مثال (2): باستخدام بيانات الطلب في المثال (1) المطلوب اجراء تنبؤ للطلب للأشهر 5-12 باستخدام الاوزان التالية:

تطبيق الوزن	الشهر السابق	قبل شهرين	قبل ثلاثة اشهر	قبل اربعة اشهر	مجموع الاوزان
الأوزان	4	3	2	1	10

وبموجب هذه الطريقة فان التنبؤ للشهر الخامس يحسب كالاتي:

$$WMA_5 = \frac{(4*40)+(3*32)+(2*30)+(1*25)}{10} = 34$$

3. اسلوب التسريح الأسي البسيط: وهو نوع من المتوسطات المتحركة ويستخدم بكثرة في تنبؤ الطلب على المنتجات والخزين, وتكتب القاعدة لهذا الاسلوب كما ياتي:

$$F_t = F_{t-1} + a\ (A_{t-1} - F_{t-1})$$

حيث أن:

F_t = التنبؤ للفترة t.

F_{t-1} = التنبؤ للفترة الماضية.

A_{t-1} = الطلب الحقيقي للفترة الماضية.

a = ثابت التسريح الاسي.

وبالامكان زيادة قيمة (a) لتعطي أهمية اكبر لبيانات الطلب الحديثة او تخفيض قيمة (a) لتعطي أهمية اقل للبيانات الماضية, ويمتاز هذا الاسلوب بقلة البيانات التي يجب الاحتفاظ بها عن الماضي, وهذا لايعني بان بيانات الطلب في الماضي لاتؤخذ بنظر الاعتبار بل انها تدخل في حساب التنبؤ ولكن اهمية تلك البيانات تتلاشى كلما امتدت الى الماضي اكثر واكثر, ومن عيوب هذا الاسلوب هو ان نتائج التنبؤ تعتمد بالدرجة الاولى على قدرتنا على اختيار القيمة المناسبة لثابت التسريح الاسي (a), بلاضافة الى ذلك فان هذا الاسلوب لا يواكب الاثار الموسمية التي تطرأ على الطلب في اوانها وانما يتطلب وقتا طويلا نسبيا.

مثال: نفترض ان تنبؤ الطلب لأحد المنتجات في الشهر الثامن بلغ (150) وحدة وان الطلب الحقيقي لذلك الشهر قد بلغ (170) وحدة فان تنبؤ الطلب للشهر التاسع باستخدام تسريح أسي مقداره (0.10) هو:

$$F_9 = F_8 + a\ (A_8 - F_8)$$
$$= 150+0.10(170-150)$$

= 152 وحدة

4. أسلوب التسريح الاسي المعدل بالاتجاه: تقوم هذه الطريقة بادخال اثر الاتجاه عند تقدير حجم الطلب ويتكون الطلب بهذه الطريقة من عنصرين: الاول هو التنبؤ بطريقة التسريح الاسي والثاني هو الاتجاه بمعنى التنبؤ المعدل= التنبؤ بطريقة التسريح الاسي البسيط + الاتجاه.

ويحسب الاتجاه بالقاعدة التالية: $T_t=T_{t-1}+ \beta (F_t-F_{t-1})$

حيث ان:

T_t = الاتجاه للفترة t. T_{t-1} = الاتجاه للفترة الماضية.

F_t = تنبؤ الطلب للفترة t. F_{t-1}= تنبؤ الطلب للفترة الماضية.

β= ثابت تسريح الاتجاه (قيمة تتراوح بين 0-1).

يظهر من القاعدة اعلاه ان الاتجاه يعتمد على نفس المنطق الذي اعتمد في حساب التنبؤ بطريقة التسريح الاسي البسيط, فالاتجاه لفترة معينة يتكون من الاتجاه للفترة السابقة مضافا اليه الفرق بين التنبؤ للفترة الحالية مطروحا منه التنبؤ للفترة الماضية معدلا بثابت تسريح الاتجاه, ويستخدم ثابت تسريح الاتجاه في تقدير شدة الاختلاف بين التنبؤين اما قيمة هذا الثابت فانها تتراوح بين (0-1) ويتم اختيار القيمة المناسبة لهذا الثابت على اساس الخبرة الشخصية والتجارب.

مثال: افترض ان الطلب على أحد المنتجات خلال الشهر السادس من عام 2019 بلغ (1000) وحدة وان تنبؤ الطلب لذلك الشهر بلغ (800) وحدة, فما هو تنبؤ الطلب المعدل باستخدام ثابت تسريح اسي مقداره (20%) وثابت تسريح اتجاه مقداره (30%) مع العلم ان الاتجاه للشهر السادس كان (10)؟؟؟

الحل: 1.حساب التنبؤ بطريقة التسريح الأسي البسيط للشهر السابع.

$F_7=F_6+ a(A_6-F_6)$

$= 800+0.20(1000-800)$

= 840 وحدة

2. حساب الاتجاه للشهر السابع.

$T_7= T_6 +\beta(F_7-F_6)$

$= 10+0.30(840-800)$

= 22 وحدة

3. حساب التنبؤ المعدل بالاتجاه للشهر السابع.

(forecast including trend (FIT))

$FIT_7= F_7 + T_7$

$= 840+22$

وحدة 862 =

ب. الأساليب السببية

1. الانحدار الخطي: تعد الاساليب السببية من اكثر طرق التنبؤ بالطلب فعالية, وتفترض هذه الطريقة ان الطلب يحدث بسبب واحد او اكثر من المتغيرات الداخلية او الخارجية للشركة, ويطلق على الطلب تسمية المتغير التابع اما العامل او العوامل التي تسبب الطلب فيطلق عليها تسمية المتغيرات المستقلة وتستخدم المعادلة التالية:

$$y = a + bx$$

اما الثابتان (a,b) فانهما يحسبان بطريقة المربعات الصغرى وكما يلي:

$$b = \frac{\sum xy - \mathrm{n}\bar{\mathrm{x}}\bar{\mathrm{y}}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{\mathrm{n}}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{\mathrm{n}}$$

مثال: تقوم شركة بغداد للصناعات الكهربائية بانتاج العوازل الحرارية الانبوبية قطر 5 ملم, ومن خلال مبيعات السنوات الماضية لوحظ بان هناك علاقة بين نفقات الاعلان والطلب وكما في الجدول التالي:

نفقات الاعلان (1000) دينار (x)	500	260	180	200	400
الطلب (1000) وحدة (y)	132	58	80	50	110

المطلوب/ استخدام اسلوب الانحدار الخطي لتقدير المبيعات السنوية اذا حددت الشركة مصاريف الاعلان السنوي ب (310000) دينار.

2. معامل الارتباط: ان الانحدار الخطي هو احدى الطرئق التي تستخدم لوصف العلاقة بين متغيرين احدهما مستقل (x) والاخر تابع (y), ولتقويم قوة العلاقة بين هذين المتغيرين ينبغي حساب معامل الارتباط, ويعرف معامل الارتباط على انه مقياس لتوضيح قوة العلاقة بين متغيرين, وتتراوح قيمة هذا المعامل بين (+1 الى – 1) فاذا كانت قيمة معامل الارتباط بين متغيرين تساوي (+ 1) فان ذلك يشير الى وجود علاقة تامة موجبة بينهما, اما اذا كانت قيمة معامل الارتباط (– 1) فان ذلك يشير الى وجود علاقة تامة سالبة بين المتغيرين,

وعندما تكون قيمة معامل الارتباط مساوية الى الصفر فذلك يعني انعدام وجود ارتباط بين المتغيرين, ويحسب معامل الارتباط حسب المعادلة التالية:

$$r = \frac{\mathrm{n}\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

سادساً: قياس خطأ التنبؤ: على الرغم من عدم وجود اسلوب كمي قادر على تنبؤ الطلب بدقة متناهية إلا ان معرفة خطأ التنبؤ يساعد على تقييم اسلوب التنبؤ المستخدم بغية اتخاذ إجراءات تصحيحية, ان وجود اختلافات بين التنبؤ الذي يجري والطلب المتحقق أمر طبيعي وذلك لان الطلب على المنتجات هو حصيلة تفاعل عدد كبير من المتغيرات الداخلية والخارجية, وبما ان التفاعل بين المتغيرات معقد لذلك من الطبيعي وقوع أخطاء في التنبؤ, وتهدف الشركات من خلال مراجعة نتائج التنبؤ الوصول الى اسلوب يقلل أخطاء التنبؤ الى ادنى حد ممكن. هناك بعض الاساليب الكمية الشائعة الاستخدام في قياس خطأ التنبؤ منها:-

1. قياس الخطأ لأسلوب المتوسطات المتحركة: هناك اكثر من طريقة لقياس خطأ التنبؤ الذي يولده أسلوب المتوسطات المتحركة, وهذه الطرائق تتراوح بين حساب المدى للفروقات بين التنبؤ والطلب الى حساب الانحراف المعياري, ويستخدم الانحراف المعياري بشكل واسع للوقوف على الانحرافات التي يولدها هذا الاسلوب.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})}{n}}$$

حيث ان:

S= الخطأ المعياري لمجموعة من المشاهدات. X_i= الطلب الحقيقي للفترة i.

$\bar{X}$ = المتوسط المتحرك (قيمة التنبؤ). n= عدد الفترات المشمولة بالمقارنة.

مثال: احسب الانحراف المعياري المتولد من استخدام متوسط متحرك ذي 4 فترات من الجدول ادناه:

الاسبوع t	الطلب X_i	التنبؤ $\bar{X}$	مربع الفرق $(X_i - \bar{X})^2$
5	128	142	196
6	142	142	0
7	152	141	121
8	156	140	256
9	140	145	25
10	122	148	676
11	108	143	1225
12	100	132	1024
13	144	118	676

14	175	119	3136
15	173	132	1681
	المجموع		5880

2. قياس خطأ التنبؤ لأسلوبي التسريح الأسي البسيط والمعدل: لقياس الخطأ المتولد عن هذين الأسلوبين فان معدل الانحراف المطلق يعد من افضل الأساليب ويشير معدل الانحراف المطلق(Mean Absolute Deviation(MAD) وكما تدل التسمية الى متوسط الفروقات المطلقة بين التنبؤ والطلب وتكتب القاعدة بالصيغة الاتية:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n} |D_t - F_t|}{\mathrm{n}}$$

مثال: احسب معدل الانحراف المطلق المتولد عن تطبيق اسلوب التسريح الاسي البسيط من البيانات التي تظهر في الجدول ادناه:

الاسبوع t	الطلب D_t	التنبؤ F_t	الانحراف المطلق $\|D_t - F_t\|$
1	117	135	18
2	111	131	20
3	118	127	9
4	134	125	9
5	122	127	5
6	103	126	23
7	118	121	3
8	121	120	1
9	119	120	1
10	113	120	7
11	122	119	3
12	109	120	11
		المجموع	110

الفصل الرابع: تخطيط وتطوير المنتوج/ الخدمة

ان الاستراتيجية الرئيسة للمنظمة تعبر عن ما موجود في رسالة المنظمة, والرسالة تساعد على تحديد نوع المنتجات والخدمات التي سوف تقدمها المنظمة الى السوق, حيث تعتبر الاستراتيجية الرئيسة نقطة البداية المنطقية لصياغة استراتيجية العمليات, كما ان معرفة خصائص المنتجات والعمليات تمكن مدير ادارة الانتاج

والعمليات من تصميم نظام الانتاج او العملية وتشغيله بكفاءة في المنظمة, ومن هذا تتضح لنا اهمية تخطيط وتطوير المنتوج/ الخدمة, ويعرف تخطيط وتطوير المنتج بانه تركيب الانشطة او الاجزاء والعناصر لضمان الحصول على منتج ذي كفاءة وجودة عالية.

ان تخطيط المنتوج الجديد او الخدمة الجديدة يشمل جميع النشاطات التي تعود الى تقويم ومراجعة المنتجات الحالية او التخلص منها او تلك التي تعود الى تقديم منتجات او خدمات جديدة, ان عملية التخطيط عملية مستمرة وجارية اي انها عمل لا ينتهي او يستكمل وذلك لعدة اسباب منها:

- المنافسة الشديدة.
- انتهاء عمر المنتجات ضمن آماد زمنية معينة.
- الابداعات والتطورات العلمية والتكنولوجية السريعة.
- الاختراعات الجديدة المستمرة.

ان الاسباب اعلاه هي عوامل تتحدى المنظمة لغرض انتاج منتوج نوعي جديد تقابل طلب السوق بالوقت المرغوب.

اولاً: استراتيجيات تقديم المنتوج الجديد:

هناك ثلاثة استراتيجيات ينظر بها الى عملية تقديم المنتوج الجديد هي:

1. استراتيجية قيادة السوق: (ان تنتج ما تستطيع ان تبيع) ان حاجات المستهلك هي "أو هي فقط" الاساس الذي يستند عليه في تقديم المنتوج الجديد, وهنا لابد من الاعتماد على بحوث السوق لتحديد المنتجات الجديدة التي يحتاجها السوق.

2. استراتيجية قيادة التكنولوجيا: (ان تبيع ما تستطيع ان تنتج) وفقا لذلك فان المنتجات الجديدة يجب ان تستمد بضوء تكنولوجيا الانتاج المستخدمة في المنشاة مع اعطاء قليل من الاعتبار للسوق, ان وجهة النظر هذه يمكن التحكم بها من خلال الاستخدام الفعال للتكنولوجيا وتبسيط التغيرات التي تحصل في العمليات ان نجاح مثل هذه الاستراتيجية يتطلب وجود اقسام فعالة وهجومية للبحث والتطوير والعمليات لانتاج منتجات متفوقة او ممتازة.

3. استراتيجية التفاعل المتبادل للوظائف: ان تقديم النتوج الجديد وفقا لوجهة النظر هذه هي مهمة وظائفية متبادلة ومتداخلة في طبيعتها وتتطلب التعاون ما بين التسويق والعمليات وهندسة العمليات والوظائف الاخرى, فهي مجهود تنسيقي ما بين وظائف المنظمة جميعها, والنتيجة يجب ان تكون تطوير منتوج جديد يقابل حاجات السوق وبذات الوقت يتناسب وطبيعة العمليات الموجودة في المنظمة, هذه الاستراتيجية تقع ما بين(انتج ما يمكن ان تبيع) وبين (بع ما يمكن ان تنتج), هذا المدخل الأكثر صعوبة في التطبيق ويحقق افضل النتائج.

ثانياً: دورة حياة المنتوج وعلاقتها بعملية تطوير المنتوج الجديد:

ان المنظمة التي تهمل تقديم منتجات او خدمات جديدة دوريا تتعرض للتدهور في نهاية الامر لان المبيعات والارباح لأي منتوج يتناقصان بمرور الوقت, لذا يجب على المنظمة ان تطور منتجات جديدة تستبدل بها المنتجات الحالية, وقد ظهر من الخبرة بان الطلب على اي منتوج في الامد الطويل يتبع على الاغلب دورة حياة نمطية.

1. **مراحل دورة حياة المنتوج:** ان اغلب المنتجات تمر بعدد من المراحل خلال دورة حياتها التي يمكن ان ينظر لها في خمس مراحل وهي:

أ- مرحلة تخطيط وتطوير المنتوج او الخدمة: خلال هذه المرحلة يتم توليد الافكار لمنتجات وخدمات جديدة ومن ثم تصفيتها وتحويلها الى تصاميم نهائية, حيث يتم انفاق جزء من التكاليف على البحث والتطوير والتصميم والتخطيط والاختبار وشراء المعدات, وهذه التكاليف تعتبر جزءا من التكاليف الثابتة, والمبيعات في هذه المرحلة لم تبدأ لذا فان الارباح تكون سلبية.

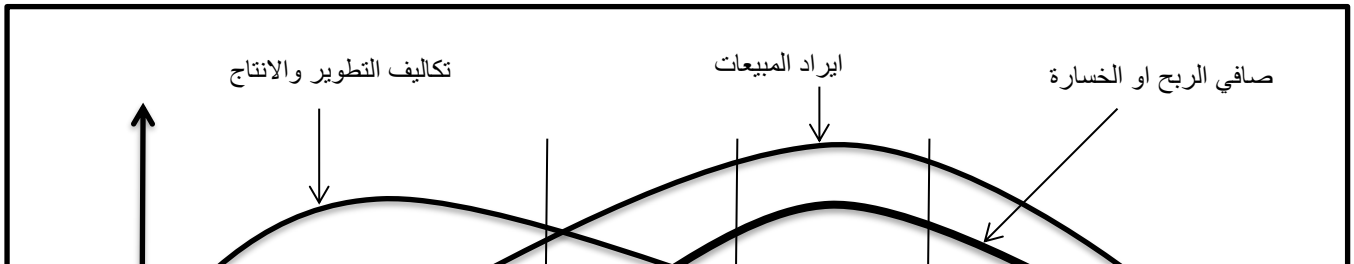
ب- مرحلة التقديم: اذ يسوق منتوج جديد فيكون الطلب عليه منخفضاً, إلا ان يبدأون الزبائن يتعرفون عليه, ويرون ان كانوا يرغبونه ام لا, في هذه المرحلة تبدا المبيعات بكميات صغيرة, وقد تبقى الأرباح بوضعها السالب, ويكون الانتاج بكميات صغيرة لذلك فان تكاليف الوحدة الواحدة عالية.

ت- مرحلة النمو: يزداد قبول المنتوج الجديد في السوق فيرتفع الطلب ويدخل المنتوج مرحلة النمو السريع وبالتالي ترتفع المبيعات والارباح وقد تكون عالية جدا, ويرجع سبب ذلك الى ان المنافسة لا تزال قليلة ومعدات الانتاج الجديدة ما تزال تعمل بكفاءة, بالاضافة الى ان المستهلك على استعداد بدفع سعر اعلى للحصول على المنتج الجديد, قد تسترد التكاليف الثابتة بالكامل.

ث- مرحلة النضج: يدخل المنتوج في هذه المرحلة عندما يستقر الطلب عليه بمعدل ثابت اكبر او اقل, تزداد مبيعات المنتوج ويفترض ان يزداد الربح ايضا لحين الوصول الى نقطة زمنية معينة ضمن هذه المرحلة اذ تستقر المبيعات في مستوى معين, ان التغيرات المستمرة التي تجري على عمليات الانتاج لكي تستجيب لمتطلبات الانتاج الواسع عند زيادة الطلب, يجب ان تؤدي الى تخفيض كلفة الوحدة الواحدة الى ان يأتي الوقت الذي تزداد او تشتد فيه المنافسة لدخول منافسين جدد, او ينخفض فيه الطلب مما قد يؤدي الى تخفيض السعر والربح فتبدأ الأرباح بالتدهور.

ج- مرحلة التدهور والانسحاب: يصل المنتوج في النهاية الى هذه المرحلة عندما يصبح متقادما بسبب ظهور منتجات جديدة بديلة افضل واقل سعراً منه فيتحول الطلب نحوها, وبذلك يختفي الطلب على المنتوج او ينخفض الى المدى او الحد الذي يصبح فيه استمرار عرض المنتوج في السوق غير مجدٍ, وبالتالي تنخفض كل من المبيعات والارباح الى الحد الذي يضطر المنظمة الى التخلي عن المنتوج.

والشكل التالي يبين مراحل دورة حياة المنتوج والتكاليف والارباح:



مراحل دورة الحياة

شكل رقم ( ) مراحل دوة حياة المنتوج او الخدمة وايرادات المبيعات والتكاليف والارباح والخسائر المرتبطة بكل مرحلة

لا تتبع جميع المنتوجات نفس مراحل دورة الحياة المبينة في الشكل اعلاه كما ان طول دورة الحياة تختلف بشكل كبير جدا من منتوج لاخر فعلى سبيل المثال ان كل طبعة من جريدة يومية لها دورة حياة تطول ساعات قليلة, وان منتجات الموضة والعاب التسلية لها دورة حياة تطول لأشهر او حتى لاسابيع, وان السلع الاستهلاكية المعمرة تكون لها دورة حياة من خمس الى عشرة سنوات, ان بعض المنتجات السلعية الاساسية مثل الصوابين والمنظفات فانها تبقى في مرحلة النضج لعقود, وبعض المنتجات لايبدو عليها انها تتعرض او تدخل في مرحلة التدهور مثل دبابيس مسك الاوراق.

2. **ادارة دورات حياة المنتوج:** من منظور ادارة العمليات هناك ثلاثة نتائج تترتب على دورة حياة المنتوج هي:

أ- اختلاف التوكيد التشغيلي لادارة العمليات: حيث يختلف التوكيد التشغيلي المطلوب ان تقوم به ادارة العمليات باختلاف المرحلة التي يمر بها المنتوج ضمن دورة حياته مثلا في مرحلة تخطيط وتطوير المنتوج يجب على ادراة العمليات ان تتاكد من ان المنتوج الجديد يتوافق مع قدرات الانتاج بالمنظمة, وفي مرحلة التقديم تكون العمليات رشيقة ومرنة وتنمو وتتطور تدريجيا لمقابلة طلبات محددة او خاصة, وفي مرحلة النمو يستمر الطلب على المنتوج بسرعة لذك يجب ان ينصب الاهتمام التشغيلي لادارة العمليات على التاكد من ان هناك طاقة انتاجية كافية لمقابلة ذلك الطلب, وعندما يصل الطلب على المنتوج ذروته في مرحلة النضج يجب ان ينصب الاهتمام التشغيلي لادارة العمليات على تخفيض الكلفة وتحسين الانتاجية بسبب اشتداد المنافسة, واخيرا في مرحلة التدهور تنصب جهود ادارة العمليات على اطالة عمر المنتوج من خلال عدة اجراءات لتهذيب المنتوج يتم تصميمها ووضعها موضع التطبيق.

ب- اختلاف المبيعات والتكاليف والأرباح خلال دورة حياة المنتوج: هناك اختلاف كبير في حجم المبيعات والتكاليف والارباح باختلاف كل مرحلة من دورة حياة المنتوج, وما ينبغي الاهتمام به هو عملية مراجعة او تدقيق دورة حياة المنتوج لغرض تحديد المرحلة التي يمر بها المنتوج او الخدمة, فمثلا عندما تنخفض المبيعات والارباح فان المنتوج يكون اما في أواخر مرحلة النضج او في التدهور وفي هاتين النقطتين يقع على الادارة عدة خيارات فإما ان يتم البقاء مع المنتوج الحالي لسنوات اخرى من خلال منحه حياة جديدة لتجديد شبابه او من خلال ضغط التكاليف او ان يتم التخلص منه وتقديم منتوج جديد بدلاً عنه.

مثال: ترغب ادارة احدى الشركات بمراجعة دورة حياة احد منتجاتها لغرض تحديد المرحلة التي يمر بها ضمن دورة حياته لذلك تم جمع البيانات الاتية عن الايرادات وتكاليف وارباح المنتوج طوال (12) سنة ماضية (المبالغ بملايين الدنانير).

سنة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الايرادات	24	26	26	26	25	25	24	21	19	18	15	13
التكاليف	8.4	6.8	5.4	4.8	4	3.6	2.8	2	1.6	1.2	0.8	0.6
الارباح	16	19	21	21	21	21	21	19	17	16	14	12

المطلوب/ تحديد ما هي المرحلة التي يمر بها المنتوج الان من مراحل حياته؟؟؟؟

ت- اختلاف استراتيجيات الدخول والخروج: تستطيع المنظمة ان تدخل الى دورة حياة المنتوج وتخرج منها في اية مرحلة ترغب بضوء خبراتها ومعارفها وامكاناتها, وان هذه الاستراتيجية المختارة ستؤثر في الطريقة التي يتم فيها تصميم نظام الانتاج وتشغيله ونوع التكنولوجيا المستخدمة فيه, وهناك ثلاثة استراتيجيات اساسية للدخول والخروج هي:

1. استراتيجية الدخول المبكر والخروج المتاخر.
2. استراتيجية الدخول المبكر والخروج المبكر.
3. استراتيجية الدخول المتأخر والخروج المتاخر.

والجدول التالي يلخص خصائص الاستراتيجيات الثلاث للدخول والخروج:

الاستراتيجية	مرحلة الدخول	مرحلة الخروج	المتطلبات
الدخول المبكر والخروج المبكر	التقديم	النضج	نظام انتاج مرن ينتج كميات صغيرة لمنتجات متنوعة. استراتيجية التميز بالمنتوج.
الدخول المتأخر والخروج المتاخر	النمو	التدهور	نظام انتاج ينتج كميات كبيرة لمنتوج نمطي/منتجات نمطية استراتيجية الكلفة المنخفضة(قيادة الكلفة الشاملة)

الدخول المبكر والخروج المتاخر	التقديم	التدهور	التحول من نظام انتاج مرن ينتج كميات صغيرة لمنتجات متنوعة الى نظام انتاج ينتج كميات كبيرة بكلفة واطئة لمنتوج نمطي. التحول من استراتيجية التميز بالمنتوج الى استراتيجية الكلفة المنخفضة.

ثالثاً: المبادئ الأساسية في تصميم المنتوجات لأجل الانتاج:

ان الحصول على التوافق بين متطلبات التصميم وقدرات عملية الانتاج ليس كافياً في تصميم المنتوج حيث يعتبر مبدأ (جعل المنتوج بسيطاً) المبدأ الأكثر هيمنة في تصميم المنتوج, لان بساطة التصميم سيسهل كل من الانتاج والاستهلاك, حيث ان التصميم البسيط للمنتوج غالبا ما يتطلب عددا اقل من الاجزاء وعدد مكائن اقل وعمليات تجميع ابسط, كل ذلك يؤدي الى تكاليف أوطأ, واستخدام اسهل ودرجة معولية اكبر للمنتوج, كما ان التصميم الجيد لايعني بالضرورة استخدام التكنولوجيا الحديثة بل ان ما مطلوب هو استخدام التكنولوجيا الاكثر ملاءمة, ان بساطة تصميم المنتوج وتبسيط عملية الانتاج يمكن ان يتحققا بواسطة اعتماد مبادئ التصميم الاتية لتبسيط المنتوج والعمليات:

1. تقليل عدد الاجزاء المستخدمة في المنتوج الى ادنى ما يمكن.
2. استخدام مكونات مشتركة وعمليات مشتركة مع منتجات اخرى.
3. استخدام التصميم المعياري للاجزاء والمكونات لتحقيق التنوع في المنتوج.
4. استخدام عدد نمطية/ قياسية.
5. ان يحقق التصميم القوة والمتانة.
6. تبسيط عمليات التجميع.

ان المبادئ اعلاه تركز على التبسيط والتقيس او التنميط حيث ان الاول (التبسيط) يقلل عدد الاجزاء والتجاميع, فيما يساعد الثاني (التنميط) باستخدام الأجزاء النمطية في منتوج معين او في عدة منتجات على اختزال وقت التصميم, ويوفر الكثير من التكاليف.

رابعاً:الاعتبارات المهمة في تصميم المنتوج الجديد:

هناك عدد من الاعتبارات التي يجب ان تؤخذ بالحسبان في تصميم المنتوج الجديد هي:-

1. الكلفة: يجب ان يتم تصميم المنتوج بكلفة واطئة او كلفة مقبولة.
2. اقتصادية الاستعمال او الاستخدام: بما يمكن استعمال المنتوج استعمالا اقتصاديا.

3. الجودة: يجب ان يكون المنتوج ذا جودة جيدة.
4. الصفات الكمالية او الجمالية: يجب ان يكون تصميم المنتوج ذا لمسات جمالية فضلا عن وظائف الاداء الاتية:

أ- الحجم والطاقة والمتانة: يجب ان يكون المنتوج بحجم معقول, وله طاقة فنية وانتاجية عالية, ويتسم بمتانة كافية لحمايته من المؤثرات.
ب- دوام الاستمرار: قابلية المنتوج على الاستمرار بالعمل واداء وظائفه وخاصة السلع المعمرة.
ت- المعولية: يجب ان يكون تصميم المنتوج قادرا على تادية وظيفته.
ث- القابلية على الصيانة: يجب ان يسمح التصميم بتبديل الاجزاء المستهلكة او التالفة بسهولة ويسمح باجراء الصيانة بسهولة ويسر.
ج- الامان عند الاستعمال: يجب ان يوفر التصميم درجة عالية من الامان عند الاستعمال.

خامساً: مقاييس جودة تصميم المنتوج الجديد: لكي تكون عملية التصميم اكثر فائدة واكبر جدوى فان هناك عددا من المعايير او المقاييس التي يمكن ان تعتمد في قياس فاعلية جودة تصميم المنتوج للامد الطويل هي:

1. عدد الأجزاء المكونة وخيارات المنتوج : كلما كان عدد الأجزاء المكونة للمنتوج اقل وكلما كانت خيارات المنتوج النهائي اكثر كلما كانت جودة التصميم اعلى.
2. النسبة المئوية للأجزاء القياسية/ النمطية في المنتوج: كلما كانت نسبة الأجزاء القياسية او النمطية التي يمكن استبدالها بسرعة وسهولة بأجزاء اخرى مصانع اخرى نسبة اكبر كلما كانت جودة التصميم افضل.
3. استخدام عمليات الانتاج الموجودة: كلما كانت هناك امكانية لاستخدام نفس موارد او عمليات الانتاج (المكائن والمعدات ...الخ) الموجودة حالياً في تصنيع أجزاء ومكونات المنتوج الجديد كلما كانت جودة التصميم احسن.
4. كلفة الوجبة/ دفعة الانتاج الأولى: كلما كانت الكلفة الكلية لدفعة الانتاج الاولى عالية كلما كانت جودة التصميم غير جيدة.
5. كلفة الكلية للمنتوج: كلما كانت الكلف الكلية للمنتوج واطئة كلما كانت جودة التصميم افضل, ان الكلفة الكلية للمنتوج لا تتضمن فقط كلفة المواد بل تشمل ايضا تكاليف التطوير (مثل تكاليف مراجعة التصميم) والتكاليف الصناعية (مثل كلف التجميع النهائي للمنتوج وكلف الاستثمار لشراء معدات وعمليات انتاج جديدة)

6. المبيعات الكلية للمنتوج: تشير المبيعات الكلية للمنتوج الى قابلية تصميم المنتوج على التسويق اي سهولة تسويقه والى المستوى الأولي لرضا الزبون عن ذلك التصميم.

سادساً: مراحل تطوير المنتج الجديد:

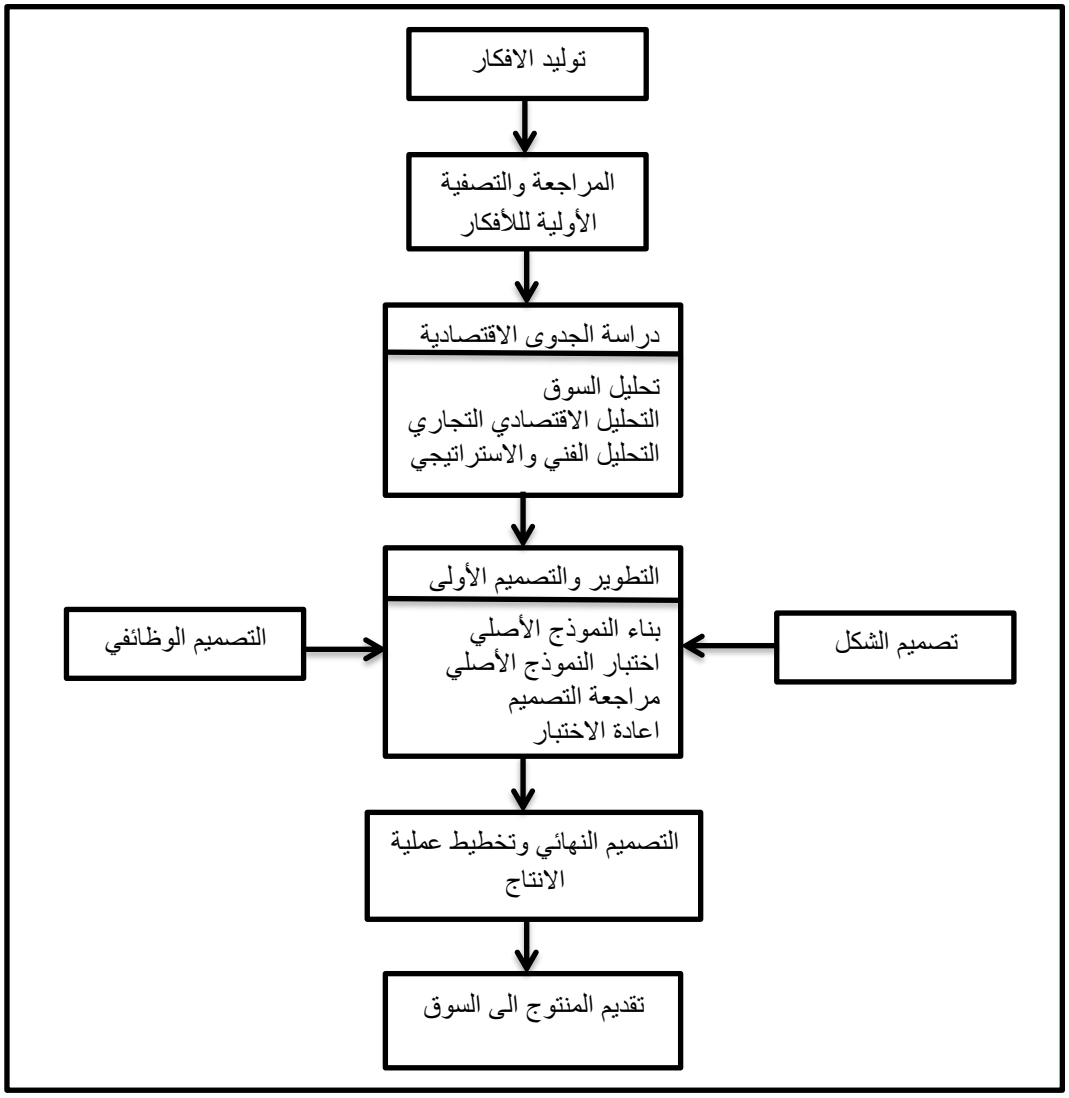
تدرك الشركات اهمية الابتكار التكنولوجي فمن ناحية فان المنتجات الجديدة تساهم بشكل رئيس في نمو الشركات وتحقيق ارباح اعلى كما انها قد توفر امكانية الوصول الى اسواق جديدة, والمساعدة على تحسين المركز التنافسي للشركة, فضلا عن ذلك فان المنتجات الجديدة قد تمكن المنظمة من الامتثال للوائح الحكومية المتزايدة فيما يتعلق بقضايا مثل مكونات المنتج, ومعايير السلامة والتلوث واستعمال الطاقة, ومن اجل تجنب المخاطر فان اي شركة بحاجة الى اتباع عملية واسعة النطاق قبل ان تقوم بشكل فعلي بتقديم المنتج الى السوق, مما سبق يتضح انه على الشركات اتباع عملية نظامية تسعى من خلالها الى تطوير المنتجات وتتمثل هذه الخطوات في:

1. توليد الأفكار: ان تصاميم المنتوج الجديد تبدأ بفكرة سواءً من داخل الشركة (قسم البحث والتطوير) ام من خارجها والتي قد تنشأ من خلال اجراءات البحث الرسمية وغير الرسمية, عادة يكون من السهل الحصول على الافكار الجديدة إلا ان الصعوبة تكمن بتحويل تلك الافكار الى منتجات قيمة لتلك التي يتوقع ان يكون عليها طلب كافي.
2. المراجعة والتصفية الأولية للأفكار: تقيم الأفكار لتحديد مدى احتمالية نجاحها, وعليه فليست كل الأفكار التي تتولد سوف تكون قادرة على اضافة تحسين على السلع والخدمات, ان مرحلة التقصي والبحث والتصفية الأولية قد تحذف (80%) من الافكار.
3. دراسة الجدوى الاقتصادية: والتي تضم ثلاثة انواع من التحليل الاول: تحليل السوق والذي يخمن فيما اذا كان هنالك طلب كافٍ على المنتوج الجديد, والثاني: التحليل الاقتصادي والذي يركز على تقدير تكاليف التطوير والانتاج ومقارنتها بالكميات المخمنة للمبيعات لتقدير ما اذا كان المنتوج يحقق ربحا ام لا, والثالث: التحليل الفني والاستراتيجي والذي يجيب على عدد من الاسئلة منها: هل يتطلب المنتوج الجديد تكنولوجيا جديدة؟ هل لدى الشركة قوة عمل وخبرات ومهارات ادارية كافية؟ هل ان المنتوج الجديد يحقق ميزة تنافسية للشركة؟ وغيرها.
4. التصميم الأولي وإجراء الاختبار: في هذه المرحلة فان الخطوط العريضة للخدمة او السلعة تكون محددة بشكل تفصيلي, وستحدد السمات للمنتج والكلف والطاقة الانتاجية وسيقوم مهندسو التصميم بتحويل مواصفات الأداء العامة الى مواصفات فنية حيث يتضمن انشاء تصميم الشكل والتصميم الوظيفي, يشير الاول (الشكل) الى المظهر المادي للمنتوج (الشكل, الحجم, اللون), اما التصميم الوظيفي فانه يهتم بتحديد وظائف الأداء/ الانجاز التي سيقوم بها المنتوج وهنا يتم التركيز على المعولية والقابلية على الصيانة, وتعرف معولية المنتوج على انها الاحتمال الذي سينجز به المنتوج

وظيفته المقصودة لفترة زمنية محددة في ظل ظروف اعتيادية للأستخدام دون اي فشل, اما قابلية المنتوج على الصيانة تشير الى السهولة التي يصلح بها المنتوج, فعملية التحويل هذه تستلزم بناء التصميم الأولي والذي يتم عبر بناء الانموذج الأصلي او الريادي للمنتوج واختبار الانموذج ومراجعة التصميم واعادة الاختبار وهكذا وصولاً الى التصميم المرغوب.

5. التصميم النهائي: هنا سيتم صياغة المحددات النهائية للمنتوج وعند ذلك تترجم المحددات النهائية الى تعليمات محددة للمعالجة لتصنيع المنتوج والتي تتضمن اختيار المعدات واعداد خطة عامة بالوظائف التي تكون بحاجة الى أن تنجز وتحديد المواد المطلوبة والمجهزين الذين سوف يتم استعمالهم والنواحي الاخرى وجميع العمليات المتعلقة بعملية انتاج المنتوج.

والشكل التالي يوضح خطوات تخطيط وتطوير المنتج



الشكل رقم(2) مراحل تطوير وتصميم المنتوج الجديد

سابعاً: أدوات اتخاذ القرار في اختيار المنتوج الجديد: يجب على مديرو العمليات ان يقررو ماهي المنتوجات التي يتم اختيار تقديمها الى السوق, وقد يكون التفكير او التامل العميق كافيا لوحد لاتخاذ مثل هذا القرار, ولكن في اوقات كثيرة قد يتطلب الأمر بعض الأساليب التي يمكن ان تستخدم في اختيار المنتوج الجديد من بين عدة بدائل متاحة منها:

1. **تحليل مستوى التعادل:** يساعد هذا التحليل على تحديد حجم المبيعات للازم لجعل المنتوج استثمارا اقتصاديا مربحا, ان هدف تحليل مستوى التعادل هو ايجاد النقطة بالمبالغ والوحدات التي تتساوى فيها التكاليف مع الايرادات, يتطلب تحليل مستوى التعادل تقدير التكاليف الثابتة (F), والتكاليف المتغيرة الكلية (VQ), والايرادات (TR), التكاليف الثابتة هي تلك التكاليف التي تستمر حتى اذا لم يتم انتاج اية وحدة من المنتوج, التكاليف المتغيرة هي التكاليف التي تتغير بتغير حجم الانتاج من الوحدات المنتجة وتعرف ايضا بالتكاليف المباشرة.

ان الغرض الرئيس من استخدام التعادل في تخطيط المنتوج والخدمة هو لتقدير الربح المحتمل (او الخسارة المحتملة) لمنتوج او خدمة جديدة, اذ ان التحليل سيساعد المدير في الاجابة على الاسئلة الاتية:

1. هل ان حجم المبيعات المتوقع للمنتوج يكفي لتحقيق مستوى التعادل؟
2. كم هو مقدار التخفيض الذي يمكن ان تجربه الشركة على الكلفة المتغيرة للوحدة الواحدة من المنتوج في ظل اسعار بيع معينة وحجم مبيعات متوقع وتبقى الشركة في مستوى التعادل؟
3. كم هو مقدار التخفيض الذي يمكن ان تخفض به التكاليف الثابتة ويبقى المنتوج في مستوى التعادل؟
4. كيف تؤثر مستويات الاسعار في حجم او كمية مستوى التعادل؟

فاذا ما جعلنا (Q) تعبر عن عدد الوحدات المنتجة او المباعة لكل سنة, (F) عن التكاليف الثابتة, (VQ) عن التكاليف المتغيرة الكلية للوحدات المنتجة والمباعة سنويا, فان التكاليف الكلية (TC) لإنتاج المنتوج او الخدمة تساوي التكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة مضروبة بحجم الانتاج اي:

$$TC = F + VQ$$

هناك عدد من الافتراضات التي يستند عليها النموذج هي:

1. ان التكاليف الكلية تتالف من تكاليف ثابتة وتكاليف متغيرة.
2. ان دالة الكلفة هي دالة خطية لان الكلفة المتغيرة للوحدة هي نفسها بغض النظر عن الوحدات المنتجة او المباعة.
3. ان جميع الوحدات المنتجة يتم بيعها ومن ثم فان الايرادات (TR) تساوي سعر البيع لكل وحدة مباعة (P) مضروبا بالكمية المباعة (Q) اي.

$$TR = P * Q$$

واذا ما جعلنا الايرادات الكلية مساوية للتكاليف الكلية فأننا نستطيع ايجاد نقطة مستوى التعادل وكالاتي:

$$Q_{BEP} = \frac{F}{P - V}$$

مثال: شركة صناعية لانتاج لعب الاطفال ترغب بانتاج لعبة جديدة وقد جمعت الادارة المعلومات الاتية عن الانتاج:

- التكاليف الثابتة السنوية (240000) دينار.
- التكاليف المتغيرة /وحدة (60) دينار.
- سعر بيع الوحدة (100) دينار.

المطلوب/ ايجاد كمية مستوى التعادل لهذا المنتوج الجديد جبريا وبيانيا.

2. **مصفوفة المفاضلة:** تعبر هذه المصفوفة عن مدخل اجتهادي منظم يعتمد على الخبرة والحكم الشخصي لتقويم العوامل النوعية التي لايمكن دمجها وتوحيدها بمعيار كمي واحد قابل للقياس.

مثال: طلبت شركة صناعية من مدير العمليات اجراء المفاضلة بين فكرتي المنتوج (A) والمنتوج (B) لغرض اقتراح انتاج احداهما وتقديمه الى السوق وفي ادناه خطوات تحضير مصفوفة المفاضلة التي تتضمن معايير تقييم الاداء والاهمية النسبية لكل معيار والنقاط التي حصل عليها كل منتوج ازاء كل معيار.

معيار تقييم اداء المنتوج الجديد	الاهمية النسبية	المنتوج A		المنتوج B	
		النقاط	النقاط الموزونة	النقاط	النقاط الموزونة
درجة متانة المنتوج	15	4		6	
جودة المنتوج	10	8		4	
القدرة التنافسية للمنتوج	20	2		4	
قابلية تصنيع المنتوج	10	10		2	
سعر المنتوج	20	6		8	
مساهمته في العائد	25	4		10	
	100				

بعد قرار تحديد المنتجات والخدمات التي يجب ان تقدم الى السوق وكيف ينبغي ان نصنع او ننتج, اي تحديد الطريقة التي ننتج بها تلك المنتجات والخدمات من خلال اختيار نوع نظام الانتاج, فان اهتمام الادارة وضمن تتابع مراحل عملية التخطيط في الشركة يجب ان يتجه نحو الطاقة اي تخطيط طاقة النظام.

اولاً:التخطيط الاستراتيجي للطاقة:

ان الطاقة هي اقصى مقدار او معدل للمخرجات التي يمكن ان ينتجها مصنع ما او وحدة/ مرفق انتاج معين خلال مدة زمنية محددة, ومرفق الانتاج قد يكون ماكنة او رجل او محطة عمل او خط انتاج او مصنع او منظمة ككل, يجب على مدير العمليات ان يوفر الطاقة اللازمة لإنتاج وتجهيز المنتجات الكافية لمقابلة الطلب المتوقع وبخلاف ذلك فان الشركة ستفقد فرصاً عديدة للنمو وتحقيق الارباح وعلى هذا الاساس يعد تخطيط الطاقة امرا مركزيا ومهما لنجاح المنظمة في الامد الطويل.

فاذا ما تم بناء طاقة تفوق حجم الطلب المتوقع فان جزء منها سيستخدم ويترك الجزء الفائض عاطلا, وبالعكس عندما تكون هناك طاقة منخفضة فان جزء من الطلب يكون غير مشبع مما يعني فقدان الشركة لجزء من حصتها المتوقعة في السوق, وفي كلتا الحالتين فان امتلاك طاقة فائضة او منخفضة سيكون مؤذيا ومكلفا للشركة, وعليه فان التخطيط الاستراتيجي للطاقة هو عملية تحديد انواع واعداد الموارد المطلوبة لتنفيذ الخطة الاستراتيجية للشركة التي تعد لمقابلة الطلب المستقبلي, وان هدف تخطيط الطاقة هو لتحديد المستوى المناسب من طاقة الانتاج التي تتحدد بواسطة اختيار المزيج الملائم من المكائن والمعدات والعاملين المطلوبة لمقابلة الطلب على المنتوج/ المنتجات, بتعبير اخر ان تخطيط الطاقة يضمن بان الطاقة المتاحة تقابل او توازن الطلب المتنبأ به في الأمد الطويل والأمد المتوسط والأمد القصير.

ثانياً: انواع خطط الطاقة:

ان خطط الطاقة توضع في مستويين: النوع الاول خطط الطاقة طويلة الأمد وتختص بالاستثمارات الرسمالية مثل انشاء مصانع جديدة او توسيع المصانع القائمة او شراء مكائن ومعدات جديدة وتستشرف هذه الخطط سنتين من المستقبل على الاقل, كما ان ابطال مفعول هذه القرارات او الغاء اثارها او تغييرها ليس بالامر السهل لانها قرارات استراتيجية ذات تأثيرات كلفوية طويلة الأمد لما ينفق عليها من استثمارات ضخمة لذلك فان اتخاذ مثل هذه القرارات تتطلب مشاركة الادارة العليا ومصادقتها.

النوع الثاني هو خطط الطاقة قصيرة الأمد وتركز على اجراء التسويات على حجم الطاقة المتاحة بهدف تحقيق التوازن في الأمد القصير بين حجم تلك الطاقة والطلب المتوقع من خلال خيارات حجم قوة العمل ومستويات المخزون والعمل الاضافي والتعاقد الفرعي مع الغير...الخ

اذ ان عدم التوازن في الأمد القصير بين العرض والطلب يمكن ان يعالج بمدخلين بديلين هما:-

1. **مدخل ادارة الطلب:** ويتم بموجبه تعديل الطلب لموازنة الطاقة المتاحة ويدار من قبل ادارة التسويق وبعدت طرق منها:

أ. تغيير السعر ارتفاعا للمنتجات التي لا تتوفر لها طاقة كافية او انخفاضا للمنتجات التي تتوفر لها طاقة فائضة.

ب. زيادة المجهودات التسويقية للمنتوجات التي تتوفر فيها طاقة فائضة.

ج. استخدام نظام الحجز وتغيير فترات انتظار الحصول على المنتوج للمنتجات التي لها طاقة محدودة.

2. **مدخل ادارة الطاقة:** ويتم بموجبه تعديل الطاقة لموازنة الطلب ويدار من قبل ادارة العمليات من خلال طرائق عديدة منها:

أ. تغيير ساعات العمل

ب. تشغيل عمال جدد او مؤقتين بدوام كامل لزيادة الطاقة, او تسريح العاملين لتخفيضها.

ج. استخدام التعاقد الفرعي مع الغير.

د. استخدام دفعات انتاج اكبر لتقليل مرات واوقات التهيئة والاعداد.

هـ. استئجار معدات ومساحات (فضاءات) اضافية.

ثالثاً: مقاييس الطاقة:

ان الطاقة هي اقصى مقدار او كمية من المخرجات التي يمكن ان تنتج بواسطة نظام ما خلال مدة زمنية معينة, عادة ما يعبر عن الطاقة كمعدل مثل عدد اطنان الحديد او عدد اطنان الاسمنت التي يمكن ان تنتج كل اسبوع او كل شهر او كل سنة, ان قياس الطاقة قد يكون مباشرا او سهلا بالنسبة للكثير من المنظمات في حين قياس الطاقة اكثر تفردا او خصوصية في بعض المنظمات فمثلا عدد المقاعد– الاميال لكل شهر التي تحدد طاقة شركات الطيران, فيما يكون القياس اكثر صعوبة لمنظمات اخرى كتلك التي تنتج منتجات متنوعة باستخدام الموارد نفسها لذلك فان عدد ساعات العمل الكلية المتاحة تستخدم كمقياس للطاقة الكلية, والتي تتطلب معرفة الساعات الكلية المتاحة لكل نوع من المكائن في اليوم او الاسبوع او السنة اذ تتحدد طاقة النظام الكلية بطاقة الماكنة او محطة العمل التي تشكل نقطة الاختناق في النظام وهي تلك الماكنة التي لها اوطأ طاقة مقارنة بالمكائن او محطات العمل الاخرى.

مما تقدم يظهر انه ليس هناك مقياس واحد عام يصلح لقياس الطاقة في كل المنظمات, وعلى العموم يمكن ان يعبر عن الطاقة باحد طريقتين اما باستخدام مقاييس المخرجات او باستخدام مقاييس المدخلات.

1. المقاييس العامة للطاقة

أ. مقاييس المخرجات: وتستخدم في الشركات المركزة على المنتوج التي تنتج منتوجا نمطيا واحدا او عدد صغيرا نسبيا من المنتجات النمطية.

ب. مقاييس المدخلات: وتستخدم في الشركات المركزة حول العملية التي يتسم انتاجها بتنوع واختلاف المنتجات (مزيج منتوج متنوع).

2. أنواع مقاييس الطاقة: هناك عدة انواع لمقاييس الطاقة وهي:

أ. الطاقة القصوى (الطاقة التصميمية): وتمثل اقصى او اعلى معدل للمخرجات التي يمكن ان يحققها نظام او عملية او نشاط معين في ظل ظروف مثالية لا تسمح بتخصيص او تسوية الاوقات المطلوبة للصيانة الوقائية والتهيئة والاعداد والعطلات والتوقفات غير المخططة, وتحسب اما بعدد الساعات الكلية او بعدد الوحدات المنتجة وكما يلي:

1. حساب الطاقة التصميمية معبر عنها بعدد الساعات الكلية المتاحة في السنة:

الطاقة التصميمية (DC)= ساعات العمل لكل وجبة عمل (H) × عدد وجبات العمل لكل يوم (S) × عدد ايام العمل كل اسبوع (D) × عدد اسابيع العمل في السنة (W) × عدد المكائن المتوفرة من نفس النوع (N) = الساعات الكلية المتاحة للمكائن في السنة (AT)

اي ان الطاقة التصميمية تساوي DC= H*S*D*W*N

2. حساب الطاقة التصميمية بعدد الوحدات المنتجة في السنة:

الطاقة التصميمية (DC)= الساعات الكلية المتاحة للمكائن في السنة (AT)× عدد الوحدات المنتجة في الساعة (Q)

DC= AT*Q or

DC= H*S*D*W*N*Q

ان الطاقة التصميمية لايمكن الحفاظ عليها إلا لوقت قصير فقط, لان المصانع والمكائن نادرا ما تعمل في ظروف مثالية, كما وجدت اغلب الشركات بانها تحصل على نتائج افضل عندما لا تقوم بتشغيل الموارد فيها بالحدود العليا لطاقتها, عليه تلجأ هذه الشركات الى تشغيل مصانعها بمعدل يقل عن الطاقة التصميمية.

ب. الطاقة الفاعلة (طاقة النظام): تمثل اقصى مخرجات يتوقع لنظام او نشاط او مصنع ما المحافظة على انتاجها بصورة واقعية في ظل ظروف اعتيادية تسمح بتخصيص وتسوية الأوقات المطلوبة للصيانة الوقائية

والتهئة والاعداد والعطلات والتوقفات المخططة, وهي عادة اقل من الطاقة التصميمية, وتحسب الطاقة الفاعلة عادة كنسبة مئوية من الطاقة التصميمية بواسطة الصيغتين ادناه:

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

او الطاقة الفاعلة= الطاقة التصميمية– الطاقة الخامدة او المحجوزة (CC)

الطاقة الخامدة وهي مقدار الطاقة التي تحتفظ بها الشركة لمواجهة الزيادات المفاجئة في الطلب, وتحسب الطاقة الخامدة بالصيغة الاتية:

الطاقة الخامدة او المحجوزة= 100% – معدل استغلال الطاقة (%)

مثال: على افتراض ان الطاقة التصميمية لمصنع البصرة للحديد والصلب (1250) طن سنويا, وقد قدرت الطاقة التي يتوقع تحقيقها بما يعادل (1000) طن سنويا, فما هي الطاقة الفاعلة للمصنع؟؟؟

$$\text{الطاقة الفاعلة (EC)} = \frac{1000 \text{ طن}}{1250 \text{ طن}} \times 100$$

= 80%

مثال: في مصنع لصناعة اللدائن تبلغ الطاقة الانتاجية (900) ساعة اسبوعيا وان الادارة ترغب بالاحتفاظ بطاقة خامدة (محجوزة) بمقدار (20%) فما هي الطاقة الفاعلة للمصنع؟؟؟

الطاقة الفاعلة= الطاقة التصميمية– الطاقة الخامدة

= 100% –20%= 80%

ولغرض حساب الطاقة الفاعلة معبرا عنها بالوقت الكلي المتاح نستخدم الصيغة الاتية:

الطاقة الفاعلة= الطاقة التصميمية × الطاقة المتوقعة (%)

= 900 ساعة × 0.80

= 720 ساعة اسبوعيا

ج. الطاقة المبرهنة (المخرجات الفعلية): وهي المقياس الذي يقيس المستوى الفعلي للمخرجات التي يحققها النظام خلال مدة زمنية معينة, وتكون اقل من الطاقة التصميمية والطاقة الفاعلة وذلك بسبب تأثرها بالعوامل ذات الامد القصير مثل عطلات المكائن, غيابات العاملين وغيرها.

د. كفاءة النظام (SE): مقياس يعبر عن نسبة المخرجات الفعلية الى الطاقة الفاعلة (طاقة النظام), ويعبر عنها بالصيغة الاتية:

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

هـ. مستوى الاستخدام (U): مقياس يعبر عن نسبة المخرجات الفعلية الى الطاقة التصميمية, ويحسب بالصيغة الاتية:

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

مثال: ماكنة صممت للعمل وجبة عمل واحدة في اليوم بمعدل (8) ساعات, خمسة ايام في الاسبوع لانتاج (150) وحدة بالساعة, قدر الوقت المطلوب للصيانة الوقائية والتهيئة والاعداد بمعدل (15%) من الوقت الكلي المتاح للماكنة بسبب العطلات والمخرجات المعيبة وغيابات العاملين, بلغ انتاج الماكنة الفعلي لاسبوع معين (4500) وحدة, المطلوب حساب الطاقة التصميمية والطاقة الفاعلة وكفاءة تشغيل النظام ومستوى استغلال او استخدام الطاقة للماكنة, وانتاجيتها.

رابعاً: حساب عدد المكائن المطلوبة:

ان نقطة البداية تكمن في التنبؤ بالطلب لتحديد حجم المخرجات المطلوبة ثم احتساب عدد المكائن المطلوبة من كل نوع, ويتم ذلك من خلال الخطوات الاتية:-

1. دراسة الطلب المتوقع وتحويله الى احتياجات مطلوبة من الطاقة.
2. حساب طاقة النظام المطلوبة لانتاج مخرجات جيدة كافية لمقابلة حجم الطلب المتوقع بالكامل, من خلال اضافة ما يعادل كمية الوحدات التالفة والمعيبة الى حجم الطلب المتوقع, ويحسب بالصيغة الاتية:

$$Tp = \frac{\mathrm{D}}{1-(d/100)}$$

حيث ان:

Tp= حجم الانتاج الكلي او طاقة النظام المطلوبة (مقاسة بالوحدات).

D= حجم الطلب المتوقع لمدة زمنية معينة (سنة عادة) او المخرجات الجيدة المطلوبة.

d = النسبة المئوية للتلف التي تحول الى كسر عشري بعد قسمتها على 100.

3. **حساب الوقت القياسي** لانتاج وحدة واحدة من المنتوج او المخرجات, ويحسب بالصيغة الاتية:

$$ST = \frac{\mathrm{BT}}{(\mathrm{E}\%)(U\%)}$$

حيث أن:

ST = الوقت القياسي لانتاج وحدة واحدة من المنتوج او المخرجات .

BT = الوقت الاساسي.

E% = معدل كفاءة النظام.

U%= معدل الاستخدم.

4. **حساب الوقت الكلي المطلوب للانتاج** ويحسب بالصيغة التالية:

$$RT = TP * ST$$

حيث ان:

RT = الوقت الكلي المطلوب للانتاج.

TP = حجم الانتاج الكلي.

ST = الوقت القياسي لانتاج وحدة واحدة من المنتوج.

5. **حساب الوقت الكلي المتاح** لماكنة واحدة من المكائن المتوفرة من نفس النوع للفترة الزمنية التي يغطيها الطلب.

6. **حساب عدد المكائن المطلوبة** من نوع معين لمقابلة الطلب المتوقع ويحسب:-

$$M = \frac{\mathrm{TP} * \mathrm{ST}}{\mathrm{AT}}$$

حيث ان:

M = عدد المكائن المطلوبة للإنتاج .

TP = حجم الانتاج الكلي المتاح للماكنة .

ST = الوقت القياسي لانتاج وحدة واحدة من المنتوج.

AT = الوقت الكلي المتاح لماكنة

مثال: في مصنع الشرق كان الطلب السنوي للعام (2019) قد بلغ (1200) وحدة, ومن المتوقع زيادته في العام القادم (2020) بمقدار (20%) عما هو عليه للعام (2019), وترى ادارة المصنع ان عدد المكائن الموجودة لديها غير كافية لتلبية الطلب وقد تم جمع البيانات الاتية عن المصنع:

التفاصيل	المقدار	وحدة القياس
عدد المكائن المتوفرة حاليا في المصنع	3	ماكنة
الوقت الأساسي لانتاج الوحدة الواحدة من المنتوج	2.35	ساعة
الوقت العاطل للماكنة في الساعة الواحدة	0.25	ساعة
الوقت العاطل للعامل في الساعة الواحدة	15	دقيقة
اعمال الصيانة السنوية (يتوقف فيها المصنع عن العمل)	6	اسبوع

ايام العمل في الاسبوع	**5**	**يوم**
ساعات العمل اليومي	**7**	**ساعة**
وقت التهيئة والاعداد للماكنة في اليوم	**0.5**	**ساعة**
وقت الطعام للعاملين في اليوم	**0.5**	**ساعة**
نسبة التلف في المصنع	**10**	**%**

المطلوب/ حساب عددالمكائن اللازمة لمقابلة الطلب في العام (2020) وهل يحتاج المصنع لشراء مكائن جديدة ام لا؟؟؟؟

في المثال اعلاه كان حساب عدد المكائن المطلوبة لمقابلة الطلب المتوقع عندما يصنع المنتوج على ماكنة واحدة او في محطة عمل واحدة, ألا ان الكثير من المنتجات تتطلب عملية انتاجها او تجميعها استخدام انواع مختلفة من المكائن او محطات العمل وخلال عملية الانتاج على كل ماكنة يمر بها المنتوج يحصل تلف بنسبة معينة لبعض وحداته, حيث يتم حساب حجم الانتاج الكلي المطلوب البدء به في اول محطة عمل او على اول ماكنة باستخدام المعادلة التالية:

$$TP = \frac{\mathrm{D}}{(1-d_1)(1-d_2)\ldots\ldots(1-d_n)}$$

حيث ان:

d_i = نسبة التلف (بعد تحويلها الى كسر عشري) في محطة العمل او الماكنة i .

i = 1, 2, 3,……., n.

مثال: في مصنع الأحمد لانتاج الصفائح المعدنية قدر الطلب على منتوجه ب (30000) وحدة سنويا من الصفائح يستخدم المصنع في انتاجه نوعين من المكائن تمر عليها الصفائح بشكل متتابع يعمل المصنع (6) أيام في الاسبوع (8) ساعات عمل في اليوم وهناك فترة صيانة للمصنع بمعدل (10) ساعات في الشهر نصف ساعة يوميا مخصصة للطعام ونصف ساعة يوميا مخصصة لتهيئة واعداد المكائن المعلومات الاخرى هي:

التفاصيل	النوع الأول من المكائن	النوع الثاني من المكائن
الوقت الاساسي لانتاج الصفيحة الواحدة (دقيقة)	18	27
معدل الاستخدام	%75	%80
كفاءة النظام	%80	%90
نسبة التلف	%6	%4

المطلوب حساب/

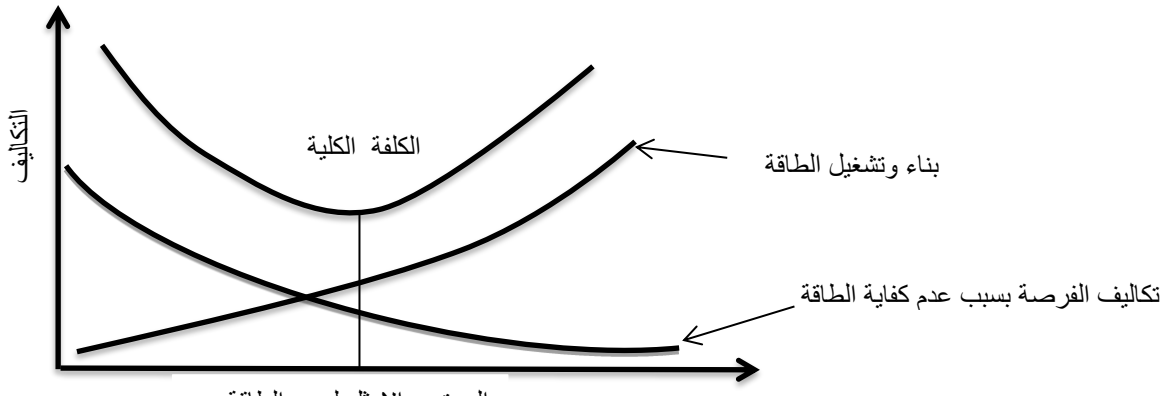
1. كمية الصفائح الواجب البدء بانتاجها, وكمية الانتاج الجيد منها, وعدد الوحدات التالفة لكل نوع من المكائن.

2. عدد المكائن المطلوبة من كل نوع لمقابلة الطلب السنوي.

خامساً: استراتيجيات تخطيط الطاقة

في استراتيجيات الطاقة يتم تحديد كمية الطاقة الحالية والتنبؤ بالاحتياجات المستقبلية من الطاقة واختيار الطرائق البديلة لبناء الطاقة, يلعب التنبؤ بالطلب دورا حاسما في استراتيجية الطاقة, ان اضافة طاقة جديدة من خلال اضافة مصانع ومعدات جديدة يتطلب عادة استثمارات كبيرة وافق زمني طويل والتي لايمكن الغاء مفعولها اوتغييرها بسهولة.

ولاجل تطوير خطة طويلة الأمد يجب على الشركة ان تجري مفاضلة اقتصادية بين كلفة الطاقة وكلفة الفرصة البديلة التي لا توجد فيها طاقة كافية, ان كلفة الطاقة تتضمن كلفة الاستثمار المبدئي في المصانع والمعدات والتكاليف السنوية لتشغيل وصيانة تلك المصانع والمعدات اما كلفة عدم امتلاك او وجود طاقة كافية فتتمثل بخسارة الفرصة التي تنجم عن فقدان المبيعات وانخفاض الحصة السوقية للشركة, ان مستوى الطاقة الذي يجب الاحتفاظ به ينبغي ان يقلل القيمة الحالية للتكاليف الكلية وكما مبين في الشكل التالي:



الشكل رقم (1) المفاضلة بين الكلفة والطاقة

ولغرض ايضاح قرارات التوسع في الطاقة هناك افتراضين هما:-

1. ان الطلب على المنتوج يزداد زيادة مستمرة منتظمة على الدوام وبكميات صغيرة.
2. ان الطاقة تضاف او تزداد في نقطة معينة من الزمن بخطوة مستقلة عن الاضافة او الزيادة السابقة وتتم الزيادة على الاغلب بكميات كبيرة.

لذلك يكون من الصعب موازنة او مقابلة الطاقة بالطلب لكون الزيادة في الطلب مستمرة وتحصل بكميات صغيرة, والزيادة في الطاقة منفصلة وتحصل بكميات كبيرة .

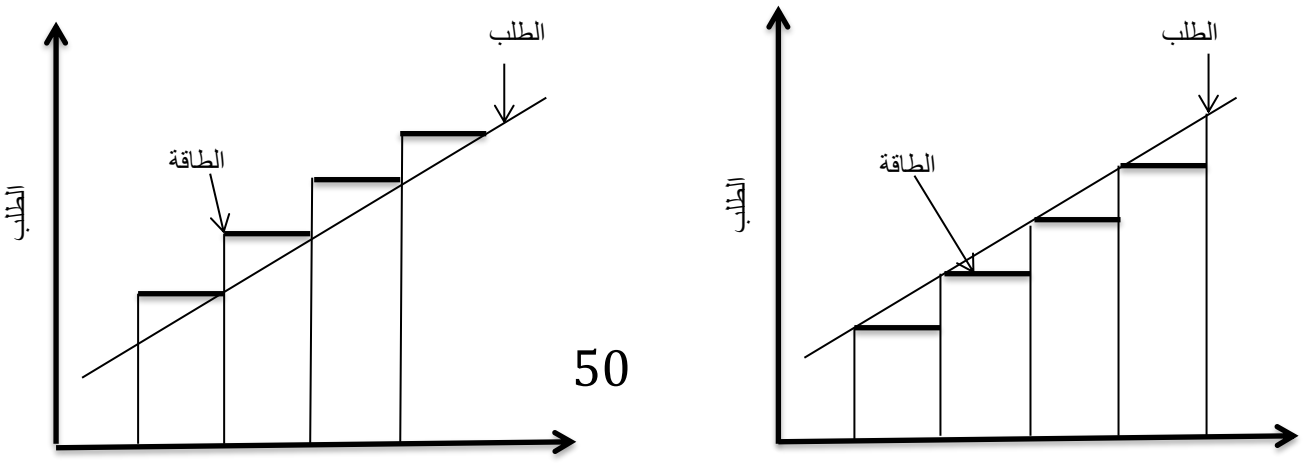
وهناك ثلاثة استراتيجيات بديلة لتوقيت وتحديد حجم التوسع في الطاقة هي:

1. **استراتيجية قيادة الطاقة للطلب (الاستراتيجية التوسعية):** تعتمد هذه الاستراتيجية عندما تقوم الشركة بالاستثمار في بناء طاقة جديدة تفوق او تتقدم على الطلب بهدف عدم اتاحة الفرصة لخسارة المبيعات الى المنافسين, ان الاحتفاظ بطاقة خامدة/ فائضة يعطي الشركة القدرة على تقديم مستوى جيد لخدمة الزبون لانه من النادر وقوع طلبات تؤجل تلبيتها الى مواعيد لاحقة.

إلا ان هذه الاستراتيجية من جهة اخرى تتطلب استثمار كبير في المعدات وتؤدي الى معدل استخدام منخفض للموارد.

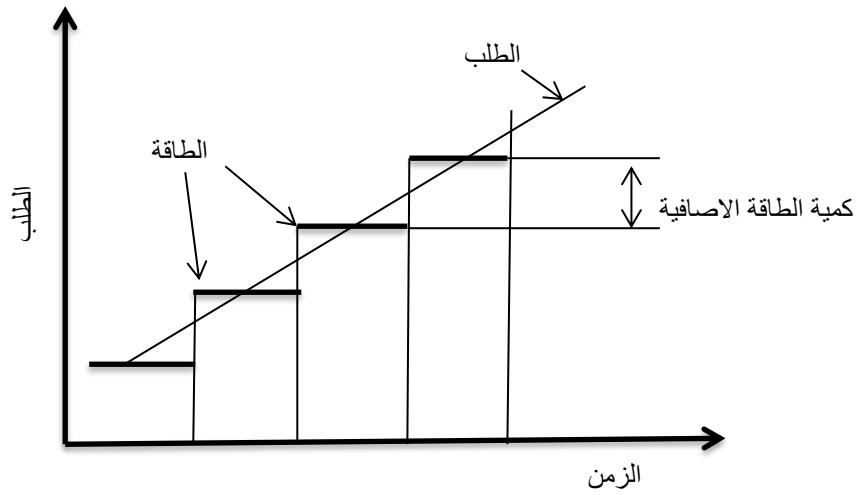
2. **استراتيجية تباطؤ الطاقة عن الطلب (استراتيجية انتظر– وانظر):** في هذه الاستراتيجية يتم التوسع في الطاقة بحجم اقل من حجم الطلب مما يؤدي الى نقص مستمر في الطاقة معتمدة على خيارات قصيرة الامد مثل استخدام العمل الاضافي, تشغيل عمال مؤقتين, تاجيل الصيانة الوقائية, ومن المعروف ان لمثل هذه الخيارات سلبياتها, اذ يتطلب العمل الإضافي مثلا دفع اجور أعلى للعاملين وقد يؤدي عند استمراره الى انتاجية او جودة أوطأ, وبالرغم من ذلك فأن اختيار مزيج معين من بعض الخيارات قصيرة الأمد قد يجعل من هذه الاستراتيجية هي الأفضل في مواقف معينة أن هذه الاستراتيجية تتطلب استثمار اقل وتحقق مستوى استخدام اعلى للطاقة ومن ثم تحقق معدل اعلى للعائد على الاستثمار.

3. **استراتيجية مساواة او مقابلة الطاقة مع الطلب:** ان هذه الاستراتيجية تسعى الى جعل الطاقة تقابل الطلب بصورة متقاربة, اذ ان الطاقة يمكن ان تكون اكبر احيانا واصغر احيانا اخرى من الطلب, ان التكاليف الرسمالية تمثل العامل الرئيس الذي يشجع على تأخير اجراء التوسع في الطاقة حتى اللحظة الأخيرة فاذا كانت الكلف الاضافية لتشغيل المعدات الحالية بمعدلات استخدام أعلى واكبر من التكاليف الراسمالية فان اجراء التوسع بالطاقة يكون خيارا مرجحا وبالعكس, والاشكال التالية توضح هذه الاستراتيجيات:



الزمن الزمن

استراتيجية تباطؤ الطاقة عن الطلب استراتيجية قيادة الطاقة للطلب



استراتيجية مقابلة الطاقة مع الطلب

شكل رقم () استراتيجيات توقيت التوسع في الطاقة

سادساً:اقتصاديات الحجم:

ان التوسع بالطاقة بزيادات او قفزات كبيرة يعني انشاء او بناء مصانع او وحدات انتاج كبيرة الحجم ومن ثم زيادة حجم المخرجات التي تنتج من قبل تلك المصانع او الوحدات, هذا يؤدي الى تحقيق اقتصاديات الحجم, ان مفهوم اقتصاديات الحجم يشير الى ان متوسط كلفة الوحدة الواحدة من المنتوج ينخفض كلما زادت كمية المخرجات المنتجة لان التكاليف الثابتة ستوزع على عدد اكبر من المخرجات.

ان مفهوم اقتصاديات الحجم يظل قائما في ظل حجم معين للمصنع ولكن عندما يكون المصنع كبيرا جدا فان ذلك قد يؤدي الى ظهور ما يسمى معكوس اقتصاديات الحجم, ان مفهوم معكوس اقتصاديات الحجم يعني ان متوسط كلفة الوحدة الواحدة يتجه نحو الزيادة او الارتفاع كلما يزداد حجم المصنع وذلك بسبب الافراط في زيادة حجم المصنع والذي يقود الى التعقيد وفقدان التركيز وعدم الكفاءة وتعقد نظام الاتصالات وفقدان مرونة الاستجابة للتغير في الطلب.

انظمة الانتاج: تعتمد المنظمات الصناعية احدى انظمة الانتاج الاتية والذي تحدده عوامل عدة منها السلعة التي تنتجها والتكنولوجيا المستخدمة وهي:

1. **نظام الانتاج المستمر:** يتخصص المصنع بموجب هذا النظام بانتاج سلعة واحدة وبكميات كبيرة وتكون طريقة الصنع ومواصفات السلعة المنتجة ثابتة لفترة طويلة كما في صناعة السكر والاسمنت وغيرها.
2. **نظام الانتاج الواسع:** يتم بموجب هذا النظام انتاج عدد كبير من اصناف السلع المتماثلة وبكميات كبيرة, كما هو الحال في مصانع السيارات ومصانع الاجهزة الكهربائية, حيث يجري اعادة تنظيم وسائل الانتاج كالقوالب وماشابهها دون تحمل تكاليف كبيرة او احداث تغيير في التنظيم الداخلي للمصنع.
3. **نظام الانتاج حسب الطلب:** بموجب هذا النظام يتخصص المصنع بانتاج السلع وفقا للمواصفات التي يحددها المستهلك وتكون طريقة الصنع ومواصفات السلعة المنتجة متغيرة كما في صناعة الاثاث.
4. **نظام الانتاج بالدفعات:** ويطلق عليه ايضا نظام الانتاج المتقطع ويقوم المصنع بموجب هذا النظام بانتاج السلع بدفعات وفقا لجدول الانتاج وبالكميات والمواصفات التي تحدد وفقا لحاجة السوق وتكون طريقة الصنع ومواصفات السلعة المنتجة متغيرة كما في صناعة الصوابين ومعاجين الاسنان وغيرها.
5. **تكنولوجيا المجاميع:** يطلق عليه ايضا نظام خلايا التصنيع,ويقوم المصنع بموجب هذا النظام بانتاج الاجزاء والمكونات وفقا لجداول الانتاج وبالكميات والمواصفات التي تحدد وفقا لحاجة السوق وتكون طريقة الصنع ومواصفات السلعة المنتجة متغيرة كما في صناعة الاحذية او الدوائر الكهربائية التي تستخدم في تجميع وانتاج سلع تامة الصنع لاحقاً.