الباب الثامن

البدائل والاختيارات التكنولوجية لترشيد استخدام الطاقة

١ - الدوافع الموضوعية لترشيد الطاقة

هناك اتفاق عام على الحاجة إلى إعطاء أولوية قصوى لزيادة الكفاءة الإجمالية لاستخدام الطاقة. والواقع أن هذا الهدف كان في مقدمة الأهداف التي حظيت بتأييد واسع النطاق من بين كل أهداف قطاع الطاقة. وقد أوضحت دراسات تفصيلية عديدة الإمكانية التكنولوجية لتلبية احتياجات وطموحات المجتمع باستخدام قدر من الطاقة أقل بكثير مما يستخدم حاليا. وهناك أمثلة كثيرة على تطبيقات لكفاءة الطاقة أو تقنيات لتوفير الطاقة تمتاز بأنها اقتصادية للغاية كما تتميز بفترات استرداد سريعة [٩٧].

وفى الوقت الراهن لا يستخدم جانب كبير من التكنولوجيا القائمة بكامل إمكاناتها فيما يتعلق برفع كفاءة الطاقة إمدادا واستخداما ويرجع هذا الإخفاق في بلوغ أعلى درجات الاستفادة من الإمكانات التكنولوجية الحالية بصفة رئيسية إلى عجز الإدارة وضعف التدريب .ويؤدى الإقرار بالأسباب الحقيقية لهذا الإخفاق إلى تحويل الاهتمام من البحث عن تكنولوجيا جديدة إلى الاستخدام الأفضل للتكنولوجيا عالية الكفاءة المتوافرة حاليا، لصالح المجموع. ونظرا لوجود أسباب عديدة للسعي إلى تحسين كفاءة الطاقة، فيمكننا هنا أن نؤكد على الأسباب التالية:

- تحسين الكفاءة الاقتصادية، والتنافسية الدولية.
- الحد من الآثار البيئية المعاكسة.

- زيادة كفاءة استخدام الموارد المحلية النادرة للطاقة.
- الحفاظ على الاحتياطيات المحدودة للطاقة، وكبح ارتفاعات الأسعار المستقبلية للطاقة.

هناك العديد من الأمثلة للعمليات التكنولوجية، والمعدات، والممارسات التي تستخدم الطاقة بافتقار واضح إلى الكفاءة. لذلك من المهم تطوير السياسات التي تتيح المجال للحفاظ على مصادر الطاقة الآخذة في النفاد، وإدخال إمدادات ووسائل بديلة لتوفير الخدمات. وبالرغم من أن هناك مجالا متسعا لتحسينات مستقبلية في كفاءة الطاقة ،وفي الحفاظ عليها، وترشيدها، فإن توافر تقديرات يعول عليها حول طبيعة هذا المجال ومداه يتطلب إجراء دراسات تفصيلية فضلا عن تقديم تقييمات تقنية وتوازنات تجارية فيما يتعلق بما هو قابل للتحقق واقعيا.

وتنطوي التحسينات التقنية على إمكانية معالجة نقص الكفاءة والحد من التلوث بالنظر إلى قدرتها على توظيف العوامل الاقتصادية الرئيسية - وخاصة رأس المال والتكنولوجيا، في اقترانهما مع الانفتاح النسبي وحث التنمية والتعاون الدوليين. وتشير التقديرات الحالية إلى إمكان تحقيق وفورات من الطاقة تبلغ حوالي: ٣٠ % إلى ٥٠% بحلول عام ٢٠٢٠ مقارنة بالاستمرار في الممارسات الحالية [٩٧].

وهناك محددات تكنولوجية معدودة أمام الاحتمالات المتعلقة بتحقيق المزيد من الكفاءة الإجمالية لاستخدام الطاقة. وقد أكدت الدراسات في مضمار ترشيد الطاقة من أن تخفيضا مقداره ٣ % سنويا في كثافة الطاقة على مدى ثلاثين عاما يمكن أن يؤدي إلى تخفيض مقداره ٦٠ % في الطاقة المستخدمة لإنتاج وحدة من الناتج الاقتصادي. على أن العنصر الأهم في واقع الأمر لا يتمثل في التقدي الرقمي للإمكانية الكبيرة فيما يتعلق بالتحسين، بل في معدل التحسين الممكن إنجازه في التطبيق العملي. ويستلزم ذلك دراسة المعدل الذي يمكن أن تتطور به التكنولوجيات الجيدة: ومعدل انتشارها في أرجاء العالم المختلفة. ورأس المال الاستثماري المطلوب لتمويل انتشار هذه التكنولوجيات الجديدة، والمعدل الذي يمكن أن تنمى به مثل هذه الأموال. وأخيرا دراسة العوائق الاقتصادية والمؤسسية والإنسانية أمام التقدم [٩٧].

وتركز اعتبارات كفاءة الطاقة على كفاءة عمليتي الاستخراج والنقل، وكفاءة تحويل الطاقة الأولية بمحطات القوى الكهربية، ومعامل التكرير، ومحطات" تغويز" الفحم، الخ: وكفاءة تحويل الطاقة الثانوية إلى مرافق التخزين، ونظم التوزيع، وشبكات النقل (شبكات الكهرباء على سبيل المثال) والتحويل النهائي للطاقة إلى أشكال الطاقة النافعة في الاستخدامات النهائية وأجهزة التحويل كمصابيح الإضاءة، والمواقد، والمركبات [٩٧ و٩٨]. وقد أجريت دراسات كثيرة في السنوات الأخيرة لتقييم الكفاءة، والإمكانات المتاحة لتحسينها، فيما يتعلق بتلك المراحل المختلفة من التحويل.

على أن الأمر الأكثر صعوبة هو تقييم خدمات الطاقة التي تنجم عن توفير طاقة نافعة. فخدمات الطاقة تعتمد على عوامل عديدة خارجة عن نظام الطاقة، مثل أساليب الحياة والسلوك الاجتماعي العام للمستهلكين النهائيين، وبنية الاقتصادات السائدة. كما تعتمد على ما تم توفيره بالفعل من طاقة، وكيفية تسعيرها، وما إذا كانت نفقاتها يمكن تحملها، وما إذا كان بالإمكان تمويل التحسينات المراد إدخالها، والمعلومات المتوافرة حول كيفية إجراء هذه التحسينات، والمدى الذي تصبح فيه هذه المعلومات متداولة، وما إذا كانت السياسة العامة تشجع على التحسينات أم تدعو إلى التصرف بصورة "معاكسة".

٢- الاختيارات التكنولوجية

تتمثل الآلية الأساسية لاستخدام الطاقة على نحو أكثر كفاءة عموما في أن نحل محل الأصول الرأسمالية القائمة - المباني، والمنشآت، والأجهزة، والآلات، والعمليات التكنولوجية، والأنشطة الاقتصادية _ أصولا جديدة تلبى الأهداف الاجتماعية أو التجارية لمستخدميها بصورة أكثر فعالية. كذلك يمكن لإعادة التجهيز أو التركيب، من أجل تعديل أو تجديد الأصول القائمة أن يكون ذا جدوى، وإن كان أقل جاذبية في حالات كثيرة. والواقع أن هناك عددا هائلا من الإمكانات، لكن بعضا منها فقط يمكن عرضه كأمثلة مختارة فيما يلي:

٢-١ قطاع التصنيع

يعد قطاع التصنيع المستخدم الذى يمكن أن يكون الأكثر كفاءة للطاقة. وأكثر من نصف الطاقة المستهلكة في الصناعة تكون عادة في شكل طاقة حرارية لسلسلة العمليات التكنولوجية، بينما يكون حوالي الخمس في شكل كهرباء للأفران، والعمليات الإليكتروليتية، وإدارة المحركات الكهربية. ويتم إمداد غالبية الطاقة الحرارية لسلسلة العمليات التكنولوجية في شكل بخار، بكفاءة إجمالية قدرت في حالات متنوعة، بما يتراوح بين ١٥% و٢٥%. وتعد صناعات الصلب والبترول والكيماويات والورق واللب الصناعات الأكثر استخداما للطاقة الحرارية لسلسلة العمليات التكنولوجية. وتتباين تقديرات الكفاءة التي تستخدم بها الطاقة الحرارية للعمليات التكنولوجية تباينا كبيرا فيما بين هذه الصناعات، من حوالي ١٠% (إنتاج الأسمنت) إلى ١٤% (تكرير البترول) ثم إلى حوالي ٢٠% (صناعة الحديد والصلب). وتقدر احتمالات تحسين الكفاءة على المدى الأقصر بالنسبة لقطاع التصنيع في الدول الصناعية الرئيسية بحوالي ٣٠%. وسوف نعرض فيما يلي بإيجاز إمكانات الترشيد في كل من هذه القطاعات.

٢-١-١ الكيماويات

يبلغ نصيب الكيماويات من الطاقة الصناعية حوالي ٥%. ويتجسد حوالي ثلث محتوى الطاقة للمواد الملقمة الكيماوية في شكل كيماويات "نهائية" مثل منتجات البلاستيك. وقد قدرت كفاءة استخدام هذه المواد في الولايات المتحدة الأمريكية في الوقت الحاضر في حدود تتراوح بين ٣٠% و ٣٥%، ويتوقع أن تكون في مصر أقل من هذا كثيرا. وتتضمن أغلب عمليات الإنتاج الكيماوية العضوية وغير العضوية خطوات متعاقبة عديدة. وتمثل كفاءة الطاقة الإجمالية لعمليات الإنتاج في هذه الحالة حاصل ضرب الكفاءات الموضعية لكل مرحلة. وهناك خيارات عديدة من أجل تحسين الكفاءة تتراوح بين تقصير الخطوات الأساسية وتبسيطها من ناحية، وإدخال تحسينات على تصميم العمليات الكيميائية واستخدام تقنيات أفضل من ناحية أخرى. ومن أمثلة ذلك ما يلى:

- استخدام التكنولوجيا الحيوية لتعجيل فترات التفاعل وتخفيض درجات الحرارة والضغوط المستخدمة.
- استخدام العوامل المساعدة لتحسين الناتج، وفترات التفاعل، وخفض درجات الحرارة والضغوط.
- تحسين التحكم في العمليات المتعاقبة، وخاصة بتحسين الأجهزة الحاسة وأجهزة القياس المستخدمة. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى توفير في الطاقة يتراوح بين ٥ % و ٢٠% في الصناعات كل منها على حدة، بينما تبلغ احتمالات الخفض لإجمالي استهلاك الطاقة نسبة تتراوح بين ١٠% و١٥%.
- يمكن لعمليات الفصل/التركيز أن تصبح أكثر كفاءة من خلال تحسين التقطير، والفصل الغشائي، واستخلاص السوائل فائقة الحروجة، والتركيز بالتجميد وهى طرق يمكن أن تحقق كفاءة أعلى بنسبة ٥٠% من تقنيات الفصل الأخرى.
- تتوافر لصناعة الكيماويات بالفعل إدارة متطورة للفاقد الحرارى، لكن يمكن إجراء المزيد من التحسينات، من خلال الإدارة الأمثل للطاقة مما قد يخفض تكاليف الطاقة إلى نسبة واعدة مقدارها ٣٢-٤٨%.

٢-١-٢ الحديد والصلب

وفقا للحالة النموذجية تبلغ تكاليف الطاقة ٢٠-٤٠% من تكاليف الإنتاج. وتتجسد نسبة ٢٥% من الطاقة المستهلكة في صناعة الصلب في الحديد والصلب. وتستخدم مصانع الإنتاج المتكاملة الحديثة – التي تتم فيها المراحل المتعاقبة لتحويل خام الحديد إلى صلب تام الصنع – فرن الأكسجين الأساسي. وتشمل العمليات إعداد الخام، التكويك، صنع الحديد، صنع الصلب، الصب، التشكيل والمعالجة الحرارية. وكل عملية من تلك العمليات أظهرت تحسينات في كفاءة الطاقة، وما تزال التحسينات مستمرة – على سبيل المثال [٩٧] عمليات تجميع لإعداد الخام ذات كفاءة طاقة أعلى.

- التبريد الجاف للكوك وذلك بتبريد الكوك الساخن بغاز غير مؤكسد بدلا من الماء. وقد تحسنت كفاءة تحويل الفحم إلى كوك، تحسنا كبيرا في السنوات الأخيرة: مما أدى إلى انخفاض الطاقة المستخدمة للطن الواحد من المنتج في الولايات المتحدة الأمريكية، على سبيل المثال، من ٧ مليار جول عام ١٩٨٠ إلى ٤,١ مليار جول عام ١٩٨٩.
- تحسينات في كفاءات الفرن العالي (فرن الصهر)، ومثال ذلك استخدام توربينات استخلاص عالية الضغط، والتحكم داخل العملية التكنولوجية في درجة الحرارة والمحتوى الكربوني.
- الصب المباشر (المستمر): صب الألواح الرفيعة، وصب الشرائط الرفيعة، وصب الشكل النهائي، وصب الرش.

وتتمثل الطريقة الرئيسية الحديثة الأخرى لصناعة الصلب في فرن القوس الكهربي، وهى عبارة عن طريقة لمعالجة الخردة (حيث تتميز أفران القوس الكهربي بكفاءة طاقة تبلغ ضعف تلك التي لأفران الأكسجين ضمن الإنتاج المتكامل للصلب). وهناك إمكانية للكفاءة المحسنة، على سبيل المثال، عن طريق التسخين المسبق للخردة والاستفادة من الخردة، واستخدام أفران قوس كهربي ذات طاقة كهربية فائقة. كذلك توجد إمكانية لمزيد من التغييرات العامة في المستقبل، تتضمن على سبيل المثال الاستخلاص المباشر للحديد أو الصنع المباشر للصلب من الخام، حيث تكمن في هذا النهج إمكانية خفض استخدام الطاقة بنسبة تصل إلى ٤٠%.

٢-١-٣ اللب و الورق

وفقا للحالة النموذجية تشتمل عملية صنع الورق على خمس مراحل متعاقبة: تجهيز الخشب، انتزاع اللب من الخشب، التبييض، الاستخلاص الكيماوى، صنع الورق. وتتميز التكنولوجيات الحالية بدرجة عالية من التطور، ومع ذلك فإن التحسينات التكنولوجية تنطوى على إمكانات واعدة بتحسينات ملموسة في كفاءة الطاقة. ويتوقع إدخال تطويرات على عمليات نزع اللب: النزع البيولوجي للب عن طريق استخدام إنزيمات مستخلصة من فطر الخشب – النزع الكيميائي للب بالتخمير – النزع بالإذابة العضوية. وهناك تغييرات تكنولوجية أخرى يمكن أن

تخفض استهلاك الطاقة تعتمد بدرجة أكبر على مراحل التسخين المستمر لخامات الورق وسخانات الإزاحة في نزع اللب، والتحسينات في تركيزات مواد المعالجة السائلة المستخدمة وتغويزها، والنزع الميكانيكي للماء خلال عملية صنع الورق، والكبس المحسن لعصر الماء من الورق قبل التجفيف (تتيح عمليات القص الموسع وفورات في الطاقة تتراوح بين ١٥% و ٣٠%)، واستخدام لب أقل مرتبة (أى أقل من حيث كثافة الطاقة). كذلك يمكن إدخال تحسينات باستخدام نظم أفضل للإدارة بالمحركات، والتوليد المشترك co-generation واسترجاع الطاقة الحرارية للعمليات التكنولوجية من خلال استخدام المبادلات والمسترجعات الحرارية، ونظم ضغط البخار. وهناك أيضا مجال كبير لزيادة استخدام الطاقة من المخلفات الناتجة عن الصناعة وعلى الأخص وقود النفايات (القشر، والنشارة والفضلات الأخرى)، والزيوت والشحومات السوداء، ومخلفات الغابات.

٢-١-٤ الأسمنت

تصل تكاليف الطاقة في هذه الصناعة إلى ما يتراوح بين ٣٠% و ٥٠% من تكاليف الإنتاج. ويتضمن تصنيع الأسمنت ثلاث عمليات رئيسية، التعدين وتجهيز المواد الخام و إنتاج الكلينكر – طحن المادة النهائية. وهناك أسلوبان رئيسيان للتصنيع هما العمليات الرطبة والعمليات الجافة. وتعد العمليات الأخيرة أكثر اقتصادا وذات كفاءة طاقة أعلى، وهى المفضلة في الوقت الحاضر لذا تحل الآن – بمعدلات متفاوتة – محل العمليات الرطبة في العديد من الدول ومنها مصر، وهو ما يؤدي بالتالي إلى تحسن المعدل العالمي لكفاءة الطاقة في هذا القطاع. وتتمثل التحسينات التكنولوجية التي يمكن أن تسبب وفرا في الطاقة، والتي تحققت أو في سبيلها إلى التحقق في المستقبل القريب، في الاستخدام الأفضل للحرارة الفاقدة من الأفران لتجفيف خام التغذية وتسخينه مسبقا – أجهزة قياس أفضل ومراقبة أدق لجودة المنتج – مواد محسنة مقاومة للصهر لأجل الأفران _ عمليات طحن محسنة – استخدام وقود أقل مرتبة _ تخفيض درجات حرارة إحراق الكلينكر – مزج وتوليف المواد الثانوية. ويمكن أن يتوافر في الدول النامية مجال واسع لوفورات كبيرة من خلال تحسين كفاءة وجودة إمدادات الكهرباء.

٢-٢ قطاع الزراعة

هناك قضايا عديدة تؤثر على الكفاءة الاقتصادية الإجمالية للصناعة الزراعية، وبالتالي تؤثر ضمنيا على استخداماتها من الطاقة: التسعير المناسب للمنتجات الزراعية - الأثر العالمي للإنتاج الزراعي المدعوم حكوميا من جانب الدول الصناعية المتقدمة، حفظ وصيانة التربة - تضمين قيمة التربة والأصول البيئية الأخرى في النظام المحاسبي - تطوير التقنيات مثل المكافحة المحسنة للحشرات، وزراعة محصولين في حقل واحد، والحراجة الزراعية، والمدخلات المنخفضة للطاقة. وتستخدم الطاقة في الزراعة من أجل تصنيع المعدات الزراعية والأسمدة. وتوفير طاقة الجر لمختلف الأنشطة الزراعية، واستخدام الأسمدة والكيماويات، وضخ المياه والري، وتجفيف المحصول، والتبريد والتخزين، ونقل المحاصيل، واستخدام مخلفات المحاصيل في إنتاج الطاقة. وتقدم كل هذه المجالات حافزا لتحسين كفاءة الطاقة؛ وفيما يلي عرض لمجالين منها:

٢-٢-١ الري

في الأغلب الأعم يتم الري باستخدام مضخات تعمل بمحركات كهربية أو بمحركات ديزل. وتنطبق أسباب انعدام الكفاءة وطرق علاجها التي تذكر عند الحديث عن المضخات الصناعية على استخدامها في الزراعة. وتعتبر عولية (اعتمادية) المضخات ونظم القوى الكهربية الداعمة لها ذات أهمية كبيرة، فكميات ضخمة من المحاصيل يمكن أن تفقد إذا لم يتوافر الماء في الوقت المناسب. وهناك كذلك مجال واسع أمام تحسين الكفاءة في توريد المياه: على سبيل المثال، باستخدام الري بالتنقيط، واستخدام أجهزة حساسة لمراقبة الاحتياجات المائية الفعلية للمزروعات، والرى المبرمج بالكمبيوتر.

٢-٢-٢ الأسمدة

تصنع الأسمدة النيتروجينية بصفة أساسية من الأمونيا. والطاقة المطلوبة في الوقت الحاضر هي حوالي ٣٣ مليار جول لكل طن من الأسمدة، بحد نظري حوالي ٢١ مليار جول للطن وحد عملي يقدر بحوالي ٢٨,٥ مليار جول للطن.

وعادة ما يتم توفير المكون الوقودى لهذه الطاقة الإجمالية المستهلكة بواسطة الغاز الطبيعي، الذي يؤدى دور خام التغذية ودور الوقود في الوقت ذاته، وبالإمكان إنجاز تحسينات إضافية في الكفاءة – من استعادة غاز التطهير على سبيل المثال والتحسينات العملياتية المختلفة. كذلك تحقق طرق التصميم الجديدة مثل تكنولوجيا الضغط لشبكات المبادل الحرارى في مصانع الكيماويات، وفورات في كل من الطاقة ورأس المال.

٢-٣ القطاع المنزلي والتجاري

٢-٣-١ التكييف المكانى

ويشمل التدفئة والطهي، والتهوية، ويترتب عليه ضمنا كل موضوع تصميم المبنى وتنظيمات البناء. وهناك مجال واسع جدا لتزايد استخدام الطاقة للتبريد والتهوية، وإزالة الرطوبة في مصر. وينتشر في مصر غالبا الإسكان منخفض الجودة (التشييد الخرساني غير المعزول) والذي يزيد كثيرا من حجم استخدام الطاقة للتبريد. وقد قدرت الكفاءة الإجمالية لنظم تبريد الهواء بما لا يزيد على ٥% بينما لم تتعد الكفاءة الإجمالية لاستخدام الطاقة في التدفئة المكانية نسبة ١% في منزل "نمطي"، حيث يصل متوسط كفاءة العزل إلى حوالي ١٢% بالمقارنة بالمنزل المثالي، ولا تدخل في هذه الأرقام الفواقد التي يمكن تجنبها عبر تسخين أو تبريد الغرف غير المشغولة.

ومن الممكن تخفيض احتياجات التهوية والتبريد. فبالإمكان، على سبيل المثال، تقليل المدخلات الحرارية الخارجية إلى الحد الأدنى من خلال أشجار الظل، والمظلات التي توفر ضوءا غير مباشر لكنها تحجب في الوقت ذاته ضوء الشمس المباشر، والظلال الخارجية أو الداخلية، وأغطية النوافذ العاكسة أو الملونة، والنوافذ المعزولة، ورشاشات الأسقف، وعزل الحوائط والأسقف، والتهوية من خلال انتقال الحرارة بتيارات الحمل الطبيعي، واستخدام الأرضيات للتبريد، واستخدام مواد العزل الحرارى التقليدية مثل القش ونحوه. ويمكن الإبقاء على

المدخلات الحرارية الداخلية منخفضة من خلال استخدام أجهزة ذات كفاءة طاقة عالية، كمعدات التبريد الميكانيكي عالية الكفاءة.

٢-٣-٢ الطهي

يعد الطهي إحدى أهم الخدمات المنزلية والتجارية الأساسية التي تستلزم استخدام الطاقة، وفى حين تؤدى عملية الطهي في الدول الأكثر تقدما باستخدام أنواع الوقود التجاري، وبالاستخدام المتزايد حاليا للكهرباء وألغاز، فإن أشكال الوقود التقليدي هي المستخدمة في الطهي في المناطق الريفية من الدول النامية (الخشب ومخلفات المحاصيل والروث). ومع تحسن الدخول وتزايد توافر إمدادات الوقود التجاري يصبح الناس أكثر قدرة على التحول إلى المواقد الحديثة، وإلى أشكال أفضل من الوقود مثل الكيروسين والغاز البترولي المسيل (البوتاجاز)، والكهرباء. وهذه التكنولوجيات مفضلة لأنها ملائمة أكثر، فهي مريحة ونظيفة وسهلة التشغيل، وسريعة وكفء.

وتظهر الدراسات المتعلقة بالطلب على الطاقة من أجل الطهي انخفاضا في كثافة الطاقة في السنوات الأخيرة، نتيجة للتغيرات الهيكلية في نمط التكنولوجيا المستخدمة (استخدام المواقد الكهربية وأفران الميكروويف)، والتغيرات السلوكية (مثل عدد الوجبات التي يتم تناولها بالمنزل وحجم الأسرة)، والتحسينات في الكفاءة. وما تزال هناك إمكانات كبيره لتحقيق تحسينات في الكفاءة من خلال التغيرات التكنولوجية، فما زال المجال متسعا لمزيد من التحسينات في الكفاءة ومزيد من الاستخدام لأفران الميكروويف. وحيث ينبغي الإقرار بالتفضيلات عميقة الجذور للأساليب التقليدية (والتي هي جزء من العرف الثقافي)، فإن أفران الميكروويف رغم ذلك، تقدم إضافة للكفاءة تفوق ما يوفره الفرن الكهربي بنسبة تتراوح بين ٧ و ١٠ أضعاف.

٢-٣-٣ الإضاءة

تؤدى الإضاءة الكهربية الحديثة دورا اجتماعيا بالغ الحيوية في كل مناحي الحياة. وفى الوقت الذي تصل فيه كفاءه تحويل الطاقة الأولية إلى طاقة كهربية

نهائية إلى حوالي ٣٠%، فإن الكفاءة الإجمالية فيما يتعلق بالإضاءة لا تتعدى حاليا ٣% (وحوالي ١٠% للإضاءة الفلورسنت) إذا ما استخدمت بعناية. ويخفض الاستخدام غير الضروري الكفاءة الإجمالية للطاقة إلى ما دون ١%. وتمثل الإضاءة مجالا خصبا لتحسين الكفاءة، حيث يرى العديد من المحللين أنه بالإمكان فعليا تحقيق إضافات فيما يتعلق بدرجه الكفاءة تصل إلى ما يتراوح بين ٦٠% و٧٠%، وأن بالإمكان الارتفاع بنسبة الوفورات إلى ٩٠% باستخدام المعدات الأفضل المتوافرة بالفعل حاليا.

فأغلب الإضاءة السكنية، على سبيل المثال، ما يزال توفيرها يتم من خلال المصابيح الكهربية المتوهجة. وهذه المصابيح لا تتعدى كفاءه تحويلها للكهرباء إلى طاقة مشعة مرئية نسبة ٤%. وفى الوقت ذاته تتوافر حاليا تقنيات إضاءة أكثر كفاء وذات تكلفه اقتصادية، خاصة الإضاءة باستخدام غاز الفلور المضغوط التي تعمر لفترات طويلة، وتتيح تكاليف أقل بكثير لعملية توفير الإضاءة. وتتميز الإضاءة الفلورسنت بكفاءة تصل إلى ٣٥% وتتراوح نمطيا عند نسبة ٢٠%. وتشمل الخيارات الأخرى لتخفيض المتطلبات الكهربية التصميم المحسن، والتحكم الأفضل (مثل تغيير مستويات الإضاءة تبعا للوظيفة) والعواكس والكوابح الأكثر كفاءة للأنابيب الفلورسنتية، كما تشمل كذلك التغييرات السلوكية مثل إطفاء المصابيح المضاءة عندما لا توجد حاجة إليها، رغم أن الناس يشعرون براحة أو أمان أكبر بالإبقاء على الأنوار مضاءة في المنزل.

وتتضمن المحددات أمام الانتشار الأكثر سرعة لمثل هذه التكنولوجيات نقص الوعي والافتقار إلى التوافر التجارى السهل أو الترويج التجارى، وارتفاع كل من التكلفة الأولي والتكلفة الإحلالية العالية للانقطاعات، والتكلفة العامة في أغلب الحالات، فضلا عن صعوبة إعادة تجهيز المباني السكنية القائمة بنظم إضاءة جديدة، حيث سيتطلب الأمر غالبا إعادة مد الأسلاك، وتركيب مقابس جديدة وحوامل وأجهزة. كذلك قد تظهر اعتراضات قائمة على أسس جمالية مفادها أن المعدات والمصابيح الكهربية لا تنسجم مع القيم والتفضيلات التقليدية.

٢-٣-٤ الأجهزة المنزلية الأخرى

توجد استخدامات منزلية وتجارية أخرى للطاقة كتسخين المياه، والتبريد، والغسيل، واستعمال مجموعة منوعة من الأجهزة المنزلية والترويحية التي تدار بالكهرباء عادة. وكل ذلك ينطوى على مجال واسع لتحسين الكفاءة.

٢-٤ قطاع النقل

حوالي ٨٠% من الوقود المستخدم في رحلة نموذجية لمركبة تمر بمزيج من الطرق الحضرية والريفية والأوتوستراد يعد طاقة غير منتجة تنفق في التغلب على الاحتكاك الداخلي في المكونات المساعدة، وفي الفواقد الحرارية الديناميكية في المحرك. ومن وجهه نظر اقتصاديات الوقود فإن العناصر التقنية الحاكمة، بالإضافة إلى نوع المحرك، تتحدد في وزن المركبة والديناميات الهوائية، والإطارات، والقيادة، والتوقف، ونقل السرعات. ولقد أظهرت كل هذه المجالات تحسينات كبيرة في الكفاءة في السنوات الأخيرة. وترجع غالبية التحسينات في اقتصاديات الوقود إلى الإيروديناميات الأفضل [٩٧].

وهناك مجال لكفاءة وقود محسنة في نقل المسافرين والنقل البري للبضائع دون التضحية بأداء المركبة. وفي عدد محدود من الدول توجد أعداد كبيرة من المركبات تسير بالغاز الطبيعي المضغوط والغاز البترولي؛ ويمكن أن تتوافر قريبا مركبات كهربية عالية الكفاءة. وتدرس الآن على نطاق واسع فكرة التحول إلى استخدام أكبر للأشكال الأخرى للنقل الجماهيري كوسيلة فعالة للتوفير في طاقة النقل، وهو ما ينطبق أيضا على زيادة الإشغال (المشترك) للسيارات الخاصة. وهناك من حيث المبدأ، مجال كبير لزيادة كفاءة الطاقة لسيارات اللوري في مصر، إذ تتسم أساطيل المركبات بوجه عام، بأنها أقدم، وأصغر، وأقل مستوى من حيث التعقيد التكنولوجي عنها في الدول المتقدمة صناعيا. وهى أقدم لأن المركبات يجرى تشغيلها لفترات أطول قبل تخريدها، نظرا لارتفاع أسعار الشاحنات الجديدة، فضلا عن أن إصلاح المركبات القديمة وترميمها أصبح فنا دقيقا. وفي حين يتوافر مجال كبير للحاق

بركب التكنولوجيا المتطورة، فربما كان من الضروري كفالة تنمية شبكات الطرق الحديثة، وتوفير إمداد كفء للوقود التجاري، وخدمات إصلاح وصيانة جيدة، وسياسات تسعير فعالة، إذا ما أريد لهذه الإمكانات أن تتحقق [٩٨].

٢-٥ قطاعات تحويل الطاقة وإمدادها

يشمل تحويل الطاقة عمليات تكرير النفط، وتوفير الطاقة الحرارية وإنتاج الغاز الصناعي، لكن المجال الذي يثير عادة أكبر اهتمام ونقاش هو تحويل مصادر الطاقة الأولية إلى كهرباء. ويرتبط تطوير المحطات التجارية لتوليد القوى الكهربية ارتباطا وثيقا بمدى إتاحة وسعر مصادر الوقود أو الطاقة الأولية، والوضع التجاري لصناعة الكهرباء، والمتطلبات البيئية. والخلفية الاجتماعية والتجارية، وما إلى ذلك، على أن التطورات التجارية العالمية هي التي تحدد في الواقع العملي المعايير القياسية للتكنولوجيا والكفاءة للطرق الرئيسية لإنتاج الكهرباء (إحراق المازوت، وإحراق الغاز الطبيعي في محطات التوربينات الغازية العاملة بنظام الدورة المركبة، الخ).

وفي العقود الأخيرة، وفي عديد من الدول، توافرت تجارب مفيدة فيما يتعلق بالمحطات التي تنتج الطاقة الحرارية والطاقة الكهربية في وقت واحد (الإنتاج المشترك للحرارة والكهرباء Combined Heat and Power, CHP) ومشروعات تدفئة الضواحي التي توفر التدفئة وتسخين المياه لعدد من المباني أو لأحياء بكاملها من خلال محطة إنتاج واحدة أو أكثر. وكل من النوعين السابقين من المحطات يمكن أن يقدم إسهاما كبيرا لتحويل الطاقة وتخفيف حده الآثار البيئية السلبية. فانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المحطات المنتجة للحرارة والكهرباء أقل بكثير منها في النظم القائمة على الإنتاج المنفصل لكل من الحرارة والكهرباء. وقد تحقق تحسن لمستوى الكفاءة بلغ نسبة تتراوح بين ٨٥% و ٩٠% في المحطات الحديثة لإنتاج الكهرباء والحرارة التي شيدت كوحدات من النوع الاستخلاصي أو كوحدات ضغط مرتد، وعلى الأخص حين تشيد كوحدات دورة مركبة.

٢-٦ النظم المدارة بمحركات

غالبا ما تستخدم محركات كهربية ضخمة ومعقدة في إدارة منظومات ميكانيكية مثل المضخات، والمراوح والضواغط والنواقل وعدد الماكينات واسطوانات التسوية والكسارات، وغيرها من نظم التدوير المباشر. وتتمثل بعض المجالات الخاصة التي يتوافر فيها نطاق واضح لمزيد من كفاءة الطاقة فيما يلي:

- المحركات عالية الكفاءة متوافرة فعليا في الدول الصناعية، وتحقق وفورات اقتصادية ووفورات في الطاقة. ومع ذلك فلن تكون هناك جدوى من تركيب محركا يتطلب تحميلا ثابتا وعاليا لكي يحقق كفاءته العالية إذا ما تم استخدامه في الممارسة الفعلية لتحميل منخفض ومتقطع.
- تعد المضخات والمراوح – إجمالا – من أكثر المعدات المدارة بالمحركات شيوعا، وغالبا ما يؤدى التصميم والتصنيع المتواضع إلى كفاءات منخفضة لدرجة تقل كثيرا عما هو ممكن تقنيا. ويمكن إحراز تحسينات في الكفاءة عن طريق معالجة هذه العيوب، أي بتحسين الصيانة وتطوير التصميمات، الخ.
- يمكن لأجهزة إدارة أو قياده السرعة القابلة للضبط أن توفر عددا من المزايا: تصميمات أكثر فعالية بأحجام أقل، وظروف تشغيل أفضل، ومرونات تقنية متعددة، وتحكم أقدر لعمليات التصنيع.
- هناك مجال كبير لتحسين تصميم الأنابيب والقنوات، ولموازنة التكلفة مقابل تخفيض الاحتكاك بزيادة حجم الأنابيب، وفى ارتباطها ببقية أجزاء المنظومة.
- توفر نظم الأجهزة الدقيقة المحسنة، وعمليات التحكم وأجهزة القياس جميعها مجالا لمزيد من التوفير في الطاقة.

٣- إشكاليات ترشيد الطاقة

توجد عدة إشكاليات لتحقيق كفاءة أكبر لعمليات توفير الطاقة واستخدامها، يشكل أغلبها أيضا عوائق أمام كفاءة اقتصادية أعلى، ويكمن أحد التحديات أمام التدابير السياساتية الفعالة في توفير إطار يكون بمقدوره أن يعزز كفاءة الطاقة دون أن يعزز في الوقت ذاته أشكال النشاط الاقتصادى التي تزيد من استهلاك الطاقة.

والإشكاليات الرئيسية لترشيد استخدام الطاقة هي الإشكاليات المؤسسية والإشكاليات المالية والاقتصادية والإشكاليات التقنية وإشكاليات الوعي وسوف نتناولها بإيجاز فيما يلي.

٣-١ الإشكاليات المؤسسية وتتلخص فيما يلي:

- محدودية المعلومات، والافتقار إلى الخبرة، في قطاع الطاقة.
- عدم الإلمام بما هو متاح، من زاوية التكنولوجيا والخبرة الفنية لتعزيز الكفاءة.
- الانحياز إلى تشجيع الإمداد بالطاقة واستخداماتها دون وجود انحياز مماثل لتحسين الكفاءة.
- عدم توافر الرغبة في الضغط من أجل تسعير قائم على التكلفة الفعلية.
- معارضة فرض ضرائب مخصصة لتعزيز كفاءه الطاقة من جانب السياسيين ومسئولي الإيرادات العامة. ذلك أن زيادة الإيرادات عادة تحظى بالأولوية على توجيه دافعي الضرائب إلى أهداف سياساتية أخرى.
- ضعف الترابط بين مرافق الكهرباء والمستخدمين، وكذلك بين المشترين والمستخدمين.
- انعدام الرغبة في تعزيز حملات التوعية العامة، وكشف أوجه انعدام الكفاءة.

٣-٢ الإشكاليات المالية والاقتصادية وتتلخص فيما يلي:

- التصورات بأن التكاليف تتجاوز المكاسب (بالرغم من حقيقة أن فترات الاسترداد تعد بالشهور غالبا وليس بالسنوات، وأن بعض التحسينات في الكفاءة يمكن تحقيقها بما لا يتعدى كثيرا " تكلفة الصفر" – بل وبوفورات صافية أحيانا).
- الصعوبة فيما يتعلق بتوصيف وحساب الوفورات على نحو دقيق.
- قيمة "الأصول" القائمة، والعائدات المترتبة عليها.
- المحاسبة المالية وأساليب وضع الميزانية.

- الأسعار المنخفضة للطاقة، وأشكال الدعم المالي، ونظم الحفز "المعاكسة" التي تشجع الطلب الحدى عند الحد الأدنى من التكلفة.
- مستوى الوقوف على أعتاب وفورات الطاقة وتكلفتها (والذي لن تكون الاستثمارات تحته منطوية على أي جدوى حتى لو كان بالإمكان على وجه الإجمال اكتساب وفورات كبيرة في الطاقة).

٣-٣ الإشكاليات التقنية وتتلخص فيما يلي:

- عدم إتاحة تكنولوجيا أكثر تقدما.
- عدم إتاحة مواد جديدة وبدائل أخرى.
- هياكل البنية الأساسية.
- الثقافة.
- العولمة.
- النطاق.
- بحوث التطوير، والتحقق (الإظهار) التجريبي.
- الخبرة التقنية والإدارية.

٣-٤ إشكاليات الوعي

من بين العوائق الأكثر أهمية والشائعة في كل مناحي الحياة تدنى الوعي بمدى انعدام الكفاءة في الاستخدام الحالي للطاقة، وإلى أى مدى يمكن استخدامها بكفاءة أكثر، ونقص المعلومات حول التكاليف المنخفضة للعديد من تحسينات الكفاءة، والمطلوب من زاوية إدارة الطاقة لوضع التحسينات موضع التطبيق.

٤- مجاوزة العوائق أمام ترشيد الطاقة

تتمثل الطريقة الأكثر فعالية لمجاوزة العوائق التي تواجه كفاءة الطاقة في وجود سوق كفء للإمداد بالطاقة، يعول فيها بشكل أساسي على التسعير الملائم للطاقة. والوضع المثالي هو أن يتم دمج كل العوامل الخارجية في سعر الإمداد

المتاح من الطاقة. ويتعين أن يدعم التسعير القائم على التكلفة الشاملة من خلال مؤسسات مستقرة ومنضبطة، وتوفير إطار من التنافس الفعال والتبادل المعلوماتي الدقيق، ووضع معايير ملائمة لحماية البيئة. ويتطلب العديد من أساليب التغلب على العوائق المقيدة لكفاءة الطاقة تأسيس إطارا ملائما من قبل الحكومة، كما يتطلب قوانينا منظمة، ودعما للسوق، يتسمان بالفعالية. كذلك فإنه يقع على عاتق الحكومة دور مهم فيما يتعلق بالتوعية والإعلام. وتوفر هذه التدابير إمكانية إدخال تحسينات مهمة في كفاءة الطاقة، ويتمثل أول المتطلبات في التوعية الأفضل للمستهلكين، كما يتمثل أحد أهم أساليب ذلك – بالنسبة للحكومة أو للصناعة نفسها – في تعزيز فهما أكبر لتكنولوجيات تحسين الطاقة بين صفوف التقنيين والمشتغلين بالتجارة، والخبراء من المهندسين والمديرين، والقادة من السياسيين ورجال الأعمال والمسئولين التنفيذيين.

ويتعين أن تكون المسافة بين عملية التوعية الأفضل ووضع المعايير القياسية قصيرة للغاية. وإجمالا يمكن القول أن هناك اقتراحات عديدة حول كيفية تحسين كفاءة الطاقة، وفى كل هذه الاقتراحات سيكون من الضرورى التركيز على الهدف المتعلق بالكفاءة الاقتصادية الإجمالية. على أن العديد من المكتسبات الكبيرة من عمليات تحسين كفاءة الطاقة وحفظها يتطلب وقتا من أجل إحلال واسع النطاق للموجودات، وللتكنولوجيات، وأنواع الوقود، وللتغيرات السلوكية، والأسعار، والسياسات المحسنة، والتوعية والإعلام الأفضل، كما يحتاج الأمر إلى وقت، بوجه خاص، لإدخال بدائل للخدمات التي توفرها الأشكال الحالية للطاقة، وبدائل لمعدات استخدام الطاقة.

٥- أقرب تكنولوجيات ترشيد الطاقة للتطبيق

نعرض فيما يلي فكرة مبسطة عن أهم تكنولوجيات ترشيد الطاقة ورفع كفاءة استخدامها، التي أحرزت وفورات ضخمة في الطاقة في تطبيقات عديدة ومتنوعة في مختلف أنحاء العالم، وفي تطبيقات ريادية كذلك داخل مصر، على الأخص في القطاع الصناعي، والتي يمكن تطبيقها على نطاق واسع لتحقيق نتائج معجلة لترشيد الطاقة بمصر.

٥-١ تحسين معامل القدرة [٩٩]

تحسين معامل القدرة هو المرادف لتخفيض زاوية التأخر بين التيار الكهربي الكلي وبين الفلطية (باعتبارها متجهات). وبالنسبة لمرافق الكهرباء يؤدي تحسين معامل القدرة إلى تخفيض فواقد الشبكة، وزيادة نصيب الاستخدامات المنتجة في طاقة التوليد المتاحة، فضلا عما يساعد ذلك عليه من الحفاظ على الفلطية عند المناسيب المطلوبة. وأهم أسباب انخفاض معامل القدرة في المشروعات هي الموتورات التي يتم تشغيلها في كثير من الأحيان عند أحمال أقل من الحمل الأقصى المصمم لها، ومصابيح الإنارة، ومعدات الإضاءة الفلورسنت التي تعمل بتفريغ الغاز. ويتم تحسين معامل القدرة في الموتورات بالتحكم في أحمالها، ويتم ذلك غالبا بإحلال موتورات صغيرة بدلا من الموتورات الكبيرة، ويكون معدل أحمال الأولى قريبا من الصفات المميزة للحمل. ويمكن تحسين معامل القدرة الخاص بالإضاءة بواسطة تغيير بادئات التشغيل (بالاستات) الموجودة بأخرى مشابهة لها تحتوي على مكثفات، أو تركيب مكثفات مفردة مع كل وحدة إضاءة. وبناء على اقتصاديات كل منشأة فإنه قد يكون من الأفضل - لتحقيق مزيد من الأرباح - تركيب واحد أو أكثر من المكثفات وربطها بالشبكة الكهربية للمصنع.

وأماكن التطبيق الممكنة هي كل المنشآت المتعاقدة مع شركات توزيع الكهرباء على أكثر من ٥٠٠ كيلووات أو ٦٢٥ كيلو فولت أمبير من القوى الكهربية، وهذه المنشآت تعتبر من الجهات التي يمكن الحصول على وفر كبير من الطاقة فيها بتحسين معامل القدرة في حالة احتياجها لذلك، ويمكن تحقيق أقصى فائدة ممكنة من خلال ما يلي:

- تصحيح أحمال معدات التشغيل مثل ضواغط الهواء والمضخات الخاصة بالسوائل، بتحويل الأحمال الخاصة بها إلى ماكينات أخرى تكون غير محملة بالكامل.
- تحويل الحمل من موتور غير محمل بالكامل إلى واحد أصغر سيكون في هذه الحالة محملا بالكامل، مما يعد بديلا اقتصاديا جدا، خاصة إذا كان الموتور الأكبر يمكن استخدامه في مكان آخر.

- تركيب مكثفات في وحدات الإضاءة الفلورسنت أو التي تعمل بتفريغ الغاز.
- تقدير احتياجات المنشأة من المكثفات- بعد الانتهاء من عمليات التصحيح الداخلية قليلة التكلفة - وأماكن تركيبها إما بقرب المصدر الرئيسي أو بالقرب من الأحمال الداخلية للمنشأة.

٥-٢ تحسين كفاءة الاحتراق [١٠٠]

تنتج الغالبية العظمى من الطاقة اللازمة للعمليات الحرارية من حرق أنواع الوقود الأحفورى في وجود الهواء في المراجل (الغلايات)، والأفران، والقمائن، وما أشبه لإطلاق الطاقة الكيميائية المختزنة في الوقود في صورة طاقة حرارية. على أن هذه الطاقة غالبا ما تستخدم بأسلوب غير كفء، ويمكن تقريبا في كل الأحوال تحسين كفاءة الاحتراق في مدى يتراوح من ٢% إلى أكثر من ٥٠%. وحتى باعتبار متوسط تحسن قدره ٥%، كما هو سائد في الدول الصناعية، فإن هذا الرقم يمثل وفرا لا يستهان به على مستوى الدولة ككل. يضاف إلى ذلك أن الاستثمارات في معدات التحليل والتحكم في الاحتراق تكون في معظم الأحوال منخفضة بالقدر الكافي الذى يمكن المنشأة الصناعية من استرداد هذه الاستثمارات في فترة قصيرة.

ويمكن تعريف كفاءة الاحتراق combustion efficiency لنظام حرق معين بأنها النسبة بين فرق الطاقة المتضمنة في الوقود الداخل إلى المنظومة، والطاقة المحمولة إلى خارج النظام بواسطة نواتج الاحتراق، وبين الطاقة الكلية المتاحة في الوقود. وتعتبر كفاءة الاحتراق مقياسا لمقدرة نظام حريق معين على تحويل الوقود إلى حرارة مفيدة. ويظهر الفقد في كفاءة الاحتراق أساسا في إحدى الصور الثلاث الآتية:

- الحرارة المحمولة إلى المدخنة مع غازات العادم الساخنة (باستثناء بخار الماء).
- الحرارة المحمولة إلى المدخنة مع بخار الماء الساخن، وتشمل كلا من الحرارة المحسوسة والكامنة.

- الوقود غير المحترق ونواتج الاحتراق غير الكامل، ويشمل المكونات الصلبة القابلة للاحتراق في الرماد، وأول أكسيد الكربون في الغاز العادم.

وتأتي التحسينات في كفاءة الاحتراق بصفة أساسية في خفض أنواع الفقد في حرارة العادم المحمولة مع غازات الاحتراق. وتؤثر على كفاءة الاحتراق عدة عوامل على النحو التالي:

- **معدل هواء الحرق الزائد:** ينبغي الإبقاء على الهواء الزائد عند أدنى معدل ممكن من الناحية العملية، وذلك لتقليل كمية الهواء التي يجري تسخينها ثم إطلاقها إلى الجو عند درجة حرارة المدخنة.
- **أداء الحوارق Burners:** تتحدد وظيفة الحارق في خلط الوقود والهواء بالنسب التي تقع بين حدي الإشعالية، بالإضافة إلى توفير الظروف الملائمة لاستقرار واستمرار الاحتراق. ويمكن للحارق المصمم جيدا أن يخلط الوقود بالهواء بأقل كمية ممكنة من الهواء الزائد لتحقيق الاحتراق الكامل. والحارق سيئ الضبط الذي ليست له القدرة على خلط الوقود بالهواء بكفاءة عند أحمال مختلفة سوف يستدعي زيادة كمية الهواء، وبالتالي إهدار الوقود.
- **معدل الحريق** : يتسبب التغير في معدل الحريق في حدوث تغيرات كبيرة في أنواع الفقد، وفي كفاءة الاحتراق الكلية.
- **درجة حرارة غاز العادم:** وتأتي في المرتبة التالية لمعدل هواء الحرق الزائد فيما يختص بعناصر التحكم في كفاءة المرجل (الغلاية)، وبصفة عامة يجب الحفاظ على درجة حرارة غاز العادم عند أدني معدلاتها حتى يمكن تحقيق أقصى كفاءة.
- **درجة حرارة هواء الاحتراق:** يمكن زيادة كفاءة الاحتراق باسترجاع حرارة العادم واستخدامها في التسخين التمهيدي لهواء الاحتراق.
- **تأثيرات الوقود** : يؤثر تركيب الأنواع المختلفة من الوقود كذلك على كفاءة الاحتراق، باختلافات تتوقف على محتوى الوقود من الهيدروجين، الذي يؤثر بدوره على محتوى الرطوبة في غازات العادم، مما يؤدي إلى تغيرات في معدلات إطلاق الحرارة من الوقود.

وتقوم نظم التحكم في الاحتراق بتنظيم كميات تدفق الوقود والهواء في وحدات الاحتراق، وتنحصر الأهداف الأساسية لهذه النظم فيما يلي:

- توفير كميات الحرارة الداخلة اللازمة للوفاء بمتطلبات العملية.
- الحفاظ على قيمة الضغط المطلوب للبخار في المراجل (أو درجة الحرارة في حالة الأفران).
- حماية الأفراد والمعدات.
- خفض التلوث إلى الحد الأدنى.
- خفض استهلاك الوقود إلى الحد الأدنى.

وتوجد بصفة أساسية سبعة أنواع لنظم التحكم في الاحتراق يمكن بواسطتها تحقيق هذه الأهداف بدرجات متفاوتة من الكفاءة بالنسبة لوحدات الاحتراق التي تعمل بنوع واحد من الوقود وهي [١٠١-١٠٤]:

- نظم التحكم اليدوية حيث يجري التحكم في تدفق الوقود بواسطة صمامات يتم تشغيلها يدويا.
- التحكم بالتشغيل والإيقاف ويقتصر استخدامها على مراجل مواسير اللهب أو مراجل مواسير المياه الصغيرة.
- التحكم بتعديل الكميات وتشمل:
  - التحكم ذو الوضع الثابت (المفرد) أو التحكم الميكانيكي.
  - ضبط الأوضاع على التوازى مع التدقيق بواسطة عامل التشغيل (حيث يتم التأثير على كل من صمام الوقود وخانق المروحة بمشغل منفصل لكل منهما، ويعملان على التوازي من جهاز تحكم واحد لضغط البخار أو لدرجة حرارة الفرن).
  - التحكم المعتمد على الضغط لضبط نسبة الوقود للهواء (حيث يتم استخدام نظام أساسي نيوماتي أو إلكتروني موصل على التوازى بهدف تدقيق معدلات تدفق الوقود والهواء.

- قياس كمية الوقود والهواء حيث يمكن بتضمين نظام التحكم قياسا فعليا للوقود وللهواء التخلص من مصادر إضافية أخرى للخطأ، والوصول إلى مناسيب أقل للهواء الزائد، وتشمل:

- النظم المقيسة على التوالي حيث يضبط أولا معدل تدفق الوقود استجابة للتغيرات التي قد تطرأ على ضغط المرجل أو درجة حرارة الفرن، ثم يقاس معدل تدفق الوقود، وتستخدم القيمة المقيسة في ضبط معدل هواء الاحتراق، وفقا للنسبة المرغوبة.
- النظم المقيسة على التوازى (حيث يتم تصحيح تدفق الوقود والهواء في آن واحد وليس على التتابع مما يعطي استجابة أسرع للتغيرات في الحمل).
- القياس الاعتراضي المحدد (وهو إضافة تحسينية أخرى على نظم التحكم المقيسة حيث يجري تحديد تدفق الوقود-من خلال تحكم منطقي Logic Control – حتى يتوافق مع التدفق المتاح للهواء في أية لحظة زمنية.

- تدقيق التحكم بقياس الأكسجين حيث يتم تدقيق نسبة الهواء للوقود وفقا لتركيز الأكسجين في غاز العادم، ويتم بالتالي التخلص-وبشكل كامل تقريبا - من التأثيرات على الهواء الزائد التي تحدث نتيجة للتغيرات في القيمة الحرارية للوقود، وفي ظروف هواء الاحتراق.
- نظم تدقيق التحكم بقياس الأكسجين وأول أكسيد الكربون حيث يتم الجمع بين قياس الأكسجين وقياس أول أكسيد الكربون لتدقيق التحكم مما يعتبر خطوة أكثر تقدما في سبيل الحصول على احتراق أكثر كفاءة.
- نظم الأمان ونظم التحكم الأخرى وتشمل:
- نظم قطع (إطفاء) اللهب.
- نظم التحكم في أمان المرجل (الغلاية).

٥-٣ استرجاع حرارة العادم [١٠٥]

يعرف الفقد الحراري، أو حرارة العادم، بأنه الطاقة الحرارية المنصرفة إلى الوسط المحيط قبل أن يتم استخدامها إلى أقصى مدى. ويعد استرجاع حرارة العادم

واحدا من أكثر فرص ترشيد الطاقة شيوعا، والتي يمكن تحديدها أثناء عمليات مسح الطاقة في كثير من المنشآت الصناعية والتجارية. وتتميز نظم الاسترجاع الحراري بخصوصيتها لكل تطبيق حيث تتوقف على السمات التصميمية للمشروع. على أن الوصول إلى مشروع استرجاع حراري قابل للتطبيق يتطلب مراعاة المعايير التالية:

- وجود كمية كافية من الحرارة عند درجة حرارة مناسبة.
- وجود استخدامات للحرارة المسترجعة.
- قرب مستخدم الحرارة من مصدر الفقد الحرارى.
- توافق الطلب الحراري مع إتاحية الفقد الحرارى.
- توافر درجة حرارة أعلى للمصدر الحرارى بالنسبة للنظام المنقولة إليه الحرارة.

ويوجد الفقد الحراري من مصادر مختلفة، وفي صورة متعددة، كما أن هذه الحرارة يمكن استخدامها في عدد كبير من التطبيقات المتنوعة. على أنه نتيجة لنقص الكفاءة في عملية انتقال الطاقة، فإن العمليات والمنشآت الصناعية لا تستفيد سوى بجزء صغير من مدخلات الطاقة، أما الجزء المتبقي فيفقد في صور عدة، كالفقد الحراري في المنشأة أو المعدة، وهواء العادم للعمليات أو المنشأة، وموائع التبريد للعمليات (هواء – ماء – موائع أخرى)، والمنتج الساخن الناتج عن العملية الصناعية، والطاقة الحرارية التي تطلق إلى البيئة المحيطة وكقاعدة عامة، فإن أي عملية إنتاجية أو معدة تستخدم الطاقة لأغراض التسخين يمكن اعتبارها كأحد التطبيقات الممكنة للاسترجاع الحراري. ويتطلب تحديد هذه المصادر في أي منشأة أو مصنع أسلوبا منظما يطبق عادة كجزء من مسح الطاقة energy survey . ويمكن تصنيف تطبيقات الاسترجاع الحراري إلى عدد محدود من الأنواع، وفيما يلي أكثر هذه التطبيقات شيوعا:

- التسخين التمهيدى لماء التغذية للمراجل.
- التسخين التمهيدي لهواء الاشتعال.
- تسخين المياه.

- تسخين هواء الاستعواض أو التسخين التمهيدى له.
- التدفئة.
- التبريد (باستخدام تكييف الهواء بالامتصاص).

٥-٤ تحسين كفاءة الطاقة في نظم البخار [١٠٦]

يعتبر البخار واحدا من أكثر الموائع الخدمية شيوعا في الصناعة، إذ يسمح البخار بحمل الطاقة المتولدة من الوقود المحترق في المراجل (الغلايات) إلى الآلات المختلفة، أو استخدامها ببساطة في صورتها الحرارية. وأيا كان مصدر البخار فمن المهم أن يتوافر له نظام توزيع على درجة عالية من الكفاءة، ومن المهم تفهم المبادئ التي ينطوي عليها تقدير الكفاءة الكلية للنظام. ومن الوسائل العملية لتحقيق وفورات ملموسة من الطاقة في العديد من المصانع: تخفيض الفقد الحراري من البخار وشبكات المتكاثف بواسطة العزل المناسب للمواسير والوحدات الحرارية. وكذلك توفير التصريف المناسب لشبكات توزيع البخار، وتعتبر مصايد البخار مفتاح التشغيل الأمثل لأي شبكة توزيع يختلط فيها البخار بالمتكاثف، لأنها تحتجز البخار وتعيده للشبكة، وتتخلص في ذات الوقت من الهواء والغازات غير القابلة للتكثيف، والماء المتكاثف.

ومتكاثف البخار يكون عادة ماء عالي النقاوة عند درجات حرارة ما بين المتوسطة والمرتفعة، ويجب في جميع الحالات إرجاع أقصى كمية ممكنة من المتكاثف إلى المرجل لإعادة استخدامها. ويجب استعادة أكبر كمية من المتكاثف من مصادره طالما كان ذلك ممكنا من الناحية الاقتصادية، وطالما انتفت احتمالات التلوث contamination، ويؤدى هذا إلى توفير الحرارة، وبالتالي توفير الوقود، وتوفير أية كيماويات يجرى استخدامها في معالجة المياه، وكذلك تخفيض فقد الكسح blowdown losses.

٥-٥ التوليد المشترك للحرارة والكهرباء

يعرف التوليد المشترك Co-generation للحرارة والكهرباء بأنه إنتاج متزامن من الطاقة الحرارية والكهربية من مصدر واحد من الوقود. وفي عملية التوليد

المشترك يتم استرجاع الحرارة التي تفقد عادة عند إنتاج أحد أنواع الطاقة، حيث تستخدم هذه الحرارة في توليد شكل آخر من الطاقة.

ونظرا لأن الكهرباء التي يتم الحصول عليها من نظام التوليد المشترك يتم توليدها في مكان الاستهلاك، فإن معظم الحرارة المفقودة يتم استعادتها واستخدامها في أغراض متنوعة مثل تسخين المياه، والتدفئة، وتكييف الهواء، والحصول على البخار للاستخدامات الصناعية...الخ. مما يقصر الفقد في الطاقة على حوالي ٢٤% فقط مقابل ٦٥% في حالة توليد الكهرباء فقط، وبذلك تبلغ كفاءة نظام طاقة التوليد المشترك حوالي ٧٦%، أى أكثر من ضعف كفاءة نظم توليد الكهرباء التقليدية، ذلك لأنه يقلل بدرجة كبيرة الفقد في الطاقة دون التضحية بجودة الخدمة. وباستطاعة أى شركة صناعية أو تجارية ذات حجم متوسط أو كبير أن تستفيد من التوليد المشترك، حيث تتيح الكفاءة العالية للتوليد المشترك إمكانية توليد طاقة أرخص بكثير من الطاقة المشتراة من الشبكات الكهربية، مما يزيد ربحية الشركات أو الجهات التي تستهلك كمية كبيرة من الطاقة الكهربية والحرارية.

وتقام النظم الخاصة بالتوليد المشترك بنجاح لعديد من المواقع والتطبيقات كمصانع منتجات الألياف، والمنتجات الغذائية، والورق ولب الورق، وتكرير البترول، والكيماويات، وكالأبراج الإدارية، والمدارس والجامعات، والأبراج السكنية، والمستشفيات، والمراكز التجارية، وغيرها.

٥-٦ المضخات الحرارية الصناعية

يمكن استخدام المضخات الحرارية في التطبيقات الصناعية لما لديها من قدرة على ضخ الطاقة الحرارية إلى درجات حرارة مرتفعة من مصادر حرارة العادم عند درجات حرارة منخفضة. ويستخدم في الوقت الحالي العديد من المضخات الحرارية للحصول على حرارة للتطبيقات الصناعية من حرارة العادم، بخلاف تلك المستخدمة في عمليات تكييف الهواء. ويشمل هذا المضخات الحرارية من نوع دورة انضغاط البخار ودورة رانكين المعكوسة، وكذلك من نوع الامتصاص/اللفظ الكيميائي، على أنه تستخدم كذلك تكنولوجيا جديدة ذات كفاءة عالية لضخ الحرارة تعتمد على استخدام التأثير الحراري المغناطيسي المتمثل في خفض خاصية

القصور الحراري (الإنتروبيا) للمواد الصلبة عند مغنطتها، وتمتاز تلك المضخات الحرارية المغناطيسية بالقدرة على ضخ الحرارة عند درجات الحرارة العالية (أعلى من ٢٦٠°م) من منابع حرارة العادم عند درجات الحرارة المنخفضة. ويؤدى استخدام المضخات الحرارية المغناطيسية إلى وفورات في الطاقة المستخدمة في العمليات الصناعية، فهي تعطي كثافة حرارية مع كفاءة حرارية أفضل من نظيراتها التقليدية.

٥-٧ الإضاءة ذات الطاقة عالية الكفاءة

تعتبر الإضاءة الصناعية والتجارية والمنزلية مجالا واسعا لتوفير كميات كبيرة من الطاقة بطريقة سريعة وتكاليف قليلة. وحيث تبلغ كفاءة المصابيح الفلورسنتية ما بين ثلاث إلى خمس مرات كفاءة المصابيح التنجستين، كما يزيد عمرها الافتراضي بما يعادل من ٧ إلى ٢٠ مرة العمر الافتراضي للمصابيح التنجستين، فضلا عن مزاياها الأخرى المتمثلة في زيادة كمية الضوء الصادر عنها بما يعادل ٤ إلى ٥ مرات كمية الضوء الصادر من المصابيح التنجستين ويزيد عمر تشغيلها على ٢٠٠٠ ساعة مقابل ٧٥٠ إلى ١٠٠٠ ساعة للمصابيح التنجستين فإن إبدال المصابيح التنجستين، بنظيرتها من المصابيح الفلورسنت يحقق وفرا كبيرا في الطاقة الكهربية المستهلكة في الإضاءة. ولتحقيق مزايا أكثر لإبدال المصابيح التنجستين بأخرى فلورسنتية، فقد تم إنتاج أنواع جديدة من مصابيح الفلورسنت يمكن تركيبها بسهولة في ذات قواعد المصابيح التنجستين دون الحاجة إلى قواعد جديدة. وتتميز هذه المصابيح الجديدة بصغر حجمها بالنسبة للأنواع القديمة منها، ويطلق عليها المصابيح الفلورسنتية المدمجة compact fluorescent lamps.

كما توجد خيارات أخرى عديدة لترشيد الطاقة المستهلكة في الإضاءة يمكنها أن تحقق وفورات ضخمة في الطاقة، فالصيانة المنتظمة والتنظيف الدوري للمصابيح ووحدات الإضاءة المتربة يمكن أن توفر ٢٠% من فاقد الإضاءة وتكلفة الطاقة المستخدمة على مدى عمر المصباح أو وحدة الإضاءة، وكذلك تقليل ارتفاع وحدات الإضاءة المثبتة في الأسقف لتصبح أكثر قربا من مكان العمل مما يزيد من كمية الإضاءة المتاحة والمركزة على مكان العمل مما يقلل من عدد وحدات

الإضاءة المستخدمة، ويحقق بالتالي وفرا في الطاقة المستهلكة. واختيار ألوان أفتح وأكثر عكسا للضوء عند القيام بإعادة الطلاء يزيد من التباين contrast ويساعد على تحقيق زيادة في مقدار الضوء المتاح. كذلك يمكن للتحكم الأوتوماتيكي في الإضاءة المرتبط بفترة زمنية معينة، والتكنولوجيات المتطورة في مجال مكونات نظم الإضاءة الصناعية، تقليل الاستهلاك بدرجة كبيرة جدا.

ويمكن كذلك باستخدام أجهزة تنسيق شدة الإضاءة أوتوماتيكيا مع الضوء الطبيعي تحقيق كميات ضخمة من الوفر في الطاقة، وذلك فضلا عن تقليل الطاقة المطلوبة للإضاءة بتحقيق الإفادة القصوى بالضوء الطبيعي عن طريق إعادة تصميم المنشآت الخاصة والعامة (أو تصميم الجديد منها) لاستخدام أكبر قدر ممكن من ضوء النهار (الضوء الطبيعي) عن طريق النوافذ وفتحات الأسقف.

٥-٨ منظومات إدارة الطاقة

تعتبر منظومة إدارة الطاقة في الأساس أداة تقوم بالتحكم وإدارة استخدام الطاقة في المنشآت الصناعية والتجارية ومباني المنازل والمؤسسات الكبيرة (كالمكاتب والمستشفيات والمدارس والجامعات والفنادق ومحلات تجارة التجزئة). وتتحقق هذه الوظيفة بضبط الأجهزة المستخدمة للطاقة المتصلة به، ويمكن لنظم إدارة الطاقة أن تعمل على التوازي مع نظم التحكم الموجودة أو تحل محلها أو تزيد من قدراتها. وتسمي نظم إدارة الطاقة أيضا بنظم الإدارة والتحكم في الطاقة، أو نظم إدارة الطاقة المعتمدة على المشغل الميكروني microprocessor. ويمكن لمنظومات إدارة الطاقة المتقدمة مراقبة وظائف معينة للأجهزة التي يتم التحكم فيها، وفي هذه الحالة فإن المشغل الميكروني يشتمل أيضا على أجزاء ثابتة، وإمكانية البرمجة لترجمة الإشارات العائدة من الجهاز الذى تجرى مراقبة تشغيله أو التحكم فيه، كما يشتمل المشغل الميكروني كذلك على ساعة ميقاتية للتأكد من تنفيذ التعليمات في الأوقات المناسبة. وتقدم منظومات إدارة الطاقة وظائف متعددة ومختلفة للتحكم، وتعتبر الوظائف التالية هي أكثر هذه الأنواع المختلفة شيوعا:

- التحكم بالتوصيل والفصل ذو الفترة الثابتة.
- التحكم على مدى ساعات اليوم.

- التحكم على مدى ساعات اليوم لأيام الأسبوع.
- التشغيل الدوري.

- التحكم بالتوصيل والفصل المعتمد على متغير خارجي
- التحكم الأمثل بالتوصيل والفصل.
- التشغيل الدوري مع إعادة ضبط درجة الحرارة.

- نظم التحكم المعتمدة على تغير درجة الحرارة
- التحكم الليلي بالتأخير والتقديم.
- إعادة ضبط درجات حرارة المياه المبردة.
- التحكم في أبراج التبريد.
- إعادة ضبط درجات حرارة المياه الساخنة.
- التحكم في سرعة الموتورات.

- التحكم في الطلب الأقصى (الذروي) على الكهرباء.
- التشغيل الدوري المعتمد على الطلب الأقصى.
- طرح الحمل على أساس الطلب الأقصى.
- التحكم في وحدات التبريد على أساس الطلب الأقصى.

- عمليات المراقبة والإعداد الأوتوماتي لتقارير المتابعة
- استهلاك الطاقة والطلب عليها.
- حالات الأجهزة الموصلة بالنظام والأعطال المعرضة لها وأجهزة الإنذار.
- إجراءات الأمان والحريق.
- إجراءات الصيانة الوقائية.

٦- البنية المؤسسية لترشيد الطاقة في مصر

تتولى الإشراف على أنشطة الطاقة في مصر وزارتان مستقلتان همـــا وزارة البترول ووزارة الكهرباء والطاقة كما توجد عدة وزارات تضطلع بدور هام فـــي

مجال الطاقة وترشيد استخدامها مثل وزارة شئون البيئة ووزارة الصناعة ووزارة الري والموارد المائية ووزارة الإسكان بالإضافة إلى وزارة النقل. وحتى عام ١٩٧٩ لم يكن هناك سوى قليل من التنسيق فيما يختص بإنتاج واستهلاك الطاقة ناهيك عن ترشيدها. ومع تزايد التحذير من زيادة استهلاك الطاقة منذ منتصف السبعينات، ازداد الوعي بأهمية تخطيط الطاقة والحاجة إلى مزيد من التنسيق. لذلك ظهر إلى الوجود عدد من مؤسسات الطاقة – معظمها بدعم أجنبي – مثل المجلس الأعلى للطاقة (١٩٧٩) وجهاز تخطيط الطاقة (١٩٨٣) وأخيرا مجلس كفاءة الطاقة (١٩٩٩). وسوف نتناول فيما يلي بإيجاز هذه المؤسسات.

٦-١ المجلس الأعلى للطاقة [١٣]

صدر قرار رئيس مجلس الوزراء رقم ١٠٩٣ لسنة ١٩٧٩بانشاء المجلس الأعلى للطاقة بوصفه الهيئة العليا المسئولة عن الطاقة في مصر. وقد عهد القرار إلى المجلس بمسؤولية التخطيط الطويل والقصير الأمد للطاقة وعرض ما يراه ذا أهمية خاصة على رئيس الجمهورية. كذلك كان من بين مهام المجلس وضع استراتيجية وخطة للطاقة للفترة ١٩٨٠-١٩٩٠ بحيث تتناول مصادر وإنتاج واستهلاك الطاقة اللازمة لمواجهة احتياجات التنمية الاقتصادية والاجتماعية. ويدخل في ذلك وضع الإجراءات الكفيلة بترشيدها في مختلف المجالات. وكان من مهام المجلس أيضا متابعة تنفيذ الخطة وتعديلها كلما تطلب الأمر، على أن يقوم مقرر المجلس – وهو وزير الكهرباء – بإبلاغ قرارات المجلس إلى رئيس مجلس الوزراء وغيره من المسئولين ذوي الاختصاص مشفوعة بالمقترحات والإجراءات اللازمة لتنفيذ تلك القرارات.

وقد ترأس المجلس في البداية نائب رئيس مجلس الوزراء ووزير البترول حتى ١٩٨٥، ثم حل محله بعد ذلك نائب رئيس الوزراء ووزير التخطيط. أما عضوية المجلس فقد شملت الوزراء الذين تضطلع وزاراتهم بدور هام في مجال الطاقة، إنتاجا واستهلاكا، وهم وزراء البترول والكهرباء والصناعة والري والنقل والإسكان، بالإضافة إلى وزراء المالية والتخطيط ورئيس أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا وثلاثة أعضاء يختارون من ذوي الخبرة. ويعهد إلى أمانة المجلس

بإعداد جدول الأعمال والتنسيق بين جهود مجموعات العمل الثلاث التي انبثقت عن المجلس وتختص كل منها بنشاط رئيسي وهى: مجموعة عمل مصادر الطاقة ومجموعة عمل إنتاج الطاقة ومجموعة عمل استهلاك الطاقة. وتتشكل كل مجموعة من ممثلي الوزارات المعنية ويرأسها أحد كبار المسئولين ممن لهم خبرة في مجال عملها.

وقد بدا المجلس الأعلى للطاقة عمله في أوائل عام ١٩٨٠ بحماس واضح مركزا اهتمامه على البرنامج النووى والذى كان على رأس الأولويات في ذلك الوقت. وقد دفعت جهود المجلس هذا المشروع إلى مرحلة تنفيذية متقدمة وهى مرحلة إعداد المناقصات وتلقى العروض الدولية. غير أن البرنامج النووي لم يلبث أن أصابه الفتور بسبب زيادة التحذيرات من الأخطار النووية وبسبب الأعباء المالية الكبيرة التي يتكلفها المشروع. وباستثناء هذا الموضوع لم يستطع المجلس أن يدفع أيا من الدراسات الأخرى التي تعرض لها إلى حيز التنفيذ، بل تباعدت اجتماعات المجلس ولم تعد تلقى من الحماس ما لقيته في بداية إنشائه.

٦-٢ جهاز تخطيط الطاقة [١٣]

وقعت في ٢٩ أغسطس ١٩٨٢ اتفاقية بين كل من مصر والولايات المتحدة الأمريكية تمنح بموجبها هيئة المعونة الأمريكية لمصر منحة قدرها ٨,٥ مليون دولار، على أن تخصص مصر من جانبها ٢ر٤مليون جنيه مصرى. وكان الهدف من هذا المشروع إنشاء جهاز لتخطيط الطاقة يكون من مهامه تزويد المجلس الأعلى للطاقة ومجموعات العمل المنبثقة عنه بالخبرة والمساندة الفنية. وقد أنشئ جهاز تخطيط الطاقة بالقرار الجمهورى رقم ١١٢لسنة ١٩٨٣لدعم قدرات مصر في مجال تخطيط الطاقة والقيام بالتحليل المتكامل لها ، فضلا عن التخطيط الشامل والقطاعي للطاقة في إطار الاقتصاد القومي. وقد تم تصميم جهاز تخطيط الطاقة بطريقة تمكنه من تنفيذ المهام الموكلة إليه بشكل علمي منظم وبحيث يقوم بإعداد سياسات بديلة للمساعدة في اتخاذ القرارات المناسبة في مجالات مصادر الطاقة وإنتاجها واستهلاكها.

وعلى مدى السنوات ١٩٨٠- ١٩٨٥تم اتخاذ جميع الإجراءات اللازمة للإنشاء والإدارة بما في ذلك اختيار وتعيين عدد من العاملين على مستوى عال من المهارة الفنية والتأهيل في مختلف التخصصات وفى مقدمتها الهندسة والاقتصاد والمعلومات والحاسبات الآلية. كذلك تم إنشاء قاعدة لبيانات الطاقة وإجراء التحليل المتكامل لها، ولكي يتم ربط مصانع القطاع العام بالجهاز ، تم تكومن شبكة من المتخصصين العاملين في مجال الطاقة بمختلف الصناعات، وذلك من خلال برامج تدريبية مكثفة لخبراء الطاقة في تلك الصناعات وبحيث يصبح هؤلاء الخبراء ضباط الاتصال بين الجهاز وقطاع الصناعة. وقد استطاع الجهاز بمساندة جزئية من الخبرة الأجنبية إجراء عدد من مراجعات الطاقة التفصيلية Energy Audits لبعض المشروعات الصناعية الكبرى أثبتت نتائجها أنه في الإمكان توفير ما لا يقل عن ٣٠% من الطاقة المستهلكة محليا والتي بلغت قيمتها عام ١٩٨٥ أكثر من خمسة مليار دولار.

٦-٣ مجلس كفاءة الطاقة

في خلال شهرى مايو ويونيو من عام ١٩٩٨ قام جهاز تخطيط الطاقة - بدعم من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية USAID - بوضع خطة تفصيلية لإعداد استراتيجية وطنية للاستخدام الأكفأ للطاقة تضمنت إنشاء كيان أو مجلس على المستوى الوطني لوضع هذه الاستراتيجية. وفى خلال عام من بدء الخطة التفصيلية لجهاز تخطيط الطاقة وافقت إحدى عشرة هيئة ومنظمة على أن تكون أعضاء فيما سمى "بمجلس كفاءة الطاقة" ليتولى تنسيق التعاون الفني بينها وكذلك توجيه وترويج الاستخدام الأكفأ للطاقة في مصر. وتمثل هذه الهيئات الكيانات الرئيسية العاملة الفعالة في مجال الطاقة والبيئة في مصر وهي:

- هيئة كهرباء مصر (حاليا الشركة القابضة لكهرباء مصر).
- جهاز شئون البيئة.
- الجمعية التعاونية المصرية للبترول.
- وزارة الري والموارد المائية.

- هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة.
- جهاز تخطيط الطاقة.
- الجمعية المصرية لأعمال خدمات الطاقة.
- الهيئة المصرية للتوحيد القياسي.
- اتحاد الصناعات المصرية.
- الهيئة العامة للتصنيع.
- هيئة تخطيط النقل.

وقد وقعت قيادات الهيئات والمنظمات الممثلة بمجلس كفاءة الطاقة خلال عام ١٩٩٩ "بروتوكول تعاون الهيئات والمنظمات لعام ١٩٩٩"، الذى يحدد مجالات التعاون والتنسيق بينها ويهدف هذا البروتوكول إلى تحقيق الآتي:

- التعاون والتنسيق بين الهيئات والمنظمات أعضاء المجلس للوصول إلى شفافية المعلومات والربط في مجال قاعدة البيانات.
- تكامل الخبرات المتاحة لأعضاء المجلس، وتكوين مجموعات عمل من كل الهيئات المشاركة فيه للقيام ببعض المهام الخاصة.
- التنسيق في مجال الاستخدام الأكفأ للطاقة وحماية البيئة.
- التنسيق في مجالات التدريب والإعلام بالمجتمع عن الطاقة والبيئة وتغير المناخ العالمي.
- تطبيق مشروعات ريادية في مجال الاستخدام الأكفأ للطاقة، وتطبيق والتكنولوجيات الحديثة في هذا المجال.
- تحفيز دور القطاع الخاص في مجال خدمات الاستخدام الأكفأ للطاقة.
- تفعيل قنوات اتصال بين لجان الصناعة والطاقة بمجلسي الشعب والشورى، ومتابعة القضايا الوطنية بمجلس الطاقة العالمي، بالإضافة إلى زيادة الروابط مع الهيئات المعنية والمجالس القومية المتخصصة.

وقد شكلت أمانة فنية لمجلس كفاءة الطاقة من خمس مجموعات عمل تقوم كل منها بدراسة موضوعات متعلقة بنشاطها، وإصدار التوصيات الخاصة التي تمكن

من تبنى ممارسات الاستخدام الأكفأ للطاقة. وتتكون كل مجموعة عمل من أعضاء من الهيئات والمنظمات المعنية بموضوع نشاط المجموعة. وهذه المجموعات هي: مجموعة تكامل المعلومات، ومجموعة المعايير والمقاييس، ومجموعة أهداف ترشيد الطاقة، ومجموعة شراكة القطاعين العام والخاص، ومجموعة الاتصالات والإعلام بالمجتمع. ويتولى جهاز تخطيط الطاقة عمليات الإدارة والتنسيق لمختلف الأنشطة والاجتماعات التي يعقدها المجلس، وكذلك المسائل المتعلقة بالدعم الفني، كما يتولى جهاز تخطيط الطاقة مسئولية التنسيق لأنشطة الأمانة الفنية أيضا.

وقد بدأ مجلس كفاءة الطاقة ممارسة أعماله في فبراير ١٩٩٩، ويعقد المجلس منذ هذا التاريخ اجتماعا كل ثلاثة شهور. ويقوم المجلس حاليا بوضع استراتيجية وطنية للاستخدام الأكفاء للطاقة لتكون مرشدا لزيادة كفاءة الاستخدام لمصادر الطاقة الطبيعية في مصر، وذلك بواسطة الهيئات والمنظمات الممثلة في عضوية المجلس بالتعاون مع مجموعات أخرى من الخبراء المهتمين، وكذا جهات دولية مانحة. وتشمل هذه الاستراتيجية مبادرات على المدى القصير والمدى الطويل، وكلها تهدف إلى دعم السياسات المؤسسية، والمبادرات التسويقية، التي تزيد كفاءة استخدام الطاقة، وتقلل انبعاثات الغازات الضارة. كما تستهدف هذه الاستراتيجية مراجعة دقيقة للسياسات القائمة المتعلقة بكفاءة الطاقة، والتعرف بدقة على المعوقات والحواجز التي تحول دون الاستخدام الأمثل للطاقة.

٧- الأنشطة الحالية والآفاق المستقبلية لترشيد الطاقة في مصر

توجد فرصة كبيرة لتحسين كفاءة الاستخدام النهائي للطاقة بمصر، وتؤكد المؤشرات الحالية أن الوفر المنتظر في الطاقة الكهربية من خلال إجراءات ترشيد استخدامها بالقطاع المنزلي يصل إلى حوالي ٥- ١٥% من الاستهلاك الحالي، كما يصل إلى حوالي ٥-١٥% في القطاع التجاري، بينما يرتفع الوفر في الطاقة الكهربية في القطاع الصناعي إلى حوالي ١٠-٣٠% تزيد إلى ١٠-٤٠% في حالة إضافة التوليد المشترك للحرارة والكهرباء. وتتكرر ذات الفرصة في الوفر المنتظر في الطاقة البترولية من خلال تطبيق تقنيات ترشيد الطاقة، إذ يبلغ حوالي ١٠-٣٠% بالنسبة للقطاع المنزلي، وحوالي ٢٠-٤٠% بالنسبة للقطاع الصناعي.

ومن المأمول فيه أن تؤدى الاستراتيجية الوطنية الجاري تطويرهـــا بمجلـــس كفاءة الطاقة إلى تقليل انبعاث الغازات الضارة في الهواء الجوى بنسبة ١٦% مـــن المعدل الحالي بالإضافة إلى الوفورات السنوية الناتجة في الطاقة، والتي تصل إلـــى ما يعادل ٣% من جملة الناتج القومي في مصر، وهو رقم يعادل ٣,٢ مليـار دولار للمستخدم النهائي. وتعادل النسبة المتوقع توفيرها في استهلاك الطاقة حوالـي ١٥% من صادرات مصر من البترول، بالإضافة إلى توفير ٢٥٠٠٠ فرصة عمل جديـدة من خلال سوق خدمات الطاقة في مصر.

وباستثناء بعض الإجراءات الهامة لرفع الكفاءة وترشيد الطاقة بقطاع الكـهرباء والطاقة، فإن ما تم حتى الآن في هذا المجال في القطـــاع الصنـــاعي والتجـــاري والمنزلي لا يعدو أن يكون عمليات استطـــلاع تجريبي لإمكانات ترشـــيد الطاقـــة بمصر، وتهيئة للمناخ الملائم لتقبل فكر ترشيد الطاقة، أكثر منه خطـــوات فعالـــة بمشروعات محددة ذات عائد حاسم وملموس. كذلك فإن معظم المبادرات في هـــذا المجال – إن لم يكن كلها – قد تمت من خلال المعونـــات الخارجيـــة مـــن الـــدول المتقدمة وجهات التمويل الدولية. لكن الدلائل كلها تشير إلى أن النهضة الحقيقية في هذا المجال بمصر لن تتحقق إلا بتبني مصري عميق لفعالياته وتكنولوجياته وأدواته ووسائله.

ففي إطار الاهتمام العالمي بالارتباط بين الاستخدام الأكفـــأ للطاقـــة والتنميـــة الاقتصادية تم بمصر تنفيذ العديد من المبادرات في هذا الشأن بدءا من عام ١٩٨٠، والتي تضمنت تبنى بعض تكنولوجيات ترشيد الطاقة وبرامج التدريب على مراجعة تقنيات الطاقة. وقد قامت الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية بدعم بعـــض المبـــادرات التي بدأتها جهات مانحة دولية أخرى مثل هيئة التعـــاون الدانمركيـــة، والاتحـــاد الأوربي. كذلك قام بنك التنمية الألماني بدراسة إمكانية وجود تمويل لخدمات الطاقة بمصر، وفى خلال عام ١٩٩٩ بدأت الأمم المتحدة مشروعا لمدة أربع سنوات مـــن خلال إنشاء كيان بيئي عالمي، ويهدف هذا المشروع إلى إزالة كل الحواجز التـــي تعوق تطبيق المقاييس والمعايير الكفء في خدمات الطاقة. وسيدعم هذا المشـــروع إنشاء مركز للاستخدام الأكفأ للطاقة في إطار هيئة كهرباء مصر.

ولأجل تفعيل الجهود في هذا السبيل قامت الحكومة بإدخال استخدام التكنولوجيات الجديد والمتجددة، وتنفيذ بعض المشروعات الريادية لترشيد الطاقة. ومنذ أواخر الثمانينيات قامت الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية وبعض الجهات الدولية المانحة الأخرى - بالتعاون مع الوزارات المعنية بالطاقة في مصر - بتطبيق بعض الإجراءات الترشيدية في قطاع الطاقة. وسوف نستعرض فيما يلي بعض المشروعات الريادية التي تمت أو الجارى تنفيذها في مصر ونتائجها.

٧-١ مشروع ترشيد الطاقة والبيئة

قامت الحكومة المصرية بإنشاء هذا المشروع في عام ١٩٨٩بمساندة أمريكية في شكل منحة قدرها ٥٠ مليون دولار موزعة على ٨ سنوات. ويستهدف هذا البرنامج التعرف على، ومن ثم تنفيذ، التكنولوجيات المتقدمة في مجال ترشيد الطاقة في مشروعات القطاعين العام والخاص الصناعية وكذلك في المباني التجارية. وتتضمن هذه التكنولوجيات المتقدمة تطبيق نظم إدارة الطاقة، والتحكم في الاحتراق وأنظمة استرداد الطاقة الحرارية المفقودة، والتوليد الكهربائي المشترك وتحسين معامل القدرة ورفع كفاءة المحركات الكهربائية واستخدام المواد العازلة للحرارة، وتحسين كفاءة الإضاءة... الخ. وقد استهدف المشروع أيضا منع التلوث Pollution Prevention من المنبع من خلال تقديم مدى واسع من الدعم الفني، والمعلومات، والتدريب للصناعة المصرية، لتقليل التلوث الناتج عن العمليات الصناعية، وتحسين جودة المنتج، والتشغيل الأكثر كفاءة.

ويعزز المشروع في هذا الإطار الممارسات الحضرية والصناعية، ونظم حساب التكلفة والقياس، والتكنولوجيات الأنظف، والمعايير البيئية، التي من شأنها أن تقلل من إنتاج التلوث، واستهلاك الموارد الطبيعية لكل وحدة من الإنتاج المحلى الإجمالي. ولقد ساهم المشروع في دفع العديد من المبادرات الهامة في الصناعة، بدءا من ورش العمل التي قدمت الأهداف والمناخ لقادة الصناعة، ومرورا بالدراسات المسحية لاختيار الصناعات التي يطبق عليها تقييمات منع التلوث، وانتهاء بالتقييم التشخصيى لتحديد الفرص الواقعية لتوظيف الممارسات التشغيلية

المحسنة، أو تغيير المعدات الذي من شأنه تقليص التلوث وترشيد استغلال الموارد الطبيعية.

و يعمل هذا البرنامج على توفير المكون الأجنبي في نفقات التنفيذ في شكل منحة بحد أدنى ١٥٠ ألف دولار لكل منشأة من منشآت القطاع العام و ٥٠ ألف دولار لمنشأة القطاع الخاص. أما النفقات بالنقد المحلى فتتحملها المنشآت الصناعية أو المباني التجارية المستفيدة من المشروع. ويتم الحصول على المعدات المطلوبة بمعرفة هيئة التنمية الأمريكية بالقاهرة (USAID) ويشترط فيما يشترط للاستفادة من هذا المشروع أن تكون فترة استرداد النفقات قصيرة بحيث لا تتعدى ٥ سنوات وأن تكون التكنولوجيا قابلة للتطبيق في مشروعات أو صناعات أخرى قائمة في مصر. وعلى ذلك يجب أن يسمح المستفيد من هذا البرنامج للآخرين بزيارة الموقع الذي طبقت فيه التكنولوجيا الجديدة متى أوصى بذلك مدير المشروع.

وقد تم تقسيم إدارة مشروع ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة إلى قسمين منفصلين قسم يختص بالقطاع العام أسندت مسئوليته إلى وزارة الصناعة ممثلة في معهد التبين للدراسات التعدينية الذي يقوم بمعاونة المنشآت المستفيدة في التعرف على الفرص المتاحة لترشيد الطاقة في ضوء التطبيقات التكنولوجية التي تعتمدها لجنة توجيهية ينشئها لهذا الغرض وزير الصناعة. أما القسم الثاني فيختص بمشروعات القطاع الخاص ويمارس مهمته من خلال مركز بحوث التنمية والتخطيط التكنولوجي بجامعة القاهرة. و يقوم اتحاد الصناعات المصرية بمساعدة كل من القسمين في مجال تشجيع وتنسيق ونشر المعلومات. وقد أسفر مشروع ترشيد الطاقة والبيئة عن نتائج بالغة الأهمية في تعريف المجتمع الصناعي المصرى بالمزايا الضخمة لترشيد الطاقة، وإيقاظ العلميين والتكنولوجيين والمخططين وصناع السياسات ومتخذى القرارات بقطاع الطاقة المصري على الأثر الكبير لكفاءة الطاقة وترشيدها خاصة فيما يتعلق باستخدام الطاقة والطلب عليها وحماية البيئة وصيانتها. وكان من نتيجة ذلك أن أعلن جهاز شئون البيئة عام ١٩٩٧ أن الاستخدام الأكفأ للطاقة يعد حجز الزاوية في الخطة الوطنية الرامية إلى خفض انبعاثات الغازات الضارة في مصر، وذلك بواسطة نشر التكنولوجيات والممارسات التي تم إدخالها من خلال مشروع ترشيد الطاقة والبيئة، فضلا عن

أن القدرة التنافسية للأعمال في مصر يمكن أن تزداد مع إعادة استخدام مصادر الطاقة المهدرة الأمر الذى ينعكس إيجابيا على وضع الاقتصاد المصرى.

وفى عام ١٩٩٨ قام مشروع ترشيد الطاقة والبيئة بإلقاء الضوء على قضية تزايد الاحتياج لإطار مؤسسي لترشيد الطاقة بمصر، وكذلك الحاجة إلى وجود شركات محلية خاصة تقوم بتقديم الخدمات والمنتجات الخاصة بكفاءة استخدام الطاقة في السوق المحلية، كما تضمنت أنشطة المشروع مبادرات لدعم الشراكة بين القطاعين العام والخاص، وترويج التحاور مع صانعي القرار لدعم كفاءة استخدام الطاقة، كما اضطلع المشروع بنشاطين رئيسين أحدهما دعم إنشاء الجمعية المصرية لأعمال خدمات الطاقة، وثانيهما مساندة جهاز تخطيط الطاقة في وضع وتبنى الاستراتيجية المصرية للاستخدام الأمثل للطاقة. وكنتيجة لذلك وضعت الاستراتيجية المصرية للاستخدام الأمثل للطاقة معتمدة بشكل رئيسي على مبدأ الشراكة بين القطاعين العام والخاص، وتفعيل دور القطاع الخاص كمشارك رئيسي يلعب دورا هاما في مجال تطبيق مشروعات الاستخدام الأكفأ للطاقة.

٧-٢ ترشيد الطاقة في قطاع القوى الكهربية

٧-٢-١ رفع كفاءة إنتاج الطاقة الكهربية

نظرا لأن إنتاج الطاقة الكهربية من المصادر المائية بمصر أوشك أن يبلغ أقصى مداه الآن بمصر لذا فإن أى زيادة في الطلب على الطاقة الكهربية تتم مجابهتها بواسطة المحطات الحرارية لتوليد القوى الكهربية، مما يلزم معه الاستخدام الكفء لهذه المحطات. ولأجل ذلك اتجهت وزارة الكهرباء والطاقة منذ مطلع الثمانينيات إلى تنفيذ برامج رفع كفاءة التوليد الكهربي في المحاور الأربع التالية، والتي سبق التعرض لها تفصيلا في البابين الثاني والرابع من هذه الدراسة:

- إحلال وتجديد محطات القوى الكهربية المتقادمة.
- تحويل الوحدات الغازية للعمل بنظام الدورة المركبة.
- تحويل المحطات البخارية للعمل بنظام الوقود المزدوج Dual Firing وإنشاء المحطات الجديدة وفقا لهذا النظام.

- استخدام وحدات توليد عملاقة ذات كفاءة عالية في المحطات الجديدة.

وقد أدت الإجراءات السابق ذكرها إلى خفض متوسط معدل استهلاك الوقود للمحطات الحرارية من ٣٤٦ جم/ك.و.س. عام ١٩٨٢/٨١ إلى ٢٢٧ جم/ك.و.س عام ١٩٩٩/٩٨. وتتراوح قيمة الوفر في استهلاك الوقود نتيجة ذلك بين ٢٦ مليون و١٦٢ مليون جنيه بالسعر المتوسط سنويا.

٧-٢-٢ رفع كفاءة نقل وتوزيع الطاقة الكهربية

أمكن رفع كفاءة شبكات النقل والتوزيع عن طريق تجديد شبكات النقل والتوزيع، وتحسين معامل القدرة بالشبكة الكهربية الموحدة من خلال تركيب وحدات المكثفات، التي بلغ إجمالها ٨٢٠ ميجافار، على محطات المحولات جهد ١١/٦٦ م.ف. وقد أدت هذه الإجراءات إلى خفض نسبة الفقد في الشبكة من ١٩% عام ١٩٩٨/٨٠ إلى ١٣,١% عام ١٩٩٩/٩٨.

٧-٢-٣ إدارة الأحمال الكهربية

تعتبر إدارة الأحمال الكهربية من التكنولوجيات الحديثة في العالم التي استوجبها التصاعد المستمر في الطلب على الطاقة الكهربية في جميع المجالات الصناعية والزراعية والعمرانية، وتهدف هذه الإجراءات إلى وضع استراتيجيات لتنظيم الأحمال الكهربية أثناء ساعات اليوم، مما يؤدى إلى خفض الأحمال أثناء فترة الذروة المسائية، وبالتالي إلى الاستغلال الأمثل لوحدات التوليد المتاحة. وفى هذا الصدد قامت هيئة كهرباء مصر بالتعاون مع هيئة كهرباء أيرلندا بتنفيذ ما يلي:

- إنشاء نظام لبحوث وإدارة الأحمال الكهربية يتضمن أجهزة تسجيل الأحمال، وأجهزة ترجمة شرائط التسجيل، وأجهزة تحليل البيانات المسجلة.
- تدريب مجموعة من العاملين بالهيئة على استخدام هذا النظام.
- وضع نظام لدراسة الأحمال الكهربية والعمليات الصناعية بمواقع استهلاك الطاقة الكهربية، بالمصانع بأنواعها، للتمكن من وضع استراتيجيات إدارة الأحمال الكهربية دون التأثير على مستوى الإنتاج داخل هذه المصانع.

- إعداد ندوات للمختصين بالقطاعات المختلفة بالدولة، وخاصة قطاع الصناعة، وقطاع مواد البناء، وذلك للتعرف على أهداف إدارة الأحمال وأهميتها بالنسبة لكل قطاع فضلا عن أهميتها للاقتصاد القومي.
- وضع استراتيجيات إدارة الأحمال الكهربية، وفى مقدمتها ما يلي:

- إجراء دراسة عن كبار مستهلكي الطاقة الكهربية وإجراء حصرا شاملا لهم.
- وضع استراتيجية لإدارة الأحمال بصناعة الأسمنت في مصر، حيث انتهت إلى إمكانية خفض الحمل الكهربي في كل مصانع الأسمنت بمصر بنسبة تتراوح بين ٣٠% و٤٥% دون التأثير على الإنتاج.
- وضع مخطط لإدارة الأحمال الكهربية لمحطات الرى والصرف المختلفة في مصر.
- إجراء دراسة لرفع كفاءة الإضاءة، نظرا لما تمثله من نسبة لا يستهان بها من الحمل الكلى للشبكة الكهربية، وقد تبين أن الإضاءة بإمكانها أن تؤدى دورا رئيسيا في برنامج إدارة الأحمال الكهربية، وذلك لأن الإضاءة تمثل حوالي ١٢٠٠ ميجاوات من الحمل الأقصى يوميا، وهى مسئولة عن المعدل السريع للزيادة في الحمل الأقصى، كما أنها تتبع تلقائيا وقت حدوث الحمل الأقصى للشبكة الموحدة صيفا وشتاءا.
- إجراء دراسة لرفع كفاءة الإضاءة في بعض الصناعات الكيماوية والهندسية والمعدنية والبترولية.
- ويعتبر تطبيق التعريفة الكهربية المزدوجة (أى محاسبة المشتركين على استهلاكهم من الكهرباء حسب ساعات اليوم أثناء فترة الذروة، وخارج فترة الذروة) أحد وسائل إدارة الأحمال الكهربية بطريقة غير مباشرة، حيث يؤدى بالضرورة إلى دفع المستهلكين نحو تغيير نمط استهلاكهم من الكهرباء بتجنب الأحمال العالية خلال فترة الذروة عالية التعريفة، مما يسفر عن الحد من استخدام وحدات الذروة ذات تكلفة التشغيل الكبيرة، وتوفير الاستثمارات الضخمة اللازمة لإضافة وحدات توليد جديدة.

- تطبيق التوقيت الصيفي على قطاعات الدولة المختلفة، إذ أمكن الاستفادة من طول النهار صيفا، ببدء العمل مبكرا لمدة ساعة في أجهزة الدولة والقطاعين العام والخاص، مما كان له أثر في ترشيد الطاقة الكهربية خاصة في مجال الإنارة المنزلية والتجارية. وقد أشارت دراسة الآثار الاقتصادية لتطبيق نظام التوقيت الصيفي على قطاع الكهرباء والطاقة إلى تحقيق وفرا ملحوظا في كمية الطاقة المستخدمة في المنازل والمحال التجارية أثناء فترة الذروة المسائية خلال الشهور من مايو إلى سبتمبر، يصل إلى حوالي ٦٠٠ مليون ك.و.س.، يقابله وفر في الوقود يقدر بحوالي ٢٥٩ ألف طن، تبلغ قيمته حوالي ٨٥ مليون جنيه سنويا.

٧-٢-٤ الربط الكهربى الإقليمى

يقدم الربط الكهربي للنظم الكهربية المتجاورة فوائد عديدة، فبالإضافة إلى المنافع الاقتصادية المترتبة على تبادل الطاقة الكهربية، تتميز النظم الكهربية المترابطة بأنها أكثر اعتمادية وكفاءة، وتحتاج إلى إضافة وحدات توليد قوى كهربية أقل، ما يؤدى إلى خفض تكلفة الاستثمار والتشغيل والصيانة. ويأخذ تبادل الطاقة بين النظم الكهربية أشكالا متعددة، كتبادل الطاقة المخطط، وتبادل الطاقة الطارئ، وتبادل القدرة الكهربية، والتبادل نتيجة اختلاف حدوث أوقات الذروة، والتبادل الاقتصادى.

ويتم تبادل الطاقة الكهربية نتيجة اختلاف حدوث أوقات الذروة في حالة اختلاف وقت وقوع حمل الذروة، أما التبادل الاقتصادي فإنه يعتمد على اختلاف تكلفة إنتاج الطاقة في النظم الكهربية المترابطة. وفى هذه الحالة فإن الهدف هو خفض تكلفة التشغيل عن طريق تشغيل وحدات تغطية الحمل المشترك للنظم المترابطة، بحيث يحكم اختلاف التكلفة الحدية لهذه النظم سياسات التشغيل لها. وتشتمل النظم الكهربية لدول المنطقة على تنوع مهم لمصادر الطاقة الكهربية، ونتيجة لهذا التنوع، وتكلفة الإنتاج، والامتداد الجغرافي تتوافر إمكانات كبيرة لتبادل الطاقة الكهربية بين هذه النظم. وتشمل مخططات الربط الكهربي لمصر مع الدول المجاورة - كما سبق أن ذكرنا في الباب الرابع - ما يلي:

- الربط الكهربي لدول المشرق العربي: مصـــر – الأردن – ســـويا – لبنـــان – العراق.
- الربط الكهربي لدول شمال أفريقيا: مصـــر – ليبيـــا – تونـــس – الجزائـــر – المغرب.
- الربط الكهربي لدول حوض البحر المتوسط عن طريق الربـــط مـــع تركيـــا واسبانيا بعد اكتمال المشروعين السابقين لربط المشرق والمغرب العربي.
- الربط الكهربي لشبكات دول أفريقيا ودول حوض البحر المتوسط.

٧-٣ مشروع الطاقة وحماية البيئة بمدن حوض البحر المتوسط

يقوم مرصد الطاقة لدول المتوسط بتمويل من الســـوق الأوروبيـــة المشـــتركة بإجراء الدراسات والبحوث في مجال الطاقة بهدف التكامل في هذا المجال بـــــين دول حوض المتوسط. وقد أعلن المرصد في مؤتمر الطاقة والبيئة لدول المتوســـط الذى عقد في أثينا في نوفمبر ١٩٩٣عن خطة عمل إقليمية ذات محاور ثلاثة هـــي: (١) تقوية التعاون الإقليمي في مجال ترشيد الطاقة وحماية البيئة في مدن حـــوض المتوسط، (٢) وضع مواصفات قياسية للمصنعين لإنتاج تكنولوجيات طاقة نظيفـــة يشترك في وضعها ممثلون من منتجي ومستهلكي الطاقة، (٣) إعداد نموذج مبســـط للتعريف بأحدث التكنولوجيات المستخدمة، مما يساعد على ترويجها في دول جنوب وشرق حوض المتوسط. وقد بدئ في تنفيذ هذه الخطة في عدد من المدن المطلـــة على البحر المتوسط، ضمن أربعة أنشطة هي: الاستخدام الأمثل للكهرباء والغـــاز الطبيعي (بمدن: الرباط بالمغرب، وبن عروس بتونس، والإسكندرية بمصر، وجنين بفلسطين)، وتخطيط الطاقة في الحضر وإنشاء قاعدة بيانـــات جغرافيـــة (بمـــدن: بيروت بلبنان، والإسكندرية بمصر، والإسكندرونة بتركيا)، ووســـائل النقـــل فـــي الحضر (بمدن: تل أبيب بإسرائيل، وغزة بفلسطين، والرباط بـــالمغرب، وبـــيروت بلبنان)، وإدارة الطاقة باستخدام المخلفات الصلبة (بمدن: بافوس بقبرص، وأريحـــا بفلسطين). وسوف نتناول فيما يلي الأنشطة التي تم تنفيذها بمدينة الإسكندرية فـــي إطار هذا المشروع.

٧-٣-١ الاستخدام الأمثل للكهرباء والغاز

٧-٣-١-١ إدارة جانب الطلب على الطاقة

تم تشكيل فريق عمل "إدارة جانب الطلب" بمشاركة كل من شركة كهرباء الإسكندرية، وقطاع الدراسات بهيئة كهرباء مصر، وتم تدريب عدد من المهندسين في مجال إدارة الأحمال الكهربية وتخطيط الموارد بمركز البحوث التابع لوكالة الطاقة الإيطالية ENEA بالقرب من روما وتم إنجاز بعض المشروعات التطبيقية في هذا المجال بمحافظة الإسكندرية.

٧-٣-١-٢ الإضاءة عالية الكفاءة

يبلغ استهلاك القطاع المنزلي بمدينة الإسكندرية حوالي ٣٨,٦% من إجمالي الاستهلاك الكلى للطاقة الكهربية، وتمثل الإضاءة ٣٠% من الاستهلاك المنزلي. ونظرا لارتفاع سعر اللمبات عالية الكفاءة فإن استخدامها في القطاع المنزلي نادر للغاية وتستخدم على نطاق محدود في القطاع التجاري. وقد تم في نطاق هذا المشروع توريد ١٠٠٠ لمبة عالية الكفاءة من شركة فيليبس بهولندا إلى شركة توزيع كهرباء الإسكندرية، وتم أخذ قراءة أجهزة القياس قبل وبعد تركيب اللمبات عالية الكفاءة (القدرة الفعالة وغير الفعالة – التيار – الجهد – معامل القدرة – مستوى التوافقيات عند الجهد المنخفض في كل من الجهد والتيار) بالمحولين المرتبطين بالمستهلكين المستخدمين للمبات عالية الكفاءة، حيث أثبتت نتائج تحليل البيانات إمكانية خفض الطاقة المستهلكة بالمنازل بنسبة تصل إلى ١٥%.

٧-٣-١-٣ مراجعة الطاقة لنظام اضاءة الشوارع بمدينة الإسكندرية

تم اختيار منطقتين لمراجعة الطاقة لنظام إضاءة الشوارع بهما بواسطة وكالة الطاقة الإيطالية ENEA وشركة كهرباء الإسكندرية، وتبين وجود فرصة لتوفير الطاقة الكهربية بنسبة ٢٠%.

٧-٣-١-٤ قياسات الأحمال الوحدات السكنية

تم إجراء بعض القياسات لعينة من مشتركي المنازل لتحديد استهلاك الكهرباء للاستخدامات المختلفة (الإنارة، الثلاجات، التليفزيونات، الغسالات وغيرها) والإجراءات الضرورية لتحقيق أقصى كفاءة في استخدام الطاقة الكهربية.

٧-٣-١-٥ دراسة جدوى توزيع ١٠٠,٠٠٠ لمبة عالية الكفاءة

بإجراء دراسة الجدوى المبدئية للتوزيع الموسع للمبات عالية الكفاءة تم تحديد طريقة التمويل، حيث تقوم شركة كهرباء الإسكندرية بتوزيع اللمبات على المنازل، ويتم تقسيط ثمن اللمبات للمشتركين من خلال فواتير الكهرباء. وللمساعدة في تنفيذ ذلك تم رفع ضريبة الاستيراد على اللمبات عالية الكفاءة بهدف خفض سعرها لتشجيع عملية التوزيع، كما تم إقناع مصنعي اللمبات بالمشاركة في المشروع عن طريق خفض أسعار اللمبات.

٧-٣-٢ تخطيط الطاقة فى الحضر وإنشاء قاعدة بيانات جغرافية

تم تشكيل فريق عمل من كل من الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ومحافظة الإسكندرية، وشركة كهرباء الإسكندرية، وقد تم تدريب أعضاء فريق العمل بوكالة الطاقة الإيطالية ENEA، وشمل هذا التدريب استخدام البيانات، وإعدادها، واستخدام برامج الحاسب المتخصصة، ورسم الخرائط. وقد تم تحديد مكونات قاعدة البيانات ذات الأولوية خلال الفترة الأولى من العمل، وتمت مراجعتها والانتهاء منها بواسطة مكاتب استشارية متخصصة، قامت في الوقت ذاته بإعداد دراسة عن منهجية العمل، تم توزيعها على كافة المشاركين بالشبكة خلال ندوة فنية عقدت بباريس عام ١٩٩٦، وتعرض المنهجية لطرق جمع وتجهيز وإدارة واستخدام البيانات. وقد قام الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء بإعداد البيانات الرئيسية للخرائط على أجهزة الحاسب، وتشمل هذه البيانات – على سبيل المثال – التخطيط الإدارى، وخريطة الاستخدام، وشبكة الكهرباء على مختلف الجهود. كذلك تم الانتهاء من إعداد الخرائط الرئيسية اللازمة لإعداد الأطلس.

وتقوم وكالة الطاقة الإيطالية بالمتابعة المستمرة مع الجهات المختصة فيما يتعلق بجمع وتجهيز البيانات.

٧-٤ المشروع التجريبي لإدارة الطلب على الطاقة

في إطار التعاون المستمر مع الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية USAID اقترحت الوكالة مشروعا تجريبيا لإدارة الطلب على الطاقة Demand Side Management (DSM) يقوم بتمويله والإشراف على تنفيذه شركة بكتل العالمية، وتشترك فيه الجهات العاملة في هذا المجال في مصر، وهى جهاز الدراسات بهيئة كهرباء مصر، وشركة كهرباء الإسكندرية، وجهاز تخطيط الطاقة ومشروع ترشيد الطاقة وحماية البيئة. وفى مايو ١٩٩٦ تم توقيع بروتوكول التعاون الفني بين الجهات المشاركة في المشروع حيث تم بمقتضاه تحديد عناصر المشروع على النحو التالي:

- تدريب مجموعة عمل لكل من شركة كهرباء الإسكندرية، وجهاز الدراسات بهيئة كهرباء مصر، لاكتساب مهارة المعاينة للمصانع، وتنفيذ برامج إدارة الطلب على الطاقة.
- تقييم فوائد تطبيق إدارة الطلب على الطاقة في الصناعة لهيئة كهرباء مصر.
- نشر نتائج البرنامج التجريبي لإدارة الطلب على الطاقة بين شركات الكهرباء الأخرى.
- تبادل النتائج التي تم التوصل إليها في هذا المشروع، ونتائج مشروعات إدارة الطلب على الطاقة DSM الأخرى، التي أجرتها الهيئات المشاركة، بهدف تطبيق مشروعات على مستوى واسع.
- ترويج نتائج المشروع من خلال عقد مؤتمر إقليمي.

وفى هذا الإطار تم اختيار ١٣ شركة بالقاهرة والإسكندرية لإجراء عمليات مراجعة الطاقة بها، وروعي فيها أن تكون ممثلة للقطاعات الصناعية بمصر، فضمت من شركات قطاع الأعمال شركة أسمنت طرة، وشركة النصر للمسبوكات

(طناش)، وشركة أسمنت بورتلاند بالإسكندرية، وشركة ستيا، وشركة النصر للملابس والمنسوجات (كابو)، والأهلية للورق، والمصرية للبلاستيك والكهرباء. كذلك ضمت هذه الشركات من القطاع الخاص شركة الإسكندرية الوطنية للحديد والصلب (الدخيلة)، والشركة الوطنية للمشروبات الغازية (كوكاكولا)، والعامرية للمعادن، وروبيكس للبلاستيك، وروبيكس للمعادن، وليسيكو لمنتجات السيراميك، وفندق فلسطين. وجدير بالذكر أن الأحمال القصوى للمصانع المختارة تتراوح بين ١,٦ و١٨٠ ميجاوات. وقد أسفرت عمليات مراجعة الطاقة عن إمكانية تحقيق وفورات في الطاقة المستهلكة تصل في بعض المصانع إلى ٤٨% من إجمالي استهلاكها للطاقة، ووفورات في الحمل الأقصى تتراوح بين ١٢ و١٧%.

٧-٥ مشروع الطاقة المستدامة في الدول العربية

في إطار التعاون بين البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة UNDP وقطاع الكهرباء تمت المشاركة في مشروع الطاقة المستدامة للدول العربية الذي يضم أربع عشرة دولة عربية. ويتضمن المشروع ثلاث مجالات مترابطة لرفع كفاءة الطاقة وترشيد استخدامها، والتخطيط المتكامل للطاقة وإدارة الأحمال، والتوسع في استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة بهدف تنمية الريف والحد من الفقر.

٧-٥-١ رفع كفاءة الطاقة وترشيد استخدامها وتشجيع تأسيس الشركات الخاصة لخدمات الطاقة.

ويشتمل هذا المجال على الأنشطة التالية: مراجعة الطاقة في الشركات المستهدفة، ووضع مواصفات قياسية للأجهزة الكهربية، وتدريب للعاملين بالجهات الحكومية لتضمين هذه المواصفات في البرامج القومية، والتأكيد على أهمية شركات خدمات الطاقة وتدعيم تأسيسها. وفى هذا النطاق تم تنفيذ الإجراءات التالية:

- تصميم وإعداد نموذج استقصاء لأنماط استهلاك الطاقة في القطاعات الرئيسية للدول المشاركة.
- إعداد تقرير بالملاحظات الرئيسية الخاصة بكفاءة الطاقة في كل قطاع.

- إجراء دراسة عن البرامج الناجحة في بعض الدول النامية لتشجيع استخدام الأجهزة عالية الكفاءة، وإعداد تقرير لتقييم إمكانية تطبيقها في الدول العربية.
- إجراء تقييم مبدئي عن كثافة الطاقة والوفورات المتوقعة بالقطاع التجارى.
- وضع دراسة مبدئية لقياسات كفاءة الطاقة، بهدف دعم الإجراءات الحكومية للتعديل والتصنيع المحلى للأجهزة عالية الكفاءة.
- عقد ورش عمل إقليمية عن سياسات وإماميات ولوائح كفاءة الطاقة في خمس دول عربية من بينها مصر.
- تكوين فرق فنية لمراجعة الطاقة في عدد من الدول العربية من بينها مصر.

٧-٥-٢ التخطيط المتكامل للطاقة وإدارة الأحمال

ويشتمل هذا المجال على: تدريب عدد من المديرين وصانعي القرار والعمالة الفنية بالدول المشاركة لنقل الخبرة التخصصية في إعداد خطط مصادر الطاقة، أخذا في الاعتبار بدائل كل من توليد وطلب الطاقة، وتصميم وتطبيق برامج إدارة الطلب على الطاقة DSM، وتحديد منهجيات دعم شركات خدمات الطاقة، والإنتاج اللامركزي للطاقة، ودراسة وتحليل بدائل توليد الطاقة والطلب عليها في مؤسستين أو ثلاث بالدول العربية لإعداد خطط المصادر المتكاملة، والتركيز على المعوقات والسياسات وأسعار الطاقة، فضلا عن التطوير المؤسسي والقدرات الفنية، وإجراء مشروع ريادي (إيضاحي) عن وسائل إدارة جانب الطلب على الطاقة بإحدى مؤسسات الكهرباء. وفى هذا النطاق تم تنفيذ الإجراءات التالية:

- تدريب عدد من المختصين بالدول المشاركة من خلال المشاركة في نشاطات إدارة الأحمال بالقاهرة.
- عقد ندوة عن التخطيط المتكامل IRP/DSM في عمان بالأردن، وذلك بمشاركة ٨٨ مشاركا من ١٦ دولة عربية من بينهم عدد من المختصين بمصر.
- تنفيذ مشروع تجريبي عن إدارة جانب الطلب على الطاقة DSM.

٧-٥-٣ التوسع فى استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة بهدف تنمية الريف والحد من الفقر

وفى سبيل دعم هذا المجال فقد تم إعداد تقييم لمستوى تقدم الطاقات المتجددة في دول المنطقة، ومنها مصر، بما يتيح التعرف على المشروعات ذات الصيغة الإقليمية، وإعداد دراسات حالة للطبائع التكنولوجية المختلفة في الطاقات المتجددة (الطاقة الكهرضوئية - الطاقة الكهرحرارية - طاقة الكتلة الحية)، وعقد ورش عمل عن "الكهربة القروية اللامركزية" تم من خلالها تحديد التقنيات الملائمة لكهربة القرية، والمناطق النائية بالدول العربية ومنها مصر.

٧-٦ مشروع تحسين كفاءة استخدام الطاقة والحد من غازات الدفيئة

في إطار التعاون بين قطاع الكهرباء والطاقة والبرنامج الإنمائي للأمم المتحدة ومرفق البيئة العالمي ووفق على أن تقوم هيئة كهرباء مصر بتنفيذ مشروع تحسين كفاءة استخدام الطاقة والحد من غازات الدفيئة Greenhouse Gases، وذلك بتمويل قدره ٥,٨٩٥ مليون دولار أمريكي يساهم فيها مرفق البيئة العالمي بمبلغ ٤,١١ مليون دولار، والبرنامج الإنمائي للأمم المتحدة بمبلغ ٨٠٠ ألف دولار، والحكومة المصرية بمبلغ ٩٨٥ ألف دولار. ويهدف هذا المشروع إلى الحد من ظاهرة انبعاث الغازات الناتجة عن توليد الطاقة الكهربية، وإزالة المعوقات التي تؤثر على تحسين كفاءة استخدامها. ومدة المشروع أربع سنوات ونصف تنتهي عام ٢٠٠٢. ويشتمل هذا المشروع على المجالات التالية.

٧-٦-١ خفض الفقد فى الشبكة الكهربية الموحدة وإدارة الطلب على الطاقة

ويستهدف هذا المجال خفض الفقد في شبكات النقل الكهربي بالشبكة الموحدة المصرية ليصل إلى ٥% من صافى الطاقة الكهربية المنتجة بمحطات القوى، بدلا من قيمته الحالية التي تبلغ حوالي ٧%، وخفض تأرجح الحمل اليومي بحيث يبلغ الفرق بين أقصى حمل وأدنى حمل ٢٥% من متوسط الحمل. ولتحقيق ذلك جاري حاليا اتخاذ الإجراءات التالية:

- تطوير معمل القياسات.

- تحسين برنامج قياسات الفقد في الطاقة الكهربية.
- تحليل الأداء الديناميكي للمحطات الحرارية لتوليد الكهرباء.
- تحليل الشبكات.
- تطبيق استراتيجيات خفض الفقد في الطاقة الكهربية.
- وضع برامج تخفيض الحمل الأقصى وترحيل الأحمال بالنسبة للصناعة نتيجة تطبيق نظام التعريفة المزدوجة.

٧-٦-٢ ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها فى القطاع التجارى والصناعى والمنزلى

ويستهدف هذا المجال تطبيق برامج ترشيد استهلاك الطاقة، وإنشاء "مركز كفاءة الطاقة"، والمساعدة في تأسيس شركات خدمات الطاقة، ووضع إماميات كفاءة الطاقة للمعدات والمباني الجديدة. ولتحقيق ذلك يتم اتخاذ الإجراءات التالية:

- مراجعة استهلاك الطاقة لعينة من مستهلكي القطاعين الصناعي والتجاري وتحديد الوفر المتوقع في استهلاك الطاقة.
- تطبيق برامج رفع كفاءة الإضاءة في القطاع المنزلي.
- خفض الجمارك على المعدات ذات الكفاءة العالية.
- تسهيل آليات تمويل برامج تحسين كفاءة الطاقة ، وتشجيع القطاع الخاص على تنفيذها.
- تشجيع إقامة شركات خدمات الطاقة.
- إنشاء "مركز كفاءة الطاقة" لإعداد دراسات في مجال كفاءة الطاقة، ودراسات الجدوى، وإتاحة المعلومات للمشتركين وشركات خدمات الطاقة.
- وضع المواصفات للأجهزة الكهربية والمباني لتحسين كفاءة استخدام الطاقة.

٧-٦-٣ التوليد المشترك للحرارة والكهرباء

ويستهدف هذا المجال تشجيع استخدام الطاقة الناتجة عن التوليد المشترك للحرارة والكهرباء في القطاع الصناعي والتجارى، ونقل الفائض منها إلى الشبكة الكهربية الموحدة عن طريق تكوين مجموعة عمل للتوليد المشترك للحرارة والكهرباء بإدارة هيئة كهرباء مصر للتخطيط والدراسات والتصميمات، ووضع السياسات والإجراءات اللازمة لسلامة توصيل صغار منتجي الطاقة بنظام التوليد المشترك بالشبكة الكهربية الموحدة، ووضع التعريفة اللازمة واتفاقية شراء الطاقة من صغار منتجي الطاقة بنظام التوليد المشترك، وتحديد منتجي نظام التوليد المشترك الذين يمكن توصيلهم بالشبكة. ولقد قدر أن الأثر الكلى للمشروع سيظهر عام ٢٠١٠ بتحقيق وفرا مقداره حوالي ١٠,٥% من الاستهلاك الكلى للطاقة بمصر، وتحقيق خفض في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون يقدر بحوالي ١١,٧٣ مليون طن سنويا.