E

الأمم المتحدة

Distr.
LIMITED

E/ESCWA/SDPD/2006/WG.1/6
15 December 2006
ORIGINAL: ARABIC

NERC

الإسكوا

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)

ورشة عمل إقليمية حول بطاقات كفاءة الطاقة
عمّان، ١٨-١٩ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٦

ترشيد استهلاك الطاقة وبطاقات كفاءة الطاقة في الأجهزة الكهربائية المنزلية

اعداد
فريق قضايا الطاقة المستدامة
ادارة التنمية المستدامة والانتاجية
الإسكوا

ملاحظة: طبعت هذه الوثيقة بالشكل الذي قدمت به ودون تحرير رسمي.

06-0447

المحتويات

أولاً: ترشيد استهلاك الطاقة
ألف – إجراءات مجانية لترشيد استهلاك الطاقة
باء – إجراءات قليلة الكلفة لترشيد استهلاك الطاقة
ثانياً: بطاقات كفاءة الطاقة
ألف – مبررات اعتماد بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية
باء – لمحة تاريخية حول تطبيق بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية
ثالثاً: والمواصفات القياسية لكفاءة استخدام الطاقة
رابعا: والمواصفات القياسية لبطاقة نجمة كفاءة الطاقة في كندا
خامسا: تحسين كفاءة استخدام الطاقة
- ألف: الثلاجات والمجمدات
- باء: أجهزة تكييف الهواء
- جيم: أجهزة الإنارة

سادسا-: النتيجة والمقترحات

المراجع

مقدمة

لما كانت مصادر الطاقة غير المتجددة آيلة إلى النضوب، فقد اتجه البحث والتطوير في مجال استثمار الطاقة نحو تحويلها بأعلى مردود ممكن مع التركيز على ترشيد استهلاكها وتحسين كفاءة استخدامها، وتنمية استخدامات الطاقة المتجددة. إن توليد الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة الأحفورية تحتاج إلى عمليات تكنولوجية معقدة، لذا فإنه من الضروري استخدام الطاقة الكهربائية بشكل مثالي وعقلاني بهدف تحقيق متطلبات التنمية المستدامة. وعلى اعتبار أن معظم الأجهزة المنزلية تحتاج طاقة كهربائية لتشغيلها وبنسبة عالية فإن هذه الورقة تسلط الضوء على إمكانات ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في الأجهزة الكهربائية المنزلية وان تطبيق بطاقات كفاءة الطاقة عليها سيؤدي الى الترشيد وتخفيض الاستهلاك.

ازداد معدل الشراء العالمي للأجهزة الكهربائية المنزلية والمكتبية، كالثلاجات والمجمدات والغسالات ومصابيح الإنارة ومسخنات الماء ومكيفات الهواء والحواسيب وأجهزة الفاكس وغيرها، بنسبة ٣,٨ % سنوياً خلال الفترة الواقعة بين عام ٢٠٠٢ وعام ٢٠٠٥ [١]. وقد بلغ إجمالي المبيعات العالمية للثلاجات-المجمدات ومكيفات هواء الغرف حوالي ١٢ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠٠١ لكل منهما. كما بلغ عدد الثلاجات والمجمدات المباعة عالمياً في عام ٢٠٠٢ حوالي ٩٠ مليون قطعة بينما بلغ عدد غسالات الملابس حوالي ٦٠ مليون قطعة ومجففات الملابس حوالي ١٤ مليون قطعة وغسالات الصحون ١٧ مليون قطعة وعدد أجهزة الطبخ حوالي ١٢٠ مليون قطعة [١].

وتشكل الطاقة الكهربائية المستهلكة في الأجهزة الكهربائية المنزلية عبئاً كبيراً على مستوى المستهلك والمنتج معاً خاصة إذا كان المنتج هو الحكومة التي تقدم الدعم لأسعار الكهرباء. يتراوح معدل استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع المنزلي والتجاري بين ٣٠% و٨٠ % من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة في أي بلد ما، وإذا ما زاد عن ٣٠% فإنه يعتبر عالياً في بلد صناعي بالمقارنة مع استهلاك القطاعات الأخرى كالصناعة مثلاً. من هنا تأتي أهمية ترشيد استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأجهزة الكهربائية المنزلية.

يعبر مؤشر كثافة استهلاك الطاقة الكهربائية عن كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة في بلد ما لكل ١ دولار أمريكي من الناتج المحلي الاجمالي. ففي عام ١٩٩٩، بلغ متوسط هذا المؤشر في دول الإسكوا ٠,٦٤٧ وفي الدول العربية ٠,٥٧٧ وفي العالم ٠,٥٤٧. ان نصيب قطاع الأبنية من استهلاك الطاقة الكهربائية في دول الإسكوا حوالي ٥٥% (٤٤% في الأبنية المنزلية و ١١% في الأبنية التجارية) [٢]. مما يوضح أهمية ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في قطاع الأبنية في دول الإسكوا نظراً لمعدلات الاستهلاك الكبيرة والإسراف الحاصل فيه.

تركز هذه الورقة على ضرورة وأهمية ترشيد كفاءة الطاقة في الأجهزة الكهربائية المنزلية أو المكتبية. وتتضمن الإجراءات الممكنة لتحقيق عملية الترشيد دون أي كلفة تترتب عن ذلك أو بكلفة منخفضة وبطاقات كفاءة الطاقة ومعاييرها. ثم تتعرض الورقة إلى شرح مفهوم تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتركز على الأجهزة الكهربائية المنزلية كالثلاجات والمجمدات، وأجهزة تكييف الهواء، وأجهزة الإنارة، والأجهزة الكهربائية ذات استطاعات الأمان أو الاحتياط.

أولاً-ترشيد استهلاك الطاقة

يقصد بترشيد استهلاك الطاقة مجموعة الإجراءات والتدابير التي يمكن اتخاذها بهدف الاستخدام العقلاني للطاقة والحد من هدرها، ويقع على عاتق المستهلك تنفيذ هذه الإجراءات والتدابير، وهي في معظم الأحيان، لا تحتاج الى كلفة مالية او تحتاج إلى كلف مالية منخفضة. وتعتبر عملية الترشيد إحدى الوسائل المهمة التي تساعد في تخفيض الطلب على الطاقة.

الف- اجراءات مجانية لترشيد استهلاك الطاقة

<u>في الإنارة:</u>

١. الاستفادة من ضوء النهار (الإنارة الطبيعية) ما أمكن بدلاً من تشغيل الإنارة الاصطناعية،
٢. ترتيب فرش الغرف والمطبخ للاستفادة ما أمكن من الضوء الطبيعي للقراءة والطبخ والأعمال الأخرى،
٣. دهن جدران الغرف بألوان فاتحة،
٤. أطفاء الإنارة حين مغادرة الغرفة أو المنزل،
٥. الاستغناء عن تشغيل الثريات السقفية واستخدام الإنارة المركزة على أماكن العمل،
٦. استخدام مصابيح الفلوريسنت بدلاً من المصابيح المتوهجة،
٧. استخدام مصباح واحد عالي الاستطاعة بدلاً من عدة مصابيح،
٨. استخدام المصابيح ذات القادح الالكتروني (Ballast)،
٩. استخدام مصابيح الضوء الغامر (Floodlights) الموفرة للطاقة للإنارة الخارجية،
١٠. تنظيف المصابيح من وقت لآخر لتحسين جودة الإنارة وتشغيل المصابيح الضرورية فقط.

<u>في الثلاجات والمجمدات:</u>

١. عدم ترك باب الثلاجة أو المجمدة مفتوحاً لفترات زمنية طويلة،
٢. تنظيف المكثف المتواجد في الجهة الخلفية للثلاجة والمجمدة من الغبار والأوساخ العالقة به،
٣. إزالة الجليد المتراكم في مجمدة الثلاجة بشكل دوري،
٤. عدم وضع الطعام في الثلاجة وهو ساخن،
٥. ترك مسافة لا تقل عن ١٠ سم بين الجدار و الجهة الخلفية للثلاجة أو المجمدة،
٦. عدم تعريض الثلاجة أو المجمدة لأشعة الشمس المباشرة،
٧. فحص مادة إحكام باب الثلاجة أو المجمدة بشكل دوري،
٨. التأكد من عمل منظم درجة الحرارة وضبطه عند درجة حرارة محددة إذ إن الضاغط يتوقف عن العمل حين الوصول إلى درجة حرارة التبريد المضبوطة،
٩. تجنب التحميل الزائد للثلاجة والمجمدة والسماح بحرية الحركة للهواء داخلهما،
١٠. التأكد من عدم انسداد فتحة تصريف الماء المتكاثف بشكل دوري.

<u>في أجهزة التدفئة وتسخين المياه والتكييف:</u>

١. تدفئة أو تكييف الأماكن المشغولة فقط. والمحافظة دوماً على أبواب الغرف غير المستخدمة مغلقة،
٢. ضبط درجة الحرارة في منظم درجة حرارة التدفئة (Thermostat) عند درجة حرارة منخفضة نسبياً لا تزيد عن (20 °C)، وارتداء الألبسة الشتوية السميكة،

٣. ضبط درجة الحرارة في منظم درجة حرارة التكييف عند درجة حرارة لا تقل عن (25-26 °C)، وأغلاق الستائر الداخلية والخارجية نهاراً إن أمكن ذلك لتقليل زمن عمل المكيف، وبالتالي توفير في الطاقة، وفتح هذه الستائر في فترة المساء للسماح بالحرارة المكتسبة بالخروج،
٤. في فصل الشتاء، تسهيل دخول أشعة الشمس الى المنزل عبر جميع النوافذ، وايقاف نظام التدفئة عن العمل ليلاً أو عند مغادرة المنزل، وفي حال تركه يعمل في هذه الحالة، اضبط درجة الحرارة عند أدنى قيمة ممكنة (١٨ درجة مثلاً)،
٥. في فصل الصيف، منع دخول أشعة الشمس عبر النوافذ الجنوبية والشرقية والغربية ما أمكن. واستخدام المراوح بدلاً من مكيفات الهواء إن سمحت الظروف المناخية بذلك، وأطفاء المراوح الهوائية حين ترك الغرف شاغرة. إن دعم تكييف الهواء بالمراوح الهوائية يساعد على رفع درجة الحرارة في المنظم وبالتالي تخفيض الطاقة المستهلكة في مكيف الهواء. كما يجب توقيف مكيف الهواء عن العمل ليلاً أو عند مغادرة المنزل، وفي حال تركه يعمل دون وجود أشخاص في المنزل، اضبط درجة الحرارة عند أعلى قيمة ممكنة (٢٨ درجة مثلاً)،
٦. تشغيل مزيل الرطوبة (Dehumidifier) في المناطق الرطبة للحصول على الراحة الحرارية بدلاً من تشغيل المكيف لفترة زمنية طويلة دون الوصول إلى الراحة الحرارية المطلوبة،
٧. فحص مصفاة مكيف الهواء بشكل دوري وتنظيفها أو استبدالها بأخرى جديدة، فالمصفاة المتسخة تحد من مرور الهواء البارد أو الساخن. وعدم ترك المكثف أو القطعة الخارجية للمكيف معرضة لأشعة الشمس. إن أفضل مكان لتركيب المكثف هو في الجهة الشمالية للبناء أو الغرفة، وإن تعذر ذلك يفضل حماية المكثف من أشعة الشمس،
٨. ضبط درجة حرارة مسخن الماء عند أدنى قيمة ممكنة (40 °C في فصل الصيف و 50 °C في فصل الشتاء)، فتخفيض درجة الحرارة بمقدار ١٠ درجات مئوية يؤدي إلى وفر يزيد عن ٥% في كلفة الوقود المستخدم لتسخينه،
٩. تنفيس الهواء المتجمع في مشعات التدفئة في بداية فصل التدفئة ، والتأكد من ضبط درجة حرارة المرجل عند القيمة المنصوح باستخدامها وفقاً للظروف المناخية السائدة،
١٠. استخدام حوض الاستحمام (bath) ما أمكن، وخفض فترة الاستحمام إلى أقصر مدة ممكنة.

<u>في الأجهزة المنزلية الأخرى:</u>

١. أطفاء جميع الأجهزة الكهربائية غير المستخدمة لفترات طويلة (التلفاز والحاسوب وغيرهم)، وفي حال تكرار استخدام بعض الأجهزة بشكل متقطع (الحاسوب مثلاً) يمكن تركها في الوضعية التي تستهلك أقل كمية من الطاقة (وضعية Sleep)،
٢. تشغيل غسالة الملابس وغسالة أواني المطبخ بالحمل الكامل،
٣. استخدام "الغسيل على البارد" بدلاً من "الغسيل على الساخن" في حال توفر المنظفات المناسبة الخاصة بالغسيل على البارد،
٤. تغطية أواني الطبخ أثناء الطبخ وعدم تركها مكشوفة، وتجنب الطبخ الزائد الذي يؤدي إلى إتلاف الطعام واستهلاك طاقة أكثر من اللازم. والتأكد من أن تكون شعلة الغاز المحترق زرقاء اللون وإذا كانت صفراء فهذا يعني أن الاحتراق غير كامل، ولتقليل زمن الطبخ يفضل إزالة تجمد الطعام بتركه في الثلاجة قبل طبخه. إن وضع قدر صغير على موقد غازي أو كهربائي كبير يؤدي إلى هدر كمية كبيرة من الطاقة. ويفضل استخدام أوعية الضغط لتسريع نضج الطعام بطاقة أقل،

٥. استخدام أفران الطبخ بصورة سليمة، فمثلاً عدم وضع كمية صغيرة من الطعام في فرن كبير الحجم، وعدم فتح باب الفرن لمرات عديدة أثناء تشغيله. إن وضع الطعام في أواني زجاجية أو سيراميكية مع السماح للهواء داخل الفرن بحرية الحركة يسرع من عملية نضج الطعام،
٦. استخدام فرن المايكروويف لتسخين الطعام، والمحافظة على الأسطح الداخلية للفرن نظيفة لتحسين كفاءة الطبخ،
٧. تشغيل المروحة الطاردة لهواء المطبخ في فصل الصيف وأثناء الطبخ، وإن تعذر ذلك يمكن استخدام مروحة عامودية لتبريد هواء المطبخ وطرده نحو الخارج،
٨. يمكن لغسالة أواني المطبخ أن تعمل بشكل فعال وبأقل استهلاك للطاقة إذا لم تتجاوز درجة حرارة الماء ٥٠ درجة مئوية وإذا تم الاستغناء عن خطوة الشطف الأولي (pre-rinsing)،
٩. يفضل إزاحة بعض الأحمال إلى خارج وقت الذروة أي إلى فترة الليل. فمثلاً يمكن تشغيل أحمال تسخين الماء وغسيل الملابس بسهولة أثناء الليل بدلاً من النهار للمساهمة في تحقيق الوفر العام جراء ذلك،
١٠. تجنب التدخين في الغرف المدفأة أو المكيفة لتجنب تهويتها لفترة طويلة من الزمن.

باء- اجراءات قليلة الكلفة لترشيد استهلاك الطاقة

١. استخدام مرش ماء الاستحمام (showerhead) منخفض التدفق،
٢. أغلاق جميع الفتحات والثقوب في النوافذ والأبواب التي تسرب حرارة التدفئة أو التكييف نحو الخارج،
٣. عزل أسطوانة وأنابيب الماء الساخن المكشوفة بعازل حراري مناسب،
٤. أغلاق الوصلات في مجاري هواء التدفئة والتكييف الموجودة في الأسقف والدهاليز والقبو وعزلها حرارياً،
٥. زرع الأشجار غير دائمة الخضرة حول البناء أو المنزل من الجهات الجنوبية والشرقية و/أو الغربية، فهي تسمح بمرور أشعة الشمس إلى داخل البناء شتاءً، وتحجبها عنه صيفاً. وزرع الأشجار دائمة الخضرة في الأماكن المناسبة لحماية البناء من الريح الباردة،
٦. استخدام أجهزة التدفئة الموضعية بدلاً من أجهزة التدفئة المركزية عند سماح الظروف المناخية بذلك،
٧. عدم استخدام المصابيح المتوهجة نظراً لأن ٩٥% من الطاقة المستخدمة فيها تضيع على شكل حرارة، واستخدام المصابيح الموفرة للطاقة (CFL) التي توفر ٧٥% من الطاقة المستخدمة في المصابيح المتوهجة وعمرها الزمني عشرة أضعاف العمر الزمني للمصابيح المتوهجة. واستخدام حساس حركة الأشخاص (occupancy sensors) أو حساسات التحكم في الإنارة (light-sensing controls) في الممرات الداخلية والخارجية مثلاً، للابنية العامة والتجارية،
٨. شراء الاجهزة الموفرة أكثر للطاقة حتى ولو أن ثمنها أعلى،
٩. إجراء الصيانة الدورية لأجهزة التدفئة والتكييف،
١٠. استخدام جهاز طاقة شمسية لتسخين المياه بدلا من مسخن المياه الكهربائي.

ثانياً – بطاقات كفاءة الطاقة Energy-efficiency Labels والمواصفات القياسية

يمكن تطبيق بطاقة كفاءة الطاقة على كل جهاز كهربائي يستهلك الطاقة في عمله إلا أنه في الناحية العملية وتطبق حالياً على الأجهزة المنزلية الأكثر شيوعاً واستهلاكاً للطاقة كالبرادات والمجمدات وأجهزة التكييف وسخانات المياه إضافة إلى الأجهزة الالكترونية؛ والتي يكون فيها تطبيق بطاقة الكفاءة مبرراً اقتصادياً.

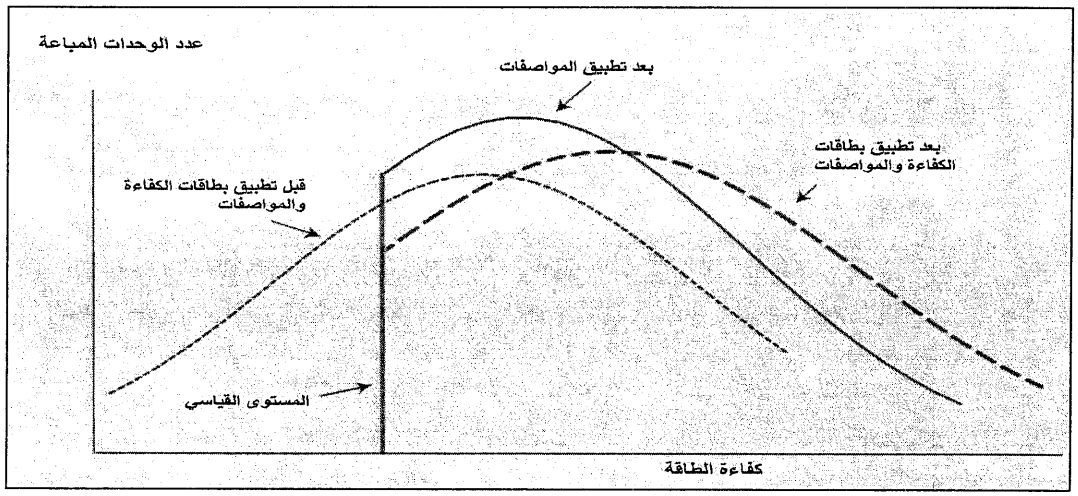
يبين مصنعو الأجهزة الكهربائية المنزلية المعلومات المهمة والضرورية للمستهلك. وفيما يتعلق باستهلاك الأجهزة من الطاقة، فقد اعتمدت معظم سياسات ترشيد استهلاك الطاقة فكرة بطاقة كفاءة الطاقة للتعبير عن هذه المعلومات بطريقة متشابهة خدمة للمستهلك. لذا تكمن الغاية التي من أجلها تصمم بطاقة كفاءة الطاقة في جهاز ما إلى دفع المستهلك نحو شراء الجهاز الذي يستهلك طاقة أقل أثناء تشغيله.

ألف– مبررات اعتماد بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية

يعتبر التقدم في مجال كفاءة استهلاك الطاقة في الاجهزة الكهربائية عنصر اساسي في سياسات الدول حيال استهلاك الطاقة وتخفيف اثار التغير المناخي. وتلجا الحكومات الى تطوير برامج ترشيد الطاقة وايجاد توازن بين الكفاءة والكلفة، لمنع الهدر في استهلاك الطاقة وتشجع استخدام التقنيات الكفوءة، وذات المردود الاقتصادي مما يؤدي الى:

- وفر كبير في استهلاك الطاقة وتحقيق مضمون لترشيد الاستهلاك
- استخدام اجهزة كفوءة فنيا وماليا تساعد في تخفيض الطلب على الطاقة
- التوجة الى تغيير اسلوب تعاطي المصنعين بدلا من التوجة الى جميع المستهلكين
- معاملة المصنعين والموزعين وتجار الجملة بالتساوي

الشكل (١) اثر تطبيق بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية على توزيع في الأسواق



المصدر: دليل بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية .المرجع (٤)

- غيرت المواصفات القياسية من توزيع الأجهزة المباعة لكفاءة الطاقة في السوق نحو الافضل عبر التخلص من النماذج غير الكفوءة وتاسيس خط اساسي للبرامج التي تقدم الحوافز لتحسين المواصفات القياسية.

- كما غيرت بطاقات كفاءة الطاقة توزيع الأجهزة الكفوءة للطاقة نحو الافضل عبر تزويد المعلومات التي تتيح للمستهلكين اتخاذ قرارات عقلانية عبر اقناع المصنعين لتصنيع اجهزة كهربائة ذات مواصفات قياسية افضل.

تؤدي برامج بطاقات كفاءة الطاقة المصممة جيداً واعتماد المواصفات القياسية الى التقليل من استهلاك الاجهزة المنزلية والمكتبية للكهرباء مثل الثلاجات واجهزة التكييف وسخانات المياه والاجهزة الالكترونية. وان تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية يقلل من استهلاك الوقود في محطات توليد الطاقة:

ومن أهم فوائد تقليل اعتماد بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية ما يلي:

١- تقليل راس المال المستثمر في البنية الأساسية لانتاج الطاقة الكهربائية

يعتبر استهلاك الطاقة اساسيا في البدان الصناعية عبر الاجهزة الكهربائية المنزلية والانارة. ولقد استقر معدل استهلاك الفرد من الطاقة في هذه البلدان بينما يزداد استخدام الطاقة في الابنية مع نمو السكان. ويعتبر استهلاك الطاقة في قطاع الابنية في الدول النامية اقل بكثير مقارنة مع استهلاك الطاقة في قطاع الأبنية في الدول الصناعية ولكنه ينمو بشكل كبير بزيادة استخدام السكان لانواع معينة من الاجهزة الكهربائية وبزيادة حصة الفرد من الطاقة. ان تحسين كفاءة الطاقة للاجهزة المستهلكة للكهرباء او الغاز الطبيعي او انواع الوقود الاخرى تقلل من كمية الطاقة التي تستخدمها تلك الاجهزة. وعند تشغيل تلك الاجهزة في اوقات الذروة يقل من الطلب على الطاقة مما يرجيء اقامة محطات توليد جديدة وبالتالي تخفيض الاستثمار الذي سيكون مطلوبا لهذه المحطات وهو اغلى كثيراً من الكلفة الناتجة عن تحسين الكفاءة.

٢- تعزيز كفاءة الاقتصاد الوطني عبر تخفيض نفقات انتاج الطاقة

ان اعتماد بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية تقلل من الاستثمار المستقبلي في الطلب على الوقود في توليد الكهرباء ونقلها وتوزيعها. مما يؤدي إلى استثمار الأموال في القطاعات الاقتصادية الاخرى، و يدعم بشكل مباشر انتاج السلع والخدمات أي ان القطاع الاكفأ للطاقة يؤدي الى اقتصاد اكفأ.

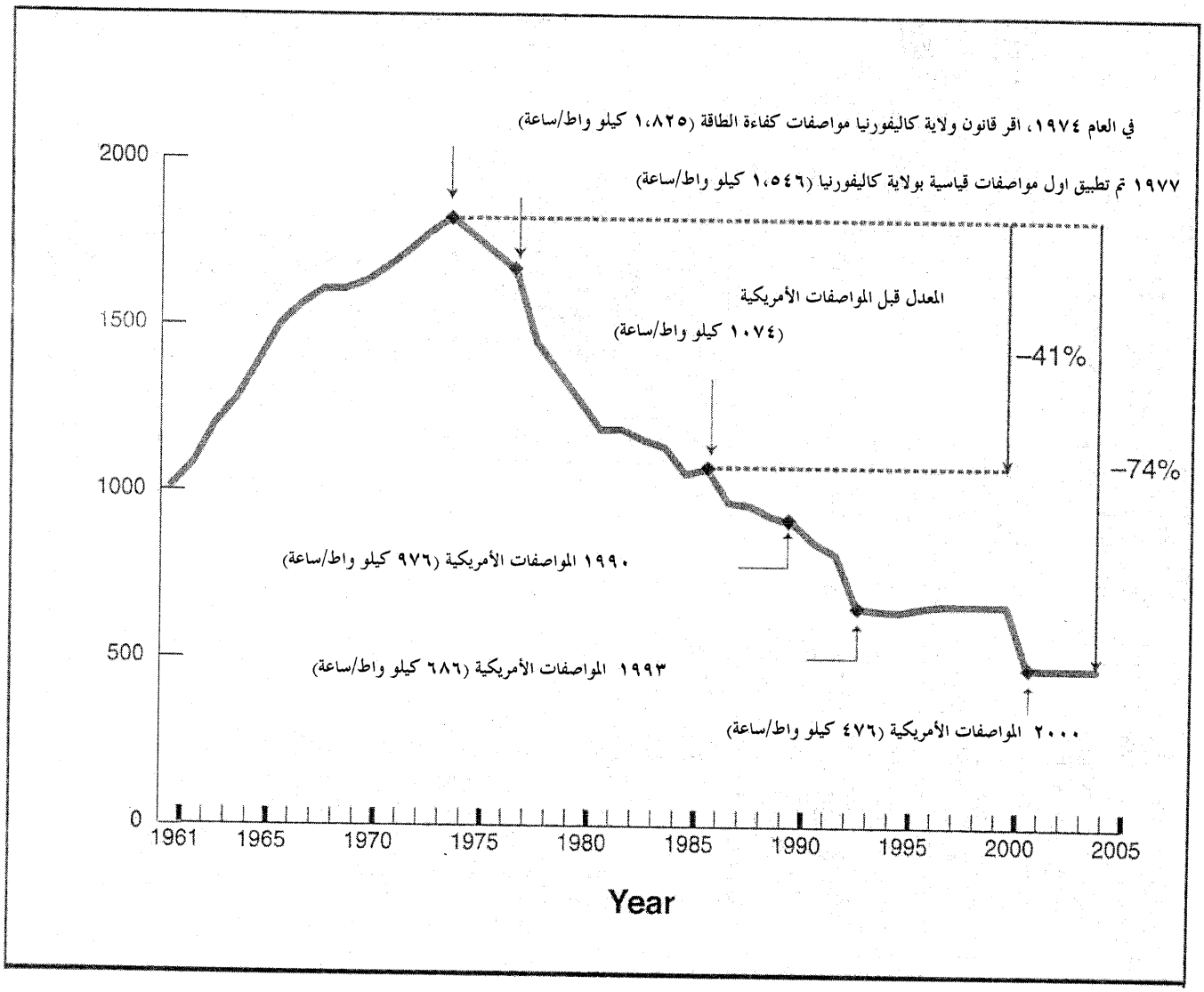
٣- تحسين مستوى المعيشة لدى المستهلك

ان استهلاك الطاقة بكفاءة يؤدي الى تحسين مستوى معيشة المستهلك وزيادة رفاهيته. ففي الولايات المتحدة على سبيل المثال ازداد عدد الثلاجات المباعة منذ تطبيق بطاقات كفاءة الطاقة، وانخفضت اسعارها. اذ ان كمية الكهرباء اللازمة لتشغيل ثلاجة جديدة قد انخفض بنسبة ٧٥% منذ الاعلان الاول عن مواصفات وبطاقات الطاقة في ولاية كاليفورنيا ومع ذلك فان الثلاجات الجديدة ذات مواصفات محسنة وقدرات استيعابية اكبر.

٤- تقوية المنافسة في الاسواق

إذ يمكن جعل الأسواق المحلية اكثر ربحا على المدى الطويل، وكذلك جعل الاجهزة الكهربائية المنزلية، اجهزة الانارة ذات تنافسية اكثر في الاسواق العالمية، وجعل الاسواق المحلية اكثر جذبا للتجارة الدولية.

الشكل (٢) تحسين كفاءة الثلاجات في الولايات المتحدة مع تطور المواصفات القياسية



المصدر: دليل بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية .المرجع (٤)

تستهلك الثلاجة الحديثة في الولايات المتحدة ربع الطاقة الكهربائية التي كانت تستهلكها منذ ثلاثين عاماً وذلك بسبب تطور المواصفات القياسية.

٥- تؤدي الى تحقيق أهداف التغير المناخي

إن تقليل استهلاك الكهرباء يؤدي الى التقليل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من محطات توليد الطاقة العاملة على الوقود الإحفوري. إذ يتوقع أن يؤدي تطبيق المواصفات القياسية في الولايات المتحدة على الأدوات الكهربائية المنزلية الى تقليل انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون من القطاع السكني بحلول عام ٢٠٢٠بنسبة ٩% من معدل انبعاثات الكربون في عام ١٩٩٠.

٦- تخفيض التلوث

اذ ان تقلـــيل استهلاك الطاقة في القطاع السكني يؤدي الى تقليل انبعاثات ثاني اوكسيد الكربون وثاني اوكســـيد الكبريـــت واكاسيد النتروجين إضافة الى الغازات والأبخرة السامة من محطات الطاقة العاملة على الوقود الاحفوري.

٧- تقليل كلف البرامج ودعم التجارة العالمية

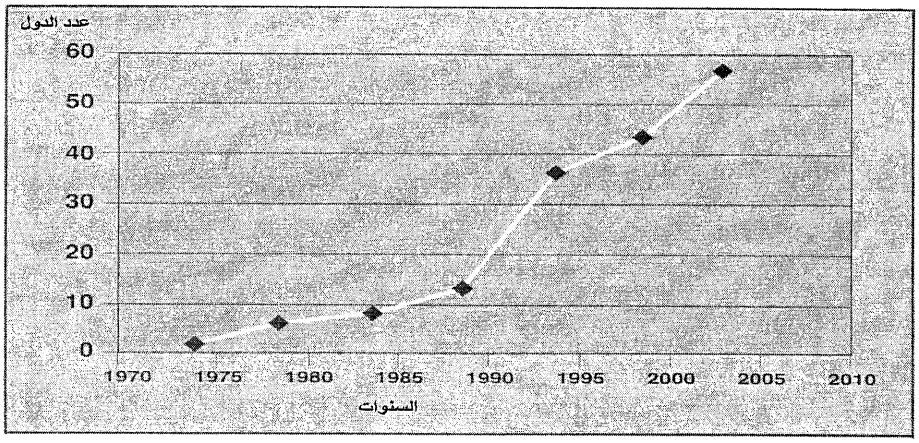
إن وضع بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية للأجهزة الكهربائية يتيح المجال لاتساع المنفعة وتقليل الموارد المطلوبة لتطوير هذه البرامج، مما يدعم التجارة العالمية عبر تجنب أو إزالة معوقات هذه التجارة. ومن ضمن التعاون الذي يمكن أن يتحقق :

- التعاون في تصميم بطاقات كفاءة الطاقة ووضع المواصفات القياسية
- التعاون في تصميم الاختبارات
- التنسيق في تنفيذ البرامج

مما يحقق شفافية اكثر في الأسواق

- تخفيض كلف تصميم الأجهزة واختباراتها
- إمكانية نقل التكنولوجيا المحسنة
- تحسين أنظمة المشتريات العالمية

الشكل (٣) تزايد عدد الدول الأوربية التي اعتمدت مواصفات او بطاقة كفاءة الطاقة واحدة على الاقل



المصدر: دليل بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية .المرجع (٤)

زيادة عدد الدول التي اعتمدت مواصفة واحدة أو بطاقة طاقة واحدة. لقد نمى عدد الدول التي اعتمدت مواصفات كفاءة الطاقة و/أو بطاقات كفاءة الطاقة بسرعة منذ منتصف السبعينيات

باء- لمحة تاريخية حول تطبيق بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية

اشار دليل بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية الصادر في شهر شباط/فبراير ٢٠٠٥ إلى أن أول من طبق مواصفات وبطاقات كفاءة الطاقة هي بولندا في عام ١٩٦٢، في العديد من الأجهزة الكهربائية

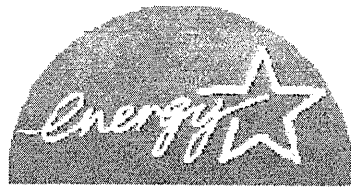
الصناعية تلتها فرنسا التي صيغت بطاقات كفاءة الطاقة على البرادات في عام ١٩٦٦ وعلى المجمدات في عام ١٩٧٨.

ثم اعتمدت بطاقات كفاءة استهلاك الطاقة لأجهزة التدفئة والسخانات والثلاجات وغسالات الملابس والصحون والتفزيونات وأجهزة قياس المسافة، ثم قام العديد من الدول الأوروبية بالإضافة إلى روسيا بوضع التشريعات ببطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية اللازمة خلال عقدي الستينات والسبعينات، وثم التأكيد عليها في أوائل الثمانينات لتوافق مع شروط التجارة الاوروبية.

وصدرت أول المواصفات القياسية الإلزامية حول كفاءة الطاقة التي أثرت بشكل كبير على الصناعة ورشدت بشكل كبير من استهلاك الطاقة في الولايات المتحدة في ولاية كاليفورنيا في عام ١٩٧٦ والمواصفات القياسية قيد التطبيق ثم تلتها مجموعة من المواصفات القياسية المحلية الامريكي

إن بطاقة التعريف بكفاءة استهلاك الطاقة لجهاز ما (**Energy-efficiency Label**) أو ما يعرف ببطاقة أو لصاقة كفاءة الطاقة تثبت على كل جهاز مستهلك للطاقة وتحوي معلومات عن الأداء الطاقي للجهاز، عادة على شكل مردود أو كمية او كلفة الطاقة المستعملة. حيث يقدم البطاقة للمستهلك معلومات ضرورية لعملية الشراء من وجهة نظر الطاقة. ويوجد نوعان من البطاقات هما:

الشكل (٤) بطاقة كفاءة الطاقة الأمريكية

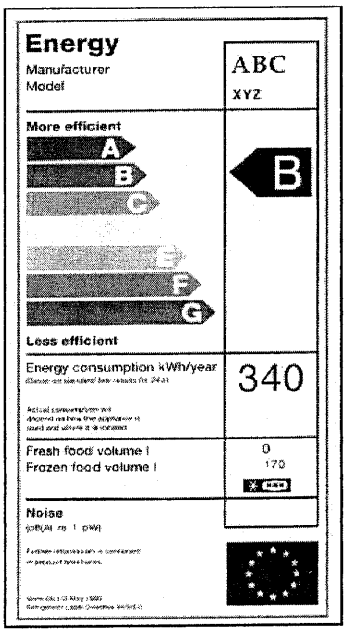


١. بطاقات مصادق عليها (**Endorsement labels**): تشير إلى وقوع المنتج بين أفضل المنتجات كفاءةً لاستخدام الطاقة، وتوضع هذه البطاقات للأجهزة الكفوءة لاستخدام الطاقة فقط. من هذه البطاقات نجد البطاقة الأمريكية المعروفة بنجمة كفاءة الطاقة (**Energy Star**) الشكل (١) وبطاقة المجموعة الأوروبية للتجهيزات الكفوءة للطاقة (**European Group for Energy Efficient Appliances - GEEA**) الشكل (٢). وقد انتشرت هذه البطاقات على أجهزة المكاتب كالحواسيب الشخصية وشاشاتها والطابعات وناسخات الورق والفاكس. استخدمت بطاقة نجمة الطاقة الأمريكية في اليابان وأوروبا على الأجهزة المكتبية فقط.

يمكن لهذه البطاقات أن ترتبط أو لا ترتبط مباشرة ببطاقات المقارنة و/أو أن تكون مبينة أو مدمجة في بطاقات المقارنة وهي عادة ما تكون غير إلزامية. تعتبر هذه البطاقات أكثر أدوات السياسة الطاقية إتباعاً لأجهزة المكاتب والأجهزة الإلكترونية المنزلية.

٢. بطاقات مقارنة (**Comparative labels**): تشير البطاقات إلى الاستهلاك النسبي للطاقة للجهاز مقارنة مع أمثاله في السوق. تتيح هذه البطاقات للمستهلك إمكانية إجراء المقارنة لكفاءة استخدام الطاقة لجميع المنتجات قيد البيع في الأسواق المحلية وغالباً ما تكون هذه البطاقات إلزامية.

الشكل (٥) بطاقة كفاءة الطاقة الأوروبية



تختلف برامج بطاقات كفاءة الطاقة من بلد إلى آخر، فقد صممت بعض البلدان بطاقة كفاءة الطاقة خاصة بها مثل الولايات المتحدة الأمريكية والإتحاد الأوروبي والصين واليابان وكوريا الجنوبية وغيرهم، بينما اعتمدت بلدان أخرى أو قيد الاعتماد بطاقات غيرها بعد ترجمتها وإجراء بعض التعديلات الطفيفة عليها كالبلدان الأوروبية التي لا تنتمي للإتحاد الأوروبي مثل النروج والمجر وبلاد البلطيق وجمهورية التشيك وسلوفاكيا وسلوفينيا، وغيرها مثل إيران والمكسيك والبرازيل، ومن البلدان العربية مصر وتونس والجزائر والأردن وسورية.

تصنف البطاقة الأوروبية التجهيزات من (A) وحتى (G). الدرجة A باللون الأخضر للجهاز الأكثر كفاءة لاستخدام الطاقة، بينما الدرجة G باللون الأحمر للجهاز الأقل كفاءة لاستخدام الطاقة. كما تدون البطاقة متوسط استهلاك الجهاز من الطاقة مقدراً بالكيلو واط ساعة في السنة (kWh/year).

يمكن لتشريع منفرد أن يخص بطاقة معينة لوحدها أو أن يكون متضمناً في تشريع طاقي عام. كما أنه لا يمكن تصميم بطاقة لكل جهاز مستهلك للطاقة، إذ أن أموراً عديدة تؤخذ بعين الحسبان عند إعداد برنامج تصميم البطاقة.

يبين الجدول (١) بطاقات كفاءة الطاقة المعتمدة لعدد من الأجهزة الكهربائية المنزلية في الاتحاد الأوروبي واستراليا والولايات المتحدة الأمريكية.
كما يبين الجدول (٢) نتائج برنامج تايلند لبطاقات كفاءة الطاقة للثلاجات ومكيفات الهواء. وقد تم استنتاج الأرقام المدونة في هذا الجدول من إجراء قياسات حقيقية للوفر في استهلاك الطاقة على المئات من الثلاجات ومكيفات الهواء المنزلية، ومن الإحصاءات عن عدد المنازل والمصنعين والمعطيات المتوفرة حول أحجام وكفاءة الثلاجات ومكيفات الهواء[٤].

جدول (١) البطاقات القائمة للأجهزة الكهربائية المنزلية في الاتحاد الأوروبي واستراليا والولايات المتحدة الأمريكية

المنتج	الاتحاد الأوروبي	استراليا	الولايات المتحدة
الثلاجات	✓	✓	✓
المجمدات	✓	✓	
غسالات الملابس	✓	✓	✓
غسالات أواني المطبخ	✓	✓	✓
مكيفات هواء الغرف		✓	✓
تجهيزات التدفئة المركزية		✓	✓
سخانات المياه		✓	
أجهزة الإنارة	✓		✓

جدول (٢) برنامج تايلند لبطاقات الثلاجات ومكيفات الهواء المنزلية

المنتج	عدد البطاقات	الوفر في استهلاك الطاقة	الوفر في الطلب على الطاقة (MW)		نسبة الفائدة إلى الكلفة	
		GWh/yr	الوسطي	عند الذروة	للمستهلك	لمزود الطاقة
الثلاجات	3,698,117	235	80	14	2.2	9.8
مكيفات الهواء	395,488,171	173	176	17.8	1.4	5.2

ثالثاً- المواصفات القياسية (المعايير) لكفاءة استخدام الطاقة Energy-efficiency Standards

هي مجموعة إجراءات وتشريعات تفرض الأداء الطاقي المطلوب للأجهزة المصنعة وتمنع بيع الأجهزة التي تقل كفاءتها عن حد أصغري محدد مسبقاً. إن لكلمة مواصفة قياسية معنيان هما:

١. اتفاقيات (protocols) واضحة أو إجراءات اختبار مخبرية (laboratory test procedures) يمكن بواسطتها الحصول على تقدير دقيق للأداء الطاقي للمنتج أو على الأقل الموقع النسبي لأدائه الطاقي مقارنة مع نماذج أخرى مشابهة،

٢. حدود الهدف من الأداء الطاقي (الاستخدام الأعظمي أو الكفاءة الدنيا) انطلاقاً من نتائج تجريبية محددة.

تجدر الإشارة إلى أن الكلمة الإنكليزية الأخرى (Norm) المرادفة لمصطلح مواصفة قياسية (معيار) تستخدم في أوربا وأمريكا اللاتينية بدلاً من كلمة (Standard) للدلالة على المعنى الثاني (حدود الهدف Target limit).

يوجد ثلاثة أنواع من المواصفات القياسية (المعايير) هم:

١. مواصفة قياسية فارضة (Prescriptive standards): تفرض على كل منتج جديد أن يحوي ميزة محددة أو أداة معينة.
٢. مواصفة قياسية للمتطلبات الدنيا للأداء الطاقي (Minimum Energy Performance Standards -MEPS): تفرض حد أدنى للكفاءة الطاقية أو حد أعظمي للاستهلاك الطاقي بحيث يمنع تجاوزه في أي منتج جديد. وتهدف إلى التعبير عن الأداء الطاقي بغض النظر عن التقانة المستخدمة والتصاميم التفصيلية للمنتج.
٣. مواصفة قياسية للكفاءة الوسطية (Class-average standards): تفرض كفاءة وسطية لمنتج معين بحيث يسمح للصانع اختيار مستويات مختلفة من الكفاءة لنماذج متعددة على أن يحقق الوسطي الإجمالي المطلوب لكفاءة المنتج.

إن أكثر المواصفات القياسية استخداماً هي مواصفات المتطلبات الدنيا للأداء الطاقي (MEPS) حيث تستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية والصين وكندا وكوريا الجنوبية. كما استخدمت في استراليا ونيوزيلاندا على الثلاجات والمجمدات ومكيفات الهواء المنزلية. وغالباً لا تستخدم هذه المواصفات على أجهزة التلفزيونات والفيديو- كاسيت وناسخات الورق والحواسيب والأقراص الصلبة المغناطيسية باستثناء المعايير اليابانية. اعتمدت اليابان أهدافاً وسطية (Average targets) للثلاجات ومكيفات هواء الغرف ضمن برنامج (Top Runner). إن أكثر الإجراءات شيوعاً لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأجهزة الكهربائية المنزلية والمكتبية وهي إجراءات الأهداف الطوعية (Voluntary targets) والتي يطلق عليها أحياناً اتفاقات التفاوض (Negotiated agreements). فقد تبنت سويسرا أهدافاً طوعية لأجهزة الثلاجات والغسالات ومجففات الملابس وغسالات أواني الطبخ والأفران الكهربائية ولجميع أجهزة المكاتب. كما تبنى الإتحاد الأوروبي هذه الأهداف لغسالات الملابس وغسالات أواني الطبخ ومسخنات الماء والتلفزيونات وجميع الأجهزة الصوتية والبصرية. فبرامج كفاءة استخدام الطاقة في غسالات الملابس هي اختيارية في الإتحاد الأوروبي والبرازيل وإيران. كما أن مستويات مواصفات كفاءة استخدام الطاقة يمكن وضعها بطرق مختلفة، فالإتحاد الأوروبي انتهج الطريقة الإحصائية حيث انطلق من التجهيزات الكفوءة لاستخدام الطاقة والمتوفرة في الأسواق الأوروبية كأساس في وضع مواصفات قياسية تهدف إلى تحسين مقداره ١٠ - ١٥% لوسطي كفاءات الأجهزة الجديدة. وفي بلدان أخرى، استندت المعايير على تقييم نسبة المنفعة إلى الكلفة (Cost-benefit evaluation). مثال على ذلك، وضعت المعايير في الولايات المتحدة الأمريكية على أساس رفع مردود التجهيزات الجديدة إلى مستوى يحقق عائد على الاستثمار خلال ٣ سنوات.

رابعاً-المواصفات القياسية لبطاقة كفاءة الطاقة في كندا

إن المواصفات المستخدمة في تحديد أهلية الجهاز المنزلي لبطاقة نجمة كفاءة الطاقة في كندا هي:

١. في عام ٢٠٠٣، يجب أن يزيد أداء ثلاجة من الحجم القياسي (Standard size) بنسبة ١٠% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقي الأصغري، وفي عام ٢٠٠٤ يجب أن يزيد هذا الأداء بنسبة ١٥% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقي الأصغري. كما يجب أن يزيد أداء مجمدة من الحجم القياسي بنسبة ١٠% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقي الأصغري. أما من أجل الثلاجات والمجمدات المدمجة (Compact) فيجب أن يزيد أداء كل منها بنسبة ٢٠% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقي الأصغري.

٢. في عام ٢٠٠٣، يجب أن يزيد أداء غسالة أواني الطبخ من الحجم القياسي (Standard size) بنسبة ٢٥ % على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقي الأصغري. إن الأحجام القاسية لهذه الغسالات هي المؤهلة فقط للحصول على بطاقة نجمة كفاءة الطاقة.
٣. في عام ٢٠٠٣، يجب أن يزيد أداء مكيف هواء غرفة بنسبة ١٠% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقي الأصغري. كما يجب أن يزيد أداء مكيف هواء مركزي بنسبة ٢٠% على الأقل عن المعيار الكندي للأداء الطاقي الأصغري.
٤. من أجل الأفران قسرية الهواء (forced-air furnace) يجب أن يكون المردود السنوي لاستخدام الوقود (AFUE) ٩٠% فأكثر. أما المراجل التي تعمل بالماء الساخن أو بمشعات البخار فيجب أن يكون المردود السنوي لاستخدام الوقود ٨٥% فأكثر.
٥. يجب أن ينخفض استهلاك غسالة الملابس من المياه بنسبة تتراوح بين ٣٥ و ٥٠% وأن ينخفض استهلاكها من الطاقة بنسبة ٥٠% لكل حمل مقارنة مع الغسالات التقليدية.
٦. يجب أن يستهلك التلفاز ٣ واط فأقل عند إيقافه عن التشغيل، أي أقل من استهلاك التلفزيونات التقليدية بنسبة ٧٥% (التي تستهلك ١٢ واط عند التوقف).
٧. يجب أن يستهلك مسجل الفيديو- كاسيت ٤ واط فأقل عند إيقافه عن التشغيل، أي أقل من استهلاك المسجلات التقليدية بنسبة ٧٠% (التي تستهلك ١٣ واط عند التوقف).
٨. يجب أن يستهلك قارئ DVD ٣ واط فأقل عند إيقافه عن التشغيل، أي أقل من استهلاك القارئات التقليدية بنسبة ٧٥% (التي تستهلك ١٠ واط عند التوقف).
٩. يجب أن يستهلك نظام صوتي ستيريو ٢ واط فأقل عند إيقافه عن التشغيل، أي أقل من استهلاك التجهيزات التقليدية بنسبة ٧٠% (التي تستهلك ٧ واط عند التوقف).

خامساً- - تحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأجهزة الكهربائية المنزلية Energy Efficiency

ان القصد من تحسين كفاءة استخدام الطاقة زيادة المردود أو إنجاز مقدار العمل نفسه أو يزيد عنه باستهلاك كمية أقل من الطاقة. وهنا تكمن عملية الإبداع التقني التي تقود إلى رفع الأداء ما أمكن عن طريق تحسين كفاءة العناصر والأجهزة والتحكم.

تستخدم معظم تقنيات الأجهزة الكهربائية المنزلية القديمة طاقة أكثر من اللازم لأداء عملها. وقد تطورت تقنيات جميع الأجهزة المستهلكة للطاقة الكهربائية كأجهزة الإنارة والمضخات والمبردات (chillers) والمحركات ووشائع التبريد وغيرها حيث انخفض استهلاكها من الطاقة وتحسن مردودها.

إن مؤشرات كفاءة استخدام الطاقة عديدة ومتنوعة وتتعلق بنوع الجهاز ووظيفته. من بين هذه المؤشرات نذكر على سبيل المثال وليس الحصر:
١. مؤشر كثافة الطاقة (Energy Intensity Index) والذي يعبر عن كمية الطاقة المستخدمة لواحدة الناتج الإجمالي المحلي (GDP).
٢. مؤشر كفاءة الطاقة (Energy Efficiency Index) أو نسبة كفاءة الطاقة (Energy Efficiency Ratio). يعطي تقديراً أفضل لتبدلات كفاءة الطاقة بالمقارنة مع مؤشر كثافة استخدام الطاقة. إن ميزات دليل كفاءة الطاقة لا تنحصر فقط في التعبير عن تغيرات كفاءة الطاقة وإنما يأخذ بعين الاعتبار تغيرات الطقس وتغيرات هيكلية الاقتصاد.
٣. "نسبة كفاءة الطاقة الفصلية" (Seasonal Energy Efficiency Ratio - SEER). تستخدم لتقييم أداء أجهزة التكييف المركزية وتعبر عن نسبة طاقة خرج التبريد إلى طاقة الدخل من أجل متوسط افتراضي

للشروط المناخية. وتتطلب المعايير الأمريكية المعتمدة في عام ٢٠٠٦ قيمة مساوية للعدد ١٣ فأكثر لهذه النسبة، علماً أنها تتراوح بين ٦ و٧ لأجهزة التكييف المركزية القديمة.

٤. "المردود السنوي لاستخدام الوقود" (Annual Fuel Utilization Efficiency - AFUE). يحدد كفاءة أفران (Furnaces) أو مراجل (Boilers) التدفئة. يتطلب البرنامج الأمريكي المعروف بنجمة كفاءة الطاقة (Energy Star) قيمة مساوية أو أكبر من ٩٠% للأفران و٨٥% للمراجل، علماً أنها تتراوح بين ٥٥ و ٦٥% للأفران والمراجل القديمة.

الف- الثلاجات والمجمدات Refrigerators and Freezers

تستخدم معظم الثلاجات في العالم دارة انضغاط البخار(Vapour compression refrigeration cycle) للحصول على مفعول التبريد. أما الثلاجات التي تعمل وفق دارة امتصاص الغاز (Gas absorption) فانتشارها محدود كما أن الثلاجات التي تعمل وفق دارة تبريد كهرحرارية فتستخدم على نطاق ضيق في المساكن المتحركة وفي المخيمات. تتضمن دارة التبريد الانضغاطية ضاغط ومكثف ومبخر واحد أو أكثر وصمام تمدد. تعمل ٩٥% من الثلاجات والمجمدات المصنعة في أوروبا بالتبريد الحملي الطبيعي (cooling Natural convection)، بينما تعمل معظم الثلاجات والمجمدات المصنعة في شمال القارة الأمريكية واستراليا واليابان بالتبريد الحملي القسري (Forced convection cooling) بمساعدة مراوح كهربائية، وتدعى بالأجهزة عديمة الجليد (No frost). إن التبريد بالحمل الطبيعي فعال وكلفته منخفضة ومناسب للأجهزة الصغيرة أو متوسطة الاستطاعة، ويلائم الأماكن منخفضة الرطوبة. أما في المناطق عالية الرطوبة، ينصح باستخدام التبريد القسري. كما أنه بالنسبة للأجهزة التي يزيد حجمها وارتفاعها عن حد معين، فإنه من الصعب المحافظة على توزع منتظم لدرجات الحرارة الداخلية دون استخدام مروحة. وبغض النظر عن كون دارة التبريد طبيعية أم قسرية، فإن كفاءة الجهاز تتأثر إلى حد كبير بنوعية العزل الحراري ومردود الضاغط وفعالية المبادلات الحرارية (المبخر والمكثف) وبنوعية نظام التحكم. وقد جرى تطوير جميع هذه العناصر بشكل ملحوظ خلال العقدين الأخيرين.

ويتعلق مردود الضاغط بمردودي المحرك والمضخة الكهربائيين. وعلى الرغم من التحسن الكبير الذي طرأ على مردود الضواغط، الا انه مازال هناك مجال لرفع كفاءة وايجاد ضواغط ومضخات اكثر كفاءة

يوضح الجدول (٣) إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة على ثلاجة - مجمدة بباب واحد سعة ١٧٦ ليتر وأجريت في تايلند [٤]. اعتمد في تحديد الجدوى الاقتصادية في هذا المثال على طريقة حساب نسبة المنفعة إلى الكلفة (Cost-benefit evaluation).

كما أجريت على ثلاجة- مجمدة أمريكية سعة ٥١٥ ليتراً ذاتية التخلص من الجليد التحسينات التالية [4]:

١. تركيب ضاغط (COP=1.60) بدلاً من (COP= 1.37)، أي ازدادت نسبة تحسين كفاءة الطاقة Energy-Efficiency Ratio (EER) من ٤,٧ إلى ٥,٤٥ .
٢. زيادة سمك العازل الحراري للباب والجدران الجانبية من ٣,٨ سم إلى ٦,٣ سم.
٣. تخفيض استطاعة مروحة المبخر من ٩,١ واط إلى ٤,٥ واط.
٤. تخفيض استطاعة مروحة المكثف من ١٢ واط إلى ٤,٥ واط.
٥. تخفيض الفقد الحراري عبر مادة إحكام الباب.
٦. زيادة مساحة التبادل الحراري للمكثف والمبخر.

وبنتيجة هذه التحسينات مجتمعة انخفض الاستهلاك السنوي للثلاجة من ٧٠٠ كيلو واط ساعة إلى ٤٢٠ كيلو واط ساعة، في حين ارتفعت تكاليف التصنيع من ٢٦٠ إلى ٣٢٥ دولار أمريكي فقط.

الجدول (٣) إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة على ثلاجة – مجمدة بباب واحد سعة ١٧٦ ليتر

الخطوة	الطاقة السنوية المستهلكة (kWh)	الوفر+ في الطاقة (%)	الكلفة+ التراكمية لإجراء التحسين ($US)	الكلفة+ المضافة على سعر المبيع (%)	نسبة المنفعة إلى الكلفة	
					لهذه الخطوة	لجميع الخطوات
الأساس	٢٥٥	–	–	–	–	–
إضافة ١ سم عزل حراري إلى الجدران الجانبية	٢٣٤	٨,٤	١,٣	١,٥	٢,٩	٢,٩
إضافة ١ سم أيضاً عزل حراري إلى الجدران الجانبية	٢٢٧	١١,١	٢,٦	٣,٠	١,١	٢,٣
إضافة ٢ سم عازل حراري للجدار الخلفي	٢١٦	١٥,٣	٣,٧٥	٤,٤	١,٩	٢,١
تركيب ضاغط : 52.9 kCal/h , 0.92COP++ بدلاً من: 58 kCal/h , 0.89 COP	٢٠١	٢١,١	٦,٥	٧,٦	١,١	١,٧
إضافة مكثف إلى الضاغط (COP=1.01)	١٨٣	٢٨,٥	٩,٩	١١,٦	١,١	١,٥
تحسين إحكام الباب (تخفيض الفقد الحراري لمادة الإحكام بنسبة ٢٥%)	١٧١	٣٢,٩	١٢,١	١٤,٢	١,١	١,٤

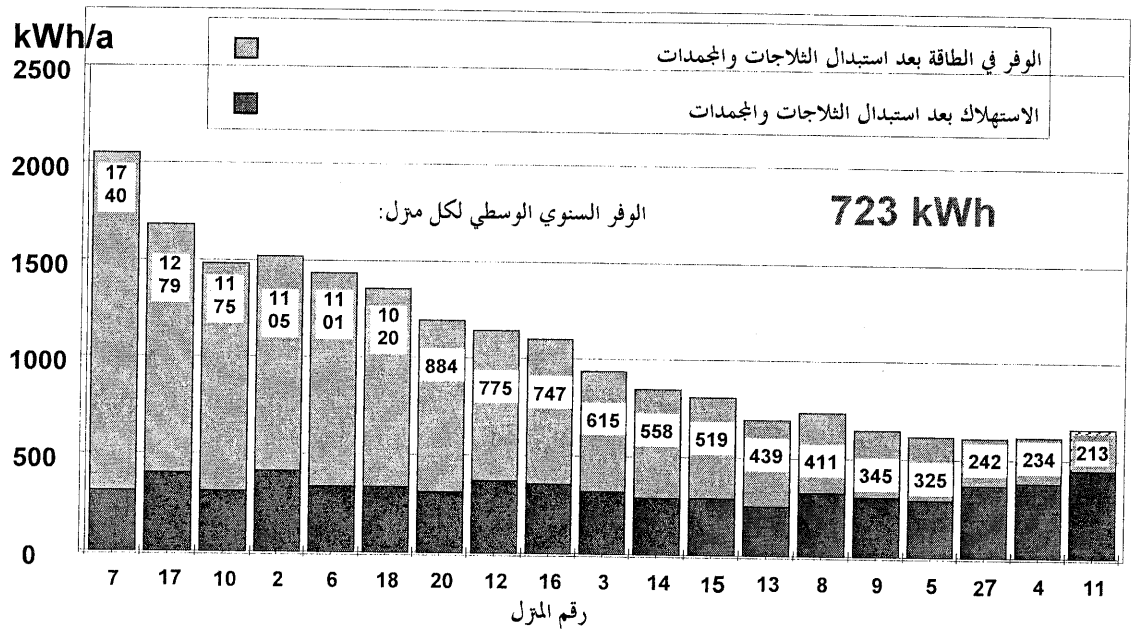
+ قيم تراكمية

++ COP معامل الأداء.

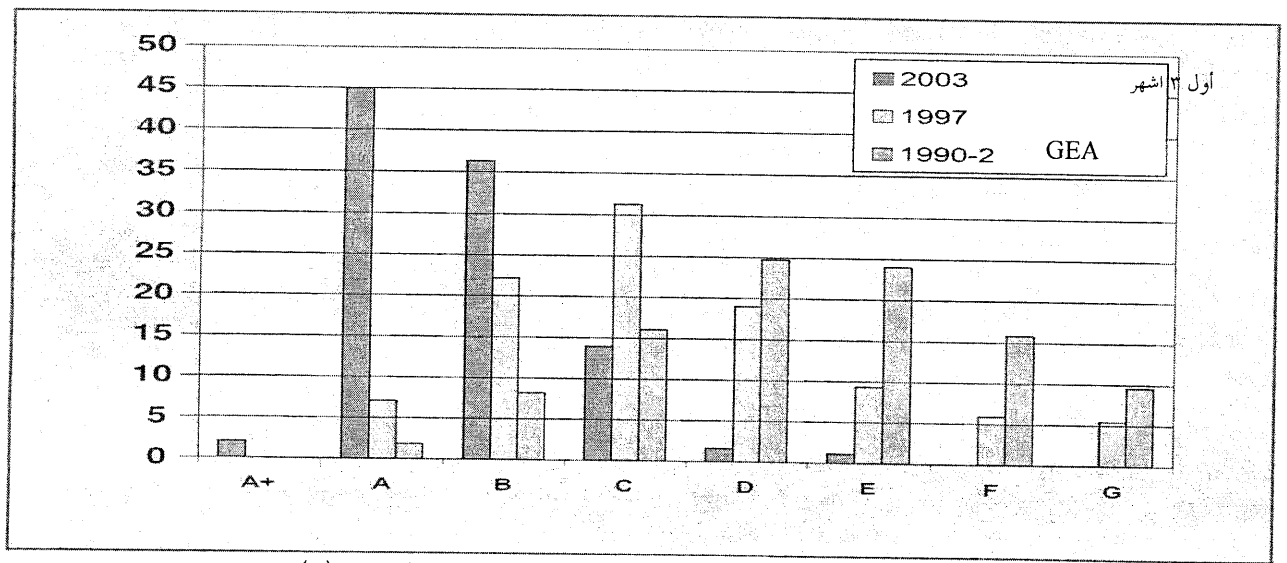
يبين الشكل (٦) النتائج التجريبية للوفر الطاقي المحقق جراء استخدام ثلاجات ومجمدات موفرة للطاقة في عشرين منزلا فرنسياً، حيث استبدلت الثلاجات والمجمدات الموفرة للطاقة بجميع الثلاجات والمجمدات الموجودة أصلاً في كل منزل من المنازل العشرين. يتضح من هذا الشكل أن أعلى وفر سنوي حصل في المنزل رقم /٧/ حيث بلغ ١٧٤٠ كيلو واط ساعي، بينما لم يتجاوز الوفر السنوي في المنزل رقم /١١/ بأكثر من ٢١ كيلو واط ساعي. إن المتوسط السنوي للوفورات في استهلاك الطاقة في هذه المنازل العشرين جراء تركيب ثلاجات ومجمدات موفرة للطاقة هو ٧٢٣ كيلو واط ساعي [٥].

كما أنه عند إجراء تقييم آثار تطبيق مواصفات و/أو بطاقات كفاءة الطاقة على الثلاجات في الدول الأوروبية بتبين أن تحولاص دراماتيكياً في جودة الثلاجات المباعة ذات درجة الكفاءة العالية كما يتضح في الشكل (٧).

الشكل (٦): الوفر الطاقي المقاس جراء استخدام ثلاجات ومجمدات كفوءة للطاقة في عشرين منزلاً [٥]



الشكل (٧): اثر تطبيق بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات على توزيع الثلاجات في السوق الأوروبية



المصدر: دليل بطاقات كفاءة الطاقة والمواصفات القياسية .المرجع (٤)

ان تقييم اثر تطبيق مواصفات و/أو بطاقات كفاءة البرادات في الدول الاوروبية يبين تحولا دراماتيكياً في جودة الاجهزة المباعة بعد تطبيق بطاقة كفاءة الطاقة.

باء- أجهزة تكييف الهواء Air Conditioning

تصنف أجهزة تكييف الهواء تبعاً لنوع الاستخدام، فالأجهزة المركزية تستخدم في الأبنية التجارية والمنازل كبيرة المساحة، أما في المنازل العادية فعادة ما تستخدم فيها الأجهزة الإفرادية ويطلق عليها تسميات عديدة مثل مكيفات الهواء المنزلية أو مكيفات هواء الغرف **(Room air conditioners)** أو الأنظمة عديمة مجاري الهواء **(Ductless system)** أو المكيفات الجدارية **(Wall mounted)** وهي نوعان: ذات القطعة الواحدة **(Window)** وذات القطعتين **(Split)**. تعمل مكيفات الهواء المنزلية **(AC)** عادة على تجفيف الهواء ولذا لا ينصح باستخدامها في المناطق الحارة الجافة ويفضل في هذه الأماكن استخدام المبردات التبخيرية **(Evaporative coolers)** التي تعمل على ترطيب الهواء.

إن الاختيار الصحيح لقدرة مكيف هواء غرفة هو أمر ضروري لتجنب التبريد المنخفض أو الزائد للغرفة. يبين الجدول (٤) القدرة التقديرية للمكيف تبعاً لمساحة الغرفة فقط. إن قيم القدرة الواردة في هذا الجدول هي من أجل الغرف المعزولة حرارياً، ولها نافذة واحدة وارتفاع سقفها عادي. تجدر الإشارة هنا إلى ضرورة الأخذ بعين الاعتبار عوامل أخرى لتقدير القدرة، كوظيفة الغرفة (جلوس أم نوم أم مطبخ) والاتجاه الجغرافي للغرفة (جنوبية أم غربية مثلاً)، إذ أن الحمل الحراري المراد تكييفه يختلف من أجل مساحة واحدة بين المطبخ وغرفة النوم وغرفة الجلوس، وبين الغرف المعرضة للإشعاع الشمسي والغرف غير المعرضة للإشعاع الشمسي، كما أن عدد الأشخاص المتواجدين في الغرفة يلعب دوراً مهماً في تحديد القدرة.

يلزم لاختيار القدرة الصحيحة حساب الحمل الحراري للغرفة انطلاقاً من معرفة مواد البناء ومستوى العزل الحراري وحجم الغرفة...إلخ، وعلى الرغم من سهولة إجراء حساب الحمل الحراري إلا أن الكثير من العاملين في مجال التدفئة والتكييف يلجؤون إلى حسابات يدوية مختصرة تعتمد على الخبرة المكتسبة في هذا المجال. كما أن الكثير من الزبائن يلجؤون إلى نصيحة الجار الذي سبقهم إلى تركيب المكيف.

الجدول (٤) قيم القدرة المقترحة لمكيف هواء غرفة تبعاً لمساحة الغرفة

مساحة الغرفة ($م^2$)	القدرة(BTU/h)	القدرة (طن تبريد)
٩- ١٤	٥٠٠٠	١٢/٥
١٤- ٢٣	٦٠٠٠	٢/١
٢٣ - ٢٨	٧٠٠٠	١٢/٧
٢٨ - ٣٢	٨٠٠٠	١٢/٨
٣٢ - ٣٧	٩٠٠٠	١٢/٩
٣٧ - ٤٢	١٠٠٠٠	١٢/١٠
٤٢ - ٥١	١٢٠٠٠	١
٥١ - ٦٥	١٤٠٠٠	١ و ٦/١
٦٥ - ٩٣	١٨٠٠٠	١,٥
٩٣ - ١٣٠	٢٤٠٠٠	٢

بالمقارنة بين القيم المنصوح بها في الجدول (٤) لقدرة مكيفات هواء الغرف وبين قيم القدرة المركبة فعلياً في معظم الدول العربية نجد أن الفرق كبير وقد يتجاوز الضعف في كثير من الأحيان. ويعود السبب في

ذلك إلى كون معظم الغرف المركب فيها مكيفات هواء هي غرف غير معزولة حرارياً. ومن هنا يتبين أهمية العزل الحراري في تخفيض الحمل الحراري للتدفئة والتكييف.

تستهلك مكيفات هواء الغرف كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية، ولكي تعمل هذه المكيفات بشكل أفضل يمكن الاسترشاد بما يلي:

١. أن يكون الضاغط من النوع الدوار **(Rotary)** وليس من النوع المكبسي الترددي **(Reciprocating)** فالضاغط من النوع الدوار يستهلك طاقة أقل ويصدر ضجيجاً أقل. لكن أفضل الضواغط من حيث كفاءة الطاقة هي من النوع **(e-Scroll)** المطورة حديثاً.
٢. يجب اختيار القدرة المناسبة للمكيف، فاختيار قدرة أكبر من المطلوب يؤدي إلى تشغيل وتوقيف المكيف بصورة متكررة، كما أن اختيار قدرة أصغر من المطلوب يجعل المكيف يعمل باستمرار.
٣. أن تكون المسافة بين المبخر (القطعة الداخلية) والمكثف (القطعة الخارجية) أقصر ما يمكن،
٤. إن مكيفات الهواء الجديدة تكون عادة مشحونة بغاز الفريون في المصنع، لكن حين إجراء الصيانة يجب تعبئة المكيف بجهاز شحن يحدد كمية الغاز وزناً وفقاً للسعة المحددة من قبل الصانع. إن شحن المكيف بالغاز اعتماداً على درجة الحرارة وقيمة التيار الكهربائي لا تؤدي إلى تعبئة المكيف بالكمية المناسبة المحددة من قبل الصانع،
٥. قبل تعبئة المكيف بالغاز ينبغي تنظيف دارة الغاز من الأوساخ العالقة بها باستخدام الآزوت،
٦. يحبذ تجنب التركيب الشاقولي لانبوب الوصل بين المبخر والمكثف ما أمكن حيث أن الامتداد الشاقولي يزيد من عمل الضاغط للوصول إلى درجة حرارة التكييف المناسبة،
٧. يجب عزل انبوب الوصل بين المبخر والمكثف بعازل حراري جيد.
٨. من الأخطاء الشائعة هو أن تخفيض درجة حرارة المنظم من ٢٦ إلى ٢٤ درجة مئوية مثلاً يقود إلى تسريع عملية التبريد. إن تخفيض درجة الحرارة إلى ٢٤ درجة مئوية لا تؤدي إلى الوصول إلى درجة حرارة ٢٦ درجة مئوية لهواء الغرفة بصورة أسرع مما لو تمت المحافظة على درجة حرارة ٢٦ درجة مئوية للمنظم.

تعمل معظم المكيفات على أداء وظيفتين هما: تبريد الهواء في فصل الصيف وتدفئته في فصل الشتاء. وتوجد طريقتان لإنتاج الهواء الدافئ، إما بواسطة وشيعة تسخين كهربائية **(Electric resistance heater)** أو بواسطة المضخة الحرارية **(Heat pump)**. فمثلاً، يطلق على مكيف القطعة الواحدة الذي يعمل بوشيعة تسخين التسمية والرمز الآتيين: **(Packaged Terminal Air Conditioner- PTAC)** ، بينما يطلق على مكيف القطعة الواحدة الذي يعمل بالمضخة الحرارية التسمية والرمز الآتيين: **(Packaged Terminal Heat Pump - PTHP)**. وتعتبر المضخة الحرارية أكثر كفاءة من وشيعة التسخين الكهربائية عند درجات حرارة خارجية أكبر من ٥ درجات مئوية.

جيم-أجهزة الإنارة Lighting

تستخدم أجهزة الإنارة أنواعاً عديدة من المصابيح أهمها:

١. المصابيح المتوهجة والهالوجينية: Incandescent and Halogen Lamps

تستخدم المصابيح المتوهجة العادية عادة سلك التنغستين وتصنع باستطاعات تتراوح بين ٤ واط و ١٥٠٠ واط وتعتبرة ناشرة للحرارة ويتراوح عمرها بين ٧٥٠ و ٥٠٠٠ ساعة. أما المصابيح المتوهجة الموفرة للطاقة فتستهلك طاقة أقل وتنشر حرارة أقل والتحسن في مردودها مهمل. إن المصابيح الهالوجينية هي مصابيح متوهجة تستخدم غاز الهالوجين لإعادة توضيع التنغستين المتبخر على السلك. تعتبر المصابيح الهالوجينية للأغراض المنزلية فعالة أكثر من المصابيح المتوهجة بنسبة ١٥%. وتعمل المصابيح الهالوجينية تحت الحمراء(**Halogen IR lamps**) على الاحتفاظ ببعض الحرارة المنتجة بواسطة انعكاس الأشعة تحت الحمراء نحو السلك، مما يؤدي إلى تحسين مردودها بنسبة تتراوح بين ٣٠% و ٤٠% مقارنة مع المصابيح الهالوجينية العاكسة العادية. تفقد المصابيح المتوهجة العادية ١٥% من شدة إضاءتها عند نهاية عمرها، بينما تفقد المصابيح الهالوجينية ٥% فقط. تتراوح فعالية (**Efficacy**) المصابيح المتوهجة بين ١٥ و ٢٠ لومن لكل واط **Lumens/Watt (lm/W)** ، ويمكن أن تصل إلى ٣٦ لومن لكل واط. إن مزايا المصابيح المتوهجة عديدة منها: عدم استخدامها لقادح الكتروني وقابليتها للتركيز والتوجيه والعمل مع مؤقت زمني (بسبب التشغيل اللحظي لها) أو مع الحساسات وقابليتها لتخفيض شدة الإضاءة (**Dimming**). ينصح في الأماكن المكيفة استخدام المصابيح الهالوجينية بهدف التوفير في طاقة الإنارة والطاقة اللازمة للتكييف.

٢. مصابيح الفلوريسنت Fluorescent lamps

هي أكثر المصابيح استخداماً وتعتبر فعالة ومتعددة الاستعمالات ومتنوعة الأشكال والأحجام والاستطاعات بدءاً من الأنبوبية المزدوجة ٥ واط (T-4) وحتى ٢١٥ واط (VHO). تتعلق نوعية هذه المصابيح بطبقة التغليف الفوسفورية. ويتراوح دليل وضوح اللون للمصابيح التقليدية الفوسفورية المهلجنة (**Halophosphors**) ذات اللون الأبيض الهادئ (**Cool White**) بين ٦٠ و ٦٢، ويصل إلى ٩٠ في حال الغلفنة الممتازة بالفوسفور المهلجن لكن شدة إضاءة المصباح تنخفض في هذه الحالة. يتم الحصول على الأداء الأفضل في حال احتواء الفوسفور معادن أتربة نادرة (**Rare earth metals- RE**)، فالمصباح **RE-70** له دليل وضوح اللون بين ٧٠ و ٧٩ وشدة إضاءته أكبر بنسبة ٥-٦%، والمصباح **RE-80** له دليل وضوح اللون بين ٨٠ و ٨٩ وشدة إضاءته أكبر بنسبة ٨% لكنه أغلى ثمناً.

تتراوح درجات الحرارة اللونية لمصابيح الفلوريسنت بين (**2700 K**) و (**7500 K**)، أما مصابيح الفلوريسنت المدمجة (**Compact**) فهي متوفرة عند درجات حرارة لونية تتراوح بين (2700 K) و (5000 K) ولها نوعية إضاءة جيدة حيث تستخدم الفوسفور **RE-80**.

يعطى لكل نموذج من مصابيح الفلوريسنت ترميز معين، فمثلاً **F40/T12/CW/HO/WM** يعني:
F: فلوريسانت **Fluorescent**،
40: الاستطاعة **Wattage** (ما عدا المصابيح الموفرة للطاقة والمصابيح ذات الأطوال الأكبر من ٤٨ إنش حيث يشير العدد إلى طول المصباح بالإنش)،
T: أنبوبي الشكل **Tubular shape**،

12: القطر بالإنش معبراً بمضاعفات ٨ إنش (12/8 = 1.5 inches)، الأحجام الأخرى المتوفرة T-5, T-8, T-10

CW: أبيض معتدل **cool white** ويشير إلى لون الإضاءة. يستخدم بعض المصنعين **SP35 and D835** للدلالة على النوع الفوسفوري ودرجة الحرارة اللونية،

HO: خرج عال **high output** ،

VHOخرج عال جداً **very high output**،

WM: **Watt-Miser (R)** للدلالة على أن المصباح موفر للطاقة.

SS (Super Saver (R)) يعني موفر عال للطاقة.

EW (Econo -Watt (R)) يعني موفر عال للطاقة.

تتراوح استطاعات مصابيح الفلوريسنت المدمجة **CFL** من الأحجام (T-4, T-5) بين ٥ و٣٤ واط وهي ذات أشكال متعددة: بساقين وبأربعة وستة وثمانية ساقات ومربعة ودائرية ولولبية، بينما تتراوح استطاعات مصابيح الفلوريسنت المدمجة البديلة للأحجام (T-8, T-12) بين ٣٩ و٥٠ واط .

تتراوح شدة الإضاءة لمصابيح الفلوريسنت بين ٥٦٥ لومن من أجل (T-8, 13 W) وحتى ١٥٧٠٠ لومن من أجل (F96/T12/VHO). أما مصابيح الفلوريسنت المدمجة فتتراوح شدة إنارتها بين ٢٥٠ لومن من أجل 5) (W و٤٠٠٠ لومن من أجل (50 W). تتأثر المصابيح المدمجة بطريقة التركيب حيث تفقد ١٥-٢٠% من خرجها إذا ركبت قاعدتها في الأسفل.

تتعلق فعالية مصابيح القلوريسنت بنوعية الفوسفور (يفضل احتوائه معادن أتربة نادرة)، وبطول المصباح (كلما كان أطول أفضل)، وبنوع القادح (الالكتروني أفضل). تتراوح فعالية الأحجام الطبيعية منها بين ٥٥ و ٩٠ لومن لكل واط، وتنخفض من أجل المصابيح عالية الخرج HO فتتراوح فعاليتها بين ٥٠ و ٨٥ لومن لكل واط ، وللمصابيح ذات الخرج العالي جداً VHO فتتراوح فعاليتها بين ٥٠ و ٦٠ لومن لكل واط. أما فعالية المصابيح المدمجة فتتراوح بين ٢٥ و ٨٥ لومن لكل واط وهي عادة ما تكون ضمن مجال ٥٠ إلى ٦٠ لومن لكل واط. ويبين الجدول (٥) مقارنة المواصفات الرئيسة بين المصابيح المتوهجة والفلوريسنت.

الجدول (٥) مقارنة المواصفات الرئيسة بين المصابيح المتوهجة والفلوريسنت

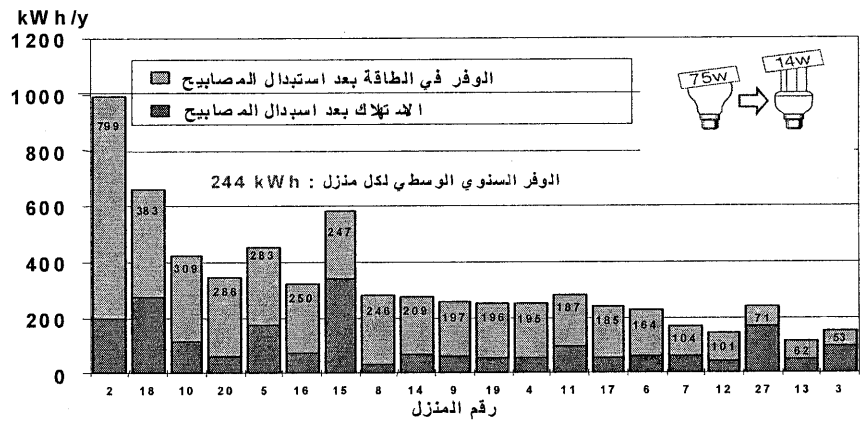
Lamp Type	Size (Watts)	Efficacy (L/W)	CRI	عمر المصابيح (1000 hr)
Incandescent				
Standard	3-1500	May-30	100	0.75-5
Fluorescent				
Compact	May-27	25-85	80-85	09-Dec
Full – Size	32-75	55-90	53-90	20-24
800 mA HO	25-110	50-85	53-90	09-Dec
1500 mA VHO	110-215	50-60	53-90	09-Dec

يبين الجدول (٦) الوفر في الاستهلاك الطاقي الذي يمكن تحقيقه بين عامي ٢٠٠٥ و ٢٠٣٠ مع القيمة الحالية الصافية (Net Present Value) في حال استخدام قادحات مصابيح الفلوريسانت (Fluorescent Lamp Ballasts) خلال هذه الفترة الزمنية حسب معايير الولايات المتحدة الأمريكية [٤].

إن تركيب مصباح موفر للطاقة استطاعته ٣٢ واط بدلاً من مصباح متوهج استطاعته ١٠٠ واط يوفر ٣٠ دولار خلال العمر الزمني التقديري للمصباح الموفر للطاقة (١٠٠٠٠ ساعة)، وذلك بفرض أن سعر الكيلو واط ساعة ٤,٤ سنت أمريكي. وإذا ما أخذنا بعين الاعتبار سعر مبيع هذا المصباح الذي لا يتجاوز ٥ دولار أمريكي نجد أن الريعية الاقتصادية محققة.

يبين الشكل (٨) النتائج التجريبية للوفر الطاقي المحقق جراء استخدام مصابيح موفرة للطاقة في عشرين منزلاً فرنسياً، حيث استبدلت المصابيح الموفرة للطاقة ذات الاستطاعة ١٤ واط بجميع المصابيح المتوهجة ذات الاستطاعة ٧٥ واط في كل منزل من المنازل العشرين. يتضح من هذا الشكل أن أعلى وفر سنوي حصل في المنزل رقم /٢/ حيث بلغ ٧٩٩ كيلو واط ساعي، بينما لم يتجاوز الوفر السنوي في المنزل رقم /٣/ بأكثر من ٥٣ كيلو واط ساعي. إن المتوسط السنوي للوفورات في استهلاك الطاقة في هذه المنازل العشرين جراء تركيب مصابيح موفرة للطاقة هو ٢٤٤ كيلو واط ساعي [٥].

الشكل (٨): الوفر الطاقي المقاس جراء استخدام مصابيح موفرة للطاقة في عشرين منزلاً [٥]



سادساً- النتيجة والمقترحات

إن تكنولوجيا التجهيزات المنزلية الكهربائية هي في تطور مستمر وبالتالي تتحسن كفاءة استخدامها للطاقة، كما أن نظم التحكم والصيانة لهذه التجهيزات تطورت من أدوات معقدة إلى أدوات بسيطة. إن التقانات الحديثة والناشئة (Emerging) تساعد مهندس الطاقة على ترشيد استهلاك الطاقة وبالتالي تخفيض كلفتها.

إن أكثر الدول نجاحاً في تطبيق برامج ترشيد استهلاك الطاقة تبنت مجموعة منسجمة من السياسات تضمنت البطاقات ومعايير المتطلبات الدنيا للأداء الطاقي (MEPS) وحملات التوعية. وبغض النظر عن

السياسات والإجراءات المتبعة في هذا الغرض فإنه ينبغي تحديث هذه السياسات والإجراءات باستمرار على ضوء التقدم التكنولوجي الحاصل.

لا تزال الدول العربية في بداية الطريق نحو الحفاظ على الطاقة على الرغم من توفر الفرص العديدة لترشيد استهلاك الطاقة فيها. إن المقترحات التي يمكن أن تساعد الدول العربية على تبني سياسات واستراتيجيات للحفاظ على الطاقة هي:

١. عدم التركيز فقط على الاستثمار في بناء محطات توليد طاقة كهربائية جديدة، بل يجب التركيز أيضاً على الاستثمار في مشروعات الحفاظ على الطاقة وترشيد استهلاكها وتحسين كفاءة استخدامها لأنها تؤدي إلى تخفيض الطلب على الطاقة الكهربائية وبالتالي الاستغناء عن بناء محطات توليد جديدة.
٢. تبني مشروعات تعاون مشترك لتصميم بطاقات (بطاقات) موحدة لكفاءة استخدام الطاقة نظراً للظروف المتشابهة لحجم ونوعية سوق التجهيزات المستهلكة للطاقة.
٣. تبني معايير موحدة لنجاح البرنامج التنفيذى لاتفاقية تيسير وتنمية التبادل التجاري بين الدول العربية لإقامة منطقة تجارة حرة عربية كبرى.
٤. ضرورة إعادة النظر بأسعار الطاقة في بعض الدول العربية ورفع الدعم عنها بشكل متدرج لانجاح مشروعات الحفاظ على الطاقة وترشيد استهلاكها.

المراجع

[١] Ronald Steenblik, Scott Vaughan and Paul Waide, *Can Energy-Efficient Electrical Appliances be considered "Environmental Goods"?*. OECD Trade and Environment, paper No. 2006-04.

[٢]: تحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع الأبنية- تحليل الخيارات في دول مختارة أعضاء في الإسكوا- مطبوعات الإسكوا، E/ESCWA/ENR/2001/16.

[٣] Thomas Guéret, *International Energy Technology Collaboration and Climate Change Mitigation, Case Study 3: Appliance Energy Efficiency.* International Energy Agency.

[٤] Stephen Wiel and James E. McMahon, *Energy-Efficiency Labels and Standards: A Guidebook for Appliances, Equipment, and Lighting*, Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP), Washington, D.C., USA, February 2005.

[٥] Benoit Lebot, *Policy Strategies for Energy Efficient Appliances*. Presentation to CTI- DENA Workshop Berlin November 2002.