الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

الفهرس

مفاهيم أساسية في إدارة العمليات ١
إدارة العمليات والإنتاج ٢
نشاطات إدارة العمليات ٤
تحديات إدارة العمليات والإنتاجية ٧
صناعة السلع والخدمات ١١
استراتيجية العمليات ١٣
اخلاقيات المهنة والمسؤولية الاجتماعية ١٤
ملحق ١٦
المراجع ١٧
اختبارات وأسئلة ١٨
تطوير وتصميم المنتجات ٢٣
تخطيط المنتجات الجديدة ٢٤
دورة حياة المنتج ٢٨
مراحل تطوير المنتج ٢٩
قضايا فنية في تصميم المنتج ٣٢
خصوصية تصميم الخدمة ٣٤
تطبيقات أدوات القرارات على انتقاء التصميم الأفضل ٣٥
المراجع ٣٩
اختبارات وأسئلة ٤٠
تصميم الإجرائيات والترتيب الداخلي ٤٥
مفهوم تصميم إجرائية الإنتاج ٤٦
استراتيجيات الإنتاج ٤٧
تكنولوجيا الإنتاج ٥٢
الترتيب الداخلي ٥٤
ترتيب موجه إجرائية ٥٥
ترتيب موجه منتج ٥٦
ترتيب المواقع الثابتة ٥٧
ترتيب هجين ٥٨
الترتيب المخصص ٥٨
المراجع ٦١

اختبارات وأسئلة ٦٢
تخطيط الطاقات الإنتاجية ٦٧
ما هو تخطيط الإنتاج ٦٨
منظومات الإنتاج ٧٠
تخطيط الإنتاج في الصناعات التجميعية ٧٥
تنظيم الإنتاج ٨٢
الضبط العام للإنتاج ٨٦
نماذج ضبط الإنتاج ٩٣
تخطيط وضبط الإنتاج في منظوم إنتاج متقطع ٩٤
تخطيط وضبط الإنتاج في نظومان إنتاج مستمر ٩٨
المراجع ٩٩
اختبارات وأسئلة ١٠١
التموضع الجغرافي ١٠٦
أهمية التموضع الجغرافي ١٠٧
معايير اختيار الموقع الجغرافي ١٠٩
تأثير العولمة على اختيار المواقع ١١١
طرق اختيار الموقع الجغرافي ١١٣
دور السياسات الحكومية في اختيار المواقع ١٢١
المراجع ١٢٣
اختبارات وأسئلة ١٢٤
تخطيط الاحتياجات ومركبات المنتجات ١٢٩
تحديد حجم الدفعة الإنتاجية ١٣٠
حساب الاحتياجات من المركبات الداخلية ١٣٢
الخطة الموجهة للإنتاج ١٣٣
المراجع ١٥٠
اختبارات وأسئلة ١٥١
التنبؤ بالطلب على الإنتاج ١٥٧
مفاهيم التنبؤ بالطلب ١٥٨
نماذج السلاسل الزمنية ١٦٥
قياس الأخطاء أو انحرافات التنبؤ ١٧٢
نماذج الانحدار الخطي ١٧٤

الانحدار الخطي والتغيرات الموسمية ١٧٧
الرقابة والتدقيق على نظم التنبؤ ١٧٨
المراجع ١٨١
اختبارات وأسئلة ١٨٢
ضبط الجودة ١٩٠
مفاهيم في إدارة وضبط الجودة ١٩١
تكاليف الجودة ١٩٣
المواصفات القياسية الدولية ISO ١٩٤
إدارة الجودة الشاملة TQM ١٩٦
أدوات إدارة الجودة الشاملة ١٩٨
بعض القضايا الإضافية في ضبط الجودة ٢٠٥
المراجع ٢٠٧
اختبارات وأسئلة ٢٠٨
إدارة المخزون وتطبيقاتها ٢١٤
مقدمة ٢١٥
مبادئ عامة في إدارة المخزون ٢١٦
طريقة التحليل ABC ٢١٧
المنظومات الأساسية في إدارة المخزون ٢١٨
النماذج البسيطة لإدارة المخزون ٢٢١
المراجع ٢٢٧
اختبارات وأسئلة ٢٢٨
في الوقت المناسب ٢٣٤
مدلول (في الوقت المناسب) في إدارة الإنتاج ٢٣٥
فلسفة وأهداف (في الوقت المناسب) ٢٣٥
منظومة البطاقات Kanban ٢٤٢
Kanban ومنظومة Kanban ٢٥٣
منظومة Kanban عامل تحسين وتطوير ٢٦٠
المراجع ٢٦٣
اختبارات وأسئلة ٢٦٤
إدارة الصيانة ٢٦٩
الإصلاح الفني أو الصيانة العلاجية ٢٧٠

الصيانة الوقائية ٢٧٠
إدارة الأفراد ونظريات التحفيز ٢٧٢
التنظيم التقليدي لفعالية الصيانة ٢٧٣
إدارة المخزون من قطع الغيار ٢٧٦
رصد ومراقبة الآلات آنياً لمعرفة معدل استثمار الآلات وجاهزيتها ٢٧٧
التنظيم الأمثلي للصيانة العلاجية بهدف تخفيض تكلفة العطل ٢٧٨
كيفية اختيار الطريقة المثلى للصيانة ٢٨٠
بخصوص التحول الوظيفي لفعالية الصيانة ٢٨٢
المراجع ٢٨٤
اختبارات وأسئلة ٢٨٥

مفاهيم أساسية في إدارة العمليات

1. إدارة العمليات والإنتاج

الإنتاج Production هو خلق المنتجات والخدمات، أي عملية تحويل المدخلات من مواد ومعلومات ويد عاملة إلى سلع أو خدمات، ولا يقتصر الإنتاج على السلع الملموسة بل يمتد إلى إنتاج الخدمات والمعلومات، كما تتضمن إدارة الإنتاج نشاطات الرقابة على كافة نشاطات الإنتاج.

في حين ينظر إلى إدارة العمليات Operations Management من منظور أوسع، فهي مجموعة من النشاطات التي تخلق القيمة على شكل منتج أو خدمة عبر تحويل المدخلات إلى مخرجات، أي تركز على جميع النشاطات المتعلقة بالتحويل ومن ضمنها الإنتاج، فهو بالتالي مفهوم أوسع من عملية الإنتاج.

يتضح من مفهومي إدارة الإنتاج والعمليات أنها تجري في إطار منظومة متكاملة لإدارة الإنتاج Production System، وتتكون هذه المنظومة من ستة عناصر كما يلي:

الموردون Suppliers: هي الأطراف التي توفر المدخلات اللازمة لإنجاز عمليات التحويل وخدماتها، وقد تكون أطراف خارجية (مؤسسة الوقود، شركة تصنيع المحركات، ...) أو داخلية (قسم التطوير، أقسام فنية، قسم التسويق، ...).

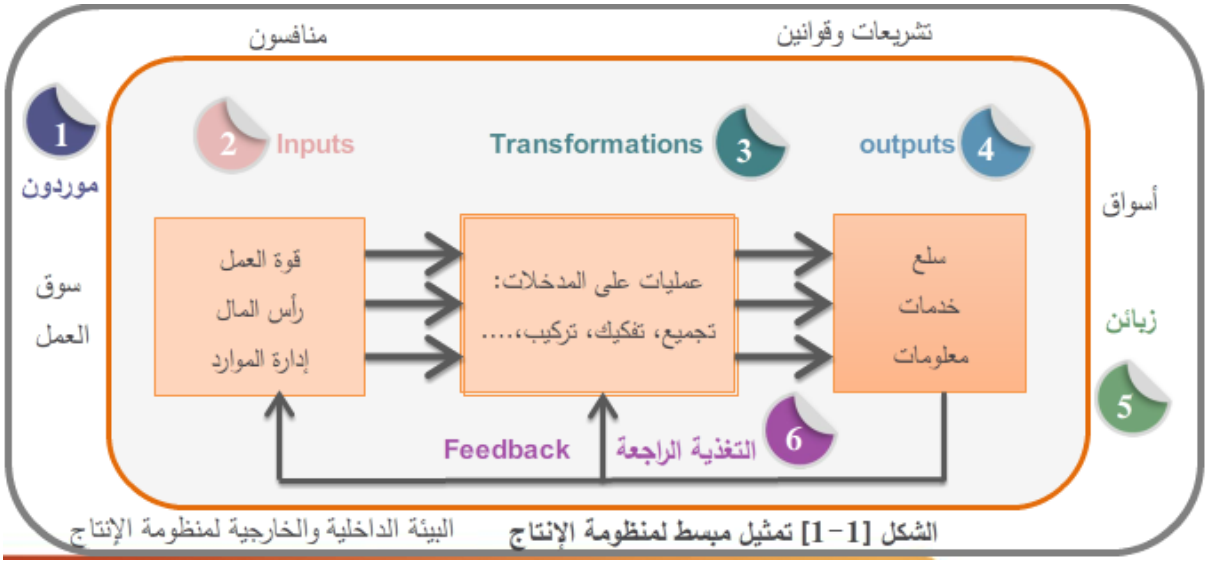
المدخلات Inputs: تتمثل في الموارد التي تدخل في عمليات التحويل للحصول على المنتجات، وقد تكون مواد أولية (كهرباء، مياه، ...) أو نصف مصنعة (محرك سيارة، دواليب، ...) أو اليد العاملة، أو المعلومات.

التحويلات Transformations: المعالجات والعمليات والتغييرات التي تتم على المدخلات بغية تحويلها إلى منتجات، وتجري عبر فعاليات التصنيع والإنتاج والفعاليات المساندة (الاختبارات، التطوير) والفعاليات الإدارية (التسويق، الإدارة، المالية)، وتعتبر هذه النشاطات هي المسؤولة الرئيسة عن خلق القيمة المضافة وتحقيق المنفعة الإضافية للزبون.

المخرجات Outputs: وهي حصيلة عمليات التحويل، وقد تظهر على شكل سلع ملموسة (سيارة، تلفزيون، ...) أو خدمة (تأمين على الحياة، تعليم، ...) أو معلومات (حجم الإنتاج، مؤشر التضخم، ...)، وقد نرى على هامش المنتجات بقايا غير مرغوب بها أو فضلات عمليات الإنتاج يجب الاستفادة منها بأشكال أخرى أو التخلص منها بطرق آمنة (نفايات نووية أو غازات ضارة).

الزبائن Customers: وهي الأطراف المعنية بامتلاك أو استهلاك مخرجات عملية الإنتاج أي السلع والخدمات، وفي مقدمتهم المستهلكين النهائيين Consumers أو وسطاء يجرون معالجات إضافية، وقد يكون الزبائن من داخل المنظمة يستفيدون من المنتجات لأغراض أخرى ضمن المنظمة أو من خارجها، دون أن ننسى الزبائن المرشحون للشراء مستقبلاً.

التغذية الراجعة Feedback: عملية تجميع من المعلومات عن جميع مكونات عملية الإنتاج، والاستفادة منها بهدف استخدامها في اتخاذ القرارات وإجراء تعديلات وتصحيحات على عملية الإنتاج، كما تتضمن منظومة متكاملة للرقابة والتتبع لكافة نشاطات إدارة العمليات.



الشكل [1-1] تمثيل مبسط لمنظومة الإنتاج

مثال (1-1) بعض الأمثلة لنظم الإنتاج.

الجدول [1-1] بعض الأمثلة لنظم إنتاج مختلفة

منظومة الإنتاج	المدخلات	التحويلات	المخرجات	التغذية الراجعة
معمل مفروشات	خشب يد عاملة كهرباء	قص، تجميع دهان، ...	طاولة، مكتب غرفة نوم	رضا الزبون الألوان المرغوبة الكميات المطلوبة
معهد تعليمي	يد عاملة كهرباء، إنترنت	تدريب، تعليم، مشاريع، اختبارات	يد عاملة مؤهلة	إيجاد فرص عمل، تحسين المركز الوظيفي

2. نشاطات إدارة العمليات

يمكن تصنيف النشاطات المتعلقة بإدارة الإنتاج والعمليات في فئتين:

نشاطات جوهرية: وهي النشاطات الأساسية أو جوهرية المتعلقة مباشرة بعمليات التصنيع وإنتاج الخدمات، كما سنرى في الفقرة اللاحقة.

نشاطات مساندة: ويُقصد بها النشاطات المساعدة لعملية التصنيع أو إنتاج الخدمات، وتشمل بشكل رئيسي النشاطات الإدارية والتسويقية والمالية والموارد البشرية على مستوى المنظمة، كما أنها تشمل الخدمات المساندة مثل أعمال التنظيف وغيرها.

يصعب جداً فصل نشاطات المنظمة إلى نشاطات خاصة بإدارة العمليات وأخرى ليس لها علاقة بها، ولكن هناك مجموعة من النشاطات يكون لإدارة العمليات الدور الأبرز فيها أو أنها تقع تحت نطاق إشرافها، نستعرض فيما يلي أهمها:

تصميم المنتجات والخدمات: أي تحديد شكل ومكونات المنتج.

إدارة الجودة وضبطها وفحص العينات والاختبارات الإحصائية.

تصميم الإجرائيات والتكنولوجيا والطاقات الإنتاجية.

التموضع أي اختيار مكان بناء المنشآت ومكاتب المنظمة.

التنظيم الداخلي للمنشآت بما فيها المكاتب والمعامل وورش العمل.

تصميم وتوصيف مراكز العمل وأغلب نشاطات الموارد البشرية.

إدارة الإمداد والتموين والمخزون وسلسلة الإمداد من المنبع إلى المصب.

جدولة المهام الإنتاجية وترتيبها وتنفيذها على خطوط وإجرائيات الإنتاج.

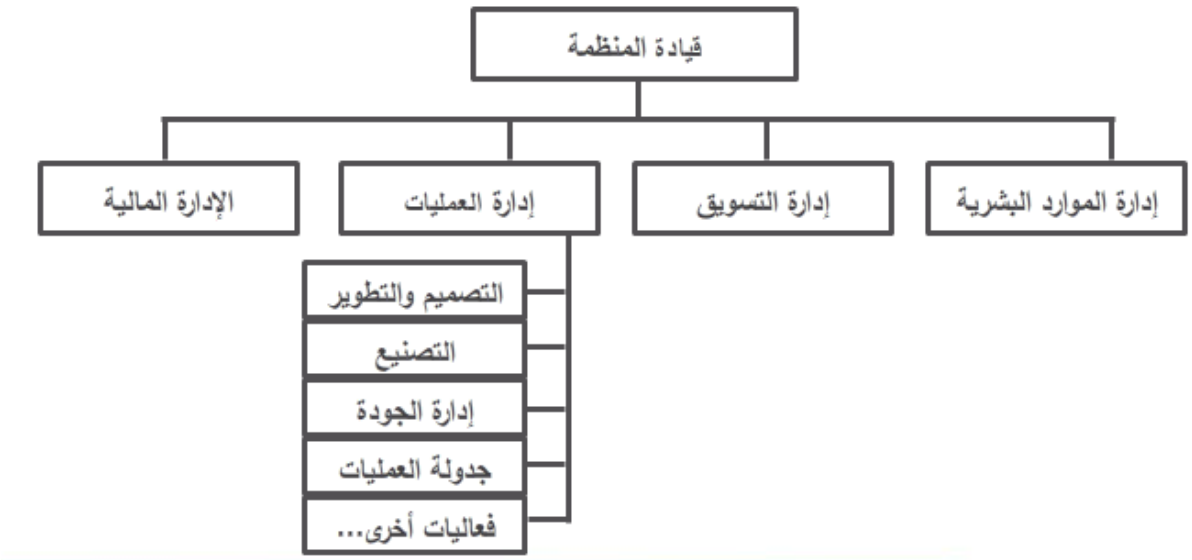
إدارة الصيانة والتحديث والتطوير.

لا يعني هذا التصنيف أن كل نشاط يصنف حصراً في فئة محددة، فكما ذكرنا هي منظومة متكاملة وتتشابك هذه النشاطات فيما بينها حسب طبيعة المنتج أو الخدمة، والمثال الأبرز أن تصميم خدمة مصرفية مثلاً تتم بالتشارك المباشر بين مقدم الخدمة (المصرف) والمستهلك (عميل المصرف).

مثال (1–2) بعض الأمثلة عن قرارات ونشاطات إدارة العمليات.

الجدول [1–2] بعض الأمثلة عن قرارات ونشاطات إدارة العمليات	
النشاط	بعض القرارات المتعلقة بالنشاط
تصميم المنتجات	اختيار شكل ومكونات المنتج
إدارة الجودة	تحديد مستويات الجودة المطلوبة، المرجعيات المفروضة
تصميم الإجرائيات	تحديد عناصر إجرائية الإنتاج، تحديد التكنولوجيا المناسبة تحديد الطاقات الإنتاجية المرجوة
التموضع	تحديد المنطقة الجغرافية، تحديد معايير اختيار الموقع
التنظيم الداخلي	تحديد مواقع الورشات الداخلية، خطوط نقل المواد، المكاتب الإدارية والإشرافية
الموارد البشرية	توصيف مراكز العمل، شروط بيئة العمل المناسبة للإنتاج والعاملين
إدارة الإمداد	تحديد الموردين، كميات المخزون الاحتياطي، خطوط الإمداد، تكاليف التخزين، مواعيد الطلبيات
جدولة العمليات	تعاقد ضمني Subcontracting، جدولة العمليات على خطوط الإنتاج، تحديد مستويات العمالة في أوقات الذروة وأوقات انخفاض الطلب
إدارة الصيانة	مسؤولية الصيانة، تكاليف الصيانة، استبدال الآلات والتجهيزات

يختلف موقع البنية التنظيمية في الهيكل التنظيمي للمنظمة حسب أهمية وحجم نشاطات إدارة العمليات، لكنها تحتل موقعاً مميزاً في الهيكل كونها المصدر الرئيس لخلق القيمة المضافة في المنظمة، ويأخذ أشكالاً متنوعة كما يبين الشكل [1–2].



الشكل [1–2] أحد أشكال البنية التنظيمية لإدارة العمليات

يعتبر مدير العمليات مسؤولاً عن جميع العاملين والنشاطات التي تقع تحت نطاق إشرافه، وعليه أن يضمن إنتاج السلع والخدمات بالمواصفات المطلوبة وبما يلبي احتياجات الزبائن، ويمارس بشكل خاص النشاطات الآتية:

استخدام المعلومات القادمة عبر التغذية الراجعة من الزبائن لتصميم منتجات جديدة وتطوير المنتجات القائمة،

الاستجابة للتغيرات السريعة في الأسواق بالسرعة والمرونة العاليتين لتحسين وضع المنظمة باستمرار

التحسين المستمر للمنتجات، وتقليل الهدر والتلف في الإنتاج ورفع مستوى أداء عمليات التحويل

تكوين قاعدة بيانات فنية وتنظيمية عن المواصفات وتقييمات الزبائن وكل ما هو جديد في مجال تكنولوجيا الإنتاج في قطاع صناعته

إدارة متكاملة وسليمة للموارد البشرية سواء من حيث الاستخدام أو التأهيل أو التحفيز أو التقييم أو تشجيع فرق العمل

السعي المستمر لاستكشاف الفرص الفنية في الأسواق واستغلالها بما يسرع في تلبية احتياجات الزبائن ويحسن الوضع التنافسي للمنظمة.

3. تحديات إدارة العمليات والإنتاجية

تواجه إدارة العمليات تحديات حقيقية في ظل الانفتاح المستمر للأسواق العالمية، يبين الجدول [1-3] أهم هذه التحديات التي تواجه الانتقال من المستوى المحلي إلى المستوى العالمي.

الجدول [1-3] تحديات إدارة العمليات في ظل العولمة المستمرة	
على الصعيد المحلي	الانتقال إلى الصعيد العالمي
التركيز على الأسواق المحلية والوطنية	التركيز على الأسواق العالمية
الطلبيات الكمية	في الوقت المناسب
أرخص عروض المشتريات	التشارك في سلسلة الإمداد
تطوير بطيء للمنتجات	تطوير سريع، تحالفات
منتجات قياسية	تخصيص بكميات كبيرة
تخصص العاملين	تمكين العامل، فرق عمل

تعرف الإنتاجية Productivity هي معدل قيمة المخرجات Outputs إلى قيمة المدخلات Inputs: $P = \frac{O}{I}$، فهي بذلك مؤشر مهم جداً عن أداء منظومة الإنتاج، وكلما كانت مرتفعة مع ثبات المدخلات كلما كان أداء العملية الإنتاجية وإدارتها جيداً، ويمكن حساب الإنتاجية الإجمالية أو إنتاجية أحد عوامل الإنتاج أو إنتاجية أكثر من عامل ندعوها متعددة العوامل، كما يلي:

الإنتاجية الكلية Total Productivity: هي نسبة إجمالي المخرجات إلى إجمالي المدخلات $P_T = \frac{O_T}{I_T}$.

الإنتاجية متعددة العوامل MultiFactor Productivity: هي نسبة إجمالي المخرجات إلى مجموعة جزئية من المدخلات $P_M = \frac{O_M}{I_M}$، قد تكون المجموعة الجزئية التكاليف المباشرة أو التكاليف غير المباشرة أو تكاليف العمالة أو المواد الأولية، أو غيرها.

الإنتاجية الجزئية Factor Productivity: هي نسبة إجمالي المخرجات إلى أحد المدخلات $P_S = \frac{O_S}{I_S}$، وقد يكون أحد هذه العوامل ساعات العمل، إحدى المواد الأولية، أجور اليد العاملة، استهلاك الطاقة، ... الخ.

من المفيد جداً تتبع تطور الإنتاجية سنوياً استناداً إلى سنة أساس تحدد مسبقاً عبر مؤشر الإنتاجية Productivity Index كما يلي $PI = \frac{P_n}{P_b}$، حيث Pn مؤشر إنتاجية السنة الحالية n و P_b مؤشر إنتاجية سنة الأساس b.

الكفاءة والفاعلية Efficiency & Effectiveness: يُقصد بالكفاءة Efficiency القدرة على استغلال الموارد بالشكل الأفضل، وتُقاس بنسبة المخرجات الفعلية إلى المدخلات الفعلية وتُشير بالتالي إلى مقدرات الإجرائيات؛ في حين يُقصد بالفاعلية Effectiveness القدرة على تحقيق أو إنجاز الأهداف، وتشير إلى مقدرات النتائج.

من الضروري الإشارة إلى صعوبة تعريف واحدات قياس لعوامل الإنتاج، وهي أحد المشكلات الجوهرية في إدارة العمليات، لكن هناك العديد من العوامل تم التوافق على قياسها أو أنها ذات طبيعة مادية تخضع لنظم القياس المتعارف عليها وبالتالي يمكن قياسها بسهولة، لنأخذ بعض الأمثلة:

الموارد ذات الطبيعة المادية: يمكن قياسها في أغلب الأحيان، الكهرباء بالكيلووات ساعي (Kwh)، الوزن بالطن أو الكيلوغرام، الطول بالمتر، التكاليف بالدولار، ...الخ.

الموارد البشرية: أغلب الأحيان تقاس بساعة أو يوم العمل، أو بعدد القطع التي ينتجها العامل، ويجب قياسها بالنسبة لكل فئة متجانسة من العاملين، مع الأخذ بالاعتبار لتباين مهارات وخبرات أفراد الفئة الواحدة؛ لكن في العديد من الحالات، نجد صعوبات بالغة في تقديرها خصوصاً عندما يكون العمل ذو طابع فكري، مثلاً، كيف يتم قياس إنتاجية مهندس المعلوماتية؟ أو مصمم أفكار جديدة للمنتجات؟ لا تخضع هذه الفئة إلى تقديرات كمية، بل يؤخذ بالاعتبار أهمية ما يُقدمه للمنظمة والزيادة على القيمة المضافة للمنتجات.

موارد المعلومات: يصعب قياسها كمياً إلا بما تقدمه من قيمة مضافة للمنظمة ولمنتجاتها، فقد تكون معلومة صغيرة أو فكرة صغيرة ذات قيمة مضافة كبيرة جداً، وقد يكون العكس معلومات كثيرة وقيمة مضافة ضعيفة.

في جميع الأحوال، يجب تقديرها لأنها مكونات أساسية في حساب تكاليف المنتجات والخدمات.

مثال (1–3) مؤشرات الإنتاجية.

لدينا البيانات لأحد المعامل في الجدول [1-4]، حيث سنقوم بحساب مؤشرات الإنتاجية.

الجدول [1-4] مثال عن مؤشرات الإنتاجية			
التوصيف	بيانات 2014	بيانات 2015	
حجم الإنتاج (قطعة)	400.000	600.000	
عدد أيام العمل (يوم\عمل)	2.000	2.400	
أجور اليد العاملة ($)	50.000	60.000	
استهلاك الطاقة (وحدة)	80.000	110.000	
تكاليف الطاقة ($)	60.000	100.000	
حجم المواد الأولية (طن)	10.000	16.000	
تكاليف المواد الأولية ($)	500.000	700.000	
مؤشرات الإنتاجية			
الإنتاجية الكلية ($\قطعة)	0.66	0.7	تغير الإنتاجية بين 2014 و2015 تساوي: 6.4%
الإنتاجية الجزئية:			أمثلة عن بعض الحسابات:
إنتاجية الأجور ($\قطعة)	8	10	50.000\400.000 = 8
إنتاجية الطاقة ($\قطعة)	6.67	6	60.000\400.000=6.67
إنتاجية المواد الأولية ($\قطعة)	0.8	0.86	
الإنتاجية متعددة العوامل:			
الأجور والطاقة ($\قطعة)	3.64	3.75	400.000 = 3.64 مقسومة على (60.000+50.000)
الأجور والمواد الأولية ($\قطعة)	0.73	0.79	
الطاقة والمواد الأولية ($\قطعة)	0.71	0.75	

مؤشر الإنتاجية لعام 2015 بالنسبة لعام 2014 تساوي 106.4%، أي هناك ارتفاع في مستوى الإنتاجية، ويمكن حساب مؤشرات التزايد والتناقص لكل من عوامل الإنتاج بنفس الطريقة، وقد يكون من المفيد إظهار هذه المؤشرات على شكل خطوط بيانية تظهر المقارنات فيما بينها.

لنفترض حالياً بأن نسبة الهدر كانت حوالي 10% خلال عام 2014، وبأن القيمة الفعلية للمدخلات كانت 610.000$، وفي حين كانت خطة الإنتاج مقدرة بحوالي 500 ألف قطعة. لنحسب الكفاءة والفاعلية لعام 2014:

تكلفة القطعة الواحدة = 610.000 \ 400.000 = 1.53$

المخرجات الفعلية = كامل الإنتاج – الهدر، تساوي 360.000 قطعة (90%*400.000)

تكلفة المخرجات الفعلية = 360.000 * 1.53 = 549.000$

مؤشر الكفاءة = 549.000 \ 610.000 = 90%

مؤشر الفاعلية = 400.000 \ 500.000 = 80%

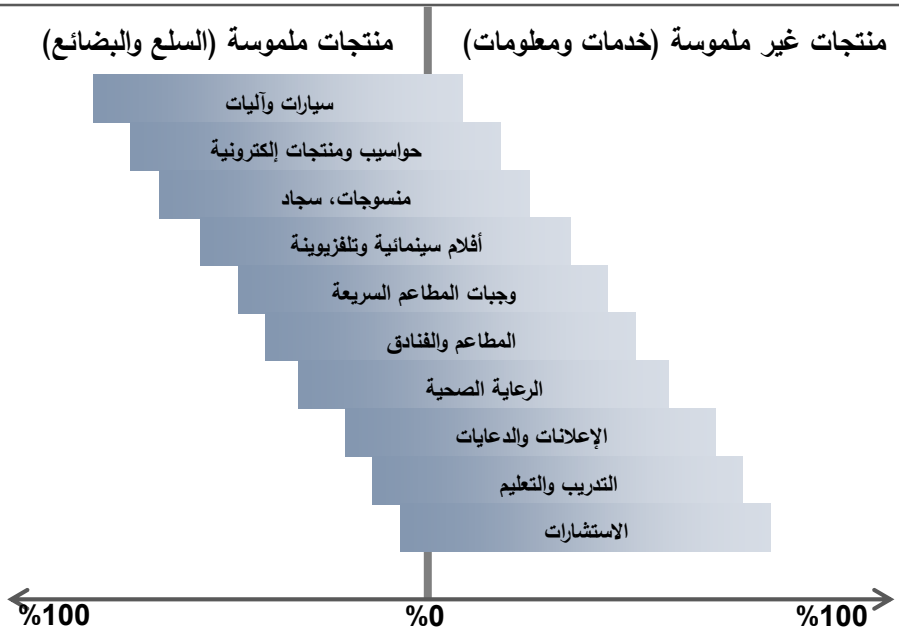
نظراً لخصوصية الخدمة، من الضروري الإشارة في نهاية هذه الفقرة إلى بعض التحديات الإضافية في إنتاجية الخدمات كما سنرى في الفقرة القادمة.

4. صناعة السلع والخدمات

تكاد تتشابه مراحل إنتاج المنتجات الملموسة (السلع) والمنتجات غير الملموسة (الخدمات) من حيث مراحل ومكونات منظومة عمليات كل منها، ونجد في الجدول [1-5] أهم الفروقات بين السلع والخدمات.

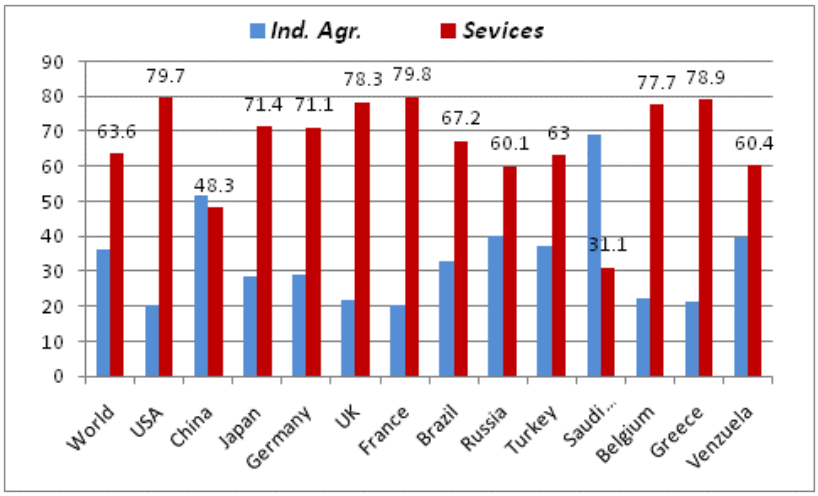
الجدول [1-5] أهم الفروقات بين السلع والخدمات	
السلع	الخدمات
ملموسة	غير ملموسة
توصيف واضح	توصيف غير واضح
الإنتاج مستقل عن الاستهلاك	الإنتاج والاستهلاك في نفس الوقت
إنتاج كمي، قابلة للتخزين	غالباً "قطعة واحدة"، لا يمكن تخزينها
تفاعل ضعيف مع المستهلك	تفاعل كبير مع المستهلك
يمكن إعادة بيعه	غالباً يعتمد على المعرفة
قياس معظم خصائص الجودة	متنوع بشكل كبير
البيع منفصل عن الخدمة	إعادة البيع نادرة جداً
قابلية النقل	صعوبة قياس جودة الخدمة
الموقع مهم لحساب التكلفة	البيع جزء من الخدمة
سهولة الأتمتة	نقل مزود الخدمة وليس الخدمة
	صعوبة الأتمتة

كما يتم تصنيف المنتجات إلى سلع أو خدمات حسب نسب المكونات المادية فيها، فكلما كانت المكونات المادية كبيرة كلما صنف على أنها منتجات ملموسة أي سلع وبضائع، وكلما كان المكون المادي قليل كلما صنفت على أنها خدمات أو معلومات، كما يوضح الشكل [1-3] بعض الأمثلة.



الشكل [1-3] أمثلة عن تصنيف السلع والخدمات

نظراً للتطور الكبير في الصناعة التقليدية للمنتجات الملموسة أي السلع والبضائع والسيطرة على أدوات وتكنولوجيا الإنتاج، يُلاحظ التطور الكبير في صناعة الخدمات بالقياس إلى الصناعات خلال النصف الثاني من القرن العشرين، فقد تصل في بعض البلدان إلى 80% من الناتج المحلي الإجمالي GDP خصوصاً الدول المتقدمة، كما يبين الشكل [1-4].



الشكل [1-4] نسبة الخدمات من الناتج المحلي الإجمالي لبعض البلدان لعام 2014

5. استراتيجية العمليات

لفترة طويلة من الزمن منذ عهد الثورة الصناعية، ساد مصطلح استراتيجيات التصنيع للتعبير عن استراتيجيات العمليات، ويعود السبب إلى اهتمام الشركات بالتصنيع المادي حيث كانت الخدمات ملحقة بالمنتجات الملموسة، لكن كما رأينا في الفقرة السابقة فإن اقتصاد الخدمات أصبح يشكل الجزء الأكبر من اقتصاد غالبية الدول، وبالتالي أصبح مصطلح استراتيجيات العمليات يشير إلى استراتيجيات التصنيع وإلى استراتيجيات تقديم الخدمات على السواء.

استراتيجية العمليات Operations Strategy تشير إلى الخطط والقرارات المتعلقة بوظائف العمليات والتي تؤمن التكامل والانسجام مع الاستراتيجية الإجمالية للمنظمة ووضعها التنافسي، باعتبار أن العمليات هي النشاطات الرئيسة المسؤولة عن خلق القيمة المضافة في المنظمة، وتأخذ المنظمة وضعها التنافسي في السوق عبر هذه القيمة المضافة.

تلعب استراتيجية العمليات إذاً دوراً جوهرياً في السبق التنافسي للمنظمة Competitive Advantage، وربما تتقدم على استراتيجيات تسويق المنتجات التي كان يُنظر إليها على أنها الأهم في صياغة استراتيجية المنظمة، ويجب وضع استراتيجيات هجومية أو مبادرة Proactive أكثر من التوجه لاستراتيجيات مستجيبة أو دفاعية Reactive، وعليه يجب استخدام عناصر القوة التشغيلية للعمليات كأسلحة تنافسية (محسن، 2009):

امتلاك خبرات خاصة ونوعية في تصنيع المنتجات وتقديم الخدمات.

التسليم السريع، مما يسمح بتلبية فورية لاحتياجات الزبون.

تخفيض دورة حياة المنتج والسيطرة على كافة عناصرها.

تلعب إدارة العمليات دوراً مهماً في استراتيجيات المنافسة، إذ تُشير الإحصائيات إلى أنها تحتل المرتبة الأولى من حيث خيارات الكسب التنافسي (Heizer & Render 2008): إدارة العمليات 28%، التسويق والتوزيع 18%، صورة الشركة وسمعتها 16%، الجودة والخدمات 14%، الموارد المالية 4%، وتأتي لاحقاً بقية العوامل.

تشمل استراتيجية العمليات قرارات على مستوى جميع نشاطات العمليات، ويمكن تصنيفها بقرارات هيكلية أو بنيوية وأخرى تشغيلية:

القرارات الهيكلية Structural Decisions: أي القرارات المؤثرة على المدى البعيد وذات تأثير جوهري على بنى المنظمة، وتكاليف الخطأ فيها مرتفعة جداً، وتشمل الاستثمارات في البنى التحتية وتكنولوجيا الإنتاج وتصميم المنتجات واختيار الموقع الجغرافي.

القرارات التشغيلية Operational Decisions: قرارات ذات التأثير اليومي أو التنظيمي، وتشمل إدارة الموارد البشرية والاتصالات وتصميم مراكز العمل، وتنظيم المهام على خطوط الإنتاج والتخزين والإمداد، وترتيب المكاتب وورش العمل، وضبط الجودة ومتابعة مؤشراتها.

لوضع استراتيجية العمليات، يتم اعتماد نفس المنهجيات وأساليب وأدوات التخطيط الاستراتيجي ويمكن تلخيصها

في مراحل أربعة كما يلي:

تحليل البيئة الداخلية لتحديد نقاط الضعف والقوة وتحليل البيئة الخارجية لتحديد الفرص والتهديدات، ويمكن استخدام تحليل SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats).

وضع الغاية من وجود المنظمة ورسالتها في خدمة المجتمع والاقتصاد، وتتضمن المعتقدات والرغبات والرؤى التي تتبناها المنظمة وتسعى إلى تحقيقها.

تطوير القدرات المميزة والتي تحقق ميزات تنافسية للمنظمة، مثل التركيز على تخفيض التكاليف أو الجودة العالية أو سياسات التسليم أو السعي المستمر للابتكار والإبداع.

تحديد الميزات التنافسية للمنظمة وتعزيزها وتدعيمها باستمرار، فقد تكون على مستوى استخدام الموارد المالية أو الموقع الجغرافي أو الموارد البشرية أو غيرها.

يمكن للمنظمة اختيار إحدى استراتيجيات السبق التنافسي الرئيسة أو مزيج منها:

استراتيجية التنويع Differentiation: أي أن تكون أفضل أو مختلفة عن المنظمات الأخرى، والتفرد بمواصفات أو منتجات أو عناصر تميزها عن الآخرين، وتجذب الزبائن.

استراتيجية قيادة التكاليف Cost leadership: السيطرة على تكاليف الإنتاج والخدمات وتقديمها بأسعار أفضل من المنافسين، وتحسين مستمر لمعدل الجودة إلى السعر.

استراتيجية الاستجابة السريعة Response: سواء تملك المرونة الكافية للتأقلم سريعاً مع المتغيرات، أو الإبداع والابتكار باستمرار، أو بمواعيد التسليم أو جميعها.

6. أخلاقيات المهنة والمسؤولية الاجتماعية

إدارة العمليات هي مهنة معقدة تتداخل فيها العديد من العوامل، فالعامل في هذا المجال يتعامل مع أفراد من ثقافات متنوعة، أو مع مواد مضرة بالبيئة أو بالمجتمع، أو غيرها، لذلك يجب إعارة هذه العوامل الانتباه وأخذها بالاعتبار في سياق العمل، وذلك عبر:

الإلتزام بالمنظومة الأخلاقية والاجتماعية للبيئة المحيطة

تطوير منتجات ذات جودة ووثوقية عالية

تأمين أماكن عمل مناسبة وشروط عمل آمنة للعاملين

الحفاظ على البيئة المحيطة والسعي المستمر لتحسينها

أهم العوامل الواجب أخذها بالاعتبار:

احترام التنوع الثقافي سواء بين العاملين أو الزبائن أو الموردين أو محيط مواقع العمل

احترام الآراء والمواقف والعادات خصوصاً تلك المتعلقة بنشاطات أو منتجات المنظمة.

احترام العادات الاجتماعية للعاملين والبيئة المحيطة والمشاركة فيها، مثل الأفراح والأحزان، مواعيد الدوام، مواعيد الطعام.

الالتزام بقوانين وأنظمة الحماية الفكرية، وتقدير الإبداعات والمبادرات.

الالتزام بأنظمة وقوانين العمل مثل تشغيل الأطفال والنساء والضمان الاجتماعي، في البلدان التي تعمل فيها المنظمة.

نشر ثقافة الإقلال من الهدر والتبذير.

المساهمة في رفع المستويات الثقافية ومحو الأمية ونشر المعلوماتية.

احترام الآراء السياسية والدينية للعاملين والبيئة المحيطة.

وفي الختام، نذكر أهم الوظائف (مراكز عمل) التي يُمكن أن تشملها إدارة العمليات:

مدير معمل، مدير موقع، مدير مشروع، مدير الجودة، مدير مشتريات

المستشارون والمحللون لجميع نشاطات إدارة العمليات والإنتاج

المشرفون على ورش العمل وخطوط الإنتاج

عمال الإنتاج والتسليم والنقل والمراقبة، ... وغيرهم.

ملحق: بعض التاريخ

يمكن القول أن البدايات الفعلية لإدارة العمليات كانت منذ بدايات الثورة الصناعية في أوروبا في نهايات القرن الثامن عشر، حيث بدأت الشركات تتحول من إنتاج الورش إلى الإنتاج الكمي وظهرت المصانع الكبيرة شيئاً فشيئاً، وكان هناك بعض المحطات التاريخية والمساهمات الهامة على صعيد التأطير العلمي لأفكار طرحها كبار علماء الإدارة والاقتصاد نستعرض أهمها.

العام	الجهة المساهمة	توصيف المساهمة
1776	A. Smith	مفهوم تقسيم العمل على الصعيد الاقتصادي
1832	Ch. Babbage	تأهيل العاملين وسياسات الأجور حسب المهارة
1911	F. Taylor	مبادئ الإدارة العلمية
1913	H. Ford	خطوط التجميع المرنة
1914	H. Gantt	جدولة العمليات ومخططات غانت
1917	F.W. Harris	الحجم الاقتصادي للطلبية وإدارة المخزون
1931	Dodge, Roming	الضبط الإحصائي وفحص العينات
1940		مجموعة بحوث العمليات في بريطانيا
1947	C.B. Dantzig	البرمجة الخطية وطريقة السيمبلكس Simplex
1957	DuPont	طريقة PERT لتخطيط المشاريع
الخمسينات		ظهور الحواسيب الإلكترونية، تطبيقات متعددة للرياضيات في الإدارة
الستينات		بدايات الأتمتة الصناعية للمعامل
السبعينات		اكتساح المعلوماتية لعالم الصناعة، تصميم وإنتاج بمساعدة الحاسوب
الثمانينات		إدارة الجودة الشاملة، جائزة Baldrige، نظم ISO
التسعينات		الإنتاج المرن، التصنيع الكبير والمخصص، تطبيقات الذكاء الصنعي

المراجع المستخدمة في الفصل

محسن، عبدالكريم، النجار، صباح مجيد. (2009). إدارة الإنتاج والعمليات. مكتبة الذاكرة، بغداد، العراق.

Heizer, J & Render, B (2008) Principles of Operations Management, 7e eds Pearson, Prentice Hall, U-K.

Hillier, F.S & Lieberman, G.j (2001) Introduction to Operations Research McGraw-Hill, New York.

Wisniewski, M (2009) Quantitative Methods for Decision Makers 5th Eds. Pearson, Prentice Hall, U-K.

اختبارات وأسئلة الفصل الأول

1) أسئلة صح / خطأ True/False

السؤال	صح	خطأ
يُقصد بالإنتاج عملية تحويل المدخلات إلى منتجات وخدمات	✓	
لا فرق على الإطلاق بين إدارة العمليات وإدارة الإنتاج		✓
يُقصد بمدخلات الإنتاج الموارد التي تدخل في عمليات التحويل للحصول على منتجات	✓	
يُقصد بمخرجات الإنتاج السلع المادية فقط		✓
في كل منظومة إنتاج، يُقصد بالتغذية الراجعة عملية تجميع المعلومات والاستفادة منها في اتخاذ القرارات	✓	
تشمل النشاطات المساندة للعمليات النشاطات الإدارية والتسويقية والمالية والموارد البشرية	✓	
لا يدخل تصميم المنتجات والخدمات ضمن نطاق إدارة العمليات		✓
يُعتبر اختيار الموقع الجغرافي أحد أهم القرارات الاستراتيجية في إدارة العمليات	✓	
لا يدخل ترتيب المكاتب وورش العمل ضمن نطاق إدارة العمليات		✓
غالباً ما تُلحق فعالية إدارة العمليات تنظيمياً بفعاليات أخرى مثل المالية أو التسويق		✓
يهتم مدير إدارة العمليات في المنظمة حصراً بالعمليات الفنية وليس له علاقة بالعاملين فيها		✓
يُقصد بالإنتاجية على أنها نسبة قيمة المخرجات إلى قيمة المدخلات	✓	
الإنتاجية الجزئية لأحد عوامل الإنتاج هي نسبة إجمالي المخرجات إلى إجمالي المدخلات		✓
يُقصد بمؤشر الإنتاجية تطور الإنتاجية السنوية استناداً إلى سنة أساس محددة	✓	
الكفاءة Efficiency هي القدرة على استغلال الموارد وإدارتها بالشكل الأفضل	✓	
الفاعلية Effectiveness هي القدرة على تحقيق أو إنجاز الأهداف والنتائج	✓	
يُعتبر تعريف واحدات قياس عوامل الإنتاج من الصعوبات الجوهرية في إدارة العمليات	✓	
يواجه تعريف واحدات قياس الموارد المادية صعوبات لعدم وجود نظم قياس متعارف عليها		✓
تتشابه إلى حد كبير مراحل إنتاج السلع ومراحل إنتاج الخدمات	✓	

يُمكن تخزين الخدمات، في حين لا يمكن تخزين السلع		✓
غالباً ما يكون إنتاج الخدمة واستهلاكها في نفس الوقت	✓	
تُصنف المنتجات إلى سلع أو خدمات حسب نسب المكونات المادية فيها	✓	
لا تؤدي استراتيجية العمليات أي دور على صعيد الوضع التنافسي للمنظمة		✓
يُقصد بالقرارات الهيكلية للعمليات تلك القرارات المؤثرة على المدى البعيد وعلى بنى المنظمة	✓	
يُقصد بالقرارات التشغيلية للعمليات تلك القرارات ذات التأثير اليومي أو التنظيمي	✓	
لا يُنصح أبداً باعتماد استراتيجية تنويع المنتجات لإحداث سبقاً تنافسياً		✓
لا يُنصح أبداً باعتماد استراتيجية قيادة التكاليف لإحداث سبقاً تنافسياً		✓
ليس من الضروري التزام المسؤولين في إدارة العمليات بالمنظومات الاجتماعية للبيئة المحيطة		✓
على إدارة العمليات السعي للحفاظ على البيئة المحيطة وتطويرها	✓	
لا تشمل مراكز العمل المتعلقة بإدارة العمليات المراكز العليا مثل مدير الجودة أو مدير المشروع أو مدير العمليات نفسه	✓	

2) أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices

تتمثل العلاقة بين إدارة الإنتاج وإدارة العمليات كما يلي:

أ) تشمل إدارة الإنتاج إدارة العمليات ب) لا فرق على الإطلاق بينهما

ج) تشمل إدارة العمليات إدارة الإنتاج د) جميع الأجوبة خاطئة

تشمل منظومة إدارة الإنتاج ما يلي:

أ) الموردون والزبائن ب) المدخلات والمخرجات

ج) التحويلات والتغذية الراجعة د) جميع الأجوبة صحيحة

من أهم نشاطات إدارة العمليات ما يلي:

أ) تصميم المنتجات والخدمات ب) إدارة الجودة

ج) إدارة سلاسل الإمداد والتموين د) جميع الأجوبة صحيحة

من أهم نشاطات ومهام مدير إدارة العمليات ما يلي:

أ) الاستجابة للتغيرات في الأسواق ب) التحسين المستمر للمنتجات

ج) السعي المستمر لاستكشاف الفرص د) جميع الأجوبة صحيحة

تعرف الإنتاجية الكلية كما يلي:

أ) نسبة المدخلات إلى المخرجات ب) نسبة المخرجات إلى المدخلات

ج) حاصل ضرب المدخلات بالمخرجات د) جميع الأجوبة خاطئة

تعرف الإنتاجية متعددة العوامل كما يلي:

أ) نسبة إجمالي المخرجات إلى مجموعة محددة من المدخلات ب) نسبة المخرجات إلى المدخلات

ج) نسبة إجمالي المخرجات إلى إجمالي المبيعات د) جميع الأجوبة خاطئة

يُعرف مؤشر الإنتاجية Productivity Index كما يلي:

أ) نسبة إنتاجية سنة الأساس إلى إنتاجية سنة محددة ب) نسبة المخرجات إلى المدخلات

ج) نسبة إنتاجية سنة محددة إلى إنتاجية سنة الأساس د) جميع الأجوبة خاطئة

يُقصد بالفاعلية Effectiveness ما يلي:

أ) القدرة على استغلال الموارد بالشكل الأفضل ب) القدرة على تحقيق أو إنجاز الأهداف

ج) مقدرات النتائج إلى مقدرات الإجرائيات د) جميع الأجوبة خاطئة

يُقصد بالكفاءة Efficiency ما يلي:

أ) القدرة على استغلال الموارد بالشكل الأفضل ب) القدرة على تحقيق أو إنجاز الأهداف

ج) مقدرات النتائج إلى مقدرات الإجرائيات د) جميع الأجوبة خاطئة

يُمكن قياس أغلب الموارد المادية وفق:

أ) أدوات قياس المساحة ب) نظام قياس خاص حسب رأي مدير العمليات

ج) نظم القياس المتعارف عليها د) جميع الأجوبة خاطئة

إذا كانت الإنتاجية لعام 2010 تساوي 1 ولعام 2011 تساوي 0.8، فإن مؤشر تطور الإنتاجية:

أ) يتناقص بنسبة 20% ب) يتزايد بنسبة 20%

ج) لا يتزايد ولا يتناقص د) جميع الأجوبة خاطئة

إذا كان حجم الإنتاج المخطط هو 100 ألف قطعة، وحجم الإنتاج الفعلي يساوي 80 ألف قطعة، فإن مؤشر الفعالية يساوي:

أ) 100% ب) 80%

ج) 20% د) جميع الأجوبة خاطئة

تتميز السلع عن الخدمات من حيث طبيعة المنتج:

أ) السلع ملموسة والخدمة غير ملموسة ب) لا فرق بينهما

ج) السلع غير ملموسة والخدمة ملموسة د) جميع الأجوبة خاطئة

تتميز السلع عن الخدمات من حيث القدرة على التخزين:

أ) السلع غير قابلة للتخزين والخدمة قابلة للتخزين ب) لا فرق بينهما

ج) السلع قابلة للتخزين والخدمة غير قابلة للتخزين د) جميع الأجوبة خاطئة

في غالبية الدول المتقدمة، نجد أن حصة اقتصاد الخدمات بالنسبة إلى الناتج المحلي الإجمالي:

أ) منخفضة ولا تتجاوز 50% ب) مرتفع جداً وتصل 80%

ج) تتساوى حصة السلع مع حصة الصناعة والزراعة د) جميع الأجوبة خاطئة

من أهم عناصر القوة التشغيلية للعمليات التي تستخدم كأسلحة فعالة في المنافسة ما يلي:

أ) امتلاك خبرات نوعية ب) التسليم السريع للمنتج

ج) تخفيض دورة حياة المنتج د) جميع الأجوبة صحيحة

من أهم استراتيجيات السبق التنافسي التي يمكن للمنظمة اعتمادها ما يلي:

أ) استراتيجية تنويع المنتجات ب) استراتيجية قيادة التكاليف

ج) استراتيجية الاستجابة السريعة د) جميع الأجوبة صحيحة

من أهم الوظائف (مراكز العمل) التي تشملها إدارة العمليات ما يلي:

أ) مدير معمل أو مشروع ب) عمال الإنتاج والتسليم

ج) المشرفون على ورش العمل د) جميع الأجوبة صحيحة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

السؤال (1) مفاهيم إدارة العمليات والإنتاج.

ما هو المقصود بالإنتاج وبإدارة العمليات؟

اشرح بإيجاز مكونات منظومة الإنتاج، موضحاً شرحك بالرسم.

ما هي أهم النشاطات التي تشملها إدارة العمليات.

{مدة الإجابة: 40 دقيقة. الدرجات من 100: 35. (توجيه للإجابة: الفقرتين 1-2)}

السؤال (2) تحديات إدارة العمليات والإنتاجية.

ما هي أهم التحديات التي تواجهها إدارة العمليات بالانتقال إلى المستوى العالمي؟

اشرح بإيجاز مفهوم الإنتاجية، الإنتاجية الجزئية، الإنتاجية متعددة العوامل.

ما هو المقصود بالكفاءة والفعالية؟

{مدة الإجابة: 25 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرتين 1-3)}

السؤال (3) استراتيجية العمليات.

ما هو المقصود باستراتيجية العمليات؟

كيف يمكن لاستراتيجية العمليات أن تلعب دوراً في تحقيق سبقاً تنافسياً للمنظمة؟

ما هي المراحل الرئيسية لوضع استراتيجية العمليات؟

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرتين 1-5)}

تطوير وتصميم المنتجات

1. تخطيط المنتجات الجديدة New Product Planning

يدخل تصميم وتطوير المنتجات ضمن إطار القرارات الجوهرية في استراتيجية المنظمة التي تساهم في تحقيق غاية المنظمة بخدمة المجتمع، وله آثار مباشرة على كافة النشاطات والعمليات في المنظمة؛ على المنظمة الإجابة دوماً على التساؤل المتجدد: ما هي السلع والخدمات التي تقدمها للمجتمع؟ وكيف ينظر الزبون إليها؟ إذ أنه يشتري الرضا بالإضافة إلى المنتج ووظائفه.

تُعد المنتجات الجديدة حاسمة لبقاء المنظمة على قيد الحياة واستمراريتها، ويعتمد نجاح المنظمة على تقديم منتجات جديدة منافسة أفضل مما يقدمه الآخرون.

1.1. مبادئ تصميم المنتجات الجديدة

تشمل عملية تخطيط المنتجات جميع النشاطات المتعلقة بتصميم منتجات جديدة أو تطوير منتجات قائمة فهي عملية مستمرة من فكرة المنتج وحتى موته وسحبه من الأسواق، ولا يقتصر على المنتجات المادية مثل السيارة أو الخبز أو المنظفات، بل يشمل أيضاً المنتجات الخدمية مثل بطاقات الإئتمان المصرفية أو وثيقة التأمين أو فحص سيارة.

لا تعتبر عملية تصميم المنتجات الجديدة مسؤولية إدارة العمليات فقط، بل هي مسؤولية جميع فعاليات وأقسام المنظمة، تتلخص وظيفة إدارة العمليات في تلقي الأفكار وتصميم المنتجات بما ينسجم مع قيود العمليات التشغيلية والتكنولوجية المفروضة، وبحيث تتحقق الأهداف من المنتج الجديد بتلبية متطلبات الزبون ورضاه، وغالباً ما يكون ابتكار وتطوير المنتجات من قبل الشركات الرائدة في قطاعها، في حين تتبعها الشركات الأخرى العاملة في القطاع.

هناك مجموعة كبيرة من الأسباب التي تدفع المنظمات لتصميم منتجات وخدمات جديدة أو لتطوير منتجات قائمة، من أهمها:

1. تغيّر في احتياجات الزبائن أو ظهور حاجات جديدة.
2. استبدال المنتجات القائمة وانتهاء عمرها الاقتصادي.
3. إبداعات أو اختراعات جديدة.
4. تغيرات اقتصادية، أو اجتماعية، أو ديموغرافية.
5. تغيرات تكنولوجية خصوصاً في تكنولوجيا الإنتاج.
6. تغيرات سياسية أو تشريعية.
7. تغيرات في الأسواق، أو الموردين، أو الموزعين.

2.1. اعتبارات تصميم المنتجات الجديدة

من الضروري الانسجام والتوافق بين متطلبات التصميم وقدرات منظومة الإنتاج، ويجب أن يكون تصميم المنتج بسيطاً قدر الإمكان بحيث يسهل عمليات الإنتاج والتسويق والاستهلاك، فالتصميم البسيط يستخدم عدداً أقل من المكونات وعمليات التجميع وبالتالي تكون تكاليف إنتاجه مقبولة، ولا يعني بالضرورة أن التصميم الجديد يجب أن يستعمل حكماً أحدث التكنولوجيا بل يجب استخدام التكنولوجيا المناسبة لتحقيق أغراض المنتج، أي التركيز على التبسيط Simplification والتنميط Standardization والجودة Quality في التصميم والإنتاج، ويمكن تحقيق ذلك بالاستناد إلى المبادئ الآتية (محسن، 2009):

1. التقليل قدر الإمكان من عدد الأجزاء المستخدمة في المنتج، كلما كان عدد الأجزاء قليلاً والخيارات كثيرة كلما كانت جودة التصميم أفضل.
2. تبسيط عمليات التجميع والإنتاج قدر الإمكان، والاستخدام الأمثل للمكونات والعمليات المشتركة مع منتجات أخرى، استخدام التصميم الكتلي Modular للأجزاء والمكونات.
3. استخدام مكونات وأجزاء نمطية أو قياسية قدر الإمكان، كلما كانت نسبة المكونات النمطية أو القياسية التي يمكن استبدالها أو إصلاحها بسهولة وبسرعة كلما كان التصميم أفضل.
4. تحديد سماحيات ومواصفات معقولة للمنتج، بما يحقق المتانة والاستقرار Robustness.
5. الاستخدام الأمثل لعمليات وموارد الإنتاج المادية والبشرية المتوفرة لدى المنظمة.
6. أن يسمح بتحليل أسباب الفشل وتقدير القيمة بشكل دقيق، قابلية التطوير للمستمر للمنتج وذلك لتلبية الحاجات الحالية والحاجات التي يمكن أن تظهر مستقبلاً.
7. أن تكون تكاليف الإنتاج بالحد الأدنى خصوصاً الوجبات الأولى، كذلك تكاليف التعديلات في التصميم لاحقاً، وتكاليف الخدمات والصيانة في المراحل الأولى من تقديم المنتج.
8. أن تكون المبيعات الكلية والحصص السوقية للمنتج ورضا الزبون بأفضل ما يمكن.

قد تكون هذه المبادئ مناسبة وفعالة في حالة صناعة المنتجات المادية، لكن صلاحيتها تقل شيئاً بالنسبة للمنتجات الخدمية كلما اقتربت هذه المنتجات من الاحتياجات الشخصية للمستهلك، لذلك لا بد من وضع بعض الاعتبارات أو العوامل لتقييم فاعلية التصميم من أهمها:

1. الصفات المتعلقة بأداء المنتج من حيث الحجم والمتانة والحماية والإنتاجية.
2. الاستمرارية في تحقيق وظائفه وصلاحيتها خلال العمر الاقتصادي للمنتج.
3. قابلية الصيانة بسهولة وبسرعة.
4. تخفيض التكاليف قدر الإمكان.
5. الاقتصاد والأمان في استعمال واستخدام المنتج.

6. تحقيق معايير الجودة.

7. الصفات الجمالية.

3.1. استراتيجيات تطوير المنتج الجديد

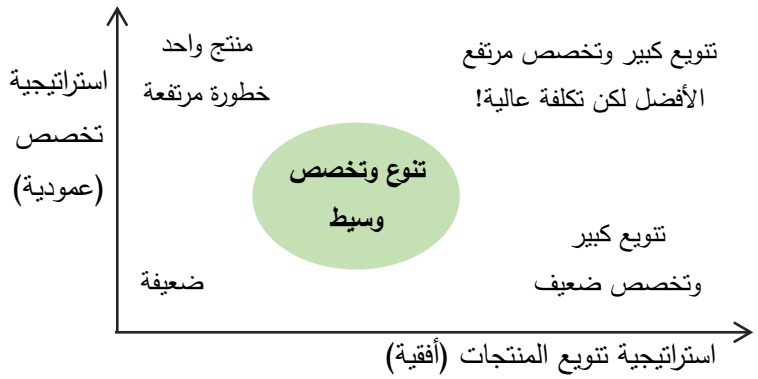
هناك ثلاثة توجهات استراتيجية تقود تطوير المنتجات في المنظمات:

أ- قيادة السوق Market Driven: أي إنتاج ما تستطيع المنظمة بيعه، فالمرجعية الأساسية هي حاجة المستهلك، أي أن المنتجات الجديدة وكمياتها تتحدد وفقاً لاحتياجات السوق مع الأخذ بالاعتبار لقيود التكنولوجيا والعمليات، ولذلك يتوجب على المنظمة متابعة حثيثة ودقيقة لاحتياجات السوق ورصد تغيرات سلوكيات المستهلك واحتياجاته، وتلعب الدراسات والبحوث التسويقية دوراً مهماً في المعرفة المستمرة للأسواق.

ب- قيادة التكنولوجيا Technology Driven: أي إنتاج ما تستطيع إنتاجه، أي أن الأساس هو الطاقات الإنتاجية والخدمية في المنظمة مع الأخذ بالاعتبار لحالة الأسواق، وهنا تقوم الفعاليات التسويقية بجهود استثنائية لتسويق ما يمكن إنتاجه، ولكي تستطيع القيام بذلك يجب أن تتمتع المنتجات بمميزات تنافسية عالية ومواصفات أفضل من المنتجات المنافسة.

ج- الوظائفية Interfunctional Strategy: استراتيجية وسيطة بين السابقتين، أي إنتاج ما يمكن بيعه وبيع ما يمكن إنتاجه، تطوير منتجات تلبي احتياجات السوق وبنفس الوقت منسجمة مع العمليات والطاقات الإنتاجية الموجودة، أي أن المنتج الجديد هو نتيجة لتفاعل متبادل بين كافة فعاليات المنظمة خصوصاً فعاليات الإنتاج والتكنولوجيا وفعاليات التسويق والمبيعات، وقد تعاني إدارة المنظمة من التنافس والنزاع بين الإدارات المسؤولة عن التسويق من جهة وتلك المسؤولة عن الإنتاج من جهة أخرى.

غالباً ما تقدم المنظمة مجموعة من المنتجات المتقاربة في مواصفاتها (Range of Products) بحيث تلبي الاحتياجات المتنوعة للزبون، إذ أن الاقتصار على عدد محدود من المنتجات قد يؤدي إلى فقدان شرائح مهمة من الزبائن، وفي حال تنويع كبير جداً في المنتجات المعروضة قد يشتت جهود المنظمة ويؤدي إلى تكاليف مرتفعة مما يفقدها شيئاً من الكفاءة والفاعلية، لذلك يجب أن توازن بين هاتين الحالتين المتطرفتين كما يوضح الشكل [2-1]. في جميع الأحوال، إن الموازنة بين هاتين الاستراتيجيتين تعتمد على طبيعة المنتجات، فالمواد الأساسية مثل السكر لا تحتاج كثيراً إلى تنويع أو إلى تخصص بل تحتاج إلى السيطرة على التكاليف، في حين أن المنتجات التكنولوجيا مثل معالجات الكمبيوتر قد يكون من الأنسب التخصص أكثر، وفي حالة الألبسة فمن المناسب أكثر التوجه نحو التنويع.



الشكل [2-1] الموازنة بين استراتيجيتي التنويع والتخصص

يُلاحظ أن الاتجاه العام للمنظمات والأسواق هو نحو التخصص من جهة المنظمة والتخصيص لاحتياجات الزبون، ولا شك أن التخصص يحقق للمنظمة ميزات مهمة يأتي في مقدمتها:

أ- زيادة خبرات ومهارات العاملين في المنتجات، وتقليل وقت التدريب.

ب- يجعل من نشاطات وعمليات الإنتاج وكأنها عمليات روتينية.

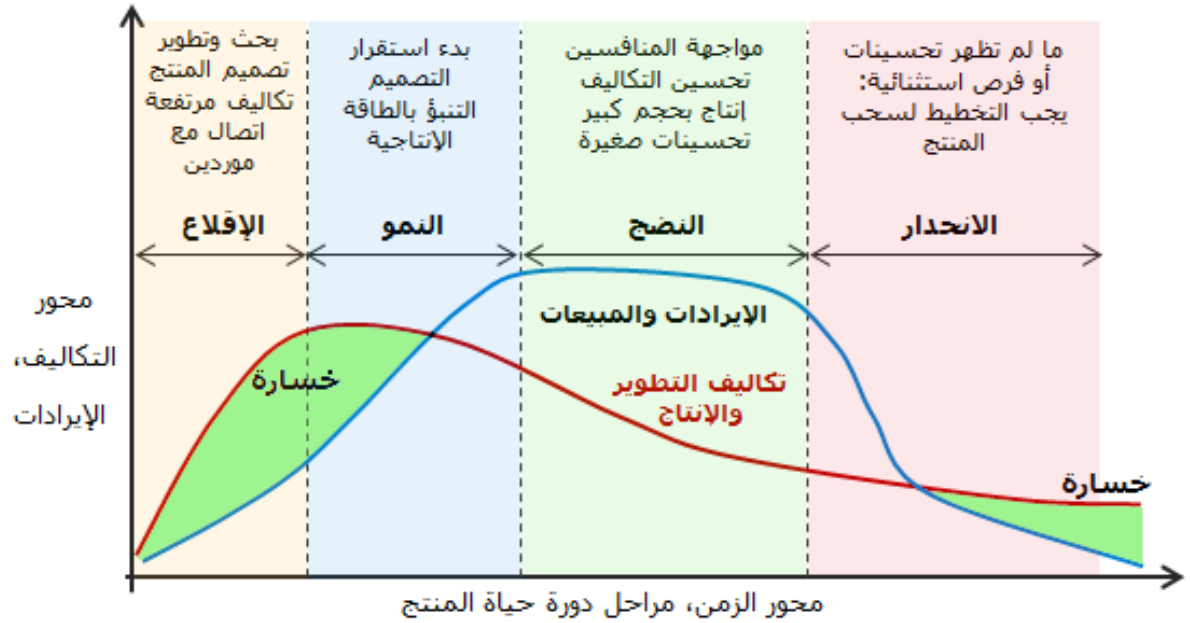
ج- تخفيض كميات المخزون، والمواد الأولية.

ويؤدي التخصص إلى تخفيض زمن وتكلفة الإنتاج، لكنه بنفس الوقت يزيد من صعوبات تأمين احتياجات الأسواق أو التأقلم مع تطوراتها أو مع التطورات التكنولوجية، خصوصاً عندما يقل الطلب على المنتج وبدء مرحلة الانحدار وبالتالي قد تضطر المنظمة إلى "قتل المنتج" أي سحبه من الأسواق، وبالتالي فإن تكاليف التخصص سواء من حيث الاستثمارات النوعية أو المهارات المُكتسبة لدى العاملين تُصبح عبئاً على المنظمة إن لم تستطع الاستفادة منها في منتجات جديدة.

من الطبيعي أن يكون لكل منتج عمر اقتصادي، حيث تقوم المنظمة بإهمال أو التخلي عن منتجاتها عندما تبدأ المبيعات بالانخفاض على المدى البعيد، وتطوير منتجات جديدة.

2. دورة حياة المنتج

في كل مرحلة من مراحل دورة حياة المنتج، يجب اتخاذ إجراءات وقرارات متعلقة بتطور المنتج، يُظهر الشكل [2-2] هذه الإجراءات في كل من المراحل.



أ- مرحلة تخطيط تصميم المنتج Product Palnning: وهي وظيفة مركزية من وظائف الإدارة بجميع مستوياتها، والتي يتم فيها توليد أفكار جديدة وانتقاء الفكرة النهائية للمنتج الجديد، ومن الطبيعي أن تكون الاستثمارات أكبر من الإيرادات في هذه المرحلة وبالتالي لا أرباح متوقعة.

مهام وإجراءات إدارة العمليات: التأكد أن المنتج الجديد يتوافق مع القدرات الإنتاجية، تشكيل فريق عمل متخصص من العمليات والتسويق والجودة لتصميم المنتج واختيار تكنولوجيا الإنتاج.

ب- مرحلة التقديم Introduction: حيث تبدأ عملية طرح المنتج في الأسواق، ومن المتوقع أن يكون الطلب منخفضاً في البداية ثم يتزايد تدريجياً، وتكون الأرباح المتوقعة ضعيفة، كما يبدأ الإنتاج بكميات صغيرة ثم تتزايد حسب طلب السوق.

مهام وإجراءات إدارة العمليات: العمل بمنطق ورشات الإنتاج والمرونة في تشغيل منظومة الإنتاج، التدقيق على الالتزام بالاستحقاقات الزمنية، التحقق من تلبية المواصفات والجودة المطلوبة، تحسين عمليات الإنتاج، تطوير نظام المشتريات والتوريد، تطوير شبكات التوزيع والتخزين، تعديل التصميم في حالات الضرورة.

ت- مرحلة النمو Growth: مع تزايد التعرف على المنتج وقبوله في الأسواق، يُفترض أن يتزايد عدد الزبائن بشكل متسارع، وتتزايد المبيعات بشكل متسارع أيضاً ويكون الربح الهامشي للقطعة الواحدة كبيراً، وطالما أن المنتج مطلوب والمنافسة ضعيفة فيجب استغلال الفرصة لناحية زيادة سعر البيع أو الكميات المطروحة في الأسواق.

مهام وإجراءات إدارة العمليات: التنبؤ بالطلب، التأكد من جاهزية الطاقات الإنتاجية، تخفيض أزمنة تسليم طلبيات الزبائن والبدء بالتخزين، البدء بالتخطيط للإنتاج الكمي بأحجام كبيرة.

ث- مرحلة النضج Maturity: حيث يستقر الطلب على المنتج لأسباب عديدة أهمها حجم السوق، وبالتالي يمكن توقع استقرار في عمليات الإنتاج، وعلى إدارة التسويق والإدارة العامة العمل لإطالة هذه المرحلة قدر الإمكان.

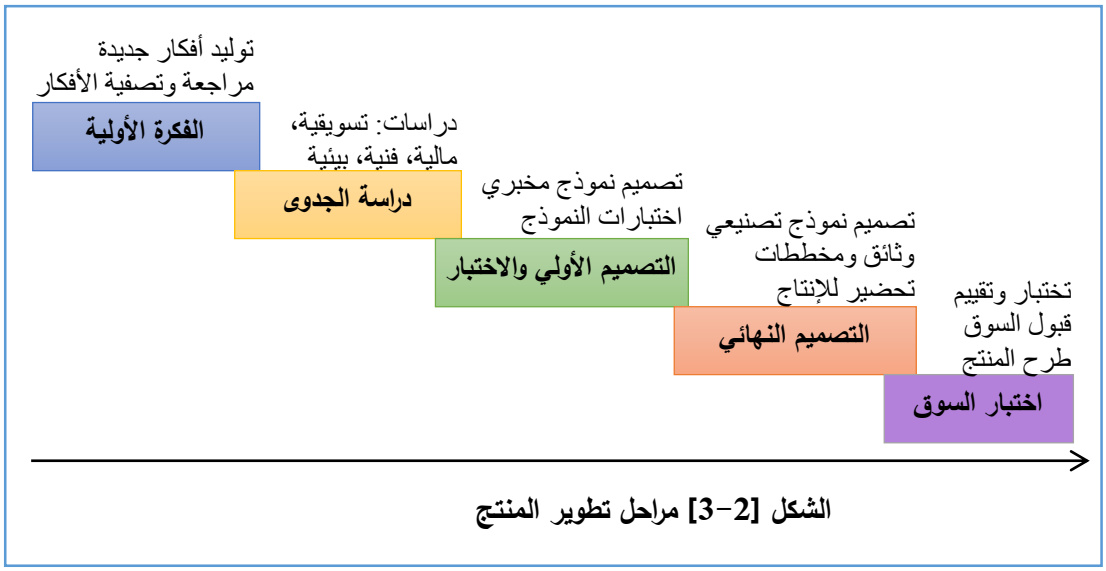
مهام وإجراءات إدارة العمليات: زيادة النمطية قدر الإمكان، السيطرة على تكاليف الإنتاج، تحسين أداء منظومة الإنتاج، إمكانية زيادة مستويات أتمتة عمليات الإنتاج، استخدام تكنولوجيا متقدمة، العمل مع التسويق للتميز ضد المنافسة.

ج- مرحلة الانحدار Decline: يصل المنتج إلى هذه المرحلة بسبب قدمه أو تغيرات في طلب الأسواق، وهنا على إدارة المنظمة اتخاذ القرار في اللحظة المناسبة بسحب المنتج وطرح منتجات بديلة، على إدارة التسويق والمنظمة السعي لحصد أرباح في مناطق أو من شرائح محددة من الزبائن (استراتيجية العش Niche Startegies).

مهام وإجراءات إدارة العمليات: السيطرة المطلقة على التكاليف وعدم زيادتها، إطالة أمد عمر المنتج بالتعاون مع إدارة التسويق، تخفيض كميات الإنتاج تدريجياً، البدء بتصميم منتج جديد أو تطوير نوعي للمنتج.

3. مراحل تطوير المنتج Development Phases of New Product

لا تظهر المنتجات وتختفي بمحض الصدفة، فهي نتيجة لعملية إدارية متكاملة تمر بعدة مراحل كما يبين الشكل [2-3]، حيث تبدأ بفكرة أو مجموعة أفكار وتنتهي بالإنتاج مروراً بدراسات الجدوى والتصاميم الأولية أو المخبرية واختباراتها ثم التصميم النهائي والتحضير للإنتاج.



الشكل [2-3] مراحل تطوير المنتج

1.3. الفكرة الأولية Ideas Generation

يبدأ قسم التطوير والبحث في المنظمة بجمع أفكار وتوليد أفكار جديدة بطرق عديدة من أهمها البحوث التسويقية أو العصف الذهني Brainstorming، ولكن أهم مصادرها يكون من شكاوي وملاحظات الزبائن، حيث يتلقى القسم هذه الأفكار والملاحظات ويبدأ بالعمل على تصاميم جديدة أو تعديلات على تصاميم المنتجات القائمة.

يقوم القسم بالتنسيق مع إدارة المنظمة والفعاليات الأخرى بمراجعة وتصفية قائمة أولية من الأفكار حيث يستبعد بعضها لأسباب متنوعة من أهمها: صعوبات فنية في الإنتاج لاحقاً، مجربة ومستبعدة سابقاً، نسخ عن منتوجات موجودة، تتطلب معارف وخبرات غير متوفرة لدى المنظمة، تتطلب تكنولوجيا واستثمارات غير ممكنة، ... الخ، بالنتيجة، يستبقي القسم على عدد محدود من الأفكار القابلة للتنفيذ.

2.3. دراسة الجدوى Feasibility Study

تشمل هذه المرحلة القيام بدراسة جدوى الأفكار المنتقاة في المرحلة السابقة، لكن يجب على فريق الدراسة الإجابة بشكل عام عن سؤال جوهري قبل القيام بالدراسات التفصيلية: هل هناك قيود قانونية أو فنية جوهرية تمنع إنجاز أي من أفكار المنتجات الجديدة؟ في حال كانت الإجابة بالإيجاب يمكن البدء بإنجاز الدراسات التفصيلية الآتية:

أ- الدراسة التسويقية Market Study: تهدف بشكل خاص إلى معرفة حجم السوق المتوقع في حال اعتماد أي من الأفكار المنتقاة، والمنافسة الحالية والبيئة التسويقية والتشريعية.

ب- الدراسة المالية Economic Study: في حال وجود طلب كافي في السوق للمنتج، يجب تقدير التكاليف الثابتة والمتغيرة، والمبيعات؛ هناك عدد لا بأس به من طرق التقييم المالي للاستثمارات مثل القيمة الحالية الصافية Net Prsent Value، معدل المردود الداخلي Internal Rate of Returns،

مدة استرداد رأس المال Pay Back Period، وغيرها.

ت- الدراسة الفنية Technical Study: تهدف إلى معرفة التكنولوجيا الواجب استخدامها، وهل هي متوفرة في المنظمة أو يجب شرائها؟ كذلك تقدير المهارات والخبرات الفنية المطلوبة، ومخاطر الإنتاج.

وغالباً ما تُلحق بالدراسات الثلاث السابقة دراسات أخرى مثل التأثيرات على البيئة المحيطة، المساهمة في التنمية المحلية، الانسجام مع سياسات المنظمة على المدى البعيد والسياسات الحكومية، ... الخ.

3.3. التصميم الأولي Preliminary Design

يبدأ قسم التطوير والبحث في المنظمة بتحويل مواصفات ووظائف المنتج إلى مواصفات فنية، ووضع منتج أولي أو مخبري Prototype وإجراء مجموعة من الاختبارات عليه، يتضمن التصميم الأولي بشكل خاص العناصر الآتية:

1. تحديد شكل ومواصفات المنتج مثل الوزن، اللون، الحجم، ...
2. تحديد الوظائف المطلوب منها أن تلبي احتياجات الزبون
3. صلاحية المنتج Reliability أي احتمال أن ينجز المنتج الوظيفة المطلوبة ضمن الزمن المتوقع
4. قابلية الصيانة Maintainability مستقبلاً، أي سهولة وسرعة وتكاليف استبدال الأجزاء التالفة أو صيانتها، بحيث يحافظ على المستوى المتوقع لأداء وظائفه.

في جميع الأحوال، يجب أن يخضع النموذج المخبري لجميع أنواع الاختبارات الممكنة.

4.3. التصميم النهائي Final Design

في حال نجاح اختبارات النموذج المخبري، يمكن اعتماد التصميم النهائي، والبدء بالتحضير لتخطيط الإنتاج الفعلي، ويستلزم ذلك:

1. إعداد مخططات ووثائق المنتج.
2. وضع قائمة المكونات والأجزاء.
3. اختيار المعدات والآلات وتكنولوجيا الإنتاج عموماً.
4. توصيف وترتيب عمليات التجميع والإنتاج.
5. وضع قواعد وتعليمات التشغيل والصيانة.
6. وضع تعليمات وآليات التعديل أثناء الإنتاج الفعلي.

4. قضايا فنية في تصميم المنتج

لا يمكن الحديث عن تصميم المنتجات، دون التعرض لبعض الجوانب الفنية لإنجاز التصميم وتعديلاته لاحقاً، كما سنورد في الفقرات اللاحقة.

أ- تصميم مستقر Robust design: أن يتمتع التصميم بالمتانة والثبات بحيث لا يتأثر بالتعديلات الصغيرة أثناء التجميع أو التصنيع، وعادةً ما يكون الهدف من التعديلات معالجة مشكلات فنية أو رفع مستوى الجودة أو تخفيض التكاليف.

ب- تصميم كتلي Modular design: تصميم المنتج على شكل قطع ومكونات سهلة التجميع، وينصح أن يتمتع التصميم بهذه الخاصية، بحيث يُضيف مرونة للإنتاج والتسويق، ويؤدي إلى تحسين القدرة على تلبية احتياجات الزبون. مثال: المفروشات الجاهزة.

ت- التصميم بمساعدة الحاسوب Computer-aided design (CAD)، والتصنيع بمساعدة الحاسوب Computer-aided manufacturing (CAM): استخدام البرمجيات المعلوماتية في التصميم وتحضير الوثائق والمخططات، يمكن نشرها وتوزيعها بسهولة، كذلك استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للرقابة والضبط وتوجيهها عبر البرمجيات من بيانات النموذج المصمم مباشرةً، ويحقق التصنيع بمساعدة الحاسوب جودة أعلى، وزمن تعديلات أقل، وجاهزية أفضل لقواعد البيانات، ومجالات جديدة للتحسين.

ث- تكنولوجيا الواقع الافتراضي Virtual reality technology: تكنولوجيا تفاعلية تساعد في تصاميم نماذج ثلاثية الأبعاد انطلاقاً من بيانات CAD، تسمح برؤية نموذج افتراضي واختباره قبل النموذج النهائي.

ج- تحليل القيمة Value analysis: أن تتضمن وثائق التصميم تقييماً تفصيلياً للتكاليف المالية لمكونات المنتج، مما يسمح بالتركيز على تحسين النموذج أو تعديله أثناء الإنتاج، وبإجراء تحسينات صغيرة تخفض التكاليف أو تحسن مواصفات المنتج.

ح- تصميم صديق للبيئة Environmentally friendly design: يمكن أن تكون في أية مرحلة من دورة حياة المنتج، النظر إليها كمنظومة متكاملة مع البيئة وتقدير معدل التكلفة على الشركة إلى التكلفة على المجتمع، كما يجب أن يسمح التصميم بتخفيض استهلاك الطاقة والمخلفات، ويحقق سمعة الشركة "صديقة للبيئة"، والتقيد بمعايير السلامة الوطنية والمعتمدة عالمياً، وفي غالبية البلدان هناك تشريعات خاصة تُلزم الشركات بالحفاظ على البيئة وإعادة تدوير مخلفات المنتجات Recyclable، وهناك هيئات مختصة بتحديد المواصفات والمقاييس، وهناك أيضاً جمعيات حماية المستهلك والبيئة.

تعريف مواصفات ووثائق المنتج

غالباً ما يتم التعريف بالمنتج عبر الوظائف التي سيقوم بها وتلبيتها لمتطلبات الزبون وتوقعاته، لذلك لا بد من تحديد مواصفات المنتج بدقة أثناء التصميم، ووضع المخططات الهندسية ووثائق التعريف، ومكوناته وكيفية تجميعها للحصول على المنتج.

تشمل وثائق المنتج Product Documents:

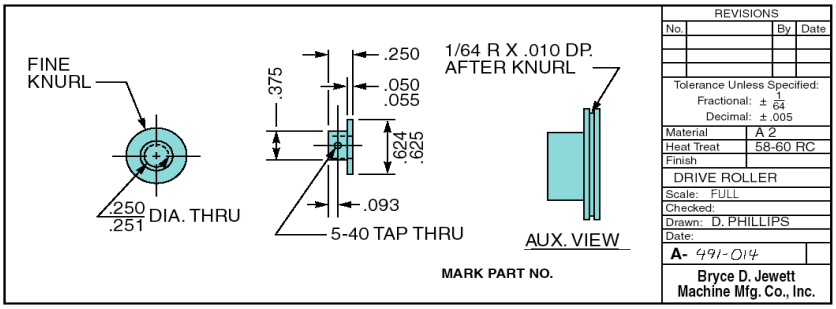
1. المخططات الهندسية: الأبعاد، السماحيات، المواد، رموز المجموعات التكنولوجية
2. قائمة مكونات المنتج والكميات وكيفية استعمالها، وإظهار بنية المنتج.

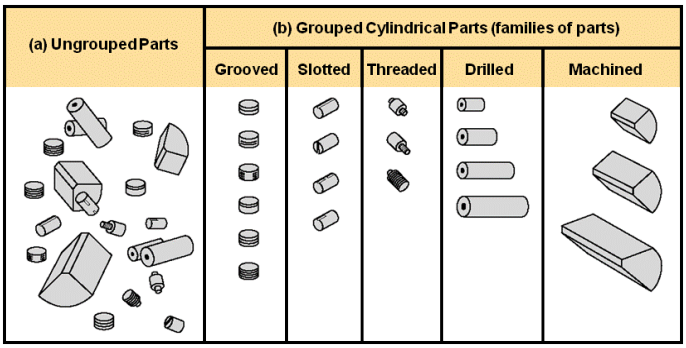
كما تشمل وثائق الإنتاج Production Documents:

1. لوحة التجميع Assembly drawing
2. مخطط التجميع Assembly chart
3. ورقة الإجرائية (المسار) Route sheet
4. أمر العمل Work order
5. ملاحظات التعديل الهندسي Engineering change notices (ECNs)

وفيما يلي بعض الأمثلة عن هذه الوثائق.

مثال عن مخطط هندسي





مثال رموز مجموعات تكنولوجية

DESCRIPTION	QTY
Bun	1
Hamburger patty	8 oz.
Cheddar cheese	2 slices
Bacon	2 strips
BBQ onions	1/2 cup
Hickory BBQ sauce	1 oz.
Burger set	
Lettuce	1 leaf
Tomato	1 slice
Red onion	4 rings
Pickle	1 slice
French fries	5 oz.
Seasoned salt	1 tsp.
11-inch plate	1
HRC flag	1

مثال قائمة مكونات منتج

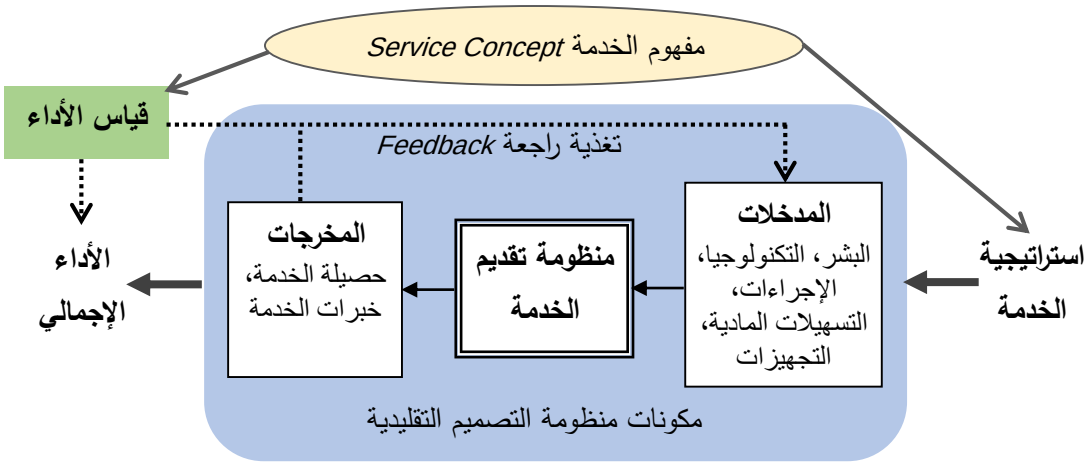
سندويشة تشيس برغر

5. خصوصية تصميم الخدمة

نظراً للخصائص المميزة للمنتجات الخدمية، فإن تصميمها يتطلب الأخذ بالاعتبار لهذه الخصائص ومن أهمها التفاعل المباشر مع العميل ومشاركته في تصميم الخدمة، إذ ينظر العميل إلى الخدمة "ككل" أي كتلة أو حصيلة واحد وليس كمجموعة من العناصر، ويجب أن تتوافق مع الصورة الذهنية للخدمة لديه، وبغض النظر عن طريقة تصميم الخدمة من قبل المنظمة، يجب أن تلبي الخدمة المقدمة إدراك العميل لهذه الخدمة (Godstein et al 2002)، فالعميل لا يشتري مجموعة مكونات تشكل الخدمة بل يشتري توقعات الخدمة.

يُركز مفهوم الخدمة Service Concept على الإجابة عن سؤالين جوهريين: ما يجب فعله للعميل، وكيف يتم إنجازه؟ يتعلق تعريف مفهوم الخدمة بعمليات تقديم الخدمة، خبرة ومعرفة العميل بالخدمة، مخرجات الخدمة من فوائد ونتائج، وقيمة الخدمة أي إدراك العميل للفرق بين فوائدها وتكاليفها.

لذلك لا بد من إعادة النظر بإجرائية تخطيط تصميم الخدمة Service Design Planning بحيث يكون العميل جزءاً من هذه الإجرائية، كما هو مبين في الشكل [2-4]، إذ يربط مفهوم الخدمة بين استراتيجية الخدمة وأدائها، بالإضافة إلى عناصر التغذية الراجعة التقليدية في تصميم المنتجات، ويظهر في المخطط "منظومة تقديم الخدمة" لتعبر عن المعالجات التي تتم على المدخلات لتحويلها إلى مخرجات يقبلها مستهلك الخدمة.



الشكل [2-4] نموذج مقترح تخطيط تصميم الخدمة. المصدر: *Goldstein et al. 2002*

بعض الأمثلة عن تصميم خدمات:

1. مشاركة الزبون في التصميم مثل خدمة الدفن أو العمليات التجميلية.
5. مشاركة الزبون في التوزيع مثل اختبارات الضغط النفسي أو إيصال احتياجات الأطفال.
6. مشاركة الزبون في التصميم والتوزيع مثل الاستشارات والتعليم والديكور المنزلي.

6. *تطبيقات* أدوات القرارات على انتقاء التصميم الأفضل

نادراً ما يقترح قسم البحث والتطوير بديلاً وحيداً لتصميم المنتج، بل يقترح عدة تصاميم بديلة ويتم تقييمها وانتقاء أحدها من قبل إدارة المنظمة وفقاً لمعايير محددة، وتحتاج قرار الانتقاء إلى طرق تسمح بالمفاضلة بين التصاميم البديلة المقترحة، سنستعرض طريقتين فقط هما الأكثر انتشاراً: نقطة التعادل ومصفوفة التفضيلات، مع الإشارة في هذا المجال إلى ضرورة البحث عن طرق أخرى وننصح بالعودة إلى المراجع في صناعة القرارات أو المقررات المتعلقة بها في البرنامج الحالي، حيث نجد العديد من الطرق التي تساعد في المفاضلة بين بدائل التصاميم.

1.6. *تحليل* نقطة التعادل Break-even Point

يساعد هذا التحليل في معرفة حجم المبيعات اللازم لتغطية التكاليف الكلية أو الثابتة أو المتغيرة، أي حجم الإنتاج المطلوب بحيث تتساوى التكاليف الكلية مع الإيرادات الكلية للمنتج؛ يعتمد هذا التحليل على أن هناك تكاليف لن تتغير بتغير حجم الإنتاج وهي التكاليف الثابتة (إيجار بناء أو معدات وآلات، أجور بعض العاملين الدائمين، ...) وهناك تكاليف متغيرة تتعلق بحجم الكميات المُنتجة، وبأن الإيرادات تتزايد مع تزايد حجم المبيعات، بعد رسم الخطوط البيانية للإيرادات والتكاليف كما هو مبين في الشكل [2-5] حيث يمثل المحور الأفقي كميات الإنتاج والمبيعات، ويمثل المحور العمودي الإيرادات والتكاليف، ويتم التحليل كما يلي:

1. تتحقق خسائر للشركة عندما يكون حجم الإنتاج قليلاً، حيث تكون الإيرادات تكون أقل من التكاليف، أي من كمية إنتاج تساوي الصفر وحتى الكمية Q_{FC}.
2. تنخفض الخسائر تدريجياً مع تزايد حجم الإنتاج حتى يصل إلى الكمية Q_{FC} وهي الكمية المطلوبة لتغطية التكاليف الثابتة.
3. تبقى الخسائر مستمرة مع تزايد حجم الإنتاج حتى يصل إلى الكمية Q_{TC}، حيث تكون الإيرادات تساوي التكاليف الكلية وبالتالي تكون الأرباح تساوي الصفر، وهذه النقطة بالتحديد هي ما ندعوه بنقطة التعادل، أي يتم تغطية التكاليف المتغيرة للإنتاج بين الكميتين Q_{FC} و Q_{TC}.
4. تبدأ الأرباح بالتزايد اعتباراً من الكمية Q_{TC} حيث تُصبح الإيرادات أكبر من التكاليف الكلية.

التكاليف الكلية TC. التكاليف الثابتة FC.

التكاليف المتغيرة VC.

التكلفة المتغيرة للقطعة الواحدة v.

الإيرادات الكلية TR.

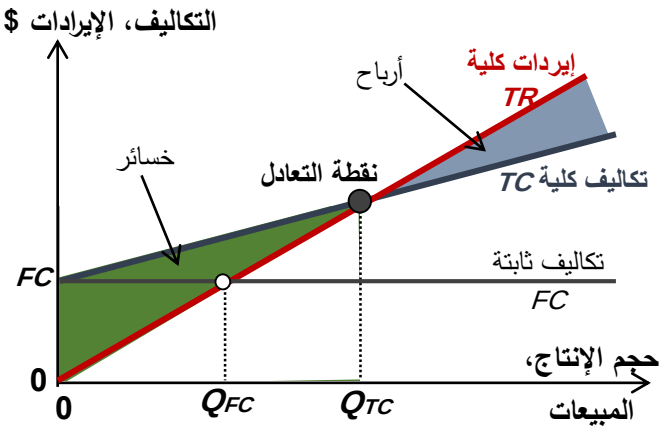
سعر بيع القطعة الواحدة p.

$$TC = FC + VC$$
$$VC = Q * v$$
$$TR = Q * p$$

نقطة التعادل تتحقق عندما $TR = TC$

$$Q * p = FC + Q * v$$

كمية التعادل Q_{TC}: $Q_{TC} = \frac{FC}{p-v}$



الشكل [2−5] طريقة نقطة التعادل

تجدر الإشارة إلى أن الخطوط البيانية للتكاليف والإيرادات قد لا تكون على شكل مستقيمات كما هو مرسوم في الشكل أعلاه، إذ يعني المستقيم أن التكلفة الهامشية للقطعة الواحدة هي ثابتة مهما كان حجم الإنتاج، وفي الواقع قد نجد حالات عديدة تتغير فيها التكلفة الهامشية مع تغير حجم الإنتاج.

مثال (2−1) تطبيق طريقة نقطة التعادل.

تُنتج إحدى الشركات نوع جديد من طاولات الصالون، حيث تبلغ التكاليف الثابتة المتعلقة بهذا النوع من الطاولات $10.000 سنوياً، كما تبلغ قيمة التكاليف المتغيرة لإنتاج قطعة واحدة $100، ويمكن للشركة بيع الطاولة الواحدة بـ $150، فما هو عدد الطاولات اللازم بيعها لتغطية التكاليف الكلية، وما هو عدد الطاولات المطلوب بيعه لتغطية التكاليف الثابتة فقط؟

ليكن عدد القطع االمنتجة والمباعة هو Q

التكاليف الكلية = التكاليف الثابتة + التكاليف المتغيرة أي $TC = 10000 + 100\,Q$

الإيرادات الكلية = سعر البيع مضروباً بعدد القطع المباعة أي $TR = 150\,Q$

يتحقق التعادل عندما تكون الإيرادات الكلية تساوي التكاليف الكلية $TR = TC$

$150\,Q_{TC} = 10000 + 100\,Q_{TC}$ أي أن كمية التعادل Q_{TC} تساوي $Q_{TC} = \frac{10000}{150-100} = 200$

أي تحتاج الشركة إلى إنتاج وبيع 200 طاولة على الأقل لتغطية التكاليف الكلية.

لتغطية التكاليف الثابتة فقط، نضع في المعادلة قيمة التكاليف الثابتة بدل التكاليف الكلية $FC = TR$

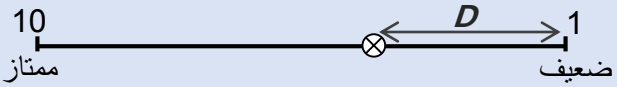
$150\,Q_{FC} = 10000$ أي $Q_{FC} = 1000/150$ يساوي تقريباً 67 طاولة، وهو الحد الأدنى المطلوب لكي تستطيع الشركة تغطية التكاليف الثابتة فقط.

2.6. طريقة الجمع المثقل أو مصفوفة التفضيلات Preferences Matrix

تعتبر من الطرق التقليدية للمفاضلة بين عدة نماذج من المنتج أو عدة منتجات، وتعتمد إلى حدٍ كبير على التقديرات الشخصية لخبراء التصميم والتسويق، حيث يتم وضع مجموعة من المعايير وتقييم النماذج المقترحة وفقاً لخبرات فريق العمل على مقياس من 10 نقاط أو 100 نقطة حسب مستوى التمييز الممكن بين النماذج المقترحة، ثم يتم تثقيل المعايير، وجمع نقاط كل نموذج بعد ثقيلها واختيار النموذج ذو التقييم الأكبر.

في حال استخدام مقاييس وصفية لتقييم أداء إحدى مواصفات المنتج، يمكن تعريف واحدات قياس وصفية بأشكال متنوعة، أو وضع خط يمثل طول المقياس ويضع المُقيّم إشارة على الخط تمثل تقييم المواصفة ثم نقيس بعد الإشارة عن بداية المقياس ويتم حسابها كنسبة مئوية أو إبقاءها كقيمة مطلقة، كما يبين الجدول والشكل [2-6].

النقاط	توصيف واحدة القياس
1	ضعيف Poor
3	وسط Mediocre
5	مقبول Acceptable
7	جيد Good
10	ممتاز Excellent



يقوم المقيم بوضع إشارة على المقياس 1-10، ثم نقيس البعد D عن البدء، ونقسمها على طول المقياس.

الشكل [2-6] أمثلة عن مقاييس وصفية

مثال (2-2) تطبيق طريقة مصفوفة التفضيلات.

اقترح قسم البحث والتطوير في الشركة ثلاثة نماذج لتصميم طاولة صالون M1, M2, M3، وقدم تقديراته لتقييم النماذج الثلاثة وفق ما هو مبين في الجدول الآتي [2-2]، فكان المجموع المثقل لنقاط النموذج M3 هو الأكبر، وبالتالي يقترح اعتماده.

الجدول [2-1] مثال مصفوفة التفضيلات

المعيار	وزنه	نموذج M1	نموذج M2	نموذج M3
جودة التصميم	%15	5	4	9
قابلية التصنيع	%10	7	8	9
العائد المالي	%30	5	9	3
القدرة التنافسية	%25	8	5	9
المتانة والاستقرار	%15	6	3	8
مواصفات أخرى	%5	9	1	3
مجموع النقاط	%100	6.3	5.85	6.75
المجموع من 100		70	65	75

نلاحظ في المثال السابق، أن النموذج الثالث M3 يتمتع بمواصفات فنية عالية لكن عائده المالي أقل، ويعتبر ذلك من أهم نقاط الضعف في هذه الطريقة، إذ أن خسارة نقاط على أحد المعايير يمكن تعويضه من نقاط المعايير الأخرى، ولذلك أشرنا في البداية إلى ضرورة البحث عن طرق أكثر فاعليةً في قرار انتقاء البديل الأفضل.

المراجع المستخدمة في الفصل

محسن، عبدالكريم، النجار، صباح مجيد. (2009). إدارة الإنتاج والعمليات. مكتبة الذاكرة، بغداد، العراق.

كولو، أديب. (1998). بحوث العمليات: التقنيات الكمية في الإدارة. مطبعة طربين، دمشق.

Goldstein, S.M. & Johnston, R & Duffy, J & Rao, J (2002) The Service Concept: The Missing Link in Service Design Research? Journal of Operations Management 20 (2002) 121–134>

Heizer, J & Render, B (2008). Principles of Operations Management, 7e eds. Pearson, Prentice Hall, U–K.

Hillier, F.S & Lieberman, G.j (2001) Introduction to Operations Research. McGraw–Hill, New York

Roy B. (1996) Multicriteria Methodology for Decision Aiding Kluwer Academic Publishers The Netherlands.

Wisniewski, M (2009) Quantitative Methods for Decision Makers 5th Eds Pearson Prentice Hall U–K.

اختبارات وأسئلة الفصل الثاني

1) أسئلة صح / خطأ True/False

السؤال	صح	خطأ
1. يُعتبر تصميم وتطوير المنتجات من القرارات الروتينية ذات الأهمية الضعيفة في المنظمة		✓
2. يعتمد استمرارية المنظمة ونجاحها على تقديم منتجات جديدة منافسة	✓	
3. يقتصر تخطيط المنتجات على المنتجات الملموسة ولا يشمل الخدمات		✓
4. تُعتبر عملية تصميم المنتجات الجديدة من مسؤولية إدارة العمليات حصراً		✓
5. تؤدي التغيرات في احتياجات الزبائن أو ظهور حاجات جديدة إلى تطوير منتجات جديدة	✓	
6. ليس للتغيرات السياسية والاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية علاقة بتطوير منتجات جديدة		✓
7. يجب أن يستخدم تصميم المنتجات الجديدة أحدث تكنولوجيا الإنتاج وإلا لا معنى للتصميم		✓
8. يجب أن يعتمد تصميم المنتجات الجديدة التبسيط والتنميط والجودة	✓	
9. من أهم مبادئ تصميم المنتجات الجديدة التقليل قدر الإمكان من عدد الأجزاء والمكونات	✓	
10. من أهم مبادئ تصميم المنتجات الجديدة تبسيط عمليات التجميع والإنتاج قدر الإمكان	✓	
11. من أهم مبادئ تصميم المنتجات الجديدة أن تكون تكاليف الإنتاج بالحد الأدنى	✓	
12. من أهم استراتيجيات تطوير المنتجات الجديدة استراتيجية قيادة السوق	✓	
13. من أهم استراتيجيات تطوير المنتجات الجديدة استراتيجية قيادة التكنولوجيا	✓	
14. يجب على المنظمة البحث عن الموازنة بين التخصص في المنتج وتنويعه	✓	
15. يلاحظ أن الاتجاه العام في الأسواق وللمنظمات هو نحو تنويع المنتجات بشكل كبير		✓

16. لا علاقة على الإطلاق بين دورة حياة المنتج وعمليات تطويره		✓
17. تعمل إدارة العمليات والإنتاج بمنطق ورشات الإنتاج وبمرونة خلال مرحلة تقديم المنتج	✓	
18. تعمل إدارة العمليات على التنبؤ بالطلب والطاقات الإنتاجية خلال مرحلة نضج المنتج	✓	
19. يتوقف الإنتاج كلياً خلال مرحلة انحدار المنتج		✓
20. لا ضرورة لإجراء دراسة جدوى خلال عملية التخطيط للمنتج الجديد طالما أن الفكرة مقبولة	✓	
21. تشمل عمليات التصميم النهائي وثائق ومكونات المنتج وتوصيف عمليات الإنتاج	✓	
22. يتطلب تصميم الخدمات مشاركة الزبون في عملية التصميم	✓	
23. على إدارة المنظمة قبول أول تصميم للمنتج يقدمه قسم البحث والتطوير		✓

2) أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices

1. تعتبر عملية تصميم وتطوير المنتجات بالدرجة الأولى مسؤولية:

أ) الإدارة المالية ب) الإدارة التجارية

ج) إدارة العمليات د) جميع الأجوبة خاطئة

2. من أهم الأسباب التي تدفع المنظمة إلى تصميم منتجات وخدمات جديدة:

أ) تغير في احتياجات الزبائن ب) استبدال المنتجات القائمة

ج) إبداعات أو اختراعات جديدة د) جميع الأجوبة صحيحة

3. يجب على قسم البحث والتطوير أثناء تصميم منتج جديد ولتحقيق أغراضه:

أ) استخدام أحدث تكنولوجيا الإنتاج ب) استخدام تكنولوجيا مناسبة

ج) استخدام أرخص أنواع التكنولوجيا د) جميع الأجوبة خاطئة

4. يجب أن تركز عملية تصميم وتطوير المنتجات فنياً بالدرجة الأولى على:

أ) التكلفة الثابتة والهامشية ب) التبسيط والتنميط والجودة

ج) رضا إدارة الشركة د) جميع الأجوبة خاطئة

5. من أهم مبادئ عملية تصميم وتطوير المنتجات ما يلي:

أ) التقليل قدر الإمكان من عدد المكونات ب) استخدام مكونات نمطية

ج) تكاليف الإنتاج بالحد الأدنى د) جميع الأجوبة صحيحة

6. من أهم عوامل تقييم فاعلية تصميم وتطوير المنتجات ما يلي:

أ) قابلية الصيانة بسرعة وبسهولة ب) الاستمرارية في أداء وظائفه

ج) تحقيق معايير الجودة د) جميع الأجوبة صحيحة

7. من أهم استراتيجيات تطوير المنتجات ما يلي:

أ) قيادة التكنولوجيا أو السوق أو استراتيجية وسيطة بينهما ب) قيادة التكاليف

ج) قيادة الموارد البشرية والتكاليف الثابتة د) جميع الأجوبة خاطئة

8. على المنظمة أثناء تصميم وتطوير المنتجات الموازنة بين استراتيجيتي:

أ) التكاليف الثابتة والمتغيرة ب) التنويع والتخصص

ج) التكنولوجيا الحديثة والقديمة د) جميع الأجوبة خاطئة

9. أهم الدراسات التفصيلية التي يجب أن تتضمنها دراسة الجدوى للمنتجات الجديدة ما يلي:

أ) التسويقية والمالية والفنية ب) السياسية والاجتماعية والديموغرافية

ج) البيئية والصحية والخدمية د) جميع الأجوبة خاطئة

10. من أهم القضايا الفنية التي يجب الاهتمام بها أثناء تصميم وتطوير المنتجات ما يلي:

أ) أن يتمتع التصميم بالاستقرار والمتانة ب) التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسوب

ج) أن يرفق بتحليل القيمة لمكوناته د) جميع الأجوبة صحيحة

11. يجب الإجابة على السؤالين الأكثر أهميةً أثناء تصميم الخدمات وهما:

أ) ما هي مواصفات الخدمة؟ وتكاليفها؟ ب) ما يجب فعله للعميل؟ وكيف يتم إنجازه؟

ج) ما هو تكنولوجيا تصنيع الخدمة؟ ومكوناتها د) جميع الأجوبة خاطئة

12. من أهم القضايا الواجب أخذها بالاعتبار أثناء تصميم الخدمات والأكثر صعوبةً ما يلي:

أ) مشاركة الموردون في حساب التكاليف ب) زمن تصميم الخدمة

ج) مشاركة الزبون في التصميم د) جميع الأجوبة خاطئة

13. تساعد طريقة نقطة التعادل في المفاضلة بين بدائل تصميم المنتج في تحديد:

أ) كميات الإنتاج اللازمة لتغطية التكاليف الكلية　　ب) تكاليف كل كتلة من المنتجات

ج) مكونات المنتج وأزمنة تنفيذها　　د) جميع الأجوبة خاطئة

14. تعتمد طريقة مصفوفة التفضيلات للمفاضلة بين بدائل تصميم المنتج على:

أ) تقييم موضوعي غير قابل للدحض　　ب) تقييم الزبون لمكونات المنتج

ج) التقديرات الشخصية لخبراء التصميم والتسويق　　د) جميع الأجوبة خاطئة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

السؤال (1) تخطيط المنتجات الجديدة.

1. ما هي الأسباب التي تدفع المنظمات لتصميم وتطوير منتجات وخدمات جديدة؟
2. ما هي أهم الاعتبارات الواجب أخذها بالاعتبار أثناء تصميم المنتج؟
3. ما هي أهم عوامل تقييم فاعلية تصميم المنتج؟
4. اذكر بإيجاز أهم الاستراتيجيات المستخدمة في تطوير المنتجات.

{مدة الإجابة: 35 دقيقة. الدرجات من 100: 40.　　(توجيه للإجابة: الفقرة 1-)}

السؤال (2) دورة حياة المنتج وإدارة العمليات.

1. اشرح بإيجاز أهم الإجراءات الواجب أن تقوم بها إدارة العمليات في المنظمة خلال كل مرحلة من مراحل دورة حياة المنتج.

{مدة الإجابة: 25 دقيقة. الدرجات من 100: 20.　　(توجيه للإجابة: الفقرة 2-)}

السؤال (3) مراحل تطوير المنتج.

1. **اشرح** بإيجاز أهم مراحل تطوير المنتج.

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20.　　(توجيه للإجابة: الفقرة 3-)}

السؤال (4) خصوصية تصميم الخدمات.

1. اشرح بإيجاز كيف تؤدي خصوصية الخدمات إلى تعديل في إجرائية تخطيط تطوير وتصميم الخدمات.

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 15.　　(توجيه للإجابة: الفقرة 5-)}

السؤال (5) دورة حياة المنتج وإدارة العمليات.

1. اختر إحدى طريقتي المفاضلة بين بدائل التصاميم: طريقة نقطة التعادل، أو طريقة مصفوفة التفضيلات، واشرح بإيجاز كيفية عملها مع أمثلة توضيحية عند الحاجة.

{مدة الإجابة: 25 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 6–)}

تصميم الإجرائيات والترتيب الداخلي

1. مفهوم تصميم إجرائية الإنتاج

تختلف نظم الإنتاج من منتج لآخر أو من خدمة لأخرى، بحسب طبيعة المنتجات من حيث الشكل والحجم والتصميم والاستخدام، مما يؤدي بطبيعة الحال إلى إجرائيات وعمليات وتكنولوجيا الإنتاج مختلفة.

يُقصد بإجرائية الإنتاج Production Process[1] الوسائل والأساليب التنظيمية والتكنولوجية التي يتم عبرها الحصول على المنتج، ولذلك تُصنف من القرارات الاستراتيجية على مستوى المنظمة لاختيار أفضل تصميم ممكن لتصنيع المنتج أو الخدمة، فالعملية أو المهمة *Task* هي مزيج من عناصر متنوعة أهمها المكان والعاملين والموارد وطرائق العمل والأدوات والتكنولوجيا والبيئة المحيطة، بحيث تعمل جميعها بشكل منسق لتحويل المدخلات إلى مخرجات، بحسب هذا التعريف، فإن العملية لا تقتصر على تغيير الشكل المادي للمدخلات، بل يمتد إلى جميع عناصر العملية المذكورة كتغيير المكان، أو تغيير التكنولوجيا، أو تغيير العاملين أو غيرها.

تمر تخطيط وتصميم الإجرائية بالمراحل الآتية:

1. تحليل وتوصيف المنتج وتمييز جميع مكوناته التنظيمية والفنية وحاجته من الموارد.
2. توصيف وتخطيط عملية إنتاج المنتج ومراحلها وتداخلاتها وذلك لمعالجة مكونات المنتج.
3. اختيار نوع التكنولوجيا والوسائل لمعالجة كل عملية من عمليات الإنتاج.
4. تصميم طرق وتنظيم العمل لكل مرحلة من مراحل عملية الإنتاج.

يؤثر اختيار نظم الإنتاج وإجرائياته على المدى البعيد وقد يتطلب استثمارات كما يؤثر على حجم الطاقات الإنتاجية أو على القدرة على تلبية احتياجات أسواق الزبائن، لذلك يجب أن يؤطر ضمن استراتيجية إجمالية ومتكاملة على مستوى المنظمة، وهناك العديد من العوامل والمبررات التي تستدعي تصميم أو إعادة تصميم الإجرائيات، من أهمها:

1. تقديم منتج أو خدمة جديدة
2. تطور جوهري في تكنولوجيا الإنتاج
3. تحسين مستوى الجودة وأداء منظومة الإنتاج ككل
4. تغير مستويات الطلب سواء بالزيادة أو النقصان
5. تحسين الوضع التنافسي للمنظمة
6. تحسين إدارة تكاليف عملية الإنتاج وتخفيض الهدر والتلف.

[1] نجد في بعض الأدبيات باللغة العربية ترجمة مصطلح *Process* "عملية" وكون مصطلح العملية مستخدم بكثرة في اللغة العربية للإشارة إلى مفاهيم متنوعة، فقد رأينا أن مصطلح إجرائية هو الأنسب في إطار المقرر الحالي.

2. استراتيجيات الإنتاج

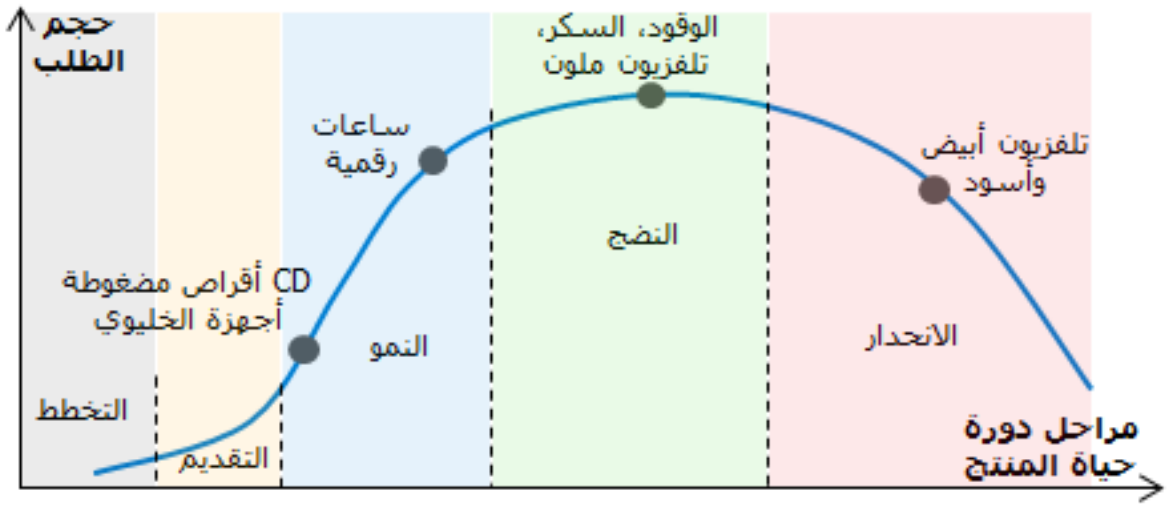
يمكن تصنيف استراتيجيات الإنتاج في ثلاث فئات حسب طبيعة المنتج، التصنيع للمنتجات الملموسة، وتقديم الخدمة للخدمات:

أ- استراتيجية الإنتاج حسب الطلب Demand Oriented: في بعض الحالات، قد يكون المنتج موجه لحاجة أو زبون محدد، مثل إنتاج السفن أو التجمعات العمرانية، وبالتالي تصمم عملية الإنتاج لهذه الحاجة إذ أنه لا يمكن تخزينها وتكون لمرة واحدة فقط، وتحتل عوامل تلبية المواصفات ومواعيد التسليم الأولوية حتى قبل الأسعار والتكاليف.

ب- استراتيجية موجهة للتخزين Stock Oriented: غالباً ما تعتمد هذه الاستراتيجية لمنتجات نمطية ويمكن تخزينها، مثل الوقود أو المواد الاستهلاكية السكر أو الرز، وتحتل عوامل توفير المنتج في الوقت المناسب وتكاليفه الأولوية على عوامل الإنتاج الأخرى.

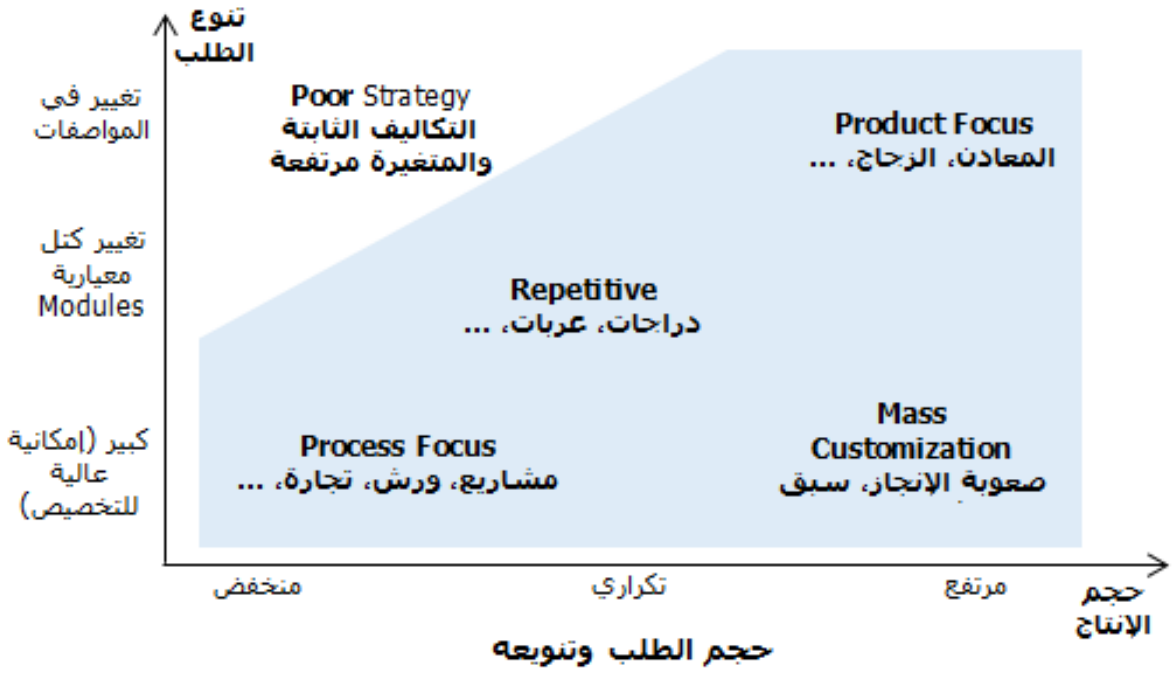
ت- استراتيجية موجهة تجميع Assembly Oriented: في بعض الحالات، تشترك المنتجات بمكونات أساسية ثم يتم تنويعها حسب احتياجات السوق، مثل تصنيع السيارات، إذ أن نماذج السيارات تشترك مثلاً في العجلات أو الهيكل أو المحرك أو بعض النظم الإلكترونية، ثم يتم تصنيع عدة نماذج من السيارة بخيارات مختلفة؛ تعتمد الشركات في هذه الحالة على نظم إنتاج مرنة وبتكاليف منخفضة، حيث يكون لديها خطوط إنتاج خاصة بالمكونات المشتركة (أو تتعاقد عليها مع شركات أخرى) تنتجها بكميات كبيرة، ثم يتم تجميعها في خطوط خاصة بالتجميع Assembling بعد إضافة المكونات الأخرى، ومن الأمثلة النموذجية لهذا النمط من نظم الإنتاج تصنيع الحواسيب.

نادراً ما تتبع المنظمات نمط واحد من استراتيجيات الإنتاج خلال مراحل حياة المنتج، إن تختلف هذه الاستراتيجيات حسب طبيعة المنتج وحسب مراحل دورة حياته كما يبين الشكل [3-1].



دورة حياة المنتج والطلب

يعتمد اختيار الإجرائية على عدد كبير من العوامل يأتي في مقدمتها حجم الإنتاج ومستوى تنويعه كما يبين الشكل [3-2].



الشكل [3-2] حجم الطلب وتنويعه

هناك أربع استراتيجيات أساسية في هذا المجال كما يوضح الشكل [3-3]، نوجزها كما يلي:

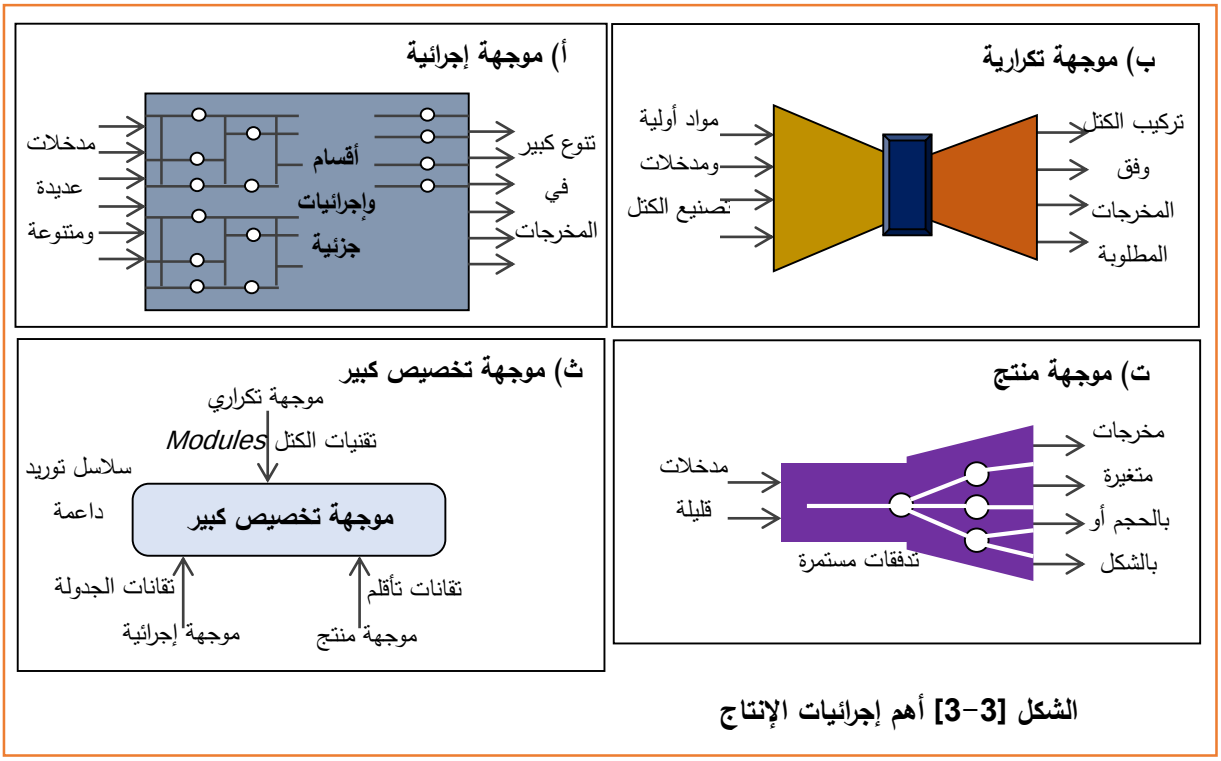
أ- موجهة إجرائية Process Focus: تكون البنى التحتية والتجهيزات منظمة حول نشاطات أو مهام أو عمليات محددة، كما تكون التجهيزات ذات أغراض عامة ومتنوعة وكذلك الأمر بالنسبة لمهارات العاملين بحيث يمكنهم التنقل من عمل لآخر، ودرجة عالية من مرونة الإنتاج، وعادةً ما تكون تكاليف الاستثمار مرتفعة في حين تكون تكاليف التشغيل منخفضة، تعاني من صعوبات جوهرية في التخطيط وجدولة الأعمال قصيرة الأمد بسبب التنوع الكبير لمخططات تدفق المنتج.

ب- موجهة تكرارية Repetitive Focus: غالباً ما تصمم المنشآت على شكل خطوط تجميع لكتل Modules من المنتج، ويمكن أن يتم تركيب هذه الكتل لأغراض ومنتجات متنوعة، لكن مرونتها تبقى ضعيفة تجاه التغيرات.

ت- موجهة منتج Product Focus: عندما يكون حجم الإنتاج كبير والتنوع فيه ضعيف، فالأنسب تنظيم الإجرائية على أساس المنتجات، ويعمل هذا التنظيم لفترة طويلة على شكل إنتاج مستمر وهو الشكل التقليدي لخطوط الإنتاج، وغالباً ما تكون التكاليف الثابتة مرتفعة والتكاليف المتغيرة ضعيفة، ويكون

التوجه لتخصيص مهارات العاملين.

ث- موجهة للتخصيص الكبير Mass Customization: وهي مزيج من الاستراتيجيات السابقة مع سلاسل توريد داعمة، وتؤدي إلى سرعة تلبية احتياجات الزبون وبتكاليف منخفضة.



الشكل [3-3] أهم إجرائيات الإنتاج

مقارنة بين هذه الاستراتيجيات:

الجدول [3-1] مقارنة بين إجرائيات الإنتاج

	موجهة إجرائية	موجهة تكراري	موجهة منتج	تخصيص كبير
حجم الإنتاج	منخفض	كتل Modules	مرتفع	مرتفع
تنوع الإنتاج	مرتفع		منخفض	مرتفع
تعليمات العمل	حسب تغير المهام	منخفضة	منخفضة	مرتفعة
المخزون	مرتفع للمواد الأولية	JIT، إجرائيات شراء	منخفض	ضعيف
التنبؤ بالطلب	تصنيع حسب الطلب	حسب التقديرات	تنبؤ وتخزين	طلب مخصص
جدولة المهام	معقدة	نماذج محددة مسبقاً	بسيطة	معقدة جداً
التكاليف الثابتة	ضعيفة	حسب مرونة المنشأة	عالية	عالية
التكاليف المتغيرة	عالية	حسب مرونة المنشأة	ضعيفة	ضعيفة

من المفيد إعارة مزيد من الانتباه إلى تصميم إجرائية الخدمات نظراً للخصائص المميزة التي تتمتع بها كما رأينا في الفصل الأول في الفقرة (1-4)، مما يستدعي تصميم إجرائيات تأخذ بالاعتبار هذه الخصائص، ويعتمد بشكل رئيسي على درجة التخصيص التي ستقدمها المنظمة للزبون وعلى كثافة العمالة المستخدمة، ويبين الجدول [3-2] أهم الاستراتيجيات التي يمكن اعتمادها لتصميم إجرائيات الخدمة مع بعض الأمثلة والتقنيات المستخدمة.

الجدول [3-2] استراتيجيات تصميم إجرائيات الخدمة		
استراتيجية الإجرائية	**التقنيات الممكن استخدامها**	**أمثلة**
الفصل Separation	خدمة مهيكلة حيث يذهب الزبون إلى مكان تقديم الخدمة	فتح حساب مصرفي، اتباع دورة تدريبية
خدمة ذاتية Self-Service	يمكن لزبون فحص ومقارنة وتقييم عدة خدمات	شراء عبر الإنترنت، سوبر ماركت
تقديم لاحق Postponement	تخصيص عند تسليم الخدمة	تغيير بعض مواصفات سيارة
التركيز Focus	تقييد العروض	لائحة الطعام
كتلية Modules	اختيار كتل الخدمة	خدمات الاستثمار، التأمين
الأتمتة Automation	خدمات منفصلة ومؤتمتة	الصراف الآلي ATM
الجدولة Scheduling	جدولة مواعيد شخصية	بطاقة طائرة بمقاطع متعددة
التدريب Training	شرح خيارات الخدمة، تجنب المشكلات	استشارة مالية، صيانة، تنظيم جنازة

ينتج عن عملية التصميم مجموعة من الوثائق والمخططات، من أهمها:

أ- مخطط التدفق Flow Diagrams: يبين مسار حركة المواد والأجزاء المختلفة في المصنع، وتشمل مخططات التجميع والمعلومات الضرورية عن المواد وكيفية تجميعها.

ب- المخطط الزمني Time-Function Mapping: مخطط الإنجاز حسب المراحل الزمنية.

ت- مخطط القيمة Value-Stream Mapping: يبين المخطط الزمني مع القيمة المضافة لكل مهمة.

ث- لوحات الإجرائية Process Charts: يظهر رموز نشاط المنتجات ومكوناته، وتستخدم رموز معيارية للحالات الأكثر شيوعاً مثل حالة الانتظار أو النقل أو التخزين أو الفحص.

ج- مخطط إجرائية خدمات Service Blueprinting: يبين كيفية استخدام المنتج من قبل الزبون والعلاقة معه.

3. تكنولوجيا الإنتاج Production Technology

تطورت هذه التكنولوجيا بشكل كبير جداً فبعد أن بقيت لفترة طويلة تعتمد على الورش الصغيرة والتصنيع اليدوي انتقلت إلى التصنيع الميكانيكي وأخيراً إلى الأتمتة عالية المستوى، ويُعتبر قرار اختيار تكنولوجيا الإنتاج من القرارات المعقدة في إدارة العمليات، إذ أنه يعطي للمنظمة إمكانية تحقيق سبقاً تنافسياً يأخذ بالاعتبار مرونة واستقرار الإجرائية، ويسمح بتوسيع طيف الإجرائيات وتنويع المنتجات والخدمات.

أهم التقنيات المستخدمة في نظم الإنتاج:

1. تكنولوجيا الآلات أو التجهيزات Machine Technology: تتميز بدقة وبإنتاجية وبمرونة عالية، لكن الطاقات الإنتاجية محكومة بخصائص الآلة وطاقتها، مثال آلة تصنيع البوظة.
2. نظم التمييز المؤتمتة Automatic Identification Systems: تمييز بقدرتها العالية على تجميع البيانات وتقليل الأخطاء، وبسرعة مرتفعة، وتحسين طيف أتمتة الإجرائية. مثال، بطاقات الوقود، الباركود
3. ضبط الإجرائية Process Control: تضمن استقرار الإجرائية وتحسين دقتها، تأمين المعلومات بالزمن الحقيقي
4. النظم البصرية Vision Systems: تتمتع بأداء عالي جداً خصوصاً في مهام التفتيش والمراقبة، وفترة حياتها طويلة، تكاليف متواضعة. مثال، أنظمة كاميرات الحماية
5. الروبوت Robots: تقوم بإنجاز مهام متكررة وأحياناً خطرة، لكنها تتطلب انسجام وسيطرة عالية المستوى، مثال، أجهزة كشف الأنفاق.
6. نظم التخزين والبحث المؤتمتة Automated Storage & Retrieval Systems: مفيدة بشكل خاص لتثبيت وإزالة قطع بشكل متكرر، تخفض أخطاء العمل؛ مثال، مخازن الإسطوانات أو الكتب.
7. العربات الموجهة إلكترونياً Automated Guided Vehicle: تستخدم لنقل المواد أو الأفراد وذات توجيه ذاتي ومبرمج؛ مثال، أجهزة كشف الألغام.
8. نظم التصنيع المرنة Flexible Manufacturing Systems: يتم وصل الآلات بنظام مؤتمت يراقب ويوجه حركتها، يساهم في تخفيض الهدر، وتخفيض أزمنة التبديلات ورفع مستوى الكفاءة، لكنه يتطلب تواصل دائم وبشكل محكم. ويدخل ضمنها نظم التصنيع المتكاملة بمساعدة الحاسوب CIM Computer Integrated Manufacturing والتي فتحت الأبواب لنظم التحكم الكامل بالمصانع عبر الحواسيب والبرمجيات المعلوماتية والنظم الذكية.

استفاد قطاع الخدمات بشكل واسع من تطور النظم الذكية كما يبين الجدول [3-3]، وذلك على مستوى جميع أنواع الخدمات.

الجدول [3-3] تكنولوجيا الخدمات	
صناعة الخدمة	**أمثلة عن تكنولوجيا الخدمات**
الخدمات المالية	بطاقات الإئتمان، البورصة
التعليم والتدريب	لوح إلكتروني، كتب إلكترونية
خدمات عامة	نظم مراقبة الفيضانات
المطاعم	أتمتة طلبات الوجبات إلى المطبخ مباشرةً
الاتصالات	النشر الإلكتروني، التلفزيون التفاعلي
الفندقة	مفتاح إلكتروني، حجز ودفع إلكتروني
تجارة التجزئة	تجارة إلكترونية، طرفيات نقاط البيع POS
خدمات النقل	نظم التتبع الجغرافي GPS
خدمات الصحة	نظم الفحص أو الجراحة عن بعد

في العديد من الحالات، يجب تقييم أداء الإجرائية وعدم استبعاد إمكانية إعادة تصميم الإجرائية بما يسمح بتحسين جذري في أدائها، ويشمل إعادة تقييم أهداف والغرض من الإجرائية مع التركيز على النشاطات العابرة للوظائف، كما يجب الأخذ بالاعتبار تخفيض الآثار السلبية على البيئة وإعادة تدوير المخلفات وتخفيض الهدر والاقتصاد في استهلاك الطاقة.

4. الترتيب الداخلي Layout

يُقصد بالترتيب أو التنظيم الداخلي عملية توزيع وتنظيم الأقسام وورش العمل والمخازن والمكاتب الإدارية والخدمات المرافقة لمنظومة الإنتاج، وذلك بأقل التكاليف الممكنة وبأعلى كفاءة وفاعلية وبما يؤدي إلى مزايا تنافسية للمنظمة ككل، ولتحقيق ذلك على مدير العمليات الإجابة على عدد من الأسئلة:

- ✓ ما هي الأقسام والفعاليات التي يشملها الترتيب الداخلي؟
- ✓ ما هي المساحات اللازمة لكل منها؟
- ✓ ما هو الشكل أو التوزيع لكل قسم؟
- ✓ ما هي المواقع الأنسب لكل قسم؟

يساعد الترتيب الداخلي في تحسين كفاءة عمليات المنظمة على المدى الطويل وفي تحقيق ميزات تنافسية للمنظمة سواء، لذلك يجب إنجاز الترتيب بحيث يحقق ما يلي:

- ✓ الاستخدام الأفضل للمساحات، والتجهيزات، والعاملين، ومتطلبات المناولة وتسليم المواد.
- ✓ تحسين الشروط المادية والمعنوية للعاملين، وتحسين البيئة والنواحي الجمالية.
- ✓ تحسين التفاعل والعلاقة مع الزبون.
- ✓ تأمين مرونة أكبر وتخفيض تكاليف حركة العاملين والمعلومات.

هناك أنواع عديدة من الترتيب الداخلي تتعلق بطبيعة النشاطات وتصميم إجرائيات الإنتاج ، ويمكن تمييز خمسة أنواع رئيسية حيث يمكن اختيار أحدها أو مزيجاً منها.

1. ترتيب موجه إجرائية Process Oriented Layout.
2. ترتيب موجه منتج Product Oriented Layout.
3. ترتيب المواقع الثابتة Fixed Position Layout.
4. ترتيب هجين Hybrid Layout.
5. الترتيب المخصص Specialized Layout.

نادراً ما تعتمد المنظمة نمطاً وحيداً من الترتيب، بل تختار مزيجاً من الأنواع السابقة بحيث يكون الهدف دوماً أقل تكلفة وأكثر كفاءةً وفاعليةً.

مثال (2–1) أمثلة عن أنواع الترتيب الداخلي.

نوع الترتيب	أمثلة
ترتيب المكاتب	مكاتب الإدارة، المشرفون، الخدمات
ترتيب مبيعات التجزئة	ترتيب المواد على الرفوف وفي مسارات السوبر ماركت
ترتيب المخازن	وضع المواد في المستودعات، مخزن سيارات على شكل ناطحة سحاب
ترتيب المواقع الثابتة	موقع بناء سفينة، غرف العمليات الجراحية في المشفى
ترتيب موجه إجرائية	ورش عمل متسلسلة أو متوازية، المطابخ
ترتيب خلايا العمل	خدمات النافذة الواحدة
ترتيب موجه منتج	خطوط تجميع تلفزيونات، مصانع السكر

5. ترتيب موجه إجرائية Process Oriented Layout

يستخدم مع الإنتاج ذو الحجم الصغير والتنوع الكبير، حيث يتم تنظيم الموارد حول عمليات الإنتاج، وتعتمد مبدأ التخصيص مثلاً ورشة الدهان، ورشة القص، ورشة التجميع، ...الخ.

الحسنات	المساوئ
مرونة عالية لإنتاج منتجات متنوعة استمرار الإنتاج في باقي الورش في حال تعطل أحدها إمكانية التحكم بعمليات الإنتاج دون تغيير المكان إمكانية إنتاج كميات صغيرة إمكانية تلبية احتياجات الزبون تخصص العاملين يؤدي إلى تحسين أدائهم	صعوبة إنتاج كمي كبير بل دفعات صغيرة صعوبة التحكم وضبط التكنولوجيا زيادة في عمليات المناولة والنقل والتخزين الحاجة لعمل متخصصين صعوبة الجدولة صعوبة الإشراف التخصصي

نموذج لترتيب موجه إجرائية

6. ترتيب موجه منتج Product Oriented Layout

يتم البحث عن أفضل استخدام لثنائية عامل_آلة وتستخدم للإنتاج المتكرر أو المستمر على شكل خطوط تصنيع أو تجميع، وتُستخدم في الإنتاج كبير الحجم وذو التنوع القليل مثل إنتاج السكر، الخبز، ...الخ. حيث يتم تنظيم العمليات حول منتج محدد أو عائلة من المنتجات المتجانسة، كما يجب أن يكون الطلب مستقر نسبياً لتبرير الاستثمارات الكبيرة.

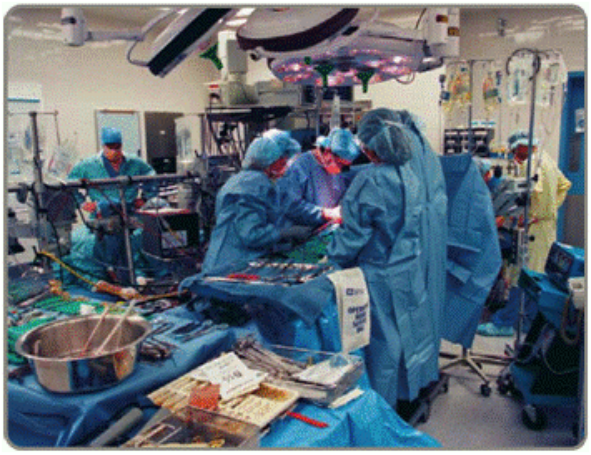
الحسنات	المساوئ
إمكانية إنتاج بحجوم كبيرة	صعوبة التكيف مع التغيرات التكنولوجية
استغلال جيد لأدوات الإنتاج وسهولة المناولة	توقف إحدى محطات العمل يؤدي إلى توقف كامل خط الإنتاج
انخفاض حجم المخزون	يتطلب استثمارات كبيرة
سهولة الجدولة والإشراف على خطوط الإنتاج	عمل نمطي لا يؤدي إلى تطوير مهارات العاملين
إمكانية تخفيض في زمن وتكلفة الإنتاج	

نموذج ترتيب موجه منتج

7. ترتيب المواقع الثابتة Fixed Position Layout

يركز على متطلبات النشاطات أو المشاريع الكبيرة مثل بناء السفن أو الأبنية، حيث يصعب نقل آلات الإنتاج بل العكس ينقل العاملون والمواد إلى موقع الإنتاج، كذلك لبعض النشاطات التي تتطلب مواصفات خاصة كغرف العمليات الجراحية في المشافي، وفي بعض الأحيان يتم إنتاج بعض أجزاء المنتج في مصانع أخرى ونقلها إلى مكان المنتج الرئيسي لتجميع المنتج النهائي مثل الأبنية مسبقة الصنع.

من أهم مساوئ هذا النمط من الترتيب: صعوبات وتكاليف نقل موارد وأدوات الإنتاج إلى موقع المشروع، وصعوبة تكييف مساحات الموقع، مشكلة التأخير في أحد المكونات يؤخر كامل المشروع، التأثر بالظروف البيئية في موقع المشروع.



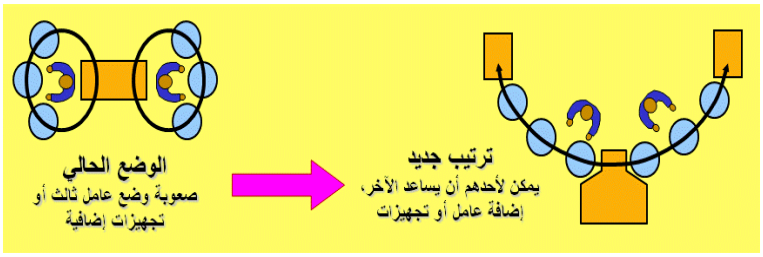
نموذج ترتيب من نمط الموقع الثابت

8. ترتيب هجين Hyprid Layout

ترتيب وسيط بين الترتيب الموجه إجرائية والترتيب الموجه منتج، ويأخذ اشكالاً عديد من أهمها خلايا العمل Work Cell Layout، حيث يتم ترتيب الآلات والتجهيزات وحتى توزيع العاملين مع التركيز على منتج واحد أو مجموعة متجانسة من المنتجات أو التكنولوجيا، وفي هذه الحالة يجب أن يُبَرِّر حجم الإنتاج عدد الخلايا ووجودها، وقد تكون الخلية من عامل واحدة وعدم عمليات يقوم بها، أو عدة عاملين وعدة عمليات يتشاركون إنجازها.

من أهم مزايا هذا النمط من الترتيب: تخفيض تكاليف التخزين والمناولة ووقت التهيئة والإعداد، وإمكانية تقليص دورة الإنتاج مع تزايد خبرات العاملين، وإمكانية أتمتة موضعية لبعض النشاطات.

في حين تتمثل أهم مساوئ هذا النمط من الترتيب بتحديد العدد المناسب من الخلايا سواء لناحية عمال الخلية أو تجهيزات كل خلية، وكذلك غياب بعض العاملين أو تفاوت الخبرات والمهارات يؤدي إلى إبطاء الإنتاج، صعوبة الجدولة وصعوبة الإشراف على كامل نشاطات الخلية.



نموذج ترتيب على شكل خلايا عمل

9. الترتيب المخصص Specialized Layout

ويُقصد به الترتيب حسب أهداف خاصة ومحددة، ويشمل أنواع عديدة منها ترتيب المكاتب، ومبيعات التجزئة، المستودعات وغيرها.

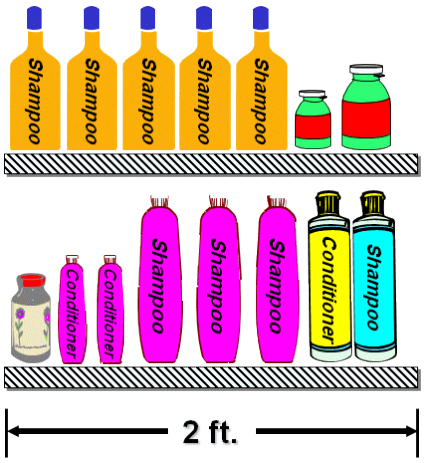
1.9. ترتيب المكاتب Office Layout

ترتيب مكاتب العاملين وتجهيزات عملهم والمساحات، بحيث يؤدي إلى تسهيل تحركاتهم والتواصل ونقل المعلومات بشكل أفضل، وبشروط صحية مناسبة، ويعتمد قرب وبعد المكاتب بعضها عن البعض الآخر على أساس حجم العلاقات الوظيفية والتواصل المطلوب فيما بينها.

نموذج لترتيب المكاتب

2.9. ترتيب مراكز بيع التجزئة Retail Layout

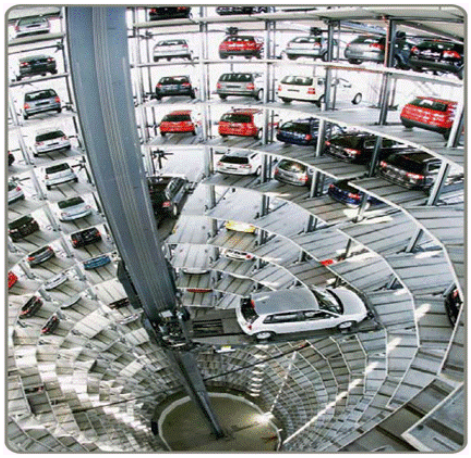
يهتم بتنظيم توزيع المواد في المركز التجاري عبر الاستخدام الأمثل للمساحات، وكيفية تخصيص مساحات الرفوف بما ينسجم مع سلوك الزبون، وضع المواد الأكثر رواجاً في المسارات المتوقعة لحركة الزبون، استخدام المواقع المميزة للمواد الأكثر رواجاً، توزيع المواد على جوانب الرفوف، تأمين حركات عربات التزويد بحيث لا تؤثر على حركة الزبون.



مثال عن نموذج لترتيب مواد مركز تجاري

3.9. المستودعات Warehouse Layout

يهتم بتنظيم المواد في المستودعات أي الاستخدام الأمثل للمساحات وسهولة المناولة وتكاليف التخزين، منها مثلاً نماذج الأرصفة المتحركة أو نظم تخزين وبحث إلكرتونية، وعادةً ما يتم استعمال نماذج إدارة المخزون لحساب تكاليف التخزين وحجم المخزون.



مثال عن ترتيب لمستودع سيارات على شكل بناء عمودي

المراجع المستخدمة في الفصل

محسن، عبدالكريم، النجار، صباح مجيد. (2009). إدارة الإنتاج والعمليات. مكتبة الذاكرة، بغداد، العراق.

Heizer J & Render B (2008) Principles of Operations Management 7e eds Pearson Prentice Hall U-K.

Wisniewski M (2009) Quantitative Methods for Decision Makers. 5th Eds Pearson Prentice Hall U-K.

اختبارات وأسئلة الفصل الثالث

1) أسئلة صح / خطأ True/False

السؤال	صح	خطأ
1. يُقصد بإجرائية الإنتاج Production Process الوسائل والأساليب التنظيمية والتكنولوجية التي يتم عبرها الحصول على المنتج	✓	
2. تقتصر العملية أو المهمة Task على تغيير الشكل المادي للمدخلات		✓
3. لا يجب أبداً إعادة تصميم إجرائية الإنتاج		✓
4. يُقصد باستراتيجية الإنتاج حسب الطلب، إنتاج منتج لحاجة محددة لدى زبون محدد	✓	
5. يتطلب إنتاج المواد الأساسية مثل السكر أو الوقود اعتماد استراتيجية إنتاج موجهة للتخزين	✓	
6. يتطلب تصنيع الحواسيب اعتماد استراتيجية إنتاج موجهة للتجميع	✓	
7. يجب على المصنع تحديد استراتيجية إنتاج واحدة فقط وعدم تغييرها		✓
8. لا تختلف استراتيجيات الإنتاج حسب مراحل دورة حياة المنتج		✓
9. يتعلق اختيار إجرائية الإنتاج بعوامل عديدة أهمها حجم الإنتاج ومستويات تنويعه	✓	
10. بحسب إجرائية الإنتاج الموجهة تكرارية تصميم المنشآت على شكل خطوط تجميع لكتل من المنتج	✓	
11. يفضل تصميم جرائية الإنتاج الموجهة منتج عندما يكون حجم الإنتاج ضعيفاً والتنوع كبير		✓
12. يُقصد بتصميم إجرائيات إنتاج موجهة للتخصيص مزيج من عدة استراتيجيات إنتاج	✓	
13. يُعتبر اختيار تكنولوجيا الإنتاج من القرارات التي تساهم في تحقيق سبق تنافسي للمنظمة	✓	
14. يشمل إعادة تصميم الإجرائية تقييم الأهداف والغرض منها	✓	

15. يُقصد بالترتيب أو التنظيم الداخلي عملية توزيع وتنظيم الأقسام وورش العمل والمخازن والمكاتب الإدارية والخدمات المرافقة لمنظومة الإنتاج	✓	
16. يساعد الترتيب الداخلي في تحسين كفاءة عمليات المنظمة على المدى الطويل وفي تحقيق ميزات تنافسية للمنظمة سواء	✓	
17. لا تختلف أبداً أنواع الترتيب الداخلي بحسب طبيعة المنتجات أو الخدمات		✓
18. يعتبر الترتيب الداخلي الموجه إجرائية الأكثر موائمةً للإنتاج ذو الحجم الصغير والتنوع الكبير	✓	
19. يتم البحث في الترتيب الداخلي الموجه منتج عن أفضل استخدام لثنائية عامل_آلة وتستخدم للإنتاج المتكرر	✓	
20. يركز ترتيب المواقع الثابتة على متطلبات النشاطات أو المشاريع الكبيرة مثل بناء السفن أو الأبنية	✓	
21. الترتيب الداخلي الهجين هو ترتيب وسيط بين الترتيب الموجه إجرائية والترتيب الموجه منتج	✓	

2) أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices

1. العملية أو المهمة Task هي مزيج من عناصر متنوعة أهمها:

أ) المكان والعاملين
ب) الموارد وطرائق العمل والأدوات
ج) التكنولوجيا والبيئة المحيطة
د) جميع الأجوبة صحيحة

2. تمر عملية تخطيط وتصميم الإجرائية بالمراحل الآتية:

أ) تحليل وتوصيف المنتج وتمييز مكوناته
ب) اختيار نوع التكنولوجيا ووسائل المعالجة
ج) تصميم طرق وتنظيم العمل لمراحل الإنتاج
د) جميع الأجوبة صحيحة

3. أهم العوامل التي تستدعي تصميم أو إعادة تصميم إجرائيات الإنتاج:

أ) تقديم منتج أو خدمة جديدة
ب) تطور جوهري في تكنولوجيا الإنتاج
ج) تحسين الوضع التنافسي للمنظمة
د) جميع الأجوبة صحيحة

4. الاستراتيجيات الأساسية الأكثر انتشاراً لتصميم إجرائيات الإنتاج هي:

أ) موجهة إجرائية Process Focus
ب) موجهة تكرارية Repetitive Focus

ج) موجهة منتج Product Focus د) جميع الأجوبة صحيحة

5. غالباً ما تستخدم استراتيجيات الإنتاج حسب الطلب في الحالات الآتية:

أ) الطلب موجه لزبون محدد ب) المنتجات نمطية مع إمكانية التخزين

ج) المنتجات تشترك بمكونات عديدة د) جميع الأجوبة السابقة خاطئة

6. غالباً ما تستخدم استراتيجيات الإنتاج موجهة للتخزين في الحالات الآتية:

أ) الطلب موجه لزبون محدد ب) المنتجات نمطية مع إمكانية التخزين

ج) المنتجات تشترك بمكونات عديدة د) جميع الأجوبة السابقة خاطئة

7. غالباً ما تستخدم استراتيجيات الإنتاج موجهة للتجميع في الحالات الآتية:

أ) الطلب موجه لزبون محدد ب) المنتجات نمطية مع إمكانية التخزين

ج) المنتجات تشترك بمكونات عديدة د) جميع الأجوبة خاطئة

8. غالباً ما تستخدم استراتيجيات الإنتاج حسب مراحل دورة حياة المنتج كما يلي:

أ) موجهة تجميع في مرحلة النضج ب) موجهة تخزين في مرحلة الانحدار

ج) حسب الطلب في مرحلة النمو د) جميع الأجوبة خاطئة

9. ينتج عن عملية التصميم مجموعة من الوثائق والمخططات، من أهمها:

أ) مخطط التدفق Flow Diagrams ب) المخطط الزمني ومخطط القيمة

ج) لوحات الإجرائية Process Charts د) جميع الأجوبة صحيحة

10. من أهم أهداف الترتيب الداخلي ما يلي:

أ) الاستخدام الأفضل للمساحات، والتجهيزات، والعاملين ب) تحسين الشروط المادية والمعنوية للعاملين

ج) تحسين التفاعل والعلاقة مع الزبون د) جميع الأجوبة صحيحة

11. هناك أنواع عديدة من الترتيب الداخلي أهمها:

أ) ترتيب موجه إجرائية ب) ترتيب موجه منتج

ج) ترتيب المواقع الثابتة د) جميع الأجوبة صحيحة

12. تتميز تكنولوجيا الآلات والتجهيزات بما يلي:

أ) الدقة والإنتاجية العالية
ب) الإنتاجية المنخفضة والدقة المتواضعة
ج) تقليل الأخطاء والإنتاج غير المحدود
د) جميع الأجوبة خاطئة

13. يشمل إعادة تصميم إجرائية الإنتاج:

أ) تعديلات بسيطة لا تشمل الأهداف والغرض منها
ب) زيادة استهلاك الطاقة
ج) تقييم الأهداف والغرض منها وتخفيض الآثار المضرة
د) جميع الأجوبة خاطئة

14. يجب أن يسمح الترتيب الداخلي Layout للمنشآت في:

أ) تأمين الراحة والتسلية للعاملين
ب) تحسين كفاءة العمليات على المدى الطويل
ج) إعادة توزيع العاملين حسب رغباتهم الشخصية
د) جميع الأجوبة خاطئة

15. لدى المفاضلة بين الأنواع المختلفة من الترتيب الداخلي، نجد أن:

أ) الترتيب الموجه إجرائية هو الأفضل
ب) الترتيب الهجين Hyprid هو الأفضل
ج) الترتيب الموجه منتج هو الأفضل
د) جميع الأجوبة خاطئة

16. غالباً ما يُستخدم الترتيب الداخلي الموجه إجرائية في الحالات الآتية:

أ) حجم إنتاج صغير وتنوع كبير
ب) حجم إنتاج كبير وتنوع قليل
ج) مشاريع كبيرة أو منتج واحد
د) جميع الأجوبة خاطئة

17. غالباً ما يُستخدم الترتيب الداخلي الموجه منتج في الحالات الآتية:

أ) حجم إنتاج صغير وتنوع كبير
ب) حجم إنتاج كبير وتنوع قليل
ج) مشاريع كبيرة أو منتج واحد
د) جميع الأجوبة خاطئة

18. غالباً ما يُستخدم الترتيب الداخلي للمواقع الثابتة في الحالات الآتية:

أ) حجم إنتاج صغير وتنوع كبير
ب) حجم إنتاج كبير وتنوع قليل
ج) مشاريع كبيرة أو منتج واحد
د) جميع الأجوبة خاطئة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

السؤال (1) مفاهيم تصميم إجرائية الإنتاج.

1. ما هو المقصود بإجرائية الإنتاج Production Process؟
2. ما هي أهم مراحل تصميم إجرائية الإنتاج؟
3. ما هي أهم المبررات التي تستدعي إعادة تصميم إجرائية الإنتاج؟

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 1-)}

السؤال (2) استراتيجيات الإنتاج.

1. ما هي الاستراتيجيات الرئيسية الممكن اعتمادها لتصميم إجرائيات الإنتاج؟
2. وضح بالرسم تموضع هذه الاستراتيجيات حسب حجم الإنتاج وتنوع الطلب؟
3. ما هي أهم الفروقات بين هذه الاستراتيجيات؟

{مدة الإجابة: 35 دقيقة. الدرجات من 100: 40. (توجيه للإجابة: الفقرة 2-)}

السؤال (3) تكنولوجيا الإنتاج.

1. ما هي أهم التقنيات والتكنولوجيا المستخدمة في نظم الإنتاج؟
2. اذكر بعض الأمثلة عن تكنولوجيا الإنتاج المستخدمة في بعض المنتجات الخدمية.

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 3-)}

السؤال (4) الترتيب الداخلي للمنشآت والمكاتب Layout.

1. ما هو المقصود بالترتيب الداخلي لمنشآت الإنتاج وخدماته؟
2. ما هي أهم الأغراض أو الأهداف التي يجب أن يحققها الترتيب الداخلي؟
3. اذكر بإيجاز الأنواع الرئيسية للترتيب الداخلي.

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 4-)}

تخطيط الطاقات الإنتاجية

1. ما هو تخطيط الإنتاج؟

لتخطيط الإنتاج معانٍ عدّة تختلف من صناعة لأخرى تبعاً لأطوار الإنتاج أو الأنشطة الإداريّة. ويعرّف عموماً بأنّه عمليّة جدولة وتخطيط تدفّق الإنتاج زمنيّاً من خلال تحديد المتغيّرات التالية: متى ننتِج؟ في أيّ ورشة؟ من قِبَل مَن؟ ما هي المنتَجات وكم هو عدد القطع من المنتَجات المطلوب تصنيعها؟

بمعنى آخر، تخطيط الإنتاج يعني أن تدرس وتخطّط التحضيرات والترتيبات والاستخدام الأمثل للعناصر الإنتاجيّة الثلاث: مواد_أفراد_آلات، بحيث يستطيع المصنّع أن يلبّي عناصر الطلب الثلاث للزبون: وقت التسليم_الجودة_التكلفة، ويمكنه في الوقت نفسه تحصيل ربح أمثلي من نشاطه وأعماله.

وهكذا تقدّم الخطط الإنتاجيّة أهدافاً ومؤشّرات لكلّ العمليّات التصنيعيّة.

كما تقوم خطط الإنتاج ضمن إدارة الإنتاج بالأدوار التالية:

- ✓ ضمان الالتزام بوقت التسليم ومستوى الجودة كما تمّ تحديدهما في خطط البيع.
- ✓ تحديد نِسب التحميل المناسبة للإنتاج تبعاً لطاقة الإنتاج والمحافظة على معدّلات تشغيليّة أمثليّة.
- ✓ تمثيل المرجعيّة الأساس لعمليّة شراء المواد أو القطع اللازمة.
- ✓ الإبقاء على سويّات مثاليّة من مخزون المنتّجات والمواد.
- ✓ تشكيل قاعدة يمكن استثمارها لتوظيف واستخدام عمّال أو استقدام تجهيزات جديدة ضروريّة لتلبية الزيادة في الإنتاج على مدى زمني طويل.

تصنيف خطط الإنتاج: بالرغم من أنّ خطط الإنتاج وجِدت في الأصل لتحقيق التوازن بين العرض والطلب. إلّا أنّ عامل الزمن يلعب دوراً في إيجاد الفارق بينهما. فالتقدّم التكنولوجي جعل من الضروري وضع خطط الإنتاج بعد اعتبار التغيّرات الطارئة على العرض والطلب، إضافة إلى التوازن بينهما. يمكن لخطط الإنتاج أن تؤدّي لنتائج بعيدة عمّا هو مرغوب ومتوقّع، إذا لم يتمّ اعتبار حياة المنتَجات من وجهة نظر السوق. ينبغي اعتبار عدّة عوامل في وضع خطّة إنتاجيّة:

- ✓ التوازن بين العرض والطلب مع اعتبار الزمن.
- ✓ فترة الحياة التسويقيّة للمنتَجات مقابل إدخال منتَجات جديدة أو بدائل جديدة.
- ✓ الكميّات الواجب توريدها من المنتَجات وأسعارها في السوق.

يمكن تصنيف خطط الإنتاج وفق الشرائح الأربعة التالية:

- ✓ خطط إنتاج بعيد المدى (تفوق السنتيْن أو ثلاث سنوات).
- ✓ خطط إنتاج قصيرة المدى (شهريّة أو لأقل من سنة).
- ✓ خطط إنتاج تنفيذيّة (يوميّة أو أسبوعيّة) وتسمّى بالجدولة.

✓ خطط عمليّات آنيّة في الزمن الحقيقي (لحظيّة بالدقيقة أو الساعة).

تختلف مصطلحات المدى البعيد والمدى القريب تبعاً لخصوصيّة وأهداف كل مؤسسة وبالتالي فإنّ للخطط مميّزات خاصّة.

1. الخطط بعيدة المدى: توصف بأنّها الخطوط الموجّهة للمؤسسة والتي تحدّد الطريقة المثلى للإنتاج سعياً للتطوير المستمر للمؤسسة، تضمّ خطط الإنتاج بعيدة المدى تطوير التكنولوجيا وتطوير منتَجات جديدة، كذلك تشمل قضايا الاستثمار في خطوط وتجهيزات الإنتاج. نظراً لضرورة رصد اعتمادات للاستثمار في شراء التجهيزات الجديدة، تتشكّل علاقة مباشرة بين الخطة الإنتاجية بعيدة المدى وخطط التمويل بعيدة المدى.

2. خطط الإنتاج قريبة المدى: يمكن أن يتمّ التصنيف بالشكل التالي خطط إنتاج سنويّة، خطط إنتاج ربعيّة أو نصف سنويّة، خطط إنتاج شهريّة، خطط إنتاج أسبوعيّة، جدولة، جدولة ساعيّة.

أ- الخطة السنويّة: تدوم السنة الماليّة غالباً سنة ميلاديّة، كذلك تتمّ قضايا التوظيف والنقل والتسريح للعمال على أساس سنوي. تجرى العقود والطلبيّات على أساس سنوي. كما أنّ التنبّؤ بالطلب لفترة سنة يكون سهلاً نسبيّاً.

ب- الخطة نصف السنويّة: بسبب الفارق بين السنة والشهر والأسبوع هناك الخطط الوسيطة ذات الدقة الأعلى في التنبّؤ.

ج- الخطّة الشهريّة أو الأسبوعيّة: فيما يتعلق باليد العاملة، من الممكن وضع مخططات كمدفوعات الأجور وجداول العمل. كذلك من الممكن جدولة عمليّة إنتاجيّة ما على آلة ما. يمكن حصر المخزون من المنتَجات والمواد الأوليّة بسهولة على هذا المدى.

د- الجدولة (التخطيط اليومي): وهي خطة تنفيذ لخطط إنتاجيّة أسبوعيّة وشهريّة، يمكن أن نسمّيها "ضبط تقدّم العمل" أكثر من "خطط". إذ أنّ المطلوب هو التنسيق بين الأنشطة المحضّرة للإنتاج.

هـ- الجدولة الساعيّة: وهي خطط تنفيذيّة للإنتاج على أساس ساعي وأحياناً دون ذلك وبالتالي فهي منظومات ضبط.

وتتمثل أهداف تخطيط الإنتاج بما يلي:

أ- رسم أهداف كميّة أو رقميّة للعمّال تبعاً لمنظور إنتاجيّة اليد العاملة.

ب- وضع خطط أمثليّة لتحصيل الربح الأعظمي.

ج- التوصّل إلى مخرجات أعظميّة (أكبر حصة من السوق).

د- التوصّل إلى تكاليف دنيا (لاسيّما للصناعات التي أصابها الركود).

هـ- التوصّل إلى أفضل مهلة تسليم للزبون.

و- التوصّل إلى ضبط الجودة.

ز- التوصّل إلى تعدّديّة في الأهداف.

كما يُمكن تصنيف تقنيّات تخطيط الإنتاج كما يلي:

أ- تقنيّات تجميع أو تقدير.

ب- تقنيّات برمجة رياضيّة (خطيّة، ديناميكيّة، نموذج احتمالي، طريقة الجدولة، صفوف الانتظار).

ج- نظريّة المنظومة والمحاكاة.

2. منظومات الإنتاج

لمنظومات الإنتاج نماذج مختلفة منها: إنتاج موجه للزبون (بمعنى أُنتِج بهدف تلبية طلبيّة محدّدة) أو إنتاج تراكمي تخزيني (أي أُنتِج بهدف التخزين).

1.2. إنتاج موجه للزبون

يتمّ إنتاج مواد ومنتَجات خاصّة تبعاً للطلبات الفرديّة للزبائن من حيث الجودة والتصميم والمواصفات (مثل إنشاء السفن وتصنيع الآلات الكبيرة ...) يتمّ هذا الإنتاج وفق دفعات إنتاجيّة صغيرة ولطيف واسع من المنتّجات. يتميّز هذا النموذج بما يلي:

1. معدّلات تشغيل ضعيفة للآلات.
2. يبدأ التصنيع كاستجابة لطلبيّات، والكمّيّات المنتَجة قليلة مقارنة بالتنوّع الهائل للمنتَجات.
3. في أغلب الأحيان، يتمّ إعداد التصاميم عند ورود كل طلبيّة.
4. تتميّز الآلات المستَخدّمة في هذه المنظومة بعموميّة وظائفها وعدم تخصّصها.
5. يتمّ تجميع الآلات وتوضّعها على الأغلب تبعاً لنموذج هذه الآلات.
6. يحتاج التصنيع غالباً إلى فترة زمنيّة طويلة.
7. يتمّ شراء بعض المواد اللازمة للتصنيع بعد قبول كل طلبيّة بخلاف المواد الممعيرة والمشتركة.
8. يعتمد السبيل الوحيد لتخفيض مهلة التسليم على توفير الوقت في النقل والجرّ أو تقصير زمن إنجاز العمليّة فرد_آلة من خلال معيرة القطع والوحدات الوظيفيّة.
9.
10.

2.2. إنتاج تراكمي

يتمّ فيه إنتاج السلع بالتوافق مع التصميم والجودة والمعيرة المحدّدين بشكل مسبّق بما يلبّي طلب السوق ويستهدف الأسواق التي تضم الزبائن ذوي الاحتياج العام (طعام، ألبسة).

من الممكن في هذا النموذج تصنيع سلع ذات تنوّع متوسّط ودفعات إنتاجيّة متوسّطة أو سلع قليلة التنوّع بدفعات إنتاجيّة كبيرة. وبالتالي فالعمليّات الإنتاجيّة ممعيرة والتكاليف مخفّضة ومن المميّزات أيضاً:

1. يتمّ تخطيط الإنتاج على أساس تنبؤات بالمبيعات ويتمّ تصنيع السلع بدفعات إنتاجيّة كبيرة.
2. يجري تطبيق التصميم نفسة لفترة من الزمن.
3. تتميّز الآلات المستخدَمة غالباً بتخصّصها أو محدوديّة وظائفها.
4. يتمّ ترتيب الآلات وتوضعّها تبعاً لتدفّق المنتَجات.
5. الفترات الزمنيّة التي يستغرقها تصنيع منتَجات واحديّة قصيرة.
6. لا يلزم إلّا عدد قليل من العمّال المهرة عند إدخال خط إنتاج جديد، نظراً للأعمال التخصّصيّة لكل فرد.

من الضروري جداً هنا السعي لتخفيض أخطاء وارتيابات التنبؤات، وذلك بسبب الاعتماد الكبير على هذه التنبؤات. كذلك يجدر العمل على تخفيض التكلفة من خلال الحصول السريع على المعلومات الخاصّة بموزّعين جيّدين، وتعديل خطط الإنتاج ومواءمة الطاقة الإنتاجيّة مع المتغيّرات.

تجدر الإشارة إلى أنّه غالباً ما يُطبّق تشكيلة من النوعيْن السابقيْن (للزبون وتخزيني).

3.2. إنتاج تجميعي وإنتاج الإجرائيّة

الإنتاج التجميعي هو منظومة إنتاج يتمّ فيها إنتاج عدّة أنواع من قطع المركّبات بمعالجات مختلفة، ثمّ يتمّ تجميعها لإتمام المنتَجات النهائيّة بطرق ميكانيكيّة (السيّارات، الآلات الصناعيّة).

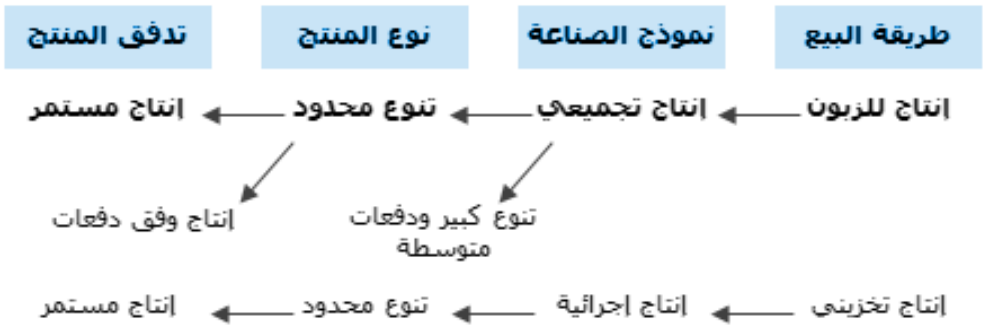
الإجرائيّة هي منظومة إنتاج يتمّ فيها إدخال نوع إلى عدّة أنواع من المواد الأوليّة إلى المعالجة الأولى ويتمّ إتمام المنتَجات النهائيّة من هذه المواد من خلال تمريرها على سلاسل من المعالجات (كالمنتَجات البتروكيميائيّة، الإسمنت والسماد التي تطبّق جميعها نموذج الإنتاج للتخزين).

تعتبَر إدارة الإنتاج في منظومة إنتاج إجرائيّة سهلة نسبيّاً لأنّ المعالجة تتبع مساراً ثابتاً، لكن صيانة الآلات تصبح قضيّة حرجة لأنّ أيّ مشكلة صيانة تصيب جزءاً من المسار ستؤدي إلى وقف الإجرائيّة كاملة (الشكل 4-2-أ).

إنتاج منوّع بدفعات صغيرة، إنتاج متوسّط التنوّع بدفعات متوسّطة، وإنتاج محدود التنوّع بدفعات كبيرة: غالباً ما تكون المنتَجات المنجّزة وفق منظومة الدفعات الإنتاجيّة منوّعة وبكميّات صغيرة، وتُصنّف تحت شريحة التنوّع بدفعات صغيرة. نقاط الضعف في هذا النموذج هي انخفاض معدّلات التشغيل واحتياجها لعدد من العمّال المهرة. أمّا نقاط القوة فهي المرونة أمام التغيّرات الخاصّة بالمخرَجات والأعمال. مع تزايد الطلبات المكرّرة وانخفاض تنوّع المنتَجات، يسعى هذا النموذج إلى التنوّع المتوسّط بدفعات متوسّطة. الإنتاج التخزيني هو من نموذج التنوّع المحدود والدفعات الكبيرة. وبالتالي يؤدّي تكرار العمليّات نفسها على زمن طويل إلى تخفيض زمن الترتيب وإلى اكتساب العمال للخبرة بسرعة. بالرغم من انخفاض التكلفة إلّا أنّ النموذج لا يتلاءم مع التغيّرات في تنوّع المنتّجات.

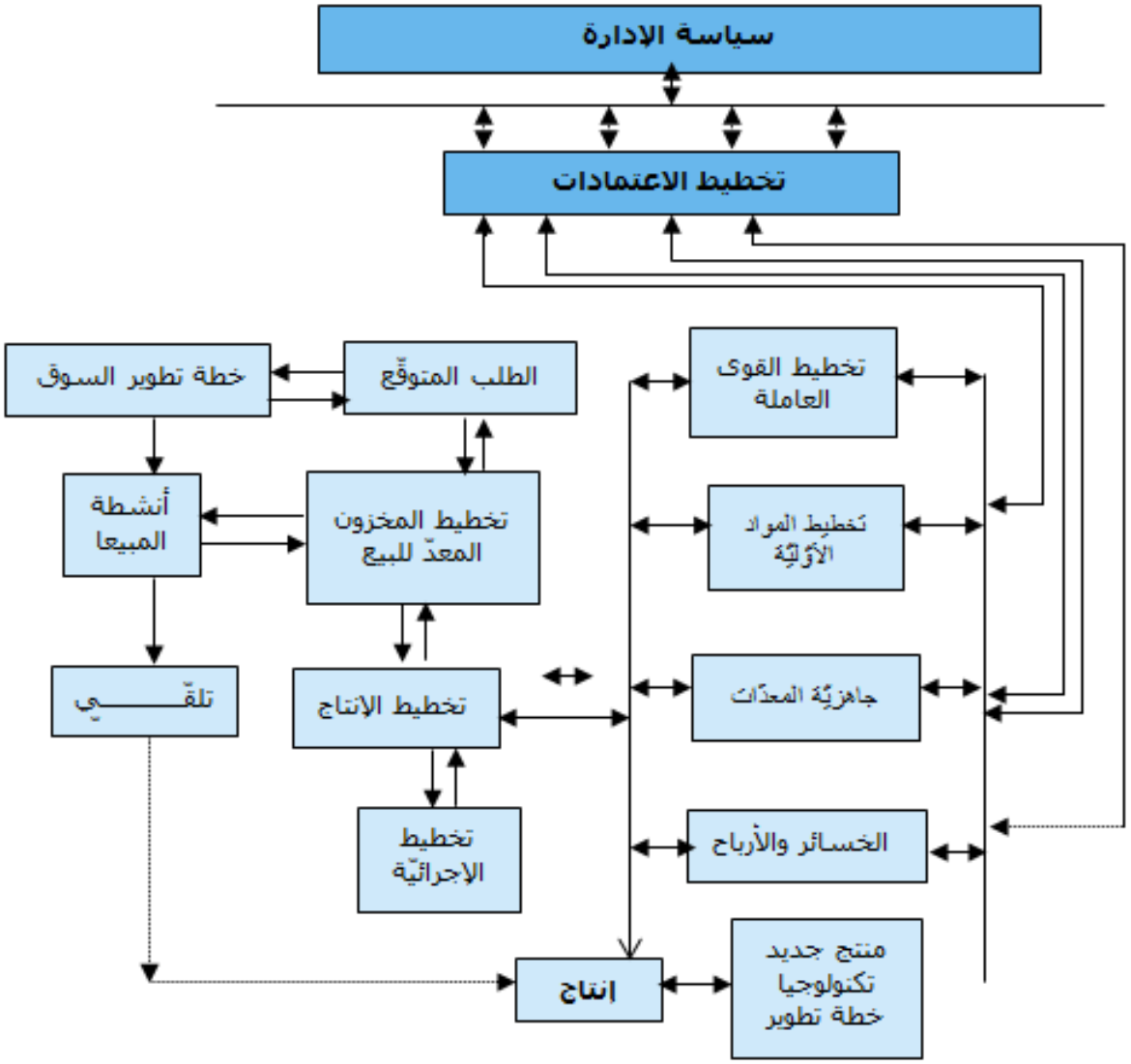
إنتاج ورشات، إنتاج وفق دفعات، والإنتاج المستمرّ:

- ✓ في إنتاج الورشات أو الإنتاج الورَشي، يتمّ تصنيع طيف من المنتَجات الخاصّة واحداً تلو الآخر، تبعاً لطلبيّات مباشرة وهو يدخل في إطار الإنتاج للزبون، ويتميّز بالتنوّع والكميّات المحدودة، وبالتالي يكون ضبط الإنتاج صعباً في حال كانت مهل التسليم قصيرة.
- ✓ في الإنتاج وفق دفعات تصبح فاعليّة العمل أعلى مع ازدياد حجم الدفعة الإنتاجيّة، لكن هذا يؤدي إلى زيادة كميّة السلع وبالتالي يصبح الإنتاج للتخزين. مع ذلك، إذا كانت الطلبيّات المستلَمة المتكرّرة تتعلّق بمنتّج واحد، يصبح الإنتاج على دفعات مستحيلاً.
- ✓ والإنتاج المستمرّ هو منظومة تُستخدَم لإنتاج منتَج وحيد بكميّات كبيرة كإنتاج النفط والإسمنت.



الشكل [4-2-آ] تخطيط الإنتاج في الصناعات الإجرائية

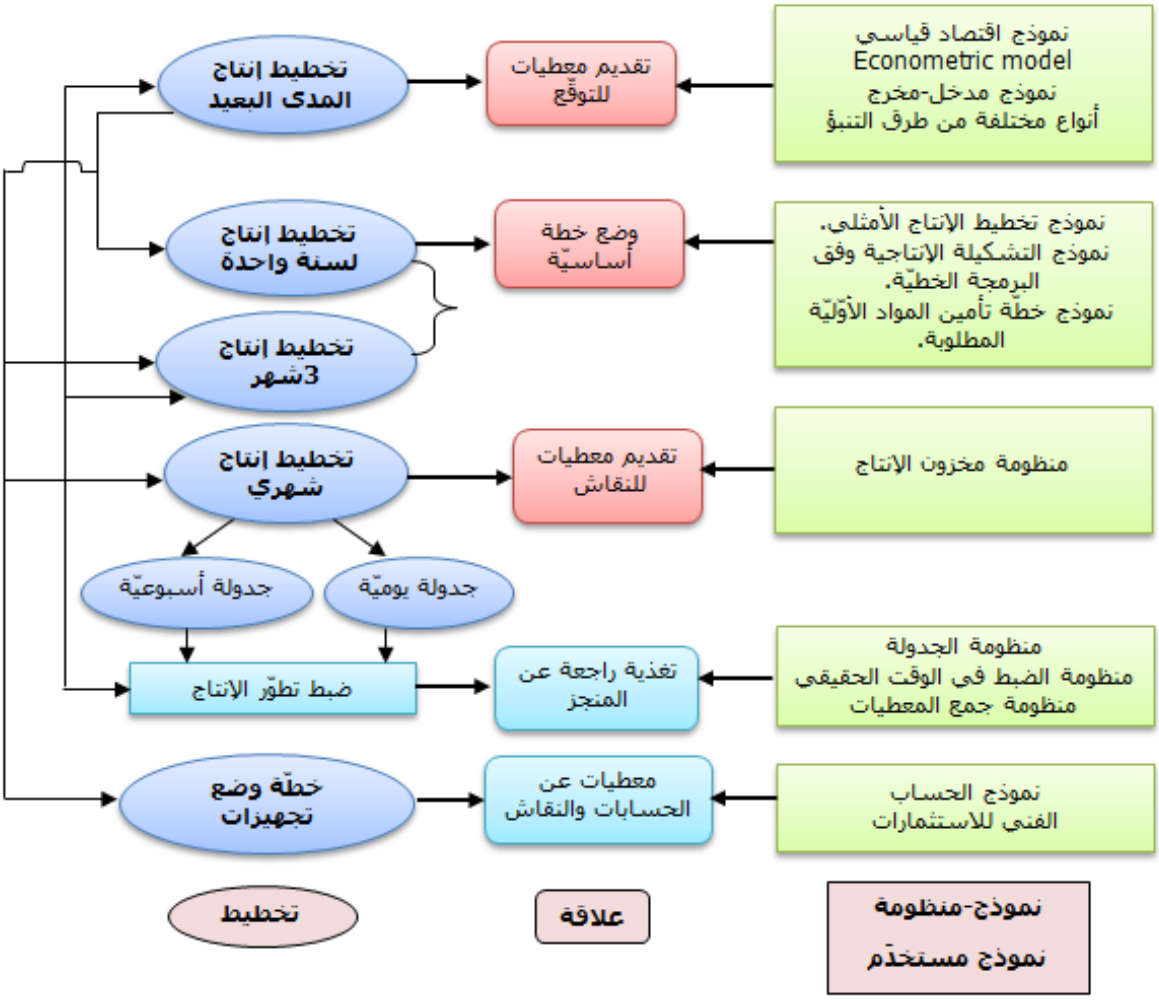
أما علاقة تخطيط الإنتاج مع أنشطة التخطيط الأخرى فيمكن توضيحها بالشكل التالي:



الشكل [4–2– ب] علاقة تخطيط الإنتاج مع أنشطة التخطيط الأخرى

تصنيف خطط الإنتاج وفق الفترة الزمنيّة

يمكن توضيح العلاقة بين كل سويّة من سويات تخطيط الإنتاج والطرائق ونماذج المنظومات المستخدَمة بالشكل التالي



الشكل [4–2– ج] علاقة سويات تخطيط الإنتاج بالطرائق و النماذج المستخدمة

3. تخطيط الإنتاج في الصناعات التجميعيّة

1.3. تخطيط الإنتاج (production planning)

ويتم من خلال التنسيق بين متطلّبات وقيود كلّ من إدارات الإنتاج والمبيعات والماليّة. وتصنّف خطط الإنتاج تبعاً للفترات الزمنية التي تغطيها:

الجدول التخطيطي الشمولي (major schedule): ويمتد على مدى ستة أشهر إلى سنة، ويهدف إلى التحضير والتأكّد من الطاقة الإنتاجيّة. لذلك فهو من مسؤوليّات الإدارة العليا أو إدارة المصنع. ويمثّل كما يلي:

الشـهر بنود الخطّة	الشهر الأوّل	الشهر الثاني	الشهر الثالث	الشهر الرابع	الشهر الخامس	الشهر السادس
إكمال التصميم	←					
خطّة المواد	→	←				
خطّة المشتريّات	←	←				
خطّة الإجرائيّات		↔	↔			
الخطة رجل–ساعة			↔	↔		
خطّة طلبيّات للمورّد الثانوي				↔	↔	
خطة توضّع التجهيزات				↔	↔	
خطة ضبط المواد			↔	↔		
جدولة الإنتاج				←	←	←
جدولة التسليم					↔	↔

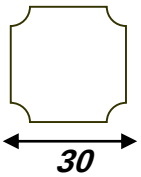
الجدول [4–3–آ] الجدول التخطيطي الشمولي لستة أشهر

جدول التخطيط الوسيط (medium schedule): ويهدف لإنجاز إنتاج المنتَجات المحدّدة وبالعدد المطلوب خلال الشهر الجاري.

جدول التخطيط الصغري (minor schedule): و يحدّد العمل المطلوب من الورشات والعمّال وتاريخ بداية ونهاية الإنتاج وعدد المنتَجات على أساس أسبوع أو عشرة أيّام.

2.3. تخطيط التنفيذ أو تسيير الإنتاج (routing production)

يسعى إلى إيجاد التقنيّات الأمثليّة والأكثر اقتصاديّة لتصنيع المنتَجات المحدّدة بعد اعتبار طبيعة المواد والآلات والأدوات المتوفّرة. كذلك يسعى هذا التخطيط لتوصيف الإجراءات الفنيّة للعمل بحيث تصبح قياسيّة يرجع إليها أيّ عامل جديد. في حال الإنتاج للتخزين يستمر العمل بنفس خطط التنفيذ إلى أ، يتم تعديل التصميم أو تقنيّات وإجراءات العمل. أمّا بالنسبة للإنتاج للزبون فيتمّ إنجاز تخطيط للتنفيذ مع كل وصول لطلبيّة جديدة.



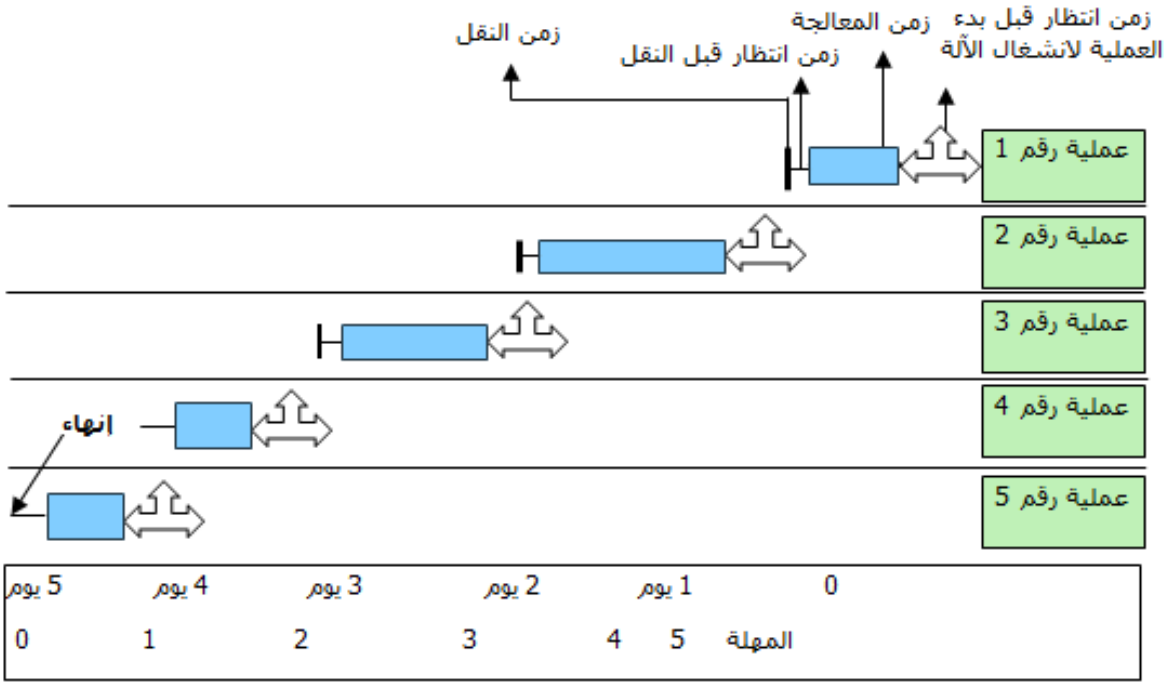
العمليّة رقم CP-15	الرمز التسلسلي SAMO	القسم أو الفعالية 300
مخطط هندسي BP152A	اسم القطعة إطار سفلي	عدد العمال لكل آلة 2 عامل

الرقم	العمليّة الأوليّة	محتوى العمليّة	الآلة، الأدوات	الوقت المعياري		اسم العمّال
				تحضير	تشغيل	
1	تحديد	----	قلم تحديد	10’	1’	A1
2	قص	----	آلة قص سريعة	8’	1’	B1
3	تدوير	قص الزاوية	قاطعة التسوية، المطرقة	10’	5’	A1 C1
.	.					
.	.					
6	ثني	ثني تحضيري	آلة الضغط 75 طن	10’	6’	B1

ترتيب الأولويّات		شكل المادة	أبعاد المادة	عدد القطع الناتجة عن واحدة المادة	شريحة العمليّة	شريحة العمل
بداية	إنهاء					
20	18	فولاذ خفيف	L3 X 5	2 قطعة	آلة	استخدام حصري

الشكل [4–3– آ] نموذج عن خطة تنفيذ أو تصنيع

جدول التصنيع القاعدي: يتمّ إعداده عبر إضافة مهل وسماحيّات زمنيّة قبل وبعد كل عمليّة إلى الزمن اللازم لها أصلاً. وتكون المعلومات مرتّبة تسلسلياً لإعطاء معلومات واضحة من البداية وحتى النهاية.

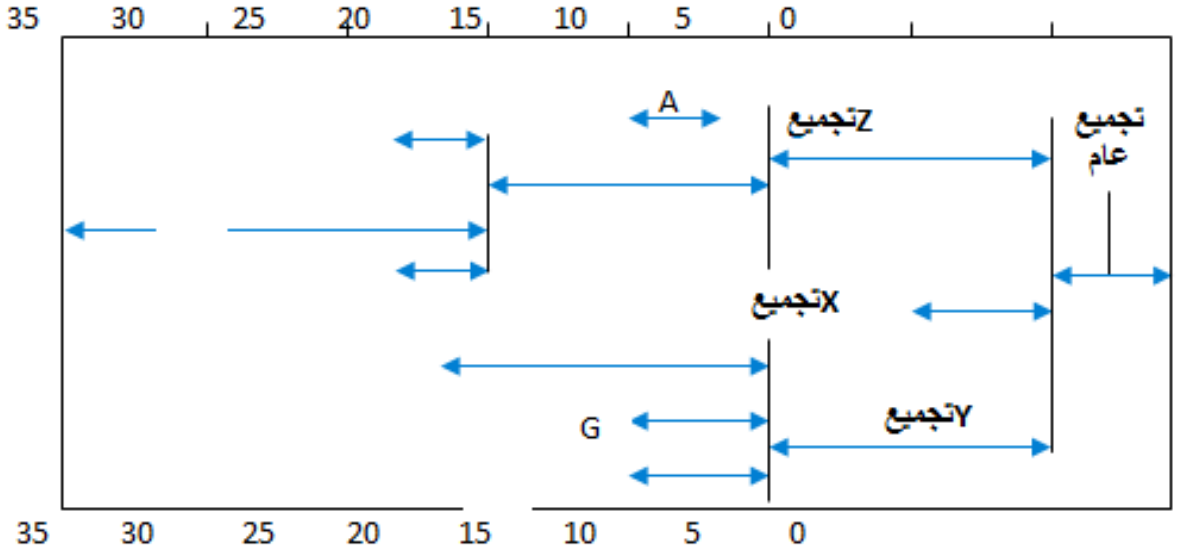


الشكل [4–3– ب] نموذج عن جدول تصنيع قاعدي

الجدولة الخاطئة

الشكل [4–3– ج] نموذج عن جدولة خاطئة

ينبغي رسم خطوط العملية بطريقة عكسيّة



الشكل [4–3– ج] نموذج عن جدولة صحيحة

كثيرة هي المؤسسات التعاقديّة أو المؤسسات المصنّفة في شريحة المؤسسات الصغيرة والمتوسّطة التي يفرَض عليها تلقّي طلبيّات عاجلة أو فوريّة بشكل غير نظامي بحيث تصنّع قطعها في الشهر نفسه. للمواءمة مع هذه الحالة يتم إعداد جداول رجل–ساعة بهدف التنسيق الدائم بين طاقة الإنتاج وطاقة التحميل (حجم الأعمال المطلوبة)، لمعرفة مدى كفاية الطاقة.

جدول رجل–ساعة: يتم إعداد جدول التحميل عمليّة بعد عمليّة، بحيث يُعتبَر أساساً لحسابات التحميل. نحسب عدد الساعات اللازمة لكل قطعة، ثم عدد الساعات لكل عمليّة (آلة)، ثم نحسب المجموع.

يتم حساب التحميل الفردي أولاً من خلال جداء عدد القطع بساعات الوحدة لكل قطعة من القطع الثلاث X ، Y، Z. بعد ذلك يتم ترتيب هذه التحميلات تبعاً للعمليّات A,B,C.

وهكذا يتم إعداد جدول تحميل دقيق لكل عمليّة (لكل آلة) للشهر الجاري. التحميلات في تصنيع قطع الإنتاج المنوّع والكميّات الصغيرة، تحسب بهذه الطريقة كما يلي

العمليّة	قطعة	رقم العمليّة	ساعة/رجل
A	X	1	60
	X	3	40
	Y	3	96
	Z	1	38
	المجموع		234
B	X	2	50
	Y	1	128
	المجموع		178
C	X	4	30
	Y	2	28
	Z	2	20
	المجموع		78

الجدول [4–3–ب] جدول التحميل الكلّي للعمليّات

بينما يتم حساب تحميل القطع وفق الجدول التالي:

عدد القطع	العمليّات		عدد الساعات لكل قطعة	ساعة/رجل
X 200 قطعة	1	A	0.30 h	60
	2	B	0.25 h	50
	3	A	0.20 h	30
	4	C	0.15 h	180
	المجموع		0.90 h	180
Y 400 قطعة	1	B	0.32 h	128
	2	C	0.07 h	28
	3	A	0.24 h	96
	المجموع		0.63 h	252
Z 100 قطعة	1	A	0.38 h	38
	2	C	0.20 h	20
	المجموع		0.58 h	58

الجدول [4-3-ج] جدول تحميل القطع

التقريب بين الطاقة والمطلوب: بعد إعداد جدول التحميل الكلّي لكل آلة. لابدّ من التقريب بين التحميل والطاقة المتاحة. نبدأ أوّلاً بحساب الطاقة الإنتاجيّة ويتمّ بالشكل التالي:

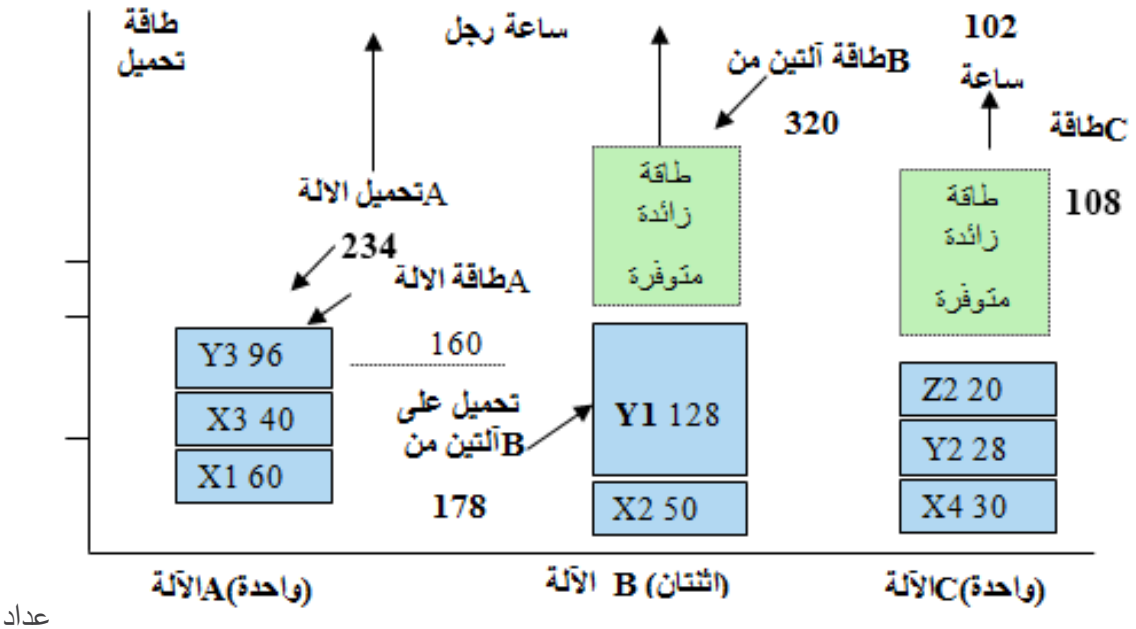
الطاقة (إنسان-آلة) = عدد أيّام التشغيل في الشهر * متوسط عدد ساعات العمل اليوميّة * معدّل التشغيل * عدد العمال.

من أجل معدّل التشغيل، نطبّق معدّل X ويساوي (1- معدّل العمل غير المباشر)، و(1- معدّل التعطّلات في حالة الآلات).

مثال عن حساب الطاقة:

إذا كانت الأيّام التشغيليّة في الشهر تسوي 25 يوماً، مع وسطي عدد ساعات عمل يومي قدره 8 ساعات ومعدّل تشغيل يعادل 80 %. فهذا يعني أنّ إجمالي الطاقة المتاحة يساوي:

25 * 8 * 0.8 = 160 ساعة عمل شهرياً.



عداد

جداول رجل–ساعة:

الشكل [4–3–د] رجل–ساعة لحساب الطاقة

إجراءات للتواؤم مع نقص الطاقة:

تتفاوت الطاقة تبعاً لمعدّل غياب العمّال وتعطّل الآلات، بينما تتغيّر التحميلات تبعاً للبرامج المعدّلة أو للأعمال المضافة نتيجة احتياج تجهيزات إضافيّة أو بسبب ظهور منتجات غير مطابقة للمواصفات. من إجراءات التواؤم مع نقص الطاقة:

- ✓ زيادة الطاقة من خلال العمل الإضافي أو العمل أثناء العطل.
- ✓ طلب المساندة من عمال الورشات الأخرى أو توكيل جزء من العمل لعمّال ورشة ثانية.
- ✓ تعديل جداول العمل.
- ✓ توكيل جزء من العمل إلى متعاقد ثانوي.
- ✓ استخدام عمّال مؤقتين.
- ✓ اتّخاذ إجراءات بعيدة المدى لزيادة العمّال وزيادة التجهيزات.

4. تنظيم الإنتاج

تدخل في إجرائيات تنظيم الإنتاج عملية التحقق من أن الترتيبات Ordonnancement، تخطيط الإنتاج وإدارة المخزون تحقق أهدافها بطريقة فعالة. تتعلق كل هذه الأمور بالإنتاج وفق سلاسل أو دفعات ولاينطبق ذلك على الإنتاج من أجل منتج وحيد إذ يتطلب هذا الأخير تحليلاً خاصاً لتنظيم الإنتاج وتنظيم المشروع.

1.4. الترتيبات

هدفها العام توزيع الأفراد، الآلات والمواد بحيث تتوفر القدرة على توريد منتجات مطلوبة بأقل تكلفة. تعتمد الترتيبات، على الصعيد العملياتي، على تحديد التقويم الزمني أو الخطة الزمنية للتصنيع وعلى إجراء الإقلاع بالإنتاج وتأمين متابعته. نعرض فيمايلي إشكالية الترتيبات وكيفية تنفيذها.

إشكالية الترتيبات: تعتبر الترتيبات الخطوة الثانية في إجراء تنظيم الإنتاج بعد تحديد المنظومة العامة واختيار التخطيط الإنتاجي المناسب. أما على الصعيد التسلسلي الزمني فتغطي الترتيبات النقاط التالية بالترتيب:

أ- تحديد مسار العمل: تحديد مختلف مراحل العمل الضرورية للإنتاج.

ب- توزيع العمل: تمرير طلبيات العمل على مختلف المواقع.

ج- التحديد الزمني لخط السير: تحديد التسلسل الزمني لمختلف العمليات أو الطلبيات الواجب تنفيذها.

د- الإقلاع: التحديد الدقيق لتاريخ بداية العمليات.

يفترض التحديد الزمني لخط السير وضع قواعد وأولويات بين الطلبيات المتنافسة على مواقع العمل نفسها. يتم اختيار هذه القواعد تبعاً لمنطق إنتاجي أو منطق تسويقي. وهكذا يتم الاختيار غالباً بين قواعد الأولوية التالية:

- وفق ترتيب الوصول
- الأخذ بشكل عشوائي
- البدء بالطلبية التي تستلزم الزمن العملياتي الأقصر.
- البدء التي يتوقع تسليمها في أقرب وقت.

بالرغم من عدم وجود قاعدة يمكن فرضها في كل الأحوال (ليس هناك منطق مطلق يحكم الاختيار)، إلا أن البدء بالطلبية ذات الزمن العملياتي الأقصر تمثل عملياً القاعدة التي تعطي أفضل النتائج في معظم الحالات المعروفة.

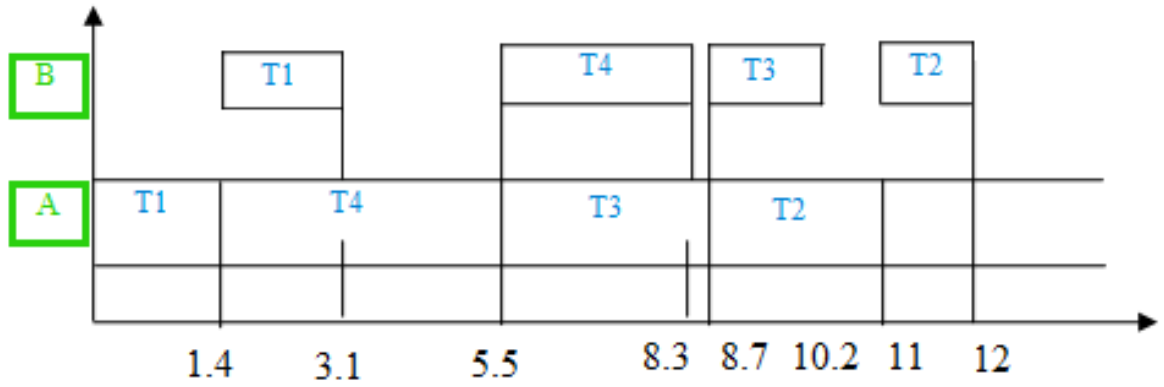
لتبسيط عملية إظهار تسلسل إنتاجي، نستخدم مخططات GANTT:

مثال:

نفترض وجود 4 مهام يقتضي إنجازها المرور على موقعين متتاليين A ثم B ، نبين فيما يلي ساعات العمل المطلوبة:

مهمات	T1	T2	T3	T4
الموقع A	1.4	2.3	3.2	3.1
الموقع B	1.7	1.0	1.5	2.8

يأخذ مخطط GANTT الشكل التالي:



الشكل [4-4] مخطط GANTT

نحصل على فترة كلية قدرها 12 ساعة بعد ترتيب المهام بحيث تتوضع المهام الأقصر في نهاية الإجرائية الخاصة بالموقع الثاني B وفي بداية الإجرائية الخاصة بالموقع الأول A وذلك إلى أن يتم الإنتهاء من كل العمليات. وهذا مانسميه بطريقة JOHNSON.

من الناحية العملية، يؤدي تراكم الطلبيات إلى تشتيت الترتيبات ويزيد من مهل التسليم ويزيد من المخزون. يفترض التشغيل الجيد للترتيبات ممارسة ضبط ومراقبة على عدد الطلبيات المنصبة على الإنتاج، وأن لا يكون العمل من أجل تخفيض مهلة التصنيع مركزاً فقط على زمن المعالجة (الترتيبات) بل كذلك على مهل الإنتظار بين المعالجات إضافة إلى مهل النقل وتحضير الطلبية.

مثلاً: إذا كانت المنتجات البينية (نصف المصنعة) بين مرحلتي تصنيع تصنع وتنقل وفق دفعات صغيرة (كما تطرح مفاهيم الإنتاج في الوقت المناسب JIT)، فإن المخزون البيني ومهل الإنتظار وبالتالي مهل التصنيع تصبح جميعها قصيرة.

تتجه المساعي، تحت تأثير التسويق، إلى تسريع بعض الطلبيات التي لاتتقدم بسرعة كافية وفق رغبة الزبون، وذلك على حساب الطلبيات الأخرى: تسمى هذه الإجرائية إعادة الترتيبات.

الترتيبات إذاً هي منظومة مرنة ينتظر منها أن تتلاءم مع التغيرات الداخلية (عدم جاهزية بعض الآلات، عوادم ومنتجات معطوبة على البعض الآخر) والتغيرات الخارجية (مواد أولية غير متاحة، تغيير ترتيب الزبائن). لهذه التغيرات آثار سلبية لأنها تؤدي بالمنظومة إلى زيادة الضغوطات على مجموع الموارد البشرية والفنية (الآلات) من خلال قبول عدد كبير جداً من الطلبيات، أو نتيجة عدم استخدام قواعد الأولوية بين المهام التي تسعى إلى تخفيض زمن الإنتاج. إن إعادة الترتيبات ملزمة إذاً هي الأخرى بالتوافق مع القيود المفروضة سعياً وراء إكساب التقويم الزمني للتصنيع مزيداً من المرونة.

2.4. تنفيذ الترتيبات

تعتمد الترتيبات أساساً على تنفيذ الإنتاج بواسطة عدة آفاق زمنية (مدى بعيد: حتى عدة سنوات، ومدى قريب: من أسبوع إلى سنة)، يتعلق المدى البعيد بوضع الأفراد والاستثمارات بينما يهتم المدى القريب بإدارة الطلبيات الأكيدة أو التخطيط التوقعاتي للإنتاج. هذه الإجراءات الأخيرة هي التي تهم تنظيم الإنتاج. من هنا كان الاهتمام منصباً على الطاقة الإنتاجية التي يتمتع بها موقع عمل (مشكل من عدة مواقع عمل) مكلف بتنفيذ مهمة ما.

فيما يتعلق بالطاقة الإنتاجية، نميز بين الطاقة الحقيقية والطاقة النظرية، حسب درجة وثوقية المنفذين وعدد الأعطال. التكليف هو العمل الواجب إنجازه لموقع ما خلال فترة معينة. يمكن الوصول إلى حالة تكليف فائض (أو تكليف دوني) حين يكون التكليف أكبر (أو أدنى) من الطاقة الحقيقية. كذلك نعرف معامل الاستخدام على أنه النسبة بين التكليف والطاقة الحقيقية.

مثال:

يضم مشغل خياطة موقعين اثنين، الأول للقص والخياطة والثاني للتخليص والإنهاء. يدوم العمل في المشغل 39 ساعة أسبوعياً. يتوقف العمل في الموقع الأول 45 دقيقة يومياً لأغراض الصيانة وعوامل أخرى، بينما يتوقف العمل في الموقع الثاني ساعة كاملة يومياً.

إضافة إلى ما ذكر، ونظراً لضعف خبرة القائم على الموقع الثاني لايتم تشغيل هذا الموقع إلا بنسبة 75% من المستوى الطبيعي للنشاط. تم تمرير طلبية 150 بنطال يتوجب تنفيذها خلال أسبوع واحد مرفقة بالشروط التصنيعية التالية: الزمن الكلي للقص والخياطة لكل بنطال 10 دقائق و10 دقائق أيضاً لزمن التخليص والإنهاء.

تستغرق صيانة الآلات ساعة واحدة يومياً لموقع القص والخياطة وساعتين اثنتين لموقع التخليص والإنهاء.
بالحساب يتبين لنا:

	الموقع الأول	الموقع الثاني	المجموع
الطاقة النظرية	39h	39 h X 75% = 29 h 1/4	68 h 1/4
الصيانة والزمن الميت	3/4 h	1h	1h 3/4
الطاقة الحقيقية	39 − 3/4 = 38h 1/4	29 h 1/4 − 1 = 28h 1/4	66h 1/2
التكليف	1h X 5 + 150 X 10 = 30h	2h X 5 + 150 X 10’= 35 h	65 h
معامل الاستخدام	%78.43	%123.89	%97.74

الجدول [4−4] حساب الطاقة النظرية و الحقيقية و التكليف و معامل الاستخدام

تظهر قراءة معاملات الاستثمارات أو الاستخدامات أنه في الوقت الذي يكون فيه المعامل الكلي للاستخدام مقبولاً، يتحمل الموقع الثاني معامل استخدام أعلى من الواحد، وبالتالي فالأخير في حالة تكليف زائد مما يجعل من غير المحتمل تنفيذ العمل.

يفترض وضع خطة زمنية للعمل التقيد بشروط عدة:

- ✓ مهلة التسليم
- ✓ الطاقة القصوى لوسائل الإنتاج (موارد بشرية وآلات)
- ✓ مرونة الإنتاج

يمكن إعداد الخطة الزمنية باستخدام الطرق العامة لتخطيط الإنتاج (PERT، MRP، KANBAN) أو وفق الترتيبات نفسها (معايير الترتيب ومخططات GANTT).

يرتكز التحديد الزمني لخط السير على وضع مختلف مراحل تصنيع ما بشكل متسلسل زمنياً، لكن عليه أن يضم كذلك مهل الانتظار (أو الأزمنة ضمن العمليات) بين التصنيعات، إذ تضم هذه الأزمنة الأخيرة مثلاً أزمنة العبور والضبط والإقلاع والمعالجة الإدارية. ويتم عادة تقييم هذه الأزمنة من خلال المراقبات الإحصائية.

يتوجب تقييم الأزمنة العملياتية الحقيقية بعد أخذ عاملين بعين الاعتبار، أولاً الطاقة القصوى للإنتاج (بأبكر ما يمكن) التي تسمح بالتأكد فيما إذا كانت مهلة التسليم قد تم تحقيقها، وثانياً الطاقة الدنيا مع مهل مبالغ فيها (الأكثر تأخيراً) بطريقة تؤدي إلى تسريع تواتر التصنيع مثلاً. كذلك يتوجب التركيز على نقاط الاختناق المحتملة

(عمليات معقدة، عامل وحيد).

ما إن يتم الحساب النهائي للتحديد الزمني لخط السير الإنتاجي يتم إعداد التكليفات التوقعاتية للتصنيع: إذا تجاوز معامل الاستخدام 100%، نضع التخطيط موضع التساؤل: إما أن نعمد إلى تعديل في وسائل الإنتاج (ساعات إضافية، نقل العمل إلى مواقع أخرى، تكليف جهات خارجية)، أو نسعى إلى زيادة طوعية لاحتمال مخاطرة التأخير من خلال التأثير على المهل (الأبكر والأكثر تأخيراً).

يعمد مسؤول الترتيبات بعد ذلك إلى الإقلاع بالتصنيع (توزيع الوثائق الضرورية) وإلى متابعة الإقلاع ولاسيما بخصوص تحديد حجم الدفعة الإنتاجية. إن تخفيض حجم الدفعات التصنيعية (التي تصبح بشكل تدريجي وغالباً الهدف الأساسي أو على الأقل الثانوي للترتيبات) يسمح بكشف القطع المعطوبة بأسرع من ذي قبل، وبالتأقلم مع طلبيات صغيرة الحجم. بينما يسهل تخفيض دفعات النقل عملية تخفيض المخزونات البينية ومهل التصنيع الكلية وهذا هو مبدأ الإنتاج في الوقت المناسب (JIT).

5. الضبط العام للإنتاج

تبدأ أنشطة التخطيط العام للإنتاج من المستوى العام للمؤسسة وتأخذ بعين الاعتبار القرارات المتعلّقة بأفق تخطيطي ما. يُقصد بكلمة التخطيط العام (Aggregate Planning) التعامل مع المتطلّبات الكليّة للإنتاج، بخلاف المتطلّبات الخاصّة لمنتَج أو جزء أو طلبيّة.

يمكن لأفق التخطيط أن يكون فترة قصيرة تصل إلى 4 أسابيع، وقد تصل إلى 13 أسبوعاً (ربعيّة). لكن الحالة الشائعة أن تتراوح الفترة بين 6 أشهر وسنة أو أكثر.

هدف التخطيط العام للإنتاج هو اختيار التشكيلة المناسبة من الموارد البشريّة والماديّة التي يمكنها تلبية الطلب المنشود بشكل فعّال. بمعنى آخر، مشكلة التخطيط العام للإنتاج هي تحديد معدّل الإنتاج أو الجدول العام للإنتاج الذي يلبّي المتطلّبات من المخرجات. وذلك بتخفيض التكاليف المرتبطة بالقوة العاملة، بالمخزون، وغيرها من المتحوّلات المؤثّرة للقرار، كساعات العمل الإضافيّة واتّفاقات التوريد الثانوي ومدى استخدام الطاقة الإنتاجيّة.

في التخطيط العام للإنتاج تظهر ثلاثة متحوّلات رئيسة:

- ✓ معدّل الإنتاج.
- ✓ مستوى القوّة العاملة.
- ✓ مستوى المخزون.

تظهر هذه المتغيّرات في الجدول التالي (الجدول 4-5-آ) مع المعاني المستَخدَمة عادة للتحكّم بقيمها:

I – معدّل الإنتاج	II – قوّة العمل	III – المخزون
a – عمل إضافي	a – استئجار	a – تراكم
b – عمل أقل	b – تسريح مؤقّت	b – نضوب
c – ساعات عمل مخفّضة		c – نفاذ
d – استخدام الطاقة		1 – صفقات ضائعة
e– تعاقد ثانوي		2– طلبيّات مرتجّعة

الجدول [4–5–آ] متحولات القرار في التهخطيط العام للإنتاج

في كثير من المنظومات الإنتاجيّة لا تعني عبارة الاستثمار الطبيعي استثمار الطاقة القصوى. أمّا الاستثمار الطبيعي بعيد المدى فيقدّر على أنّه نسبة من الطاقة القصوى على المدى القصير. إذ أنّ متطلّبات الصيانة هي السبب الرئيسي لهذا الفارق. تمثّل خطوط النقل الجوّي مثالاً لهذه الحالة، ففي الشروط الطبيعيّة تكون نسبة 5 أو 10 أو ربما 15 % من الطاقة الكليّة (المقاعد) لخط جوي ما غير جاهزة للاستخدام بسبب الصيانة أو أسباب أخرى مع ذلك، خلال فترة الذروة (موسم الإقبال على السفر) يكون برنامج أو جدول الصيانة مبكّراً أو مؤخَّراً، وترفَع الطاقة التشغيليّة على المدى القريب إلى ما يعادل السويّة العظمى.

حتماً، تكون الطاقة التشغيليّة قبل و/أو بعد فترة الذروة أقل من الطاقة الطبيعيّة. لكن هذا التناوب عامل أساسي في التخطيط العام.

كذلك بالنظر إلى عناصر القرار التي تؤثّر على معدّل الإنتاج. من الضروري الإشارة إلى أنّ التوريد الثانوي عامل خارجيّ عموماً بالنسبة لتجهيزات الإنتاج المعتبَرة ولكنّه يبقى عاملاً حيويّاً في المنظومة الكليّة من وجهة نظر الطاقة.

العامل الأخير الذي يتطلب التوضيح هو نفاذ المخزون. إذ أنّ نفاذ المخزون هو في الواقع حالة خاصّة من النضوب ويرتبط بحالات لا يمكن فيها تلبية الطلب خلال الفترة التي يحدث فيها. يصبح هذا الطلب غير المُلَبّى صفقة ضائعة أو طلبيّة مرفوضة.

يمكن للمثال الرقمي التالي (الجدول 4–5–ب) أن يوضّح المفاهيم المتعلّقة بالتخطيط العام للإنتاج:

توصيف المعيار	القيمة
• مخزون ابتدائي	400 وحدة
• الطلب المتوقّع للفترة الأولى	1500 وحدة
• الطلب المتوقع للفترة الثانية	600 وحدة
• الطلب المتوقّع للفترة الثالثة	800 وحدة
• المستوى الحالي لقوّة العمل	10 عامل
• المستوى الأقصى لقوّة العمل	20 عامل
مخرَجات كل عمل	
a. الزمن النظامي	80 وحدة / فترة
b. الوقت الإضافي	20 وحدة / فترة
• طاقة التعاقد الثانوي	500 وحدة / شهر
• المستوى الأدنى لمخزون الأمان	20 % من الطلب المتوقّع
• المستوى الأقصى المسموح به للمخزون	1000 وحدة
• المستوى المطلوب من المخزون في نهاية الأفق التخطيطي	مخزون الأمان + 100 وحدة.

الجدول [4–5–ب] معلومات تتعلق بمشكلة تخطيط عام للإنتاج تغطي أفقاً تخطيطياً ثلاثي الفترات

الخطوة الأولى في صياغة مشكلة التخطيط العام للإنتاج هي وضع جدول متطلّبات الإنتاج production requirement schedule وهو قائمة مجدولة لمتطلّبات الإنتاج لكل فترة من أفق التخطيط. من الضروري الإشارة إلى أنّ متطلّبات الإنتاج لا تتطابق عادة مع الطلبيّات المتنبّأ بها. للتسهيل نفترض أنّه من غير المسموح به تراكم المخزون أو وجود طلبيّات مرتجعة، وبالتالي ينبغي تلبية الطلب خلال الفترة التي يبدأ فيها الطلب. هذا يعني أنه يمكن فقط استخدام مخزون الأمان لتلبية الطلب المستقبلي.

	الفترة الأولى	الفترة الثانية	الفترة الثالثة	المجموع
1- مخزون ابتدائي	400	300	120	400
2- الطلب المتوقّع	1500	600	800	2900
3- مخزون أمان مطلوب (20% من 2)	300	120	*260	260
4- إنتاج مطلوب (2+3-1)	1400	420	940	2760

الجدول [4-5-ج] تحديد متطلبات الإنتاج

260 = 160 وحدة من مخزون الأمان + 100 وحدة من متطلبات أفق التخطيط

الخطوة الثانية في حل مشكلة التخطيط العام للإنتاج هي تحديد الحل الأكثر فاعليّة من حيث التكلفة والذي يلبّي جدول متطلّبات الإنتاج.

ليست هذه القضيّة بديهيّة، حيث أنّ عدد الحلول المقبولة أو التوافقيّات التي تضمّ معدّلات الإنتاج وحجم قوّة العمل ومستوى المخزون كبير جداً، حتى من أجل مشكلات بسيطة نسبيّاً. هناك استراتيجيّات تبيّن الطبيعة العامّة للحلول لهذا النوع من المشكلات ودرجة التعقيد في تحديد حل أمثلي.

في الاستراتيجيّة الأولى: سيختلف حجم قوة العمل مع تقلّبات الطلب وسيؤخذ وقت العمل الإضافي والتعاقد الثانوي بعين الاعتبار. كما يبيّن الجدول (4-5-د).

	الفترة 1	الفترة 2	الفترة 3
متطلّبات الإنتاج	1400	420	940
حجم قوة العمل	18	6	12
الحجم الماضي لقوة العمل	10	18	6
مقدار التغيّر في حجم قوة العمل	8+	12-	6+
تكاليف وحدة الإنتاج			
الوقت النظامي	1440	480	960
الوقت الإضافي	0	0	0
التعاقد الثانوي	0	0	0

الجدول [4-5-د] حساب حجم قوة العمل في الاستراتيجية الأولى

التكلفة (1) = L 12 + H 14 + R 2880

حيث:

R = التكلفة النظاميّة لوحدة الإنتاج. يدفع لكل عامل عن 80 وحدة لكل فترة، حتى وإن لم تستثمر هذه الطاقة بشكل كامل.

H = تكلفة استئجار كل عامل.

L = تكلفة التسريح المؤقت لكل عامل.

في الاستراتيجيّة الثانية سيختلف حجم قوة العمل ثانية مع تقلّبات الطلب، ومع ذلك سنعتبر الوقت الإضافي كبديل آخر. كما في الجدول (4–5–هـ).

	الفترة 1	الفترة 2	الفترة 2أ	الفترة 3	الفترة 3أ
متطلّبات الإنتاج	1400	420	420	940	940
حجم قوّة العمل	14	6	5	10	10
الحجم الماضي لقوّة العمل	10	14	14	6	5
مقدار التغيّر في حجم قوّة العمل	4+	8–	9–	4+	5+
تكاليف وحدة الإنتاج					
النظامي	1120	480	400	800	800
الإضافي	280	0	20	160	160
التعاقدي	0	0	0	0	0

الجدول [4–5–هـ] تحديد حجم قوة العمل في الاستراتيجية الثانية

التكلفة (2) = L 8 + H 8 + X 440 + R 2400

التكلفة (2أ) = L 9 + H 9 + X 460 + R 320

حيث X = تكلفة وحدة الإنتاج وفق الساعات الإضافيّة.

أمّا الاستراتيجيّة الثالثة فسيُستَخدَم كل من الوقت الإضافي والتعاقد الثانوي لتعديل التقلّبات في الطلب ضمن الجهود المبذولة للإبقاء على قوّة العمل في سويّة ثابتة. كما في الجدول (4–5–ن).

	الفترة 1	الفترة 1أ	الفترة 2	الفترة 2أ	الفترة 3
متطلّبات الإنتاج	1400	1400	420	420	940
حجم قوة العمل	10	9	6	6	6
الحجم الماضي لقوة العمل	10	10	10	9	6
مقدار التغيّر في حجم قوة العمل	0	1–	4–	3–	0
تكاليف وحدة الإنتاج					
النظامي	800	720	480	480	480
الإضافي	200	180	0	0	120
التعاقدي	400	500	0	0	340

الجدول [4–5–ن] تحديد حجم قوة العمل في الاستراتيجية الثالثة

التكلفة (3) = 1760 R + 320 X + 740 S + 4 L

التكلفة (3أ) = 1680 R + 300 X + 840 S + 4 L

حيث S = تكلفة وحدة الإنتاج المتعاقد عليها ثانويّاً.

عند هذا الحد، تبدو قضيّة اختيار الحل الأكثر فاعليّة من حيث التكلفة أمر سهل نسبيّاً إذا كانت معطيات التكلفة معلومة. مع ذلك فمن الواضح أن عدداً كبيراً من الحلول الممكنة لهذه المشكلة لم يتمّ تقييمها بعد. وقد تكون بعض الحلول صعبة التحقيق إن لم تكن مستحيلة. إضافة لذلك تصبح المشكلة أكثر تعقيداً إذا كانت هناك فرضيّات أوّليّة تتعلّق بتراكم المخزون والطلبيّات المرفوضة. إذ أنّه ينبغي إعداد جدول متطلّبات جديدة للإنتاج يعكس متطلّبات الإنتاج المرحليّة القصوى والدنيا.

هناك إجرائيّات متعدّدة لحل نسخ من مشكلات التخطيط العام للإنتاج قد تم طرحها وشرحها في الأدبيّات. صاغ ROWMAN المشكلة كبرنامج خطّي. كما طوّر كل من HOLT و MODIGLIANI و MUTH و SIMON طريقة تعتبّر قاعدة قرار خطيّة. من الهام ملاحظة أن الطلب المتنبّأ به هو المدخل المفتاح في عمليّة إعداد جدول متطلّبات الإنتاج وأنّ جدول متطلّبات الإنتاج يصبح مدخلاً لإجرائيّة التخطيط العام التي تضم تحديد

المتطلّبات من القطع MRP أو Material Requirement Planning التي تتعامل مع المدخلات الماديّة لإجرائيّة الإنتاج كالمواد الأوّليّة وقطع التبديل.

ما إن تتمّ صياغة الخطط العامّة، حتى يتمّ التركيز على جدولة وضبط الأعمال الفرديّة والأنشطة الفرديّة.

أنشطة تخطيط الإنتاج وضبطه:

تختلف أنشطة فرَق تخطيط وضبط الإنتاج بشكل كبير من مؤسسة إلى أخرى ومن صناعة إلى أخرى. كذلك ثمّة اختلافات على مستوى الممارسات الميدانيّة. تمثّل القائمة التالية مجموعة هذه الأنشطة:

1. استلام الطلبيّات من الزبائن.
2. ملاحظات قسم المبيعات وقسم المحاسبة عن مدى قبول الطلبيّات من وجهة نظر إمكانيّة وجدوى الإنتاج.
3. تحليل الطلبيّات لمعرفة كميّات المواد الأوّليّة والقطع اللازمة لتأمين هذه الطلبيّات.
4. تحديد الأدوات اللازمة للتصنيع.
5. متطلّبات قضيّة شراء المواد الضروريّة.
6. متطلّبات قضيّة شراء الأدوات والقطع اللازمة.
7. الإبقاء على مستوى معيّن من مخزون المواد والقطع.
8. إعداد المخطّطات التي تظهِر تتابع العمليّات اللازمة لإنتاج منتَجات معيّنة.
9. إعداد الجداول التي تبيّن أي العمليات ينبغي البدء والانتهاء بها.
10. المشاركة في تخطيط المتطلّبات من اليد العاملة وتوزيع الأفراد على الأعمال والمهام.
11. إنجاز أوامر عمل لبدء نشاطات الإنتاج.
12. إدارة وضبط حركة المواد خلال إجرائيّة الإنتاج.
13. استلام وتقييم تقارير عن التطوّر الحاصل على طلبيّات معيّنة والبدء بإجراءات تصحيحيّة عند اللزوم.
14. البدء بتغيير الطلبيّات حسب متطلّبات الزبائن خلال تنفيذها.
15. مراجعة الخطط عند عدم تطابق أنشطة الإنتاج مع الخطط الأوّليّة وعند ضرورة إجراء مراجعات لجدولة الإنتاج بسبب الطلبيّات الطارئة.
16. ضبط مخزون القطع المنتهية والمنتَجات.
17. تحديد السجلّات عن كل الطلبيّات والأوامر المجدولة وقيد الإنجاز.
18. المساهمة في إعداد تقديرات عن تكاليف الطلبيّات.

19. الإجابة عن تساؤلات الزبائن ومسؤولي المبيعات المتعلّقة بالحالة الراهنة لطلبيّاتهم.

6. نماذج ضبط الإنتاج

ليس النموذج الفعّال لضبط الإنتاج في مؤسسة ما هو بالضرورة نفسه النموذج الفعّال في مؤسسة أخرى. يقوم قسم تخطيط وضبط الإنتاج في بعض المؤسسات بتنفيذ جزء من الأنشطة المذكورة. بينما ينفّذ القسم في مؤسسة ثانية مجموعة أخرى من الأنشطة. ليس هناك نموذج وحيد لضبط الإنتاج يمكن تطبيقه في كل المؤسسات بفعاليّة واحدة.

تضم العوامل الرئيسة في تفضيل منظومة ضبط على منظومة أخرى، حجم المؤسسة، حجم التفاصيل اللازمة للضبط، طبيعة إجرائيّة الإنتاج، طبيعة المنتَجات التي يتم إنتاجها، نماذج الأسواق التي تستهدفها المؤسسة في المبيعات. نظراً لهذا التنوّع الكبير فهناك نماذج مختلفة متعدّدة لمنظومة ضبط الإنتاج.

النموذج الأكثر شيوعاً يسمى ضبط الطلبيّة (Order Control) ويستخدم عادة في المؤسسات ذات منظومات الإنتاج المتقطّع. حيث ترد الأوامر إلى الورشة بكميّات مختلفة لمنتجات مختلفة، لذلك ينبغي إعداد تخطيط وضبط الإنتاج على أساس أوامر فرديّة. بما أنّ هذا النوع من الضبط شائع جداً سيتم تفصيله فيما بعد.

يأتي نموذج ضبط التدفّق (Flow Control) في الدرجة الثانية بين الأنظمة الأكثر شيوعاً، وهو ما يتمّ تطبيقه لصناعات معيّنة كالصناعات الكيميائيّة والبترولية والزجاج وبعض حالات التصنيع الغذائي. في هذا النموذج من المنظومات تتم الجدولة عند التخطيط التفصيلي للمصنع. هذا يعني أن خط الإنتاج المقام يتم توازنه وترتيبه قبل بدء العمليّات الإنتاجيّة بشكل كمي. ما إن يتم البت بشكل المنظومة الإنتاجيّة حتى يقوم قسم التخطيط وضبط الإنتاج بضبط معدّل تدفّق العمل في المنظومة ويختبرها عند خروجه من المنظومة. هذا النوع من الضبط يشاهد غالباً في منظومات الإنتاج المستمر.

يسمى النوع الثالث من نماذج ضبط الإنتاج الضبط الكتلي (Block Control)، يشاهد عموماً في الصناعات النسيجيّة وأحياناً في طباعة الكتب والمجلات. السبب الرئيس للضبط الكتلي هو الضرورة الحتميّة للاحتفاظ بالأشياء بشكل منفصل عن بعضها البعض في هذه الصناعات. مثلاً في صناعة الألبسة، يمكن أن تكون مهتماً بصنع القمصان من قياس معيّن، طراز معيّن، قماش معيّن من الضروري الاحتفاظ بالقطع المركّبات المتقابلة مع بعضها في مجموعات أو كتل. لذلك تشمل منظومة الضبط النموذجي في هذا النوع من الصناعات، العمل على كتلة من وحدات متنوّعة من الأكمام، الياقات، الجيوب، الظهور.

من الممكن في صناعة النسيج قصّ 50 من لوازم القمصان (أكمام، ظهور) بعد ذلك يتم تحريك هذه الكتلة من 50 قطعة لعمليّات تجميع حيث يتم خياطتها وهكذا يتمّ تثبيت اللون والقماش والطراز والقياس في الكتلة الواحدة.

في حالة طباعة الكتب والمجلات يكون الضبط الكتلي ضرورياً لتجنّب اختلاط الصفحات وتوضّع الصفحات في غير تتابعها الصحيح أو حتى في غير كتابها الصحيح.

النوع الرابع من نماذج ضبط الإنتاج يسمى ضبط التحميل (Load Control). يظهر هذا النموذج عند تواجد

آلة تشكّل عنق الزجاجة في إجرائيّة إنتاج. مثلاً: في مجال الصحف، إذ أن الصحف سلع عالية التكلفة تنجز بمعدّل سرعة ثابت نسبيّاً. الزمن الحرِج المستهدَف يبدأ عند بدء دوران آلة الطباعة. كذلك يمكن للمرء أن يغيّر الإعلانات والمقالات والخطوط العريضة والثانويّة التي تشكل جميعاً متغيّرات نموذج الصحيفة النهائي ويتحكّم بها قبل بدر زمن الطباعة.

ما إن تدخل الصحيفة الآلة الحرِجة وهي الطابعة، يكون كل شيء ثابتاً وينبغي أن يكون مستمراً خلال الإجرائيّة وفق معدّل دوران الآلة.

نسمّي النوع الخامس من نماذج ضبط الإنتاج ضبط الدفعة الإنتاجيّة Batch Control وهو نوع كثير الانتشار في الصناعة التحويليّة الغذائيّة. مثلاً صناعة المرطّبات أو المثلّجات (Ice Cream). ففي مثل هذه الصناعة ينبغي أن يكون هناك صيغة أو خلطة تضم الحليب، المثبّتات، السكّر، المنكّهات، الملوّنات اللازمة. يتمّ تحديد الكميّات ونسبها من هذه المكوّنات مسبقاً. يقوم ضبط الإنتاج بالمقاربة بين هذه النسب من المكوّنات لتطابق الدفعة الضروريّة أو الطلبيّة.

في بعض الحالات، يحدّد حجم خزّان الطبّاخ البخاري حجم الدفعة الإنتاجيّة. على كل حال يستخدم ضبط الإنتاج وفق منظومة الدفعة الإنتاجيّة عادة مع مجموعة من المكوّنات التي تنسب لبعضها وتعالج كدفعة واحدة في كل مرة.

أما النموذج السادس والأخير من نماذج ضبط الإنتاج فهو الضبط الخاص بمشروع (Special Project Control). ويتناسب مع وجود عدّة مشاريع عالية التكلفة أو تستغرق وقتاً طويلاً للإنجاز كبناء جسر أو تشييد بناء مكاتبي أو مدرسي. عندئذ يطبّق الضبط الخاص بمشروع.

بدلاً من تواجد مجموعة من النماذج المعدّة للجدولة والتنفيذ، يبقى المسؤول أو مجموعة المسؤولين في تواصل دائم مع العمل. إذا كانت هناك احتياجات لابد من تلبيتها لإكمال مرحلة قبل البدء بمرحلة جديدة، لابدّ من تطبيق الضبط الخاص بالمشروع.

7. تخطيط وضبط الإنتاج في منظومة إنتاج متقطّع

يجدر البدء بالإشارة من جديد إلى أن منظومات الإنتاج المتقطّع تتميّز بآلات ذات أهداف عامّة، ومسار متغيّر بين تجهيزات معالجة المواد، وإنتاج طيف واسع من المنتَجات المتنوّعة، إنتاج وفق دفعات إنتاجيّة صغيرة، توزّع الآلات على أساس الإجرائيّة، ارتكاز الإنتاج على أساس طلبيّات المبيعات. كالمصانع ذات الآلات العامّة. بما أنّ منظومات الإنتاج المتقطّع متوجّهة حسب الطلبيّات فإنّ منظومة تخطيط وضبط الإنتاج المستخدَمة هي ضبط الطلبيّة Order Control

تكون أنشطة الضبط والتخطيط في هذه المنظومة مستندة للطلبيّات ويتمّ التنسيق من خلال استخدام أرقام الطلبيّات. كل طلبيّة فرديّة لها رقمها الترتيبي الخاص الذي يعطى لها عند تلقّيها من الزبون. خلال إجرائيّة

الإنتاج يتمّ ربط كل طلبيّة برقمها ضمن أنشطة التخطيط والضبط، لتبيان كيفيّة تنفيذ الضبط وفق الطلبيّة. يمكن تتبّع مسار طلبيّة منذ لحظة استلام الطلب وحتى إكمال إنجاز المنتَج النهائي ما إن يتمّ استلام الطلبيّة حتى يرسلها قسم التخطيط والضبط للهندسة أو يمكنه استخدام كفاءاته الخاصّة في بعض الحالات لتحديد:

1. الاحتياجات من المواد الأوّليّة والقطع التي ستلزم لتغطية الطلبيّة.
2. العمليّات اللازمة لإكمال إجرائيّة الإنتاج المتعلّقة بالطلبيّة.

يمكن لتحديد الاحتياجات من المواد الأوّليّة والقطع اللازمة أن ينتج من التحليلات الهندسيّة أو ربّما يؤخذ من القائمة الرئيسة للبنية الشجريّة للمنتَج إذا كان المنتَج قد تمّ تصنيعه سابقاً.

ما إن تنتهي التحليلات، تعرَض قائمة مواد الطلبيّة على تخطيط وضبط الإنتاج. تشمل هذه القائمة المعلومات التالية:

- ✓ اسم المنتَج
- ✓ رقم النموذج (model) في حال تطبيقه
- ✓ المواد الأوّليّة المطلوبة وكميّاتها
- ✓ القطع المطلوبة وكميّاتها
- ✓ المراجع (مخطّطات، مواصفات، مساقط محبّرة، مصادر معلومات هامّة أخرى)
- ✓ رقم الطلبيّة والكميّة المطلوب إنتاجها.

غالباً ما تشمل القائمة الرئيسة للبنية الشجريّة للمنتَج master bill of materials كل المواد الأوّليّة والقطع المطلوبة لتصنيع وحدة من المنتَج، أمّا قائمة طلبيّة مواد فهي ببساطة قائمة رئيسة بالمواد والكميّات بعد جدائها بعدد الوحدات المطلوبة من المنتَج في الطلبيّة.

المادّة الثانية من المعلومات المتلقّاة من الهندسة هي مخطط التنفيذ route sheet وتمثّل تتابع المراحل أو العمليّات المطلوبة لإكمال الطلبيّة. إضافة لذلك يبرِز مخطط التنفيذ نماذج الآلات التي سيتمّ إنجاز كل جزء من العمل عليها والأدوات المطلوبة والوقت المطلوب لكل مرحلة في العمليّة. عادة يتمّ تعداد العمليّات وفق ترتيبها بالأرقام المتسلسلة وبتوصيف كامل لكل منها. كذلك تضم مخططات التنفيذ مراجع تتعلّق باسم المنتَج أو القطعة، رقم الطلبيّة والمراجع المتعلّقة بالمخططات الهندسيّة والمواصفات ومصادر المعلومات الأخرى. ما إن تصبح قائمة مواد الطلبيّة جاهزة ومخطط التنفيذ معدّاً حتى يأتي دور تخطيط الإنتاج كخطوة لاحقة وتسمى جدولة الإنتاج production scheduling.

تضم الجدولة تحديد الاحتياجات الزمنيّة لإكمال عمل. وهي تجيب عن السؤال الأهم: متى ينبغي تنفيذ عمليّات معيّنة؟ للوصول إلى إجابات عن هذه الأسئلة من الضروري التوصّل للإجابات عن أسئلة أكثر تفصيلاً.

1. متى ينبغي تسليم المنتَج النهائي؟ يجب العمل زمنيّاً باتجاه الخلف اعتباراً من هذا التاريخ المستَهدَف والحرِج.
2. كم من الوقت ستستغرِق عمليّة التجميع النهائي؟.
3. كم ستستغرِق عمليّات التجميع الجزئيّة؟
4. كم من الوقت ستستغرِق عمليّة إنتاج قطع المركّبات؟

إنّ الإجابة عن هذه الأسئلة الأربعة تقدّم معلومات للتتابع العام للمراحل الأساسيّة للإنتاج.

يظهر التمثيل البياني لهذا التتابع في الشكل المرافق.

الشكل [4–7] التمثيل البياني للتتابع العام للمراحل

لإعداد جدول مفصّل، من الضروري إيجاد إجابات عن أسئلة إضافيّة. ما هي الطاقة الإنتاجيّة لآلات معنيّة وأقسام معنيّة بالطلبيّة؟ إلى أيّ مدى يمكن أن تكون هذه الأقسام والآلات والعمّال المعنيّون جاهزين للإنتاج؟ كم من الوقت يلزم للحصول على المواد الأوّليّة والقطع المشتراة؟ كم من الوقت تستغرق عمليّة تركيب أو شراء الأدوات اللازمة للإنتاج (مستلزمات الإنتاج)؟ كم من الوقت يلزم لنقل المواد من محطّة عمل إلى أخرى؟ كم من الوقت يجب تخصيصه للتفتيش؟ كم من المواد الأوّليّة والقطع متوفّر أصلاً في المخزون لحذفه من احتياج التصنيع أو الشراء؟ ما هي أولويّات الطلبيّة موضوع العمل؟

ما إن نحصل على إجابات لهذه الأسئلة، من الممكن جدولة التواريخ المتعلّقة بطلبيّات القطع المشتراة، المواد الأوّليّة، الأدوات متى ينبغي البدء بتصنيع القطع، والبدء بأنشطة التجميع؟ متى ينبغي البدء بالتجميع النهائي؟ هذه العمليّة الإجرائيّة تتمّ باستخدام مخططات GANTT أو مكافئاتها.

الخطوة التالية في تخطيط الإنتاج هي قضيّة توزيع العمل أو تحميله (Dispatcging) وبالتالي إصدار أوامر

العمل. ما إن يتمّ إعداد مخطط التنفيذ، قائمة المواد وجدول التنفيذ، حتى يبدأ إعداد أوامر العمل. هذه الأوامر تسمى أحياناً أوامر المصنع أو أوامر التصنيع أو أوامر العمل وتضم المعلومات التالية:

1. اسم المنتَج
2. اسم القطعة الواجب إنتاجها، التجميع الجزئي أو التجميع النهائي
3. رقم الأمر
4. الكميّة الواجب إنتاجها
5. توصيف وأرقام العمليّات المطلوبة وتسلسلها الفني
6. الأقسام المعنيّة في كل عمليّة
7. الأدوات المطلوبة للعمليّات المعنيّة
8. الآلات المعنيّة لكل عمليّة
9. تواريخ بدء العمليّات

يتمّ توزيع أوامر العمل في بعض المؤسسات من قبل المشرف على القسم الذي يحدّد أيّ الآلات ينبغي استخدامها وأي الأفراد ينبغي توزيعهم عليها؟ ومتى يتمّ تنفيذ هذه الأنشطة؟ يقوم المشرِف في هذه الحالة بتنفيذ وظيفة الجدولة النهائيّة التفصيليّة وهذا ما يسمّى بالتوجيه اللامركزي. وفي مؤسسات أخرى يقوم قسم تخطيط وضبط الإنتاج بتوزيع أوامر العمل على العمّال المعنيّين وتترَك عمليّة الجدولة التفصيليّة حتى آخر لحظة بين يدي تخطيط وضبط الإنتاج أكثر منها بين يدي المشرِف وهذا ما يسمّى بالتوجيه المركزي.

تمثّل أوامر العمل السلطة اللازمة للإنتاج التي يمارسها قسم تخطيط وضبط الإنتاج في علاقاته الوظيفيّة مع مدير الإنتاج. على التوازي، هناك قضايا الاحتياجات التي ترسَل إلى قسم المشتريات والتي تؤدي إلى أوامر شراء. يمكن أن تترَك قضايا الاحتياجات للمشرِف أو للعمّال حيث يقومون باستدراج المواد والقطع من المخازن والأدوات من مخازن الأدوات.

هناك ما يسمّى بأوامر تحريك (Move Orders) للأشخاص المسؤولين عن إدارة المواد، تخبرهم ماالذي ينبغي نقله ومتى؟

حتى هذا الحد، كل الأنشطة التي تمّت مناقشتها يمكن تصنيفها ضمن نطاق تخطيط إنتاج. ما إن تصدُر أوامر العمل حتى يبدأ الإنتاج وتظهر الحاجة لضبط الإنتاج. تُعرَف أنشطة الضبط عادة بالمتابعة follow–up في اللغة الدارجة. تشمل المتابعة الفحص للتأكّد من تطابق إنجاز العمل مع الخطط الموضوعة. عندما تحدث انحرافات عن الخطط الموضوعة ينبغي اتّخاذ إجراءات تصحيحيّة.

في بعض الحالات، تحدث الانحرافات بسبب تعطّل الآلات وتوقّف بعض الأعمال. لذلك لابدّ من نقل العمّال على آلات أخرى أو تأخير العمل. يمكن لتغيّب العمّال أن يخلق بلبلة. أحياناً، لاتصل المواد والقطع أو الأدوات

في وقتها ممّا يزعزع عمليّة الإنتاج.

يمكن لأي نوع من هذه الأحداث أو غيرها أن يؤدي إلى تأخيرات قد تجعل الطلبيّة تتجاوز برنامج الجدولة أو قد تؤدي إلى ضرورة إعادة الجدولة إن لم تستطع قضيّة الوقت الإضافي over– time حل المشكلة.

يمكن لهذا الأمر أن يحدث عند تعطّل الآلات الحرِجة (عنق الزجاجة) أو عند تأخّر وصول المواد أو القطع أو الأدوات في الوقت المحدّد، أو لدى قيام إضراب عن العمل وهكذا.

غالباً ما تحدّد منظومة للتواصل كجزء من تخطيط وضبط الإنتاج لتسهيل عمليّة إصدار تقارير عن الانحرافات عن الخطط الموضوعة. يشمل التواصل المعني التقارير عن الطبيّات المنتهية، تقارير عن الأعطال، تقارير عن التغيّب، تقارير عن العوادم، تقارير التفتيش، سجلّات المخزون المحدّثة وسجلّات عن الحركات المنجَزة.

التراسل هي حالة خاصّة من المتابعة، ويقوم المراسِلون بالمساعدة في حل بعض المشكلات الخاصّة، وتسريع إنتاج بعض الطلبيّات الخاصّة، ويُستخدّم المراسلون عموماً عند وجود طلبيّات عاجلة، بحيث يتابعون هذه الطلبيّات ضمن المصنع للتأكّد من عدم حدوث أيّ تأخير في أي موقع.

بإيجاز، يتطلّب تخطيط وضبط الإنتاج في منظومة إنتاج متقطّع تحليل الطلب من وجهة نظر هندسيّة أوّلاً لتحديد قائمة المواد المكوّنة ومخططات التنفيذ الخاصّة بالطلبيّات. بعد ذلك يتمّ تجميع المعلومات بحيث يمكن إعداد جداول إنتاج. اعتماداً على هذه المعلومات يتمّ توزيع أوامر العمل والشروع بأنشطة الإنتاج. أخيراً ينبغي إجراء أعمال تصحيحيّة.

8. تخطيط وضبط الإنتاج في منظومات إنتاج مستمر

تتميّز منظومات الإنتاج المستمر بوجود آلات متخصّصة بهدف معيّن أو بالآلات المؤتمتة وبالتجهيزات المعدّة للتعامل مع المواد وفق مسارات ثابتة، وبإنتاج منتَجات معياريّ. كما تتميّز بإنتاج كمّي وإنتاج للتخزين لطلبيّات كبيرة الحجم، كمصافي البترول وتصنيع الزجاج ولفافات التبغ وبعض أنواع الإجرائيّات التصنيعيّة الغذائيّة.

يُعرَف نموذج الضبط المناسب لهذا النوع من منظومات الإنتاج المستمر بنموذج ضبط التدفّق. تعتبَر نشاطات تخطيط وضبط الإنتاج المتعلّقة بمنظومات الإنتاج المستمر أبسط من النشاطات المتعلّقة بمنظومات الإنتاج المتقطّع، إذ لا حاجة للاهتمام بالانسيابيّة routing، إذ أن المسار الذي يتبعه المنتج المعياري يتمّ تحديده مسبقاً خلال تصميم الخط أو الموقع.

يرتبط تموضع التجهيزات بالمنتَجات المعياريّة وتتوزّع الآلات بشكل متتالي ويتمّ إحداث توازن بين هذه الآلات ممّا يؤدي إلى تصفية الكثير من مشكلات الجدولة والتخطيط. كما أن المعدّات التي تسهّل التعامل مع المواد وفق المسار الثابت كالعربات وسكك المناولة تربط بين الآلات وبالتالي لا حاجة لأوامر تحريك. حتى تحميل عمل الطلبيّات على العمّال بالمعنى العام لا ضرورة له، لأنّ العمّال لا يقومون بأعمال متنوّعة بل يؤدّون مهمّات تخصّصيّة بنفس الطريقة يوميّاً، وهم يعرفون أين يعملون وكيف يعملون ومتى دون أوامر عمل.

التعليمات الوحيدة التي يمكن أن يحتاجها العمّال هي التوجيه لإنتاج عدد محدّد من الوحدات وضمن عمليّات متوازنة تماماً. وقد يحتاج لمعرفة أين يشكّل الحلقة في سلسلة الأنشطة وقد لا تكون ضروريّة.

بما أنّ كثيراً من الإجرائيّات المستخدمة في ضبط الطلبيّات لا تستخدم في ضبط التدفق، يبقى هناك سؤال عن كيفيّة ضبط التدفّق.

من حيث المبدأ، تشمل وظيفة تخطيط الإنتاج تحديد عدد الوحدات الواجب إنتاجها من المنتَج المعياري سواء للتخزين أم للطلبيّات المقبلة. ما إن يتمّ تقدير هذا العدد من الوحدات، يدخل تخطيط الإنتاج في متابعة مشكلة تأمين ما يكفي من المواد الأوّليّة والمستلزمات لبقاء المنظومة الإنتاجيّة في حالة تشغيليّة.

ما يقابل وظيفة التحميل في ضبط الطلبيّة هي قضيّة سماحيّة الإنتاج التي تمثّل عدد الوحدات الواجب تصنيعها خلال يوم أو خلال أسبوع. يعود هذا الأمر إلى المسؤولين عن تشغيل منظومة الإنتاج بدلاً من العمّال في أغلب الأحيان.

يتمّ توجيه وظيفة ضبط الإنتاج نحو الإبقاء على معدّل تدفّق إنتاجي بحيث يمكن إنتاج عدد الوحدات المطلوبة. بعض المنظومات الإنتاجيّة المستمرّة تعمل على مدار الساعة. سبعة أيّام في الأسبوع ولا تتوقّف أبداً باستثناء فترة الصيانة السنويّة، في هذه الحالة يتمّ توجيه أنشطة الضبط نحو الإبقاء على منظومة الإنتاج في حالة تشغيليّة بما يتقارب مع الطاقة التشغيليّة والتي تعني بدورها الإبقاء على مستوى معيّن في معدّل التدفّق.

بما أنّ الإنتاج الكمّي هو من أهمّ مميّزات منظومات الإنتاج المستمر فإن ضبط المخزون يصبح هامّاً جداً وقد يكون من مسؤوليّات قسم تخطيط وضبط الإنتاج.

إذا كانت الحالة كذلك، يمضي المسؤولون عن تخطيط وضبط الإنتاج قدراً كبيراً من وقتهم لإبقاء مستوى المخزون من المواد الأوّليّة والمستلزمات جاهزاً باستمرار لدخول إجرائيّة الإنتاج مع ذلك ينبغي تحديد هذا المستوى بحيث يتمّ تخفيض حجم الاستثمار في المواد الأوّليّة والمستلزمات. خصوصاً حين تكون هذه المواد مرتبطة بشروط أمثليّة لمنظومة الإنتاج الكليّة.

بنفس الطريقة، لا يمكن السماح بتراكم المنتَجات النهائيّة بشكل كبير في نهاية الإجرائيّة لأنّ ذلك يزيد من حجم المخزون ويمكن أن يوقف إجرائيّة الإنتاج إذا تجاوزت المساحات التخزينيّة للمنتَجات النهائيّة ما يُخصّص لها.

باختصار، فإن تخطيط وضبط الإنتاج في منظومات الإنتاج المستمر أبسط بكثير من تخطيط الإنتاج وضبطه في منظومات الإنتاج المتقطّع، وهي تضم عمليّاً نشاطين فقط:

1. تأمين تدفّق المواد الأوّليّة والمستلزمات بحيث تلبّي متطلّبات المنظومة الإنتاجيّة وضمان تحريك المنتَجات النهائيّة وخروجها من منظومة الإنتاج.
2. الحفاظ على معدّل تدفّق للمنظومة الإنتاجيّة بحيث يتمّ تشغيلها بما يقارب الطاقة الإنتاجيّة أو أحياناً بما يقابل الاحتياجات الكميّة من الإنتاج.

المراجع المستخدمة في الفصل الرابع

حسين، محمد ابديوي. (2004). تخطيط الإنتاج مراقبته. دار المناهج للنشر والتوزيع.

Taylor J & Francis (2014) Production Planning & Control :The Management of Operations .0953-7287 (Print) 1366-5871.

Richard Crowson (2005) "Factory Operations: Planning and Instructional Methods"English | ISBN: 0849355508 | 329 pages |

اختبارات وأسئلة الفصل الرابع

1) أسئلة صح / خطأ True/False

السؤال	صح	خطأ
1. تخطيط الإنتاج هو عملية جدولة لتدفق الإنتاج زمنياً.	✓	
2. خطط الإنتاج هي تقارير ختامية تُرفع بعد الانتهاء من تنفيذ الإنتاج		✓
3. تختلف الخطط الإنتاجية حسب المدى الزمني الذي تغطيه وحسب منظومة الإنتاج المتّبعة	✓	
4. الإنتاج الموجّه للزبون هو الإنتاج الذي يتم بهدف التخزين		✓
5. من التقنيات المستخدمة في تخطيط الإنتاج البرمجة الخطية وصفوف الانتظار.	✓	
6. الطاقة الإنتاجية لموقع = (عدد أيام التشغيل الشهرية * متوسط عدد ساعات العمل اليومي * معدل التشغيل * عدد العمال)	✓	
7. يعتبر تخطيط الإنتاج في منظومة إنتاج إجرائية process مهمة صعبة		✓
8. الإنتاج التراكمي هو الإنتاج بشكل مسبق بما يلبي طلب السوق	✓	
9. إنتاج النفط المكرّر أو الإسمنت هما إنتاج غير مستمر.		✓
10. لا يمكن زيادة الطاقة الإنتاجية إلا من خلال شراء آلات جديدة.		✓
11. البدء بالطلبية ذات الزمن التشغيلي الأقصر هو قاعدة ترتيب أولويات تعتمد منطق تسويقي		✓
12. هدف الترتيبات توزيع الأفراد والآلات على المواقع لتأمين منتجات مطلوبة بأقل تكلفة	✓	
13. ضبط الدفعة الإنتاجية والضبط الخاص بالمشروع ليسا نماذج ضبط إنتاج		✓
14. معامل الاستخدام في موقع إنتاجي = (التكليف الإنتاجي / الطاقة الحقيقية)	✓	
15. ضبط الطلبية وضبط التدفق هما نماذج لضبط الإنتاج	✓	
16. تضم القائمة الرئيسة للبنية الشجرية للمنتج المواد الأولية والقطع المطلوبة	✓	

لتصنيع وحدة من المنتج		
17. مبدأ الإنتاج وفق Just in Time هو التأقلم مع طلبيات صغيرة وتخفيض المخزون و مهل التصنيع	✓	
18. MRP و KANBAN طرق مختلفة لإدارة الأفراد		✓
19. مخططات GANTT هي الأكثر استخداماً لتمثيل ترتيبات الطلبيات الإنتاجية	✓	
20. طريقة Johnson هي لحساب كمية المخزون الموجودة في المستودعات		✓
21. كلما اقترب معدّل الاستخدام في موقع إنتاجي ما من نسبة 100% كان ذلك أفضل	✓	
22. العمل الإضافي أو العمل أثناء العطل من أولى إجراءات التواؤم مع نقص الطاقة الإنتاجية	✓	
23. التعاقد الثانوي هو التعاقد أو الشراكة مع مورّد لمواد أوليّة خاصة بالإنتاج		✓
24. الآلات الحرجة أو عنق الزجاجة هي الآلات التي تمر عليها معظم الطلبيات ويؤدي تعطلها لوقف الإنتاج	✓	
25. البدء بالطلبية المتوقع تسليمها في أقرب وقت هي من قواعد الأولويات ذات المنطق التسويقي.	✓	
26. عند حساب معامل الاستخدام لموقع ما ننسب التحميل أو التكليف الإنتاجي للطاقة النظرية		✓
27. حسب طريقة Johnson تظهر أزمنة الانتظار على الآلة الأولى ترتيباً فقط.		✓
28. كلما كان التخطيط الإنتاجي على المدى القريب كان التعامل مع ارتيابات إنتاجية أكبر		✓
29. في حساب معامل الاستخدام لموقع إنتاجي ما تعتبر أزمنة التهيئة والإقلاع جزءاً من التكليف الإنتاجي	✓	
30. ضبط الإنتاج مرتبط بشكل وثيق بالتخطيط الإنتاجي وطبيعة نموذجه	✓	

2) أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices

1. خطط الإنتاج تهدف إلى:

أ) زيادة العرض عن الطلب
ب) زيادة الطلب عن العرض
ج) توازن العرض والطلب
د) لا علاقة لها بالعرض والطلب

2. خطط الإنتاج بعيدة المدى تمتد على مدى:

أ) ساعات
ب) أيام أو أسابيع
ج) أشهر أو أقل من سنة
د) أكثر من سنتين

3. يمكن ربط قضايا الاستثمار في خطوط و تجهيزات الإنتاج بالخطط:

أ) الشهرية
ب) نصف السنوية
ج) السنوية
د) الممتدة لعدة سنوات

4. الجدولة في الإنتاج هي خطط:

أ) إنتاجية لضبط تقدم العمل
ب) مالية لوضع جداول و مؤشرات مالية
ج) تسويقية لإعداد حملة ترويج للإنتاج
د) معلوماتية لأتمتة أعمال الإنتاج في جداول

5. الإنتاج الموجّه للزبون يتم الإنتاج:

أ) لتلبية طلب زبون محدد
ب) لتلبية طلبات زبائن محتملين
ج) لتلبية طلبات كل الزبائن
د) للتخزين

6. في الإنتاج الكمي تكون العمليات الإنتاجية:

أ) متنوعة
ب) ممعيرة
ج) نصف ممعيرة
د) فيها عمليات ممعيرة و أخرى حسب الزبون

7. الإجرائية كمنظومة إنتاج هي :

أ) سلسلة ثابتة من المعالجات
ب) سلسلة متغيرة من المعالجات حسب المنتج المطلوب
ج) مسارات متداخلة من المعالجات
د) مجموعة متناوبة من مسارات وسلاسل معالجات

8. في الإنتاج الموجّه للزبون:

أ) يبدأ الإنتاج مع ورود الطلبيات
ب) يبدأ الإنتاج قبل ورود الطلبيات
ج) يبدأ الإنتاج بعد ورود الطلبيات
د) لا علاقة للإنتاج بورود طلبيات أو عدمه

9. بسبب تلقي طلبيات عاجلة ينبغي :

أ) التنسيق بين طاقة الإنتاج وطاقة التسويق
ب) التنسيق بين طاقة الإنتاج و طاقة التحميل
ج) التنسيق بين طاقة الإنتاج وطاقة البيع
د) التنسيق بين طاقة الإنتاج وطاقة التمويل

10. إذا كانت أيام التشغيل الشهري = 25 يوماً ووسطي عدد ساعات عمل يومي = 7 ساعات ومعدل تشغيل يعادل 75 % فإجمالي الطاقة:

أ) 25 * 7 * 75%
ب) 75% / (7 *25)
ج) 7 / (25 * 75%)
د) 25 / (7 * 75%)

11. للتواؤم مع نقص الطاقة ينبغي:

أ) إقناع الزبون بتخفيض طلبه
ب) رفض طلبات بعض الزبائن
ج) زيادة الطاقة عبر عمل إضافي و عمال مؤقتين
د) لا يمكن التواؤم مع نقص الطاقة

12. تغطي الترتيبات كتسلسل:

أ) زمن السير–إقلاع–مسار العمل– توزيع العمل
ب) توزيع العمل–زمن السير–إقلاع–مسار العمل
ج) مسار العمل– زمن السير – توزيع العمل–إقلاع
د) مسار العمل– توزيع العمل– زمن السير–إقلاع

13. البدء بالطلبية ذات الزمن التشغيلي الأقصر هي:

أ) قاعدة أولويات بمنطق تسويقي
ب) قاعدة أولويات بمنطق إنتاجي
ج) قاعدة أولويات بمنطق إنتاجي وتسويقي
د) ليس لها أي منطق

14. تعتمد طريقة Johnson على وضع الطلبية ذات الزمن التشغيلي الأقصر في الآلة الأولى:

أ) في بداية العمل
ب) في نهاية العمل
ج) في وسط العمل
د) في أي مكان بالنسبة للعمل

15. مخطط GANTT يمثّل:

أ) العمليات الإنتاجية بشكل دوائر
ب) العمليات الإنتاجية بشكل مستطيلات
ج) تموضع الآلات في كل ورشة
د) تمركز العاملين في كل ورشة

16. إذا تجاوز معامل الاستخدام في موقع إنتاجي 100% فهذا:

أ) مؤشر إيجابي لحسن استثمار الآلات
ب) مؤشر سلبي لعدم إمكانية التنفيذ
ج) مؤشر حيادي يعني أن الأمور مقبولة
د) لا يشير إلى أي شيء

17. معامل الاستخدام في موقع إنتاجي يساوي:

أ) الطاقة النظرية / التكليف
ب) الطاقة الحقيقية / التكليف
ج) التكليف / الطاقة النظرية
د) التكليف / الطاقة الحقيقية

18. يؤدي تطبيق منهجية Just in Time إلى:

أ) زيادة كبيرة في المخزون
ب) زيادة بسيطة في المخزون
ج) تخفيض كبير في المخزون
د) لا علاقة للأمر بالمخزون

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

السؤال (1) مفاهيم تخطيط الإنتاج و منظومات الإنتاج.

1. ما الفرق بين الإنتاج الموجه للزبون والإنتاج التراكمي؟
2. كيف يكون التخطيط لإنتاج منوّع بدفعات صغيرة. ما نقاط القوة و نقاط الضعف؟
3. ما الذي يميز إنتاج الورشات من حيث الكميّات والتنوّع.

{مدة الإجابة: 40 دقيقة. الدرجات من 100: 35. (توجيه للإجابة: الفقرتين-2،-3)}

السؤال (2) تنظيم الإنتاج.

1. ما علاقة الأسبقية الفنية بين كل من الترتيبات و تحديد المنظومة الإنتاجية من جهة و التخطيط الإنتاجي من جهة أخرى؟
2. ما هي قواعد أولويات تمرير الطلبيات المنافسة على مواقع العمل نفسها؟
3. ما هي قاعدة أولوية البدء بالطلبية الواصلة أولاً؟

{مدة الإجابة: 25 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرتين-4)}

السؤال (3) الضبط العام للإنتاج.

1. ما هي النماذج الستة لضبط الإنتاج؟

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرتين-5)}

التموضع الجغرافي

1. أهمية التموضع الجغرافي

يعتبر اختيار الموقع الجغرافي للمصانع والمنشآت من أهم القرارات الاستراتيجية التي تتخذها المنظمة والمتعلقة بالتخطيط للإنتاج أو لتقديم الخدمات، كونه يحتاج إلى استثمارات ضخمة ويؤثر على نشاطات المنظمة على المدى البعيد، وله آثار مهمة سواء على تكاليف الإنتاج الثابتة أو المتغيرة، فاختيار الموقع هو من الاستثمارات الجيدة الواجب إعارتها كثير الاهتمام، وبطبيعة الحال يختلف اختيار الموقع حسب طبيعة المنتجات فإنتاج الإسمنت يحتاج إلى قربه من المواد الأولية، في حين أن تقديم خدمات عبر الإنترنت لا يهم الموقع الجغرافي.

تحتاج جميع المنظمات مهما كانت طبيعة نشاطها إلى دراسات متأنية لاختيار مواقع مصانعها أو مكاتبها، ويعتبر دوماً التوسع في المنشآت والمواقع الحالية أحد الخيارات الممكنة للمنظمة، نذكر على سبيل المثال لا الحصر:

- ✓ التوسع في نفس المكان جغرافياً لتحسين الأداء أو رفع مستويات المردود والطاقات الإنتاجية.
- ✓ إعادة تجميع أو نقل المنشآت والمكاتب أو التخلي عن بعضها.
- ✓ اختيار موقع بناء جامعة أو مدرسة أو مركز تدريب.
- ✓ مواقع بناء المصانع أو الورشات أو المكاتب.
- ✓ موقع الإدارة العامة للشركة والفعاليات المركزية التابعة مباشرةً لها.
- ✓ موقع وضع مركز الخدمات الحكومية والبلدية.
- ✓ موقع وضع برج للاتصالات لتغطية أكبر مساحة جغرافياً أو سكانياً.
- ✓ موقع بناء مشفى أو مركز صحي.

تسعى المنظمات من الاختيار المناسب للموقع تحقيق مجموعة من الأهداف يأتي في مقدمتها:

أ- تخفيض التكاليف الثابتة والمتغيرة

ب- تقديم منتجات بأسعار ومواصفات منافسة

ت- كسب وتعزيز الموقع التنافسي للمنظمة سواء على الصعيد الجغرافي أو الحصص السوقية

ث- سهولة الوصول إلى المواد الأولية والطاقة والموارد والخدمات

ج- سهولة حركة العاملين من وإلى مقرات العمل.

حيث تعتبر تكاليف الموقع من أهم العناصر التي يجب أن تؤخذ بالاعتبار في قرار التموضع الجغرافي، وتشمل هذه التكاليف:

- ✓ تكاليف الإنشاء من سعر الأراضي، والتعمير، والطرقات، وغيرها.
- ✓ تكاليف المواد الأولية سواء على صعيد التخزين أو إيصالها للموقع.
- ✓ تكاليف نقل وتوزيع المنتجات سواء إلى مستودعات المنظمة أو إلى الأسواق.

لكن التكاليف ليست دوماً العامل الحاسم في القرارات الاستراتيجية، فالاستراتيجيات الموجهة للابتكار تأخذ بالاعتبار بالإضافة إلى التكاليف جودة المنتجات، ومدى تشجيع البيئة للاستثمار والمنافسة، ومدى تعقيد الأسواق، بالإضافة إلى مدى توفر الصناعات المحلية الداعمة للمنتجات الرئيسة للمنظمة.

تلعب المرونة في تغيير الموقع الجغرافي أهمية خاصة، لكن هذه المرونة مرتبطة بطبيعة المنتجات وظروف البيئة المحيطة والتشريعات، هناك صناعات بطبيعتها تُحقق هذا الهدف أكثر من غيرها كما يبين الشكل [5-1]، عموماً يعتبر تغيير الموقع الجغرافي للخدمات أكثر مرونة من المنتجات السلعية أو المادية، فتغيير مكتب خدمات بيع عبر الإنترنت يكاد لا يُلاحظ من قبل الزبائن، في حين أن تغيير مكان مشفى أو معمل حديد له أثر كبير سواء على المنظمة أو على الزبائن أو على الموردين.

الشكل [5-1] مرونة تغيير الموقع الجغرافي حسب طبيعة المنتجات والخدمات

2. معايير اختيار الموقع الجغرافي

حيث أن اختيار الموقع من القرارات الاستثمارية المهمة، فيجب أن يتم بعناية وفق معايير محددة، وتتعلق هذه المعايير بفئات ثلاث:

أ- على مستوى البلد: وتشمل القوانين والتشريعات، القضايا الثقافية، السياسات الحكومية، سوق العمل، وضع الطاقة والاتصالات، ... الخ.

ب- على مستوى البيئة المحلية: وتشمل القوانين المحلية، جاذبية المنطقة، تشجيع الاستثمارات والميزات والحوافز الحكومية، تكاليف اليد العاملة، خصوصية البيئة، الخصائص الفيزيائية للمنشآت المجاورة، ... الخ.

ج- على مستوى الموقع ذاته: سعر الأرض، تكاليف الإنشاء، جاهزية شبكة الطرقات ووسائل النقل، توافر خدمات المياه والنقل والسكن، مواقع الشركة والمنافسين، سياسات إدارة العمليات في المنظمة وجودة الإدارة ... الخ.

سنستعرض أهم هذه العوامل بشيء من التفصيل.

أ- الإنتاجية: تعتبر الإنتاجية بجميع أنواعها من أهم معايير اختيار الموقع، وأهمها إنتاجية اليد العاملة Labor Productivity التي تحسب كمعدل تكلفة اليد العاملة بالنسبة لواحدة المنتج.

مثال (5-1) إنتاجية العمالة.

لدينا موقعان حيث أجور وتكاليف العمالة في الموقع الأول هي 100$ في اليوم ويمكن إنتاج 50 قطعة في هذا الموقع، في حين تبلغ تكاليف العمالة في الموقع الثاني 150$ في اليوم ويمكن إنتاج 60 قطعة يومياً، فإن إنتاجية العمالة للموقع الأول تساوي 0.5$ للقطعة الواحدة يومياً (100/50)، وللثاني 0.4$ للقطعة (60/150)، وبالتالي فالموقع الأول أفضل رغم أن عدد القطع الممكن إنتاجها في الموقع الثاني أفضل من الأول.

ب- القرب من أسواق تصريف المنتجات وتقديم الخدمات: فكلما كان الموقع قريباً من الأسواق كلما كانت تكاليف النقل والتوزيع أقل والخدمات أفضل، كما يجب على المنظمة الأخذ بالاعتبار القدرة الشرائية لشرائح الزبائن بعد إنجاز تجزئة الأسواق، إضافةً إلى حدة المنافسة في هذه الأسواق.

ت- توفر وجاهزية شبكات النقل: يفضل أن يكون الموقع قريباً من شبكات الطرق العامة بحيث يتم تأمين نقل المواد والعاملين بتكاليف منخفضة، كذلك الأمر بالنسبة لشبكات الاتصالات والإنترنت.

ث- القرب من مصادر توريد المواد الأولية ونصف المصنعة وكذلك من مصادر توليد الطاقة، بعض الصناعات مثل الإسمنت يجب أن تكون قريبة من مواقع الحجر المستخدم إذ أن تكاليف نقله مرتفعة جداً، كذلك بعض المواد سريعة التلف مثل الحليب أو الخضروات يجب أن تكون قريبة من مراكز الإنتاج والمزارع.

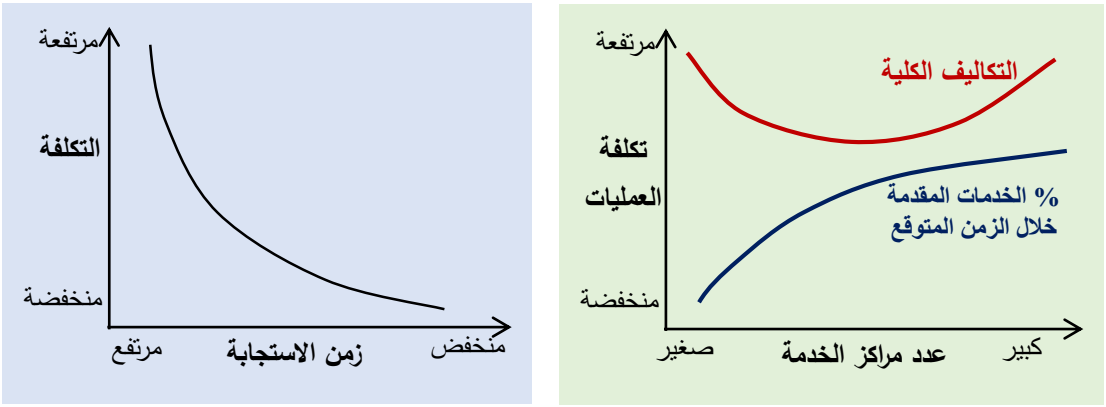
ج- توفر الخدمات واليد العاملة خصوصاً اليد العاملة الخبيرة، مثلاً الصناعات التكنولوجية يجب أن تكون قريبة من مهندسي التكنولوجيا، لذلك نرى أن العديد من البلدان تقيم تجمعات تخصصية مثل مدن صناعية أو تكنولوجيا تؤدي إلى تخيفض كثيراً تكاليف الإنتاج.

خصوصية مواقع تقديم الخدمات

العديد من العوامل السابقة تبقى صالحة لدى اختيار مواقع تقديم المنتجات الخدمية، لكن قد تختلف الأهمية النسبية لهذه العوامل حسب طبيعة وسمات الخدمة، إذ أن لاملموسية الخدمة وعدم القدرة على تخزينها ومشاركة الزبون في تصميمها يجب أن يدفع بالمنظمات إلى الأخذ بالاعتبار عوامل إضافية أثناء اختيار مواقع تقديم الخدمة، من أهمها:

1. التنوع الكبير في الخدمات تتراوح من الخدمات المادية (صيانة سيارة) إلى الخدمات الافتراضية (بيع وشراء عبر الإنترنت).
2. كذلك التنوع الكبير في سلوكيات واحتياجات وإدراك الزبائن للخدمات المقدمة.
3. يجب أن تكون قريبة جغرافياً من شرائح الزبائن، وأن يكون حجم الشرائح الديموغرافية مبرراً لزيادة أو لتخفيض عدد المواقع وحجم نشاطاتها.
4. ترتيب مواقع تقديم الخدمة والأناقة والفرش وتوفير متطلبات الراحة للعميل بالإضافة إلى سهولة حركة وخصوصية العلاقة بين مقدم الخدمة والزبون.
5. الاتجاه العام في قطاع الخدمات هو لتعظيم الأرباح المتوقعة أكثر من تخفيض التكاليف.

عادةً ما تقوم المنظمات الخدمية بالموازنة بين تكاليف الخدمة وزمن الاستجابة لطلب الزبون، وكذلك بين تكاليف الخدمة وعدد مواقع أو مراكز تقديم الخدمة، يُظهر الشكل [5-2] أن التكاليف تتناسب عكساً مع زمن الاستجابة لطلب الزبون، في حين تتناسب تكاليف الخدمة طرداً مع تزايد عدد مراكز تقديمها.



الشكل [5–2] العلاقة بين التكاليف وزمن استجابة الخدمة وعدد مراكز تقديمها

مثال (5–2) بعض الأمثلة من قطاع المنتجات الخدمية.

أ- اختيار مواقع سلسلة فنادق: قرار استراتيجي هام جداً في الصناعة الفندقية، فالموقع والبيئة المحيطة ونوعية الخدمات عوامل حاسمة جداً لجذب الزبائن.

ب- مراكز الخدمات العامة: تتطلب تواصل وجه_لوجه أكثر من تحريك المواد، فالقرب من العملاء هو الأكثر أهميةً، بالإضافة إلى تكلفة اليد العاملة.

ت- الصناعات البرمجية: الموقع الفيزيائي غير مهم، المهم شبكات التواصل والبنى التحتية للاتصالات والإنترنت.

ث- البيع عبر الإنترنت: يمكن أن يكون في أي مكان جغرافياً، الأساس أن تكون جاهزية شبكات الاتصالات والإنترنت مرتفعة وتعمل دون انقطاع وبسرعات مقبولة.

3. تأثير العولمة على اختيار المواقع

مع الانفتاح المتزايد للأسواق وإعادة توزيع الشركات لمواقعها ومعاملها على مستوى مناطق العالم، يكتسب اختيار الموقع أهمية خاصة، ومن أهم مبررات التموضع ضمن بيئة معولمة:

- ✓ تزايد حجم الصادرات والواردات.
- ✓ تزايد حركة رؤوس الأموال والاستثمارات.
- ✓ تخفيض الرسوم الجمركية وإزالتها بين التكتلات الاقتصادية (الاتحاد الأوروبي، دول شمال أمريكا NAFTA، مجموعة دول BRICS).

- ✓ تفاوت في تكاليف اليد العاملة وتشريعاتها وقيودها بين بلد وآخر.
- ✓ تزايد التحالفات الاستراتيجية بين الشركات على المستوى العالمي.
- ✓ تطور تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وحركة النقل.
- ✓ اتفاقيات التجارة العالمية GATT.
- ✓ التغيرات الاقتصادية والتكنولوجية، وتطور شبكات النقل ومصادر الموارد.
- ✓ جاذبية بعض الأسواق والميزات الحكومية لتشجيع الاستثمارات.

يواجه النشاط ضمن بيئة مفتوحة على العولمة أيضاً مجموعة من العقبات يجب أخذها بالاعتبار، منها:

- ✓ اختلاف اللغات واللهجات المحلية.
- ✓ اختلاف العادات والتقاليد والسلوكيات الاجتماعية.
- ✓ اختلاف أسلوب وعادات العمل.
- ✓ اختلاف تشريعات العمل بين بلد وآخر.
- ✓ تفاوت كبير في جاهزية البنى التحتية (كهرباء، اتصالات) والخدمات الصحية وغيرها.
- ✓ الاستقرار السياسي والأمني.

يتطلب اختيار الموقع في بيئة مفتوحة على أسواق التصريف ومصادر الموارد اتخاذ قرارات على مستويات عديدة، ويُنصح بتشكيل فريق متعدد الاختصاصات لإنجاز دراسة للمواقع المرشحة، ولا بد من اتباع مراحل منهجية بشكل صارم، كما يلي:

1. تحديد معايير المفاضلة بين المواقع، وكيفية تقييمها للمواقع.
2. تثقيل معايير المفاضلة وإعطاء كل منها وزن أو أهمية.
3. تحديد المواقع: البدء بأقاليم جغرافية، ثم تضييق الخيارات، ثم تحديد عدد محدود من المواقع المرشحة التي تبدو جميعها مؤهلة فنياً لإقامة المشروع.
4. تقييم المواقع المرشحة وفق المعايير المحددة أعلاه.
5. تحديد طريقة الانتقاء الإجمالية وكيفية تجميع تقييمات المواقع.
6. دراسة حساسية نتائج الطريقة وذلك بتغيير بعض المعطيات أو أوزان المعايير.
7. قرار الاختيار النهائي.

4. طرق اختيار الموقع الجغرافي

هناك العديد من الطرق لاختيار موقع إقامة المنشآت الإنتاجية والمكاتب، سنستعرض بعضاً منها، ويعتمد اختيار الطريقة على أهمية وحرجية القرار والاستثمارات المطلوبة وطبيعة المنتجات والخدمات بالإضافة إلى العوامل المذكورة أعلاه، علماً بأن أدبيات صناعة القرارات تذخر بمثل هذه النماذج، إذ يمكن استخدام غالبية نماذج صناعة القرارات مثل نظرية المنفعة Utility Theory (Keeny & Nair, 1976) أو النماذج متعددة المعايير Multiple Criteria Decision Making (Roy, 1996).

1.4. طريقة الجمع المثقل *Weighted Sum*

تعتمد هذه الطريقة على تحديد الموقع الأفضل استناداً إلى مجموعة من العوامل المؤثرة كما يلي:

1. تحديد المواقع البديلة المرشحة لإقامة المنشآت.
2. تحديد المعايير التي سيتم الاختيار على أساسها.
3. ثقيل المعايير أي تخصيص وزن لكل منها بحيث يكون مجموع الأوزان 100%.
4. تقييم المواقع المرشحة وفق كل من المعايير على مقياس محدد وغالباً ما يكون نقاط من 100.
5. حساب تقييم الموقع كمجموع لتقييماته مضروباً بأوزان المعايير.
6. اختيار الموقع ذو التقييم الأكبر.

مثال (5-3) طريقة الجمع المثقل.

لدينا ثلاثة مواقع وتقييماتها المبينة في الجدول [5-2] وفق المعايير الستة المحددة، لدى حساب المجموع المثقل لكل من هذه المواقع، نجد أن الموقع الأول A هو الأفضل بمجموع يساوي 71.

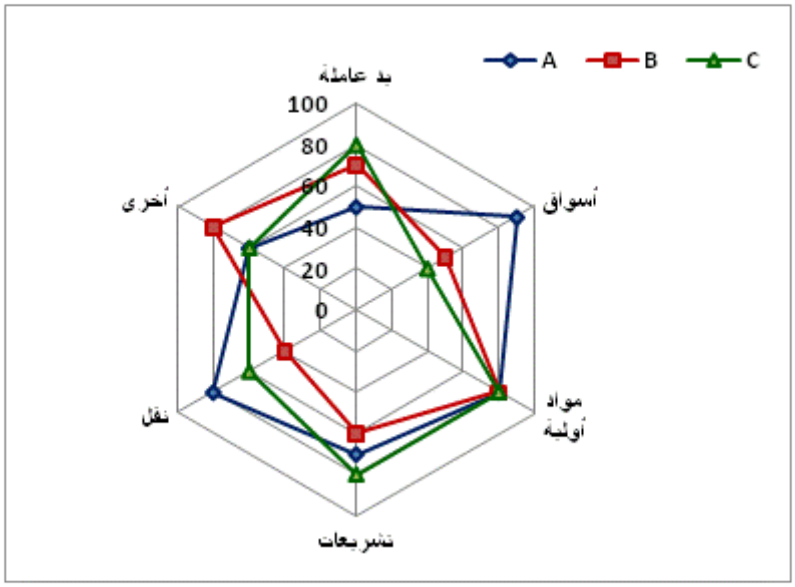
تقييم الموقع A: $50 * 25\% + 90 * 15\% + 80 * 15\% + 70 * 10\% + 80 * 25\% + 60 * 10\% = 71$.

تقييم الموقع B: $70 * 25\% + 50 * 15\% + 80 * 15\% + 60 * 10\% + 40 * 25\% + 80 * 10\% = 61$.

تقييم الموقع C: $80 * 25\% + 40 * 15\% + 80 * 15\% + 80 * 10\% + 60 * 25\% + 60 * 10\% = 67$.

ويبين الشكل [5-2] تقييم هذه المواقع بيانياً، حيث نرى بوضوح أنه لا يوجد موقع أفضل من الآخر وفق جميع المعايير.

الجدول [5-1] طريقة الجمع المثقل				
العوامل/المعايير	الوزن	موقع (A)	موقع (B)	موقع (C)
توفر اليد العاملة	%25	50	70	80
القرب من أسواق التصريف	%15	90	50	40
القرب من مصادر المواد الأولية	%15	80	80	80
التشريعات والقوانين	%10	70	60	80
شبكات النقل وتكاليفها	%25	80	40	60
عوامل أخرى	%10	60	80	60
مجموع	%100	71	61	67



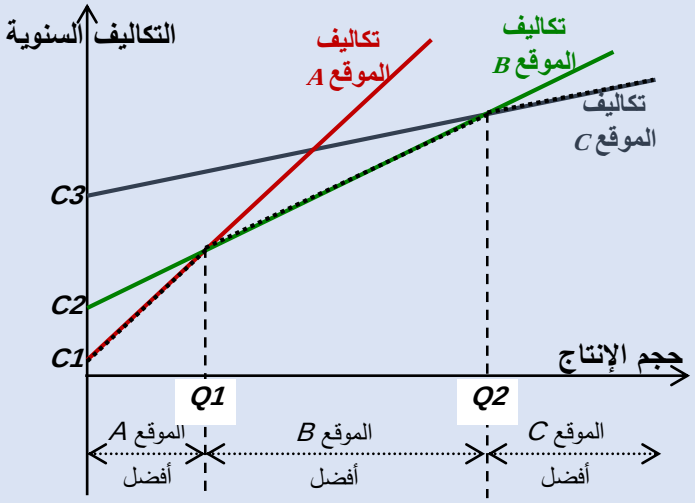
الشكل [5-3] تقييم المواقع الثلاثة وفق المعايير

تتميز هذه الطريقة ببساطتها وسهولة استخدامها، لكنها تعاني من نقاط ضعف عديدة من أهمها إمكانية تعويض النقص في تقييم أحد المواقع على أحد المعايير من تقييماته وفق المعايير الأخرى، كذلك في صعوبة تقدير التقييمات بشكل موضوعي، بالإضافة إلى صعوبة تقدير أوزان المعايير.

2.4. طريقة نقطة التعادل *Break–Even Analysis*

تعتمد هذه الطريقة على مقارنة المواقع استناداً إلى التكاليف السنوية لكل موقع بالنسبة لحجم الإنتاج المتوقع، حيث تشمل التكاليف السنوية التكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة، وحجم الإنتاج هو حجم الطاقات الإنتاجية المقررة على المدى الطويل، ويبين الشكل [5–4] كيفية المقارنة بين المواقع:

أ- إذا كان حجم الإنتاج أقل Q1 فإن تكاليف الموقع A هي الأقل



الشكل [5–4] طريقة نقطة التعادل

ب- إذا كان حجم الإنتاج بين Q1 وQ2 فإن تكاليف الموقع B هي الأقل

ت- إذا كان حجم الإنتاج أكبر من Q2 فإن تكاليف الموقع C هي الأقل.

تفترض هذه الطريقة أن تكاليف الإنتاج (تكلفة الواحدة) ثابتة عبر الزمن، وبأن الإيراد المتوقع من بيع القطعة الواحدة أيضاً ثابت عبر الزمن، وذلك بغض النظر عن الموقع جغرافياً، وهذه إحدى أهم نقاط الضعف في الطريقة.

3.4. طريقة مركز الثقل *Center of Gravity*

تبحث طريقة مركز الثقل أو الجاذبية لإيجاد الموقع الذي يجعل تكاليف التوزيع أقل ما يمكن بفرض أن التكلفة تتناسب طرداً مع البعد وحجم الموارد المستخدمة، كما يلي:

1. رسم خريطة المواقع الجغرافية مع الحفاظ على الأبعاد بشكل سليم.

2. تحديد إحداثيات مراكز التوزيع أو المواقع التي سيتم التواصل فيما بينها (x_i, y_i)، حيث تمثل x_i مسقط الموقع i على المحور الأفقي (شرق_غرب) وتمثل y_i مسقط الموقع i على المحور العمودي

(شمال_جنوب)، وليكن n هو عدد المواقع.

3. تحميل الكميات المتوقع سحبها من المواقع على الخريطة Q_i حيث i رقم الموقع.

4. حساب إحداثيات مركز الثقل للمواقع المحددة في (2)، واعتباره هو الموقع الأفضل.

5. يُحسب مركز الثقل G بحساب إحداثياته المثقلة بالكميات (x_G, y_G) كما يلي:

المسقط الأفقي: $x_G = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i Q_i}{\sum_{i=1}^{n} Q_i}$

المسقط العمودي: $y_G = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i Q_i}{\sum_{i=1}^{n} Q_i}$

يمكن اللجوء إلى نظم المعلومات الجغرافية Geographical Information Systems لرسم الخرائط وتحديد الإحداثيات، والاستفادة من هذه النظم للحصول على معلومات إضافية عن المواقع وشبكات النقل وطبيعة المناطق الجغرافية.

تتميز هذه الطريقة ببساطتها وسرعة اختيار الموقع، وهي مناسبة لاختيار مراكز التخزين والتوزيع وقربها من أسواق التصريف بشكل خاص.

مثال (5-4) طريقة مركز الثقل.

لدينا أربعة مستودعات وإحداثياتها والكميات المتوقع سحبها من هذه المستودعات كما يلي:

	مستودع A	مستودع B	مستودع C	مستودع D	مركز الثقل
شمال_جنوب	40	20	90	80	47
شرق_غرب	30	80	90	70	67
الكمية الصادرة	2000	3000	1500	1000	

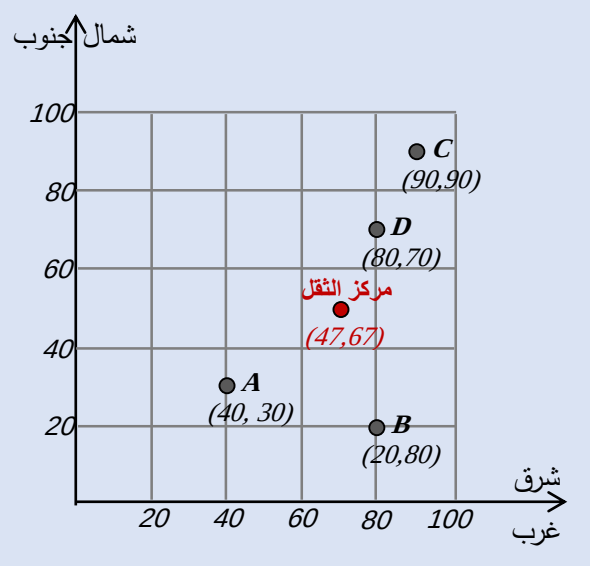
إحداثيات مركز الثقل:

محور شرق_غرب:

$$\frac{40 * 2000 + 20 * 3000 + 90 * 1500 + 80 * 1000}{2000 + 3000 + 1500 + 1000}$$

محور شمال_جنوب:

$$\frac{30 * 2000 + 80 * 3000 + 90 * 1500 + 70 * 1000}{2000 + 3000 + 1500 + 1000}$$



الشكل [5-5] طريقة مركز الثقل

4.4. طرق متقدمة

هناك العديد من الطرق المتقدمة لاختيار الموقع يعتمد بعضها على مفاهيم بحوث العمليات مثل نماذج البرمجة الخطية، أو على مفاهيم المخططات الشبكية مثل شبكات النقل، أو الشجرة الأصغرية لتغطية عدة مواقع، في حين تعتمد فئة أخرى على مفاهيم المنفعة المتوقعة، وتعتمد فئة ثالثة على نماذج الطرق متعددة المعايير في صناعة القرارات، وقد تعتمد جميعها كلياً أو جزئياً على استخدام النظم المعلوماتية، لن ندخل في تفاصيل هذه الطرق إذ يمكن مراجعتها في مقررات أخرى أو في المراجع التخصصية بصناعة القرارات، لكن سنستعرض بإيجاز حالتين منها هما شبكات النقل Transportation Networks ونظرية المنفعة Utility Theory.

أ- تطبيق شبكات النقل Transportation Networks

تعتمد نماذج شبكات النقل على مفاهيم المخططات الشبكة، يعتمد على إيجاد أفضل توزيع ممكن من مراكز المنبع إلى مراكز المصب، يتم صياغة المشكلة على شكل برنامج خطي حيث التابع الهدف هو التكاليف (أو الأرباح) والقيود هي الطاقات الإنتاجية في المصانع أو المستودعات والاحتياجات المطلوبة في مواقع الاستهلاك، لن نفصل في كيفية عمل الطريقة، وننصح بالعودة إلى المراجع التخصصية في بحوث العمليات (كولو، 1998).

باعتبار أن المشكلة تتعلق باختيار الموقع فإن طريقة شبكات النقل لا تعطي الموقع مباشرةً، بل تعطي كيفية التوزيع الأمثل بين مواقع المنابع (مستودعات، مصانع، مراكز توزيع) ومواقع المصب (أسواق مستهلك، مراكز تجميع، مستودعات)، لذلك يجب تعديل الطريقة قليلاً كما يلي:

1. تطبيق الطريقة بدون أي موقع إضافي أي حسب الواقع الراهن
2. إضافة المواقع واحداً تلو الآخر على الواقع الراهن وإعادة حساب تكاليف التوزيع بتطبيق الطريقة بشكل منفصل في كل مرة يتم إضافة موقع
3. اختيار الموقع الذي يحقق أقل التكاليف.

مثال (5-5) شبكات النقل.

لدى إحدى الشركات حالياً مصنعين، لكن إنتاج هذين المصنعين لا يلبي طلب زبائن الشركة، قررت إنشاء مصنع جديد لزيادة الطاقة الإنتاجية، ولديها ثلاثة خيارات لإقامة المصنع الجديد A1, A2, A3، وبتطبيق طريقة شبكات النقل تبين ما يلي:

- ✓ تكاليف التوزيع من المصنعين الحاليين حوالي 2 مليون$
- ✓ تكاليف التوزيع بعد إضافة الموقع الأول A1: 3 مليون$
- ✓ تكاليف التوزيع بعد إضافة الموقع الثاني A2: 2.8 مليون$
- ✓ تكاليف التوزيع بعد إضافة الموقع الثاني A3: 2.5 مليون$

نلاحظ أن الحل الأفضل هو بإقامة المصنع الثالث A3 إلى جانب المصنعين الحاليين.

ب- تطبيق نظرية المنفعة Utility Theory: اختيار موقع مفاعل نووي لتوليد الطاقة

في عام 1974، طلبت هيئة الطاقة في ولاية واشنطن WPPSS[1]، تنفيذ دراسة لاختيار الموقع الملائم لبناء مفاعل نووي لتوليد الطاقة، المواقع المرشحة كانت تابعة لعدة ولايات، وتهدف الهيئة من إجراء الدراسة اختيار موقع أو عدد قليل من المواقع والتي يمكن أن توافق عليها الحكومة الفيدرالية، (يُمكن الاطلاع على تفاصيل الحالة في المرجع Keeny & Nair, 1976). تم إنجاز الدراسة على مرحلتين:

المرحلة الأولى: اختيار المواقع الملائمة فنياً، والإبقاء على المواقع المحققة للشروط الفنية المحددة من قبل الخبراء. وبالنتيجة، تم الإبقاء على 9 مواقع جميعها تحقق الشروط الفنية.

المرحلة الثانية: ترتيب المواقع التسعة المقبولة في المرحلة السابقة، وتم وضع معايير صارمة لإجراء الترتيب، وتقييم المواقع ثم ترتيبها حسب المنفعة الإجمالية المتوقعة من كل موقع.

[1] *WPPSS : Washington Public Power Supply System.*

تم اختيار 6 معايير للمفاضلة بين المواقع التسعة، كما يلي:

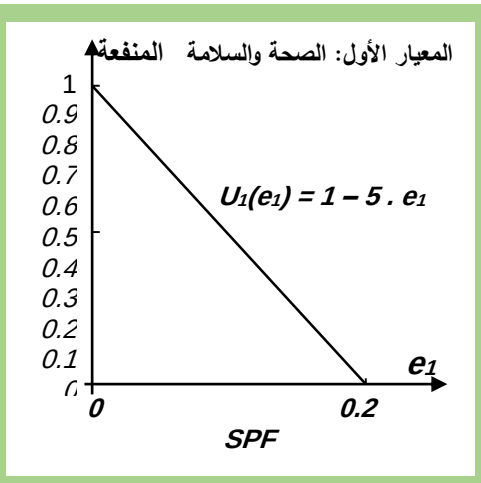
1. الصحة والسلامة والأمن. تم اعتماد المؤشر SPF: Site Population Factor المحدد من قبل هيئة الطاقة الأمريكية، ويقيس حجم التأثير الإشعاعي على سلامة البشر.
2. فقدان الأسماك في الأنهار المجاورة. جرى تحليلها على بُعدين:العدد الكلي للأسماك التي تعيش في النهر، والنسبة المئوية للأسماك التي ستموت.
3. الآثار البيولوجية. تم اعتماد مقياس وصفي مؤلف من 9 واحدات قياس، وجرى توصيف كل واحدة من هذه الواحدات.
4. الآثار الاقتصادية والاجتماعية. تم اعتماد مقياس وصفي من 8 واحدات قياس، وجرى توصيف كل واحدة من هذه الواحدات.
5. طول أسلاك التوتر العالي من المفاعل إلى الشبكة مقدرة بالميل ضمن المنطقة والتي يمكن أن تؤثر على البيئة التي ستمر فيها.
6. التكلفة وتشمل تكاليف الاستثمار في بناء المفاعل وتكاليف التشغيل. تم قياس تكلفة كل موقع كفرق مع الموقع الأقل تكلفةً وعلى القيمة الحالية الصافية Net Present Value في بداية عمل المفاعل عام 1985.

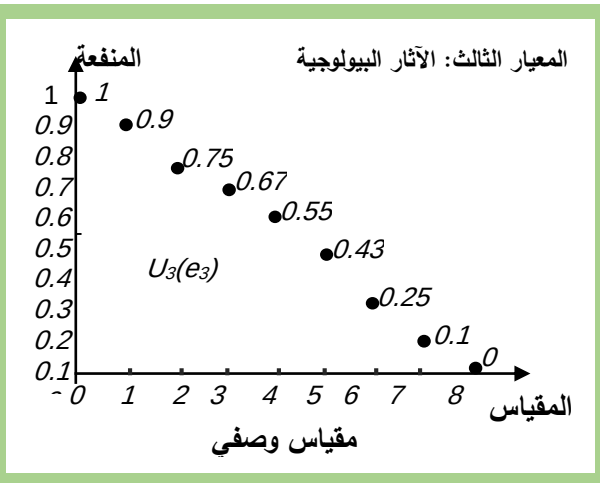
نلاحظ أن الشروط الفنية ليست ضمن هذه المعايير، وهذا طبيعي إذ أن جميع المواقع تحقق كافة الشروط الفنية، وبالتالي فإن المفاضلة بين المواقع يجب أن تتم وفق المعايير الأخرى.

تقييم المواقع وفق المعايير: بعد تعريف الأبعاد السابقة، تم تقييم كل موقع وفقاً لهذه الأبعاد، مع الأخذ بالاعتبار إمكانية أن يأخذ نفس الموقع عدة تقييمات احتمالية.

نظراً لاختلاف واحدات القياس لكل معيار وللأخذ بالاعتبار للمنفعة المتوقعة للهيئة من كل موقع، فقد تم اعتماد نظرية المنفعة وبناء توابع منفعة لكل من المعايير السابقة حيث يبين الشكل [5–6] بعضاً منها، ثم جرى إعادة حساب تقييمات المواقع استناداً إلى توابع المنفعة هذه كما يبين الجدول [5–2]. كما جرى تحديد الأوزان في ثلاثة مراحل: ترتيب المعايير حسب الأهمية، ثم تقدير معدلات التعويض بين واحدات قياس المعايير المُعبّرة عن أوزان المعايير، وأخيراً التقدير النهائي للأوزان.

جرى بعد ذلك دراسة حساسية لاختبار مدى ثبات هذا الترتيب، مثل تغيير قيم أوزان المعايير بشكل إفرادي، أو تغيير بعض التقييمات، وغيرها، وقد لوحظ ثبات شبه تام على الترتيب الذي تم الحصول عليه بعد إجراء هذه التعديلات، وحيث أن الهدف من الدراسة هو الإبقاء على المواقع التي يصعب رفضها من قبل الحكومة الفيدرالية، وبعد دراسة الحساسية والنتائج السابقة، تم اقتراح أحد المواقع الأربعة الأولى: A3، A2، A1، A4 دون تمييز، والتحفظ على المواقع الأخرى.





الشكل [5–6] بعض توابع المنفعة الجزئية

الجدول [5–2] تقديرات المنفعة للمواقع المرشحة وفق المعايير

	المعيار الأول	المعيار الثاني	المعيار الثالث	المعيار الرابع	المعيار الخامس	المعيار السادس	التقييم النهائي
A_1	0.715	0.99	0.814	0.732	0.98	0.958	0.885
A_2	0.8	0.99	0.814	0.715	0.98	1	0.920
A_3	0.875	0.99	0.802	0.715	0.86	0.968	0.926
A_4	0.76	1	0.63	0.593	0.88	0.96	0.883
A_5	0.78	0.99	0.469	0.685	0.76	0.729	0.872
A_6	0.885	0.998	0.469	0.564	0.98	0.6	0.870
A_7	0.74	0.999	0.735	0.573	1	0.898	0.862
A_8	0.945	0.991	0.792	0.528	1	0.761	0.813
A_9	0.91	0.992	0.913	0.669	1	0.75	0.804

5. دور السياسات الحكومية في اختيار المواقع

غالباً ما تتبع الحكومات سياسات تنموية توجيهية محفزة أو مُحبِطة لتشجيع الشركات أو تقييدها للاستثمار في منطقة جغرافية، وذلك عبر:

1. سياسات تحفيزية (إيجابية أو سلبية) مثل الإعفاءات المالية أو تقديم الأرض مجاناً أو تسهيلات على مستوى القروض أو تخفيض نفقات الخدمات العامة، أو بالعكس فرض ضرائب أو قيود إضافية لا تشجع الشركات على التوجه للاستثمار في المنطقة.
2. توفير المعلومات للمستثمرين عن جميع المناطق وتكاليفها وميزاتها بحيث تستطيع الشركات الاختيار استناداً إلى معلومات ذات مصداقية.
3. إمكانية توفير البنى التحتية من طرقات وجسور واتصالات مصادر للطاقة والخدمات العامة من مدارس ومشافي وغيرها في المناطق التي تشجعها الدولة.

تلعب الحكومات دوراً إيجابياً في غالبية البلدان في إقامة تجمعات تخصصية لأهداف متنوعة مثل تشجيع التنمية المحلية وتخفيض تكاليف الإنتاج، وقد تكون ملكية وإدارة هذه التجمعات للدولة أو لجهات خاصة أو غير ربحية مثل النقابات أو اتحادات غرف الصناعة والتجارة، ومن أهم هذه التجمعات المناطق الصناعية أو التكنولوجية أو التجمعات الزراعية أو السياحية أو غيرها.

أ- إقامة تجمعات أو مناطق صناعية: حيث تساهم الدولة في أغلب الأحيان بتقديم الأراضي والبنى التحتية والخدمات وإدارتها، وتتقاضى إيجار سنوي أو استثماري حسب القوانين الناظمة لعمل المنطقة، وفي سورية لدينا عدة مناطق صناعية أهمها في منطقة عدرا شمال دمشق.

ب- المدن والحاضنات التكنولوجية: حيث تكون موجهة لأصحاب المشاريع التكنولوجية والاتصالات والصناعات المعلوماتية، وفي أغلب الأحيان يكون صاحب المشروع غير قادر على تأمين مستلزمات الموقع بشكل مستقل، فتقوم الدولة أو البلديات بتأمين هذه المواقع وخدماتها على غرار المناطق الصناعية، وربما تقدم قروض تشجيعية؛ وفي سورية هناك مشروع لإقامة مدينة تكنولوجية غرب حمص في وسط سورية.

ت- التجمعات الزراعية: على غرار الجمعيات التعاونية في سورية، حيث تقوم الجمعيات بتأمين مستلزمات المزارع مثل السماد والبذار وتأجيره الآليات وحتى شراء وتسويق منتجاته، إذ أن تكاليف هذه العناصر ستكون مرتفعة جداً للمزارع البسيط.

أهم حسنات التجمعات التخصصية: مصدر هام لتشغيل اليد العاملة بجميع أنواعها، توفير البنى التحتية والطاقة بتكاليف مقبولة، تكامل الصناعات فيما بينها، أسواق تصريف للمنتجات، توفر الخدمات بأنواعها المتخلفة الصحية والاستشارية والمالية، مستوى عالي من الأمان والحماية، انخفاض تكاليف البناء والسكن للعاملين، شهرة المنطقة وبالتالي استقطاب الزبائن مباشرةً.

أهم مساوئ التجمعات التخصصية: ارتفاع أسعار الأراضي مع الزمن وصعوبة التوسع، تنوع وكثرة القيود على المنشآت، ارتفاع نفقات المعيشة والأجور مع الزمن، المشكلات الاجتماعية والاكتظاظ السكاني، حرمان المناطق النائية من الاستفادة من مواردها البشرية وربما المادية.

المراجع المستخدمة في الفصل

محسن، عبدالكريم؛ النجار، صباح مجيد. (2009). إدارة الإنتاج والعمليات. مكتبة الذاكرة، بغداد، العراق.

كولو، أديب. (1998). بحوث العمليات: التقنيات الكمية في الإدارة. مطبعة طربين، دمشق.

Heizer J & Render B (2008) Principles of Operations Management, 7e eds. Pearson Prentice Hall, U-K.

Hillier, F.S. & Lieberman, G.j (2001). Introduction to Operations Research McGraw-Hill, New York.

Keeny R.L. & Nair K. (1976). Evaluating Potential Nuclear Power Plan Sites in the Pacific Northwest Using Decision Analysis. IIASA Professional Paper, 76-1.

Roy B. (1996). Multicriteria Methodology for Decision Aiding. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

Wisniewski, M. (2009). Quantitative Methods for Decision Makers. 5th Eds. Pearson, Prentice Hall, U-K.

اختبارات وأسئلة الفصل الخامس

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
1. يعتبر قرار اختيار الموقع الجغرافي من القرارات الاستراتيجية في المنظمة	✓	
2. لا يؤثر الموقع الجغرافي على التكاليف المتغيرة بل يؤثر على التكاليف الثابتة فقط		✓
3. لا يختلف الموقع الجغرافي حسب طبيعة المنتجات فيما إذا كانت مادية أو خدمية		✓
4. لا يعتبر التوسع في المنشآت أو إعادة تجميعها من قرارات التموضع الجغرافي		✓
5. من أهم أهداف المنظمات من قرار التموضع الجغرافي كسب موقع تنافسي	✓	
6. من أهم أهداف المنظمات من قرار التموضع الجغرافي الوصول إلى مصادر الموارد والأسواق	✓	
7. في معرض حساب تكاليف التموضع الجغرافي، لا يجب الأخذ بالاعتبار لتكاليف النقل والتوزيع من وإلى المستودعات والأسواق		✓
8. تتعلق المرونة في تغيير الموقع الجغرافي بطبيعة المنتجات والبيئة المحيطة	✓	
9. يُعتبر تغيير المواقع الجغرافية للخدمات أكثر مرونة من تغييرها بالنسبة للمنتجات المادية		✓
10. لدى اختيار الموقع الجغرافي، يجب الأخذ بالاعتبار لمعايير على مستوى البلد وأخرى على مستوى البيئة المحلية ومعايير الموقع ذاته	✓	
11. تعتبر إنتاجية اليد العاملة من أهم معايير اختيار الموقع الجغرافي	✓	
12. كلما كان الموقع قريباً من أسواق التصريف كلما زادت تكاليف النقل والتوزيع		✓
13. تختلف كلياً معايير اختيار مواقع ومراكز تقديم الخدمات عن مواقع المنتجات المادية		✓
14. ليس من الضروري أن تكون مراكز تقديم الخدمات قريبة من أماكن إقامة الزبائن		✓
15. تتناسب تكاليف الخدمة عكساً مع زمن الاستجابة لطلب الزبون	✓	
16. تتناسب تكاليف الخدمة عكساً مع عدد مراكز تقديمها		✓

17. تعتمد طريقة الجمع المثقل في اختيار الموقع على جمع تقييمات الموقع بعد تثقيلها بأوزان المعايير	✓	
18. تستند طريقة نقطة التعادل في اختيار الموقع الجغرافي إلى نسبة التكاليف السنوية للموقع إلى حجم الإنتاج المتوقع	✓	
19. تفترض طريقة نقطة التعادل في اختيار الموقع الجغرافي ثبات تكاليف الإنتاج وإيرادات القطعة الواحدة عبر الزمن وذلك بغض النظر عن الموقع جغرافياً	✓	
20. تبحث طريقة مركز الثقل في اختيار الموقع الجغرافي في إيجاد الموقع الذي يجعل تكاليف التوزيع أكبر ما يمكن		✓
21. يمكن استخدام طريقة شبكات النقل كما هي دون أي تعديل لإيجاد الموقع الجغرافي الأفضل		✓
22. تعتبر نظرية المنفعة من الطرق الفعالة لاختيار الموقع الجغرافي في الحالات المعقدة والحرجة	✓	
23. لا تؤثر أبداً السياسات الحكومية على قرارات الشركات في اختيار مواقعها		✓
24. يُمكن للسياسات الحكومية أن تشجع أو تُحبط الاستثمارات في مناطق محددة	✓	
25. من أهم أهداف إقامة التجمعات التخصصية تخفيض التكاليف والتنمية المحلية	✓	

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

1. يمكن تصنيف الحالات الآتية ضمن حالات اختيار الموقع الجغرافي:

أ) التوسع في نفس المواقع الحالية　　ب) تجميع أو نقل المنشآت

ج) مواقع الإدارة العامة والفعاليات المركزية　　د) جميع الأجوبة صحيحة

2. تسعى المنظمة عبر قرارات التموضع الجغرافي لتحقيق ما يلي:

أ) تخفيض التكاليف الثابتة والمتغيرة　　ب) كسب موقع تنافسي

ج) تسهيل الوصول إلى المواد الأولية والأسواق　　د) جميع الأجوبة صحيحة

3. لدى اختيار الموقع الجغرافي، فإن التكاليف الآتية لا تؤخذ بالاعتبار:

أ) تكاليف البناء والأراضي　　ب) تكاليف النقل والتوزيع

ج) تكاليف تخزين المواد الأولية　　د) جميع الأجوبة خاطئة

4. تظهر العلاقة بين مرونة تغيير المواقع الجغرافي وطبيعة المنتجات:

أ) تغيير مواقع الخدمات أكثر مرونة من تغيير مواقع السلع ب) لا فرق يُذكر بين الخدمات والسلع

ج) تغيير مواقع السع أكثر مرونة من تغيير مواقع الخدمات د) جميع الأجوبة خاطئة

5. من أهم عوامل اختيار المواقع الجغرافية للمنشآت على صعيد العمالة:

أ) عدد العاملين في المنظمة ب) إنتاجية اليد العاملة في المنظمة

ج) كفاءات العاملين في المنظمة د) جميع الأجوبة خاطئة

6. من العوامل الهامة في اختيار المواقع الجغرافية للمنشآت القرب من أسواق تصريف المنتجات، حيث:

أ) كلما كان الموقع قريباً كلما كانت التكاليف أقل ب) لا فرق يذكر في التكاليف

ج) كلما كان الموقع قريباً كلما كانت التكاليف أكثر د) جميع الأجوبة خاطئة

7. من العوامل الإضافية الواجب أخذها بالاعتبار لاختيار المواقع الجغرافية للنشاطات الخدمية ما يلي:

أ) التنوع في سلوكيات الزبائن ب) القرب من التجمعات السكنية للزبائن

ج) ترتيب وأناقة ومتطلبات الراحة للمكان د) جميع الأجوبة صحيحة

8. تُظهر العلاقة بين تكاليف الخدمة وزمن الاستجابة لطلب الزبون ما يلي:

أ) تزايد التكلفة مع تزايد زمن الاستجابة ب) تناقص التكلفة مع تناقص زمن الاستجابة

ج) تناقص التكلفة مع تزايد زمن الاستجابة د) جميع الأجوبة خاطئة

9. من أهم مراحل عملية اختيار الموقع الجغرافي ما يلي:

أ) تحديد معايير المفاضلة وأوزانها ب) تحديد المواقع المرشحة وتوصيفها

ج) تطبيق طريقة انتقاء إجمالية د) جميع الأجوبة صحيحة

10. في عملية اختيار الموقع الجغرافي، تعتبر الطريقة .... الأفضل على الإطلاق:

أ) طريقة الجمع المثقل ب) طريقة مركز الثقل

ج) طريقة نقطة التعادل د) جميع الأجوبة خاطئة

11. لدى تطبيق طريقة نقطة التعادل لاختيار الموقع الجغرافي، نحصل على النتائج الآتية:

أ) إمكانية الحصول على عدة مواقع حسب حجم الإنتاج ب) نحصل على موقع واحد فقط دوماً

ج) لا يمكن الحصول على موقع بسبب حجم الإنتاج د) جميع الأجوبة خاطئة

12. من أهم نقاط الضعف في طريقة نقطة التعادل لاختيار الموقع الجغرافي، ما يلي:

أ) تكلفة وإيراد القطعة الواحدة ثابت عبر الزمن
ب) أنها تعتمد على التكاليف المتغيرة
ج) تكلفة وإيراد القطعة الواحدة ثابت عبر الزمن
د) جميع الأجوبة خاطئة

13. تعتمد طريقة مركز الثقل على إيجاد الموقع الجغرافي الذي:

أ) يجعل تكاليف الإنشاء والأرض أقل ما يمكن
ب) يجعل تكاليف التوزيع أقل ما يمكن
ج) يجعل التكاليف الثابتة أقل ما يمكن
د) جميع الأجوبة خاطئة

14. تلعب الحكومات دوراً في دفع الشركات لاختيار مواقع منشآتها وذلك حسب:

أ) سياسات تحفيزية إيجابية أو سلبية
ب) منع الشركات من الاستثمار
ج) إجبار الشركات على اختيار موقع محدد
د) جميع الأجوبة خاطئة

15. من أهم أنواع التجمعات التخصصية التي تشجعها الحكومات أو تقوم هي بها ما يلي:

أ) تجمعات المناطق الصناعية
ب) المدن والحاضنات التكنولوجية
ج) التجمعات الزراعية
د) جميع الأجوبة صحيحة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

السؤال (1) أهمية التموضع الجغرافي.

1. ما هو المقصود بالتموضع الجغرافي Location؟
2. اذكر بعض الأمثلة (4 على الأقل) عن قرارات التموضع الجغرافي.
3. ما هي أهم الأهداف التي تسعى المنظمات لتحقيقها عبر قرارات التموضع الجغرافي؟
4. اشرح بإيجاز أهمية المرونة في تغيير المواقع الجغرافية لمنشآت المنظمة وفقاً لطبيعة المنتج.

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 1-)}

السؤال (2) معايير اختيار الموقع الجغرافي.

1. ما هي الفئات الرئيسية التي يجب أخذها بالاعتبار لدى المفاضلة بين المواقع الجغرافية؟
2. كيف يمكن أن تلعب إنتاجية اليد العاملة دوراً في اختيار الموقع الجغرافي.
3. اذكر بعض العوامل (4 على الأقل) الأكثر أهميةً في اختيار الموقع الجغرافي.
4. اشرح بإيجاز خصوصية اختيار الموقع الجغرافي للمنتجات الخدمية.

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 2–)}

السؤال (3) طرق اختيار الموقع الجغرافي.

1. اذكر بإيجاز أهم الطرق المستخدمة في اختيار الموقع الجغرافي؟

2. اختر إحدى الطرق التي ذكرتها في السؤال السابق، واشرحها مع أمثلة توضيحية.

{مدة الإجابة: 40 دقيقة. الدرجات من 100: 35. (توجيه للإجابة: الفقرة 4–)}

السؤال (4) دور السياسات الحكومية في التموضع الجغرافي.

1. كيف يمكن للسياسات الحكومية أن تحفز أو تحبط المنظمات على اختيار مواقعها في مناطق معينة؟

2. اشرح بإيجاز أهم التجمعات التخصصية التي تساعد الحكومات بشكل عام على إقامتها.

3. ما هي أهم حسنات التجمعات التخصصية؟

4. ما هي أهم مساوئ التجمعات التخصصية.

{مدة الإجابة: 40 دقيقة. الدرجات من 100: 35. (توجيه للإجابة: الفقرة5–)}

تخطيط الاحتياجات ومركبات المنتجات

1. تحديد حجم الدفعة الإنتاجيّة

لحساب الكمية الواجب الإقلاع بإنتاجها أو (للإجابة على السؤال: كم ننتِج في كل دفعة؟)، نتّبع ما يمكن تسميته بالنموذج البدائي وهو نموذج WILSON ويعتمد على الفرضيات التالية:

- ✓ الكميّة المطلوبة ثابتة.
- ✓ يقسم محور الزمن إلى دورات متساوية، تقلع الطلبيّات في بداية الدورة، يفترض بأن التموين يتم فوراً.
- ✓ ليس هناك انقطاع في المخزون (بما أن الطلب معروف فلا مبرر لحدوث خلل).
- ✓ يتم التموين الذي نفترضه فورياً وفق تواتر (إيقاع) إنتاج المادة المزمع تخزينها. نفترض أن تابع الإنتاج خطّي ومعدّل الإنتاج ثابت.

هدف إدارة الإنتاج أساساً هو تخفيض التكاليف الناجمة عن سياسة تخزين. يعتمد تحليل التكاليف على طرح مزدوج نعتبر فيه:

- ✓ تكلفة الإقلاع وتنفّذ D/Q مرة، وهي التكلفة اللازمة لإقلاع طلبية في المشاغل (تحضير وثائق التصنيع، وضع المعدات، تعيير الآلات) وهي تكلفة ثابتة لا تتأثر بحجم الكميّة التي يتمّ الإقلاع بها. يمكن أن تقابل تكلفة تمرير طلبيّة شراء عند مورّد (عمل فعالية المشتريات، تحضير الطلبية) ولتكن هذه التكلفة $L =$
- ✓ تكلفة التخزين أو الاحتفاظ بالمخزون التصنيعي وهي تكلفة متغيّرة تبعاً لفترة التخزين ولكمية المخزون، وتشمل اليد العاملة في المخازن، اهتلاك المعدات والمباني المستخدمة في تخزين المواد، النفقات العامة المحمّلة، الفوائد على رأس المال المجمّد في التخزين، اعتبار عطب المخزون وفقدان بعض قيمته في بعض الحالات. لتكن هذه التكلفة $I =$.

بافتراض أن الإنتاج فوري بعد الإقلاع، وأننا نقلع بدفعة بمجرد أن المخزون أصبح صفراً وبالتذكير بأن الطلب ثابت. إذاً فالمخزون يتناقص بشكل خطي.

إذا أقلعنا بدفعة Q (مخزون أعظمي) على N فترة، يكون المخزون الوسطي:

$$\frac{Q}{2}=\frac{N\frac{(Q+0)}{2}}{N}\quad \frac{Q}{2}=\frac{N\frac{(Q+0)}{2}}{N}\quad \frac{Q}{2}=\frac{N\frac{(Q+0)}{2}}{N}\quad \frac{Q}{2}=\frac{N\frac{(Q+0)}{2}}{N}$$

سيكون لدينا وسطياً على عدة فترات مخزون قدره $Q/2$. وبما أن التكلفة الواحدية لهذا المخزون تساوي I، فإن تكلفة تخزينه الوسطيّة تصبح $I * Q/2$. التكلفة الكلية للتخزين البيني تساوي إذاً تكاليف التخزين الفعلي مضافاً إليه تكاليف الإقلاع، وبالتالي:

$$CT(Q) = I * Q/2 + L * D/Q$$

نحصل إذاً على تابع للتكلفة يكون فيه Q هو المتحوّل، حيث D, L, I ثوابت معلومة. وبالتالي يتوجّب معرفة

قيمة Q التي تجعل من قيمة التابع أصغرية. نثبت أن هذه القيمة معطاة بالصيغة:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DL}{I}}$$

لهذا النوع من النماذج فوائد ثلاثة:

- ✓ الثوابت الداخلة في صياغته بسيطة و قليلة العدد.
- ✓ يمكن تعميم النموذج بسهولة لعدة سلع وعدة أنواع من تكاليف المخزون.
- ✓ تعتبر الكمية Q^*(المسماة الكمية الاقتصادية) قليلة الحساسية بالنسبة للأخطاء المحتملة على الثوابت المستخدمة (تكلفة التخزين، تكلفة الإقلاع، الطلب السنوي على الإنتاج).

مثال تطبيقي عن صيغة WILSON:

تصنّع مؤسسة أجهزة كهربائيّة لقطع سيّارات يتمّ تموين جزء من أجزائها X خارج المؤسسة بسعر 0.10 ليرة للواحدة، وتستخدِم 1000 قطعة من X يوميّاً، على مدى 250 يوم/سنة. يتم التموين بواسطة شاحنة يمكنها التجوال مرّة كل يوم كحد أقصى، تكلفة رحلة الشاحنة 100 ليرة (اهتلاك، صيانة، بنزين، راتب السائق) ويمكن حمل الكميّة التي نرغب بها.

تكلفة تخزين X تساوي 10 ليرات لكل 1000 وحدة خلال العام، وتكلفة المبلغ المستثمر في المخزون يعادل 10% أي من أجل 1000وحدة مجمّدة في المخزون هناك تكلفة ماليّة قدرها:

$(\%10)\ (0.10)\ (1000) = 10$ ليرات. لدينا إذاً تكلفة تخزين تساوي 20 ليرة من أجل 1000 أو ما يعادل 0.02 للوحدة:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 100 * 250000}{0.05}} = 50000$$

ممّا يعني أن نطلب 5مرّات خلال العام أي كل 50 يوم

في حالات الإنتاج:

إن كمية السلع الممونة للمخزون في كل يوم تساوي $F - D/J$ أي الإنتاج اليومي مطروح منه الطلب اليومي. حيث F الإنتاج اليومي و J عدد الأيام المقابلة للطلب D.

إذا اعتبرنا أن E هو معدل الطلب اليومي، فلدينا $E = D/J$ وتأخذ الكمية الاقتصادية الصيغة التالية:

$$Q = \sqrt{\frac{2LD}{I\left(1 - \frac{E}{F}\right)}}$$

مثال إنتاجي:

ضمن مسار تكنولوجي محدّد يخضع المنتَج في المؤسسة بدءاً من المادة الأوّليّة لخمس عمليّات متتابعة، بأزمنة ترتيبيّة (بالساعة) $I = 0.3, 0.4, 0.2, 0.5, 0.4$ وبالتالي تواتر الإنتاج للعمليّات (مقلوب الزمن) يساوي بالترتيب $c = 3.3, 2.5, 5, 2, 2.5$. التكلفة الثابتة لتعيير وتسوية الإقلاع بالإنتاج بالترتيب (بالليرة)

$CL = 4, 6, 8, 5, 4$. القيمة الواحديّة للمادة بعد خضوعها للعمليّات بالترتيب (بالليرات)

$u = 2, 3, 4, 5, 5.5$. تكلفة التخزين أو الاحتفاظ تساوي 10% من قيمة المادّة.

حسب صيغة wilson تكون الدفعة الاقتصادية:

$$q^* = \frac{A}{0.01 * B}$$

حيث A مجموع التكاليف الثابتة للتعيير والإقلاع لكل العمليّات $= 27$ ليرة

B المجموع من 1 وحتى 4 لـ القيمة الواحديّة للمادة المعالجة * معامل فنّي * فرق التواتر بين كل موقع والموقع التالي /2 جداء التواتريْن.

المعامل $= 1$ إذا كان التواتر الأوّل أكبر من الثاني و $= -1$ في الحالة المعاكسة

$$q^* = \sqrt{\frac{27}{0.01 * 1.249}} = 14.7 \neq 15$$

أي ينبغي الإقلاع بإنتاج 15 قطعة في كل مرّة

2. حساب الاحتياجات من المركّبات الداخليّة *MRP*

يسعى مسؤولو تخطيط الإنتاج إلى تلبية الطلب ضمن محدوديّة الطاقات البشرية والفنية والمالية للمؤسسة. يدفع تنوع القيود إلى إيجاد تنسيق بين تخطيط الإنتاج والوظائف المختلفة للمؤسسة.

يتجلى دور تخطيط الإنتاج بعد ذلك في استخدام الموارد (بما فيها المخزون) بما يتلاءم مع التوجهات التي تحددها استراتيجية المؤسسة. من مهمات التخطيط على المدى البعيد التوجيه بتعديل الطاقة الإنتاجية، بينما يسعى على المدى الوسيط والقريب إلى تحقيق أهداف الجودة والكمية والتكلفة والمهلة وفق طاقة معينة.

ثمة طرائق عدة لتخطيط الإنتاج مبنية على أولويات مختلفة للتنسيق: طريقة MRP التي تبحث عن منظومة عقلانية لتحديد الاحتياجات من المركبات، طريقة OPT وتركز على ترشيد التدفّقات أكثر من تنظيم طاقات الإنتاج، بينما تسمح طريقة KANBAN، التي تجد مكانها بين تخطيط الإنتاج وترشيد المخزون، بوضع ترتيبات لامركزية للمشاغل بطريقة يتم معها تخفيض دورات الإنتاج والمخزون.

طرائق MRP (Material Requirement Planning)

وتعني تخطيط الاحتياجات من المركبات، وقد تم تطويرها اعتباراً من عام 1965 لتصبح الطريقة الإدارية الصناعية الأكثر انتشاراً في المؤسسات الأمريكية والأوربية. تهدف هذه الطرائق إلى إعادة تنظيم المخزون لاتبعاً للاستهلاك الماضي بل تبعاً للطلب المستقبلي.

تبدو الطريقة من الوهلة الأولى وكأنها منهج لإدارة مخزون التصنيع بحيث يتمّ تأمين المركبات بكميات كافية في اللحظة المناسبة والمكان المناسب. لابد لتحقيق هذا الهدف من توفر معلومات موثوقة ومحدثة بشكل مستمر عن سير العملية الإنتاجية. وفي الوقت الحالي تضمّ كلّ برامج إدارة الإنتاج بمساعدة الحاسب GPAO نموذج MRP قام J ORLICKY مخترع الطريقة بفصل الاحتياجات المستقلة (لا يمكن تقييمها إلا وفق تنبؤات) عن الاحتياجات التابعة (لهيكلية الإنتاج) التي يمكن حسابها. تسمح طريقة MRP الأساسية إذاً بمعرفة المركبات الواجب استخدامها من حيث الكمية وتاريخ الاحتياج.

ثمة تنبؤات وتقديرات عامة يتم إنجازها من خلال الخطّة الصناعيّة والتجاريّة (أو الخطّة بشكل عام). تشترك في وضع هذه الخطة الإدارات التجاريّة الماليّة والفنيّة تحت إشراف الإدارة العامّة. وتتمثّل في تعريف توجّهات الإنتاج وفق شرائح منتَجات على مدى سنتين، وذلك اعتماداً على تقديرات البيع الشهرية غالباً وعلى المستوى المرغوب من المخزون، إذ ربّما كان هناك احتمال للمخزون الاحتياطي.

توضع الخطّة الصناعيّة والتجاريّة اعتماداً على توقّعات الطلب على المنتَجات النهائيّة، هذا الطلب خارجي بالنسبة للمؤسّسة (ومستقل عنها أيضاً) وبالتالي فهو عرضة للارتيابات والتقلّبات.

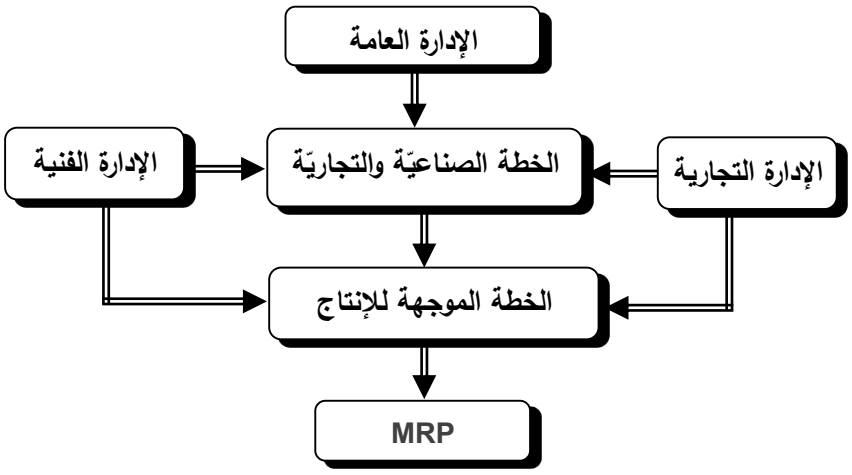
يسمح هذا التحليل الأوّلي بدراسة التوافق بين التوقّعات والطاقة الإنتاجيّة، يمكن تصوّر تقريب مبدئي عند هذه المرحلة، يتمثّل باستثمارات (أو بالعكس تحرير استثمارات) أو بوضع استراتيجيّة حذرة ترتكز على إعادة حساب توقّعات الطلب.

3. الخطة الموجهة للإنتاج

تشكل الخطّة الموجّهة للإنتاج المستوى الأوّل لتجزئة الخطّة الصناعيّة والتجاريّة، تتركّز مهمّتها في تحديد الكميّات الواجب إنتاجها من كلّ منتج بالنسبة للشهور القادمة. ويتم هذا أيضاً بالاعتماد على توقّعات الطّلب المستقبلي. تضع الخطّة الصناعيّة والتجاريّة الإطار العام للتخطيط، ثم تضع الإدارات التجاريّة والفنيّة الخطّة الموجّهة للإنتاج، موزّعة على فترات زمنية غالباً ما تكون مقدّرة بالأسابيع. وهكذا تتميّز الخطّة الموجّهة للإنتاج عن الخطّة الصناعيّة والتجاريّة بثلاث نقاط: المستوى التركيبي للمعلومات المستخدمة (الشموليّة)، أفق التخطيط، والتوزيع الزمني (الفترات).

تسمح الخطّة الموجّهة بتقييم الطلبات على المنتجات النهائيّة، وهذا ما يشكل القاعدة التي يرتكز عليها إنتاج المركّبات في بداية السلسلة الإنتاجيّة (المنبع). بمعنى أنها تسهّل تحويل التوقّعات التجاريّة إلى برنامج إنتاجيّ مع

اعتبار حالة المخزون والطاقات الإنتاجيّة للمؤسّسة. بعد وضع هذه الخطّة، يتوفّر للإدارة الإنتاجيّة معلومات عن الكميّات الواجب إنتاجها و تواريخ تجهيزها، هنا يدخل دور طريقة الـ MRP. يمثل الشّكل التالي سيرورة العمل المؤديّة إلى استخدام هذه الطريقة:



الشكل [6-3-آ] ارتباط طريقة MRP بسويات التخطيط

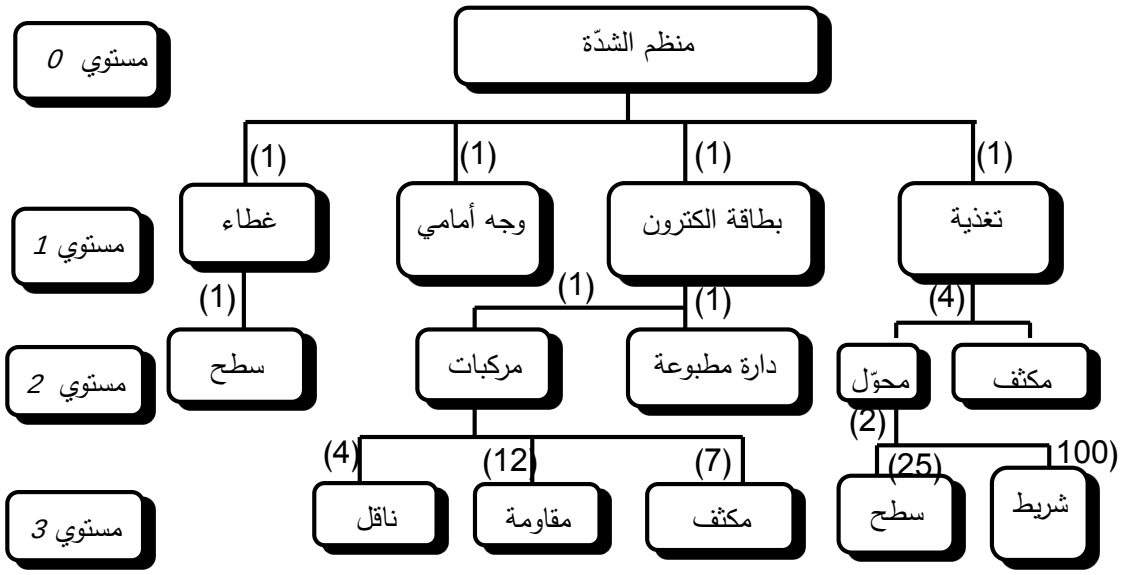
من النادر أن تتطابق التوقعات مع المنجزات وبالتالي فلابد من تعديل الخطّة الموجّهة للإنتاج بهدف أخذ الفروقات بعين الاعتبار. مع ذلك تختلف التعديلات حسب الحالة، إذ من السهل تعديل الخطّة الموجّهة للإنتاج المتعلّقة بتواريخ مستقبلية بعيدة بينما يكون ذلك صعباً للإنتاج قيد الإنجاز.

التشكيل الفني للمنتج: يعرف التشكيل الفني للمنتج المزمع تصنيعه بأنه التركيبة المشكل وفقها، ونعبر عنه عموماً بصيغة بنية شجرية.

التشكيلة الفنية الشجرية: دفعت درجة تعقيد المنتجات المصمّمين إلى وضع سويات مختلفة للتشكيلات الفنية للمنتجات وذلك بإحداث مستويات تجميع مرحلية للقطع. تمثّل هذه المستويات وظيفة واحدة أو مرحلة إنتاجية. وهكذا نجزئ المنتج النهائي إلى مجموعات جزئية أو إلى أعضاء، ومن ثم نجزئ المجموعات الجزئية من المستوي 1 إلى مجموعات جزئية من المستوي 2.

تتكرر التجزئة حتى يتعذر التقسيم إلى مركبات: نصل بذلك إلى القطع الأولية أو المادة الأولية المشتراة من خارج المؤسسة.

يوضح الشكل التالي تشكيلة فنية شجرية، حيث تظهر مستويات التجزئة المختلفة. نلاحظ وجود وصلات بين كل منها وأرقام بين قوسين. تدعى الوصلة التي تربط بين قلم مركب وكل من مركباته (رابطة). يسمى الرقم الظاهر على الرابطة (المثل الفني أو مثل التجميع).



الشكل [6–3–ب] التشكيلة الفنية الشجرية لمنظم الشدة

يشير الرقم إلى عدد المركبات المتطابقة التي تدخل في تركيب المستوي الأعلى مباشرة. يمكن لهذا الرقم أن يكون صحيحاً (حالة تجميع القطع) أو رقماً عشرياً (حالة خليطه أو استهلاك مادة أولية).

تقدّم التشكيلة الفنية للمنتج عرضاً لمراحل تحضير المنتج. لا يتم وصف بنية كل مركب إلّا مرة واحدة. نلاحظ كذلك أن بعض المركبات لها روابط متعددة حين تنتج من تجميع عدة قطع.

حساب الاحتياجات القائمة:

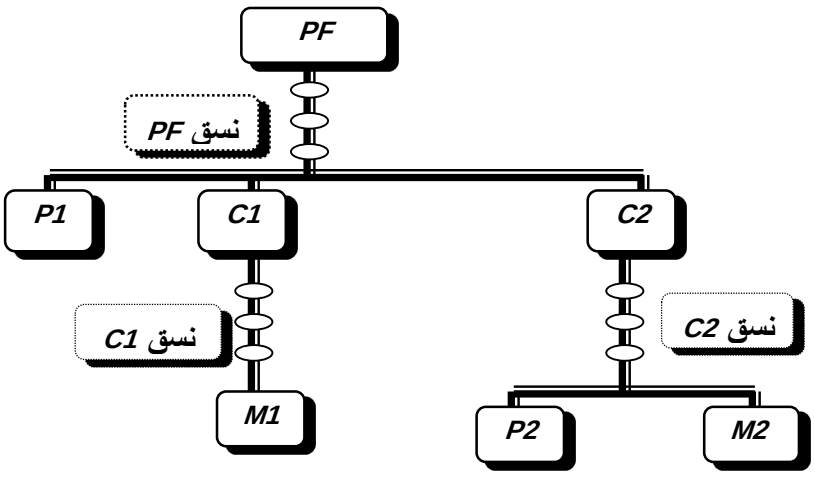
تسمح التشكيلة الفنية بتحديد كميات المركبات والمواد الأولية اللازمة لتصنيع أي كمية من المنتجات النهائية. لنأخذ المنتج النهائي PF الذي تظهر تشكيلته الفنية في الشكل:

نريد تصنيع 200 وحدة من المنتج PF. ما هي الكميات الواجب تموينها أو التزود بها من القطع $P1$ و$P2$ ومن المواد الأولية $M1$ و $M2$؟

لتحديد عدد القطع اللازمة من $P1$، يتوجب حساب جداء كمية المنتجات النهائية 200 بالمثل الفني 4 مما يعطي 800.

فيما يتعلق بالمادة $M1$، علينا حساب جداء الأمثلة الفنية للمستويات المتتالية للانتقال من منتج نهائي إلى المادة:

$200(PF) * 2(C1) * 0.8 (M1) = 320$ وحدة. بنفس الطريقة، نجد أنه يلزم 400 من $P2$ و480 من $M2$. تسمى هذه الإجرائية حساب الاحتياجات القائمة وهي لا تأخذ بعين الاعتبار المخزون الذي يمكن للمؤسسة أن تملكه مسبقاً.



الشكل [6–3–ج] السويات الفنية في البنية الشجرية للمنتج

التشكيلة الفنية المعكوسة:

وتتمحور حول البحث عن حالات الاستخدام لقطعة أو لمركبة ما. نحلل في كل التشكيلات الروابط التي تؤدي إلى المركبة المعنية. تستخدم هذه التشكيلة المعكوسة في مكتب الدراسات لتطوير قياسية المنتجات ولتحديد نتائج تعديل يطبق على مركبة ما على المنتجات المركبة (خصوصاً للتأكد من أن تعديل المركبة يتوافق مع كافة استخداماتها) وأخيراً لقياس أثر تغيير سعري ما للمركبة على كلفة المنتج المركب.

بروز عنصر التكاليف: تسهم التشكيلة المعكوسة كذلك في حساب التكاليف القياسية فبمعرفة أسعار المواد الأولية وقطع الغيار إضافة إلى تكاليف التصنيع القياسية، يمكننا تحديد الكلفة المباشرة المتغيرة لمنتج ما خلال كافة مراحل تحضيره.

لنحسب كلفة المنتج PF وفق التشكيلة الممثلة سابقاً. تحدد تكاليف التصنيع اعتباراً من أنساق التصنيع أو التجميع. وهكذا فكلفة تصنيع منتج تساوي مجموع تكاليف عمليات النسق. كلفة عملية ما تعادل جداء الزمن الذي يستغرقه إنجاز العملية مع المعدل الساعاتي للقسم أو الآلة المنجزة للعملية.

تتم إجرائية الحساب بالشكل التالي: ننطلق من المستوي الأدنى من التشكيلة الفنية. لتحديد كلفة منتج مركب، نحسب مجموع تكاليف المركبات الداخلة في تشكيله (مما يعطي كلفة مواد المنتج المركب) ونضيف كلفة تصنيعه. نحصل على كلفة مركبة ما بحساب جداء كلفتها الواحدية بالمثل الفني.

لدينا معطيات الكلفة التالية:

كلفة المواد المشتراة: $M1 = 12.5$

$$M2 = 10$$

$$P1 = 15$$

$$P2 = 42$$

وكلفة التصنيع: $C1 = 75\,,\ C2 = 110,\ PF = 222$

تكلفة مواد $C1$ تعادل جداء $0.8 * 12.5$ أي 10 ليرات بما أن تكلفة تصنيعه 75 فالتكلفة الكلية للمنتج $C1$ تساوي 85 ليرة.

تكلفة مواد $C2$ تعادل مجموع تكاليف كل من $P2$ و$M2$ أي $(2 * 42) + (2.4 * 10) = 108$ ليرة. بما أن تكلفة التصنيع 110 فالتكلفة الكلية للمنتج $C2$ تساوي 218 ليرة.

نعمد الآن لحساب تكلفة المنتج النهائي PF. تكلفة مواده تساوي تكلفة مركباته $P1$,$C1$ و$C2$ أي:

$(4 * 15) + (2 * 85) + (1 * 218) = 448$ ليرة. بما أن تكلفة تصنيعه تعادل 222 ليرة فالتكلفة الكلية للمنتج PF تساوي 670 ليرة. تسمى هذه الإجرائية ظهور التكاليف إذ ننطلق من تكاليف أولية ثم نعدّلها تدريجياً بالانتقال من سوية إلى سوية أعلى.

تدبير التشكيلات الفنية:

غالباً ما تعدّل التشكيلات الفنية من قبل مكتب الدراسات: لأسباب فنية، اقتصادية أو تجارية، يتوجّب تبديل مركّبة بأخرى. كيف يتم تمثيل هذا التبديل بالنسبة للتشكيلة الفنية؟ لا يمكننا اجراء التبديل ببساطة على مستوى التشكيلة إذ غالباً ما يتوجب إبقاء شيء من الرابطتين لفترة من الزمن، رابطة المركّبة القديمة ورابطة المركّبة الحديثة: نستمر في إنتاج كميّات من المنتجات وفق المركبة القديمة بينما نكتفي بإنتاج كميات غير مكتملة وفق المركّبة الحديثة. كذلك يتوجب على قسم خدمات ما بعد البيع معرفة التركيبة الدقيقة للمنتجات القديمة.

لتمثيل هذه التبديلات، نسجّل على كل رابطة تاريخيْ صلاحيّة أو رقميْ سلسلة إنتاجيّة: الأوّل يشير إلى بداية تنفيذ الرابطة، والثاني يدل على انتهاء صلاحيتها. وهكذا فاعتباراً من تاريخ أو رقم سلسلة إنتاجية ما، يمكننا إعادة صياغة التشكيلة الفنيّة المعمول بها في تاريخ معين.

MRP وحساب الاحتياجات الصافية:

مبدأ حساب الاحتياجات الصافية:

يمكن تمثيل المبدأ بتتابع عمليات انشطار للتشكيلات الفنيّة، بتجميع الاحتياجات من نفس القطع المنجَزة بواسطة برامج تجميع لمنتجات مختلفة، ثم بإجراء انزياح زمنيّ يتناسب مع مهل التموين والإنتاج. لتوضيح أكبر نجزّئ الإجرائيّة إلى عدة مراحل.

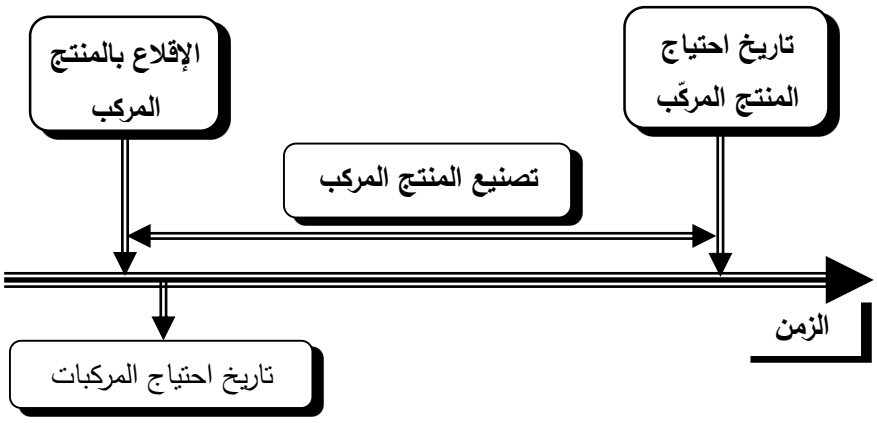
حساب الكميات: نتّخذ كمثال تصنيعاً على مستويات ثلاثة: تتألّف المنتجات النهائيّة من مجموعات جزئيّة تُصنع بدورها اعتباراً من قطع أوليّة مصنّعة من مواد أوليّة مشتراة.

1. ننطلق من الطلب على المنتجات النهائيّة (طلبيّات أكيدة أو تنبّؤات للمبيعات). يشكّل هذا الطلب الاحتياجات القائمة على المستوي (0).
2. نطرح مخزون المنتجات النهائيّة المحتمل وجودها. هذا ما يعطي الاحتياجات الصافية للمنتجات النهائية والتي تولّد أوامر التجميع بالنسبة للمصنع.
3. نجزّئ هذه الاحتياجات الصافية من المنتجات النهائيّة بواسطة تشكيلاتها الفنيّة لتحديد الكميّات الضروريّة (الاحتياجات القائمة) من المجموعات الجزئية للبدء باجرائيّات التجميع.
4. نطرح مخزون المجموعات الجزئيّة للحصول على الاحتياجات الصافية من المستوي (1) والتي تولد أوامر تصنيع للمجموعات الجزئيّة.
5. نجزّئ أوامر تصنيع للمجموعات الجزئية بواسطة تشكيلاتها الفنيّة لتحديد الكميات الضرورية (الاحتياجات القائمة) من القطع الأوليّة اللازمة لتصنيع المجموعات الجزئيّة.
6. نطرح مخزون القطع الأولية للحصول على الاحتياجات الصافية من المستوي (2) والتي تولد أوامر تصنيع للقطع الأوليّة.
7. نجزّئ أوامر تصنيع للقطع الأوليّة بواسطة تشكيلاتها الفنية لتحديد الكميات الضروريّة (الاحتياجات القائمة) من المواد الأولية اللازمة لتصنيع القطع الأولية.
8. نطرح مخزون المواد الأولية للحصول على الاحتياجات الصافية من المستوي (3)، تشكل هذه الاحتياجات الطلبيات من المواد الأولية الواجب إرسالها إلى المورّدين.

نلاحظ إذاً أنّ هذه الإجرائيّة تسعى إلى امتصاص المخزون عند كل مستو. يؤدّي تطبيقها الدقيق إلى حذف كل مخزون بين مختلف مستويات التشكيلة. نلاحظ مع ذلك أن إبقاء بعض المخزون يبقى ضروريّاً.

تحديد استحقاقات الأوامر:

كما لاحظنا لا تأخذ هذه الإجرائيّة بعين الاعتبار الوقت اللازم لتحضير المنتَج عند كل مستو. يتوجّب الآن إدخال فارق زمني بين تاريخ الرغبة في الحصول على المنتَجات المحضّرة وتاريخ الإقلاع بالتّصنيع وبالتّالي تاريخ احتياجنا للمركّبات. هذا الفارق الزمني يعادل كحدٍ أدنى مهلة إنجاز أمر التصنيع المقابل (أو استلام الطلبيّة من المورّد في حالة المنتَجات المشتراة).



الشكل [6–3–د] تحديد استحقاقات أوامر الإنتاج

تتمثّل إجرائيّة حساب الاحتياجات الصافية بين مستوٍ ومستوٍ أدنى بالشكل التالي:

1. نقدّم (نسحب) احتياج مركب دورة التصنيع لنضعه عند تاريخ الإقلاع.
2. نجزّئ احتياجات المنتَج المركّب للحصول على الاحتياجات القائمة لكل مركّبة من خلال التشكيلة الفنيّة للمنتَج المركّب.
3. من أجل كلّ مركّبة، نطرح المخزون للحصول على الاحتياجات الصافية. نضيف احتياجات خارجيّة (احتياجات على شكل قطع غيار مثلاً).
4. تتحوّل الاحتياجات الصافية من كل مركّبة إلى احتياجات من مستوٍ أدنى. نعيد الإجرائيّة من جديد حتى نصل إلى أدنى مستوٍ من التشكيلة الفنيّة (لا يوجد تجزئة ممكنة).

نضيف إلى ذلك، أنّه في حالة المركّبة المشتركة لعدة منتَجات مركّبة، يجب حساب الاحتياجات القائمة التي تظهر في تاريخ واحد قبل حساب الاحتياجات الصافية.

انطلاقاً من استحقاقات احتياجات المنتَجات النهائيّة، نطبّق الإجرائيّة الممثّلة سابقاً لكلّ الفترات. نحصل على استحقاق الاحتياجات لكل المستويات التي تترجم إلى أوامر تصنيع (إقلاعات) وأوامر شراء (طلبيّات للمورّدين).

نعيد المثال للمنتَج PF، بمعرفة دورات التصنيع ومهل تموين المركّبات الداخلة في التشكيلة الفنيّة:

دورة تصنيع PF .....(2) أسبوعان.

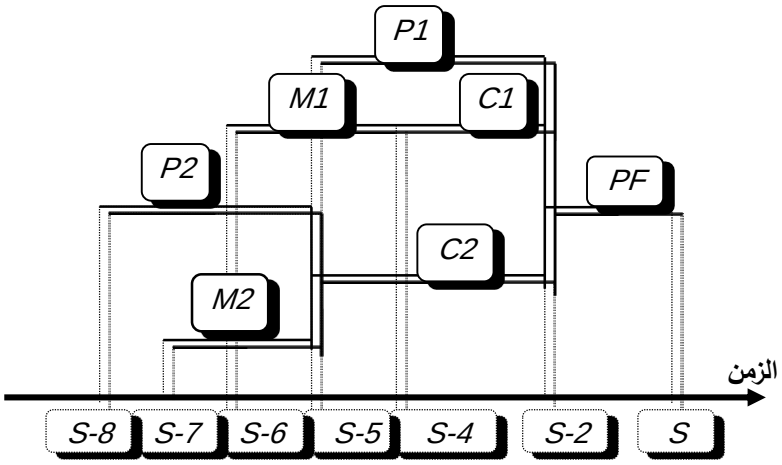
دورة تصنيع C1 .....(2) أسبوعان.

دورة تصنيع C2 .....(3) أسابيع.

مهل تموين P1 و P2 .....(3) أسابيع.

مهل تموين M1 و M2 .....(2) أسبوعان.

انطلاقاً من هذه المعطيات، يمكننا رسم مخطط التصنيع للمنتج PF الواجب تسليمه في الأسبوع S.



الشكل [6–3–هـ] مخطط تصنيع المنتج PF لتسليمه في الأسبوع S

لتسليم المنتجات PF في الأسبوع S، يتوجب إقلاعها قبل ذلك بأسبوعين. وبالتالي يتوجّب تأمين جاهزيّة المركّبات $P1$، $C1$ و$C2$ في الأسبوع $S-2$. بما أن $P1$ يحتاج إلى مهلة تموين قدرها 3 أسابيع، يتوجب طلبه في الأسبوع $S-5$ على أبعد حد. $C1$ يتطلب دورة إنتاجية مدتها أسبوعان، إذاً لا بدّ من إقلاعه في الأسبوع $S-4$ بينما يتطلّب $C2$ دورة إنتاجية مدتها 3 أسابيع وبالتالي يجب إقلاعه في الأسبوع $S-5$. لكلّ من$M1$ و$M2$ مهلة تموين تعادل أسبوعيْن لذلك يجب طلبهما بالترتيب في الأسابيع $S-6$ و$S-7$. أخيراً يتوجب طلب $P2$ في الأسبوع $S-8$.

لتسليم منتَج نهائي في الأسبوع S، لابدّ من استباق ذلك بقرارات تموين في الأسبوع $S-8$. وهذا يقتضي إجراء طلبيّات أو تنبّؤات بالبيع على أفق مجاله 8 أسابيع. إذا لم نكن نعلم الطلب على هذا الأفق، يتوجّب استباقه بالنسبة للطلبيّات، وهذا ما يؤدّي إلى إحداث مخزون منتجات نصف نهائية أو نهائية.

مثال بسيط:

من أجل حساب الاستحقاق، يتوجب معرفة المخزون. لنفترض أن الكميات المتوفرة هي تلك التي تظهر في العمود (مخزون). يمكننا إذاً تطبيق الإجرائية بحيث تظهر نتائج الحساب في الجدول التالي:

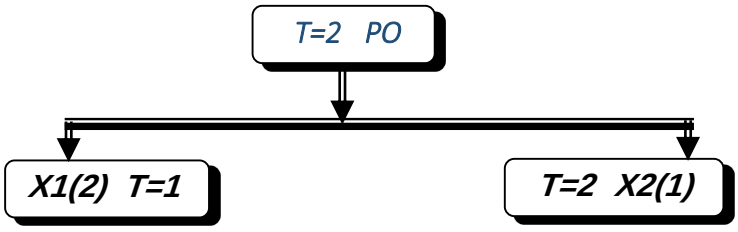
الأسبوع	المخزون	الفترة 1	الفترة 2	الفترة 3	الفترة 4	الفترة 5	الفترة 6	الفترة 7	الفترة 8	الفترة 9	الفترة 10
احتياج قائمPF					50	10	40	20	30	50	60
PF مخزون	20	20	20	20							
PFاحتياج صاف					30	10	40	20	30	50	60
PFإقلاع			30	10	40	20	30	50	60		
P1احتياج قائم			120	40	160	80	120	200	240		
P1مخزون	200	200	80	40							
P1احتياج صاف					120	80	120	200	240		
P1إقلاع		120	80	120	200	240					
احتياج قائمC1			60	20	80	40	60	100	120		
C1مخزون	70	70	10								
C1احتياج صاف				10	80	40	60	100	120		
C1إقلاع		10	80	40	60	100	120				
احتياج قائمM1		8	64	32	48	80	96				
M1مخزون	100	92	28								
M1احتياج صاف				4	48	80	96				
M1طلبيّات		4	48	80	96						
C 2احتياج قائم			30	10	40	20	30	50	60		
C 2مخزون	50	50	20	10							
احتياج صافC2					30	20	30	50	60		

C 2طلبيّات		30	20	30	50	60					
احتياج قائمP2		60	40	60	100	120					
P2مخزون	220	160	120	60							
P2احتياج صاف					40	120					
P2طلبيّات		40	120								
احتياج قائمM2		72	48	72	120	144					
M2مخزون	150	78	30								
M2احتياج صاف				42	120	144					
M2طلبيّات		42	120	144							

الجدول [6-3-آ] جدول حسابات تخطيط الاحتياجات MRP

مثال توضيحي لإدماج الكميّة الاقتصاديّة للتموين والإقلاع:

ليكن لدينا منتج نهائي PO تمّ التخطيط لإنتاجه على مستوى الخطّة الموجّهة للإنتاج من أجل 5 أسابيع قادمة. يبيّن الشكل التالي والجدول المرافق المعلومات الضرورية لتخطيط الاحتياجات من المركّبات.



الشكل [6-3-ل] بيانات المنتج PO

يتألّف PO من مركّبتين $X2$ و$X1$ مشتراتين من خارج المؤسسة، مهلة استلامهما بالترتيب أسبوع وأسبوعان$(T = 1, T = 2)$. يشير الرقم بين قوسين إلى الكمية من كلّ مركّبة المكوّنة لوحدة واحدة من المنتَج النهائي.

بنفس الطريقة فإن T في خانة PO يشير إلى أنّ مهلة إنتاجه تعادل أسبوعين. حجم الشحنات الإنتاجية يساوي 50 وحدة وحجم شحنات الطلبيّات من المركّبات تعادل 100 وحدة.

يشير السطر الأوّل من الجدول إلى الفترة (أسبوع)، يمثل الأسبوع (0) نهاية الأسبوع الحالي، وبالتالي فإن الوحدات الخمسين الظاهرة في السّطر(مخزون) في الفترة (0) يعطي حالة المخزون المتوفر في بداية فترة التخطيط (نظراً لبساطة المثال لا نميّز بين المخزون المتوفر والمخزون الفيزيائي).

يعلم السطر (استلامات متوقعة) عن عدد الوحدات التي ستتوفر خلال فترة التخطيط، لكن تخطيطها بدأ في وقت سابق. بالنتيجة، من أجل 50 وحدة الظاهرة في هذا السطر، بدأ الإنتاج في اللحظة (1−) لأنّ مهلة تجميع المركبات تعادل أسبوعين، نفترض عُرفاً أنّ الإنتاج يبدأ في بداية الفترة وتكون جاهزة كذلك في بداية الفترة.

جدول تخطيط PO						
الفترة	0	1	2	3	4	5
الاحتياجات القائمة		30	40	30	60	40
استلامات متوقعة		50				
المخزون	50	70	30		40	
الاحتياجات الصافية					60	
الإنتاج (نهاية)					100	
الإنتاج (بداية)			100			

الجدول [6−3−ب] جدول تخطيط PO

تستنتج الاحتياجات الصافية مباشرة من السطور السابقة، المتوفر في الفترة (1) يعادل 100 وحدة (50 مخزون و50 استلامات متوقّعة) ممّا يسمح بتغطية الاحتياجات القائمة للفترات من (1) إلى (3). تظهر الاحتياجات الصافية إذاً في الفترة (4) وهي تعادل الاحتياجات القائمة (وذلك بسبب كون المخزون معدوماً في نهاية الفترة 3)

من هنا كانت ضرورة إنهاء إنتاج جديد في الفترة (4) لإرضاء هذا الاحتياج، مما يفسّر إضافة السطر (الإنتاج (نهاية)). نذكّر بأنّ هذا الإنتاج يساوي 100 وحدة لأنّ حجم الشحنات يعادل 50 وحدة، ولا يمكن إنتاج أقلّ من شحنتين. يبقى اعتبار مهلة التجميع لحساب السطر (الإنتاج (بداية)). إضافة لذلك يمكن ملاحظة أن احتياجات الأسبوع الخامس يمكن تغطيتها بالمخزون المتبقي في الفترة (4) حيث تمثل الخانات الفارغة كميّات صفريّة.

أخيراً يحسب السطر (المخزون) بطريقة بديهيّة حيث نحذف من المخزون السابق ما يقابل الاحتياجات القائمة ونضيف إنتاج الفترة. نلاحظ أنّ هذا السطر يعطي المخزون في نهاية كل فترة بعكس بقية الأسطر.

نستنتج أن المخزون النهائي (الفترة الخامسة) معدوم، بالنظر إلى مهلة الإنتاج هذا يعني أنّه من المتعذّر تلبية طلب ما في الأسبوع السادس. يوضّح المثال ضرورة تحديث التخطيط ووضع خطّة موجّهة للإنتاج تتناسب مع استمراريّة الإنتاج. إذاً لابدّ من توقّع إنتاج PO قبل أسبوعين، لكنّ ذلك غير كاف لأنّه كما سنرى فإنّ مرحلة الإنتاج تتطلّب توفر المركّبات $X1$ و$X2$.

لأخذ هذه القيود المتداخلة بعين الاعتبار، لابدّ من إجراء تفجير (انشطار) للتشكيلات الفنيّة، أي إنجاز جداول نظيرة للجدول السابق من أجل المركّبات$X1$ و$X2$ لإجراء هذه الجداول فإنّ المعطيات الأوّلية (الاحتياجات القائمة) هي الكميّات الظاهرة في السطر (الإنتاج (بداية))، لأنّه يتوجّب تجهيز المركّبات للإقلاع بإنتاج PO وهكذا نحصل على الجداول [6−3−ج] و[6−3−د]

جدول تخطيط X1						
الفترة	0	1	2	3	4	5
الاحتياجات القائمة			200			
الاستلامات المتوقعة		100				
المخزون						
الاحتياجات الصافية			100			
الإنتاج (نهاية)			100			
الإنتاج (بداية)		100				

الجدول [6−3−ج] جدول تخطيط $X1$

من أجل إنتاج 100 وحدة منPO، يتوجب امتلاك 200 وحدة من $X1$ في هذا التاريخ. المخزون المتوفر

معدوم لكنّنا افترضنا أنّ طلبيّة تعادل 100 وحدة قد تمّ إنجازها في الفترة (0) وسيتمّ استلامها في الفترة (1). من هنا فان الاحتياجات الصافية (المساوية هنا للإنتاج (نهاية)) تعادل 100 وحدة. إنّ مهلة الاستلام التي تستغرق أسبوعاً تستوجب طلبية (الإنتاج (نهاية)) في الفترة (1). يمكن استخلاص الجدول 3 بنفس الطريقة (نفترض الاستلامات المتوقعة تساوي 100 وحدة أيضا).

هذا المثال الأوّل هو الأكثر بساطة لأنه يعالج منتجاً واحداً، أي أنّ هناك مستويين اثنين فقط ولا يهتم بما يحدث بعد نهاية فترة التخطيط. يمكننا مع ذلك ملاحظة صعوبة إدخال تعديل في الخطّة الموجّهة للإنتاج بعد تاريخ الفترة (1). في الواقع هو تاريخ الطلبية للمركبة (1) في أقصى حد من أجل التقيد بخطة الإنتاج للمنتَج PO حتى الفترة (5).

من هنا ستكون الخطة الموجهة للإنتاج مجمدة على الفترة المقابلة لمهلة الإنتاج، يمكن لهذه الفترة أن تكون طويلة حين تتعقّد تركيبة المنتج، أي يشمل عدداً كبيراً من المستويات، أو أن تكون مهل الاستلام والإنتاج طويلة.

جدول تخطيط X2						
الفترة	0	1	2	3	4	5
الاحتياجات القائمة			100			
الاستلامات المتوقّعة		100				
المخزون						
الاحتياجات الصافية						
الانتاج (نهاية)						
الانتاج (بداية)						

الجدول [6–3–د] جدول تخطيط $X2$

تقريب بين المهمات التكليفيّة والطاقات الانتاجيّة:

اعتبار احتمالات الإنتاج: لم نتطرّق إلى قدرة موقع عمل ما على إنتاج ما هو مطلوب من قبل المواقع المتمركزة بعده في السيرورة الإنتاجية. لذلك لابد أوّلاً من تقييم المهمات التكليفيّة لكلّ موقع. هذه المرحلة سهلة نسبياً طالما عرفنا بالتحديد الأوقات التشغيليّة لكل مرحلة من عملية الإنتاج. ننتقل بعد ذلك لمقارنة المهمّة مع الطاقة لكل مرحلة على حدة. إذا لم تظهر أيّ حالة عدم توافق يمكن تطبيق الخطة الموضوعة دون تعديل. في الحالة

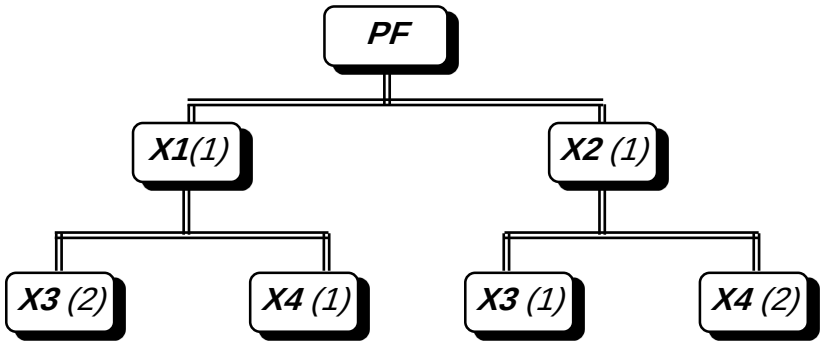
المعاكسة يجب اتّباع تقريبات قد تشمل عدة مستويات، تسمح بإنجاز الكميّات المرغوبة وبتخفيض تكلفة التقريب.

اختبار النقطة الأولى سهل نسبياً، حين نستنتج زيادة في المطلوب من موقع عمل ما في فترة t يكفي معرفة إمكانية تغطية هذه الزيادة بزيادة في الطاقة الإنتاجية للفترات السابقة لـ tبتكرار هذه الإجرائيّة على كلّ الفترات حتى T (أفق أو مدى التخطيط)، يمكننا معرفة إمكانية تحقيق برنامج الإنتاج أم لا.

لنفرض أنّ الحالة كذلك، نتطرّق إذاً للخطوة الثانية التي تعتمد على توزيع زيادة المطلوب على كل الفترات السابقة التي تتوفر فيها زيادة بحيث نخفض ما أمكن من تكلفة الترحيل. عملياً، أن ننتج أبكر من المتّفق عليه يؤدّي إلى تعديل في الخطّة الإنتاجية وفي تغيّر حالة المخزون. بطريقة مخطّطاتية، يمكن القول بأنّ التقريب الأمثلي ينطلق من الإنتاج بما أمكن من التأخير قبل الفترة t.

توضيح:

لتوضيح هذه الملاحظة، نأخذ مثالاً سهلاً نعالج فيه حالة منتج واحد وثلاثة مستويات، يُنجَز المنتَج النهائي PF اعتباراً من مجموعتيْن جزئيتيْن $X1$ و$X2$ ناتجتين بدورها عن تجميع المركبات $X3$ و$X4$ كما في الشكل التالي:



الشكل [6−3−ن] البنية الشجرية الفنية للمنتج PF

خُطّط الإنتاج على مدى 6 فترات حسب الطريقة المعتادة، نشير إلى أنّ حجم الشّحنة الإنتاجيّة يعادل 400 وحدة لـ P و500 وحدة للمركبات $X1$ و$X2$ نفترض كذلك فارقاً زمنياً قدره فترة واحدة بين الإنتاج وجاهزيّة المنتَج أو مركّباته. يمكننا إذاً تشكيل الجدول التالي:

تخطيط المنتج P							
الفترة	0	1	2	3	4	5	6
الاحتياج القائم		1000	1500	1500	1200	1200	1400
استلامات متوقّعة		1000					
المخزون	1500	1500		100	100	100	300
الاحتياج الصافي				1500	1100	1100	1300
الإنتاج (نهاية)				1600	1200	1200	1600
الإنتاج (بداية)			1600	1200	1200	1600	

الجدول [6–3–هـ] جدول تخطيط المنتج *P*

وكذلك بالنسبة لجداول المركبات:

جدول تخطيط المركبة ***X1***							
الفترة	0	1	2	3	4	5	6
الاحتياج القائم			1600	1200	1200	1600	
استلامات متوقّعة		800					
المخزون	1000	1800	200				
الاحتياج الصافي				1000	1200	1300	
الإنتاج (نهاية)				1000	1500	1500	
الإنتاج (بداية)			1000	1500	1500		

الجدول [6–3–ن] جدول تخطيط المركبة $X1$

جدول تخطيط $X2$							
الفترة	0	1	2	3	4	5	6
الاحتياج القائم			1600	1200	1200	1600	
استلامات متوقعة		500					
المخزون	1500	2000	400	200		400	
الاحتياج الصافي				800	1000	1600	
الإنتاج (نهاية)				1000	1000	2000	
الإنتاج (بداية)			1000	1000	2000		

الجدول [6–3–و] جدول تخطيط المركبة $X2$

تم تحديث هذه الطريقة عام 1971 لتصبح MRP I بعد ضم الاحتياجات من حيث الطاقة، بهدف الإجابة عن التساؤل الإضافي المتعلق بمدى استعداد طاقة المنظومة الإنتاجية لتوفير المركبات المطلوبة.

لعرض مشكلة الطاقة الإنتاجيّة، نتبّع مخطّطاً أوليّاً. تنتِج المركبتيْن $X1$و$X2$ في مشغل واحد وتتطلبان نفس زمن العمل للمركّبة الواحدة. تعادل الطاقة الإنتاجية لهذا المشغل 3000 مركبة لكل فترة (من أي نوع). يوضّح الجدول التالي المهمّات التكليفيّة لهذا المشغل والفوارق بالنسبة لهذه الطاقة.

مقارنة المهمات التكليفية بالطاقة					
الفترة	2	3	4	5	6
التكليف (العمل المطلوب)	2000	2500	3500	0	0
الفارق	1000	500	−500	3000	3000

الجدول [6–3–ك] مقارنة المهمات التكليفية بالطاقة

إمكانية التقريب: تبدو مشكلة وحيدة في الفترة (4)، حيث يتجاوز التكليف الطاقة بـ (500) وحدة. بما أنّه يتوفر في الفترة السابقة فائض في الطاقة، نقوم بترحيل إنتاج 500 وحدة في الفترة (3). مع ذلك فهذه الطاقة الإنتاجيّة لا تميز بين المركّبات $X1$ و$X2$ ، لأنّها تستهلك الكميّة نفسها من الموارد. نستطيع إذاً تقديم إنتاج المركّبة الأولى أو الثانية وتخزينها خلال فترة واحدة. بما أنّه يتوجب تمويل هذا المخزون، فإنّ الاختيار يعتمد على تخفيض تكلفة حجز المخزون. يكفي إذاً ملاحظة أنّ تشكيلة المركّبات $X1$ و$X2$ ليست متطابقة. إذ تشمل $X2$ وحدتين من $X4$ بينما تحوي $X1$ وحدة واحدة فقط. بشكل عام نفضّل تخزين المنتج ذي القيمة الأدنى، أي $(X1)$.

نلاحظ أنّنا لم ننجِز تخطيط $X3$ و$X4$ حتى الآن. نستنتج الآن أننا بدّدنا جزءاً من الطاقة. حين تعترضنا مشكلة تتعلق بالطاقة الإنتاجية في مستوى ما، يتوجَب تحقيق التقريب قبل الانتقال إلى التخطيط للمستوى الأدنى لأنه سيتحتّم تعديل هذا التخطيط الأخير حين نقوم بترحيل الإنتاج خلال الزمن. يمكننا بعد ذلك النزول بمستوى ومتابعة هذه الإجرائيّة التقريبية حتى أخريات الأوراق في الشجرة.

إنّ تعبير بشكل عام أو بغضّ النظر عن المتحولات الأخرى هو وسيلة متعارف عليها للتخلّص من عدد من الصعوبات نشرحها بإيجاز: إنّ تشكيلة $X1$ و$X2$ ليست المعيار الوحيد الذي يحدّد تكلفتهما، يمكن أن يستهلك تجميع $X1$ من الطاقة والزمن أكثر من $X2$، مما يؤدي إلى زيادة تكلفة $X1$ بالنسبة لـ $X2$. على هذا الصعيد سيعتمد اختيار التحميل بأضعف تكلفة على المعلومات المتعلقة بالمحاسبة التحليليّة، حيث يرتكز الهدف الأساس على تخفيض تكلفة التقريب.

من هنا كانت ضرورة تطوير الطريقة عام 1979 ليظهر الجيل الثاني MRP II التي دمجت كذلك الاحتياجات المالية والمحاسبية في تخطيط منظومة الإنتاج وأصبحت الطريقة تدعى طريقة تخطيط موارد التصنيع Planning Manufacturing Resource

من جهة أخرى، فالحالات الواقعية أكثر تعقيداً بكثير (أشرنا إلى المركّبات المشتركة لعدة منتجات، ربّما على مستويات مختلفة). تظهر هنا مشكلة الطاقات الإنتاجيّة المشترَكة. نستطيع تخيّل درجة التعقيد للمشكلة التي تطرح إدارة الأولويات وتقريب المهمّات التكليفيّة إلى الطاقات الإنتاجيّة من أجل عدة منتجات وعدة مستويات وفق عدة معايير.

يتوجب ملاحظة أن الصعوبة تتأتى من الطابع التركيبي للمسألة المطروحة ومن تحديد المعايير الصحيحة التي تسمح بتعريف التكلفة الحقيقية لترحيل إنتاج ما.

توضح الأمثلة السابقة أنّ طريقة الـ MRP (1 و2) تتطلب أدوات حساب هامّة. بالرّغم من سلاسة وسهولة مبادئها إلا أنّ حجم الحسابات الواجب إجراؤها يتضاعف بسرعة. أخيراً يجدر الذّكر أنّ الإجرائيّة برمّتها تعتمد على معلومات تعتبر غير عشوائية، مما يحدو إلى تجميد الخطّة الإنتاجيّة لعدة فترات لأنّ التقريبات السريعة (خلال مهلة أقل من فترة الإنتاج) صعبة التحقيق أو مستحيلة حينما نعالج منتجاً ذا بنية معقدة.

المراجع المستخدمة في الفصل السادس

محمد العلي، عبد الستار. (2007). التخطيط والسيطرة على الإنتاج والعمليات. دار المناهج للنشر والتوزيع.

Ptak, C.A & Smith,C (2011) Orlicky's Material Requirement Planning .third edition.

Heisig G (2002) Planning Stability in MRP Systems ISBN 978-3-642-55928-0

Lunn T & Neff S.A, (1992) "Integrating MRP and modern business

"

اختبارات وأسئلة الفصل السادس

1) أسئلة صح / خطأ True/False

السؤال	صح	خطأ
1. يفترض نموذج Wilson لتحديد حجم الدفعة الإنتاجية أن التموين يتم دون مهلة تسليم	✓	
2. يمكن حدوث انقطاع مفاجئ في المخزون في نموذج Wilson لتحديد حجم الدفعة الإنتاجية		✓
3. تكلفة الإقلاع هي تكلفة ثابتة وهي التكلفة اللازمة لتحضير وثائق التصنيع وتعيير الآلات	✓	
4. تكلفة التخزين هي تكلفة ثابتة تتحملها الشركة بمجرد وجود تخزين لكنها لا ترتبط بفترة التخزين ولا بكمية المخزون		✓
5. يكون لدينا وسطياً مخزون قدره $Q/2$ أي بين الكمية أول وصولها Q وعند استهلاكها $0 =$	✓	
6. التكلفة الكلية للتخزين البيني تساوي تكاليف التخزين الفعلي مضافاً إليه تكاليف الإقلاع	✓	
7. يتوجّب معرفة قيمة Q التي تجعل من قيمة تابع التكلفة الكلية أعظمياً		✓
8. يمكن تعميم نموذج Wilson بسهولة لعدة سلع وعدة أنواع من تكاليف المخزون	✓	
9. تعتبر الكمية Q^* (الكمية الاقتصادية) وفق نموذج Wilson شديدة الحساسية بالنسبة للأخطاء المحتملة على الثوابت المستخدمة		✓
10. طريقة MRP تبحث عن منظومة عقلانية لتحديد تكاليف من المركبات الداخلة في المنتَج		✓
11. MRP هي اختصار (Maintenance & Replacement Planning)		✓
12. تسمح طريقة MRP بعرفة المركبات الواجب استخدامها من حيث الكمية وتاريخ الاحتياج	✓	
13. تقوم طريقة MRP على دمج الاحتياجات المستقلة (أجزاء المنتَج) مع الاحتياجات التابعة (لا يمكن تقييمها إلا وفق تنبؤات) التي يمكن حسابها		✓
14. يعرَّف التشكيل الفني للمنتج المزمع تصنيعه بأنه التركيبة المشكل وفقها، ونعبر عنه عموماً بصيغة بنية شجرية.	✓	
15. يسمى الرقم الظاهر على روابط البنية الشجرية للمنتج (المثل الفني أو مثل التجميع). ويشير الرقم إلى عدد المركبات المتطابقة التي تدخل في تركيب المستوى الأعلى مباشرة	✓	
16. يمكن لرقم المثل الفني في البنية الشجرية أن يكون صحيحاً (تجميع القطع) أو رقماً عشرياً	✓	

(حالة خليطة).		
17. تستخدم التشكيلة الفنية المعكوسة لقياس أثر تغيير سعري ما للمركبة على كلفة المنتج.	✓	
18. لحساب الكميات اللازمة في طريقة MRP ننطلق من الطلب على أصغر مادة أولية مطلوب تأمينها و تشكل المستوي (0).		✓
19. تسعى إجرائيّة الحساب في طريقة MRP إلى امتصاص المخزون عند كل مستو.	✓	
20. لحساب الاحتياجات الصافية في طريقة MRP بين مستوٍ ومستوٍ أدنى نؤخّر (نقدّم زمنياً) احتياج مركب دورة التصنيع لنضعه عند تاريخ الإقلاع.		✓
21. الاستلامات المتوقعة في طريقة MRP هي عدد الوحدات التي ستتوفر خلال فترة التخطيط، لكن تخطيطها بدأ في وقت سابق.	✓	
22. لابد من مقارنة المهمّة المطلوب تنفيذها مع الطاقة لكل مرحلة على حدة. إذا لم تظهر أيّ حالة عدم توافق يمكن تطبيق الخطة الموضوعة دون تعديل	✓	
23. MRP I هي نسخة محدثة من الطريقة تتعلق بتكاليف توفير المركبات المطلوبة.		✓
24. MRP II هو الجيل الثاني من الطريقة التي دمجت كذلك الاحتياجات المالية والمحاسبية في تخطيط منظومة الإنتاج	✓	
25. الطريقة MRP II تدعى طريقة تخطيط موارد التصنيع Manufacturing Planning Resource	✓	
26. يمكن القول بأنّ التقريب الأمثلي في MRP I ينطلق من الإنتاج بما أمكن من التبكير قبل الفترة t.		✓
27. الاحتياجات القائمة لكل مركبة هي دائماً نفسها الاحتياجات القائمة للمركبة الأعلى		✓
28. لا يمكن معاملة الاستلامات المتوقعة كالتعامل مع المخزون من حيث الاستفادة منها في تخفيض الاحتياج القائم		✓
29. يمكن دمج مفهوم الدفعات الإنتاجية في طريقة MRP بحيثلا يتم الإقلاع إلا بمقدار حجم الدفعة أو مضاعفاتها.	✓	
30. التشكيلة الفنية للمنتج تختلف تماماً عن المخططات الهندسية للمنتج ومركباته.	✓	

2) أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices

1. يستند نموذج Wilson لتحديد الدفعة الاقتصادية إلى فرضية أن الطلب السنوي الكلي:

أ) متغير ب) ثابت

ج) متغير لنصف سنة و ثابت للنصف آخر د) لا تتطرق فرضيات النموذج للطلب أصلاً

2. يفترض نموذج Wilson لتحديد الدفعة الاقتصادية أن مهلة التموين:

أ) ساعات ب) أيام

ج) أشهر أو أقل من سنة د) معدومة

3. تكلفة إقلاع طلبية في المشاغل في نموذج Wilson لتحديد الدفعة الاقتصادية، هي تكلفة:

أ) متغيّرة حسب حجم الكمية المنتَجة ب) ثابتة لا تتأثر بحجم الكمية المنتَجة

ج) بعضها ثابت و بعضها متغير تبعاً لطبيعة الإنتاج د) معدومة

4. التكلفة الكلية للتخزين البيني تساوي:

أ) تكاليف التخزين الفعلي مضافاً إليه تكاليف النقل ب) تكاليف التخزين الفعلي مضافاً إليه نفقات إدارية

ج) تكاليف التخزين الفعلي مضافاً إليه تكاليف الإقلاع د) تكاليف التخزين الفعلي مضافاً إليه تكاليف الصيانة

5. التكلفة الكلية للتخزين البيني تساوي:

أ) $CT\ (Q) = I * D/2 + Q * D/Q$ ب) $CT\ (Q) = I * D/Q + L * D/2$

ج) $CT\ (Q) = D * Q/2 + I * Q/D$ د) $CT\ (Q) = I * Q/2 + L * D/Q$

6. الثوابت الداخلة في صياغة نموذج Wilson:

أ) كثيرة و معقدة ب) قليلة العدد و بسيطة

ج) كثيرة لكنها بسيطة د) معقدة لكنها قليلة العدد

7. في نموذج Wilson تعتبر تكلفة التخزين الواحدية السنوية، تكلفة الإقلاع، الطلب السنوي على الإنتاج:

أ) الأولى فقط متغيرة و الأخريتان ثابتتان ب) الأولى فقط ثابتة و الأخريتان متغيرتان

ج) الأولى و الثانية متغيرتان و الثالثة ثابتة د) التكاليف الثلاثة ثابتة

8. يمكن حساب عدد مرات الإقلاع وفق نموذج WILSON بعد حساب الكمية الاقتصادية Q^* من خلال:

أ) تقسيم الطلب الكلي على Q^* ب) تقسيم Q^* على الطلب الكلي

ج) تقسيم الطلب الكلي على تكلفة التخزين د) تقسيم الطلب الكلي على تكلفة الإقلاع

9. تبحث طريقة MRP عن منظومة عقلانية لتحديد:

أ) تكاليف الإنتاج ب) الاحتياجات من مركبات المنتَج

ج) كمية المنتجات المرفوضة من كل منتج د) مستوى جودة الإنتاج

10. تسمح طريقة MRP الأساسية بمعرفة المركبات الواجب استخدامها من حيث:

أ) الكمية والتكلفة الإنتاجية ب) الكمية و الجودة الإنتاجية

ج) الكمية وتاريخ الاحتياج د) لا علاقة للطريقة بالمركبات المستخدمة

11. التشكيل الفني للمنتج هو:

أ) التركيبة المشكل وفقها بصيغة بنية شجرية ب) البنية الكيميائية للمنتج بصيغة معادلات كيميائية

ج) المخططات الهندسية للمنتج د) تصميم الشكل الخارجي للمنتج بشكل فني

12. الاحتياج القائم لمركبة في المنتج هي:

أ) الكمية التي يحتاجها الزبون ب) الكمية اللازمة بعد حذف المخزون و الاستلامات المتاحة

ج) الكمية اللازمة للصيانة و قطع التبديل د) الكمية اللازمة قبل حذف المخزون والاستلامات المتاحة

13. الاحتياج الصافي لمركبة في المنتج هي:

أ) الكمية اللازمة بعد حذف المخزون والاستلامات ب) الكمية اللازمة قبل حذف المخزون والاستلامات

ج) الكمية اللازمة للصيانة و قطع التبديل د) ليس هناك احتياج صافٍ

14. تستخدم التشكيلة الفنية المعكوسة لقياس: أثر تغيير فني أو سعري لمركبة ما.

أ) أثر التخزين لفترة طويلة على حالتها ب) أثر الانحرافات في دقة الآلات على الجودة

ج) أثر تغيير العامل المشغل على الجودة د) أثر تغيير فني أو سعري لمركبة ما

15. لمعرفة تاريخ الإقلاع بمركبة يتم إجراء:

أ) انزياح أو تبكير بمقدار مهلة شرائها أو تصنيعها ب) انزياح أو تأخير بمقدار مهلة شرائها أو تصنيعها

ج) تثبيت الزمن دون تبكير أو تأخير د) يمكن الإقلاع بأي تاريخ كان

16. المستوى الفني للمنتج النهائي في التشكيلة الفنية هو:

أ) المستوى n أي الترتيب الأخير ب) المستوى 0 أي الترتيب الأول

ج) المستوى متغير بين 0 و n د) المستوى $n-1$

17. عند دمج الكمية الاقتصادية لإنتاج في طريقة MRP يتم إنتاج:

أ) كمية تساوي الكمية الاقتصادية فقط ب) كمية أكبر بقليل من الكمية الاقتصادية

ج) كمية تساوي الكمية الاقتصادية أو مضاعفاتها د) لا يمكن إجراء هذا الدمج

18. MRP I هي:

أ) نفس الطريقة بعد دمج الاحتياج المالي والمحاسبي ب) نفس الطريقة بعد التقريب وفق الطاقة الإنتاجية

ج) نفس الطريقة لكن بعد دمج احتياج مطابقة الجودة د) لا يوجد MRP I

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

السؤال (1) تحديد حجم الدفعة الإنتاجية.

1. ما الفرضيات التي يستند إليها نموذج Wilson لتحديد حجم الدفعة الإنتاجية؟
2. ما هي مركّبات التكلفة الكليّة للتخزين وما طبيعة كل منها؟
3. ما المزايا التي يقدمها نموذج Wilson لتحديد حجم الدفعة الإنتاجية.

{مدة الإجابة: 40 دقيقة. الدرجات من 100: 35. (توجيه للإجابة: الفقرة 1-،)

السؤال (2) حساب الاحتياجات من المركبات الداخلية MRP.

1. ما هي التشكيلة الفنية الشجرية للمنتج وما علاقتها بحساب المركبات الداخلية للمنتج؟

2. ما الفرق بين الاحتياج القائم والاحتياج الصافي لكل مركبة في طريقة MRP؟

3. ما هي التشكيلة الفنية المعكوسة وما فائدتها؟

{مدة الإجابة: 25 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 3–)}

السؤال (3) الضبط العام للإنتاج.

1. ما الفرق بين طريقة MRP الأساسية والإصدارين اللاحقين للطريقة MRP I و MRP II؟

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 3–)}

التنبؤ بالطلب على الإنتاج

1. مفاهيم التنبؤ بالطلب

يستند تعريف الطلب على تلبية حاجات المستهلك، ويهتم الاقتصادي بطلب السوق من المنتج/الخدمة، في حين يُعتبر مفهوم الحاجة مفهوماً نفسياً أو فيزيولوجياً، الطلب هو الترجمة الاقتصادية لتلبية الحاجة، ويُعبر عن أسلوب المستهلك وعن أفعال العارض بشكلٍ أو بآخر، أي أن العلاقة بين العرض والطلب في تفاعل مستمر والسوق هو الحاضنة والخلاصة النهائية للتفاوض شبه الآني بينهما، وتبدو خيارات الاستهلاك كانعكاس لمنظمة قيمه وأحكامه، وللخيارات الاجتماعية، وكوسيلة للتمييز بين الفئات الاجتماعية التي تبحث عن تأكيد هويتها وفروقاتها عن الآخرين (القيم، المواقف، المصالح، آراء المستهلكين، المواد المستهلكة نفسها) التي تنعكس في تكوين الطلب.

1.1. مفهوم الطلب

الطلب الإجمالي لمنتج هو التعبير عن النية بالشراء موجهة لتلبية حاجات قابلة للتحويل المالي لمختلف أنواع العملاء والمستهلكين للمنتج.

يظهر الطلب كتابع بين الكميات والأسعار في أوقات مختلفة، فالسعر غالباً ما يتناقص مع تزايد الكميات المعروضة ويتزايد بتناقصها وفقاً لمبدأ عمل آلية السوق، وهناك بعض الاستثناءات لهذا المبدأ منها:

- ✓ أثر Giffen: عندما ترتفع أسعار المنتجات خصوصاً الأساسية منها مثل الخبز، فإن المستهلك لم يعد لديه القدرة لشراء المنتجات الغالية الثمن كاللحم مثلاً، فيعمد إلى شراء المزيد من الخبز لتعويض حاجاته الغذائية، تلاحظ هذه الظاهرة في حالات الأزمات حيث تزداد نفقات المنتجات الأساسية ويقل استهلاك المنتجات الكمالية ويستخدم المستهلك مدخراته لشراء المزيد من المنتجات الأساسية.
- ✓ أثر Veblen أو ما يُعرف بأثر النبلاء: كلما كان سعر المنتج مرتفعاً كلما كان تعبيراً عن صورة اجتماعية تميز المستهلك عن الآخرين، وقد تطلبه فئة اجتماعية إضافية من المستهلكين.
- ✓ أثر المضاربة: شراء المزيد من المنتج رغم تزايد السعر، وذلك بسبب الخوف من ارتفاعه أكثر في المستقبل. والمثال الأكثر وضوحاً هو عمليات المضاربة في سوق الأوراق المالية.

يعتمد تطور الطلب واستهلاك المنتج على تطور عوامل البيئة الاقتصادية والاجتماعية وعوامل السوق المحيط بالمنتج، مثل:

- ✓ تطور مفاهيم وتقنيات التسويق (الإعلان والدعاية، سوبر ماركت، التوزيع)
- ✓ التطور التكنولوجي (منتجات، خدمات، نقل، إدارة، معلوماتية)
- ✓ التطور الاقتصادي (الإنتاجية، سوق العمل، الدخل، الأسعار)
- ✓ التطور الديموغرافي (هرم الأعمار، الجنس، الفئات الاجتماعية والمهنية)

- ✓ التطور الثقافي (القيم، الاتجاه الثقافي المهيمن، أسلوب الحياة)
- ✓ تطور القوى المؤثرة (القوى السياسية، الإعلامية، جمعيات المستهلكين،)

يمكن تمييز أنواع عديدة من الطلب، لكل منها استراتيجية مختلفة في التعامل معها:

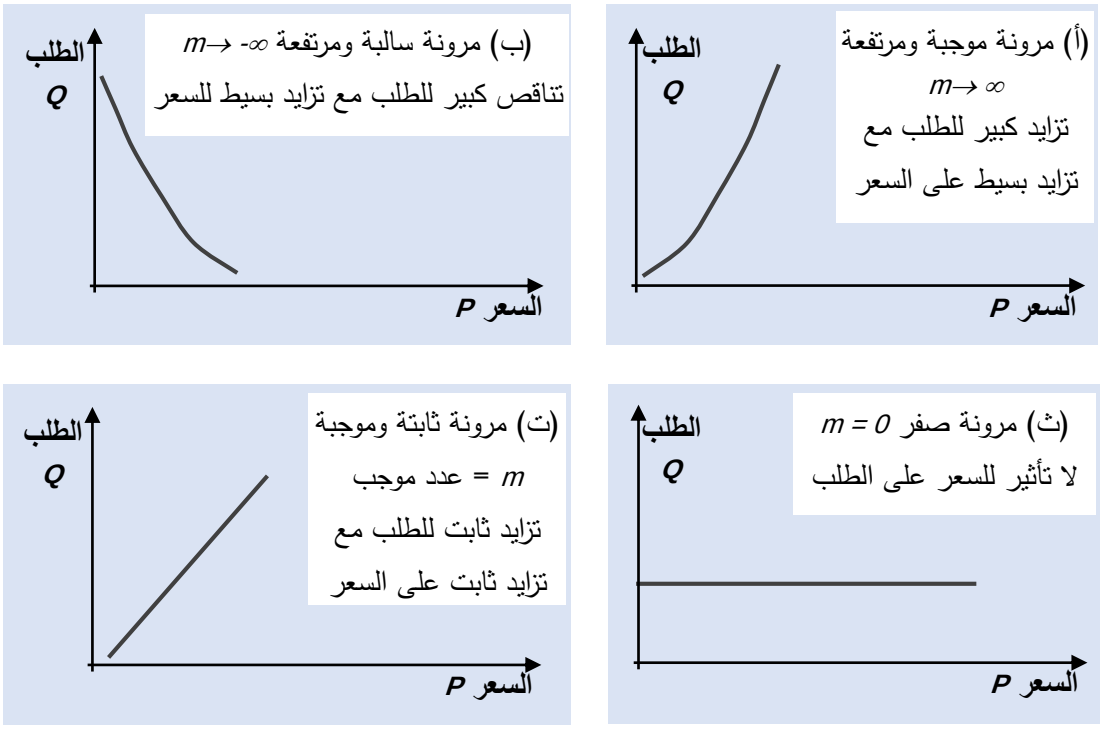
- ✓ طلب سلبي، مثل تناقص الطلب على اللحوم بسبب تزايد أعداد النباتيين
- ✓ غياب الطلب، عند طرح منتج جديد ضمن "بقجة منتجات" حيث لا يشعر المستهلك بحاجته
- ✓ طلب غير مشبع، حيث الكميات المتوفرة في السوق غير كافية
- ✓ طلب متناقص، تراجع الطلب عن مستوياته الطبيعية لأسباب متنوعة
- ✓ طلب متقلب، متأثراً بالتغيرات الموسمية، أو عرضية، أو البنيوية
- ✓ طلب مشبع، أي أن الكميات المتوفرة في الأسواق كافية لتلبية حاجات المستهلك
- ✓ طلب زائد، أي أن الكميات المعروضة أكبر من الاحتياجات الفعلية للزبائن
- ✓ طلب غير مرغوب، مثل التبغ، أو الكحول.

تجدر الإشارة إلى أن بعض التغيرات في الطلب (سواء بالزيادة أو بالنقصان) على المدى البعيد قد تُصبح راسخة ويكاد يستحيل العودة إلى الوضع السابق، ولكن يمكن التنبؤ بها عبر مراقبة مرونة الطلب في فترات زمنية مختلفة والتحضير للتعامل معها.

1.1.1. مرونة الطلب Demand Elasticity

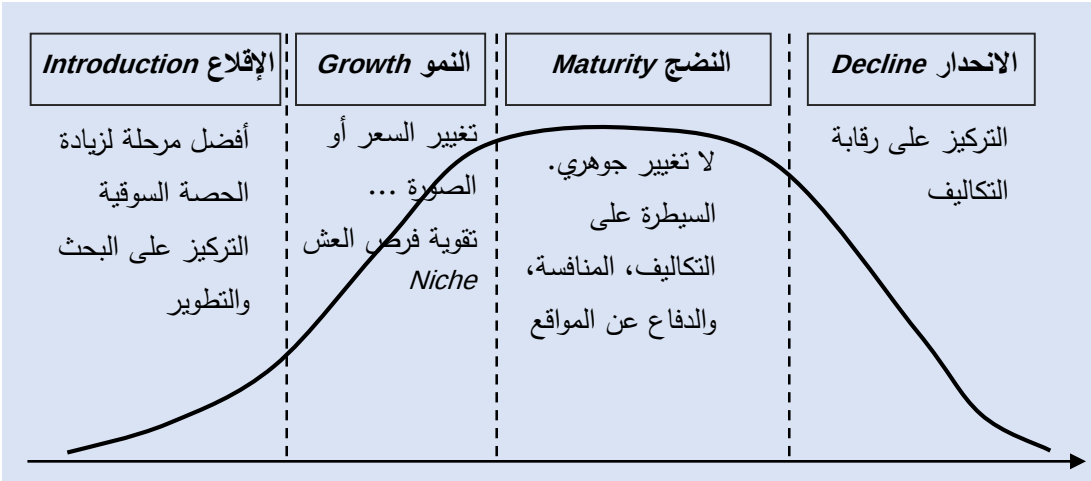
تأخذ التغيرات والتأثير المتبادل بين الطلب والسعر أشكالاً عديدة ندعوها مرونة الطلب بالنسبة للسعر، وتتنوع المرونة حسب الهدف من دراستها، ويمكن دراسة عدة أنماط من المرونة:

- ✓ مرونة الطلب تجاه السعر وهو الأكثر أهميةً، أي معدل تغير الطلب إلى معدل تغير السعر ونرمز لها بالشكل $m=\frac{dQ/Q}{dp/p}$ ، أي بالمعنى الرياضي المشتق الأول لتابع الطلب بالنسبة إلى السعر.
- ✓ مرونة الطلب بالنسبة إلى متغير آخر x كالدعاية، أو دخل المستهلك، أو غيرها $m=\frac{dQ/Q}{dx/x}$.
- ✓ مرونة الطلب بالنسبة إلى سعر المنتجات البديلة (مثل خبز أو كاتو) $m=\frac{dQ_1/Q_1}{dp_2/p_2}$.
- ✓ مرونة الطلب بالنسبة للزمن وهو ما ندعوه بالتوقع Anticipation $m=\frac{dQ^t/Q^t}{dp^{t+1}/p^{t+1}}$.



الشكل [7–1] أمثلة عن مرونة الطلب على المنتج بالنسبة للسعر

كما تؤثر دورة حياة المنتج على نشاطات التنبؤ وتختلف هذه النشاطات حسب كل مرحلة من دورة الحياة، ففي مرحلتي البداية والنمو تتطلب تنبؤ أطول زمنياً من مرحلتي النضج والانحدار، وفي كل مرحلة يشمل التنبؤ توقع مستويات وأعداد الكوادر البشرية، مستويات المخزون، الطاقات الإنتاجية، كما هو مبين في الشكل [7–2].



الشكل [7–2] أثر دورة حياة المنتج على نشاطات التنبؤ

2.1. مفاهيم التنبؤ

يقصد بالتنبؤ الإجرائية التي يمكن من خلالها توقع بعض الأحداث المستقبلية والاستفادة منها لتخطيط النشاطات الإنتاجية، ويأتي في مقدمة هذه النشاطات التنبؤ بالطلب حيث يتم الانطلاق منه للتنبؤ بخطط الإنتاج أو الاحتياجات من الموارد البشرية أو المخزون والتوريد أو غيرها.

عادةً ما توضع نظم للتنبؤ حسب الأفق الزمني كما يلي:

- ✓ قصير الأمد: أقل من سنة، ويتم خلالها التنبؤ بالنشاطات العملياتية مثل تخطيط الأعمال اليومية، توزيع الأعمال، مستويات الإنتاج الأسبوعية، يستخدم تقنيات متعددة أكثر من السابقة، أقرب إلى الواقع اليومي.
- ✓ متوسط أو طويل الأمد: أكثر من سنة، يدعم التنبؤ القرارات المتعلقة بالتخطيط والمنتجات، البنى التحتية والمعامل، تصميم الإجراءات إلى 3 سنوات، مثل تخطيط المبيعات أو الإنتاج السنوي، استثمارات جديدة، تطوير المنتجات، البحث والتطوير

تُصنّف نماذج التنبؤ ضمن فئتين رئيسيتين:

- الفئة الأولى: نماذج تعتمد على البيانات التاريخية فقط للطلب، وغالباً ما تستخدم مفاهيم وتقنيات السلاسل الزمنية لبنائها.
- الفئة الثانية: نماذج بمتغيرات شارحة، حيث يمكن شرح تغيرات الطلب بتغيرات عدد من العوامل المؤثرة، وغالباً ما تستخدم مفاهيم وتقنيات التراجع الخطي لبنائها.

كما يرتبط بناء منظومة التنبؤ بعدد من العوامل متعلقة بالحالة المعروضة:

- ✓ الأفق الزمني للتنبؤ المطلوب: يومي، أسبوعي، شهري، فصلي، سنوي
- ✓ مستوى التفصيل: منتج واحد، عائلة من المنتجات
- ✓ العناصر التي سيتم التنبؤ بها: كل مكونات المنتج أو بعضها؟ أو الطلب الإجمالي؟
- ✓ مؤشرات الرقابة والضبط: التنبؤ بسلوك العناصر الداخلة في عملية التخطيط.
- ✓ مدى استقرار وثبات منظومة التنبؤ: إذ أنها تختلف حسب مستوى استقرار البيئة المحيطة.
- ✓ إجرائيات التخطيط المتوفرة فعلياً.

في حين، يمكن تمييز طرق أو نماذج التنبؤ بحسب الخصائص الذاتية لهذه النماذج:

- ✓ المدى الزمني لعمل النموذج، إذ تعمل معظم النماذج على المدى القصير والمتوسط.
- ✓ قدرة الطريقة على تمييز قانون توزع البيانات، هل هي بيانات موسمية؟ مستقرة؟ عشوائية؟
- ✓ نمط النموذج: سلسلة زمنية، تراجع خطي، ارتباط ذاتي

- ✓ تكاليف عملية التنبؤ خصوصاً ما يتعلق بالبحث عن النموذج ومدى توفر البيانات.
- ✓ الدقة في نتائج التنبؤ، وهي حكماً ترتبط بالعوامل السابقة، وتتعلق أيضاً بالمصداقية التي يرى متخذ القرار أنها كافية لاتخاذ القرار، في أغلب الأحيان 5% إلى 10% تُعتبر كافية.
- ✓ سهولة التطبيق والاستخدام ويُنصح دوماً باستخدام البرمجيات المعلوماتية.

يُبين الجدول الآتي [7-1] أهم الطرق المستخدمة في منظومات التنبؤ بالطلب، ولكل منها حسناته ومساوئه وشروط تطبيقها، إذ لا يجب النظر إليها وكأن بعضها بديل للبعض الآخر، بل كل منها يطبق في ظروف معينة حسب الحالة المدروسة، حيث يمكن تصنيف نماذج التنبؤ حسب طبيعة البيانات المتوفرة إلى طرق وصفية وأخرى كمية.

1. الطرق الوصفية Qualitative تستخدم عندما تكون الحالة ضبابية والبيانات المتوفرة قليلة، منتج جديد، تكنولوجيا جديدة، تستند إلى الحدس والخبرات، ومن أهم الطرق الوصفية المستخدمة:

أ- لجنة الخبراء Jury of executives opinion: تجميع آراء مجموعة من الخبراء المعنيين بالموضوع، سريعة النتائج، تناقض الآراء

ب- طريقة دلفي Delphi: استقصاء آراء مجموعة من نفس الخبراء بشكل متكرر مع تعديل النتائج كل جولة، وهي إجرائية تكرارية لمجموعة من الكوادر المعنية بالمنتج، حيث يستمر تكرار التنبؤ حتى الوصول إلى توافق أعضاء المجموعة، ويشارك فيها تشمل 3 فئات من الكوادر: مدراء، كوادر متخصصة، وخبراء.

ت- مندوبي المبيعات: تقدير حجم الطلب من قبل مندوبي المبيعات المعنيين.

ث- استقصاء سوق المستهلك Consumer Market Survey: سؤال المستهلكين، مع الأخذ بالاعتبار أن ما يقوله المستهلك قد يختلف عن قراره الفعلي.

2. طرق كمية Quantitative تستخدم عندما تكون الظروف مستقرة والبيانات متوفرة، وسنعود لبعض هذه الطرق لاحقاً.

3.

الجدول [7–1] أهم الطرق المستخدمة في التنبؤ بالطلب			
التصنيف	الفئة	اسم الطريقة	توصيف الطريقة
طرق كمية	سببية	التراجع الخطي	شرح تغيرات الطلب بتغيرات عوامل أخرى
		نماذج الاقتصاد القياسي	جملة من المعادلات للتراجع الخطي أو غير الخطي
	سلاسل زمنية	طرق أولية	آخر قيمة ± نسبة معينة
		إسقاط الاتجاه العام	إسقاط خطي، أسي
		التنعيم الأسي	حساب المتوسط وتنعيمه خطياً أو أسياً
		تفكيك السلسلة	تفكيك السلسلة إلى اتجاه عام وتغيرات موسمية وأخرى عشوائية
		طرق الفلترة	تركيبة خطية للقيم باستخدام فلاتر متنوعة
		نماذج الارتباط الذاتي	تركيبة خطية للقيم وتصحيحها بأخطاء الماضي
طرق وصفية	تقديرات وصفية	شجرات القرار	احتمالات ذاتية ونظرية بايز
		تقدير الخبراء	لجنة من الخبراء
		دراسات سوق	دراسة النية بالاستهلاك
	تقديرات ذكية	استكشافي	استخدام النظم الخبيرة
		معياري	منهجية تبدأ من الهدف إلى الوسائل

3.1. مراحل عملية التنبؤ

تشمل عملية التنبؤ سبعة مراحل:

1. تحديد الاستخدامات من التنبؤ، أي ما هو الهدف من التنبؤ بحجم الطلب؟ وكيف سيتم استخدام نتائج التنبؤ؟
2. اختيار البنود التي سيتم التنبؤ بها، أي يجب تحديد مكونات المنتج الواجب التنبؤ بها سواء من المواد الأولية أو الكوادر البشرية التي يحتاجها، أو تقدير حجم الطلب الإجمالي للسوق، أو حجم الطلب من المنتج فقط.
3. تحديد الأفق أو المدى الزمني للتنبؤ، ما هي الفترة الزمنية التي سيغطيها التنبؤ مستقبلاً؟ وتحديد لماذا تم اختيار هذه الفترة؟
4. اختيار النماذج التي ستستخدم للتنبؤ، هل سيتم استخدام نماذج وصفية أو كمية؟ وما هي مبررات استخدام هذا النموذج أو ذاك؟ وما هي البيانات المتوفرة ومصداقيتها؟
5. تحضير البيانات، وتشمل تصحيح عدد أيام العمل الفعلي والقيم الشاذة

أ- تصحيح عدد أيام العمل الفعلية: يجب أن يكون عدد أيام العمل نفسه لجميع الفترات المدروسة، إذا كانت الفترة الشهر مثلاً وعدد أيام العمل الوسطية هو 20 يوم \ الشهر، فيجب تصحيح القيم بحيث يكون 20 يوماً لجميع الأشهر، وفي حال كان عدد أيام العمل في أحد الأشهر تساوي 22 يوم، فيجب عدم أخذ اليومين الإضافيين بالاعتبار.

ب- تصحيح القيم الشاذة: قد يكون خلال بعض الفترات أحداثاً طارئة (اضراب، انقطاع استثنائي)، وبالتالي تظهر بعض القيم بشكل شاذ بالنسبة إلى القيم الأخرى، لذلك يجب استبدالها بقيم مناسبة، وقد يكون أخذ وسطي بعض القيم السابقة واللاحقة بدل القيمة الشاذة هو الطريقة الأنسب.

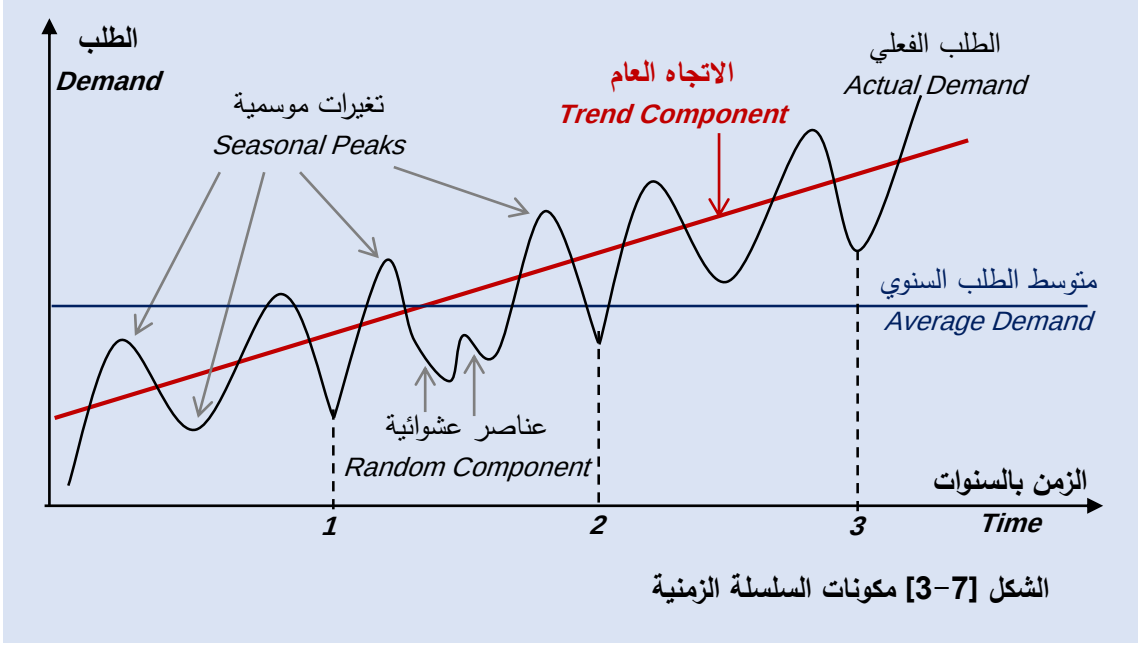
6. إنجاز التنبؤ، أي تطبيق نموذج محدد على البيانات التي تم تحضيرها، والحصول على تقديرات حجم الإنتاج للفترات المستقبلية التي تم اختيارها سابقاً.
7. قبول وتطبيق النتائج، تقييم مصداقية نتائج التنبؤ وتقدير الأخطاء فيها، وإقرار قبول أو رفض النتائج وفي بعض الأحيان رفض أو قبول طريقة التنبؤ، والبدء بتطبيق الطريقة على بيانات حقيقية في حال كانت النتائج مقبولة.

2. نماذج السلاسل الزمنية Time-Series Models

السلسلة الزمنية Time Serie هي مجموعة من البيانات التاريخية المسجلة للطلب بفوارق زمنية متساوية، ويستند التنبؤ إلى هذه القيم التاريخية فقط وتطورها، بفرض أن العوامل المؤثرة في الماضي ستبقى مؤثرة في المستقبل، حيث سنرى فيما يلي أهم النماذج التي تعتمد على البيانات التاريخية مثل المتوسط المتحرك، والتنعيم الأسي، والتغيرات الموسمية، وذلك بعد التعرف إلى مكونات السلسلة الزمنية، (Hillier & Lierberman, 2001).

1.2. مكونات السلسلة الزمنية

عادةً، تتألف السلسلة الزمنية من أربع مكونات هي الاتجاه العام، العناصر الموسمية، المكونات التكرارية، وأخيراً



الشكل [7-3] مكونات السلسلة الزمنية

المكونات العشوائية التي لا يمكن التنبؤ بها، كما يوضح الشكل [7-3].

أ- الاتجاه العام Trend: هو اتجاه تصاعدي أو تنازلي راسخ لفترة طويلة من الزمن قد تمتد إلى عدة سنوات، بمعنى أنها تغيرات جوهرية تؤثر على السوق، وتعود أسبابه لتغيرات اقتصادية، أو ديموغرافية، أو اجتماعية.

ب- التغيرات الموسمية Seasonal Component: تبدو كتغيرات منتظمة بفترات زمنية شبه متساوية ضمن السنة الواحدة، وتعود لخصوصية المواسم التي تسبب هذه التغيرات، مثلاً استهلاك المثلجات خلال موسم الصيف، أو المازوت خلال موسم الشتاء، ... الخ.

ت- التغيرات التكرارية Cyclical Component: تغيرات بالزيادة أو النقصان تتكرر كل عدة سنوات، وتأتي عادةً نتيجة تغيرات جوهرية في الاقتصاد أو المجتمع، وغالباً ناجمة عن

سياسات حكومية تؤثر على السوق كاعتماد سياسة تقشفية مثلاً، أو سياسة توسعية، أو تغيير في قوانين الاستيراد والجمارك، ... الخ.

ث- المكونات العشوائية Random Component: تغيرات غير منتظمة أو أخطاء وبقايا لا يمكن التنبؤ بها، وتعود لأسباب عشوائية أو أحداث غير متوقعة، وغالباً ما تكون قصيرة الأجل ولها شكل يمكن تقديره وتحييده.

2.2. طريقة المتوسط المتحرك Moving Average

المتوسط المتحرك هو متتالية من المتوسطات الحسابية يتم تحديثها دورياً، ويستخدم عندما يكون الاتجاه العام غير واضح أو ضعيف، وكأن هناك استقرار في البيانات التاريخية، فالمتوسط المتحرك هو متوسط آخر مجموعة من قيم الطلب، فقد تكون آخر قيمتين أو ثلاثة أو أربعة أو أكثر حسب الحالة.

ليكن لدينا قيم الطلب على المنتج حتى الفترة $n-1$، ونرغب بالتنبؤ بقيمته في الفترة القادمة $MA(n)$ استناداً إلى قيمه السابقة، فيُحسب المتوسط المتحرك كما يلي:

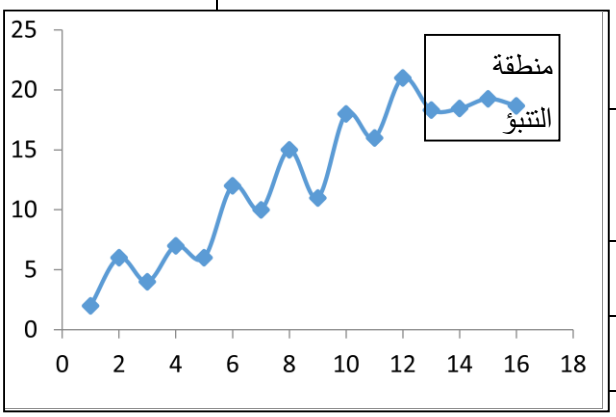
$MA(n) = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} x_i}{n}$ حيث x_i قيمة الطلب خلال الفترة i.

مثال (7-1) طريقة المتوسط المتحرك.

ليكن لدينا الإنتاج الفصلي لمدة ثلاث سنوات كما هو مبين في الجدول الآتي، ونود التنبؤ بالإنتاج للأشهر الأربعة القادمة على أساس المتوسط المتحرك للفصول الثلاثة الأخيرة أي $n = 3$، ومن المفيد في أغلب الأحيان رسم الخط البياني للسلسلة الزمنية لتبيان بعض ملامحها، كما هو مبين في الجدول [7-2].

الجدول [7-2] مثال طريقة المتوسط المتحرك

الفصل	الفترة i	الإنتاج x_i
الصيف 2000	1	2
الخريف 2000	2	6
الشتاء 2000	3	4
الربيع 2000	4	7



الصيف 2001	5	6	
الخريف 2001	6	12	
الشتاء 2001	7	10	
الربيع 2001	8	15	
الصيف 2002	9	11	
الخريف 2002	10	18	
الشتاء 2002	11	16	
الربيع 2002	12	21	تفاصيل حساب التنبؤ $MA(3)$
الصيف 2003	13 تنبؤ	18.33	$(18 + 16 + 21)/3 = 18.33$
الخريف 2003	14 تنبؤ	18.44	$(16 + 21 + 18.33)/3 = 18.44$
الشتاء 2003	15 تنبؤ	19.26	$(21 + 18.33 + 18.44)/3 = 19.26$
الربيع 2003	16 تنبؤ	18.68	$(18.33 + 18.44 + 19.26)/3 = 18.68$

تعاني هذه الطريقة من العديد من نقاط الضعف، وتأتي نقاط الضعف هذه من الخصائص الذاتية للمتوسط الحسابي، وفي مقدمتها: حساسيتها تجاه التغيرات أو القيم الشاذة، وعدم القدرة على التنبؤ بالاتجاه العام لتطور البيانات.

يمكن في بعض الحالات تثقيل البيانات التاريخية المأخوذة بالاعتبار، ثم إعادة حساب المتوسط الحسابي المثقل، في المثال السابق مثلاً، يمكن تثقيل الفترة الأخيرة بـ 50%، والفترتين السابقتين بـ 25% كل منهما، وبالتالي يُصبح المتوسط المتحرك للأشهر الأربعة كما يلي:

الفترة (13): $19 = (18 * 0.25 + 16 * 0.25 + 21 * 0.5)$ بدل 18.33 بدون تثقيل

الفترة (14): $18.75 = (0.5 * 19 + 0.5 * 21 + 0.25 * 16)$بدل 18.44 بدون تثقيل

الفترة (15): $19.38 = (0.5 * 18.75 + 0.25 * 19 + 0.25 * 21)$ بدل 19.26 بدون تثقيل

الفترة (16): $19.13 = (0.5 * 19.38 + 0.25 * 18.75 + 0.25 * 19)$بدل 18.68 بدون تثقيل

3.2. طريقة التنعيم الأسي Exponential Smoothing

تعتبر نماذج التنعيم الأسي إحدى أشكال المتوسط المتحرك، حيث يتم إعطاء أوزان متناقصة للبيانات من الأحدث إلى الأقدم، وتتناقص هذه الأوزان بشكل أسي مع قدم الملاحظات، ويتم اختيار معامل التنعيم α بين الصفر والواحد وذلك حسب خبرة وتجارب المختص بالتنبؤ، وبالتالي لا نحتاج إلا عدد قليل من البيانات التاريخية، حيث تبدو القيم الأخيرة وكأنها تتضمن القيم السابقة، وتعمل كما يلي:

قيمة التنبؤ بالطلب للفترة الحالية تساوي القيمة المتنبأ بها للفترة السابقة مضافاً إليها حاصل جداء معامل التنعيم بالفرق بين التنبؤ السابق والقيمة الفعلية $F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$ حيث:

F_t: التنبؤ الحالي أي في الفترة الحالية، F_{t-1}: التنبؤ للفترة التي تسبق الحالية

A_t: القيمة الفعلية للطلب في الفترة الحالية، α: قيمة معامل التنعيم

نلاحظ من الصيغة السابقة، أن قيمة التنبؤ للفترة الحالية F_t تأخذ بالاعتبار قيم الفترة السابقة فقط، أي لا نحتاج إلا لبيانات الفترة السابقة $t-1$ سواء التي تم التنبؤ بها F_{t-1} أو القيمة الفعلية A_{t-1}، ثم يأتي معامل التنعيم لتصحيح الفرق بين قيمة التنبؤ والقيمة الفعلية، وعادةً ما يتم تجريب عدة قيم لمعامل التنعيم α واعتماد الأنسب للتنبؤات اللاحقة، لكن يجب التأكد دورياً من موائمته مع تطور البيانات.

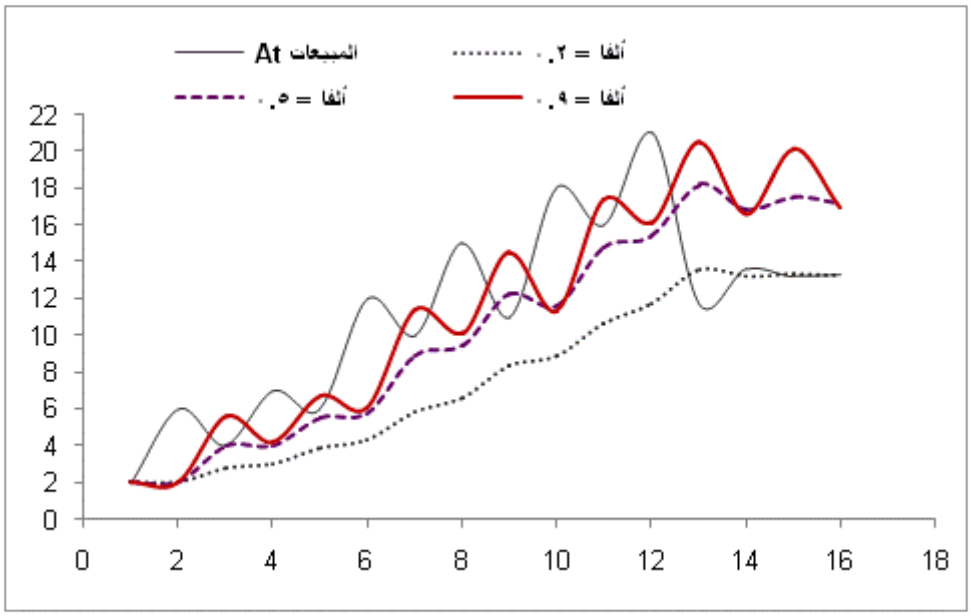
مثال (7–2) طريقة التنعيم الأسي.

لنأخذ نفس المبيعات الفصلية في المثال السابق [7–1]، ولنأخذ عدة قيم لمعامل التنعيم α.

يمكن مبدئياً اختيار القيمة المناسبة لمعامل التنعيم، وذلك بالنظر إلى الخطوط البيانية للقيم المتنبأ بها ومدى قربها من الخط البياني للقيم الفعلية، كما يبين الشكل [7–4] والجدول [7–3] أن قيمة المعامل الأقرب للقيم الفعلية في المثال السابق هي $\alpha = 0.9$.

الجدول [7–3] مثال طريقة التنعيم الأسي					
الفترة i	الإنتاج x_i	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.9$	
1	2	2.00	2.00	2.00	
2	6	2.00	2.00	2.00	

3	4	2.80	4.00	5.60	
4	7	3.04	4.00	4.16	
5	6	3.83	5.50	6.72	
6	12	4.27	5.75	6.07	
7	10	5.81	8.88	11.41	
8	15	6.65	9.44	10.14	(*) تجدر الإشارة إلى أن القيم الفعلية A_{t-1} في المثال الحالي للأشهر 13 و14 و15 غير متوفرة، لذلك تم اعتماد القيم الناتجة عن التنبؤ لهذه الأشهر كقيم فعلية، في حين أنه في الواقع الفعلي، يتم التنبؤ لكل شهر فقط بعد أن نكون قد علمنا مبيعات الشهر السابق.
9	11	8.32	12.22	14.51	
10	18	8.86	11.61	11.35	
11	16	10.68	14.80	17.34	
12	21	11.75	15.40	16.13	
13 تنبؤ		13.60	18.20	20.51	
14 تنبؤ *		13.23	16.80	16.57	
15 تنبؤ *		13.30	17.50	20.12	
16 تنبؤ *		13.29	17.15	16.93	



الشكل [7–4] التنبؤ باستخدام عدة قيم لمعامل التنعيم الأسي

4.2. المؤشرات الموسمية Seasonal Index

في حال ملاحظة تغيرات لها طابع موسمي أو دوري، يمكن التنبؤ بالطلب على الإنتاج بالاعتماد على مؤشرات التغيرات الموسمية، فالمتغير الموسمي هو تابع دوري ونرمز له بالشكل $I(s)$، أي أنه ثابت لنفس الموسم في جميع الدورات وعادةً ما تكون الدورة سنة، في حين يكون الموسم فصل أو شهر أو نصف سنوي حسب طبيعة المنتجات.

ليكن لدينا سلسلة من بيانات الإنتاج xst لعدد من السنوات، حيث t رمز السنة (الدورة) و s رمز الموسم ضمن كل سنة، فتعمل الطريقة كما يلي:

1. حساب متوسط الإنتاج من البيانات التاريخية لكل موسم $M(s) = \frac{\sum_{t=1}^{T} x_{st}}{T}$، وذلك من أجل جميع المواسم $s = 1, 2, 3, \dots, S$.
2. حساب المتوسط الإجمالي لجميع المواسم $M = \frac{\sum_{s=1}^{S} M(s)}{S}$.
3. حساب المؤشر الموسمي Seasonal Index وذلك لكل موسم $I(s) = \frac{M(s)}{M}$.
4. تقدير الإنتاج الإجمالي المطلوب D، باستخدام إحدى طرق التنبؤ أو ما يجب أن يكون.
5. تقدير وسطي الإنتاج الموسمي المطلوب وذلك بتقسيم الإنتاج الإجمالي على عدد المواسم $D(s) = \frac{D}{S}$.
6. أخيراً يكون التنبؤ $F(s)$ للموسم s هو حاصل ضرب الإنتاج الموسمي المطلوب بالمؤشر الموسمي
7. $F(s) = I(s) * D(s)$.

مثال (7–3) التنبؤ باستخدام المؤشرات الموسمية.

لنأخذ نفس بيانات المثال السابق، وليكن الإنتاج المتوقع أو المطلوب للعام القادم 2003 يساوي 50 ألف قطعة، فيكون متوسط الطلب للفصل الواحد يساوي 12.5 ألف قطعة، نعيد ترتيب البيانات كما هو مبين في الجدول الآتي [7–4] على شكل فصول وسنوات.

الجدول [7–4] مثال طريقة المؤشرات الموسمية

	الصيف	الخريف	الشتاء	الربيع
2000	2	6	3	4
2001	5	6	7	8

2002	9	10	11	12
متوسط الفصل	5.33	7.33	7	8
مؤشر الموسم	0.77	1.06	1.01	1.16
التنبؤ الفصلي 2003	9.64	13.25	12.65	14.46

لنطبق الخطوات السابقة ولنقم ببعض الحسابات على سبيل المثال:

1. متوسط الإنتاج لكل موسم: الصيف $\frac{2+5+9}{3} = 5.33$، الخريف $\frac{6+6+10}{3} = 7.33$
2. حساب المتوسط الإجمالي لجميع المواسم $M = \frac{5.33+7.33+7+8}{4} = 6.92$
3. حساب المؤشرات الموسمية: الصيف $\frac{5.33}{6.92} = 0.77$، الخريف $\frac{7.33}{6.92} = 1.06$
4. الإنتاج الإجمالي المطلوب $D = 50$
5. وسطي الإنتاج الموسمي المطلوب $\frac{50}{4} = 12.5$.
6. التنبؤ بالإنتاج الموسمي: الصيف $12.5 * 0.77 = 9.64$، الخريف $12.5 * 1.06 = 13.25$

3. قياس الأخطاء أو انحرافات التنبؤ Forecasting Error

استخدمنا في الفقرات السابقة بعض الطرق المستخدمة في التنبؤ، ويُمكن ملاحظة أن هناك فروقات مهمة بين القيم الفعلية والقيم التي تم التنبؤ بها، فما هي أهم المؤشرات المستخدمة لقياس هذه الفروقات وتقدير قبول الطريقة أم لا؟

المبدأ الجوهري في قبول طريقة التنبؤ هو أن تكون الأخطاء أو الفروقات بين القيم الفعلية والقيم المتنبأ بها أقل ما يُمكن، ويُعتمد لذلك بعض المقاييس من أهمها:

أ- مقياس متوسط الانحراف المطلق Mean Absolute Deviation (MAD)

يعبر عن متوسط الانحرافات بالقيم المطلقة، كما يلي: $MAD = \frac{\sum|A_i - F_i|}{n}$

حيث A_i القيم الفعلية، F_i القيم المتنبأ بها، و n عدد الفترات.

ب- متوسط مربع الانحرافات Mean Squared Error (MSE)

مشابه للسابق، لكن نأخذ مربع الفروقات وذلك للتخلص من القيمة المطلقة، وبذلك يتم تضخيم حجم الفروقات أيضاً، ويحسب كما يلي: $MSE = \frac{\sum(A_i - F_i)^2}{n}$

حيث A_i القيم الفعلية، F_i القيم المتنبأ بها، و n عدد الفترات.

ت- متوسط نسب الانحرافات بالقيم المطلقة Mean Absolute Percent Error (MAPE)

مشابه للمقياس الأول ولكن نأخذ النسب المئوية بالقيمة المطلقة،

ويحسب كما يلي: $MAPE = \frac{\sum\left|\frac{A_i - F_i}{A_i}\right|}{n}$

حيث A_i القيم الفعلية، F_i القيم المتنبأ بها، و n عدد الفترات.

مثال (7-4) مقاييس الانحرافات.

لنأخذ التنبؤات في المثال السابق (7-3) الموافقة لمعامل تنعيم $\alpha = 0.9$، ولنحسب الانحرافات وفق كل من المقاييس الثلاث السابقة، كما هو مبين في الجدول [7-5].

نلاحظ أن قيم الانحرافات متباينة أيضاً، لكنها تعطي فكرة عن مدى الأخطاء في التنبؤ، ويمكن استخدام تقنيات إحصائية متقدمة لاختبار قبول أو رفض الطريقة، ويمكن العودة إلى هذه الطرق في المقررات التخصصية أو المراجع الإحصائية، إذ أنها ليست مجال بحثنا في المقرر الحالي.

	الجدول [7–5] قياس انحرافات التنبؤ باستخدام عدة معاملات تنعيم				
الشهر i	المبيعات x_i	التنعيم الأسي $\alpha = 0.9$	MAD	MSE	MAPE
1	2	2.00			
2	6	2.00	4.0	16.0	66.7%
3	4	5.60	1.6	2.6	40.0%
4	7	4.16	2.8	8.1	40.6%
5	6	6.72	0.7	0.5	11.9%
6	12	6.07	5.9	35.1	49.4%
7	10	11.41	1.4	2.0	14.1%
8	15	10.14	4.9	23.6	32.4%
9	11	14.51	3.5	12.3	31.9%
10	18	11.35	6.6	44.2	36.9%
11	16	17.34	1.3	1.8	8.3%
12	21	16.13	4.9	23.7	23.2%
13 تنبؤ	16.13	20.51	4.4	19.2	27.1%
14 تنبؤ	20.51	16.57	3.9	15.5	19.2%
15 تنبؤ	16.57	20.12	3.5	12.6	21.4%
16 تنبؤ	20.12	16.93	3.2	10.2	15.9%
قيم مؤشرات الانحراف			3.5	15.2	29.3%

4. نماذج الانحدار الخطي Linear Regression Analysis

تبحث هذه الطريقة لإيجاد أفضل مستقيم يمر من نقاط البيانات، ثم استخدام معادلة المستقيم للتنبؤ بالطلب على الإنتاج في فترات لاحقة، تُدعى التقنية المستخدمة بطريقة المربعات الصغرى Least Squares Method، حيث تقوم بالبحث عن المستقيم الذي يكون فيه مربعات الانحرافات بينه وبين نقاط البيانات أقل ما يمكن، بعد التأكد من خطية Linear العلاقة بين متغير الزمن ومتغير الطلب على الإنتاج، لذلك يجب قبل اعتماد هذه الطريقة التأكد بأن العلاقة خطية وذلك بتفحص الخط البياني وملاحظة الاتجاه الخطي وباستخدام مؤشرات الارتباط الخطي بين المتغيرين، (Wisniewski, 2009).

وتتبع عملية تقدير معادلة مستقيم الانحدار المراحل الآتية:

1. تدقيق البيانات وتنظيفها، كما رأينا في الفقرة (7-3-1).
2. التأكد من خطية العلاقة بين المتغيرين المدروسين، هنا الزمن والإنتاج.
3. حساب ثوابت معادلة المستقيم a, b.
4. تقدير الخطأ المعياري لمعادلة التنبؤ.
5. اعتماد المعادلة والتنبؤ الفعلي.
6. مراجعة المعادلة دورياً مع توفر بيانات إضافية عن حجم الإنتاج.

سنرى تفصيل هذه المراحل في الفقرات اللاحقة.

1.4. الارتباط الخطي بين متغيرين كميين Pearson Correlation

يقاس الارتباط الخطي بمعامل Pearson كما يلي: $$r = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(t_i - \bar{t})(y_i - \bar{y})}{s_t s_y}$$

حيث s_t هو الانحراف المعياري لمتغير الزمن t، و s_y هو الانحراف المعياري للمتغير المدروس y، ويُدعى الحد $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(t_i - \bar{t})(y_i - \bar{y})$ بالتشتت المرافق Covariance.

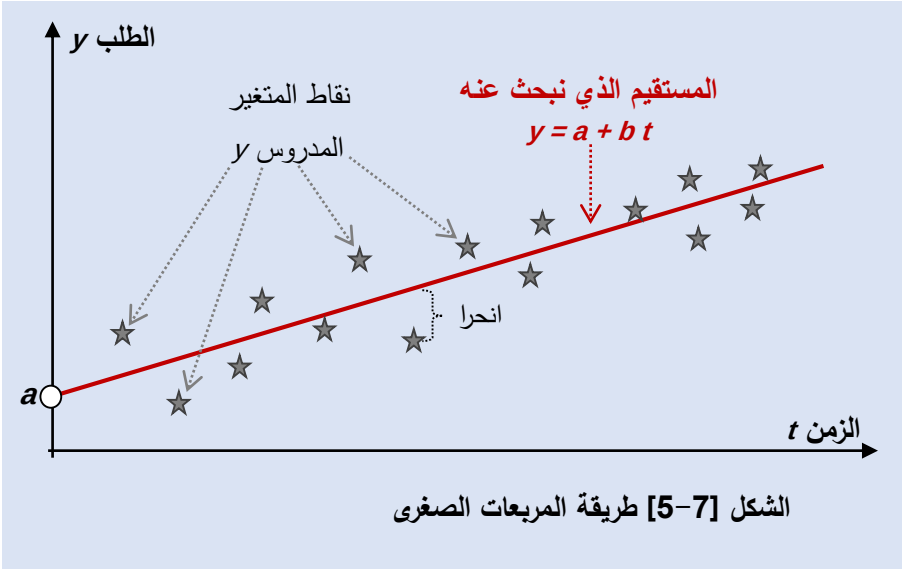
2.4. تقدير معادلة المستقيم

ليكن لدينا متغير y نود التنبؤ بقيمه عبر متغير الزمن t، تكتب معادلة المستقيم في هذه الحالة كما يلي:

$y = a + b\,t$ حيث a, b ثوابت يتم تقديرها وفق طريقة المربعات الصغرى، وتُحسب كما يلي:

$$b = \frac{\sum ty - n\bar{t}\bar{y}}{\sum t^2 - n\bar{t}^2} \text{ و } a = \bar{y} - b\bar{t}$$

يُمثل الثابت a تقاطع المستقيم مع المحور العمودي أي متغير الطلب عندما t= 0، ويُمثل الثابت b ميل المستقيم مع محور الزمن (ظل الزاوية بين المستقيم والمحور الأفقي)، كما يبين الشكل [7-5].



الشكل [7-5] طريقة المربعات الصغرى

3.4. الخطأ المعياري لتقدير الثوابت Standard Error

التنبؤ ليس إلا تقدير للقيم المتوقعة للطلب، وبالتالي قد يكون هناك أخطاء وانحرافات عن القيم الفعلية، لذلك يتم قياس هذه الأخطاء عبر مؤشر ندعوه الخطأ المعياري Standard Error، ويمثل متوسط مربعات الفروقات بين القيم الفعلية والقيم التقديرية، ويُحسب كما يلي:

$$S_{y,t} = \sqrt{\frac{\Sigma(y - y_c)^2}{n-2}} \text{ حيث:}$$

y: القيمة الفعلية لملاحظات متغير الطلب

Y_c: هي القيمة التقديرية لنفس الملاحظة وفق معادلة المستقيم الناتج

n: عدد الملاحظات المأخوذة بالاعتبار.

يُستخدم هذا المؤشر لتقدير مصداقية التقديرات وفق معادلة المستقيم الناتجة، كلما كان صغيراً كانت الانحرافات

ضعيفة، وبالتالي تكون معادلة المستقيم الناتجة معبرة بشكل جيد عن القيم الفعلية.

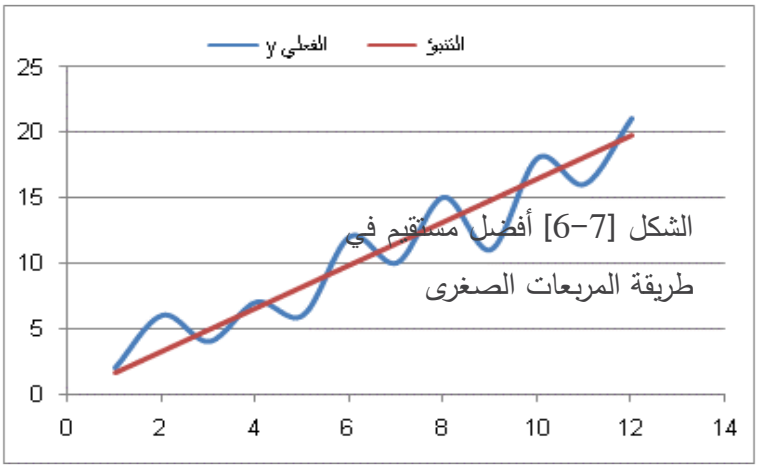
مثال (7–5) طريقة الانحدار الخطي.

لنأخذ نفس بيانات المثال السابق، ولنقم بحساب معادلة المستقيم واستخدامها للتنبؤ بمبيعات الفصول الأربعة القادمة، ونظراً لتعقيد الصيغ الرياضية، يُنصح باستخدام الآلات الحاسبة، أو برنامج Excel.

نلاحظ أن معامل الارتباط الخطي بين متغيري الزمن والإنتاج يساوي تقريباً $r = 0.94$، وهي قيمة قريبة جداً من الواحد أي أن هناك ارتباط قوي وإيجابي بين المتغيرين وهذا الارتباط له شكل خطي، ويمكن ملاحظة هذه الخطية بالنظر إلى الخط البياني في الشكل [7–6]، وبالتالي يمكن استخدام تقنية المربعات الصغرى لإيجاد أفضل مستقيم يمر من النقاط.

	الجدول [7–6] مثال طريقة الانحدار الخطي		
الشهر i	الإنتاج x_i	التنبؤ	
1	2	1.63	ثوابت معادلة التنبؤ:
2	6	3.27	$b = 1.64 \quad a = -0.02$
3	4	4.91	معادلة مستقيم التنبؤ:
4	7	6.56	$Y = -0.02 + 1.64\,t$
5	6	8.20	
6	12	9.84	معامل الارتباط الخطي بين المتغيرين:
7	10	11.49	$r = 0.94$
8	15	13.13	
9	11	14.78	الخطأ المعياري للتنبؤ:
10	18	16.42	$S_{y,t} = 2.16$
11	16	18.06	
12	21	19.71	
13 تنبؤ		21.35	$y(13) = -0.02 + 1.64x13 = 21.35$
14 تنبؤ		22.99	$y(14) = -0.02 + 1.64 \times 14 = 22.99$

15 تنبؤ		24.64	$y(15) = -0.02 + 1.64 \times 15 = 24.64$
16 تنبؤ		26.28	$y(16) = -0.02 + 1.64 \times 16 = 26.28$



الشكل [6-7] أفضل مستقيم في طريقة المربعات الصغرى

5. الانحدار الخطي والتغيرات الموسمية

لاحظنا في المثال السابق أن الاتجاه العام صاعد وبالتالي هناك تزايد مضطرد في القيم المتنبأ بها، لكن نلاحظ أيضاً على الخط البياني أن هناك تغيرات حوالي الخط المستقيم لم تؤخذ بالاعتبار، لذلك يمكن استخدام تقنيتي الانحدار الخطي التي تقدر الاتجاه العام للسلسلة الزمنية، وتعديله بالتغيرات الموسمية، فتصبح معادلة السلسلة الزمنية مكونة من الاتجاه العام والمؤشرات الموسمية:

$y_t = (a + bt) + S(t)$ حيث:

y_t: قيمة الإنتاج في الفترة t

$(a + b\,t)$: معادلة مستقيم الاتجاه العام للسلسلة

$S(t)$: قيمة المتوسط الموسمي التي تنتمي إليه الفترة t.

لتطبيق هذه الطريقة، نتبع المراحل الآتية:

1. تطبيق طريقة الانحدار الخطي وحساب معادلة مستقيم الاتجاه العام
2. طرح جميع القيم الفعلية للسلسلة من القيم المتوقعة وفق معادلة الاتجاه العام، في هذه الحالة يبقى لدينا الفروقات بين القيمة الفعلية والقيمة المتوقعة وفق معادلة الاتجاه العام
3. حساب المتوسط الموسمي للفروقات المحسوبة في (2).

4. إضافة المتوسط الموسمي إلى القيم المتوقعة الناتجة عن معادلة الاتجاه العام.

مثال (7–6) تطبيق طريقتي الانحدار الخطي والتغيرات الموسمية.

لنأخذ نفس بيانات المثال السابق، ويظهر في الجدول [7–7] الفروقات بين القيم الفعلية والقيم المتوقعة وفق معادلة مستقيم الاتجاه العام المحسوبة سابقاً $y = -0.02 + 1.64\,t$.

الجدول [7–7] مثال طريقتي الانحدار الخطي والمؤشرات الموسمية

	الصيف	الخريف	الشتاء	الربيع
2000	0.37	2.73	−0.91	0.44
2001	−2.20	2.16	−1.49	1.87
2002	−3.78	1.58	−2.06	1.29
متوسط الفروقات للفصل	−1.87	2.16	−1.49	1.20
التنبؤ وفق مستقيم الاتجاه 2003	21.35	22.99	24.64	26.28
التنبؤ النهائي الفصلي 2003	19.48	25.15	23.15	27.48

6. الرقابة والتدقيق على نظم التنبؤ

يجب متابعة تحديث نظام التنبؤ والبيانات بشكل دوري مع توفر بيانات جديدة، كما يجب وضع مؤشرات لتتبع ومراقبة متغير الطلب، وأفضل مؤشر في هذا المجال هو قياس المعدل التراكمي لأخطاء التنبؤ (RSFE) إلى متوسط الأخطاء بالقيمة المطلقة (MAD) كما يلي $TS = \frac{RSFE}{MAD}$ حيث:

TS: Tracking Signal مؤشر المتابعة.

$RSFE$: Running Sum of Forecast Errors المعدل التراكمي لأخطاء التنبؤ.

MAD: Mean Absolute Deviation متوسط الأخطاء بالقيمة المطلقة.

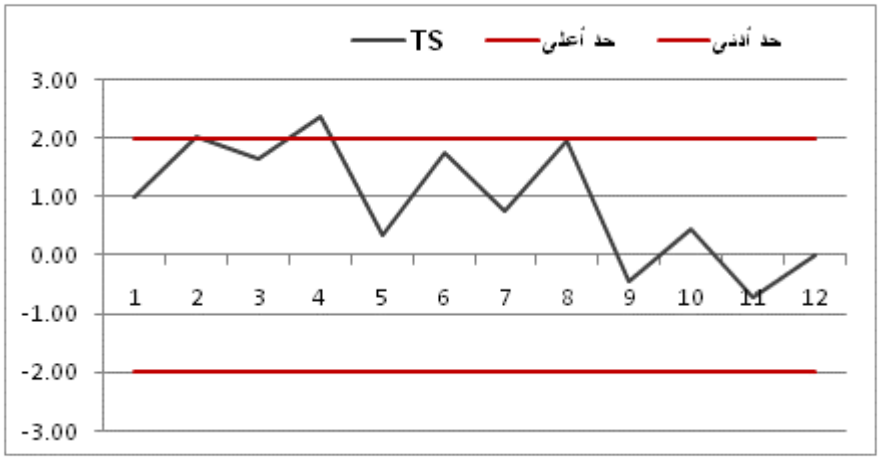
كلما كانت قيم هذا المؤشر صغيرة كلما كان نظام التنبؤ جيد، وكلما كانت القيم كبيرة ولفترة طويلة فهناك انحراف منتظم يجب تصحيحه، كما يتم تتبع الخط البياني لهذا المؤشر بعد وضع مجال سماحية يعرف بحدين أعلى وأدنى كما يبين الشكل [7–7].

مثال (7–7) مؤشر الرقابة TS لمثال الانحدار الخطي.

لنأخذ بيانات مثال الانحدار الخطي السابق ومعادلة المستقيم، ولنفرض أن الحد الأعلى للخطأ المسموح به يساوي

2 والحد الأدنى 2−، نلاحظ من الجدول [7−8] والشكل [7−7] أن المؤشر TS يتناقص مع توفر بيانات إضافية ضمن المجال المسموح به.

الجدول [7−8] مؤشر الرقابة على التنبؤ						
الفصل i	الإنتاج x_i	التنبؤ	خطأ التنبؤ	RSFE	MAD	TS
1	2	1.63	0.37	0.37	0.37	1.00
2	6	3.27	2.73	3.10	1.55	2.00
3	4	4.91	−0.91	2.19	1.34	1.63
4	7	6.56	0.44	2.63	1.11	2.36
5	6	8.20	−2.20	0.43	1.33	0.32
6	12	9.84	2.16	2.58	1.47	1.76
7	10	11.49	−1.49	1.10	1.47	0.74
8	15	13.13	1.87	2.96	1.52	1.95
9	11	14.78	−3.78	−0.81	1.77	−0.46
10	18	16.42	1.58	0.77	1.75	0.44
11	16	18.06	−2.06	−1.29	1.78	−0.73
12	21	19.71	1.29	0.00	1.74	0.00



الشكل [7–7] مؤشر التتبع والرقابة لمتغير الطلب

ينصح باستخدام البرمجيات المتخصصة للتنبؤ والرصد، وتعديل قيم ثوابت النموذج المستخدم بشكل مستمر، النماذج المعقدة ليس بالضرورة أن تكون أفضل من البسيطة، المهم أن تكون الانحرافات قليلة فإن كانت معدومة يكون نظام تنبؤ هو الأفضل، إلا أنه لا يوجد تقينة أو نموذج تنبؤ مثالي، إذ يعتمد اختيار النموذج المناسب على طبيعة المنتج ودورة حياته وعلى طبيعة البيانات المتوفرة ومصداقيتها.

المراجع المستخدمة في الفصل

Heizer, J & Render, B. (2008) Principles of Operations Management, 7e eds Pearson, Prentice Hall, U-K.

Hillier, F.S & Lieberman, G.j (2001) Introduction to Operations Research McGraw-Hill, New York

Wisniewski, M (2009) Quantitative Methods for Decision Makers 5th Eds Pearson, Prentice Hall, U-K.

اختبارات وأسئلة الفصل السابع

1) أسئلة صح / خطأ True/False

السؤال	صح	خطأ
1. تتحدد العلاقة بين الطلب والعرض وفقاً لمبدأ آليات السوق	✓	
2. الطلب الإجمالي هو التعبير عن النية بالشراء لتلبية حاجات الزبائن.	✓	
3. وفقاً لمبدأ العرض والطلب على المنتج، يتزايد السعر بتزايد العرض وينقص بتناقصه.		✓
4. لا يوجد أية استثناءات لمبدأ العرض والطلب.		✓
5. يظهر أثر Giffen في وقت الأزمات، إذ يزداد الطلب رغم تزايد سعر المنتجات الأساسية		✓
6. يتأثر الطلب بالعديد من العوامل الاقتصادية والاجتماعية وعوامل السوق وغيرها	✓	
7. يجب وضع استراتيجية واحدة لجميع أنواع الطلب على المنتج		✓
8. يُقصد بمرونة الطلب بالنسبة إلى السعر، مدى تغير حجم الطلب مع التغير في السعر	✓	
9. لا يتأثر الطلب على المنتجات أبداً في أي مرحلة من مراحل حياة المنتج		✓
10. يُقصد بالتنبؤ الإجرائية التي يمكن من خلالها توقع بعض الأحداث في المستقبل	✓	
11. يمكن استخدام نفس النظم والطرق دون تمييز للتنبؤ على المدى القصير أو البعيد		✓
12. تُصنف نماذج التنبؤ في فئتين: نماذج تعتمد على البيانات التاريخية، وأخرى بمتغيرات شارحة.	✓	
13. يتعلق المستوى المقبول لدقة نتائج التنبؤ بالمصداقية التي يراها متخذ القرار كافية	✓	
14. تعتبر طريقة دلفي Delphi من طرق التنبؤ التي تعتمد على الخبراء عبر جولات متكررة لتقدير الطلب	✓	

15. لا يجوز أبداً الاعتماد على مندوبي المبيعات للقيام بالتنبؤ خوفاً من الانحياز غير المبرر.		✓
16. تشمل عملية تحضير البيانات للتنبؤ تصحيح عدد أيام العمل وتصحيح القيم الشاذة	✓	
17. السلسلة الزمنية هي مجموعة البيانات التاريخية للطلب مسجلة بفوارق زمنية مختلفة		✓
18. دوماً نرى أن الاتجاه العام للسلسلة الزمنية يأخذ منحىً تصاعدياً		✓
19. التغيرات الموسمية هي تغيرات منتظمة بفترات زمنية شبه متساوية	✓	
20. المتوسط المتحرك هو متتالية من المتوسطات الحسابية يتم تحديثها دورياً	✓	
21. طرق التنعيم الأسي هي إحدى أشكال المتوسط المتحرك مع تثقيل أسي للبيانات مع قدم الملاحظات	✓	
22. المبدأ الجوهري في قبول طريقة التنبؤ ونتائجها هو أن تكون الفروقات بين القيم الفعلية والقيم المتنبأ بها أكبر ما يمكن		✓
23. لا تختلف نتائج قياس أخطاء وانحرافات التنبؤ بين مؤشر وآخر لهذه الأخطاء		✓
24. تبحث طريقة الانحدار الخطي في إيجاد أفضل مستقيم يمر من نقاط البيانات	✓	
25. يُمكن استخدام طرق الانحدار الخطي بغض النظر فيما إذا كانت العلاقة بين الطلب والزمن خطية أم لا		✓
26. لا يوجد ما يمنع من استخدام عدة نماذج للتنبؤ بالطلب خصوصاً الانحدار الخطي والمؤشرات الموسمية	✓	
27. يجب دوماً متابعة وتحديث نظام التنبؤ مع توفر بيانات جديدة	✓	
28. يجب مراقبة مؤشر تتبع أخطاء التنبؤ بوضع مجال سماحية يتضمن حد أدنى وحد أعلى	✓	

2) أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices

1. من أهم الآثار على الطلب التي تخالف مبدأ العرض والطلب:

أ) أثر Giffen
ب) أثر Veblen أو أثر النبلاء
ج) أثر المضاربة
د) جميع الأجوبة صحيحة

2. أهم العوامل التي يعتمد عليها تطور الطلب ويجب أخذها بالاعتبار ما يلي:

أ) التطور الاقتصادي والاجتماعي
ب) التطور التكنولوجي والتسويقي
ج) التطور الديموغرافي والثقافي
د) جميع الأجوبة صحيحة

3. يُقصد بالطلب المتناقص ما يلي:

أ) تناقص حجم الطلب مع تناقص السعر
ب) تراجع حجم الطلب عن مستوياته الطبيعية
ج) الكميات المتوفرة في السوق كافية
د) جميع الأجوبة خاطئة

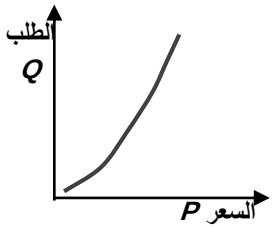
4. يُقصد بالطلب المشبع ما يلي:

أ) تناقص حجم الطلب مع تناقص السعر
ب) تراجع حجم الطلب عن مستوياته الطبيعية
ج) الكميات المتوفرة في السوق كافية
د) جميع الأجوبة خاطئة

5. يُقصد بمرونة الطلب بالنسبة إلى متغير السعر أو متغير آخر ما يلي:

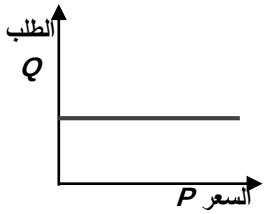
أ) نسبة طلب المنتج البديل إلى سعر المنتج
ب) نسبة السعر إلى الطلب
ج) معدل تغير حجم الطلب نسبة إلى معدل تغير السعر
د) جميع الأجوبة خاطئة

6. ليكن لدينا الخط البياني لتابع الطلب بالنسبة إلى السعر، فإن مرونة الطلب بالنسبة للسعر تكون:



أ) موجبة ومرتفعة جداً
ب) سالبة ومرتفعة جداً
ج) صفر لا تأثير للسعر على الطلب
د) جميع الأجوبة خاطئة

7. ليكن لدينا الخط البياني لتابع الطلب بالنسبة إلى السعر، فإن مرونة الطلب بالنسبة للسعر تكون:



أ) موجبة ومرتفعة جداً

ب) سالبة ومرتفعة جداً

ج) صفر ولا تأثير للسعر على الطلب

د) جميع الأجوبة خاطئة

8. يرتبط بناء منظومة التنبؤ بالطلب بعدد من العوامل من أهمها:

أ) الأفق الزمني للتنبؤ المطلوب

ب) مؤشرات الرقابة والضبط

ج) مستوى تفصيل العناصر والمنتجات

د) جميع الأجوبة صحيحة

9. يمكن تمييز نماذج التنبؤ بحسب خصائصها الذاتية ومن أهمها:

أ) المدى الزمني لعمل النموذج

ب) تكاليف عملية التنبؤ والبيانات

ج) قدرة النموذج على تمييز قانون توزيع البيانات

د) جميع الأجوبة صحيحة

10. غالباً ما تُستخدم الطرق الكمية في التنبؤ عندما تكون:

أ) الظروف مستقرة والبيانات متوفرة

ب) مؤشرات الرقابة والضبط مشتتة

ج) مستوى تفصيل المنتجات عالٍ

د) جميع الأجوبة صحيحة

11. تُصنف السلاسل الزمنية ضمن طرق التنبؤ:

أ) الوصفية

ب) الوصفية والكمية على السواء

ج) الكمية

د) جميع الأجوبة خاطئة

12. المراحل الرئيسية لعملية التنبؤ، بعد تحديد أهدافها والبنود التي سيتم التنبؤ بها، هي:

أ) تحديد الأفق الزمني وتحضير البيانات

ب) اختيار نماذج وطرق التنبؤ

ج) إنجاز التنبؤ وتقدير مصداقيته

د) جميع الأجوبة صحيحة

13. المكونات الأساسية للسلسلة الزمنية هي بالإضافة إلى المكونات العشوائية:

أ) الاتجاه العام

ب) المكونات الموسمية

ج) المكونات التكرارية

د) جميع الأجوبة صحيحة

14. ليكن لدينا حجم الطلب خلال الأشهر الخمسة الأخيرة كما يلي بالترتيب من الأقدم للأحدث 50، 60، 60، 50، 70 فإن الطلب المتوقع للشهر القادم باستخدام المتوسط المتحرك على أساس 3 أشهر هو:

أ) 60 ب) 50 ج) 70 د) جميع الأجوبة خاطئة

15. الصيغة الرياضية لنموذج التنعيم الأسي بمعامل تنعيم α هي:

أ) $F_t = F_t + \alpha(A_t - F_t)$ ب) $F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$

ج) $A_t = F_{t-1} + \alpha(F_t - F_{t-1})$ د) جميع الأجوبة خاطئة

16. لدينا حجم الطلب لفصل الصيف خلال السنوات الأربعة الأخيرة كما يلي 20، 30، 25، 25، وبأن متوسط الطلب الإجمالي يساوي 24، فإن المؤشر الموسمي Seasonal Index لفصل الصيف يساوي:

أ) 1 ب) 1.04 ج) 0.96 د) جميع الأجوبة خاطئة

17. ليكن متوسط الطلب الإجمالي للعام الحالي يساوي 100، والمؤشر الموسمي Seasonal Index لفصل الشتاء يساوي 0.8، فإن حجم الطلب المتوقع لفصل الشتاء هذا العام يساوي:

أ) 80 ب) 25 ج) 20 د) جميع الأجوبة خاطئة

18. ليكن لدينا معادلة مستقيم التنبؤ بالطلب y الآتية $y = -2 + 2t$ حيث t رقم الشهر، فإن حجم الطلب المتوقع للشهر رقم 10 يساوي:

أ) 22 ب) 20 ج) 18 د) جميع الأجوبة خاطئة

19. تُستخدم نماذج الانحدار الخطي للتنبؤ بالطلب استناداً إلى الزمن عندما تكون العلاقة:

أ) غير خطية بين الطلب والزمن ب) المؤشرات الموسمية خطية

ج) خطية بين الطلب والزمن د) جميع الأجوبة خاطئة

20. المؤشر الأنسب لتتبع ومراقبة التنبؤ بالطلب هو قياس المعدل التراكمي لأخطاء التنبؤ إلى:

أ) متوسط الأخطاء بالقيمة المطلقة ب) إجمالي الطلب المتنبأ به

ج) أخطاء التنبؤ لآخر الفترات د) جميع الأجوبة خاطئة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

السؤال (1) مفاهيم الطلب.

1. ما هو المقصود بالطلب، وما هي علاقتة بالعرض والسعر؟

2. ما هي أهم العوامل المؤثرة على تطور وحجم الطلب؟

3. ما هو المقصود بمرونة الطلب بالنسبة للسعر؟

4. اشرح بإيجاز علاقة التنبؤ بالطلب مع مراحل دورة حياة المنتج.

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 1-1-)}

السؤال (2) مفاهيم التنبؤ.

1. ما هو المقصود بالتنبؤ، وكيف يتم الاستفادة منه للتنبؤ بالطلب؟

2. ما هي أهم فئات نماذج التنبؤ، وما هو الفرق الجوهري فيما بينها؟

3. ما هي العوامل المؤثرة على بناء منظومة التنبؤ؟

4. اذكر بعض النماذج الوصفية وبعض النماذج الكمية الأكثر استخداماً في التنبؤ بالطلب.

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 1-2-)}

السؤال (3) مراحل عملية التنبؤ.

1. اشرح بإيجاز المراحل الرئيسية لإنجاز عملية التنبؤ.

{مدة الإجابة: 15 دقيقة. الدرجات من 100: 15. (توجيه للإجابة: الفقرة 1-3-)}

السؤال (4) تمرين على طريقتي المتوسط المتحرك والتنعيم الأسي.

لتكن لدينا البيانات الفصلية عن حجم الطلب على منتج ما كما هو مبين في الجدول الآتي:

الفصل	رقم الفصل	حجم الإنتاج
صيف 2010	1	10
خريف 2010	2	15
شتاء 2010	3	20
ربيع 2010	4	25
صيف 2011	5	15
خريف 2011	6	20
شتاء 2011	7	28
ربيع 2011	8	33

والمطلوب:

1. حساب حجم الطلب المتوقع للفصلين القادمين (صيف 2012، وخريف 2012) على أساس المتوسط المتحرك للفصول الثلاثة الأخيرة $MA(3)$.
2. حساب حجم الطلب المتوقع للفصلين القادمين (صيف 2012، وخريف 2012) باستخدام طريقة التنعيم الأسي بفرض معامل التنعيم $\alpha = 0.6$.
3. برأيك، كيف يمكن معرفة أي من الطريقتين هي الأفضل؟

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. الفقرة 2-}

(الإجابة الصحيحة حسب المتوسط المتحرك صيف 2012: 27، خريف 2012: 29.33)

(الإجابة الصحيحة حسب التنعيم الأسي صيف 2012: 29.58، خريف 2012: 29.58)

السؤال (5) تمرين على طريقة المؤشرات الموسمية.

يبلغ حجم الطلب المتوقع للعام 2012 حوالي 100 ألف قطعة لمنتج ما، ولدينا البيانات الفصلية عن حجم الطلب للعامين 2010 و2011 كما هو مبين في الجدول الآتي، والمطلوب تقدير التنبؤ لفصول عام 2012 باستخدام طريقة المؤشرات الموسمية Seasonal Index.

	الصيف	الخريف	الشتاء	الربيع
2010	10	15	20	25
2011	15	20	28	33
متوسط الفصل				
المؤشر الموسمي للفصل				
التنبؤ الفصلي 2012				

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 15. الفقرة 3-}

(الإجابة الصحيحة صيف: 15.06، خريف: 21.08، شتاء: 28.92، ربيع 34.94)

السؤال (6) تمرين على طريقة الانحدار الخطي.

لدينا البيانات الفصلية عن حجم الطلب للعامين 2010 و2011 كما هو مبين في الجدول الآتي:

الفصل	رقم الفصل	حجم الإنتاج
صيف 2010	1	10
خريف 2010	2	15
شتاء 2010	3	20
ربيع 2010	4	25
صيف 2011	5	15
خريف 2011	6	20
شتاء 2011	7	28
ربيع 2011	8	33

والمطلوب:

1. إذا كان معامل الارتباط الخطي $r = 0.83$، فهل يجوز استخدام طريقة الانحدار الخطي؟
2. إذا كانت قيم ثوابت معادلة المستقيم باستخدام طريقة الانحدار الخطي هي $a = 9.18$، $b = 2.57$، فما هي صيغة معادلة مستقيم التنبؤ؟
3. استخدم الصيغة الناتجة في السؤال السابق للتنبؤ بحجم الإنتاج المتوقع للفصول الأربعة لعام 2012.

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20. الفقرة-4}

(الإجابة الصحيحة صيف: 32.3، خريف: 34.9، شتاء: 37.5، ربيع 40)

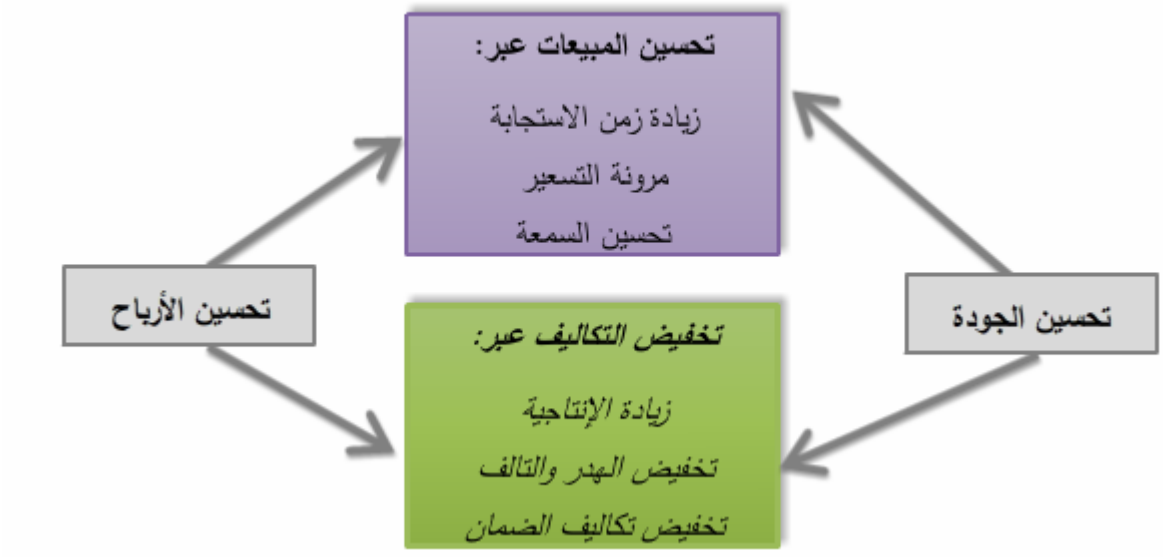
ضبط الجودة

1. مفاهيم في إدارة وضبط الجودة

أصبحت إدارة الجودة سواء جودة المنتجات أو جودة الإدارة مجال اهتمام واسع على جميع المستويات في المنظمة، خصوصاً بعد النجاح الكبير لإدارة الجودة الشاملة في المنظمات اليابانية، إذ يُنظر إليها على أنها فلسفة متكاملة وليست أدوات أو مبادئ تُطبق هنا أو هناك، هناك تعاريف عديدة للجودة جميعها يتمحور حول الالتزام بالمتطلبات التي تلبي توقعات الزبون والمطابقة للمواصفات أو للاستعمال، ولا تقتصر مسؤولية تحسين الجودة على إدارة المنظمة أو إدارة العمليات، بل أضحت مسؤولية جميع العاملين دون استثناء في المنظمة، وتقسم مراحل تطور الجودة إلى:

1. مرحلة التدقيق الحرفي ما قبل وخلال الثورة الصناعية أي حتى نهاية القرن التاسع العاشر
2. مرحلة ضبط الجودة بالفحص والاختبارات خلال الفترة بين الحربين العالميتين
3. مرحلة الضبط الإحصائي للجودة حتى السبعينات من القرن الماضي
4. مرحلة إدارة الجودة الشاملة منذ ثمانينات القرن الماضي وحتى الآن
5. المرحلة الحالية: يمكن تلمس ملامح مرحلة جديدة تسعى إلى رفاهية الزبون.

تشمل إدارة وضبط الجودة جميع نشاطات وفعاليات المنظمة وهي مسؤولية جميع العاملين فيها أيضاً، وتساهم الجودة في تحسين المبيعات وتخفيض التكاليف مما يؤدي إلى زيادة الأرباح، وبالتالي تعتبر من أهم القرارات الاستراتيجية على مستوى المنظمة كما يوضح الشكل [8-1].



الشكل [8-1] أثر تحسين الجودة على الأرباح

تعرف أبعاد الجودة من خلال درجة تلبيتها أو إشباع لحاجات الزبون، كما يلي:

1. مواصفات أداء المنتج لوظائفه Performances.
2. شكل أو هيئة المنتج Features.
3. الموثوقية Reliability: احتمال أداء المنتج لوظائفه وفق توصيف المنتج.
4. إمكانية الصيانة Serviceability: مدى سهولة إصلاح الخلل خلال فترة معقولة.
5. الاستقرار خلال العمر التشغيلي للمنتج Durability.
6. مدى مطابقة المنتج للمواصفات المحددة Conformance.
7. الخصائص الجمالية والمظهر الخارجي والتغليف Aesthetics.
8. الجودة المدركة Perceived Quality: الشعور بالثقة في جودة المنتج وفق ما يتوقعه.

يعود ضعف ضبط الجودة في المنظمات إلى أسباب عديدة يأتي في مقدمتها:

1. عيوب في المواد الأولية وفي مواصفاتها.
2. تنوع مصادر التوريد أو مصادر التشغيل.
3. عيوب فنية أو بشرية في عملية الإنتاج.
4. سوء التخزين والنقل من وإلى المستودعات والأسواق.
5. ضعف مستوى التقييس في مراحل الإنتاج.
6. انخفاض كفاءة العاملين في ضبط الجودة والتفتيش والاختيارات.
7. عدم التطبيق السليم للمواصفات القياسية الوطنية والعالمية.

لذلك يعتبر ضبط الجودة وسيلة مهمة للغاية لتجاوز نقاط الضعف السابقة ويوفر عدد من المزايا أهمها:

1. وسيلة لاكتشاف الأخطاء والعيوب
2. توفير أسس للمواصفات الممكن تحقيقها وانتظام أكبر لجودة المنتج
3. تخفيض تكاليف التفتيش
4. تخفيض حجم المرفوض والمرتجع
5. تحسين العلاقة مع الزبون والمورد
6. تحديد مقدرة العمليات
7. تشخيص مواطن الضعف في العملية الإنتاجية.

2. تكاليف الجودة Quality Costs

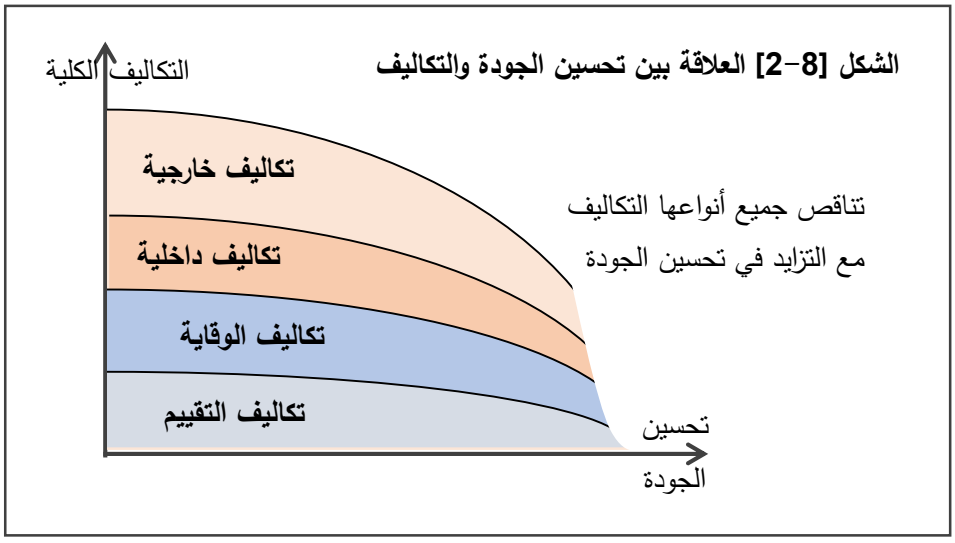
يُقصد بتكاليف الجودة النفقات اللازمة لتثبيت مستوى معين لجودة المنتج أو الخدمة، وهناك أنواع عديدة لهذه التكاليف، نستعرض أهمها.

أ- تكاليف الوقاية Prevention Costs: وتشمل تكاليف تخطيط الجودة، ومراجعة التصاميم، والتدريب والتأهيل، ضبط العمليات، تحليل البيانات، وتقارير الجودة.

ب- تكاليف التقييم Appraisl Costs: وتشمل تكاليف فحص المواد، تفتيش واختبار المنتجات، معايرة التجهيزات، تقييم جاهزية مواد المخزون.

ت- تكاليف الفشل Failure Costs: وتشمل تكاليف الفشل الداخلي مثل تزايد عدد العيوب أو كميات التالف والهدر، وإعادة الفحص أو الاختبارات، التوقف عن العمل، فقدان، التنسيق بين العاملين، وتكاليف الفشل الخارجي وهي الأخطر مثل تصليح المنتجات، المنتجات المرتجعة، نفقات التأمين، الحسومات.

ث- تكاليف غير مباشرة Indirecet Costs: وهي تكاليف لخسارات غير ملموسة يصعب تقديرها مالياً، مثل تشوه سمعة المنظمة، عدم رضا الزبون وتذمره، وغيرها.



الشكل [8-2] العلاقة بين تحسين الجودة والتكاليف

3. المواصفات القياسية الدولية ISO

يعود تأسيس المنظمة الدولية للتقييس International Organization for Standardazitation والمعروفة باسم ISO إلى عام 1947، وتهدف هذه المنظمة إلى تشجيع وتطوير وتنسيق المواصفات والنشاطات على المستوى الدولي بهدف تسهيل حركة تجارة السلع والخدمات وتأمين الانسجام بين المواصفات الوطنية المتنوعة بين بلدان العالم، ولعلّ سلسلة أنظمة إدارة الجودة ISO 9000 من أهم المواصفات التي أصدرتها المنظمة.

1.3. سلسلة مواصفات ISO 9000

تهدف إلى توفير الضمان للزبون بأنها أُنتجت بطريقة تلبي متطلباته، وبأن أفضل طريقة للقيام بذلك هو توحيد الإجراءات ومواصفات وخصائص نظم الجودة مما يساعد على التأكد أن الجودة متضمنة في عمليات الشركة، لا تتحدث ISO 9000 عن جودة المنتج بحد ذاتها بل عن موائمة المنتج للاستعمال أو الغرض الذي صمم من أجله. تتضمن عائلة المواصفات ISO 9000 إصدار عام 2000 عدداً من المواصفات الفرعية:

- ✓ المواصفة ISO 9000: أنظمة إدارة وتعريف للمفاهيم والمصطلحات الخاصة بالجودة.
- ✓ المواصفة ISO 9001: خاصة بمتطلبات أنظمة إدارة الجودة.
- ✓ المواصفة ISO 9004: إرشادات تحسين الأداء في أنظمة إدارة الجودة.
- ✓ المواصفة ISO 19011: إرشادات تدقيق أنظمة إدارة الجودة والبيئة.

تركز هذه المواصفات على:

أ- زيادة التركيز على الزبون، من حيث تأمين متطلباته وزيادة رضاه والتواصل معه.

ب- التأكيد على المتطلبات المنطقية في تطوير نظام إدارة الجودة وتم تنظيمها في 5 فقرات هي: نظام إدارة الجودة، مسؤوليات الإدارة، إدارة الموارد، تحقيق المنتج، وأخيراً القياس والتحليل والتحسين، وأصبحت أكثر وضوحاً للمنتجات المادية والخدمية على السواء.

ت- الاستناد إلى مدخل الإدارة بالإجرائيات Process-Based Management، الذي يساعد على إدارة المنظمات في تعريف ووضع عملياتها وتوثيقها، وذلك باعتماد منهج Plan, Do, Control, Action أي خطط، ثم نفذ، ثم تحكم، وأخيراً افعل ما يجب لتحسين أداء العملية كما يوضح المخطط الآتي:

ث- الالتزام بالتحسين المستمر، وذلك عبر تركيز المواصفة على مواضيع الرقابة والقياس وتحليل البيانات المتعلقة بأداء العمليات.

ج- تقليل متطلبات التوثيق، إذ من الطبيعي أن تلجأ المنظمات إلى توثيق نشاطاتها لكن المواصفة تعطي المرونة الكافية للمنظمات لتوثيق تفاصيل ومضمون العمليات.

2.3. استخدامات وفوائد أنظمة ISO

من أهم الاستخدامات لأنظمة الأيزو ISO:

1. دليل إرشادي لإدارة الجودة في المنظمات
2. دليل مرجعي لعمليات التعاقد مع الموردين ومع الزبائن
3. مرجعية هامة لإجراء المطابقة مع متطلبات الجودة
4. وأخيراً، للحصول على شهادة المطابقة من قبل الهيئات المعتمدة.

وتتجلى أهم فوائد استخدام أنظمة الأيزو ISO:

1. وجود نظام متكامل للجودة وطرق شفافة وثابتة للتوثيق
2. توفير ميزات تنافسية على صعيد المصداقية مع الزبون وتلبية متطلباته
3. تخفيض إجراءات تدقيق وضبط الجودة، وتخفيض حالات عدم المطابقة
4. زيادة الطلب على المنتج والحصة السوقية لمنتجات المنظمة
5. تخفيض تكاليف الجودة بجميع أنواعها.

4. إدارة الجودة الشاملة TQM

يُنظر إلى إدارة الجودة الشاملة Total Quality Management كفلسفة وأدوات إدارية تركز على التحسين المستمر في جميع نشاطات المنظمة وعلاقاتها الداخلية والخارجية، بهدف زيادة رضا الزبون ومواجهة المنافسة، وتعرف المواصفة ISO 9000 إدارة الجودة الشاملة بأنها مدخل إداري يركز على الجودة ويعتمد على مشاركة جميع أفراد المنظمة دون استثناء بهدف الوصول إلى النجاح طويل الأمد مما يحقق رضا الزبون والمنافع لجميع أفراد الشركة والمجتمع، بمعنى أن إدارة الجودة الشاملة أشمل من مواصفات ISO 9000 وليس أحدهما بديلاً للآخر لكنهما متكاملان.

تعتمد إدارة الجودة الشاملة على مجموعة من المبادئ من أهمها ثلاثية مبادئ Deming[1] المتعلقة بالتزام الإدارة، وتطبيق النهج الإحصائي، وتحسين العلاقات:

أ- التزام الإدارة بالتحسينات: ويقصد بها نشر رسالة وغايات وأهداف المنظمة على جميع العاملين، وإظهار التزام المنظمة بها، تعلم وتبني فلسفة إدارة الجودة الشاملة من قبل جميع العاملين وعلى رأسهم إدارة المنظمة، وإنجاز الأعمال والتحول نحو الجودة الشاملة.

ب- النهج الإحصائي: التركيز على بناء جودة المنتج وإدارته والتوقف عن الفحص الشامل، التحسين المستمر للمنتج، التدريب والتأهيل المستمر للعاملين وتشجيع التعلم الذاتي.

ت- تحسين العلاقات: أي اختيار الموردين على أساس علاقات طويلة الأمد وليس على أساس التكلفة فقط، تطوير القدرات القيادية لجميع المشرفين، خلق مناخ للابتكار وإزالة أسباب الخوف لدى فرق العمل، إزالة الحواجز بين الأقسام، تشجيع العاملين وعدم توجيه اللوم إليهم، إزالة القيود التي تجعل العاملين فخورين بأعمالهم، تشجيع ثقافة التحسين المستمر للمنتج والخدمة وللعمل والابتعاد عن قياس الإنتاجية بالحصص الرقمية فقط.

كما يشخص Deming أمراض الجودة بسبعة أعراض كما يلي:

1. عدم استقرار أهداف المنظمة أو عدم تعريفها بدقة.
2. التركيز على الأهداف قصيرة الأمد والمكاسب الآنية.
3. تقييم الأداء والتقارير الدورية مما يجعل الرؤية الاستراتيجية محدودة.
4. تغيير الإدارة والمديرين باستمرار بما لا يسمح لهم بتطبيق متكامل لرؤيتهم.
5. قلة الإبداع الإداري والتركيز على تطبيق الإجرائيات.
6. التكاليف المرتفعة لضمان وكفالة المنتج.

[1] *W. Edwards Deming* (1900-1993) مهندس وإحصائي أمريكي، اشتهر في مساهماته الواسعة في الإدارة والجودة.

7. عدم كفاءة جودة المنتج.

الشكل [8–3] نماذج إدارة الجودة الشاملة

طُرح العديد من الجوائز الدولية في مجال الجودة منها جائزة Deming وهي أقدم جائزة للجودة تأسست في اليابان عام 1951، وجائزة Malcom Baldrige[2] التي تأسست عام 1988 من قبل الحكومة الأمريكية، والجائزة الأوروبية للجودة EFQM: European Foundation for Quality Management منذ عام 1992، تركز هذه الجوائز على العوامل الآتية وقد تتفاوت أهميتها بين جائزة وأخرى:

أ- القيادة والإدارة،

ب- الموارد البشرية ورضا الزبون

ت- السياسات والاستراتيجيات

ث- العمليات ونظم المعلومات

ج- أهداف المنظمة

ح- رضا المستهلك

خ- تحليل المعلومات وتوكيد الجودة

د- التأثير على المجتمع.

تلعب هذه الجوائز دوراً مهماً في تعزيز ثقافة وتطبيقات إدارة الجودة، كما أنها تُمنح بناءً على دراسات معمقة

[2] *Malcolm Baldrige* (1922–1987) رجل أعمال أمريكي، عين وزيراً للتجارة في عهد الرئيس رونالد ريغان 1981–1987.

وتفصيلية ودقيقة يقوم بها فرق عمل مستقلة وموضوعية وشفافة.

5. أدوات إدارة الجودة الشاملة Basics Tools for TQM

هناك كم كبير من الأدوات التي يمكن استخدامها للمساعدة في تطبيق مفاهيم إدارة الجودة والضبط الإحصائي والاختبارات والتفتيش، لكن هناك سبعة أدوات بسيطة تساعد بشكل خاص في تطبيق إدارة الجودة الشاملة، ويجب أن ينظر إليها كأدوات أولية للمساعدة وليست بديلاً عن أدوات أخرى، وبشكل عام يمكن اعتبار جميع أدوات الإدارة والإحصاء من الأدوات المساعدة في إدارة وضبط وتوكيد الجودة.

1.5. جمع البيانات وتحليلها

تكاد تكون البيانات هي المواد الأولية الوحيدة التي يحتاجها متخذي القرارات، فهي ذات أهمية خاصة ويجب جمعها وتحليلها بشكل منهجي وموضوعي واستخدامها للأغراض التي جمعت من أجلها، ومن أهم هذه الأغراض:

1. فهم الحالة وتدقيق الانحرافات وتحديد عدد ونسب العيوب في المنتج والعملية الإنتاجية
2. تحليل العلاقات بين العيوب وأسبابها
3. تحديد مدى تأثير التغيرات في العملية الإنتاجية وضبطها عبر لوحات الضبط
4. الاستفادة المثلى من المساحات والتجهيزات وفق شروط العمل الموضوعية
5. إجراء فحوصات واختبارات والتفتيش لقبول أو لرفض مؤشرات محددة في العملية الإنتاجية.

يمكن جمع البيانات من مصادر متعددة سواء من داخل المنظمة أو خارجها، لكن يجب الانتباه إلى مصداقية ودقة هذه البيانات والأغراض التي نُشرت من أجلها، والأفضل جمعها من مصادرها الأولية أي مراكز الإنتاج والنشاط في المنظمة.

2.5. المخططات التكرارية Histogram

المخطط التكراري هو وسيلة عرض مفيدة تظهر ملخصاص لنتائج قياس البيانات وتكرار القيم، وتساعد في فهم متغيرات وسلوك العملية الإنتاجية ومقارنتها مع القيم القياسية أو المرجعية.

يتم إعداد المخطط التكراري كما يلي:

1. جمع البيانات عن المتغيرات المطلوب دراستها

2. تحديد المدى Range أي الفرق بين أكبر وأصغر قيمتين

3. تحديد عدد الفئات التي سيتم تجميع البيانات فيها، وينصح بعدد يتناسب مع الغاية من المخطط

4. حساب طول الفئة بتقسيم المدى على عدد الفئات

5. تحديد مركز كل فئة بأخذ متوسط قيمتي طرفي الفئة

6. حساب عدد أو تكرار القيم التي تقع ضمن مجال كل فئة

7. وضع محوري الإحداثيات: يمثل الأفقي عدد الفئات، ويمثل المحور العمودي تكرار الفئات

8. رسم أعمدة تمثل تكرار كل فئة.

مثال (8-1) المخطط التكراري Histogram.

تم تسجيل الطول (ملم) لأحد المنتجات بشكل عشوائي لـ 20 قطعة خلال الشهر الماضي، فحصلنا على الجدول الآتي:

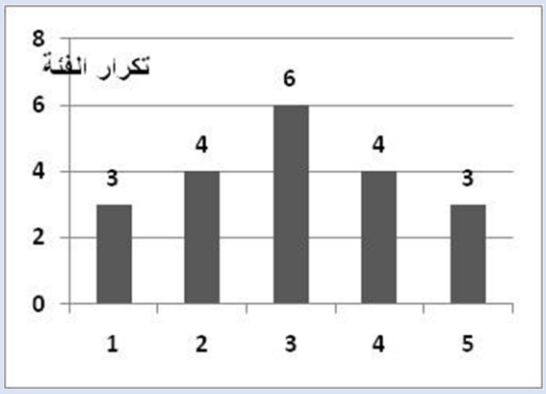
رقم المشاهدة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الطول (ملم)	60	61	62	64	65	66	67	70	70	70
رقم المشاهدة	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
الطول (ملم)	70	70	71	73	74	75	75	77	78	80

انطلاقاً من هذه البيانات نقوم بإعداد المخطط التكراري الآتي:

المدى = 20، عدد الفئات المناسب = 5
طول الفئة = 20\5 = 4

مجالات الفئات وتكرارها:

الفئة الأولى: أقل تماماً من 64	3
الفئة الثانية: 64-68	4
الفئة الثالثة: 68-72	6
الفئة الرابعة: 72-76	4
الفئة الخامسة: أكبر تماماً من 76	3



الشكل [8-3] المخطط التكراري *Histogram*

3.5. لوائح المراجعة Chek Sheets

تتضمن لائحة المراجعة تكرار حدوث قيم متغيرات الإنتاج التي يجري قياسها دورياً (كل يوم، كل أسبوع)، وتوضع على شكل جدول كما هو مبين في المثال اللاحق، عادةً ما توضع لوائح المراجعة لنوع العين أو مواقعه على خطوط الإنتاج، أو مواعيد تكراره، أو أسبابه.

مثال (8-2) لوائح المراجعة.

خلال الأسبوع الماضي، تم تسجيل عدد العيوب لعينة من المنتج فظهر 50 عيباً موزعة في الجدول الآتي [8-1]، الذي يبين أن الخدوش هي الأكثر تكرراً وتشكل حوالي نصف عدد العيوب، يليها عيوب الدهان؛ كما يبين أن تكرار العيوب غالباً ما يكون يومي الأحد والثلاثاء، وبالتالي على الإدارة التقصي عن أسباب هذه العيوب ومعالجتها.

الجدول [8-1] لوائح المراجعة

	كسور	تثبيت	خدوش	عيوب دهان	المجموع
الأحد	//	///	///	///	14 (%28)
الاثنين		//	///	//	9 (%18)
الثلاثاء	/	///	/// /	//	14 (%28)
الأربعاء	//	//	///	/	8 (%16)
الخميس			////	/	5 (%10)
المجموع	5	12	24	5	50
%	%10	%24	%48	%18	%100

4.5. مخطط باريتو Pareto Diagram

يمثل مخطط باريتو Pareto[3] تكرار الظاهرة المدروسة وتراكم هذه التكرارات على مخطط واحد، ويعتمد مبدأ 80-20 أي أن هناك 80% من الأخطاء قد يعود سببها إلى 20% من المواصفات، بمعنى أن الاهتمام بـ 20% من المواصفات قد يؤدي إلى تلافي 80% من الأخطاء.

[3] *Vilfredo Frederico Damaso Pareto* (1848-1923) فيلسوف وعالم اقتصاد إيطالي، اشتهر بمبدأ 80-20 أي أن 20% من البشر يمتلكون ما يمتلكه الـ 80% الآخرين.

مثال (8-3) مخطط باريتو.

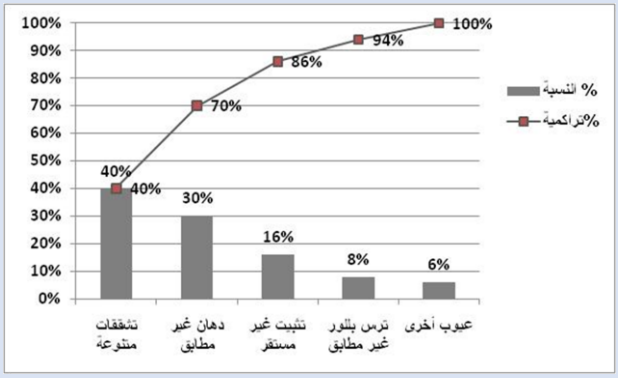
خلال الأسبوع الماضي، تم تسجيل عدد العيوب لعينة من الطاولات، فظهر 50 عيباً كما يلي:

تشققات متنوعة: 20، دهان غير مطابق للمواصفات: 15، تثبيت غير مستقر للأرجل: 8

ترس البللور غير مطابق: 4، عيوب أخرى: 3.

يبين المخطط أن 70% من العيوب تأتي من مواصفتي التشققات والدهان، وبالتالي يجب التدقيق في هاتين المواصفتين ومعالجة الخلل فيها مما يزيل 70% من عيوب تصنيع الطاولة.

العيب	التكرار	% النسبة	% تراكمية
تشققات	20	%40	%40
دهان	15	%30	%70
تثبيت	8	%16	%86
ترس	4	%8	%94
أخرى	3	%6	%100



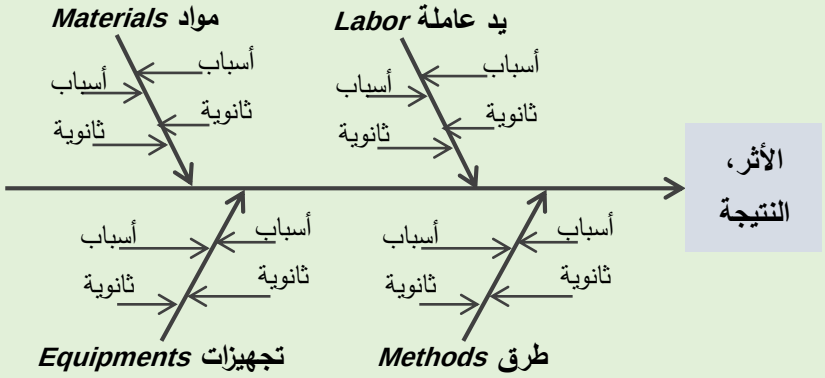
الشكل [8-4] مخطط باريتو

5.5. مخطط السبب والأثر Cause & Effect Diagram

يمثل المخطط الأسباب المحتملة التي يمكن أن تؤدي إلى حدوث الأخطاء والعيوب في المنتج، وترسم على شكل هيكل عظمي لذلك يطلق عليه البعض تسمية مخطط السمكة Fishbone Chart، تُرسم الأسباب المحتملة على شكل أسهم، ويمكن أن نجد أسباب رئيسية وأخرى ثانوية تؤدي إلى سبب رئيسي، وقد نجد أسباب فرعية تؤدي إلى سبب ثانوي.

تتعلق الأسباب الرئيسية بالمكونات الرئيسية للمنتج أي المواد الأولية، أو الطرق وإجرائيات الإنتاج، أو اليد العاملة، أو الأدوات والتجهيزات ومواقع العمل، حيث يُفحص كل منها لدى حدوث خلل في أحدها، ويتم تحديد أسباب الخلل والأسباب المؤدية إلى هذه الأسباب أيضاً كما يوضح الشكل [8-5].

تعتبر مخططات السبب والأثر من أكثر الأدوات استخداماً في ضبط الجودة، نظراً لبساطتها ولكونها تعطي فكرة واضحة عن الخلل وأسبابه ومؤشراً لمعالجته.



الشكل [8–5] مخطط السبب والأثر

6.5. مخطط التبعثر Scatter Diagram

يوضح هذا المخطط بيانياً العلاقة السببية الممكن تواجدها بين متغيرين يكون أحدها متغير قياس للجودة والآخر يُعتقد أنه سبب لتغيرات الأول، ويعتبر مفيداً بشكل خاص لتبيان شكل العلاقة بين المتغيرين، فإذا لاحظنا أن هناك شكل واضح بين النقاط الممثلة للمتغيرين يمكن البحث في أسبابها، كما يمكن الحديث عن ارتباط بين المتغيرين، ومن حالات الارتباط التي لها اهتمام خاص الارتباط الخطي بين المتغيرين، حيث تبدو النقاط وكأنها تتبعثر حوالي مستقيم يمر من خلالها، وفي هذه الحالة ينصح بحساب قيمة الارتباط الخطي Correlation Coefficient بين المتغيرين.

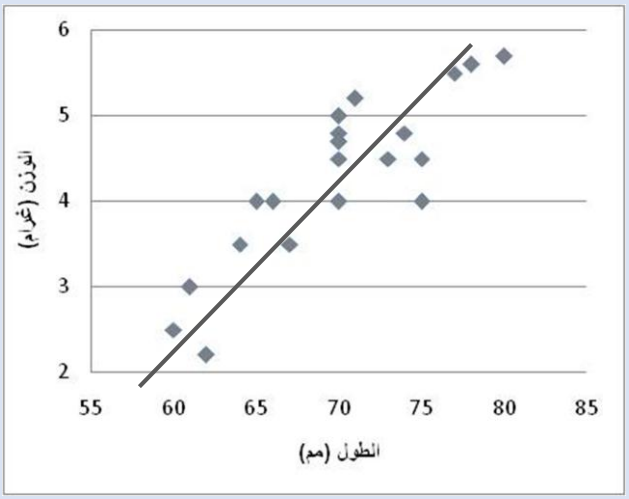
مثال (8–5) مخطط التبعثر.

تم سحب عينة من 20 قطعة لأحد المنتجات، وتم قياس الطول ووزن هذه القطع، فحصلنا على القياسات الآتية:

الوزن (غرام)	2.5	3	2.2	3.5	4	4	3.5	4	4.5	4.8
الطول (ملم)	60	61	62	64	65	66	67	70	70	70
الوزن (غرام)	4.7	4.8	5.2	4.5	4.8	4.5	5.5	5.6	5.7	
الطول (ملم)	70	70	71	73	74	75	75	77	78	80

نقوم برسم النقاط الممثلة لعناصر العينة، حيث يمثل المحور الأفقي طول القطعة ويمثل المحور العمودي وزنها، فنحصل على الشكل المبين أدناه [8-6].

معامل الارتباط الخطي: $r = 0.87$
يظهر من الشكل أن هناك علاقة بين المتغيرين، إذ يتزايد أحدهما بتزايد الآخر، تبدو هذه العلاقة خطية ويثبت ذلك معامل الارتباط الخطي الذي تبلغ قيمته حوالي 0.87 وهي قيمة قريبة من الواحد.
يمكن القول أن أحد المتغيرين سبباً للآخر.



الشكل [8-6] مخطط التبعثر

لا يبحث هذا المخطط بالتحديد عن الصيغ التحليلة للارتباط بين المتغيرين المدروسين، لكنه أداة مفيدة لملاحظة حالات من الارتباط، إذ يمكن في الحالات المعقدة اللجوء إلى التقنيات الإحصائية المتخصصة وبشكل خاص تقنيات الانحدار الخطي أو اللاخطي Regression Technics، أو تقنيات القياس الاقتصادي Econometric Models.

تجدر الإشارة إلى أن إثبات أو نفي علاقة الارتباط بين المتغيرين تتطلب إجراء اختبارات إحصائية مع مستويات محددة للقبول من المصداقية ليست من منهاج المقرر الحالي، لكن كما أشرنا أن مخطط التبعثر يعطي فكرة أولية عن وجود علاقة ما بين المتغيرين.

7.5. لوحات الضبط Control Charts

تعرف على شكل خطوط بيانية مساعدة على اتخاذ القرارات بشأن أحد متغيرات العملية الإنتاجية، حيث يتم سحب عينات عشوائية بفترات زمنية متساوية وقياس قيم الخاصية المدروسة للمتغير وغالباً ما تكون عدد العيوب في المنتج أو متوسط قيم المتغير أو النسبة المئوية لعيوب الخاصية.

تُصنف التغيرات في القياسات إلى نوعين:

أ- تغيرات عشوائية Random Variations: تعكس تغيرات الصدفة والعوامل المؤثرة على القياسات ولا يمكن تحديد مصادرها أو أسبابها بالضبط، ويمكن استخدام نظرية الاحتمالات للتعامل مع التغيرات وتقدير قيمها.

ب- تغيرات نظامية Systematic Variations: وهي تغيرات غير عشوائية ناجمة عن أسباب أو مصادر يمكن التعرف عليها وبالتالي يمكن معالجتها، وقد تكون هذه المصادر ناجمة عن المكان أو العامل أو المادة الأولية أو طريقة القياس أو غيرها.

هناك أنواع عديدة من لوحات الضبط، يعتمد ذلك على طبيعة المتغير المدروس ومستوى الدقة والجودة المطلوبين، أو على طبيعة الخاصية المدروسة، أو على مستوى الدقة وكيفية حساب الحدين الأعلى والأدنى للوحة، بشكل عام يتم رسم لوحة الضبط كما يلي:

1. اختيار المتغير الواجب دراسته
2. اختيار خاصية المتغير التي سيتم قياسها
3. إجراء قياسات الخاصية على عينة عشوائية
4. حساب قيم الحد الأدنى Lower Control للضبط المسموح به
5. حساب الحد الأعلى Upper Control للضبط المسموح به
6. رسم الحدين الأدنى والأعلى، وقياسات الخاصية على نفس المخطط
7. تدقيق الحالات التي تقع خارج مجال الحدين الأدنى والأعلى لمعرفة مسبباتها ومعالجتها.

مثال (8-7) لوحة الضبط.

تم اختيار أحد المنتجات في معمل لإنتاج المسامير، وتسجيل الطول (ملم) وهي الخاصية المطلوب دراستها لـ 20 قطعة خلال الشهر الماضي، فحصلنا على الجدول الآتي:

رقم المشاهدة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الطول (ملم)	70	64	62	63	65	66	67	68	70	76
رقم المشاهدة	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
الطول (ملم)	70	70	71	73	70	75	70	68	70	72

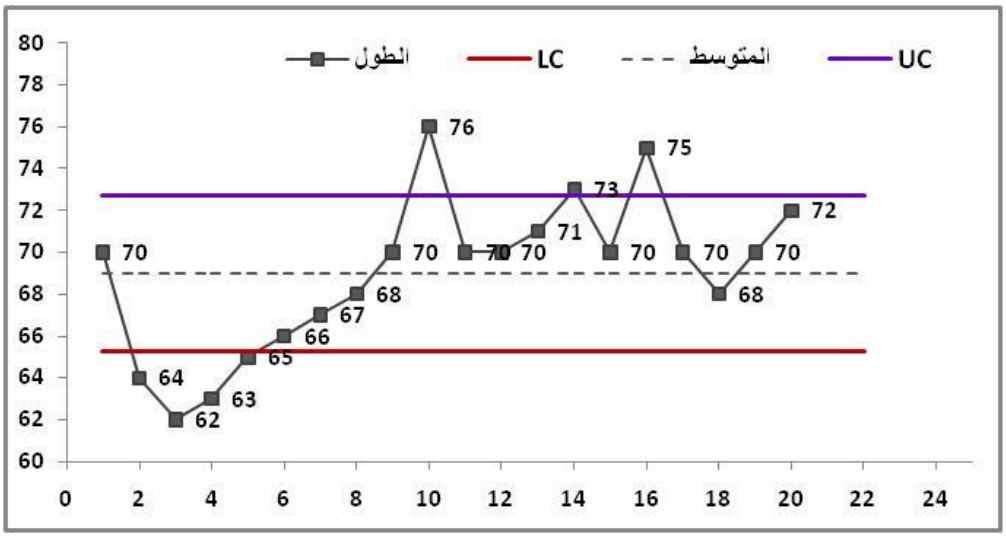
تم حساب الحد الأدنى والأعلى على أساس انحراف معياري واحد عن المتوسط لكل منهما:

المتوسط = 69 ملم، الانحراف المعياري = 3.71.

الحد الأدنى LC = المتوسط – الانحراف المعياري = 69 – 3.71 = 65.3.

الحد الأعلى UC = المتوسط + الانحراف المعياري = 69 + 3.71 = 72.7.

وتم رسم هذين الحدين بالإضافة إلى قياسات الطول التي تم الحصول عليها، فحصلنا على لوحة الضبط المبينة في الشكل اللاحق [8-7]، حيث نلاحظ أن قيم القياسات رقم 2، 3، 4 أقل من الحد الأدنى، كذلك القياسات 10، 16 أكبر من الحد الأعلى المسموح به، لذلك يجب على إدارة المعمل البحث عن أسباب هذه التجاوزات للحدود المسموح بها.



الشكل [8-7] لوحة الضبط.

6. بعض القضايا الإضافية في ضبط الجودة

1.6. جودة الخدمات

تتميز الخدمة بتغلب العناصر غير الملموسة على العناصر الملموسة، وتتجسد الخدمة بالمنافع التي يسعى العميل للحصول عليها وبمجموعة الخصائص التي توصّف هذه المنافع، حيث تعبر خصائص المنافع إلى حد كبير عن مستوى الجودة المدركة من قبل مستهلك الخدمة، وبالتالي فإن جودة الخدمة هو مؤشر جيد عن صحة تعريف خصائصها، ولا شك أن هناك صعوبات جدية في قياس جودة الخدمات بالمقارنة مع قياس جودة المنتجات المادية (السلع) كون الخصائص معنوية أكثر مما هي مادية.

تتمتع الخدمة بمجموعة من السمات هي: اللاملموسية، عدم قابليتها للتخزين، اللانمطية والتنوع، مشاركة الزبون، شفافية الأداء، وعدم التأكد من النتائج (Lindholm, 2008). كما تصنف أبعاد جودة الخدمة في خمسة أبعاد هي: مزايا الخدمة، العامل البشري مُقدِّم الخدمة المرتبط بالموثوقية والاستجابة والواقعية، إجرائية تقديم الخدمة، ملموسية الخدمة المُعبر عنها بالتسهيلات المادية والتجهيزات والتواصل، المسؤولية الاجتماعية المُعبر عنها بمؤشرات تحسين صورة المنظمة ورضا العميل، وقد تم تطوير نموذج عام لقياس وتقييم جودة الخدمة من وجهة

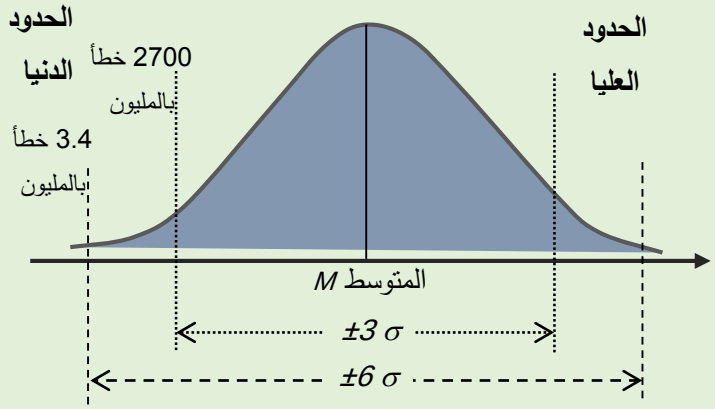
نظر المستهلك ومعروف باسم SERVQUAL (Parasuraman et al, 1985; 1988)؛ في جميع الأحوال، يجب على الإدارة وضع خطة وإجرائية تعمل فور حصول أي فشل في تقديم الخدمة تعتمد على الإصغاء للزبون، والاعتذار، وإصلاح الفشل، وتعميم الخطأ لعدم تكراره.

2.6. حلقات الجودة Quality Circles

مجموعة من العاملين تجتمع دورياً لحل مشكلات الإنتاج، ويتم تدريبها لتخطيط وحل المشكلات واستخدام الطرق الإحصائية، غالباً ما يتم تعيين منسق لتنظيم أعمالها، وتكون فعالة جداً إذا عملت بشكل سليم.

3.6. ستة سيغما 6-Sigma

برنامج عمل متكامل يهدف إلى تخفيض عدد العيوب والأخطاء، وتخفيض التكاليف، وتحسين رضا الزبون، في حين تعرف إحصائياً على أنها طريقة لتحسين أداء إجرئيات الإنتاج بحيث لا يتجاوز عدد الأخطاء 3.4 بالمليون أي بنسبة دقة لا تقل عن 99.9997%، وتعمل على تمييز فجوات التحسين في المخرجات الحرجة، قياس العمل وتحليل البيانات، ثم اتخاذ الإجراءات لتحسين الإجرائية، وضبط الإجرائية الجديدة المحسنة لضمان أدائها.



الشكل [8-7] مفهوم *6-Sigma*

4.6. التحسين المستمر Benchmarking

يقصد بها اختيار أفضل الممارسات لاعتبارها مرجعيات لأداء منظومة الإنتاج، حيث يتم تشكيل فريق عمل خاص بالتحسين الذي يقوم بدوره بتحديد النشاطات التي سيتم التحسين عليها ثم يبحث عن أفضل الممارسات المميزة لهذه النشاطات سواء داخل أو خارج المنظمة ويسعى لتطبيقها وتقييم نتائج التطبيق.

المراجع المستخدمة في الفصل

محسن، عبدالكريم ؛ النجار، صباح مجيد. (2009). إدارة الإنتاج والعمليات. مكتبة الذاكرة، بغداد، العراق.

كولو، أديب. (1998). بحوث العمليات: التقنيات الكمية في الإدارة. مطبعة طربين، دمشق.

Heizer J & Render B (2008) Principles of Operations Management, 7e eds. Pearson Prentice Hall U-K.

Hillier, F.S & Lieberman, G.j (2001) Introduction to Operations Research. McGraw-Hill, New York.

Lindholm, O. (2008) The Influence of Sales Promotion on Consumer Behavior in Financial Services. Master's Thesis. Helsinki School of Economics.

Parasurama,Valarie A Zeithaml, & Leonard L Berry (1988) Multiple-Item Scale For Measuring Consumer Perceptions of Service Quality Journal of Retailing Vol. 64, No. 1.

Wisniewski, M (2009) Quantitative Methods for Decision Makers. 5th Eds Pearson, Prentice Hall, U-K.

الموقع الرسمي للمنظمة الدولية للتقييس ISO: www.iso.org.

اختبارات وأسئلة الفصل الثامن

1) أسئلة صح / خطأ True/False

السؤال	صح	خطأ
1. يُنظر إلى إدارة الجودة على أنها مجموعة من التقنيات الإضافية قد تفيد إدارة العمليات		✓
2. تركز تعاريف الجودة حول الالتزام بمتطلبات الزبون ومطابقة المواصفات	✓	
3. تعتبر إدارة وضبط الجودة من مهام قسم إدارة العمليات حصراً		✓
4. يؤدي تحسين جودة المنتجات وإدارتها إلى تحسين الأرباح	✓	
5. تعرف أبعاد الجودة من خلال درجة تلبيتها أو إشباع لحاجات الزبون	✓	
6. تعتبر الجودة المدركة وثقة الزبون من أهم أبعاد جودة الخدمة	✓	
7. من غير المهم الأخذ بالاعتبار لمواصفات أداء المنتج أو شكله كعناصر لجودته		✓
8. من أسباب ضعف الجودة في المنظمات عيوب المواد الأولية وتنوع مصادرها	✓	
9. لا تؤخذ بالاعتبار الأخطاء البشرية أو الفنية كأسباب لضعف جودة المنتج		✓
10. يعتبر ضبط الجودة وسيلة لاكتشاف الأخطاء والعيوب وتخفيض تكاليف التفتيش	✓	
11. يعتبر ضبط الجودة وسيلة لتحسين العلاقات مع الزبون والمورد	✓	
12. يُقصد بتكاليف الجودة النفقات اللازمة لتثبيت مستوى معين لجودة المنتج أو الخدمة	✓	
13. لا تشمل تكاليف الجودة تكاليف الفشل الداخلي أو الخارجي للمنتج		✓
14. تتناقص جميع أنواع التكاليف مع التزايد في تحسين الجودة	✓	
15. تهدف مواصفات ISO 9000 إلى توفير الضمان للزبون بأنها أنتجت بطريقة تلبي مطالبه	✓	
16. تهدف مواصفات ISO 9000 إلى وضع مواصفات محددة إحصائياً لجودة		✓

المنتج		
17. تعتمد إدارة الجودة الشاملة TQM على ثلاثية ديمنغ Deming وأهمها التزام الإدارة	✓	
18. يساعد المخطط التكراري Histogram في فهم متغيرات وسلوك العملية الإنتاجية	✓	
19. تتضمن لوائح المراجعة Check Sheets تكرار حدوث قيم متغيرات الإنتاج يتم قياسها دورياً	✓	
20. يُظهر المخطط التكراري نسبة تكرار الظاهرة المدروسة وتراكم النسب المئوية على السواء	✓	
21. يُمثل مخطط السبب والأثر الأسباب المحتملة لحدوث الأخطاء والعيوب في المنتج	✓	
22. يوضح مخطط التبعثر العلاقة الممكن تواجدها بين متغيرين أحدهما مقياس للجودة	✓	
23. لا تختلف أبداً قياس جودة الخدمات عن جودة المنتجات المادية		✓

2) أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices

1. يمكن تلمس مرحلة جديدة في تطور إدارة الجودة تركز على:

أ) الضبط الإحصائي
ب) رفاهية الزبون
ج) التفتيش المفاجئ
د) جميع الأجوبة خاطئة

2. تعتبر إدارة وضبط الجودة من مسؤولية:

أ) قسم إدارة العمليات حصراً
ب) قسم التطوير والتفتيش
ج) جميع العاملين في المنظمة
د) جميع الأجوبة خاطئة

3. من أهم أبعاد الجودة:

أ) مواصفات أداء المنتج لوظائفه
ب) شكل أو هيئة المنتج
ج) مدى مطابقة المنتج للمواصفات
د) جميع الأجوبة صحيحة

4. من أهم أسباب الجودة في المنظمات ما يلي:

أ) عيوب المواد الأولية ومصادرها
ب) سوء التخزين والنقل
ج) انخفاض كفاءة العاملين في التفتيش
د) جميع الأجوبة صحيحة

5. من أهم مزايا ضبط الجودة للمنتجات:

أ) وسيلة لاكتشاف الأخطاء والعيوب
ب) تخفيض تكاليف التفتيش
ج) تحسين العلاقة مع الزبون والمورد
د) جميع الأجوبة صحيحة

6. تتضمن تكاليف الجودة ما يلي:

أ) تكاليف الوقاية
ب) تكاليف التقييم
ج) تكاليف الفشل
د) جميع الأجوبة صحيحة

7. تهدف المنظمة الدولية للتقييس ISO إلى:

أ) تأمين الانسجام بين المواصفات الوطنية
ب) فرض مواصفات هيئة المواصفات الأمريكية
ج) تقييد حركة التجارة العالمية
د) جميع الأجوبة خاطئة

8. تهدف سلسلة المواصفات ISO 9000 إلى ما يلي:

أ) تفتيش جودة المنتجات في المنظمة
ب) تقييم تكاليف الجودة
ج) توفير الضمان للمستهلك بأن الجودة متضمنة في المنتج
د) جميع الأجوبة خاطئة

9. تُركز سلسلة المواصفات ISO 9000 على ما يلي:

أ) التركيز على الزبون ورضاه
ب) الالتزام بالتحسين المستمر
ج) الاستناد إلى مدخل الإدارة بالإجرائيات
د) جميع الأجوبة صحيحة

10. من أهم فوائد استخدام نظام الأيزو ISO ما يلي:

أ) توفير ميزات تنافسية للمنظمة
ب) تخفيض إجراءات التدقيق والضبط
ج) تخفيض تكاليف الجودة بجميع أنواعها
د) جميع الأجوبة صحيحة

11. تُركز مبادئ إدارة الجودة الشاملة على مبادئ ديمنغ Deming وهي:

أ) التزام الإدارة بالتحسينات
ب) اعتماد النهج الإحصائي
ج) تحسين العلاقات الداخلية والخارجية
د) جميع الأجوبة صحيحة

12. يعتبر مخطط التبعثر بين متغيرين مفيداً بشكل خاص:

أ) لملاحظة حالات من الارتباط بين المتغيرين
ب) إيجاد صيغة نموذج الارتباط

ج) إثبات بشكل قاطع العلاقة بين المتغيرين　　د) جميع الأجوبة خاطئة

13. تصنف التغيرات في قياسات أحد متغيرات الإنتاج إلى:

أ) تغيرات عشوائية وأخرى نظامية　　ب) مستمرة ومتقطعة

ج) طويلة وقصيرة　　د) جميع الأجوبة خاطئة

14. يقصد بحلقات الجودة Quality Circles ما يلي:

أ) مجموعة من العاملين تلتقي يومياً للاستراحة من العمل　　ب) لا علاقة لها بالجودة

ج) مجموعة من العاملين تجتمع دورياً لحل مشكلات الإنتاج　　د) جميع الأجوبة خاطئة

15. يُقصد بمنهجية ستة سيغما 6-Sigma بأنها برنامج عمل يهدف إلى:

أ) تخفيض عدد العيوب حصراً　　ب) تخفيض التكاليف حصراً

ج) تحسين رضا الزبون حصراً　　د) جميع الأجوبة صحيحة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

السؤال (1) مفاهيم في إدارة وضبط الجودة.

1. ما هو المقصودة بالجودة؟
2. لماذا تعتبر إدارة الجودة من أهم القرارات الاستراتيجية في المنظمة؟
3. ما هي أهم أبعاد الجودة؟
4. ما هي أهم أسباب ضعف الجودة في المنظمة؟

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 25.　　(توجيه للإجابة: الفقرة 1-)}

السؤال (2) تكاليف الجودة.

1. ما هو المقصودة بتكاليف الجودة؟
2. اشرح بإيجاز أهم فئات تكاليف الجودة.

{مدة الإجابة: 15 دقيقة. الدرجات من 100: 15.　　(توجيه للإجابة: الفقرة 2-)}

السؤال (3) إدارة الجودة الشاملة.

1. ما هو المقصودة بإدارة الجودة الشاملة TQM؟

2. ما هي أهم مبادئ إدارة الجودة الشاملة؟

3. ما هي أهم أمراض الجودة كما شخّصها ديمنغ Deming؟

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة–4)}

السؤال (4) اختر واحدة فقط من أدوات إدارة الجودة الشاملة الآتية واشرحها بإيجاز.

1. الأداة الأولى: جميع البيانات وتحليلها.
2. الأداة الثانية: مخطط السبب والأثر.
3. الأداة الثالثة: لوائح المراجعة.

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 5-5-1، 5-5-3، 5-5-5)}

السؤال (5) اختر واحدة فقط من أدوات إدارة الجودة الشاملة الآتية واشرحها بإيجاز.

1. الأداة الأولى: المخططات التكرارية Histogram.
2. الأداة الثانية: مخطط باريتو Pareto.
3. الأداة الثالثة: مخطط التبعثر Scatter Diagram.

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 25. (توجيه للإجابة: الفقرة 5-5-2، 5-5-4، 5-5-6)}

إدارة المخزون وتطبيقاتها

1. مقدمة

تعتبر إدارة المخزون عنصراً من عناصر الترتيبات (Scheduling بالإنكليزية أو Ordonnancement بالفرنسية) في إطارها العام، بمعنى مجموع الإجرائيات الهادفة إلى إقلاع وتنسيق وضبط تتابع الطلبيات عبر مختلف الفعاليّات أو الوحدات المشكّلة للإنتاج والتوزيع.

بالرغم من السعي الدائم للوصول إلى تجاوز المخزون (السعي إلى تحقيق المخزون الصفري)، لا يمكننا إلا أن نسلّم بأهمية المخزون (اختلال في المهل والتكاليف، آثار على الخزينة).

لقد تأكّد أن المخزون مقبرة المؤسّسات، لأنّه أهمّ مظاهر الهدر ويخفي بدوره الكثير من المظاهر الأخرى. إلّا أنّ المشكلات المتعلقة بالمخزون تختلف حسب طبيعة المؤسسة. يبقى السؤال المهم الّذي ينبغي طرحه: لماذا يتواجد مخزون؟.

يمكننا تصور دور المخزون في ثلاثة مظاهر:

أ- دور تجاري: تخفيض مهلة التسليم، التخفيف من حدّة اختلافات الطلب، تحسين أداء المفصل الواصل بين الإدارة التجارية وإدارة الإنتاج، ثم تخفيض الارتياب.

ب- دور إنتاج وتموين: أن يتم الإنتاج والشراء بشكل اقتصادي (وفق دفعات) للاستفادة من التسهيلات والتخفيضات المقدّمة من الموردين.

ت- دور مالي: تسجيل بعض التغيّرات في القيمة العامة للمؤسسة بانتظار إجراء المبيعات وحتى المضاربة.

على كل الأحوال، يشكّل المخزون استثماراً يمكنه المساعدة على البيع وبشكل مربح، لكن الهدف الأهمّ أن يتم التشغيل بأسرع ما يمكن. يتم قياس دوران المخزون من خلال نسب ومؤشرات معينة.

يمكننا إدارة المخزون بطرائق مختلفة تبعاً للحالة التي نعتبر فيها هيكلية المنتجات (سلع مستقلة) أو نعتبر وجود علاقات هرمية بين مختلف السلع (هناك مجموعات، مجموعات صغرى، قطع، مركّبات ومركّبات). من جهة أخرى يمكننا تصنيف مجمل السلع المشكّلة للمخزون حسب أهميتها من حيث القيمة عبر تطبيق تحليل ABC وتختلف طرائق إدارة المخزون المستخدمة حسب الشريحة التي تنتمي لها السلعة.

2. مبادئ عامة في إدارة المخزون

نبحث في إيجاد علاقات بين المحدّدات الأكثر أهمية: الطلب المنتظَر، التكاليف، معدّل أداء خدمة الزبائن (تتعلق بمستوى الانقطاعات التي يمكن قبولها)، مهل التصنيع أو التموين. تسمح هذه المحدِّدات البسيطة ظاهرياً فقط ببناء نماذج كميّة.

غالباً ما يكون الواقع الميداني أعقد من ذلك ويتطلب مواءمة النماذج لأخذ محدِّدات المؤسسة نفسها بعين الاعتبار (مثلاً: المخزون الاستراتيجي، العلاقات الخاصة مع بعض الزبائن أو الموردين، بنية وهيكليّة المنتجات).

حساب مؤشّر دوران المخزون

ويعرّف وفق الإدارة المالية بأنه المبيعات وفق سعر التكلفة / المخزون الوسطي

يتوجب تجزئة المؤشّر الكلّي حسب نماذج المخزون (مواد أولية وبضائع، مخزون بيني، منتجات نصف مصنعة، منتجات نهائية) وإن أمكن حسب المنتَج. إذا أردنا التعبير عن المؤشّر وفق عدد الأيام فإن الصيغة تصبح:

$$\frac{\text{المخزون الوسطي}}{\text{المبيعات حسب سعر التكلفة}} * 365$$

من الناحية العمليّة، يفضّل حساب عدد الأيام تبعاً لتنبؤات أرقام المبيعات لأنّ الدور الأساسي للمخزون يتمثّل في تسهيل المبيعات. يتم الحساب من خلال التقديم الزمني كما في المثال التالي:

لتكن قيمة المخزون في 31 كانون الأول = 10000 كيلو ليرة وهناك تنبؤات شهرية بالمبيعات.لدينا إذاً:

	تنبؤات مبيعات حسب سعر التكلفة	القيمة التراكمية	عدد الأيام
كانون الثاني 2010	3000	3000	31
شباط	2500	5500	28
آذار	3500	9000	31
نيسان	4000	10000	7.5
مع الاحتفاظ بـ 1000 (9000-10000)			
		المجموع	97.5

الجدول [9–2] جدول تنبؤات المبيعات

حيث أن الحساب بالنسبة لشهر نيسان هو: 30 *(4000/1000) = 7.5 يوم.

تفترض الطريقة وجود تنبؤات مبيعات على المدى القصير وذلك ضروري لإجراء تنبؤات الخزينة.

3. طريقة التحليل ABC

مبدؤها الأساسي تصنيف السلع المخزنة حسب أهمية دورانها من حيث القيمة، نلاحظ أنه غالباً ما يمثّل حوالي 20% من السلع عددياً ما نسبته 80% من القيمة والعكس بالعكس. لا يمثّل 80% من السلع إلّا حوالي 20% من القيمة. من هنا كان تقسيم المخزون إلى شرائح ثلاثة A.B.C. يمكننا تطبيق طرائق إدارية مختلفة عليها حسب أهميّتها.

- تصنيف السلع وفق قيم متناقصة للدورانات
- إجراء حساب القيمة التراكمية
- حساب النسب المئوية تبعاً لعدد السلع وتبعاً لقيمها التراكميّة.

وهكذا من أجل 10 سلع فقط يجري الحاسوب العمل التالي:

التسمية	الرقم	النسبة المئوية التراكميّة كمّاً	القيمة	القيمة التراكمية	النسبة المئوية التراكميّة قيمةً
X	1	10	50000	50000	50
Y	2	20	30000	80000	80
Z	3	30	100000	90000	90
D	4	40	5000	95000	95
E	5	50	3000	98000	98
F	6	60	1000	99000	99
G	7	70	500	99500	99.5
H	8	80	300	99800	99.8

I	9	90	150	99950	99.9
J	10	100	50	100000	100

الجدول [9–3] جدول بيانات المواد المخزنة

4. المنظومات الأساسية في إدارة المخزون

تلزم لمدير المخزون معلومتان أساسيّتان ليتمكن من ضبط سياسته التخزينيّة:

- ✓ الكميّة الواجب طلبها (Q)
- ✓ تواتر الطلبيّات (N) خلال فترة

ترتبط هاتان المعلومتان فيما بينهما إذ أن $\frac{D}{Q} = N$

حيث D الطلب الثابت (كميّة) من أجل فترة ما.

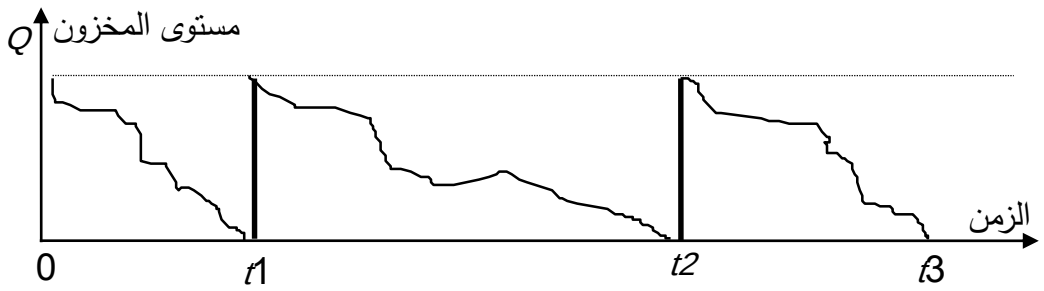
تقود المنظومة الأسرع إلى اعتبار إحدى المعلومتين متغيّرة وتصبح الأخرى ثابتة مستقلّة:

- ✓ إذا كانت Q هي المتحوّلة، فإن N هي الثابت المستقل: N = D/Q
- ✓ إذا كانت N هي المتحوّلة، فإن Q هي الثابت المستقل: Q = D/N.

يحدّد كل من هذين الخيارين منظومة إداريّة خاصّة.

1.4. منظومة إعادة تموين ثابتة (Q هي المتحوّلة الواجب حسابها)

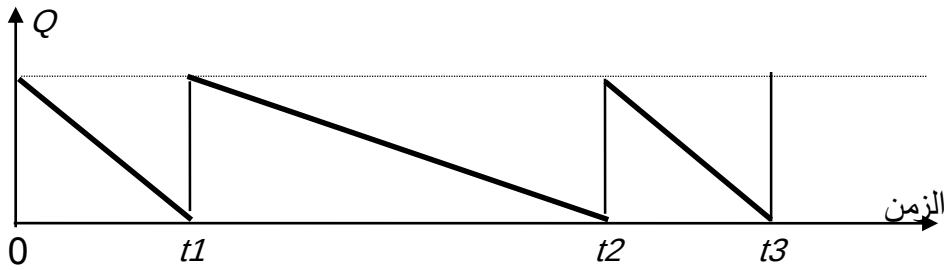
بمعنى أنه يلزم تحديد Q التي تصبح بعد ذلك ثابتاً. بافتراض أن مهلة إعادة التموين ومخزون الأمان مساويان للصفر. يمكن مبدئيّاً تمثيل المنظومة بالطريقة التالية:



الشكل [9–4–آ] منظومة إعادة تموين ثابتة

بمعنى أن الكميّة ثابتة: Q = ثابت، و N عشوائية متحوّلة.

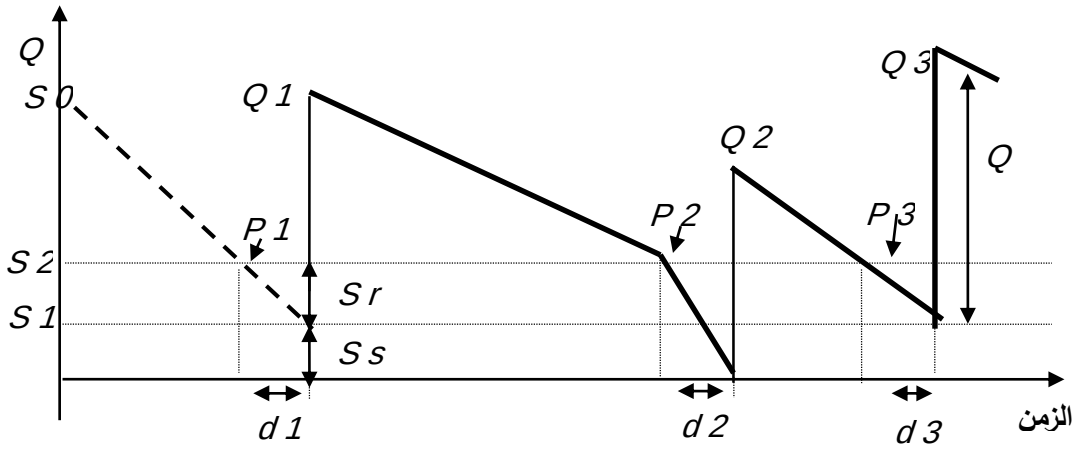
تعتبر إعادة التموين هنا آنيّة (خط عمودي)، بهدف العرض الواضح نبسّط منحنيات الطلب عموماً ونعتبرها



خطّية خلال الزمن، وبالتالي يصبح الخط البياني:

الشكل [9–4–ب] منظومة إعادة تموين ثابتة مقرّبة

إذا أخذنا مستويي المخزون (مخزون الانقطاع ومخزون الأمان)، يكون لدينا المخطط من الشكل:



الشكل [9–4–ج] منظومة إعادة تموين ثابتة مع مخزوني الانقطاع والأمان

حيث d3،d2،d1 هي مهل التسليم للطلبيّات 1،2،3 المنجزة من أجل كميّات Q تقابل مستويات Q1، Q2 ، Q3. يتمّ تمرير الطلبيّات حين يكون مستوى المخزون المتوفّر مماسّاً للنقاط P1، P2، P3 المقابلة

لمستوى المخزون S2، أي مخزون الأمان + مخزون الانقطاع. نظراً لتغيّرات الطلب الممكنة خلال مهلة إعادة التموين، ما إن تتم إعادة التكميل حتى يصبح مستوى المخزون Q1، Q2، Q3 متحولاً عشوائياً.

لا تسمح كل الطلبيّات الممرّرة تحت مستوى مخزون الانقطاع بإعادة التموين في اللحظة المناسبة إلا بالاستعانة بمخزون الأمان، وهذا لا ينسجم مع هدف مخزون الأمان.

تبقى المشكلة الأساسية في تفعيل منظومة معلومات تسمح بمعرفة مستوى المخزون بطريقة يمكن معها تمرير طلبيّات التكميل في الوقت المناسب. ترتكز منظومة المعلومات هذه إمّا على جرد مستمر وهي قضية مكلفة، أو على منظومات مؤشّرات فيزيائيّة لمستوى مخزون الأمان (مثلاً: خط على جدار، في كل مرة ينخفض فيها مستوى المخزون عن هذا الخط تُجرى طلبية تكميل).

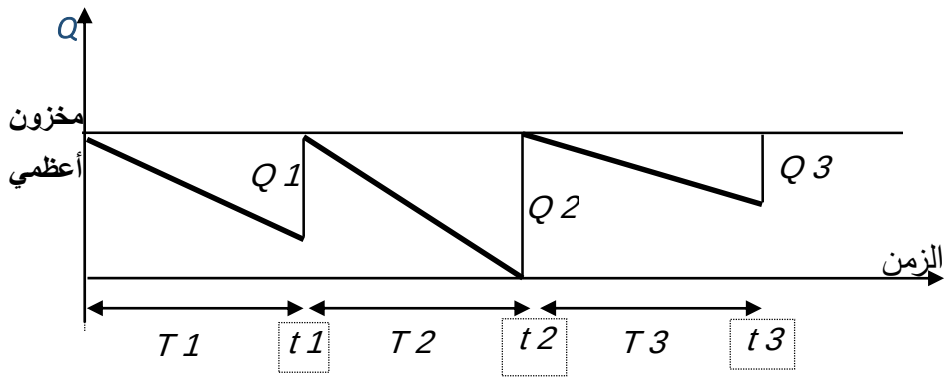
يمكن لمنظومة مزدوجة أن تأخذ الكميّات المطلوبة بعين الاعتبار وتستغني عن إقامة جرد فيزيائي مستمر، من خلال حساب جرد نظري مستمر دون التحقق من أنّ الجرد النظري مساوٍ دائماً للجرد الفيزيائي، مما يخفي مفاجآت غير متوقعة.

إن صعوبة الوقوف سريعاً على مستوى المخزون يقود إلى طرق ذات فترات ثابتة، مع ذلك فهذه الصعوبة تتلاشى تدريجياً مع تطور مفهوم الزمن الحقيقي بواسطة الحاسوب.

2.4. منظومة ذات فترات ثابتة (N هو المتحول المطلوب تحديده)

ترتكز هذه المنظومة على استحقاق زمني يسمح بتمرير طلبيّات في تواريخ ثابتة موزّعة بانتظام خلال الزمن ومن أجل كميات متحولة Q1، Q2، Q3 تسمح بتكميل المخزون إلى المستوى الأعظمي المحدّد بطريقة مستقلة تبعاً للطاقات التخزينيّة المتاحة، تبعاً للخبرة ولنفقات التجميد.. نحصل عندها على هذا المخطّط.

$$T1 = T2 = T3$$



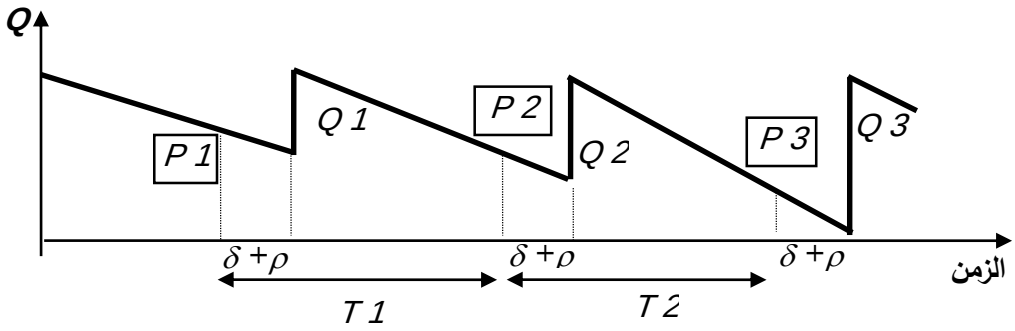
الشكل [9–4–د] منظومة فترات ثابتة

يؤول الأمر هنا إلى تحديد N، التي تصبح بعد ذلك ثابتة. يؤدي أخذ مهلة إعادة التموين (σ) ومهل الأمان (ρ) بعين الاعتبار إلى تعديل المخطط بحيث يصبح:

t1, t2, t3 هي تواريخ الطلبيّات مع T1 = T2، حيث تمثل T المجال الزمني بين طلبيّتين. بالأيام = T J/N، Q1، Q2، Q3 الكميّات المطلوبة. أما P1, P2, P3 فهي نقاط الطلبيّة المقابلة لمستويات مخزون مختلفة.

يمكن كذلك تحديد عدة عتبات لإعادة التموين، ولاسيّما في الحالة التي تكون فيها مهلة إعادة التموين طويلة جداً وحيث يمكن للطلب أن يتسارع بطريقة عشوائيّة خلال هذه المهلة.

بنفس الطريقة، ومع الاحتفاظ بفترات ثابتة يمكن لطلبيّة إعادة التموين أن لا تقلع إلا إذا وصلنا إلى عتبة الأمان. أخيراً، يمكن في بعض المنظومات أن يتم الإقلاع بالطلبيّة في نفس الوقت تبعاً للفترة الثابتة وتبعاً لعتبة الطلبية. يعتبر الإجراء الأخير أكثر تكلفة لأنه يتطلب استقراءً متواصلاً ومستمراً للمخزون وهذا ما سعت طريقة الفترة الثابتة لإلغائه.



الشكل [9–4–هـ] منظومة إعادة تموين ثابتة مع عتبة أمان

5. النماذج البسيطة لإدارة المخزون

نعرض فقط للطّروحات الأوليّة للنمذجة والتي تعتمد على تحديد:

- ✓ حلّ أمثليّ يتعلق إمّا بالفترات الثابتة أو بالكميّة الواجب طلبها
- ✓ عتبات المخزون المختلفة: نقطة الطلبيّة ومخزون الأمان.

وبالتالي نجيب عن السؤالين الأساسيّين: كم نطلب؟ ومتى نطلب؟

1.5. حساب الكميّة الواجب طلبها أو ثباتيّة الفترة المثلى

(الإجابة على السؤال: كم نطلب؟)

النموذج البدائي هو نموذج WILSON ويعتمد على الفرضيّات التالية:

- ✓ الطلب ثابت (خطيّ مع الزمن)
- ✓ يقسم محور الزمن إلى دورات متساويّة، تقلع الطلبيّات في بداية الدورة، يفترض بأن التموين يتم فوراً.
- ✓ ليس هناك انقطاع في المخزون (بما أن الطّلب معروف فلا مبرر لحدوث خلل).

وبالتالي يلزم اعتبار أن هدف إدارة المخزون تخفيض التكاليف الناجمة عن سياسة تخزين. يعتمد تحليل التكاليف على طرح مزدوج نعتبر فيه:

تكلفة الإقلاع أو تمرير طلبيّة وتنفذ D/Q مرة، وهي التكلفة اللازمة لإقلاع طلبية في المشاغل (تحضير وثائق التصنيع، وضع المعدات، تعيير الآلات) أو لتمرير طلبيّة شراء عند مورّد (عمل فعالية المشتريات، تحضير الطلبيّة) ولتكن هذه التكلفة = L.

تكلفة التخزين أو الاحتفاظ بالمخزون وهي متناسبة مع فترة التخزين ومع كميّة المخزون، وتشمل اليد العاملة في المخازن، اهتلاك المعدّات والمباني المستخدمة في التخزين، النفقات العامّة المحمّلة، الفوائد على رأس المال المجمّد في التخزين، تكلفة التأمين، اعتبار عطب المخزون وفقدان بعض قيمته في بعض الحالات. لتكن هذه التكلفة = I.

بافتراض أن التموين فوري بعد تمرير الطلبية، وأننا نجري طلبيّة بمجرد أن المخزون أصبح صفراً وبالتذكير بأن الطلب ثابت. إذاً فالمخزون يتناقص بشكل خطّي.

إذا مررنا طلبيّة Q (مخزون أعظمي) على N فترة، يكون المخزون الوسطي:

$$\frac{Q}{2} = \frac{N\frac{(Q+0)}{2}}{N}$$

سيكون لدينا وسطيّاً على عدة فترات مخزون قدره Q/2. وبما أن تكلفة المخزون الواحدي تساوي I، فإن تكلفة تخزين المخزون الوسطي تصبح Q/2* I. التكلفة الكليّة للتخزين تساوي إذاً تكاليف التخزين الفعلي مضافاً إليه تكاليف الإقلاع، وبالتالي:

$$CT\ (Q) = I * Q/2 + L * D/Q$$

نحصل إذاً على تابع للتكلفة يكون فيه Q هو المتحوّل، حيث D, L, I ثوابت معلومة. وبالتالي يتوجّب معرفة قيمة Q التي تجعل من قيمة التابع أصغريّة. نثبت أن هذه القيمة معطاة بالصيغة:

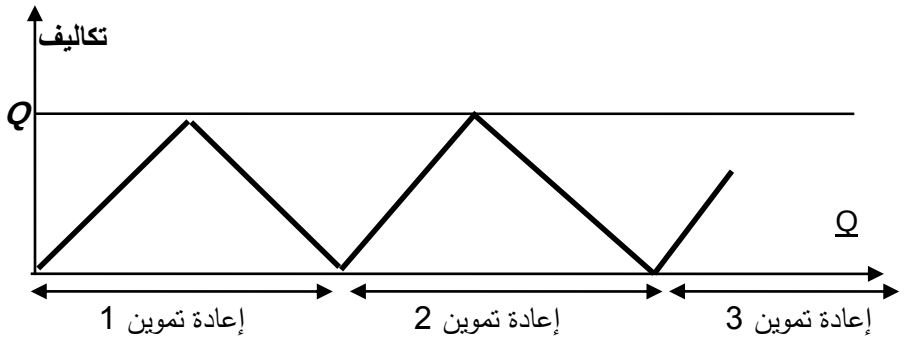
$$Q^* = \sqrt{\frac{2DL}{I}}$$

لهذا النوع من النماذج فوائد ثلاثة:

- ✓ الثوابت الداخلة في صياغته بسيطة وقليلة العدد.
- ✓ يمكن تعميم النموذج بسهولة لعدة سلع وعدة أنواع من تكاليف المخزون.
- ✓ تعتبر الكمية Q* (المسمّاة الكميّة الاقتصاديّة) قليلة الحساسيّة بالنسبة للأخطاء المحتملة على الثوابت المستخدمة (تكلفة التخزين، تكلفة الإقلاع، الطلب السنوي).

في حالة إدارة مخزون تصنيع، يتم التموين الذي افترضناه فورياً وفق تواتر (إيقاع) إنتاج المادة المزمع تخزينها. نفترض أن تابع الإنتاج خطي ومعدل الإنتاج ثابت.

في الحالة التي تكون فيها الكمية المطلوبة ثابتة (منظومة قائمة على نقطة طلبية)، يكون لدينا:



الشكل [9–5–آ] منظومة نقطة طلبية بكمية ثابتة

مثال تطبيقي عن صيغة WILSON:

لتكن المؤسسة (Tours) التي تورّد قطع سيّارات. تصنّع المؤسسة أجهزة كهربائية يتم تموين جزء من أجزائها X من خارج المؤسسة بسعر 0.10 ليرة للواحدة، وتستخدم 1000 قطعة من X يومياً، على مدى 250 يوم/سنة.

يتم التموين بواسطة شاحنة يمكنها التجوال كل يوم كحد أقصى، تكلفة رحلة الشاحنة 100 ليرة (اهتلاك،

صيانة، بنزين، راتب السائق) ويمكن حمل الكميّة التي نرغب من X.

تكلفة تخزين X تساوي 10 ليرات لكل 1000 وحدة خلال العام، وتكلفة المبلغ المستثمر في المخزون يعادل 10%، أي من أجل 1000 وحدة مجمدة في المخزون هناك تكلفة مالية قدرها:

(10%) (0.10) (1000) = 10 ليرات. لدينا إذاً تكلفة تخزين تساوي 20 ليرة من أجل 1000 أو 0.02 للوحدة:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2*100*250000}{0.02}} = 50.0000$$

مما يعني أن نطلب 5 مرات خلال العام (كل 50 يوم).

إن كميّة السلع المموّنة للمخزون في كل يوم تساوي F–D/J أي الإنتاج اليومي مطروح منه الطلب اليومي حيث F = الإنتاج اليومي.J = عدد الأيام المقابلة للطلب D.

إذا اعتبرنا أن E هو معدل الطلب اليومي، فلدينا E = D/J وبالتالي فالكميّة الاقتصاديّة تأخذ الصيغة:

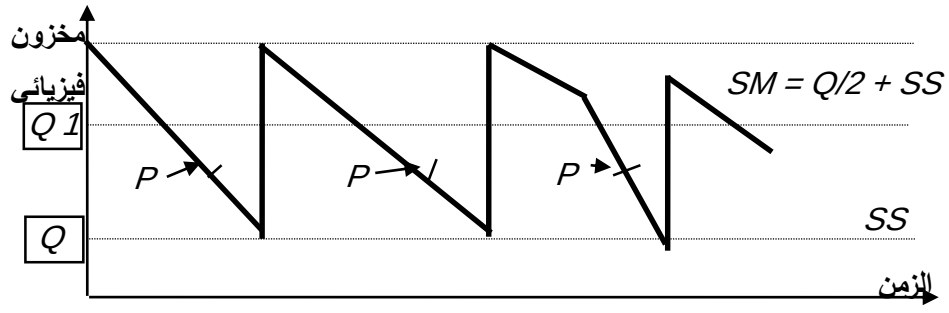
$$Q = \sqrt{\frac{2LD}{I\left(1-\frac{E}{F}\right)}}$$

يمكننا البحث عن صيغ أكثر تعقيداً خاصّة في حالة إدارة مخزون لمجموعة منتجات في نفس الوقت، بحيث تسمح بتجميع الطلبيات في تاريخ واحد.

تسمح المقارنة مع نتائج التموين الآني بتحسين الخيار بين الشراء، توكيل جهات خارجية، تصنيع.

2.5. حساب نقطة الطلبية ومخزون الأمان (جواب على السؤال: متى نطلب؟)

وجدنا أنه وفق المخطّط تمثل P نقطة الطلبية، الاستهلاك خلال مهلة إعادة التموين، مع ذلك يتوجب إدخال معلومة إضافية: يمكن للطلب أن يكون غير منتظم ويختلف حسب الارتيابات القائمة. يمكن تلافي آثار هذه الارتيابات عبر تشكيل مخزون إضافي (أمان SS)، فنحصل على المخطط التالي:



الشكل [9–5–ب] منظومة نقطة طلبية بكمية ثابتة

إن الحساب الدقيق لمخزون الأمان لا يمكن إنجازه إلا بتحليل إحصائي لتغيرات الطلب أو بتقييم احتمال تحقق التنبؤ. يرتكز التحليل الإحصائي على متحولين:

أ- الانحراف المعياري: بمعنى توزيع التغيرات للطلب الماضي حول المتوسّط.

ب- معدّل أداء الخدمات المستهدَف، بمعنى النسبة المئويّة لانقطاعات المخزون التي نقبلها.

تعطى SS إذاً بالعلاقة: $SS = k * \sigma$

حيث k = معامل تابع لقانون احتمال التوزيع.

σ = الانحراف المعياري.

وبالتالي تصبح صيغة نقطة الطلبيّة بالشكل: $P = D * d + SS$

مثال تطبيقي عن حساب نقطة الطلبية ومخزون الأمان:

لتكن سلعة ذات مهلة إعادة تموين مساوية لفترتين وراقبنا الطلب على مدى 6 فترات. (مثلاً ستة أسابيع أو ستة أشهر). يمكن حساب المتوسط $\overline{X}$ وإعداد الجدول التالي:

		$\lvert xi - \bar{x} \rvert$	$(xi - \bar{x})2$
1	110	11	121
2	90	9	81
3	112	13	169
4	88	11	121
5	108	9	81
6	85	14	196
	593	67	769

$$\bar{x} = \frac{593}{6} = 99 \qquad \sigma = \sqrt{\frac{769}{6}} = 11.3$$

الجدول [9–5–آ] بيانات تغيرات الطلب الشهرية و حساب الوسطي و الانحراف المعياري

إذا اعتمدنا قانون التوزيع الطبيعي، k تعطى بجداول خاصّة حسب معدّل أداء الخدمات المتبنّى. إذاً:

معدّل أداء الخدمة %	k	SS
50	0	0
84.1	1	11.3
97.7	2	22.6
99.8	3	33.9

الجدول [9–5–ب] تغير مخزون الأمان وفق معدل أداء الخدمة

إذا أردنا تلافي ما أمكن وقوع انقطاعات، سيكون لدينا:

$$P = 99 * 2 + 34 = 232$$

المراجع المستخدمة في الفصل التاسع

جوين ريتشاردز، وترجمة عائشة حمدي (2013) إدارة المخازن: دليل شامل لتحسين الكفاءة وتخفيض التكاليف في المخازن الحديثة. مجموعة النيل العربية للنشر

Max Muller (2011), Essentials of Inventory Management, Hardcover.

John Toomey (2000) Inventory Management: Principles, Concepts and Techniques, Business & Economics

اختبارات وأسئلة الفصل التاسع

1) أسئلة صح / خطأ True/False

السؤال	صح	خطأ
1. الاختلال في المهل والتكاليف من المشكلات التي يمكن حلّها عن طريق المخزون	✓	
2. المخزون يحارب الهدر ويزيد الإنتاجية		✓
3. للمخزون دور تجاري يتمثل في تخفيف حدة اختلاف الطلب والربط بين إدارة الإنتاج والإدارة التجارية.	✓	
4. معدل أداء الخدمة للزبائن يتناسب طرداً مع احتمال وقوع عجز (انقطاع) في المخزون		✓
5. للمخزون دور مالي لأنه يسهم في زيادة القيمة العامة للشركة.	✓	
6. قاعدة ABC هي قاعدة لتصنيف المخزون وفق ثلاث شرائح تمثل القيمة المالية للمواد المخزنة.	✓	
7. تعتمد قاعدة ABC مبدأ 20 – 80 أي 20% من المواد يتم استهلاكها في 80 يوماً		✓
8. عند تطبيق قاعدة ABC والنسب 20 – 80 يجري حساب النسب المئوية بشكل تراكمي	✓	
9. في منظومة الفترات الثابتة يكون حجم Q ثابتاً بينما تتغير فترات و تواريخ تمرير الطلبيات.		✓
10. في حساب نقطة الطلبية يكون D الطلب الوسطي مقدراً بالأيام بينما مهلة التوريد d مقدرة بالأشهر		✓
11. تحسب الكمية الاقتصادية وفق Wilson بالجذر التكعيبي لضعفيْ جداء الطلب الكلي في تكلفة الشراء مقسومة على تكلفة التخزين الواحدية السنوية		✓
12. لضبط السياسة التخزينية في شركة ما يحتاج مدير التخزين لمعلومتيْن الكمية الواجب طلبها وتواتر الطلبيات خلال فترة محددة	✓	

13. نقطة الطلبية أو نقطة إعادة الطلب هي المكان الذي يتم فيه إجراء الطلبية		✓
14. المخزون الاحتياطي أو مخزون الأمان هو جزء من نقطة الطلبية أو نقطة إعادة الطلب	✓	
15. المخزون الاحتياطي يساوي جداء الانحراف المعياري لتغير الطلب في معامل يتبع قانون التوزيع الطبيعي.	✓	
16. في النماذج البسيطة لإدارة المخزون ينبغي الإجابة عن سؤالين كم نطلب؟ ومتى نطلب؟	✓	
17. يمكن للمخزون أن يكون مخزون مواد أولية أو مواد نصف مصنعة أو منتجات نهائية.	✓	
18. نقطة الطلبية تساوي جداء المخزون الاحتياطي في الكمية التي تستهلك خلال فترة تمرير الطلبية.		✓
19. إذا كان الطلب الكلي D ثابتاً فالعلاقة بين الكمية الواجب طلبها Q وتواتر الطلبيات N تعطى بالعلاقة N = D/Q	✓	
20. في الحالات التي لا يرغب مدير التخزين بأي احتمال للانقطاع يكون المخزون الاحتياطي في حده الأدنى.		✓
21. في حالة عدم الحاجة لمخزون احتياطي تكون نقطة الطلب تساوي الكمية التي تستخدم خلال فترة تمرير الطلبية.	✓	
22. أكبر كمية للمخزون الاحتياطي هي ثلاثة أضعاف الانحراف المعياري لتغير الطلب.	✓	
23. صيغة Wilson هي لحساب المخزون الاحتياطي الواجب الاحتفاظ به في المستودع.		✓
24. في صيغة Wilson هناك فرضيات تبسيطية منها ثبات الطلب الكلي وانعدام فترة التوريد	✓	
25. لا تعتمد نقطة الطلبية فرضيات Wilson التبسيطية مثل ثبات الطلب الكلي وانعدام فترة التوريد	✓	
26. كلما كان معدل أداء خدمة الزبائن عالياً زاد احتمال ظهور عجز في المخزون		✓

27. لا يحتاج المخزون لأي تكلفة كبيرة بينما يوفر كثيراً على الشركة ويقدم قيمة مضافة لها.		✓
28. الكمية الاقتصادية وفق Wilson تكون تكلفة التخزين أكبر من تكلفة تمرير الطلبية.		✓
29. عندما يرفض مدير المخزون مبدأ المخزون الاحتياطي يكون نقطة الطلب تساوي الكمية التي ستستخدم خلال فترة التوريد.	✓	
30. عندما يرفض مدير المخزون مبدأ المخزون الاحتياطي يكون معامل أداء الخدمة الذي يتبع قانون التوزيع مساوياً للصفر.	✓	

2) أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices

1. مبدأ طريقة ABC أن:

أ) 20% من كمية السلع تعادل 80% من قيمتها
ب) 40% من كمية السلع تعادل 60% من قيمتها
ج) 50% من كمية السلع تعادل 50% من قيمتها
د) 100%من كمية السلع تعادل 100% من قيمتها

2. المخزون الاحتياطي أو مخزون الأمان هو:

أ) مخزون يتم استخدامه لتلبية طلبات استراتيجية
ب) مخزون يتم استخدامه لتلبية كل الطلبات.
ج) مخزون يتم استخدامه لتلبية الطلبات الصغيرة
د) مخزون لايتم استخدامه إلا في حالات طارئة

3. طريقة تحليل ABC تقوم على:

أ) تصنيف المواد المخزنة تبعاً لكمية كل منها منها.
ب) تصنيف المواد المخزنة تبعاً لصلاحية كل
ج) تصنيف المواد المخزنة تبعاً لقيمتها المالية
د) تصنيف المواد المخزنة تبعاً لصعوبة تأمينها

4. أعلى قيمة للمخزون الاحتياطي:

أ) يساوي ثلاثة أمثال الانحراف المعياري لتغير الطلب
ب) يساوي ضعفي الانحراف المعياري لتغير الطلب
ج) يساوي الانحراف المعياري لتغير الطلب المعياري لتغير الطلب
د) لاعلاقة للمخزون الاحتياطي بالانحراف

5. قد يكون المخزون حلاً للارتياب لكنه كذلك:

أ) حلّ لمحاربة الهدر في الشركة
ب) يزيد الهدر في الشركة
ج) يزيد الهدر أحياناً وينقصه أحياناً أخرى
د) لا علاقة بين المخزون والهدر

6. يزيد المدير المسؤول المخزون الاحتياطي:

أ) مع قلة الارتيابات (مهلة توريد، ثبات طلب)
ب) مع زيادة الارتيابات (مهلة توريد، ثبات طلب)
ج) مع ثبات الارتيابات (مهلة توريد، ثبات طلب)
د) لا علاقة للمخزون الاحتياطي بالارتيابات

7. لضبط السياسة التخزينية لا بد من أجل كل مادة من معرفة:

أ) الكمية الواجب طلبها وتواتر الطلبيات خلال فترة
ب) تكلفة المخزون وحراجة تأمينها
ج) كيفية تقسيم المستودعات لترتيبها
د) التأكد من وجود رافعات لنقل المخزون

8. في منظومة إعادة التموين الثابتة يتم:

أ) تثبيت تاريخ تمرير الطلبية بينما تتغير الكمية المطلوبة تمرير الطلبية
ب) تثبيت الكمية المطلوبة ويتغير تاريخ
ج) تثبيت كمية و تاريخ تمرير الطلبية
د) تغيير كمية و تاريخ تمرير الطلبية

9. يتم تأمين المواد القرطاسية و المكتبية عادة:

أ) وفق منظومة الفترات الثابتة
ب) وفق منظومة إعادة التموين الثابتة.
ج) وفق منظومة الفترات والكميات الثابتة
د) لا تتبع أي منظومة محددة

10. مع تحسن معدل أداء الخدمة للزبون:

أ) يزيد احتمال انقطاع المخزون
ب) يتناقص احتمال انقطاع المخزون
ج) يثبت احتمال انقطاع المخزون
د) لا علاقة لمعدل أداء الخدمة بانقطاع المخزون

11. العلاقة بين المخزون الاحتياطي ونقطة الطلبية عادة:

أ) المخزون الاحتياطي أكبر من نقطة الطلبية
ب) المخزون الاحتياطي يساوي نقطة الطلبية
ج) المخزون الاحتياطي أقل من نقطة الطلبية
د) لا علاقة بين المخزون الاحتياطي ونقطة الطلبية

12. تزداد نقطة الطلبية لمادة:

أ) مع ازدياد مهلة التوريد
ب) مع انخفاض مهلة التوريد
ج) مع ازدياد مهلة التوريد أحياناً ومع انخفاضها أحياناً أخرى ومهلة التوريد
د) لا علاقة بين نقطة الطلبية

13. من شروط تطبيق صيغة Wilson لتحديد الكمية الاقتصادية:

أ) الطلب الكلي كبير ومهلة التوريد قصيرة
ب) الطلب الكلي قليل ومهلة التوريد طويلة
ج) الطلب الكلي ثابت و مهلة التوريد معدومة
د) الطلب الكلي ثابت ومهلة التوريد ثابتة وموجبة

14. نقطة الطلبية أو نقطة إعادة الطلب تساوي:

أ) المخزون الاحتياطي+ الطلب الكلي
ب) المخزون الاحتياطي+الكمية اللازمة للاستخدامك خلال التوريد
ج) المخزون الاحتياطي+طلبات الزبائن الكبيرة فقط
د) المخزون الاحتياطي+الطلبات الكبيرة+كمية الاستخدام خلال التوريد

15. في صيغة Wilson تكون الكمية الاقتصادية هي الكمية التي:

أ) التي يتساوى فيها تكلفة التخزين وتكلفة الشراء
ب) يزيد فيها تكلفة التخزين على تكلفة الشراء
ج) يزيد فيها تكلفة الشراء على تكلفة التخزين
د) ينعدم فيها تكلفة التخزين وتكلفة الشراء

16. كلما زادت المهل والارتيابات ظهرت الحاجة:

أ) لتخفيض المخزون عموماً والاحتياطي خصوصاً

ب) لزيادة المخزون عموماً والاحتياطي خصوصاً

ج) لتخفيض المخزون عموماً وزيادة الاحتياطي

د) لزيادة المخزون عموماً وتخفيض الاحتياطي

17. في نقطة الطلبية يكون:

أ) الطلب الوسطي مقدراً بالأشهر ومهلة التوريد بالأيام

ب) الطلب الوسطي مقدراً بالأيام ومهلة التوريد بالأشهر

ج) الطلب الوسطي مقدراً بالأشهر ومهلة التوريد بالأشهر

د) الطلب الوسطي ومهلة التوريد مقدرين بنفس الزمن مهما كان

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

السؤال (1) أهمية ودور المخزون.

1. ما هي أهمية المخزون في الشركة؟
2. ما الأدوار التي يمكن للمخزون أن يقوم بها؟
3. لماذا تسعى الشركات الحديثة إلى هدف المخزون الصفري.

{مدة الإجابة: 40 دقيقة. الدرجات من 100: 35. (توجيه للإجابة: الفقرة 1-)

السؤال (2) طريقة التحليل و التصنيف ABC.

1. لماذا يتم تصنيف السلع المخزنة وفق طريقة ABC؟
2. وفق أي قاعدة يتم هذا التصنيف؟

{مدة الإجابة: 25 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 3-)}

السؤال (3) النماذج البسيطة لإدارة المخزون.

1. ماهو السؤال الذي تجيب عنه نقطة الطلبية وكيف يتم حسابها؟

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 5-)}

في الوقت المناسب

1. مدلول (في الوقت المناسب) في إدارة الإنتاج

مفهوم شائع الاستخدام يشير إلى وقوع الحدث في وقت ليس مبكراً وليس متأخراً. في الاستخدام اليومي، أن نحدد أننا وصلنا في الوقت المناسب (لاستقلال قطار مثلاً) يعني غالباً أننا لم نصل متأخرين. بالنسبة لإدارة الإنتاج، في الوقت المناسب يعني بالأحرى أننا لا ننتج بشكل مبكر. وبشكل أدق، يترجم الإنتاج المبكر بتشكيل مخزون، له تبريراته التي سبق ذكرها. بينما أن ننتج في الوقت المناسب يعني تطوير مجموعة من طرائق الإدارة التي تسمح فيما تسمح بتلافي هذه الحالة التخزينية.

لتبرير وتكوين هذه الطرائق، من الضروري العودة إلى دور المخزون، هناك نقطتان أساسيتان تذكر عادة لتبرير وجود المخزون عبر كل مراحل العملية الإنتاجية أولها استقلالية مراحل التصنيع ووجود حالات ارتياب أو عدم تأكد. يسمح امتلاك مخزون من المركبات الداخلية للمنتج بعدم الخضوع للاختلالات التي يمكن أن تؤثر على منبع العملية الإنتاجية، تولد هذه الاختلالات حالة من عدم الانتظام في التموين.

تصفية الاختلالات لإلغاء فائدة المخزون

إن تصفية المخزون يقتضي إذاً إلغاء مسببات هذه الارتياب. بطريقة مخططة يمكننا القول بأن فلسفة "في الوقت المناسب" تعتمد على وضع مجموعة من الطرائق والاجرائيات التي تؤدي إلى الاختفاء الطبيعي للاختلالات على طول العملية الإنتاجية، ترفد هذه المساعي حوافز مرتبطة بالبحث عن تنافسية متزايدة. بالتالي فان "في الوقت المناسب" هي طريقة لإعادة تصور إدارة الإنتاج عبر التشكيك بكل المخططات التقليدية (توصف بالغربية بالنسبة لفلسفة "في الوقت المناسب" ذات الأصل الشرقي والياباني خاصة).

2. فلسفة وأهداف "في الوقت المناسب"

1.2. المؤسسة مركز هدر

تخفيض الكلفة الثابتة: استندت التطورات الصناعية في البلدان الغربية خاصة على مبادئ التايلورية، متمحورة حول مفهوم تقسيم العمل كوسيلة لزيادة الإنتاجية في الصناعات ذات الإنتاج الكثيف (كصناعة السيارات)، كان الإنتاج معتمداً على تصنيع مادة واحدة (أو عدد مخفض جداً من المواد) بكميات كبيرة، لذلك توجب وجود عملية تكرارية وشحنات ضخمة من الإنتاج.

تنبثق هنا ضرورة تقسيم العمل، فبدلاً من تكليف عامل ما بتصنيع السيارة من الألف إلى الياء، مما يتطلب كفاءات مضاعفة، وتجهيزات منوعة ويؤدي إلى أوقات ضائعة كبيرة، يقوم كل عامل بالتخصص في انجاز مجموعة جزئية محددة من المهام. من هنا نشأت سلسلة الإنتاج، حيث يتم صنع كل وحدة من المادة المعنية بشكل تدريجي وذلك مروراً على خط إنتاج (غالباً دون توقف على مختلف مواقع العمل)، يعيد كل عامل نفس الحركات ويمتلك بذلك مهارة وخبرة كبيرة (مرادف للسرعة) في مجاله الضيق.

ضمن اقتصاد يفوق فيه الطلب العرض، من غير المجدي تنويع الإنتاج، ويكفي لإرضاء الزبون تصنيع مواد قياسية. إن المشكلة الأساسية للإداري هي الترشيد الأعظمي للكمية المنتجة عبر الترشيد الأصغري للتكاليف المتغيرة (وبالتالي الأوقات العملياتية). التكاليف الثابتة مهملة نسبياً لأنها تمثل جزءاً ضئيلاً من التكاليف الكلية.

في هذا الإطار تظهر التايلورية كحل عقلاني. مع ذلك فحين يتوازن العرض والطلب، فان المستهلك يصبح متشدداً في طلباته، لابد من تنويع الإنتاج لتلبية شتى أجزاء السوق. إن إنشاء خط إنتاج يكلف غالياً، كما أن للمنتجات المصنعة عدداً كبيراً من الخواص المشتركة. من الضروري إذاً تصور إنتاج لعدة مواد على سلسلة واحدة مع ترتيبات مادية بسيطة عند إجراء تغيير شحنة (تغيير بعض المركبات أو المواد الأولية، مواءمة الآلات). إن تكاليف هذه التغييرات مستقلة عن الشحنات المنتجة، من هنا كانت أهمية تصنيع شحنات ضخمة وتخفيض التكاليف المتغيرة للتقليل من فداحة التكلفة الثابتة (في المنظور التقليدي).

على صعيد آخر، فيما يتعلق بحالة الارتياب في سير العملية الإنتاجية، من الطبيعي تشكيل مخزون للتخفيف من آثار الاختلالات الداخلة في كل الانتاجات (تأخير في الاستلام، الأعطال، الغياب، مشاكل الجودة). يعتمد الإجراء الاعتيادي على افتراض وجود اختلالات خارجية والبحث عن المخزون ألأصغري الذي يتناسب مع هذه الاختلالات، أي يلغي آثارها.

لا يتعارض طرح "في الوقت المناسب" مع هذا الإجراء لكنه مختلف عنه تماماً. إذ أن انجاز الربحية الإنتاجية يمكن أن يتم خصوصاً على التكاليف الثابتة (أوقات تغيير الشحنة مثلاً)، نظراً للتقدم المحقق أصلاً في مجال التكاليف المتغيرة. من جهة أخرى فان تشكيل مخزون يلغي آثار الارتياب، لكن يتوجب مجابهة أسباب الارتيابات والاختلالات.

بنظرة أكثر شمولية لمشكلات الإنتاج، تسعى "في الوقت المناسب" لتحديد المراحل الضرورية من عملية التصنيع وإلغاء ما تبقى. حيث أن المراحل الوحيدة التي لا يمكننا إلغاءها هي تلك التي تولد القيمة المضافة للمواد المنتجة. أما الباقي فيعد هدراً. "في الوقت المناسب" هي نوع من المطاردة الدائمة للهدر داخل المؤسسة.

2.2. مصادر الهدر وأهداف "في الوقت المناسب

هدف الهدر الصفري: تطرقنا للتخزين كجواب طبيعي على وجود الاختلالات مع إدراكنا لكلفة التخزين. فالتخزين يستهلك مساحات (مناطق التخزين)، ووقتاً (إدارة مخزون) وطاقة (ترحيل المواد وتدفئة المخازن) ومالاً (زيادة الحاجة لرأس المال العامل). بالعكس فان المخزون لا يولد أي قيمة مضافة وليس ضرورياً في العملية الإنتاجية. يقود هذا الاستنتاج إلى التساؤل عن مصدر الارتيابات التي تجعل من المخزون حلاً اعتيادياً.

إن وضع إدارة "في الوقت المناسب" ترتكز بداية على المرور دورياً على كل مسببات اللافعالية الصناعية وتعريف أهداف الإدارة بدلالة سلسلة من الأصفار. تبعاً للمصادر والمؤسسات فان عدد الأصفار يختلف وسنقتصر هنا على تلك التي تبدو مهمة.

ليست هذه الأهداف مستقلة ويمكننا أن نعتبر أن المخزون الصفري نتيجة لباقي الأهداف. حيث أن وجود المخزون لامبرر له طالما تمت تصفية اختلالات العملية الإنتاجية. يمكن تجميع هذه الاختلالات في ثلاثة شرائح:

- ✓ أعطال التجهيزات، الغياب.
- ✓ نقص أو عدم انتظام جودة المنتجات.
- ✓ تأخر الاستلام/ عدم مطابقة المواد الأولية أو المركبات المرسلة من قبل المزودين للمواصفات.

الأهداف الصفرية:

1. المخزون الصفري
2. المهلة الصفرية
3. النقل الصفري
4. العطل الصفري
5. الخلل الصفري
6. الخلاف الصفري

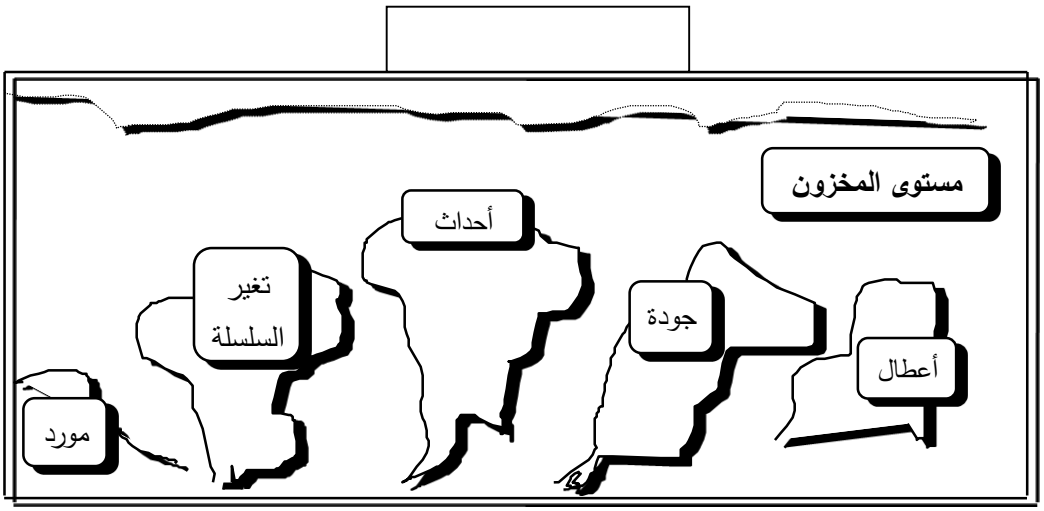
بدرجة مخففة، يقتضي زمن تغيير السلسلة الإنتاجية مرحلة تخزين مع ترشيد الإنتاج وفق كميات الشحنة. إن ضرورة تحديد مسارات ضخمة للمركبات أو للمجموعات الجزئية تزيد من احتمال الأعطال أو مشكلات النقل وبالتالي فهذا يشكل مصدراً للارتياب على تموين خط الإنتاج. إضافة إلى أن تخفيض عدد المسارات يدفع إلى التخزين وتنفيذ الانتقالات وفق كميات كبيرة.

3.2. مبدأ أرخميدس

إن التوضيح الياباني للرابطة بين مستوى المخزونات يستند إلى مبدأ أرخميدس. (كما في الشكل 1) إن الأنواع الخمسة للمسألة ممثلة بحجارة ضمن خزان مائي ويرمز لمستوى المخزون بمستوى الماء. حين يكون مستوى المخزون عالياً بما فيه الكفاية، لا تظهر المشكلات وبالتالي لا يمكن حلها، إذ ليس هناك ما يدفع لتطوير العملية. على العكس، حين تحل مشكلة تزاح حجرة مما يؤدي إلى تخفيض مستوى المخزون. هذا التصور المبسط يسمح بتعريف أهداف إدارة الإنتاج. مع ذلك فان الصيغة المبسطة تحت شكل أصفار تصبح خطرة إذا اتخذت بحرفيتها.

مهما تكن الاحتياطات المتخذة لايمكن تصفية كل الارتيابات. المثال الأهم في هذا المجال هو حالة Renault et Citroen الذين توجب عليهما وضع عمال الإنتاج في حالة عطالة تقنية لمدة عدة أيام (عام 1990) نتيجة إضراب سائقي الحافلات الطويلة الإسبان. إذ منع هؤلاء مرور العربات الناقلة عند الحدود ولم تتمكن وحدات

الإنتاج من التزوّد بحاجاتها خلال عدة أيام. إن عدم وجود مخزون في هذه الحالة ذو خطر كبير وهذا ما يؤكد أن العشوائية موجودة دوماً، وبالتالي فان المخزون الصفري يجب تفسيره كرغبة بتخفيض المخزون عن طريق مجابهة أسباب تشكيل هذا المخزون.



الشكل [10–2] تشبيه أثر المخزون بأثر دافعة أرخميدس

4.2. المهلة الصفرية

تخفيض أزمنة تغيير السلسلة: هذا يعني أنه بإمكاننا تغيير الإنتاج بشكل آني دون أن تسبب تغيرات السلسلة أي مشكلة. تتمثل الفائدة في هذه الحالة بالقدرة على إنتاج شحنات صغيرة حسب الرغبة، مما يدعو إلى إخفاء مفهوم شحنة الإنتاج. لنفرض أن الشحنة (الكمية) الاقتصادية للإنتاج تعادل 100 وحدة، فان المرور على موقع عمل يتم بالطريقة التالية، حين تمر المركبة الأولى على الموقع، تكون 99 وحدة في حالة انتظار ثم 98 وحدة ... الخ وعلى المخرج تتكرر الظاهرة مع تراكم من 1 إلى 100.

من الواضح أنه حين تنقص حجم الشحنات، فكمية المخزون الوسطية تنقص أيضاً. وبالتالي فان انخفاض زمن تغيير السلسلة يسمح بتخفيض حجم الشحنة ويؤدي إلى انخفاض كبير في كلفة التخزين. يمكن تشبيه زمن تغيير السلسلة بكلفة الإقلاع (أو تكلفة الطلبية) في نموذج wilson، يتناسب الحجم الأمثل للشحنات مع الجذر التربيعي لهذه الكلفة. بالتالي فان إجرائية دورية لتخفيض هذه المهل تؤدي الى انخفاض في المستوى الوسطي للمخزون من خلال تخفيض الحجم الأمثل للشحنات. تسمى الطريقة المتبعة للوصول إلى هذه التخفيضات SMED.

SMED: تعني Single Minute Exchange Die (تصفية دقيقة التغيير الواحدة) وتترجم فعلياً بتغير السلسلة بدقيقة. وهي طريقة ترتكز على هدف تخفيض زمن مواءمة موقع عمل مع إنتاج سلسلة مختلفة. وتلك النقطة هي الشغل الشاغل لكل شركة تسعى للإنتاج "في الوقت المناسب". باعتبار أوامر الإقلاع بالتصنيع المتجهة من

المصب إلى المنبع، فان زمن "العودة" أي مهلة الإنتاج، تتأثر مباشرة بأزمنة تغيير الشحنة.

إن حجر الأساس في هذه الطريقة هو التمييز بين العمليات الداخلية والعمليات الخارجية. نسمي عملية داخلية (خارجية) كل عملية لا يمكن انجازها إلا حين تكون الآلة متوقفة (يمكن انجازها خلال التشغيل). هذان النوعان من العمليات يشار إليهما بالرمز IED (Input Exchange Die) و OED (Output Exchange Die). هنا أيضاً ترتكز طريقة SMED على استنتاجات بسيطة أولها يعتمد على ملاحظة أنه يمكن تخفيض زمن تغيير السلسلة الإنتاجية إذا استطعنا تحويل عمليات داخلية IED إلى عمليات خارجية OED. ويتعلق الثاني بالتعييرات المختلفة للآلة عند كل تغيير للسلسلة. ليست هذه التعييرات أساسية بالضرورة ويمكن في كثير من الأحوال إلغاؤها بتعديل بسيط للتجهيزات. أخيراً فان مواءمة آلة ما على إنتاج سلسلة مختلفة تشمل عموماً تغيير بعض القطع. إن الزمن المكرس لهذا التغيير مرتبط غالباً بنوع التثبيت المستخدم، وهو البزال (البرغي). لذلك يعد تحسين نظام التثبيت والشد نقطة هامة في الحصول على تخفيض لزمن التغيير.

5.2. النقل الصفري

توزيع عقلاني للمشاغل: لابد من التطرق لمسألة توزيع المشاغل. إن فترة إنتاج مادة ما هي مجموع ثلاث فترات تمثل التخزين، المرور على الآلات والنقل بين مواقع العمل. إن تحليلنا السابق يشير إلى أن فترة المرور على الآلات وحدها هي المنتجة لقيمة مضافة. بالتالي يتوجب تخفيض زمن النقل (والموارد المخصصة لذلك). يترجم هذا الهدف مباشرة بملاحظة منطقية، يجب توضع مواقع العمل الممثلة لمرحلتين متتاليتين من العملية الإنتاجية أحدهم بجانب الآخر.

تقدم هذه التراتيب فوائد شتى، فبالإضافة إلى تخفيض زمن (وبالتالي كلفة) النقل، نستطيع تجنب التخزين وتشكيل شحنات بين العمليات المختلفة وتسهيل حركة الجولان. إضافة إلى أن فترة التصنيع ستنخفض مع تسريع حركة القطع. يؤدي هذا الإجراء عملياً إلى تحويل معمل أو مشغل إلى عدة خطوط إنتاجية مستقلة نسبياً. هذا النوع من التوزيع هو نقيض التوزيع المرتكز على تجميع الآلات وفق نوع النشاط (توزيع ناتج عن منطق التخصص).

يمكن تصور عدة حلول للوصول إلى الهدف المشار إليه وذلك تبعاً لنوع الإنتاج. لنفترض مثلاً مؤسسة تنتج منتجاً P وفق نماذج ثلاثة:P1، P2 ،P3. يضم كل نموذج ثلاث قطع Ai، Bi، Ci من أجل i = 3.2.1 القطع من كل نوع. يتم التوزيع الوظيفي بتشكيل ثلاثة مشاغل A، B، C بحيث يصنع كل مشغل نوعاً معيناً من القطع. لتخفيض تكاليف النقل، لابد من إعادة تنظيم التوزيعات بحيث يتم إنتاج كل نموذج بشكل كامل في مشغل واحد، مما يسمح بالربط بين العمليات Ai، Bi، Ci التي تقود إلى إنتاج Pi.

لكن من الواضح أن إعادة التنظيم هذه تقتضي تأثيرات على مستوى التموين وربما على مستوى الترحيل. في التوزيع الأولي، تصل المواد الأولية أو المركبات جميعها إلى المشغل A وتخرج المنتجات النهائية جميعها من المشغل C وفق التوزيع حسب نموذج المنتج، يتوجب تطبيق لامركزية التموينات كي يتسلم كل مشغل حصته من المواد الأولية، يمكن طرح نفس المشكلة على مستوى ترحيلات المنتجات النهائية. بالمحصلة، ينتج التوزيع الأمثل

من توفيق بين مختلف شرائح التكاليف، وبذلك لا تكون مركبة الكلفة الخاصة بتكلفة النقل هي المركبة الأساسية، وعلى كل حال فليست كافية لوحدها لتوجيه اختيار التوزيع الأمثل للمشاغل.

6.2. العطل الصفري

صيانة وقائية وطاقات إنتاجية فائضة: يفترض مفهوم العطل الصفري طرحاً وقائياً لصيانة المواد. حين تصنع المادة على خط إنتاج، فأثر العطل المتعلق بالآلة تراكمي إذ تتوقف كل العملية الإنتاجية (عند انعدام المخزون). تعد هذه النقطة المتعلقة بالتجهيزات أحد الأهداف الأصعب تحقيقاً، نظراً لصعوبة توقع هذه الأعطال. نشير فقط إلى أن العناية بالتجهيزات ودراسة وثوقيتها (تحديد التاريخ الأمثل لتبديلها) تسهم في تخفيض معدل الأعطال.

العنصر الثاني الذي يمكنه تسهيل إيجاد حل جزئي لهذه المشكلة هو وجود فائض في الطاقة الإنتاجية. إذ أنه خارج إطار الحالة المثالية (غير الواقعية) والتي يتم فيها استخدام المعدات والأشخاص بنسبة 100%، يركز إجراء "في الوقت المناسب" على الاقتصار على إنتاج (في موقع عمل ما) ما يطلب من موقع العمل التالي مباشرة وبالتالي لابد من وجود فترات ينخفض فيها معدل الاستخدام وتسمح بذلك بحل المشكلات المرتبطة بظهور عطل ما. عدا عن أن الطاقة الإنتاجية الفائضة ليست بالضرورة حلاً أفضل من تشكيل مخزون، وبالتالي يتوجب حل مشكلة وثوقية التجهيزات على مستوى المورد (الذي يتوجب عليه التسليم وفق العطل الصفري).

من الواضح، ضمن هذه الشروط، أن هذا الهدف يقود إلى تفضيل معيار خيار الاستثمار (بخصوص امتلاك آلات) المستند إلى وثوقية المعدات (ربما أكثر من السعر). بمعنى آخر يترجم هذا حذراً كبيراً من المخاطرة لأنه يعتمد على تفضيل نظامية الأداء.

7.2. الخلل الصفري

التسليم دون خلل أو الإنتاج دون خلل: يشمل الخلل الصفري عدة أهداف ويفرض عدة قيود، فالإنتاج دون خلل هدف تقني لكنه هدف متعلق بإدارة الموارد البشرية أيضاً. من جهة أخرى، يجب التمييز بين مفهومين مختلفين بالرغم من ترجمتهما بنفس الطريقة بالنسبة للزبون وهما: التسليم دون خلل والإنتاج دون خلل. فالمفهوم الثاني يؤدي حتماً إلى المفهوم الأول لكنهما غير متكافئين.

إذ يفترض تسليم منتجات ذات جودة عالية القدرة على إيقاف المنتجات غير المطابقة للمواصفات قبل خروجها من المؤسسة.

من هنا كانت ضرورة وضع إجرائية ضبط ومراقبة صارمة للمنتجات النهائية، تطبق على كل وحدة منتجة. من الواضح أنه من أجل الانتاجات الكتلية (الغزيرة)، تكون تكاليف هذه الاجرائيات عالية وتمر عملية رفع الجودة عبر تقوية المراقبة.

على هذا المستوى، لا تركز مبادئ "في الوقت المناسب" على كشف المنتجات غير المطابقة ولكن على تلافيها

(أو تخفيضها بشكل كبير)، ننتقل من التسليم دون خلل إلى الإنتاج دون خلل. إن ضبط ومراقبة المنتجات النهائية لا يغيران من جودتها، وبالتالي فان خللاً تم كشفه في نهاية العملية الإنتاجية يمكن أن يكون مرده إلى عملية منجزة في بداية الإنتاج بذلك ترتفع الكلفة نظراً لضرورة إعادة تمرير المنتج على كامل الخط. من الطبيعي تبيان أن الكشف المباشر لمشكلات الجودة مصدر لتوفير مالي هام (تخفيض الهدر). لكن هذا يقتضي إهمال المبدأ التايلوري المتعلق بفصل التنفيذ عن الضبط والمراقبة واللجوء بدل ذلك إلى تفويض العمال بمسؤولية مراقبة جودة إنتاجهم.

المراقبة الذاتية والمراقبة الإحصائية للإجرائية: ثمة احتمالات مختلفة هنا، فضبط ومراقبة القطع يمكن انجازها عند مدخل موقع العمل، اذ يراقب كل عامل جودة العمل المنجز في الموقع السابق. كذلك يمكن إجراء المراقبة عند مخرج الموقع حيث يراقب العامل حسن تنفيذ المهام التي أنهاها بنفسه. يظهر هذان الاحتمالان صعوبة وضع هذه الإجراءات. إذ تتطلب تغييراً في العقلية لأن هذا الطرح لمفهوم المراقبة يحتاج تحفيزاً كبيراً للعاملين.

يمكن تعميم هذه الملاحظة على كامل مفهوم "في الوقت المناسب"، إذ يمثل ذلك طرحاً مبنياً في الأساس على مشاركة مجموع العاملين المعنيين في حل المشكلات. يفترض هذا التصور أن سياسة "السبق" (أي توقيف الإنتاج حال استنتاج مشكلة تتعلق بالجودة وإشراك كل العاملين في حلها قبل معاودة الإنتاج) أقل كلفة من الاضطرار من إعادة تصنيع المنتج غير المطابق للمواصفات.

أما الطرح الثاني للضبط والمراقبة (المتمم للمراقبة الذاتية) فهو الضبط الإحصائي للإجرائية. يلزم استخدام متغيرات إحصائية مميزة لتوزيع احتمالي (توقع رياضي، وانحراف معياري خاصة) لتقييم قدرة إجرائية التصنيع (أي قدرتها على إنتاج قطع تناسب النواظم المعرفة سابقاً). الفكرة الأساسية بسيطة. نفترض وجود سببين "للاجودة"، سبب يمكن تعيينه ناجم عن تراجع الحالة الفنية للإجراء وسبب عشوائي. يهدف الضبط الإحصائي إلى إزالة النوع الأول وذلك بالمراقبة الدورية لعينات من الإنتاج.

لنفترض تصنيع قطع تتميز بشكل أساسي "بالقطر" D، من أجل اعتبار القطعة صحيحة يتوجب كون القطر لقطعة ضمن مجال (Do− ə, Do+ ə) حيث D متغير عشوائي ذي توقع رياضي Do وانحراف معياري قدره σ(D). نراقب دورياً عينات D1,.... Dn يكون من أجلها الوسطي *D والانحراف المعياري (D) s إن وجود تراجع فني في إجراء التصنيع يترجم بابتعاد الوسطيات المتتابعة للعينات عن Do. إذا كانت هذه هي الحالة فسنقول أن الإجراء غير خاضع للضبط والمراقبة. وبالتالي يتوجب إيقاف الإنتاج وتطبيق التعديلات الضرورية. حين يكون سبب الاختلافات قد أصبح فقط عشوائياً (D* ≅ Do) يصبح تحسين الجودة ممكناً عبر تخفيض الانحراف المعياري، في الواقع حين ينخفض الانحراف المعياري تزداد النسبة المئوية للقطع الواقعة ضمن المجال المقبول. تكمن الفائدة الأساسية لهذه الطريقة في توضيح احتمال "انزياح" (زيادة أو نقص منتظم للوسطي) للإجرائية، يمكن إذا" من مبدأ وقائي تعيير الآلة وإعادة وضع الإنتاج تحت المراقبة.

8.2. الخلاف الصفري

تأسيس روابط شراكة مع الموردين: وهو هدف مرتبط بالهدف السابق لأنه يعنى كذلك بجودة الإنتاج. تطرقنا إلى مشكلة وثوقية التجهيزات في إطار حديثنا عن العطل الصفري، لكن هذا الأمر غير خاضع للمراقبة المباشرة للمؤسسة. بنفس الطريقة، يعد الموردون للمواد الأولية والمركبات عناصر خارجية بالنسبة للمؤسسة ولا يمكن مراقبتهم وضبطهم مباشرة. هناك نوعان من الارتياب فيما يتعلق بالموردين: الأول يتعلق بمهل التسليم التي يمكن أن تكون متغيرة، مما يبدو غير متوافق مع الإنتاج" في الوقت المناسب". يمكننا التوجه لعدة موردين (إذا أمكن) لمواجهة هذا الأمر و/أو تشكيل مخزون احتياطي (مخزون أمان). أما المصدر الثاني للارتياب فيتعلق بجودة المواد المستلمة.

هنا أيضاً من الطبيعي إجراء ضبط ومراقبة لاستلام المواد الأولية ورفض الاستلامات غير المطابقة للنواظم القياسية. حين يتوفر للمؤسسة إمكانية التزوّد لدى عدة موردين، فان وجود حالة التنافس يدفع الموردين إلى تسليم منتجات ذات جودة عالية. تختلف مبادئ "في الوقت المناسب" في هذا الصدد. فالتوجه إلى عدة موردين يؤدي إلى هدر في الموارد (تكاليف إدارية لاسيما إدارة التموين)، كذلك يواجه المورد ارتياباً يتعلق باستمرارية وديمومة العلاقات مع الزبون. وبالتالي يجب التطرق إلى العلاقات بين المورد والزبون في إطار شراكة. يجب انتقاء عدد محدود وثابت من الموردين وتوقيع عقود طويلة الأجل.

من مصلحة كلا الشريكين تطوير هذا المسعى. إذ تتجلى فائدة المورد في تأمين أكيد لجزء من رقم مبيعاته مما يحقق له ثبات الخطة الإنتاجية. وتتمثل مصلحة الزبون في إمكانية مطالبته بجودة مثالية لتمويته، مما يسهل له إلغاء المراقبة على الاستلامات وفرض شروطه فيما يخص تواتر التسليم (عندها يتم التسليم "في الوقت المناسب"). يختار الزبون، إن أمكنه ذلك، موردين قريبين جغرافياً لتخفيض تكاليف النقل والحد من الارتياب المتعلق بمهلة الطريق.

3. منظومة البطاقات KANBAN

منظومة البطاقات KANBAN هي منظومة ضبط ومراقبة تسمح بالتشغيل الأمثل لمنظومة انتاج المؤسسة اليابانية TOYOTA وهي في ذات الوقت منظومة ذات وظيفة خاصة مميزة.

يشير البروفسور الياباني OHNO في كتابه" منظومة إنتاج TOYOTA" إلى ضرورة التمييز بين منظومة إنتاج TOYOTA التصنيعية وبين منظومة البطاقات KANBAN كوسيلة تطبيقية. وبالتالي يتوجب عدم مطابقة المنظومتين.

1.3. ابتكار منظومة البطاقات KANBAN

يسعى البروفسور OHNO خلال فترة إدارته لأحد مصانع مؤسسة TOYOTA إلى إيجاد منظومة ضبط مشابهة لمنظومة اللوائح المستخدمة في شبكة الخطوط الحديدية اليابانية والقائمة على المبدأ التالي: عند مرور قطار على سكة ذات اتجاه وحيد تعطى لوحة خاصة مثقبة لسائق القطار عند كل موقف ويعطيها بدوره إلى مسؤول المحطة الذي يضعها على حاجز التوجه بحيث يفتح الطريق أمام القطار. كذلك يسلم مسؤول المحطة اللوحة الخاصة بالموقف التالي بحيث لايمكن تواجد أكثر من قطار واحد في نفس الوقت على كل من هذه المواقف. تشبه وظيفة ال KANBAN في كل دقائقها وظيفة لوائح التوجه في شبكة الخطوط الحديدية هذه.

2.3. تطوير منظومة عتبة الطلبية ومنظومة الإنتاج

العلاقة بين عتبة الطلبية والمخزون

بهدف التحكم بإنتاج متكرر أحدثت منظومة ضبط وتحكم تدعى منظومة عتبة الطلبية (SC). لنمعن النظر في الجدول (آ) حيث:

1. (a) هي الكمية المستهلكة يومياً.
2. (P) هي مهلة إنتاج القطع الواجب تزويدها (مقدرة بالأيام).
3. (X) هي كمية المخزون الأدنى.
4. (Q) هي حجم دفعة تصنيع القطع الواجب تزويدها.

عتبة الطلبية أي اللحظة التي يتوجب عندها تمرير طلبية (مع معرفة الكمية المطلوبة)، تعطى بالصيغة التالية:

$$SC = (a) * P + X$$

لنختبر كلاً من عناصر الصيغة السابقة:

1- الكمية المستهلكة يومياً (a): ويتم تحديدها تبعاً للوجهة التي يتبعها الطلب، وهو على الأقل الشرط الواجب التقيد به عند تطبيق التسوية (التحويل إلى سوية واحدة).

مهلة إنتاج القطع الواجب تزويدها (P) (مقدرة بالأيام).

تشمل هذه المهلة إضافة إلى مهلة تصنيع القطع نفسها، أزمنة التخزين والنقل. في حالة القطع المزودة من قبل مصانع بعيدة تعد أزمنة النقل عاملاً هاماً.

من جانب آخر تغدو الشروط التي يجري فيها التصنيع هامة جداً. فمثلاً:

- هل الدفعة التصنيعية كبيرة أم صغيرة؟
- ماهي أهمية التخزين بين العمليات؟ ماهي درجة التزامن؟

- ماحجم الدفعة المنقولة بين العمليات؟ هل نطبق منظومة النقل قطعة قطعة؟
- ماهي مهلة النقل؟

المخزون الأدنى (X)

وتمثل مخزون الأمان في حال وجود اختلالات في الإنتاج، فمثلاً:

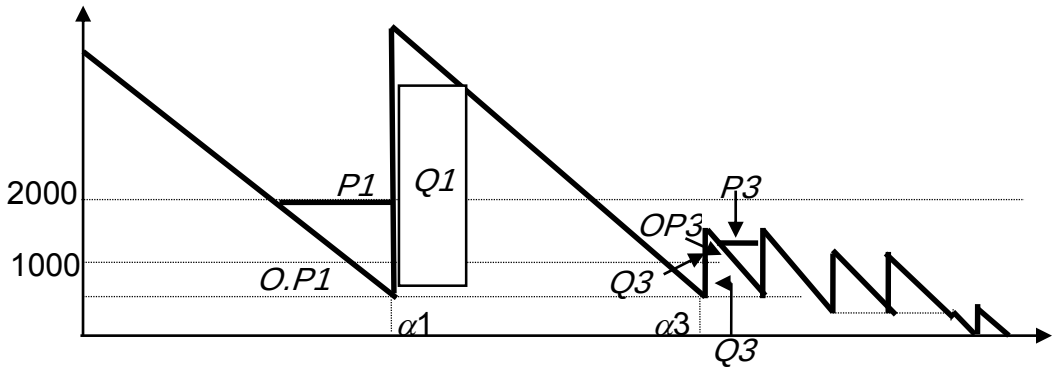
- تغير عدد القطع المستهلكة، حين يتدنى الاستهلاك لا يعود لهذا المخزون ضرورة أما إذا ازداد الاستهلاك فيعمل هذا المخزون الأدنى كصمام أمان ويحول دون عوز القطع.
- في حال وجود صعوبات إنتاجية لدى الموردين ناجمة عن تغيب العمال، عطل في الآلة، وجود منتجات غير مطابقة للمواصفات، يعمل هذا المخزون كصمام أمان لتغطية تأخير التسليم.

حجم دفعة تصنيع القطع الواجب تزويدها (Q):

وتتبع بشكل أساسي فترة الزمن اللازمة لتغيير المعدات. في حال كون تغيير المعدات سريعاً، يمكن اتباع الدفعات الصغيرة. في حال التصنيع وفق دفعات كبيرة، فإن طلبيات القطع ستكون أقل تواتراً. بينما يزداد عدد الطلبيات إذا كانت الدفعات صغيرة.

لحجم الدفعة أثر كبير على أهمية المخزون. من وجهة نظر أخرى، فتبعاً للعلاقة الضرورية: حجم الدفعة Q ≤ عتبة الطلبية، يمكن اختزال ما أمكن من حجم دفعة القطع الواجب تزويدها Q عبر تخفيض مهلة الإنتاج P ومن خلال تخفيض ماأمكن من حجم المخزون الأعظمي X.

نظراً لتغير حجم دفعة القطع الواجب تزويدها، تتغير مهلة الإنتاج. لكن أزمنة النقل والتخزين بين العمليات لاتتبع بالضرورة معدل تخفيض حجم الدفعة.



الشكل [10-3] عتبة الطلبية و حجم المخزون الأعظمي

لنفترض أن سعة كل علبة هي 50 قطعة، لنشرح الفروقات التي تعطي مختلف "عتبات الطلبية"، حجم المخزون الأعظمي وعدد العلب، والعلاقة الرابطة بين هذه العناصر الثلاثة (الشكل (1) والجدول(آ)).

في المرحلة الأولى

في الحالة التي تتم فيها إدارة الإنتاج بوساطة منظومة شائعة. في هذه الحالة العلاقة هي التالية:

(i) .....عتبة الطلبية.....2000 قطعة

(ii).....حجم المخزون الأعظمي.....5500 قطعة

(iii).....عدد العلب.....110 وحدات

في المرحلة الثانية

أدخلنا درجة معينة من التزامن بين العمليات مقارنة بالمرحلة الأولى، بحيث تمكن اختزال مهلة الإنتاج P وأصبحت 12 يوماً. تصبح العلاقة إذاً:

(i) .....عتبة الطلبية.....1700 قطعة

(ii).....حجم المخزون الأعظمي.....5500 قطعة

(iii).....عدد العلب.....110 وحدات

في هذه الحالة كما نرى تتدنى فقط عتبة الطلبية بينما لا يتغير حجم المخزون الأعظمي وعدد العلب بالنسبة للمرحلة الأولى.

تطور طريقة نقطة الطلبية									
المرحلة	تغير طريقة الإنتاج	الاستهلاك اليومي (a)	مهلة التصنيع (P)	(P)* (a)	مخزون أصغري α	نقطة الطلبية (a)*P +α	عدد القطع في كل دفعة إنتاجية (Q)	المخزون الأعظمي Q + α	عدد العلب (n) 50 قطعة للعلبة
1	الطريقة الاعتيادية	100	15	1500	500	2000	5000	5500	110
2	تحسين التخزين بين	100	12	120	500	1700	5000	5500	110

	الإجرائيات، تخفيض أزمنة الإنتاج (تزامن)							
3	تحسين تغييرات المعدات، تخفيض الدفعات الإنتاجية (مع تخفيض زمن الإنتاج)	100	6	600	500	1100	1100	1500	30
4	تحسين مخزون الدفعة، تخفيض أزمنة الإنتاج (المرور قطعة قطعة)	100	3	300	500	800	1000	1500	30
5	تحكم أفضل بعدم ثبوتية الإنتاج، تخفيض المخزون الأدنى	100	3	300	200	500	1000	1200	24

6	تحسين متقدم بتغييرات المعدات، تخفيض إضافي للدفعات	100	2	200	200	200	400	400	600	12
7	تصفية المخزون الأدنى (مخزون صفري)	100	1	100	0	100	200	200	200	4

الجدول [10–3] تطور طريقة نقطة الطلبية

ملاحظة:

1. بطريقة يسهل وفقها تمثل التغيير، يفترض الاستهلاك اليومي لكل مرحلة ثابتاً ويساوي 100 قطعة.
2. نتيجة انخفاض حجوم دفعات الإنتاج، يتوجب تغير أزمنة الإنتاج. أما أزمنة الترحيل وأزمنة التخزين بين الإجراءات فلا تنخفض بالضرورة بنفس النسب. وبالتالي فالأرقام المذكورة مأخوذة عن حالة حقيقية.
3. يفترض أن سعة العلب 50 قطعة.

المرحلة الثالثة

عند هذا الحد تم تقليص حجم دفعة القطع إلى الخمس (1/5) اعتماداً على التحسين المنجز على تسريع تغيير المعدات. وهكذا يصبح الإنتاج وفق دفعات إنتاجية صغيرة ممكناً وتم اختزال مهلة إنتاج القطع.

(i) .....عتبة الطلبية.....1100 قطعة

(ii).....حجم المخزون الأعظمي.....1500 قطعة

(iii).....عدد العلب.....30 وحدة

كما أشرنا، فقد سمح التحسين المنجز على صعيد تغيير المعدات بتقليص حجم الدفعات مما يؤدي إلى تخفيض كبير لحجم المخزون. كذلك انخفضت عتبة الطلبية لكن بدرجة أقل.

المرحلة الرابعة

تحسين في توزيع أدوات الإنتاج، اتباع طريقة الإنتاج قطعة قطعة وتخفيض المخزون بسبب حجم الدفعات. بما أنه تم اختزال مهلة الإنتاج نتيجة لهذه الأسباب فقد انخفضت عتبة الطلبية بشكل كبير.

(i) .....عتبة الطلبية.....800 قطعة

(ii).....حجم المخزون الأعظمي.....1500 قطعة

(iii).....عدد العلب.....24 وحدة

وهكذا انخفضت عتبة الطلبية لكن حجم المخزون الأعظمي لم يتغير.

المرحلة الخامسة

إن عدم انتظام الإنتاج أي عدم انتظام عناصر الإنتاج كتغيب العمال وأعطال الآلات وتغير الطلب تقتضي وجود مخزون أدنى. بعد اختبار هذه الحالة تم التسليم بأنه مامن داع لهذا المخزون الأدنى الهام نسبياً. وبالتالي يجب تخفيضه إلى أصغر كمية مطلوبة. بينما بقي حجم الدفعة مساوياً لماكان عليه في المرحلة الرابعة.

(i) .....عتبة الطلبية..... 500 قطعة

(ii).....حجم المخزون الأعظمي.....1200 قطعة

(iii).....عدد العلب.....24 وحدة

يترجم ماسبق بتخفيض محدود لحجم المخزون الأعظمي وبتخفيض لعتبة الطلبية مساو لانخفاض المخزون الأدنى.

المرحلة السادسة

سمحت عدة تحسينات على صعيد تغييرات المعدات بتخفيض كبير للزمن اللازم لهذه التبديلات للمعدات وبالتالي تخفيض حجم الدفعات. وهذا سمح بدوره بتخفيض كبير لحجم المخزون الأعظمي.

كذلك تبعاً للإنتاج وفق دفعات صغيرة تم اختزال مهلة الإنتاج وتخفيض عتبة الطلبية بشكل خفيف.

(i) .....عتبة الطلبية.....400 قطعة

(ii).....حجم المخزون الأعظمي.....600 قطعة

(iii).....عدد العلب.....12 وحدة

وهكذا استطعنا تخفيض حجم الدفعة لكن لم يكن بالإمكان إعطائه قيمة أدنى من قيمة عتبة الطلبية.

المرحلة السابعة

تم إلغاء المخزون الأدنى (X) تماماً وبهدف حل مسألة عدم انتظام الإنتاج، تقرر إيقاف خط التصنيع والآلات لاتخاذ إجراءات تصحيحية لتلافي تجدد ظهور هذه الصعوبات. أدى هذا الأمر إلى إنقاص عدد مرات أعطال الآلات وعدد المنتجات غير المطابقة للمواصفات بشكل كبير. بتخفيض عتبة الطلبيات انخفض حجم الدفعات مرة أخرى.

(i) .....عتبة الطلبية.....100 قطعة

(ii).....حجم المخزون الأعظمي.....200 قطعة

(iii).....عدد العلب.....4 وحدات

من الضروري أن يكون حجم دفعة القطع الواجب تزويدها أكبر من قيمة عتبة الطلبية. لكن إذا أنقصنا حجم الدفعة سيتم اختزال مهلة إنتاج هذه القطع، مما سينقص حتماً عتبة الطلبية وهكذا دواليك. هناك إذاً ترابط بين هذه العناصر.

باختصار:

- ✓ تسمح التحسينات على صعيد تغييرات المعدات بتخفيض حجم الدفعات
- ✓ يؤدي ذلك إلى اختزال مهلة الإنتاج
- ✓ مما يقود إلى تخفيض عتبة الطلبية
- ✓ ويسمح بتخفيض إضافي لحجم الدفعة.

إن العامل الأول في تحديد هذا التطوير التسلسلي هو التحسين على مستوى تغيير المعدات.

كذلك يسمح تخفيض المخزون الأدنى بتخفيض حجم دفعة القطع الواجب تزويدها ويساهم أيضاً بشكل كبير في تخفيض حجم المخزون.

مع ذلك يمكن للإنتاج وفق دفعات صغيرة أن يسبب مشكلات ناجمة عن زيادة عدد الدورانات للنقل، لذا يتوجب من أجل هذه النقطة تحديداً تصور تحسينات في توزيع المصانع.

بصفة عامة، ثمة توجه سائد نحو الاعتقاد بأن تخفيض مهلة إنتاج القطع الواجب تزويدها يمكننا من تخفيض عدد المخزون الأعظمي. بينما يتضح في الواقع أن مهلة التصنيع القصيرة ذات تأثير مباشر على انخفاض حجم المخزون الأعظمي.

مع هذا فإن مهلة الإنتاج هامة لتعريف الحد الأدنى لحجم الدفعة. بالوصول إلى هذا الحد الأدنى لحجم الدفعة يمكن لحجم المخزون الأعظمي بطريقة غير مباشرة أن يصل بدوره إلى حده الأدنى.

يلزم إذاً التذكر بشكل واضح بأن ثمة فعلين اثنين يؤثران مباشرة على تخفيض حجم المخزون الأعظمي:

- تحسين تغييرات المعدات الذي يسمح بتخفيض حجم الدفعات.
- تخفيض المخزون الأدنى المقدر سابقاً لتغطية عدم انتظام الإنتاج.

3.3. تأثير تغيرات الاستهلاك

بهدف تسهيل إدراك الظواهر السابقة فرضنا أن الكمية المستهلكة يومياً ثابتة. لكن قيمة هذا الاستهلاك تتغير في الواقع. يتوجب إذاً دراسة الحالتين التاليتين:

أ) التغيرات خلال الفترة التي تسبق الإقلاع بالطلبية (عتبة الطلبية)

في حالة ازدياد الاستهلاك: سيتم الوصول إلى عتبة الطلبية بأبكر من المتوقع له. لذلك إذا استمرت الزيادة فإن الفترة الفاصلة بين عتبة الطلبية الحالية وعتبة الطلبية التالية ستكون أقصر.

المخزون الأدنى X يقوم إذاً بدور صمام الأمان، وبالتالي فقيمة هذا المخزون X ذات تأثير معين لكن بصفة عامة يمكن لزيادة على الاستهلاك بقدر 30% تقريباً أن تغطى بزيادة تواتر الطلبيات إلا أنه من أجل الاستجابة لزيادة الطلب خلال هذه الفترة، سيتحتم زيادة الطاقة الإنتاجية عبر ساعات العمل الإضافية أو أي وسيلة أخرى.

في حالة انخفاض الاستهلاك: سيتم الوصول إلى عتبة الطلبية بوقت أكثر تأخيراً من المتوقع له. لذلك إذا استمر الانخفاض فإن الفترة الفاصلة بين عتبة الطلبية الحالية والعتبة التالية ستطول. كذلك ستطول فترة التخزين وبما أن المخزون سيكون في ازدياد فدور المخزون الأدنى X كصمام أمان لا يعود له أي معنى.

في حالة كهذه يمكن للطاقة الإنتاجية أن تكون فائضة عن الحاجة وبالتالي يصبح تشغيل اليد العاملة الموجودة مشكلة حقيقية.

ب) التغيرات الطارئة بعد الإقلاع بالطلبية

عموماً لا تعد المشكلات الظاهرة خلال فترة الإقلاع بالطلبية (عتبة الإقلاع) مشكلات خطيرة. لكن ما إن يتم الإقلاع بالطلبية حتى تكون نتائج تغيرات الاستهلاك كبيرة وهامة.

في حالة ازدياد الاستهلاك: يجري التغير بعد تمرير الطلبية، إذا أمكن تسبيق مهلة الإنتاج فليس ثمة أي مشكلة، لكن حين تكون مهلة الإنتاج هي المهلة الاعتيادية أو مهلة أطول منها فهناك احتمال كبير لظهور مشكلات مضاعفة النتائج.

مثلاً حين يكون المخزون الأدنى X كبيراً، يمكنه لعب دور صمام الأمان وامتصاص تغير الطلب، لكن كما أشرنا سابقاً فإن زيادة هذا المخزون الأدنى يؤدي إلى زيادة المخزون العام مما يسبب وجود هدر كبير.

مع ذلك ففي الحالة التي تكون فيها عتبة الطلبية منخفضة، فإن الزمن الذي تظهر خلاله زيادة الاستهلاك قصير جداً بحيث يتوفر لدينا مرونة أكبر للاستجابة لهذه الزيادة في الطلب ويصبح من السهل نسبياً تخفيف النتائج. في هذا الصدد يشكل تخفيض مهلة الإنتاج حلاً فعالاً جداً في حالة تقلبات الطلب.

في حالة انخفاض الاستهلاك: في هذه الحالة تطول فترة التخزين لكن مع اختزال مهلة الإنتاج لن يكون هناك خسائر هامة. كما ذكرنا سابقاً حين نسعى لتخفيض حجم المخزون الأعظمي يتوجب تخفيض.

- ✓ حجم دفعة القطع الواجب تزويدها Q
- ✓ المخزون الأدنى X

فيما يتعلق بالمخزون الأدنى من المناسب اتخاذ الإجراءات التالية:

- ✓ الحيلولة دون انخفاض الطاقة التموينية الناتجة عن تغيب اليد العاملة مثلاً أو أعطال الآلات
- ✓ الحيلولة دون انخفاض الطاقة التموينية الناتجة عن وجود منتجات غير مطابقة للمواصفات.

هناك حل آخر: عند انخفاض الطاقة التموينية للمورد يجب إيقاف خط إنتاج الزبون وتطبيق إجراءات لدى المورد من شأنها أن تمنع تكرار وقوع هذه العوامل المسببة لعدم الانتظام.

يتوجب إذاً اتخاذ إجرائين اثنين، أحدهما يتعلق بالمورد والآخر بالزبون.

من أجل الوصول إلى تخفيض حجم دفعة القطع الواجب تزويدها يلزم تبني الإجراءات التالية:

- ✓ تطبيق منظومة SMED التي تسمح باختزال الزمن اللازم لتغيير المعدات وبالتالي بالإنتاج وفق دفعات صغيرة.
- ✓ اتباع مبدأ الإنتاج وفق دفعات صغيرة، مقاربة الحجوم التكليفية، التزامن بين الوحدات الإنتاجية ومنظومة القطعة قطعة، يمكن لمهلة الإنتاج أن تختزل بشكل كبير مما يؤدي إلى تخفيض عتبة الطلبية وتخفيض جديد لحجم الدفعات التي تصل إلى حدها الأدنى.

من الضروري إذاً إنجاز تحسينات على مستوى تغييرات المعدات. وإلا فإن مشكلات من نوع "الانخفاض الحاد لمعامل استخدام الآلات" و"تأخير التسليم" يمكن أن تظهر فجأة. على هذا الصعيد يبرز حل تطبيق منظومة SMED كحل أساسي للوصول بأقل تكلفة إلى إنتاج دون مخزون.

لا تعدو منظومة إنتاج TOYOTA كونها تطبيقاً لمنظومة عتبة الطلبية، ومن أجل الوصول إلى تشغيل بأقل مخزون ممكن يتوجب إجراء ماأمكن من التحسينات على كل من عوامل الإنتاج، كما هي الحال في المرحلة 7. إضافة إلى ذلك وبهدف الإبقاء على حسن تشغيل هذه المنظومة الإنتاجية، من المناسب تطبيق وسيلة لإجراء الطلبية بشكل منظور كمنظومة KANBAN.

4.3. منظومة مراكز التسوق الضخمة ومنظومة KANBAN

استوحت منظومة KANBAN بعضاً من خصائصها من منظومة مراكز التسوق الضخمة، لنحدد إذاً مميزات هذه المنظومة الأخيرة:

1. يمكن للمستهلكين اختيار الحاجيات التي يرغبون بها مباشرة كما يمكنهم شراء مايفضلون باستقلالية مطلقة.
2. بما أن المشترين يجلبون الحاجيات بأنفسهم إلى صندوق الدفع، فإن حجم أعمال تحريك البضائع داخل المحل ينخفض إلى أدنى حد.
3. بما أن أساس المنظومة مبني على الإقتصار على تزويد مايباع فقط من الحاجيات، ينخفض المخزون غير المفيد بشكل كبير، على خلاف التموين وفق مبدأ التوقعات.
4. تسمح النقطتان 2 و3 بتخفيض سعر البضائع وزيادة المبيعات مما يؤدي في المحصلة إلى مضاعفة الأرباح.

تشكل النقطة الثالثة الجزء الرئيسي من المنظومة الذي اعتمدته منظومة KANBAN. لقد قيل بأنه "لا يتوجب تزويد سوى الحاجيات التي تباع" ولكن يمكن أن نكون على ثقة تامة بأن "ما يباع اليوم سيباع حتماً غداً؟". لذلك لابد من وضع التعريف التالي: تتمتع الحاجيات التي تباع اليوم بشعبية واسعة، وبالتالي فإن احتمالات بيعها كبيرة. من هنا كان من المناسب ألا ننتج سوى حاجيات مهيئة للبيع وبالتالي اتباع الهدف المتمثل بربط الإنتاج بالطلبيات، بحيث يصبح ممكناً تصفية مخزون المنتجات.

هناك طريقة أفضل تقوم على القيام بعرض المنتج على الزبائن المحتملين والحصول على أوامر طلبيات مبكرة والاقتصار على بيع الكمية المطلوبة. لكن اتباع هذا الأسلوب الأخير للحصول على أوامر طلبيات أمر مكلف لذلك تم الإجماع على اعتماد حل بديل مكافئ لصيغة مراكز التسوق الضخمة يقوم هذا الحل على ارتكاز الطلبية على تجديد المنتج المباع.

لقد انطلقنا من مقدرة هذا الطرح على إيجاد حل لمشكلة العلاقة: (مهلة التسليم D / مهلة الإنتاج P).

لأن الاقتصار على تزويد الحاجيات التي يشتريها المستهلكون مقابل لعملية العودة إلى المراحل الإنتاجية السابقة، مما يخلق نوعاً من التداخل التام للعمليات من المصب إلى المنبع. من الطبيعي إذاً السعي إلى تطبيق منظومة الإنتاج وفق الطلبية.

يسمح هذا المنحى من التفكير بإدراك أفضل لمنظومة إنتاج TOYOTA لنأخذ مثلاً إنتاج نموذج CELICA لوكان بالإمكان إيجاد زبائن يقبلون بمهلة طويلة بين لحظة تمريرهم للطلبية ولحظة تسلمهم لسيارتهم لكان بالطبع حلاً مثالياً. لكن في كل بلدان العالم يطلب الناس دائماً مهلة قصيرة. لذلك كان من الضروري تصور حل آخر، أو طريقة عملية تسمى "طلبية استبدال المنتج المباع" مشابهة لصيغة مراكز التسوق الضخمة.

4. KANBAN ومنظومة KANBAN

يمثل الشكل (ب) KANBAN المستخدم في منظومة إنتاج TOYOTA. وظائفه مطابقة تماماً لوظائف "بطاقات ثلاث" نستخدمها في منظومة اعتيادية لإدارة الإنتاج.

نميز نوعين من KANBAN

أ- KANBAN إنتاج: ويعادل بطاقة التعريف وبطاقة التعليمات الخاصة بالعملية.

ب- KANBAN ترحيل: ويقابل بطاقة التعريف وبطاقة النقل.

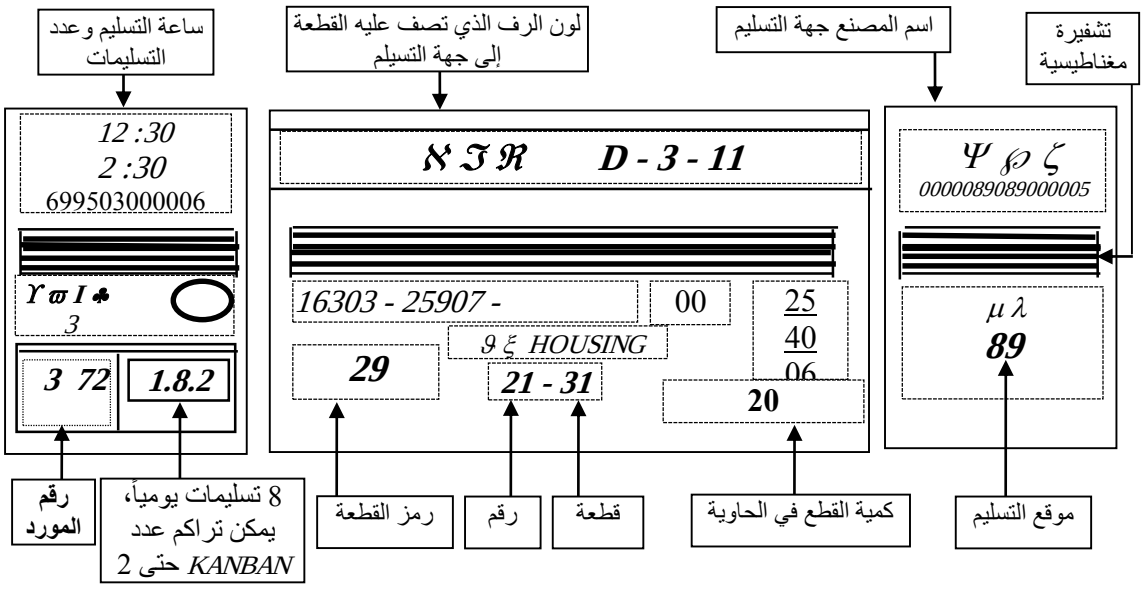
1.4. وظيفة KANBAN

بما أن إنتاج السيارات إنتاج تكراري، فهناك خصوصيات هي التالية:

- ✓ يمكن استخدام KANBAN لعدة مرات
- ✓ بتحديد عدد KANBAN يمكننا تحديد عدد القطع في تدفق المنتجات وتصفية الهدر الناجم عن الإنتاج الفائض وإبقاء المخزون في حد أدنى.

يمكن اعتبار هذه النقاط مميزات منظومة KANBAN نفسها.

لدى معاينة KANBAN نفسه يتبين لنا أنه يؤدي نفس وظيفة بطاقة التعليمات المتعلقة بالعملية. في حالة الإنتاج الواحدي (قطعة واحدة) التي لاتعود إنتاجاً تكرارياً يمكن أن يؤدي هذه الوظيفة ويشير فقط إلى التعليمات الخاصة بالعملية والنقل. لكن بما أنه إنتاج واحدي يتوجب سحب KANBAN من موقع العمل بمجرد انتهاء الإنتاج.



الشكل [10-4-آ] نموذج بطاقة KANBAN من أجل مورد للقطع

2.4. عدد بطاقات KANBAN

كيف يمكننا تحديد عدد بطاقات KANBAN؟ يشكل هذا السؤال المحور الأساس في تطبيق منظومة KANBAN. في حالة تنفيذ منظومة عتبة الطلبية فإن عدد بطاقات KANBAN يقابل عدد العلب. يمكن حساب هذا العدد بالطريقة التالية:

عدد بطاقات KANBAN = "N" = حجم المخزون الأعظمي (X +Q) / عدد القطع المتوضعة على علبة (n)

مع ذلك ففي منظومة إنتاج TOYOTA لاتعد طريقة حساب "N" العامل الأكثر أهمية بينما يرتكز الأساس على التساؤل التالي: "كيف يمكن تحسين منظومة الإنتاج لتحديد عدد "N" أصغري؟

الجواب هو الآتي:

- بالتخفيض ماأمكن من الزمن اللازم لتغيير المعدات، وبالإنتاج وفق دفعات صغيرة جداً للوصول ب (Q) إلى حد أدنى.
- بالإختزال ماأمكن من مهلة الإنتاج.
- بتصفية المخزون الأدنى (X) الذي نبقي عليه عادة للوقاية من عدم انتظام الإنتاج.

يتوجب إذاً تخفيض عتبة الطلبية (SC) والوصول أيضاً ب (Q) إلى أدنى حد ممكن. ثم يمكننا تخفيض القيمة المطلقة ل (Q) عبر تخفيض الزمن اللازم لتغيير المعدات وبالتالي سيصل عدد بطاقات KANBAN إلى حده الأدنى وهذا هو الموضوع الأهم.

على هذا الصعيد يتوجب إدراك واستيعاب تطور منظومة عتبة الطلبية مع مراحلها التحسينية المتتابعة السبعة. إذ تقتضي عتبة طلبية منخفضة بالضرورة إيصال حجم الدفعة (Q) إلى أدنى حد لها، نظراً لتبعية العتبة نفسها لمهلة الإنتاج (P). كذلك يلزم أخذ العلاقة: مهلة التسليم (D) / مهلة الإنتاج (P) بعين الاعتبار.

- مهلة التسليم (D) (وهي الفترة بين لحظة تمرير الطلبية والتسليم): ماعدد القطع المطلوبة وماالزمن اللازم لإنجاز تجميع كل منها؟
- مهلة الإنتاج (P).

1. الزمن اللازم لتمرير "KANBAN الترحيل" للعملية السابقة.
2. الزمن المنقضي حتى بدء الإنتاج، بعد استبدال KANBAN ب KANBAN إنتاج.
3. الزمن اللازم لإنتاج دفعة من القطع الواجب تزويدها.
4. زمن تخزين الدفعة المزمع تصنيعها.
5. زمن انتقال المنتج المصنع إلى خط التجميع.

يشكل مجموع هذه الأزمنة مهلة الإنتاج.

حين ينفذ الإنتاج وفق دفعات صغيرة، يشغل انتقال KANBAN وانتقال المنتجات الجزء الأكبر من هذا الزمن بالنسبة لزمن التصنيع نفسه. من هنا كانت ضرورة تطبيق بعض الإجراءات لاسيما إذا كان التصنيع ينجز خارج المؤسسة. من وجهة النظر هذه تتمتع TOYOTA MOTOR بمزية كبيرة باعتبار أن مصانع موردیها ومصانعها الخاصة متمركزة جميعاً حول مدينة TOYOTA CITY.

بغض الظر عن حساب (N) يسمح الزمن المخفض لتغيير المعدات بالإستجابة سريعاً لتغيرات الطلب بينما تسمح مهلة الإنتاج القصيرة جداً بالحصول على معلومات دقيقة حول هذه التغييرات وبشكل سهل بحيث يمكن تخفيض عدد بطاقات KANBAN.

لتحديد عدد بطاقات KANBAN، من المناسب أيضاً أخذ النقاط التالية بعين الإعتبار:

- عدد المنتجات في كل علبة.
- عدد الدفعات تبعاً لمسافات الانتقالات.
- معرفة طبيعة النقل: هل هو مستقل خاص أم أنه يخدم نشاطات أخرى مختلفة؟.

3.4. كيفية جولان بطاقات KANBAN

الهدف الأساس لمنظومة إنتاج TOYOTA هو الوصول إلى إنتاج يتبع الطلبيات لإبقاء المخزون عند حد أدنى. لذلك تم اتباع منظومة "إنتاج القطع حسب الطلبية" والمترجم عملياً بأن يسحب موقع العمل التالي منتجات من موقع العمل السابق.

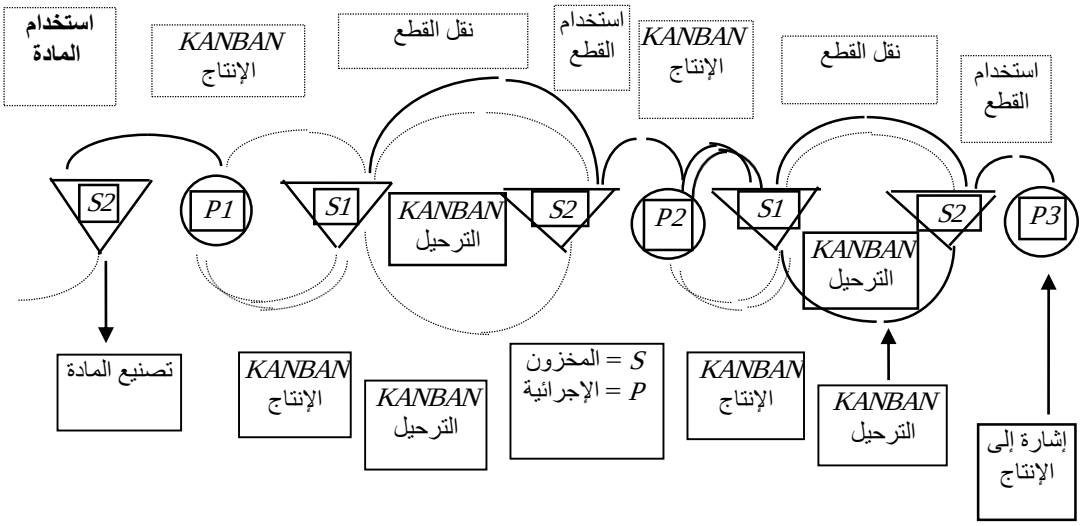
لذلك كانت مسيرة بطاقة KANBAN ضمن الإجرائية بالطريقة التي يمثلها الشكل (ج):

1. في اللحظة التي نبدأ فيها باستخدام القطع المتوضعة بالقرب من خط التجميع، نرفع KANBAN الترحيل ونضعه في علبة KANBAN.
2. يأخذ العامل KANBAN الترحيل معه ويذهب للبحث عن قطع من الإجرائية السابقة. هنا يرفع KANBAN الإنتاج من العلبة الحاوية للقطع ويضعها في علبة KANBAN ثم يضع KANBAN الترحيل الخاص به على العلبة التي يدفعها حتى خط التجميع.
3. يقوم KANBAN الإنتاج المرفوع من العلبة بالنسبة للإجراء السابق بدور بطاقة تشير إلى العمليات المنفذة. وهكذا يبدأ العامل القائم على هذا الإجراء بالتنفيذ على المنتج غير المنتهي ثم العمليات المشار إليها على KANBAN على آخر موقع عمل من الإجراء السابق.

وبذلك نكون قد رفعنا KANBAN إنتاج من موقعي عمل سابقين ووضعنا KANBAN ترحيل على العلبة. بالمرور تتابعياً على بقية عمليات الإجراء السابق وبتبديل بطاقات KANBAN الترحيل ببطاقات KANBAN الإنتاج يمكننا تحديد نوع من الاستجابة التتابعية.

اعتماداً على هذه الطريقة إذا أحدث تعديل للبرنامج أشير إليه على خط التجميع فقط تنقل هذه الإشارة للإجراءات السابقة باتجاه المنبع بطريقة آلية سهلة ودقيقة.

يمكننا القول كذلك أنه في حالة وجود تغيرات للطلب تبعاً للطلبيات يكفي تبليغ التعليمات المتعلقة بهذا التغيير إلى الإجراء النهائي حتى تنقل بوضوح وسهولة للإجراءات الأخرى باتجاه المنبع مما يسمح بتبسيط العمل الإداري اليومي.



الشكل [10-4-ب] كيفية جولان بطاقة KANBAN

بالمقابل حين نعطي تعليمات العمل لكل إجراء ثمة احتمال لتشكل مخزونات لافائدة لها عند تأخر الطلبيات أو الإنتاج الاستباقي وهو ماتمنعه منظومة KANBAN.

بمأن أهداف منظومة إنتاج TOYOTA لا تقتصر على إبقاء مخزون أدنى من المنتجات النهائية بل كذلك على إبقاء مخزون أدنى بين العمليات، كان لابد من تنفيذ الإنتاج وفق دفعات صغيرة وإجراء عدة تسليمات وعدة انتقالات كل يوم. من هنا كانت:

- ضرورة تنفيذ التسليم اليومي على عدة مرات.
- الإشارة الصريحة والواضحة لجهة التسليم إذ لايمكن إجراء التسليم أولاً في مخزن ما ثم نقله حتى خط التجميع.
- اختزال المساحة المخصصة للتسليمات بحيث لايمكنها استيعاب مخزونات فائضة.

بتعبير آخر، تعطى التعليمات المفصلة المتعلقة بساعة ومكان التسليم تماماً كما كانت تعطيها بطاقات التعليمات المتعلقة بعمليات وقطع النقل المستخدمة في الطرق التقليدية لإدارة الإنتاج.

من الضروري إدراك مايلي: تسمح تنقلات KANBAN بتنظيم تنقلات المنتجات أما عدد بطاقات KANBAN

فيسمح بتنظيم كمية القطع ضمن التدفقات. وبالتالي فمن الطبيعي أن نجد لزاماً أن تتنقل KANBAN مع المنتجات.

كذلك يمكننا الآن فهم السبب الكامن وراء أهمية عدد بطاقات KANBAN المتجولة. في حالة تصنيع عدة نماذج من القطع المتنوعة فهذه الأخيرة يجب أن تصنع في الحالة الأكثر تيكيراً بعد ترحيل KANBAN وهذا إجراء كبير الأهمية إذا إردنا الإبقاء على المخزون في المستوى الأدنى.

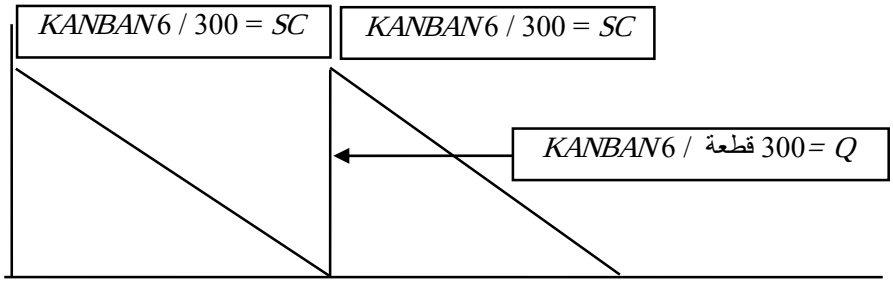
في حالة التي يتجول فيها KANBAN نحو الإجراء الأسبق باتجاه المنبع، فنظراً للعلاقة القائمة بين عتية الطلبية وحجم دفعة القطع الواجب تزويدها، هناك حالتان:

1. تتطابق عتبة الطلبية وحجم دفعة القطع الواجب تصنيعها. عندها لدى وضع KANBAN في حالة الجولان فنحن مسبقاً عند عتبة الطلبية، وعلى الإنتاج أن ينفذ مباشرة. في منظومة إنتاج TOYOTA تحديداً حيث تمت تصفية المخزون الأدنى X يجب تنفيذ الإنتاج دون تأخير وإلا كان ثمة احتمال وجود انقطاع ونقص في المنتجات على مستوى خط التجميع.
2. إن حجم دفعة القطع الواجب تزويدها أكبر من عتبة الطلبية. نفترض مثلاً أن سعة العلبة هي 50 قطعة وأن عتبة الطلبية هي 300 قطعة، أي 6 بطاقات KANBAN وأن حجم دفعة القطع هو 400 قطعة، أي 8 بطاقات KANBAN.

في هذه الحالة:

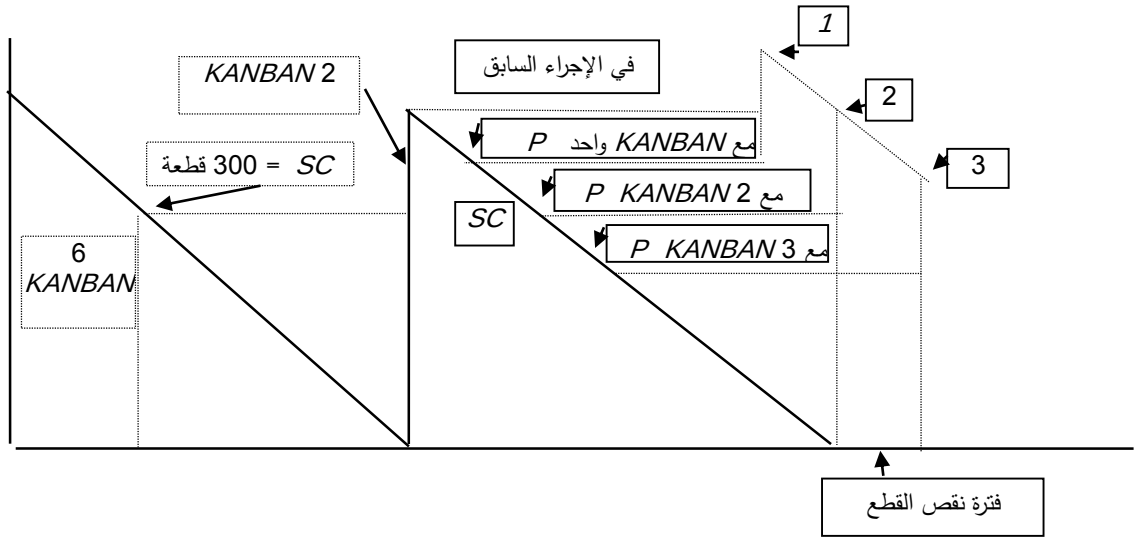
- ✓ إذا تواجدت بطاقة KANBAN واحدة في الإجراء الأسبق (باتجاه المنبع)، عندئذ يتواجد في الإجراء التالي (باتجاه المصب): 8 KANBAN – 1 = 7 KANBAN، أي 50 * 7 = 350 قطعة، وهذا أكبر من عتبة الطلبية (300) للإجراء التالي (باتجاه المصب). وبالتالي ليس من الضروري البدء بالإنتاج مباشرة في الإجراء السابق (باتجاه المنبع).
- ✓ إذا كانت هناك بطاقتا KANBAN في الإجراء السابق (باتجاه المنبع)، إذاً لدينا: 8 – 2 = 6 بطاقات KANBAN، وبالتالي 50 * 6 = 300 قطعة في الإجراء التالي (باتجاه المصب) وهذا يقابل تماماً عتبة الطلبية. يتوجب إذاً البدء فوراً بالإنتاج.
- ✓ إذا كانت هناك ثلاث بطاقات KANBAN في الإجراء السابق، لدينا إذاً 8 – 3 = 5 بطاقات KANBAN وبالتالي 50 * 5 = 250 قطعة في الإجراء التالي (باتجاه المصب)، أي أقل قطعاً من عتبة الطلبية. إن التنفيذ الطبيعي للإنتاج يؤدي إلى تأخير واحتمال نقص في القطع على خط التجميع، يتوجب إذاً تصور إجراءات خاصة على مستوى الإنتاج.

1. عتبة الطلبية وحجم دفعة القطع الواجب تزويدها متطابقان (سعة العلبة = 50 قطعة).



الشكل [10–4–ج] المخزون بدلالة بطاقات KANBAN في حالة تساوي عتبة الطلبية و حجم الدفعة

2. حجم دفعة القطع الواجب تزويدها أكبر من عتبة الطلبية (سعة العلبة = 50 قطعة)



الشكل [10–4–د] المخزون بدلالة بطاقات KANBAN في حالة حجم الدفعة أكبر من عتبة الطلبية

1. حين يكون هناك KANBAN واحد في الإجراء السابق (باتجاه المنبع)، إذا كان حجم الدفعة Q = 800 قطعة، يتبقى بعد الإنتاج KANBAN واحد آخر على خط التجميع ويزداد العدد الكلي للقطع في التدفق. إذا كان الإنتاج ينفذ على 50 قطعة أي KANBAN واحد فليس هناك أي تغيير.

2. حين يكون هناك KANBAN 2 في الإجراء السابق، وإذا كان حجم دفعة القطع الواجب تزويدها يساوي Q = 800 قطعة، فإن هذه الدفعة ستصل في الوقت المناسب حين ينتهي المخزون على خط التجميع.

3. حين يكون هناك KANBAN 3 في الإجراء السابق وإذا كان حجم الدفعة Q = 800 قطعة منتجة وفق

المهلة الإنتاجية الاعتيادية = P، فسيتكون لدينا نقص في القطع على خط التجميع.

4. إذا أردنا أن نطبق فعلاً منظومة KANBAN، فمن المهم جداً اتخاذ العلاقة القائمة بين عتبة الطلبية (SC) وحجم دفعة القطع الواجب تزويدها (Q) بعين الاعتبار.

عند تطبيق منظومة KANBAN، يمكننا مباشرة معرفة عتبة الطلبية في الإجراء التالي (باتجاه المصب) من خلال عدد بطاقات KANBAN المتراكمة في الإجراء السابق (باتجاه المنبع). من هنا نستطيع تحديد اللحظة المناسبة لبدء إقلاع الإنتاج.

من المناسب إذاً الإشارة بوضوح إلى عدد بطاقات KANBAN المسموح بتراكمها على الإجراء السابق.

في صورة الKANBAN تبدو الإشارة 1.8.2 التي تعني: خلال يوم واحد، 8 تسليمات وإمكانية الحصول على KANBAN 2 متراكمة على الإجراء السابق. من اللازم أعطاء مثل هذه الإشارات بشكل واضح.

إذا كان حجم دفعة القطع الواجب تزويدها (Q) أكبر من عتبة الطلبية (SC) فهذا يعني:

- أن منظومة SMED لم تطبق بعد، مما يضطرنا إلى قضاء وقت أطول على تغيير المعدات. وهكذا يتحتم علينا أن يكون حجم الدفعات كبيراً.
- أن احتمال وقوع تأخير أو أي عامل آخر يؤجي إلى عدم الانتظام كبير، بسبب نقل القطع من لدن الموردين.

هذا توضيح لأهمية الزمن اللازم لتغيير المعدات ولوظيفة الضمان ضد عوامل عدم انتظام الإنتاج التي يقوم بها المخزون الأدنى المتبع في منظومة عتبة الطلبية.

4.4. وظيفة التقريب لمنظومة KANBAN

يقال بأن منظومة KANBAN تتمتع بوظيفة تقريب محدود. لماذا؟

1. في حال عدم اضطراب حجم التكليف اليومي: في هذه الحالة يكفي تبديل نماذج السيارات خلال نفس المهل وبنفس الكميات. تبعاً لمنظومة KANBAN لا تعطى تعليمات التصنيع إلا عند خط التجميع النهائي. بعد ذلك وبفضل جولان بطاقات KANBAN تصل تعديلات التعليمات بسهولة وبشكل آلي إلى منبع الإجراء. تشكل منظومة KANBAN هنا منظومة عملية جداً لكنها تتلخص في النقل السهل والسريع للمعلومات. لن يكون لهذه المنظومة أي أثر أو معنى إذا لم تحسن بنية منظومة الإنتاج نفسها. مثلاً: من خلال تطبيق منظومة SMED والمرور قطعة قطعة، سعياً وراء تخفيض مهلة الإنتاج. من الضروري جداً إدراك أن لمنظومة KANBAN وظيفة تقريب محدودة، ضمن إطار منظومة إنتاج TOYOTA.

2. في حال اضطراب حجم التكليف: حتى وإن بقي حجم التكليف الشهري نفسه يمكن أن تكون هناك اضطرابات ذات فترات قصيرة: تسمح طريقة عتبة الطلبية بالرد بطريقة ما على هذه الاضطرابات نظراً

لتعدد نقاط الطلبية. لهذه الطريقة نفس وظيفة منظومة KANBAN، إذ يمكن الرد على اضطرابات الحجم التكليفي بزيادة تواتر جولان بطاقات KANBAN دون الاضطرار إلى تعديل عدد هذه البطاقات.

مع ذلك فحين تكون اضطرابات الحجم التكليفي جزئية، فهناك احتمال وقوع ظاهرة ازدياد المخزون. للمخزون الأدنى في المنظومة الاعتيادية لعتبة الطلبية وظيفة امتصاص لكن بما أن المخزون معدوم في منظومة KANBAN، تختفي وظيفة الامتصاص. مع ذلك فهناك منتجات نهائية تنتظر بين العمليات وإن لم تأخذ شكل المخزون الأدنى إلا أنها تقوم بدور الامتصاص.

مع هذا فحين تكون الاضطرابات التكليفية كبيرة لاتقوم القطع المنتظرة بين العمليات بوظيفة الامتصاص بشكل كاف وتصبح تسوية حجوم الإنتاج شرطاً لازماً.

إذا كان حجم التكليف الشهري أكبر مما هو متوقع أوكان الإنتاج يزداد من شهر لآخر، يتوجب اللجوء إلى الساعات الإضافية أو إلى العمال المؤقتين بهدف زيادة الطاقات وبنفس الوقت زيادة عدد بطاقات KANBAN بالمقابل إذا نقص حجم التكليف يكفي عموماً تخفيض جولان بطاقات KANBAN وليس ضرورياً تعديل عدد بطاقات KANBAN. إذا كنا في حالة طاقة إنتاجية فائضة يلزم تصور إجراءات مناسبة. من جهة أخرى، إذا كان انخفاض حجم التكليف كبيراً فمن الضروري تخفيض عدد بطاقات KANBAN.

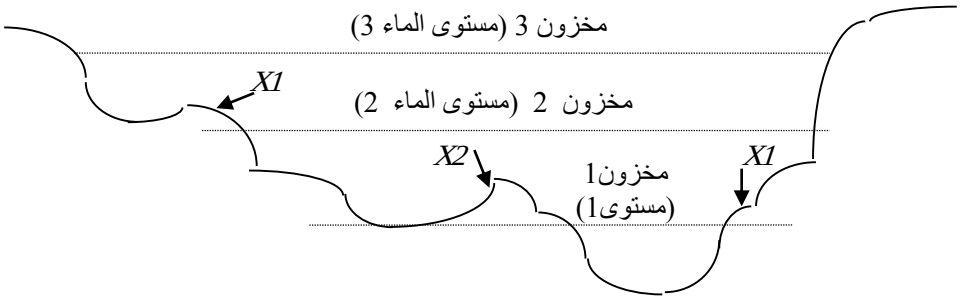
حين يكون تغير حجم التكليف محدوداً فلاضرورة لتعديل عدد بطاقات KANBAN، عملياً تتراوح هذه الحدود بين 10% و30%. مع ذلك تتغير الحالة تبعاً لطبيعة المصنع وتختلف الحلول حسب التطبيقات. من جهة أخرى، يبقى تطبيق مبدأ تسوية حجوم الإنتاج أساسياً لتلافي اضطرابات الحجم التكليفي.

5. منظومة KANBAN عامل تحسين وتطوير

يقال بأن KANBAN عامل تحسين وتطوير:

- ✓ حين يطرأ عطل على الآلة أو تظهر منتجات غير مطابقة للمواصفات، يوقف جريان بطاقات KANBAN، وبالكشف عن وجود المشكلة تسمح منظومة KANBAN بإجراء تحسينات.
- ✓ يؤدي التخفيض التدريجي لعدد بطاقات KANBAN إلى تصفية المخزون، إذ لا يعود المخزون مساهماً في امتصاص لانظامية الإنتاج، وهذا يسمح بتسليط الضوء على الإجرائيات ذات الطاقات غير الكافية أو التي ينجم عنها مشكلات ومن ثم تحديد النقاط ذات الأولوية للتحسين. يسمح التحسين وفق الأولويات للنقاط الأكثر ضعفاً بزيادة فاعلية مجمل المنظومة.

يوضح العاملان السابقان فاعلية منظومة KANBAN، والطريقة التي تنجز بها التحسينات.



الشكل [10–5] وظيفة بطاقة KANBAN التحسينية

حين نخفض مستوى التجمع المائي، أي مستوى المخزون تظهر بروزات قاع التجمع المائي على السطح، بإزالة هذه البروزات يزداد عمق التجمع. كلما انخفض مستوى الماء تظهر بروزات جديدة وبإزالتها نصل إلى قاع مستو تماماً.

النقطة الأساسية ل KANBAN هو أن انخفاض عدد بطاقات KANBAN يسمح بانخفاض المخزون. لايشكل KANBAN إلا طريقة لتخفيض المخزون. مع ذلك يتوجب معرفة أنه لايكفي الاقتصار على تخفيض عدد بطاقات KANBAN وأن النقطة الأساسية هي تحسين هيكلية الإنتاج بطريقة يمكن فيها إنجاز الإنتاج حتى مع انخفاض المخزون.

أخيراً:

فيما يتعلق بمنظومة KANBAN يتوجب إدراك النقاط التالية:

1. KANBAN ومنظومة KANBAN لا يشكلان إلا إجراءات تطبيقية والنقطة الأساسية هي التحسين الفعال لمنظومة الإنتاج.
2. يعد تحديد عدد بطاقات KANBAN عاملاً قاعدياً لتنظيم التدفقات ولتخفيض المخزون. من جهة أخرى يشكل KANBAN وسيلة لإجراء مرئي للطلبية يسمح بتنفيذ هذه الوظائف بدقة.
3. يسمح KANBAN بتبسيط العمل الإداري الاعتيادي. كذلك بتثبيت دعائم هذا التنظيم الذاتي لمشغل الإنتاج، فهو يسمح بالاستجابة لتغيرات الإنتاج بمرونة أكبر.بمأأن التعليمات لاتعطى إلا عند التجميع النهائي، فإن المعلومات تنقل بطريقة فعالة وسريعة. وتلك مزايا هامة.
4. يتوجب الانتباه إلى أن منظومة KANBAN لا تطبق إلا في المصانع ذات الإنتاج التكراري. ومع ذلك فحين يكون هذا الإنتاج التكراري غير منتظم زمنياً وبكميات متفاوتة فمن غير المؤكد أن يؤدي تطبيقه إلى نتائج جيدة.

لايطبق KANBAN على إنتاج القطع الوحيدة التي تندر عليها الطلبيات أو لا يمكن توقعها. بينما يتناسب KANBAN مع أنواع الإنتاج التي تتبع فيها القطع إجراءات متطابقة.

إذا طبق KANBAN كما هو فقط، يمكننا تطبيقه بين ليلة وضحاها. لكن يجب التنبه إلى أن مجرد الحد من عدد بطاقات KANBAN أو تخفيضه دون تنفيذ تحسينات فعالة على منظومة الإنتاج نفسها سيؤدي إلى تأخيرات في التسليم وفترات انتظار بين العمليات وبالتالي إلى خسائر كبيرة.

المراجع المستخدمة في الفصل العاشر

يوسف، عبد السلام عوض الصديق (2013) نظام الإنتاج في الوقت المحدد ودورهُ في خفض التكاليف الإنتاجية وتحقيق الجودة الشاملة. جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

Bruno Vallespir (2012). Advances in Production Management Systems: New Challenges, New Approaches.

Marc J. Schniederjans, John R. Olson (2011). Advanced Topics in Just-in-time Management

اختبارات وأسئلة الفصل العاشر

1) أسئلة صح / خطأ True/False

السؤال	صح	خطأ
1. Just In Time في الإنتاج هو الإنتاج بدون مخزون وفقط عند الحاجة	✓	
2. Just In Time في الإنتاج هو الإنتاج بشكل مبكر للتأكد من تلبية طلبيات الزبائن		✓
3. لتطبيق Just In Time بمخزون صفري لابد من تصفية مسببات الارتياب والخلل.	✓	
4. يعتمد طرح Just In Time على زيادة التكاليف الثابتة كأوقات تغيير الدفعة الإنتاجية		✓
5. Just In Time هي طريقة لإعادة تصور إدارة الإنتاج عبر التشكيك بكل المخططات التقليدية الغربية.	✓	
6. Just In Time يعتمد على الحفاظ فقط على مراحل التصنيع الضرورية التي تقدم قيمة مضافة للمنتجات وإلغاء باقي المراحل	✓	
7. الأهداف الصفرية التي يسعى لتحقيقها Just In Time هي أهداف مستقلة تماما فيما بينها.		✓
8. يمكن تجميع الاختلالات الإنتاجية بثلاث أنواع: عطل آلات وغياب عمال، نقص جودة، تأخر أو نقص جودة مواد أولية	✓	
9. لتحقيق هدف العطل الصفري للآلات وفق Just In Time لابد من تطبيق الصيانة العلاجية الإسعافية لصيانة الآلات.		✓
10. لتحقيق هدف العطل الصفري للآلات وفق Just In Time لابد من تحميل الآلات فوق طاقتها الإنتاجية.		✓
11. KANBAN تعني خط إنتاج يعمل وفق منهجية Just In Time		✓
12. يشبه اليابانيون مسألة المخزون بمبدأ أرخميدس حيث يقابل مستوى المخزون مستوى الماء وتقابل مشكلات الإنتاج الكتل في الحوض المائي	✓	
13. يسمح تخفيض زمن تغيير السلسلة الإنتاجية للانتقال من منتج أول لمنتج ثان بزيادة حجم الدفعة الإنتاجية		✓

14. يسمح تخفيض زمن تغيير السلسلة الإنتاجية للانتقال من منتج أول لمنتج ثان بتخفيض تكلفة التخزين	✓	
15. تقوم طريقة SMED على تحويل العمليات الداخلية للآلات (التي تتطلب إيقافها) إلى عمليات خارجية (لا تتطلب الإيقاف)	✓	
16. الإنتاج دون خلل يؤدي حتماً إلى تسليم دون خلل	✓	
17. في Just In Time يتم اعتماد المراقبة الذاتية للجودة	✓	
18. لتحقيق هدف الخلاف الصفري مع الموردين لابد من زيادة الموردين المتنافسين.		✓
19. تسعى KANBAN لتحقيق مخزون أدنى يجري بين المواقع الإنتاجية.	✓	
20. تتبع منهجية KANBAN منظومة الإنتاج دفعاً push system		✓
21. في Just In Time يتم اعتماد المراقبة الإحصائية للإجرائيات	✓	
22. عدد بطاقات kanban = حجم المخزون الأعظمي / عدد القطع الموجودة في كل علبة.	✓	
23. يمكن تطبيق منظومة kanban على إنتاج القطع الوحيدة التي تندر الطلبات عليها أو لا يمكن توقعها		✓
24. تخفيض عدد بطاقات kanban دون تنفيذ تحسينات على منظومة الإنتاج يؤديي إلى تأخير في التسليم	✓	
25. كلما ازداد عدد البطاقات kanban ازداد المخزون البيني بين المواقع الإنتاجية	✓	
26. الإنتاج دفعاً push system هو نفسه الإنتاج سحباً pull system		✓
27. إذا كان عدد البطاقات kanban الموجودة على حامل البطاقات كبيراً فلا يوجد طلب		✓
28. SMED طريقة ترتكز على هدف تخفيض تكلفة التخزين.		✓
29. حسب تشبيه المخزون بدافعة أرخميدس إذا كان المخزون عالياً كالماء لا تظهر المشكلات أي ما يقابل الكتل الحجرية في حوض الماء.	✓	
30. في هدف الخلاف الصفري يتم البحث عن شراكة مع المورد لربط المصلحة التبادلية فالمورّد تثبت خطته الإنتاجية من خلال التأكد من استمرار طلبيات المصنّع والمصنّع يسهل عليه إلغاء المراقبة على الاستلامات ويفرض شروط التسليم التي تناسبه.	✓	

2) أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices

1. Just in Time في الإنتاج تعني:

أ) فقط لا ننتج بشكل متأخر
ب) لا ننتج لا بشكل مبكّر ولا متأخر
ج) لا ننتج أبداً
د) لا علاقة للموضوع بالإنتاج

2. Just in Time في علاقته بالمخزون:

أ) لا يسمح بوجود مخزون
ب) يدعو لوجود مخزون كبير
ج) يدعو إلى مخزون متوسّط
د) لا علاقة للموضوع بالمخزون

3. Just in Time وعلاقتها بارتيابات العملية الإنتاجية:

أ) يسلّم بوجودها و يأخذها بعين الاعتبار
ب) يدعو إلى إلغاء مسبباتها
ج) لا يرى أي وجود للارتيابات أصلاً
د) لا علاقة له بالارتيابات

4. تقر Just in Time بأن المخزون:

أ) ضرورة لا بد منها
ب) يولّد قيمة مضافة
ج) مصدر للربحية والعائدية
د) مركز هدر و يخفي المشكلات

5. الأهداف الصفرية في Just in Time:

أ) أهداف ستة وهي مستقلة فيما بينها
ب) أهداف ستة وهي غير مستقلة
ج) أهداف ثلاثة وهي مستقلة فيما بينها
د) أهداف ثلاثة وهي غير مستقلة

6. يمكن تشبيه مستوى المخزون بمبدأ أرخميدس حيث:

أ) مستوى الماء يقابل مستوى الأعطال
ب) مستوى الماء يقابل مستوى غياب العاملين
ج) مستوى الماء يقابل مستوى المخزون
د) مستوى الماء يقابل مستوى تأخر ورود المواد

7. طريقة SMED أو تصفية دقيقة التغيير الواحدة تقوم على:

أ) تحويل العمليات الخارجية للآلة إلى داخلية
ب) تحويل العمليات الخارجية للآلة إلى داخلية
ج) إلغاء العمليات الداخلية والخارجية للآلة
د) إلغاء العمليات الداخلية للآلة فقط

8. انخفاض زمن تغيير السلسلة الإنتاجية يسمح:

أ) بتخفيض حجم الدفعة وتخفيض تكلفة التخزين
ب) بتخفيض حجم الدفعة وزيادة تكلفة التخزين
ج) بزيادة حجم الدفعة وتخفيض تكلفة التخزين
د) بزيادة حجم الدفعة وزيادة تكلفة التخزين

9. اختيار التوزيع الأمثل للآلات:

أ) يخفض أزمنة التشغيل
ب) يخفض أزمنة الصيانة
ج) يخفض أزمنة النقل
د) يخفض أزمنة التوزيع للزبائن

10. في Just in Time يتم صيانة الآلات وفق منهجية الصيانة:

أ) العلاجية الإسعافية
ب) الوقائية
ج) لمرة واحدة فقط عند الشراء
د) لا علاقة للموضوع بصيانة الآلات

11. في Just in Time ينبغي أن يكون معدل استخدام الآلات:

أ) أقل من 100%
ب) تساوي 100%
ج) أكثر من 100%
د) لا علاقة للموضوع بمعدل استخدام الآلات

12. في Just in Time يتم التركيز على الانتقال في محاربة الخلل:

أ) من التسليم دون خلل إلى الإنتاج دون خلل
ب) من الإنتاج دون خلل إلى التسليم دون خلل
ج) من التخزين دون خلل إلى الإنتاج دون خلل
د) لا علاقة للموضوع بالخلل

13. في Just in Time لمحاربة الخلل يتم اعتماد:

أ) مراقبة ذاتية ودائمة لكل إجرائيات الإنتاج
ب) مراقبة ذاتية و مراقبة إحصائية لكل إجرائيات الإنتاج
ج) مراقبة خارجية ودائمة لكل إجرائيات الإنتاج
د) مراقبة خارجية ومراقبة إحصائية لكل إجرائيات الإنتاج

14. يدعو Just in Time في محاربة الخلاف مع الموردين إلى:

أ) التوجه إلى عدة موردين متنافسين
ب) التوجه لعقد شراكة مع المورد
ج) التوجه للاستغناء نهائياً عن المورد
د) لا علاقة للموضوع بالموردين

15. تسمح منظومة KANBAN:

أ) بضبط ومراقبة التشغيل الأمثل للإنتاج
ب) بضبط ومراقبة التشغيل الأمثل للتسويق
ج) بضبط ومراقبة التشغيل الأمثل للتوزيع
د) بضبط ومراقبة التشغيل الأمثل للتوظيف

16. عدد بطاقات KANBAN يساوي:

أ) حجم المخزون الأعظمي مقسوماً على عدد العلب
ب) حجم المخزون الأدنى مقسوماً على عدد العلب
ج) حجم المخزون الأعظمي مقسوماً على عدد القطع في العلبة
د) جداء حجم المخزون في عدد العلب

17. تخفيض عدد بطاقات KANBAN دون إجراء تحسينات على منظومة الإنتاج:

أ) يؤدي إلى تبكير في التسليم ب) يؤدي إلى الحفاظ على تواريخ التسليم

ج) يؤدي إلى تأخير في التسليم د) لا علاقة لعدد البطاقات على مسألة التسليم

18. الهدف الأساسي لمنظومة إنتاج KANBAN هو :

أ) إنتاج يتبع الطلبيات مع إبقاء مخزون أعظمي ب) إنتاج يتبع الطلبيات مع إبقاء مخزون أدنى.

ج) إنتاج يتبع الطلبيات مع إبقاء مخزون متغيّر د) لا علاقة للموضوع بالمخزون

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

السؤال (1) مدلول Just in Time في إدارة الإنتاج.

1. ما علاقة المخزون بمسألة Just in Time؟
2. ما علاقة الهدر بمسألة Just in Time؟
3. ما هي الأهداف الصفرية الستة التي يسعى إليها الإنتاج وفق Just in Time؟

{مدة الإجابة: 40 دقيقة. الدرجات من 100: 35. (توجيه للإجابة: الفقرة 1- ،2-)

السؤال (2) منظومة البطاقات KANBAN.

1. ما علاقة منظومة KANBAN التي أوجدتها شركة Toyota بفكرة إدارة الخطوط الحديدية؟
2. ما العلاقة بين عتبة الطلبية والمخزون في منظومة KANBAN؟
3. كيف تتأثر عتبة الطلبية بتغير الاستهلاك زيادة أو نقصاناً؟

{مدة الإجابة: 25 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 3-)}

السؤال (3) KANBAN ومنظومة KANBAN.

1. كيف يتم حساب عدد بطاقات KANBAN بوجود منظومة عتبة الطلبية
2. ما هي مسارات جولان بطاقة KANBAN؟
3. كيف تقوم بطاقات KANBAN بوظيفة التقريب ووظيفة التطوير والتحسين؟.

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 4-)}

إدارة الصيانة

Maintenance Management

1. الإصلاح الفنيِ أو الصيانة العلاجيّة

تعتبر صيانة آلات الإنتاج أحد الأهداف الرئيسة للمؤسسات لاسيّما تلك التي تبحث عن تحسين دائم لقدرتها على الاستجابة السريعة إزاء المتغيّرات التي تميّز السوق اليوم. تطبّق تقنيات الصيانة منذ سنوات عديدة، لكن تسارع التدفقات الإنتاجيّة في العصر الحاضر يزيد من ضرورة الاهتمام بهذا المجال. من النشاطات الرئيسة التي تشكّل طرحاً جديداً للصيانة، يمكننا التطرّق إلى:

- ✓ الصيانة العلاجيّة أو الإصلاح بعد العطل.
- ✓ إعداد وتنفيذ سياسة صيانة وقائيّة، يمكن تجزئتها إلى صيانة دوريّة أو صيانة شرطيّة.
- ✓ طرائق تحليليّة تقود للتنبؤ بأسباب العطل (طريقة AMDEC)
- ✓ استخدام منظومة الصيانة المؤتمتة (بمساعدة الحاسوب)

الإصلاح الفني أو الصيانة العلاجيّة: تشكّل هذه الأنشطة الخطوة الأولى في مسار أكثر شموليّة لضبط العائدية الكليّة للتجهيزات الصناعيّة.

عمليّة تسمح بإعادة جهاز ما إلى الحالة التشغيليّة، ويتمّ إجراؤها بعد حدوث التوقف الناجم عن عطل.

تعرض هذه الممارسة خاصتيّن سلبيّتيّن، أولاهما أن التوقف المفاجئ للآلة أو الجهاز يؤدي إلى انقطاع الإنتاج وتعطيل تخطيط الورشة. وثانيهما أنّ صعوبة توقّع التوقف تقتضي تشكيل مخزون هام من قطع التبديل.

تملك بعض المؤسسات عدة آلات بنسختيْن متطابقتيّن لكل منها لمواجهة ارتيابات التشغيل. مع ذلك فالتدخّل بعد التعطّل يبقى قائماً ولا يمكننا تجنبه.

بالمقابل حين يمكن التنبّؤ بالعطل، يمكن التوجّه نحو مبدأ التدخل الوقائي أو الصيانة الوقائيّة. عندها يصبح الأمر قابلاً للتخطيط. يتبدّى الأثر الإيجابي للطريقة الثانية في تقصير مهل التدخّل وتقليص فترات تجميد الآلات وتخفيض حجم المخزونات من قطع الغيار.

2. الصيانة الوقائيّة

ترتكز هذه الطريقة على التحليل الإحصائي لأعطال آلة ما أو لأعطال عناصرها الرئيسة. يمكن تحصيل هذه المعطيات اعتماداً على التسجيلات والمراقبات التي يتمّ تنفيذها على مجموعة آلات المؤسسة. يمكن الحصول عليها أحياناً من مصنِّع الجهاز أو من مستخدمين آخرين له.

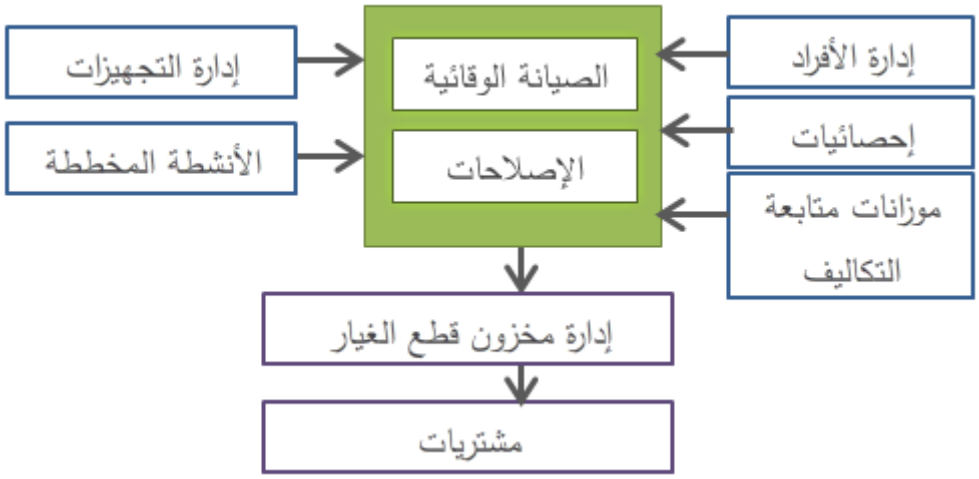
تسمح المعطيات بحساب القيم الوسطية لفترة حياة القطع المركّبة للجهاز أو زمن وسطي لحالة تشغيلية جيدة بين عطليْن (تسمّى MTBF: Mean Time Between Failures). تسمح هذه المعطيات الإحصائيّة كذلك بإعداد معاملات ارتباط ثنائية بين احتمال التوقف وتغيّر متحوّل تشغيل قابل للقياس (درجة الحرارة، الاهتزاز).

تمثّل أزمنة التشغيل دون أعطال حسب الحالة بمنحنيات تواتر مختلفة جداً. يكون احتمال العطل في بعض الأحيان مستقل عن فترة التشغيل، بينما يتمركز مخطط التواتر في أحيان أخرى حول فترة وسطيّة مع انحراف معياري أقل أهمية.

ينبغي اللجوء إلى الصيانة الوقائيّة في الحالة الثانية (أي الدوريّة) وتغيير القطعة المعنيّة آلياً كل x ساعة تشغيل (مثلاً تغيير المصابيح الكهربائية كل 200 ساعة، لوحات الفرامل كل 10000 كيلومتر).

من أجل عناصر مكلِفة نسبيّاً أو من أجل القطع ذات تشتّت التواتر الكبير، يفضَّل استخدام الصيانة الوقائية الشرطية. في هذه الحالة، يتدخّل الفنّي فقط عندما تفرض حالة تآكل القطعة ذلك. يتولّد هذا الاستنتاج من الزيارات الدوريّة كل أسبوع أو كل 15 يوماً، أو قدر المستطاع من خلال استخدام "لاقطات–كاشفات" دائمة تجري قياساً في الوقت الحقيقي لتغيّر متحوّلات التشغيل (نتحاشى مثلاً تفريغ الزيت كل 10000 كيلومتر، بل فقط في حالة تجاوز كثافة الذرّات المعدنيّة في الزيت حداً معيّناً يتم تحديده مسبقاً). حسب تغيّر المعايير، يمكننا تقدير الفترة التي يحتَمل فيها ظهور العطل بحيث يتمّ التدخّل قبلها.

يتجسّد الإطار العام للتدفّقات المعلوماتيّة لأي تنظيم لفعاليّة الصيانة بالشكل التالي:



الشكل [11–2] التدفقات المعلوماتية لتنظيم فعالية الصيانة

نبدأ أولاً بدراسة إدارة الأفراد وفرق الصيانة:

تبعاً للقاعدة الأميركيّة في الإدارة المسمّاة 4 M تعتبر النقاط الرئيسة التي تعتمد عليها "صحّة" المؤسسة حسب الأهميّة المتناقصة:

- ✓ عوامل داخلية:

أ– الأفراد Men

ب- الوسائل الماديّة Means

ج- رؤوس الأموال Money

✓ عامل خارجي: السوق Market

يشكّل الأفراد وفق هذه القاعدة العامل الأكثر أهميّة في المؤسسة. لم يعد الأمر يتعلّق بالعمل الفيزيائي الذي أخذت الآلات تنجزه بشكل أسرع وبتكلفة أقل. لكن المقصود هو القدرة على الإبداع، التجديد. خضعت سلوكيّة الأفراد في العمل لدراسات وبحوث كثيرة لكشف المحفِّزات التي من شأنها أن تنشّط الأفراد.

3. إدارة الأفراد ونظريّات التحفيز

1. نظرية هرم الاحتياجات Maslow (USA 1954): تبيّن نتيجة استبيان أنّ تصنيف الاحتياجات يتمّ تبعاً للشريحة المدروسة وفق ترتيب متناقص في الأهميّة: فيزيولوجيّة (جوع، عطش، راحة)، أمان (حماية)، اجتماعيّة (صداقة، احتكاك)، تقدير واحترام (اعتراف، شهرة)، تحقيق الذات لا يتبدّى الاحتياج إلّا بعد إشباع الاحتياجات السابقة.
2. نظريّة العوامل (Herzberg): عوامل عدم الرضى (شروط العمل، الرواتب)، عوامل الرضى والتحفيز (المصلحة في العمل، المسؤولية، الاعتراف). لا تظهر عوامل الرضى إلّا في ظل غياب عوامل عدم الرضى.
3. نظريّة الدوافع (Woodwor & Thorndyke): تنتج سلوكيّة الأفراد وفق هذه النظريّة من دوافع ناجمة عن الحرمان ومن عادات مكتسبة. لهذه النظريّة الفضل في التركيز على أهميّة العادات المكتسبة، ومن هنا كانت الحاجة إلى المعلومة الضروريّة للتحضير للتغيّرات المخطّطة.
4. نظريّة العدل (Adams 1963): يقارن الفرد المكافأة التي يتلقّاها عن عمله مع ما يعتبره حقّه المناسب.
5. نظريّات X و Y (Mac Gregor):

نظرية X: يظهر الفرد العادي نفوراً لا شعوريّاً من العمل. كثيراً منهم ينبغي توجيهه، ضبطه، تهديده بالعقوبة. إذ أنّهم يتحاشون المسؤوليّات، طموحهم نادر، يبحثون عن الحماية والأمان.

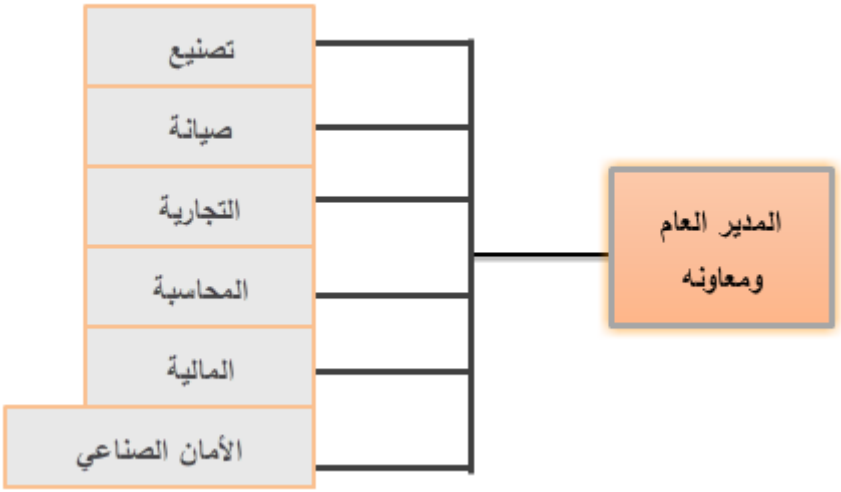
نظريّة Y: الجهد الفيزيائي أو الفكري عمل طبيعي وعفوي تماماً كاللعب والراحة. يمكن للفرد أن يمارس توجيهاً ذاتيّاً نحو أهداف يشعر فيها بأنّه ملتزم رسميّاً. لا يمكن استثمار الطاقات الفكريّة الكامنة للفرد العادي إلّا جزئيّاً.

كان تحفيز فرَق الصيانة يقوم على الاستقاء من معظم النظريات السابقة (باستثناء النظريّة الأخيرة) لضبط أداء أفرادها وحثّهم على تنفيذ المهام الموكلة إليهم بالتوجيه والثواب والعقاب.

إلّا أنّ الفترة الراهنة بيّنت أنّه لابدّ من تطوير النظريّة الأخير Y وترجمتها بطريقة الإدارة التشاركية حسب الأهداف وفق حلقات الجودة سعياً لتطوير تطبيقات الصيانة باتجاه الصيانة الإنتاجيّة الشاملة TPM.

4. التنظيم التقليدي لفعاليّة الصيانة

خلال وقت طويل، كانت فعاليّتا الصيانة والإنتاج تشكّلان وظيفتيْن مستقلّتيْن تماماً. حيث دعا أحد أقطاب الإدارة الصناعيّة وهو الفرنسي Fayol خلال الحرب العالميّة الأولى إلى اتّباع الهيكل التنظيمي الممثّل بمشط لمصنع للتعدين يمكن فيه تمييز الوظائف الرئيسة التالية:



الشكل [11-4-آ] الهيكل التنظيمي لمصنع تعدين وفق تصوّر Fayol

وهكذا كانت وظيفة الصيانة من اختصاص فعاليّة مستقلّة تتبع مباشرة للإدارة العامة تماماً كالتصنيع.

أمّا بالنسبة لمؤسّسات كبرى تضم منشآت موزّعة جغرافيّاً، فقد خصّ Fayol كلاً من هذه المنشآت بالتنظيم نفسه. مع ذلك فقد يحدث أن تقوم خليّة مركزيّة من الإدارة العامة ببعض التنسيق في سياسات الصيانة لمختلف المنشآت.

هناك أشكال تنظيميّة أخرى رأت النور، تضمّ مستويَيْن اثنيْن الأول صيانة مركزيّة والثاني فروع محليّة في مختلف الورشات. تتبع هذه الفروع حسب الحالة إمّا للفعاليّة المركزيّة للصيانة أو الإنتاج.

عادة يضم التنظيم الداخلي لفعاليّة الصيانة في منشأة صناعيّة كبرى الوظائف الرئيسة التالية:

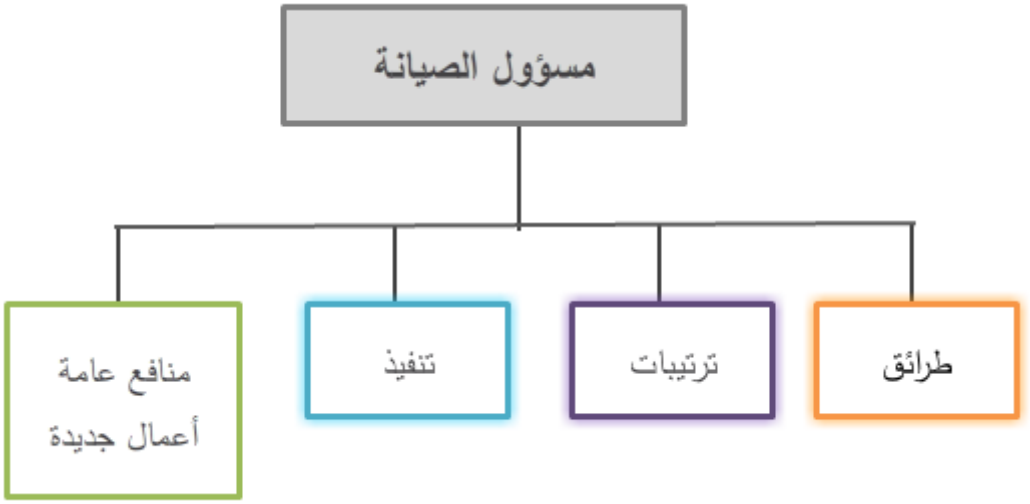
1. وظيفة "الطرائق": من مهامّها ترشيد النماذج التنفيذيّة وتخفيض تكلفتها. حيث تستند إلى التجارب السابقة والسجلات والوثائق الفنيّة المتعلّقة بآليّة عمل الآلات والتجهيزات ونماذج صيانتها سعياً للوصول إلى إعداد

أفضل الطرق الواجب اتّباعها من قبل فريق التنفيذ لتحقيق أفضل النتائج بأقل تكلفة وأقصر زمن. وهذا يقتضي توصيفاً دقيقاً لكل عمليّة تدخّل وإدارة فعّالة للوثائق الفنيّة تعتمد التوثيق والتحيين الدائميْن.

2. وظيفة "الترتيبات": التي تتسلّم مهامّها بعد وظيفة الطرائق وتقوم بأداء الوظيفة اللوجستيّة للعمليّات (تموين، ترتيبات لمختلف العمليّات، نقل بين العمليّات). حيث تقوم بإعداد البرمجة الزمنية والترتيب الأمثلي الذي يتمّ وفقه تنفيذ مختلف العمليّات وتأمين الموارد اللازمة وتحقيق أفضل مسار للعمليّات يحقّق التكلفة الدنيا والمهلة الزمنيّة الأقصر والاستجابة السريعة تبعاً لخطورة وأهميّة العطل الواجب إصلاحه والنتائج السلبيّة التي يمكن أن تنجم عن تأخير التنفيذ.

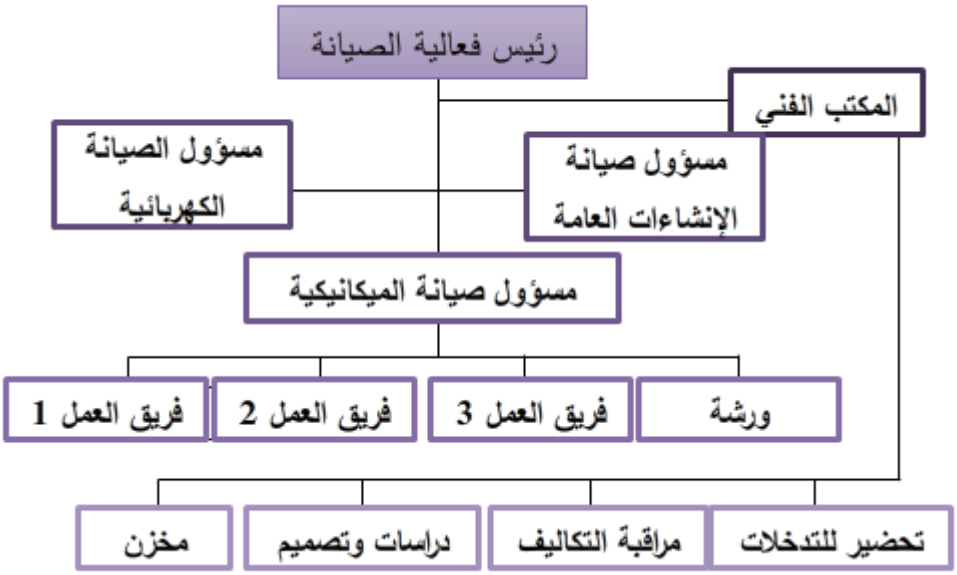
3. وظيفة "التنفيذ": التي تنجِز العمليّات المخطّطة وتقوم بإصلاح الأعطال تبعاً لسويتها الفنيّة ومكان التنفيذ. وتعمد إلى توثيق ما تمّ تنفيذه ليعاد تحيين التوصيف الموثّق الخاص بالآلة وطرق صيانتها والذي تستند إليه وظيفة الطرائق سعياً للبحث عن الطريقة المثلى للصيانة.

غالباً ما تُضاف وظائف ثانويّة ملحقة: منافع عامّة (إنتاج سوائل) وأعمال جديدة كما في الشكل:



الشكل [11-4-ب] الوظائف التي تضمّها فعالية الصيانة

يتبع تنظيم فعاليّة الصيانة لطبيعة المؤسسة وأهميتها، وقد يضمّ عدداً من الأقسام، كما في المثال:



الشكل [11-4-ج] الهيكل التنظيمي لمصنع إسمنت

في المؤسسات الكبيرة التي تضم عدة منشآت، تُصنَّف تدخّلات الصيانة وفق شرائح خاصّة تبعاً لمعيار محدّد، فمثلاً حسب معيار جغرافيّة التدخّل:

- ✓ الدرجة الأولى: تدخّلات في المكان الذي يُستثمر فيه الجهاز ويقتصر على حالات بسيطة كالتزييت وتبديل قطع غيار سهلة الإنجاز.
- ✓ الدرجة الثانية: تدخّلات تتمّ في ورشة الصيانة الخاصة بالمنشأة.
- ✓ الدرجة الثالثة: تدخّلات هامّة كبرى يتمّ إنجازها في ورشة مركزيّة مجهَّزة بوسائل ومعدّات أساسيّة هامّة.

كذلك يمكن لتدخّلات الصيانة أن تُصنَّف حسب السويّات الفنيّة المتصاعدة من قبيل:

- ✓ الدرجة الأولى: تعييرات بسيطة لا تحتاج أيّ عمليّة فكّ أو تغيير عناصر مهتلكة يمكن الوصول لها ببساطة وأمان.
- ✓ الدرجة الثانية: إصلاح من خلال تبديل قياسي لعناصر مخطَّطة لهذا الأمر وعمليّات خفيفة من الصيانة الوقائيّة كالتشحيم أو ضبط التشغيل المناسب.
- ✓ الدرجة الثالثة: تحديد وتشخيص الأعطال، الإصلاحات من خلال تبديل مركّبات أو عناصر وظيفيّة، إصلاحات ميكانيكيّة خفيفة، وكل العمليّات الاعتياديّة للصيانة الوقائيّة.
- ✓ الدرجة الرابعة: كل الأعمال الهامّة للصيانة العلاجيّة أو الوقائيّة باستثناء العَمرة أو إعادة التصنيع.

تشمل هذه الدرجة أيضاً تعيير أجهزة القياس المستخدمة للصيانة وحتى التأكّد من معايرة العمل (Etalon de travail) من قبل هيئات متخصِّصة.

✓ الدرجة الخامسة: العَمرة، إعادة التصنيع أو تنفيذ إصلاحات هامّة توكَل لورشة مركزيّة أو للخارج.

5. إدارة المخزون من قطع الغيار

الهدف المنشود من إدارة المخزون تحديد الكميّات الواجب طلبها وتاريخ تأمينها، من خلال تخفيض التكلفة الكليّة لهذه العمليّات التي تشمل:

1. تكلفة تمرير الطلبيّات وتختلف تبعاً لعدد الطلبيّات الممرّرة لمورّد واحد (واحدة أو مجمّعة) وتؤدي إلى نفقات تمسّ الفعاليّات التالية: المشتريات، إدارة المخزون، الاستلام (ضبط الجودة)، المستودعات، المحاسبة.
2. تكلفة المواد المطلوبة (تكلفة الشراء).
3. تكلفة تخزين هذه المواد وهي تكلفة ما يمكن أن تجنيه المؤسسة من رؤوس أموال محرّرة (سيولة)، نتيجة تخفيض المخزون الوسطي. وتساوي جداء معدّل التخزين السنوي (يتبع معدّل الفائدة ونفقات التخزين) في قيمة المخزون المجمّد.

وربّما أضفنا أيضاً تكلفة الانقطاع المحتمل في المخزون (وهي تكلفة صعبة التقدير)

ينبغي إيجاد حلّ أمثلي يدور في المجال الفاصل بين تمرير عدد كبير من الطلبيّات بكميّات قليلة وتمرير عدد قليل من الطلبيّات بكميّات كبيرة.

نماذج إدارة المخزون

نقطة إعادة الطلبيّة: كميّة الطلبيّة ثابتة وتاريخ تمرير الطلبيّة متغيّر.

ميزاته: أمان في تزويد قطع الغيار – الاستغناء عن الدورية الزمنية وجرد الطلبيّات.

مساوئه: ضرورة حساب مخزون الخطر دوريّاً تبعاً للمهل المختلفة والاستلامات – مضاعفة عدد الطلبيّات لدى المورّد نفسه.

(يسري مجال تطبيقه على 80 % من قطع الغيار)

خطّة التموين: كميّة الطلبيّة متغيّرة وتاريخ تمرير الطلبيّة ثابت.

ميزاته: تسهيل عمل المشتريات – تنفيذ الترتيبات على الطلبيّات لضبط الجودة والتخزين.

مساوئه: احتمال أكبر لحدوث انقطاع في المخزون عند الزيادة المفاجئة للطلب.

(يسري مجال تطبيقه على 10 % من قطع الغيار ولاسيّما القطع البسيطة جداً).

برنامج التموين: كميّة الطلبيّة ثابتة وتاريخ تمرير الطلبيّة ثابت.

تسري فقط على بعض القطع العسكرية واللوازم المكتبيّة ويزداد احتمال انقطاع المخزون مع زيادة الفترة المغطّاة.

حالة قطَع الأمان: كميّة الطلبيّة متغيّرة وتاريخ تمرير الطلبيّة متغيّر.

تمثّل القطع الحيويّة جداً بالنسبة للمؤسسة وتسري على حوالي 5 % من المخزون.

6. رصد ومراقبة الآلات آنيّاً لمعرفة معدّل استثمار الآلات وجاهزيّتها

من الصعب أحياناً الإلمام بشكل حقيقي بالحالة التشغيليّة لآلة ما بين تاريخيْ تدخّل صيانة. لا تسمح المعطيات المحاسبيّة بقياس هذه الحالة.

يمكن لتقدير مرتكز على العيّنات أن يعالج المشكلة بدقة أكبر في إطار قضيّة تنظيم الصيانة.

تستند الطريقة إلى أخذ عيّنة "زمنيّة" أي "مراقبات لحظيّة" واستنتاج زمن استثمار "مجتمع إحصائي" وفق فترة زمنيّة "T". سنرصد الحالة التي تكون عليها الآلة، مثلاً: – تشغيل. – توقّف.

إذا وجدنا الآلة "q" مرة في حالة تشغيليّة من أصل "n" عمليّة مراقبة، سنقول بأنّ معدّل الحالة التشغيليّة tf يساوي tf = q/n

كلّما زاد عدد عمليّات المراقبة، كان التقدير أقرب إلى الصواب والواقع. مع ذلك عندما تزداد n تفقد هذه التقنيّة أهميّتها، لذلك ينبغي إيجاد حل توفيقي.

تساهم هذه الطريقة في تحديد المجالات الزمنيّة المناسبة لتدخّلات الصيانة الوقائيّة.

التجديد الأمثلي للتجهيزات

خلال الفترة التي نبحث فيها عن الترشيد، لابدّ من الإجابة بشكل دقيق على السؤال التالي:

هل ينبغي الاحتفاظ بجهاز ما يتطلّب تكاليف صيانة تزداد باستمرار؟

في المرحلة التي تزيد فيها تكاليف الصيانة والتشغيل للجهاز عن القيمة المتبقيّة له (بعد حسم الاهتلاكات والإيرادات، ينبغي تبديل الجهاز.

كذلك عند شراء آلة، لابدّ للاختيار الجيّد أن يتمّ اعتبار عدة معايير: التكلفة الوسطيّة خلال وحدة الزمن، تكلفة دورة الحياة Life Cycle Cost. للإجابة على هذه الأسئلة تمّ إعداد نماذج على درجات مختلفة من التعقيد (مع اعتبار قضية التحيين، قانون التراجع الفني).

التكلفة الكليّة للجهاز تساوي:

- ✓ تكلفة التملّك (الاستثمار)
- ✓ تكلفة الصيانة (الوقائيّة والعلاجيّة): ينبغي تخفيضها بدراسة سياسة الصيانة المناسبة. يمكننا التوقّع بأنّه

سيكون متزايداً خلال الزمن (يُنمذج تبعاً لتاريخ الجهاز إضافة لتقدير يتعلّق بالوثوقيّة).

- ✓ تكلفة التشغيل: يمكن وضع التكلفة التراكميّة للتشغيل تبعاً لعناصر المحاسبة التحليليّة (رواتب، مواد، طاقة).
- ✓ تكلفة التصفية أو إعادة البيع: إمّا أن يكون هذا التابع متناقصاً مع الزمن في حالة إعادة البيع أو في حالة تصفية الجهاز فسوف يكلّف مبلغاً ما، تبعاً للصعوبة التي سيشكّلها غيابه.

بعد تمثيل هذه التكاليف بوحدة نقديّة ثابتة (تحيين) وجمعها منسوبة إلى وحدة تمثّل كميّة الاستخدام (كيلومتر ساعي، عدد سنوات الاستخدام) تبحث عن أقصى تخفيض لهذا التابع الكلّي.

7. التنظيم الأمثلي للصيانة العلاجية بهدف تخفيض تكلفة العطل

متحولات الإجراءات: باستثناء حالة النتائج الكوارثية، تزداد تكلفة آثار عدم الجاهزية عموماً مع ازدياد الفترة الزمنية التي تستغرقها. تتبع هذه الأخيرة لعدد من المعايير تغطي كل مراحل الفترة الكليّة لعدم الجاهزية، أي بين اللحظة التي يظهر فيها العطل ولحظة إعادة الجهاز للخدمة، والإجراءات التي تسمح بضبط الزمن اللازم لكل مرحلة:

المرحلة	الإجراءات الممكنة
كشف العطل	وسائل الكشف
نقل المعلومة (الخبر)	ارتباط مباشر
إخطار فريق الصيانة	نقل مباشر، وسائل الإخطار عبر المذياع
تحرّك الفريق	تنظيم يسمح بإبقاء بعض العناصر على مقربة
تشخيص العطل	تأهيل وتدريب الفرَق – إجرائيّات التشخيص امتلاك تجهيزات مساعدة على التشخيص
توفر قطع الغيار	إدارة دقيقة لمخزون قطع الغيار تنظيم يسهّل تأمين القطع اللازمة بسرعة
الرأب أو التصليح	أهمية وتعداد أفراد فريق الصيانة، تأهيل وتدريب الأفراد، تحضير تدخّلات الصيانة، أدوات وتجهيزات الرفع والعبور المناسبة

الضبط والتحكم	تأهيل الأفراد – إجرائيّات
إعادة التشغيل	تأهيل الأفراد – إجرائيّات

الجدول [11–7] ارتباط إجراءات الصيانة بمراحلها

تمثّل السرعة التي يتم بها تشخيص العطل عاملاً أساسيّاً في تخفيف الأزمنة والتكاليف.

التحضير لتدخّلات الصيانة: بين المتحوّلات المختلفة الآنفة الذكر، يؤثّر التحضير لتدخل الصيانة بشكل مؤكّد على تكلفة التدخّل وعدم الجاهزية. يقوم هذا التحضير على تحليل الشروط لتحديد النموذج التنفيذي الأمثل. يمكن استخدام طريقة PERT في التخطيط المشاريعي لهذا الغرض في الحالات الهامة مع إعداد توقّعات للاحتياجات من الأشخاص، المعدّات، المواد والوثائق.

تتعلّق درجة التحضير بعدد من العوامل (طبيعة التجهيزات، أهميّة تكاليف الصيانة العلاجيّة وتكاليف عدم الجاهزية، الوسائل المتاحة، العدد المتوقع للتدخلات من نموذج ما خلال فترة الحياة المقدّرة للجهاز) الواجب حصرها وترتيبها حسب الأهميّة.

تقتضي مستويات متزايدة من التحضير لتدخّل ما للصيانة العلاجيّة، تخفيضاً للتكاليف المباشرة للتدخل وعدم الجاهزية لدى ظهور الخلل الأكثر احتمالاً على جهاز هام.

يزداد الأثر التخفيضي لتكاليف التدخّل عندما تترافق هذه المستويات المتزايدة من التحضير مع استثمارات متتابعة في تجهيزات للصيانة تسمح بتسهيل إجراء هذه التدخّلات.

أثر الوسائل اللوجستية للصيانة العلاجية على تكلفة عدم الجاهزية:

تشكل سوية التحضير سابقة الذكر أحد متحوّلات العمل المتاحة. تظهر المتحوّلات الأخرى في شكل وسائل الكشف، تحويل إشارة الخطر، التوفر السريع لتجهيز مناسب

من أجل عدد محتمل من ظواهر الخلل من نموذج معين لتجهيز ما أو لمجموعة من التجهيزات المدروسة خلال فترة حياتها، تتبع التكلفة الكلية للصيانة M لكل تدخل لمستوى التحضير المعرّف سابقاً وكذلك لمجموع الوسائل اللوجستية الأخرى.

تتناقص تكلفة عدم الجاهزية P عموماً مع ازدياد أهميّة الوسائل اللوجستية للصيانة. تتمثل السوية المثلى للوسائل اللوجستية المخصصة لهذه الصيانة العلاجيّة في الحالة التي يكون فيها مجموع P + M في حدّه الأدنى.

من الناحية العملية، تتغير هذه التكلفة الكلية الدنيا بشكل بسيط في جوار يحيط بالحد الأمثلي النظري.

8. كيفيّة اختيار الطريقة المثلى للصيانة

مبدأ شجرة القرار: تستند السياسة الأمثلية للصيانة إلى عدة معايير، (الشكل 5) أهمها:

- ✓ أثر عطب ما على سلامة الأشخاص.
- ✓ احتمال التردي الفادح لمجمل الجهاز في حالة تعطل أحد عناصره.
- ✓ تكلفة عدم الجاهزية الناتجة عن عطل.
- ✓ مميّزات وثوقية مختلف العناصر المشكّلة للجهاز، لاسيما بخصوص ثباتية هذه الوثوقية أو تغيرها مع الزمن.
- ✓ اعتبار تعطّل العنصر المعني متدرّجاً أو مفاجئاً.
- ✓ احتمال كشف ورصد أعراض ذات مدلولات لأعطال محتملة.

الوسائل العملية لترشيد تكاليف الصيانة:

مبدأ إبدال المركّبات حتى الوصول لأخفض تكلفة

الوضعية الأمثلية للمؤسسة هي الحالة التي تكون فيها الفعالية الحدية لمختلف عوامل الإنتاج منسوبة لتكاليفها الواحدية متساوية. *الفعالية الحدية لعامل ما هي الإنتاج الإضافي الناتج عن استخدام وحدة إضافية من هذا العامل، دون تغيير بقية المتحولات.*

عوامل الإنتاج القابلة للتبادل فيما بينها كثيرة: التجهيزات، إجرائيات الإنتاج، مبادئ تنظيم وإدارة الإنتاج والصيانة.

تطبيق مبدأ تحليل القيمة

طريقة بحث متواصل عن التوفير اقترحها Lawrence D Miles عام 1947 في مؤسسة General Electric Company. هدفها تخفيض تكلفة منتَج قائم من خلال تحليل خواصه، تركيبته، المواد المستخدمة، طرائق الإنتاج من جهة، ومن جهة أخرى، الوظائف الواجب أداؤها، المبررات، ضرورة الوظائف الحالية، الوظائف الجديدة المقترحة

بالنسبة لإدارة الصيانة تعنى مبادئ تحليل القيمة بتحليل الطرائق المعتمدة، تحليل مشاريع طرائق جديدة، تحليل التنظيم العام.

البحث الميداني عن حلول وأفكار جديدة: تقنيات إبداعية

هناك تقنيات مختلفة للتحريض على توليد أفكار جديدة منها:

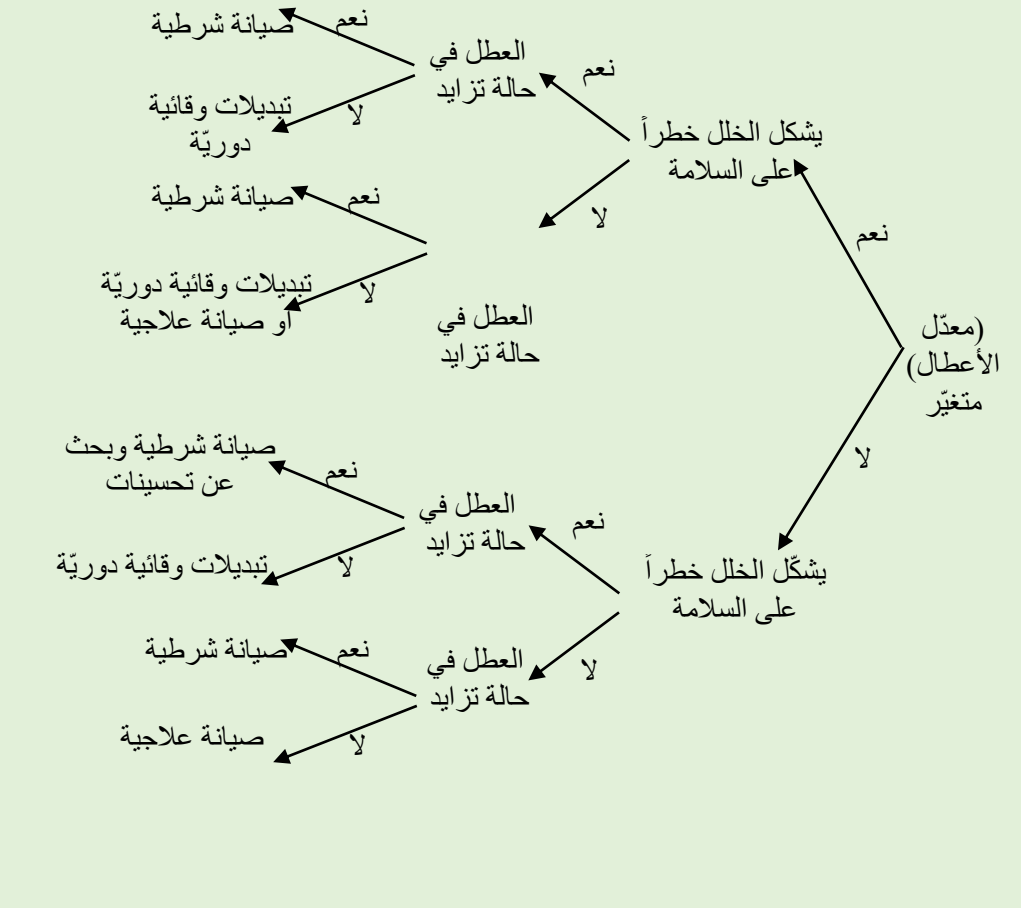
- ✓ العصف الدماغي: طريقة اجتماع بحث عن الأفكار سريعة غير مكلفة تعتمد المبادئ التالية: طرح الأفكار بشكل عفوي، بعقلية متحررة من كل قيد، تحاشي النقد الهدّام، تصوّر المشكلات وفق زوايا

مختلفة، اكتساب أثر التمرّس بتوليد أفكار من الأفكار المقترحة.

- ✓ طريقة النظائر Gordon et Prince: بمعنى تطبيق حلول تُعتمَد في مجالات بعيدة عن المشكلة المدروسة أصلاً.
- ✓ التحليل السببي: طريقة ترتكز على البحث عن مسبّبات ومبرّرات الخيارات المتبنّاة في الطرائق والتنظيمات ونماذج التشغيل السارية. يؤدي التساؤل التشكيكي عن مبررات الخيارات إلى المواءمة المستمرة للحلول المتبناة سابقاً.
- ✓ مصفوفة المكتشفات Moles: إجراء تقاطع بين قائمتين بهدف كشف عوامل ربط داخلية بين الظواهر.

الأسئلة التحريضيّة وقوائم الاختبار: مجموعة من الأسئلة المتوافقة مع مشكلات متكررة منها قائمة اختبار OSBORN التالية:

- ✓ ما هي الاستخدامات الأخرى؟.
- ✓ مواءمة: ما الذي يشبه هذا الأمر؟ ما الأفكار الأخرى التي تطرح؟ هل هناك نظائر من الماضي؟ ما الذي يمكن نسخه؟ ما الذي يمكن استخدامه كمصدر تنافسي؟.
- ✓ تعديل: إعطاء شكل جديد؟ تغيير التوجّه، اللون، الحركة، الصوت، الرائحة، تغييرات أخرى؟
- ✓ تكبير: ما الذي يمكن إضافته؟ هل ينبغي تسخير وقت أكبر له؟ زيادة التواتر؟ جعله أكثر مقاومة؟ أعلى؟ أطول؟ أثخن؟ زيادة قيمة إضافية؟ زيادة عدد المكوّنات؟ مضاعفته؟
- ✓ تخفيض: ما الذي يمكن إنقاصه؟ هل ينبغي تصغيره؟ أكثر اندماجاً؟ أخفض؟ أقصر؟ أخف؟ ما الذي يمكن إلغاؤه؟ تقسيمه لأجزاء؟
- ✓ استبدال: ماذا / من يوضع مكانه؟ ما هي المكوّنات الأخرى الممكن استبدالها؟ ما هي المواد الأخرى؟ الإجرائيات؟ الطاقة؟ الطريقة للحل؟
- ✓ إعادة ترتيب: تبديل المكونات فيما بينها؟ استخدام نماذج جديدة؟ وضع العناصر في ترتيب آخر؟ تغيير التتابع؟.
- ✓ قلب: قلب الموجب والسالب؟ اعتبار المعاكس؟ قلب الرأس نحو العقب؟ قلب الأدوار؟ قلب أماكن الأشخاص؟ تغيير ترتيب التنفيذ؟.
- ✓ جمع: تجريب خليط؟ مزيج؟ مجموع؟ ربط الوحدات؟ ربط الأهداف؟ المواصفات؟ الأفكار؟.



الشكل [11–8] شجرة القرار في اختيار اسياسة المثلى للصيانة

9. بخصوص التحوّل الوظيفي لفعاليّة الصيانة

تتمثّل الخصوصيّة الرئيسة للطرح الحديث للصيانة بتوسيع وظيفة الصيانة لتشمل كلّ أفراد المؤسسة. إذ لا تعود فعاليّة الصيانة هي المعنية وحدها وبشكل مستقل عن باقي الفعاليّات بقضايا الصيانة، بل تصبح مجمل فعاليّات المؤسسة أطرافاً مشاركة في إدارة الصيانة ولاسيما مكاتب الدراسات، فعاليّات الطرائق، الإنتاج وهذا التحول يقتضي بالضرورة إلغاءً كاملاً للحدود الفاصلة بين الفعاليّات التي تعكسها البنى القاسية بهدف التأثير بأفضل فاعليّة على مجمل المتحوّلات التي تتبع لها مستويات أداء التجهيزات.

يتبدّى إذاً أنّ العمال المنفّذين القائمين على التجهيزات الإنتاجيّة هم الأكثر قدرة على كشف الأعطال الصغيرة، العلامات الفارقة الخفيفة، وعلى حلّها في أقلّ زمن ممكن. من هنا كانت ضرورة تطبيق نظريّة Y في إدارة الأفراد لتعميق روح الالتزام لدى الأفراد المشاركين في الصيانة بشكل مباشر أو غير مباشر بمسؤولية البحث المستمر عن مسبّبات الأعطال والتنبّؤ بها قبل وقوعها لتسهيل عمليّة إدارة مهام الصيانة وتوزيع الموارد بشكل تخطيطي فعّال يخفّض تكاليف التدخّل المباشر للصيانة ويقصّر زمن الاستجابة للحصول على أعلى سوية شموليّة للأداء.

باختصار، إن انتقال الصيانة من إدارتها التقليديّة إلى إدارتها الحديثة يعني الانتقال من ترشيد التدخل الميداني وتوزيع فرق العمل المتوفّرة على الأعطال بعد وقوعها أو وفق تخطيط بسيط للتدخّلات الوقائيّة تبعاً لدراسة الوثائق لفنّية ومراقبة عمل الآلات، كل ذلك في إطار فعاليّة مستقلّة تماماً مختصّة بالصيانة فقط، إلى ترشيد على شكل تخطيط زمني شامل للتدخّلات يلغي ما أمكن الحاجة إلى الصيانة العلاجيّة ويستند إلى كل مصادر المعطيات الفنيّة الممكنة التي يشارك في تأمينها كل الفعاليّات ولاسيّما الإنتاج.

المراجع المستخدمة في الفصل الحادي عشر

فوزي شعبان. (2000). إدارة الصيانة والأمن الصناعي. الدار العربية للنشر والتوزيع.

Mohamed Ben-Daya, Salih O. Duffuaa, A. Raouf, Jezdimir Knezevic, Daoud Ait-Kadi (2008) Handbook of Maintenance Management and Engineering

Adolfo Crespo (2010). The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems.

اختبارات وأسئلة الفصل الحادي عشر

1) أسئلة صح / خطأ True/False

السؤال	صح	خطأ
1. الصيانة العلاجية للآلات هي إصلاحها بعد تعطلها.	✓	
2. الصيانة العلاجية للآلات هدفها إيقاف الحالة التشغيلية وتجري قبل حدوث العطل.		✓
3. من سلبيات الصيانة العلاجية انقطاع الإنتاج وتعطيل خطة الإنتاج في الورشة.	✓	
4. من إيجابيات الصيانة العلاجية ضرورة تشكيل مخزون هام من قطع الغيار للآلات.		✓
5. الصيانة الوقائية هي التخطيط لمراقبة ومتابعة الوضع التشغيلي للآلة تفادياً لاحتمال توقفها و تعطلها.	✓	
6. من إيجابيات الصيانة الوقائية تخفيض حجم المخزون من قطع الغيار.	✓	
7. من سلبيات الصيانة الوقائية الفترات الطويلة لتوقف وتجميد الآلات.		✓
8. تعتمد الصيانة الوقائية على التحليل الإحصائي لأعطال آلة ومكوناتها من خلال المراقبة.	✓	
9. الأعطال الدورية للآلات تتطلب الصيانة العلاجية.		✓
10. الصيانة الوقائية الشرطية هي الصيانة الوقائية المرتبطة بشرط تواجد قطع غيار.		✓
11. العوامل الأساسية لإدارة فرق الصيانة وفق الأهمية المتناقصة Market، Means، Men، Money		✓
12. بحساب الزمن الوسطي لحالة تشغيلية جيدة بين عطلين لآلة يمكن إعداد معاملات الارتباط بين احتمال لالتوقف وتغير قابل للقياس (حرارة، اهتزاز).	✓	
13. في نظرية العوامل Herzberg يمكن أن تظهر عوامل الرضا وعدم الرضا في نفس الوقت.		✓
14. يمكن حل الأعطال الدورية من خلال تغيير القطعة المعنية آلياً كل فترة (تغيير مصباح كهربائي كل 200 ساعة).	✓	

15. الصيانة الوقائية الشرطية تعني أن لا نغير زيت السيارة كل 10 آلاف كم بل فقط عند تجاوز كثافة الزيت حداً معينا.	✓	
16. يعتبر الأفراد في إدارة فرق الصيانة العامل الأهم بسبب الحاجة للإبداع والتجديد في الصيانة.	✓	
17. وظيفة الطرائق، وظيفة الترتيبات، ووظيفة التنفيذ كلها وظائف رئيسة لفعالية الصيانة ضمن تنظيمها الداخلي.	✓	
18. كانت فعاليتا الصيانة والإنتاج تشكلان وظيفة واحدة فيما مضى.		✓
19. العمْرة أو إعادة الصيانة هي الدرجة الخامسة لتدخلات الصيانة حسب السويات الصاعدة	✓	
20. في نظرية العدل يقارن الفرد المكافأة التي يتلقاها عن عمله مع ما دفع من تكلفة مالية للقيام بالإصلاح.		✓
21. معدل الحالة التشغيلية لآلة يساعد على تحديد المجالات الزمنية المناسبة لتدخلات الصيانة الوقائي.	✓	
22. أثر عطل ما على سلامة الأشخاص هو أحد أهم المعايير التي تستند إليهاالسياسة المثلى للصيانة.	✓	
23. يتضمن التنظيم الداخلي لفعالية الصيانة عادة وظيفة الطرائق، وظيفة إدارة أفراد ووظيفة المراقبة.		✓
24. تحليل القيمة طريقة بحث متواصل عن التوفير هدفها تخفيض تكلفة المنتج من خلال تحليل خواصه ووظائفه.	✓	
25. التحول الحديث لفعالية الصيانة يقتضي الانتقال من ترشيد التدخل الميداني على أعطال بعد وقوعها إلى ترشيد على شكل تخطيط زمني شامل تشارك به كل الفعاليات وخاصة الإنتاج.	✓	
26. إذا وجدنا الآلة (q) مرة في حالة تشغيلية من أصل n عملية مراقبة نقول أن معدل الحالة التشغيلية = حاصل قسمة q على n.		✓
27. إذا كانت تكاليف الصيانة والتشغيل لجهاز ما أقل من القيمة المتبقية لها بعد حسم الاهتلاك مضافاً له الإيراد ينبغي تبديل الجهاز.		✓
28. إذا كانت القيمة المتبقية لآلة بعد حسم الاهتلاك + الإيراد أكبر من تكاليف		✓

الصيانة و التشغيل ينبغي تبديل الآلة.		
29. تعنى مبادئ تحليل القيمة بالنسبة لإدارة الصيانة بتحليل الطرائق المعتمدة و تحليل مشاريع طرائق جديدة و تحليل التنظيم العام	✓	
30. العمال المنفذون القائمون على التجهيزات الإنتاجية هم الأكثر قدرة على كشف الأعطال الصغيرة و العلامات الفارقة و حلّه ابأقصر زمن.	✓	

2) أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices

1. الصيانة العلاجية للآلات هي:

أ) إصلاحها قبل العطل
ب) إصلاحها بعد العطل
ج) إصلاحها أثناء العطل
د) لاعلاقة لها بالعطل

2. من سلبيات الصيانة العلاجية:

أ) عدم توقف الآلات
ب) احتمال التوقف المفاجئ للآلات
ج) عدم توقف الآلات إلا في الوقت المناسب
د) عدم توقف الآلات إلا في أيام العطل

3. الصيانة الوقائية للآلات هي:

أ) إصلاحها قبل العطل
ب) إصلاحها بعد العطل
ج) إصلاحها أثناء العطل
د) لا علاقة لها بالعطل

4. من إيجابيات الصيانة الوقائية للآلات:

أ) زيادة مخزون قطع غيار الآلات
ب) تثبيت حجم مخزون قطع غيار الآلات.
ج) تخفيض مخزون قطع غيارالآلات
د) لا علاقة لهذه الصيانة بمخزون قطع غيار الآلات

5. من سلبيات الصيانة العلاجية :

أ) الحاجة لتشكيل مخزون هام من قطع غيار الآلات
ب) عدم الحاجة لتشكيل مخزون هام من قطع غيار الآلات.
ج) الحاجة لتشكيل مخزون بسيط من قطع غيار الآلات
د) لا علاقة لهذه الصيانة بمخزون قطع غيار الآلات

6. تغيير لوحات الفرامل كل 10 آلاف كم هو نوع من:

أ) الصيانة العلاجية
ب) الصيانة الوقائية الدورية
ج) الصيانة الوقائية المتغيرة
د) ليس من أنواع الصيانة

7. حسب القاعدة الأمريكية في الإدارة 4 M، يُعتبرالأفراد Men بين النقاط الرئيسة التي تعتمد عليها صحة الشركة:

أ) النقطة الأولى
ب) النقطة الثانية
ج) النقطة الثالثة
د) النقطة الرابعة

8. في نظرية العدل 1936 Adams يقارن الفرد المكافأة التي يتلقاها عن عمله مع:

أ) يبدأ الإنتاج مع ورود الطلبيات
ب) ما كان يكسبه دون عمل
ج) ما يعتبره حقه المناسب
د) لا يقارن الفرد مكافأته مع أي شيء وفق النظرية.

9. لفترة طويلة كانت فعالية الصيانة تقليدياً:

أ) وظيفة تابعة لقسم الإنتاج
ب) وظيفة تابعة لقسم التصنيع.
ج) وظيفة مستقلة تتبع الإدارة العامة
د) ليست وظيفة بل مجرد مكتب استشاري.

10. حسب القاعدة الأمريكية في الإدارة 4 M، يُعتبر رؤوس الاموال Money بين النقاط الرئيسة التي تعتمد عليها صحة الشركة:

أ) النقطة الأولى
ب) النقطة الثانية
ج) النقطة الثالثة
د) النقطة الرابعة

11. وظيفة الترتيبات تقوم بوضع:

أ) لمسات الترتيب والتنظيم للأعمال الإدارية
ب) لمسات الترتيب والتنظيف للآلات
ج) برامج زمنية وترتيب أمثلي لتنفيذ العمليات بأقصر مهلة
د) كل ما ذكر

12. حسب السويات الفنية المتصاعدة لتدخلات الصيانة تكون العمْرة أوإعادة التصنيع:

أ) الدرجة الخامسة والأخيرة
ب) الدرجة الأولى
ج) الدرجة الثالثة
د) الدرجة الثانية

13. في نماذج إدارة المخزون تكون في نقطة إعادة الطلبية:

أ) كمية الطلبية ثابتة وتاريخ تمرير الطلبية ثابت
ب) كمية الطلبية ثابتة وتاريخ تمرير الطلبية متغير

ج) كمية الطلبية متغيرة وتاريخ تمرير الطلبية ثابت متغير

د) كمية الطلبية متغيرة وتاريخ تمرير الطلبية

14. في نماذج إدارة المخزون تكون في خطة التموين

أ) كمية الطلبية ثابتة وتاريخ تمرير الطلبية ثابت متغير

ب) كمية الطلبية ثابتة وتاريخ تمرير الطلبية

ج) كمية الطلبية متغيرة وتاريخ تمرير الطلبية ثابت متغير

د) كمية الطلبية متغيرة وتاريخ تمرير الطلبية

15. في نماذج إدارة المخزون تكون في برنامج التموين:

أ) كمية الطلبية ثابتة وتاريخ تمرير الطلبية ثابت متغير

ب) كمية الطلبية ثابتة وتاريخ تمرير الطلبية

ج) كمية الطلبية متغيرة وتاريخ تمرير الطلبية ثابت متغير

د) كمية الطلبية متغيرة وتاريخ تمرير الطلبية

16. في نماذج إدارة المخزون تكون في حالة قطع الأمان:

أ) كمية الطلبية ثابتة وتاريخ تمرير الطلبية ثابت متغير

ب) كمية الطلبية ثابتة وتاريخ تمرير الطلبية

ج) كمية الطلبية متغيرة وتاريخ تمرير الطلبية ثابت متغير

د) كمية الطلبية متغيرة وتاريخ تمرير الطلبية

17. معدل الحالة التشغيلية لآلة ما هو:

أ) جداء عدد مرات الحالة التشغيلية في عدد مرات المراقبة

ب) عدد مرات الحالة التشغيلية + عدد مرات المراقبة

ج) عدد مرات الحالة التشغيلية – عدد مرات المراقبة

د) حاصل قسمة عدد مرات الحالة التشغيلية على عدد مرات المراقبة

18. ينبغي تبديل جهاز ما عندما تصبح:

أ) تكاليف الصيانة والتشغيل أكبر من القيمة المتبقية والإيرادات

ب) القيمة المتبقية والإيرادات أكبر من تكاليف الصيانة والتشغيل

ج) تكاليف الصيانة والتشغيل أقل بكثير من القيمة المتبقية والإيرادات

د) لا علاقة للتكاليف ولقيمة الجهاز وإيراداته بتبديله

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

السؤال (1) مفاهيم في إدارة الصيانة.

1. ما الفرق بين الصيانة العلاجية والصيانة الوقائية؟
2. ماهي مزايا ومساوئ كل من الصيانة العلاجية والصيانة الوقائية؟

{مدة الإجابة: 40 دقيقة. الدرجات من 100: 35. (توجيه للإجابة: الفقرتين –1، –2)}

السؤال (2) تنظيم فعالية الصيانة.

1. ما هو التنظيم التقليدي لفعالية الصيانة
2. ما هي نماذج إدارة المخزون بالنسبة لقطع غيار الآلات؟
3. كيف يتم حساب الحالة التشغيلية لآلة؟

{مدة الإجابة: 25 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرتين –4، –5،–6)}

السؤال (3) التنظيم الأمثل للصيانة.

1. كيف يتم اختيار الطريقة المثلى للصيانة؟

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرتين –7)}