الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

الإهداء

إلى عائلاتنا حباً،
عريقات وجرادات والمعاني

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
الإهداء	3
قائمة الجداول	12
قائمة الأشكال	13
مقدمة المؤلفين	15
الفصل الأول	21
المدخل إلى إدارة العمليات الإنتاجية	
المقدمه	23
مفهوم إدارة العمليات الإنتاجية	24
جذور إدارة العمليات الإنتاجية	26
النظام الإنتاجي	29
مسؤوليات مديري العمليات الإنتاجية	32
التحديات الجديدة لإدارة العمليات الإنتاجية	32
إدارة العمليات في قطاع الخدمات	33
العلاقة بين إدارة العمليات الإنتاجية ومنهج النظم	34
أنماط الإنتاج المختلفة	36
أسئلة للمناقشة	42
الفصل الثاني	43
إدارة الإنتـــاجية	
المقدمه	45
مفهوم الإنتاجية	45

أهمية الإنتاجية للمنظمات.....	47
عناصر الإنتاجية.....	49
مقاييس الإنتاجية.....	51
تحسين الإنتاجية	55
العوامل التي تؤثر على الإنتاجية	57
العلاقة بين الجودة والإنتاجية	61
أسئلة للمناقشة	66
الفصل الثالث **اختيار موقع المشروع**	67
المقدمه	69
أهمية اتخاذ قرار الموقع	70
العوامل المؤثرة في اختيار موقع المشروع	70
البدائل الاستراتيجية عند التخطيط للموقع.....	74
الأساليب المستخدمة في اختيار موقع المشروع.....	75
أسئلة للمناقشة	88
الفصل الرابع **التخطيط الداخلي للمصنع**	89
المقدمه	91
تعريف التخطيط الداخلي	92
أهمية الترتيب الداخلي.....	93
العوامل المؤثرة في الترتيب الداخلي.....	94
طرق ترتيب المصنع.....	95
أسئلة للمناقشة	101

الفصل الخامس	103
التنبؤ بالطلب	
المقدمة.....	105
مفهوم التنبؤ بالطلب	105
طرق التنبؤ بالطلب	107
الملخص	120
مسرد المصطلحات	121
أسئلة للمناقشة	124
الفصل السادس	125
تخطيط الطاقة الإنتاجية	
المقدمة	127
تعريف الطاقة الإنتاجية وإدارتها	127
مستويات الطاقة الإنتاجية	129
تخطيط الطاقة الإنتاجية	133
تخطيط حجم الطاقة	135
استراتيجيات تخطيط وتوسيع الطاقة الإنتاجية	138
الملخص	144
مسرد المصطلحات	145
أسئلة للمناقشة	147
الفصل السابع	149
استراتيجيات تخطيط الإنتاج	
المقدمة	151
مفهوم التخطيط الاجمالي للإنتاج	151

خطوات التخطيط الاجمالي للإنتاج 152

تحضير خطة الإنتاج 154

البدائل المتعلقة بالطلب والطاقة 156

استراتيجيات تخطيط الإنتاج 158

المقاييس الزمنية لإعداد خطة الإنتاج 162

أساليب التخطيط الاجمالي للإنتاج..... 163

الملخص 172

مسرد المصطلحات 174

أسئلة للمناقشة 175

الفصل الثامن

استخدام الأساليب الكمية في تخطيط الإنتاج 177

المقدمة 179

تحليل التعادل 180

قرارات البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي..... 185

قرار التصنيع الداخلي أو الشراء 189

الملخص 193

مسرد المصطلحات 195

أسئلة للمناقشة 197

الفصل التاسع

استخدام البرمجة الخطية في تخطيط الإنتاج 199

المقدمة 201

مفهوم البرمجة الخطية 201

عناصر وشروط صياغة النموذج الرياضي باستخدام البرمجة الخطية 202

حل المشكلات من خلال طريقة الرسم البياني 203
استخدام طريقة السمبلكس في حل المشكلات 211
تحليل الحساسية في البرمجة الخطية 216
استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة ضغط التكاليف 221
الملخص 226
مسرد المصطلحات 228
أسئلة للمناقشة 230

الفصل العاشر
توظيف الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات 231

المقدمة 233
اتخاذ القرارات في ضوء المخاطرة 234
اتخاذ القرارات في ظروف عدم التأكد 238
استخدام الأساليب الكمية في حل مشكلات النقل والتخليص. 244
الملخص 250
مسرد المصطلحات 252
أسئلة للمناقشة..... 254

الفصل الحادي عشر
جدولة العمليات 255

المقدمة 257
مفهوم جدولة العمليات 257
قرارات الجدولة في مجال الخدمات 258
قرارات الجدولة في مجال التصنيع 259
تحديد تتابع أو تسلسل العمليات 265
الملخص 271
مسرد المصطلحات 273
أسئلة للمناقشة 275

الفصل الثاني عشر **إدارة المخزون**	277
المقدمة	279
أنواع المخزون	280
طرق جرد المخزون	280
طرق تقييم المخزون	284
عناصر تكلفة المخزون	286
دورة المخزون	288
نماذج المحافظة على توازن المخزون	291
الملخص	306
مسرد المصطلحات	308
أسئلة للمناقشة	310
الفصل الثالث عشر **إدارة المخزون باستخدام أسلوب المخزون الصفري**	311
المقدمة	313
مفهوم نظام (JIT) كنظرية إدارية حديثة.....	314
العلاقة بين نظام (JIT) والأصفار السبعة	315
فوائد تطبيق نظام (JIT)	317
متطلبات تطبيق نظام الإنتاج (JIT)	317
التخزين وفق نظام (JIT)	319
الملخص	322
مسرد المصطلحات	324
أسئلة للمناقشة	326

الفصل الرابع عشر
ضبط الجودة

327

المقدمة 329

مفهوم الجودة 330

تطور مفهوم الجودة 331

أبعاد الجودة 332

أثر الجودة في تحسين عمليات المنظمة..... 333

الاسهامات الرئيسية في مجال الإدارة الحديثة للجودة 334

الملخص 344

مسرد المصطلحات 346

أسئلة للمناقشة 347

المصطلحات الأساسية 348

مراجع ومصادر الكتاب 366

قائمة الجداول

رقم الجدول	المحتوى	الصفحة
(5- 1)	مقارنة بين المنهجين النوعي والكمي للتنبؤ بالطلب	107
(5- 2)	مزايا ومساوئ طريقتي المتوسط المتحرك البسيط والمتوسط المتحرك الموزون أو المرجح	114
(6- 1)	عوامل الإنتاج السبعة 7Ms	134
(11- 1)	قواعد ترتيب تشغيل المهام	266
(11- 2)	أهم مقاييس الأداء المستخدمة في تحديد تسلسل وتتابع العمليات	267

قائمة الأشكال

رقم الشكل	المحتوى	الصفحة
(1 -1)	العلاقة الدائرية بين التمكين والجودة	72
(2 -1)	كيفية عمل النظام الإنتاجي	31
(1 -2)	عناصر الإنتاجية	51
(2 -2)	أثر الجودة المنخفضة في المنتج على اقتصاديات الوحدة الإنتاجية وعلى إنتاجيتها	61
(3 -2)	دور الآثار السلبية للإنتاجية المنخفضة	62
(1 -4)	الترتيب على اساس العمليات	96
(1 -5)	بيانات الاتجاه العام الموجب والسالب	117
(1 -7)	العلاقة بين خطة الأعمال وخطة الإنتاج وجداول الإنتاج	155
(1 -8)	المنتجات المشتركة	186
(1 -12)	دورة المخزون	290
(1 -14)	مجموعة المواصفات الخمس المرتبطة بسلسلة (ISO 9000)	339
(2 -14)	كيفية عمل حلقات مراقبة الجودة	341

مقدمة المؤلفين

بعد أن نحمد الله، ونصلي على رسوله الكريم سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم، فإنه لمن دواعي سرورنا أن نقدم كتابنا هذا **إدارة العمليات الإنتاجية**، والذي جاء نتيجة جهود كبيرة كنا نأمل من ورائها تقديم منفعة وإضافة جديدة تسهم في تعزيز قدرة الطلبة على فهم إدارة الإنتاج والعمليات بصورة سلسلة ومتتابعة ومتناسقة.

ومما كان سبباً أساسياً في تقديم كتابنا هذا، هو رؤيتنا لضرورة أن نقدم مؤلفاً حديثاً وجديداً في إدارة الإنتاج والعمليات، يعول عليه في تدريس هذا المساق لطلبة كليات العلوم الإدارية والمالية، من جهة، ومن جهةٍ أخرى ليكون موجهاً للمختصين في إدارة الإنتاج والعمليات في منظمات الأعمال العربية عموماً.

يقع هذا الكتاب في أربعة عشر فصلاً، تتناول جميعها قضايا وموضوعات غاية في الأهمية، تسهم في تعميق المعرفة حول إدارة الإنتاج والعمليات، وتكسب الدارس، سواء أكان طالباً أو مهتماً، مهارة جديدة حول كيفية القيام بإدارة الإنتاج والعمليات في منظمات الأعمال ذات الطابع الصناعي أو الإنتاجي، وبالتالي تنمية المهارة المطلوبة في تحقيق ما تحتاج إليه المنظمات.

كان عنوان **الفصل الأول** من هذا الكتاب هو: المدخل إلى إدارة العمليات الإنتاجية، وفيه تناولنا تحديد مفهوم إدارة العمليات الإنتاجية، وبيان جذور إدارة العمليات الإنتاجية، وشرح عناصر النظام الإنتاجي، وتحديد مسؤوليات مديري العمليات الإنتاجية، وتوضيح التحديات الجديدة لإدارة العمليات الإنتاجية، وشرح كيفية إدارة العمليات في قطاع الخدمات، وبيان العلاقة بين إدارة العمليات الإنتاجية ومنهج النظم، وتحديد أنماط الإنتاج المختلفة.

وجاء **الفصل الثاني** تحت عنوان الإنتاجية، وفي هذا الفصل تم توضيح المقصود بالإنتاجية، وبيان أهميتها، وتحديد عناصرها، وطرق قياسها، وتحديد الطرق التي تؤدي إلى زيادتها، وتحديد العوامل التي تؤثر عليها، وتوضيح العلاقة بين الجودة والإنتاجية.

أما **الفصل الثالث** فكان بعنوان اختيار موقع المشروع، حيث وضحنا أهمية اتخاذ قرار الموقع، وتحديد العوامل المؤثرة في اختيار موقع المشروع، وتوضيح البدائل الاستراتيجية عند التخطيط للموقع، وبيان الأساليب المستخدمة في اختيار موقع المشروع.

وناقش **الفصل الرابع** الترتيب الداخلي للمصنع، وفيه تم تحديد مفهوم الترتيب الداخلي للمصنع، وتحديد أهمية وأهداف الترتيب الداخلي، وبيان العوامل المؤثرة على الترتيب الداخلي، وتحديد الطرق المتبعة في الترتيب الداخلي.

وكان عنوان **الفصل الخامس** من هذا الكتاب التنبؤ بالطلب، وفيه تم تحديد مفهوم التنبؤ بالطلب الذي يعني تحديد الطلب المستقبلي على السلع والخدمات، وكذلك تحديد الموارد الضرورية لانتاج تلك السلع والخدمات، كما تناول الفصل أهمية التنبؤ بالطلب، وتحديد أنواع التنبؤ بالطلب، وتحديد خطوات تحديد توقعات الطلب، وبيان طرق التنبؤ بالطلب.

وتناول **الفصل السادس** الذي جاء بعنوان تخطيط الطاقة الإنتاجية توضيح مفهوم الطاقة الإنتاجية، وتحديد مستويات الطاقة الإنتاجية، وكيفية حسابها رياضياً، إضافة إلى توضيح الاستراتيجيات المختلفة لتخطيط الطاقة الإنتاجية.

أما عنوان **الفصل السابع** فكان استراتيجيات تخطيط الإنتاج، وفيه تم تحديد مفهوم التخطيط الاجمالي للإنتاج، وبيان خطوات التخطيط الاجمالي للإنتاج، وتوضيح كيفية تحضير خطة الإنتاج، وتحديد البدائل المتعلقة بالطلب والطاقة، وشرح استراتيجيات تخطيط الإنتاج، وبيان المقاييس الزمنية لإعداد خطة الإنتاج، وتحديد أساليب التخطيط الاجمالي للإنتاج.

وبحث **الفصل الثامن** من هذا الكتاب في استخدام الأساليب الكمية في تخطيط الإنتاج، حيث بيّنا أن هناك العديد من الأساليب الكمية التي يمكن استخدامها في هذا المجال، وقمنا بدراسة ثلاثة أساليب، هي: أسلوب تحليل التعادل، وقرارات البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي، وقرار التصنيع الداخلي أو الشراء، وقدمنا شرحاً وافياً لكل أسلوب من هذه الأساليب مدّعمين

هذا الشرح بأمثلة عملية وحالات تطبيقية تساعد الطالب في فهم أهمية استخدام النماذج الكمية الرياضية في عملية التخطيط.

وجاء **الفصل التاسع** بعنوان استخدام البرمجة الخطية في تخطيط الإنتاج، حيث تم توضيح مفهوم البرمجة الخطية، التي تعني الأسلوب الرياضي الذي يهدف إلى تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة لتحقيق أهداف المنظمة، والتي قد تكون موجهة نحو تحقيق أعلى مستوى من الأرباح أو نحو تخفيض التكاليف إلى أدنى مستوى، كما تناول الفصل تحديد عناصر وشروط صياغة النموذج الرياضي باستخدام البرمجة الخطية، وبيان كيفية حل المشكلات من خلال طريقة الرسم البياني، وتوضيح كيفية استخدام طريقة السمبلكس في حل المشكلات، وشرح تحليل الحساسية في البرمجة الخطية، وبيان كيفية استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة ضغط التكاليف.

وكان عنوان **الفصل العاشر** توظيف الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات، حيث تم التعرف على كيفية استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات، وفي حالات مختلفة مثل اتخاذ القرارات في ضوء المخاطرة، واتخاذ القرارات في ظروف عدم التأكد، إضافة إلى بيان كيفية استخدام الأساليب الكمية في حل مشكلات النقل والتخليص.

أما **الفصل الحادي عشر** فجاء تحت عنوان جدولة العمليات، حيث تناول الفصل تحديد مفهوم جدولة العمليات التي يقصد بها وضع خطة لترتيب تنفيذ العمليات المختلفة في المنشآت الصناعية، والتجارية، والخدمية من خلال إعداد التوقيتات الزمنية اللازمة لاستخدام المعدات، والتسهيلات، والموارد البشرية في منظمات الأعمال، وكذلك تم توضيح المقصود بقرارات الجدولة في مجال الخدمات، وتوضيح المقصود بقرارات الجدولة في مجال التصنيع، وبيان كيفية تحديد تتابع أو تسلسل العمليات.

وركز **الفصل الثاني عشر** على موضوع إدارة المخزون، حيث تكمن أهمية تخطيط وإدارة المخزون في أنه من العوامل التي تؤدي إلى استمرارية عمل المنظمات سواء الصناعية أو التجارية، وبالتالي فإن إدارة المخزون بشكل سليم

تضمن عدم التوقف أو التعطل بسبب شح المخزون سواء في المواد الأولية التي تدخل في صناعة المنتج النهائي في الشركات الصناعية، أو البضاعة تامة الصنع التي يقوم المستهلك بشرائها من المنشآت التجارية، وقد ناقش الفصل تحديد الأنواع المختلفة من المخزون، وتوضيح طرق جرد وتقييم المخزون، وتحليل عناصر تكلفة المخزون، وشرح دورة المخزون، وتحديد نماذج المحافظة على توازن المخزون.

ثم جاء **الفصل الثالث عشر**تحت عنوان إدارة المخزون بموجب نظام المخزون الصفري (JIT)، وقد تناول الفصل توضيح مفهوم نظام المخزون الصفري (JIT) كنظرية إدارية حديثة تقوم على أساس مواجهة طلبات العملاء بأقل مستوى من التأجيل وبأقل تكلفة وبأعلى جودة، وتناول أيضاً تحديد العلاقة بين نظام (JIT) والأصفار السبعة، وشرح فوائد تطبيق نظام (JIT)، وتحديد متطلبات تطبيق النظام، وتوضيح كيفية التخزين وفق نظام (JIT).

وتناول **الفصل الرابع عشر** موضوع ضبط الجودة من خلال تحديد مفهوم الجودة، وتتبع تطور مفهومها، وتحديد أبعادها، وتحديد أثر الجودة في تحسين الإنتاجية والربحية، وتوضيح الاسهامات الرئيسية في مجال الإدارة الحديثة للجودة، إضافة إلى توضيح المقصود بخرائط ضبط الجودة.

وحتى تتحقق الفائدة التي نرجوها من كتابنا هذا، خاصة وأنه يحتوي مادة علمية مقررة كمساق تدريسي في كليات العلوم الإدارية والمالية في العديد من الجامعات، فقد بدأنا بكل فصل من فصول هذا الكتاب بتحديد الأهداف الأدائية، كما ألحقنا في نهاية كل فصل مجموعة من أسئلة المناقشة، لقياس مدى فهم الطالب للمادة العلمية الواردة في ثنايا الفصل، ووضعنا مسرداً للمصطلحات الأساسية التي وردت في الفصل.

وختاماً، نود أن نشكر كل من ساهم معنا في إخراج هذا الكتاب بهذه الصورة، ولا يفوتنا أن نقدم شكرنا لعائلاتنا لما تحمّلوه معنا في سبيل إعداد هذا الكتاب.

ونسأل الله التوفيق والسداد، إنه نعم المولى ونعم النصير

المؤلفون

فصول الكتاب الرئيسة

1. الفصل الأول : المدخل إلى إدارة العمليات الإنتاجية
2. الفصل الثاني : ادارة الإنتاجية
3. الفصل الثالث : اختيار موقع المشروع
4. الفصل الرابع: التخطيط الداخلي للمصنع
5. الفصل الخامس: التنبؤ بالطلب
6. الفصل السادس : تخطيط الطاقة الإنتاجية
7. الفصل السابع : استراتيجيات تخطيط الإنتاج
8. الفصل الثامن : استخدام الأساليب الكمية في تخطيط الإنتاج
9. الفصل التاسع : استخدام البرمجة الخطية في تخطيط الإنتاج
10. الفصل العاشر: توظيف الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات
11. الفصل الحادي عشر: جدولة العمليات
12. الفصل الثاني عشر: إدارة المخزون
13. الفصل الثالث عشر : إدارة المخزون باستخدام أسلوب المخزون الصفري
14. الفصل الرابع عشر : ضبط الجودة

مدخل إلى إدارة العمليات الإنتاجية

Introduction to Operations Management

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكِّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. تحديد مفهوم إدارة العمليات الإنتاجية
2. بيان جذور إدارة العمليات الإنتاجية
3. شرح عناصر النظام الإنتاجي
4. تحديد مسؤوليات مديري العمليات الإنتاجية
5. توضيح التحديات الجديدة لإدارة العمليات الإنتاجية
6. شرح كيفية إدارة العمليات في قطاع الخدمات
7. بيان العلاقة بين إدارة العمليات الإنتاجية ومنهج النظم
8. تحديد أنماط الإنتاج المختلفة

الفصل الأول

مدخل إلى إدارة العمليات الإنتاجية

Introduction to Operations Management

المقدمة Introduction

تعني إدارة العمليات تلك الوسائل التي تستخدمها المنظمات لإرضاء عملائها، فهي طريقة عملية مهمة وأساسية في كل من المنظمات الخدمية والصناعية، وقد كان التركيز الأكبر في الماضي على قياس مدى استخدام الموارد المتاحة؛ مثل الإنتاجية والفعالية، أما اليوم فقد توجهت الدراسات نحو الكيفية التي يمكن بموجبها إرضاء العميل عبر تقديم الخدمة بالشكل المتوقع.

كما ويمكن أن تؤدي إدارة العمليات بشكل جيد إلى إرضاء العملاء؛ فإدارة العمليات بشكل فعال تتطلب أكثر من الامتياز في الأداء، فهي تحتاج إلى التواصل الفعال والناجح مع العملاء لمعرفة توقعاتهم، لذا؛ يتوجب على أغلب المؤسسات أن تقدم سلعًا تدعم الخدمات المقدمة، وتقديم خدمات مسهِّلة للمنتجات المباعة بهدف إرضاء عملائها.

كما ويتوجب على إدارة العمليات الناجحة التواصل والعمل بفعالية بين الموظفين في جميع الأقسام مثل المالية، والتسويق وإدارة الموارد البشرية (Hanna&Newman, 2001, pp4-5).

يتناول هذا الفصل تحديد مفهوم إدارة العمليات الإنتاجية، وبيان جذور إدارة العمليات الإنتاجية، وشرح عناصر النظام الإنتاجي، وتحديد مسؤوليات مديري العمليات الإنتاجية، وتوضيح التحديات الجديدة لإدارة العمليات الإنتاجية، وشرح كيفية إدارة العمليات في قطاع الخدمات، وبيان العلاقة بين إدارة العمليات الإنتاجية ومنهج النظم، وتحديد أنماط الإنتاج المختلفة.

أولاً: مفهوم إدارة العمليات الإنتاجية Operations Management Concept

تعني الإدارة عمومًا التخطيط، والقيادة، والتنظيم، والتحكم في رأس المال البشري؛ في حين أن إدارة العمليات هي بمثابة عملية تحويل مدخلات العمل؛ مثل: رأس المال، والموارد البشرية والمواد الأولية إلى حزمة من المنتجات والخدمات المقدرة والمتوقعة من قبل الزبائن.

وبالتالي، فإن إدارة العمليات تُعنى بالإنتاج والخدمات، وتحقيق القيمة الأساسية المضافة إلى العمليات الإنتاجية، والتي تتمثل بتحويل المواد الملموسة إلى سلع يمكن نقلها وتخزينها، في حين أن هذه القيمة غير ملموسة في الخدمات، وهذا الفرق بين السلع والخدمات يظهر في الاقتصاد الجزئي، وقد أشارت الأبحاث إلى أن نسبة العاملين في القطاع الخدمي تتزايد بشكل ملحوظ في العقد الأخير، في حين أن القطاع الصناعي يشهد انخفاضًا في نسبة العمال، وتستخدم العمليات بعدة طرق لإضافة قيمة للخدمة المؤداة أو السلعة المباعة، وفي أغلب الأحيان على المنظمة ربط السلع بالخدمات المتعلقة بها لتقديمها للزبون الذي يتوقع أن يستلمها من مصدر واحد وذلك كي تقوم بإرضاء الزبون بالشكل المطلوب. (Hanna & Newman, 2001, p10)

يقصد بالإنتاج عملية خلق السلع والخدمات؛ في حين أن إدارة العمليات الإنتاجية هي مجموعة أنشطة تخلق سلعًا وخدمات من خلال تحويل المدخلات إلى مخرجات، وهذه الأنشطة تحصل على مستوى المنظمة، فالأنشطة الإنتاجية التي تنتج السلع غالبًا ما تكون واضحة، ويكون المنتج ملموسًا كالتلفزيونات والسيارات مثلاً.

وقد لا يكون المنتَج بذلك الوضوح في المنظمات التي لا تنتج سلعًا ملموسة، وقد يكون غير مرئي للناس، وكمثال على ذلك العمليات التي تحصل في البنوك والمستشفيات، وبغض النظر إذا كان المنتج سلعة أو خدمة، فإن الأنشطة الإنتاجية في المنظمة ستمر بما يسمى بإدارة العمليات الإنتاجية (Heizer & Render, 2001, P4).

إن المفتاح الرئيس لفهم "إدارة العمليات الإنتاجية" هو أنها الفكرة البسيطة المتعلقة بإدارة العمليات التي تقدم المنتجات أو الخدمات في المؤسسة، وينظر إلى العمليات على أنها طرق العمل التي تعمل على مدخلات هذه العمليات، وكما الأنشطة، فإن إدارة العمليات واسعة جدًا، وتوجد في كل القطاعات الاقتصادية، الهادفة وغير الهادفة للربح، والأشخاص الذين يتلقون مخرجات هذه العمليات؛ وهم الزبائن، يتشكلون من أشخاص داخليين وخارجيين.

وعليه، يمكن القول بأن إدارة العمليات هي مجموعة من الأنشطة والفعاليات التي تشمل التخطيط، والتنظيم، والتوجيه، والرقابة، والاتصالات، والتوظيف للموارد، التي تتعامل مع موارد المنظمة بهدف تقديم خدمة أو منتج يتناسب وتوقعات أو رغبات الزبائن، ويجري تطويره من خلال نافذة التغذية الراجعة.

وبعد هذا التوضيح والعرض للمفاهيم المرتبطة بإدارة العمليات، فإن السؤال المطروح هو: لماذا ندرس إدارة العمليات؟، وللإجابة على هذا السؤال ندرج أدناه أربعة أسباب لذلك، وهي: (Heizer & Render, 2001, P6)

1. إدارة العمليات هي إحدى الوظائف الثلاث الأساسية في أي مؤسسة، وهي مرتبطة بكل أقسامها، فكل المؤسسات تسوِّق، وتحاسِب، وتنتج، لذلك، فمن المهم معرفة وظائف إدارة العمليات الأساسية، لذا فنحن ندرس كيف ينظم الأشخاص أنفسهم للحصول على مؤسسة منتجة.
2. ندرس إدارة العمليات لأنه يجب تَعرُّف كيفية انتاج السلع والخدمات؛ فوظيفة الإنتاج هي جزء لا يتجزأ من مجتمعنا الذي ينتج المنتجات التي نستخدمها.
3. ندرس إدارة العمليات لفهم عمل مديري الإنتاج، ومع هذا الفهم، يمكننا أن نطور المهارات الأساسية للوصول إلى الوظائف الإدارية، الأمر الذي يخولنا التعرف على مجالات توظيف عديدة في إدارة العمليات.

4. ندرس إدارة العمليات لأنها تعتبر الجزء المكلِف في المنظمات، ولأن جزءًا كبيرًا من الدخل في المنظمات يصرف على إدارة العمليات، إلا أنها في نفس الوقت تؤمن الفرص للتطور والإنتاجية وتحسين الخدمة المؤداة.

ونشير إلى أنه يتوجب على إدارة العمليات التواصل بنجاح، والعمل مع الأقسام الأخرى في المنظمة، فعندما لا يتم هذا التواصل بشكل جيد يكون من الصعب إرضاء العملاء أو إحداث أي تحسين على مستوى الأداء، وهذا هو السبب الرئيس الذي يجعل تدريس مساق إدارة العمليات إلزاميًا لجميع طلاب الإدارة، مهما كان تخصصهم.

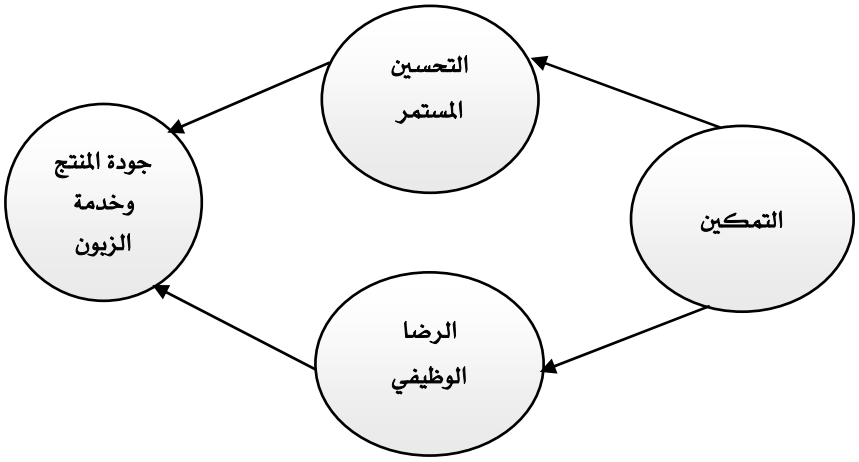
ثانيًا: جذور إدارة العمليات الإنتاجية Operations Management Roots

تعود جذور إدارة العمليات الإنتاجية إلى فترة زمنية بعيدة، عندما كان الإنسان يحاول تطبيق الطرق البدائية في إنتاج بعض السلع التي كان يستخدمها آنذاك، غير أن البداية الفعلية لتطور نظم الإنتاج تعود إلى أفكار عالم الإدارة الأول فردريك تايلور في أواخر القرن التاسع عشر، حيث ساهمت أفكاره في تحديد مبادئ الإدارة العلمية، ودراسة الوقت والحركة، ودفع الأجر بناءً على حجم الإنتاج، ثم تطورت النظرة للإنتاج بشكل كبير نظرًا للتطور الحاصل في التصنيع، وانتشار المنظمات الكبيرة التي تنتج كميات ضخمة من المنتجات، وفي وقت قصير، وحديثًا هناك العديد من القضايا التي أسهمت في تطور النظرة إلى نظام إدارة العمليات الإنتاجية، هي:

1. العالمية، Globalization، وهي نظام عالمي يقوم على تحرير الأسواق والفضاءات الاقتصادية والتبادلات التجارية والمالية والخدمية، وعلى الاختراق المتواتر للخصوصيات والحدود الثقافية والقيمية والجغرافية والسياسية (الحروب، ودراوشة، 2007)، حيث أسهم هذا النظام العالمي في توسيع نظم الإنتاج كمًا وكيفًا، ولم يعد نظام العمليات الإنتاجية مقتصرًا على تقديم منتجات أو خدمات تلبي حاجة أو رغبة فئة دون سواها، بل أصبح يتم الإنتاج ليناسب ويلائم العالم بأسره.

2. التمكين، مفهوم يتمحور حول إعطاء الموظف صلاحية وحرية أكبر في مجال الوظيفة المحددة التي يقوم بها من ناحية، ومن ناحية أخرى منحه حرية المشاركة وإبداء الرأي في أمور في سياق الوظيفة، بالإضافة إلى منحه الحرية في تحديد كيفية تنفيذه لعمله، وهذا يبرزُ كمعتقداتٍ فرديةٍ يمتلكها الفردُ لدوره وعلاقاته بمنظمته (المعاني، 2008).

ويلعب التمكين دوراً خاصاً في تحسين الجودة، كون تحقيق الجودة يتطلب أشخاصاً قادرين على التغيير في طرق العمل، مما يجعل القيادةَ ملتزمةً بتحقيق رضا العاملين كجزءٍ مُكمِّلٍ لإدارة الجودة، ويمكن للجودة بالمقابل أن تعيد الدائرة، حيث إن تحقيقها سيشجع الإدارة العليا على تعميق إيمانها بضرورة تمكين العاملين باعتبار أن الغاية النهائية هي التحسين المستمر (Evans & Dean, 2003, p.270). ويوضح الشكل رقم (1- 1) هذه العلاقة الدائرية بين التمكين والجودة.



شكل (1- 1)

العلاقة الدائرية بين التمكين والجودة

Source: Evans, & Dean, 2003, P.271

3. إدارة الجودة الشاملة(TQM) :استراتيجية تنظيمية تركّز على إرضاء العملاء والمحافظة على ولائهم، من خلال التحسين المستمر لخصائص المنتج ولكفاءة العمليات الإنتاجية، لتحقيق المنظَّمة المتميِّزة (Brown & Harvey, 2006: 374).

ويشير مفهومُ نظام إدارة الجودة الشاملة كما بيَّنه العلي (2008: 23) إلى تَفاعُل المُدخلاتِ؛ وهي الأفراد، والأساليب، والسياسات، والأجهزة، لتحقيق جودةٍ عاليةٍ للمُخرَجات. وهذا يعني إشراك العاملين وإسهامهم، كافة، بصورةٍ فاعلةٍ في العمليات الإنتاجية أو الخدمية مع التركيز على التحسين المستمر لجودة المُخرَجات والعمليات بهدف تحقيق الرضى لدى المستهلكين.

وتتفق برامجُ الجودةِ الشاملة المختلفة في كونها تسعى جميعاً لتحقيق الأهداف الآتية (السلمي، 2002 :131- 132):

1. تقديمُ السلع والخدمات للمستفيدين بما يُحقِّق احتياجاتهم، ويتفق وتوقعاتهم.
2. تحسينُ كفاءة العمليات في المنظمة بما يُحقِّق تخفيضَ تكلفة الأداء، وتقليل الوقت المستغرق في الأداء، وتحسين أسلوب تقديم المنتجات للمستفيدين، وتطويرُ منتجاتٍ وخدماتٍ جديدةٍ أفضل وأسرع؛ للوفاء باحتياجات المستفيدين.
3. مواكبةُ حركة التحسين والتطوير في أساليب تقديم المنتجات والخدمات، والارتقاء إلى المستويات العالمية المتعارف عليها.
4. التحسينُ المستمرُ في كافة مرافق وعمليات ومستويات المنظمة.
5. تطويرُ كافة عناصر المنظمة وعملياتها ومنتجاتها، وإدماجُ التطوير في صُلبِ فلسفة الإدارة.
6. تأكيدُ المركزِ التنافسيِّ للمنظمة، وبناءُ وتنميةُ وتفعيلُ قُدُراتها التنافسية في مواجهة تطوُّرات السوق ومحاولات المنافسين.
7. ضمانُ استكمال المنظمة للمقوِّمات المؤدية إلى وصولها لمراتب التميّز وفق المعايير العالمية المتعارف عليها في نماذج إدارة التميّز.

4. إعـادة هندسـة العمليـات: Management by Process Reengineering (MPR)، يمكـن اعتبـارُ حركـة إعـادة هندسـة العمليـات حركـة تـوافر منهجية دقيقة لتحويل المنظمة التقليدية إلى منظمةٍ متميزةٍ، وهو ما احتاجت إليه الشركاتُ الضخمةُ التي احتاجت إلى إعادة هيكلة تنظيمها، وإعادة هندسة عملياتها.

وعـرَّف (Hammer & Champy, 1993) إعـادةَ هندسـة العمليـات (MPR) بأنهـا: "تفكـيرٌ جـادٌ لإحداث تغييرٍ جذريٍ في العمليات التي تقوم بها الشركة بهـدف تحقيـق تحـسينات جوهريـة في الأداء"، وتتـضمن إعـادةَ تـصميم كافـة النشاطات التي تقوم بها الشركةُ ابتداءً من تلك التي تتعلق بالمدخلات؛ وحتى تلك التي تتعلق بالمخرجات من أجل تغيير أساليب الأداء الحالية إلى أخرى أكثر كفاءة وفاعلية، كما تتضمن دمجَ أو إلغاءَ أو إعادةَ تصميمِ النشاطات حيثما يلزم، دون النظر إلى التزام الشركة بالنشاطات السابقة.

ويعتبرهـا (Brown & Harvey, 2006: 407) بأنّهـا إعـادةُ تفكـيرٍ أساسيةٍ في العمليـات لتحقيـق تحـسين لـلأداء، ولا يـتم تعـديل العمليـات القائمـة؛ إنمـا البـدءُ بـصفحةٍ جديـدةٍ فارغـةٍ بحيـث تـتمكن المنظمـةُ مـن النظـر إلى عملياتهـا بطـرقٍ جديدةٍ.

كما يؤكد Brown & Harvey بأنَّ الهدفَ من إعادة هندسة العمليات هو جعل كل العمليات أكثرَ كفاءة من خلال الدمج، والحذف، وإعادة مقايسة المهام، مع التركيز على تصميم العمل للنشاطات، والعمليات، وكيفية تنفيذ المهمات، وتقليل المهمات غير الكفؤة وتحسين الإنتاجية والنوعية.

ثالثًا: النظام الانتاجي Production system

يشير النظام الإنتاجي إلى سلسلة من النشاطات المتداخلة والعمليات التي تبدأ من تصميم المنتج؛ مرورًا بعمليات التخطيط والرقابة على كافة الأنشطة المتعلقة بالعملية الانتاجية (الموسوي، 1995، ص93)، وهو نظامٌ متطورٌ لتأكيد الجودة الشاملة؛ يحدد آليات تحليل العمليات وأسس تحديد مواصفات وشروط الجودة ومعدلات السماح فيها وآلية الرقابة وضبط الجودة ومداخل تصحيح انحرافات

الجودة، وأكد كلٌ من (Brown & Harvey, 2006, p374) على ضرورة أن تكون إدارة الجودة الشاملة هي استراتيجية المنظمة، تهدف إلى الالتزام برضى الزبون عن طريق تطوير العمليات والتي تؤدي إلى تحسين جودة المنتجات، وأن اعتماد الجودة الشاملة بالمنظمة يؤدي إلى تَميُّزِها عن طريق تكامل حاجات الأفراد بالنمو مع حاجة المنظمة للتطوّر.

كما يشير النظام الإنتاجي إلى نظام معلومات متكامل يضم آلياتٍ لرصد المعلومات المطلوبة، وتحديد مصادرها ووسائل تجميعها وقواعد معالجتها وتداولها وتحديثها وحفظها واسترجاعها، فضلاً عن قواعد وآليات توظيفها لدعم اتخاذ القرار.

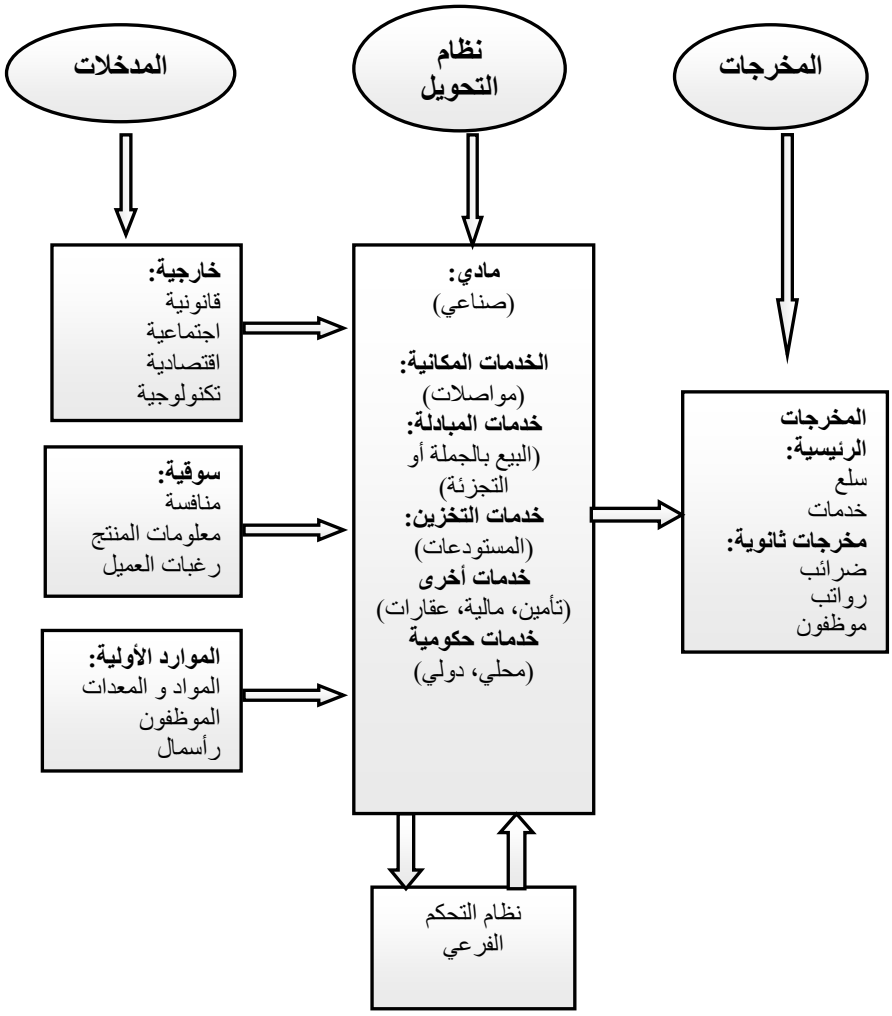
وهو أيضًا نظامٌ متطورٌ لإدارة القوى البشرية يبين القواعد والآليات لتخطيط واستقطاب وتكوين الموارد البشرية وتنميتها وتوجيه أدائها، كما يتضمن قواعد وآليات تقويم الأداء، وأسس تعويض العاملين وفق نتائج الأداء.

ويعمل النظام الإنتاجي على تقييم الأداء الفردي، وأداء مجموعات وفرق العمل، ووحدات الأعمال الإستراتيجية، والأداء المؤسسي بغرض تقويم الإنجازات بالقياس إلى الأهداف ومعايير الأداء، وبالتالي فهو بمثابة قيادة فعالة تتولى وضعَ الأسس والمعايير، وتوفير مقومات التنفيذ السليم للخطط والبرامج، وتؤكد فرص المنظمة في تحقيق إدارة التميّز، وركّز بعض الباحثين من أمثال (Ugboro & Obeng, 2000, pp:17-61) على دور القيادة في تمكين العاملين، ودعم بيئة إدارة الجودة الشاملة من خلال إيجاد المُناخ الذي يُعزِّز الجودةَ الشاملة، ورضى الزبائن وبالتالي تحقيق التميّز في المنظمة.

وحتى نتعرف كيفية عمل المنظمات، لا بد من استعراض فكرة عمل النظام؛ والتي تقوم على دورانية مستمرة من استقبال المنظمة للمدخلات التي تعالجها في مرحلة العمليات لتقدم بدورها المخرجات المستهدفة لتكون في متناول المستهلك، ليقوم بدوره باستهلاك المنتج أو الاستفادة من الخدمة ليقدم بعد التجربة ملاحظاته سواء الإيجابية أو السلبية لتقوم المنظمة بالتعديل أو التطوير وفقا لتلك الملاحظات.

ويمكن وصف النظام الانتاجي بأنه كلٌ متكاملٌ لا يمكن أخذ جزء منه دون افتقاد خصائصه الأساسية؛ ما يحتم دراسته ككل ويعرف النظام الانتاجي

بأنه نظام مهمته تحويل مجموعة المدخلات إلى مجموعة من المخرجات المرغوبة والمستهدفة (مرسي، 2006، ص ص 20- 31)، ويبين الشكل رقم (1- 2) اللاحق كيفية عمل النظام الإنتاجي.



شكل رقم (1- 2):

كيفية عمل النظام الإنتاجي

Source: Gaither & Frazier, 2002, P 18

رابعًا: مسؤوليات مديري العمليات الإنتاجية

Operations Managers Responsibilities

تتضمن وظيفة مديري العمليات حزمة من المهام الرئيسة التي تشكل في مجموعها دستور الإدارة الإنتاجية؛ وهي:

1. عليهم أن يفهموا ما الذي يجب أن تتمتع به العمليات من مواصفات مثل استعمال النوعية الجيدة، ومرونة ملائمة لتقبل الملاحظات، والانتاج بأقل كلفة ممكنة مع مراعاة بعد الجودة.
2. التخطيط والسيطرة على النشاطات الرئيسة، حيث إن التخطيط يشمل آلية تدفق الموارد بشكل منتظم إلى أن يتم الوصول للأهداف. أما السيطرة فتشمل مقارنة الأداء بالمقاييس المتوقعة، وإذا لم يكن الأداء مرضيًا، سيتوجب أخذ الإجراء اللازم لتغيير المدخلات، أو العمليات أو المخرجات، أو تغييرها جميعها.
3. إدارة العمليات للوصول إلى الأهداف أمر مهم، ولكنه ليس كافيًا، حيث إن توقعات الزبائن تتغير وعلى العمليات أن تستمر بالتحسن، مما يعني أن على المديرين البحث عن وسائل تطوير دائمة في جميع عملياتهم.
4. العمليات جزء مهم من المنظمة، والتواصل بين كل أقسام المنظمة أمر ضروري لسلاسة العمليات، وهنا على المديرين أن يتواصلوا بين المستويات الإدارية.

وعند تنفيذ هذه المهام، يكون الهدف من العمليات هو تحقيق الفعالية للوصول إلى الأهداف.

خامسًا: التحديات الجديدة لإدارة العمليات الإنتاجية

The New Challenges of Operations Management

هناك عدة تحديات تواجه إدارة العمليات الإنتاجية، وهي بمثابة عوائق تقف دون تحقيق الأهداف، هذا بالنسبة للمنظمات التي تفتقر إلى المرونة وقابلية التجاوب والتناغم مع البيئة الديناميكية، أما بالنسبة للمنظمات التي تتعامل مع التحديات كمحفزات وعوامل لتجديد انطلاقتها فإنها تستثمر تلك التحديات

لصالح بناء سمعتها التجارية وتأكيد وجودها في السوق، ومن أهم التحديات التي تواجه إدارة العمليات الإنتاجية ما يأتي:

1. الاتجاه نحو العالمية: فالانحدار السريع في تكاليف الاتصالات والمواصلات جعل جميع الأسواق عالمية، ولكن في الوقت نفسه، أصبحت الموارد؛ مثل المواد والعمالة أيضًا عالمية، ما يؤدي إلى المنافسة العالمية بين البلدان الساعية للنمو الاقتصادي، حيث يسعي مديرو العمليات الإنتاجية إلى الاستجابة بابتكار وإبداع لنقل الأفكار والأجزاء.
2. شراكة سلسلة التوريد: قِصَرُ عُمُرِ المنتَج، بالإضافة إلى التغير السريع في المواد والتكنولوجيا، يتطلب مشاركة أكبر من الموردين الذين عادة ما يوردون قيمة المنتج، وبناء عليه، فان مديري العمليات يبنون شراكات طويلة الأمد مع لاعبين أساسيين في سلسلة التوريد.
3. التخصيص الجماعي: حينما يتم اعتبار العالم سوقًا واحدة، يتم اكتشاف الفروق الفردية والفروق الحضارية؛ وهنا يتسم مديرو الإنتاج بالمرونة الكافية لتلبية حاجات الأفراد وفق رغباتهم، والهدف هو إنتاج المنتج أينما أو حينما تتم الحاجة إليه.
4. موظفون أقوياء: فالثورة العلمية تتطلب وجود كفاءات أكثر في مكان عمل واحد؛ ما يسمح لمديري العمليات بنقل أو تفويض اتخاذ القرارات إلى الأفراد، وهذا من شأنه أن يجعل من الموظفين أكثر قوة وقدرة في اتخاذ القرارات.

سادسًا: إدارة العمليات الإنتاجية في قطاع الخدمات

Management of Production Processes in the Services Sector

تشمل الخدمات كل ما يتعلق بعمليات الصيانة، والطعام والمسكن، والترفيه والتسلية، والوظائف المهنية، وغيرها مما يشير إلى تقديم خدمة غير ملموسة، وتتميز الخدمات بعدد من الخصائص من أبرزها:

- عادة ما تكون غير ملموسة (مثل تذاكر الطيران).
- غالبًا ما يكون إنتاج واستهلاك الخدمات في نفس الوقت.

- غالبا ما تكون مميزة.
- تتطلب تعاملاً قريبًا مع الزبائن.
- لا يمكن تحديد ماهية منتَج الخدمة بدقة.
- غالبًا ما تكون مرتكزة على المعرفة.

وعلى الرغم من اختلاف السلع عن الخدمات، إلا أن العمليات غالبًا ما تقوم بتحويل الموارد إلى منتجات، ولذلك يمكن القول أن العمليات متشابهة بالنسبة للطرفين، وعلى سبيل المثال، فالخدمات والسلع لديها معايير جودة، كلاهما مصمَّمٌ ومنتَجٌ وفقًا لجدول أو خطة في مكان يوظِّف العنصر البشري.

وبالرغم من وجود الكثير من الفوارق بين السلع والخدمات، إلا أنه يمكن القول بأن هذه الفوارق لا تكون واضحة تمامًا، وغالبًا ما يحتاج بيع السلعة إلى خدمات مرافقة، فمثلا بيع السيارات يحتاج إلى خدمات ما بعد البيع، بالإضافة إلى أن الخدمات تُنتَج في عمليات منتِجة للسلع؛ مثل الموارد البشرية، والإدارة، والمحاسبة التي تمثل خدمات، ولكنها تقع ضمن منشآت صناعية أو منتِجة للسلع.

سابعًا: إدارة العمليات الإنتاجية ومنهج النظم

Operations Management and Systems Approach

منذ الحرب العالمية الثانية تم تطوير نظام معرفة يسمي النظم، وهو يركز على أن العمليات تتكون من عناصر فردية متصلة ببعضها ولديها هدف معين، وأن ما يؤثر على عنصر منها يؤثر على بقية العناصر المتصلة بها، وكمثال نرى أن التعليم هو نظام مكون من عدة عناصر مثل الطلاب، والأكاديميين والإداريين، والهدف من ذلك هو تأمين تجربة تعليمية ايجابية، وصلة الوصل الأساسية بين هذه العناصر هي المعلومات، وإذا أزلنا أي عنصر من هذه العناصر سوف يختلف عمل النظام بشكل كلي، وبهذا فقد ساهم التفكير النظامي بثلاثة أفكار رئيسية، هي:

1. الأولى هي مفهوم العمليات كسلسلة مدخلات ومخرجات متأثرة بعدة مؤثرات بيئية، والأساس في هذه النظرية هو تحديد مسار هذه العمليات وتصميم السلوك الأمثل
2. والثانية هي مفهوم التحكم، والفكرة الرئيسية منها أن المعلومات عن أداء العمليات تصدر وتقارن بمعايير ومقاييس معينة، وإذا لم يلتق الأداء مع هذه المعايير يتم تصحيح العمليات إلى أن يتم هذا الالتقاء، وفي هذه الطريقة يتم إدارة العمليات بدل تركها في مسار عشوائي، والتحكم من خلال التغذية الراجعة هو أكثر الطرق شيوعا لقياس وتصحيح العمليات؛ حيث إن قياس أداء العمليات يتم بناءً على المخرجات، وفي هذه المرحلة يتم مقارنة النتائج مع معايير محددة سابقًا، وإذا لم تطابق المعلومات هذه المعايير، يطلب المقارن تغييرات في المدخلات ويعيد العملية من جديد.
3. والفكرة الثالثة هي أن الأنظمة تركز على الحاجة إلى منظور منظم نحو اتخاذ القرارات، وفي هذه الحالة يتم اتباع خطوات منهجية منظمة بهدف اتخاذ القرار تبدأ بتحديد المشكلة، وتنتهي بمراقبة نجاح الحل الذي تم اختياره.

وفي منهج النظم، تتلقى الأنظمة أو العمليات المدخلات على شكل مواد، وموظفين، ورأسمال، ومعدات ومعلومات، وهذه المدخلات تتغير في نظام تحويلي إلى السلع والخدمات المرادة، والتي تسمى المخرجات، ويتم مراقبة قسم من هذه المخرجات من خلال نظام مراقبة لتحديد إذا ما كانت مقبولة من حيث النوعية، والتكلفة، والكمية أم لا، وإذا كانت المخرجات مقبولة، فيعني هذا أنه ليس هناك داع لتغيير النظام، أما إذا لم تكن مقبولة، فهذا يعني أن هناك حاجة للتغيير، وهنا يحرص نظام الرقابة على الأداء من خلال توفير التغذية الراجعة للحصول على السلوك التصحيحي.

وعادةً، فإن المخرجات الرئيسة للإنتاج تكون إما ملموسة أو غير ملموسة، الملموسة مثل السلع التي تنتج يوميًا كالسيارات، والألبسة، والأغذية، وغير الملموسة مثل الخدمات كالبنوك، والتأمين، والدراسة، وعادة ما يتم نسيان

المخرجات غير الملموسة في النظام الإنتاجي؛ مثل الضرائب، والتلوث، والتطورات التكنولوجية، والرواتب، وعلى الرغم من أنها لا تلقى نفس الاهتمام، إلا أنها تؤثر على الإنتاجية بشكل ملحوظ. (Gaither & Frazier, 2002, P. 18)

ثامنًا: أنماط الانتاج Production Patterns

يقصد بأنماط الإنتاج الطريقة التي يصنع بموجبها المنتج التام، وتوجد هناك ثلاثة أنماط لتصنيع المنتجات، ويعد فريدريك تايلور رائد دراسة الوقت والحركة هو أول من تحدث عن أنماط الإنتاج عندما أجرى أبحاثه الميدانية في شركة Midvale Steel عام 1881 هدف من خلالها إلى تحديد الوقت النمطي لأداء العمل، تبعه كل من فرانك وليليان جلبريث ليحسّنا طريقة الأداء ويستغنيا عن الحركات الزائدة وغير الضرورية أثناء تأدية العمل. إن التخصص ودراسة الحركة والوقت أديا إلى لفت الانتباه إلى التركيز على أداء العمل وزيادة الفعالية وخفض التكاليف (الحسين، 2001، ص ص. 25- 63)، وهناك أنماط لأداء الأعمال يمكن تمييزها كما يأتي: (الموسوي، 1995، ص ص. 25- 30)

أ. نمط الانتاج لوحدة واحدة كاملة Job Production، حيث يتم انتاج المنتج على خط إنتاجي واحد؛ من بداية الخط الانتاجي إلى حين إكماله في نهاية ذلك الخط، حيث تتخصص الوحدة الانتاجية بإنتاج ذي مواصفات فنية وتكنولوجية محددة مسبقًا، ومثال هذا النمط؛ صناعة الطائرات.

ب. نمط الانتاج بالدفعات Batch Production، حيث يتم إطلاق أوامر العمل إلى خطوط الانتاج على شكل دفعات؛ إذ يبدأ التصنيع للأجزاء واحدًا تلو الآخر حتى إكمال كل جزء بالكامل، ثم تبدأ عملية التجميع، ويلاحظ أنه في حال إكمال تصنيع الجزء الأول من منتج ما فيجب الانتظار إلى حين إكمال بقية الأجزاء الأخرى؛ أي أنه يوجد هناك وقت انتظار طويل، وهذا يعتبر من سلبياتها، ولكنه أسلوب يتصف بالاستقرار النسبي في الوحدة الانتاجية وذلك لوجود التخصص في تصنيع أجزاء المنتج، كما أنه أسلوب يتسم بتمتعه بدرجة عالية من الرقابة.

ج. نمط الانتاج الجاري أو المتدفق Flow Production، جاء هذا الأسلوب ليعالج سلبية الانتظار الطويل في أسلوب الانتاج بالدفعات من خلال إطلاق الجزء بعد إكماله إلى العمليات الانتاجية اللاحقة دون انتظار إكمال الأجزاء الأخرى، وأكثر ما يستخدم هذا النمط في صناعة السيارات والصناعات البتروكيماوية، ويتميز هذا الأسلوب بتحقيق توازن في الخط الانتاجي من خلال احتساب الوقت الضائع والتخلص منه بإجراء تزامن على عمليات التصنيع.

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد المفاهيم الأساسية لإدارة العمليات الإنتاجية، حيث يتلخص المفهوم العام لإدارة العمليات بكونها: الإدارة المسؤولة والتي تهتم بإنتاج السلع والخدمات، وتعرف إدارة العمليات على أنها: الوظيفة المسؤولة عن تحديد وتحويل مجموعة من العناصر أو المدخلات إلى مجموعة من السلع والخدمات، والتي تشبع حاجات ورغبات المستهلك النهائي أو المشتري الصناعي، وتحقق أهداف أصحاب المشروع وذلك من خلال اعتماد مجموعة من الخطط والسياسات.

كما تم في هذا الفصل تتبع جذور إدارة العمليات الإنتاجية، حيث تعود البداية الفعلية لتطور نظم الإنتاج إلى أفكار عالم الإدارة الأول فردريك تايلور في أواخر القرن التاسع عشر، إذ ساهمت أفكاره في تحديد مبادئ الإدارة العلمية، ودراسة الوقت والحركة، ودفع الأجر بناءً على حجم الإنتاج، ثم تطورت النظرة للإنتاج بشكل كبير نظرًا للتطور الحاصل في التصنيع، وانتشار المنظمات الكبيرة التي تنتج كميات ضخمة من المنتجات، وحديثًا هناك العديد من القضايا التي أسهمت في تطور النظرة إلى نظام إدارة العمليات

وناقش الفصل المقصود بالنظام الإنتاجي، باعتباره نظاما مهمته تحويل مجموعة من المدخلات إلى مجموعة من المخرجات المرغوبة من خلال استخدام عمليات محددة للتحويل، ونظم فرعية للرقابة، ويتكون النظام الإنتاجي من مجموعة من العناصر أو الأجزاء أو الأنظمة التي تتفاعل مع بعضها البعض لتحقيق هدف أو أهداف محددة، وتتكون تلك الأجزاء من ثلاث مجموعات من العناصر هي المدخلات وعمليات التحويل والمخرجات.

وتناول الفصل أيضاً تحديد مسؤوليات مديري العمليات الإنتاجية، حيث تتضمن وظيفة مديري العمليات حزمة من المهام الرئيسة التي تشكل في مجموعها دستور الإدارة الإنتاجية؛ ومنها: معرفتهم للجودة المطلوبة، والتخطيط والسيطرة على النشاطات الرئيسة، والبحث عن وسائل تطوير دائمة في جميع عملياتهم، والتواصل مع جميع المستويات الإدارية.

وناقش الفصل التحديات التي تواجه إدارة العمليات الإنتاجية، وهي بمثابة عوائق تقف دون تحقيق الأهداف، هذا بالنسبة للمنظمات التي تفتقر إلى المرونة وقابلية التجاوب والتناغم مع البيئة الديناميكية، أما بالنسبة للمنظمات التي تتعامل مع التحديات كمحفزات وعوامل لتجديد انطلاقتها فإنها تستثمر تلك التحديات لصالح بناء سمعتها التجارية وتأكيد وجودها في السوق، ومن أهم التحديات التي تواجه إدارة العمليات الإنتاجية: الاتجاه نحو العالمية، وشراكة سلسلة التوريد، والتخصيص الجماعي، ووجود كفاءات أكثر في مكان عمل واحد.

وتناول الفصل المقصود بأنظمة الإنتاج التي تعني تلك النظم التي تتولى عملية تحويل المدخلات إلى مخرجات، إذ ترتبط هذه النظم بطبيعة وخصائص الطلب على منتجات الشركة، وبإستراتيجيتها، و يمكن تقسيم أنظمة التحول الإنتاجي إلى ثلاثة أنماط هي: نمط الانتاج لوحدة واحدة كاملة، ونمط الانتاج بالدفعات، ونمط الانتاج الجاري أو المتدفق.

مسرد المصطلحات

- **الإنتاج Production**: يعني إيجاد سلع أو خدمات، أي إيجاد أشياء مادية باستخدام العمالة والآلات والمعدات والمواد الخام، أو أنه عبارة عن مخرجات القوى العاملة المنتجة.
- **التصنيع Manufacturing**: يعني إجراء تغيير في شكل المواد الخام وتحويلها إلى شكل آخر، وبما يعني اختلاف السلع المنتجة عن المدخلات من المواد الخام.
- **السلعة Good**: عبارة عن منتج ملموس يمكن تخزينه ونقله وشراؤه من أجل استخدام آخر.
- **الخدمة Service**: عبارة عن منتج غير ملموس لا يمكن تخزينه، ويتم استهلاكه بمجرد انتاجه.
- **الإنتاجية Productivity**: هي نسبة المخرجات إلى المدخلات.
- **العمليات Operations**: تشير إلى إنتاج السلع والخدمات، وهي عبارة عن مجموعة أنشطة تحقيق القيمة التي تحول المدخلات إلى مخرجات.
- **النظام الإنتاجي Production System**: هو نظام مهمته تحويل مجموعة من المدخلات إلى مجموعة من المخرجات المرغوبة من خلال استخدام عمليات محددة للتحويل، وأيضاً نظم فرعية للرقابة.
- **إدارة العمليات الإنتاجية Operations Management**: الوظيفة المسؤولة عن تحديد وتحويل مجموعة من العناصر أو المدخلات إلى مجموعة من السلع والخدمات، والتي تشبع حاجات ورغبات المستهلك النهائي أو المشتري الصناعي، وتحقق أهداف أصحاب المشروع وذلك من خلال اعتماد مجموعة من الخطط والسياسات.
- **أنظمة الإنتاج Production Systems**: تلك النظم التي تتولى عملية تحويل المدخلات إلى مخرجات "سلع أو خدمات".

- **المرونة Flexibility:** تعني قدرة التسهيلات الإنتاجية على الاستجابة التي تحصل في رغبات المستهلك.
- **نظام الإنتاج الكبير Mass Production:** ويعني الإنتاج على نطاق واسع، بحيث يكون عدد الوحدات المنتجة كبيراً.
- **نظام الإنتاج المستمر Continuous Production:** هو نظام متقدم لنظام الإنتاج الكبير، حيث يأخذ الإنتاج صفة الاستمرارية لفترات زمنية طويلة نسبياً قد تتجاوز السنة.

أسئلة للمناقشة

1. ما المدخلات إلى نظام الشركة التي تحقق القيمة المضافة؟
2. كيف تقوم الشركة بإضافة قيمة؟ ما هو نظام إضافة القيمة لديها؟
3. من هم زبائن الشركة؟ صف مجموعة السلع والخدمات المقدمة لكل زبون؟ هل تختلف هذه المجموعة باختلاف الزبون؟
4. ما أثر العالمية على عمل الشركة؟ وما هو أثر موقعها على أدائها؟
5. ما هي برأيك المشاكل التي من الممكن أن تواجه الشركة في المستقبل؟ كيف يمكن أن يكون دور إدارة العمليات في حل هذه المشاكل؟
6. عرف المقصود بادارة العمليات؟
7. ما العوامل التي اسهمت في تطور نظام إدارة العمليات؟
8. عدد عناصر النظام الانتاجي؟
9. ما الاسباب التي أدت الى الاهتمام بإدارة العمليات؟
10. ماذا نعني بأنظمة الانتاج، وما هي أنطمة الانتاج التي تقسم اليها انظمة التحول الانتاجي مع التوضيح؟

إدارة الإنتاجية

Productivity Management

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكِّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. توضيح مفهوم الإنتاجية
2. بيان أهمية الإنتاجية للمنظمات
3. تحديد عناصر الإنتاجية
4. تحديد أهم مقاييس الإنتاجية
5. بيان كيفية تحسين الإنتاجية
6. تحديد العوامل التي تؤثر على الإنتاجية
7. توضيح العلاقة بين الإنتاجية والجودة

الفصل الثاني

إدارة الإنتاجية

Productivity Management

المقدمة Introduction

تعتبر الإنتاجية إحدى المؤشرات المهمة التي توضح قدرة عناصر الإنتاج المختلفة على تحقيق مستوى معين من المخرجات بالقياس إلى المدخلات التي تم استثمارها وتوظيفها بغرض الإنتاج، وبهذا يمكن تعريف الإنتاجية في أبسط صورها بأنها تعني تحقيق أكبر قدر ممكن من المخرجات من قيمة محددة من المدخلات، ولا يشير هذا التعريف إلى أن الإنتاجية تسعى لتحقيق الكفاءة فقط، فالكفاءة تعني حسن استغلال الموارد المتاحة، أو ما يشير إلى عمل الأشياء بشكل صحيح، بمعنى تحقيق أكبر قدر ممكن من المخرجات باستخدام كمية محددة من المدخلات، وفي سبيل ذلك ربما تضغط الإدارة بشكل كبير على العاملين لاستغلال أكبر جهد ممكن منهم لتحقيق الكفاءة، في حين تسعى الإنتاجية إلى دفع العاملين للعمل ببراعة، وليس بجهد كبير ومتعب، أي أنها تعني عمل الأشياء الصحيحة بشكل صحيح، وفي هذا إشارة إلى أن الإنتاجية تتكون من الفعالية والكفاءة معًا، فالفعالية تعني عمل الأشياء الصحيحة، والكفاءة تعني عمل الأشياء بشكل صحيح.

يتناول هذا الفصل تحديد مفهوم الإنتاجية، وبيان أهميتها، وتحديد عناصرها، وطرق قياسها، وتحديد الطرق التي تؤدي إلى زيادتها، وتحديد العوامل التي تؤثر عليها، وتوضيح العلاقة بين الجودة والإنتاجية.

أولاً: مفهوم الإنتاجية Concept of Productivity

هناك الكثير من التعريفات التي أوردها المهتمون للإنتاجية، وفي اغلبها تشير إلى أن الإنتاجية تعني نسبة المدخلات إلى المخرجات، أما في الاقتصاد

فيمكن تعريف الإنتاجية بأنها معدل ما يمكن الحصول عليه من الإنتاج على معدل ما يُصرف للحصول على هذا الإنتاج،

وينبغي أن يتم التفريق بين الإنتاج Production والإنتاجية Productivity، فالإنتاج هو عملية تحويل مجموعة من العوامل التي تشمل المواد الخام والمجهودات البشرية والتكنولوجيا ورأس المال (أي عناصر الإنتاج المختلفة) إلى سلع وخدمات يمكن الاستفادة منها باستهلاكها أو إعادة استخدامها في سلع أخرى، ومن خلال تغيير شكل المادة لتصبح مختلفة عما كانت عليه، فيقال مثلا: أنتجت الشركة (س) ما مجموعه (1000) جهاز كمبيوتر خلال العام 2012، أو يمكن أن يقال أن إنتاج الشركة (ص) بلغ (100000) دينار خلال العام 2011. أما الإنتاجية فتعبر عن كفاءة الإنتاج بالنسبة لكل عناصر الإنتاج أو لبعضها أو لعنصر واحد منها بالنسبة لفترة زمنية محددة، أي أن الإنتاجية معيار لقياس موقف المنظمة في الأمد الطويل. وبالتالي فإن زيادة الإنتاج ليس بالضرورة مؤشرًا على زيادة الإنتاجية، فهناك حالات تنخفض فيها الإنتاجية على الرغم من زيادة الإنتاج. وعليه، فإن الفرق بين الإنتاج والإنتاجية هو أن الإنتاج يشير إلى إجمالي المخرجات؛ سواء بالوحدات أو بالنقدية، أما الإنتاجية فتشير إلى العلاقة بين المخرجات والمدخلات، وهناك مجموعة من العوامل التي تتأثر بها الإنتاجية، من أهمها (الحسين وآخرون، 2001، ص79):

1. العوامل التكنولوجية المتمثلة في تطوير أدوات الإنتاج وصيانتها، وتنظيم العمل، والبحث العلمي، وغيرها.
2. العوامل البشرية المتمثلة في القيم تجاه العمل والحوافز المادية والمعنوية، والتعليم والتدريب، والصحة والتغذية، وشروط العمل الإنسانية، وفرق العمل، وغيرها.
3. العوامل الطبيعية والمادية والمجتمعية المتمثلة في مواد الإنتاج وأنواع المنتجات، والظروف الطبيعية والمناخية، والبنى المؤسسية، والفقر ونمط توزيع الدخول، وغيرها.

ثانياً: أهمية الإنتاجية للمنظمات

Importance of Productivity for Organizations

تعتبر الإنتاجية مؤشرًا مهمًا لمعرفة مدى حسن استغلال المدخلات في تهيئة قيمة معينة من المخرجات، وبالتالي، فإن تحقيق مستويات مناسبة من الإنتاجية يؤثر على المنظمة وعلى المستوى القومي أيضًا، وكما يلي (الحسين وآخرون، 2001، ص79):

- تعني الإنتاجية على مستوى المنظمة حسن استغلال الموارد، مما يؤدي إلى خفض التكاليف وبالتالي زيادة القدرة التنافسية للمنظمة، الأمر الذي من شأنه أن يؤدي إلى تخفيض الأسعار وزيادة حجم المبيعات وزيادة الإيرادات والأرباح، وتحسين دخل العاملين.
- وعلى المستوى القومي فإن للإنتاجية علاقة قوية بكل من التضخم ومستوى معيشة المواطنين والتنمية الاقتصادية، ودعم السلع.

وتفيد الإنتاجية أيضًا في تحديد الوضع الدقيق للمنظمة من خلال إجراء المقارنات بين عوائد المنظمة من فترة لأخرى، فزيادة حجم المبيعات والإيرادات من عام لآخر ربما لا يشير إلى تحسن الإنتاجية، والمثال التالي يبين ذلك

مثال (2- 1): بلغت إيرادات الشركة (س) خلال العامين 2010، 2011، وعلى التوالي: 40000 و 60000 دينار، وكانت تكاليف ومستلزمات الإنتاج خلال العامين المذكورين: 25000 و 80000 على التوالي. احسب إنتاجية الشركة (س) خلال العامين المذكورين.

الحل:

إنتاجية الشركة (س) عام 2010 = 40000 ÷ 25000

= 1.6 دينار

إنتاجية الشركة (س) عام 2011 = 60000 ÷ 80000

= 0.75 دينار

على الرغم من أن إيرادات الشركة (س) قد ارتفعت عام 2011 عما كانت عليه عام 2010 بمبلغ 20000 دينار (60000 – 40000)، إلا أن الإنتاجية قد انخفضت عام 2011 عما كانت عليه عام 2010، ويعتبر هذا مؤشرًا سلبيًا على مدى قدرة الشركة في استغلال الموارد المتاحة لها بشكل فاعل وكفوء.

ويعتبر مستوى الإنتاجية للشخص أحد أهم المتغيرات التي يأخذها أصحاب العمل بنظر الاعتبار عندما يقومون بتقييم أعمالهم ومنظماتهم، وهناك بعض المؤشرات المهمة التي تستخدمها المنظمات للتنبؤ بإنتاجية الشخص ومن أهمها جنسه، وعمره، ووضعه الصحي، ومستوى تعليمه، وخبرته السابقة، وبعض هذه المؤشرات قابلة للتغيير وبعضها يصعب تغييره. وعمومًا تنبع أهمية الإنتاجية للمنظمات من القضايا التالية[1]:

1. إنتاج كميات أكبر من الواحدت المنتجة بمجهود وموارد أقل، مما يجعل السلعة أكثر قدرة على منافسة مثيلاتها في السوق.
2. تؤدي الإنتاجية إلى تخفيض أسعار بيع المنتجات، وانخفاض الاسعار يؤدي إلى زيادة الطلب وزيادة المبيعات، وبالتالي زيادة التدفق النقدي الداخل وزيادة الأرباح.
3. يؤدي زيادة الإنتاجية في المدى القصير التخلص من نسبة من العاملين، لكن نجاح المنشأة وتحقيقها للأرباح سيعمل في المدى المتوسط والطويل على توسعها وجذب المزيد من العمل للعاطلين عن العمل.
4. تحقق الإنتاجية الاستخدام الامثل للموارد النادرة ذات الاستعمالات المتعددة.

(1) الموسوعة العربية، المجلد الثالث، العلوم القانونية والاقتصادية، تحسين الإنتاجية، 2011، ص 729. متاح على: www.arab-ency.com

5. تحسين مستوى المعيشة وتحقيق الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية للسكان.
6. الإنتاجية هي المصدر الوحيد لزيادة الثروة القومية، فالاستخدام المنتج للموارد يقلل الفاقد في الانتاج، وبالتالي، يحافظ على الموارد النادرة من الضياع.

ثالثًا: عناصر الإنتاجية Elements of Productivity

تتفاعل عدة عناصر لتحدد مستوى الإنتاجية، غير أن الإنتاجية عموماً هي محصلة للأداء والتكنولوجيا معاً، ورياضياً: الإنتاجية = الأداء × التكنولوجيا، وسيتم فيما يلي توضيح هذه العناصر (مصطفى، 1999، ص608):

1. **الأداء Performance:** يقصد به العمل المؤدى بواسطة الفرد وكمية الإنجاز الذي يحققه، والذي يتكون نتيجة قدرة ورغبة الفرد في إنجاز العمل، وكما يلي:

أ. **القدرة Ability:** ويقصد بها مدى تمكن العامل فنياً في عمله، ويكون ذلك من خلال المعرفة، والمهارات، ووضوح الدور الذي يقوم به، وسيتم توضيح هذه العناصر فيما يلي:

- **المعرفة Knowledge:** وتتمثل في المعلومات والخبرات التي اكتسبها الفرد بالتعلم أو التدريب أو النشرات والأدلة والملصقات التي تتيحها جهة العمل، والمعرفة ضرورة أساسية لقدرة العامل، فكيف لمستخدم الحاسوب أن يعمل عليه دون العلم بخصائصه ومكوناته وطريقة تشغيله؟
- **المهارات Skills:** وهي مهارة استخدام المعرفة وترجمتها لأداء عملي، فمعرفة شخص بطريقة قيادة السيارة نظرياً لا تكفي، بل لا بد أن يتمتع بمهارة تطبيق هذه المعرفة من خلال ممارسة عملية متكررة.
- **وضوح الدور Clarity of Role:** ويعني معرفة وفهم ما هو مطلوب من العامل على وجه التحديد، فقدرة الفرد تكون كبيرة على استخدام الحاسب الآلي إذا:

- كان يعرف بقدر كاف عن الحاسب واستخداماته في العمل.
- كان ماهراً في التعامل مع الحاسب.
- كانت مهمته واضحة ومحددة لمنظمته والولاء لها، وكان لديه شعور بالانتماء.

لذلك فإن أي قصور في المعرفة أو المهارة أو وضوح الدور، في أحد هذه العناصر أو بعضها سيؤثر سلباً على الأداء أو الناتج كمّاً ونوعاً، وبالتالي يتعين أن تهتم الإدارة بتعزيز كل من هذه العناصر في سعيها لبلوغ أهدافها.

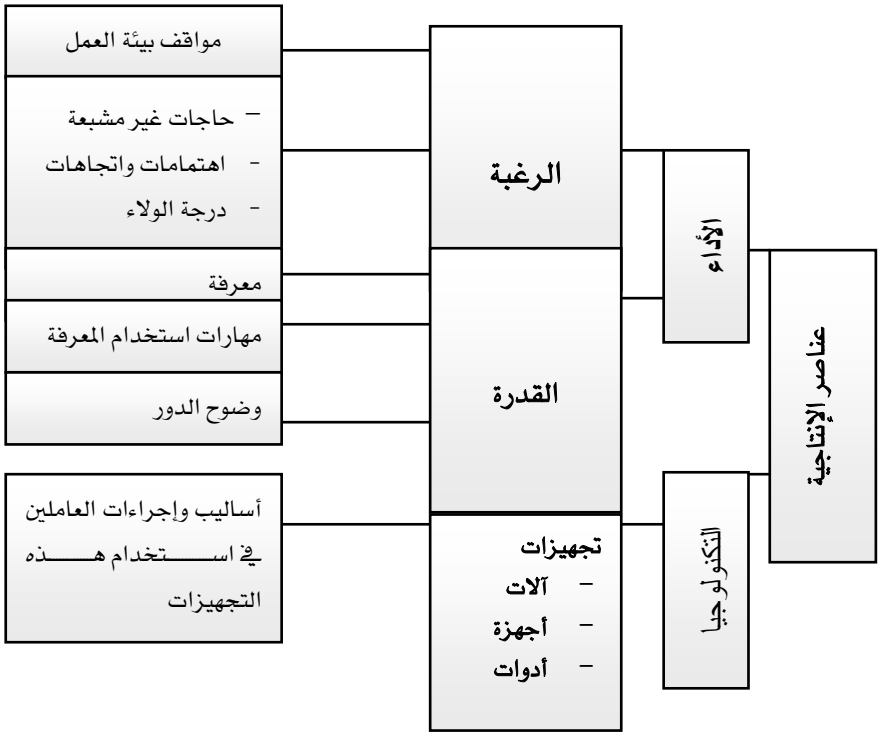
ب. **الرغبة Desire:** وتشير إلى مدى اندفاع الفرد نحو العمل، ويتأثر أداء العامل بسلوكه في تعامله مع: زملائه، ومرؤوسيه، ورؤسائه، وتجهيزاته، وبيئة العمل الداخلية والخارجية، وجميع هذه المؤثرات تسهم في تشكيل اتجاهات ومشاعر العامل نحو العمل.

2. **التكنولوجيا Technology:** مع تلاحق التطورات التكنولوجية لم تعد الميزة النسبية للمنظمات ممثلة فيما تحوزه من بشر أو نظم للإنتاج أو التسويق، بل في المعرفة وإنتاجيتها، أي مهارات استخدامها، ويتأثر مستوى قدرة الفرد بمحصلة كل من: معالم وظيفته وأبعادها وخصائصها ومتطلباتها من أجهزة ومعلومات، ومهارته في ممارسة هذه الوظيفة.

والشكل رقم (2- 1) اللاحق يبين عناصر الإنتاجية المختلفة.

الشكل رقم

(2- 1): عناصر الإنتاجية



رابعًا: مقاييس الإنتاجية Measures of productivity

يعتبر قياس الإنتاجية مقياسًا فعالاً للموارد، والتي عادةً ما يتم التعبير عنها في شكل نسبة المخرجات إلى المدخلات، وبالتالي فإن المهمة الأساسية لمدير العمليات هي تحقيق الاستخدام المُنتِج لموارد المنظمة (مرسي، 2006، ص27). كما يعتبر قياس الإنتاجية جزءً طبيعياً من عملية التحليل والمراقبة والتقييم وعملية الإدارة، فالاداري يجب أن يقيس الإنتاجية من أجل تحسنها، ويساعد قياس الإنتاجية في التعرف على درجة تحقيق الإهداف الأساسية للمنشأة، والتي تشير إلى فاعلية الإدارة، وكذلك معرفة كفاءة استغلال الموارد المتاحة من أجل خلق ناتج معين، كما يساعد القياس على الحكم على فاعلية المنشأة؛ أي قدرتها على المنافسة والبقاء في عالم الاعمال، ويمكن قياس الإنتاجية على

مستوى عملية تشغيل واحدة، أو على مستوى إدارة أو قسم إنتاجي معين، أو على مستوى شركة بأكملها، وعمومًا، هناك ثلاث طرق أساسية لقياس الإنتاجية هي:

1. الإنتاجية الجزئية Partial Productivity

تعبر الإنتاجية الجزئية عن العلاقة بين المخرجات وعنصر واحد من عناصر الإنتاج، وتحسب الإنتاجية الجزئية من خلال المعادلة التالية:

المخرجات ÷ أحد عناصر الإنتاج

وهناك العديد من مقاييس الإنتاجية الجزئية، منها:

1. إنتاجية العمل Labor Productivity، وتشير إلى النسبة بين المخرجات، وعدد العاميلن، أو عدد ساعات العمل.
2. إنتاجية المواد Material Productivity، وتشير إلى النسبة بين المخرجات والمواد المستخدمة في الإنتاج.
3. إنتاجية الآلات، Machine Productivity، وتشير إلى العلاقة بين قيمة الإنتاج وعدد ساعات تشغيل الماكينات.
4. إنتاجية رأس المال Capital Productivity، وتشير إلى العلاقة بين قيمة الإنتاج وقيمة رأس المال المستثمر.

أمثلة على الإنتاجية الجزئية

مثال (2- 2): احسب إنتاجية العمل إذا علمت أن عشرة عمال أنتجوا (8000) متر قماش في 8 ساعات عمل.

الحل: إنتاجية العمل = عدد أمتار القماش المنتجة ÷ (عدد العمال × عدد ساعات العمل)

= 8000 ÷ (10 × 8) = 100 متر/ ساعة

مثال (2- 3): احسب إنتاجية العامل إذا علمت أن (50) عاملاً قد أنتجوا (2000) غسالة في فترة أربعة أشهر.

الحل: إنتاجية العامل الواحد = عدد الغسالات المنتجة خلال فترة ما ÷ عدد العمال خلال تلك الفترة

= 2000 ÷ 50 = 40 غسالة/ عامل

مثال (2- 4): آلة تنتج 200 وحدة كل 8 ساعات، احسب إنتاجية تلك الآلة في الساعة.

الحل: إنتاجية الآلة = عدد الوحدات المنتجة ÷ عدد ساعات العمل

= 200 ÷ 8 = 25 وحدة/ ساعة

2. إنتاجية العوامل المتعددة Multi-factor Productivity

تستخدم عندما يستعمل أكثر من عامل أو عنصر لقياس الإنتاجية، مثل: العمل، رأس المال، المواد الخام، الطاقة، وتحسب الإنتاجية متعددة العوامل من خلال المعادلة التالية:

المخرجات ÷ (اثنين أو أكثر من عناصر الإنتاج)، مثلاً:

المخرجات ÷ (العمالة + الآلات)

المخرجات ÷ (العمالة + رأس المال + الطاقة)

مثال (2- 5): تنتج إحدى الشركات 4000 لفة ورق يومياً، وقد بلغت تكاليف العمالة 320 دينار، وتكاليف المواد 100 دينار، وتكاليف إضافية أخرى 640 دينار. احسب مؤشر الإنتاجية متعددة العوامل؟

مؤشر الإنتاجية متعددة العوامل= الكمية المنتجة ÷ (تكلفة العمالة+تكلفة المواد+تكاليف إضافية)

= 4000 ÷ (300 + 100 + 600)

= 4000 ÷ 1000 = 4 لفات/ دينار

وغالباً ما يستخدم مقياس إنتاجية العوامل المتعددة عند عمل مقارنات (Benchmarking) للإنتاجية بين الشركات المماثلة في الصناعة، أوبين فترة وأخرى في نفس الشركة.

3. الإنتاجية الكلية Total Factor Productivity

تشير الإنتاجية الكلية، والتي يطلق عليها البعض أحياناً إنتاجية العوامل الكلية، إلى العلاقة الكمية بين الإنتاج (المخرجات) وبين جميع عناصر الإنتاج التي ساهمت في إنتاجه، وعليه فإن الإنتاجية بحسب هذا المفهوم هي النسبة الحسابية بين كمية المخرجات من السلع والخدمات التي أنتجت خلال فترة زمنية محددة، وكمية المدخلات التي استخدمت في تحقيق ذلك القدر من الإنتاج، أي أن الإنتاجية الكلية هي: إجمالي المخرجات ÷ أجمالي المدخلات.

مثال (2- 6): توفرت البيانات التالية عن إحدى الشركات:

البيان	عام 2010	عام 2011
إجمالي الإيرادات بالدينار	180,000	200,000
رواتب الموظفين	45,000	47,000
المواد الخام	65,000	83,000
استهلاك الأصول	25,000	24,000
خدمات أخرى	15,000	36,000

المطلوب: حساب الإنتاجية الكلية للعامين 2010، 2011.

الحل:

إنتاجية الشركة عام 2010 = 180,000 ÷ (15000+25000+65000+45000)

= 180,000 ÷ 150,000

= 1.2 دينار

إنتاجية الشركة عام 2011 = 200,000 ÷ (36000+24000+73000+47000)

= 200,000 ÷ 190,000

= 1.05 دينار

وعمومًا، هناك العديد من المزايا التي تتحقق للمنظمات جراء قياس الإنتاجية، ومن أهم تلك المزايا ما يأتي (مصطفى، 1999، ص607):

(1) مقارنة إنتاجية نفس العامل من فترة لأخرى، مما يفيد في تحديد الاحتياجات التدريبية، وتحديد مدى كفاءة وفاعلية التجهيزات المستخدمة، وتحديد الحاجة لتطوير إجراءات العمل، إن لزم الأمر.

(2) مقارنة إنتاجية قسم بآخر أو إدارة بأخرى، وذلك لتحديد مدى تفوق قسم على آخر، أو لمقارنة إنتاجية منظمة بأخرى لتحديد مدى تقدمها أو تأخرها.

(3) قياس عائد التدريب، إذ أن مقارنة إنتاجية عامل قبل التدريب وبعده تحدد مدى إسهام التدريب في تحسين إنتاجية هذا العامل.

خامسًا: تحسين الإنتاجية Productivity Improvement

قبل البدء بعملية تحسين الإنتاجية فإنه ينبغي القيام ببعض الإجراءات التي من شأنها أن تحدد الوضع الدقيق للإنتاجية، كي يتم العمل على تنفيذ خطط التحسين المطلوبة، وتشمل تلك الإجراءات:

1. **تحليل الإنتاجية Productivity Evaluation**، لتشخيص مواطن الضعف والقوة من خلال تحليل قضايا الإنتاجية، والفجوات أو الثغرات الإنتاجية، وذلك لتعيين أسباب ومواضع الضعف، والبحث عن المفتاح الرئيس لتحسين الإنتاجية.
2. **تقييم الإنتاجية Productivity Evaluation**، تعتبر عملية تقييم الإنتاجية جزءً مهماً من برنامج تحسين الإنتاجية؛ إذ إنها تعطي مؤشرات للأداء الحالي، وتكشف جوانب الضعف ومجالات التحسين المطلوب، كما تبين ما حققه البرنامج من نتائج، وتشمل أدوات التقييم: القيمة المضافة، ونسب الإنتاجية، ومعايير الإنتاجية.
3. **تخطيط الإنتاجية Productivity Planning**، ويشمل ذلك وضع أهداف تحسين الإنتاجية، ووضع عدد من الخطط البديلة، وتحديد الخطة النهائية، وتعيين الدائرة المسؤولة عن تنفيذ هذه الخطة.

وبعد القيام بهذه الإجراءات تنطلق إدارة المنظمة نحو تنفيذ خطط تحسين الإنتاجية، ويشمل ذلك مراقبة العمليات الإنتاجية من أجل تحليل أسباب انحراف

النتائج عن الخطط الموضوعية، ومن خلال فهم العلاقة بين المخرجات والمدخلات، يمكن زيادة الإنتاجية بعدة وسائل، منها:

- بقاء المخرجات دون زيادة، مع تخفيض المدخلات
- زيادة المخرجات باستخدام نفس المدخلات
- زيادة المخرجات بنسبة أكبر من نسبة زيادة المدخلات
- الحصول على مستوى أقل من المخرجات، من كمية أقل بكثير من المدخلات
- زيادة المخرجات مع تخفيض المدخلات

وهناك مجموعة من الطرق التي يمكن للمنظمات من خلالها تحسين الإنتاجية وزيادتها، ومن أهم تلك الطرق:

1. **تحسين الجودة**، تشكل جودة المنتج أهمية كبيرة بالنسبة لزيادة الإنتاجية، إذ أنه كلما كانت جودة المنتج أفضل كلما تحسنت الإنتاجية، لذلك يجب أن تولي المنظمات اهتماماً متزايداً بجودة الإنتاج، ونشير إلى أن جودة المنتج تتأثر بشكل كبير ومباشر بمدى جودة المواد الخام، أو بمدى كفاءة الايدي العاملة وتدريبها، أو بمدى تطور وكفاءة الآلات المستخدمة أو بكل ذلك، وعموماً فإن هناك مواصفات محددة يتم من خلالها الحكم على مدى جودة الإنتاج، وبالتالي مقارنة الإنتاج بها، حيث من المفروض أن تكون مواصفات المنتج مطابقة تماما للمواصفات الموضوعية، فتحسين الإنتاجية بزيادة القيمة المضافة يكون صحيحا إذا تحسنت نوعية المنتج.
2. **الاستثمار الأجنبي**، يلعب الاستثمار الأجنبي دوراً مهماً في تحفيز النمو الاقتصادي، فعندما يكون هناك ندرة في رأس المال الوطني فلا بد من الاعتماد على الاستثمار الأجنبي، ومن أجل القيام بذلك ينبغي تشجيع المنافسة بين المنظمات كشرط ضروري لضمان توافر السلع والخدمات من جهة، ولتحفيز المشروعات على الابتكار والبحث عن أساليب الإنتاج منخفضة التكاليف وتحسين المنتجات والخدمات المقدمية والارتقاء بمستوى الجودة، من جهة أخرى، فالمنافسة الكبيرة تشجع نمو الإنتاجية، كما أن

تلك المنافسة تخلق مناخات استثمارية ملائمة، وبالتالي تسهيل استقطاب الاستثمارات وتشجيع حركة الاستثمار الاجنبي.

3. **التجارة الخارجية،** تسهم التجارة الخارجية بشكل كبير في زيادة الإنتاجية للحفاظ على القدرة التنافسية، وهذا بدوره يعزز من الأداء الاقتصادي طويل الأجل للمنظمات.
4. **المعرفة،** تعتبر المعرفة مصدراً مهماً وأساسياً لنمو الإنتاجية، وبسبب هذه الأهمية أصبح لزاماً على المنظمات أن تعمل على توظيف مناسب للابتكارات العلمية في المجال الاقتصادي، كما ينبغي أن يتم استثمار منافع الابتكارات العلمية والمعرفية لزيادة نمو الإنتاجية، وذلك من خلال الاضافات المستمرة والمتزايدة للمعارف العلمية الجديدة وترجمتها إلى عائد اقتصادي في شكل ارتفاع مستمر في الإنتاجية.
5. **الإدارة،** تلعب الإدارة مهماً وكبيراً في تحفيز وزيادة نمو الإنتاجية، حيث يقع على عاتق الإدارة اكتشاف الفرص الاستثمارية، وتحمل المخاطر الناتجة عن النشاط، فالتقدم العلمي وحده يمكنه أن يولد فرصاً تجارية جديدة، غير أن استغلال هذه الفرص وتقديم التقنيات الحديثة للأسواق يتوقف على كفاءة الإدارة، والتي يقع عليها أيضاً مهمة التنمية المستمرة لمهارات العاملين.

سادسًا: العوامل التي تؤثر على الإنتاجية

Factors that Affect Productivity

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على الإنتاجية، سواء سلبًا أو إيجابًا، ويمكن تلخيص أهم تلك العوامل فيما يلي[1]:

1. **النظام الاجتماعي**، حيث أن سلوك الفرد يتأثر بالظروف الاجتماعية السلبية السائدة في المجتمع، مثل: عدم احترام الوقت، وعدم الجدية في تطبيق القوانين واللوائح التنظيمية، وترسيخ الروابط العائلية والمحسوبية في إدراة التنظيم، والارتجال في إدارة التنظيم، وعدم اعتماد الأساليب

(1) الموسوعة العربية، المجلد الثالث، العلوم القانونية والاقتصادية، تحسين الإنتاجية، 2011، ص 735. متاح على: www.arab-ency.com

الادارية الحديثة، وتردي المركز الاجتماعي للعامل وتدني أجره، وضعف وعي المجتمع بأهمية زيادة الإنتاجية.

2. **النظام الثقافي والتعليمي**، أي مدى توفر المؤسسات التعليمية ومراكز التدريب المهني، التي تؤهل العاملين لسوق العمل.
3. **النظام السياسي والاقتصادي السائد في الدولة**، هل أن النظام السائد هو نظام رأسمالي يعتمد على قوى السوق، أم أنه نظام اشتراكي يعتمد على التخطيط المركزي؟ وما هي السياسات النقدية والمالية والسياسات المتعلقة بالأجور ومعدلات النمو الاقتصادي والاستثمار في رأس المال البشري؟ وهي أن الاقتصاد في حالة كساد أم انتعاش؟.
4. **اللوائح والقوانين والتشريعات العمالية**، حيث تساهم تشريعات وقوانين العمل بقسط كبير في التأثير في إنتاجية العمل، لأنها تشكل الجانب القانوني لعلاقات العمل، إذ إنها تحدد مسؤولية كل عامل في عملية الإنتاج؛ فقانون العمل والعمال، وتحديد حد أدني للأجور، والعلاقة بين الادارة والعمال ودور المنظمات العمالية، وكذلك مقدار الضريبة المفروضة على دخول العاميلن، كلها تحدد الاطار العام الذي يمكن أن يسلكه العامل تجاه الإنتاج، وبالتالي تؤثر سلباً أو ايجاباً على إنتاجية الفرد.
5. **السياسات والتشريعات الحكومية**، فالكثير من التغييرات الهيكلية التي تؤثر على الإنتاجية تأتي من القوانين والنظم التي تشرعها الحكومة، مثل سياسة الأجور والأسعار وأنظمة الاستيراد والتصدير والضرائب والجمارك والمواد والمنتجات، وكذلك سياسات تشجيع الاستثمار والاعانات والاعفاءات والتسهيلات، وغيرها.
6. **القوى العاملة**: يؤثر مدى توفر القوى العاملة كماً وكيفاً، سلباً أو ايجاباً على مستوى الإنتاجية، فالاستثمار في التربية والتعليم والثقافة والتدريب من شأنه أن يوفر قوى عاملة ماهرة ومدربة ومثقفة ومنتجة، ولها تأثير كبير على مستوى الإنتاجية.

7. **التنظيمات العمالية**، تلعب النقابات العمالية دوراً مهماً في تحصيل حقوق العمال، وفي خلق التوافق والانسجام وعلاقات العمل الإيجابية المثمرة بين العمال وإدارة المنشآة الاقتصادية من جهة، والاهداف الاقتصادية من جهة أخرى، الأمر الذي من شأنه أن يحسن من إنتاجية العمال ويزيدها.
8. **البنية الاجتماعية والسكانية**، والتي تشمل تحديد نسبة الرجال إلى النساء، ونسبة الشباب إلى الأطفال والشيوخ، فإنتاجية من هم في مقتبل العمل أكثر من إنتاجية من هم في خريف العمر، كما أن الرجال أكثر إنتاجية من النساء والأطفال.
9. **توفر البنية التحتية الجيدة**، حيث أن توفر طرق النقل الجيدة وخدمات الاتصالات والماء والكهرباء، وغيرها، تؤثر على تكلفة الإنتاج والتسويق، كما أن توفر هذه الخدمات وقربها أو بعدها عن المنشآت الصناعية، ومستوى هذه الخدمات يعتبر من العوامل الخارجية المهمة التي تؤثر على الإنتاجية.
10. **السياسة الصناعية للدولة**، حيث تفرض الدولة إقامة بعض المشاريع الصناعية في منطقة دون أخرى، سواء لأسباب بيئية، أو لاسباب تنموية، وهي ما تعرف بالمناطق الصناعية، الأمر الذي من شأنه أن يؤثر على إنتاجية المشروع، بسبب زيادة تكاليف النقل والمواصلات، في حال كانت هذه المناطق الصناعية تبعد كثيراً عن مراكز التسويق والاستهلاك.
11. **المنافسة**، لا يمكن للإدارة أن تتحكم في درجة المنافسة في السوق، فدخول منافس قوي قد يؤدي إلى انخفاض الحصة السوقية للمشروع، مما يوثر بالتالي على إنتاجية ذلك المشروع.
12. **المواد الأولية**، تعتبر المواد الأولية من العوامل المهمة التي تؤثر على الإنتاجية، فإذا زادت أسعار المواد الأولية فإنها تؤدي إلى انخفاض الإنتاجية.
13. وهناك مجموعة أخرى من العوامل التي تؤثر على الإنتاجية، مثل التكنولوجيا المستخدمة، وبيئة العمل، وطرق أداء العمل، وعملية الإنتاج،

والطاقة الإنتاجية للمكائن والمعدات، والنظام الإداري، وأنظمة الحوافز، والترتيب الداخلي الجيد للمصنع، وغيرها من العوامل.

سابعًا: العلاقة بين الإنتاجية والجودة

Relationship between Productivity and Quality

تعرف الإنتاجية بأنها نسبة المخرجات إلى المدخلات، أما الجودة فتعني المطابقة للمواصفات أو للاستخدام مع رغبات المستهلكين، وبالتالي فالإنتاجية تعنى وتقيس كل عنصر من عناصر العملية الإنتاجية، بينما تقيس الجودة بصورة أساسية المنتج؛ وهناك تشابه كبير بين وسائل وإجراءات تحسين الجودة، ووسائل وإجراءات وأساليب تحسين الإنتاجية، ويعني هذا أن أي عملية لتحسين الجودة لا بد أن تؤدي إلى عملية لتحسين الإنتاجية (عميش، 1995، ص66).

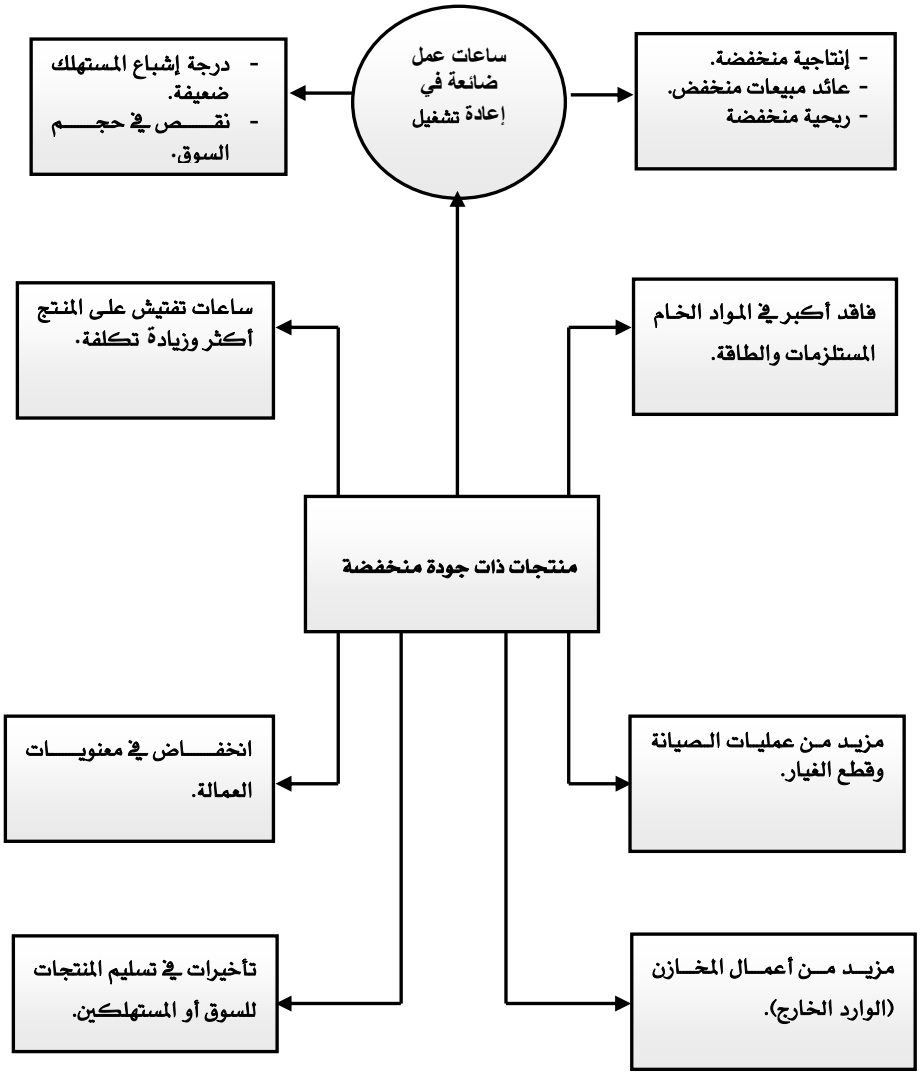
ونشير في هذا الصدد إلى أن وظيفة تحسين الجودة قد حلت محل وظيفة ضبط الجودة، فلم تعد مطابقة السلعة للمواصفات هي الشغل الشاغل للمنتجين؛ وأصبحت عملية تلبية احتياجات ورغبات المستهلك المتغيرة والمتطورة هي القضية الأكثر أهمية حديثًا، وتشير التجربة إلى أن عملية تحسين الجودة يمكن أن تدفع معها باقي عناصر العملية الإنتاجية، ما ينتج عنه بالضرورة إحداث تحسين للإنتاجية الجزئية أو الكلية، ويعني هذا أن الإنتاجية والجودة وجهان لعملة واحدة، وقد أصبح موضوع الاهتمام بالإنتاجية والجودة نمط التفكير السائد وراء جميع عمليات المنافسة القائمة حالياً.

ويوضح الشكلان (2- 2) و (2- 3) اللذان اوردهما عميش (1995، ص 68- 69) علاقة الجودة بالإنتاجية وأثر الجودة المتدنية في المنتج على المؤشرات الاقتصادية في الوحدة الإنتاجية، وبالتالي أثرها السلبي على إنتاجية هذه الوحدة:

الشكل رقم (2- 2)

أثر الجودة المنخفضة في المنتج

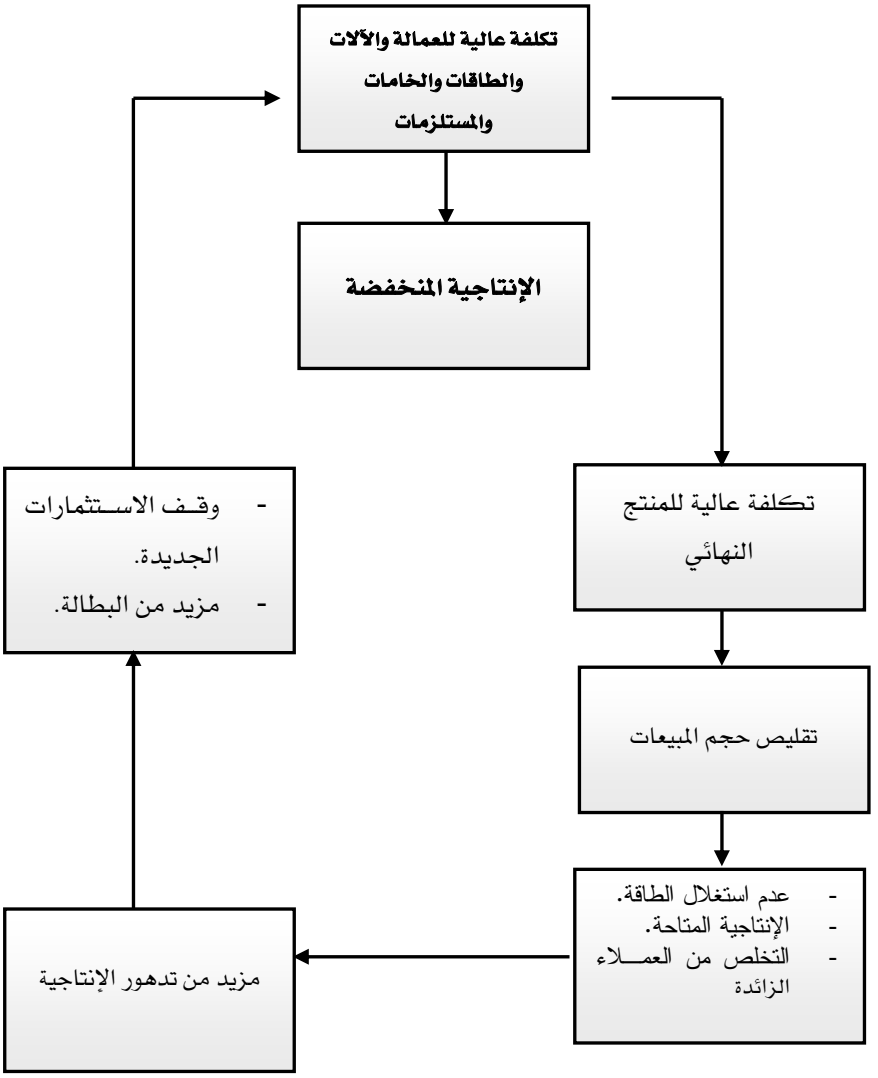
على اقتصاديات الوحدة الإنتاجية وعلى إنتاجيتها



المصدر: عميش، عطيات (1995). الانتاج وإدارة العمليات، ص68.

الشكل رقم (2- 3)

دور الآثار السلبية للإنتاجية المنخفضة



المصدر: عميش، عطيات (1995). الانتاج وإدارة العمليات، ص69.

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد مفهوم الإنتاجية باعتبارها تعني معدل ما يمكن الحصول عليه من الإنتاج على معدل ما صرف في سبيل الحصول على ذلك الإنتاج، أي أن الإنتاجية هي نسبة المخرجات إلى المدخلات، وهناك الإنتاجية الكلية أو الإجمالية التي تتعلق بمجمل المخرجات نسبة إلى مجمل المدخلات، وهناك الإنتاجية لأكثر من عنصر واحد من عناصر المدخلات، أو الإنتاجية الجزئية لعنصر محدد من عناصر المدخلات مثل إنتاجية العمل، أو إنتاجية رأس المال العامل، وغيرها.

وبين الفصل أن هناك عدة عناصر تتفاعل مع بعضها لتحدد مستوى الإنتاجية، وبالتالي فإن الإنتاجية عموماً هي محصلة للأداء والتكنولوجيا معاً، ويقصد بالأداء العمل المؤدى بواسطة الفرد وكمية الإنجاز الذي يحققه، والذي يتكون نتيجة رغبة وقدرة الفرد على إنجاز العمل، ويقصد بالقدرة مدى تمكن العامل فنياً في عمله، ويكون ذلك من خلال المعرفة، والمهارات، ووضوح الدور الذي يقوم به، أما التكنولوجيا فتشير إلى مدى القدرة على توظيف التطورات الحديثة في مجال تحسين الإنتاجية، حيث يتأثر مستوى قدرة الفرد بمحصلة كل من: معالم وظيفته وأبعادها وخصائصها ومتطلباتها من أجهزة ومعلومات، ومهارته في ممارسة هذه الوظيفة.

وبين الفصل كذلك أن هناك أكثر من طريقة لقياس الإنتاجية، منها قياس الإنتاجية الكلية، وقياس الإنتاجية متعددة المراحل، وقياس الإنتاجية الجزئية، أما مقياس الإنتاجية الكلية، فهو عبارة عن مؤشر واحد يعبر عن كفاءة المنظمة ككل، وذلك عن طريق قسمة المخرجات على المدخلات. بينما تعني الإنتاجية متعددة العوامل: نسبة المخرجات إلى أكثر من عنصر من عناصر المدخلات. أما الإنتاجية الجزئية فتعني نسبة المخرجات إلى عنصر واحد من عناصر المدخلات.

وتبين أيضاً أن هناك عدة طرق يمكن لمدير العمليات اللجوء إليها لزيادة وتحسين الإنتاجية، من أهمها: زيادة قيمة المخرجات بمعدلات أكبر من الزيادة

في المدخلات، وزيادة المخرجات مع بقاء قيمة المدخلات ثابتة، وزيادة قيمة المخرجات مع انخفاض قيمة المدخلات، وانخفاض قيمة المدخلات مع بقاء المخرجات ثابتة، وانخفاض قيمة المدخلات بمعدل أكبر من انخفاض قيمة المخرجات.

كما ناقش الفصل العوامل التي تؤثر على الإنتاجية، سواء سلباً أو ايجاباً، ومن أهم تلك العوامل: النظام الاجتماعي، والنظام الثقافي والتعليمي، والنظام السياسي والاقتصادي السائد في الدولة، واللوائح والقوانين والتشريعات العمالية، والسياسات والتشريعات الحكومية، وغيرها من العوامل.

وانتهى الفصل بتحديد العلاقة بين الجودة والإنتاجية، فعملية تحسين الجودة يمكن أن تدفع معها باقي عناصر العملية الإنتاجية، ما ينتج عنه بالضرورة إحداث تحسين للإنتاجية الجزئية أو الكلية، ويعني هذا أن الإنتاجية والجودة وجهان لعملة واحدة، وقد أصبح موضوع الاهتمام بالإنتاجية والجودة نمط التفكير السائد وراء جميع عمليات المنافسة القائمة حالياً.

مسرد المصطلحات

- **الإنتاجية Productivity**: هي المقدرة على تكوين الناتج (المخرجات) باستخدام عناصر محددة خلال فترة زمنية معينة.
- **الإنتاج Production**: هو حصيلة التكامل بين عناصر الإنتاج المختلفة المستخدمة في تكوين كمية معينة من السلع عبر مراحل متعاقبة، والتي تتغير فيها المادة من شكل إلى آخر، على أن يترتب على ذلك خلق منفعة أو قيمة اقتصادية.
- **الأداء Performance**: يقصد به العمل المؤدى بواسطة الفرد وكمية الإنجاز الذي يحققه، والذي يتكون نتيجة رغبة وقدرة الفرد على إنجاز العمل.
- **الرغبة Desire**: تشير إلى مدى اندفاع الفرد نحو العمل بشكل كبير.
- **القدرة Ability**: يقصد بها مدى تمكن العامل فنياً في عمله، ويكون ذلك من خلال المعرفة، والمهارات، ووضوح الدور الذي يقوم به.
- **المعرفة Knowledge**: تتمثل في المعلومات والخبرات التي اكتسبها الفرد بالتعلم أو التدريب أو النشرات والأدلة والملصقات التي تتيحها جهة العمل.
- **المهارات Skills**: هي مهارة استخدام المعرفة وترجمتها لأداء عملي.
- **وضوح الدور Clarity of Role**: يعني معرفة وفهم ما هو مطلوب من العامل القيام به على وجه التحديد.
- **الإنتاجية متعددة العوامل Multi – Factor Productivity**: هي نسبة المخرجات إلى أكثر من عنصر من عناصر المدخلات.
- **الإنتاجية الكلية Total Productivity**: هي عبارة عن مؤشر واحد يعبر عن كفاءة المنظمة ككل، وذلك عن طريق قسمة المخرجات على المدخلات.
- **الإنتاجية الجزئية : Partial Productivity**: هي نسبة المخرجات إلى عنصر واحد من عناصر المدخلات.

أسئلة للمناقشة

1. عرف الإنتاجية من وجهات نظر مختلفة؟
2. ما العناصر التي تتفاعل معا لتحدد مستوى الإنتاجية مع التوضيح؟
3. ما المقصود بكل مما يلي؟
   - الأداء:
   - الرغبة:
   - القدرة:
   - المعرفه:
   - المهارات:
   - وضوح الدور:
4. ما طرق قياس الإنتاجية؟
5. ما المقصود بمقياس الإنتاجية الكلية، و ما هي عناصرها؟
6. ما المقصود بالإنتاجية متعددة العوامل؟
7. ما المقصود بالإنتاجية الجزئية، وكيف يمكن قياسها؟
8. ما طرق زيادة الإنتاجية والتي تمكن مدير العمليات اللجوء إليها لزيادة الإنتاجية مع التوضيح؟
9. بين أهم العوامل التى تؤثر على الانتاجية سلباً أو ايجلباً؟
10. وضح العلاقة بين الجودة و الإنتاجية؟

الفصل الثالث

اختيار موقع المشروع

Plant Allocation

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. بيان أهمية اتخاذ قرار الموقع
2. تحديد العوامل المؤثرة في اختيار موقع المشروع
3. توضيح البدائل الاستراتيجية عند التخطيط للموقع
4. بيان الأساليب المستخدمة في اختيار موقع المشروع

الفصل الثالث

اختيار موقع المشروع

Plant Allocation

المقدمة Introduction

يعتبر قرار اختيار الموقع أحد القرارات الاستراتيجية التي تتخذها إدارة المؤسسة؛ سواء في المؤسسة الصناعية أو الخدمية أو التجارية، حيث أنه يؤثر على المدى الطويل وتصعب عملية نقله من مكان إلى آخر لكبر التكاليف الإضافية، وذلك لأن الموقع يؤثر على التكاليف الثابتة والمتغيرة، بالإضافة إلى تأثيره الكبير على الأرباح، والموقع الأفضل بالنسبة إلى أي مصلحة كانت هو الذي يؤدي إلى تعظيم المنافع للمؤسسة، فعلى سبيل المثال الموقع الأفضل بالنسبة إلى المؤسسة الصناعية هو الذي يقلل التكاليف ويزيد الأرباح، في حين أن الموقع الأفضل بالنسبة للمؤسسة الخدمية هو الذي يؤدي إلى تعظيم الدخل مع مراعاة رغبة الزبون من حيث الوصول أو من حيث سرعة الاستجابة في تقديم الخدمة ودون التأثير على التكلفة.

كما ترجع أهمية اختيار الموقع المناسب لتأثيره في ممارسة بعض وظائف الإنتاج والتسويق والنقل والتخزين، فهو الذي يتحكم في تكلفة نقل المواد الأولية و تكلفة التشغيل اليومية، وغيرها.

يناقش هذا الفصل بيان أهمية اتخاذ قرار الموقع، وتحديد العوامل المؤثرة في اختيار موقع المشروع، وتوضيح البدائل الاستراتيجية عند التخطيط للموقع، وبيان الأساليب المستخدمة في اختيار موقع المشروع.

أولاً: أهمية اتخاذ قرار الموقع

The Importance of Allocation Selection Decision

يحتل قرار الموقع أهمية خاصة لأنه ينطوي على إنفاق ضخم واستثمارات كبيرة تمثل تكاليف كبيرة يصعب استردادها أو التراجع عنها في الأجل القصير، وهناك سببان رئيسيان يبرران أهمية اتخاذ قرار الموقع والذي يعتبر جزءًا مهمًا ومكملاً لتصميم النظام الإنتاجي، وهذان السببان هما (مرسي، 2006، 255):

1. يترتب على قرار الموقع التزامات طويلة الأجل ويصعب فيها تصحيح ومعالجة الخطأ.
2. تؤثر قرارات الموقع على الاحتياجات الرأسمالية وتكاليف التشغيل والإيرادات والعمليات.

ففي حالة اختيار الموقع بناءً على عوامل بيئية؛ يترتب على ذلك أحياناً ارتفاع تكاليف النقل، وحدوث العجز في العمالة المدربة، وفقدان الميزة التنافسية، وعدم كفاية الإمدادات من المادة الأولية الخام، أو أسباب أخرى مماثلة بالتطبيق على العمليات، وبالنسبة للخدمات يترتب على الاختيار البيئي للموقع فقدان العمال أو ارتفاع التكاليف الخاصة بالتشغيل، لذلك يجب أن يكون اتخاذ قرار الموقع متوازناً ما بين الاحتياجات الرأسمالية وتكاليف التشغيل وما بين مراعاة العوامل البيئية.

كذلك، يمتد تأثير قرار الموقع؛ سواءً بالإيجاب أو بالسلب على فاعلية الأداء في المجالات الوظيفية الأخرى كالتوظيف والتمويل والموارد البشرية، حيث يؤثر على تكاليف التخزين والنقل والإعلان والهيكل التمويلي بالإضافة إلى تكاليف الحصول على تدريب وتنمية المورد البشري.

ثانياً: العوامل المؤثرة في اختيار موقع المشروع

Factors that Affects on Allocation Selection

هناك العديد من العوامل التي تؤثر في قرار اختيار موقع المشروع، وينبغي على متخذ القرار أن يأخذ هذه العوامل بنظر الاعتبار، لأن إغفال أي من هذه

العوامل ربما يكلف المنظمة خسائر كبيرة، كما أن الاختيار السليم استناداً لهذه العوامل سيعزز من الموقف التنافسي للمنظمة، ويعمل على تحقيق أهدافها بطريقة كفوءة، وحددت الأدبيات الخاصة باختيار الموقع الكثير من العوامل التي يجب أخذها بنظر الاعتبار عند اختيار موقع المشروع، وتتمثل أهم تلك العوامل بما يلي:

1. القرب من مصادر المواد الأولية ومستلزمات الإنتاج

يعد القرب من المصادر الأولية اللازمة للإنتاج ذو أهمية كبيرة في اختيار الموقع، وتشمل مستلزمات الإنتاج الرئيسية المواد الأولية اللازمة للعملية الإنتاجية وضرورة توفرها بكميات كافية اقتصادياً خلال عمر المشروع، وفي حالة عدم توفر المواد الأولية يجب مراعاة كلف النقل المرتبطة بنقلها بالإضافة إلى مراعاة نوع الصناعة، ففي الصناعات الغذائية تعد بعض المواد كاللحوم والخضروات والحليب سريعة التلف لذلك يفضل أن يكون المصنع قريباً من مصادر المدخلات، وفي بعض الصناعات الأخرى كالإسمنت والفوسفات والبوتاس والحديد فإن المواد الأولية تعد ثقيلة الوزن وكبيرة الحجم وبالتالي يعد عامل التكلفة مؤثر جدًا بهذه الحالة، وبالتالي فإن عملية نقل هذه المواد سيكون مرتفعاً وهذا العامل هام جدًا لمؤسسة صناعية لأن المادة الخام تمثل تكلفة مرتفعة من إجمالي التكاليف.

2. توفر العمالة المدربة

ويقصد بها أن تتوافر الأعداد اللازمة من التخصصات و المهارات، من حيث الكم والخبرة المطلوبة وبالأجور المنافسة، لأن ارتفاع الأجور وتوفر العمالة اللازمة له تأثير كبير على إقامة المشروع بمنطقة ما أو حتى في بلد معين، فعلى سبيل المثال في حال توفر الأيدي العاملة في منطقة إقامة المصنع فستكون أجورها أقل من أجور العمالة المنقولة من مكان يبعد عن إقامة المصنع أو المشروع.

وفي بعض الصناعات التي تحتاج إلى أعداد كبيرة من العمالة مثل الغزل والنسيج وصناعة الألبسة؛ يقام هذا النوع من الصناعات في المناطق أو الدول التي

تحتوي على أعداد كبيرة من الأيدي العاملة مثل الصين وتايوان ومصر، وحالياً الأردن، وبالاستعانة بالعمالة الرخيصة والمستوردة.

3. توفر شبكات الطرق ووسائل النقل

يفضل أن يكون موقع المصنع قريباً من شبكات الطرق الرئيسية بأنواعها المختلفة، إذ يتيح ذلك نقل المواد الخام إلى المصنع ونقل المنتجات إلى الأسواق ومراكز التوزيع، بالإضافة إلى تسهيل نقل العاملين من أماكن سكناهم إلى المصنع وبالعكس، ويفضل أن تكون شبكات الطرق غير وعرة أو خطرة لأن ذلك يؤثر على التكاليف المباشرة وغير المباشرة، وفي بعض الصناعات التي تتميز بكبر حجم ووزن منتجاتها مقارنة بأسعار النقل كصناعات الحديد والإسمنت والخشب والبتروكيماويات يفضل أن تكون بقرب سكك الحديد والموانئ وذلك لأن وسائل النقل المائي تعد من أرخص الوسائل لهذه الصناعات.

وتحاول المؤسسات الخدمية الحرص على التواجد بالقرب من المستهلك؛ كالمطاعم والبنوك والفنادق، وكما تعتبر المؤسسة التجارية تواجدها في أماكن التجمعات السكانية أحد الميزات التنافسية التي تعتمد عليها.

4. القرب من مصادر الطاقة المتحركة ومصادر المياه

تعد الطاقة الكهربائية حالياً من أهم مصادر القوة المحركة في المصانع، ولا تستخدم الطاقة الكهربائية حالياً في المصانع لأغراض التشغيل فقط، بل تستخدم لأغراض أخرى كالتكييف والتبريد وتشغيل المعدات المستخدمة في المكاتب والمستودعات في الأقسام الملحقة بالمصنع بالإضافة لتوفير الإنارة، وأما بالنسبة إلى توفر المياه الصالحة للشرب ولأغراض التصنيع فيعد ذلك من العوامل المحددة لإقامة أي مشروع؛ وخصوصاً في الزراعة والصناعات الغذائية وبعض الصناعات التي تحتاج إلى المياه لغايات التبريد.

5. العوامل الشخصية

تلعب العوامل الشخصية دوراً مهما في اختيار الموقع لارتباطها في الرغبة والميول الشخصي لأصحاب المشروع، كاختيار موقع المصنع بالقرب من منازلهم

أو الأماكن التي يكون لهم ارتباط عاطفي بها، كأن يختار الشخص الموقع في البلدة الأصلية التي ولد بها لارتباطه بها منذ الصغر.

6. درجة التشجيع أو التسهيل الحكومي

ويقصد بها اختيار الموقع في المناطق التي تخضع إلى نظام خاص أو ما يسمى بتسهيلات في المناطق الصناعية المأهولة، كإعطائها تسهيلات أو تخفيضات ضريبية، وعادة ما تكون في المناطق النائية أو المناطق قليلة النشاط الاقتصادي وذلك لعدة عوامل أهمها:

- الإعفاء الضريبي.
- بيع الأراضي بأسعار منخفضة.
- إنشاء مناطق حرة في بعض مناطق الدولة.
- الإعفاء من قيود التوظيف وقوانين العمل السائدة.
- عدم وجود قيود على تحويل الأرباح.

7. العوامل الاجتماعية

ويقصد بها مراعاة إقامة المشروع لأهداف اجتماعية وإنسانية لغايات إيجاد فرص عمل لسكان هذه المناطق؛ وبهدف رفع المستوى المعيشي للأفراد، كإقامة مشاريع تعتمد أساساً على المهارات الفردية؛ أو بالأحرى الحرف اليدوية المتعلقة بالتراث الشعبي لهذه المناطق؛ كالمنحوتات، أو أعمال الغزل والنسيج، أو اللوحات الفنية كالخرائط الفسيفسائية أو التي تتعلق بالمنتجات التي تشتهر بها تلك المناطق كمعاصر الزيتون وصناعات الصوف والقطن، وغالباً ما يتم التركيز على المناطق الفقيرة عند إقامة هذه المشاريع.

8. توفر الأرض

يعتبر توفر الأرض المناسبة من الأمور الهامة جداً التي تساعد على اتخاذ القرار، خاصة من حيث طبيعتها ومدى ملاءمتها لإقامة المباني المناسبة لنوع الصناعة المنوي إنشائها، وإمكانية التوسع مستقبلاً، وتكلفتها مقارنة مع العائد المتوقع من المشروع.

9. توفر شبكة صرف جيدة

تتطلب بعض الصناعات توفر شبكة صرف جيدة، كالصناعات الدوائية والكيماوية والمواد المشعة وصناعات المضادات الحيوية، كون قوانين بعض الدول تحرِّم إلقاء مياه هذه الصناعات في الأنهار أو شبكات الصرف الصحي التي يتم معالجتها وإعادة صرفها لغايات الري أو للشرب.

ثالثاً : البدائل الاستراتيجية عند التخطيط للموقع

Strategic Alternatives on Allocation Planning

هناك عدة حالات يتم فيها اتخاذ قرار بخصوص اختيار الموقع، إذ يتم ذلك عند بداية ممارسة نشاط المنظمة لأول مرة، وعند الرغبة في إنشاء موقع بديل للموقع الحالي، وعند الرغبة في إنشاء موقع جديد إضافة للموقع الحالي، وتعتبر هذه الحالات الثلاث، إضافة لحالة الثبات، بمثابة قرارات استراتيجية مهمة ينبغي أن تأخذ قدر كاف من التحليل لما لها من أهمية كبيرة في التأثير على مجمل عمليات المنظمة، وسيتم فيما يلي تحديد البدائل الاستراتيجية عند التخطيط للموقع (مرسي، 2006، 256):

1. التوسع في الموقع الحالي

وتتخذ هذه الاستراتيجية في حالة وجود مساحة كافية للتوسع، وخاصة إذا كان الموقع يتميز بصفات وخصائص مرغوب فيها وملائمة لا يمكن توفرها في موقع آخر، وفي مثل هذه الحالة تكون تكاليف التوسع أقل بكثير من أي بديل آخر.

2. إضافة موقع جديد مع الاحتفاظ بالموقع القديم

وهذا ما يحدث في العديد من متاجر التجزئة، ويجب في هذه الحالة دراسة ومعرفة تأثير هذا القرار على النظام ككل، فعلى سبيل المثال في حالة فتح محل تجاري إضافي يترتب على ذلك سحب أو خسارة عملاء من الموقع القديم، ومن ناحية أخرى قد يعتبر هدا القرار خطة إستراتيجية دفاعية وذلك بمنع دخول منافسين جدد للسوق وبغرض المحافظة على الحصة السوقية.

3. الاستغناء عن موقع والتحول إلى موقع جديد

يجب على المنظمة مقارنة تكاليف التحرك والمنافع الناتجة عنها مقارنة مع تكاليف ومنافع البقاء في الموقع الحالي، وهناك عدة أسباب للتحول، مثل حدوث تغيرات في الأسواق ونفاذ المواد الخام المعتمد عليها في التصنيع وخاصة المواد الطبيعية وتكلفة العمليات.

4. عدم القيام بأي شيء "الثبات"

قد ينتج عن عدم تحقيق البدائل السابقة أي تحسن؛ أو أنها تزيد في التكاليف، وبالتالي يدعو هذا إلى الاستقرار والبقاء على الحالة نفسها، وهو ما يدعى أيضاً بإستراتيجية الجمود على الأقل في الوقت الراهن.

رابعاً: الأساليب المستخدمة في اختيار موقع المشروع

Methods used in the selection of project Allocation

هناك عدد من الطرق والأساليب التي يمكن استخدامها في اختيار الموقع الملائم للمشروع من بين المواقع المرشحة؛ وذلك لتفاوت الميزات التي تتمتع بها هذه المواقع، فنجد مثلاً أن أحد هذه المواقع يمتاز بتوفر الأرض الملائمة وتوفر الأيدي العاملة وتوفر طرق المواصلات والمواد الأولية، إلا أن تكلفة شراء هذه الأرض مرتفعة وهناك صعوبة في التوسع المستقبلي بها. وربما يكون هناك موقع آخر يمتاز بتوفر الأرض المناسبة من حيث الطبيعة والتكلفة إلا أنه يوجد صعوبة بتوفير الأيدي العاملة وصعوبة نقل المواد الأولية، لذا يستلزم الأمر تقييم المواقع البديلة من جميع النواحي حتى يمكن اختيار أفضلها.

وهناك على الأقل مرحلتين أساسيتين ينبغي المرور بهما عند تحديد موقع المشروع، إذ لا تتم عملية تحديد موقع المشروع دفعة واحدة، بل يجب أن تتم وفق منهجية علمية، وهاتين المرحلتين هما:

المرحلة الأولى: مرحلة الدراسة الأولية للمواقع المختارة، حيث يتم خلال هذه المرحلة المفاضلة بين البدائل المتوفرة، لتبني أكثر المواقع احتمالاً واستبعاد المواقع التي لا تتوفر فيها الشروط الأساسية التي تؤثر على نجاح

المشروع المنوي إقامته بدرجة كبيره، تمهيداً للوصول إلى الدراسة التفصيلية للمواقع الأكثر احتمالاً.

المرحلة الثانية: مرحلة الدراسة التفصيلية، يتم في هذه المرحلة دراسة تفصيلية وشاملة لكل موقع من المواقع المختارة من المرحلة الأولى، حيث تتم المقارنة بين هذه المواقع وفق أسس علمية وموضوعية وبأساليب مختلفة، تمهيداً للوصول إلى الموقع الأفضل لإقامة المشروع ومن خلال الخطوات التالية (الموسوي، 1995، 40):

- تحديد الهدف من اختيار الموقع.
- تحديد المعايير الملائمة لاتخاذ القرار ومنها:
  1. المعايير الكمية
  2. المعايير النوعية
  3. المعايير المختلطة
- صياغة النموذج، ويتم هذا من خلال ربط الأهداف بالمعايير، مثل نموذج النقل، أو نموذج نقطة التعادل.
- اعتماد النموذج المحدد في النقطة أعلاه لتوفير البيانات واستخدامها لتقييم المواقع البديلة وفقاً إلى:
  - الجدوى الاقتصادية.
  - الجدوى النوعية.
  - اختيار الموقع الذي يحقق المعيارين أعلاه.

إذا يتبين أن هناك ثلاثة معايير أو نماذج أساسية يمكن استخدامها لاتخاذ القرار الخاص بموقع المشروع، هي: المعايير الكمية، والمعايير النوعية، والمعايير المختلطة، وسيتم فيما يأتي توضيح لهذه النماذج:

(1) النماذج الكمية لتحديد الموقع المناسب (التحاليل الاقتصادية):

يهدف التحليل الكمي للمواقع المقترحة إلى تحديد مدى إمكانية الموقع الذي يتم اختياره من تحقيق أكبر عائد مالي ممكن، وسيتم دراسة نموذجين من النماذج الكمية المعروفة، وهما (الموسوي، 1995، 41):

- نموذج تحليل نقطة التعادل Break-even Analysis Mmodels
- نموذج شبكات النقل Transportation Nnetwork Models

1. تحليل نقطة التعادل Break-even analysis

تستلزم عملية المقارنة بين عدة مواقع مقترحة على أسس اقتصادية أن نأخذ بعين الاعتبار مجموعة التكاليف الثابتة والمتغيرة لكل موقع من المواقع البديلة مع أحجام مختلفة للإنتاج، ويعتبر هذا الأسلوب من الأساليب البسيطة المستخدمة في اختيار الموقع، ويقوم هذا الأسلوب على الافتراضين التاليين:

- أن الدخل الذي يتحقق عن بيع الوحدة الواحدة متساو بغض النظر على الموقع الذي ستنتج فيه.
- أن تكاليف الإنتاج وحجم الإنتاج ثابتان لا يتغيران بمرور الزمن.

ومنهجية بناء نموذج التحليل لنقطة التعادل للمواقع تتم وفق الخطوات التالية:

1. تحديد كافة التكاليف المتباينة للمواقع.
2. تصنيف هذه التكاليف إلى تكاليف ثابتة وتكاليف متغيرة.
3. تقييم التكاليف الكلية السنوية لكافة المواقع البديلة منسوبة إلى حجم الإنتاج السنوي المتوقع.
4. تحديد الموقع الذي يؤمن حجم الإنتاج المطلوب وبالتكلفة الكلية الأقل.

المعادلات الرياضية التي تستخدم في هذا النموذج، هي:

التكاليف الكلية = التكاليف الثابتة + التكاليف المتغيرة

$$\text{حجم التعادل} = \frac{\text{التكاليف الثابتة}}{\text{السعر} - \text{التكاليف المتغيرة للوحدة}}$$

الربح = الإيرادات الكلية – التكاليف الكلية

مثال (3- 1):

تنوي شركة يونيفرسال لإنتاج أفران الغاز، إنشاء مصنع جديد لإنتاج تصميم جديد من أفران الغاز، فإذا علمت أن سعر بيع فرن الغاز من المنتوج المقترح (200) دينار، والطاقة الإنتاجية المطلوبة في الموقع الجديد هي (27000) فرن

غاز سنويًا، وأن الشركة قد استطاعت أن تدرس أربعة مواقع بديلة للمصنع الجديد هي: (أ، ب، ج، د) وكانت تكلفة كل موقع بالترتيب كما يلي:

التكاليف الثابتة للمواقع الأربعة على التوالي: 50000، 60000، 100000، 110000.

التكاليف المتغيرة للوحدة الواحدة بالدينار على التوالي: 75، 60، 50، 40.

المطلوب: اختيار موقع المشروع الجديد من بين المواقع البديلة الأربعة الذي يحقق أقل تكلفة، أو أعلى ربح، إذا علمت أن سعر البيع للفرن الواحد هو (200) دينار.

الحل:

1. **احتساب التكاليف الإنتاجية للإنتاج عند كل موقع من المواقع الثلاث:**

الموقع البديل	(1) التكاليف الثابتة	(2) التكاليف المتغيرة	(3) التكاليف الكلية 2+1 =
أ	50000	75 × 27000 = 2025000	2075000
ب	60000	60 × 27000 = 1620000	1680000
ج	100000	50 × 27000 = 1350000	1450000
د	110000	40 × 27000= 1080000	1190000

2. **احتساب حجم التعادل لكل موقع بديل:**

حجم التعادل لموقع أ = $\frac{50000}{200 - 75}$ = 400 فرن غاز

حجم التعادل لموقع ب = $\frac{60000}{200 - 60}$ = 429 فرن غاز

حجم التعادل لموقع ج = $\frac{100000}{200 - 50}$ = 667 فرن غاز

حجم التعادل لموقع د = $\frac{110000}{200 - 40}$ = 687 فرن غاز

3. **احتساب الربح:**

الربح = الإيرادات الكلية – التكاليف الكلية

الموقع	السعر	الكمية	الربح = الإيرادات ك – التكاليف ك
أ	200	27000	5400000– 2075000 = 3325000 دينار
ب	200	27000	5400000 – 1680000= 3720000دينار
ج	200	27000	5400000 – 1400000= 4000000 دينار
د	200	27000	5400000 – 1190000 = 4210000 دينار

يتبين أن الموقع (د) هو الذي يحقق أقل تكلفة ممكنة، وبالتالي أعلى ربح ممكن، لذا يكون هو الموقع الذي يجب اختياره من بين المواقع الأربعة.

2. **أسلوب شبكات النقل** Transportation network method

يستخدم أسلوب شبكات النقل من خلال إعداد خطة نقل تهدف إلى تخفيض تكاليف النقل إلى أدنى حد ممكن وتعظيم الأرباح المتحققة عن ذلك، ويجري ذلك ضمن قيود الطاقة الإنتاجية المتاحة للمصنع والطلب على المنتجات، ويقوم هذا الأسلوب على الافتراضات التالية:

- أن الهدف الرئيس هو تخفيض تكاليف النقل إلى أدنى حد ممكن.
- أن تكاليف الإنتاج والنقل ثابتة لا تتغير بصرف النظر عن عدد الوحدات المنقولة.
- تماثل الوحدات المنتجة بصرف النظر عن مواقع الإنتاج أو مراكز التوزيع.
- أن مجموع الطاقة الإنتاجية للمصانع متشابهة بغض النظر عن الموقع الذي أنتجت فيه.
- يوجد خط سير واحد بين المصانع وبين مراكز التوزيع.

مثال (3- 2):

تقوم إحدى الشركات بإنتاج سلعة معينة في ثلاث مصانع لها موزعة على المواقع (أ، ب، ج) وتقوم بتوزيع الأجزاء المنتجة على ثلاث مراكز بيع في المناطق (د، هـ، و)، وتبلغ تكاليف النقل من مصانع الإنتاج إلى مراكز البيع والطاقة

الإنتاجية لكل مصنع والطاقة الاستيعابية لكل مركز بيع كما هي موضحة في الجدول التالي:

المصانع / مراكز التجميع	أ	ب	ج	الطاقة الاستيعابية
د	6	14	12	20.000
هـ	10	10	4	12000
و	14	8	10	14000
الطاقة الإنتاجية	**8000**	**16000**	**12000**	**46.000 / 36.000**

يتضح من الجدول أعلاه أن هناك فارق بمقدار (10.000) وحدة بين الطاقة الإنتاجية والطاقة الاستيعابية، ونظرا لزيادة الطلب على منتجات تلك الشركة فقد قررت إنشاء مصنع جديد بطاقة إنتاجية قدرها (10.000) وحدة لتحقيق التوازن بين الطلب والإنتاج وقد تم اقتراح ثلاثة مواقع بديلة للمصنع الجديد هي: (ل، م، ع).

تمكنت الشركة من تقدير تكاليف النقل من هذه المصانع الثلاثة المقترحة إلى مراكز التجميع، وكذلك تكاليف الإنتاج للوحدة المنتجة كما هو موضح في الجدول التالي:

الموقع	الطاقة الإنتاجية	تكاليف الوحدة المنتجة	تكلفة النقل للوحدة		
			د	هـ	و
ل	10.000	22	12	10	6
م	10.000	18	8	14	12
ع	10.000	12	10	12	8

المطلوب:

اختيار أحد المواقع الثلاثة المقترحة (ل، م، ع) لاختيار أفضلها، بحيث تحقق الشركة أقل تكلفة إنتاج ونقل ممكنة.

الحل:

(1) التكاليف الكلية للموقع (ل)= ت. الإنتاج + ت. التوزيع

ت. الإنتاج = 10.000 × 22 = 220.000

ت. النقل = (12×10.000) + (10×10.000) + (6×10.000) = 280.000

التكاليف الكلية = 220.000 + 280.000 = 500.000 دينار.

(2) التكاليف الكلية للموقع (م)= ت. الإنتاج + ت. التوزيع

ت. الإنتاج = 10.000 × 18 = 180.000

ت. النقل = (8×10.000) + (14×10.000) + (12×10.000) = 340.000

التكاليف الكلية = 180.000 + 340.000 = 520.000 دينار.

(3) التكاليف الكلية للموقع (ع)= ت. الإنتاج + ت. التوزيع

ت. الإنتاج = 10.000 × 12 = 120.000

ت. النقل = (10×10.000) + (12×10.000) + (8×10.000) = 300.000

التكاليف الكلية = 120.000 + 300.000 = 420.000 دينار.

ونظرًا لأن الموقع (ع) يمثل التكلفة الأقل فإنه يعتبر الموقع الأفضل.

(2) النماذج النوعية Qualitative Method

يوجد عدد كبير من العوامل المؤثرة في اختيار الموقع لا يمكن التعبير عنها كمياً، أو التعبير عنها باستخدام النماذج الكمية مثل الاعتبارات البيئية والتشريعات وردود فعل المجتمع المحلي. وبموجب هذه الطريقة يتم تخصيص أوزان نوعية لكل عامل، ويخصص أيضاً لكل عامل نقاط حسب المناطق، وعن طريق ضرب النقاط بالوزن النوعي لكل عامل نحصل على ترجيح لجميع العوامل موزعة حسب المناطق، وبجمع التراجيح نحصل على الترجيح الكلي للمنطقة، وتمتاز هذه الطريقة بسهولة العمليات الحسابية اللازمة لاختيار موقع ما، ولكن ما يعاب على هذه الطريقة هو أن نتائج هذا الأسلوب تعتمد بالدرجة

الأولى على الخبرة الشخصية والمهارة في تحديد الأوزان النوعية والدرجات المخصصة للعوامل المؤثرة في اختيار الموقع ويمكن تلخيص أسلوب عمل الطريقة النوعية بما يلي:

- تحديد العوامل المؤثرة.
- إعطاء وزن لكل عامل حسب أهميته النسبية.
- إعطاء وزن نسبي لكل موقع.
- ضرب الأوزان المعطاة للعوامل بالأوزان المعطاة للمواقع وجمع الناتج.
- اختيار الموقع الذي يحقق أعلى مجموع.

(3) النموذج المختلط

يقوم هذا النموذج على أساس دمج العوامل الكمية مع العوامل النوعية، ويعتبر نموذج براون – جبسون المعدّل من أهم النماذج التي استخدمت لدمج تلك العوامل، ويأخذ هذا النموذج بالاعتبار كافة العوامل المتعلقة بالموقع سواء كانت عوامل كمية أو عوامل نوعية، ويتم ذلك باتباع الخطوات التالية: (الحسين وآخرون، 2001، 130)

1. العامل الأساسي المؤثر في اختيار الموقع، على سبيل المثال هو العمالة ويعطى قيمة (1) في حال توفرها، ويعطى (0) في حال عدم توفرها.
2. العامل الموضوعي والذي يمكن قياسه كمياً مثل التكاليف، يتم احتسابه كما يلي:

أ. المواقع الحدية من حيث التكاليف:

- الموقع ذو الكلفة الأقل يعطى العامل الموضوعي للموقع قيمة = 1
- الموقع ذو الكلفة الأعلى من بين الكلف يعطي العامل الموضوعي للموقع قيمة = 0

ب. أما المواقع الوسيطة من حيث التكاليف (بين الأقل والأعلى) فتستخدم المعادلة التالية لاحتساب العامل الموضوعي للموقع:

$$\text{العامل الموضوعي لموقع (أ)} = \frac{\text{الأعلى بين الكلف} - \text{الكلفة المصاحبة للموقع أ}}{\text{الأعلى بين الكلف} - \text{الأقل بين الكلف}}$$

وتتراوح قيمة العامل الموضوعي بين صفر وواحد: $0 \geq$ ع م ≥ 1

3. احتساب العامل النوعي لكل موقع والذي لا يمكن قياسه كمياً كما التالي:

العامل النوعي للموقع أ (ع ن أ)= مجـ و ع ن ك x و ن أ ك

= ك (مجـ و ع ن x ون أ)

حيث و ع ن ك = وزن العامل النوعي ك بالنسبة لبقية العوامل النوعية.

و ن أ ك = وزن الموقع أ بالنسبة للمواقع الأخرى وللعامل النوعي ك

مجـ و ع ن ك = 1 $\leq$

0 $\geq$ و ع ن ك ≥ 1

0 $\geq$ و ن أ ك ≥ 1

احتساب معيار تفضيل الموقع (م ت م) كما يلي:

م ت م = العامل الأساسي (ع أ) { س ×ع م + (1 – س) ع ن }

حيث: ع أ = العامل الأساسي = صفر أو واحد

س = وزن العامل الموضوعي $0 \geq$ س ≥ 1

ع م = العامل الموضوعي $0 \geq$ ع م ≥ 1

ع ن = العامل النوعي $0 \geq$ ع ن ≥ 1

ويتم تقدير العامل الموضوعي (س) بناءً على مقدرة وخبرة ومهارة المحلل، ويكون ذلك بعد الانتهاء من احتساب معيار تفضيل الموقع (م ت م)، ويتم اختيار الموقع الذي يحقق القيمة الأعلى لكافة المواقع.

مثال (3- 3):

تفكر إدارة أحد البنوك في اختيار موقع للفرع الجديد الذي تنوي افتتاحه، ويتوفر أمامها ثلاثة مواقع هي (أ، ب، ج)، وكانت بيانات العوامل النوعية والكمية المرتبطة بالمواقع الثلاثة كما هي موضحة في الجدول التالي:

الموقع	العامل الموضوعي التكاليف بآلاف الدنانير	العوامل النوعية		
		دعم المجتمع	توفر المواصلات	توفر العناصر البشرية
أ	400	جيد	ممتاز	وسط
ب	500	ممتاز	وسط	وسط
ج	350	وسط	ممتاز	منخفض

المطلوب: مساعدة الإدارة في اختيار الموقع المناسب باستخدام نموذج براون – جبسون المعدّل، وبافتراض أن قيمة: ممتاز = 1، جيد أو وسط = 0.75، منخفض = 0.50، وأن وزن العوامل النوعية هو: 0.50 لدعم المجتمع، 0.30 لتوفر المواصلات، 0.20 لتوفر العناصر البشرية.

الحل:

1. احتساب قيمة المعامل الموضوعي لكل موقع:

$$\text{العامل الموضوعي للموقع (أ)} = \frac{\text{الأعلى بين الكلف} - \text{الكلفة المصاحبة للموقع أ}}{\text{الأعلى بين الكلف} - \text{الأقل بين الكلف}}$$

$$= \frac{200 - 250}{175 - 250} = 1$$

$$\text{العامل الموضوعي للموقع (ب)} = \frac{250 - 250}{175 - 250} = 0$$

$$\text{العامل الموضوعي للموقع (ج)} = \frac{250 - 250}{175 - 250} = 1$$

2. احتساب العامل النوعي لكل موقع:

الموقع	العوامل النوعية			العامل النوعي للموقع
	دعم المجتمع 0.50	توفر المواصلات 0.30	توفر العناصر البشرية 0.20	
أ	0.50	1	0.50	0.65
ب	1	0.50	0.50	0.75
ج	0.50	1	0	0.55

3. احتساب معيار تفضيل الموقع بافتراض أن وزن العامل الموضوعي (س) = 0.40.

ملاحظة: يتم تحديد وزن العامل الموضوعي (س) بناءً على مقدرة وخبرة ومهارة المحلل، ويجب أن يكون 0 ≤ س ≤ 1.

يتم احتساب معيار تفضيل الموقع (م ت م) باستخدام المعادلة التالية:

م ت م = (س x ع م) + [(1− س) × ع ن]

م ت م للموقع أ = (0.40 × 1) + [(1 − 0.40) × 0.65]

= 0.79

م ت م للموقع ب = (0.40 × 0) + [(1 − 0.40) × 0.75]

= 0.45

م ت م للموقع ج = (0.40 × 1) + [(1 − 0.40) × 0.55]

= 0.73

يتبين من النتائج أعلاه أن أعلى معيار تفضيل هو 0.79 والذي يقابل الموقع أ، يليه الموقع ج، ثم الموقع ب، وبالتالي يكون الموقع أ هو الموقع الأفضل. ثم ج، ثم ب.

الملخص

تم في هذا الفصل بيان أهمية اتخاذ قرار بشأن موقع المشروع، إذ يحتل قرار الموقع أهمية خاصة لأنه ينطوي على إنفاق ضخم واستثمارات كبيرة تمثل تكاليف كبيرة يصعب استردادها أو التراجع عنها في الأجل القصير، وهناك سببان رئيسيان يبرران أهمية اتخاذ قرار الموقع، هما: أنه يترتب على هذا القرار التزامات طويلة الأجل ويصعب فيها تصحيح ومعالجة الخطأ، إضافة إلى تأثير القرار على الإحتياجات الرأسمالية وتكاليف التشغيل والإيرادات والعمليات.

كما ناقش الفصل العوامل المؤثرة في اختيار موقع المشروع، والتي تتمثل في: القرب من مصادر المواد الأولية ومستلزمات الإنتاج، وتوافر العمالة المدربة، وتوافر شبكات الطرق ووسائل النقل، والقرب من مصادر الطاقة المتحركة ومصادر المياه، والعوامل الشخصية، ودرجة التشجيع أو التسهيل الحكومي، والعوامل الاجتماعية.

وتم في هذا الفصل أيضاً تحديد البدائل الاستراتيجية عند التخطيط للموقع، إذ أن هناك عدة حالات يتم فيها اتخاذ قرار بخصوص اختيار الموقع، خاصة عند بداية ممارسة نشاط المنظمة لأول مرة، وعند الرغبة في إنشاء موقع بديل للموقع الحالي، وعند الرغبة في إنشاء موقع جديد إضافة للموقع الحالي، وتعتبر هذه الحالات الثلاث، إضافة لحالة الثبات، بمثابة قرارات استراتيجية مهمة.

وبين الفصل أن هناك عدد من الطرق والأساليب التي يمكن استخدامها في اختيار موقع المشروع والمفاضلة بين المواقع المختلفة، منها: الطريقة النوعية، وتحليل نقطة التعادل، وأسلوب شبكات النقل.

مسرد المصطلحات

- **العوامل الاجتماعية لاختيار موقع المشروع Social Factors:** ويقصد بها مراعاة إقامة المشروع لأهداف اجتماعية وإنسانية لغايات إيجاد فرص عمل لسكان المناطق التي يقام فيها المشروع؛ وبهدف رفع المستوى المعيشي للأفراد.
- **الطريقة النوعية في اختيار موقع المشروع Qualitative Method:** الطريقة التي يتم من خلالها تحديد الموقع الأمثل للمصنع من بين عدة مواقع عن طريق تقويم عدد من العوامل التي تؤثر في اختيار الموقع، وبموجب هذه الطريقة يتم تخصيص أوزان نوعية لكل عامل، ويخصص أيضاً لكل عامل درجة (نقاط) حسب المناطق.
- **تحليل نقطة التعادل في اختيار الموقع Break-even analysis:** يتم بموجب هذا الأسلوب مقارنة عدد من المواقع على أساس اقتصادي؛ وذلك بمقارنة مجموعة التكاليف الثابتة والمتغيرة لكل موقع من المواقع البديلة مع أحجام مختلفة للإنتاج.
- **أسلوب شبكات النقل في اختيار موقع المشروع Transportation network method:** أحد أساليب اختيار موقع المصنع، ويعتمد هذا الأسلوب في معالجته لمشاكل نقل المنتجات من مصانع متعددة إلى مناطق متعددة بهدف تخفيض تكاليف النقل إلى أدنى حد ممكن وتعظيم الأرباح المتحققة عن ذلك، ويجري ذلك ضمن قيود الطاقة الإنتاجية المتاحة للمصنع والطلب على المنتجات.

أسئلة للمناقشة

1. لماذا يعتبر اتخاذ قرار الموقع من القرارات المهمة التي تتخذها المؤسسة؟
2. ما هما السببان الرئيسيان اللذان يجعلان اتخاذ قرار الموقع مهماً؟
3. ما هي العوامل المؤثرة في اختيار موقع المشروع، مع توضيح ملخص لكل عامل منها؟
4. ما أثر توفر عامل شبكات الطرق ووسائل النقل على اختيار الموقع؟
5. ما أثر التشجيع والتسهيل الحكومي على اختيار الموقع؟
6. ما هي البدائل الاستراتيجية المتوفرة عند التخطيط للموقع؟
7. استعرض الأساليب المستخدمة في اختيار موقع المشروع مع توضيح كل منها؟
8. ما المقصود بنقطة التعادل وكيف يتم حسابها رياضياً؟

الفصل الرابع

التخطيط الداخلي للمصنع

Internal Planning of the Plant

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكِّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. توضيح مفهوم الترتيب الداخلي للمصنع
2. تحديد أهمية وأهداف الترتيب الداخلي
3. معرفة العوامل المؤثرة على الترتيب الداخلي
4. تحديد الطرق المتبعة في الترتيب الداخلي

الفصل الرابع

التخطيط الداخلي للمصنع

Internal Planning of the Plant

المقدمة Introduction

يعد الترتيب الداخلي للمصنع أحد القرارات الاستراتيجية الهامة في مجال إدارة الإنتاج والعمليات، ويعتبر الترتيب الداخلي للمصنع مسألة في غاية الأهمية خاصة للمشروعات المتوسطة والكبيرة الحجم، فالترتيب الداخلي يتم على أساس موقع ومساحة المشروع من جهة؛ وعلى ضوء العمليات والمنتجات المقترحة لعمل المشروع من جهة أخرى، فالمشروعات الصغيرة بإمكانها أن تؤجر مبنىً قائماً يفي بمتطلباتها، ولكن في المشروعات الكبيرة من الصعب إيجاد مبنىً قائماً يفي بمتطلبات وتعقيد عمليات التصنيع أو تقديم الخدمة، لذلك يلجأ المعنيون إلى الاستعانة بالمصممون المعماريون من أصحاب الخبرة الطويلة في مجال تصميم المشروعات المتخصصة، للاستفادة من خبراتهم وبالتعاون مع مهندسي الشركة لوضع تصاميم البناء بما يتوافق مع تخصص المشروع الصناعي أو المشروع الخدمي، وبما يتواكب مع التعديلات والتطورات الضرورية في أساليب وعمليات الإنتاج للمشروع التي ستكون أمراً لا مفر منه في المستقبل، ومن الأسباب التي تلزم إجراء تعديلات في بناء المصنع وتوزيعه الداخلي من وقت لآخر ما يلي:

- تطوير العملية الصناعية نتيجة التقدم العلمي مما يتطلب استبدال بعض الآلات القديمة أو غير المستخدمة، أو حتى خطوط الإنتاج بأكملها.
- تغير الطلب على السلع مما يستوجب تلبية حاجة السوق من السلع الجديدة والتي تحتاج إلى آلات وخطوط إنتاج جديدة.

يتناول هذا الفصل توضيح مفهوم الترتيب الداخلي للمصنع، وتحديد أهمية وأهداف الترتيب الداخلي، وبيان العوامل المؤثرة على الترتيب الداخلي، وتحديد الطرق المتبعة للترتيب الداخلي.

أولاً: تعريف التخطيط الداخلي Internal Planning of the Plant

يقصد بالتخطيط الداخلي للمصنع تقرير ماهية الأقسام أو أماكن العمل المطلوبة لأداء العمل، وعلاقتها مع بعضها البعض، وتحديد المساحات المطلوبة وتخطيط مساحات الممرات.

كما يعني ذلك أيضاً صنع القرارات التي ترتبط بكيفية تصميم وتنظيم وترتيب مواقع الأنشطة المختلفة داخل المصنع بطريقة اقتصادية تؤدي لحسن استغلال المواقع والمساحات داخل المصنع، وتخفيض التكاليف، من خلال تحسين عمليات المناولة، ويمكن تحقيق التخطيط الداخلي السليم للمصنع من خلال استخدام بعض الأساليب الكمية، لغرض خفض التكاليف وتعظيم العوائد أو الأرباح.

وترتبط عملية التخطيط الداخلي للمصنع بكيفية ترتيب الماكينات المصممة للعمل، وكيفية استغلال المساحات الموجودة، وهذا يعني أن مدير العمليات في المنشآت الصناعية يحتاج إلى قدرة كبيرة ودراية متميزة في كيفية ترتيب المصنع.

وهناك مجموعة من الأمور التي يجب أخذها في الاعتبار عند وضع المخططات لبناء المصانع؛ والتي تسهل عملية إجراء التعديلات اللازمة للعملية الإنتاجية مستقبلاً، وأهم تلك الأمور ما يأتي:

1. بناء قواعد وأرض المصنع بما يلبي حاجة المعدات الثقيلة، وإن كانت غير مطلوبة بالوقت الحالي، وبما يلبي التوسع العامودي مستقبلاً.
2. تأسيس بنية تحتية متطورة وبما يخدم المتطلبات المستقبلية المتوقعة، وبما لا يتعارض مع التوسع المخطط مثل (مياه، آبار، شبكات الصرف الصحي، تأسيس لمحطة تنقية "حسب الصناعة"، خطوط كهرباء تتحمل الضغط العالي، شوارع، مداخل ومخارج).

ثانياً: أهمية الترتيب الداخلي The Importance Internal Planning

يعتبر الترتيب الداخلي للمصنع أمراً مهماً وذلك لأنه يتضمن العديد من الجوانب التي تعتبر ذات أهمية كبيرة، منها:

1. تحديد مواقع المعدات وبما يتوافق مع العملية الإنتاجية (بما يحقق كفاءة استغلال المساحات).
2. تحديد مواقع الوحدات الإدارية الداعمة للعملية الإنتاجية ووحدة المراقبة.
3. تنسيق المداخل للمصنع بما يتوافق مع أماكن تخزين المواد الداخلة في الإنتاج، والمخارج بما يتوافق مع أماكن تخزين المنتجات المصنعة أو الجاهزة للتوريد للأسواق.
4. تحديد مداخل وممرات آمنه للعاملين أو المراقبين داخل المصنع.
5. توزيع المعدات وآلية العمل بما يقتصد بالوقت والجهد ويسهل عمليات الصيانة اليومية والشهرية والسنوية وبما يحقق صيانة أو استبدال بعض الآلات الكبيرة مستقبلاً.

ويسهم التخطيط والترتيب الداخلي المدروس لموقع المشروع في تحقيق العديد من الأهداف للمصنع، منها:

1. استغلال المساحات المتوفرة بكفاءة وفعالية.
2. تحقيق المرونة في الأداء حالياً ومستقبلاً.
3. تسهيل العمليات الرقابية والإدارية للموقع.
4. منح العاملين الراحة والمرونة أثناء أداء الأعمال بالإضافة إلى رفع روحهم المعنوية، مما يساعد على تحقيق الأهداف.
5. الاقتصاد في كلف المناولة للمواد وكلف التخزين والتوريد.
6. تقليل الاختناقات المحتملة خلال جميع مراحل العمل.
7. تقليل المخاطر المحتملة على العنصر البشري أولاً، وتقليل نسب الأخطاء التي يمكن أن تؤثر على السلعة المنتجة أو الخدمة المقدمة.

ثالثًا : العوامل المؤثرة في الترتيب الداخلي للمصنع

Factors that Impact on Internal Planning of the Plant

يتأثر الترتيب الداخلي للمصنع بعدد من العوامل، منها نوع الصناعة، ونوع المنتوج، وكمية الإنتاج، وسيتم فيما يلي توضيح هذه العوامل (الموسوي، 1995):

(1) **نوع الصناعة**، فعلى ضوء اختلاف المنتوج يستلزم الأمر ترتيباً خاصاً لصناعة كل منتوج، ويمكن تقسيم الصناعة الحديثة إلى عدة أنواع، وكل نوع منها يحتاج ترتيبًا خاصًا به يناسب العمليات التي يقوم بها:

1. الصناعة الاستخراجية، تتميز الصناعة الاستخراجية بأن العمليات الإنتاجية فيها تقوم على عزل واستخراج مادة معينة من مجموعة مواد أخرى وجدت جميعها في الطبيعة، مثل صناعات استخراج النفط والغاز والبوتاس والفوسفات وغيرها.
2. الصناعة التشكيلية، تقوم العمليات الإنتاجية فيها على إجراء تعديلات وتغيرات على شكل المادة بقصد زيادة فائدتها في الاستعمال، مثل صناعات الغزل والنسيج.
3. الصناعات التحليلية، تتميز بتحليل المواد الأولية إلى مواد مختلفة تحتفظ كل منها بطابع خاص.
4. الصناعة التركيبية، تقوم على خلط مادتين أو أكثر لإنتاج مادة جديدة لها مواصفات ومنافع مختلفة.
5. الصناعات التجميعية، تعتبر هذه الصناعة نوع متطور من الصناعة، كونها قائمة على تجميع أجزاء من السلعة أجريت عليها عمليات إنتاجية سابقة، ثم يتم تجميع الأجزاء بطريقة خاصة لتكوين سلعة جديدة ولها استعمالات جديدة.

(2) **نوع المنتوج**، يختلف الترتيب الداخلي للمصنع وفقًا لنوع المنتوج، حتى وإن كانت الصناعة من نوع واحد، فمثلاً تعتبر صناعة السيارات وصناعة الملابس الجاهزة من نفس الفئة، وهي الصناعة التجميعية، إلا أن لكلً

منهما ترتيبًا مختلفًا، فحجم السلعة ووزنها وطبيعتها عوامل تؤثر على أسلوب ترتيب المصنع.

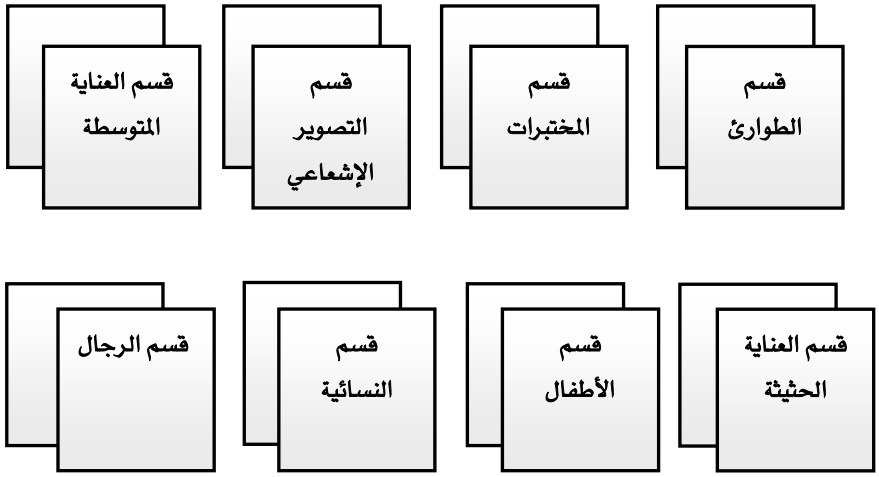
(3) **كمية الإنتاج،** تؤثر كمية الإنتاج بشكل كبير على كيفية ترتيب المصنع، فهناك صناعات تنتج فقط على أساس الطلبيات التي تتلقاها من العملاء، ويكون حجم إنتاجها قليل مقارنة مع صناعات أخرى تنتج منتجات نمطية وتعتمد على الإنتاج الكبير، وهناك نوع ثالث من الصناعات يدمج بين هذين النوعين، ولكل من هذه الصناعات ترتيبًا خاصًا.

رابعًا: طرق ترتيب المصنع

Methods of Internal Planning of the Plant

لتحقيق أهداف الترتيب الداخلي للمصنع فانه يمكن الاختيار من بين الطرق الآتية (عبيدات، 2008):

1) **الترتيب على أساس العمليات الإنتاجية أو الترتيب المرن،** ونعني هنا أن الترتيب يتم حسب التخصص أو الوظيفة، بحيث تتم العمليات الإنتاجية بشكل متقطع ولكن مجتمعة بنفس الوقت؛ كون كل تخصص يعمل لوحده في مكانه المختص وطبيعة عمله المتخصصة والمنفصلة عن الأعمال الأخرى، كالعمل بالجامعات والمستشفيات، ويمثل الشكل رقم (4- 1) اللاحق الترتيب على أساس العمليات لإحدى المستشفيات.



الشكل (4- 1):

الترتيب على أساس العمليات

وهناك عدد من الإيجابيات والسلبيات لهذا الترتيب، حيث تتمثل الإيجابيات فيما يلي:

1. يُستخدم عندما يكون عدد وحجم الآلات المطلوبة للعمل قليلاً، مقارنة مع بعض الصناعات التي تحتاج إلى خطوط إنتاج كبيرة.
2. مرونة عالية مصاحبة للمكائن والأفراد.
3. اكتساب الأفراد خبرة من واقع العمل، كون الأفراد يعملون فترات طويلة في أقسام محددة مما يسهل عملية انتقال الخبرة بين الأفراد.
4. تنوع الأعمال والتخصصات مما يولد الرضا عند العاملين.

أما عيوب هذا الترتيب فتتمثل في:

1. تعقيدات عمليات التخطيط ومراقبة الإنتاج.
2. عدم الفعالية والكفاءة فيما يتعلق بالوقت، نظراً لوجود عدد من التخصصات والفعاليات في مكان واحد ما يؤدي إلى الانتظار بين الفعاليات المختلفة.
3. انخفاض الإنتاجية، ذلك أن كل وظيفة تختلف عن الأخرى ما يتطلب تهيئة مختلفة للآلات والمعدات.

4. ضعف كفاءة نقل المواد وعدم فعاليتها.

2) **الترتيب على أساس المنتج**، ويسمى هذا الترتيب على أساس الخط التجميعي أو الخط المستمر، أو التجميعي لأن المكائن والمعدات توضع في الأماكن المحددة وحسب سير أو تدفق المنتجات، وتتمثل ايجابيات هذا الترتيب فيما يلي:

1. إعطاء طاقة إنتاجية عالية.
2. تقليل كلف النقل.
3. تقليل الوقت الكلي للإنتاج.
4. سهولة عمليات الرقابة والتخطيط.
5. تقليل الحاجة إلى تجميع كميات من المواد الأولية على امتداد خط الإنتاج.

أما عيوب هذا الترتيب فتتمثل في:

1. ضعف المرونة في تغيير شكل وتصميم المنتج، لأن أي تغيير يُطلب، يحتاج تغيير بعض الآلات.
2. ضعف المرونة بالوقت.
3. يحتاج إلى استثمار كبير في المعدات.
4. تكرار العمليات والأنشطة.

3) **الترتيب الثابت**، ويعني إحضار الآلات والمعدات اللازمة لأداء العمل إلى المكان المحدد للعمل، وهناك عدد من الفوائد لهذا الترتيب، منها:

1. تقليل كلف النقل والحركة إلى الحد الأدنى.
2. سهولة الرقابة على العاملين.
3. استمرارية تحديد الأعمال والواجبات للأفراد، وهذا يؤدي إلى تقليل عملية التخطيط.

وتتمثل عيوب هذا الترتيب فيما يلي:

1. الاحتياج إلى عمال مهرة.
2. حركة الأفراد والمعدات من والى مكان العمل مكلفة.
3. ضعف كفاءة استخدام الآلات والمعدات.

4) **الترتيب المختلط،** يتم ترتيب المصانع على أساس العمليات والخط التجميعي، ويسود هذا النوع من الترتيب في المصانع الكبيرة، كمصانع الاسمنت.

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد المقصود بالتخطيط الداخلي للمصنع؛ والذي يعني تقرير ماهية الأقسام أو أماكن العمل المطلوبة لأداء العمل، وعلاقتها مع بضعها البعض، وتحديد المساحات المطلوبة وتخطيط مساحات الممرات، إضافة إلى أن التخطيط الداخلي للمصنع يشمل كيفية صنع القرارات التي ترتبط بكيفية تصميم وتنظيم وترتيب مواقع الأنشطة المختلفة داخل المصنع بطريقة اقتصادية تؤدي لحسن استغلال المواقع والمساحات داخل المصنع، وتخفيض التكاليف، من خلال تحسين عمليات المناولة.

كما ناقش الفصل أهمية الترتيب الداخلي، إذ يعتبر الترتيب الداخلي للمصنع أمراً مهماً وذلك لأنه يتضمن العديد من الجوانب التي تعتبر ذات أهمية كبيرة، خاصة في تحديد مواقع المعدات وبما يتوافق مع العملية الإنتاجية، وتحديد مواقع الوحدات الإدارية الداعمة للعملية الإنتاجية ووحدة المراقبة، وتنسيق المداخل والمخارج للمصنع، وتحديد مداخل وممرات آمنه للعاملين، وتوزيع المعدات وآلية العمل بما يقتصد بالوقت والجهد ويسهل عمليات الصيانة. كما يسهم التخطيط والترتيب الداخلي المدروس لموقع المشروع في تحقيق العديد من الأهداف للمصنع، منها: استغلال المساحات المتوفرة بكفاءة وفعالية، وتحقيق المرونة في الأداء، وتسهيل العمليات الرقابية والإدارية للموقع، ومنح العاملين الراحة والمرونة أثناء أداء الأعمال بالإضافة إلى رفع روحهم المعنوية، مما يساعد على تحقيق الأهداف، والاقتصاد في كلف المناولة للمواد وكلف التخزين والتوريد.

وتم في هذا الفصل أيضاً تحديد العوامل المؤثرة في الترتيب الداخلي للمصنع، حيث يتأثر الترتيب الداخلي للمصنع بعدد من العوامل، منها نوع الصناعة، ونوع المنتوج، وكمية الإنتاج.

وناقش الفصل طرق ترتيب المصنع، فمن أجل تحقيق أهداف الترتيب الداخلي للمصنع فانه يمكن الاختيار من بين عدد من الطرق من أهمها: الترتيب على أساس العمليات الإنتاجية أو الترتيب المرن، والترتيب على أساس المنتج، والترتيب الثابت، والترتيب المختلط، ولكل من هذه الطرق مزايا وعيوب.

مسرد المصطلحات

- **التخطيط الداخلي للمصنع Internal Planning of the Plant:** تقرير ماهية الأقسام أو أماكن العمل المطلوبة لأداء العمل، وعلاقتها مع بعضها البعض، وتحديد المساحات المطلوبة وتخطيط مساحات المرات.
- **نموذج توازن الإنتاج حسب المنتج Equilibrium Model of Production:** نموذج يساعد في تطوير التصميم الأولي لخط الإنتاج لأجل تحقيق مستوى المخرجات المرغوبة مع تحقيق تدفق الإنتاج.

أسئلة للمناقشة

1. ما المقصود بالترتيب الداخلي للمصنع؟
2. هناك عدد من الأسباب التي تلزم إجراء تعديلات في بناء المصنع وتوزيعه الداخلي من وقت لآخر، بينها؟
3. هناك مجموعة من الأمور التي يجب أخذها في الاعتبار عند وضع المخططات لبناء المصانع؛ والتي تسهل عملية إجراء التعديلات اللازمة للعملية الإنتاجية مستقبلاً، بينها؟
4. يعتبر الترتيب الداخلي للمصنع أمراً مهماً لأنه يتضمن العديد من الجوانب المهمة التي تؤثر في العملية الإنتاجية، بين مدى أهمية ذلك؟
5. يسهم التخطيط والترتيب الداخلي المدروس لموقع المشروع في تحقيق العديد من الأهداف للمصنع، وضحها؟
6. يتأثر الترتيب الداخلي للمصنع بعدد من العوامل، ما هي؟
7. لتحقيق أهداف الترتيب الداخلي للمصنع فانه يمكن الاختيار من بين عدة طرق، بينها؟
8. بين إيجابيات وسلبيات الترتيب على أساس العمليات الإنتاجية أو ما يعرف الترتيب المرن؟
9. ما إيجابيات وسلبيات الترتيب الثابت؟
10. حدد إيجابيات وسلبيات الترتيب على أساس المنتج؟

التنبؤ بالطلب

Demand Forecasting

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكِّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. تحديد مفهوم التنبؤ بالطلب
2. بيان أهمية التنبؤ بالطلب
3. تحديد أنواع التنبؤ بالطلب
4. تحديد خطوات تحديد توقعات الطلب
5. بيان طرق التنبؤ بالطلب

الفصل الخامس

التنبؤ بالطلب

Demand Forecasting

المقدمة Introduction

تعتبر عملية التنبؤ بالطلب خطوة أساسية ومهمة وضرورية من خطوات عملية الإنتاج بطريقة تضمن التخطيط السليم للموارد المطلوبة، سواء أكانت موارد مادية، أم بشرية، أم ما يتعلق بعدد الآلات والمعدات، وأيضاً ما يتعلق بكيفية تخطيط الطاقة الإنتاجية.

يعني التنبؤ بالطلب التنبؤ بما سيحدث لمبيعات الشركة من منتَجاتها الحالية في المستقبل، ويفضّل تحديد توقعات الطلب باستخدام منهج متعدد الوظائف، ومن الطبيعي أن تتكون مدخلات التنبؤ بالطلب من معلومات عن المبيعات والتسويق بالإضافة إلى المعلومات المالية والإنتاجية، كما أن عملية التنبؤ بالطلب تتأثر بها أقسام مختلفة في الشركة لذلك يجب أن يتشارك مديرو هذه الأقسام بعملية التنبؤ.

يتناول هذا الفصل تحديد مفهوم التنبؤ بالطلب، وأهميته، وتحديد أنواع التنبؤ بالطلب، وتحديد خطوات تحديد توقعات الطلب، وبيان طرق التنبؤ بالطلب.

أولاً: مفهوم وأهمية التنبؤ بالطلب

المقصود بتقدير الطلب Demand Estimating أو (التنبؤ بالطلب Demand Forecasting): تحديد الطلب المستقبلي على السلع والخدمات، وكذلك تحديد الموارد الضرورية لإنتاج تلك السلع والخدمات.

ويرتبط التنبؤ Forecasting أو التقدير Estimating بالمستقبل، ويعرفه هنري فايول بأنه يمثل صورة المستقبل غير الواضحة، وينظر إليه آخرون على أنه يشبه قراءة البخت fortune teller أو التنجيم an astrologer.

كذلك يرتبط التنبؤ بما يسمى (البصيرة Foresight) والتي تعتبر جزءًا ضرورياً Essential من العملية الإدارية.

ثانياً: أهمية التنبؤ بالطلب

هناك مجموعة أسباب أو مبررات تدفع المديرين للتنبؤ، منها:

1. التخطيط لبناء مصنع جديد، حيث يحتاج مثل هذا القرار الاستراتيجي إلى تنبؤات طويلة الأجل بشأن الطلب على المنتجات الحالية والجديدة.
2. التخطيط للإنتاج، يحتاج مديرو العمليات إلى تنبؤات متوسطة الأجل بالطلب حت ى يمكنهم تقديم الطاقة الإنتاجية اللازمة للوفاء بالطلب على المنتجات والخدمات في حالة تغيرها من شهر إلى آخر.
3. جدولة القوة العاملة، يحتاج مديرو العمليات إلى تنبؤات قصيرة الأجل حتى يمكنهم تقديم القوة العاملة اللازمة للوفاء بالطلبات المتغيرة من أسبوع لآخر.

ثالثاً: أنواع التنبؤ بالطلب

هناك نوعان أساسيان للتنبؤ يلجأ إليهما أغلب المخططون، هما:

1. تنبؤ طويل الأجل، لصنع القرارات الاستراتيجية بشأن المنتجات والعمليات والتسهيلات الإنتاجية، وغالباً يكون لأكثر من سنة.
2. تنبؤ قصير الأجل، لاتخاذ قرارات متعلقة بأمور الإنتاج خلال أسابيع قادمة.

وهناك نوع ثالث أقل أهمية يسمى التخطيط متوسط الأجل والذي يركز على مجموعة من المنتجات وغالباً يكون لعدة شهور.

رابعاً: خطوات تحديد توقعات الطلب

حتى تنجح عملية التنبؤ بالطلب أو توقعه، فإنه ينبغي على المتنبئين تحديد مجموعة من الخطوات التي تساعد في عملية تنبؤ سليم يفضي إلى نتائج تسهم في تحقيق نجاح المنظمة، وتحدد بالضبط ما هو مطلوب من أجل تحقيق ذلك، وتتمثل أهم تلك الخطوات في:

1. تحديد الهدف من تقدير الطلب.
2. اختيار العناصر الواجب تقديرها.
3. تحديد الفترة الزمنية التي يغطيها التنبؤ.
4. اختيار أحد نماذج التنبؤ.
5. جمع المعلومات والبيانات اللازمة.
6. إجراء التنبؤ.
7. التأكد من صحة وتنفيذ النتائج.

خامساً: طرق التنبؤ بالطلب

هناك منهجان للتنبؤ بالطلب: الأول يتكون من مجموعة من الطرق النوعية الوصفية Qualitative Approach. والثاني هو المنهج الكمي Quantitative Approach

والجدول رقم (5- 1) التالي يبين الفرق بين هذين المنهجين

جدول رقم (5- 1)

مقارنة بين المنهجين النوعي والكمي للتنبؤ بالطلب

البيان	المنهج النوعي	المنهج الكمي
التطبيق	يستخدم عندما تكون الحالة والبيانات قليلة مثل حالة المنتَجات الجديدة والتكنولوجيا	يستخدم عندما تكون الحالة راسخة ويوجد بيانات تاريخية عنها مثل المنتَجات الموجودة والتكنولوجيا الحالية.
الاعتبارات	يعتمد على الحدس والخبرة	يعتمد على التقنيات الرياضية
التقنيات	آراء هيئة من التنفيذيين، تصورات قوى البيع (رجال البيع) طريقة دلفي المسح الميداني للعملاء في السوق	نماذج السلاسل الزمنية النماذج السببية

Armstrong and Green, 2005, Demand Forecasting: Evidence-Based Methods. p.9 Monash University

(1) **الأساليب الوصفية أو الذاتية للتنبؤ:** تعتمد تلك الأساليب غالباً على تقديرات ذاتية وآراء بشأن العوامل السببية الكامنة وراء مبيعات منتج أو خدمة معينة، وتضم تلك الأساليب ما يلي:

1. **اتفاق آراء لجنة المديرين:** يتم تشكيل لجنة من المديرين ذوي الخبرة والمعرفة ومن مختلف الإدارات داخل المنظمة على أن تتولى اللجنة مسئولية تقديم تنبؤ بالمبيعات، وتعتمد هذه اللجنة في عملها على العديد من المدخلات من كل أجزاء المنظمة، وقد تستعين اللجنة بمجموعة من المحللين الذين يقدمون التحليلات المطلوبة، ويكون التنبؤ باستخدام هذا الأسلوب من خلال التوفيق بين آراء اللجنة، ورغم ذلك تعتبر من أكثر اساليب التنبؤ شيوعاً.
2. **أسلوب دلفي (Delphi):** يستخدم هذا الأسلوب لتحقيق اتفاق الآراء داخل لجنة ما، وفي ظل هذا الأسلوب يجيب المديرون على سلسلة من الأسئلة على مراحل متعاقبة، وفي كل مرة يتم الافصاح عن الإجابة لكل المشاركين في كل مرحلة، وتتكرر العملية. ويتطلب الأمر عدة محاولات قبل أن يتم التوصل إلى اتفاق في الآراء بشأن التنبؤ، ويمكن ان يسفر هذا الأسلوب عن تنبؤات تحظى باتفاق معظم المشاركين.
3. **المسح الميداني لرجال البيع:** يتم الحصول على تقديرات بالمبيعات المستقبلية من خلال رجال البيع، ويتم تجميع كل تلك التقديرات للحصول على تقدير كلي للمبيعات لكل المناطق معاً التي يعمل فيها رجال البيع، وعندها ينبغي على المديرين تحويل تلك التقديرات إلى تنبؤات بالمبيعات تتسم بالتقديرات الواقعية.
4. **المسح الميداني للعملاء:** يتم الحصول على تقديرات بالمبيعات المستقبلية بشكل مباشر من العملاء، حيث يتم حصر العملاء لتحديد كميات المنتجات التي ينوون شراءها خلال فترة زمنية قادمة، ويتم التنبؤ بالمبيعات من خلال تجميع إجابات العملاء، ويفضل استخدام هذه

الطريقة من جانب الشركات التي تتعامل مع عدد محدود نسبياً من العملاء.

5. **القياس التاريخي مع منتج مماثل:** يستخدم هذا الأسلوب للتوصل إلى تقدير بالمبيعات المستقبلية من خلال المقارنة مع حجم المبيعات التاريخية لمنتج مماثل، ويكون هذا الأسلوب مفيداً في التنبؤ بمبيعات منتجات جديدة.
6. **بحوث السوق:** يستخدم هذا الأسلوب للتنبؤ بالمبيعات من خلال استخدام استبيانات مرسلة بالبريد، أو عن طريق مكالمات تليفونية، أو مقابلات ميدانية، وهذه الأساليب مفيدة في حالة المنتجات الجديدة.

(2) أساليب التنبؤ الكمية:

هناك عدة طرق يمكن للشركات اتباعها من أجل تقدير قيمة الطلب المتوقع على منتَجاتها لفترات قادمة، وفيما يلي شرح مفصّل لكل طريقة من هذه الطرق.

1. **طريقة المتوسط البسيط (Simple Average (SA):** بهذه الطريقة يتم حساب متوسط المبيعات عن الفترات الماضية لكي يمثل حجم الطلب أو حجم المبيعات المتوقع للفترة القادمة.

مثال (5- 1): افترض أن الطلب كان خلال الخمسة شهور الماضية بالوحدات كما يلي:

الشهر:	1	2	3	4	5
الطلب الفعلي:	2000	2500	3000	4000	1000

من هذه البيانات وباستخدام طريقة المتوسط البسيط، فإن الطلب المتوقع في الشهر السادس = (2000+2500+3000+4000+1000) / 5

= 12500 / 5

= 2500 وحدة

مثال (5- 2): بافتراض أن مبيعات سنة 2009 كانت كما يلي:

الربع الأول	2000 وحدة
الربع الثاني	1600 وحدة
الربع الثالث	2400 وحدة
الربع الرابع	1800 وحدة

فما هو حجم المبيعات المتوقع للربع الأول من عام 2010؟

$$\frac{1800 + 2400 + 1600 + 2000}{4} = \frac{7800}{4} = 1950 \text{ وحدة}$$

2. المتوسط البسيط المتحرك Simple Moving Average:

وهو نوع من نماذج التنبؤ للسلاسل الزمنية قصيرة الأجل، ويستخدم للتنبؤ عن الفترة الزمنية التالية ، وبهذه الطريقة فإن المتوسط الحسابي للمبيعات الفعلية لعدد من الفترات السابقة يعتبر بمثابة تنبؤ بمبيعات الفترة الزمنية التالية.

والنقطة المهمة في هذه الطريقة هي تحديد عدد الفترات الزمنية المراد استخدام معلوماتها لاحتساب المعدل المتحرك، وتفيد هذه الطريقة لغرض إجراء المقارنات مع الفترات الأخرى لمعرفة إن كان هناك تغير "زيادة أو نقصان". وتقوم هذه الطريقة على استخدام بيانات تاريخية فعلية للحصول على قيم متوقعة، وتعتبر هذه الطريقة أكثر فائدة إذا تم افتراض أن الطلب في السوق سيبقى ثابتاً إلى حد ما مع مرور الوقت.

ويتم احتساب المتوسط المتحرك بجمع الطلب لفترة زمنية محددة وقسمة الناتج على مجموع الفترة، فمثلاً لو كانت الفترة ثلاثة أشهر فتكون معادلة احتساب المتوسط المتحرك:

$$\text{المتوسط المتحرك} = \frac{\text{مجموع الطلب في الأشهر الثلاثة السابقة}}{3}$$

مثال (5- 3) ـ استخدم البيانات التالية للتنبؤ بمبيعات الأشهر من (4- 12)، باستخدام ثلاث فترات:

الأشهر	المبيعات الفعلية	المتوسط المتحرك لثلاثة أشهر
1	10	
2	12	
3	13	
4	16	11 2/3 = 3 / (13+12+10)
5	19	13 2/3 = 3 / (16+13+12)
6	23	16 = 3 / (19+16+13)
7	26	19 1/3 = 3 / (23+19+16)
8	30	22 2/3 = 3 / (26+23+19)
9	28	26 1/3 = 3 / (30+26+23)
10	18	28 1/3 = 3 / (28+30+26)
11	16	25 1/3 = 3 / (18+28+30)
12	14	20 2/3 = 3 / (16+18+28)

وبالتالي يصبح الطلب المتوقع لشهر كانون أول من نفس العام هو 20 3/2 وحدة، أما الطلب المتوقع لشهر كانون أول من العام القادم فيساوي:

$$16 = \frac{14 + 16 + 18}{3}$$

ومن مزايا هذه الطريقة أنها سهلة التطبيق، ومن أهم عيوبها أنها تعطي كافة المشاهدات نفسَ الوزن (بوغازي وآخرون، 2007).

مثال (5- 4) ـ احسب المتوسط المتحرك باستخدام ثلاث فترات من خلال البيانات التالية:

الشهر	الطلب الشهري "وحدات"	مجموع الطلب خلال الثلاثة أشهر السابقة	المتوسط المتحرك لثلاثة أشهر
1	150		
2	180		
3	160		
4	200	=3/490	163.33
5	170	=3/540	180
6	220	=3/530	176.67

3. المتوسط المتحرك المرجح بالأوزان Weighted Moving Average:

وتعتبر هذه الطريقة أكثر دقة من طريقة المتوسط المتحرك لأنها تعطي وزنا أكبر للفترات الزمنية القريبة من الفترة المرغوب التنبؤ بمبيعاتها، فعلى سبيل المثال من الممكن أن يعطى للشهر السابق (3) أوزان وللشهرين السابقين يمكن إعطاء وزن قدره (2)، ويعطي وزنا واحدا للشهر الذي يسبق فترة التنبؤ بثلاثة أشهر بحيث تصبح الأوزان موزعة كالتالي:

الوزن	الفترة
3	الشهر السابق
2	قبل شهرين
1	قبل ثلاثة شهور

وبموجب هذه الطريقة يتم ضرب مبيعات الشهر السابق بالوزن (3) والشهر الذي قبله بالوزن (2) ومبيعات الشهر الذي مضى عليه ثلاثة أشهر بالوزن (1) ثم يقسم الناتج على الرقم (6)، وهو مجموع الأوزان.

مثال (5- 5) ـ احسب المتوسط المتحرك المرجح بالأوزان لثلاث فترات من خلال البيانات التالية:

الأشهر	المبيعات الفعلية	المتوسط المرجع المتحرك لثلاثة أشهر
كانون ثاني	10	
شباط	12	
آذار	13	
نيسان	16	12 1/16 = 6 / (1×10) + (2×12) + (3×13)
أيار	19	14 1/3 = 6 / (1×12) + (2×13) + (3×16)
حزيران	23	17 = 6 / (1×13) + (2×16) + (3×19)
تموز	26	20 1/2 = 6 / (1×16) + (2×19) + (3×23)
آب	30	23 5/6 = 6 / (1×19) + (2×23) + (3×26)
أيلول	28	27 1/2 = 6 / (1×23) + (2×26) + (3×30)
تشرين الأول	18	28 1/3 = 6 / (1×26) + (2×30) + (3×28)
تشرين الثاني	16	23 1/3 = 6 / (1×30) + (2×28) + (3×18)
كانون الأول	14	18 2/3 = 6 / (1×28) + (2×18) + (3×16)

مثال (5- 6): في المثال رقم (5- 4) السابق، فإنه من أجل التنبؤ بالفترة السادسة وباستخدام طريقة المتوسط المتحرك المرجح بالأوزان لثلاث فترات، فسيتم إعطاء الأوزان التالية لقيم الفترات الثلاثة الأخيرة:

الفترة	الطلب الشهري	الوزن
3	160	0.20
4	200	0.30
5	170	0.50

الحل: التنبؤ بالطلب للفترة السادسة = (0.20×160)+(0.30×200)+(0.50×170)

= 32 + 60 + 85

= 177

وللتمييز بين طريقتي المتوسط المتحرك البسيط والمتوسط المتحرك الموزون أو المرجح نورد فيما يلي أهم مزايا ومساوئ كل منهما:

جدول رقم (5- 2)

مزايا ومساوئ طريقتي المتوسط المتحرك البسيط والمتوسط المتحرك الموزون أو المرجح

المتوسط المتحرك البسيط	
المزايا	**المساوئ**
– أكثر الطرق انتشارًا بين المتنبئين. – سهولة استخدامه	– يعطي كافة قيم السلسلة الزمنية نفس الأهمية والثقل. – لا يمكن الاعتماد عليه لمعرفة التغيرات الحديثة مقارنة بالتغيرات القديمة.
المتوسط المتحرك الموزون أو المرجح	
– يفضله كبار المحللين. – يعطي كل فترة أهمية نسبية حسب موقعها في السلسلة الزمنية سواء كانت قديمة أم حديثة. – يعطي أهمية أكبر للقيم الحديثة.	–يسقط الفترة الأولى بعد الدخول إلى فترة جديدة في السلسلة الزمنية.

(الهويدي، 2009).

4. التعديل أو التمهيد الأسي Exponential Smoothing:

من أجل استخدام أحدث البيانات وبنفس الوقت استخدام أكبر قدر من المشاهدات داخل السلسلة الزمنية للسيطرة على التقلبات العشوائية في المبيعات الفعلية، فقد تم تبنّي طريقة التمهيد الأسي في التنبؤ، وتتميز طريقة التمهيد الأسي عن طرق المتوسطات المتحركة في أن العمليات الحسابية المطلوبة هي أبسط بكثير، ومتطلبات تخزين البيانات أقل؛ ولا سيما في الحالات التي

تستدعي استخدام بيانات من عدد كبير من الفترات الزمنية السابقة (Meredith, 1987, p.91).

وتعتمد هذه الطريقة على أخذ التنبؤ الخاص بالفترة السابقة وإجراء تعديل عليه للحصول على التنبؤ الخاص بالفترة التالية. ويعبر التعديل عن خطأ التنبؤ في الفترة السابقة.

خطأ التنبؤ = (الطلب الفعلي – الطلب المتوقع)

ويتم حساب التعديل بضرب قيمة خطأ التنبؤ في معامل ثابت يتراوح بين (صفر - 1) يسمى معامل التعديل أو التمهيد α، ويحسب كالآتي:

$\alpha = 2 / (ن+1)$، حيث: ن عدد فترات المتوسط المتحرك، فمثلاً في حالة متوسط متحرك لثلاث فترات تكون:

$\alpha = 2 / (1+3)$

$= 2 / 4$

$= 0.50$

مثال (5- 7):

توقع أحد باعة السيارات في كانون أول أن تكون مبيعاته في شهر كانون ثاني 200 سيارة، وفي شهر كانون ثاني كانت مبيعاته الفعلية 250 سيارة، وافترض ان قيمة ألفا $\alpha = 0.40$، ما هو الطلب المتوقع لشهر شباط؟

الحل:

التنبؤ بالمبيعات لشهر شباط = التنبؤ لشهر كانون ثاني + α × (الطلب الفعلي لشهر كانون ثاني – التنبؤ لشهر كانون ثاني)

$= 200 + (0.40 \times "250 — 200")$

$= 200 + (0.40 \times 50)$

$= 200 + 20$

$= 220$ سيارة

مثال (5- 8):

توقع أحد موزعي سيارات فورد في شهر كانون الثاني أن يكون الطلب على هذه السيارة في شهر شباط (142) سيارة، ولكن الطلب الفعلي في شهر شباط بلغ (153) سيارة، وعلى فرض أنه قرر استخدام معامل α بقيمة (0.2) فكم يبلغ الطلب المتوقع في شهر آذار؟

الحل:

التنبؤ بالمبيعات لشهر آذار = التنبؤ لشهر شباط + α × (الطلب الفعلي لشهر شباط – التنبؤ لشهر شباط)

$$= (142 - 153" \times 0.20) + 142$$

$$= (11 \times 0.20) + 142$$

$$= 2.2 + 142$$

$$= 144.2 \text{ سيارة}$$

وهذا يعني أن الطلب المتوقع في شهر آذار سيكون (144) سيارة.

إن الهدف من استخدام المعامل α والذي تنحصر قيمته بين صفر وواحد صحيح هو تعديل خطأ التنبؤ أو الاختلاف ما بين الطلب المتوقع والطلب الفعلي للفترة السابقة فإذا كانت القيمة تساوي (1) أو أي قيمة أخرى غير الصفر فيتم تعديل رقم التوقع القديم من خلال ضرب قيمة المعامل بالاختلاف ما بين الطلب الفعلي والطلب المتوقع للفترة السابقة للوصول إلى الرقم المتوقع للفترة الحالية، أما إذا كانت قيمة المعامل صفر فيتم إهمال الاختلاف الذي حصل في الفترة السابقة وعندها يكون الطلب المقدّر للفترة السابقة مطابق تماما للطلب المتوقع للفترة الحالية (Nahmias, 2008, pp. 162-165).

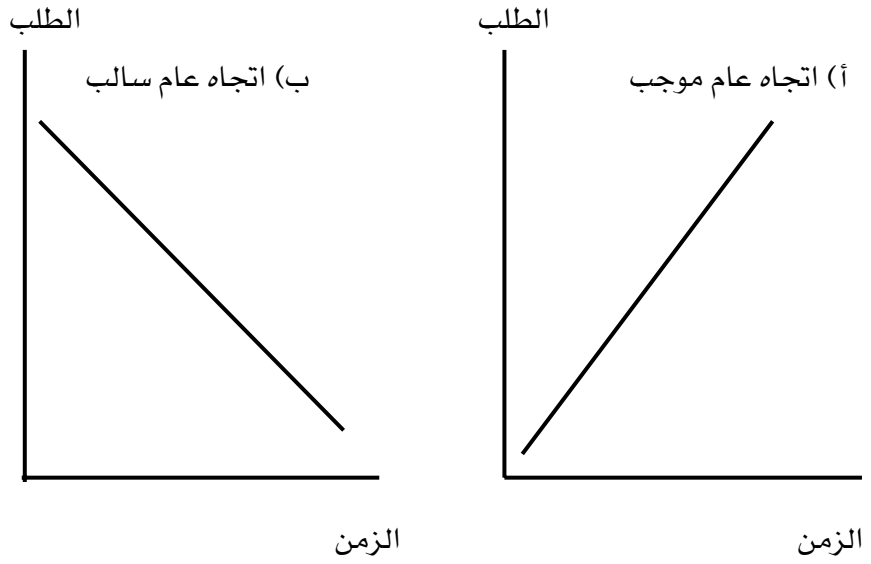
5. التنبؤ من خلال الاتجاه العام Trend Projection Method:

كانت الطرق الأربعة السابقة مفيدة في حالة التنبؤات قصيرة الأجل، في حين أن الطريقة الحالة تفيد في حالة التنبؤ طويل الأجل، وتعني ظاهرة الاتجاه العام وجود أرقام للطلب الفعلي تأخذ اتجاهاً عاماً بالزيادة أو النقصان، وفي حالة

الزيادة يكون الاتجاه موجباً، أما في حالة النقصان فيكون الاتجاه سالباً، ويبين الشكل رقم (5- 1) التالي بيانات الاتجاه العام الموجب والسالب.

الشكل رقم (5- 1)

بيانات الاتجاه العام الموجب والسالب



تعتمد طريقة التنبؤ من خلال الاتجاه العام على وجود سلاسل زمنية لبيانات التنبؤ بالطلب، وتفترض هذه الطريقة أن الطلب يتوقف على متغير واحد، وهو المتغير المستقل (عنصر الزمن). ويتم في هذه الطريقة أيضاً استخدام طريقة المربعات الصغرى، حيث يكون الهدف هو تحديد الخط المستقيم الذي يتم بموجبه تخفيض مجموع مربعات الفروقات بين نقاط انتشار البيانات في الشكل وخط الاتجاه العام.

الرموز والمعادلات المستخدمة في هذه الطريقة:

معادلة الخط المستقيم، وهي: $ص_س = أ + ب\ س$ ..... (1)، **حيث أن:**

س: عدد الفترات الزمنية

$ص_س$: التنبؤ بالطلب في الفترة (س)

أ: قيمة ص عندما تكون س = صفر

ب: ميل الخط، **وهي تساوي:**

$$ب = \frac{\sum س ص - ن س' ص'}{\sum س^2 - ن (س')^2}$$

حيث إن:

$$س' = \frac{\sum س}{ن}$$

$$ص' = \frac{\sum ص}{ن}$$

$$أ = \frac{\sum ص - ب \sum س}{ن}$$

مثال (5- 9) ـ حدد معادلة خط الاتجاه وتنبأ بالمبيعات عن العامين 2002، 2003 باستخدام البيانات التالية:

الفترة (س)	1	2	3	4	5	6	7
السنة	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
المبيعات (ص)	20	22	27	25	30	32	35

الحل:

السنة	المبيعات (ص)	الفترة الزمنية (س)	$س^2$	س ص
1995	20	1	1	20
1996	22	2	4	44
1997	27	3	9	81
1998	25	4	16	100
1999	30	5	25	150
2000	32	6	36	192
2001	35	7	49	245
	مجـ ص = 191	**مجـ س = 28**	**مجـ $س^2$ = 140**	**مجـ س ص = 832**

س = (28 / 7) = 4 ..... معادلة رقم (3)

ص = (191 / 7) = 27.28 ..... معادلة رقم (4)

معادلة الخط المستقيم: ص = أ + ب س

ب = [832 — (7×4×27.28)] / [140 — (7×16)] ..... معادلة رقم (2)

= 2.43

أ = [191 — (28×2.43)] / 7 ..... معادلة رقم (5)

= 17.56

إذن معادلة خط الاتجاه هي:

ص = أ + ب س

= 17.56 + 2.43 س

التنبؤ بالمبيعات في الفترة الثامنة (2002):

$ص_8$ = 17.56 + 2.43×(8) = 37 وحدة

التنبؤ بالمبيعات في الفترة التاسعة (2003):

$ص_9$ = 17.56 + 2.43×(9) = 39.43 وحدة

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد مفهوم التنبؤ بالطلب؛ والذي يعني تحديد الطلب المستقبلي على السلع والخدمات، وكذلك تحديد الموارد الضرورية لانتاج تلك السلع والخدمات. إضافة إلى تحديد الأسباب أو المبررات التي تدفع المديرين للتنبؤ، خاصة عندما يتعلق الأمر بالتخطيط لبناء مصنع جديد، حيث يحتاج ذلك إلى تنبؤات طويلة الأجل بشأن الطلب على المنتجات الحالية والجديدة، وكذلك بسبب التخطيط للإنتاج، ولأجل جدولة القوة العاملة، إذ يحتاج مديرو العمليات إلى تنبؤات قصيرة الأجل حتى يمكنهم تقديم القوة العاملة اللازمة للوفاء بالطلبات المتغيرة.

وعموماً، هناك نوعان أساسيان للتنبؤ يلجأ إليهما أغلب المخططون، هما: تنبؤ طويل الأجل، لصنع القرارات الاستراتيجية، وغالباً يكون لأكثر من سنة، وتنبؤ قصير الأجل، لاتخاذ قرارات متعلقة بأمور الإنتاج خلال أسابيع قادمة. وتم في هذا الفصل أيضاً تحديد مجموعة الخطوات الضرورية للقيام بعملية التنبؤ بالطلب أو تقديره.

وتم في هذا الفصل أيضاً تحديد أساليب التنبؤ بالطلب، إذ أن هناك منهجين للتنبؤ بالطلب: الأول هو المنهج النوعي الوصفي، والثاني هو المنهج الكمي، ويعتمد المنهج الوصفي غالباً على تقديرات ذاتية، وتضم الأساليب الوصفية: اتفاق آراء لجنة المديرين، وأسلوب دلفي، والمسح الميداني لرجال البيع، والمسح الميداني للعملاء، والقياس التاريخي مع منتج مماثل، وبحوث السوق. أما أساليب التنبؤ الكمية، فهناك عدة طرق يمكن للشركات إتباعها من أجل تقدير قيمة الطلب المتوقع على منتَجاتها لفترات قادمة، ومن أهم تلك الطرق: طريقة المتوسط البسيط، وطريقة المتوسط البسيط المتحرك، وطريقة المتوسط المتحرك المرجح بالأوزان، وطريقة التعديل أو التمهيد الأسي، وطريقة التنبؤ من خلال الاتجاه العام.

مسرد المصطلحات

- **التنبؤ بالطلب Demand Forecasting:** تحديد الطلب المستقبلي على السلع والخدمات، وكذلك تحديد الموارد الضرورية لانتاج تلك السلع والخدمات.
- **التنبؤ طويل الأجل Long – Term Forecasting:** يستخدم لصنع القرارات الاستراتيجية بشأن المنتجات والعمليات والتسهيلات الإنتاجية، وغالباً يكون لأكثر من سنة.
- **التنبؤ قصير الأجل Short – Term Forecasting:** يستخدم لاتخاذ قرارات متعلقة بأمور الإنتاج خلال أيام أو أسابيع قادمة.
- **الأساليب الوصفية أو الذاتية للتنبؤ Qualitative Approach:** تلك الأساليب التي تعتمد على تقديرات ذاتية وآراء بشأن العوامل السببية الكامنة وراء مبيعات منتج أو خدمة معينة.
- **اتفاق آراء لجنة المديرين:** لجنة يتم تشكيلها من المديرين ذوي الخبرة والمعرفة ومن مختلف الإدارات داخل المنظمة تتولى مسئولية تقديم تنبؤ بالمبيعات، ويكون التنبؤ باستخدام هذا الأسلوب من خلال التوفيق بين آراء اللجنة، ورغم ذلك تعتبر من أكثر اساليب التنبؤ شيوعاً.
- **أسلوب دلفي (Delphi Style):** يستخدم هذا الأسلوب لتحقيق اتفاق الآراء داخل لجنة معينة، من خلال إجابة المديرون على سلسلة من الأسئلة على مراحل متعاقبة، وتعميم الإجابات على كل أعضاء اللجنة، ويتطلب الأمر عدة محاولات قبل أن يتم التوصل إلى اتفاق في الآراء بشأن التنبؤ، ويمكن ان يسفر هذا الأسلوب عن تنبؤات تحظى باتفاق معظم المشاركين.
- **المسح الميداني لرجال البيع:** يتم الحصول على تقديرات بالمبيعات المستقبلية من خلال تجميع تقديرات رجال البيع للحصول على تقدير كلي للمبيعات لكل المناطق معاً التي يعمل فيها رجال البيع.
- **المسح الميداني للعملاء:** يتم الحصول على تقديرات بالمبيعات المستقبلية بشكل مباشر من العملاء، حيث يتم حصر العملاء لتحديد كميات

المنتجات التي ينوون شراءها خلال فترة زمنية قادمة، ويتم التنبؤ بالمبيعات من خلال تجميع إجابات العملاء.

- **القياس التاريخي مع منتج مماثل:** يستخدم هذا الأسلوب للتوصل إلى تقدير بالمبيعات المستقبلية من خلال المقارنة مع حجم المبيعات التاريخية لمنتج مماثل، ويكون هذا الأسلوب مفيد في التنبؤ بمبيعات منتجات جديدة.
- **بحوث السوق:** يستخدم هذا الأسلوب للتنبؤ بالمبيعات من خلال استخدام استبيانات مرسلة بالبريد، أو عن طريق مكالمات تليفونية، أو مقابلات ميدانية، وهذه الأساليب مفيدة في حالة المنتجات الجديدة.
- **أساليب التنبؤ الكمية Quantitative Approach:** تلك الأساليب التي تعتمد على بيانات رقمية في التنبؤ أو تقدير قيمة الطلب المتوقع على منتَجات شركة معينة لفترات قادمة.
- **طريقة المتوسط البسيط (SA) Simple Average:** يتم التنبؤ بهذه الطريقة بحساب متوسط المبيعات عن الفترات الماضية لكي يمثل حجم الطلب أو حجم المبيعات المتوقع للفترة القادمة.
- **المتوسط البسيط المتحرك Simple Moving Average:** وهو نوع من نماذج التنبؤ للسلاسل الزمنية قصيرة الأجل، ويستخدم للتنبؤ عن الفترة الزمنية التالية، وبهذه الطريقة فإن المتوسط الحسابي للمبيعات الفعلية لعدد من الفترات السابقة يعتبر بمثابة تنبؤ بمبيعات الفترة الزمنية التالية.
- **المتوسط المتحرك المرجح بالأوزان Weighted Moving Average:** وتعتبر هذه الطريقة أكثر دقة من طريقة المتوسط المتحرك لأنها تعطي وزنا أكبر للفترات الزمنية القريبة من الفترة المرغوب التنبؤ بمبيعاتها، أي يتم إعطاء أوزان مختلفة للفترات السابقة بناءً على أهميتها.
- **التعديل أو التمهيد الأسي Exponential Smoothing:** يتم التنبؤ بهذه الطريقة من خلال استخدام أحدث البيانات، وبنفس الوقت استخدام أكبر قدر من المشاهدات داخل السلسلة الزمنية للسيطرة على التقلبات العشوائية في المبيعات الفعلية، وتتميز طريقة التمهيد الأسي عن بقية الطرق أن العمليات

الحسابية المطلوبة هي أبسط بكثير، ومتطلبات تخزين البيانات أقل؛ وتعتمد هذه الطريقة على اخذ التنبؤ الخاص بالفترة السابقة وإجراء تعديل عليه للحصول على التنبؤ الخاص بالفترة التالية.

- **التنبؤ من خلال الاتجاه العام Trend Projection Method:** تفيد هذه الطريقة في حالة التنبؤ طويل الأجل، وتعتمد طريقة التنبؤ من خلال الاتجاه العام على وجود سلاسل زمنية لبيانات التنبؤ بالطلب، وتفترض هذه الطريقة أن الطلب يتوقف على المتغير المستقل (عنصر الزمن). ويتم في هذه الطريقة استخدام طريقة المربعات الصغرى، حيث يكون الهدف هو تحديد الخط المستقيم الذي يتم بموجبه تخفيض مجموع مربعات الفروقات بين نقاط انتشار البيانات في الشكل وخط الاتجاه العام.

أسئلة للمناقشة

1. وضح المقصود بالتنبؤ بالطلب؟
2. هناك مجموعة من الأسباب أو المبررات التي تدفع المديرين للتنبؤ بالطلب، استعرضها؟
3. ما النوعان الأساسيان للتنبؤ بالطلب والتي يلجأ إليهما أغلب المخططون؟
4. حتى تنجح عملية التنبؤ بالطلب أو توقعه، فإنه ينبغي على المتنبئين تحديد مجموعة من الخطوات التي تساعد في عملية تنبؤ سليم يفضي إلى نتائج تسهم في تحقيق نجاح المنظمة، استعرض هذه الخطوات؟
5. ما المنهجان المتبعان للتنبؤ بالطلب؟ وما الفرق بين هذين المنهجين؟
6. ما المقصود بالأساليب الوصفية أو الذاتية للتنبؤ، وما هذه الأساليب ؟
7. ما المقصود بالمسح الميداني لرجال البيع كأسلوب من الأساليب الوصفية للتنبوء؟

الفصل السادس

تخطيط الطاقة الانتاجية

Capacity Requirement Planniug

(CRP)

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكِّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. تعريف الطاقة الإنتاجية وإدارتها
2. تحديد مستويات الطاقة الإنتاجية
3. بيان كيفية تخطيط الطاقة الإنتاجية
4. تحديد كيف يتم تخطيط حجم الطاقة
5. توضيح استراتيجيات تخطيط وتوسيع الطاقة الإنتاجية

الفصل السادس

تخطيط الطاقة الانتاجية

Capacity Requirement Planniug

(CRP)

المقدمة Introduction

هناك عدة معايير يمكن استخدامها لقياس كفاءة الأداء في المنظمات عموماً، وفي الصناعية على وجه التحديد، غير أن معيار الطاقة الإنتاجية الذي يعني استغلال الطاقة المتاحة بأعلى كفاءة ممكنة يعتبر المعيار الأكثر أهمية، وتأتي أهمية هذا المعيار نتيجة ارتباطه بشكل كبير بحجم الإنتاج من جهة، وبالتكاليف والأرباح وحجم المبيعات من جهة أخرى، فكلما كانت قدرة المنظمة على الإنتاج كبيرة؛ نتيجة الاستغلال الكبير للطاقة المتاحة؛ كلما أدى ذلك إلى انخفاض تكلفة انتاج الوحدة الواحدة، وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة المرونة السعرية؛ وبالتالي زيادة القدرة على المنافسة وتحقيق حجم مبيعات أعلى ومن ثم حجم أرباح أكبر.

يهدف هذا الفصل إلى توضيح مفهوم الطاقة الإنتاجية، وتحديد مستويات الطاقة الإنتاجية، وكيفية حسابها رياضياً، إضافة إلى توضيح الاستراتيجيات المختلفة لتخطيط الطاقة الإنتاجية.

أولاً: تعريف الطاقة الإنتاجية Production Capacity

يتحدد مفهوم الطاقة الإنتاجية بشكل مختصر من خلال اعتبارها أحد أهم معايير قياس كفاءة أداء المنظمات، وتعرف بأنها معدّل الإنتاج الأقصى للمنظمة، غير أن استخدام هذا المؤشر ليس أمراً سهلاً، وهناك مجموعة من العوامل التي تجعل من استخدام وفهم مفهوم الطاقة يشوبه درجة من التعقيد، وهذه العوامل هي:

1. الاختلافات الحاصلة في يوم عن يوم مثل غياب الموظفين، وتعطل الآلات، والإجازات والتأخر في توريد الموارد اللازمة للإنتاج مما يؤدي إلى عدم التأكد من كمية المخرجات.
2. اختلاف معدلات الإنتاج للسلع أو الخدمات المتعددة في المنظمة الواحدة، كالقول بأنه من الممكن إنتاج (20) وحدة من السلعة (أ) و (30) وحدة من السلعة (ب) في الشهر، أو أن هناك إمكانية لإنتاج مزيج من السلعتين (أ، ب)، في الشهر. لذلك يجب أخذ المزيج الإنتاجي بالاعتبار عند تقدير الطاقة.
3. تحديد ما هو المستوى من الطاقة الذي نشير إليه عندما نتعرض لمفهوم الطاقة، هل هو الطاقة المتاحة أم الطاقة الإنتاجية لخمسة أيام عمل في الأسبوع؟ (Gaither and Frazier, 2002, p. 165).

إذاً، يمكن فهم الطاقة بكونها تعني أقصى معدل يعمل به نظام العمليات الذي يقدم مخرجات أو يعالج مدخلات. وهناك مدخلان لتحديد مفهوم الطاقة هما:

1. طاقة المنظمة: وتعني ما يقع تحت تحكمها وسيطرتها، ويتضمن ذلك الموارد المادية والمالية والبشرية والتكنولوجية والمعلوماتية.
2. طاقة العملية: وهي أعلى مستوى للقيمة المضافة للنشاط خلال مدة من الزمن، في ظل ظروف تشغيل طبيعية.

ترتبط الطاقة الإنتاجية ومعدل تشغيلها بعملية الإنتاج من جوانبها الفنية، حيث يتم تناول الناحية الكمية للانتاج المتمثل بعدد الوحدات المنتجة، وتقاس الطاقة بعدد الوحدات المنتجة في الساعة أو اليوم أو الاسبوع أو الشهر أو السنة.

كما يمكن تعريف الطاقة الإنتاجية بأنها الحد الأقصى لمقدار الإنتاج الذي باستطاعة المنظمة إنجازه خلال فترة زمنية محددة (الصوص، 2010).

ونظرا لديناميكية البيئة التي تعمل المنظمات في محيطها فإن عملية تحديد مستوى الطاقة الإنتاجية تتحكم به تنبؤات الطلب، فعلى سبيل المثال قد يمتلك أحد المصانع أربع آلات لإنتاج سلعة معينة بطاقة إنتاجية قدرها (س) من الوحدات

وكان مستوى الطلب المتنبأ به موازيًا أو قريبًا من هذا المستوى من الإنتاج فسيعمل المصنع على تشغيل كافة الآلات من أجل الإيفاء بالطلب المتوقع، أما إذا انخفض الطلب المتوقع لأي سبب فإن المصنع قد يضطر إلى إيقاف عدد من الآلات عن العمل.

ومن هنا تبرز أهمية إدارة الطاقة الإنتاجية والتي تعني إيجاد نوع من التوازن ما بين عناصر الطاقة من أيدي عاملة وآلات وزمن مع الطلب المتوقع من السلعة أو الخدمة (Murthy, 2002, p. 192).

ثانياً: مستويات الطاقة الإنتاجية والصيغة الرياضية لكل منها

هناك ستة مستويات للطاقة الإنتاجية هي:

1. **الطاقة النظرية:** القدرة على الإنتاج (المخرجات الممكنة) بأقصى سرعة وبلا انقطاع خلال جميع أيام السنة، باستخدام الموارد البشرية والمادية والمالية والتكنولوجية المتاحة استخداماً كاملاً، دون أي توقف لإجراء الصيانة الوقائية، أو أي توقف غير مخطط.
2. **الطاقة القصوى:** تمثل القدرة على الإنتاج خلال فترة زمنية محددة، وفقاً لمواصفات عناصر الإنتاج، بافتراض توفر الظروف المثالية كالصيانة المنتظمة، والقوى العاملة المدربة، وتوافر مستلزمات الإنتاج بالمواصفات المحددة.
3. **الطاقة المتاحة:** القدرة على الإنتاج بمواصفات معينة خلال فترة زمنية مع الأخذ بالاعتبار جميع العوامل التي تحدد الطاقة القصوى، ومنها تغيب العمال، وعطل المكائن، وتأخر وصول المواد الأولية، وفترات الصيانة، أو عدم كفاءة العمال وغيرها من العوامل.
4. **الطاقة المستغلة:** هي الجزء المستخدم من الطاقة المتاحة خلال فترة زمنية محددة، وتتأثر بالطاقة الفائضة أو الزائدة والتي ترغب المنظمة باستخدامها مستقبلاً.

5. **الطاقة المخططة:** تمثل كمية الإنتاج المستهدف الحصول عليه من السلع والخدمات خلال فترة الخطة، اي أنها القدرة على الإنتاج خلال الفترة المقبلة، آخذين بالاعتبار العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على عمل المنظمة.
6. **الطاقة الفعلية:** هي كمية الإنتاج الفعلي الذي تحققه المنظمة فعلاً خلال فترة الخطة

يتبين مما تقدم أن هناك نوعين أساسيين من الطاقات، هما: الطاقة النظرية والتي تمثل الاستغلال الكامل، والطاقة الفعلية التي جرى حسابها من بيانات الأداء الفعلي.

وبشكل عام لا يمكن زيادة الطاقة النظرية، بينما يمكن زيادة الطاقة الفعلية بأساليب منها:

أ. تحسين اساليب العمل لتخفيض فترة إعداد المكائن.

ب. تطوير التكنولوجيا بأخرى تحتاج لصيانة أقل.

وتعتبر الصيغ الرياضية التالية الأساس العلمي لمعالجة المشكلات المتعلقة بالطاقة والتي يمكن التعبير عنها بالتعاريف التالية:

1. صافي الطاقة عن الفترة بأكملها = الطاقة الكاملة في أول المدة + الطاقة المضافة – الطاقة المستبعدة.
2. صافي الطاقة عن فترة التوظيف = الطاقة عن فترة التوظيف أول المدة + الطاقة المضافة – الطاقة المستبعدة.
3. الطاقة المضافة عن فترة التوظيف = الطاقة المضافة عن كامل الفترة × فترة التوظيف / كامل الفترة.
4. الطاقة المستبعدة عن فترة التوظيف = الطاقة المستبعدة عن كامل الفترة × فترة الاستبعاد / كامل الفترة.
5. مستوى تشغيل الطاقة أو نسبة الانتفاع من الطاقة = طاقة برنامج الإنتاج / صافي الطاقة خلال فترة التوظيف × 100.

ومن أجل توضيح كيفية احتساب المستويات الستة للطاقة نورد المثال التالي:

مثال (6- 1):

يبلغ معدّل إنتاج آلة تعمل في قسم إنتاج الأطباق اللاقطة في شركة الناصر لتصنيع أجهزة الستالايت (2) وحدة في الساعة، وكانت أيام العمل في هذا القسم (6) أيام في الأسبوع وبواقع (8) ساعات عمل يوميًا. بلغ عدد أيام العطل والمناسبات في السنة (14) يوم، وتستغرق عملية إجراء الصيانة الضرورية للآلات (160) ساعة سنويًا، وكان معدّل الطلب السنوي على إنتاج هذه الآلة (3000) وحدة، في حين كان حجم المبيعات المتوقع (2900) وحدة سنويًا، أما الإنتاج الفعلي فكان (2800) وحدة.

والمطلوب: احتساب مستويات الطاقة الستة لهذا المصنع:

1. الطاقة النظرية أو المثالية = 365 × 24 ساعة = 8760 ساعة.
2. الطاقة القصوى = 365 × 8 = 2920 ساعة.
3. الطاقة المتاحة = الطاقة القصوى – التوقفات.

ويتم احتساب التوقفات كما يلي:

يتم تحويل السنة إلى أسابيع 7/365 = 52 أسبوع.

ويعني ذلك أن هناك (52) يوم جمعة خلال السنة بالإضافة إلى وجود (14) يوم عطل رسمية فتصبح مجموع أيام التوقف (52+14=66) يوم، ويتم تحويلها إلى ساعات (66×8=528) ساعة، ويضاف لها عدد ساعات التوقف لغايات الصيانة: (528+160=688).

وعليه فإن الطاقة المتاحة = (2920) ساعة (الطاقة القصوى) – 688 ساعة توقف = 2232 ساعة.

ومن أجل احتساب باقي مستويات الطاقة وهي الطاقة الموظَّفة، والطاقة المخططة، والطاقة الفعلية نحسب أولا الوقت اللازم لإنتاج الوحدة الواحدة = 1 ساعة / 2 وحدة = 0.5 ساعة.

4. الطاقة الموظَّفة = 3000 × 2/1 = 1500 ساعة عمل سنويًا.
5. الطاقة المخططة = 2900 × 2/1 = 1450 ساعة عمل سنويًا.

6. الطاقة الفعلية = 2800 × 2/1 = 1400 ساعة عمل سنويًا.

ولكن قد تتعرض إدارة الإنتاج في المصنع إلى مشكلات متنوعة تتعلق بمدى كفاية الطاقة مثل انتهاء العمر الإنتاجي لإحدى الآلات وتوقفها عن الإنتاج، فلا بد للمنظمة من أن تحسب أثر ذلك على طاقتها الإنتاجية وذلك كما سيرد في المثال رقم (2- 2) التالي:

مثال رقم (6- 2):

يمتلك أحد المصانع مجموعة من الآلات بطاقة إنتاجية سنوية (35000) وحدة، ونظرا لأن إحدى هذه الآلات سيتم استبعادها بعد تسعة أشهر بسبب تقادمها والتي تبلغ طاقتها الإنتاجية (2600) وحدة سنويًا، قام المصنع بشراء وإدخال آلة جديدة بعد خمسة أشهر من بداية الفترة تبلغ طاقتها الإنتاجية (8000) وحدة سنويًا والمطلوب:

أ. احتساب صافي الطاقة عن الفترة بكاملها.

ب. احتساب صافي الطاقة عن فترة التوظيف.

الحل:

أ. الطاقة بأكملها = 35000 + 8000 — 2600 = 40400 وحدة سنويًا.

ب. صافي الطاقة عن فترة التوظيف = الطاقة الموظَّفة أول المدة + الطاقة المضافة — الطاقة المستبعدة. حيث تم إضافة آلة طاقتها الإنتاجية (8000) وحدة بعد (5) أشهر، ويعني ذلك أنه قد تم توظيفها (12- 5=7) أشهر، فتصبح الطاقة الموظَّفة المضافة (8000×12/7=4667). أما الطاقة المستبعدة فهي تساوي (2600×12/5=1083) حيث تم استبعاد الآلة بعد (7) أشهر، بمعنى أنه قد تم استخدامها (5) أشهر، وعليه يصبح صافي الطاقة عن فترة التوظيف = (35000+4667- 1083=38584) وحدة.

ولا بد من الإشارة هنا إلى أن الحصول على الطاقة المضافة يتبعه أن تتحمل الشركة تكاليف لا بد من أخذها بالحسبان عند اتخاذ قرارات مختلفة مثل قرارات التسعيرة ولتوضيح ذلك، نستعرض المثال التالي:

مثال رقم (6- 3):

تبلغ الطاقة الإنتاجية لمصنع النمر في 2009/1/1 (26000) وحدة سنويًا، في 2009/4/1 تم استبدال إحدى الآلات البالغة تكلفتها الدفترية (6000) دينار بآلة جديدة، وقد دفع المصنع (4000) نقدًا مقابل ذلك بالإضافة إلى الآلة القديمة، وكانت الطاقة الإنتاجية للآلة الجديدة (8000) وحدة سنويًا. في حين كانت الطاقة الإنتاجية للآلة المستبدلة (3000) وحدة، والمطلوب حساب صافي الطاقة عن فترة التوظيف وتكلفة الحصول على هذه الطاقة.

الحل:

في البداية نقوم باحتساب الطاقة الموظَّفة لكل من الآلة الجديدة والآلة المستبعدة فالآلة الجديدة تم إدخالها للإنتاج في 4/1 أي تم تشغيلها 9 أشهر (12-3). أما الآلة المستبعدة فقد تم تشغيلها 3 أشهر فقط حيث تم الاستغناء عنها في 4/1 وبالتالي تصبح صافي الطاقة عن فترة التوظيف = 26000 + (8000 × 9 / 12) – (3000 × 3 / 12) = 31250 وحدة سنويًا

أما تكلفة الحصول على هذه الطاقة = 6000 + 4000 = 10000 دينار

ثالثاً: تخطيط الطاقة الإنتاجية

ويقصد بتخطيط الطاقة الإنتاجية تحديد أو تقدير الكمية اللازمة من الموارد (مدخلات الإنتاج) لإنتاج وحدة واحدة (Murthy, 2002, p. 196)، ولذلك يمكن التعبير عن الطاقة اللازمة بوحدات قياس تتعلق إما بالزمن، أو عدد العاملين، أو الوحدات النقدية، أو عدد الآلات (مصطفى، 1990، ص355). كما أن عملية برمجة الإنتاج تتطلب إيجاد قاعدة يتم على أساسها تطوير نموذجٍ مرنٍ في التخطيط للإنتاج، إن القاعدة التي يتم على أساسها التخطيط للإنتاج هي تخطيط الطاقة الإنتاجية والتي تعني تحديد مختلف العناصر التي تتطلبها عملية

الإنتاج سواء أكانت آلات أم تجهيزات أم قوى عاملة أم ساعات عمل أم موارد مالية، ومن هنا تأتي أهمية توافر المرونة في نموذج الإنتاج وذلك بسبب ظروف البيئة الداخلية والخارجية للمنظمة دائمة التغير والحركة مما قد يعيق المنظمة عن الحصول على الموارد اللازمة وبالكميات الكافية للوفاء بمتطلبات الإنتاج، لذلك فإن عملية إدارة الإنتاج أو تخطيط الإنتاج تلعب دورًا حاسمًا في التنسيق ما بين عوامل الإنتاج، والتي أطلق عليها مصطلح 7Ms وهي:

جدول رقم (6- 1)

عوامل الإنتاج السبعة 7Ms

النقود	Money		الإدارة Management
الآلات	Machines		
المواد	Materials		
العنصر البشري	Man	←	
الأساليب	Methods		
الأسواق	Markets		

حيث إن الإدارة الإنتاجية الناجحة تبدأ باستخدام المال Money مع الآلات Machines والمواد Materials بطريقة تمكّن الناس Men من استخدام أفضل الأساليب Methods لإنتاج السلع التي تطلبها الأسواق Markets ويتم تحقيق التنسيق والتكامل فيما بينها عن طريق الإدارة Managements (حمري، 2009).

وهذا يعني أن هناك عوامل تتحكم في تحديد حجم الطاقة الإنتاجية وأهمها ما يلي:

1. العدد المتاح من كل نوع من الأصول الإنتاجية ومستوى استخدامه.
2. درجة تطور الأجهزة والمعدات المستخدمة.
3. طبيعة وخواص المواد الخام المستخدمة في الإنتاج.
4. الطرق المتبعة في عملية التصنيع.

5. درجة من التخصص المطلوب في إنتاج هذا النوع من السلع أو الخدمات، فعلى سبيل المثال تكون درجة التخصص في إنتاج الأحذية الرياضية قليلة في شركة متخصصة في إنتاج القمصان الرياضية.
6. مستوى إتقان العاملين للمهام المطلوبة منهم ونوعية التدريب المقدّم لهم وعلاقته بالعملية الإنتاجية.
7. مدى توافر الظروف الملائمة لتحقيق الانتظام في تدفق المواد وعناصر الإنتاج الأخرى.

رابعاً: تخطيط حجم الطاقة

عند اتخاذ قرار بشأن تقديم منتجات جديدة، فإن المدراء يهتمون بموضوع اقتصاديات الحجم (الإنتاج الكبير بتكلفة قليلة)، لأن ذلك سيرافقه تحديد وسائل الإنتاج كماً ونوعاً.

وغالباً تقاس الطاقة الإنتاجية للمصنع بعدد الساعات المتاحة للمكائن، وهناك عاملان رئيسيان يؤثران في تحديد الطاقة الإنتاجية، هما:

1. كفاءة المصنع: تختلف كفاءة المصنع من صناعة إلى أخرى، كما تختلف أيضاً باختلاف وسائل الإنتاج المستخدمة، حيث تتراوح نسبة الكفاءة بين (50٪ - 95٪) من الطاقة الإنتاجية المتاحة.
2. التلف: تؤدي عمليات الصنع في الكثير من الأحيان إلى انتاج بعض السلع أو الأجزاء غير المطابقة للمواصفات، ورغم محاولات المنظمات الصناعية تخفيض هذه النسبة إلا أنها لم تصل إلى مستوى التلف الصفري أو الإنتاج بلا عيوب.

مثال رقم (6- 4):

أ. ينتج مصنع الألبسة للملابس الرجالية البدلة الواحدة بوقت مقداره 15 ساعة للبدلة، وكان الطلب الأسبوعي 90 بدلة، وعامل الكفاءة 80٪.

احسب الوقت اللازم للانتاج؟

الحل:

الوقت اللازم للانتاج = الزمن اللازم لانتاج الوحدة x (الطلب ÷ الكفاءة)

= 15 x (90 ÷ 0.80)

= 1687.5 ساعة

ب. إذا علمت أن نسبة التلف تبلغ 7٪، احسب عدد الساعات المطلوبة لانتاج البدلات المطلوبة.

الوقت اللازم للانتاج = الزمن اللازم للانتاج بعد احتساب عامل الكفاءة ÷ نسبة الإنتاج الصالح

= 1687.5 ÷ (1 – 7٪)

= 1815 ساعة

ملاحظات على الحل:

- كلما انخفض عامل الكفاءة يزداد الوقت اللازم للانتاج.
- وكلما ارتفعت نسبة التالف يزداد الوقت اللازم للانتاج.

ولمواجهة هاتين المشكلتين فإن المنظمات الصناعية تسعى لوجود الطاقة الفائضة، ويعتمد تقدير هذه الطاقة الفائضة أو الإضافية المطلوبة على دقة تقديرات الإدارة العليا للطلب المستقبلي ولنسب الكفاءة والتلف.

$$\text{الطاقة الإضافية المطلوبة} = \frac{\text{كمية الإنتاج الواجب البدء بها} - \text{الوحدات المطلوب انتاجها}}{\text{الوحدات المطلوب انتاجها}} \times 100$$

ج. تحديد عدد المكائن المطلوبة:

لتحديد عدد المكائن المطلوبة، فإنه لا بد أولاً من معرفة ساعات العمل الاسبوعية للمصنع، فإذا بلغت ساعات العمل الاسبوعية 96 ساعة، أي أن المصنع يعمل وجبتي عمل يومياً، بواقع 8 ساعات عمل لكل وجبة، ولمدة 6 أيام بالاسبوع (6 x 2 x 8)

في هذه الحالة يكون عدد المكائن المطلوبة = 1815 ÷ 96

= 18.9 ماكينة

في هذه الحالة:

- قرار شراء 18 ماكينة فقط سيؤدي إلى عدم الإيفاء بالطلب
- شراء 19 ماكينة سيؤدي إلى إيجاد طاقة انتاجية فائضة

(ما القرار الذي سيتخذه مدير الإنتاج والعمليات؟)

القرار يعتمد على: دقة التقديرات للمتغيرات المتعلقة بالطاقات ونسب الكفاءة والتلف وساعات العمل الفعلية.

د. اختلاف نسب التلف في مراحل الإنتاج:

في حال كان هناك اختلاف في نسب التلف طبقاً لمراحل الإنتاج المختلفة، فإنه يمكن حساب كمية الإنتاج الكلي المطلوب وفقاً للمعادلة التالية:

الإنتاج الكلي المطلوب = الإنتاج الصالح ÷ نسبة الإنتاج الصالح للمراحل المختلفة

حيث أن:

نسبة الإنتاج الصالح = (1- نسبة التلف)

مثال رقم (6- 5):

يمر منتوج معين بأربع محطات انتاج تضم كل محطة نوع من المكائن، وقدر الطلب على ذلك المنتوج ب (1000) وحدة سنوياً، وكانت نسب التلف في المحطات الأربع كما هي مبينة في الجدول التالي:

رقم المحطة	اسم المحطة	نسبة التلف
1	القطع	٪2
2	التنعيم	٪1
3	التثقيب	٪5
4	الفرز	٪3

المطلوب:

1. احسب الكمية المطلوب البدء بانتاجها بأول محطة عمل كي نحصل على 1000 وحدة جيدة بآخر محطة.

2. احسب الكمية الواجب البدء في تصنيعها في كل محطة من محطات العمل التالية لكي نحصل على 1000 وحدة في نهاية خط الإنتاج
3. احسب الطاقة الاضافية لكل محطة

الحل:

1. الإنتاج الكلي المطلوب = الإنتاج الصالح ÷ نسبة الإنتاج الصالح للمراحل المختلفة

$$= 1000 \div (1-2٪)(1-1٪)(1-5٪)(1-3٪)$$

= 1119 وحدة

2. لتحديد الكمية الواجب البدء في تصنيعها في كل محطة، يتم تصميم الجدول التالي:

المحطة	نسب التلف	كمية الإنتاج الواجب البدء بها	الوحدات التالفة	الإنتاج الصالح	نسبة الطاقة الاضافية
القطع	٪2	1119	23	1096	٪11.9
التنعيم	٪1	1096	11	1095	٪9.6
التثقيب	٪5	1085	54	1031	٪8.5
الفرز	٪3	1031	31	1000	٪3.1

الوحدات التالفة = كمية الإنتاج الواجب البدء بها x نسبة التلف

3. نسبة الطاقة الإضافية = $\frac{\text{كمية الإنتاج الواجب البدء بتصنيعها} - \text{كمية الإنتاج الجيد}}{\text{كمية الإنتاج الجيد}}$

خامساً: استراتيجيات تخطيط وتوسيع الطاقة

يعتبر موضوع زيادة الطاقة وتوسيعها من القرارات التي تتسم بالمخاطرة، وهذا القرار لا يتعلق بمقدار الزيادة في الطلب فقط، بل يتعلق بأسلوب تنفيذ تلك الزيادة، من أجل إيجاد نظام فعّال لاتخاذ قرارات تخطيط وتوسيع الطاقة، فإن على المنظمة أن تهتم كثيرًا بخلق التوازن ما بين تعظيم حصتها السوقية وتعظيم

الانتفاع من الطاقة، ولا شك في أن توفير الطاقة اللازمة للوفاء بالطلب على السلع أو الخدمات التي تنتجها المنظمة يعتبر من أولى مهام مدير إدارة العمليات في المنظمة (Valchos, et al, 2007)، وهذا يتطلب تطبيق وتنفيذ استراتيجيات مختلفة لتخطيط وتوسيع الطاقة، وعموماً هناك ثلاث استراتيجيات لتخطيط وتوسيع الطاقة، هي:

1. **استراتيجية قيادة الطاقة Leading Capacity Strategies**: يجري التوسع بالطاقة بافتراض زيادة الطلب المتوقع خلال الفترة القادمة، وتعد هذه الاستراتيجية من الاستراتيجيات الهجومية، وتستخدم غالباً للقضاء على المنافسين أو الاستحواذ على زبائنهم، وتستخدم أيضاً للحصول على موقع سريع في سوق معين، أو للتوسع في الأسواق.
2. **استراتيجية تأخر الطاقة Trailing Capacity Strategy**: يتم بموجب هذه الاستراتيجية زيادة الطاقة بعد التأكد من حصول زيادة في الطلب، وتعتب هذه استراتيجية دفاعية، ومن عيوبها أن الشركة قد تفقد زبائنها بسبب الانتظار، وتستخدم هذه الاستراتيجية في المنتوجات غالية الثمن او ذات المنافسة الضعيفة.
3. **استراتيجية الطاقة المتوسطة (تطابق الطاقة) Matching Capacity Strategy**: تعني توسيع الطاقة بشكل يتناسب مع الطلب المتوقع، وتعتبر هذه من الاستراتيجيات المعتدلة، حيث يعتقد المديرون أنهم قادرون على بيع جزء من نسبة المخرجات الاضافية على الأقل.

وتعتمد عملية اختيار استراتيجية معينة على مجموعة من العوامل منها:

1. مقدار الطلب المتوقع وموثوقية التقديرات
2. الاهداف الاستراتيجية التي تسعى لها المنظمة كالنمو والمنافسة وخدمة الزبون
3. كلف التوسع والتشغيل

ويمكن ان يتم التوسع في الطاقة تدريجياً أو قد يجري بخطوة كبيرة واحدة، حيث أن التوسع التدريجي أقل مخاطرة لكنه أكثر كلفة.

وكما ذكرنا سابقا فإن تخطيط الطاقة قد يتناول الخط الإنتاجي بأكمله أو ساعات العمل، أو عدد الآلات أو عدد العمال، لذلك يجب، وقبل الانتقال إلى الحالات والأمثلة العملية المتعلقة بتخطيط الطاقة، أن نضع القارئ أمام بعض الصيغ الرياضية التي تستخدم في تخطيط الطاقة:

الوقت الأساسي	Basic Time	BT
الوقت القياسي	Standard Time	ST
كفاءة العامل	Worker Efficiency	WE
كفاءة الماكينة	Machine Efficiency	ME

الوقت القياسي = الوقت الأساسي / كفاءة العامل × كفاءة الماكينة

$ST = BT / WE \times ME$

إجمالي الوقت المطلوب Required Time (RT)

= حجم الإنتاج الكلي Total Product × الوقت القياسي ST

أو $RT = TP \times ST$

(Heizer and Render, 2004, pp. 394-395).

ولتوضيح كيفية تطبيق هذه الصيغ الرياضية نورد الأمثلة التالية:

مثال رقم (6- 6):

كان الوقت الأساسي لإنجاز عمل ما (7) ساعات وكان عدد ساعات العمل (8) ساعات يوميًا وللماكينة (6) ساعات يوميًا. جد الوقت الفعلي لإنجاز المهمة.

$ST = BT / WE \times ME = 7 / 8 \times 6 = 0.146$

مثال رقم (6- 7):

حدد العدد المطلوب من الماكينات نوع (B)، علمًا بأن استمارة تشغيل الآلة (B) تشير إلى أن الوقت المطلوب من الماكينة (B) سنويًا هو (50400) ساعة وكان عدد أيام العمل الفعلية (300) يوم في السنة بواقع (8) ساعات يوميًا.

N = الوقت المطلوب من الماكينة نوع (B) سنويًا / الوقت المتوفر للماكينة نوع (B) سنويًا.

العدد المطلوب من الماكينات من نوع (B) = 50400 / 300 × 8 = 21 ماكينة

مثال رقم (6- 8):

إذا كان الوقت اللازم لإنتاج وحدة واحدة (7) ساعات، وكان الطلب الأسبوعي المتوقع (500) وحدة، وكانت الطاقة المتاحة أسبوعيًا (36) ساعة.

المطلوب:

أ. احتساب الوقت اللازم بالساعة.

ب. عدد العمليات المطلوب.

ج. الوقت اللازم لكل علمية.

الحل:

المطلوب الأول: 7 × 500 = 3500 ساعة عمل الوقت اللازم.

المطلوب الثاني: عدد العمليات = الوقت اللازم / الطاقة الأسبوعية

= 3500 / 36 = 98 عملية (تقرّب مهما كان الكسر).

الوقت اللازم للعملية الواحدة = 7 / 98 = 0.071 ساعة

0.071 × 60 دقيقة في الساعة = 4.26 دقيقة

الوقت اللازم الكلي = 4.26 × 98 = 418 دقيقة.

وفيما يلي مثال شامل يتضمن كافة محددات تخطيط الطاقة الإنتاجية.

مثال رقم (6- 9):

قامت إدارة الإنتاج بالتعاون مع إدارة البحث والتطوير في شركة مصانع البطاريات الجافة بمراجعة عدد الماكينات المتوفرة ومدى كفايتها لمواجهة الطلب المتوقع في السنة القادمة والذي من المتوقع أن يزيد بنسبة (20٪) عن السنة الحالية والبالغ (1800) وحدة، وقد توفرت للمخططين من كلتا الإدارتين المعلومات التالية:

1. عدد الماكينات المتوفرة حاليا 4 مكائن.
2. الوقت الأساسي لإنتاج الوحدة 1.4 ساعة.
3. الوقت العاطل للماكينة في السنة 8 دقائق.
4. الوقت العاطل للعامل في السنة 0.3 ساعة.
5. التوقف لأغراض الصيانة الشاملة 4 أسابيع سنويًا.
6. نسبة التلف في الخط الإنتاجي 5٪.
7. توقفات مفاجئة للماكينة 15 يومًا في السنة.
8. عدد أيام العمل في الأسبوع 5 أيام.
9. ساعات العمل اليومية 7 ساعات.
10. وقت طعام واستراحة العاملين 0.5 ساعة يوميًا.
11. وقت التهيئة والأعداد للماكينات باليوم 0.5 ساعة.

والمطلوب: احتساب عدد الماكينات اللازمة لمواجهة الطلب، وعدد الماكينات المطلوب شراؤها.

الحل:

الطلب المتوقع للسنة القادمة = 1800 + (1800 × 0.20) = 2160 وحدة.

ثم يتم استخراج معدّل الكفاءة للمصنع وتساوي 100٪ - نسبة التلف في الخط الإنتاجي

$$E = 100\% - 5\% = 95\%$$

وبما أن هناك نسبة وحدات تالفة تبلغ 5٪ فإن على المصنع أن ينتج عدد من الوحدات أكبر من الطلب المتوقع ليضمن الحصول على وحدات صالحة تعادل الطلب المتوقع.

$$TP = RP / E$$

حيث إن TP هي الإنتاج الكلي، RP الإنتاج المطلوب، E نسبة الكفاءة

إذن:

$$TP = 2160 / 0.95 = 2274$$

وذلك يعني أنه يتوجب إنتاج 2274 وحدة للحصول على 2160 وحدة صالحة.

ثم نقوم باحتساب الوقت القياسي اللازم للإنتاج ST = BT / WE × ME

حيث إن BT هي الوقت الأساسي، WE كفاءة العامل، ME كفاءة الماكينة.

كفاءة العامل: 1- 0.3=0.7

كفاءة الماكينة: 60 / 8 — 60 = 0.86

ساعة الوقت القياسي للوحدة الواحدة ST = 1.4 / 0.7 × 0.96 = 2.3

ثم نستخرج الوقت المطلوب الكلي: RT = TP × ST

ساعة عمل 2274 × 2.3 = 5250

أما الوقت المتوفر مقاسًا بالأسابيع = 365 / 7 = 52 أسبوعًا — التوقفات

ويتم احتساب التوقفات كما يلي:

4 أسابيع صيانة + 15 يومًا توقفات مفاجئة

وعليه لا بد من تحويل توقفات الصيانة المقدّرة بالأسابيع إلى أيام.

وبما أن عدد أيام العمل في الأسبوع هي 5 أيام فتصبح توقفات الصيانة 4 × 7 = 28 يومًا. ومجموع التوقفات = 28 + 15 = 43 يومًا في السنة. وعليه، يصبح الوقت المتوفر 365 — 43 = 322 يومًا في السنة. وهي تمثل 46 أسبوعًا 322 / 7 = 46 أسبوعًا، ونظرا لأن أيام العمل الأسبوعية هي 5 أيام فإن الوقت المتوفر بالأيام = 46 × 5 = 230 يومًا.

وبما أن لدينا 2/1 ساعة لتهيئة الماكينات و 2/1 ساعة أخرى للطعام والراحة فتصبح الساعات المتوفرة في السنة 320 × (7- 1) = 1380 ساعة في السنة.

أما عدد الماكينات اللازمة = الوقت المطلوب / الوقت المتوفر = 5230 / 1380 = 4 ماكينات

وبالتالي لا داعي لشراء أية ماكينة جديدة.

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد مفهوم الطاقة الإنتاجية، باعتبارها إحدى المعايير يمكن استخدامها لقياس كفاءة الأداء في المنظمات، والتي تعرف بأنها الحد الأقصى لمقدار الإنتاج الذي باستطاعة المنظمة إنجازه خلال فترة زمنية محددة، وهناك ستة مستويات من الطاقة الإنتاجية، هي: الطاقة النظرية، والطاقة القصوى، والطاقة المتاحة، والطاقة المستغلة، والطاقة المخططة، والطاقة الفعلية.

وناقش الفصل موضوع تخطيط الطاقة الإنتاجية، التي تعني تحديد أو تقدير الكمية اللازمة من الموارد لإنتاج وحدة واحدة، حيث يمكن التعبير عن الطاقة اللازمة بوحدات قياس تتعلق إما بالزمن، أو عدد العاملين، أو الوحدات النقدية، أو عدد الآلات. وبالتالي؛ يهتم مديرو الإنتاج بموضوع تخطيط حجم الطاقة الإنتاجية المطلوبة، خاصة عند اتخاذ قرار بشأن تقديم منتجات جديدة، لأن ذلك سيرافقه تحديد وسائل الإنتاج كماً ونوعاً.

كذلك تم في هذا الفصل توضيح الاستراتيجيات المختلفة لتخطيط وتوسيع الطاقة، وعموماً، ينبغي على المنظمة أن تهتم كثيرًا بخلق التوازن ما بين تعظيم حصتها السوقية وتعظيم الانتفاع من الطاقة، لأن توفير الطاقة اللازمة للوفاء بالطلب على السلع أو الخدمات التي تنتجها المنظمة يعتبر من المهام الأساسية لمدير إدارة العمليات في المنظمة، وهذا بدوره يتطلب تطبيق وتنفيذ استراتيجيات مختلفة لتخطيط وتوسيع الطاقة، والتي تشمل: استراتيجيات قيادة الطاقة أو استراتيجيات الطاقة الرائدة، واستراتيجية تخلّف الطاقة، واستراتيجية تطابق الطاقة.

مسرد المصطلحات

- **الطاقة الإنتاجية Production Capacity:** أحد أهم معايير قياس كفاءة أداء المنظمات، وتعني معدّل الإنتاج الأقصى للمنظمة، أي؛ الحد الأقصى لمقدار الإنتاج الذي باستطاعة المنظمة إنجازه خلال فترة زمنية محددة.
- **طاقة المنظمة Organization Capacity:** وتعني ما يقع تحت تحكم المنظمة وسيطرتها، ويتضمن ذلك الموارد المادية والمالية والبشرية والتكنولوجية والمعلوماتية.
- **طاقة العملية Process Capacity:** وهي أعلى مستوى للقيمة المضافة للنشاط خلال مدة من الزمن، في ظل ظروف تشغيل طبيعية.
- **الطاقة النظرية Theorctical Capaacity:** القدرة على الإنتاج بأقصى سرعة وبلا انقطاع خلال جميع أيام السنة، باستخدام الموارد البشرية والمادية والمالية والتكنولوجية المتاحة استخداماً كاملاً، دون أي توقف لإجراء الصيانة الوقائية، أو أي توقف غير مخطط.
- **الطاقة القصوى Maximum Capcity:** تمثل القدرة على الإنتاج خلال فترة زمنية محددة، وفقاً لمواصفات عناصر الإنتاج، بافتراض توفر الظروف المثالية كالصيانة المنتظمة، والقوى العاملة المدربة، وتوافر مستلزمات الإنتاج بالمواصفات المحددة.
- **الطاقة المتاحة Available Capcity:** القدرة على الإنتاج بمواصفات معينة خلال فترة زمنية مع الأخذ بالاعتبار جميع العوامل التي تحدد الطاقة القصوى، ومنها تغيب العمال، وعطل المكائن، وتأخر وصول المواد الأولية، وفترات الصيانة، أو عدم كفاءة العمال وغيرها من العوامل.
- **الطاقة المستغلة Used Capacity:** هي الجزء المستخدم من الطاقة المتاحة خلال فترة زمنية محددة، وتتأثر بالطاقة الفائضة أو الزائدة والتي ترغب المنظمة باستخدامها مستقبلاً.

- **الطاقة المخططة Planned Capacity:** تمثل كمية الإنتاج المستهدف الحصول عليه من السلع والخدمات خلال فترة الخطة، اي أنها القدرة على الإنتاج خلال الفترة المقبلة، آخذين بالاعتبار العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على عمل المنظمة.
- **الطاقة الفعليةActual Capacity:** هي كمية الإنتاج الفعلي الذي تحققه المنظمة فعلاً خلال فترة الخطة.
- **تخطيط الطاقة الإنتاجية Capacity Requirement Planning:** تعني تحديد أو تقدير الكمية اللازمة من الموارد المختلفة لإنتاج وحدة واحدة.
- **استراتيجية قيادة الطاقة Leading Capacity Strategies:** يجري التوسع بالطاقة بافتراض زيادة الطلب المتوقع خلال الفترة القادمة، وتعد هذه الاستراتيجية من الاستراتيجيات الهجومية، وتستخدم غالباً للقضاء على المنافسين أو الاستحواذ على زبائنهم، وتستخدم أيضاً للحصول على موقع سريع في سوق معين، أو للتوسع في الأسواق.
- **استراتيجية تأخر الطاقة Trailing Capacity Strategy:** يتم بموجب هذه الاستراتيجية زيادة الطاقة بعد التأكد من حصول زيادة في الطلب، وتعتبر هذه استراتيجية دفاعية، ومن عيوبها أن الشركة قد تفقد زبائنها بسبب الانتظار، وتستخدم هذه الاستراتيجية في المنتوجات غالية الثمن او ذات المنافسة الضعيفة.
- **استراتيجية الطاقة المتوسطة (تطابق الطاقة) Matching Capacity Strategy:** تعني توسيع الطاقة بشكل يتناسب مع الطلب المتوقع، وتعتبر هذه من الاستراتيجيات المعتدلة، حيث يعتقد المديرون أنهم قادرين على بيع جزء من نسبة المخرجات الاضافية على الأقل.

أسئلة للمناقشة

1. وضح المقصود بالطاقة الانتاجية؟ وما المدخلان المتبعان في تحديد مفهوم الطاقة؟
2. استعرض مستويات الطاقة الانتاجية وما المقصود بكل من هذه المستويات؟
3. وضح المقصود بالعبارة التالية " لا يمكن زيادة الطاقة النظرية، بينما يمكن زيادة الطاقة الفعلية بأساليب" ؟
4. ما المقصود بتخطيط الطاقة الانتاجية؟ وما العوامل التي تتحكم بحجم الطاقة الانتاجية؟
5. ما عوامل الانتاج 7Ms ؟
6. هناك عاملان رئيسيان يؤثران في تحديد الطاقة الإنتاجية، ما هما؟
7. ما استراتيجيات تخطيط وتوسيع الطاقة؟
8. إذا كان الوقت اللازم لإنتاج وحدة واحدة (5) ساعات، وكان الطلب الأسبوعي المتوقع (600) وحدة، وكانت الطاقة المتاحة أسبوعيًا (50) ساعة.

المطلوب:

أ. احتساب الوقت اللازم بالساعة.

ب. عدد العمليات المطلوب.

ج. الوقت اللازم لكل علمية.

الفصل السابع

استراتيجيات تخطيط الإنتاج

Production Planning Strategies

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكِّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. تحديد مفهوم التخطيط الاجمالي للإنتاج.
2. بيان خطوات التخطيط الاجمالي للإنتاج.
3. توضيح كيفية تحضير خطة الإنتاج.
4. تحديد البدائل المتعلقة بالطلب والطاقة.
5. شرح استراتيجيات تخطيط الإنتاج.
6. بيان المقاييس الزمنية لإعداد خطة الإنتاج.
7. تحديد أساليب التخطيط الاجمالي للإنتاج.

الفصل السابع

استراتيجيات تخطيط الإنتاج

Production Planning Strategies

المقدمة Introduction

تمثل عملية تخطيط الإنتاج الخطوة الأكثر أهمية في عمل المنظمات، كونها تسهم مع غيرها من الخطوات في تحديد الموارد المطلوبة، وآليات استغلالها بما يحقق الإنتاج الأمثل، وبطريقة كفوءة، تقلل من هدر الوقت والموارد، وتعزز من الاستثمار الامثل لكل الامكانات المتاحة، الأمر الذي يسهم في تحقيق أهداف المنظمة، ويعزز من قدرتها الإنتاجية، وبالتالي التنافسية، ومن خلال استخدام استراتيجيات تخطيط أقل تكلفة وأكثر منفعة.

يتناول هذا الفصل تحديد مفهوم التخطيط الاجمالي للإنتاج، وبيان خطوات التخطيط الاجمالي للإنتاج، وتوضيح كيفية تحضير خطة الإنتاج، وتحديد البدائل المتعلقة بالطلب والطاقة، وشرح استراتيجيات تخطيط الإنتاج، وبيان المقاييس الزمنية لإعداد خطة الإنتاج، وتحديد أساليب التخطيط الاجمالي للإنتاج.

أولاً: مفهوم التخطيط الاجمالي للانتاج

The Concept of the Overall Planning of Production

يعرّف التخطيط الإجمالي للإنتاج بأنه خطة إجمالية للإنتاج لمدة تصل إلى سنة على أساس قيم إجمالية للمخرجات طبقاً لإجمالي الطاقة الإنتاجية وإجمالي الطلب على المنتجات. ويعتبر تخطيط الإنتاج عملية إدارية تتعلق باتخاذ قرارات حول مستلزمات الإنتاج، وكيفية الحصول عليها، ومكان وطريقة استخدامها من أجل الحصول على المنتجات المطلوبة. كما تتضمن وظيفة التخطيط للإنتاج تنظيم وتوجيه ورقابة المواد، والطرق وكافة التسهيلات المتعلقة بالعملية

الإنتاجية من مبانٍ وآلات وأفراد وغيرها من أجل استخدام هذه المواد والتسهيلات بطرق أكثر فاعلية بهدف الحصول على المنتجات المطلوبة وبيعها وتحقيق أعلى معدّل من العائد (Murthy, 2002, p. 84).

وبالتالي فإن عملية التخطيط للإنتاج ترتبط بها عملية تخطيط الطاقة الإنتاجية والتي تبحث في كيفية قيام المنشأة بتقديم الطاقة الإنتاجية اللازمة للوفاء بالطلب المتوقع والذي تم التنبؤ به، وكيفية استخدام الموارد بفاعلية وكفاءة تحقيقاً لأعلى ربحية ممكنة.

ثانياً: خطوات عملية التخطيط الاجمالي للانتاج

The Overall Planning of Production Steps

هناك مجموعة خطوات تتضمنها عملية التخطيط الإجمالي للإنتاج، وتزداد هذه الخطوات من حيث عددها ومستلزمات تنفيذها من حالة إلى أخرى، ففي مصنع قائم نجدها مختلفة عن حالة إنشاء مصنع جديد لأن الأخير بحاجة إلى تخطيط من أجل تحديد الموقع، وتصميم المنتج على سبيل المثال، بينما في مصنع قائم فيكون التركيز على الوفاء بالطلب على منتجات المصنع من خلال تجهيز عناصر الطاقة اللازمة لهذا الإنتاج. ومن هنا نرى أن التخطيط للإنتاج وتخطيط الطاقة الإنتاجية هما وجهان لعملة واحدة، فبدون وجود طاقة إنتاجية بأشكال ونماذج مختلفة لا يمكن أن يكون هناك إنتاج، وبدون أن يكون هناك طلباً على منتج معين فلا داعي لحشد عناصر الطاقة الإنتاجية لإنتاج هذا المنتج.

وعليه، يمكن تلخيص خطوات عملية التخطيط الإجمالي للإنتاج بما يلي:

1. تحديد نوعية المنتجات المراد إنتاجها ووضع مواصفاتها، وتحديد المدى الزمني لكل فئة من هذه المنتجات على أن يتضمن هذا المدى الزمني فترة التخطيط (سنة، ربع سنة، شهر)، والأثر الموسمي للطلب على المنتجات كالطلب على الملابس الصوفية في فصل الشتاء والطلب على المرطبات في فصل الصيف (Meredith, 1987, p. 85).
2. قيام الإدارات ذات العلاقة مثل إدارة الإنتاج وإدارة المبيعات، والتسويق، والأبحاث بإعداد تنبؤ دقيق لكل فئة من المنتجات، ولكل فترة زمنية من

فترات الخطة ومن ثم تحويل هذه التنبؤات إلى احتياجات محددة من الموارد. فعلى سبيل المثال لو كان الطلب المقدّر لمنتج معين (1000) وحدة خلال الشهر القادم، وكان عدد أيام العمل في الشهر نفسه (25) يوم عمل، وكانت الطاقة الإنتاجية للعامل الواحد (20) وحدة يومياً، فإن تنفيذ هذه الخطة وهي إنتاج (1000) وحدة في الشهر، يستلزم تشغيل اثنين من العاملين في هذا الخط الإنتاجي وذلك لأن إنتاج (1000) وحدة في الشهر يعني ضرورة إنتاج (40) وحدة يومياً (1000/25 = 40) وحدة.

وبما أن إنتاجية العامل الواحد تبلغ (20) وحدة يوميا، فالأمر يحتاج إلى اثنين من العاملين للوفاء بالطلب على هذا المنتج.

3. مقارنة الطاقة الحالية مع الطاقة المطلوبة للوفاء بالطلبيات في كل فترة زمنية من فترات الخطة، وفي حالة عدم وجود توافق بين الطاقة المطلوبة والطاقة المتاحة، يتم الاستعانة بالبدائل المخصصة لتعديل الطاقة مع تقدير تكلفة كل بديل، فكثيرا ما تتعرض الشركات الصناعية إلى ظروف قد تؤدي إلى تغيّر مفاجئ في حجم الطلب على سلعة معينة من منتجات الشركة، إما بسبب الأوضاع الاقتصادية على مستوى الاقتصاد الكلي، أو بسبب دخول منافسين جدد إلى السوق، أو بسبب زيادة الإقبال على استهلاك هذا النوع من المنتجات، أو نتيجة دخول الشركة في عطاءات ومناقصات قد تفوق طاقتها الإنتاجية. ففي حالات كهذه تلجأ الشركات إلى الاستعانة ببرامج بديلة أو مكمّلة مثل الترويج أو استئجار طاقة فائضة لدى إحدى الشركات الأخرى.
4. اختيار استراتيجية أو أكثر للتخطيط الإجمالي، والتي سيتم تقديم شرح مفصّل لكل واحدة من هذه الاستراتيجيات مدعماً بأمثلة عملية تقرّب كيفية تنفيذ كل منها إلى ذهن الطالب وتزيد من مهارته في استخدام الأساليب الكمية في التخطيط.

ثالثاً : تحضير خطة الإنتاج Production Plan Preparation

يعتبر التخطيط الاجمالي للانتاج بمثابة تخطيط الطاقة الإنتاجية في المدى المتوسط، والذي يهدف إلى إعداد خطة انتاج تحقق الاستخدام الفعال لموارد المنشأة من أجل الوفاء بالطلب المتوقع على منتجاتها، وتحدد خطة الإنتاج كيفية قيام المنشأة بتقديم الطاقة اللازمة للوفاء بالطلب في المدى المتوسط.

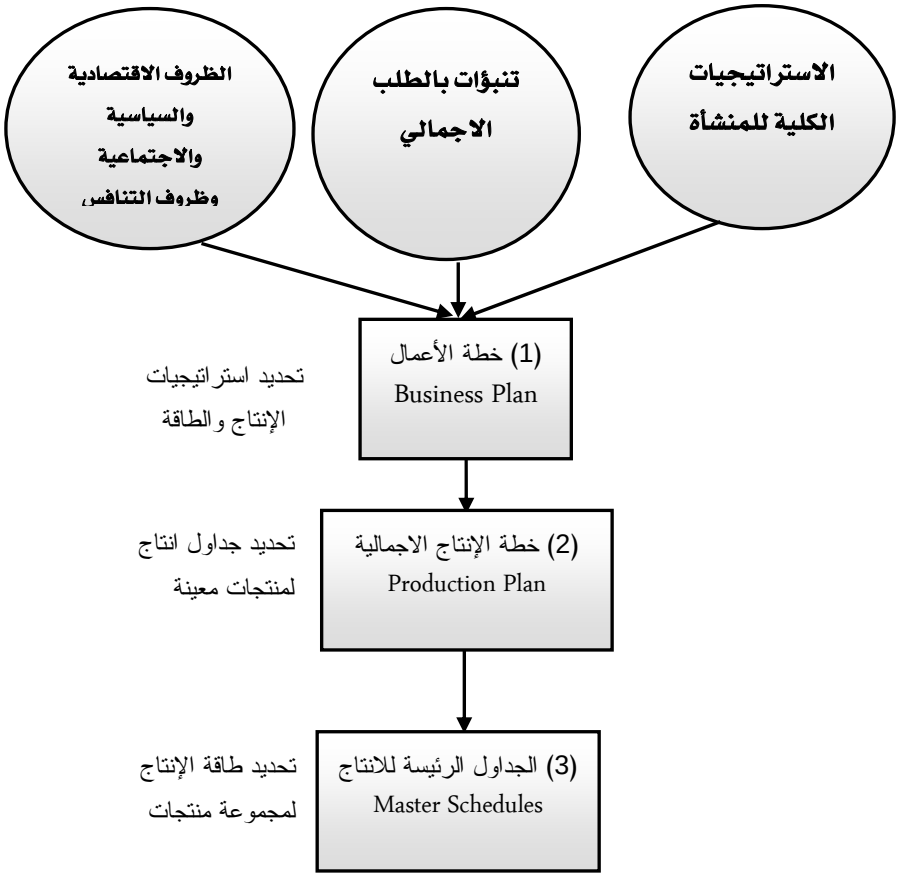
وهناك سلسلة من عمليات التخطيط في العديد من منظمات الأعمال، وتبدأ تلك السلسلة بإعداد ما يسمى (خطة الأعمال Business Plan)، والتي تغطي المديين الطويل والمتوسط، ويقصد بخطة الأعمال، تلك الخطة الموضوعة لإنجاز أهداف ورسالة مشروع الأعمال في مجال نشاط معين، وعند وضع خطة الأعمال يتم الاسترشاد بما يلي:

- الاستراتيجيات الكلية للمنشأة.
- ظروف البيئة الخارجية وظروف المنافسة.
- التنبؤات بالطلب على منتجات أو خدمات المشروع.

تهدف خطة الأعمال بشكل رئيس إلى تحقيق التنسيق بين الخطط متوسطة المدى في المجالات الوظيفية المختلفة، مثل: الإنتاج، والتسويق، والتمويل، وغير ذلك، ويتم الاسترشاد بخطة الأعمال عند إعداد خطة الإنتاج (أو خطة العمليات في المنظمات التي تقدم خدمات)، وفي ضوء خطة الإنتاج أو العمليات (في المدى المتوسط) يتم إعداد خطط تفصيلية يترتب عليها ما يسمى بالجداول الرئيسة للانتاج في المدى القصير. والشكل رقم (5- 1) التالي يوضح العلاقة بين خطة الأعمال وخطة الإنتاج وجداول الإنتاج.

الشكل رقم (7- 1)

العلاقة بين خطة الأعمال وخطة الإنتاج وجداول الإنتاج.



رابعاً: البدائل المتعلقة بالطلب والطاقة

Alternatives on the demand and Capacity

يتوفر أمام الإدارة عدد من البدائل يمكن استخدامها في التخطيط الاجمالي، ويمكن تقسيم تلك البدائل في مجموعتين، هما: البدائل المستخدمة لتعديل الطلب، والبدائل المستخدمة لتعديل مستوى الطاقة، وسيتم توضيح ذلك فيما يليك

(أ) البدائل المستخدمة لتعديل الطلب، وتشمل:

1. **الأسعار:** تستخدم الاختلافات في الأسعار لتحويل الطلب من أوقات الذروة إلى أوقات انخفاض الطلب على السلع والخدمات، مثل العروض التي تقدمها شركات الطيران بتخفيض أسعار تذاكرها في أوقات معينة وزيادتها في أوقات أخرى.
2. **الترويج:** يساعد الترويج بأشكاله المختلفة (مثل الإعلان، وعروض الشراء وغيرها) في تغيير مستوى الطلب على المنتج، وجعله يقترب من الطاقة المتاحة، وحتى ينجح هذا البديل يجب توقيت مراعاة القيام بذلك.
3. **تأجيل الطلبيات:** يمكن التأثير على مستوى الطلب من خلال الحصول على الطلبيات في فترة ما، وتلبية تلك الطلبيات في وقت لاحق، ويعتمد نجاح هذا البديل على مدى استعداد العملاء للانتظار لحين الحصول على السلعة المطلوبة، وكذلك التكاليف المرتبطة بهذا مثل احتمال فقدان المبيعات أو إحباط العملاء.
4. **إيجاد طلب جديد على المنتج في وقت انخفاض الطلب:** يحاول هذا البديل استغلال الطاقة الفائضة في أوقات انخفاض الطلب على المنتج، مثلاً: تحاول شركات النقل استغلال الباصات في أوقات انخفاض الطلب وتأجيرها لرحلات طلاب الجامعة أو المدارس.

(ب) البدائل المستخدمة لتعديل مستوى الطاقة، وتشمل:

1. **تعيين عمال جدد أو الاستغناء عن عمال:** يتوقف استخدام هذا البديل على درجة كثافة استخدام العمالة في العمليات المطلوبة، ويؤدي استخدام عمال جدد إلى زيادة الطاقة والعكس صحيح، ويترتب على تعيين عمال جدد تكاليف جديدة، وكذلك تتضمن عملية الاستغناء عن موظفين تكاليف ترتبط بالمستحقات، عدا عن المشاعر السيئة تجاه الشركة.
2. **العمل بوقت إضافي، أو وجود وقت فائض بدون عمل:** يمكن تطبيق هذا الأسلوب بشكل أسرع من التعيين أو الفصل، ويوفر هذا الأسلوب قاعدة ثابتة من العمالة، ويفيد هذا الأسلوب في التعامل مع أوقات تغير الطلب على السلع والخدمات في المواسم.
3. **استخدام عمال لبعض الوقت:** يتوقف تطبيق هذا البديل على عدة عوامل، مثل طبيعة العمل المطلوب انجازه، والمهارات والخبرات المطلوبة، ومدى السماح باستخدام هذا البديل في ضوء قوانين العمل المعمول بها.
4. **المخزون:** يسمح هذا البديل باستخدام مخزون السلع التامة للوفاء بالطلبات في أوقات معينة، ومن مساوئ هذه الطريقة أن الشركة تتحمل نفقات نتيجة الاحتفاظ بهذه السلع في مخازنها لحين طلبها، وكذلك تكلفة تعطيل الأموال في المخزون، ومصروفات التأمين، ومخاطر التقادم أو التلف.
5. **التعاقد الفرعي مع موردين (التعاقد من الباطن) Subcontrcting:** يتم الحصول على طاقة مؤقتة من خلال التعاقد الفرعي الخارجي مع موردين، وهناك محددات لهذه الطريقة، مثل: الطاقة المتاحة، والخبرة النسبية، واعتبارات الجودة، والتكلفة. ويعني هذا البديل قيام الشركة بتصنيع جزء من المكونات بنفسها، وقيام أطراف خارجية أخرى بتوريد بقية الأجزاء المطلوبة، ويمكن أن يترتب على هذا البديل

ضعف رقابة الشركة على المخرجات وتحملها لتكاليف أكبر مع وجود مشاكل بشأن الجودة.

خامساً: استراتيجيات تخطيط الإنتاج

Production Planning Strategies

جاءت هذه الاستراتيجيات بتسميات مختلفة حيث اعتبر بعض المؤلفين أنها خمس استراتيجيات هي:

1. استراتيجية تغير مستوى المخزون (الاحتفاظ بالمخزون).
2. استراتيجية الإنتاج الجاري أو المتدفق.
3. استراتيجية تغيير معدلات الإنتاج من خلال الوقت الإضافي والوقت العاطل (Overtime and Under Time Strategy).
4. استراتيجية التعاقد من الباطن.
5. استراتيجية تغيير حجم قوة العمل من خلال التعيين والتسريح Hire and Fire Strategy (Sihombing, 2008, p. 7).

وأشار بعض الباحثين إلى وجود ثلاث استراتيجيات للتخطيط الإجمالي للإنتاج هي (مرسي، 2006، ص377):

1. **استراتيجية المستوى Level Strategy**: وتعني المحافظة على معدل ثابت من المخرجات في كل فترة تخطيط اجمالية، ويتم مواجهة التقلبات في الطلب من خلال استخدام توليفات من: المخزون، والوقت الإضافي، والعمال بعض الوقت، والتعاقد الفرعي مع موردين، وتأجيل الطلبيات. ومن مزايا استخدام هذه الاستراتيجية: تكاليف أقل للتعيين والتدريب، ووقت إضافي أقل، وتكاليف أقل للوقت الضائع، ومشاكل أقل في الروح المعنوية، واستخدام مستقر للآلات والتسهيلات.
2. **استراتيجية توافق الطاقة مع الطلب Chase Strategy**: تستخدم عندما تكون المخرجات المخططة لأي فترة هي نفسها الطلب المتوقع أو المقدر لنفس الفترة. وتعطي هذه الاستراتيجية مرونة أكبر للمديرين في التكيف مع مستويات الطلب، وانخفاض مستوى المخزون، ولكن يعيبها عدم

الاستقرار في العمليات، وانخفاض الروح المعنوية عندما تختلف تنبؤات الطلب عن الواقع.

3. **استراتيجية مختلطة Mixed Strategy:** استخدام توليفة من عدة استراتيجيات.

وبالتالي يمكن القول أن استراتيجيات تخطيط الإنتاج الشامل أو الكلي يمكن حصرها في مجموعتين هما:

المجموعة الأولى: استراتيجيات تعقب الطلب.

المجموعة الثانية: استراتيجيات تسوية معدلات الإنتاج.

وتندرج تحت كل واحدة من هذه الاستراتيجيات مجموعة من النماذج الرياضية أو الكمية التي تساعد متخذ القرار لتحديد أي من الاستراتيجيات تحقق أهداف المنشأة. ولتوضيح أسلوب التطبيق الشامل لكلا الاستراتيجيتين ومدى مساهمة كل منهما في ترشيد قرار الإنتاج نورد المثال التالي:

مثال رقم (7- 1):

ينتج أحد المصانع أنواع متعددة من السيارات وكان الطلب المتوقع على إحدى هذه الأنواع للفصول الأربعة القادمة كما يلي:

- الفصل الأول من السنة (10000) سيارة.
- الفصل الثاني من السنة (12000) سيارة.
- الفصل الثالث من السنة (9000) سيارة.
- الفصل الرابع من السنة (11000) سيارة.

علما بأن البيانات التاريخية للشركة تشير إلى المعطيات التالية:

1. عدد العاملين في الشركة (480) عاملاً.
2. متوسط أجر العامل خلال الفصل (15) ألف دينار.
3. معدّل إنتاج العامل الواحد (25) سيارة في الفصل.
4. تكلفة التعاقد مع العامل وتدريبه (7) آلاف دينار.
5. تكلفة تسريح العامل (10) آلاف دينار.
6. مخزون أول المدة (1000) سيارة.

7. تكلفة الاحتفاظ بالمخزون (1000) دينار لكل سيارة في الفصل.

استناداً لهذه البيانات، حدد تكلفة استخدام كل استراتيجية من استراتيجيتي تعقب الطلب وتسوية معدلات الإنتاج:

أ. الحل حسب استراتيجية تعقّب الطلب:

الفصل	الطلب المتوقع	الإنتاج المخطط	عدد العاملين	التسريح	التعيين	المخزون
1	10000	8000	320	160	–	Ø
2	12000	12000	480	–	160	Ø
3	9000	9000	360	120	–	Ø
4	11000	11000	440	–	80	Ø
المجموع	**42000**		**1600**	**280**	**240**	

وعليه تكون تكلفة هذه الاستراتيجية كما يلي:

أجور العاملين 1600 × 15000 = 24000000

تكلفة التعاقد 240 × 7000 = 1680000

تكلفة التسريح 280 × 10000 = 280000

28480000

ملاحظات على الحل:

- بلغ الإنتاج المخطط في الفصل الأول (8000) سيارة ويعود السبب في ذلك إلى وجود رصيد أول المدة البالغ (2000) سيارة حيث إن 8000 + 2000 = 10000 سيارة وهو الطلب المتوقع.
- بالنسبة لعدد العاملين ففي الفصل الأول يجب تصنيع (8000) سيارة ومعدّل إنتاجية العامل في الفصل هو (25) سيارة لذا 25/8000 = 320 عامل.

أي أن الشركة تحتاج إلى (320) عامل في الفصل الأول، وبما أن لديها (480) عامل فتقوم بتسريح 160 عامل (480 – 320). أما في الفصل الثاني فهي بحاجة إلى إنتاج (12000) سيارة أي تحتاج 25/12000 = 480 عامل لذلك تقوم بالتعاقد مع (160) عامل بسبب أن الفصل الأول قد انتهى وكان لدى الشركة (320) عامل.

الفصل الثالث 25/9000 = 360 عامل، وكان لديها (480) عامل فتسرّح (120) عامل.

أما في الفصل الرابع فإن الشركة ستحتاج إلى (440) عامل 25/11000 = 440.

وبما أن لديها في نهاية الفصل الثالث (360) عامل فتقوم بالتعاقد مع (80) عامل.

ب.الحل بموجب استراتيجية تسوية معدّلات الإنتاج:

الفصل	الإنتاج المتنبأ به	الإنتاج المخطط	عدد العاملين	التسريح	التعاقد	المخزون
1	10000	10000	400	80	–	2000
2	12000	10000	400	–	–	–
3	9000	10000	400	–	–	1000
4	11000	10000	400	–	–	–
المجموع	**42000**		**1600**	**80**		**3000**

وعليه تكون تكلفة هذه الاستراتيجية كما يلي:

أجور العاملين	1600 × 15000	=	24000000
تكلفة التعاقد	–		–
تكلفة التسريح	80 × 10000	=	800000
تكلفة الاحتفاظ بالمخزون	3000 × 1000	=	3000000
مجموع التكلفة			**27800000**

ملاحظات على الحل:

- الإنتاج المتنبأ به والإنتاج المخطط: بما أن الإنتاج المتنبأ به خلال الفترة هو (42000) سيارة، ويوجد رصيد أول مدة (2000) سيارة فإن الإنتاج المطلوب هو (42000- 2000 = 40000) ثم تقسيمها على الفصول الأربعة بواقع (10000) سيارة لكل فصل.
- عدد العاملين المطلوب في كل فصل (25/10000 = 400) عامل، لذا تم تسريح (80) عامل في الفصل الأول ليتم إبقاء (400) عامل حسب الإنتاج

المخطط له ولا يوجد تعاقد حيث إن عدد العاملين المتبقي بعد تسريح (80) عاملا يفي بالطلب.

- المخزون: في الفصل الأول كان لدينا (2000) سيارة كرصيد أول المدة وبما أنه تم تصنيع (10000) سيارة خلال الفصل الأول لذلك فإن (12000 = 2000+10000) سيارة.

الطلب المتنبأ به في الفصل الثاني ليصبح المخزون في الفصل الثاني صفرا. أما في الفصل الثالث فكان هناك زيادة في الإنتاج بمقدار (1000) سيارة عن الطلب المتوقع بقيت في المخزون إلى أن تم بيعها في الفصل الرابع.

وعليه فإن الاستراتيجية الثانية هي التي سيتم اعتمادها كونها أقل تكلفة من الاستراتيجية الأولى.

سادساً: المقاييس الزمنية لإعداد خطط الإنتاج

يلعب عامل الوقت دوراً مهماً في عملية التخطيط، وخصوصاً في عملية التخطيط الكلي للإنتاج وذلك لوجود عوامل عدة تؤثر وتتأثر بخطة الإنتاج والمدة الزمنية التي تغطيها تلك الخطة. ويمكن التفريق بين أنواع ثلاثة من الخطط على أساس العامل الزمني وهي (Delfonso, 2010):

(1) **التخطيط قصير المدى (Short Range)**: ويكون في العادة لمدة شهرين فأقل ويتناول قرارات تتعلق بالتفاصيل المتعلقة بالعمل، والتي تشمل:

1. تحديد أحمال الآلات.
2. توزيعات المهام بين العاملين.
3. تسلسل المهام (المهمة الأولى فالثاني، وحتى مهمة إنجاز المنتج).
4. إعداد الجداول الزمنية للإنتاج.
5. تحضير قائمة المواد الخام.
6. تجهيز قطع غيار الآلات الممكن احتياجها أثناء التنفيذ.

وتتأثر هذه الخطط عادةً بالقيود التي تفرضها عليها الخطط متوسطة الأجل

(2) **التخطيط متوسط المدى (Medium Range):** وهو عبارة عن قرارات تغطي فترة زمنية تمتد من شهرين إلى سنة، وتسمى الخطط في هذه المرحلة التخطيط الإجمالي، وتتعلق هذه القرارات بتحديد المستويات العامة لكل من:

1. العمالة.
2. المخرجات.
3. مخزون السلع النهائية.
4. التعاقدات مع الموردين.

وتتأثر هذه الخطط بمجموعة القيود التي تفرضها عليها الخطط طويلة المدى

(3) **التخطيط بعيد المدى (Long-Range):** ويتم هذا النوع من التخطيط بإشراف الإدارة العليا التي تتخذ قرارات استراتيجية قد يمتد مفعولها الزمني من سنة إلى خمس سنوات، حيث تتضمن هذه القرارات الربط ما بين إمكانيات الأسواق وخبرة الشركة وقدراتها المالية واتجاهات الشركة للسنوات الخمس القادمة، ويتعلق التخطيط بعيد المدى بقرارات تؤثر على المنظمة ككل، ومن تلك القرارات:

1. تخطيط الطاقة في الأجل الطويل.
2. تحديد الموقع
3. الترتيب الداخلي للمشروع
4. تصميم المنتج
5. تصميم نظم العمل

سابعاً : أساليب التخطيط الإجمالي للإنتاج

هناك عدد من الأساليب التي يمكن استخدامها لمساعدة متخذ القرار في مهمة التخطيط الإجمالي للإنتاج، وتصنّف هذه الأساليب إلى مجموعتين هما: الأساليب غير الرسمية أو التقليدية، والأساليب الرياضية:

1. **الأساليب غير الرسمية (التقليدية) Informal Techniques:**

تعتمد هذه الأساليب على تقديم جداول مبسطة أو رسومات تمكن المخطط من مقارنة الطلب المقدر مع الطاقة الحالية، ويتم المقارنة بين البدائل على أساس التكاليف الكلية لكل بديل، والعيب في هذه الأساليب أنها لا تؤدي بالضرورة إلى خطة إجمالية مثالية، وتعتمد هذه الأساليب على عدد من المعادلات الرياضية الطولة، وبالتالي إعداد جداول طويلة تتضمن خطوات متعددة لا يتسع المجال لتناولها.

2. **الأساليب الرياضية Mathematical Methods:**

هناك عدد من الأساليب الرياضية المقترحة للتعامل مع التخطيط الاجمالي للانتاج، منها: أسلوب البرمجة الخطية، ونماذج المحاكاة، وقد أصبح بمقدور الحاسوب القيام بهذه العمليات حالياً.

ومهما كان الأسلوب المتبع للتخطيط الكلي للإنتاج، فإن المخطط يحتاج الإجابة عن الأسئلة التالية:

1. ما الكمية المتوفرة من كل مورد من موارد الإنتاج؟ وذلك لأن الطاقة الإنتاجية قد تختلف من فترة إلى أخرى لأنها تكون محكومة لعوامل متعددة مثل عدد العاملين وعدد الآلات.
2. ما حجم الطاقة التي يستطيع كل مصدر من مصادر الطاقة الإنتاجية تقديمها؟ حيث أن الموارد اللازمة لإنتاج وحدة واحدة هي عبارة عن ترجمة للطلب الكلي إلى طاقة لازمة كالقول بأن إنتاج وحدة واحدة بحاجة إلى ثلاث ساعات عمل يدوي وساعة عمل آلي ومن هنا يستطيع المخطط معرفة عدد العمال المطلوبين وعدد الآلات الواجب تشغيلها ضمن ساعات عمل محددة للوفاء بالطلب.
3. في أي خطوة من خطوات الإنتاج يتم تحديد الطاقة؟ فهل يتم ذلك عبر المراحل الإنتاجية أم في بداية الخط الإنتاجي أم عند حدوث ما يسمى بعنق الزجاجة.

4. كم تبلغ تكلفة المناورة لتعديل الطاقة صعودا أم هبوطا؟ مثل تكلفة تعيين عمال جدد إضافيين أو الاستغناء عن العمالة الزائدة عن حجم الإنتاج المطلوب (Gaither and Frazier, 2002, p.p. 495-496).

وقبل الانتقال إلى شرح بعض الأمثلة العملية للطرق التقليدية للتخطيط الكلي للإنتاج، لا بد للطالب من الإلمام بالمصطلحات التالية:

- عدد العاملين في فترة معينة = عدد العاملين في نهاية الفترة السابقة + عدد العاملين الجدد في بداية الفترة – عدد العاملين الذين تم الاستغناء عنهم في بداية الفترة.
- كمية المخزون في نهاية فترة معينة = المخزون في نهاية الفترة السابقة + الإنتاج في الفترة الحالية – الكمية المستخدمة للوفاء بالطلب في الفترة الحالية.
- متوسط المخزون في فترة ما = مخزون بداية الفترة + مخزون نهاية الفترة / 2.
- وبما أن قوة العمل تمثل أحد مصادر الطاقة الإنتاجية سوف يتم استخدامها في توضيح بعض الأساليب التقليدية لتخطيط الإنتاج وذلك من خلال المثال التالي:

مثال رقم (7- 2):

قامت شركة الروّاد لتصنيع فلاتر المياه بتقدير الطلب على منتجها للأشهر الأربعة القادمة وذلك حسب الجدول التالي:

الأشهر	الطلب المتنبأ به	عدد أيام العمل في الشهر
1	500	22
2	600	19
3	800	21
4	400	21

وقد حصل المخطط على المعلومات التالية:

- عدد العاملين الحالي (30) عامل وبأجر شهري قدره (1000) دينار للعامل.
- الوقت القياسي لإنتاج الوحدة (8) ساعات عمل (يوم عمل كامل).
- تكلفة التعاقد مع العامل الجديد الواحد (400) دينار.
- تكلفة تسريح العامل الواحد (500) دينار.
- تكلفة الاحتفاظ بالمخزون (5) دنانير للوحدة في الشهر.
- تكلفة نفاذ المخزون للوحدة الواحدة (100) دينار في الشهر.
- يلبى الطلب في الشهر التالي.

والمطلوب حل المثال بحسب استراتيجية تعقب الطلب، واستراتيجية الاحتفاظ بقوة عمل ثابتة بواقع (30) عامل والمناورة بالمخزون.

أ. الحل: استراتيجية تعقب الطلب

الأشهر	الطلب المتنبأ به	الإنتاج المخطط	عدد العاملين	التعاقد	التسريح	المخزون
1	500	500	23		7	Ø
2	600	600	32	9		Ø
3	800	800	38	6		Ø
4	400	400	19		19	
المجموع			**112**	**15**	**26**	

تم احتساب عدد العاملين كما يلي: نظرا لأن الوقت القياسي لإنتاج وحدة واحدة هو يوم عمل لذلك فإن الإنتاج سيكون في كل شهر حسب عدد أيام العمل في كل شهر أي:

شهر (1) عدد أيام العمل 22 = 22 وحدة

شهر (2) عدد أيام العمل 19 = 19 وحدة

شهر (3) عدد أيام العمل 21 = 21 وحدة

شهر (4) عدد أيام العمل 21 = 21 وحدة

ولكي نصل إلى عدد العاملين يتم قسمة الإنتاج المخطط على عدد الوحدات في الشهر 22/500 = 22.7 ونظرا لأننا نحسب عدد عمال فإن أي كسر لا بد من تقريبه فيصبح العدد (23) عامل في شهر (1).

19 = 17/400 ، 38 = 21/800 ، 32 = 19/600.

وبما أن الشركة لديها (30) عامل فيتم الاستغناء عن (7) عمال في شهر (1).

أما في شهر (2) فقد بلغ عدد العاملين المطلوب (32) عامل، وكان لدينا (23) عامل في نهاية شهر (1) فيتم التعاقد مع (9) عمال. وفي شهر (3) المطلوب (38) عامل. ولدينا في نهاية شهر (2) (32) عامل فيتم التعاقد مع (6) عاملين ليصبح العدد (38) عامل. أما في شهر (4) فالمطلوب هو (19) عامل لذلك يتم تسريح (19) عامل.

وبذلك تبلغ تكلفة تنفيذ هذه الخطة:

أجور العاملين	112 × 1000	=	112000
تكلفة التعاقد	15 × 400	=	6000
تكلفة التسريح	26 × 500	=	13000
			131000

ب. الحل حسب استراتيجية الاحتفاظ بقوة عمل ثابتة (30) عامل.

الأشهر	عدد العاملين	إنتاجية العامل	الإنتاج المخطط	الطلب المتوقع	المخزون	نفاذ المخزون
1	30	22	660	500	160	
2	30	19	570	600	130	
3	30	21	630	800		40
4	30	21	630	400	190	
المجموع	**120**				**480**	**40**

ملاحظات على الحل:

تم احتساب الإنتاج المخطط بضرب عدد العمال × إنتاجية العامل

30 × 22 = 660

30 × 19 = 570

30 × 21 = 630

30 × 21 = 630

المخزون ونفاد المخزون: في شهر (1) تم إنتاج (660) وحدة ولكن الطلب المتوقع هو (500) وحدة فبالتالي يفيض لدينا (160) وحدة تذهب إلى المخزون، وتعتبر رصيد أول مدة للشهر الثاني.

الشهر الثاني: 570 + 130 = 760 – الطلب 600 = 130 وحدة تذهب إلى المخزون. أما في الشهر الثالث فإن الطلب المتوقع يزيد عن ما تم إنتاجه في نفس الشهر بالإضافة لرصيد المخزون حيث تم إنتاج (630) وحدة وكان لدينا (130) وحدة فيصبح المجموع (760) وحدة.

ولكن الطلب المتوقع (800) وحدة – 760 = 40 وحدة وتمثل عدم القدرة على تلبية الطلب وبعبارة أخرى فرصة ضائعة نتيجة لنفاد المخزون.

أما تكلفة هذا الأسلوب في التخطيط الكلي للإنتاج تصبح:

أجور العاملين	1000 × 120	=	120000
تكلفة الاحتفاظ بالمخزون	5 × 480	=	2400
تكلفة نفاد المخزون	100 × 40	=	4000
			126400

ويتم اختيارها كونها أقل تكلفة من سابقتها.

إعداد الجداول الرئيسة للانتاج (الخطط قصيرة الأجل):

تستخدم الجداول الرئيسة للانتاج Master Production Schedule لبيان كمية وتوقيت الإنتاج المخطط، مع الأخذ في الحسبان كمية وتوقيت الوحدات المرغوب في تسليمها، وكذلك المخزون المتوافر أو المتاح.

مثال رقم (7- 3): (كيفية إعداد خطة انتاج رئيسية)

تقوم إحدى الشركات بإنتاج منتجين (أ ، ب)، وكانت بيانات الطلب المتوقع على المنتجين للأسابيع الستة القادمة، وكذلك مخزون الأمان ومخزون بداية المدة وحجم الدورة الإنتاجية وعدد ساعات انتاج الوحدة الواحدة كما يبين الجدول اللاحق:

المنتجات	الأسابيع						مخزون الأمان	مخزون أول المدة	حجم الدورة الإنتاجية	عدد ساعات انتاج الوحدة
	1	2	3	4	5	6				
منتج (أ)	20	20	50	50	30	30	30	70	50	0.9
منتج (ب)	30	30	40	40	40	30	40	50	60	1.6

المطلوب :

1. إعداد جداول الإنتاج الرئيسية MPS لكل من المنتجين (أ ، ب)
2. حساب عدد ساعات التجميع النهائية المطلوبة لانجاز جداول الإنتاج الرئيسية لكل من المنتجين (حساب الأحمال)، إذا علمت أن طاقة التجميع الاسبوعية المقدرة لخط التجميع النهائي حوالي 100 ساعة.
3. ما التغييرات التي تقترح تنفيذها على جداول الإنتاج الرئيسية.

الحل:

1. خطة الإنتاج الرئيسة للمنتجين (أ، ب):

المنتج	البيان	الأسابيع					
		1	2	3	4	5	6
(أ)	• الطلب الكلي	20	20	50	50	30	30
	• مخزون أول المدة	70	50	30	30	30	50
	• الإنتاج المطلوب	0	0	50	50	50	50
	• مخزون نهاية المدة	50	30	30	50	50	70
(ب)	• الطلب الكلي	30	30	40	40	40	30
	• مخزون أول المدة	50	80	50	70	90	50
	• الإنتاج المطلوب	60	0	60	60	0	60
	• مخزون نهاية المدة	80	50	70	90	50	80

2. حساب الأحمال:

المنتج النهائي	البيان	الأسابيع						
		1	2	3	4	5	6	
(أ)	عدد ساعات التجميع النهائية للانتاج	0 0	0 0	(50) 45	(50) 45	(50) 45	(50)❖ 45❖❖	
(ب)	عدد ساعات التجميع النهائية للانتاج	(60) 96	0 0	(60) 96	(60) 96	0 0	(60) 96	
	الأحمال بالساعات الطاقة بالساعات	96 100	0 100	141 100	141 100	45 100	141 100	564 600

❖: الأرقام الموجودة بين قوسين عبارة عن حجم الدورة الإنتاجية في الأسبوع

❖❖: عدد ساعات التجميع النهائية للانتاج = عدد وحدات الإنتاج X عدد الساعات اللازمة لتجميع الوحدة

50 وحدة X 0.9 = 45 ساعة

3. التغييرات المقترحة:

هناك طاقة متاحة على خط التجميع النهائي مقدارها (600) ساعة على جدول زمني مقداره 6 أسابيع، علماً أن الجداول الرئيسية للانتاج تحتاج (564) ساعة، أي أن هناك طاقة إضافية متاحة بمقدار 36 ساعة، غير أن توزيع الطاقة على الفترات المختلفة غير متوازن، لذا فإن الاقتراح بالتعديل من أجل تحقيق توازن أفضل في طاقة التجميع الاسبوعية يكون كما يلي:

- تحريك كميات المنتج (أ) من الأسابيع (4، 6) إلى الأسابيع (3، 5).
- تحريك كمية الإنتاج للمنتج (ب) من الاسبوع (3) إلى الاسبوع (2).

وبعد هذه التغييرات يصبح جدول الأحمال كما يلي:

جدول الأحمال بعد إجراء
تغييرات في جداول الإنتاج الرئيسة

المنتج النهائي	البيان	الأسابيع						
		1	2	3	4	5	6	
(أ)	عدد ساعات التجميع النهائية للانتاج	0 0	0 0	100 96	0 0	100 96	0 0	
(ب)	عدد ساعات التجميع النهائية للانتاج	(60) 96	(60) 96	0 0	(60) 96	0 0	(60) 96	
	الأحمال بالساعات الطاقة بالساعات	96 100	96 100	90 100	96 100	90 100	96 100	564 600

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد مفهوم التخطيط الاجمالي للانتاج، والذي يعرف بأنه خطة إجمالية للإنتاج لمدة تصل إلى سنة على أساس قيم إجمالية للمخرجات طبقاً لإجمالي الطاقة الإنتاجية وإجمالي الطلب على المنتجات. كما تم تحديد الخطوات التي تتضمنها عملية التخطيط الإجمالي للإنتاج، والتي تتمثل أساساً في: تحديد نوعية المنتجات المراد إنتاجها ووضع مواصفاتها، وإعداد تنبؤ دقيق لكل فئة من المنتجات، والاستعانة ببرامج بديلة لمواجهة التغيّر المفاجئ في حجم الطلب على سلعة معينة، وأخيراً اختيار استراتيجية أو أكثر للتخطيط الإجمالي.

وناقش الفصل كيفية تحضير خطة الإنتاج، فالتخطيط الاجمالي للانتاج بمثابة تخطيط الطاقة الإنتاجية في المدى المتوسط، والذي يهدف إلى إعداد خطة انتاج تحقق الاستخدام الفعال لموارد المنشأة من أجل الوفاء بالطلب المتوقع على منتجاتها، وتحدد خطة الإنتاج كيفية قيام المنشأة بتقديم الطاقة اللازمة للوفاء بالطلب في المدى المتوسط.

كما ناقش الفصل البدائل المتعلقة بالطلب والطاقة، إذ يتوفر أمام الإدارة عدد من البدائل يمكن استخدامها في التخطيط الاجمالي، وتقسم تلك البدائل في مجموعتين، هما: (1) البدائل المستخدمة لتعديل الطلب، والتي تشمل: الأسعار، والترويج، وتأجيل الطلبيات، وإيجاد طلب جديد على المنتج في وقت انخفاض الطلب. (2) والبدائل المستخدمة لتعديل مستوى الطاقة، والتي تشمل: تعيين عمال جدد أو الاستغناء عن عمال، والعمل بوقت إضافي، أو وجود وقت فائض بدون عمل، واستخدام عمال لبعض الوقت، والمخزون، والتعاقد الفرعي مع موردين.

وتناول الفصل أيضاً استراتيجيات تخطيط الإنتاج، والتي جاءت بتسميات مختلفة، فقد اعتبرها بعض المؤلفين أنها خمس استراتيجيات، فيما يرى آخرون وجود ثلاث استراتيجيات للتخطيط الإجمالي للإنتاج هي: استراتيجية المستوى، واستراتيجية تحقيق التوافق مع الطلب فترة بفترة، والاستراتيجية المختلطة. وعموماً، تم تحديد مجموعتين أساسيتين من استراتيجيات تخطيط الإنتاج

الشامل أو الكلي، هما: استراتيجيات تعقب الطلب، واستراتيجيات تسوية معدلات الإنتاج.

وناقش الفصل المقاييس الزمنية لإعداد خطط الإنتاج، إذ يلعب عامل الوقت دوراً مهماً في عملية التخطيط، وخصوصاً في عملية التخطيط الكلي للإنتاج لوجود عدة عوامل تؤثر وتتأثر بخطة الإنتاج والمدة الزمنية التي تغطيها تلك الخطة. ويمكن التفريق بين ثلاثة أنواع من الخطط على أساس العامل الزمني وهي: التخطيط بعيد المدى، والتخطيط متوسط المدى، والتخطيط قصير المدى.

وانتهى الفصل بتحديد أساليب التخطيط الإجمالي للإنتاج، حيث يوجد عدد من الأساليب التي يمكن استخدامها لمساعدة متخذ القرار في مهمة التخطيط الإجمالي للإنتاج، وتصنّف هذه الأساليب إلى مجموعتين هما: الأساليب التقليدية، والأساليب الرياضية.

مسرد المصطلحات

- **التخطيط الإجمالي للإنتاج:** خطة إجمالية للإنتاج لمدة تصل إلى سنة على أساس قيم إجمالية للمخرجات طبقاً لإجمالي الطاقة الإنتاجية وإجمالي الطلب على المنتجات.
- **خطة الأعمال Business Plan:** تلك الخطة الموضوعة لإنجاز أهداف ورسالة مشروع الأعمال في مجال نشاط معين.
- **استراتيجية المستوى Strategy Level:** إحدى استراتيجيات التخطيط الإجمالي للإنتاج، والتي تعني المحافظة على معدّل ثابت من المخرجات، من خلال قيام المنشأة بالمحافظة على نفس المعدّل من المخرجات في كل فترة تخطيط إجمالية.
- **استراتيجية تحقيق التوافق مع الطلب فترة بفترة Chase Strategy:** وفي هذه الاستراتيجية تتساوى المخرجات المخططة مع الطلب المتوقع.
- **الاستراتيجية المختلطة Mixed Strategy:** وهي عبارة عن توليفة من عدة استراتيجيات للتخطيط الإجمالي للإنتاج.
- **التخطيط بعيد المدى Long-Range:** ويتم هذا النوع من التخطيط بإشراف الإدارة العليا التي تتخذ قرارات استراتيجية قد يمتد مفعولها الزمني من سنة إلى خمس سنوات، حيث تتضمن هذه القرارات الربط ما بين إمكانيات الأسواق وخبرة الشركة وقدراتها المالية واتجاهات الشركة للسنوات الخمس القادمة.
- **التخطيط متوسط المدى Medium Range:** عبارة عن قرارات تغطي فترة زمنية تمتد من شهرين إلى سنة، وتتعلق هذه القرارات بمستوى العمالة المطلوبة وحجم الإنتاج المطلوب من كل نوع من المنتجات ومتطلبات هذا الإنتاج.
- **التخطيط قصير المدى Short Range:** ويكون في العادة لمدة شهرين فأقل ويتناول قرارات تتعلق بالتفاصيل المتعلقة بالعمل مثل توزيع المهام، وتقدير الوقت اللازم لكل مهمة، وقائمة المواد الخام، وقطع غيار الآلات الممكن احتياجها أثناء التنفيذ.

أسئلة للمناقشة

1. تقوم إحدى الشركات بإنتاج ثلاثة منتجات (أ ، ب، ج)، وكانت بيانات الطلب المتوقع على المنتجات الثلاثة، وكذلك مخزون الأمان، ومخزون بداية المدة، وحجم الدورة الانتاجية، وعدد الساعات المطلوبة لانتاج الوحدة الواحدة كما يظهر في الجدول التالي:

المنتجات	1	2	3	4	5	مخزون الأمان	مخزون أول المدة	حجم الدورة الانتاجية	عدد ساعات انتاج الوحدة
منتج (أ)	35	35	30	30	35	40	40	40	1.2
منتج (ب)	20	20	30	40	40	50	40	70	1.2
منتج (ج)	30	10	30	10	10	60	50	50	1.5

المطلوب:

- إعداد جداول الانتاج الرئيسة MPS للمنتجات (أ ، ب، ج)
- حساب عدد ساعات التجميع النهائية المطلوبة لانجاز جداول الانتاج الرئيسة للمنتجات الثلاثة (حساب الأحمال)، إذا علمت أن طاقة التجميع الاسبوعية المقدرة لخط التجميع النهائي حوالي 140 ساعة.
- ما التغييرات التي تقترح تنفيذها على جداول الانتاج الرئيسية.

2. تقوم إحدى الشركات بإنتاج ثلاثة منتجات (أ ، ب، ج)، وكانت بيانات الطلب المتوقع على المنتجات الثلاثة، وكذلك مخزون الأمان، ومخزون بداية المدة، وحجم الدورة الانتاجية، وعدد الساعات المطلوبة لانتاج الوحدة الواحدة كما يظهر في الجدول التالي:

المنتجات	1	2	3	4	5	مخزون الأمان	مخزون أول المدة	حجم الدورة الانتاجية	عدد ساعات انتاج الوحدة
منتج (أ)	50	60	60	50	70	70	120	80	1
منتج (ب)	40	40	30	40	50	50	80	90	1.2
منتج (ج)	60	70	60	70	70	70	90	80	1.3

المطلوب:

- إعداد جداول الانتاج الرئيسة MPS للمنتجات (أ ، ب، ج)
- حساب عدد ساعات التجميع النهائية المطلوبة لانجاز جداول الانتاج الرئيسة للمنتجات الثلاثة (حساب الأحمال)، إذا علمت أن طاقة التجميع الاسبوعية المقدرة لخط التجميع النهائي حوالي 160 ساعة.
- ما التغييرات التي تقترح تنفيذها على جداول الانتاج الرئيسة.

3. حدد مفهوم التخطيط الإجمالي للإنتاج؟
4. هناك مجموعة خطوات تتضمنها عملية التخطيط الإجمالي للإنتاج، ما تلك الخطوات؟
5. وضح كيف يتم تحضير خطة الانتاج، معززاً إجابتك بالرسم التوضيحي؟
6. ما المقصود بخطة الأعمال، وما العلاقة بينها وبين خطة الانتاج، وأيهما أشمل؟
7. ما البدائل المستخدمة لتعديل الطلب؟
8. بين البدائل المستخدمة لتعديل مستوى الطاقة؟
9. أشار بعض الباحثين إلى وجود ثلاث استراتيجيات للتخطيط الإجمالي للإنتاج، ما هي؟
10. هناك ثلاثة أنواع من الخطط على أساس العامل الزمني، ما هي؟
11. هناك عدد من الأساليب التي يمكن استخدامها لمساعدة متخذ القرار في مهمة التخطيط الإجمالي للإنتاج، وتصنّف هذه الأساليب إلى مجموعتين، ما هما؟ مبيناً ما تتضمنه وتهعنيه كل مجموعة؟
12. ما المقصود بالجداول الرئيسة للانتاج، وكيف يمكن إعدادها؟

الفصل الثامن

استخدام الأساليب الكمية في تخطيط الانتاج

The use of Quantitive Methods In Product Planning

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكِّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. التعرف على أسلوب تحليل التعادل.
2. تحديد كيفية اتخاذ قرارات البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي.
3. تحديد كيفية اتخاذ قرار التصنيع الداخلي أو الشراء.

الفصل الثامن

استخدام الأساليب الكمية في تخطيط الإنتاج

The use of Quantitive Methods In Product Planning

المقدمة Introduction

تبيّن لنا أن النماذج التقليدية المتبعة في تخطيط الإنتاج تهدف إلى التوفيق ما بين حجم الطلب المتوقع على منتجات الشركة والطاقة الإنتاجية المتوفرة لدى تلك الشركة، كما اتضح لنا أن هناك عددًا من المتغيرات التي من الممكن استخدامها من أجل تحقيق هذا التوافق، وكان منها العنصر البشري؛ أي زيادة أو تخفيض عدد العاملين للحصول على مستوى من الإنتاج الذي يكفي للوفاء بالطلب على منتجات الشركة، أو زيادة أو تخفيض عدد ساعات العمل، وغيرها من عناصر الطاقة المتوفرة.

ولما كان من أهداف الإدارة في المنظمات الربحية، تحقيق أعلى معدّل من العائد بهدف تعظيم ثروة المالكين، بدأ التحرك نحو دراسة وتحليل الزمن والحركة بهدف تقليل الفترة اللازمة لإنجاز عمل معين عن طريق حذف الوقت الضائع، مما يؤدي إلى تقليل التكاليف وزيادة الإنتاجية، وذلك بهدف الوصول إلى مقاييس علمية يمكن للمنشأة اتباعها في سبيل تحقيق أهدافها (المغربي، 1995، ص125).

وهناك العديد من الأساليب الكمية التي يمكن استخدامها في هذا المجال، حيث سنقوم في هذا الفصل بدراسة ثلاثة أساليب، هي أسلوب تحليل التعادل، وقرارات البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي، وقرار التصنيع الداخلي أو الشراء.

حيث سنقوم بتقديم شرحٍ وافٍ لكل أسلوب من هذه الأساليب مدّعمين هذا الشرح بأمثلة عملية وحالات تطبيقية تساعد الطالب في فهم أهمية استخدام النماذج الكمية الرياضية في عملية التخطيط.

أولاً: تحليل التعادل Break – Even Analysis

من المعروف أن المنظمات سواء أكانت صناعية أم خدمية تقوم بتصنيع منتجاتها وتجهيز خدماتها بهدف بيعها، مستعملة في ذلك نوعين من التكاليف هما: التكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة. والتكاليف الثابتة Fixed Costs هي تلك التكاليف التي لا تتغير في مجموعها بتغير حجم النشاط (وحدات الإنتاج) لذلك فإن العلاقة تكون عكسية ما بين التكلفة الثابتة للوحدة وحجم الإنتاج، فكلما زاد حجم الإنتاج كلما قل نصيب الوحدة الواحدة من التكاليف الثابتة (أبو نصار، 2008، ص29). ومن أمثلة هذا النوع من التكاليف، أجور مباني المصنع، ومصروف اهتلاك الآلات لأن هذه التكاليف لا بد للمنظمة أن تتحملها سواء أنتجت أم لم تنتج.

أما النوع الثاني من التكاليف فهو التكاليف المتغيرة Variable Costs وهي تتغير في مجموعها بتغير حجم الإنتاج ويكون هذا التغير بنفس النسبة ونفس الاتجاه، فلو كانت التكاليف المتغيرة لإنتاج وحدة واحدة هي (3) دنانير فإن إنتاج (5) وحدات يتطلب (15) دينارًا من التكاليف المتغيرة، أي أن عدد الوحدات المنتجة قد ارتفع بواقع (4) وحدات (5-1)، والتكاليف المتغيرة ازدادت بمبلغ (12) دينارًا (15-3)، وبالتالي تصبح نسبة الزيادة في كلا المتغيرين (400٪) لكل واحد منهما، ومن الأمثلة على التكاليف المتغيرة المواد الخام وأجور العمل.

لذلك، يعتبر تحليل التعادل أداة من أدوات التخطيط وذلك لأن إجراء هذا التحليل يدل متخذ القرار أو إدارة الإنتاج في الشركة على عدد الوحدات الواجب إنتاجها وبيعها لتجنب أية خسائر، هذا من جهة، ومن جهة أخرى فهو الذي يحدد عدد الوحدات الواجب إنتاجها وبيعها لتحقيق الأرباح المستهدفة أو الواجب تحقيقها (السويدان، 2011).

ويوصلنا تحليل التعادل إلى نقطة تتساوى عندها مجموع الإيرادات مع مجموع التكاليف بشقيها الثابتة والمتغيرة وذلك عن طريق تطبيق المعادلة التالية:

نقطة التعادل = مجموع التكاليف الثابتة / سعر بيع الوحدة – التكلفة المتغيرة للوحدة والمثال التالي يوضح كيفية استخدام تحليل التعادل في التخطيط:

مثال رقم (8- 1):

يقوم أحد المصانع بإنتاج مصابيح كهربائية، ويبيع الوحدة الواحدة بسعر (3.5) دينار، وتبلغ التكلفة المتغيرة لإنتاج المصباح الواحد (2) دينار، ويبلغ مجموع التكاليف الثابتة السنوية التي يتحملها المصنع (45000) دينار، فما عدد الوحدات الواجب إنتاجها وبيعها لتحقيق نقطة التعادل، أي لتجنب الخسارة.

الحل:

من خلال تطبيق المعادلة السابقة:

نقطة التعادل = مجموع التكاليف الثانيه÷(سعر بيع الوحدة- التكاليف المتغيره للوحدة)

$$=45000\div(3.5-2)$$

$$=30000 \text{ وحدة}$$

وفي هذا دعم واضح لقرار تخطيط الإنتاج حيث سيتجه المخطط إلى توفير الطاقة اللازمة لإنتاج عدد أكبر من (30000) وحدة وذلك من أجل تحقيق الأرباح حيث أن كل وحدة تباع بعد نقطة التعادل يمثل عائد بيعها ربحاً صافياً.

ومن هنا يمكن تعريف نقطة التعادل على أنها أقل مستوى إنتاجي يمكن السماح به لاستخدام الطاقة الإنتاجية للمنشأة، لتعبّر عن حجم المبيعات الذي تتعادل فيه الإيرادات مع التكاليف الكلية دون تحقيق أي ربح أو خسارة، ويمثل الفرق بين حد الاستخدام المتوقع لطاقة المنشأة وبين نقطة التعادل منطقة الأمان التي كلما زاد اتساعها كلما كان ذلك أفضل (الشيخ، 2009، ص107).

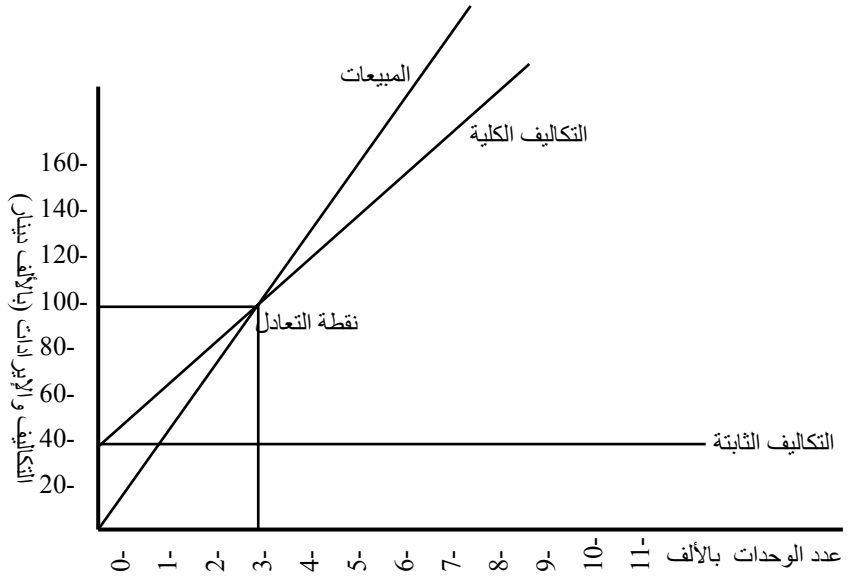
كما يمكن التعبير عن نقطة التعادل باستخدام الرسم البياني وذلك من خلال المثال التالي:

مثال رقم (8- 2):

تبيع شركة الرائد لأحبار الطابعات والعبوة الواحدة بمبلغ (18) دينار، علمًا بأن التكلفة المتغيرة لإنتاج الوحدة الواحدة تبلغ (6) دنانير وتتحمل الشركة تكاليف ثابتة سنوية قدرها (40000) دينار. فكم يبلغ عدد الوحدات الواجب إنتاجها وبيعها لتحقيق نقطة التعادل.

الحل:

1. نقوم أولا برسم محورين؛ الأفقي لعدد الوحدات، والرأسي يمثل التكاليف والإيرادات.
2. يتم رسم خط التكاليف الثابتة من نقطة (40000) دينار بشكل موازٍ للمحور الأفقي وذلك لأن التكاليف الثابتة لن تتغير بتغير عدد الوحدات المنتجة.
3. تبدأ التكاليف المتغيرة انطلاقها من نقطة التكاليف الثابتة.
4. تمثل نقطة التقاء منحنى التكاليف الكلية مع منحنى المبيعات نقطة التعادل حيث يتم إسقاط خط رأسي من هذه النقطة إلى المحور الأفقي فيكون عدد الوحدات الواجب إنتاجها لتحقيق نقطة التعادل هو (3333) وحدة.



ويمكن التأكد من صحة هذا الحل كما يلي:

المبيعات: 3333.33 وحدة × سعر البيع 18 = 60000 دينار

التكاليف المتغيرة 3333.33 × 6 = (20000) دينار

هامش المساهمة (مساهمة كل وحدة مبيعات في الربح الإجمالي) =40000 دينار

التكاليف الثابتة 40000 دينار

صافي الربح صفر (أي أننا وصلنا نقطة التعادل عند حجم مبيعات 60000 دينار)

كما يتم استخدام تحليل التعادل كأداة لتخطيط الإنتاج في معرفة عدد الوحدات الواجب إنتاجها لتحقيق الربح المستهدف، ففي الحياة العملية الواقعية تقوم الشركات بإعداد موازنات تقديرية لكافة الأنشطة سواء أكانت بيعية، أم ربحية، أم تسويقية، وغيرها. فعلى فرض أن الشركة قدّرت الأرباح المخطط لها في الفترة اللاحقة بمبلغ معين فلا بد لمدير دائرة الإنتاج من وضع خطة لإنتاج حجم من الوحدات يكفل تحقيق هذا الرقم من الأرباح المقدّرة والمثال التالي يوضح كيفية استخدام تحليل التعادل في هذا المجال.

مثال رقم (8- 3):

قدّر المركز العالمي للياقة البدنية الأرباح الواجب تحقيقها في الشهر القادم بمبلغ (30000) دينار، علمًا بأن تكلفة المشترك الواحد تبلغ (10) دنانير شهريًا فيما تبلغ رسوم الاشتراك الشهرية للمشترك الواحد (40) دينارًا، أما التكاليف الثابتة فتبلغ (15000) دينارًا، استناداً لهذه البيانات ما عدد المشتركين الواجب اجتذابهم لتحقيق الربح المستهدف؟

الحل:

يتم استخدام المعادلة التالية:

عدد الوحدات اللازمة لتحقيق الربح المستهدف = (التكاليف الثابتة + الربح المستهدف) / هامش المساهمة

هامش المساهمة = سعر البيع – التكلفة المتغيرة

وفي هذه الحالة وكونها تتعلق بمنشأة خدمات فإن سعر البيع هو رسوم الاشتراك وعدد الوحدات يمثل عدد المشتركين لذلك فإن عدد المشتركين الواجب جذبهم لتحقيق الربح المستهدف = (30000 + 15000)/ 40 – 10 = 1500 مشترك.

وللتأكد من صحة هذه النتيجة يتم إعداد قائمة دخل مبسّطة على النحو التالي:

الإيرادات 1500 × 40 =	60000
- التكاليف المتغيرة 1500 × 10 =	15000
هامش المساهمة	45000
تطرح التكاليف الثابتة	30000
الربح المستهدف	15000 دينار

وبموجب هذا التحليل سيقوم المركز العالمي بتوجيه جهوده التسويقية لاستقطاب العدد اللازم من المشتركين من أجل تحقيق أهداف المركز والمتمثلة في تحقيق الربح المستهدف البالغ (15000) دينار.

ثانياً: قرار البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي

The Sell or-Process-Further Decision

تواجه بعض الشركات التي تقوم بإنتاج منتجات مشتركة Joint Products، والتي يتم إنتاجها من مادة خام واحدة، مشكلات تتعلق بتخطيط العمليات من جهة وتخطيط الإنتاج من جهة أخرى. فهناك أنواع من المنتجات تبقى مشتركة إلى حد معين من الخط الإنتاجي وعند وصول عملية الإنتاج إلى هذه النقطة تنفصل مخرجات هذه النقطة لتتبلور في أنواع متعددة من المنتجات.

ومن هنا، فإن الشركة تجد نفسها مضطرة للتنبؤ بالطلب على المنتج المشترك قبل وصوله إلى نقطة الانفصال، وكذلك على المنتجات المتعددة التي تتنوع عن نفس هذا المنتج وتأخذ شكل منتجات جديدة، ويتركز القرار هنا في تخطيط العمليات وتخطيط الإنتاج إنطلاقاً من السؤال التالي:

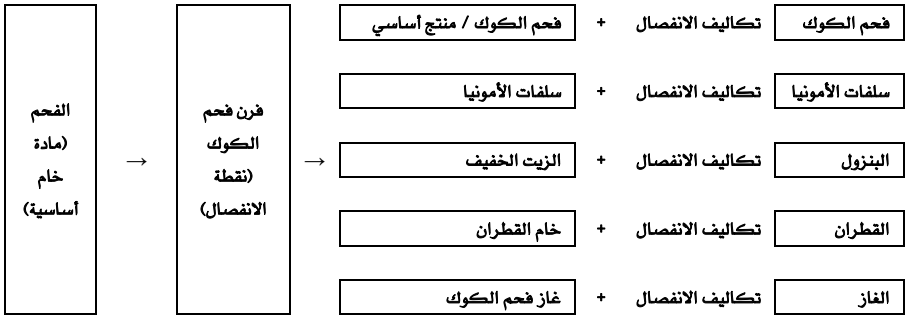
هل تقوم الشركة بإكمال عملية التصنيع للحصول على المنتجات المتعددة؛ أم تكتفي ببيع المنتج الذي تم الوصول إليه عند نقطة الانفصال؟.

ولا شك في أن هذه العملية يشوبها نوع من التعقيد، إلا أن الأساليب الكمية قد وجدت الحل الملائم والذي يساعد في اتخاذ القرار الصائب في هذا المجال.

ومن الأمثلة على هذا النوع من المنتجات المشتركة، المشتقات النفطية حيث تكون المادة الخام هي البترول الخام وتتفرع عند نقطة معينة من الخط الإنتاجي إلى منتجات متعددة مثل الكاز، البنزين، الديزل وغيرها، وكذلك في صناعة الألبان حيث يعتبر الحليب مادة خام لأنواع متعددة من المنتجات مثل الجبنة، الزبدة، اللبنة، واللبن الرائب وغيرها، ولتقريب الصورة إلى ذهن الطالب فإن الشكل التالي يوضح المقصود بالمنتجات المشتركة.

شكل رقم (8- 1)

المنتجات المشتركة



Accounting for Management, 2011

نلاحظ من الشكل السابق أن المخطِط أو صاحب القرار في الشركة يكون أمام خيارين: فإما أن يتم بيع المنتج الأولي وهو فحم الكوك، وإما أن تستمر عملية الإنتاج للحصول على المنتجات الخمسة، وفي كلا الحالتين لا بد من أن يكون قد تم إجراء تقدير دقيق للطلب، ولكن إذا تقرر الاستمرار في عملية الإنتاج فإن الأمر يتطلب توفير الطاقة اللازمة لتنفيذ الخطة الإنتاجية.

ومن أجل تحقيق أهداف الشركة الربحية من خلال خطة الإنتاج، فقد يكون بيعه عند نقطة الانفصال أفضل من الاستمرار في تصنيعه للوصول إلى المنتج النهائي وذلك من ناحية ربحية، كما أن هناك منتجًا أو أكثر لا بد من إكمال تصنيعه لتحقيق أرباح للشركة.

والمثال التالي يوضح آلية العمل حسب هذا النموذج من التخطيط الشامل للإنتاج.

مثال رقم (8- 4):

تقوم شركة المستلزمات الطبية بإنتاج ثلاثة أنواع من الكريمات العلاجية من مادة خام واحدة، حيث تنتج "كريم" لمعالجة حب الشباب، و"كريم" ما بعد الحلاقة، و"كريم" لمقاومة قشرة الشعر، وتبلغ التكاليف التي تتحملها الشركة قبل الوصول إلى نقطة الانفصال في الخط الإنتاجي ما مجموعه

(50000) دينار تقوم بتوزيعها على المنتجات الثلاثة حسب حجم الكمية المنتجة منسوبة إلى إجمالي الإنتاج.

كما يمكن للشركة إجراء عمليات تصنيع إضافية لكل منتج وطرحه في السوق بشكله النهائي ضمن المعطيات التالية:

البيان	"كريم" حب الشباب	"كريم" ما بعد الحلاقة	"كريم" القشرة	المجموع
الكميات المنتجة عند نقطة الانفصال (كغم)	6000	7000	13000	26000
التكاليف المشتركة الموزعة	11538	13462	25000	50000
القيمة البيعية عند نقطة الانفصال	6500	16000	18000	40500
تكاليف التصنيع الإضافي	2500	31000	19000	52500
القيمة البيعية بعد التصنيع الإضافي	11000	88000	24000	123000

وبصفتك صاحب القرار في هذه الشركة، فما المنتجات التي ستقرر بيعها عند نقطة الانفصال، وما المنتجات التي سيتم إجراء الإنتاج الإضافي لها ومن ثم بيعها؟

قبل المباشرة بحل هذه المشكلة لا بد من توضيح كيفية توزيع التكاليف المشتركة حيث تم استخدام المعادلة التالية:

الكمية المنتجة من كل منتج × (التكاليف المشتركة / إجمالي الإنتاج)

"كريم" حب الشباب: 6000 × (50000 / 26000)= 11538 دينارًا نصيبه من التكاليف المشتركة.

"كريم" ما بعد الحلاقة: 7000 ×(50000 / 26000)= 13462 دينارًا نصيبه من التكاليف المشتركة.

"كريم" القشرة: 13000 × (50000 / 26000) = 25000 دينارًا نصيبه من التكاليف المشتركة.

الحل:

يوجد أسلوبان لحل هذه المسألة هما: الأسلوب التفاضلي، وأسلوب تكلفة الفرصة البديلة.

1. **الأسلوب التفاضلي:**

ويقوم هذا الأسلوب على استخراج الإيراد الإضافي لكل منتج ومقارنته مع التكاليف الإضافية بعد نقطة الانفصال.

الإيراد الإضافي = القيمة البيعية بعد إجراء التصنيع الإضافي – القيمة البيعية عند نقطة الانفصال.

وبالتالي يكون الإيراد الإضافي لكل منتج كما يلي:

"كريم" حب الشباب: 11000 – 6500 = 4500 دينار

"كريم" بعد الحلاقة: 88000 – 16000 = 72000 دينار

"كريم" القشرة: 24000 – 18000 = 6000 دينار

ثم نقوم باحتساب صافي الربح أو الخسارة لكل منتج وذلك حسب الجدول التالي:

البيان	"كريم" حب الشباب	"كريم" ما بعد الحلاقة	"كريم" القشرة	المجموع
الإيراد الإضافي	4500	72000	6000	82500
تكاليف التصنيع الإضافي	2500	31000	19000	52500
الربح / الخسارة الناتج عن التصنيع الإضافي	2000	41000	(13000) -	30000

لذلك سيكون القرار هو إجراء عملية التصنيع الإضافي للمنتجين الأول والثاني وبيع المنتج الثالث عند نقطة الانفصال لأن عملية التصنيع الإضافي لهذا المنتج تكون نتيجتها خسارة قدرها (13000) دينار.

2. **أسلوب تكلفة الفرصة البديلة Opportunity Cost:**

حيث سيتم حل المثال السابق رقم (8- 4) وفق هذا الأسلوب، كما يلي:

الحل حسب أسلوب تكلفة الفرصة البديلة:

البيان	"كريم" حب الشباب	ما بعد الحلاقة	"كريم" القشرة	المجموع
القيمة البيعية بعد التصنيع الإضافي	11000	88000	24000	123000
يطرح:				
- تكاليف التصنيع الإضافي.	(2500)	(31000)	(19000)	(52500)
- القيمة البيعية عند الانفصال (الفرصة البديلة)	(6500)	(16000)	(18000)	(40500)
الربح / الخسارة نتيجة التصنيع الإضافي	2000	41000	(13000)	30000

وبذلك نكون قد وصلنا إلى نفس النتيجة السابقة.

ثالثاً: قرار التصنيع الداخلي أم الشراء To Make – or – Buy Decision

تحتاج الشركات الصناعية في كثير من الأحيان إلى قطعة معينة لازمة لإتمام منتجها النهائي وجعله قابلاً للبيع في السوق، ومن الأمثلة على ذلك شركات تصنيع السيارات التي تقوم بتصنيع المحرّك والهيكل والفرش الداخلي والكراسي ولكنها تقوم بشراء العجلات من شركات أخرى متخصصة في صناعة العجلات، ومن الأمثلة الأخرى على ذلك أيضا شركات تصنيع الأجهزة الكهربائية مثل التلفزيونات والثلاجات والغسالات وغيرها، فتصبح الشركة هنا أمام خيارين إما شراء القطعة اللازمة من السوق أو تصنيعها داخل الشركة نفسها.

ولعل أهم ما يتحكم باتخاذ مثل هذا القرار ما يلي:

أ. توافر هذه القطعة وبمستوى معين من الجودة في السوق.

ب. ضمان عملية استمرار المورّد الخارجي بتوريد هذه القطعة في أي وقت وبأي كمية تحتاجها الشركة.

ج. توفر الإمكانات المادية (المالية) لدى الشركة لتصنيع هذه القطعة داخلياً.

د. مدى توافر طاقة إنتاجية غير موظَّفة من الممكن استخدامها لتصنيع القطعة اللازمة (الشرع، 2010).

لذلك فإن عملية التخطيط للإنتاج، والتي ترمي لاتخاذ قرار التصنيع الداخلي أم الشراء من السوق، لا بد لها من دراسة كافة هذه العوامل، وذلك لأنه، وعلى الرغم من توافر فائض من الطاقة الإنتاجية لدى الشركة يكفي لتصنيع القطع المطلوبة؛ إلا أن تكلفة تصنيع هذه القطعة داخليا قد تفوق تكلفة شرائها من الخارج، كما يجب معرفة هل أن الطاقة الفائضة لدى الشركة متوفرة بشكل دائم أم بشكل مؤقت، لأنه إن كانت هذه الطاقة الفائضة متوفرة بشكل مؤقت وقامت الشركة باتخاذ قرار التصنيع الداخلي فقد يؤثر ذلك على علاقاتها المستقبلية مع الموردين، مما قد يؤدي إلى عدم التزام الموردين الخارجيين بتوريد القطعة المطلوبة للشركة والذي سيؤثر بالنتيجة على الوضع السوقي للشركة ككل.

كما تتطلب عملية التخطيط لإنتاج هذه القطعة مقارنة تكاليف التصنيع الداخلي التي ستتحملها الشركة مع تكاليف الشراء المباشر، ذلك لأن التوفير في التكاليف يعتبر دليلاً على كفاءة وفاعلية المخططين.

وقد عالجت الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات مثل هذه الحالات وقدّمت للمخططين ما يساعدهم على اتخاذ القرار السليم عند مواجهة مثل هذه الحالات وذلك لأن اتخاذ مثل هذا القرار يحتاج إلى بيانات نوعية (Qualitative) تتعلق بالجودة ومدى استمرار طلب القطعة المراد شراؤها أو تصنيعها، كما يحتاج إلى بيانات كمية (Qualitative) أهمها تكلفة الشراء وتكلفة التصنيع والمقارنة بينهما، وكمية الطاقة الإنتاجية المتوفرة لدى الشركة، وهل هي كافية لهذا

الإنتاج أم لا؟، مثل ساعات العمل، وعدد العاملين، وعدد الماكينات، وطاقة كل ماكينة، وهكذا (Joel and Jae, 2010).

والآن سنقوم باستعراض مثال عملي يوضح كيفية اتخاذ المخطط لقرار الشراء أم التصنيع:

مثال رقم (8- 5):

تقوم شركة العامري للأجهزة الكهربائية بتصنيع أجهزة التلفزيون، ولكي تتمكن من الوصول إلى منتجها النهائي القابل للبيع تحتاج إلى قطعة تتحكم بدرجة الصوت يتم تركيبها داخل كل جهاز، وتحتاج الشركة سنويًا إلى (8000) قطعة من هذا النوع، يتطلب تصنيعها داخليًا التكاليف التالية:

مواد أولية	8000 × 5	=	40000
أجور عمل مباشر	8000 × 4	=	32000
تكاليف صناعية غير مباشرة متغيرة	8000 × 4	=	32000
تكاليف صناعية غير مباشرة ثابتة تبلغ نسبتها 150٪ من أجور العمل	32000 × 150٪ أو: 6 × 8 / 19	=	48000
مجموع التكاليف			**152000 د.أ**

وقد وجدت الشركة بأن لديها من الطاقة ما يكفي لإنتاج منتجها الأصلي بالإضافة إلى جهاز التحكم بقوة الصوت، إلا أن أحد المورِّدين عرض عليها توريد هذه القطعة بسعر (16) دينارًا، ويعني ذلك أنه في حالة الشراء سيكون لدى الشركة طاقة إنتاجية عاطلة (غير موظَّفة)، وأن الشركة ستوفر التكاليف الصناعية الثابتة في حالة الشراء، ما عدا رواتب الإداريين والاهتلاكات والتي تصل في حدها الأقصى إلى (3/1) هذه التكاليف، فهل تقوم الشركة بشراء الجهاز المطلوب مباشرة من المورد أم تقوم بتصنيعه؟

للإجابة على هذا السؤال لا بد من إجراء التحليل التالي لكلا الخيارين.

البيـــــــان	على مستوى الوحدة الواحدة		على مستوى الطلب 8000 وحدة	
	تصنيع	شراء	تصنيع	شراء
سعر الشراء		16		128000
مواد أولية	5		40000	
أجور عمل مباشر	4		32000	
تكاليف صناعية غير مباشرة متغيرة	4		32000	
تكاليف صناعية غير مباشرة ثابتة (الفائض عما تم توفيره)	2		16000	
المجموع	**15**	**16**	**120000**	**128000**

الفرق لصالح قرار التصنيع الداخلي 1 8000

وبناء على هذا التحليل ستقوم الشركة باتخاذ قرار التصنيع الداخلي لأسباب هي:

1. أقل تكلفة من قرار الشراء.
2. استخدام الطاقة الإنتاجية المتوفرة لدى الشركة بحيث لا يكون هناك طاقة عاطلة.
3. ضمان أكثر لجودة الإنتاج.

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد كيفية استخدام الأساليب الكمية في تخطيط الإنتاج، حيث تم دراسة ثلاثة أساليب يمكن استخدامها في عمليات تخطيط الإنتاج، هي: أسلوب تحليل التعادل، وقرارات البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي، وقرار التصنيع الداخلي أو الشراء.

ويعتبر اسلوب تحليل التعادل أداة من أدوات التخطيط وذلك لأن إجراء هذا التحليل يدل متخذ القرار أو إدارة الإنتاج في الشركة على عدد الوحدات الواجب إنتاجها وبيعها لتجنب أية خسائر، هذا من جهة، ومن جهة أخرى فهو الذي يحدد عدد الوحدات الواجب إنتاجها وبيعها لتحقيق الأرباح المستهدفة أو الواجب تحقيقها، وبالتالي يسهم هذا الأسلوب في اتخاذ قرارات تفضي إلى تحقيق النتائج التي تسعى المنظمة إلى تحقيقها.

وتم في هذا الفصل توضيح المقصود بقرارات البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي، والتي تعني كيفية اتخاذ قرارات الإنتاج عند مواجهة الشركة التي تقوم بإنتاج منتجات مشتركة يتم إنتاجها من مادة خام واحدة، مشكلات تتعلق بتخطيط العمليات من جهة وتخطيط الإنتاج من جهة أخرى، فهناك أنواع من المنتجات تبقى مشتركة إلى حد معين من الخط الإنتاجي، وعند وصول عملية الإنتاج إلى هذه النقطة تنفصل مخرجات هذه النقطة لتتبلور في أنواع متعددة من المنتجات. ومن هنا، فإن الشركة تجد نفسها مضطرة للتنبؤ بالطلب على المنتج المشترك قبل وصوله إلى نقطة الانفصال، وكذلك على المنتجات المتعددة التي تتنوع عن نفس هذا المنتج وتأخذ شكل منتجات جديدة، ويتركز القرار هنا في تخطيط العمليات وتخطيط الإنتاج من خلال تحديد القرار الذي ستتخذه الشركة، فهل تقوم الشركة بإكمال عملية التصنيع للحصول على المنتجات المتعددة؛ أم تكتفي ببيع المنتج الذي تم الوصول إليه عند نقطة الانفصال؟.

وفيما يتعلق بقرار التصنيع الداخلي أو الشراء، فإن الشركات الصناعية تحتاج في كثير من الأحيان إلى قطعة معينة لازمة لإتمام منتجها النهائي وجعله

قابلاً للبيع في السوق، وهنا يثور السؤال أمام متخذ القرار، هل يتم تصنيع تلك القطعة داخلياً، أم من الأفضل شراؤها من شركات خارجية؟. ومن أجل الإجابة عن هذا التساؤل فإن على متخذ القرار دراسة كافة العوامل المتعلقة بذلك، فربما يكون هناك فائض من الطاقة الإنتاجية لدى الشركة يكفي لتصنيع القطع المطلوبة؛ إلا أن تكلفة تصنيع هذه القطعة داخلياً قد تفوق تكلفة شرائها من الخارج، كما يجب معرفة هل أن الطاقة الفائضة لدى الشركة متوفرة بشكل دائم أم بشكل مؤقت، لأنه إن كانت هذه الطاقة الفائضة متوفرة بشكل مؤقت وقامت الشركة باتخاذ قرار التصنيع الداخلي فقد يؤثر ذلك على علاقاتها المستقبلية مع الموردين، مما قد يؤدي إلى عدم التزام الموردين الخارجيين بتوريد القطعة المطلوبة للشركة والذي سيؤثر بالنتيجة على الوضع السوقي للشركة ككل.

وقد عالجت الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات مثل هذه الحالات وقدّمت للمخططين ما يساعدهم على اتخاذ القرار السليم عند مواجهة مثل هذه الحالات وذلك لأن اتخاذ مثل هذا القرار يحتاج إلى بيانات نوعية تتعلق بالجودة ومدى استمرار طلب القطعة المراد شراؤها أو تصنيعها، كما يحتاج إلى بيانات كميةأهمها تكلفة الشراء وتكلفة التصنيع والمقارنة بينهما، وكمية الطاقة الإنتاجية المتوفرة لدى الشركة، وهل هي كافية لهذا الإنتاج أم لا؟، مثل ساعات العمل، وعدد العاملين، وعدد الماكينات، وطاقة كل ماكينة.

مسرد المصطلحات

- **التكاليف الثابتة Fixed Costs**: هي تلك التكاليف التي لا تتغير في مجموعها بتغير حجم النشاط (وحدات الإنتاج) لذلك فإن العلاقة تكون عكسية ما بين التكلفة الثابتة للوحدة وحجم الإنتاج، فكلما زاد حجم الإنتاج كلما قل نصيب الوحدة الواحدة من التكاليف الثابتة.
- **التكاليف المتغيرة Variable Costs**: وهي تتغير في مجموعها بتغير حجم الإنتاج ويكون هذا التغير بنفس النسبة ونفس الاتجاه.
- **تحليل التعادل Break – Even Analysis**: إحدى أدوات التخطيط، ويدل إجراء هذا التحليل متخذ القرار أو إدارة الإنتاج في الشركة على عدد الوحدات الواجب إنتاجها وبيعها لتجنب أية خسائر، كما أنه يحدد عدد الوحدات الواجب إنتاجها وبيعها لتحقيق الأرباح المستهدفة أو الواجب تحقيقها، ويوصل تحليل التعادل إلى نقطة تتساوى عندها مجموع الإيرادات مع مجموع التكاليف بشقيها الثابتة والمتغيرة.
- **نقطة التعادل Break – Even**: أقل مستوى إنتاجي يمكن السماح به لاستخدام الطاقة الإنتاجية للمنشأة، لتعبّر عن حجم المبيعات الذي تتعادل فيه الإيرادات مع التكاليف الكلية دون تحقيق أي ربح أو خسارة.
- **المنتجات المشتركة Joint Products**: تلك المنتجات التي يتم إنتاجها من مادة خام واحدة.
- **قرار البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي The Sell or-Process-Further Decision**: ذلك القرار الذي يتعلق بتخطيط الإنتاج إنطلاقاً من السؤال: هل تقوم الشركة بإكمال عملية التصنيع للحصول على المنتجات المتعددة؛ أم تكتفي ببيع المنتج الذي تم الوصول إليه عند نقطة الانفصال؟.
- **الأسلوب التفاضلي Differential Method**: يقوم هذا الأسلوب على استخراج الإيراد الإضافي لكل منتج من المنتجات التي انفصلت، ومقارنته مع التكاليف الإضافية بعد نقطة الانفصال.

- **تكلفة الفرصة البديلة Opportunity Cost**: هي قيمة نظرية تساوي القيمة المتوقعة للبدائل المتخلى عنها نتيجة اختيار بديل معين.
- **قرار التصنيع الداخلي أم الشراء To Make – or – Buy Decision**: ذلك القرار الذي يتعلق بتصنيع الأجزاء التي تحتاج إليها الشركة لإكمال منتجاتها داخلياً، أو شراء تلك الأجزاء من شركات الأخرى.

أسئلة للمناقشة

1. بين المقصود بالتكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة، وكيف تؤثر على ربحية المنظمة؟
2. يعتبر تحليل التعادل أداة من أدوات التخطيط، في ضوء تحديد مفهوم نقطة التعادل؛ كيف يكون ذلك؟
3. ينتج المصنع (س) أجهزة خلوية، بتكلفة متغيرة تبلغ (50) دينار للجهاز الواحد، فيما كانت التكاليف السنوية الثابتة لهذا المصنع تساوي (120000) دينار، ويت بيع الجهاز الواحد بمبلغ (70) دينار، ما عدد الأجهزة الواجب إنتاجها وبيعها لتحقيق نقطة التعادل؟
4. حدد المقصود بالمنتجات مشتركة؟
5. ماذا يعني لك قرار البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي؟
6. يوجد أسلوبان لحل مشكلة اتخاذ قرار بشأن البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي، هما: الأسلوب التفاضلي، وأسلوب تكلفة الفرصة البديلة، بين مستعيناً بالأمثلة ما يعنيه كل أسلوب؟
7. تواجه الشركات خيارين لتوفير قطعة معينة لإتمام منتجها النهائي، وهما: إما شراء القطعة اللازمة من السوق؛ أو تصنيعها داخل الشركة نفسها، ما الاعتبارات التي تتحكم باتخاذ مثل هذا القرار؟

الفصل التاسع

استخدام البرمجة الخطية في تخطيط الإنتاج

The use of Linear Programming In Planning

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكِّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. توضيح مفهوم البرمجة الخطية.
2. تحديد عناصر وشروط صياغة النموذج الرياضي باستخدام البرمجة الخطية.
3. بيان كيفية حل المشكلات من خلال طريقة الرسم البياني.
4. توضيح كيفية استخدام طريقة السمبلكس في حل المشكلات.
5. شرح تحليل الحساسية في البرمجة الخطية.
6. بيان كيفية استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة ضغط التكاليف.

الفصل التاسع

استخدام البرمجة الخطية في تخطيط الإنتاج

The use of Linear Programming In Planning

المقدمة Introduction

تناولنا في الفصل السابع من هذا الكتاب كيفة استخدام بعض الأساليب الكمية في تخطيط الإنتاج، مثل أسلوب تحليل نقطة التعادل، وأسلوب قرارات البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي، وأسلوب قرار التصنيع الداخلي أم الشراء، وفي كل تلك الأساليب بيّنا كيفية إجراء التخطيط الناجح للإنتاج. أما في هذا الفصل فسيتم توضيح كيفية استخدام الرمجة الخطية في عملية تخطيط الإنتاج، حيث أصبحت البرمجة الخطية إحدى الوسائل المهمة في عملية اتخاذ القرار، سواء كان القرار المطلوب زيادة العوائد وتحقيق معدلات أعلى من الربح، أم كان تخفيض التكاليف، وفي كلتا الحالتين سيتم في هذا الفصل بيان كيفية القيام بذلك من خلال إيراد مجموعة من الأمثلة التي توضح ذلك.

سيتم في هذا الفصل توضيح مفهوم البرمجة الخطية، وتحديد عناصر وشروط صياغة النموذج الرياضي باستخدام البرمجة الخطية، وبيان كيفية حل المشكلات من خلال طريقة الرسم البياني، وتوضيح كيفية استخدام طريقة السمبلكس في حل المشكلات، وشرح تحليل الحساسية في البرمجة الخطية، وبيان كيفية استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة ضغط التكاليف.

أولاً: مفهوم البرمجة الخطية Linear Programming

البرمجة الخطية هي أسلوب رياضي يهدف إلى تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة لتحقيق أهداف المنظمة، والتي قد تكون موجهة نحو تحقيق أعلى مستوى من الأرباح أو نحو تخفيض التكاليف إلى أدنى مستوى، لذلك أصبحت البرمجة الخطية وسيلة من وسائل صانعي القرارات في المنظمات من

أجل وضع الخطط الكفيلة بتحقيق الأهداف بفاعلية وكفاءة حيث أصبحت تستخدم في مجالات متعددة منها:

1. تخطيط الاستثمار: حيث تعمل البرمجة الخطية في هذا المجال في إيجاد البديل الاستثماري الأمثل الذي يحقق أعلى مستوى من العائد.
2. تخطيط الإنتاج: تساعد البرمجة الخطية صانع القرار في الوصول إلى الطريقة التي تؤدي إلى الاستخدام الأمثل للطاقة المتاحة في سبيل تحقيق أعلى الأرباح أو أقل الخسائر.
3. مشاكل النقل: حيث تعمل البرمجة الخطية على كيفية نقل المنتجات من المصنع إلى منافذ التسويق وذلك في حالة التباعد الجغرافي بين المصنع والأسواق أو مراكز التخزين (Chandran et al, 2005)، وعندما تواجه متخذ القرار مشكلة ما في إحدى هذه المجالات، يطلب من الجهات المتمرسة في بحوث العمليات سواء في داخل الشركة أم من خارجها مساعدته في إيجاد الحل المناسب لهذه المشكلة.

ثانياً: عناصر وشروط صياغة النموذج الرياضي باستخدام البرمجة الخطية

تنطلق عملية البرمجة الخطية من خلال عملية صياغة المشكلة في عبارات واضحة، تتضمن أبعاد المشكلة، مما يساعد المحلل الكمي في حل هذه المشكلة، وعندما يتوفر هذان الشرطان يقوم المحلل الكمي بصياغة النموذج الرياضي المناسب الذي ينبغي أن تتوافر فيه مجموعة من العناصر الأساسية تتمثل فيما يلي:

1. **صياغة دالة الهدف** Formulation of Objective Function

حيث تتم صياغة دالة الهدف وفق الهدف من القرار، فقد يكون الهدف تعظيم الأرباح عندها يتم استخدام المختصر (Max) من كلمة (Maximize)، وقد يكون الهدف تخفيض التكاليف، وعندها يتم استخدام المختصر (Min) من كلمة (Minimize)، ويتم اختيار رمز معين للأرباح، فعلى سبيل المثال (Z) تعني تعظيم الأرباح.

2. **تحديد القيود وإدخالها في النموذج الرياضي** Constraints

وتعني القيود محددات المشكلة التي لا يمكن تجاوزها، وتتعلق هذه القيود في أغلب الأحوال إما بالمواد الأولية أو بمصادر الطاقة المتوفرة لدى الشركة سواء أكانت أيدي عاملة أم ساعات عمل أو عدد ماكينات وغيرها، بحيث يصبح النموذج الرياضي بمثابة تعبير عن العبارة التالية:

"المطلوب تعظيم الأرباح الناتجة عن بيع المنتج (س) بسعر (20) دينار للوحدة الواحدة إذا علمت بأن الوحدة تحتاج إلى (4) ساعات عمل بينما الوقت المتاح أسبوعيًا في الشركة هو (22) ساعة عمل، وفي هذه الحالة يكون القيد هو ساعات العمل.

3. **عدم السلبية** Non Negative

ويعني ذلك أن الكميات، أو عدد العمال، أو عدد الساعات الناتجة عن متغيرات المشكلة لا يمكن أن تكون ذات إشارة سالبة، حيث لا يمكن القول أن الإنتاج سيكون (- 15) وحدة مثلاً، أو أن عدد العمال (- 5) عامل، وذلك لأن المصنع من الممكن أن ينتج ومن الممكن أن لا ينتج، حيث يعبّر عن الحالة الأولى بقيمة موجبة، أما الحالة الثانية فتأخذ القيمة (صفر).

4. **التناسبية** Proportionality

وتعني التناسبية وجود تناسب ما بين الموارد المستخدمة في الإنتاج وكمية الإنتاج فعلى سبيل المثال لو كان إنتاج الوحدة الواحدة يحتاج (3) ساعات عمل فإن إنتاج (20) وحدة سيحتاج إلى (60) ساعة عمل (Ferguson, 2009).

ثالثاً: حل المشكلات باستخدام طريقة الرسم البياني

تعتبر طريقة الرسم البياني إحدى طرق البرمجة الخطية المستخدمة في حل المشكلات، ويتم من خلال هذه الطريقة، ومن خلال الرسم، تحديد مناطق أو خطوط الإنتاج التي تؤدي إلى تعظيم الأرباح، أو تقليل التكاليف، والمثال رقم (6- 1) التالي يبين كيفية استخدام هذه الطريقة لتعظيم أرباح إحدى الشركات.

مثال رقم (9- 1):

تنتج شركة مصانع الأثاث الحديث نوعين من الطاولات: الطاولات الخشبية وتباع بسعر (30) دينار للطاولة الواحدة، والطاولات المعدنية وتباع بسعر (24) دينار للوحدة.

وكلا المنتجين يمران بثلاث مراحل إنتاجية هي:

1. مرحلة التصميم والقص: حيث تبلغ الطاقة الإنتاجية المتاحة في هذه المرحلة (64) ساعة عمل لا يمكن تجاوزها في الدورة الواحدة، كما أن الطاولة الخشبية تحتاج إلى (5) ساعات عمل في هذه المرحلة، والطاولة المعدنية تحتاج إلى (8) ساعات عمل في المرحلة نفسها.
2. مرحلة التنعيم والطلاء: تبلغ الطاقة الإنتاجية المتاحة في هذه المرحلة (54) ساعة عمل للدورة الإنتاجية، وإن الطاولة الخشبية بحاجة إلى (8) ساعات عمل في هذه المرحلة أما الطاولة المعدنية فتحتاج إلى (5) ساعات عمل.
3. مرحلة التركيب: وهي المرحلة النهائية، والتي تبلغ الطاقة الإنتاجية التي لا يمكن تجاوزها (80) ساعة عمل، وبواقع (8) ساعات عمل لكل من الطاولة الخشبية والطاولة المعدنية. والمطلوب معرفة العدد الواجب إنتاجه وبيعه من كل نوع من الطاولات والذي يحقق أعلى الأرباح:

الحل بطريقة الرسم البياني (مشكلة تعظيم الأرباح):

1. **افتراضات الحل:**

نفرض أن:

الطاولات الخشبية هي	X1
والطاولات المعدنية	X2
الأرباح	Z
تعظيم الأرباح	Max (Z)

2. **صياغة دالة الهدف:** بما أن الهدف هو تعظيم الأرباح فإن دالة الهدف تأخذ الصيغة التالية:

$$Max\ (Z) = 30\ X1 + 24X2$$

وتعني هذه الصيغة أنه كم يبلغ عدد الطاولات الخشبية التي تباع الواحدة منها بمبلغ (30) دينار والطاولات المعدنية التي تباع الواحدة منها بسعر (24) دينار الواجب إنتاجه وبيعه لتعظيم الأرباح.

3. **وضع القيود**: وهي المحددات التي لا يمكن تجاوزها، وفي هذا المثال يوجد ثلاثة قيود يتم صياغتها على شكل معادلات رياضية كما يلي:

القيد الأول والمتعلق بمرحلة التصميم والقص يبلغ الحد الأقصى للطاقة المتاحة (64) ساعة عمل وتتطلب الطاولة الخشبية (5) ساعات عمل في هذه المرحلة والطاولة المعدنية (8) ساعات عمل. لذا تصبح المعادلة المعبّرة عن هذا القيد كما يلي:

$$5X1 + 8X2 \leq 64$$

أما في مرحلة التنعيم والطلاء فتبلغ الطاقة المتاحة (54) ساعة عمل، في حين تحتاج الطاولة الخشبية إلى (8) ساعات عمل والطاولة المعدنية (5) ساعات عمل، فتصبح المعادلة الخاصة بهذا القيد كما يلي:

$$8X1 + 5X2 \leq 54$$

وفي مرحلة التركيب فإن الطاقة المتاحة تساوي (80) ساعة عمل، وتحتاج كل وحدة من كلا المنتجين (8) ساعات عمل في هذه المرحلة، لذا تصبح المعادلة الخاصة بهذا القيد كما يلي:

$$8X1 + 8X2 \leq 80$$

ولتحقيق عدم السلبية فإن الإنتاج من كل من X1، X2 يجب أن يكون موجبا، أي أكبر من صفر حيث نعبّر عن ذلك رياضيا كما يلي: $X1, X2 \geq 0$

4. صياغة النموذج الرياضي النهائي:

Max (z) = 30 X1 + 24 X2

ST

5 X1 + 8 X2	≤	64
8 X1 + 5 X2	≤	54
8 X1 + 8 X2	≤	80
X1 , X2	≥	صفر

5. **تحويل القيود إلى متساويات:** من أجل استخراج قيمة كل من X2 و X1 في كل معادلة لذلك تصبح هذه القيود كما يلي:

5 X1 + 8 X2 = 64 . . . . . (1)

8 X1 + 5 X2 = 54 . . . . . (2)

8 X1 + 8 X2 = 80 . . . . . (3)

ولإيجاد قيمة كل من X1 و X2 نأخذ كل معادلة على حدة كالتالي:

5 X1 + 8 X2 = 64 . . . . . (1)

نفرض أن المصنع لن ينتج أي من الطاولات الخشبية، بمعنى أن X1 = صفر.

وبالتعويض عن قيمة X1 البالغة صفر تصبح المعادلة:

5 (0) + 8 X2 = 64

وذلك يعني أن قيمة X2 (عدد الطاولات المعدنية) = 64/8 = 8

ثم نقوم بافتراض أن قيمة X2 = صفر من أجل إيجاد قيمة X1 وذلك كما يلي:

5 X1 + 8 (0) = 64

فتصبح X1 (عدد الطاولات الخشبية) = 64/5 = 12.8 ونقرّب لتصبح 13

المعادلة الثانية:

8 X1 + 5 X2 = 54 . . . . . (2)

نفرض أن X1 = صفر وبذلك تصبح المعادلة

8 (0) + 5 X2 = 54

وتقرب لتصبح 11 X2 = 54/5 = 10.8

ثم نفرض أن X2 = صفر

8 X1 + 5 (0) = 54

X1 = 54/8 = 7 بعد التقريب

المعادلة الثالثة:

8 X1 + 8 X2 = 80

وبافتراض أن X1 = صفر فإن

8 (0) + 8 X2 = 80

X2 = 80/8 = 10

ثم نفرض أن X2 = صفر

8 X1 + 8 (0) = 80

X1 = 80/8 = 10

6. **الرسم:** في هذه الخطوة نقوم برسم المعادلات على شكل خطوط في الرسم البياني الذي يتطلب رسم محورين، الأول أفقي يمثل X1 أي الطاولات الخشبية، والثاني رأسي يمثل X2 أي الطاولات المعدنية. ومن خلال المعادلات النهائية التي تم التوصل إليها في الخطوة السابقة يتم تحديد قيمة كل من X1، X2 في كل معادلة على المحورين ويتم إيصالهما ببعض وذلك كما يلي:

المعادلة الأولى: X1 = 13، X2 = 8

فنقوم بإيصال النقطة 13 على المحور الأفقي مع النقطة 8 على المحور الرأسي.

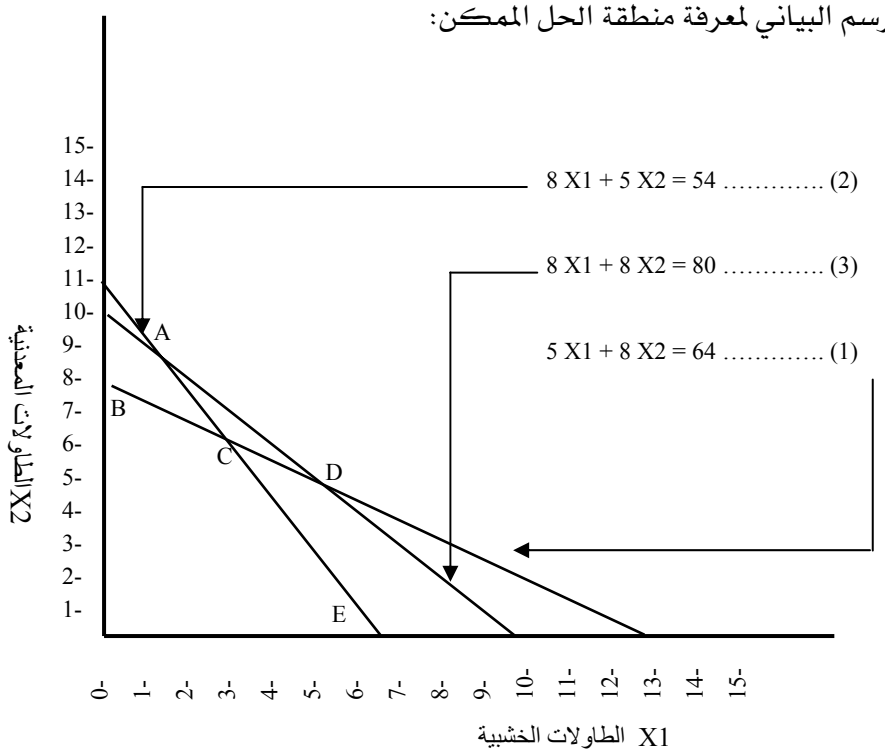
المعادلة الثانية: X1 = 7، X2 = 11

يتم إيصال النقطة 7 على المحور الأفقي مع النقطة 11 على المحور الرأسي.

المعادلة الثالثة: X1 = 10، X2 = 10

ويتم وصل النقطتين ببعضهما.

الرسم البياني لمعرفة منطقة الحل الممكن:



بموجب هذا الرسم يتضح أن النقاط (ABCDE) تمثل منطقة الحل الممكن (Area of Feasible Region).

ثم نقوم باحتساب الأرباح في كل نقطة من النقاط المشار إليها:

النقطة (A): يبلغ الإنتاج في هذه النقطة صفر من كلا الصنفين لذلك لا توجد أرباح ويتم التعبير عن ذلك بالصيغة التالية:

$$\text{Max } (z)\ (0.0) = 30\ (0) + 24\ (0) = 0$$

S.T:

$$5\ (0) + 8\ (0) < 64$$

$$8\ (0) + 5\ (0) < 54$$

$$8\ (0) + 8\ (0) < 80$$

$$X1\ ,\ X2 > 0$$

كما نلاحظ أن هذه النقطة تتفق مع القيود ومع شرط عدم السلبية ولكنها غير منطقية من ناحية اقتصادية كونها لا تحقق أرباحًا وتبقي الطاقة معطلة بشكل كامل.

النقطة (B): تمثل هذه النقطة إنتاج (8) وحدات من الطاولات المعدنية (X2) و (13) طاولة خشبية (X1) وبما أن إنتاج (13) طاولة خشبية يقع خارج منطقة الحل فيتم اعتبار أن الإنتاج من (X1) يساوي صفرًا، ويتم التعبير عن ذلك بالصيغة الرياضية التالية:

$$\text{Max } Z\ (0, 8) = 30\ (0) + 24\ (8) = 192$$

S.T:

$$5\ (0) + 8\ (8) = 64 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$
$$8\ (0) + 5\ (8) < 54$$
$$8\ (0) + 8\ (8) < 80$$
$$X1\ ,\ X2 > 0$$

وهنا تكون الشركة قد حققت أرباح بلغت (192) دينار وهي أفضل من النقطة (A) بالإضافة إلى تقيدها بالقيود والمحددات المفروضة وتحقيقها لشرط عدم السلبية.

النقطة (C): تقع هذه النقطة عند تقاطع المعادلتين الأولى والثانية

$$5\ X1 + 8\ X2 = 64 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$
$$8\ X1 + 5\ X2 = 54 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ولتحقيق التناسبية نقوم بضرب المعادلة الأولى في (8) والثانية في (5) فتصبح:

$$40\ X1 + 64\ X2 = 512$$
$$40\ X1 + 25\ X2 = 270$$

$$0\ X1 + 39\ X2 = 242$$

وبالطرح نحصل على:

$$X2 = 242/39 = 6$$

نقوم بالتعويض عن (X2) في المعادلة (1)

$$5\ X1 + 8\ (6) = 64$$
$$5\ X1 = 64 - 48 = 16$$
$$X1 = 16/5 = 3$$

فتصبح الصيغة الرياضية للنقطة كما يلي:

Max Z (C) (3, 6) = 30 (3) + 24 (6) = 234

S.T:

5 (3) + 8 (6)	=	64
8 (3) + 5 (6)	=	54
8 (3) + 8 (6)	<	80

وفي هذه النقطة ارتفعت الأرباح لتصبح (234) دينار مع المحافظة على التقيد بالقيود وشرط عدم السلبية.

النقطة (D): تقع هذه النقطة على تقاطع المعادلة (1) مع المعادلة (3)

5 X1 + 8 X2	=	64 ..... (1)
8 X1 + 8 X2	=	80 ..... (2)

ونقوم بضرب المعادلة الأولى بالرقم (8) والثالثة بالرقم (5) لنحصل على:

40 X1 + 64 X2	=	512
40 X1 + 40 X2	=	400

وبالطرح نحصل على:

0 X1 + 24 X2 = 112

X2 = 112/24 = 5

ثم نقوم بالتعويض عن (X2) في المعادلة الأولى:

5 X1 + 8 (5) = 64

5 X1 = 64 – 40

X1 = 5

فتصبح الصيغة الرياضية للنقطة (D):

Max X2 (1) (5, 5) = 30 (5) + 24 (5) = 270

بلغت أرباح النقطة (D) (270) دينار وهي أفضل من كل سابقاتها مع محافظتها على التقيد بالقيود وشرط عدم السلبية.

النقطة (E): بلغ الإنتاج في هذه النقطة (7) طاولات خشبية و (11) طاولة معدنية كما هو مبين في الرسم البياني وبما أن الطاولات المعدنية البالغ عددها

(11) طاولة تقع خارج منطقة الحل فيعتبر إنتاجها صفرا وبالتالي نعبّر عن الإنتاج بسبع طاولات خشبية فقط ويعبّر عن ذلك رياضيًا على الشكل التالي:

$$\text{Max Z (E) (7, 0)} = 30\ (7) + 24\ (0) = 210$$

S.T:

$$5\ (7) + 8\ (0) < 64$$

$$8\ (7) + 5\ (0) > 54$$

$$8\ (7) + 8\ (0) < 80$$

في هذه النقطة بلغت الأرباح (210) دينار، بالإضافة إلى أنها تتجاوز الطاقة المتاحة في المرحلة الثانية من الإنتاج حيث تبلغ الطاقة المتاحة (54) ساعة فيما تحتاج هذه النقطة إلى (56) ساعة، وبالتالي فإن الحل الأمثل يكون في النقطة (D) والتي تحقق أرباحاً قدرها (270) دينار وذلك بإنتاج (5) طاولات من كل صنف.

رابعاً: طريقة السمبلكس في حل المشكلات Simplex Method

تعتبر طريقة السمبلكس نموذج متقدم في حل المشكلات التي تستلزم البرمجة الخطية، وخصوصاً عندما تكون المتغيرات الخاصة بالمشكلة المراد حلها أو التوصل إلى قرار بشأنها أكثر من متغيرين. ومن أجل توضيح طريقة الحل حسب نموذج السمبلكس نعود لمثالنا السابق رقم (9- 1) لنطبق عليه خطوات الحل بموجب هذه الطريقة حيث يتم ذلك حسب الخطوات التالية:

1. بناء الجدول الرياضي، بالعودة إلى المثال السابق كان الجدول الرياضي الذي يعبّر عن هدف تحقيق أعلى العوائد كما يلي:

$$\text{Max (Z)} = 30\ X_1 + 24\ X_2$$

S.T.

$$5\ X_1 + 8\ X_2 \leq 64$$

$$8\ X_1 + 5\ X_2 \leq 54$$

$$8\ X_1 + 8\ X_2 \leq 80$$

$$X_1\ ,\ X_2 \geq 0$$

2. تحويل اللامتساويات إلى متساويات، يتطلب ذلك حسب طريقة السمبلكس إضافة المتغيرات الراكدة Slack Variables والتي تعبّر عن الطاقة المهدورة، وبما أن هناك ثلاث مراحل يمر بها الخط الإنتاجي فلا بد من إضافة ثلاثة متغيرات راكدة إلى دالة الهدف مسبوقة بقيمة صفر لكل منها فيصبح النموذج الرياضي للمسألة كما يلي مع افتراض أن (S) هي المتغير الراكد.

$$\text{Max } (Z) = 30\ X_1 + 24\ X_2 + 0\ S_1 + 0\ S_2 + 0\ S_3$$

S.T.

$$5\ X_1 + 8\ X_2 + 0\ S_1 = 64$$

$$8\ X_1 + 5\ X_2 + 0\ S_2 = 54$$

$$8\ X_1 + 8\ X_2 + 0\ 53 = 80$$

$$X_1 , X_2 , S_1 , S_2 , S_3 \geq 0$$

فيصبح لدينا: متغيرات أساسية X_2 و X_1

متغيرات غير أساسية (راكدة) S_1 , S_2 , S_3

3. إعداد جدول السمبكلس:

العامود الأمثل ↓

Basic	30 X_1	24 X_2	0 S_1	0 S_2	0 S_3	R.H.s	Ratio
0 S_1	5	8	1	0	0	64	13
0 S_2	8	5	0	1	0	54	→7← الصف المحوري
0 S_3	8	8	0	0	1	80	10
Z	30	24	0	0	0	0	

نلاحظ أننا قد أعطينا قيمة (1) للمتغير الراكد S_1 في الصف الأول وذلك لأنه يمثل معادلة المرحلة الأولى من مراحل الإنتاج، أما باقي المتغيرات الراكدة فقد أخذت قيمة صفر في هذا الصف كونها تمثل المراحل اللاحقة، أما في الصف الثاني فقد أخذ المتغير الراكد S_2 قيمة (1)، وفي الصف الثالث أخذ المتغير الراكد S_3 قيمة (1)، R.H.s تعني عدد الساعات.

مصفوفة (Z) أخذت القيمة صفر وذلك لأنه لا يوجد إنتاج، وهي عبارة عن حاصل ضرب قيمة S في عامود الـ Basic مع ما يقابلها في عامود S.R.s

أي: (0X64, 0X54, 0X80) = 0

وهذه هي قيمة Z التي توصلنا إليها في الحل في النقطة A في الرسم البياني.

4. التقدم في الحل:

يستوجب التقدم في الحل إدخال المتغيرات الأساسية (X_1 , X_2) إلى النموذج الرياضي الممثل لدالة الهدف وإخراج المتغيرات غير الأساسية الراكدة (S_1 , S_2 , S_3). وبما أن المسألة التي نحن بصددها هي تعظيم الأرباح فإن المتغير الذي يستحق الأولوية في الإدخال هو الذي يحمل أعلى قيمة مناظرة له في الصف (Z) وذلك لأن مساهمته في عملية التعظيم ستكون أكثر من غيره، وبالنظر إلى الجدول أعلاه نجد أن المتغير (X_1) هو صاحب أعلى قيمة في الصف (Z) والتي تبلغ (30)، لذلك نطلق على هذا العامود الذي تقع فيه أعلى قيمة في الصف (Z) اسم العامود الأمثل Optimum Column، أما المتغير الراكد المراد إخراجه فهو صاحب أقل Ratio ويتم استخراج قيم هذا العامود بقسمة عناصر عامود RHs على عناصر العامود الأمثل باستثناء القيم الصفرية إن وجدت فتصبح عناصر عامود Ratio كما يلي:

(مع تقريب الكسور إلى عدد صحيح) 64/5 = 13 , 54/8 = 7 , 80/8 = 10

وبالتالي فإن الصف الذي يحتوي على أقل قيمة Ratio وهي (7) يسمى بالصف المحوري Pivot Row. وهذا يعني بأننا سنقوم بإدخال المتغير (X_1) صاحب أعلى قيمة في العامود الأمثل وإخراج المتغير الراكد (S_2) صاحب أقل قيمة في الصف المحوري. ومن أجل الحصول على قيم (X_1) الذي سيتم إدخاله في عامود Basic مكان (S_2) يتم قسمة عناصر صف (S_2) في الجدول السابق على نقطة تقاطع العامود الأمثل مع الصف المحوري وهي (8) وبالتالي تصبح القيم الجديدة للمتغير الأساسي الداخل (X_1) كما يلي:

8/8 = 1 , 5/8 = 5/8 , 0/8 = 0 , 1/8 = 1/8 , 0/8 = 0 , 54/8 = 7

فتصبح قيم الصف المحوري الجديد كما يلي:

Basic	30 X_1	24 X_2	0 S_1	0 S_2	0 S_3	R.H.s	Ratio
0 S_1							
$X_1$30	1	5/8	0	1/8	0	7	7
0 S_3							
Z	30	24	0	0	0	0	

وبهذا نكون قد أوجدنا قيم الصف الثاني المقابل للمتغير (X_1) ولكي نجد قيم الصف الأول المقابل للمتغير (S_1) نقوم بإيجاد هذه القيم من خلال المعادلة التالية: عناصر الصف القديم المراد تغيير قيمه – (عناصر الصف المحوري الجديد × نقطة تقاطع الصف المراد تغيير قيمه مع العامود الأمثل)، وبذلك تصبح عناصر الصف (0 S_1) كما يلي:

$5 - (1 \times 5) = 0$

$8 - (5/8 \times 5) = 5$

$0 - (1 \times 5) = -5$

$1/8 - (0 \times 5) = 1/8$

$0 - (0 \times 5) = 0$

$64 - (5 \times 7) = 29$

أما عناصر الصف الثالث فتصبح كما يلي، وبتطبيق نفس المعادلة السابقة:

$8 - (1 \times 8) = 0$

$8 - (5/8 \times 8) = 3$

$0 - (0 \times 8) = 0$

$0 - (1/8 \times 8) = -1$

$1 - (0 \times 8) = 1$

$80 - (7 \times 8) = 24$

فيصبح الجدول الجديد بعد إخراج (S_2) وإدخال (X_1) كما يلي:

Basic	30 X_1	24 X_2	0 S_1	0 S_2	0 S_3	R.H.s	Ratio
0 S_1	0	5	-5	1/8	0	29	13
$X_1$30	1	5/8	0	1/8	0	7	7
0 S_3	0	3	0	-1	1	24	10
Z	0	5 1/4	0	3 3/4	0	210	

ولكي نستخرج قيمة (Z) والتي تمثل صافي الربح، نطبق المعادلة التالية:

صافي ربح الوحدة = عائد الوحدة الإجمالي – الربح المفقود للوحدة.

$30 - (0 \times 0 + 30 \times 1 + 0 \times 0) = 0$

$24 - (0 \times 5 + 30 \times 5/8 + 0 \times 3) = 5\ 1/4$

$0 - (0 \times -5 + 30 \times 0 + 0 \times 0) = 0$

$0 - (0 \times 1/8 + 30 \times 1/8 + 0 \times -1) = 3\ 3/4$

$0 - (0 \times 0 + 30 \times 0 + 0 \times 1) = 0$

وبذلك يصبح صافي الربح:

$0 \times 03 = 0$

$30 \times 7 = 210$

$0 \times 10 = 0$

210

وهو الربح نفسه الذي تحقق في النقطة (E) في الرسم البياني، ولكن ليس هذا هو الحل الأمثل، حيث يستدعي الحل الأمثل عندما تكون دالة الهدف تستهدف الربح فإن القيم في صف (Z) يجب أن تكون سالبة أو صفرية لذلك نستمر بالحل حتى نحوّل القيم 5 4/1، 3 4/3 في الصف (Z) إلى قيم سالبة أو صفرية وبنفس الطريقة التي اتبعناها عندما أدخلنا المتغير الأساسي (X_1) وأخرجنا المتغير الراكد (S_2).

خامساً: تحليل الحساسية في البرمجة الخطية

Sensitivity Analysis in Linear Programming

لقد تم الوصول إلى الحل الأمثل لتعظيم الأرباح، كما بينا سابقاً، بطريقتين هما: الرسم البياني وطريقة السمبلكس، وقد كانت الفرضية في التوصل إلى هذا الحل أن كافة الظروف مؤكدة، ولكن ما هو الحال لو افترضنا أن الظروف المستقبلية يكتنفها درجة من الغموض (Uncertainty)؟، حيث من الممكن أن يطرأ تغييرات مفاجئة على أي من المتغيرات، كالأسعار في السوق على سبيل المثال، أو أن يقوم متخذ القرار بزيادة عدد الأيدي العاملة أو ساعات العمل أو أي مورد إنتاجي آخر. ففي حالات كهذه يتم استخدام وتطبيق تقنية تحليل الحساسية التي تهدف إلى معرفة أثر التغيرات التي قد تحدث نتيجة زيادة وحدة واحدة من مدخلات الإنتاج (مقابلة، 2008). وتعرف عملية تحليل الحساسية بأنها عملية تغيير القيم والعلاقات ضمن المشكلة، وملاحظة تأثير ذلك على الحل الذي تم التوصل إليه، والهدف من ذلك هو اكتشاف مدى حساسية الحل الأمثل للتغيرات التي تم إجراؤها.

ويبدأ تطبيق تقنية تحليل الحساسية بعد الوصول إلى جدول الحل الأمثل لمعرفة أثر حدوث أي تغيير في مدخلات الإنتاج، والمثال التالي يبين كيفية استخدام تقنية تحليل الحساسية:

مثال رقم (9- 2):

كان جدول الحل النهائي لمصنع ينتج نوعين من البدلات الرياضية أحدها نسائية والآخر رجالي كما يلي:

Basic	15 X_1	12 X_2	0 S_1	0 S_2	0 S_3	R.H.s
0 S_1	0	1	1	1	-9/2	12
$X_1$15	1	0	0	1/3	-1/2	6
12 X_2	0	1	0	-1/3	1	4
Z	0	0	0	-1	-9/2	138

علمًا بأن سعر بيع البدلة الرياضية النسائية(X_1) هو (15) دينار
وسعر بيع البدلة الرياضية الرجالية (X_2) هو (12) دينار

ويمر إنتاج كل بدلة سواء أكانت رجالية أم نسائية بثلاثة أقسام إنتاجية هي قسم التصميم بطاقة عمل قصوى أسبوعية 45 ساعة، وقسم الخياطة بطاقة عمل قصوى أسبوعية 48 ساعة، وقسم التشطيب بطاقة عمل قصوى أسبوعية 80 ساعة.

وكان عدد الساعات اللازمة لإنتاج كل وحدة في كل قسم كما يلي:

البدلات النسائية (3، 6، 9) في الأقسام الثلاثة على التوالي. والبدلة الرجالية (6، 3، 9) على التوالي.

وكان النموذج الرياضي حسب الصيغة التالية:

$$\text{Max } (Z) = 15\ X_1 + 12\ X_2$$

S.T:

$3\ X_1 + 6\ X_2 \leq 54$ قسم التصميم

$6\ X_1 + 3\ X_2 \leq 48$ قسم الخياط

$9\ X_1 + 9\ X_2 \leq 90$ قسم التشطيب

$X_1 , X_2 \geq 5$

والمطلوب: بيان الأثر المترتب على زيادة معدل وحدة واحدة من مدخلات الإنتاج على أرباح المشروع (وهي في هذا المثال ساعات العمل).

الحل:

بالعودة إلى جدول الحل النهائي نجد أن قيمة المتغيرات الراكدة (S_1 , S_2 , S_3) المناظرة للصف (Z) هي (9/2 , 1- , 0) على التوالي.

وبما أن المتغير الراكد (S_1) يخص قسم التصميم والذي تبلغ طاقته (12) فهذا يعني أن هناك طاقة فائضة في هذا القسم مقدارها (12) ساعة، وذلك لأن قيمة عامود (S_1 = صفر) وقيمة صف (S_1 = 12)، وبالتالي فإن زيادة الطاقة في هذا القسم ستعني زيادة الطاقة المهدورة، لذلك لا مجال لزيادة الطاقة في هذا القسم.

المتغير الراكد (S_2) فقد كانت قيمته المناظرة للصف (Z) (1) ما يعني أن زيادة الطاقة في قسم الخياطة بمقدار ساعة ستؤدي إلى زيادة في الأرباح بنفس المقدار.

أما في قسم التشطيب والذي يمثله المتغير الراكد (S_3) فقد بلغت قيمته المناظرة للصف (Z) (9/2) بمعنى أن زيادة الطاقة بمقدار ساعة في هذا القسم ستؤدي إلى زيادة الأرباح بمقدار (9/2)، وتسمى هذه القيم الظاهرة في صف دالة الهدف لكل واحد من المتغيرات الراكدة بأسعار الظل وهي (9/2 , 1 , 0).

وتعني العوائد الإجمالية الناجمة عن الإضافات الجديدة في الموارد المستخدمة في الإنتاج ويكون المعنى النهائي لكل ذلك كما يلي:

- لا يمكن دفع أكثر من دينار للحصول على ساعة واحدة في قسم الخياطة.
- لا يمكن دفع أكثر من (9/2) دينار للحصول على ساعة واحدة في قسم التشطيب.

ويمكن التأكد من ذلك بالرجوع إلى جدول الحل الأمثل والذي نرى فيه أن قسم الخياطة والذي يمثله المتغير الراكد (S_2) يتقاطع مع صف (X_1) بالرقم (1/3)، كما أنه يتقاطع مع صف (X_2) بالرقم (-1/3) أي في قسم التشطيب، ويعني ذلك أنه بزيادة ساعة واحدة في قسم الخياطة نحصل على زيادة إنتاج في نفس القسم بمقدار (1/3)، وبنفس الوقت سيؤدي إلى نقص في قسم التشطيب بمقدار (1/3) مما يعني أن سعر الظل سيكون (1) وذلك كما يلي:

$$15\ (1/3) + 12\ (-1/3) = 1$$

أما في قسم التشطيب، فزيادة طاقة الإنتاج ساعة واحدة سيؤدي إلى زيادة الإنتاج بمقدار (1) وذلك لأن جدول الحل الأمثل يعطينا قيمة لـ (S3) وهي تخص قسم التشطيب وتساوي (1) وبنفس الوقت سيؤدي إلى نقص في قسم الخياطة بمقدار (1/2)، وبذلك يكون سعر الظل هو:

$$12 + (-1/2)\ 15 \times 9/2 = 1$$

حيث نلاحظ أن سعر الظل، في الصف (Z) تحت (S_3) بقي على حاله.

بعد أن أوجدنا أسعار الظل، ننتقل إلى الخطوة الثالثة وهي قياس مدى التغير والذي يتم عن طريق قياس التغير في عامود (RHs)، ويتم ذلك بأخذ كل متغير راكد على حدة، حيث يتم قسمة قيمة الطرف الأيمن (RHs) على قيم المتغير (S) بمكوناته الثلاثة (S_1 , S_2 , S_3).

S_1: هذا المتغير الراكد يحمل عامودة القيم التالية (0 , 0 , 1) فنقوم بقسمة قيمة (RHs) على كل قيمة لوحدها أي:

$$12 \div 12 = 1$$
$$6 \div 0 = 0$$
$$4 \div 0 = 0$$

وبما أن (S_1) مرتبطة بقسم التصميم، وقيمة (S_1) في الصف (Z = 0) ويقابلها (12) ساعة في عامود الكميات (RHs) مما يعني أن هناك (12) ساعة غير موظَّفة في قسم التصميم وهو يمثل الوقت الذي يمكن بواسطته تخفيض الطاقة الإنتاجية، لذلك فإن المدى سيكون:

$$54 - 12 = 42$$

إذن المدى يساوي $42 \longrightarrow 54$

S_2: وهي مرتبطة بقسم الخياطة

$$12 \div 12 = 1$$
$$6 \div 18 = \frac{1}{3}$$
$$4 \div 12 = \frac{1}{3}$$

إذا كان خارج القسمة سالباً يضاف إلى الكمية الأصلية للقيد، وهنا الكمية الأصلية هي (48)، ويضاف لها القيمة السالبة (12) فتصبح (60). أما إذا كان خارج القسمة موجباً فيطرح من الكمية الأصلية للقيد، وفي حالة تعدد القيم الموجودة يتم طرح أقلها من القيمة الأصلية للقيد، وعليه يصبح المدى في قسم الخياطة.

$$48 - 12 \longrightarrow 48 + 12$$

المدى في قسم الخياطة $36 \longrightarrow 60$

S_3: يرتبط هذا المتغير الراكد بقسم التشطيب ويحمل القيم (1 , 1/2- , 9/2-).

$12 \div -9/2 = -8/3$

$6 \div -1/2 = -12$

$4 \div 1 = 4$

وبما أن أكبر قيمة سالبة هي (12) والتي يجب أن تضاف إلى الكمية الأصلية للقيد، وأصغر قيمة موجبة هي (4) وتطرح من الكمية الأصلية للقيد فيصبح المدى لهذا القسم:

$90 - 4 \longrightarrow 90 + 12$

$86 \longrightarrow 102$

معاملات دالة الهدف (Z): يتم قياس التغير في معادلات دالة الهدف (Z) بقسمة هذه المعاملات على معاملات المتغيرات الأساسية في الصفوف، ثم يتم إضافة أقل قيمة موجبة ناتجة عن القسمة إلى قيمة المتغير الأساسي، وطرح أعلى قيمة سالبة ناتجة عن القسمة من قيمة المعامل المرتبط بالمتغير الأساسي لتحديد المدى، وبتطبيق ذلك نحصل على مقدار التغير في الربح المتحقق من كل وحدة مضافة من عناصر الإنتاج دون المساس بالحل الأمثل.

ولتطبيق ما سبق على مثالنا نقول:

معاملات دالة الهدف (Z) 0 , 0 , 0 , 1- , 9/2-

معاملات (X_1) هي: 1 , 0 , 0 , 0 , 1/3 , 1/2-

بقسمة معاملات (Z) على معاملات (X_1)

$$\frac{-1}{1/3} = -3$$

$$\frac{-9/2}{-1/2} = 9$$

أقل قيمة موجبة ناتجة عن القسمة هي (9) وتعني الزيادة في الربح المتحقق من (X_1) وأعلى قيمة سالبة ناتجة عن القسمة هي (- 3) وتمثل مقدار الانخفاض في الربح من كل وحدة من (X_1) لذلك فإن المدى يتراوح (3 - 15) إلى (9 + 15).

أي: $24 \longrightarrow 12$

أما معاملات (X_2) فهي: (0 , 1 , 0 , 1/3- , 1)

بقسمة معاملات دالة الهدف على هذه المعاملات نصل إلى:

$$\frac{Z}{X_2} = \frac{-1}{-1/3} = 3$$

$$\frac{Z}{X_2} = \frac{-9/2}{1} = -4.5$$

حيث إن القيمة الموجبة (3) تعني مقدار الزيادة في الربح التي تنتج عن الوحدة الواحدة المضافة من عناصر إنتاج (X_2)، والقيمة (-4.5) تعني مقدار الانخفاض في الأرباح فيصبح المدى: (4.5 – 12) إلى (3 + 12)

$$7.5 \longrightarrow 15$$

سادساً:استخدام البرمجة الخطية لحل مشكلة ضغط التكاليف

كما في مشكلة تعظيم الأرباح، فإن ضغط التكاليف يمكن أن يتم بطريقة الرسم البياني وكذلك بطريقة السمبلكس، إن طبيعة الرسم البياني لضغط التكاليف لا تختلف كثيراً في تطبيقها لتعظيم الأرباح إلا في إشارة دالة الهدف التي تصبح (Min) بدلا من (Max). والمثال التالي يوضح كيفية ضغط التكاليف باستخدام الرسم البياني.

مثال رقم (9- 3):

يقوم أحد المصانع بإنتاج نوعين من بطاريات السيارات، النوع الأول مغلف والآخر مكشوف، وتبلغ تكلفة النوع الأول (80) دينار، والثاني (60) دينار. ويمر كلا النوعين بثلاث مراحل لتصنيعه لكل واحدة منها حد أقصى للطاقة المقاسة بساعات العمل المتاحة.

مرحلة العزل والسكب (180) ساعة.

مرحلة التجميع (162) ساعة.

مرحلة الاختبار (110) ساعة.

أما الوقت اللازم لإنتاج كل نوع وفي كل مرحلة من هذه المراحل الثلاث فهي كما يلي:

في مرحلة العزل والسكب تحتاج الوحدة من النوع الأول 18 ساعة والنوع الثاني 12 ساعة.

في مرحلة التجميع تحتاج الوحدة من النوع الأول 6 ساعات والنوع الثاني 9 ساعات.

في مرحلة الاختبار تحتاج الوحدة من النوع الأول 5 ساعات والنوع الثاني 10 ساعات.

والمطلوب تحديد كمية الإنتاج من كلا النوعين والتي تحقق أقل التكاليف ضمن البنود الموضحة أعلاه.

الحل:

1. دالة الهدف بافتراض أن النوع الأول (X_1) والنوع الثاني (X_2).

$$\text{Min } (Z) = 80\ X_1 + 60\ X_2$$

2. الصيغة الرياضية للقيود.

S.T:

$$18\ X_1 + 12\ X_2 \geq 180$$

$$6\ X_1 + 9\ X_2 \geq 162$$

$$5\ X_1 + 10\ X_2 \geq 110$$

$$X_1\ ,\ X_2 \geq 0$$

3. إيجاد قيمة X1، X2 في كل معادلة من المعادلات الثلاث:

المعادلة الأولى (1)

$18 X_1 + 12 X_2 = 180$

نفرض أن X_1 = صفر

$18 (0) + 12 X_2 = 180$

$\therefore X_2 = 180/12 = 15$

ولإيجاد قيم X_1 نفرض أن X_2 = صفر

$18 X_1 + 12 (0) = 180$

$\therefore X_1 = 180/18 = 10$

المعادلة الثانية

$6 X_1 + 9 X_2 = 162$

نفرض أن X_1 = صفر

$6 (0) + 9 X_2 = 162$

$\therefore X_2 = 162/9 = 18$

ثم نفرض أن X_2 = صفر

$6 X_1 + 9 (0) = 162$

$\therefore X_1 = 162/6 = 27$

المعادلة الثالثة

$5 X_1 + 10 X_2 = 110$

نفرض أن X_1 = صفر

$5 (0) + 10 X_2 = 110$

$\therefore X_2 = 110/10 = 11$

ثم نفرض أن X_2 = صفر

$5 X_1 + 10 (0) = 110$

$\therefore X_1 = 110/5 = 22$

4. الرسم البياني:

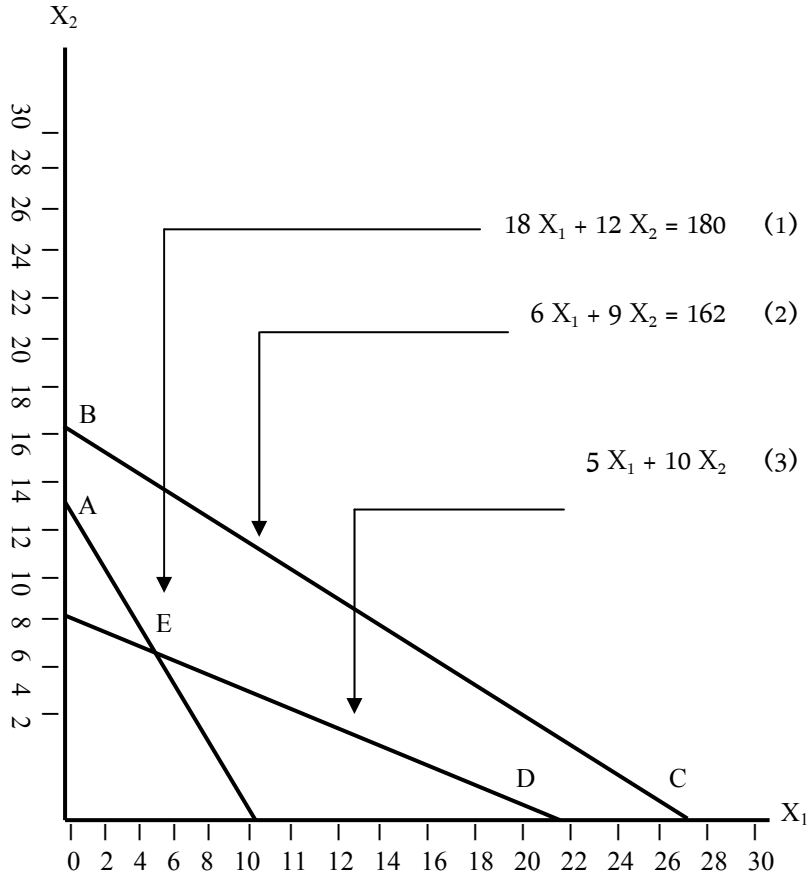
يخصص المحور الأفقي للمنتج (X_1) والمحور الرأسي للمنتج (X_2).

ثم يتم إيصال الكميات (مقدار كل من X_1 و X_2) لكل معادلة مع بعضها:

المعادلة الأولى (1) $X_1 = 10 , X_2 = 15$

المعادلة الثانية (2) $X_1 = 27 , X_2 = 18$

المعادلة الثالثة (3) $X_1 = 22 , X_2 = 11$



بما أن تكلفة X_1 = 80 وتكلفة X_2 = 60

فإن النقاط من A إلى E تمثل المعادلات الرياضية التالية:

- النقطة (A) تم إنتاج (15) وحدة من (X_2) وصفر من (X_1)، فتكون المعادلة كما يلي:

Min (A) (0 , 15) = 80 (0) + 60 (15) = 900

- النقطة (B) تم إنتاج (18) وحدة من (X2) وصفر من (X1)، فتكون المعادلة كما يلي:

Min (B) (0 , 18) = 80 (0) + 60 (18) = 1080

- النقطة (C) تم إنتاج (27) وحدة من (X1) وصفر من (X2)، فتكون المعادلة كما يلي:

Min (C) (27 , 0) = 80 (27) + 60 (0) = 2160

- النقطة (D) تم إنتاج (22) وحدة من (X1) وصفر من (X2)، فتكون المعادلة كما يلي:

$$\text{Min (D) } (22 , 0) = 80\ (22) + 60\ (0) = 1760$$

- النقطة (E) تقع على تقاطع المعادلة الأولى والثالثة.

وهي (1) $18\ X_1 + 12\ X_2 = 180$

(3) $5\ X_1 + 10\ X_2 = 110$

لتحقيق التناسب نضرب المعادلة (3) بالرقم (1.2) فتصبح

(1) $18\ X_1 + 12\ X_2 = 180$

$6\ X_1 + 12\ X_2 = 132$

بالطرح نحصل على $12\ X_1 + 0\ X_2 = 48$

$\therefore X_1 = 48/12 = 4$

ثم نعوض عن قيمة X_1 في المعادلة (3) $5\ (4) + 10\ X_2 = 110$

$20 + 10\ X_2 = 110$

$10\ X_2 = 110 - 20 = 90$

$\therefore X_2 = 90/10 = 9$

فتصبح قيمة النقطة E

$$\text{Min (E) } = 80\ (4) + 60\ (9) = 860$$

وبذلك تصبح النقطة E تمثل الحل الأمثل لأنها حققت أقل التكاليف.

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد كيفية استخدام البرمجة الخطية في تخطيط الإنتاج، اويقصد بالبرمجة الخطية ذلك الأسلوب الرياضي الذي يهدف إلى تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة لتحقيق أهداف المنظمة، سواء في تحقيق أعلى مستوى من الأرباح أو نحو تخفيض التكاليف إلى أدنى مستوى، وقد أصبحت البرمجة الخطية وسيلة من وسائل صنع القرارات في المنظمات من أجل وضع الخطط الكفيلة بتحقيق الأهداف بفاعلية وكفاءة، حيث أصبحت تستخدم في العديد من المجالات، مثل: تخطيط الاستثمار، وتخطيط الإنتاج، ومشاكل النقل، وغيرها.

كذلك، تم في هذا الفصل تحديد عناصر وشروط صياغة النموذج الرياضي باستخدام البرمجة الخطية، فصياغة النموذج الرياضي المناسب ينبغي أن تتوافر فيه مجموعة من العناصر الأساسية تتمثل في: صياغة دالة الهدف، وتحديد القيود وإدخالها في النموذج الرياضي، وتحقق شرط عدم السلبية، والتناسبية.

وبيّنا من خلال هذا الفصل انه يمكن استخدام إحدى طريقتين لحل المشكلات باستخدام البرمجة الخطة، هما: طريقة الرسم البياني، وطريقة السمبلكس، ويتم من خلال طريقة الرسم البياني، تحديد مناطق أو خطوط الإنتاج التي تؤدي إلى تعظيم الأرباح، أو تقليل التكاليف، فيما تعتبر طريقة السمبلكس نموذج متقدم في حل المشكلات التي تستلزم البرمجة الخطية، وخصوصاً عندما تكون المتغيرات الخاصة بالمشكلة المراد حلها أو التوصل إلى قرار بشأنها أكثر من متغيرين.

وتم في هذا الفصل أيضاً توضيح المقصود بتحليل الحساسية، فمن الممكن أن تطرأ تغييرات مفاجئة على أي من المتغيرات، كالأسعار في السوق، أو أن يقوم متخذ القرار بزيادة عدد الأيدي العاملة أو ساعات العمل أو أي مورد إنتاجي آخر، وفي حالات كهذه يتم استخدام وتطبيق تقنية تحليل الحساسية التي تهدف إلى معرفة أثر التغيرات التي قد تحدث نتيجة زيادة وحدة واحدة من مدخلات

الإنتاج، وتعرف عملية تحليل الحساسية بأنها عملية تغيير القيم والعلاقات ضمن المشكلة، وملاحظة تأثير ذلك على الحل الذي تم التوصل إليه، والهدف من ذلك هو اكتشاف مدى حساسية الحل الأمثل للتغيرات التي تم إجراؤها.

وفيما يتعلق بضغط التكاليف، فكما هو الحال في مشكلة تعظيم الأرباح، فإن ضغط التكاليف يمكن أن يتم بطريقة الرسم البياني وكذلك بطريقة السمبلكس، ولا تختلف طبيعة الرسم البياني لضغط التكاليف كثيراً في تطبيقها لتعظيم الأرباح إلا في إشارة دالة الهدف التي تصبح (Min) بدلا من (Max).

مسرد المصطلحات

- **البرمجة الخطية Linear Programming**: هي أسلوب رياضي يهدف إلى تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة لتحقيق أهداف المنظمة، والتي قد تكون موجهة نحو تحقيق أعلى مستوى من الأرباح أو نحو تخفيض التكاليف إلى أدنى مستوى.
- **دالة الهدف Objective Function**: تحديد الهدف من استخدام البرمجة الخطية، والذي قد يكون تعظيم الأرباح، أو تخفيض التكاليف.
- **قيود النموذج Model Constraints**: تعني قيود النموذج محددات المشكلة التي لا يمكن تجاوزها، وتتعلق هذه القيود في أغلب الأحوال إما بالمواد الأولية أو بمصادر الطاقة المتوفرة لدى الشركة سواء أكانت أيدي عاملة أم ساعات عمل أو عدد ماكينات وغيرها.
- **عدم السلبية Non Negative**: ويعني ذلك أن الكميات، أو عدد العمال، أو عدد الساعات الناتجة عن متغيرات المشكلة لا يمكن أن تكون ذات إشارة سالبة، حيث لا يمكن القول أن الإنتاج سيكون (- 15) وحدة مثلاً.
- **التناسبية Proportionality**: وتعني التناسبية وجود تناسب ما بين الموارد المستخدمة في الإنتاج وكمية الإنتاج.
- **طريقة السمبلكس Simplex Method**: هي نموذج متقدم في حل المشكلات التي تستلزم البرمجة الخطية، وخصوصاً عندما تكون المتغيرات الخاصة بالمشكلة المراد حلها أو التوصل إلى قرار بشأنها أكثر من متغيرين.
- **المتغيرات الراكدة Slack Variables**: تلك المتغيرات الوهمية التي تعبّر عن الطاقة المهدورة، أو عن الجزء غير المستغل من الطاقة.
- **متغيرات القرار Decision Variables**: هى متغيرات التى تظهر فى دالة الهدف فى البرنامج الخطى ويكون مطلوب تعظيمها أو تصغيرها.

- **المتغيرات الاساسية Basic Variables**: هى تلك المتغيرات التى يتم اضافتها الى البرنامج الخطى لتحويلة الى الصيغة القياسية.
- **تحليل الحساسية Sensitivity Analysis**: هي عملية تغيير القيم والعلاقات ضمن المشكلة، وملاحظة تأثير ذلك على الحل الذي تم التوصل إليه، والهدف من ذلك هو اكتشاف مدى حساسية الحل الأمثل للتغيرات التي تم إجراؤها.

أسئلة للمناقشة

1. حدد مفهوم البرمجة الخطية؟
2. يستخدم أسلوب البرمجة الخطية في العديد من المجالات، ما أهم تلك المجالات؟
3. ينبغي أن تتوفر في النموذج الرياضي المناسب مجموعة من العناصر الأساسية، حددها؟
4. كيف يمكن استخدام طريقة الرسم البياني في حل المشكلات؟
5. ما خطوات حل المشكلات بموجب طريقة السمبلكس؟
6. ماذا يعني تحليل الحساسية في البرمجة الخطية؟
7. كيف يمكن استخدام البرمجة الخطية لحل مشكلة ضغط التكاليف؟

توظيف الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات

Imploy Quantitive Methods in Decision - Making

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكِّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. بيان كيفية اتخاذ القرارات في ضوء المخاطرة.
2. توضيح أساليب اتخاذ القرارات في ظروف عدم التأكد.
3. بيان كيفية استخدام الأساليب الكمية في حل مشكلات النقل والتخليص.

الفصل العاشر

توظيف الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات

Imploy Quantitive Methods in Decision - Making

المقدمة Introduction

تعتبر عملية اتخاذ القرارات واحدة من أهم المهام التي تقوم بها المنظمات عموماً، ويتوقف نجاح أو فشل منظمة ما على مدى جودة وصحة القرارات التي يتم انخاذها، خاصة تلك المنظمات التي تعمل في بيئة تنافسية شديدة، لذا تلجأ الكثير من المنظمات إلى استخدام أساليب كمية في عملية اتخاذ القرارات، كون ذلك يؤدي للوصول إلى قرارات أكثر دقة وموثوقية.

وكما هو معروف، فإن كل شخص يقوم باتخاذ القرارات سواء تلك القرارات التي يكون لها تأثير طويل المدى على حياته، أو تلك التي يقتصر أثرها على المدى القصير، ويتمثل الفرق بين شخص وآخر في جودة ما يتخذ من قرارات، لأن ذلك يعتمد في الكثير من الحالات المعقدة على مدى معرفة واستخدام الشخص الذي يتخذ القرار للأسلوب العلمي السليم في تحليل المشكلات أو الفرص المتاحة، واتخاذ ما يلزم من قرارات.

وفيما يتعلق بالمنظمات، ونظراً لأن العنصر البشري يمثل الركيزة الأساسية في إدارتها، فإن الهدف الرئيس لتحقيق الإدارة السليمة في تلك المنظمات يتمثل في اتخاذ قرارات سليمة، وكفيلة بتحقيق أهداف المنظمة، وأهداف الأفراد والمجموعات الأخرى التي تعمل في المنظمة، وهذا يعتمد بشكل أساس على كفاءة ومهارة متخذ القرارات.

يهدف هذا الفصل التعرف على كيفية استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات، وفي حالات مختلفة مثل اتخاذ القرارات في ضوء المخاطرة،

واتخاذ القرارات في ظروف عدم التأكد، إضافة إلى بيان كيفية استخدام الأساليب الكمية في حل مشكلات النقل والتخليص.

أولا: اتخاذ القرارات في ضوء المخاطرة Decision Making Under Risk

يمكن استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات في حالة وجود إمكانية لحدوث أكثر من حالة أو عدة حالات في بيئة المنظمة تؤثر على القرار، لذلك فإن صانع القرار سوف يضع في اعتباره أن هناك عدة بدائل قد تتحكم في صحة وجودة القرار الذي سيتخذه، وسيعمل على اتخاذ القرار الذي يعطي أكبر قيمة نقدية متوقعة، وذلك بناء على قوة احتمال حدوث الحالة الطبيعية المؤثرة في نتائج القرار.

فعلى سبيل المثال، عندما يفكر مستثمر بإنشاء مصنع لإنتاج سلعة معينة، فهو سيفكر في الحالات التي قد يتعرض لها السوق فقد يكون هناك فترة من الزمن تشهد انتعاشاً في السوق، أو تشهد ركوداً، فتكون البدائل المتاحة أمام متخذ القرار إما إنشاء المصنع، أو عدم إنشاءه، وإذا كان القرار هو إنشاء المصنع فهل سيكون هذا المصنع من الحجم الكبير أم من الحجم الصغير. ففي هذه الحالات فإن القرار يعتمد على ما يحققه كل بديل من عائد تحت كل ظرف من ظروف السوق، مع الأخذ بعين الاعتبار قيمة الفرصة الضائعة.

وهناك مجموعة معايير يمكن استخدامها من أجل اتخاذ القرارات في ضوء وجود المخاطرة، ومن أهم تلك المعايير:

1. معيار القيمة النقدية المتوقعة Expected Monetary Value

من أجل استخدام هذا المعيار فإنه لا بد أولاً من تحديد احتمالات حدوث كل حالة من حالات الطبيعة، وينبغي أن يكون مجموع حدوث الحالات المختلفة مساوياً للواحد الصحيح، ويمكن أن تكون هذه الاحتمالات موضوعية ناتجة عن المعرفة بحالات الطبيعة، أو ذاتية ناتجة عن الاحساس الشخصي لمتخذ القرار حول فرص حدوث الحالات المختلفة للطبيعة، ووفقاً لهذا المعيار يتم اختيار الفعل

ذي أعلى قيمة متوقعة، وتحسب القيمة النقدية المتوقعة EMV من خلال القانون التالي:

$$\mathrm{EMV}\,(\alpha_i) = \sum_{j=1}^{K} \pi_{ij}\, P_j$$

2. معيار التكلفة المتوقعة للفرصة الضائعة

Expected Opportunity Loss Criterion

استناداً لهذا المعيار يتم اختيار الفعل ذي أقل تكلفة متوقعة للفرص الضائعة، وتحسب التكلفة المتوقعة للفرصة الضائعة EOL من خلال القانون التالي:

$$\mathrm{EOL}\,(\alpha_i) = \sum_{j=1}^{K} L_{ij}\, P_i$$

3. القيمة المتوقعة للمعرفة التامة Expected Value of Perfect Information

تمثل القيمة المتوقعة للمعرفة التامة EVPI أكبر مقدار من النقود يمكن إنفاقه للحصول على المعرفة التامة لحالة الطبيعة التي ستحدث.

ومن أجل توضيح كيفية اتخاذ القرار في حالات كهذه نورد المثال التالي:

مثال رقم (10- 1):

فكرّت إحدى الشركات بزيادة مبيعاتها من السلعة التي تنتجها عن طريق التوسع في مناطق جنوب الأردن، وكان لديها البدائل الثلاثة التالية:

1. إنشاء فرع في العقبة لتغطية منطقة الجنوب.
2. التعاقد مع وكلاء في كل مدينة من مدن الجنوب.
3. غض النظر عن الموضوع.

قام قسم الأبحاث والدراسات بتقديم التقرير التالي للمدير الذي سيتخذ القرار حيث اعتبر القسم أن السوق قد يتعرض لحالتين هما: السوق النشطة Active Market، والسوق الضعيفة Poor Market، حيث كان ملخص الدراسة كما يلي:

1. البديل الأول سيحقق أرباحاً سنوية قيمتها 100000 دينار في حالة السوق النشط، أما في حالة السوق الضعيف فستكون الأرباح فقط 40000 دينار.
2. البديل الثاني سيقوم الوكلاء بتحقيق أرباح للشركة قدرها 120000 دينار في حالة السوق النشطة، أما في حالة السوق الضعيفة فسوف تتحمل الشركة خسارة قدرها 20000 دينار.

الحل: الخطوة الأولى تتطلب إعداد ما يسمى بجدول القرار Decision table

البدائل	الحالة الطبيعية		أعلى قيمة في الصف	
	السوق النشطة	السوق الضعيفة		
فرع جديد في العقبة	120000- 20000=100000	120000- 80000=40000	80000	خسارة الفرصة الضائعة
الوكلاء في مدن الجنوب	120000- 0=120000	20000 خسارة	20000	
غض النظر عن الموضوع	120000- 120000=0	120000 خسارة متجنبة	120000	

بالنسبة للبديل الأول لو تم اختياره لكان الربح في السوق النشطة 100000 دينار، ولكن لو تم اختيار البديل الثاني لكان الربح 120000 لذلك فإن الفرصة الضائعة عند اختيار هذا البديل في السوق النشطة هي 20000 دينار، وكذلك الحال في السوق الضعيفة حيث تصبح الفرصة الضائعة 80000 دينار. وبالتالي ستكون أقل فرصة ضائعة هي 20000 وهي تخص البديل الثاني، ومن أجل الوصول إلى نتيجة دقيقة لا بد من ربط هذه النتائج باحتمالات أن تكون السوق نشطةً أم ضعيفةً. فعلى فرض أن المعلومات التاريخية تفيد بأن احتمال أن تكون السوق نشيطةً هو 70٪، وأن تكون ضعيفةً هو 30٪. فما البديل الأفضل؟ هذا يستدعي احتساب القيمة النقدية المتوقعة Expected Monetary Value والتي سيتم

استخدام المصطلح EMV في حلّنا لهذه المسألة. بالتالي فإن الخطوة الثانية للحل تتضمن إيجاد EMV لكل بديل وتحت كل ظرف من ظروف السوق.

البديل الأول: (EMV)= (70%×100000)+ (30%×40000)=82000

البديل الثاني: (EMV)= (70%×120000)+ 30%(-20000)=78000

البديل الثالث: (EMV)= (70%×0)+ (30%×0)=0

بالتالي فإن متخذ القرار سيختار البديل الأول كونه يحقق أعلى قيمة نقدية متوقعة وعليه فإن جدول اتخاذ القرار المرجح بالاحتمالات سيأخذ الشكل التالي:

	٪30	٪70	
EMV	سوق ضعيفة	سوق نشطة	البديل
82000	12000=٪30×40000	70000=٪70×100000	فرع جديد في العقبة
78000	6000 -=٪30×20000 -	84000 =٪70×120000	وكلاء في مدن الجنوب
0	0	0	غض النظر

وبما أن اتخاذ القرار يعتمد كثيرا على المعلومات وتوفرها، ففي كثير من الحالات يكون لهذه المعلومات ثمن أو قيمة، كونها تؤدي إلى زيادة فعالية القرار(Render et al, 2009, p.76)

والآن سنقوم بتطبيق معطيات المثال السابق لاستخراج قيمة المعلومات أو (Expected value of perfect information) وسنرمز لها في حلنا بالرمز (EVPT) وذلك لاستخراج القيمة المتوقعة مع وجود معلومات مفيدة أو كما تسمى بالانجليزية (Expected value with perfect information) والتي سنرمز لها بالرمز المختصر (EVWPI).

حيث إن:

(EVWPI) = (البديل الأفضل× احتمال وجود سوق فعّالة) + (البديل الأفضل× احتمال أن السوق ضعيفة). في مثالنا السابق كان البديل الأفضل في سوق نشطة يحقق أرباح قدرها 120000دينار، وفي السوق الضعيفة 40000 دينار لذلك فإن:

(EEVWPI) = (120000×٪70) + (40000×٪30)= 96000 دينار

بينما كانت الأرباح الأعلى بدون توافر معلومات ممتازة 82000 دينار، لذلك فإن قيمة المعلومات تحسب كما يلي:

(EVPI) = (EVWPI)- (Maximum Emv)

96000- 82000= 14000 دينار، وهذا يعني أن ثمن المعلومات التي أدت إلى زيادة العائد هو 14000 دينار.

ومن أجل احتساب خسارة الفرصة الضائعة المتوقعة Expected opportunity loss (EOL) يتم استخدام جدول الفرصة الضائعة الذي تم إعداده في بداية الحل وهو:

البديل	سوق نشطة	سوق ضعيفة	EMV
فرع جديد في العقبة	20000	80000	38000
وكلاء في مدن الجنوب	0	20000	6000
غض النظر	120000	120000	120000
الاحتمال	٪70	٪30	

البديل الأول: (EOL)= ٪70× (20000) + ٪30(80000)= 38000

البديل الثاني: (EOL)= 20000× ٪30= 600

البديل الثالث: (EOL)= 120000× ٪70 + 120000× ٪30= 120000

في هذه الحالة يكون الخيار الأمثل هو الخيار الثاني لأنه يحقق أقل خسارة للفرصة الضائعة.

ثانيا: اتخاذ القرارات في ظروف عدم التأكد

Decision making under uncertainty

عندما لا تتوفر البيانات المتعلقة باحتمالات تقلبات البيئة يصبح متخذ القرار في ظرف يسمى ظرف عدم التأكد أو الغموض، ورغم ذلك فإن الأساليب الكمية تساعد إلى حد كبير في اتخاذ القرار الأقرب إلى الصواب في مثل هذه الحالات. وتوجد عدة معايير أو نماذج رياضية من الممكن استخدامها للاختيار من بين البدائل الاستثمارية.

1. **معيار أعظم الأعظم Maxi Max Criterion (أعلى الأرباح)**، ويسمى بالنموذج المتفائل كونه يبحث عن البديل الذي يحقق أعلى الأرباح، حيث يتوقع متخذ القرار حدوث حالة الطبيعة التي تعطي أعظم ربح ممكن.

مثال رقم (10- 2):

بالرجوع إلى معطيات المثال السابق، ما البديل الذي يحقق أعلى الأرباح؟

الحل: كان جدول القرار في المثال السابق كما يلي:

البديل	سوق نشطة	سوق ضعيفة	أعلى رقم في العرض
فرع جديد في العقبة	100000	40000	100000
وكلاء في مدن الجنوب	120000	20000 -	120000
غض النظر	0	0	0

وعليه سيكون القرار بموجب هذا المعيار هو اختيار البديل الثاني كونه يحقق أعلى ربح وهو 120000 دينار.

2. **معيار أعظم ـ الأقل Maxi Min Criterion**

ويسمى أيضاً معيار تعظيم أقل الأرباح أو المعيار المتشائم، وبموجب هذا المعيار يتم البحث عن البديل الذي يعطي أعلى عائد من أقل العوائد لكافة البدائل بمعنى أنه يتعامل مع أسوأ الاحتمالات بعكس المعيار الأول الذي تعامل مع أفضل الاحتمالات، ويمثل هذا المعيار وجهة نظر متخذ القرار المتشائم، فعند حدوث أسوأ الظروف يعطي هذا المعيار أقل الخسائر.

مثال (10- 3):

لتطبيق معطيات نفس المثال السابق يمكن معرفة البديل الذي سيختاره متخذ القرار إذا كان متشائماً.

البديل	سوق نشطة	سوق ضعيفة	أعلى رقم في العرض
فرع جديد في العقبة	100000	40000	40000
وكلاء في مدن الجنوب	120000	20000 -	20000 -
غض النظر	0	0	0

وهذا يعني أن متخذ القرار سيختار البديل الأول كونه أفضل الأسوأ. ولو نظرنا إلى الحالة الأولى فإن الاختيار حسب معيار التفاؤل كان للبديل الثاني أي تم اختيار أفضل الأفضل.

3. المعيار الواقعي Criterion of realism

وغالباً ما يسمى بالمتوسط المرجح، وهو عبارة عن حل وسط يقع بين معياري التشاؤم والتفاؤل ويقوم على استخدام معامل للواقعية يرمز له بالرمز α والذي تتراوح قيمته ما بين صفر وواحد صحيح (0- 1)، حيث يقيس درجة تفاؤل أو تشاؤم متخذ القرار، فعندما يأخذ هذا المعامل قيمة (1) يعني ذلك أن متخذ القرار متفائل بنسبة 100٪ حول ما سيجري في المستقبل، أما عندما تكون قيمته (0) فيعني أن متخذ القرار متشائم تجاه المستقبل بنسبة 100٪. ولتوضيح كيفية استخدام هذا المعيار سنقوم بتطبيقه على مثالنا السابق، والذي كانت معطياته كما يلي:

البديل	سوق نشطة	سوق ضعيفة	أعلى رقم في العرض
فرع جديد في العقبة	100000	40000	94000
وكلاء في مدن الجنوب	120000	20000-	106000
غض النظر	0	0	0

والآن نأتي إلى حل المثال والذي يتطلب أولاً إيجاد المتوسط المرجح

المتوسط المرجح= α (أعلى رقم في الصف) + (1- α) (أقل رقم في الصف)

فلو فرضنا أن قيمة α تساوي 0.90

فإن المتوسط المرجح= (0.90× 100000) + (0.10×40000)= 94000 هذا بالنسبة للبديل الأول.

المتوسط المرجح للبديل الثاني= (0.90×120000)+ (0.10× - 20000)= 106000

أما البديل الثالث فإن المتوسط المرجح يساوي صفر (0).

ثم نقوم بفتح عامود جديد في جدول القرار بعنوان معيار الواقعية أو المتوسط المرجح، وعليه يكون البديل الثاني هو الخيار المفضّل.

4. **معيار لابلاس Equally Likely (Laplace)**

طور هذا المعيار شخص اسمه لابلاس، ويقوم على أساس أنه في حالة عدم معرفة متخذ القرار بفرص حدوث حلات الطبيعة المختلفة، فالأمثل إعطاء كل حالات الطبيعة نفس احتمال الحدوث، ومن أجل تطبيق هذا المعيار يجب إيجاد متوسط كل بديل ومن ثم اختيار البديل صاحب أعلى معدّل مع افتراض تساوي الاحتمالات.

وفيما يلي تطبيقا لهذه الطريقة من خلال معطيات مثالنا السابق:

البدائل	سوق نشط	سوق ضعيف	معدّل الصف
فرع جديد في العقبة	100000	40000	70000
وكلاء في مدن الجنوب	120000	20000 -	50000
غض النظر	0	0	0
الاحتمال	٪50	٪50	٪50

حيث تم احتساب معدّل كل صف كما يلي:

(100000 × ٪50) + (40000 × ٪50) = 70000

(120000 × ٪50) + (20000 - × ٪50) = 50000.

وبناء على ذلك يتم اختيار البديل الأول.

5. **شجرة القرار Decision Tree**

من الممكن الوصول إلى حل المشكلات بطريقة أخرى غير طريقة جدول القرار (Decision Table) وذلك بواسطة نموذج تصويري يسمى شجرة القرار. وتتشابه جميع أشكال شجرة القرار من حيث احتواؤها على ما يسمى بمفاصل القرار أو نقاط القرار Decision Points, or, Decision Nodes، وكذلك على نقاط أو مفاصل الوضع الطبيعي State-of-Nature Points أو State of Nature Nodes.

وللتفريق بينهما داخل الرسم في الشجرة يتم إعطاء نقاط القرار الشكل المربع □، ونقاط الوضع الطبيعي الشكل الدائري ○.

ويبدأ رسم شجرة القرار بالتحرك من جهة اليسار باتجاه اليمين، حيث تقوم الشجرة بعرض القرارات والنتائج بترتيب متسلسل، وتمثل الخطوط أو الفروع المنطلقة من المربعات والتي سمّيت بمفاصل القرار البدائل، في حين تمثل الخطوط أو الفروع المنطلقة من الدوائر الوضع الطبيعي.

خطوات عمل شجرة القرار:

أ. تعريف المشكلة المراد اتخاذ قرار بشأنها.

ب. رسم الشجرة.

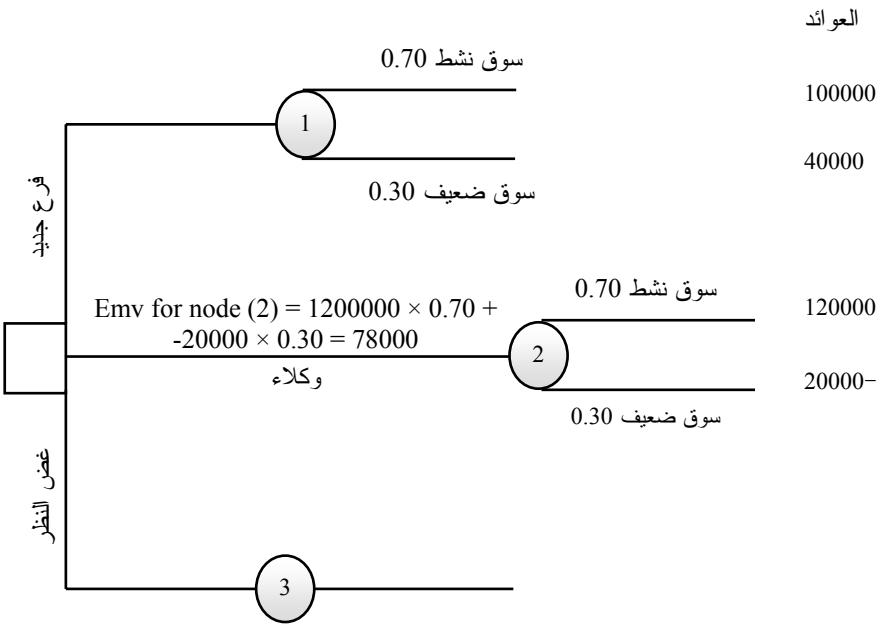
ج. وضع احتمالات حدوث الحالة الطبيعية.

د. تقدير ما سيتم دفعه لكل تركيبة أو توليفة ممكنة من البدائل والحالات الطبيعية.

ه. حل المشكلة عن طريق احتساب القيمة التقديرية المتوقعة (EMVS) لكل نقطة من نقاط الحالة الطبيعية وذلك بالرجوع إلى الخلف من اليسار إلى اليمين.

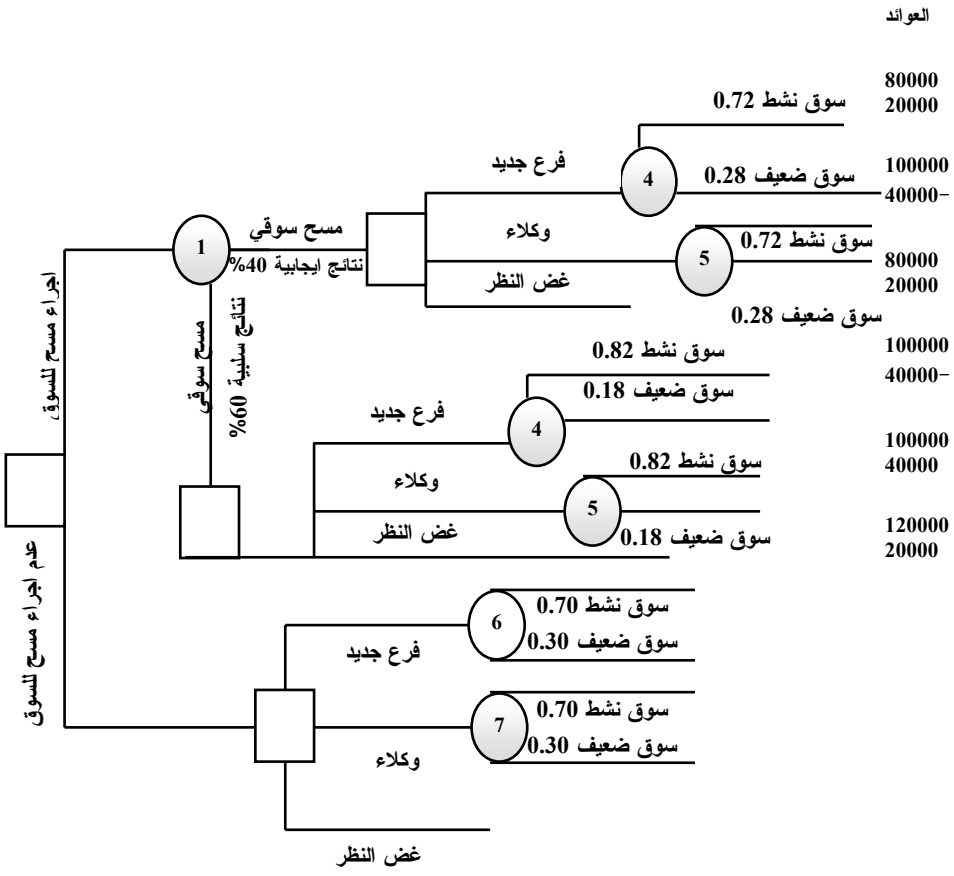
وفيما يلي رسم لشجرة القرار للمثال السابق:

EMV for node (1) = 0.70 * 100000 + 0.30 * 40000 = 82000



وبالتالي نكون قد حللنا المشكلة باختيار البديل الأول.

ولكن قد تواجهنا في الحياة العملية حالات أكثر تعقيداً تتطلب أن تكون شجرة القرار أيضاً أكثر تعقيدا More Complex Decision Tree، ولتوضيح هذه الفكرة، لنفترض أن الشركة كان لديها خيارين جديدين: الأول هو إجراء مسح ميداني للسوق (Market Survey) قبل اتخاذ القرار، والثاني هو عدم إجراء هذا المسح الميداني، فلو كانت تكلفة إجراء المسح الميداني 20000 دينار وأن نسبة احتمال إجراء هذا المسح 40٪ ونسبة عدم إجراءه 60٪، عندها تصبح شجرة القرار كما يلي:



وهنا يتم اختيار الخيار الثاني كون احتمالات حالة السوق النشطة أعلى من كافة الخيارات الأخرى.

ثالثاً: الأساليب الكمية وحل مشكلات النقل والتخليص:

يعتبر مجال النقل من المجالات المهمة وخصوصاً في الشركات الصناعية، حيث من الممكن حل المشكلات المتعلقة بهذا المجال عن طريق استخدام البرمجة الخطية، ويمكّن استخدامها متخذ القرار من العثور على الحل الأمثل المتعلق إما بنقل السلع الجاهزة للبيع إلى مواقع الأسواق أو التخزين، وإما نقل المواد الخام اللازمة للتصنيع من أماكن تخزينها إلى المصنع.

إذ أن المستثمر دائم البحث عن الميكانيكية التي توفر له نقل بضاعته المصنّعة إلى أماكن الاستهلاك بأقل تكلفة ممكنة، وذلك لأن هناك حالات قد تكون فيها تكلفة النقل مرتفعة إلى درجة قد تساوي تكلفة التصنيع ولتوضيح آلية تطبيق تقنية النقل نورد المثال التالي:

مثال رقم (10- 4):

قام أحد المستثمرين بإنشاء ثلاثة مصانع لتصنيع وتعليب معجون الطماطم، أحدها في مدينة الكرك لقربها من منطقة غور الصافي المشهورة بزراعة الطماطم، والثاني في منطقة الأغوار الوسطى، والثالث في مدينة المفرق، وكانت الطاقة الإنتاجية لكل واحد من هذه المصانع كما يلي وعلى التوالي: 5000، 6000، 2500 وحدة، وكانت الأسواق الاستهلاكية التي سيغطيها هذا المستثمر تقع في أربعة مدن هي عمان، والعقبة، والزرقاء، واربد، وقد كانت الطاقة الاستيعابية لهذه الأسواق كما يلي:

عمان 6000 وحدة.

العقبة 4000 وحدة.

الزرقاء 2000 وحدة.

اربد 1500 وحدة.

ويعني ذلك أن العرض مساوٍ تماماً للطلب، وكانت تكلفة نقل الوحدة الواحدة (كرتونة) من المصانع الثلاثة إلى الأسواق كما يلي:

من الكرك إلى: عمان (3) دنانير، العقبة (2) دينار، الزرقاء (7) دينار، اربد (6) دنانير.

من الغور الأوسط إلى: عمان (7) دنانير، العقبة (5) دنانير، الزرقاء (2) دينار، اربد (3) دنانير.

من المفرق إلى: عمان (2) دينار، العقبة (5) دنانير، الزرقاء (4) دنانير، اربد (5) دنانير.

المطلوب: تحديد الكميات التي ستنقل من مراكز الإنتاج الثلاثة إلى الأسواق الأربعة من خلال توزيع يحقق أقل التكاليف.

من الممكن الوصول إلى هذا الهدف من خلال عدة طرق هي:

1. **طريقة الزاوية الشمالية الغربية North West Corner Method**

لكي نحل هذه المسألة بموجب هذه الطريقة نقوم أولا بتفريغ البيانات السابقة في الجدول التالي وكما يلي:

الأسواق / المصنع	عمان	العقبة	الزرقاء	اربد	العرض
الكرك	3 5000	2	7	6	5000
الغور الأوسط	7 1000	5 4000	2 1000	3	6000
المفرق	2	5	4 1000	5 1500	2500
الطلب	6000	4000	2000	1500	13500

في عامود العرض نقوم بتثبيت كمية الإنتاج الخاصة بكل مصنع من المصانع الثلاثة وفي صف الطلب نقوم بإثبات الطاقة الاستيعابية لكل سوق من الأسواق الأربعة سنجد أن مجموع عامود العرض يساوي مجموع صف الطلب.

ثم نقوم بإظهار تكلفة النقل من كل مصنع إلى كل سوق، حيث نضع الرقم (3) في خانة من الكرك إلى عمان تعبيراً عن تكلفة نقل الوحدة من مصنع الكرك إلى سوق عمان وهكذا لبقية المصانع والأسواق.

ثم نقول بأن سوق عمان يحتاج إلى 6000 وحدة، وبما أن إنتاج مصنع الكرك هو 5000 وحدة، ولكن هذا المربع يقع في الزاوية الشمالية الغربية فيكون هو نقطة الانطلاق للحل، لذلك يتم نقل 5000 وحدة وهي كامل إنتاج مصنع الكرك إلى سوق عمان ويتم وضع هذا الرقم في مربع الكرك- عمان، ولكن لا زال سوق عمان بحاجة إلى 1000 وحدة في حين تم نقل كافة إنتاج مصنع الكرك، ثم ننتقل إلى مصنع الغور الأوسط الذي تبلغ طاقته الإنتاجية 6000 وحدة فنقوم بإعطاء سوق عمان 1000 وحدة المتبقية، من مصنع الغور الأوسط، وبذلك نكون قد غطينا سوق عمان، وبقي 5000 وحدة من إنتاج مصنع الغور الأوسط، نقوم بإعطاء سوق العقبة ما هو بحاجة إليه وهو 4000 وحدة، وعندها يبقى من إنتاج مصنع الغور الأوسط 1000 نقوم بنقلها إلى سوق الزرقاء وهنا نكون قد استنفذنا إنتاج مصنع الغور الأوسط، ولكن بقي سوق الزرقاء بحاجة إلى 1000 وحدة، ولم يبق لدينا سوى 2500 وحدة هي إنتاج مصنع المفرق فيتم نقل 1000 وحدة منه إلى سوق الزرقاء للوفاء بحاجته، فيبقى من إنتاج مصنع المفرق 1500 وحدة، ونظراً لأن سوق اربد لم يتم الوفاء بحاجته بعد وهو يحتاج 1500 وحدة فننقلها له من مصنع المفرق، وبهذا نكون قد قمنا بتوزيع إنتاج المصانع الثلاثة على الأسواق الأربعة. ثم نقوم باحتساب التكلفة كما يلي:

الصف الأول: 5000 × 3 = 15000 دينار.

الصف الثاني: (1000 × 7) + (4000 × 5) + (1000 × 2) = 29000 دينار.

الصف الثالث: (1000 × 4) + (1500 × 5) = 11500 دينار.

15000 + 29000 + 11500 = 55500 دينار.

2. طريقة أقل التكاليف The Least Cost Method

وتقوم هذه الطريقة على البحث في جدول النقل وفي كل صف فيه على المربعات التي تحتوي على أقل التكاليف وذلك على النحو التالي بالتطبيق على معطيات المثال رقم (10- 1) السابق:

الأسواق / من المصنع	عمان	العقبة	الزرقاء	اربد	العرض
الكرك	3 1000	2 4000	7	6	5000
الغور الأوسط	7 2500	5	2 2000	3 1500	6000
المفرق	2 2500	5	4	5	2500
الطلب	6000	4000	2000	1500	13500

إن أقل التكاليف هي 2 دينار وتقع في المربعات (الكرك، العقبة) و (الغور الأوسط، الزرقاء) و (المفرق، عمان)، نباشر بمربع الكرك العقبة، فطالما أن مصنع الكرك طاقته الإنتاجية 5000 وحدة، وحاجة سوق العقبة 4000 فنقوم بتغطية كامل سوق العقبة من مصنع الكرك، يتبقى من مصنع الكرك 1000 وحدة يتم إعطائها لسوق عمان بسعر 3 دنانير، فيتبقى لسوق عمان 5000 وحدة، فنقوم بإعطائه كامل إنتاج فرع المفرق والبالغ 2500 وحدة، فيتبقى لسوق عمان 2500 وحدة يتم إعطائها له من مصنع الغور الأوسط، فيبقى من إنتاج مصنع الغور الأوسط 3500 وحدة وأقل تكلفة مقابلة هي لسوق الزرقاء (2 دينار) وحاجته 2000 وحدة فنغطيه من مصنع غور الصافي، فيبقى من إنتاج مصنع غور الصافي 1500 نعطيها لأقل تكلفة وهي 3 دنانير لسوق إربد وبالتالي نكون قد وزعنا إنتاج المصانع الثلاثة على الأسواق الأربع ضمن أقل التكاليف فتصبح تكلفة هذه الطريقة.

$(3 \times 1000) + (2 \times 4000) = 11000$.

$(7 \times 2500) + (2 \times 2000) + (3 \times 1500) = 26000$.

$(2 \times 2500) = 5000$.

11000 + 26000 + 5000 = 42000 دينار.

وبذلك تكون تكلفة هذه الطريقة أقل من تكلفة الطريقة السابقة.

3. طريقة فوجل التقريبية:

بموجب هذه الطريقة نقوم أولاً بتنظيم الجدول التالي لاحتساب الفرق بين أقل تكلفتي نقل في كل صف وكل عامود، وكما يلي:

الفروق	الطاقة القصوى (العرض)	اربد	الزرقاء	العقبة	عمان	الأسواق / من المصنع
1	5000	6	7	2 4000	3 1000	الكرك
1	6000	3 1500	2 2000	5	7 2500	الغور الأوسط
2	2500	5	4	5	2 2500	المفرق
	13500	1500	2000	4000	6000	الطلب
		2	2	3	1	الفروق

طريقة الحل:

لو نظرنا إلى أقل تكلفة في الصف الأول نجدها (2) وتليها (3) والفرق بينهما هو (1) نضعه في خانة الفروق، ثم نعبأ خانة الفروق بالنسبة لباقي الصفوف والأعمدة بنفس الطريقة.

بما أن أقل تكلفة في الصف الأول هي (2) وتربط ما بين مصنع الكرك وسوق العقبة، وبما أن حاجة سوق العقبة هي (4000) فنقوم بإعطائه حاجته من مصنع الكرك فيتبقى من إنتاج مصنع الكرك (1000) وحدة، فنبحث عن أقل تكلفة تالية في الصف نفسه وهي (3) والتي على أساسها تم احتساب الفرق لمصنع الكرك (3- 2=1)، وبما أنها تقع في سوق عمان فنعطي سوق عمان هذه الوحدات الألف، وبالتالي نكون قد استنفذنا إنتاج الكرك، ويبقى لسوق عمان (5000) وحدة. وعند انتقالنا للصف الثاني فإن أقل تكلفة هي (2) وتليها (3) والتي على أساسها تم احتساب الفرق (3- 2=1)، إن التكلفة البالغة (2) في

الصف الثاني تمثل النقل من مصنع الغور الأوسط، وبما أن التكلفة البالغة (2) تخص سوق الزرقاء وهو بحاجة إلى (2000) وحدة فنعطيه حاجته من مصنع الغور الأوسط. ثم نذهب إلى التكلفة الأقل الثانية في الصف الثاني وهي (3) وتخص سوق اربد وهو بحاجة إلى (1500) وحدة فنلبي طلبه من مصنع الغور الأوسط فيصبح لدينا المتبقي من إنتاج الغور الأوسط (2500) وحدة نعطيها بالكامل لسوق عمان رغم أنها أعلى تكلفة في الصف وذلك لأن سوق العقبة قد أخذ حاجته مسبقاً وبتكلفة (2) دينار. في الصف الثالث أقل تكلفة هي (2) دينار فنعطيه ما تبقى من حاجته وهي (2500) وحدة، وبالتالي نكون قد استنفدنا كافة إنتاج المصانع الثلاثة وبنفس الوقت لبينا حاجة الأسواق الأربع.

أما تكاليف هذه الطريقة فهي:

$$25500 = 2 \times 2500 + 7 \times 2500 + 3 \times 1000$$

8000	=	2×4000	+
4000	=	2×2000	+
4500	=	3×1500	+
42000			

ونلاحظ أن التكلفة حسب طريقة فوجل مساوية للتكلفة حسب طريقة أقل التكاليف.

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد كيفية استخدام وتوظيف الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات، لأن عملية اتخاذ القرارات تعتبر واحدة من أهم المهام التي تقوم بها المنظمات عموماً، ويتوقف نجاح أو فشل منظمة ما على مدى جودة وصحة القرارات التي يتم انخاذها، لذا تلجأ الكثير من المنظمات إلى استخدام أساليب كمية في عملية اتخاذ القرارات، كون ذلك يؤدي للوصول إلى قرارات أكثر دقة وموثوقية.

وقد ناقش الفصل كيفية اتخاذ القرارات في ضوء المخاطرة، والتي يقصد بها إمكانية حدوث أكثر من حالة أو عدة حالات في بيئة المنظمة تؤثر على القرار، لذلك فإن صانع القرار سوف يضع في اعتباره أن هناك عدة بدائل قد تتحكم في صحة وجودة القرار الذي سيتخذه، وسيعمل على اتخاذ القرار الذي يعطي أكبر قيمة نقدية متوقعة، وذلك بناء على قوة احتمال حدوث الحالة الطبيعية المؤثرة في نتائج القرار، وهناك مجموعة معايير يمكن استخدامها من أجل اتخاذ القرارات في ضوء وجود المخاطرة، من أهمها: معيار القيمة النقدية المتوقعة، ومعيار التكلفة المتوقعة للفرصة الضائعة، ومعيار القيمة المتوقعة للمعرفة التامة.

وناقش الفصل أيضاً كيفية اتخاذ القرارات في ظروف عدم التأكد، فعندما لا تتوفر البيانات المتعلقة باحتمالات تقلبات البيئة يصبح متخذ القرار في ظرف يسمى ظرف عدم التأكد أو الغموض، ورغم ذلك فإن الأساليب الكمية تساعد إلى حد كبير في اتخاذ القرار الأقرب إلى الصواب في مثل هذه الحالات، وهناك عدة معايير يمكن استخدامها للاختيار من بين البدائل الاستثمارية، منها: معيار أعظم الأعظم، والذي يسمى بالنموذج المتفائل كونه يبحث عن البديل الذي يحقق أعلى الأرباح، ومعيار أعظم ـ الأقل، والذي يسمى أيضاً معيار تعظيم أقل الأرباح أو المعيار المتشائم، والمعيار الواقعي، وغالباً ما يسمى بالمتوسط المرجح، وهو عبارة عن حل وسط يقع بين معياري التشاؤم والتفاؤل،

ومعيار لابلاس الذي يقوم على أساس أنه في حالة عدم معرفة متخذ القرار بفرص حدوث حالات الطبيعة المختلفة، فالأمثل إعطاء كل حالات الطبيعة نفس احتمال الحدوث. وشجرة القرار، التي يمكن من خلالها الوصول إلى حل المشكلات بواسطة نموذج تصويري يسمى شجرة القرار.

وتناول الفصل أيضاً موضوع الأساليب الكمية وحل مشكلات النقل والتخليص، إذ يعتبر مجال النقل من المجالات المهمة وخصوصاً في الشركات الصناعية، حيث من الممكن حل المشكلات المتعلقة بهذا المجال عن طريق استخدام البرمجة الخطية، كما يتمكن متخذ القرار من خلال استخدام تلك الأساليب من العثور على الحل الأمثل المتعلق إما بنقل السلع الجاهزة للبيع إلى مواقع الأسواق أو التخزين، وإما نقل المواد الخام اللازمة للتصنيع من أماكن تخزينها إلى المصنع، ويمكن الوصول إلى هذا الهدف، وهو تحقيق أقل تكلفة نقل من خلال عدة طرق، منها: طريقة الزاوية الشمالية الغربية، وطريقة أقل التكاليف، وطريقة فوجل التقريبية.

مسرد المصطلحات

- **القرارات في ضوء المخاطرة Decision Under Risk**: تلك القرارات التي يتم اتخاذها في حالة وجود إمكانية لحدوث أكثر من حالة أو عدة حالات في بيئة المنظمة تؤثر على القرار، بمعنى وجود عدة بدائل قد تتحكم في صحة وجودة القرار الذي سيتم اتخاذه.
- **القرارات في ظروف عدم التأكد Decision under uncertainty**: القرارات التي يتم اتخاذها حينما لا تتوفر البيانات المتعلقة باحتمالات تقلبات البيئة، حيث يصبح متخذ القرار في ظرف يسمى ظرف عدم التأكد أو الغموض.
- **معيار أعظم الأعظم Maxi Max Criterion**: ويسمى بالنموذج المتفائل كونه يبحث عن البديل الذي يحقق أعلى الأرباح، حيث يتوقع متخذ القرار حدوث حالة الطبيعة التي تعطي أعظم ربح ممكن.
- **معيار أعظم ـ الأقل Maxi Min Criterion**: ويسمى أيضاً معيار تعظيم أقل الأرباح أو المعيار المتشائم، وبموجب هذا المعيار يتم البحث عن البديل الذي يعطي أعلى عائد من أقل العوائد لكافة البدائل بمعنى أنه يتعامل مع أسوأ الاحتمالات، ويمثل هذا المعيار وجهة نظر متخذ القرار المتشائم، فعند حدوث أسوأ الظروف يعطي هذا المعيار أقل الخسائر.
- **معيار أقل ـ الأعظم Min Maxi Criterion**: يتم استناداً لهذا المعيار إيجاد أعظم الفرص الضائعة لكل فعل، ومن ثم اختيار الفعل الذي يعود لأصغر فرصة ضائعة.
- **المعيار الواقعي Criterion of realism**: وهو عبارة عن حل وسط يقع بين معياري التشاؤم والتفاؤل ويقوم على استخدام معامل للواقعية يرمز له بالرمز α والذي تتراوح قيمته ما بين صفر وواحد صحيح (0- 1).
- **معيار لابلاس Equally Likely (Laplace)**: يقوم هذا المعيار على أساس أنه في حالة عدم معرفة متخذ القرار بفرص حدوث حالات الطبيعة المختلفة،

فالأمثل إعطاء كل حالات الطبيعة نفس احتمال الحدوث، ومن أجل تطبيق هذا المعيار يجب إيجاد متوسط كل بديل ومن ثم اختيار البديل صاحب أعلى معدّل مع افتراض تساوي الاحتمالات.

- **شجرة القرار Decision Tree:** إحدى طرق الوصول إلى حل للمشكلات بواسطة نموذج تصويري يسمى شجرة القرار، وتتشابه جميع أشكال شجرة القرار من حيث احتواؤها على ما يسمى بمفاصل القرار أو نقاط القرار.
- **القيمة النقدية المتوقعة Expected Monetary Value:** يستخدم هذا المعيار لاتخاذ القرارات في حالات المخاطرة، ووفقاً لهذا المعيار يتم اختيار الفعل ذي أعلى قيمة متوقعة.
- **القيمة المتوقعة للمعرفة التامة Expected Value of Perfect Information:** أكبر مقدار من النقود يمكن إنفاقه للحصول على المعرفة التامة لحالة الطبيعة التي ستحدث.

أسئلة للمناقشة

1. كيف يمكن استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات في ضوء المخاطرة؟
2. هناك مجموعة معايير يمكن استخدامها من أجل اتخاذ القرارات في ضوء وجود المخاطرة، ما أهم تلك المعايير؟
3. توجد عدة معايير أو نماذج رياضية من الممكن استخدامها للاختيار من بين البدائل الاستثمارية عندما لا تتوفر البيانات المتعلقة باحتمالات تقلبات البيئة، ما أهم تلك المعايير؟
4. يعتبر المعيار الواقعي أحد المعايير التي يمكن استخدامها في حالة المخاطرة، ما المقصود بهذا المعيار، ومتى يمكن اللجوء إليه؟
5. بين ما الذي يعنيه معيار لابلاس؟
6. ماذا تعني شجرة القرار وما هي خطوات عملها؟
7. كيف يمكن استخدام الأساليب الكمية في حل مشكلات النقل والتخليص؟
8. اشرح كيف يتم استخدام طريقة الزاوية الشمالية الغربية في حل مشكلة النقل؟
9. ما المقصود بطريقة أقل التكاليف، وكيف يمكن استخدامها في حل مشكلة النقل؟
10. ما أساس عمل طريقة فوجل التقريبية؟

الفصل الحادي عشر

جدولة العمليات

Operations Scheduling

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكِّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. تحديد مفهوم جدولة العمليات.
2. توضيح المقصود بقرارات الجدولة في مجال الخدمات.
3. توضيح المقصود بقرارات الجدولة في مجال التصنيع.
4. بيان كيفية تحديد تتابع أو تسلسل العمليات.

الفصل الحادي عشر

جدولة العمليات

Operations Scheduling

المقدمة Introduction

تحتاج المنظمات بشكلٍ عام إلى ضرورة جدولة عملياتها المختلفة، من خلال تحديد أزمنة تنفيذ العمليات، وتحديد تتابع أو تسلسل أو ترتيب القيام بتلك العمليات، والهدف الأساس من القيام بجدولة العمليات هو توفير الوقت والجهد، وتحسين الإنتاجية، وبالتالي تحسين الموقف التنافسي، وتحقيق الأهداف التي تسعى المنظمة لتحقيقها.

وتفيد عمليات الجدولة أيضاً في حسن استغلال الموارد المتاحة، الأمر الذي من شأنه أن يحقق الكفاءة في استخدام تلك الموارد، لذا فإن مقياس نجاح الكثير من المنظمات يتوقف على حسن جدولة تلك المنظمات لعملياتها المختلفة.

يتناول هذا الفصل تحديد مفهوم جدولة العمليات، وتوضيح المقصود بقرارات الجدولة في مجال الخدمات، وتوضيح المقصود بقرارات الجدولة في مجال التصنيع، وبيان كيفية تحديد تتابع أو تسلسل العمليات.

أولاً: مفهوم جدولة العمليات Concepts of Operations Scheduling

يقصد بجدولة العمليات وضع خطة لترتيب تنفيذ العمليات المختلفة في المنشآت الصناعية، والتجارية، والخدمية، وتعتبر قرارات الجدولة الخطوط الأخيرة في عملية التحويل من شئ إلى شئ آخر، وقبل انتاج المخرجات النهائية، وتحدث الجدولة في كل منظمة بصرف النظر عن طبيعة ونوعية نشاطها، فمثلاً: يجب جدولة الإنتاج في الشركات الصناعية، بمعنى: إعداد جداول زمنية للعمال، والآلات، والمشتريات، وأعمال الصيانة، وغير ذلك. وأيضاً، يجب جدولة

الخدمات مثل جدولة أعمال المستشفيات والكليات والجامعات، وأيضاً عيادات الأطباء، ومحلات إصلاح السيارات وغيرها. فمثلاً، بالنسبة للمستشفيات:

- ينبغي جدولة دخول المرضى إل المستشفى.
- جدولة إجراء العمليات الجراحية.
- جدولة توزيع المهام على هيئة التمريض.
- جدولة إعداد الوجبات الغذائية للمرضى.
- جدولة توفير الأمان والصيانة، وغير ذلك.

والهدف من قرارات الجدولة هو: تحقيق التوافق بين غايات متعارضة تشمل الاستخدام الكفء للعمالة، والمعدات، والتسهيلات، وتخفيض زمن انتظار العميل، وتخفيض المخزون، وتخفيض أزمنة التشغيل.

اما المقصود بقرارات الجدولة Scheduling Decisions فهو: إعداد التوقيتات الزمنية اللازمة لاستخدام المعدات، والتسهيلات، والموارد البشرية في منظمات الأعمال.

ثانياً: قرارات جدولة العمليات في مجال الخدمات

The Decisions of Operations Scheduling in Services Sections

تركز قرارات جدولة العمليات في مجال الخدمات على جدولة العناصر الأساسية التالية:

1) العملاء
2) القوة العاملة
3) المعدات
4) عدة موارد معاً

وفيما يلي شرح لهذه العناصر:

(1) العملاء - (نظم الحجز): تستخدم لتنظيم الطلب على الخدمة في فترة زمنية معينة، وبهدف تخفيض استياء العميل (نتيجة الانتظار لفترة طويلة أو عدم الحصول على الخدمة)، ويطبق هذا النظام على خدمات الفنادق، والمطاعم، والسفر بالطائرات، وتأجير السيارات.

(2) نظم تحديد المواعيد: تهدف إلى التحكم في أوقات وصول العملاء للحصول على الخدمة، وتخفيض وقت انتظارهم وتحقيق أقصى درجة من استغلال الطاقة في تقديم الخدمة، ومن أمثلة ذلك: عيادات الأطباء ومكاتب المحامين.

(3) نظم جدولة العمالة: تستخدم لتنظيم عملية استغلال الطاقة مثلما هو الحال في المستشفيات (الأطباء، والممرضات)، ودوائر الشرطة (مدير القسم، نائب المدير، الضباط ومساعدوهم)، والعاملون في دليل الهاتف، والعاملون بالجمارك.

(4) نظم جدولة عدة موارد معاً: تجدول هذه النظم استخدام أكثر من مورد معاً (معدات، أفراد، أماكن أداء الخدمة)، ومن الأمثلة على ذلك جداول الأساتذة، وقاعات التدريس، ووسائل الشرح، وجداول الطلاب، وفي المستشفيات يتم جدولة غرف العمليات، وغرف الانعاش، وهيئة التمريض، والمعدات الخاصة.

ثالثاً: قرارات جدولة العمليات في مجال التصنيع

The Decisions of Operations Scheduling in Manufacturing

تتوقف عملية إعداد الجداول الزمنية للانتاج على حجم الإنتاج أو المخرجات، وتتفاوت مداخل الجدولة في ظل أربعة حالات:

1. نظم الإنتاج بحجم منخفض.
2. نظم الإنتاج بحجم متوسط.
3. نظم الإنتاج بحجم مرتفع.
4. جدولة مشروعات الإنتاج.

والسؤال المطروح هو:

1. كيف يتم توزيع وتخصيص الأحمال (كميات الإنتاج) بين مراكز العمل؟
2. ما التسلسل أو التتابع المستخدم في تشغيل المهام؟

ومن أجل الإجابة عن هذين السؤالين سيتم استخدام مجموعة من الوسائل لغرض توضيح كيفية القيام بجدولة العمليات، وسيتم فيما يلي الإجابة عن هذين السؤالين:

الاجابة عن السؤال الأول. توزيع وتخصيص العمال بين مراكز العمل:

تشير كلمة التحميل Loading إلى عملية توزيع المهام على مراكز التشغيل، وتتضمن قرارات التحميل توزيع مهام معينة على مراكز العمل وعلى الآلات المختلفة في مراكز العمل، ويبحث المديرون عن الترتيب الذي يؤدي إلى تخفيض تكاليف التشغيل والإعداد للآلات، وتخفيض زمن الانتظار بين مراكز العمل، أو تخفيض زمن انجاز المهمة اعتماداً على ظروف كل موقف.

ومن أهم الأساليب المستخدمة في التخصيص والتوزيع:

1. خرائط جانت.
2. أسلوب البرمجة الخطية.

(1) **خرائط جانت Gantt Chart:** قدمها العالم هنري جانت أحد رواد حركة الإدارة العلمية في عام 1917، وهي عبارة عن رَسم بياني يوضح الجدول الزمني لعمل ما، مثل مشروع إنشائي أو عملية صيانة أو عملية تطوير، أو مشروع تطوير وتصنيع، وتعتبر خرائط جانت من أقدم وأبسط طرق الجدولة والتحميل المستخدمة في الرقابة على الإنتاج، وما زالت تستخدم بتوسع في الصناعة، وتمثل هذه الخرائط أحد المداخل البسيطة لجدولة العمليات، وتهدف إلى تنظيم وتوضيح الاستخدام الفعلي أو المطلوب للموارد، وفي حدود زمنية معينة، وهناك عدة أنواع من هذه الخرائط، منها:

1. خريطة التحميل Load Chart: التي تظهر أزمنة التحميل وأزمنة الانتظار أو العطل لمجموعة من الآلات أو قائمة من الإدارات والأقسام.
2. خريطة الجدولة Schedule Chart: توضح مدى انجاز الأوامر أو المهام، وعما إذا كان يتم إنجازها في الوقت المحدد أم لا؟.
3. خرائط العمليات Process Charts: التي تقدم تفصيلات أكثر للقائم بالعملية الإنتاجية، وتعتمد هذه الخرائط على تقسيم جميع أنواع

العمليات الإنتاجية التي يمكن أن تتم في أي منشأة إلى أربعة أنواع رئيسية هي: عملية Operation، فحص inspection، نقل transportation، تخزين Delay.

4. خرائط التجميع Assembly Chart: تستخدم خرائط التجميع لإعطاء صورة عامة عن كيفية توحيد الأجزاء وعمليات التجميع الفرعية والرئيسية لتقديم المنتج النهائي، وتوضح جميع أنواع الخامات الأساسية والمكونات الرئيسية والعمليات الفرعية وعمليات الفحص والتجميع التي تتم لغرض إخراج المنتج بصورته النهائية، وعادة تستخدم هذه الخرائط في المنتجات التي يتم إنتاجها من خلال خطوط الإنتاج المستمر، إذ تساعد في إعطاء صورة سريعة عن العمليات اللازمة لتقديم معظم المنتجات التجميعية، ومن الأمثلة على ذلك تجميع جهاز كمبيوتر، أو تجميع آلة حاسبة.

(2) أسلوب التخصيص المعتمد على البرمجة الخطية Assignment Model

يعتبر هذا الأسلوب حالة خاصة من نموذج البرمجة الخطية، ويفيد في تخصيص وتوزيع المهام أو أي متطلبات عمل على مجموعة معينة من الموارد، مثل:

- تخصيص عدد من الأوامر على عدد من الآلات أو على مراكز العمل أو عدد من العمال.
- توزيع المناطق على رجال البيع.
- توزيع مهام إصلاح خطوط الهاتف على أطقم الإصلاح.

ولكي يتم استخدام هذا الأسلوب لا بد من تساوي عدد المهام مع عدد الآلات، وتتلخص فكرة أسلوب التخصيص المعتمد على البرمجة الخطية في تحقيق التوافق المثالي بين المهام والموارد باستخدام معايير مثل: التكاليف، والأرباح، والكفاءة، والأداء.

وهناك أسلوب يسمى الأسلوب المجري Hungarian Method يستخدم لتوزيع كل مهمة تلو الأخرى للوصول إلى الحل الذي يحقق أقل تكلفة، ويشترط في هذا الأسلوب توزيع كل مهمة على آلة واحدة فقط، كما يفترض في هذا

الأسلوب إمكانية قيام كل آلة بأداء كل مهمة في ضوء معلومية وثبات تكاليف تخصيص المهام على الآلات.

خطوات الحل باستخدام الأسلوب المجري

مثال (11- 1): إذا علمت أن هناك أربع مهمات، وتحتاج تخصيصها على الآلات الأربعة الموجودة، وكانت تكلفة القيام بكل مهمة حسبما يوضح الجدول اللاحق، حدد التخصيص المثالي لهذه المهام باستخدام الأسلوب المجري.

الآلات / المهام	أ	ب	ج	د	أصغر رقم في الصف
1	8	6	(2)	4	2
2	(6)	7	11	10	6
3	(3)	5	7	6	3
4	(5)	10	12	9	5

الحل:

1. طرح أصغر رقم في كل صف من بقية أرقام نفس الصف، ووضع النتائج في الجدول التالي:

الآلات / المهام	أ	ب	ج	د
1	6	4	صفر	2
2	صفر	1	5	4
3	صفر	2	4	3
4	صفر	5	7	4
أصغر رقم في كل عمود	**صفر**	**1**	**صفر**	**2**

2. طرح أصغر رقم في كل عمود من بقية أرقام نفس العمود، ووضع النتائج في الجدول التالي:

الآلات / المهام	أ	ب	ج	د
1	6	3	صفر	صفر
2	صفر	صفر	5	2
3	صفر	1	4	1
4	صفر	4	7	2

3. تحديد أقل رقم من الخطوط المطلوبة لتغطية كل الأصفار:

الآلات / المهام	أ	ب	ج	د
1	6	3	صفر	صفر
2	صفر	صفر	5	2
3	صفر	1	4	1
4	صفر	4	7	2

أصغر رقم غير مغطى بخط

4. ولأن عدد الخطوط التي تغطي كل الأصفار أقل من عدد الصفوف أو الأعمدة، فهذا الجدول لا يعتبر حلاً أمثلاً، لذا نذهب للخطوة (5).

5. طرح أصغر رقم من الأرقام غير المغطاة بخط من بقية الأرقام غير المغطاة، وإضافته إلى نقاط التقاطع بين الخطوط.

الآلات / المهام	أ	ب	ج	د
1	6	3	صفر	صفر
2	صفر	صفر	5	2
3	صفر	1- 1 = صفر	4- 1=3	1- 1= صفر
4	صفر	4- 1 =3	7- 1=6	2- 1=1

6. تحديد أقل عدد من الخطوط المطلوبة لتغطية كل الأصفار:

الآلات / المهام	أ	ب	ج	د
1	6	3	صفر	صفر
2	صفر	صفر	5	2
3	صفر	1	3	0
4	صفر	4	7	2

7. ويعتبر هذا الجدول هو جدول الحل الأمثل، حيث أن عدد الخطوط يساوي عدد الصفوف أو عدد الأعمدة.

8. يتم في هذه الخطوة إعداد التخصيصات المثالية للمهام على الآلات، على أن يتم البدء أولاً بالخلايا الصفرية (تكلفة صفرية)، وفقاً للترتيب التالي:

المهام	الآلات	التكلفة
4	أ	5
2	ب	7
3	د	6
1	ج	2

إجمالي تكلفة التخصيص = 20

ملاحظات على الحل:

1. تم البدء بتوزيع المهمة (4) على الآلة (أ) لأنه يوجد صفر واحد في صف هذه المهمة.
2. تم اتباع نفس الإجراء بالنسبة للمهمة (2)، حيث تم توزيع هذه المهمة على الآلة (ب).
3. يتبقى بعد ذلك الأرقام التالية:

الآلات / المهام	ج	د
1	صفر	صفر
3	3	صفر

4. تم تخصيص المهمة (3) على الآلة (د) لأنه يوجد صفر واحد في هذا الصف.
5. بقيت المهمة (1) ولا يوجد إلا آلة واحدة هي (ج)، لذا تم توزيعها عليها.

رابعاً: تحديد تتابع وتسلسل العمليات

Determine the Sequencing of Operations

تفيد قرارات الجدولة، التي تم تناولها سابقاً، في إعداد التوقيتات الزمنية اللازمة لاستخدام المعدات، والتسهيلات، والموارد البشرية في منظمات الأعمال، ومن خلال تحديد الآلات أو مراكز العمل التي سيتم استخدامها، أما مفهوم تتابع وتسلسل العمليات فيشير إلى ترتيب أو تسلسل أداء المهام على الآلات أو مراكز العمل المختلفة، ويهتم مفهوم "تتابع أو تسلسل العمليات" بتحديد كل من:

1. ترتيب تشغيل المهام في مراكز العمل المختلفة Work Centers .
2. ترتيب تشغيل المهام داخل مراكز العمل على محطات التشغيل Work Station التي يقصد بها منطقة عمل لفرد ما باستخدام آلة خاصة أو عمل متخصص.

وحتى يتم ترتيب تشغيل المهام (توزيعها على الأفراد)، فإن ذلك يعتمد على استخدام قواعد معينة، يوضحها الجدول رقم (11- 1) التالي:

جدول رقم (11- 1)

قواعد ترتيب تشغيل المهام

الرقم	القاعدة	الشرح
1	**الوارد أولاً صادر أولاً**	يتم تشغيل المهام وفق ترتيب وصولها إلى الآلة أو مركز العمل
2	**أقل وقت تشغيل**	يتم تشغيل المهام وفقاً لأوقات التشغيل على الآلة أو مركز العمل، ويتم البدء بالمهمة ذات وقت التشغيل الأقل
3	**وقت التسليم**	يتم تشغيل المهام وفقاً لأوقات التسليم، ويتم البدء بأقرب وقت تسليم
4	**المؤشر الحرج**	يتم تشغيل الأوامر وفق أصغر مؤشر لوقت التسليم أو وقت التشغيل
5	**الفائض لكل عملية**	يتم تشغيل المهام وفق متوسط الوقت الفائض (زمن التسليم – الزمن المتبقي للتشغيل)، ويحسب المتوسط بقسمة الوقت الفائض على عدد العمليات المتبقية بما فيها العملية الحالية
6	**السرعة**	يتم البدء بالحالات العاجلة أو العملاء من ذوي الأفضلية

ويمثل الجدول رقم (11- 2) التالي أهم مقاييس الأداء المستخدمة في تحديد تسلسل وتتابع العمليات (مؤشرات الفعالية):

جدول رقم (11- 2)

أهم مقاييس الأداء المستخدمة في تحديد تسلسل وتتابع العمليات

الرقم	المقياس	التعريف
1	الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية Job flow time	طول مدة بقاء المهمة أو الأمر في الورشة أو في محطة تشغيل أو في مركز عمل
2	وقت تأخير المهمة job lateness	عبارة عن زمن انجاز المهمة أو الوقت المتبقي بالعملية مطروحاً منه زمن التسليم
3	إجمالي أزمنة التشغيل	اجمالي الوقت المطلوب لإنجاز مجموعة من المهام من بداية أول مهمة وحتى إنجاز آخر مهمة
4	متوسط عدد المهام لكل مركز العمل	متوسط عدد المهام = (إجمالي الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية لكل المهام) / مجموع أزمنة التشغيل لكل المهام

مثال (11- 2): فيما يلي أزمنة تشغيل وأزمنة تسليم ست مهام في انتظار تشغيلها على مركز عمل:

المهمة	زمن التشغيل (باليوم)	زمن التسليم (باليوم)
أ	2	7
ب	8	16
ج	4	4
د	10	17
هـ	5	15
و	12	18

المطلوب: بافتراض وصول المهام بالترتيب السابق، حدد: تتابع المهام، متوسط الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية، متوسط وقت التأخير، متوسط عدد المهام في مركز العمل، وذلك باتباع القواعد التالية:

(1) الوارد أولاً صادر أولاً، (2) أقل وقت تشغيل، (3) أقل وقت تسليم

الحل: (1) قاعدة الوارد أولاً صادر أولاً

1. تتابع المهام ـ نفس التمرين الوارد بالمثال: أ - ب - ج - د - هـ - و
2. متوسط الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية لكل المهام = 120 ÷ 6 = 20 يوم
3. متوسط وقت التأخير = 54 ÷ 6 = 9 أيام
4. متوسط عدد المهام لكل مركز العمل = 120 ÷ 41 = 2.93 مهمة

المهمة	(1) زمن التشغيل	(2) زمن التسليم	(3) الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية	(4) التأخير 3- 2
أ	2	7	2	2- 7 (لا يوجد)
ب	8	16	10 =8 + 2	10- 16 (لا يوجد)
ج	4	4	14= 4 + 10	14- 4 = 10
د	10	17	24 = 10 + 14	24- 17= 7
هـ	5	15	29 = 5 + 24	29- 15= 14
و	12	18	41 = 12 + 29	41- 18 = 23
المجموع	41		120	54

(2) قاعدة أقل وقت تشغيل

1. تتابع المهام ـ (حسب وقت التشغيل الأقل): أ — ج — هـ - ب — د - و
2. متوسط الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية لكل المهام = 108 ÷ 6 = 18 يوم
3. متوسط وقت التأخير = 40 ÷ 6 = 6.67 يوم
4. متوسط عدد المهام لكل مركز العمل = 108 ÷ 41 = 2.63 مهمة

المهمة	(1) زمن التشغيل	(2) زمن التسليم	(3) الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية	(4) التأخير 3- 2
أ	2	7	2	2- 7 (لا يوجد)
ج	4	4	2 + 4= 6	6- 4 = 2
هـ	5	15	6 + 5 =11	11- 15= (لا يوجد)
ب	8	16	11 + 8 = 19	19- 16= 3
د	10	17	19 + 10 = 29	29- 17= 12
و	12	18	29 + 12 = 41	41- 18 = 23
المجموع	**41**		**108**	**40**

(3) قاعدة أقل وقت تسليم

1. تتابع المهام. (حسب وقت التسليم الأقل): ج – أ – هـ - ب – د - و
2. متوسط الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية لكل المهام = 110 ÷ 6 = 18.33 يوم
3. متوسط وقت التأخير = 38 ÷ 6 = 6.33 يوم
4. متوسط عدد المهام لكل مركز العمل = 110 ÷ 41 = 2.68 مهمة

المهمة	(1) زمن التشغيل	(2) زمن التسليم	(3) الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية	(4) التأخير 3- 2
ج	4	4	4	4- 4 (لا يوجد)
أ	2	7	4 + 2= 6	6- 7 (لا يوجد)
هـ	5	15	6 + 5 =11	11- 15= (لا يوجد)
ب	8	16	11 + 8 = 19	19- 16= 3
د	10	17	19 + 10 = 29	29- 17= 12
و	12	18	29 + 12 = 41	41- 18 = 23
المجموع	**41**		**110**	**38**

ملخص تطبيق قواعد ترتيب العمليات الإنتاجية

القاعدة	(1) متوسط الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية	(2) متوسط وقت التأخير	(3) متوسط عدد المهام
(1) الوارد أولاً صادر أولاً	20	9	2.93
(2) أقل وقت تشغيل	18	6.67	2.63
(3) أقل وقت تسليم	18.33	6.33	2.68

ملاحظات على الجدول:

1. تعتبر قاعدة أقل وقت تشغيل الأفضل من حيث معياري: متوسط الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية لكل المهام، ومتوسط عدد المهام لكل مركز العمل (18، 2.63).
2. تعتبر قاعدة اقل وقت تسليم الأفضل من حيث متوسط وقت التأخير (6.33).
3. تعتبر قاعدة الوارد أولاً صادر أولاً الأسوأ من حيث نتائجها (20، 9، 2.93)

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد مفهوم جدولة العمليات، التي يقصد بها وضع خطة لترتيب تنفيذ العمليات المختلفة في المنشآت الصناعية، والتجارية، والخدمية، والهدف من قرارات الجدولة هو: تحقيق التوافق بين غايات متعارضة تشمل الاستخدام الكفء للعمالة، والمعدات، والتسهيلات، وتخفيض زمن انتظار العميل، وتخفيض المخزون، وتخفيض أزمنة التشغيل. اما المقصود بقرارات الجدولة فهو: إعداد التوقيتات الزمنية اللازمة لاستخدام المعدات، والتسهيلات، والموارد البشرية في منظمات الأعمال.

وناقش الفصل قرارات جدولة العمليات في مجال الخدمات، والتي تركز على جدولة العملاء، والقوة العاملة، والمعدات، وفيما يخص العملاء تستخدم الجدولة لتنظيم الطلب على الخدمة في فترة زمنية معينة بهدف تخفيض استياء العميل، وأيضاً جدولة نظم تحديد المواعيد بهدف لتحكم في أوقات وصول العملاء للحصول على الخدمة، وتخفيض وقت انتظارهم، وفي نظم جدولة العمالة، يتم تنظيم عملية استغلال الطاقة مثلما هو الحال فيالمستشفيات، وفي نظم جدولة عدة موارد معاً تجدول هذه النظم استخدام أكثر من مورد معاً (معدات، أفراد، أماكن أداء الخدمة مثلاً).

وتناول الفصل قرارات جدولة العمليات في مجال التصنيع، والتي تتعلق بعملية إعداد الجداول الزمنية لحجم الإنتاج أو المخرجات، وتتفاوت مداخل الجدولة في ظل أربع حالات: نظم الإنتاج بحجم منخفض، ونظم الإنتاج بحجم متوسط، ونظم الإنتاج بحجم مرتفع، وجدولة مشروعات الإنتاج. وترتبط قرارات الجدولة في مجال التصنيع بتحديد كيفية توزيع وتخصيص الأحمال (كميات الإنتاج) بين مراكز العمل من جهة، ومن جهة ثانية تحديد التسلسل أو التتابع المستخدم في تشغيل المهام، ويمكن استخدام عدة أساليب في التخصيص والتوزيع، من أهمها: خرائط جانت، وأسلوب البرمجة الخطية،

وهنـاك عـدة أنـواع مـن هـذه خـرائط جانـت، منهـا: خريطـة التحميـل، وخريطـة الجدولة، وخرائط العمليات، وخرائط التجميع.

وتناول الفصل أيضاً تحديد تتابع وتسلسل العمليات التي تشير إلى ترتيب أو تسلسل أداء المهام على الآلات أو مراكز العمل المختلفة، إذ يهتم مفهوم "تتابع أو تسلسل العمليات" بتحديد كل من: ترتيب تشغيل المهام في مراكز العمل المختلفة، وترتيب تشغيل المهام داخل مراكز العمل على محطات التشغيل التي يقصد بها منطقة عمل لفرد ما باستخدام آلة خاصة أو عمل متخصص.

مسرد المصطلحات

- **جدولة العمليات Operations Scheduling:** يقصد بجدولة العمليات وضع خطة لترتيب تنفيذ العمليات المختلفة في المنشآت الصناعية، والتجارية، والخدمية، تعتبر قرارات الجدولة الخطوط الأخيرة في عملية التحويل من شئ إلى شئ آخر.
- **قرارات الجدولة Scheduling Decisions:** إعداد التوقيتات الزمنية اللازمة لاستخدام المعدات، والتسهيلات، والموارد البشرية في منظمات الأعمال.
- **التحميل Loading:** عملية توزيع المهام على مراكز التشغيل، وتتضمن قرارات التحميل توزيع مهام معينة على مراكز العمل وعلى الآلات المختلفة في مراكز العمل.
- **خرائط جانت Gantt Chart:** هي عبارة عن رَسم بياني يوضح الجدول الزمني لعمل ما، مثل مشروع إنشائي أو عملية صيانة أو عملية تطوير، أو مشروع تطوير وتصنيع، وتعتبر خرائط جانت من أقدم وأبسط طرق الجدولة والتحميل المستخدمة في الرقابة على الإنتاج.
- **خريطة التحميل Load Chart:** إحدى خرائط جانت، والتي تظهر أزمنة التحميل وأزمنة الانتظار أو العطل لمجموعة من الآلات أو قائمة من الإدارات والأقسام.
- **خريطة الجدولة Schedule Chart:** إحدى خرائط جانت التي توضح مدى انجاز الأوامر أو المهام، وعما إذا كان يتم إنجازها في الوقت المحدد أم لا؟.
- **خرائط العمليات Process Charts:** تلك الخرائط التي تقدم تفصيلات للقائم بالعملية الإنتاجية، وتعتمد هذه الخرائط على تقسيم جميع أنواع العمليات الإنتاجية التي يمكن أن تتم في أي منشأة إلى أربعة أنواع رئيسية هي: عملية، وفحص، ونقل،و تخزين.

- **خرائط التجميع Assembly Chart:** تلك الخرائط التي تستخدم لإعطاء صورة عامة عن كيفية توحيد الأجزاء وعمليات التجميع الفرعية والرئيسية لتقديم المنتج النهائي، وتوضح جميع أنواع الخامات الأساسية والمكونات الرئيسية والعمليات الفرعية وعمليات الفحص والتجميع التي تتم لغرض إخراج المنتج بصورته النهائية.
- **اسلوب التخصيص المعتمد على البرمجة الخطية Assignment Model:** حالة خاصة من نموذج البرمجة الخطية، ويفيد في تخصيص وتوزيع المهام أو أي متطلبات عمل على مجموعة معينة من الموارد.
- **الأسلوب المجري Hungarian Method:** يستخدم للوصول إلى الحل الذي يحقق أقل تكلفة، ويشترط في هذا الأسلوب توزيع كل مهمة على آلة واحدة فقط، كما يفترض في هذا الأسلوب إمكانية قيام كل آلة بأداء كل مهمة في ضوء معلومية وثبات تكاليف تخصيص المهام على الآلات.
- **تتابع وتسلسل العمليات Sequencing of Operations:** يعني ترتيب أو تسلسل أداء المهام على الآلات أو مراكز العمل المختلفة.
- **محطات التشغيل Work Station:** يقصد بها منطقة عمل لفرد ما باستخدام آلة خاصة أو عمل متخصص.
- **الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية Job Flow Time:** طول مدة بقاء المهمة أو الأمر في الورشة أو في محطة تشغيل أو في مركز عمل.
- **وقت تأخير المهمة Job Lateness:** عبارة عن زمن انجاز المهمة أو الوقت المتبقي بالعملية مطروحاً منه زمن التسليم.

أسئلة للمناقشة

1. ما المقصود بجدولة العمليات؟
2. ماذا نعني بقرارات الجدولة، وما الهدف منها؟
3. تركز قرارات جدولة العمليات في مجال الخدمات على جدولة مجموعة من العناصر الأساسية، ما هي؟
4. تتوقف عملية إعداد الجداول الزمنية للانتاج على حجم الانتاج أو المخرجات، وتتفاوت مداخل الجدولة في ظل أربعة حالات، حددها؟
5. كيف يتم توزيع وتخصيص الأحمال (كميات الانتاج) بين مراكز العمل المختلفة؟
6. من أهم الأساليب المستخدمة في التخصيص والتوزيع: خرائط جانت، وأسلوب البرمجة الخطية، بين ما يعنيه كل أسلوب منهما؟
7. هناك عدة أنواع من خرائط جانت، حددها مع الشرح؟
8. ما المقصود بمفهوم تتابع وتسلسل العمليات، وبماذا يهتم هذا المفهوم؟
9. **ما هي** قواعد ترتيب تشغيل المهام على الآلات المختلفة؟
10. حدد أهم مقاييس الأداء المستخدمة في تحديد تسلسل وتتابع العمليات؟
11. إذا علمت أن هناك ثلاث مهمات، وتحتاج تخصيصها على الآلات الثلاث الموجودة، وكانت تكلفة القيام بكل مهمة حسبما يوضح الجدول اللاحق، حدد التخصيص المثالي لهذه المهام باستخدام الأسلوب المجري.

الآلات / المهمات	أ	ب	ج
1	8	9	3
2	5	7	12
3	6	8	14

12. فيما يلي أزمنة تشغيل وأزمنة تسليم أربعة مهام في انتظار تشغيلها على مركز عمل.

المهمة	زمن التشغيل (باليوم)	زمن التسليم (باليوم)
أ	4	6
ب	6	4
ج	7	10
د	12	17

المطلوب تحديد: تتابع المهام، متوسط الوقت المنقضي في العملية الانتاجية، متوسط وقت التأخير، متوسط عدد المهام في مركز العمل، وذلك باتباع القواعد التالية:

(1) أقل وقت تشغيل، (2) أقل وقت تسليم

إدارة المخزون

Inventory Management

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. تحديد الأنواع المختلفة من المخزون.
2. توضيح طرق جرد المخزون.
3. بيان طرق تقييم المخزون.
4. تحليل عناصر تكلفة المخزون.
5. شرح دورة المخزون.
6. تحديد نماذج المحافظة على توازن المخزون.

الفصل الثاني عشر

إدارة المخزون

Inventory Management

المقدمة Introduction

تكمن أهمية تخطيط وإدارة المخزون في أنه من العوامل التي تؤدي إلى استمرارية عمل المنظمات سواء الصناعية أو التجارية، وبالتالي فإن إدارة المخزون بشكل سليم تضمن عدم التوقف أو التعطل بسبب شح المخزون سواء في المواد الأولية التي تدخل في صناعة المنتج النهائي في الشركات الصناعية، أو البضاعة تامة الصنع التي يقوم المستهلك بشرائها من المنشآت التجارية.

كما تنطلق أهمية إدارة المخزون من كونه أحد بنود التكلفة الرئيسة سواء في المنظمات الصناعية أو التجارية، ويمتد أثر هذه التكلفة ليشمل تكلفة المنتجات وتكلفة المبيعات وكلاهما يؤثر على قياس دخل المنظمة أو صافي ربحها ومركزها المالي.

ففي الشركات الصناعية تشكل تكلفة المواد الأولية ما يفوق 50٪ من مجمل التكلفة الصناعية أما في الشركات التجارية فترتفع هذه النسبة لتصل في كثير من الحالات إلى أكثر من 70٪ من تكلفة المبيعات (أبو نصار، 2008، ص543).

لذلك نرى أن مثل هذه النسب حريّة بإدارة وإشراف يتّسمان بالدقة المتناهية وذلك من أجل تحديد كميات المواد الأولية التي تم استخدامها لإنتاج عدد معين من الوحدات تامة الصنع بأقل التكاليف والتي تتكون من تكلفة تخزين المواد، وأجور العاملين في المخازن، والمصاريف المتعلقة بالمخازن، لذلك سيناقش هذا الفصل تحديد الأنواع المختلفة من المخزون، وتوضيح طرق جرد وتقييم المخزون،

وتحليل عناصر تكلفة المخزون، وشرح دورة المخزون، وتحديد نماذج المحافظة على توازن المخزون.

أولاً: أنواع المخزون Types of Inventory

من الممكن تقسيم المخزون إلى أنواع حسب طبيعة النشاط الذي تمارسه المنظمة، فإن كانت المنظمة تجارية؛ أي تقوم بشراء السلع من أجل بيعها فإن المخزون لدى هذه المنظمة يتكون فقط من السلع التي تقوم المنظمة بشرائها وبيعها، أما إذا كانت المنظمة صناعية فإن مخزونها يتكون من ثلاثة أنواع هي (Stevenson, 2009, p.4):

- مخزون المواد الأولية (المواد الخام) Raw Material، وهي المواد التي يتم شراؤها بهدف تصنيعها وتحويلها إلى مواد أخرى.
- مواد أو بضاعة تحت التشغيل Work in Process، وهي منتجات انتقلت عبر الخط الإنتاجي من مجرد مواد أولية إلى بضاعة غير مكتملة التصنيع، ويطلق عليها أيضاً مصطلح بضاعة نصف مصنّعة.
- مخزون البضاعة تامة الصنع Finished Goods، وهي المواد الجاهزة للبيع سواء للمستخدم أم للمستهلك.

كما يمكن تقسيم المخزون حسب الغرض من تخزينه إلى نوعين أساسيين، هما (الغنام، 2008):

- المخزون التشغيلي Operating Inventory: حيث يشمل هذا النوع أصناف المخزون الضرورية لتشغيل النظام الإنتاجي، وما يخرجه هذا النظام من منتجات في ظل الظروف العادية.
- مخزون الأمان Safety Stock: وهو عبارة عن كميات احتياطية من أصناف معينة ليس بهدف التشغيل الاعتيادي بل لمواجهة الظروف غير العادية التي قد تواجه المنظمة، ويستخدم هذا المخزون كوسيلة لضمان قيام المنظمة بالوفاء بالزيادة الطارئة على الطلب، أو لمواجهة طول فترة التوريد.

ثانياً: طرق جرد المخزون Methods of Inventory

يعتبر الجرد لموجودات المخازن خطوة من خطوات الرقابة على المخزون، ويتناول جرد المخزون أهدافاً إدارية تتعلق بالرقابة على المخزون وأهداف محاسبية أهمها تحديد قيمة بضاعة آخر المدة، ويتضمن مخزون آخر المدة جميع كميات البضاعة سواء أكانت مواد أولية أم بضاعة تامة الصنع المملوكة للمنظمة بغض النظر عن مكان وجود هذه البضاعة، لذا فإن قوائم الجرد تحتوي على العناصر التالية التي تكوّن رصيد بضاعة آخر المدة.

أ. البضاعة الموجودة في مخازن المنظمة ومتاجرها وفروعها ومعارضها.

ب. البضاعة الموجودة لدى وكلاء البيع التي لم يتم إثباتها كمبيعات.

ج. البضاعة الموجودة في مستودعات الجمارك شريطة أن تكون قد أثبتت كمشتريات في دفاتر المنظمة.

د. البضاعة في الطريق والتي ينص عقد شرائها على التسليم في محلات البائع بعد إثبات قيمتها كمشتريات.

كما يتم استبعاد العناصر التالية من بضاعة آخر المدة:

أ. البضاعة التي تم بيعها وسجلت في دفاتر المنظمة كمبيعات ولم تسلم بعد للمشتري.

ب. البضاعة الموجودة في مخازن المنظمة كتأمين أو كرهن.

ج. البضاعة الموجودة في مخازن المنظمة للاتجار بها لحساب الغير.

ويمكن جرد المخزون باستخدام أحد نظامين هما:

(1) نظام الجرد الدوري Periodic Inventory System

حيث يستخدم هذا النظام لتقييم المخزون السلعي في تاريخ معين وعادة ما يكون في نهاية الفترة المالية وذلك بحصر كمية وقيمة الوحدات من البضائع الموجودة في المخازن عن طريق العد الفعلي لوحدات كل صنف من أصناف البضاعة، ثم يتم استخراج قيمة البضائع الموجودة في المخازن بحسب سعر تكلفتها، ومقارنة هذه التكلفة بسعر البيع، بمعنى انه لو تم بيعها أو قيمتها

القابلة للتحقق، وبموجب المعيار رقم (2) من معايير المحاسبة الدولية المنطلق من مبدأ الحيطة والحذر يتم تقييم بضاعة آخر المدة بحسب سعر التكلفة أو القيمة القابلة للتحقق أيهما أقل (دهمش وآخرون، 2009، ص.154)، ويتم تحديد ثمن التكلفة والقيمة القابلة للتحقق كما في المثال التالي:

لو كان في المخازن 5000 وحدة من صنف معين من البضاعة، وبالرجوع إلى فاتورة الشراء، وكافة المصروفات المتعلقة بشراء هذه الوحدات تبين أن التكلفة المدفوعة لإدخال الوحدة الواحدة إلى المخازن هي (7) دنانير، فإن تكلفة شراء 5000 وحدة = 5000×7=35000 دينار.

وتبين أنه في يوم الجرد كان سعر بيع الوحدة الواحدة في السوق هو (8.5) دينار، فذلك يعني أن القيمة القابلة للتحقق = 5000×8.5=42500.

بناء على المعيار رقم (2) يتم تقييم المخزون بمبلغ (35000) دينار كونه القيمة الأقل.

أما إذا كان المخزون عبارة عن بضاعة غير مكتملة التصنيع (بضاعة تحت التشغيل) فعندها تحسب القيمة القابلة للتحقق عن طريق طرح التكاليف المقدّرة لإتمام تصنيع المخزون من القيمة البيعية المقدّرة، ويعتبر الهدف من تقييم المخزون السلعي بسعر التكلفة أو سعر السوق أيهما أقل تطبيقا لمبدأ الحيطة والحذر والذي يدعو إلى عدم تضخيم أرباح المنظمة ومركزها المالي سيما وأن قيمة البضاعة في المخازن تؤثر على كل من نتيجة الأعمال والمركز المالي للمنظمة وذلك كما يلي:

أ) نتيجة الأعمال:

من المعروف أن مجمل الربح = صافي المبيعات – تكلفة البضاعة المباعة.

وتكلفة البضاعة المتاحة للبيع = بضاعة أول المدة + المشتريات.

أما تكلفة البضاعة المباعة = تكلفة البضاعة المتاحة للبيع – المخزون السلعي آخر المدة.

فعلى فرض أن بضاعة أول المدة كان رصيد حسابها (70000) دينار والمشتريات (20000) وكانت المبيعات الصافية (150000) دينار.

فلو تم اخذ قيمة المخزون السلعي في نهاية المدة بحسب سعر التكلفة فإن مجمل الربح سيكون:

تكلفة البضاعة المعدّة للبيع = 70000 + 20000 = 90000 دينار.

تكلفة البضاعة المباعة = 90000 – 35000 = 55000 دينار.

أما مجمل الربح = 150000 – 55000 = 95000 دينار.

أما لو تم أخذ قيمة المخزون السلعي بحسب سعر السوق فيصبح مجمل الربح كما يلي:

90000 – 42500 = 47500 دينار تكلفة البضاعة المباعة.

مجمل الربح = 150000 – 47500 = 102500 دينار.

أي أننا نكون قد ضخّمنا مجمل الربح بمبلغ (102500 – 95000) =7500 دينار وذلك بسبب القيام بتقييم بضاعة لم تباع بعد بسعر السوق.

ب) المركز المالي:

يعتبر المخزون السلعي أحد مفردات الأصول المتداولة وهو من أكثر الأصول أهمية في المنشآت التجارية، لذلك يجب إظهاره في قوائم المنظمة بالصورة التي تعبّر عن الواقع تعبيراً صادقاً، فلو تم إظهاره بالقيمة السوقية البالغة (42500)، تكون المنشأة قد قيمت مخزونها السلعي بقيمة أكبر لا تعبّر عن الواقع الفعلي حيث إنها ضخَّمت موجوداتها المتداولة بمبلغ (7500) دينار.

(2) طريقة الجرد المستمر Perpetual Inventory System

حسب نظام الجرد المستمر فإن رصيد حساب المخزون ورصيد حساب تكلفة البضاعة المباعة لا يتطلب استخراجها الخطوات التي ذكرناها في نظام الجرد الدوري، بل يقضي النظام فتح حسابين مستقلين لكل من المخزون وتكلفة البضاعة المباعة، حيث تقيد كافة عمليات الشراء والعمليات المرتبطة بها في هذا الحساب ولا يتم استخدام حساب المشتريات إطلاقاً في ظل نظام الجرد المستمر.

وفي حالة البيع يتم إجراء قيدين محاسبيين في الدفاتر لكل عملية بيع أحدهما لإثبات عملية البيع الحقيقية أي بسعر البيع والثاني لإثبات تكلفة هذه البضاعة التي تم بيعها.

ثالثاً : طرق تقييم المخزون Inventory Assessment Methods

يتم تقييم المخزون باستخدام واحدة من الطرق الثلاث التالية:

1. طريقة الوارد أولا صادر أولاً First in First Out
2. طريقة الوارد أخيرا صادر أولاً Last in First Out
3. طريقة المتوسط المرجح Weighted Average

سنقوم بشرح هذه الطرق الثلاث من خلال المثال التالي لكي نتعرف على أثر استخدام كل طريقة على كل من قيمة المخزون وتكلفة البضاعة المباعة.

مثال رقم (12- 1):

أظهرت دفاتر شركة الاتحاد العمليات التالية المتعلقة بالبضاعة:

1. بتاريخ 2011/1/1 بلغ رصيد أول المدة من البضاعة (4000) دينار وهي عبارة عن (200) وحدة.
2. بتاريخ 2011/1/5 تم شراء (300) وحدة بسعر (18) دينار للوحدة.
3. بتاريخ 2011/1/12 تم بيع (250) وحدة بسعر بيع (22) دينار للوحدة.
4. بتاريخ 2011/1/16 تم شراء (150) وحدة بسعر (20) دينار للوحدة.
5. بتاريخ 2011/1/22 تم بيع (200) وحدة بسعر (25) دينار للوحدة.

والمطلوب:

1. إيجاد تكلفة البضاعة المباعة بموجب طرق تقييم المخزون الثلاث.
2. إيجاد رصيد بضاعة آخر المدة بموجب الطرق الثلاث.
3. إيجاد مجمل الربح لكل طريقة من الطرق الثلاث.

الحل:

أولاً: طريقة الوارد أولاً صادر أولاً FIFO

التاريخ	البيان	الوارد			الصادر			الرصيد		
		العدد	السعر	الإجمالي	العدد	السعر	الإجمالي	العدد	السعر	الإجمالي
1/1	رصيد أول المدة							200	20	4000
1/5	شراء	300	18	5400				200 300	20 18	4000 5400
								500		9400
1/12	بيع				250 200 50	20 18	4000 900	250	18	4500
1/16	شراء	150	20	3000				250 150	16 20	4500 3000
1/22	بيع				200	18	3600	50 150	18 20	900 3000

تكلفة البضاعة المتاحة للبيع = 4000 + 8400 = 12400 دينار.

تكلفة البضاعة المباعة = 4900 + 3600 = 8500 دينار.

المبيعات = 250 × 22 + 200 × 25 = 10500 دينار.

مجمل الربح = 10500 — 8500 = 2000 دينار.

ثانياً: طريقة الوارد أخيراً صادر أولاً LIFO

التاريخ	البيان	الوارد			الصادر			الرصيد		
		العدد	السعر	الإجمالي	العدد	السعر	الإجمالي	العدد	السعر	الإجمالي
1/1	رصيد							200	20	4000
1/5	شراء	300	18	5400				200 300	20 18	4000 5400
								500	_	9400
1/12	بيع				250	18	4500	50 200	18 20	900 4000
1/16	شراء	150	20	3000				150 50 200	20 18 20	3000 900 4000
1/22	بيع				200	20	4000	150 50	20 18	3000 900

رصيد بضاعة آخر المدة: (150 × 20) + (50 × 18) = 3900 دينار.

تكلفة البضاعة المباعة = 4500 + 4000 = 8500 دينار.

مجمل الربح = صافي المبيعات — تكلفة البضاعة المباعة

= 1050 – 8500 = 2000 دينار.

وقد كان السبب في عدم وجود فروقات بين الطريقتين أن عدد الوحدات المشتراه مساوٍ لعدد الوحدات المباعة.

ثالثا: طريقة المتوسط المرجح

التاريخ	البيان	الوارد			الصادر			الرصيد		
		العدد	السعر	الإجمالي	العدد	السعر	الإجمالي	العدد	السعر	الإجمالي
1/1	رصيد أول المدة							200	20	4000
1/5	شراء	300	18	5400				500	18.80	9400
1/12	بيع				250	18.80	4700	250	18.80	4700
1/16	شراء	150	20	3000				400	19.25	7700
1/22	بيع				200	19.25	3850	200	19.25	3850

بموجب هذه الطريقة بلغ رصيد بضاعة آخر المدة (3850) دينار.

أما تكلفة البضاعة المباعة فقد بلغت (8550) دينارا.

فيصبح مجمل الربح 10500 – 8550 = 1950 دينار.

وتقوم هذه الطريقة حسب ما يلي:

عندما كان رصيد أول المدة (200) وحدة بسعر (20) دينار فهو (4000) دينار، وعندما تم شراء (300) وحدة في 1/5 أصبح عدد الوحدات الموجودة 200 + 300 = 500 وحدة، ثم يتم قسمة مجموع التكلفة على عدد الوحدات 5400 + 4000 = 9400

9400 / 500 = 18.80 دينار المتوسط المرجح لتكلفة الوحدة الواحدة وهكذا بالنسبة لباقي العمليات.

رابعاً: عناصر تكلفة المخزون Inventory Costs

يتطلب الاستثمار في المخزون أن تتحمل المنظمات تكاليف من أنواع متعددة، بعضها يرتبط ارتباطاً مباشراً بعملية الاستثمار، وبعضها الآخر ناتج عن التعامل مع هذا المخزون من بيع وشراء، إلا أن النظرة العامة لتكاليف المخزون تقوم على أساس أن تكلفة المخزون تتضمن جميع التكاليف المنفقة حتى يصبح المخزون قابلاً للبيع، لذلك فإن تكاليف المخزون تتألف مما يلي:

1. صافي الثمن المدفوع لشراء المخزون والذي يساوي إجمالي المشتريات مطروحاً منه مردودات المشتريات والخصم الذي تحصل عليه المنظمة من البائع لقاء شراء كميات معينة أو لقاء تسديد الثمن خلال فترة محددة.
فلو قامت المنظمة بشراء بضاعة قيمتها (50000) دينار ووجدت أن هناك جزءًا من هذه البضاعة قيمته (3000) دينار غير مطابق للمواصفات فردته إلى البائع، وأنها قامت بسداد المبلغ المترتب عليها للمورد ضمن فترة محددة تحصل بموجبها على خصم نسبته (1٪) فإن تكلفة شراء المخزون = 50000 × 1٪ = 500 دينار قيمة الخصم.
50000 – (3000 + 500) = 46500 دينار تكلفة البضاعة.
2. الرسوم الجمركية المدفوعة على البضاعة المستوردة من الخارج وأية ضرائب غير مستردة.
3. المصاريف المباشرة المرتبطة بعملية الشراء مثل مصاريف النقل ومصاريف العتالة والتخليص.

إلا أنه وبموجب هذه النظرية فإن المصاريف التالية تستثنى من تكلفة المخزون:

- تكاليف التخزين.
- المصاريف الإدارية.
- مصاريف البيع والتسويق (دهمش وآخرون، 2009، ص ص. 147- 148).

إلا أن التكاليف الأشمل للمخزون تشمل بالإضافة إلى تكلفة شراء المخزون عناصر إضافية مرتبطة بالمخزون وهي (Alves, 2007)

1. تكاليف إصدار أمر الشراء Order Costs، وهي التكاليف التي تتحملها المنظمة لقاء إصدار أمر الشراء للمورد والذي يتضمن شراء كمية من البضاعة، وتتضمن هذه التكاليف، تكلفة طباعة أمر الشراء وأجور البريد (ثمن الطوابع) لإرسال أمر الشراء للمورد أو تكلفة أية وسيلة أخرى لإرساله، والمصاريف البنكية في حالة فتح اعتماد للاستيراد من الخارج بالإضافة إلى نفقات تحميل وتنزيل المخزون والتأمين عليه.

2. تكاليف الاحتفاظ بالمخزون Carrying Costs، وتتضمن تكلفة تخزين المخزون في المخازن، والتأمين عليه داخل المخزن، كما تتضمن تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال المستثمر في المخزون بالإضافة إلى قيمة التالف والفاقد من المخزون.
3. تكاليف نفاد المخزون Stock out Costs، وهي تكاليف اقتصادية غير مدفوعة تتمثل في فقدان فرصة للبيع وتحقيق الربح ناتجة عن عدم توافر المخزون الكافي لإتمام بيع صفقة معينة، بالإضافة إلى ما يطال المنظمة من ضرر في سمعتها لعدم مقدرتها على تلبية احتياجات العملاء.

خامساً: دورة المخزون Inventory Cycle

تشير دورة المخزون تقليدياً إلى الفترة الممتدة ما بين شراء المخزون وبيعه، وبما أن عنصر التكلفة هو العنصر الأهم في عملية تقييم المخزون؛ فإن المنظمات تحاول ضغط هذه التكاليف بأكبر نسبة ممكنة، وذلك من خلال استخدام تقنيات ونماذج الإدارة الفعّالة للمخزون، فمن خلال الخبرة السابقة تستطيع المنظمات تحديد حجم المخزون الذي يجب عند الوصول إليه إعادة الطلب وتسمى هذه النقطة بنقطة إعادة الطلب Reorder Point، والتي تهدف إلى عدم تكديس كميات كبيرة من البضاعة مما يؤدي إلى زيادة التكلفة، ويمكن تحديد نقطة إعادة الطلب من خلال معرفة معدّل الاستخدام لكل صنف من أصناف البضاعة وخاصة في المنظمات الصناعية، فتقوم إدارة المخازن وعند الوصول إلى نقطة إعادة الطلب بإصدار أمر شراء للمورد، والذي أشرنا إلى أنه يترتب عليه تكاليف يجب أخذها بعين الاعتبار. كما أن الفترة الممتدة ما بين إصدار أمر الشراء ووصول البضاعة المطلوبة إلى مخازن المنظمة والتي تسمى فترة التوريد Lead Time والتي قد يؤدي طولها إلى ضياع فرص بيعيه على المنظمة، مما يعني ظهور تكلفة من الممكن خفضها عن طريق تقصير فترة التوريد إلى أقصر فترة ممكنة وذلك عن طريق إقامة علاقات جيدة وعملية مع الموردين، وتعدد مصادر الطلب، ومن التكاليف التي يجب أخذها بعين الاعتبار مدة بقاء الوحدات من

المخزون في المخازن نتيجة لعدم بيعها، فعملية بيع وحدات من المخزون يعني تحويل البضاعة إلى نقدية مرة أخرى ليتم شراء وحدات جديدة بدلاً من الوحدات المباعة، لذلك نجد أن من وسائل احتساب عوائد الاستثمار في المخزون، ومن وسائل مراقبة المخزون احتساب معدّل دوران المخزون والذي يساوي (Besely and Brigham, 2000, p.97):

تكلفة البضاعة المباعة / رصيد المخزون السلعي

فلو كانت تكلفة البضاعة المباعة (50000) دينار وكان رصيد المخزون السلعي (30000) دينار فإن معدل دوران المخزون = 50000/ 30000 = 1.7 مرة.

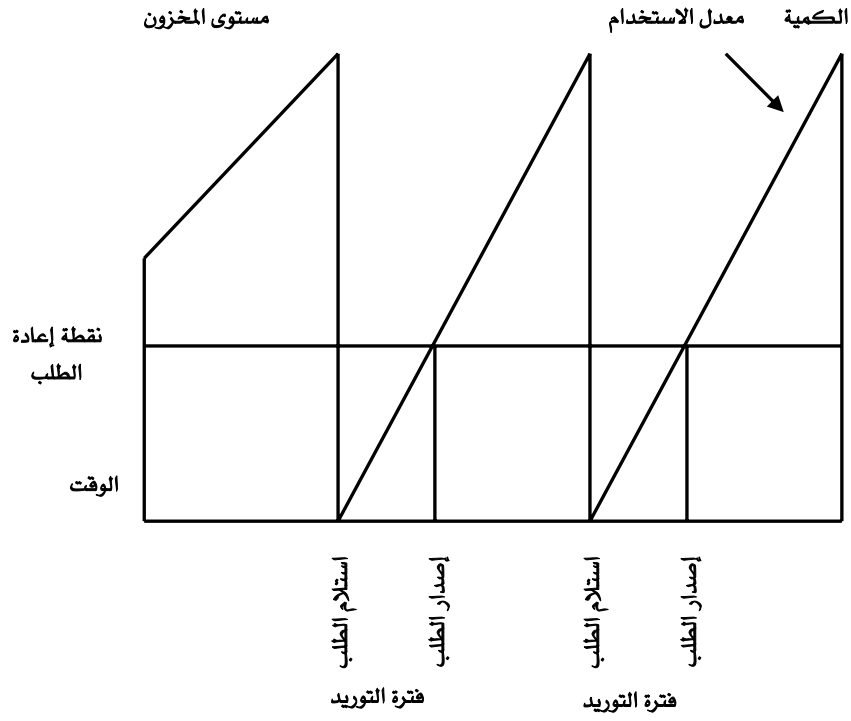
أي أن البضاعة يتم بيعها وإعادة إحلالها في المخازن بمعدّل 1.7 مرة في السنة، وكلما زاد هذا المعدّل كلما دلّ ذلك على كفاءة أعلى في إدارة المخزون، إلا أن نوعية البضاعة التي تتعامل معها المنظمة لها دور كبير في تحديد هذا المعدّل.

فعلى سبيل المثال شركة إنتاج وبيع السيارات يكون معدّل الدوران فيها أقل من شركة تبيع المواد الاستهلاكية مثل المواد الغذائية.

والشكل رقم (12- 1) التالي يوضح دورة المخزون:

الشكل رقم (12- 1)

دورة المخزون



المصدر: William, Stevenson, 2005, Operations Management

لذلك فإن إدارة المخزون تسعى إلى خفض التكلفة من خلال التركيز على النواحي التالية:

أ. الكمية الواجب شراؤها أو إنتاجها في كل عملية.

ب. مستوى المخزون الذي يتطلب إعادة تغذية المخزون عند بلوغه.

ج. الموازنة بين تكاليف إصدار أمر الشراء وتكاليف الاحتفاظ بالمخزون.

سادساً: النماذج الكمية للمحافظة على توازن المخزون وتقليل التكلفة

هناك العديد من النماذج التي يمكن استخدامها للمحافظة على توازن المخزون وتقليل التكلفة، من أهمها: نموذج كمية الطلب الاقتصادية، ونموذج تكلفة الطلبية، ونموذج الحجم الاقتصادي للطلبية، ونموذج الحجم الأمثل للإنتاج، ونموذج حالة تأخر وصول البضاعة عن وقت إعداد الطلبية، ونموذج مخزون الأمان، وسيتم فيما يلي توضيح هذه النماذج.

(1) نموذج كمية الطلب الاقتصادية Economic Order Quantity Model (EOQ)

تعرّف كمية الطلب الاقتصادية بأنها كمية المخزون الواجب شرائها في كل مرة والتي تجعل تكاليف التخزين أقل ما يمكن، وعند هذه الكمية تتساوى تكاليف الطلبيات في السنة مع تكاليف الاحتفاظ بالمخزون.

إن التحليل المنطقي لنموذج كمية الطلب الاقتصادية يقوم على أساس أنه إذا زاد عدد مرات الشراء خلال العام فإن تكاليف إعداد وإصدار أوامر الشراء ستزداد بالتبعية (Piasecki, 2009)، وبالمقابل ستنخفض تكلفة الاحتفاظ بالمخزون، والعكس صحيح، فإذا تم شراء الكمية اللازمة خلال السنة مرة واحدة فإن تكلفة إصدار أوامر الشراء ستنخفض مقابل زيادة تكلفة الاحتفاظ بالمخزون.

وعليه، فإن الفلسفة التي يقوم عليها نموذج كمية الطلب الاقتصادية هي محاولة الموازنة بين تكلفة إصدار أوامر الشراء وتكلفة الاحتفاظ بالمخزون.

ويتم استخراج كمية الطلب الاقتصادية باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{كمية الطلب الاقتصادية} = \sqrt{\frac{2(\text{حجم الطلب السنوي}) \times (\text{تكلفة إصدار أمر الشراء الواحد})}{\text{تكلفة الاحتفاظ بالوحدة الواحدة من المخزون}}}$$

مثال رقم (12- 2):

تقدر مبيعات شركة الصفاء بـ (10000) وحدة في السنة، وتبلغ تكلفة شراء الوحدة الواحدة (40) دينار، وتبلغ تكلفة إصدار أمر الشراء الواحد (20) دينار، أما تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة الواحدة فتبلغ (5) دنانير، فما كمية الطلب الاقتصادية؟

الحل:

$$\text{كمية الطلب الاقتصادية} = \sqrt{\frac{2\,(10000) \times (20)}{5}}$$

$$= \sqrt{\frac{400000}{5}} = 283 \text{ وحدة في كل مرة}$$

أما عدد أوامر الشراء الواجب إصدارها خلال العام لتغطية كامل الطلب، فهي:

10000 / 283 = 36 طلب شراء

أما تكاليف إصدار أوامر الشراء فتصبح 283 × 20 = 5660 دينار.

أما تكاليف الاحتفاظ بالمخزون = متوسط المخزون × تكلفة الاحتفاظ بالمخزون

10000 / 2 × 5 = 25000 دينار.

فيصبح مجموع التكاليف = 25000 + 5660 = 30660 دينار.

أما لو تم شراء الكمية مرة واحدة فإن تكلفة الاحتفاظ بالمخزون

10000 × 5 = 50000 دينار.

مثال رقم (12- 3):

يبلغ حجم المبيعات السنوي (15000) وحدة، تكلفة شراء الوحدة الواحدة (15) دينار، وتكلفة إعداد الطلبية الواحدة (250) دينار، ويبلغ معدّل الاحتفاظ بما قيمته دينار من المخزون لمدة سنة (0.25) دينار، والمطلوب: تحديد كمية الطلب الاقتصادية، تكلفة الطلبية، وتكلفة الاحتفاظ بالمخزون، والعدد الأمثل للطلبيات في السنة والطول الأمثل للدورة وذلك باستخدام الرموز اللاتينية للنموذج.

قبل المباشرة بحل المثال لا بد من توضيح الرموز الأجنبية للنموذج الرياضي وهي كما يلي:

كمية الطلب الاقتصادية	EOQ
تكاليف الطلبية	TOC
تكلفة الاحتفاظ بالمخزون	THC
التكاليف الكلية	TC = TOC + THC

ثم نقوم ببناء النماذج الرياضية لحل المثال:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2\,DF}{CR}}$$

حيث إن:

D = الطلب على الوحدات سنويًا

F = التكلفة الثابتة لكل طلبية

C = تكلفة شراء الوحدة الواحدة

R = تكلفة الاحتفاظ بما قيمته دينار من المخزون سنويًا

$N = D / Q$ العدد الأمثل للطلبيات السنوية

$T = Q / D$ الطول الأمثل للدورة

الحل:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 15000 \times 260}{15 \times 0.25}}$$

$$= \sqrt{\frac{75000}{3.75}} = 1414.213 \text{ وحدة}$$

لكي نحسب التكلفة الكلية لا بد أولا من احتساب تكلفة الطلبيات السنوية TOC

$$TOC = F (D / Q)$$

$$= 250 (15000 / 1414.213) = 2651.6 \text{ دينار}$$

أما تكلفة الاحتفاظ بالمخزون من THC فهي تساوي $THC = CR (Q/2)$

$$15 \times 0.25 (1414.21 / 2) = 3.75 \times 707.105 = 2651.6$$

التكلفة الكلية $\therefore TC = 2651.6 + 2651.6 = 5303.2$

وبالتالي نكون قد وصلنا إلى معرفة كمية الطلبية الاقتصادية حيث تساوت تكلفة الطلبيات مع تكلفة الاحتفاظ بالمخزون.

ولمعرفة عدد الطلبيات الأمثل N

طلبية في السنة $N = D / Q = 15000 / 1414.21 = 10.6$

الطول الأمثل للدورة T

$T = Q / D = 1414.21 / 15000 = 0.094$

وبما أن عدد أيام السنة هو (360) يوم فإن الطول الأمثل للدورة (فترة التوريد)

$0.094 \times 360 = 33.84$ يوم

وذلك يعني أن كل (33.84) يوم نقوم بطلب طلبية واحدة، ليكون عدد الطلبيات في السنة (10.6) طلبية.

حيث إن: وحدة $10.6 \times 1414.21 = 15000$

نلاحظ مما سبق أن نموذج كمية الطلب الاقتصادية يقوم على الافتراضات التالية (أبو نصار، 2008، ص. 547):

1. تكون كمية الطلب المتوقعة خلال الفترة اللاحقة معرّفة محددة.
2. عدم وجود تفاوت في حجم الطلب خلال العام، فهو موزع بالتساوي على عدد أيام العمل خلال العام.
3. تمثل تكلفة إصدار أمر الشراء مبلغاً ثابتاً لا يتأثر بحجم أمر الشراء.
4. تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة الواحدة ثابتة لا يتأثر بحجم المخزون.
5. لا يوجد أي أثر لتكلفة شراء الوحدة على كمية الطلب الاقتصادية.

(2) نموذج تكلفة الطلبية:

تتطلب الإدارة السليمة للمخزون بالإضافة إلى تحديد حجم الطلبية الاقتصادية معرفة تكلفة الطلبية وذلك لأن قرار تغذية المخزون لا يقف عند تحديد حجم الطلبية وذلك لأن الهدف من الإدارة السليمة للمخزون هو تخفيض التكاليف إلى أقل ما يمكن. ومن اجل توضيح الأسلوب الكمي لاتخاذ مثل هذا القرار نورد المثال التالي:

مثال رقم (12- 4):

تقوم شركة الديار بصناعة وبيع كوابح السيارات لإحدى شركات صناعة السيارات والتي ترغب في تقليل تكلفة التخزين عن طريق تحديد العدد الأمثل لكل طلبية، فإذا كان الطلب السنوي 1000 وحدة، وتكلفة إصدار الطلبية (10) دنانير، ومعدّل تكلفة التحميل السنوي (0.5)، المطلوب احتساب تكلفة الإصدار للطلبيات، والتكلفة الكلية للطلبية علمًا بأن تكلفة شراء الوحدة (20) دينار علمًا بما يلي:

الطلب السنوي (Demand)	D
عدد الوحدات المطلوبة	Q
حجم الطلبية (Eoq)	Q^x
الفترة الزمنية لوصول الطلبية	T
معدّل الطلب في وحدة الزمن	d
تكلفة إصدار الطلبية	Co
تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة من المخزون	Ch
تكلفة الشراء	C
متوسط المخزون	Q/2

تكلفة الاحتفاظ بالمخزون أو متوسط المخزون × تكلفة الاحتفاظ بالوحدة الواحدة Q/2× Ch

الحل:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2\,D \times CO}{C \times Ch}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 1000 \times 10}{20 \times 0.5}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{20000}{10}} = 44.7$$ وحدة في الطلبية الواحدة

$$TOC = CO\,(d / Q^x)$$

$$10 \times (44.7 \div 1000) = 223.7$$ تكلفة الطلبيه

$$THc = 0.5 \times 20\,(44.7 / 2)$$

تكاليف التخزين = 10 × 22.35 = 223.7 دينار

التكلفة الكلية ∴ Tc = 223.7 + 223.7 = 447.4

العدد الأمثل للطلبيات السنوية N = D / Q* = 1000 / 44.7 = 22.37

T = Q / D = 44.7 / 1000 = 0.0447

الطول الأمثل لفترة التوريد 0447 × 365 = 16.315 يوم.

وللتأكد من صحة الحل فإن حجم الطلبية الواحدة × عدد الطلبيات يجب أن يساوي مجموع الطلب.

أي: 22.37 × 44.7 = 1000

(3) نموذج الحجم الاقتصادي للطلبية في حالة عجز المورد عن تلبية كامل الطلبيات:

يتكون النموذج الرياضي لحل هذه المعضلة من المعادلة التالية:

$$Q = \sqrt{\frac{2\,DF}{CR} \times \frac{V+CR}{V}}$$

$$Y = \frac{CR}{V + CR} \times Q$$

حيث إن:

Y : هي عدد الوحدات التي تطلب من المورد أثناء فترة نفاد المخزون.

V : متوسط تكلفة الوحدة الواحدة سنويًا لنفاد المخزون.

مثال رقم (12- 5):

تستورد مؤسسة الفردوس للأثاث مقاعد خشبية، ويبلغ الطلب السنوي (700) مقعد، تكلفة شراء المقعد (20) دينار، وتكلفة إصدار الطلبية (30) دينار وتكلفة الاحتفاظ بما قيمته دينار من المخزون (0.40) دينار، ومتوسط تكلفة الوحدة السنوية لنفاد المخزون (16) دينار.

المطلوب: إيجاد الكمية الاقتصادية المطلوب شراؤها وكمية العجز المسموح به أثناء فترة نفاد المخزون وبأدنى تكلفة.

الحل:

$$Q = \sqrt{\frac{2\,DF}{CR} \times \frac{V+CR}{V}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 700 \times 30}{20 \times 0.4} \times \frac{16 + (20 \times .04}{16}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{42000}{8} \times \frac{24}{16}}$$

$$Q = \sqrt{5250 \times 1.5} = 88.74$$ وحدة في الطلبية الواحدة

$$Y = \frac{CR}{V + CR} \times Q$$

وحدة كمية العجز المسموح به:

$$Y = \frac{20 \times 0.04}{16 + (20 \times 0.04)} = \frac{8}{24} \times 88.74 = 29.58$$

(4) نموذج الحجم الأمثل للإنتاج:

يختلف هذا النموذج عن نموذج كمية الطلب الاقتصادية كونه يتعلق بالإنتاج وليس بالشراء، لذلك فإن هناك تكاليف غير موجودة في النموذج الأول مثل تكلفة المواد الأولية، وتكلفة المواد نصف المصنّعة، وتكلفة تهيئة خطوط الإنتاج.

يقوم هذا النموذج على الافتراضات التالية:

- إن الوقت المستغرق بين تقرير بداية الإنتاج والبداية الفعلية يجب أن تكون قيمته صفراً أو قيمة موجبة، بمعنى أن البداية الفعلية بالإنتاج لا يمكن أن يحدث قبل اتخاذ قرار بذلك، وعليه فإما أن يكون اتخاذ القرار والبداية في الإنتاج في نفس اليوم واللحظة وإما أن تتأخر البداية في الإنتاج لمدة قد تطول أو تقصر.
- لا يعترف هذا النموذج بالتغطيات الجزئية للطلبيات.

- تكون الطلبيات محددة وبمعدلات لا تتغير.

العلاقات الرياضية للنموذج:

الحجم الأمثل لكل تشغيلة إنتاجية $Q = \sqrt{\frac{2DF}{CR\,(1-D/P)}}$

مجموع تكاليف التشغيل. $TOC = F\,(D/Q)$

مجموع تكاليف الاحتفاظ بالمخزون. $THC = CR\,(Q/2)\,(1-D/P)$

مجموع التكاليف السنوية التي تحقق الحجم الأمثل للإنتاج. $TC = TOC + THC$

العدد الأمثل للتشغيلات في السنة (عدد مرات التشغيل للخط الإنتاجي). $N = D/Q$

الطول الأمثل لكل دورة تشغيلية. $T = Q/R$

حيث إن:

الحجم الأمثل للإنتاج مقاسا بالوحدة	Q
معدّل الطلب على المخزون سنويًا	D
التكلفة الثابتة لكل دورة تشغيلية	F
معدّل تكلفة الاحتفاظ بما قيمته دينار من المخزون	R
معدّل الحصول على المنتوج سنويًا بالوحدة	P
مجموع تكاليف التشغيل والاحتفاظ بالمخزون	TC
مجموع تكاليف التشغيل بالسنوية	TOC
مجموع تكاليف الاحتفاظ بالمخزون السنوية	THC

ولكي يتمكن القارئ من فهم كيفية تطبيق هذه النماذج الرياضية نورد المثال التالي:

مثال رقم (12- 6)

يبلغ الطلب السنوي على علب حليب الأطفال (7000) علبة، في حين تبلغ الطاقة الإنتاجية للمصنع (9000) علبة، وتكلفة العلبة الواحدة (6) دنانير، وكان معدّل تكلفة الاحتفاظ بما قيمته دينار من المخزون سنويًا (0.19) دينار وكانت التكلفة الثابتة لكل دورة تشغيل (60) دينار.

المطلوب:

1. حساب أقل مجموع تكاليف يتحقق عند الحجم الأمثل للإنتاج.
2. العدد الأمثل لدورات التشغيل في السنة.
3. الطول الأمثل لكل دورة تشغيلية.

الحل:

المطلوب الأول:

$$Q = \sqrt{\frac{2DF}{CR\,(1-D/P)}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times 7000 \times 60}{6 \times 0.19\,(1-7000/9000)}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{840000}{0.253}} = 1821.842$$ الحجم الأمثل لكل تشغيلة وحدة

$$TC = F\,(D/Q)\,CR\,(Q/2)\,(1-D/P)$$

$$= 60\,(7000 / 1821.842) + (6 \times 0.19)\,(1821.842/2)\,(1-7000/9000)$$

461=25055+4230.536 دينار مجموع التكاليف عند تحقق الحجم الأمثل للإنتاج

المطلوب الثاني: العدد الأمثل للدورات التشغيلية

$$N = D/Q = 7000 / 1821.842 = 3.843$$

المطلوب الثالث: الطول الأمثل لكل دورة تشغيلية

$$T = Q/P = 1821.842 / 9000 = 0.202 \times 360 = 73$$ يوم

(5) نموذج حالة زيادة المبيعات من خلال تقديم أسعار خاضعة لخصم الكمية:

مثال رقم (12- 7)

يقوم معرض الرياضة للجميع ببيع الأحذية الرياضية حيث تقدر المبيعات السنوية بـ (3600) وحدة، وكانت تكلفة الاحتفاظ بما يعادل دينار من المخزون (0.25) ديناراً سنوياً، وتكلفة إعداد طلبية الشراء (75) ديناراً، تلقى المعرض العرض التالي من أحد تجار الجملة:

السعر	عدد الوحدات
11 دينار	من 0 — 600 وحدة
10 دنانير	من 601 — 1500 وحدة
9.8 دينار	1501 وحدة فأكثر

بمعنى أنه إذا قام المعرض بشراء (600) وحدة يكون ثمن شراء الوحدة (11) ثم يصبح (9.8) دينار إذا بلغت كمية الشراء (1501) فأكثر.

في ضوء البيانات السابقة، المطلوب تحديد الكمية الواجب شراؤها لتخفيض التكلفة إلى أقل ما يمكن.

$$Q1 = \sqrt{\frac{2DF}{CR}}$$

$$Q1 = \sqrt{\frac{2 \times 3600 \times 75}{11 \times 0.25}}$$

$$Q1 = \sqrt{\frac{540000}{275}} = 443 \text{ وحدة}$$

$$TC1 = F\,(D/Q1) + CR\,(Q1/2) + C1 \times D$$

$$= 75\,(3600/443) + 2.75\,(443/2) + 11 \times 3600$$

40818 =تكلفة الخيار الأول

$$Q2 = \sqrt{\frac{2 \times 75 \times 3600}{10 \times 0.25}}$$

$$Q2 = \sqrt{\frac{540000}{2.5}} = 465 \text{ وحدة}$$

وبما أن الكمية (465) لا تقع ضمن الخيار الثاني (601- 1500)، إذ أن شراء هذه الكمية لا يتيح للعرض المنتج المتمتع بالخصم لذلك يتم احتساب التكاليف عند أدنى كمية للخيار الثاني وهي (600) وحدة.

$$TC2 = 75(3600/600) + 2.75\,(600/2) + 10 \times 3600$$

37200=تكلفة الخيار الثاني

$$Q3 = \sqrt{\frac{2 \times 75 \times 3600}{9.8 \times 0.25}}$$

$$Q3 = \sqrt{\frac{540000}{2.450}} = 469 \text{ وحدة}$$

وهي لا تقع ضمن حدود الخيار الثالث، لذلك يتم حساب التكاليف عند الحد الأدنى للخيار الثالث وهو (1500) وحدة.

3TC/3600)75=2.1500+(4) 5005+15009.8/2)×3600

37=298 تكلفة الخيار الثالث

وبمقارنة تكاليف الخيارات الثلاثة، نجد أن أقلها كان للخيار الثاني فيصبح الحجم الأمثل للطلبية والذي يحقق أقل التكاليف هو (600) وحدة.

(6) حالة تأخر وصول البضاعة عن وقت إعداد الطلبية:

من الممكن أن تتعرض المنظمة في الحياة العملية لحالة عدم حدوث الافتراض الذي يقوم عليه نموذج كمية الطلب الاقتصادية؛ والذي يفترض أن الوقت بين إعداد الطلبية ووصول البضاعة مساوياً للصفر أو قريباً منه، حيث من الممكن أن تؤدي ظروف اقتصادية أو فنية أو مناخية مرتبطة بعلمية النقل إلى مثل هذا التأخير.

وفي حالات كهذه يتوجب التوقف عند نقطة إعادة الطلب؛ أي مستوى المخزون الذي يتم عنده إعادة الطلب، وكذلك حصر التغير في احتساب كمية الطلب الاقتصادية.

والمثال التالي يوضح هذه الحالة.

مثال رقم (12- 8)

تقوم شركة الرجل الأنيق باستيراد أجهزة تصفيف الشعر (سشوار) وتبلغ مبيعاتها السنوية (6000) جهاز، ويبلغ ثمن شراء الجهاز الواحد (8) دنانير، أما تكلفة كل طلبية تقوم الشركة بإمدادها فتبلغ (6) دنانير، ومعدّل تكلفة الاحتفاظ بما قيمته دينار من المخزون يبلغ (0.30) دينار، ومتأخر وصول البضاعة عن تاريخ طلب البضاعة مدة (8) أيام.

المطلوب: احتساب كمية الطلب الاقتصادية وتحديد نقطة إعادة الطلب بافتراض أن عدد أيام السنة (300) يوم.

الحل:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2\,DF}{CR}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 6000 \times 6}{8 \times 0.30}}$$

173 =وحدة

وهذا يعني أن كمية الطلب التي تحقق أقل تكلفة هي (173) جهاز، ومن أجل احتساب نقطة إعادة الطلب لا بد أولاً من استخراج معدّل الطلب اليومي (جهاز 20 = 300 / 6000).

وبما أن الأجهزة تصل بعد ثمانية أيام من طلبها فإن كمية المبيعات خلال هذه الفترة تبلغ (20 × 8 = 160) جهاز، حيث يجب أن يعاد الطلب عند هذا المستوى من المخزون.

(7) مخزون الأمان Safety Stock:

يعرف مخزون الأمان بأنه الحد الأدنى من المخزون الذي تضمن المنظمة بوجوده الإيفاء بحاجات العملاء والتي تخضع لظروف عدم التأكد وتقلبات العرض والطلب (Piasecki, 2009).

لذلك يمكن اعتبار نقطة إعادة الطلب التي يتم احتسابها في المثال السابق رقم (10- 8) صحيحة شريطة أن يكون هناك انتظام في كمية الطلب خلال العام، بمعنى أن حاجة شركة الرجل الأنيق هي (173) وحدة أسبوعياً على سبيل المثال، بمعنى أنه لا يوجد تذبذب في كمية الطلب الأسبوعية خلال العام، وكذلك أن تكون الفترة الممتدة ما بين إصدار أمر الشراء واستلام البضاعة محددة ومعروفة ولا تتغير من فترة لأخرى خلال العام.

إلا أن الواقع يشير إلى أن كمية الطلب تكون عادة متغيرة من فترة إلى أخرى، كما أن الفترة الممتدة ما بين إصدار أو شراء واستلام البضاعة عادة ما تكون غير مؤكدة، لذلك تجد المنظمات نفسها مضطرة إلى الاحتفاظ بمخزون

إضافي يطلق عليه مخزون الأمان وذلك لتضمن عدم نفاد المخزون قبل وصول أمر الشراء اللاحق، والمثال التالي يحدد كيفية احتساب قيمة مخزون الأمان.

مثال رقم (12- 9):

كانت البيانات المستخرجة من سجلات شركة الدلّة والتي تقوم ببيع المصابيح الكهربائية لإنارة الحدائق وبرك السباحة كما يلي:

الحجم الأمثل للطلبية	800 مصباح
معدّل البيع اليومي	80 مصباح
التكلفة المقدّرة لنفاد المصباح الواحد	40 دينار
تكلفة الاحتفاظ لقطعة واحدة لمدة سنة	4 دنانير
فترة الانتظار المقدّرة	10 أيام

العدد الأمثل للطلبيات السنوية (5) طلبيات، كما لوحظ أنه خلال سبعة فترات إعادة طلب سابقة كانت مبيعاتها على النحو التالي:

المبيعات خلال فترة الانتظار	عدد المرات التي بيعت فيها تلك الكمية	الاحتمالات
650	2	0.02
700	4	0.04
750	5	0.05
800	70	0.70
850	8	0.08
900	6	0.06
950	5	0.05

الحل:

تقوم الشركة بإعادة الطلب عند مستوى مخزون (800) جهاز لكي يبقى لديها مخزون أمان، ولكن البيانات التاريخية أثبتت وجود مبيعات تزيد عن (800) قطعة وهي: 850، 900، 950، وبتجميع احتمالات تحقق هذا المستوى من المبيعات (0.08 + 0.06 + 0.05) = 0.19.

أما عندما تكون نقطة إعادة الطلب بمستوى (850) قطعة وباحتمال نفاد (11٪)، ولغرض معرفة كيفية استخراج نسبة النفاد (11٪) فلو نظرنا إلى جدول المبيعات خلال فترة الانتظار سنجد أن كمية (850) قطعة تفوقها كميتان من المبيعات هما (900، 950) أي أنه في حالة بيع (900) قطعة يصبح النفاد (50) قطعة وباحتمال (0.06) كما هو مبين في جدول المبيعات خلال فترة الانتظار، وأنه عند بيع (950) قطعة يصبح النفاد (100) قطعة (950- 850) واحتمال تحقق ذلك هو (0.05)، وبالتالي يصبح مجموع الاحتمالين (11٪).

أما عندما تكون نقطة إعادة الطلب (950) وحدة فلن تواجه الشركة نفاداً في المخزون بل سيكون لديها (150) جهاز كمخزون أمان، وبموجب ذلك يتم أخذ النقاط الأربع (800) فأكثر والتي تتضمن وجود احتمال للنفاد في المخزون، وذلك لاحتساب التكاليف المتعلقة بالنفاد والحجم الذي يحقق أقل التكاليف.

إعادة الطلب	احتمال النفاد	كمية النقص في المخزون	التكاليف السنوية الاحتمال × النقص × تكلفة النفاد × عدد الطلبات	التكاليف الكلية للنفاد
800	0.08	50	5 × 40 × 50 × 0.08	800
	0.06	100	5 × 40 × 100 × 0.06	1200
	0.05	150	5 × 40 × 150 × 0.05	1500
				3500
850	0.06	50	5 × 40 × 50 × 0.06	600
	0.05	100	5 × 40 × 100 × 0.05	1000
				1600
900	0.05	50	5 × 40 × 50 × 0.05	500
950	صفر	صفر	صفر	صفر

وبالتالي يكون مخزون الأمان هو المخزون ذو التكلفة الأقل والذي يبلغ (950) قطعة وعنده تكون نقطة إعادة الطلب = (معدّل المبيعات اليومي × فترة الانتظار) + مخزون الأمان.

80 × 10 + 150 = 950 قطعة

وقد تم الوصول إلى هذه المعادلة من خلال الجدول التالي المستخرج من الجدول السابق في العامود الأخير (التكاليف الإجمالية) تم استخراجها كما يلي:

مخزون الأمان	إجمالي تكاليف النفاد	التكاليف السنوية للمخزون حجم المخزون × تكلفة الاحتفاظ بالوحدة من المخزون	التكاليف الإجمالية
0	3500	0 × 4 + 3500	3500
50	1600	50 × 4 = 200	1800
100	500	100 × 4 = 400	900
150	صفر	150 × 4 = 600	600

عندما كان مخزون الأمان صفر كما في الصف الأول فلا يوجد هناك تكلفة احتفاظ لأن (صفر × 4 = صفر) ويبقى لدينا تكلفة النفاد البالغة (3500) دينار، أما في الصف الثاني فقد كان مخزون الأمان (50) وحدة، وبما أن تكلفة الاحتفاظ بالوحدة الواحدة هي (4) دنانير فإن هذه التكلفة تصبح (50 × 4 = 200) دينار يضاف لها تكاليف النفاد البالغة (1600) دينار فتصبح التكلفة الإجمالية (1800) دينار.

نلاحظ من الحل أن أقل تكلفة تتحقق عند مستوى مخزون (950) قطعة والذي يزيد عن الحجم الأمثل للطلبية بمقدار (150) وحدة، وبذلك تصبح نقطة إعادة الطلب:

نقطة إعادة الطلب = (معدل المبيعات اليومي × فترة الانتظار) + مخزون الأمان

= (80 × 10) + 150 = 950 وحدة

الملخص

تم في هذا الفصل مناقشة موضوع إدارة التخزين، وعلاقة ذلك بإدارة الإنتاج والعمليات، وبدايةً تم التعرف على أنواع المخزون المختلفة، وعموماً فإن أنواع المخزون تتحدد حسب طبيعة النشاط الذي تمارسه المنظمة، فإن كانت المنظمة تجارية؛ أي تقوم بشراء السلع من أجل بيعها فإن المخزون لدى هذه المنظمة يتكون فقط من السلع التي تقوم المنظمة بشرائها وبيعها، أما إذا كانت المنظمة صناعية فإن مخزونها يتكون من ثلاثة أنواع هي: مخزون المواد الأولية (المواد الخام)، ومخزون مواد أو بضاعة تحت التشغيل، ومخزون البضاعة تامة الصنع، كما يمكن تقسيم المخزون حسب الغرض من تخزينه إلى نوعين أساسيين، هما: المخزون التشغيلي، ومخزون الأمان.

وتناول الفصل أيضاً طرق جرد المخزون، باعتبار الجرد لموجودات المخازن خطوة من خطوات الرقابة على المخزون، وله أهداف إدارية تتعلق بالرقابة على المخزون وأهداف محاسبية أهمها تحديد قيمة بضاعة آخر المدة، ويمكن جرد المخزون باستخدام أحد نظامين هما: نظام الجرد الدوري، الذي يستخدم لتقييم المخزون السلعي في تاريخ معين عادة ما يكون في نهاية الفترة المالية، وطريقة الجرد المستمر، من خلال فتح حسابين مستقلين لكل من المخزون وتكلفة البضاعة المباعة، حيث تقيد كافة عمليات الشراء والعمليات المرتبطة بها في هذا الحساب أولاً بأول.

وناقش الفصل ايضاً طرق تقييم المخزون، حيث تبين أن هناك ثلاث طرق يمكن استخدامها لتقييم المخزون، هي: طريقة الوارد أولاً صادر أولاً، وطريقة الوارد أخيراً صادر أولاً، وطريقة المتوسط المرجح.

وتم توضيح عناصر تكلفة المخزون، حيث يتطلب الاستثمار في المخزون أن تتحمل المنظمات تكاليف من أنواع متعددة، بعضها يرتبط ارتباطاً مباشراً بعملية الاستثمار، وبعضها الآخر ناتج عن التعامل مع هذا المخزون من بيع وشراء، وعموماً تتألف تكاليف المخزون من: صافي الثمن المدفوع لشراء المخزون، والرسوم الجمركية المدفوعة على البضاعة المستوردة من الخارج،

والمصاريف المباشرة المرتبطة بعملية الشراء مثل مصاريف النقل ومصاريف العتالة والتخليص، وتكاليف إصدار أمر الشراء، وتكاليف الاحتفاظ بالمخزون، وتكاليف نفاد المخزون.

كما تم توضيح المقصود بدورة المخزون، والتي تشير إلى الفترة الممتدة ما بين شراء المخزون وبيعه، إضافة إلى تحديد النماذج الكمية للمحافظة على توازن المخزون وتقليل التكلفة، فهناك العديد من النماذج التي يمكن استخدامها للمحافظة على توازن المخزون وتقليل التكلفة، من أهمها: نموذج كمية الطلب الاقتصادية، ونموذج تكلفة الطلبية، ونموذج الحجم الاقتصادي للطلبية، ونموذج الحجم الأمثل للإنتاج، ونموذج حالة تأخر وصول البضاعة عن وقت إعداد الطلبية، ونموذج مخزون الأمان.

مسرد المصطلحات

- **مخزون المواد الأولية (المواد الخام) Raw Material**: وهي المواد التي يتم شرائها بهدف تصنيعها وتحويلها إلى مواد أخرى.
- **مواد أو بضاعة تحت التشغيل Work in Process**: وهي منتجات انتقلت عبر الخط الإنتاجي من مجرد مواد أولية إلى بضاعة غير مكتملة التصنيع، ويطلق عليها أيضاً مصطلح بضاعة نصف مصنّعة.
- **مخزون البضاعة تامة الصنع Finished Goods**: وهي المواد الجاهزة للبيع سواء للمستخدم أم للمستهلك.
- **المخزون التشغيلي Operating Inventory**: حيث يشمل هذا النوع أصناف المخزون الضرورية لتشغيل النظام الإنتاجي، وما يخرجه هذا النظام من منتجات في ظل الظروف العادية.
- **مخزون الأمان Safety Stock**: وهو عبارة عن كميات احتياطية من أصناف معينة ليس بهدف التشغيل الاعتيادي بل لمواجهة الظروف غير العادية التي قد تواجه المنظمة، ويستخدم هذا المخزون كوسيلة لضمان قيام المنظمة بالوفاء بالزيادة الطارئة على الطلب، أو لمواجهة طول فترة التوريد.
- **نظام الجرد الدوري Periodic Inventory System**: يستخدم هذا النظام لتقييم المخزون السلعي في تاريخ معين وعادة ما يكون في نهاية الفترة المالية وذلك بحصر كمية وقيمة الوحدات من البضائع الموجودة في المخازن عن طريق العد الفعلي لوحدات كل صنف من أصناف البضاعة
- **طريقة الجرد المستمر Perpetual Inventory System**: بموجب هذه الطريقة يتم فتح حسابين مستقلين لكل من المخزون وتكلفة البضاعة المباعة، حيث تقيد كافة عمليات الشراء والعمليات المرتبطة بها في هذا الحساب ولا يتم استخدام حساب المشتريات إطلاقاً في ظل نظام الجرد المستمر.
- **تكاليف إصدار أمر الشراء Order Costs**: وهي التكاليف التي تتحملها المنظمة لقاء إصدار أمر الشراء للمورد والذي يتضمن شراء كمية من البضاعة، وتتضمن هذه التكاليف، تكلفة طباعة أمر

الشراء وأجور البريد (ثمن الطوابع) لإرسال أمر الشراء للمورد أو تكلفة أية وسيلة أخرى لإرساله، والمصاريف البنكية في حالة فتح اعتماد للاستيراد من الخارج بالإضافة إلى نفقات تحميل وتنزيل المخزون والتأمين عليه.

- **تكاليف الاحتفاظ بالمخزون Carrying Costs**: وتتضمن تكلفة تخزين المخزون في المخازن، والتأمين عليه داخل المخزن، كما تتضمن تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال المستثمر في المخزون بالإضافة إلى قيمة التالف والفاقد من المخزون.
- **تكاليف نفاد المخزون Stock out Costs**: وهي تكاليف اقتصادية غير مدفوعة تتمثل في فقدان فرصة للبيع وتحقيق الربح ناتجة عن عدم توافر المخزون الكافي لإتمام بيع صفقة معينة، بالإضافة إلى ما يطال المنظمة من ضرر في سمعتها لعدم مقدرتها على تلبية احتياجات العملاء.
- **دورة المخزون Inventory Cycle**: تشير دورة المخزون إلى الفترة الممتدة ما بين شراء المخزون وبيعه.
- **نقطة إعادة الطلب Reorder Point**: هي الكمية التي يصل إليها المخزون، ويتطلب ذلك إعادة طلب المواد من المورد لتفادي توقف العمل، بمعنى متى تقوم بطلبية للحفاظ على أقل مستويات للمخزون دائماً؟.
- **فترة التوريد Lead Time**: هي الفترة الممتدة ما بين إصدار أمر الشراء ووصول البضاعة المطلوبة إلى مخازن المنظمة.
- **مخزون الأمان Safety Stock**: هو الحد الأدنى من المخزون الذي تضمن المنظمة بوجوده الإيفاء بحاجات العملاء والتي تخضع لظروف عدم التأكد وتقلبات العرض والطلب.
- **كمية الطلب الاقتصادية Economic Order Quantity (EOQ)**: كمية المخزون الواجب شراؤها في كل مرة والتي تجعل تكاليف التخزين أقل ما يمكن.

أسئلة للمناقشة

1. يتكون مخزون المنظمة الصناعية من ثلاثة أنواع، ما هي؟
2. يمكن تقسيم المخزون حسب الغرض من تخزينه إلى نوعين أساسيين، ما هما؟
3. تحتوي قوائم الجرد على مجموعة من العناصر التي تكوّن رصيد بضاعة آخر المدة، ما تلك العناصر؟
4. يمكن جرد المخزون باستخدام أحد نظامين هما: نظام الجرد الدوري ونظام الجرد المستمر، اشرح ما يعنيه كل من هذين النظامين؟
5. يتم تقييم المخزون باستخدام ثلاث طرق للتقييم، ما هي؟
6. ما العناصر الأساسية التي تتكون منها تكلفة المخزون؟
7. وضح المقصود بدورة المخزون؟
8. تسعى إدارة المخزون إلى خفض التكلفة من خلال التركيز على مجموعة قضايا، حددها؟
9. هناك العديد من النماذج التي يمكن استخدامها للمحافظة على توازن المخزون وتقليل التكلفة، حددها؟
10. يقوم نموذج كمية الطلب الاقتصادية على مجموعة من الافتراضات، ما هي؟
11. ما الافتراضات التي يقوم عليها نموذج الحجم الأمثل للإنتاج؟
12. ما المقصود بمخزون الأمان؟

الفصل الثالث عشر

إدارة المخزون بموجب نظام الخزون الصفري

Just In Time (JIT)

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. توضيح مفهوم نظام (JIT) كنظرية إدارية حديثة.
2. تحديد العلاقة بين نظام (JIT) والأصفار السبعة.
3. شرح فوائد تطبيق نظام (JIT).
4. تحديد متطلبات تطبيق نظام الإنتاج (JIT).
5. توضيح كيفية التخزين وفق نظام (JIT).

الفصل الثالث عشر

إدارة المخزون بموجب نظام المخزون الصفري

Just In Time (JIT)

المقدمة Introduction

تعود الجذور التاريخية لنظام الإنتاج أو الطلب أو الشراء في المخزون الصفري (JIT) إلى السبعينيات من القرن الماضي، وقد كانت شركة تويوتا لصناعة السيارات من الشركات الأولى في تطوير وتطبيق هذا النظام على يد المهندس الياباني تايشي أوهنو Taiichi Ohno، حيث هدف هذا التطوير إلى أمر في غاية الأهمية وهو مواجهة طلبات العملاء بأقل مستوى من التأجيل، وبناء على ذلك فإن أوهنو يعتبر الأب الروحي لنظام الإنتاج في المخزون الصفري (JIT).

ولعل من أهم ميزات هذا النظام هو انسجامه وتعمّقه في الثقافة والجغرافيا والتاريخ الاقتصادي الياباني، حيث أن أسلوب حياة اليابانيين يعكس أثر المحيط الذي يعيشون فيه من مواد محدودة جداً، لذلك نجد أن المنظمات اليابانية؛ وخصوصاً الصناعية منها قد اتجهت إلى فرض رقابة صارمة على المواد. أما في الثقافة الغربية، فتسلك المنظمات الغربية سلوكا مشابهاً ولكنه يركز كثيراً على تقليل واختصار محطات العمل بما يؤدي إلى اختصار الوقت اللازم للإنتاج (Hopp and Spearman, 2001, p. 151).

يتناول هذا الفصل توضيح مفهوم نظام المخزون الصفري (JIT) كنظرية إدارية حديثة، وتحديد العلاقة بين نظام (JIT) والأصفار السبعة، وشرح فوائد تطبيق نظام (JIT)، وتحديد متطلبات تطبيق نظام الإنتاج (JIT)، وتوضيح كيفية التخزين وفق نظام (JIT).

أولاً: نظام (JIT) كنظرية إدارية حديثة

System (JIT) as A Theory of Modern Management

يعرف نظام أل (JIT) بأنه فلسفة إدارية يابانية وضعت موضع التطبيق في أوائل السبعينيات من القرن الماضي في العديد من المنظمات اليابانية، كونه يعتبر نموذج أعمال حديث يقوم على أساس مواجهة طلبات العملاء بأقل مستوى من التأجيل وبأقل تكلفة وبأعلى جودة، وتدفع قدرته التنافسية موجة العالمية الحالية إلى الأمام.

ولا يمكن اعتبار نظام (JIT) بمثابة رد أو انتقاد أو نقيض لنظرية الإدارة العلمية لفريدريك تايلور التي ركزت على الإنتاج والعمل وأهملت الجانب الإنساني إلى حد كبير، إلا أن نظام المخزون الصفري قد قلب مبادئ نظرية الإدارة العلمية رأساً على عقب في نواحٍ متعددة أهمها:

1. الدمج ما بين الفكر الإنتاجي والعملية الإنتاجية بشكل مستمر وغير قابل للانفصال، مما يمكّن من الاستفادة من الذكاء البشري لدى العاملين وقدراتهم على حل المشكلات.
2. التأكيد على أهمية العمل الجماعي الذي يراعي الاهتمام بالتخصص، واقتصاديات الحجم (Economic of Scale)، حيث يتم تصميم هذا النظام لجعل الاستفادة من انصهار الطاقات الإنتاجية التي يحققها العاملون في العمل على شكل مجموعات بديلاً للتخصص، وأن لا يكون الاهتمام بالعمل الجماعي بديلاً للتخصص.
3. كان الاعتقاد السائد بأن هناك طريقة مثلى وحيدة للعمل في زمن محدد، لكن هذا النموذج (JIT) جاء ليؤكد على أهمية الاستمرار في التجديد ليس فقط بالسلعة المنتجة والقدرة على تطويرها لتلبية الطلب المتغير عليها، بل بكيفية إنتاج السلعة حيث تشمل هذه الكيفية عمليات تنظيم العمل والإنتاج باستخدام التكنولوجيا الحديثة، والطرق المبتكرة لتحفيز الأفراد وتنظيمهم.

وقد أثبت هذا النظام فعاليته، حيث حققت الشركات التي تعمل طبقاً له مستويات عالية من الإنتاجية وكفاية رأس المال، ومستوى أرقى من العمالة تفوق ما حققته شركات كبرى لا زالت متمسكة بمبادئ الإدارة العلمية، وأصبح هذا التفاوت في مستوى الإنتاجية ومستوى العمالة دافعاً لكثير من الشركات سواء أكانت شركات منتجة ومصنّعة للسلع أو شركات مقدّمة للخدمات للتحول إلى تبني هذا النموذج والذي سمي "في المخزون الصفري" (Just In Time). (Aycock, 2003).

ثانياً: نظام JIT والأصفار السبعة JIT and Seven Zeros

إن الهدف الرئيس من تطبيق نظام (JIT) هو تلبية طلبات العملاء بأقل تأجيل، وبأقل تكلفة وبأعلى جودة، ويعني ذلك أن تقليل التكلفة أو فترة التوريد للعميل لن يكون بحال على حساب الجودة، فكيف يمكن الوصول إلى هذا الهدف؟ يرى المهندس Taiich Ohno أن الأمر يتطلب تقييم كل عملية وكل حركة وكل دقيقة تنفذ أو يؤتى بها أو تنقضي أثناء العملية الإنتاجية وما قبلها وما بعدها، فقبل البدء بتشغيل الآلة يجب إعدادها لكي نضمن عدم توقفها أو تعطلها أثناء العملية الإنتاجية، وبعد انتهاء العملية الإنتاجية أو فترة العمل الزمنية لا بد من فحص الآلة مرة أخرى لكي نضمن جاهزيتها للعمل في محطة العمل التالية ودون أدنى تأخير، لذلك نجد أن لهذا النظام أهداف متكاملة لو تحققت جميعها لتحقق الهدف الكلي وهو تلبية حاجات وطلبات العملاء في تطبيق هذا النظام وبالشكل المناسب، وقد جاءت هذه الأهداف في مؤلفات الكثير من الممارسين ليعبر عنها بالسباعية الصفرية أو الأصفار السبعة (Hopp and Spearman, 2000, p. 153)، ويعني ذلك أن تطبيق نظام (JIT) يؤدي إلى نتائج صفرية لكل مما يلي:

1. الخلل الصفري Zero Defects: أي أن نظام (JIT) يهدف إلى تجنب أي عطل أو توقف للعملية الإنتاجية، حيث يجب إيصال القطع إلى محطات العمل عند حاجتها تماماً على أن تكون هذه القطع ذات جودة عالية، وعلى أن لا تستغرق عملية توصيلها وقت يذكر لتصبح نسبة التعطل المقبولة هي صفر.

2. الزيادة أو الإفراط Zero (Excess) Lot Size: إن نظام الـ (JIT) يهدف إلى تزويد محطات العمل بالقطع المختلفة فور نشوء حاجة لخط الإنتاج لهذه القطع دون أدنى تأجيل وخصوصاً إذا كانت عملية الإنتاج تستدعي تبديل قطعة بأخرى حسب مراحل الإنتاج.
3. التركيب أو التحضير الصفري Zero Setups: بحيث تكون الآلات جاهزة للعمل دون أية إعاقة، ومن الضرورة بمكان أن يتدرب العاملون على هذه الآلات وطريقة إعدادها للعمل بحيث تسلّم الآلات للوردية القادمة وهي جاهزة للتشغيل.
4. الخراب الصفري Zero Breakdowns: إذ يجب العمل على تجنب أي عطل في الآلات ناتج عن تلف أو خراب إحدى قطع الآلة، وإن حدث ذلك يجب أن تكون القطعة البديلة جاهزة ومعدّة للتركيب، إذ أن نظام (JIT) لا يحتمل أي تأخير من هذا القبيل.
5. فترة التوريد الصفرية Zero Lead Time: ويعني ذلك أن يتم التخلص من التدوين الكتابي المعتاد في النماذج الإدارية الأخرى مثل النموذج البيروقراطي ونموذج الإدارة العلمية؛ والذي يقتضي من قسم الإنتاج تعبئة نموذج طلب توريد وإرساله إلى المخازن، والتي تقوم بتزويد قسم الإنتاج بالمواد التي يطلبها في أمر التوريد، مما يستدعي مرور وقت ليس بالقصير، هذا إن كانت المواد متوفرة في مستودعات الشركة. أما إذا كانت لدى المزوّد الخارجي، فيقتضي ذلك إعداد نموذج أمر شراء وإرساله للمورد، ثم يقوم المورد بإخراج المواد المطلوبة من مخازنه باستخدام مستندات إخراج ثم يشحن المواد للشركة، ففي حالات كهذه قد تصل المدة اللازمة لانجاز كل عملية إلى وقت يتعطل فيه الإنتاج في الشركة، وبناء على ذلك لا بد من أن تكون هناك إجراءات مختصرة تجعل تدفق المواد إلى قسم الإنتاج يتم بطريقة سلسة وعند الطلب وفي الوقت المطلوب تماماً.

6. المناولة الصفرية Zero Handling: بحيث يتم تسليم المواد والقطع بوقت قياسي؛ أي عند الطلب وفوراً، وذلك يعني ضرورة توفر هذه المواد من حيث الكمية والوقت، أي أن يكون هناك ما يكفي وفي المخزون الصفري.
7. وقت تدفق صفري Zero Surging: وهو أمر مرتبط بفترة التوريد Lead Time بحيث تكون مدة التدفق للمواد صفر أي لا تستغرق أي وقت وهذا ما يدعى بالانسياب الطبيعي للمواد (Dhamala and Kubiak, 2005).

ثالثاً: فوائد تطبيق نظام جت Benefits of the Application System JIT

هناك عدة فوائد تجنيها الشركة جراء تطبيق نظام (JIT) المخزون الصفري، أو كما يسميه البعض نظام الإنتاج الآني، وأهم هذه الفوائد ما يلي:

1. خفض مستوى المخزون من المواد الخام والإنتاج تحت التشغيل والوحدات تامة الصنع، ما يؤدي إلى تخفيض تكاليف التخزين مثل: إيجار المخازن الإضافية، وتكاليف المناولة، وأجور موظفي وعمال المخازن.
2. من خلال تجنب تعطل الآلات، واستخدام المواد الجيدة في المخزون الصفري والمحافظة على الجودة المقبولة فإن نسبة الوحدات المعيبة في الإنتاج ستكون منخفضة جداً وبالتالي فإن تكلفة إعادة تصنيعها أو إجراء تحسينات عليها ستكون منخفضة أيضاً.
3. خفض الدورة التشغيلية اللازمة لإتمام عملية التصنيع مما يترتب عليه سرعة تلبية طلبات الزبائن وعدم صرف أجور عمالة لا مبرر لها عندما يكون احتساب الأجور على أساس ساعات العمل.

رابعاً: متطلبات تطبيق نظام الإنتاج (JIT)

Application Requirement of the Production System JIT

هناك مجموعة من المتطلبات الأساسية التي ينبغي توفرها من أجل تطبيق نظام الإنتاج الآني JIT، ومن أهم تلك المتطلبات ما يلي:

1. شراء المواد ومستلزمات الإنتاج أولاً بأول وعند الطلب فقط، كون الإنتاج يكون بالكميات المطلوبة من قبل العملاء فقط، لذلك يتم التخلص من موضوع التخزين كما هو الحال في الأسلوب التقليدي، وبالتالي فإن شراء

المواد ومستلزمات الإنتاج يكون أولاً بأول وعند الطلب فقط، إذ لا تخزين سواء للمواد الأولية أم البضاعة تامة الصنع مما يعني وفراً في التكاليف.

2. يتطلب تطبيق نظام (JIT) ضرورة إيجاد موردين قادرين على توريد المواد الخام للشركة في الوقت المحدد ودون تأخير حيث تكون فترة التوريد Lead Time قصيرة جداً.
3. إعادة تصميم طريقة الإنتاج بمعنى تحويل هذه الطريقة من الإنتاج بالطريقة التقليدية التي تعتمد على إنتاج كميات كبيرة بحجة مواجهة الطلب غير المتوقع، إلى طريقة الإنتاج الآني وحسب الطلب.
4. السيطرة والتحكم بكافة الأسباب التي قد تؤدي إلى تعطل الآلات.
5. اجتذاب وتعيين العمال المهرة وذوي القدرة على إنجاز العمل في المخزون الصفري وضمن مواصفات الجودة المعتمدة من قبل الشركة وعملائها.
6. تجهيز الآلات وصيانتها بما يكفل عدم تعطلها للمحافظة على انسياب عملية الإنتاج بطريقة فعّالة تحقق الغرض.
7. يُعد نظام (JIT) فلسفة إنتاجية أكثر ملائمة للمنظمات ذات الإنتاج المتكرر (Repetitive Manufacturing).
8. يحتاج تطبيق نظام (JIT) إلى دعم ومساندة العاملين والمشرفين في خطوط الإنتاج، وكان من دواعي نجاح هذا النظام في اليابان هو التركيز على العمل الجماعي، والأهداف الجماعية وليس على الأهداف الفرعية (عبد الفتاح، 2007).
9. وأخيراً يتطلب تطبيق نظام (JIT) تغيير النمط الإداري والفكري لفئة المديرين؛ خصوصاً عند التحول من النظام التقليدي إلى النظام الجديد، ليصبح بمقدور هؤلاء المديرين تقبل فكرة التوقف عن العمل في حالة عدم وجود طلبات من الزبائن.

خامساً: التخزين وفق نظام JIT

Inventory by using JIT System

سبق وأن بينّا أن نظام JIT يقوم على مخزون صفري، ما يعني القيام بالشراء عند الحاجة وفوراً ودون وجود مبررات للتخزين، وبالتالي، فإن عملية الشراء؛ وخصوصاً في المنشآت الصناعية التي تواجه منافسة حادة في السوق، تتطلب أن تكون كافة العمليات المرتبطة بشراء هذه المواد على درجة عالية من الكفاءة؛ سواء من حيث جودة المواد، أو كفاءة شحن المواد، أو الكميات المشتراة، أو كفاءة الموردين، أو التكاليف، وسنقوم فيما يلي بتوضيح خصائص تطبيق نظام JIT لكل عنصر من هذه العناصر، ومن ثم سننتقل إلى تحديد انعكاسات هذه الخصائص على العمليات الإدارية والفنية في المنظمة، حيث تستطيع المنظمات التي تطبق نظام الشراء في المخزون الصفري (JIT) تحويل هذه الخصائص إلى منافع، أما هذه الخصائص فهي كما يلي:

(1) **خصائص الشراء عند الحاجة (الفوري) من حيث الكميات،** وتتمثل في:

- توفير كميات محدودة وفقاً للخطة المعدّة مسبقاً.
- تكرار عدد مرات التسليم والتي قد تصل إلى عدة مرات في اليوم الواحد.
- إلزام المورد بعقود توريد طويلة الأجل.
- اختصار كبير في العمل الورقي من حيث الوقت والتكاليف.
- قد تختلف كميات التوريد من مرة إلى أخرى دون الإخلال بما جاء في عقد التوريد.
- لا يسمح بتوريد كميات أكثر أو أقل من المطلوب في المرة الواحدة.
- إن كل ما سبق يشجع الموردين على تخفيض حجم دفعاتهم الإنتاجية مما يعني فائدة ينتفعون منها وهي خفض تكاليف التخزين.

(2) **الخصائص المتعلقة بالجودة**، وتتعلق بما يلي: (Yang and Pan, 2004)

- نمذجة المواصفات يؤدي إلى تبسيط تحقيقها.
- تقوية العلاقات بين أجهزة الرقابة على الجودة لدى كل من الموردين والمشترين.
- يساعد على انتقال الموردين من أسلوب الفحص بعد الإنتاج إلى أسلوب الرقابة من المنبع.

(3) **الخصائص بالنسبة للموردين**، وتشمل ما يلي:

- حصر التعامل مع عدد محدود من الموردين.
- يقوم على التقارب الجغرافي ما بين مصادر التوريد ومواقع المصنّعين.
- يمكن الموردين من الاستمرار في تقديم أسعار تنافسية.
- تكرار التعامل مع نفس الموردين.
- من الممكن استخدام أسلوب المناقصات للأصناف الجديدة فقط ولمرات محدودة، فبعد تكرار تجربة الموردين أثناء المناقصات يتم اعتماد خصائص واحد منهم على الأقل.
- يشجع الموردين على تطبيق أسلوب المخزون الصفري في مصانعهم.

(4) **الخصائص من حيث الشحن**، وتتمثل فيما يلي:

- تصبح جدولة عمليات الشحن من الموردين إلى المشترين أكثر بساطة، وذلك لأن الشراء يتم حسب الحاجة.
- تصبح الرقابة أكثر فاعلية على عمليات النقل والتخزين (Thrope, et al, 2004).

إن هذه الخصائص توفر للمنظمات مجالات للانتفاع مما يلي:

(1) **المنافع من حيث التكاليف Cost**، وتتمثل في:

- تخفيض تكلفة الاحتفاظ بالمخزون.
- انخفاض تكلفة إنتاج الوحدة بسبب إرتباط التكرار بمنحنيات التعلّم.

- إن اكتشاف عيوب التصنيع عند المنبع يخفض من تكلفة الفاقد والتالف وبالتالي يعمل على توفير الطاقة (Karkhanis, 2002).

(2) المنافع من حيث الجودة Quality، مثل:

- السرعة في اكتشاف العيوب بسبب محدودية الكميات وتكرار التسليم.
- السرعة في إتخاذ قرارات إصلاح العيوب وتنفيذها لدى المورد.
- انتفاء الحاجة إلى الفحص وذلك لأن الرقابة تتم عند المنبع.
- يكون مستوى جودة المواد الأولية المشتراة مرتفعاً.

(3) المنافع المتعلقة بالتصميم Design، وتشمل:

- الاستجابة السريعة للتغيرات الهندسية.
- يشجع على زرع ثقافة الابتكار في التصميم وذلك لأن الموردين خبراء وليسوا مقيدين بمواصفات محددة تماماً.

(4) المنافع المتعلقة بالإنتاجية Productivity، وتتلخص في:

- تقليل عمليات الإصلاح والترميم للإنتاج وإعادة التشغيل التالف.
- عدم وجود وقت عاطل بحجة الفحص أو التأخير في التوريد.
- تسهيل عملية إدارة الشراء والتخزين والرقابة على المخزون والإنتاج.

(5) المنافع على المستوى الإداري Administration level، وتتمثل في:

- قلة عدد المناقصات مما يوفر وقت المديرين.
- قلة عدد الموردين الذين يتم التعامل معهم.
- قلة عدد مرات التفاوض مع الموردين.
- انخفاض حجم العمل الورقي اللازم لعملية الشراء.
- تبسيط إجراءات متابعة التوريد (Olszewskis, et al, 2007).
- زيادة كفاءة الاتصال مع الموردين من حيث الشرعة والكلفة.
- التخلص من التعقيد في العمليات الحسابية الخاصة بالتسليم.

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد مفهوم نظام الإنتاج الآني (المخزون الصفري) JIT، باعتباره فلسفة إدارية يابانية طبقت في أوائل السبعينيات من القرن الماضي في العديد من المنظمات اليابانية، وهي نموذج أعمال حديث يقوم على أساس مواجهة طلبات العملاء بأقل مستوى من التأجيل وبأقل تكلفة وبأعلى جودة.

كما تناول الفصل تحديد مفهوم السباعية الصفرية أو الأصفار السبعة، والتي يؤدي تطبيق نظام (JIT) إلى تحقيقها، بمعنى أن تطبيق نظام (JIT) يؤدي إلى نتائج صفرية لكل مما يلي: **الخلل الصفري** من خلال تجنب أي عطل أو توقف للعملية الإنتاجية، **وتجنب الزيادة أو الإفراط** من خلال تزويد محطات العمل بالقطع المختلفة فور نشوء حاجة لخط الإنتاج لهذه القطع دون أدنى تأجيل، **والتركيب أو التحضير الصفري** بحيث تكون الآلات جاهزة للعمل دون أية إعاقة، **والخراب الصفري** بتجنب أي عطل في الآلات ناتج عن تلف أو خراب إحدى قطع الآلة، **وفترة التوريد الصفرية** ويعني ذلك أن يتم التخلص من التدوين الكتابي المعتاد والقيام بإجراءات مختصرة تجعل تدفق المواد إلى قسم الإنتاج يتم بطريقة سلسة وعند الطلب وفي الوقت المطلوب تماماً، **والمناولة الصفرية** حيث يتم تسليم المواد والقطع بوقت قياسي؛ أي عند الطلب وفوراً، **ووقت تدفق صفري** بحيث تكون مدة التدفق للمواد صفر أي لا تستغرق أي وقت وهذا ما يدعى بالانسياب الطبيعي للمواد.

كذلك ناقش الفصل فوائد تطبيق نظام JIT ، التي تتمثل في: خفض مستوى المخزون، وتخفيض نسبة الوحدات المعيبة في الإنتاج، وخفض الدورة التشغيلية اللازمة لإتمام عملية التصنيع. وبين الفصل أن هناك جموعة من المتطلبات الأساسية التي ينبغي توفرها من أجل تطبيق نظام الإنتاج الآني JIT، من أهمها: شراء المواد ومستلزمات الإنتاج أولاً بأول وعند الطلب فقط، وضرورة إيجاد موردين قادرين على توريد المواد الخام للشركة في الوقت المحدد ودون تأخير، وتحويل طريقة الإنتاج من الطريقة التقليدية إلى طريقة الإنتاج الآني، والسيطرة

والتحكم بكافة الأسباب التي قد تؤدي إلى تعطل الآلات، واجتذاب وتعيين العمال المهرة، وتجهيز الآلات وصيانتها بما يكفل عدم تعطلها، والتركيز على العمل الجماعي، وتغيير النمط الإداري والفكري لفئة المديرين.

وبين الفصل أن هناك مجموعة من الخصائص تتحقق نتيجة التخزين وفق نظام JIT، مثل: خصائص الشراء الفوري، والخصائص المتعلقة بالجودة، والخصائص الخاصة للموردين، والخصائص من حيث الشحن. وهذه الخصائص توفر للمنظمات مجالات للإنتفاع من حيث: التكاليف، والجودة، والتصميم، والإنتاجية، والمنافع على المستوى الإداري.

مسرد المصطلحات

- **نظام المخزون الصفري Just In Time (JIT):** فلسفة إدارية يابانية طبقت في أوائل السبعينيات من القرن الماضي في العديد من المنظمات اليابانية، وهي نموذج أعمال حديث يقوم على أساس مواجهة طلبات العملاء بأقل مستوى من التأجيل وبأقل تكلفة وبأعلى جودة.
- **الخلل الصفري Zero Defects:** تجنب أي عطل أو توقف للعملية الإنتاجية، حيث يجب إيصال القطع إلى محطات العمل عند حاجتها تماماً على أن تكون هذه القطع ذات جودة عالية، وعلى أن لا تستغرق عملية توصيلها وقت يذكر لتصبح نسبة التعطل المقبولة هي صفر.
- **الزيادة أو الإفراط Zero (Excess) Lot Size:** تزويد محطات العمل بالقطع المختلفة فور نشوء حاجة لخط الإنتاج لهذه القطع دون أدنى تأجيل، وخصوصاً إذا كانت عملية الإنتاج تستدعي تبديل قطعة بأخرى حسب مراحل الإنتاج.
- **التركيب أو التحضير الصفري Zero Setups:** يجب تكون الآلات جاهزة للعمل دون أية إعاقة، و أن يتدرب العاملون على هذه الآلات وطريقة إعدادها للعمل بحيث تسلّم الآلات للوردية القادمة وهي جاهزة للتشغيل.
- **الخراب الصفري Zero Breakdowns:** إذ يجب العمل على تجنب أي عطل في الآلات ناتج عن تلف أو خراب إحدى قطع الآلة، وإن حدث ذلك يجب أن تكون القطعة البديلة جاهزة ومعدّة للتركيب.
- **فترة التوريد الصفرية Zero Lead Time:** ويعني ذلك أن يتم التخلص من التدوين الكتابي المعتاد في النماذج الإدارية الأخرى، إذ لا بد من أن تكون هناك إجراءات مختصرة تجعل تدفق المواد إلى قسم الإنتاج يتم بطريقة سلسة وعند الطلب وفي الوقت المطلوب تماماً.
- **المناولة الصفرية Zero Handling:** بحيث يتم تسليم المواد والقطع بوقت قياسي؛ أي عند الطلب وفوراً، وذلك يعني ضرورة توفر هذه المواد من

حيث الكمية والوقت، أي أن يكون هناك ما يكفي وفي المخزون الصفري.

- **وقت التدفق الصفري Zero Surging**: وهو أمر مرتبط بفترة التوريد Lead Time بحيث تكون مدة التدفق للمواد صفر أي لا تستغرق أي وقت وهذا ما يدعى بالانسياب الطبيعي للمواد.

أسئلة للمناقشة

1. وضح المقصود بالمخزون الصفري (JIT) ؟
2. ما المقصود بالسباعية الصفرية أو الأصفار السبعة (JIT) ؟
3. ما الفوائد التي تجنيها الشركة جراء تطبيق نظام (JIT)؟
4. هناك مجموعة من المتطلبات الأساسية التي ينبغي توفرها من أجل تطبيق نظام الإنتاج الآني JIT، ما أهم تلك المتطلبات ؟
5. ما خصائص الشراء عند الحاجة (الفوري) من حيث الكميات؟
6. ما الخصائص أو المنافع التي تجنيها المنظمات جراء تطبيقها نظام الشراء الفوري؟
7. ما المنافع التي تحققها المنظمة على المستوى الإداري؟

ضبط الجودة

Quality Control

الأهداف الأدائية Performance Objectives

تُمكِّن دراسةُ هذا الفصل من:

1. تحديد مفهوم الجودة.
2. تتبع تطور مفهوم الجودة.
3. تحديد أبعاد الجودة.
4. تحديد أثر الجودة في تحسين الإنتاجية والربحية.
5. توضيح الاسهامات الرئيسية في مجال الإدارة الحديثة للجودة.
6. توضيح المقصود بخرائط ضبط الجودة.

الفصل الرابع عشر

ضبط الجودة

Quality Control

المقدمة Introduction

تنسب أقدم الاهتمامات بالجودة إلى الحضارة البابلية في القرن الثامن عشر قبل الميلاد، حيث قدم الملك البابلي حمورابي في مسلّته الشهيرة أولى القوانين التي أولت الجودة والاتقان في العمل أهمية خاصة.

وعند ظهور الدين الإسلامي، أكد ذلك الدين على قيمة العمل، وضرورة إتقانه، وقال الرسول الكريم (صلى الله عليه وسلم): إن الله يحب إذا عمل أحدكم عملاً أن يتقنه.

كذلك، كان للثورة الصناعية إسهاماً كبيراً في تطوير مفاهيم الجودة وفلسفتها وأدواتها، ومن أهم ما يعد إسهاماً فعلياً في تطوير مفاهيم الجودة ما قدمه العالم الإحصائي (شوارت Shewart) للرقابة على الجودة.

يتناول هذا الفصل تحديد مفهوم الجودة، وتتبع تطور مفهوم الجودة، وتحديد أبعاد الجودة، وتحديد أثر الجودة في تحسين الإنتاجية والربحية، وتوضيح الاسهامات الرئيسية في مجال الإدارة الحديثة للجودة، إضافة إلى توضيح المقصود بخرائط ضبط الجودة.

أولاً : تعريف الجودة Quality Definition

تعددت التعريفات التي أوردها الباحثون والمهتمون بموضوع الجودة، غير أنها جميعاً ركزت على ما يلي:

1. درجة التفضيل Degree of Superlative، فالجودة تعني لمعظم الناس التفضيل، لذلك تعد سيارة مرسيدس هي سيارة الجودة، وساعة رولكس هي ساعة الجودة، وهنا ترتبط الجودة بالقدرة على الدفع.
2. المطابقة للاستعمال Fitness for use، تعرف الجودة بأنها " الموائمة أو المطابقة للاستعمال"، وذلك بسبب أهميتها في التصميم والإنتاجية، ويكون السعر، وموعد التسليم في الموعد المحدد، وسهولة الصيانة عناصر مهمة تؤثر في الزبون في اختياره منتوجاً أو خدمة محددة.
3. المطابقة مع المتطلبات Conformity with the Requirements، وفقاً لهذا التعريف فإن تحقيق الجودة يتم إذا كان المنتوج أو الخدمة يشبع كل المتطلبات المحددة من قبل الزبائن، سواء حددت في عقد الشراء، أو بموجب المواصفات المحددة والمعلنة، أو المحددة بموجب قانون.
4. التركيز على الزبون Customer Focus، يركز هذا التعريف على ضرورة الاهتمام بالمتطلبات الظاهرية التي يرغب الزبون في ملاحظتها في السلع والخدمات، إضافة إلى تلمسه للمنافع المتحققة من استخدام هذه السلع بما حاجاته الضمنية.

أما أهم التعريفات التي قدمت في الجودة، فيمكن إجمالها فيما يلي:

1. عرف جوران Juran الجودة بأنها: مدى ملائمة المنتج للاستخدام، أي القدرة على تقديم أفضل أداء وأصدق صفات.
2. عرفت الجمعية الأمريكية لضبط الجودة (ASQC)، والمنظمة الأوروبية لضبط الجودة (EOQC) الجودة بأنها: المجموع الكلي للمزايا والخصائص التي تؤثر في قدرة المنتج أو الخدمة على تلبية حاجات معينة.

3. عرف غروسبي Grosby الجودة بأنها: المطابقة مع المتطلبات، وأكد أنها تنشأ من الوقاية Preventative وليس من التصحيح Corrective، وأنه يمكن قياس مدى تحقق الجودة من خلال كلف عدم المطابقة.
4. عرفها تاكوشي Taguchi بأنها: تعبير عن مقدار الخسارة التي يمكن تفاديها، والتي قد يسببها المنتج للمجتمع بعد تسليمه، ويتضمن ذلك الفشل في تلبية توقعات الزبون، والفشل في تلبية خصائص الأداء، وغيرها.
5. وعرفت المنظمة الدولية للتقييس International Organization for Standarization (ISO) الجودة بأنها: الدرجة التي تشبع فيها الحاجات والتوقعات الظاهرية والضمنية من خلال جملة الخصائص الرئيسة المحددة مسبقاً.

ثانياً: تطور مفهوم الجودة Evolution the Concept of Quality

يمكن تتبع تطور الجودة من خلال المراحل التالية:

1. الفحص Inspection: للتأكد بأن مواصفات السلعة تطابق المواصفات الموضوعة، وأن العلاقة بينها محافظ عليها باستمرار، وهدف ذلك منع وصول الوحدات المعيبة إلى المستهلكين، لكنها لا تمنع حصول الخطأ من البداية.
2. مراقبة الجودة Quality Control: وتشمل الأنشطة، وأساليب العمليات التي تستخدم لإتمام متطلبات الجودة، واستخدام أساليب إحصائية يمكن من خلالها أداء أنشطة مراقبة الجودة، وهي عبارة عن حلقة للتغذية العكسية للمعلومات للشركة بكاملها.
3. تأكيد الجودة Quality Assurance: نظام أساسه منع وقوع الخطأ، والذي يعمل على تحسين جودة السلعة أو الخدمة، ويزيد الإنتاجية من خلال التركيز على الأنشطة، بحيث يعتبر عملية وقائية اكثر من كونه عملية علاجية.
4. إدارة الجودة الشاملة Total Quality Management: مدخل إداري يركز على الجودة التي تعتمد على مساهمة جميع أفراد المنظمة لتحقيق النجاح طويل الأمد من خلال تحقيق رضا الزبون، وتحقيق المنافع لجميع أفرادها وللمجتمع.

ثالثاً: أبعاد الجودة Dimensions of Quality

تمتلك السلعة أو الخدمة أبعاداً أو خصائص متعددة ترتبط بالجودة، يمكن من خلالها تحديد قدرة إشباعها للحاجات، ومع تماثل هذه الأبعاد للسلعة أو الخدمة إلا أن الباحثين يجدون اختلافاً بين أبعاد جودة السلعة وأبعاد جودة الخدمة.

(1) أبعاد جودة السلعة. هناك ثمانية أبعاد لجودة السلعة، تشمل:

1. الأداء Performance ـ الكيفية التي يتم بها أداء الوظيفة ومعالمها.
2. الهيئة Appearance أو المظهر Features- الخصائص المحسوسة للسلعة وشكلها.
3. المعولية Reliability ـ قابلية أداء العمل المطلوب تحت ظروف تشغيلية محددة في فترة زمنية محددة.
4. المطابقة Conformance ـ التوافق مع المواصفات المحددة بموجب العقد أو من قبل الزبون.
5. المتانة Durability ـ الاستفادة الشاملة والدائمة من السلع.
6. القابلية للخدمة Serviceability- إمكانية تعديلها أو تصليحها عند حصول مشكلة في استخدامها نتيجة مشكلة في تصنيعها.
7. الجمالية Aesthetics ـ الرونق والشكل والإحساس الذي تولده.
8. الجودة المدركة Perceived Quality ـ التقسيم غير المباشر للجودة.

(2) أبعاد جودة الخدمة، وهناك أيضاً ثمانية أبعاد لجودة الخدمة، تشمل ما يلي:

1. الوقت Time- كم ينتظر المستهلك.
2. دقة التسليم Timeless - التسليم في الموعد المحدد.
3. الإتمام Completeness- إنجاز جميع جوانب الخدمة بشكل كامل.
4. التعامل Courtesy- ترحيب العاملين بكل الزبائن.
5. التناسق Consistency - تسليم جميع الخدمات بنفس النمط للزبون.
6. سهولة المنال Convenience- إمكانية الحصول على الخدمة بسهولة.
7. الدقة Accuracy- إنجاز الخدمة بصورة صحيحة منذ أول لحظة.

8. الاستجابة Responsiveness- الاستجابة بسرعة من قبل العاملين لحل المشاكل غير المتوقعة.

ويتبين مما سبق أن أهمية الجودة تبرز من خلال ما يلي:

1. صلتها بالمستهلك وإشباع حاجاته.
2. صلتها بالمنتوج وقدرته على التميز في السوق والحصول على الموقع التنافسي، وهي أحد عناصر المزيج التسويقي.
3. صلتها بالمجتمع وأثرها على الإنتاجية، وخبرات العاملين، وبيئة العمل، وآثارها الصحية والثقافية والحضارية.

رابعاً: أثر الجودة في تحسين عمليات المنظمة

The Impact of Quality in the Improvement of the Operations

تؤدي الجودة إلى مجموعة من التأثيرات على عمليات المنظمة المختلفة، وتسهم هذه التأثيرات بشكلٍ عام في تحسين عمل المنظمة، ومن نواحٍ مختلفة تتمثل فيما يلي:

1. يؤدي تحسين الجودة إلى زيادة مطابقة المخرجات، أي زيادة نسبة المخرجات إلى المدخلات، وهذا يعني زيادة الإنتاجية.
2. يؤدي تحسين الجودة إلى ارتفاع كفاءة العمليات، وتقليل كلف التقويم، وتقليل كلف الفشل الخارجي والداخلي، وهذا يعني تقليل الكلف.
3. يؤدي زيادة الإنتاجية وتقليل الكلف إلى زيادة الربحية.
4. يؤدي تحسين الجودة إلى تحسين كفاءة استغلال الموارد وتحسين كفاءة العملية الإنتاجية.
5. يؤدي تحسين كفاءة الموارد والعملية الإنتاجية إلى تحسين المركز التنافسي.
6. يؤدي تحسين الجودة إلى زيادة رضا المستهلك، وإلى زيادة الحصة السوقية الذي بدوره يؤدي إلى زيادة العائد.
7. يؤدي زيادة نسبة السعر على الكلف وزيادة العائد إلى زيادة الربحية.

خامساً: الاسهامات الرئيسية في مجال الإدارة الحديثة للجودة

The Main Contributions of Quality Modern Management

سيتم تناول الاسهامات الرئيسية في مجال الإدارة الحديثة للجودة من خلال ثلاثة موضوعات رئيسية هي: إدارة الجودة الشاملة، وسلسلة المواصفات الدولية، وحلقات الجودة، وكما يلي:

(1) إدارةُ الجودة الشاملة (النموذج الياباني)

الخلفية تاريخية:

تعود الجذور التاريخية لهذا المدخل إلى النموذج الياباني للإدارة والتنظيم إثر إصدار كتاب بعنوان "نظرية Z" من قبل أحد الأمريكان، من أصل ياباني يُدعى (أوشي)، عرَّف فيه شكل التنظيم والإدارة اليابانية التي أسهمت في نجاح الشركات اليابانية ومكَّنتها من تحقيق التحسين المستمر لمنتجاتها حتى ارتقت بها إلى أعلى المستويات. اعتُبر هذا النموذج أحد الأسباب المهمة للنجاح الباهر الذي حققته الشركات اليابانية منذ ستينيات وسبعينيات القرن العشرين؛ ما ساعد اليابان في بناء إمبراطورية اقتصادية.

كان التنظيم الأساس لهذه الشركات هو اعتماد "حلقات السيطرة النوعية" Quality Circles أو "حلقات الجودة"، علماً أنّ هذه المنهجية مرت بعدة مراحل تطوُّرٍ حتى وصلت إلى مرحلة إدارة الجودة الشاملة، حيث أكّد العديد من الباحثين والاختصاصيين مرورها بخمس مراحل هي:

1. الفحص والتفتيش Inspection
2. مراقبة الجودة Quality Control
3. تأكيد الجودة Quality Assurance
4. حلقات السيطرة النوعية Quality Control Circles
5. إدارة الجودة الشاملة Total Quality Management

علماً بأن المراحل التطويرية الخمس، آنفة الذكر، متداخلة مع بعضها بشكل كبير، كما إنّ تلك التطورات لم تحصل إلا من خلال ظهور حلقات الجودة "حلقات السيطرة النوعية" التي لعبت دوراً كبيراً في تطوير المنظمات اليابانية بحيث أصبحت سِمةً ملازمةً لكل تطوّر وتحسين هادف.

والجودة الشاملة عبارة عن برنامج تغيير يهدف إلى تحقيق التحسين المستمر للمنتج أو للخدمة، ويتطلب برنامج تطبيق الجودة الشاملة حسب تعريف جوران لها مشاركة جميع المستويات الإدارية، والتركيز على تلبية حاجات ورغبات العملاء وإرضائهم، ما يحقق النمو والتطور للعاملين، ويحقق للشركة الربح والنمو والاستمرار.

وإدارة الجودة الشاملة (TQM) استراتيجية تنظيمية تركّز على إرضاء العملاء والمحافظة على ولائهم، من خلال التحسين المستمر لخصائص المنتج ولكفاءة العمليات الإنتاجية، لتحقيق المنظَّمة المتميِّزة.

ومفهومُ نظام إدارة الجودة الشاملة هو تَفاعُل المُدخلاتِ؛ وهي الأفراد، والأساليب، والسياسات، والأجهزة، لتحقيق جودةٍ عاليةٍ للمُخرَجات". وهذا يعني إشراك العاملين وإسهامهم، كافة، بصورةٍ فاعلةٍ في العمليات الإنتاجية أو الخدمية مع التركيز على التحسين المستمر لجودة المُخرَجات والعمليات بهدف تحقيق الرضى لدى المستهلكين.

أي أنَّ نظام إدارة الجودة الشاملة (TQM) يعتمد على المبادئ الأساسية الثلاثة الآتية:

1. الإسهام الجماعي وفرق العمل.
2. التركيز على رضى الزبون.
3. التحسيناتُ المستمرةُ في نوعية العمليات والمخرجات.

ويعود تطور المبادئ الأساسية لأفكار إدارة الجودة الشاملة إلى إسهامات عددٍ من الروّادِ المهتمين الذين أسهموا بشكلٍ فاعلٍ في مجال إدارة الجودة الشاملة، وفيما يلي إسهامات أبرز هؤلاء الرواد:

- **ديمنغ Deming** (1900-1993)

يُعتَبرُ الأمريكي Deming الأول الذي قدَّم مبادئَ الجودة إلى اليابان، وقد ركَّز على ضرورة قيام المنظمة بتقليل الانحرافات التي تحصل أثناء العمل، وأشار إلى ذلك في كتاباته عن فلسفته وأساليبه التي أصبحت ذاتَ أثرٍ فعَّالٍ في تطوّر الجودة الشاملة.

قام ديمنغ ببلورة فلسفته حول الجودة وتركيزها في (14) نقطةً، أصبحت فيما بعد المفردات التي اعتمدتها الإدارة العليا، ليس فقط باليابان؛ وإنَّما في معظم الدول الصناعية، كما حدَّد العوامل القاتلة لإدارة الجودة الشاملة Five Deadly Diseases والتي تَحول دونَ التطبيق الناجح لها وهي:

أ. عدمُ ثباتِ الأهداف، والتي تؤدي إلى عدم الاستقرار نتيجة التغيرات المستمرة؛ وبالتالي عدم رضى العاملين.

ب. التأكيدُ على تحقيق الأهداف قصيرة الأجل، والمتمثلة بتحقيق الأرباح السريعة، الأمر الذي يؤدي إلى إغفال الآفاق الحقيقية للمنظمة، وإهمال العاملين والمورِّدين والمستهلِكين.

ج. تقييمُ الأداءِ، وإعداد التقييم السنوي؛ فلا يجوز إغفال دور العاملين وأنشطتهم المتعلقة بالأداء.

د. عدمُ ثباتِ الإدارة؛ وخصوصاً المدير العام.

ه. اعتمادُ الإدارةِ على الأرقام التي تشاهدها فقط.

- **جوران Juran**

ولد جوران عام 1904، ويُعتَبر من المهندسين الأُوائَلِ، والذي عرض فلسفته فيما يخصُّ الجودةَ على شكل ثُلاثية الجودة Quality Trilogy، حيث أكَّد على أن إدارة الجودة تشمل ثلاثَ مراحلَ أو عملياتٍ؛ هي: تخطيطُ الجودة، والسيطرةُ على الجودة، وتحسينُ الجودة.

- **غروسبي Grosby**

نادى غروسبي بالمَعيب الصِّفري Zero Defect في العمليات الإنتاجية باعتباره الهدف المراد الوصول إليه، كما عرَّف الجودةَ على أنَّها مطابقةُ المُنتَجِ لمواصفاته

الموضوعة، وأصرَّ على أنَّ الطريقةَ التي بموجبها يتحقَّق المَعيبُ الصفريُ هي تحسين استخدام الوقاية.

أهدافُ إدارةِ الجودةِ الشاملة

إنَّ الأساس الذي انطلقت منه نماذجُ التميّز المختلفة هو الرغبة في تأكيد وتعميق تطبيقات إدارة الجودة الشاملة، ونجد أنَّ جميع الحالات التي قُدِّمت فيها جوائزُ التميّز كانت مترافقةً مع الجودة الشاملة، وتتفق برامجُ الجودةِ الشاملة المختلفة في كونها تسعى جميعاً لتحقيق الأهداف الآتية:

1. تقديمُ السلع والخدمات للمستفيدين بما يُحقِّق احتياجاتهم، ويتفق وتوقعاتهم.
2. تحسينُ كفاءة العمليات في المنظمة بما يُحقِّق تخفيضَ تكلفة الأداء، وتقليل الوقت المستغرق في الأداء، وتحسين أسلوب تقديم المنتجات للمستفيدين، وتطويرُ منتجاتٍ وخدماتٍ جديدةٍ أفضل وأسرع؛ للوفاء باحتياجات المستفيدين.
3. مواكبةُ حركة التحسين والتطوير في أساليب تقديم المنتجات والخدمات، والارتقاء إلى المستويات العالمية المتعارف عليها.
4. التحسينُ المستمرُ في كافة مرافق وعمليات ومستويات المنظمة.
5. تطويرُ كافةِ عناصر المنظمة وعملياتها ومنتجاتها، وإدماجُ التطوير في صُلبِ فلسفة الإدارة.
6. تأكيدُ المركزِ التنافسيِّ للمنظمة، وبناءُ وتنميةُ وتفعيلُ قُدُراتها التنافسية في مواجهة تطوُّرات السوق ومحاولات المنافسين.
7. ضمانُ استكمال المنظمة للمقوِّمات المؤدية إلى وصولها لمراتب التميّز وفق المعايير العالمية المتعارف عليها في نماذج إدارة التميّز.

(2) سلسلة المواصفات الدولية (ISO 9000)

إن كلمة ISO هي كلمه اصلها لاتيني وتعني التماثل ISOS، ولكن اختصار حروف المنظمة الدولية للتقييس: Standarization International Organization of مشابه لحروف كلمة ISO.

ويتلخص الغرض من هذه المنظمة في التشجيع على وجود مواصفات عالمية، بحيث تؤدي إلى تحسين كفاءة التشغيل، وتحسين الإنتاجية، وتخفيض التكاليف.

تدار هذه المنظمة بواسطة حوالي 180 لجنة فنية تعمل في مجال إدارة وتوكيد الجودة، وأسهمت تلك اللجان في إيجاد سلسلة المواصفات الدولية التي يطلق عليها (ISO 9000)، حيث تعد مجموعة أو سلسلة ISO 9000 بمثابة مجموعة من المواصفات الدولية في مجالي الجودة وتأكيد الجودة، وتعد هذه المواصفات ضرورية وحرجة لمنظمات الأعمال التي تقرر توسيع نشاطها إلى المستوى العالمي، وبصفة خاصة دول الاتحاد الأوروبي.

إن أحد الشروط الهامة للتسجيل هو قيام الشركة بمراجعة وتنقيح وإعداد الخرائط اللازمة لوظائف مثل: مراقبة العمليات، والتفتيش، والشراء، والتدريب، والتعبئة والتغليف، وتمر الشركات في حالة حصولها على الشهادة بسلسلة من عمليات التفتيش والمراجعة من قبل الجهات المانحة للشهادة كل ثلاث سنوات، والشكل رقم (12- 1) التالي يبين مجموعة المواصفات الخمس المرتبطة بسلسلة (ISO 9000):

الشكل رقم (14- 1)

مجموعة المواصفات الخمس المرتبطة بسلسلة (ISO 9000)

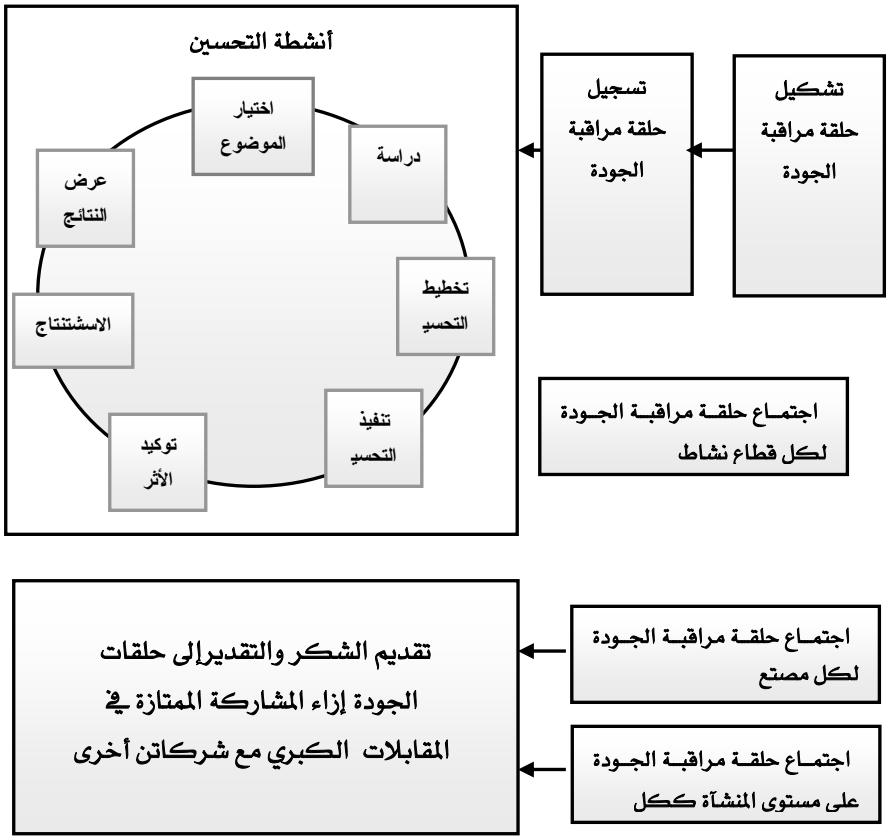
(3) حلقات الجودة Quality Circles

تعرف حلقة الجودة (أو حلقة مراقبة الجودة) بأنها عبارة عن مجموعة صغيرة من العاملين ـ في المتوسط تسعة ـ يتطوعون لإجراء مقابلات بشكل منتظم لكي يأخذوا على عاتقهم المشروعات المرتبطة بالعمل والمصممة لتحقيق تقدم الشركة، وتحسين ظروف العمل، وتشجيع النمو الذاتي بشكل متبادل، ويتم كل ذلك من خلال استخدام مفاهيم مراقبة الجودة.

وقد شجعت الشركات اليابانية على قيام حلقات مراقبة الجودة، وتلقت تدريباً مكثفاً في مفاهيم وأساليب مراقبة الجودة، وغالباً ما تتقابل مثل تلك المجموعات بعيداً عن مجال الوظيفة، ويربطون اجتماعاتهم بأنشطة اجتماعية أو رياضية، ويميلون إلى اختيار مشروعاتهم الذاتية من أجل الفحص والدراسة، كما يعتمدون على دعم إدارة المنشأة في تنفيذ توصياتهم، وتعتبر العضوية في حلقات مراقبة الجودة تطوعية، وليس هناك حوافز مالية مرتبطة بها، ويبين الشكل رقم (12- 2) كيفية عمل حلقات مراقبة الجودة.

الشكل رقم (14- 2)

كيفية عمل حلقات مراقبة الجودة



سادساً: خرائط ضبط الجودة Control Charts

يحتل موضوع ضبط الجودة أهمية كبيرة في عمل المنظمات لأنه النشاط الذي يكشف الخلل في عمليات الإنتاج وانعكاساته على جودة المنتوجات، وتواجه المنظمات باختلاف أنواعها مشكلة ثبات الجودة، ويصل التفاوت لدرجة تضطر معه المنظمة لإعادة الصنع أو إتلاف المنتوجات، مما يترتب عليه زيادة الكلف.

وتسعى المنظمات من خلال ضبط الجودة إلى تخفيض التفاوت للحد الأدنى، عن طريق ضبط المواد الأولية الداخلة للانتاج، والرقابة على أداء العاملين والمكائن وجميع الأنظمة المساعدة لتأمين وصول المنتوج إلى المستهلك.

تعرف خرائط ضبط الجودة بأنها: رسم بياني زمني يوضح التباين في خصائص أو صفات جودة المنتوج الفعلية بالحدود التي تعكس القدرة على الإنتاج ضمن المواصفات المحددة، وتعتمد خرائط ضبط الجودة على المتوسط الحسابي للظاهرة المختار قياسها، والتي يفترض أن تمثل جودة المنتوج، وكذلك الانحراف المعياري للظاهرة، ثم إيجاد الحدود العليا والدنيا والتي تمثل الحد الأقصى والأدنى للوحدات غير المطابقة للمواصفات.

وعموماً، تحقق خرائط الرقابة الفوائد التالية:

1. تحديد اسباب التباين الطبيعي الرئيسة في عملية الإنتاج.
2. ضبط عملية الإنتاج واكتشاف الانحرافات.
3. تحديد أفضل طريقة للانتاج.
4. تعد حافزاً للعاملين، وطريقة لتقييم الأداء.
5. تحديد الأسباب الرئيسة للاختلافات.

وتصنف خرائط ضبط الجودة على العملية وفق البيانات المستحصلة من فحص واختبار فحص الجودة إلى نوعين هما: خرائط الجودة على المتغيرات، وخرائط الجودة على الصفات، وسيتم فيما يلي توضيح هذين النوعين:

1. خرائط ضبط الجودة على المتغيرات

يتم بموجب هذه الخرائط ضبط عملية الإنتاج عندما يتعلق فحص العينة بقياس المتغيرات؛ مثل الوزن والحجم والطول، وأي مقياس آخر من أجل قبول أو رفض مخرجات العملية بالاستناد إلى أوساط قياسات تلك العينة، ومن الخرائط الشائعة الاستخدام: خارطتي المتوسط الحسابي والمدى، واللتان غالباً ما تستخدمان على أنهما خارطة واحدة.

2. خرائط ضبط الجودة على الصفات

تستخدم في المنتوجات التي تصنف إلى منتوجات مطابقة أو غير مطابقة، حيث أن المطابقة تتم بأشياء يمكن عدها مثل: عدد الوحدات المعيبة، ومن الخرائط الشائعة الاستخدام خرائط نسب المعيب للسيطرة على نسب الوحدات المعيبة، وخارطة عدد العيوب للسيطرة على عدد العيوب في الوحدة المنتجة.

الملخص

تم في هذا الفصل تحديد مفهوم ضبط الجودة من خلال التعاريف المختلفة التي قدمها المفكرون والمهتمون بالجودة، كما تم تتبع تطور الجودة من خلال عدة مراحل هي: مرحلة الفحص للتأكد بأن مواصفات السلعة تطابق المواصفات الموضوعة، ومرحلة مراقبة الجودة، وتشمل الأنشطة، وأساليب العمليات التي تستخدم لإتمام متطلبات الجودة، ومرحلة تأكيد الجودة، التي تعمل على تحسين جودة السلعة أو الخدمة، ومرحلة إدارة الجودة الشاملة التي تعتمد على مساهمة جميع أفراد المنظمة لتحقيق النجاح طويل الأمد من خلال تحقيق رضا الزبون، وتحقيق المنافع لجميع أفرادها وللمجتمع.

كذلك تناول الفصل أبعاد الجودة، وتم التمييز بين أبعاد جودة السلعة، وأبعاد جودة الخدمة، فلكلٍ منهما أبعاد تختلف عن الأخرى، حيث تشمل أبعاد جودة السلعة: الأداء، والهيئة أو المظهر، والمعولية، والمطابقة، والمتانة، والقابلية للخدمة، والجمالية، والجودة المدركة. فيما تشمل أبعاد جودة الخدمة: الوقت، ودقة التسليم، والإتمام، والتعامل، والتناسق، وسهولة المنال، والدقة، والاستجابة.

وبين الفصل أيضاً أن الجودة تؤدي إلى مجموعة من التأثيرات على عمليات المنظمة المختلفة، خاصة ما يتعلق بالإنتاجية والربحية وتحقيق رضا الزبون وتحسين الموقف التنافسي، وفي كل هذه الحالات تستطيع المنظمة من خلال الجودة أن تضمن لنفسها موقعاً متميزاً.

وناقش الفصل الاسهامات الرئيسية في مجال الإدارة الحديثة للجودة من خلال ثلاثة موضوعات رئيسية هي: إدارة الجودة الشاملة، وسلسلة المواصفات الدولية، وحلقات الجودة، وتعني إدارة الجودة الشاملة (TQM) تلك الاستراتيجية التنظيمية التي تركّز على إرضاء العملاء والمحافظة على ولائهم، من خلال التحسين المستمر لخصائص المنتج ولكفاءة العمليات الإنتاجية، لتحقيق المنظَّمة المتميِّزة. أما سلسلة المواصفات الدولية التي يطلق عليها (ISO 9000)، فهي بمثابة

مجموعة من المواصفات الدولية في مجالي الجودة وتأكيد الجودة، وتعد هذه المواصفات ضرورية وحرجة لمنظمات الأعمال التي تقرر توسيع نشاطها إلى المستوى العالمي، وبصفة خاصة دول الاتحاد الأوروبي. فيما تعني حلقات الجودة مجموعة صغيرة من العاملين يتطوعون لإجراء مقابلات بشكل منتظم لكي يأخذوا على عاتقهم المشروعات المرتبطة بالعمل والمصممة لتحقيق تقدم الشركة، وتحسين ظروف العمل، وتشجيع النمو الذاتي بشكل متبادل، ويتم كل ذلك من خلال استخدام مفاهيم مراقبة الجودة.

وأخيراً ناقش الفصل موضوع خرائط ضبط الجودة التي تعرف بأنها: رسم بياني زمني يوضح التباين في خصائص أو صفات جودة المنتوج الفعلية بالحدود التي تعكس القدرة على الإنتاج ضمن المواصفات المحددة، وتصنف خرائط ضبط الجودة وفق البيانات المستحصلة من فحص واختبار فحص الجودة إلى نوعين هما: خرائط الجودة على المتغيرات، وخرائط الجودة على الصفات.

مسرد المصطلحات

- **الجـودة Quality:** هـي الدرجـة الـتي تـشبع فيهـا الحاجـات والتوقعـات الظاهرية والضمنية من خلال جملة الخصائص الرئيسة المحددة مسبقاً.
- **الجودة الشاملة Total Quality:** برنامج تغيير يهدف إلى تحقيق التحسين المستمر للمنتج أو للخدمة.
- **إدارة الجودة الشاملة Total Quality Management:** مدخل إداري يركز على الجودة التي تعتمد على مساهمة جميع أفراد المنظمة لتحقيق النجاح طويل الأمد من خلال تحقيق رضا الزبون، وتحقيق المنافع لجميع أفرادها وللمجتمع.
- **مراقبة الجودة Quality Control:** تلك الأنشطة، وأساليب العمليات التي تستخدم لإتمام متطلبات الجودة، واستخدام أساليب إحصائية يمكن من خلالها أداء أنشطة مراقبة الجودة، وهي عبارة عن حلقة للتغذية العكسية للمعلومات للشركة بكاملها.
- **تأكيد الجودة Quality Assurance:** نظام أساسه منع وقوع الخطأ، والذي يعمل على تحسين جودة السلعة أو الخدمة، ويزيد الإنتاجية من خلال التركيز على مصادر الأنشطة.
- **حلقات الجودة Quality Circles:** تعرف حلقة الجودة (أو حلقة مراقبة الجودة) بأنها عبارة عن مجموعة صغيرة من العاملين ـ في المتوسط تسعة ـ يتطوعون لإجراء مقابلات بشكل منتظم لكي يأخذون على عاتقهم المشروعات المرتبطة بالعمل والمصممة لتحقيق تقدم الشركة، وتحسين ظروف العمل، وتشجيع النمو الذاتي بشكل متبادل.
- **خرائط ضبط الجودة Control Charts:** رسم بياني زمني يوضح التباين في خصائص أو صفات جودة المنتوج الفعلية بالحدود التي تعكس القدرة على الإنتاج ضمن المواصفات المحددة.

أسئلة للمناقشة

1. تعددت التعريفات التي أوردها الباحثون والمهتمون بموضوع الجودة، غير أنها جميعاً ركزت على أربع نقاط رئيسية، ما هذه النقاط؟
2. عدد أبعاد جودة السلعة مع التوضيح؟
3. عدد أبعاد جودة الخدمة مع التوضيح؟
4. تؤدي الجودة إلى مجموعة من التأثيرات على عمليات المنظمة المختلفة، وتسهم هذه التأثيرات بشكلٍ عام في تحسين عمل المنظمة، ومن نواحٍ مختلفة, ما هي هذه النواحي؟
5. مرت ادارة الجودة الشاملة بخمسة مراحل، ما هي هذه المراحل؟
6. ما المبادىء الأساسية التي يعتمد عليها نظام إدارة الجودة الشاملة؟
7. ما ابرز اسهامات الرواد التالية أسمائم (ديمنغ، جوران، غروسبي) في مجال إدارة الجودة الشاملة؟
8. عدد أهداف إدارة الجودة الشاملة؟
9. ما المقصود بسلسلة ISO ؟
10. ما المقصود بحلقات الجودة ؟ وضح طبيعة عملها؟

المصطلحات الأساسية

Glossary

- **اتفاق آراء لجنة المديرين:** لجنة يتم تشكيلها من المديرين ذوي الخبرة والمعرفة ومن مختلف الإدارات داخل المنظمة تتولى مسئولية تقديم تنبؤ بالمبيعات، ويكون التنبؤ باستخدام هذا الأسلوب من خلال التوفيق بين آراء اللجنة، ورغم ذلك تعتبر من أكثر اساليب التنبؤ شيوعاً.
- **الأداء Performance:** يقصد به العمل المؤدى بواسطة الفرد وكمية الإنجاز الذي يحققه، والذي يتكون نتيجة رغبة وقدرة الفرد على إنجاز العمل.
- **إدارة الجودة الشاملة Total Quality Management:** مدخل إداري يركز على الجودة التي تعتمد على مساهمة جميع أفراد المنظمة لتحقيق النجاح طويل الأمد من خلال تحقيق رضا الزبون، وتحقيق المنافع لجميع أفرادها وللمجتمع.
- **إدارة العمليات الإنتاجية Operations Management:** الوظيفة المسؤولة عن تحديد وتحويل مجموعة من العناصر أو المدخلات إلى مجموعة من السلع والخدمات، والتي تشبع حاجات ورغبات المستهلك النهائي أو المشتري الصناعي، وتحقق أهداف أصحاب المشروع وذلك من خلال اعتماد مجموعة من الخطط والسياسات.
- **أساليب التنبؤ الكمية Quantitative Approach:** تلك الأساليب التي تعتمد على بيانات رقمية في التنبؤ أو تقدير قيمة الطلب المتوقع على منتَجات شركة معينة لفترات قادمة.
- **الأساليب الوصفية أو الذاتية للتنبؤ Qualitative Approach:** تلك الأساليب التي تعتمد على تقديرات ذاتية وآراء بشأن العوامل السببية الكامنة وراء مبيعات منتج أو خدمة معينة.

- **استراتيجية الطاقة المتوسطة (تطابق الطاقة) Matching Capacity Strategy:** تعني توسيع الطاقة بشكل يتناسب مع الطلب المتوقع، وتعتبر هذه من الاستراتيجيات المعتدلة، حيث يعتقد المدراء أنهم قادرون على بيع جزء من نسبة المخرجات الاضافية على الأقل.
- **الاستراتيجية المختلطة Mixed Strategy:** وهي عبارة عن توليفة من عدة استراتيجيات للتخطيط الإجمالي للإنتاج.
- **استراتيجية المستوى Level Strategy:** إحدى استراتيجيات التخطيط الإجمالي للإنتاج، والتي تعني المحافظة على معدّل ثابت من المخرجات، من خلال قيام المنشأة بالمحافظة على نفس المعدّل من المخرجات في كل فترة تخطيط إجمالية.
- **استراتيجية تأخر الطاقة Trailing Capacity Strategy:** يتم بموجب هذه الاستراتيجية زيادة الطاقة بعد التأكد من حصول زيادة في الطلب، وتعتبر هذه استراتيجية دفاعية، ومن عيوبها أن الشركة قد تفقد زبائنها بسبب الانتظار، وتستخدم هذه الاستراتيجية في المنتوجات غالية الثمن او ذات المنافسة الضعيفة.
- **استراتيجية تحقيق التوافق مع الطلب فترة بفترة Chase Strategy:** وفي هذه الاستراتيجية تتساوى المخرجات المخططة مع الطلب المتوقع.
- **استراتيجية قيادة الطاقة Leading Capacity Strategies:** يجري التوسع بالطاقة بافتراض زيادة الطلب المتوقع خلال الفترة القادمة، وتعد هذه الاستراتيجية من الاستراتيجيات الهجومية، وتستخدم غالباً للقضاء على المنافسين أو الاستحواذ على زبائنهم، وتستخدم أيضاً للحصول على موقع سريع في سوق معين، أو للتوسع في الأسواق.
- **اسلوب التخصيص المعتمد على البرمجة الخطية Assignment Model:** حالة خاصة من نموذج البرمجة الخطية، ويفيد في تخصيص وتوزيع المهام أو أي متطلبات عمل على مجموعة معينة من الموارد.

- **الأسلوب التفاضلي Differential Method**: يقوم هذا الأسلوب على استخراج الإيراد الإضافي لكل منتج من المنتجات التي انفصلت، ومقارنته مع التكاليف الإضافية بعد نقطة الانفصال.
- **أسلوب دلفي (Delphi Style)**: يستخدم هذا الأسلوب لتحقيق اتفاق الآراء داخل لجنة معينة، من خلال إجابة المديرون على سلسلة من الأسئلة على مراحل متعاقبة، وتعميم الإجابات على كل أعضاء اللجنة، ويتطلب الأمر عدة محاولات قبل أن يتم التوصل إلى اتفاق في الآراء بشأن التنبؤ، ويمكن ان يسفر هذا الأسلوب عن تنبؤات تحظى باتفاق معظم المشاركين.
- **الأسلوب المجري Hungarian Method**: يستخدم للوصول إلى الحل الذي يحقق أقل تكلفة، ويشترط في هذا الأسلوب توزيع كل مهمة على آلة واحدة فقط، كما يفترض في هذا الأسلوب إمكانية قيام كل آلة بأداء كل مهمة في ضوء معلومية وثبات تكاليف تخصيص المهام على الآلات.
- **أسلوب شبكات النقل في اختيار موقع المشروع Transportation network method**: أحد أساليب اختيار موقع المصنع، ويعتمد هذا الأسلوب في معالجته لمشاكل نقل المنتجات من مصانع متعددة الى مناطق متعددة بهدف تخفيض تكاليف النقل الى أدنى حد ممكن وتعظيم الارباح المتحققة عن ذلك، ويجري ذلك ضمن قيود الطاقة الإنتاجية المتاحة للمصنع والطلب على المنتجات.
- **الإنتاج Production**: هو حصيلة التكامل بين عناصر الإنتاج المختلفة المستخدمة في تكوين كمية معينة من السلع عبر مراحل متعاقبة، والتي تتغير فيها المادة من شكل إلى آخر، على أن يترتب على ذلك خلق منفعة أو قيمة اقتصادية.
- **الإنتاجية Productivity**: هي نسبة المخرجات إلى المدخلات.

- **الإنتاجية الجزئية** : Partial Productivity: هي نسبة المخرجات إلى عنصر واحد من عناصر المدخلات.
- **الإنتاجية الكلية** Total Productivity: هي عبارة عن مؤشر واحد يعبر عن كفاءة المنظمة ككل، وذلك عن طريق قسمة المخرجات على المدخلات.
- **الإنتاجية متعددة العوامل** Multi-Factor Productivity: هي نسبة المخرجات إلى أكثر من عنصر من عناصر المدخلات.
- **أنظمة الإنتاج** Production Systems: تلك النظم التي تتولى عملية تحويل المدخلات إلى مخرجات "سلع أو خدمات".
- **بحوث السوق:** يستخدم هذا الأسلوب للتنبؤ بالمبيعات من خلال استخدام استبيانات مرسلة بالبريد، أو عن طريق مكالمات تليفونية، أو مقابلات ميدانية، وهذه الأساليب مفيدة في حالة المنتجات الجديدة.
- **تأكيد الجودة** Quality Assurance: نظام أساسه منع وقوع الخطأ، والذي يعمل على تحسين جودة السلعة أو الخدمة، ويزيد الإنتاجية من خلال التركيز على مصادر الأنشطة.
- **تتابع وتسلسل العمليات** Sequencing of Operations: يعني ترتيب أو تسلسل أداء المهام على الآلات أو مراكز العمل المختلفة.
- **تحليل التعادل** Break – Even Analysis: إحدى أدوات التخطيط، ويدل إجراء هذا التحليل متخذ القرار أو إدارة الإنتاج في الشركة على عدد الوحدات الواجب إنتاجها وبيعها لتجنب أية خسائر، كما أنه يحدد عدد الوحدات الواجب إنتاجها وبيعها لتحقيق الأرباح المستهدفة أو الواجب تحقيقها، ويوصل تحليل التعادل إلى نقطة تتساوى عندها مجموع الإيرادات مع مجموع التكاليف بشقيها الثابتة والمتغيرة.
- **تحليل الحساسية** Sensitivity Analysis: هي عملية تغيير القيم والعلاقات ضمن المشكلة، وملاحظة تأثير ذلك على الحل الذي تم التوصل إليه،

والهدف من ذلك هو اكتشاف مدى حساسية الحل الأمثل للتغيرات التي تم إجراؤها.

- **تحليل نقطة التعادل في اختيار الموقع Break-even analysis:** يتم بموجب هذا الأسلوب مقارنة عدد من المواقع على أساس اقتصادي؛ وذلك بمقارنة مجموعة التكاليف الثابتة والمتغيرة لكل موقع من المواقع البديلة مع أحجام مختلفة للانتاج.
- **التحميل Loading:** عملية توزيع المهام على مراكز التشغيل، وتتضمن قرارات التحميل توزيع مهام معينة على مراكز العمل وعلى الآلات المختلفة في مراكز العمل.
- **التخطيط الإجمالي للإنتاج:** خطة إجمالية للإنتاج لمدة تصل إلى سنة على أساس قيم إجمالية للمخرجات طبقاً لإجمالي الطاقة الإنتاجية وإجمالي الطلب على المنتجات.
- **التخطيط الداخلي للمصنع Internal Planning of the Plant:** تقرير ماهية الأقسام أو أماكن العمل المطلوبة لأداء العمل، وعلاقتها مع بضعها البعض، وتحديد المساحات المطلوبة وتخطيط مساحات الممرات.
- **تخطيط الطاقة الإنتاجية Productivity Capacity:** تعني تحديد أو تقدير الكمية اللازمة من الموارد المختلفة لإنتاج وحدة واحدة.
- **التخطيط بعيد المدى Long-Range:** ويتم هذا النوع من التخطيط بإشراف الإدارة العليا التي تتخذ قرارات استراتيجية قد يمتد مفعولها الزمني من سنة إلى خمسة سنوات، حيث تتضمن هذه القرارات الربط ما بين إمكانيات الأسواق وخبرة الشركة وقدراتها المالية واتجاهات الشركة للخمس سنوات القادمة.
- **التخطيط قصير المدى Short Range:** ويكون في العادة لمدة شهرين فأقل ويتناول قرارات تتعلق بالتفاصيل المتعلقة بالعمل مثل توزيع المهام، وتقدير الوقت اللازم لكل مهمة، وقائمة المواد الخام، وقطع غيار الآلات الممكن احتياجها أثناء التنفيذ.

- **التخطيط متوسط المدى Medium Range:** عبارة عن قرارات تغطي فترة زمنية تمتد من شهرين إلى سنة، وتتعلق هذه القرارات بمستوى العمالة المطلوبة وحجم الإنتاج المطلوب من كل نوع من المنتجات ومتطلبات هذا الإنتاج.
- **التركيب أو التحضير الصفري Zero Setups:** يجب تكون الآلات جاهزة للعمل دون أية إعاقة، و أن يتدرب العاملون على هذه الآلات وطريقة إعدادها للعمل بحيث تسلّم الآلات للوردية القادمة وهي جاهزة للتشغيل.
- **التصنيع Manufacturing:** يعني إجراء تغيير في شكل المواد الخام وتحويلها إلى شكل آخر، وبما يعني اختلاف السلع المنتجة عن المدخلات من المواد الخام.
- **التعديل أو التمهيد الأسي Exponential Smoothing:** يتم التنبؤ بهذه الطريقة من خلال استخدام أحدث البيانات، وبنفس الوقت استخدام أكبر قدر من المشاهدات داخل السلسلة الزمنية للسيطرة على التقلبات العشوائية في المبيعات الفعلية، وتتميز طريقة التمهيد الأسي عن بقية الطرق أن العمليات الحسابية المطلوبة هي أبسط بكثير، ومتطلبات تخزين البيانات أقل؛ وتعتمد هذه الطريقة على اخذ التنبؤ الخاص بالفترة السابقة وإجراء تعديل عليه للحصول على التنبؤ الخاص بالفترة التالية.
- **التكاليف المتغيرة Variable Costs:** وهي تتغير في مجموعها بتغير حجم الإنتاج ويكون هذا التغير بنفس النسبة ونفس الاتجاه.
- **تكاليف إصدار أمر الشراء Order Costs:** وهي التكاليف التي تتحملها المنظمة لقاء إصدار أمر الشراء للمورد والذي يتضمن شراء كمية من البضاعة، وتتضمن هذه التكاليف، تكلفة طباعة أمر الشراء وأجور البريد (ثمن الطوابع) لإرسال أمر الشراء للمورد أو تكلفة أية وسيلة أخرى لإرساله، والمصاريف البنكية في حالة فتح اعتماد للاستيراد من الخارج بالإضافة إلى نفقات تحميل وتنزيل المخزون والتأمين عليه.

- **تكاليف الاحتفاظ بالمخزون Carrying Costs**: وتتضمن تكلفة تخزين المخزون في المخازن، والتأمين عليه داخل المخزن، كما تتضمن تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال المستثمر في المخزون بالإضافة إلى قيمة التالف والفاقد من المخزون.
- **التكاليف الثابتة Fixed Costs**: هي تلك التكاليف التي لا تتغير في مجموعها بتغير حجم النشاط (وحدات الإنتاج) لذلك فإن العلاقة تكون عكسية ما بين التكلفة الثابتة للوحدة وحجم الإنتاج، فكلما زاد حجم الإنتاج كلما قل نصيب الوحدة الواحدة من التكاليف الثابتة.
- **تكاليف نفاد المخزون Stock out Costs**: وهي تكاليف اقتصادية غير مدفوعة تتمثل في فقدان فرصة للبيع وتحقيق الربح ناتجة عن عدم توافر المخزون الكافي لإتمام بيع صفقة معينة، بالإضافة إلى ما يطال المنظمة من ضرر في سمعتها لعدم مقدرتها على تلبية احتياجات العملاء.
- **تكلفة الفرصة البديلة Opportunity Cost**: هي قيمة نظرية تساوي القيمة المتوقعة للبدائل المتخلى عنها نتيجة اختيار بديل معين.
- **التناسبية Proportionality**: وتعني التناسبية وجود تناسب ما بين الموارد المستخدمة في الإنتاج وكمية الإنتاج.
- **التنبؤ بالطلب Demand Forecasting**: تحديد الطلب المستقبلي على السلع والخدمات، وكذلك تحديد الموارد الضرورية لانتاج تلك السلع والخدمات.
- **التنبؤ طويل الأجل Long – Term Forecasting**: يستخدم لصنع القرارات الاستراتيجية بشأن المنتجات والعمليات والتسهيلات الإنتاجية، وغالباً يكون لأكثر من سنة.
- **التنبؤ قصير الأجل Short – Term Forecasting**: يستخدم لاتخاذ قرارات متعلقة بأمور الإنتاج خلال أيام أو أسابيع قادمة.
- **التنبؤ من خلال الاتجاه العام Trend Projection Method**: تفيد هذه الطريقة في حالة التنبؤ طويل الأجل، وتعتمد طريقة التنبؤ من خلال

الاتجاه العام على وجود سلاسل زمنية لبيانات التنبؤ بالطلب، وتفترض هذه الطريقة أن الطلب يتوقف على المتغير الستقل (عنصر الزمن). ويتم في هذه الطريقة استخدام طريقة المربعات الصغرى، حيث يكون الهدف هو تحديد الخط المستقيم الذي يتم بموجبه تخفيض مجموع مربعات الفروقات بين نقاط انتشار البيانات في الشكل وخط الاتجاه العام.

- **جدولة العمليات Operations Scheduling:** يقصد بجدولة العمليات وضع خطة لترتيب تنفيذ العمليات المختلفة في المنشآت الصناعية، والتجارية، والخدمية، تعتبر قرارات الجدولة الخطوط الأخيرة في عملية التحويل من شئ إلى شئ آخر.
- **الجودة Quality:** هي الدرجة التي تشبع فيها الحاجات والتوقعات الظاهرية والضمنية من خلال جملة الخصائص الرئيسة المحددة مسبقاً.
- **الجودة الشاملة Total Quality:** عبارة عن برنامج تغيير يهدف إلى تحقيق التحسين المستمر للمنتج أو للخدمة.
- **حلقات الجودة Quality Circles:** تعرف حلقة الجودة (أو حلقة مراقبة الجودة) بأنها عبارة عن مجموعة صغيرة من العاملين ـ في المتوسط تسعة ـ يتطوعون لإجراء مقابلات بشكل منتظم لكي يأخذون على عاتقهم المشروعات المرتبطة بالعمل والمصممة لتحقيق تقدم الشركة، وتحسين ظروف العمل، وتشجيع النمو الذاتي بشكل متبادل.
- **الخدمة Service:** عبارة عن منتج غير ملموس لا يمكن تخزينه، ويتم استهلاكه بمجرد انتاجه.
- **خرائط التجميع Assembly Chart:** تلك الخرائط التي تستخدم لإعطاء صورة عامة عن كيفية توحيد الأجزاء وعمليات التجميع الفرعية والرئيسية لتقديم المنتج النهائي، وتوضح جميع أنواع الخامات الأساسية والمكونات الرئيسية والعمليات الفرعية وعمليات الفحص والتجميع التي تتم لغرض إخراج المنتج بصورته النهائية.

- **خرائط العمليات Process Charts**: تلك الخرائط التي تقدم تفصيلات للقائم بالعملية الإنتاجية، وتعتمد هذه الخرائط على تقسيم جميع أنواع العمليات الإنتاجية التي يمكن أن تتم في أي منشأة إلى أربعة أنواع رئيسية هي: عملية، وفحص، ونقل،و تخزين.
- **خرائط جانت Gantt Chart**: هي عبارة عن رَسم بياني يوضح الجدول الزمني لعمل ما، مثل مشروع إنشائي أو عملية صيانة أو عملية تطوير، أو مشروع تطوير وتصنيع، وتعتبر خرائط جانت من أقدم وأبسط طرق الجدولة والتحميل المستخدمة في الرقابة على الإنتاج.
- **خرائط ضبط الجودة Control Charts**: رسم بياني زمني يوضح التباين في خصائص أو صفات جودة المنتوج الفعلية بالحدود التي تعكس القدرة على الإنتاج ضمن المواصفات المحددة.
- **الخراب الصفري Zero Breakdowns**: إذ يجب العمل على تجنب أي عطل في الآلات ناتج عن تلف أو خراب إحدى قطع الآلة، وإن حدث ذلك يجب أن تكون القطعة البديلة جاهزة ومعدّة للتركيب.
- **خريطة التحميل Load Chart**: إحدى خرائط جانت، والتي تظهر أزمنة التحميل وأزمنة الانتظار أو العطل لمجموعة من الآلات أو قائمة من الإدارات والأقسام.
- **خريطة الجدولة Schedule Chart**: إحدى خرائط جانت التي توضح مدى انجاز الأوامر أو المهام، وعما إذا كان يتم إنجازها في الوقت المحدد أم لا؟.
- **خطة الأعمال Business Plan**: تلك الخطة الموضوعة لإنجاز أهداف ورسالة مشروع الأعمال في مجال نشاط معين.
- **الخلل الصفري Zero Defects**: تجنب أي عطل أو توقف للعملية الإنتاجية، حيث يجب إيصال القطع إلى محطات العمل عند حاجتها تماماً على أن تكون هذه القطع ذات جودة عالية، وعلى أن لا تستغرق عملية توصيلها وقت يذكر لتصبح نسبة التعطل المقبولة هي صفر.

- **دالة الهدف Objective Function**: تحديد الهدف من استخدام البرمجة الخطية، والذي قد يكون تعظيم الأرباح، أو تخفيض التكاليف.
- **دورة المخزون Inventory Cycle**: تشير دورة المخزون إلى الفترة الممتدة ما بين شراء المخزون وبيعه.
- **الرغبة Desire**: تشير إلى مدى اندفاع الفرد نحو العمل بشكل كبير.
- **الزيادة أو الإفراط Zero (Excess) Lot Size**: تزويد محطات العمل بالقطع المختلفة فور نشوء حاجة لخط الإنتاج لهذه القطع دون أدنى تأجيل، وخصوصاً إذا كانت عملية الإنتاج تستدعي تبديل قطعة بأخرى حسب مراحل الإنتاج.
- **السلعة Good**: عبارة عن منتج ملموس يمكن تخزينه ونقله وشراؤه من أجل استخدام آخر.
- **شجرة القرار Decision Tree**: إحدى طرق الوصول إلى حل للمشكلات بواسطة نموذج تصويري يسمى شجرة القرار، وتتشابه جميع أشكال شجرة القرار من حيث احتوائها على ما يسمى بمفاصل القرار أو نقاط القرار.
- **الطاقة الإنتاجية Productivity Capacity**: أحد أهم معايير قياس كفاءة أداء المنظمات، وتعني معدّل الإنتاج الأقصى للمنظمة، أي؛ الحد الأقصى لمقدار الإنتاج الذي باستطاعة المنظمة إنجازه خلال فترة زمنية محددة.
- **طاقة العملية Process Capacity**: وهي أعلى مستوى للقيمة المضافة للنشاط خلال مدة من الزمن، في ظل ظروف تشغيل طبيعية.
- **الطاقة الفعلية**: هي كمية الإنتاج الفعلي الذي تحققه المنظمة فعلاً خلال فترة الخطة.
- **الطاقة القصوى**: تمثل القدرة على الإنتاج خلال فترة زمنية محددة، وفقاً لمواصفات عناصر الإنتاج، بافتراض توفر الظروف المثالية كالصيانة

المنتظمة، والقوى العاملة المدربة، وتوافر مستلزمات الإنتاج بالمواصفات المحددة.

- **الطاقة المتاحة:** القدرة على الإنتاج بمواصفات معينة خلال فترة زمنية مع الأخذ بالاعتبار جميع العوامل التي تحدد الطاقة القصوى، ومنها تغيب العمال، وعطل المكائن، وتأخر وصول المواد الأولية، وفترات الصيانة، أو عدم كفاءة العمال وغيرها من العوامل.
- **الطاقة المخططة:** تمثل كمية الإنتاج المستهدف الحصول عليه من السلع والخدمات خلال فترة الخطة، اي أنها القدرة على الإنتاج خلال الفترة المقبلة، آخذين بالاعتبار العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على عمل المنظمة.
- **الطاقة المستغلة:** هي الجزء المستخدم من الطاقة المتاحة خلال فترة زمنية محددة، وتتأثر بالطاقة الفائضة أو الزائدة والتي ترغب المنظمة باستخدامها مستقبلاً.
- **طاقة المنظمة Organization Capacity:** وتعني ما يقع تحت تحكم المنظمة وسيطرتها، ويتضمن ذلك الموارد المادية والمالية والبشرية والتكنولوجية والمعلوماتية.
- **الطاقة النظرية:** القدرة على الإنتاج بأقصى سرعة وبلا انقطاع خلال جميع أيام السنة، باستخدام الموارد البشرية والمادية والمالية والتكنولوجية المتاحة استخداماً كاملاً، دون أي توقف لإجراء الصيانة الوقائية، أو أي توقف غير مخطط.
- **طريقة الجرد المستمر Perpetual Inventory System:** بموجب هذه الطريقة يتم فتح حسابين مستقلين لكل من المخزون وتكلفة البضاعة المباعة، حيث تقيد كافة عمليات الشراء والعمليات المرتبطة بها في هذا الحساب ولا يتم استخدام حساب المشتريات إطلاقاً في ظل نظام الجرد المستمر.

- **طريقة السمبلكس Simplex Method**: هي نموذج متقدم في حل المشكلات التي تستلزم البرمجة الخطية، وخصوصاً عندما تكون المتغيرات الخاصة بالمشكلة المراد حلها أو التوصل إلى قرار بشأنها أكثر من متغيرين.
- **طريقة المتوسط البسيط Simple Average (SA)**: يتم التنبؤ بهذه الطريقة بحساب متوسط المبيعات عن الفترات الماضية لكي يمثل حجم الطلب أو حجم المبيعات المتوقع للفترة القادمة.
- **الطريقة النوعية في اختيار موقع المشروع Qualitative Method**: الطريقة التي يتم من خلالها تحديد الموقع الأمثل للمصنع من بين عدة مواقع عن طريق تقويم عدد من العوامل التي تؤثر في اختيار الموقع، وبموجب هذه الطريقة يتم تخصيص اوزان نوعية لكل عامل، ويخصص أيضاً لكل عامل درجة (نقاط) حسب المناطق.
- **عدم السلبية Non Negative**: ويعني ذلك أن الكميات، أو عدد العمال، أو عدد الساعات الناتجة عن متغيرات المشكلة لا يمكن أن تكون ذات إشارة سالبة، حيث لا يمكن القول أن الإنتاج سيكون (- 15) وحدة مثلاً.
- **العمليات Operations**: تشير إلى إنتاج السلع والخدمات، وهي عبارة عن مجموعة أنشطة تحقيق القيمة التي تحول المدخلات إلى مخرجات.
- **العوامل الإجتماعية لاختيار موقع المشروع Social Factors**: ويقصد بها مراعاة إقامة المشروع لأهداف اجتماعية وانسانية لغايات ايجاد فرص عمل لسكان المناطق التي يقام فيها المشروع؛ وبهدف رفع المستوى المعيشي للأفراد.
- **فترة التوريد Lead Time**: هي الفترة الممتدة ما بين إصدار أمر الشراء ووصول البضاعة المطلوبة إلى مخازن المنظمة.
- **فترة التوريد الصفرية Zero Lead Time**: ويعني ذلك أن يتم التخلص من التدوين الكتابي المعتاد في النماذج الإدارية الأخرى، إذ لا بد من أن

تكون هناك إجراءات مختصرة تجعل تدفق المواد إلى قسم الإنتاج يتم بطريقة سلسة وعند الطلب وفي الوقت المطلوب تماماً.

- **القدرة Ability:** يقصد بها مدى تمكن العامل فنياً في عمله، ويكون ذلك من خلال المعرفة، والمهارات، ووضوح الدور الذي يقوم به.
- **قرار البيع عند الانفصال أو التصنيع الإضافي The Sell or-Process-Further Decision:** ذلك القرار الذي يتعلق بتخطيط الإنتاج إنطلاقاً من السؤال: هل تقوم الشركة بإكمال عملية التصنيع للحصول على المنتجات المتعددة؛ أم تكتفي ببيع المنتج الذي تم الوصول إليه عند نقطة الانفصال؟.
- **قرار التصنيع الداخلي أم الشراء To Make – or – Buy Decision:** ذلك القرار الذي يتعلق بتصنيع الأجزاء التي تحتاج إليها الشركة لإكمال منتجاتها داخلياً، أو شراء تلك الأجزاء من شركات الأخرى.
- **قرارات الجدولة Scheduling Decisions:** إعداد التوقيتات الزمنية اللازمة لاستخدام المعدات، والتسهيلات، والموارد البشرية في منظمات الأعمال.
- **القرارات في ضوء المخاطرة Decision Under Risk:** تلك القرارات التي يتم اتخاذها في حالة وجود إمكانية لحدوث أكثر من حالة أو عدة حالات في بيئة المنظمة تؤثر على القرار، بمعنى وجود عدة بدائل قد تتحكم في صحة وجودة القرار الذي سيتم اتخاذه.
- **القرارات في ظروف عدم التأكد Decision under uncertainty:** القرارات التي يتم اتخاذها حينما لا تتوفر البيانات المتعلقة باحتمالات تقلبات البيئة، حيث يصبح متخذ القرار في ظرف يسمى ظرف عدم التأكد أو الغموض.
- **القياس التاريخي مع منتج مماثل:** يستخدم هذا الأسلوب للتوصل إلى تقدير بالمبيعات المستقبلية من خلال المقارنة مع حجم المبيعات التاريخية لمنتج مماثل، ويكون هذا الأسلوب مفيداً في التنبؤ بمبيعات منتجات جديدة.

- **القيمة المتوقعة للمعرفة التامة Expected Value of Perfect Information:** أكبر مقدار من النقود يمكن إنفاقه للحصول على المعرفة التامة لحالة الطبيعة التي ستحدث.
- **القيمة النقدية المتوقعة Expected Monetary Value:** يستخدم هذا المعيار لاتخاذ القرارات في حالات المخاطرة، ووفقاً لهذا المعيار يتم اختيار الفعل ذي أعلى قيمة متوقعة.
- **قيود النموذج Model Constraints:** تعني قيود النموذج محددات المشكلة التي لا يمكن تجاوزها، وتتعلق هذه القيود في أغلب الأحوال إما بالمواد الأولية أو بمصادر الطاقة المتوفرة لدى الشركة سواء أكانت أيدي عاملة أم ساعات عمل أو عدد ماكينات وغيرها.
- **كمية الطلب الاقتصادية Economic Order Quantity (EOQ):** كمية المخزون الواجب شراؤها في كل مرة والتي تجعل تكاليف التخزين أقل ما يمكن.
- **المتغيرات الاساسية Basic Variables:** هى تلك المتغيرات التى يتم اضافتها الى البرنامج الخطى لتحويلة الى الصيغة القياسية.
- **المتغيرات الراكدة Slack Variables:** تلك المتغيرات الوهمية التي تعبّر عن الطاقة المهدورة، أو عن الجزء غير المستغل من الطاقة.
- **متغيرات القرار Decision Variables:** هى متغيرات التى تظهر فى دالة الهدف فى البرنامج الخطى ويكون مطلوب تعظيمها أو تصغيرها.
- **المتوسط البسيط المتحرك Simple Moving Average:** وهو نوع من نماذج التنبؤ للسلاسل الزمنية قصيرة الأجل، ويستخدم للتنبؤ عن الفترة الزمنية التالية، وبهذه الطريقة فإن المتوسط الحسابي للمبيعات الفعلية لعدد من الفترات السابقة يعتبر بمثابة تنبؤ بمبيعات الفترة الزمنية التالية.
- **المتوسط المتحرك المرجح بالأوزان Weighted Moving Average:** وتعتبر هذه الطريقة أكثر دقة من طريقة المتوسط المتحرك لأنها تعطي وزنا أكبر

للفترات الزمنية القريبة من الفترة المرغوب التنبؤ بمبيعاتها، أي يتم إعطاء أوزان مختلفة للفترات السابقة بناءً على أهميتها.

- **محطات التشغيل Work Station:** يقصد بها منطقة عمل لفرد ما باستخدام آلة خاصة أو عمل متخصص.
- **مخزون الأمان Safety Stock:** وهو عبارة عن كميات احتياطية من أصناف معينة ليس بهدف التشغيل الاعتيادي بل لمواجهة الظروف غير العادية التي قد تواجه المنظمة، ويستخدم هذا المخزون كوسيلة لضمان قيام المنظمة بالوفاء بالزيادة الطارئة على الطلب، أو لمواجهة طول فترة التوريد.
- **مخزون البضاعة تامة الصنع Finished Goods:** وهي المواد الجاهزة للبيع سواء للمستخدم أم للمستهلك.
- **المخزون التشغيلي Operating Inventory:** حيث يشمل هذا النوع أصناف المخزون الضرورية لتشغيل النظام الإنتاجي، وما يخرجه هذا النظام من منتجات في ظل الظروف العادية.
- **مخزون المواد الأولية (المواد الخام) Raw Material:** وهي المواد التي يتم شراؤها بهدف تصنيعها وتحويلها إلى مواد أخرى.
- **مراقبة الجودة Quality Control:** تلك الأنشطة، وأساليب العمليات التي تستخدم لإتمام متطلبات الجودة، واستخدام أساليب إحصائية يمكن من خلالها أداء أنشطة مراقبة الجودة، وهي عبارة عن حلقة للتغذية العكسية للمعلومات للشركة بكاملها.
- **المرونة Flexibility:** تعني قدرة التسهيلات الإنتاجية على الاستجابة التي تحصل في رغبات المستهلك.
- **المسح الميداني لرجال البيع:** يتم الحصول على تقديرات بالمبيعات المستقبلية من خلال تجميع تقديرات رجال البيع للحصول على تقدير كلي للمبيعات لكل المناطق معاً التي يعمل فيها رجال البيع.

- **المسح الميداني للعملاء:** يتم الحصول على تقديرات بالمبيعات المستقبلية بشكل مباشر من العملاء، حيث يتم حصر العملاء لتحديد كميات المنتجات التي ينووون شراؤها خلال فترة زمنية قادمة، ويتم التنبؤ بالمبيعات من خلال تجميع إجابات العملاء.
- **المعرفة Knowledge:** تتمثل في المعلومات والخبرات التي اكتسبها الفرد بالتعلم أو التدريب أو النشرات والأدلة والملصقات التي تتيحها جهة العمل.
- **معيار أعظم ـ الأقل Maxi Min Criterion:** ويسمى أيضاً معيار تعظيم أقل الأرباح أو المعيار المتشائم، وبموجب هذا المعيار يتم البحث عن البديل الذي يعطي أعلى عائد من أقل العوائد لكافة البدائل بمعنى أنه يتعامل مع أسوأ الاحتمالات، ويمثل هذا المعيار وجهة نظر متخذ القرار المتشائم، فعند حدوث أسوأ الظروف يعطي هذا المعيار أقل الخسائر.
- **معيار أعظم الأعظم Maxi Max Criterion:** ويسمى بالنموذج المتفائل كونه يبحث عن البديل الذي يحقق أعلى الأرباح، حيث يتوقع متخذ القرار حدوث حالة الطبيعة التي تعطي أعظم ربح ممكن.
- **معيار أقل ـ الأعظم Min Maxi Criterion:** يتم استناداً لهذا المعيار إيجاد أعظم الفرص الضائعة لكل فعل، ومن ثم اختيار الفعل الذي يعود لأصغر فرصة ضائعة.
- **المعيار الواقعي Criterion of realism:** وهو عبارة عن حل وسط يقع بين معياري التشاؤم والتفاؤل ويقوم على استخدام معامل للواقعية يرمز له بالرمز α والذي تتراوح قيمته ما بين صفر وواحد صحيح (0-1).
- **معيار لابلاس Equally Likely (Laplace):** يقوم هذا المعيار على أساس أنه في حالة عدم معرفة متخذ القرار بفرص حدوث حلات الطبيعة المختلفة، فالأمثل إعطاء كل حالات الطبيعة نفس احتمال الحدوث، ومن أجل تطبيق هذا المعيار يجب إيجاد متوسط كل بديل ومن ثم اختيار البديل صاحب أعلى معدّل مع افتراض تساوي الاحتمالات.

- **مفهوم البرمجة الخطية Linear Programming**: هي أسلوب رياضي يهدف إلى تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة لتحقيق أهداف المنظمة، والتي قد تكون موجهة نحو تحقيق أعلى مستوى من الأرباح أو نحو تخفيض التكاليف إلى أدنى مستوى.
- **المناولة الصفرية Zero Handling**: بحيث يتم تسليم المواد والقطع بوقت قياسي؛ أي عند الطلب وفوراً، وذلك يعني ضرورة توفر هذه المواد من حيث الكمية والوقت، أي أن يكون هناك ما يكفي المخزون الصفري.
- **المنتجات المشتركة Joint Products**: تلك المنتجات التي يتم إنتاجها من مادة خام واحدة.

أ. **المهارات Skills**: هي مهارة استخدام المعرفة وترجمتها لأداء عملي.

- **مواد أو بضاعة تحت التشغيل Work in Process**: وهي منتجات انتقلت عبر الخط الإنتاجي من مجرد مواد أولية إلى بضاعة غير مكتملة التصنيع، ويطلق عليها أيضاً مصطلح بضاعة نصف مصنّعة.
- **نظام الإنتاج الكبير Mass Production**: ويعني الإنتاج على نطاق واسع، بحيث يكون عدد الوحدات المنتجة كبيراً.
- **نظام الإنتاج المستمر Continuous Production**: هو نظام متقدم لنظام الإنتاج الكبير، حيث يأخذ الإنتاج صفة الاستمرارية لفترات زمنية طويلة نسبياً قد تتجاوز السنة.
- **النظام الإنتاجي Production System**: هو نظام مهمته تحويل مجموعة من المدخلات إلى مجموعة من المخرجات المرغوبة من خلال استخدام عمليات محددة للتحويل، وأيضاً نظم فرعية للرقابة.
- **نظام الجرد الدوري Periodic Inventory System**: يستخدم هذا النظام لتقييم المخزون السلعي في تاريخ معين وعادة ما يكون في نهاية الفترة المالية وذلك بحصر كمية وقيمة الوحدات من البضائع الموجودة في المخازن عن طريق العد الفعلي لوحدات كل صنف من أصناف البضاعة

- **نظام المخزون الصفري Just In Time (JIT):** فلسفة إدارية يابانية طبقت في أوائل السبعينيات من القرن الماضي في العديد من المنظمات اليابانية، وهي نموذج أعمال حديث يقوم على أساس مواجهة طلبات العملاء بأقل مستوى من التأجيل وبأقل تكلفة وبأعلى جودة.
- **نقطة إعادة الطلب Reorder Point:** هي الكمية التي يصل إليها المخزون، ويتطلب ذلك إعادة طلب المواد من المورد لتفادي توقف العمل، بمعنى متى تقوم بطلبية للحفاظ على أقل مستويات للمخزون دائماً؟.
- **نقطة التعادل Break – Even:** أقل مستوى إنتاجي يمكن السماح به لاستخدام الطاقة الإنتاجية للمنشأة، لتعبّر عن حجم المبيعات الذي تتعادل فيه الإيرادات مع التكاليف الكلية دون تحقيق أي ربح أو خسارة.
- **نموذج توازن الإنتاج حسب المنتج Equilibrium Model of Production:** نموذج يساعد هذا النموذج في تطوير التصميم الأولي لخط الإنتاج لأجل تحقيق مستوى المخرجات المرغوبة مع تحقيق تدفق الإنتاج.
- **وضوح الدور Clarity of Role:** يعني معرفة وفهم ما هو مطلوب من العامل القيام به على وجه التحديد.
- **الوقت المنقضي في العملية الإنتاجية Job Flow Time:** طول مدة بقاء المهمة أو الأمر في الورشة أو في محطة تشغيل أو في مركز عمل.
- **وقت تأخير المهمة Job Lateness:** عبارة عن زمن انجاز المهمة أو الوقت المتبقي بالعملية مطروحاً منه زمن التسليم.
- **وقت تدفق صفري Zero Surging:** وهو أمر مرتبط بفترة التوريد Lead Time بحيث تكون مدة التدفق للمواد صفراً أي لا تستغرق أي وقت وهذا ما يدعى بالانسياب الطبيعي للمواد.

مراجع ومصادر الكتاب

أولاً: المصادر باللغة العربية

- أبو نصار، محمد (2008). **المحاسبة الإدارية**، عمان: دار وائل للنشر.
- بو غازي، فريده و بوغليظة، الهام و وفاء، سلامة (2007). **فعالية استخدام التنبؤ في الجهاز الإداري**، الجزائر: جامعة سكيكده.
- التميمي، حسين عبدالله (1997). **إدارة الإنتاج والعمليات، مدخل كمي**، عمان: دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع .
- الحسين، محمد ابديوي (2004). **مقدمة في إدارة الإنتاج والعمليات**، عمان: دار المناهج للنشر والتوزيع .
- حمري، جلال (2009). **إدارة الإنتاج**، بحث منشور في منتدى علوم التسيير والتجارة، الجزائر.
- دهمش، نعيم وآخرون (2009). **مبادئ المحاسبة**، عمان: دار وائل للنشر.
- السويدان، طارق محمد (2011). **تحليل التعادل**، مجلة الإبداع الخليجي للتدريب والاستشارات، العدد 70، تاريخ شباط 2011.
- الشرع، مجيد (2010). قرارات التصنيع أو الشراء في مجال التنمية المستدامة، بحث منشور على موقع وكالة النباء براتا.
- الشيخ، فهمي مصطفى (2009). **التحليل المالي مدخل لصناعة القرارات**، فلسطين: رام الله.
- الصوص، سمير زهير (2010). **تخطيط الطاقة الإنتاجية**، فلسطين: وزارة الاقتصاد الوطني.

- العبادي، سمير عزيز والكيلاني، عثمان زيد (2004). **تخطيط ومراقبة العمليات الإنتاجية**، منشورات جامعة القدس المفتوحة، عمان – جامعة القدس المفتوحة .
- عبد الفتاح، إيمان صالح (2007). **الأساليب الالكترونية في التخطيط والرقابة على المخزون،** بحث مقدم إلى ملتقى الاتجاهات الحديثة في إدارة المخازن والمشتريات وورشة عمل الشراء الالكتروني – القاهرة.
- عبيدات، سليمان خالد (2008). **مقدمة في إدارة الإنتاج والعمليات**، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة .
- العزاوي، محمد (بدون). **الإنتاج وإدارة العمليات، منهج كمي تحليلي**، عمان: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع .
- العلي، عبد الستار محمد (2007)، **التخطيط والسيطرة على الإنتاج والعمليات**، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة .
- الغنام، صابر (2008). **إدارة المخزون والمخازن والرقابة عليها**، المنتدى العربي للتجارة الالكترونية.
- اللامي، غسان قاسم والبياتي، أميرة شكرولي (2008). **إدارة الإنتاج والعمليات، مرتكزات معرفية وكمية**، عمان: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع .
- محسن، عبد الكريم والنجار، صباح مجيد (2009). **إدارة الإنتاج والعمليات**، ط3، بغداد، مكتبة الذاكرة .
- مرسي، نبيل محمد (2006). **إدارة الإنتاج والعمليات،** الإسكندرية: المكتب الجامعي الحديث.
- مصطفى، أحمد سيد (1999). **إدارة الإنتاج والعمليات في الصناعة والخدمات،** الطبعة الرابعة.
- المغربي، كامل محمد (1995). **إدارة الإنتاج والتنظيم الصناعي،** عمان: دار الفكر للنشر والتوزيع.

- مقابلة، إيهاب (2008). **دراسة الجدوى الاقتصادية وتقييم المشروعات**. بحث منشور في منتدى التمويل الإسلامي / قسم علوم الإدارة.
- الهويدي، مساعد (2009). **تعبير فني للتحليل الفني**، بحث منشور في منتدى المؤشر نت الكويت.

ثانياً: المصادر الأجنبية

- Alves, Alexander (2007). **Elements of Inventory Cost.** The Global Source for Summaries and Views.
- Armstrong, Scott and Green, Kesten (2005). **Demand Forecasting: Evidence Based Methods.** Demand Forecasting 35 – Monash.doc September 14, 2005.
- Aycock, John (2003). **A Brief History of Just-In-Time,** ACM Computing surveys, Vol. 35, No. 2, June 2003, PP. 97 – 113.
- Bestey, Scott and Brgham, Eugene (2000). **Essentials of Managerial Finance,** U.S.A. Harcourt Inc.
- Chandran, Bala et al (2005). **Linear Programming Models for Estimating weights in the Analytic Hierarchy Process.** Computer and Operations Research 32 (2005) 2235 – 2254.
- Delfonso, Jessica (2010). **Production Planning.** European University.
- Dhamal, Tanka and Kubiak, Wieslaw (2005). **A Brief Survey of Just-In-Time Sequencing for Mixed – Model Systems,** International Journal of Operations Research vol. 2, No. 2, 38 – 47 (2005).
- Ferguson, Thomas (2009). **Linear Programming: A Concise Introduction.** University of California.
- Gither, Norman and Frazier, Greg (2002). **Operation Management,** U.S.A: South- Western.
- Heizer, Jay and Render, Barry (2004). Principles of Operations Management. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Henig, Mordechal and Levin Nissan (1992). Joint Production Planning and Product Delivery Commitments with Random Yield. Operation Research, Vol. 40, No. 2, March – April 1992.
- Karkhanis, Te Jas et al (2002). Saving Energy with Just In Time Instruction Delivery. ISLPED' 02, August 12 – 14, 2002, Monterey, California, U.S.A.

- Meredith, Jack (1987). The management of Operations, U.S.A: John wiley and Sons, Inc.
- Murthy, Rama (2002). Production and Operations Management. New Delhi: New Age International (P) Limited, Publishers.
- Nahmias, Steven (2008). Production and Operations Analysis. McGraw Hill.
- Olszewski, Marek (2007). JIT Instrumentation – A Novel Approach to Dynamically Instrument Operation System. Eurosys, 07, March 21 – 23, 2007, Lisboan, Portugal.
- Piasecki, Dave (2009). Inventory Management Explained, Ops Publisher.
- Piasecki, David (2009). Optimizing Economic Order Quantity, Inventory Books.com.
- Render, Berry et al (2009). Quantitative Analysis for Management, New Jersey: Prentice Hall.
- Siegel, Joel and Shim, Jae (2010). Dictionary of Accounting Terms. 4th edition, Barron's Educational series.
- Sihombing, Haery (2008). Aggregate and Capacity Planning. Malaysia: Pembuatan University.
- Stevenson, William (2005). Operations Management, McGraw-Hill Companies Inc.
- Stevenson, Williliam (2009). Operations Management. MaCgrow – Hill Companies Inc.
- Thrope, Steven and Stevenson, Daniel, and Edward, GiGi (2004). Using Just-in-Time to Enable Optical Networking for Grids. MCNC Research and Development Institute.
- Valchos, Dimitrios and Georgiadis, Patroklos and Eleftherios, Iakovu (2007). A System Dynamics Model for Dynamic Capacity Planning of Remanufacturing in Closed-Loop Supply Chains. Computer and Operations Research, Vol. 34 (2007) P.P 367 – 394.

- Wallace J. Hopp and Mark L. Spearman (2001). Factory Physics. Irwin, McGraw-Hill.
- Worthington, Michael (2006). Hurwicz Criterion Decision Table. Elizabeth City State University.
- www.accountingformanagement.com.
- Yang, Jin – Shan and Pan, Jason (2004). Just-In-Time Purchasing: An Integrated Inventory Model Involving Deterministic Variable Lead Time and Quality Improvement Investment, Int. J. PROD. RES., 2004, Vol. 42, No. 5, 853 – 863.