكييف والتسخين والتبريد، وعملها بكفاءة جيدة ومقبولة.

١٧- تفعيل قوانين العزل الحراري للمباني عبر إلزام المقاولين والإشراف الفعلي على أعمال العزل من قبل جهات متخصصة ومحاسبة المخالفين لهذه القوانين.

١٨- القيام بالإحصاءات ووضع بيانات دورية للمقارنة مع البيانات والإحصاءات الدولية من ناحية، ومراقبة تطور الاستهلاك من ناحية أخرى، بهدف استخلاص العبر والسعي نحو مزيد من تحسين كفاءة الطاقة في الأبنية.

١٩- إعادة تدوير الخرسانة واستخدام منتجاتها في المباني الخضراء.

خامساً – كفاءة الطاقة في قطاع النقل

يؤمّن النقل المستدام الحاجات الأساسية للأفراد والمجتمعات بشكل آمن وأكيد، سواء لناحية تنقل الأشخاص أو لناحية نقل البضائع، دون الإضرار بالصحة العامة ولا بالنظام البيئي ومصالح الأجيال القادمة، وهو بالتالي:

- الأكثر سلامة وأماناً والأقل إيذاءً للأفراد والممتلكات؛
- الأقل تلويثاً للهواء والمياه والتربة، والأقل إصداراً للضجيج، وبالتالي الأقل ضرراً للصحة العامة؛

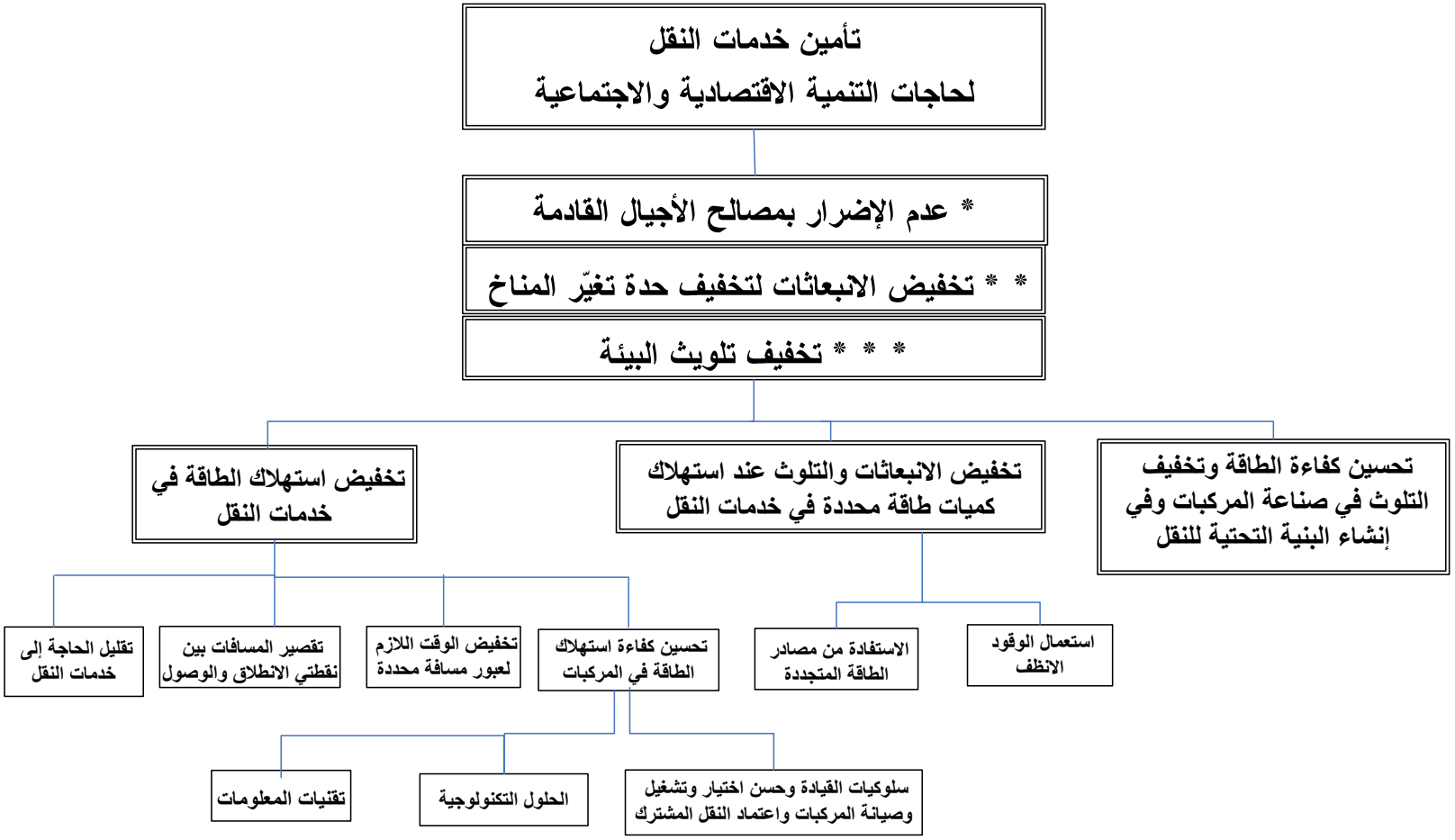
- الأقل إصداراً لانبعاثات غازات الدفيئة، وبالتالي الأقل مساهمة في حدة تغيّر المناخ والاحترار العالمي؛
- الأقل استهلاكاً للموارد الطبيعية، ومن ضمنها الوقود الأحفوري، وبالتالي فهو أكثر كفاءة في استخدام الطاقة، ويستفيد من مصادر الطاقة المتجددة؛
- الأوسع انتشاراً وصولاً إلى المناطق الفقيرة والنائية، بهدف تهيئة ظروف مؤاتية للحركة العمرانية فيها، وتسهيل وصول الفقراء إلى مراكز العناية الصحية والمدارس والجامعات والأسواق، وتسهيل نقل المنتجات الزراعية وتسويقها، وتسهيل إنشاء المؤسسات الإنتاجية الصغيرة والمتوسطة ودعم قدراتها التنافسية، وتوفير فرص عمل في الريف، سعياً إلى القضاء على الفقر وتحقيق الأهداف الإنمائية للألفية؛
- الأقل كلفة، بحيث يتمكن الراغبون في الانتقال إلى مراكز عملهم أو مؤسسات التعليم تحمُّل مصاريف خدمات النقل، عبر شبكات ممتدة بين أماكن السكن ومراكز تلبية الحاجات الاجتماعية والاقتصادية والمعيشية في الحياة اليومية؛
- القادر على تلبية الطلب عليه، مع فك الارتباط قدر الإمكان بين نمو الاقتصاد وتطور انبعاثات غازات الدفيئة الصادرة عن قطاع النقل، فهو داعم للأنشطة الاقتصادية ومتكامل معها، دون أن تتزايد وتيرة استهلاكه للطاقة وإصداره للانبعاثات مع وتيرة النمو الاقتصادي والاجتماعي.

وفي إطار ما تقدم، يتوجب العمل على إبقاء النقل المستدام ضمن مساحة مثلث يحده من جهاته الثلاث: التنمية الاجتماعية المستدامة، والتنمية الاقتصادية المستدامة، والتنمية البيئية المستدامة.

وفي هذا المجال، من الضروري إحداث تغييرات في الممارسات وفي القرارات اللوجستية وفي التكنولوجيات المستخدمة، وعبر وضع السياسات والتنظيمات والإجراءات الضريبية التي يمكن أن تساهم عائداتها في أنشطة تحسين كفاءة الطاقة في قطاع النقل.

ويوضح الشكل التالي مجالات العمل الرئيسية لتحقيق الاستخدام المستدام للطاقة لدى توفير خدمات النقل.

الاستخدام المستدام للطاقة



ويتطلب تخفيض استهلاك الطاقة في خدمات النقل العمل على أربعة محاور:

ألف- تقليل الحاجة إلى خدمات النقل

من المعروف أن تنقل الإنسان من مكان إلى آخر تفرضه الحاجة إلى إنجاز مهام معينة طابعها بالإجمال اقتصادي و/أو اجتماعي، كمعاملات البيع والشراء، والقيام بعمل خاص و/أو لقاء أجر، واكتساب المعرفة والعلم، والعناية بالصحة وزيارة الأطباء، وتفقد الأهل والأقارب والمعارف في مناسبات معينة، كون الإنسان، لا سيما في المجتمعات الشرقية، يعيش في محيط تميزه العلاقات الأسرية. لقد كان التنقل في الماضي يتم في مساحة صغيرة نسبياً، لا سيما في المجتمعات الزراعية، ولم يكن السفر عبر مسافات كبيرة شائعاً بل مقتصراً على فئات معينة من المواطنين، ولحاجات نادرة في معظم الأحيان. لكن تطور الحياة اليومية وتطور الاقتصاد، ونشوء المدن ذات الكثافة السكانية بسبب تمركز الأنشطة الاقتصادية داخلها وحولها، ومركزية الحكومة، حيث يضطر المواطن إلى عبور عشرات الكيلومترات لتلقي العلم أو للعناية الصحية أو للعمل أو لإنجاز معاملة معينة في دائرة حكومية في العاصمة أو مركز المحافظة أو ما شابه، جعل الحاجة إلى التنقل تزداد يوماً بعد يوم، وأصبحت مصاريف التنقل تأخذ حجماً متزايداً في موازنة الفرد والعائلة، كما أصبحت زحمة المرور داخل المدن وعلى مداخلها من مشاهد الحياة اليومية التي يشكو الجميع من مساوئها، دون أن يصار إلا إلى بذل القليل من الجهد لمعالجتها. ومن ناحية أخرى، هناك أيضاً الحاجة إلى نقل المواد الأولية والمنتجات الزراعية وسواها من البضائع من مكان إلى آخر.

والحقيقة أنه يمكن معالجة موضوع نقل البضائع وتنقل الأفراد من جذوره عبر تقليل الحاجة إلى التنقل باعتماد سياسات وإجراءات وتصرفات معينة، منها على سبيل المثال لا الحصر:

(أ) اعتماد سياسة اجتماعية اقتصادية متكاملة تقلل الحاجة إلى التنقل، لا سيما بين الريف والمدينة يومياً، ويكون ذلك بتوفير فرص عمل في الريف عبر تشجيع إنشاء المؤسسات الصغيرة والمتوسطة وتعزيز انتشارها، وبإنشاء المدارس والمعاهد الفنية والمراكز الصحية من مستشفيات وعيادات وخلافه بالمستويات اللازمة في الريف، وتأمين ظروف الحياة الهانئة فيه اقتصادياً واجتماعياً، بحيث تنتفي الحاجة اليومية إلى الانتقال إلى المدن، كما تنتفي الحاجة إلى السكن في المدن.

(ب) اعتماد اللامركزية الإدارية، بحيث لا يضطر مواطن بحاجة إلى الاستفسار عن موضوع ما و/أو إجراء معاملة ما في الدوائر الحكومية، إلى الانتقال من مركز سكنه و/أو عمله إلى مركز المحافظة أو العاصمة لإجرائها، وحتى في بعض الأحيان التنقل بين عدة مراكز ودوائر حكومية لإنجاز المعاملة، وهنا يأتي دور الحكومة الإلكترونية والخدمات الإلكترونية، والاستفادة من إمكانيات البريد والبريد الإلكتروني ووضع الأنظمة التي تسمح بذلك، بحيث تقل الحاجة إلى التنقل؛

(ج) الاستفادة من التسهيلات التي يوفرها البريد الإلكتروني لإجراء معاملات البيع والشراء وغيرها، مما يتطلب تشريعات وأنظمة تتيح ذلك وتوضح آليات التنفيذ النظامية؛

(د) إنشاء شبكات أنابيب بحرية وبرية وفق المعايير البيئية، لنقل المحروقات، بحيث يتم الاستغناء جزئياً عن استعمال مركبات صهاريج نقل المحروقات؛

(هـ) الاستعاضة عن نقل المحروقات من مواقع إنتاجها في المصافي أو الآبار، بإنشاء محطات لتوليد الطاقة الكهربائية بالقرب من هذه المواقع، ونقل الطاقة الكهربائية عبر الشبكات المنشأة وفق المعايير البيئية، عندما تتأكد الجدوى الفنية والاقتصادية؛

(و) الاستفادة من تسهيلات الأنظمة السلكية واللاسلكية للاتصال والاستفسار عن أمر ما دون حاجة إلى التنقل، واعتماد الاجتماعات والندوات عبر الهاتف والفيديو في قطاعات الأعمال والصحة والتعليم وغيرها؛

(ز) استهلاك المواد والمعدات والمنتجات المحلية تفادياً لنقلها عبر مسافات كبيرة. وينبغي هنا لفت ا لنظر إلى ما حصل في الماضي، وما يحصل حالياً من نقل المواد الأولية والمواد المرغوب بتدويرها من البلدان النامية إلى البلدان الصناعية و/أو الناشئة، لتصنيعها، ثم إعادة نقلها مجدداً إلى البلدان النامية، وبالتالي ضرورة دراسة هذا الواقع عن قرب واتخاذ ما يلزم لتقليل الحاجة إلى ذلك.

باء - تقصير المسافات الواجب عبورها بين نقطة الانطلاق ونقطة الوصول

من الممكن تحقيق ذلك عبر تخطيط شبكات الطرق المناسبة، والمسارات المباشرة، ومن ضمنها خطوط السكك الحديدية، مع إنشاء محطات التسفير والتجمع على مداخل المدن بشكل مدروس وفق خطط تنظيم مدني متكامل.

جيم - تخفيض الوقت اللازم لعبور مسافة محددة

ويقصد بذلك تأمين الانسياب المروري وحركة السيارات، من دون العرقلة، التي تحصل عادة داخل المدن وعلى مداخلها، بحيث تضطر المركبات إلى البقاء ساعات أحياناً لعبور بضعة كيلومترات، مع ما يرافق ذلك من هدر للوقت واستهلاك زائد للمحروقات وانبعاثات إضافية وتلوث يفوق الحد المقبول. وهنا تبرز الحاجة إلى سياسات متكاملة في قطاع النقل، تشمل وضع تنظيم مدني متكامل وتخطيط وإنشاء شبكات الطرق، وبتنظيم حركة المرور وحسن إدارتها والاستفادة من تقنيات نقل المعلومات في هذا المجال، وتشجيع النقل الجماعي وتهيئة ظروف مؤاتية للاستثمار الخاص فيه واعتماد الشراكة بين القطاعين العام والخاص، وتطويره وتوسيع مداه وتحسين خدماته لجهة تأمين الراحة والانضباط في المواعيد، وتشجيع المشاركة في السيارات الخصوصية واستخدام الدراجات الهوائية، والمشي داخل المدن المزدحمة إلخ.

وهنا، من المفيد الإشارة إلى ما ورد في دراسة أجرتها شركة رينو الفرنسية، من أن شاحنة يمكن أن تستهلك من المحروقات في بعض ظروف زحمة السير، أكثر بعشرة أضعاف مما تستهلكه في ظروف الانسياب المروري العادية كما هو مبين في الجدول أدناه.

الاستهلاك الإضافي للمحروقات في زحمة السير
(شاحنة ٤٠ طناً بقدرة ٤٤٠ حصاناً بخارياً)

ظروف السير	السرعة	استهلاك الوقود فى كل مائة كيلومتر
انسياب مروري ملائم	٧٥ كلم في الساعة	٣٤ ليتراً
زحمة سير متوسطة (بمعدل توقف كل ٤٠٠ متر)	١٥ تعديلاً في السرعة من صفر إلى ٣٠ كلم في الساعة ١٠ تعديلات في السرعة من صفر إلى ٩٠ كلم في الساعة ٢٥ دقيقة توقف	١٦٠ ليتراً
زحمة سير حادة (بمعدل توقف كل ١٠٠ متر)	٨٥ تعديلاً في السرعة من صفر إلى ٣٠ كلم في الساعة ١٥ تعديلاً في السرعة من صفر إلى ٩٠ كلم في الساعة ساعة توقف	٣٦٠ ليتراً

المصدر: CCFA, 2006, p. 21.

وأفادت دراسة الوكالة الدولية للطاقة حول النقل والطاقة وثاني أكسيد الكربون الصادرة عام ٢٠٠٩، أن شاحنة تستهلك ٢٨ ليترا من المحروقات في كل مائة كيلومتر عندما تسير بسرعة ٥٠ كيلومترا في الساعة دون توقف، تستهلك ٥٢ ليترا في المائة كيلومتر عندما تتوقف مرة كل كيلومتر و٨٤ ليترا في المائة كيلومتر عندما تتوقف مرتين في الكيلومتر (IEA, 2009a, p. 297).

والحقيقة أن تقليل الحاجة إلى خدمات النقل، وتقصير المسافات بين نقطتي الانطلاق والوصول، وتخفيض الوقت اللازم لعبور مسافة محددة، تتطلب جميعها تعزيز البنية التحتية واعتماد سياسة تنظيم مدني متكاملة مع رؤية طويلة الأمد لمعدلات الزيادة السكانية في المدن، وتطور الأنشطة الاقتصادية بحيث يتم:

(أ) وقف الهجرة المستمرة من الريف إلى العواصم والمدن الكبرى، وبالتالي الحد من نشوء الضواحي العشوائية حول المدن؛

(ب) إنشاء البنية التحتية اللازمة لتأمين خدمات النقل للوصول إلى المدن ومراكز الأسواق والجامعات والمدارس والمراكز الصحية والحكومية والمواقع السياحية إلخ، عبر إنشاء شبكة طرق ملائمة تضمن حسن انسياب حركة المرور، ومحطات تسفير ومرائب ومواقف للمركبات بالعدد اللازم والمساحات الكافية في أماكن مدروسة، خاصة وأنه أحيانا يتم هدر الوقت وعبور مسافات إضافية واستهلاك طاقة إضافية للوصول إلى مكان يمكن فيه ركن السيارة؛

(ج) تنظيم إدارة المرور وحركتها مع الاستعانة بتكنولوجيا الاتصالات، فيتم إبلاغ المواطنين عن حركة المرور أولا بأول وعن أمكنة الازدحام وأمكنة وجود المواقف ومدى استيعابها لسيارات قادمة إلخ، على غرار ما يحصل في عواصم البلدان المتقدمة؛

(د) تعزيز النقل الجماعي/المشترك، وتأمين الراحة للمستفيدين منه والانضباط في المواعيد وتعدد الخطوط وتشابكها، والاقتداء في ذلك بما توصلت إليه بعض العواصم في العالم من تأمين النقل الجماعي بالشروط الملائمة بحيث لا يشعر المرء بالحاجة إلى استعمال سيارته الخاصة؛

(هـ) وضع قيود على دخول السيارات الخاصة إلى وسط المدينة.

دال - تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المركبات

يتم ذلك عبر محورين: الأول بتحسين سلوكيات استعمال وقيادة المركبات والتعامل معها لجهة حسن الاختيار لدى اقتنائها ثم تشغيلها وصيانتها، والثاني عبر الشركات الصانعة للسيارات بتصميم وتصنيع السيارات والمحركات الأقل استهلاكا للمحروقات. ومن الممكن تحقيق وفورات كبيرة في استهلاك الطاقة لأغراض النقل بتشجيع اعتماد وسائل نقل أقل استهلاكا للطاقة، إذ توجد تباينات كبيرة في كثافة استهلاك الطاقة مع الوسائل المتوفرة، وعلى سبيل المثال يمكن أن يؤدي التحول من التنقل بالسيارات إلى التنقل بالحافلات إلى انخفاض نسبي في كثافة الاستهلاك.

وهناك العديد من الممارسات المطلوبة من الأفراد والتي يمكنها تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، أهمها:

(أ) اعتماد السيارات الصغيرة الأقل استهلاكا للاستعمال الخاص؛

(ب) التخفيف من استعمال السيارات الخاصة، والاستغناء عن ذلك عندما يكون التنقل لمسافة قصيرة وعندما يسمح الوقت بذلك، واعتماد الدراجات الهوائية، وقد ثبت من الناحية الصحية أن رياضة المشي هي من أفضل أنواع الرياضة؛

(ج) المشاركة في السيارة الخاصة (car pooling)؛

(د) استعمال خدمات النقل المشترك/الجماعي، التي تقدم خدمات نقل مماثلة لكنها تستخدم كميات أقل من الوقود وتصدر كميات انبعاثات أدنى؛

(هـ) تحاشي المرور في المناطق المزدحمة، خاصة في فترات الذروة؛

(و) اعتماد القيادة الهادئة التي تؤمن وفراً نسبته ٥ إلى ٤٠ في المائة من الوقود المستهلك، ويعني ذلك عدم الانطلاق بسرعة وعدم التوقف بسرعة؛

(ز) تحاشي السرعة الزائدة، كونها تؤدي إلى زيادة استهلاك المحروقات وتدني الكفاءة، واعتماد السرعة الاقتصادية والتي تتراوح عادة بين ٦٠ و٩٠ كيلومتراً في الساعة(IEA, 2009a, p. 197)؛

(ح) الحفاظ على ضغط هواء ملائم في عجلات السيارة، علماً بأن انخفاض ضغط الهواء يزيد نسبة احتكاك العجلات على الطريق ويؤدي إلى زيادة استهلاك المحروقات، كما هو مبين في الجدول ٢.

الجدول ٢- تأثير ضغط الهواء في العجلات على استهلاك المحروقات

ضغط الهواء في العجلات	الزيادة في استهلاك المحروقات
أقل بـ ٠,٣ بار	١,٢ في المائة
أقل بـ ٠,٥ بار	٢,٤ في المائة
أقل بـ واحد بار	٦ في المائة

المصدر: ADEME.

(ط) إجراء صيانات دورية للمحرك وتوابعه، ومتابعة استهلاك المحروقات، لمعالجة أي خلل يحصل باتجاه زيادة الاستهلاك؛

(ي) استبدال السيارات القديمة جداً بأخرى أحدث منها تتمتع بكفاءة أفضل.

بالإضافة إلى هذه السلوكيات التي تتطلب توعية لعموم المواطنين لإقناعهم بجدواها، هناك جانب آخر يتعلق بالشركات الصانعة للسيارات ومحركاتها وتوابعها ويختص بتكنولوجيا السيارة والمحرك والتصميم والمواد المستعملة ومواصفات الوقود إلخ. وعلى وجه التحديد، من المجدي لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المركبات:

(أ) الاستفادة من التكنولوجيات والتحسينات الأحدث في صناعة المحركات، لناحية تحسين الاحتراق، وزيادة كفاءة المحرك عبر زيادة نسبة الضغط على سبيل المثال؛

(ب) فرض اعتماد المحروقات بالمواصفات الأفضل (درجة الأوكتان على سبيل المثال) حيث يتمكن المحرك من العمل بكفاءته القصوى؛

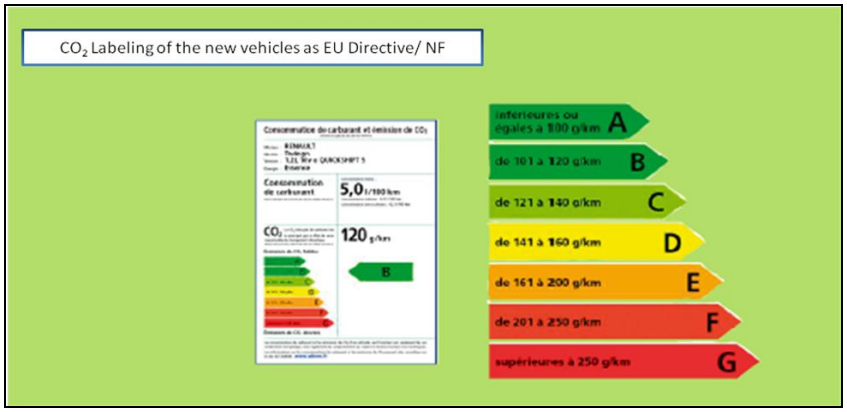
(ج) تخفيف الاحتكاك كونه سبباً رئيسياً لتدني كفاءة الاستهلاك، باستعمال الزيوت الملائمة للمحرك في ظروف طقس محددة، ونوعية عجلات ملائمة، وتصميم سيارات بأشكال مدروسة لتخفيف مقاومة الهواء لحركتها قدر الإمكان؛

(د) استعمال مواد لصنع هيكل السيارة وتجهيزاتها بوزن أقل دون التضحية بشروط السلامة والأمان؛

(هـ) تطوير السيارات الهجينة والاستفادة من بعض الإمكانيات الآيلة إلى تخفيض استهلاكها للوقود وإصدارها للانبعاثات.

وتجدر الإشارة في هذا السياق، إلى أن الاتحاد الأوروبي أوصى دوله الأعضاء، حيث يوجد صناعة سيارات، باعتماد لصاقة الطاقة كنظام إلزامي لتصنيف السيارات الجديدة ضمن فئات وفق كمية الانبعاثات الصادرة عنها (انظر الشكل أدناه). فالسيارات الأفضل، أي التي تصدر انبعاثات أقل، تكون لصاقاتها باللون الأخضر فئة A أقل من ١٠٠ غرام انبعاثات في الكيلومتر الواحد، وتأتي بعدها الفئة B إلخ. والسيارات الأدنى كفاءة تصنف في فئات تصل إلى فئة G، وهي الأسوأ (أكثر من ٢٥٠ غرام انبعاثات في الكيلومتر الواحد).

لصاقات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من السيارات الجديدة
وفق توجيهات الاتحاد الأوروبي



المصدر: CCFA, 2006, p. 1.

وهنا تبرز ضرورة التوعية الإعلامية لعامة المواطنين، بحيث يتم تسويق السيارة في ضوء استهلاكها للوقود والانبعاثات الأدنى الناتجة عنها، وليس في ضوء ضخامة هيكلها أو محركها. ففي البلدان العربية يندر أن تتم المقاربة والتسويق بين الجمهور ووكالات بيع السيارات على أساس الكفاءة في الاستهلاك، في حين أن البلدان الصناعية المتقدمة في أوروبا والولايات المتحدة واليابان تعتمد لصاقات للشهادة على حسن الكفاءة وانخفاض الانبعاثات، وتتضمن الإعلانات للترويج لسيارة من طراز معين معلومات كافية عن قدرة المحرك واستهلاكه وانبعاثاته.

هاء- تخفيض الانبعاثات والتلوث عند استهلاك كميات طاقة محددة في خدمات النقل

بعد بذل الجهود الممكنة لتخفيض استهلاك الطاقة في قطاع النقل، تبقى هناك إمكانيتان للحصول على هذه الكميات المحددة من الطاقة، وهما: إما من مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية - الطاقة المائية - طاقة الرياح) حيث لا انبعاثات ولا تلوث ولا استنزاف للموارد الطبيعية المعرضة للنضوب؛ وإما باعتماد الوقود الأنظف كالغاز الطبيعي والوقود البيولوجي. ومن المفيد الإشارة في هذا السياق، إلى أن الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق الوقود تعود إما لمحتوى هذا الوقود من الكربون أو لمحتواه من الهيدروجين، وفي حالات قليلة وبدرجة أقل لمحتواه من الكبريت. ويتبين من معادلات التفاعلات الكيميائية لعمليات الاحتراق، أن الهيدروجين هو الوقود الأمثل، لأنه يؤدي فقط إلى إنتاج بخار الماء (انبعاثات كربونية غير موجودة) من ناحية، وإلى إنتاج طاقة حرارية أعلى نسبياً من ناحية أخرى، حيث إنه بوزن هيدروجين معادل لوزن الكربون يمكن إنتاج طاقة حرارية تزيد أربع مرات عما ينتجه هذا الكربون.

من جهة أخرى، إن إنشاء البنية التحتية من طرقات ومواقف للسيارات ومحطات تسفير إلخ، يتطلب خلال تنفيذ مشاريع هذه المنشآت ومن ثم تشغيلها واستثمارها، الاستعانة بآليات ومعدات مستهلكة للطاقة، كما أنه بحاجة إلى الكثير من المواد التي يتطلب إنتاجها كميات لا يستهان بها من الطاقة كالزفت والإسمنت الذي يصدر إنتاجه في بلدان العالم انبعاثات تقدر بما بين ٧ و٨ في المائة من الانبعاثات الإجمالية العالمية لثاني أكسيد الكربون، أي أكثر من ثلاثة أضعاف الانبعاثات الناتجة عن حركة الطيران المدني (٢ في المائة) والعسكري في العالم. كما أن تخطيط شبكات الطرق يتطلب الكثير من الصيانة والاهتمام لتحاشي الإضرار بالنظام البيئي، وبالتالي هناك الكثير من الأمور الجديرة بالاهتمام والمعالجة ضمن خطط وطنية متكاملة، أسوة بسواها من المنشآت العائدة لكافة القطاعات، لكن البحث في هذه الأمور يخرج عن إطار هذه الدراسة.

واو – الاستفادة من تقنيات المعلومات

يمكن الاستفادة من التسهيلات التي تؤمنها تقنيات المعلومات في مجال العمل على تقصير المسافات التي يتم اجتيازها، والتقليل من المدة اللازمة لاجتيازها، سعياً إلى تخفيض الاستهلاك وبالتالي التقليل من انبعاثات غازات الدفيئة ومن التلوث. وهناك حالياً عدة نظم معلومات شائعة الاستعمال في البلدان المتقدمة، ويمكن اعتمادها في سلطنة عمان، أهمها:

(أ) نظام التوجيه والملاحة (Navigation System): وهو يعتمد على المعلومات التي يؤمنها نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System المعروف بـ GPS، بحيث يمكن لسائق المركبة تحديد موقعه، ثم يقوم بإدخال معلومات على موقع المكان الذي يرغب بالتوجه إليه على جهاز معين موجود في المركبة، فيتم بواسطة نظام التوجيه والملاحة تزويد السائق بالمعلومات عن المسار الأفضل الذي ينبغي عليه اتباعه، وبذلك يتحاشى السائق اجتياز مسافات إضافية إذا لم يكن ملماً بالمنطقة التي يتحرك فيها، ويمكن لهذا النظام أيضاً تزويد السائق بمعلومات إضافية عن أمكنة معينة موجودة على المسار أو عوائق أو ما شابه؛

(ب) نظام إدارة السير: ويشمل جمع المعلومات، والتحليل والمحاكاة، وتحديد الخيارات الفضلى، والتوجيه والتحكم:

(١) جمع المعلومات: ويتم بواسطة أجهزة الاستشعار عن بُعد وأجهزة الكشف والإنذار، مع وجود كاميرات في أمكنة معينة ووسائل اتصال تؤمن انتقال المعلومات عبر شبكة سلكية أو لاسلكية إلى مركز رئيسي في المدينة أو المنطقة؛

(٢) التحليل والمحاكاة: بعد إدخال المعلومات المنقولة عن حالة الطرقات، سواء المجموعة بواسطة الكاميرات أو العائدة لحالة الطقس وأعمال الصيانة على الطرقات والمناسبات الخاصة من مؤتمرات وتجمعات يمكن أن تؤثر على حركة السير، على قاعدة بيانات شبكة الطرقات، يتم تحليل كافة المعطيات مجتمعة عبر نظم وبرامج خاصة تحاكي واقع حركة السير، محددة أماكن الازدحام أو الحوادث، ومعدل الوقت المطلوب للتنقل بين مكان وآخر؛

(٣) تحديد الخيارات الفضلى: بالاعتماد على نتائج عمليات التحليل والمحاكاة، وعلى كافة المعلومات المتوفرة كمستوى التلوث على الطرق مثلاً، وعلى الإحصاءات السابقة المخزنة في قاعدة المعلومات، يتم وضع توقعات على المدى القصير والمتوسط لحالة الطرقات، واستخلاص الخطط المثلى لتنظيم السير، مع تحديد خطط رديفة في حال وقوع حوادث مفاجئة. ويمكن للخيارات الفضلى أن تترافق مع خطط تحكم بإشارات السير الضوئية وتوجيه نصائح إلى عناصر شرطة السير المتواجدين في بعض الأمكنة بشأن إعطاء أولوية المرور على التقاطعات؛

(٤) التوجيه والتحكم: انطلاقاً من الخيارات الفضلى المحددة، يتم التحكم عن بُعد بإشارات السير الضوئية، وتوجيه رسائل إلكترونية ضوئية على الطرقات والتقاطعات الرئيسية، كما يتم إصدار معلومات عن حالة السير عبر الإنترنت وأجهزة المذياع والقنوات التلفزيونية إلى المواطنين وشرطة السير.

(ج) نظام إدارة مواقف السيارات: ويتولى إعطاء معلومات عن المواقف العامة للمركبات، وأماكن وجودها وسعتها، ونسبة إشغالها، وذلك عبر شاشات ضوئية إلكترونية على الطرقات الرئيسية أو عبر الإنترنت، مما يسمح بتوجيه السائقين إليها مباشرة، دون تكبد مشقة التجوال الإضافي للحصول على مكان للوقوف.

(د) نظام إدارة النقل الجماعي وسيارات الأجرة: يؤمن إدارة حركة الحافلات والباصات بهدف تأمين الدقة في المواعيد ومعرفة مكان وجود كل مركبة يشرف عليها وتوجيهها وفق الخيارات الأفضل.

زاء – أفضلية استخدام النقل البحري والنقل بالسكك الحديدية، عندما يكون ذلك ممكناً

يتبين من المقارنة أدناه أن أهداف تخفيف التلوث وتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة والتقليل من استهلاك المحروقات، تتطلب اعتماد النقل البحري، واذا تعذر ذلك النقل بالسكك الحديدية واذا لم يكن ممكناً، يصار الى اعتماد النقل البري بالشاحنات.

	النقل البري بالشاحنات	النقل البري بالسكك الحديدية	النقل البحري بواسطة البواخر
المسافة التي يؤمنها استهلاك ليتر واحد من المحروقات لنقل طن من البضائع	٧٥ كلم	١٨١ كلم	٣١٢ كلم
كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لدى نقل طن بضائع لمسافة كيلومتر	٣٣ غرام	١٧ غرام	١٠ غرامات
كمية الملوثات المنبعثة في الجو، لدى نقل طن بضائع على مسافة كيلومتر			
CO	٠,٤٩ غرام	٠,٠٩٢ غرام	٠,٠١١ غرام
NOx	٠,٨٣ غرام	٠,٣ غرام	٠,٢٥٣ غرام
مركبات عضوية	٠,٠٤ غرام	٠,٠٢٤ غرام	٠,٠٠٨ غرام

المصدر: The environmental Footprint of surface freight transportation, Lawson Economics Research Inc, 2007

سادساً – الاقتصاد الأخضر

يمكن للاقتصاد الاخضر في سياق عملية التنمية المستدامة أن يقوم بدوره كأداة هامة، اذا توافرت له بيئة مؤاتية ومؤسسات تؤدي وظائفها بالشكل المطلوب على كافة المستويات من القمة الى القاعدة، فللحكومة دورها القيادي، لكن مع مشاركة القطاع الخاص والمجتمع المدني.

وهناك العديد من الأنشطة التي يمكن أن تشكل روافد للاقتصاد الاخضر لا سيما في مجالات الطاقة وما هو على علاقة بها في مجالي التلوث وتغير المناخ:

أ- صناعات معدات تطبيقات الطاقة المتجددة (طاقة الرياح – الطاقة الشمسية ...) والطاقة الجديدة (خلايا الوقود ...)، ومواد ومعدات كفاءة الطاقة (معدات الأنارة – مواد العزل الحراري – التجهيزات الكهربائية الأكثر كفاءة كالمحولات ذات الخسارات الأدنى...)، وبديهي أنه من الصعب المضي في منافسة الصناعات الثقيلة المتقدمة في الدول الصناعية والدول الناشئة، لكن من الممكن الدخول في شراكات واتفاقيات تصنيع باذن بهدف زيادة المكون المحلي للمشاريع (أنشطة التجميع مثلاً...).

ب- الخدمات الضرورية للنقل المستدام، بما في ذلك ما يعود لشبكات النقل العام الجماعي، وتحسين خدمات وشبكات النقل في المناطق الريفية لتمكين سكانها من مواكبة التقدم، والقيام بأنشطة اقتصادية واجتماعية وبيئية مفيدة وضرورية.

ج- الانشطة الضرورية لأنماط الاستهلاك والانتاج المستدامين بدءاً من التوعية والتوجيه والمراقبة، وصولاً الى القيام بالمهام التنفيذية، كمعالجة النفايات وفرزها وتدويرها واعادة استخدامها على سبيل المثال.

د- أنشطة التعليم والتكوين وبناء القدرات: مع التأكيد على التعليم الجيد والكفوء، فالأجيال الشابة هي حامية المستقبل، والاستثمار في التعليم والتدريب، لا سيما المهني والتقني والحرفي، والتعلم مدى الحياة، أمور لا بد منها للتنمية المستدامة. ومع التشديد على أن بناء القدرات ضروري للاستعداد للمرحلة القادمة على صعيد الاقتصاد العالمي والتعاون الدولي، وللتحضير للاستفادة الأقصى من آليات التنفيذ ووسائله التي وضعت و/أو ستوضع لتنفيذ مقررات مؤتمر الامم المتحدة للتنمية المستدامة ريو + ٢٠، في مجالات التمويل والتكنولوجيا.

وهنا يتوجب التأكيد على أهمية الابتكار، فيما يعود لتطوير التكنولوجيات الحديثة بحيث تكون ملائمة للظروف المحلية، لأن التكنولوجيات المستوردة قد تتطلب تعديلاً مبتكراً لتوطينها، وفي هذا المجال ينبغي السعي لشراكات حقيقية مع الشركات الصناعية العالمية ومراكز الأبحاث. وفي هذا المجال تجدر الإشارة الى أن الوثيقة الختامية لمؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة "ريو + ٢٠"، تضمنت تحت عنوان "المستقبل الذي نصبو اليه"، التسليم بأهمية مساهمة الأوساط العلمية والتكنولوجية في تحقيق التنمية المستدامة، ودعت الى سد الفجوة التكنولوجية بين البلدان النامية والبلدان المتقدمة النمو. لذلك تبرز الحاجة في "عمان" الى أهمية وضع سياسات واتخاذ إجراءات للتركيز على تكوين الكادرات وبناء القدرات بدءاً من مستويات التعليم المتوسط والمهني وصولاً الى المستوى الجامعي في مجالات الطاقة والبيئة وتغير المناخ والمفاهيم الاقتصادية، مع إعطاء دور تطبيقي لمراكز البحوث لمواكبة التكنولوجيات المستوردة والتأكد من ملاءمتها وصلاحيتها وجدواها في البيئة المحلية.

هـ- أنشطة شركات خدمات الطاقة، وتتضمن إجراء مراجعات الطاقة وادارة الطاقة، وتوريد معداتها، بهدف تعزيز كفاءة الطاقة بالتصميم والتمويل والتركيب والصيانة، مع الاستعانة بقياس استهلاك الطاقة ورصده والتدقيق فيه، وتحديد كميات الطاقة التي يمكن توفيرها. وتجدر الإشارة الى أنه من الممكن تمويل مشاريع خدمات الطاقة عن طريق شركات خدمات الطاقة نفسها. كما أنه يمكن للمؤسسات الصغيرة والمتوسطية القيام بقسم كبير من خدمات الطاقة تشمل على سبيل المثال، لا الحصر:

- إجراء مراجعات الطاقة/ التدقيق الطاقي، وإعداد موازين الطاقة، ووضع الخطط لذلك، ومتابعة ومراقبة لصاقات الطاقة.

- تقديم الخدمات الاستشارية وإعداد الدراسات الهندسية وتصميم المشاريع المؤدية الى تحسين كفاءة الطاقة (الاسترداد الحراري – استبدال الوقود – تحسين دورة الانتاج الصناعي – العزل الحراري- الانارة عالية الكفاءة- تحسين معامل القدرة الكهربائية – تحسين الاحتراق – صيانة التجهيزات – كفاءة نظم التبريد والتسخين – ادارة الطلب على الطاقة...)

- تنفيذ مشاريع كفاءة الطاقة وتشغيلها وادارتها وصيانتها ومتابعتها.

- المساهمة في مشاريع في مجالات تطبيقات الطاقة المتجددة: بدءاً بالمسوحات والدراسات الاولية وصولاً الى تحديد المواصفات والقيام بأعمال التركيب والصيانة والتشغيل، مع الاشارة الى امكانية المساهمة في زيادة المكون المحلي من هذه المشاريع التي يستورد عادة معظم معداتها من الخارج.

و – من الضروري أن لا نغفل الامكانية الاكيدة لسلطنة عمان في الاستفادة من موقعها الجغرافي المطل على بحر العرب والمحيط الهندي، لتصدير الغاز المسيل والمشتقات النفطية بالمواصفات الاكثر جودة، كونها ممر اساسي بين الدول الشقيقة المنتجة والمحيط المؤدي الى كبار المستهلكين في شرقي آسيا، ويعزز من هذه الامكانية وجود بنية تحتية ينبغي بالطبع تطويرها وزيادة قدراتها.

ز- مشاريع اصطياد وتخزين ثاني أكسيد الكربون: من المعروف أن الاستثمارات المتوقعة عالمياً في هذا المجال تأتي في المرتبة الثالثة (١٩٪ من المساهمة بتخفيض الانبعاثات) بعد مشاريع الطاقة المتجددة (٢١٪) وكفاءة الطاقة (٢٤٪) وفق دراسة وكالة الطاقة الدولية، وإن جدواها الاقتصادية تتحسن مع خصوصيات النقل والتخزين، وهو نقطة ايجابية لصالح سلطنة عمان، إذ يمكن التخزين في خزانات الطبقات الجوفية حيث كان النفط والغاز من ناحية، كما يمكن الاستفادة من هذه المشاريع في تحسين استخراج النفط والغاز، وهناك دراسات تشير الى خزانات جوفية ممكنة في منطقة الربع الخالي في سلطنة عمان وقطر والامارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية (stevens, et al. 2001).

وتجدر الاشارة في هذا السياق، الى أن مجلس الوزراء العرب المعنيين بشؤون البيئة كان قد ضمن الاعلان العربي لتغير المناخ في العام ٢٠٠٧، مطالبة بادراج هذه المشاريع ضمن لائحة المشاريع الممولة من آلية التنمية النظيفة الملحوظة في بروتوكول كيوتو، وقد تم إقرار هذا الطلب في العام ٢٠١١، ويبقى الاهم وهو تخطيط هكذا مشاريع وتحضير ملفاتها لتأمين التمويل اللازم لها، خاصة وان تجارة الكربون لن تبقى تراوح مكانها، وستنطلق لا محالة، مع أمل أن يكون للدول النامية وضع خاص ايجابي فيها.

ح- مشاريع تحلية مياه البحر، بأساليب غير مركزية تعتمد تطبيقات الطاقة المتجددة، لا سيما الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والوقود الحيوي المنتج من النفايات.

ز- مشاريع انتاج الغاز الحيوي (البيو غاز) والوقود البيولوجي السائل، كالديزل البيولوجي، من النفايات العضوية (حيوانية – بشرية – نباتية)، وهناك تقنيات ناضجة وبسيطة (الهاضمات)، ويمكن انتاج الاسمدة العضوية في نفس الوقت.

ح- مشاريع صناعات البتروكيماويات التي تستفيد من قربها من منابع النفط والغاز، مع دمجها بمشاريع إعادة تدوير النفايات البلاستيكية.

سابعاً - الخلاصة

من الطبيعي أن تبذل المساعي وتقر السياسات وتوضع الخطط والاجراءات لتحسين كفاءة الطاقة على مستويات الانتاج والنقل والتخزين والتوزيع والاستهلاك، يعني ذلك استهلاك كميات أدنى من الطاقة لتأدية نفس الخدمات وتقديم نفس المنتوجات، مع تحقيق وفر في استهلاك مصادر الطاقة الأولية، وفي طليعتها الوقود الاحفوري، ويترافق ذلك بالتالي مع خفض كميات الملوثات للبيئة أي تخفيض نسب التلوث في الهواء وفي المياه وفي التربة، وأيضاً مع خفض انبعاثات غازات الدفيئة والمساهمة في التخفيف من حدة تغير المناخ الذي ستعاني منه المنطقة أكثر من سواها، وفي حماية النظام البيئي والحياة البشرية والحيوانية والنباتية والتقليل بالتالي من تكاليف التلوث على المستوى الاقتصادي. ومن ضمن توجهات تحسين كفاءة الطاقة عامة تبرز ضرورة انتاج الطاقة من مصادرها المتجددة عندما يكون ذلك ممكناً ومبرراً اقتصادياً.

والمطلوب تآزر السياسات مع السلوكيات ومع التكنولوجيات، بحيث يخدم بعضها بعضاً.

وانطلاقاً من تعريف برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الاقتصاد الاخضر بأنه الاقتصاد المؤدي الى تحسين المعيشة والانصاف الاجتماعي والعدالة، مع تخفيض المخاطر البيئية والحفاظ على الموارد الطبيعية، فإن مجالات الطاقة (كفاءة الطاقة وتطبيقات الطاقة المتجددة) هي المعنية وربما اكثر من سواها بأنشطة هذا الاقتصاد. فالتعاطي مع الطاقة هو الداء والدواء، يمكن له هدر الموارد الطبيعية والتسبب بالتلوث وتغير المناخ إذا لم يعتمد بالعقلانية المطلوبة لناحية تحسين الكفاءة انتاجاً ونقلاً وتحويلاً واستهلاكاً مع الاستفادة الاقصى من مصادر الطاقة المتجددة، كما يمكن له ايضاً أن يكون عماد التنمية المستدامة وركيزتها الاساسية. وقد كان الهدف من الترويج للاقتصاد الاخضر وتبنيه في السياسات الدولية والاقليمية والوطنية، تأمين التنمية الاقتصادية والاجتماعية دون إغفال التنمية البيئية. ولكل دولة دورها في ذلك وفق ظروفها الجغرافية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وفي ضوء تحليل واقع هذه الظروف والامكانيات المتوفرة. لكن من الممكن القول بأنه مهما كانت عناوين الانشطة في اطار الاقتصاد الاخضر ومهما كانت تفاصيلها، تبقى المعرفة هي نقطة الانطلاق، لذلك من الضروري التركيز على بناء القدرات والتكوين البشري والتدريب المستمر، لمواكبة ما يستجد من تكنولوجيات خضراء، واختيار ما هو ملائم منها لظروف البلد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وبالتالي اعتماد السياسات والاجراءات والمشاريع اللازمة للمضي قدماً في وضع الخيارات حيز التنفيذ.

الملحق رقم (١) - استهلاك الطاقة الكهربائية في كافة القطاعات المستهلكة

القطاعات المستهلكة	الشبكة الرئيسية المرتبطة				الشبكات الريفية				نظام كهرباء صلالة			
	٢٠١٠ م.و.س تم التزويد بها	٪	٢٠١١ م.و.س تم التزويد بها	٪	٢٠١٠ م.و.س تم التزويد بها	٪	٢٠١١ م.و.س تم التزويد بها	٪	٢٠١٠ م.و.س تم التزويد بها	٪	٢٠١١ م.و.س تم التزويد بها	٪
سكنية	٧,٥٨٦,٢٨٣	٥٣,٧	٨,٣٣٤,٤٧٥	٥٠,٩	٢٠٩,٨٨٣	٤٨,٨	٢٢٤,٩٣٧	٤٨	٦٠٠,٥٤٣	٣٧,٧	٦١٠,٣٣٤	٣٦,٥
صناعية	١,٢٠٦,١٨٧	٩,٢	٣,٢١٥,٦١١	١٩,٦	٦,٠٧٨	١,٥	٩,٦٥٣	٢	٣٢٨,٣٦٥	٢١,٢	٣٥٨,٣٣٦	٢١,٤
تجارية	٣,٠٨٨,٣٣٦	٢١,٩	٣,٣٦٩,١٠٦	٢٠,٦	٦١,٥٩٠	١٤,٣	٨٥,٨٠٧	١٨,٣	٣٨٩,٨٤٩	٢٤,٤	٣٢٨,٩٠٨	١٩,٧
زراعية/ سمكية	١٨٦,٨٢٥	١,٣	٢١٠,٨٧٤	١,٩	١٢,٨٦١	٣,٣	١١,٦٥٤	٢,٥	٩,٨٩٦	٦,٢	٨,٣٩٦	٠,٥
سياحية/ فندقية	١٨,٣٣١	٠,١	١٨,٨٢٥	٠,١	١٢,١٦١	٣,٣	١٢,٥١٢	٢,٦	٢,٨٣٣	٢,٤	١,٨٨٠	٠,١
حكومية	١,٩٢٥,٩٤٠	١٣,٧	٢,٢١٩,٥٤٧	٢٠,٢	١٠٥,٤٢٩	٢٥,١	١١٣,٦١٣	٢٤,٢	٢٥٥,٦٠٠	٢٢,٣	٢٦٣,٨٣٥	٢١,٨
وزارة الدفاع	١٠٩,٧٠٣	٠,٧٧	١١٦,٠١٨	٠,٧١	١٢,١٠٢	٣	١١,٧٥٠	٢,٥	١٠٣,٧٢٧	٦,٥	٩٧,٢٨٩	٥,٨
المجموع	١٤,١٣١,٥٨٥	١٠٠	١٦,٣٧٤,٤٥٦	١٠٠	٤٢٠,١٠٦	١٠٠	٤٦٨,٩١٦	١٠٠	١,٥٩٠,٨١٣	١٠٠	١,٦٦٨,٨٧٨	١٠٠

مصدر الارقام الاحصائية: تقرير هيئة تنظيم الكهرباء – عمان، عن العام ٢٠١١

الملحق رقم (٢) - القيمة الاجمالية الحالية للكلفة الناتجة عن هدر كيلووات واحد

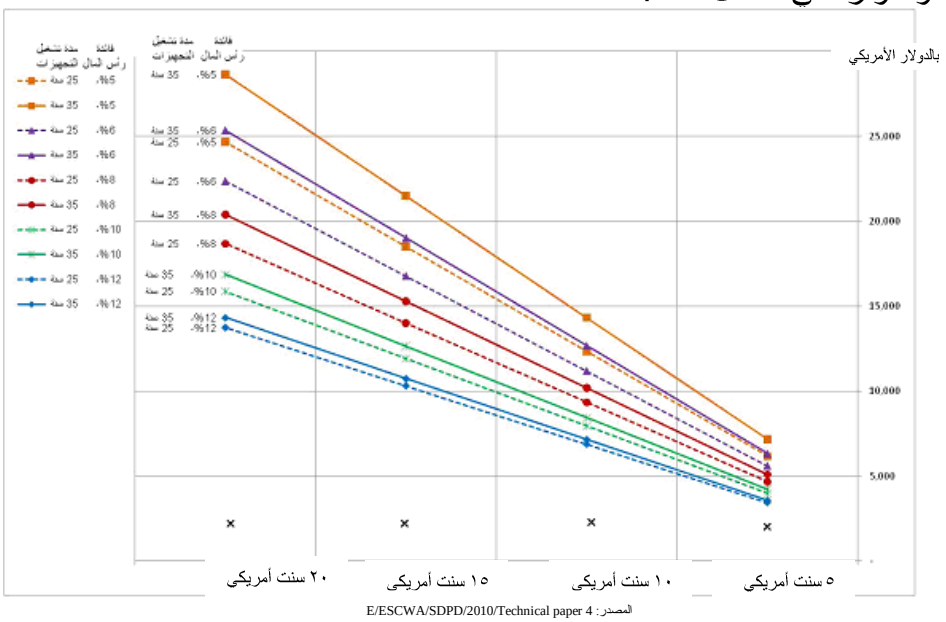
إن الخسارة بمعدّل كيلووات واحد يعني هدر طاقة متراكمة خلال فترة عمل المنشآت والتجهيزات. فعلى مدار العام الواحد، يؤدي هذا الكيلووات إلى ٨٧٦٠ كيلووات ساعة، وخلال فترة ٢٥ سنة، تصل الخسارة إلى ٢١٩ ٠٠٠ كيلووات ساعة. وبافتراض أن كلفة إنتاج الكيلووات ساعة هي بحدود ١٠ سنت أمريكي (علماً أنّ البلدان التي تتزود بالمحروقات بأسعار السوق العالمية تتكبد كلفة أكبر) وأن فائدة الرأسمال تساوي ٦ في المائة مثلاً، فإن القيمة الإجمالية الحالية للطاقة المهدورة بسبب هذا الكيلووات الواحد من الهدر هي بحدود ١١١٨٦ دولاراً أمريكياً. فيستحسن إذاً، من الناحية الاقتصادية، استثمار مبالغ إضافية ضمن هذه الحدود في تجهيزات إضافية للحوؤل دون هذا الهدر.

تتأثر هذه القيمة الإجمالية الحالية للهدر، كما يتضح من الجدول أدناه، بفائدة رأس المال وبمدة عمل (أي حياة) التجهيزات والمنشآت وبكلفة الكيلووات ساعة التي تتغير وفق مصدر الطاقة ونظام التوليد وكفاءته.

القيمة الإجمالية الحالية للكلفة الناتجة عن هدر كيلووات واحد بصورة مستمرة خلال مدة حياة التجهيزات والمنشآت

فائدة الرأسمال / كلفة الكيلووات ساعة (د.أ.)	٥ في المائة		٦ في المائة		٨ في المائة		١٠ في المائة		١٢ في المائة	
	مدة الحياة		مدة الحياة		مدة الحياة		مدة الحياة		مدة الحياة	
	٢٥ سنة	٣٥ سنة	٢٥ سنة	٣٥ سنة	٢٥ سنة	٣٥ سنة	٢٥ سنة	٣٥ سنة	٢٥ سنة	٣٥ سنة
٥ سنت	٦١٦٨	٧١٦٤	٥٥٩٣	٦٣٤٢	٤٦٧١	٥٠٩٨	٣٩٧٠	٤٢١٨	٣٤٣٧	٣٥٨٣
١٠ سنت	١٢٣٣٥	١٤٣٢٨	١١١٨٦	١٢٦٨٤	٩٣٤٢	١٠١٩٧	٧٩٤١	٨٤٣٥	٦٨٧٣	٧١٦٧
١٥ سنت	١٨٥٠٢	٢١٤٩٢	١٦٧٧٩	١٩٠٢٥	١٤٠١٣	١٥٢٩٥	١١٩١١	١٢٦٥٣	١٠٣١٠	١٠٧٥٠
٢٠ سنت	٢٤٦٧٠	٢٨٦٥٦	٢٢٣٧١	٢٥٣٦٧	١٨٦٨٣	٢٠٣٩٣	١٥٨٨٢	١٦٨٧٠	١٣٧٤٦	١٤٣٣٣

تمثل الارقام القيمة الاجمالية الحالية لهدر كيلووات واحد بصورة مستمرة على مدار العام خلال مدة حياة المنشآت والتجهيزات، وللحصول على القيمة الاجمالية الحالية لهدر كيلووات واحد خلال عدد ساعات معين (أ) على مدار العام خلال مدة حياة المنشآت والتجهيزات، يتوجب احتساب ___أ___ × الرقم المدون في ٨٧٦٠
الجدول أعلاه أو الوارد في الشكل أدناه.



المصدر: E/ESCWA/SDPD/2010/Technical paper 4

المرجع: كفاءة الطاقة في الابنية الخضراء – الاسكوا ٢٠١١