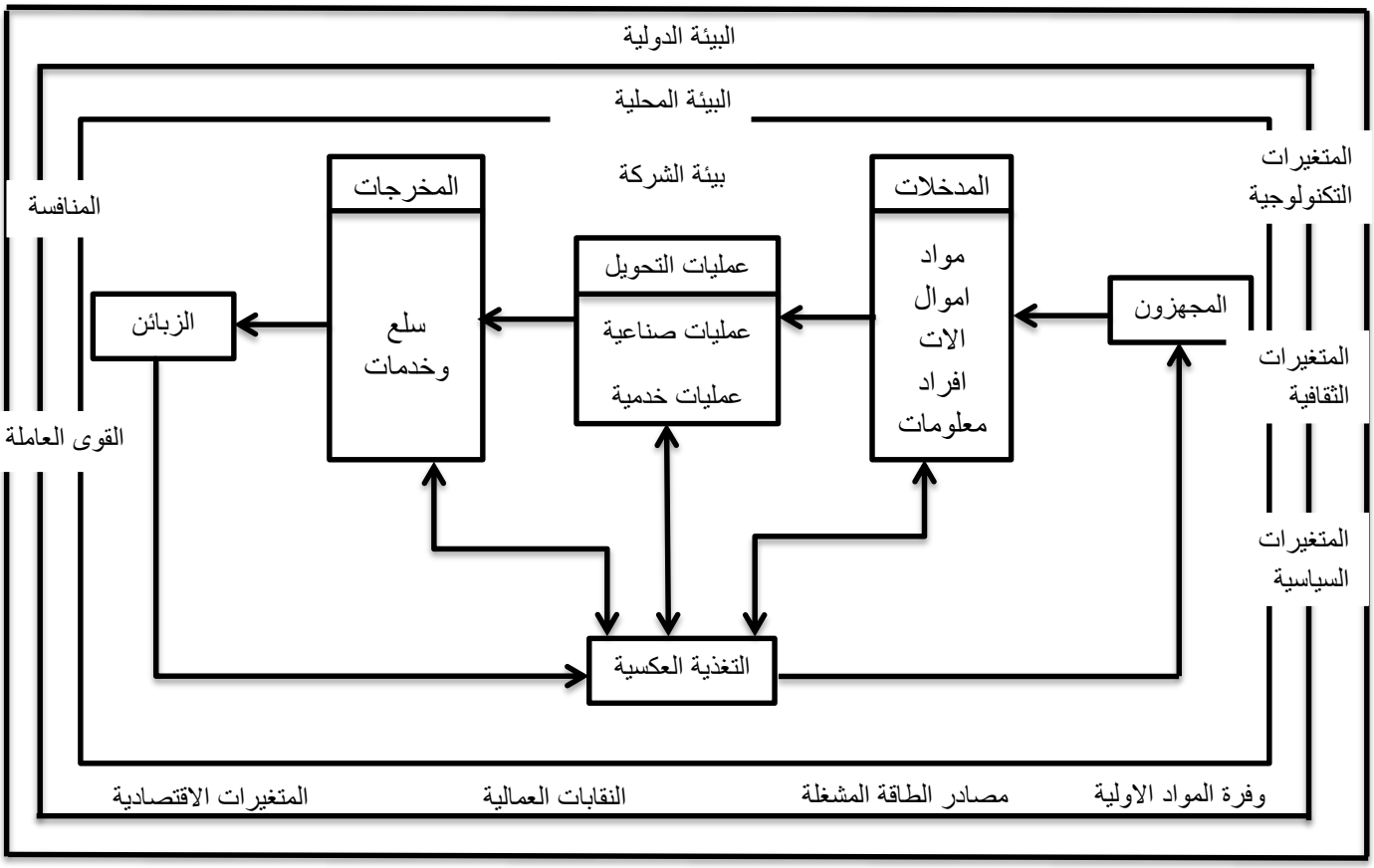
الفصل الاول: ادارة الانتاج والعمليات، المفهوم والمكونات

تعد وظيفة الانتاج والعمليات، احد الوظائف الرئيسية للمنظمات بشكل عام، سواء انتاجية او خدمية، فهي تشكل الثقل الاكبر من وقت المدير وتستوعب غالبية العاملين في المنظمة، كما تستحوذ على الجزء الاكبر من موجوداتها، وتمتاز بقدرتها على تحقيق اهداف المنظمة القصيرة والبعيدة والتي تعبر عن مدى تحقيق الميزة التنافسية للمنظمة.

الانتاج: عملية تكوين السلعة او الخدمة او عملية تحويل الموارد (مواد، مكائن، عاملين، وقت) الى سلع او خدمات، اما **العمليات** فأنها تشير الى جميع النشاطات المقترنة بعملية تحويل الموارد الى سلع او خدمات.

ادارة الانتاج العمليات: هي تصميم وتوجيه ورقابة منتظمة لعمليات تحويل المدخلات الى مخرجات وتقديمها للزبائن داخل المنظمة وخارجها.

اولاً: ادارة الانتاج والعمليات كنظام: يمكن تصوير ادارة الانتاج والعمليات على شكل نظام يتالف من ستة عناصر هي: المجهزون، المدخلات وعمليات التحويل، والمخرجات، الزبائن، والتغذية العكسية، فضلا عن ذلك فان نظام الانتاج يعد نظاما فرعيا من بيئة اكبر وهي الشركة، والشركة جزء من البيئة المحلية، والبيئة المحلية جزء من البيئة الدولية، والشكل التالي يبين عناصر نظام الانتاج في اطار البيئة الخارجية:-



شكل رقم (١) عناصر نظام الانتاج في إطار البيئة الخارجية

يتضح من الشكل ان عناصر الانتاج هي:

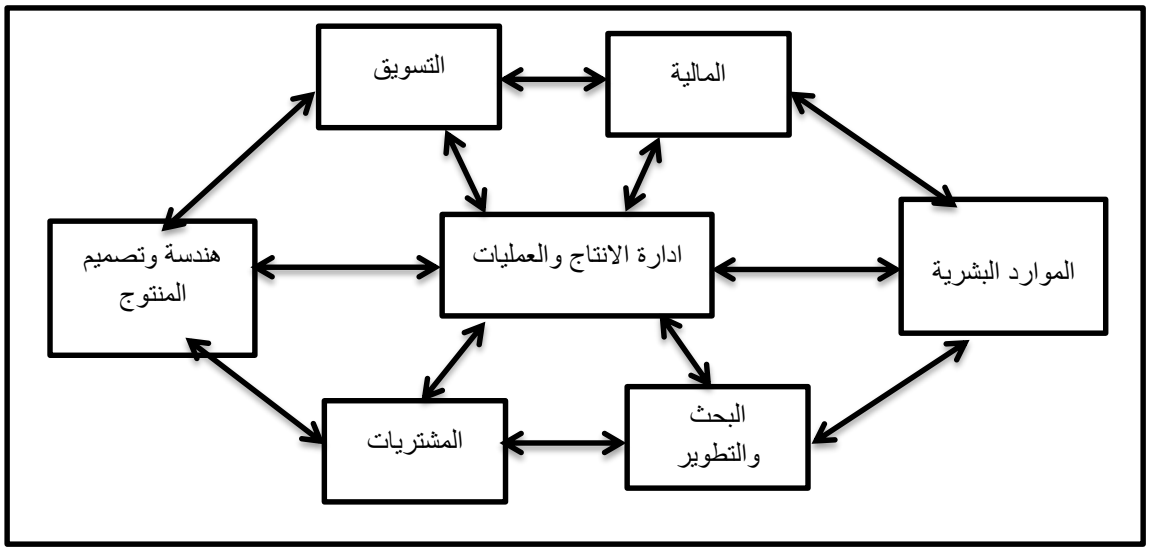
١. المجهزون: يتمثل دور المجهزين في توفير المدخلات اللازمة لعملية التحويل.
٢. المدخلات: تتمثل في الموارد التي تدخل في عملية التحويل للحصول على السلع والخدمات، وتختلف هذه الموارد باختلاف طبيعة نشاط المنظمة.
٣. عمليات التحويل: وتشير الى مجموعة من المعالجات التي ترمي الى تحويل مدخلات نظام الانتاج الى سلع او خدمات، ولا يهم هنا ان كانت هذه العمليات تتم بواسطة الآلات والمعدات، او بواسطة الانسان مباشرة كما هو الحال في بعض المنظمات الخدمية، حيث تعد عمليات التحويل العنصر المسؤول عن اضافة قيمة او تحقيق منفعة وهناك عدة طرق لتحقيق ذلك:-
   أ- منفعة تغيير الشكل: كتحويل الخشب الخام الى كرسي.
   ب- منفعة المكان: كنقل الصخور من المقالع الى مواقع البناء.
   ت- منفعة زمانية: مثل انتاج المدافئ وخزنها على امل بيعها في فصل الشتاء من شأنه تحقيق عائد اعلى مما لو بيعت في فصل الصيف.
   ث- منفعة نتيجة الفحص: مثل اذا اشترت احدى الشركات مساحات من الأراضي وظهر فيما بعد من خلال الفحص والتنقيب عن وجود خامات نفط في باطن هذه الأراضي فان قيمتها ستزداد.
٤. المخرجات: وهي حصيلة عملية التحويل وتتمثل في السلع والخدمات.
٥. الزبائن: وهي الفئة التي تنتج من أجلها السلع والخدمات.
٦. التغذية العكسية: وهي المعلومات المرتدة عن المجهزين، المدخلات، عمليات التحويل، المخرجات، الزبائن، وتساعد هذه المعلومات مديري العمليات في التخطيط الفعال وفي اتخاذ اجراءات تصحيحية في واحد أو اكثر من عناصر نظام الانتاج عندما يتطلب الامر ذلك.

ثانياً:ادارة الانتاج والعمليات في المنظمة: توجد وظائف عديدة الى جانب وظيفة الانتاج والعمليات في المنظمة وهي:

١. التسويق: وهي الوظيفة التي تهدف الى اكتشاف الحاجات وتنمية الطلب على مخرجات المنظمة من سلع وخدمات والقيام بدراسات السوق وتنبؤ الطلب في المستقبل والقيام بحملات الاعلان والترويج وتوطيد العلاقات بالمستهلكين بهدف الاحتفاظ بحصة جيدة من السوق.
٢. المالية: وتعد الوظيفة المسؤولة عن توفير الاموال اللازمة لدعم عملية الانتاج واجراء التحسينات وتوظيف تلك الاموال توظيفا فعالا.
٣. البحث والتطوير: وتهدف الى الكشف عن افكار لمنتجات او خدمات جديدة ودراسة امكانية انتاجها.

٤. الموارد البشرية: اذ تقوم هذه الوظيفة بالكشف عن مصادر القوى العاملة فضلا عن تاهيل، تدريب، تعيين العاملين.
٥. هندسة وتصميم المنتوج: تتبنى هذه الوظيفة مسؤولية تحديد مواصفات المنتوج لتلبية حاجات الزبائن فضلا عن تحديد الاساليب اللازمة لانجاز عملية الانتاج.
٦. المشتريات: تقوم هذه الوظيفة بتوفير المواد والتجهيزات اللازمة لعمليات الانتاج ودراسة الاسواق المحلية والدولية وتشخيص المصادر الجيدة للشراء.

والشكل التالي يوضح علاقة نظام الانتاج في الشركة مع بيئته الداخلية:-



شكل رقم (٢) علاقة نظام الانتاج بالبيئة الداخلية للشركة

ثالثاً: نشاطات ادارة الانتاج والعمليات:

يمكن حصر نشاطات ادارة الانتاج والعمليات في مجموعتين: **المجموعة الاولى** وتضم النشاطات التي لاتتحمل ادارة الانتاج والعمليات مسؤولية مباشرة عنها وهي:

١. اشعار الوظائف الاخرى في الشركة عن الفرص المتاحة لادارة العمليات والقيود المفروضة عليها.
٢. مناقشة خطط الانتاج مع خطط الادارات الاخرى بهدف تحقيق منافع متبادلة تصب جميعها في استراتيجية الشركة.
٣.تشجيع الادارات الاخرى في الشركة لتقديم مقترحات تدور حول الكيفية التي يمكن لادارة العمليات تقديم خدماتها لبقية الادارات في الشركة.

المجموعة الثانية تشمل النشاطات التي تكون ادارة الانتاج والعمليات مسؤولة بشكل مباشر عنها وهي:

١. إدراك الهدف الاستراتيجي للعمليات.
٢. اعداد استراتيجية العمليات في الشركة.

٣. تصميم المنتجات او الخدمات وعمليات التحويل.
٤. التخطيط والسيطرة على العمليات.

١. **إدراك الهدف الاستراتيجي للعمليات:** ان المسؤولية المباشرة الاولى لادارة العمليات هي معرفة ما تحاول تحقيقه وهذا الادراك يتضمن نوعين من القرارات الاول: كيف تسهم ادارة العمليات في تحقيق الاهداف طويلة الاجل في الشركة، اما القرار الثاني فينطوي على ترجمة اهداف الشركة ووصفها في اطار اهداف الاداء. وتشير أهداف الاداء الى: جودة السلع والخدمات (Quality)، سرعة تسليم الطلبات للزبائن (Speed)، الاعتمادية على العمليات/ للايفاء بمواعيد التسليم (Dependability)، مرونة العمليات (Flexibility) في الاستجابة للتغيير، كلفة انتاج السلع والخدمات (cost)، الابداع (Innovation) اي القدرة على تقديم منتجات جديدة، وتعرف هذه الاهداف بالاسبقيات التنافسية (Competitive Priorities).

٢. **اعداد استراتيجية العمليات في الشركة:** ان استراتيجية العمليات تمثل النمط الاجمالي للقرارات والافعال التي تصوغ دور واهداف ونشاطات العمليات بما يمكنها من تقديم الدعم والمساهمة لاستراتيجية الاعمال في المنظمة حتى تتمكن الشركة من تحقيق مزايا تنافسية، والمزايا التنافسية لا تتحقق إلا عن طريق وضع استراتيجية العمليات في موقعها الصحيح ضمن هرمية استراتيجية المنظمة ورسم خطوط الاتصال بين الاستراتيجية الوظائفية واستراتيجية الاعمال، بالاضافة الى ذلك فانه يتحتم على ادارة العمليات تحديد اسبقيات اهداف الاداء للعمليات بحيث يتم ربط هذه الاهداف بحاجات المستهلكين وسلوك الزبائن.

٣. **تصميم المنتجات او الخدمات وعمليات التحويل:** يقصد بالتصميم النشاط الذي يهدف الى تحديد الشكل المادي ومظهر ومكونات السلع والخدمات وعمليات التحويل.

٤. **التخطيط والسيطرة على العمليات:** ويقصد بذلك اتخاذ قرارات للوقوف عما ينبغي لادارة العمليات انجازه والتأكد من الانجاز ومن القرارات التي تتخذ في هذا الاطار قرارات تحديد واستغلال الطاقة، تحديد مستويات الخزين، اختيار مواقع وحدات الانتاج، الترتيب الداخلي، قرارات الجودة، التنبؤ بالطلب، تصميم وقياس العمل، الصيانة، التحديث.

رابعاً: ادارة الانتاج والعمليات في منظمات صناعة وتقديم الخدمة:

لقد تزايد عدد منظمات صناعة الخدمة في القطاعين الخاص والعام خلال العقود الثلاثة الماضية واتخذ هذا النمو بعدين هما: تنوع الخدمات وتعدد شركات تقديم الخدمة وفي هذا الاطار اندفع العديد من المهتمين بهذا المجال الى تطويع أسس ادارة الانتاج المطبقة في المعامل بهدف تطبيقها على نظم الانتاج في شركات صناعة وتقديم الخدمات كالمستشفيات والمحاكم والبريد .....الخ.

وتتشابه نظم انتاج السلع مع نظم انتاج الخدمات من حيث العناصر المكونة للنظام الانتاجي: المدخلات عمليات التحويل المخرجات والتغذية العكسية، اما الاختلافات بين السلع والخدمات يبينها الجدول التالي:

ت	السلعة	الخدمة

	السلعة ملموسة	الخدمة غير ملموسة
	الملكية تنتقل وقت الشراء	الملكية بشكل عام لايمكن نقلها
	السلعة يمكن اعادة بيعها	اعادة البيع غير ممكن
	السلعة يمكن خزنها	الخدمة لايمكن خزنها
	الانتاج يسبق الاستهلاك	الانتاج والاستهلاك متزامن
	السلعة يمكن نقلها	الخدمة لا يمكن نقلها

خامساً: الانتاجية:

الانتاجية هي مقياس للعلاقة بين المخرجات والمدخلات، حيث يمارس مدير العمليات دورا مهماً في تقرير الانتاجية اذ ان هناك تحدياً يواجه مدير العمليات ألا وهو زيادة المخرجات من سلع وخدمات نسبة الى المدخلات فلو تمكن مدير العمليات من انتاج سلع وخدمات اكثر او سلع وخدمات ذات جودة افضل لارتفعت الانتاجية وبالمثل فلو تمكن مدير العمليات من المحافظة على كمية المخرجات وتخفيض المدخلات لازدادت الانتاجية ايضا، وهناك عدة طرق يتمكن مدير العمليات بواسطتها من زيادة الانتاجية هي:

زيادة المخرجات مع ثبات المدخلات.

ثبات المخرجات مع تخفيض المدخلات.

زيادة المخرجات بمعدل اكبر من زيادة المدخلات.

تخفيض المخرجات بمعدلات اقل من تخفيض المدخلات.

زيادة المخرجات مع انخفاض المدخلات.

قياس الانتاجية:

يمكن قياس انتاجية اي نظام للانتاج وذلك بقسمه المخرجات على المدخلات لذلك النظام وكما يلي:-

$$P = \frac{O}{I} * 100$$

حيث ان: P = الانتاجية O= المخرجات I= المدخلات

يجب توخي الدقة في حساب المدخلات والمخرجات لكي تحصل الشركة على صورة حقيقية للانتاجية فمثلا ينبغي شمول المخرجات الصالحة او التي تطابق مواصفات الجودة عند حساب كمية المخرجات كذلك الحال بالنسبة للمدخلات اذ ينبغي استبعاد المدخلات الرديئة او التي لا تتماشى مع متطلبات الجودة التي تتبناها الشركة، ويعبر عادة عن الانتاجية بإحدى الطرائق الاتية: الانتاجية الكلية، الانتاجية الجزئية....الخ، وهي:-

١. **الانتاجية الكلية:** وهي النسبة المئوية التي نحصل عليها بقسمة مجموع المخرجات على مجموع المدخلات وتعبر عادة عن التغيرات الكلية بين المخرجات والمدخلات وتحسب بالقاعدة الاتية:

$$P_T = \frac{O_T}{I_T} * 100$$

حيث ان: P_T = الانتاجية الكلية. O_T= المخرجات الكلية. I_T= المدخلات الكلية.

مما يؤخذ على الانتاجية الكلية هو انها لا تعكس التفاعل بين كل مورد بشكل منفرد والمخرجات لذلك لا تستخدم الانتاجية الكلية كأداة لتحسين ناحية معينة من العمليات.

٢. **الانتاجية الجزئية:** وهي النسبة بين مجموع المخرجات واحدى المدخلات، وتحسب بالقاعدة التالية:

$$P_S = \frac{O_T}{I_S} * 100$$

حيث ان: P_S = الانتاجية الجزئية. O_T= المخرجات الكلية. I_S= أحدى المدخلات.

وغالبا ما يستخدم مديرو الانتاج والعمليات الانتاجية الجزئية لتقويم أداء العمليات نسبة الى أحد عوامل الانتاج (المدخلات) بهدف اتخاذ اجراءات تصحيحية اذا تطلب الامر ذلك، مثل انتاجية ساعة العمل (P_H)، انتاجية المواد الاولية (P_R)، انتاجية الاجور (P_W) وهكذا.

٣. **مؤشر الانتاجية:** ونحصل عليه بقسمة انتاجية سنة ما على انتاجية سنة اخرى تسمى بسنة الاساس، ويمكن حسابه بالقاعدة التالية:

$$PI = \frac{P_n}{P_b} * 100$$

حيث ان: P_n = انتاجية سنة معينة n. P_b= انتاجية سنة الاساس b.

يستخدم مديرو العمليات هذا المقياس لتقويم أداء العمليات ولمقارنة انتاجية الشركة مع انتاجية الشركات المنافسة لها.

٤. **تغيير الانتاجية**: يشير هذا المقياس الى مقدار الاختلاف في انتاجية سنة ما نسبة الى انتاجية سنة اساس او اي سنة سابقة، والتغير في الانتاجية قد يكون سالبا او موجبا او صفرا (اي لايوجد تغيير) ويحسب بالقاعد التالية:

$$PC = \frac{P_n - P_b}{P_b} * 100$$

مثال: الجدول التالي يبين بيانات احدى الشركات المنتجة لعامي ٢٠١٧-٢٠١٨ (الارقام بالالف)

التفاصيل	٢٠١٧	٢٠١٨
كمية الانتاج (وحدات)	٤٢٦	٦٩٣
ساعات العمل المباشرة	٤٠	٥٦
اجور العمل المباشرة (دينار)	٣٦٠	٧٠٠
الطاقة المستهلكة Kw/h	٧٠٠	٨٠٠
كلفة الطاقة (دينار)	١٠٠	١٢٠
المواد الاولية المستخدمة (كغم)	٢٤٠	٣٧٠
كلفة المواد الاولية (دينار)	٦٠	٨٠

المطلوب:

١.الانتاجية الكلية لعام ٢٠١٧ و ٢٠١٨.

٢.الانتاجية الجزئية لأجور العمل المباشر، الطاقة المستهلكة، للمواد الاولية.

٣. التغير في الانتاجية الكلية لهذين العامين.

٤. مؤشر الانتاجية لعام ٢٠١٨.

سادساً: الكفاءة والفاعلية:

تعرف **الكفاءة** بانها الاستغلال الامثل للموارد، وتحسب بالقاعدة التالية:

$$E\% = \frac{O_a}{I_a} * 100$$

حيث ان: O_a = المخرجات الفعلية. I_a= المدخلات الفعلية.

تعرف **الفاعلية** بانها مقياس يوضح قدرة الشركة على تحقيق الاهداف، وتحسب بالقاعدة الاتية:

$$G\% = \frac{O_a}{O_p} * 100$$

حيث ان: O_p = المخرجات المخططة.

مثال: افترض ان المخرجات في شركة ما بلغت ٤٠٠٠٠ وحدة في العام ٢٠١٧، وان قيمة المدخلات الفعلية ١٠٠٠٠٠٠ دينار، كما ان الانتاج المخطط لعام ٢٠١٧ يبلغ ٥٠٠٠٠ وحدة.
احسب الكفاءة والفاعلية لهذه الشركة لعام ٢٠١٧ اذا علمت ان هناك نسبة تلف في الانتاج تبلغ ١٠%.

سابعاً: التطور التاريخي لادارة الانتاج والعمليات:

مر التطور التاريخي لادارة الانتاج والعمليات بثلاثة مراحل وهي:

١. **الفترة الاولى** ١٧٧٦-١٩١٧ تسمى فترة ادارة الاعمال الصناعية:

السنة	موضوع المساهمة	الشخص والبلد المساهمين
١٧٧٦	اقتصاديات تقسيم العمل	بريطانيا Adam Smith
١٧٩٨	تبادلية الأجزاء	امريكا Eli Whitney
١٨٣٢	مهارة العمال ونظام دفع الأجور	بريطانيا Chrles Babbage
١٩١١	مبادئ الادارة العلمية	امريكا Fredrick Taylor
١٩١٣	خطوط التجميع المتحركة	امريكا Henry Ford
١٩١٤	جدولة العمليات	امريكا H. Gantt
١٩١٧	حساب الحجم الاقتصادي للطلبية والسيطرة على الخزين	امريكا F.W. Harris

في هذه الفترة كان ينظر الى الانسان كانه آله وكان التأكيد على ضرورة قيام الانسان بالعمل المستمر لأجل زيادة الانتاج وكان مدير الانتاج لايراعي ظروف العمل للعاملين.

٢. **الفترة الثانية** ١٩٢٧- ١٩٨٠ سميت هذه الفترة بفترة ادارة الانتاج الصناعي وبرز ايضا عدد من الكتاب فيها منهم:-

السنة	موضوع المساهمة	البلد والشخص المساهمين
١٩٢٧-١٩٣٣	أثر بيئة العمل على العاملين (دراسات هاوثورن)	امريكا Elton Mayo
١٩٤٧	البرمجة الخطية وطريقة السمبلكس	G.B.Dantzig

كان التاكيد في هذه الفترة على الانتاج المادي للسلع اي تحقيق الاستخدام الامثل للموارد والوقوف على تاثير بعض العوامل على أداء العمال مثل تركيز الضوء والاهتمام بالعمال يرفع من انتاجيتهم.

٣. **المرحلة الثالثة** ١٩٥٠ الى يومنا هذا سميت هذه الفترة بادارة الانتاج والعمليات:

السنة	موضوع المساهمة	البلد والشخص المساهمين
١٩٧٠	– استخدام البرامجيات الجاهزة في الانتاج. – ظهور مفاهيم الجودة الشاملة، نظام الانتاج الآني، التصميم باستخدام الحاسوب CAD، التصنيع باستخدام الحاسوب CAM،نظم الانتاج المرن FMS.	اوربا، امريكا، اليابان
١٩٨٠	– الجائزة التقديرية للجودة Baldrige Quality Award – نظام التصنيع المتكامل CIM	اوربا، امريكا، اليابان
١٩٩٠– ٢٠٠٠	– الانتاج المرن، والتصنيع السريع، الانتاج بالايصاء الواسع. – اعادة الهندسة – تطبيق الذكاء الصناعي – الاستجابة السريعة لرغبات الزبائن	اوربا، امريكا، اليابان

تميزت هذه الفترة باتساع قطاع صناعة وتقديم الخدمات وظهور هذا القطاع كنشاط اقتصادي متميز ونقل مفاهيم ادارة الانتاج من القطاعات الصناعية الى القطاعات الخدمية.

الفصل الثاني: نظم في ادارة العمليات

اولاً: نظام تخطيط الاحتياجات من المواد Material Requirements Planning (MRP)

هو نظام معلومات مبرمج على الحاسوب قد طور بشكل خاص للمساعدة في ادارة مخزون الطلب التابع وجدولة طلبيات اعادة تعزيز هذا المخزون في الوقت الصحيح لمواجهة حالات العجز او النقص فيه لاسناد وتنفيذ الجداول الرئيسة للانتاج، وهو اسلوب لتحديد الكميات المطلوب شراؤها او انتاجها من عناصر الطلب التابع، وتوقيت شراء او انتاج تلك الكميات لمقابلة احتياجات الجدول الرئيس للانتاج، ان نظام MRP قد صمم لكي يساعد ادارة العمليات من معرفة وتحديد ما يتعلق بكل منتوج/ عنصر نهائي بدقة متناهية من حيث الاتي:–

١. ما هي الأجزاء والمكونات المطلوبة للمنتجات المحددة في الجدول الرئيس للانتاج والمطلوب شراؤها او انتاجها.
٢. ما هي الكميات المطلوب شراؤها وانتاجها من كل جزء او مكون.
٣. متى تكون هناك حاجة لكل جزء او مكون.
٤. متى ينبغي اطلاق طلبيات شراء او امر انتاج تلك الاجزاء والمكونات لكي تكون متوفرة في وقت الحاجة لها.

١. **الطلب المستقل والطلب التابع:** يستمد نظام MRP قوته من خلال التفريق والتمييز بين نوعين من المخزون هما مخزون الطلب المستقل ومخزون الطلب التابع او المشتق.

أ- مخزون الطلب المستقل: يعرف بانه ذلك المخزون الذي يكون عرضة لظروف وتقلبات السوق، اذ يفترض الطلب المستقل بان الطلب على منتوج نهائي معين يكون مستقلا عن الطلب الواقع على منتوج نهائي اخر فمثلا الطلب على الثلاجة لايرتبط بالطلب الواقع على غسالة، ان هذا النوع من المخزون يجب ان يدار بواسطة طرائق نقطة اعادة الطلب.

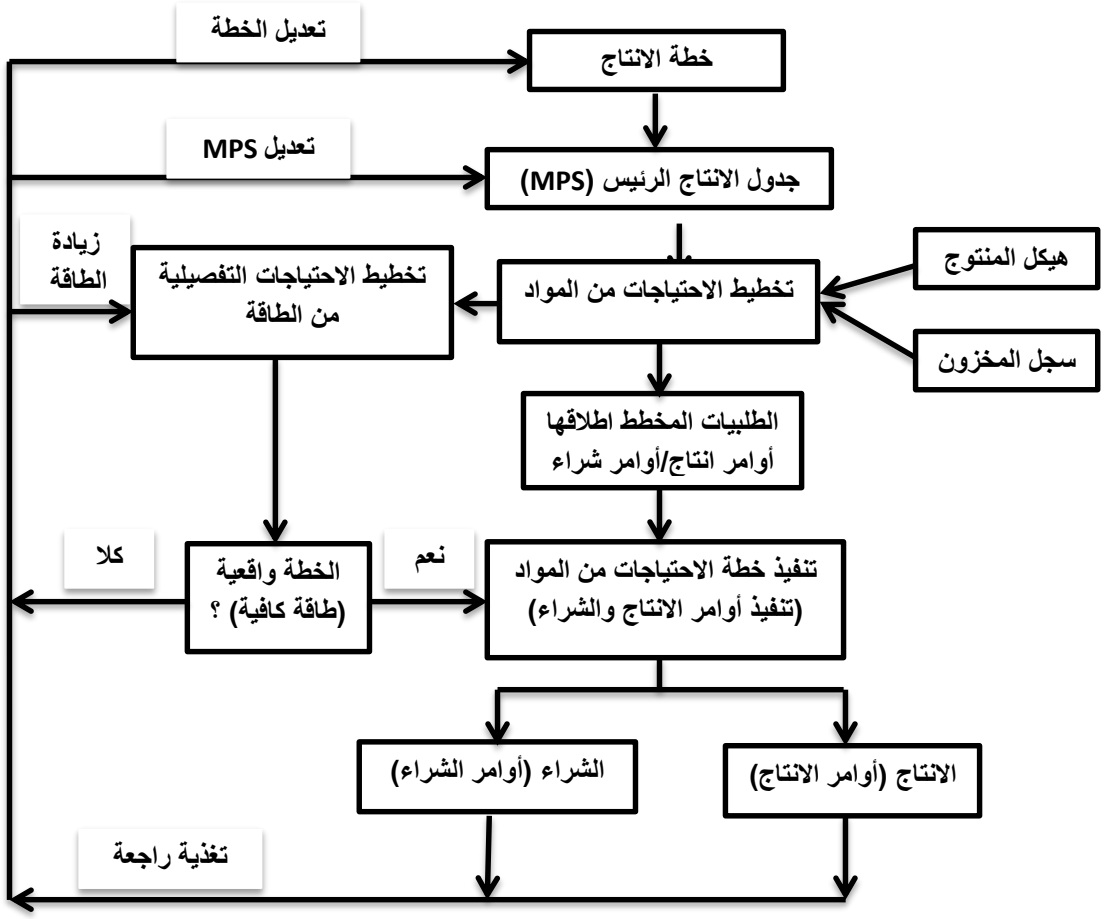
ب- مخزون الطلب التابع: المقصود بالتابع هو ان الطلب على عنصر معين يكون مرتبطا بالطلب على عنصر اخر، اي ان الطلب على الاجزاء والمكونات يشتق من الطلب على عناصر اخرى فعندما يكون الطلب على المنتجات النهائية معروفا فاننا نستطيع ان نحسب كمية الاجزاء والمكونات المطلوبة التي تدخل في تصنيع او تجميع تلك المنتجات لان الطلب على هذه الاجزاء يكون تابعا او معتمدا على طلب العنصر النهائي بصورة مباشرة فمثلا في مصنع لصناعة السيارات ان الطلب على الابواب المحرك الاطارات وعجلة القيادة.....الخ من مكونات السيارة يعتمد على عدد السيارات المطلوب انتاجها خلال فترة معينة، فاذا كان المطلوب انتاج (١٠٠) سيارة في اسبوع معين فان الطلب التابع على مكونات السيارة سيكون بواقع ٤٠٠ باب، ١٠٠ محرك، ٥٠٠ اطار، ١٠٠ عجلة قيادة، وان هذا النوع من المخزون يجب ان يدار بواسطة انظمة مثل MRP,JIT,OPT.

٢. **انواع انظمة MRP:** هناك نوعان رئيسيان لنظام MRP هما:

أ- نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP): يستخدم في مجالين هما:

١. MRP كنظام سيطرة على الخزين: يقوم النظام هنا باطلاق/ اصدار أومر الشراء وأوامر الانتاج في الوقت الصحيح المحدد لاسناد تنفيذ جدول الانتاج الرئيس ان النظام يطلق هذه الاوامر لغرض السيطرة على مخزون المواد الاولية والمخزون تحت الصنع من خلال التوقيت المناسب لاطلاق امر طلب الشراء او أمر الانتاج، ان هذا النوع للنظام لا يتضمن على اية حال تخطيط الطاقة.

٢. MRP كنظام للسيطرة على الانتاج والمخزون: يستخدم لتخطيط ورقابة المخزون والطاقة الانتاجية معا، يتم في هذا النوع فحص وتدقيق الاوامر الصادرة للانتاج (نتيجة عملية تجزئة المنتوج النهائي الى الاجزاء المكونة له) لكي يتم التاكد فيما اذا كانت هناك طاقة انتاجية كافية لمعالجة تلك الاوامر ام لا، فاذا لم تكن الطاقة كافية فاما ان يتم تغيير حجم الطاقة او يتم تغيير الجدول الرئيس للانتاج، وكنتيجة لذلك ان هذا النوع من انظمة MRP يطلق عليه ب نظام MRP الدائري المغلق (Closed- Loop MRP System).



شكل رقم (١) عملية التخطيط يستخدم فيها نظام Closed– Loop MRP

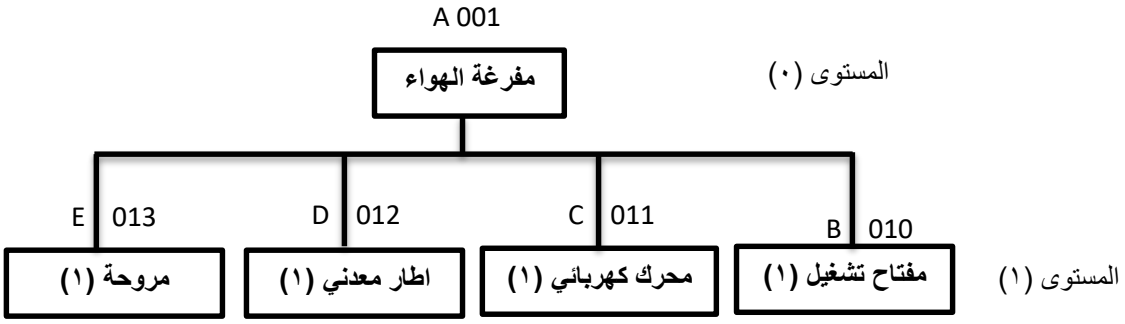
ب– نظام تخطيط الموارد الصناعية (MRP II): يستخدم النظام هنا لتخطيط ورقابة موارد الانتاج: المخزون، الطاقة، النقد، المكائن، والمعدات، والعاملين، وبذلك يكون MRP هنا نظاما شاملا للمعلومات ويقود كل الانظمة الفرعية الاخرى في الشركة.

٣.**مدخلات نظام MRP** : ان المدخلات الرئيسة لنظام MRP والتي تستخدم في اجراء حسابات النظام واصدار مخرجاته هي:

أ– **الجدول الرئيس للانتاج:** يعرف بانه خطة تتضمن كشفا بانواع المنتجات النهائية المطلوب انتاجها وكميات ومواعيد الانتاج، ان خطة الانتاج الاجمالي التي تعد عادة على اساس شهري تتضمن كشفا اجماليا بعوائل المنتوج وكميات انتاجها من دون تخصيص لمنتوج معين ضمن العائلة الواحدة لذلك فان جدول الانتاج الرئيس الذي يعد على اساس اسبوعي يمثل تجزئة تفصيلية لخطة الانتاج الاجمالية، اذا يتم تجزئة كل عائلة منتوج الى انواع المنتجات التي تتضمنها واصناف كل منتوج فيها وكمياتها ومواعيد انتاجها.

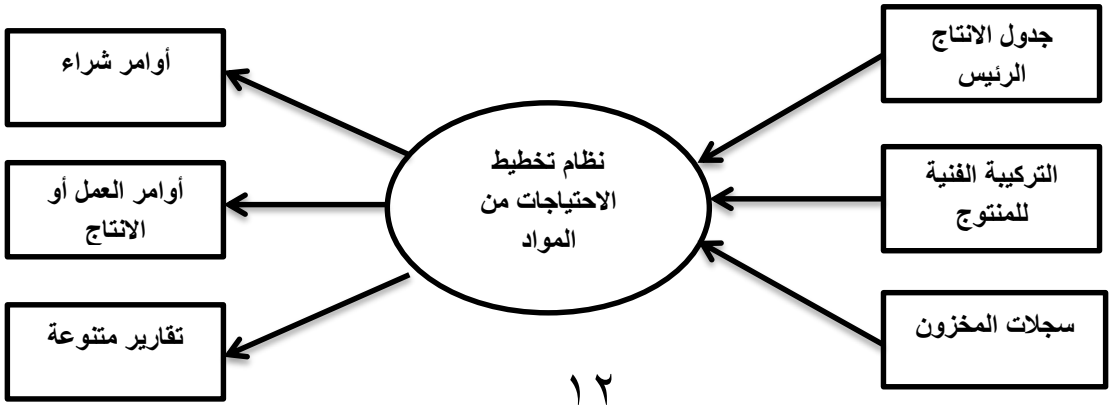
ب- **التركيبة الفنية للمنتوج (قائمة المواد):** هي قائمة او كشف بمكونات واجزاء ومواد كل عنصر نهائي او منتوج نهائي، حيث توضح التركيبة الفنية للمنتوج الاجزاء التفصيلية للمنتج النهائي وتجزئته الى عدة مستويات وبيان عدد الوحدات المطلوبة في كل مستوى لانتاج وحدة واحدة من المنتج النهائي، وتحديد علاقات الجزء الابوي- المكون او الجزء الولدي.

ياخذ كل مستوى من مستويات التركيبة الفنية رقما معينا اذ يعطى مستوى المنتوج النهائي الذي يقع في قمة هيكل المنتوج الرقم (٠)، المستوى (١) للاجزاء والمكونات التي تدخل في صنع المنتوج النهائي مباشرة وهكذا فان رقم المستوى يزداد كلما تحركنا اسفل هيكل المنتوج، وعادة يكون المستوى الاخير للمواد الاولية، ان الرقم بين القوسين الذي يظهر بجانب كل عنصر يمثل الاستخدام المطلوب من جزء معين لتصنيع جزء ابوي واحد.



الشكل رقم (٢) التركيبة الفنية لمفرغة هواء

ت- **سجلات المخزون:** تحوي سجلات المخزون معلومات عن كل عنصر ينتج او يشترى او يخزن في النظام، تتضمن سجلات المخزون معلومات عن كميات المخزون المتاح، كميات الطلبيات المجدول تسلمها في مواعيد لاحقة محددة، سياسة تحديد حجم الدفعة، مخزون الامان، فترة الانتظار، كما توفر هذه السجلات معلومات مثل وصف مفصل للعنصر رقم الصنف (الرقم الرمزي) للعنصر لربط هذه السجلات بالمعلومات الاخرى بقاعدة بيانات MRP كميات الاستخدام السابقة، كلفة الاحتفاظ بالوحدة، كلفة الاعداد والتهيئة او اصدار الطلبية.



شكل رقم (٣) مدخلات ومخرجات نظام تخطيط الاحتياجات من المواد

٤. منطق المعالجة في MRP: ان سجل مخزون MRP او مصفوفة MRP تقسم المستقبل الى فترات زمنية تدعى (حجرات او فواصل زمنية) اسبوعية على الاغلب، تبين لنا سياسة حجم الدفعة وفترة الانتظار وبيانات مختلفة مبوبة او محددة وفق توقيتات زمنية، ان تلك البيانات التي يحويها السجل هي:

١. **الاحتياجات الاجمالية (GR):** هي كمية الطلب الواقع على عنصر معين في مدة زمنية معينة، وتمثل طلبات الزبائن الحقيقية والطلب المتنبأ به.
٢. **الطلبيات المفتوحة/ المجدول تسلمها (SR):** وهي تمثل كمية الاجزاء او المواد التي سبق وان اطلق أمر انتاجها او أمر شرائها ولم يتم اكمالها او تسلمها لحد الان.
٣. **المخزون المتاح تحت اليد المخطط الاحتفاظ به (I):** وهي تمثل الكمية او المقدار المتوقع من المخزون المخطط الاحتفاظ به في نهاية فترة معينة بعد ان يتم اشباع الاحتياجات الاجمالية لتلك الفترة.
٤. **صافي الاحتياجات (NR):** وهي كمية الاحتياجات الصافية المطلوبة من عنصر ما والتي يجب انتاجها او شراؤها.
٥. **الطلبيات المخطط اكمالها/ تسلمها (PR):** هي كمية المواد او الاجزاء التي سيتم انتاجها داخل المصنع او طلب شراؤها من المجهز وقد خططت تواريخ استحقاقها.
٦. **الطلبيات المخطط اطلاقها (POR):** في هذا السجل يبين لنا مواعيد اطلاق أوامر الانتاج وطلبيات الشراء وان كميات الطلبيات التي تظهر هنا لعنصر معين تمثل الاحتياجات الاجمالية للعناصر (الولدية) التابعة لهذا العنصر التي تقع في مستوى أدنى من التركيبة الفنية للمنتوج بعد ان يتم ضربها بكمية الاستخدام.

٥.خطوات منطق المعالجة في MRP: ان الخطوات المنطقية التي تستخدم في منطق المعالجة لنظام MRP هي:

الخطوة الاولى: تتم بنقل ما يرد في الجدول الرئيس للانتاج MPS من كميات الى سجل مخزون MRP، اي ان الارقام التي ترد في جدول الانتاج الرئيس تنتقل كما هي الى حقل الاحتياجات الاجمالية للعنصر النهائي في سجل MRP بعد جدولتها الى الخلف بفترة / فترات زمنية تعادل فترة الانتظار، ان تحديد الاحتياجات الاجمالية لا ياخذ بالاعتبار المخزون المتاح والمخزون الذي يتأتى من الطلبيات المفتوحة المجول تسلمها.

الخطوة الثانية: يقوم نظام MRP بعد ان يتم تحديد الاحتياجات الاجمالية للمنتوج النهائي في المستوى (٠) من التركيبة الفنية للمنتوج بتجزئة تلك الاحتياجات الى احتياجات اجمالية لكل جزء من اجزاء المنتوج النهائي وبشكل تنازلي من الاعلى الى الاسفل مستوى بعد اخر.

الخطوة الثالثة: يتم فيها حساب صافي الاحتياجات وذلك من خلال طرح المخزون المتاح ومخزون الطلبيات المفتوحة المجدول تسلمها من الاحتياجات الاجمالية مضافا اليها مخزون الامان.

الخطوة الرابعة: عندما تكون قيمة صافي الاحتياجات سالبة او صفرا فذلك يعني انه ليست هناك حاجة لكمية اضافية من الاجزاء والمواد في الفترة الحالية، اما عندما تكون القيمة موجبة فذلك يعني ان المخزون المتاح والطلبيات المجدول تسلمها لاتعد كافية لتغطية الاحتياجات الاجمالية، لذلك يجب ان تكون هناك طلبيات جديدة ينبغي ان يخطط اكمال انتاجها داخل المصنع او تسلمها من المجهز في بداية الفترة الحالية، ولكي يتم اكمال انتاج او تسلم تلك الطلبيات في مواعيدها ووقت الحاجة لها يجب ان يتم اطلاق اوامر انتاجها او شراؤها بوقت مبكر كافي يعادل فترة الانتظار.

الخطوة الخامسة: في هذه الخطوة وسواء كانت هناك حاجة لطلبية جديدة ام لا، يتم حساب رصيد المخزون المتاح المخطط الاحتفاظ به في نهاية الفترة الحالية.

٦. **مخرجات MRP:** التقارير التي يصدرها MRP ليست له صيغة موحدة بل تختلف باختلاف الشركات المتخصصة بانتاج برامجيات النظام وباختلاف الشركات المطبقة للنظام، اذ ان النظام يمكن ان يصدر تقارير متنوعة ومختلفة:

١. تقارير/ اشعارات بمواعيد الطلبيات المخطط اكمالها او تسلمها تبين كميات كل دفعة من دفعات الانتاج وتواريخها للعناصر التي تنتج داخل الشركة، وكمية كل طلبية من طلبيات الشراء وتواريخ تسلمها من المجهزين للعناصر التي تشترى من خارج الشركة.
٢. تقارير/ اشعارات بمواعيد الطلبيات المخطط اطلاقها للانتاج للعناصر التي تنتج داخل الشركة، والشراء للعناصر التي تشترى من المجهزين.
٣. تقارير بحجم المخزون المتاح المتوقع لاحتفاظ به في نهاية كل مدة زمنية.
٤. تقارير/ اشعارات بالغاء بعض الطلبيات المخططة او تغيير تواريخ اكمالها/ تسلمها وكمياتها بسبب الغاء بعض الطلبيات في الجداول الرئيسة للانتاج او تغيير مواعيد استحقاقها وكمياتها.
٥. تقارير/ اشعارات بتغيير الطلبيات التي تم اطلاقها وام يتم اكمالها او تسلمها لحد الان والمواعيد المجدولة لاكمالها او تسلمها.
٦. تقارير اخرى وفقا لرغبة الادارة العليا في الشركة.

ثانياً: نظام الانتاج الآني (JIT) Just- In-Time:

يعد نظام الانتاج الآني فلسفة حديثة برزت الفكرة الاساسية لها في الصناعة اليابانية من قبل شركة (Toyota Motor) ومع بداية الثمانينيات من القرن الماضي حقق النظام نجاحات متميزة وانتشارا واسعا في اليابان ومن ثم خارجها، ويستمد نظام (JIT) مفهومه الاساسي من فكرة وصول المواد فقط عند الحاجة اليها، ومن ابرز اهداف النظام هو احداث تحسينات مستمرة في انشطة الانتاج والتي تتعلق بالمنتجات او العمليات في اطار مبادئ فلسفية مرنة، بالامكان تطبيقها بصيغ مختلفة من بيئة الى اخرى.

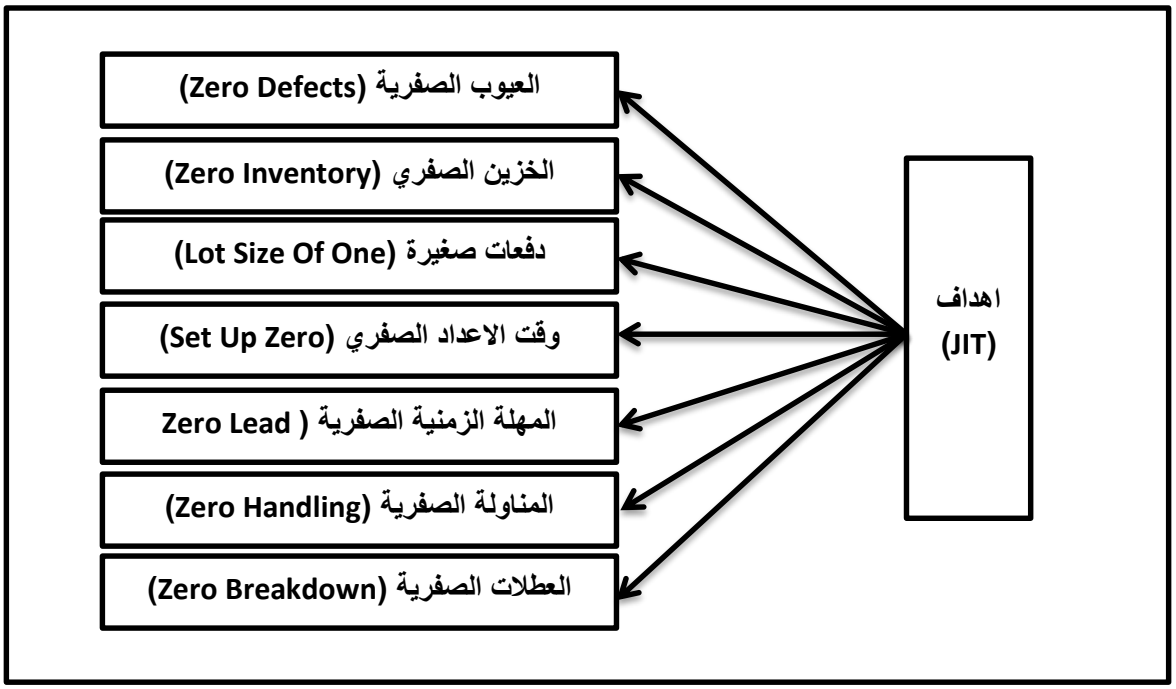
١. **فلسفة نظام (JIT):** يعرف بأنه مدخل شامل لتحسين الانتاجية الكلية وازالة الفاقد واتخاذ الاجراءات الوقائية للانتاج بتكلفة منخفضة مع تسليم الاجزاء الضرورية بالكمية والجودة المطلوبة وفي الوقت المحدد والمكان المطلوب، تتمثل فلسفة (JIT) بتشغيل نظام انتاجي مبسط وكفء قادر على الاستخدام الامثل للموارد تمهيدا لتلبية الطلبات الحقيقية للمستهلكين بالجودة والكمية المطلوبتين وفي الوقت المحدد والسعر الملائم، حيث ان الهدف من (JIT) هو ازالة جميع الانشطة التي ترهق المنشأة بتكلفة غير مباشرة ونفقات غير ضرورية وذلك من خلال التكامل بين الجوانب الرئيسة للانظمة الفرعية وابرازها بتشكيلة متجانسة وبنظام تفاعلي، وعليه يمكن القول ان فلسفة نظام (JIT) تقوم على اساس معتقدات اولية وهي:

أ- تخفيض الفاقد بجميع اشكاله.

ب- التحسين المستمر للعمليات الانتاجية وللنظام ككل.

ت- تطوير مهارات العاملين وزيادة مساهمتهم في عملية صناعة القرار.

٢. **اهداف نظام الانتاج الآني (JIT):** يشير الشكل التالي الى مجموعة من اهداف نظام (JIT) وهي:



شكل رقم (٤) اهداف نظام الانتاج الآني

أ- **العيوب الصفرية:** تهدف الى ازالة جميع الاسباب والفرص التي من المحتمل ان تحدث فيها العيوب وتستخدم كذلك الاجراءات الكفيلة للوصول الى خصائص الجودة المقررة وخلال جميع مراحل وعمليات الانتاج.

ب- **الخزين الصفري:** يعالج نظام (JIT) الخزين بتخفيضه الى الحد الادنى، من خلال تقليص كمية الطلبية وبما يكفي اقل فترة ممكنة (حاجة يوم واحد) وتستخدم دفعات بحجم صغير.

ت- **حجم الدفعة الصغيرة:** يقوم نظام (JIT) على الانتاج بالدفعات الصغيرة حيث ان تخفيض حجم دفعة الانتاج له آثار ايجابية ذات اهمية كبيرة في عملية الانتاج منها: سهولة اكتشاف العيوب وما يرافقه من التلف بسرعة اكبر، بالاضافة الى المرونة الكبيرة للاستجابة للتغيرات التي تحصل في الطلب السوقي.

ث- **وقت الاعداد الصفري:** ان تحليل مدخل حجم الدفعة الاقتصادية يهدف الى تحليل التكلفة الكلية للخزين وذلك من خلال الموازنة بين تكلفة الاحتفاظ بالخزين وتكلفة الاعداد للطلبية حيث توصف الدفعات الكبيرة بانها تتضمن تكلفة عالية للخزين، بينما تسبب الدفعات الصغيرة تكلفة قليلة للخزين ولكن تزيد معها مرات اعداد الطلبية وبالتالي تزداد تكلفة الاعداد.

وهكذا فعندما تكون تكلفة الاعداد واوقاتها تساوي الصفر فان الدفعات الصغيرة او دفعة بحجم وحدة واحدة تكون عملية اقتصادية، ويمكن ان يتم تخفيض وقت الاعداد للماكنات من خلال اعادة تصميمها وتطويرها وكذلك من خلال تغيير التنظيم الداخلي للمصنع.

ج- **المهل الزمنية الصفرية:** ان النظام الانتاجي الذي يستخدم الدفعات الصغيرة والتي تعتمد مهلا زمنية قصيرة يستطيع استيعاب الكثير من التغييرات التي تحصل في البيئة المحيطة، كما ان تبني مفهوم المهل الزمنية الصفرية يقتضي ان يكون هناك تزامن بين عمليات التصميم للنظام الانتاجي وللمنتج وللعمليات التصنيعية، وذلك لتحقيق الكفاءة في الانسياب والاستجابة السريعة لرغبات المستهلكين.

ح- **المناولة الصفرية:** تتضمن عمليات تصنيع المنتجات وتجميعها عددا كبيرا من الانشطة توصف بانها لا تضيف قيمة للمنتج النهائي خلال مساره التكنولوجي لذا فان تصميم المكونات والتجمعات الفرعية من خلال تخفيض انشطة المناولة والتجميع يحقق تخفيضا في المهل الزمنية للمنتج.

خ- **العطلات الصفرية:** ان برامج الصيانة الوقائية التي يستخدمها نظام (JIT) تقلل العطلات بنسبة كبيرة، حيث يستفيد النظام من حدوث العطلات في اتجاهين:

الاتجاه الاول: ينظر نظام (JIT) الى التوقفات المتسببة عن حدوث عطل على انها فرصة كبيرة لتركيز الجهود وتوجيهها لغرض كشف اسباب العطلات ومعالجتها لتلافيها مستقبلا.

الاتجاه الثاني: يعتبر نظام (JIT) حدوث العطلات مؤشرا للتحسين، وتوفير قطع الغيار وتبني برامج للصيانة الوقائية وتدريب العاملين لتجنب تكرار مثل هذه العطلات.

٣. **متطلبات التطبيق الكفء لنظام (JIT):** من متطلبات التطبيق الكفء هي:-

أ- **الدعم المستمر من الادارة:** يتطلب التطبيق الكفء لنظام (JIT) مساندة مستمرة من الادارة العليا لاجراء التغييرات في الاتجاهات والعمليات داخل المنشأة وخارجها.

ب- **التنظيم الداخلي للمصنع:** يتمثل في تغيير التنظيم الداخلي للمصنع باستمرار وتطوير اساليب المناولة للمواد الاولية والاجزاء بطريقة تضمن الانسياب الكفء للمنتج.

ت- **المصنع البؤري (Focused Factory):** يتطلب التطبيق الكفء لنظام (JIT) ملائمة منطقية بين الطلب الحقيقي وتصميم المنتج، ويتحقق ذلك باستخدام مفهوم المصنع البؤري الذي يتضمن مصانع متعددة داخل مصنع واحد بحيث لايتجاوز عدد العاملين في كل مصنع (٣٠٠) عامل، وتشكل هذه المصانع الصغيرة شبكة التصنيع الكلية حيث ان كل مصنع صغير هو مصمم لتسليم مخرجاته الى مصنع اخر وبالتعاقب الى المرحلة النهائية فكفاءة المصنع البؤري تعتمد على الانسياب المنتظم للاجزاء بين المصانع.

ان الفكرة الاساسية هي التركيز على عدد محدود من المنتجات او العمليات وذلك بترشيد الخط الانتاجي، اي تقليل مدى المنتج من خلال زيادة تنميط الاجزاء والمكونات الداخلة في المنتج ومن ثم تبسيط العمليات لتسهيل معالجتها، لذا يوصف المصنع البؤري بأنه وسيلة فعالة لتحقيق أهداف استراتيجية العمليات في اطار استراتيجية الشركة الشاملة حيث ترتكز سياساته على انشطة متجانسة وموحدة توجه نحو فئة محددة.

ث- **تطوير شبكات الاتصالات مع المستهلكين والمجهزين:** ان العمل مع خزين امان يقترب من الصفر واجزاء مشتراة تصل في الوقت المحدد مع عدم وجود اي نسب للتفاوت عن المواصفات يتطلب علاقات جيدة مع المجهزين وتحديد نطاق التعامل معهم اذ يتم تطوير قابليات المجهزين والتاكد من استعدادهم للالتزام بالمواصفات المقررة في المصنع وتدنية المعيب من الاجزاء.

ان المهلة الزمنية لأمر الانتاج تمثل الزمن بين تسلم المصنع للطلبية وتوزيع المنتجات النهائية على المستهلكين لذا فان الزمن المستغرق لمعالجة طلبات المستهلكين وتوفير المواد الاولية والزمن المطلوب لتوزيع المنتج النهائي يكون اكبر من فترات الانتظار لأوامر الانتاج، لذا فان نظام (JIT) يقوم على تقوية العلاقات بين المستهلكين والمجهزين بهدف الانتاج وفق رغبات المستهلكين.

ج- **تدريب العاملين وتزويدهم بالمهارات المتعددة:** يعتمد نظام (JIT) على عاملين ذوي مهارات متميزة، حيث يتوقع من العاملين تشغيل انواع مختلفة من الماكنات، وفي ضوء ذلك يمثل التدريب متطلبا اساسيا وكذلك يشكل نتيجة مهمة لنظام (JIT) للوصول الى تطوير مستمر في المنشأة.

٤. **العناصر الرئيسة في تنفيذ نظام (JIT):** تحتاج عملية التطبيق لنظام (JIT) الى تقنيات عديدة منها:

أ- **الرقابة على الجودة في نظام (JIT):** ان تحسين الجودة يمثل احد العناصر الاساسية في نظام (JIT) ويرى البعض ان تطبيقه يتكون من مرحلتين:

١. المرحلة الاولى: تستهدف تحسين جودة متطلبات الانتاج من المواد الاولية والاجزاء والمنتجات النهائية وتخفيض التالف والمعيب خلال عملية الانتاج.
٢. المرحلة الثانية: تستهدف زيادة الانتاج وذلك وفق مفاهيم ومبادئ نظام (JIT).

وفق مبادئ نظام (JIT) للجودة تقوم على تطوير الجودة برؤية شاملة وتقوم على التحسين المستمر للجودة حيث ان الطلب بدءاً من الزبون هو دليل الانتاج في نظام الانتاج في الوقت المحدد ويتكامل مع جودة التصميم وجودة المجهزين من خلال جودة المواد والاجزاء، وكذلك جودة العاملين في اطار برنامج التحسين المستمر للجودة.

ومن جانب اخر هناك تقنيات لها دور كبير في تحسين الجودة في الصناعة اليابانية منها:

١. ضمان الجودة: وتعرف بانها السياسات والاجراءات وادلة العمل التي تنشأ من خلالها مقاييس محددة لجودة المنتج بهدف التأكد من ان هذه المقاييس تحظى باهتمام والتزام عالٍ خلال مراحل الانتاج.
٢. مراقبة الجودة الشاملة: تهدف هذه التقنية الى تحقيق جودة متكاملة لكل جزء ينتج في المنشأة.
٣. حلقات الجودة: وهي تقنية يابانية فعالة تهدف الى تشجيع العاملين وتعزيز معرفتهم للمشاركة في برنامج تحسين الجودة فعلى الرغم من ان حلقات الجودة هي جماعات تطوعية فان الادارة العليا تساهم في تحديد عددها الذي يتراوح بين (٣-١٥) ويجتمعون في اوقات منتظمة بهدف معالجة المشكلات التي تواجه العملية الانتاجية وتحسين الجودة.

ب- **نظام البطاقات (Kanban System):** عرف نظام (kanban) في بداية الخمسينيات وفي شركة تويوتا بنظام بطاقات السحب اليدوي (pull manual card system) اذ يوصف بانه نظام يدوي للسيطرة الفعالة على الخزين وهذا يتمثل (kanban) ببطاقة ورقية مستطيلة الشكل توضع عادة في غطاء شفاف وتتضمن البطاقة جميع المعلومات المطلوبة لعملية الانتاج مثل:

أ- رقم البطاقة ورقم الجزء.

ب- وصف الجزء.
ت- كمية الاجزاء في الصندوق.
ث- مكان انتاج الجزء ومكان استخدامه.

انواع البطاقات المستخدمة في نظام (kanban): يستخدم النظام انواع عديدة من البطاقات منها:

١. بطاقة السحب: تحدد هذه البطاقة كمية المواد والاجزاء والمكونات الفرعية التي يقوم بسحبها مركز عمل معين من مركز عمل سابق له.
٢. بطاقة الانتاج: تحدد بطاقة الانتاج كمية الجزء او التراكيب الفراعية المعيبة المطلوب انتاجها في مركز العمل بهدف احلالها محل الاجزاء التي تم سحبها.
٣. بطاقة المجهزين: تتعاقب بين المصنع والمجهزين بهدف تزويد المصنع بالمواد والاجزاء المطلوبة بالجودة والوقت المحدد.
٤. بطاقة الاشارة: وهي بطاقة مثلثة الشكل تستخدم عندما تكون هناك ضرورة ملحة لوجود خزين بين العمليات حيث توضح البطاقة مستوى معينا من الخزين وفي حالة الانخفاض عن المستوى فان البطاقة تشير الى اعادة الطلب.
٥. بطاقة الطوارئ: هي بطاقة خاصة لمعالجة حالات الطوارئ.

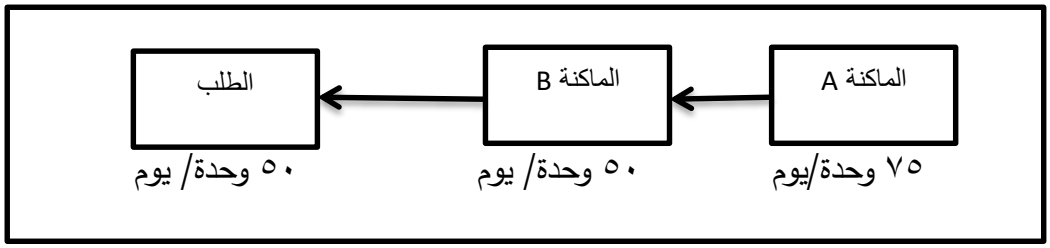
نظام السحب ازاء نظام الدفع: ان نظام تشغيل (MRP) في مستوى خطوط الانتاج هو افضل وصف لنظام الدفع (Push System) وهو يختلف عن نظام السحب (Pull System) والمتمثل بنظام (Kanban) ويتم توجيه النظامين بجدول الانتاج الرئيس الذي يحدد متطلبات المنتج اي التركيبة الفنية للمنتج ويتفرع الجدول الرئيس بدوره الى خطة تفصيلية للمنتجات محددا الاجزاء والمكونات التي سوف يتم تصنيعها او شراؤها.

من المشكلات الكبيرة التي تواجه شركات التصنيع الكبيرة وخاصة صناعة السيارات التنسيق بين الانتاج واستلام المواد الاولية والاجزاء والتجميعات الفراعية وجميع التراكيب والمكونات الداخلة في تصنيع المنتج النهائي اذ تتميز هذه العملية بانها معقدة ليس بسبب التكنولوجيا المعتمدة بل بسبب آلاف المكونات التي يتم تصنيعها وبواسطة آلاف العاملين لسيارة واحدة لذا تحتفظ المصانع بخزين احتياطي كبير.

ان تطبيق هذا المفهوم في التصنيع يتطلب تبديل المعالجة الاعتيادية للعملية الانتاجية وفق ما يسمى بنظام الدفع (Push System) حيث يتم بموجبه تحضير جدول الانتاج الرئيس لسلسلة من مراكز العمل، تدفع مكونات المنتج بعد الانتهاء من معالجتها الى العملية التالية الها وباتجاه المرحلة النهائية لعملية الانتاج وبغض النظر عن استعداد مركز العمل الذ يليه لاستلام ذلك الجزء وكانت هذه الفلسفة احد الاسباب المباشرة

في زيادة الخزين تحت الصنع، في حين ينظر نظام السحب (Pull System) الى العملية الانتاجية من المرحلة النهائية وهي التي تحدد متطلبات الانتاج ويتم سحب تلك المتطلبات من المرحلة السابقة لها، لذا فان المواد تخضع للمعالجة فقط عند توافر الطلب عليها من العملية التالية لها مما يؤدي الى تحديد كمية الخزين المتراكم بين مراكز العمل وعملية السحب هذه تعد ترخيصا لامر عمل يتم انتاجه في مركز العمل الذي تم سحب الاجزاء منه لسد النقص الذي يتم سحبه وبعد فترة معينة من تطبيق نظام السحب ظهر مفهوم نظام البطاقات واصبح ضرورة ملحة للتطبيق.

مثال توضيحي: نفترض ان نظام انتاج يتكون من ماكنتين (A ,B) طاقتها الانتاجية موضحة في الشكل التالي:



شكل رقم (٥) نظام تصنيع تسلسلي يتضمن ماكنتين

وفق مفهوم نظام الدفع يعمل النظام الانتاجي اعلاه بطاقته المتاحة وهي (٧٥) وحدة للماكنة (A) يوميا ويتم دفعها الى الماكنة (B) التي تستوعب منها (٥٠) وحدة فقط وهي مساوية للطلب اليومي ويتراكم المتبقي وهو (٢٥) وحدة امام الماكنة (B) كخزين تحت الصنع ، في حين انه وفق نظام السحب يطلب العاملون على الماكنة (B) من انتاج الماكنة (A) ما يساوي (٥٠) وحدة فقط لمعالجتها وهي مساوية للطلب الفعلي على المنتج وعليه لا توجد هناك اية وحدات من المنتج تبقى بدون معالجة وكخزين تحت الصنع.

٥. **الجدولة في نظام (JIT) / الخصائص- الاجراءات:** في نظام (JIT) يتم معالجة مشكلات الخزين وتلافيها من خلال جدول الانتاج الرئيس فالجدولة اليومية المتمثلة في مزيج انتاجي مخطط انتاجه تستدعي طلب المواد والاجزاء نفسها يومياً اذ يتطلب نظام الانتاج الآني انسيابا ذا كفاءة عالية وحركة هادئة وتنسيقاً دقيقا للمواد والاجزاء خلال العملية الانتاجية، وبعد الانتهاء من تحديد جدول الانتاج يتم نقل المعلومات الى جميع مراكز العمل والاتصال بالمجهزين واعلامهم بمتطلبات الجدول الرئيس وذلك بهدف تخطيط الطاقات من حيث تحديد العاملين والموارد الاخرى المطلوب توفرها.

٦. **المنافع في نظام (JIT):** يوفر نظام (JIT) منافع عديدة في مجالات مختلفة وهي:-

أ- **تخفيض الخزين:** يستمد نظام (JIT) اساسه الفلسفي من فكرة وصول المواد والاجزاء عند الحاجة اليها، وجوهر الفكرة هو ازالة مصادر الضياع الناجمة من انتظار المواد والاجزاء للمعالجة فضلا عن ان الاستثمار الكبير في الخزين يعد تجميدا لرؤوس اموال يمكن الاستفادة منها وتوجيهها الى تطوير التقنيات المختلفة في المنشأة الصناعية.

ب- **زيادة الانتاجية:** تشير الدراسات التطبيقية ان زيادة الانتاجية هي نتيجة طبيعية لتنفيذ نظام (JIT) اذ تعزى هذه الزيادة الى تخفيض في:

١. المهل الزمنية.
٢. معدل المرفوضات (المعيب في الانتاج).
٣. النفقات الراسمالية.

ت- **الاستجابة السريعة لرغبات المستهلكين:** تتزامن جدولة المبيعات مع عمليات الانتاج وذلك بتكملة المنتج في الوقت المحدد لمقابلة الطلب الحقيقي، هذا يوفر استجابة سريعة لرغبات المستهلكين وفق الجدولة اليومية نتيجة الانخفاض الكبير والملموس للمهل الزمنية المعتمدة.

ث- **توفير التكلفة:** يحقق تطبيق نظام (JIT) وفورات اقتصادية تتمثل في تخفيض تكلفة الخزين اذ يتم تسليم المواد والاجزاء المشتراة والمصنعة مباشرة عند الحاجة وبالكمية المطلوبة وذلك وفقا لمنطق الخزين الصفري ويحقق كذلك تجنب تكلفة التالف والعمل المعاد.

ج- **توفير الاستثمار:** يسهم هذا النظام في تحقيق وفورات في الاستثمار من خلال عناصر تتمثل في:

١. تخفيض المساحة المطلوبة لعمليات الانتاج والخزين وبنسبة كبيرة فضلا عن تخفيض الطاقة المطلوبة.
٢. تخفيض الخزين (٥٠-١٠٠%) سنويا الى جانب التخفيض الكبير في التكلفة التي تتحملها المنشأة في الاحتفاظ بالخزين.
٣. زيادة حجم الانتاج لتسهيلات الانتاج اي زيادة معدل الاستخدام للماكنات.

ح- **تطوير العاملين:** يمثل التدريب وتطوير المهارات للعاملين مطلبا اساسيا لتبني نظام (JIT) فالاجزاء لا تنتج او لا تجمع إلا عند الطلب وعندها يحتاج العامل الى مهارات عالية للقيام باعمال تهيئة المكائن واعمال الصيانة

الفصل الثالث: التنبؤ بالطلب

مقدمة: يعرف التنبؤ بالطلب على انه محاولة لتقدير حاجة السوق من سلعة او خدمة او مزيج من السلع خلال فترة زمنية مقبلة، كما يعرف على انه فن وعلم توقع الاحداث في المستقبل. وتعد عملية التنبؤ بالطلب

من النشاطات المهمة التي تسبق عملية التخطيط للطاقة الانتاجية وتخطيط الانتاج والتي يستخدم فيها افضل البيانات المتيسرة بغية تحليلها واتخاذ قرارات صائبة لتحقيق اهداف نظام الانتاج، لذا فان علينا ان نحدد ماذا نتنبأ؟ والكيفية التي يجري بها التنبؤ والفترة الزمنية التي يغطيها التنبؤ.

اولاً: الابعاد الزمنية للتنبؤ: يمكن تصنيف انواع التنبؤ من حيث الفترة الزمنية التي يغطيها التنبؤ في المستقبل الى ثلاثة مجموعات:-

١. التنبؤ قصير الأمد: ويغطي هذا النوع مدة زمنية من ثلاثة اشهر الى سنة، وذلك لتنبؤ مشتريات الشركة، جدولة الاعمال، القوة العاملة اللازمة، ومستويات الانتاج.
٢. التنبؤ متوسط الأمد: وتمتد المدة الزمنية للتنبؤ من ثلاثة اشهر الى ثلاث سنوات، ويستخدم هذا النوع من التنبؤ في تخطيط المبيعات، تخطيط الانتاج والميزانية.
٣. التنبؤ طويل الأمد: وتمتد المدة الزمنية هنا لتغطي ثلاثة سنوات او اكثر، ويستخدم في التخطيط لسلع او خدمات جديدة، اختيار موقع المعمل.

ثانياً:أنواع التنبؤ: تستخدم الشركات ثلاثة انواع من التنبؤ لتخطيط العمليات في المستقبل وهي:

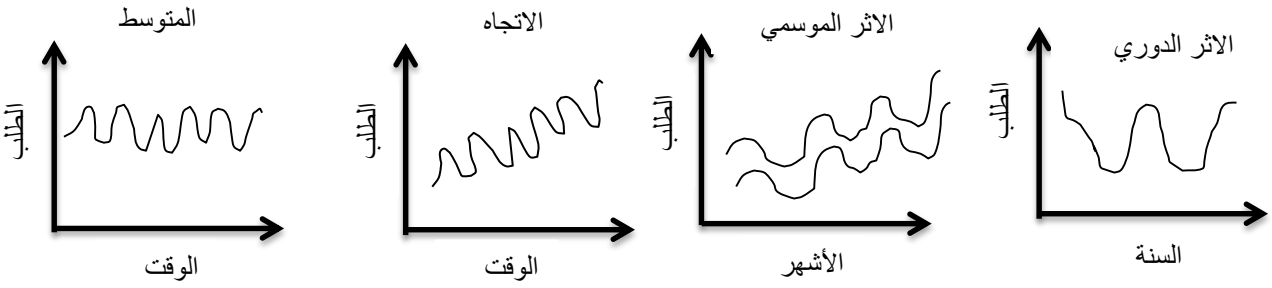
١. التنبؤ الاقتصادي: يتناول هذا النوع من التنبؤ المسائل المتعلقة بالاقتصاد كتنبؤ دورات العمل، التضخم النقدي، حركة السكان،.....
٢. التنبؤ التكنولوجي: ويختص هذا النوع باجراء تنبؤ للتقدم التكنولوجي في العالم والذي من شأنه ان يساعد في التخطيط لسلع او خدمات جديدة وما يترتب على ذلك من التخطيط لاقامة معامل جديدة او توسيع المعامل الحالية بالإضافة الى التخطيط للموارد البشرية والمالية.
٣. تنبؤ الطلب: ويختص بتقدير المبيعات التي ستحققها الشركة في المستقبل.

ثالثاً: عناصر التنبؤ: يتمكن مدير العمليات من دراسة نمط الطلب على سلعة او خدمة وذلك من خلال البيانات الماضية عن الطلب والتي عادة ما تقدم على شكل سلاسل زمنية، فالسلسلة الزمنية هي مجموعة من المشاهدات عن احدى الظواهر مرتبة حسب الفترات الزمنية لحدوثها (يوم، اسبوع، شهر،...) وتنطوي السلسلة الزمنية على خمسة عناصر هي:

١. المتوسط: ويمثل مجموع الطلب لعدد الفترات مقسوما على تلك الفترات مثل مجموع المبيعات الاسبوعية في السنة مقسوما على ٥٢ اسبوعا.
٢. الاتجاه: ويشير الى الزيادة المضطردة او التناقص المضطرد في الحركة العامة للسلسلة، كالتغير في الدخل، استهلاك الطاقة.

٣. الاثر الموسمي: ويشير الى نمط الطلب الذي يعيد نفسه او يتكرر بعد مرور فترة معينة مثل اسبوع، شهر او فصل.
٤. الاثر الدوري: ويشير الى النمط الذي يظهر بشكل دوري في السلسلة بين مدة طويلة (عشرة سنوات مثلاً) واخرى، وتتولد الاثار الدورية في الطلب من مصدرين هما:

أ. دورة الاعمال: وهي عبارة عن دالة معقدة لمجموعة من العوامل الاقتصادية التي تدفع بالاقتصاد من الركود الى الانتعاش او بالعكس.
ب. المرحلة التي يمر بها المنتوج ضمن دورة حياته.



شكل رقم (٣-١) عناصر السلسلة الزمنية

٥. الخطأ العشوائي: وتشير هذه الأخطاء الى التغيرات التي تحصل للطلب لأسباب غير معروفة لذلك فأن الخطأ العشوائي لايمكن تنبؤه لأنه لاينطوي على نمط معين.

رابعاً: العوامل المؤثرة في الطلب: توجد عدة عوامل تؤثر في الطلب على السلع والخدمات وبالامكان تقسيم هذه العوامل الى:

١. العوامل الخارجية: ويقصد بها القوى من خارج الشركة التي يمكن ان تلعب دورا في تغيير مقدار الطلب بمرور الوقت، ومن هذه العوامل، الحالة العامة للاقتصاد، التشريعات الضريبية، اذواق ورغبات المستهلكين وغيرها، حيث لاتتمكن الشركة من السيطرة على هذه العوامل.
٢. العوامل الداخلية: وتشير هذه العوامل الى مجموعة القرارات التي تتخذ من داخل الشركة والتي من شأنها التأثير على الطلب، وتتمكن الشركة من ممارسة السيطرة على هذه العوامل مما يتيح للمديرين فرصة الاستجابة الفعالة للتغيرات التي تحصل في الطلب.

جدول رقم (١) العوامل التي تؤثر في الطلب على المنتجات:

العوامل الخارجية	العوامل الداخلية

لاتتمكن الشركة من السيطرة على هذه العوامل	تتمكن الشركة من التحكم بهذه العوامل
❖ الحالة العامة للاقتصاد. ❖ تشريعات حماية البيئة. ❖ التشريعات الضريبية. ❖ اذواق ورغبات المستهلكين. ❖ مستوى دخل الفرد. ❖ الانطباع العام عن المنتوج. ❖ اسعار السلع المنافسة. ❖ اسعار الفوائد السائدة. ❖ توفر السلع البديلة والمكملة.	❖ اسعار المنتجات. ❖ حملات الاعلان والترويج. ❖ تصميم المنتوج. ❖ المزيج الانتاجي. ❖ حوافز رجال البيع. ❖ جودة السلع والخدمات.

خامساً:أساليب التنبؤ: يمكن تصنيف أساليب التنبؤ الى مجموعتين رئيسيتين هما:

١. مجموعة الأساليب النوعية: وهي مجموعة من الطرق الموضوعية التي تستخدم للقيام بتنبؤ للطلب عندما لاتتوفر بيانات تاريخية عن الطلب كما هو الحال عند تقديم منتوج جديد للسوق وتعتمد هذه الاساليب على استثمار الحكمة والتجربة التي تمتلكها الادارة، فضلا عن مجموعة من العوامل الأخرى والمعلومات التي يمتلكها الافراد كالحدس والخبرة الشخصية والتوقعات وتشمل: تقديرات رجال البيع، اسلوب لجنة الخبراء، بحوث السوق، اسلوب دلفي.

أ. تقديرات رجال البيع: بموجب هذه الطريقة يطالب كل واحد من رجال البيع باجراء تقدير عن حجم الطلب على المنتوج في المنطقة التي يمارس رجل البيع نشاطه فيها، بعد ذلك تجمع هذه التقديرات وتوحد.

ب. اسلوب لجنة الخبراء: بموجب هذا الأسلوب يجري تلخيص آراء مجموعة من الخبراء، ممن هم على درجة عالية من المعرفة بهدف الوصول الى تنبؤ عن توقعاتهم للطلب في المستقبل، ويستخدم هذا الاسلوب لتعديل التنبؤات التي أجريت في مواجهة ظروف استثنائية كترويج منتجات جديدة او وقوع حدث عالمي يزعزع التنبؤات التي أجرتها الشركة.

ت. بحوث السوق: وهي احدى الوسائل التي تساعد ادارة العمليات في استقصاء معلومات عن خطط الشراء المستقبلية للمستهلكين، بالاضافة الى توفير معلومات تفيد في التخطيط وفي تصميم منتجات جديدة.

ث. طريقة دلفي: تعرف طريقة دلفي على انها عملية الحصول على اتفاق بين آراء مجموعة من الخبراء حول تنبؤ احدى الحوادث في المستقبل مع المحافظة على سرية هوية كل عضو من اعضاء المجموعة، وتتلخص عملية الحصول على الاتفاق بين آراء الخبراء بالخطوات الاتية:

١. ترسل الاستبانة الى اعضاء اللجنة بشكل سري(وتسمى بالجولة الاولى).

٢. تجمع الاستبانة وتحلل وتلخص آراء الخبراء ويشار للنقاط الحرجة التي اثيرت حول الموضوع وتصاغ على شكل تقرير.
٣. ترسل استبانة جديدة مع التقرير الى الخبراء من جديد(الجولة الثانية).
٤. تجمع الاستبانة من جديد وتكرر الخطوة الثانية.
٥. ترسل الاستبانة مع التقرير الى الخبراء (الجولة الثالثة) وهكذا.

وتعاد هذه العملية الى ان يحصل اتفاق بين آراء جميع الخبراء، وتشير الخبرة العملية الى ان اتفاق بين الخبراء يحصل بين جولتين الى اربع جولات من تاريخ ادارة الاستبانة.

٢. مجموعة الأساليب الكمية : الاساليب الكمية للتنبؤ تشمل تلك الأساليب التي يتم من خلالها التنبؤ اعتمادا على نماذج رياضية واغلب تلك الاساليب شيوعا ما يسمى ب (السلاسل الزمنية) وهو اسلوب تتم فيه دراسة العلاقة بين الطلب والزمن بناءا على بيانات تاريخية للطلب وهي:

أ. طرق تحليل السلاسل الزمنية: تمثل السلسلة الزمنية مجموعة من المشاهدات مرتبة زمنيا حسب تسلسل وقوعها، وان السلسلة الزمنية ربما تنطوي على واحد او اكثر من العناصر التالية: المتوسط، الاتجاه، الأثر الموسمي، وكما يلي:

١. اسلوب المتوسطات المتحركة البسيطة: وهو من إحدى الطرائق المستخدمة في تحديد الاتجاه في السلسلة، ويعد من ابسط الأساليب الكمية المستخدمة في تنبؤ الطلب على المنتجات، وبموجب هذا الاسلوب فان تنبؤ الطلب لفترة مقبلة يساوي مجموع الطلب لعدد معين من الفترات الماضية مقسوما على عدد تلك الفترات والقاعدة الاتية تبين كيفية حساب المتوسط المتحرك:

$$MA_t = \frac{\sum_{k=1}^{n} D_{t-k}}{N}$$

حيث أن:

MA_t = المتوسط المتحرك للفترة المقبلة t.

n =مجموع الفترات.

K =مؤشر الفترات ($k=1,2,3.....R\in$).

N= طول المتوسط ($t > n$).

D_{t-k} = الطلب الحقيقي للفترة t−k.

مثال(١): البيانات التالية تبين الطلب الذي تحقق على المصابيح الكهربائية لشركة النور للأشهر من ك/١ الى ك/٢ لعام ٢٠١٨، المطلوب إجراء تنبؤ للأشهر ٥−١٢ باستخدام متوسط متحرك طوله ٤ اشهر.

الشهر	الطلب	متوسط متحرك طوله ٤ فترات

.١	٢٥	
.٢	٣٠	
.٣	٣٢	
.٤	٤٠	
.٥	٤٨	(٤٠+٣٢+٣٠+٢٥)/٤ =٣٢
.٦	٥٨	
.٧	٦٥	
.٨	٧٥	
.٩	٧٠	
.١٠	٤٥	
.١١	٤٠	
.١٢	٣٥	

بما ان المتوسط المتحرك طوله (٤) فترات فان التنبؤات التي نحصل عليها تبدأ اعتبارا من الشهر الخامس وكما يلي:

$MA_5 = \frac{D4+D3+D2+D1}{4} = 32$

تفترض هذه الطريقة ان الطلب مستقر نوعا ما وانه لا ينطوي على عوامل موسمية، من مزايا هذه الطريقة سهلة الفهم والتطبيق ومن عيوبها ان نتائج التنبؤ تعتمد على طول المتوسط لذلك ينبغي اختيار فترة زمنية مناسبة لحساب التنبؤ.

٢. طريقة المتوسط المتحرك الموزون: في هذه الطريقة نقوم باعطاء اوزان نسبية الى البيانات التي تدخل في حساب التنبؤ، وفي الغالب نعطي اوزان عالية للمشاهدات القريبة للمستقبل فذلك يعني ان تنبؤ الطلب يتأثر بشكل مباشر بما حدث في الماضي القريب، ويحسب المتوسط المتحرك الموزون بالقاعدة الاتية:

$$WMA_t = \frac{\sum(W_k)(D_k)}{\sum W_k}$$

حيث أن:

WMA_t = المتوسط المتحرك الموزون للفترة t.

W_k = الوزن النسبي للفترة k.

D_k = الطلب الحقيقي للفترة k.

مثال (٢): باستخدام بيانات الطلب في المثال (١) المطلوب اجراء تنبؤ للطلب للأشهر ٥-١٢ باستخدام الاوزان التالية:

تطبيق الوزن	الشهر السابق	قبل شهرين	قبل ثلاثة اشهر	قبل اربعة اشهر	مجموع الاوزان
الأوزان	٤	٣	٢	١	١٠

وبموجب هذه الطريقة فان التنبؤ للشهر الخامس يحسب كالاتي:

$$WMA_5 = \frac{(4*40)+(3*32)+(2*30)+(1*25)}{١٠} = 34$$

٣. 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 (١٥٠) وحدة وان الطلب الحقيقي لذلك الشهر قد بلغ (١٧٠) وحدة فان تنبؤ الطلب للشهر التاسع باستخدام تسريح أسي مقداره (٠,١٠) هو:

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

= 152 وحدة

٤. 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 ٠-١).

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 (٠-١) ويتم اختيار القيمة المناسبة لهذا الثابت على اساس الخبرة الشخصية والتجارب.

مثال: افترض ان الطلب على أحد المنتجات خلال الشهر السادس من عام ٢٠١٩ بلغ (١٠٠٠) وحدة وان تنبؤ الطلب لذلك الشهر بلغ (٨٠٠) وحدة، فما هو تنبؤ الطلب المعدل باستخدام ثابت تسريح اسي مقداره (٢٠%) وثابت تسريح اتجاه مقداره (٣٠%) مع العلم ان الاتجاه للشهر السادس كان (١٠)؟؟؟

الحل: ١.حساب التنبؤ بطريقة التسريح الأسي البسيط للشهر السابع.

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

$= 800+0.20(1000-800)$

= 840 وحدة

٢. حساب الاتجاه للشهر السابع.

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

$= 10+0.30(840-800)$

= 22 وحدة

٣. حساب التنبؤ المعدل بالاتجاه للشهر السابع.

(forecast including trend (FIT))

$FIT_7= F_7 + T_7$

$= 840+22$

وحدة 862 =

ب. الأساليب السببية

١. 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 ٥ ملم، ومن خلال مبيعات السنوات الماضية لوحظ بان هناك علاقة بين نفقات الاعلان والطلب وكما في الجدول التالي:

نفقات الاعلان (١٠٠٠) دينار (x)	٥٠٠	٢٦٠	١٨٠	٢٠٠	٤٠٠
الطلب (١٠٠٠) وحدة (y)	١٣٢	٥٨	٨٠	٥٠	١١٠

المطلوب/ استخدام اسلوب الانحدار الخطي لتقدير المبيعات السنوية اذا حددت الشركة مصاريف الاعلان السنوي ب (٣١٠٠٠٠) دينار.

٢. 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 (+١ الى – ١) فاذا كانت قيمة معامل الارتباط بين متغيرين تساوي (+ ١) فان ذلك يشير الى وجود علاقة تامة موجبة بينهما، اما اذا كانت قيمة معامل الارتباط (– ١) 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:-

١. 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 ٤ فترات من الجدول ادناه:

الاسبوع t	الطلب X_i	التنبؤ $\bar{X}$	مربع الفرق $(\bar{X}-X_i)^2$
٥	١٢٨	١٤٢	١٩٦
٦	١٤٢	١٤٢	٠
٧	١٥٢	١٤١	١٢١
٨	١٥٦	١٤٠	٢٥٦
٩	١٤٠	١٤٥	٢٥
١٠	١٢٢	١٤٨	٦٧٦
١١	١٠٨	١٤٣	١٢٢٥
١٢	١٠٠	١٣٢	١٠٢٤
١٣	١٤٤	١١٨	٦٧٦

١٤	١٧٥	١١٩	٣١٣٦
١٥	١٧٣	١٣٢	١٦٨١
	المجموع		٥٨٨٠

٢. 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 $\|D_t - F_t\|$
١	١١٧	١٣٥	١٨
٢	١١١	١٣١	٢٠
٣	١١٨	١٢٧	٩
٤	١٣٤	١٢٥	٩
٥	١٢٢	١٢٧	٥
٦	١٠٣	١٢٦	٢٣
٧	١١٨	١٢١	٣
٨	١٢١	١٢٠	١
٩	١١٩	١٢٠	١
١٠	١١٣	١٢٠	٧
١١	١٢٢	١١٩	٣
١٢	١٠٩	١٢٠	١١
		المجموع	١١٠

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:

١. 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.

٢. 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.

٣. 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.

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

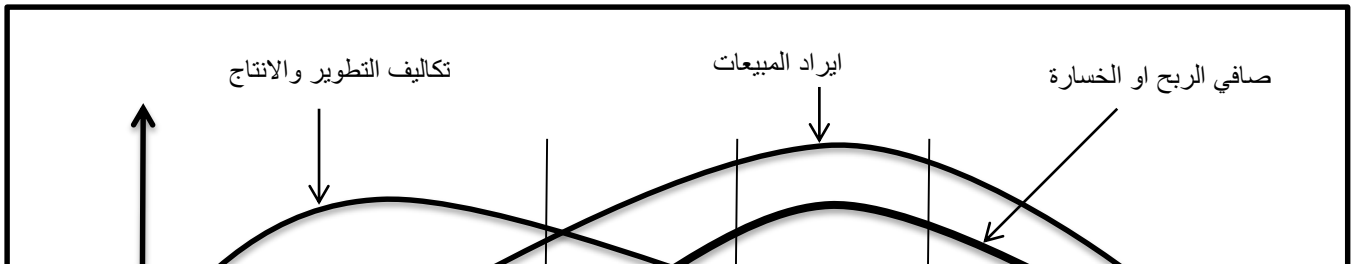
أ- مرحلة تخطيط وتطوير المنتوج او الخدمة: خلال هذه المرحلة يتم توليد الافكار لمنتجات وخدمات جديدة ومن ثم تصفيتها وتحويلها الى تصاميم نهائية، حيث يتم انفاق جزء من التكاليف على البحث والتطوير والتصميم والتخطيط والاختبار وشراء المعدات، وهذه التكاليف تعتبر جزءا من التكاليف الثابتة، والمبيعات في هذه المرحلة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

٢. **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 (١٢) سنة ماضية (المبالغ بملايين الدنانير).

سنة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
الايرادات	٢٤	٢٦	٢٦	٢٦	٢٥	٢٥	٢٤	٢١	١٩	١٨	١٥	١٣
التكاليف	٨,٤	٦,٨	٥,٤	٤,٨	٤	٣,٦	٢,٨	٢	١,٦	١,٢	٠,٨	٠,٦
الارباح	١٦	١٩	٢١	٢١	٢١	٢١	٢١	١٩	١٧	١٦	١٤	١٢

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:

١. استراتيجية الدخول المبكر والخروج المتاخر.
٢. استراتيجية الدخول المبكر والخروج المبكر.
٣. 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:

١. تقليل عدد الاجزاء المستخدمة في المنتوج الى ادنى ما يمكن.
٢. استخدام مكونات مشتركة وعمليات مشتركة مع منتجات اخرى.
٣. استخدام التصميم المعياري للاجزاء والمكونات لتحقيق التنوع في المنتوج.
٤. استخدام عدد نمطية/ قياسية.
٥. ان يحقق التصميم القوة والمتانة.
٦. 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:-

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

٣. الجودة: يجب ان يكون المنتوج ذا جودة جيدة.

٤. 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:

١. عدد الأجزاء المكونة وخيارات المنتوج : كلما كان عدد الأجزاء المكونة للمنتوج اقل وكلما كانت خيارات المنتوج النهائي اكثر كلما كانت جودة التصميم اعلى.

٢. 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.

٣. 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.

٤. كلفة الوجبة/ دفعة الانتاج الأولى: كلما كانت الكلفة الكلية لدفعة الانتاج الاولى عالية كلما كانت جودة التصميم غير جيدة.

٥. 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)

٦. 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:

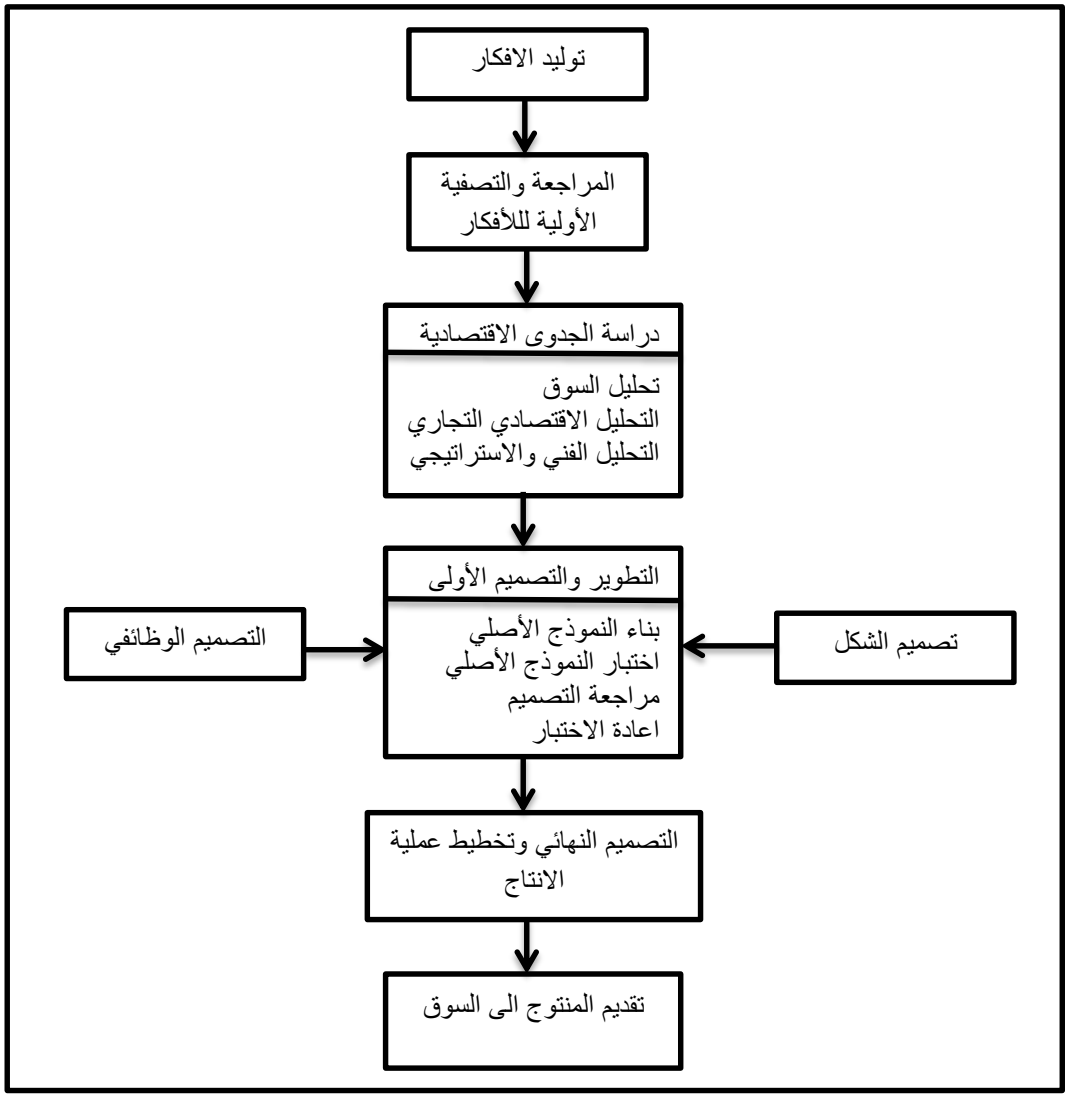
تدرك الشركات اهمية الابتكار التكنولوجي فمن ناحية فان المنتجات الجديدة تساهم بشكل رئيس في نمو الشركات وتحقيق ارباح اعلى كما انها قد توفر امكانية الوصول الى اسواق جديدة، والمساعدة على تحسين المركز التنافسي للشركة، فضلا عن ذلك فان المنتجات الجديدة قد تمكن المنظمة من الامتثال للوائح الحكومية المتزايدة فيما 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:

١. 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.
٢. 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 (٨٠%) من الافكار.
٣. 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.
٤. 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.

٥. 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(٢) 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:

١. **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:

١. هل ان حجم المبيعات المتوقع للمنتوج يكفي لتحقيق مستوى التعادل؟
٢. 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؟
٣. كم هو مقدار التخفيض الذي يمكن ان تخفض به التكاليف الثابتة ويبقى المنتوج في مستوى التعادل؟
٤. 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:

١. ان التكاليف الكلية تتالف من تكاليف ثابتة وتكاليف متغيرة.
٢. ان دالة الكلفة هي دالة خطية لان الكلفة المتغيرة للوحدة هي نفسها بغض النظر عن الوحدات المنتجة او المباعة.
٣. 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 (٢٤٠٠٠٠) دينار.
- التكاليف المتغيرة /وحدة (٦٠) دينار.
- سعر بيع الوحدة (١٠٠) دينار.

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

٢. **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	١٥	٤		٦	
جودة المنتوج	١٠	٨		٤	
القدرة التنافسية للمنتوج	٢٠	٢		٤	
قابلية تصنيع المنتوج	١٠	١٠		٢	
سعر المنتوج	٢٠	٦		٨	
مساهمته في العائد	٢٥	٤		١٠	
	١٠٠				

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:-

١. **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.

٢. **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.

١. 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).

٢. 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:

١. 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

٢. 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:

$$\text{الطاقة الفاعلة (EC)} = \frac{\text{الطاقة المتوقعة (EXC)}}{\text{الطاقة التصميمية (DC)}} \times ١٠٠$$

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= ١٠٠% – معدل استغلال الطاقة (%)

مثال: على افتراض ان الطاقة التصميمية لمصنع البصرة للحديد والصلب (١٢٥٠) طن سنويا، وقد قدرت الطاقة التي يتوقع تحقيقها بما يعادل (١٠٠٠) طن سنويا، فما هي الطاقة الفاعلة للمصنع؟؟؟

$$\text{الطاقة الفاعلة (EC)} = \frac{١٠٠٠ \text{ طن}}{١٢٥٠ \text{ طن}} \times ١٠٠$$

= ٨٠%

مثال: في مصنع لصناعة اللدائن تبلغ الطاقة الانتاجية (٩٠٠) ساعة اسبوعيا وان الادارة ترغب بالاحتفاظ بطاقة خامدة (محجوزة) بمقدار (٢٠%) فما هي الطاقة الفاعلة للمصنع؟؟؟

الطاقة الفاعلة= الطاقة التصميمية– الطاقة الخامدة

= ١٠٠% –٢٠%= ٨٠%

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

الطاقة الفاعلة= الطاقة التصميمية × الطاقة المتوقعة (%)

= ٩٠٠ ساعة × ٠,٨٠

= ٧٢٠ 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:

$$\text{كفاءة النظام (SE)} = \frac{\text{المخرجات الفعلية (AO)}}{\text{الطاقة الفاعلة (EC)}} \times ١٠٠$$

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

$$\text{مستوى الاستخدام (U)} = \frac{\text{المخرجات الفعلية (AO)}}{\text{الطاقة التصميمية (DC)}} \times ١٠٠$$

مثال: ماكنة صممت للعمل وجبة عمل واحدة في اليوم بمعدل (٨) ساعات، خمسة ايام في الاسبوع لانتاج (١٥٠) وحدة بالساعة، قدر الوقت المطلوب للصيانة الوقائية والتهيئة والاعداد بمعدل (١٥%) من الوقت الكلي المتاح للماكنة بسبب العطلات والمخرجات المعيبة وغيابات العاملين، بلغ انتاج الماكنة الفعلي لاسبوع معين (٤٥٠٠) 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:-

١. دراسة الطلب المتوقع وتحويله الى احتياجات مطلوبة من الطاقة.
٢. 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 ١٠٠.

٣. **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.

٤. **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.

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

٦. **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 (٢٠١٩) قد بلغ (١٢٠٠) وحدة، ومن المتوقع زيادته في العام القادم (٢٠٢٠) بمقدار (٢٠%) عما هو عليه للعام (٢٠١٩)، 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	٣	ماكنة
الوقت الأساسي لانتاج الوحدة الواحدة من المنتوج	٢,٣٥	ساعة
الوقت العاطل للماكنة في الساعة الواحدة	٠,٢٥	ساعة
الوقت العاطل للعامل في الساعة الواحدة	١٥	دقيقة
اعمال الصيانة السنوية (يتوقف فيها المصنع عن العمل)	٦	اسبوع

ايام العمل في الاسبوع	**٥**	**يوم**
ساعات العمل اليومي	٧	**ساعة**
وقت التهيئة والاعداد للماكنة في اليوم	**٠,٥**	**ساعة**
وقت الطعام للعاملين في اليوم	**٠,٥**	**ساعة**
نسبة التلف في المصنع	١٠	**%**

المطلوب/ حساب عددالمكائن اللازمة لمقابلة الطلب في العام (٢٠٢٠) 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 = ١، ٢، ٣،.....، n.

مثال: في مصنع الأحمد لانتاج الصفائح المعدنية قدر الطلب على منتوجه ب (٣٠٠٠٠) وحدة سنويا من الصفائح يستخدم المصنع في انتاجه نوعين من المكائن تمر عليها الصفائح بشكل متتابع يعمل المصنع (٦) أيام في الاسبوع (٨) ساعات عمل في اليوم وهناك فترة صيانة للمصنع بمعدل (١٠) 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)	١٨	٢٧
معدل الاستخدام	%٧٥	%٨٠
كفاءة النظام	%٨٠	%٩٠
نسبة التلف	%٦	%٤

المطلوب حساب/

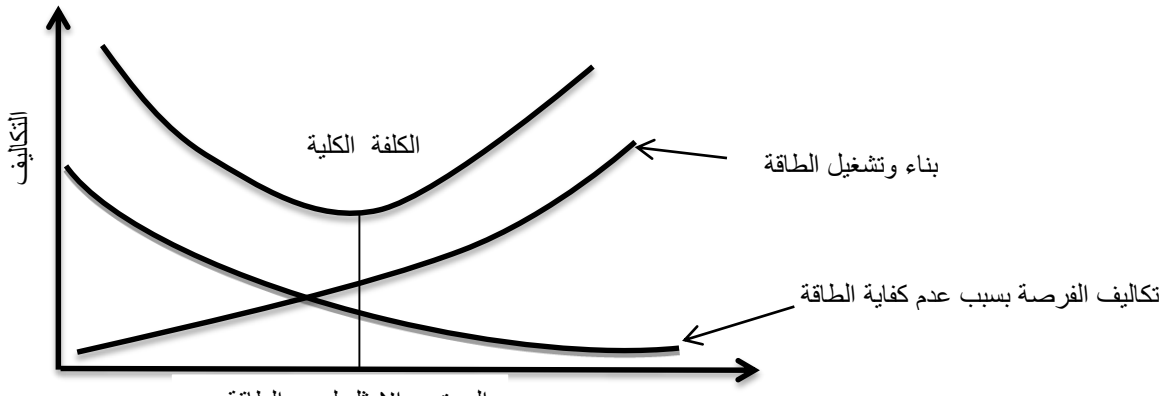
١. كمية الصفائح الواجب البدء بانتاجها، وكمية الانتاج الجيد منها، وعدد الوحدات التالفة لكل نوع من المكائن.

٢. 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 (١) المفاضلة بين الكلفة والطاقة

ولغرض ايضاح قرارات التوسع في الطاقة هناك افتراضين هما:-

١. ان الطلب على المنتوج يزداد زيادة مستمرة منتظمة على الدوام وبكميات صغيرة.

٢. 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 .

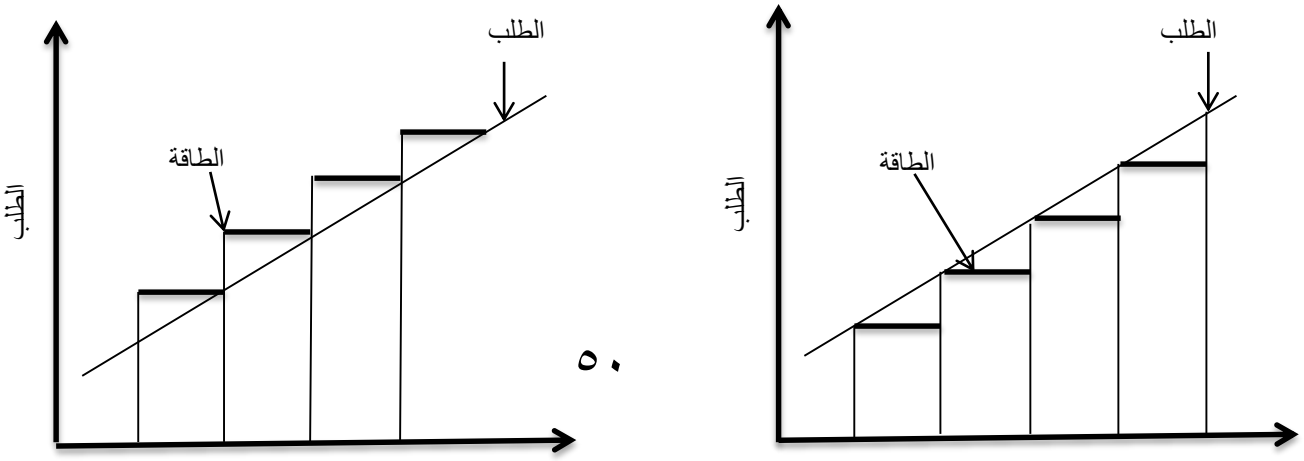
وهناك ثلاثة استراتيجيات بديلة لتوقيت وتحديد حجم التوسع في الطاقة هي:

١. **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.

٢. **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.

٣. **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:

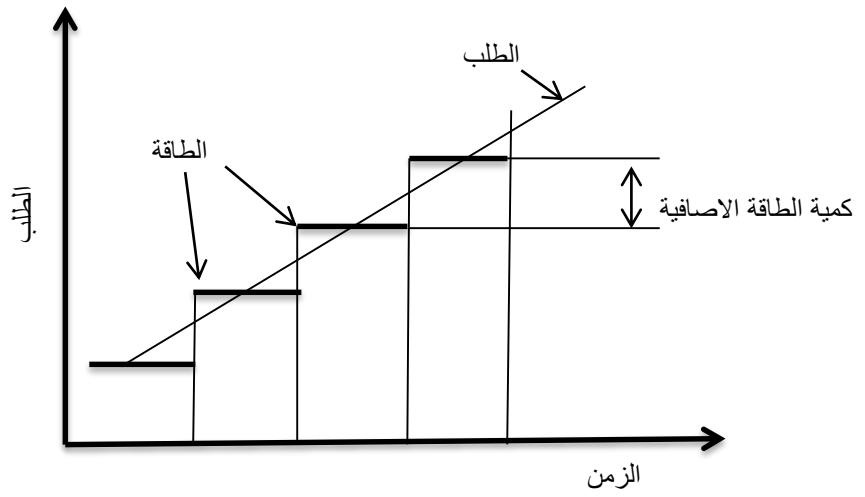


الزمن

استراتيجية تباطؤ الطاقة عن الطلب

الزمن

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:

١. **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.
٢. **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.
٣. **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.
٤. **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.
٥. **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.