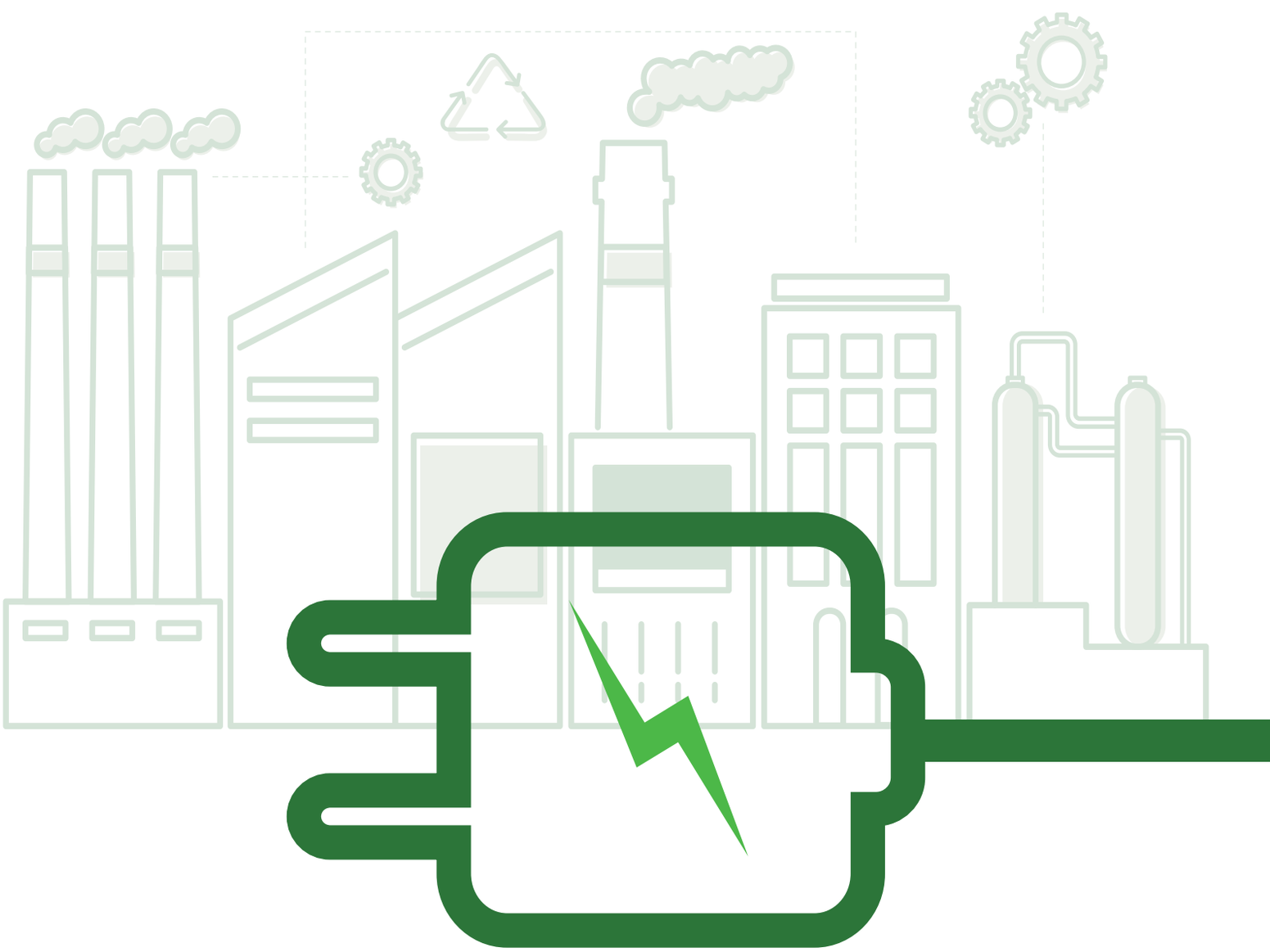
وزارة الكهرباء
والطاقة المتجددة

دليل ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة في القطاع الصناعي



الفهرس

مقدمة ٦

الباب الأول – كيفية استخدام الدليل ٨

الباب الثاني - أهداف الدليل ٩

الباب الثالث – جمع وتحليل بيانات استهلاك الطاقة ١٤

الباب الرابع - حساب مؤشرات كفاءة الطاقة ١٨

الباب الخامس - فرص الوفر في الطاقة ٢٠

الباب السادس - خدمات الطاقة المتجددة ٣٣

الباب السابع – التغيرات المناخية ٣٦

المراجع ٤١

الملاحق ٤٢

ملحق ١ – مؤشرات الأداء ٤٢

ملحق ٢ – المكونات الأساسية لبعض الأنشطة الصناعية ٤٥

ملحق ٣ – نماذج البيانات المطلوبة لتدقيق الطاقة الخاص بالقطاع الصناعي ٤٦

ملحق ٤ – الإجراءات الدورية لمسؤول الطاقة داخل المصنع ٦١

ملحق ٥ – أجهزة تدقيق الطاقة ٦٦

ملحق ٦ – تكنولوجيات التصنيع ٦٩

فهرس الجداول

جدول ١ – النطاق الجغرافي لشركات توزيع الكهرباء ١٣

جدول ٢ – فقد القدرة عند مقاسات أقطار مختلفة للثقب ١٦

جدول ٣ – تحقيق وفورات الطاقة في الصناعات كثيفة (وغير كثيفة) الاستهلاك للطاقة ٢٣

جدول ٤ – إمكانيات تحقيق وفورات في الطاقة في بعض الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة ٢٣

جدول ٥ – الجدول التالي مقارنة بين نظامي الإضاءة ٣١

جدول ٦ – مقارنة بين نوعين من السخانات الشمسية ٣٥

جدول ٧ – مقارنة بين سخانات المياه الكهربائية وسخانات المياه الشمسية ٣٥

جدول ٨ – مستويات شدة الإضاءة ٤٢

جدول ٩ – مؤشرات كثافة استهلاك الطاقة الكهربائية لأنظمة الإضاءة للمباني المختلفة ٤٣

جدول ١٠ – مؤشر الاستهلاك النوعي للطاقة لكل من المعدل العالمي وأحدث التكنولوجيات ٤٤

فهرس الأشكال

شكل ١ – مهام وحدة ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة ١١

شكل ٢ – مسئوليات العاملين بوحدات ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة ١١

شكل ٣ – الخدمات المقدمة من شركات التوزيع ١٣

شكل ٤ – المعايير الهامة المتعلقة بكفاءة الطاقة في المحركات ١٧

شكل ٥ – صور لبعض الماكينات والأفران في المصانع ٢٥

شكل ٦ – مثال للمقارنة بين قدرة كشاف هاليد معدني والمكافئ له من كشاف الليد ٣٢

شكل ٧ – تركيب محطة طاقة شمسية كهروضوئية ٣٣

شكل ٨ – مثال على مجمعات الألواح المسطحة ٣٤

شكل ٩ – مثال على مجمعات الأنابيب المفرغة ٣٤

شكل ١٠ – تطور انبعاثات الغازات الدفيئة عالميا (جيجا طن مكافئ من CO_2e) ٣٦

شكل ١١ – أكبر ٥ دول في انبعاثات الغازات الدفيئة عالميا ٢٠١٩ ..... ٣٦

شكل ١٢ – أكبر ٥ دول أفريقية من حيث انبعاثات الغازات الدفيئة ٣٧

شكل ١٣ – انبعاثات الغازات الدفيئة في مصر وفقاً للقطاع في عام ٢٠١٥ (1st BUR, 2019) ٣٧

شكل ١٤ – مراحل أساسية لدورة أسواق الكربون الطوعية ٤٠

مقدمة عامة

تعد الطاقة الكهربائية إحدى أهم الركائز والمقومات الهامة للتنمية في شتى مجالات الحياة الاقتصادية والاجتماعية، وحيث إن الطاقة الكهربائية يتم إنتاجها غالبًا باستخدام الوقود الأحفوري، أحد أهم المسببات لانبعاثات الغازات الدفيئة وظاهرة التغيرات المناخية، فضلا عن بعض القيود الفنية والاقتصادية وغيرها التي تحد من التوسع في استخدام المصادر غير التقليدية في عملية إنتاج الطاقة الكهربائية؛ لذا كان الاهتمام بتبني تكنولوجيات وتطبيقات ترشيد استخدام الطاقة ورفع الكفاءة.

ولذا أولى قطاع الكهرباء والطاقة المتجددة اهتمامًا شديدًا بالتوسع في منظومة إنتاج ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية مع دمج الطاقات المتجددة والتي شملت تنويع مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية ومنها المصادر المائية وطاقة الرياح والطاقة الشمسية فضلًا عن امتداد شبكة نقل وتوزيع الكهرباء في جميع انحاء مصر طولًا وعرضًا، وذلك لتلبية الاحتياجات المتزايدة على الطاقة مما أدى الى اهتمام قطاع الكهرباء بتنفيذ خطط لرفع الكفاءة من خلال إحلال وتجديد محطات الإنتاج القديمة واستخدام نظام الدورة المركبة في إنتاج الكهرباء وإنشاء محطات عملاقة جديدة وغيرها وتحسين الفقد في شبكات النقل والتوزيع، وتطبيق العديد من مشاريع ترشيد وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في جانب الطلب بجميع المباني التابعة لقطاع الكهرباء، مع تشجيع ومساعدة قطاعات اخرى مثل السياحة والصناعة والمحليات وغيرها من الجهات المعنية لتطبيق ونشر ثقافة ترشيد الطاقة وتحسين كفاءة استهلاكها.

إن ترشيد الطاقة يعنى "منع الاستخدام المهدر للطاقة، لا سيما من أجل ضمان استمرار توافرها" ببساطة، إنه جهد متعمد لاستخدام طاقة أقل أو عدم استخدام أي طاقة على الإطلاق، يمكن أن يكون ذلك من خلال تغيير السلوكيات لتقليل استهلاك الطاقة أو تبسيط الاجراءات في الأعمال أو في حياتنا اليومية لتقليل كمية الطاقة المستخدمة وتغيير العادات مثل إيقاف تشغيل المعدات عندما لا تكون قيد الاستخدام.

ولكن عندما يمكن للنظام أن ينتج نفس النتيجة مع إنفاق أقل للطاقة، فإن مصطلح تحسين كفاءة استهلاك الطاقة يكون أكثر ملاءمة، وتشمل الأمثلة تركيب نظام تبريد أكثر كفاءة يستخدم طاقة أقل مع الحفاظ على درجة حرارة مريحة في المكان وعليه تعرف كفاءة الطاقة على أنها "مقياس لمدى كفاءة جهاز، أو مبنى، أو هيئة، أو حتى على مستوى الدولة".

لكفاءة الطاقة والمحافظة عليها العديد من الفوائد التي تشمل:
- تقليل انبعاثات الكربون.
- زيادة ربحية الأعمال حيث سيتم إنفاق أموال أقل على الطاقة.
- توجيه الوفورات في الطاقة إلى مجالات الحاجة الأخرى.
- طريقة غير مباشرة لإطالة عمر الوقود الأحفوري (الحفاظ على الموارد الطبيعية تحقيقا لأهداف التنمية المستدامة).

هذا ويأمل قطاع الكهرباء والطاقة المتجددة بجمهورية مصر العربية أن يكون هذا الكتيب "دليل ترشيد الطاقة وكفاءة استخدامها في القطاع الصناعي" والذي يشمل المؤشرات والتقنيات الموفرة للطاقة لبعض أنظمة التصنيع والإضاءة والأجهزة المكتبية والتكييف وغيرها التي توفر إمكانية الحفاظ على الطاقة بشكل كبير في المستقبل القريب وفقًا للخبراء في مجالات تخصصهم، وكافة المهتمين بموضوعات ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية وكفاءة استخدامها وذلك على مستوى شركات توزيع الكهرباء والقطاعات الصناعية و الخدمية والحكومية والإدارية والأجهزة الأخرى المعنية بمصر بما يساعدهم على توصيل رسالة وهدف وثقافة ترشيد الطاقة الكهربائية للجميع بوطننا الحبيب.

تم تطوير هذا الدليل من خلال التعاون بين وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، هيئة التنمية الصناعية، واللجنة المصرية الألمانية المشتركة للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة وحماية البيئة (JCEE).

والله ولى التوفيق

الباب الأول - كيفية استخدام الدليل

طبقا للمادة ٤٨ بقانون الكهرباء رقم ٨٧ لسنة ٢٠١٥، يلتزم المشترك الذي تزيد قدرته التعاقدية على (٥٠٠ ك.و) بتعيين مسؤول لدية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة بالمنشأة. إن هذا الدليل يستهدف بشكل خاص القطاع الصناعي.
يعتبر دليل ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة في القطاع الصناعي أحد الأدوات الهامة التي تساعد على توفير الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها. ويتضمن الدليل مجموعة من المعلومات والإرشادات التي تساعد على خفض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها مما يؤدي إلى توفير التكاليف والحد من الانبعاثات الضارة بالبيئة.

إن أول خطوة للاستفادة من الدليل هي دراسة المعلومات المتاحة فيه، والتعرف على كافة الخدمات والإرشادات التي يقدمها. ويجب على المستخدم أيضاً تحديد احتياجاته من الطاقة، تحديد الفرص التي يمكن تحسين كفاءتها في استخدام الطاقة.

وبعد ذلك يمكن للمستخدم استخدام الدليل لتحديد الخطوات اللازمة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المنشأة أو المصنع. ويمكن أيضًا استشارة خبراء في مجال الطاقة للحصول على مزيد من المعلومات والإرشادات حول كيفية تحسين كفاءة استخدام الطاقة.

وبشكل عام على المستخدم الالتزام بتطبيق الإرشادات التي يوفرها دليل ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة والتأكد من استخدام أجهزة ومعدات ترشيد الطاقة بشكل فعال، كما يجب على المستخدم تحديث المعلومات والإرشادات وضمان استخدام أحدث التقنيات في مجال توفير الطاقة.

الباب الثاني - أهداف الدليل

يستهدف هذا الدليل التعريف بإجراءات ترشيد الطاقة وكفاءة استخدامها في القطاع الصناعي. إن الطاقة الكهربائية المستهلكة في القطاع الصناعي تستمد من محطات إنتاج الطاقة الكهربائية التي تستهلك عادةً الوقود الأحفوري مثل الغاز الطبيعي والمازوت، حيث تعد إحدى النتائج الثانوية لحرق الوقود الأحفوري هو إطلاق غازات الاحتباس الحراري مثل ثاني أكسيد الكربون والتي تساهم في تغير المناخ والاحتباس الحراري. وطبقاً لتصريح مؤخراً للسيد الأمين العام للأمم المتحدة أنطونيو غوتيريش "لقد دخلنا عصر الغليان العالمي، وأن تغير المناخ أمر مرعب وما يحدث هو مجرد البداية".

أهداف دليل ترشيد الطاقة وكفاءة استخدامها في القطاع الصناعي :

- يقدم خريطة طريق تمكن مسؤولي ومديري الطاقة لتحديد فرص ترشيد الطاقة وتقييمها وتحديد أولوياتها للوصول إلى أفضل وفر لاستهلاك الطاقة الكهربائية وبالتالي تخفيض بصمتها الكربونية وزيادة الفرص التصديرية .
- يساعد مسئولي القطاع الصناعي على تحقيق مكاسب مالية وبيئية.
- عرض منهجيات لتحديد الاستثمارات المجدية اقتصاديًا وتحديد الأولويات بشكل منتظم مما يؤدي إلى وفورات في الطاقة.
- التسهيل على المنشأت الصناعية لمعرفة فرص كفاءة الطاقة المجدية اقتصاديا وتحديد أولوياتها.
- التركيز بالدرجة الأولى على أكثر العمليات استهلاكا للكهرباء في القطاع الصناعي.
- زيادة المعرفة لدى جميع الأطراف المعنية، وتحفيز العمل من أجل اعتماد استراتيجيات مجدية اقتصاديا لكفاءة الطاقة وزيادة التنافسية .

عموما يتخذ الدليل توجها عاما نحو التوعية بالترشيد وتحسين كفاءة الطاقة، ولذا فقد يحتاج مستخدمُه لاختيار ما يلائم الظروف الخاصة في أماكنهم. من خلال استخدام الطاقة بشكل أكثر كفاءة يمكن المساعدة في تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وغيرها من ملوثات الهواء ومحاربة تهديد تغير المناخ والمساعدة في حماية البيئة.

فوائد تطبيق إجراءات كفاءة الطاقة على الشبكة الكهربائية:

- تقليل الضغط على الشبكة الكهربائية والحاجة إلى بناء محطات طاقة جديدة مكلفة، مما يؤدي إلى التوفير في التكاليف.
- خفض مستويات ذروة الطلب على الكهرباء من خلال تحسين منحنى الحمل لاستهلاكات المصنع والتي بالتالي تخفض من قيمة الفاتورة.
- تقليل أسعار الطاقة الإجمالية نظرا لخفض استهلاك الطاقة، مما يؤدي إلى توفير تكاليف إضافية للطاقة لجميع المستهلكين.
- تحسين الموثوقية طويلة المدى واستقرار الشبكة الكهربائية والأنظمة الفرعية الأخرى لنظام البنية التحتية للطاقة.
- تؤدي الاستثمارات في كفاءة الطاقة إلى خلق أنشطة اقتصادية ذات قيمة مضافة ووظائف جديدة.
- تقليل استهلاك المياه (المستخدمة في توليد البخار) في محطات توليد الكهرباء.

- تساهم كفاءة الطاقة في تقليل الانبعاثات وغازات الاحتباس الحراري تحقيقا للأهداف الوطنية لتغير المناخ.

تعريف الترشيد وتحسين كفاءة الطاقة:

ترشيد الاستهلاك: " الاستخدام الامثل لموارد الطاقة وهو عبارة عن مجموعة من الإجراءات والتقنيات التي تؤدى إلى خفض استهلاك الطاقة دون المساس براحة الافراد أو إنتاجيتهم واستخدام الطاقة عند الحاجة الحقيقية لها".

تحسين كفاءة الاستهلاك: " الإجراءات التي تتم لرفع كفاءة الأجهزة لتحقيق أقصى استفادة منها بتطبيق تكنولوجيا جديدة ذات وفر".

البصمة الكربونية: هي مقياس للكمية الإجمالية من انبعاثات ثنائي أكسيد الكربون والميثان، لمجتمع أو نظام أو نشاط معرف، بحيث يتم أخذ كل المصادر والمصارف والخزانات ذات الصلة، بعين الاعتبار ضمن الحدود المكانية والزمنية للمجتمع أو النظام أو النشاط المدروس، كما يحسب كمكافئ ثنائي أكسيد الكربون باستخدام الاحتمال ذي الصلة لحدوث الاحترار العالمي ل ١٠٠ عام.

سجل الطاقة (المادة ٤٩ من قانون الكهرباء): سجل الطاقة هو السجل المحتوى على كافة البيانات والمعلومات المتعلقة بالطاقة فى المنشأة والنصوص عليها فى المادة ٦٥ باللائحة التنفيذية لقانون الكهرباء.

أهداف ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة في القطاع الصناعي:

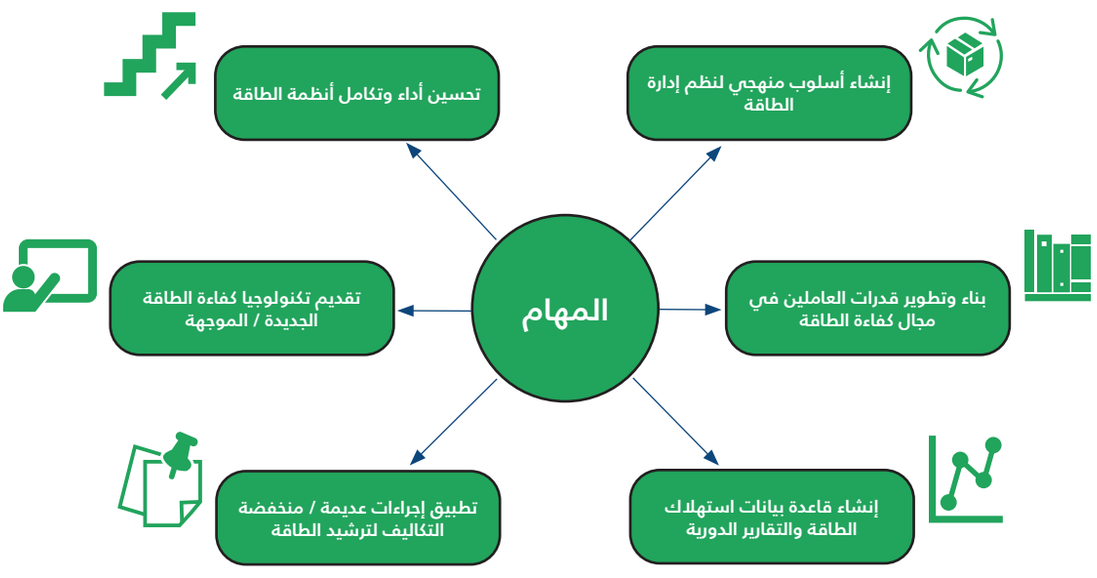
- تحسين واستمرارية الأداء دون المساس براحة المستخدمين.
- توفير استهلاك الطاقة الكهربائية مما يؤدي الى خفض قيمة فاتورة الكهرباء وبالتالى خفض تكلفة الانتاج مما يؤدى إلى زيادة الأرباح السنوية للمنشأة الصناعية.
- دعم التصنيع المحلى للمعدات المرشدة للطاقة مما يساعد فى تنمية الاقتصاد الوطني.
- الحفاظ على البيئة وخفض الانبعاثات الضارة.
- الحفاظ على مصادر الطاقة للأجيال القادمة.
- رفع الوعى بين المستثمرين والعاملين بالمنشأت الصناعية.

ولتحقيق هذه الأهداف ضرورة:
إنشاء وحدة ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة بالمنشأة الصناعية:

يعد إنشاء وحدة لترشيد وتحسين كفاءة الطاقة داخل المنشأت الصناعية أمر هام وضروري للقيام بعملية شاملة لتقييم وتحسين أداء الطاقة داخل المنشأة أو المصنع، حيث تساعد تلك الوحدة في التحكم وإدارة استهلاك الطاقة مما ينعكس بشكل إيجابي على الأداء المالي والاستدامة البيئية وتوفير إطار شامل لتحديد الفرص البارزة لتحسين الكفاءة وتحقيق التوازن بين انتاج الطاقة واستهلاكها. طبقا للمادة ٤٨ بقانون الكهرباء رقم ٨٧ لسنة ٢٠١٥.

طبقا للباب الرابع " تحسين كفاءة الطاقة " بقانون الكهرباء رقم ٨٧ لسنة ٢٠١٥
مهام وحدة ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة المنشأة الصناعية:

١. إنشاء أسلوب منهجي لنظم إدارة الطاقة.
٢. بناء وتطوير قدرات العاملين في مجال كفاءة الطاقة.
٣. تدريب العاملين عن طريق التوعية والبرامج التدريبية المختلفة.
٤. إنشاء قاعدة بيانات استهلاك الطاقة وعمل التقارير الدورية.
٥. تطبيق إجراءات عديمة/منخفضة التكاليف لترشيد الطاقة.
٦. تقديم تكنولوجيا كفاءة الطاقة الجديدة/ الموجهة.
٧. تحسين أداء وتكامل أنظمة الطاقة.



شكل١: مهام وحدة ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة

حيث تتضمن المهام والمسئوليات للسادة العاملين بوحدة ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة الى:

١. حصر بيانات استهلاك الطاقة داخل المصنع والوقوف على فرص الترشيد المتاحة.
٢. مراجعة ومتابعة تنفيذ فرص ترشيد الطاقة على أرض الواقع.

شكل ٢: مسئوليات العاملين بوحدات ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة

أولا: المسؤول عن حصر البيانات:

يتلخص عمله في الآتي:

- حصر جميع (الأحمال المتاحة) من الألات والمعدات وأنظمة الإضاءة ونظم التبريد والتدفئة والغلايات الكهربائية ..... الخ، مع مراعاة ساعات التشغيل والعمر الافتراضي للمعدة.
- عمل دراسة لتحديد فرص ترشيد الطاقة بالمصنع والعمل على تنفيذها.
- تعظيم تعاون الموظفين من خلال حملات التثقيف والتوعية.
- الإشراف على وضع لافتات في كل مكتب وملصقات عند كل مفتاح إنارة أو تشغيل معدة.

ثانيا: المسؤول عن مراجعة الطاقة والتنفيذ (مسؤول تحسين كفاءة استخدام الطاقة طبقا للمادة ٤٨ للباب الرابع لقانون الكهرباء):

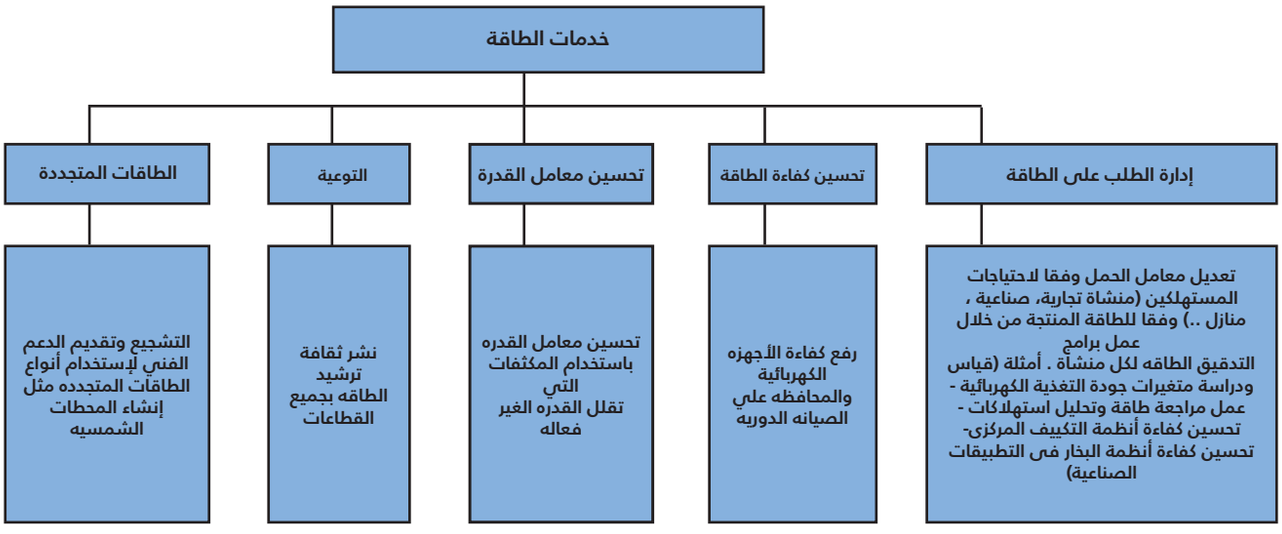
يتلخص عمله في الآتي:

- التأكد من تشغيل وإطفاء الأنوار في أوقات مختلفة من اليوم والأسبوع عند عدم الحاجة اليها والتأكد من التزام العاملين بذلك والتأكد من انه لا توجد مصابيح مضاءة فى المكاتب غير الشاغرّة.
- المرور الدوري (يوميا – أسبوعيا – شهريا) لتنفيذ الإجراءات اللازمة لترشيد استهلاك الطاقة طبقا للجدول المرفق بالملحق رقم (٤) مع تدوين الملاحظات الخاصة بأي إهدار.
- المتابعة الدورية لتنفيذ فرص الترشيد والتأكد من معالجة كافة وجوه إهدار الطاقة طبقا للملاحظات المدونة.
- الحسابات الشهرية لكمية الوفر بالـ(كيلو واط/ ساعة) وقيمة الوفر (بالجنيه المصري) الناتج عن تنفيذ إجراءات الترشيد وتحسين كفاءة الطاقة. "مرفق طرق حساب الوفر نموذج #١٤ صفحة (٥٩ - ٦٠) من الدليل".
- استيفاء بيانات سجل الطاقة وتحديثها بصفة دورية بواسطة مسوؤل تحسين كفاءة الطاقة.
- متابعة استهلاك الطاقة فى المنشأة ووضع المقترحات اللازمة لرفع كفاءة استخدامها.
- إجراء دراسات الجدوى الفنية والاقتصادية لتطبيقات تحسين كفاءة استخدام الطاقة .
- متابعة إجراءات التعاقد على مشروعات تحسين كفاءة الطاقة بالمنشأة.
- إعداد الحسابات السنوية لمؤشرات أداء الطاقة.
- توعية وتدريب العاملين بالمنشأة على إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة.
- القيام بأعمال القياس والتحقق من جدوى مشروعات تحسين كفاءة استخدام الطاقة.
- تقديم التقارير إلى الإدارة العليا بشأن أداء الطاقة.
- التأكد من أن تخطيط أنشطة إدارة الطاقة مصمم لدعم سياسة الطاقة في المنشأة.
- تحديد المسؤوليات والسلطات والإبلاغ عنها من أجل تسهيل الإدارة الفعالة للطاقة.

طبقاً للمواصفة القياسية الدولية ايزو ٥٠٠٠١ يتطلب وجود فريق للطاقة بقيادة مسؤول مراجعة الطاقة يتكون من مسئولين من الإدارات ذات الصلة بأنشطة الصيانة والإنتاج والمشروعات والمشتريات وما الى ذلك من الأنشطة المؤثرة على تحسين أداء الطاقة.

الخدمات المقدمة من شركات التوزيع

تقدم شركات التوزيع مجموعة من الخدمات تتمثل في الآتي:



شكل٣:الخدمات المقدمة من شركات التوزيع

النطاق الجغرافي لشركات توزيع الكهرباء

شركة توزيع الكهرباء	محافظات في نطاق شركات توزيع كهرباء
شمال القاهرة	**محافظة القاهرة ومحافظة القليوبية** أحياء (شبرا الساحل / روض الفرج / الزيتون / الشرابية / حدائق القبة / الزاوية الحمراء/ مصر الجديدة / النزهة / شرق وغرب مدينة نصر / عين شمس / السلام / الوايلي / باب الشعرية / مدينة العبور / مدينة القاهرة الجديدة)
جنوب القاهرة	**محافظة القاهرة** أحياء (عابدين / غرب القاهرة / وسط القاهرة / منشية ناصر / الموسكي / التبين / حلوان / ١٥ مايو / المعادي / البساتين / دار السلام / السيدة زينب / مصر القديمة / الخليفة / المقطم) **محافظة الجيزة** أحياء (العجوزة / الدقي / الهرم / بولاق العمرانية / شمال وجنوب الجيزة / مدينة ٦ أكتوبر / مدينة الشيخ زايد / ريف الجيزة)
اسكندرية	محافظة إسكندرية - حتي الكيلو ٦٦ طريق الاسكندرية مطروح
شمال الدلتا	محافظة الدقهلية - محافظة كفر الشيخ - محافظة دمياط
جنوب الدلتا	محافظة القليوبية (ما عدا امتداد القاهرة الكبرى) - محافظة المنوفية ما عدا مدينة السادات والقرى التابعة لها ومركز الخطاطبة - محافظة الغربية
البحيرة	محافظة البحيرة - محافظة مطروح بعد الكيلو ٦٦ - مدينة السادات والقرى التابعة لها ومركز الخطاطبة بمحافظة المنوفية
مصر الوسطى	محافظة الفيوم / محافظة بنى سويف / المنيا / أسيوط / الوادي الجديد
القناة	محافظة الأسماعيلية / الشرقية / بورسعيد / السويس / البحر الأحمر / سيناء / مدينة بدر / مدينة العاشر من رمضان / مدينة الصالحية الجديدة / مدينة الشروق / مدينة هيليوبوليس الجديدة
مصر العليا	محافظة أسوان / قنا / سوهاج / الأقصر

جدول١ : النطاق الجغرافي لشركات توزيع الكهرباء

الباب الثالث - جمع وتحليل بيانات استهلاك الطاقة

تختلف المتغيرات المؤثرة على استهلاك الطاقة في قطاع الصناعة طبقا لنوعية الصناعة، لكن عادة ما يكون المنتج النهائي هو أكثر المتغيرات ارتباطا باستهلاك الطاقة، بناءً عليه فإنه يجب عمل تحليل انحداري بين استهلاك الطاقة وكمية الإنتاج. فيتم عمل تحليل انحداري متعدد بين استهلاك الطاقة والمتغيرات المؤثرة بحيث ان معامل الارتباط يكون اعلى من ٧٠٪ وفي حالة ان قوة الارتباط اقل من ٧٠٪ فيجب البحث على متغيرات أخرى مثل نسبة الهالك، درجة حرارة الجو، الخ.

رغم ان العمليات الصناعية تختلف من صناعة الى أخرى الا أن معظم الصناعات تحتاج خدمات مرافق مثل البخار والهواء المضغوط والمياه المثلجة. كما يتم استخدام مؤشر الاستهلاك النوعي للطاقة في المصانع حيث انه يوجد ارقام مرجعية لكمية الطاقة المستخدمة لتوليد طن بخار او متر مكعب هواء مضغوط الخ.

بمجرد معرفة مقدار الطاقة المطلوبة للمنتج طبقا للمعايير الدولية مقابل مقدار الطاقة التي يتم إهدارها، فإنه يمكن اتخاذ القرارات وبناء الخطة للوصول إلى أفضل النتائج.

◂ أنظمة استخدام الطاقة

يحتاج القطاع الصناعي الى مصادر الطاقة المختلفة لتشغيل المعدات والأنظمة اللازمة لعمليات الإنتاج الخاصة بكل قطاع صناعي. وتنقسم المعدات الى معدات خاصة بالإنتاج والمعدات الخدمية وهي عادة تكون كثيفة الاستهلاك للطاقة. وتنقسم أنظمة استخدام الطاقة الى فرعين أساسيين، الاستخدامات للأغراض الحرارية وكذلك الاستخدامات لأغراض الخدمات الكهربائية.

- **المرافق (الخدمات) الحرارية**

١. الغلايات (Boilers): وتشمل استهلاكات الوقود أو الكهرباء (في القدرات الصغيرة) لأغراض إنتاج الطاقة الحرارية للأغراض المختلفة مثل إنتاج المياه الساخنة أو البخار للعمليات الصناعية.

٢. نظام توزيع البخار (Steam System): ويشمل شبكة المواسير الخاصة بنقل طاقة البخار من مصدر الإنتاج الى المستخدمين المختلفين.

٣. الأفران (Furnaces) : وتشمل انتاج واستخدام الطاقة الحرارية للمنتجات المختلفة.

٤. وحدات التبريد والتدفئة الامتصاصية (Absorption Chiller): وتشمل انتاج واستخدام الطاقة الحرارية لتوفير التبريد او التدفئة للعمليات الصناعية.

٥. المجففات (Dryers): وتشمل انتاج واستخدام الطاقة الحرارية لإزالة الرطوبة من المنتجات المختلفة.

٦. المبادلات الحرارية (Heat Exchangers) وأنظمة أبراج التبريد (Cooling Towers): ويكون التحسين في فعالية (Effectivness) هذه المنظومات له مردود إيجابي على استهلاكات المنظومة الحرارية ككل.

- **المرافق (خدمات) الكهربائية**

نظام توزيع الكهرباء

١. المحركات.

٢. مديرات المحركات.

٣. المراوح.

٤. دوافع الهواء.

٥. المضخات.
٦. الضواغط.
٧. هواء مضغوط.
٨. المبردات.
٩. التدفئة / التهوية / تكييف الهواء / التبريد.
١٠. أبراج التبريد.
١١. الإضاءة.
١٢. مجموعات المولدات الموزعة.

فيما يلى بعض الاجراءات التى يتم اتباعها فى الأنظمة التى تم ذكرها :

جمع وتحليل البيانات:

- ابدأ بالحصول على نسخ من فواتير الكهرباء بالمصنع، مع تحديد فترات ذروة الطلب على الطاقة.
- معرفة مقدار تكلفة وحدات الطاقة في أوقات مختلفة من اليوم مقارنة بجدولك التشغيلي.
- قم بتسجيل قراءة استهلاك الطاقة الكهربائية في لوحات الكهرباء لأكبر الأنظمة والأحمال.
- سجل كيلوواط، كيلوواط. ساعة ومعامل القدرة خلال فترات مختلفة لتعتبر مثال على معدلات الاستهلاك.

يوفر هذا صورة دقيقة للغاية لاستهلاك الطاقة الفعلي على الدوائر والأحمال والمعدات.

- **الأنظمة الكهروميكانيكية:**

- كهربائي: يعد الحمل الزائد للجهد / التيار وعدم توازن الطور (Phase) من أهم عوامل هدر الطاقة في الأنظمة الكهروميكانيكية، ويمكن اكتشاف كل من هذه المشكلات الكهربائية باستخدام أجهزة تحليل جودة الطاقة وأجهزة التصوير الحراري.

- ميكانيكي/ الاحتكاك: يظهر هدر الطاقة الميكانيكي في:
  - ارتفاع درجة الحرارة: ناتج عن انهيار العزل والتسريب.
  - والاهتزاز الزائد: ناتج عن الاحتكاك الميكانيكي.

ويمكن اكتشافها باستخدام الكاميرا الحرارية وعدادات الاهتزاز، ولمعالجة هذا عليك القيام بالمسح الحراري لأدوات التوصيل والأعمدة والأحزمة (السيور) والحاملات والمراوح والمكونات الكهربائية وصندوق النهاية / التوصيل واللفات - كل مسببات هدر الطاقة.

- في بعض المصانع القديمة على وجه الخصوص تتغير المتطلبات التشغيلية، ولكن الأحمال تبقى كما هي، مما يعني أنه في بعض الأحيان يتم ترك محرك كبير ومكلف وصعب التشغيل يقود نظاما أقل كثافة في القدرة الحصانية، حيث يعد الميل الطبيعي لأي مدير منشأة أو مصنع هو الحصول على أقصى عمر من المعدات، ومع ذلك لابد من تسجيل مقدار الطاقة التي يستخدمها المحرك مقارنة بمتطلبات الحمل الفعلية لعمل دراسة جدوى بقاء ذلك المحرك مقارنة باستبداله بمحرك آخر جديد أعلى كفاءة وأقل استهلاك للطاقة.

- **البخار:**

تمثل عملية التسخين جزءا كبيرا من تكاليف التشغيل التي يمكن التحكم فيها ويجب فحص النظام بانتظام لتجنب العديد من سيناريوهات إهدار الطاقة المختلفة:

- سجل استهلاك الوقود في الغلايات للحصول على معدل الاستهلاك الفعلي.
- قم بفحص نظام التوزيع بما في ذلك مصائد البخار ومقاييس الضغط، والعزل والمضخات والصمامات.
- استخدم جهاز تصوير حراري لاكتشاف مصائد البخار غير السليمة والتسريبات والانسدادات وتلف المكثفات.
- تحقق من جودة العزل والارتداد والتشغيل السليم لجميع مصائد البخار، وقم بتنظيف الغلايات الداخلية وافحص خطوط نقل البخار بحثا عن أى انسداد.

ولهنا ينصح باستخدام المقتصدات (Economizers)، والقياس الفعلي لكفاءة الغلايات.

• الهواء المضغوط:

يتم تحويل ١٠- ١٥٪ فقط من الكهرباء التي يستهلكها ضاغط الهواء الى هواء مضغوط ويتم تحويل ٩٠٪ الى طاقة حرارية ومع ذلك فإن متوسط تسرب الهواء المضغوط في المصنع هو ٢٠٪ – ٣٠٪.

جميع الأدوات الهوائية والخراطيم والمفاصل والصمامات وثقب صغير من ربع ميللي متر تحت ضغط ٧ بار قد يكلفك مبالغ طائلة في السنة وهي تعد مشكلة خطيرة للغاية.

يمكن أن يستهلك ضاغط الهواء بقدرة ١٠٠ حصان (٢٥٠ الي ٣٠٠ ميجاواط ساعة) من الكهرباء سنويا، ويذهب ما يصل إلى ٣٠٪ من هذه الكهرباء إلى ضغط الهواء الذي لا يتم استخدامه بسبب التسريب وممارسات الاستخدام المهدرة:

- ابدأ بتسجيل الطاقة على مدار دورة عمل كاملة في جميع ضواغط الهواء، وذلك لتحديد مقدار الطاقة اللازمة لإنتاج مستويات ضغط الهواء الحالية.
- استخدم معاير مقياس الضغط لتسجيل psi عند مخرج الضاغط مقارنة بنقطة الاستخدام.
- حدد مقدار انخفاض الضغط.
- تحقق من مقدار الpsi المطلوب لتشغيل المعدات الهوائية.
- استخدم جهاز تصوير صناعي صوتي لمسح أكبر قدر ممكن من بصمة خط الهواء لتحديد موقع ونطاق تسرب الهواء.
- الصيانة الدورية لشبكة الهواء ومعدلات زيت التبريد، حيث تقليل الضغط بمقدار ١ بار ينتج عنه وفر بنسبة ٧٪ من استهلاك ضاغط الهواء.
- استخدم محركات السرعة المتغيرة (VSDs).
- متابعة سلوكيات العمال المسببة لإهدار الطاقة مثل (تنظيف الملابس باستخدام الهواء المضغوط – رفض سد الثقوب بشبكة الهواء - ....الخ).

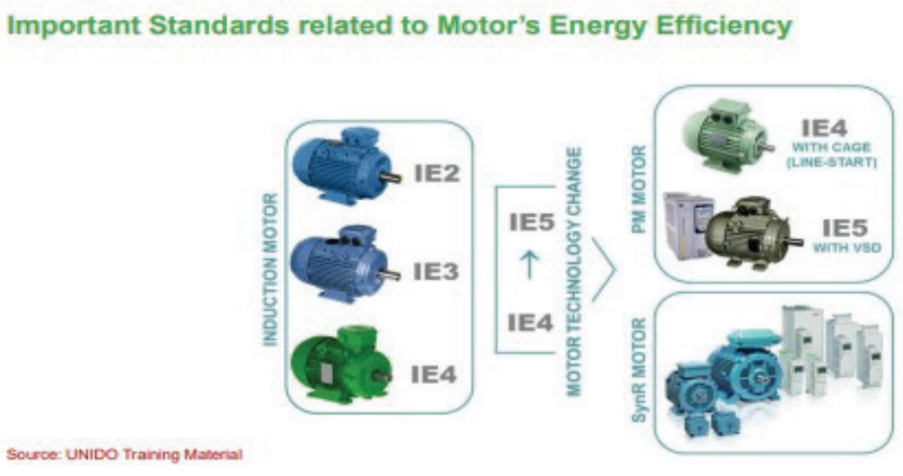
جدول ٢: فقد القدرة عند مقاسات أقطار مختلفة للثقب

قطر الثقب (mm)	استهلاك الهواء عند 6 بار(g) min/m^3	الفقد (KW)
١	٠,٠٦٥٥	٠,٤٦
٢	٠,٢٥٧	١,٨
٤	١,٠٣	٧,٢١
٦	٢,٣١	١٦,١٧

• المحركات:

▪ يمثل استهلاك أنظمة المحركات الكهربائية ما يقارب ٧٠٪ من معدل استهلاك المصنع الكلي للطاقة الكهربائية، حيث تقاس كفاءة المحرك عن غيره بقدر الطاقة المستهلكة لإنتاج نفس الكمية من الأعمال الميكانيكية مما ينعكس ايجاباعلى تقليل تكاليف الطاقة والتأثيرات البيئية، حيث:

- ضرورة تطابق مواصفات المحرك مع الكود المصرى .
- الالتزام بتشغيل المحرك بنسبة التحميل الموجودة على لوحة البيان (Name Plate).



شكل ٤ : المعايير الهامة المتعلقة بكفاء الطاقة في المحركات

▪ الأفران:

الفرن عبارة عن معدات حرارية تستخدم حرارة احتراق الوقود أو تحويل الطاقة الكهربائية الى مواد حرارية لصهر المعادن للصب أو تسخين المواد لتغيير الشكل (الدرفلة ، طرق الحديد، الخ) أو تغيير الخواص (المعالجة الحرارية)، ويمكن تصنيف الأفران الصناعية وفقا لاستخداماتها التكنولوجية الى:

- ▪ فرن المعالجة الحرارية.
- ▪ أفران الصهر.
- ▪ أفران التجفيف.

يعد الحفاظ على درجة حرارة تشغيل الأفران من أهم إجراءات كفاءة الطاقة، حيث تتعدد مصادر فقد الطاقة داخل الأفران والتي منها:

- الفقد الناتج من الجدران الخارجية للفرن.
- فقد الإشعاع الناتج من وجود بعض الفتحات والأجزاء الساخنة المكشوفة.
- تسريب الهواء الساخن الى خارج الفرن.

▪ الحمل الثابت داخل المصنع

هي الأحمال الكهربائية المستهلكة يوميا على مدار الـ٢٤ ساعة وتكون دائما في طور التشغيل مثل (إنارة الطوارئ – مضخات المياه – إنارة الجراجات – نظام التبريد والتدفئة "HVAC" - ....إلخ)، حيث دائما ما نبدأ بمراجعة تلك الأحمال الثابتة للتأكد من عدم وجود هدر في استهلاك الطاقة ناتج عن سلوكيات فردية من العمال والموظفين داخل المصنع.

Energies 1248 ,16 ,2023. https://doi.org/10.3390/en16031248.
IEA. World Energy Outlook 2017; IEA Publications: Paris, France, 2017.

الباب الرابع - حساب مؤشرات كفاءة الطاقة

مؤشرات كفاءة الطاقة Benchmark

- هي نقاط مرجعية لمقارنة أداء الطاقة بأداء الجهات المماثلة.
- هي قيم تمثيلية لأنواع المصانع الشائعة التي يمكن مقارنة الأداء الفعلي للمصنع على أساسها.

الأغراض الرئيسية لمؤشرات كفاءة الطاقة هي:

- تحديد ما إذا كان أداء طاقة المنشأة جيدًا أو متوسطًا أو ضعيفًا مقارنة بما يتعلق بالمباني الأخرى من نفس الخصائص النوعية.
- تحديد الوفر المحتمل.

المعادلة العامة:

(مؤشر أداء الطاقة (بوحدة "ك.و.س / وحدة منتج").= استهلاك الطاقة (ك و س) ÷ المنتج (وحدة منتج)

طبقا للمراجع العالمية، فإنه تم تعريف بعض مؤشرات أداء الطاقة لمنشأت ذات أنشطة مختلفة في قطاعات مختلفة كالقطاع الصناعي والتجاري والمستشفيات الخ.

١. مؤشرات كفاءة الطاقة في الصناعة

- الاستهلاك النوعي للطاقة (Specific Energy Consumption):

يعرف الاستهلاك النوعي للطاقة في صناعة ما، بكمية الطاقة المستهلكة لوحدة المنتج من هذه الصناعة مثل (ك.و.س/طن) أو (كيلوجرام مكافئ نفط / طن منتج) أو غيرها من النسب وأن استخدام الطاقة بكفاءة عالية يتطلب العمل على تخفيض الاستهلاك النوعي للطاقة بقدر الإمكان.

- التحليل الانحداري: Regression Analysis

هو تقنية إحصائية تستخدم لتحليل العلاقة بين متغير تابع (استهلاكات الطاقة) ومتغير أو أكثر من المتغيرات المستقلة (الإنتاج، الطقس، الهالك، ...الخ)، يهدف التحليل الانحداري إلى تحديد طبيعة العلاقة بين هذه المتغيرات، وتوقع قيم المتغير التابع عندما يتم تغيير قيمة المتغيرات المستقلة.

يقوم هذا التحليل بتعريف خط أساس استهلاك الطاقة ومدى تأثير المتغيرات عليها بحيث ان معامل الارتباط يكون اعلى من ٧٠٪ حيث يكون خط الأساس هو المرجع الرئيسي لمدير الطاقة للتأكد من حدوث الوفورات المخطط لها.

٢. مؤشر فاتورة الكهرباء نسبة الى الإنتاج

تعد فاتورة الكهرباء من المؤشرات الرئيسية التى يتضح من خلالها حجم الوفورات فى الطاقة الكهربائية ، حيث يتم تقديم بيانات فواتير كهرباء لمدة لا تقل عن عام ويفضل تقديم بيانات الفواتير لمدة تتراوح من سنتين إلى ثلاث سنوات لكل عداد لحسابات قيمة الوفر(جنيه) الناتج عن تطبيق إجراءات ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة (للتفاصيل عن فاتورة الكهرباء – مراجعه نموذج **#١٤**).

٣. مؤشر كثافة استهلاك طاقة الإضاءة

يعرف مؤشر كثافة استهلاك الطاقة الكهربائية في الإضاءة بأنه النسبة بين إجمالي قدرة الإضاءة بالواط الى المساحة الكلية للمصنع بالمتر المربع (المساحة المسطحة للدور × عدد الادوار).

تستخدم الخطوات التالية طبقا للمصنع:

- من إجمالي مساحة الأرضية المضيئة بالمتر المربع للمصنع المحدد، وأجمالى قدرة الإضاءة بالواط، يحسب مؤشر طاقة كثافة الإضاءة الحالي (واط /متر^2).

٤. مؤشر شدة الإضاءة (Lux)

هو كمية الفيض الضوئي (Lumen) الساقطة عموديا على وحدة المساحة (1 Lux = 1 Lm/m^2).

٥. مؤشر أحمال تكييف الهواء (قدرة التبريد) للتكيف المركزي (VA/m^2) طبقا للمكان (المواصفات طبقا IEC).

يوجد عدة عوامل تساهم في تحديد مقاس (حجم) الوحدة التي تحتاجها مساحة (غرفة) معينة.

فيما يلي الصيغة الأساسية:

حجم النظام = مساحة الغرفة × القدرة الكهربائية المطلوبة لكل متر مربع.

٦. مؤشر متوسط معامل القدرة

يوصى أن يكون الحد الأدنى لمعامل القدرة هو ٩٢,. وذلك على الجهد المنخفض والمتوسط، من المهم تحسين معامل القدرة المنخفض لتجنب ارتفاع فواتير الكهرباء وزيادة عمر المعدات وتقليل تكلفة تركيبات الكهرباء المصاحبة لها وفي حالة طلب تحسين معامل القدرة يرجى التوجه الى شركة التوزيع التابع لها المصنع.

٧. معامل الحمل (عامل التحميل)

هو قياس كفاءة استخدام الطاقة الكهربائية في المصنع وهو مؤشر جيد لإمكانية توفير التكاليف لتحويل بعض الأحمال الكهربائية إلى خارج ساعات الذروة لتقليل الطلب الكلي.

عامل الحمل = الاستهلاك الشهري بالكيلو واط/ساعة ÷ (مجموع قدرات الأحمال × عدد ساعات التشغيل الشهري). وكلما ارتفعت النسبة المئوية زادت كفاءة المنشأة في استخدام الكهرباء.

أهمية تحسين عامل الحمل:

- تشغيل عدد معين من الأحمال في فترات زمنية محددة.
- تحليل فواتير الكهرباء السابقة وتحديد فترات ذروة الطلب، ويتم إجراء التغييرات اللازمة بحيث لا تعمل جميع المعدات ذات القدرة الكهربائية العالية في وقت واحد.
- دراسة الأحمال بالمصنع لتحديد إى منها المتسبب فى حدوث ذروة الطلب.
- خفض ذروة الطلب عن طريق تأخير أو جدولة الإستخدام بدلاً من تشغيل جميع الأجهزة والمعدات مرة واحدة خلال فترات الذروة.

الباب الخامس – فرص الوفر في الطاقة

تستهلك المصانع طاقة كثيفة نظرا لمعدلات وجدول عملها وكذا احتياجاتها من المعدات والماكينات. يتم تصميم المصانع المشيدة حديثًا باستخدام أحدث التقنيات للحفاظ على الطاقة، كما تعمل غالبا المباني القديمة لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة فيها. لكن القدرة على الحفاظ على الطاقة لا تقتصر على البناء الجديد، يمكن للمصانع الحالية تطبيق إجراءات لتقليل استخدام الطاقة.

التقنيات والنظم الموائمة لترشيد وتحسين كفاءة الطاقة في القطاع الصناعى

١. عند تنفيذ برامج لتحسين كفاءة الطاقة في الصناعة، يجب التركيز على تقليل استهلاك النفط والغاز والكهرباء، وتصميم عمليات الإنتاج لتوفير أقصى استفادة من كفاءة إستخدام الموارد ، مما يتطلب دراسة دقيقة لكل مرحلة من مراحل الإنتاج وتحديد مدخلاتها ومخرجاتها لتحقيق ترشيد استخدام الطاقة.
٢. دراسة وتحليل شبكة الكهرباء للمنشأة الصناعية وتوزيع الأحمال بشكل دقيق، وضمان عدم انخفاض معامل القدرة الكهربائية داخل المنشأة، وضمان أن حمل المحركات ومراكز التحويل لا يقل عن ٨٠٪ من الحمل الاسمي. كما يجب توفير التهوية الطبيعية أو الذاتية للكابلات والمحركات، والاستفادة من الإنارة الطبيعية بقدر الإمكان.
٣. وضع برامج صيانة دورية للآلات والأجهزة المستخدمة في خطوط الإنتاج ومراقبة استهلاكها من الطاقة والتأكد من حسن أدائها.
٤. إجراء تدقيق طاقي دوري ومطابقة النتائج مع المؤشرات التصميمية وتدارك الانحرافات.

وقد بينت الخبرات المكتسبة في مجال تحسين كفاءة استخدام الطاقة توافر التقنيات السابقة وتطبيقات أثبتت نجاحها في تحقيق كفاءة عالية لاستخدام الطاقة في قطاع الصناعات ، يصلح بعضها للتطبيق في صناعة محددة بينما يغطي البعض الآخر مجالاً واسعاً من الصناعات وهذه التقنيات هي:

١. استرجاع الحرارة المفقودة (Waste Heat Recovery)

يعتبر استرجاع الحرارة المفقودة أحد أهم الفرص المتاحة لترشيد الطاقة في المنشآت الصناعية. وتتوافر هذه الفرصة في مجموعة من الصناعات يأتى على رأسها صناعة التعدين والزجاج والأسمدة والصناعات الغذائية وتكرير النفط والصناعات النسيجية، ويفترض قبل دراسة إمكانيات استرجاع الحرارة المفقودة أن يتم تحسين الكفاءة الحرارية للتجهيزات إلى أكبر قدر ممكن، ثم تحديد كميات الحرارة المفقودة التي يمكن استرجاعها مقارنة بالتكلفة. تخضع هذه الفرصة لعدد من المعايير، أهمها توافر كمية كافية من الحرارة المفقودة، وبدرجات حرارة ملائمة، مع إمكانية استخدامها.

٢. تحسين كفاءة الاحتراق (Improve Combustion Efficiency)

تتحقق الكفاءة الأمثل للاحتراق عندما يتم حرق الوقود مع الكمية المناسبة من الهواء لتأمين الاحتراق الكامل، ويتم التحكم بهواء الاحتراق وتنظيم درجة الحرارة والضغط ونسبة الهواء إلى الوقود باستخدام أنظمة التحكم الإلكترونية، ومحللات الغازات المحمولة، مما يساهم في تحسين كفاءة الأفران والمراجل.

٣. العزل والتبطين (Insulation and Lining)

تتوافر حالياً مواد عزل متطورة ذات ناقلية حرارية منخفضة تستخدم لعزل أنابيب المياه الساخنة و أنابيب البخار وجدران الأفران والمراجل مما يقلل من المفقودات الحرارية وتوفير الطاقة. ويمكن لإجراءات العزل توفير من ٥ - ٢٠٪ من الطاقة الحرارية المستهلكة.

٤. تحسين معامل القدرة (PF Improvement)

تشترط شركات توزيع الكهرباء على أن لا يقل متوسط معامل القدرة السنوى عن ٠,٩٢. وتلزم المصانع بتركيب مكثفات لتحسين معامل القدرة مما يساهم بتوفير من ٥ - ١٥٪ في فاتورة الكهرباء ويجنب المنشأة الصناعية دفع تكلفة المقابل لانخفاض معامل القدرة.

٥. استخدام أجهزة إنارة عالية الكفاءة High-Efficiency Lighting

يمثل استهلاك الإنارة حوالي ١٠ - ١٥٪ من استهلاك الطاقة الكهربائية في المنشأة الصناعية، ويمكن تحقيق وفورات كبيرة في هذا الاستهلاك عبر تحسين نظم الإنارة واستخدام أجهزة الإنارة عالية الكفاءة.

٦. استخدام المحركات ذات الكفاءة العالية(High Efficiency Motors)

تساهم التقنيات الحديثة في صناعة المحركات في تحسين كفاءة تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية عبر تخفيض المفقودات الناجمة عن الاحتكاك في أجزاء المحرك المختلفة، كما أن اختيار قدرات المحركات بحيث تكون قريبة من القدرة الاسمية المطلوبة وأن لا يقل حملها عن ٨٠٪ من قدرتها الاسمية يساهم في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة بمعدلات تصل إلى ٥ - ١٠٪.

٧. أنظمة التحكم في الطاقة والعمليات الصناعية (Industrial Process and Energy Control Systems)

تعد برمجيات إدارة الطاقة (Energy Management Software) من الطرق التي تساهم في تحسين كفاءة المنشأة الصناعية هي تتضمن مجموعة متنوعة من تطبيقات البرامج المتعلقة بالطاقة التي قد توفر تتبع الأداة والقياس في الوقت الحقيقي وإنشاء أنظمة التحكم في معدات التكييف والتهوية والإضاءة وتصميم المحاكاة والنمذجة والكربون والتقارير المستدامة وإدارة معدات تكنولوجيا المعلومات وعمليات تدقيق الطاقة. وقد أثبت استخدام هذه النظم المتطورة فعالية كبيرة في صناعة الإسمنت والصناعات الكيميائية والمعدنية، ويمكن لها أن تساهم في تحقيق وفر يتراوح بين ٥ - ١٠٪ من إجمالي استهلاك الطاقة.

وتشمل أنظمة التحكم العديد من الانظمة مثل أنظمة التحكم الاشرافي وتحصيل البيانات (Supervisor Control and Data Acquisition -SCADA System) و أنظمة إدارة الطاقة فى المباني (Building Energy Management System) وغيرها.

أ - أنظمة التحكم الإشرافية وتحصيل البيانات (Supervisor Control and Data Acquisition)

كما هو واضح من اسمها تنقسم إلى قسمين، القسم الأول التحكم والقسم الثاني تحصيل البيانات.

حيث تقوم هذه الأنظمة على مراقبة وتحصيل البيانات من عدد كبير من الأجهزة الموجودة في صناديق التجميع (Boxes Combiner)، محطات الطقس (Weather Stations) العدادات، المحولات (Transformers), لوحات الضغط المتوسط، والأجهزة المساعدة الموجودة في المحطة (مولدات القدرة غير المنقطعة (UPS's). أنظمة التكييف، أنظمة إطفاء الحريق وغيرها).

والجزء الثاني من هذه الأنظمة يتضمن التحكم بأجهزة وعمل المحطة بالشبكة الداخلية للمنشأة الصناعية. حيث تمكن هذه الأنظمة مشغلي محطات الشبكة الكهربائية التي تم ربط المشروع عليها من العديد من الأمور منها:

١. التحكم في القدرة المنتجة من المحطة، ووضع قيمة للقدرة القصوى التي يمكن ضخها على الشبكة (إذا لزم الأمر).
٢. الإيقاف والتشغيل بشكل كامل.
٣. التحكم في بعض القواطع الموجودة في المحطة.

ب - أنظمة إدارة الطاقة فى المباني (Building Energy Management System) (BEMS)

كذلك يعد استخدام أنظمة إدارة الطاقة فى المباني (BEMS) القائم على التحليلات يمكن أن يؤدي إلى تحسينات على مستوى النظام لتحقيق استدامة أكبر على المدى الطويل.

بناء نظام إدارة الطاقة

- يهدف الى إدارة الطاقة وصنع القرار لتوفير الطاقة.
- يجمع معلومات تشغيل نظام المعدات والبيانات المتعلقة بالطاقة.
- يحسن كفاءة الإدارة التشغيلية وجودة الخدمة.

٨. استخدام نظم إدارة الطاقة (Energy Management Systems)

إن التحكم بالاستخدام الأمثل لمصادر الطاقة بالتوافق مع نظم تشغيل وصيانة جيدة يؤدي إلى تحقيق كفاءة طاقة عالية، وذلك ببرمجة أوقات التشغيل والإيقاف للتجهيزات والتحكم في استهلاك الطاقة الكهربائية للاستفادة من الأسعار المخفضة خارج أوقات الذروة وتجنب الغرامات. كما إن التحكم بإنارة المباني وأنظمة التدفئة والتهوية والتكييف يؤدي إلى ترشيد جيد للطاقة. عموماً إن استخدام نظام فعّال لإدارة الطاقة يمكن أن يحقق وفراً في استهلاك الطاقة يتراوح بين٧ - ٢٠٪ في صناعات الإسمنت والنسيج ومواد البناء والصناعات الكيميائية.

٩. التوليد المشترك للحرارة والكهرباء (Cogeneration)

يوصى بتطبيق التوليد المشترك للحرارة و الكهرباء في مواقع الاستهلاك وخاصة في الصناعات التي تحتاج إلى الحرارة والكهرباء، مما يساهم في تحقيق كفاءة تصل إلى حوالي ٩٠٪ وقد حقق التوليد المشترك نتائج اقتصادية كبيرة على سبيل المثال في صناعات الإسمنت والحديد والصلب وتكرير النفط والصناعات الغذائية والنسيجية وصناعة الورق والزجاج.

يعرض الجدول أحد عشر إجراءاً لتحقيق وفورات الطاقة في الصناعات كثيفة وغير كثيفة الاستهلاك للطاقة، كما يظهر الجدول نسبة فورات الطاقة الدلالية، وفترة الاسترداد لكل إجراء.

جدول٣: تحقيق وفورات الطاقة في الصناعات كثيفة (وغير كثيفة) الاستهلاك للطاقة

الصناعات	التحكم بالعمليات الصناعية	استرجاع الحرارة المفقود	تحسين كفاءة الاحتراق	تحسين نظم إدارة الطاقة	التوليد المشترك للحرارة والكهرباء	تحسين معامل القدرة	محركات عالية الكفاءة	القدرة الكهربائية	تحسين نظم البخار	استخدام الوقود البديل (الصلب)	الإضاءة العالية الكفاءة
وفورات الطاقة المتوقعة (٪)	٥ - ١٥	٥-٤٥	٥-٢٥	٧-٢٠	٥-٤٠	٥-١٥	٥-١٠	٥-٢٠	٥-٥٠	٢-١٥	١٥-٥٠
فترة الاسترداد المتوقعة (عدد السنوات)	< ٢	٠,٥-١,٥	١-٣	< ٢	١-٥	١-٢	٣-٥	٢-٣	١-٣	< ٥	٠,٥-٠

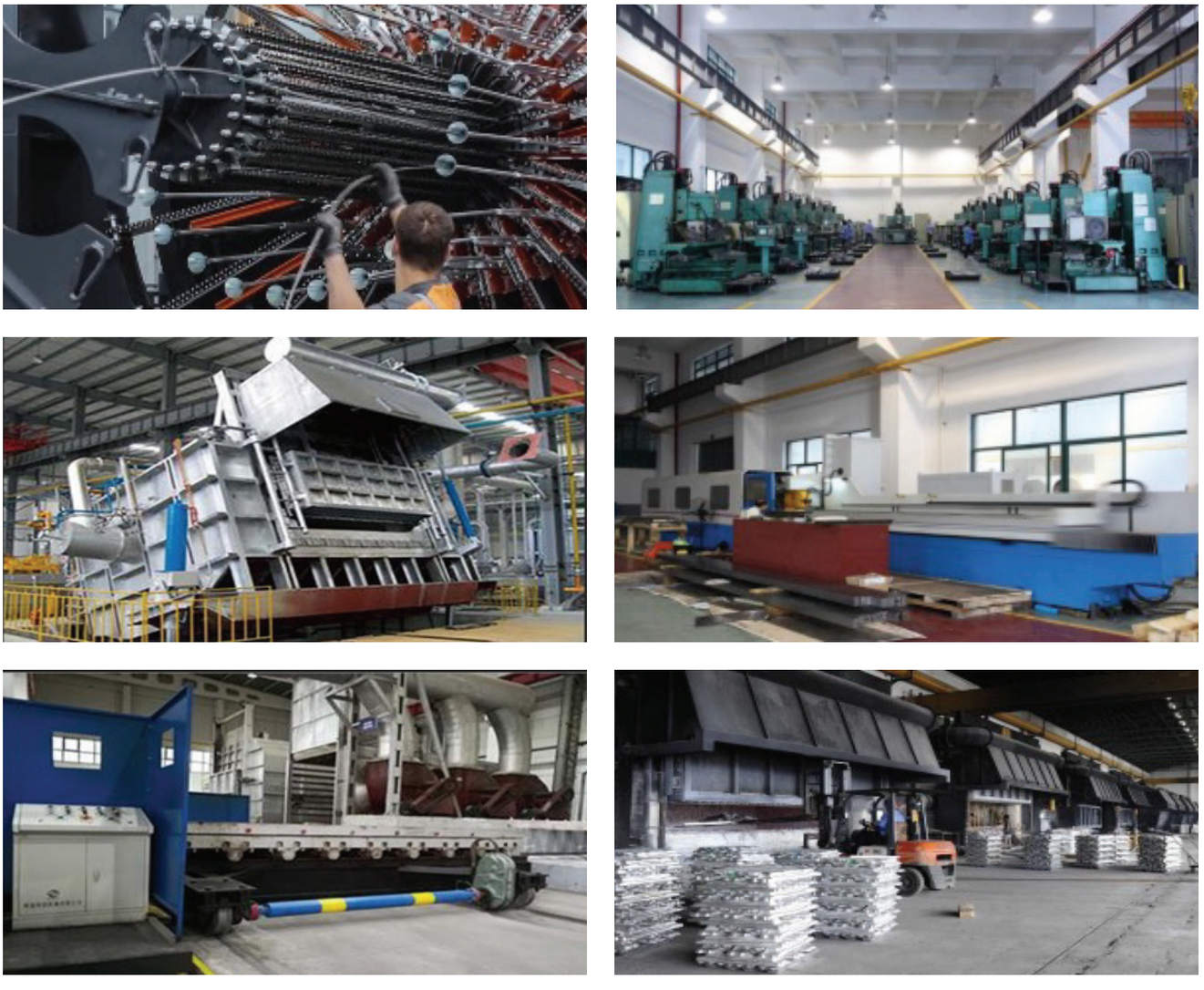
جدول٤: إمكانيات تحقيق وفورات في الطاقة في بعض الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة

		وفورات الطاقة على المدى القصير (٪)	
الصناعة		البلدان الصناعية	البلدان النامية
الحديد والصلب		١٠٪	٣٠٪
الإسمنت		٢٠٪	٢٥٪
الزجاج		٣٠-٣٥٪	٤٠٪
الإلومنيوم	إنتاج الإلومنيوم	٣٥٪	٥٠٪
	مسابك الإلومنيوم	١٠-٥٪	٥٪
المواد الكيميائية والبتروكيميائية	التكسير بالبخار (باستثناء مواد التلقيم)	٢٠-٢٥٪	٣٠-٢٥٪
	أمونيا	١١٪	٢٥٪
	ميثانول	٩٪	١٤٪
مصافي النفط		١٠-٢٥٪	٤٠-٤٥٪

المرجع : مؤشرات كفاءة الطاقة في الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة في المنطقة العربية
اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) ٣١ يناير ٢٠١٧

بعض الإرشادات العامة لترشيد وتحسين نسب استهلاك الطاقة في المصانع:

- استرجاع الحرارة المصاحبة لنواتج حرق الوقود واستخدامها في العمليات الإنتاجية أو تسخين المياه أو تسخين مياه تغذية الغلايات أو أية استخدامات متاحة في المنشأة، وذلك للتقليل من الاستهلاك النوعي للمحروقات.
- فصل أحمال التكييف عن أحمال الماكينات بالمصنع لإطفاء أكبر جزء منها خلال فترة الذروة، وذلك لخفض الحمل الأقصى خلال هذه الفترة.
- تحسين نظام الإدارة والتشغيل وتطبيق أنظمة التحكم في العمليات التشغيلية.
- عمل الصيانة الدورية للمعدات وخصوصا كثيفة الاستهلاك لتخفيض استهلاكها.
- مراجعة معامل القدرة في أحمال المصنع وتحسينه.
- العمل على تحسين المباني غير المعزولة بإضافة عوازل للأسقف والجدران الخارجية والنوافذ والأسطح.
- تقليل وإيقاف الإضاءة الداخلية والخارجية أثناء ساعات النهار والاعتماد على الإضاءة الطبيعية.
- إطفاء جميع الأجهزة ووحدات التكييف والإضاءة في الأماكن غير المشغولة وعند نهاية العمل.
- استخدام المصابيح الموفرة للطاقة ذات الاستهلاك الأقل والكفاءة العالية.



شكل٥: صور لبعض الماكينات والأفران في المصانع

فرص الترشيد في القطاع الصناعى

يعد القطاع الصناعى من أكثر القطاعات استهلاكا للطاقة والتي يجب القاء الضوء عليها حيث يوجد فيها العديد من فرص تحسين اداء الطاقة وكفاءة استخدامها. وفيما يلي بعض الفرص الشائعة المتبعة لترشيد الطاقة في المنشآت الصناعية:

أولا: الحمل الثابت داخل المصنع

يعبر الحمل الثابت عن الاستهلاكات غير المرتبطة بالإنتاج او في حالة توقف الإنتاج. مثل استهلاكات المعدات الصناعية في أوقات الراحة بين الورادي والاجازات. وكذلك الفقد الحراري والكهربي. يجب توعية العمال والموظفين داخل المصنع بذلك لتجنب السلوكيات التي قد تؤدي الى إهدار في استهلاك الطاقة الكهربائية والحرارية.

ثانيا: أنظمة البخار (Steam System)

- تركيب مبادل حراري على مدخنة العادم.
- عزل جسم الغلاية ومواسير ومحابس البخار.
- استبدال وإصلاح مصايد البخار.
- تركيب وعزل خط راجع البخار.
- تحسين معدل التفوير في الغلاية.

ثالثا: أنظمة الهواء المضغوط (Compressed Air System)

- التحكم في انخفاض الضغط: إعداد مقاييس الضغط في كل قسم من خط الأنابيب.
- معالجة التسريبات في شبكة الهواء المضغوط.
- تركيب محركات متغيرة السرعة.
- يجب أن يحاول المصنع ترتيب شبكة الأنابيب الحلقية لتحقيق التوازن بين ضغط الهواء في كل نقطة.
- تقليل ضغط الهواء المضغوط.
- التحكم المركزي في الوصلة لضواغط الهواء.
- تقليل درجة حرارة هواء السحب قدر الإمكان.
- تحسين تأثير التبريد لمياه التبريد وتقليل درجة الحرارة قدر الإمكان.
- استبدال المحركات منخفضة الكفاءة بأخرى ذات كفاءة اعلى (IE4&IE3).
- استخدام جهاز مغير الترددات (Variable Frequency Drives – VFDs).

رابعا: أنظمة المحركات الكهربائية (Motors)

- استبدال المحركات منخفضة الكفاءة بأخرى ذات كفاءة اعلى (IE4&IE3).
- استخدام جهاز مغير الترددات (Variable Frequency Drives – VFDs).

خامساً: أنظمة المضخات (Pumps)

- تقليص قطر دوافع المضخات.
- استبدال المحركات منخفضة الكفاءة بأخرى ذات كفاءة اعلى (IE4&IE3).
- استخدام جهاز مغير الترددات (Variable Frequency Drives – VFDs).

سادساً: الأفران (Ovens)

- استبدال الأفران القديمة بأستخدام تكنولوجيا حديثة سيوفر لك ما يقارب من ٦٠٪ من الطاقة المستهلكة في عمليات الإنتاج.
- استخدام الأفران الحديثة ذات خاصية استرداد الحرارة والذي سيعمل على توفير أكثر من ٣٠٪ من الطاقة المستهلكة.
- التأكد من أن حجم الأفران يتناسب مع احتياجات الإنتاج ضمن مصنعك، حيث أن الأفران ذات الحجم الكبير تستهلك الكثير من الطاقة دون ضرورة.
- عدم فتح أبواب الأفران دون ضرورة.
- إستخدام العزل الحرارى للأفران
- تزويد الموظفين بالتعليمات المناسبة حول كيفية الإستفادة من مميزات الأفران الحديثة، على سبيل المثال:
  - استخدام لوحات التحكم الإلكترونية.
  - التبديل بين نظام التدوير الحراري أو تدوير القالب ضمن الفرن.
- الاستثمار في محطات توليد مزدوج للطاقة والحرارة (Cogeneration)، وهو ما يحقق وفر يصل الى ٤٠٪ من الطاقة المستهلكة.

مما يسهم في:

- توفير المال الذي يتم انفاقه على فواتير الكهرباء.
- تحسين بيئة وظروف العمل بشكل كبير.
- تحسين الوقت المستغرق في الإنتاج.
- تحسين جودة المنتج.

سابعاً: العزل (Insulation)

١. إصلاح العزل التالف (إن أنبوب بخار مكشوف يبلغ قطره ١٥٠ مم وطوله ١٠٠ متر، ويحمل بخارًا مشبعًا بمعدل ٨ كجم/سم٢ من شأنه أن يهدر ٢٥٠٠٠ لتر من زيت الفرن في السنة).
٢. عزل أي معدن أو مادة عازلة ساخنة أو باردة.
٣. استبدال العزل الرطب.
٤. استخدم كاشف درجة الحرارة بالأشعة تحت الحمراء للتحقق من مناطق الجدران الباردة أثناء الطقس البارد أو مناطق الجدران الساخنة أثناء الطقس الحار.
٥. التأكد من أن جميع الأسطح المعزولة مكسوة بالألمنيوم.
٦. عزل جميع الفلنجات والصمامات والوصلات.
٧. عزل الخزانات المفتوحة (يمكن تقليل فقد الحرارة بنسبة ٧٠٪ عن طريق تعويم طبقة من كرات البولي بروبيلين (البلاستيك) بقطر ٤٥ مم على سطح سائل/متكاثف ساخن بدرجة حرارة ٩٠ درجة مئوية).

ثامناً: استرداد الحرارة المفقودة (Waste Heat Recovery)

- استرجاع الحرارة من غاز المداخن، ومياه تبريد المحرك ، وعادم المحرك ، والبخار المنخفض الضغط ، وعادم فرن التجفيف ، وتفوير الغلاية ، وما إلى ذلك.

- استعادة الحرارة من الغاز المنبعث من المحرقة.
- استخدام الحرارة المهدرة لتسخين زيت الوقود، وتسخين مياه تغذية الغلايات، وتسخين الهواء الخارجي، وما إلى ذلك.
- استخدم حرارة المبرد المهدرة لتسخين الماء الساخن.
- استخدام المضخات الحرارية.
- استخدام التبريد الامتصاصي.
- استخدم العجلات الحرارية، وأنظمة الدوران، وأنظمة الأنابيب الحرارية، والمبادلات الهوائية.

تاسعاً: انظمة التبريد (Cooling Systems)

يمثل استهلاك أنظمة التبريد في المصانع أكبر مستهلك منفرد للاستخدام الكهربائي، حيث يمكنه استهلاك أكثر من ٥٠٪ من إجمالي استهلاك الطاقة الكهربائية خلال الفترات الموسمية، حيث (١ طن تبريد = ٣٫٢٤ كيلو كالوري/ ساعة من الطاقة المفقودة).

- **التبريد المركزي: (Heating, Ventilation and Air Conditioning)**

يمكن تقليل استهلاك الطاقة لمعدات التبريد من خلال:

١. عمل الصيانات والتنظيفات الدورية لوحدات التبريد المركزية

يعتبر عمل الصيانات والتنظيفات الدورية لوحدات التبريد المركزية من الأمور الهامة التي يجب الاهتمام بها لضمان استمرارية عمل هذه الوحدات بكفاءة عالية، وتشمل هذه الصيانات والتنظيفات عدة خطوات مهمة، ومنها:

- تنظيف المرشحات: يجب تنظيف مرشحات الهواء بشكل دوري لإزالة الأوساخ والغبار الذي يتراكم عليها، وذلك لتحسين جودة الهواء المار داخل الوحدة.
- فحص مستوى الفريون: يجب فحص مستوى الفريون بشكل دوري للتأكد من وجود كمية كافية منه داخل الوحدة، وإذا كان هناك نقص في الفريون فإنه يجب إضافة المزيد.
- فحص الضغط: يجب فحص ضغط الوحدة بشكل دوري للتأكد من أنه يتم الحفاظ على مستوى الضغط المثالي داخل الوحدة.
- فحص المروحة: يجب فحص المروحة بشكل دوري للتأكد من أنها تعمل بكفاءة عالية ولا توجد بها أي مشاكل.
- فحص المكثف: يجب فحص المكثف بشكل دوري للتأكد من أنه نظيف ولا يوجد عليه أي أوساخ أو ترسبات.
- فحص الضاغط: يجب فحص الضاغط بشكل دوري للتأكد من أنه يعمل بكفاءة عالية ولا يوجد به أي مشاكل.
- فحص السدادات: للأبواب في غرف التبريد والثلاجات ومخازن المجمدات واستبدالها في حالة تلفها.
- أبراج التهوية: استخدام أبراج التهوية في تبريد المياه الخارجة من عملية التبريد للمنشأة.

٢. تحسين أداء طلمبات المياه

تعتبر طلمبات المياه من العناصر الأساسية في أنظمة التبريد، حيث تستخدم لتحريك المياه داخل هذه الأنظمة، ولتحسين أداء هذه الطلمبات يجب اتباع بعض الإجراءات والتقنيات المهمة ومنها:

- تنظيف الطلمبات: يجب تنظيف الطلمبات بشكل دوري لإزالة أي أوساخ أو ترسبات قد تتراكم عليها، حيث يؤدي وجود هذه الأوساخ إلى تقليل كفاءة الطلمبات وتحسين استهلاك الطاقة.
- تركيب محركات متغيرة السرعة: يعد تركيب محركات متغيرة السرعة من الإجراءات المهمة التي تساعد على تحسين كفاءة طلمبات المياه، حيث تتيح هذه المحركات إمكانية تعديل سرعة دوران الطلمبات وفقًا للاحتياجات المختلفة، مما يساعد على توفير الطاقة وتحسين كفاءة النظام بشكل عام.

- تركيب محابس ذات اتجاهين: يعد تركيب محابس ذو اتجاهين من الإجراءات المهمة التي تساعد على تحسين كفاءة نظام التبريد، حيث تسمح هذه المحابس بتحديد اتجاه تدفق الماء داخل الأنظمة، مما يساعد على توفير الطاقة وتحسين كفاءة النظام.

يعد الحفاظ على المعدات المبردة في درجة الحرارة الصحيحة أفضل للمحتويات المخزنة والتوفير في الطاقة، ويمكن تقليل استهلاك الطاقة بواسطة معدات التبريد بنسبة ٢ – ٤ ٪ إذا كان من الممكن زيادة درجة حرارة التبريد المحددة بمقدار ١ درجة مئوية. يتم ضبط درجة الحرارة بناءً على توصيات الشركة المصنعة.

- التكييفات المنفصلة والمراوح:

يمكن أن يزيد استهلاك الطاقة في نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء بشكل كبير إذا لم يتم إجراء الصيانة الدورية، حيث تؤثر المراوح المتسخة أو المعيبة وفلاتر الهواء ومجاري الهواء والمكونات بشكل مباشر على كفاءة النظام وتزيد من تكاليف التشغيل، كما يجب مراجعة أداء النظام بأكمله سنويًا وطلب قطع الغيار حسب الضرورة ويفضل دائما استشارة إخصائي الصيانة.

٣. المحافظة على الهواء البارد داخل المصنع

- تركيب أبواب أوتوماتيكية في مداخل المباني المستخدمة بكثرة لأنها تساعد في الحفاظ على الهواء المكيف بالداخل.
- التأكد من أن الهواء المكيف لا يعوقه الأثاث أو المعدات.
- الحفاظ على نظافة المرشحات، يضمن ذلك دورانًا أفضل للهواء في الفراغ ويقلل من الطاقة المطلوبة لتلبية الطلب على التبريد.
- استخدام الستائر الهوائية التي تساعد في توفير الطاقة الكهربائية في المصانع بشكل كبير حيث أنها تأتي بمواصفات تلائم أبواب عنابر المصانع وهو ما يحفظ درجة الحرارة الداخلية.
- الحفاظ على درجة الحرارة الداخلية لمكاتب الموظفين ٢٥ درجة مئوية.

i. تقسيم المناطق والمساحات داخل المصنع

تقسيم المنطقة (Zone) إلى مناطق ذات عناصر تحكم منفصلة للتبريد (يمكن أيضًا تقسيم الأنظمة الأخرى مثل الإضاءة بطريقة مماثلة).

ii. التحكم الموضعي

للتحكم في ناتج الحرارة من المبرد عن طريق ضبط تدفق المياه، يمكن أن توفر هذه الصمامات، عند تركيبها وتشغيلها بشكل صحيح تحكمًا فعالًا في درجة الحرارة.

iii. وضع الوحدات الخارجية في أماكن مظلله او وضع مظللات للوحدات

يعد وضع الوحدات الخارجية لأنظمة التكييف في أماكن مظللة من الأمور الهامة التي يجب مراعاتها عند تركيب هذه الأنظمة، فعندما تتعرض الوحدات الخارجية لأشعة الشمس المباشرة، فإنها تتعرض لحمل حراري زائد يؤثر على كفاءتها وقدرتها على التبريد.

iv. الاستفادة من التهوية الطبيعية

- التهوية الطبيعية في بعض المناطق داخل المصنع مما يسمح بتوفير الطاقة.
- إستبدال الهواء الدافئ المتصاعد بهواء بارد من خلال النوافذ أو فتحات التهوية.

٧. التحقق من عمل منظمات الحرارة:

تتضمن بعض علامات ضعف السيطرة في المصانع على ما يلي:

- التبريد مرتفع جدًا أو ليس مرتفعًا بدرجة كافية، لأن منظم الحرارة يقع في المكان الذي يؤثر فيه ضوء الشمس.
- يتم ضبط منظمات الحرارة على المستوى الأدنى للتبريد، لأن الموظفين يعتقدون أن هذا سيجعل المساحة تبرد بشكل أسرع.
- إعادة ضبط النظام هو ضبط معدات الطاقة الموجودة بالمصنع بحيث يمكن لهذه المعدات تعمل فى أفضل حالة كفاءة الطاقة.
- يجب التحقق من المتحكمات بدقة وبشكل منتظم والتأكد من أن ساعات تشغيل النظام تتطابق مع الأوقات التي تتطلب التهوية والتكييف، حيث تختلف الاحتياجات على مدار اليوم.

vi. تقليل الحمل غير الضرورى

- إستخدام معدات المكاتب والمطبخ الصديقة للبيئة والموفرة للطاقة.
- تحسين أداء العزل الحراري للمصنع مثل (الزجاج المزدوج – عزل النافذة – الجدران الخارجية – عزل السقف).

عاشراً: أنظمة الإضاءة

يمكن أن يقلل تصميم الإضاءة الجيد من التكاليف وله فائدة إضافية تتمثل في تقليل فقد الحرارة الداخلية، وبالتالي تقليل استهلاك تكييف الهواء أيضًا. عند إجراء تغييرات كبيرة على سياسة "إيقاف التشغيل" الخاصة بنظام الإضاءة يتم إشراك جميع الموظفين في توفير الطاقة والتكلفة.

١. تثبيت إضاءة منخفضة القدرة

إن استبدال المصابيح هي أكثر الخيارات المناسبة كفاءة، على سبيل المثال، في العديد من المواقع في المبانى الأدارية بالمصانع، يمكن استبدال مصابيح الإضاءة "التقليدية" من التنجستين مباشرةً إلى مصابيح الليد التي تستخدم طاقة أقل بنسبة ٨٠٪ وتنتج حرارة أقل ولديها عمر افتراضي أطول، واستبدال لمبات الفلورسنت بأخرى ليد طولية.

٢. مفاتيح ذات ملصقات كفاءة الطاقة

يتم وضع ملصقات على مفاتيح الإضاءة، يجب إطفاء الأنوار في المناطق غير الشاغرة ولكن يجب أن يوضع في الاعتبار الآثار المترتبة على الصحة والسلامة لا سيما في الممرات والسلالم.

٣. الاستفادة من الإضاءة الطبيعية

حيث يوفر فرصة جيدة لزيادة ضوء النهار، ويمكن إطفاء الإضاءة الأقرب من النوافذ بينما يظل الباقي مضاءً بأدوات تحكم منفصلة. ويمكن الموظفين من الاستفادة القصوى من ضوء النهار الطبيعي، مما يقلل من استهلاك الطاقة والحرارة الإضافية التي تولدها المصابيح وهذا بدوره يعني الحاجة إلى تبريد أقل.

٤. مجسات الإشغال

تعني مستشعرات (مجسات) الإشغال أن الإضاءة تعمل فقط عندما يكون هناك احتياج لها على سبيل المثال:

- المراحيض والحمامات.
- مساحات مكتبية مستخدمة بشكل متقطع.
- غرف التخزين (المناطق التي يتم فيها تحديد مناطق الإضاءة).
- الممرات ليلا.

ومع ذلك من الضروري الحفاظ على الحد الأدنى من مستويات الإضاءة حتى لا تمس معايير الصحة والسلامة.

٥. الصيانة

يمكن أن تنخفض مستويات الإضاءة بنسبة ٣٠٪ خلال ٢ – ٣ سنوات، لذا يجب الحفاظ على:

- نظافة النوافذ والمناور وتركيبات الإضاءة.
- استبدال المصابيح القديمة أو الخافتة أو الوامضة.
- الحفاظ على وسائل التحكم في حالة عمل جيدة من خلال التأكد من ضبط المؤقتات بشكل صحيح وأن تكون مستشعرات الإشغال نظيفة.
- تشجيع الموظفين على الإبلاغ عن مشاكل الصيانة.

٦. أضاءة عنابر التصنيع

عادة تكون أسقف عنابر التصنيع مرتفعة جدا لذا يعد التصميم المناسب لتطبيق الإضاءة في كل المنطقة الصناعية أمرًا حيويًا لتعزيز الرؤية والسلامة والإنتاجية الإجمالية. عادة يستخدم اى من النظامين :

- الإضاءة العالية (High bay lighting)
- الإضاءة المنخفضة (Low bay lighting)

جدول ٥: مقارنة بين نظامي الإضاءة

High bay lighting الإضاءة العالية	**Low bay lighting** الإضاءة المنخفضة
مناسبة للأسقف التي يتراوح ارتفاعها حوالى من ٢٠ إلى ٤٥ قدمًا	مناسبة للأسقف التي يتراوح ارتفاعها حوالى من ١٢ إلى ٢٠ قدمًا
القدرة بشكل عام أكثر من ١٠٠ واط	القدرة بشكل عام أقل من ١٠٠ واط
يتم التركيب باستخدام الخطافات أو السلاسل أو المعلقات، أو يمكن تعليقها أو تثبيتها على السطح في السقف	يتم التركيب باستخدام سلاسل أو خطافات للتعليق
تشتمل بشكل عام على عاكسات ظل من الألومنيوم صغيرة الزاوية أو عدسات ذات زاوية صغيرة لتسليط الضوء بشكل فعال على الأرض	تشتمل بشكل عام على ظلال عاكسة ذات زاوية كبيرة أو عدسات ذات زاوية كبيرة لنشر الضوء وتقليل قيم الوهج

لترشيد الطاقة فى عنابر التصنيع يتم استبدال كشافات الإضاءة العالية أو المنخفضة مثل الفلورسنت أو الصوديوم أو الهاليد المعدنى بأخرى ليد LED. يمكن أن تتراوح القدرة الكهربائية الشائعة لتركيبات LED عالية الإضاءة من ٩٥ واط إلى ٤٩٥ واط. إذا قورنت هذه القدرة الكهربائية مع تركيبات كشافات التفريغ (صوديوم عالى الضغط ، هاليد معدنى ....) عالية القدرة النموذجية فإن نفس النطاق هو ١٧٥ واط إلى ١٠٠٠ واط. وبالتالي، من خلال التحول إلى إضاءة LED، ينخفض فورا استهلاك الطاقة الكهربية بنسبة ٤٠٪ - ٦٠٪.

كشاف هاليد معدني - الإضاءة العالية	كشاف ليد - الإضاءة العالية
٢٥٠ واط	٩٠ - ١٥٠ واط
٤٠٠ واط	١٨٠ - ٢٠٠ واط
٦٠٠ واط	٢٥٠ واط

شكل ٦: مثال للمقارنة بين قدرة كشاف هاليد معدنى والمكافىء له من كشاف الليد

الحادي عشر: أنظمة طلمبات المياه

- استبدال طلمبات المياه منخفضة الكفاءة بأخرى ذات كفاءة أعلى.
- تركيب محركات متغيرة السرعة.
- تصغير حجم ريش الطلمبة.

الثاني عشر: أجهزة القياس

- ضرورة تحقيق اشتراطات المواصفات القياسية العالمية لمراجعة الطاقة (ISO – 50001 & ISO - 50002).
- ضرورة توافر أجهزة القياس اللازمة لمتابعة الاتى :
  - استهلاكات الطاقة والأحمال الكهربائية بصفة دورية (يومي – شهري - سنوي).
  - درجة حرارة التشغيل والضغط بالغلايات وضواغط الهواء والأفران.
  - مستوى الاهتزازات بالمحركات.
  - التوافقيات فى موجتى التيار والجهد. (Total Harmonic Distortion)
  - معامل القدرة وعامل الحمل.
  - تناسب درجة حرارة التبريد للمياه بالتكييفات المركزية طبقا لحرارة الجو.
  - التحقق من عدم وجود تسريبات في شبكة الهواء وشبكة البخار.
  - التحقق من اجراءات تدقيق الطاقة.

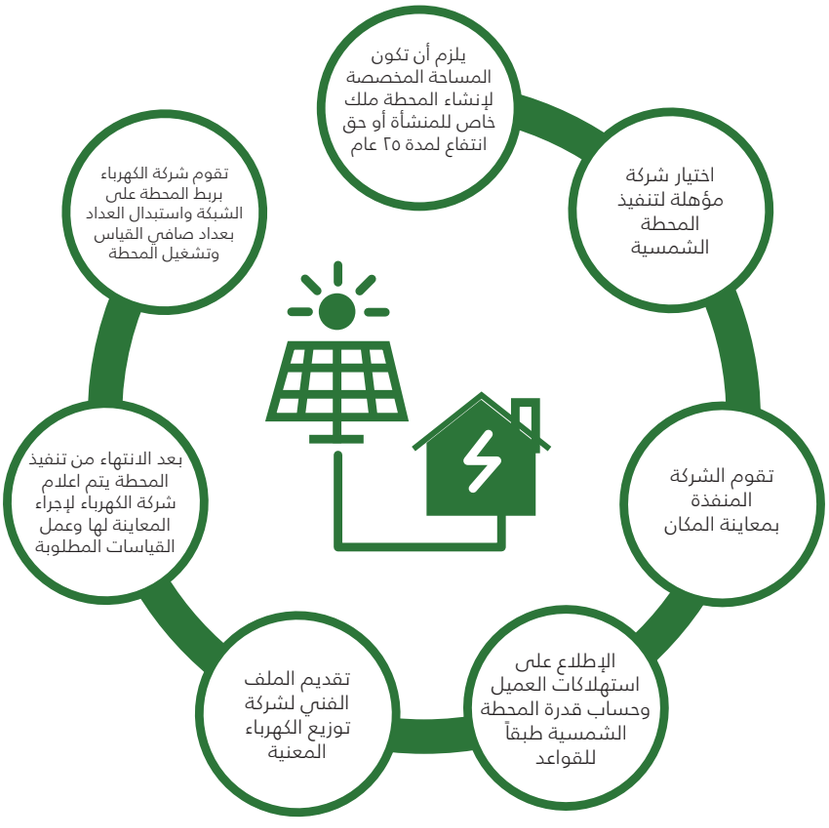
يرجى مراجعة ملحق (٥) والخاص بقائمة تفصيلية لمختلف أنواع أجهزة القياس المستخدمة.

الباب السادس – خدمات الطاقة المتجددة

١. تركيب محطة طاقة شمسية فوتوفولتية

بشكل عام تعمل محطة الطاقة الشمسية على تحويل طاقة الشمس إلى طاقة كهربائية تستخدم لتغذية الأجهزة الكهربائية، في المتوسط يمكن لنظام الطاقة الشمسية أن يوفر ما يصل إلى ٣٠ – ٧٠ ٪ من فاتورة الكهرباء، تحتاج محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية إلى ما لا يقل عن ٥-٤ ساعات من ضوء الشمس المباشر يوميًا لتعمل بفعالية.

يعتمد التوفير في الطاقة الكهربائية عند تركيب محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية على عوامل مختلفة مثل حجم النظام والموقع واستهلاك الطاقة وكفاءة الألواح الشمسية.



شكل٧: تركيب محطة طاقة شمسية كهروضوئية

مميزات تركيب محطة طاقة شمسية فوتوفولتية

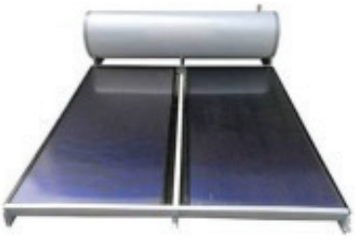
يعد تركيب محطة الطاقة الشمسية وتركيب عداد صافى القياس (والذى من خلاله يتم حساب الطاقة التي يتم استهلاكها من شبكة توزيع الكهرباء Import والطاقة التي يتم تصديرها لشبكة توزيع الكهرباء Export من محطة الطاقة الشمسية) ويتم ترحيل الطاقه الزائده للشهر المقبل وان زادت مره اخرى يتم ترحيلها للشهر الذي يليه وهكذا حتى نهاية شهر يونيو من كل عام ميلادي، ويتم عمل مقاصة واحتساب اي طاقة زائده منتجة من المحطه تم تصديرها على شبكة التوزيع واصدار شيك بنكي بقيمة تلك الطاقة لصالح المشترك، في حال الاحتياج الى تركيب محطة طاقة شمسية يرجى التوجه لشركة توزيع الكهرباء التابع لها المصنع (راجع النطاق الجغرافي لشركات توزيع الكهرباء صفحة ١٣ من الدليل).

٢. السخانات الشمسية

حيث تسلط الشمس على المجمع ويمتص الحرارة وينقلها إلى حيث تحتاجها للقيام بذلك بكفاءة، تحتاج مجمعات التسخين الشمسي إلى التعرض بشكل مباشر الى ضوء الشمس كل يوم وعدم وجود أي مظلات تحجب عنها أشعه الشمس.

أنواع سخانات المياه بالطاقة الشمسية

I. مجمعات الألواح المسطحة



شكل ٨: مثال على مجمعات الالواح المسطحة

II. مجمعات الأنابيب المفرغة

شكل٩: مثال على مجمعات الانابيب المفرغة

فإن كلا النوعان من سخانات المياه بالطاقة الشمسية لهما سلبيات وإيجابيات. يعتمد تحديد أي نظام يشترى على اختيار المسؤولين. يتم جدولة إيجابيات وسلبيات كل من سخانات المياه الشمسية المجمعة ذات الألواح المسطحة ومجمع الأنبوب المفرغ أدناه.

جدول ٦: مقارنة بين نوعين من السخانات الشمسية

نوع السخان	السلبيات	الإيجابيات
مجمعات الألواح المسطحة	■ أغلى من مجمعات الأنابيب المفرغة ■ تتطلب إضافات مضادة للتجمد في المناطق الباردة ■ المبادل الحراري ضروري إذا كان الماء مالحًا ■ معرض للتأكل من ملوحة المياه	■ أقوى من مجمعات الأنابيب المفرغة ■ عمر إفتراضي اطول ■ مثالي للمنازل ■ كفاءة اعلى
مجمعات الأنابيب المفرغة	■ قابل للكسر ■ كفاءة اقل ■ عمليات تنظيف دورية	■ جيد جدا في المناطق الباردة ■ تحقيق درجات حراره اعلى (تصل الى ١٠٠ درجة مئويه) ■ مقاوم للتأكل نتيجة ملوحة المياه

مقارنة بين سخانات المياه الكهربائية وسخانات المياه الشمسية

يعد تسخين المياه أحد العوامل الرئيسية المساهمة في إجمالي استخدام الطاقة والتي يمكن الحصول عليها من سخانات المياه: الكهربائية أو الغاز أو الشمسية. لكل نوع إيجابيات وسلبيات، في هذا الجزء سنتعرض لسخانات المياه الكهربائية والشمسية.

جدول ٧: مقارنة بين سخانات المياه الكهربائية وسخانات المياه الشمسية

نوع السخان	الإيجابيات	السلبيات
سخانات المياه الكهربائية	■ إمداد فوري بالمياه في أي وقت، لا يتأثر بحالة الطقس. ■ الحجم المناسب، وبالتالي يُسمح بالتركيب السهل في أي مكان، سواء كان ذلك في الحمام، أو في أي مكان تريد تثبيته فيه. ■ عامل الجذب الرئيسي هو تكلفته. تكلفة مناسبة، ولهذا يفضله الكثير في المقام الأول مقارنةً بسخانات المياه بالطاقة الشمسية. ■ نظرًا لأنه يتم تثبيته عادة داخل المبنى، فهو أقل عرضة للتآكل أو غيره من الأحداث الطبيعية الضارة مثل المطر وما إلى ذلك. ■ يحتوي معظمها على قرص للتحكم في درجة الحرارة يساعد على منع الحروق، ويمكن الحصول منه على مستويات الماء الدافئ.	■ الشاغل الرئيسي هو تأثيره على الوقود الأحفوري. تعتبر السخانات الكهربائية من العوامل الرئيسية المساهمة في استنفاد الوقود الأحفوري. ■ هناك احتمال حدوث ماس كهربائي مع الكابلات والأسلاك المتضمنة، مما قد يشكل خطورة على المستخدم. ■ على الرغم من التكلفة الأولية المناسبة، إلا أنه يستهلك كمية مرتفعة من الطاقة الكهربائية. ■ عمر هذه السخانات محددا بـ ١٥ سنة. ونادرًا ما يعملون في أفضل حالاتهم بعد ١٥ عامًا.
سخانات المياه الشمسية	■ سخانات المياه بالطاقة الشمسية فعالة من حيث التكلفة والتحول إليها سيقلل من تكاليف استهلاك الكهرباء ■ استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه بدلاً من الوقود الأحفوري أو الكهرباء يؤدى الى انبعاثات بيئية أقل ويثبت أنه صديق للبيئة. ■ التكلفة الأولية هي التكلفة الوحيدة التي يتحملها المالك. في وقت لاحق، تصبح الطاقة الشمسية التي تعمل عليها خالية تمامًا. ■ متانة هذه الألواح الشمسية تؤدى الى أن يعتمد عليها لمدة ٢٠-٣٠ سنة بسهولة.	■ معظم السخانات الشمسية تثبت على السقف والتركيب يعتبر نسبيا عمل شاق. ■ نظرًا لأنها مثبتة على السقف، فإنها تتعرض لأحداث الطقس الطبيعية مثل المطر والثلج وما إلى ذلك، كما أنها عرضة للتآكل في حالة الطقس الرطب. ■ الاحتياج إلى صيانة دورية. ■ التكلفة الأولية مرتفعة مقارنة بسخان المياه الكهربائي .

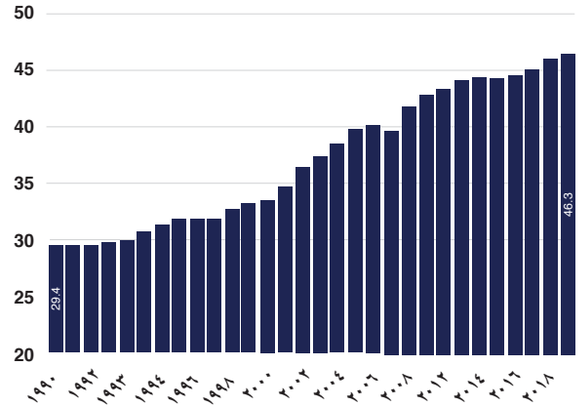
الباب السابع – التغيرات المناخية

١. تعريف التغيرات المناخية

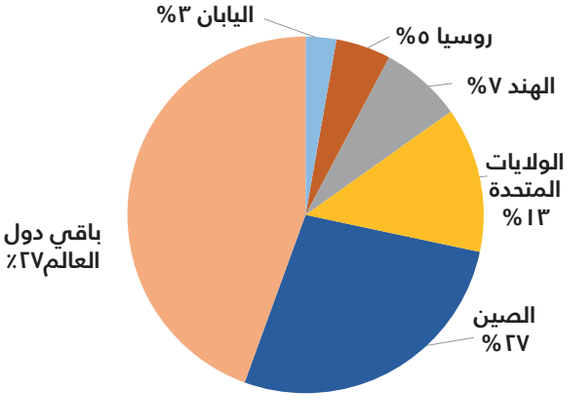
تُعتبر التغيرات المناخية واحدة من أكبر التحديات التي يواجهها العالم اليوم التي تؤدي إلى زيادة متوسط درجات حرارة سطح الأرض بشكل عام على مدى زمني طويل. وتنتج التغيرات المناخية بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري نتيجة ارتفاع مستوى غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان وأكسيد النيتروز وبعض الغازات الأخرى التي تسمى بـ «الغازات الدفيئة « التي تبقى في الغلاف الجوي لفترة زمنية تتراوح بين العقد والقرون أو أكثر فيكون لانبعاثها تأثير طويل الأمد على المناخ. بما أن عمر هذه الغازات طويل، فهي تمتزج جيداً في الغلاف الجوي بسرعة أكبر من سرعة إزالتها. فتحدث ظاهرة الاحتباس الحراري عندما تخترق أشعة الشمس الغلاف الجوي، ولكن عندما تنعكس على السطح يتعذر عليها الرجوع إلى الفضاء الخارجي مرة أخرى بسبب ازدياد تركيز الغازات الدفيئة عن معدلها الطبيعي. ومصادر الغازات الدفيئة هي حرق الوقود الأحفوري (مثل: البترول ومشتقاته والغاز الطبيعي والفحم) و الأنشطة البشرية الأخرى. يُعتبر ثاني أكسيد الكربون الأكثر شيوعًا، إلا أن تأثيره الضار في تدفئة سطح الأرض أقل مقارنة بالميثان أو الغازات الدفيئة الأخرى. تُقاس الغازات الدفيئة عادةً بوحدات تعادل ثاني أكسيد الكربون (CO_2e) لتمكين المقارنة بين تأثيراتها.

٢. أكبر المساهمين في انبعاثات الغازات الدفيئة

شهدت انبعاثات الغازات الدفيئة على مستوى العالم زيادة مستمرة بين عامي ١٩٩٠ و ٢٠١٩. وتُعتبر دول مثل الصين، والولايات المتحدة، والهند من أكبر المساهمين في هذه الانبعاثات، بالإضافة إلى روسيا واليابان اللتان ساهمتان بشكل كبير أيضاً كما هو موضح في شكل ١٠ وشكل ١١.



شكل ١٠ : تطور انبعاثات الغازات الدفيئة عالميا (جيجا طن مكافئ من CO_2e)

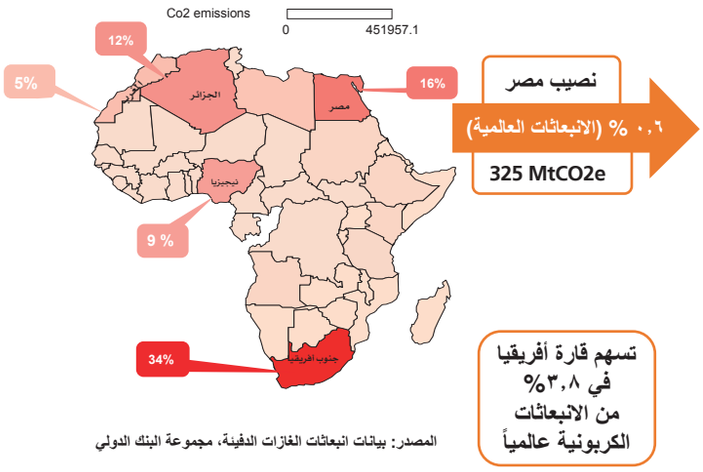


شكل ١١ : أكبر ٥ دول في انبعاثات الغازات الدفيئة عالميا ٢٠١٩

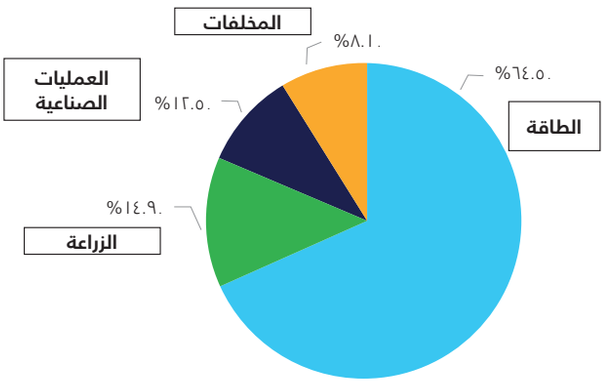
المصدر: البنك الدولي (٢٠٢٠)

في قارة أفريقيا، بلغت انبعاثات مصر في عام ٢٠١٥ حوالي٣٢٥,٦١٤ جيجا جرام مكافئ ثاني أكسيد الكربون، مما يمثل حوالي ٠,٠٦٪ من الانبعاثات العالمية. وتُصنف مصر كواحدة من أكبر خمس دول أفريقية من حيث الانبعاثات إلى جانب نيجيريا، وجنوب أفريقيا، والجزائر. في مصر، يُعتبر قطاع الكهرباء هو الأكبر في المساهمة في الانبعاثات بنسبة ٣١,٨٢٪، يليه قطاع النقل ثم الصناعة والزراعة كما هو موضح في شكل ١٢ وشكل ١٣.

أهم الغازات الدفيئة (بالإنجليزية: Greenhouse gases) هي ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والميثان (CH_4) وثاني أكسيد النيتروجين أو أكسيد النيتروز (NO_2) وغاز الكلوروفلوركربون (CFCs)ومركبات الكربون الهيدروفلورية (بما في ذلك مركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية HCFCs ومركبات الكربون الهيدروفلورية (HFCs) ومركبات الكربون الكلورية والفلورية (PFC) وسداسي فلوريد الكبريت (SF_6).



شكل ١٢: أكبر ٥ دول أفريقية من حيث انبعاثات الغازات الدفيئة



شكل ١٣: انبعاثات الغازات الدفيئة في مصر وفقاً
للقطاع في عام ٢٠١٥ (1st BUR, 2019)

٣. ما هي اتفاقية باريس؟ ولماذا ١,٥ درجة مئوية؟

اتفاقية باريس هي اتفاق دولي تاريخي بشأن تغير المناخ، تم التوصل إليه في ديسمبر ٢٠١٥ خلال مؤتمر الأمم المتحدة لتغير المناخ (COP21). تهدف الاتفاقية إلى مواجهة التهديدات المتزايدة الناجمة عن تغير المناخ من خلال الحد من الاحترار العالمي وتعزيز التحول نحو اقتصادات منخفضة الكربون. وقد صادقت على هذه الاتفاقية ١٩٦ دولة، مما يجعلها واحدة من أكثر الاتفاقيات الدولية شمولًا في مجال البيئة. الهدف الرئيسي لاتفاقية باريس هو الحد من ارتفاع متوسط درجات الحرارة العالمية إلى أقل من درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية، مع السعي إلى الحد من الزيادة إلى ١،٥ درجة مئوية. ويعكس هذا الطموح الاعتراف بالمخاطر الهائلة التي يشكلها تغير المناخ على البشرية والبيئة، ويهدف إلى تقليل الآثار السلبية الناتجة عن الاحترار العالمي. كل دولة مشاركة في الاتفاقية تقدم خططها الوطنية الخاصة بتقليل الانبعاثات وتخفيف آثار تغير المناخ. يتم تحديث هذه الخطط كل خمس سنوات لمراجعة التقدم المحرز وتقديم التزامات جديدة تعرف باسم المساهمات المحددة وطنياً (NDCs). يُطلب من الدول تقديم تقارير دورية حول تقدمها في تنفيذ المساهمات المحددة وطنياً وتوضيح الإجراءات المتخذة للتخفيف من آثار تغير المناخ.

يتضمن الاتفاق التزاما من جميع الدول لخفض انبعاثاتها والعمل معاً للتكيف مع آثار تغير المناخ، و تدعو الدول إلى تعزيز التزاماتها بمرور الوقت. يوفر الاتفاق طريقاً للدول المتقدمة لمساعدة الدول النامية في جهود التخفيف من حده التغيرات المناخية و التكيف معها مع إنشاء إطار للرصد و الإبلاغ عن الاهداف المناخية للدول.

الهدف الأكثر طموحًا المتمثل في الحد من الاحترار العالمي إلى ١,٥ درجة مئوية يأتي استجابة للعديد من الدراسات العلمية التي أشارت إلى أن زيادة الاحترار العالمي إلى أكثر من هذا الحد ستؤدي إلى عواقب وخيمة على المناخ والبيئة والبشر. أبرز تلك الدراسات جاءت من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

(IPCC) التي نشرت تقارير تحذر من أن تجاوز ١,٥ درجة مئوية سيرفع من احتمالية حدوث ظواهر مناخية شديدة مثل موجات الحر والجفاف والفيضانات، وسيؤثر بشكل أكبر على المجتمعات الفقيرة والهشة.

إذا تجاوز الاحترار العالمي ١,٥ درجة مئوية، فمن المتوقع أن يؤدي ذلك إلى:

١. ارتفاع مستوى سطح البحر مما سيهدد المدن الساحلية والجزر المنخفضة.
٢. زيادة تواتر وشدة الظواهر المناخية القصوى مثل الأعاصير والفيضانات والجفاف.
٣. تدهور النظم البيئية الحيوية مثل الشعاب المرجانية التي قد تتعرض للانقراض.
٤. تهديد الأمن الغذائي والمائي بسبب التغيرات المناخية التي تؤثر على الزراعة والموارد المائية.
٥. تفاقم الفقر والهجرة نتيجة تأثر المجتمعات الهشة، التي تعتمد على الزراعة وموارد الطبيعة، بشكل أكبر من غيرها.

٤. التزامات مصر لمواجهة التغيرات المناخية

صدقت مصر على اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) في عام ١٩٩٤ لتكون من أوائل الدول التي تستجيب لتهديدات تغير المناخ وفقًا لمبدأ الإنصاف للمسؤوليات المشتركة، ولكن المتباينة وفقًا للقدرات الوطنية المعنية. قدمت مصر مساهمتها المقررة والمحددة وطنياً (INDC) في نوفمبر ٢٠١٥ لتحقيق الأهداف العالمية المنصوص عليها في اتفاقية باريس لسكرتارية اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. بعد أن وقعت مصر اتفاقية باريس في ٢٢ أبريل ٢٠١٦ وصدقت عليها في ٢٩ يونيو ٢٠١٧ ، تم اعتبار المساهمات المقررة المحددة وطنياً (INDC) أول مساهمات مُحددة وطنية في مصرNDC. التحديث الأول والثاني لمساهمات مصر المحُددة وطنياً تم تقديمهما بالتوالي في عامي ٢٠٢٢ و ٢٠٢٣ والتي تغطي الفترة بين ٢٠١٥ و ٢٠٣٠. وتم إطلاق الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ ٢٠٥٠ (NCCS) في عام ٢٠٢٢.

قدمت مصر بلاغاتها الوطنية الأول والثاني والثالث إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ في الأعوام ١٩٩٩ و ٢٠١٠ و ٢٠١٦ على التوالي ،علاوة على ذلك، تم تقديم التقرير المُحدث الأول لمصر كل سنتين (BUR1) في عام ٢٠١٩ وجاري العمل على تقديم البلاغ الوطني الرابع ومن المتوقع أن يتم تقديمه إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ بحلول نهاية عام ٢٠٢٤. وقدمت هذه التقارير تدابير التكيف والتخفيف المُجمعة والخطط المأمولة لتحقيق التزامات مصر بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ ، ومنذ ذلك الحين تبنت مصر مجموعة إضافية من الإجراءات للاستجابة لتحديات تغير المناخ.

٥. أهمية تقليل الغازات الدفيئة في الصناعة

تعد هذه بعض المزايا للقطاع الصناعي من تنفيذ مشروعات خفض الكربون:

١. تساهم في تقليل تكلفة الإنتاج من خلال الوفر في الطاقة والموارد الأخرى مما يحسن تنافسية المنتجات ويزود الأرباح.
٢. الاستمرار في تصدير المنتجات وفتح أسواق جديدة ذات متطلبات صارمة للبصمة الكربونية للمنتجات مثل الإتحاد الأوروبي.
٣. الاستفادة من الحوافز المالية المتاحة للشركات للحد من انبعاثاتها بهدف خفض الانبعاثات الإجمالية.
٤. الاستفادة من سوق الكربون الذي يسمح للشركات بتعويض انبعاثات الغازات الدفيئة عن طريق شراء

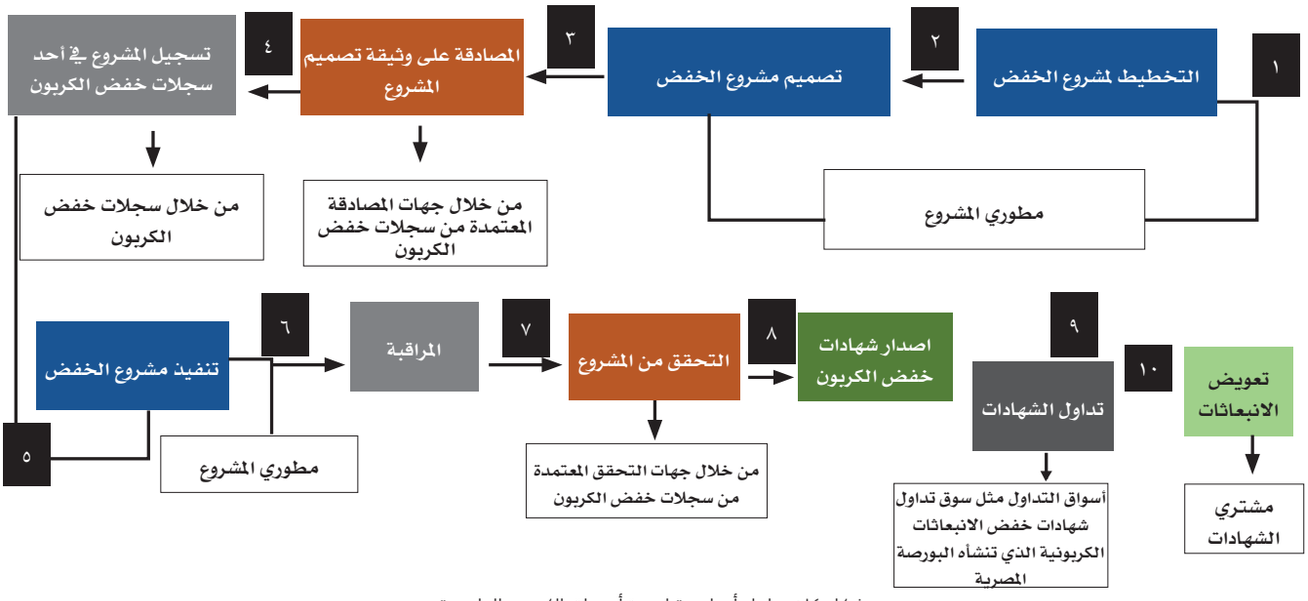
شهادات الكربون للالتزام بأهداف المناخ. تساعد أسواق الكربون على تقليص التكاليف، مما يتيح للدول والشركات المجال لتسهيل التحول إلى اقتصاد منخفض الكربون والاستثمار نحو الطاقة النظيفة وغيرها من التكنولوجيات منخفضة الكربون.

٦. أسواق الكربون الطوعية

تُعتبر أسواق الكربون الطوعية أداة مهمة لتقليل الانبعاثات الكربونية بشكل طوعي. تعمل هذه الأسواق على تمكين الأفراد والشركات من تعويض انبعاثاتهم من خلال شراء شهادات خفض الانبعاثات. هذه الأسواق ليست مرتبطة بأطر تنظيمية إلزامية مثل نظام تداول الانبعاثات الأوروبي (EU ETS)، بل تعتمد على رغبة الأطراف في المساهمة في تقليل بصمتهم الكربونية. ومع ذلك، تأتي الآلية الحدودية لضبط الكربون (CBAM) كإضافة تنظيمية هامة، حيث تهدف إلى منع تسرب الكربون عبر فرض رسوم على واردات سلع محددة كثيفة الكربون إلى الاتحاد الأوروبي. وذلك يضمن أن الشركات غير الأوروبية المصدرة إلى الاتحاد الأوروبي تلتزم بمعايير بيئية مماثلة. وبالتالي يمكن أن يؤثر على تنافسية الشركات خارج الاتحاد الأوروبي لتصدير منتجاتها في حالة إذا لم تستثمر في تكنولوجيات منخفضة الكربون أو تعويض هذه الانبعاثات عن طريق شراء شهادات الكربون.

فلذلك من بين الجهات المشاركة في هذه ا أسواق الكربون الطوعية الشركات الكبرى التي تسعى لتخفيف انبعاثاتها لتحقيق أهداف الاستدامة أو متطلبات التصدير، ويمكن كذلك مشاركة الأفراد الذين يرغبون في دعم مشروعات خفض الكربون. تختلف هذه الأسواق عن الأسواق التنظيمية التي تُفرض فيها قيود قانونية على الانبعاثات تعتبر شهادة الكربون الطوعية وثيقة تُصدر مقابل خفض طن واحد من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2e) عن طريق مشروعات خفض الانبعاثات. هذه المشروعات تخضع لمعايير صارمة للتحقق والمصادقة، سواء كانت داخلية أو دولية، من قبل جهات مختصة.

تتضمن دورة أسواق الكربون الطوعية عدة مراحل أساسية، منهم تصميم مشروع خفض الانبعاثات وتسجيله في أحد السجلات المعترف بها، مرورًا بعملية التحقق والمصادقة من قبل جهات مختصة. بعد ذلك يتم إصدار شهادات خفض الانبعاثات وتداولها في السوق. تشمل الأطراف المشاركة في هذه الدورة مطوري المشروعات، الجهات التي تتحقق وتُصادق على المشروعات، والمشترين الذين يقومون بشراء الشهادات لتعويض انبعاثاتهم. هذه الشهادات يمكن تداولها من خلال منصات مخصصة مثل البورصة المصرية لتداول شهادات خفض الانبعاثات كما هو موضح في شكل ١٤.



شكل ١٤: مراحل أساسية لدورة أسواق الكربون الطوعية

	مطوري المشروعات: هي الجهات المسئولة عن تنفيذ مشروعات خفض الانبعاثات الكربونية التي يتم بموجبها إصدار شهادات خفض الانبعاثات الكربونية بالسجلات بعد اعتماد جهات التحقق والمصادقة.
	جهات التحقق والمصادقة المعتمدة: هي الجهات التي تقوم بعمليات التحقق والمصادقة من خلال مراجعة والتحقق من مطابقة المشروع لمتطلبات معايير ومنهجيات الخفض المعتمدة لدي جهات وضع المعايير والمنهجيات. تتم عملية التصديق والتحقق وفقا لمتطلبات الكفاءة على النحو المنصوص عليه في شهادتي ISO14065 وISO17029.
	سجلات خفض الكربون: هي أنظمة حفظ مركزية إلكترونية تتضمن سجلات لإصدار وتسجيل وتتبع تسلسل نقل ملكية شهادات خفض الانبعاثات الكربونية والناتجة عن تنفيذ مشروعات خفض الانبعاثات الكربونية وفقا للمنهجيات الصادرة عن جهات وضع المعايير والمنهجيات. الجهات مُنشأة مسجلات الكربون الطوعية هي الجهات المالكة والقائمة على حفظ وإدارة سجلات الكربون الطوعية.
	أسواق التداول: هو سوق لبيع وشراء شهادات خفض الكربون مثل سوق التداول الذي أنشأته البورصة المصرية.
	مشتري الشهادات: هي الجهات التي تقوم بشراء الشهادات لتعويض الكربون. تعويض الكربون هو تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أو الغازات الدفيئة الأخرى من أجل التعويض عن الانبعاثات الناتجة في مكان آخر وتقاس التعويضات بالأطنان من مكافئ ثاني أكسيد الكربون tCO2e حيث يمثل طن واحد من تعويض الكربون اختزال طن واحد من ثاني أكسيد الكربون أو ما يعادله من غازات الدفيئة الأخرى.

تم الإعلان عن إنشاء أول سوق طوعي في مصر لتداول شهادات خفض الانبعاثات الكربونية ليكون مركزاً إقليمياً لتداول شهادات خفض الانبعاثات الكربونية أفريقية المنشأ، وذلك أثناء قمة المناخ COP٢٧ نوفمبر عام ٢٠٢٢. ومنذ هذا الإعلان تم عمل شراكة مستمرة بين الهيئة العامة للرقابة المالية ووزارة البيئة المصرية لتيسير إنشاء سوق الكربون الطوعي ولوضع الضوابط التي ستنظم هذا السوق. وقد تم الإعلان عن تدشينه رسمياً في أغسطس ٢٠٢٤*.

لتسجيل المشاريع في هذا السوق، يجب على الجهة الراغبة الاطلاع على موقع الهيئة العامة للرقابة المالية: https://fra.gov.eg/vcm

*https://africarbonex.com/

المراجع

- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، "التقرير الخاص بالاحترار العالمي بمقدار ١.٥ درجة مئوية"، ٢٠١٨.
- الأمم المتحدة، "اتفاقية باريس لتغير المناخ"، اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC)، ٢٠١٥
- البنك الدولي، "تحقيق صافي الانبعاثات الصفرية: الآفاق والفرص والتحديات"، تقرير البنك الدولي، ٢٠٢٠.
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، "مسار إلى صافي الانبعاثات الصفرية بحلول عام ٢٠٥٠"، ٢٠٢١.
- منظمة الصحة العالمية (WHO)، "التأثيرات الصحية لتغير المناخ"، ٢٠٢٢.
- وكالة الطاقة الدولية (IEA)، "تحول الطاقة العالمية ٢٠٥٠"، ٢٠٢١.
- وزارة البيئة المصرية، "التقرير الوطني بشأن التغير المناخي"، ٢٠٢٢.
- مركز الدراسات الاستراتيجية والدولية (CSIS)، "مستقبل الطاقة المتجددة في العالم العربي"، ٢٠٢١.
- معهد الموارد العالمية (WRI)، "خارطة طريق لتحقيق الاستدامة البيئية في الدول النامية"، ٢٠١٩.
- الاتحاد الأوروبي، "الإطار الأوروبي لسياسة المناخ والطاقة ٢٠٣٠"، ٢٠١٤.
- الأمم المتحدة، "المساهمات المحددة وطنياً (NDCs) - تقارير التقدم والتحديثات"، ٢٠٢٣.
- التقرير المُحدث الأول لمصر كل سنتين (BUR1)، ٢٠١٩
- هيئة الرقابة المالية https://fra.gov.eg/vcm

الملاحق

ملحق ١ – مؤشرات الأداء

مؤشر شدة الإضاءة (لاكس) (Lux)

هو كمية الفيض الضوئي (لومن Lumen) الساقط عموديا على وحدة مساحة الغرفة أو المكان

(1 lux = 1 lm/m^2) يوضح الجدول التالي مستويات شدة الإضاءة الموصي بها لمهام مختلفة بغرض تقييم أنظمة الإضاءة.

جدول ٨: مستويات شدة الإضاءة

	أمثلة على مجال النشاط	مستوى شدة الإضاءة (lux)
تستخدم الإضاءة العامة للغرف والمساحات إما بشكل غير متكرر و/أو مهام مرئية عادية أو بسيطة.	الحد الأدنى من إضاءة الخدمة في مناطق التدوير الخارجية، والمتاجر الخارجية، ومناطق التخزين.	٢٠
	ممرات وأرصفة خارجية	٥٠
	غرفة الغلاية	٧٠
	ساحات المحولات، غرفة الفرن، إلخ.	١٠٠
	مناطق تداول في الصناعة والمخازن وغرف التخزين.	١٥٠
الإضاءة العامة الداخلية	الحد الأدنى من إضاءة الخدمة في المهمة	٢٠٠
	العمل على دكة العمل المتوسط والآلة، والعملية العامة في الصناعات الكيميائية والغذائية، وأنشطة القراءة وحفظ الملفات غير الرسمية.	٣٠٠
	هناجر، التفتيش، مكاتب الرسم، دكة العمل الدقيق وتجميع الماكينة، العمل بالألوان، مهام الرسم الحرجة.	٤٥٠
	دكة جيدة جدًا لعمل الآلة، وتجميع الآلات الدقيقة؛ المكونات الإلكترونية والقياس وفحص الأجزاء الصغيرة المعقدة (يمكن توفيرها جزئيًا بواسطة إضاءة المهام الموضعية).	١٥٠٠
إضاءة موضعية إضافية للمهام الصعبة بصريًا	عمل دقيق ومفصل بدقة، على سبيل المثال أجزاء صغيرة جدا من الآلات، صنع الساعات، النقش.	٣٠٠٠

Source: https://slideplayer.com/slide/10742017

مؤشر كثافة استهلاك طاقة الإضاءة

يعرف مؤشر كثافة استهلاك الطاقة الكهربائية في الإضاءة بأنه النسبة بين إجمالي قدرة الإضاءة بالواط الى المساحة الكلية للمبنى بالمتر المربع (المساحة المسطحة للدور X عدد الادوار)

تستخدم الخطوات التالية طبقا لنوع المبنى:

- من إجمالي مساحة الأرضية المضيئة بالمتر المربع للمبنى المحدد، وأجمالي قدرة الإضاءة بالواط، يحسب مؤشر طاقة كثافة الإضاءة الحالي (واط /متر^2)

يوجد طريقتين للحصول على القيمة القياسية لمؤشر كثافة استهلاك طاقة الإضاءة وهما :

- طريقة مساحة المبنى (Building Area Method)
- طريقة فراغ – فراغ (Space-by-Space Method)

طبقا لهذا التصنيف نحصل على مؤشر طاقة الإضاءة المقابل من الجدول التالي:

جدول ٩: مؤشرات كثافة استهلاك الطاقة الكهربائية لأنظمة الإضاءة للمباني المختلفة

طريقة مساحة المبنى	**نوع المبنى**	**كثافة قدرة الإضاءة (واط / م^2)**
	منشأة للتصنيع	٨,٩
طريقة فراغ – فراغ	**نوع المبنى**	**كثافة قدرة الإضاءة (واط / م^2)**
	منطقة التصنيع التفصيلية	٨,٦
	غرفة المعدات	٨,٢
	منطقة أضاءة عالية للغاية(Extra high bay) (١٥,٢ متر: ارتفاع من الأرض إلى السقف)	١٥,٣
	منطقة أضاءة عالية(High bay) (٧,٦ إلى ١٥,٢ متر: ارتفاع من الأرض إلى السقف)	١٣,٤
	منطقة أضاءة منخفضة(Low bay) (< ٧,٦ متر : ارتفاع من الأرض إلى السقف)	٩,٣

Source: ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2019

مؤشرات كفاءة الطاقة فى الصناعة

مؤشر الاستهلاك النوعي للطاقة لكل من المعدل العالمي، وباستخدام أحدث التكنولوجيات (كيلوجرام مكافئ نفط / طن منتج)، وإمكانيات توفير الطاقة في بعض الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة.

ملاحظة: إمكانية توفير الطاقة هي الفرق بين المعدل العالمي للإستهلاك النوعي للطاقة والإستهلاك باستخدام أحدث التكنولوجيات.

جدول ١٠: مؤشر الاستهلاك النوعي للطاقة لكل من المعدل العالمي وأحدث التكنولوجيات

	الصلب الخام	الإسمنت	الأسمدة			الألومنيوم
			الأمونيا	اليوريا	الفوسفات	
المعدل العالمي	٥٧٠	١١٠	٩٤١	٦٦٠	٨٠	١٢٣٠
أحدث التكنولوجيات	٤٢٥	٩٣	٦٨٥	٤٥٨	٦٩	١١٣١
إمكانية توفير الطاقة	%٢٥,٤	%١٥,٥	%٢٧,٢	%٣٠,٦	%١٣,٨	%٨

ملحق ٢ – المكونات الأساسية لبعض الأنشطة الصناعية

	أنواع المعدات (الأحمال)	تصنيف القطاعات الصناعية						
		الهندسية	المعدنية	الأغذية	التعدين	النسيج	الكيماويات	الأخشاب
١	الغلايات			√	√	√	√	√
٢	أفران التجفيف/ المعالجة	√	√		√			
٣	ماكينات القطع	√	√				√	√
٤	ماكينات الصباغة					√		
٥	ماكينات التجفيف					√	√	√
٦	ماكينات الغزل					√		
٧	كباسات الهواء (ضواغط)	√	√	√	√	√	√	√
٨	ماكينات الطباعة						√	
٩	وحدات التبريد	√		√			√	
١٠	ماكينات ضغط هيدروليكي	√					√	√
١١	محركات			√				
١٢	طلمبات	√	√	√	√	√	√	√
١٣	خلاطات			√				
١٤	مولدات احتياطية	√	√	√	√	√	√	√
١٥	ورش	√	√	√	√	√	√	√
١٦	أنظمة الإضاءة	√	√	√	√	√	√	√

ملحق ٣ – نماذج البيانات المطلوبة لتدقيق الطاقة الخاص بالقطاع الصناعي

نموذج #١ : البيانات الأساسية للمنشأة

اسم المنشأة	
المبانى التابعة للمنشأة	
العنوان	
المحافظة	
سنة الإنشاء	
نوع المبنى – طبيعة عمل المنشأة	
المساحة الإجمالية	
ملكية المنشأة	
عدد الأدوار	
نقاط الاتصال	الاسم
	الوظيفة
	رقم الهاتف
	البريد الالكتروني
هل يوجد دراسة سابقة لأحمال وترشيد طاقة المبنى؟	
ملاحظات اخرى	

* يتم طلب فواتير استهلاك الكهرباء لمدة سنتين إلى ثلاث سنوات

نموذج #٢: بيانات الخطط السابقة لتحسين كفاءة الطاقة بالمنشأة

نظام تكييف الهواء المركزية	(نعم – لا)	وصف الأعمال (استبدال أو تجديد أو رفع كفاءة)	التكلفة التقديرية
نظام عزل المبنى	(نعم – لا)	وصف الأعمال (استبدال أو تجديد أو رفع كفاءة)	التكلفة التقديرية
الإضاءة	(نعم – لا)	وصف الأعمال (استبدال أو تجديد أو رفع كفاءة)	التكلفة التقديرية
أنظمة المياه الساخنة	(نعم – لا)	وصف الأعمال (استبدال أو تجديد أو رفع كفاءة)	التكلفة التقديرية
أعمال أخرى	(نعم – لا)	وصف الأعمال (استبدال أو تجديد أو رفع كفاءة)	التكلفة التقديرية

* يتم حساب قيمة الوفر (جنيه) الناتج من تحسين كفاءة الطاقة من قيمة الفاتورة الشهرية

نموذج #٣: بيانات خاصة باستهلاكات الطاقة داخل المنشأة

يتم استخدم هذه القائمة لتحديد مؤشر استهلاك الطاقة للمنشأة (Energy Utilization Index).

مسلسل	كمية الإنتاج (طن/سنويا)	الاستهلاك (ك.واط.س/طن)	ساعات العمل (ساعة/يوم)	أيام العمل (يوم/سنة)	الورديات (يوميا)	عدد معدات التصنيع	قدرة المعدات (ك.واط)	استهلاك التكييفات (ك.واط.س)

نموذج #٤: بيانات خاصة بالإضاءة الداخلية (العدد،القدرة واط) لتكوين قاعدة بيانات كاملة لأحمال الإضاءة

يتم استخدم هذه القائمة لوصف خطة الإضاءة الكهربائية لكل وحدات مبانى المنشأة .

رقم مسلسل المساحة الشاغرة				
نوع السقف	سقف مسطح عادي (خرساني) سقف ساقط سقف جيبسون بورد أخرى			
الكشافات	**النوع**	**العدد**		**القدرة (واط)**
	كشاف (٤٠ * ٦٠ سم) كشاف بانل غاطس كشاف هاى باى كشاف لو باى كشاف واجهة كشاف سبوت كشافات أخرى			
اللمبات	**النوع**	**العدد**		**القدرة (واط)**
	لمبة فلورسنت مدمجة (CFL) لمبة عادية هالوجين ليد HID أخرى			
نوع الترنس (Ballast)	إلكتروني مغناطيسي	العدد:	القدرة:	معامل القدرة (P.F):
نوع التحكم	مفتاح التبديل اليدوي مفتاح ثنائي جهاز التحكم في الإضاءة (تايمر) جهاز حساس ضوء الشمس جهاز حساس الحركة واستشعارها جهاز حساس للتعتيم (Dimmer) لا يوجد			إجمالي القدرات (واط) :

نموذج #٥: مبرد المياه (Water Chiller) لمتابعة أعمال الصيانة الدورية

بيانات عامة

نوع المبرد (Water cooled / Air cooled)	
القدرة (طن تبريد)	
المُصنِع / الماركة	
رقم الموديل	
سنة الصنع	
الرقم المسلسل	
العدد	
عدد ساعات التشغيل	
تيار التشغيل (أمبير)	
الجهد (فولت)	
القدرة (حصان)	
كباس مع مغير سرعة VSD (نعم / لا)	
معدل تدفق المبخر (متر مكعب في الساعة)	
درجة حرارة دخول الماء للمبخر (°C)	
درجة حرارة خروج الماء للمبخر (°C)	
معدل تدفق مائع تبريد المكثف (متر مكعب في الساعة)	
درجة حرارة دخول المائع للمكثف (°C)	
درجة حرارة خروج المائع للمكثف (°C)	
محابس المياه المبردة من النوع ال two-way (نعم / لا)	
محابس المياه المبردة من النوع ال three-way (نعم / لا)	

نموذج #٦: أبراج التبريد (COOLING TOWERS)- بيانات عامة لمتابعة أعمال الصيانة الدورية

أنواع أبراج التبريد (Cooling Tower)	☐ **أبراج التبريد من النوع الحثي (Induced Draft)** ☐ **أبراج تبريد ذات دفع جبري (Forced Draft)** ☐ **أبراج التبريد ذات الدفع الحر (Natural Draft)**
نوع سائل التبريد (تبريد الهواء، تبريد بالتبخير)	
المُصنِع / الماركة	
رقم الموديل	
سنة الصنع	
الرقم المسلسل	
العدد	
عدد ساعات التشغيل	
ترتيب الأنابيب Piping Arrangement	
بيانات المروحة	
التحكم في المروحة VFD / سرعة واحدة / سرعتان	
تشغيل المروحة: سير / مباشر / ترس	
نوع المروحة: الطرد المركزي Centrifugal / مروحة الدافعة Propeller /	
التدفق الحجمي (متر مكعب في الساعة)	
كفاءة المروحة	
كفاءة الموتور	
الحمل الأقصى (حصان)	
الحمل الأقصى (أمبير)	
سرعة المحرك عند الحمل المقنن (rpm)	
فولت / فازة (Volts / Phase)	
القدرة المطلوبة (ك.واط)	
معامل القدرة	
المياه المكثفة	
معدل التدفق (متر مكعب في الساعة)	
درجة حرارة دخول الماء (°C)	
درجة حرارة خروج الماء (°C)	
درجة حرارة البصيلة الجافة للجو المحيط ودرجة حرارة البصيلة الرطبة (DB – WB) (°C)	

نموذج #V: أنظمة المضخات والأنابيب (Pumps and Piping) لمتابعة أعمال الصيانة الدورية

بيانات عامة

نوع المضخة	
حجم الدَفّاعة Impeller Size	
كفاءة المضخة	
المُصنِع / الماركة	
رقم الموديل	
سنة الصنع	
الرقم المسلسل	
العدد	
عدد ساعات التشغيل	
بيانات موتور المضخة	
نوع العلبة الخارجية Enclosure Type	
الحمل الأقصى (حصان)	
الحمل الأقصى (أمبير)	
سرعة المحرك عند الحمل المقنن (rpm)	
كفاءة المضخة	
فولت / فازة (Volts / phase)	
قدرة المضخة (حصان)	
معامل القدرة (Power Factor)	
طريقة التوصيل	
بيانات التشغيل	
الارتفاع (Total Head)	
التدفق (متر مكعب في الساعة)	
الجهد (فولت)	
التيار (أمبير)	
القدرة المطلوبة (ك.واط)	
معامل القدرة	

نموذج #٨: وحدات مناولة الهواء (Air Handling Units) لمتابعة أعمال الصيانة الدورية

بيانات عامة

نوع المروحة	
معدل التدفق الحجمى للمروحة	
الكفاءة عند الحمل المقنن	
المُصنِع / الماركة	
رقم الموديل	
سنة الصنع	
الرقم المسلسل	
العدد	
عدد ساعات التشغيل	
حجم الإطار	
الحمل الأقصى (حصان)	
الحمل الأقصى (أمبير)	
سرعة المحرك عند الحمل المقنن (rpm)	
الجهد (فولت)	
فازة (Phase)	
الكفاءة الفعلية	
إجمالي الضغط الساكن (Total Static Pressure)	
نظام المنقي وكفاءته (Filter)	
المرطب Humidifier	

نموذج #٩: الوحدات المعبأة: نظام التمدد المباشر PACKAGED UNITS: Direct Expansion System
لمتابعة أعمال الصيانة الدورية

المُصنِع / الماركة	
رقم الموديل	
سنة الصنع	
الرقم المسلسل	
القدرة (طن تبريد)	
بيانات الضاغط Compressor Data	
النوع	
الجهد (فولت)	
عدد ساعات التشغيل	
الفازة (phase)	
بيانات المروحة Supply Fan Data	
النوع	
المُصنِع / الماركة	
الكفاءة	
التحكم في المروحة VFD	
معدل التدفق الحجمى للمروحة	
الحمل الأقصى (حصان)	
حجم الإطار	
الحمل الأقصى (أمبير)	
الجهد (فولت)	
الفازة (phase)	
القدرة (ك.واط)	
المكثف Condenser	
نوع المبرد (Water cooled / Air cooled)	
درجة حرارة دخول المائع للمكثف (°C)	
درجة حرارة خروج المائع للمكثف (°C)	

نموذج #. ١ : المحركات الكهربائية لمتابعة أعمال الصيانة الدورية

البند	البيان	ملاحظات
الشركة المصنعة / الصانعة للمحرك		
النموذج والنوع		
القدرة المقننة للمحرك (كيلو واط)		
الكفاءة المقننة للمحرك وفئة الكفاءة		
السرعة المقننة		
جميع بيانات لوحة بيان المحرك الأخرى		
حالة إعادة لف المحرك (إذا كانت الإجابة بنعم، عدد مرات إعادة لف المحرك)		
ساعات تشغيل المحرك (يوميا وسنويا)		
هل المحرك مجهزة بـ VFD أم لا (إذا كانت الإجابة بنعم، ما هو تردد التشغيل وهل ردود الإشارة إلى VFD يكون يدويّا أو تلقائيّا)		
بيانات يتم جمعها من خلال القياسات: ■ الجهد (فولت) ■ التيار (أمبير) ■ معامل القدرة ■ القدرة (كيلو واط) ■ سرعة تشغيل المحرك (rpm) ■ درجة حرارة سطح المحرك		
الأدوات المطلوبة للقياسات : ■ مقياس المشبك المحمول باليد ■ محلل الطاقة ثلاثي الطور ■ مقياس حرارة من نوع عدم الاتصال أو كاميرا تصوير حراري ■ مقياس سرعة الدوران من النوع غير المتصل ■ مقياس المقاومة أو مقياس متعدد		

نموذج #١١ : المراوح و دوافع الهواء لمتابعة أعمال الصيانة الدورية

البند	البيان	ملاحظات
نوع المروحة		
تطبيق المروحة		
نوع تنظيم السرعة والتحكم في التدفق		
نوع نقل القدرة (مدفوع بالسيور أو مدفوع مباشرة)		
قدرة المروحة المقننة (كيلو واط)		
معدل التدفق		
جميع التفاصيل الاخرى من لوحة بيان محرك المروحة		
بيانات يتم جمعها من خلال القياسات: ■ ضغط الشفط الاستاتيكى وجانب التفريغ ■ ضغط السرعة التفاضلية ■ منطقة تدفق الهواء والشفط أو منطقة المرشحات ■ قدرة مدخل المروحة		
الأدوات المطلوبة ■ مقياس مشبك محمول باليد أو محلل طاقة ثلاثي الطور ■ المانومتر مع أنبوب ■ مقياس شدة الريح ■ شريط قياس ■ مقياس الحرارة الرقمي أو Sling psychrometer		

نموذج # ١٢ : الغلايات لمتابعة أعمال الصيانة الدورية

البند	البيان	ملاحظات
نوع الغلاية		
الصنع وسنة الصنع		
الكفاءة المقننة للغلاية		
ساعات التشغيل		
معلمات التشغيل للغلاية مثل: - ضغط التشغيل - حمل التشغيل أو البخار المطلوب - درجة حرارة التشغيل		
متوسط استهلاك الوقود من سجل المشغل		
القيمة الحرارية الإجمالية (GCV) للوقود		
مياه التغذية ودرجة حرارة الهواء الداخل		
كمية ودرجة حرارة استرداد المتكاثف إن أمكن		
تفاصيل المعدات / العملية التي يتم فيها استخدام البخار		
بيانات يتم جمعها من خلال القياسات: ■ صور حرارية لسطح الغلاية وخط أنابيب البخار (مع التركيز على فقدان الحرارة المحتمل) ■ بيانات تحليل غاز المداخن (تنطبق على الغلايات التي تعمل بالوقود فقط) ■ استهلاك الكهرباء لمروحة FD و ID ■ قياس تدفق مياه التغذية ■ قياس درجة حرارة مياه التغذية إلى الغلاية ومدخل الهواء والمكثفات المستردة		
الأدوات المطلوبة **1. للغلايات التي تعمل بالوقود** ■ محلل غاز المداخن ■ كاميرا تصوير حراري ■ ثرموميتربالأشعة تحت الحمراء ■ حبال مقياس النفس أو مقياس الحرارة الرقمي ■ مقياس الموصلية TDS **2. المروحة ID و FD للغلاية التي تعمل بالوقود:** ■ محلل الطاقة ثلاثي الطور ■ المانومتر مع أنبوب ■ مقياس شدة الريح ■ شريط قياس **3. للغلايات الكهربائية:** ■ محلل الطاقة ثلاثي الطور ■ كاميرا تصوير حراري ■ ثرموميتر بالأشعة تحت الحمراء		

نموذج #١٣: الأفران لمتابعة أعمال الصيانة الدورية

البند	البيان	ملاحظات
سعة الفرن		
وقت دورة الفرن لكل تشغيلة (Patch) (المواد المعالجة) (t لكل دفعة)		
المعلمات المقننة Reated Parameter		
نوع المادة الخام		
مصدر الطاقة (الوقود أو الكهرباء)		
ساعات التشغيل		
جميع تفاصيل التشغيل العامة الأخرى للفرن		
جمع البيانات التالية من خلال القياسات ■ صور حرارية للأفران (مع التركيز على فقدان الحرارة المحتمل) ■ بيانات تحليل غاز المداخن (للأفران التي تعمل بالوقود فقط) ■ استهلاك الكهرباء لكل دورة دفعة (للأفران الكهربائية فقط)		
الأدوات المطلوبة: ■ محلل الطاقة ثلاثي الطور ■ كاميرا تصوير حراري ■ ثرموميتر بالأشعة تحت الحمراء ■ موازين الحرارة الرقمية		

نموذج #١٤ : فواتير الكهرباء للمصنع وطرق حساب وفر الاستهلاك

يتم تقديم بيانات فواتير كهرباء لمدة لا تقل عن عام ويفضل تقديم بيانات الفواتير لمدة تتراوح من سنتين إلى ثلاث سنوات لكل عداد لحسابات قيمة الوفر (جنيه) الناتج عن تطبيق إجراءات ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة

شركة توزيع الكهرباء التابعة لها المنشأة	
رقم العداد	
تعريفة الكهرباء	
ملاحظات أخرى	

الشهر	كمية الاستهلاك الشهري (ك.و.س)	أقصى حمل (ك.و)	مقابل القدرة (جنيه/ك.و)	غرامات (جنيه مصري)	قيمة الرسوم (جنيه مصري)	القيمة الكلية للفاتورة (جنيه مصري)	كمية الإنتاج الشهر (طن)
يناير							
فبراير							
مارس							
ابريل							
مايو							
يونيو							
يوليو							
أغسطس							
سبتمبر							
أكتوبر							
نوفمبر							
ديسمبر							
الإجمالي							

طريقة حسابات وفر الطاقة الكهربائية للمستهلكين أعلى من ٥٠٠ ك.واط

حساب كمية وفر الطاقة الشهرى (ك.واط.س) = إجمالى استهلاك الطاقة الشهرية (ك.واط.س) قبل الترشيد - إجمالى استهلاك الطاقة الشهرية (ك.واط.س) بعد الترشيد

حساب قيمة وفر الطاقة الشهرى (جنيه)= كمية وفر الطاقة الشهرى (ك.واط.س)* تعريفة الكهرباء

حساب قيمة وفر القدرة الشهرى (جنيه)= كمية وفر القدرة الشهرى (ك.واط.س)* تعريفة الكهرباء للقدرة

حساب الوفر الكلى (جنيه) = قيمة وفر الطاقة الشهرى (جنيه)+ قيمة وفر القدرة الشهرى (جنيه)

طريقة حسابات وفر الطاقة الكهربائية للمستهلكين أقل من ٥٠٠ ك.واط

حساب كمية وفر الطاقة الشهرى (ك.واط.س) = إجمالى استهلاك الطاقة الشهرية (ك.واط.س) قبل الترشيد - إجمالى استهلاك الطاقة الشهرية (ك.واط.س) بعد الترشيد

حساب قيمة وفر الطاقة الشهرى (جنيه)= كمية وفر الطاقة الشهرى (ك.واط.س)* تعريفة الكهرباء

حساب الوفر الكلى (جنيه) = قيمة وفر الطاقة الشهرى (جنيه).

ملحق ٤ - الإجراءات الدورية لمسؤول الطاقة داخل المصنع

١. الغلايات

تعتمد الإجراءات على نوع الغلاية والوقود المستخدم وتعليمات الشركة المصنعة

نظام/ الاجراء	المتطلبات اليومية	الأسبوعية	الشهرية	السنوية
التفويير ومعالجة المياه	- تأكد من أن صمام التفوير لا يسرب. - تأكد من أن التفوير ليس مفرطًا.		تأكد من عدم تراكم المواد الصلبة.	
غازات العادم	- التحقق من درجة الحرارة عند مستويين مختلفين من عمليات الإحتراق	- قياس درجة حرارة غاز العادم ومكوناته عند عمليات حرق مختارة والضبط على القيم الموصى بها.	- نفس متطلبات الأسبوعية.	- نفس متطلبات الأسبوعية. - سجل البيانات المرجعية
الحارق	- التحقق من أن عناصر التحكم تعمل بشكل صحيح. - قد يحتاج الحارق إلى التنظيف عدة مرات يوميًا في حالة استخدام وقود ثقيل	- التحقق من حالة فجوة الشرارة، والأقطاب، وأجزاء الحارق	- نفس متطلبات الأسبوعية. - قارن مع قراءات الأشهر السابقة	- نفس متطلبات الأسبوعية. - تنظيف وتجديد
أنظمة تغذية المياه	- فحص وتصحيح مستوى المياه غير المستقر. - الكشف عن أسباب الظروف غير المستقرة: الملوثات، والحمل الزائد، والعطل.	- التحقق من التحكم عن طريق إيقاف مضخة مياه التغذية وترك عنصر التحكم للتأكد من إيقاف تدفق الوقود		- تنظيف أجهزة استقبال المكثفات النظيفة، ونظام نزع الهواء. - فحص المضخات.
ضغط البخار	- التحقق من التحميل الزائد على الغلاية والذي سيؤدي إلى تغيرات مفرطة في الضغط			
درجة حرارة الهواء في غرف الغلايات	- التأكد من أن درجة الحرارة في غرفة الغلاية ضمن النطاق المقبول			
صمام الأمان Relief Valve		التحقق مما إذا كان الصمام به تسريب.		إزالة وتجديد
خصائص تشغيل الغلاية		- مراقبة نظام فشل اللهب وخصائص اللهب.		
إمداد هواء الاحتراق			- التأكد من وجود فتحات كافية لمدخل هواء الاحتراق. - تنظيف المدخل في حالة وجود تلوث.	

نظام/ الاجراء	المتطلبات اليومية	الأسبوعية	الشهرية	السنوية
نظام الوقود			- فحص المضخات والمرشحات وأجهزة قياس الضغط وخطوط النقل. - تنظيف المرشحات حسب الحاجة.	فحص نظام التنظيف والتجديد
سيور وسدادات التعبئة			- فحص السيور للتأكد من سلامتها ومنع الضرر - فحص التعبئة للتأكد من عدم وجود تسرب والضغط المناسب.	
تسرب الهواء			التحقق من عدم وجود تسربات حول فتحات الوصول وماسح اللهب	
الأنظمة الكهربائية				تنظيف النهايات الكهربائية واستبدال الأجزاء المعيبة.
الصمامات الهيدروليكية والهوائية				التحقق من جميع العمليات وإصلاح جميع التسريبات
البدء والتشغيل				التحقق أثناء بدء التشغيل والتشغيل.
السجلات	تسجيل نوع وكمية الوقود المستخدم، ودرجة حرارة غاز العادم، وموقع الإشعال، ودرجة حرارة غرفة الغلاية.			

الإجراءات الدورية لمسؤول الطاقة داخل المصنع

المرور اليومي لمسئول الطاقة فى المصنع				
البند	نعم	لا	العدد	ملاحظات
الإضاءة				
هل يوجد كشافات للإنارة معطلة				
كشافات الانارة غير نظيفة				
أماكن مضاءة غير مشغولة				
أنظمة التحكم فى الاضاءة تعمل بكفاءة				

التكييف				
غلق النوافذ والأبواب				
ضبط درجه الحرارة عند ٢٥ مئوية				
فصل التكييف فى الاماكن الغير مشغولة				
الغلايات الكهربائية				
هل يوجد غلايات كهربية (كاتل) أو سخانات كهربائية				
المرور الأسبوعي لمسئول الطاقة فى المصنع (متابعه تنفيذ المرور اليومى)				
البند	**نعم**	**لا**	**العدد**	**ملاحظات**
هل تم عمل المرور اليومي				
الإضاءة				
تم تغير كشافات الانارة المعطلة				
صيانة كشافات الانارة الغير نظيفة				
أنظمة التحكم فى الاضاءة تعمل بكفاءة				
التكييف				
غلق النوافذ والأبواب				
ضبط درجه الحرارة عند ٢٥ مئوية				
الغلايات الكهربائية				
هل يوجد غلايات كهربية (كاتل) أو سخانات كهربائية				يفضل عدم إستخدام الغلاية وإستخدام غلاية واحدة تؤدى الغرض. مراجعة زمن تشغيل السخانات الكهربائية.
محطات الطاقة الشمسية				
نظافة الالواح الشمسية				
المرور الشهري لمسئول الطاقة فى المصنع				
البند	**نعم**	**لا**	**العدد**	**ملاحظات**
هل تم عمل المرور الأسبوعي				
الإضاءة				
تم تغير كشافات الانارة المعطلة				

صيانة كشافات الانارة الغير نظيفة				
التكييف				
غلق النوافذ والأبواب				
ضبط درجه الحرارة عند ٢٥ مئوية				
الصيانة الدورية				
مراجعه عزل المواسير ومسارات الهواء				
مراجعة درجه حرارة الفريون والمياه				
مراجعه كفاءة التبريد				
مراجعه كفاءة المضخات				
الغلايات الكهربائية				
هل يوجد غلايات كهربية (كاتل) أو سخانات كهربائية				يفضل عدم إستخدام الغلاية وإستخدام غلاية واحدة تؤدى الغرض. مراجعة زمن تشغيل السخانات الكهربائية.
محطات الطاقة الشمسية				
الصيانة الدورية للمحطات الشمسية				
التوعية				
ندوات للتوعية				
الدورات التى تم الحصول عليها لمسئولى كفاءة الطاقة				

٢. الضواغط والمبخرات

١ - قائمة المراجعة الأسبوعية

- درجة حرارة الصندوق.
- ضبط درجة الحرارة.
- مستوى زيت الضاغط (عند الاقتضاء).
- عودة التدفق إلى الضاغط.
- لا يوجد صقيع على الضاغط.
- تشغيل مراوح المكثف والمبخر.
- تنظيف ملفات المبخر والمراوح
- التسربات والبقع الزيتية.

- يجب أن تكون درجة حرارة جهاز الاستقبال دافئة.
- شرائط السخان والأجهزة ساخنة.

٢ - قائمة المراجعة نصف السنوية.

- منسوب المياه وسخان الغمر.
- اختبار التسرب للنظام بأكمله.
- محامل الشحوم على المراوح التي تعمل بالحزام.
- مراجعة جميع الاطراف الكهربائية.
- فحص ضغط التفريغ، ضغط المستقبل و المبخر والضغط بين المراحل وضغط الشفط حسب توصيات الشركة المصنعة.
- فحص صمام التمدد.
- فحص فولت وأمبير الضاغط والمبخر.
- عدم وجود تكثيف في النظام.
- ضبط التحكم في الضغط الجانبي المنخفض.
- ملاحظة: لا تقم بإجراء تعديلات على الضغط دون تركيب أجهزة القياس، أو دون التحقق أولاً من ضبط. الضغط الموصى بها في تعليمات الشركة المصنعة.

٣. الأفران (شهريا)

- فحص المقصورة لظروف الهواء الأولية والثانوية المناسبة.
- تنظيم صمام الأمان للتشغيل السليم.
- فحص المحرك والسيور والمراوح الموجودة على الأفران الحرارية.
- ضبط منظم الحرارة للحصول على معايرة دقيقة.
- التحقق من أن أبواب الفرن (فقد الحرارة) محكمة الغلق.
- تنظيف وضبط الفتحة والموقد على مدخلات Btu المقننة.
- تشحيم صمامات الغاز.
- ضبط لهب الحارق للحصول على مزيج مناسب من الغاز / الهواء.

٤. المضخات

بناءً على توصيات الشركة المصنعة للمضخة، يجب تضمين نموذج الفحص على :

- تنظف جسم المضخة الداخلي بشكل دوري وفحص Impeller البحثً عن التآكل أو التلف.
- فحص صناديق حشو Gland وأعادة تعبئتها عند الضرورة.
- فحص وضبط محركات الأقراص (كما هو الحال بالنسبة للمراوح).
- فحص صمامات عدم الرجوع، وصمامات تمرير الضغط، وما إلى ذلك (للتشغيل الصحيح والفعال).

ملحق ٥ – أجهزة تدقيق الطاقة

وصف الجهاز	مثال للجهاز
مقياس المشبك باليد **Hand-held Clamp Meter** يستخدم لقياس الجهد والتيار ومعامل القدرة والطاقة دون فصل التوصيلات أو التشغيل الروتيني للمحطة لإجراء قياسات سريعة وفورية	
جهاز تحليل الطاقة ثلاثي الطور **Three-phase Power Analyzer** يستخدم لقياس المتغيرات الكهربائية المختلفة مثل الجهد والتيار ومعامل القدرة والطاقة والتوافقيات والتردد والقدرة غير الفعالة وجميع المتغيرات الكهربائية الأخرى. يتم توصيل هذا الجهاز دون فصل التشغيل الروتيني للتيار الكهربى ويمكنه قياس وتسجيل جميع المتغيرات الكهربائية لمدة طويلة (أكثر من ٢٤ ساعة). يمكن بسهولة نقل البيانات المسجلة في الكمبيوتر/الكمبيوتر المحمول لمزيد من التحليل وتحديد فرص توفير الطاقة	
كاميرا للتصوير الحراري **Thermal Imaging Camera** هذا جهاز للمراقبة والتصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء من نوع عدم الاتصال لقياس إشعاع الطاقة الحرارية من الأسطح الساخنة أو الباردة لجسم ما. تقوم وحدة الكاميرا الحرارية بتحويل الطاقة الحرارية الكهرومغناطيسية (IR) المنبعثة من جسم ما إلى إشارات فيديو إلكترونية. يتم تضخيم هذه الإشارات ونقلها عبر كابل متصل إلى شاشة العرض حيث يتم تحليل الصورة الناتجة وتفسيرها للبقع الساخنة/الباردة	
مقياس الحرارة بالأشعة تحت الحمراء (IR) **Infra-red (IR) Thermometer** هذا جهاز غير متصل ، يستخدم لقياس درجات الحرارة عن بعد باستخدام تقنية الأشعة تحت الحمراء – وهو مفيد في تحديد فقدان الحرارة. و مفيد أيضًا في تحديد درجة حرارة الأشياء الموضوعة في الأماكن الخطرة أو التي يصعب الوصول إليها	

مقياس حرارة من نوع القلم **Pen-type Thermometer** هذا الجهاز من نوع الاتصال يستخدم لقياس درجات حرارة السطح أو الماء. وهذا مفيد في نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) لقياس درجات حرارة الماء المبرد ومياه التبريد	
محلل غاز المداخن **Flue Gas Analyser** يحتوي هذا الجهاز على خلايا كيميائية مدمجة تقيس الغازات المختلفة مثل O_2 و CO_2 و CO و NO_x و SO_x وما إلى ذلك. ويستخدم هذا بشكل أساسي لمراقبة غازات مداخن العادم الخارجة من مداخن الغلايات أو أفران حرق الوقود. إنها محمولة وأخف وزنًا وأسهل في التشغيل	
مقياس تدفق المياه بالموجات فوق الصوتية **Ultrasonic Water Flow Meter** يستخدم لقياس تدفق السوائل عبر خطوط الأنابيب بمختلف أحجامها من خلال أجهزة استشعار بالموجات فوق الصوتية المثبتة على خطوط الأنابيب - مما يساعد في تحديد كفاءة نظام الضخ والتبريد. يستخدم هذا بشكل أساسي لتقييم أداء المضخات عن طريق قياس تدفق المياه	
مقياس اللاكس **Lux Meter** يستخدم لقياس مستوى الإضاءة – وهو مفيد في تحسين أحمال الإضاءة. يُعرف هذا أيضًا باسم مقياس الضوء	
مقياس شدة الريح **Anemometer** يستخدم لقياس تدفق الهواء، وهذا مفيد في تقييم أداء مراوح برج التبريد ووحدة معالجة الهواء	

مانومتر مع أنبوب دليلى **Manometer with Pilot Tube** يستخدم لقياس الضغوط في مجاري الهواء التي تحمل غازات العادم أو الهواء من المراوح ودوافع الهواء. لقياس الضغط في أنبوب الهواء، يجب استخدام أجهزة قياس الضغط مع أنبوب دليلى	
مقياس سرعة الدوران **Tachometer** يستخدم لقياس سرعة المحرك بدورة في الدقيقة (rpm). يمكن استخدام هذا إما بطريقة نوع الاتصال أو طريقة عدم الاتصال لقياس دوران عمود المحرك وتحديد انزلاق السير	
عدادات الطاقة الذكية **Smart Energy Meters** يستخدم لقياس الجهد والتيار والطاقة في مرحلة واحدة. يستخدم هذا بشكل أساسي لقياس ومراقبة استهلاك الطاقة للمعدات الإلكترونية أحادية الطور. ويمكن أيضًا تسجيل بيانات استهلاك الطاقة	
كاشف التسرب بالموجات فوق الصوتية **Ultrasonic Leak Detector** يستخدم للكشف عن تسرب الهواء المضغوط في المصنع. يكتشف هذا تقريبًا أي تسربات نظرًا لعدم الحاجة إلى مسافة قصيرة / وصول وضغط هواء مرتفع ، وهو حساس للصوت ويقوم بتصفية الضوضاء الخلفية. لا يقيس هذا الجهاز حجم التسرب الذي يتعين على مدقق الطاقة تقييمه	
مقياس موصلية TDS **TDS Conductivity Meter** يستخدم لقياس TDS (إجمالي المواد الصلبة الذائبة) وموصلية الماء خاصة تفوير الغلاية. وهذا مفيد أيضًا أثناء تقييم أداء برج التبريد	

ملحق (٦) تكنولوجيات التصنيع

تكنولوجيات التصنيع

تكنولوجيات التصنيع المختلفة مجموعة واسعة من التقنيات والعمليات المستخدمة لتحويل المواد الخام إلى منتجات تامة الصنع. كل تقنية لها خصائصها ومزاياها وتطبيقاتها الفريدة. فيما يلي بعض تقنيات التصنيع الشائعة الاستخدام (ولا تنحصر على ذلك):

A. الصناعات البلاستيكية:

- النفخ البلاستيكي (Blow Melting): يستخدم في تصنيع الزجاجات والمستحضرات البلاستيكية الأخرى التي تكون عادةً مصنوعة من البولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE) أو البولي إيثيلين منخفض الكثافة، تتضمن العملية تدوير البلاستيك المنصهر حول قالب موفر الهواء لإنشاء شكل القطعة النهائية.
- الحقن بالصب (Injection Molding): بصهر المادة البلاستيكية وحقنها في تجويف القالب لتكوين الشكل المطلوب. ويستخدم على نطاق واسع في الإنتاج الضخم للأجزاء البلاستيكية ذات التفاصيل المعقدة.
- التصنيع باستخدام الحاسب الآلي (CNC Machining): يستخدم الآلات التي يتم التحكم فيها بواسطة الحاسوب لإزالة المواد من قطعة العمل لإنشاء أشكال دقيقة مناسبة لإنتاج أجزاء معدنية وبلاستيكية عالية الجودة مع تفاوتات عالية.
- التصنيع الإضافي (الطباعة ثلاثية الأبعاد) (Additive Manufacturing (3D Printing: يتضمن بناء الغرض عن طريق ترسيب المواد طبقة تلو الأخرى بناءً على نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد. يسمح بالنماذج الأولية السريعة والتخصيص وإنتاج الأشكال المعقدة.

B. الصناعات المعدنية:

- المسبوكات (Casting): يتضمن صب المعدن المنصهر في قالب وتركه يتصلب لتكوين الشكل المطلوب. ويشيع استخدامها لإنتاج مكونات معدنية ذات أشكال هندسية معقدة.
- تكنولوجيا اللحام (Welding): بتجميع القطع المعدنية عن طريق إذابتها ودمجها معًا. وتستخدم على نطاق واسع في صناعات البناء والسيارات وبناء السفن.
- الصقل بالطرق (Forging): يشكل المعدن عن طريق الضغط المتحكم فيه أو الطرق. تنتج أجزاء معدنية قوية ومتينة مع بنية حبيبية محسنة.
- القطع بالليزر (Laser Cutting): يستخدم الليزر عالي الطاقة لقطع المواد المختلفة بدقة مناسبة للتصميمات المعقدة وقطع المواد الصلبة مثل المعدن والسيراميك.
- التصنيع باستخدام الحاسب الآلي (CNC Machining): تستخدم الآلات التي يتم التحكم فيها بواسطة الحاسوب لإزالة المواد من قطعة العمل لإنشاء أشكال دقيقة. مناسبة لإنتاج أجزاء معدنية وبلاستيكية عالية الجودة مع تفاوتات عالية.
- القطع بالمياه المندفعة (Water Jet Cutting): يستخدم تيارًا عالي الضغط من الماء الممزوج بجزيئات كاشطة لقطع المواد. قادرة على قطع مجموعة واسعة من المواد، بما في ذلك المعادن والبلاستيك والمواد المركبة.
- الدرفلة على الساخن.
- الدرفلة على البارد.

C. الصناعات الكيماوية:

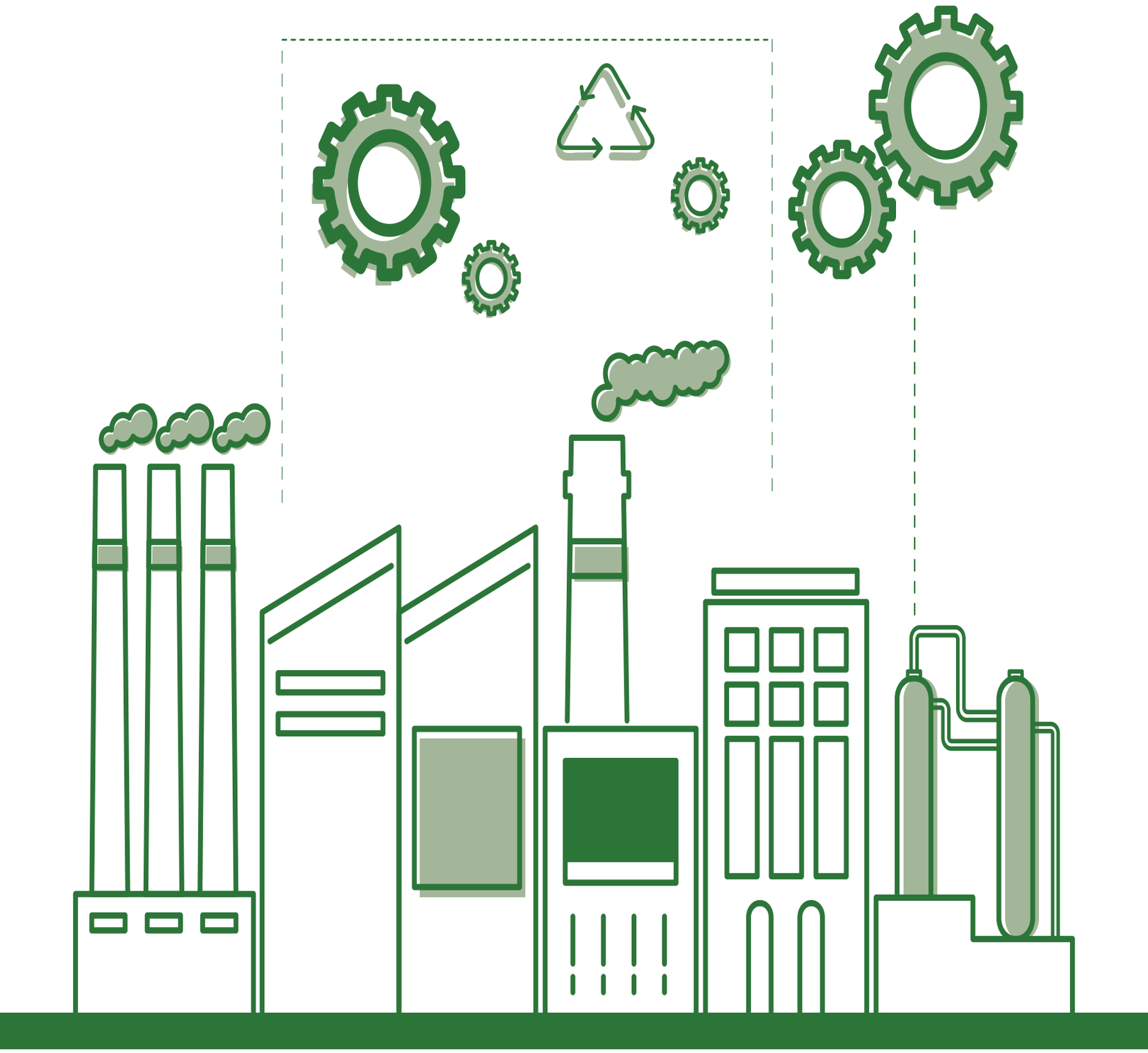
- التقطير (Distillation): يتم استخدام عملية التقطير لفصل المواد الكيميائية عن طريق تسخينها إلى درجات حرارة مختلفة وتبخيرها، ثم تكثيف البخار وجمع المركبات المتبخرة. تستخدم هذه التقنية في تقطير النفط الخام للحصول على المنتجات المكررة مثل البنزين والديزل والبتروكيماويات الأخرى.
- التفاعلات الكيميائية (Chemical Reactions): تتضمن هذه العملية تحويل المواد الكيميائية الخام إلى منتجات نهائية عن طريق تفاعلات كيميائية. يتم تحقيق هذه التفاعلات في مفاعلات كيميائية مختلفة وتتطلب ظروف محددة من حيث درجة الحرارة والضغط والمواد الحفازة.
- التصنيع بالتكسير الحراري (Pyrolysis): تستخدم عملية التكسير الحراري لتحويل المواد العضوية الكبريتية إلى منتجات أخرى بواسطة التسخين في غياب الهواء. تُستخدم هذه التقنية في تحويل النفايات البلاستيكية والمطاطية إلى وقود أو مواد كيميائية قيمة.

D. الصناعات النسجية:

- النسج (Weaving): يُعتبر النسج أحد أقدم التقنيات المستخدمة في صناعة النسيج ويتضمن تشكيل الألياف الخام بشكل متقاطع لإنتاج الأقمشة. يتم ذلك عن طريق تمرير خيوط اللون (السدة) وخيوط اللحمة عبر بعضها البعض بواسطة آلة نسج.
- التجفيف والتكسير (Dyeing and Finishing): تُستخدم عمليات التجفيف والتكسير لإضافة الألوان والتشطيبات النهائية إلى الأقمشة بعد الانتهاء من عمليات النسج أو الحياكة. تشمل هذه العمليات عادةً تلوين الأقمشة بألوان مختلفة وتطبيق المواد الكيميائية لتحسين مقاومة الأقمشة للماء أو اللهب أو البقع.
- الطباعة (Printing): تستخدم عمليات الطباعة لإضافة تصاميم وأنماط مختلفة إلى الأقمشة. تشمل تقنيات الطباعة الشاشة، والطباعة الرقمية، والطباعة بالحبر، والطباعة بالنقش.

E. الصناعات الغذائية:

التجميد والتبريد (Freezing and Refrigeration): تستخدم التقنيات المتقدمة للتجميد والتبريد للحفاظ على الأغذية طازجة لفترات أطول وللحفاظ على جودتها. يتم ذلك عن طريق وضع المنتجات في أجهزة التبريد والتجميد مثل الثلاجات والمجمدات



وزارة الكهرباء
والطاقة المتجددة