المحاضرة الخامسة

تخطيط الطاقة الإنتاجية

موضوعات المحاضرة:

- التخطيط الاستراتيجي للطاقة
- أنواع خطط الطاقة
- المقاييس العامة للطاقة
- أنواع مقاييس الطاقة
- استراتيجيات تخطيط الطاقة

أولاً: التخطيط الاستراتيجي للطاقة

إن الطاقة هي " **أقصى كمية للمخرجات يمكن إنتاجها في وحدة إنتاجية واحدة. أي عدد الوحدات التي تستطيع المنظمة استقبالها وتخزينها وإنتاجها في مدة زمنية معينة** ". وإن الوحدة الإنتاجية قد تكون ماكنة أو رجل أو محطة عمل أو خط إنتاج أو مصنع ...

اذ إن قرارات طاقة المنظمة هي التي تحدد في الغالب الحاجة المطلوبة من رأس المال (التكاليف الثابتة)، لذا يجب على مدير العمليات التأكد من توازن الطاقة الإنتاجية مع الطلب المتوقع. زيادة الطاقة الإنتاجية أو نقصانها عن الطلب المتوقع قد يكلف المنظمة الكثير من المال والجهد .

يكمن الهدف الرئيس من تخطيط أو قرار الطاقة في تحديد المستوى المناسب من الطاقة لمقابلة الطلب على منتجات المنظمة، أي تخطيط الطاقة يضمن بأن الطاقة المتاحة تقابل أو توازن الطلب المتنبئ به في الأمد الطويل والمتوسط والقصير عن طريق اختيار المزيج الملائم من المكائن والمعدات والعاملين ...

وبناءً على ما تقدم فان امتلاك طاقة فائضة أو منخفضة سيكون مؤذياً للمنظمة في كلتا الحالتين، وعليه تعالج هذه المشكلة بالتخطيط الاستراتيجي للطاقة، للموازنة بين الطاقة الإنتاجية في المنظمة مقابل الطلب على منتجات المنظمة.

فالتخطيط الاستراتيجي للطاقة إذن هو " **عملية تحديد أنواع الموارد وكمياتها التي تحتاجها المنظمة لتنفيذ خطتها الاستراتيجية لمواجهة الطلب المتوقع على منتجاتها** ".

ثانياً: أنواع خطط الطاقة

إن خطط الطاقة في المنظمات توضع في مستويين، هما:

١. **خطط الطاقة طويلة الأمد:** وتختص بالاستثمارات الرأسمالية مثل أنشاء مصانع أو توسيع المصانع القائمة، او تحويرها او تحديثها وشراء مكائن ومعدات جديدة. وان هذا النوع من الخطط تستشرف لمدة سنتين من المستقبل على الأقل، اذ ان تنفيذ القرارات التي تتخذ في اطارها لبناء طاقة جديدة قد يستغرق افقاً زمنيا اطول من سنتين كما ان الغاء او تغيير مثل هذا النوع من القرارات ليس بالأمر السهل، لان هذه القرارات تعد قرارات استراتيجية تكون ذات تأثيرات كلفوية طويلة الامد، اذ تتطلب استثمارات ضخمة.

٢. **خطط الطاقة قصيرة الأمد:** وترتكز على عمليات الغرض منها موازنة الطاقة الإنتاجية مع الطلب على وتركز على اجراء التسويات او التعديلات على حجم الطاقة المتاحة بهدف تحقيق التوازن في الامد القصير بين حجم تلك الطاقة والطلب المتوقع من خلال خيارات حجم قوة العمل، ومستويات المخزون، والعمل الاضافي، والتعاقد الفرعي مع الغير ... الخ.

إن عدم التوازن في الامد القصير بين العرض والطلب يمكن ان يعالج بمدخليين بديلين هما:-

أ. **مدخل إدارة الطلب:** ويتم بموجبه تعديل الطلب لموازنة الطاقة المتاحة ويدار من قبل إدارة التسويق بأساليب متعددة منها:

- ✓ تغيير السعر ارتفاعاً أو انخفاضاً مع الأخذ في الاعتبار أسعار المنتجات المنافسة وتكلفة المنتج.
- ✓ زيادة أو خفض المجهودات التسويقية.
- ✓ استخدام نظام الحجز أو نظام المواعيد عندما تكون الطاقة أقل من الطلب.
- ✓ تقديم حوافز مختلفة للزبائن مثل اعطاء نموذج مجاني للمنتوج مع الوحدة التي يتم شراؤها منه للمنتجات التي يتوفر لها طاقة فائضة.

ب. **مدخل إدارة الطاقة:** ويتم بموجبه تعديل الطاقة لموازنة الطلب باستخدام التسويات قصيرة الامد من خلال أساليب متعددة منها:

- ✓ تغيير عدد ساعات العمل اليومي أو تغيير عدد وجبات العمل (Shifts) أو استخدام ساعات العمل الإضافي.
- ✓ تشغيل عمال جدد أو مؤقتين أو استخدام التشغيل على أساس الدوام الجزئي أو تسريح العاملين في حال الرغبة بتخفيض الطاقة.
- ✓ إعادة جدولة برامج الصيانة الوقائية بتأجيل بعض منها أو تأجيلها الى فترات لاحقة لزيادة الطاقة.
- ✓ استخدام التعاقد الفرعي مع الغير.

ثالثاً: المقاييس العامة للطاقة

إن الطاقة هي أقصى مقدار أو كمية من المخرجات يمكن إنتاجها بواسطة نظام خلال مدة زمنية معينة، مثل عدد أطنان أو الأميال أو ساعات العمل ...، ولذلك لا يوجد مقياس عام واحد يصلح لقياس الطاقة في جميع المنظمات، ومع ذلك يمكن التعبير عن الطاقة بأحد طريقتين أو قسمين، هما:

١. **مقاييس المخرجات:** وتستخدم عادة في المنظمات المركزة على المنتج (Product Focused Firms) التي تستخدم منتج نمطي واحد أو عدد قليل من المنتجات النمطية. وتكون أقل فائدة في حال زيادة الإيصاد (Customization) في طلب المنتج. ويمكن أن يعبر عن حجم الطاقة بعدد الوحدات المنتجة في فترة زمنية معينة.

٢. **مقاييس المدخلات:** وتستخدم في الشركات المركزة على العملية (Process Focused Firms) التي تنتج منتجات متعددة. ويمكن أن يعبر عن حجم الطاقة بعدد ساعات العمل خلال فترة معينة.

ملاحظة: غالباً ما يحسب الطلب المتوقع بعدد الوحدات لكن لعمل مقارنة بين طاقة الإنتاج والطلب المتوقع يجب حساب الطلب المتوقع بنفس مقاييس حساب طاقة الإنتاج .

رابعاً: أنواع مقاييس الطاقة

تتعدد المقاييس التي يتم عن طريقها حساب الطاقة الإنتاجية، وسنتناول منها الاتي:

١. **الطاقة القصوى (Maximum Capacity) أو الطاقة التصميمية (Design Capacity)**

وهي عبارة عن أقصى كمية يمكن إنتاجها في ظل ظروف مثالية، أي أنها تمثل الطاقة النظرية التصميمية التي لا تأخذ في الحسبان أوقات الصيانة الدورية وأوقات التهيئة والإعداد والتوقفات غير المتوقعة، وتحتسب كما في المعادلات الآتية:

أ- الطاقة التصميمية DC (باستخدام عدد الساعات المتاحة في السنة)

DC = الساعات الكلية المتاحة للمكائن في السنة **(AT)**

$$DC = H \times S \times D \times W \times N$$

H: ساعات العمل لكل وجبة عمل
S: عدد وجبات العمل لكل يوم
D: عدد أيام العمل في الأسبوع
W: عدد أسابيع العمل في السنة
N: عدد المكائن المتوفرة من نفس النوع

ب- الطاقة التصميمية DC (باستخدام عدد الوحدات المنتجة في السنة)

DC = الساعات الكلية المتاحة للمكائن في السنة **(AT)** × عدد الوحدات المنتجة في الساعة الواحدة

$$DC = AT \times Q$$

Q: عدد الوحدات المنتجة في الساعة

أو

$$DC = (H \times S \times D \times W \times N) \times Q$$

ت- الطاقة التصميمية DC (باستخدام الوقت بالدقائق)

DC = الساعات الكلية المتاحة للمكائن في السنة **(AT)** × ٦٠ ÷ الوقت المطلوب بالدقيقة لإنتاج وحدة واحدة

$$DC = (AT \times 60)/ M$$

M: الوقت المطلوب بالدقائق لإنتاج وحدة واحدة

أو

$$DC = [(H \times S \times D \times W \times N) \times 60]/ M$$

٢. الطاقة الفاعلة Effective Capacity - EC

وتسمى ايضاً بطاقة النظام **(System Capacity)** وتمثل أقصى كمية يمكن إنتاجها في ظل ظروف اعتيادية أكثر واقعية وهي عادة تكون أقل من الطاقة التصميمية لأنها تمثل نسبة الطاقة المتوقعة (Expected Capacity – ExC) التي يتوقع ان يحققها النظام من الطاقة التصميمية في ظل محددات أو معطيات معينة قد تشمل نوع مزيج المنتوج ، طرائق الجدولة ، برامج الصيانة ...الخ. ويتم حساب الطاقة الفاعلة بواسطة الصيغتين أدناه:

$$\text{أ- الطاقة الفاعلة (EC)} = \frac{\text{الطاقة المتوقعة (ExC)}}{\text{الطاقة التصميمية (DC)}} \times 100$$

ب- الطاقة الفاعلة (EC) = الطاقة التصميمية (DC) – الطاقة الخامدة أو المحجوزة (CC)

إذ أن (CC) تعبر عن الطاقة الخامدة والتي تحسب بالصيغة الاتية:

الطاقة الخامدة أو المحجوزة (CC) = 100% – معدل استغلال الطاقة (U) %

٣. الطاقة المبرهنة Demonstrated Capacity أو المخرجات الفعلية Actual Output (AO)

وهي المقياس الحقيقي للمخرجات التي يحققها النظام خلال فترة زمنيه معينة، إذ يؤخذ في الحسبان تأثرها بالعوامل ذات الأمد القصير مثل عدد الوحدات المعيبة وتعطل المكائن وغياب العاملين وغيرها. والطاقة المبرهنة هي المخرجات الفعلية للنظام الإنتاجي، أي المخرجات الفعلية للطاقة الفاعلة. وقد تساوي الطاقة الفاعلة أو قد تكون المخرجات الفعلية أقل من الطاقة الفاعلة، والحالة الثانية هي الحالة السائدة على الأغلب.

ومما ورد يوجد مقياسان يتعاملان مع المخرج الفعلي (المبرهن) وهما مقياس كفاءة النظام ومقياس مستوى الاستخدام، وكالآتي:

٤. كفاءة النظام System Efficiency – SE

وهي النسبة الفعلية للمخرجات القصوى التي يمكن الوصول إليها في ظروف عمل اعتيادية، ولذلك فهي تحسب مع الطاقة الفاعلة، أي نسبة المخرج الفعلي مع الطاقة الفاعلة، كما في المعادلة الآتية:

$$\text{كفاءة النظام (SE)} = \frac{\text{المخرجات الفعلية (AO)}}{\text{الطاقة الفاعلة (EC)}} \times 100$$

٥. مستوى الاستخدام Utilization - U

وهو النسبة الفعلية للمخرجات القصوى التي يمكن الوصول إليها في ظروف مثالية، أي هو مقياس يعبر عن نسبة إشغال الطاقة التصميمية، وهو نسبة المخرجات الفعلية إلى الطاقة التصميمية، كما في المعادلة الآتية:

$$\text{مستوى الاستخدام (U)} = \frac{\text{المخرجات الفعلية (AO)}}{\text{الطاقة التصميمية (DC)}} \times 100$$

٦. الطاقة المقدرة (Rated Capacity - RC)

وهي الطاقة القصوى القابلة للاستخدام لنظام ما وهي دائماً أقل من أو تساوي الطاقة التصميمية ويمكن حسابها كالآتي:

الطاقة المقدرة (RC) = الطاقة التصميمية (DC) X كفاءة النظام (SE) X مستوى الاستخدام (U)

أو من خلال الاتي:

الطاقة المقدرة (RC) = الطاقة التصميمية (DC) X كفاءة النظام (SE) X الطاقة الفاعلة (EC)

خامساً: استراتيجيات تخطيط الطاقة

في استراتيجيات الطاقة يتم تحديد كمية الطاقة الحالية والتنبؤ بالاحتياجات المستقبلية من الطاقة واختيار الطرائق البديلة لبناء الطاقة، ولأجل تطوير خطة طويلة الأمد للطاقة المطلوبة يجب إجراء مفاضلة اقتصادية بين كلفة الطاقة وكلفة الفرصة البديلة عند عدم توافر طاقة كافية، وان تؤخذ عوامل كثيرة في الحسبان عند اختيار استراتيجية تحديد حجم الطاقة والتوسع فيها، ومنها: (التغيرات التكنولوجية، المنافسون وطاقاتهم، حجم الاستثمارات المطلوبة، تنبؤات الطلب واتجاهات الشراء لدى الزبائن، مرحلة المنتج في دورة حياته، وقت عملية التطوير والتوسيع، التشريعات الحكومية).

ولغرض إيضاح قرارات توسع الطاقة يجب معرفة الفروض المتعلقة بها، وهي:

أ. إن الطلب على المنتج يزداد زيادة مستمرة منتظمة .والزيادة تحصل بكميات صغيرة.

ب. إن الطاقة تضاف أو تزداد من نقطة معينة بخطوة مستقلة وبكميات كبيرة.

إن الافتراضين السابقين يجعلان من الصعوبة بمكان موازنة الطاقة بالطلب ومقابلتهما. وللتعامل مع هذه المشكلة يمكن تبني مجموعة استراتيجيات بديلة للتعامل مع التوسع في الطاقة، وكما يأتي:

١. **استراتيجية قيادة الطاقة للطلب:** تعتمد هذه الاستراتيجية عندما تقوم المنظمة بالاستثمار في بناء طاقة جديدة تفوق أو تتقدم على الطلب بهدف عدم إتاحة الفرصة لخسارة المبيعات إلى المنافسين.

٢. **استراتيجية تباطؤ الطاقة عن الطلب:** في هذه الاستراتيجية يتم التباطؤ في الطاقة أي أقل من الطلب بشكل مستمر، وذلك بالاعتماد على خيارات قصيرة الأمد لسد نقص الطاقة مثل العمل الإضافي، أو تشغيل عمال مؤقتين، أو نفاد المخزون، أو التعاقد مع المنظمات المنافسة والشبيهة أو تأجيل أعمال الصيانة لغرض مقابلة الطاقة مع الطلب. وسد العجز في الطاقة.

٣. **استراتيجية مساواة أو مقابلة الطاقة مع الطلب:** في هذه الاستراتيجية يتم جعل الطاقة تقابل الطلب بصورة متقاربة، فمرة تكون أكبر من الطلب ومرة تكون أقل من الطلب وتتخذ الخيارات البديلة المشار إليها آنفاً.

أما العوامل التي تحفز المنظمات نحو الزيادة والتوسع المبكر في الطاقة فتتمثل بالآتي:

- ✓ عندما يكون الطلب متغير أو غير منتظم .
- ✓ تحقيق أرباح عالية .
- ✓ تكلفة عالية تترتب على الطلب الغير مشبع .
- ✓ تغيير مستمر في تشكيلة أو مزيج المنتج .
- ✓ عدم معرفة حجم الطاقة المطلوبة .

س/ ماكنة صممت للعمل وجبة عمل واحدة في اليوم بمعدل (8) ساعات ، خمسة أيام في الاسبوع ، لإنتاج (150) وحدة في الساعة، قدر الوقت المطلوب للصيانة الوقائية والتهيئة والاعداد بمعدل (15%) من الوقت الكلي المتاح للماكنة بسبب العطلات والمخرجات المعيبة، وغيابات العاملين، كما بلغ انتاج الماكنة الفعلي لأسبوع معين (4500) وحدة.

المطلوب حساب/ الطاقة التصميمية ، والطاقة الفاعلة (طاقة النظام) ، وكفاءة النظام ، ومستوى الاستخدام

الحل/

١- الطاقة التصميمية = 8 ساعات X 1 وجبة عمل X 5 أيام في الاسبوع X 5 وحدة في بالساعة

= **6000 وحدة في الاسبوع**

٢- الطاقة الفاعلة = الطاقة التصميمية – الطاقة الخامدة أو المحجوزة

الطاقة الخامدة أو المحجوزة = الطاقة التصميمية X معدل الطاقة الخامدة أو المحجوزة

الطاقة الخامدة أو المحجوزة = 6000 X 0.15

= 900

❖ وبما ان الطاقة الفاعلة = الطاقة التصميمية – الطاقة الخامدة أو المحجوزة

الطاقة الفاعلة = 6000 – 900

= **5100**

كما يمكن حساب الطاقة الفاعلة بالصيغة الاتية:

الطاقة الفاعلة = الطاقة التصميمية X معدل استغلال الطاقة

❖ بما ان الطاقة الخامدة أو المحجوزة = 100% – معدل استغلال الطاقة

اذن معدل استغلال الطاقة = 100% – 15%

معدل استغلال الطاقة = 85%

وبالتالي فإن الطاقة الفاعلة = 6000 X 0.85

= **5100**

٣- كفاءة النظام = $\frac{\text{المخرجات الفعلية}}{\text{الطاقة الفاعلة}} \times 100$

كفاءة النظام = $\frac{4500}{5100} \times 100$

= **% 88.2**

٤- مستوى الاستخدام = $\frac{\text{المخرجات الفعلية}}{\text{الطاقة التصميمية}} \times 100$

مستوى الاستخدام = $\frac{4500}{6000} \times 100$

= **% 75**