الجامعة الافتراضية السورية
SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY

إدارة العمليات

الأستاذ الدكتور طاهر شعبان حسن

CC BY ND

ISSN: 2617-989X

Books & Refrences

إدارة العمليات

الأستاذ الدكتور طاهر شعبان حسن

من منشورات الجامعة الافتراضية السورية

الجمهورية العربية السورية 2021

هذا الكتاب منشور تحت رخصة المشاع المبدع – النسب للمؤلف – حظر الاشتقاق (CC– BY– ND 4.0)

https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode.ar

يحق للمستخدم بموجب هذه الرخصة نسخ هذا الكتاب ومشاركته وإعادة نشره أو توزيعه بأية صيغة وبأية وسيلة للنشر ولأية غاية تجارية أو غير تجارية، وذلك شريطة عدم التعديل على الكتاب وعدم الاشتقاق منه وعلى أن ينسب للمؤلف الأصلي على الشكل الآتي حصراً:

أ.طاهر شعبان حسن، الإجازة في علوم الإدارة، من منشورات الجامعة الافتراضية السورية، الجمهورية العربية السورية، 2021

متوفر للتحميل من موسوعة الجامعة https://pedia.svuonline.org/

Operations management

Prof. Taher Chaaban Hasan

Publications of the Syrian Virtual University (SVU)

Syrian Arab Republic, 2020

Published under the license:

Creative Commons Attributions- NoDerivatives 4.0

International (CC-BY-ND 4.0)

https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode

Available for download at: https://pedia.svuonline.org/

الفهرس

مقدمة عامة 10

الوحدة 1 مقدمة في إدارة الإنتاج والعمليات 12

مقدمة 13

1-1 التطور التاريخي للإنتاج وإدارة العمليات *(POM)*. 13

2-1 المعنى، التعريف والأهداف، النطاق والأهمية 19

3-1 علاقة وظيفة الإنتاج والعمليات بالمحاسبة والمالية والتسويق والبحث والتطوير 24

4-1 وظائف ومسؤوليات إدارة العمليات 26

5-1 منهج دورة حياة إدارة العمليات 28

6-1 إستراتيجية العمليات 34

7-1 مشاكل إدارة الإنتاج 35

8-1 أين مدير العمليات في سورية 39

المراجع والمصادر *References* 40

أسئلة الفصل 41

الوحدة 2 نظم الإنتاج ووظائف واستراتيجيات إدارة العمليات 45

مقدمة 46

1-2 أهمية ودور إدارة الإنتاج 46

2-2 إدارة الإنتاج / العمليات من وجهة نظر منظومية *Systemic* 48

3-2 تصميم نظام الإنتاج 51

4-2 تحسين الإنتاجية والاستخدام المُنتج للموارد: المفاهيم والعوامل التي تؤثر على الإنتاجية؛ قياس الإنتاجية، مفهوم الإنتاجية الخضراء 59

5-2 القضايا القادمة لنظم الإنتاج 69

6-2 نظم الإنتاج وتكنولوجيا المعلومات 71

7-2 وظائف إدارة العمليات الاستراتيجية 73
8-2 وظائف إدارة العمليات التكتيكية 74
9-2 المنظمات الخدمية والصناعية 74
10-2 صياغة الاستراتيجية التنظيمية 76
11-2 الإستراتيجيات التشغيلية في التصنيع 76
12-2 استراتيجيات العمليات في المنظمات الخدمية 77
13-2 نموذج نظام الورديات 79
المصادر والمراجع *References* 81
أسئلة الفصل 82
الوحدة 3 تصميم المنتجات والخدمات والعمليات، وتطوير منتج جديد 86
مقدمة 87
1-3 مصادر أفكار المنتج الجديد 87
2-3 تطوير المنتجات 89
3-3 دور البحث والتطوير 94
4-3 تقييم تصميم المنتج 95
5-3 مواصفات التصميم 96
6-3 تصميم المنتجات والخدمات 97
7-3 تصميم الخدمات وعملية الخدمة 99
8-3 تكنولوجيا عملية التصنيع 101
9-3 مساعدات تحليل العمليات 102
10-3 رسم التجميع (*Assembly Drawing*) 104
11-3 مخطط التجميع 105
12-3 مخطط عملية التدفق 107

13-3 حساب موثوقية المنتج (*Product Reliability*) 108
14-3 تحديد قيمة أنظمة النسخ الاحتياطي 112
المراجع والمصادر *References* 115
أسئلة الفصل 116
الوحدة 4 قرار اختيار الموقع 120
مقدمة 121
1-4 أسباب وأهمية قرارات الموقع 121
2-4 العوامل التي تؤثر على قرار موقع الخدمة، ومنظمات التصنيع 126
3-4 مفهوم تخطيط المرافق الأساسية 128
4-4 طريقة مركز الثقل 130
5-4 طريقة مسافة التحميل 133
6-4 نظرية خط الانتظار (قناة مفردة فقط) 135
7-4 تخطيط المنتج، تخطيط العملية، خلايا التصنيع، تخطيط الموقع الثابت 139
8-4 موقع المنشأة 144
9-4 العوامل المؤثرة في موقع المنشأة، 144
10-4 تقنيات تحليل الموقع: تحليل التعادل، تصنيف النقاط، الجاذبية المركزية، طريقة النقل 145
المصادر والمراجع *References* 153
أسئلة الفصل 154
الوحدة 5 تخطيط القدرات وتنظيم الموقع 159
مقدمة 160
1-5 جوانب تخطيط القدرات 160
2-5 تحديد وقياس متطلبات القدرات 162
3-5 تقييم أحجام المصانع البديلة 170

4-5 تحديد متطلبات المعدات 171
5-5 ما هو تخطيط المرافق؟ 175
6-5 الحاجة لتخطيط المرافق 175
7-5 أهداف تخطيط المرافق 176
8-5 أنواع المخططات 177
9-5 الاستراتيجيات السبع الرئيسية للتخطيط 179
10-5 تخطيط المنتج مقابل تخطيط العملية 179
11-5 تطوير تخطيط العملية 181
12-5 النهج التقليدي (أو الاتفاقي) لتطوير تخطيط العملية 182
13-5 النهج التقليدي لتطوير تخطيط المنتج 188
14-5 هيكل تدفق العملية 190
15-5 تقنيات تدفق العمليات 191
المصادر والمراجع*References* 193
أسئلة الفصل 194
الوحدة 6 تخطيط الإنتاج، الجدولة، التحكم 199
مقدمة 200
1-6 مفاهيم تخطيط الإنتاج والتحكم في الخدمات 200
2-6 التخطيط الإجمالي، والتخطيط التفصيلي 201
3-6 ربط التخطيط طويل الأجل وقصير الأجل 203
4-6 الغرض من الخطط الإجمالية 206
5-6 خطوات التخطيط الإجمالي 209
6-6 أبعاد قدرة الإنتاج 210
7-6 الأهمية الإدارية للخطط الإجمالية 211

8-6 الجدولة والتتابع 213
9-6 جدول الإنتاج الرئيسي: التحميل، التسلسل، الجدولة المفصلة، التسريع، مراقبة 221
10-6 خوارزمية مور لتقليل عدد الوظائف المتأخرة، 224
11-6 قاعدة جونسون للجدولة على ألتين 226
المصادر والمراجع *References* 229
أسئلة الفصل 231
الوحدة 7 تحسين العمليات باستخدام التنبؤ بالطلب وإدارة القدرات 236
مقدمة 237
1-7 مفهوم التنبؤ 237
2-7 الاتجاهات في طلب العملاء 238
3-7 متغيرات التنبؤ على الطلب 239
4-7 خطوات عامة في عملية التنبؤ 240
5-7 أهمية تطبيقات التنبؤات في إدارة الإنتاج/العمليات 241
6-7 إدارة القدرة بالحفاظ على مستوى الإنتاج 242
7-7 إدارة الطاقة عن طريق مطاردة الطلب 243
8-7 إدارة الطاقة من خلال إدارة الطلب 244
9-7 توقعات الطلب وإدارة القدرات 244
10-7 نماذج وطرق التنبؤ على الطلب 245
11-7 الأساليب النوعية 247
12-7 الطرق الكمية للتنبؤ 250
13-7 اختيار طريقة التنبؤ المناسبة 260
14-7 قياس أخطاء التنبؤ 261
15-7 كيف تساعد أجهزة الكمبيوتر في التنبؤ 264

المراجع والمصادر *References* 266
أسئلة الفصل 267
الوحدة 8 نظام فقط في الوقت المناسب "*JIT*" ونظام الإنتاج الرشيق 271
مقدمة 272
8-1 خصائص نظام "فقط في الوقت المناسب" 273
8-2 عناصر التصنيع وفلسفة التصنيع "فقط في الوقت المناسب" 276
8-3 التوفيق بين الكمية الاقتصادية للطلب *EOQ* وفقط في الوقت المناسب *JIT*، 277
8-4 تنفيذ *JIT* في الصناعات 281
8-5 قضايا الموردين 282
8-6 المشتريات وفق *JIT* 283
8-7 عيوب ومساوئ نظام *Just-in-Time* 284
8-8 استخدام الإنتاج الرشيق لتحسين التدفق والسحب 285
8-9 استخدام الإنتاج الرشيق لإتقان العمليات التنظيمية 285
8-10 الخطوات الخمس العملية لتنظيم مكان العمل 287
8-11 هوشين كانري ودورة *PDCA* 287
8-12 استراتيجيات هوشين كانري ومراحل المشروع 288
8-13 استخدام *Jidoka* لحل المشاكل 290
8-14 استخدام العمل القياسي لتحسين العمليات 291
8-15 استراتيجيات وتكتيكات الإنتاج الرشيق للقضاء على النفايات، 292
8-16 استخدام الإنتاج الرشيق للحد من النفايات وتبسيط تدفق القيمة 297
8-17 أنشطة القيمة المضافة وأنشطة إضافة القيمة 299
المصادر والمراجع *References* 301
أسئلة الفصل 302

الوحدة 9 الجودة والتخطيط والرقابة 307
مقدمة 308
9-1 مفاهيم الجودة: جودة المنتج وجودة الخدمة 308
9-2 محددات وفوائد الجودة 312
9-3 المسؤولية عن الجودة: الإدارة، التصميم، المشتريات، العمليات، التسويق، خدمة العملاء، التغليف إلخ. 313
9-4 تكاليف الجودة 314
9-5 طرق مراقبة الجودة: أهداف، مزايا 316
9-6 أدوات الجودة 321
9-7 التحكم في العمليات الإحصائية - مخططات التحكم - مخططات التحكم للمتغيرات ومخططات التحكم للسمات 332
9-8 تقنيات إدارة الجودة 336
المصادر والمراجع *References* 339
أسئلة الفصل 340
الوحدة 10 إدارة المخزون والمواد 345
مقدمة 346
10-1 مفاهيم المخزون 346
10-2 تكاليف المخزون 348
10-3 نمذجة حركة المخزون 350
10-4 نموذج الجرد الكلاسيكي 353
10-5 نظم الجرد المستمر والدوري 354
10-6 نموذج *EOQ* الأساسي (مع وبدون خصم) 356
10-7 نموذج تصنيف المواد *ABC* 361
10-8 حساب كميات أمر المخزون 362
10-9 نقطة إعادة الطلب والعدد الأمثل للأوامر 363

10-10 التخطيط الكلي 365
11-10 قائمة المواد الرئيسية 366
12-10 التخطيط لاحتياجات المواد 368
13-10 تخطيط متطلبات المواد في نظام "فقط في الوقت المناسب" 369
المصادر والمراجع *References* 375
أسئلة الفصل 376
الوحدة 11 إدارة الصيانة والسلامة المهنية 380
مقدمة 381
1-11 المناهج الأساسية للصيانة 381
2-11 العوامل التي تحدد كفاءة وفعالية الصيانة 388
3-11 الصيانة الوقائية والعلاجية 389
4-11 أسباب فشل المركبات والمعدات 390
5-11 وسائل وأهداف قياس الصيانة 392
- *SEIRI* 393
- *SEITON* 393
- *SEISO* 393
- *SEIKETSU* 393
- *SHITSUKE* 393
6-11 حساب تقديرات الوثوقية 396
7-11 معدل تكرار الحوادث، معدل تكرار الإصابة، ومتوسط معدل الشدة 400
8-11 الاعتبارات الرئيسية في إعداد برنامج السلامة المهنية 405
9-11 هندسة السلامة المهنية 406
10-11 أهداف وعملية التفتيش على السلامة المهنية 408

المصادر والمراجع *References* 410
أسئلة الفصل 411
إذا كنا نتعامل مع معدات جديدة، يمكننا أن نتوقع الحد الأعلى من حوادث الفشل. 411
الصيانة الوقائية هي وسيلة لزيادة وثوقية الأجهزة. 411
سيقضي برنامج الصيانة التنبؤية المنسق جيدًا على أعطال المعدات الكارثية. 411
***الوحدة 12* نظم التصنيع المتقدمة 416**
مقدمة 417
12-1 نظم التصنيع: التطور والقدرة التنافسية 418
12-2 استراتيجية التصنيع والأولويات التنافسية 420
12-3 تصنيف تكنولوجيا العملية 424
12-4 التصنيع المتكامل بالحاسب (*Computer Integrated Manufacturing CIM*) 425
12-5 التصميم بمساعدة الحاسب (*Computer-Aided Design CAD*) 428
12-6 مجموعة التكنولوجيا *(Group Technology GT)* 429
12-7 تخطيط العمليات بمساعدة الحاسوب (*Computer-Aided Process Planning CAPP*) 430
12-8 الروبوتات *Robots* 432
12-9 نظام التخطيط والتحكم في التصنيع *((Manufacturing Planning and Control System MPC))* .. 434
12-10 نظام التصنيع في الوقت المناسب (*Just In Time JIT*) 436
12-11 النظم المتقدمة للتصنيع: *Material Resources Planning MRP* 439
12-12 تكنولوجيا الإنتاج الأمثل (*Optimal Production Technology OPT*) 440
المصادر والمراجع *References* 442
أسئلة الفصل 443
المصادر والمراجع *References* 447

مقدمة عامة

تعد دراسة وإدارة الإنتاج والعمليات مجال ديناميكي وجزء لا يتجزأ من الوظائف المتكاملة في منظمات الأعمال. الغرض من الموضوعات الواردة في هذا الكتاب هو أن تكون مقدمة لمجال إدارة العمليات لإظهار كيف أن لديها تطبيقات مثيرة للاهتمام وواقعية وعملية للخدمة وعمليات التصنيع. تجذب موضوعات هذا الكتاب الجوانب النظرية والعملية للمخاوف في مجال إدارة الإنتاج والعمليات. يمثل كل فصل جانبًا سائدًا من الإنتاج وإدارة العمليات يبدأ بمقدمة تصف الموضوع يتبعه مجموعة فقرات الفصل التي تعمق المفاهيم الواردة فيه.

وظيفة الإنتاج هي ذلك الجزء من المنظمة، والذي يهتم بتحويل مجموعة من المدخلات إلى المخرجات (المنتجات) المطلوبة ذات مستوى الجودة المطلوب. قد يُفهم الإنتاج على أنه "التحويل التدريجي لشكل من المواد إلى شكل آخر من خلال عملية كيميائية أو ميكانيكية لإنشاء أو تحسين فائدة المنتج للمستخدم. وبالتالي فإن الإنتاج عملية ذات قيمة مضافة. في أي شركة صناعية، الهدف الرئيسي لقسم الإنتاج هو إنتاج الأشياء بالكمية المطلوبة في الوقت المطلوب بحيث يمكن إتاحتها للمستخدمين النهائيين عندما يطلبونها. الإنتاج عملية معقدة للغاية من الصعب للغاية إدارته، كونه يتضمن عددًا كبيرًا من الأنشطة والعمليات التي يجب التخطيط لها بشكل مناسب والتي بدورها يتم التحكم فيها من أجل الإنتاج الفعال وتحقيق الإنتاجية العالية. وتشير إدارة العمليات إلى العملية التي تقوم الشركة من خلالها بتحويل المدخلات (مثل العمالة والمواد والمعرفة والمعدات) إلى مخرجات (سلع وخدمات) لكل من أسواقها الداخلية والخارجية. في هذا المقرر، سيتمكن الطلاب من فهم وظائف إدارة العمليات وتطبيق التقنيات لضمان كفاءة وفعالية الإنتاج للسلع والخدمات. يقدم هذا المساق المفاهيم والأساليب المفيدة في فهم إدارة عمليات الشركة، ويقدم الأساليب التحليلية المستخدمة لدعم وظيفة إدارة الإنتاج والعمليات. وتشمل المشكلات الاقتصادية الرئيسية لإدارة الإنتاج التي تمت مناقشتها في هذا المقرر: تحليل نموذج المخزون، ومراقبة المخزون، وتخطيط الإنتاج، وجدولة الإنتاج ومراقبته، والتنبؤ، وإدارة المشروع، والجدولة، *MRP & JIT*، والتطورات الأخيرة في تخطيط العمليات والتحكم فيها، وسنركز على مشاكل القرارات التي تواجه مديري العمليات. وسنناقش مشاكل التطبيق التي تحدث عادة مثل تطوير استراتيجية التصنيع والخدمات، وتخطيط القدرات، وإدارة الجودة، وتحديد الموقع. بالنسبة لجميع المشكلات، سيتم تقديم تقنيات الحل.

يحاول الكتاب تقديم المواضيع بطريقة سهلة الفهم، باحتواء فصوله على عدد كبير من الأمثلة التي تم حلها ومشاكل الممارسة الذاتية في كل فصل لجعل الطلاب على دراية بنوع الأسئلة المحددة في الاختبار النهائي. تمت عرض الكتاب بأسلوب بسيط وواضح مع الأمثلة والرسوم البيانية المناسبة. من المتوقع أن يمكّن هذا الطلاب من فهم الموضوعات بسهولة. وتشمل السمات

الرئيسية للكتاب ما يلي: توفير معرفة كافية بالموضوع مع بعض الإطالة لتمكين الطلاب من فهم الموضوع. وتم تضمين الأمثلة في كل فصل لتمكين الطلاب من فهم أفضل دون مساعدة الآخرين. وتم تضمين المخططات والأشكال البيانية أيضًا لمزيد من توضيح عرض المفاهيم أو المشاكل في الفصل المعني. وتم توضيح الأدوات والتقنيات المهمة التي تنطبق على العديد من الجوانب في التفسيرات النظرية.

تم تضمين الموضوعات التالية في الكتاب:

الوحدة 1: مقدمة في إدارة الإنتاج والعمليات

الوحدة 2: نظم الإنتاج ووظائف واستراتيجيات إدارة العمليات

الوحدة 3: تصميم المنتجات والخدمات والعمليات، وتطوير منتج جديد

الوحدة 4: قرار الموقع

الوحدة 5: تخطيط القدرات وموقع المنشأة

الوحدة 6: تخطيط الإنتاج، الجدولة، التحكم

الوحدة 7: تحسين العمليات باستخدام التنبؤ بالطلب وإدارة القدرات

الوحدة 8: نظام "فقط في الوقت المناسب *"JIT"* ونظام الإنتاج الرشيق

الوحدة 9: الجودة والتخطيط والرقابة

الوحدة 10: إدارة المخزون والمواد

الوحدة 11: إدارة الصيانة والسلامة المهنية

الوحدة 12: نظم التصنيع المتقدمة

نأمل أن يلبي هذا الكتاب في جعل إدارة العمليات مفيدة لمتطلبات طلاب قسم الإدارة كما نأمل أن يلبي هذا الكتاب أيضاً جانبا من حاجة الطلاب للمعرفة في مجال إدارة العمليات والقراء الآخرين ذوي الصلة رغم أوجه القصور والأخطاء المتعددة الممكن تواجدها على مساحة الصفحات.

الوحدة 1

مقدمة في إدارة الإنتاج والعمليات

كلمات مفتاحية: إدارة الإنتاج، إدارة العمليات

ملخص الفصل:

جوهر عمل أي منظمة هو تلبية احتياجات العملاء من خلال توفير الخدمات والسلع، وبالتالي خلق قيمة للعملاء وحل مشاكلهم. تهتم إدارة الإنتاج والعمليات بتحويل المدخلات إلى مخرجات، باستخدام موارد المنظمة بحكمة، وذلك بتحويل المواد الخام إلى منتجات ذات قيمة مضافة بكفاءة، لتوفير المنتجات أو الخدمات المطلوبة للعميل مع تلبية الأهداف التنظيمية الأخرى بالفعالية والكفاءة والاعتماد. تركز إدارة الإنتاج والعمليات على تطبيق مفاهيم تنظيم الأعمال والإدارة في إنتاج السلع والخدمات من خلال تطبيق مفهوم الأعمال. كما أنها حيوية في كل من منظمات الخدمات والتصنيع. سنتناول في هذا الفصل دور إدارة الإنتاج والعمليات في المنظمة من خلال توضيح مفهوم وأهداف ونطاق إدارة الإنتاج وإدارة العمليات في سياق تطورها التاريخي وعلاقتها بوظائف المحاسبة والمالية والتسويق والبحث والتطوير. كما سنبين وظائف ومسؤوليات إدارة العمليات، ومنهج دورة حياة إدارة العمليات واستراتيجية العمليات، وأهم مشاكل إدارة الإنتاج.

المخرجات والأهداف التعليمية:

1. استيعاب الطلاب للتطور التاريخي لتطور إدارة العمليات
2. استيعاب الطلاب لمفهوم الإنتاج، وإدارة العمليات كعملية إضافة القيمة.
3. استيعاب الطلاب أن جميع المنظمات هي نظم تحويل سواء في قطاعات التصنيع أو الخدمات.
4. تمكن الطلاب من فهم العلاقة بين إدارة العمليات وبقية وظائف المنظمة.
5. التمكن من فهم دورة حياة الإنتاج.

مقدمة

يعد نشاط الإنتاج أساس التنمية الاقتصادية والاجتماعية والمؤشر الذي يستخدم لقياس التقدم والرقي لأي دولة، وازداد الاهتمام بهذا القطاع حتى أصبح مجال بحث ودراسة الإداريين والاقتصاديين والمهندسين، حيث أصبح الإنتاج بشقيه المادي والخدمي أساس ومحور النشاط الإنساني الفردي والجماعي. نظراً لأهمية الإنتاج في حياة الفرد والمنظمة وكذلك في استمرار نمو اقتصاديات الدول وتقدم المجتمعات، أهتم الإنسان فرداً وجماعة بتنظيم وإدارة موارده المحدودة في وحدات إنتاجية مختلفة الأحجام والمهمات للحصول على الإنتاج المطلوب لإشباع حاجاته المتنامية. ومع تعقد وتشابك العلاقات الاجتماعية والاقتصادية ظهرت الحاجة لتنظيم الجهود وإدارة موارد وعمل الوحدات الإنتاجية المختلفة للوصول إلى الإنتاج بكفاءة اقتصادية عالية.

فإدارة الإنتاج والعمليات هي مجال عمل معني بإدارة ممارسات الأعمال لتحقيق أقصى قدر من الكفاءة لتحقيق التوازن بين الإيرادات والتكاليف وتحقيق أعلى ربح تشغيلي ممكن، بضمان أن المنظمة تحوّل بنجاح المدخلات مثل المواد والعمالة والتكنولوجيا إلى مخرجات بطريقة فعالة. فإدارة العمليات هي نظام نشأ لحل مشاكل الإدارة في بيئة التصنيع، ولكن منذ منتصف القرن العشرين بدأ الباحثون والمحاضرون والممارسون في تكييف المعرفة الميدانية لدعم عمليات الخدمة أيضاً. وبناءا عليه نقوم بدراسة إدارة الإنتاج والعمليات لعدة أسباب:

1. إدارة العمليات مرتبطة بجميع الوظائف الداخلية في المنظمة ودراستها تساعدنا على فهم عمليات التنظيم. حيث تقع العمليات الإنتاجية في قلب أنشطة المنظمة،
2. نقوم بدراسة إدارة العمليات لأنها من أكبر الوظائف تكلفة داخل المنظمة؛
3. تمكننا من فهم شامل عن وظيفة هذه الإدارة لتطوير إطار نظري يساعد على تحليل أنواع المشاكل والقرارات التي تواجهها إدارة العمليات الإنتاجية.
4. تمكننا من معرفة الطريقة التي يتم بها تقديم السلع والخدمات.
5. نقوم بدراسة إدارة العمليات لفهم الدور الذي يلعبه مديرو العمليات في المنظمات المختلفة.

1-1 التطور التاريخي للإنتاج وإدارة العمليات *(POM)*.

تقدم نظم الإنتاج الموجودة منذ العصور القديمة أمثال سور الصين العظيم والأهرامات المصرية وسفن الإمبراطورية الرومانية والإسبانية، وطرق جر المياه عند الرومانيين، وبناء الحضارات الحديثة بكل تقنياتها وصول إلى تصنيع سفن

الفضاء المعقدة، أمثلة على القدرة البشرية في تنظيم الإنتاج والعمليات. فقد بدأت وترسخت جذور نظم المصنع المعاصر منذ انطلاقة الثورة الصناعية. مرت إدارة الإنتاج والعمليات *(Production and Operations Management POM)* بعدة مراحل عرفت خلالها تطورات عديدة حتى وصلت إلى ما هي عليه اليوم وذلك من أجل، التكيف مع ظروف كل مرحلة نتيجة استفادتها من ميادين معرفية أخرى: كالرياضيات، علم الاجتماع التنظيمي والإعلام، إلخ.

وسوف نوجز هذا التطور في المراحل الآتية:

❖ **ما قبل الثورة الصناعية** (قبل عام *1750*)**:**

سادت في هذه المرحلة بعض المبادئ لإدارة الإنتاج كانت موجودة منذ القدم وهي:

- حاجة الإنسان إلى الإنتاج ليشبع حاجاته الأساسية،
- ظهرت بوادر التخصص وتقسيم العمل، وتطورت إلى بوادر التخصص في العمل الجماعي (مبادلة العمل)،
- تنظيم إدارة الجماعات بهدف تحقيق القوة والاستيلاء على الثروة.
- ظهور الصناعات القائمة على الإنتاج الزراعي.
- شاع مبدأ التخصص (أوكلت بعض الأعمال إلى طبقة معينة).
- ظهرت أساليب فنية في الإنتاج.

❖ **الثورة الصناعية** (*1750*)**: *The Industrial Revolution***

بدأت الثورة الصناعية في النصف الثاني من القرن الثامن عشر وتحديداً عام 1764 في انكلترا باختراع المحرك البخاري من قبل "جيمس واط"، واتسعت في أرجاء أوروبا والولايات المتحدة خلال القرن التاسع عشر. كانت السلع قبل هذه الفترة تنتج وتصنّع في ورش صغيرة من قبل الحرفيين وعمالهم (الإنتاج الحرفي)، وهو نظام بسيط يعتمد على العمال المهرة، ويستخدم أدوات مرنة لإنتاج السلع وفقاً لما يحتاجه الزبون. وقد تميز هذا الإنتاج بصعوبة عملية استبدال الأجزاء المكلفة والبطء، وعدم انخفاض تكاليف الإنتاج بزيادة الحجم. وضمن هذا النظام كان هناك شخصاً واحداً مسؤولاً عن صنع المنتَج من البداية حتى النهاية بغض النظر عن نوعه، وكانت أدوات العمل بسيطة في تلك المرحلة. وتدريجياً تم اختراع الآلات المتطورة، التي غيرت وجه الإنتاج، عن طريق إحلال الآلة بدلاً من القوة البشرية والحيوانية. كان من أهم هذه الاختراعات، المحرك البخاري. لذلك يعتبر البعض ذلك التاريخ بداية عصر الثورة الصناعية.

اختراع دولاب الغزل في عام *1770* من قبل *James Hargreaves* ونول الغزل الذي يعمل بالطاقة في عام *1785* من قبل *Edmund Cartwright's* في صناعة النسيج. بالإضافة إلى عدد من الاختراعات لآلات استثمرت في إنتاج الفحم والخامات المعدنية والمواد الأولية، وتوليد الطاقة. فتطور صنع الآلات الجديدة من الخشب إلى الحديد، إلا أنها كانت كبيرة الحجم وتستهلك كمية كبيرة من المواد في صناعتها.

غير أن التغير الرئيسي الذي حصل خلال سياق الثورة الصناعية، هو تطوير نظم قياس معيارية للإنتاج، وأصبح الإنتاج يخضع لمقاييس أو معايير أداء محددة، كما بدأت المصانع بالاتساع والنمو بسرعة كبيرة نتيجة لتراكم رأس المال الناجم عن الأرباح. وكان لظهور الثورة الصناعية في منتصف القرن الثامن عشر أثر على ظهور أساليب تكنولوجية جديدة في الإنتاج تعتمد على:

- ✓ الاستخدام المكثف للآلات والأساليب الميكانيكية بديلاً عن الأفراد في إنجاز الأعمال العضلية،
- ✓ تغيير نظم الإنتاج من النظام الحرفي إلى نظام المصنع الكبير، الذي تميز بكبر حجمه وانفصال الملكية عن الإدارة،
- ✓ انتشار المصانع وإحلال الآلة محل الجهد العضلي
- ✓ تنميط أجزاء الآلة - وتنميط المنتج- وصولا إلى الإنتاج الكبير
- ✓ ظهور النقابات العمالية
- ✓ أدت الحاجة إلى أنماط جديدة في تنظيم وإدارة العملية الإنتاجية إلى بروز أهمية وجود المدير المحترف.

جاءت هذه التطورات نتيجة المحاولات لوضع إطار لعملية ممارسة وظيفة الإدارة في المصنع قدمها علماء من اختصاصات مختلفة، ومن أهمهم:

يعتبر *Adam SMITH* (*1776*) أول من لفت الأنظار بشكل منظم إلى الدور الاقتصادي للإنتاج، وقدم في كتابه " ثروة الأمم" مفهوم التخصص وتقسيم العمل المتمثل في قيام عدد من العاملين بممارسة النشاطات اللازمة لإنتاج السلعة بدلاً من قيام شخص واحد بممارسة جميع النشاطات وحده. وأهمية التخصص في زيادة إنتاجية العمل، والتي ترجع إلى الأسباب الأتية:

- ✓ زيادة سرعة العامل في أداء جزء العمل الموكل إليه نتيجة التكرار اليومي لنفس العملية؛
- ✓ تلاشي الوقت الضائع بسبب عدم قيام العامل ذاته بعمليات المناولة والانتقال من عملية صناعية إلى أخرى.
- ✓ أدى التخصص إلى اختراع عدد من الأدوات التي تسهل أداء العملية الإنتاجية وتقلّص من دور العمل اليدوي.

وقد مهد أدم سميث إلى ظهور العديد من المبادئ المهمة في الإنتاج مثل (تبسيط العمل - تحليل العمليات - دراسة الوقت والحركة).

نجح *ELI WHITNEY*(*1798*) بالولايات المتحدة الأمريكية بتطوير تبادلية الأجزاء (الأجزاء القابلة للتغيير واستخدامها في عملية إنتاج الأسلحة، أي إمكانية تغيير أجزاء نمطية من المنتج أو السلعة في حالة استهلاكها أو توقفها عن العمل. وقد مهد هذا المفهوم الطريق لإنتاج سلع تتكون من عدة أجزاء بسرعة كبيرة. كما طبق *WHITNEY* لأول مرة مفاهيم محاسبة التكاليف وفكرة الرقابة على الجودة في مصنعه الخاص بإنتاج البنادق.

قدمت شركة *Soho Manufactory*(*1800*) معالم مميزه في تطور إدارة الإنتاج، من أهمها: القيام ببحوث التسويق، واستخدام التنبؤ في تخطيط موقع المصنع، ودراسة الترتيب الداخلي للآلات، وتطوير المكونات النمطية للمنتج، ووضع مقاييس وأنماط الإنتاج، ووضع الرقابة على التكاليف والنظم المحاسبية، وتدريب العمال، ووضع نظام الحوافز.

يعتبر *Charles BABBAGE (1832)* المهندس والرياضي أول من حاول إدخال الأساليب العلمية في الإدارة والإنتاج. وذلك من خلال كتابه " اقتصاديات التصنيع واستخدام الآلات" الذي صدر عام *1852* والذي بين فيه كيفية استخدام كل من دراسة الزمن، نظام البحث والتطوير، اختيار موقع المصنع على أساس تحليل اقتصادي، دراسة البناء الإداري والتنظيم للإدارة، الاهتمام بالعلاقات الإنسانية والعلاقة بين السعر وحجم الإنتاج والربح في السوق وكذلك استخدام نظم دفع الأجور التشجيعية والحوافز.

- **حركة الإدارة العلمية *1911***

ساهم فيها العديد من العلماء أمثال *Frederick W. Taylor*(*1911*) الذي قدم مدخل جديد للنظام الإنتاجي (حل المشاكل الإنتاجية بطريقة علمية باستخدام التحليل والقياس)، وإيجاد قوانين علميه تحكم معدل الإنتاج اليومي التي يجب تحديده من قبل الإدارة، وتحديد أفضل وزن لأداة العمل كبداية لدراسة الحركة والزمن ومعدلات الأداء، كما استخدام العلم في تحديد كل عناصر العمل والتدريب عن طريق التعاون وتقسيم العمل.

قام *Frank Gilberth* (*1903*) بدراسة الحركة، ومحاولة استخدام علم النفس الصناعي وطوّر مبادئ اقتصاديات الحركة. وكان همه الشاغل بحثه عن الطريقة الوحيدة المثلى لأداء العمل والحد من الهدر. انصب اهتمامه مع زوجته *Lillian Evelyn Moller* على إيجاد أفضل طريقة لأداء العمل. فدرسا سوية مهام العمل، ومهام العامل والأدوات التي يستخدمها، وبيئة العمل. وأكدا على ضرورة إتباع المبادئ العلمية لتكييفها وتكاملها من أجل الوصول إلى مستوى عالٍ من الإنتاجية.

طور *Henry Gantt* (*1886*) جدولة الإنتاج –خرائط جانت- وطرق تشجعيه في دفع الأجور.

استخدام *H. Ford* (*1913*) خط التجميع بدلاً من الأقسام الإنتاجية المختلفة (زيادة معدلات الإنتاجية). فكانت بداية لاستخدام نظام الإنتاج الكبير الذي أدى إلى تغيير في المشاكل التي تواجه الإنتاج وتغيير نمط الإدارة والاهتمام بالعامل الإنساني.

استخدم *W. Harris* (*1915*): أسلوب رياضي لتطوير منهج اقتصادي للرقابة على المخزون.

استخدام *Fisher (1925)* علم الإحصاء ونظرية الاحتمالات في مجال الإنتاج.

استخدام *Walter Shewhart*(*1924*) الأساليب الإحصائية للرقابة على جودة المنتج.

استخدام *Trotter Tibetan*(*1934*) النظرية الإحصائية في وضع نظرية العمل، والتي يتم على أساسها تحديد أوقات العمل والتأخير والحاجات الشخصية.

طرح *Elton Mayo* (*1927*) في إطار حركة العلاقات الانسانية دراسة أثر تغيير بعض الظروف المادية على إنتاج العمال. وتوصل إلى وجود علاقة مباشره بين الإنتاجية والظروف المادية. وأكد على أهمية العامل الإنساني (دراسات بيئة العمل – الدوافع).

وبدأت في نهاية الأربعينات وبداية الخمسينات الكتابات في إدارة الإنتاج، حيث أخذت إدارة الإنتاج مسميات عديدة: هندسه صناعية- تنظيم صناعي-إدارة المصنع. وفي بداية الستينات زاد الاهتمام بوظيفة الإنتاج بوضع الإطار العام لعلم إدارة الإنتاج، ترافق مع وجود كتب في وظيفة إدارة الإنتاج وعلاقتها بالوظائف الأخرى، وطرح فيها تطبيق الأساليب الكمية، إلا أن الاهتمام كان منصب على البيئة الصناعية.

طور *George Dantzig* (*1947*) نماذج البرمجة الخطية لاتخاذ القرارات الإنتاجية.

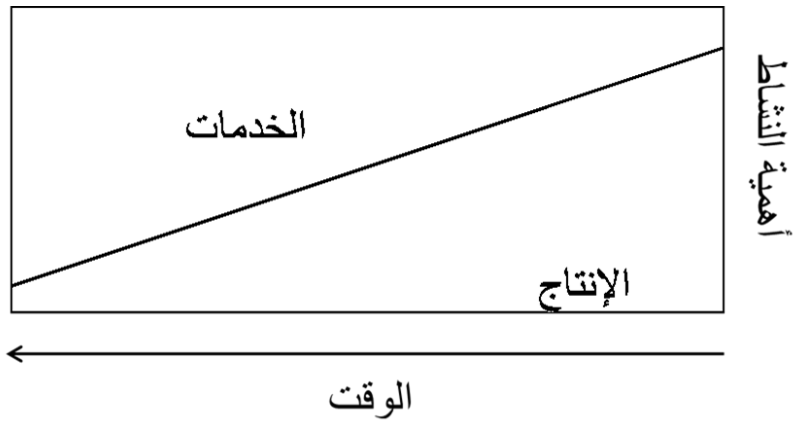
ثم انتقل الاهتمام بتطبيق أساليب إدارة الإنتاج في الخدمات وليس في المصانع فقط ولذلك تحول المسمى إلى إدارة الإنتاج والعمليات (*1973*) وتم تطبيق المدخل الإداري بدل المدخل الهندسي. ونتيجة للجهود السابقة ظهرت الهيئات العلمية المتخصصة في تطوير الكتابات والأبحاث والممارسات في مجال إدارة الإنتاج والعمليات.

بُدء استخدام الكمبيوتر (*1970-1980*) في إدارة الإنتاج، باستخدام برامج جاهزة في: الجدولة – والرقابة على الإنتاج- تصميم المنتج، كما تم تطوير برامج لإيجاد الحلول المقبولة وليس الحلول المثلى: التعامل مع عوامل عديدة بعضها يعتمد على الحكم الشخصي- والمحاكاة لمعرفة أثر القواعد على النتائج.

وفي بداية الثمانينيات القرن العشرين قدم *William Ouchi (1981)* نظرية *Z* من خلال المقارنة بين المدخل الياباني الذي يركز على العمل مدى الحياة، وحل المشكلات من قبل العاملين، وبناء القدرات، والمدخل الغربي الذي يتسم بالاستخدام القصير الأجل للعامل، واستخدام المتخصصين، والمسؤولية الفردية عن أداء العمل واتخاذ القرار بشكل فردي أيضاً.

في عقد ثمانينيات القرن العشرين ظهرت العديد من الحركات والاهتمامات والكتابات بهدف حماية البيئة، بإصدار قوانين حماية البيئة في المشروعات الإنتاجية. وأبرز الاتجاهات المعاصرة في إدارة الإنتاج والعمليات هي التوجه نحو العالمية، وتبني استراتيجيات إدارة الجودة الشاملة (*1980-1990*)، مع التركيز على أهمية المرونة في تصميم النظم الإنتاجية، وتبني فكرة التمكين في الإدارة تتمحور حول إعطاء العاملين صلاحيةً وحريةً أكبر في مجال الأعمال المحددة التي يقومون بها حسب الوصف الخاص بتلك الأعمال. والاستمرار في إيجاد الصيغ لتخفيض الوقت في كل مراحل النظام الإنتاجي (الابتكار)، باستخدام نظم التكنولوجيا الحديثة في العملية الإنتاجية. مع لفت النظر إلى انتقال مركز الثقل من الإنتاج إلى الخدمات في المجتمعات المعاصرة كما يبينه الشكل (*1, 1*) التالي:

الشكل (*1, 1*): انتقال مركز الثقل من الإنتاج إلى الخدمات في المجتمعات المعاصرة



فنلاحظ اليوم أنه في اقتصاديات بعض الدول أن هناك نسبة 5% فقط من الموارد البشرية تعمل في الصناعات الأساسية، ونسبة 20% تعمل في التصنيع، وحوالي 75% تعمل في قطاع الخدمات، فتطور ما يسمى بإدارة العمليات الخدمية *Service Operations Management* وهو مصطلح شائع الاستخدام في أنشطة وقرارات ومسؤوليات مديرو العمليات في المنظمات الخدمية الذين يُطلق عليهم في الغالب تسميات مختلفة وفقاً لنشاط المنظمة الخدمية، ومن أمثلتهم: الشركاء في المنشآت الاستشارية ومديرو اللوجستيات في شركات النقل...الخ.

1-2 المعنى، التعريف والأهداف، النطاق والأهمية

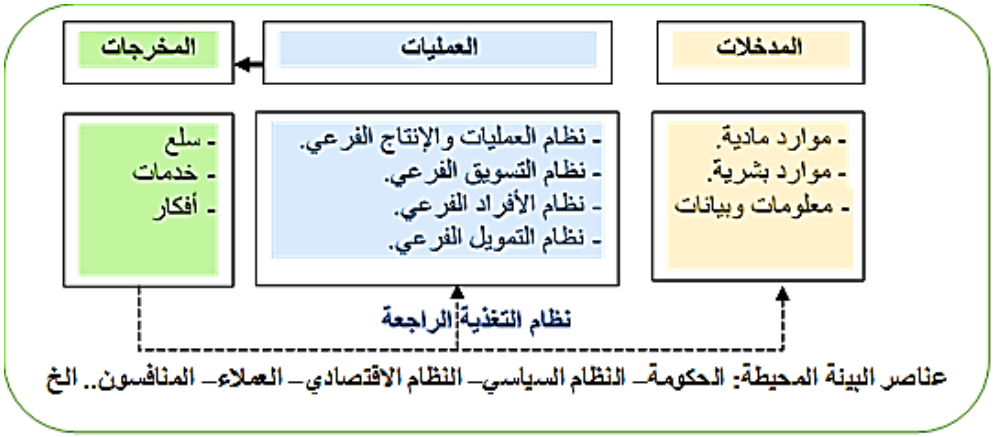
يستند مفهوم إدارة العمليات على نظرية النظم *(Systems Theory)* والذي يتناول إدارة العمليات كنظام تحويل *(Transformation system)* في المنظمة يعمل على خلق قيمة مضافة للزبون من خلال ما تنتجه المنظمة من سلع وخدمات بدلاً من المفهوم التقليدي أو المدخل الوظيفي*(Functional Approach)* القائم على كون إدارة الإنتاج هي إحدى وظائف المنظمة المسؤولة عن إنتاج السلع والخدمات. ويشير مفهوم **النظام** إلى مجموعة من الأجزاء المترابطة والمتفاعلة مع بعضها والتي تشكل كلاً موحداً، حيث ترتبط ببعضها بعلاقات منطقية تكفل تحقيق التوازن فيما بينها بالشكل الذي يحقق أهداف النظام ككل.

و**النظام الإنتاجي** هو الصيغة التي تجمع بها عناصر النشاط الإنتاجي من أجل إنتاج السلع والخدمات من خلال أنشطة التخطيط والتنظيم والرقابة والقيادة التي تمارس على عمليات التحويل من مدخلات إلى مخرجات، حيث أن عمليات التحويل: عمليات تتم لتغيير هيئة المدخلات وتحويلها إلى سلعة أو خدمة تكون ذات قيمة ومنفعة للمستهلك، لتحقيق أرباح تتناسب وقيمة هذا التحويل. يوضح الشكل رقم (*1,2*) نموذج أولي للنظام الإنتاجي.

الشكل رقم (*1,2*): نموذج أولي للنظام الإنتاجي

ويجب إدارة عملية التحويل بشكل كفء وفعّال لإنتاج خدمة أو سلعة قابلة للمنافسة في السوق.

ويمكن توضيح الأنظمة الفرعية لعمليات المنظمة بالشكل رقم (*1, 3*) التالي:



الشكل رقم (*1, 3*): الأنظمة الفرعية لعمليات المنظمة

والإنتاج هو عملية تحويل *(Transformation Process)* المدخلات أو الموارد *(Inputs)* مواد، أموال، عمال، آلات، معلومات - إلى منتجات *(Outputs)* سلع أو خدمات، فهو مجموعة الأنشطة الإدارية والفنية اللازمة لتصميم وتشغيل والرقابة على العملية التحويلية للحصول على المنتج.

و**إدارة الإنتاج** هي مجموع الأنشطة الموجهة لتصميم منتجات وخدمات عن طريق عملية البحث عن تنظيم محكم لتدفق المصادر خلال نظام محدد لإنتاج سلع أو خدمات وتحديد مختلف المشاكل التي نجدها في إدارة الإنتاج.

يُعرّف *E. S. Buffa* إدارة الإنتاج على النحو التالي: "تتعامل إدارة الإنتاج مع عملية صنع القرار المتعلقة بعمليات الإنتاج بحيث يتم إنتاج السلع أو الخدمات الناتجة وفقًا للمواصفات، بالمقدار والجدول الزمني المطلوب ضمن الحد الأدنى للتكلفة".

كانت إدارة العمليات تسمى سابقًا إدارة الإنتاج، مما يدل بوضوح على أصولها في التصنيع. تاريخياً، بدأ كل شيء بتقسيم الإنتاج، بدءًا من وقت الحرفيين القدماء، ولكن انتشر على نطاق أوسع فقط عن طريق إضافة مفهوم قابلية التبادل للأجزاء في القرن الثامن عشر، مما أثار في نهاية المطاف الثورة الصناعية. ومع ذلك، لم يكن الأمر كذلك حتى أخذ هنري فورد تطورًا في التصنيع بمفهوم خط التجميع الشهير الخاص به، والمعروف أيضاً باسم "جلب العمل إلى العمال"، حيث أصبحت إدارة الإنتاج لتحسين الإنتاجية موضوعًا ساخنًا. من خمسينيات وستينيات القرن الماضي، شكل نظامًا منفصلاً، إلى جانب جلب مفاهيم أخرى، مثل تايلور، أو تخطيط الإنتاج، أو التحكم في المخزون، إلى الحياة.

مع تحول الاقتصادات في العالم المتقدم تدريجياً لتصبح قائمة على الخدمات، بدأت جميع وظائف الشركة، بما في ذلك إدارة

المنتجات، في دمجها. بدأ جانب الخدمة أيضاً نهجه من خلال تطبيق مبادئ إدارة المنتج على تخطيط وتنظيم العمليات، إلى الدرجة التي تجعل من المنطقي أكثر أن نسميها إدارة العمليات كونها الآن منطقة وظيفية متعددة التخصصات في الشركة لاستخدامها المواد والعمالة، أو أي مدخلات أخرى، بأكثر الطرق فعالية وكفاءة ممكنة داخل المنظمة - وبالتالي زيادة الناتج. فمع بداية السبعينات فإّن مصطلح إدارة العمليات أصبح هو المصطلح الأكثر تفسيرا للواقع حيث أن الكلام لم يعد مقصورا على الشركات الصناعية فقط بل شمل أيضاً المؤسسات الخدمية.

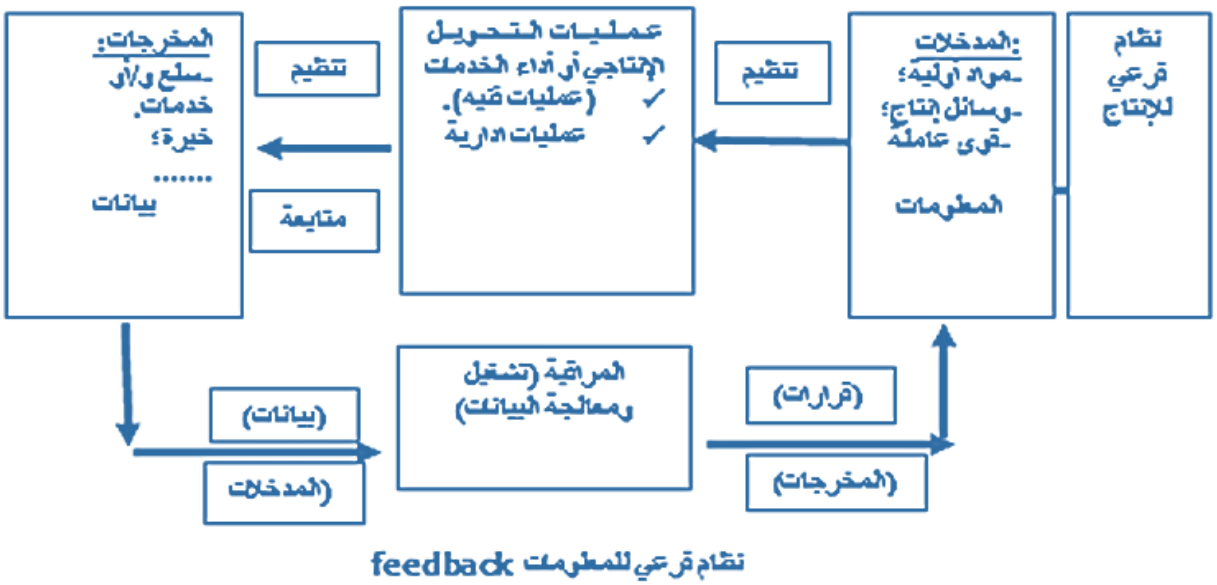
يحدد *Joseph G .Monks* إدارة العمليات بأنها العملية التي يتم من خلالها دمج الموارد، التي تتدفق خلال نظام محدد، وتحويلها بطريقة مضبوطة لإضافة قيمة وفقًا للسياسات التي تضعها الإدارة.

إدارة العمليات هي مفهوم أشمل من إدارة الإنتاج على اعتبارها إدارة تشغيل أي نظام تحويلي (*Transformation system*) سلعي كان أم خدمي يعمل على خلق تفاعل بين موارد الإنتاج، ومن ثم تحويلها إلى مخرجات ذات قيمة مضافة من خلال مجموعة من القرارات المتعلقة بالمنتج والعمليات التحويلية والمخزون والطاقة والجودة، مما ساهم بظهور مفاهيم الوظائف التبادلية (*Cross-Functions*) في ربط المورد والمستهلك بالنظام الإنتاجي وكأنهما جزءاً من النظام الإنتاجي. في حين تعد إدارة الإنتاج هي إدارة عملية معالجة لموارد الإنتاج وتحويلها إلى مخرجات (سلع وخدمات)، أي أنها جزء من النظام التحويلي (*Transformation system*). إن إدارة العمليات بموجب هذا المفهوم تصبح "إدارة الأنشطة (تخطيط وتنظيم ورقابة) المتعلقة بتشغيل للنظام التحويلي (سلعي أم خدمي) ككل بهدف توحيد (خلق تفاعل) للموارد المتاحة للمنظمة وثم تحويل المواد الأولية إلى سلع وخدمات ذات قيمة مضافة من خلال مجموعة من القرارات الأساسية المتعلقة بتخطيط وتصميم للمنتجات وتصميم وإدارة العمليات التحويلية وتخطيط الطاقة وإدارة الجودة والمخزون، في إطار من التفاعل مع البيئة الداخلية والخارجية للمنظمة".

ففي المنظمات الصناعية *Manufacturing Organizations* تكون أنشطة الإنتاج التي توجد السلع غير واضحة للعيان بالنسبة للزبون، لأنها تُنْتَجْ بعيدة عنه، لأن السلع المنتجة هي سلع مادية ملموسة، أي أن الزبون لا يرى سوى ناتج العملية الإنتاجية، أما العمليات الصناعية فهي غير مرئية بالنسبة للعاملين، ومن أمثلتها الأغذية، والألبسة والأحذية، والسيارات والتلفزيونات، والعدد الصناعية، وغيرها. أما في المنظمات الخدمية *Service Organizations* التي لا تنتج سلع مادية ملموسة بل منتجات خدمية غير ملموسة تكون وظيفة الإنتاج أكثر وضوحاً بالنسبة للزبون، كالمشافي والبنوك وشركات التأمين، والنقل، والجامعات وغيرها.

ويمكن توضيح نظام إدارة العمليات بالشكل رقم (*1, 4*) التالي:

الشكل رقم (*1, 4*): نظام إدارة العمليات في المنظمة



لذلك يمكن القول بأن المنظمة بمختلف إداراتها ووظائفها الفنية تعتبر نظاماً كلياً، أما إدارة العمليات فتعتبر أحد الأنظمة الفرعية فيها، والتي تشكل بحد ذاتها نظاماً مستقلاً يتكون بدوره من مجموعة من الأنظمة الفرعية الأخرى التي تسمى عناصر نظام العمليات التي هي: (مدخلات، عملية تحويل، مخرجات) يتم من خلالها إيجاد السلع والخدمات.

ونظام العمليات باعتباره نظاماً فرعياً لا يعمل منعزلاً عن الأنظمة الفرعية الأخرى في المنظمة، فهو نظاماً مفتوحاً على البيئة الداخلية والخارجية، لذلك فهو يتفاعل ويتكامل مع الأنظمة الفرعية، كما تتكامل هي الأخرى معه لتحقيق أهدافها هي الأخرى. كنظام التسويق ونظام الموارد البشرية والنظام المالي وغيرها. ولكلٍ منها عناصرها من: (مدخلات، عمليات تحويل، مخرجات) وتشترك جميعها في تحقيق هدف المنظمة الكلي باعتبارها نظاماً كلياً واحد. ويبين الجدول (*1, 1*) بعض الفروقات بين إدارة العمليات في المنظمات الصناعية والخدمية.

الجدول (*1, 1*): بعض الفروقات بين إدارة العمليات في المنظمات الصناعية والخدمية

العمليات	المدخلات	المخرجات
المصانع	المواد الاولية، المكائن، العمال، رأسمال	السلع المادية
الجامعات	أساتذة وطلبة، قاعات الدرس ومخابر ومعرفة	بحوث واستشارات وطلبة مؤهلين
بنوك	حواسيب وطاقة وموظفين وغيرها	خدمات: قروض وايداع...ضمان

على سبيل المثال يمكن أن يدرس نشاط المبيعات ضمن وظيفة التسويق كنظام إنتاجي يتألف من مدخلات، وعملية تحويل، ومخرجات، ويمكن أن يُقال الشيء نفسه لأنشطة التمويل وغيرها. وفي تعابير النظم، فإن قابلية تطبيق مفاهيم إدارة العمليات تمتد إلى أبعد من المجالات الوظائفية للعمليات. أما اعتبار نظام العمليات نظاماً مفتوحاً على البيئة الخارجية (سياسية، اقتصادية، تشريعية، تكنولوجية، سكانية، منافسة...الخ) فلأنها تؤثر عليه كما يؤثر فيها من خلال تدخل إدارة العمليات (العنصر البشري) في دراسة اتجاهات تلك القوى أو العناصر ومحاولة التخفيف من آثارها على نظام العمليات.

الفرق بين الإنتاج وإدارة العمليات

تتشابك إدارة الإنتاج والعمليات بشكل وثيق للغاية، بحيث يصعب التمييز بين الاثنين. تغطي إدارة الإنتاج إدارة جميع الأنشطة التي تشارك في عملية الإنتاج. من ناحية أخرى، تستلزم إدارة العمليات جميع الأنشطة المشاركة في إنتاج السلع وتقديم الخدمات مثل إدارة المواد، وإدارة الجودة، وإدارة الصيانة، وتصميم العمليات، وتصميم المنتجات، وما إلى ذلك. ويمكن تحديد أهم الاختلافات الرئيسية بين الإنتاج وإدارة العمليات بما يلي:

1. إدارة الإنتاج هي إدارة مجموعة الأنشطة المتعلقة بإنشاء السلع أو تحويل المواد الخام إلى سلع تامة الصنع. على العكس من ذلك، تُستخدم إدارة العمليات لتعني ذلك الفرع من الإدارة الذي يتعامل مع الإدارة على حد سواء إنتاج السلع وتقديم الخدمات للعملاء.
2. في إدارة الإنتاج، يجب على المدير اتخاذ قرارات بشأن التصميم والجودة والكمية والتكلفة للمنتج الذي تصنعه الإدارة. على العكس من ذلك، فإن نطاق إدارة العمليات أكبر مقارنة بإدارة الإنتاج حيث يهتم مدير العمليات بتصميم المنتج والجودة والكمية وتصميم العملية والموقع والقوى العاملة المطلوبة والتخزين والصيانة والخدمات اللوجستية وإدارة المخزون وإدارة النفايات، إلخ.
3. يمكن العثور على إدارة الإنتاج فقط في الشركات التي يتم فيها إنتاج السلع. على عكس ذلك، يمكن للمرء أن يجد إدارة العمليات في كل مؤسسة، كالبنوك والمستشفيات والوكالات، إلخ.

4. الهدف الأساسي من إدارة الإنتاج هو توفير السلع ذات الجودة المناسبة بالكمية المناسبة في الوقت المناسب وبأفضل الأسعار. في المقابل، تهدف إدارة العمليات إلى تحقيق أفضل استخدام ممكن لموارد المؤسسة، من أجل تلبية رغبات العميل.

ويمكننا تلخيص الفرق بين إدارة الإنتاج وإدارة العمليات بالنقاط الموضحة بالجدول (*1, 2*) التالي:

الجدول (*1, 2*): الفرق بين إدارة الإنتاج وإدارة العمليات

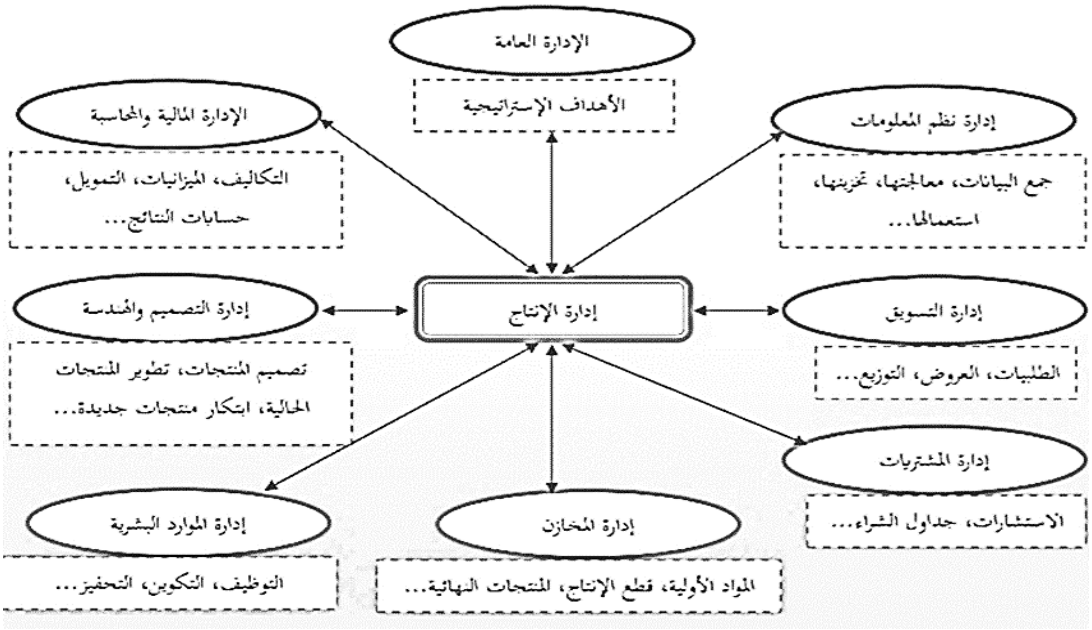
الخصائص	إدارة الإنتاج	إدارة العمليات
طبيعة المخرجات	مادية ملموسة	أشياء غير ملموسة
استهلاك المخرجات	لا تستهلك بسرعة	تستهلك بسرعة
درجة اتصال العميل	نادر الحدوث	متكررة
العمال والمعدات	معدات والآلات كثيرة وعدد قليل من العمال	معدات والآلات محدودة وعدد كبير من العمال
قياس الاداء	طرق علمية	طرق تقليدية

1-3 علاقة وظيفة الإنتاج والعمليات بالمحاسبة والمالية والتسويق والبحث والتطوير

تعد إدارة الإنتاج جزءًا من المنظمة فإنها لا يمكن أن تعمل بمعزل عن بقية الوظائف الأخرى لأن المنظمة تعمل كوحدة واحدة وكنظام واحد تتفاعل أجزاؤه الفرعية معاً لتحقيق الأهداف العامة للمنظمة.

ويمكن توضيح علاقة وظيفة الإنتاج بمختلف الوظائف الأخرى في المنظمة بالشكل (*1, 5*) الآتي:

الشكل (*1, 5*): علاقة وظيفة الإنتاج بمختلف الوظائف الأخرى في المنظمة



وفيما يلي شرح موجز لعلاقة وظيفة الإنتاج بأهم الوظائف الأخرى في المنظمة كما يلي:

***1.3.1* علاقة وظيفة الإنتاج بوظيفة المبيعات:** إن الهدف المسطر الذي ترسمه إدارة المبيعات يكمن في توفير أحسن وأجود الخدمات المقدمة للعملاء، ولذلك تهتم كثيراً بمواعيد وتوقيت التسليم المرتبط بها بدقة، وعليه فإن أي تعديل بطلب الزبائن يؤثر على سير عملية الإنتاج. فهي تزود إدارة الإنتاج ببيانات وافية عن المواعيد المطلوبة للأصناف والكميات، حتى تتمكن من إعداد برنامج يمكنها من تحقيق رغبات العمال، وكذلك تتطلب إدارة المبيعات من إدارة الإنتاج المواعيد الممكنة من أجل إنجاز الكميات المطلوبة للتسليم.

***1.3.2* علاقة وظيفة الإنتاج بوظيفة الموارد البشرية:** من أهم المطالب التي تحتاجها إدارة الموارد البشرية هي بيانات برنامج الإنتاج ومتطلباته من اليد العاملة من حيث العدد والمهارات اللازمة، كما تحتاج إدارة الإنتاج إلى بيانات متعلقة بالكفاءات المتوفرة وما يمكن توفيره مستقبلاً.

***1.3.3* علاقة وظيفة الإنتاج بوظيفة الشراء:** تحتاج إدارة المشتريات إلى بيانات احتياجات الإنتاج حتى تتمكن من وضع مخطط لعمليات الشراء للاستفادة من قدر ممكن من خصومات الشراء ومناولة العملية الإنتاجية في الوقت المحدد، بالمقابل، تحتاج وظيفة الإنتاج إلى بيانات تشمل الطلبيات المتعاقد عليها والمواعيد المتوقعة لاستلام المواد وتحتاج إلى بيانات عن

حركة المخزون.

***1.3.4* علاقة وظيفة الإنتاج بوظيفة التخزين "المنتج النهائي":** تحتاج إدارة مخازن المنتج النهائي إلى بيانات عن رقم المخزون الواجب الاحتفاظ به للوفاء باحتياجات السوق، فمن المعروف أن هناك معدلات للإنتاج والمبيعات والذي يحدد هذه المعدلات هو "إدارة المخزون" التي تقدم البيانات التي تتعلق برقم المخزون الفعلي وذلك يساعد على تقدير الاحتياجات الفعلية لكمية الإنتاج المناسبة في الفترة المطلوبة.

***1.3.5* علاقة وظيفة الإنتاج بالرقابة على الإنتاج:** رقابة الإنتاج عمل ضرورياً للتأكد من أن الأهداف المحددة في خطة الإنتاج قد تحققت. وتعتبر الرقابة على الإنتاج كمرآة لإعلام الإدارة بشكل دائم بالتغيرات لاتخاذ الإجراءات اللازمة لتصحيح الانحرافات الممكنة، ومع وجود عنصر المنافسة يتحتم على المؤسسات للمحافظة على مكانها في السوق مواجهة التغيرات الطارئة، كاقتصاد السوق والعولمة، بالاهتمام بكمية الإنتاج، ونوعيته، وتكلفته بالرقابة الدائمة.

بصفة عامة، يمكن القول إن نجاح المنظمة في تحقيق أداء مرضي يتوقف على تكامل الدور الذي تقدمه تلك الإدارات.

1-4 وظائف ومسؤوليات إدارة العمليات

مديري العمليات هم المسؤولون عن إدارة الأقسام أو الوظائف في المنظمات التي تنتج السلع والخدمات، أي أقسام الإنتاج والعمليات. ولهذه الأقسام أسماء مختلفة بحسب طبيعة نشاط المنظمة، ففي المنظمات الصناعية يطلق على وظيفة العمليات قسم العمليات، أو قسم التصنيع، أو قسم الإنتاج أو يمكن أن تأخذ أسماً آخر يتناسب مع صناعة خاصة أو نوع معين من الصناعة. كقسم أو (وظيفة) إنتاج المحركات، أو قسم إنتاج الآلات، أو قسم إنتاج الخيوط وغيرها...الخ.. بينما يطلق على هذه الوظيفة في المنظمات الخدمية اسم قسم العمليات، وعموماً، فإن مصطلح العمليات يستعمل ليدل على تلك الوظيفة التي تنتج السلع أو الخدمات في أية منظمة. **وتتمثل وظائف إدارة العمليات في:**

- ✓ تصميم وتطوير السلع والخدمات: تصميم السلع والخدمات التي يتوفر بها الأمان والإشباع لرغبات وحاجات المستهلك النهائي، وأيضاً القيام بالأبحاث لتطوير السلع أو الخدمات.
- ✓ اختيار موقع المنظمة: يعتبر من أهم القرارات ويتم لمرة واحدة في بداية حياة المنظمة.
- ✓ الترتيب الداخلي للمنظمة: مسؤولة عن ترتيب الآلات والمعدات والمكاتب ومختلف المرافق.
- ✓ تهيئة الظروف المادية للعمل: مثل النظافة والإضاءة والتدفئة والتهوية وغيرها.

- ✓ التنبؤ بحجم الإنتاج والعمليات: وتستخدم لتحقيق ذلك الأساليب الكمية والإحصائية.
- ✓ تصميم مقياس طرق العمل: دراسة الأعمال التي يؤديها العاملون ويتم تصميمها بالشكل الذي يؤدي إلى القيام بالعمليات الإنتاجية بسهولة وسرعة.
- ✓ تخطيط ورقابة الإنتاج والعمليات: بوضع الخطط اللازمة للقيام بالأنشطة المختلفة وجدولتها زمنياً بما يضمن الدقة في التنسيق بين العمليات الإنتاجية المختلفة.
- ✓ الرقابة على الجودة: الرقابة على جودة المنتجات من السلع والخدمات والمحافظة على مستوى جودة معين ومطابقة ذلك بالمواصفات المحددة مسبقاً.

أما مسؤوليات إدارة العمليات فتتمثل في:

- ✓ تنفيذ الخطة الإنتاجية بكميات وموصفات قياسية طبقاً للمعدلات المطلوبة وفي مواعيد محددة.
- ✓ تخفيض كمية التلف أثناء العمليات الإنتاجية ودراسة أسباب الانحرافات عن المعدلات القياسية واقتراح الحلول المناسبة.
- ✓ التنسيق مع إدارة الموارد البشرية بخصوص رفع مستوى مهارة فريق العمل.
- ✓ تطوير المنتجات وخفض تكاليف إنتاجها ويبسط عملياتها.
- ✓ الاستخدام الأمثل لعناصر الإنتاج من مواد وعماله وآلات.
- ✓ تنفيذ اشتراطات الأمن الصناعي والتأكد من وجود وسائلها وأدواتها والحفاظ على المظهر العام للآلات والعاملين بالإدارة.

ويلخص الجدول (*1, 3*): أهداف إدارة الإنتاج والعمليات:

الجدول (*1, 3*): أهداف إدارة الإنتاج والعمليات

التكلفة (Cost)	الانتاج بتكلفة معقولة ليسهل تسويق السلعة وتحقيق هامش ربح معقول.
الانتاجية (Productivity)	تقيس الناتج لكل وحدة إدخال، وتمثل نسبة المخرجات إلى المدخلات
الجودة Quality	وهي تقديم منتجات ذات مواصفات راقية وتشبع حاجة الزبون.
المرونة Flexibility	وهي قدرة المنظمة للاستجابة للتغيرات التي تحصل في بيئة العمل سواء كانت بيئة داخلية او خارجية.
التسليم السريع Delivery	قدرة المنظمة على تسليم منتجاتها للمستهلك بشكل سريع. حيث أن المستهلك هو الهدف ولذلك يتم إنتاج السلعة المطلوبة من المستهلكين، بتكلفه معقوله وفي الوقت المناسب وجوده حسب المواصفات
الكفاءة Efficiency	حسن استغلال الموارد المختلفة من مواد او عمل او طاقة او رأس مال.
الابداع التكنولوجي Technological Innovation	القدرة على ادخال تحسينات على المنتج وابتكارات عمليات جديدة.
الالتزام بأخلاقيات الاعمال والمسؤولية الاجتماعية	ويكون تجاه الشرائح المختلفة في المجتمع

1-5 منهج دورة حياة إدارة العمليات

ترتبط دورة حياة إدارة العمليات بإدارة دورة حياة المنتج (Product lifecycle management) التي تمثل منظومة كاملة من مفهوم المنتج وتصميمه وإنتاجه وتصريفه، تشمل دورة حياة المنتج أفراداً ومعلومات وأنظمة عمل. ويجب عدم الخلط بين إدارة دورة حياة المنتج (صناعة) ودورة حياة سلعة فالأول يُعنى بالجانب الإنتاجي كتحويل الأفكار إلى خصائص عملية بشكل هندسي مناسب، بينما يُعنى الثاني بالإدارة التجارية آخذًا الأسعار والمبيعات كمعايير مهمة.

ومن المناسب الإشارة هنا إلى أن المنتجات وعلى اختلاف أنواعها ليست باقية إلى الأبد، بل يمكن أن يكون عمرها قصير وتختفي بسرعة من الأسواق، أو تبقى لفترة طويلة من الزمن ولكنها في النتيجة النهائية تختفي أيضاً رغم عمليات التطوير والتحسين التي تجري عليها حتى يمكننا تشبيه دورة حياة المنتج بالإنسان منذ ولادته ومروره عبر مراحل حياته إلى نهايته بالموت المحتوم.

تعتبر دورة حياة المنتج إحدى منهجيات التحليل الاستراتيجي التي تستخدمها المنظمات لغرض البقاء والاستمرار في الصناعة وتحقيق النجاح من خلال حجم المبيعات والحصة السوقية التي تضمن لها مستوى مرضي من الأرباح حتى أصبح هذا

المفهوم من المفاهيم الشائعة عند تحليل الأوضاع الإستراتيجية للمنظمة. حيث أن منفعته لا تقتصر على جعل عملية التخطيط للمنتج أكثر عقلانية وعلمية، بل إنها تتيح وتساعد الإدارة في معرفة التغيرات ذات التأثير المباشر وغير المباشر على استراتيجيتها في السوق. وخصوصاً في ظل حالة المنافسة التي يواجهها المنتج وبالتالي فإن تحليل دورة حياة المنتج بإمكانها مساعدة المديرين في الإجابة على الأسئلة الآتية:

- ما هي الحالة التي يكون عليها المنتج في كل مرحلة من مراحل حياته؟
- ما هي المرحلة التي يعيشها المنتج؟ وما هي متطلباتها؟
- ما هي حدود المعرفة المطلوبة لهذا المفهوم لاستخدامه بفاعلية في السوق؟

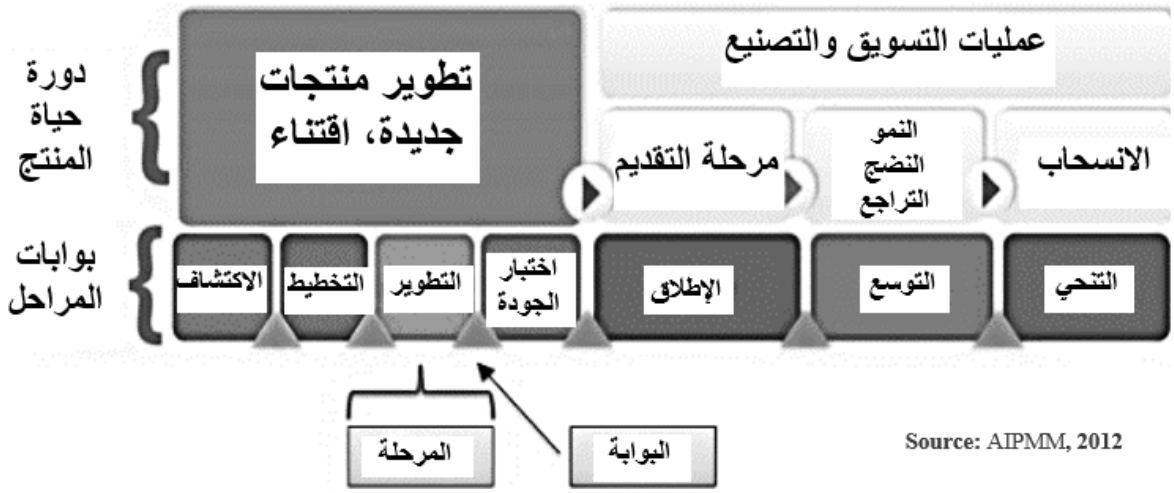
لذلك ينظر إلى دورة حياة المنتج على أنها وصف للخطوات التي يكون بها المنتج عبر مبيعاته المتحققة والمرتبطة معها، ووصف للفرص والتهديدات التي تواجهها المنظمة في تنفيذ استراتيجيتها التسويقية والأرباح المحتملة في كل مرحلة من حياة المنتج.

تبدأ دورة الحياة بإنشاء أمر الإنتاج أو أمر الدفعة. وتنتهي بصنف مُصنّع جاهز للعميل أو مرحلة إنتاج أخرى. وتتطلب كل خطوة في دورة الحياة أنواعاً مختلفة من المعلومات لكي تكتمل العملية. وعند اكتمال كل خطوة، يُظهر أمر الإنتاج أو أمر الدفعة تغييراً في حالة الإنتاج. حيث تتطلب أنواع مختلفة من المنتجات عمليات تصنيع مختلفة. ترتبط وحدة **مراقبة الإنتاج** بالوحدات الأخرى، مثل **إدارة معلومات المنتج**، و**إدارة** وتقييم **المخزون**، و**دفتر الأستاذ العام**، و**إدارة المستودعات، والمالية والمحاسبة**، و**إدارة المنظمة.** ويدعم هذا التكامل تدفق المعلومات المطلوبة لاكتمال تصنيع الصنف المنتهي.

ينصب التركيز الرئيسي في دورة حياة المنتج بأكملها على قيادة تطوير منتج جديد. وفقًا لجمعية تطوير وإدارة المنتجات (Product Development and Management Association PDMA)، تعد المنتجات الجديدة المتفوقة والمتميزة، تلك التي تقدم مزايا فريدة وقيمة فائقة للعملاء، المحرك الأول للنجاح وربحية المنتج.

قدمت (Association of International Product Marketing and Management AIPMM) منهجية مبتكرة لإدارة المنتجات وقامت بتسميته Gate Phases أو مراحل البوابات ولها مسميات أخرى مثل 7 Phases أو المراحل السبعة، **كما يوضحه** الشكل (1, 5) التالي:

الشكل (*1, 5*): منهجية *AIPMM* لدورة إدارة المنتجات



ورغم تعدد المسميات إلى أنها تخدم هدف واحد وهو تحديد طريقة لإدارة المنتجات من مرحلة الاكتشاف والتطوير إلى التسويق والتوسع، وتتمثل هذه المراحل في الاكتشاف، والتخطيط، والتطوير، والاختبار، والإطلاق، والتوسع، والتقاعد. وفيما يلي شرح موجز لهذه المراحل السبعة:

- **المرحلة الأولى: اكتشاف المنتج**

خلال هذه المرحلة يتم دراسة السوق والبحث عن شريحة لها احتياجات محددة ودراستها لمعرفة معلومات أكثر وإيجاد فرصة لتكوين حل ملائم ويلبي تلك الاحتياجات والتأكد من هذه الملائمة ليتحول هذا الحل إلى منتج متكامل يستهدف تلك الفئة. بالطبع هناك وسائل مختلفة لإيجاد الحل المناسب من خلال العمل على البحوث التسويقية التي تدرس تصرفات الفئة المستهدفة والتعرف عليها بشكل أدق أو عمل المقابلات الفردية أو الجماعية أو الاستبيانات ودراسة الإجابات التي تم جمعها لتكوين تصور أكثر دقة عن تلك الفئة المستهدفة. ويتم أيضاً دراسة المنافسين ومدى تفاعل الفئة المستهدفة مع منتجاتهم ورضاهم عنها، حيث دراسة المنافسين خطوة مهمة لقياس مدى صعوبة دخول هذا السوق والمنافسة فيه وتحديد نقاط القوة والضعف لتكوين تصور أكثر شمولية ورسم الاستراتيجيات المناسبة. وبعد جمع المعلومات الكافية يمكن تحديد السعر المبدئي للمنتج بحسب القوة الشرائية وحجم السوق وأسعار المنتجات المنافسة. ويمكن قياس كل هذا من خلال بناء نموذج أولي Prototype واختباره على أشخاص من الفئة المستهدفة لأخذ آرائهم حول فكرة المنتج واستعمالها في تحديد المزايا المرغوبة والتركيز عليها.

❖ **المرحلة الثانية: التخطيط للمنتج**

في هذه المرحلة يبدأ العمل على تفاصيل المنتج من النواحي التقنية والتسويقية والتشغيلية حيث أن مدير المنتج يعمل على وضع خارطة طريق للمنتج (يتم تخصيص خطة منفصلة عن خارطة الطريق وأهميتها) ودراسة المنتجات المنافسة والفئة المستهدفة بهدف معرفة وتحديد المزايا الخاصة بالمنتج وتحديد أولويتها وما سيتم العمل عليها أولاً. كما نجد أن هناك أدوار أخرى ستبدأ بالعمل تحت قيادة مدير المنتج كمحلل الأعمال ليقوم بتحليل المتطلبات وتوضحيها وكتابتها لفريق المطورين للعمل عليها. أيضاً نجد محلل تجربة المستخدم ليقوم بدراسة الفئة المستهدفة من الجوانب التي تتعلق بإيجاد التجربة التي تميز المنتج وتضيف قيمة له بما يتناسب مع طبيعة الفئة المستهدفة. كما أن مدير المشروع له نصيب من هذه المرحلة حيث سيقوم بتوفير الموارد (البشرية والتقنية وغيرها) المطلوبة لتطوير المنتج وإدارتها بالشكل الأنسب لأداء المهام المطلوبة ضمن إطار زمني محدد. لا يقتصر الأمر على الأمور المتعلقة بتطوير المنتج بل على مدير المنتج أن يبدأ بالعمل على الاستراتيجية التسويقية للمنتج لتوضيح كيفية الوصول إلى الفئة المستهدفة وتوضيح القيمة من المنتج وكيف ستخدم تلك الفئة ومن هم المنافسون وماهي المزايا التنافسية التي يتفوق فيها المنتج عن المنتجات المنافسة. في آخر هذه المرحلة سيكون لدى الشركة معالم أكثر وضوحاً للمنتج وطريق واضح لكيفية بناءه وكيف يتم توفير الموارد المطلوبة لعمل ذلك.

❖ **المرحلة الثالثة: تطوير المنتج**

يعتمد دور مدير المنتج خلال هذه المرحلة على حجم الشركة كعامل أساسي، حيث أن الشركات الكبيرة والمتوسطة قد لا يكون لمدير المنتج دور كبير فيها، حيث أن مدير المشروع يتولى متابعة تطوير المنتج والتأكد من أن جميع الاحتياجات اللازمة لتوفير البيئة المناسبة لتطوير المنتج متوفرة، وعندما نتحدث عن البيئة فإننا هنا نقصد البيئة التقنية والتشغيلية التي تساعد المطورين على العمل مثل توفير الأدوات التقنية، كما يقوم مدير المشروع بوضع خطة المشروع والتي تعطي نظرة شاملة على جميع المهام التي ستقام خلال هذه المرحلة ويتم مشاركتها مع مدير المنتج. في الشركات الصغيرة والناشئة يكون الوضع مختلف حيث أنه في تلك الشركات غالبا ما يكون مدير المنتج هو الرئيس التنفيذي للشركة وبسبب حجمها الصغير وقلة فريق العمل فبإمكانه إدارة العمليات المتعلقة بالمنتج، ولهذا نجده يأخذ دور مدير المشروع ومدير العمليات أيضاً. ويأتي تطوير المنتج تبعاً للتصميم الذي تم تحديده في المرحلة السابقة كما أن التطوير يكون بحسب الاحتياجات التي تم تحديدها وترتيب أولوياتها سابقا، ودور محلل الأعمال جدا مهم خلال هذه المرحلة حيث أنه مسؤول عن شرح متطلبات المنتج للمطورين والإجابة عن استفساراتهم لتفادي أي فهم خاطئ للمتطلبات مما يؤثر على تطوير المنتج ويتسبب بالتأخير بالإطلاق أو تطوير منتج بتجربة مستخدم سيئة فيفقد المنتج قيمة عالية وخسارة العملاء المحتملين أو حتى الحاليين. ولهذا نجد مدير

المنتج خلال هذه المرحلة في الشركات الكبيرة والمتوسطة يركز على الاهتمام في إكمال استراتيجية المنتج وخارطة الطريق وأيضاً إكمال المتطلبات الأخرى المتعلقة بالمنتج مثل العقود والهوية وغيرها. ولكن لا يعني ذلك أنه معزول بشكل كامل عن الجوانب التطويرية بل تكون هناك اجتماعات متعددة ما بين مدير المشروع ومدير المنتج ومن خلالها يتم النقاش حول الأمور المتعلقة بتطوير المنتج والتحديات التي يواجهونها واتخاذ القرارات اللازمة التي تضمن استمرارية التطوير وأيضاً يقوم مدير المشروع بمشاركة مدير المنتج بتقارير سير عملية التطوير.

- **المرحلة الرابعة: اختبار جودة المنتج**

بعد عملية التطوير يجب اختبار المنتج والتأكد من عدم وجود أية أخطاء تقنية قد تتسبب بالتقليل من قيمة المنتج وفرص نجاحه. ويأتي الاختبار على عدة مراحل فهناك الاختبار التقني والذي يقوم به فريق تقنية المعلومات والهدف منه هو التأكد من عمل الرموز البرمجية، وهناك اختبار الجودة ويهدف للتأكد من أن المنتج متوافق مع المتطلبات المحددة مسبقاً، وهناك اختبار التصميم للتأكد من أن التصاميم قد تم عكسها بالشكل المطلوب. وجميع هذه الاختبارات تهدف للتأكد من جاهزية المنتج للإطلاق. وغالباً ما يكون دور مدير المنتج هو ما يسمى باختبار (User Acceptance Testing UAT) أو اختبار قبول المستخدم وهو آخر اختبار يقام قبل إطلاق المنتج ويهدف إلى التأكد من أن المنتج يعكس الاحتياجات التي تمت دراستها في مراحل سابقة والتأكد من المحتوى وتصميم المنتج قبل اتخاذ القرار بإطلاقه.

ولتقليل نسبة حدوث أمور غير متوقعة هناك ميل إلى إطلاق المنتج بشكل مبدئي ومع عملاء محددين لمدة محددة بهدف اختباره في بيئة حقيقية مع عملاء حقيقيين قبل الاطلاق الرسمي له وذلك لتقليل نسب الأخطاء غير متوقعة.

- **المرحلة الخامسة: إطلاق المنتج**

هذه المرحلة تعد أهم مرحلة، فالبعض يرى أن التخطيط للإطلاق يبدأ منذ مراحل مبكرة وذلك لأهميتها العالية، حيث أن الإطلاق المدروس والمخطط له بعناية يأتي بنتائج إيجابية للمنتج.

يركز الكثيرون في هذه المرحلة على زيادة المعرفة عن المنتج لدى أكبر عدد ممكن من الشريحة المستهدفة وضمن القنوات المناسبة وفي إطار ميزانية محددة وغالبا ما تكون التوقعات عن العائدات المالية منخفضة حيث أن ما يتم صرفه في هذه المرحلة هو استثمار للمنتج. الهدف من هذه المرحلة هو زيادة المعرفة والوعي بالمنتج وخصائصه وما يجعله مختلف عن منتجات المنافسين وتأثير المنتج على العميل والقيمة منه، حيث تكون الحملات التسويقية مكثفة بشكل كبير وفي قنوات متعددة فبعضها عبر القنوات الرقمية مثل مواقع التواصل الاجتماعي وبعضها من خلال المعارض واللوحات الإعلانية وغيرها من

القنوات. يتم قياس نتائج الإطلاق بأساليب متعددة مثل أدوات التحليل التسويقية وكمية المبيعات وعدد مرات البحث عن المنتج في محركات البحث وتوليد ما يسمى بالـ (Leads) أو ما يمكن تسميته بالعملاء المحتملين. عندما نبحث عن أسباب فشل المنتجات نجد أنها في الغالب نتيجة التخطيط والتنفيذ السيئ للإطلاق أحدها أو كلاهما، ولهذا يأتي الاهتمام في هذه المرحلة بنتائج إيجابية ولا يجب إهمالها أو التهاون فيها، ويكون متابعة الإطلاق وإجراء التعديلات اللازمة للحملات والرسائل التسويقية مهم جدا لزيادة فرص نجاح المنتج.

❖ **المرحلة السادسة: التوسع**

من الطبيعي بعد أن يستحوذ المنتج حصة من السوق سيبدأ المنافسون بالتحرك وتطوير منتجات منافسة. وبطبيعة الحال، تعتبر المنافسة بين الشركات صحية، حيث أنها تقوم بشكل مباشر أو غير مباشر بتوسيع شريحة السوق المستهدفة وبالتالي ظهور عملاء محتملين أكثر وهذا مثال واحد للتوسع وهو زيادة عدد العملاء، ولكن ما هي الحال عندما تقوم الشركة بالاستحواذ على النسبة الأكبر من السوق؟ في هذه الحالة توجد خيارات مختلفة، نذكر بعضها بإيجاز:

- ✓ إيجاد استخدامات مختلفة للمنتج بهدف زيادة المبيعات.
- ✓ الدخول لأسواق جديدة (إطلاق المنتج في دول مجاورة).
- ✓ الاستحواذ على منتجات أخرى للاستفادة من تقنياتها الجديدة.
- ✓ تطوير منتجات فرعية بأسعار وخصائص مختلفة والاستحواذ على شرائح جديدة من السوق.

والهدف الأساسي من هذه المرحلة هو زيادة الأرباح للمنتج والاستحواذ على نسبة أكبر من السوق من خلال اتخاذ أحد الأساليب المذكورة أعلاه أو أساليب أخرى. وبنجاح التوسع يصبح المنتج أكثر استقرارا في السوق، وكلما زادت الحصة السوقية والإيرادات كلما امتلك المنتج مرونة أكثر ضد التغييرات التي قد تطرأ وهذا يزيد من قيمة المنتج.

❖ **المرحلة السابعة: إنهاء أو تقاعد المنتج**

التقاعد هو الاسم المترجم ولكن توجد مسميات مختلفة أكثر حدة مثل **قتل المنتج** أو أخف حدة مثل **إنهاء المنتج.** خلال هذه المرحلة وبعد اتخاذ القرار بإنهاء جميع العمليات المتعلقة بالمنتج يقوم مدير المنتج برسم خطة لإنهاء العمليات بأقل الخسائر الممكنة وإخطار العملاء بهذا القرار وإعطائهم فرصة من الوقت للتمكن من نقل معلوماتهم وحفظها. قد يتبادر إلى الذهن أن هذا القرار يأتي نتيجة خسارة الشركة أمام منافسيها وهذا غير صحيح، فنحن نعيش في زمن حيث أن الشركات تنهي منتجاتها نتيجة توسعها، ومثال على ذلك، أن أبل عند إطلاق جهاز آيفون جديد فإنها تنهي جهازا آخر قد صدر قبل 3 سنوات حيث أن

العمر الافتراضي هو تلك المدة (أي 3سنوات) لكل فئة من أجهزتهم، فتجد أن الدعم يتوقف عن تلك الأجهزة وأيضاً لا تصلها تحديثات جديدة ويقومون بتشجيع مالكي تلك الأجهزة بالترقية لأجهزة أحدث وتسهيل تلك العملية.

لنتخيل لو أن شركة أبل لم تقم بإنهاء أي جهاز ايفون واستمرت في إنتاج نسخ جديدة من تلك الأجهزة القديمة؟ سترتفع التكاليف إلى أسقف عالية جدا ولن تكون هناك ميزانيات أو سيولة مالية كافية لتطوير أجهزة جديدة أو تقنيات حديثة وستكون المخازن مليئة بتلك الأجهزة التي لن يشتريها أحد مما سيسبب خسارة ضخمة. ويمكن أن نقيس ذلك على المنتجات الرقمية مثل البرمجيات والتطبيقات حيث أن دعم برنامج يعمل على نظام تشغيل قديم لم يعد موجوداً (windows 98 على سبيل المثال) مكلف جدا ولا يعود بفائدة مالية أو زيادة في الحصة السوقية أو غيرها. ومن خلال هذا المثال نلتمس أهمية هذه المرحلة في دورة الحياة وكيف أن إنهاء حياة منتج قد يخدم الشركة أكثر من استمراريته.

1-6 إستراتيجية العمليات

تحتاج المنظمة إلى إستراتيجية بعيدة لتحقيق أهدافها. فالإستراتيجية تمثل خطة أو مجموعة من الأعمال الحيوية ذات الأهمية المستمرة للمنظمة ككل أو هي تصور المستقبل في الأمد البعيد. ومن ضمن هذه الإستراتيجية العامة للمنظمة نجد إستراتيجية العمليات التي تحظى بالاهتمام على المستوى الإستراتيجي وذلك لأن العمليات تخضع للتغيرات اليومية من حيث: المواد والقوى العاملة والمخزون والجدولة وغيرها. وهذه العوامل أو التغيرات المضطربة عند رفعها إلى المستوى الإستراتيجي ستفقد الإدارة المرونة والقدرة على الاستجابة للتغيرات قصيرة الأمد في السوق.

وإستراتيجية العمليات هي رؤية لوظيفة العمليات تحدد الاتجاه الكلي وقوة الدفع الأساسية لصانع القرار، التي تستخدم قدرات وظيفة العمليات لتطوير وتدعيم الميزة التنافسية المرغوبة لوحدة الأعمال وتكاملها مع جهود الوظائف الأخرى.

وتتوافق إستراتيجية العمليات مع الإستراتيجية العامة للمنظمة حيث تسعى لبناء الروابط ما بين العمليات من جهة وبين بقية الوظائف الصناعية من جهة أخرى من خلال العمليات التخطيطية أو الخطط. واقترح (*Hayes and Wheelwright, 1979*) توظيف الدور الذي يمكن أن تلعبه إستراتيجية العمليات في الإستراتيجية العامة من خلال المراحل الأربعة التالية:

- **التعادل الداخلي**، أي يجب ألا تفقد المبادرة في السوق لأن الشركة الصناعية التي تركز على السوق تكون نظرتها إلى المنتج أو العملية الإنتاجية بمستوى فني متدن. وتقوم بالتركيز على إدخال التحسينات على المنتج فقط وترك العمل على

إدخال التحسينات على العملية الإنتاجية. وقد تبقى هذه الشركات التي لا تدخل المنافسة الفعالة في هذه المرحلة لمدة طويلة من الزمن.

- **التعادل الخارجي،** وهذا يعني بقاء الشركة الصناعية في المنافسة إن كانت جيدة أو رديئة. ويتم الحصول على المزايا التفاضلية بإضافة الاستثمارات المالية لمدة قصيرة من حياتها لأن تطوير المنافسة يجري من خلال تطوير التكنولوجيا.
- **الدعم الداخلي،** وتعني المعرفة التامة والفهم الكامل للمساحات الوظيفية الأخرى ودعم حاجاتها وهنا يجري ترجمة الإستراتيجية العامة للمنظمة في التطبيقات والمنهجيات التي تعكس المعنى الكامل للعملية التصنيعية. إذ تقوم إدارة الإنتاج بفحص قراراتها للتحقق من أن هذه القرارات تكون ذات محتوى ومضمون متطابق مع الإستراتيجية الشاملة.
- **الدعم الخارجي،** وهذا يعني أن التصنيع أو الإنتاج يعتبر مصدرا من مصادر المزايا التنافسية. وهنا يكون التصنيع شريكا كاملا في بناء الإستراتيجية العامة، لأن التطبيقات الجديدة في الإنتاج والتكنولوجيات تعلب دوراً في المساهمة في تحقيق مزاياها التنافسية في السوق وهو ما يمثل البيئة الخارجية للمنظمة وتقوم الوظائف الأخرى بالمشاركة في دعم الفعاليات الإنتاجية.

1-7 مشاكل إدارة الإنتاج

لا تحاول الشركات مواجهة التحديات التشغيلية التي تواجهنا اليوم فقط، وإنما ترغب بإيجاد طريقة موثوقة لتحضير المنظمة للتحديات الهائلة التي من المحتمل أن تواجهها في العام المقبل - أو حتى السنوات الخمس القادمة. فقد نعتقد أن العمليات تسير بسلاسة، ولكن السوق يتغير، ثم يتغير مرة أخرى. وفي كل الأعمال، تنشأ مشكلات العمليات التي يمكن أن تجعلها أقل ربحية. وهناك العديد من الفئات المختلفة التي تشكل مشكلات تشغيلية، لكل منها نتائجها غير المرغوبة. ومع ذلك، فإنها تسبب استنزافًا كبيرًا للطاقة والموارد التجارية، ويمكن أن تؤثر على الأداء التشغيلي، وتسبب مشاكل في تنفيذ الإستراتيجية، وتقف في طريق نمو الأعمال إذا لم يتم التعامل معها بشكل صحيح. فهناك العديد من التحديات التي يواجهها مديرو العمليات يومياً؛ يمكن تلخيصها بما يلي: العولمة والاستدامة والسلوك الأخلاقي والاتصال غير الفعال وتصميم النظام. نعرض (*11*) من أكثر مشاكل إدارة العمليات المتكررة التي تواجهها الشركات، وما يتعين عليها القيام به للتغلب عليها:

1. **العولمة (*Globalization*):** العولمة هي عملية تفاعل وتكامل بين الناس والشركات والحكومات من مختلف الدول وهي مدفوعة بتخفيض الحواجز التجارية، والتقدم في تكنولوجيا المعلومات، وتكنولوجيا النقل. يواجه مديرو العمليات منافسة

من الشركة المقابلة في الشارع، ومن جميع الشركات في أنحاء العالم. فالشركات التي تتنافس مع غيرها في الخارج ستضطر إلى تحسين الجودة مع خفض الأسعار لتظل قادرة على المنافسة. فيقع على عاتق مدير العمليات أن يشارك في الوظائف الأربع للتخطيط والتنظيم والقيادة والتحكم لضمان بقاء المنتج أو الخدمة تنافسية في السوق.

2. **الاستدامة (*Sustainability*):** الاستدامة التشغيلية للأعمال هي "طريقة لتقييم ما إذا كان يمكن للأعمال التجارية الحفاظ على الممارسات الحالية دون تعريض الموارد المستقبلية للخطر." عند مناقشة مفهوم الاستدامة، غالبًا ما يشار إلى ركائزها الثلاثة وهي الاجتماعية والبيئية والاقتصادية. يجب أن يهتم مديرو العمليات بنتائج كل هذه الركائز بما في ذلك كيفية تأثير المنتج أو الخدمة المقدمة على سلامة ورفاهية المجتمعات والبيئة والاستدامة الاقتصادية. ويجب على مديري العمليات الفعّالين تنفيذ أفضل الممارسات مع الاهتمام بالركائز الثلاث للاستدامة. كما أنهم بحاجة إلى بدء الإجراءات التصحيحية والتحقق منها عندما تتعرض أي نتيجة من الركائز الثلاث للخطر.
3. **السلوك الأخلاقي (*Ethical behavior*):** تهدف الأخلاق إلى "ضمان عدم الإضرار بوظيفة الإنتاج و/أو الأنشطة سواء بالنسبة للمستهلك أو المجتمع". على وجه الخصوص، يجب على المنظمات النظر في آثار التقنيات الجديدة، والخدمات المعيبة، والاختبارات التي تجريها على الصفقات التجارية وتأثرها على الأفراد والسلامة والبيئة. فمن المعلوم، أن السلوك غير الأخلاقي ساهم بشكل كبير في زوال الشركات الناجحة مثل *Enron* و *Tyco* والعديد من الشركات المتنوعة التي تقوم بأعمال تجارية في وول ستريت. أن تكون الشركة أخلاقية في جميع وظائف الأعمال مثل المحاسبة، وإدارة الموارد البشرية، والتسويق والمبيعات، والإنتاج، فهذا يقع بوضوح ضمن اختصاص مدير العمليات. والسلوك غير الأخلاقي، بغض النظر عن أصله، يصبح وصمة عار على الشركة ككل. إن الخرق الأخلاقي الذي تم ملاحظته مؤخرًا في شركة الأموال *Wells Fargo* هو مجرد مثال مؤثر.
4. **التواصل الفعال (*Effective communication*):** قد يكون من الصعب على أي شخص في أي منصب داخل المنظمة أن يكون متسقًا وفعالًا عند التواصل. إن التحدي الذي يواجه مدير العمليات هو القدرة على التواصل الفعال مع جميع أصحاب المصلحة الداخليين والخارجيين. سواء كانوا يتحدثون إلى شخص ما في مستو من مستويات المصنع، أو في غرفة الاجتماعات، ويجب أن يكونوا قادرين على توصيل رسالتهم بشكل فعال وكذلك معالجة الرسائل الموجهة إليهم. إن إتقان الاتصال الشفوي والكتابي وغير اللفظي جزء لا يتجزأ من جعل العمليات اليومية تسير بسلاسة. التواصل الفعال ضروري أيضاً لبناء معنويات الموظفين وتعميق الثقة مع الإدارة. مدير العمليات الذي يأخذ الوقت الكافي لتطوير مبادرة أصيلة،

مع الجهد المبذول للعمل على مهارات الاتصال الخاصة به لا بد أن يكون منتجًا وناجحًا. غالباً ما يكون تطوير هذه المهارات هو الأكثر طلباً من إدارة المستوى الأعلى لمديريهم الجدد والمتوسطين، وهو مطلوب للنجاح في أي شركة.

5. **القلق إزاء الإنتاجية (*Anxiety about productivity*):** يشعر مديرو العمليات بشكل متزايد بالضغط لدفع الموظفين إلى العمل بشكل أسرع وأفضل. الأسئلة الأساسية التي تطرأ هي: كيف يمكننا جعل الفريق "يصل إلى السرعة" وأداء واجباته بسرعة ونجاح؟ كيف نضمن استمرار النجاح بعد انتهاء التدريب الأولي؟ كيف يمكننا إشراك الموظفين بشكل أفضل حتى يتذكروا المعرفة والمهارات المكتسبة خلال الدورات التدريبية ويكونوا قادرين على تطبيقها بمجرد عودتهم إلى مكاتبهم؟ لمعالجة هذه الأسئلة، يتحول مديرو العمليات إلى حل برمجي جديد يسمى دعم الأداء. الغرض من دعم الأداء هو تقديم توجيه و/أو أتمتة في الوقت الفعلي حتى يتمكن الموظفون من إنجاز مهامهم بشكل أسرع، مع عدد أقل من الأخطاء، أثناء العمل. ميزة أخرى هي أنه لا يجب على الموظفين التوقف لإعادة التدريب في كل مرة يظهر فيها شيء جديد أو متغير.
6. **الحاجة إلى تحسين جودة العملية (*The need to improve the quality of the process*):** من أخطاء المفاتيح إلى مشكلات التوافق، يمكن أن تأتي أخطاء الموظفين بتكلفة عالية للمؤسسة، خاصة إذا لوحظت باستمرار أخطاء مماثلة من قبل عدة مستخدمين. تتمثل إحدى طرق منع مشكلات الجودة التي تنشأ عن خطأ الموظف في استخدام التكنولوجيا. يمنع دعم الأداء أخطاء الموظفين بإضافة شبكة أمان حول المخاطر المحتملة. باستخدام هذه الأنظمة، يمكن للشركات بسهولة إضافة عمليات تحقق مخصصة لأنواع مشكلات العمليات. عندما يقوم الموظف بإدخال المعلومات في تطبيق ما، يقوم برنامج دعم الأداء بإجراء العمليات الحسابية ويتحقق من صحة المعلومات المدخلة. سوف ينبه العامل إذا كانت هناك مشكلة ويقترح تصحيحات أو سيجعل العملية آلية.
7. **قلق بشأن رضا العملاء (*Worried about customer satisfaction*):** القلق بشأن العملاء ليس فقط وظيفة قسم المبيعات. يقع التحقيق في رضا العملاء والإبلاغ عن أي مشاكل أيضاً على أكتاف العمليات. ولكن من أين تبدأ؟ تشير الأبحاث الحديثة إلى أنه لا يوجد لمؤشر أداء رئيسي واحد تأثير أكبر على رضا العملاء من حل مشكلة المكالمة الأولى. مفتاح التحسين هو تزويد الموظفين الذين يواجهون العملاء بالمعلومات ذات الصلة في الوقت المناسب بطريقة تسمح لهم بالتركيز على العميل. يوفر دعم الأداء التشغيل التلقائي لسطح المكتب والتوجيه في الوقت الحقيقي الذي يراقب باستمرار أنشطة سطح المكتب للوكيل ويمكن تصميمه لاقتراح عمليات الدعم ذات الصلة بالتطبيق الحالي والنشط للمستخدم أو تنفيذ الإجراء تلقائيًا لإكمال المهمة المطلوبة.

8. **نشر تصميم لتطبيق نظام جديد على مستوى المؤسسة (*Publishing a design to implement a new system at the enterprise level*):** من القضايا الرئيسية لإدارة العمليات العلاقة بين تصميم النظام والإدارة التشغيلية، والموضوع الرئيسي هو أنه يجب على المنظمات تطوير أنظمة قادرة على "إنتاج سلع وخدمات عالية الجودة بكميات مطلوبة في أطر زمنية مقبولة". يمثل تصميم النظام وتخطيطه وإدارة النظام مجموعة متنوعة من التحديات حتى لمديري العمليات الأكثر ذكاءً. وبما أن مديري العمليات يعملون في بيئات متعددة التخصصات، يجب أن يكونوا على دراية بالتحديات التي تفرضها العولمة والاستدامة والسلوك الأخلاقي والاتصال الفعال وتصميم النظام والاستجابة لها بشكل فعال. إن القيام بذلك يتطلب من مديري العمليات التفوق في الجوانب التجارية والتقنية والشخصية من عملهم حيث أنهم يدعمون بنشاط مهمة ورؤية منظمتهم. على الرغم من الثقة بأن النظام الجديد الرائع الذي تقوم إدارة العمليات بنشره هو أمر ضروري، إلا أن طرح التطبيق يمكن أن يكون تجربة تشبه الكابوس. تكمن المطبات في كل زاوية ولكنها غالبًا ما تنطوي على أشياء مثل فقدان الإنتاجية خلال فترة التدريب، وعدم قدرة الإدارة على توفير الموارد الموعودة، ومؤشرات الأداء الرئيسية والمواعيد النهائية التي يتم تفويتها، ورفض الموظفين الخائفين أو غير القادرين على اعتماد تطبيقات الأعمال الجديدة. إذن ما الذي يمكنك فعله لتقليل المخاطر وضمان نشر التطبيق الناجح وتبني الموظفين له؟ إن إشراك الموظفين وأصحاب المصلحة الرئيسيين في وقت مبكر من العملية سيضمن اتخاذ قرارات مستنيرة في المراحل الرئيسية. ستؤدي قنوات الاتصال المفتوحة، والدعم الإضافي أثناء الانتقال ودعم الأداء للموظفين إلى فهم أفضل والتزام وتبني أسرع من جميع الأشخاص المتوقع استخدامهم للبرنامج.
9. **الدفن تحت جبل من التقارير (*Burial under a mountain of reports*):** يتحمل العديد من مديري العمليات مسؤولية إعداد تقارير الشركات، بما في ذلك تجميع البيانات المالية وبيانات الأداء وإبلاغ هذه البيانات إلى أصحاب المصلحة. تنشأ التحديات عندما لا تحتفظ الشركة بسجلات حالية أو دقيقة. من الضروري الاحتفاظ بسجلات شاملة للأرباح والخسائر وكذلك أهداف ونفقات المبيعات لتقييم قابلية الشركة للبقاء على المدى الطويل. على الجانب الآخر، تقوم بعض الشركات بجمع وإبلاغ كمية كبيرة من كل شيء يسهل قياسه ونتيجة لذلك ينتهي الأمر بمديريها إلى الغرق في البيانات أثناء التعطش لمعرفة ما يمكن أن يحدث. يفهم مديرو العمليات الفعالون مؤشرات الأداء الرئيسية لأعمالهم ثم يستخلصون منها مؤشرات الأداء الرئيسية الحرجة.
10. **النزاعات العالقة بين الأقسام (*Pending disputes between departments*):** في بعض الأحيان يشبه مكتب مدير العمليات ساحة المدرسة. لديه مجموعات مختلفة، مع جداول أعمال مختلفة، يعتقدون جميعًا أنهم يعرفون أفضل. تمثل

إدارة النزاعات أو الممارسات التجارية المتنافسة داخل المنظمة تحديًا كبيرًا لمدير العمليات، الذين غالبًا ما يترك ليشعر وكأنه مدير مدرسة. على سبيل المثال، قد يكون فريق تطوير الشركة متضاربًا مع فريق التسويق الخاص بها حول الأهداف والقرارات المختلفة أثناء التسويق، بدوره، يتعارض مع التمويل. يمكن أن يكون لهذه الصدامات بين الأقسام تأثير ضار على العمليات فتؤثر على الكفاءة أو الإنتاجية. يمكن لمدير العمليات إنهاء الممارسات المتنافسة من خلال وضع معايير وأهداف على مستوى الشركة وتشجيع التواصل المفتوح.

11. **صعوبة توظيف المواهب المناسبة (*Difficulty in recruiting suitable talents*):** العثور على المميزين والاحتفاظ بهم ليس بالأمر السهل. إذا كنت في التحدي السابق مدير مدرسة، فأنت الآن مدرب الرياضة - تحفيز الأفراد خلال الأوقات الصعبة، والتدريب، والتعليم، وإدارة التنوع والاختلافات الثقافية. يمكن أن يكون هذا أمرًا شاقًا بشكل خاص خلال فترات التغيير أو النمو التي تحتاج الشركات للتوظيف فيها بأعداد كبيرة. ستزيد عملية الإعداد الجيدة للتخطيط والتنفيذ من فرص الحصول على تجربة عمل إيجابية تؤدي إلى علاقة مربحة للجميع بين الموظف الجديد والشركة.

1-8 أين مدير العمليات في سورية

بشكل عام، لا تختلف التحديات التي يواجهها مدير العمليات في سورية عن تلك التي يواجهها أي مدير عمليات في العالم. إلا أنه يضاف عليها تغير السوق كثيرًا نتيجة الأزمة التي تمر بسورية، وأحد التحديات الأخرى هو الشعور بعدم الأمان. ويضاف لذلك أن المنتج المحلي غير منافس سعريا، إذ أن أسعار السلع في سوريا مرتفعة جدا بسبب ارتفاع كلف الإنتاج. كما يؤدي غياب الطلب في السوق، جراء هروب الرساميل والفقر المدقع وتراجع القدرة الشرائية، إلى تقويض الأعمال والشركات السورية.

المراجع والمصادر *References*

1. محمد توفيق ماضي (1999): إدارة الإنتاج. الاسكندرية الدار الجامعية. ص ص 45 -46.
2. عبد الكريم محسن. صباح مجيد النجار (2006): إدارة الإنتاج والعمليات بغداد مكتبة الذاكرة. ص30
3. جبرين، علي هادي (2006): إدارة العمليات، دار الثقافة للنشر والتوزيع-عمان.
4. العزاوي، محمد (2006): الإنتاج وإدارة العمليات، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع- عمان.
5. نجم، نجم عبود (2001): إدارة العمليات (النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة)، الجزء الأول، معهد الإدارة العامة-الرياض.
6. العلي، عبد الستار محمد، إدارة الإنتاج والعمليات، دار وائل للنشر-عمان، 2000.
7. شقرا، أكرم (1995): إدارة الإنتاج / العمليات، منشورات جامعة دمشق، كلية الاقتصاد، ص 24.
8. إسماعيل، محمد بلال (2004): إدارة الإنتاج والعمليات. مدخل كمي. دار الجامعة الجديدة، الإسكندرية، ص، 23.
9. Elwood S. BUFFA (1975). Basic Production Management". 2nd edition. John Wiley & Sons Ltd, 683p.
10. Dilworth, James B. (1996): operations Management, (2nd ed.), Mc Graw – Hill, Inc., New York, Pp. 29-30.
11. Hayes, R. H. and S. C. Wheelwright. 1979. Link manufacturing process and product life cycles. Harvard Business Review (January-February): 133-140.
12. Johnson, G., Scholes, K., & Sexty, R. W., (1989): Exploring strategic management. Scarborough, Ontario: Prentice Hall.
13. Johnston, Robert & Graham Clarck (2005): Service Operations Management: improving Service Delivery, (2nd ed.), Pearson Education LTD., Harlow
14. Monks, Joseph G. (1987). Operations management: theory and problems. New York; McGraw-Hill, 3rd ed., International ed. 719 p.
15. Raid, D., & Sanders, N., (2002) "operations Management", John Wiley, Inc, Rights Reserved; 2002:8
16. Schroeder, Roger G. (1993): operations Management: Decision Making in the operation Function, McGraw – Hill, Inc., Singapore, p. 4
17. Stevenson, William J. (2002): Operations Management, (7th ed.), Mc Graw – Hill Companies, Inc., Boston, P. 23

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
يعد نشاط الإنتاج أساس التنمية الاقتصادية والاجتماعية والمؤشر الذي يستخدم لقياس التقدم والرقي لأي دولة	صح	
إدارة العمليات هي نظام نشأ لحل مشاكل التمويل في بيئة التصنيع،		خطأ
في الإنتاج الحرفي كان هناك مجموعة متخصصة مسؤولة عن صنع المنتَج من البداية حتى النهاية بغض النظر عن نوعه		خطأ
التغير الرئيسي الذي حصل خلال سياق تطور الثورة الصناعية، هو تطوير نظم قياس معيارية للإنتاج،	صح	
انصب اهتمام *Frank Gilbert* مع زوجته *Lillian Evelyn Moller* على إيجاد أفضل طريقة لأداء العمل.	صح	
طور *W. Harris* جدولة الإنتاج –خرائط جانت- وطرق تشجعيه في دفع الأجور.		خطأ
استخدم *Trotter Tibetan* أسلوب رياضي لتطوير منهج اقتصادي للرقابة على المخزون.		خطأ
استخدام *Fisher* علم الاحصاء ونظرية الاحتمالات في مجال الإنتاج.	صح	
وضع *Walter Shewhart* باستخدام الأساليب الاحصائية للرقابة على جودة المنتج.	صح	
استخدام *Henry Gantt* النظرية الاحصائية في وضع نظرية العمل، والتي يتم على اساسها تحديد أوقات العمل والتأخير والحاجات الشخصية.		خطأ
استخدام *Elton Mayo* خط التجميع بدلاً من الاقسام الإنتاجية المختلفة (زيادة معدلات الإنتاجية)		خطأ
طرح *George Dantzig* في إطار حركة العلاقات الانسانية دراسة أثر تغيير بعض الظروف المادية على إنتاج العمال.		خطأ
طور *H.Ford* نماذج البرمجة الخطية في عام لاتخاذ القرارات الإنتاجية.		خطأ
انتقل مركز الثقل من الإنتاج إلى الخدمات في المجتمعات المعاصرة	صح	
من مسؤوليات إدارة العمليات الحفاظ على كمية التالف أثناء العمليات الإنتاجية		خطأ

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

1) <u>إدارة الإنتاج والعمليات هي مجال عمل معني بإدارة ممارسات الأعمال لتحقيق:</u>

A. أقصى قدر من الكفاءة
B. تحقيق التوازن بين الإيرادات والتكاليف
C. وتحقيق أعلى ربح تشغيلي ممكن
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

2) <u>نقوم بدراسة إدارة العمليات لأنها:</u>

A. من أكبر الوظائف ربحا داخل المنظمة؛
B. من أكبر الوظائف خسارة داخل المنظمة؛

C. من أكبر الوظائف تكلفة داخل المنظمة؛
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

3) ظهرت بوادر التخصص وتقسيم العمل
A. منذ بداية الحرف الصناعية
B. ما قبل الثورة الصناعية
C. خلال الثورة الصناعية
D. بعد الثورة الصناعية

4) التغير الرئيسي الذي حصل خلال سياق تطور الثورة الصناعية:
A. أصبح الإنتاج يخضع لمكاييل نشاط معروفة
B. أصبح الإنتاج يخضع لمقاييس أو معايير أداء محددة
C. أصبح الإنتاج يمتثل للتكلفة والعائد بشكل كامل
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

5) من الأساليب التكنولوجية الجديدة في الإنتاج اعتمادها على:
A. نقل عملية التوزيع خارجا
B. الاحتفاظ بمخزون كبير لمقابلة حاجة الألة المتطورة
C. تنميط أجزاء الآلة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

6) أول من لفت الأنظار بشكل منظم إلى الدور الاقتصادي للإنتاج:
A. *James Hargreaves*
B. *Edmund Cartwright*
C. *ADAM SMITH*
D. *ELI WHITNEY*

7) أول من حاول إدخال الأساليب العلمية في الإدارة والإنتاج:
A. *Edmund Cartwright*
B. *CHARLES BABBAGE*
C. *ADAM SMITH*
D. *Frederick Taylor*

8) تمثل الصيغة التي تجمع بها عناصر النشاط الإنتاجي من أجل إنتاج السلع والخدمات:
A. المنتج المادي
B. الخدمة الذاتية
C. السلعة التحويلية
D. النظام الإنتاجي

9) تشير عملية تحويل المدخلات أو الموارد إلى منتجات سلع أو خدمات إلى:
A. الطاقة
B. الآلات

C. الإنتاج
D. كل ما سبق

10) تكون أنشطة الإنتاج التي توجد السلع غير واضحة للعيان بالنسبة للزبون في:
A. في المنظمات الطبيعية
B. في المنظمات التلقائية
C. في المنظمات الصناعية
D. في المنظمات الخدمية

11) المنظمات الخدمية تنتج:
A. خدمات مادية حقيقية
B. سلع مادية ملموسة
C. منتجات خدمية غير ملموسة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

12) ليس من المنظمات الخدمية
A. شركات التأمين
B. شركات النقل
C. شركات الأغذية
D. الجامعات

13) ليسمن المنظمات الصناعية
A. شركات الأحذية
B. شركات الألبسة
C. شركات السيارات
D. شركات التأمين

14) مدخلات المصانع
A. أساتذة وطلبة، قاعات الدرس ومخابر ومعرفة
B. المواد الاولية، المكائن، العمال، رأسمال
C. بحوث واستشارات وطلبة مؤهلين
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

15) الوظيفة التي تزود إدارة الإنتاج ببيانات وافية عن المواعيد المطلوبة للأصناف والكميات:
A. وظيفة التمويل
B. وظيفة المشتريات
C. وظيفة البحث والتطوير
D. وظيفة المبيعات

16) ليس من وظائف إدارة العمليات:
A. تصميم وتطوير السلع والخدمات
B. اختيار المحفظة المالية

C. اختيار موقع المنظمة
D. الترتيب الداخلي للمنظمة

17) <u>ينصب التركيز الرئيسي في دورة حياة المنتج بأكملها على:</u>

A. دراسة أثر تغيير بعض الظروف المادية على إنتاج العمال
B. اختيار موقع المنظمة
C. قيادة تطوير منتج جديد
D. لاتخاذ القرارات الإنتاجية

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

- **القضية الأولى:** مديري العمليات هم المسؤولون عن إدارة الأقسام أو الوظائف في المنظمات التي تنتج السلع والخدمات، أي أقسام الإنتاج والعمليات. تخيل نفسك مدير للعمليات، ما هو تصورك للمهام والمسؤوليات المناطة بك؟ **لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*1.4*: وظائف ومسؤوليات إدارة العمليات)**
- **القضية الثانية:** من مراحل دورة حياة إدارة العمليات: مرحلة الإطلاق وهي تعد أهم مرحلة. لوكنت مسؤولا عن هذه المرحلة، ماهي خططك للنجاح. **لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*1.5*: منهج دورة حياة إدارة العمليات)**
- **القضية الثالثة:** لا تحاول الشركات مواجهة التحديات التشغيلية التي تواجهنا اليوم فقط، وإنما ترغب بإيجاد طريقة موثوقة لتحضير المنظمة للتحديات الهائلة التي من المحتمل أن تواجهها في العام المقبل، ومن هذه التحديات السلوك الأخلاقي. كيف ترى مواجهة هذا التحدي في منظمات اليوم؟ **لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*1.7*: مشاكل إدارة الإنتاج).**

الوحدة 2

نظم الإنتاج ووظائف واستراتيجيات إدارة العمليات

كلمات مفتاحية:

نظام الإنتاج، نظام الإنتاج المتقطع، نظام الإنتاج المستمر، تحسين الإنتاجية، قياس الأداء، إستراتيجية العمليات.

ملخص الفصل:

منذ أن أحدثت تويوتا ثورة في عالم التصنيع والذي أصبح يعرف باسم نظام إنتاج تويوتا، استثمرت العديد من الشركات عبر قطاعات الصناعة وقتًا كبيرًا ومالًا وإجراءات تنظيمية لتكرار نهج تويوتا ونتائجها مع نسختها الخاصة من نظام الإنتاج. ولكن على الرغم من الانتشار النسبي لنهج التحسين المستمر، لا يزال هناك بعض الغموض حول ما يعنيه إتباع نظام الإنتاج، وكيفية تمييز نظام الإنتاج عن نظام الأعمال، وكيف يمكن للمنظمة معرفة نجاحها في تنفيذ نظام الإنتاج. سنتناول في هذا الفصل مفهوم نظام الإنتاج ودوره في المنظمات، ونستعرض إدارة الإنتاج/العمليات من وجهة نظر النظام كون جميع المنظمات هي نظم تحويل سواء في قطاعات التصنيع أو الخدمات، ونركز على الاختلاف بين نظام الإنتاج المتقطع ونظام الإنتاج المستمر. كما سنتناول وظائف إدارة العمليات الاستراتيجية والتكتيكية والتشغيلية في المنظمات الخدمية والصناعية.

المخرجات والأهداف التعليمية:

6. استيعاب الطلاب لمفهوم نظام الإنتاج ودوره في المنظمات.
7. استيعاب الطلاب لمفهوم إدارة الإنتاج / العمليات من وجهة نظر النظام.
8. استيعاب الطلاب أن جميع المنظمات هي نظم تحويل سواء في قطاعات التصنيع أو الخدمات.
9. تمكن الطلاب من فهم الاختلاف بين نظام الإنتاج المتقطع ونظام الإنتاج المستمر.
10. استيعاب وظائف إدارة العمليات الاستراتيجية والتكتيكية والتشغيلية في المنظمات الخدمية والصناعية

مقدمة

أجبر التحول الرقمي، الذي يشار إليه باسم الثورة الصناعية الرابعة، شركات التصنيع على اعتماد دورات حياة أقصر للمنتج بسبب متغيرات السوق والتطورات المتقلبة في نظام الإنتاج على العمل بمرونة من أجل التكيف مع احتياجات العملاء المتغيرة. ولا يمكن إدارة هذه البيئات من خلال أنظمة الإنتاج التقليدية. بل تحتاج نظام تصنيع قابل لإعادة التشكيل، الذي يجمع بين تعدد الاستخدامات والقدرة على إعادة تكوين الوظائف وخطوط الإنتاج المخصصة ليكون حلاً محتملاً في مثل هذه الحالات. والهدف المشترك لجميع الشركات التي تقوم برحلة في نظام الإنتاج هو أنها تريد أن تجعل عملياتها تعتمد على العمليات، وليس على الشخصيات. يرتبط مصطلح " نظام الإنتاج " أو "نظام التشغيل"، (هذه المصطلحات قابلة للتبادل) ارتباطًا وثيقًا بمصطلحات مألوفة أخرى في هذا المجال، مثل التحسين المستمر أو التميز التشغيلي. وبالمثل، لا يمكن ربط مفهوم نظام الإنتاج مباشرة بمنهجية معينة، مثل *Lean production* و*Six Sigma*، و*TQM*، و*TPM*، وما إلى ذلك، على الرغم من أن مزيجًا من هذه المنهجيات يعد أساسًا لنهج نظام الإنتاج.

نظام الإنتاج، كوحدة خلق القيمة هو نظام يحول المدخلات من مواد، وطاقة، ومعلومات، ووسائل نقدية، إلى مخرجات ذات قيمة في شكل منتج. ويتحقق ذلك من خلال التآزر بين عوامل خلق القيمة: المنتج والعملية والمعدات والتنظيم والإنسان. ينطوي إنشاء القيمة للمنتج على عدة عمليات تتطلب إجراءات تنظيمية لإدارة تنفيذها. وتتكون أنشطة العمليات الفنية، والتي يمكن تصنيفها على أنها القطع، والتجميع، والاختبار والمناولة والنقل والتخزين والتوزيع، والفرز، والتعبئة والتغليف.

يتم تنفيذ العمليات أو دعمها من قبل الأفراد والمعدات، ويتم ربط جميع العمليات المتضمنة في إنتاج ومعالجة وتوزيع البضائع ضمن مناطق محددة بأنه تدفق المواد، ويغطي جميع أشكال حركة عناصر العمل (مثل المواد والأجزاء والناقلات) في نظام إنتاج إما يدويًا أو باستخدام الأتمتة.

2-1 أهمية ودور إدارة الإنتاج

يلخص دور إدارة الإنتاج من خلال (الخمسة إم) *"5M"*: الأفراد والآلات والأساليب والمواد والأموال (***5M: Manpower,*** ***Machinery, Methods, Materials, & Money***). يشير مصطلح **"الأفراد"** إلى العنصر البشري في أنظمة التشغيل. نظرًا لأن الغالبية العظمى من موظفي التصنيع يعملون في الإنتاج المادي للسلع، فإن "إدارة الأفراد" هي واحدة من أهم أدوار

ومسؤوليات مدير الإنتاج. وتلعب إدارة الإنتاج أيضًا دورا محوريا في اختيار **الآلات** والطرق الخاصة بالشركة، فتبدأ باختيار المعدات والتكنولوجيا المستخدمة في تصنيع المنتج أو الخدمة، ثم التخطيط والتحكم في الأساليب والإجراءات الخاصة باستخدامها. وتعد مرونة عملية الإنتاج (**الطريقة**) وقدرة العمال على التكيف مع المعدات والجداول الزمنية قضايا مهمة في هذه المرحلة من إدارة الإنتاج.

وتشمل مسؤولية إدارة الإنتاج إدارة المواد وعمليات التدفق المادية (**المواد الخام**) والمعلومات (الأعمال الورقية). ويتم تحديد سلاسة حركة الموارد وتدفق البيانات إلى حد كبير من خلال الخيارات الأساسية في تصميم المنتج وفي العملية التي سيتم استخدامها.

يفسر اهتمام إدارة الإنتاج **بالأموال** أهمية التمويل واستخدام الأصول لمعظم منظمات التصنيع. إن المدير الذي يسمح ببناء المخزونات الزائدة أو الذي يحقق إنتاجا مستقرًا وعملية ثابتة من خلال التضحية بخدمة العملاء الجيدة والتسليم في الوقت المناسب، يخاطر بأن يؤدي الإفراط في الاستثمار أو زيادة التكاليف الحالية إلى محو أي ميزة تنافسية مؤقتة ربما تم الحصول عليها.

على الرغم من أن الخمسة أم *"5M"* " تستحوذ على جوهر المهام الرئيسية لإدارة الإنتاج، فإن التحكم يشكل أهم قضية لها. ويجب على مدير الإنتاج تخطيط ومراقبة عملية الإنتاج بحيث يتحرك بسلاسة عند المستوى المطلوب من الإنتاج مع تحقيق أهداف التكلفة والجودة.

للتحكم في العمليات غرضان: **الأول**، ضمان تنفيذ العمليات وفقًا للخطة، **وثانيًا**، مراقبة وتقييم خطة الإنتاج باستمرار لمعرفة ما إذا كان يمكن وضع تعديلات لتلبية التكلفة أو الجودة أو التسليم أو المرونة أو أهداف أخرى بشكل أفضل. على سبيل المثال، عندما يكون الطلب على المنتج مرتفعًا بما يكفي لتبرير الإنتاج المستمر، فقد يستلزم تعديل مستوى الإنتاج من وقت لآخر لمعالجة التقلب في الطلب أو التغيرات في الحصة السوقية للشركة.

ويمكن تقسيم دور إدارة الإنتاج والعمليات الفعالة في تحقيق الأهداف التنظيمية إلى ثلاث فئات عريضة: القرارات الاستراتيجية، والقرارات التكتيكية، والقرارات التشغيلية.

- ✓ **القرارات الإستراتيجية:** تساعد إدارة العمليات الإدارة العليا في اتخاذ القرارات على المستوى الاستراتيجي. تأخذ هذه القرارات بعين الاعتبار القيود الحالية بالإضافة إلى الظروف الحالية لصياغة أنظمة فعالة وعمليات على مستوى الشركة

لتحقيق ميزة تنافسية. وتشمل الأمثلة على هذه القرارات الاستراتيجية طويلة المدى عمليات الاندماج والاستحواذ أو التغييرات التكنولوجية الرئيسية التي تؤثر بشكل مباشر على الأعمال الأساسية للمنظمة.

- ✓ **القرارات التكتيكية:** تمكن إدارة العمليات الإدارة من جدولة الموارد المتاحة بكفاءة وإدارة الموظفين بموجب اللوائح القانونية والقيود التي حددتها الخطة الاستراتيجية للمنظمة. ومن أمثلة القرارات التكتيكية الوسيطة تخطيط التحول التشغيلي وجدولة تسليم المواد الخام.
- ✓ **القرارات التشغيلية:** تساعد إدارة العمليات الإدارة في تخطيط ومراقبة القرارات التشغيلية في ظل القيود التي تحددها القرارات التكتيكية. تركز هذه القرارات بشكل ضيق على أهداف الإدارات الفردية، مثل زمن أمثلة القرارات التشغيلية قصيرة المدى، وقرارات العمل اليومية المعتادة التي يتخذها قادة الفرق، مثل تخطيط المهام والأهداف اليومية الفردية.

تسعى إدارة عمليات الإنتاج للاستفادة من موارد الشركة المطلوبة لإنتاج السلع و/أو الخدمات. ولا يقتصر دور إدارة الإنتاج اليوم على أنشطة التصنيع على مستوى المصنع فقط، ولكنه يشمل جميع الأنشطة السابقة الأخرى مثل التحضير وتخطيط المنتجات والتصميم، وكذلك البحث والتطوير ويأخذ في الاعتبار التغيرات الاجتماعية والاقتصادية.

تشكل التوقعات حول التقنيات المستقبلية الأنشطة الرئيسية، والتي تتبعها مسوحات السوق وتقييم التكنولوجيا (على سبيل المثال دراسات مكافحة التلوث). توفر العوامل الاجتماعية الاقتصادية الأسس لنشاط البحث والتطوير للمنظمة لتخطيط وتصميم المنتج، ويتبع ذلك مرحلة التحضير التي تشمل التخطيط والتسلسل والجدولة واختيار المعدات وشراء المواد وتعبئة الموظفين وما إلى ذلك، ومن ثم تدعو إدارة الإنتاج إلى إجراءات متكاملة تغطي النطاق بأكمله. إن أنظمة الإنتاج التي تستجيب للتغيرات السريعة في السوق قادرة على تقليل المهلة بين تطوير المنتج والتصنيع والتي تعرف أيضًا باسم فترة بدء التشغيل بين تصميم المنتج والإنتاج الفعلي.

2-2 إدارة الإنتاج / العمليات من وجهة نظر منظومية *Systemic*

تتضمن إدارة العمليات مسؤوليات معينة. واحدة من تلك المسؤوليات هي التأكد من أن الأعمال تعمل بكفاءة، سواء من حيث استخدام أقل قدر من الموارد اللازمة وتلبية متطلبات العملاء إلى أعلى مستوى ممكن من الناحية الاقتصادية، ومن زاوية

منهج النظم لإدارة العمليات يمكن تصنيف الأنشطة في نظام العمليات كمدخلات وعملية تحويل ومخرجات.

تصنف المدخلات إلى ثلاث فئات: الموارد الخارجية والسوقية والموارد الأولية. يتم التحكم بهذه الأنظمة الفرعية مركزيًا من قبل مكتب إدارة المصنع (*Project management office PMO*) الذي يتحكم بصنع القرار المركزي وتشغيل جميع الأقسام بالمزامنة، ويضمن عدم تناقض القرارات التي تتخذها الإدارات والحفاظ على الانسجام بينها حتى تعمل جميعها معًا كجزء من النظام.

الفكرة وراء نموذج الأنظمة هي أن وظيفة العمليات يمكن أن تركز فقط على تحويل مدخلات المواد الخام إلى سلع وخدمات دون مراعاة البيئة الخارجية. تقدم طريقة عرض الأنظمة عرضًا مبسطًا للغاية للشركة وبالتالي تساعدنا في فهم العمليات الأساسية في الشركة. يمكننا أن نرى ما هي مجالات الاهتمام الرئيسية المصاحبة وتساعدنا في فهم التسلسل الهرمي وتخطيط المنظمة. مع ذلك، فإن عيوب هذا النموذج تشمل بطء الاستجابة للتغير في البيئة حيث يتم نقلها من خلال الوظائف المتصلة المختلفة وعدم قدرة العمليات على التطور استجابة لاحتياجات العملاء.

النظام عبارة عن مجموعة من العناصر المترابطة التي تعمل معا لتحقيق هدف. ينقسم النظام إلى سلسلة من الأجزاء أو الأنظمة الفرعية، وأي نظام هو جزء من نظام أكبر. يهتم نظام العمليات بتحويل الموارد من المدخلات إلى مخرجات في شكل سلع وخدمات. يمكن تصنيف الأنشطة في نظام العمليات كمدخلات وعملية تحويل ومخرجات. تحويل الموارد هي العملية التي تعمل أو تنفذ عملية التحول للعناصر إلى عناصر أخرى، وتشمل هذه العناصر: العمالة والمعدات والطاقة، وتختلف طبيعة ومزيج هذه الموارد بين العمليات، حيث الموارد المحولة هي العناصر التي تعطي نظام العمليات غرضه وهدفه. مثل الحلقة الأضعف في السلسلة، يجب أن يكون لكل نظام نقطة اختناق *"Constraint"* والتي تحكم نواتجه. فقد يكون نوع معين من الماكينات أو الموظفين أو حتى الرفوف بمثابة القيد، والقيود تحد من الناتج سواء اعترفنا بها أم لا. عند تحديدها وإدارتها بشكل صحيح، توفر القيود الطريق الأسرع إلى التحسين الكبير وتشكل حجر الأساس للنمو المستمر، وعند تجاهلها، قد يؤدي القيد الخارج عن السيطرة إلى التغير في جداول التسليم ويسبب تأخيرات لا يمكن التنبؤ بها. لذلك من المهم لأي مدير أن يحقق أقصى استفادة من قيوده ويديرها بشكل جيد.

هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الموارد المحولة من المواد التي يمكن تحويلها إما ماديًا (مثل التصنيع) من **الموقع** (مثل النقل)، عن **طريق الملكية** (مثل البيع بالتجزئة) والمعلومات التي يمكن تحويلها عن طريق الملكية (مثل المحاسبين)، أو عن **طريق التخزين** (مثل المكتبات)، وعن طريق الحيازة (مثل أبحاث السوق)، أو عن طريق الموقع (مثل الاتصالات السلكية

واللاسلكية) والعملاء يمكن تحويلهم إما جسديًا (مصفف الشعر)، أو عن طريق التخزين (مثل الفنادق)، وحسب الموقع (مثل شركات الطيران)، وعن طريق الحالة الفسيولوجية (مثل المستشفيات)، أو عن طريق الحالة النفسية (مثل الترفيه). كما أن هناك نوعان من موارد التحويل هي **المرافق** (مثل المباني والمعدات) **والموظفين** (جميع الأشخاص المشاركين في العمليات).

تسمى النظم الفرعية لشركة ذات صلة بتخصصات تجارية معينة المجالات الوظيفية للأعمال. المجالات الوظيفية الرئيسية الثلاثة في الأعمال التجارية هي وظائف العمليات والتسويق والتمويل. تعمل **وظيفة التسويق** على إيجاد وإنشاء الطلب على سلع وخدمات الشركة من خلال فهم احتياجات العملاء وتطوير أسواق جديدة. وتعد الحاجة إلى التسويق والعمليات للعمل بشكل وثيق معًا أمرًا مهمًا بشكل خاص لأن وظيفة التسويق ستوفر توقعات الطلب التي يمكن للعمليات من خلالها تخطيط سعة كافية من أجل تقديم السلع والخدمات في الوقت المحدد. **الوظيفة المالية** هي المسؤولة عن الحصول على الأموال ومراقبتها وتغطي قرارات مثل الاستثمار في المعدات وقرارات حجم السعر. تشمل الوظائف الأخرى التي تلعب دورًا داعمًا في المنظمة **وظيفة الموارد البشرية** التي ستلعب دورًا في التوظيف وعلاقات العمل، **ووظيفة البحث والتطوير** التي تولد وتحقق في إمكانات الأفكار الجديدة وقسم تكنولوجيا المعلومات الذي يوفر ويشترك في تنظيم احتياجات المعلومات المستندة إلى حواسب المنظمة. يمكن النظر إلى العلاقة بين الوظائف على أنها عدد من الأنظمة الفرعية داخل النظام تسمى "المنظمة". وبالتالي يمكن معالجة كل وظيفة (مثل التسويق) باستخدام نفس نموذج تحويل المدخلات / العملية / المخرجات مثل وظيفة العمليات. بمعنى آخر، يمكن التعامل مع كل وظيفة داخل المؤسسة على أنها تؤدي نشاط عمليات، حيث أنها تحول المدخلات إلى مخرجات، وهذا يعني أن كل جزء من المؤسسة يشارك في نشاط العمليات (إلى عميل خارجي أو داخلي) وبالتالي فإن إدارة العمليات التي يغطيها هذا الكتاب ذات صلة بهم.

قد يتم الاستشهاد بالعمليات كوظيفة في حد ذاتها، إلا أنها تشير إلى جزء من المنظمة الذي يوفر السلع والخدمات للعملاء الخارجيين. حيث تشارك وظيفة العمليات نفسها في جميع أجزاء الشركة وبالتالي لها تأثير كبير على الوضع التنافسي للمؤسسة. وتتمثل النظرة التقليدية للنظام الفرعي للعمليات في أنه وظيفة واحدة ضمن تسلسل خطي من العمليات وبالتالي يتم "عزلها" عن أفعال السوق. ويتم استخدام كل من المخزونات المادية وتوزيع المسؤولية داخل الوظائف خارج العمليات لحماية نظام العمليات من البيئة الخارجية. على سبيل المثال، ستتحمل وظيفة البحث والتطوير المسؤولية عن تطوير أفكار المنتجات الجديدة التي يتم بعد ذلك "نقلها" إلى وظيفة العمليات، وستتحمل وظيفة الشراء المسؤولية عن مصادر المواد والخدمات المشتراة، وتشمل المخازن مخزون المواد الفيزيائية قبل وبعد وظيفة العمليات لضمان استقرار العرض والقدرة على تلبية الطلب المتقلب على التوالي.

الفكرة وراء هذا النموذج هي أن وظيفة العمليات يمكن أن تركز فقط على تحويل مدخلات المواد الخام إلى سلع وخدمات دون الحاجة إلى مراعاة البيئة الخارجية خارج النظام التنظيمي.

في الواقع، تعتبر وظيفة العمليات حاسمة في تلبية احتياجات العملاء وتشارك بعمق في أداء المنظمة. على سبيل المثال المعلمات التي يمكن بموجبها تسويق منتج / خدمة ناتجة بشكل مباشر عن المدخلات من وظائف العمليات مثل المرونة التي تؤثر على نطاق المنتج المتاح. وبالتالي، بدلاً من أن يُنظر إليها على أنها مجرد "صندوق أسود" يأخذ المواد الخام ويتحول بعد ذلك إلى منتج / خدمة، يجب اعتبار وظيفة العمليات حاسمة بالنسبة إلى المركز التسويقي والميزة التنافسية للمؤسسة. فتتبع الحاجة إلى عمليات لتحسين الأداء عبر عدد من السمات (مثل الجودة والتسليم والتكلفة) وتعني أن التحسينات التنافسية ستتطلب التزامًا طويل الأمد وبالتالي نظرة استراتيجية للعمليات. ويتطلب هذا النهج التزامًا بتحسين الجودة، ثم تحسين العوامل التنافسية الأخرى التي تؤدي معًا إلى خفض التكلفة.

2-3 تصميم نظام الإنتاج

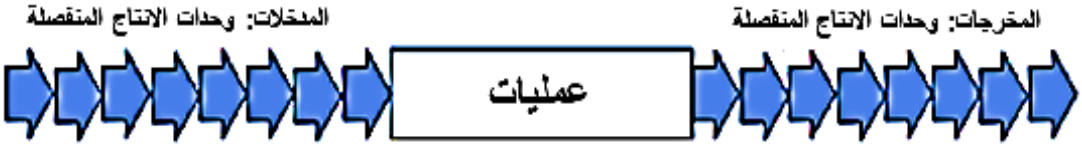
تدرك المنظمات التي ترغب في أن تكون قادرة على المنافسة في السوق العالمية أن عمليات التصنيع أو الإنتاج الخاصة بها هي جزء من سلسلة قيمة أكبر تبدأ من مصادر المواد الخام وتنتهي برضا العملاء، وبين كل هذا مجموعة من العمال والعمليات والوظائف. الشرط الأساسي لتحسين فهم إدارة أنظمة الإنتاج هو تصنيف مناسب لهذه الأنظمة، بحيث يسهل فهم أنظمة الإنتاج الحقيقية بشكل أفضل، مثل تدفق المواد بمنظور وتصنيف جديد فيما يتعلق بوقت الاستجابة والتكرار وتنظيم العمل. يعتمد تصميم نظام الإنتاج الذي يحدد "ما هو" وليس "كيف يتم تنفيذه" على المعرفة العميقة بالمحتوى، مع الحاجة إلى برنامج منهجي لتنفيذ واستدامة أفضل الممارسات في مجال الانضباط التشغيلي، واغتنام الفرص، ولن يكون نظام الإنتاج أو نظام الأعمال نتيجة عرضية أو مصادفة لممارسات التحسين المستمرة والجيدة المطبقة عبر الشركة بأكملها وسينتج فقط عن طريق التصميم. وبعبارة أخرى، يجب أن يكون إنشاء أو تطوير نظام الإنتاج نتيجة موضوعية لمبادرة استراتيجية رفيعة المستوى. على العموم، تطورت أنظمة الإنتاج من خلال عدة نماذج هي:

2.3.1. نظام الإنتاج المتقطع *Intermittent production*

يسمى نظام الإنتاج المتقطع لأن عملية إنتاج الوحدة ليست مستمرة من بداية دخولها إلى خط الإنتاج ولحد الانتهاء من تشغيلها، بل إن عملية الإنتاج تكون متقطعة بسبب نقل وتحريك الوحدات المنتجة من قسم لآخر وقد تضطر الوحدات المشغلة للانتظار ربما لأيام قبل أن يصلها الدور للتشغيل. والإنتاج المتقطع هي الحالة التي يجب أن يكون فيها الإنتاج مرن بما يكفي للتعامل مع مجموعة متنوعة من المنتجات والأحجام، حيث تفرض الطبيعة الأساسية للنشاط تغييرًا في الخصائص المهمة للمدخلات (مثل التغيير في تصميم المنتج). إن الترتيب الذي يلاءم هذا النمط من الإنتاج هو الترتيب على أساس العملية *Process Layout* ويسمى أحيانًا الورشة *Job Shop* أو الترتيب الوظيفي *Functional Layout* حيث يتم تجميع المكائن أو العاملين المتخصصين بوظيفة أو مهنة واحدة في قسم واحد. في مثل هذه الحالات، لا يوجد نمط تسلسل فردي للعمليات مناسب، لذلك يجب أن يكون الموقع النسبي للعملية حلاً وسطًا أفضل لجميع المدخلات التي يتم دراستها معًا.

ولعل أوضح مثال على هذا النمط هو جميع ورش التجارة والحدادة وتصليح السيارات وغيرها، كذلك من الأمثلة الواضحة المستشفيات والمطابع ومصانع الخياطة وغيرها. ونظرًا لأن الإنتاج جزئيًا للمخزون وجزئيًا لطلب المستهلكين، فهناك مشاكل يجب مواجهتها في الجدولة والتنبؤ والتحكم والتنسيق. تعد مشكلة تخطيط ومراقبة الإنتاج أكثر تعقيدًا نسبيًا مقارنةً بالتصنيع المستمر. تتغير وظيفة التوجيه في التصنيع مع التغيير في الدفعة. يتم تنفيذ وظيفة الجدولة في ضوء الوظائف الموجودة، ومرحلة إكمالها، والالتزام بالإنجاز وما إلى ذلك. على عكس التصنيع المستمر، من الصعب نسبيًا الحفاظ على التوازن في خط الإنتاج. إن فرص الانتظار، والاندفاع، والاختناقات أكثر، مما يؤدي إما إلى السعة الخاملة أو الضغط على الطاقة الإنتاجية الحالية. يبيّن الشكل (*2.1*) نموذج نظام الإنتاج المتقطع.

الشكل (*2.1*): نموذج نظام الإنتاج المتقطع



يمكن أن يكون النظام المتقطع فعالاً في الحالات التي تستوفي الشروط التالية: أن تكون مراكز الإنتاج موجودة بطريقة يمكنها من التعامل مع مجموعة واسعة من المدخلات. وأن تكون مرافق النقل بين مراكز الإنتاج مرنة بما يكفي لاستيعاب مجموعة متنوعة من الطرق لمدخلات مختلفة، ويجب أن تزود بمرفق التخزين الضروري.

أنواع نظام الإنتاج المتقطع: يمكن تقسيم **نظام الإنتاج المتقطع** إلى نوعين:

❖ **الإنتاج الوظيفي (*Functional production*):** ينطوي إنتاج العمل أو الوحدة على تصنيع وحدة كاملة واحدة باستخدام مجموعة من المشغلين والعملية حسب طلب العميل "الإنتاج لأمر خاص". كل وظيفة أو منتج يختلف عن الآخر ولا يوجد تكرار، وعادة ما يكون المنتج مكلفًا وغير قياسي، ولا يطالب العملاء بالمنتج نفسه، وبالتالي يصبح الإنتاج متقطعًا، وكل منتج هو فئة بحد ذاته ويشكل وظيفة منفصلة لعملية الإنتاج. يعتبر بناء السفن ومحطات الطاقة الكهربائية وبناء السدود وما إلى ذلك أمثلة شائعة لإنتاج الوظائف. **وأهم خصائص الإنتاج الوظيفي:**

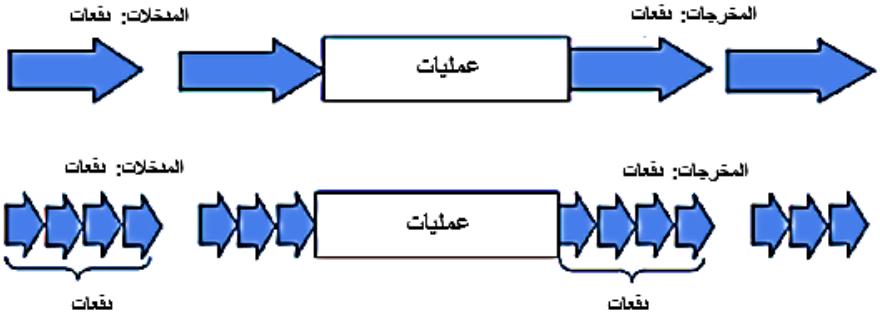
- ✓ المنتج مصنوع حسب الطلب أو غير قياسي.
- ✓ حجم المخرجات صغير بشكل عام.
- ✓ يتم استخدام معدات مناولة مواد المسار المتغير.
- ✓ يتم استخدام مجموعة واسعة من الآلات ذات الأغراض العامة مثل المطاحن، والحفر، والضغط، ... وما إلى ذلك.

وأهم مزايا الإنتاج الوظيفي: إنه مرن ويمكن أن يتكيف بسهولة مع التغييرات في تصميم المنتج. وخطأ في عملية واحدة لا ينتج عنه توقف كامل للعملية. إلى جانب ذلك، فهي فعالة من حيث التكلفة والوقت لأن العمليات مجموعة في طبيعة متشابهة. كما أن هناك انخفاض في معالجة المواد لأن الآلات قريبة من الخلية، ومن مزاياه أيضًا تقليل فترة الانتظار بين العمليات.

ومن مساوئ الإنتاج الوظيفي: أنه نظام الإنتاج الأكثر تعقيدًا، على سبيل المثال في بناء سفينة، يجب تصنيع وتجميع آلاف الأجزاء الفردية. مطلوب جدول زمني معقد للأنشطة لضمان التدفق السلس للعمل دون أي اختناقات. تكون المواد الأولية والمخزون قيد العمل عالية بسبب التدفق غير المنتظم للعمل، وتكون أعباء العمل غير متوازنة، وسرعة العمل بطيئة وتكاليف الوحدة مرتفعة.

❖ **إنتاج الدفعة (*Batch production*):** يعرف بأنه، "تصنيع منتج على دفعات صغيرة أو كبيرة أو كميات على فترات من خلال سلسلة من العمليات، ويتم تنفيذ كل عملية على الدفعة بأكملها قبل إجراء أي عملية لاحقة"، ويشير إلى إنتاج البضائع، التي تُعرف الكمية المطلوبة منها مسبقًا. حيث يتم إنتاج منتجات متطابقة على دفعات على أساس طلب العملاء أو الطلب المتوقع على المنتجات. تشبه هذه الطريقة بشكل عام الإنتاج الوظيفي باستثناء كمية الإنتاج. بدلاً من صنع منتج واحد كما في حالة الإنتاج الوظيفي، يتم إنتاج مجموعة من المنتجات في وقت واحد. يجب أن نتذكر هنا أن مجموعة واحدة من المنتجات قد لا تشبه المجموعة التالية. يبيّن الشكل (*2.2*) نموذج نظام إنتاج الدفعة.

الشكل (*2.2*): نموذج نظام الإنتاج الدفعة



مزايا إنتاج الدفعة: تتميز طريقة إنتاج الدفعة بالمزايا التالية:

- ✓ العمل ذو طبيعة متكررة.
- ✓ هناك تخطيط وظيفي لعمليات التصنيع المختلفة.
- ✓ يتم تنفيذ عملية واحدة على المجموعة بأكملها ثم يتم تمريرها إلى العملية التالية وهكذا.
- ✓ يتم ترتيب نفس النوع من الآلات في مكان واحد.
- ✓ يتم اختياره للتجارة موسمية أو عند الحاجة لإنتاج مجموعة كبيرة ومتنوعة من السلع.

وأهم مساوئ إنتاج الدفعة: أن مخزون العمل قيد التقدم مرتفع ويتطلب مساحة تخزين كبيرة، والمشكلة الرئيسية في إنتاج الدفعة هي الوقت الضائع بين عملية وأخرى. هذه النظام مناسب لجميع مؤسسات الخدمة مثل المستشفى حيث يتم تقديم العرض حسب طلب العميل واتباع تسلسل مختلف (مخبر فحوص الأمراض، بنك الدم، التصوير الشعاعي، إلخ).

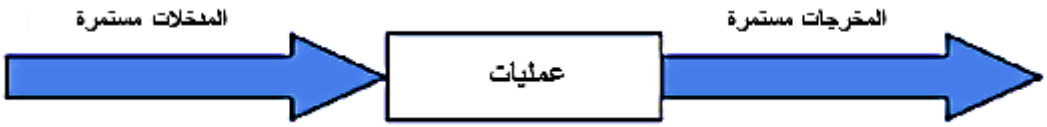
2.3.2 . نظام الإنتاج المستمر *Continuous Production*

إن حالات الإنتاج المستمر هي تلك التي يتم فيها توحيد المنشآت لتوجيه الإنتاج والتدفق حيث يتم توحيد من حيث التوجيه والتدفق. لذلك، يمكن اعتماد مجموعة قياسية من تسلسل العمليات. بالتالي، يشير الإنتاج المستمر إلى إنتاج كميات كبيرة من منتج واحد أو على الأقل عدد قليل جدًا من أصناف المنتجات مع مجموعة قياسية من العمليات والتسلسلات.

لذلك يمكن اعتماد مجموعة قياسية من العمليات وتسلسل العملية كنمط يخص المنتجات التي تنتج بحجوم كبيرة جدًا وتنوع قليل جدًا، فمثلًا جميع الأجهزة الكهربائية والسيارات تنتج بهذا الأسلوب، ويطلق عليه أيضًا الإنتاج الواسع أو الكبير *Mass*

production، وقد تكون الوحدات المنتجة منفصلة عن بعضها ويمكن عدها أو حسابها ولها أبعاد محددة، أو قد تكون بشكل تدفق *Flow* ولا يمكن حساب كمياتها إلا بوحدات الوزن أو الحجم مثل السكر والورق والبتروكيماويات وغيرها من المنتجات المشابهة. الترتيب الذي يلاءم هذا النمط من المنتجات يسمى الترتيب على أساس المنتج *Product Layout* أو خط التجميع *Assembly Line*، ويسمى هكذا لأن المكائن والمهام الخاصة بإنتاج الوحدة الواحدة يتم ترتيبها تتابعيا وطبقا لتسلسل عمليات تشغيل المنتج. يبيّن الشكل (2.3) نموذج نظام الإنتاج المستمر.

الشكل (2.3): نموذج نظام الإنتاج المستمر



يتميز نمط الإنتاج المستمر بضعف مهارة العاملين، وأن المهمة الواحدة قد لا تستغرق سوى دقيقة واحدة أو أقل أو أكثر قليلًا، كما أن المكائن متخصصة جدًا وأن حجم الإنتاج ضخم جدًا وعدد المنتجات قليل التنوع. تعتبر مصانع الصلب ومصانع السيارات ومصانع الكيماويات ومصانع النفط ومصانع السكر وغيرها من الأمثلة على نظام الإنتاج المستمر.

وأهم خصائص النظام المستمر:

- ✓ حجم الإنتاج كبير بشكل عام (الإنتاج الضخم) ويتم إنتاج السلع تحسبًا للطلب.
- ✓ إن تصميم المنتج وتسلسل العمليات يتم توحيدهما، أي يتم إنتاج منتجات متطابقة.
- ✓ يتم استخدام الآلات الأوتوماتيكية ذات الأغراض الخاصة لإجراء عمليات موحدة.
- ✓ تتم موازنة قدرات الماكينة بحيث يتم تغذية المواد في أحد طرفي العملية ويتم استلام المنتج النهائي في الطرف الآخر.
- ✓ يتم استخدام معدات مناولة مواد المسار الثابت بسبب التسلسل المحدد مسبقًا للعمليات.
- ✓ يُنظر في تخطيط المنتج المصمم وفقًا لخط منفصل لكل منتج.

وهناك بعض **الميزات الفارقة لنظام الإنتاج المستمر** من أهمها:

- ✓ تتم المعالجة من خلال سلسلة من العمليات التي تشكل حركة أو تدفق مستمر.
- ✓ يتدفق العمل من خلال سلسلة من العمليات المترابطة بحيث تمر المادة من مرحلة إلى أخرى دون انتظار أو انقطاع.

- ✓ تشكل العمليات تسلسلًا وتعمل الناقلات التي تربط العمليات المختلفة نفسها كمساحة تخزين.
- ✓ الميزة الرئيسية للنظام المستمر هي أن جرد العمل الجاري يكون بالحد الأدنى. نظرًا لأن معالجة المواد مستمرة ومتدرجة، فلا توجد فترة انتظار، ويتم تمرير كل عمل إلى المرحلة التالية مباشرة بعد اكتمال العملية السابقة دون انتظار اكتمال العمل على إجمالي الدفعة. نتيجة لذلك، يتم تقليل تكاليف مناولة المواد إلى الحد الأدنى ويمكن إجراء الاستخدام الكامل للأتمتة.
- ✓ الحفاظ على جودة الناتج موحدة لأن كل مرحلة تطور المهارة من خلال تكرار العمل.
- ✓ اكتشاف أي تأخير في أي مرحلة تلقائيًا.
- ✓ تقليل مناولة المواد بسبب النمط المحدد لخط الإنتاج. يتم التعامل مع المواد في الغالب من خلال سيور النقل، الناقلات الدوارة، خطوط الأنابيب، الرافعات العلوية، إلخ.
- ✓ تبسيط التحكم في المواد والتكلفة والمخرجات.
- ✓ يمكن أن يقوم بالعمل العمال شبه المهرة بسبب تخصصهم.

مساوئ النظام المستمر: النظام المستمر صارم للغاية، وإذا كان هناك خطأ في عملية واحدة، فإن العملية بأكملها تكون مضطربة. بسبب التدفق المستمر، يصبح من الضروري تجنب تراكم العمل أو أي انسداد على الخط. ما لم يتم إزالة الخطأ على الفور، فإنه سيجبر على إيقاف المراحل السابقة والمراحل اللاحقة. علاوة على ذلك، من الضروري الحفاظ على المعدات الاحتياطية لمواجهة أي أعطال تؤدي إلى توقف الإنتاج. وبالتالي فإن الاستثمارات في الآلات عالية إلى حد ما.

ويتوزع **نظام الإنتاج المستمر** إلى: نظام الإنتاج الضخم، ونظام إنتاج العملية، ونظام إنتاج التجميع.

- ❖ **الإنتاج الضخم *(Mass production)*:** يشير الإنتاج الضخم إلى تصنيع الأجزاء أو المكونات المعيارية على نطاق واسع، ويعد توحيد المواد والآلات والمنتجات والعمليات السمة الأساسية للإنتاج الضخم. كما يتم دمج الأجزاء المصنعة تحت الإنتاج الضخم في خط التجميع لصنع منتجات مختلفة. بشكل عام، درجة المكننة والأتمتة عالية وعملية الإنتاج الضخم مستمرة. ويتم استخدام نظام الإنتاج الضخم في العديد من الصناعات حيث يتم الإنتاج دون انقطاع. صناعات الإلكترونيات والكهرباء والسيارات والدراجات والحاويات هي أمثلة قليلة لصناعات الإنتاج الضخم. يوفر نظام الإنتاج الضخم وفورات الحجم حيث أن حجم الإنتاج كبير. تميل جودة المنتجات إلى أن تكون موحدة وعالية بسبب التوحيد والميكنة. في عملية مصممة ومجهزة بشكل صحيح، تلعب الخبرة الفردية دورًا أقل

بروزًا. يعتمد مستوى الجودة الدقيق على أنظمة مراقبة الجودة وسياسة إدارة المصنع. يبيّن الشكل (*2.4*) نموذج نظام الإنتاج الضخم.

الشكل (*2.4*): نموذج نظام الإنتاج الضخم

- **إنتاج العملية (Production process):** في ظل هذا النوع من إنتاج التدفق، يستمر الإنتاج من خلال تسلسل موحد للعمليات، ويتم استخدام الآلات الأوتوماتيكية المتطورة للغاية في المعالجة المستمرة لبعض المواد. حيث تعتبر المواد الكيميائية والإسمنت وما إلى ذلك أمثلة أخرى على صناعات إنتاج العملية. وتُعرف المصانع التي تستخدم نظام إنتاج العملية باسم "مصانع المعالجة". على أساس طبيعة عملية الإنتاج، يمكن تصنيف إنتاج العملية إلى إنتاج تحليلي وتركيبي: في عملية الإنتاج التحليلية، يتم تقسيم المواد الخام إلى منتجات مختلفة. على سبيل المثال، يتم تحليل النفط الخام إلى كيروسين، مازوت، بنزين، إلخ. وبالمثل، يتم معالجة الفحم للحصول على فحم الكوك، سائل الأمونيوم، قطران الفحم، إلخ. من ناحية أخرى، تشتمل عملية الإنتاج الاصطناعية على تركيب (خلط) مادتين أو أكثر لتصنيع منتج .على سبيل المثال، يتم خلط مزيج من حمض Lauric، حمض Myristic، حمض Plasmatic، حمض Stearic، حمض Linoleic، إلخ لتصنيع الصابون.
- **خط التجميع (Assembly line):هو** نوع من الإنتاج الذي تم تطويره في صناعة السيارات في الولايات المتحدة الأمريكية، وهو مفيد بشكل خاص عندما يتم إنتاج مجموعة محدودة من المنتجات المماثلة على نطاق واسع أو على

دفعات كبيرة إلى حد ما على أساس منتظم أو مستمر. يعتمد تصميم خط التجميع بشكل كبير على تصميم المنتج وموقع الإنتاج.

ومن أجل تطوير آلات خط التجميع يتم وضعها مع مراعاة الاعتبارات التالية:

- ✓ معدل تدفق العمل وراحة المشغلين أو العمال
- ✓ اتجاه عمليات التصنيع والعرض والطلب للمواد.
- ✓ توفر مرافق الخدمة مثل الماء والكهرباء والهواء المضغوط والأكسجين، إلخ.

وفي خط التجميع، يجب أن تتلقى كل آلة المواد من الآلة السابقة مباشرة وتمررها مباشرة إلى الآلة التالية. لذلك، يتم تنظيم موقع الآلات تلقائيًا من خلال تسلسل العمليات. فيجب ترتيب الآلات والمعدات بطريقة تتيح لكل مشغل الوصول المجاني والآمن إلى كل آلة. كما يجب توفير مساحة للحركة الحرة لعربات النقل الشوكية، وما إلى ذلك التي توفر المواد وتجمع المنتجات النهائية. ولا ينبغي إغلاق الممر ويجب ألا يكون العمال معرضين لخطر الاصطدام بالعربات المتحركة، وما إلى ذلك. في نفس الوقت يجب أن يكون هناك استخدام اقتصادي للمساحة الأرضية. تستخدم عملية خط التجميع هذه الأيام في تجميع السيارات وأجهزة الراديو والتلفزيونات وأجهزة الكمبيوتر والفيديو وغيرها من المنتجات الكهربائية والإلكترونية. يبيّن الشكل (2.5) نموذج نظام إنتاج خط التجميع.

الشكل (2.5): نموذج نظام إنتاج خط التجميع

ويبين الجدول (*2, 1*) التالي الفرق بين نظام الإنتاج المتقطع والمستمر

الجدول (*2, 1*): الفرق بين نظام الإنتاج المتقطع والمستمر

نظام الإنتاج المستمر	نظام الإنتاج المتقطع
يتم إنتاج نفس المنتج بشكل مستمر	لا يتم إنتاج نفس المنتج بشكل مستمر
السلع المنتجة للتخزين	السلع المنتجة لفترة محدودة
عملية الإنتاج ليست مرنة	عملية الإنتاج مرنة
الاستخدام المنتظم للمعدات	المعدات المستخدمة لفترة محدودة
يتم إنتاج نوع معين فقط من المنتج، بحجم كبير	يمكن تصنيع مجموعة واسعة من المنتجات بحجم إنتاج صغير
عمليات التخطيط والتحكم بسيطة وسهلة	عمليات التخطيط والتحكم معقدة ومملة
مجموعة واحدة من التعليمات كافية للعمليات	الحاجة إلى مزيد من التعليمات التفصيلية والعمليات الكثيرة
الاستثمار في رأس المال مرتفع	قد تكون الاستثمارات الرأسمالية منخفضة
تكلفة وحدة الإنتاج منخفضة	تكلفة الوحدة لكل دفعة إنتاج مرتفعة
مزيد من الأمن للوظائف	أمن أقل للوظائف
تقسيم المنظمة حسب الوظائف	تقسيم المنظمة حسب المنتج
يتطلب المزيد من القدرات الإدارية وتنسيق أفضل	يتطلب موظفين ذوي مهارات وقدرات تقنية عالية
التحكم سهل في خط الإنتاج	التحكم صعب "في خط" الإنتاج
التخزين مطلوب فقط في مواقع محدودة	التخزين مطلوب في كل عملية
التغيير في الموقع صعب	التغيير في الموقع سهل
توحيد المنتج والعملية	المنتج والعملية غير موحدة
دقة عالية	دقة منخفضة

2-4 تحسين الإنتاجية والاستخدام المُنتج للموارد: المفاهيم والعوامل التي تؤثر على الإنتاجية؛ قياس الإنتاجية، مفهوم الإنتاجية الخضراء

حظي موضوع الإنتاجية بالكثير من الاهتمام خصوصا في السنوات الأخيرة، فهي أحد المفاتيح الهامة لزيادة معدلات النمو السنوية والارتقاء بالقدرة التنافسية والميزة النسبية للسلع، فالكثير من الخبراء يرون أن دراسة الإنتاجية تعني دراسة جودة الموارد البشرية التي تتمتع بها دولة دون أخرى، ويدللون على ذلك بالفرق الشاسع في حجم الإنتاجية وجودة المخرجات بين دولتين تستخدمان نفس المستوى من التقنية ونفس الآلات والمعدات. حيث تسعى المؤسسة إلى تصنيع السلع والخدمات عبر تسخير كل المهارات العلمية والخبرات الفنية، وكذا الإمكانات المادية والبشرية التي تمتلكها لتنمية طرق الإنتاج وتحسين المردودية، وخلق العلاقات الطيبة في محيط العمل، قصد الوصول إلى أقصى إنتاجية ممكنة، بتطويع الظروف والمتغيرات بما يمكن من ذلك.

2.4.1. مفهوم الإنتاجية (productivity): يقصد بالإنتاج ناتج العملية الإنتاجية أو إجمالي عدد الوحدات المنتجة خلال فترة زمنية محددة، وعلى الرغم من أهمية قياس كمية هذه المنتجات، إلا أن ذلك لا يعبر كثيرا عن درجة كفاءة المؤسسة في استخدام مواردها. لذلك ظهر مفهوم جديد يعبر عن العلاقة بين مدخلات العملية الإنتاجية ومخرجاتها، يعرف بالإنتاجية التي عرفت عدة مفاهيم من أهمها: "الإنتاجية هي الاستخدام الكفء للموارد (العمل، رأس المال، الأرض، المعدات، الطاقة، المعلومات...، وذلك لإنتاج السلع والخدمات). والإنتاجية "هي مقياس يستخدم لقياس حجم المدخلات المطلوب لتحقيق حجم معين من المخرجات، وهي تركز على العلاقة بين المدخلات والمخرجات أي أن: **الإنتاجية = المخرجات ÷ المدخلات"**. وعليه، تشير الإنتاجية إلى قدرة المؤسسة على تحقيق أكبر قدر من الأهداف المطلوبة باستخدام أقل موارد ممكنة، فهي تربط بين الفعالية للوصول إلى الأهداف والكفاءة في حسن استخدام العناصر المتاحة بغية تحقيقها.

الفعالية (*Effectiveness*): يشير هذا المصطلح إلى قدرة المؤسسة "على تحقيق الأهداف مهما كانت **الإمكانيات** المستخدمة في ذلك"، ومعنى ذلك أن الفعالية تهدف إلى قياس مدى تحقيق الأهداف بغض النظر عن الإمكانيات التي استخدمت في تحقيقها وتحدد بالعلاقة:

$$\text{الفعالية} = \frac{\text{الأهداف المحققة}}{\text{الأهداف المحددة}}$$

أما علاقة الفعالية بالإنتاجية فهي:

$$\text{الفعالية الإنتاجية} = \frac{\text{الأهداف المحققة}}{\text{الوسائل المستعملة}}$$

الكفاءة (*Efficiency*): يشير معناها إلى الاستخدام العقلاني والرشيد لاختيار أفضل البدائل الذي يقلل التكاليف أو يعظم العائد إلى أقصى درجة ممكنة، كما تتمثل أيضا في كيفية الوصول إلى الهدف بأقل تكلفة ممكنة، ويعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{المخرجات الفعلية}}{\text{المدخلات المتوقعة}}$$

الطاقة الإنتاجية: تعرف على أنها "كمية الإنتاج التي يمكن الحصول عليها بمواصفات محددة في ظل الاستخدام الشامل والمكثف لوسائل الإنتاج المتوفرة مع تطبيق أفضل الطرق التنظيمية الفعالة في مجال العمل في فترة زمنية معينة (السنة المالية عموما)".

***2.4.2.* أهمية الإنتاجية**: تعتبر الإنتاجية نتاجا لكل من الفعالية والكفاءة، فهي الحالة التي تكون فيها المؤسسة منتجة، إنها المفهوم الذي يوجه ويرشد إدارة النظام الإنتاجي ويقيس نجاحها، لهذه الأسباب وغيرها احتلت الإنتاجية مكانة هامة في كل المؤسسات، وانتهت أهميتها إلى الاقتصاد ككل.

***2.4.3.* العوامل المحددة للإنتاجية**: يمكن تجميعها في ثلاث مجموعات أساسية:

- ✓ **محددات مباشرة:** تؤثر بشكل مباشر على العلاقة التي تحكم مدخلات العملية الإنتاجية بمخرجاتها، لذلك فإن التوزيع الأمثل للموارد يمكن أن يصل بالإنتاجية إلى مداها الأقصى.
- ✓ **محددات غير مباشرة:** تؤثر بشكل غير مرئي على العلاقة التي تحكم المدخلات بالمخرجات.
- ✓ **محددات إستراتيجية**: السياسات والقوانين التي تؤثر على الإنتاجية بشكل مباشر أو غير مباشر.

إن تقسيم المحددات إلى ثلاث مجموعات لا يعني أنها منفصلة عن بعضها، بل هي ذات تأثير متداخل، فإذا كان التطور التقني مثلا، يرفع من الإنتاجية، فإن هذا التطور قد يكون نتاجا لسياسات وقوانين حكومية مشجعة للبحث العلمي، أما فيما يتعلق بالمنافسة فهي توفر حافزا هاما ومحركا قويا لزيادة الإنتاجية من قبل المؤسسات في محاولة منها لكسب حصة تسويقية جديدة أو المحافظة على الوضع القائم.

***2.4.4.* العوامل المؤثرة على الإنتاجية**: تقسم إلى عوامل إدارية، وأخرى إنسانية وفنية وخارجية.

<u>أولا</u>: العوامل الإدارية: هي ذات تأثير كبير مقارنة بالعوامل الأخرى، أما مسبباتها فهي:

- ✓ عدم توافر المعرفة الإدارية: يرجع ذلك إلى عدم توافر نظم متكاملة وفعالة للمعلومات بالمؤسسة تمكن المسؤولين من معرفة ما يدور فيها، وقلة متابعة أساليب الإدارة الحديثة.

- ✓ انخفاض المهارات الإدارية: التي تمكن المدير من التعرف على مشاكل المشروع وتشخيصها من لوضع العلاج السليم لها وتخليص المؤسسة من خطرها السلبي على الإنتاجية.
- ✓ عدم توافق القيم الإدارية مع قيم جماعة العمل: يسبب التعارض بين قيم المدراء وقيم العاملين، العديد من المشاكل التي تؤدي إلى انخفاض الفعالية الإدارية وكذلك قدرات العاملين.

ثانيا: العوامل الإنسانية: تتركز هي الأخرى في ثلاث مجموعات رئيسية:

- ✓ انخفاض قدرات العاملين على العمل: وذلك إما لنقص المعرفة أو التعليم والتدريب، وكذلك الخبرة والمهارة.
- ✓ انخفاض الرغبة في العمل: على إدارة المؤسسة تنويع وتنمية العمل واستخدام الأنظمة الملائمة من الحوافز، لرفع الرغبة في العمل، بما يمكن من زيادة الإنتاجية.
- ✓ عدم توافق العاملين مع القيم السائدة في المؤسسة: قد تتميز إدارة المؤسسة بخصائص لا تتضمن ما يتكيف مع قيم عمالها، مما يؤثر سلبا على أدائهم، وبالتالي انخفاض إنتاجهم.

ثالثا: العوامل الفنية: تتضمن هذه العوامل ما يلي:

- ✓ صعوبات تواجهها المؤسسة في الحصول على المدخلات: بسبب ندرتها أو عدم توفرها محليا، أو لصعوبة صناعتها بالكميات المطلوبة وبالمواصفات المحددة.
- ✓ صعوبات تواجهها المؤسسة في تطوير المدخلات (عملية التحويل الإنتاجي): تتمثل أساسا في تعطل الآلات أو عدم وجود الفنيين اللازمين لإعدادها في الوقت المناسب.
- ✓ صعوبات تواجهها المؤسسة في إعداد المخرجات وتصريفها: على الإدارة المسئولة انتهاج أساليب فعالة لحل مشكلات العمل والعاملين، خاصة ما يرتبط بأنشطة الإنتاج.

رابعا: العوامل الخارجية: يمكن تقسيمها إلى أربعة عوامل رئيسية هي:

- ✓ العوامل الاجتماعية: ترتبط خاصة بالجوانب الحضارية والثقافية والفكرية.
- ✓ العوامل والمسببات الاقتصادية: هي تلك المؤثرات المتعلقة بالسوق والعرض والطلب، والمنافسة ومصادر العمالة وغيرها، وعدم مواجهتها يؤثر على نتائج الإنتاجية.
- ✓ العوامل التكنولوجية: كلما كان تأطير التطور التقني كبيرا، كلما احتاجت المؤسسة إلى الأبحاث المتطورة والتسهيلات التقنية لمواجهته.

- ✓ العوامل والمسببات السياسية: التنظيمات السياسية والهيئات الحكومية تؤثر على المؤسسة وعلى العاملين من خلال القوانين واللوائح التي تصدرها.

***2.4.5.* قياس الإنتاجية:** إذا كانت الإنتاجية مؤشرا هاما للمؤسسات الإنتاجية في كيفية استخدام مواردها للوصول إلى أفضل النتائج، فإنه من المفيد أن تعرف كيف تقيس هذه الإنتاجية، كونها تساعد في زيادة فعالية العملية الإنتاجية، فيمكن بواسطتها إنتاج كم أكبر وبجودة أفضل وبنفس القدر من المدخلات أو أقل. إن قياس الإنتاجية هو مقياس للاستخدام الفعال للموارد، لذا فإن المهمة الأساسية لمدير الإنتاج هي تحقيق الاستخدام المنتج لموارد المؤسسة، كما أن الإنتاجية هي مقياس للمخرجات منسوبة إلى المدخلات (العمالة، رأس المال، المواد، الطاقة...)، حيث يمكن قياس الإنتاجية على مستوى عملية تشغيل واحدة، أو على مستوى إدارة أو قسم معين أو على مستوى المؤسسة بأكملها.

تم تصنيف مقاييس الإنتاجية إلى أربعة مجموعات كالآتي:

(1) مقاييس تستهدف تقييم مدى تحقيق مستوى معين من النتائج في ظل معطيات معينة، باستخدام أساليب متعددة منها دراسة الحركة والوقت أو تحليل التكلفة والعائد، هذه المقاييس ترتبط بتحسين وتطوير العمليات وتكنولوجيا الإنتاج، وطرق تنظيم عملية الإنتاج.

(2) مقاييس ترتبط بابتكار جديد أو إدخال تكنولوجيات جديدة في الإنتاج، وبرامج البحوث والتطوير...الخ.

(3) مقاييس ترتبط بإنتاجية الأفراد، كمعدلات نمو إنتاجية الفرد، الرضا عن العمل والحوافز.

(4) مقاييس ترتبط بالأداء الكلي للمؤسسة.

***2.4.6.* <u>طرق قياس الإنتاجية</u>**: يتم قياس الإنتاجية على المستوى الكلي والآخر الجزئي.

***2.4.6.1.* <u>القياس الكلي</u>**: ويقصد به قياس الإنتاجية الكلية أو الإجمالية للمؤسسة، وتقدر قيمة الموارد التي ساهمت بشكل مباشر في إنتاج المخرجات، ويعطى المقياس الكلي للإنتاجية بالعلاقة:

$$\text{الإنتاجية} = \frac{\text{قيمة النواتج (أو المخرجات)}}{\text{قيمة المدخلات (أو الموارد)}}$$

حيث يمكن تقسيم المدخلات إلى أربع مجموعات هي:

- مدخلات عنصر العمل (***Labor***)، هي المرتبطة بالموارد البشرية المستخدمة في إنتاج مخرجات الفترة المعنية.

- مدخلات رأس المال (***Capital***)، وترتبط بالأموال المستخدمة في شكل أصول ثابتة أو متداولة في تحقيق مخرجات تلك الفترة.

- مدخلات عنصر المواد (***Materials***)، التي تم استخدامها خلال الفترة.

- مدخلات عنصر الخدمات(***Service***)، التي ساعدت في عملية الإنتاج، مثل النقل وبعض التكاليف غير المباشرة، وبذلك تعطى علاقة القياس بالمعادلة التالية:

$$\textbf{الإنتاجية الكلية} = \frac{\textbf{إجمالـــي المخرجـــات}}{\textbf{العمل + رأس المال + المواد + الخدمات}}$$

ولتوضيح أهمية الاعتماد على الإنتاجية بدلاً من الإنتاج في الحكم على كفاءة المنظمة في استغلال مواردها المتاحة تأخذ المثال التالي:

مثال1 - بفرض توافرت لدينا البيانات التالية، من إحدى الشركات الصناعية، والخاصة بقيمة الإنتاج وقيمة الموارد المستخدمة في الإنتاج خلال عامي ***2019*** و***2020***:

البيان	***2019***	***2020***
كمية الإنتاج	*1000*	*1700*
قيمة الموارد	*700*	*2500*

المطلوب تحديد الإنتاجية في عام *2019* و*2020* مع شرح النتيجة؟

الحل:

توضح النظرة الأولى والتي من خلالها يتم الاعتماد على قيمة الإنتاج فقط خلال العامين أن كفاءة المنظمة قد تحسنت، وذلك لأن الإنتاج قد زاد من 1000 وحدة نقدية في عام *2019* إلى *2020* وحدة نقدية في عام *2020* ولكن بدراسة العلاقة النسبية بين كل من المخرجات (قيمة الإنتاج) والمدخلات (الموارد المستخدمة) أي أنه بحساب الإنتاجية نصل إلى نتيجة مختلفة تماماً ويمكن حساب إنتاجية المنظمة خلال عامين كما يلي:

الإنتاجية عام *2019* **= 1000\ 700 = 1.4 ل. س**

الإنتاجية عام *2020* **= 1700\2500=0.68 ل.س**

وهذا يعني أن كل وحدة نقدية من الموارد المستخدمة قد حققت 0.68 وحدة نقدية في عام *2020* وهذا بدوره يعني أن إنتاجية المنظمة قد انخفضت من 1.4 وحدة نقدية عام *2019* إلى 0.68 وحدة نقدية فقط عام *2020* وذلك على الرغم من زيادة الإنتاج بمقدار 700 وحدة نقدية سورية أي بنسبة 170% عن عام *2019* **ويعني ذلك انخفاض كفاءة المنظمة في استخدام مواردها المتاحة**.

مثال2:

ما هي الإنتاجية الكلية لشركة يوسف-إخوان إذا علمنا أن: الإيرادات الكلية = 100000، والتجهيزات = 1000 (رأس المال وهي من الأصول الثابتة)، والعمالة= 3000، والمواد=5000، (رأس المال وهي من الأصول المتداولة)، الخدمات المساعدة= 1000ل.س.

الحل:

الإنتاجية الكلية= إجمالي المخرجات .

العمل+ رأس المال (الأصول الثابتة والمتداولة) +المواد+ الخدمات

الإنتاجية الكلية= 100000 = **10** ل.س.

1000+5000+3000+1000

وهناك مدخل آخر للقياس يتفاعل بموجبه عنصري العمل ورأس المال في خلق إضافة للمواد المستخدمة، كما يلي:

$$\text{إنتاجية تفاعل العناصر} = \frac{\text{إجمالي المخرجات – المواد والخدمات المشتراة}}{\text{العمل + رأس المال}}$$

وفي هذه الحالة تستبعد مستلزمات المواد والخدمات المستخدمة خلال الفترة من إجمالي المخرجات للتعبير عن مقدار الإضافة (المخرجات الصافية التي حققتها باقي العناصر (المدخلات الأخرى).

2.4.6.2. القياس الجزئي: يعنى بقياس إنتاجية كل عنصر من عناصر المدخلات، فيفسر التغير في الإنتاجية الكلية للمؤسسة، لمعرفة إمكانية تشخيص المشاكل بشكل أدق، وتحديد سبب الانخفاض، كأن يتعلق بإنتاجية العمل، أو إنتاجية رأس المال،

فيفيد في وضع خطة للعلاج والتحسين. ورغم اختلاف المقاييس حسب نوع النشاط، إلا أن هناك بعض المؤشرات التي يمكن استخدامها لكل عنصر.

- **<u>إنتاجية عنصر العمل</u>**: إن الارتفاع في إنتاجية العمل يمثل هدفا أساسيا في أي اقتصاد ولتحقيقه لا بد من معرفة العوامل التي تؤثر على الإنتاجية واستخلاص الوسائل الكفيلة للنهوض بإنتاجية العمل، ولهذه الإنتاجية مفهومان، الأول ويعبر عنه بالإنتاجية المتوسطة، وتعطى بالعلاقة:

$$\textbf{إنتاجية عنصر العمل} = \frac{\textbf{الإنتاج الكلي}}{\textbf{عدد وحدات العمل}}$$

وتقاس إما بعدد العمال، وعندها تعكس الإنتاجية المتوسطة للعمل، أي ما ينتجه العامل الواحد، وإما بعدد ساعات العمل، فتصبح الإنتاجية المتوسطة تعبيرا عن إنتاجية الساعة الواحدة، أما مفهومها الثاني فيعرف بالإنتاجية الحدية وهي تعكس لنا التغير الحاصل في الإنتاجية الكلية عند تغير عنصر العمل بوحدة واحدة، ويتم حسابها **وفقا** للمعادلة:

$$MLP = \frac{\Delta TP_L}{\Delta Q_L} = \frac{\Delta F(q_L, q_k)}{\Delta q_L}$$

ويعبر عن بعض مقاييس إنتاجية عنصر العمل كما يلي:

إنتاجية العامل = إجمالي المخرجات ÷ إجمالي عدد العاملين في المؤسسة،

إنتاجية عامل الإنتاج = إجمالي المخرجات ÷ إجمالي عدد عمال الإنتاج

إنتاجية ساعة العمل = قيمة الإنتاج ÷ إجمالي عدد ساعات العمل

إنتاجية يوم عمل الفرد = إجمالي المخرجات ÷ إجمالي أيام عمل المؤسسة خلال الفترة

إنتاجية ل.س من الأجور= قيمة الإنتاج ÷ إجمالي الأجور

<u>مثال3:</u> في شركة عمر-علي إخوان لمواد البناء بلغ مجموع الإيرادات عام 2017 =1500000 ل.س، إجمالي أجور العمال 186000 ل.س، عدد العمال =1000 عامل والمطلوب: حساب إنتاجية العامل، وإنتاجية الليرة السورية لأجور العمال.

الحل:

إنتاجية العامل = **قيمة إجمالي المخرجات قيمه (الإيرادات)** / **إجمالي عدد العاملين في المنشأة**

إنتاجية العامل = **1500000** / **1000** = 1500 ل.س/لكل عامل

إنتاجية الليرة السورية لأجور العمال = قيمة إجمالي المخرجات / إجمالي الأجور خلال الفترة

إنتاجية الليرة السورية لأجور العمال = 1500000 / 186000 = 8 ,065 ل. س / لكل ل.س واحدة

- **<u>إنتاجية عنصر رأس المال:</u>** تعبر عن إنتاجية الأصول الرأسمالية والأصول المتداولة، فيكون لدينا المقاييس الإجمالية لكل عناصر رأس المال، بالإضافة إلى المقاييس الجزئية لكل أصل من الأصول على حده. ويتم التعبير عنها في صورة طاقة تشغيل (بالنسبة للآلات)، أو قيمة استهلاك (بالنسبة للأصول الرأسمالية) أو تكلفة الأموال المستثمرة في الأصل (بالنسبة للمخزون) خلال الفترة، ورغم اختلاف تلك المؤشرات حسب نوع النشاط إلا أن هناك مؤشرات عدة لقياس الإنتاجية، تحسب كالتالي:

إنتاج يوم تشغيل الآلات= إجمالي المخرجات ÷ عدد أيام تشغيل الآلات

إنتاجية ساعة التشغيل = إجمالي المخرجات ÷ عدد ساعات التشغيل

كفاءة تشغيل الآلات = عدد ساعات التشغيل الفعلية ÷ عدد ساعات التشغيل المتاحة

وهكذا، يمكن إتباع نفس الخطوات لكل المدخلات الأخرى التي ساهمت في العملية الإنتاجية.

مثال4:

في معمل القنيطرة لصناعة الخل بلغ مجموع الإيرادات عام 2019 = 4500000 ل.س– وكان عدد أيام تشغيل الآلات 300 يوم، والمطلوب:

1- حساب إنتاجية يوم تشغيل الآلات.

2- حساب الكفاءة في تشغيل الآلات إذا كانت ساعات التشغيل الفعلية = 200000 بينما ساعات التشغيل المتاحة للآلات = 300000.

الحل:

إنتاجية يوم تشغيل الآلات= إجمالي قيمة المخرجات / عدد أيام تشغيل الآلات

إنتاجية يوم تشغيل الآلات = 4500000 / 300 =15000 ل.س.

كفاءة تشغيل الآلات (نسبة الانتفاع) = عدد ساعات التشغيل الفعلية / عدد ساعات التشغيل المتاحة

كفاءة تشغيل الآلات (نسبة الانتفاع) = 200000 / 300000 × 100 =%66,67

- **إنتاجية رأس المال وعنصر العمل:** أصبحت ظاهرة الإحلال بين عنصري العمل ورأس المال أكثر استعمالا، مما يؤكد خطورة الاعتماد على أحد المقاييس الجزئية في الحكم على مستوى الإنتاجية للمؤسسة، فلو كان الإحلال للتكنولوجيا المتطورة مكان الأفراد، فسوف يؤدي إلى تحقق زيادة كبيرة في إنتاجية عنصر العمل، سواء في شكل إنتاجية الفرد أو إنتاجية الدينار كأجر بسبب انخفاض حجم العمالة مع زيادة المخرجات أو ثباتها، والإحلال قد يمس مختلف عناصر المدخلات.

2.4.7. طرق تحسين الإنتاجية

محاولة التأثير على العوامل المحددة للإنتاجية بحيث تتغير مكوناتها من مدخلات ومخرجات، وكذا العلاقات فيما بينها، وهناك عدة طرق تساعد على تحسينها، ويتوقف ذلك على تحليل معطيات المحيط الداخلي للمؤسسة، ودراسة الظروف البيئية التي يمكن أن تحول دون إمكانية الاعتماد على تلك الطرق أو المداخل، التي تكون كالآتي:

(1) **ثبات المخرجات مع تقليل المدخلات**: بمعنى التخلص من بعض عناصر المدخلات غير المستغلة التي سوف لن تؤثر على كمية المخرجات المحققة.

(2) **زيادة المخرجات مع ثبات المدخلات**: أي استخدام كافة الأساليب الإدارية والرقابية التي تعمل على ترشيد الاستخدام الأمثل للموارد بتقليل التكاليف إلى أدنى حد ممكن.

(3) **زيادة المخرجات وزيادة المدخلات**: يعتمد هذا المدخل على التوسع في الإنفاق، بشرط أن يكون هناك مقابل أكبر للإنفاق، أي تكون نسبة زيادة المخرجات أعلى منها بالنسبة للمدخلات.

(4) **تخفيض المخرجات وتخفيض المدخلات:** بشرط أن يكون تخفيض المدخلات بنسبة أكبر ويكون ذلك بتقليص حجم النشاط، كأن تنصرف المؤسسة عن بعض الأنشطة التي ليس لها ميزة تنافسية، والتركيز على تلك التي تحقق مستوى إنتاجية أفضل.

(5) **زيادة المخرجات مع تخفيض المدخلات**: يعتبر من أفضل المداخل، فيتم من خلاله تحقيق مخرجات أكبر بأقل مدخلات ممكنة، ومثالها إحلال الآلات والتكنولوجيا محل عنصر العمل.

رغم تعدد مداخل تحسين الإنتاجية إلا أن ذلك يتوقف وبشكل أساسي على هيكل التكاليف. وبتركيز شديد على تكلفة عنصر العمالة، فهناك الكثير من المؤسسات مازالت تحتل فيها هذه التكلفة قيمة مرتفعة، مما يستدعي تحسين طريقة الأداء والاهتمام بإنتاجية عنصر العمل.

2-5 القضايا القادمة لنظم الإنتاج

يجب أن يكون مديرو الأعمال قادرين على الخوض في الجوانب الأعمق للعمليات التي تخلق القيمة من خلال فهم تدفق النشاط والعلاقات المتبادلة بين المدخلات أو المتغيرات الإنتاجية (عوامل الإنتاج) وكيف تؤثر العوامل البيئية الخارجية

والداخلية على مدى فعالية وكفاءة دمجها لإنتاج السلع والخدمات. فينبغي فهمها من حيث الصلة بين القيمة والعمليات.

يتمثل التحدي الأول لإدارة العمليات بالنسبة لأصحاب الأعمال والمديرين في الفهم الكامل لموضوع إدارة العمليات ودورها ووظيفتها في إنشاء وإضافة قيمة لعمليات وممارسات الأعمال لإرضاء العملاء وأداء الأعمال. حيث تعد إدارة العمليات في أفضل الأحوال مجالًا تكامليًا للدراسة الإدارية التي تميل أكثر نحو الجانب الكمي لنظرية الإدارة والتركيز في الغالب على ممارسات الكفاءة. وهو موضوع تقني للغاية وموجه كميًا بشكل متزايد، خاصة أنه يصبح أكثر تقدمًا مع تطبيق إدارة المشاريع، والوقت، والحركة، وتخطيط السعة والتنبؤ بالنظريات والنماذج، ونظرية النظم العجاف، ونماذج صنع القرار التحليلي وتقنيات الجدولة باستخدام الصيغ والتقنيات الرياضية، وبرامج تطبيقات الكمبيوتر التي تتطلب مهارات تقنية وكمية عالية. تتمثل أبرز القضايا المستقبلية لإدارة الإنتاج والعمليات في الآتي:

- ✓ **سيشكل تنوع المنتجات عالية الجودة في وقت قصير صداع دائم للشركات**

إن تقليل الوقت اللازم لدورة التصنيع سيسهم في زيادة سرعة إنتاج البضائع. عندما تقدم شركة معينة منتجات بجودة وسعر متشابهين، سيكون هناك توزيع وشراء سريعان. ونتيجة لذلك، ستتفوق على الشركات الأخرى في الصناعة. إذا كان هناك وفرة في العرض، فسيكون هناك توزيع سلس للسلع. عندما يتعلق الأمر بالتصدير، ستواصل بلدان أخرى شراء منتجات الشركة. مع وجود مجموعة متنوعة يعني أن هناك الكثير من الخيارات للمستهلكين.

- ✓ **ستكون المسؤولية البيئية مصدر قلق كبير في إنتاج الأعمال.**

يجب أن يكون مديرو الإنتاج في الوقت الحاضر أكثر اهتمامًا بحماية البيئة. على وجه التحديد، التخلص من النفايات ومكافحة التلوث. هذا يعزز المسؤولية الاجتماعية بين المستهلكين. كما يتم التركيز على الحد من النفايات وإعادة التدوير في الاهتمامات البيئية. يتم استخدام محطات الطاقة بابتكار طرق مفيدة حول كيفية الوصول إلى عملية صديقة للبيئة. بالمثل، فإن تطبيق مفاهيم الهندسة الميكانيكية المحسنة يفسح المجال لجودة الإنتاج.

- ✓ **ستكون هناك حاجة كبيرة لتطبيق استراتيجيات أكثر ابتكارا.**

تركز شركات الأعمال على مجموعة من الاستراتيجيات الخاصة بها والتي تعمل على الموارد المتاحة من مدخلات المواد والمرافق والمعلومات والعملاء المعنيين. ضمن هذه الاستراتيجية، يتم إيلاء الاهتمام بالتخطيط والتصاميم للمنتج النهائي، ليتم تقديم منتجات وخدمات جيدة إلى السوق.

- ✓ **ستكون البراعة مهارة مطلوبة من أجل البقاء في المنافسة في السوق.**

يتعلق هذا بقدرة الشركة على التكيف على الفور مع أي تغييرات قد تحدث. على وجه التحديد، يجب أن تكون الشركة المصنعة قادرة على تلبية معايير المستهلكين عندما يتعلق الأمر بالطلب.

- ✓ **مراعاة إدارة الجودة في السنوات التالية.**

الهدف النهائي هو إرضاء العملاء، فيجب اكتشاف طرق غير محدودة لتحسين الجودة بمرور الوقت، ويجب أن يسعى القادة دائمًا إلى الابتكارات والتحسين.

- ✓ **ستؤدي مشاركة الموظف إلى استيعاب الأفكار الجديدة.**

من أجل إدارة فعالة للمشروع، يجب أن يكون هناك مشاركة نشطة من الموظفين. مع المعرفة المسبقة للاتجاهات القادمة في إدارة العمليات، لن يبقى النجاح مجرد حلم طالما أن صاحب العمل يتكيف مع التحديث.

2-6 نظم الإنتاج وتكنولوجيا المعلومات

غالبًا ما يترك مجال تكنولوجيا المعلومات المتغير باستمرار المديرين يتساءلون عن تطوير تكنولوجيا المعلومات الذي سيساعد على الإنتاج بشكل أفضل في مؤسستهم. تساعد أنظمة إدارة المخزون وتحديد الترددات الراديوية على تقليل التكاليف وإدارة الأصول بشكل أفضل. وتساعد أنظمة تخطيط موارد المؤسسة والحوسبة السحابية في التواصل بين الموظفين والإدارة لتبسيط عمليات الإنتاج وتقليل احتياجات التخزين. فيما يلي شرح موجز لكل منها.

- ✓ **تحديد تردد الراديو**

يتكون نظام التعرف على الترددات اللاسلكية من العلامات والقارئ والبنية التحتية للكمبيوتر والبرمجيات التي تتيح للمؤسسة جرد العمل الجاري. يساعد على تقليل تكاليف الإنتاج عن طريق الحد من السرقة، وتحديد وضع السلع نادرة الاستخدام والحفاظ على سجلات أفضل للعمل الجاري. مع نمو التكنولوجيا وانخفاض أسعارها، بدأت المزيد من الشركات في استخدامها

لأغراض أخرى.

تستخدم بعض المرافق خدمات دفع الرسوم بتقنية *Radio-Frequency Identification RFID* للسماح للمسافرين بالدفع دون الحاجة إلى التوقف، مما يلغي أيضًا الحاجة إلى العديد من مشغلي الرسوم. وتتطلب عمليات جرد نهاية الشهر ونهاية العام عددًا أقل من الموظفين وأكثر دقة. بدأت شركات بطاقات الائتمان في استخدام التكنولوجيا للسماح للعملاء بالدفع بسرعة ببطاقة صغيرة.

- ✓ **نظام تخطيط موارد المؤسسة**

تعمل أنظمة *Enterprise Resource Planning ERP* على دمج جميع الأقسام داخل المنظمة، بالإضافة إلى مناطق مختلفة داخل نفس القسم. في التصنيع، يمكن لنظام *ERP* أن يساعد في التحكم في التكاليف باستخدام الوحدات التي تنشئ جداول العمال، وطلب المواد الخام، ومراقبة تدفق العمل ومراقبة الجودة. سوف تسهل برمجيات تكنولوجيا المعلومات اتصالات وضوابط أفضل بين المساهمين في عملية التصنيع. داخل المصانع، سيتم تسهيل الاتصالات من آلة إلى أخرى عن طريق البروتوكولات القياسية أو واجهات التحكم، والتشخيص، ومعلومات الإصلاح؛ وخدمات تغذية المواد الخام؛ والمعالجة الجارية؛ والتخلص من المنتج النهائي، وهكذا. سيتم دمج المعلومات بشكل متزايد في الأجزاء والمنتجات وقراءتها بواسطة معدات مناولة المواد ومعالجتها، مما يؤدي إلى أتمتة تدفق المواد والعمل الجاري. ستتيح هذه العوامل وغيرها والمرونة العملية اللازمة للتنافس والازدهار للمنتج.

- ✓ **برامج إدارة المخزون**

يمكن أن يساعد برنامج إدارة المخزون، في إنشاء أوامر المبيعات وأوامر الشراء وتلقي المدفوعات ومراقبة المخزون. حيث يقلل هذا النوع من تكنولوجيا المعلومات من احتمالية السرقة أو خطأ تقدير المخزون، ويسمح جهاز التتبع، باستخدام موجه رادار صغير محمول، للشخص المتلقي بمسح المخزون عند استلامه ونقل هذه المعلومات إلى قاعدة البيانات للبرامج. ستمتد أجهزة مناولة المواد في بيئة الإنتاج الجديدة من المستوى الضخم إلى مستوى النانو؛ وسوف تتواجد إمكانية التلاعب بالعمل على الأجزاء المجهرية والتجمعات. على نحو متزايد، ستكون المواد المستخدمة هي المواد التركيبية المبتكرة.

✓ **الحوسبة السحابية**

الحوسبة السحابية هي تقنية جديدة نسبيًا تساعد إدارة المنظمة بزيادة قدرتها على تخزين البيانات. إنها توفر التكاليف لأنها تسمح لمتخصصي تكنولوجيا المعلومات بتوظيف أنواع مختلفة من الموارد من أنواع مختلفة من البرامج، دون إعادة بناء البنية التحتية للشركة بالكامل. كما أنه يساعد على تبسيط الإنتاج وتوفير التكاليف لأنه يقلل من الحاجة إلى شراء خوادم إضافية من أجل الحفاظ على أو زيادة سرعة أنظمة الكمبيوتر. سيتطلب استغلال الإمكانات الكاملة لتكنولوجيا المعلومات لتحسين التصنيع معالجة العديد من الأمور غير التكنولوجية، بالإضافة إلى المجالات التقنية.

إن الفوائد المحتملة القادمة لتحسين أداء التصنيع هائلة، فهي تتعلق بعافية الاقتصادات المحلية والدولية. بالمقابل، فإن المخاطر كبيرة. إن مشهد الأعمال مليء بأعداد كبيرة من الشركات التي لم تحل استخدامها للتكنولوجيا من مشاكلها العميقة الجذور.

2-7 وظائف إدارة العمليات الاستراتيجية

إن المنظور الأساسي ليس بمنظور الكفاءة التشغيلية فحسب وإنما أيضا بمنظور استراتيجي يرتبط ارتباطا قويا بإيجاد واستمرار الميزة التنافسية وذلك للأسباب التالية:

- ✓ إن وظيفة العمليات تمثل الاستثمار الرأسمالي الأكبر في الأرض والبناء (الموقع) والتنظيم الداخلي وحجم المصنع وعدد الآلات (السعة الثابتة) كما أن الموارد المستثمرة في عوامل أخرى كالمخزون وقوة العمل والمواد بكميات كبيرة تجعل من العمليات مركز الثقل والقوة الدافعة للنجاح والتفوق.
- ✓ إن العمليات تعد الأكثر ارتباطا بالتطور التكنولوجي. وذلك لأنها هي الميدان الأكثر تطبيقا للابتكارات ونتائج البحث والتطور، وبالتالي فإن التكنولوجيا بوصفها العامل الأكثر تأثيرا في تطور السلع والخدمات لابد من أن تمر من خلال العمليات.
- ✓ إن العمليات تمثل المصدر الأكثر حيوية وتنوعا في إيجاد واستمرار الميزة التنافسية إذا ما تمت إداراتها إدارة إستراتيجية لا تتقيد بالحدود الضيقة التي تفرضها الإستراتيجية عادة، والإدارة التشغيلية لا تفقد أغراضها الإستراتيجية.

2-8 وظائف إدارة العمليات التكتيكية

يتم تعريف المدى التكتيكي بشكل عام على أنه فترة زمنية تمتد حوالي سنة واحدة أو أقل. يستخدم مدراء إدارة العمليات وظائف إدارة العمليات على المستوى التكتيكي لتوضيح ما يجب أن يقوموا به لكي تكون المنظمة ناجحة لمدة عام أو أقل. وبسبب الأفق الزمني وطبيعة الأسئلة المطروحة، يجب أن تتم تغطية الشكوك المحتملة التي تحدث أثناء تنفيذ أنشطة إدارة العمليات من خلال عدم اليقين المعتدل وقد تقترب من سيطرة الإدارة (التنبؤ بأسعار الشحن في العام المقبل، واستهلاك الطاقة، ...، وما إلى ذلك) من تلك الوظائف. فعلى المستوى التكتيكي، يجب على مدراء إدارة العمليات أن يتساءلوا عما يمكن القيام به لتحقيق الأهداف الموضوعة. **أولاً**، زيادة الإنتاج بحيث يلبي الطلب؛ **وثانياً**، يجب تعيين فريق من البائعين المحليين؛ وما إلى ذلك. وبناءً على هذه الإجراءات، يتم تحديد المؤشرات للسماح بمراقبة أداء الشركة على المستوى التكتيكي الذي حقق الأهداف للتوافق مع الاستراتيجية كفرصة كبيرة لتحقيق الأهداف الكبرى للمنظمة.

ومن أبرز وظائف مدراء إدارة العمليات على المستوى التكتيكي العناية بتنفيذ القرارات الاستراتيجية، الموجهة نحو تطوير خطط التقسيم وهيكلة سير العمل وإنشاء قنوات التوزيع واستحواذ الموارد مثل المواد والعمال والأموال. يضاف لها جدولة القوى العاملة، ووضع إجراءات ضمان الجودة، والتعاقد مع البائعين، وإدارة المخزون. ففي المستشفى على سبيل المثال، تعد جدولة القوى العاملة لتتناسب مع قبول المرضى أمرًا بالغ الأهمية لتوفير رعاية جيدة ومراقبة التكاليف، واختيار مورد خدمات الطعام مهم لخدمة كل من الموظفين والمرضى. كما يتم التأكد من أن الأدوية واللوازم المناسبة في متناول اليد من خلال العمل عن كثب مع الموردين في سلسلة التوريد.

2-9 المنظمات الخدمية والصناعية

يلاحظ الفرق الكبير بين أنواع الصناعات المختلفة عندما نقوم بتحليل بيئة التصنيع أو الخدمة التي تعمل فيها. تشمل عناصر بيئة التصنيع القوى البيئية الخارجية، واستراتيجية الشركة، واستراتيجية وحدة الأعمال، والاستراتيجيات الوظيفية الأخرى (التسويق، والهندسة، والتمويل، وما إلى ذلك)، واختيار المنتج، وتصميم المنتج / العملية، وتكنولوجيا المنتج / العملية وإدارة الكفاءات. التصنيع، كما يوحي الاسم، ينطوي على صنع الأشياء، فتشمل وظائف التصنيع عمل الميكانيكي والحرفي، وإنتاج المختبرات في المواد الكيميائية والأدوية، وتجهيز الأغذية والوظائف الإلكترونية والهندسة، على سبيل المثال لا الحصر؛

غالبًا ما يدمج الإنتاج الضخم في التصنيع الصناعي خطوط التجميع بمهام متخصصة لإنتاج عناصر بأعلى سرعة ممكنة.

وعلى النقيض من ذلك، فإن الخدمات لها وظائف أوسع نطاقا. فهي تشمل عمالًا متنوعين مثل موظفي الرعاية الصحية والمعلمين وموظفي المطاعم ومصففي الشعر وحتى الفنانين مثل الموسيقيين والممثلين. بشكل أساسي، يمكن أن تتضمن وظائف صناعة الخدمات العمل مع الأشياء (مثل إصلاح الأجهزة، على سبيل المثال) أو العمل مع الأفراد. وتعد المؤسسة الخدمية هيكلا منظما للقدرات بوسائل خاصة فيستفيد الزبون من خدماتها بمختلف الأشكال والأنواع فهي تبيع له الخدمة مباشرة. يمكن توضيح الفرق بين المنشآت الصناعية والخدمية كما في الجدول (*2, 2*) التالي:

الجدول (*2, 2*): الفرق بين المنشآت الصناعية والمنشآت الخدمية

وجه المقارنة	منشآت الخدمات	المنشآت الصناعية
أمثلة للمنشآت	- مكاتب المحاسبة - مكاتب المحاماة	- مصانع السيارات - مصانع الاسمنت
أمثلة للمنتجات أو الخدمات	خدمات نقل، تعليم، صحه، استشارات، الخ	حديد، اسمنت، سيارات، الخ
المدخلات	بشكل أساسي مواد خام وأشياء اخرى	مواد خام بشكل أساسي
عمليات التشغيل	عمليات اداء الخدمات تعتمد بشكل أساسي على العنصر البشرى	عمليات صناعية مختلفة
المخرجات	- خدمات غير ملموسة مثل خدمات النقل والتعليم والصحة...الخ	منتجات مادية مثل الحديد والاسمنت والأجهزة الإلكترونية ...الخ
المخزون	- لا يوجد مخزون	- مخزون مواد خام. - مخزون إنتاج تحت التشغيل. - مخزون إنتاج تام.
تكلفه المنتج/الخدمة	تكلفه أداء/ تقديم الخدمة	تكلفه البضاعة المباعة
تكاليف الإنتاج أو التصنيع	تشمل تكاليف العمالة + تكاليف أخرى	مواد خام- أجور - تكاليف صناعيه غير مباشرة

المصدر: (الهلباوي والنشار، 2008)

من أهم الاختلافات بين المنشآت الصناعية والمنشآت الخدمية هي أن معظم الخدمات يتم استهلاكها عند إنتاجها، ومعظم الخدمات لا يمكن تخزينها، كما تعتبر منشآت الخدمات كثيفة استخدام العمالة.

2-10 صياغة الاستراتيجية التنظيمية

صياغة الإستراتيجية هي عملية تقديم التوجيه المناسب للشركة. وتسعى صياغة الإستراتيجية إلى تحديد الأهداف طويلة المدى التي تساعد الشركة على استغلال نقاط قوتها بشكل كامل وتغليب الفرص الموجودة في البيئة. بمجرد معرفة نقاط القوة، يتم تحديد الفرص التي يمكن استغلالها؛ ووضع خطة طويلة المدى لتركيز الموارد والجهد. نظرًا لأن الاستراتيجيات تستهلك الوقت والطاقة والموارد، يجب صياغتها بعناية. يجب أن تضمن الاستراتيجيات، التوافق الأنسب بين الأهداف والموارد والجهود التي يبذلها الأفراد. كما يجب أن يكون الهدف النهائي لكل استراتيجية هو تقديم قيمة متميزة للعملاء في جميع الأوقات.

يقلب *Hamel & Prahalad (1989)* الكثير من مفاهيم التفكير الحديث رأساً على عقب من خلال التأكيد على أن الوظيفة الحقيقية لاستراتيجية الشركة ليست في مطابقة مواردها مع فرصها ولكن تحديد الأهداف التي تجعل الشركة "تمتد" إلى أبعد مما يعتقد معظم المديرين أنه ممكن. ومن الأمثلة المشهورة هي شركة تويوتا مقابل شركة جنرال موتورز، محطة سي إن إن مقابل محطة سي بي إس، الخطوط الجوية البريطانية مقابل الخطوط الجوية بان آم وسوني مقابل آر سي إيه. في جميع هذه الحالات، ربما كان الطموح والتصميم الساحقين عنصرًا أساسيًا في قصة نجاحهم.

2-11 الإستراتيجيات التشغيلية في التصنيع

هناك مستويات مختلفة من الإستراتيجيات التنظيمية. حددت *Tapera (2016)* أربعة مستويات هي إستراتيجية الشركة، وإستراتيجية الأعمال، والإستراتيجية الوظيفية وإستراتيجيات التشغيل.

أ. الإستراتيجية على مستوى الشركة: تُعنى هذه الإستراتيجية بشكل أساسي باختيار الأعمال والمنتجات والأسواق.

ب. إستراتيجية وحدة الأعمال: تشمل المشكلات الإستراتيجية على مستوى وحدة الأعمال وضع الأعمال التجارية أمام المنافسين واستيعاب التقنيات الجديدة التأثير على طبيعة المنافسة من خلال التكامل الرأسي والأفقي، والضغط السياسي والتواصل، إلخ.

ج. إستراتيجيات المستوى الوظيفي: تتعلق القضايا الإستراتيجية على المستوى الوظيفي بعمليات الأعمال وسلسلة القيمة. وتشمل إستراتيجيات التسويق والتصنيع والبحث والتطوير والتمويل.

د. الإستراتيجيات التشغيلية: تهتم بكيفية تنظيم كل جزء من الأعمال لتقديم التوجيه الإستراتيجي والإستراتيجيات الوظيفية على مستوى الشركة ووحدة الأعمال. لذلك، تركز الإستراتيجية التشغيلية على قضايا العمليات والموارد البشرية والمالية وما إلى ذلك. وتشمل هذه الإستراتيجيات اتخاذ قرارات في المحل تحت إشراف المشرفين والعاملين، وتشمل دفع الفواتير، وإدارة سلسلة التوريد، واستخدام الأصول والموارد الأخرى بما في ذلك الموظفين من أجل مصلحة أفضل منظمة لتحقيق الميزة التنافسية.

تتضمن إستراتيجيات الشركة رؤية الشركة كنظام للأجزاء المترابطة. تمامًا مثلما تعتمد عضلات القلب على وظائف الدماغ في جسم الإنسان، يعتمد كل قسم في الشركة على الأقسام الأخرى للبقاء بصحة جيدة وتحقيق النتائج المرجوة. يجب أن تدعم الإستراتيجيات الأساسية الإضافية التي تستخدمها الشركة استراتيجية الشركة وتستخدم التفاعلات بين الوظائف. ويجب أن تتضمن الإستراتيجيات التشغيلية مناهج يحركها العملاء لتلبية احتياجات ورغبات السوق المستهدفة.

12-2 استراتيجيات العمليات في المنظمات الخدمية

الخدمة هي عملية تحول مفتوحة لتحويل المدخلات (المستهلكين) إلى المخرجات المطلوبة (المستهلكين الراضين) من خلال التطبيق المناسب للموارد (الأفراد، المادة، العمالة، المعلومات، والمستهلك أيضًا). ببساطة، الخدمات هي أنشطة اقتصادية تنتج في الوقت أو المكان أو الشكل أو المنفعة. توفر وجبة في مطعم للوجبات السريعة الوقت، توفر وجبة مع موعد في مطعم أنيق مع خدمة متفوقة دفعة نفسية. يجذب Wal-Mart الملايين من العملاء لأنه يمكنهم العثور فيه على سلع المتاجر المختلفة، والبقالة، والتنظيف الجاف، وتأجير الأفلام، وتصفيف الشعر، والنظارات، والخدمات البصرية، وأدوات الحضانة، والبنزين، وخدمة السيارات في مكان واحد. كما هو الحال مع التصنيع، تتطلب عمليات الخدمة نهجًا استراتيجيًا. يصف كل من Metters و King-Metters و Pullman و Walton عملية التخطيط الاستراتيجي على أنها تسلسل هرمي يتكون من التموضع الاستراتيجي واستراتيجية الخدمة والتنفيذ التكتيكي.

يتضمن تحديد المواقع الاستراتيجي أولاً تحديد السوق المستهدف للشركة. وبعبارة أخرى، ما هي مجموعة العملاء الذين تسعى الشركة إلى خدمتهم؟ بعد ذلك، يجب على الشركة تحديد كفاءتها الأساسية أو ما يميزها عن شركات الخدمات الأخرى،

أي قيادة التكلفة أو التمايز أو التركيز. عند هذه النقطة، يجب على الشركة اتخاذ قرارات بشأن مهمتها وأهدافها وغاياتها العالية المستوى. على مستوى استراتيجية الخدمة، يجب أن تحدد شركة الخدمة: مفهوم الخدمة ونظام تشغيل الخدمة ونظام تقديم الخدمة. وتربط إستراتيجية الخدمة الموقع الإستراتيجي للشركة بالتنفيذ التكتيكي. تبدأ الشركة بتحديد أولوياتها التنافسية والفائزين بالطلبات ومؤهلاتها. الأولويات التنافسية هي خصائص الشركة أو الأشياء التي تقوم بها بشكل أفضل من شركات الخدمات الأخرى (مثل التكلفة المنخفضة أو الجودة أو الخدمة السريعة أو المرونة في تغيير الطلب). يجب أن تكون الأولويات التنافسية للشركة مؤهلاً للطلب وفائزًا في الطلب. مؤهل الطلب هو خاصية يجب أن تمتلكها الخدمة من أجل التنافس في السوق. إذا كانت الشركة تفتقر إلى ذلك، فلن يفكر المستهلك في شراء خدمة الشركة. الفائز بالطلب هو السمة التي ستجعل المستهلك يشتري خدمة الشركة على منافسيها. ومن ثم فإن مفهوم الخدمة هو مجموعة الأولويات التنافسية التي يقدرها السوق المستهدف.

تصف استراتيجية التشغيل كيف ستدعم الوظائف المختلفة للشركة (التسويق والتمويل والعمليات) مفهوم الخدمة. إذا كانت الأولوية التنافسية الحائزة على طلب الشركة هي الجودة، فماذا ستفعل العمليات لضمان جودة الخدمة وكيف سيعزز التسويق هذه الخاصية؟ يحدد نظام تقديم الخدمة مكونات النظام اللازمة لتنفيذ مفهوم الخدمة. من الأمثلة على المتغيرات المطلوبة متطلبات السعة وأنظمة إدارة الجودة وسياسات الإدارة. يجب أن يدعم كل من هذه الأولويات التنافسية للشركة بحيث تكون الشركة متميزة بشكل واضح عن منافسيها. أخيرا، تقترب الشركة من قضايا التنفيذ التكتيكي الذي يشمل الأنشطة اليومية المطلوبة للعمل ودعم إستراتيجية الخدمة. يتضمن ذلك إدارة الطاقة، وموقع المنشأة، وإدارة المخزون، وتخطيط المنشأة، واختيار الموردين، وجدولة العمليات، والتوظيف، وتحسين الإنتاجية.

تتأثر القرارات التي يتم اتخاذها في عملية التخطيط الإستراتيجي أعلاه تأثراً شديداً بموقفها من نموذج نضج خدمة. يقسم McCluskey هذا النموذج نضج الخدمة إلى أربع مراحل:

- ✓ **المرحلة 1:** الخدمة الأساسية، ينصب التركيز على الاستجابة للطلبات في الوقت المناسب.
- ✓ **المرحلة 2:** الكفاءة التشغيلية - ينصب التركيز على خفض التكلفة
- ✓ **المرحلة 3:** التميز في دعم العملاء - ينصب التركيز على الكفاءة
- ✓ **المرحلة 4:** ينصب التركيز على تغيير مفهوم الخدمة وزيادة فرص السوق

يلاحظ McCluskey أن معظم الشركات لا تزال في المرحلة الأولى، وتنتقل إلى الثانية.

13-2 نموذج نظام الورديات

غالبًا ما يتم عمل نظام الورديات في الصناعات حيث تكون هناك حاجة للموظفين على مدار الساعة (مثل الرعاية الصحية أو الشرطة أو أقسام الإطفاء أو مشغلي الكمبيوتر). أكثر من 22 مليون أمريكي هم عمال ورديات، وظائف يمكن أن تأتي مع مزايا مثل ارتفاع الأجور، وتحديات مثل قلة النوم والقضايا الصحية. على الرغم من ساعات العمل غير التقليدية، يؤدي عمال الورديات دورًا مهمًا في توفير الخدمات الأساسية لمجتمعهم. لمساعدة الموظفين على النجاح في ورديات العمل، من المهم ترتيب الجداول بطريقة تسمح بنوم كافٍ. فيما يلي سنتعرف على إيجابيات وسلبيات الأنواع الثلاثة الأكثر شيوعًا لجداول عمل الورديات للمساعدة في تحديد أفضل ما يناسب الشركة.

جدول الورديات أو خطة *DuPont* تعد واحدة من جداول العمل بنظام الورديات أو المناوبات الأكثر شيوعًا، وتتميز بدورات تناوب مدتها 12 ساعة، باستخدام أربعة فرق، لضمان التغطية على مدار الساعة. خلال دورة أربعة أسابيع، يبدو جدول الموظف كما يلي: أربع ورديات ليلية متتالية، ثلاثة أيام عطل، ثلاث ورديات يومية متتالية، يوم إجازة واحد، ثلاث ورديات ليلية متتالية، ثلاثة أيام عطلة، أربعة ورديات يومية متتالية، إجازة سبعة أيام متتالية.

الإيجابيات: يتمتع الموظفون بإجازة مدتها أسبوع مدمجة في كل شهر من العمل.

السلبيات: قد لا يكون استراحة على مدار 24 ساعة في منتصف الشهر وقتًا كافيًا للموظفين للراحة الكافية قبل العودة إلى العمل. قد يواجه الموظفون أيضًا مشكلة في إعادة التكيف مع جدول عملهم بعد إجازة لمدة أسبوع. وأخيرًا، سيعمل الموظفون 72 ساعة في أسبوع واحد، مرة في الشهر.

جدول الورديات ل *Pitman*: يُعرف أيضًا باسم "عطلة نهاية أسبوع أخرى"، في هذه الخطة المشتركة، تعمل أربعة فرق على ورديتين لمدة 12 ساعة يوميًا وتعملان على دورة لمدة أسبوعين. يتم إعطاء كل فريق إما وردية ليلية أو وردية نهارية. بالنسبة للفرق في الوردية الليلية، يبدو الجدول كما يلي: وردية ليلتين، إجازة يومان، ثلاث ورديات ليلية، إجازة يومان، وردية ليلتين، ثلاثة أيام عطلة.

الإيجابيات: سيحصل الموظفون على عطلة نهاية الأسبوع ويضعون الخطط مع العائلة والأصدقاء الذين لديهم جداول عمل تقليدية أكثر. أيضا، لا يعمل الموظفون أكثر من ثلاثة أيام متتالية.

السلبيات: يمكن أن تكون الورديات التي تستغرق اثنتي عشرة ساعة مرهقة - خاصة بالنسبة للموظفين في المناوبات الليلية.

مهما كان جدول التحول الذي تختاره الشركة، يمكنها توقع بعض المطبات بينما يتكيف العمال مع الروتين الجديد. يجب على الإدارة التواصل معهم بانتظام لمعرفة ما يشعرون به، والعمل معًا لإجراء التغييرات اللازمة لمساعدتهم في الحصول على النوم الذي يحتاجونه.

ونموذج الورديات شائع في العمل الصناعي، والجمارك والهجرة، والمستشفيات والرعاية الصحية، وخدمات الحماية وعمل الشرطة، والإسعاف، والضيافة، والفنادق، والمطاعم، وخدمات النقل بالشاحنات وشركات الطيران. وأفضل حل لمشكلات العمل بنظام الورديات سيكون القضاء عليه ولكن هذا ليس في الغالب احتمالًا عمليًا. من المحتمل أن تظل أعمال الورديات حقيقة لنسبة كبيرة من العمال. وهناك مستويان أساسيان حيث يمكن إجراء التحسينات فيهما على نظام الورديات وهما:

- ✓ **المستوى التنظيمي:** في المقام الأول من خلال تصميم جداول التحول والتعليم ومرافق أفضل.
- ✓ **المستوى الفردي:** مساعدة العمال على الحصول على نوم أفضل واتباع نظام غذائي صحي وتقليل الضغط.

المصادر والمراجع *References*

1. **علي الشرقاوي، إدارة النشاط الإنتاجي (مدخل التحليل الكمي)، دار الجامعة الجديدة للنشر، مصر، 2003، ص 21.**
2. **جبرين، علي هادي، إدارة العمليات، دار الثقافة للنشر والتوزيع-عمان, 2006.**
3. **العزاوي، محمد، الإنتاج وإدارة العمليات، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع- عمان, 2006.**
4. **نجم، نجم عبود، إدارة العمليات (النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة)، الجزء الأول، معهد الإدارة العامة-الرياض, 2001.**
5. **العلي، عبد الستار محمد، إدارة الإنتاج والعمليات، دار وائل للنشر-عمان، 2000.**
6. *Amoako-Gyampah, K., & Acquaah, M. (2008). Manufacturing strategy, competitive strategy and firm performance: an empirical study in a developing economy environment. International Journal of Production Economics, 111(2), 575-592.*
7. Choudhari, S., Adil, G., & Ananthakumar, U. (2012). Exploratory case studies on manufacturing decision areas in the job production system. International Journal of Operations & Production Management, 32(11), 1337-1361.
8. *Choudhari, S., Adil, G., & Ananthakumar, U. (2013). Configuration of manufacturing strategy decision areas in line production system: five case studies. International Guellec Dominique,*
9. *Dyer JH, Godfrey P, Jensen R, Bryce D. Strategic management: Concepts and tools for creating real world strategy. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016*
10. *Hamel G., and Prahalad C.K., (1989) "Strategic Intent" Harvard Business Review, May –June, 1989, Vol. 67. No. 3. pp63-78*
11. Jiménez, C., Garrido-Vega, P., Ríos, J., & González, S. (2011). Manufacturing strategy-technology relationship among auto suppliers. International Journal of Production Economics, 133(2), 508-517.
12. Kathuria, R., Porth, S., Kathuria, N., & Kohli, T. (2010). Competitive priorities and strategic consensus in emerging economies: evidence from India. International Journal of Operations & Production Management, 30(8), 879-896.
13. *Leskaj E. The challenges faced by the strategic management of public organizations. Administratie si Management Public, 2017; (29):151-161.*
14. *Pierre Ralle, Les nouvelles théories de la croissance, éd. La Découverte, 1997.*
15. Journal of Advanced Manufacturing Technology, 64(1-4), 459-474.

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
أجبر التحول الرقمي شركات التصنيع على اعتماد دورات حياة أطول للمنتج بسبب متغيرات السوق.		خطأ
الهدف المشترك للشركات من نظام الإنتاج هو أنها تريد أن تجعل عملياتها تعتمد على العمليات، وليس على الشخصيات.	صح	
تشمل مسؤولية إدارة الإنتاج إدارة المواد وعمليات التدفق - المادية (المواد الخام) والمعلومات	صح	
إن أنظمة الإنتاج التي لا تستجيب للتغيرات السريعة في السوق قادرة على تقليل المهلة بين تطوير المنتج والتصنيع.		خطأ
عادة لا توجد نقطة اختناق *"Constraint"* في أنظمة الإنتاج تحكم نواتجه.		خطأ
من المهم لأي مدير أن يحقق أقصى استفادة من قيوده ويديرها بشكل جيد.	صح	
تحويل الموارد هي العناصر التي تعمل أو تنفذ عملية التحول على عناصر أخرى.	صح	
الموارد المرتجعة هي العناصر التي تعطي نظام العمليات غرضه وهدفه.		خطأ
تسمى النظم الفرعية لشركة ذات صلة بتخصصات تجارية معينة المجالات الوظيفية للأعمال.	صح	
تعمل وظيفة التسويق على إيجاد وإنشاء الأموال ومراقبتها وتغطي قرارات مثل الاستثمار في المعدات		خطأ
تولد وظيفة البحث والتطوير المخزونات المادية من السلع والخدمات للعملاء الخارجيين		خطأ
يمكن التعامل مع كل وظيفة داخل المؤسسة على أنها تؤدي نشاط عمليات	صح	
تتحمل وظيفة البحث والتطوير المسؤولية عن تطوير أفكار المنتجات الجديدة التي يتم بعد ذلك "نقلها" إلى وظيفة العمليات	صح	
ستتحمل وظيفة العمليات المسؤولية عن مصادر المواد والخدمات المشتراة		خطأ
تشمل المخازن مخزون المواد الفيزيائية قبل وبعد وظيفة العمليات لضمان استقرار العرض والقدرة على تلبية الطلب	صح	
يمكن اعتبار وظيفة العمليات حاسمة بالنسبة إلى المركز التسويقي والميزة التنافسية للمؤسسة	صح	
تتطلب التحسينات التنافسية التزامًا قصير الأمد وبالتالي نظرة تشغيلية للعمليات		خطأ

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

1) <u>يرتبط مصطلح نظام الإنتاج ارتباطًا وثيقًا بمصطلحات أخرى مثل:</u>

A. التميز التسويقي
B. التحسين المالي
C. التميز الوظيفي
D. التحسين المستمر

2) من أنشطة العمليات الفنية للإنتاج:

A. التحفيز والمكافأة
B. التمويل والاستثمار
C. التعبئة والتغليف
D. كل ما سبق

3) إن المدير الذي يسمح ببناء المخزونات الزائدة، يخاطر بأن:

A. يؤدي الإفراط في العمل أو الإحصاءات السنوية إلى حذف أي ميزة تنافسية.
B. يؤدي الإفراط في التوظيف أو التكاليف المرتفعة إلى زيادة الميزة التنافسية.
C. يؤدي الإفراط في الاستثمار أو التكاليف المرتفعة إلى محو أي ميزة تنافسية.
D. كل الأجوبة صحيحة

4) للتحكم في العمليات غرضان:

A. تأمين تطبيق الخطة، ومراقبة وتقييم خطة الشراء باستمرار
B. ضمان تنفيذ العمليات، ومراقبة وتقييم خطة الإنتاج باستمرار
C. ضمان تنفيذ التجهيزات، وتحقيق وتقدير خطة التوريد باستمرار
D. احترام مواعيد التدفقات، وتنفيذ التنبؤات لخطة التسويق باستمرار

5) من أمثلة القرارات الإستراتيجية في إدارة العمليات:

A. تخطيط التحول التشغيلي
B. جدولة تسليم المواد الخام
C. تخطيط المهام والأهداف اليومية الفردية
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

6) من أمثلة القرارات التكتيكية في إدارة العمليات:

A. الاندماج والاستحواذ
B. تعقب التغييرات التكنولوجية
C. جدولة تسليم المواد الخام
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

7) من أمثلة القرارات التشغيلية في إدارة العمليات:

A. إدارة الخطة الاستراتيجية للمنظمة
B. تخطيط التحول التشغيلي
C. تعقب التغييرات التكنولوجية
D. تخطيط المهام والأهداف اليومية الفردية

8) واحدة من مسؤوليات إدارة العمليات هي:

A. التأكد من أن الاستهلاك يقلل الأرباح

B. التأكد من أن التخزين يزيد الاستثمار
C. التأكد من أن التوظيف يزيد الكفاءة
D. التأكد من أن الأعمال تعمل بكفاءة

9) النظام الذي يهتم بتحويل الموارد من المدخلات إلى مخرجات في شكل سلع وخدمات هو:
A. نظام الأولويات
B. نظام المفاهيم
C. نظام العمليات
D. كل ما سبق

10) يمكن تصنيف الأنشطة في نظام العمليات:
A. كمدخلات وعملية تمويل وتجهيزات
B. كتمهيدات لعملية توريد المخرجات
C. كعمليات وعملية تصنيف للمدخلات
D. كمدخلات وعملية تحويل ومخرجات

11) تعتبر وظيفة العمليات حاسمة في:
A. تلبية احتياجات الموردين
B. تلبية احتياجات المنافسين
C. تلبية احتياجات الفاعلين
D. تلبية احتياجات العملاء

12) تنبع الحاجة إلى عمليات تحسين الأداء عبر عدد من السمات مثل:
A. التصميم والنقل والأرباح
B. الشراء والتسليم والمراجعة
C. النقل والتخزين والمناولة
D. الجودة والتسليم والتكلفة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

- **القضية الأولى:** نظام الإنتاج ليس نتيجة عرضية أو مصادفة لممارسات التحسين المستمرة والجيدة المطبقة عبر الشركة بأكملها، وسينتج فقط عن طريق التصميم وهو نتيجة موضوعية لمبادرة استراتيجية رفيعة المستوى. وقد تطورت أنظمة الإنتاج من خلال عدة نماذج. لو كنت مسؤولا في هذا المجال، كيف تصمم نظام الإنتاج لشركتك؟

لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*2.4*: تصميم نظام الإنتاج)

- **القضية الثانية:** تسعى المؤسسة إلى تصنيع السلع والخدمات عبر تسخير كل الإمكانات المادية والبشرية والمهارات العلمية والخبرات الفنية التي تمتلكها لتنمية طرق الإنتاج وتحسين الإنتاجية. لو كنت مسؤولا، كيف تستفيد من قياس الإنتاجية لزيادة معدلات النمو السنوية وتحسين القدرة التنافسية لشركتك؟

لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*2.5*: تحسين الإنتاجية والاستخدام المُنتج للموارد)

الوحدة 3

تصميم المنتجات والخدمات والعمليات، وتطوير منتج جديد

كلمات مفتاحية: المنتج الجديد، تصميم المنتجات، تصميم الخدمات، رسم التجميع، مخطط التجميع، مخطط عملية التدفق، موثوقية المنتج

ملخص الفصل:

التصميم مكّون أصيل في جميع المنتجات، وله تأثير دائم على ولاء المستهلكين للعلامات التجارية وقرارات شرائهم الخاصة. فتجربة السلع، مثل الملابس ومستحضرات التجميل، هي منتجات لا يمكن التأكد من ملاءمتها أو فائدتها قبل الشراء بسبب نقص المعلومات. تصميم المنتج مهم بشكل خاص لمثل هذه السلع، لأن تصميم المنتج هو مصدر مهم لفائدة سلع الخبرة. إن تقييم تصميم المنتجات هو عملية تقييم جمالية مرتبطة باستجابات المستهلكين المعرفية والعاطفية، وتتأثر بالمعرفة والخبرة الحالية للمستهلكين. سنتناول في هذا الفصل تحديد مصادر أفكار المنتج الجديد لتطويره، ونستعرض دور البحث والتطوير للمنتجات الجديدة، ونبحث في مفهوم تصميم المنتجات والخدمات وكيفية استثمار التكنولوجيا في التصنيع. ونتناول مساعدات تحليل العمليات: رسم التجميع، مخطط التجميع، مخطط عملية التدفق، ونتعرف على كيفية حساب موثوقية المنتج.

المخرجات والأهداف التعليمية:

1. القدرة على تحديد مصادر أفكار المنتج الجديد لتطويره.
2. فهم دور البحث والتطوير للمنتجات الجديدة.
3. استيعاب مفهوم تصميم المنتجات والخدمات.
4. استيعاب تكنولوجيا عملية التصنيع.
5. التمكن من مساعدات تحليل العمليات: رسم التجميع، مخطط التجميع، مخطط عملية التدفق
6. التمكن من حساب موثوقية المنتج.

مقدمة

تمثل المنتجات مثل الأدوات والمواد الخام والضروريات اليومية شريان الحياة لأي شركة. في حين أن أفكار المنتجات الجديدة تطرق ذهن أشخاص من حين لآخر مثل تفاحة نيوتن، ولا يمكن الاعتماد على مثل هذا الإلهام غير المتكرر.

إن تصميم المنتج هو المصدر الرئيسي لعدم اليقين في تقييم المستهلكين لسلع الخبرة. مقارنة بسمات البحث لمنتجات الخبرة، مثل الجودة والسعر، فإن تقييم المستهلكين لسمات تجربة هذه السلع، مثل تصميم المنتجات، هو أكثر ذاتية، واحتياجاتهم لسمات الخبرة أكثر تخصيصاً. لذلك، من الصعب على الشركات أن تفهم طلب المستهلكين على التصاميم التجريبية الجيدة بشكل فعال، وعلى المستهلكين استخدام المعلومات التي تقدمها الشركات للحكم على التوافق بين احتياجاتهم وتجربة التصاميم الجيدة، ما يزيد من عدم اليقين في تقييم المستهلكين المنتجات التجريبية. من الناحية العملية، تخلت بعض الشركات كمصانع القمصان، وحافظات الهواتف المحمولة، وشركات الكيك عن فهم احتياجات المستهلكين لتجربة تصميم المنتجات، وأوكلت مهمة تصميم المنتج إلى العملاء من خلال التخصيص الشخصي بالسماح للمستهلكين باختيار عناصر التصميم التي يحبونها، بينما تكمل الشركات الإنتاج والتوزيع.

3-1 مصادر أفكار المنتج الجديد

تحتاج الشركات إلى بذل مسعى مستمر نحو تطوير المنتجات لمواكبة التغيرات السريعة في أذواق المستهلكين والتكنولوجيا والمنافسة. الخطوة الأولى نحو تطوير المنتج هي تفهم طبيعة السوق والمنافسين واحتياجات ورغبات المستهلك. والمنتج الجديد هو نتيجة سلسلة من الخطوات التي تتخذها الشركة، بدءاً من تصور فكرة جديدة لاستغلالها التجاري الناجح. إذا كانت الفكرة قابلة للتطبيق تجارياً، يتم إنتاج وتسويق المنتج على نطاق كامل. تبدأ عملية تطوير المنتج الجديدة من توليد الأفكار وتنتهي بتطوير المنتج وتسويقه.

تمثل هذه المرحلة، البداية المنطقية لتطوير المنتج، لمعظم الشركات مجهوداً مستمراً لتراكم وتوليد أفكار التطوير. **توليد الأفكار** للمنتج الجديد فكرة، أي البحث المنهجي لفكرة منتج جديد. وحبل الأفكار هو الخطوة الأولى لتطوير المنتج الجديد. لذلك يجب أن يعتمد المنتج الجديد على فكرة سليمة. نظراً لأن الأفكار الجديرة بالاهتمام قد تكون قليلة، فمن الضروري بذل جهد مستمر للاستفادة من الإبداع من عدة مصادر. ويجب أن تتعلق هذه الفكرة باحتياجات المستهلكين وتفضيلاتهم. أي فكرة حتى لو بدت قابلة للتطبيق نظرياً، لن تكون قابلة للتطبيق فعليا ما لم تعالج الاحتياجات والتفضيلات الحقيقية للمستهلكين.

فيتعين على الشركة البحث عن أفكار متنوعة وإنشاء قائمة طويلة من الأفكار. وعلى الرغم من أن الشركة ستختار أخيراً فكرة واحدة أو عدد قليل جداً من الأفكار، إلا أنها يجب أن تولد عدداً كبيراً منها. من المرجح أن تكون أفضل فكرة تم اختيارها من بين مائة فكرة أفضل من أفضل فكرة تم اختيارها من خمسين فكرة. فيجب على الشركة أولاً تحديد مصادر الأفكار الجديدة والاستفادة من جميع الأفكار من هذه المصادر. قد تأتي فكرة منتج جديد أو ابتكار المنتج من مصادر مختلفة. وتشمل المصادر الرئيسية لأفكار المنتج الجديد ما يلي:

أولا: مصادر خارجية تتكون من:

- ✓ العملاء أو الزبائن (اقتراحات وشكاوى العملاء مصدراً خصباً للأفكار الجديدة). تشكل العديد من الشركات لوحات للمستهلكين، تتم دعوتهم لمناقشة مزايا وعيوب المنتجات. مثل هذه المناقشة، قد تظهر اقتراحات أو أفكار مفيدة، يمكن للشركة استغلالها في وقت لاحق.
- ✓ المنافسين (غالباً ما يكون المنافسون مصادر لأفكار منتجات جديدة مهمة)، تراقب الشركات ما يقوم المنافسون من تطوير أفكار جديدة عن طريق تحمل المخاطر الأولية. بمجرد نجاح المنتج، يدخلون السوق بمنتج مماثل أو نسخة معدلة قليلاً وبجودة أفضل من نفس المنتج.
- ✓ الموزعون- الموردون.

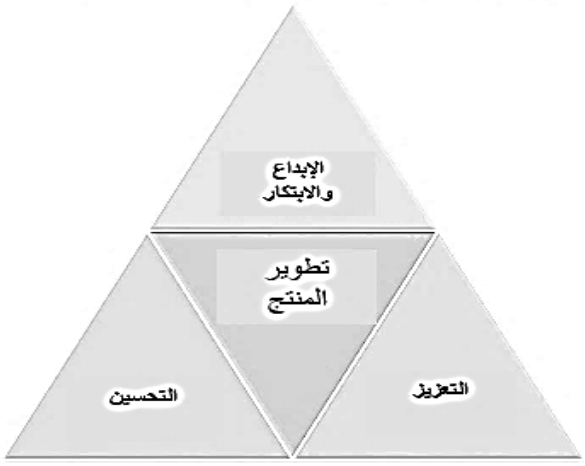
ثانيا. المصادر الداخلية: لدى العديد من الشركات الكبرى أقسام البحث والتطوير R&D الخاصة بها والتي تجري باستمرار التجارب والبحوث لتطوير منتجات جديدة أو لتحسين المنتجات الموجودة بشكل كبير. أو قد يتم اللجوء إلى الجامعات والمعامل التجارية، ويجب جمع الأفكار ومراجعتها وتقييمها بشكل منهجي من خلال نظام منظم للعثور على فكرة جيدة.

ثالثا. العصف الذهني: تتوفر طرق مختلفة لتوليد الأفكار لمجموعة من العلماء، والمهندسين، وأفراد التسويق، والمدراء، والباعة. مثل: العصف الذهني أو طريقة دلفي. بعد توليد مجموعة من الأفكار، يجب على الشركة اختيار الأفكار التي تتناسب مع منشآتها الإنتاجية وهيكلها التسويقي وتوافر القوى العاملة. يجب أن تأخذ في الاعتبار طبيعة ودرجة المنافسة وإمكانات المبيعات والربحية. بعد إجراء تحليل دقيق وسليم لجميع العوامل المعنية، يجب أن يستمر إنتاج وتسويق المنتج. تتطلب عملية تطوير المنتج الجديد تجميع الأفكار ليتم تقييمها كخيارات محتملة للمنتج. يعد توليد الفكرة إلى حد كبير عملية مستمرة بمساهمات من داخل وخارج المنظمة لبعض الشركات.

3-2 تطوير المنتجات

يشير تطوير المنتج إلى إنشاء منتج جديد له بعض الفائدة؛ أو ترقية المنتج الحالي؛ أو تحسين عملية الإنتاج أو الطريقة أو النظام. بعبارة بسيطة، كل شيء يتعلق بإحداث تغيير في السلع أو الخدمات الحالية أو طريقة الإنتاج. وبكلمات بسيطة، يشمل تطوير المنتج العناصر الموضحة بالشكل (*3,1*):

الشكل (*3,1*): عناصر تطوير المنتج



المصدر: https://theinvestorsbook.com/product-development.html

هذا يمهد الطريق أمام الاختراعات الجديدة وتوليد منتج جديد يوفر فائدة للعملاء. وتحسين المنتجات الحالية أمر ضروري لترقية المنتجات القديمة وتحقيق الكمال. تساعد الأساليب والتقنيات في تعزيز نظام عملية الإنتاج القائم وتحسين تجربة العملاء، وتبدو أكثر فعالية في تخفيض التكاليف. مثلا؛ سوني واحدة من أشهر الماركات الإلكترونية خرجت بفكرة التليفزيون الملون في عام 1960، فأعطت سوني، بتطوير منتجاتها الجديدة، ميزة حديثة للتقدم التكنولوجي في عالم الترفيه.

ولكن، هل سبق وتساءلنا؛ لماذا تطوير المنتجات مطلوب في المنظمات؟ لماذا تستمر الشركات في تعديل طرقها؟ ما الذي يجعل الشركات تستثمر مبالغ هائلة في البحث والتطوير؟ وللإجابة على هذه الأسئلة، سنتناول الأسباب التالية التي تخطط الشركات لتطويرها:

- ✓ **نمو بطيء للمنتج:** عندما تلاحظ الشركة حدوث انخفاض في أداء المنتج بانتظام، والذي لا يرجع إلى تغير في الاقتصاد أو عوامل أخرى خارجة عن السيطرة، يجب عليها فحص خط المنتج لمعرفة السبب.

- ✓ **الضغط لخفض سعر المنتج:** إذا تحول العملاء إلى منتجات المنافسين بسبب انخفاض أسعار منتجاتها، فيجب عليها اختيار تطوير المنتج.
- ✓ **تقليص الأعمال من العملاء الأكثر قيمة:** إذا اكتشفت الشركة أن عملائها الذين يدرون إيرادات عالية يفضلون منتج المنافس على منتجها. يجب عليها أن تحلل التغير في طلب العميل وميزات المنتج المنافس لتلبية هذا المطلب.
- ✓ **انخفاض استفسارات العملاء المحتملين:** المنتج نفسه لديه القدرة على اكتساب العملاء. إذا أصبح المنتج متقادماً أو غير جدير بمشتريه ولم يتمكن من جذب العملاء المحتملين، يجب على الشركة التفكير في تطويره.
- ✓ **ارتفاع في دوران قوى المبيعات:** عندما يصبح من الصعب على فريق المبيعات بيع منتج معين للعملاء، فإنهم يميلون إلى اغتنام فرص أفضل في شركات أخرى. هذا يؤدي إلى دوران قوى المبيعات. وهذا يشير إلى وجود خطأ ما في المنتج بسبب رفضه في السوق ويجب تطويره.
- ✓ **تغيير في طلب الزبون:** عندما تكتشف الشركة أن العملاء كثيراً ما يطالبون بتغيير معين في المنتج أو يسعون للحصول على بعض الميزات الإضافية التي يقدمها المنافس بسعر مماثل، فيجب أن يتطلعوا إلى تطوير المنتج.
- ✓ **دخول منافس جديد بمنتج مبتكر**: عندما يدخل منافس جديد السوق ويستحوذ بنجاح على حصة الشركة السائدة في السوق، تحتاج الشركة إلى تحليل المنتج المبتكر للمنافس الذي يوفر مستوى أعلى من الرضا للعملاء، وهو ما فشل منتج الشركة في تحقيقه.
- ✓ **خروج المنافسين من السوق**: أحيانا، يغادر العديد من المنافسين السوق نتيجة الانهيار. هنا، يجب على الشركة أن تتطلع إلى تطوير المنتجات للاحتفاظ بالعملاء من خلال الابتكار.

إن تطوير المنتج ضروري لنمو الجميع؛ الأعمال والمستهلكين والاقتصاد. ولا يمكن لأي منتج البقاء على قيد الحياة في المنافسة دون إضافة عنصر الابتكار إلى خط إنتاجه. يتطلب تطوير منتج ناجح للمستهلكين الكثير من العصف الذهني والتخطيط والبحوث والتجارب والتصحيح. على العموم، يمر تطوير المنتج بـ (8) مراحل على الأقل قبل تسويقه للجمهور المستهدف هي:

1. توليد الأفكار: أي البحث المنهجي لفكرة منتج جديد، وحبل الأفكار هو الخطوة الأولى لتطوير المنتج الجديد كما ذكرنا في الفقرة السابقة.

2. فحص الفكرة: بعد جمع العديد من الأفكار من مصادر مختلفة، يتابع المسوق جميع الأفكار ويحللها ويختار الفكرة الأكثر عملية وجدوى. إذا تبنت الشركة فكرة غير مجدية، فقد تدخل في نفقات تبذير. إن غاية فحص أفكار المنتجات الجديدة من

أجل اكتشاف الأفكار الجيدة وإسقاط الأفكار الضعيفة في أقرب وقت ممكن. الغرض من توليد الأفكار هو خلق عدد كبير من الأفكار وتقليل هذا العدد.

هذه بعض الأسئلة التي يجب مراعاتها بشأن أفكار المنتج الجديد:

- هل سيستفيد عملاؤنا من هذا؟
- هل لدينا جمهور كبير بما يكفي لهذا؟
- ما هي قوة منافسينا الحاليين ومدى صعوبة الاستحواذ على حصة في السوق؟
- هل اتجاهات السوق إيجابية لهذا؟
- هل لدينا القدرة التقنية لتصنيع هذا؟
- كيف يمكن أن نتوقع أن يكون هذا مربحاً؟ ما هو سعر تصفية السوق لهذا المنتج؟

3: تطوير واختبار مفهوم فكرة المنتج: وضع نسخة مفصلة من فكرة المنتج الجديد بشروط استهلاكية ذات مغزى. ومن المهم التمييز بين: مفهوم المنتج، وفكرة المنتج، وصورة المنتج.

- ✓ مفهوم المنتج هو نسخة مفصلة من الفكرة المذكورة في شروط المستهلك ذات المغزى.
- ✓ فكرة المنتج هي فكرة عن منتج محتمل يمكن للشركة أن ترى نفسها تقدمه إلى السوق.
- ✓ صورة المنتج هي الطريقة التي ينظر بها المستهلكون إلى المنتج الفعلي أو المحتمل.

وتطوير المفهوم هو تطوير مفهوم المنتج، ويتم اختبار مفاهيم المنتج الجديد مع مجموعة من المستهلكين المستهدفين لمعرفة ما إذا كانت المفاهيم لها جاذبية قوية للمستهلك. ويمكن تقديم المفهوم رمزيا أو جسديا. ويستخدم بعض الأشخاص الصور والكلمات والواقع الافتراضي لاختبار المفاهيم.

4. تطوير استراتيجية التسويق: يعتمد تصميم استراتيجية تسويق أولية لمنتج جديد على مفهوم المنتج. ويتكون بيان استراتيجية التسويق من ثلاثة أجزاء:

- يصف الجزء الأول السوق المستهدفة، ووضع المنتج المخطط له والمبيعات وحصة السوق وأهداف الربح للسنوات القليلة الأولى.
- يوضح الجزء الثاني السعر المخطط للمنتج وتوزيعه وميزانية التسويق للسنوات الأولى.
- يصف الجزء الثالث المبيعات المخطط لها على المدى الطويل، وأهداف الربح واستراتيجية المزيج التسويقي.

5. تحليل الأعمال: مراجعة تكاليف المبيعات وتوقعات الربح للمنتج الجديد لمعرفة ما إذا كانت هذه العوامل تلبي أهداف الشركات. حيث تستخدم الشركة أرقام تكاليف المبيعات لتحليل الجاذبية المالية للمنتجات الجديدة.

6. تطوير المنتج: تطوير مفهوم المنتج إلى منتج مادي للتأكد من إمكانية تحويل فكرة المنتج إلى منتج عملي. وفي هذه المرحلة:

- ✓ يخصص استثمارات كبيرة لتطوير المنتج.
- ✓ يطور قسم البحث والتطوير ويختبر نموذج أولي واحدة أو أكثر من المنتج. حيث يحتوي النموذج الأولي على السمات الوظيفية المطلوبة ويتضمن الخصائص النفسية المقصودة.

7. اختبار التسويق: يتم فيها اختبار برنامج المنتج والتسويق في إعدادات تسويق أكثر واقعية. ويمنح التسويق التجريبي المسوق خبرة في تسويق المنتج. وعند استخدام المنتجات الاستهلاكية في التسويق التجريبي، تختار الشركات عادةً أحد الأساليب الثلاثة:

(أ) اختبار التسويق القياسي: باستخدام التسويق التجريبي القياسي، تعثر الشركة على عدد صغير من مدن الاختبار التمثيلية، وتجري حملة تسويق كاملة في هذه المدن وتستخدم عمليات تدقيق المتاجر، واستبيانات المستهلكين والتوزيع وغيرها من التدابير لقياس أداء المنتج. ومن أهم عيوب اختبار التسويق القياسي:

- ✓ يمكن أن تكون مكلفة للغاية، ويمكن أن تستغرق وقتا طويلا جدا.
- ✓ يمكن للمنافسين مراقبة نتائج السوق الاختبارية أو حتى التدخل فيها عن طريق خفض أسعارهم في مدن الاختبار، أو زيادة الترويج أو حتى شراء المنتج الذي يتم اختباره.
- ✓ يعطي سوق الاختبار المنافسين نظرة على المنتج الجديد للشركة قبل وقت طويل من طرحه على الصعيد الوطني، وبالتالي يحصلون على الوقت لتطوير استراتيجيات دفاعية.

(ب) التسويق التجريبي الخاضع للرقابة: تحتفظ شركات الأبحاث بألواح مراقبة من المتاجر التي وافقت على قبول المنتج الجديد مقابل رسوم. وعادة ما يكلف تسويق الاختبار الذي يتم التحكم فيه أقل من التسويق التجريبي القياسي ويستغرق وقتاً أقل. وأهم عيوب هذه الاستراتيجية هي:

- ✓ قد لا يمثل الحجم الصغير للعينة أسواق منتجاتها أو المستهلكين المستهدفين.
- ✓ يسمح التسويق التجريبي الخاضع للرقابة للمنافسين بإلقاء نظرة على منتج الشركة الجديد.

(ج) محاكاة اختبار التسويق: وفيه:

- ✓ تعرض الشركة الإعلانات والعروض الترويجية لمجموعة متنوعة من المنتجات بما في ذلك المنتج الجديد الذي يتم اختباره لعينة من المستهلكين.
- ✓ تدعو المستهلكين إلى متجر حقيقي أو مختبر حيث يمكنهم شراء سلع ويلاحظ الباحثون عدد الأشخاص الذين يشترون المنتج الجديد والعلامات التجارية المنافسة.
- ✓ قد يطرح الباحثون أيضاً بعض الأسئلة على المستهلكين.
- ✓ تتغلب أسواق الاختبار المحاكاة على بعض عيوب سوق الاختبار القياسي والمراقب.
- ✓ كلفتها قليلة نسبيا.
- ✓ تأخذ وقتاً أقل.
- ✓ تبقي المنتج الجديد بعيدا عن عرض المنافسين.

لكن، أخذ عينات صغيرة والاختبار في بيئة محاكاة تجعلها أقل دقة وموثوقية.

8. التسويق: يتم فيها إدخال المنتج الجديد في السوق من خلال:

- ✓ التزام الشركة بالاستثمارات العالية في مرافق التصنيع، وترويج المبيعات والجهود التسويقية الأخرى في السنة الأولى.
- ✓ إطلاق الشركة منتجاً جديداً وأن تقرر أولاً توقيت تقديمه.
- ✓ بعد ذلك، يجب على الشركة أن تقرر مكان الإطلاق، أي في مكان واحد أو منطقة أو سوق وطني أو سوق دولي.
- ✓ تحدد الشركة وقت طرح المنتج في السوق المخطط له.

ويجب الإشارة إلى أن تطوير المنتج يختلف عن إدارة المنتج اختلافاً كبيراً ويستحق فهم ما يميزهما.

عندما نفهم تطوير المنتج بالخطوات السابقة، يمكن أن نرى أنه ليس مرادفاً لإدارة المنتج. في الواقع، لا يشير تطوير المنتج إلى دور واحد على الإطلاق. بل يجب علينا بدلاً من ذلك النظر إليها على أنها عملية أو طريقة واسعة لتقديم المنتجات إلى السوق والتي تتضمن العديد من الفرق عبر الشركة، بما في ذلك: ادارة المنتج، والتصنيع، والتصميم، واختبار أو ضمان الجودة، والتسويق، والشحن أو التوزيع.

3-3 دور البحث والتطوير

عندما يتعلق الأمر بابتكار المنتجات وتطويرها، أو صقل العملية وتحسينها، فإن دور قسم البحث والتطوير مهم للغاية. البحث والتطوير هو الوسيلة للشركات لتحقيق النمو المستقبلي والحفاظ على أهميتها في السوق المختار. وتنطوي على إنفاق الموارد في التحقق والاختبار لتطوير منتجات أو طرق جديدة للقيام بالأشياء. كما أنها تدعم تحسين المنتجات أو العمليات الحالية.

قد يشير الاسم البحث والتطوير إلى التكنولوجيا الفائقة، ولكن في الواقع ينطبق البحث والتطوير على مجموعة واسعة من الصناعات. على سبيل المثال، تخضع العديد من الأجهزة الاستهلاكية لعمليات بحث وتطوير صارمة، إما لتطوير إصدارات جديدة من المنتجات أو تحسين التصاميم الحالية. يقوم هذا النوع من النشاط على الوظائف الرئيسية المختلفة التي تحدد معاً دور قسم البحث والتطوير.

فليس من الحكمة طرح منتج جديد في السوق دون الخروج أولاً ببيانات قوية لدعمه. يتضمن هذا البحث عادةً إجراء دراسة دقيقة ومفصلة لدعم المشروع - ما إذا كانت هناك حاجة إليه، وكيفية التأكد من أن العملاء تريد استخدامه. كما يجب أن تحدد الدراسة البحثية مواصفات المنتج والتكاليف المتوقعة لإنتاجه والوقت المستغرق في إنتاجه. فوظيفة البحث تمهد الطريق لتطوير منتجات جديدة. حيث يعتمد تطوير المنتج الجديد على المفاهيم والمتطلبات الخارجة من مرحلة البحث.

غالباً ما ينطوي ذلك على إنشاء نماذج أولية، لمعرفة كيفية أداء نموذج العمل للمنتج قبل الدخول في الإنتاج الكامل. جزء مهم من مرحلة التطوير هو ضمان أن المنتج الجديد سيلبي المبادئ التوجيهية وأي متطلبات قانونية. وفي نطاق البحث والتطوير، يتم تقييم المنتجات الحالية للتأكد من أنها ستستمر في العمل بفعالية في السوق. قد يفكر قسم البحث والتطوير في إمكانية ترقية المنتج. وقد تكون هناك مشاكل ناشئة عن المنتجات الحالية والتي يتم تكليف قسم البحث والتطوير بحلها، وقد يتضمن هذا تغييرات في عملية التصنيع. جانب آخر من هذا الدور لقسم البحث والتطوير هو مراقبة الجودة. هنا، قد يقوم فريق البحث والتطوير بإجراء فحوصات الجودة المنتظمة للمنتجات، بناءً على عمق معرفة القسم بمواصفات المنتجات ومتطلباتها. وقد يحدث هذا بالتعاون مع قسم ضمان الجودة. أيضا، لا يقتصر البحث والتطوير على تطوير المنتج، بل تنطبق وظائفه المختلفة أيضاً على العمليات، مثل العمليات الصناعية والتصنيعية، وهذا يعني أن التركيز على الابتكار والتحسين ليس في النهاية بل في الوسائل.

ضمن وظائف البحث والتطوير هذه، هناك أنواع مختلفة من صنع القرار المرتبط بها. ويمكن أن يشمل البحث والتطوير البحث الأساسي أو البحث التطبيقي. يهدف البحث الأساسي إلى فهم شامل للموضوع، وبناء مجموعة من المعارف المتعلقة

به. على هذا النحو، قد لا يكون لديه تطبيق عملي أو تجاري فوري، ولكن لا يزال من الممكن أن يكون مفيداً للشركة. ويتمثل الدور الرئيسي لقسم البحث والتطوير في مساعدة الشركة على الحفاظ على قدرتها التنافسية، وهذا يعني مراقبة الاتجاهات النامية، وما تفعله المنافسة. لذلك، فإن البحث والتطوير يتعلق أيضاً بالتحليل والفهم السليم للظروف الحالية داخل قطاع أو سوق معين. يمكن لقسم البحث والتطوير المساعدة في توجيه مستقبل الأعمال لأنه يوفر المعلومات والأفكار الأساسية التي تدعم اتخاذ القرار الاستراتيجي. فمن خلال الاستثمار في البحث والتطوير، تستثمر الشركة في التكنولوجيا والقدرات المستقبلية، وتحولها إلى عمليات ومنتجات وخدمات جديدة. فيمكن أن يكون تدفق المعرفة التي يجلبها البحث والتطوير ذا قيمة كبيرة في تطوير الإنتاج وتعزيز العمليات. عموما، على المستوى الأساسي، يعد البحث والتطوير أداة فعالة للغاية.

3-4 تقييم تصميم المنتج

الأفكار العظيمة المترجمة إلى تصميم منتج وظيفي تستحوذ على اهتمام السوق. وتعتبر النماذج الأولية أداة حيوية في تطوير الأفكار الإبداعية، وتقييم الاتصالات وتصميم المنتجات، وحل المشكلات الجمالية وقابلية الاستخدام والإنتاج. يوصى دائماً باستخدام نماذج أولية دقيقة للاختبار التشغيلي وتقييم السوق والتحقق من الشكل والملاءمة. فالتصميم الجيد هو مجموع الهندسة الجيدة والخبرة التي تثمر عن حلول إبداعية من خلال الدراية المتعمقة في المواد والهندسة وتصميم الأدوات وصنع الأدوات والمعالجة. حيث يخلق التصميم الصناعي المتميز اتصالاً عاطفياً إيجابياً مع المستهلكين. ويميز المنتجات ويمكن أن يقود النجاح التجاري، ومحاولة تحسين الثقة واكتسابها. ويبين الجدول رقم (*3, 1*) مثال لتقييم تصميم المنتج.

الجدول رقم (*3, 1*): مثال لتقييم تصميم المنتج

الخطوات التالية *(N / A)*	**تعليقات اضافية** *(N / A)*	**ضعيف** **نقطة *1***	**مقبول** **نقطة *2***	**فوق المتوسط** **نقاط *3***	**مثالي** **نقاط *4***	
الخطوات التالية	تعليقات اضافية	**ضعيف** عروض وبيان غير واضح للمشكلة .لا يوجد دعم أو توثيق أو حاجة للتطوير .	**مقبول** يتم تقديم وصف وشرح قصير للمشكلة دون أي دعم لمواصفات التطوير.	**فوق المتوسط** يتم إعطاء بيان جيد ودعم / وثائق لاقتراح الحاجة إلى تطوير المنتج. .	**مثالي** وصف واضح مطول حيث يتم تقديم مواصفات التصميم والقيود.	**تعريف المشكلة**
الخطوات التالية	تعليقات اضافية	**ضعيف** يتم تقديم رسم واحد فقط لمراجعة التصميم.	**مقبول** يتم تقديم رسمتين على الأقل للمراجعة. لا تقدم الرسومات أي مواصفات للتصميم	**فوق المتوسط** يتم تقديم أكثر من رسمتين. تتضمن مواصفات وشروح لتطوير التصميم.	**مثالي** يتم تقديم رسومات مصغّرة متعددة (5 على الأقل) . ومواصفات التصميم واضحة.	**التصميم المفاهيمي والرسم**
الخطوات	تعليقات	**ضعيف** تم تحقيق القليل من البحث	**مقبول** البحث واضح كنتيجة	**فوق المتوسط** الأفكار المتولدة جديدة ومبتكرة	**مثالي** يتم إنشاء العديد من الأفكار الجديدة	**الاختبار**

التالية	اضافية	والعصف الذهني. الأفكار التي تم إنشاؤها ليست أصلية	للعصف الذهني. الأفكار الناتجة ليست أصلية.	كنتيجة للعصف الذهني والبحث. يتم تقديم القليل من الاقتراحات لبقية عملية التصميم إن وجدت.	كنتيجة للعصف الذهني والبحث. يتم تقديم الاقتراحات والتفاصيل لقيود التصميم للمنتج وللتصنيع.	**والتقييم الهندسي**
الخطوات التالية	تعليقات اضافية	**ضعيف**	**مقبول**	**فوق المتوسط**	**مثالي**	**مجموع نقاط القسم**

3-5 مواصفات التصميم

تصف مواصفات التصميم كيفية أداء النظام للمتطلبات الموضحة في المتطلبات الوظيفية. اعتماداً على النظام، يمكن أن يتضمن هذا إرشادات حول اختبار متطلبات محددة أو إعدادات التكوين أو مراجعة الوظائف أو التعليمات البرمجية. يجب معالجة جميع المتطلبات الموضحة في المواصفات الوظيفية؛ ويتم تنفيذ متطلبات الربط بين المتطلبات الوظيفية ومواصفات التصميم عبر مصفوفة التتبع. وقد تشمل مواصفات التصميم ما يلي:

- ✓ المدخلات المحددة، بما في ذلك أنواع البيانات، التي سيتم إدخالها في النظام.
- ✓ الحسابات / الكود المستخدم لإنجاز المتطلبات المحددة.
- ✓ المخرجات المتولدة من النظام.
- ✓ شرح الإجراءات الفنية لضمان أمن النظام.
- ✓ تحديد كيفية استيفاء النظام للمتطلبات التنظيمية المعمول بها.

وعادةً ما يتم اختبار متطلبات النظام والتحقق من عملية التثبيت في تأهيل التثبيت. كما يتم اختبار المدخلات والمعالجة والمخرجات والأمان في المؤهلات التشغيلية. ونظراً للطبيعة التقنية للغاية لمعظم مستندات التصميم، هناك حالياً بعض المناقشات في الصناعة حول من يحتاج إلى مراجعة مواصفات التصميم. تتم مراجعة مواصفات التصميم والموافقة عليها، على الأقل، من قبل مالك النظام ومطور النظام وقسم ضمان الجودة للتأكد من أن الوثيقة تتوافق مع لوائح ضمان الجودة المناسبة وأن جميع المتطلبات تمت معالجتها بنجاح، لكنها لا تحتاج بالضرورة إلى مراجعة المعلومات التقنية. ويعد التواصل بين المصممين والمطورين جزءاً مهماً من عملية تطوير المنتج، خاصةً أثناء تسليم المطورين. يمكن لفرق المنتج قضاء ما يصل إلى 50 في المائة من وقتهم في القيام بأعمال إعادة صياغة يمكن تجنبها، والتي تكلف وقتاً ومالاً ثمينين، فغالباً ما يكون جذر المشكلة هو نقص الاتصال.

6-3 تصميم المنتجات والخدمات

يعتبر تصميم المنتج والخدمة أحد أهم عوامل نجاح إدارة العمليات، وذلك ببساطة لأن المنتج أو الخدمة الجيدة أو السيئة يمكن أن تصنع الشركة أو تحطمها. المنتجات والخدمات غالباً ما تكون أول ما يراه العميل في الشركة، لذلك لها تأثير هائل. لأن الهدف الرئيسي للتصميم الجيد، سواء المنتج أو الخدمة، هو إرضاء العملاء من خلال تلبية احتياجاتهم وتوقعاتهم الفعلية أو المتوقعة. التصميم هو جعل الأشياء جيدة (ثم أفضل) وصحيحة (ورائعة) للأشخاص الذين يستخدمونها. حيث يعد تصميم المنتج اليوم أكثر أهمية من أي وقت مضى لأن العملاء يطالبون بمزيد من تنوع المنتجات ويتحولون بسرعة أكبر إلى المنتجات ذات التقنية الحديثة. إن تأثير التنوع الكبير للمنتجات ودورات حياة المنتج الأقصر لها تأثير مضاعف على عدد المنتجات الجديدة والمنتجات المشتقة التي يجب تصميمها. على سبيل المثال، قبل بضع سنوات فقط، ربما تكون الشركة قد أنتجت أربعة منتجات مختلفة وربما يكون لكل منتج دورة حياة منتج لمدة عشر سنوات. في هذه الحالة، يجب على الشركة تصميم أربعة منتجات جديدة كل عشر سنوات. اليوم، لكي تكون قادرة على المنافسة، قد تنتج هذه الشركة ثمانية منتجات مختلفة مع دورة حياة مدتها خمس سنوات فقط؛ يجب أن تقدم هذه الشركة ثمانية منتجات جديدة في خمس سنوات. ويمثل ذلك ستة عشر منتجاً جديداً خلال عشر سنوات أو منتجاً واحداً كل سبعة أشهر ونصف. في هذه البيئة سريعة الخطى، يتوقف تصميم المنتج عن كونه نشاطاً مخصصاً ومتقطعاً ويصبح إجراءً منتظماً وروتينياً. بالنسبة للمؤسسة، فإن التأخيرات والمشكلات والارتباك في تصميم المنتج تتحول من كونها مصدر إزعاج إلى كونها مهددة لبقاء المنظمة.

يعتبر توليد المفاهيم بأنه أدمغة نشاط التصميم، تأتي هذه المفاهيم من الاستماع إلى أفكار العملاء باعتبارها عوامل مهمة جداً، ومن المؤكد أنها صحيحة في حالة العديد من الأعمال، التي تعمل على تحسين أعمالهم بسبب زبائنهم. على سبيل المثال، عمدت شركة ايكيا، عندما رغب بالدخول إلى أسواق أمريكا الشمالية، إلى إنشاء روابط أقوى مع عملائها، فجمعت تسع مجموعات مما يقرب من إثني عشر عميلاً للحصول على فكرتهم حول كيفية تصميم متجر ايكيا لتحقيق أقصى قدر من رضا العملاء، مع ملاحظات العملاء تم تصميم متجر جديد في شيكاغو، وبعد العديد من استطلاعات العملاء، تم الإبلاغ عن أن 85 ٪ من الأشخاص الذين يأتون إلى المتجر قيموه بأنه جيد ولم يصفه أحد بأنه تصميم سيء.

تتضمن أهداف مصممي المنتجات والخدمات: الرضا الجمالي، إشباع الحاجات، توقعات العميل، موثوقية مدى الحياة، سهولة التصنيع، التمايز (منتج فريد)، التكلفة المنخفضة، الجودة، السرعة، والاعتمادية. لفهم تصميم المنتجات والخدمات، يجب أن ننظر في مراحل التصميم من المفهوم إلى المواصفات فهناك العديد من المراحل والعمليات الرئيسية التي يمر من خلالها التصميم.

تستثمر معظم الأعمال الكثير من الوقت والمال في البحث والتطوير. على سبيل المثال، *WD-40* هي شركة في صناعة التشحيم تشتهر بمنتجها الأول والأكثر شهرة والذي يحمل نفس اسم شركة *WD-40*، وهي مادة تشحيم، وكما يوحي الاسم، فقد استغرق العلماء 40 محاولة لإتقان الصيغة، *WD-40* هو مثال على منتج يمر ببحث وتطوير موسع، حيث أن البحث يعني عادةً محاولة تطوير الفكرة ولكن التطور الفعلي يتطلب الكثير من الإبداع والمثابرة.

لقد غيّر تصميم المنتج / الخدمة ثروات الشركات، وساعد التصميم الجيد على تأسيس الشركات في حين دمر التصميم السيئ أو الراكد شركات أخرى. كما إن تصميم المنتج الجيد هو أعظم أصل يمكن لأي شركة أن تتمناه.

التصميم ليس فقط للمنتجات، يهتم تصميم الخدمة بتصميم الخدمات وجعلها تتناسب بشكل أفضل مع احتياجات مستخدمي الخدمة وعملائها. يفحص جميع الأنشطة والبنية التحتية والاتصالات والأشخاص والمكونات المادية المشاركة في الخدمة لتحسين جودة الخدمة والتفاعلات بين مقدم الخدمة وعملائه. ويتم استخدام تصميم الخدمة لإنشاء خدمات جديدة ولتحسين أداء الخدمات الحالية. سابقا، اعتبر تصميم الخدمة من مسؤولية التسويق والإدارة. ثم تم اقتراح أنه يجب على الشركة تطوير "مخطط خدمة" يفصل العمليات داخل الشركة وكيف تتفاعل كل عملية مع العمليات الأخرى. وتم استخدام هذا المخطط في البداية فقط لتصميم الخدمة، ولكنه أصبح الآن أداة لإدارة الكفاءة التشغيلية أيضاً. وتصميم الخدمة هو نظام ناشئ ومجموعة من المعارف الموجودة، والتي يمكنها تحسين إنتاجية وجودة الخدمات بشكل كبير.

يوفر تصميم الخدمة نهجاً منظماً وخلاقاً من أجل:

- ✓ أن تكون المنظمات الخدمية قادرة على المنافسة.
- ✓ تلبية توقعات العملاء المتزايدة في الاختيار والجودة.
- ✓ الاستفادة من ثورة التقنيات التي تضاعف إمكانيات إنشاء الخدمات وتقديمها واستهلاكها.
- ✓ الاستجابة للتحديات البيئية والاجتماعية والاقتصادية الملحة للاستدامة.
- ✓ تعزيز النماذج والسلوكيات الاجتماعية المبتكرة، وتبادل المعرفة والتعلم.

يهدف تصميم الخدمة إلى إنشاء خدمات مفيدة وقابلة للاستخدام ومرغوبة وفعالة، وفعالية. قد نحتاج إلى التفكير في مجموعة من العوامل الإضافية عند الحكم على نجاح التصميم، مثل:

- ✓ **التكلفة** - هل تجاوزت جوانب عملية التصميم الميزانية (مثل النماذج الأولية أو اختبار المستخدم)؟ إذا كان الأمر كذلك، لماذا؟
- ✓ **الجداول الزمنية** - إذا تم تجاوز المواعيد النهائية، فهل كان ذلك لأنها كانت غير واقعية أو كان يمكن تجنب التأخيرات؟

- ✓ **علاقات العمل** - هل أدى ضعف التواصل أو المشكلات الأخرى إلى إعاقة التعاون بين الشركة وبين المصمم؟

7-3 تصميم الخدمات وعملية الخدمة

يميز الاقتصاد التقليدي بشكل واضح بين السلع والخدمات. السلع ملموسة ومستهلكة مثل: الأقلام أو النظارة الشمسية أو الأحذية. والخدمات عبارة عن تبادلات فورية وغير ملموسة ولا تؤدي إلى الملكية، مثل: العلاج الطبي أو الخدمة البريدية أو وسائل النقل العام . واليوم، لم يعد هناك تمييز واضح بين السلع والخدمات. توجد سلسلة متواصلة من السلع والخدمات مع مجموعة كبيرة من المنتجات والخدمات المدمجة في المنتصف.

مع نمو وتطور الخدمات، تزداد الحاجة إلى دعمها. غالباً ما تنكسر تجارب المستخدم المعقدة بسبب عيب تنظيمي داخلي - حلقة ضعيفة في النظام الإنتاجي. على سبيل المثال، متى كانت آخر مرة اتصلت فيها عبر الخط الساخن لتلقي الدعم، قدمت معلوماتك الشخصية، فقط ليتم تحويلها إلى وكيل آخر يطلب منك تكرار المعلومات الدقيقة التي قدمتها بالفعل؟ تنبع نقطة الألم هذه من خلل في العملية الداخلية وهو ناتج عن نقص تصميم الخدمة.

يجب أن تطور المؤسسات فهماً لكيفية تفاعل العمليات من وراء الكواليس مع بعضها البعض لأن ترك الخدمات للمواهب الفردية وإدارة الجزء بدلاً من الكل يجعل الشركة أكثر عرضة للخطر وتخلق خدمة تتفاعل ببطء مع احتياجات السوق وفرصه. إن تصميم الخدمة هو نشاط تخطيط وتنظيم موارد الأعمال التجارية (الأشخاص والدعائم والعمليات) من أجل: (1) تحسين تجربة الموظف مباشرة و (2) تجربة العميل بشكل غير مباشر.

في تصميم تجربة المستخدم، يجب تصميم مكونات متعددة: المرئيات والميزات والأوامر وكتابة الإعلانات وهندسة المعلومات. ولا يجب أن يتم تصميم كل مكون بشكل صحيح فحسب، بل يجب أيضاً دمجه لخلق تجربة مستخدم كاملة. يتبع تصميم الخدمة نفس الفكرة الأساسية. هناك العديد من المكونات، يجب تصميم كل عنصر بشكل صحيح، ويجب دمجها جميعاً. والمكونات الرئيسية الثلاثة لتصميم الخدمة هي:

- **الأشخاص**. يشمل هذا المكون أي شخص يقوم بإنشاء أو استخدام الخدمة، بالإضافة إلى الأفراد الذين قد يتأثروا بشكل غير مباشر بالخدمة، وتشمل: الموظفين، الزبائن، الشركاء.
- **الدعائم**. يشير هذا المكون إلى العناصر المادية أو الرقمية (بما في ذلك المنتجات) اللازمة لأداء الخدمة بنجاح، وتشمل: المساحة المادية مثل واجهة المحل ونافذة الصراف وغرفة المؤتمرات، والبيئة الرقمية التي يتم تقديم الخدمة من خلالها، وصفحات الإنترنت، والمدونات، ووسائل التواصل الاجتماعي، والضمانات، والملفات الرقمية، والمنتجات المادية.

- **العمليات**. أي تدفقات عمل أو إجراءات أو طقوس يقوم بها الموظف أو المستخدم طوال الخدمة، وتشمل: سحب الأموال من أجهزة الصراف الآلي، وحل مشكلة عبر الدعم، ومقابلة موظف جديد، ومشاركة ملف ما.

يتم تقسيم مكونات الخدمة إلى الواجهة الأمامية والخلفية، اعتماداً على ما إذا كان العملاء يرونها أم لا. لنفكر في عرض مسرحي، يرى الجمهور كل شيء أمام الستارة: الممثلون والأزياء والأوركسترا والمجموعة. ومع ذلك، يوجد خلف الستارة نظام بيئي كامل: المخرج، وأيادي عمال المسرح، ومنسقي الإضاءة، والمصممين. وعلى الرغم من عدم رؤيتها من قبل الجمهور، تلعب الكواليس دوراً حاسماً في تشكيل تجربة الجمهور. وفي المطعم، ينعكس ما يحدث في المطبخ على ما يظهر على الطاولة.

إن تصميم الخدمة هو عملية يركز فيها المصمم على إنشاء خدمة مثالية. وهذا يتطلب أخذ نظرة شاملة لجميع الجهات ذات الصلة وتفاعلاتها والمواد الداعمة والبنى التحتية. وغالباً ما ينطوي تصميم الخدمة على استخدام بيانات تفاعلات العملاء المختلفة مع العلامة التجارية، وبالتالي تقديم رؤى عميقة. هناك خمسة مبادئ أساسية تكمن وراء تصميم الخدمة وهي:

1. التركيز على المستخدم لزيادة فهمه من خلال إجراء بحث نوعي.
2. المشاركة في الإبداع، بإشراك جميع أصحاب المصلحة المعنيين في عملية التصميم.
3. التسلسل، بتقسيم خدمة معقدة إلى عمليات منفصلة.
4. الإثبات، من خلال تصور تجارب الخدمة وجعلها ملموسة.
5. شمولي، من خلال النظر في نقاط الاتصال في شبكة التفاعلات مع المستخدمين.

تساعد الخطوات الإبداعية والخيالية التي تنطوي عليها عملية تصميم الخدمة الشركات على تحسين كفاءة موظفيها وإجراءاتها. فهي تساعد في القضاء على الهدر وتسمح لأعضاء الفريق بتحديد المناطق التي يوجد فيها استنزاف للموارد أو اختناق. تساعد مخططات تصميم الخدمة الشركات على تحديد المناطق التي تنطوي على مشاكل ونقاط الفشل المحتملة وتصحيحها.

3-8 تكنولوجيا عملية التصنيع

توفر تكنولوجيا التصنيع الأدوات الإنتاجية التي تعزز الاقتصاد المتنامي والمستقر ومستوى المعيشة المرتفع. هذه الأدوات تجعل الاتصالات الحديثة ممكنة والمنتجات بأسعار معقولة، والنقل فعال وسريع، والإجراءات الطبية المبتكرة، واستكشاف الفضاء... ووسائل الراحة اليومية التي نأخذها كأمراً مسلماً به.

تشمل تكنولوجيا وتقنيات التصنيع النموذجية:

برمجيات التصميم بمساعدة الكمبيوتر (*Computer-Aided Design CAD*)، والتصنيع بمساعدة الكمبيوتر (*Computer-Aided Manufacturing CAM*، وأيضا التحكم العددي بالكمبيوتر (*Computer Numerically Controlled CNC*)، يضاف لها أسلوب التحكم العددي المباشر (*Direct Numerical Control DNC*)، وبرمجيات التحكم المنطقي القابل للبرمجة (*programmable logic controller PLC*)، والتحكم العددي (*Numerical Control NC*)، وبرنامج تحسين البرامج، وتكامل أنظمة البرمجيات. ومن أمثلة تكنولوجيا التصنيع باستخدام الحاسب الآلي:

- ✓ **إزالة المواد:** الخراطة والطحن والحفر والتنصت والقطع والنشر ومعدات المياه وآلات التفريغ الكهربائي (*Electrical Discharge Machining EDM*) ومعدات معالجة الليزر.
- ✓ **تشكيل المواد:** الختم، الانحناء، الانضمام، التشكيل المائي، المكابس، القص، معدات التشكيل البارد والساخن.
- ✓ **العمليات المضافة:** الطباعة ثلاثية الأبعاد والقطع بالليزر ومعدات النماذج الأولية السريعة.
- ✓ **العمل:** الخراطيش والتركيبات والمشابك والكتل ولوحات الزوايا وأعمدة الأدوات.
- ✓ **الأدوات:** المثاقب، الصنابير، المثاقب، القضبان، القوالب، اللكمات، وعجلات الطحن.
- ✓ **مناولة المواد:** الناقلات، المركبات الآلية الموجهة بالأسلاك، معدات مناولة القوالب، الروبوتات، مبدل المنصات، ومعدات تغذية القضيب.
- ✓ **الأنظمة المؤتمتة:** آلات التحويل، أنظمة التجميع، الأنظمة والخلايا الآلية، وأنظمة التصنيع المرنة.

تمثل تكنولوجيا التصنيع أحد أحدث التطورات في كل من تقنيات التصنيع والتنظيم. تتضمن الفكرة الأساسية المرونة في النظم والمراقبة والتكيف مع الاحتياجات المتغيرة. والشيء المستهدف هو الحصول على أكبر فائدة لجودة المنتج وخفض التكاليف وزيادة الكفاءة بشكل عام. وهناك أربعة أهداف فيما يتعلق بإنتاج وتشغيل الشركات: الرشاقة والكفاءة العالية والاستدامة البيئية والسلامة.

ويتركز الجهد في التصنيع المسند إلى التكنولوجيا المتقدمة في الأنظمة الرقمية وعمليات التعلم الآلي لدعم اتخاذ القرار والتشغيل الكفء عبر شبكات التحكم الموزع، والتعديل والتصحيح الذاتي في حالة ظهور مشاكل. ويبيّن الجدول (3, 2) تطور الإنتاج ومنظور تطوره المستقبلي.

الجدول (3, 2) تطور الإنتاج ومنظور تطوره المستقبلي

مستقبل	حاضر	الماضي	
نظام الفيزياء السيبرانية وإنترنت الأشياء	الإنترنت والإنترانت	التناظرية	نظام الاتصالات
المصنع الذكي	الإنتاج الرشيق	تايلور الجديدة	المفهوم
الافتراضية والتكامل	الأتمتة والحوسبة	الميكنة والأتمتة	الاتجاه

Source: (Mrugalska and Wyrwicka, 2017)

إن التطورات الأخيرة في تقنيات الراديو والشبكات والجوال والسحابة الالكترونية دعمت تطوير الجيل الأول من خدمات ومنتجات إنترنت الأشياء. تعتمد تطبيقات إنترنت الأشياء المبكرة على تقنيات تحديد الترددات اللاسلكية-*Radio frequency identification RFID)* وشبكات الاستشعار اللاسلكية *(Wireless sensor network WSN)*، ويقدم فوائد ملموسة في العديد من المجالات، بما في ذلك التصنيع واللوجستيات وتجارة التجزئة والتطبيقات الخضراء / المستدامة. وتلعب أجهزة الكمبيوتر دوراً أساسياً في زيادة الكفاءة والقدرة على التكيف لأنظمة التصنيع، على سبيل المثال: التصنيع المتكامل بالكمبيوتر، التصنيع الموزع، التصنيع السريع، والتصنيع السحابي لمساعدتها على مواءمة ابتكار المنتجات مع استراتيجية الأعمال، وإنشاء شبكات مصنع ذكية تشجع التعاون الفعال. والتكنولوجيا السحابية تتيح الخدمة عند الطلب والوصول إلى الموارد، مما أحدث ثورة في سوق خدمات الحوسبة مثل لوحة تحكم الإدارة المستندة إلى الويب وبالتالي ولادة التصنيع السحابي.

3-9 مساعدات تحليل العمليات

تحليل العملية هو إجراء مراجعة شاملة والتوصل إلى فهم كامل للعملية (أو جزء منها)، بهدف الحفاظ على التميز في العملية، أو تحقيق زيادة في التحسينات التحويلية في عملية الأعمال.

يتضمن تحليل العملية النظر في جميع مكونات العملية - المدخلات والمخرجات والآليات والضوابط - وفحص كل مكون على حدة وتفاعلها مع بعضها لتحقيق النتائج. ويمكن تصنيف هذه المكونات في الأشخاص والعمليات والتطبيقات والبيانات

والتكنولوجيا اللازمة لدعم هدف أو هدف العمل. تغطي وتكشف التحليلات الجودة والوقت والتكاليف في جميع مراحل عملية الأعمال، من البداية حتى الانتهاء.

تستخدم مخططات *Spaghetti* المعروفة أيضاً باسم "خريطة العملية المادية" أو "مخطط التدفق من نقطة إلى نقطة" أو "مخطط تدفق العمل" لتصوير حركة المنتج أو المستندات (أو الأشخاص) خلال عملية ما. والهدف من مخططات السباغيتي هو تبسيط تدفق المواد أو الأفراد أو المعلومات. وأهم الخطوات المتبعة في تحليل العمليات هي:

- ✓ الخطوة 1 - مقابلة المشاركين الرئيسيين في العملية: ناقش المشاركين حول ما يفعلونه، ولماذا يفعلون وكيف يفعلون ذلك. التعرف على المعلومات والمدخلات التي يطلبها العمال لأداء المهمة الموكلة إليهم، والبحث عن مصدر المدخلات والمخرجات لكل مهمة.
- ✓ الخطوة 2 - إجراء مناقشة جماعية: إجراء مقابلة جماعية وجلسة العصف الذهني، بهدف توليد الأفكار والتحقق من المعلومات التي تم جمعها وصقلها، في الخطوة الأولى.
- ✓ الخطوة 3 - تحديد الاختناقات والتكرار: نكتشف الاختناقات في كل مهمة تؤدي إلى التأخير والتدابير المختلفة لإزالتها. علاوة على ذلك، نحدد الأنشطة غير الضرورية، والتي يمكن أن يؤدي القضاء عليها إلى تسهيل العملية.
- ✓ الخطوة 4 - إنشاء رسم تخطيطي: نقوم بعمل رسم تخطيطي من الصفر للعملية بأكملها، اعتماداً على متطلبات عملية الأعمال، والتي ظهرت إلى الضوء بعد المقابلات والمناقشات.
- ✓ الخطوة 5 - المقارنة: في النهاية، نقارن أحدث تدفق للعملية مع العملية السابقة، ونحدد المناطق التي تتطلب تغييرات، وفقاً للبحث الذي تم إجراؤه.

إن تحليل العملية هو نهج منهجي لتعزيز وفهم وإعادة تصميم سير العمل في المنظمة. وهي بمثابة أداة للحفاظ على العمليات التجارية وتحسينها وتساعد أيضاً في تحقيق الفوائد الإضافية للتحول، كخفض التكلفة، والاستخدام الأمثل للموارد، وتخصيص الموارد البشرية الفعالة وكفاءة العمليات.

3-10 رسم التجميع (*Assembly Drawing*)

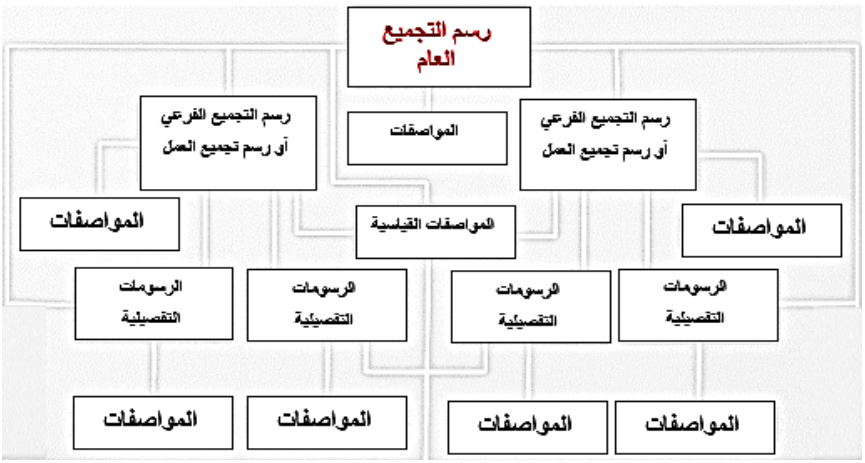
يُعرف الرسم الذي يعرض أجزاء الماكينة أو وحدة الماكينة المجمعة في مواقع العمل النسبية برسم التجميع. يجب أن يستوفي التجميع: (1) متطلبات التصنيع (2) ومتطلبات التشغيل (3) ومتطلبات الصيانة. كما يجب أن:

- ✓ توفر رسومات التجميع معلومات كافية لتمكين تجميع أحد المكونات.
- ✓ تحتوي رسومات التجميع على عدد من المرئيات لتوضيح كيف تتلاءم الأجزاء معاً.
- ✓ تحتوي آراء القسم لتوضيح كيف تتناسب الأجزاء وإزالة التفاصيل المخفية.
- ✓ تحتوي أبعاد تشير إلى نطاق الحركة أو الحجم الكلي للتجميع لأغراض مرجعية.

مطلوب رسم التجميع لجميع المنتجات أو الاختراعات التي تحتوي على أكثر من جزء واحد.

يبين الشكل (3,2) شجرة عائلة توضح كيفية رسم التجميع ورسم تجميع العمل الفرعي.

الشكل (3,2) شجرة عائلة توضح كيفية رسم التجميع ورسم تجميع العمل الفرعي



تسرد هذه الرسومات جميع الأجزاء والتجمعات الفرعية التي تكوّن المنتج النهائي. وتسرد قائمة المواد الموجودة في الرسم رقم كل جزء واسم الجزء وكمية الجزء. توفر بعض هذه الرسومات تعليمات حول كيفية تجميع المنتج على مستوى التصنيع، في حين أن البعض الآخر قد يدرج أرقام الأجزاء للمستهلكين لإعادة طلب الأجزاء. وقد تتضمن التعليمات معلومات مثل كيفية ربط الأجزاء معاً، أو أنواع مواد التشحيم التي يجب استخدامها. هناك نوعان رئيسيان من رسومات التجميع:

- ✓ الأول هو رسومات التجميع العامة حيث يتمثل الغرض الرئيسي في تحديد المكونات الفردية وإظهار علاقة العمل الخاصة بها.
- ✓ النوع الثاني هو رسم تجميع العمل وهو عبارة عن رسم مجمع ورسم تجميع عام.

هناك العديد من الأنواع الخاصة للرسومات مثل رسومات براءات الاختراع والتي يتم استخدامها لتطبيق وشرح براءات الاختراع والرسومات الجزئية التي هي رسومات لمكونات فردية تشكل رسم تجميع. وتقدم رسومات التجميع العامة صورة كبيرة للمشروع المكتمل وتظهر: قائمة بجميع الأجزاء أو المكونات، والترتيب هذه المكونات، وكيف تتناسب مع بعضها البعض، والأبعاد الكلية.

3-11 مخطط التجميع

مخطط التجميع هو نموذج تخطيطي يحدد كيفية عمل الأجزاء معاً، وترتيب التجميع، والهيكل العام للمنتج. ويصف كيفية ملائمة الأجزاء مع بعضها البعض والترتيب الذي تحتاج إلى تجميعه. علاوة على ذلك، يتم سرد القائمة الكاملة لجميع العمليات والمكونات والمواد الرئيسية لكل منتج. ويعد مخطط التجميع رسما بيانيا مثالياً للحصول على نظرة كاملة على عملية إنتاج معظم المنتجات المجمعة. كما يسرد جميع المواد والمكونات الرئيسية، وعمليات التجميع الفرعي، وعمليات التفتيش وعمليات التجميع. يسمى هذا المخطط أحياناً مخطط هيكل المنتج: ويشمل جميع المعلومات المضمنة عادة في قائمة الأجزاء وكذلك المعلومات المتعلقة بهيكل المنتج. ويقدم هذا الرسم البياني تفاصيل عن المكونات والتجمعات المطلوبة لصنع المنتج. وقد يُعرف أيضاً باسم فاتورة المواد، فيحتوي على معلومات مثل: في أي تسلسل هذه العناصر (قد يكون العنصر مكوناً، أو تجميعاً فرعياً أو تجميعاً نهائياً)، وعدد وحدات المكونات المطلوبة لإنتاج العنصر الأصلي مع المهلة الزمنية.

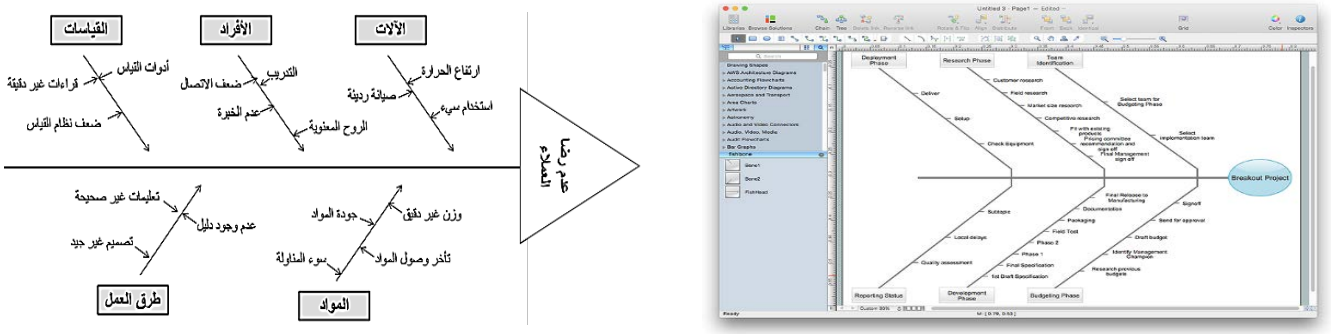
يتم تمثيل المستوى الأعلى بعدد أقل، ثم يُظهر المستوى حسب التمثيل مستوى العلاقة بين الأصول والفروع، ويتم تمثيل العنصر النهائي عند المستوى صفر. فهو وسيلة رسومية لتحديد كيفية تدفق المكونات إلى مجموعات فرعية وفي النهاية إلى منتج نهائي.

السبب الرئيسي لاستخدام مخطط التجميع هو إظهار العلاقات بين الأجزاء الرئيسية من النظام. وتُستخدم مخططات سير العمل في هندسة العمليات والصناعات الكيميائية حيث يكون هناك شرط لتصوير العلاقات بين المكونات الرئيسية فقط ولا تتضمن الأجزاء الثانوية. كما تختلف مخططات سير العمل لوحدة واحدة أو وحدات متعددة في هيكلها وتنفيذها. وتوجد برامج

حاسوبية لرسم مخطط التجميع مثل *Concept Draw PRO* وهو برنامج احترافي لرسم خرائط الأعمال التجارية لعمل مخططات تدفق العمليات ومخطط تدفق العمليات ومخطط سير العمل والرسوم البيانية والرسوم التوضيحية التقنية لمستندات الأعمال وأيضاً يعطي رؤية شاملة لتدفق البيانات والأساليب المالية وعمليات الإنتاج وإدارة الجودة بشكل يزيد من كفاءة العمل. ومن أمثلة المخططات الانسيابية الأدوات الأساسية لمراقبة الجودة، مثل: مخطط باريتو، مخطط هيكل السمكة، مخطط مراقبة الجودة، مخطط إدارة مراقبة الجودة في مكان العمل.

ولتصوير الخطوات، يتم استخدام أشكال ورموز رسومية محددة مرتبطة بخطوط وأسهم اتجاهية. يمكن أن تمثل المخططات الانسيابية مستويات مختلفة من التفاصيل: مخطط انسيابي عالي المستوى، مخطط انسيابي تفصيلي، ومخطط انسيابي مصفوفي. ويمكن إنشاء المخططات الانسيابية باستخدام برنامج *Concept Draw DIAGRAM* للرسوم البيانية. فمثلا، يمكن تمثيل هيكل السمكة مخططات إيشيكاوا لتحليل السبب والنتيجة في برنامج *Concept Draw DIAGRAM* مع قوالب وعينات لرسم. كما يبينه الشكل (*3, 3*) التالي:

الشكل (*3, 3*): مثال خريطة السبب والأثر



يُلاحظ من الشكل أن الخطوط المتفرعة من الخط الرئيس تمثّل الأسباب الرئيسة *Main Causes*، بينما الخطوط المتفرعة من الخطوط الفرعية تمثّل الأسباب الثانوية *Sub Causes*. كما ويتضح من الشكل أن هناك خمسة أسباب رئيسة تؤدي إلى وجود المشكلة، وهي: الآلات *Machinery*، المواد *Material*، الأفراد *Manpower*، طرق العمل *Methods*، والقياسات *Procedures*. وقد يتفرع عن الأسباب الثانوية تفريعات ثانية، وهذا يعتمد على طبيعة المشكلة ومدى تعدد أسبابها.

3-12 مخطط عملية التدفق

مخطط عملية التدفق (أو مخطط تدفق العملية أو المخطط الانسيابي) هو مخطط يوضح تسلسل تدفق المنتج عن طريق تسجيل جميع الأنشطة / الأحداث قيد المراجعة برموز مناسبة. والمخطط الانسيابي هو تمثيل مرئي لتسلسل الخطوات والقرارات اللازمة لأداء العملية. تتم ملاحظة كل خطوة في التسلسل في شكل مخطط. ترتبط الخطوات في العملية بأسهم اتجاهية. يسمح هذا لأي شخص بمشاهدة المخطط الانسيابي واتباع العملية منطقياً من البداية إلى النهاية. ويمكن استخدامه لوصف العمليات المختلفة، مثل عملية التصنيع، أو العملية الإدارية أو الخدمة، أو خطة المشروع. والعناصر التي يمكن تضمينها في المخطط الانسيابي هي سلسلة من الإجراءات أو المواد أو الخدمات التي تدخل أو تغادر العملية (المدخلات والمخرجات)، والقرارات التي يجب اتخاذها، والأشخاص الذين يشاركون، والوقت الذي يستغرقه كل خطوة، و/أو قياسات العملية . هناك مخططات شائعة لعملية التدفق استناداً إلى ما يتم تخطيطه. يُظهر المخطط من نوع أنشطة شخص/ عامل أو مجموعة من الأشخاص، الذي يشير إلى أنشطة العامل طوال العملية، ويظهر مخطط من نوع المعدات الأنشطة من وجهة نظر الآلة أو المعدات المستخدمة، أي يوضح نوع الماكينة والأنشطة من وجهة نظر الماكينات المعنية.

يساعد مخطط عملية التدفق على تحسين طريقة العمل من خلال:

- ✓ تحسين تخطيط المصنع، وتبسيط العمليات.
- ✓ يساعد في تحديد نظام التصنيع الأساسي.
- ✓ يساعد في تحديد تسلسل التجميع وأنشطة الجدولة لتواريخ المواد المشتراة وتواريخ الانتهاء للأجزاء المصنعة.
- ✓ إدخال الجوانب الفنية الجديدة مع نظام التصنيع.
- ✓ تبسيط التفتيش المطلوب.
- ✓ تخفيض المسافة التي يتحرك فيها الرجال والمواد في المتاجر.
- ✓ تخفيض وقت الانتظار.
- ✓ تقليل فترات التخزين المؤقت مما يقلل من العمل في وقت المعالجة.

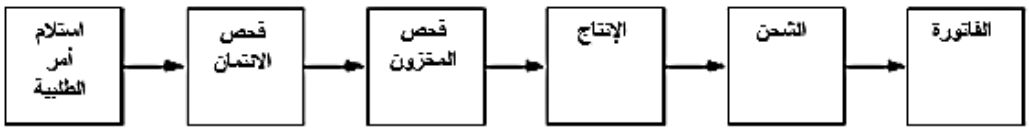
ولكن، متى نستخدم مخطط انسيابي؟ على العموم يتم استخدامه في الحلات التالية:

- ✓ لتطوير فهم كيفية إجراء العملية ولدراسة عملية التحسين
- ✓ للتواصل مع الآخرين كيف تتم العملية

- ✓ عندما تكون هناك حاجة إلى تواصل أفضل بين الأشخاص المعنيين بنفس العملية
- ✓ لتوثيق عملية، عند التخطيط لمشروع

يبين الشكل (*3, 4*) مخطط انسيابي عالي المستوى لعملية تنفيذ طلبية

الشكل (3, 4) مخطط انسيابي لعملية تنفيذ طلبية



13-3 حساب موثوقية المنتج (*Product Reliability*)

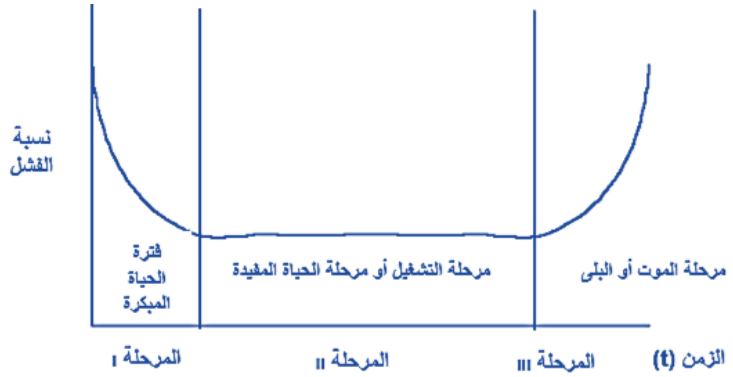
الموثوقية المتوقعة هي احتمال أن يعمل المنتج بدون فشل لفترة زمنية معينة. والموثوقية هي "احتمال قيام المنتج بوظيفته المقصودة في ظل ظروف وبيئات تشغيل معينة لفترة زمنية محددة". باستخدام هذا التعريف، فإن احتمال عمل جهاز لمدة 100 ساعة وموثوقية جهاز مصمم للعمل لمدة 100 ساعة هما طريقتان لتقديم نفس العبارة. وعادة ما يتم تقديمه على أنه معدل فشل(λ الحرف اليوناني لامدا) يشير إلى العدد المحتمل للإخفاقات لكل مليون ساعة من العملية. غالباً ما يُفضل متوسط الوقت المتبادل بين الفشل (*Mean Time Between Failures MTBF*) أو متوسط الوقت للفشل (*Mean Time To Failure MTTF*) للمنتجات التي لا يمكن إصلاحها لأنه أسهل في الفهم. وبعد تحديد موثوقية المنتج، يمكننا تحديد أهميته، وتكاليف الضمان والصيانة المحتملة، بالإضافة إلى تخطيط أنشطة الإصلاح بكميات قطع الغيار وتخصيصها.

الطريقة الأساسية لتحقيق موثوقية المنتج هي من خلال التصميم الناضج. في المنتجات الجديدة، يتم تحديد معدلات الفشل في ظل الظروف المتسارعة واستخدامها لإجراء تنبؤات الموثوقية. في التجميعات المعقدة، قد يكون هناك المئات من المكونات الفردية التي تؤثر على موثوقية المنتج النهائي. من الناحية المثالية، فإن الموثوقية بنسبة 100 ٪ أمر مرغوب فيه ولكن هذا ليس ممكناً دائماً. في المنتجات التي تؤثر على حياة الإنسان، من الضروري للغاية الحصول على درجة عالية من الموثوقية. تحتوي هذه المنتجات على مكونات عالية الجودة ويتم اختبارها في الظروف القاسية. وتعتمد موثوقية المنتج، سواء كانت طائرة أو كمبيوتر، على جودة مكوناته. يقدم موضوع الموثوقية عامل الوقت في إجراء حسابات الاحتمالية.

منحنى حياة المنتج: يتم وصف المراحل الثلاث في حياة المنتج أو الجهاز من خلال منحنى دورة الحياة الذي يشار إليه عادةً

باسم منحنى حوض الاستحمام الذي يبينه الشكل (3, 5) التالي:

الشكل (3, 5): المراحل الثلاث في حياة المنتج أو منحنى حوض الاستحمام للموثوقية



خلال مرحلة الحياة المبكرة أو مرحلة الرضيع من الجهاز، يحدث الفشل بشكل متكرر أكثر من مرحلة التشغيل أو مرحلة الحياة المفيدة. وخلال الجزء الأخير من عمر الجهاز، مرحلة الموت أو البلى، ويكون تكرار الفشل مرتفعاً مرة أخرى. ويمكن التحقق من ذلك من قبل أصحاب السيارات التي تبلغ من العمر اثني عشر عاماً. خلال مرحلة العمر الإنتاجي، تكون معدلات الفشل في معظم الأجهزة ثابتة. يتم تحديد مدة العمر الإنتاجي بواسطة الجهاز أو المنتج. عادةً ما يكون لمصابيح الإضاءة عمر إنتاجي أقصر من أجهزة راديو السيارة.

ولا يمكن إجراء حسابات الموثوقية إلا في مرحلة التشغيل (المرحلة الثانية) للمنتج أو الجهاز. في مرحلة التآكل، هناك اختلاف كبير في معدل الفشل لإجراء تنبؤات الموثوقية. عادة ما يكون المنتج في حيازة العملاء أو المستخدمين بعد التخلص من المشاكل الأولية (وفيات الرضع).

الفرق الرئيسي بين جودة الجهاز وموثوقية الجهاز هو أن الموثوقية تنطوي على عامل زمني. والموثوقية هي احتمال عمل الجهاز لفترة زمنية محددة.

في مشكلة الجودة، قد يتم طرح السؤال: ما هو احتمال وجود جهاز معيب واحد أو فشل واحد في عينة من عشرة أجزاء؟ الأجزاء إما جيدة أو معيبة في وقت فحصها. في مشكلة الموثوقية، قد يكون السؤال: ما هو احتمال أن يعمل الجهاز لمدة 100 ساعة دون فشل؟

عادة ما يتم تحديد معدلات الفشل والموثوقية اللاحقة للأجهزة من خلال إجراء يسمى اختبار الحياة. اختبار الحياة هو عملية وضع جهاز أو وحدة منتج تحت مجموعة محددة من ظروف الاختبار وقياس الوقت الذي يستغرقه حتى الفشل. يتم استخدام

خطط أخذ عينات اختبار الحياة لتحديد عدد الوحدات التي سيتم اختبارها وتحديد مدى القبول. إجراءات تطوير واستخدام خطة أخذ عينات اختبار الحياة هي تقريباً نفس الإجراءات المستخدمة لأخذ عينات القبول. يتم تحديد مخاطر المنتج والمستهلك، ويمكن استخدام التوزيع الأسي لإيجاد احتمال القبول.

الموثوقية المتوقعة ليست رقماً دقيقاً، ومن المحتمل أن يعمل المنتج في الوقت المحدد بأقل من 100٪ من اليقين. لسوء الحظ، لا يدرك العديد من المشترين ومديري البرامج وحتى مهندسي التصميم ذلك ويتوقعون أن يكون معدل الفشل المتوقع مؤكداً. معظم الإداريين ليسوا خبراء إحصائيين، ولا تستطيع كل منظمة تصميم توفير مثل هؤلاء المتخصصين من الموظفين. نادراً ما تكون البيانات التاريخية لإجراء تنبؤ الموثوقية كافية في الشركات الصغيرة. الطريقة العامة لحساب معدل الفشل خلال مراحل التطوير هي عن طريق حساب الأجزاء التي بمجرد أن يتم التعرف من خلالها على جميع تفاصيل التصميم، يتم تحسينها من خلال تحليل ضغط الأجزاء. باستخدام طريقة حساب الأجزاء، يكون معدل الفشل المتوقع وفق هذه المعادلة:

$$\lambda_{EQUIP} = \sum_{i=1}^{i=n} N_i \times \left(\lambda_g \times \pi_Q\right)_i$$

λ_{EQUIP} هو إجمالي فشل المعدات لكل مليون ساعة.

λ_g هو معدل الفشل العام للجزء العام.

π_Q هو عامل الجودة للجزء العام

N_i كمية الجزء العام .

n هو عدد فئات الأجزاء العامة المختلفة في الجهاز i_{th}

هناك عدد من البرامج المتاحة تجارياً للمساعدة في حسابات التنبؤ بالموثوقية. والمطلوب إدخال قائمة المواد مع تفاصيل تشغيل المكونات، مثل درجة الحرارة وتقلبها وما إلى ذلك.

أو بصيغة أخرى مبسطة: يمكن تمثيل معدل الفشل المستمر خلال العمر الإنتاجي (المرحلة الثانية) للجهاز برمز لامدا (λ) ويتم تعريف معدل الفشل على أنه عدد حالات الفشل لكل وحدة زمنية أو نسبة وحدات العينة التي فشلت قبل بعض الوقت المحدد.

$$\text{معدل الفشل} = \text{لامدا} = \lambda = f / n$$

حيث f هي إجمالي حالات الفشل خلال فترة زمنية معينة و n = عدد الوحدات أو العناصر الموضوعة في الاختبار.

مثال على معدل الفشل: إذا تم وضع *500* جزء في الاختبار وتم تسجيل *21* فشلاً بين الساعة السادسة والسابعة، فإن معدل الفشل:

$\lambda = 21/500 = .042$ فشل في الساعة

متوسط الوقت بين الفشل: متوسط الوقت بين حالات الفشل أو *MTBF* هو متوسط عمر الأجهزة التي يتم اختبارها، وهو تبادلي لمعدل الفشل.

$\theta = 1/\lambda$ = ثيتا = *(MTBF)* متوسط الوقت بين الفشل

متوسط الوقت بين الفشل للمثال أعلاه =

$\theta = 1 / \lambda = 1 /.042 = 23.8$ ساعة.

معادلة الموثوقية: يتم استخدام صيغة التوزيع الأسي لحساب موثوقية جهاز أو نظام من الأجهزة في مرحلة الحياة المفيدة .تعود الصيغة الأسية إلى صيغة بواسون .بدلاً من*np* ، يتم استخدام المنتج λt. الأسي بصيغة *Poisson* مع $x = 0$. الموثوقية تعني احتمال فشل صفر في الفاصل الزمني المحدد.

$$P(x) = \frac{e^{-np}(np)^x}{x!}$$ =لـ ، $x = 0$ ،$P(0) = e^{-\lambda t} = \frac{e^{-\lambda t}(\lambda t)^x}{x!}$ الموثوقية

$R = e^{-\lambda t}$ = موثوقية جهاز واحد

حيث t هو وقت المهمة و e قيمة ثابتة تساوي (*2.71828*)، يمثل الحرف e قاعدة النظام الطبيعي للوغاريتمات. تحتوي معظم الآلات الحاسبة الإحصائية على مفتاح *ex*. أدخل قيمة لـ x وستعيد الآلة الحاسبة القيمة $e= 2.71828$.

مثال: تم اختبار عينة من *450* جهازاً لمدة *30* ساعة وتم تسجيل *5* حالات فشل .الجهاز مصمم ليعمل لمدة *1000* ساعة بدون فشل. ما هي موثوقية الجهاز المختبر؟

$\lambda = 5 / (450) (30) = 5/13500 = .0003704$ = معدل الفشل

$R = e^{-\lambda t} = e^{-(.0003704)(1000)} = e^{-.3704} = 0.6905$ = الموثوقية

احتمال تشغيل الجهاز لمدة *1000* ساعة دون فشل هو *69٪*.

في النهاية، ليس كل شيء يقدم لنا نتيجة للتحليل الإحصائي صحيح بالضرورة. تعد الإحصاءات مفيدة في التحقيق في العديد من الموضوعات العلمية والاجتماعية، لكنها مجرد أداة. بشكل غير صحيح، يمكن أن تكون النتائج مشوهة بدون قصد، ويمكن استخدامها لإثبات أو دحض أي شيء تقريباً. وأحد استخدامات الإحصاءات في الإدارة هو التنبؤ بموثوقية المنتج.

ستكون النتائج الميدانية هي الشيء الوحيد المهم. جميع الحسابات ستكون بلا معنى إذا لم تكن موثوقية المنتج في الحقل كما هو مطلوب في مواصفات العميل. حيث ستتم المطالبة بإصلاح التصميم أو عملية التصنيع أو كليهما. وتختلف حسابات الموثوقية من منهجية إلى أخرى، ولكن إذا كنا متسقين باستخدام نفس المنهجية، فإن الأرقام الناتجة من الحسابات، إلى جانب الخبرة، ستمكننا من الحكم على النتائج الميدانية.

3-14 تحديد قيمة أنظمة النسخ الاحتياطي

هل مؤسستك مستعدة لكارثة؟ تعد استراتيجية النسخ الاحتياطي القوية أحد العناصر الرئيسية في الاستعداد. وتحتاج كل مؤسسة إلى تحديد مقدار العمل الذي ترغب في المخاطرة بفقده وتحديد جدول النسخ الاحتياطي وفقاً لذلك. ملفات قاعدة البيانات والمحاسبة هي أصول البيانات الأكثر أهمية. يجب نسخها احتياطياً قبل وبعد أي استخدام كبير. بالنسبة لمعظم المؤسسات، يعني هذا إجراء نسخ احتياطي لهذه الملفات يومياً. يجب على المنظمات غير الربحية التي تقوم بالكثير من إدخال البيانات والتفكير في نسخ قواعد البيانات احتياطياً بعد كل جلسة رئيسية لإدخال البيانات. يجب عمل نسخة احتياطية من الملفات الأساسية مثل المستندات (مثل مجلدات المستندات) وملفات البريد الإلكتروني مرة واحدة على الأقل في الأسبوع، أو حتى مرة واحدة في اليوم.

كما يبينه الجدول (3, 3) التالي:

الجدول (3, 3): المقياس المقارن للتكلفة في كل منطقة (داخلية أو عن بعد)

نسخ وتخزين خاص	نسخ وتخزين عام	على الرصيف	التفاصيل	نوع
			ادارة مشروع	اشخاص
			تنسيق / حافز الموارد	اشخاص
			مورد الشبكة	اشخاص
لا يوجد	لا يوجد		مالك الموارد	اشخاص
لا يوجد	لا يوجد		إدارة النسخ الاحتياطي	اشخاص
			استعادة الإدارة	اشخاص
لا يوجد	لا يوجد		تنسيق / حافز الموارد	اشخاص
لا يوجد	لا يوجد		مورد الشبكة	اشخاص
لا يوجد	لا يوجد	$$$	موارد النسخ الاحتياطي / SAN	اشخاص
			إدارة طلب الخدمة	اشخاص
لا يوجد	لا يوجد		العراقي (الطلاة / التيريد)	المعدات
لا يوجد	لا يوجد		التصويلات (إيجار أرضي)	المعدات
لا يوجد	لا يوجد		الأشرطة	المعدات
			شبكة LAN / WAN	المعدات
لا يوجد	لا يوجد		صيانة الأجهزة	المعدات
لا يوجد	لا يوجد		برامج النسخ الاحتياطي	البرمجيات
لا يوجد	لا يوجد	$$$	برامج الصيانة	البرمجيات
لا يوجد	لا يوجد		موفر تخزين الأشرطة خارج الموقع	تخزين الشريط
$$$		لا يوجد	تكلفة جيجابايت سعة تخزين أو مثل	استهلاك
دولار إستراليين 188000	دولار استراليين 73،300	دولار إستراليين $70.000	تيرابايت من البيانات على مدى 5 سنوات 5	التكلفة الإجمالية (تقديرية)

يجب تخزين النسخ الاحتياطية في مكان آمن، مثل صندوق ودائع آمن. خاصة إذا كانت منطقة الشركة عرضة للكوارث الطبيعية، لنفكر في الذهاب إلى أبعد من ذلك. نحتاج إلى التأكد من عدم تعرض حلول النسخ الاحتياطي المحلية والبعيدة لنفس الكارثة التي تضر بالمكتب. النسخ الاحتياطي المنتظم هو تأمين حيوي ضد كارثة فقدان البيانات. ويتطلب تطوير خطة نسخ احتياطي صلبة استثمار الوقت والمال، لكن التكلفة أقل بكثير من المهمة المرهقة المتمثلة في إعادة إنشاء البيانات التي لا يوجد لها نسخ احتياطي، ومن الأفضل إضاعة وقت النسخ الاحتياطي بدلاً من مخاوف آثار كارثة قد تحدث في أي وقت.

وللحصول على صورة واضحة لكيفية تكديس كل خيار لتخزين البيانات، فيما يلي دليل التكلفة الأساسية الذي يشير إلى المقياس المقارن للتكلفة في كل منطقة (داخلية أو عن بعد) على مدى 5 سنوات عند نسخ 5 تيرابايت من البيانات احتياطياً.

وهناك طريقتان محددتان على نطاق واسع للنسخ الاحتياطي: النسخ الاحتياطي المحلي والنسخ الاحتياطي عن بعد. في النسخ الاحتياطي المحلي، يمكن نسخ البيانات إلى محرك أقراص ثابت آخر أو وسائط أخرى أو محرك أقراص مشترك، إما يدوياً أو على فترات زمنية محددة. مع هذا الإعداد، تكون جميع البيانات في متناول اليد - وهنا تكمن قيمته وخطره. يمكن دائماً الوصول إلى المعلومات عند الضرورة، ولكن هذه المعلومات عرضة للخسارة، سواء من خلال السرقة (شخص ما يكسر أو يسرق المعدات) أو التلف (مثل ماسورة مياه متسربة أو كارثة طبيعية).

في النسخ الاحتياطي عن بعد، يرسل الكمبيوتر البيانات تلقائياً إلى مركز بعيد في فترات زمنية محددة. لإجراء نسخ احتياطي، ما علينا سوى تثبيت برنامج النسخ الاحتياطي على كل جهاز كمبيوتر يحتوي على البيانات التي نريد نسخها احتياطياً، وإعداد جدول نسخ احتياطي، وتحديد الملفات والمجلدات المراد نسخها. ثم يعتني البرنامج بنسخ البيانات احتياطياً.

مع حلول النسخ الاحتياطي عن بعد، لا نتحمل نفقات شراء معدات النسخ الاحتياطي، وفي حالة وقوع كارثة، لا يزال بإمكاننا استرداد البيانات المهمة. وهذا يجعل النسخ الاحتياطي عن بُعد مثالياً للمنظمات غير الربحية الصغيرة (على سبيل المثال، من 2 إلى 10 أشخاص) التي تحتاج إلى نسخ معلومات مهمة احتياطياً مثل قوائم الجهات المانحة، ووثائق حملة جمع التبرعات، والبيانات المالية، ولكنها تفتقر إلى المعدات أو الخبرة أو الميل إلى الإعداد المخصص على تخزين في الموقع.

من خلال تشريح حلول النسخ الاحتياطي الأكثر استخداماً، يمكننا البدء في تحديد أي تكاليف خفية. من خلال هذا، من الممكن فهم التكلفة الإجمالية الحقيقية لأي حل معين، والذي عندما يتم النظر فيه جنباً إلى جنب مع فائدة الحل المذكور، يسمح لأي شركة بالحكم على قيمة حقيقية.

ملاحظة: قد يكلف حل التخزين الخاص أكثر من خيار التخزين العام على مدار 5 سنوات، ولكن هناك فوائد كبيرة يمكن تحقيقها في الحل خاص غير متاح على العموم.

المراجع والمصادر *References*

1. حجازي، جمال طاهر أبو الفتوح: إدارة الإنتاج والعمليات. مدخل إدارة الجودة الشـاملة. مكتبة القاهرة للطباعة. الزقازيق، طبعة أولى 2002، ص، 145.
2. علي هادي جبرين: إدارة العمليات. دار الثقافة للنشر والتوزيع. عمان، الطبعة الأولى، 2006، ص، 145-148.
3. غسـان قاسـم داود اللامي. أميرة شـكرولي البياتي: إدارة الإنتاج والعمليات. مرتكزات معرفية وكمية. دار اليازوري العلمية للنشـر والتوزيع. عمان- الأردن، 2008، ص ص، 85-91.

4. Gerwin, D., and N.J. Barrowman. "An Evaluation of Research on Integrated Product Development." *Management Science* 48, no. 7 (2002): 938–953.
5. Krishnan, V., and K.T. Ulrich. "Product Development Decisions: A Review of the Literature." *Management Science* 47, no. 1 (2001): 1–21.
6. Vonderembse, M.A., and G.P. White. *Operations Management: Concepts, Methods, and Strategies.* Danvers, MA: John Wiley & Sons, 2004.
7. *T. AvenOn how to define, understand and describe risk Reliability Engineering and System Safety, 95 (6) (2010), pp. 623-631.*

   https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.06.015
8. *T. Becker, H. Stern. Future trends in human work area design for cyber-physical production Systems. Procedia CIRP, 57 (2016), pp. 404-409*
9. *Y. Chen. Integrated and intelligent manufacturing: perspectives and enablers Engineering, 3 (2017), pp. 588-595*
10. *B. Esmaeilian, S. Behdad, B. Wang. The evolution and future of manufacturing: a review. Journal of Manufacturing Systems, 39 (2016), pp. 79-100.*
11. *Gartner Group. Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2017 (Jan. 4, 2018).*
12. *F. Qian, W. Zhong, W. Du. Fundamental theories and key technologies for smart and optimal manufacturing in the process industry. Engineering, 3 (2017), pp. 154-160*
13. *K.G. Swift, J.D. Booker. Manufacturing Process Selection Handbook: From Design to Manufacture. Butterworth-Heinemann, Waltham, MA, USA (2013), p. 456*
14. *R.Y. Zhong, X. Xu, E. Klotz, S.T. Newman. Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. Engineering, 3 (2017), pp. 616-630.*
15. *Roger G. Schroeder. (2008) Operation management, Contemporary and Cases Forth edition. University of Minnesota. New York. The MacGraw-Hill, p 47.*

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
الخطوة الأولى نحو تطوير المنتج هي تفهم طبيعة الشركة والتسويق الجيد له.		خطأ
من أسباب تطوير المنتج دخول منافس جديد بمنتج مبتكر	صح	
إذا تبنت الشركة فكرة غير مجدية لتطوير المنتج، فقد تدخل في زيادة ايراداتها.		خطأ
صورة المنتج هي الطريقة التي ينظر بها المستهلكون إلى المنتج الفعلي أو المحتمل.	صح	
عادة لا تستخدم الشركة أرقام المبيعات والتكاليف لتحليل الجاذبية المالية للمنتجات الجديدة.		خطأ
يختلف تطوير المنتج عن إدارة المنتج اختلافاً كبيراً ويستحق فهم ما يميزهما.	صح	
من الحكمة طرح منتج جديد في السوق دون الخروج أولاً ببيانات قوية لدعمه.		خطأ
وظيفة البحث تمهد الطريق لتطوير منتجات جديدة.	صح	
التركيز على الابتكار والتحسين ليس في النهاية بل في الوسائل.	صح	
يتمثل الدور الرئيسي للبحث والتطوير في مساعدة الشركة في الحفاظ على قدرتها الإنتاجية.		خطأ
المنتج أو الخدمة الجيدة أو السيئة يمكن أن تصنع الشركة أو تحطمها.	صح	

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

1) يجب أن يعتمد المنتج الجديد على:

A. تفكير متكامل
B. خاطرة صحيحة
C. فكرة سليمة
D. تخمين تام

2) من المصادر الخارجية لأفكار تطوير المنتج الجديد:

A. التجارب والبحوث
B. العملاء أو الزبائن
C. العصف الهني
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

3) من المصادر الداخلية لأفكار تطوير المنتج الجديد:

A. العملاء أو الزبائن
B. المنافسين
C. الموزعون- الموردون.
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

4) تستثمر الشركات مبالغ هائلة في البحث لتطوير المنتج الجديد بسبب:

A. نمو الكبير والثابت للمنتج

B. الضغط لخفض سعر المنتج

C. زيادة الأعمال من العملاء الأكثر قيمة

D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

5) ليس من مراحل تطوير المنتج الجديد:

A. فحص الفكرة

B. تأمين المواد الأولية

C. تطوير واختبار المفهوم

D. تطوير استراتيجية التسويق

6) فكرة المنتج هي:

A. نسخة مفصلة من الفكرة المذكورة في شروط المستهلك ذات مغزى.

B. فكرة عن منتج محتمل يمكن للشركة أن ترى نفسها تقدمه إلى السوق.

C. الطريقة التي ينظر بها المستهلكون إلى المنتج الفعلي أو المحتمل.

D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

7) يتكون بيان استراتيجية التسويق من ثلاثة أجزاء:

A. السوق المحمية، والتصميم المخطط للمنتج وتوزيعه، والمبيعات المخطط لها

B. السوق المستهدفة، والسعر المخطط للمنتج وتوزيعه، والمبيعات المخطط لها

C. المورد المستهدف، السعر المخطط للمنتج وتوزيعه، والمشتريات المخطط لها

D. العميل المستهدف، الكمية المخططة للمنتج وتوزيعه، والمخزونات المخطط لها

8) تتضمن مرحلة تطوير المنتج:

A. زيادة الموظفين

B. زيادة العملاء

C. تخفيض المستثمرين

D. استثمارات كبيرة

9) عند استخدام المنتجات الاستهلاكية في التسويق التجريبي، تختار الشركات عادةً:

A. اختبار التسويق القياسي

B. التسويق التجريبي الخاضع للرقابة

C. محاكاة اختبار التسويق

D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

10) من أهم عيوب استراتيجية اختبار التسويق القياسي:

A. يمكن أن تستغرق وقتا قصيرا جدا

B. يمكن للمنافسين التدخل برفع أسعارهم في مدن الاختبار

C. يحصل المنافسين على المنتج لتسويقه.
D. يمكن أن تكون مكلفة للغاية

11) من أهم عيوب استراتيجية التسويق التجريبي الخاضع للرقابة:
A. لا يسمح للمنافسين بإلقاء نظرة على منتج الشركة الجديد.
B. يمكن أن تستغرق وقتا قصيرا جدا في التصميم للترويج
C. قد لا يمثل الحجم الصغير للعينة أسواق منتجاتها أو المستهلكين المستهدفين.
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

12) يخلق التصميم الصناعي المتميز:
A. اتصالاً عقلانيا هادفا مع الموردين
B. اتصالاً انفعاليا محددا مع العاملين
C. اتصالاً موضوعيا موجها مع المنافسين
D. اتصالاً عاطفياً إيجابياً مع المستهلكين

13) يتم تنفيذ متطلبات الربط بين المتطلبات الوظيفية ومواصفات التصميم عبر:
A. مصفوفة التتبع
B. منظومة التعقب
C. شبكة العلاقة
D. مجموعة الارتباط

14) تصف مواصفات التصميم كيفية:
A. إرضاء المنافسين بتلبية احتياجاتهم الفعلية أو المتوقعة
B. أداء النظام للمتطلبات الموضحة في المتطلبات الوظيفية
C. إرضاء العملاء بتلبية احتياجاتهم الفعلية أو المتوقعة
D. إرضاء الموردين بتلبية توقعاتهم الفعلية أو المتوقعة

15) ليس من أهداف مصممي المنتجات والخدمات:
A. القدرة الإنتاجية
B. الرضا الجمالي
C. الجودة والسرعة
D. التكلفة المنخفضة

16) يهتم تصميم الخدمة بـ:
A. جعلها تتناسب بشكل أفضل مع احتياجات مستخدمي الخدمة وعملائها.
B. جعلها تتناسب بشكل أفضل مع احتياجات عمال الإنتاج وموظفيه.
C. جعلها تتناسب بشكل ما مع خصائص بائعي الخدمة ومورديها.
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

17) يوفر تصميم الخدمة نهجاً منظماً وخلاقاً من أجل:
A. أن تكون المنظمات الصناعية قادرة على الإنتاج بالكمية المحددة
B. تلبية توقعات الموردين المتزايدة في الاختيار والجودة للمنتجات
C. الاستجابة للتحديات البيئية والاجتماعية والاقتصادية الملحة للاستدامة

D. كل الإجابات السابقة صحيحة

18) إن تصميم الخدمة هو نشاط تخطيط وتنظيم موارد الأعمال التجارية من أجل
A. تحسين تجربة العميل مباشرة وتجربة الموظف بشكل غير مباشر.
B. تحسين تجربة المورد مباشرة وتجربة المنافس بشكل غير مباشر.
C. تحسين تجربة الموظف مباشرة وتجربة العميل بشكل غير مباشر.
D. كل الإجابات السابقة صحيحة

19) المكونات الرئيسية الثلاثة لتصميم الخدمة هي:
A. الأشخاص والدعائم والعمليات
B. المشترون والدعائم والأفكار
C. العملاء والروافد والمفاهيم
D. العملاء والعمال والعقول

20) تصميم الخدمة هو عملية يركز فيها المصمم على:
A. خلق مواصفة عملية
B. تأليف خاصية مفرحة
C. خلق إنتاج واقعي
D. إنشاء خدمة مثالية

21) من أمثلة تكنولوجيا التصنيع باستخدام الحاسب الآلي:
A. إزالة المواد
B. تشكيل المواد
C. العمليات المضافة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

- **القضية الأولى:** تحتاج الشركات إلى بذل مسعى مستمر نحو تطوير المنتجات لمواكبة التغيرات السريعة في أذواق المستهلكين والتكنولوجيا والمنافسة. والمنتج الجديد هو نتيجة سلسلة من الخطوات التي تتخذها الشركة، تبدأ عملية تطوير المنتج الجديدة من توليد الأفكار وتنتهي بتطوير المنتج وتسويقه. لو كنت مسؤولا، ما هي مصادر أفكار المنتج الجديد لشركتك؟

لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*3.1*: مصادر أفكار المنتج).

- **القضية الثانية:** تحليل العملية هو إجراء مراجعة شاملة والتوصل إلى فهم كامل لعملية العمل (أو جزء منها)، بهدف الحفاظ على التميز في العملية، أو تحقيق زيادة في التحسينات التحويلية في عملية الأعمال. لو كنت مسؤولا، ما هي مساعدات تحليل العمليات التي تستند إليها في شركتك؟

لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*3.9*: مساعدات تحليل العمليات).

الوحدة 4

قرار اختيار الموقع

كلمات مفتاحية: قرارات الموقع، موقع الخدمة، موقع المصنع، تخطيط المنتج، تحليل الموقع

ملخص الفصل:

موقع المنشأة أمر حاسم لاستمرارية أعمالها ونجاحها. يعد تحديد موقع المنشأة قرار استراتيجي بالغ الأهمية للأعمال. ويحظى موقع المنشأة باهتمام كبير في يومنا وعصرنا الحالي، حيث تدرك الشركات بسرعة أهمية ومزايا موقع المنشأة الناجح بالإضافة إلى العيوب التي ينطوي عليها اختيار موقع غير ناجح للمنشأة. ينصب التركيز الأساسي على تقليل التكاليف وتحسين الكفاءة بالإضافة إلى خدمة العملاء. قد تؤدي قرارات موقع المنشأة الناجحة إلى تخفيضات كبيرة في التكلفة بالإضافة إلى تحسن في مستويات خدمة العملاء. وقد يؤدي قرار موقع المنشأة غير الناجح إلى عمليات غير فعالة وتكاليف إضافية تؤثر بشكل كبير على كفاءة وفعالية العملية الإجمالية. وهناك العديد من العوامل التي تحدد موقع المنشأة من بينها المنافسة والتكلفة وما يرتبط بها من تأثيرات مختلفة. سنتناول في هذا الفصل قرارات الموقع، ونبحث في العوامل التي تؤثر على قرار موقع الخدمة، ومنظمات التصنيع، ونعرض لمفهوم تخطيط المنتج، وتخطيط العملية، وسوف نتناول العوامل المؤثرة على موقع المنشأة ونشرح تقنيات تحليل الموقع.

المخرجات والأهداف التعليمية:

1. استيعاب الطلاب لمفهوم قرارات الموقع.
2. تمكن الطلاب من فهم العوامل التي تؤثر على قرار موقع الخدمة، ومنظمات التصنيع
3. استيعاب الطلاب لمفهوم تخطيط المنتج، وتخطيط العملية.
4. تمكن الطلاب من فهم العوامل المؤثرة على موقع المنشأة.
5. استيعاب الطلاب لتقنيات تحليل الموقع

مقدمة

من بين جميع أجزاء لغز التخطيط، يعتبر موقع المنشأة هو الأكثر استراتيجية وحراجة. بمجرد بناء منشأة تصنيع جديدة، تكون قد استثمرت الكثير من الوقت والموارد ورأس المال الذي لا يمكن تغييره لفترة طويلة، وقد يكون اختيار الموقع الخاطئ كارثياً. وعادة ما تكون قرار موقع المنشأة طويل الأجل وهو حاسم من حيث ربحية الشركة ونجاحها.

فاختيار الموقع يعد قرارًا رئيسيًا كونه يستلزم استثمارات كبيرة في شراء وترتيب الآلات. ولا يُنصح أو لا يمكن تغيير الموقع كثيرًا. لذلك قد يؤدي الموقع غير المناسب للمصنع إلى إهدار جميع الاستثمارات التي تتم في المباني والآلات والمعدات. مع الإشارة إلى نقطة مهمة يتوجب القيام بها. قبل تحديد موقع المصنع، وهي إجراء تنبؤات بعيدة المدى توقعًا للاحتياجات المستقبلية للشركة، حيث يجب أن يعتمد موقع المصنع على خطة وسياسة توسع الشركة وخطة التنويع للمنتجات وظروف السوق المتغيرة والمصادر المتغيرة للمواد الخام والعديد من العوامل الأخرى التي تؤثر على اختيار قرار الموقع.

4-1 أسباب وأهمية قرارات الموقع

تعمل المصانع ومراكز التوزيع والمرافق الأخرى بشكل عام لسنوات أو عقود، وخلال هذه الفترة قد تتغير البيئة التي تعمل فيها بشكل كبير. وقد تكون التكاليف والطلبات وأوقات السفر والمدخلات الأخرى لنماذج موقع المنشأة الكلاسيكية غير مؤكدة إلى حد كبير. وقد جعل هذا من تطوير نماذج موقع المنشأة في ظل عدم اليقين أولوية عالية لمتخذي القرار.

وعادة لا تكون قرارات الموقع اختيارات قائمة بذاتها لشركة، ولكنها جزء من مجموعة أوسع من قرارات الشركة، على سبيل المثال، مجالات السوق، وقنوات التسويق، والتكنولوجيا المستخدمة، والصورة، وما إلى ذلك، يلعب دورا هاما. وغالبًا ما تكون قرارات تحديد الموقع مهمة - لكل من الشركات الكبيرة والصغيرة. ولا يوجد شيء مثل موقع العمل المثالي. وقرار الموقع له تأثير مباشر على تكاليف العملية وكذلك قدرتها على خدمة العملاء (وبالتالي إيراداتها). أيضا، قرارات الموقع، بمجرد اتخاذها، صعبة ومكلفة للتراجع. غالبًا ما تكون تكاليف نقل العملية كبيرة وتهدد بإزعاج العملاء والموظفين. من الأفضل دائمًا الحصول على قرار الموقع لأول مرة بشكل صحيح. وينطوي كل اختيار يتم على ضرورة تحقيق التوازن بين عوامل العرض (التكلفة) والطلب (الإيرادات).

ويمكن أن نميز أسباب اختيار الموقع المناسب وفق ثلاث حالات:

I. عند بدء مؤسسة جديدة، *أي* اختيار الموقع لأول مرة.

II. في حالة المنظمة القائمة.

III. في حالة الموقع العالمي.

I. *غي حلك بئ خكئذ طصمظ لآهك لب آه حلك بطضطئذ تلك تيب ّ*

تكون اقتصاديات التكلفة مهمة دائمًا أثناء اختيار الموقع للمرة الأولى، ولكن يجب أن نضع في الاعتبار تكلفة الأهداف التجارية / التنظيمية طويلة المدى. فيما يلي العوامل التي يجب مراعاتها عند اختيار موقع المنظمات الجديدة:

- ✓ ***تحديد المنطقة:*** تشير الأهداف التنظيمية والاعتبارات طويلة المدى حول التسويق والتكنولوجيا ونقاط القوة، والموارد الخاصة بالمنطقة وبيئة الأعمال، والبيئة القانونية الحكومية، والبيئة الاجتماعية والجغرافية إلى منطقة مناسبة لتحديد موقع مرفق العمليات.
- ✓ ***اختيار موقع داخل منطقة:*** اختيار أفضل موقع من مجموعة متاحة. سيؤدي تقييم المواقع البديلة حسب تكاليفها الملموسة وغير الملموسة إلى حل مشكلة موقع المرافق. ويمكن التعامل مع مشكلة الموقع لمنطقة باستخدام نموذج التحليل البعدي.
- ✓ ***تحليل الأبعاد:*** إذا كانت جميع التكاليف ملموسة وقابلة للقياس الكمي، فإن المقارنة واختيار الموقع أمر سهل، فيتم تحديد الموقع الأقل تكلفة. في معظم الحالات، يتم التعبير عن التكاليف غير الملموسة والتي يتم التعبير عنها بالقيمة النسبية مقارنة بالقيمة المطلقة. ويمكن مقارنة مزاياها وعيوبها النسبية بسهولة. نظرًا لأنه يلزم النظر في كل من التكاليف الملموسة وغير الملموسة لاختيار موقع، يتم استخدام تحليل الأبعاد.

يتكون تحليل الأبعاد من حساب المزايا النسبية (نسبة التكلفة) لكل عنصر من بنود التكلفة لموقعين بديلين. بالنسبة لكل موقع، ثم يتم إعطاء وزن مناسب وضرب هذه النسب المرجحة للتوصل إلى رقم شامل حول الجدارة النسبية لموقعين بديلين.

على سبيل المثال لنفترض أن C_1M ،$C_2M, \ldots C_zM$، هي التكاليف المختلفة المرتبطة بالموقع M على بنود التكلفة المختلفة z. وأن C_1N ، $C_2N, \ldots C_z N$ هي التكاليف المختلفة المرتبطة بالموقع N و W_z،... W_3، W_2، W_1 هي الوزن المعطى لبنود التكلفة هذه، ثم الجدارة النسبية لـ M والموقع N معطى بواسطة:

$$(C_1 M / C_1 N)\, W_1 * (C_2 M / C_1 N)\, W_2, \ldots, *(C_Z M / C_Z N)\, W_Z$$

إذا كان الناتج > 1، فإن الموقع N هو أعلى والعكس صحيح. عند بدء تشغيل مصنع جديد، تكون قرارات موقع المصنع مهمة جدًا لأنها لها تأثير مباشر على عوامل المالية وأنماط التوظيف والتوزيع، وعلى المدى الطويل، قد تفيد عملية نقل المصنع المنظمة. لكن، نقل المصنع ينطوي على توقف الإنتاج، وكذلك تكلفة نقل المرافق إلى موقع جديد. بالإضافة إلى هذه الأشياء، فإنه سيقدم بعض الإزعاج في الأداء الطبيعي للعمل. وبالتالي، في وقت بدء أي صناعة، ينبغي لمتخذ القرار أن يولد عدة مواقع بديلة لتحديد موقع المصنع. وبعد تحليلها، يتم اختيار أفضل موقع لتشغيل المصنع. كما أن لموقع المصنع من المستودعات والمرافق الأخرى لها أيضا تأثير مباشر على الأداء التشغيلي للشركة. وبالتالي ستسعى الشركات القائمة إلى مواقع جديدة من أجل توسيع القدرة أو وضع المرافق القائمة. وبزيادة الطلب على المنتج، سيتم اتخاذ القرارات التالية:

- سواء لتوسيع القدرات والمرافق القائمة.
- سواء للبحث عن مواقع جديدة لمنشآت إضافية.
- ما إذا كان سيتم إغلاق المرافق الحالية للاستفادة من بعض المواقع الجديدة.

II. في حالة اختيار الموقع للمنظمة القائمة

في هذه الحالة، يجب أن يتناسب موقع التصنيع مع استراتيجية العمليات المتعددة للمصانع. يمكن أن تتبنى المنظمة استراتيجية عمليات مختلفة وفقا لحالة موقع المصنع الإضافي في نفس المبنى أو في أماكن أخرى في ظل الظروف التالية:

- ***مصانع لتصنيع منتجات متميزة:*** يخدم كل مصنع منطقة سوق المنظمة بأكملها. هذه الاستراتيجية ضرورية حيث تكون احتياجات المدخلات التكنولوجية والموارد متخصصة ومتميزة بشكل مختلف لخطوط الإنتاج المختلفة. على سبيل المثال، لا يجب تحديد خط إنتاج دقيق عالي الجودة مع خط إنتاج آخر يتطلب القليل من التركيز على الدقة.
- ***المصانع التي تزود منطقة سوق محددة:*** هنا، يقوم كل مصنع بتصنيع جميع منتجات الشركة تقريبًا. يعتبر هذا النوع من الإستراتيجيات مفيدًا حيث تهيمن اعتبارات قرب السوق على اعتبارات الموارد والتكنولوجيا. تتطلب هذه الاستراتيجية قدرا كبيرا من التنسيق من مكتب الشركة. من الأمثلة المتطرفة على هذه الاستراتيجية مصانع تعبئة المشروبات الغازية.
- ***مصانع مقسمة على أساس العملية أو مراحل التصنيع:*** قد تتطلب كل عملية إنتاج أو مرحلة تصنيع قدرات معدات مختلفة ومهارات العمل والتقنيات والسياسات الإدارية والتركيز عليها بشكل واضح. نظرًا لأن منتجات أحد المصانع

تتغذى في المصنع الآخر، تتطلب هذه الاستراتيجية تنسيقًا مركزيًا كبيرًا لأنشطة التصنيع من مكتب الشركة التي من المتوقع أن تفهم الجوانب التكنولوجية المختلفة لجميع المصانع.

- ***المصانع التي تؤكد على المرونة:*** يتطلب ذلك الكثير من التنسيق بين المصانع لتلبية الاحتياجات المتغيرة وفي نفس الوقت ضمان الاستخدام الفعال للمرافق والموارد. التغييرات المتكررة في الاستراتيجية طويلة المدى من أجل تحسين الكفاءة بشكل مؤقت ليست صحية للمنظمة. في أي مشكلة تتعلق بموقع المنشأة، فإن السؤال الرئيسي هو: هل هذا موقع يمكن للشركة أن تحافظ فيه على التنافسية لفترة طويلة؟ وكل هذه العوامل قابلة للتطبيق على منظمات الخدمة، التي قد تختلف أهدافها وأولوياتها واستراتيجياتها عن تلك الخاصة بمنظمات التصنيع المتشددة.

III. في حالة الموقع العالمي

بسبب العولمة، تقوم الشركات متعددة الجنسيات بإنشاء مؤسساتها في الخارج توسع عملياتها في بلدان أخرى. في حالة المواقع العالمية، هناك مجال لتقارب ظاهري ومصنع افتراضي.

- التقارب الظاهري: مع التقدم في تكنولوجيا الاتصالات السلكية واللاسلكية، يمكن أن تكون الشركة على مقربة فعلية من عملائها. بالنسبة لشركة خدمات برمجيات، فإن معظم خدماتها اللوجستية يتم من خلال مسار المعلومات / الاتصالات. تستخدم العديد من الشركات طريق الاتصالات السريع لإجراء جزء كبير من معاملاتها التجارية.
- مصنع افتراضي: العديد من الشركات التي يقع مقرها في الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة في قطاع الخدمات وقطاع التصنيع غالبًا ما تقوم بتخصيص مصادر جزء من عمليات أعمالها إلى مواقع أجنبية مثل الهند. وبالتالي، بدلاً من عمليات المرء، يمكن للشركة استخدام مرافق عمليات شركاء الأعمال. شركة BPO الهندية هي "مصنع خدمة افتراضي" شركة أجنبية. لذا يمكن أن يكون الموقع ملكًا لأحد الأشخاص أو شركاء الأعمال.

ونتبين **أهمية تخطيط الموقع** لأنه يساعد في: التوسع، مزايا تخفيض التكلفة، القرب من المواد الخام، مرافق إضافية، الاندماجات، التغييرات السياسية والاجتماعية، زيادة الطلب على المنتج الاستفادة من المزايا الضريبية. سنناقش النقاط التي تسلط الضوء على أهمية تخطيط الموقع.

- ✓ **التوسع:** إذا كانت الشركة تريد توسيع وتنويع أنشطتها، فسيتعين عليها البحث عن موقع جديد لإنشاء وحدة أعمالها الجديدة. في هذه الحالة، ستحتاج إلى تخطيط الموقع.

- ✓ **مزايا التكلفة:** إذا كان المصنع الحالي بعيد عن السوق، ستزيد تكلفة النقل، سيؤدي ذلك أيضًا إلى زيادة تكلفة المنتج. ولتجنب ذلك، ستبحث الشركة عن موقع مصنع جديد قريب من السوق.
- ✓ **اكتشاف المواد الخام:** يجب أن يكون المصنع موجودًا في مكان تتوفر فيه المواد الخام.
- ✓ **مرافق إضافية:** إذا كانت المنظمة تريد مرافق إضافية جديدة ضرورية لتحسين جودة العمل، لتلبية الطلبات المتزايدة، سيتعين على الشركة البحث عن موقع مصنع جديد.
- ✓ **الدمج:** قد يؤدي الاندماج والمشاريع المشتركة، إلى بدء وحدة جديدة في الموقع الجديد. قد تتطلب حتى إغلاق وحدة مصنع موجودة.
- ✓ **التغييرات السياسية والاجتماعية:** يمكن أن تؤدي التغييرات السياسية إلى تغييرات في السياسات الاقتصادية للحكومة. قد يجعل هذا الموقع الحالي غير جذاب للعمل. قد تتطلب التغييرات الاجتماعية إنتاج سلع صديقة للبيئة. قد يتطلب هذا تغيير في الموقع.
- ✓ **زيادة الطلب على المنتج:** قد يزداد الطلب على منتج الشركة في أماكن أخرى، خاصة في البلدان الخارجية. لذا، سيكون على الشركة أن تبدأ فرعًا في دولة أخرى أو في دول أجنبية.
- ✓ **الاستفادة من المزايا الضريبية:** قد تعلن الحكومة عن بعض المزايا الضريبية في المناطق الريفية. قد يحفز ذلك رواد الأعمال على بدء وحدات أعمالهم في المناطق النائية.

ومع ذلك، فإن الموقع الجيد هو الذي يقدم الفوائد التالية:

- ✓ **تكاليف وحدة تنافسية** - من خلال مزيج من عرض العمالة المنتجة والفعالة، والنفقات العامة للموقع المقبولة والوصول الفعال من حيث التكلفة إلى المدخلات (المواد الخام والمكونات).
- ✓ **فرص الإيرادات المثلى** - خدمة العملاء ليست منزعجة من خلال اختيار الموقع.
- ✓ **معدل عائد مقبول على الاستثمار** - تتنافس جميع المشاريع التجارية على الموارد النقدية.
- ✓ **قدرة إنتاجية كافية لتلبية الطلب** والمرونة المستقبلية في قرارات إدارة القدرات.
- ✓ **الوصول إلى قوة عاملة** تمكن الشركة من تحقيق أهداف تخطيط القوى العاملة.

4-2 العوامل التي تؤثر على قرار موقع الخدمة، ومنظمات التصنيع

نبين فيما يلي العوامل المطلوبة لموقع المصنع في حالة جميع أنواع المنظمات.

أولا: عوامل يمكن التحكم فيها مثل: القرب من الأسواق، توريد المواد، تسهيلات النقل، توفر البنية التحتية، العمل والأجور، وفورات الحجم الخارجية، ورأس المال.

- **القرب من الأسواق:** من المتوقع أن تخدم كل شركة عملائها من خلال توفير السلع والخدمات في الوقت المطلوب وبسعر معقول، قد تختار المؤسسات تحديد منشآت قريبة من السوق أو بعيدًا عن السوق اعتمادًا على المنتج. عندما يتركز مشتري المنتج، من المستحسن تحديد المرافق بالقرب من السوق. يفضل الاقتراب من السوق إذا كانت:
  - ✓ المنتجات حساسة وعرضة للتلف، وخدمات ما بعد البيع مطلوبة بسرعة في أغلب الأحيان.
  - ✓ تكلفة النقل مرتفعة وتزيد التكلفة بشكل كبير، ومدة صلاحية المنتج منخفضة.

يضمن القرب من السوق إمدادًا ثابتًا من السلع للعملاء ويقلل من تكلفة النقل.

- **توريد المواد الخام:** من الضروري أن تحصل المنظمة على المواد الخام بالخصائص والمواصفات والوقت المناسب من أجل الحصول على إنتاج مستمر. يصبح هذا العامل مهمًا جدًا إذا كانت المواد قابلة للتلف وكانت تكلفة النقل عالية جدًا.
- **تسهيلات ومرافق النقل:** تضمن مرافق النقل السريعة توريد المواد الخام للشركة في الوقت المناسب والسلع تامة الصنع للعملاء. مرفق النقل هو شرط أساسي لموقع المصنع. هناك خمسة طرق أساسية للنقل المادي: الجوي، والبري، والسكك الحديدية، والبحري، وخطوط الأنابيب. تتطلب السلع الموجهة بشكل أساسي للتصدير موقعًا قريبًا من الميناء أو المطار الكبير. وسيعتمد اختيار طريقة النقل وبالتالي الموقع على التكاليف النسبية والراحة والملاءمة. وبالتالي فإن تكلفة النقل إلى القيمة المضافة هي أحد معايير موقع المصنع.
- **توفر البنية التحتية:** تصبح مرافق البنية التحتية الأساسية مثل الطاقة والمياه والتخلص من النفايات، وما إلى ذلك، العوامل البارزة في تحديد الموقع وتتمثل بوجود أنواع معينة من الصناعات متعطشة للطاقة، على سبيل المثال، الألمنيوم والفولاذ، ويجب أن تكون قريبة من محطة الطاقة أو الموقع حيث يتم ضمان إمدادات الطاقة دون انقطاع طوال العام. قد يصبح عدم توفر الطاقة مشكلة بقاء لهذه الصناعات. كما تتطلب الصناعات التحويلية مثل الورق والكيماويات والإسمنت توفير المياه بكميات كبيرة ونوعية جيدة. ويعد مرفق التخلص من النفايات للصناعات التحويلية عاملاً مهمًا يؤثر على موقع المصنع.

- **العمل والأجور:** تعتبر مشكلة الحصول على عدد كاف من العمالة والمهارات المحددة عاملاً يجب أخذه في الاعتبار سواء على المستوى الإقليمي أو على مستوى المجتمع المحلي أثناء موقع المصنع. عادة ما يكون استيراد العمالة مكلفًا وينطوي على مشكلة إدارية. ويجب دراسة تاريخ علاقات العمل في المجتمع المرتقب، ويجب دراسة إنتاجية العمل كونها عامل مهم يجب أخذه في الاعتبار. وأيضا، يجب دراسة نمط الأجور السائد وتكاليف المعيشة والعلاقة الصناعية والقوة التفاوضية لأشكال النقابات وأخذها بالاعتبار.
- **وفورات الحجم الخارجية:** يمكن وصف وفورات الحجم الخارجية بأنها مزايا الشركة من خلال إقامة عمليات في مدينة كبيرة. ونظرًا لأن الشركات الكبيرة قد أدركت أن المخزونات والمستودعات أصبحت عامل تكلفة رئيسيًا، فقد حاولت تقليل تكاليف المخزون من خلال إطلاق نظام الإنتاج "في الوقت المناسب" (ما يسمى نظام كانبان) الذي يضمن الحصول على قطع الغيار من الموردين في غضون ساعات قليلة بعد الطلب.
- **رأس المال:** من المهم تمييز فسيولوجيا رأس المال الثابت في المباني والمعدات عن رأس المال المالي. تختلف التكاليف الرأسمالية الثابتة حيث تكاليف البناء والتشييد من منطقة إلى أخرى. ولكن من ناحية أخرى، يمكن أيضًا استئجار المباني وتوسيع المصنعات القائمة. رأس المال المالي شديد التنقل ولا يؤثر كثيراً على القرارات. على سبيل المثال، تعمل الشركات الكبيرة متعددة الجنسيات مثل كوكاكولا في العديد من البلدان المختلفة ويمكنها زيادة رأس المال حيث تكون أسعار الفائدة الأدنى والظروف الأنسب. ويصبح رأس المال عاملاً رئيسيًا عندما يتعلق الأمر برأس المال الاستثماري. في هذه الحالة، تشعر شركات التكنولوجيا العالية الناشئة والنامية بسرعة (أو لا) بالقلق والتي لا تمتلك عادةً العديد من الأصول الثابتة. تحتاج هذه الشركات بشكل خاص الوصول إلى رأس المال المالي وكذلك الموظفين المتعلمين المهرة.

ثانيا: عوامل لا يمكن السيطرة عليها، مثل: سياسة الحكومة، الظروف المناخية، دعم الصناعات والخدمات، مواقف المجتمع والعمل، البنية التحتية المجتمعية.

- **سياسة الحكومة:** إن سياسات الحكومة والهيئات المحلية فيما يتعلق بقوانين العمل، وقوانين البناء، والسلامة، وما إلى ذلك، هي العوامل التي تتطلب الاهتمام. من أجل الحصول على نمو إقليمي متوازن للصناعات، تقدم كل من الحكومة وإدارات المناطق مجموعة الحوافز لرواد الأعمال في مواقع معينة. قد تكون حزمة الحوافز على شكل إعفاء من ضريبة الخزائن ورسوم المكوس لفترة محددة، وقرض ميسر من المؤسسات المالية، ودعم رسوم الكهرباء، ودعم الاستثمار. وقد تغري بعض هذه الحوافز لتحديد موقع المصنع للإفادة من هذه المرافق المقدمة.

- **الظروف المناخية:** يجب النظر في جيولوجيا المنطقة مع الظروف المناخية (الرطوبة ودرجة الحرارة). تؤثر المناخات بشكل كبير على كفاءة وسلوك الإنسان. تتطلب بعض الصناعات ظروفًا مناخية محددة، على سبيل المثال، تتطلب مصانع النسيج الرطوبة.
- **دعم الصناعات والخدمات:** الآن لن تقوم منظمة التصنيع في يوم من الأيام بصنع جميع المكونات والأجزاء بمفردها، كما أنها تتعاقد من الباطن على العمل مع البائعين. لذا، سيكون مصدر توريد الأجزاء المكونة هو أحد العوامل التي تؤثر على الموقع. وتلعب الخدمات المختلفة مثل الاتصالات والخدمات المصرفية والخدمات الاستشارية المهنية وغيرها من خدمات المرافق المدنية دورًا حيويًا في اختيار الموقع.
- **مواقف المجتمع تجاه العمل:** يمكن لموقف المجتمع تجاه عمل الشركة وتجاه الصناعات المستقبلية أن يدعم أو يحبط الصناعة. والمواقف المجتمعية تجاه دعم الأنشطة النقابية معايير مهمة. موقع المنشأة في موقع محدد غير مرغوب فيه على الرغم من أن جميع العوامل مواتية بسبب موقف العمل تجاه الإدارة، مما يؤدي في كثير من الأحيان إلى الإضرابات والإغلاق.
- **البنية التحتية المجتمعية ووسائل الراحة:** تتطلب جميع أنشطة التصنيع الوصول إلى البنية التحتية المجتمعية، وعلى الأخص رأس المال الاقتصادي العام، مثل الطرق والسكك الحديدية ومرافق الموانئ وخطوط الكهرباء ومرافق الخدمة ورأس المال العام الاجتماعي مثل المدارس والجامعات والمستشفيات. وهناك حاجة أيضًا إلى النظر في هذه العوامل من خلال قرارات الموقع حيث أن البنية التحتية مكلفة للغاية للبناء، وبالنسبة لمعظم أنشطة التصنيع، فإن المخزون الحالي من البنية التحتية يوفر قيودًا مادية على إمكانيات الموقع.

4-3 مفهوم تخطيط المرافق الأساسية

تخطيط المصنع عبارة عن خطة لترتيب مثالي للمرافق بما في ذلك الأفراد ومعدات التشغيل ومساحة التخزين ومعدات مناولة المواد وجميع الخدمات الداعمة الأخرى جنبًا إلى جنب مع تصميم أفضل هيكل لاحتواء جميع هذه المرافق، تنطوي على ترتيب أكثر كفاءة واقتصادية للآلات والمواد والأفراد ومساحة التخزين وجميع الخدمات الداعمة، ضمن المساحة الأرضية المتاحة. فتخطيط المصنع في طبيعته معقد للغاية؛ لأنه يتضمن مفاهيم تتعلق بمجالات مثل الهندسة المعمارية والاقتصاد

وإدارة الأعمال. ويدرك معظم المدراء أنه بعد اختيار موقع المصنع؛ من الأفضل تطوير التخطيط وبناء المبنى من حوله بدلاً من إنشاء المبنى أولاً ومن ثم محاولة احتواء التخطيط فيه.

أهداف تخطيط المصنع: الهدف الأساسي من تخطيط المصنع هو زيادة الربح إلى أقصى حد من خلال ترتيب جميع مرافق المصنع لتحقيق أفضل فائدة من التصنيع الكلي للمنتج. ويمكن إجمال أهداف تخطيط المصنع في:

1. تبسيط تدفق المواد عبر المصنع، بتقليل مناولة المواد والتكلفة.
2. الاستخدام الفعال للعمال والمعدات والاستفادة الفعالة من المساحة المكعبة.
3. مرونة عمليات التصنيع والترتيبات.
4. توفير الراحة والسلامة للموظفين.
5. تقليل وقت الإنتاج الكلي بالحفاظ على مرونة الترتيب والتشغيل.

وهناك مجموعة من المبادئ التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تخطيط المصنع، وهي:

- ✓ **مبدأ التكامل:** التصميم الجيد هو الذي يدمج الأفراد والمواد والآلات والخدمات الداعمة وغيرها من أجل الحصول على الاستخدام الأمثل للموارد بأقصى قدر من الفعالية.
- ✓ **مبدأ الحد الأدنى للمسافة:** يتعلق هذا المبدأ بالحد الأدنى لحركة العمال والمواد. فيجب ترتيب التسهيلات بحيث تكون المسافة الإجمالية التي يقطعها العمال والمواد هي الحد الأدنى.
- ✓ **مبدأ استخدام المساحة المكعبة:** التصميم الذي يستخدم المساحة الأفقية والرأسية (استخدام الارتفاع أيضًا بشكل فعال).
- ✓ **مبدأ التدفق:** التصميم الذي يجعل المواد تتحرك في اتجاه الأمام نحو مرحلة الاكتمال، أي يجب ألا يكون هناك أي تراجع.
- ✓ **مبدأ المرونة القصوى:** الشكل الذي يمكن تغييره دون تكلفة ووقت كثير، أي أنه يجب مراعاة المتطلبات المستقبلية أثناء تصميم التخطيط الحالي.
- ✓ **مبدأ السلامة والأمن والرضا:** التصميم الجيد هو التصميم الذي يولي الاعتبار الواجب لسلامة العمال ورضاهم ويحمي المصنع والآلات ضد الحريق والسرقة وما إلى ذلك.
- ✓ **مبدأ الحد الأدنى من المعالجة:** التخطيط الجيد هو الذي يقلل من معالجة المواد إلى الحد الأدنى.

ويجب أن يكون التخطيط مرنا بحيث يمكن تغييره دون صعوبة كبيرة بسبب التوسع أو التنويع أو التغيير في تصميم المنتج أو التغيير في التكنولوجيا. في مثل هذه الحالات، نحتاج إلى تقليل آثار التفكيك، أي يجب أن يتم الانتقال بسرعة من التخطيط

القديم إلى التخطيط الجديد، وذلك لتقليل خسارة الإنتاج. ويتم تنفيذ معظم عمليات المناولة بشكل متكرر طوال فترة الإنتاج، لذلك، إذا لم يتم اعتماد أقصر طريقة للمناولة، سيؤدي ذلك إلى إضاعة الوقت وسيفقد الفعالية الكلية.

يعتمد نوع المبنى المكون من طابق واحد أو متعدد الطوابق على توفر الأرض ونوع المنتجات المراد تصنيعها وطرق تصنيعها. عندما تنطوي عملية التصنيع على تدفق لمنتجات مثل المواد الكيميائية والدهانات والسكر والمصافي والأسمدة وما إلى ذلك، يجب تصميم مبنى متعدد الطوابق.

4-4 طريقة مركز الثقل

مركز الجاذبية هو أحد هذه الأساليب التي يمكن أن تحدد فعالية الموقع. وأسلوب مركز الجاذبية هو أسلوب رياضي يستخدم لإيجاد موقع المصنع ومراكز التوزيع التي من شأنها أن تقلل تكاليف التوزيع. أي العثور على الموقع الأمثل لموقع المصنع أو لمركز توزيع يقلل من إجمالي تكاليف النقل. تأخذ هذه الطريقة في الاعتبار عوامل مثل الأسواق وتكلفة السلع وتكلفة النقل. تهدف طريقة مركز الجاذبية إلى تقليل إجمالي تكلفة الشحن، أي التكلفة المتكبدة للشحن من مركز التوزيع إلى نقاط الشحن المختلفة. فإذا كانت كميات الشحن لجميع نقاط الوجهة متساوية، فيمكن تحديد الموقع الذي ستكون فيه تكلفة النقل كحد أدنى عن طريق أخذ المتوسطات الحسابية للإحداثيات X و Y للوجهة. ولكن إذا كانت كميات الشحن غير متساوية، يمكن العثور على الموقع باستخدام نهج المتوسط المرجح (تؤخذ الكميات التي سيتم شحنها كأوزان). ويمكن تحديد مركز جاذبية الموقع الجغرافي من خلال حساب قيم إحداثيات X و Y للموقع التي من شأنها تقليل تكاليف النقل. ونظرًا لأن عدد الحاويات التي يتم شحنها كل شهر يؤثر على التكاليف، فلا يجب أن تكون المسافة وحدها المعيار الرئيسي. يفترض أسلوب مركز الجاذبية أن التكلفة تتناسب طرديًا مع المسافة والحجم المشحونين. الموقع المثالي هو الذي يقلل من المسافة المرجحة بين المصنع أو المستودعات ومنافذ البيع بالتجزئة، حيث يتم وزن المسافة بعدد الحاويات المشحونة.

الخطوة الأولى في مركز طريقة الجاذبية هي وضع المواقع على نظام إحداثيات. أصل نظام الإحداثيات والمقياس المستخدم تعسفي، طالما تم تمثيل المسافات النسبية بشكل صحيح. يمكن القيام بذلك عن طريق وضع شبكة فوق خريطة عادية، وتحديد مركز الجاذبية باستخدام المعادلات التالية:

$$X_c = \frac{\sum(X_i V_i)}{\sum V_i} \quad , \quad Y_c = \frac{\sum(Y_i V_i)}{\sum V_i}$$

حيث:

X_c إحداثيات مركز الجاذبية
Y_c إحداثيات مركز الجاذبية
V_i حجم العناصر المنقولة من وإلى الموقع i
X_i إحداثيات الموقع i
Y_i إحداثيات الموقع i

مثال:

يوضح الشكل الإحداثيات X و Y لسبعة مواقع للبيع بالتجزئة في سلسلة البيع بالتجزئة. يتم إعطاء المعلومات المتعلقة بالكمية التي سيتم شحنها إلى كل من المواقع السبعة في الجدول التالي:

منفذ البيع بالتجزئة	X_i	Y_i	الكمية المنقولة
A	4	10	80
B	3.5	15	100
C	4	6	120
D	10	2	130
E	16	6	100
F	8	5	150
G	14	13	90

باستخدام طريقة مركز الجاذبية، حدد إحداثيات الموقع الأمثل للمستودع.

الحل:

منفذ البيع بالتجزئة	X_i	Y_i	الحجم (V_i)	$V_i X_i$	$V_i Y_i$
A	4	10	80	320	800
B	3.5	15	100	350	1500
C	4	6	120	480	720
D	10	2	130	1300	260
E	16	6	100	1600	600
F	8	5	150	1200	750
G	14	13	90	1260	1170

			$\sum V_i = 770$	$\sum V_i X_i = 6510$	$\sum V_i Y_i = 5800$

$\sum V_i = 770$

من الجدول السابق، يمكننا الحصول على قيمة

$\sum V_i X_i = 6510$

$\sum V_i Y_i = 5800$

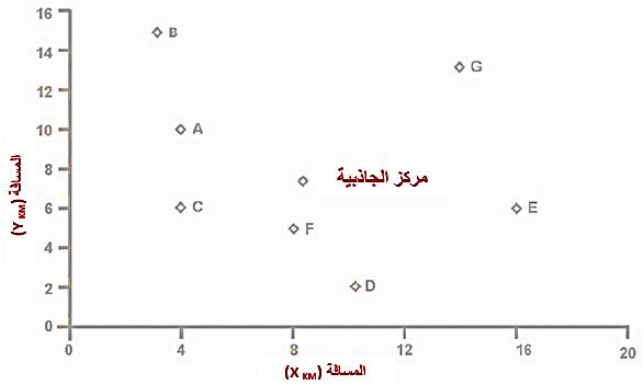
استبدال هذه القيم في معادلة

$X_c =$ مرجحة بالحجم X إحداثيات	$\frac{\sum V_i X_i}{V_i}$
$Y_c =$ الموزونة بالحجم Y إحداثيات	$\frac{\sum V_i Y_i}{V_i}$

الإحداثيات X و Y لنقطة مركز الجاذبية هي 8,45 و 7,53.

يوضح الشكل (4, 1) أن موقع المستودع هو الأقرب إلى موقع منفذ البيع بالتجزئة F.

الشكل (*4, 1*): موقع مركز الجاذبية

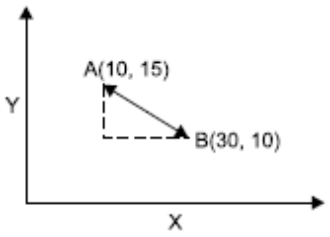


4-5 طريقة مسافة التحميل

طريقة مسافة التحميل هي نموذج رياضي يستخدم لتقييم المواقع بناءً على عوامل القرب. الهدف هو تحديد موقع يقلل من إجمالي الأحمال المرجحة التي تتحرك من وإلى المنشأة. يتم التعبير عن المسافة بين نقطتين من خلال تعيين النقاط إلى إحداثيات الشبكة على الخريطة. نهج بديل لاستخدام الوقت بدلاً من المسافة.

تدابير المسافة: لنفترض أنه سيتم وضع مستودع جديد لخدمة دمشق. وستتلقى شحنات واردة من العديد من الموردين، بما في ذلك واحد في حلب. إذا كان المستودع الجديد يقع في حمص، فما هي المسافة بين المرفقين؟ إذا كانت الشحنات تسير بالشاحنات، فإن المسافة تعتمد على نظام الطرق السريعة والمسار المحدد الذي تم اتخاذه. بالنسبة لطريقة مسافة التحميل، يمكن استخدام حساب تقريبي إما قياس المسافة الإقليدية أو المستقيمة. المسافة الإقليدية هي مسافة الخط المستقيم، أو أقصر مسار ممكن، بين نقطتين. ومع ذلك، يتوفر برنامج الكمبيوتر لحساب عدد الأميال الفعلي بين أي موقعين في نفس المقاطعة.

المسافة بين النقطة A والنقطة B



تمثل النقطة A على الشبكة موقع المورد في حلب، والنقطة B تمثل موقع المستودع المحتمل في حمص. المسافة بين النقطتين A و B هي طول الوتر للمثلث الأيمن، حيث:

$$d_{AB} = Sqrt((X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2)$$

حيث:

d_{AB} المسافة بين النقطتين A و B

$X_A = x$ تنسيق النقطة A

$Y_A = y$ تنسيق النقطة A

$X_B = x$ تنسيق النقطة B

$Y_B = y$ تنسيق النقطة B

تقيس المسافة المستطيلة الخطية المسافة بين نقطتين بسلسلة من 90 درجة كمنعطفات للمدينة. بشكل أساسي، هذه المسافة هي مجموع الخطين المتقاطعين اللذين يمثلان قاعدة المثلث وجانبه. المسافة المقطوعة في اتجاه x هي القيمة المطلقة للفرق في x *-coordinates* إضافة هذه النتيجة إلى القيمة المطلقة للفرق في y *-coordinates* يعطي:

$$D_{AB} = | X_A - X_B | + | Y_A - Y_B |$$

حساب نتيجة مسافة التحميل،

لحساب مسافة التحميل لأي موقع محتمل، نستخدم أيًا من مقاييس المسافة ونقوم ببساطة بضرب الأحمال المتدفقة من وإلى المنشأة في المسافات المقطوعة. يمكن التعبير عن هذه الأحمال كنغمات أو عدد الرحلات في الأسبوع. وهذا يتطلب مثالاً عمليًا لتقدير أهمية هذا المفهوم.

مثال: موقع مرفق رعاية صحية جديد

تم استهداف مرفق الرعاية الصحية الجديد لخدمة سبعة مساحات تعدادية في دمشق. يوضح الجدول أدناه إحداثيات مركز كل منطقة تعداد، إلى جانب السكان المتوقعين بالآلاف. سيسافر العملاء من تعداد المراكز السبعة إلى المنشأة الجديدة عندما يحتاجون إلى رعاية صحية. هناك موقعان يتم النظر فيهما للمنشأة الجديدة، في $(5.5, 4.5)$ و $(7, 2)$ وهما مراكز التعداد C و F. تفاصيل المراكز السبعة، والمسافات مع عدد السكان لكل مركز موضحة بالجدول أدناه. إذا استخدمنا السكان كأحمال واستخدمنا المسافة المستقيمة، ما هو الموقع الأفضل من حيث مجموع نقاط مسافة التحميل؟

رقم المركز	جهاز التعداد	(x, y)	تعداد السكان (l)
1	A	(2.5, 4.5)	2
2	B	(2.5, 2.5)	5
3	C	(5.5, 4.5)	10
4	D	(5, 2)	7
5	E	(8, 5)	10
6	F	(7, 2)	20
7	G	(9, 2.5)	14

الحل: حساب درجة مسافة التحميل لكل موقع. باستخدام الإحداثيات من الجدول أعلاه يمكن حساب درجة مسافة التحميل لكل جهاز.

باستخدام الصيغة $D_{AB} = | X_A - X_B | + | Y_A - Y_B |$

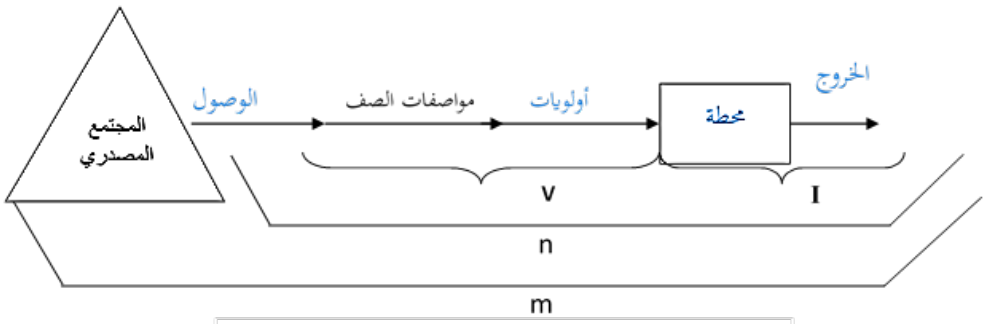
جهاز التعداد	(x, y)	تعداد السكان (l)	الموقع $(5.5, 4.5)$		الموقع $(7, 2)$	
			المسافة (d)	مسافة التحميل	المسافة (d)	مسافة التحميل
A	(2.5, 4.5)	2	3 + 0 = 3	6	4.5 + 2.5 = 7	14
B	(2.5, 2.5)	5	3 + 2 = 5	25	4.5 + 0.5 = 5	25
C	(5.5, 4.5)	10	0 + 0 = 0	0	1.5 + 2.5 = 4	40
D	(5, 2)	7	0.5 + 2.5 = 3	21	2 + 0 = 2	14
E	(8, 5)	10	2.5 + 0.5 = 3	30	1 + 3 = 4	40
F	(7, 2)	20	1.5 + 2.5 = 4	80	0 + 0 = 0	0
G	(9, 2.5)	14	3.5 + 2 = 5.5	77	2 + 0.5 = 2.5	35
			Total	239	Total	168

يعطي تلخيص الدرجات لجميع المسالك وإجمالي درجة مسافة التحميل *293* عندما يقع المرفق في مقابل درجة مسافة التحميل *168* في الموقع *(7, 2)*، لذلك، فإن الموقع في مسار التعداد *F* هو موقع أفضل.

6-4 نظرية خط الانتظار (قناة مفردة فقط)

تعمل نظرية خط (صفوف) الانتظار *(Queueing theory)* على التقليل من فترة الانتظار في الخط (الصف) وزيادة معدل الخدمة وذلك من خلال التنسيق بين فترة الخدمة وسرعة وصول الزبائن وتستخدم في عدة مجالات مثل محطات تعبئة الوقود والبنوك والمطاعم واشارت المرور وتستخدم فيها المحاكاة بشكل كبير. وتختص النظرية بوضع الأساليب الرياضية اللازمة لحل المشاكل المتعلقة بالمواقف التي تتسم بنقاط اختناق، أو تشكل صفوف انتظار نتيجة لوصول الوحدات الطالبة للخدمة وانتظار دورها لتلقيها. على أن يكون الوصول الى مكان أداء الخدمة عشوائيا يتبع توزيعا معينا، كما أن زمن أداء الخدمة لكل وحدة يمكن أن يأخذ صيغة عشوائية وتبعا لتوزيع معين. كما تقدم قياسا لقدرة مركز الخدمة على تحقيق الغرض الذي أنشئ من أجله، ويكون ذلك عن طريق قياس رياضي دقيق لمتوسط وقت الانتظار للحصول على الخدمة. فالنظرية أداة احتمالية تسمح بنمذجة وظيفة مركز الخدمة.

المكونات الأساسية لصفوف الانتظار: يمكن وصف عملية تقديم الخدمة على أنها تدفق للزبائن على مركز الخدمة، حيث يقومون بالاصطفاف في صف أو عدة صفوف يختلف طولها، ويتلقى كل واحد الخدمة عندما يصل دوره. ويمكن تمثيل هذه الظاهرة بالشكل (*4, 2*) التالي:



شكل (4, 2): الشكل العام لظاهرة صفوف الانتظار

حيث أن:m : عدد الوحدات التي يمكن أن نجدها في الظاهرة.

n : عدد الوحدات الموجودة في النظام.

V : عدد الوحدات في الصف.

I : عدد الوحدات في الخدمة.

ومن خلال الشكل نلاحظ أن ظاهرة صفوف الانتظار تتكون من العناصر التالية:

المجتمع المصدري: عبارة عن كل الوحدات التي يمكن أن تتقدم طالبة الخدمة، ويعتبر بذلك المنبع الذي يتدفق منه الزبائن.

مواصفات الواصلين: الخصائص المميزة للعملاء الوافدين لمركز الخدمة، وأهم المميزات الآتي:

أ- درجة التحكم في عدد الواصلين: في العديد من الحالات يمكن تقدير عدد الوافدين في الفترات المختلفة بالشكل الذي يجعلنا قادرين على التحكم في سيرورة الظاهرة، كما نجد بعض الحالات الأخرى التي يصعب فيها التحكم في نموذج عدد الواصلين، وهذه الأكثر شيوعا في الحياة العملية.

ب- هيئة الواصلين لتلقي الخدمة: ويقصد بذلك عدد الوحدات المجتمعة التي تتقدم للخدمة، فقد تكون وحدة التعامل وحدة واحدة، وقد تكون أكثر من وحدة.

ج- نمط الوصول: قد يكون وصول العملاء إلى محطة الخدمة وفقا لجدول زمني معروف ومحدد، أو قد يتم وصول العملاء عشوائيا، يمكن تقديره باعتماد نظرية الاحتمالات.

د- سلوك متلقي الخدمة: تفترض معظم النماذج أن متلقي الخدمة عندما يصل سوف ينتظر حتى يتلقى الخدمة، ولن يقدم على

تغيير محطة الخدمة أو الصف الذي وصل إليه.

ومن أهم معالم صف الانتظار:

- ✓ **طول صف الانتظار:** وهناك نوعان: الصف ذو الطول المحدد و الصف ذو الطول غير محدد.
- ✓ **عدد صفوف الانتظار:** يمكن أن تكون خطوط الانتظار منفردة أو متعددة.

ج-الأولويات: يشير ذلك إلى نظام خط الانتظار، أي إلى الترتيب الذي بواسطته يتم إمداد الوحدات بالخدمة التي يطلبونها وتكون غالبا الواصل أولا يخدم أولا.

خصائص محطة الخدمة: تختلف في أداء مهمتها باختلاف نوعية الخدمة المقدمة، وعادة فيمكن لنظام أن يكون ذو منفذ خدمة وحيد أو متعدد. كما يمكن للزبون أن يحصل على الخدمة في مرحلة واحدة أو على عدة مراحل.

أهم التوزيعات الاحتمالية المستخدمة في نظرية صفوف الانتظار: غالبا تخضع القيم العشوائية إلى نوعين من التوزيعات النظرية، فوصول العملاء كثيرا ما يتبع التوزيع النظري لبواسون، أما فترات الخدمة فهي تتبع التوزيع الأسي، لكن هذا لا ينفي وجود توزيعات نظرية.

أ- توزيع بواسون: يسمى بقانون الاحتمالات الصغيرة، ويمكن القول أن وصول العملاء إلى مراكز الخدمة يتبع توزيع بواسون إذا توفرت شروط سياقات بواسون وهي:

- إن احتمال تحقق حدث في الفترة Δt يعتمد فقط على طول الفترة. ويمكن التعبير عنها بثبات الوسط الحسابي لعدد الحوادث في وحدة من الزمن، أي احتمال الانتقال من الحالة λ_n إلى λ_{n-1} متساوي، حيث يكون $\lambda_n = \lambda$.
- عدد الحوادث الواقعة في فترة معينة مستقل عن عدد الحوادث في الفترات السابقة.
- احتمال تحقق حدثين في نفس الفترة صغير جدا.
- لا يمكن تحقق إلا حدث واحد خلال الفترة Δt.

ونكتب الصيغ العامة للقانون بواسون بالشكل التالي: $P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda}$

ب- التوزيع الأسي: يستفاد منه في تحليل عدد العملاء الواصلين في فترة زمنية معينة، وأيضا الأوقات الفاصلة بين وصولين متتابعين. كما يستخدم في دراسة أوقات الخدمة. يعرف التوزيع الأسي بالصيغة التالية:

$$P_n(t) = \mu e^{-\mu t}$$

وتعتمد القرارات التي تشمل تصميم صفوف الانتظار على تقييم موضوعي لخواص عملية صف الانتظار، مثلاً المدير قد

يقرر أن متوســـط وقت الانتظار دقيقة أو أقل وأن وجود عميلين أو أقل في النظام يعد من الأهداف المعقولة. وقد يرغب المدير في التعرف على تكلفة عملية نظام صف الانتظار ثم يحدد القرار الخاص بتصميم النظام على أساس أقل تكلفة ممكنة للساعة أو اليوم، قبل أن يتم عمل تحليل اقتصادي لصف الانتظار، يجب أن يتم القيام بوضع نموذج لإجمالي التكلفة يشمل تكلفة الانتظار وتكلفة الخدمة. وللقيام بعمل هذا النموذج لإجمالي التكلفة لصف الانتظار، سنبدأ بتحديد الرموز المستخدمة.

Cw= تكلفة الانتظار لكل فترة زمنية لكل وحدة.

L= متوسط عدد الوحدات في النظام.

Cs = تكلفة الخدمة لكل فترة زمنية لكل فترة لكل قناة.

k = عدد القنوات

Tc = إجمالي التكلفة لكل فترة زمنية

إجمالي التكلفة هي مجموع تكلفة الانتظار وتكلفة الخدمة أي:

$$Tc = CwL + CsK$$

يمكن التعبير عنها بطريقة أخرى كما يلي:

التكلفة الكلية = تكلفة الانتظار + تكلفة الخدمة

التكلفة الكلية = (تكلفة الانتظار لكل وحدة × متوسط عدد الوحدات في النظام) + (تكلفة الخدمة لكل منفذ × عدد المنافذ)

مثال: أعلنت إحدى الشــركات عن اســتعدادها لتخصــيص تكلفة مقدارها *10* ل / ســاعة من وقت انتظار العميل، كما أن متوسط عدد الوحدات في النظام (عدد العملاء= *3*) وتبلغ تكلفة الخدمة عن كل فترة *7* ل/ساعة، كما انه قد يوجد منفذ واحد لتقديم الخدمة أو منفذين.

الحل:

التكلفة الكلية في حالة تشغيل مركز واحد للخدمة

التكلفة الكلية = (تكلفة الانتظار لكل وحدة × متوسط عدد الوحدات في النظام) + (تكلفة الخدمة لكل منفذ × عدد المنافذ)

$$Tc=10*3+7*1 =37$$

التكلفة الكلية في حالة تشغيل مركزين للخدمة (علما ان متوسط عدد الوحدات في النظام او عدد العملاء هو *0.873*).

$$Tc=10 *0.873 +7 *2 = 22.73$$

نلاحظ إن التكلفة الكلية لتشــغيل مركزين للخدمة تعتبر أفضــل من حيث التشــغيل الاقتصــادي عن حالة وجود مركز واحد

للخدمة.

4-7 تخطيط المنتج، تخطيط العملية، خلايا التصنيع، تخطيط الموقع الثابت

توجد أربعة أنواع رئيسية من لتخطط المصنع، وهي:

تخطيط المنتج: تخطيط المنتج هو تقنية تخطيط جميع جوانب المنتج بعلاقته بالسوق. يجيب على العديد من الأسئلة الأساسية المتعلقة بالمنتج مثل نوع المنتج؟ كم، ومتى، وأين، وكم، ولمن وما إلى ذلك. في الإجابة على جميع هذه الأسئلة، يحاول المسوق مطابقة منتجات الشركة مع توقعات السوق. الهدف من تخطيط المنتج هو تجنب تصميم المنتجات غير المناسبة وجميع النفقات ذات الصلة. لن يقبل العميل الحالي أي منتج لا يتناسب مع متطلباته بأي شكل من الأشكال، السعر، التصميم، الميزات، التوزيع إلخ. يتم تخطيط المنتج دائمًا مع مراعاة السوق أو توقعات المستهلك. والعناصر الأساسية لتخطيط المنتجات:

العنصر 1. البحث قبل الإنتاج: إجراء أبحاث السوق على نطاق واسع. حتى تعرف الشركة مسبقًا ما الذي يجب إنتاجه ولمن. ويجب أن تقرر خصائص المنتج التي يمكن أن تلبي متطلبات الناس.

العنصر 2. إمكانية طريقة الإنتاج: ما هي طريقة الإنتاج التي سيتم اتباعها، وهل عملية تطوير المنتج تتم بالطريقة التي يريدها العميل بالضبط؟ يجب فحص هذه الإمكانية أيضًا قبل اتخاذ القرار.

العنصر 3. التعديل في الخطوط الموجودة: يجب أيضًا تشخيص خطوط الإنتاج الحالية ما إذا كان يمكن تحسينها لتلبية المتطلبات الجديدة للمستهلك أو سيتم تطوير منتج جديد. إذا كان من الممكن تعديل الخط الحالي، إلى أي مدى؟

العنصر 4. التخلص من المنتج: يتضمن تخطيط المنتج القرار المتعلق بإلغاء خطوط المنتجات غير المربحة بحيث يمكن استخدام الموارد لبعض المنتجات الأخرى بشكل مربح.

العنصر 5. تحسين المنتج: يتضمن تخطيط المنتج قرارًا بشأن تحسين المنتج الحالي من حيث الجودة والتعبئة وما إلى ذلك، مع مراعاة استراتيجيات المنافسين في السوق.

العنصر 6. تحديد الأسعار: هل سيتم تحديد الأسعار على أساس أسعار المنافسين أم على أساس تكلفة إنتاجها أم على أساس قوى الطلب والعرض في السوق؟

العنصر 7. تسويق المنتج: يشمل تخطيط المنتج تسويق المنتجات وبيع المنتج الذي يمكن أن يحقق ربحًا جيدًا للشركة من ناحية وقد يلبي احتياجات المستهلكين من ناحية أخرى.

العنصر 8. التنسيق: أي تنسيق المنتجات المختلفة حتى تتمكن الشركة من الحفاظ على وضعها التنافسي أو تحسينه، عن

طريق اتخاذ قرارات في الوقت المناسب لظروف التسويق من وقت لآخر.

تخطيط العملية: في تخطيط المنتج، يتم وضع الآلات والمواد والمرافق الأخرى حسب ترتيب المعالجة. يتم استخدامه غالبًا عندما يتم تنفيذ الإنتاج على نطاق واسع. أما **تخطيط العملية** هو نوع من تخطيط المصنع حيث يتم تجميع الآلات المشابهة في قسم واحد. يتم استخدامه في المقام الأول عندما تكون عملية الإنتاج غير متكررة بطبيعتها كما يبينه الجدول (*4, 1*) التالي:

الجدول (*4, 1*): مقارنة بين تخطيط المنتج وتخطيط العملية

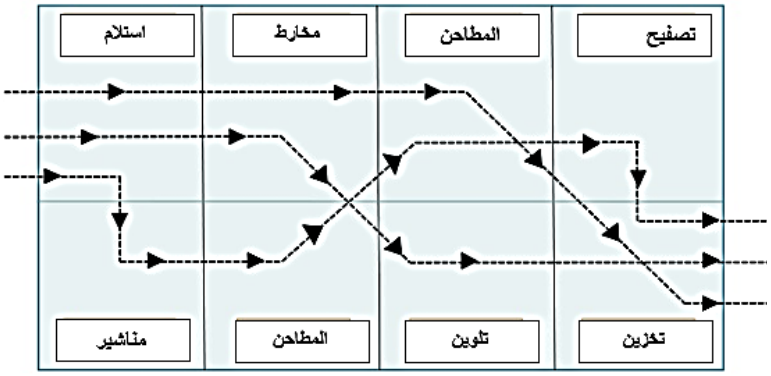
أساس المقارنة	تخطيط عملية	تخطيط المنتج
المعنى	**يشير تخطيط العملية إلى نوع تصميم التخطيط حيث يتم دمج الموارد التي تحتوي على عمليات أو وظائف متجانسة معًا.**	**تخطيط المنتج هو نوع من تصميم التخطيط يتم فيه ترتيب الموارد اللازمة لإنتاج المنتج في سطر واحد، وفقًا لتسلسل العمليات.**
المنتج	**حسب الطلب**	**موحد**
سير العمل	**تدفق متغير، بالاعتماد على طبيعة العمل.**	**التدفق والتسلسل المتطابق للعمليات لكل وحدة.**
تفتيش	**يتم إجراء التفتيش عدة مرات أثناء تسلسل العمليات.**	**الحد الأدنى من التفتيش هناك، أثناء تسلسل العمليات.**
النتائج في	**تكنولوجيا المجموعة**	**خطوط التحويل**
وقت الإنتاج	**مرتفع نسبيا**	**أقل**
تكلفة الإنتاج	**تكلفة ثابتة منخفضة نسبيًا وتكلفة متغيرة عالية.**	**تكلفة ثابتة عالية وتكلفة متغيرة منخفضة.**
تأثير الانهيار	**تعطل الآلات ليس له تأثير كبير على الناتج النهائي.**	**بسبب النظام المترابط، يمكن أن يؤثر انهيار الآلات بشكل خطير على الإنتاج.**
مناسب ل	**إنتاج معتدل بمزيد من الوظائف المتنوعة.**	**الإنتاج الضخم مع تنوع وظيفي أقل.**

وتخطيط العملية هي خريطة أو رسم بياني يحدد تسلسل الأنشطة أو تدفق المواد والمعلومات في عملية ما، أي تحديد خط سير المواد أثناء صنعها من البداية حتى النهاية. وهي إحدى أدوات تحليل العمليات لكيفية تحميل الماكينات بالمهام المطلوبة وكذلك الأقسام والإدارات طبقاً للطاقات الإنتاجية، وبحيث وعلى ذلك يكون تحديد خط سير العملية الإنتاجية *Routing* هو الإجابة على سؤال (كم؟)، ويكون وضع جداول زمنية للأعمال المطلوبة *Scheduling* هو الإجابة على سؤال (متى؟).

وفي تخطيط العملية، يتم توفير كمية المواد الخام إلى آلة، تقع في أي مكان في المصنع، والتي تجري العملية الأولى. بالنسبة للعملية التالية، يتم نقل البضائع نصف المصنعة إلى آلة أخرى لمزيد من المعالجة، والتي تقع في جزء آخر من المصنع. بهذه الطريقة، تنتقل البضائع لمسافات طويلة، في مسار ملتوي. وبالتالي يجب أن تكون المسافة بين القسم أقل لتوفير الوقت

والجهد. كما يبينه الشكل (*4, 4*) التالي:

الشكل (*4, 4*): مثال على تخطيط العملية



لذلك، تقوم الآلات في كل قسم بمعالجة المنتجات التي يتم توفيرها لهم، ولهذا السبب بالذات، تسمى هذه الآلات آلات للأغراض العامة. علاوة على ذلك، يتم تعيين العمل لكل قسم وفقًا لجدول التحميل، وذلك للتأكد من تحميل الماكينات بالكامل.

ان تخطيط العمليات في المؤسسات يساعد في إعداد خطط معيارية مقياسية كمرحلة أولى للتشغيل في بداية عمر المنظمة. يمكن استرجاعها فيما بعد في حالة الحاجة إلى إجراء تعديل أو تغيير في الخطة، ويكون سبب الحاجة الى الاسترجاع للتعديل واحداً او أكثر من الاتي:

- ✓ التطور التكنولوجي واستحداث أساليب جديدة مقابل تقادم العمليات الحالية وأسلوب إنجازها.
- ✓ ازدياد مطالب العملاء وتزايد الحاجة إلى مقابلة متطلباتهم والايفاء بها كونهم اصحاب المصلحة الرئيسيين وهم سبب وجود المنظمة.
- ✓ ارتفاع شدة المنافسة وظهور بدائل جديدة للمنتجات الحالية.
- ✓ ظهور مفهوم الإنتاج والتسويق الاخضر وحماية البيئة

وبالتالي فان تخطيط العملية أضحى ضرورة من ضرورات إعادة الهندسة عن طريق استرجاعها وتحديد نقاط الخلل فيها ومن ثم إجراء التغييرات وكلما كان هناك قابلية للتعديل في الخطة وكانت ذات مرونة كافية كان تقبل التغيير أكبر.

وأهم مزايا تخطيط العملية:

1. ازدواجية أقل في الآلات. وبالتالي، سيتم تخفيض إجمالي الاستثمار في شراء المعدات.
2. يوفر إشرافًا أفضل وأكثر كفاءة من خلال التخصص على مختلف المستويات.
3. هناك مرونة أكبر في المعدات والقوة البشرية وبالتالي يمكن التحكم في توزيع الحمل بسهولة.

4 من الممكن استخدام المعدات المتاحة على نحو أفضل.

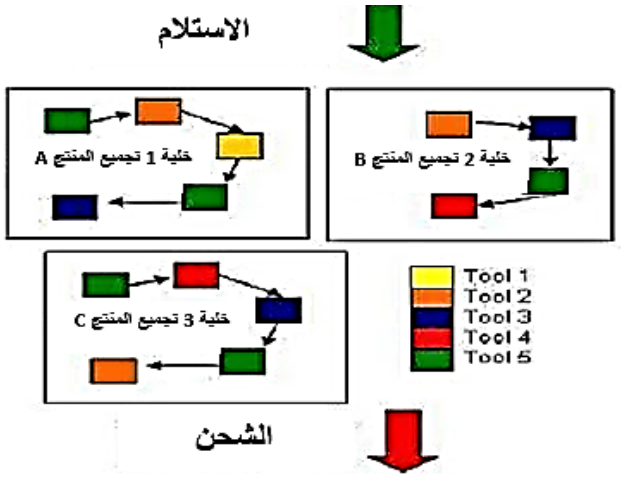
5 يمكن معالجة تعطل المعدات بسهولة عن طريق نقل العمل إلى آلة / محطة عمل أخرى.

6 تحكم أفضل في العمليات المعقدة أو الدقيقة، خاصة عندما يتطلب الأمر الكثير من التفتيش.

تخطيط خلايا التصنيع أو التصنيع الخلوي

قصد التغلب على عيوب الأشكال التقليدية لترتيبات الداخلية للمواقع والمنشآت، والرفع من كفاءة النظم الإنتاجية من خلال الاعتماد على الحواسب والتكنولوجية العالية، ظهرت العديد من الترتيبات الداخلية الحديثة أبرزها **خلايا التصنيع** أو التصنيع الخلوي *Cellular Manufacturing*. تتكون خلايا التصنيع من عدد محطات العمل المرتبطة بشكل متسلسل، والمنتجات تتبع التوجيه الثابت بين محطات العمل، وفي كل محطة العمل يتم تنفيذ مهمة واحدة محددة من المنتجات. يتم وقد تم تخصصت محطات العمل تنفيذ العمليات المساندة مثل التخزين والمناولة، وضمان واحدة. ويتم في تخطيط التصنيع الخلوي تجميع الأجهزة والخلايا إلى حد ما مثل تخطيط المنتج داخل متجر أكبر حيث تؤدي كل خلية وظيفة إنتاج كاملة من البداية إلى النهاية. كما يبينه الشكل (*4, 4*) التالي:

الشكل (*4, 4*): مثال على تخطيط العملية



ومن أبرز عيوبه ارتفاع تكاليف الاعتماد وتدريب العمال عليها، فهي تصلح كثيرا للمصانع الكبيرة.

تخطيط الموقع الثابت: هذا النوع من التخطيط هو الأقل أهمية للصناعات التحويلية اليوم. في هذا النوع من التخطيط، يظل المكون الرئيسي في موقع ثابت، ويتم إحضار مواد أخرى وأجزاء وأدوات وآلات وقوة بشرية ومعدات دعم أخرى إلى هذا الموقع. ويبقى المكون أو الهيكل الرئيسي للمنتج في وضع ثابت لأنه ثقيل جدًا أو كبير جدًا، وبالتالي فهو اقتصادي ومناسب

لإحضار الأدوات والمعدات اللازمة للعمل في مكان العمل مع القوة البشرية. يستخدم هذا النوع من التصميم في صناعة الغلايات والتوربينات الهيدروليكية والبخارية والسفن والطائرات وما إلى ذلك.

وأهم المزايا التي يقدمها تخطيط الموقف الثابت:

- ✓ يتم تقليل حركة المواد، وتقليل استثمار رأس المال.
- ✓ عادة ما يتم تنفيذ المهمة من قبل مجموعة من المشغلين، وبالتالي يتم ضمان استمرارية العمليات
- ✓ تكون مراكز الإنتاج مستقلة عن بعضها البعض. وبالتالي، يمكن إجراء التخطيط والتحميل الفعالين. وبالتالي سيتم تخفيض تكلفة الإنتاج الإجمالية.
- ✓ يوفر مرونة أكبر ويسمح بتغيير تصميم المنتج ومزيج المنتج وحجم الإنتاج.

وأهم حدود تخطيط الموقف الثابت:

- ✓ مطلوب قوة بشرية عالية المهارة.
- ✓ قد تستغرق حركة معدات الآلات إلى مركز الإنتاج وقتًا طويلاً.
- ✓ قد تكون هناك حاجة إلى تركيبات معقدة لتحديد الوظائف والأدوات. وهذا قد يزيد من كلفة الإنتاج.

بشكل عام يمكن إيراد الملاحظات التالية على أنواع التخطيط السابقة:

- ✓ يمتلك المديرون العديد من خيارات تخطيط الإنتاج، بما في ذلك العملية والمنتج والخلوي والموضع الثابت.
- ✓ في تخطيط عملية الجماعات معا العمال أو الإدارات التي تؤدي مهام مماثلة. في كل وظيفة، يستخدم العمال معدات متخصصة للقيام بخطوة معينة في عملية الإنتاج.
- ✓ في تخطيط المنتج، يتم إنتاج البضائع كبيرة الحجم بطريقة خط التجميع — أي سلسلة من محطات العمل التي يتم فيها تجميع الأجزاء المصنوعة بالفعل.
- ✓ في التخطيط الخلوي، تتعامل فرق صغيرة من العمال مع جميع جوانب بناء المكون، أو عائلة المكونات للمنتج النهائي.
- ✓ يستخدم تخطيط الموقع الثابت لجعل العناصر الكبيرة (مثل السفن أو المباني) أن البقاء في مكان واحد بينما العمال والمعدات الذهاب إلى المنتج.

4-8 موقع المنشأة

موقع المنشأة هو عملية تحديد موقع جغرافي لعمليات الشركة. يجب على مديري كل من مؤسسات الخدمة والتصنيع وزن العديد من العوامل عند تقييم استصواب موقع معين، بما في ذلك القرب من العملاء والموردين، وتكاليف العمالة والنقل.

في حال كانت ظروف الموقع معقدة ويشتمل كل منها على خاصية مختلفة ذات طابع ملموس (أي أسعار الشحن وتكاليف الإنتاج)، ويمكن تحديد العوامل القائمة على التكلفة الملموسة مثل الأجور وتكاليف المنتجات بدقة فيما يجعل المواقع أفضل للمقارنة. ومن ناحية أخرى، لا يمكن قياس الميزات غير الملموسة، التي تشير إلى خصائص مثل الموثوقية والتوافر والأمن، إلا على نطاق ترتيبي أو حتى رمزي. ويمكن قياس الميزات الأخرى غير الملموسة مثل النسبة المئوية للموظفين المنتسبين للنقابات أيضًا. وتلخيص هذه الميزات غير الملموسة مهمة جدًا لقرارات موقع العمل. ومن المناسب تقسيم العوامل التي تؤثر على موقع المصنع أو موقع المنشأة على أساس طبيعة المنظمة وعوامل الموقع العامة، والتي تشمل عوامل يمكن التحكم فيها ولا يمكن السيطرة عليها لجميع أنواع المنظمات. ويمكن تقسيم عوامل الموقع بشكل أكبر إلى فئتين:

- ❖ العوامل السائدة هي تلك المشتقة من الأولويات التنافسية (التكلفة والجودة والوقت والمرونة) ولها تأثير قوي بشكل خاص على المبيعات أو التكاليف.
- ❖ والعوامل الثانوية مهمة أيضًا، ولكن الإدارة قد تقلل من أهمية بعضها أو تتجاهله إذا كانت العوامل الأخرى أكثر أهمية.

4-9 العوامل المؤثرة في موقع المنشأة،

إذا كانت المؤسسة قادرة على تكوين الموقع الصحيح لمنشأة التصنيع، فسيكون لديها وصول كافٍ إلى العملاء والعمال والنقل.. الخ. العوامل الحاسمة للنجاح التجاري، والميزة التنافسية التالية هي:

- ✓ ***القرب من العملاء:*** لتقليل تكلفة النقل وتقليل الوقت للوصول إلى العميل.
- ✓ ***منطقة الأعمال:*** وجود وحدات تصنيع مماثلة لها يجعل منطقة الأعمال مواتية لإنشاء المرافق.
- ✓ ***توفر العمالة الماهرة:*** التعليم والخبرة ومهارة العمالة المتاحة مهمة لتحديد موقع المنشأة.
- ✓ ***منطقة / اتفاقية التجارة الحرة:*** تعزز مناطق التجارة الحرة إنشاء منشأة صناعية من خلال توفير حوافز في الرسوم الجمركية والرسوم.
- ✓ ***الموردون:*** يعد العرض المستمر والجودة للمواد الخام عاملاً هامًا في تحديد موقع التصنيع.
- ✓ ***السياسة البيئية:*** في التلوث العالمي الحالي، يجب فهم السياسة البيئية لموقع المنشأة.

4-10 تقنيات تحليل الموقع: تحليل التعادل، تصنيف النقاط، الجاذبية المركزية، طريقة النقل

يجب على كل شركة استخدام تقنيات تخطيط الموقع. وهناك العديد من الخيارات لتخطيط الموقع. تختار الشركات من توسيع موقع موجود، وإغلاق موقع والانتقال إلى موقع آخر، وإضافة مواقع جديدة مع الاحتفاظ بالمرافق القائمة، أو عدم القيام بأي شيء. هناك مجموعة متنوعة من الأساليب المستخدمة لتحديد أفضل موقع أو بدائل للشركة. وهناك العديد من العوامل التي يجب مراعاتها: الحجم، والمنطقة الجغرافية، والثقافة، وتكاليف النقل وغيرها. بعد أن يتم اختيار الموقع أو المواقع، يتم إجراء تحليل الكلفة للربح والحجم. وتشمل العوامل الرئيسية التي تؤثر على قرارات الموقع العوامل الإقليمية، واعتبارات المجتمع، والعوامل المتعلقة بالموقع. تتكون عوامل المجتمع من جودة الحياة، والخدمات، والمواقف، والضرائب، واللوائح البيئية، والمرافق، ودعم التنمية.

وهناك أربع تقنيات تحليلية محددة متاحة للمساعدة في تقييم بدائل الموقع:

➢ ***4.10.1.*** طريقة **تحليل التعادل *Break-Even Point BEP***

في بعض الأحيان، يكون من المفيد رسم مخططات تعادل الموقع، والتي يمكن أن تساعد في تحديد الموقع الأمثل.

مثال: سيؤدي موقع مصنع الأغذية في موقع حماة إلى بعض التكاليف السنوية الثابتة والتكاليف والإيرادات المتغيرة. ستكون الأرقام. مختلفة لموقع حمص. التكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة وسعر الوحدة لكل من الموقعين في الجدول رقم (*4, 2*).

الجدول رقم (*4, 2*): بيانات التكلفة للموقعين

موقع الموقع	سعر ثابت	اسعار متغيرة	سعر الطن
حماه *(Sl)*	*000،00،40*	*30.000*	*75000*
حمص *(S2)*	*000،00،60*	*24000*	*82000*

دعونا نفترض أن حجم المبيعات المتوقع في السوق كما هو مقدر من قبل فريق البحث 95 طنا.

الآن يتم تعريف نقطة التعادل على أنها النقطة أو الحجم حيث يساوي إجمالي التكاليف إجمالي الإيرادات لكل موقع *Sl* و*S* ، يمكن تحديد نقطة التعادل باستخدام صيغة بسيطة على النحو التالي:

$$\text{حجم التعادل } (BEP) = \frac{\text{إجمالي التكاليف الثابتة}}{\text{العائد لكل وحدة - التكاليف المتغيرة للوحدة}}$$

في موقع حماه *S1*

$$\text{نقطة التعادل} = \frac{40{،}00{،}000}{75{،}000\text{-}30{،}000} = 88.8 \approx 89 \text{ طناً}$$

وفي موقع حمص *S2*

$$\text{نقطة التعادل} = \frac{60{،}00{،}000}{82000\text{-}24000} = 103.448 \approx 104 \text{ أطنان}$$

كيف سيكون الربح أو الخسارة للموقعين بالحجم المتوقع 95 طنا. تظهر الحسابات في الجدول التالي.

جدول مقارنات التكلفة

حمص *(S2)*	**حماه *(S1)***
التكاليف ثابت: *6000000* المتغير: *2280000* المجموع: *8280000*	التكاليف ثابت: *40000000* المتغير:*2850000* الإجمالي: *6850000*
الإيرادات: *82000*95=7790000*	الإيرادات: *75000*95=7125000*
خسارة: *(77،90،000 - 82،80،000) = 4،90،000*	الربح: *(7125000 - 68،50،000) = 2،75،000*

➢ *4.10.2.* طريقة مركز الجاذبية: (شرحت بالتفصيل في الفقرات السابقة)

تُستخدم هذه التقنية في تحديد موقع المنشأة التي ستقلل وقت النقل أو تقلل تكاليف الشحن. تعتبر تكلفة التوزيع دالة خطية للمسافة والكمية المشحونة. يتضمن أسلوب مركز الجاذبية استخدام خريطة بصرية ونظام إحداثيات؛ يتم التعامل مع نقاط الإحداثيات كمجموعة من القيم العددية عند حساب المتوسطات. إذا الكميات التي يتم شحنها إلى كل موقع متساوية، يكون مركز الثقل بأخذ متوسطات الإحداثيات X وY. إذا كانت الكميات المشحونة إلى كل موقع مختلفة، فيجب تطبيق متوسط مرجح (الأوزان هي الكميات المشحونة).

➢ 4.10.3. طريقة تصنيف النقاط *Point Rating Method*

تتضمن عملية اختيار موقع مرفق جديد وفق طريقة تصنيف النقاط سلسلة من الخطوات التالية:

1 تحديد عوامل الموقع المهمة.

2 تقييم كل عامل وفقًا لأهميته النسبية، فالتصنيفات الأعلى، تشير إلى العامل البارز.

3 تعيين كل موقع وفقًا لمزايا الموقع لكل عامل.

4 حساب التصنيف لكل موقع بضرب عامل معين لكل موقع مع مراعاة العوامل الأساسية.

5 البحث عن مجموع المنتج المحسوب لكل عامل وتحديد أفضل موقع ذو مجموع النقاط الأعلى.

مثال: دعونا نفترض أن منشأة طبية جديدة، الرعاية الصحية، سيكون مقرها حماه. يتم عرض عوامل الموقع وتصنيف العوامل ودرجات موقعين محتملين في الجدول التالي .ما هو أفضل موقع يعتمد على طريقة تصنيف العوامل؟

البيان	عوامل الموقع	وزن العامل	التصنيف	
			الموقع *1*	الموقع 2
1	استخدام الموقع	*8*	*3*	*5*
2	عدد المرضى الإجمال في الشهر	*5*	*4*	*3*
3	متوسط وقت في الطوارئ	*6*	*4*	*5*
4	تكلفة الأرض والبناء	*3*	*1*	*2*
5	تفضيلات الموظفين	*5*	*5*	*3*

الحل:

البيان	عوامل الموقع	وزن العامل (*1*)	الموقع *1*		الموقع *2*	
			الوزن (2)	المجموع (*1*)*(*2*)	الوزن (*3*)	المجموع (*1*)*(*3*)
1	استخدام الموقع	*8*	*3*	*24*	*5*	*40*
2	عدد المرضى الإجمال في الشهر	*5*	*4*	*20*	*3*	*15*
3	متوسط وقت في الطوارئ	*6*	*4*	*24*	*5*	*30*
4	تكلفة الأرض والبناء	*3*	*1*	*3*	*2*	*6*
5	تفضيلات الموظفين	*5*	*5*	*25*	*3*	*15*
			المجموع	***96***	**المجموع**	***106***

الدرجة الإجمالية للموقع 2 أعلى من تلك الموجودة في الموقع 1. ومن ثم فإن الموقع 2، هو الخيار الأفضل.

➢ 4.10.4. طرق النقل

مشكلة النقل عبارة عن عملية نقل مواد متشابهة (من حيث النوع) من مراكز تمثل الأصول (*Sources*) إلى مراكز اخرى تسمى النهايات (*Destination*)، تمثل الأصول مراكز العرض والتي قد تكون المراكز الإنتاجية أو مراكز التسويق أو

مخازن حفظ (أو خزن) البضائع، أما النهايات فإنها تمثل مراكز الطلب أو الاستهلاك والتي قد تمثل مراكز البيع (الاسواق مثلا) أو أي مركز للاستهلاك. وتتعامل مسألة النقل مع توزيع البضائع من عدة نقاط من الموردين (مصدر العرض) إلى عدة نقاط من المستهلكين (وجهة الطلب).

ويمكن أن تستخدم نماذج النقل عندما تريد شركة أن تقرر موقع منشأة جديدة. فالقرارات المالية الجيدة بشأن موقع منشأة هي محاولة لتقليل إجمالي تكاليف النقل والإنتاج للنظام بأكمله. فمن المفيد جداً قبل افتتاح مصنع أو مستودع جديد أو متجر مبيعات جديد، الأخذ بعين الاعتبار عدد من المواقع البديلة. إذ أن القرارات المالية الجيدة المتعلقة بموقع المشروع تقلل من تكاليف الإنتاج والشحن.

صياغة نموذج النقل:

لنرمز للأصول (المصانع) بالرمز (Si) حيث ($i = 1,2,\ldots,m$) أي لدينا (m) من الأصول التي تنقل منها البضائع أو الوحدات. ولنرمز للنهايات (المتاجر) بالرمز (D_j) حيث ($j = 1,2,\ldots,n$) أي لدينا (n) من النهايات التي تُنقل إليها البضائع أو الوحدات. وكلفة نقل الوحدة الواحدة من الأصل رقم (i) الى النهاية رقم (j) يرمز لها بالرمز (C_{ij}).

تتوفر في الأصول كميات من المواد المتاحة والتي تمثل الكميات المعروضة (*Supply*) ويرمز لها بالرمز ($ai\ ;\ i = 1,2,..,m$). وكل نهاية تحتاج الى كميات من المواد والتي تمثل الاحتياجات أو الكميات المطلوبة (*Demand*) ويرمز لها بالرمز ($bj: j = 1,2,\ldots,n$)

مجموع الكميات المعروضة يجب أن تساوي مجموع الكميات المطلوبة أي أن ($\Sigma ai = \Sigma bj$).

كمية الوحدات المنقولة من الاصل (i) الى النهاية (j) يرمز لها (Xij) والتي تمثل متغيرات القرار في نموذج النقل. وبما أنه لدينا عدد (m) من الاصول وعدد (n) من النهايات، لذا فإن عدد متغيرات نموذج النقل تساوي (mn). وأي نموذج نقل يمكن تمثيله بالجدول رقم (4.3) الآتي:

الجدول رقم (4.3): تمثيل نموذج النقل

الأصول \ النهايات	D_1	D_2	.....	D_j	.....	D_n	الكميات المعروضة Supply
S_1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	.....	C_{1j} X_{1j}	.....	C_{1n} X_{1n}	a_1
S_2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}	.....	C_{2i} X_{2j}	.....	C_{2n} X_{2n}	a_2
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
S_i	C_{i1} X_{i1}	C_{i2} X_{i2}	.....	C_{ij} X_{ij}	.....	C_{in} X_{in}	a_i
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
S_m	C_{m} X_{m1}	C_{m} X_{m2}	.....	C_{mi} X_{mj}	.....	C_{m} X_{mn}	a_m
الكميات	b_1	b_2	.....	b_j	.....	b_n	$\Sigma a_j = \Sigma b_j$

الصيغة الرياضية لنموذج البرمجة الخطية:

دالة الهدف تأخذ صيغة التصغير (الهدف لحل مشكلة النقل هو تحقيق أقل كلفة ممكنة):

$$Min.Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}X_{ij}$$

قيود النموذج:

مجموعة القيود الاولى وعددها (m) من القيود:

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \leq a_i \qquad , i= 1,2,\ldots, m$$

تلك القيود تضمن ان تكون الكمية المطلوبة من الأصل رقم (i) يجب ألا تزيد عن المتاح في ذلك الأصل. ومجموعة القيود الثانية وعددها (n) من القيود:

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} \leq b_j \qquad , j= 1,2,\ldots, n$$

وهذه القيود تضمن أن تكون الكمية المنقولة للنهاية (j) لا تقل عن حاجة تلك النهاية. بالإضافة، إلى قيود اللا-سلبية أي أن الكميات المنقولة من الأصل i الى النهاية j أكبر من أو تساوي الصفر أي أن ($X_{ij} \geq 0$). فإذا كان مجموع الكميات المعروضة تفي باقل احتياجات السوق الممكنة (أي مجموع الكميات المطلوبة) أي:= $\sum_{i=1}^{m} a_i$ $\sum_{j=1}^{n} b_j$

والذي يمثل شرط التوازن لمشكلة النقل، وبموجب هذا الشرط يصبح النموذج في صيغة النموذج القياسي والنموذج في هذه الحالة يسمى بنموذج النقل المتوازن وقيوده تكون جميعها بهيئة معادلات. صيغة نموذج النقل المتوازنة تكون كالآتي:

$$Min.Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}X_{ij}$$

S.T.

$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = a_i$, *i= 1,2,…, m*

$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} = b_j$, *j= 1,2,…, n*

$X_{ij} \geq 0$

إن الهدف من حل مشكلة النقل هو تقليل التكاليف إلى أدنى حد ممكن.

مثال توضيحي

قدمت إليكَ/إليكِ بيانات خاصة بنقل بضائع من مصانع الشركة المتحدة إلى محلات تسويقها، تكلفة نقل الوحدة من كل مصنع لكل محل، والكميات المتاحة والمطلوبة مبينة في الجدول التالي:

المصانع	المحلات			الكميات المتاحة
	D_1	*D2*	*D3*	
F_1	*11*	*9*	*5*	*22*
F_2	*10*	*6*	*8*	*25*
F3	*4*	*7*	*10*	*23*
F4	*6*	*8*	*7*	*15*
الكميات المطلوبة	*45*	*15*	*25*	*85*

<u>المطلوب:</u> حساب تكلفة نقل المستلزمات وفق الطرق المختلفة للنقل.

الحل: بطريقة الزاوية الشمالية الغربية:

تكوين مصفوفة الحل: حيث نبدأ التغطية من زاوية الشمال الغربي المعبر عنها بالسهم، وتتم تغطية حاجات المحلات المختلفة بدءاً بإنتاج المصنع الأول والذي يغطي "*22*" وحدة من احتياجات المحل الثالث، ثم المصنع الثاني، والذي يغطي "*3*" وحدات من احتياجات المحل الثالث، وكل احتياجات المحل الثاني، و"*7*" وحدات من احتياجات المحل الأول، ثم المصنع الثالث والذي يغطي "*23*" وحدة من احتياجات المحل الأول، فالمصنع الرابع والذي يغطي "*15*" وحدة من احتياجات المحل الأول.

المصانع	المحلات			الكميات المتاحة
	D_1	$D2$	$D3$	
F_1	11	9	22 / 5	22
$F2$	7 / 10	15 / 6	3 / 8	25
F_3	23 / 4	7	10	23
$F4$	15 / 6	8	7	15
الكميات المطلوبة	45	15	25	85

- **حساب التكلفة**

تكلفة النقل $= (22 \times 5) + (3 \times 8) + (15 \times 6) + (7 \times 10) + (23 \times 4) + (15 \times 6)$

وحدة نقدية $= 476$

طريقة أقل تكلفة:

تكوين مصفوفة الحل: نبحث عن أقل تكلفة في مصفوفة التكاليف، وهي القيمة "4"، حيث نبدأ تغطية الكميات المطلوبة بدءاً بالمصـــنع الثالث، والذي يغطي "23" وحدة من احتياجات المحل الأول، ثم التكلفة التي بعدها، إلى أن يتم توزيع جميع الكميات المتاحة على جميع المحلات حســب احتياجاتها المختلفة، وفي حال وجد أكثر من قيمة متشــابهة، نبدأ بالتغطية عن التكلفة التي تأخذ أكبر كمية ممكنة.

المصانع	المحلات			الكميات المتاحة
	D_1	$D2$	$D3$	
F_1	11	9	22 / 5	22
F_2	7 / 10	15 / 6	3 / 8	25
$F3$	23 / 4	7	10	23
F_4	15 / 6	8	7	15
الكميات المطلوبة	45	15	25	85

- **حساب التكلفة**

تكلفة النقل = $(5 \times 22) + (8 \times 3) + (6 \times 15) + (10 \times 7) + (4 \times 23) + (6 \times 15)$

= 476 **وحدة نقدية**

ينبغي التأكيد على أن الطرق السابقة هي طرق حل أولي غير أمثلي إذ تحتاج هذه الحلول لإخضاعها إلى طريقة *stepping stone* للوصول إلى الحل الأمثل، وهي مدروسة في مقررات أخرى.

المصادر والمراجع *References*

1. *MacCarthy, B.L. and Atthirawong, W. (2003), "Factors affecting location decisions in international operations – a Delphi study", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 23 No.7, pp. 794-818.*
2. *Barnes ،David (2008): Operations Management: an international Perspective،British Library Cataloguing-in publition Data. Thomson Learning ،Australia ،p.107*
3. *Schroeder ،Roger G. (2007): Operations Management: Contemporary Concepts and Cases ،(3rd ed.) ،Mc Graw – Hill Companies ،Inc. ،New York ،p. 249*
4. *Schroeder ،Roger G. (2008): Operations Management: Contemporary Concepts and Cases ،(4rd ed.) ،Mc Graw – Hill Companies ،Inc. ،New York ،p. 262*

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ ***True/False***

السؤال	صح	خطأ
تتطلب بعض الصناعات ظروفًا مناخية محددة، مثلا، تتطلب مصانع النسيج الرطوبة.	صح	
لا تلعب الخدمات المختلفة مثل الاتصالات والخدمات المصرفية أي دور في اختيار الموقع.		خطأ
بعد اختيار الموقع؛ من الأفضل بناء المبنى وتطوير التخطيط بدلاً من التخطيط وإنشاء المبنى.		خطأ
الهدف الأساسي من تخطيط المصنع هو تحقيق أفضل فائدة من التصنيع الكلي للمنتج.	صح	
يشير مبدأ استخدام المساحة المكعبة إلى التصميم الذي يستخدم المساحة الأفقية والرأسية.	صح	
يشير مبدأ التدفق إلى التصميم الجيد الذي يجعل المواد تتحرك دون تكلفة ووقت كثير.		خطأ
يشير مبدأ الحد الأدنى من المعالجة إلى الاعتبار الواجب لسلامة العمال ورضاهم.		خطأ
يجب أن يكون التخطيط مرنا بحيث يمكن تغييره دون صعوبة كبيرة بسبب التوسع أو التنويع.	صح	
يعتمد نوع المبنى المكون من طابق واحد أو متعدد الطوابق على توفر المنتجات ونوع الخدمة		خطأ
عندما تنطوي عملية التصنيع على تدفق لمنتجات مثل المواد الكيميائية يجب تصميم مبنى متعدد الطوابق.	صح	
طريقة مسافة التحميل هي نموذج رياضي يستخدم لتقييم المواقع بناءً على عوامل الحجم.		خطأ

2) أسئلة خيارات متعددة ***Multiple Choices***

1) **في حالة اختيار الموقع لأول مرة أو حالة المنظمات الجديدة، يجب مراعاتها التالية:**

A. تحديد المديرية وانتقاء موضع داخل إقليم وتحليل المسافات
B. تحديد المنطقة واختيار موقع داخل منطقة وتحليل الأبعاد
C. تعيين الإدارة وانتخاب مقام داخل ضاحية وتحليل المساحات
D. تخصيص المرفق وانتقاء مكانة داخل ناحية وتحليل المقاييس

2) **تكون قرارات موقع المصنع مهمة جدًا لأنها لها تأثير مباشر على:**

A. عناصر النقدية وفئات الاستثمار والسحب
B. عوامل المالية وأنماط التوظيف والتوزيع
C. وسطاء الأموال وفئات المخزون والشراء
D. أقسام المالية وأصناف المنتجات الموزعة

3) **في حالة اختيار الموقع للمنظمة القائمة، يجب أن يتناسب موقع التصنيع مع:**
A. استراتيجية العمليات المتعددة للمصانع
B. بدائل التوجهات المتعددة للمستهلكين
C. خيارات النزعات المتعددة للشركات
D. استراتيجية التيارات المتعددة للمستهلكين

4) نتبين أهمية تخطيط الموقع لأنه يساعد في:
A. التطور، ومزايا زيادة التكلفة، والبعد عن خطر المنافسين
B. التوسع، ومزايا تخفيض التكلفة، والقرب من المواد الخام
C. التمركز، ومزايا زيادة الإنتاج، والقرب من حاجة العملاء
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

5) يجب أن يكون المصنع موجودًا في مكان تتوفر فيه:
A. الأدوات التسويقية
B. اللوازم التصنيعية
C. الحاجات الاستهلاكية
D. المواد الخام

6) الموقع الجيد هو الذي يقدم الفوائد التالية:
A. مكاسب تنافسية للمنتج وفرص تسويق مثلى ومعدل توظيف مقبول على الإيراد
B. تكاليف وحدة تنافسية وفرص الإيرادات المثلى ومعدل عائد مقبول على الاستثمار
C. أرباح وحدة تنافسية وفرص الإنفاق المثلى ومعدل استثمار مقبول على العائد
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

7) من العوامل يمكن التحكم فيها لموقع المصنع:
A. القدرة البيعية للمستهلكين وتوفر المشترين
B. القدرة الشرائية للموردين وتوفر العاملين
C. القرب من الأسواق وتوفر البنية التحتية
D. القرب من المنافسين وتوفر البنية التصنيعية

8) يفضل الاقتراب من السوق إذا كانت:
A. المنتجات صلبة وعرضة للتخزين
B. المنتجات فخمة وعرضة للبيع
C. المنتجات حساسة وعرضة للتلف
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

9) يصبح عامل توريد المواد الخام مهمًا جدًا إذا كانت:
A. المواد مهيأة للعمل وكانت تكلفة النقل منخفضة جدًا
B. المواد قابلة للتلف وكانت تكلفة النقل عالية جدًا
C. المواد مولدة للربح وكانت تكلفة التسليم غير مؤثرة جدًا
D. اللوازم جاهزة للصنع وكانت تكلفة الاستلام غير مؤثرة جدًا

10) تتطلب الصناعات التحويلية مثل الورق والكيماويات والأسمنت وما إلى ذلك:

A. توفير الطاقة بكميات كبيرة وكيفية قوية
B. توفير العمالة بأعداد كبيرة ونوعية صلبة
C. توفير التنافسية بطريقة نوعية ومصداقية كبيرة
D. توفير المياه بكميات كبيرة ونوعية جيدة

11) من العوامل التي لا يمكن السيطرة عليها لموقع المصنع:

A. القرب من الأسواق وتوفر البنية التحتية
B. سياسة الحكومة والظروف المناخية
C. سياسة المنظمة والظروف الإنتاجية
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

12) تتطلب جميع أنشطة التصنيع الوصول إلى البنية التحتية المجتمعية، وعلى الأخص:

A. رأس المال الاجتماعي العام، مثل الجامعات ومراكز البحث ومرافق التعليم
B. رأس المال الاقتصادي العام، مثل الطرق والسكك الحديدية ومرافق الموانئ
C. رأس المال السياسي العام، مثل الخطط الحكومية ومرافق الخدمات المختلفة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

13) تخطيط المصنع عبارة عن خطة لترتيب مثالي:

A. للمرافق بما في ذلك الشحن والاستلام والنقل والتوزيع للمنتجات
B. للمرافق بما في ذلك الأفراد ومعدات التشغيل ومساحة التخزين
C. للمرافق بما في ذلك الحمولات والتسليم والمواصلات والتفريع للمنتجات
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

14) تخطيط المصنع في طبيعته معقد للغاية؛ لأنه يتضمن مفاهيم تتعلق بمجالات مثل:

A. الهندسة الإدارية والهدر والتبذير وإدارة التوظيفات
B. الهندسة الميكانيكية والتوفير وإدارة الاستثمارات
C. الهندسة المعمارية والاقتصاد وإدارة الأعمال
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

15) من أهداف تخطيط المصنع:

A. تقليل عدد العاملين في المصنع
B. مرونة عمليات الاستلام والتسليم
C. تبسيط تدفق المواد عبر المصنع
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

16) من المبادئ التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تخطيط المصنع:

A. مبدأ الحد الأقصى للمسافات
B. مبدأ استخدام التقاربات المكعبة
C. مبدأ الصلابة القصوى
D. مبدأ التكامل ومبدأ التدفق

17) **يتعلق مبدأ الحد الأدنى للمسافة:**
A. بالحد الأدنى لحركة العمال والمواد
B. بالاستخدام الأمثل للموارد والفعالية
C. بالمساحة الأفقية والرأسية للمكاتب
D. بمراعاة الطوابق ونوع المنتجات

18) يفترض أسلوب مركز الجاذبية أن التكلفة تتناسب طرديًا مع:
A. المساحة والقياس المثقلين
B. المنتجات ومعيار النوعية
C. المسافة والحجم المشحونين
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

19) الموقع المثالي هو الذي يقلل من المسافة المرجحة بين:
A. المنتج أو الاحتياطات ومصادر الشراء العاجل
B. المصنع أو المستودعات ومنافذ البيع بالتجزئة
C. المردود أو المخازن وموارد البيع المباشر
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

20) من العناصر الأساسية لتخطيط المنتجات:
A. المعالجة قبل الإعداد
B. البحث قبل التأسيس
C. العرض قبل الشراء
D. البحث قبل الإنتاج

21) تتكون خلايا التصنيع من:
A. عدد من خطوط الإنتاج المرتبطة بشكل متسلسل
B. عدد من محطات العمل المرتبطة بشكل متسلسل
C. عدد من ورشات التصنيع المرتبطة بشكل متكامل
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

22) يستخدم تخطيط الموقع الثابت:
A. في صناعة المنظفات ومساحيق الغسيل
B. في صناعة العطورات وأدوات التجميل
C. في صناعة أدوات البناء والتعمير
E. في صناعة السفن والطائرات

23) من المزايا التي يقدمها تخطيط الموقف الثابت:
A. تقليل حركة المواد، وتقليل استثمار رأس المال.
B. القرب من العملاء والموردين
C. تقليل تكاليف التوظيف والعمالة

D. ضبط تكاليف النقل والشحن

24) من أهم العوامل المؤثرة في موقع المنشأة:

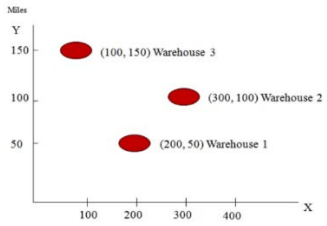
A. حجم المشتريات المتوقع
B. عدد المنافسين وقدرتهم
C. عدد من خطوط الإنتاج
D. القرب من العملاء

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

- **القضية الأولى:** تخطيط المصنع في طبيعته معقد للغاية؛ لأنه يتضمن مفاهيم تتعلق بمجالات مثل الهندسة المعمارية والاقتصاد وإدارة الأعمال. ويدرك معظم المدراء أنه بعد اختيار موقع المصنع؛ من الأفضل تطوير التخطيط وبناء المبنى من حوله بدلاً من إنشاء المبنى أولاً ومن ثم محاولة احتواء التخطيط فيه. لو كنت مسؤولا، كيف تخطط المرافق الأساسية لشركتك؟

لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*4.3*: مفهوم تخطيط المرافق الأساسية)

- **القضية الثانية:** لنفترض أن **شركة أرام** تريد توسيع شبكتها اللوجستية وتحديد موقع مستودع جديد داخل شبكة تضم ثلاثة مستودعات قائمة. لنفترض ما يلي:
  - حجم البضائع الصادرة يوميا من المستودع 1 يساوي2500 وحدة
  - حجم البضائع الصادرة يوميا من المستودع 2 يساوي 1,300 وحدة
  - حجم البضائع الصادرة يوميا من المستودع 3 يساوي 5000 وحدة
- وإذا علمنا أن إحداثيات المستودعات الثلاثة كبينة بالشكل التالي:



<u>والمطلوب</u>: إيجاد إحداثيات موقع المستودع الجديد المحتمل؟

الوحدة 5

تخطيط القدرات وتنظيم الموقع

كلمات مفتاحية: تخطيط القدرات، الطاقة التصميمية، الطاقة الفعلية، تخطيط المرافق

ملخص الفصل:

يصف هذا الفصل تخطيط القدرات (والطاقات) كعامل رئيسي في إدارة العمليات، كون قرار القدرات هو استراتيجي وطويل المدى. وأن تخطيط قدرات المنظمة يبيّن قدرتها على التوافق مع المستوى المتوقع للطلب المستقبلي، حيث لدى كل مؤسسة قدرات أو حدود يمكن لنظامها التعامل معها. كما يجب على كل مؤسسة استخدام تقنيات تخطيط الموقع الذي يُنظر إليه على أنه سلاح استراتيجي مهم، حيث تشكل مواقع المنشأة واكتساب القدرات وسيلة لتنفيذ استراتيجيات التصنيع. يراعي تخطيط الموقع نظام الإنتاج ومتطلبات المدخلات وعملية التحويل والمخرجات. والهدف النهائي لتخطيط القدرات هو تلبية المستوى الحالي والمستقبلي للمتطلبات بأقل قدر من الفاقد. سنناقش في هذا الفصل هذه المواضيع وتفصيلاتها.

المخرجات والأهداف التعليمية:

6. استيعاب الطلاب لمفهوم تخطيط القدرات.
7. تمكن الطلاب من الفريق بين الطاقة التصميمية والطاقة الفعلية.
8. استيعاب الطلاب لمفهوم تخطيط المرافق والحاجة له وأهميته.
9. تمكن الطلاب من وصف العوامل التي يجب على المنظمة مراعاتها عند اختيار موقع المنشأة؛
10. تمكن الطلاب من فهم الفرق بين تخطيط المنتج وتخطيط العملية.

مقدمة

يمثل تخطيط القدرات تحديًا للمؤسسات من أي حجم. فهو يتطلب توازنًا دقيقًا بين توافر الموظفين في الوقت الفعلي، والموارد المتاحة في الميزانية، والطلب من العملاء أو الشركاء أو أصحاب المصلحة الآخرين. وقد شهد تخطيط القدرات تركيزًا متزايدًا بسبب الفوائد المالية للاستخدام الفعال لخطط القدرات ضمن أنظمة تخطيط متطلبات المواد وأنظمة المعلومات الأخرى. تخطيط القدرات هو العملية المستخدمة لتحديد مقدار الطاقة المطلوبة من أجل تصنيع منتج أكبر أو البدء في إنتاج منتج جديد. يمكن أن تتأثر بعدد من العوامل: عدد وقدرة العمال، عدد الآلات، النفايات، الخردة، العيوب، الأخطاء، الإنتاجية، الموردين، اللوائح الحكومية، الصيانة الوقائية. ولذلك فإن تخطيط القدرات مهم على المدى الطويل والقصير. يمكن أن تؤدي الطاقة غير الكافية بسرعة إلى تدهور أداء التسليم، وزيادة العبء غير الضروري أثناء العمل، وإحباط موظفي المبيعات والعاملين في التصنيع. وعلى العكس من ذلك، يمكن أن تكون مكلفة وغير ضرورية. كما يمكن أن يكون عدم القدرة على إدارتها بشكل صحيح عائقا أمام تحقيق أقصى أداء للشركة. بالإضافة إلى ذلك، تعد القدرة عاملاً مهمًا في اختيار المنظمة للتكنولوجيا، هذه القضايا المختلفة على المحك.

5-1 جوانب تخطيط القدرات

إن الأساليب التقليدية للقدرة التخطيطية لم تعد كافية. فتقلبات السوق، وزيادة المنافسة وتفضيلات المستهلكين المتغيرة بسرعة تعني أن المؤسسات بحاجة إلى مراجعة خطة الطاقة باستمرار إذا أرادت أن تظل في تناغم مع تغيير تفضيلات العملاء. وغالبا ما تكون المشاكل المتعلقة بالقدرات موجودة في "ثلاثة أشكال أساسية:

أولاً، هي قضية الزيادات الكبيرة في الطاقة (الطاقة) اللازمة للتغييرات في الطلب على المدى الطويل، على سبيل المثال من 5 إلى 10 سنوات مقبلة. بالنسبة لمعظم التقنيات، لا يمكن زيادة الطاقة إلا في حجم كبير في المرة الواحدة، على الرغم من أنه لا يمكن استخدامها بالكامل عند تركيبها (مصنع الصلب، أو الطائرة المضافة عندما يتجاوز الطلب الطاقة المتاحة) بسبب الطاقة الإنتاجية الإضافة، ستكون هناك زيادات تدريجية في التكاليف الثابتة التي لا يمكن استيعابها على الفور في هذه الحالة. وسيتم استيعاب ذلك من الزيادة التدريجية في الطلب المتوقع على مدى فترة طويلة. يحدد هذا النوع من تغيير الطاقة الحد الأعلى للقدرة الإنتاجية للمصنع، ويشار إلى هذا الحد الأعلى أيضًا بقدرة تصميم النظام.

ثانيًا، ضمن القيود التي تفرضها قدرة تصميم النظام، يمكن إجراء تعديلات محدودة لفترات تصل إلى عام أو عامين من أجل

تغطية التقلبات في الطلب بسبب الموسمية ودورات العمل. والآثار المترتبة على التخطيط الكلي الناتج في استخدام المخزونات، والتغيرات في حجم قوة العمل من خلال توظيف أو تسريح العمال، واستخدام العمل الإضافي، وأوامر التعاقد من الباطن مع شركة أخرى.

ثالثاً، قد تكون هناك حاجة إلى تعديلات دقيقة في الطاقة للتعامل مع تقلبات الطلب العشوائية قصيرة المدى. يتم ذلك على أساس أسبوعي أو حتى يومي، والطرق المقابلة المستخدمة في هذا التحسين هي موضوع جدولة التشغيل. حيث تؤثر التقلبات العشوائية في الطلب، والتي لا يمكن التنبؤ بها ولا يمكن السيطرة عليها، على دقة هذه الأساليب في حالة معينة.

وهناك أربعة اعتبارات رئيسية في تخطيط القدرات: مستوى الطلب، وتكليف الإنتاج، وتوافر الأموال، وسياسة الادارة. فليس للإنتاج معنى ما لم يكن من الممكن بيع منتجاته بسعر مجزي. فعندما يكون الطلب مستقر تكون مهمة تخطيط الطاقة بسيطة بينما تؤدي التقلبات في الطلب إلى مشاكل تتعلق باكتساب الموارد ومطابقتها بمستويات الطلب. وبالتالي، فإن تقدير الطلب هو الخطوة الأولى في تخطيط القدرات فحجم السوق يعتمد على إمكانات المبيعات وليس على المناطق الجغرافية.

ويعد التنبؤ بالطلب أمرًا أساسيًا للقدرة الفعالة وتخطيط المبيعات. تحدد توقعات الطلب الصلة بين البيئة الداخلية للشركة وبيئتها الخارجية. قبل وضع توقعات الطلب، يجب تحديد فترة التنبؤ واختيار طريقة مناسبة للتنبؤ. ويجب أن تؤخذ في الاعتبار طبيعة المنتج المراد بيعه، وحجم وخصائص السكان، والدخل المتاح، ودرجة المنافسة، والموضة، والاتجاهات، والظروف السياسية، والاستيراد، وسياسة التصدير الحكومية، وما إلى ذلك. في حالة المنتجات المتعددة، فإن تنبؤ خط الإنتاج مفيد في تحديد أولوية المنتجات المختلفة في تخصيص الموارد المحدودة. على سبيل المثال، قد ترغب "شركة الجود" في معرفة ما إذا كانت ستنتج المزيد من الأدوات الكهربائية أو المشروبات الغازية. ويمكن التنبؤ بالطلب على منتج جديد من خلال إجراء استبيانات المستهلكين، واختبار التسويق، وتحليل دورة حياة المنتج وما إلى ذلك. ويتم تقسيم توقعات الطلب السنوي إلى توقعات شهرية أو أسبوعية لجدولة الإنتاج.

وتخطيط الطاقة هو جزء لا يتجزأ من تخطيط الإنتاج الشامل للمؤسسة. إن تخطيط ومراقبة الطاقة هي عملية إنشاء وقياس ومراقبة وضبط مستويات القدرة من أجل تنفيذ جميع خطط التصنيع والجداول الزمنية بأفضل طريقة ممكنة. ويتضمن تخطيط القدرات الأسئلة التالية: ما نوع الطاقة المطلوبة؟ كم الطاقة المطلوبة؟ ومتى تكون الطاقة مطلوبة؟ يعتمد نوع الطاقة المطلوبة على المنتجات والخدمات التي تنوي المؤسسة إنتاجها أو توفيرها. وترتبط كمية وتوقيت الطاقة بكمية وتوقيت الطلب على المنتج أو الخدمة، وهل طبيعة الطلب (مستقرة أو متقلبة) هو اعتبار مهم آخر، فتخطيط القدرات هو عنصر مهم في إدارة الإنتاج. ويعتبر القرار المتعلق بالقدرة من أكثر قرارات الإنتاج أهمية. ولا يمكن تحديد الموقع والتخطيط وتكنولوجيا الإنتاج

إلا بعد تحديد الطاقة. فمثلا، تستطيع شركة شام للسيارات تحديد عدد ونوع الآلات والعمال والمواد والمدخلات الأخرى فقط بعد تحديد عدد السيارات التي سيتم تصنيعها بواسطتها. فتخطيط الطاقة مهم للأسباب التالية:

1. القدرة تحدد معدل الإنتاج. لذلك، يحدد تخطيط الطاقة قدرة المؤسسة على تلبية الطلب المستقبلي على منتجاتها وخدماتها.

2. القدرة تؤثر على تكاليف التشغيل. يتم تحديد الطاقة على أساس الطلب المقدر. غالبًا ما يختلف الطلب الفعلي عن الطلب المقدر. ونتيجة لذلك، تنشأ طاقة زائدة أو استغلال أقل للطاقة. تعمل الطاقة الزائدة أو الخاملة على زيادة تكلفة وحدة الإنتاج. في حين أن نقص الطاقة ينتج عن فقدان المبيعات.

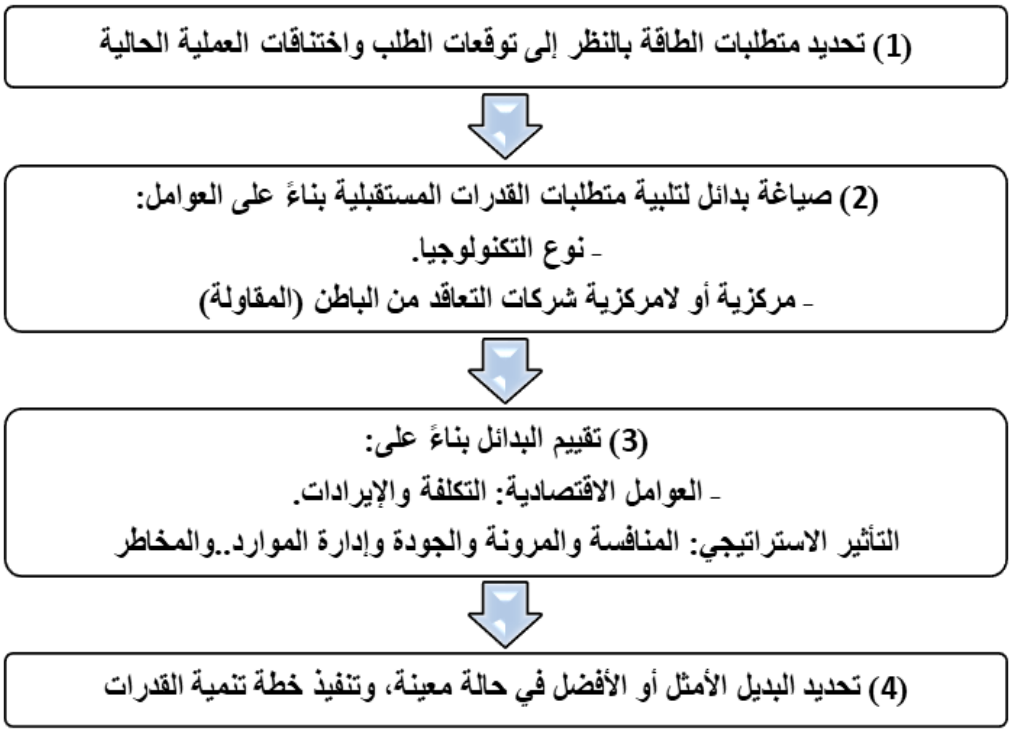
3. تترك قرارات الطاقة تأثيرًا مباشرًا على مبلغ الاستثمار الثابت الذي يتم في البداية.

4 - تؤدي قرارات القدرات إلى التزام طويل الأجل بالأموال، ولا يمكن عكس هذه القرارات طويلة الأجل إلا بتكاليف كبيرة.

5-2 تحديد وقياس متطلبات القدرات

عادة ما يتم إجراء دراسة الجدوى لتحديد مقدار الطاقة المطلوبة ومتى. يوضح الشكل (*5, 1*) مراحل الدراسات طويلة المدى المتعلقة بالقدرات.

الشكل (*5, 1*): إجراءات تخطيط القدرات



5.2.1. تخطيط القدرات لنظام أحادي المرحلة

من أجل البساطة، سننظر في مثال لنظام عمليات ككل. في الممارسة العملية، يجب إجراء التحليل المشار إليه لكل مرحلة من مراحل عملية الإنتاج بشكل منفصل. ويجب تحليل مراحل الإنتاج، التي تعتبر اختناقات، أولاً. دعونا نفكر في شركة تصنيع شهدت زيادة سنوية متوسطة في الطلب على أحد منتجاتها يساوي *200* وحدة. طاقتها القصوى الحالية تساوي *2400* وحدة في السنة. تم تقدير الطلب السنوي Y من خلال تحليل البيانات السابقة بـ(وحدة $Y = 600$) إذا الطلب السنوي الحالي يبلغ بعد الزيادة السنوية ($Y = 600+200t$) مع زمن $t = 0$ في عام *2000*: هنا تهتم الإدارة بإضافة طاقة كافية لتغطية الطلب المتوقع للسنوات الـ *12* المقبلة بافتراض أن الاتجاه الخطي سوف يستمر تصاعديا في المستقبل.

يتم تحديد الحد الأدنى لمدة أفق التخطيط من خلال المهلة اللازمة لإضافة طاقة جديدة، أي لأنشطة مثل التصميم الهندسي، والبناء، وتركيب المعدات وما إلى ذلك. كما يعد تكرار مراجعة الإدارة لهذه القضايا أمرًا مهمًا. إذا كان العمل المتوقع لإضافة المرفق الجديد هو *3* سنوات واستعرضت الإدارة مثل هذه القضايا بعد *5* سنوات من أحدث الإضافات، فيجب أن يكون الحد الأدنى لأفق التخطيط *3+ 5 = 8* سنوات. وبالنسبة للسنة الأخيرة في أفق التخطيط، أي في عام *2020*، ستكون القيمة في

معادلة خط الاتجاه لحساب الطلب السنوي المتوقع سيكون Y_{2020} :

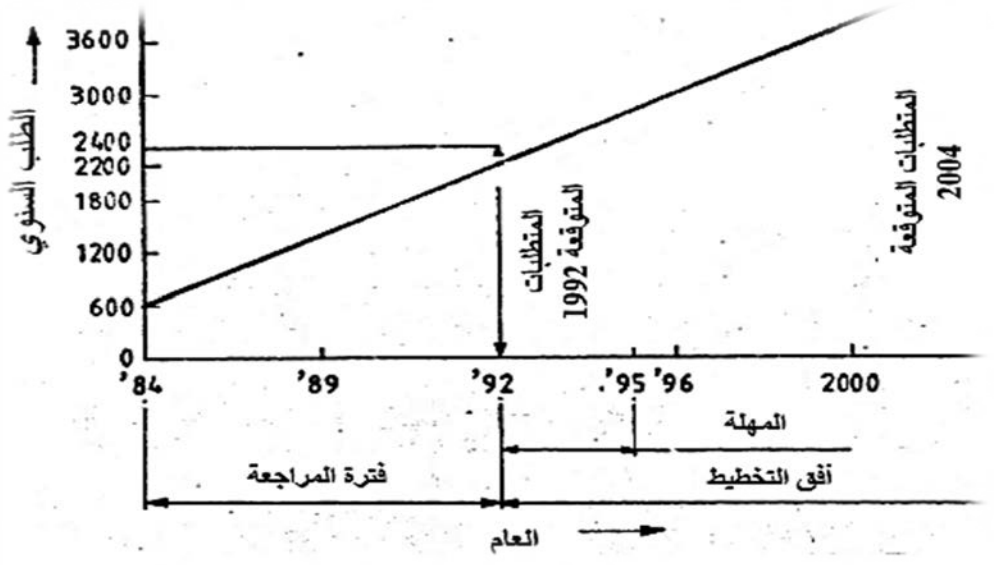
$$Y_{2020} = 600 + (200)\ (20) = 4600$$

وإذا استمر الاتجاه الحالي، يجب علينا توفير قدرة كافية للإنتاج بمعدل إنتاج سنوي يساوي (وحدة $Y_{2020} = 4600$). وبالنظر إلى حد الطاقة الحالي البالغ *2400* وحدة، فإن الزيادة المتوقعة في متطلبات الطاقة لعام *2020* تساوي:

$$4600\text{-}2400 = 2200 \text{ وحدة}$$

يعتمد ما إذا كان سيتم إضافة الطاقة المطلوبة مرة واحدة أم بزيادات صغيرة على تقنية العملية. قد تقرر وحدة التصنيع النموذجية بناء مرافق لمصنع كبير جديد، والحصول على المعدات بشكل تدريجي حسب الحاجة. ومع ذلك، يتم تقييد مصنع المعالجة النموذجي بشكل أكثر صرامة من خلال التكنولوجيا المستخدمة في الزيادات ذات الطاقة الكبيرة. ويعتمد الاختيار على موازنة التكاليف المتغيرة الأقل للزيادات ذات الطاقة الكبيرة مقابل التكاليف الثابتة المرتفعة التي لا يمكن استيعابها بسبب نقص الاستخدام في المستقبل القريب. يوضح الشكل (*5, 2*) متطلبات الطاقة المتوقعة للتعامل مع الزيادة في الطلب.

شكل (*5, 2*): مطابقة متطلبات الطاقة مع الطلب بمرور الوقت



لا يراعي الإجراء المذكور أعلاه درجة عدم اليقين في الطلب في المستقبل. ويمكن تقييم ذلك بشكل شخصي من قبل مخططي الإدارة العليا، أو إحصائيًا عن طريق حساب مقياس لنقاط الطلب الفعلية المشتتة في الماضي من خط الاتجاه.

ويمكن تعديل التقدير المتوقع لمتطلبات الطاقة الصافية بشكل أكبر للسماح بعمليات الإغلاق المخططة للتعامل مع الصيانة الوقائية أو للتخطيط للنمو أو الانخفاض غير المتوقع. على سبيل المثال، لنفترض أن الشركة قررت بناء المصنع الجديد بطاقة *2500* طن / سنة في الخارج. إذا أرادت الإدارة زيادة الإنتاج بنسبة *20%* للصيانة المخططة و*10%* أخرى لمزيد من النمو، فسيكون تعديل الطاقة المطلوبة كما يلي:

طاقة المصنع الطبيعية = *2500* طن بزيادة (*0,2*) أي: *2500 + 0.2* * *2500=3000*

طاقة المصنع المعدلة = *3000* + (*3000*)*(*0.1*) = *3300* وحدة

تمثل طاقة المصنع المعدلة متوسط معدل الإنتاج السنوي للمصنع في الخارج. إذا لم تكن هناك تقلبات موسمية، فسيكون المعدل الشهري *(3300/12=275)* طنًا. ولكن في وجود دورة موسمية قوية نموذجية للمتطلبات الفعلية للمصانع ستتجاوز هذا المتوسط الشهري خلال موسم الذروة، وفي فترات الركود، ستكون أقل من المتوسط. إذا كان بالإمكان أن تعتمد الإدارة على قوائم الجرد الموسمية أو العمل الإضافي أو التعاقد من الباطن، فيمكن تلبية متطلبات الطاقة السنوية بالمعدل الشهري المذكور أعلاه. وإذا لم يكن من الممكن استخدام المخزون، فيجب تغيير معدل الإنتاج باستمرار لمتابعة الطلب الفعلي على مدار فترة زمنية. تتأثر هذه الكمية بالتأكيد بالمقياس المجدي للإنتاج وتكنولوجيا العملية. لذلك، عند تحديد القدرة على المدى الطويل، يجب أن نكون على دراية بجدوى استخدام بدائل قصيرة المدى مثل قوائم الجرد، ومضاعفة نوبات العمل أو التعاقد من الباطن.

5.2.2. تخطيط القدرات لنظام متعدد المراحل

عندما تتكون عملية الإنتاج من مرحلة واحدة فقط، يشير تحديد متطلبات الطاقة بالطرق السابقة إلى معدل الإنتاج للنظام الجديد بالكامل مباشرة. ومع ذلك، في كثير من الأحيان، يصبح تخطيط القدرات للعمليات متعددة المراحل ضرورة. التكوينات المختلفة للمعدات في كل مرحلة تجعل من المستحيل عمليا تشغيل جميع المراحل بنفس متطلبات الطاقة القصوى في عمليات أو مراحل الإنتاج. ويمكن أن يؤدي هذا إلى ارتفاع تكاليف التشغيل بسبب الاستخدام الناقص للمرافق في عمليات أخرى لا تؤدي إلى اختناق. ومع ذلك، قد تكون هذه هي الطريقة أو البديل الوحيد المجدي في حالة معينة.

5.2.2.1. الطاقة التصميمية

في مصنع الميدان للمنظفات، استبدل مدير الإنتاج محفزًا أساسيًا في آلات الخلط بنسخة محسنة. يمكن للآلات، التي كانت العامل المقيد لمعدل الإنتاج، أن تنتج الآن أكثر من ذلك بكثير ولم تعد عنق الزجاجة. ونتيجة لذلك، زاد معدل الإنتاج للمصنع بشكل كبير وحصل مدير الإنتاج على ترقية. هذه أمثلة واضحة على أن القدرة التصميمية ليست أداة حديدية مكسوة بالحجر. غالبًا ما يُساء فهم مصطلح القدرة على التصميم. أضف إلى ذلك الارتباك الذي يسببه مصطلح "القدرة". يتم استخدام الكلمة بالاقتران مع مصطلحات متعددة مثل: التصميم، الفعلية، لوحة، النظرية، المثبتة، الاقتصادية إلخ. في بعض الأحيان يتم استخدام معدل الإنتاج ويمكن التعبير عنه بالساعة أو اليوم أو الشهر أو السنة. من أجل البساطة والوضوح، نحدد الطاقة أنها قدرة منشأة (مصنع / شركة) على إنتاج كمية من المنتج (المنتجات) في إطار زمني معين بجودة محددة. يمكن أن يكون التصميمية على عدد السفن التي يتم بناؤها في حوض بناء السفن سنويًا *m1*، أو *m2* من بلاط الأرضية الخزفي المنتج في الساعة، أو *m3* من أطنان البنزين المنتجة في شهر في مصفاة تكرير النفط.

الطاقة (التصميمية) المقصودة تختلف عن الطاقة الفعلية. لسوء الحظ في كثير من الأحيان الطاقة الفعلية هي أقل من الطاقة التصميمية. على سبيل المثال: هناك فارق زمني كبير بين بناء المنشأة والبدء الفعلي بالإنتاج. فيمكن أن تكون الفترة الزمنية من 2-3 سنوات شائعة جدًا. وتم عمل التصميم قبل سنوات من بدء المنشأة في الإنتاج بالفعل وخلال هذه الفترة ربما تغيرت الظروف، مثلا: درجة حرارة مياه التبريد أعلى في الواقع، جودة المواد الخام أسوأ مما هو مفترض، جودة المنتج أكثر صرامة أو اللوائح الحكومية تتطلب ظروف تشغيل معدلة. يمكن أن تكون حتى الأخطاء البسيطة في الافتراضات أو في الحسابات سببًا، على الرغم من أن هذا لن يتم قبوله أبدًا، هذه فقط أمثلة قليلة.

في السنوات الأولى، قد لا يكون واضحًا حتى أن المنشأة ليست قادرة على إنتاج الكمية (المنتج) المطلوبة من المنتج. يستغرق بناء السوق وقتًا، والمبيعات تتزايد ببطء، والإنتاج أقل مما تتطلبه طاقة التصميم وبالتالي فإن المرفق غير مستغل بشكل كاف. ولكن في مرحلة معينة، قد يصبح من الواضح أن المنشأة لا يمكنها إنتاج ما توقعه الجميع وما وعد به التصميم. ثم قد تبدأ لعبة اللوم. تلوم الإدارة موظفي العمليات على عدم قدرتهم على تشغيل المنشأة بشكل صحيح، وترد العمليات أن الإدارة لم تخصص أبدًا ما يكفي من المال لتثبيت المعدات ذات الجودة الصحيحة، وتلقي كل من الإدارة والعمليات باللوم على مقاول التصميم عن وظيفة رديئة وقد تستمر القصة لسنوات.

بدلاً من ذلك، سيكون أكثر إنتاجية إذا تم إجراء تحليل سليم لعملية الإنتاج الفعلية مقابل التصميم. ويجب أن يتم تنفيذ تجارب الاختبار التي يتم التحكم فيها بشكل صحيح ومحدد بشكل جيد في ظل ظروف تمثيلية لتقييم قدرة المرفق وكل قطعة من

المعدات الفردية. ويمكن بعد ذلك استخدام هذه المعلومات لتحديد مكان الاختناقات في المنشأة وقد تقدم حتى الحلول الممكنة لإزالة الاختناقات.

كبديل، يمكن للإدارة التفكير في تعيين مستشار خبير وذو خبرة لمساعدتهم في الجهود المذكورة أعلاه. هذا النهج له عدد من المزايا. نظرًا لأن إدارة المصنع أقل مشاركة، سيكون لديها المزيد من الوقت للتركيز على نشاطها الأساسي لإدارة المنشأة. علاوة على ذلك، لا تقتصر خبرة المستشار على هذه المنشأة الخاصة ولكنها تغطي نطاقًا أوسع بكثير. أخيرًا وليس آخرًا، غالبًا ما يتم تجاهل التجربة الخارجية بشكل جديد.

والطاقة التصميمية (*Design Capacity*) أو الطاقة القصوى (*Maximum Capacity*) هي عبارة عن أقصى كمية يمكن إنتاجها في ظل ظروف مثالية بدون الأخذ في الاعتبار أوقات الصيانة الدورية وأوقات التهيئة والتوقفات الغير متوقعة.

ويمكن قياس الطاقة التصميمية DC (باستخدام عدد الساعات المتاحة في السنة)

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

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

حيث:

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

وتقاس الطاقة التصميمية DC (باستخدام عدد الوحدات المنتجة في السنة)

$$DC = AT * Q$$

- حيث: Q عدد الوحدات المنتجة في الساعة

وفي حال استخدام الوقت بالدقائق تكون العلاقة الرياضية كالتالي:

$$DC = (AT * 60)/ M$$

- حيث: M الوقت المطلوب بالدقائق لإنتاج وحدة واحدة

5.2.2. الطاقة الفعلية

يشير معدل الطاقة الفعلية إلى كمية المنتج التي يمكن إنتاجها نظريًا خلال فترة زمنية، في حين أن الطاقة الفعلية هي كمية المنتج التي يتم إنتاجها خلال نفس الفترة الزمنية.

والطاقة الفعلية *Effective Capacity - EC* (طاقة النظام *System Capacity*) هي أقصى كمية يمكن إنتاجها في ظل ظروف اعتيادية أكثر واقعية وهي عادة تكون أقل من الطاقة التصميمية. الطاقة الفاعلة هي نسبة الطاقة المتوقعة (*Expected Capacity – E_xC*) إلى الطاقة التصميمية.

$$EC = (\frac{ExC}{DC})*100$$

قد يتم حساب الطاقة الفعلية ككمية إنتاج بالوحدات وليس كنسبة من الطاقة التصميمية

$$EC = DC - CC$$

حيث CC تعبر عن الطاقة الخامدة ($CC = \%100 - U$)

على سبيل المثال، في مصنع سيرونكس للتلفزيونات قد يكون لديه طاقة (قدرة) تصميمية لإنتاج *60* جهاز تلفزيون في الساعة، إلا أن طاقته الفعلية قد تكون *40* جهاز تلفزيون فقط في الساعة. فكفاءة المصنع هي نسبة تقارن الطاقة الفعلية بالقدرة التصميمية. وبالنظر إلى الطاقة والكفاءة الفعلية، يمكنك حساب الطاقة الفعلية. وبتقسيم الطاقة الفعلية على الكفاءة، بالنظر إلى مصنع سيرونكس بطاقة فعلية *40* جهاز تلفزيون في الساعة يكون معدل كفاءة المصنع يساوي (*40/60=66%*)، على سبيل المثال، بقسمة *40* على *66* نحصل على طاقة فعلية تبلغ *60*. وبتقسيم الطاقة الفعلية على الطاقة التصميمية نحصل على الكفاءة. بالنظر إلى مصنع سيرونكس بطاقة فعلية *50* جهاز تلفزيون في الساعة وطاقة تصميمية *60* جهاز تلفزيون في الساعة، على سبيل المثال، نقسّم *50* على *60* للحصول على*5/6* أو كفاءة *83* في المائة. ثم بضرب الطاقة التصميمية بالكفاءة للوصول إلى معدل الطاقة الفعلي.

5.2.3. الناتج الحقيقي

الناتج الحقيقي أو المخرجات الفعلية *Actual Output (AO)* أو ما يطلق عليه *Demonstrated Capacity DC* الطاقة المبرهنة. وهي المقياس الحقيقي للمخرجات التي يحققها النظام خلال فترة زمنيه معينة حيث يؤخذ بعين الاعتبار تأثرها بالعوامل ذات الأمد القصير: عدد الوحدات المعيبة وتعطل المكائن وغياب العاملين وغيرها. والمخرجات الفعلية على العموم أقل من الطاقة التصميمية والطاقة الفعلية وذلك بسبب تأثرها بالعوامل ذات الأمد القصير مثل: تعطل الآلات. والمخرجات

المعيبة التي قد يتم إتلاف بعضها وإعادة عمل البعض الآخر، ونقص المواد أو تأخر توريدها وغيابات العاملين، أو بسبب التأخيرات الأخرى غير المخططة. ويمكن حساب كفاءة النظام (*System Efficiency – SE*): كمقياس يعبر عن نسبة المخرجات الفعلية إلى الطاقة الفعلية بالمعادلة التالية: $SE = (AO/EC) * 100$

واعتمادا على طريقة استخدام وإدارة المنظمة، قد يكون من الصعوبة تحقيق كفاءة نظام بنسبة 100%، وغالبا ما يتم تقييم مدير العمليات بناءً على كفاءة النظام الإنتاجي الذي يديره. أهم عوامل تطوير كفاءة النظام هي تصحيح مشاكل الجودة وجدولة الأعمال بطريقة صحيحة والتدريب والصيانة. ويحسب مستوى الاستخدام $U = Utilization$: كمقياس يعبر عن نسبة إشغال الطاقة وهو نسبة المخرجات الفعلية الى الطاقة التصميمية بالمعادلة التالية: $U = (AO/DC)*100$

وتحسب الطاقة المقدرة (*Rated Capacity - RC*) والتي هي الطاقة القصوى القابلة للاستخدام لنظام ما وهي دائماً أقل من أو تساوي الطاقة التصميمية ويمكن حسابها كالتالي:

RC = الطاقة التصميمية * كفاءة النظام * مستوى الاستخدام أي: $\boldsymbol{RC = DC * SE * U}$

أو RC = الطاقة التصميمية * الطاقة الفاعلة * كفاءة النظام أي: $\boldsymbol{RC = DC * EC * SE}$

مثال: آلة صممت للعمل لفترة واحدة في اليوم بمعدل *8* ساعات يوميا وخمسة أيام في الأسبوع لإنتاج *900* وحدة في الساعة. قدر الوقت المطلوب للصيانة الوقائية والتهيئة والإعداد بمعدل 15% من الوقت الكلي المتاح للآلة، بسبب العطلات والمخرجات المعيبة وغيابات العاملين. بلغ إنتاج الآلة الفعلي في أحد الأسابيع *27000* وحدة. والمطلوب حساب التالي: الطاقة التصميمية، والطاقة الفاعلة، وكفاءة النظام، مستوى الاستخدام الآلة، وإنتاجية الآلة.

1 الطاقة التصميمية: $DC = 8*1*5*900 = 36000 Units$

2 الطاقة الفاعلة (طاقة النظام): $EC = 8*1*5*900*0.85 = 30600 Units$

3 كفاءة النظام: $SE = (27000/60600)*100 = 88.2\%$

4 مستوى الاستخدام الآلة: $U = (27000/36000)*100 = 75\%$

5 إنتاجية الآلة: $= [27000/(40hrs - 0.15*40)] = 794.1 Units/hr$ إنتاجية الآلة

3-5 تقييم أحجام المصانع البديلة

يمكن الحصول على مقدار الطاقة اللازمة لفترة التخطيط في المستقبل من حجم مصنع واحد أو عدة مصانع لكل منها حد أقصى مختلف للطاقة. يتضمن الاختيار قرارات استراتيجية حاسمة ليس فقط بشأن التكنولوجيا التي سيتم استخدامها ولكن أيضًا حول ما إذا كانت الطاقة ستكون متاحة. مصنع واحد مركزي أو عدة مصانع متفرقة جغرافياً، هنا، لا تأخذ الإدارة بعين الاعتبار فقط تكاليف الإنتاج والتوزيع ولكن آثار هذه القرارات على المنافسة والهيكل التنظيمي والأسلوب الإداري والمرونة اللازمة للتكيف مع التغيرات المستقبلية في البيئة، وفي بعض الأحيان يكون لهذه القضايا الاستراتيجية تأثير أكبر في الاختيار النهائي من الجوانب القابلة للقياس الكمي المتعلقة بالتكنولوجيا والتكاليف.

وعلى الرغم من أهمية العوامل الذاتية، يجب أن يفي مقترح لتوسيع القدرات بمعايير اقتصادية معينة. عندما يُتوقع أن يوفر الاستثمار عائدًا مرضيًا دون مخاطر مفرطة خلال فترة زمنية معينة، يمكن تمويل التوسع، والمشروع من مخصصات الميزانية الرأسمالية، ويمكن أن تتخذ مقاييس الأداء المالي المستمدة من تحليل التدفقات النقدية شكل صافي القيمة الحالية (*Net Present Value NPV*) أو معدل العائد على الاستثمار المطلوب للقدرة الجديدة. بمجرد تقدير الإيرادات والتكاليف الخاصة بالمشروع، يكون حساب هذه التدابير روتينيًا، ويمكن حوسبته بحيث يمكن تكراره لمختلف الافتراضات.

لنفترض أن متطلبات الطاقة الجديدة البالغة *3300* وحدة في السنة، والمحددة من المثال السابق، يمكن تلبيتها من ثلاثة أحجام مختلفة للمصنع مع خصائص التكلفة المدرجة في الجدول (*5, 1*):

الجدول (*5, 1*): بيانات لأحجام ثلاثة مصانع بديلة

القدرة السنوية وحدة/سنة	الاستثمار الأولي	التكاليف الثابتة السنوية	التكاليف المتغيرة بالوحدة	متوسط تكلفة الوحدة عند الطاقة الكاملة
2500	7,00,000	25,000	50	60
5000	12,00,000	30,000	47	53
10000	18,00,000	36,000	45	48

من البيانات الواردة في الجدول (*5, 1*)، نلاحظ أربع نقاط ذات أهمية خاصة في دراسة القدرات:

(1) تتطلب الزيادة في حجم المصنع استثمارًا كبيرًا، ولكن يمكن أن يؤدي إلى اقتصاديات كبيرة الحجم بالقرب من حجم الطاقة الكاملة، وعادة ما ينتج عن ذلك وفورات في البناء والمعدات لكل وحدة قدرة.

(2) تصبح التكاليف الثابتة لكل وحدة أصغر، لأن العناصر مثل المرافق، والإشراف، والتأمين، وما إلى ذلك، هي نفسها تقريبًا على نطاق واسع من طاقة المصنع.

(3) يتم أيضًا تخصيص تكاليف متغيرة معينة على المزيد من الوحدات، وبالتالي تقليل التكاليف المتغيرة للوحدة.

(4) تميل التكاليف المتغيرة أيضًا إلى أن تكون أقل في المصانع الكبيرة بسبب اقتصاديات شراء المواد الخام وشحنها، وانخفاض تكاليف المعالجة من المعدات الأكثر تخصصًا التي تكون اقتصادية فقط من المعدات الأكثر تخصصًا التي تكون اقتصادية فقط لكميات الإنتاج الكبيرة. بالنسبة لأحجام المصانع الأكبر، مع استخدام تكنولوجيا أكثر تقدمًا للإنتاج. وفي الواقع، استبدال رأس المال للعمالة، يؤدي إلى زيادة الكفاءة التنظيمية من خلال تطبيق تقنيات إدارة أكثر تقدمًا للتخطيط والتحكم في العمليات (الجدولة بمساعدة الكمبيوتر، الصيانة: مراقبة المخزون وغيرها من الوظائف) في معظم الحالات.

كان مفهوم اقتصاديات الحجم ميزة قوية في تشكيل الأنشطة الاقتصادية في كل من القطاعين الخاص والعام. حيث يلعب هذا دورًا مهمًا في المنظمات الصناعية، مثل تكرير النفط، والصلب، والاتصالات. أو أنظمة الخدمات، مثل محلات السوبر ماركت، والمتاجر، والتعليم، والحكومة. ولكن، يجب تحديد حجم المصنع الصحيح ليس فقط من خلال أداء التكلفة؛ ولكن أيضًا بمستوى الطلب المتوقع. وهذا يتطلب تحليل التكلفة والحجم والربح في كثير من الحالات.

ويجب أن يستند اختيار الحجم الأمثل للمصنع، بالنظر لمتطلبات الطاقة، إلى التحليل الكافي للتدفقات النقدية لكل حجم مصنع بديل. وهذا بدوره يتطلب تقدير إجمالي التكاليف *(TC)* وإجمالي الإيرادات *(TR)* بأحجام إنتاج مختلفة لكل حجم مصنع. يتم تحديد التكاليف الإجمالية في كل حالة من تقديرات التكاليف الثابتة والمتغيرة التي تنطبق على حجم كل مصنع. بالنظر إلى توقعات الطلب لكل عام في أفق التخطيط، يتم تحديد حجم المصنع الذي يزيد من عائد الاستثمار في الطاقة الجديدة.

5-4 تحديد متطلبات المعدات

بعد تحديد القدرة التصميمية اللازمة للنظام ككل ومقدرة مرحلة الإنتاج الفردية، يجب ترجمة الطاقة من حيث متطلبات المعدات والقوى العاملة اللازمة لتشغيلها. والإجراء المستخدم لتحديد هذه المتطلبات لمرحلة واحدة (والتي قد تشمل محطة عمل، أو قسم كامل) هو إجراء مباشر جدًا، سيتم شرحه في الخطوات التالية. ويمكن إتباع نفس الإجراء لتحديد متطلبات نظام الإنتاج متعدد المراحل.

متطلبات المعدات لمرحلة إنتاج واحدة: من أجل تحويل قياس الطاقة إلى متطلبات المعدات، نطلب تقديرًا للطلب لكل فترة

في أفق التخطيط، معبرًا عنه بعدد الوحدات المقبولة أو الجيدة أو المطابقة المطلوبة لكل فترة، ويتم الحصول عليها من توقعات طلب تفصيلي وتقدير وقت المعالجة لمحطة العمل حيث سيتم استخدام المعدات. عادة ما يتم الحصول عليها عن طريق إحدى طرق قياس العمل.

بفرض:

P معدل الإنتاج لمحطة العمل، بوحدات الإنتاج لكل فترة

T وقت المعالجة لكل وحدة بالدقائق

D مدة فترة التشغيل بالساعات (لوردية واحدة)،

$D = 8$: لشخصين، $D = 16$: ولثلاثة، $D = 24$

E كفاءة المعدات معبراً عنها كنسبة مئوية من وقت التشغيل لكل فترة. وهذا يفسر وقت التوقف عن العمل بسبب الإعدادات أو إصلاح الأعطال أو أسباب أخرى تفرض الخمول.

N عدد الآلات المطلوبة من محطة العمل

يعتمد حساب المتطلبات على الصيغة التالية:

$$N = \frac{T * P}{60 * D * E}$$

نسبة المخرجات المطلوبة	= عدد الآلات المطلوبة = الوقت المطلوب بالوحدة أو الساعة
الوقت المتاح/الزمن	

لتوضيح هذه العلاقة نأخذ المثال التالي:

لنفترض أن قسم التصنيع في قسم ما يجب أن يوفر *4000* قطعة جيدة يوميًا لقسم التجميع. تبلغ مدة المعالجة *3.00* دقيقة / وحدة، وتقدر كفاءة المعدات في الفترتين يومياً بنسبة *80* في المائة. ستكون متطلبات المعدات لهذه الحالة:

$$N = \frac{T * P}{60 * D.E} = \frac{300 * 4000}{60 * 16 * 0.80} = 15.63 \text{ آلة}$$

من الناحية العملية، يجب استخدام الطريقة المقترحة لتحديد متطلبات المعدات بحذر. على وجه الخصوص، من المهم فحص P و D على نطاق أوسع. لتقدير P بشكل صحيح، يجب أن نأخذ في الاعتبار أن العدد الإجمالي للوحدات التي تمت معالجتها في محطة عمل قد تتكون من كل من الوحدات المطابقة (غير المعيبة) وغير المطابقة (المعيبة) في نظام إدارة الإنتاج التقليدي.

ومن ثم يتم إعطاء العدد الإجمالي للوحدات (P) من خلال:

$$P = p_g + p_d$$

حيث P_g هي عدد الوحدات المطابقة و P_d هي عدد الوحدات غير المطابقة.

بالنسبة لعملية معينة، يمكن التعبير عن عدد الوحدات المعيبة كنسبة مئوية من الوحدات المعيبة، p على إجمالي عدد الوحدات المعالجة. وهكذا، لدينا:

$$P_g = P - P_d = P - \frac{P_d}{P} P = P - P^p = P(1-p)$$

$$P = \frac{P_g}{(1-p)}$$

حيث p هي النسبة المئوية للإخراج المعيب لمحطة العمل.

بالنسبة لمثالنا_ إذا كان عدد الأجزاء المطابقة المطلوبة 4000 يوميًا، وبالنسبة لمحطة العمل قيد الدراسة، يبلغ الناتج المعيب 5 في المائة، يجب مراجعة معدل الإنتاج على النحو التالي:

$$P = \frac{Pg}{(1-P)} = \frac{4000}{1-0.05} = 4211 \text{ وحدة}$$

لتقديرD يكون استخدام 8 ساعات لكل نوبة مناسبًا عندما يشير وقت المعالجة T إلى متوسط الوقت المطلوب لكل وحدة. إذا كان T يمثل وقتًا قياسيًا، فإنه لا يشمل فقط الوقت الإنتاجي الصارم، ولكن أيضًا أوقات ضغط المشغل والاحتياجات الشخصية والتأخيرات التي لا يمكن السيطرة عليها بسبب المستوى الحالي من التداخل والاضطرابات الأخرى في النظام الحالي. لذلك، عند استخدام الأوقات القياسية لـ T، يجب أيضًا التعبير عن مدة فترة التشغيل في ساعات العمل القياسية. على سبيل المثال، إذا كان لدينا 25 يوم عمل في الشهر واستخدمنا نوبتين، فلدينا:

$$(8)\ (25)\ (2) = 400 \text{ ساعة فعلية}$$

ومع ذلك، فإن متوسط معدل إنتاج القوة العاملة هو 120%، من ذلك، وبناءً على الأوقات القياسية، ربما بسبب حوافز الأجور أو مخططات تحسين الأداء الأخرى، فإن 400 ساعة تعادل $(400)\ (1.2) = 480$ ساعة قياسية في الشهر.

متطلبات المعدات المنقحة لمثالنا، بافتراض أن وقت المعالجة القياسي هو 3.50 دقيقة

$$N = \frac{T_s P}{60\ D_s E} = \frac{3.50 \times 4211}{60(480/25)(.80)} = 15.99 = 16.$$

حيث: Ts وقت المعالجة القياسي لكل وحدة، و Ds مدة فترة التشغيل بالساعات القياسية

تحديد كفاءة المرحلة (كفاءة محطة عمل معينة)، E

على نفس القدر من الأهمية، ولكن من الصعب تقييمها، هي كفاءة محطة عمل معينة. تُعرَّف الكفاءة، E عادةً بأنها:

$$E = \frac{H}{D} = 1 - \frac{DT - ST}{D}$$

حيث:

$E =$ كفاءة محطة العمل

$H =$ التشغيل المتوقع، الوقت لكل فترة، بالساعات

$D =$ مدة فترة التشغيل بالساعات

$DT =$ وقت التعطل، بالساعات

$ST =$ وقت الإعداد لمعالجة الطلبات المختلفة لكل فترة بالساعات.

حتى مع تقنيات الإنتاج المتقدمة، يتم إنفاق نسبة معينة من فترة التشغيل في التباطؤ القسري. قد ينشأ هذا بسبب الحاجة إلى إصلاح تعديلات خاصة للآلات أثناء التشغيل، انقطاع التيار الكهربائي. أو التأخير في تسليم المواد الخام والمكونات والأجزاء الأخرى. تعتمد الكفاءة في مرحلة معينة بشكل أساسي على العوامل الثلاثة التالية:

1) نوع المعدات المستخدمة

2) كيفية تشغيل المعدات (السرعات، التغذية، التعديلات ... إلخ)

3) سياسة الصيانة المتبعة للمعدات $= nt.$

خلق الاتجاه نحو الميكنة المكثفة لبعض المهام أو حتى أتمتة مجموعات العمليات مشاكل معقدة في تحقيق أداء موثوق به. بالنسبة للأنواع السيئة من المعدات، يمكن أن تكون الصيانة الوقائية أكثر الطرق فاعلية لتقليل وقت التوقف عن العمل بسبب إصلاح الأعطال. وبالتالي زيادة الكفاءة بشكل مباشر. وهذا يتطلب الإغلاق والتنسيق مع وظيفة جدولة العمليات لتقليل التكلفة المجمعة من الإصلاحات ووقت التوقف، والصيانة الوقائية مع الحفاظ على عمليات التسليم الفوري. ويتم التركيز على نهج آخر يتمثل بتدريب وتحفيز المشغلين بحيث يمكن استشعار الأسباب المصدر أو الجذرية للانهيار وتصحيحها قبل حدوث الفشل المكلف والمستغرق للوقت.

5-5 ما هو تخطيط المرافق؟

تحدد عملية التخطيط للمنشأة كيف أن الأصول الثابتة الملموسة للنشاط تدعم بشكل أفضل تحقيق أهداف النشاط. عند تطوير تخطيط لنظام ينتج السلع أو الخدمات، نسعى إلى التخصيص الأمثل للمساحة لمكونات النظام. وبشكل أكثر تحديدًا، نحاول تحديد أفضل ترتيب للمرافق والمعدات القادرة على تلبية الطلب المتوقع (الكمية والجودة والتوقيت) بأقل تكلفة، هذه هي المرحلة التي يتم فيها دمج جميع عناصر العملية، وبالتالي يجب إيلاء عناية خاصة لخلق بيئة موصلة للإنتاجية العالية وتلبية الاحتياجات الاجتماعية والنفسية لجميع الأشخاص في العمل. يُعرف تخطيط المرافق أيضًا بأسماء أخرى مثل تخطيط المصنع وتصميم المرافق وتخطيط المرافق وما إلى ذلك.

5-6 الحاجة لتخطيط المرافق

توضح الأسئلة التالية فرص تخطيط المرافق:

1) ما هو تأثير تخطيط المرافق على تكاليف المناولة والصيانة؟

تشير التقديرات إلى أن ما بين *20* و *50٪* في المائة من إجمالي مصروفات التشغيل في التصنيع تُعزى إلى مناولة المواد. من المتفق عليه بشكل عام أن التخطيط الفعال للمرافق يمكن أن يقلل من هذه التكاليف بنسبة *10* إلى *30٪* على الأقل. كما يوفر التصميم الجيد وصولاً سهلاً إلى صيانة المعدات وإصلاحها، وبالتالي تقليل أوقات التوقف وتكاليف الصيانة.

2) ما الذي تستثمره المؤسسات في رأس مالها؟ وكيف يمكن تحويله إلى أموال قابلة للتحويل بمجرد تصميم نظم الإنتاج؟

3) ما هو تأثير تخطيط المرافق على قدرة المنشأة على التكيف مع التغيير وتلبية المتطلبات المستقبلية؟

نظرًا لأن حلًا معينًا لمشكلة التخطيط مكلف للغاية ويصعب تغييره. من المرغوب فيه الحفاظ على مرونة كافية لتمكين النظام من التكيف مع التغييرات. تفرض الاعتبارات الاقتصادية إعادة تقييم مستمرة وإعادة تنظيم للنظم والأفراد والمعدات الموجودة. الآلات الجديدة والعمليات الجديدة تجعل النماذج والأساليب القديمة وكأنه عفا عليها الزمن. تجعل التغييرات التي تحدث باستمرار في طرق الإنتاج، والمعدات والمواد الأفضل من المستحيل على الشركات الاحتفاظ بمرافقها وتخطيطاتها القديمة دون الإضرار بشدة بمكانتها التنافسية في السوق. وخلاصة القول، غالبًا ما تؤدي التغييرات في مستوى الطلب أو تصميم المنتج (المنتجات) أو الخدمات والتكنولوجيا إلى تعديلات تخطيط لا يمكن تحقيقها إلا بمرونة التكوين الحالي.

4) ما تأثير تخطيط المرافق على معنويات الموظفين وكيف تؤثر معنويات الموظفين على تكاليف التشغيل؟

يجب أن يضمن تصميم التخطيط لكل موظف بيئة عمل آمنة وصحية ومريحة. يجب إيلاء الاعتبار الواجب لمعايير الصحة والسلامة المحددة في قانون المصنع من خلال القضاء على الظروف الخطرة المحتملة أو تقليلها في مكان العمل. يجب وضع أي معدات أو عمليات قد تسبب مخاطر على صحة العمال وسلامتهم في المناطق التي تكون فيها إمكانية الاتصال بالموظفين ضئيلة. تصميم جيد التصميم، إلى جانب تقليل الخسائر في كل من المال والقوى العاملة الناتجة عن الحوادث الصناعية؛ يوفر بيئة عمل تؤدي إلى الاستخدام الأفضل لجميع الموارد البشرية الهامة.

7-5 أهداف تخطيط المرافق

تخطيط المرافق هو نشاط مستمر في أي منظمة تخطط لمواكبة التطورات في هذا المجال. تمثل المشكلة تحديًا للإدارة بسبب التفاعلات المعقدة للعديد من العوامل الرئيسية وصعوبة تقييم تأثيرها على أداء النظام. على الرغم من أن الطرق المتاحة لا ترقى إلى النهج الشامل، إلا أنها يمكن أن توفر حلولًا جيدة للعديد من المشكلات الفرعية للتخطيط من خلال المبادئ التوجيهية والمبادئ والتقنيات العامة. لذلك، بدلاً من البحث عن حل مثالي لمشكلة التخطيط الكاملة، يعتمد المحلل على الخبرة والحكم الجيد وبعض التقنيات الكمية لإنتاج حل شامل مرضٍ. وبالتالي، فإن تخطيط المرافق، على الرغم من كونه أكثر علمية، لا يزال يعتمد بشكل كبير على خبرة المخططين. قد لا يكون من الواقعي أو المجدي ذكر هدف واحد محدد لأي تمرين لتخطيط المنشأة أو للأهداف نفسها لجميع تمارين تخطيط المنشأة. يتم سرد بعض الأهداف النموذجية التي تم أخذها في الاعتبار أثناء تطوير التخطيطات أدناه. يعتمد ترتيب أهميتها على المشكلة المحددة قيد النظر.

ويمكن إيجاز أهم أهداف تخطيط المرافق في:

1. دعم مهمة المنظمة من خلال تحسين مناولة المواد، والتحكم في المواد، والحفاظ على المعمل بشكل جيد.
2. الاستفادة الفعالة من الأشخاص والمعدات والمساحة والطاقة.
3. تقليل استثمار رأس المال.
4. تعزيز المرونة وسهولة الصيانة.
5. توفير السلامة للموظفين والرضا الوظيفي.

ويمكن إعادة صياغة هذه الأهداف كخصائص للتخطيط الجيد.

هل حان الوقت لدراسة التتابع؟ تم تصميم العديد من تخطيطات الوقت بكفاءة. مع نمو المنظمة وتغييرها لتلائم البيئة المتغيرة، يصبح التخطيط أقل كفاءة. هذا يفرض الحاجة إلى ممارسة التتابع. فيما يلي بعض المؤشرات التي تشير إلى أهمية دراسة التتابع (والتي يمكن أن تُصدق على أنها خصائص التخطيط الضعيف للمرفق):

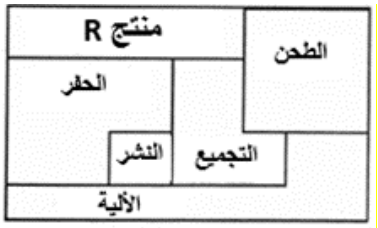
- الازدحام في الممرات ومناطق التخزين وسوء استخدام المساحة.
- الإفراط في جرد العملية ومسافات تدفق العمل المفرطة.
- اختناقات الإنتاج المستمر في بعض المواقع ومرافق الخمول المتزامن في مكان آخر.
- يقوم العمال المهرة بعمل مفرط غير ماهر، مع قلق وسلامة العامل من الحوادث.
- دورات تشغيل طويلة وتأخير في التسليم، ونقص واضح في مراقبة الإنتاج.
- الشعور العام بالارتباك مع الموظفين غالبًا ما يقضي الوقت في تحديد المنتجات والمكونات والمواد والأدوات.

الغرض الرئيسي من دراسات التتابع بشكل عام هو تعظيم الربحية أو كفاءة العمليات. وتشمل الأغراض الأخرى تقليل مخاطر السلامة أو الصحة، وتسهيل تفاعل الموظفين الحاسم، وتحرير عمليات الاختناق، وتقليل التداخل أو الضوضاء أو التشتيت بين مناطق العمليات المختلفة.

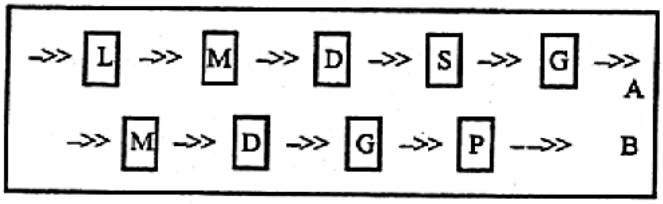
5-8 أنواع المخططات

تخطيط العملية أو التخطيط الوظيفي: تخطيط العملية هو ترتيب المرافق والمعدات في مجموعات وفقًا للوظيفة المنجزة، حيث تتبع الأوامر المختلفة مسارات مختلفة عبر النظام، اعتمادًا على متطلبات المعالجة الخاصة بها. يتم في، تخطيط العملية، تجميع النتائج في أقسام مثل الحفر والطحن والتدوير والنشر والطلاء والاستلام والشحن وما إلى ذلك. وتجدر الإشارة إلى أنه توجد خسارة في الكفاءة (في سياق التشغيل) إذا كانت الآلات المستخدمة لتحويل المواد إلى منتجات تقع على مسافة بعيدة. تكمن المشكلة في ضياع الوقت والجهد الضائع وتكلفة نقل المواد. هذا التجميع للآلات حسب الوظيفة (الشكل 5, 3) هو سمة من سمات محلات العمل ومرافق إنتاج نوع الدفعة.

الشكل (*5, 3*): تخطيط العملية أو التخطيط الوظيفي



- **تخطيط المنتج أو الخط:** تخطيط المنتج هو ترتيب للمرافق والمعدات بنفس التسلسل مثل العمليات اللازمة لإكمال كل وحدة من المنتج أو الخدمة المقدمة. تتبع الوحدات المتعاقبة نفس المسار عبر النظام، الشكل *(5, 4)*.



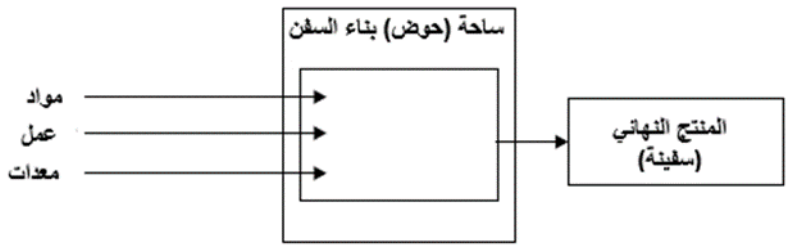
الشكل (*5, 4*): تخطيط المنتج أو الخط

يمكن العثور على أمثلة لمثل هذه التخطيطات، التي يتميز بها الإنتاج الضخم أو المستمر، في صناعات مثل الإسمنت، وتكرير النفط، وأسطوانات المحرك، وأعمدة الإنارة، والأجهزة المنزلية، وتجميع السيارات والإنتاج الضخم لعناصر صلبة منفصلة. على عكس تخطيطات العملية، فإن تخطيطات المنتج ليست مرنة لأنها مصممة خصيصًا لصنع أو تجميع منتج واحد.

- **تخطيط الموقع الثابت:** تخطيط الموقع الثابت هو ترتيب المرافق والمعدات بحيث تتدفق الموارد المطلوبة في شكل عمال ومعدات ومواد وما إلى ذلك إلى العنصر الذي يتم إنتاجه أو صيانته.

يتميز هذا النوع من التصميم، كما يوضحه الشكل *(5, 5)*، بوظائف مثل تجميع التوربينات البخارية الكبيرة، وبناء السفن، وبناء هياكل الحافلات...إلخ. يتطلب تخطيط الموقع الثابت إحضار الأشخاص والآلات إلى المنتج الذي يتم تصنيعه أو تجميعه.

الشكل (*5, 5*): تخطيط الموقع الثابت



غالبًا ما يتم اعتماد هذا التحديد لتخطيط الموقع الثابت بسبب التعقيد أو الحجم أو بعض الميزات الفريدة الأخرى للمهمة التي يتم تنفيذها. لا يسمح حجم ووزن السفينة أو الطائرة العملاقة بأي بدائل. وبالمثل، فإن صيانة مصنع للصلب، ومحطة للطاقة، أو مبنى يفرض نقل الموارد إلى المكان الذي يجب أن يتم فيه العمل. الجانب الحاسم في تطبيق هذا النوع من التخطيط هو الحاجة إلى الجدولة الفعالة والتنسيق والتحكم في الأنشطة الإنتاجية المعنية والموارد المستخدمة في العملية (جدولة المشروع).

- **تخطيط المجموعة (المزيج):** في كثير من الأحيان يتم استخدام مزيج من التخطيطات. عادة، يتم دمج تخطيط العملية مع تخطيط المنتج. على سبيل المثال، في تصنيع الثلاجات، يتم استخدام تخطيط موجه نحو العملية لإنتاج أجزاء مختلفة (مثل تشكيل المعادن واللحام والمعالجة الحرارية). وعند التجميع النهائي للثلاجة، يتم وضع جميع هذه الوظائف في تخطيط موجه نحو المنتج.

5-9 الاستراتيجيات السبع الرئيسية للتخطيط

يمكن تحديد سبع استراتيجيات أساسية للتخطيط، مع وصف استخدام كل منها بإيجاز شديد:

1) تخطيط المكتب: يضع العمال، ومعداتهم، والمساحات / المكاتب لتوفير حركة المعلومات.
2) تخطيط البيع بالتجزئة: تخصيص مساحة العرض ويستجيب لسلوك العملاء.
3) تخطيط المستودع: يعالج المفاضلة بين المساحة ومناولة المواد.
4) تخطيط الموقف الثابت: يعالج متطلبات التخطيط للمشروعات الكبيرة الضخمة مثل السفن والمباني.
5) التخطيط الموجه للعملية: يتعامل مع إنتاج منخفض الحجم وعالي التنوع.
6) تخطيط خلية العمل: ترتيب الآلات والمعدات للتركيز على إنتاج منتج واحد أو مجموعة من المنتجات ذات الصلة.
7) تخطيط موجه نحو المنتج: يبحث عن أفضل استخدام للأفراد والآلات في الإنتاج المتكرر أو المستمر.

5-10 تخطيط المنتج مقابل تخطيط العملية

الهدف من إستراتيجية التخطيط هو تطوير تخطيط فعال يفي بالمتطلبات التنافسية للشركة واعتبارات تصميم التخطيط التي يجب وضعها في الاعتبار للتخطيط الجيد. يعمل تخطيط المنتج كمدخل لعملية التصميم. تقع مسؤولية تخطيط المنتجات

وتطويرها على عاتق قسم التسويق وقسم البحث والتطوير (*R&D*) بعد تحديد الاحتياجات الملحوظة للعملاء، وتنعكس هذه الاحتياجات في الجودة والتكلفة والوظيفة والموثوقية والمظاهر المقترحة للمنتج. ويجب أن يبدأ تخطيط العملية الأساسية خلال مراحل تصميم المنتج حيث يتم اختيار المواد والشكل الأولي مثل الصب بالقوالب البلاستيكية. وبعد ذلك يتم تحديد الحد الأدنى للتكلفة المحتملة لإنتاج جزء من المنتج أو المنتج كله من خلال تصميم الجزء أو المنتج. ومن ثم، يجب أن يبدأ تخطيط العملية في مرحلة تصميم المنتج نفسه. يُشار إلى الجهد المبذول للتصميم بتكلفة تصنيع منخفضة باسم تصميم الإنتاج على أنه يختلف عن تصميم المنتج، والذي يتكون من التصميم الوظيفي وتصميم النموذج.

بالنظر إلى تصميم المنتج، يجب تنفيذ تخطيط العملية للتصنيع لتحديد العمليات المطلوبة وتسلسلها بالتفصيل. يحدد تصميم الإنتاج أولاً الحد الأدنى من التكلفة الممكنة التي يمكن تحقيقها من خلال تحديد المواد والتفاوتات والتكوينات الأساسية وطرق ربط الأجزاء. وتعالج تخطيط العملية مسألة تقليل تكاليف عملية التصنيع والتسلسل للوفاء بمواصفات التصميم المطلوبة.

تتجلى نهاية تصميم الإنتاج من خلال إصدار الرسومات التي تلخص المواصفات الدقيقة لما سيتم صنعه. ويأخذ تخطيط العملية من هذه النقطة ويطور خطة التصنيع الواطاقة للجزء أو المنتج بما في ذلك الاختيار الأساسي للعمليات المطلوبة في مرحلة التصميم. كما يؤثر تخطيط العملية أيضًا على مراقبة الجودة ومتطلبات الموارد البشرية وتصميم الوظائف وقدرة المصنع. كما يحدد تصميم العملية تفاصيل كيفية إنتاج المنتج/الخدمة.

ويصف تخطيط العملية وتصميمها الخطوات المحددة في عملية الإنتاج والروابط بين الخطوات التي ستمكّن نظام الإنتاج من إنتاج منتجات/خدمات بالجودة المطلوبة بالكمية المطلوبة، في الوقت الذي يريده العملاء وبتكلفة الميزانية. وقد يتطلب التخطيط المكثف للعمليات للمنتجات/الخدمات الجديدة، وأحيانا قد تحدث إعادة تخطيط العملية أيضًا مع تغير احتياجات الطاقة وتغيير ظروف العمل أو السوق والتحسينات التكنولوجية في المواد والآلات.

11-5 تطوير تخطيط العملية

من أجل تحقيق الإمكانات القصوى للتخطيط الجيد يجب اتباع مسار منهجي، حيث لا يمكن أن يكون التصميم النهائي أفضل من البيانات التي يستند إليها. لضمان جمع وتحليل البيانات الداعمة اللازمة، يلزم إتباع الخطوات التالية في إعداد التخطيط:

1) تحليل المنتج أو المنتجات المراد إنتاجها، وهذا يشمل توافر أو تطوير ما يلي:

- وضع رسومات تصميم أو تجميع كاملة يمكن من خلالها تطوير قائمة كاملة بالأجزاء.
- وضع قائمة الأجزاء التي حددت تلك الأجزاء التي سيتم تصنيعها و/أو شرائها والتي يجب توفيرها في منطقة المصنع.
- مخططات التجميع التي تشير إلى التسلسل الذي يتم من خلاله تجميع الأجزاء في مجموعات فرعية. حيث يقدم مخطط التجميع في النهاية المكان لترتيب أنماط خط الإنتاج والتجميع على التخطيط النهائي.

2) تحديد العملية المطلوبة لتصنيع المنتج، *وفيه يجب:*

- الحصول على المسار مخطط التشغيل أو تطويرها لكل جزء وتجميع مُصنّع. ولأغراض التخطيط مطلوب فقط تسلسل العمليات في هذا الوقت. وعليه، يجب أن يكون هذا التسلسل كاملاً. ومن الأفضل تحقيق تركيبات التشغيل واختيار المعدات في وقت إعداد مخطط التخطيط، ويجب تأجيل التحديدات المحددة حتى ذلك الوقت.
- إعداد مخططات عملية التشغيل بعد إعداد المسار لتوفير وسيلة للجمع بين مخططات التجميع وبيانات المسار في شكل رسومي واحد، ودمج عمليات الفحص اللازمة لضمان الحفاظ على الجودة وخفض إنفاق المال على أجزاء غير مقبولة. من دراسة مخططات عملية التشغيل، يحدد الموقع الأكثر منطقية لعمليات التفتيش في العملية.

3) إعداد مخططات تخطيط التخطيط: مخطط تخطيط التخطيط هو أهم مرحلة فردية لعملية التخطيط بأكملها. يعمل هذا الرسم البياني كوسيلة للجدولة الأولى ثم يجمع بين العوامل المختلفة التي سيتم توفيرها في التخطيط النهائي للمنتج. يتضمن ما يلي:

- عملية التدفق تظهر جميع العمليات والتحركات والمخازن والتفتيش بالتسلسل.
- التدفق القياسي لكل عملية تم الحصول عليها من دراسة معايير زمنية محددة مسبقًا.
- متطلبات القوى العاملة لنشاط الإنتاج.
- توازن المعدات وتوازن القوى العاملة.
- أحمال مناولة المواد وطرقها ومتطلبات المعدات.

عند إكمال مخطط تخطيط التخطيط، يلزم إجراء مراجعة وتحليل كاملين في كل خطوة. إذا تم ذلك، فإن تخطيط منطقة التصنيع هو في المقام الأول مشكلة تحويل التخطيط لمنطقة المصنع المادية.

4) تحديد محطات العمل: يجب تطوير التخطيطات مع مراعاة الجهاز، والمشغل أو العامل، ومتطلبات المواد ومنطقة الخدمة. ويمكن تحقيق ذلك على أفضل وجه عن طريق استخدام تآلف الإنسان والآلة و/أو التشغيل وتخطيطات محطة العمل.

5) تحليل متطلبات منطقة التخزين: من حيث الحجم والموقع بالنسبة لأنشطة الإنتاج. ويجب أن يوضع في الاعتبار أنه توجد ثلاثة مشكلات تخزين على الأقل للعملية الكاملة وللعمليات الفردية:

- تخزين المواد أو الأجزاء التي تنتظر المعالجة (تخزين المواد الخام)،
- تخزين المواد نصف المصنعة،
- تخزين البضائع تامة الصنع.

فيجب تحديد الحد الأدنى من متطلبات منطقة التخزين قبل بدء التصميم الفعلي.

6) تحديد الحد الأدنى لعرض الممر: يجب تحديد القطع المختلفة من المعدات والأقسام قبل بدء التصميم. وسيعتمد عرض الممر بشكل أساسي على طرق ومعدات مناولة المواد، ومتطلبات التخليص من محطة العمل وحركة العمال. وباستخدام البيانات، يمكن إعداد تخطيط منطقة الإنتاج.

7) تحديد متطلبات المكتب: تعتمد على نطاق الأنشطة التشغيلية التي سيتم تضمينها في المرافق.

8) النظر في مرافق وخدمات الموظفين: السماح بعناصر مثل الإسعافات الأولية ومراكز تناول الطعام والمرطبات، والخزائن، والحمامات، وممرات دخول وخروج السيارات ومواقفها.

9) خدمات مصانع المسح: تشمل صيانة المرافق التخلص من النفايات والتدفئة والتهوية.

10) توفير مزيد من التوسع: تشمل أحكامًا لإضافة خط إنتاج جديد، أو زيادة طلب المبيعات للمنتجات الحالية.

12-5 النهج التقليدي (أو الاتفاقي) لتطوير تخطيط العملية

تعتمد متطلبات المساحة للمرافق على عدة عوامل، وتأخذ أقسام الإنتاج في الحسبان مساحة لترتيب الماكينات، وحركة المشغلين ومعدات مناولة المواد، وتخزين المواد القادمة والخاصة بالعملية والمواد الجاهزة والأدوات والمعدات المساعدة ...الخ. وقد تعتمد متطلبات المساحة لبعض المرافق الأخرى على عوامل مثل نوع النشاط الصناعي، عدد العاملين في المصنع. وتتراوح الأساليب المستخدمة لتطوير التخطيطات من الذاتية تمامًا إلى تلك الموضوعية تمامًا باستخدام دعم الكمبيوتر. وتبحث النماذج عن إنشاء حركة سلسة للمواد مما يؤدي إلى انخفاض تكاليف المناولة. وهذا يتطلب معرفة علاقة

مناولة المواد بين الأقسام المختلفة إلى جانب متطلبات المنطقة من الإدارات.

يتم تصوير هذا عن طريق مخطط علاقة الرسم *(Rel-Chart)*. تشمل الاعتبارات الأخرى التي تؤثر على علاقة التقارب بين الأقسام كالراحة والسلامة واحتياجات الاتصال واستخدام نفس الموظفين في اثنين أو أكثر من الأقسام (أو الآلات).

الرموز القياسية المستخدمة لتمثيل علاقة التقارب بين الأقسام بترتيب تنازلي هي A و E و I و U بالإضافة إلى ذلك، هناك رمز X لوصف عدم الرغبة في وجود نشاطين قريبين من بعضهما البعض على سبيل المثال: قسم المرضى الخارجيين ووحدة العناية المركزة في المستشفى. فيما يلي إجراء لبناء مخطط علاقة يعتمد على تدفق المواد، الجدول (*5, 2*).

الجدول (*5, 2*): خطة الإنتاج المقترحة

	التتابع من	الإنتاج الأسبوعي
1	A C - D - F	500
2	B-A-C-D-F	1000
3-	E-B-C-A-F	300

تسلسل العمليات جنبا إلى جنب مع الطلب الأسبوعي للمنتج كما يرد في الجدول (*5, 3*) لشركة تنتج ثلاثة منتجات:

الجدول (*5, 3*): تسلسل العمليات جنبا إلى جنب مع الطلب الأسبوعي للمنتج

	إلى					
من	A	B	C	D	E	F
A		500				300
		1000				
B	1000	300				
C	300		500			
			1000			
D						500
						1000
E	300					
F						

تم تطوير المخطط بملاحظة التدفق بين الأقسام إلى التالي في تسلسلها المحدد الجدول (*5, 4*).

الجدول (*5, 4*): تتابع العمليات من-إلى

	إلى					
من	A	B	C	D	E	F
A	-	1000	1800			300
B		-	300		300	
C			-	1500		
D				-		1500
E					-	
F						-

يتم الآن جمع التدفقات بين الأقسام لإنتاج رسم بياني من. تظهر الإدخالات الإجمالي الآن بين أي قسمين. يتم تحويل هذه البيانات الآن لإنشاء مخطط العلاقات (*Rel-Chart*). يتم تعيين التدفق المتين وتسمى ب "*A*" كالعلاقة بين الأقسام *A&C* و *C & D* و *D & F* مع تدفق يزيد عن *1000* وحدة، أما العلاقة بين الأقسام *A* و *B* مع تدفق يساوي أو أقل من *1000* وحدة فتعطى العلاقة "*E*". وعند وجود علاقة بين *A-F* و *B-C* و *B-E* بتدفق *300* وحدة فتعطى العلاقة "*O*". ويتم إعطاء التصنيف *U* حيث لا يوجد تدفق. الجدول (*5, 5*):

الجدول (*5, 5*): تتابع العمليات من-إلى

	إلى					
من	A	B	C	D	E	F
A	-	E	A	U	U	O
B		-	O	U	O	U
C			-	A	U	U
D					U	A
E					-	U
F						-

ويبين الجدول (*5, 6*) رموز مخطط العلاقة مع إظهار الأهمية.

الجدول (*5, 6*): رموز مخطط علاقة الأهمية

تقييم التقارب	الرموز	قيمة العدد
الضرورة القصوى	***A***	***4***
أهمية خاصة	***E***	***3***
مهم	***1***	***2***
القرب العادي موافق	***O***	***1***
غير مهم	***U***	***0***
غير مرغوب فيه	***X***	***-1***

دعونا الآن ننظر في النهج التقليدي لتطوير التخطيط بشيء من التفصيل بمساعدة مثال.

تكمن المشكلة في إيجاد ترتيب للإدارات الثمانية في المصنع بناءً على المعلومات التالية (*5, 7*).

الجدول (*5, 7*): الإدارات الثمانية في المصنع

متطلبات الفضاء			
القسم .*SL* رقم	(*PR*)	المساحة (قدم مربع)	كتل
الإنتاج	(*WA*)	*4811*	*12*
المستودع	(*OF*)	*3050*	*8*
المكتب	(*TR*)	*24w*	*6*
غرفة الأدوات	(*FS*)	*1150*	*3*
الصيانة	(*MT*)	*750*	*2*
خدمة الطعام	(*LR*)	*1(xx)*	*2*
غرفة خلع الملابس	(*SR*)	*600*	*2*
الشحن والاستلام		*19(x1)*	*5*
	مقياس-*40:1*		المجموع *40*

من الضروري تحديد حجم الكتل المناسبة. تسمح أحجام الكتل الأصغر بمرونة فيما يتعلق بالموقع النسبي للأقسام من خلال السماح بالمرونة في شكل القسم. وقد يساعد هذا في النهاية في تحقيق الشكل العام المنتظم المطلوب. هناك احتمالية للتشويه الشديد لأشكال الأقسام الفردية. هذه الأشكال المشوهة قد لا تسمح بإيواء أن تكون جميع مرافق القسم موجودة فيها رغم أن العدد الإجمالي للمساحة كافٍ. من ناحية أخرى، تتسبب أحجام الكتل الأكبر في صعوبة في تحقيق شكل منتظم شامل لجميع الأقسام مجتمعة، هذا بسبب نقص المرونة في تغيير أشكال الأقسام الفردية.

تم تطوير مخطط العلاقة، الجدول الوارد أدناه بناءً على الإجراء الموضح في الجدول (*5, 8*).

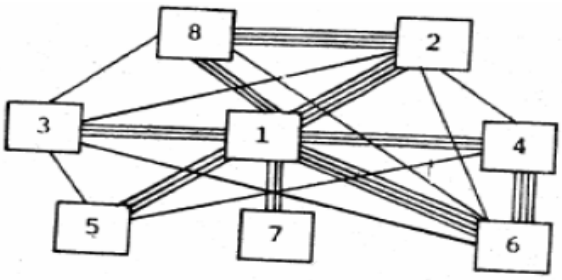
الجدول (*5, 8*): مخطط العلاقة

	PR	WA.	OF	TR	FS	MT	LR	SR
PR	-	A	E	A	E	A	E	E
WA			O	O	U	O	U	A
OF				U	O	O	U	O
TR.					O	A	U	U
FS						U	U	U
MT							U	0
1R							-	U
SR								-

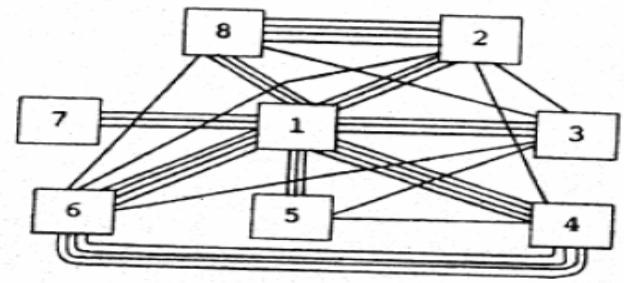
الخطوة التالية هي تطوير تمثيل مصور للرسم البياني. هنا يتم تمثيل مراكز العمل من خلال العقد ويظهر عدد الخطوط التي تربط أي عقدين من الذبذبات التقارب المطلوب الذي يجب أن توجد به الأنشطة في التخطيط. أكبر عدد من الخطوط التي تربط العقدين أكبر هو الحاجة إلى إبقائهم متجاورين. يشار إلى عدم الرغبة في الاحتفاظ بأي نشاطين جنبًا إلى جنب بخط متعرج يربطهما في المخطط العقدي.

يبدأ التمثيل العقدي بوضع القسم الأكثر ارتباطًا في المركز. (يمكن العثور على ذلك إما عن طريق فحص المخطط من-إلى أو عن طريق قياس البيانات في مخطط الطريق عن طريق تعيين الأوزان المناسبة لعلاقات الأحرف). العقدة التالية التي ستظهر مجاورة ستمثل القسم الذي لديه أكبر علاقة مناولة المواد مع القسم الموضوع بالفعل. وهكذا يتم إدخال جميع الأقسام حتى ظهور المخطط العقدي المكتمل. ترتبط العقد الآن بخطوط تصور العلاقة بينهما.

الشكل (5, 6): التمثيل العقدي الأولي



الشكل (5, 7): التمثيل العقدي المحسن



يحتوي التمثيل العقدي المثالي على قسمين لهما علاقة تعامل متجاورة. نظرًا لأن إدراك ذلك غير ممكن، فستبذل محاولة للحصول على تمثيل عقدي جيد يحتوي على أقل عدد من الخطوط التي تعبر أقل عدد من الأقسام. يتم ذلك عن طريق تحريك العقد على أساس التجربة والخطأ وفحص الخطوط المتصلة.،

يمكن للقوالب التي تمثل الأقسام الشكل (5, 6) الآن استبدال العقد في الشبكة. يجب استخدام تمثيل الشبكة كنقطة انطلاق لتطوير حجم وشكل القوالب للأقسام الفردية. الشبكة ليست سوى تقريبًا للمنطقة المطلوبة. سيكون من المطلوب في كثير من الأحيان تكبير أو تقليل الشبكة لتلبية المواصفات الدقيقة. يجب وضع القوالب أعلاه وفقًا للشبكة المحددة.

سيكون التصميم الناتج (الشكل 5, 7) غير منتظم الشكل ويتطلب التعديل. تعديل التخطيط هو في الأساس على أساس التجربة والخطأ. ولكن بما أن الشبكة قد قاربت التخطيط بالفعل، فيجب أن تكون المهمة بسيطة، تتطلب تعديلات بسيطة فقط (تؤدي التعديلات الصغيرة في الأقسام 2 و 6 إلى التخطيط النهائي التالي. (الشكل (5, 8).

(الشكل *5, 7*) التصميم الناتج غير منتظم

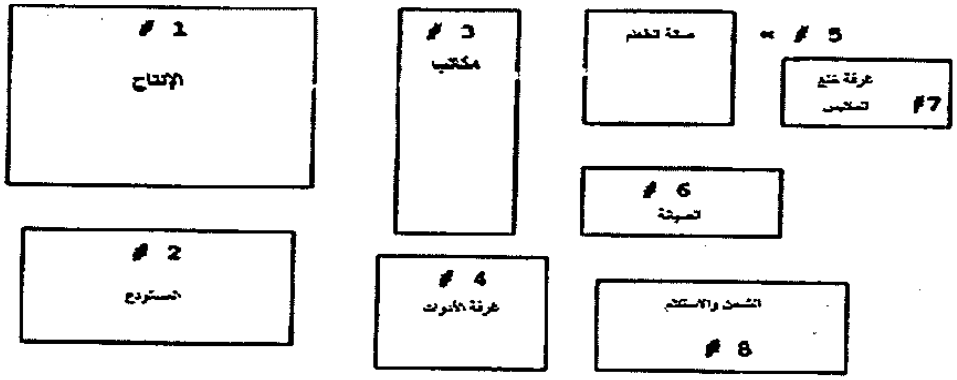
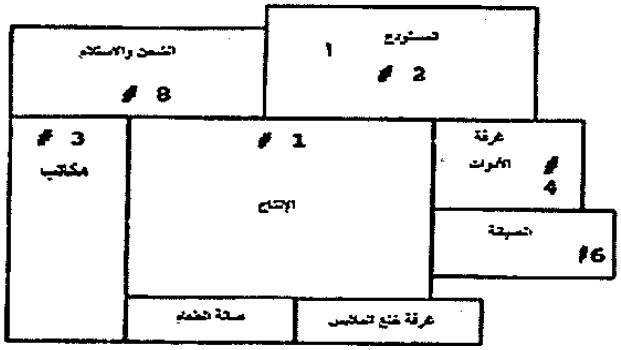
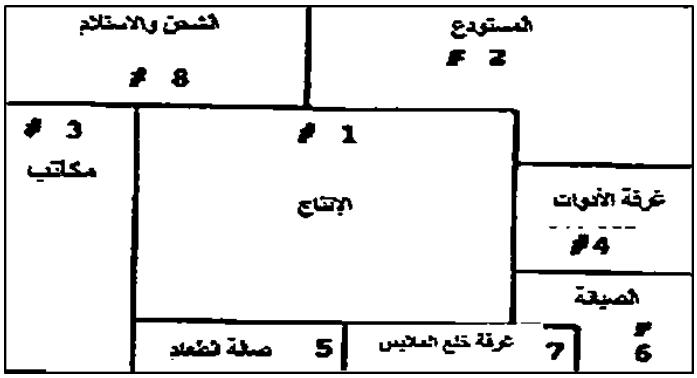


Fig. 8.6: Departmental Templates



الشكل *(5, 8)*. التخطيط النهائي



13-5 النهج التقليدي لتطوير تخطيط المنتج

تخطيطات المنتج للإنتاج الضخم مناسب للعناصر المنفصلة. استخدم هنري فورد أنظمة خط التجميع للإنتاج الضخم للسيارات في وقت مبكر من القرن العشرين. تُستخدم تخطيطات المنتج لتحقيق التدفق السلس لكمية كبيرة من المنتجات المعيارية للغاية التي تتطلب عمليات معالجة قياسية (متكررة). يُعرف ترتيب المرافق بخط الإنتاج أو خط التجميع.

المشكلة الرئيسية في تصميم تخطيطات المنتج هي موازنة الخط. حيث يتم تقسيم عمل التجميع الكلي إلى عدد من المهام الأساسية التي يمكن تنفيذها بسرعة وبشكل روتيني من قبل عمال أقل مهارة نسبيًا على الخط. يشار إلى عملية تحديد كيفية تعيين المهام لمحطات العمل على الخط باسم موازنة الخط. الهدف من موازنة الخط هو الحصول على مجموعات المهام التي تمثل متطلبات الوقت المتساوي تقريبًا. هذا يقلل من تأثير الخمول على طول الخط. يحدث وقت الخمول فقط إذا كانت أوقات محطة العمل غير متساوية. والتوازن المثالي سيؤدي إلى تدفق سلس للعمل. ولكن من الصعب جدًا تحقيق التوازن المثالي بسبب عدم القدرة على الحصول على مجموعات المهام التي لها نفس الفترات. قد تكون هناك أيضًا بعض القيود مثل الموقع الثابت لبعض محطات العمل والأسبقية - متطلبات العمليات وما إلى ذلك. علاوة على ذلك، قد لا يكون من الممكن الجمع بين مهام معينة. ويحدد وقت الدورة (مقدار الوقت الذي تستغرقه كل محطة عمل. لإكمال مجموعة المهام قبل أن ينتقل المنتج إلى المحطة التالية)، معدل الإخراج للخط. على سبيل المثال، إذا كان للخط وقت دورة يبلغ 6 دقائق، يجب أن تخرج العناصر المكتملة من الخط بمعدل 10 لكل ساعة. لنأخذ بعين الاعتبار **المثال** التالي:

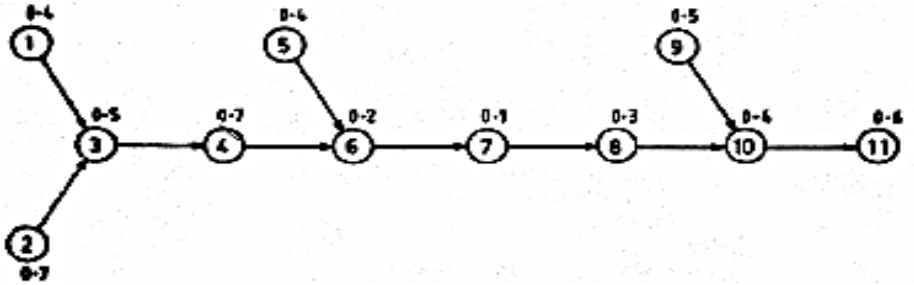
يتكون تجميع منتج معين من أحد عشر عملية. أوقات العمل ومتطلبات الأسبقية موضحة في الجدول أدناه: (الجدول *5, 8*).

الجدول (*5, 8*): أوقات العمل ومتطلبات الأسبقية لتجميع المنتج

رقم العملية	المدة	العملية السابقة المباشرة (S)
1	0.4	-
2	0.7	-
3	0.5	1,2
4	0.4	3
5	0.4	-
6	0.2	4,5
7	0.1	6
8	0.3	7
9	0.4	-
10	0.5	8,9
11	0.6	10
المجموع	4.8 دقيقة	

والرسم البياني السابق لـ 11 عملية لمشكلة التشغيل موضحة في الشكل (*5, 9*) أدناه.

الشكل (*5, 9*): توضيح عمليات مشكلة التشغيل



تشير الأرقام الموجودة داخل الدائرة إلى رقم العملية. تشير القيم الموجودة أعلى كل دائرة إلى وقت العملية. ويمكن توضيح مزيد من البيانات عن المشكلة كما يلي: الناتج المطلوب = 6500 وحدة / أسبوع، وتعمل الشركة لمدة 5 أيام في الأسبوع، ثلاث ورديات في اليوم (*8=3÷24*)، بكفاءة 90 في المائة.

وبالتالي: 9 × 8 = 72 ساعة متاحة لكل وردية عمل.

حيث 9 هي عدد المحطات لإكمال العمل وهي المحطات (*1,2,3,4,6,7,8,10,11*) في الشكل أعلاه.

وقت الدورة المطلوب = (6500 وحدة / أسبوع) ÷ ((5 أيام / أسبوع) × (3 ورديات / يوم) × (72 ساعة / وردية) × (60 دقيقة / ساعة)) = 1.00 دقيقة

وتكمن المشكلة في تعيين العمليات لمحطات العمل على الخط دون انتهاك علاقات الأسبقية ودون تجاوز وقت الدورة البالغ 1.0 دقيقة. ونكمل الإجراء كما يلي: نبدأ بالمحطة 1 ونكتشف العمليات التي يمكن تخصيصها للمحطة 1. ثم نقوم بتعيين العملية في أكبر وقت أولاً. نستمر في تعيين العمليات للمحطات الأخرى دون تجاوز وقت الدورة ودون انتهاك العوائق. نستمر بهذه الطريقة حتى يتم تعيين جميع العمليات ثم تخصيص العمليات للمحطات كما في الجدول (*5, 9*) التالي:

الجدول (*5, 9*): تعيين وتخصيص العمليات للمحطات

محطة	العملية المعطية	وقت المحطة	وقت الخمول
1	2	.7	.3
2	1,3	.9	1
3	4	.7	.3
4	5,6,7,8	1.0	0
5.	9,10	.9	1
6	11	.6	.4
	المجموع	4.8 دقيقة	1.2 دقيقة

بالنسبة للمحطة 2، يمكننا تخصيص عناصر 1 أو 5 أو 9 لكل منها نفس المدة. ومع ذلك، قمنا بكسر التعادل عن طريق اختيار أصغر رقم عملية:

$$\text{كفاءة الخط} = \frac{\text{مجموع جميع أوقات التشغيل} \times 100 \times 4.8 \times 100}{(\text{عدد المحطات})\ (\text{وقت الدورة})\ (60)\ (0.1)} = 0.8\ x\ 100 = 80\%$$

التأخير = (1-0.8) × 100 = 20٪

يعرض المثال أعلاه بعض القضايا الأساسية للموازنة الخطية مقارنة بمواقف الحياة الواقعية الآن. مشكلة المثال بسيطة إلى حد ما. وبالتالي فإن مشكلة موازنة الخط هي مشكلة معقدة إلى حد ما بسبب العدد الكبير من البدائل لتجميع المهام. استلزم هذا التعقيد التوافقي تطوير مناهج الكشف عن مجريات الأمور، حيث أن المناهج الكشفية تقلل من عدد البدائل التي يجب أخذها في الاعتبار. لا تضمن المناهج الإرشادية الحلول المثلى، ولكنها توفر حلولًا جيدة إلى حد معقول مع قدر أقل من الجهد. وفيما يلي بعض القواعد الإرشادية المستخدمة في الممارسة هي:

- قاعدة أكبر مرشح: تعيين المهام إلى المحطات، أكبر المهام أولاً ثم الاستمرار حتى يتم تعيين جميع المهام. وقد تم استخدام هذه القاعدة لمثال المشكلة المذكورة أعلاه.
- الوزن الموضعي: تعيين المهام وفقًا للوزن الموضعي، وهو مجموع وقت المهمة وأوقات جميع المهام التالية.
- تعيين معظم المهام حسب عدد المهام التالية.

14-5 هيكل تدفق العملية

هياكل تدفق العملية هي نماذج تنظيمية تتكون من سلسلة من الخطوات التي تحدد كيفية تصنيع المنتج أو الخدمة المقدمة. تحدد بنية تدفق العملية كيفية تخطيط المرافق، وطرق العمل المستخدمة، والموارد اللازمة، والتكنولوجيا المستخدمة، ومدى كفاءة العملية .وبهذه الطريقة، يمثل هيكل تدفق العملية عاملاً مهمًا يقود القدرة التنافسية لعمليات الشركة، ومن ثم المستوى العام للميزة التنافسية. وعادةً ما يتم تصميم تدفق العملية ضمن فئتين: إما محل عمل أو متجر تدفق .هيكل تدفق عملية محل العمل هو هيكل عام، يتميز بدرجة عالية من المرونة .في المقابل، يقتصر هيكل تدفق عملية التدفق على بعض الموارد التي تمنحه تدفق عمل صارم. يمكن تصنيف هياكل تدفق العملية إلى خمسة هياكل:

1) هيكل المشروع، حيث يتم تخطيط مشروع واحد بتاريخ انتهاء محدد.
2) هيكل محل العمل، حيث يكون كل تدفق متشابهًا ولكنه مختلف قليلاً.

3) هيكل العملية الدفعية، حيث ينتج كل تدفق مجموعة من المنتجات المتطابقة.
4) هيكل خط التجميع، حيث ينتج التدفق إمدادات مستمرة من السلع الثابتة.
5) هيكل التدفق المستمر، حيث يتم إنتاج إمدادات مستمرة من السلع التامة الصنع.

15-5 تقنيات تدفق العمليات

تكنولوجيا العمليات تكمن في صميم ما تقوم به الشركات. لقد تغير مجال إدارة العمليات بشكل كبير بسبب ظهور الاقتصاد العالمي الحقيقي، والتقدم الكبير في تكنولوجيا المعلومات والعمليات، والنمو المستمر للخدمات. تركز منطقة إدارة تكنولوجيا العمليات (*Technology and Operations Management TOM*) على خلق القيمة على نطاق عالمي من خلال تصميم المنتجات والعمليات المبتكرة، وإدارة المشاريع وكذلك على الاستيلاء على القيمة من خلال إدارة سلسلة التوريد الفعالة. ويُنظر إلى مجال إدارة الإنتاج والعمليات (*Production and Operations Management POM*) بشكل متزايد على أنه مجال صارم ولكنه ضيق وغير ذي صلة بالتحديات والمخاوف الحالية للمديرين في شركات النمو التي تخلق فرص عمل حيوية لاقتصاداتنا. ويمكن تنظيم عملية التصنيع (عملية التحويل) بعدد من الطرق. تشمل تقنيات عملية التصنيع الأشخاص والمعدات التي يتم استخدامها لإنتاج منتج أو خدمة من الشركة. ويمكننا تقسيم تقنية المعالجة إلى خمسة أنواع: تكنولوجيا المشروع، تكنولوجيا محل العمل، تقنية الدفعة، تكنولوجيا خط التجميع، تكنولوجيا التدفق المستمر.

1. تكنولوجيا المشروع: تقنية المشروع مناسبة لإنتاج منتجات شخصية فريدة مثل المباني والجسور والسدود والطرق وما إلى ذلك. ولا يمكن توحيد هذه المنتجات بشكل عام ويتم إنتاجها بطريقة خاصة لتلبية طلب/متطلبات العميل، حيث الزبائن هم العملاء في وقت واحد. والطلب على المنتج نادر في الحجم. ومن ثم، يجب أن تكون تقنية المشروع مرنة لتلبي متطلبات العملاء القليلة والمتنوعة والصغيرة الحجم.

2. تكنولوجيا متجر العمل: في هذه التكنولوجيا يتم إنتاج دفعات صغيرة من منتجات مختلفة (متنوعة). قد يكون لهذه المنتجات تسلسل أو خطوات مختلفة. وقد تختلف الوظيفة السابقة عن الوظيفة الحالية. ويجب أن تكون تكنولوجيا الإنتاج مرنة لإنتاج مجموعة متنوعة من المنتجات الوظيفية. ولا يتم إنتاجها إلا بعد تلقي طلب العميل، لذلك من الصعب تخطيط المواد والموارد الأخرى وجدولة حصص الإعاشة ومراقبة الأنشطة. ويرجع ذلك إلى عدم اليقين بشأن جودة الطبيعة وكميتها وتخصص طلب العميل. وهذا يجعل من الصعب توحيد المواد الخام والعملية والمنتجات والمرافق الأخرى. والخياط ومحل الطباعة هي مثال على تكنولوجيا متجر العمل.

3. تكنولوجيا الدفعة: يتم إنتاج المنتج بكمية أكبر من محل العمل. يتم الإنتاج وفقًا لطلب العميل أو المخزون الفوري. وتتشابه خصائص التكنولوجيا مع تكنولوجيا متجر الوظائف، ولكن نظرًا لحجم الدفعة الأكبر؛ إنها أقل صعوبة في التخطيط والتحكم وجدولة عملية الإنتاج مقارنة بتقنية متجر العمل. ومن أمثلة تكنولوجيا الدُفعة تصنيع المعدات الثقيلة والأجهزة الإلكترونية.

4. تكنولوجيا خط التجميع: عندما يكون المنتج مستقرًا نسبيًا، تكون تقنية خط التجميع عالية الكثافة ذات التنوع المحدود مناسبة. هنا يتم استخدام وتطوير المعدات المتخصصة والقوى العاملة الماهرة ونظام الإدارة لإنتاج مجموعة محدودة وكبيرة من المنتجات. ولا يمكن لهذا النوع من تقنيات المعالجة إنتاج مجموعة متنوعة من المنتجات وأقل مرونة مقارنة بتقنية العمل والدفعة. يتم استخدام تقنية خط التجميع لإنتاج سلع مثل التلفزيون والراديو والدراجات النارية ... إلخ.

5. تكنولوجيا التدفق المستمر: عندما تكون المنتجات متخصصة للغاية ويتم إنتاج كميات كبيرة من المنتجات للأسهم ومن ثم تكون تقنية المعالجة المستمرة مناسبة، إنها تقنية الغطاء. يستخدم تدفق المواد والآلات والمعدات الموحدة لإنتاج كمية كبيرة في النظام الاحترافي القياسي غير مرن. وتكنولوجيا تصنيع السلع الاستهلاكية سريعة الحركة مثل الصابون، المعكرونة، البسكويت. يستخدم الشخص الحقيقي هذا الاختلاف بين القنوات بين المشروع، الوظيفة، الدفعة، التجميع والتقنية المستمرة.

المصادر والمراجع *References*

1. *Anderson, C. 2010. In the next industrial revolution, atoms are the new bits. Wired, January 25. Available at www.wired.com/magazine/2010/01/ff_newrevolution/all/1*
2. *Bhaskaran, S. R., V. Krishnan. 2009. Effort, revenue and cost sharing in collaborative new product development. Manage. Sci. 55(7): 1152–1169.*
3. ***Moshref-Javadi, M.**, & Lehto, M.R., 2016, "Material Handling Improvement in Warehouses by Parts Clustering," International Journal of Production Research, 54(14), 4256-4271.*
4. *Jabal-Ameli, M. S., & **Moshref-Javadi**, **M.**, 2014, "Concurrent Cell Formation and Layout Design Using Scatter Search," International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 71, 1-22.*
5. *Jabal-Ameli, M. S., **Moshref-Javadi, M.**, Bankian-Tabrizi, B., & Mohammadi, M., 2013, "Cell Formation and Layout Design with Alternative Routing: A Multi-Objective Scatter Search Approach," International Journal of Industrial and Systems Engineering, 14(3), 269-295.*
6. ***Moshref-Javadi, M.,** 2012, "A queuing theory approach to compare job shop and lean work cell considering transportations,"ISERC, May 19-23, Orlando, FL. **(Second place award)***
7. ***Moshref Javadi, M.,** & Jabalameli, M.S., 2011, "Concurrent Cell Formation and Layout Design under Multi-period Planning Horizons," 4th International Conference of Iranian Operations Research Society, May 18-19, Guilan, Iran.*
8. ***Moshref Javadi, M.,** & Bankian-Tabrizi, B., 2010, "A hybrid metaheuristic method to Minimize cost on non-identical parallel machines," IEEE 2nd International Conference on Software Technology and Engineering, October 3-5, San Juan, Puerto Rico.*
9. *Gray, C. F., & Larson, E. W. (2006). Project management: The managerial process (3rd ed.). New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.*

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
ليس للإنتاج معنى ما لم يكن من الممكن بيع منتجاته بسعر مجزي.	صح	
إن تقدير الطلب هو الخطوة الأولى في تخطيط القدرات.	صح	
يعتمد حجم السوق على إمكانات الشراء وليس على المناطق الجغرافية.		خطأ
تحدد توقعات الطلب الصلة بين البيئة التسويقية للشركة وبيئتها التمويلية		خطأ
لا يمكن تحديد الموقع والتخطيط وتكنولوجيا الإنتاج إلا بعد تحديد الطاقة.	صح	
يحدد تخطيط الطاقة قدرة المؤسسة على تلبية الطلب المستقبلي على منتجاتها وخدماتها.	صح	
تعمل الطاقة الزائدة أو الخاملة على تخفيض تكلفة وحدة الإنتاج.		خطأ
ينتج عن نقص الطاقة زيادة المبيعات.		خطأ
عند تطوير تخطيط لنظام ينتج السلع /الخدمات، نسعى إلى التخصيص العشوائي للمساحة لمكونات النظام.		خطأ
يُعرف تخطيط المرافق أيضًا بأسماء أخرى مثل تخطيط المصنع وتصميم المرافق وتخطيط المرافق.	صح	
يوفر التصميم الجيد وصولاً سهلاً إلى صيانة المخزون والمشتريات، وبالتالي تقليل أوقات وتكاليف الشحن.		خطأ
تخطيط المكتب: يعالج متطلبات التخطيط للمشروعات الكبيرة الضخمة مثل السفن والمباني.		خطأ
تخطيط المستودع: يتعامل مع إنتاج منخفض الحجم وعالي التنوع ويستجيب لسلوك العملاء.		خطأ
تخطيط الموقف الثابت: يضع العمال، ومعداتهم، والمساحات / المكاتب لتوفير حركة المعلومات.		خطأ
التخطيط الموجه للعملية: يعالج المفاضلة بين المساحة ومناولة المواد.		خطأ
تخطيط خلية العمل: يبحث عن أفضل استخدام للأفراد والآلات في الإنتاج المتكرر أو المستمر.		خطأ
التخطيط الموجه نحو المنتج هو ترتيب الآلات والمعدات للتركيز على إنتاج منتج واحد أو مجموعة من المنتجات.		خطأ

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

1) تقلبات السوق، وزيادة المنافسة وتفضيلات المستهلكين المتغيرة بسرعة تعني أن:

A. المؤسسات مكتفية بخطة الإنتاج ولكنها تحتاج إلى تعديل
B. المؤسسات مقتنعة بخطة الطاقة وتنتج الكمية باستمرار
C. المؤسسات بحاجة إلى مراجعة خطة الطاقة باستمرار
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

2) بسبب الطاقة الإنتاجية الإضافة، ستكون هناك زيادات تدريجية في:

A. التكاليف الثابتة التي لا يمكن استيعابها على الفور
B. التكاليف المتغيرة التي لا يمكن استيعابها على الفور
C. التكاليف الكلية التي يمكن استيعابها على الفور
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

3) هناك أربعة اعتبارات رئيسية في تخطيط القدرات:

A. مستوى العرض، وتكليف الشراء، وتوافر المعدات، وسياسة المصلحة.
B. مستوى الاستجابة، وتكليف المخزون، وتوافر الأموال، وسياسة الجدوى.
C. مستوى الطلب، وتكليف الإنتاج، وتوافر الأموال، وسياسة الادارة.
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

4) عندما يكون الطلب مستقر تكون مهمة تخطيط الطاقة:

A. بسيطة
B. متواضعة
C. معقدة
D. متفككة

5) تؤدي التقلبات في الطلب إلى مشاكل تتعلق:

A. باكتساب الموارد وملاءمتها بمستويات العرض
B. باكتساب الموارد ومطابقتها بمستويات الطلب
C. باكتساب الموارد وتماثلها بمستويات التخزين
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

6) تخطيط الطاقة هو جزء لا يتجزأ من:

A. تخطيط الإنتاج الشامل للمؤسسة
B. تخطيط المبيعات الخاصة للمؤسسة
C. تخطيط المشتريات الشامل للمؤسسة
D. تخطيط المخزونات الخاصة للمؤسسة

7) ترتبط كمية وتوقيت الطاقة بكمية وتوقيت:

A. الاستجابة للترويج أو الإعلان
B. العرض من المنتج أو الخدمة
C. العرض من الشراء أو البيع
D. الطلب على المنتج أو الخدمة

8) الطاقة التصميمية أو الطاقة القصوى هي عبارة عن:

A. كمية المنتج التي يمكن إنتاجها نظريًا خلال فترة زمنية
B. المقياس الحقيقي للمخرجات التي يحققها النظام خلال فترة زمنيه معينة
C. أقصى كمية يمكن إنتاجها في ظل ظروف مثالية
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

9) الطاقة الفاعلة هي:

A. أقصى كمية يمكن إنتاجها في ظل ظروف اعتيادية
B. أقصى كمية يمكن إنتاجها في ظل ظروف مثالية
C. تصحيح مشاكل الجودة وجدولة الأعمال بطريقة صحيحة
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

10) عند تطوير تخطيط لنظام ينتج السلع أو الخدمات نحاول تحديد:

A. تلبية الطلب المستقبلي على منتجاتها وخدماتها
B. تصحيح مشاكل الجودة وجدولة الأعمال بطريقة صحيحة
C. أفضل ترتيب للمرافق والمعدات القادرة على تلبية الطلب المتوقع
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

11) تشير التقديرات إلى أن ما بين *20* و *50*٪ في المائة من إجمالي مصروفات التشغيل في التصنيع تُعزى إلى:

A. شراء المواد
B. مناولة المواد
C. توزيع المواد
D. تخزين المواد

12) من المتفق عليه بشكل عام أن التخطيط الفعال للمرافق يمكن أن يقلل من التكاليف بنسبة:

A. *1* إلى *10*٪ على الأقل
B. إلى *10*٪ على الأقل
C. *10* إلى *30*٪ على الأقل
D. *30* إلى *50*٪ على الأقل

13) يجب أن يضمن تصميم التخطيط لكل موظف:

A. بيئة استثمار آمنة وصحية وطويلة
B. جو توظيف مربح وقصير وعملي
C. شعور تنقل مستقر وصحي ومريح
D. بيئة عمل آمنة وصحية ومريحة

14) ليس من أهداف تخطيط المرافق:

A. تنظيم مخاطر السلامة أو وتنظيم مواعيد الصحة
B. دعم مهمة المنظمة من خلال تحسين مناولة المواد
C. التحكم في المواد، والحفاظ على المعمل بشكل جيد
D. الاستفادة الفعالة من الأشخاص والمعدات والمساحة والطاقة

15) من خصائص تخطيط الضعيف للمرفق:

A. الازدحام في الممرات ومناطق التخزين وسوء استخدام المساحة
B. الإفراط في جرد العملية ومسافات تدفق العمل المفرطة
C. دورات تشغيل طويلة وتأخير في التسليم
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

16) الغرض الرئيسي من دراسات التتابع بشكل عام هو:

A. تقليل الوقت أو فعالية المعدات
B. تعظيم المبيعات أو تقليل المشتريات
C. تعظيم المنتجات أو فعالية المعاملات
D. تعظيم الربحية أو كفاءة العمليات

17) تخطيط العملية هو ترتيب المرافق والمعدات في:

A. تشكيلات وفقًا للمواقع المتعددة
B. مجموعات وفقًا للوظيفة المنجزة
C. مجموعات وفقًا للجهات المنافسة
D. تشكيلات وفقًا للأرباح المتوقعة

18) يشير ترتيب المرافق والمعدات بنفس التسلسل مثل العمليات اللازمة لإكمال كل وحدة من المنتج أو الخدمة المقدمة إلى:

A. تخطيط المنتج
B. تصميم العمليات
C. تصميم المنتج
D. تخطيط الطاقة

19) يتم تجميع التوربينات البخارية الكبيرة، وبناء السفن، وبناء هياكل الحافلات، من خلال:

A. تخطيط المجموعة (المزيج)
B. التخطيط الموجه للوظائف
C. تخطيط الموقع الثابت
D. تخطيط خلية العمل

20) تشير معالجة متطلبات التخطيط للمشروعات الكبيرة الضخمة مثل السفن والمباني إلى:

A. تخطيط المكتب
B. تخطيط الموقف الثابت
C. تخطيط البيع بالتجزئة
D. تخطيط المستودع

21) يشير ترتيب الآلات والمعدات للتركيز على إنتاج منتج واحد أو مجموعة من المنتجات ذات الصلة إلى:

A. تخطيط موجه نحو المنتج
B. التخطيط الموجه للعملية
C. تخطيط خلية العمل
D. تخطيط المستودع

22) يسمى التخطيط الذي يبحث عن أفضل استخدام للأفراد والآلات في الإنتاج المتكرر أو المستمر:

A. تخطيط البيع بالتجزئة
B. تخطيط الموقف الثابت
C. تخطيط خلية العمل
D. تخطيط موجه نحو المنتج

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

النشاط (1): صف بإيجاز مقاربة عملية لإدارة تغيير القدرات. هل سيكون من المهم بالنسبة لشخص يعمل أن يكون مديرًا عامًا وليس مدير عمليات، وأن يكون تحت هذه العملية؟ لما ولما لا؟

للحل راجع الفقرة (5.2 تحديد وقياس متطلبات القدرات)

النشاط (2):

إذا كان سيُطلب منك تصميم حجم بديل للنبات مع حجم المصنع الحالي / ما الحل الذي من المحتمل أن تقترحه؟ ما العوامل التي تفكر فيها لهذا النوع من القرار؟

للحل راجع الفقرة (5.2 تحديد وقياس متطلبات القدرات)

النشاط (3):

قم بإجراء تحليل الكلفة والحجم والربح للمصنع الموجود في العام وقم بإجراء تقييم نقدي للاختناق الموجود. **للحل راجع الفقرة (5.3 تحديد وقياس متطلبات القدرات)**

النشاط (4):

مسألة للحل: يجب أن توفر وحدة التصنيع في قسمك 5000 قطعة جيدة إلى جمعية أخرى. يقدر وقت المعالجة في 4 دقائق / وحدة وكفاءة المعدات لثلاث نوبات يومية بـ 80٪. **والمطلوب:** (1) حساب متطلبات المعدات للقسم. (2) حساب الناتج المنقح أيضًا إذا كان الناتج المعيب 5 في المائة.

للحل راجع الفقرة (5.4 تحديد وقياس متطلبات القدرات)

الوحدة 6

تخطيط الإنتاج، الجدولة، التحكم

كلمات مفتاحية: تخطيط الإنتاج، الجدولة، التحكم

ملخص الفصل:

إن نجاح أي منظمة يعتمد إلى حد كبير على كيفية تحويل تخطيطها بعيد المدى إلى واقع. يلعب التخطيط الكلي دورا محوريا في تحقيق هذا الهدف. يؤدي أي خطأ في التخطيط متوسط المدى إلى الهدر والاستخدام غير السليم للموارد، وزيادة / نقص المخزون وما إلى ذلك. يرتبط نجاح المنظمة مباشرةً بكفاءة تنفيذ التخطيط متوسط المدى. على الرغم من عدد النماذج المتاحة والنتائج الإيجابية في حالات قليلة، فإن نماذج التخطيط الإجمالية لم تحظ بقبول واسع النطاق في الصناعة. قد تكون هناك حاجة إلى جهد تنفيذ متضافر يتضمن تعريفًا دقيقًا لمشكلة القرار في كل حالة، ونماذج مصممة خصيصًا، وبيان نتائج التخطيط المحسنة. سنتناول في هذا الفصل مفاهيم تخطيط الإنتاج وجدولته والتحكم به، ومفاهيم التخطيط الإجمالي التفصيلي والربط بين التخطيط طويل وقصير الأجل، وكذلك سنعرض أبعاد الطاقة الإنتاجية، والجدولة والتتابع، وكيف نميز بين بين نظام الإنتاج: الضخم، وبالدفعات، ونظم إنتاج الوظائف.

المخرجات والأهداف التعليمية:

- فهم أهمية الجدولة والتسلسل في إدارة العمليات
- تقدير الدور الذي تؤديه الجدولة والتسلسل الفعال في الحد من حدوث التغييرات لدورة التصنيع
- التعرف على مدى أهمية الجدولة والتسلسل الصحيحين في تحسين الاستجابة وإضفاء المرونة على التعامل مع الاحتياجات والمتطلبات المتغيرة للعملاء
- اكتساب المعرفة العملية لتقنيات مختلفة لجدولة وتسلسل أنواع الإنتاج في أنظمة الإنتاج.

مقدمة

يلعب تخطيط الإنتاج دورًا مهمًا في أي عمل تجاري ناجح، ومن الصعب العثور على حالة يلعب فيها التخطيط دورًا كبيرًا كما هو الحال في شركات التصنيع، حيث يمكن أن يؤدي سوء تخطيط الإنتاج إلى كارثة، أو على العكس من ذلك، قد يصبح التخطيط المناسب ميزة تنافسية قوية. وكما قال بنجامين فرانكلين ذات مرة: "إذا فشلت في التخطيط، فأنت تخطط للفشل". تتمثل أهمية تخطيط الإنتاج في أنه يمنح المؤسسة المعرفة (سواء كانت لديها، أو سعت لشرائها عند الحاجة إليها مع أخذ المدة التي ستستغرقها للحصول عليها) والمعلومات الأساسية عن عملها فيمنحها التحكم الكامل في عملية التصنيع الخاصة بها، وهذا بدوره يوفر لها القدرة على التوقف عن إضاعة الوقت، وتجنب الاختناقات، وإدارة طاقمها بشكل فعال، وجعل العملية تتدفق دون توقف أو مشاكل. الأن تطرح المؤسسة السؤال: هل تبدو هذه "كفاءة"؟ إنها كذلك بالفعل!

والجدولة هي إعداد جدول زمني للأنشطة أو خطة العمل لفترة محددة. نظرًا لأنه يجب وضعها قبل بدء تلك الفترة - يوم أو أسبوع أو أسبوعين أو شهر، فإنها تشتمل على الأنشطة والأحداث المستقبلية المتوقعة للشركة. من المعتاد أن تقوم الشركات بإعداد جدول زمني لمتطلبات العمل لتلبية مستويات الإنتاج المستهدفة خلال فترة محددة؛ وستكون ذات قيمة ضئيلة إذا لم تكن المواد المطلوبة للقيام بهذه العمليات متوفرة. وبالمثل، لا يمكن إعداد جدول زمني جيد للأنشطة حتى نقوم بتحديد طريقة التصنيع (تسلسل عملية التصنيع)، ونضمن توفر الماكينات وفي حالة التشغيل، وجميع ملحقات الإنتاج مثل القص، والتركيب، والأدوات، والقوالب، حيث لم يتم تصميم المقاييس فحسب، بل تم تصنيعها أيضًا وهي جاهزة للاستخدام. وبالتالي، فإن جدولة الأنشطة أو المهام الصناعية هي عملية معقدة للغاية لأنها تنطوي على النظر في جميع العوامل المذكورة أعلاه في وقت واحد إلى جانب مطالب العملاء والالتزامات التي تعهد بها موظفو المبيعات.

6-1 مفاهيم تخطيط الإنتاج والتحكم في الخدمات

يمثل تخطيط الإنتاج القلب النابض لأي عملية تصنيع. والغرض منه هو تقليل وقت الإنتاج وتكاليفه، وتنظيم استخدام الموارد بكفاءة في مكان العمل. ويمكن تعريف تخطيط الإنتاج على أنه تقنية توقع كل خطوة في سلسلة طويلة من العمليات المنفصلة، في الوقت المناسب وفي المكان المناسب وكل عملية يتم تنفيذها بأقصى قدر من الكفاءة (*Kumar & Kumar, 2008*). ويشتمل تخطيط الإنتاج على العديد من الأنشطة، بدءًا من الأنشطة اليومية للموظفين إلى القدرة على تحقيق أوقات تسليم دقيقة للعملاء. مع عملية تخطيط الإنتاج الفعال، أي شكل من أشكال عملية التصنيع لديها القدرة على استغلال إمكاناته الكاملة.

الإنتاج المخطط له هو سمة مهمة في أي صناعة كونه أداة لتنسيق ودمج أنشطة التصنيع بأكملها في نظام الإنتاج، بدءا أنشطة الإنتاج الفعلية ثم ممارسة التحكم في هذه الأنشطة لضمان أن الإنتاج المخطط له يتحقق من حيث الكمية والجودة ووفق جدول التسليم والتكلفة.

الأنشطة المختلفة التي ينطوي عليها تخطيط الإنتاج هي تصميم المنتج، وتحديد المعدات والقدرات المطلوبة، وتصميم تخطيط المرافق المادية ونظام مناولة المواد، وتحديد تسلسل العمليات وطبيعة العمليات التي سيتم تنفيذها مع متطلبات الوقت وتحديد مستويات معينة من الإنتاج والكمية والجودة. يشمل تخطيط الإنتاج أيضًا خطط التوجيه والجدولة والفحص والتنسيق والتحكم في المواد وآلات الطرق والأدوات وأوقات التشغيل. هدفها النهائي هو التخطيط والتحكم في توريد وحركة المواد والعمالة، واستخدام الآلات والأنشطة ذات الصلة، من أجل تحقيق نتائج التصنيع المرغوبة من حيث الجودة والكمية والوقت والمكان. يبين الجدول (*6, 1*) الفروقات بين تخطيط الإنتاج مقابل مراقبة الإنتاج.

الجدول (*6, 1*): فروقات تخطيط الإنتاج مقابل مراقبة الإنتاج

المعايير	تخطيط الإنتاج	مراقبة الإنتاج
المفهوم	يشمل جمع وصيانة البيانات المتعلقة بمعايير الوقت والمواد ومواصفاتها وآلاتها وكمياتها وأدواتها ثم معالجتها كقدرات ورسومات وتخطيطات تشغيلية.	تتضمن مراقبة الإنتاج نشر البيانات، وإعداد التقارير المتعلقة بالمخرجات، وكفاءة الآلة والعمالة، والنسب المئوية للعيوب، ونفايات الخردة، وما إلى ذلك.
الوظائف	يتعلق برؤية أن المتطلبات مثل الأدوات والآلات والعمال والتعليمات والتفويض وما شابه ستكون متاحة في الوقت المناسب وبالكميات المناسبة وذات جودة مناسبة.	مراقبة الإنتاج تتعلق برؤية أن المتطلبات يتم توفيرها بالفعل في المكان المناسب والكميات المناسبة
المشاركة	تنطوي على إعداد مخططات الحمولة وتركيب أوامر العمل المختلفة في الوقت غير الملزم المتاح في مرافق الشركة - وخاصة الرجال والآلات	تنطوي على الإعداد الفعلي لبدء الوظائف وإكمالها وفقًا للجدول الزمني الذي أعدته خلية الجدولة لتخطيط الإنتاج والتحكم فيه.
ملاحظات	تنطوي على تصاميم ردود فعل مناسبة أو ما قد يحدث في سياق العمليات.	أكثر اهتماما بتتبع ما يحدث وجمع المعلومات حول ما حدث بالفعل.

6-2 التخطيط الإجمالي، والتخطيط التفصيلي

التخطيط الإجمالي (الكلي) هو عملية تطوير وتحليل والحفاظ على جدول أولي تقريبي للعمليات الكلية للمؤسسة. بعبارات بسيطة، التخطيط الإجمالي هو محاولة لتحقيق التوازن بين القدرات والطلب بطريقة تقلل من التكاليف. يستخدم مصطلح "تجميع" لأن التخطيط على هذا المستوى يشمل جميع الموارد "في المجموع؛" على سبيل المثال، خط إنتاج. يمكن أن تكون الموارد الإجمالية هي إجمالي عدد العمال، وساعات وقت الماكينة، أو أطنان من المواد الخام. يمكن أن تشتمل وحدات الإنتاج الإجمالية على غالونات وأطنان من الإنتاج، بالإضافة إلى وحدات مجمعة تظهر في صناعات الخدمات مثل ساعات الخدمة

المقدمة وعدد المرضى. التخطيط الكلي، المعروف أيضًا باسم الجدولة الإجمالية، معني بتحديد كمية وتوقيت الإنتاج في المستقبل القريب، غالبًا من ثلاثة إلى ثمانية عشر شهرًا قادمة. عادة ما يكون الهدف من التخطيط الكلي هو تلبية الطلب المتوقع مع تقليل التكاليف خلال فترة التخطيط. ويكون الهدف عند تحديد الخطة الإجمالية هو تشكيل قيود مناسبة للتخطيط التفصيلي. ويشير **التخطيط التفصيلي** إلى القرارات المتعلقة ببدء الطلبات وتخصيص الطاقة الإنتاجية. يتم اتخاذ قرارات التسلسل بمساعدة قواعد الأولوية المعطاة. عند بدء الأوامر، هناك طريقتان أساسيتان لتغيير تدفق الأمر الناتج: أحد الاحتمالات هو تغيير أوقات الإصدار، والبديل الثاني هو تغيير كميات الطلبات. ثم يتم تقييم ومناقشة الإجراءات المختلفة التي تنطوي على تغييرات في كل من أوقات الإصدار وكميات الطلب.

تساعد إجراءات التخطيط التفصيلية لكل من مؤسسات التصنيع والخدمات، في تحديد الناتج الأسبوعي أو الشهري أو الفصلي، للمخزون، ومجموع القوى العاملة. تميل إجراءات المخزون والجدولة، باستخدام القرارات المجمعة كمدخلات، إلى التركيز على القرارات قصيرة المدى مثل (1) تحديد وتوقيت أوامر الإنتاج (الشراء) لبنود محددة، (2) تسلسل الوظائف الفردية (الطلبات)، و (3) تخصيص الموارد على المدى القصير للأنشطة والعمليات الفردية. واعتمادًا على طبيعة نظام الإنتاج، قد توجد القرارات التفصيلية في التصنيع على مستوى واحد أو أكثر من المستويات الثلاثة التالية:

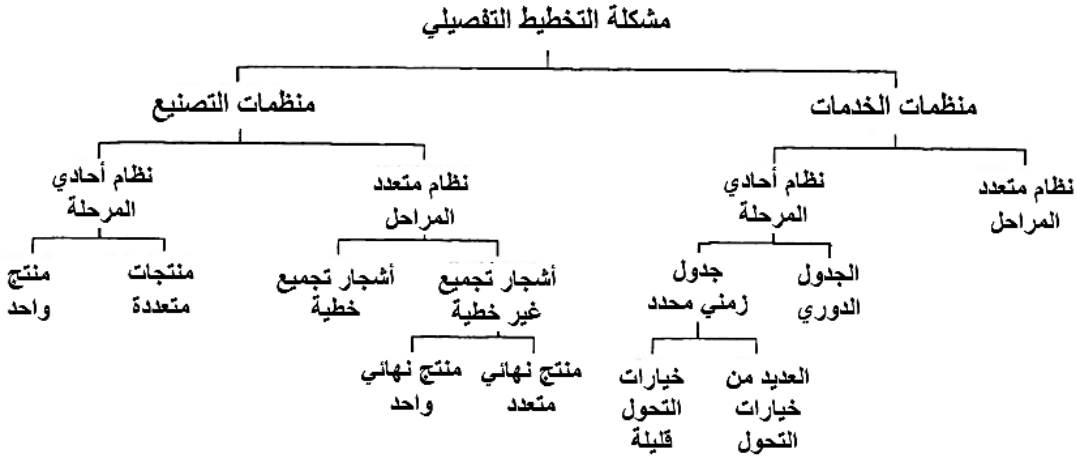
- النظر إلى القرارات الإجمالية بشأن الإنتاج والقدرة، يحدد توقيت وحجم كميات المنتج النهائي المحددة على الأفق الزمني (يشار إليه أحيانًا بجدول الإنتاج "الزمني" الرئيسي).
- النظر إلى توقيت وحجم كميات المنتج النهائي، يحدد توقيت وكميات المكونات المصنعة.
- النظر إلى توقيت وحجم كميات المكونات، يحدد التسلسل والأولويات القصيرة الأجل للوظائف (الطلبات) وتخصيصات الموارد للعمليات الفردية.

كما تمتلك مشاكل التصنيف في مؤسسات الخدمة الخصائص المعقدة لمتطلبات وقت الاستجابة الصارمة، ومعدلات الطلب التي تعتمد على الوقت، وعدم وجود قوائم جرد للسلع النهائية لتسهيل معدلات الإنتاج. توجد أيضًا القرارات التفصيلية في المنظمات الخدمية على ثلاثة مستويات:

- النظر إلى القرارات الإجمالية بشأن المخرجات والقدرات، يتم تخصيص القوى العاملة والموارد الأخرى لعمليات محددة على مدى الأفق الزمني (مشكلة عدد وحجم العمالة).
- النظر إلى تخصيص الموارد لعمليات معينة، يحدد جداول المناوبة ومهام الطاقم للعاملين.
- النظر إلى تعيينات جدول التحول، يحدد التكيّفات قصيرة المدى، وإعادة توزيع العمليات، وأولويات متطلبات الخدمة.

يوفر التصنيف الموضح على الجانب الأيمن من الشكل (*6, 1*) الإطار الذي يتم من خلاله تصنيف المستويات الثلاثة في منظمات التصنيع.

الشكل (*6, 1*): تصنيف مشكلة التخطيط التفصيلي



6-3 ربط التخطيط طويل الأجل وقصير الأجل

إن القرارات التي تتعلق بتصميم المنتجات ومزيجها، وموقع وقدرة المرافق وتصميم عملية الإنتاج هي قرارات طويلة المدى، وهي تحدد البيئة التي يجب أن يعمل فيها نظام الإنتاج. من ناحية أخرى، فإن التخطيط الكلي هو عملية تحديد مستويات الإنتاج والمخزون والموظفين للشركة وما إلى ذلك لمدة تتراوح من ثلاثة إلى اثني عشر شهرًا. تعمل الخطط المجمعة كواجهة (الشكل -*6, 1*) بين القرار الاستراتيجي، الذي يثبت بيئة التشغيل، وقرارات الجدولة والتحكم قصيرة المدى، والتي توجه العمليات اليومية للشركة.

يركز التخطيط الكلي عادةً على تصنيع العديد من جوانب العمليات - الإنتاج الكلي والمخزون ومستويات الموظفين - لتقليل التكاليف خلال بعض أفق التخطيط مع تلبية الطلب ومتطلبات السياسة. عادة ما يتم التخطيط المتوسط الأجل من حيث وحدات الإنتاج الكلي والموارد (ومن ثم مصطلح التخطيط الكلي) بدلاً من المنتجات الفردية. على الرغم من أنه في المدى المتوسط يتم توسيع التغييرات الرئيسية في العمليات والمنشآت عادة باستخدام العمل الإضافي، أو التعاقد من الباطن، أو توظيف عمال إضافيين، أو حتى إضافة ورديات عمل كاملة. يأخذ هذا النهج نمط الطلب كما هو متوقع، ويركز على تقليل التكاليف.

يضع أصحاب الأعمال خططًا لتحقيق أهدافهم العامة، وعادةً ما يجدون من المفيد فصل التخطيط إلى مراحل. يسمح لهم هذا

بتتبع التحسينات الفورية أثناء تقييم التقدم نحو الأهداف النهائية. تركز الأطر الزمنية المختلفة لعملية التخطيط على الجوانب الحساسة للوقت وهيكل الشركة وبيئتها.

(الشكل -*1 ,6*): عمل الخطط المجمعة كواجهة بين القرار الاستراتيجي وقرارات الجدولة

ويمكن تمييز التخطيط بناءً على الأطر الزمنية للمدخلات والنتائج المتوقعة بين:

التخطيط الاستراتيجي: تقوم العديد من الشركات بتطوير التخطيط الاستراتيجي في إطار قصير الأجل ومتوسط وطويل الأجل. وتتضمن الخطط طويلة الأجل الأهداف العامة للشركة المحددة بأربع أو خمس سنوات في المستقبل، وعادة ما تستند إلى الوصول إلى الأهداف المتوسطة الأجل. يساعد التخطيط بهذه الطريقة على إكمال المهام قصيرة الأجل مع مراعاة الأهداف طويلة الأجل.

التخطيط على الأجل الطويل: يتفاعل التخطيط على الأجل الطويل مع الوضع التنافسي للشركة في بيئتها الاجتماعية والاقتصادية والسياسية ويطور استراتيجيات للتكيف والتأثير على موقفها لتحقيق أهداف طويلة الأجل. وعندما ينجح التخطيط على الأجل القصير والمتوسط ، يبني التخطيط على الأجل الطويل على تلك النتائج للحفاظ على الإنجازات وضمان استمرار

التقدم لأنه يساعد في تحقيق التوازن بين خطط الإنتاج قصيرة المدى والخطط الاستراتيجية طويلة المدى.

يبين الشكل (*6, 2*) التخطيط على الأجل الطويل.

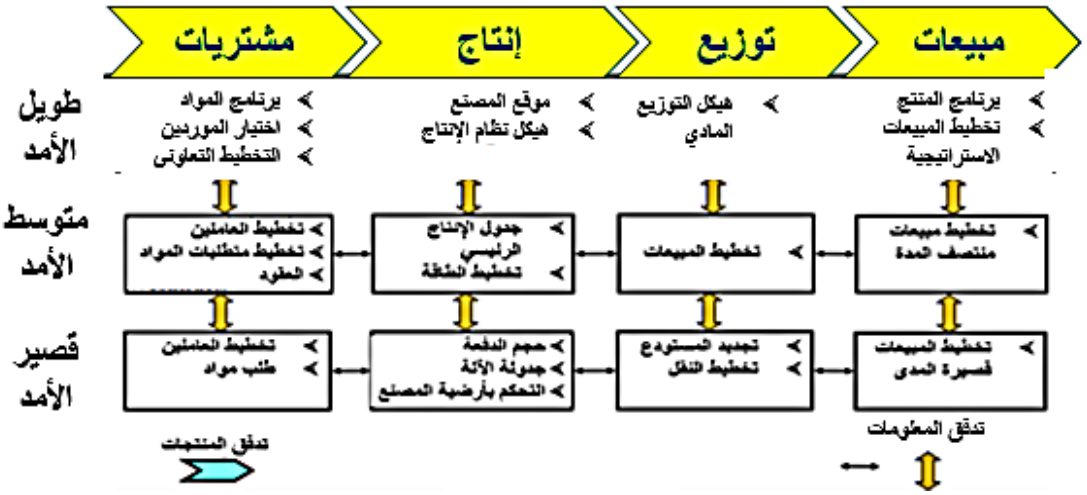
الشكل (*6, 2*): التخطيط على الأجل الطويل

التخطيط متوسط الأجل: تقوم الشركات بجدولة البرامج التدريبية على الأجل المتوسط. إذا كانت هناك مشكلات في الجودة، فإن الاستجابة على الأجل المتوسط هي مراجعة وتعزيز برنامج مراقبة الجودة في الشركة. وعندما تكون الاستجابة قصيرة الأجل لفشل المعدات هي إصلاح الآلة، فإن الحل متوسط الأجل هو الترتيب لعقد الخدمة. ويطبق التخطيط على الأجل المتوسط سياسات وإجراءات لضمان عدم تكرار المشاكل قصيرة الأجل.

التخطيط قصير الأجل: ينظر التخطيط قصير الأجل إلى خصائص الشركة في الوقت الحاضر ويضع استراتيجيات لتحسينها. الأمثلة هي مهارات الموظفين واتجاهاتهم. حالة معدات الإنتاج أو مشاكل جودة المنتج هي أيضا مخاوف قصيرة الأجل.

ويبين الشكل (*6, 3*) التخطيط الطويل الأجل والمتوسط الأجل والقصير الأجل.

الشكل (6, 3) التخطيط الطويل الأجل والمتوسط الأجل والقصير الأجل



فإذا كانت لدى الشركة خطة من ثلاث إلى خمس سنوات، فيجب أن تحتوي هذه الخطة طويلة المدى على تسلسل من الخطط قصيرة المدى داخلها. بمجرد تحديد الهدف على المدى الطويل، تحتاج الإدارة إلى تحديد الخطوات اللازمة لتحقيقه. تعد كل خطوة من هذه الخطوات مثالاً على خطة قصيرة المدى. وكل من هذه الخطوات الوسيطة لها أهدافها الخاصة ويجب أن يتم تمييز كل من هذه الأهداف على خيارات البديلة. على سبيل المثال، إذا كان الهدف على المدى الطويل هو تشبع سوق معين بمنتج معين، وحالياً تمتلك الشركة حوالي 20 في المائة من الاختراق في ذلك السوق، فقد تكون هناك أهداف مؤقتة أو نصف سنوية مؤقتة مع زيادات اختراق تراكمية للسوق. يجب أن تتضمن كل من هذه الخطط المؤقتة معيارًا واحدًا أو أكثر. وبالنسبة لهذه الشركة بالذات، قد يوفر سجلها السابق في التوسع في سوق مشابهة بيانات لتحديد ما إذا كانت في الموعد الحالي في الموعد المحدد. بشكل عام، كلما كان التقييم المؤقت للخطة، كلما كانت النتيجة أفضل.

6-4 الغرض من الخطط الإجمالية

يوجد ثلاثة أنواع من استراتيجيات التخطيط الإجمالية المتاحة للمؤسسة للاختيار من بينها. وهي على النحو التالي:

(1) إستراتيجية المستوى: في هذه الإستراتيجية يتم إنتاج الكمية نفسها من المخرجات في كل مرة. ويستخدم مخزون السلع النهائية (أو الطلب المُؤجّل) لمقابلة التغيرات في الطلب، مع الأخذ بعين الاعتبار تكلفة الاستثمار في المخزون، أو تكلفة نفاذ المخزون. والفائدة الأساسية لهذه الإستراتيجية وجود موارد بشرية مستقرة لا تكاليف إضافية لها. ونظراً لعدم إمكانية تخزين مخرجات المنظمات الخدمية، فإن هذه الإستراتيجية ليست واطاقة الانتشار فيها، كما هو الحال في المنظمات الصناعية. وإذا

استخدمت هذه المنظمات موارد بشرية أقل من المطلوب، فإنها تخاطر بخسارة جزء من الطلب تلبيه المنظمات الخدمية الأخرى المنافسة.

(2) استراتيجية المطابقة (أو المطاردة): **أي** الإنتاج يطابق الطلب، وفي هذه الإستراتيجية يكون الإنتاج متطابقاً مع الطلب المتوقع خلال الفترة موضوع السؤال عن السلعة أو الخدمة. ويتم الحصول على ذلك من خلال العمل بوقت إضافي، أو تعيين عمال موسميين والاستغناء عنهم بعد فترة من الزمن بافتراض توافر التسهيلات الإنتاجية الكافية. والفائدة الأساسية لهذه الإستراتيجية هي عدم وجود تكاليف مترافقة مع مخزون السلع النهائية، باستثناء تكاليف الأمان. وتستخدم المنظمات الخدمية هذه الإستراتيجية بإتباع إستراتيجية الوقت الإضافي، وإتباع نظام الورديات وتبديل المناوبات، العمال تحت الطلب، أو استخدام العمال بوقت جزئي وغير ذلك.

(3) الإستراتيجية المختلطة: من الممكن الجمع بين أكثر من إستراتيجية، وهذا ما يُعرف بالاستراتيجية المختلطة أو الهجينة، وهي تكون في الغالب أفضل من الاستراتيجيات المنفردة. وفي هذه الاستراتيجية يتم الجمع بين اثنين أو أكثر من المتغيرات المسيطر عليها لتكوين خطة إنتاج عملية. فعلى سبيل المثال يمكن أن تلجأ المنظمة إلى استراتيجية العمل الإضافي، والتعاقد الفرعي، وتسوية المخزون، ولأن هناك إمكانية لتكوين مجموعات مختلفة من الاستراتيجيات المختلطة، فإن إعداد الخطة الاجمالية يكون إحدى المهام المختلفة للاستراتيجية المختلطة، فمن المحتمل ألا تقوم المنظمة بتخزين المواد، لذا فإن استراتيجية التعاقد الفرعي تكون غير مرغوبة. ومن الأفضل في هذه الحالة إتباع استراتيجية التغير في الموارد البشرية، وقد يتم ذلك من خلال تصميم برامج تدريب مناسبة، أو التناوب في الأعمال، أو التغيير في جداول الإنتاج.

والسؤال لماذا تحتاج الشركات إلى خطط مختلطة وكيف تستخدمها للحصول على نظرة شاملة لأعمالها؟ يعد فهم الأهداف الاستراتيجية للتخطيط الكلي أمرًا بالغ الأهمية لعمليات التصنيع. لذلك، نورد فيما يلي الأهداف الاستراتيجية للتخطيط الكلي:

(1) تحديد الموارد: الهدف الأول للتخطيط الإجمالي هو تحديد الموارد على المدى القصير حتى حوالي 18 شهرًا. وتشمل الموارد عدد العمال وإجمالي ساعات الماكينة المتاحة وكمية المواد الخام المتوفرة، بالإضافة إلى مواد التعبئة والتغليف والأدوات اللازمة والمنتجات قيد التقدم.

(2) الطلب على المشروع: تحديد عدد الوحدات المطلوبة في المدى القصير. أولاً، نحتاج إلى البدء بالاستناد إلى الحسابات بناءً على طلب السنة السابقة خلال فترة زمنية. وإذا لم يكن لدينا بيانات من العام السابق، نستخدم متوسطات الصناعة ونقوم بتخصيصها جميعًا وفقًا لحصة الشركة في السوق. ومن المهم مراعاة الترقيات والأسعار الخاصة والحملات الإعلانية للتوصل إلى تقدير الطلب. وهذا الهدف العام حاسم لتجميع التخطيط.

(3) حساب الطاقة: يجب أن يكون الهدف العام لحساب الطاقة أولوية ضمن عملية التخطيط الإجمالية. من المهم إلقاء نظرة على كمية الوحدات التي يمكن إنتاجها خلال فترة زمنية معينة (يوم، أسبوع، شهر، إلخ). ستكون هذه قدرة الشركة الحالية. يعتمد هذا الرقم على الإنتاجية السابقة لكل موظف ونقوم بتعديله وفقًا لعدد الموظفين في الشركة حاليًا.

(4) تعديل الطاقة لتلبية الطلب: إذا كان الطلب أكبر من الطاقة، فعلينا أن نقرر زيادتها. قد نحتاج إلى المزيد من الموارد مثل الموظفين والمعدات. وقد نحتاج إلى تعزيز الإنتاجية لكل موظف أو قد نحتاج إلى المزيد من المواد الخام. ثم نقوم بفحص المناطق التي يمكن فيها إجراء التحسينات ونضيف القدرة على الالتقاء، ويشمل التخطيط الكلي التنبؤ بمخرجات الإنتاج المخططة والمواد المطلوبة للمدخلات خلال فترة زمنية محددة، غالبًا ما بين ثلاثة إلى 18 شهرًا. وتستخدم العديد من شركات التصنيع عملية التخطيط هذه لتحقيق مجموعة متنوعة من الأهداف التي تركز بشكل عام على كفاءة التكلفة وقيمة العملاء.

(5) تحسين المخزون: حمل المخزون المفرط مكلف بالنسبة للمصنعين. كلما زاد المخزون، زادت المساحة والمعدات والأشخاص والموارد اللازمة للإدارة والتحرك. بالإضافة إلى ذلك، تخاطر الشركة بالهدر إذا تآكلت المواد الخام أو تضررت أثناء انتظار الاستخدام. وبالتالي، فإن الهدف الرئيسي للتخطيط الكلي هو فحص احتياجات المواد المتوقعة على مدى متوسط الأجل. عندما يكون هذا التخطيط فعّالًا، يتيح للشركة الحصول على مخزون كافٍ لتلبية متطلبات الإنتاج، ولكن ليس كثيرًا بحيث تكون إدارته مكلفة.

(6) الإنتاج المستقر وجدولة العمل: غالبًا ما يعاني المصنعون من الطلب غير المتسق من المشترين. يساهم هذا التناقض وعدم اليقين في انحسار وتدفقات الإنتاج واستخدام القوة العاملة. يساعد التخطيط الكلي في تجنب المعدات التي لا تستخدم الأشخاص الذين ينتظرون العمل عن طريق تمهيد الإنتاج. من خلال التعاون الوثيق مع العملاء في الصناعة، يمكن للشركة المصنعة توقع الطلب على المدى المتوسط بشكل أكثر دقة. فيؤدي تخطيط للكفاءة في جدولة القوى العاملة وأنشطة الإنتاج.

(7) الاستفادة المثلى من المساحة: التسهيلات المستخدمة لتصنيع السلع باهظة الثمن للشراء أو الاستئجار. بالإضافة إلى مئات الآلاف من الوحدات النقدية التي تدفع شهريًا مقابل المساحة، فالشركة تنفق كثيرا على صيانة مرافقها العامة. مع التخطيط الكلي، تتجنب الشركة ترك المساحة فارغة لفترات زمنية طويلة. كونها لا تريد أن تدفع مقابل مساحة غير مستخدمة.

(8) أفضل قيمة للعملاء: تتلقى الشركة المصنعة فوائد التكلفة من التخطيط الكلي، وبالمقابل يجب أن يكون لدى المشترين المباشرين والمستهلكين النهائيين تجربة قيمة محسنة أيضًا. يعتمد التخطيط الكلي على التعاون الوثيق بين الشركة وعملائها. فإذا كانت الشركة المصنعة تقلل من تكاليف الإنتاج، فيمكنها عادةً ترك هامش ربح إلى المشترين. في نهاية المطاف، يحصل المستهلكون النهائيون على أفضل السلع ذات الجودة العالية بأقل سعر ممكن. هذه القيمة تبقي الجميع يعمل في قناة التجارة.

تعتبر الخطة الإجمالية مفيدة لأنها تركز على مسار عام للعمل، بما يتفق مع الأهداف والغايات الاستراتيجية للشركة، دون التورط في التفاصيل، على سبيل المثال، تسمح للمديرين بتحديد ما إذا كان يمكنهم تلبية أهداف الميزانية دون الحاجة إلى جدولة منتجات الشركة وتخطيط الإنتاج الكلي ... والموظفين. حتى لو تمكن المخطط من إعداد مثل هذه الخطة التفصيلية، فإن الوقت والجهد المطلوبين لتحديثها سيجعلها غير اقتصادية.

6-5 خطوات التخطيط الإجمالي

فيما يلي الخطوات اللازمة للتخطيط الإجمالي:

(1) البدء بتنبؤات المبيعات لكل منتج تشير إلى الكميات المراد بيعها في كل فترة زمنية (عادةً أسابيع أو شهور أو أرباع) خلال أفق التخطيط (عادةً من 3 أشهر إلى 12 شهرًا).

(2) تجديد إجمالي توقعات المنتج أو الخدمة الفردية في طلب إجمالي واحد. إذا لم تكن المنتجات مضافة بسبب الوحدات غير المتجانسة، فيجب اختيار وحدة قياس متجانسة تسمح بإضافة التنبؤات وربط المخرجات الإجمالية بقدرة الإنتاج.

(3) تحويل الطلب الكلي لكل فترة زمنية إلى عمال، وآلات مواد، وعناصر أخرى من الطاقة الإنتاجية المطلوبة لتلبية الطلب الكلي.

(4) وضع مخططات موارد بديلة لتزويد الطاقة الإنتاجية اللازمة لدعم الطلب التراكمي الكلي.

(5) تحدد خطة الطاقة من بين البدائل التي تعتبر أن الإحصاءات تجمع الطلب وتفي بهدف المنظمة بشكل أفضل.

(6) تحديد الخطة الإجمالية التي تتوافق مع أهداف الشركة: المستوى أو المطاردة أو المختلطة.

(7) بناءً على الخطة الإجمالية، تحيد معدل الإنتاج الكلي: إذا كانت الشركة تستخدم خطة المستوى مع المخزونات وأوامر العودة، يتم تعيين معدل الإنتاج الكلي المعادل لمتوسط الطلب. بالإضافة إلى ذلك، إذا لم تسمح بأوامر العودة، فسيتم تغيير حجم القوى العاملة في البداية بحيث يتم تلبية جميع الطلبات في الوقت المحدد. إذا كانت الشركة تستخدم الخطة الإجمالية للمطاردة، فستقوم بحساب مقدار الطاقة الإنتاجية التي تحتاجها في كل فترة. ثم عدد الوحدات التي سيتم إنتاجها في الوقت العادي والعمل الإضافي وعدد الوحدات التي سيتم التعاقد عليها من الباطن.

(8) حساب حجم القوى العاملة: إذا كانت الشركة تستخدم الخطة الإجمالية للمستوى، فستقوم بحساب عدد العمال الذين تحتاجهم لتحقيق متوسط معدل الإنتاج المطلوب. إذا قامت بتغيير الطاقة في كل فترة باستخدام الاستئجار، ستقوم بحساب عدد

العمال الذين تحتاجهم في كل فترة ثم تقوم بإجراء التغيير اللازم في القوى العاملة. إذا قامت بتغيير الطاقة من خلال مجموعة متنوعة من الخيارات، ستقوم بحساب مقدار الخيار المعين للحاجة في كل فترة.

(9) اختبار الخطة الإجمالية: باستخدام معدل الإنتاج والحجم الأولي للقوى العاملة، تقوم الشركة بحساب مستويات المخزون (التجاوزات أو أي نقص تواجهه)، والعدد المتوقع من الموظفين الذين تم تعيينهم وفصلهم، ومتى ستحتاج إلى وقت إضافي، وحساب التكاليف الإجمالية للخطة.

(10) تقييم أداء الخطة: من حيث التكلفة والخدمة والموارد البشرية والعمليات.

6-6 أبعاد قدرة الإنتاج

جزء أساسي من التخطيط الكلي هو الفهم الشامل لقدرات كل نظام إنتاج. وتبرز أهميته الخاصة في الإجابات على الأسئلة التالية:

1. كم من موارد الإنتاج المتاحة؟ قد تكون الطاقة الإنتاجية في كل فترة زمنية مقيدة بالآلات.

2. ما مقدار الطاقة التي يوفرها كل نوع من أنواع الموارد؟ يسمح حجم الموارد المطلوبة لإنتاج منتج واحد بترجمة الطلب إلى احتياجات الطاقة الإنتاجية. تُستخدم معايير العمل (ساعات العمل لكل منتج) ومعايير الماكينة (ساعات الماكينة لكل منتج) بشكل شائع لترجمة الطلب إلى عدد العمال والآلات اللازمة:

3. في أي خطوة في الإنتاج نحدد القدرة؟ في الإنتاج الذي يركز على المنتج، يمكن تحديد الطاقة من خلال عملية اختناق، أو عملية بأقل طاقة للمنتج. في أنواع الإنتاج الأخرى، يمكن تحديد الطاقة من خلال عدد ساعات العمل أو ساعات الماكينة في قسم إنتاج معين أو مصنع كامل.

4. كم يكلف رفع القدرات؟ على سبيل المثال، يمكن أن تؤثر تكلفة تعيين الموظفين واستدعاءهم، على خطط توفير الطاقة الإنتاجية. لقد أدت تعقيدات الطاقة الإنتاجية هذه إلى قيام أنظمة الإنتاج بتحديد العديد من المصادر العملية لتوفير قدرة إنتاج متوسطة المدى.

7-6 الأهمية الإدارية للخطط الإجمالية

تركز الشركة على المدخلات والأهداف والبدائل والاستراتيجيات الإدارية المرتبطة بالخطط الإجمالية على الشكل التالي:

المدخلات الإدارية: يوضح الشكل (*6, 3*) نوع المعلومات التي يوفرها المديرون من مختلف المجالات الوظيفية للخطط الإجمالية.

الشكل (*6, 3*): نوع المعلومات التي يوفرها المديرون من المجالات الوظيفية للخطط الإجمالية

تتمثل إحدى طرق ضمان التنسيق الضروري بين الوظائف وتوفير المعلومات في إنشاء لجنة من الممثلين الوظيفيين للمنطقة، برئاسة مدير عام، وتتحمل اللجنة المسؤولية العامة للتأكد من اتباع سياسات الشركة التالية:

(أولا) الأهداف النموذجية: عادةً ما يكون للمجالات الوظيفية العديدة في المنظمة التي تقدم مدخلات للخطة الإجمالية أهدافًا متضاربة لاستخدام موارد المنظمة. وعادة ما يتم مراعاة ستة أهداف أثناء تطوير خطة الإنتاج أو التوظيف: تقليل التكاليف تعظيم الأرباح، تعظيم خدمة العملاء، التقليل من استثمار المخزون، وتقليل التغيرات في معدلات الإنتاج، والتقليل من التغييرات في مستويات قوة العمل، وتعظيم الاستفادة من المصانع والمعدات

يتضمن الوزن الممنوح لكل واحد في الخطة مقايضات التكلفة والنظر في العوامل غير القابلة للقياس الكمي. على سبيل المثال، يمكن تحسين تعظيم خدمة العملاء من خلال التسليم السريع وفي الوقت المحدد عن طريق زيادة مخزون السلع النهائية في خطة الإنتاج. وتتضمن الموازنة بين هذه الأهداف المختلفة للوصول إلى خطة مجمعة مقبولة النظر في البدائل المختلفة، والنوعان الأساسيان من البدائل هما الإجراءات التي تعدل نمط الطلب، في حين أن البدائل التفاعلية هي إجراءات تستجيب لأنماط الطلب المعطاة.

(ثانيا) بدائل رد الفعل: البدائل التفاعلية هي الإجراءات التي يمكن اتخاذها للتعامل مع متطلبات الطلب. بشكل نموذجي، يتحكم مدير العمليات في البدائل التفاعلية التي يقبلها مدير العمليات كما هو متوقع ويقوم بتعديل مستويات قوة العمل مع مرور الوقت، وجداول الإجازات، ومستويات المخزون، والتعاقد من الباطن والتراكمات المخطط لها لتلبية هذا الطلب.

(ثالثا) تعديل القوى العاملة. يمكن للإدارة ضبط مستويات القوى العاملة من خلال توظيف أو تسريح الموظفين إذا كانت القوى العاملة غير ماهرة إلى حد كبير وكان حجم العمالة كبيرًا.

(رابعا) العمل الإضافي. العمل الإضافي كبديل لتعديل القوى العاملة هو استخدام العمل الإضافي. يمكن استخدام الوقت الإضافي لتلبية متطلبات المخرجات التي لا يمكن استكمالها في الوقت العادي. ومع ذلك، فإن العمل الإضافي مكلف. وفي كثير من الحالات، لا يرغب العمال في عمل الوقت الإضافي لفترة طويلة من الزمن، وقد يؤدي العمل الإضافي المفرط إلى انخفاض الجودة والإنتاجية.

(خامسا) جداول المهن: يمكن للشركة أن تغلق خلال فترة مبيعات سنوية كاملة، لتغطية عمليات وإجراءات الصيانة، قد يُطلب من الموظفين أخذ إجازة لكامل الوقت خلال هذه الفترة. تستخدم الشركات في بعض الأحيان هذا البديل خلال فترة العطلة، ليس فقط للقيام بأعمال الصيانة أو تركيب المعدات، ولكن أيضًا لفقد المخزون.

(سادسا) جرد التوقع: يمكن للمصنع الذي يواجه طلبًا موسميًا تخزين مخزون التوقع خلال فترات الطلب الخفيف واستخدامه خلال فترات الطلب الكثيف على الرغم من أن هذا النهج يثبت معدلات الإنتاج ومستويات القوى العاملة، يمكن أن يكون مكلفًا لأن قيمة المنتج هي الأعظم عند الانتهاء وقد تكون أفضل من تخزين السلع النهائية ومكونات التخزين والتجمعات الفرعية التي يمكن تجميعها بسرعة عند وصول طلبات العملاء.

(سابعا) المقاولون من الباطن: يمكن استخدام المقاولين من الباطن للتغلب على نقص القدرات على المدى القصير، مثلا خلال ذروة الموسم أو دورة الأعمال. يقوم المتعاقدون من الباطن بتوفير خدمات، والمكونات والتجمعات الفرعية، أو حتى تجميع منتج كامل. على سبيل المثال، شركات صناعة السيارات الرئيسية، عادة ما يكون العقد من الباطن لإطارات الهيكل السفلي ومكونات وصلة التوجيه وعناصر أخرى في السيارة.

(ثامنا) الأعمال المتراكمة، الطلبات المتأخرة والمخزون: التراكم هو تراكم لطلبات العملاء التي تم الوعد بتسليمها في وقت ما في المستقبل. قد يكون معنى تراكم ثابت كاستراتيجية جيدة، إذا لم يتم التضحية بالتسليم والجودة في الوقت المحدد. عادةً ما تزيد أوقات التسليم خلال فترات الذروة الموسمية في الطلب. يقدم العميل طلبًا لمنتج أو خدمة مخصصة، وتتعهد الشركة بتقديمه للتسليم في وقت لاحق، وتعمل متاجر الوظائف، ومحلات تصليح التلفزيون، ومحلات تصليح السيارات بدرجات

متفاوتة على الأعمال المتراكمة.

6-8 الجدولة والتتابع

تتعلق الجدولة بتحديد توقيت واستخدام الموارد داخل المنظمة. ويمكن تعريف الجدولة على أنها "تحديد موعد ومكان كل عملية ضرورية لتصنيع المنتج". كما يتم تعريفه على أنه "تحديد الأوقات التي تبدأ فيها وتكمل كل حدث أو عملية تشتمل على إجراء". يتمثل الهدف الرئيسي للجدولة في تخطيط تسلسل العمل بحيث يمكن ترتيب الإنتاج بشكل منظم نحو نهاية الانتهاء من جميع المنتجات بحلول التاريخ المحدد.

ويلاحظ أن الجدولة زادت أهميتها الفعالة مؤخرًا. وتعزى هذه الزيادة جزئياً إلى شعبية التصنيع الرشيق وفي الوقت المناسب. وقد أدى الانخفاض الناتج في مستويات المخزون وزيادة تواتر التوريد اللاحقة إلى زيادة احتمالية حدوث نفاد المخزون. بالإضافة إلى ذلك، زاد الإنترنت من الضغط لجدولة فعالة. وقللت علاقات "الأعمال مع العملاء" (*B2C*) و"الأعمال إلى الأعمال" (*B2B*) بشكل كبير من الوقت اللازم لمقارنة الأسعار، والتحقق من توفر المنتج، والقيام بالشراء. وقد أدت هذه المعاملات الفورية إلى زيادة توقعات العملاء، وبالتالي، جعل الجدولة فعالة ومفتاح رضا العملاء. ومن الجدير بالذكر أن هناك أكثر من 100 حزمة جدولة برمجية يمكنها إجراء تقييم الجدول الزمني، وإنشاء الجدول الزمني، والجدولة الآلية.

هناك نهجان عامان للجدولة: الجدولة الأمامية والجدولة الخلفية. فمن خلال **الجدولة الأمامية**، يقوم المجدول بتحديد تاريخ تحرير الأمر المخطَط وجدولة جميع الأنشطة من هذه النقطة إلى الأمام في الوقت المناسب. مع **الجدولة العكسية**، يبدأ المجدول بتاريخ الاستلام المخطط له أو تاريخ الاستحقاق ويتحرك إلى الوراء في الوقت المناسب، وفقًا لأوقات المعالجة المطلوبة، حتى يصل إلى النقطة التي سيتم فيها تحرير الطلب. ويتعلق **التسلسل** بتحديد الترتيب الذي تتم فيه معالجة الوظائف. ليس فقط يجب تحديد الترتيب لمعالجة الوظائف في مراكز العمل ولكن أيضًا للعمل الذي تتم معالجته في محطات العمل الفردية. عندما تكون مراكز العمل محملة بكثافة وتشغل وظائف طويلة، يمكن أن يصبح الوضع معقدًا. يمكن أن يكون ترتيب المعالجة حاسمًا عندما يتعلق الأمر بتكلفة انتظار المعالجة وتكلفة الوقت الضائع في مراكز العمل.

6.8.1. الحالة التي تتطلب الجدولة

مشاكل الجدولة ليست شائعة فقط عند برمجة جهاز حاسب أو معدات فردية ولكن أيضًا لبرمجة مصنع التصنيع بأكمله. من الواضح أن الغرض من هذا الجدولة هو زيادة عدد مرات التسليم للعملاء في الوقت المحدد. هناك مجموعة من المواقف يمكن أن تكون الجدولة مفيدة جدًا فيها:

- تشغيل عدد كبير من البرامج على جهاز حساب متصل بالشبكة (PC) في فترة زمنية محددة.
- معالجة طلبات القروض أو التسهيلات الائتمانية في بنك.
- جدولة الاختبارات المرضية للمرضى في المستشفى.
- جدولة جميع الأنشطة قبل هبوط الطائرات في مهبط المطار لضمان سلامة الركاب والطائرات.

ستؤدي الجدولة التعسفية دائمًا إلى حلول غير متوافقة ومثالية لتحقيق أهداف الشركة.

6.8.2. تصنيف نظم الإنتاج

تقدم أنظمة الإنتاج مجموعة واطاقة جدًا من أنماط العمل لتحويل مدخلات الموارد مثل العمال والآلات والأساليب ورسالة المؤسسة (المعلومات والاتصالات)، والقوة الدافعة (الطاقة)، وإدارة المال في الإنتاج في شكل سلع وخدمات يقدرها العملاء.

يمكن تصنيف أنظمة الإنتاج إلى ثلاث فئات على النحو التالي:

أ) الإنتاج الضخم: عندما يتم إنتاج السلع والخدمات عن طريق القيام بنفس الأنشطة في تسلسل محدد بشكل متكرر، ويسمى أيضا متجر التدفق أو نظام الإنتاج الضخم. تستخدم فيه الآلات ذات الأغراض الخاصة المصممة لأداء عمليات فردية محددة في تلك الشركة. قدم هنري فورد، خبير الإنتاج الضخم، مفهوم "خط التجميع" في عام 1913 لتجميع سيارات *Ford* بكميات كبيرة. رأى هنري فورد أن أي مهمة، مهما كانت ضخمة ومثبطة، عندما تنقسم إلى عناصر صغيرة، تصبح سهلة التعلم والأداء. تم تقسيم المهمة بأكملها إلى عناصر صغيرة تم تجميعها معًا لتشكيل مراحل التصنيع على أساس خط التدفق. يمكن نقل المواد بين المراحل يدويًا (كما هو الحال في مراحل التجميع لتصنيع المراوح الكهربائية وما إلى ذلك) أو على السور أو الناقلات التي تتحرك بسرعة محددة مسبقًا (على سبيل المثال، تجميع أجهزة التلفزيون أو السيارات).

ب) إنتاج الدفعة: عندما يتعين تصنيع مجموعة من المنتجات بكميات معقولة مثل منتج ليس كبيرًا بما يكفي للدخول إلى خط إنتاج مخصص (أو خط تجميع)، فإننا نذهب للإنتاج على دفعات أو كميات مناسبة ومقبولة دون إضافة إلى تكلفة التصنيع. فـفي أنظمة إنتاج الدُفعة، يتم استخدام الآلات للأغراض العامة ويتم تجميعها معًا بطريقة وظيفية. مثلا، قد تقع جميع ماكينات الخراطة في منطقة واحدة وقد يشير القسم إلى محل الخراطة وبالمثل، قد يكون لمصنع التصنيع آلات الحفر والطحن والتجميع الفرعي والطلاء والاختبار. هنا، يتم نقل المواد على دفعات على سبيل المثال 50، 100، 1000 ...الخ، من متجر إلى آخر حتى يتم تعبئته وإرساله إلى وجهته. يميل تدفق المواد إلى أن يكون معقدًا والمسافات المقطوعة أطول لأنها تكون دائرية.

ج) إنتاج ورشة العمل: في نظام إنتاج ورشة العمل أو الوظائف، هناك مجموعة متنوعة من المنتجات أكبر من إنتاج الدفعة والكميات التي أنتجها في وقت واحد أقل بكثير. في صناعة الورشة، من الصعب جدًا التنبؤ بنوع العمل ومتطلباته من حيث الطلب. إلى جانب ذلك، قد يكون كل طلب أو وظيفة مختلفة تمامًا من حيث العمليات وتسلسلها والوقت المستغرق في محطة العمل. وسيستخدم نظام صناعة الورش أيضًا الآلات ذات الأغراض العامة، والتي يتم تجميعها معًا في الأقسام فقط عندما يكون الحجم الإجمالي للأعمال كبيرًا. وعادة ما تكون صناعة الورش صغيرة وتعاني من نقص خدمات الدعم والوظائف، وتكون الأحمال غير المتساوية في الأقسام المختلفة.

6.8.3. جدولة نظام الإنتاج الضخم

الإنتاج الضخم هو نظام كامل لتصنيع المنتجات يستخدم العمالة المتخصصة والآلات والتدفق السلس والمنطقي للمواد وخط تجميع لإخراج كميات كبيرة من نفس المنتج القياسي بأقل تكلفة ممكنة. ويتم غالبًا باستخدام خطوط التجميع أو تقنية الأتمتة. يسهل الإنتاج الضخم الإنتاج الفعال لعدد كبير من المنتجات المماثلة. يشار إلى الإنتاج الضخم أيضًا باسم الإنتاج المتدفق أو الإنتاج المتكرر للتدفق أو الإنتاج المتسلسل أو الإنتاج المتسلسل. في الإنتاج الضخم، يتم استخدام الميكنة لتحقيق حجم كبير، وتنظيم تفصيلي لتدفق المواد، والتحكم الدقيق في معايير الجودة، وتقسيم العمل. اجتمعت الخيوط المختلفة للإنتاج الضخم في شركة *Ford* في بداية القرن العشرين، عندما تم إنتاج مئات الآلاف في السنة من طراز سيارة *Ts*، وكلها متشابهة تمامًا.

❖ **الشروط الاساسية للإنتاج الضخم:**

- خط التجميع - سلسلة من العمال والآلات والأجزاء التي يمر بها منتج غير مكتمل، يقوم كل عامل بإجراء، حتى يتم تجميع المنتج.
- قابلية التبادل - الأجزاء المتشابهة للغاية بحيث يمكن تبديلها بين الآلات أو المنتجات المختلفة وستظل الآلات أو المنتجات تعمل.
- أداة الآلة - آلة تستخدم لقطع أو تشكيل الأجزاء.
- نظام التوحيد - طريقة لبناء منتجات من الأجزاء القابلة للتبديل، يتم تصنيعها في الوقت المناسب ليتم شحنها إلى وجهتها. هذه العملية تقلل من التخزين المكلف في المستودعات، وتمنع المنتجات القديمة من البناء.

❖ **ملامح الإنتاج الضخم:**

- توحيد المنتج وتسلسل العملية.
- آلات مخصصة للأغراض الخاصة ذات قدرات إنتاجية أعلى ومعدلات إنتاج.
- كمية كبيرة من المنتجات.
- وقت دورة الإنتاج الأقصر.
- مخزون أقل للعملية.
- خطوط إنتاج متوازنة تماما.

❖ **مزايا الإنتاج الضخم:** اعتقد هنري فورد وآخرون أن الإنتاج الضخم سينقذ العالم وينتقل إلى كل جانب من جوانب الحياة، ولكن أصبح من الواضح أنه لم يكن مناسبًا لبناء كل شيء.

- يتمتع الإنتاج الضخم بالعديد من المزايا، مثل:
- إذا تم مراقبة الإنتاج بصرامة، فقد يؤدي الإنتاج الضخم إلى مستوى عال من الدقة لأن آلات خط الإنتاج لها معلمات محددة مسبقًا. ينتج عن الإنتاج الضخم أيضًا تكاليف أقل لأن خط التجميع الآلي تتطلب عددًا أقل من العمال.
- بالإضافة إلى ذلك، يمكن للإنتاج الضخم أن يخلق مستويات أعلى من الكفاءة لأن العناصر المنتجة بكميات كبيرة يمكن تجميعها بمعدل أسرع من خلال الأتمتة. على سبيل المثال، تتمتع ماكدونالد بميزة تنافسية في صناعة الوجبات السريعة بسبب السرعة التي يمكن بها إنتاج وجبة للعملاء المهتمين بالوقت.

- ارتفاع معدل الإنتاج مع تقليل وقت الدورة.
- استخدام قدرة أعلى بسبب موازنة الخط.
- مطلوب عمال أقل مهارة.
- مخزون منخفض للعملية.
- تكلفة التصنيع لكل وحدة منخفضة.

❖ **مساوئ الإنتاج الضخم أو حدود الإنتاج الضخم:**

اعتبر البعض الإنتاج الضخم كرمز لكل ما هو خطأ في العالم.

- يتطلب استثمارًا مقدمًا كبيرًا للوقت والموارد. إذا كان هناك خطأ في تصميم الإنتاج، فقد يكون من الضروري استثمار الكثير من الوقت والمال لإعادة تصميم عمليات الإنتاج.
- إن توقف آلة واحدة سيوقف خط إنتاج كامل.
- يحتاج تخطيط الخط إلى تغيير كبير مع التغييرات في تصميم المنتج.
- استثمار مرتفع في منشآت الإنتاج.
- يتم تحديد وقت الدورة من خلال أبطأ عملية.
- قد يفتقر الموظفون الذين لا يزالون جزءًا من خط التجميع إلى الدافع لأن مهامهم متكررة. التي تسبب الملل الناجم عن العمل المتكرر وانخفاض الروح المعنوية للموظفين.

6.8.4. جدولة نظم الإنتاج بالدفعة

المطلوب في أسواق اليوم هو توجه الشركات للإنتاج حسب الطلب وهو نظام جدولة يقوم بجدولة وتتبع الإنتاج على مستوى أمر المبيعات. طريقة مبسطة للتفكير في جدولة الدفعة هي مقارنتها بالطريقة التي تحددها شركات الطيران لجدولة الركاب. الدفعة هي الرحلة، ويحد عدد المقاعد على الطائرة من حجم تلك الدفعة. الركاب هم الأوامر، ويتم التحكم في الوقت الذي يستطيع فيه كل راكب جدولة المرحلة التالية من رحلته في الوقت المحدد للوصول إلى وجهته.

نظام جدولة الدُفعة هو حل يوفر أربع إمكانات أساسية: إنشاء وجدولة الدُفعات، تعيين الطلبات إلى الدُفعات، تحرير محتويات الدُفعة، وجدولة عمليات إضافية.

- **إنشاء وجدولة الدفعات:** يحتاج المجدول إلى تحديد نوع وحجم الدفعات مسبقًا واستخدام نظام الجدولة لترتيب تواريخ تشغيل الدفعات. ويمكن القيام بذلك بناءً على سياسة الشركة أو خبرتها أو توقعاتها.
- **تعيين الطلبات على دفعات:** عند إدخال أوامر جديدة في نظام الجدولة، هناك ثلاث قواعد رئيسية تحدد ما إذا كانت هذه الطلبات يمكن أن تناسب الدفعة:
  - **قاعدة طاقة الدُفعة:** معظم الدُفعات لها طاقة محدودة. تحدد هذه القاعدة ما إذا كانت الطاقة الكافية متوفرة لأمر ما. يمكن التعبير عن الطاقة بوحدات، مثل الطن أو الساعة.
  - **قاعدة التاريخ:** تستخدم لتحديد أفضل دفعة لاستخدامها.
  - **قواعد النوع:** تقارن قواعد النوع سمة واحدة أو أكثر من الترتيب مع سمة دفعة واحدة أو أكثر لتحديد ما إذا كان الترتيب يمكن أن يتناسب مع مجموعة. يمكن تطبيق هذه القاعدة على أي شيء من مطابقة الألوان أو الأحجام أو المواد الخام.
- **تحرير محتويات الدُفعة:** نظرًا لأن الدفعة تظهر كخط واحد فقط على مخطط جانت، يحتاج المجدول إلى أداة توفر طرق عرض لكل من الطلبات في بيانات الدُفعة وبيانات الدُفعة المحددة .يجب أن تسمح هذه الأداة للجدولة بسحب الطلبات داخل وخارج المجموعات دون كسر أي من القواعد .الغرض من هذه الأداة هو تمكين الضبط الدقيق .ستحتاج هذه الأداة إلى القدرات التالية:
  - سحب وإسقاط الطلبات بين الدفعات.
  - السماح للجدولة بتجاوز القواعد.
  - سحب النظام من صندوق غير مجدول إلى دفعة.
  - تقسيم الطلبات لتوزيعها على أكثر من دفعة واحدة.
  - إنشاء أوامر جديدة.
  - تعديل سمات كل من الطلبات والدفعات.
- **جدولة عمليات إضافية:** في كثير من الحالات، يجب على المجدول تعيين أوامر لعمليات إضافية مثل التشطيب أو التغليف .وهذا يستلزم تحديد تاريخ بدء **عملية الإنهاء** إلى **تاريخ انتهاء الدفعة** ثم جدولتها .يسمح هذا لنظام الجدولة بحساب **تاريخ الانتهاء لكل طلب.**

لهذا النظام بعض **الفوائد الإضافية والمزايا** الجذابة:

- وقت إنتاج قصير يمكن الشركات المصنعة من تزويد العملاء بسرعة بتاريخ وعدد دقيق.
- يتم استخدام إعداد الآلات والماكينات لإنتاج العنصر في الدفعة، ويلزم تغيير الإعداد لمعالجة الدفعة التالية.
- لدى المجدول المزيد من الوقت لتقييم الجدول وضبطه.
- من السهل تتبع تاريخ إكمال الطلبات.
- تتوفر وظائف إضافية للسماح للجدولة بعمل بدائل صالحة عند مواجهة نقص المواد.
- إنه يوفر أداة للشركات المقيدة في الطاقة لمزامنة الجداول الزمنية مع أهداف العمل من خلال إنشاء دفعات للمنتجات ذات الهامش العالي بدلاً من التسليم الواعد استنادًا إلى من يأتي أولاً، يتم تقديمه أولاً.
- الاستخدام الأفضل للمصنع والآلات (مرونة المصنع والآلات لمعالجة عدد من المنتجات).
- وقت التصنيع أقل مقارنة بالإنتاج الضخم.
- يعزز التخصص الوظيفي والرضا الوظيفي للعمال.

حدود إنتاج الدفعة:

- معالجة المواد معقد بسبب التدفقات غير المنتظمة والطويلة.
- تخطيط ومراقبة الإنتاج معقدان للغاية
- العمل في جرد العمليات أعلى مقارنة بالإنتاج المستمر.
- تكاليف إنشاء أعلى بسبب التغييرات المتكررة في الإعداد.

من الصناعات التي تستخدم هذا النهج حاليًا: مصانع الورق، مصانع الصلب.

6.8.5. جدولة نظم إنتاج الوظائف

إن إيجاد أفضل جدولة للمسار هي مشكلة مستعصية. متجر الوظائف هو نظام إنتاج حيث يخضع تدفق المواد لموقع الماكينات. بمعنى آخر، تذهب الأجزاء إلى أي مكان توجد فيه الماكينة لخطوة العمل التالية. غالبًا ما يتم ترتيب الآلات في مجموعات وظيفية (على سبيل المثال، قسم المخرطة، قسم الطحن، فرن المعالجة الحرارية، محطات التجميع، وما إلى ذلك). يختلف هذا عن متجر التدفق، حيث تخضع الآلات لتدفق المواد، ويتم إعدادها بحيث تكون الماكينة المجاورة التالية في معظم الحالات أيضًا خطوة العملية التالية. وهو يختلف أيضًا عن متجر المشروع، حيث لا يتحرك الجزء على الإطلاق.

لهذا النظام الكثير من **العيوب**:

- بشكل عام، من الصعب التنبؤ بتدفق المواد. ونتيجة لذلك، يصعب التعامل مع تدفق المعلومات.
- إنتاجية أقل مقارنة بخطوط التدفق.
- العمال أكثر مهارة من خط التدفق. نتيجة لذلك، قد تكون تكاليف العمالة أعلى.

هناك العديد من الأمثلة على الصناعات التي كان يُعتقد سابقًا أنها منتجات عمل متجر نموذجية ولكنها رتبت الآن إنتاجها في متجر التدفق. ومن الأمثلة على ذلك طائرات بوينج وإيرباص الجامبو، ومحركات الديزل *MAN*.

6.8.6. المبادئ العامة وقواعد الجدولة

الهدف الرئيسي للجدولة هو تخطيط تسلسل العمل بحيث يمكن ترتيب الإنتاج بشكل منهجي في النهاية لجميع المنتجات بحلول تاريخ الاستحقاق. والجدولة الفعّالة متأصلة في التخطيط الفعّال. وكما هو الحال بالنسبة للتخطيط، تساهم المبادئ التالية بشكل كبير في النجاح الكلي للجدولة:

- **مبدأ الحجم الأمثل للمهمة:** تميل الجدولة إلى تحقيق أقصى قدر من الكفاءة عندما تكون أحجام المهام صغيرة، وجميع المهام بنفس الترتيب من حيث الحجم.
- **مبدأ خطة الإنتاج المثلى:** يجب أن يكون التخطيط بحيث يفرض حمولة متساوية على الجميع، لكل ساعة عمل متوقعة متاحة، وأن يتوقع المشرفون ساعات العمل المتاحة قبل أسبوع واحد.
- **مبدأ التسلسل الأمثل:** تميل الجدولة إلى تحقيق أقصى قدر من الكفاءة عند التخطيط للعمل بحيث يتم استخدام ساعات العمل عادةً في نفس التسلسل.
- **مبدأ التفصيل:** يخطط المخططون للوظائف لأدنى مستويات المهارات المطلوبة.
- **مبدأ الالتزام:** يجب أن يحترم المصنع بأكمله أهمية الجداول وأولويات العمل. وأن يلتزم الامتثال للجدول الزمني بمفتاح الربط لتوفير مقياس فعالية الجدولة.

يمكن استخدام عدد من قواعد الجدولة المتعلقة بالأولوية التي لتحديد ترتيب الوظائف التي تنتظر المعالجة، وهي:

- العشوائية *(R)* اختيار أي وظيفة في قائمة الانتظار باحتمال متساوٍ.
- من يأتي أولاً / يخدم أولاً *(FC/FS)* حيث يتم معالجة الوظائف بالترتيب الذي تصل إليه.
- أقصر وقت معالجة *(SPT)* المهمة التي تتطلب أقصر وقت معالجة هي أولاً.

- أقرب تاريخ استحقاق (*EDD*) المهمة التي لها أقرب تاريخ استحقاق هي الأولى.
- النسبة الحرجة (*CR*) لاستخدام هذه القاعدة، يجب على المرء حساب مؤشر الأولوية باستخدام الصيغة (تاريخ الاستحقاق - الآن) / (المهلة المتبقية).
- أقل عمل متبقي (*LWR*) امتدادًا لـ *SPT*، تملي هذه القاعدة جدولة العمل وفقًا لوقت المعالجة المتبقي قبل اعتبار المهمة مكتملة.
- أقل عدد من العمليات المتبقية (*FOR*) هذه القاعدة هي نوع آخر من *SPT* يقوم بتسلسل المهام بناءً على عدد العمليات المتتالية المتبقية حتى تعتبر المهمة مكتملة.
- وقت الركود (*ST*) هذه القاعدة هي نوع من *EDD* يستخدم متغيرًا يعرف باسم *slack* يتم حساب *Slack* بطرح مجموع أوقات الإعداد والمعالجة من الوقت المتبقي حتى تاريخ استحقاق المهمة. يتم تشغيل الوظائف بالترتيب من أصغر قدر من الركود.
- وقت الركود لكل عملية (*ST/O*) هذا هو نوع من *ST* يتم تقسيم وقت الركود على عدد العمليات المتبقية حتى تكتمل المهمة ويتم جدولة أصغر القيم أولاً.
- قائمة الانتظار التالية (*NQ*) يعتمد *NQ* على استخدام الجهاز. الفكرة هي النظر في الطوابير (خطوط الانتظار) في كل من مراكز العمل اللاحقة التي ستذهب إليها الوظائف. ثم يختار المرء الوظيفة للمعالجة التي ستذهب إلى أصغر قائمة انتظار، تقاس إما بالساعات أو الوظائف.
- الإعداد الأقل (*LSU*) تزيد هذه القاعدة من الاستخدام. تتطلب العملية جدولة المهمة أولاً لتقليل وقت التغيير إلى أدنى حد على جهاز معين.

تفترض هذه القواعد أن وقت الإعداد وتكاليف الإعداد مستقلة عن تسلسل المعالجة.

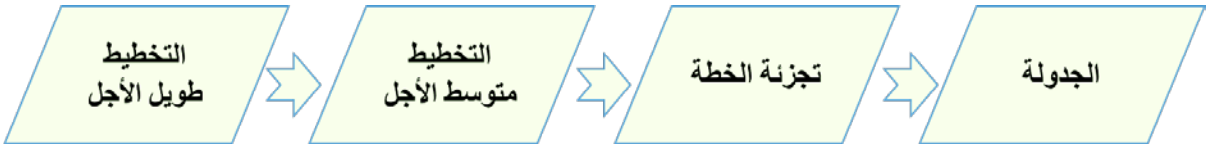
6-9 جدول الإنتاج الرئيسي: التحميل، التسلسل، الجدولة المفصلة، التسريع، مراقبة

هناك نوعان رئيسيان للجدولة هما:

- ✓ **جدولة العاملين** (*WFS*) التي تحدد متى يقوم العاملون بالأعمال المكلفين بها.
- ✓ **وجدولة العمليات التشغيلية** (*SO*) التي يتم فيها تعيين الاعمال (*Jobs*) على المكائن أو تعيين العاملين على الاعمال.

وتستخدم المنظمات الصناعية والخدمية كل من هذين النوعين من الجدولة. وفيما يلي شرح موجز للمصطلحات المختلفة المستخدمة في تخطيط العمليات والجدولة:

جدولة الإنتاج الرئيسة: هي مجموعة أرقام من منتجات واجب تصنيعها بكميات وأوقات محددة، هي خطة تصنيع وليست خطة مبيعات، تعتمد في إعدادها على إجمالي الطلبات على موارد المصنع المتضمنة مبيعات المنتج النهائي على أن تكون ممكنة التصنيع من خلال توفر طاقة تصنيعها وقدرة المجهزين على تلبية احتياجات التصنيع وتخطيط وسائل الإنتاج من رأس مال وموارد أولية وأيدي عاملة لغرض تسهيل تنفيذها. إن جدولة الإنتاج ما هي في الواقع إلا آخر عملية من عمليات تخطيط الإنتاج فعمليات تخطيط الإنتاج تبدأ بشكل متدرج من الأعم والأشمل إلى الأكثر تحديداً وتفصيلاً، فتخطيط الإنتاج يبدأ بالتخطيط طويل الأجل أو ما يدعى بتخطيط الطاقة، الذي تشتق منه الخطط متوسطة الأجل أو ما نسميه التخطيط الإجمالي للإنتاج، بعد ذلك تتم تجزئة الخطة متوسطة الأجل تمهيداً للبدء في عملية الجدولة، والشكل (*6, 4*) التالي يوضح ذلك:



الشكل (*6, 4*): التخطيط الإجمالي للإنتاج

وفي الواقع تتمثل مخرجات نظام الجدولة في اتخاذ قرارات تتعلق بمجموعة أنشطة الجدولة وهي:

1. **التحميل (*Loading*):** هذا النشاط يعني التوفيق بين الطاقات اللازمة لتنفيذ أوامر الإنتاج التي تم استلامها وبين الطاقات المتاحة فعلاً، وتكون نهاية نشاط التحميل هو تخصيص الأوامر على الآلات، الأفراد، التسهيلات الأخرى بما يؤدي إلى خفض تكاليف التشغيل إلى أدنى حد.
2. **التتابع أو التسلسل (*Sequencing*):** وهذا النشاط يقصد به وضع أولويات أو تتابع تشغيل الأوامر الإنتاجية. أو يمكن تعريفه بأنه "توالي العمليات وفقاً لترتيب معين بحيث يتم تحميل أوامر الإنتاج على المراكز الإنتاجية بما يضمن أدنى تكلفة ممكنة وأقل قدر من الأعطال.

وأهم **المعايير الأكثر استخدامًا لتقييم قواعد التسلسل** هي كما يلي:

- **متوسط وقت التدفق:** يمثل متوسط الفترة الزمنية التي تشغلها كل وظيفة في مركز العمل أو المتجر.

$$\text{متوسط وقت التدفق أو متوسط وقت الإنجاز} = \frac{\text{إجمالي وقت التدفق لجميع الوظائف}}{\text{عدد الوظائف في النظام}}$$

- **متوسط عدد الوظائف في النظام أو المتجر:** هو متوسط عدد المهام أو الوظائف في المحل كل يوم.

$$\text{متوسط عدد الوظائف في النظام} = \frac{\text{إجمالي وقت التدفق لجميع الوظائف}}{\text{عدد الوظائف في النظام}}$$

- **متوسط وقت الاستجابة للوظيفة:** هو متوسط الفترة الزمنية التي تتأخر فيها كل مهمة أو وظيفة مقارنةً بتاريخ الاستحقاق الفعلي.

$$\text{متوسط تأخر الوظيفة} = \frac{\text{إجمالي تأخر الوظيفة}}{\text{عدد الوظائف في النظام}}$$

- **التغيير في التكلفة:** تمثل التكلفة الإجمالية لجعل الآلة بأكملها تتغير في مجموعات من الوظائف. يتطلب كل نظام إنتاج منهجًا لتحقيق هدفه في الإنتاج. ونتيجة لذلك، تبرز ضرورة التنسيق والتنفيذ السليم لتخطيط الإنتاج ومراقبته.

3. **الجدولة التفصيلية** هي عملية تحديد أوقات البدء والانتهاء (التواريخ) في كل مركز عمل أو آلة لجميع المهام. الجدولة التفصيلية ممكنة فقط بعد التحميل والتسلسل.
4. **المراقبة (*Controlling*):** نشاط يهدف إلى التأكد من حسن تنفيذ وتحميل وتتابع الأوامر الإنتاجية، ويمكن إجراء تعديل على التتابع حسب الحاجة وعمل تسهيل للأوامر المتأخرة.
5. **المدخلات والمخرجات:** التحكم في المدخلات والمخرجات المتعلقة بالأنشطة الخاصة بمراقبة الاستخدام الفعلي مقابل الاستخدام المخطط لطاقة مركز العمل. وتتطلب خطط وجداول الإخراج مستويات معينة من القدرة في مركز العمل، ولكن الاستخدام الفعلي قد يختلف عما كان مخططًا له. يمكن مراقبة الاستخدام الفعلي مقابل الاستخدام المخطط لقدرة مركز العمل باستخدام تقارير المدخلات والمخرجات، وعندما توجد اختلافات، يمكن إجراء تعديلات.
6. **وقت التدفق:** الوقت الذي تستغرقه وحدة التدفق من البداية حتى نهاية العملية. وقت التدفق (المعروف ً أيضا باسم وقت الإنتاج أو المهلة الزمنية) - متوسط الوقت الذي تتطلبه الوحدة للتدفق خلال العملية من نقطة الدخول إلى نقطة الخروج. وقت التدفق هو طول أطول مسار خلال العملية. يشمل وقت التدفق كلاً من وقت المعالجة وأي وقت تقضيه الوحدة بين الخطوات وقت الدورة - الوقت بين الوحدات المتتالية أثناء إخراجها من العملية. يساوي وقت دورة العملية معكوس معدل الإنتاجية. يمكن اعتبار وقت دورة العملية يساوي أطول وقت لدورة المهمة. ويقال إن العملية متوازنة إذا كانت أوقات الدورة متساوية لكل نشاط في العملية. نادرا ما يتحقق هذا التوازن.

7. **وقت العملية** - متوسط الوقت الذي تعمل فيه الوحدة. وهو وقت التدفق وهو أقل من وقت الخمول.
8. **وقت الخمول** - الوقت الذي لا يتم فيه تنفيذ أي نشاط، على سبيل المثال، عندما يكون النشاط في انتظار وصول العمل من النشاط السابق. يمكن استخدام المصطلح لوصف وقت الخمول للجهاز ووقت الخمول العامل في العمل قيد المعالجة - كمية المخزون في العملية
9. **وقت الإعداد** - الوقت اللازم لإعداد المعدات لأداء نشاط على مجموعة من الوحدات. عادة لا يعتمد وقت الإعداد بقوة على حجم الدفعة، وبالتالي يمكن تقليله على أساس كل وحدة عن طريق زيادة حجم الدفعة.
10. **وقت المعالجة**: المدة التي يقضيها العامل في المهمة، (مثلا 46 ثانية)، والقدرة=1/وقت المعالجة.

وقت المعالجة هو عدد الوحدات التي يمكن للعامل أن يصنعها في وحدة الزمن.

إذا كان هناك M عامل يعمل بقدرة النشاط = M / وقت المعالجة. على سبيل المثال 46/1 (العملاء / الوقت) × 3600 (ثانية في الساعة) = 78 عميلًا في الساعة

بالإضافة إلى نوع مشكلة الجدولة التي تريد حلها، تحتاج أيضًا إلى اختيار المقياس المناسب للتحسين. لأن المقياس الذي نختاره سيؤثر بشكل مباشر على أفضل طرق الجدولة. في علوم الكمبيوتر: قبل أن يكون لدى الشركة خطة، يجب عليها أولاً اختيار المقياس. فيما يلي الدليل السريع الذي يلخص موعد اختيار كل إستراتيجية بناءً على مقاييس تحسينها.

الجدول (*6, 2*): استراتيجيات الجدولة ومقاييس التحسين

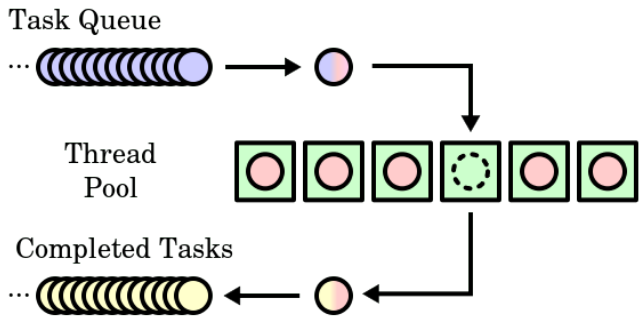
مقياس التحسين	متى تختار؟	إستراتيجية
تقليل التأخير	لديك تواريخ استحقاق ، كل المهام تحتاج إلى مقدار مماثل من الوقت للقيام به.	أقرب تاريخ استحقاق
تعظيم المهام المكتملة	تستغرق المهام كميات متفاوتة من الوقت لإكمالها.	خوارزمية مور
تعظيم القيمة المنتجة	المهام ليست بنفس القدر من الأهمية.	خوارزمية مور الموزون
قلل المماطلة	تعتمد المهام على مهام أخرى.	الوراثة ذات الأولوية
زيادة الاستجابة.	التدفق المستمر للمهام الواردة.	الاستباقية
زيادة الإنتاجية	مرهق بتعدد المهام.	ترتيب عشوائي، انقطاع الدمج.

6-10 خوارزمية مور لتقليل عدد الوظائف المتأخرة،

أنه إذا كان لديك مهمتان أمامك، فابدأ بالمهمة الأكبر والأصعب والأهم أولاً. يمكن أن تحدث هذه المشكلة داخل مصنع حيث يكون من الضروري تطبيق العديد من العمليات على وظيفة واحدة من أجل إنتاج المنتج النهائي، يجب تسليم المهام ذات العمليات المكتملة على جهاز واحد في العملية التالية كمفرد أو كمجموعة. بالإضافة إلى ذلك، تحدث هذه المشكلة في سلسلة

التوريد عندما يكون الهدف هو تقديم وظائف مكتملة لعملاء مختلفين. كما في الشكل (*6, 5*).

الشكل (*6, 5*): تقليل المهام المتأخرة



من أجل تقليل المهام المتأخرة، تتم معالجة المهام على جهاز واحد يمكنه معالجة وظيفة واحدة على الأكثر في كل مرة، ولكل مهمة وقت معالجة معين وتاريخ الاستحقاق والوزن. يتم استدعاء الوظيفة في الوقت الذي يكون فيه وقت اكتماله قبل تاريخ استحقاقها وإلا يتم استدعاؤها كمهمة متأخرة. الهدف هو دراسة التقليل من إجمالي الوظائف المتأخرة المرجحة بالإضافة إلى تكاليف التسليم للوظائف المرسلة كدفعات للعملاء إذا كانت جميعها جاهزة في الوقت صفر.

يمكننا استخدام خوارزمية جدولة مور. هنا نبدأ بالصف في قائمة الانتظار في أقرب تاريخ استحقاق، وبمجرد أن يتأخر شيء ما، قم برمي (أو الحصول على المساعدة) أكبر مهمة. نستمر في القيام بذلك حتى يعود جدول مواعيدنا إلى العمل مثل القطار السويسري. إنه حل مثير للاهتمام للنظر فيه عند التفكير في مهام الاستعانة بمصادر خارجية. قد يكون الميل الأول هو إرسال أبسط المهام، ولكن هذه الخوارزمية تشير إلى أن النهج المختلف هو الأمثل.

ومع ذلك، لا يأخذ أي من هذا في الاعتبار أن المهام لها دائمًا مستويات مختلفة من الأهمية. يتم كتابة كتب كاملة حول هذا الموضوع، ولكن الأمر بسيط إلى حد ما لمراعاة الجدولة. عند الترتيب حسب طول المهمة، يمكن ترجيح الأولوية عن طريق قسمة الوقت على الأهمية. يمكن أن يكون هذا بسيطًا مثل تعيين 1 = منخفض، 2 = متوسط ، و 3 = مهام ذات أولوية عالية، أو يمكن التعبير عن الأهمية كقيمة نقدية لكل مهمة. سيضمن ذلك أن أكبر الانفجارات لوقتك في الظهور هي الأولى في قائمة الانتظار. مع وصول المهام الجديدة، سيكون هذا التحليل قادرًا على تحديد مكان واضح له. أوضح مور أنه يمكن حل هذه المشكلة في أبسط أشكالها، أي عندما تكون جميع الوظائف جاهزة للمعالجة في الوقت صفر وتكون أوزانها متشابهة بدون تكلفة توصيل *(1 | | ΣwUj)*

الخطوات في خوارزمية مور وهودجسون هي كما يلي:

الخطوة 1. ضع الوظائف في ترتيب *EDD* وفهرسها بنفس الترتيب.

الخطوة 2. احسب تأخر الوظائف. لاحظ أنه في وقت إتمام الوظائف التي تلي فترة عدم التوافر، يجب إضافة طول الفترة الزمنية. إذا لم تكن هناك مهمة متأخرة في التسلسل، فسيكون هذا التسلسل هو الأمثل، توقف. خلاف ذلك، ننتقل للخطوة 3.

الخطوة 3. لنفترض أن المهمة المتأخرة الأولى في التسلسل وحدد المهمة على النحو التالي: تتم إزالة هذه المهمة من التسلسل وتتم معالجتها بعد كل مهام عدم التأخر. انتقل إلى الخطوة 2.

مثال:

Moore's Example

Job	Time	Done	Due	Tardy
2	2	2	6	0
3	3	5	9	0
4	4	9	11	0
1	6	15	18	0
5	5	20	8	12

Average Flow = 51 / 5 =	10.2
Average tardiness = 12 / 5 =	2.4
Number tardy =	1
Max Tardy =	12

تقدم خوارزمية مور وهودجسون حلاً مثالياً إذا كان الهدف هو تقليل عدد الوظائف مع تأخر أكبر من الصفر.

6-11 قاعدة جونسون للجدولة على ألتين

تطبق قاعدة جونسون (*Johnson rule*) للجدولة في حالة عدة أوامر إنتاجية تستخدم آلتين أو مركزين إنتاجيين مع وصول الأوامر في لحظة واحدة، والتي تعتبر أسلوباً مناسباً لتخفيض زمن الإنجاز لمجموعة من المهام يتم تشغيلها على آلتين أو على مركزي عمل. كما أنها تؤدي أيضاً إلى تخفيض الوقت الضائع الكلي على مراكز العمل. ووفقاً لهذه الحالة فإن تنفيذ أوامر الإنتاج يتطلب ضرورة مرورها على مركزين للإنتاج، كأن يتم التشغيل على نوعين من الآلات، أو يتطلب التنفيذ ضرورة المرور على مرحلتين للإنتاج، أو المرور على محطتين من محطات العمل.

وتختلف الطريقة المستخدمة في تحديد توالي العمليات عن الحالة السابقة، حيث تستخدم في هذه الحالة طريقة *Johnson* والذي قدمها عام 1954، وتشترط هذه الطريقة:

- ✓ أن يكون وقت تنفيذ أوامر الإنتاج معروف أو محدد مسبقاً.
- ✓ أن يتم تنفيذ كل الأوامر الإنتاجية بنفس الترتيب على مركزي الإنتاج.
- ✓ أن يكون هذا الوقت مستقلاً بالنسبة لأمر إنتاج معين عن وقت تنفيذ الأوامر الأخرى.

ولتحقيق التتابع أو التسلسل المثالي، حسب قاعدة "جونسون"، يجب إتباع الخطوات التالية:

- ✓ إعداد قائمة بالمهام أو الطلبيات المطلوب إنجازها وأزمنتها على كل مركز عمل.
- ✓ اختيار المهمة أو الطلبية ذات الزمن الأقل لإنجازها في المركزين أو على الآلتين. إذا كان الزمن الأقل يقع في مركز العمل الأول أو الآلة الأولى، يتم جدولة هذه المهمة من البداية، إلى اليمين أي بوضعها أولاً في المركز الأول في ترتيب الإنجاز، أما إذا كان الوقت الأقل يقع في مركز العمل الثاني، أو الآلة الثانية، ينبغي جدولة المهمة من النهاية في المركز الثاني. أي توضع في الترتيب الأخير إلى اليسار من حيث إنجازها. أما إذا تساوى زمن انجاز المهمة على المركزين أو الآلتين وكان الأقل بين القيم نرتب أو نجدول المهمة على المركز أو الآلة الأولى، أي من اليمين إلى اليسار.
- ✓ استبعاد هذه المهمة وزمنها من أي إجراء لاحق. أي يتبق (ن-1)
- ✓ نكرر الخطوتين (2) و (3) مع الاتجاه نحو مركز التتابع أو التسلسل إلى أن يتم جدولة كل المهام أو الطلبيات المطلوبة.

ولفهم ما سبق نورد المثال التالي.

مثال: فيما يلي مثال يوضح كيفية استخدام هذه الطريقة: توجد في أحد مصانع الغزل والنسيج آلتان أساسيتان الأولى للغزل والثانية للنسيج، ولابد أن يمر الإنتاج على هاتين الآلتين بالترتيب، ورد للمصنع خمسة أوامر إنتاجية مطلوب تنفيذها على هاتين الآلتين، ويوضح الجدول التالي الوقت الخاص بتنفيذ هذه الأوامر الخمسة بالساعة على كل آلة:

أوامر الإنتاج	آلة الغزل	آلة النسيج
A	*2*	*1*
B	*5*	*4*
C	*6*	*7*
D	*3*	*8*
E	*9*	*2*

وبتطبيق الخطوات السابقة، فإن الترتيب الأمثل للأوامر الإنتاجية الخمسة السابقة يصبح كما يلي:

الأوامر	*D*	*C*	*B*	*E*	*A*
الترتيب	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***

ويمكن حساب وقت الإنتاج على كل آلة كما يلي:

✓ وقت الإنتاج على آلة الغزل:

أوامر الإنتاج	وقت الإنتاج	ساعة البدء	ساعة الانتهاء
D	*3*	*0*	*3*
C	*6*	*3*	*9*
B	*5*	*9*	*14*
E	*9*	*14*	*23*
A	*2*	*23*	*25*

✓ وقت الإنتاج على آلة النسيج

أوامر الإنتاج	وقت الإنتاج	ساعة البدء	ساعة الانتهاء
D	*8*	*3*	*11*
C	*7*	*11*	*18*
B	*4*	*18*	*22*
E	*2*	*23*	*25*
A	*1*	*25*	*26*

وفي ضوء ذلك يتبين لنا ما يلي:

إجمالي وقت الإنتاج على الآلتين معاً =26 ساعة وهو أقل وقت إنتاج ممكن.

يبلغ عدد ساعات الأعطال بالنسبة لآلة الغزل ساعة واحدة.

يبلغ عدد ساعات الأعطال بالنسبة لآلة النسيج 4 ساعات منها 3 ساعات ما بين ساعة البدء صفر وساعة الانتهاء 3 على الآلة الأولى، وساعة أخرى ما بين الساعة 22 والساعة 23، حيث أنه بطبيعة الحال لا يمكن تنفيذ الأمر E على آلة النسيج في الساعة 22 وذلك على اعتبار أن تنفيذ هذا الأمر على هذه الآلة لن ينتهي قبل الساعة 23، ولذلك يجب أن يبدأ تنفيذه على آلة النسيج في الساعة 23، وهكذا الأمر الحال عند تنفيذ الأمر A على آلة النسيج.

المصادر والمراجع *References*

1. البطل، منى محمد ابراهيم (2001) إدارة الإنتاج والعمليات. المبادئ العملية والتطبيق العملي مع نظرة مستقبلية لتحقيق القدرات التنافسية. كلية التجارة، جامعة قناة السويس. الطبعة الأولى، ص، 207.
2. التميمي، حسين عبد الله حسن (1997): إدارة الإنتاج والعمليات: مدخل كمي، دار الفكر، عمان، ص 480.
3. بفا، الوود إس، راكيش كي سارن (1999): إدارة الإنتاج والعمليات: مدخل حديث، تعريب: محمد محمود الشواربي، مراجعة: سرور علي إبراهيم سرور، دار المريخ للنشر، الرياض، ص ص 285 – 310
4. اللامي، غسان قاسم. البياتي أميرة شكرولي (2008) إدارة الإنتاج والعمليات. مرتكزات معرفية وكمية. دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان. 2008. ص 411.
5. بلال، محمد إسماعيل (2004) إدارة الإنتاج والعمليات، مدخل كمي، الإسكندرية، الدار الجامعية، ص213، 263.
6. زمرير، جلوب (2004) إدارة الإنتاج والعمليات. دار زهران للنشر والتوزيع، عمان، ص 244.
7. غنيم، أحمد محمد (2001) إدارة الإنتاج والعمليات. مدخل التحليل الكمي، المكتبة العصرية للنشر والتوزيع، المنصورة، ص 421.
8. محمد الصيرفي (2005): الإدارة الصناعية. مؤسسة حورس الدولية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، ص 187.
9. *J.Y. Lee, Y.D. Kim, Minimizing the number of tardy jobs in a single-machine scheduling problem with periodic maintenance. Comput. Oper. Res. 39 (2012) 2196-2205.*
10. *aptiste, F. Della Croce, A. Grosso and V. T'Kindt, Sequencing a single machine with due dates and deadlines: an ILP-based approach to solve very large instances. J. Sched. 13 (2010) 39-47.*
11. *Baker, K., & Trietsch, D. (2009). Principles of sequencing and scheduling. Hoboken, NJ: Wiley.*
12. *Chen, Z.-L. (2010). Integrated production and outbound distribution scheduling: Review and extensions. Operations Research, 58, 130–148.*
13. *de Matta, R. 2017. "Scheduling a Manufacturing Process with Restrictions on Resource Availability." International Journal of Production Research, 18 pages.*
14. *Deif A, ElMaraghy H (2009) Modeling and analysis of dynamic capacity complexity in multi-stage production. Prod Plan Control 20(8):737–749*
15. *Deif A, ElMaraghy W (2006) A control approach to explore the dynamics of capacity scalability in reconfigurable manufacturing systems. J Manuf Syst 25(1):12–24*
16. *Foumani, M., A. Moeini, M. Haythorpe, and K. Smith-Miles. 2018. "A Cross-entropy Method for Optimising Robotic Automated Storage and Retrieval Systems." International Journal of Production Research, 23 pages.*
17. *H. Aissi, M.A. Aloulou and M.Y. Kovalyov, Minimizing the number of late jobs on a single machine under due date uncertainty. J. Sched. 14 (2011) 351-360.*
18. *Kumar, Sudhir and Kumar, Surendra (2008), Collaboration in Research Productivity in Oil Seed Research Institutes of India. Fourth International Conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics & Ninth Collnet Meeting Humboldt- Universitat zu Berlin, Institute for Library and Information Science (IBI). 1 August 2008. http://www.collnet.de/Berlin-2008/KumarWIS2008cir.pdf*
19. *Meng, R., Y. Rao, Y. Zheng, and D. Qi. 2017. "Modelling and Solving Algorithm for Two-stage Scheduling of Construction Component Manufacturing with Machining and Welding Process." International Journal of Production Research, 13 pages.*
20. *Moore, J. M. 1968. An n job, one machine-sequencing algorithm for minimizing the number of late jobs. Management Science 15(1): 102-109.*
21. *Prasad, D., and S. C. Jayswal. 2017. "Reconfigurability Consideration and Scheduling of Products in a Manufacturing Industry." International Journal of Production Research,*

22. *Qu, L., S. He, M. B. C. Khoo, and P. Castagliola. 2017. "A CUSUM Chart for Detecting the Intensity Ratio of Negative Events." International Journal of Production Research, 15 pages.*
23. *Valledor, P., A. Gomez, P. Priore, and J. Puente. 2018. "Solving Multi-objective Rescheduling Problems in Dynamic Permutation Flow Shop Environments with Disruptions." International Journal of Production Research, 15 pages.*

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
يمثل تخطيط الإنتاج القلب النابض لأي عملية تصنيع.	صح	
تتضمن مراقبة الإنتاج نشر البيانات، وإعداد التقارير المتعلقة بالمخرجات، وكفاءة الآلة والعمالة.	صح	
التخطيط الكلي هو محاولة لتحقيق التوازن بين الإمكانات والعرض بطريقة تقلل من الكميات.		خطأ
تركز الأطر الزمنية المختلفة لعملية التخطيط على الجوانب الحساسة للوقت لهيكل الشركة وبيئتها.	صح	
يعد فهم الأهداف الاستراتيجية للتخطيط الكلي أمرًا بالغ الأهمية لعمليات التصنيع.	صح	
يسمح حجم الموارد المطلوبة لإنتاج منتج واحد بترجمة العرض إلى احتياجات الطاقة الإنتاجية.		خطأ
يمكن تحسين تعظيم خدمة العملاء من خلال التخزين السريع وفي الوقت المثبت.		خطأ
يمكن للشركة أن تغلق خلال فترة مبيعات سنوية كاملة، لتغطية عمليات وإجراءات الصيانة	صح	
تتعلق الجدولة بتحديد توقيت شراء موارد المنظمة.		خطأ
يتم في نظام الإنتاج الضخم استخدام آلات ومعدات للأغراض العامة ويتم تجميعها معًا بطريقة وظيفية.		خطأ
خط التجميع هو طريقة لبناء منتجات من الأجزاء القابلة للتبديل، يتم تصنيعها في الوقت المناسب ليتم شحنها إلى وجهتها.		خطأ
نظام التوحيد هو سلسلة من العمال والآلات والأجزاء التي يمر بها منتج غير مكتمل، يقوم كل عامل بإجراء، حتى يتم تجميع المنتج.		خطأ
يتمتع الإنتاج الضخم بالعديد من المزايا، مثل: المستوى العالي من الدقة.	صح	
ينتج عن الإنتاج الضخم أيضًا تكاليف أقل لأن عملية إنتاج خط التجميع الآلي تتطلب عددًا كبيرا من العمال.		خطأ
وقت الإعداد هو متوسط الوقت الذي تعمل فيه الوحدة.		خطأ
في مبدأ التفصيل يجب أن يحترم المصنع بأكمله أهمية الجداول وأولويات العمل		خطأ
في مبدأ الالتزام يخطط المخططون للوظائف لأدنى مستويات المهارات المطلوبة.		خطأ
وقت التدفق هو الوقت اللازم لإعداد المعدات لأداء نشاط على مجموعة من الوحدات.		خطأ
وقت العملية هو عدد الوحدات التي يمكن للعامل أن يصنعها لكل وحدة زمنية.		خطأ

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

1) الغرض من تخطيط الإنتاج هو:

A. تقليل وقت الإنتاج وتكاليفه، وتنظيم استخدام الموارد بكفاءة
B. تقليل وقت التخزين وتكاليفه، وتنظيم استخدام الموارد بكفاءة
C. زيادة حجم ونوع المبيعات، وتنسيق اسطول النقل بكفاءة
D. زيادة الإنتاج وتقليل الهدر، وترتيب الأليات لتعمل بكفاءة

2) تشير تقنية توقع كل خطوة في سلسلة طويلة من العمليات المنفصلة، في الوقت المناسب وفي المكان المناسب وكل عملية يتم تنفيذها بأقصى قدر من الكفاءة إلى:

A. تسويق المنتج
B. شراء المنتج
C. تصميم المنتج
D. تخطيط الإنتاج

3) يشتمل تخطيط الإنتاج على العديد من الأنشطة، بدءًا من الأنشطة اليومية للموظفين إلى:

A. التمكن من تحقيق وقت توريد دقيق من الموردين
B. القدرة على تحقيق أوقات تسليم دقيقة للعملاء
C. استطاعة تحقيق كمية العمليات بانتظام دقيق
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

4) تشير عملية تطوير وتحليل والحفاظ على جدول أولي تقريبي للعمليات الكلية للمؤسسة إلى:

A. التخطيط التفصيلي
B. التخطيط الكلي
C. التخطيط النوعي
D. التخطيط الكمي

5) تشير القرارات المتعلقة ببدء الطلبات وتخصيص الطاقة الإنتاجية إلى:

A. التخطيط الكلي
B. التخطيط التفصيلي
C. التخطيط الكيفي
D. كل ما سبق

6) تساعد إجراءات التخطيط التفصيلية لكل من مؤسسات التصنيع والخدمات، في:

A. تحديد المردود التفصيلي أو الإجمالي أو الكلي، للمستودع، ومجموع الطاقات النشيطة.
B. تحديد المدفوع السابق أو الحالي أو الجزئي، للاحتياط، وإجمالي العمليات الفاعلة.
C. تحديد الناتج الأسبوعي أو الشهري أو الفصلي، للمخزون، ومجموع القوى العاملة.
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

7) تميل إجراءات المخزون والجدولة، إلى التركيز على القرارات قصيرة المدى مثل:

A. تسلسل الطلبات الفردية (الحاجات)
B. تخصيص الأموال على المدى الطويل للنشاط العام
C. تحديد وتوقيت أوامر الإنتاج (الشراء) لبنود محددة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

8) القرارات التي تتعلق بتصميم المنتجات ومزيجها، وموقع وقدرة المرافق وتصميم عملية الإنتاج هي:

A. قرارات محدودة النطاق
B. قرارات قصيرة المدى
C. قرارات تشغيلية النشاط
D. قرارات طويلة المدى

9) التخطيط الكلي هو عملية تحديد مستويات الإنتاج والمخزون والموظفين للشركة وما إلى ذلك لمدة:

A. تتراوح من يوم إلى اثني عشر يوما
B. تتراوح من اسبوع إلى اثني عشر اسبوعا
C. تتراوح من ثلاثة إلى اثني عشر شهرًا
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

10) الإستراتيجية التي يتم فيها إنتاج الكمية نفسها من المخرجات في كل مرة هي:

A. الإستراتيجية المختلطة
B. الإستراتيجية النظامية
C. إستراتيجية المنهجية
D. إستراتيجية المستوى

11) الفائدة الأساسية لإستراتيجية المستوى هي:

A. وجود موارد مادية مستقرة لا تكاليف إضافية لها.
B. وجود موارد مالية مستقرة لا تكاليف إضافية لها.
C. وجود موارد بشرية مستقرة لا تكاليف إضافية لها.
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

12) من الخطوات اللازمة للتخطيط الإجمالي:

A. البدء بتنبؤات المشتريات لكل منتج
B. البدء بتنبؤات المخزونات لكل منتج
C. البدء بتنبؤات المبيعات لكل منتج
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

13) جزء أساسي من التخطيط الكلي هو:

A. الفهم الشامل لقدرات كل نظام إنتاج
B. الفهم الخاص لاستطاعة كل آلة تصنيع
C. الإدراك المرتبط بحاجة كل خط تجميع
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

14) يمكن تحديد الطاقة من خلال:

A. حجم وموقع الآلات أو كمية الموارد المستخدمة في الإنتاج.
B. مقدار وقت النشاط أو وقت الطاقة المستخدمة في الإنتاج.
C. عدد ساعات العمل أو ساعات الماكينة في قسم إنتاج.
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

15) من الأهداف التي يجب مراعاتها أثناء تطوير خطة الإنتاج أو التوظيف:

A. تقليل التكاليف تعظيم الأرباح،
B. تعظيم خدمة العملاء،
C. التقليل من استثمار المخزون،

D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

16) يمكن استخدام الوقت الإضافي لتلبية متطلبات المخرجات التي:

A. لا يمكن استعمالها في الخطة القديمة
B. لا يمكن استكمالها في الوقت العادي
C. لا يمكن استخدامها في المشروع الحديث
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

17) يشير تحديد موعد ومكان كل عملية ضرورية لتصنيع المنتج إلى:

A. الأنشطة
B. الجدولة
C. الفعاليات
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

18) يتمثل الهدف الرئيسي للجدولة في:

A. تخطيط استمرار الاستثمار
B. تخطيط ديمومة التوظيف
C. تخطيط تسلسل العمل
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

19) هناك نهجان عامان للجدولة هما:

A. الجدولة الإنتاجية والجدولة التسويقية
B. الجدولة التشغيلية والجدولة الاستراتيجية
C. الجدولة الصناعية والجدولة الخدمية
D. الجدولة الأمامية والجدولة الخلفية

20) يمكن تصنيف أنظمة الإنتاج إلى ثلاث فئات على النحو التالي:

A. الإنتاج المستمر وإنتاج التعرفة والإنتاج المخطط
B. التصنيع الهزيل وإنتاج القيمة وإنتاج المشروع
C. الإنتاج الضخم وإنتاج الدفعة وإنتاج ورشة العمل
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

21) عندما يتم إنتاج السلع والخدمات عن طريق القيام بنفس الأنشطة في تسلسل محدد بشكل متكرر فهو يمثل:

A. نظام إنتاج ورشة العمل
B. نظام الإنتاج الضخم
C. نظام إنتاج الدفعة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

22) من ملامح الإنتاج الضخم:

A. توحيد المنتج وتسلسل العملية.
B. كمية كبيرة من المنتجات.
C. خطوط إنتاج متوازنة تماما.
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

23) من مساوئ الإنتاج الضخم:

A. يتطلب استثمارًا مقدمًا كبيرًا للوقت والموارد.
B. إن توقف آلة واحدة سيوقف خط إنتاج كامل.
C. يحتاج تخطيط الخط إلى تغيير كبير مع التغييرات في تصميم المنتج.
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

القضية الأولى: قم بزيارة بعض الشركات الصناعية في منطقتك. وأدرس توقعاتهم للعام المقبل لمختلف المنتجات، واقتراح خطة تجميعية مناسبة بناءً على ذلك.

القضية الثانية: دراسة السياسة التي تتبعها الشركة لتلبية المطالب المتقلبة. اقتراح بديل أفضل.

القضية الثالثة: تحليل بعض الحالات الواقعية ومعرفة ما إذا كان التعاقد من الباطن هو بديل فعال أم لا، في السياق السوري.

الوحدة 7

تحسين العمليات باستخدام التنبؤ بالطلب وإدارة القدرات

كلمات مفتاحية: التنبؤ، توقعات الطلب، الأساليب النوعية للتنبؤ، الأساليب الكمية للتنبؤ

ملخص الفصل:

إن التغير المستمر في اتجاهات السوق حقيقة لا يمكن إغفالها، وقد يؤدي الفشل في التكيف مع هذه التغييرات إلى فقدان المؤسسة لقدرتها التنافسية - وفي النهاية العملاء. ونظرًا لاختلاف الأنشطة التجارية، تحتاج الشركات إلى أدوات التنبؤ التي تأخذ هذه الديناميكيات في الاعتبار ويتم تخصيصها للسمات الفريدة لكل فئة منتج وجغرافيا. ويمكن للتوقعات الأفضل بدورها أن تحسن الأداء التنظيمي والتجاري. وللاستفادة من قوى التحول هذه، يجب على الشركات تطبيق أساليب فعالة لإدارة العمليات تتوافق مع متطلبات السوق. سنتعرف في هذا الفصل على التنبؤ بالطلب وإدارة القدرة عن طريق الحفاظ على مستوى الإنتاج، وهما أسلوبان يمكنهما تحسين عمليات المؤسسة للتعامل مع اتجاهات السوق ومواجهة التغييرات من خلال عملية التنبؤ بالطلب، سنتعرف في هذ الفصل أيضا على أهمية وتطبيقات التنبؤات في الإنتاج ونماذج وطرق التنبؤ بالطلب (النوعية والكمي)، ونتناول آلية اختيار طريقة التنبؤ المناسبة وكيفية قياس أخطاء التنبؤ، وكيف تساعدنا أجهزة الكمبيوتر في التنبؤ.

المخرجات والأهداف التعليمية:

- تمكين الطلاب من تحديد وقياس القدرة وتقدير العوامل التي تؤثر عليها.
- تمكين الطلاب من تقييم صعوبات مطابقة القدرة على الطلب.
- التمكن من تقييم وتطبيق الاستراتيجيات المختلفة لمطابقة القدرات مع الطلب.
- استيعاب وتطبيق بعض تقنيات التنبؤ الرئيسية وفهم الظروف التي تكون فيها كل طريقة مناسبة.

مقدمة

ينظر المديرون اليوم في كل قرار يتخذونه تقريبًا في التوقعات السليمة للمطالب والاتجاهات التي لم تعد عناصر بذخ، بل ضرورة، إذ على المديرين التعامل مع الموسمية، والتغيرات المفاجئة في مستويات الطلب، ومناورات خفض الأسعار للمنافسة، والإضرابات الكبيرة للسوق.

وللتعامل مع التنوع والتعقيد المتزايد لمشاكل التنبؤ الإداري، تم تطوير العديد من تقنيات التنبؤ في السنوات الأخيرة. كل منها له استخدام خاص، ويجب توخي الحذر لتحديد التقنية الصحيحة لتطبيق معين. يلعب المدير وكذلك المتنبئ دورا في اختيار التقنية؛ وكلما فهموا بشكل أفضل نطاق إمكانيات التنبؤ، زادت احتمالية أن تؤتي جهودهم بثمارها. يوفر التنبؤ المعرفة، ويمكن أن يساعد في التعامل مع المشاكل بتطبيق المبادئ والتقنيات العامة للتنبؤ التي تناسب الاحتياجات. وكلما زاد الإدراك لنطاق إمكانيات التنبؤ، زادت احتمالية أن تؤتي جهود الشركة للتنبؤ ثمارها بشكل أفضل. حيث يوفر التنبؤ أساسًا منطقيًا لتحديد طبيعة العمليات التجارية المستقبلية وأساسًا للقرارات الإدارية حول المواد والأفراد والمتطلبات الأخرى مسبقًا.

7-1 مفهوم التنبؤ

لا يمكن التحقق من المستقبل إلا إذا كان المرء يعرف كيف وقعت الأحداث في الماضي وكيف تحدث في الوقت الحاضر. يوفر التحليل السابق والحالي للأحداث القاعدة المفيدة لجمع المعلومات حول حدوثها في المستقبل. فالتنبؤ هو عملية تقدير أحداث المستقبل ذات الصلة، بناءً على تحليل سلوكهم في الماضي والحاضر والتغيرات المتوقعة في الفترة المتوقعة المقبلة. ووفقًا لـ *(Douglas, 1995)*، "يمكن تحديد تقدير (التنبؤ) الطلب على أنه عملية لإيجاد قيم للطلب في الفترات الزمنية المستقبلية". يمكّن التنبؤ بالطلب المؤسسة من اتخاذ قرارات تجارية مختلفة، مثل تخطيط عملية الإنتاج، وشراء المواد الخام، وإدارة الأموال، وتحديد سعر المنتج. كما يمكن للمؤسسة التنبؤ بالطلب من خلال إجراء تقديرات خاصة تسمى التقدير أو التخمين أو أخذ المساعدة من الاستشاريين المتخصصين أو وكالات أبحاث السوق. وبالتالي، عندما تحاول مؤسسة الأعمال النظر إلى المستقبل بطريقة منهجية ومركزة، فقد تكتشف جوانب معينة من عملياتها تتطلب اهتمامًا خاصًا. ومع ذلك، يجب الاعتراف بأن عملية التنبؤ تنطوي على عنصر التخمين ولا يمكن للمديرين البقاء راضين ومطمئنين بعد إعداد التوقعات. حيث يجب مراقبة التوقعات ومراجعتها باستمرار - خاصة عندما يتعلق الأمر بفترة طويلة الأمد. يجب على المديرين محاولة تقليل عنصر التخمين في إعداد التوقعات من خلال جمع البيانات ذات الصلة باستخدام التقنيات العلمية للتحليل والاستدلال.

وعليه، يمكن تحديد السمات التالية للتنبؤ:

1. يتعلق التنبؤ بالأحداث المستقبلية.
2. التنبؤ ضروري لعملية التخطيط لأنه يبتكر مسار العمل المستقبلي.
3. يحدد احتمال حدوث الأحداث المستقبلية. التي يمكن أن تكون دقيقة فقط إلى حد معين.
4. يتم التنبؤ عن طريق تحليل العوامل الماضية والحالية ذات الصلة بعمل المنظمة.
5. قد يتطلب تحليل العوامل المختلفة استخدام أدوات وتقنيات إحصائية ورياضية.

يوفر التنبؤ المعرفة بأماكن التخطيط التي يمكن للمديرين من خلالها تحليل نقاط القوة والضعف لديهم ويمكنهم اتخاذ الإجراءات المناسبة مسبقًا قبل خروجهم فعليًا من السوق. يوفر التنبؤ المعرفة حول طبيعة الظروف المستقبلية. حيث تعتمد الأنشطة التي يجب القيام بها على النتيجة المتوقعة من هذه الأنشطة. نظرًا لأن النتيجة المتوقعة تعتمد على الأحداث المستقبلية وطريقة أداء الأنشطة المختلفة، فإن التنبؤ بالأحداث المستقبلية له صلة مباشرة بتحقيق الهدف.

وعلى الرغم من أن التنبؤ لا يمكنه التحقق من الأحداث المستقبلية، إلا أنه يوفر أدلة حول تلك الأحداث ويشير إلى متى يجب اتخاذ الإجراءات البديلة. يمكن للمديرين إنقاذ أعمالهم ومواجهة الأحداث المؤسفة إذا كانوا يعرفون مسبقًا ما سيحدث.

7-2 الاتجاهات في طلب العملاء

تتغير توقعات العملاء وسلوكهم بشكل أسرع من أي وقت مضى. فيما يلي نورد الاتجاهات الخمسة للعملاء التي ستؤثر بشكل كبير على معظم الشركات الآن أو في المستقبل القريب جدًا.

اتجاه العملاء رقم 1: الاستجابة الفورية وتوقع كل شيء: يتوقع العملاء أن تقدم التكنولوجيا تجربة أسهل، وأكثر فورية، وأكثر بديهية، لتقابل توقعات العملاء وسلوكهم بشكل أسرع من أي وقت مضى.

اتجاه العملاء # 2: السرعة: التواجد في الوقت المحدد كان دائمًا مهمًا في تقديم الخدمة. ولكن في الآونة الأخيرة، تسارع الجدول الزمني لتوقعات العملاء بشكل جذري. بالإضافة إلى الحوسبة المتنقلة والاتصال المحسن، "بين عشية وضحاها؟ وهذا ينطبق على دعم العملاء أيضًا. توقعات سرعة الدعم زادت بشكل كبير.

اتجاه العميل رقم 3: المعنى المرتبط بالشراء القائم على القيم: لقد تحول الموقف من الاستهلاك الواضح، ربما بسبب عدم اليقين المستمر، ومن الفخر لإظهار المال إلى الخجل من الاستهلاك بشكل واضح للغاية. فكر في الأشخاص الذين تعرفهم أو

تسمع والذين يدفعون طواعية خمسة دولارات مقابل فنجان من القهوة، شريطة أن يقول المقهى أن جزءًا من هذا (...) يذهب لمساعدة الغابات المطيرة. على العموم أصبحت عادات المستهلكين في قراراتهم الشرائية "أكثر تعمدًا وهادفة". "لقد أفسح الاستهلاك الواضح المجال أمام النزعة الاستهلاكية الواعية أو العملية" و"الصفقات المتفشية يتم استبدالها بمزيد من انتقائية الشراء". ويعتقد المستهلكين أن الشركات يجب أن تقدر مصالح المجتمع على الأقل مثل المصالح التجارية الصارمة. ويطالب العملاء بمزيد من التوافق بين قيم الشركة وقيمهم الخاصة.

اتجاه العميل رقم 4: الخالدة والعصرية: إحدى السمات البارزة التي يبحث عنها الناس في مشترياتهم اليوم هي "الأبدية" - الرغبة التي ظهرت من الإحباطات الاقتصادية الأخيرة مع الانتقام. عندما تفكر في تسريح العمال، وتقليص العمل، وتأخير الزيادات، وتخفيض ساعات العمل، فإن أكثر من نصف العمال يتكبدوا الخسائر. الأمثلة في كل مكان "كجمع المال" حيث تتعاون عدة أسر على المشاركة في شراء بقرة؛ أو زيادة شعبية أحذية *Hunter*، وهي الأحذية التي ترتديها ملكة إنجلترا عندما تمشي. ونتيجة لذلك، يبحث العملاء عن الخلفية المحببة، أشياء أصلية - المهمة بالنسبة للمستهلك. إن الدافع إلى الأصالة "سيحقق صدى لدى الناس في هذا العصر".

اتجاه العميل # 5: الحساسية البيئية أو تخضير العميل: أصبح الوعي بالحساسية البيئية جزءًا من التفكير وراء تفاعلات خدمة العملاء. ينظر معظم الناس إلى العالم على أنه يتكون من عدد كبير من البدائل ويجب انتقاء أقلها خطرا على البيئة. تم تصميم التنبؤ للمساعدة في تحديد البديل الأكثر احتمالاً، بما يعني تعديل المتغيرات لتغيير المستقبل (أو الاستعداد له)، التنبؤ هو دعوة لإدخال تغيير في النظام.

7-3 متغيرات التنبؤ على الطلب

تتأثر الكمية المطلوبة من سلعه ما بعدد من العوامل يمكن اجمالها بالآتي: **الأسعار، الدخل، الذوق، عوامل اخرى مثل الطقس.**

1- الاسعار: تؤثر الاسعار على الكميات المطلوبة من سلعه ما تأثيرا مختلفا وكالآتي:

- **سعر السلعة نفسها:** في الظروف الاعتيادية كلما ارتفع سعر السلعة انخفضت الكمية المطلوبة منها والعكس صحيح.
- **أسعار السلع البديلة (المنافسة):** هنالك الكثير من السلع التي يمكن أن تحل إحداها محل الأخرى في إشباع الحاجة، ولهذا تؤثر أسعار بعض السلع على الكمية المطلوبة من بعضها البعض، فإذا ارتفع سعر الشاي زاد الطلب على القهوة إذا بقي سعرها ثابت. فالعلاقة عكسية وطردية بين كمية السلعة المطلوبة وأسعار السلع البديلة المنافسة لها.

- **أسعار السلع المكملة:** هي السلعة التي يجب شراءها معا، فمثلا لا يمكن استخدام السيارة بدون بنزين، فالبنزين سلعه مكمله للسيارة وكذلك الشاي والسكر، فارتفاع سعر البنزين ينخفض الطلب على السيارات، وهو عكس السلع البديلة.
- **التوقعات في الأسعار:** إذا توقع المستهلك أن سعر سلعة معينة سوف يرتفع، فهذا سيدفعه إلى زيادة الطلب عليها وخاصة إذا كانت السلع قابله للخزن ويحصل العكس إذا توقع أن سعر سلعه معينة سوف ينخفض فإنه سيقلل طلبه عليها، وهنا تكون العلاقة طردية.

2- الدخل: تتأثر الكميات المطلوبة من المستهلك بالتغيرات التي تحصل في الدخل، فإذا ارتفع دخله سوف يزداد طلبه على السلعة والعكس صحيح.

3- ذوق المستهلك: تتأثر الكمية المطلوبة من سلعه معينه بتغير ذوق أو رغبة المستهلك في الحصول عليها. فقد يغير المستهلك طلبه على سلعه معينه، ليس بسبب تغير سعر السلعة أو بسبب تغير دخله، وإنما بسبب تغير ذوقه نتيجة لظهور سلعه جديده. مثلا: تحول طلب المستهلك من الحاسب المكتبي إلى اللاب توب، وهذا التحول في الذوق يؤدي الى تقليل الطلب على الحاسب المكتبي.

4- عوامل أخرى (مثل الطقس): ففي الصيف يزداد الطلب على مكيفات الهواء أو المبردات، وفي الشتاء على أجهزة التدفئة.

7-4 خطوات عامة في عملية التنبؤ

التنبؤ ليس عملية عشوائية، بل هي عملية مخططة، فيما يلي الخطوات العامة في عملية التنبؤ:

1. **تحديد الأهداف:** الخطوة الأولى في هذا الصدد هي النظر في أهداف التنبؤ بعناية.
2. **فترة التنبؤ:** قبل تناول التنبؤ، يتعين على الشركة تحديد فترة التنبؤ - قصيرة أو طويلة المدى.
3. **نطاق التنبؤ:** سواء كان ذلك للمنتجات أو لمنطقة معينة أو صناعة كاملة أو على المستوى الوطني / الدولي.
4. **تقسيم المهمة:** تقسيم المهمة إلى مجموعات متجانسة حسب المنتج أو المنطقة أو الأنشطة أو المستهلكين.
5. **تحديد المتغيرات:** التي تؤثر على الإنتاج بإعطائها الوزن المناسب لتلك العوامل المختلفة.
6. **اختيار الطريقة:** يتم اختيار الطريقة المناسبة للتنبؤ من قبل الشركة مع مراعاة جميع المعلومات ذات الصلة والغرض من التنبؤ ودرجة الدقة المطلوبة.
7. **جمع وتحليل البيانات:** يتم جمع البيانات الضرورية للتوقعات وتبويبها وتحليلها والتدقيق فيها. يتم تفسير البيانات من خلال

تطبيق الأساليب الإحصائية أو الرسومية، ومن ثم استخلاص المعلومات اللازمة منها.

8. دراسة العلاقة بين تنبؤات المبيعات وخطط الإنتاج: جعل التوقعات يمكن الاعتماد عليها، بإجراء دراسة الارتباط بين توقعات المبيعات وخطط الإنتاج.

9. أنشطة المنافسين: يتأثر إنتاج الشركة إلى حد كبير بأنشطة المنافسين، وبالتالي، يجب على المتنبئ أيضًا دراسة أنشطة المنافسين وسياساتهم وبرامجهم واستراتيجياتهم الإنتاجية.

10. إعداد توقعات المبيعات النهائية: يجب مراجعة الرقم الأولي لتنبؤات المبيعات والتوصل إلى أرقام توقعات المبيعات النهائية بعد إجراء جميع التعديلات.

11. التقييم والتعديلات: تتم مقارنة النتائج الفعلية بالنتائج التقديرية. إذا كانت النتائج الفعلية تتوافق مع النتائج المقدرة، فلا داعي للقلق. في حالة وجود اختلاف كبير بين القيم الفعلية والتقديرات، فمن الضروري معرفة أسباب الأداء الضعيف.

5-7 أهمية تطبيقات التنبؤات في إدارة الإنتاج/العمليات

يشير التنبؤ إلى أن إجراء تحليل مفصل للمستقبل والتخطيط مستحيل دون توقع المستقبل بأكبر قدر ممكن من الدقة أو امتلاك افتراضات ذكية حوله. يتم استخدام التنبؤ كاستراتيجية على نطاق واسع اليوم، وبعض هذه التوقعات، خاصة التوقعات قصيرة المدى يمكن الاعتماد عليها إلى حد ما. تستخدم المنظمة مجموعة متنوعة من نماذج التنبؤ لتقييم النتائج المحتملة للشركة. الأهمية الأساسية للتنبؤ هي أنه يزوّد الشركة بمعلومات قيّمة يمكن استخدامها لاتخاذ قرارات بشأن مستقبلها. يمكن للشركة استخدام نماذج التنبؤ بفعالية مع أدوات التحليل الأخرى لإعطاء المنظمة أفضل المعلومات الممكنة حول المستقبل.

وتبرز أهمية التنبؤ في بعض المجالات التي تكون فيها التوقعات الدقيقة حول الأحداث والاتجاهات المستقبلية ضرورية للنجاح والنمو التنظيمي وهي:

أ) التنمية الاقتصادية: سيكون للظروف الاقتصادية تأثير كبير على عمليات المنظمة. وتشمل العناصر الضرورية لهذه التوقعات: التنبؤات المتعلقة بالناتج الإجمالي، وقوة العملة، والتوسع الصناعي، وسوق العمل، ومعدل التضخم، وسعر الفائدة، وميزان المدفوعات وما إلى ذلك. تساعد الاتجاهات الاقتصادية الصحية في نمو الشركة. من ناحية أخرى، على سبيل المثال، أدت الأزمة المالية في 2008-2009 إلى خروج العديد من الشركات من العمل. حيث تساعد المعرفة بالاتجاهات الاقتصادية الإدارة في وضع خطط جيدة للمنظمة كاستجابة فعالة لهذه الاتجاهات.

ب) التوقعات التكنولوجية: تتوقع هذه التوقعات التطورات التكنولوجية الجديدة التي قد تغير عمليات المنظمة. على سبيل المثال، أدى ظهور الترانزستور إلى إخراج الأنبوب المفرغ من العمل تمامًا. وقاد عصر الحاسبة الإلكترونية إلى محو قواعد الشرائح من السوق تمامًا. تواصل المنظمة العدوانية مواكبة التطور التكنولوجي الجديد وتبني طرقًا جديدة لتحسين الأداء.

ج) توقعات المنافسة: من الضروري أيضًا التكهن بالاستراتيجيات التي سيستخدمها المنافسون للحصول على مكاسب في حصة السوق. قد يخطط المنافس لاستخدام استراتيجية سوق مختلفة للمنتج أو لإيجاد بديل للمنتج يمكن أن يكون أرخص ويمكن قبوله بسهولة من قبل المستهلكين.

د) التوقعات الاجتماعية: تتضمن هذه التوقعات التنبؤ بالتغيرات في أذواق المستهلكين ومطالبهم ومواقفهم. لقد أنشأ المستهلكون بالفعل اتجاهًا للراحة والمنتجات سهلة الاستخدام والإدارة. قد تتغير مسائل الذوق والتفضيل على مدى فترة من الزمن. على سبيل المثال، في السبعينيات، كان الاتجاه هو شراء سيارات اقتصادية صغيرة. في التسعينات، عاد الاتجاه إلى الفخامة والراحة. في حين أن هذه الاتجاهات تعتمد جزئيًا على الاتجاهات الاقتصادية العامة، إلا أنها تعتمد أيضًا على أذواق المستهلكين. على سبيل المثال، تتغير اتجاهات أزياء وملابس النساء كل عام تقريبًا. سترة نهرو، كانت تحظى بشعبية كبيرة في الستينيات، وسترة نجوم هوليوود تحظى بمتابعة الملايين اليوم. وبناءً على ذلك، تعتبر الاتجاهات الاجتماعية في مجال السلع الاستهلاكية جوانب مهمة للتنبؤ. على سبيل المثال، كانت توقعات *IBM* الصحيحة لتأثير نظام الكمبيوتر الخاص بها من الجيل الثالث 360 في الستينيات معيارًا رئيسيًا في قصة النجاح المستمرة لشركة *IBM*.

7-6 إدارة القدرة بالحفاظ على مستوى الإنتاج

يشير الحفاظ على مستوى الإنتاج إلى كفاءة الإنتاج كمصطلح اقتصادي يصف المستوى الذي لم تعد فيه المنظمة قادرًا على إنتاج كميات إضافية من السلعة دون خفض مستوى إنتاج منتج آخر. قد يشار إلى كفاءة الإنتاج أيضًا بالكفاءة الإنتاجية. وبالمثل، تعني الكفاءة الإنتاجية أن المنظمة يعمل بأقصى طاقة.

بشكل عام، يشير مستوى الإنتاج إلى أقصى مستوى قدرة يتم فيه استخدام جميع الموارد بالكامل لتوليد المنتج الأكثر فعالية من حيث التكلفة قدر الإمكان. بأقصى كفاءة إنتاج، ولا يمكن للمنشأة إنتاج أي وحدات إضافية دون تغيير محفظتها الإنتاجية بشكل كبير للحصول على قدرات إضافية من خلال خفض إنتاج منتج آخر.

بشكل عام، قد يكون من الصعب تحقيق أقصى كفاءة إنتاجية. على هذا النحو، تهدف العديد من المنظمات إلى إيجاد توازن

جيد بين استخدام الموارد، ومعدل الإنتاج، وجودة السلع التي يتم إنتاجها دون الحاجة إلى زيادة الإنتاج بكامل طاقته. يجب على المديرين التشغيليين أن يضعوا في اعتبارهم أنه عندما يتم الوصول إلى الحد الأقصى من كفاءة الإنتاج، لا يمكن إنتاج المزيد من السلع دون تغيير إنتاج المحفظة بشكل كبير. وتعد حدود إمكانية الإنتاج أساسية بالنسبة للمفهوم الاقتصادي لكفاءة الإنتاج. فإذا لم تتمكن المنظمة من تحقيق المزيد من السلع دون خفض إنتاج سلعة أخرى، فقد تم الوصول إلى الحد الأقصى من الإنتاج. بالإضافة إلى العمل على أساس منحنى مستوى الإنتاج، يمكن أن يتخذ تحليل كفاءة الإنتاج أيضًا أشكالًا أخرى. يمكن للمحللين قياس الكفاءة بقسمة الناتج على معدل إنتاج قياسي والضرب بـ 100 للحصول على نسبة مئوية، واستخدام هذا الحساب لتحليل كفاءة موظف واحد أو مجموعات من الموظفين أو أقسام من الاقتصاد ككل. وتبدو الصيغة كما يلي: **الكفاءة = معدل الإنتاج ÷ معدل الإنتاج القياسي *X 100***

معدل الإنتاج القياسي هو معدل الأداء الأقصى أو الحجم الأقصى للعمل المنتج لكل وحدة زمنية باستخدام طريقة قياسية .عندما يتم تحقيق أقصى كفاءة إنتاجية لأي عينة قيد التحليل، فإن كفاءة الإنتاج ستكون بنسبة 100 ٪ .إذا كانت المنظمة تنتج بكفاءة، فعندئذٍ ستكون كفاءة الإنتاج 100٪. فتعمل الإنتاجية كمقياس للناتج، يتم التعبير عنه عادةً على أنه بعض الوحدات لكل مقدار من الوقت، مثل 100 وحدة في الساعة. بينما ترتبط الكفاءة في الإنتاج في الغالب بتكاليف كل وحدة إنتاج وليس فقط عدد الوحدات المنتجة.

7-7 إدارة الطاقة عن طريق مطاردة الطلب

طاقة الإنتاج هي أكبر قدر ممكن من الناتج الذي يمكن الحصول عليه في فترة محددة مع مستوى محدد مسبقًا مع مجموعة قياسية من الموارد (الموظفين والمنشآت والمعدات). على سبيل المثال، الحد الأقصى لعدد العملاء الذين يمكن خدمتهم في الساعة، حجم موقف السيارات أو المطعم أو غرفة الانتظار. وإدارة الطاقة هي القدرة على موازنة الطلب من العملاء وقدرة النظام على تقديم المنتج/الخدمة وتلبية الطلب. وهذا يتطلب **أولاً** فهم طبيعة الطلب من خلال التنبؤ، **وثانيًا** إدارة الطاقة لتلبية هذا الطلب. والهدف هو تقليل وقت انتظار العميل وتجنب الطاقة غير المستخدمة دون التأثير على جودة المنتج المقدم.

.

7-8 إدارة الطاقة من خلال إدارة الطلب

هناك ثلاث استراتيجيات للتعامل مع اختلالات (تباينات) العرض والطلب: مستوى الطاقة، مطاردة الطلب، وإدارة القدرات. ومعظم المنظمات تستخدم مزيجًا عمليًا منها بدلاً من الالتزام بخطة واحدة.

***7.8.1.* الاستراتيجية الأولى خطة مستوى الطاقة:** ينصب التركيز على العملية حيث يظل المنتج عند مستوى ثابت إلى حد ما ويتم تلبية الزيادات/الانخفاضات في الطلب من خلال القرارات الاستراتيجية لاستخدام المخزون (المخزون الاحتياطي)، والاستعانة بمصادر خارجية. إذا كان الطلب أقل من الطاقة، يتم إهدار الطاقة الإضافية الخاملة. عندما يكون الطلب أكثر من الطاقة، فإنه لا يمكن تلبية الطلب الأعلى. على سبيل المثال: يشتري صانع الآيس كريم الآلة التي يمكنها إنتاج ما يكفي من الآيس كريم لفترات ذروة الطلب.

***7.8.2.* الاستراتيجية الثانية مطاردة الطلب، أو إدارة العرض حسب الطلب:** سيكون ناتج التخطيط لأي فترة هو الطلب المتوقع لتلك الفترة، أي مطابقة الطاقة على الطلب، وسيكون ناتج التخطيط لأي فترة هو الطلب المتوقع لتلك الفترة. مع زيادة الطلب فوق معدل الإنتاج الثابت، يمكن للشركة استخدام المخزون الفائض من المنتجات النهائية المتراكمة في فترات انخفاض الطلب لاستيعاب الطلب المتزايد. على سبيل المثال، شركة هاتف لا تمتلك طاقة اتصال، وهذا يشمل جميع البائعين.

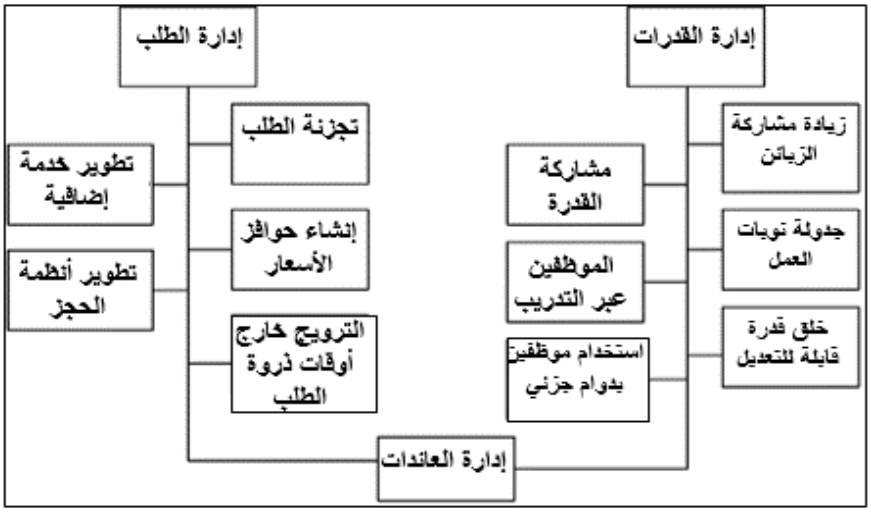
***7.8.3.* الاستراتيجية الثالثة: إدارة القدرات - الحد الأدنى من الموظفين:** إن إدارة القدرات هي مهمة معقدة وصعبة للغاية. يؤدي الفشل في مزامنة العرض والطلب إلى خسارة في فرصة استمرار عملاء معينين عندما يكون الطلب أعلى مع ارتفاع التكاليف بسبب خسارة الدخل عندما يكون الطلب غير كافٍ. وأحد الجوانب المهمة هو تخطيط الموارد البشرية، أي تعيين العدد المناسب من الأشخاص في المكان والزمان المناسبين.

7-9 توقعات الطلب وإدارة القدرات

يمكن إبراز توقعات الطلب وإدارة القدرات بالشكل (*7, 1*) التالي، حيث هناك مصادر متعددة لتغير الطلب:

- تقلبات معدل وصول العملاء (خطوط الانتظار / قوائم الانتظار).
- تقلب طلب خدمة العملاء؛ لا تتطلب جميع طلبات العملاء نفس الالتزام بالطاقة.
- تقلبات قدرة العملاء؛ أي أن بعض العملاء يحتاجون إلى مزيد من الجهد لأنهم أقل قدرة.
- تقلب تفضيلات العملاء؛ لا يتوقع جميع العملاء تخصيص نفس المقدار من الطاقة لهم.

الشكل (*7, 1*): توقعات الطلب وإدارة القدرات



عموما، هناك عدة خيارات لإدارة الطلب:

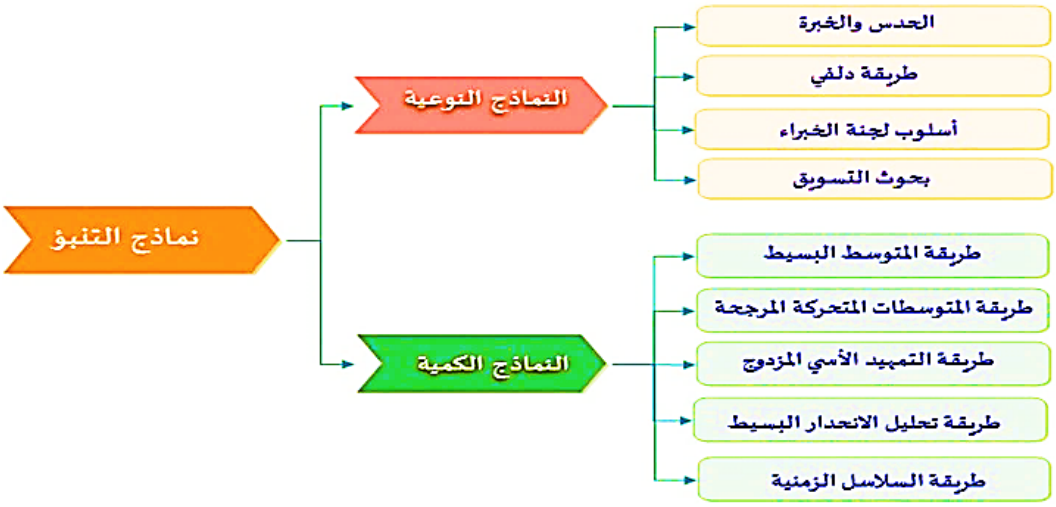
- تقسيم/تجزئة الطلب: لديها قدرات منفصلة لأنواع مستقلة من الطلب: في البنك: صرف الشيك (من الصراف) مقابل طلب الرهن/القرض (من قسم الرهن/القروض).
- تعزيز الطلب خارج أوقات الذروة: مكالمة هاتفية بأسعار المساء/الليل، تخفيض أسعار الفنادق وتذاكر السفر في فترات انخفاض الطلب.
- التحفظات (المواعيد) قبل البيع: تقلل التحفظات من عدم اليقين بشأن الطلب في المستقبل.

7-10 نماذج وطرق التنبؤ على الطلب

تعمل الإدارة في كل من المنظمات الخاصة والعامة في ظل ظروف من عدم اليقين أو المخاطرة. ربما تكون أهم وظيفة في العمل هي التنبؤ، وهي نقطة انطلاق للتخطيط والميزانية. الهدف من التنبؤ هو تقليل المخاطر في عملية صنع القرار. وتعد توقعات المنتجات مدخلاً هامًا في تحديد المصادر، والمشتريات، والإنتاج، والمخزون، والخدمات اللوجستية، والتمويل، وقرارات التسويق. تم تطوير العديد من النماذج الكمية وتطبيقها لتوليد وتحسين توقعات كمية المنتجات.

قد تختار الشركة من بين مجموعة واسعة من تقنيات التنبؤ. وعموما، هناك في الأساس نهجان أو أسلوبان للتنبؤ بما يمكن أن يحدث في المستقبل، وهما الأساليب النوعية والكمية كما يبين الشكل (*7, 2*).

الشكل (7, 2): الأساليب النوعية والكمية



مع ذلك، يجب مراعاة التكلفة ووقت التحضير والدقة والفترة الزمنية. يجب أن يفهم المدير بوضوح الافتراضات التي تستند إليها طريقة تنبؤ معينة للحصول على أقصى فائدة. إن تقنيات التنبؤ مختلفة تمامًا عن بعضها البعض. لكن هناك أربع ميزات وافتراضات هي أساس عمل التنبؤ. هي:

- تفترض تقنيات التنبؤ بشكل عام أن نفس العلاقة السببية الكامنة التي كانت موجودة في الماضي ستستمر في المستقبل.
- نادرًا ما تكون التوقعات مثالية. لذلك، لأغراض التخطيط، يجب أن يتم ترك هامش لعدم الدقة. فيجب على الشركة دائمًا الاحتفاظ بمخزون أمان تحسبًا لنضوب مفاجئ للمخزون.
- تنخفض دقة التوقعات مع زيادة الفترة الزمنية التي تغطيها التوقعات (أي الأفق الزمني). بشكل عام، التوقعات طويلة المدى أقل دقة من التوقعات قصيرة المدى بسبب زيادة عدم اليقين.
- تميل التوقعات الخاصة لمجموعة عناصر إلى أن تكون أكثر دقة من التوقعات الخاصة بالعناصر الفردية، لأن أخطاء التنبؤ بين العناصر في المجموعة تميل إلى إلغاء بعضها البعض. على سبيل المثال، تعد توقعات الصناعة ككل أكثر دقة من توقعات الشركات الفردية.

7-11 الأساليب النوعية

يمكن أن يكون النهج النوعي (أو الحكم) مفيدًا في صياغة التنبؤات قصيرة المدى ويمكنه أيضًا أن يكمل التوقعات بناءً على استخدام أي من الأساليب الكمية. وتشير هذه الأساليب إلى الصفات الذاتية التي تعتمد على الرأي أو الملاحظة أو قدرات الاستماع. غالبًا ما يتم استخدام **الأساليب النوعية للتنبؤ** حيث يصعب التقاط الاتجاهات أو التطورات الرئيسية أو حيث لا تتوفر مثل هذه البيانات. في مثل هذه الحالة، يستخدم محللو الأعمال المعلومات الشخصية مثل الحدس أو الرأي المستنير للتنبؤ بالنتائج المستقبلية. هذا النوع من التنبؤات ضروري للمنتجات الجديدة حيث لا تتوفر معلومات تاريخية وتستخدم بشكل أساسي للتخطيط متوسط المدى. تتضمن التقنيات النوعية استخدام المعلومات التي تم جمعها من رأي الخبراء، وأبحاث السوق، ومجموعات التركيز، والقياس التاريخي، وطريقة دلفي، وإجماع الفريق.

7.11.1. التقنيات النوعية للتنبؤ

تتميز التقنيات النوعية للتنبؤ بأنها نهج لتحليل البيانات التي تم جمعها من آراء خبير أو مهنيين ذوي خبرة في منظمة. تركز طريقة التنبؤ النوعي على نهج التلخيص لإجراء عملية التنبؤ. ففي حين أن الكمي يشير إلى الصفات الرقمية والموضوعية التي يمكن لشخص ما قياسها، يشير النوعي إلى الصفات الذاتية التي تعتمد على الرأي أو الملاحظة أو قدرات الاستماع أي العوامل الذاتية القائمة على الرأي في التنبؤ.

7.11.2. التنبؤ الفوري السريع

كان يُعتقد سابقًا أن الحكم هو عدو الدقة، يُعترف اليوم بأنه عنصر لا غنى عنه للتنبؤ وقد تم توجيه الكثير من الاهتمام البحثي لفهم وتحسين استخدامه. يمكن إثبات أن الحكم البشري يقدم فائدة كبيرة لدقة التنبؤ ولكنه قد يخضع أيضًا للعديد من التحيزات. وقد تم توجيه الكثير من البحث إلى فهم وإدارة نقاط القوة والضعف هذه. ففي الحالات التي لا توجد فيها بيانات للتقنيات الإحصائية، يمكن للتنبؤ الفوري السريع من قبل المدير أن يقدم رؤى مفيدة. ويمكن أن يكون جيدًا مثل أفضل التقنيات الإحصائية، وقد يكون أكثر اتساقًا. وخاصة عندما:

- يمكن للخبير الوصول إلى المعلومات التي لن تنعكس في نتائج النموذج الإحصائي.
- لدى الخبير تاريخ في التعلم من توقعات مماثلة مع البيئة مستقرة نسبيًا أي غياب تأثير الموسمية أو دورات العمل.
- الحصول على عدة أحكام مستقلة من خلال حساب متوسط نتائج التنبؤات المستقلة المتعددة.

سُئل بن فرانكلين، في سبعينات عمره، عن رأيه في مسألة الدولة. أجاب أنه مع كل حكمته وخبرته توصل إلى استنتاج مفاده أنه لا ينبغي أن يثق في حكمه الخاص.

7.11.3. تقنيات أخذ الرأي

يتم حساب متوسط وجهات النظر (الآراء) الذاتية للمديرين التنفيذيين أو الخبراء من المبيعات والإنتاج والتمويل والمشتريات والإدارة لإنشاء توقعات حول المبيعات المستقبلية. عادة ما يتم استخدام هذه الطريقة مع بعض الطريقة الكمية، مثل استقراء الاتجاه. يعدل فريق الإدارة التوقعات الناتجة، بناءً على توقعاتهم.

- ميزة هذا الأسلوب: أن التنبؤ يتم بسرعة وسهولة، دون الحاجة إلى إحصائيات مفصلة. كما أن الآراء التنفيذية قد تكون الوسيلة الوحيدة للتنبؤ المجدي في غياب البيانات الكافية.
- عيب هذا الأسلوب: هذا هو التفكير الجماعي. أي مجموعة المشاكل المتأصلة لأولئك الذين يجتمعون كمجموعة مع التماسك العالي، تصبح المجموعة متوافقة بشكل متزايد من خلال الضغط الجماعي الذي يساعد على خنق التفكير النقدي، فتعزز القيادة القوية ضغوط المجموعة من أجل الرأي بالإجماع ويميل عزل المجموعة إلى فصل المجموعة عن الآراء الخارجية.

ويتفرع عنها عدة طرق:

7.11.3.1. طريقة دلفي

هذه تقنية جماعية يتم فيها استجواب مجموعة من الخبراء بشكل فردي حول تصوراتهم للأحداث المستقبلية. لا يجتمع الخبراء كمجموعة، من أجل تقليل احتمال التوصل إلى توافق في الآراء الشخصية. بدلاً من ذلك، يتم تلخيص التوقعات والحجج المصاحبة لها من قبل طرف خارجي وإعادتها إلى الخبراء مع أسئلة أخرى. يستمر هذا حتى يتم التوصل إلى التوافق.

- ✓ المزايا: هذا النوع من الأساليب مفيد وفعال للغاية للتنبؤ بعيد المدى. باستخدام تقنية الاستبيان تزال عيوب التفكير الجماعي. حيث لا توجد لجنة أو مناقشة، ولا يتأثر الخبراء بضغط الأقران للتنبؤ بطريقة معينة، لأن الإجابة لا يُقصد الوصول إليها بالإجماع أو الإجماع.
- ✓ العيوب: يُشار إلى الموثوقية المنخفضة على أنها العيب الرئيسي لطريقة دلفي، بالإضافة إلى عدم وجود توافق الآراء بين الخبراء.

***7.11.3.2.* اقتراحات فريق المبيعات:** تستخدم بعض الشركات كمندوبي مبيعات متنبئين لديهم اتصالات مستمرة مع العملاء. فمندوبي المبيعات هم الأقرب إلى العملاء النهائيين، وقد يكون لديهم رؤى مهمة فيما يتعلق بحالة السوق المستقبلية. قد يتم حساب متوسط التوقعات المستندة إلى استطلاعات قوة المبيعات لوضع توقعات مستقبلية. أو يمكن استخدامها لتعديل التوقعات الكمية و/أو النوعية الأخرى التي تم إنشاؤها داخليًا في الشركة.

مزايا التوقعات من اقتراحات فريق المبيعات هي:

- ✓ أنها سهل الاستخدام والفهم.
- ✓ تستخدم المعرفة المتخصصة لمن هم أقرب إلى العمل.
- ✓ توضع مسؤولية تحقيق التوقعات في أيدي أولئك الذين يؤثرون على النتائج الفعلية.
- ✓ يمكن تقسيم المعلومات بسهولة حسب المنطقة أو المنتج أو العميل أو مندوب مبيعات.

تشمل العيوب ما يلي: أن يكون مندوبو المبيعات متفائلين أو متشائمين بشكل مفرط فيما يتعلق بتنبؤاتهم وعدم الدقة بسبب الأحداث الاقتصادية الأوسع التي تكون خارجة عن سيطرتهم.

7.11.3.3. استطلاعات المستهلك

تقوم بعض الشركات بإجراء استطلاعات السوق الخاصة بها فيما يتعلق بمشتريات المستهلكين المحددة. قد تتكون الاستطلاعات عبر اتصالات هاتفية أو مقابلات شخصية أو استبيانات كوسيلة للحصول على البيانات. عادةً ما يتم تطبيق التحليل الإحصائي الشامل على نتائج المسح من أجل اختبار الفرضيات المتعلقة بسلوك المستهلك.

7.11.3.4. التنبؤ بناءً على تحليل التأثيرات المتقاطعة

هي منهجية للمساعدة في تحديد كيفية تأثير العلاقات بين الأحداث على الأحداث الناتجة وتقليل عدم اليقين، تعتمد تقنية تحليلية للتنبؤ بكيفية تأثير العوامل والمتغيرات المختلفة على القرارات المستقبلية. يعتمد تحليل التأثيرات المتقاطعة على الفرضية القائلة بأن الأحداث والأنشطة لا تحدث في فراغ وأن البيئة المحيطة يمكن أن تؤثر بشكل كبير على احتمال وقوع أحداث معينة. يحاول تحليل التأثيرات المتقاطعة ايجاد العلاقات بين الأحداث والمتغيرات. يتم بعد ذلك تصنيف هذه العلاقات على أنها إيجابية أو سلبية بالنسبة لبعضها البعض، ويتم استخدامها لتحديد الأحداث أو السيناريوهات الأكثر احتمالًا أو المحتمل حدوثها خلال إطار زمني معين. يعتمد أسلوب التنبؤ المستقبلي على العديد من الخطوات الصارمة حيث يُطلب من الخبراء عادةً القيام بما يلي:

- ✓ تقييم الاحتمال البسيط لفرضية تحدث عن طريق مقياس من 1 (احتمال منخفض للغاية) إلى 5 (محتمل للغاية)
- ✓ تقييم الاحتمال المشروط للفرضية في حالة حدوثها أو عدم حدوثها.
- ✓ الاختيار النهائي وتعريف الأحداث: هذه الخطوة حاسمة للتنفيذ الناجح للطريقة؛ في الواقع، سيتم استبعاد أي تأثير غير مدرج في مجموعة أحداث الدراسة. من ناحية أخرى، يمكن أن يؤدي إدراج الأحداث غير ذات الصلة إلى تعقيد التحليل النهائي للنتائج دون داعٍ. يجب أن تكون القائمة النهائية للأحداث واضحة قدر الإمكان، ويجب التحقق من التعاريف

والصياغة بدقة وتحديدها. يمكن أن يغطي اختيار الأحداث التي سيتم تضمينها في القائمة النهائية كلاً من وقوع الأحداث وعدم وقوعها (أي "لا تحدث زيادة في الأسعار" هي أحداث غير متكررة، في حين أن الأحداث مثل "زيادة الأسعار تحدث" فهي تحدث). بعد ذلك، يمكن أن تكون الأحداث التي تم النظر فيها مستقلة تمامًا أو متصلة بطريقة ما.

7-12 الطرق الكمية للتنبؤ

الأساليب الكمية للتنبؤ هي نماذج رياضية متسقة وموضوعية، كونها تبتعد عن بناء النتائج على الرأي والحدس، وتستخدم بدلاً من ذلك البيانات والأرقام التي يتم تحليلها وتفسيرها. تنطوي الطرق الكمية للتنبؤ على استخدام أدوات التحليل الإحصائي أي خوارزميات متفاوتة التعقيد، لتقييم وفهم الاتجاهات المستقبلية. تأتي الأساليب الكمية في نوعين رئيسيين: طرق السلاسل الزمنية والطرق التفسيرية. تجعل طرق السلاسل الزمنية التنبؤات تستند فقط إلى الأنماط التاريخية في البيانات.

7.12.1. طريقة المربعات الصغرى

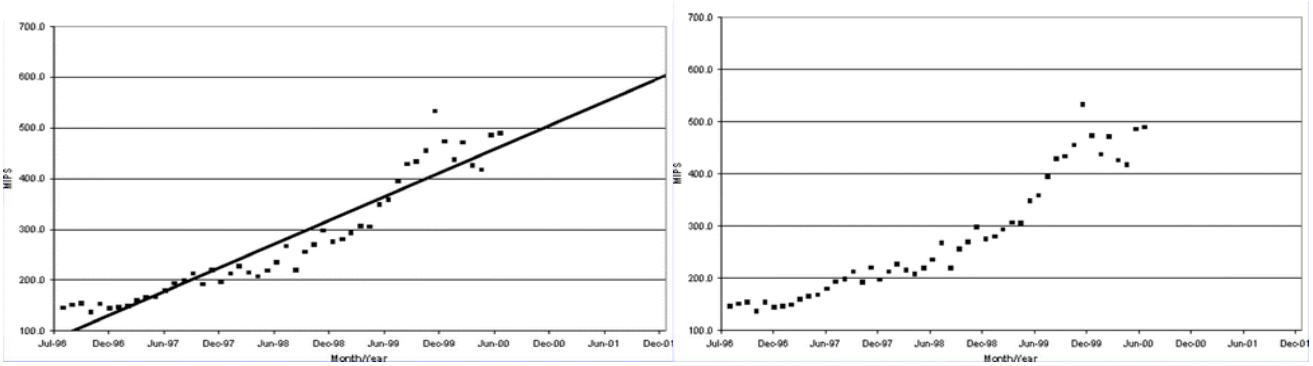
طريقة الانحدار للمربعات الصغرى هي تقنية شائعة الاستخدام في تحليل الانحدار. وهي طريقة رياضية تستخدم للعثور على أفضل خط مناسب يمثل العلاقة بين المتغير المستقل والتابع.

لفهم طريقة الانحدار للمربعات الصغرى، يتم رسم الخط الأكثر ملاءمة لتمثيل العلاقة بين متغيرين أو أكثر. لكي تكون أكثر تحديدًا، يتم رسم الخط الأكثر ملاءمة عبر مخطط مبعثر لنقاط البيانات لتمثيل العلاقة بين نقاط البيانات هذه.

يستخدم تحليل الانحدار الأساليب الرياضية مثل المربعات الصغرى للحصول على علاقة محددة بين المتغير المستقل والمتغير التابع. تعد طريقة المربعات الصغرى واحدة من أكثر الطرق فعالية لرسم الخط الأنسب، وتستند إلى فكرة أن مربع الأخطاء التي تم الحصول عليها يجب التقليل منه إلى أقصى حد ممكن ولذلك سميت طريقة المربعات الصغرى.

إذا أردنا أن نرسم أفضل خط مناسب يعطي صورة لمبيعات الشركة على مدار فترة من الزمن، فسيبدو الأمر كما يبينه الشكل (*7, 3*) التالي:

الشكل (7, 3): تحليل الانحدار



لاحظ أن الخط أقرب ما يكون إلى جميع نقاط البيانات المتناثرة، هذا هو شكل الخط الأنسب، لنرى كيفية حسابه؟

خطوات حساب أفضل خط ملائمة: لبدء إنشاء الخط الذي يصور العلاقة بين المتغيرات، لنلق نظرة على المعادلة أدناه:

$$y = mx + c$$

إنها معادلة بسيطة تمثل خطًا مستقيمًا بين بيانات ثنائية الأبعاد، أي المحور X والمحور Y. لنحل المعادلة:

- y : المتغير التابع
- m : ميل الخط
- x : المتغير المستقل
- c: نقطة التقاطع مع المحور y

لذا فإن الهدف هو حساب قيم الانحدار ونقطة تقاطع y واستبدال قيم $"x"$ المقابلة في المعادلة لاشتقاق قيمة المتغير التابع.

فلنفترض أن هناك نقاط بيانات.$"n"$

الخطوة 1 : حساب الميل m باستخدام الصيغة التالية:

$$m = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

الخطوة 2 :حساب تقاطع y: أي قيمة y عند النقطة التي يتقاطع فيها الخط مع المحورy:

$$c = y - mx$$

الخطوة 3 : استبدال القيم في المعادلة النهائية:

$$y = mx + c$$

مثال على طريقة المربعات الصغرى

وجد يوسف، وهو مدير التخزين في شركة أرام للبيع بالتجزئة، سعر قمصان مختلفة مقابل عدد القمصان التي تم بيعها في مخزنه على مدار أسبوع واحد. قام بجدولة هذا كما هو موضح بالجدول (*7, 1*) التالي:

الجدول (*7, 1*): بيانات المبيعات

سعر القمصان بالدولار (x)	عدد القمصان المباعة (y)
2	**4**
3	**5**
5	**7**
7	**10**
9	**15**

دعونا نستخدم مفهوم انحدار المربعات الصغرى للعثور على الخط الأنسب للبيانات المذكورة أعلاه.

الخطوة 1 :حساب الميل m باستخدام الصيغة التالية:

$$m = \frac{n\sum xy-(\sum x)(\sum y)}{n\sum x^2-(\sum x)^2}=1.518$$

بعد استبدال القيم المعنية، $m = 1.518$ تقريبًا.

الخطوة 2 :حساب قيمة تقاطع y : $c = y - mx$

بعد استبدال القيم المعنية، $c = 0.305$ تقريبًا.

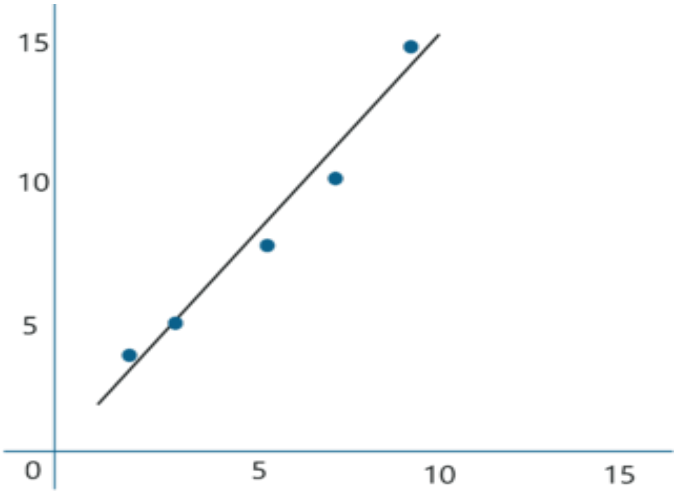
الخطوة 3 :استبدل القيم في المعادلة النهائية: $y = mx + c$

بمجرد استبدال القيم، يجب أن تبدو شيئًا كما في الجدول (*7, 2*):

الجدول (*7, 2*): استكمال بيانات معادلة الانحدار

سعر القمصان بالدولار (x)	عدد القمصان المباعة (y)	Y= mx+c	error
2	**4**	**3.3**	**-0.67**
3	**5**	**4.9**	**-0.14**
5	**7**	**7.9**	**0.89**
7	**10**	**10.9**	**0.93**
9	**15**	**13.9**	**-1.0**

لنقم بإنشاء رسم بياني (الشكل: *7, 4*) يمثل الخط $y = mx + c$ الأنسب:



الشكل *(7, 4)*: التمثيل البياني لخط الانحدار

يستطيع يوسف الآن استخدام المعادلة أعلاه لتقدير عدد القمصان بسعر 8 دولارات التي يمكنه بيعها في متجر البيع بالتجزئة.

تي شيرت $y = 1.518 \times 8 + 0.305 = 12.45$

أي تقريبا 13 تي شيرت! هذا هو مدى سهولة إجراء التنبؤات باستخدام الانحدار الخطي.

بعض الأشياء التي يجب وضعها في الاعتبار قبل تنفيذ طريقة انحدار المربعات الصغرى هي:

- يجب أن تكون البيانات خالية من القيم المتطرفة لأنها قد تؤدي إلى خط متحيز وخاطئ.
- يمكن رسم الخط الأكثر ملاءمة بشكل متكرر حتى تحصل على خط بحد أدنى من مربعات من الأخطاء المحتملة.
- تعمل هذه الطريقة بشكل جيد حتى مع البيانات غير الخطية.
- تقنيا الفرق بين القيمة الفعلية لـ *"y"* والقيمة المتوقعة لـ *"y"* تسمى المتبقية (تدل على الخطأ).

7.12.2. تحليل السلاسل الزمنية

السلسلة الزمنية *"Time series"* مجموعة من القياسات التاريخية المسجلة لمتغير واحد أو أكثر مرتبة وفق حدوثها في الزمن وتعطي قيم ظاهرة محددة ونقرأ هذه القيم من اليسار إلى اليمين فنقول أن أول n من هذه المشاهدة هي:

(x1 , x2 , x3 , ...,xn). وتعتبر السلاسل الزمنية من أهم أساليب التنبؤ حول المستقبل من خلال وقائع الأمس واليوم.

رياضياً: نقول إن متغير الزمن المستقل (t) والقيم المناظرة له المتغير التابع (y) وإن كل قيمة في الزمن t يقابلها قيم للمتغير التابع y فإن y دالة في الزمن t. وتعد نماذج السلسلة الزمنية النماذج المعبرة عن الطلب على السلع خلال الفترة الماضية

ولذلك نجدها تمثل الاتجاه العام للظاهرة بحيث تعكس تأثير التغيرات الموسمية والدورية والعشوائية الأمر الذي يجعل من تحليل نماذجها مؤشراً بأوزان العوامل المؤثرة فيها، وبالتالي يصبح استخدام المعلومات التي يمكن التوصل اليها من التحليل في عملية التنبؤ امراً متاحاً. وإن الإستراتيجية الأساسية من استخدام التنبؤ بنماذج السلاسل الزمنية هو لتحديد ضخامة وشكل كل عنصر أساسي موجود ضمن البيانات الماضية المعتمدة في العملية. سنتوسع في هذا المجال من خلال التطرق إلى أهم الأساليب التي تندرج ضمن نماذج السلسلة الزمنية وهي كالآتي:

1- أسلوب المتوسط المتحرك البسيط.
2- أسلوب المتوسط المتحرك المرجح.
3- أسلوب الانحدار الخطي.
4- نماذج التمهيد الاسي

من أهم السلاسل الزمنية هي المبيعات السنوية للشركات بكافة أوجه نشاطاتها والتعليم وحجم السكان وما شابه ذلك، والتغير الذي يحدث في قيم متغير السلسلة الزمنية أو قيم متغيراتها يعتبر دالة في الزمن يمكن تمثيلها بيانياً باتخاذ المحور الأفقي للزمن والرأسي لقيم المتغير.

مكونات السلسلة الزمنية: تتألف السلسلة الزمنية من أربع مكونات: الاتجاه العام *Secular Trend*، والتغيرات الموسمية *Seasonal Variations*، والتغيرات الدورية *Cyclical Variations*، التغيرات العشوائية أو العرضية *Irregular Variations*، تتأثر هذه المكونات (العناصر) الأربع الخاصة بالسلسلة الزمنية بالعوامل الاقتصادية والبيئية والاجتماعية والسياسية وما إلى ذلك.

7.12.2.1. المتوسط المتحرك البسيط

يعتبر من أبسط الأساليب الكمية المستخدمة في تنبؤ الطلب على المنتجات، ويقوم هذا الأسلوب على أساس اختيار عدد من الفترات الزمنية التي تستخدم في عملية التنبؤ، ثم حساب متوسط الطلب الفعلي لهذه الفترة لكي تمثل الطلب المتوقع للفترة المراد التنبؤ بها، ويتوقف تحديد عدد الفترات الزمنية المستخدمة في التنبؤ على خبرة القائم بعملية التنبؤ وطبيعة المنتج والصناعة ...الخ. والقاعدة الآتية تبين كيفية حساب المتوسط المتحرك:

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

حيث أن:

MA_t: المتوســـط المتحرك للفترة المقبلة t. وn: مجموع الفترات، وK : مؤشـــر الفترات ($k= 1, 2, 3, \dots$)، N: طول المتوسط ($t> N$)، $Dt\text{-}k$: الطلب الحقيقي للفترة $t\text{-}k$.

مثال: يبين الجدول (*7, 3*) بيانات الطلب الذي تحقق على عبوات العصـــير لشـــركة ماريو للأشـــهر الأربع لعام *2020* والمطلوب إجراء تنبؤ للأشهر *5-12* باستخدام متوسط متحرك طوله *4* أشهر.

الجدول (*7, 3*): بيانات الطلب

الشهر	الطلب(*1000*)	متوسط متحرك طوله *4* فترات
1	*25*	
2	*30*	
3	*32*	
4	*40*	
5	*48*	*(40+32+30+25)÷4 = 32*
6	*58*	*(48+40+32+30)÷4 = 38*
7	*65*	*(58+48+40+32)÷4 = 45*
8	*75*	*(65+58+48+40)÷4 = 53*
9	*70*	*(75+65+58+48)÷4 = 62*
10	*45*	*(70+75+65+58)÷4 = 67*
11	*40*	*(45+70+75+65)÷4 = 64*
12	*35*	*(40+45+70+75)÷4 = 58*

كلما تقدمت فترة واحدة يجري إسقاط فترة واحدة سابقة، ولهذا السبب تطلق تسمية المتوسطات المتحركة على هذا الأسلوب. لكن، يعاب على هذه الطريقة أنها لا تميز بين ما تعتقد فيه الإدارة من أنه مهم أو غير مهم، ولكن إذا كانت هناك فترات لها أهمية أكثر من فترات أخرى فيجب إعطائها وزنا أكبر من غيرها، وهو ما يعرف بأسلوب المتوسط المرجح.

7.12.2.2. المتوسط المتحرك المرجح

في حالة المتوسط المتحرك البسيط يكون الوزن نفسه (القيمة) لكل فترة زمنية، وفي حالة المتوسط المتحرك المرجح يمكن تخصيص أوزان مختلفة لكل فترة زمنية، ولغرض احتساب "المتوسط المرجح" لفترة محددة تجمع بيانات هذه الفترة مضروبة بأوزان مختلفة خاصة بالفترات الزمنية وتقسم على عدد الفترات.

يحسب المتوسط المتحرك المرجح بـ:

- ضرب قيمة الفترة في معامل (وزن) الفترة

- جمع النواتج

$$WMAt=wnAt-n + \dots wn-1At-2 + w1At-1$$

حيث: W تمثل وزن الفترة t. مع العلم أن مجموعة المعاملات يجب أن يساوي 1

مثال: إذا كان الطلب على منتج ما كما يبين الجدول (7, 4) التالي:

الجدول (7, 4): بيانات الطلب على المنتج

السنوات	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
الطلب الفعلي (بالآلاف)	24	30	36	36	40		
وزن الفترة	0	0.1	0.2	0.3	0.4		

كيف نحدد طلب سنة 2020،2021، باستعمال طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة؟

$$D2020 = (0.4*40) + (0.3*36) + (0.2*36) + (0.1*30) + (0* 24) = 37$$

$$D2021 = (0.4*37) + (0.3*40) + (0.2*36) + (0.1*36) + (0* 30) = 37.5$$

***7.12.2.3.* التجانس الأسي**

التسوية الأسية عبارة عن طريقة لاحتساب المتوسط تتفاعل مع التغييرات الحديثة بشكل أكثر قوة في الطلب عن طريق تعيين ثابت تسوية إلى البيانات الحديثة بشكل أكثر قوة؛ وتكون هذه التسوية مفيدة إذا كانت التغييرات الحديثة في البيانات ناتجة عن التغير الفعلي (على سبيل المثال، النمط الموسمي) بدلاً من كونها مجرد تقلبات عشوائية.

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) F_t$$

حيث:

$F_t + 1$ =التوقع للفترة التالية

D_t = الطلب الفعلي في الفترة الحالية

F_t = التوقع المحدد بشكل مسبق للفترة الحالية

مثال: باستعمال طريقة التهدئة الأسية مع معامل التهدئة $\alpha= 0.2$ ، ما هو تقدير طلب شهر نيسان إذا كان تقدير شهر أذار *794* وإذا كان الطلب للأشهر الثلاثة الأولى كالتالي:

الجدول (7, 5): بيانات الطلب على المنتج

الشهر	الطلب
كانون الثاني	800
شباط	760
أذار	822

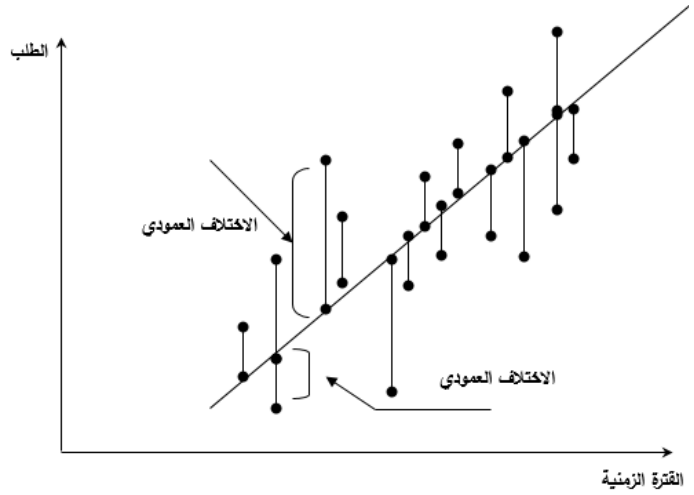
باستعمال العلاقة : $F_{t+1} = \alpha D_t + (1-\alpha) F_t$

$$F(\text{نيسان}) = 0.2*822 + 0.8 * 794 = 799.6$$

7.12.2.4. أسلوب الانحدار

يعد هذا الاسلوب من الاساليب الشائعة الاستعمال في التنبؤ بالطلب على المنتجات إذ تفترض هذه الطريقة أن الطلب على المنتجات يتغير بمرور الزمن وان ما حدث للطلب في الماضي يمكن أن يتكرر في المستقبل كما في الشكل (7, 5) التالي:

شكل (7, 5): تطابق معادلة الانحدار الخطي لمجموعة من المشاهدات



مثال: من خلال مبيعات السنوات الماضية لوحظ بأن هناك علاقة بين مصاريف الإعلان والطلب على العوازل الحرارية لشركة الصناعات الكهربائية.

الجدول (7, 6): بيانات الطلب على المنتج

مصاريف الاعلان (1000) X	الطلب (1000) Y	XY	X2	Y2
500	132	66000	250000	17424
260	58	15080	67600	3364
180	80	14400	32400	6400
200	50	10000	40000	2500
400	110	44000	160000	12100
1540	430	149480	550000	41788

باستخدام المعادلات السابقة فإن معادلة خط الانحدار تكون كالتالي:

$$Y = 15.16 + 0.23\ X$$

بفرض أن الشركة قد خصصت *310* ألاف وحدة نقدية كمصاريف اعلانية فإن المبيعات المتوقعة:

$$Y_{310} = 15.16 + (0.23)*(310) = 86.46$$

أي أن الطلب المتوقع هو *86.46* وحدة

7.12.2.5. معامل التحديد

في الإحصاء، معامل التحديد، يعني R^2 وينطق *"R squared"*، وهي نسبة التباين في المتغير التابع الذي يمكن التنبؤ به من المتغير المستقل (s). إنها إحصائية مستخدمة في سياق نماذج إحصائية غرضها الرئيسي هو إما التنبؤ من النتائج المستقبلية أو اختبار الفرضيات، على أساس المعلومات الأخرى ذات الصلة. ويوفر مقياسًا لكيفية تكرار النتائج المرصودة بواسطة النموذج، استنادًا إلى نسبة التباين الإجمالي للنتائج التي يفسرها النموذج. R^2 هو مربع معامل الارتباط المتعدد. في كلا الحالتين، تتراوح قيمة معامل التحديد بين *0* إلى *1*. افترض $R^2 = 0.49$ هذا يعني أن *49%* من تغيرات المتغير التابع قد تم حسابه، وما زالت نسبة الـ *51%* المتبقية من التغير غير معلومة.

7.12.2.5. التطبيق على المجالات الوظيفية المختلفة

يعد التنبؤ مثالاً ممتازًا بالغ الأهمية لإدارة جميع المجالات الوظيفية داخل الشركة. في منظمات الأعمال، يتم إجراء التوقعات في كل وظيفة تقريبًا وعلى كل مستوى تنظيمي. يتم تحديد الميزانيات والموارد المخصصة والجداول الزمنية بناءً على التوقعات. بدون توقعات للمستقبل، لن تكون الشركة قادرة على وضع أي خطط، بما في ذلك الخطط اليومية والطويلة المدى. يقوم مديرو العمليات بعمل العديد من التوقعات، مثل الطلب المتوقع على منتجات الشركة. تُستخدم هذه التوقعات بعد ذلك لتحديد تصميمات المنتجات المتوقع بيعها، وكمية المنتج المراد إنتاجه، وكمية اللوازم والمواد اللازمة. أيضًا، تستخدم الشركة التوقعات لتحديد متطلبات المساحة المستقبلية، واحتياجات السعة والموقع، وكمية العمالة المطلوبة. تدفع التوقعات قرارات العمليات الإستراتيجية، مثل اختيار الأولويات التنافسية، والتغييرات في العمليات، وعمليات شراء التكنولوجيا الكبيرة. تعمل قرارات التوقعات أيضًا كأساس للتخطيط التكتيكي، مثل تطوير جداول العمال، حيث تعتمد جميع قرارات إدارة العمليات تقريبًا على توقعات المستقبل.

يعتمد التسويق بشكل كبير على أدوات التنبؤ لتوليد تنبؤات للطلب والمبيعات المستقبلية. ومع ذلك، يحتاج قسم **التسويق** أيضًا إلى توقع حجم الأسواق والمنافسة الجديدة والاتجاهات المستقبلية والتغيرات في تفضيلات المستهلك. يتم استخدام معظم طرق التنبؤ التي تمت مناقشتها في هذا الفصل عن طريق التسويق. يعمل التسويق غالبًا جنبًا إلى جنب مع العمليات لتقييم الطلبات المستقبلية. ويستخدم **التمويل** أدوات التنبؤ للتنبؤ بأسعار الأسهم والأداء المالي واحتياجات الاستثمار الرأسمالي وعوائد محفظة الاستثمار. وتؤثر دقة توقعات الطلب بدورها على قدرة التمويل على تخطيط التدفقات النقدية والاحتياجات المالية المستقبلية. وتلعب **أنظمة المعلومات** دورًا مهمًا في عملية التنبؤ. تتطلب توقعات اليوم مشاركة المعلومات وقواعد البيانات ليس فقط داخل الشركة ولكن أيضًا بين كيانات الأعمال. غالبًا ما تشارك الشركات توقعاتها أو تطلب معلومات مع مورديها. لن تكون هذه القدرات ممكنة بدون نظام معلومات حديث. وتعتمد الموارد البشرية على التنبؤ لتحديد متطلبات التوظيف المستقبلية. بالإضافة إلى ذلك، يتم عمل **توقعات لسوق العمل**، وتوافر مهارات العمل، والأجور والتعويضات المستقبلية، وتكاليف التوظيف وتسريح العمال، وتكاليف التدريب. من أجل توظيف المواهب المناسبة، يجب التنبؤ باحتياجات العمالة وتوافرها. ويعتمد **الاقتصاد** على التنبؤ للتنبؤ بمدة دورات العمل ونقاط التحول الاقتصادي والظروف الاقتصادية العامة التي تؤثر على الأعمال. عندما تكون هناك حاجة لخطة عمل، تستند تلك الخطة إلى بعض التوقعات للمستقبل. يبدأ التخطيط السليم للمستقبل بتوقعات جيدة، سواء في مجال الأعمال أو الصناعة أو الحكومة أو في مجالات أخرى مثل الطب والهندسة والعلوم.

13-7 اختيار طريقة التنبؤ المناسبة

تتعامل المنظمة مع التنوع والتعقيد المتزايد لمشاكل التنبؤ الإداري، فهناك العديد من تقنيات التنبؤ (المذكورة في الفقرات السابقة)، ولكل منها له استخدام خاص، ويجب توخي الحذر لتحديد التقنية الصحيحة لتطبيق معين. المدير وكذلك يلعب المتنبئ دور في اختيار التقنية؛ وكلما تفهموا بشكل أفضل نطاق إمكانيات التنبؤ، زادت احتمالية أن تؤتي جهود الشركة للتنبؤ ثمارها. ويعتمد اختيار الطريقة على العديد من العوامل: سياق التوقعات، وأهمية وتوافر البيانات التاريخية، ودرجة الدقة المطلوبة، والفترة الزمنية المتوقعة، وتكلفة/فائدة أو القيمة التنبؤ للشركة، والوقت المتاح لإجراء التحليل. ويتأثر اختيار تقنية التنبؤ بشكل كبير بمرحلة دورة حياة المنتج وأحيانًا بنوع الشركة أو الصناعة التي يتم اتخاذ قرار بشأنها.

هناك عدد من العوامل التي تؤثر على اختيار نموذج التنبؤ. وهي تشمل ما يلي:

1) كمية ونوع البيانات المتاحة. تتطلب نماذج التنبؤ الكمي أنواعًا معينة من البيانات. إذا لم تكن هناك بيانات كافية في شكل قابل للقياس الكمي، فقد يكون من الضروري استخدام نموذج التنبؤ النوعي.

كما تتطلب النماذج الكمية المختلفة كميات مختلفة من البيانات. يتطلب التمهيد الأسي كمية صغيرة من البيانات التاريخية، بينما يتطلب الانحدار الخطي أكثر بكثير.

2) درجة الدقة المطلوبة. يرتبط نوع النموذج المحدد بدرجة الدقة المطلوبة. تتطلب بعض المواقف تقديرات تقريبية فقط، بينما تتطلب المواقف الأخرى دقة دقيقة. في كثير من الأحيان، كلما زادت درجة الدقة المطلوبة، زادت تكلفة عملية التنبؤ. وذلك لأن زيادة الدقة تعني زيادة تكاليف جمع البيانات ومعالجتها، بالإضافة إلى تكلفة برامج الكمبيوتر المطلوبة.
3) طول أفق التوقعات. بعض نماذج التنبؤ مناسبة بشكل أفضل لآفاق التوقعات القصيرة، في حين أن البعض الآخر أفضل للآفاق الطويلة. من المهم جدًا اختيار النموذج الصحيح لأفق التوقعات المستخدم. على سبيل المثال، تستخدم الشركة المصنعة التي ترغب في توقع مبيعات منتج للأشهر الثلاثة المقبلة نموذجًا للتنبؤ مختلفًا تمامًا عن أحد المرافق الكهربائية التي ترغب في توقع الطلب على الكهرباء على مدى السنوات الخمس والعشرين القادمة.
4) أنماط البيانات الموجودة. من المهم جداً تحديد الأنماط في البيانات واختيار النموذج المناسب. على سبيل المثال، يمكن أن يحدث تأخر عند تطبيق نموذج تنبؤ مخصص لنمط المستوى على البيانات ذات الاتجاه.

يخضع اختيار الطريقة المناسبة بشكل طبيعي للغرض الذي يتم تقديمه من خلال التوقعات. على المدى القصير، لا يوجد وقت كافٍ لتقدير تأثير الاستراتيجيات الجديدة وللماضي تأثير مهيمن على الطلب. هذا هو السبب في أن نهج السلسلة الزمنية أكثر ملاءمة للاحتياجات قصيرة ومتوسطة الأجل. وللتنبؤ على المدى الطويل، تبدو النماذج السببية مناسبة بشكل أفضل.

ولا يمكن النظر في الطلب على المدى الطويل بمعزل عن إجمالي الطلب المحتمل الذي يمكن تقييمه من خلال أخذ رأي الخبراء حول الحالة المحتملة للعوامل البيئية. وبالنسبة لتوقعات المبيعات قصيرة المدى (تختلف عن توقعات الطلب)، كلما اقتربنا من المشتري النهائي، سيكون مفضلا أخذ آراء مجموعة قوة المبيعات. يجب النظر إلى توقعات المبيعات في سياق نمو الطلب الكلي في البلد أو المنطقة. يلعب رأي الخبراء وعينة المسوحات دورًا مهمًا كبديل للبيانات السابقة عندما لا تكون متاحة وبالتالي فهي مفيدة جدًا كدعم للتنبؤات القصيرة والطويلة الأجل.

7-14 قياس أخطاء التنبؤ

ما الذي يجعل التوقعات جيدة؟ بطبيعة الحال، فإن التوقعات الجيدة هي توقعات دقيقة. ولكن، ما هو أفضل مقياس مطلق لاستخدامه لقياس دقة التنبؤ؟

لنبدأ بتوقعات نموذجية. يمثل الجدول التالي التوقعات والحقائق الفعلية لحركة العملاء في متجر صغير ومتخصص للبيع بالتجزئة (يمكنك أيضًا أن تتخيل أن هذا يمثل حركة الأقدام في قسم داخل متجر أكبر أيضًا) .هل هذه توقعات جيدة أم سيئة؟

الجدول (7, 7): بيانات الطلب على المنتج

	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	مجموع
التوقعات	81	54	61	68	92	105	121	582
الفعلية	78	62	64	72	84	124	98	582

من المؤكد أن التوقعات الأسبوعية جيدة. بعد كل شيء، تقول التوقعات أن 582 عميلًا سيزورون المتجر، وبحلول نهاية الأسبوع، قام 582 عميلًا بزيارة المتجر.

المشاكل هي التوقعات اليومية. هناك بعض التقلبات الكبيرة، وخاصة في نهاية الأسبوع، والتي تتسبب في اختلال العمالة مع الطلب. نظرًا لأننا نحاول مواءمة العمالة مع الطلب، فإن فهم هذه التقلبات - أخطاء التنبؤ هذه - أمر مهم. ومن السهل إلقاء نظرة على هذه التوقعات وتحديد المشاكل. ومع ذلك، من الصعب القيام بذلك أكثر من عدد قليل من المتاجر لأكثر من بضعة أسابيع. للتغلب على هذا التحدي، سنحتاج إلى استخدام مقياس لتلخيص دقة التوقعات. هذا لا يسمح لنا فقط بالنظر إلى العديد من نقاط البيانات، ولكن يسمح لنا بمقارنة التوقعات. يكون هذا مفيدًا عندما نريد تحديد ما إذا كانت إحدى طرق التنبؤ أفضل من أخرى، أو إذا توقعنا أن نظام إدارة القوى العاملة أنتج أفضل من تلك التي يوفرها نظام التمويل، أو إذا كانت التنبؤات أكثر أو أقل دقة بمرور الوقت. عملية حسابية بسيطة لقياس دقة التنبؤ .يشار إليها رسميًا باسم "متوسط النسبة المئوية للخطأ"،

أو *MPE* تحسب على النحو التالي:

متوسط النسبة المئوية للخطأ **(MFE)** للفترات الزمنية n التي لدينا فيها قيم الطلب والطلب الفعلية:

$$MFE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(e_i)}{n}$$

القيمة المثالية = *0*؛

MFE > 0، يميل النموذج إلى توقعات

MFE < 0، يميل النموذج إلى الإفراط في التنبؤ

أو بطريقة أخرى:

$$MPE = (R-F/R)* 100$$

متوسط النسبة المئوية للخطأ (*MPE*)= (الفعلي(*R*) – التنبؤ(*F*)) ÷ الفعلي(*R*)) * 100

بتطبيق هذا الحساب على الأحد في جدولنا أعلاه، يمكننا العثور بسرعة على الخطأ لذلك اليوم بنسبة -3.9 بالمائة .

$$MPE = ((79-81) / 79) \times 100 = -3.9$$

وهذا يعني أن النتائج الفعلية كانت أقل بنسبة 3.9 في المائة مما كان متوقعًا .

تكمن المشكلة في أنه عندما تبدأ في تلخيص *MPE* لتوقعات متعددة، فإن القيمة الإجمالية لا تمثل معدل الخطأ في *MPEs* الفردية .خذ بعين الاعتبار الجدول التالي:

الجدول (7, 8): بيانات الطلب على المنتج

	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الاربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	مجموع
التوقعات	81	54	61	68	92	105	121	582
الفعلية	78	62	64	72	84	124	98	582
+/-	-3	8	3	4	-8	19	-23	المتوسط
MPE	-3.9	12.9	4.7	5.6	-9.5	15.3	-23.5	-0.2

ما مدى دقة جميع التوقعات للأسبوع؟ بمتوسط توقعات كل يوم، أحصل على 0.2 بالمائة... .

هل يمثل -0.2 بالمائة بدقة معدل الخطأ الأسبوع الماضي؟ لا على الاطلاق .وكانت أكثر التوقعات دقة يوم الأحد عند -3.9٪ بينما كانت التوقعات الأسوأ يوم السبت عند -23.5٪ !

المشكلة هي أن القيم السلبية والإيجابية تلغي بعضها البعض عند حساب المتوسط .لحسن الحظ، هناك طريقة سهلة لإصلاح المشكلة باستخدام "خطأ النسبة المئوية المطلقة"، أو*MAPE* ، والتي يتم حسابها على النحو التالي:

متوسط الانحراف المطلق(MAD) للفترات الزمنية n التي لدينا فيها قيم الطلب والطلب الفعلية:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^{n} |e_i|}{n}$$

أو:

$$MAPE = (A*(R-F)/F)*100$$

خطأ النسبة المئوية المطلقة (*MAPE*) = القيمة المطلقة ((الفعلية(*R*) – التوقعات(*F*)) / الفعلية(*F*)) × 100

يشبه *MAPE* بشكل ملحوظ *MPE* مع استثناء واحد كبير .الاستثناء هو أنك تأخذ القيمة المطلقة للفرق بين الفعلي والمتوقع .دعونا نرى كيف يعمل الحساب ليوم الأحد:

$$MAPE = |((79-81)/79)|*100=3.9$$

كما ترى، القيمة المطلقة تزيل القيمة السالبة .هذا يسمح لنا بتلخيص قيم متعددة والحصول على فهم أفضل لمعدل الخطأ الحقيقي لتوقعاتنا:

الجدول (7, 9): بيانات الطلب على المنتج

	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	مجموع
التوقعات	81	54	61	68	92	105	121	582
الفعلية	78	62	64	72	84	124	98	582
+/-	-3	8	3	4	-8	19	-23	المتوسط
MPE	-3.9	12.9	4.7	5.6	-9.5	15.3	-23.5	-0.2
MAPE	3.9	12.9	4.7	5.6	9.5	15.3	23.5	10.8

كما نرى، فإن القيمة الإجمالية لـ *MAPE* هي 10.8 .هذا مقياس أكثر تمثيلاً لجودة توقعاتنا الإجمالية من -0.2 بالمائة التي حصلنا عليها من*MPE*.

يوفر *MAPE* نفس الفوائد مثل *MPE* (سهل الحساب، سهل الفهم) بالإضافة إلى حصولنا على تمثيل أفضل لخطأ التوقعات الحقيقي. وعندما يتعلق الأمر بتنبؤات العمالة، فإن كوننا فوق القيم الفعلية يعني أننا نستخدم الكثير من العمالة وتضيع المرتبات. يعني كوننا أقل من القيم الفعلية أننا نفتقد فرصة وتؤثر سلبًا على تجربة العملاء. ومن حيث تقييم دقة التوقعات، لا

يوجد مقياس أفضل عالميًا من مقياس آخر. يتعلق الأمر كله بما نريد استخدام المقياس من أجله:

1. يخبرنا التحيز في التوقعات ما إذا كنا نزيد بشكل منهجي أو أقل من التوقعات. المقاييس الأخرى لا تخبرنا بذلك.
2. يقيس *MAD* الخطأ المتوقع في الوحدات. يمكن استخدامه، على سبيل المثال، لمقارنة نتائج نماذج التنبؤ المختلفة المطبقة على نفس المنتج. ومع ذلك، فإن مقياس *MAD* غير مناسب للمقارنة بين مجموعات البيانات المختلفة.
3. يُعد *MAPE* أفضل لإجراء المقارنات حيث يتم وضع خطأ التوقعات فيما يتعلق بالمبيعات. ومع ذلك، نظرًا لأن جميع المنتجات لها نفس الوزن، يمكن أن تعطي قيم خطأ عالية جدًا عندما تحتوي العينة على العديد من العوامل البطيئة. باستخدام *MAPE* المرجحة بالحجم، يتم وضع أهمية أكبر على البائعين. الجانب السلبي لهذا، هو أنه حتى أخطاء التوقعات العالية جدًا يمكن أن تمر دون أن يلاحظها أحد. لذلك، يجب أيضًا اختيار مقياس دقة التنبؤ لمطابقة مستويات التجميع وأفق التخطيط ذات الصلة.

7-15 كيف تساعد أجهزة الكمبيوتر في التنبؤ

تم إلقاء اللوم على أنظمة *Satnavs* في جميع أنواع حوادث السيارات. في أحد الحوادث البارزة، قاد سائق ألماني سيارته إلى نهر هافيل مباشرة بعد اتباع تعليمات جهازه. أظهر عرض أنظمة *Satnavs* جسراً عبر النهر عندما كان يجب أن يشير إلى عبارة تجنب أو احذر. متجاهلاً تحذيرات الركاب والمارة والأضواء الحمراء الوامضة، قاد السائق بطاعة سيارته *BMW* من نهاية المنحدر إلى 13 قدمًا تحت الماء. هذا الإيمان الذي لا جدال فيه في أجهزة الكمبيوتر يسمى بتحيز الأتمتة. ولكن من الغريب أنه عندما يضع الناس توقعات - لأداء الاستثمار أو المبيعات أو الأحداث الرياضية أو الدخل المستقبلي - يبدو أنهم أقل رغبة في تصديق ما تخبرهم به خوارزمية الكمبيوتر المتطورة. إنهم يفضلون استخدام حكمهم الخاص، حتى إذا كان هناك دليل واضح على أن توقعات الكمبيوتر أكثر دقة.

كشفت الأبحاث أن المديرين في بعض الشركات تجاوزوا ما يصل إلى 90 ٪ من توقعات المبيعات المستندة إلى الكمبيوتر لصالح الشعور الغريزي الخاص بهم. فعلوا ذلك على الرغم من الحاجة إلى عمل توقعات لمئات المنتجات كل أسبوع. ربما يتم إجراء بعض هذه التدخلات لأسباب غامضة (قد يرضي ارتفاع توقعات المبيعات الرئيس) والبعض الآخر ببساطة لتبرير دور المدير. ولكن هناك أدلة على أن الناس يعتقدون بشكل عام أن أحكامهم هي أكثر دقة من توقعات الكمبيوتر.

في تجربة أسترالية، استمر المشاركون في الاعتماد على حكمهم الخاص حتى عندما قام الكمبيوتر بإرسال رسائل مثل:

"يرجى الانتباه إلى أنك أقل دقة بنسبة 18.1٪ من التوقعات المقدمة لك".

يبدو أن انعدام الثقة في أجهزة الكمبيوتر يمتد إلى التوقعات المالية الشخصية. فلماذا لا يثق الناس في أجهزة الكمبيوتر عندما يتعلق الأمر بالتنبؤات؟ بعد كل شيء، نحن على استعداد للثقة بهم في العديد من الجوانب الأخرى في حياتنا. يتم الاعتماد عليها للحصول على رصيدنا المصرفي بشكل صحيح، والتعامل مع رسائل البريد الإلكتروني أو التحليق بطائراتنا.

بينما يتوقع الناس أن يرتكب البشر الأخطاء - فالخطأ هو الإنسان بعد كل شيء - لديهم توقعات أعلى بكثير من أجهزة الكمبيوتر. ولكن هذا يعني أنه عندما لا يتم تلبية هذه التوقعات، فإن أجهزة الكمبيوتر ستنخفض أكثر. يتم تضخيم أي أخطاء واضحة يرتكبها الكمبيوتر في تصوراتنا، وبالتالي فإنها تقوض ثقتنا. من ناحية أخرى، يتم إعطاء البشر بشكل متكرر فائدة الشك.

تتكون الأشياء التي نريد التنبؤ بها عادة من أنماط منهجية، مثل الاتجاهات، التي يمكننا التنبؤ بها، والعشوائية، التي لا نستطيع. على سبيل المثال، تعرف محلات السوبر ماركت أن مبيعات الحساء سترتفع في الشتاء وستنخفض في الصيف. لكن نزوات العملاء والطقس المتغير ومجموعة من العوامل الأخرى تعني أنه لا يمكن التنبؤ بالطلب بالضبط.

نظرًا لعدم وجود فائدة في محاولة التنبؤ بعنصر الإنتاج العشوائي، فقد تم تصميم خوارزميات الكمبيوتر لتصفية هذا العنصر بحيث لا تتنبأ إلا بالنمط المنهجي الأساسي. ونتيجة لذلك، نادرًا ما تكون توقعاتهم هي نفسها الإنتاج الفعلي. هذا النوع من الاختلافات يجعل المديرين يشكون في كفاءة الكمبيوتر. ويؤدي الميل إلى رؤية أنماط منهجية وهمية في الأحداث العشوائية إلى تفاقم هذه الشكوك. بمجرد أن نعتقد أننا اكتشفنا نمطًا فاته الكمبيوتر، فإن رغبتنا في تجاوز توقعاته اللاحقة تصبح لا تقاوم. والأسوأ من ذلك، نحن بارعون في اختراع تفسيرات لهذه التقلبات العشوائية - مدير المبيعات الجديد هو "عجائب العمل" أو سوء الأحوال الجوية في الصين يؤدي إلى انخفاض سعر سهم الشركة. لذلك تعززت ثقتنا في تفوق حكمنا.

تميل *Satnavs* إلى أن تكون صحيحة في معظم الوقت حتى يمكن للسائق أن يصبح راضيًا وغير مكترث. في المقابل، يبدو أن توقعات الكمبيوتر خاطئة (إلى حد ما) طوال الوقت تقريبًا، لذلك نصبح أكثر يقظة. ولكن من المحتمل أن تكون هذه اليقظة في غير محلها. عادةً ما ينتج عن الوقت والجهد العقلي الذي يتخطى التنبؤات نتيجة واحدة فقط - حكم غير دقيق يحل محل توقع كمبيوتر دقيق نسبيًا.

المراجع والمصادر *References*

1. ماضي، محمد توفيق، **" ادارة الإنتاج والعمليات: مدخل اتخاذ القرارات "**، الدار الجامعية للطبع والنشر، القاهرة، 1999: 282
2. محسن، عبد الكريم – النجار، صباح مجيد، **" ادارة الإنتاج والعمليات "**، دار وائل للطباعة والنشر،2006**:** 106
3. *Anderson, D. et al., 2012. Quantitative Methods for Business (Book Only). 1th ed. London: Cengage Learning.*
4. *Evan J. Douglas, Scott (1995). Managerial economics analysis and strategy. 4th ed., Prentice Hall international ed. London, 655 p.*
5. *Dwyer, L., Gill, A. & Seetaram, N. e., 2012. Handbook of research methods in tourism: Quantitative and qualitative approaches. London: Edward Elgar Publishing.*
6. *Fleischmann, B., van Nunen, J., Speranza, M. & Stähly, P. e., 2012. Advances in distribution logistics (Vol. 460). 1 ed. London: Springer Science & Business Media.*
7. *Frechtling, D., 2012. Forecasting tourism demand. 1 ed. London: Routledge.*
8. *Ghiani, G., Laporte, G. & Musmanno, R., 2013. Introduction to logistics systems management. 1 ed. London: John Wiley & Sons.*
9. *Guest, G., Namey, E. & Mitchell, M., 2012. Collecting qualitative data: A field manual for applied research. 1 ed. New Delhi: Sage.*
10. *Montgomery, D., Jennings, C. & Kulahci, M., 2015. Introduction to time series analysis and forecasting. 1 ed. London: John Wiley & Sons.*
11. *Punch, K., 2013. Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches. 1 ed. New Delhi: sage.*

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
يجب على المديرين محاولة الإكثار من عنصر التخمين في إعداد التوقعات.		خطأ
يوفر التنبؤ المعرفة حول طبيعة الظروف المستقبلية.	صح	
تشير الاستجابة الفورية وتوقع كل شيء إلى الخجل من الاستهلاك بشكل واضح للغاية.		خطأ
يشير المعنى المرتبط بالشراء القائم على القيم إلى أن التكنولوجيا تقدم تجربة أسهل، وأكثر فورية وديهية.		خطأ
على العموم أصبحت عادات المستهلكين في قراراتهم الشرائية "أكثر تعمدًا وهادفة".	صح	
يطالب العملاء بقليل من التوافق بين قيم الشركة وقيمهم الخاصة.		خطأ
إحدى السمات البارزة التي يبحث عنها الناس في مشترياتهم اليوم هي الأبدية.	صح	
أصبح الوعي بالحساسية البيئية جزءًا من التفكير وراء تفاعلات خدمة العملاء.	صح	
في الظروف الاعتيادية كلما ارتفع سعر السلعة ازدادت الكمية المطلوبة منها والعكس صحيح.		خطأ
العلاقة عكسية وطردية بين الكمية المطلوبة من سلعه ما واسعار السلع البديلة المنافسة لها.	صح	
تنخفض دقة التوقعات مع إنقاص الفترة الزمنية التي تغطيها التوقعات.		خطأ
بشكل عام، التوقعات طويلة المدى أكثر دقة من التوقعات قصيرة المدى.		خطأ
تركز طريقة التنبؤ النوعي على نهج التلخيص لإجراء عملية التنبؤ.	صح	
الآراء التنفيذية قد تكون الوسيلة الوحيدة للتنبؤ المجدي في غياب البيانات الكافية.	صح	
يجتمع الخبراء كمجموعة، لتقليل احتمال التوصل إلى توافق في الآراء بسبب عوامل الشخصية السائدة.		خطأ

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

1) يوفر التحليل السابق والحالي للأحداث القاعدة المفيدة في جمع المعلومات:

A. حول تحققها رياضيا
B. قوة تأكدها احصائيا
C. حول حدوثها في المستقبل
D. كل الخيارات السابقة خاطئة

2) يجب الاعتراف بأن عملية التنبؤ تنطوي على:

A. عامل اليقين
B. عامل الاقتناع
C. عنصر التأكد
D. عنصر التخمين

3) يمكن تحديد السمات التالية للتنبؤ:

A. يتعلق التنبؤ بالأحداث المستقبلية.
B. يحدد احتمال حدوث الأحداث المستقبلية..

C. يتم التنبؤ عن طريق تحليل العوامل الماضية والحالية ذات الصلة.
D. كل الإجابات السابقة صحيحة

4) من الاتجاهات في طلب العملاء:
A. السرعة
B. التريث
C. الروية
D. التأن

5) تتأثر الكمية المطلوبة من سلعه ما بعدد من العوامل يمكن اجمالها بالآتي:
A. القرارات، الاستهلاك، الادخار، عوامل اخرى مثل التخزين.
B. الاستيعاب، الرهبة، النكهة، عناصر اخرى مثل التأفف.
C. الإدراك، الخوف، الطعم، وسطاء اخرى مثل الانفعال.
D. الأسعار، الدخل، الذوق، عوامل اخرى مثل الطقس.

6) إذا توقع المستهلك أن سعر سلعة معينة سوف يرتفع، فإن هذا التوقع:
A. سيدفعه إلى تخفيض الطلب عليها وخاصة إذا كانت السلع قابله للخزن
B. سيدفعه إلى تخفيض الاستجابة عليها وخاصة إذا كانت السلع قابله للبيع
C. سيدفعه إلى زيادة العرض منها وخاصة إذا كانت السلع قابله للبيع والشراء
D. سيدفعه إلى زيادة الطلب عليها وخاصة إذا كانت السلع قابله للخزن

7) إذا ارتفع دخل المستهلك سوف:
A. يقل طلبه على السلعة وتصرفه صائب.
B. ينخفض طلبه على السلعة والصحيح يقل.
C. يرتفع عرضه من السلعة والسليم فعل هذا.
D. يزداد طلبه على السلعة والعكس صحيح.

8) لا يمكن للمنشأة إنتاج أي وحدات إضافية دون:
A. تغيير محفظتها الإنتاجية
B. تبديل معداتها الصناعية
C. تحويل مواردها الطبيعية
D. تغيير مصادرها الشرائية

9) تهدف العديد من المنظمات إلى إيجاد توازن جيد بين:
A. تشغيل الأموال، ومتوسط العمال، ومبيعات السلع
B. تدوير الفاقد، ومتوسط التخزين، ومبيعات التسويق
C. استخدام الموارد، ومعدل الإنتاج، وجودة السلع
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

10) هناك ثلاث استراتيجيات للتعامل مع تباينات العرض والطلب هي:
A. مقياس التحمل، وتعقب العرض وإدارة الإمكانات
B. مؤشر التثبيت، وتتبع الاقتراح وشمول الحالات

C. معيار التوثيق، وتسلسل العمليات وتمكين الآلات
D. مستوى الطاقة، مطاردة الطلب وإدارة القدرات

11) إستراتيجية القدرة على المستوى بسيطة للغاية إذا كان الطلب أقل من الطاقة، يتم:
A. ترشيد التصنيع الأساسي لخط الإنتاج
B. عقلنة التحضير الجوهري لخط الإنتاج
C. إهدار الطاقة الإضافية الخاملة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

12) عندما يكون الطلب أكثر من الطاقة، فإنه:
A. لا يستطيع تلبية الطلب الأعلى
B. لا يعجز عن تلبية الطلب الأعلى
C. لا يتمكن من تلبية الطلب الأدنى
D. لا يتمكن من تلبية العرض الأدنى

13) يؤدي الفشل في مزامنة العرض والطلب إلى:
A. تدني التكاليف بسبب زيادة العائد عندما يكون الإنتاج غير كافٍ.
B. استقرار التكاليف بسبب ثبات الدخل عندما يكون الطلب مناسب.
C. ارتفاع التكاليف بسبب خسارة الدخل عندما يكون الطلب غير كافٍ.
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

14) من المصادر المتعددة لتغير الطلب:
A. ثبات تفضيلات العملاء
B. استقرار تفضيلات العملاء
C. زيادة تفضيلات العملاء
D. تقلب تفضيلات العملاء

15) هناك في الأساس نهجان للتنبؤ بما يمكن أن يحدث في المستقبل، وهما:
A. الأساليب الشخصية والجماعية
B. الأساليب المنهجية والارتجالية
C. الأساليب النظامية والمختلطة
D. الأساليب النوعية والكمية

16) تتضمن التقنيات النوعية استخدام المعلومات التي تم جمعها من:
A. رأي الخبراء
B. أبحاث السوق
C. مجموعات التركيز
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

17) تبتعد الأساليب الكمية للتنبؤ عن:
A. بناء النتائج على الرأي والحدس
B. بناء النتائج على الأرقام والأعداد
C. بناء النتائج على البيانات والدراسات

D. ليس مما سبق

18) تفترض تقنيات التنبؤ بشكل عام أن نفس العلاقة السببية الكامنة التي كانت موجودة في الماضي:
A. ستتوقف في المستقبل
B. ستختلف في المستقبل
C. ستتباين في المستقبل
D. ستستمر في المستقبل

19) يمكن أن يكون النهج النوعي مفيدًا في:
A. صياغة التنبؤات طويلة المدى
B. صياغة التنبؤات متوسطة المجال
C. صياغة التنبؤات بعيدة الهدف
D. صياغة التنبؤات قصيرة المدى

20) يُشار إلى الموثوقية المنخفضة على أنها العيب الرئيسي:
A. لطريقة دلفي
B. لطريقة استطلاعات المستهلك
C. لطريقة اقتراع فريق المبيعات
D. ليس مما سبق

21) تحليل التأثيرات المتقاطعة هي منهجية للمساعدة في تحديد كيفية:
A. فاعلية النتائج بين الظواهر على المحصلات الناتجة
B. كفاءة المحصلات بين الأحداث على النتائج الناتجة
C. تأثير العلاقات بين الأحداث على الأحداث الناتجة
D. ربط العلاقات بين النتائج على العوائد الناتجة

22) يتأثر اختيار تقنية التنبؤ بشكل كبير:
A. بمرحلة دورة حياة المنتج
B. بمؤشر استخدام المنتج
C. بمقياس استغلال المنتج
D. بمعيار استغلال المنتج

الوحدة 8

نظام فقط في الوقت المناسب "*JIT*" ونظام الإنتاج الرشيق

كلمات مفتاحية: نظام *JIT*، نظام *Lean*، استراتيجيات هوشين كانري، *Jidoka*، كانبان، كايزن،

ملخص الفصل:

غالبًا ما يتم استخدام المصطلحين في الوقت المناسب أو *JIT* والرشيق *Lean Systems*، كما لو كانا نفس الشيء، لكنهما ليسا مفاهيم متطابقة. يركز التصنيع في الوقت المناسب على الكفاءة، بينما يركز التصنيع الرشيق على استخدام الكفاءة لإضافة قيمة للعملاء. إنها ليست مسألة إما أو: يمكن ممارسة التصنيع في الوقت المناسب بمفرده، أو كخطوة واحدة في عملية التصنيع الرشيق في الشركة. سنتناول في هذا الفصل فلسفة التصنيع "فقط في الوقت المناسب" وفلسفة نظام الإنتاج الرشيق لتحسين التدفق والسحب، ونستعرض استراتيجيات هوشين كانري واستخدام *Jidoka* لحل المشاكل، والآلية التي تمكننا من التوفيق بين الكمية الاقتصادية للطلب *EOQ* ونظام فقط في الوقت المناسب *JIT*، ونستكمل الصورة بعرض استراتيجيات وتكتيكات الإنتاج الرشيق (نظام كانبان، نظام كايزن، نظام التصنيع المرن) للقضاء على النفايات.

المخرجات والأهداف التعليمية:

1. استيعاب الطلاب لفلسفة التصنيع "فقط في الوقت المناسب"
2. استيعاب الطلاب لمفهوم الإنتاج الرشيق لتحسين التدفق والسحب
3. استيعاب لاستراتيجيات هوشين كانري واستخدام *Jidoka* لحل المشاكل
4. تمكن الطلاب من ألية التوفيق بين *EOQ* ونظام فقط في الوقت المناسب *JIT*،
5. استيعاب الطلاب لاستراتيجيات وتكتيكات الإنتاج الرشيق (نظام كانبان، نظام كايزن، نظام التصنيع المرن) للقضاء على النفايات.

مقدمة

تتمتع *JIT* و *Lean Manufacturing* بتاريخ مثير للاهتمام في صناعة السيارات. قبل مفهوم *JIT*، ابتكر المصنعون منتجاتهم مع فائض وغالبًا قبل وقت طويل من الحاجة. قام *H. Ford* بتنفيذ *JIT* في مصنع في ميشيغان. حيث تم تسليم خام الحديد يوم الاثنين وكان جزءًا من سيارة منتهية بعد ذلك بثلاثة أيام. لقد رأى فورد المدخرات في وصول الكمية المناسبة من المخزون في الوقت المناسب. فأثر عمل *Ford* على عمل *Taiichi Ohno* حين درس عملية التصنيع لنموذج *Ford*، وقد أعجب أيضًا بمحلات السوبر ماركت الأمريكية وكيف قاموا بتخزين المخزون، وكان يعتقد أنها أكثر كفاءة من صناعة السيارات. فقام *Taiichi Ohno* ببناء شرك *Toyota* على فكرة فورد في الاحتفاظ فقط بالمخزون اللازم للإنتاج، ووضع استراتيجية شاملة لتقليل الفاقد، وإضافة القيمة، وتعزيز الربح.

نظام التصنيع الرشيق *Lean Manufacturing* هو نظام كامل يمكن استخدامه عبر أقسام الأعمال بما في ذلك التصنيع والإنتاج والتسويق والتوزيع وما إلى ذلك. ويمكن استخدام *Lean* لإنشاء عملية *JIT*، حيث *JIT* هو جزء من طريقة *Lean* التي تقلل هدر المخزون المفرط.

يجمع التصنيع الرشيق أو التصنيع الخالي من الهدر بين مزايا الأنظمة الحرفية وأنظمة الإنتاج الضخم، مع تجنب عيوب كل منها. التصنيع الخالي من الهدر هو "هزيل" لأنه ينتج منتجات تستخدم موارد أقل من الأساليب التقليدية "متجر العمل" و"الإنتاج الضخم". ويشمل التصنيع الخالي من الهدر إزالة جميع التكاليف غير الضرورية (أي النفايات). وتتم ترجمة التخلص من النفايات إلى رضا العملاء (أي تحسين الأداء والجودة والتكلفة والتسليم وما إلى ذلك). ويشمل التصنيع الرشيق العمل بأكمله بدلاً من التصنيع فقط. كما يشمل تطوير المنتجات والإنتاج وسلاسل التوريد والتوزيع وخدمة العملاء.

أصبح الإنتاج في الوقت المناسب وتحديد النفايات السبع، إلى جانب الأدوات والتقنيات الأخرى، يُعرف بشكل جماعي بنظام إنتاج تويوتا. كان نظام إنتاج تويوتا ناجحًا، وصاغ فريق أبحاث معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا مصطلح " الإنتاج الخالي من الهدر" لاحقًا لوصف "نظام الإنتاج والإدارة الثوري" الذي حددته تويوتا. وبفضل اثنين من رموز صناعة السيارات في العالم وتنفيذها لـ *JIT* و*Lean*، تمتلك المؤسسات أداتين لإنشاء عمليات أكثر كفاءة وإنتاجية.

8-1 خصائص نظام "فقط في الوقت المناسب"

مقترنًا بتقنيات الإدارة اليابانية، فإن الإنتاج في الوقت المناسب *JIT* هو مجموعة من المبادئ والممارسات المستندة إلى الفلسفة القائلة بأنه يجب على الشركات الاحتفاظ بمخزون ضئيل أو معدوم بخلاف ما هو مطلوب للإنتاج أو التوزيع الفوري. أي أنه يجب على الشركة المصنعة استلام المواد الخام أو الأجزاء من مورديها ربما قبل ساعات فقط من استخدامها في الإنتاج، ويجب شحن ناتج الشركة إلى عملائها في أقرب وقت ممكن بعد اكتماله - دون التمسك بمخزون من السلع الخام أو المنتجات النهائية.

والفكرة الكامنة وراء *JIT* هو مفهوم يسمى الإنتاج المثالي، أي على الشركة إنتاج وتسليم السلع النهائية في الوقت المناسب ليتم بيعها، والتجميعات الفرعية في الوقت المناسب للذهاب إلى التجميعات الكلية، وشراء المواد في الوقت المناسب ليتم تحويلها إلى أجزاء مجمعة. الهدف من *JIT* هو إيجاد طرق عملية لخلق تأثير الصناعة الآلية التي ستقترب قدر الإمكان من هذا المفهوم للإنتاج المثالي. ففي حين أن وجهة النظر السائدة لـ *JIT* هي نظام مراقبة المخزون، فإن *JIT* يذهب إلى أبعد من ذلك بكثير. إنها فلسفة تشغيلية تتضمن نظام تحكم محسّن للمخزون بالاشتراك مع أنظمة أخرى.

وتعتمد أنظمة الجرد في الوقت المناسب على الاتصالات والتنسيق الفعال مع الموردين لتقديم متطلبات الإنتاج "في الوقت المناسب" لإدراجها في عملية الإنتاج. يقلل هذا النظام من الحاجة إلى تخزين مستلزمات الإنتاج، ولكنه يزيد من الاعتماد على الموردين ومراقبة الجودة وعملية طلب خالية من الأخطاء. يمكن أن يكون التوفير في التكلفة ناتجًا ثانويًا لنظام *JIT*، ولكنه يعتمد على متطلبات المورد والصناعة العامة. بشكل عام، يوفر نظام *JIT* عملية جرد وعملية تصنيع تركز على الجودة. وأهم **خصائص نظام "فقط في الوقت المناسب"**

1) **منظور طويل الأجل:** تتطلب أنظمة *JIT* تركيزًا طويل المدى على تطوير الإنتاج واحتياجات التوريد. يجب تحديد وتنسيق التغييرات في عروض المنتجات ومواصفات المواد الخام وحتى مستويات الإنتاج مع الموردين. يجب أن يتم تأمين الإمدادات، وتأمين النقل المخصص ومتطلبات التوظيف مقدمًا حتى لا يعوق الإنتاج قيود الموارد. يمكن تحقيق بعض فوائد *JIT* مثل ارتفاع رضا العملاء وتوفير التكاليف وانخفاض تكاليف التصنيع على مدى فترة أطول.
2) **الشراء الآلي:** يدعم نظام الشراء الآلي التنسيق المكثف اللازم لضمان تدفق ثابت ومتسق من المواد للإنتاج. يتم إنشاء الاتفاقيات والعقود مع عدد محدود من الموردين، وتتم أتمتة عملية الطلب والشراء بناءً على الاتفاقيات. بشكل عام، يتم تلقائيًا حساب مستويات الإنتاج والمهل الزمنية المحددة ومستويات المخزون الحالية ضمن نظام معالجة الإنتاج. عندما تكون هناك حاجة إلى اللوازم، يتم إرسال رسالة إلكترونية إلى المورد من أجل إعادة ترتيب المستويات والمتطلبات.

3) **علاقات قوية:** تظهر أنظمة *JIT* علاقات قوية بين الموردين والشركة المصنعة. غالبًا ما يُنظر إلى الموردين على أنهم امتداد للشركة الأساسية. الاتصالات والمعلومات مفتوحة وتتدفق بحرية للمساعدة في دعم تنسيق الإمداد المحكم. كحد أدنى، يتم تعيين مديري منتجات مخصصين في كل عمل لتنسيق متطلبات الشراء والتخطيط والنقل. هذه العلاقات القوية مدعومة باتفاقيات وعقود طويلة الأجل.

4) **الكفاءة:** تعد الكفاءة في عملية التوريد ضرورية لنظام *JIT*، ولكن هذه الكفاءات غالبًا ما تنتشر إلى بقية عملية الإنتاج والإمداد. نظرًا لوجود مساحة صغيرة للأخطاء، يجب أن تتوافق المواد الخام والمنتجات مع المعايير الصارمة. يتم تدريب الموظفين بشكل عام على اكتشاف الأخطاء في وقت مبكر من عملية الإنتاج وتوجيههم لاتخاذ إجراءات تصحيحية. تساعد اختبارات الجودة المتعددة على ضمان وجود خط إنتاج فعال.

5) **التحسينات المستمرة:** تعتمد عمليات جرد التصنيع في الوقت المناسب على التحسين المستمر للمساعدة في القضاء على مشكلات الإنتاج وقضايا الجودة والمساعدة في دفع عمليات أكثر بساطة. قد تأتي هذه التحسينات في شكل تطوير خطوات التصنيع مضمونة وإنشاء أنظمة لتحديد أخطاء الإنتاج بسرعة؛ وقد تلغي أيضًا الخطوات التي لا تضيف قيمة للمنتج.

فيما يلي بعض **الفوائد العديدة** التي يمكن أن نحصل عليها **من تنفيذ نظام *JIT***:

- ✓ **أمر بالدفع النقدي:** كلما قلت مهلة العمل، كلما حصلنا على أموال بشكل أسرع. تعاني العديد من الشركات من مشكلات التدفق النقدي حيث سيتعين عليها غالبًا شراء كميات كبيرة من المواد الخام قبل التصنيع والدفع اللاحق من قبل العميل. غالبًا ما تكون هذه الفجوة أشهرًا عديدة. من خلال تنفيذ *JIT*، يمكن تقليل هذه الفترة الزمنية بشكل كبير.
- ✓ **تخفيض تكاليف المخزون:** أحد الأهداف الرئيسية مع أي تطبيق *JIT* هو تحسين دوران المخزون وكمية المخزون المحتفظ به. شهدت التجربة العملية للشركات (تويوتا مثلا) انخفاضًا في المخزون أكثر من 90٪. جنبا إلى جنب مع انخفاض المخزون يأتي العديد من الفوائد الأخرى المرتبطة بها.
- ✓ **الحد من المساحة المطلوبة:** من خلال إزالة كميات كبيرة من المخزون من النظام وعمليات نقل أقرب من بعضها البعض، غالبًا ما نشهد انخفاضًا كبيرًا في المساحة المستخدمة. شهدت نتائج 100 من المشاريع التي يتم تشغيلها داخل الشركات في المملكة المتحدة من خلال الخدمة الاستشارية للتصنيع انخفاضًا في المتوسط بنسبة 33٪. وانخفاض في معدات المناولة والتكاليف الأخرى؛ إذا لم يكن لدينا مجموعات مواد كبيرة لتحريها، فهناك حاجة أقل للآلات المعقدة لتحريكها وجميع العمالة والتدريب المرتبطة بها.

- ✓ **تخفيضات المهلة الزمنية:** واحدة من المناطق الأكثر تأثراً هي الوقت الذي تستغرقه المنتجات لتتدفق خلال العملية. بدلاً من أسابيع أو أشهر، ينتج عن معظم عمليات تنفيذ *JIT* فترات زمنية لساعات أو أيام قليلة.
- ✓ **الحد من تعقيد التخطيط:** يمكن أن يقلل استخدام أنظمة السحب البسيطة، مثل *Kanban*، بشكل كبير من الحاجة إلى أي شكل من أشكال التخطيط المعقد.
- ✓ **تحسين الجودة:** يؤدي إلغاء التصنيع بالدُفعة الكبيرة وتقليل المعالجة إلى تحسينات كبيرة في الجودة؛ غالبًا 25٪ أو أكثر.
- ✓ **زيادة الإنتاجية:** لتحقيق *JIT* هناك العديد من العقبات التي يجب التغلب عليها فيما يتعلق بكيفية سير العملية. سيؤدي هذا غالبًا إلى تحسينات في الإنتاجية بنسبة 25٪ وما فوق.
- ✓ **تسليط الضوء على المشاكل بشكل أسرع:** أي مشاكل سيكون تأثيرها مباشر على عملية الإنتاج بأكملها. و*JIT* هي الطريقة المثلى لضمان تسليط الضوء على المشاكل وحلها فور حدوثها.
- ✓ **تمكين الموظف:** أحد متطلبات *JIT* كما هو الحال مع معظم جوانب التصنيع الرشيق هو أن الموظفين يشاركون بشكل كبير في تصميم وتطبيق النظام.

وهناك **تسع خطوات لتطبيق نظام الإنتاج *JIT*:**

1) إعادة هندسة نظام التصنيع
2) تقليل فترة الإعداد
3) دمج مراقبة الجودة
4) دمج الصيانة الوقائية
5) تسوية النظام وتوازنه
6) دمج نظام السحب
7) مراقبة المخزون
8) تنفيذ برنامج المبيعات
9) الاستفادة من مزايا التصنيع المتكاملة للكمبيوتر *CIM*

8-2 عناصر التصنيع وفلسفة التصنيع "فقط في الوقت المناسب"

من الناحية العملية، غالبًا ما يتم التعبير عن *JIT* كنظام إدارة كلي يهدف إلى الحد من النفايات، وزيادة كفاءة التكلفة إلى أقصى حد، وتأمين ميزة تنافسية. وبالتالي، يعتبر عدد من الشروط الإضافية ضرورية للتنفيذ الناجح لـ *JIT* تتضمن هذه الأحجام الصغيرة الحجم، وأوقات الإعداد والتغيير القصيرة، وضوابط الجودة الفعالة والفعالة، وربما الأهم من ذلك كله، تصميم عملية الإنتاج بأكملها لتقليل النسخ الاحتياطية وزيادة كفاءة العمل البشري والآلي. وأبرز **عناصر التصنيع وفلسفة التصنيع "فقط في الوقت المناسب"** تتضمنها الأنظمة الأربعة التالية: نظام مراقبة المخزون (الإعداد)، نظام تحسين الصيانة، نظام تحسين الجودة، نظام تحسين الإنتاجية.

1) نظام مراقبة المخزون

يتم استخدام نظام مراقبة المخزون للحفاظ على المخزون في الحالة المطلوبة مع الاستمرار في تموين الزبائن بشكل كاف، ويعتمد نجاحه على الحفاظ على سجلات واضحة على أساس دوري أو دائم من خلال متابعة بطاقات مراقبة المخزون وإجراء الدراسات اللازمة لتحديد مستويات التخزين المناسبة وتحديد الكمية الاقتصادية للتخزين لتجنب النقص أو الزيادة في الأصناف المخزونة. وأكثر أنواع المشاكل الإنتاجية وكثرة المعيب والتالف هو نقص وانخفاض المخزون بين مراحل الإنتاج المختلفة إلى أقل حد ضروري (يقترب من الصفر). كما أن **زيادة المخزون هو سير في الاتجاه المعاكس لمفهوم خفض الفاقد حيث يؤدي إلى:** زيادة المساحة المخصصة للتخزين، وزيادة أعمال النقل والتداول، وزيادة في المعدات والأفراد المطلوبين للمخازن، وزيادة في أعباء المراجعة والحصر، وزيادة في الوقت والتكلفة، وزيادة احتمال الخسارة في الأصناف التي لها فترة صلاحية محدودة. وفي نظم الإدارة الحديثة مثل الإنتاج في الوقت المحدد يمنع ظهور مثل هذه المشكلات.

2) نظام الصيانة الوقائية

تشير معظم الحجج ضد الصيانة الوقائية *PM* إلى أن برامج *PM* أكثر تكلفة من البرامج التي تقوم بإصلاح المعدات المعطلة فقط. ينشأ الخلل في هذا الخط من التفكير بالطبيعة غير المتوقعة لتعطل المعدات. عادة ما يعني وضع رد فعل الصيانة هذا أنه يجب على موظفي الصيانة تصحيح المعدات مؤقتًا وتأجيل الإصلاح الموضوعي حتى يسمح الوقت بذلك. لسوء الحظ، نظرًا لأن المعدات قد عانت بالفعل من الوقت الضائع بسبب الانهيار الأولي، فإن احتمال العثور على وقت الإصلاح ينخفض. والنتيجة غالبًا ما تكون عملية دائرية من "الضبط والتلاعب"، مع زيادة خطر العيوب غير المبررة في الإخراج. عند استخدام أحجام صغيرة، لا يمكن للإدارة تحمل وقت تعطل غير متوقع في تدفق الإنتاج. يجب أن تكون المعدات في وضع يمكنها من إنتاج كل ما هو مطلوب كلما دعت الحاجة. لذلك، يجب جدولة القليل من الوقت، مثلا يوم لكل منهما، للتأكد من أن الآلات

قادرة على إنتاج نتائج عالية الجودة. الصيانة الوقائية ضرورية لتحسين جودة عملية الإنتاج بشكل مستمر وطويل الأمد.

3) نظام تحسين الجودة

لكي تتمكن الشركات من إنتاج السلع بنجاح مع تلقي الحد الأدنى فقط من عمليات التسليم، لا يمكن السماح بمساحة لجودة رديئة. وهذا يتطلب إصلاحًا شاملاً في تفكير الإدارة، والذي سعى تقليديًا إلى تحقيق ما يسمى بمستوى الجودة المقبول (*Acceptable Quality Limit AQL*) بعد الاستلام، يتم فحص البضائع المسلمة بشكل عشوائي لمعرفة عدد الأجزاء المعيبة داخل حجم عينة محدد مسبقًا. إذا تجاوز عدد العيوب كمية معينة *AQL*، فسيتم رفض الدفعة بأكملها. لم يتم تقديم مثل هذا الحكم بموجب *JIT*؛ يجب أن تكون جميع الأجزاء جيدة. يستخدم اليابانيون مصطلح العيوب الصفرية لوصف هذه الفلسفة. وبالتأكيد لا يمكن الحصول على "صفر عيوب" بين عشية وضحاها، ولا يمكن توقعها من جميع الموردين الحاليين للشركة.

4) نظام تحسين الإنتاجية

يمكن تعريف الإنتاجية على أنها مخرجات جيدة مقسومة على المدخلات المطلوبة. تم وصف جانب الإنتاجية في *JIT* بأنه لا شيء يجلس خاملاً قد يضيع الوقت. إذا تم تشغيل المعدات للأغراض الإنتاجية فقط، فسيتم التخلص من مخزون الطاقة. إذا تم تحويل كل المخزون إلى منتج، يتم التخلص من مخزون المواد. إذا لم يتم السماح بالأخطاء، يتم التخلص من إعادة العمل. وقد ينتج عدد من التحسينات الإنتاجية عن تنفيذ *JIT*. ومن بين هذه التحسينات مستويات مخزون أقل، ومعدلات خردة أقل، وتخفيضات في تكاليف إعادة العمل، وتخفيضات في تكاليف حمل المخزون، ومتطلبات مساحة أصغر، ومعالجة مخفضة للمواد، ومحاسبة مخزون أبسط، والمزيد من التحكم الإيجابي في المخزون.

8-3 التوفيق بين الكمية الاقتصادية للطلب *EOQ* وفقط في الوقت المناسب *JIT*،

نموذج *EOQ* هو نموذج رياضي يقلل من إجمالي تكاليف الطلب على المدى القصير بالإضافة إلى تكلفة الحمل على المدى القصير. بالإضافة إلى ذلك، فإنه يحدد حجم الطلب في كل مرة يتم فيها طلب المخزون. أما نموذج *JIT* فقد تم تطويره وإتقانه لأول مرة داخل مصانع تويوتا كوسيلة لتلبية طلبات المستهلكين مع الحد الأدنى من التأخير. ولكن هناك العديد من الاختلافات بين نموذج *EOQ* و*JIT*. يعكس نموذج *EOQ* تكاليف الحمل والطلب على المدى القصير فقط. يفترض نموذج *EOQ* أن ترتيب المخزون واستخدام المخزون يحدث في دورات موحدة طوال الفترة. ومع ذلك، فإن *JIT* هو نموذج طويل الأجل يعتمد على مبدأ أن المخزون يجب أن يصل حسب الحاجة للإنتاج بالكميات المطلوبة. علاوة على ذلك، *EOQ* هو نموذج

رياضي ينظم الحجم الأمثل للطلب.

JIT ، من ناحية أخرى، هو نموذج مرئي أو إلكتروني يستخدم نظام *kanban* لتحديد الحاجة إلى المخزون. نظام *kanban* هو نظام سحب يستخدم البطاقات للإشارة بصريًا إلى الحاجة إلى المخزون. في هذا النموذج، يتم تحديد الإنتاج حسب طلب العميل ويتم تحديد الحاجة إلى المواد الخام من خلال الإنتاج. يعتبر نظام *EOQ* تكاليف الطلب المتعلقة بالدُفعة وتكاليف النقل المتعلقة بالوحدات. تناقش *JIT* جميع مستويات التكلفة وتركز على تقليل أو إلغاء التكاليف التي لا تنتج قيمة مضافة.

عندما يتم طلب كميات كبيرة، من الواضح أن متوسط المخزون أكبر. وينتج عن هذا المخزون الأكبر زيادة في رسوم حفظ المخزون. إذا كان هناك حاجة إلى تخفيض تكاليف النقل، فيجب طلب كميات أكبر ويجب وضع الطلبات في كثير من الأحيان. ومع ذلك، فإن ممارسة طلب كميات أصغر يمكن أن يكون لها تأثير جانبي لزيادة تكاليف الطلب. لتحقيق التوازن بين هذه التكاليف، تم تطوير مفهوم كمية الأمر الاقتصادي *EOQ* حيث تكون تكاليف حمل المخزون وتكاليف الطلب أو الإعداد هي متساوية. سيؤدي طلب هذه الكمية إلى تقليل مجموع التكاليف.

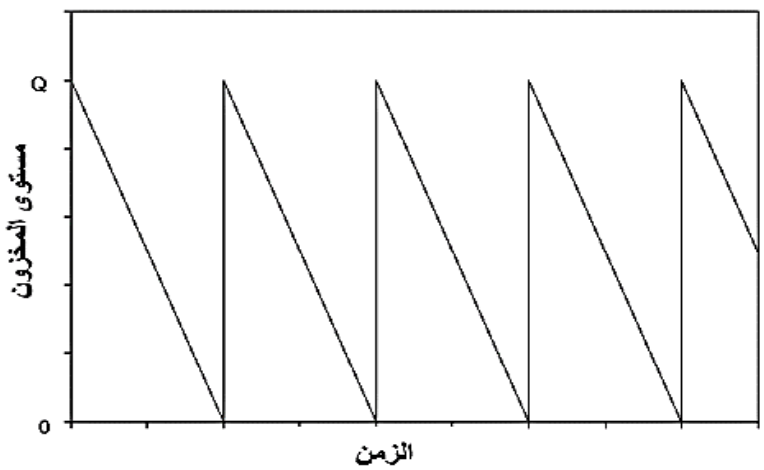
مع ذلك، فإن صيغة *EOQ* لا تخلو من العيوب. في حين أن تكاليف النقل وتكاليف الطلب / الإعداد واضحة، لا يتم النظر في التكاليف الأخرى التي يمكن أن تؤثر بشكل كبير على حجم الدفعة. غالبًا ما يفشل مستخدم الصيغة في مراعاة الجودة والخردة والإنتاجية وتحفيز العمال ومسؤوليتهم. بالإضافة إلى ذلك، غالبًا ما يفشل مستخدم صيغة *EOQ* في اعتبار أنه على الرغم من أن تكاليف الإعداد كبيرة، إلا أنها غير قابلة للتغيير. اعتبر مديرو التصنيع الأمريكيون تقليديًا تكاليف الإعداد شرًا ضروريًا ولم يبذلوا جهدًا كبيرًا لتقليلها.

تقترح فلسفة *JIT* أنه يجب على الشركة القضاء على أي اعتماد على صيغة *EOQ* والبحث عن كمية الإنتاج المثالية. بالطبع، لا يكون حجم واحد كبيرًا ممكنًا دائمًا، ولكنه هدف يستخدم لتركيز الانتباه على مفهوم التعديلات والمرونة السريعة. وبطبيعة الحال، يعني انخفاض مستويات المخزون زيادة في الإعدادات أو الطلبات، لذا تقع المسؤولية على عاتق الإنتاج من أجل بذل كل جهد ممكن لتقليل وقت وتكاليف الإعداد، وهذا يفترض أن وقت الإعداد والتكلفة مرتبطان بشكل إيجابي. هذا ليس صحيحًا دائمًا لأن تكلفة تقليل وقت الإعداد يمكن أن تكون عالية جدًا في حالة إعادة التدريب أو إعادة تصميم المعدات.

التوفيق بين *JIT* و*EOQ*: يختلف *JIT* بطريقة ما جذريًا عن المفهوم الغربي الكلاسيكي لكمية النظام الاقتصادي *(EOQ)* ، استنادًا إلى أنه المستوى الاقتصادي الأفضل المخزون. لنفترض أنه: تم استخدام المخزون بمعدل ثابت *(D)* وحدة في السنة.

وتكلفة الإعداد الثابتة *C* لكل طلب – غالبًا ما تسمى تكلفة الطلب، ولا يوجد مهلة بين الطلب ووصول الطلبية، وتكلفة التخزين *I* لكل وحدة في السنة. ثم نحن بحاجة لاتخاذ قرار بشأن *Q* أي كمية الطلب. مع هذه الافتراضات، يأخذ الرسم البياني في الشكل (*8, 1*) لمستوى المخزون بمرور الوقت الشكل الموضح أدناه.

الشكل (*8, 1*): مستوى المخزون



يوضح الرسم البياني أعلاه التباين في مستوى المخزون بمرور الوقت لنموذج *EOQ* الكلاسيكي. يوضح منحنى الميل المنحدر انخفاض مستوى المخزون بمعدل ثابت على مدار وقت الاستهلاك. يظهر مستوى المخزون على شكل *Q* عند استلام طلب جديد. يتم استنفاد المخزون تدريجيًا حتى يصل إلى الصفر بمجرد استلام الطلب الجديد. متوسط المخزون *Q/2* يساوي *1/2* المخزون خلال نفس الفترة. إن الهدف من الرقابة الفعالة على المخزون هو شراء المواد بالكمية التي تمنع انقطاع الإمدادات بأقل التكاليف. ومن هنا لدينا:

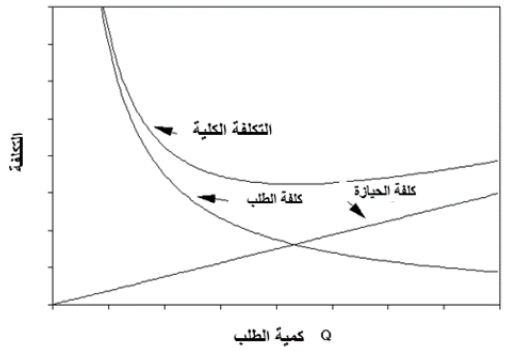
- تكلفة الحيازة السنوية = *I*(Q/2)* حيث *Q / 2* هو متوسط مستوى المخزون.
- تكلفة الطلب السنوي = *C*(D/Q)* حيث *(D / Q)* هي عدد الطلبات في السنة.
- لذا فإن التكلفة السنوية الإجمالية *TC*:

TC = I (Q / 2) + C* (D / Q): TC*

إجمالي التكلفة السنوية هي الوظيفة التي نريد تقليلها عن طريق اختيار قيمة مناسبة لـ *Q*. لنلاحظ هنا أنه من الواضح أن هناك تكلفة شراء مرتبطة بالوحدات *D* سنويًا .ولكن بما أن هذا ثابت تمامًا حيث تم إصلاح *D* يمكننا

تجاهلها هنا. يوضح الرسم البياني في الشكل (*8, 2*) كيف يتغير هذان المكونان (تكلفة الحيازة السنوية وتكلفة الطلب السنوية) مع تغير *Q*، الكمية المطلوبة، كلما زادت *Q* زادت تكلفة الحيازة، وانخفضت تكلفة الطلب. ومن ثم، فإن منحنى التكلفة السنوية الإجمالية في مكان ما على هذا المنحنى توجد قيمة *Q* التي تتوافق مع الحد الأدنى للتكلفة الإجمالية.

الشكل (*8, 2*): منحى التكلفة السنوية



يمكننا أن نحسب بالضبط قيمة *Q* التي تتوافق مع الحد الأدنى للتكلفة الإجمالية من خلال تمييز التكلفة الإجمالية فيما يتعلق بـ *Q* وتساوي الصفر.

للتقليل TC (التكلفة الإجمالية) $/ TC*Q = I*Q/2 - C*D/Q = 0$

$= I*Q/2 = C*D/Q$

$IQ^2 = 2C*D$

$Q^2 = 2C*D/I$

$Q = (2DC/I)^{0.5}$

وهذا ما يعرف بكمية الأمر الاقتصادي*(EOQ)* وبالتالي عند طلب الكمية المثلى *(EOQ)* تكون التكلفة الإجمالية تتناسب مع الجذر التربيعي لأي من العوامل (*D, C, I*) المعنية. فكمية الأمر الاقتصادي هي حسب التعريف كمية الأمر التي تقلل من إجمالي التكلفة السنوية، وبالتالي (على أساس التكلفة) يجب أن تكون دائمًا الكمية التي نطلبها.

باختصار، من **أجل التوفيق بين *JIT* و *EOQ***، لا نتعامل مع *C* و / أو *I* على أنها ثابتة ولكننا نسعى (باستمرار) إلى تقليلها، وبالتالي تقليل *EOQ* وبالتالي تقليل التكلفة السنوية الإجمالية في نفس الوقت. ومن الواضح أن البحث عن طرق

لخفض *C* و/أو *I* يستغرق وقتًا إداريًا (وبالتالي تكبد التكلفة) وقد نصل إلى نقطة تناقص العوائد، أي أنه قد لا يستحق جهد الإدارة (التكلفة) المطلوبة لتقليل إجمالي التكلفة السنوية أكثر.

مثال1: يستخدم مطعم أرام للأسماك *1569* طلبًا على الأسماك سنويًا. تتم عمليات التسليم في غضون مهلة يومين. يعمل المطعم *363* يومًا في السنة. سنقدر تكلفة الطلب بمبلغ *5* دولارات لكل طلب والتكلفة الدفترية هي *10* دولارات لكل حالة في المخزون في السنة.

$$EOQ = v\,(2 \times 1569 \times \$\,5) / 10 = 40$$ طلبًا

متوسط الطلب في اليوم = *1569* في العام / *363* يوم = *3.4* طلب في اليوم.

الطلب اليومي = متوسط الطلب في اليوم × المهلة الزمنية = *3.4*× *2* = *6.8* طلب.

نقطة إعادة الطلب: تظهر هذه المعادلة أنه يجب أن يطلب *40* طلبًا في كل مرة يقدم فيها طلبًا للشراء.

يجب تقديم طلب آخر عندما يصل المخزون إلى *6.8* طلبات. يفضل أن يكون مخزون الأمان من طلبين بحيث لا يصل المخزون إلى *0* في وقت التسليم. نضيف طلبين إلى نقطة إعادة الطلب لعمل نقطة إعادة طلب جديدة من *10* طلبات.

في الختام، *EOQ* و *JIT* هما نموذجا مخزون متميزان للغاية. قد يكون أيًا منهما مفيدًا. ومع ذلك، من خلال عرض الاختلافات، يجب أن تكون المنظمة قادرة على تحديد النموذج الأنسب لها. وقد ثبت أن كلا النموذجين مستخدمان وقد أفادا المنظمات في النهاية.

8-4 تنفيذ *JIT* في الصناعات

تستند فلسفة التصنيع في الوقت المناسب *JIT* إلى مفهوم التدفق المتوازن والمتزامن للمواد الخام والمخزون قيد المعالجة. يقلل وقت الإعداد الزائد من إنتاجية الماكينة. نتيجة لذلك، يتم زيادة المهلة ومستويات المخزون. وهذا بدوره يقلل من مرونة النظام للتكيف مع التغيير. وفقًا لذلك، سيؤدي تقليل وقت الإعداد إلى زيادة إنتاجية الماكينة، وتقليل أحجام الدُفعات، وتقليل المهل الزمنية، وخفض مستويات المخزون، وزيادة مرونة النظام.

في أنظمة التصنيع التقليدية، لا تضع الأعطال قيودًا كبيرة على تدفق الإنتاج. يتم استخدام مخزون كبير من المخازن المؤقتة لضمان عدم حرمان الآلات الأخرى من العمل في حالة حدوث عطل. في أنظمة *JIT*، يتم تقليل المخزونات الاحتياطية بحيث أصبحت جميع الماكينات عبارة عن آلات اختناق بمعنى الكلمة، وسيؤدي الانهيار بالتأكيد إلى تقليل الاستخدام الفعال للمعدات،

وبالتالي انخفاض الكفاءة بالإضافة إلى زيادة النقص، وأوقات التسليم.

إن فلسفة *JIT* مدعومة ببرنامج مراقبة الجودة الشاملة كبرنامج يركز على القضاء على العيوب. تهتم *TQC* ليس فقط بإزالة العيوب الموجودة ولكن أيضًا منع العيوب قبل حدوثها. في الأنظمة في الوقت المناسب، لن تحمل الشركة المصنعة مخزونًا زائدًا للحد من عواقب الأجزاء المعيبة. هذا يجبر الشركة المصنعة على حل مشاكل الجودة قبل أن تستمر العملية. لا يستخدم برنامج *TQC* التفتيش لضمان جودة الأجزاء ولكنه بدلاً من ذلك ينقل مسؤولية الجودة إلى صانعي الأجزاء. وهذا يركز على الوقاية وعلى تنفيذ نظام جيد لمراقبة العمليات.

يمكن دمج *JIT* مع إدارة سلسلة التوريد لتطوير المنتجات وتقليل المخزون من أجل تقليل تكاليف سلسلة التوريد وبناء علاقات جيدة مع الموردين. قبل *JIT* في أنظمة الشراء التقليدية، يتم طلب الأجزاء المطلوبة بأحجام كبيرة من الدفعات خلال فترات زمنية يمكن تحديدها باستخدام كمية الأمر الاقتصادي *EOQ*، ويتم اختيار موردين متعددين ويتم منحهم عقود قصيرة الأجل.

8-5 قضايا الموردين

وفي الحالات التي يبدأ فيها الموردون في مواجهة الصعوبات، يخلق التأثير العام معضلة أساسية. تخبرنا تجارب المنظمات أن تكلفة التخلي عن التعامل مع الموردين أكبر بكثير مما كانت عليه في السابق - وهذا يرجع غالبًا إلى عمليات دمج الموردين السابقة، والتي أدت إلى مستوى أكبر من التبعية وبالتالي تكلفة الاستخراج من العلاقات المحتملة المضطربة. ولكن في الوقت نفسه، زادت أيضًا تكاليف تقديم المزيد من الدعم للموردين المعرضين للخطر، أو التفكير بالفعل في شراكات أكثر تعقيدًا معهم. إن حل هذه المعضلة ليس سهلاً، على الأقل نظرًا لأن المشكلات المُدركة يمكن أن تكون أعراضًا لمشكلات أعمق، والتي قد تتطلب إجراءات طويلة المدى (بل وأكثر تكلفة). ومع ذلك، يمكننا تحديد السبب الرئيسي على أنه عدم القدرة على الرؤية، ثم فهم "الصورة الأكبر" لصحة المورد وكيفية ارتباطها بأعمال المنظمة العميلة. والسيناريوهات الشائعة لهذه الحالات مستندة على رأي الخبراء: **"إذا فشل موردك، فقد تفعل ذلك أيضًا".**

إن الطبيعة الديناميكية لشبكات الموردين، وحقيقة أن المشتريات لا تزال تركز في الممارسة العملية على معايير موجهة نحو التكلفة أكثر من التركيز على الشراكات الاستراتيجية (على الرغم من الطموحات إلى اعتماد نهج طويلة المدى)، يمكن أن تجعل من الصعب تحديد بداية مشاكل الموردين. ومع ذلك، يجب على المنظمات تجنب الدخول في مثل هذه المتاعب. وهذا يتطلب أيضًا هياكل حافزة تتماشى مع تحقيق أهداف الشراكة بالإضافة إلى القيمة مقابل المال.

من جانب المورد أيضًا، أصبح النمو والتغيير أكثر صعوبة. تعاني مناطق معينة من نقص في المواد والعمالة. في هذه الأثناء، مع زيادة طلبات العملاء (من حيث السياسات والبنية التحتية)، فإن تطوير العلاقات القائمة وتطوير عملاء جدد يستغرق وقتًا طويلًا. ونتيجة لذلك، يظهر عدد أقل من الموردين الجدد، مما يعني أن مؤسسات العملاء (الشركات المشترية) تعتمد على مجموعة مقيدة وغير مرنة بشكل متزايد.

هذه بعض المشكلات الرئيسية التي تؤثر على جهود امتثال الشركة المصنعة للموردين:

1. متطلبات الجودة الغامضة: من أهم المشاكل عدم وجود متطلبات جودة واضحة للموردين. يجب العمل عن كثب وبالتعاون مع المورد في إنشاء وتوثيق المعايير. إذا كان المورد جزءًا من عملية الجودة، فمن الأرجح أن تتلقى الشركة مواد جيدة. يمكن تسهيل ذلك بإشراك المورد في عملية التصميم مقدمًا كممارسات متزامنة تضمن إنتاج منتج بجودة عالية وتكلفة معقولة.

2. المواصفات القديمة: التأكد من أن الموردين يعملون وفقًا لأحدث المواصفات. هذا أمر بالغ الأهمية بشكل خاص خلال المرحلة المبكرة من عمر المنتج بسبب التغييرات بشكل متكرر.

3. قلة المشاركة في المصادقة: كلما اقتربت من برنامج إرساء المخزون مع الشركات المصنعة، كلما كانت الجودة والهوامش أفضل. فالتحقق من عملية التصنيع مع الموردين والتأكد من وجود برنامج صارم للتحكم في التغيير أمرًا بالغ الأهمية.

4. زيادة مفاجئة في الأسعار: من المذهل أن ترى الشركة المصنعة حسابات غير متوقعة تضاف إلى الفاتورة وهي واضحة لأي شخص. عندما يتعلق الأمر بالمال، فإن الصراعات تنتظر حدوثها. هذه الأنواع من القضايا معقدة للغاية، ولمعالجتها، من الأفضل أن يكون لدى الشركة سجل مكتوب لجميع التعاملات ليبقي كل هذا تحت السيطرة. لأن هذه الأنواع من القضايا تؤدي إلى صراعات بين الشركات المصنعة والموردين. لذلك، يُنصح بعدم اتخاذ قرارات مناسبة فحسب ولكن حكيمة والتصرف بناءً عليها، وهو أمر مهم آخر.

8-6 المشتريات وفق *JIT*

في بيئة *JIT*، يجب أن تكون عملية سلسلة التوريد قادرة على دعم التصنيع في الوقت المناسب. ويجب على المصنعين والموردين تبني طريقة مناسبة لتوافر المواد المناسبة في الوقت المناسب بالسعر المناسب والجودة المناسبة. فيما يلي 3 أسباب وراء اختلاف "الشراء في الوقت المناسب *"JIT"* عن "الشراء التقليدي":

- **أحجام الدفعة الصغيرة:** الأجزاء المشتراة بأحجام صغيرة هي عامل واحد لتحسين جودة المنتج. كلما كان حجم الدفعة أصغر كلما كان من السهل فحص العيوب والكشف عنها وكلما كان الكشف عن العيوب مبكرًا.

- **العدد القليل من الموردين:** إن التعامل بشكل مثالي مع عدد أقل من الموردين له العديد من المزايا، كما تمت مناقشته في الأقسام السابقة، ولكن فيما يتعلق بشراء الفوائد هي:
- **العلاقة طويلة الأمد:** يمكن للمشترين العمل بشكل وثيق مع الموردين ويطلب منهم المشاركة الكاملة في شراء *JIT*.

المراحل الرئيسية لتنفيذ شراء *JIT* هي كما يلي:

- **التزام الإدارة العليا في كل من المصنع والمورد:** يجب أن تحصل الشركات على التزام من الموظفين بمنح الشراء في الوقت المناسب.
- **تغيير النظام:** يجب أن يركز قسم المشتريات على تغيير طرق التوريد والتسعير والمشتريات إلى نظام الشراء *JIT*، ويجب تحسين العلاقة مع الموردين لتثبيت *JIT*.
- **اختيار الموردين:** يجب على مصنعي *JIT* اختيار الموردين الذين يمكنهم دعم تشغيل *JIT* والذين هم على استعداد للالتزام بنظام شراء *JIT*.
- **بناء العلاقات:** بمجرد إنشاء قسم شراء *JIT*، يتطلب الأمر جهدًا مستمرًا لتحسين العلاقة التي ستعزز كفاءة أفضل في عملية الشراء. لن يكون تنفيذ شراء *JIT* ناجحًا إذا كانت جدولة الشحن الداخلي غير موثوقة وتترك لنظام النقل. وسيتعين على قسم المشتريات التأكد من أن نظام النقل فعال وموثوق به حيث يسمح للموردين بتحمل تلك المسؤولية.

8-7 عيوب ومساوئ نظام *Just-in-Time*

تتضمن أنظمة *JIT* اضطرابات محتملة في سلسلة التوريد. وهناك عدد من العيوب المحتملة، والتي يمكن أن يكون لها تأثير كبير على الشركة إذا حدثت، وهي:

1) **خطر نفاد المخزون:** إذا كان يوجد انهيار لدى مورد المواد الخام ولا يمكنه تسليم البضائع في الوقت المناسب، فقد يؤدي ذلك إلى تعطيل عملية الإنتاج بأكملها. وقد يؤدي الطلب المفاجئ غير المتوقع للسلع إلى تأخير تسليم المنتجات النهائية للعملاء النهائيين. ويمكن تقليل أو تفادي ذلك، بإقامة علاقة جيدة مع الموردين.
2) **عدم التحكم في الإطار الزمني:** إن الاضطرار إلى الاعتماد على توقيت الموردين لكل طلب يضع الشركة في خطر تأخير استلام عملاء الشركة للسلع. إذا لم تستطع الإيفاء بتوقعات عملائها، فيمكنهم نقل أعمالهم إلى مكان آخر، مما سيكون له تأثير كبير على عمل الشركة.

3) **يتطلب نظام *JIT* المزيد من التخطيط:** مع إدارة مخزون *JIT*، من الضروري أن تفهم الشركات اتجاهات مبيعاتها وتبايناتها بتفاصيل دقيقة. معظم الشركات لديها فترات مبيعات موسمية، مما يعني أن عددًا من المنتجات سيحتاج إلى مستوى أعلى من المخزون في أوقات معينة من العام بسبب ارتفاع الطلب. لذلك، تحتاج إلى مراعاة ذلك في التخطيط لمستويات المخزون، وضمان قدرة الموردين على تلبية متطلبات حجم مختلفة في أوقات مختلفة.

وإذا تم تشغيل أنظمة *JIT* بشكل صحيح، يُنظر إلى إدارة مخزون *JIT* كواحدة من (إن لم يكن) أفضل الطرق لإدارة المخزون. على الرغم من أنها لا تخلو من المخاطر، إلا أنها تتمتع بمكافآت كبيرة، وهي مثالية لأولئك القادرين على التخطيط مسبقًا بعناية وبناء علاقات قوية مع الموردين.

8-8 استخدام الإنتاج الرشيق لتحسين التدفق والسحب

يشجع التصنيع الخالي من الهدر على ممارسة التحسين المستمر ويستند إلى الفكرة الأساسية لاحترام الناس. تعتبر المبادئ الخمسة وصفة لتحسين الكفاءة في مكان العمل وتشمل:

1) تحديد القيمة، وتعيين تيار القيمة،

3) إنشاء التدفق، باستخدام نظام السحب،

5) السعي لتحقيق الكمال.

8-9 استخدام الإنتاج الرشيق لإتقان العمليات التنظيمية

بدون التحسين المستمر للعمليات، سيكون من الصعب البقاء في صدارة المنافسة أو حتى مواكبة ذلك. هذا صحيح بشكل خاص في صناعات العمل المعرفي مثل تطوير البرمجيات وتكنولوجيا المعلومات بشكل عام. فالشركة بحاجة إلى خطة وإعداد استراتيجية لتحسين العملية على المدى القصير والطويل. ومع ذلك، يجب عليها التواصل مع فرق العمل والمساءلة عن نتائجها. لحسن الحظ، طبقت *Lean* طرقًا يمكنها مساعدة الشركة في كل جانب من جوانب الرحلة:

قانون التخطيط والتنفيذ *PDCA*: *Plan-Do-Check-Act* هو الإطار الأكثر شيوعًا لتحقيق التحسين المستمر للعمليات. تعد دورة *PDCA* نهجًا تكراريًا لتحسين المنتجات والأشخاص والخدمات باستمرار. هذه الخطوات خفيفة الوزن ويمكن دمجها مع أي طريقة إدارة تستخدمها.

***Heijunka*:** هي طريقة أخرى لتحسين التصنيع الرشيق. يمكن أن تساعد على تحسين عمليات الشركة لتلبية طلب العملاء بأكثر طريقة فعالة. يتم تحقيق ذلك من خلال التخلي عن الطريقة التقليدية لمعالجة العمل على دفعات وتنظيم قدرات الفريق وفقًا للطلب. ويمكن القيام بذلك عن طريق تسوية الترتيب الذي تقوم فيه بمعالجة المهام وفقًا لمتوسط عدد طلبات العملاء التي تسجلها. هناك طريقتان لتسوية العمل مع *Heijunka* هي: بالصوت، وحسب النوع. في الأصل، لتطبيق *Heijunka* ستحتاج إلى أداة خاصة تسمى صندوق *Heijunka* في الأساس، وهو نظام يصور أوامر كل منتج ووفقًا لمتوسط الطلب، فإنه يُنشأ تسلسل إنتاج لتحقيق التدفق الأمثل. ومع ذلك، إذا كانت الشركة تستخدم *Kanban* بالفعل، يمكنها فقط تقسيم لوحات مشروعها إلى الأنواع المختلفة من طلبات العملاء وتوزيع عناصر العمل.

***5Whys*:** تقنية *5Whys* هي واحدة من أكثر الأدوات فعالية لتحليل السبب الجذري في ترسانة إدارة التصنيع الرشيق. ومع ذلك، لا تقتصر فائدتها على ذلك. يمكن لـ *5Whys* المساعدة في تحقيق تحسين العملية من خلال تزويد الشركة بأداة لتحليل قيمة التعيينات المستقبلية أيضًا. والطريقة بسيطة للغاية، ما علينا سوى طرح السؤال "لماذا" عدة مرات حسب الحاجة حتى نصل إلى جوهر المشكلة أو الفكرة.

ممشى جيمبا *Gemba Walk*: هي عملية تحسين بسيطة، تتكون من 3 عناصر أساسية:

1. التجول في مكان العمل ومعرفة كيفية عمل الفريق (بدون إجراء فحص رسمي)؛
2. التواصل مع الفريق وطلب أي مشاكل قد يكونون قد لاحظوها؛
3. احترام آراء الناس وخبراتهم.

الغرض من الذهاب في *Gemba* هو مراقبة عملية العمل الفعلية، والانخراط مع الموظفين، واستكشاف فرص تحسين العملية. ولتحقيق أقصى استفادة من طريقة تحسين العملية في الإنتاج الرشيق، يجب تدوين التعليقات وتوثيق أي ملاحظات قيمة نحصل عليها من الفريق. ثم، يتم تحليل النتائج وتُناقش مع أصحاب المصلحة كيفية المتابعة بأفضل طريقة ممكنة.

8-10 الخطوات الخمس العملية لتنظيم مكان العمل

قبل عدة سنوات، حددت تويوتا خمسة مبادئ لضمان منطقة عمل منظمة. هذه المبادئ هي ببساطة ممارسات جيدة للتدبير المنزلي، ولكن يمكن أن يكون لها تأثير كبير على أي منظمة. حددت تويوتا هذه المبادئ باستخدام الكلمات اليابانية التي تبدأ جميعها بالحرف *"S"*. ومن ثم أصبحت هذه المبادئ تعرف باسم "الخمسة إس". انطلاقاً من حقيقة أن التحسين المستمر يعني الالتزام بإجراء التغييرات نحو الأحسن وعلى نحو متواصل ومبدع، فإن ذلك لا يتم من فراغ وإنما وفق عناصر أساسية. وتتلخص هذه العناصر في ما يسمى بـ *5S* (***S****eiri* / ***S****eiton* / ***S****eiso* / ***S****eiketsu* /***S****hitsuke*) وتترجم إلى التصفية أو التنظيم، الترتيب، التنظيف، المعيارية، التدريب أو الانضباط، وأدناه شرح مفصل لهذه العناصر:

1) **التصفية أو التنظيم *Cleaning Up*:** وتعني نقل الفقرات الضرورية عند الحاجة إليها والتخلص من الفقرات غير الضرورية أو إبعادها.
2) **2. الترتيب *Organizing*:** أي وضع الأشياء في أماكنها الصحيحة، والهدف هو التوفير في الوقت والحصول على المواد بأقصى سرعة ممكنة وجعلها في متناول اليد.
3) **التنظيف *Cleaning*:** بهدف توفير مناخ مناسب وملائم للعمل، وهو ما يساعد على تحسين الأداء وزيادة الإحساس بالأمان وتجنّب مشكلات الصيانة.
4) **المعيارية *Standardizing*:** للتأكد من بقاء المعدات والمكائن في حالة عمل جيدة تجنباً للأعطال المتكررة وخاصة في ظل نظام الإنتاج في الوقت المحدد *"JIT"* وبالمحصلة تقليل كلف الإصلاح وزيادة الطمأنينة باستمرار عملية الإنتاج.
5) **التدريب أو الانضباط *Training & Discipline*:** بمعنى جعل جميع ما ورد أعلاه جزءاً من السلوك اليومي للعامل، وهو يتطلب التزاماً من الإدارة والعاملين بقواعد العمل الدقيقة.

8-11 هوشين كانري ودورة *PDCA*

هوشين كانري *Hoshin Kanri* هي عملية تخطيط استراتيجي يتم من خلالها نقل الأهداف الاستراتيجية وترجمتها إلى عمل. بدون المنهجية الصحيحة، والثقافة والأنظمة التنظيمية المعمول بها، تفشل معظم الاستراتيجيات في تنفيذها. بالنسبة لعدد من المنظمات الناجحة للغاية، تعتبر هوشين كانري منهجية تنفيذ الاستراتيجية التي تدعم النجاح. هوشين كانري هي طريقة لتنظيم الأهداف الرئيسية وتحديد الأولويات. يمكن أن نرى ذلك على أنه تقاطع مجيد بين قائمة المهام و*PDCA* خطط،

نفذ، تحقق، تصرف. تعد كل من قوائم المهام و $PDCA_S$ أدوات مفيدة للغاية، والجمع بينها يجعلها أقوى. وهي أداة مفيدة للغاية، ولكنها لا تعمل إلا إذا تم استخدامها.

الجزء الأول من هوشين كانري هو قائمة أولويات بالأشياء التي تريد أو يجب على الشركة تحقيقها. تسمى هذه أحيانًا عناصر *Hoshin*. اعتمادًا على البيئة. ولكن يجب الحرص على عدم الإفراط في ذلك. يجب أن يكون هناك ثلاث إلى ست نقاط رئيسية فقط، كل منها يمكن أن يتضمن بضع نقاط فرعية. علاوة على ذلك، يجب أن تستند هذه العناصر على عملية وليس على هدف. فيما يلي قائمة بالعناوين المحتملة التي يمكن من خلالها إدراج النقاط الفرعية: **الصحة والسلامة والبيئة وتنمية الأفراد والجودة والمهلة والتكلفة والتعلم**. تتكون الطريقة من 7 خطوات:

1. إنشاء رؤية تنظيمية؛
2. وضع أهداف اختراق؛
3. وضع أهداف سنوية؛
4. نشر الأهداف السنوية؛
5. تنفيذ الأهداف السنوية؛
6. إجراء مراجعة شهرية؛
7. إجراء مراجعة سنوية.

Hoshin Kanri هو أداة مثالية لإنشاء خطة تحسين العملية وضمان أن يتبعها الجميع في مؤسسته. على الرغم من أنه يبدو وكأنه نهج من أعلى إلى أسفل، إلا أن هذه الطريقة تركز على جمع التعليقات عبر التسلسل الهرمي وخلق المناقشة.

8-12 استراتيجيات هوشين كانري ومراحل المشروع

ربما تكون أفضل طريقة لفهم هوشين كانري هي الاطلاع على أساسيات كيفية تنفيذها عادةً. مثل العديد من تقنيات *Lean* الأخرى، يتم تحميل الكثير من الجهد في المقدمة. سيعتمد النجاح على مدى تنفيذ كل خطوة، ولكن المرحلة الأولى حاسمة، لذلك سننفق معظم هذا المنشور عليها.

المرحلة الأولى - تطوير الخطط الإستراتيجية: تتضمن عملية التخطيط النموذجي لهوشين خطة طويلة الأجل وسنوية. يجب أن تتكون الاستراتيجية طويلة المدى من ثلاثة إلى خمسة أهداف اختراق ضرورية لدفع المنظمة إلى النجاح. قد تتضمن

أشياء مثل إدخال منتجات جديدة أو دخول أسواق جديدة أو تسريع النمو أو تغيير استراتيجية السوق. عادةً ما يستغرق تحقيق هذه الأهداف من ثلاث إلى خمس سنوات. تتضمن الخطة السنوية الأهداف قصيرة المدى اللازمة لجعل أهداف الصورة الكبيرة حقيقة. ولأن هذه المرحلة ضرورية للغاية، يجب أن تضع المؤسسة باعتبارها أفضل الممارسات التالي:

الحد من عدد الأهداف الطويلة الأجل والسنوية. لا يوجد رقم صحيح أو خاطئ، ولكن في مكان ما حول خمسة أهداف تعمل معظم المنظمات. هذا مهم لأنه على الرغم من أن إدراج الكثير من الأهداف قد يبدو وكأنه تقدم، إلا أن الجهود والموارد الشحيحة تؤدي إلى تقدم أقل وأولويات غامضة. مع عدم الخلط بين الكفاءة والفعالية. فعل الأشياء بشكل صحيح (كفاءة)، وفعل الأشياء الصحيحة (فعالية). يتطلب هوشين كانري من المنظمات المشي ومضغ العلكة في نفس الوقت. طريقة تحقيق الأهداف الخارقة هي القيام بخطوات صغيرة يوميًا. النجاح لا يأتي بين عشية وضحاها. إنها تصل شيئًا فشيئًا في كل مرة يتم فيها إجراء تحسين تدريجي. واستخدم تقنية *Catchball* (رمي كرة للتوصل إلى إجماع). بينما تقع على عاتق الفريق التنفيذي مسؤولية تطوير الخطة الاستراتيجية، فمن المرجح أن ينجح الفرق عندما يشارك المدراء من المستوى المتوسط وغيرهم في تطويرها.

المرحلة الثانية - تحديد التكتيكات: بمجرد تحديد أهداف المستوى الأعلى، واختيار مؤشرات الأداء الرئيسية، يمكن لقادة القسم أو الفريق إنشاء قوائم محددة للأنشطة التي سيقومون بتنفيذها لتحقيق الهدف. سيكون نهج *Catchball* مناسبًا مرة أخرى في هذه المرحلة حيث يقوم المدراء والمديرون من المستوى المتوسط برمي الأفكار ذهابًا وإيابًا للتأكد من أن التكتيكات متوائمة جيدًا مع الاستراتيجية. ويجب وضع المراجعات الشهرية لقياس التقدم لأن التكتيكات قد تتغير للتكيف مع الظروف أو الاحتياجات الجديدة.

المرحلة الثالثة - افعلها فقط: عند هذه النقطة، يتم إرسال الاستراتيجية والتكتيكات إلى الأشخاص الذين سيحققون نتائج - موظفي الخط الأمامي. يعمل المدراء مع الموظفين لتحديد الأهداف الفردية، باستخدام *Catchball* مرة أخرى، لضمان شعور الموظفين بأنهم مشمولون في العملية وتطوير شعور بالملكية لأهدافهم.

المرحلة الرابعة - القياس والإبلاغ والضبط: الشيء الوحيد الذي يجعل عملية هوشين كانري مختلفة عن تمارين التخطيط الاستراتيجي الأخرى هو أنها عملية نشطة، وليس مجرد وثيقة. من الضروري إجراء مراجعات شهرية على كل مستوى لضمان الحفاظ على الزخم إلى الأمام. من الناحية المثالية، يتم استخدام برنامج التحسين لإنشاء لوحة تحكم تعرض الحالة الحالية لكل مؤشر أداء رئيسي.

13-8 استخدام *Jidoka* لحل المشاكل

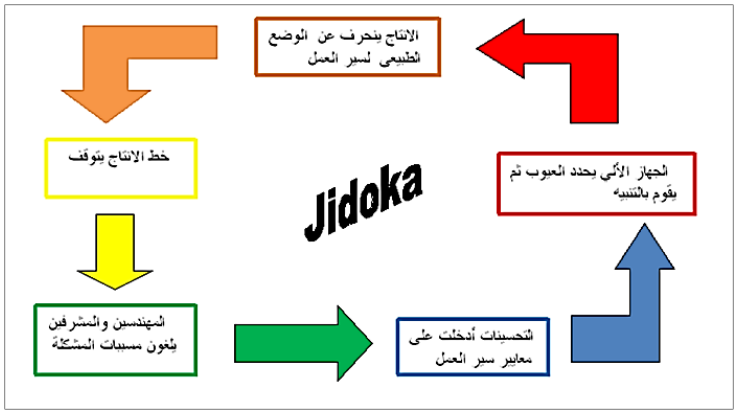
تُعرف *Jidoka* أيضًا باسم الاستقلالية، وهي في الأساس الأتمتة بلمسة بشرية. تم تطوير الطريقة لضمان تقديم منتجات خالية من العيوب للعملاء بالاعتماد على 4 مبادئ بسيطة:

1. اكتشف الخلل.
2. أوقف العملية؛
3. حل المشكلة الفورية؛
4. التحقيق في السبب الجذري للمشكلة وحلها.

يمكن أن تساعد هذه الخطوات الأربع في تحقيق تحسين كبير في العملية من خلال السماح لأي شخص في المؤسسة بإيقاف سير العمل عندما يلاحظ مشكلة أو عدم الكفاءة.

بشكل عام، يُنظر إلى *jidoka* على أنه أحد ركيزتي نظام إنتاج *Toyota* الركيزة الأخرى هي فقط في الوقت المناسب. ويعني *jidoka* أن العملية تتوقف تلقائيًا إذا كان هناك أي مخالفات. هذه الكلمة تتكون من كلمتين يابانيتين وتعني تدفق الإنتاج عن طريق الأجهزة الأوتوماتيكية الذكية التي تتمتع بالمهارة الإنسانية. وفلسفة جيدوكا هي إيقاف الإنتاج تلقائيا عندما يتم رصد عيب أو مشكلة ومن ثم حلها بتدخل بسيط من المشرفين على العملية والمسئولين بعملية المراقبة. وهذا المفهوم هو أحد أعمدة *TPS* بيت تويوتا الرئيسية. يوضح الشكل (*8,5*) مفهوم *Jidoka* وهذا عند رصد العيوب بالتنبيه الأحمر حتى يتم اتخاذ الإجراءات اللازمة ومن ثم عملية التحسين وهكذا.

الشكل (*8,5*): مفهوم *Jidoka*



في هذا المفهوم يتم فصل أنشطة العمال عن الأجهزة الذكية، وأيضا في نفس الوقت تقدم نظام الإدارة المرئية *Visual Management* التي هي تقوم بنقل المعلومة سريعا بين العمال عن طريق الألوان وتشكيلة تصاميم خط الإنتاج ومسالك الأمان للعمال والأماكن الخاصة بكل جهاز ومقاييس الجودة وتكاليف الأداء عن طريق لوحات سهلة التمييز وهي مشاهدة للجميع بكل وقت.

في *Jidoka* يجب أن تكون العملية خالية من العيوب وهذا هو هدف التصنيع الرشيق في ضبط الجودة بمقاييس عالية. ومفهوم جيدوكا يقوم بضمان عدم تخطي العيب مرحلة الفحص الدقيق إلى نقطة أخرى فتبقى مخرجات الإنتاج بمواصفات عالية.

8-14 استخدام العمل القياسي لتحسين العمليات

العمل القياسي هو عملية هدفها كايزن. عندما تقوم بإنشاء عمل موحد، فأنت تقوم بإنشاء طريقة متسقة لتنفيذ سلسلة من المهام استنادًا إلى الوقت التقريبي. ما هو الوقت المناسب؟ هو المعدل الذي يعمل به فريق أو مؤسسة لتلبية حجم متطلبات عملائهم. ويستخدم العمل القياسي في التصنيع لضمان تناسق المنتجات وجودتها وتسليمها للعملاء. من خلال توثيق أفضل الممارسات الحالية، يخلق العمل القياسي أو المعياري الأساس ل *kaizen* والتحسين المستمر. نظرًا لتحسين المعيار بمرور الوقت، يصبح المعيار المحسن الجديد هو الأساس الأساسي الجديد للتحسينات المستقبلية، وهكذا دواليك. والعنصر الرئيسي للعمل القياسي هو تسلسل العمل. يحتوي هذا العنصر البسيط على خمسة مكونات رئيسية هي:

1. **المحتوى.** العمل الموحد هو عمل محدد للغاية. الخطوة الأولى هي تحديد المحتوى. ما هي الخطوات اللازمة لإكمال منتج أو خدمة؟
2. **التسلسل.** بعد أن تم تحديد الخطوات، ما هو أفضل تسلسل حالي لأداء هذه الخطوات؟ وهذا يضمن أن جميع المشغلين يؤدون العملية بطريقة مماثلة، حجر الزاوية لتوحيد المعايير.
3. **التوقيت.** يجب على المشغلين أن يكونوا قادرين على تشغيل التشخيص الذاتي وطلب المساعدة بأنفسهم. وهذا يوفر للقائد وسيلة لأداء الضوابط البصرية على العملية.
4. **الموقع.** حيث يتم العمل. هذا مهم عندما يصبح العمل القياسي للمنظمة أكثر تحديدًا. يشير إلى الخطوات التي تتم في العملية. وبالتالي، عندما يتم فصل تغييرات الطلب والمهام (أو المحتوى) بين عاملين أو أكثر بدلاً من عامل واحد، فمن الواضح أين يقوم كل عامل بهذه المهمة.

5. **النتيجة.** تحدد النتيجة الجودة المتوقعة للمنتج، بأكثر الطرق أمانًا، في غضون الوقت المتوقع لإكمال قطعة واحدة.

8-15 استراتيجيات وتكتيكات الإنتاج الرشيق للقضاء على النفايات،

يُنظر إلى الاستراتيجية على أنها السعي وراء مسار محدد بوضوح - مسار يتم تحديده بشكل منهجي مقدمًا - من خلال مجموعة من الأنشطة المختارة بعناية. ولتطوير إستراتيجية التصنيع الهزيل وخطة التنفيذ، هناك ستة تكتيكات عامة:

1. تقييم الحالة الراهنة: إن تقييم التصنيع الخالي من الهدر هو أداة جيدة. ويدرس ويشير إلى تقنيات التحسين المناسبة، حيث تعتبر عملية رسم الخرائط قيمة لكشف العيوب وتصحيحها.

2. مهمة التصنيع الرئيسية: هي المهمة الأكثر أهمية للمنافسة في السوق. يجب أن يحتوي المصنع على مهمة واحدة أو اثنتين فقط من مهام التصنيع الرئيسية. يبدأ تحديد مهمة التصنيع الرئيسية بوضع معايير الفوز بالطلب أو "معايير السوق". معايير السوق هي العوامل التي يستخدمها العملاء لاتخاذ قرار بين البائعين المتنافسين. في الواقع، يجب أن نسأل العملاء لماذا اشتروا منتجًا معينًا. ردودهم تؤدي إلى المهمة التي يجب إنجازها لكسب أوامر جديدة.

3. سير العمل في المستقبل: ينبع سير العمل من العملية والتخطيط. ما هي المعدات التي يحتاجها العمل وأين؟ بالنسبة إلى العديد من الشركات المصنعة (وليس كلها)، فإن سير العمل هو أفضل مكان للبدء. وهو يتوافق مع "مركز الجاذبية" ومع سير العمل الانسيابي، تصبح العديد من الأشياء الأخرى أسهل. في البداية، لن تعرف التخطيط والترتيب النهائي للمصنع. ومع ذلك، يجب أن تكون قادرًا على:

- ✓ تحديد أين سينطبق التصنيع الخلوي وأين قد لا ينطبق.
- ✓ تحديد المصانع المركزة المحتملة.
- ✓ تحديد "الآثار"؛ للمعدات الكبيرة والمكلفة والتي تعمل على العديد من المنتجات المختلفة.
- ✓ تحديد المكان الذي قد تقوم فيه بعض الأجهزة الجديدة بفك تشابك سير العمل المعقد.
- ✓ تقييم سياسات استخدام المعدات التي قد تشجع على سير العمل المعقد.

4. تحديد عناصر النفايات الخاصة بالشركة: يجب اختيار العناصر المناسبة للتصنيع الخالي من الهدر، مثل: الجدولة، التدريب، الهيكل التنظيمي، طرق الجودة، أنظمة المرافق، نظم التكاليف، سياسات الاستثمار. هنا، مرة أخرى، الخبرة مهمة.

5. تحديد السوابق والأولويات: قد تتطلب الأسبقية استخدام عناصر معينة لجعل بعض العناصر الأخرى عملية. على سبيل

المثال، قد يكون الإعداد السريع ضروريًا لتمكين *Kanban* بالإضافة إلى ذلك، فإن خلايا العمل *Work-cells* تجعل *Kanban* أبسط وأسهل. تعمل *Workcells* أيضًا بشكل أفضل مع القطع الصغيرة. في الواقع، من المرجح أن تكون هذه متزامنة بقدر متسلسلة. وتعتمد الأولويات جزئيًا على الأسبقية ولكنها تعتمد أيضًا على عائد الاستثمار. من خلال إعطاء الأولوية للعناصر والمنتجات والمجالات التي تعد بأسرع وأكبر عوائد، يصبح التحول تمويلًا ذاتيًا. ويبدأ إعطاء الأولوية للتنفيذ في بعض الشركات بـ *5S* بتنظيف المكان.

6. تطوير الخطط: بإلقاء نظرة شاملة على الوضع ورؤية للمستقبل ومعرفة السوابق والأولويات، يمكن تخطيط العمل بسهولة.

8.15.1. نظام كانبان

كانبان *"Kanban"*هي طريقة في تحويل المواد وحركتها داخل نظام الإنتاج الآني من خطوة للتي تليها خلال العملية الإنتاجية. كلمة (كانبان) في لغة اليابان هي عبارة عن علامة (بطاقة، إشارة، لوحة، أداة) تستعمل للسيطرة والتحكم بسلسلة العمل من خلال سلسلة من العمليات، يوصف نظام (كانبان) بأنه نظام سيطرة وتحكم فيزيائي مكون من بطاقات وصناديق أو حاويات لنقل المواد بين مراكز عمل الإنتاج، إذاً نظام (كانبان) هو نظام فرعي من نظام الإنتاج الآني لشركة تويوتا. والغرض من نظام (كانبان) هو الإشارة أن هناك حاجة لأجزاء مطلوبة في الإنتاج وضمان إنتاج أو توريد هذه الأجزاء في الوقت المناسب لدعم سلسلة عمليات التجميع في الإنتاج. هذا يتم عن طريق سحب الأجزاء لخط التجميع النهائي، عندما يصبح هناك شاغر في الحاويات إذاً هناك حاجة لأجزاء جديدة لاستمرار عملية الإنتاج. إن خط الإنتاج النهائي يستلم جدول الإنتاج المطلوب من مكتب العمليات وهذا الجدول يكون نفسه تقريباً من يوم لآخر، جميع مشغلي الآلات ومجهزيها والموردين يتلقون طلبات الإنتاج (حسب بطاقات كانبان) من مراكز العمل والتخطيط. وفي حال توقف الإنتاج عند حد معين في مراكز العمل، فإن مراكز التزويد بالمواد ستتوقف أيضاً وتبقى متوقفة طوال عدم ورود بطاقات (كانبان) جديدة تطلب مزيداً من المواد. إذاً يقوم نظام كانبان بإرسال بطاقة أو إشارة إلى مصدر المادة أو الجزء إنذاراً بضرورة إعادة التوريد، يمكن أن تستخدم هنا الإشارات الضوئية، أو صندوق فارغ توضع فيه البطاقة.

هناك نوعين من بطاقات كانبان: بطاقات السحب *"wk"* وبطاقات الإنتاج *"pok"*، حيث تستخدم الأولى لسحب كمية من المواد التي تحتاجها العملية الإنتاجية، أما الثانية تعطي الإذن لمعالجة المواد التي تحتويها الحاوية القياسية لوحدات خاصة محددة في البطاقة. يمكن تبسيط آلية عمل نظام كانبان كما يلي:

- عند احتياج مركز عمل لمواد من نوع خاص أو أجزاء، توضع بطاقة السحب على حاوية فارغة إيذاناً لإرسالها لمكان تواجد المواد أو الأجزاء طلباً لتوريدها.

- في حال وجود حاوية مليئة عليها بطاقة إنتاج، تزال البطاقة عنها وتوضع بالبريد كإشارة لدخول مواد الحاوية في العملية الإنتاجية وتمهيداً لإحلال مواد بديلة بحاوية جديدة طبعاً من خلال بطاقة السحب.
- توضع بطاقة السحب على حاوية فارغة من جديد لطلب المواد المطلوبة لاستكمال العملية الإنتاجية وهكذا تتكرر العملية باستمرار لضمان سير ومرونة العملية الإنتاجية.

يتم عادة تحديد عدد الحاويات والبطاقات المتعلقة بها وفق المعادلة التالية:

عدد الحاويات (Y) = المخزون الاحتياطي + متوسط الطلب خلال فترة الانتظار/ سعة الحاوية

$$Y = D*(T_C+T_P+N)*(1+E)/K$$

حيث أن:

Y = عدد الحاويات

D = الطلب المتعلق بالجزء ذو العلاقة وهو بالساعة

T_C = وقت الانتظار للحاوية وهو بالساعة

T_P = وقت المعالجة لكل حاوية وهو بالساعة

N = وقت النقل بالساعة وتستخدم للمشتريات الخارجية

K = عدد الوحدات في الحاوية (سعة الحاوية).

E = متغير (عامل) السياسة وتضعه الإدارة ليشير للتأثيرات الخارجية وهذا المتغير يؤثر على المخزون الاحتياطي أو مخزون الأمان.

مثال: بفرض توفرت لدينا المعلومات الآتية والمتعلقة بأحد الأجزاء:

الطلب في الساعة (D) = 250 وحدة،

سعة الحاوية (K) = 25 وحدة،

وقت الإنتاج والمعالجة (T_P) = 0.15 ساعة

وقت الانتظار للحاوية (T_C) = 0.2

المخزون الاحتياطي (E) = 0.1 من الوحدات المنتجة محلياً

والمطلوب أحسب عدد الحاويات وفق هذه المعطيات؟ وحجم المخزون:

$$Y = 250*(0.2+0.15+0)*(1+0.1)/25 = 3.85$$ **حاوية**

الناتج *3.85* أي عدد الحاويات هو *4* فيكون المخزون وفق الحاويات:

جزء *100* = *25*4* = المخزون وفق الحاويات

أما فيما يتعلق بالمشتريات الخارجية فإنها تعالج بنفس الأسلوب باستثناء أننا سنأخذ هنا بعين الاعتبار وقت النقل وكذلك لابد وأن يكون المخزون الاحتياطي أكبر من السابق، فلو افترضنا للمثال السابق أن وقت النقل كان *0.25* ساعة والمخزون الاحتياطي *0.30* فإن عدد الحاويات يساوي في هذه الحالة:

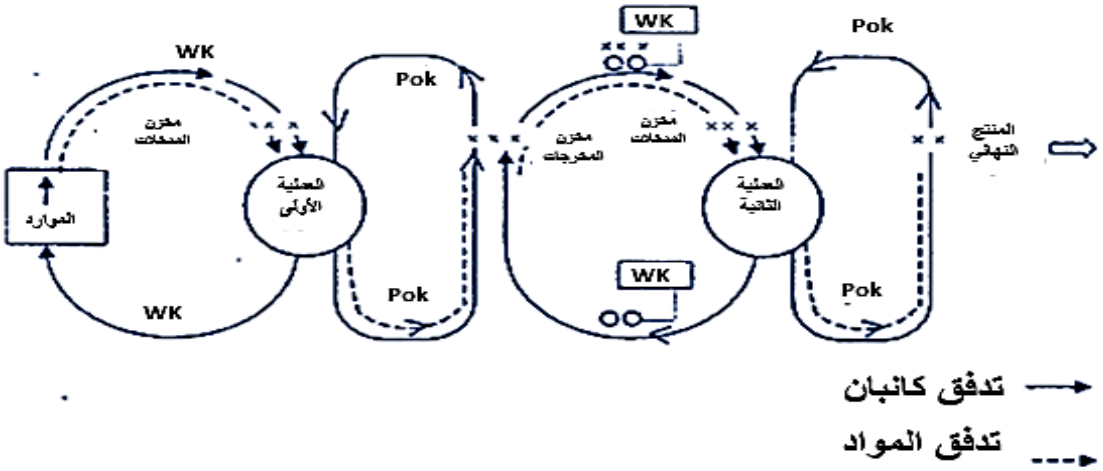
حاوية *7.8* = *25/ (1+0.30) * (0,2+0.15+0.25)*25* = المخزون وفق الحاويات

الناتج *7.8* أي العدد تقريبا *8* حاويات فيكون المخزون وفق الحاويات:

جزء *200* = *25*8* = المخزون وفق الحاويات

والشكل (*8, 3*) يوضح سير عمل نظام معلومات الإنتاج (كانبان) بشكل تفصيلي.

الشكل (*8, 3*): سير عمل نظام الإنتاج (كانبان) بشكل تفصيلي



المصدر: (محمد، 2003، ص428)

8.15.2. نظام كايزن

تعود جذور مفهوم *Kaizen* التحسين المستمر *Continuous Improvement* إلى اليابان. يتكون المصطلح الياباني *Kaizen* من مقطعين: الأول *Kai* ويعني التغيير والثاني *Zen* ويعني نحو الأفضل بمعنى التغيير نحو الأفضل. ويتضمن *Kaizen* السعي نحو التحسين التدريجي المستمر، وأداء الأشياء الصغيرة بطريقة أفضل وإقامة وتحقيق مستويات أعلى للأداء. وتدعو إستراتيجية *Kaizen* إلى جهود غير منتهية للتحسين من قبل كل فرد داخل المنظمة. وفي ذات الإطار شرح *Imai* مصطلح *Gemba Kaizen* الذي يعني ممارسة أنشطة التحسين المستمر في الموقع الحقيقي حيث القيمة الحقيقية تضاف في محطة العمل أو مخازن شركة الخدمة حيث التفاعل المباشر مع الزبون. وعليه فإن *Gemba Kaizen* تعني التحسين

في مواقع العمل لتخفيض الكلف والقضـاء على الهدر وتحسـين الجودة والإنتاجية دون اسـتخدام تقنيات مكلفة وهو خريطة للمواصفات من المستوى العالمي. والتحسين المستمر مجموعة عمليات لإدخال الابتكارات الصغيرة المستمرة على المنتج أو الخدمة وسرعان ما يصبح المنتج بتراكم هذه التحسينات منتجاً جديداً يختلف تماماً عن المنتج الأصلي.

ومفهوم التحسـين المسـتمر لا يعني دائماً السـعي نحو إنتاج منتجات جديدة مبتكرة ولكنه محاولة تحسـين التصـاميم القائمة، لذلك يحث هذا المفهوم على توجيه جهود العاملين من خلال التركيز المستمر والمتواصل لطاقاتهم في تحسين العمليات التي يمارسونها. إن مضمون التحسين المستمر يتناول تحسينات لا تتوقف لكافة العوامل المرتبطة بعملية تحويل المدخلات إلى مخرجات. فهو يقوم على الإيمان بأن أي شـيء وكل شـيء يؤدى في مجال العمل يجب أن يكون موضـع تقييم مسـتمر من خلال سـؤالين الأول (هل هذا مرضٍ؟) والثاني (وان كان الأمر كذلك، هل يمكن أداؤه على نحو أفضـل؟). ويعبّر *Imai* عن فكرة *Kaizen* في صورة مظلة تحتوي كثيراً من عناصر وأساليب التحسين المستمر كما يوضحه الشكل (*8. 4*).

الشكل (8. 4): فكرة Kaizen

8.15.3. نظام التصنيع المرن (الخالي من الفاقد)

نظم الإنتاج الخالي من الفاقد والضائع *lean production* ويعرف أيضًا باسم نظام التصنيع المرن أو الإنتاج الموجه بالقيمة هو نمط من الإنتاج يبحث عن تقليل وإزالة الضياع والأنشطة غير المنتجة التي لا تضيف قيمة للمنتج النهائي وقد طورته شركة تويوتا. إن الهدف الأساسي لهذا النظام هو خلق قيمة للعميل وذلك عن طريق تصميم تدفقات للقيمة *Value Streams* لإرضاء احتياجات العملاء وتحتوي تدفقات القيمة على عمليات متصلة تبدأ من أمر العميل وتنتهي عند تسليم الطلبية للعميل مع التركيز على حذف أي فاقد أو ضائع يمكن أن يتخلل هذه العمليات.

ويعتبر نظام الإنتاج الخالي من الفاقد والضائع نظاماً لتنظيم وإدارة وتطوير الإنتاج، العمليات، الموردين والعلاقات مع

العملاء بحيث تتم عملية الإنتاج بأقل مجهود، في أقل مساحة، بأقل رأس مال وفى أقل وقت وبأقل عدد من الوحدات المعيبة لترضى احتياجات العملاء مقارنة بنظام الإنتاج التقليدي الذي يعتمد على إنتاج دفعات وأحجام كبيرة إن مثل هذا النظام يقود إلى قدرة المنشآت على المنافسة ومن ثم البقاء. تركز فلسفة الإنتاج الخالي من الفاقد والضائع على "القيمة المسلمة إلى العميل" وينظر إلى هذه القيمة على أنها أساس وجود المنشأة. **والمبادئ الأساسية لنظام الإنتاج الخالي من الفاقد** هي:

المبدأ الأول، القيمة *Value*: يهدف هذا المبدأ بصورة عامة إلى خلق قيمة للعملاء من خلال فهم متطلباتهم والمواصفات والأسعار، لذا ففحص القيمة من وجهة نظر العملاء يعتبر الأساس لتصميم المنتجات والعمليات بصورة أكثر فعالية.

المبدأ الثاني، تدفق القيمة *Value Stream*: هو عبارة عن كل الأنشطة التى تقوم بها المنشأة لإنتاج وتسليم المنتج أو الخدمة بداية من استلام أمر العميل وحتى تسليم المنتج إلى العميل.

المبدأ الثالث، الإنتاج على أساس الطلب *Flow and Pull*: يقتضي هذا المبدأ أنه لا يتم الإنتاج إلا إذا كان هناك طلب من العميل وهذا يتعارض مع فكر الإنتاج التقليدي والذي يقوم بإنتاج دفعات كبيرة من المنتجات لتحقيق أقل تكلفة للوحدة.

المبدأ الرابع، الإتمام *Perfection*: يعرف الفاقد والضائع على أنه أي شيء يعوق تدفق القيمة والهدف من الإنتاج الخالي من الفاقد والضائع هو عمل تدفق مستمر للقيمة بناءاً على طلب العميل.

المبدأ الخامس، التحسين *Improvement* من خلال تأهيل العاملين: يتطلب الإنتاج الخالي من الفاقد والضائع أن يكون هناك حافز وانتباه مستمر لدى كل العاملين بالمنشأة للتخلص من أي فاقد خلال تدفق القيمة، ولتحقيق ذلك لابد أن يتم تزويد العاملين بالمعلومات الصحيحة عن التدفق وعن الفاقد والضائع وفى التوقيت الملائم، أيضا لابد من تعليمهم كيفية حل المشاكل التى تتسبب في الفاقد والضائع وإعطائهم السلطة لذلك ، حيث أنه لا يمكن الاعتماد فقط على الإدارة في تحقيق ذلك .

8-16 استخدام الإنتاج الرشيق للحد من النفايات وتبسيط تدفق القيمة

يتم استخدام أدوات الإنتاج الرشيق لتحسين الكفاءة والإنتاجية من خلال تحديد أفضل مزيج في عملية خط الإنتاج للبناء والطاقة والخدمات وسلسلة التوريد. وتتم زيادة الكفاءة والإنتاجية حتى تتمكن الشركة من البقاء والفوز في المنافسة الصناعية. هذا المفهوم هو أحد الأساليب التي تستخدمها شركات التصنيع على نطاق واسع لتكون قادرة على الفوز بالمنافسة وتلبية الطلبات العالية للمستهلكين. يستخدم هذا المفهوم لتحسين استجابة الأعمال من خلال الحد من النفايات والتحسين المستمر وخفض التكلفة. تهدف إلى تحديد نوع النفايات في تحقيق الطلب؛ تحديد أدوات رسم الخرائط التفصيلية الدقيقة للحد من

النفايات؛ اقتراح السبب الجذري للنفايات وتحسين التخطيط؛ تحديد مقارنة المهلة قبل وبعد تحسين عملية الإنتاج.
والتصنيع الخالي من الهدر هو تحسين مستمر للقضاء على النفايات وزيادة المنتجات ذات القيمة المضافة *"VA"*على حد سواء السلع والخدمات لتوفير القيمة للعملاء. وإن المبدأ الأساسي للمفهوم ا هو تقليل أو التخلص من النفايات. النفايات هي نشاط لا يقدم قيمة مضافة في العملية على طول تيار القيمة. وفقًا لنظام إنتاج تويوتا *TPS*، هناك ثمانية عوامل يقدمونها بذكاء في اختصار *DOWNTIME* مصنفة على أنها نفايات، وهي:

1. **وقت الانتظار *W*:** هذه واحدة من أكثر النفايات وضوحًا ومن الواضح أنها لا تضيف قيمة. على سبيل المثال، إذا كان مشغل الماكينة يقضي الوقت في انتظار وصول الدفعة التالية من المكونات، فهناك نفايات يمكن التخلص منها من خلال جدولة أفضل. ومع ذلك، ليس كل وقت الانتظار يضيع الوقت. ويعرف وقت الانتظار هو وقت الخمول الذي لا يقوم فيه شخص ما بعمل شيء. القضاء على هذا الوقت الخامل أو تقليله يقضي على الهدر ويحسن القيمة المضافة.
2. **الحركة الزائدة *T*:** يشير مصطلح "الحركة الزائدة" إلى حركة المواد واللوازم والمعدات.
3. **المناولة الزائدة *M*:** تشير المناولة الزائدة إلى الأنشطة غير الضرورية للعمال والمناولة غير الضرورية للمنتجات والآلات والمعدات.
4. **المخزون الزائد *I*:** يكلف المخزون الأموال لمساحة التخزين بالإضافة إلى الضرائب على المخزون. يجب فقط الاحتفاظ بالمخزون الضروري والضروري المطلق بحيث يضيف قيمة إلى المنتج أو الخدمة النهائية. المخزون الزائد هو نفايات.
5. **المعالجة الزائدة *E*:** الإفراط في العملية يعني أن العمل النهائي في المنتج أو الخدمة أكثر مما يحتاجه العميل النهائي.
6. **الإفراط في الإنتاج *O*:** الإفراط في الإنتاج يعني إنتاج منتج أكثر مما هو مطلوب على الفور. في معظم الحالات، ينتج عن الإفراط في الإنتاج مستويات عالية من المخزون المسرف.
7. **العيوب *D*:** يجب التخلص من المنتجات المعيبة أو إصلاحها. يعد القيام بالأمور بشكل صحيح في المرة الأولى أمرًا ضروريًا للتخلص من الخردة أو الإنتاج المرفوض تماما. في حين أن القضاء على جميع العيوب قد يبدو وكأنه مهمة مستحيلة، فهناك طرق بسيطة مثل *Poka-Yoke* ، وهي فعالة جدًا في إزالة العيوب بحيث تقضي أيضًا على الحاجة إلى فحص العيوب، مما يؤدي إلى توفير أكبر.
8. **المواهب غير المستغلة *N*:** قلة استخدام مواهب الناس أو مهاراتهم أو معارفهم.

ثم يأتي، رسم خرائط تدفق القيمة *"VSM"*، وهي طريقة مرئية لرسم خط الإنتاج للمنتج الذي يتضمن المواد والمعلومات من كل محطة عمل. يعني استخدام *VSM* البدء بصورة كبيرة في حل المشكلات ليس فقط على العمليات الفردية والتحسين

الشامل وليس فقط على عمليات معينة. يتكون *VSM* من نوعين يمكنهما المساعدة في إجراء تحسينات حقيقية، وهما:

- ✓ خريطة الحالة الحالية *"CSM"* هي تكوين تيار قيمة المنتج الحالي، وتستخدم أيقونات ومصطلحات محددة لتحديد النفايات والمجالات المطلوب تحسينها.
- ✓ خريطة الحالة المستقبلية *FSM* هي مخطط للتحول الهزيل المطلوب في المستقبل بعد تحديد النفايات والتخلص منها.

أدوات تحليل تيار القيمة *VALSAT* تستخدم أدوات تحليل تيار القيمة *VALSAT* لتحليل النفايات المحددة. يُستخدم مفهوم *VALSAT* في اختيار أدوات رسم الخرائط التفصيلية عن طريق ضرب أوزان النفايات (في استبيان تقييم النفايات *WAQ*).

17-8 أنشطة القيمة المضافة وأنشطة إضافة القيمة

يمكن تعريف القيمة ببساطة على أنها شيء يرغب العميل في دفعه لتلقيه. إذا لم يكن العميل على استعداد للدفع مقابل ذلك، فليس هناك قيمة. وكل ما نقوم به إما يضيف قيمة أو لا يضيف قيمة إلى المنتج أو الخدمة التي تبيعها الشركة. من يقرر ما إذا كان هناك قيمة مضافة؟ أي شيء أو أي شخص لا يضيف قيمة هو هدر. مثلا، موظف الاستقبال يضيف أيضًا قيمة غير مباشرة للمنتجات التي تشحنها الشركة لعملائها، من خلال توفير الوقت لأشخاص آخرين في الشركة، وحماية أصول الشركة، فتشكل قيمة مضافة للمنتج الذي تبيعه.

بالإضافة إلى ذلك، عند الحديث عن الأنشطة ذات القيمة المضافة مقابل الأنشطة غير ذات القيمة المضافة، نحتاج إلى تضمين فئة الأنشطة المطلوبة على الجانب غير ذي القيمة المضافة. الأنشطة المطلوبة هي تلك التي يجب القيام بها، لكنها لا تضيف بالضرورة قيمة للعملاء الداخليين أو الخارجيين. أكثر الأنشطة المطلوبة شيوعًا هي تلك التي يقتضيها القانون أو اللوائح الحكومية. في حين أن بعض الأنشطة المطلوبة تضيف قيمة، إلا أنها في كثير من الحالات أنشطة يجب القيام بها، لكنها لا تضيف أي قيمة. ومع ذلك، هذا لا يعني أنه لا يمكن تحسينها، والقضاء على النفايات، لتقليل تكاليف الأنشطة المطلوبة.

يصنف بعض الأشخاص الأنشطة التجارية مثل الموارد البشرية (التوظيف) وصيانة المباني على أنها أنشطة تجارية مطلوبة لا تضيف قيمة. ومع ذلك، فإن هذه الأنشطة ليست أنشطة مطلوبة لا تضيف قيمة. على سبيل المثال، إن العثور على الأشخاص المناسبين وتوظيفهم، وقت الحاجة إليهم، والقيام بذلك بكفاءة، يضيف قيمة. الموارد البشرية لمنظمة هي أهم مواردها. يقدم قسم الموارد البشرية خدمة قيّمة لكل من الأقسام الأخرى داخل المنظمة، والتي بدورها تتيح لهم القيام بعمل أفضل لإضافة قيمة إلى المنتجات التي ينتجونها.

وأما الأنشطة التي لا تضيف قيمة فقد تم شرحها في الفقرة السابقة وهي: وقت الانتظار *W*، الحركة الزائدة *T*، المناولة الزائدة *M*، المخزون الزائد *I*، المعالجة الزائدة *E*، الإفراط في الإنتاج *O*، العيوب *D*، المواهب غير المستغلة *N*.

المصادر والمراجع *References*

1. محمد ابديوي الحسين (2001). مقدمة في ادارة الإنتاج والعمليات. عمان، دار المناهج للنشر والتوزيع.
2. محمد العزاوي: الإنتاج وإدارة العمليات منهج كمي وتحليلي، دار اليازوردي، عمان، الأردن , 2006 , الطبعة العربية.
3. عبيدات، خالد. مقدمة في إدارة الإنتاج والعمليات. عمان، دار المسيرة للنشر. 2008.ص262.

4. *Hunter, Steve L. "The 10 Steps to Lean Production." FDM 76, no. 5 (2004): 22–25.*
5. *Stevenson, William J. Operations Management. 8th ed. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 2005.*
6. *Takeuchi, Hirotaka et al. "The Contradictions That Drive Toyota's Success." Harvard Business Review. June, 2008. http://harvardbusinessonline.hbsp.harvard.edu/hbsp/hbr/articles/article.jsp?articleID=R0806F&ml_action=get-article&print=true&ml_issueid=BR0806*
7. *Teresco, John, "Toyota's Real Secret: Hint, It's Not TPS." Industry Week 1 February 2007. http://www.industryweek.com/ReadArticle.aspx?ArticleId=13432*
8. *Rother, M. & Shook, J. 2003. Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda. Lean Enterprise Institute, 2003.*
9. *Vikas kumar, 2010, "JIT Based Quality Management: Concepts and Implications in Indian Context" International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(1), pp 40-50.*
10. *Richard B. chase. F. Robert Jacobs. Nicholas J. Aquilano: Operation management for Competitive Advantage. 11th^{ed}. 2006. McGROW- HILL, Irwin. Libraray of congress Cataloging-in Publication, p 471.*
11. *Donald Waters: (2006) Operation Management. Producing Goods and Services. British Library Cataloguing-in Publication Data. First printed, p.248*
12. *Scholer,Roger. Susan Meyer: Operation management contemporary Concepts and_Cases. 4th^{ed}: University of Minnesota. McGraw Hill In: library of congress,2008. p 110.*

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
نظام "في الوقت المناسب" *JIT* فلسفة تشغيلية تتضمن نظام تحكم محسّن للمخزون بالاشتراك مع أنظمة أخرى.	صح	
نقص المخزون هو سير في الاتجاه المعاكس لمفهوم خفض الفاقد.		خطأ
يجب أن تكون المعدات في وضع يمكنها من إنتاج كل ما هو مطلوب كلما دعت الحاجة.	صح	
يمكن الحصول على "صفر عيوب" بين عشية وضحاها، رغم توقعها من جميع الموردين.		خطأ
تناقش *JIT* جميع مستويات التكلفة وتركز على إجراء التكاليف التي تنتج قيمة مضافة.		خطأ
زيادة مستويات المخزون يعني زيادة في الإعدادات أو الطلبات		خطأ
وقت الإعداد والتكلفة مرتبطان بشكل إيجابي هذا ليس صحيحًا دائمًا.	صح	
EOQ و *JIT* هما نموذجا مبيعات متميزان للغاية. قد يكون أيًا منهما مفيدًا.		خطأ
في أنظمة التصنيع التقليدية، تضع الأعطال قيودًا كبيرة على تدفق الإنتاج.		خطأ
تعد دورة *PDCA* نهجًا تكراريًا لتقليل المنتجات والخدمات وزيادة توظيف الأفراد باستمرار.		خطأ
هوشين كانري *Hoshin Kanri* هي طريقة لتنظيم الآلات الرئيسية وتحديد الأفضليات.		خطأ
الغرض من نظام (كانبان) هو الإشارة أن هناك حاجة لأجزاء مطلوبة في الإنتاج وضمان إنتاج أو توريد هذه الأجزاء في الوقت المناسب لدعم سلسلة عمليات التجميع في الإنتاج.	صح	

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

1) الفكرة الكامنة وراء نظام "فقط في الوقت المناسب" *JIT* هو مفهوم يسمى:

A. السلع المثالية
B. المبيعات النموذجية
C. المنافسة النموذجية
D. الإنتاج المثالي

2) يقلل نظام "فقط في الوقت المناسب" *JIT* من الحاجة إلى:

A. تخزين مبيعات الشركة، ولكنه يزيد من الاعتماد على العملاء
B. تخزين مستلزمات الإنتاج، ولكنه يزيد من الاعتماد على الموردين
C. تخزين مستلزمات الإنتاج، ولكنه يقلل من الاعتماد على الموردين
D. شراء مستلزمات الإنتاج، ولكنه يقلل كثيرا من الاعتماد على العملاء

3) ليس من خصائص نظام "فقط في الوقت المناسب" *JIT* :

A. الكفاءة
B. الشراء الآلي

C. التحسينات المستمرة
D. الشراء بكميات كبيرة

4) من الفوائد العديدة التي يمكن أن نحصل عليها من تنفيذ نظام *JIT*:
A. زيادة حجم المخزون
B. الحد من الإنتاج المطلوب
C. زيادة الإنتاجية
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

5) من خطوات تطبيق نظام الإنتاج *JIT*:
A. تقليل فترة الإعداد
B. دمج نظام السحب
C. مراقبة المخزون
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

6) أبرز عناصر التصنيع وفلسفة التصنيع في "فقط في الوقت المناسب":
A. نظام إنهاء المستودعات
B. نظام تحسين المنافسة
C. نظام زيادة المبيعات
D. نظام تحسين الإنتاجية

7) **يؤدي زيادة المخزون إلى:**
A. زيادة احتمال الخسارة في الأصناف التي لها فترة صلاحية محدودة.
B. زيادة احتمال الأرباح في الأصناف التي لها فترة صلاحية محدودة.
C. تراجع احتمال توافر الأصناف التي لها فترة صلاحية طويلة.
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

8) نظام *kanban* هو نظام سحب يستخدم البطاقات:
A. للإشارة بصريًا إلى الحاجة إلى الآلات
B. للدلالة عمليا إلى النقصان في المتطلبات
C. للإشارة بصريًا إلى الحاجة إلى المخزون
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

9) من أجل التوفيق بين *JIT* و *EOQ* يجب أن:
A. لا نتعامل مع *C* و / أو *I* على أنها ثابتة ولكننا نسعى باستمرار إلى تقليلها
B. نتعامل مع كل من *C* و / أو *I* على أنها ثابتة ونسعى باستمرار إلى زيادتها
C. نتعامل مع كل من *C* و / أو *I* على أنها متبدلة ونسعى باستمرار إلى تثبيتها
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

10) سيؤدي تقليل وقت الإعداد إلى:
A. تقليل إنتاجية الماكينة، وزيادة أحجام الدُفعات
B. تقليص إنتاجية المواد، وزيادة معايير الآلات

C. زيادة إنتاجية المخزونات، وتغيير مقاييس الماكينات
D. زيادة إنتاجية الماكينة، وتقليل أحجام الدُفعات

11) من المبادئ الخمسة لتحسين الكفاءة في مكان العمل:
A. إلغاء التدفق
B. إلغاء نظام السحب
C. تطبيق نظام الدفع
D. تحديد القيمة

12) من عناصر ممشى جيمبا *Gemba Walk* الأساسية:
A. إجراء الفحص الرسمي المستمر
B. غياب فريق العمل
C. احترام آراء الناس وخبراتهم
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

13) الغرض من تطبيق *Gemba* هو:
A. مراقبة عملية العمل الفعلية، والانخراط مع الموظفين
B. تحقيق نظرية العمل الحقيقية، وتجنب الاحتكاك مع الموظفين
C. مراقبة عملية التوظيف الأصلي، وتميز دور المسؤولين فيه
D. تحقيق نظرية الإنتاجية الكاملة، وتقويم التعامل مع الموظفين

14) حددت تويوتا خمسة مبادئ لضمان منطقة عمل منظمة وهي:
A. التصفية أو القواعد، التفصيل، الدمج، الاستمرارية، والتثبيت أو الاضطراب
B. التنقية أو التصنيف، التبويب، العزل، التكرارية، والتدريب أو الانضباط
C. التصفية أو التنظيم، الترتيب، التنظيف، المعيارية، التدريب أو الانضباط
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

15) **تعني المعيارية *Standardizing*:**
A. توفير مناخ مناسب وملائم للعمل والإحساس بالأمان وتجنّب مشكلات الصيانة
B. التأكد من بقاء المعدات والمكائن في حالة عمل جيدة تجنباً للأعطال المتكررة
C. وضع الأشياء في أماكنها الصحيحة، والهدف هو السرعة التوفير في الوقت
D. كل الأجوبة السابق خاطئة

16) تشير عملية التخطيط الاستراتيجي التي يتم من خلالها نقل الأهداف الاستراتيجية وترجمتها إلى عمل إلى:
A. كانبان *Kanban*
B. الوقت المناسب *Jit*
C. هوشين كانري *Hoshin Kanri*
D. كل ما سبق

17) ليس من مبادئ *Jidoka* البسيطة:
A. اكتشاف الطلبيات.
B. إيقاف العملية؛

C. حل المشكلة الفورية؛
D. التحقيق في السبب الجذري للمشكلة.

18) يقوم مفهوم جيدوكا *Jidoka* بـ:
A. ضمان عدم تخطي العيب مرحلة الفحص الدقيق
B. ضمان عدم تخطي الإنتاج مرحلة الفحص الدقيق
C. تأمين عدم تجاوز التصميم مرحلة الاختبار المحدد
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

19) يستخدم العمل القياسي في التصنيع لضمان:
A. تناسق المنتجات وجودتها وتسليمها للعملاء
B. ترتيب المنتجات وجودتها وتسليمها للموردين
C. تجانس المخزونات وجودتها وتسليمها للشركة
D. كل ما سبق

20) العنصر الرئيسي للعمل القياسي هو:
A. تجزئة المشروع
B. تقسيم الإنتاج
C. توزيع الوظائف
D. تسلسل العمل

21) تسمى الطريقة في تحويل المواد وحركتها داخل نظام الإنتاج الآني من خطوة للتي تليها خلال العملية الإنتاجية:
A. نظام في الوقت المحدد *"JIT"*
B. نظام الإنتاج الرشيق *"Lean manufacturing"*
C. نظام كايزن "*Kaizen*"
D. نظام كانبان *"Kanban"*

22) تعني *Gemba Kaizen*:
A. تحويل المواد وحركتها داخل نظام الإنتاج الآني من مرحلة لأخرى
B. التحسين في مواقع العمل لتخفيض الكلف والقضاء على الهدر
C. الدعم المستمر لسلسلة عمليات التجميع للأجزاء المطلوبة في الإنتاج
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

23) تركز فلسفة الإنتاج الخالي من الفاقد والضائع على:
A. القيمة المسلمة إلى العميل
B. القيمة المستلمة من العميل
C. القيمة المسلمة إلى المورد
D. القيمة المستلمة من المورد

4) أسئلة \ قضايا للمناقشة

بفرض توفرت لدينا المعلومات الآتية من شركة الحافظ والمتعلقة بأحد الأجزاء:

الطلب في الساعة (D) = 175 وحدة، وسعة الحاوية (K) = 35 وحدة، ووقت الإنتاج والمعالجة (T_P) = 0.10 ساعة، ووقت الانتظار للحاوية (T_C) = 0.3، والمخزون الاحتياطي (E) = 0.15 من الوحدات المنتجة محلياً.

والمطلوب أحسب عدد الحاويات وفق هذه المعطيات؟ وحجم المخزون؟

لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*8.15.1*: نظام كانبان)

الوحدة 9

الجودة والتخطيط والرقابة

كلمات مفتاحية: جودة المنتج، جودة الخدمة، أدوات الجودة، تقنيات الجودة

ملخص الفصل:

لا يكفي التأكد من إنجاز المنتج في الوقت المحدد وفي حدود الميزانية. يجب أن تتأكد المؤسسة من صنع المنتج المناسب ليناسب احتياجات السوق بالجودة المناسبة. فالجودة تعني التأكد من أن المؤسسة تبني ما خططت أنها ستنتجه وأنها تنتج ذلك بأكبر قدر ممكن من الكفاءة. وهذا يعني محاولة عدم ارتكاب الكثير من الأخطاء والحفاظ دائمًا على خطة تعمل نحو هدف إنشاء المنتج الصحيح، باستمرار حصولها على رضا العملاء والتأكد من أن الأشخاص الذين يدفعون مقابل المنتج النهائي سعداء بما يحصلون عليه. سنتناول في هذا الفصل مواضيع جودة المنتج وجودة الخدمة، ومفاهيم تخطيط المنتج، وتخطيط العملية، والأدوات التقنيات التي يمكن استخدامها للتحكم في العمليات.

المخرجات والأهداف التعليمية:

11.استيعاب الطلاب لمفهوم جودة المنتج وجودة الخدمة.

12.تمكن الطلاب من فهم التحكم في العمليات الإحصائية.

13. استيعاب الطلاب لمفهوم تخطيط المنتج، وتخطيط العملية.

14.تمكن الطلاب من فهم أدوات الجودة.

15.استيعاب الطلاب لتقنيات إدارة الجودة.

مقدمة

المنتجات والخدمات التي تلبي أو تتجاوز توقعات العملاء تؤدي إلى رضا العملاء. قبل أن يقوم العميل بعملية شراء (تبادل الأموال مقابل منتج/خدمة)، يقوم بإجراء حساب ذهني: "هل قيمة المنتج/الخدمة (كما أتوقع) مساوية للمال الذي أنا على وشك استبداله"؟ الجودة هي وظيفة لكيفية رؤية العميل للمنتج/الخدمة التي يتلقاها. يقارن عرض العملاء دائمًا ما يتوقعونه مع ما يتلقونه بالفعل بغض النظر عن كيفية تصور العمليات للجودة. كيف يصل العملاء إلى توقعاتهم؟ والجودة ليست مطلقة تحددها العمليات أو التصنيع. فالمتغيرات التي تؤثر على الجودة هي: (أ) توقعات العملاء (التي تم الحصول عليها من التسويق والمبيعات، بالإضافة إلى الكلام الشفهي والخبرة السابقة)، (ب) تلقي المنتج/الخدمة الفعلية (كيف يتم تنفيذ الخدمة من قبل الأشخاص العاملين واللمسات الفعلية المستلمة (الطعام البارد على سبيل المثال).

التوافق مع المتطلبات والصلاحية للاستخدام هو جوهر رضا العملاء، وهو مقياس لمدى جودة أداء المنتج في السوق. قبل كل شيء، يحتاج المنتج إلى القيام بما خططته المؤسسة في مستند المتطلبات التي تأخذ بالاعتبار ما يرضي العميل مع أفضل تصميم ممكن لوظيفة المنتج نفسه. وهذا يعني الامتثال للمتطلبات المذكورة والضمنية، أي سيحكم العميل على جودة المنتج من خلال ما إذا كانت المؤسسة التزمت في إنتاج ما تعهدت أنها ستنتجه. لأن الجودة تعد إحدى سمات ومؤشرات أداء السلعة أو الخدمة فهي تلعب دوراً هاماً في عملية المنافسة، وفي جعل الأداء التنظيمي متميزاً. ومن ناحية أخرى، إن التأكيد على جودة السلعة يحمل آثاراً إيجابية قوية للعائد على الاستثمار في المنظمة، وتأثيراً غير مباشر على الموقف السوقي لها.

يركز تخطيط الجودة على أخذ جميع المعلومات المتاحة للمؤسسة في بداية التصنيع ومعرفة كيفية قياس الجودة ومنع العيوب. يجب أن يكون للمؤسسة سياسة جودة تحدد كيفية قياس الجودة لتتأكد من أن التصنيع يتبع سياسة الشركة وأي قواعد أو لوائح حكومية حول كيفية تخطيط الجودة للمنتجات. حيث تحتاج المؤسسة إلى تخطيط الأنشطة التي ستستخدمها لقياس جودة منتجاتها. وستحتاج إلى التفكير في تكلفة جميع الأنشطة المتعلقة بالجودة التي تريد القيام بها. بعد ذلك، ستحتاج إلى وضع بعض الإرشادات لما ستقيس عليه. أخيرًا، ستحتاج إلى تصميم الاختبارات التي ستجريها عندما يكون المنتج جاهزًا للاختبار.

9–1 مفاهيم الجودة: جودة المنتج وجودة الخدمة

قبل أن نشرع في عرض ما هي جودة المنتج أو الخدمة ؟ أولاً، سنعرض مفهوم وتعريف الجودة.

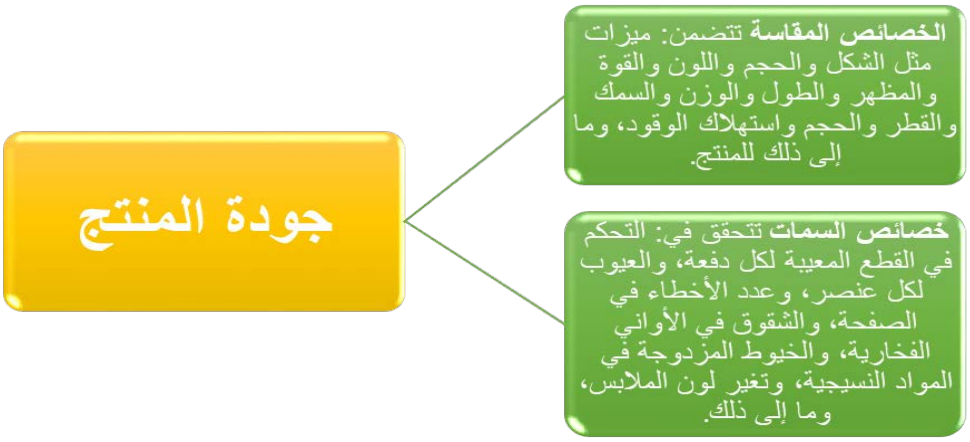
وفقًا للمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس (*ISO*)، فإن الجودة هي "الدرجة التي تلبي بها مجموعة من الخصائص المتأصلة

للمتطلبات". والتعريف الأكثر شمولاً للجودة كما اعتمدته منظمة المعايير الدولية هو "مجموع ميزات وخصائص المنتج أو الخدمة التي تؤثر في قدرته على تلبية الاحتياجات المعلنة أو الضمنية التي تدور حول العميل". فليس من السهل تعريف كلمة "**الجودة** "حيث يتم إدراكها بشكل مختلف من قبل مجموعة مختلفة من الأفراد، وقد يقدمون إجابات متنوعة اعتمادًا على تفضيلاتهم الفردية. وفقا للخبراء، يمكن تعريف الجودة كما يبينه الشكل (*9, 1*) التالي.

الشكل (*9, 1*): تعريف الجودة

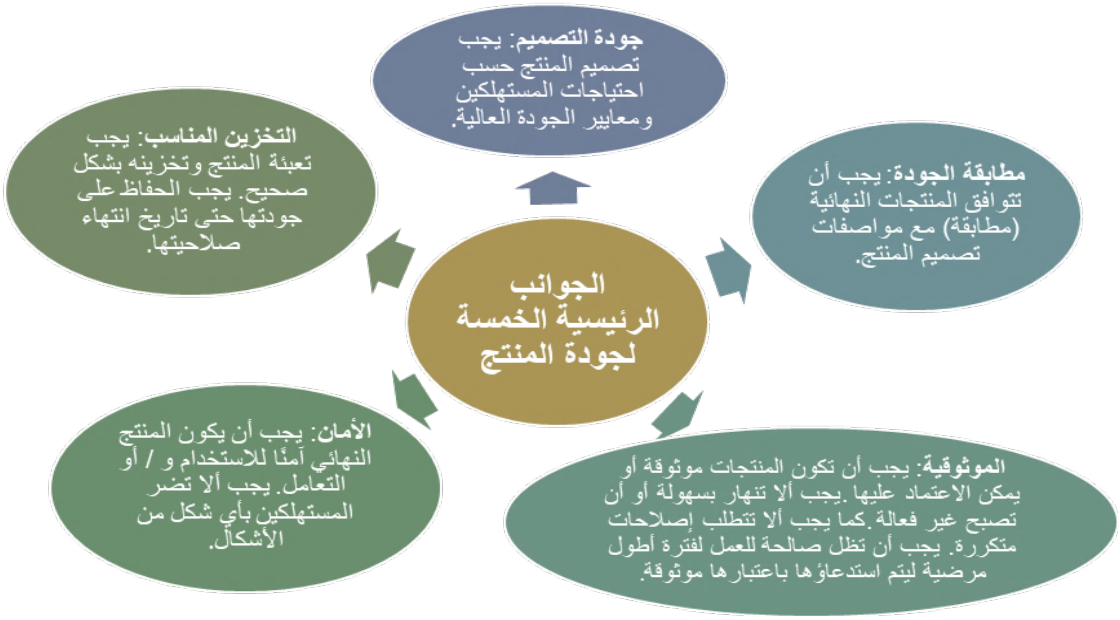
بالنسبة لمعظم الأفراد، يعني مصطلح الجودة أيضًا قيمة جيدة - الحصول على قيمة الأموال. ويُعرف المنتج بأنه منتج عالي الجودة فقط عندما يفي بمعايير مختلفة لأدائه لدى المستهلك. فجودة المنتج تعني دمج الميزات التي لديها القدرة على تلبية احتياجات المستهلك كونها خالية من أي عيوب. وجودة المنتج لها سمتان جوهريتان؛ تقاس ولها سمات، الشكل (*9, 2*):

الشكل (9, 2): جودة المنتج: تقاس ولها سمات



بناءً على هذا التصنيف، يمكننا تقسيم المنتجات إلى جيدة وسيئة. ويتم توضيح الجوانب الرئيسية الخمسة لجودة المنتج كما هي مبينة في الشكل (9, 3):

الشكل (9, 3): الجوانب الرئيسية الخمسة لجودة المنتج



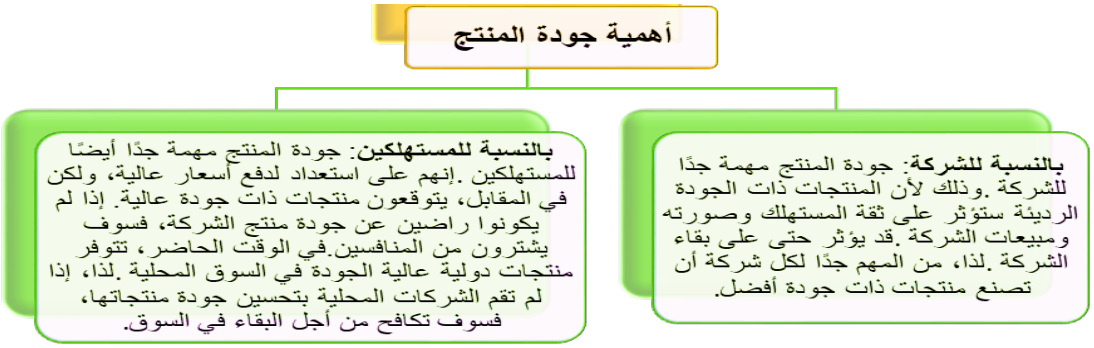
ويجب أن تفي المنتجات/الخدمات بمتطلبات أولئك الذين سيستخدمونها بالفعل. وتصف جودة المنتج الدرجة التي نلبي بها احتياجات المستخدم، وتشمل ما يلي: الكمال (كل ما يرغبه المستهلك)، والرأي (للمستخدم المستهدف)، وقابلية الاستخدام (دون ثقل معرفي لا داعي له)، والصقل (التناسق مع نظام التصميم)، والفعالية (قدرتها على إتمام المهمة).

ويجب أن تركز الشركة على جودة المنتج قبل وأثناء وبعد الإنتاج كما في الشكل (*9, 4*):

الشكل (*9, 4*): جوانب تركيز الشركة على جودة المنتج

وتبرز أهمية جودة المنتج للشركة والمستهلكين كما يوضحها الشكل (*9, 5*) التالي:

الشكل (*9, 5*): أهمية جودة المنتج للشركة والمستهلكين



مثل منظمات تصنيع السلع، وجدت المنظمات المولدة للخدمات دورًا أساسيًا في تعزيز البحث وابتكار شيء جديد يجعل الخدمات مميزة وتخلق فرص سوق مربحة للاستفادة منها. عرّف *(Kotler, 1997)* الخدمة بأنها "إجراء أو نشاط يمكن أن يقدمه طرف إلى طرف آخر، وهو أمر غير ملموس بشكل أساسي ولا يمكن أن يؤثر على أي ملكية، وقد تكون الخدمة متعلقة بمنتج ملموس أو منتج غير ملموس". والافتراض الشائع هو أن جودة الخدمة تؤدي إلى إرضاء العملاء. فجودة الخدمة هي عبارة عن مزيج من كلمتين، الخدمة والجودة حيث نجد التركيز على توفر خدمات عالية الجودة للمستخدمين النهائيين. يركز مصطلح الجودة على المعيار أو المواصفات التي تعد بها منظمة توليد الخدمة. والجدول (*9, 1*) يلخص الاختلافات الرئيسية بين الخدمات والمنتجات بالنقاط التالي:

الجدول (*9, 1*): الاختلافات بين المنتج والخدمة

الخدمات	المنتج
الخدمة غير ملموسة ولا يمكن الشعور بها ولا لمسها	المنتج ملموس ومادي ويمكن حمله ورؤيته وتحريكه
يتم تقديم قيمة الخدمة من قبل مزود الخدمة	يتم اشتقاق قيمة المنتج من قبل العميل
تشكل رعاية العملاء مكونًا مهمًا لتسويق الخدمة	رعاية العملاء للمنتج محدودة
الخدمة قابلة للتلف ولا يمكن تخزينها للاستخدام أو البيع لاحقًا	يمكن تخزين المنتج للاستخدام المستقبلي
لا يمكن للمستهلك امتلاك الخدمة بمجرد أن يتم الدفع	يمكن امتلاك منتج
تعتمد جودة الخدمة على مقدم الخدمة الذي يقوم بتشكيلها	تعتمد جودة المنتج على طبيعته
لا يمكن إرجاع الخدمة إلى البائع	يمكن إرجاع المنتج إلى البائع
عملية الفوترة مستمرة في شكل اشتراكات للخدمات المقدمة	عملية إعداد فواتير الخدمة هي معاملة تتم لمرة واحدة
من الصعب مقارنة جودة الخدمات المقدمة	من السهل مقارنة جودة المنتجات
لا يمكن تحديد الخدمات كميا من حيث الأرقام	يمكن قياس المنتجات كميا عدديا

وذكر *(Bitner, Zeithaml 2003: 85)* أن" جودة الخدمة هي تقييم مركز يعكس تصور العميل لأبعاد محددة للخدمة وهي الموثوقية والاستجابة والضمان، والتعاطف، والملموسية. جودة الخدمة هي تصور العميل. ومع ذلك، يشكل العملاء آراء حول جودة الخدمة ليس فقط من مرجع واحد ولكن من مجموعة من العوامل المساهمة. وفي النهاية، الجودة هي قدرة منتج أو خدمة على تلبية "المعرفة" للاحتياجات المركبة المسبقة للمستهلكين / المستخدمين الذين يرتبطون بشكل واضح بخصائص الأداء، ولا تؤدي إلى إجراء علني أو سري أو ردود فعل من قبل أشخاص آخرين.

9-2 محددات وفوائد الجودة

إن المحددات المختلفة المرتبطة بمفهوم وفلسفة إدارة الجودة على وجه الخصوص هي:

(1) **جودة التصميم:** إصرار المصممين على تضمين أو استبعاد ميزات في منتج أو خدمة.

(2) **جودة المطابقة:** الدرجة التي تتوافق بها السلع أو الخدمات مع نية المصممين.

(3) **جودة سهولة الاستخدام:** سهولة الاستخدام وتعليمات الاستخدام تزيد من الفرص ولكن لا تضمن أن المنتج سيتم استخدامه للغرض المقصود ويعمل بشكل صحيح وآمن.

(4) **جودة الخدمة بعد التسليم:** الدرجة التي يمكن فيها استدعاء السلع أو الخدمات وإصلاحها أو تعديلها أو استبدالها أو إعادة شرائها أو إعادة تقييمها، تقع جميعها ضمن هذه الفئة.

وعندما تدار الجودة بشكل صحيح مع العوامل/ الفهم المذكور أعلاه يمكن تحقيق الفوائد التالية: (1) تحسين إنتاجية النظام. (*2*) تخفيض تكاليف المنتجات / الخدمات. (*3*) تحسين صورة المنظمة. (*4*) المستهلكون / العملاء الملتزمون. (*5*) إدارة

مخصصة للوحدة / المصنع. (*6*) زيادة مشاركة الموظفين على مختلف المستويات.

وأهم ميزة مستمدة من إدخال نظام الجودة هي أنها تطور وتشجع الوعي بالجودة بين العاملين في المصنع مما يساعد بشكل كبير في تحقيق المستوى المطلوب من الجودة في المنتج. ويمكن إجمال مزايا إدارة الجودة الشاملة: (1) تعزيز الوضع التنافسي. (*2*) القدرة على التكيف مع ظروف السوق المتغيرة أو الناشئة ولوائح البيئة وغيرها من اللوائح الحكومية. (*3*) زيادة الإنتاجية. (*4*) صورة سوق محسنة. (*5*) القضاء على العيوب والنفايات. (*6*) تخفيض التكاليف وإدارة التكاليف بشكل أفضل. (*7*) ربحية أعلى. (*8*) تحسين تركيز العملاء ورضاهم. (*9*) زيادة ولاء العملاء والاحتفاظ بهم. (*10*) زيادة الأمن الوظيفي. (*11*) تحسن معنويات الموظف. (*12*) قيمة محسنة للمساهمين وأصحاب المصلحة. (*13*) عمليات محسنة ومبتكرة.

9-3 المسؤولية عن الجودة: الإدارة، التصميم، المشتريات، العمليات، التسويق، خدمة العملاء، التغليف إلخ.

ستحتاج إدارة الجودة إلى منطق بسيط يضم أنموذج للحكم على فاعلية وظائف الجودة وأنشطتها القائمة وتأشير الحاجة إلى التغيّرات الضرورية باتجاه تحقيق أهداف جودة وإستراتيجية إدارية أكثر وضوحاً، وبث الشعور بالمشاركة والاتحاد داخل الشركة، ومستوى أكبر لاندماج العاملين، والرضا عن العمل، والتحفيز في مجال الجودة، مع تحديد التحسينات كمياً وفق وجهة نظر المتعاملين مع المنتج في دورة التصنيع (مجهز، مهندس إنتاج، مسؤول تسويق وما إليهم). ولتحقيق هذه الأهداف يتطلب توافر ثمان محاور تمثل بمجموعها سياسة الجودة، نظام المواصفات، صياغة المواصفات، مقابلة المواصفات (الفحص والاختبار)، قرار الرفض أو القبول، تدقيق الجودة، تحسين النظام، الإدارة والتحفيز. إن العديد من الجهات داخل الشركة تتأثر في سياق قراراتها وسياساتها بتحديد وحساب كلف الجودة، وكالآتي:

(أولا) الإدارة العليا تعطي الصلاحيات اللازمة لتوفير الأموال للكلف المرتبطة بالسيطرة على الجودة، كما تصادق على معايير الجودة الجديدة بعد مراجعة العيوب والتالف وأسبابه. كما توضح إستراتيجية الإدارة وبشكل مفصّل لكل أعضاء المنظمة ليتحدد الدور والمسؤولية عن الجودة، ويدعم هذه السياسة نظام المواصفات بوصفه قناة طبيعية للتعبير عن السياسة عملياً، ويمثله قائمة كبيرة من المواصفات المتخصصة (الخاصة بالإنتاج، الخزن، التوزيع، شراء المواد) والهدف المطلوب ضمانه هو الوصول بالمنتج إلى النقطة التي تمكّن الشركة من بيعه (مطلب الشركة ككل) واستخدامه (مطلب قسم التسويق) الذي يعد مسؤولاً عن احتضان المواصفة، والمسؤولية عن الوفاء بتلك المواصفة تقع على عاتق المتعاملين مع المنتج ابتداءً

بالمجهز ومروراً بوحدات الإنتاج، وصولاً إلى نظام التوزيع.

(ثانيا) يقع على عاتق **قسم السيطرة على الجودة** المسؤولية الأكبر ابتداءً من إقناع مسؤولي حسابات الكلفة بأهمية قياس كلفة الجودة، ثم تقديم المساعدة في تطوير تقنيات قياس عناصر كلف الجودة والتأكد من سريان مفعول البيانات ودقتها.

(ثالثا) أما عن قرار الرفض أو القبول الخاص بالزبون فإن **قسم التسويق** هو الذي يستشعر الأمر أولاً لا سيّما عندما يفقد المنتج الصفات المميزة له وفق فهم الزبون، من خلال وجود كادر متخصص وثقافة جودة ملائمة مع الاستعداد للتحمّل والصبر وعدم استعجال النتائج، واستيعاب حالات الوهن مثل (مقاومة التغيير، ضعف الرغبة نحو العمل ضمن فرق عمل والمركزية المفرطة).

(رابعا) تشكل المفاهيم الاقتصادية نواة لمدخل إدارة الجودة، إذ تقتضي الفلسفة أن تفوض المسؤولية عن مطابقة المواد الداخلة إلى المجهز، وهو ما يتطلب قانونياً وضع معايير تعاقدية واضحة وواقعية والمصادقة على إجراءات السيطرة لدى المجهز وبناء نظام توثيق يتتبع أداء المجهز وتقديم المساعدة الفنية لحين تحقيق مستوى أداء مرضي من المصنّع وهو ما يعرف بنظام تقييم المجهزين.

(خامسا) تتولى المسؤولية التقنية تزويد أنشطة الرقابة التشغيلية وأنشطة الضمان بمعايير فنية تخص هندسة الجودة، وهندسة العمليات الرقابية، وهندسة أجهزة ومعدات الجودة، والفحص، والاختبار والتدقيق، وبذلك يتم وصف طبيعة أدوار الإدارة العليا في أنشطة إدارة الجودة ليتضمن تقوية عمليات الجودة ذاتها وجعل التحسين تطبّع داخل الشركة مع إدارة الجودة والكلفة بوصفهما أهدافاً متكاملة لا متعارضة.

9-4 تكاليف الجودة

تعرف المواصفة البريطانية *BS 6143* كلف الجودة بأنها "كلفة ضمان الجودة بالإضافة إلى الخسارة الناتجة عن عدم الوصول إلى مستوى الجودة المرغوب"، ويعرفها *Taguchi* بأنها "الخسارة المالية المنقولة للمجتمع بعد أن يتم شحن المنتج ومن ضمنها الكلف الداخلية وان لم تشحن تلك المنتجات".

وتعبّر هذه الكلف من وجهة نظر الاقتصاديين عن الفجوة *Gap* بين التقنيات المستخدمة في السيطرة على جودة المنتجات وبين إدارة موارد الإنتاج ومن ضمنها الموارد المتاحة لقسم السيطرة على الجودة ، كما يعدها المحاسبون كلف متغيرة تكون عادة في حدود سيطرة الإدارة، إذ تستطيع الأخيرة تخفيضها عملياً سواء بتخفيض نسب العيوب (من خلال الإجراءات المانعة

لتحقق المنتج غير المطابق) أو تقليل مصاريف السيطرة عليها (بتقليل حجم القوى العاملة في مجال الفحص والاختبار مثلاً) والموجهة أصلاً لكشف تلك العيوب، الأمر الذي يعني بالمحصلة تقليل الحاجة إلى إجراء المزيد من فحوصات الجودة.

تم تبويب كلف الجودة إلى كلف خاضعة لسيطرة الإدارة تتغير طردياً مع زيادة مستوى الجودة (كلف المنع وجزء من كلف التقويم) وأخرى خارج سيطرة الإدارة تتغير عكسياً مع زيادة ذلك المستوى وإلى حد معين (كلف الفشل بنوعيه الداخلي والخارجي والجزء المتبقي من كلف التقويم)، وأدناه تفصيلات هذا التبويب :

كلف المنع: وهي الأموال اللازمة لمنع الأخطاء ولممارسة العمل الصحيح منذ البدء، والمنع يحتاج إلى مصاريف قبل صنع المنتج تصرف على المواصفات، صياغة الطرق والإجراءات والمداخل والأدوات، التدريب والتعليم، تخطيط الجودة.

كلف التقييم: وهي الأموال اللازمة لضمان أن الأعمال المنجزة تتوافق مع المتطلبات المحددة مسبقاً، وتقترب هذه الكلف من وظيفة الرقابة على الجودة وهي تصرف بعد صنع المنتج وقبل شحنه إلى المستهلك، وتتضمن بنوده الفرعية (الكشف والاختبار المراجعات، الفاحصون، التفتيش).

كلف الفشل: ويعني كل الأموال المصروفة بسبب وجود العيوب، وهي كلف عدم ممارسة العمل الصحيح منذ البدء، وتتضمن اتجاهين، الأول داخلي (اكتشاف العيب قبل وصول المنتج إلى الزبون) مثل إعادة العمل، والآخر خارجي ويرتبط بالكلف المنظورة وغير المنظورة التي تتحملها الشركة نتيجة وصول العيب إلى الزبون ومن عناصرها كلف الجزاءات وإعادة الإنتاج والخسائر بسبب انخفاض حجم المبيعات أو تدهور السمعة في السوق.

يمكن حساب كلف الجودة من خلال تطبيق المعادلة الرياضية الآتية:

$$\text{الوفورات في كلف الجودة في السنة الثانية} = \frac{\text{كلف الجودة للسنة الأولى}}{\text{المبيعات}} \times \frac{\text{كلف الجودة للسنة الثانية}}{\text{المبيعات}} \times \text{المبيعات للسنة الثانية}$$

ويوضح الجدول (*9, 2*) التالي نموذج لأحد تقارير كلف الجودة.

الجدول (*9, 2*): نموذج لأحد تقارير كلف الجودة

الشركة .....

تقرير كلف الجودة لنهاية شهر .....

الوصف	الشهر الجاري			بعد سنة من الآن		
	كلف الجودة	كنسبة من		كلف الجودة	كنسبة من	
		المبيعات	كلف التصنيع		المبيعات	كلف التصنيع
كلف الوقاية						
- كلف فحص خصائص الجودة						
- الكلف المخططة لمعدات الفحص						

- كلف الوقاية الخاصة بكلف الجودة - كلف الجودة للقسم الهندسي						
كلف الوقاية الكلية						
موازنة كلف الوقاية						
كلف التقييم - كلف فحص واختبار المواد الأولية - كلف فحص واختبار المنتجات نصف التامة والتامة - كلف فحص واختبار العمليات التحضيرية - عمليات الإنتاج - كلف معدات الفحص						
كلف التقييم الكلية						
موازنة كلف التقييم						
كلف الفشل - كلف الإرجاع وإجراءات التصحيح - الكلف المباشرة لإعادة العمل - الكلف المباشرة للمواد التالفة - الكلف المباشرة لفشل التحضيرات الخاصة بالإنتاج - الكلف المباشرة للضمانات والآثار الرجعية - كلف الفشل الخاصة بالصيانة الكلية						
كلف الفشل الكلية						
موازنة كلف الفشل						
كلف الجودة الكلية						
موازنة كلف الجودة الكلية						

بيانات الذاكرة	الشهر الجاري		بعد سنة من الآن		حتى نهاية السنة	
صافي المبيعات	الموازنة	الفعلي	الموازنة	الفعلي	الموازنة	الفعلي
كلف التصنيع						

9-5 طرق مراقبة الجودة: أهداف، مزايا

الهدف الرئيسي من مراقبة الجودة هو ضمان أن العمل يحقق المعايير الموضوعة. في كل عملية عمل تقريبًا، لا يمكن تحقيق الكمال. على سبيل المثال، سيكون هناك دائمًا بعض الاختلاف من حيث المواد المستخدمة ومهارات الإنتاج المطبقة وموثوقية المنتج النهائي وما إلى ذلك. وتتضمن مراقبة الجودة وضع معايير حول مقدار التباين المقبول. والهدف من ذلك هو التأكد من أن المنتج يتم تصنيعه، أو تقديم الخدمة، لتلبية المواصفات التي تضمن تلبية احتياجات العملاء. ويمكن إبراز أهم **أهداف مراقبة الجودة** في:

- تحقيق تخفيض في تكلفة الوحدة.
- تحقيق الاستخدام الأفضل للمواد الخام والموارد البشرية والمال.
- اتخاذ خطوات علاجية أساسية للحفاظ على جودة المنتج أو المرافق.

- تحقيق رضا أكبر للمستهلك عن طريق الحد من اعتراضات العملاء.
- تحديد وتحديد أخطاء العمليات من أجل السيطرة.
- تقليل الخردة والنفايات.

ويبين الجدول (*9, 3*) خطة مراقبة جودة.

الجدول (9, 3): خطة مراقبة جودة

إصدار رقم (...) التاريخ ... / ... / ...202 صفحة رقم: .....

م	النشاط / المهمة	الماكينة/ الجهاز المستخدم	مكانها		معايير التشغيل			الفحص والمراقبة			القائم بالقياس *Inspector*	التسجيلات *Records*
			داخل الشركة	خارج الشركة				حجم العينة *Sample*	مواصفات / السماحات *specification/ Tolerance*	أسلوب القياس / التقييم *Inspection / Control*		
1												
2												
3												
4												
5												

إعداد: **مراجعة:** **اعتماد:**
مدير الإنتاج **مدير الجودة** **المـدير العام**

وتتعد الفوائد والمزايا التي تحصل عليها المؤسسات الصناعية والخدمية من جراء تنفيذ نظام الرقابة على الجودة، فتتحسن جودة المنتجات والعمليات الإنتاجية الذي له تأثير فعال على زيادة الإنتاجية وزيادة رضا الزبون وزيادة أرباح المؤسسة، وتنقسم هذه الفو ائد إلى داخلية على مستوى المؤسسة وفوائد تتعدى حدود المؤسسة إلى خارجها ووضعها في السوق.

أولا: الفوائد الداخلية لضبط الجودة: (*1*) تحسين جودة المنتجات. (*2*) انخفاض أسعار المنتجات وتصبح منافسة في السوق. (*3*) زيادة إنتاجية المؤسسة. (*4*) زيادة حصة المؤسسة في السوق. (*5*) زيادة الأرباح التي تحققها الشركة من ومن جهة أخرى فإن تقليل التكاليف يؤدي إلى زيادة مباشرة في الأرباح. (*6*) تقليل عيوب المنتج إلى تكلفة أقل متغيرة مرتبطة بالعمالة والمواد. (*7*) الحد من الهدر والخردة والتلوث. (*8*) القدرة على إنتاج منتجات عالية الجودة على مدى فترة زمنية أطول. (*9*) انخفاض في تكلفة الصيانة. (*10*) مجموعة كبيرة من العملاء الراضين. (*11*) زيادة تحفيز الموظفين ووعيهم بالجودة. (*12*) زيادة الإنتاجية والكفاءة الشاملة.

ثانيا: الفوائد الخارجية لضبط الجودة: (*1*) زيادة رضا الزبون عن منتجات المؤسسة. (*2*) زيادة ولاء المستهلك لمنتجات المؤسسة. (*3*) الإقبال المتكرر على شراء منتجات المؤسسة. (*4*) زيادة حصة المؤسسة في السوق. (*5*) زيادة الأرباح التي تحققها المؤسسة.

مراقبة الجودة: *Quality Control* هي مجموعة من الأساليب والنشاطات المصممة لتحقيق متطلبات الجودة. أو هي مجموعة الأساليب والنشاطات التشغيلية التي تهدف لمراقبة الأداء والتخلص من أسباب الأداء غير المقنع في المراحل ذات العلاقة في دورة الجودة للحصول على نتائج اقتصادية فعالة. وتعنى عملية رقابة الجودة مجموعة الأنشطة الإدارية التى تهدف إلى التأكد من مدى مناسبة المنتج (سلعة أو خدمة) للاستخدامات المطلوبة.

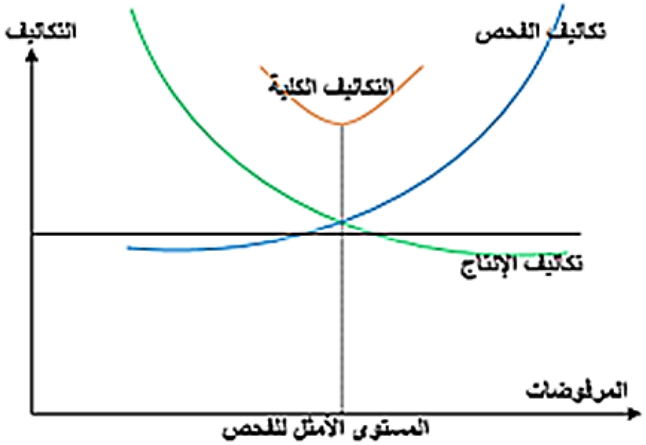
وهناك عدة طرق لمراقبة الجودة. ويمكن تصنيفها بشكل عام إلى الفئات التالية:

في أبسط صورها، يتم تحقيق مراقبة الجودة من خلال **التفتيش**. على سبيل المثال، في أعمال التصنيع، يقوم المفتشون المدربون بفحص عينات من العمل الجاري والسلع تامة الصنع لضمان تلبية المعايير. **وأخذ عينات القبول** هو جزء مهم من مراقبة الجودة حيث يتم تقييم جودة المنتجات بعد الإنتاج. ويساعد التحكم في العمليات الإحصائية في تأكيد ما إذا كانت العملية الحالية تقع ضمن معايير محددة مسبقًا. وعادة، يتم أخذ عينات القبول عند الإنتاج اللاحق للعينة للتحقق من معلمات الجودة على النحو الذي قررته المنظمة التي تغطي كل من السمات والمتغيرات. ويجب التركيز في مراقبة الجودة على اقتصاديات الجودة التي تتطلب تحديد الحجم الأمثل لعمليات الفحص، والذي يترتب عليه تخفيض التكاليف الكلية لأدنى درجة ممكنة (تكاليف الفحص، وتكاليف الوحدات المعيبة). وهذا ما يوضحه الشكل (*9, 6*) التالي:

وعلى ذلك يمكن القول بأن المعيار أو المقياس الذي يحدد للمشروع مدى الفحص، يتوقف على:

- تكلفة إجراء عملية الفحص سواء داخل المشروع أو خارجه (*EC*).
- التكلفة الإضافية الناتجة عن الوحدات المعيبة (*AC*).
- متوسط النسبة المئوية للوحدات المعيبة التى تتضمنها عادة الطلبيات المرسلة من المورد، ويرمز لها بالرمز (*M*).

الشكل (9, 6): الرقابة على الجودة (المستوى الأمثل للفحص)



ويمكن إيجاد صيغة كمية يمكن الاعتماد عليها عند تقرير القيام بالفحص من عدمه على الوجه التالي: بفرض أن المشروع قرر أن يتم فحص جميع الوحدات الموردة والتي عددها (N) وحدة، أي أن التكلفة الإضافية في هذه الحالة ستكون صفراً، لأنه لا يوجد احتمال وجود وحدات معيبة. وفى هذه الحالة تكون التكلفة الكلية (TC)، هي:

التكلفة الكلية (TC) = تكلفة الفحص + التكلفة الإضافية

$$TC = (N*EC) + (N*M*AC)$$

حيث أن "M" (وهي النسبة المئوية للوحدات المعيبة) = صفراً، لكون هناك فحص كامل.

التكلفة الكلية (TC) =

$$TC = (N*EC) + (N*0*AC)$$

$TC = (N*EC)$ وتكون عند حدها الأقصى

وإذا فرضنا الحالة العكسية، أي أن المشروع قرر عدم الفحص، فإن ($EC = 0$).

التكلفة الكلية (TC) في حالة عدم الفحص=

$$TC = (N*0) + (N*M*AC)$$

$TC = (N*M*AC)$ وتكون عند حدها الأقصى

يمكن القول إن الفحص وعدم الفحص لا يختلفان لدى المشروع، عند الحد الذي تتساوى فيه التكلفة الكلية للفحص مع التكلفة الكلية لعدم الفحص، أي عندما يكون:

$$N*EC = N*M*AC$$

وبحذف عدد الوحدات N من طرفي المعادلة نجد:

$$EC = M*AC$$

نجد: $$M= EC/AC$$

ومعنى ذلك أن الفحص يتساوى مع عدمه لدى المشروع، إذا كان متوسط النسبة المئوية للوحدات المعيبة التى تتضمنها عادة الطلبيات المرسلة من المورد

$$\textbf{النسبة المئوية للوحدات المعيبة} = \frac{\textbf{تكلفة فحص الوحدة}}{\textbf{التكلفة الإضافية للوحدة المعيبة}}$$

وعلى ذلك فإن الاحتمالات الثلاثة الآتية، هي التى تحدد مدى الفحص:

1- إذا كانت: $M = EC/AC$ ← لا يصبح هناك فرق من حيث التكاليف بين الفحص أو عدم الفحص بالنسبة للمنشأة المشترية.

2- إذا كانت: $M > EC/AC$ ← يكون الفحص الكامل أفضل.

3- إذا كانت: $M < EC/AC$ ← يكون عدم الفحص أقل تكلفة.

مثال:

تقوم منشأة أرام بشراء احتياجاتها من صنف معين في شكل طلبيات أسبوعية حجمها *1000* وحدة، وتبلغ تكلفة فحص الوحدة الواحدة عشرون قرشا، أما التكلفة الإضافية لأي وحدة معيبة فستحمّل المشروع (*10*) عشرة ليرات سورية. والمطلوب: تقديم النصح لهذه المنشأة، من حيث: هل الأفضل لها أن تقوم بفحص كامل أم عدم الفحص أصلاً ؟، وذلك إذا علمت أن الطلبيات السابقة من هذا الصنف، كانت عادة تحتوي على *3*% وحدات معيبة.

(الحـــــل): سنقوم بحل هذا المثال بطريقتين:

أ- الطريقة الأولى للحل:

التكلفة الكلية في حالة الفحص الكامل: $TC = (N*EC) + (N*M*AC)$

التكلفة الكلية في حالة الفحص الكامل =

$TC = (1000 * 0.2) + (1000 * 0 * 10) = 200 + 0 = 200$ ليرة سورية

التكلفة الكلية في حالة عدم الفحص: $TC = (N*EC) + (N*M*AC)$

$TC = (1000 * 0) + (1000 * 3/100 * 10) = 0 + 300 = 300$ ليرة سورية

وبما أن الفحص يكلف المنشأة *200* ل.س، بينما عدم الفحص يكلف المنشأة *300* ل.س. فمن الأفضل لهذه المنشأة أن تقوم بالفحص الكامل لجميع الوحدات الموردة.

ب- الطريقة الثانية للحل:

$M= EC/AC = 0.2/10=0.02=2\%$

أي أن الفحص وعدم الفحص يســتويان إذا كانت نســبة الوحدات المعيبة هي *2%*، ولكن بالنظر إلى بيانات المثال نجد أن الطلبيات السابقة كانت تحتوي على *3%* من الوحدات المعيبة، أي أن:

$M > EC/AC$ ← وبالتالي ننصح المشروع بالفحص الكامل للوحدات.

9-6 أدوات الجودة

أدوات الجودة هي وسائل أو طرق مصممة لأداء مهمة معينة على نحو فعال ووفقا لإجراءات محددة. هذه الأدوات تمكن من استهداف أنشطة التحسين والتغيير في ادارة الجودة ودعمها.

أدوات الجودة متنوعة، متعددة وهناك تصنيفات كثيرة لها فهناك أدوات اساسية وادوات تكميلية، مع العلم بأن كل أداة من أدوات الجودة الإحصائية تؤدى دورا مفيداً إذا استخدمت بمفردها ولكن عند استخدام الأدوات معا تؤدى دورا أكثر كفاءة وفاعلية. وهي نوعان:

- **أدوات مصورة:** العرض البصري يسمح باستيعاب كميات كبيرة من المعلومات بسرعة.
- **الأدوات الرقمية وغير الرقمية:** المعلومات الرقمية عادة تكون مرغوبة أكثر من المعلومات غير الرقمية عند اتخاذ القرارات.

وهناك اثنان من الاحتياجات الرئيسية التي يجب توافرها في أدوات تحسين الجودة وحل المشكلات:

- **سهولة الاستخدام** والتعلم والتطبيق.
- **الثقة:** تعطي نتائج متوقعة بالرغم من اختلاف الظروف والأشخاص الذين يستخدمونها.

وقد سعت المدرسة اليابانية لتطوير نظم وتقنيات منع الأخطاء المعروفة باسم *Poka - Yoke* وصولا إلى مستوى عيوب صفري (*zero defect*) وقد وظفتها أكثر الشركات اليابانية. حيث تؤدى هذه التقنيات لاكتشاف الأخطاء قبل حدوثها وتقوم بإصلاحها قبل أن تتحول إلى منتج معيب، كما أن ذلك يقدم نتائج أفضل من استخدام أدوات الجودة الإحصائية حيث يتأخر

الفعل التصحيحي لحين جمع ودراسة العينات، كما أنه فحص عينات فقط ولا يشمل المنتج كله.

وتوجد مجموعة من التقنيات تدعى أدوات ضبط الجودة السبعة وهي (مخطط السبب والأثر، رسم باريتو، تصنيف البيانات في مجموعات مناسبة، التوزيعات التكرارية، قوائم الفحص، خريطة التبعثر، خرائط المراقبة) تساعد في اكتشاف المشكلات وفي التخطيط والتحكم في جودة الأعمال والمشاريع. **وسيتم تفصيلها في الفقرات اللاحقة**. وكل أداة من أدوات الجودة الإحصائية تؤدى دورا مفيدا إذا استخدمت بمفردها ولكن عند استخدام الأدوات معا تؤدى دورا أكثر كفاءة وفاعلية.

وهناك "الأدوات السبع الجديدة لإدارة الجودة" وتعرف أيضا بالأدوات السبعة للتخطيط وإدارة الجودة، والتي طورت نتيجة زيادة تعقيد المشاكل، وهي بإيجاز شديد:

- **مخطط التقارب:** يستخدم **لتوليد الأفكار**، ثم تنظيم هذه الأفكار بطريقة منطقية.
- **الرسم البياني للعلاقات المتبادلة** يسمح للفرق بالبحث عن علاقات السبب والنتيجة بين أزواج العناصر.
- **الرسم التخطيطي للشجرة** يساعد الفرق على استكشاف جميع الخيارات المتاحة لحل مشكلة ما أو إنجاز مهمة ما.
- **مصفوفة تحديد الأولويات** تساعد الفرق على الاختيار من بين سلسلة من الخيارات بناءً على معايير مرجحة.
- **نتائج العملية الأخرى** - سيساعد مخطط المصفوفة هذا، الذي يربط احتياجات العملاء في تغييرات عملية التصنيع، في تحديد عملية التصنيع التي يجب تنفيذها.
- **مخطط برنامج قرار العملية** يساعد الفريق في تحديد الأشياء التي يمكن أن تسير على نحو خاطئ، لذلك يمكن التخطيط لإجراء تصحيحي مقدمًا.
- **الرسم التخطيطي لشبكة الأنشطة** يُظهر رسمياً وقت الإكمال الكلي، والتسلسل المطلوب للأحداث، والمهام التي يمكن القيام بها في وقت واحد، والمهام الحرجة التي تحتاج إلى مراقبة.

9.6.1. قوائم الفحص ***Check sheets***

قوائم الفحص أو المراجعة هي تقنية تستعمل لجمع وتصنيف وتسجيل البيانات الكمية أو النوعية في مجموعات ذات خصائص متشابهة لكل مجموعة بطريقة منظمة، ومن خلال جمع البيانات وتنظيمها يمكن للفريق القائم على تحسين العملية تحليل هذه البيانات بسهولة ويسر مما يساعد في تحديد المشاكل في العملية وإجراء التحسينات المناسبة عليها. تستخدم قوائم الفحص في تسجيل الإجابات عن عدد تكرار حدوث أمر ما. وهي تساعد في تحويل الآراء إلى حقائق عن طريق رصد الواقع. وتستخدم قوائم المراجعة للتمييز بين الحقيقة والرأي، وجمع المعلومات عن عدد مرات حدوث المشكلة، وعن نوع المشكلة التي تحدث ليسهل معالجتها، وتصنيفها، للتأكد من أن البيانات قد جمعت بشكل منتظم واستخدامها بسرعة، وللتأكد من أن البيانات

والحقائق دقيقة لإمكان اتخاذ القرار الصائب ولعمل الإجراء المناسب. ولها عدة أنواع كالتالي:

- قائمة مراجعة لتحديد موقع العيوب، وتستخدم لاكتشاف الموقع التي تحدث فيه العيوب، وفي أية مرحلة من مراحل العملية الإنتاجية.
- قائمة مراجعة لمعاينة التوزيعات التكرارية، وتستخدم لمعرفة شكل التوزيع التكراري، والنسبة المئوية للعيوب، وكذلك للحصول على البيانات لحساب قيمة الوسيط والانحراف المعياري.
- قائمة مراجعة للفحص والتدقيق، وتستخدم للتأكد بأن جميع البنود الخاصة بالتفتيش والتدقيق قد تم مراجعتها ولم يترك منها أي بند. ويفضل استخدام أدوات الاستفهام في عملية الاستفسار، وهي: ال *5W*، و*H:* *Who, What, When, Where, (Why, and How)*

مثال: يمثل الجدول (*9, 4*) التالي قائمة بأنواع أخطاء التسليم في شهر نيسان لشركة صناعية:

الجدول (*9, 4*): قائمة بأنواع أخطاء التسليم

الشهر (الأسبوع)	شهر نيسان				
الأخطاء	*1*	*2*	*3*	*4*	المجموع
الوثائق غير صحيحة	|||||	|||||	|||	|||	*16*
رداءة التغليف والتعليب	||||	|||||	|||||	|||||	*19*
الاختبار الخاطئ لصندوق الشحن	||||	||||	||||	|||	*15*
أسباب أخرى	||	||	|	|	*6*
العنوان غير صحيح	||||	||	|		*7*
المجموع	*19*	*18*	*14*	*12*	*63*

ويمكن أن تكون أكثر تفصيلا كقوائم فحص الأسباب في الجدول (*9, 5*).

الجدول (*9, 5*): قائمة تفصيلية بأخطاء التسليم

البيانات	الخميس		الأربعاء		الثلاثاء		الأثنين		الأحد		إجمالي
	صباح	مساء	صباح	مساء	صباح	مساء	صباح	مساء	صباح	مساء	
السبب الأول			|	|||	|||||			|	||	||||	*17*
السبب الثاني	||	|		||	|	|||			||	|	*12*
السبب الثالث		|			|				||	|	*4*
السبب الرابع			|					|			*2*
السبب الخامس				|								*1*

9.6.2. مخطط السبب والنتيجة *Cause and effect diagram*

يربط مخطط السبب والنتيجة بين الأسباب الفاعلة والآثار الناتجة على شكل عظمة السمكة حيث يمثل الهيكل العظمى كل الأسباب المحتملة التأثير وتمثل الرأس النتيجة أو الأثر أي العلاقة بين نتائج عملية ما والأسباب المؤثرة في هذه العملية. يعرف هذا المخطط بأنه: أداة مرئية تستخدم للترتيب المنطقي للأسباب المحتملة لمشكلة ما. ويستخدم مخطط السبب والنتيجة

في اكتشاف الأسباب الحقيقية للمشكلة بطريقة منظمة، وتشخيص الأسباب الجذرية لهذه المشكلة. تكتب المشكلة على الجانب الأيمن من المخطط، وتسجل الأسباب أو المؤثرات الرئيسية على الجانب الأيسر في تفرعات تشبه الهيكل العظمي للسمكة.

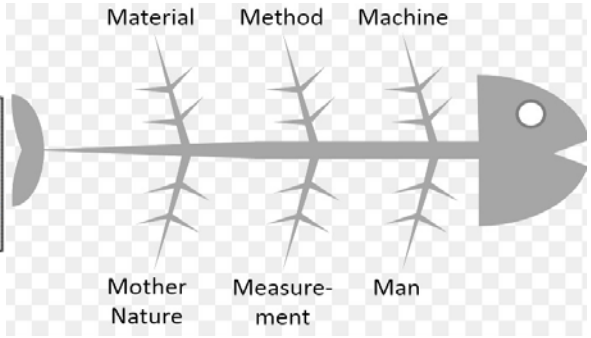
ويمكن تلخيص الأسباب الرئيسية وتصنيفها في أربعة فئات هي:

- تستخدم *4Ms*، وهي: *Manpower, Machinery, Methods, Materials*
- كما تستخدم *4P's* وهي: *Policies, Procedures, People, Plant*
- كما تستخدم *4S's*، وهي: *Surroundings, Suppliers, Systems, Skills*

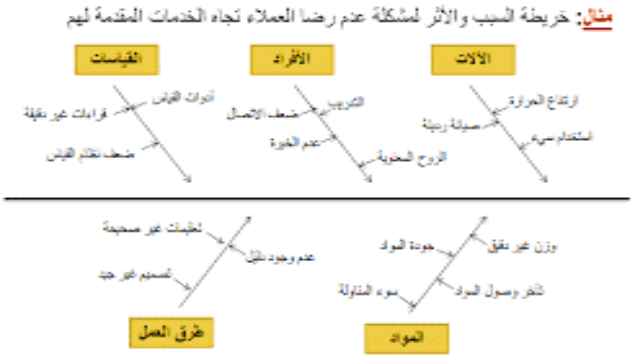
هذه التصنيفات أو الفئات، تساعد على تنظيم الأفكار عن المشكلة أو المسألة موضوع البحث، ويمكن أن نستخدم أي فئات نراها مناسبة لاحتياجات الدراسة لتفي بالغرض المطلوب.

يكون شكل مخطط السبب والنتيجة على هيئة عظمة سمكة، ولهذا يطلق عليه هذا الاسم أحيانا. ويتم إعداد قائمة مفصلة بالأسباب المحتملة المحددة جيدا، ليتم تقرير واختيار أكثر هذه الأسباب احتمالًا تمهيدا لإخضاعها لمزيد من البحث والتحليل. ويجب تطبيق قاعدة *5W and H* (*Who , What , When , Where , Why , and How*).

الشكل (*9, 7*): مخطط السبب والنتيجة



الشكل (*9, 8*): مثال عدم رضا العملاء عن الخدمات

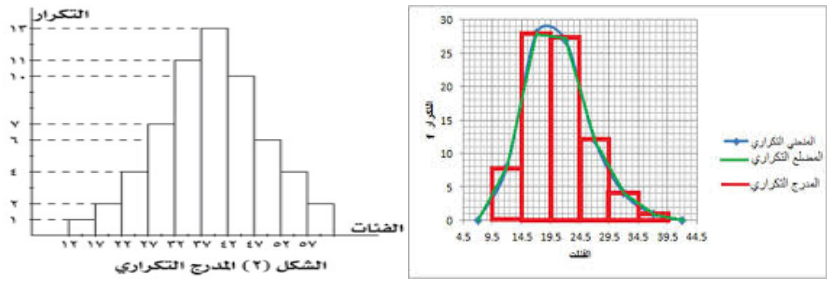


9.6.3. التوزيع التكراري ***Histograms***

هو تمثيل بياني للبيانات وعرضها بصورة تعبر عن مدى الانحراف عن المواصفات المطلوبة؛ لدراسة جودة مخرجاتها أو اكتشاف عيوبها. وبذلك يمكننا تصنيف البيانات المجمعة إلى عدة فئات وحساب تكرارها ومنه يمكن استخلاص معلومات ومؤشرات مهمة عن جودة المنتج أو الخدمة مثل القيمة المتوسطة للبيانات، ومقدار الاختلافات في البيانات وتشتتها والحكم على جودة المخرجات وأداء العملية مقارنة بالمواصفات المحددة من طرف العميل ويمكن استخدامها لفهم عملية معقدة من أجل إيجاد العلاقات والترابط بين الأحداث والحصول على فكرة موجزة عن المسار الحرج من العملية والأحداث التي تشارك

فيها. كما يبينه الشكل (*9, 9*).

الشكل (*9, 9*): تمثيل التوزيع التكراري



9.6.4. مخطط التبعثر *Scatter diagram*

هي مخطط بياني يحلل بيانات العمليات بحيث يمكن من خلالها البحث عن علاقة محتملة بين متغيرين، ويعتبر من أدوات تحسين الجودة المتوفرة لدى فرق تحسين العمليات، وأهم استعمالات هذا المخطط في مجال البحث والكشف عن علاقة السبب والنتيجة بين متغيرين اثنين، وتوضيح نوع العلاقة بين المتغيرين، ومعرفة قوة الارتباط بينهما. وتستخدم في تصميم وتوثيق العمليات أو البرامج البسيطة وتساعد على تصور ما يجري وتساعد على فهم العملية والعثور على العيوب.

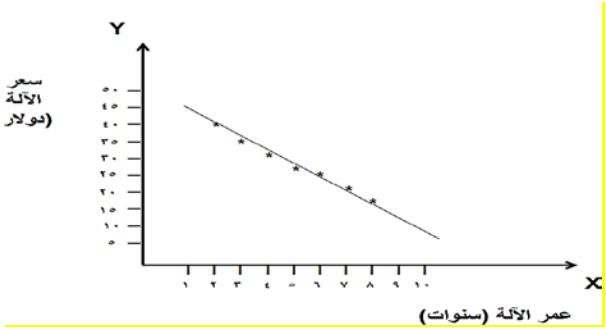
مثال: قررت إدارة المنظمة شراء آلة مستعملة لاستخدامها في المصنع إضافة إلى الآلات الموجودة. والبيانات في الجدول (*9, 6*) تمثّل سعر كل آلة مقارنة مع عمرها.

الجدول (*9, 6*): سعر كل آلة مقارنة مع عمرها

سعر الآلة (بالألف دولار)	عمر الآلة (بالسنوات)
40	***2***
35	***3***
31	***4***
27	***5***
26	***6***
24	***7***
18	***8***

- **المطلوب:** رسم شكل الانتشار لعرض طبيعة العلاقة بين سعر الآلة وعمرها الشكل (*9,10*).

الشكل (*9,10*): العلاقة بين سعر الآلة وعمرها



9.6.5. تحليل باريتو *Pareto Analysis*

تحليل باريتو هو وسيلة إبداعية للنظر في أسباب المشكلات؛ ويساعد على تحفيز التفكير وتنظيم الأفكار. فمن خلال هذا التحليل يمكن ترتيب المشاكل ترتيبًا تنازليًا من الأكثر حدوثًا إلى الأقل، أي حسب أهميتها وتكرار حدوثها. فمن خلال خريطة باريتو يمكن للفريق العامل تحديد أهم المشاكل وأبلغها أثرًا وبالتالي التركيز على حلها أولًا. ويقوم التحليل على مبدأ باريتو والذي يرمز له بقانون 20/80، فمن خلال هذه التقنية يمكن لفريق تحسين الجودة تحديد القلة المهمة والمؤثرة على العملية والمتمثلة في 20% من الأسباب وبالتالي يمكن التخلص من 80% من مشاكل العملية.

- تبين لنا خريطة باريتو طبيعة المشكلة وأجزاءها والجزء المشكل للسبب الأكبر للمشكلة.
- تبين لنا بترتيب متتابع عناصر المشكلة حسب أهميتها، ونسبتها المئوية في المشكلة.
- تبين لنا التسلسل الذي يجب اتباعه في معالجة المشاكل، حيث يجب البدء في معالجة المشكلة من الجزء الذي يسبب أعلى تكلفة، باتخاذ الاجراءات المضادة لمعالجة المشكلة.

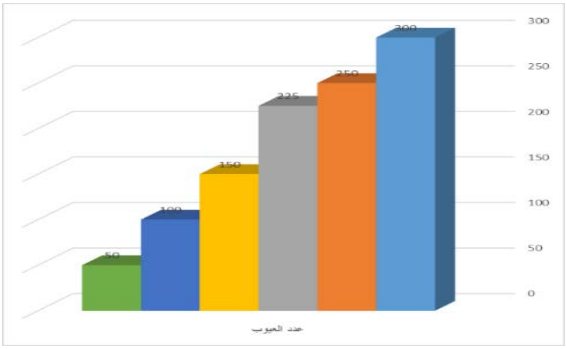
مثال: في مشفى المواساة ظهر تقرير أحد آلات التصوير الشعاعي حول الأخطاء التي ارتكبت خلال شهر كانون ثاني عام 2020 مصنّفة حسب أسباب الأخطاء كما في الجدول (*9, 7*) التالي:

الجدول (*9, 7*): المشاكل وأسباب الأخطاء

البيان	الأسباب/ المشاكل	عدد الأخطاء/ العيوب	النسبة المئوية
A	تشويش التصوير (*A*)	*300*	*28%*
B	توقف الألة (*B*)	*250*	*23%*
C	عدم تمييز الأوامر (*C*)	*225*	*21%*
D	وجود نقط في الصورة (*D*)	*150*	*14%*
E	تداخل الصور (*E*)	*100*	*9%*
F	أخرى (*F*)	*50*	*5%*

المطلوب: رسم تحليل باريتو لكي يبيّن أولوية المشاكل أعلاه.

الشكل (*9, 11*): تحليل باريتو لأولوية المشاكل

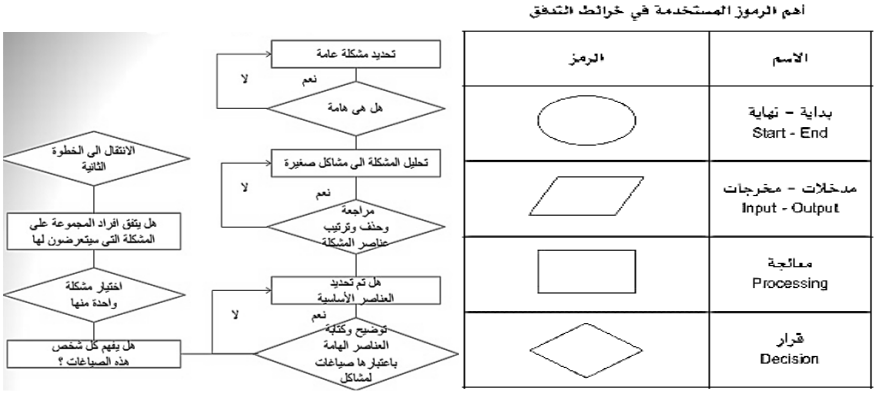


9.6.6. مخطط التدفق *Process charts (Flow diagrams)*

هي عبارة عن مخطط يصف تدفق العملية والخطوات والإجراءات التي يمر بها المنتج أو تمر بها الخدمة، تستخدم هذه الخرائط لوصف العمليات الحالية وتتابعها وهذا ما يسمح بتوضيح العمليات الرئيسية المطلوبة واقتراح التعديلات والتحسينات في العملية الإنتاجية والخدماتية.

وهي وسيلة أساسية لضبط العمليات إحصائيا، فباستخدام خرائط المراقبة يمكننا متابعة سير العمليات واستخدام علم الإحصاء لمعرفة ما إذا كان هناك تغير غير طبيعي في العملية. فهي تمكننا من التدخل المبكر جدا لتصحيح العملية وتساعدنا في تحديد سبب التغير.

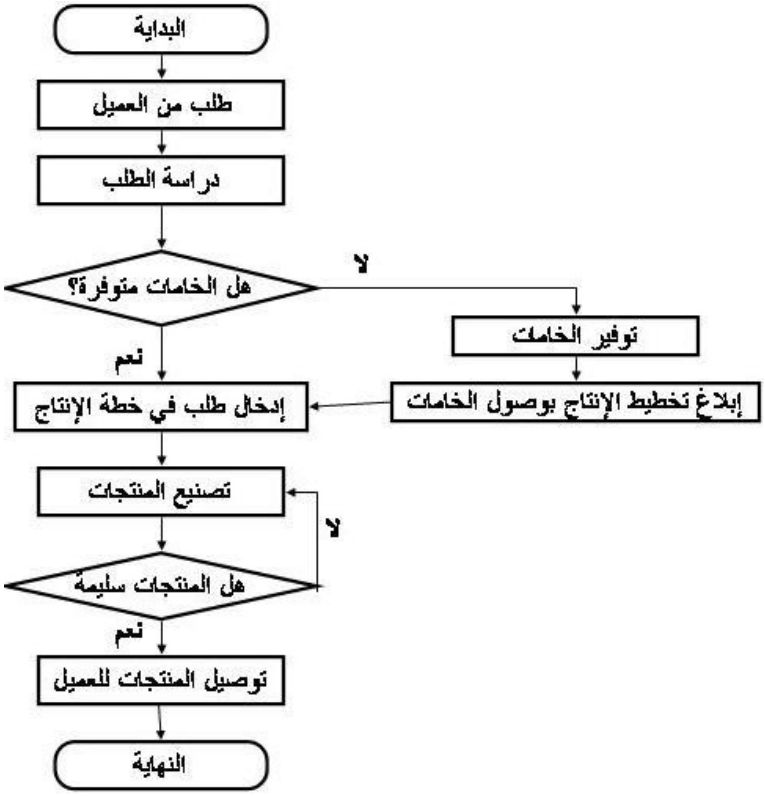
الشكل (*9, 12*): رموز خرائط التدفق



مثال تطبيقي: تسليم طلبية للعميل:

أولاً: خطوات العملية الرئيسة، **ثانياً**: تمثيل خطوات العملية الرئيسة بيانياً، **ثالثاً**: تسجيل زمن خطوات العملية الفعلي، **رابعاً**: تقدير تكلفة خطوات العملية الراهنة، **خامساً**: تحديد مناطق ضعف العملية ومناطق التحسين

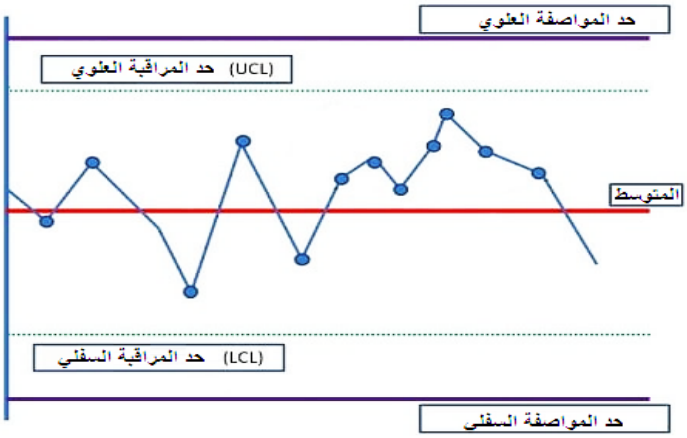
الشكل (*9, 13*): مثال خرائط التدفق لمشكلة توصيل منتجات العميل



9.6.7. خرائط التحكم الاحصائي للعمليات ***Statistical Process Control Charts***

تعتبر الأساس الرئيسي والأفضل لرصد الأداء والمراقبة الإحصائية للعمليات. وهي عبارة عن رسم بياني يبين التغيرات والانحرافات التي تحدث في خصائص الجودة مع الزمن، ويمكن من خلالها التمييز بين التغيرات الطبيعية التي تعود إلى الأسباب العامة الكامنة في العملية وبين التغيرات التي تعود إلى أسباب محددة. ومن خلالها يمكن تحديد فيما إذا كانت العملية تقع تحت المراقبة الإحصائية أو تسير تحت عوامل أخرى تؤثر سلبًا على جودة المنتج أو الخدمة المقدمة.

الشكل (*9, 14*): نموذج خرائط التحكم الاحصائي للعمليات



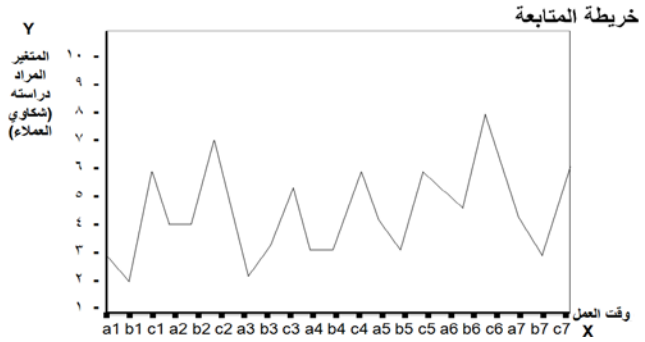
مثال1: الجدول التالي يبيّن عدد شكاوى العملاء خلال أسبوع واحد، وبفرض أن موظفي المنظمة يعملون ثلاث دوريات في اليوم A,B,C.

الجدول (*9, 8*): شكاوى العملاء خلال أسبوع

عدد شكاوى العملاء	الوردية	اليوم
3	*A*	*1*
2	*B*	
6	*C*	
4	*A*	*2*
4	*B*	
7	*C*	
2	*A*	*3*
3	*B*	
5	*C*	
3	*A*	*4*
3	*B*	
6	*C*	
4	*A*	*5*
3	*B*	
6	*C*	
5	*A*	*6*
4	*B*	
8	*C*	
4	*A*	*7*
3	*B*	
6	*C*	

المطلوب: رسم خريطة المتابعة وتفسير أي نتائج يمكن التوصل إليها.

الشكل (*9, 14*): خريطة التحكم الاحصائي للعمليات



يُلاحظ من الشكل السابق ارتفاع أو انخفاض عدد شكاوى العملاء في ورديات محددة، ومن ثم دراسة المشكلة والمعوقات واتخاذ الإجراءات التصحيحية والوقائية التي تمنع حدوث المشكلة مرة أخرى. ويمكن استخدام خريطة المتابعة للتنبؤ بالظاهرة موضوع الدراسة من خلال حساب المتوسط الحسابي لقيم الظاهرة، أو معرفة اتجاه القيم.

مثال2: تقوم شركة بإنتاج حلقات منع تسرب الزيت، وقد تم سحب (16) عينة تتألف كل منها من (3) حلقات. والبيانات التالية تمثل قياسات القطر الداخلي للحلقة (ملم).

الجدول (*9, 9*): قياسات القطر الداخلي للحلقة

المجموعة الفرعية	X1	X2	X3
1	.510	.512	.514
2	.498	.499	.497
3	.499	.510	.515
4	.518	.517	.495
5	.496	.497	.501
6	.506	.517	.510
7	.490	.493	.508
8	.508	.509	.510
9	.511	.502	.499
10	.492	.497	.514
11	.496	.496	.499
12	.511	.514	.514
13	.516	.499	.497
14	.502	.504	.503
15	.504	.506	.508
16	.510	.516	.513

والمطلوب: استخراج الحدين الأعلى والأدنى للضبط، ورسم خريطة *X Chart*. إذا علمت بأن العوامل الثابتة لبناء خريطة الرقابة على المتغيرات قد كانت:

الجدول (9, 10): قياسات القطر الداخلي للحلقة

D_4	D_3	A_2	حجم العينة
3.267	.000	1.880	٢
2.574	.000	1.023	٣
2.282	.000	.729	٤
2.115	.000	.577	٥
2.004	.000	.483	٦
1.924	.076	.419	٧
1.864	.136	.373	٨
1.816	.184	.337	٩
1.777	.223	.308	١٠

الحل:

أ) استخراج الوسط الحسابي *(X)*، والمدى *(R)* لكل عينة من العينات تمهيداً للوصول إلى الوسط الحسابي لكافة المتوسطات والوسط الحسابي للمديات، وذلك كما يلي:

الجدول (9, 11): الوسط الحسابي *(X)*، والمدى *(R)* لكل عينة من العينات

R	X	المجموعة الفرعية
.004	.512	1
.002	.498	2
.016	.508	3
.023	.510	4
.005	.498	5
.011	.511	6
.018	.497	7
.002	.509	8
.012	.504	9
.022	.501	10
.003	.497	11
.003	.513	12
.019	.504	13
.002	.503	14
.004	.506	15
.006	.513	16
.152	8.084	المجموع
.0095	.50525	الوسط الحسابي للمتوسطات، والمديات

- **ب) استخراج الحدين الأعلى والأدنى للرقابة كما يلي:**

$$UCL_x = X + A_2 R$$

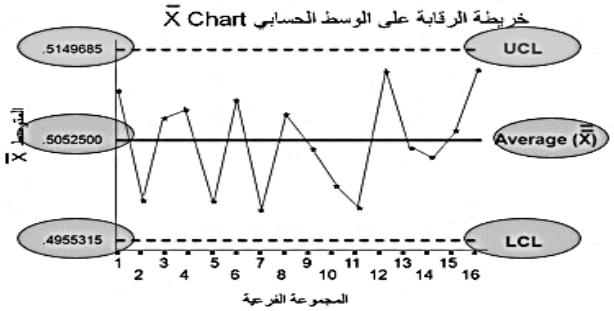
$$UCL_x = .50525 + (1.023 \times .0095) = .515$$

$$LCL_x = X - A_2 R$$

$$LCL_x = .50525 - (1.023 \times .0095) = .495$$

- ج) رسم الخط الوسط والحد الأعلى والحد الأدنى للرقابة على خريطة *X Chart*، حيث يبيّن الشكل التالي الوسط الحسابي ومدى الرقابة.

الشكل (*9, 15*): الوسط الحسابي ومدى الرقابة



د) التحليل والتوصل إلى استنتاجات معينة: استناداً لخريطة *X* يمكن أن نستنتج أن العملية الإنتاجية جيدة عبر المتوسطات التي تقع ضمن مدى الرقابة، ولتحقيق دقة أكبر فإنه يلاحظ أن هنالك بعض القيم غير منضبطة للعينات، حيث أن قيم للعينات التالية تقع خارج مدى الرقابة:

الجدول (*9, 12*): المتوسطات التي تقع ضمن مدى الرقابة

المجموعة الفرعية	X1	X2
4	.518	.517
6	---	.517
7	.490	.493
10	.492	---
13	.516	---
16	---	.516

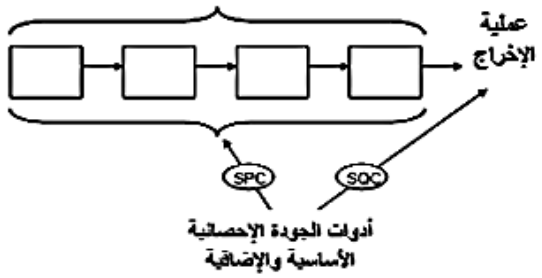
حيث ينبغي على إدارة المنظمة أن تقوم بالبحث عن هذه الاختلافات واكتشاف أسبابها، وذلك تمهيداً لاتخاذ الإجراءات التصحيحية المناسبة.

9-7 التحكم في العمليات الإحصائية – مخططات التحكم – مخططات التحكم للمتغيرات ومخططات التحكم للسمات

يتم تعريف التحكم في العمليات الإحصائية SPC على أنه استخدام التقنيات الإحصائية للتحكم في العملية أو طريقة الإنتاج. يمكن أن تساعد أدوات وإجراءات SPC في مراقبة سلوك العملية واكتشاف المشكلات في الأنظمة الداخلية وإيجاد حلول

لمشاكل الإنتاج. غالبًا ما يتم استخدام التحكم في العمليات الإحصائية بالتبادل مع مراقبة الجودة الإحصائية SQC. ويوضح الشكل () العلاقة بين مراقبة الجودة الإحصائية ومراقبة العمليات الإحصائية.

الشكل (9, 16): العلاقة بين مراقبة الجودة الإحصائية ومراقبة العمليات الإحصائية

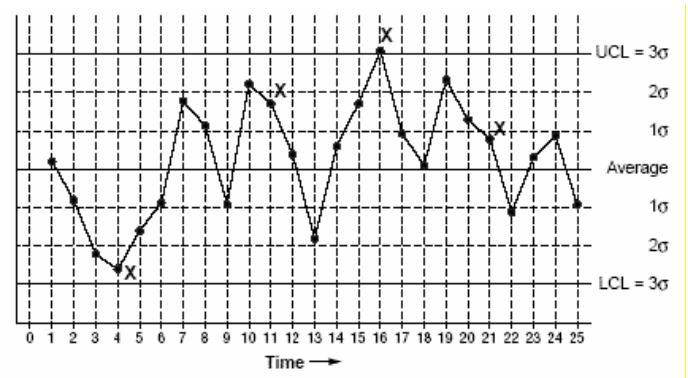


إحدى أدوات *SPC* الشائعة هي مخطط التحكم، الذي تم تطويره في الأصل بواسطة *Walter Shewhart* في أوائل عشرينيات القرن العشرين. يساعد مخطط التحكم في تسجيل البيانات ويتيح معرفة متى يحدث حدث غير عادي، مثل ملاحظة عالية جدًا أو منخفضة مقارنة بأداء العملية "النموذجي". ويميز مخطط التحكم بين نوعين من اختلاف العمليات:

- الاختلاف في الأسباب الشائعة، وهو الاختلاف العشوائي الذي يعد جزءًا طبيعيًا من أي نظام والذي يمثل تباين الفرص وهو متأصل وجوهري في العملية، ومستقر بمرور الوقت وسيكون دائمًا موجودًا. إذا كان الاختلاف في السبب الشائع هو الاختلاف الوحيد في النظام، فإن هذا النظام هو المسيطر.
- اختلاف السبب الخاص أو التغير القابل للتخصيص أو غير المنضبط، وهو اختلاف بموجب سبب محدد غير عشوائي الذي ينبع من مصادر خارجية نتيجة أحداث معينة خارج النظام ويشير إلى أن العملية خارجة عن السيطرة الإحصائية، وهو غير مستقر بمرور الوقت. في حالة وجود اختلاف سبب خاص، يكون النظام خارج عن السيطرة.

وتسمح مخططات التحكم بمشاهدة بسهولة عند وقوع حدث غير عادي، مثل أعداد كبيرة من العناصر المعيبة. يتم اختيار قيم الحد "الأدنى" والأعلى "للتحكم" بحيث يكون هناك احتمال ضئيل لمقاطعة عملية التحكم. الحد الشائع هو "ثلاثة سيجما"، والتي تخلق نقاط قطع عند ثلاثة انحرافات معيارية فوق وتحت المتوسط.

الشكل (9, 17): نقاط قطع عند ثلاثة انحرافات معيارية فوق وتحت المتوسط



وهناك نوعين من المخططات:

1. مخططات *Shewhart* للتحكم في المتغيرات

استخدم للبيانات المقاسة مثل (الوقت، المال، الطول، العرض، العمق، الوزن، قطر المحمل، أو درجة حرارة الفرن إلخ.) وغالبًا ما تحتوي على أرقام عشرية (*0.009, 12.13, 91,1*). وهناك نوعان من مخططات التحكم في المتغيرات:

- ✓ مخططات البيانات التي تم جمعها في مجموعات فرعية، تمثل النقاط إحصائية للمجموعات الفرعية مثل المتوسط أو النطاق أو الانحراف المعياري.
- ✓ مخططات للقياسات الفردية. تمثل النقاط ملاحظات فردية أو إحصائية مثل النطاق المتحرك بين الملاحظات المتتالية.

وهناك أنواع مختلفة من مخططات التحكم في المتغيرات وهي:

- ✓ **مخطط *Xbar-R*:** هو مزيج من مخططات التحكم المستخدمة لرصد تغير العملية (كنطاق) والمتوسط (كمتوسط) عند قياس المجموعات الفرعية على فترات منتظمة من العملية.
- ✓ **مخطط *Xbar-S*:** هو مزيج من مخططات التحكم المستخدمة لرصد تقلبية العملية (كالانحراف المعياري) والمتوسط عند قياس المجموعات الفرعية على فترات منتظمة من العملية.
- ✓ **مخطط *Xbar*:** هو نوع من مخططات التحكم المستخدمة لمراقبة متوسط العملية عند قياس المجموعات الفرعية على فترات منتظمة من العملية.
- ✓ **مخطط *R*:** هو نوع من مخطط التحكم يستخدم لمراقبة تقلبية العملية (كنطاق) عند قياس المجموعات الفرعية الصغيرة ($n \leq 10$) على فترات منتظمة من العملية.

- ✓ **مخطط *S*:** هو نوع من مخطط التحكم يستخدم لمراقبة تقلبات العملية (كانحراف معياري) عند قياس المجموعات الفرعية ($n \geq 5$) على فترات منتظمة من العملية.
- ✓ **مخطط *I-MR*:** هو مزيج من مخططات التحكم المستخدمة لمراقبة تقلبية العملية (كنطاق متحرك بين الملاحظات المتتالية) والمتوسط عند قياس الأفراد على فترات منتظمة من العملية.
- ✓ **مخطط *I*:** هو مخطط بياني هو نوع من مخطط التحكم المستخدم لرصد متوسط العملية عند قياس الأفراد على فترات منتظمة من العملية.
- ✓ **مخطط *MR*:** هو نوع من مخطط التحكم المستخدم لمعالجة التباين (كنطاق متحرك للملاحظات المتتالية) عند قياس الأفراد على فترات منتظمة من العملية.

2. مخططات *Shewhart* للتحكم في السمات

تمثل خصائص جودة الرسم غير العددية (على سبيل المثال، عدد الوحدات المعيبة، أو عدد الخدوش على لوحة مطلية). وهناك أنواع مختلفة من مخططات التحكم في السمات وهي:

- ✓ **مخطط *NP*:** هو نوع من مخطط التحكم يستخدم لمراقبة عدد الوحدات غير المطابقة عند قياس المجموعات الفرعية على فترات منتظمة من العملية.
- ✓ **مخطط *P*:** هو نوع من مخطط التحكم يستخدم لمراقبة نسبة الوحدات غير المطابقة عند قياس المجموعات الفرعية على فترات منتظمة من العملية.
- ✓ **مخطط *C*:** هو نوع من مخطط التحكم المستخدم لمراقبة إجمالي عدد عدم التوافق عند قياس المجموعات الفرعية على فترات منتظمة من العملية.
- ✓ **مخطط *U*:** هو نوع من مخطط التحكم المستخدم لرصد متوسط عدد عدم التوافق لكل وحدة عند قياس المجموعات الفرعية على فترات منتظمة من العملية.

9-8 تقنيات إدارة الجودة

تتضمن تقنيات إدارة الجودة التحكم في الأنشطة والتخطيط لضمان ملاءمة الخدمة أو المنتج للغرض. جودة المنتج تزيد سمعة الشركة وأيضا تجذب العملاء للشركة. وفيما يلي تقنيات واعتبارات إدارة الجودة:

- ***جودة:*** الخصائص الملموسة وغير الملموسة التي تعطي قيمة للأشياء وتجعلها مناسبة للغرض، وتشمل: الوفاء بالغرض، والقيمة الملموسة، وأهداف الجودة، والموثوقية، والقيمة.
- **هندسة الوثوقية:** تصميم الأشياء للحفاظ على جودتها بمرور الوقت في مجموعة متنوعة من ظروف العالم الحقيقي، وتشمل: تغيير التحكم، التصميم الدفاعي، ونمط الحياة، منع الفشل، والإنتاج الرشيق، والعوامل بشرية، والخطأ البشري الكامن، وخدمة الحياة.
- **الاختبارات:** التأكيد على أن المنتجات والخدمات والميزات تتوافق مع المتطلبات عند الإطلاق، وتشمل: اختبار الحياة المعجل، اختبار القبول، والاختبار التشغيلي، واختبار الأداء، واختبار الانحدار، وحالات تجريبية.
- ***مراقبة الجودة:*** اختبار إنتاج المنتجات وتقديم الخدمات، وتشمل: المرجعية، جودة المطابقة، وفحص المادة الأولي، والمواصفات.
- ***تأكيد الجودة:*** معالجة أسباب فشل الجودة من خلال تحسين التصميمات والمدخلات والعمليات والأنظمة وتقليل الأخطاء البشرية، وتشمل: عملية إعادة هندسة الأعمال، والالتزام، ومخطط هيكل السمكة، وتحسين العملية، وسياسة الجودة.
- **إدارة الخدمات:** عمليات قوية لإدارة الخدمات بمستوى جودة مضمون محدد في اتفاقية مستوى الخدمة، وتشمل: إدارة التكوين، وإدارة الحوادث، إدارة المشاكل، وأكثر ...

ونتناول بشيء من التفصيل بعض هذه التقنيات الأكثر استخداما:

- **تكلفة الجودة (COQ):** هي الفرق بين التكلفة الفعلية لإنتاج وسعر بيع ودعم المنتجات أو الخدمات والتكاليف المعادلة إذا لم يكن هناك إخفاقات أثناء الإنتاج أو الاستخدام. يمكن تحليل تكلفة الجودة إلى:
  - ✓ تكلفة المطابقة ـ تكلفة تحقيق معايير الجودة المحددة
  - ✓ تكلفة المنع ـ التكاليف المتكبدة قبل الإنتاج أو أثناءه من أجل منع إنتاج منتجات معيبة

- ✓ تكلفة التقييم - التكاليف المتكبدة من أجل ضمان أن النواتج المنتجة تلبي معايير الجودة المطلوبة
- ✓ تكلفة عدم المطابقة - تكلفة الفشل في تقديم معيار الجودة المطلوب
- ✓ تكلفة الفشل الداخلي - التكاليف الناشئة عن الجودة غير الكافية التي يتم تحديدها قبل نقل الملكية من المورد إلى المشتري
- ✓ تكلفة الفشل الخارجي - التكاليف الناشئة عن عدم كفاية الجودة المكتشفة بعد نقل الملكية من المورد إلى المشتري.

❖ **إدارة الجودة الشاملة (TQM):** الجودة الشاملة هي نظام متكامل وشامل للتخطيط والتحكم في جميع وظائف الأعمال بحيث يتم إنتاج المنتجات أو الخدمات التي تلبي أو تتجاوز توقعات العملاء. والهدف من ذلك هو الحصول على الأشياء الصحيحة، وهو نهج يزيد من تكاليف الوقاية، مثل تصميم النظام، ولكنه يساعد على منع تكاليف الفشل الداخلية والخارجية. هناك تركيز على المشاركة عبر سلسلة القيمة، والالتزام بالتحسين المستمر من خلال إعادة التقييم المستمر للعمليات.

❖ **كايزن Kaizen:** هو مصطلح ياباني للتحسين المستمر في جميع جوانب أداء الكيان، على كل مستوى. تسعى فلسفة Kaizenإلى إشراك جميع مستويات الموظفين، وتشجيع الاقتراحات لتحسينات تدريجية صغيرة عبر جميع مجالات العمل والتي لها تأثير كبير بمرور الوقت. في سياق التصنيع، يتم توحيد العمليات وتقييمها ثم تحسينها، وتكون النتيجة النهائية هي تقليل النفايات وزيادة الإنتاجية.

❖ **ستة سيجما Six Sigma:** هي منهج يعتمد على TQM لتحقيق معدلات عيب منخفضة جدًا. يشير "سيجما" إلى الحرف اليوناني المستخدم للإشارة إلى الانحراف المعياري، لذا فإن "سيجما الستة" تعني أن معدل الخطأ يتجاوز ستة انحرافات معيارية عن المتوسط. لتحقيق ستة سيجما، يجب على المنظمة إنتاج ما لا يزيد عن 3.4 عيوب لكل مليون منتج.

من الناحية العملية، تستخدم الشركات تقنيات مثل التحكم في العمليات الإحصائية لمراقبة العمليات ورسمها وتحديد الاستثناءات للحدود العليا والسفلى وتهدف إلى تقليل عدد الأعطال.

❖ **نموذج التميز EFQM:** نموذج EFQM هو إطار عمل لأنظمة الإدارة، تم تطويره من قبل المؤسسة الأوروبية لإدارة الجودة. يهدف إلى تقييم الأداء؛ دمج ومواءمة الأدوات والإجراءات والعمليات الحالية؛ تقديم طريقة تشجع على التفكير وتحفز التحسين المستمر؛ وتحديد الإجراءات الرئيسية التي تؤدي إلى النتائج. والسمة الرئيسية للنموذج هي إطار التشخيص الذي يسمح للمؤسسات بتصنيف نفسها مقابل تسعة معايير رئيسية. تركز على علاقة السبب والنتيجة بين كيفية قيام المنظمة بأفعالها أي عوامل التمكين (القيادة، الإستراتيجية، الأشخاص، الشراكات والموارد،

العمليات والمنتجات والخدمات)، وما تحققه من نتائج (نتائج العملاء، نتائج الناس، نتائج المجتمع، ونتائج الأعمال). يؤدي برنامج إدارة الجودة الفعال إلى عمليات ومخرجات عالية الجودة، وهذه بدورها تؤدي إلى زيادة رضا العملاء وتحسين الربحية.

المصادر والمراجع *References*

1. حسن، فالح محمد، فؤاد الشيخ سالم (1983): إدارة الإنتاج والتنظيم الصناعي، دار مجدلاوي، عمان، ص 265-270
2. باوند، روبرت جي (2002): أساسيات ضبط الجودة الإحصائي، ترجمة: حسن السيد، شفيق ياسين، مراجعة: مكي الحسني، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر بالتعاون مع المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، دمشق.
3. Ford Motor Company (1987): Continuing process control and process capability improvement: a guide to the use of control charts for improving Quality and productivity for company, Supplier and Dealer Activities, December, p.10
4. *Besterfield, Dale H. (2003):* total Quality management, *(3rd ed.), Pearson education, Inc., N.J., p. 8*
5. *BJ Erasmus, J. S. S. R.-K., 2013. Introduction to Business Management. 9th ed. Cape Town: Oxford.*
6. *Berry, L.L. and Parasuraman, A. (1991). Marketing Services: Competing Through Quality. New York: The Free Press.*
7. *Godfrey, A.B. and Kammerer,E.G. (1991). "Service Quality vs. Manufacturing Quality: Five Myths Exploded," in The Service Quality Handbook, Scheuing, E.E and Christopher, W.F. (Eds.). New York: American Management Association.*
8. *Gronroos, C. (1990). Service Management and Marketing: Managing Moments of Truth in Service Competition. Lexington, MA: Free Press.*
9. *Gronroos, C. (1991). "Quality Comes to Service," in The Service Quality Handbook, Scheuing, E.E and Christopher, W.F. (Eds.). New York: American Management Association.*

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
الجودة هي وظيفة لكيفية رؤية البائع للمنتج/الخدمة التي يتلقاها.		خطأ
جودة التصميم هي الدرجة التي يمكن فيها استدعاء السلع أو الخدمات وإصلاحها أو إعادة تقييمها.		خطأ
جودة المطابقة هي إصرار المصممين على تضمين أو استبعاد ميزات في منتج أو خدمة.		خطأ
جودة الخدمة بعد التسليم هي الدرجة التي تزيد من الفرص ولكن لا تضمن أن المنتج سيتم استخدامه للغرض المقصود ويعمل بشكل صحيح وآمن.		خطأ
كلف المنع هي الأموال اللازمة لضمان أن الأعمال المنجزة تتوافق مع المتطلبات المحددة مسبقاً		خطأ
كلف التقييم هي الأموال اللازمة لمنع الأخطاء ولممارسة العمل الصحيح منذ البدء		خطأ
كلف الفشل يعني كل الأموال المصروفة بسبب وجود العيوب، وهي كلف عدم ممارسة العمل الصحيح منذ البدء،	صح	
تعني عملية رقابة الجودة مجموعة الأنشطة الإدارية التى تهدف إلى التأكد من مدى مناسبة المنتج للاستخدامات المطلوبة.	صح	
الأدوات السبعة للتخطيط وإدارة الجودة هي وسائل مصممة لشراء خدمة على نحو كفء وفعال.		خطأ
تساعد مصفوفة تحديد الأولويات في تحديد الأشياء التي يمكن أن تسير على نحو خاطئ		خطأ
تستخدم قائمة مراجعة لتحديد موقع العيوب لمعرفة شكل التوزيع التكراري، والنسبة المئوية للعيوب.		خطأ
يعرف مخطط السبب والنتيجة بأنه أداة رقمية تستخدم للترتيب المنطقي للأسباب المحتملة لمشكلة ما.		خطأ
تبين لنا خريطة باريتو بترتيب متتابع عناصر المشكلة حسب أهميتها، ونسبتها المئوية في المشكلة.	صح	

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

(1) التوافق مع المتطلبات والصلاحية للاستخدام هو جوهر رضا العملاء، وهو:

A. مقياس لمدى رداءة أداء المنتج في السوق
B. معيار لمجال جودة وفعالية العائد في السوق
C. مقياس لمدى جودة أداء المنتج في السوق
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

(2) تشير الدرجة التي تلبي بها مجموعة من الخصائص المتأصلة للمتطلبات إلى:

A. الفعالية
B. الكفاءة
C. الجودة
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

(3) يُعرف المنتج بأنه منتج عالي الجودة فقط عندما:

A. يلتزم بقياسات متناظرة لفعاليته لدى المستهلك
B. يفي بأحجام متماثلة لفعاليته لدى المصنع
C. يفي بمقادير متشابهة لتأثيره لدى المصنع
D. يفي بمعايير مختلفة لأدائه لدى المستهلك

(4) جودة المنتج لها سمتان رئيسيتان هما:

A. توزن ولها أبعاد
B. تحدد ولها أسماء
C. تقاس ولها سمات
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

(5) من المحددات المختلفة المرتبطة بمفهوم وفلسفة إدارة الجودة:

A. تخفيض تكاليف ومشاركة الموظفين
B. جودة التصميم وجودة المطابقة
C. تحسين الإنتاجية والتزام المستهلكون
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

(6) تشير جودة التصميم إلى:

A. الدرجة التي تتوافق بها السلع أو الخدمات مع نية المصممين
B. إصرار المصممين على تضمين أو استبعاد ميزات في منتج أو خدمة
C. أن المنتج سيتم استخدامه للغرض المقصود ويعمل بشكل صحيح وآمن.
D. الدرجة التي يمكن فيها استدعاء السلع أو الخدمات وإصلاحها

(7) يمكن تحقيق الفوائد التالية عندما تدار الجودة بشكل صحيح:

A. تحسين إنتاجية النظام
B. تخفيض تكاليف المنتجات / الخدمات.
C. تحسين صورة المنظمة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

(8) من مزايا إدارة الجودة الشاملة:

A. القضاء على العيوب والنفايات
B. تعزيز الوضع الشرائي
C. تدعيم الموقف الحكومي
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

(9) تتأثر الإدارة العليا في سياق قراراتها وسياساتها بتحديد وحساب كلف الجودة، من خلال:

A. مصادقتها على معايير الجودة الجديدة بعد مراجعة العيوب والتالف وأسبابه
B. صداقاتها مع موردي الجودة القديمة بعد انخفاض العيوب والتالف وحوافزه
C. صلاحياتها برفض الجودة المستحدثة عند ارتفاع المصالح ومراجعة التالف
D. مسؤولياتها بقبول الجودة الحديثة عند ارتفاع نسبة التالف وتوزيع الفوائد

(10) يقع على عاتق قسم السيطرة على الجودة المسؤولية الأكبر:

A. بإقناع مسؤولي حسابات الكلفة بأهمية قياس كلفة الجودة
B. بقبول موظفي الشركة مراعاة أهمية انخفاض نسبة التالف
C. بموافقة مستثمري الشركة اعتبار خطورة نقص فهم الزبون
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

(11) إن قرار الرفض أو القبول الخاص بالزبون فإن قسم التسويق هو الذي يستشعر الأمر أولاً عندما:

A. يفقد المنتج الصفات المميزة له وفق فهم الشراء
B. يملك المنتج الصفات المميزة له وفق فهم الزبون
C. يملك المنتج الصفات المميزة له وفق فهم التسويق
D. يفقد المنتج الصفات المميزة له وفق فهم الزبون

(12) من مسؤولية التقنية تزويد أنشطة الرقابة التشغيلية وأنشطة الضمان بمعايير فنية تخص:

A. تصنيع العمليات التخزينية
B. هندسة العمليات الرقابية
C. إنتاج النظريات التخطيطية
D. اختيار الأفكار الرقابية

(13) تعبّر الفجوة بين التقنيات المستخدمة في السيطرة على جودة المنتجات وبين إدارة موارد الإنتاج ومن ضمنها الموارد المتاحة لقسم السيطرة على الجودة عن:

A. حسابات الجودة من وجهة نظر المحاسبين
B. اعتبارات الجودة من وجهة نظر العملاء
C. إحصاءات الجودة من وجهة نظر الإداريين
D. تكاليف الجودة من وجهة نظر الاقتصاديين

(14) يعد المحاسبون تكاليف الجودة:

A. مصاريف ثابتة تكون في حدود سيطرة الإدارة
B. كلف متغيرة تكون عادة في حدود سيطرة الإدارة
C. نفقات مستقرة تكون عادة خارج سيطرة الإدارة
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

(15) تم تبويب كلف الجودة إلى كلف خاضعة لسيطرة الإدارة تتغير طردياً مع زيادة مستوى الجودة مثل:

A. كلف المواد الخام والموارد البشرية
B. كلف السيطرة على اعتراضات العملاء
C. كلف المنع وجزء من كلف التقويم
D. كلف الفشل بنوعيه الداخلي والخارجي

(16) الهدف الرئيسي من مراقبة الجودة هو:

A. تعهد أن المشروع يحرز الكميات الموضوعة
B. ضمان أن العمل يحقق المعايير الموضوعة
C. التزام أن الخطة تحظى بالقبول المنطقي
D. احترام أن التصميمات تطبق بنهج عقلاني

(17) من أهم أهداف مراقبة الجودة في:

A. تحقيق تخفيض في تكلفة الوحدة
B. تحقيق زيادة في كميات المنتج
C. السيطرة على خفض أسعار المنتج
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

(18) يعتبر اتخاذ خطوات علاجية أساسية للحفاظ على جودة المنتج أو المرافق من:

A. مقاصد استكشاف الجودة
B. غايات مراقبة الجدولة
C. مراحل صيانة الآلات
D. أهداف مراقبة الجودة

(19) من الفوائد الداخلية لضبط الجودة:

A. تحسين جودة المنتجات
B. ارتفاع أسعار المنتجات في السوق
C. ارتفاع عدد الموردين الراضين
D. تحسين حصة العملاء في السوق

(20) من الفوائد الخارجية لضبط الجودة:

A. زيادة السيطرة على احتجاجات العمال
B. تحسين الفشل بصنفيه الداخلي والخارجي
C. زيادة ولاء المستهلك لمنتجات المؤسسة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

(21) المعيار أو المقياس الذي يحدد للمشروع مدى الفحص، يتوقف على:

A. متوسط النسبة المئوية للوحدات النموذجية التى تتضمنها الطلبيات
B. تكلفة إجراء عملية الفحص سواء داخل المشروع أو خارجه
C. التكلفة الأساسية الناتجة عن الوحدات النموذجية
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

(22) هناك اثنان من الاحتياجات الرئيسية التي يجب توافرها في أدوات تحسين الجودة وحل المشكلات:

A. تعقيد التصميم والموثوقية
B. تبسيط التصميم وتنوعه
C. اكتشاف الخطأ بعد حدوثه
D. سهولة الاستخدام والثقة

(23) يستخدم مخطط التقارب:

A. للبحث عن علاقات السبب والنتيجة
B. لاستكشاف الخيارات المتاحة لحل مشكلة
C. لتحديد عملية التصنيع التي يجب تنفيذها
D. لتوليد الأفكار، ثم تنظيم هذه الأفكار بطريقة منطقية

(24) تستخدم قوائم المراجعة للتمييز بين:

A. الكذب والقناعة
B. التفتيش والتدقيق
C. الحقيقة والرأي
D. المعلومات والبيانات

(25) توضيح خريطة التبعثر:

A. نوع وحجم المنتجات
B. نوع العلاقة بين المتغيرين
C. عدد العيوب المتكررة
D. تصميم وتحسين الجودة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

تقوم شركة يوسف-إخوان بشراء احتياجاتها من صنف معين في شكل طلبيات أسبوعية حجمها *5000* وحدة، وتبلغ تكلفة فحص الوحدة الواحدة عشرة قروش، أما التكلفة الإضافية لأي وحدة معيبة فستحمّل المشروع (*5*) ليرات سورية. والمطلوب: تقديم النصح لهذه المنشأة، من حيث: هل الأفضل لها أن تقوم بفحص كامل أم عدم الفحص أصلاً ؟، وذلك إذا علمت أن الطلبيات السابقة من هذا الصنف، كانت عادة تحتوي على *1%* وحدات معيبة.

لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*9.4*: تكاليف الجودة)

الوحدة 10

إدارة المخزون والمواد

كلمات مفتاحية: المخزون، نموذج *EOQ*، نموذج الجرد *ABC*، نقطة إعادة الطلب،

ملخص الفصل:

مخزون الشركة هو واحد من أغلى أصولها. في قطاعات البيع بالتجزئة والتصنيع والخدمات والقطاعات الأخرى كثيفة المخزون، تعد مدخلات الشركة والمنتجات النهائية جوهر أعمالها. يمكن أن يكون النقص في المخزون حيثما وأينما وجد ضارًا للغاية. في الوقت نفسه، يمكن اعتبار المخزون التزامًا. تنطوي حيازة مخزون كبير على مخاطر التلف أو السرقة أو التحولات في الطلب. وفي المقابل، يجب تأمين المخزون لاستمرار الإنتاج، وإذا لم يتم بيعه في الوقت المناسب، فقد يتعين التخلص منه بأسعار المقاصة - أو التخلص منه ببساطة. سنتناول في هذ الفصل مفاهيم المخزون وتكاليفه وآلية نمذجته، ونستعرض نموذج الجرد الكلاسيكي ونظم الجرد المستمر والدوري، ونموذج *EOQ* الأساسي (مع وبدون خصم)، وكيفية حساب نقطة إعادة الطلب والعدد الأمثل للأوامر.

المخرجات والأهداف التعليمية:

16.استيعاب الطلاب لمفاهيم المخزون وتكاليفه.

17.تمكن الطلاب من فهم نماذج الجرد الكلاسيكي والمستمر والدوري ونموذج تصنيف *ABC*.

18.تمكن الطلاب من نموذج *EOQ* وحساب كميات أمر المخزون.

19.تمكن الطلاب من حساب نقطة إعادة الطلب والعدد الأمثل للأوامر.

20.تمكن الطلاب من المعنى والحاجة إلى مراقبة المخزون

مقدمة

تشير إدارة المخزون إلى عملية طلب وتخزين واستخدام مخزون الشركة. ويشمل ذلك إدارة المواد الخام والمكونات والمنتجات النهائية، بالإضافة إلى تخزين ومعالجة هذه العناصر. بالنسبة للشركات ذات سلاسل التوريد المعقدة وعمليات التصنيع، فإن الموازنة بين مخاطر وفورات المخزون ونقصها أمر صعب بشكل خاص. لتحقيق هذه الأرصدة، طورت الشركات طرق مختلفة لإدارة المخزون. حيث تعد إدارة المخزون مهمة للشركات من أي حجم. إن معرفة متى تتم إعادة طلب بعض العناصر، وما هي المواد التي يتم شراؤها أو إنتاجها، وأي سعر يجب دفعه - وكذلك وقت البيع وبأي سعر - يمكن أن تكون قرارات معقدة. وغالبًا ما تتابع الشركات الصغيرة مخزونها يدويًا وتحدد نقاط إعادة الطلب والكميات باستخدام صيغ *Excel* وتستخدم الشركات الكبيرة برامج متخصصة لتخطيط موارد المؤسسة *ERP*، وتستخدم الشركات الأكبر برامج مخصصة للغاية كخدمة *SAAS*. وتختلف استراتيجيات إدارة المخزون المناسبة اعتمادًا على الصناعة. بالنسبة للشركات التي تتعامل في سلع أو منتجات قابلة للتلف يكون الطلب عليها حساسًا للغاية مثل عناصر الموضة السريعة، على سبيل المثال، لا يعد حيازة المخزون خيارًا، وقد يكون سوء تقدير توقيت أو كميات الطلبات مكلفًا.

والمؤسسة تعتبر مجموعة من الوظائف المترابطة والمتناسقة ومهما كان نشاطها فإن للمخزون دورا هاما وأساسيا في استمرارها، وذلك لوساطته في مختلف المبادلات والاتفاقيات التجارية. لذا فالتخزين وظيفة أساسية لما له من دور كبير في استمرار العملية الإنتاجية أو التسويقية حسب نوع المؤسسة، وأي خلل أو تجاهل لبعض مهامها يؤدي إلى مشاكل ومخاطر كبيرة تعود بالضرر على المؤسسة، وسنتطرق في الفقرات التالية إلى أهم المفاهيم حول المخزون ووظيفة التخزين.

10-1 مفاهيم المخزون

يمكن تعريف المخزون على أنه موارد قابلة للاستخدام ولكنها خاملة ذات قيمة اقتصادية. وتشير إدارة المخزون إلى الاحتفاظ، بالنسبة لاستثمار مالي معين، بإمدادات كافية لشيء ما لتلبية نمط الطلب المتوقع. فإدارة المخزون هي كل شيء يتعلق بوظائف المناولة المتعلقة بتتبع وإدارة المواد. ادارة المخزون مهم جدا في حالة المشاريع الموجهة نحو الإنتاج. ومع ذلك، فهي ذات صلة أيضًا بقطاع الخدمات.

وإدارة المخزون هي أحد الجوانب الهامة للإدارة الكلية للمؤسسة. وتقع على عاتق الإدارة العليا في نهاية المطاف مسؤولية تحقيق المقايضات بين التسويق والتمويل والإنتاج وغيرها من الوظائف حتى تحصل، قدر الإمكان، على مقايضة محسنة

ومتوازنة نسبيًا لتحقيق أقصى قدر من الأداء العام للمشروع. ويجب ألا يقتصر الأمر على المدى القصير فحسب، بل يجب أيضًا الحفاظ على المصالح طويلة المدى. وفي إدارة الأعمال، يتكون المخزون من قائمة السلع والمواد الموجودة أو المتوفرة في المخزون. بعبارات بسيطة، فإن الإنتاجية هي العلاقة الإيجابية لمدخلات المخرجات. ويمكن اعتبار إدارة المخزون أحد الجوانب الهامة لإدارة المخرجات والمدخلات.

ويعتبر المخزون من أكثر موجودات المؤسسة أهمية باعتباره يمثل جزءا كبيرا من مجموع الأصول ويعتبر المصدر الرئيسي للتدفقات النقدية، ولذلك كان النجاح أو الفشل في كثير من المؤسسات يتوقف على مدى كفاءتها في إدارة مخزونها لما له من تأثير مباشر على الأرباح. ويهدف موضوع إدارة المخزون إلى تحديد كمياته المثلى التي تمكّن المؤسسة من تلبية احتياجاتها في الوقت المناسب مع تقليل تكاليف الاحتفاظ به إلى أدنى حد ممكن. ويجب أن نفرق بين: المخزون، المخزن وإدارة المخزون.

المخزون هو كمية متغيرة من المواد ترتفع بالمدخلات وتنخفض بالمخرجات"، فالمدخلات عبارة عن شريان المنتجات، أما المخرجات فهي عبارة عن مبيعات المؤسسة لمنتجاتها أو نقل المواد الأولية إلى الورشات. وهكذا فإن المخزون ما هو إلا رأس مال مستثمر في شراء وحدات خام .... الخ، يتم تخزينها إلى أن تأتي مرحلة تصريفها.

المخزن: هو عبارة عن "مكان توضع فيه البضائع والسلع المشتراة أو المنتجة بشكل منظم ومرتب بحيث تكون جاهزة للاستعمال كلما دعت الضرورة".

التخزين: هو "حفظ المواد لفترة زمنية محددة من فترة أو تاريخ تخزينها إلى حين استعمالها مع مراعاة مدة حياتها، وتحفظ ضمن شروط السلامة، وهو معدل التدفق المادي".

إدارة المخزون هي "استعمال وتطبيق كل المبادئ العلمية اللازمة للمحافظة على التخطيط الأمثل والفعال من المواد، والقضاء على إمكانية الوقوع في مشاكل مستقبلية بسبب زيادة سرعة خروج المواد من المخازن (سرعة دوران المخزون) أو عدم احترام مدة التموين من الممونين".

إن توقف حركة المخزون وارتفاع مستوى المخزون قد يؤديان إلى زيادة تكلفة التشغيل في مجال الأعمال، ومع ذلك فإن هذه التكلفة الزائدة يكون لها دورا في نقص التكلفة في مجالات أخرى أو في زيادة المبيعات. وتستخدم التفاضلات الموجبة لتبرير تراكم المخزون في النقاط داخل قناة اللوجستيات. في الواقع، لا يمكن للمنظمات العمل بدون كمية معينة من المخزون. فيما يلي بعض **الأسباب التي تجعل المؤسسات تحتفظ بالمخزون:**

(أولا) حماية ضد نفاد المخزون- أحد أسباب الاحتفاظ بالمخزون هو أن السلع لا يمكن أن تصل فورًا عندما ينفد المخزون.

هناك حاجة إلى مهلة معينة لازمة لإنتاج السلع وتسليمها. يجب التأكد من أن لدى الشركة مخزونًا كافيًا في المخزون لتغطية الطلب خلال مهلة التوريد.

(ثانيا) الحفاظ على استقلالية العمليات - أثناء عملية الإنتاج وكذلك التوريد، يتم نقل المنتج عبر العديد من العمليات المختلفة التي لها معدلات معالجة مختلفة. يكمن التحدي في موازنة قدرات المعالجة المختلفة، وهو ليس ممكنًا دائمًا. لذلك، تحتاج إلى دعم بين العمليات، والمخزون في نقاط مختلفة في النظام يخدم هذا الغرض. ولنضع في الاعتبار أيضًا أن هناك اختلافًا طبيعيًا في أوقات المعالجة بين العمليات المتطابقة بسبب العشوائية. ونتيجة لذلك، من المستحسن إنشاء دعم مخزون بحيث يمكن أن يحدث الإنتاج بمعدل ثابت.

(ثالثا) الموازنة بين العرض والطلب - موازنة العرض على جانب واحد من سلسلة التوريد مع الطلب على الجانب الآخر يمثل دائمًا تحديًا. الطلب غير معروف على الإطلاق على وجه اليقين، ويمكّن الاحتفاظ بمخزون إضافي المنظمة من تلبية الطفرات غير المتوقعة في الطلب. لنضع في الاعتبار أيضًا أن الطلب يحدث بشكل متقطع وليس بشكل مستمر. تساهم أنماط الطلب الموسمية في فترات الطلب المرتفعة والمنخفضة، مثل مبيعات الآيس كريم في الصيف أو مبيعات المظلات في الشتاء.

(رابعا) الحماية من عدم اليقين - تحدث العديد من الأحداث غير المتوقعة التي تؤثر على كل من العرض والطلب. ويرجع ذلك إلى العشوائية ويمكن أن يكون أي شيء من استلام مجموعة من البضائع التالفة أو التأخير غير المتوقع بسبب الطقس أو الإضراب في مصنع المورد. تحتفظ الشركات بمخزونًا إضافيًا لحماية أو عزل نفسها ضد هذه الشكوك.

(خامسا) أوامر الشراء الاقتصادية – تتردد مقولة يجب إبقاء المخزون منخفضًا، ولكن بالمقابل هناك سيناريو لإمكانية شراء المخزون بكميات كبيرة، حيث يعرض الموردون أحيانًا خصومات على الأسعار لتشجيع العملاء على شراء كميات أكبر في وقت واحد. وبالمثل، قد يؤدي الشراء بكميات كبيرة إلى تحقيق وفورات مرتبطة بنقل كميات أكبر في وقت واحد. كما أن توقع بعض أنواع زيادة الأسعار أو النقص أو الاضطراب قد يدفع الشركات إلى شراء كميات أكبر. إن شراء كميات أكبر تحسبًا للنقص، على سبيل المثال، هو استراتيجية شائعة لسلسلة التوريد.

10-2 تكاليف المخزون

إن دور المخزون هو وضع الكمية التي تحتاجها المؤسسة في متناول اليد في ظل الشروط الاقتصادية، حيث أن التكاليف الناتجة عن عملية التموين لا تقتصر فقط على تكلفة شراء المواد والبضائع، بل تشمل أيضا تكلفة الاحتفاظ بالمخزونات

وتكلفة النفاد. والإدارة العقلانية للمخزونات تحتم تخفيض هذه التكاليف.

10.2.1. تكاليف تحضير الطلبيات:

هذه التكاليف تتمثل في إجراءات الشراء التي تقوم بها المؤسسة، من بداية الإعداد والتحضير لأمر الشراء إلى غاية تنفيذه. وهذه التكاليف ذات صفة إدارية، تتمثل في مصاريف التحضير والمتابعة، وإصدار الطلبيات ومصاريف الاستلام والتفريغ والمراقبة الكمية والنوعية، ومصاريف محاسبة أمر الشراء وتسوية الفواتير...حيث تزداد تكلفة تحضير الطلبيات بتزايد عددها، ومن ثم يمكن تخفيض هذه التكاليف بتخفيض عدد الطلبيات، ويتم هذا عن طريق التموين بكميات اقتصادية، مما يساعد في تخفيض الاحتفاظ بالمخزون والنفاد. وتشمل:

- ✓ تكاليف الحصول على قوائم الاسعار الحديثة.
- ✓ تكاليف الإعداد والتصديق على أمر الشراء.
- ✓ تكاليف استلام وفحص شحنات أو دفعات البضاعة.

10.2.2. تكاليف الاحتفاظ بالمخزون:

هذه التكاليف تتضمن أعباء مالية وأعباء التخزين:

أ- الأعباء المالية: وتتمثل في الفائدة على رأس المال المستثمر في المخزون في حالة الاقتراض أو في تجميد جزء من رأس مال المؤسسة في تمويل المخزونات، وهو التمويل الذاتي.

ب- أعباء التخزين: وتتعلق بحفظ وصيانة الأصناف المخزنة كالمراقبة، وتكاليف الإيجار، وتكلفة التقادم الزمني، وتدهور قيمة المخزونات، وهذه التكاليف تؤثر على الحالة المالية للمؤسسة. وتشمل:

- ✓ تكلفة الاموال المستثمرة في المخزون.
- ✓ تكلفة الاضاءة والتدفئة والقوى المحركة واستهلاك معدات وأدوات التخزين.
- ✓ تكلفة مناولة المخزون.
- ✓ تكلفة التأمين على المخزون.
- ✓ تكلفة الضرائب على المخزون.
- ✓ تكلفة التلف والتقادم.

10.2.3. تكاليف النفاد:

تنتج تكلفة النفاد إذا حدث انقطاع في التموين لسبب من الأسباب، سواء داخلية أو خارجية، ولم يكن هناك وجود مخزون أمان كاف لتلبية احتياجات الإنتاج والتسويق، وهي مقسمة إلى:

- ✓ تكلفة فقد المبيعات. وهي تكاليف نفاد خارجية متمثلة في الربح الغير محقق وتكلفة النفور، بالإضافة إلى تكلفة الفرصة البديلة.
- ✓ غرامات التأخير نتيجة عدم تنفيذ العقد.
- ✓ تكلفة عدم كفاءة دورات الإنتاج. وهي تكاليف نفاد داخلية أي تكلفة العجز الداخلي وهي تكاليف تتحملها المؤسسة نتيجة انقطاع عمليات الإنتاج وهي تابعة لفترة العجز.

حيث تؤثر هذه التكاليف على الحالة المالية للمؤسسة، وهي نسبة مقدرة من قيمة المخزون المتوسط، وبالتالي يجب العمل على تدنيتها إلى أدنى حدّ ممكن. تُستخدم تكاليف أمر الشراء وتكاليف التخزين في تحديد الحجم الامثل للمخزون: وهو عبارة عن مستوى من المخزون السلعي تكون عنده تكاليف المخزون الإجمالي أقل ما يمكن وعند هذه النقطة تكون تكاليف الشراء مساوية لتكاليف التخزين. كما تستخدم تكاليف نفاذ المخزون في تحديد نقطة إعادة الطلب المثلى لعناصر أو مفردات المخزون.

10-3 نمذجة حركة المخزون

نموذج المخزون هو وضع نموذج رياضي يساعد الأعمال في تحديد المستوى الأمثل للمخزون الذي يجب الحفاظ عليه في عملية الإنتاج، وإدارة تكرار الطلب، وتحديد كمية السلع أو المواد الخام التي سيتم تخزينها، وتتبع تدفق إمدادات المواد الخام والسلع لتقديم خدمة دون انقطاع للعملاء دون أي تأخير في التسليم. وهناك نوعان من نماذج المخزون المستخدمة على نطاق واسع في الأعمال التجارية: نظام إعادة الطلب بكمية ثابتة، ونظام إعادة الطلب بفترة ثابتة.

(أولا) نظام إعادة الطلب بكمية ثابتة: هو نموذج الجرد، حيث يتم إصدار الإنذار فورًا عندما ينخفض مستوى المخزون إلى ما دون الكمية الثابتة ويتم رفع الطلبات الجديدة لتجديد المخزون إلى المستوى الأمثل بناءً على الطلب. تسمى النقطة التي يتم فيها طلب المخزون للتجديد بنقطة إعادة الطلب. تسمى كمية المخزون في نقطة إعادة الطلب باسم مستوى إعادة الطلب ويشار إلى كمية المخزون الجديد المطلوب بكمية الطلب. حيث:

- ✓ متوسط الطلب (DA_v) هو متوسط عدد الطلبات المقدمة يوميًا.
- ✓ متوسط المهلة (TL) الوقت اللازم لتصنيع السلع أو المنتجات.

متوسط الطلب في المهلة (DL): متوسط عدد الطلبات المطلوبة خلال المهلة.

متوسط الطلب في المهلة (DL) = متوسط الطلب (DA_v) * متوسط المهلة (TL)

مخزون السلامة (SS): هو المخزون الإضافي الذي يتم الاحتفاظ به دائمًا للتخفيف من أي مخاطر مستقبلية ناشئة عن نفاد المخزون بسبب نقص المواد الخام أو الإمداد، أو تعطل الماكينة أو المصنع، أو الحوادث، أو الكارثة الطبيعية أو الكوارث، أو الإضراب عن العمل أو أي أزمة أخرى قد تعطل عملية الإنتاج. وغالبًا ما يتم اشتقاق كمية مخزون الأمان من خلال تحليل البيانات التاريخية ويتم تعيينها إلى مستوى أمثل من خلال تقييم التكلفة الحالية للمخزون والخسائر التي قد يتم تكبدها بعناية بسبب المخاطر المستقبلية.

مستوى إعادة الطلب (RL): مستوى إعادة الطلب هو مستوى المخزون، والذي يتم عنده تشغيل الإنذار على الفور لتجديد مخزون المخزون هذا. يتم تحديد مستوى إعادة الطلب، مع مراعاة مخزون الأمان لتجنب أي مخزون ومتوسط مهلة الطلب لأنه حتى بعد رفع الإنذار، سيستغرق الأمر دورة عملية كاملة (مهلة) لوصول المخزونات الجديدة لتجديد المخزون الحالي.

مستوى إعادة الطلب (RL)= مخزون الأمان (SS) + متوسط الطلب على المهلة (DL)

كمية الطلب (Q): كمية الطلب هي الطلب (كمية الأمر) الذي يجب تسليمه إلى العميل.

الحد الأدنى من المستوى: يجب الحفاظ على مخزون الأمان على الأقل دائمًا لتجنب أي مخزون مستقبلي وفقًا للممارسات القياسية لإدارة المخزون.

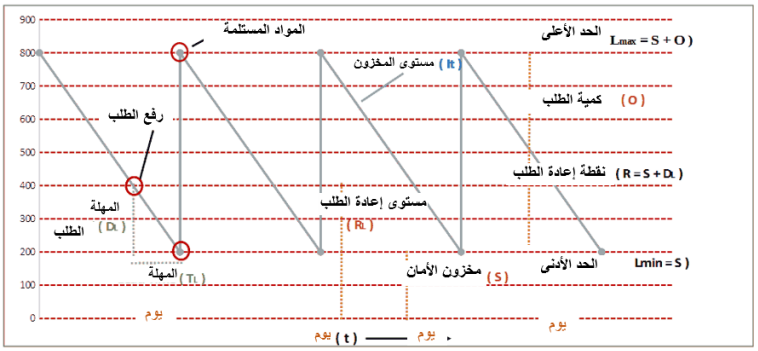
المستوى الأدنى ($LMin$) = مخزون الأمان (SS)

المستوى الأقصى: الحد الأقصى الذي يمكن الاحتفاظ به في المخزون هو مخزون الأمان والطلب (الكمية المطلوبة).

المستوى الأقصى ($LMax$) = مخزون الأمان (SS) + كمية الطلب (Q)

والشكل ($10, 1$) يوضح نموذج الجرد، نظام كمية إعادة الطلب الثابتة.

الشكل ($10, 1$): نموذج الجرد، نظام كمية إعادة الطلب الثابتة



مثال: بفرض كمية الطلب للعنصر هي 600 وحدة. ومخزون الأمان 200 وحدة. ومتوسط المهلة 5 أيام ومتوسط الاستهلاك 40 وحدة. والمطلوب: متوسط الطلب في المهلة، مستوى إعادة الطلب، الحد الأدنى لمستوى المخزون، المستوى الأقصى للمخزون.

متوسط الطلب في المهلة= $(DL) = (DAv)\ X\ (TL) = 200$ وحدة

مستوى إعادة الطلب = $(RL) = (SS) + (DL) = 400$ وحدة

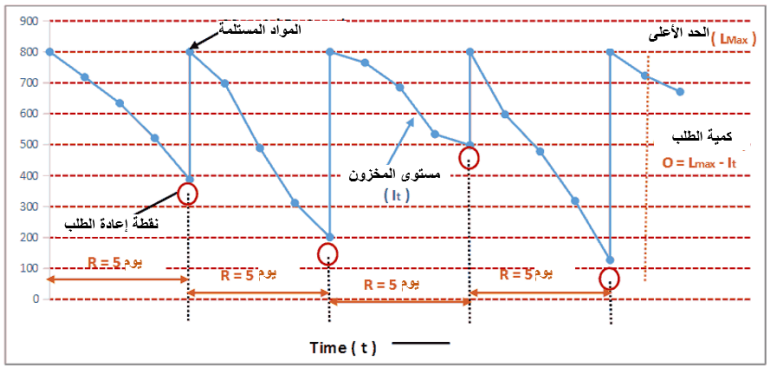
الحد الأدنى للمستوى = $(LMin) = (SS) = 200$ وحدة

المستوى الأقصى $(LMax) = (SS) + (Q) = 800$ وحدة

(ثانيا) نظام إعادة الطلب بفترة ثابتة

نظام فترة إعادة الطلب الثابتة، كما يوضحه الشكل (*10, 2*)، هو نموذج الجرد لإدارة المخزون، ويتم إصدار إنذار بعد كل فترة زمنية محددة وترفع الطلبات لتجديد المخزون إلى المستوى الأمثل بناءً على الطلب. في هذه الحالة تجديد المخزون هو عملية مستمرة تتم بعد كل فترة زمنية محددة.

الشكل (*10, 2*): نموذج الجرد، نظام فترة إعادة الطلب الثابتة



الفواصل الزمنية المنتظمة (*R*): الفاصل الزمني المنتظم هو الفاصل الزمني الثابت في نهاية الأمر الذي سيتم فيه مراجعة قوائم الجرد ورفع الطلبات لتجديد المخزون

مستوى المخزون الموجود (*It*): هو مستوى المخزون الذي يتم قياسه في أي نقطة زمنية معينة.

أقصى مستوى (*M*): هو الحد الأقصى المسموح به من المخزون وفقًا لإرشادات الإنتاج. يتم اشتقاق المستوى الأقصى من خلال تحليل البيانات التاريخية.

كمية الطلب: في هذا النظام، تتم مراجعة المخزون على فترات منتظمة (*R*)، والجرد الموجود في متناول اليد (*It*) في وقت المراجعة ويتم وضع كمية الأمر لكمية .*(It) - (M)*

(Q) = (M) - (It) كمية الطلب

مثال: يتم تجديد المخزون في كل فترة زمنية منتظمة تبلغ 5 أيام، والحد الأقصى المسموح به للمخزون هو 800 وحدة. الجرد الذي تمت مراجعته في اليوم الخامس واليوم العاشر واليوم 15 واليوم 20 كان 387 وحدة و 201 وحدة و 498 وحدة و 127 وحدة على التوالي.

فترات منتظمة (R) = 5 أيام

الحد الأقصى (M) = 800 وحدة

المخزون الموجود: I_5 = 387 وحدة، I_{10} = 201 وحدة ، I_{15} = 498 وحدة، I_{20} = 127 وحدة

كمية الطلب (Q) = (M) - (It).

كمية الطلب (Q_5) = 800 - 387 = 413 وحدة

كمية الطلب (Q_{10}) = 800 - 201 = 599 وحدة

كمية الطلب (Q_{15}) = 800 - 498 = 302 وحدة

كمية الطلب (Q_{15}) = 800-127 = 673 وحدة

10-4 نموذج الجرد الكلاسيكي

تقدم نماذج الجرد الكلاسيكية مجموعة متنوعة من الرؤى حول الطريقة المثلى لإدارة قوائم جرد المنتجات الفردية. ومع ذلك، غالبًا ما يهتم كبار المديرين ومحللي الصناعة بالصورة الكلية لمخزون الشركة بدلاً من قوائم جرد المنتجات الفردية. بالنظر إلى أن نماذج الجرد الكلاسيكية غالبًا لا تأخذ في الاعتبار العديد من الاعتبارات العملية التي تواجهها إدارة الشركة (مثل

المنافسة وديناميكيات الصناعة ودورات الأعمال والحالة المالية للشركة والاقتصاد، وما إلى ذلك) وهي مشتقة من مستوى المنتج وليس من مستوى الشركة، والسؤال: هل يمكن استخدام هذه النماذج لتوضيح ديناميكيات المخزون لشركات بأكملها؟ تهتم نظرية إدارة المخزون في الغالب بإيجاد الطريقة المثلى لإدارة قوائم الجرد بالنظر إلى بيئات الأعمال الخارجية والتي عادة ما تكون ثابتة. ونتيجة لذلك، فإن معظم نماذج الجرد الكلاسيكية معيارية في طبيعتها، لأنها تصف كيف يجب أن تتصرف العوامل العقلانية.

هناك جانبين حاسمين لتحليل المخزون على مستوى الشركة: جانب جمع الزمان والمكان والفرق بين الطبيعة الإرشادية لنماذج المخزون الأساسية (كم نطلب؟) والطبيعة الوصفية للمعلمات الملحوظة في الممارسة (ما هو مستوى المخزون للشركة؟). وأهم نماذج الجرد الكلاسيكية هي نموذج (EOQ) كمية الطلب الاقتصادية، ونموذج (Qr) المراجعة الدورية.

10–5 نظم الجرد المستمر والدوري

يجب على كل شركة إجراء جرد مادي لمخزون المستودعات لديها مرة واحدة على الأقل في السنة المالية لموازنة حساب المخزون. بالإضافة إلى حساب الدورة، يمكن استخدام إجراءات الجرد الدورية والمستمرة. ويمكن إجراء جرد دوري في شكل جرد كامل أو كجرد قائم على العينة. في يمكن تقييم المخزون لأغراض الميزانية العمومية بناءً على البيانات المحسوبة. خلال الجرد الدوري (جرد كامل)، يتم احتساب جميع مخزون الشركة فعليًا (تحسب كل مادة) في التاريخ الرئيسي للميزانية العمومية. ويجب حظر المستودع بأكمله على مستوى تنظيمي للحركات المادية أثناء العد. من ناحية أخرى، سيتم إدراج جميع المخزون في الشركة فعليًا في المخزون المستمر (عدد المخزون الكامل) على مدار العام. يجب أيضًا حساب كل مادة هنا. وبنفس الطريقة، يجب حظر مخزون المواد لحركة البضائع أثناء حساب المخزون. توقيت العد على مدار العام يمكن تعريفه بحرية ولا يتم عرضه إلا على المستوى التنظيمي. ويمكن إيضاح الفرق بين نظام الجرد الدوري ونظام الجرد المستمر في الجدول ($10, 1$) التالي:

الجدول (10, 1): الفرق بين نظام الجرد الدوري ونظام الجرد المستمر

مقارنات	جرد مستمر	الجرد الدوري
الغرض من الجرد	تطابق رصيد المخزون الفعلي مع رصيد الكتاب	تستخرج تكلفة البضائع في نهاية الفترة لاستخراج تكلفة المبيعات وبذلك يعرف صافي الدخل المحقق في نهاية الفترة
أصناف البضائع	يطبق في الشركات التي لديها أنواع قليلة ومكلفة	يطبق في الشركات ذات الأصناف المتعددة والقيمة المنخفضة
تحقيق الرقابة	تحقق السيطرة الفعالة باستمرار حسب البضائع	من الصعب تحقيق السيطرة على أساس مستمر، لأن رقابة المخزون تتم مرة واحدة فقط في السنة
سهولة الاستعمال	من الصعب استخدام وتسجيل عمليات البضائع عند استخدام النظام اليدوي، وباستخدام برنامج المحاسبة المناسب ونظام الباركود يصبح سهل الاستخدام	سهل الاستخدام عند تسجيل عمليات البضائع
تحديد تكلفة المبيعات	يمكن تحديد تكلفة المبيعات بعد حدوث كل عملية بيع	لا يمكن تحديد تكلفة المبيعات إلا عندما يتم الجرد ، ويتم الجرد وفقًا لهذا النظام مرة واحدة في السنة

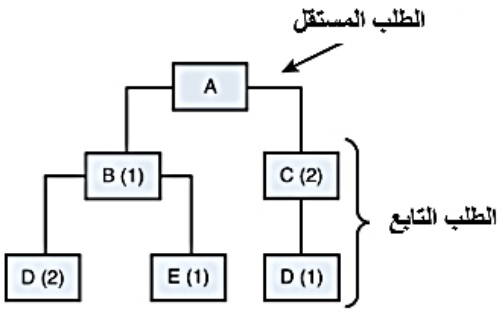
10.5.1. نظم الطلب المستقل مقابل الطلب التابع

طريقة أخرى لفهم المخزون هي فصله إلى فئتين عريضتين: الطلب المستقل والطلب التابع. إن فهم هذا الاختلاف مهم لأن سياسة المخزون الكاملة لعنصر ما مبنية على ذلك. الطلب المستقل هو الطلب على منتج نهائي، مثل جهاز كمبيوتر أو دراجة هوائية أو بيتزا. من ناحية أخرى، الطلب المعتمد هو الطلب على الأجزاء أو المجموعات الفرعية. على سبيل المثال، قد تكون الرقائق الدقيقة في الكمبيوتر أو العجلات على الدراجة أو الجبن على البيتزا.

يتم استخدام نظامي الجرد الذي ناقشناهما أعلاه لتحديد كميات الطلبات للطلب المستقل. ولكن كيف نحسب الكميات للطلب المعتمد؟ يتم اشتقاق كميات الطلب التابع من طلب مستقل، والذي نسميه "الأم". على سبيل المثال، يمكننا توقع كمية السيارات التي نتوقع بيعها، ثم يمكننا اشتقاق الكميات المطلوبة من العجلات والإطارات وأنظمة الكبح وأجزاء المكونات الأخرى. على سبيل المثال، إذا كانت الشركة تخطط لإنتاج 200 سيارة في اليوم، فستحتاج إلى 800 عجلة و400 ماسحة للزجاج الأمامي و200 نظام كبح. يعتمد عدد العجلات ومساحات الزجاج الأمامي وأنظمة الكبح وأجزاء المكونات الأخرى على كمية عنصر الطلب المستقل الذي يتم اشتقاقها منه.

يتم توضيح العلاقة بين الطلب المستقل والتابع في فاتورة المواد (*BOM*)، وهو نوع من الرسم البياني المرئي الذي يوضح العلاقة بين الكميات. يتم عرض مثال في الشكل (*10, 3*) العنصر A هو بند الطلب المستقل. جميع العناصر الأخرى تعتمد على الطلب. يتم عرض الكميات التي تدخل في العنصر النهائي بين قوسين. لاحظ أنه تم دمج وحدتين من C مع وحدة واحدة من B لتصنيع المنتج النهائي. وبالمثل، يتم دمج وحدتين من D ووحدة واحدة من E لإنشاء وحدة واحدة من B.

الشكل (*10, 3*): قائمة المواد *(BOM)*

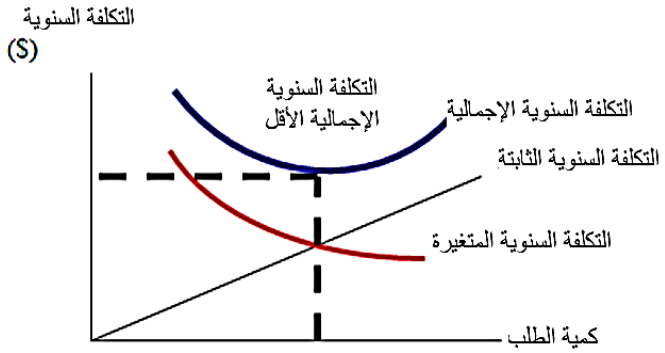


يتم حساب كميات أوامر الطلب التابعة باستخدام نظام يسمى تخطيط متطلبات المواد *(MRP)*، والذي لا يأخذ في الاعتبار فقط كميات كل جزء من الأجزاء المكونة المطلوبة، ولكن أيضًا الفترات الزمنية اللازمة لإنتاج العناصر واستلامها. على سبيل المثال، 20 وحدة من *A* تعني أن 20 وحدة من *B* مطلوبة، وكذلك 40 وحدة من *C*؛ وبالمثل، هناك حاجة إلى 40 وحدة *D* و 20 وحدة*E* . ومع ذلك، يجب أن يأخذ النظام أيضًا في الاعتبار الاختلافات في المهل الزمنية، حيث قد يستغرق الاستلام *D* مهلة مختلفة عن الاستلام *E*. وهذا يعني أنه يجب وضع الطلبات في أوقات مختلفة. ويمكن ربط هذا النظام أيضًا بتكاليف السلع ويمكنه ربط الأعضاء الداخليين والخارجيين في سلسلة التوريد.

10–6 نموذج *EOQ* الأساسي (مع وبدون خصم)

كمية الطلب الاقتصادية هي حجم أو كمية الأمر لعنصر معين من المخزون الذي يترتب عليه أقل تكاليف مخزون إجمالية خلال الفترة، وتتكون تكاليف المخزون الاجمالية من تكاليف الأمر بالشراء وتكاليف التخزين. ويتم تحقيق كمية الأمر الاقتصادية لعنصر المخزون عندما يتم تدنية تكاليف المخزون الاجمالية. كما يوضحه الشكل (*10, 1*) التالي:

الشكل (*10, 1*): تمثيل الكمية الاقتصادية للشراء

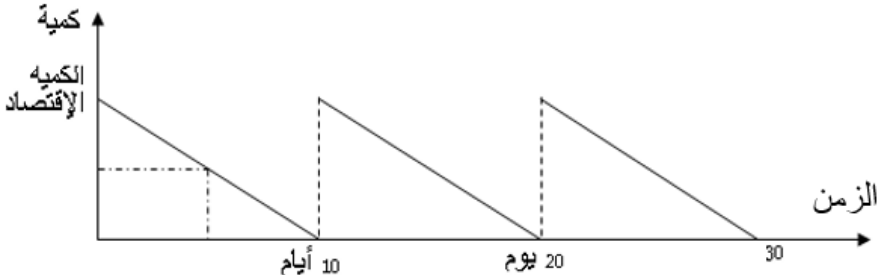


ويحسب نموذج كمية الطلب الاقتصادية وفق معادلة رياضية، ويعتمد على عدة افتراضيات هامة:

- ✓ الاستهلاك منتظم، أي أن هناك طلب معروف وثابت.
- ✓ أن تكاليف أمر الشراء معروفة وتظل ثابتة، أي ثبات سعر الشراء لوحدات المواد.
- ✓ أن طاقة الإنتاج والمخزون غير محدودة.
- ✓ عدم حدوث نفاذ أو انقطاع للمخزون باعتبار أن استلام الطلبيات يكون في مواعيد معروفة.
- ✓ ثبات تكلفة إصدار الطلبية الواحدة.

ويمكن رسم نموذج استهلاك المخزون بمعدل ثابت كما في الشكل (***10, 2***) التالي:

الشكل (*10, 2*): نموذج استهلاك المخزون بمعدل ثابت



معادلة الكمية الاقتصادية لأمر الشراء: لاستخراج النموذج الأساسي للكمية الاقتصادية لأمر الشراء فإنه يمكن استخدام المعادلات المتعلقة بتكاليف طلب المخزون السلعي للتوصل إلى النموذج المطلوب. والمصطلحات المستخدمة في المعادلات:

- ✓ EOQ: حجم أمر الشراء (كمية الطلبية الاقتصادية) بالوحدات.
- ✓ D: إجمالي عدد وحدات الطلب على المخزون السلعي خلال الفترة.
- ✓ C: تكلفة اصدار أمر الشراء (الطلب).
- ✓ P: متوسط سعر الوحدة
- ✓ I: تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة من المخزون خلال الفترة.
- ✓ يمكن حساب الكمية الاقتصادية للطلب بالطريقة الأتية:

$$\boldsymbol{EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * C}{P * I}}}$$

وغالبا نأخذ (I) فقط.

كيف يتم اشتقاق كمية الطلب الاقتصادية؟

إذا افترضنا أن المتغيرات التي تحدد تكلفة الطلب وتكلفة الاحتفاظ بخلاف كمية الأمر ثابتة (أي الطلب السنوي، تكلفة الاحتفاظ لوحدة واحدة، تكلفة أمر واحد)، يمكننا استبدال هذه القيم في معادلة تكاليف الطلب = عقد التكاليف وإيجاد الكمية المفقودة *(EOQ)*باستخدام الجبر البسيط على النحو التالي.

تكلفة الحيازة = تكلفة الطلب

متوسط الكمية × تكلفة الحيازة لكل وحدة = عدد الطلبات × تكلفة الطلب

$$\textbf{تكلفة الطلب} * \frac{\textbf{الطلب}}{\textbf{الكمية}} = \textbf{تكلفة الحيازة لكل وحدة} * \frac{\textbf{الكمية}}{2}$$

الكمية × الكمية × تكلفة الحيازة لكل وحدة = 2 × تكلفة الطلب× الطلب

$$\text{الكمية}^{2} = \frac{2 \times \text{الطلب} \times \text{تكلفة الطلب}}{\text{تكلفة الحيازة لكل وحدة}}$$

$$\textbf{كمية} = \sqrt{\frac{2 \times DXC}{I}}$$

- المعادلات المرتبطة بكمية الطلب الاقتصادية

تكلفة الشراء = عدد مرات الشراء * تكلفة أمر الشراء الواحد

تكلفة التخزين = $\frac{EOQ}{2}$ *** تكلفة تخزين الوحدة الواحد**

الحد الأدنى للمخزون = معدل الاستهلاك اليومي للصنف × عدد الأيام المرغوب الاحتفاظ فيها بالمخزون.

فترة الانتظار = معدل الاستهلاك اليومي من الصنف × فترة الانتظار (فترة الشراء)

نقطة إعادة الطلب = الحد الأدنى للمخزون + (معدل الاستهلاك اليومي للصنف × فترة الانتظار).

حساب كمية الأمر الاقتصادي *(EOQ)* مع الخصم:

يقلل EOQ بشكل عام من إجمالي تكلفة المخزون .ومع ذلك، قد لا يكون EOQ الأمثل عندما يتم احتساب الخصومات في الحساب. وتكون كمية الطلب المثلى عند إجراء الخصومات إما: EOQ؛ أو أي من الحد الأدنى لكميات الطلب فوق EOQمؤهل للحصول على خصم إضافي.

يتم تحديد الكمية المثلى بمقارنة إجمالي تكلفة المخزون لكميات الطلبات المختلفة المذكورة أعلاه.

على سبيل المثال، إذا كان EOQ هو 1000 وحدة وخصومات بنسبة 2٪ و 5٪ و 8٪ معروضة في 500 وحدة و 1000 وحدة و 2000 وحدة، فإن كمية الطلب التي ستؤدي إلى أقل تكلفة مخزون إجمالي ستكون إما EOQ أي 1000 وحدة، أو 2000 وحدة .من أجل تحديد الكمية المثلى، نحتاج إلى مقارنة إجمالي تكلفة المخزون لكميات الطلب من 1000 وحدة و2000 وحدة .يمكننا تجاهل إجمالي تكلفة المخزون 500 وحدة لأنها أقل من مستوى EOQ .

مثال: BIKO هو تاجر تجزئة للدراجات يقع في ضواحي باريس. تشتري BIKO دراجات من PMX في طلب 250 دراجة وهو كمية الطلب الاقتصادي الحالية. تقدم PMX الآن الخصومات المجمعة التالية لعملائها:

- خصم 2٪ على الطلبات التي تزيد عن 200 وحدة
- خصم 4٪ على الطلبات التي تزيد عن 500 وحدة
- خصم 6٪ على الطلبات التي تزيد عن 600 وحدة

تتساءل BIKO عما إذا كان نموذج EOQ لا يزال الأكثر اقتصادية وما إذا كان زيادة حجم الطلب سيكون أكثر فائدة بالفعل. والمعلومات التالية ذات صلة بتشكيل القرار:

- ✓ الطلب السنوي 5000 وحدة، وتكلفة الطلب هي 100 دولار لكل طلب
- ✓ تتكون تكلفة الحيازة السنوية مما يلي:
- ✓ تم احتساب قسط تأمين بنسبة 5٪ لمتوسط المخزون المحتفظ به خلال العام باستخدام صافي سعر الشراء
- ✓ تكلفة التخزين 6 دولارات لكل وحدة
- ✓ سعر الشراء 200 دولار للوحدة قبل الخصم

الحل

نحتاج إلى مقارنة إجمالي تكلفة المخزون لكميات الطلب بمستويات الخصم المختلفة مع تلك الخاصة بكمية الأمر الاقتصادي. ونظرًا لأن تكلفة الحيازة يتم تحديدها جزئيًا على أساس سعر الشراء، نحتاج إلى إعادة حساب EOQ بتطبيق خصم. نظرًا لأن EOQ يبدو من المحتمل أن تقع ضمن نطاق 200 إلى 400 وحدة، يجب أن نستخدم خصمًا بنسبة 2 ٪ في حسابنا.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 5000}{0.05x\,(200x0.98) + 6}}$$

$$\approx 252 \text{ وحدة}$$

والجدول رقم (*10, 2*) يبين كل الحسابات المطلوبة لكمية الأمر الاقتصادي *(EOQ)* مع الخصم.

الجدول (*10, 2*): الحسابات المطلوبة لكمية الأمر الاقتصادي *(EOQ)* مع الخصم

***1000*وحدة**	***500*وحدة**	***252*وحدة**	**كمية الطلب**
5000 ÷ 1000 = 5	*5000 ÷ 500 = 10*	*5000 ÷ 252 = 19.84*	عدد الطلبات (الطلب السنوي ÷ كمية الطلب)
دولار *500 = 100 × 5*	دولار *1000 = 100 × 10*	دولارًا *1،984 = 100 × 19.84*	تكلفة الطلب (عدد الطلبات × 100 دولار)
دولار *3000 = 1000/2 × 6*	دولار *1500 = 500/2 × 6*	دولارًا *756 = 252/2 × 6*	تكلفة التخزين ($ 6 × متوسط عدد الوحدات)
0.05 × (200 × 0.94) × دولار *4700 = (1000/2)*	*0.05 × (200 × 0.96) ×* دولار *2400 = (500/2)*	*(252/2) × (200 × 0.98) × 0.05 =* دولارًا *1235*	تكلفة التأمين (5٪ × سعر الشراء × متوسط المخزون)
200 × 5000 × (1.0-0.06) = دولار *940.000*	*200 × 5000 × (1.0-0.04) =* دولار *960.000*	*200 × 5000 × (1.0-0.02) =* دولار *980،000*	تكلفة الشراء (سعر الشراء × الطلب السنوي × (100 - خصم٪)
***948 200*دولار**	***964 900*دولار**	***983 975*دولار**	**إجمالي تكلفة المخزون**

بناءً على التحليل أعلاه، فإن كمية الطلب المثالية هي 1000 وحدة.

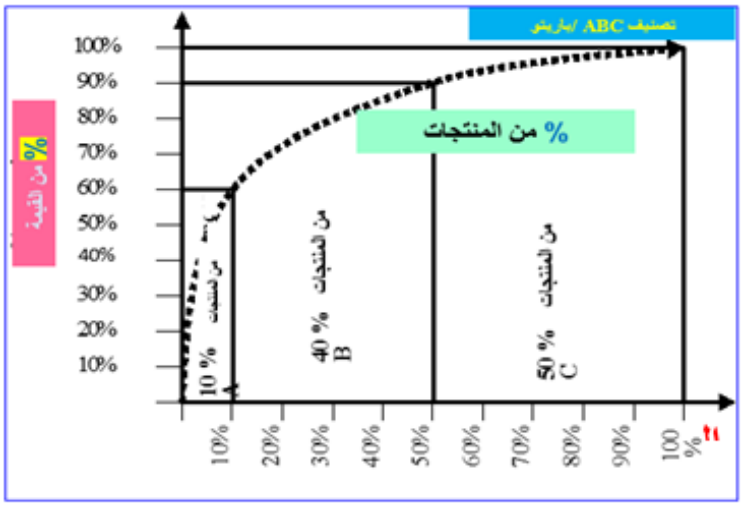
ملحوظة: قد نتساءل: إذا كانت زيادة حجم الطلب عن 1000 وحدة ستؤدي إلى المزيد من التوفير؟ والجواب المباشر هو لا.

7-10 نموذج تصنيف المواد *ABC*

أحد الجوانب المهمة لإدارة المخزون هو الحصول على طريقة لتصنيفه بناءً على أهميته. جميع العناصر في المخزون ليست ذات أهمية متساوية. فمثلا في مشفى: بعض المواد مهم للغاية، مثل المعدات الجراحية المتخصصة. البعض الآخر أقل أهمية، مثل القفازات. الخطوة الأولى في إدارة المخزون هي تصنيف المخزون بناءً على درجة أهميته لإدارته بشكل صحيح. الأداة لهذا التصنيف *ABC*. يسمح لنا تصنيف المخزون استنادًا إلى درجة الأهمية بإعطاء الأولوية لبنود المخزون المهمة وإدارة تلك بعناية. كما يمنعنا من إهدار الموارد الثمينة على إدارة العناصر الأقل أهمية.

يعتمد تصنيف *ABC* على قانون باريتو، الذي ينص على أن نسبة صغيرة من العناصر تمثل نسبة كبيرة من القيمة. يمكن أن تكون هذه القيمة المبيعات أو الأرباح أو أي مقياس آخر من الأهمية. ما يقرب من 10 إلى 20 في المائة من عناصر المخزون تمثل 70 في المائة إلى 80 في المائة من قيمة المخزون. يتم تصنيف هذه العناصر ذات القيمة العالية كبنود المخزون. تمثل العناصر ذات القيمة المعتدلة ما يقرب من 30 في المائة من عناصر المخزون وتسهم في حوالي 35 في المائة من الإجمالي. تسمى عناصر ب. وأخيرًا، يساهم ما يقرب من 50 بالمائة من العناصر في حوالي 10 بالمائة تقريبًا من إجمالي قيمة المخزون. تسمى هذه العناصر *C* وهي الأقل أهمية. يقدم الشكل (*10, 3*) مثالاً لتحليل *ABC*.

الشكل (10, 3): تصنيف ABC للمخزون



فيما يلي خطوات إجراء تحليل:ABC

1. تحديد الاستخدام السنوي أو المبيعات لكل عنصر.
2. تحديد النسبة المئوية للاستخدام الكلي أو المبيعات حسب العنصر.

3. رتب العناصر من أعلى إلى أدنى نسبة.
4. تصنيف العناصر إلى مجموعات.

بعد ترتيب العناصر من أعلى إلى أدنى نسبة مئوية، لا تجبر المجموعات على احتواء النسب المئوية المحددة مسبقًا، لأن هذه تقديرات تقريبية. بدلا من ذلك، هناك عادة نقاط كسر طبيعية ستحدث. ستجمع البيانات نفسها بشكل طبيعي وهذه هي مجموعات يجب استخدامها.

تحليل *ABC* مهم للغاية لتحديد سياسات النظام. ويستخدم بكثرة لعناصر الفئة *A*. وفي الواقع، يشرف العديد من المديرين شخصياً على تطبيقه. وعلى النقيض من ذلك، يتم ترك عناصر الفئة *C* عادةً لأنظمة الطلب المؤتمتة لأنها لا تضمن تكلفة المشاركة الإدارية.

10-8 حساب كميات أمر المخزون

يستخدم نموذج كمية الطلب الاقتصادية (EOQ) كنموذج في إدارة المخزون عن طريق حساب عدد وحدات الشركة التي تضيف إلى نظام مخزونها مع كل دفعة توريد وذلك للحد من التكاليف الإجمالية للمخزون. ويسعى نموذج EOQ إلى ضمان أن يتم طلب الكمية المناسبة من المخزون لكل دفعة بحيث لا تضطر الشركة إلى إصدار أوامر بشكل متكرر ولا يوجد فائض في المخزون في متناول اليد. يفترض أن هناك مفاضلة بين تكاليف الاحتفاظ بالمخزون وتكاليف إعداد المخزون، ويتم تقليل إجمالي تكاليف المخزون عند تقليل كل من تكاليف الإعداد وتكاليف الاحتفاظ.

مثال1: تنتج شركة Biotech.Co مواد كيميائية لبيعها لتجار الجملة. واحدة من المواد الخام التي تشتريها هي نترات الصوديوم التي يتم شراؤها بسعر 22.50 دولارًا للطن. تشير توقعات التكنولوجيا الحيوية إلى احتياج يقدر بـ 5،75،000 طن من نترات الصوديوم للسنة القادمة. يبلغ إجمالي التكلفة الدفترية السنوية لهذه المادة 40٪ من تكلفة الاستحواذ أي الشراء) وتكلفة الطلب هي 595 دولارًا. ما هي كمية الطلب الأكثر اقتصادا؟

- لدينا:
- D = 575000 طن
- I = 0.40 (22.50) = $ 9.00 طن / سنة
- C = 595 دولار / أمر

$EOQ = \sqrt{2(5,750,000)(595)/9.00}$ = 27573.135 طن لكل طلب.

مثال2: خالد يدير خط ملابس للرجال. يحتاج خالد إلى شراء 12000 قميص سنويًا لتلبية الطلب، ويتحمل تكلفة إعداد 100 دولار، ورسوم تخزين سنوية تبلغ 16 دولارًا لكل قميص. يحتاج لمعرفة *EOQ* له.

بإدخال هذه البيانات في صيغة EOQ، تحصل على:

$EOQ = \sqrt{(2 \times 12{,}000 \times 100/16)}$

$EOQ = 45\ 3{,}456{,}000 / \$\ 16$

$EOQ = 16216{,}000$

$EOQ = 465$ وحدة (مقربة لأقرب وحدة كاملة)

عادة ما يتم استخدام *EOQ* لتعيين نقطة إعادة الطلب ضمن سير عمل إدارة المخزون. تخبرك هذه المقاييس معًا بوقت تقديم الطلب (نقطة إعادة الطلب) ومقدار الطلب (صيغة *EOQ*) هذا يمنعك من تحمل الكثير من المواد الخام أو مواجهة المخزون.

10–9 نقطة إعادة الطلب والعدد الأمثل للأوامر

تضمن نقطة إعادة الطلب (*Re-Order Point ROP*) المثالية ألا تنخفض أعمال الشركة دون مستويات مخزون الأمان، لأنه البطاقة الرابحة في حالات الطوارئ، ولا يجب الاستمرار في استخدامه. إذا تجاوز الاستهلاك نقطة إعادة الطلب لمادة ما واستخدمت الشركة بعض مخزون الأمان، فستحتاج إلى طلب المزيد من المواد لاستبدال مخزون الأمان هذا بمجرد وصول أمر التوريد. وإذا لم تفعل ذلك، فإن مخزون الأمان سوف ينتهي في النهاية إلى لا شيء. بالطبع، تكلف الطلبات الإضافية أموالًا إضافية، لذا يجب تجنبها. لذلك، عادة ما تكون نقطة إعادة الطلب المثالية أعلى بقليل من مستوى مخزون الأمان لكل مادة مع الأخذ في الاعتبار وقت التسليم. ولكن إلى أي مدى يجب أن تكون أعلى؟ يعتمد ذلك على متوسط مهلة إعادة الطلب ومتوسط الطلب خلال فترة المهلة. ولكن، لماذا هذا هو الحال؟

أولاً، هذا لأنه عندما يتم تقديم طلبًا جديدًا، فإنه لا يصل إلى المستودع على الفور. قد يستغرق الأمر أسابيع أو حتى شهورًا حتى تتم معالجة الطلب وشحنه إلى الموقع الذي تريده الشركة. ويسمى هذا التأخير في التسليم "المهلة الزمنية". تشير المهلة الزمنية إلى أي تأخير من وقت تقديم الطلب إلى وقت تنفيذ الطلب. مهلة التسليم هي مجرد مثال واحد للمهلة الزمنية وتضاف إلى إجمالي المهلة.

ثانيًا، خلال المهلة، تستمر الشركة في استخدام الكميات المتبقية في المستودع لعمليات التصنيع والمبيعات. وبالتالي، يجب أن تأخذ نقطة إعادة الطلب الجيدة في الاعتبار الكمية المطلوبة من العنصر المطلوب في المستودع في الوقت الذي تصل فيه إلى نقطة إعادة الطلب. ومن الضروري أن تؤخذ هذه المهلة في الاعتبار، وإلا فإن الشركة تخاطر بنفاد المخزون قبل الوصول إلى نقطة إعادة الطلب. ويجب أن تجعل نقطة إعادة الطلب الإنتاج في تدفق مستمر لا يتوقف. إن التأخر في تحديد نقطة إعادة الطلب يفشل الغرض منها. ويشير هذا إلى ضرورة تعيينها مبكرًا حتى لا تزيد تكاليف الطلبية والتخزين لاحقا.

إن صيغة حساب نقطة إعادة الطلب وصيغة حساب مخزون الأمان بطريقة ما وجهان لعملة واحدة. حيث يصف مخزون الأمان كمية المخزون التي يحتفظ بها النشاط التجاري في المستودع للحماية من الارتفاع الكبير في الطلب أو نقص العرض. ونقطة إعادة الطلب هي خط الدفاع الأخير قبل أن تلجأ إلى استخدام مخزون الأمان وفتح الطلبات الخلفية. يحافظ على مخزون الأمان احتياطيًا لحالات الطوارئ الحقيقية فقط ويتأكد من إعادة ترتيب كل مادة تستخدمها بما يتماشى مع استخدامها.

لذلك، ليس لدى الشركة وفرة أو قلة في المخزون. بل تحصل على توازن مثالي في خطوط الإنتاج.

معرفة الفرق بين نقاط إعادة الطلب ومخزون الأمان شيء، ولكن العثور على المستويات المناسبة لكليهما أمر آخر.

كيفية حساب نقطة إعادة الطلب؟ حسنا، هنا حيث توضع النظرية موضع التنفيذ. ولتسهيل الأمور، من الأفضل حساب مستويات مخزون الأمان قبل إجراء صيغة نقطة إعادة الطلب. فيما يلي دليل لحساب مخزون الأمان. وبالتالي تكون صيغة نقطة إعادة الطلب ROP الفعلية واضحة جدًا:

نقطة إعادة الطلب = (متوسط الاستخدام اليومي × متوسط المهلة الزمنية بالأيام) + مخزون الأمان

عدد مرات الشراء = كمية الطلب السنوية ÷ كمية الطلب الاقتصادية $= \frac{D}{EOQ}$

مثال: إذا كان معمل ماريو يستخدم ما يقرب من 10 وحدات من المواد الخام يوميًا، فسيستغرق الأمر أسبوعًا حتى يصل طلب إعادة الطلب، ومستوى مخزون الأمان لتلك المواد الخام هو 50 وحدة – والمطلوب: حساب نقطة إعادة الطلب.

الحل:

لدينا: **نقطة إعادة الطلب = (متوسط الاستخدام اليومي × متوسط المهلة الزمنية بالأيام) + مخزون الأمان**

نقطة إعادة الطلب = (10 × 7) + 50 = 120 وحدة

وإذا كان مخزون هذا العنصر أقل من هذا الرقم، فيجب تقديم طلب جديد.

وهنا صيغة ROP بديلة. لحساب نقطة إعادة الطلب دون معرفة مستوى مخزون الأمان.

نقطة إعادة الطلب = الحد الأقصى للاستخدام اليومي × الحد الأقصى لوقت التنفيذ

حيث يتم تقدير الحد الأقصى لكمية المنتجات أو المواد التي تحتاجها الشركة يوميًا وضرب الرقم في الحد الأقصى للمهلة الزمنية المتوقعة لأنشطة الشراء أو التصنيع.

وعلى الرغم من انتشار التصنيع الخالي من الهدر، فمن الجيد أن يكون لدى الشركة بعض مخزون الأمان. حتى التصنيع في الوقت المناسب يحتاج إلى مخزون. وهذا يبطل الجانب السلبي الواضح للضعف في تعطيل سلسلة التوريد لنهج *JIT*.

10–10 التخطيط الكلي

التخطيط الكلي هو طريقة تخطيط فورية (سنوية) تستخدم لتحديد قدرة الموارد اللازمة التي ستحتاجها الشركة من أجل تلبية الطلب المتوقع. يشمل التخطيط الكلي بشكل عام مزيجًا من المخرجات المخططة والعمالة والمصادر والتعاقد من الباطن وما إلى ذلك التي يمكن التخطيط لها لمدة 9-12 شهرًا. الهدف من التخطيط الكلي هو مطابقة "الطلب" و "العرض" في الإجمالي باستخدام المجموعة المذكورة بطريقة فعالة من حيث التكلفة. وعادة، تكون سلاسل التوريد أسهل في الإدارة عندما يكون الطلب ثابتًا. ولكن عندما يكون الطلب موسميًا، فإننا نواجه مقايضات. يستخدم التخطيط الكلي استراتيجيتين أساسيتين أو مزيج من الاثنين للتعامل مع الطلب الموسمي:

1. مستوى الإنتاج: هو مخطط إخراج ثابت حيث يتم تلبية تقلب الطلب من خلال المخزون، والتعاقد من الباطن، والعمل الإضافي، والتدريب المتقاطع، إلخ.

2. مطاردة الطلب: وهي عبارة عن مخطط للطلب حيث يتم تغيير معدل الإنتاج لتلبية الطلب.

على سبيل **المثال:** افترض شركة تصنيع سيارات. في التخطيط الكلي، لا تفرق بين السيارة على أساس النموذج واللون وما إلى ذلك، لكنها تقرر الوحدات الإجمالية للسيارات التي يمكن إنتاجها. يتم أخذ كل شيء مثل الطاقة والفترات الزمنية والقوة العاملة وما إلى ذلك بشكل إجمالي، كما يوفر المرونة لتغيير الخطة في حالة الاختلاف عن الطلب المتوقع.

أثناء التعامل مع معضلة الإنتاج، تنقسم عملية التخطيط عادةً إلى ثلاث فئات:

- ✓ يتعامل التخطيط على المدى الطويل مع قرار استراتيجي مثل تقديم منتجات جديدة، ... إلخ.
- ✓ التخطيط على المدى القصير الذي يتعامل مع العمل اليومي والجدولة وبعض مشاكل المخزون.
- ✓ التخطيط المتوسط أو الكلي، وهو التخطيط على المدى الطويل والقصير المدى. والتي تهتم بالتخطيط المقبول بشكل عام مع أخذ الحمل في متناول اليد والتسهيلات المتاحة في الاعتبار.

ولمساعدة مدير الإنتاج، يجب أن يكون للتخطيط الكلي الخصائص التالية:

- ✓ يجب التعبير عن كل من الإنتاج والمبيعات في وحدة القياس المنطقية الشاملة. على سبيل المثال، لنفترض أن شركة *BMW* تصنع 2000 سيارة إجمالاً في العام، دون إعطاء عدد كل مجموعة متنوعة من المركبات.
- ✓ توقعات مقبولة لبعض فترة التخطيط المعقولة، لنصف عام.

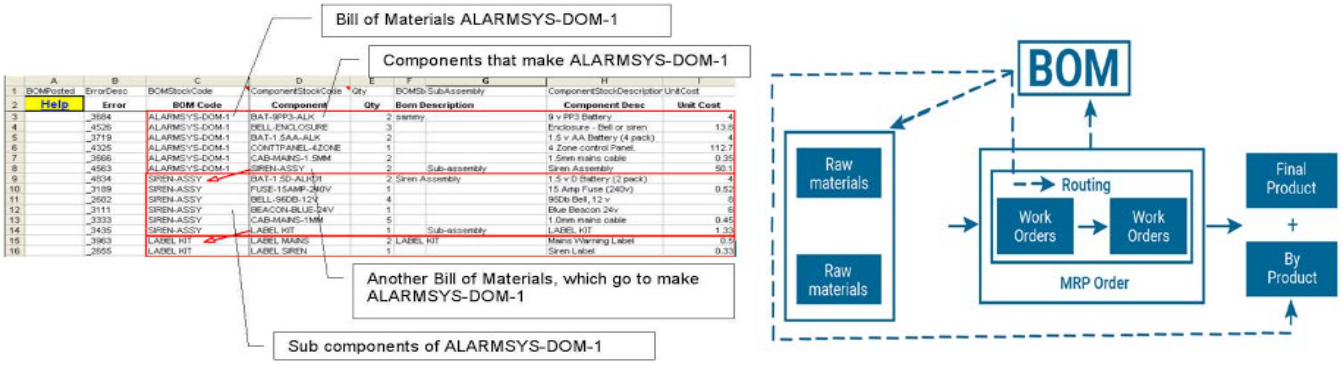
10-11 قائمة المواد الرئيسية

فاتورة المواد (*Bill of Materials BOM*) هي قائمة شاملة من المواد الخام والمكونات والتجميعات المطلوبة لإنشاء أو تصنيع أو إصلاح منتج أو خدمة. عادة ما تظهر قائمة المواد بتنسيق هرمي، مع أعلى مستوى يعرض المنتج النهائي والمستوى السفلي يعرض المكونات والمواد الفردية. وهناك أنواع مختلفة من فواتير المواد الخاصة بالهندسة المستخدمة في عملية التصميم؛ كما أنها تخص التصنيع المستخدم في عملية التجميع. وتعتمد الأنواع المختلفة لفواتير المواد على الاستخدام المتوقع واحتياجات الأعمال. تعد قائمة المواد التصنيعية أمرًا أساسيًا في تصميم أنظمة تخطيط موارد المؤسسة (*ERP*) وتخطيط متطلبات المواد (*MRP*).

تُظهر قائمة المواد تجميعًا على أعلى مستوى مقسمًا إلى مكوناته الفردية وأجزائه على أدنى مستوى، وتُظهر *BOM* ربط الأجزاء الفردية في المستوى الأدنى بالتجميع في المستوى الأعلى.

على سبيل المثال، يتم تجزئة الكمبيوتر إلى محركات أقراص ثابتة ورقائق الكمبيوتر ولوحات ذاكرة الوصول العشوائي والمعالجات. ويجزأ كل معالج في وحدة حسابية ووحدة تحكم وتسجيل. ويتم تضمين متطلبات وحدة الحساب ووحدة التحكم والتسجيل في متطلبات المعالج، والتي يتم تضمينها في متطلبات الكمبيوتر بالكامل. ومن المهم أن تعتمد الأنواع المختلفة لفواتير المواد على الاستخدام المتوقع واحتياجات العمل. كما يبينه الشكل (*10, 4*) التالي:

الشكل (*10, 4*): فاتورة المواد



فاتورة المواد هي مصدر مركزي للمعلومات المستخدمة في تصنيع المنتج. يبدأ المصنعون الذين يصنعون المنتجات عملية التجميع من خلال إنشاء قائمة المواد. يعد إنشاء قائمة مواد دقيقة أمرًا حيويًا لأن الأجزاء الصحيحة يجب أن تكون متاحة عند تصنيع العنصر. إذا لم تكن دقيقة، فقد يتسبب في توقف الإنتاج أو في حدوث تأخيرات، مما يزيد من تكاليف التشغيل لأن الشركة يجب أن تحدد الأجزاء المفقودة، أو تبدأ أمر إنتاج آخر أو تتعامل مع عوائد العملاء.

تتضمن قائمة المواد الجيدة دائمًا عناصر أساسية معينة، هي:

- ✓ **مستوى قائمة المواد:** يجب أن يتلقى كل جزء أو تجميع في قائمة المواد رقمًا أو ترتيبًا يوضح مكانه في التسلسل الهرمي لقائمة المواد. هذا يجعل من السهل على أي شخص فهم قائمة المواد.
- ✓ **رقم الجزء:** يجب على *BOM* تعيين رقم جزء لكل عنصر، مما يسمح لأي شخص يشارك في دورة التصنيع بالإشارة إلى الأجزاء وتحديدها على الفور. لتجنب الارتباك، يجب أن يخصص لكل جزء رقم واحد فقط.
- ✓ **اسم الجزء:** يجب أن يتضمن كل جزء أو مادة أو تجميع اسمًا مفصلاً وفريدًا يسمح لأي شخص بتحديد الجزء بسهولة دون الحاجة إلى الإشارة إلى مصادر أخرى.
- ✓ **المرحلة:** التأكد من تسجيل مرحلة دورة الحياة لكل جزء في قائمة المواد. على سبيل المثال، بالنسبة للأجزاء التي يتم إكمالها، يمكن استخدام مصطلح مثل "قيد الإنتاج". يمكن استخدام مصطلحات أخرى، مثل *Unreleased* أو *In Design* للأجزاء التي لم تتم الموافقة عليها بعد. هذه الشروط مفيدة خاصة خلال تقديم المنتجات الجديدة لتسمح بتتبع التقدم بسهولة.
- ✓ **الوصف:** يجب تضمين وصف شامل وغني بالمعلومات لكل مادة أو جزء. هذا الوصف يساعد الآخرين في تحديد الأجزاء والتمييز بين الأجزاء والمواد المماثلة.
- ✓ **الكمية:** تحديد عدد الأجزاء المستخدمة في كل تجميع حتى تكون *BOM* بمثابة أداة شراء دقيقة.

- ✓ **وحدة القياس:** يجب أن تحدد قائمة المواد وحدة القياس المستخدمة لقياس الجزء أو المادة. يمكن استخدام مصطلحات مثل "بوصة" و"قدم" و"أوقية" ومعرفات مماثلة للكمية. تساعد هذه المعلومات في ضمان شراء الكميات الصحيحة وتسليمها إلى خطوط التجميع.
- ✓ **نوع المشتريات:** يجب تحديد كل جزء على أنه شيء يتم شراؤه من الرف أو يتم تصنيعه وفقًا لمواصفات المشروع.
- ✓ **المسميات المرجعية:** عندما يشتمل المنتج على تجميع لوحات الدوائر المطبوعة *PCBA*، يجب أن يكون لقائمة المواد مسميات مرجعية تشرح بالتفصيل تناسب الجزء على لوحة الدوائر.

10-12 التخطيط لاحتياجات المواد

تخطيط المواد هو الطريقة العلمية لتحديد متطلبات المواد الخام والمكونات والعناصر الأخرى اللازمة للإنتاج ضمن سياسات الاستثمار في الشركة. بل هو نظام فرعي في نشاط التخطيط الشامل. ويمكن تصنيف العوامل التي تؤثر على تخطيط المواد إلى عوامل متناهية الصغر. تشكل عوامل مثل اتجاهات الأسعار ودورات الأعمال وسياسة الحكومة وسياسة الائتمان وما إلى ذلك جزءًا من العوامل الكلية؛ في حين أن عوامل مثل أهداف الشركة، واستخدام طاقة المصنع، ورأس المال العامل، والمهل الزمنية، ومستويات المخزون، وتفويض السلطة، والموسمية، ونظام الاتصالات، وما إلى ذلك، ذات طبيعة جزئية. وأهم تقنيات تخطيط المواد هي: (أ) تجزئة قائمة المواد، و(ب) تحليل الاستهلاك السابق.

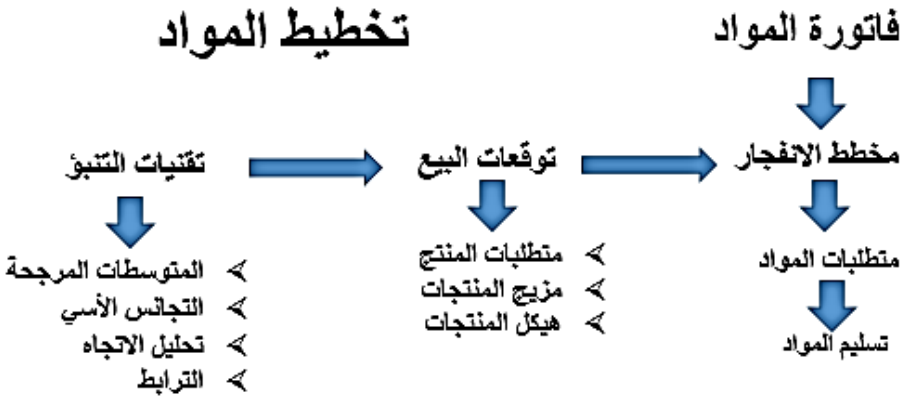
(أ) تجزئة قائمة المواد: يهدف التخطيط لإدارة المواد إلى تحديد الطلب على المنتجات النهائية. وهذا ممكن فقط من خلال طول النظر أو التنبؤ. لذلك، يشكل التنبؤ "أساس تخطيط المواد. هناك تقنيات مختلفة للتنبؤ. هذه التقنيات تنطبق بالتساوي على التنبؤ بالطلب، مثل: (1) طريقة المتوسطات المتحركة. و(2) التمهيد الأسي وسلسلة زمنية.

بعد توقع الطلب، تبدأ ممارسة تخطيط المواد، فيتم التحقق من متطلبات المواد المختلفة من توقعات الطلب. لهذا الغرض، يتم استخدام قائمة المواد من خلال مخططات التجزئة. يعتبر استخدام أجهزة الكمبيوتر هنا فعالاً للغاية في "تجزئة" قائمة المواد مع توقعات الطلب، حيث يتم إعداد وإصدار قائمة المواد من قبل قسم التخطيط أو الهندسة بشكل قياسي. ومخطط التجزئة هو مجرد سلسلة من قائمة المواد المجمعة معًا في شكل مصفوفة بحيث يمكن الجمع بين متطلبات المكونات المختلفة. يتم تخطيط المواد عادة لفترة قصيرة على أساس ربع سنوي وفي بداية كل ربع سنة؛ من الطبيعي جدًا أن تجد أن بعض المواد بها نقص في المعروض وبعضها زائد. يمكن أن يعزى هذا إلى التنبؤ الخاطئ. ولتصحيح مثل هذه الأخطاء في تقدير المواد، يتم اللجوء

إلى التخطيط الفصلي.

(ب) تحليل الاستهلاك السابق: بالنسبة للمواد المطلوبة باستمرار والمواد التي لا يمكن إصدار قائمة مواد لها، يتم اعتماد تقنية تحليل بيانات الاستهلاك السابقة ويتم وضع توقعات للمستقبل على أساس الخبرة السابقة والحاجة المستقبلية. حيث يتم أخذ الاستهلاك "المتوسط" و"الانحراف المعياري" كأساس وخطوط توجيهية لكل عنصر. هذه الأدوات إحصائية فعالة للغاية لاستيعاب مخزون التقلبات في استهلاك المواد المباشرة وغير المباشرة حيث لا يمكن صياغة معايير مباشرة للاستهلاك، وهذه التقنية مناسبة في الصناعات العملية بشكل خاص. والشكل (*10, 5*) يوضح تخطيط المواد

الشكل (*10, 5*): تخطيط المواد



10–13 تخطيط متطلبات المواد في نظام "فقط في الوقت المناسب"

في البيئات التقليدية، يتم الاحتفاظ بمخزون المواد الخام والأجزاء والسلع تامة الصنع وجميعها كمخزون إضافي ضد إمكانية نفاد العناصر المطلوبة. ولكن في السنوات الأخيرة، أدرك المديرون أن المخزونات الاحتياطية الكبيرة مكلفة. ونتيجة لذلك، غيرت العديد من الشركات نهجها تمامًا في إدارة الإنتاج والمخزون. قام هؤلاء المصنعون بتكييف استراتيجية جديدة للتحكم في تدفق التصنيع في عملية إنتاج متعددة المراحل.

يعد تخطيط متطلبات المواد (*MRP*) والمعالجة في الوقت المناسب (*JIT*) شكلين مختلفين من تخطيط المواد والتحكم فيها يعملان معًا بشكل جيد في تحسين عمليات التصنيع. كلتا الطريقتين لها هدف مشترك: توفير منتجات منخفضة التكلفة وعالية

الجودة تلبي متطلبات العملاء أو تتجاوزها.

تعنى تخطيط متطلبات المواد *MRP* بطلب المواد الخام وتخطيط نشر الموارد بناءً على توقعات المبيعات. من خلال استخدام نهج التفكير المستقبلي، تعزز *MRP* إدخال البيانات في الوقت المناسب من جميع الأقسام المعنية لإنشاء جدول إنتاج دقيق. وهذا يسمح للمصنعين بالتعامل مع العمليات المعقدة، والمنتجات متعددة المكونات، والأهم من ذلك، التباين المتأصل في التصنيع. باستخدام *MRP*، فإن المديرين قادرون على ضمان التفكير المستقبلي لكل مرحلة من مراحل الإنتاج. بينما يركز في الوقت المناسب*JIT* على الإنتاج لأنه لا يتعلق بالتنبؤ بالمبيعات، ولكن بالأوامر الفعلية في متناول اليد. تركز *JIT* على تقليل النفايات، وتتحكم في تسليم المواد الخام حسب الحاجة، وبالتالي تقليل التكاليف غير المباشرة للعمل الجاري (*WIP)*وتخزين المواد. يهدف *JIT* أيضًا إلى تقليل أوقات الرصاص والإعداد. يعد تحقيق التوازن بين هدفي تجنب نفاد المواد الخام وفي نفس الوقت تقليل تكاليف المخزون أمرًا أساسيًا لمعالجة .*JIT*

ويلتقي *MRP* و*JIT*، حيث يعتمد *JIT* بشكل كبير على الاستقرار بالتعامل مع الموردين الموثوق بهم لأنه يصبحون، في الواقع، مرافق تخزين عن بعد للمواد الخام. ومع ذلك، يمكن أن يعني الحفاظ على الهدر في المخزون مخاطر أكبر على تدفق الإنتاج. على سبيل المثال، إذا تعذر التوصيل المواد الخام في الوقت المناسب بسبب العاصفة الثلجية، فإن طرق *JIT*، في بعض الأحيان، لا يمكنها الاستجابة بسرعة كافية. يمكن أن تشكل الزيادات غير المتوقعة في الطلب تحديات أيضًا. ومع ذلك، في هذه الحالة فإن *MRP* مفيد في التحكم في المخزون وكذلك معالجة النقص المحتمل في المخزون بشكل استباقي.

يركز التصنيع في الوقت المناسب في خطوط التصنيع بالشركة على المنتجات التي يريدها عملاؤها، مما يساهم في استمرارية الشركة على المدى الطويل. بالإضافة إلى ذلك، نظرًا لأنه يتم توفير المواد حسب الحاجة، يتم تقليل انكماش المخزون والوظائف الزائدة، بما في ذلك عمليات التفتيش. على الرغم من الاحتفاظ بالمخزون والمستلزمات عند الحد الأدنى، تزداد موثوقية توافر المواد. ويعمل *MRP* على تقليل مخزون العمل قيد المعالجة، مع القضاء على نقص المواد عن طريق زيادة موثوقية توافر المواد. يمكّن كل من *JIT* و*MRP* الشركات من التخطيط على المدى الطويل، مما يمكّن الشركة المصنعة من التخطيط لاستخدام العمالة والمرافق بشكل أكثر فعالية. يعمل كلا النظامين أيضًا على تقليل المهل الزمنية والأوامر المتأخرة.

تحاول كلتا الطريقتين الحد من الهدر والوقت الضائع في عملية الإنتاج. ويكون *MRP* أكثر مرونة عند تلقي أوامر غير متوقعة أو عند الحاجة إلى تعديلات الجدول. يعتمد هذا النوع من النظام على إدخال البيانات وتتبعها وتحليلها بدقة. عند استخدامها بشكل صحيح، وتشمل المزايا انخفاض تكلفة الوحدة لكل وحدة إنتاجية محسنة للقدرات واستجابة أفضل لطلب

السوق المتغير. كما يؤدي استخدام *MRP* جنبًا إلى جنب مع *JIT* وإدراجه في نظام التخطيط والجدولة المتقدم إلى تدفق عملية أكثر مثالية حيث يمكن إنشاء خطط طوارئ واقعية باستخدام سيناريوهات ماذا لو. وبالتالي، يمكن لشركة التصنيع أن تظل دائمًا استباقية بدلاً من رد الفعل عندما تتطور المواقف الإشكالية.

في الثمانينيات، تحول تخطيط الطلب على المواد *MRP* إلى تخطيط موارد الإنتاج *MRP II*، حيث *MRP II* هو ترقية مثالية ل *MRP* الذي يأتي مع وظائف متقدمة لتحسين موارد الإنتاج. حيث أدرك المصنعون الحاجة إلى نظام للوصول إلى مجموعة أوسع من الأشياء. ففي حين يركز *MRP* على التصنيع بالتركيز على جوانب التحكم في الجدولة والمراقبة في الإنتاج للأوامر التي يضعها العملاء، وهذا يحد من قدرته على مطابقة الإنتاج مع توقعات الطلب. فيتمايز *MRP II*، بأنه يتتبع الجوانب الإضافية للإنتاج، مثل متطلبات الموظفين، والتقديرات المالية، وتوقعات الطلب، وتخطيط الأعمال. فيعد *MRP II* أكثر تكاملاً وتوجهًا استراتيجيًا من *MRP*، مع الأخذ في الاعتبار أنه يتجاوز المدى القصير لتقييم التأثيرات متوسطة المدى وطويلة الأجل لكل موارد الإنتاج. يساعد *MRP II* على تخطيط ودمج البيانات ذات الصلة للمؤسسة بأكملها. ولكن، عندما يوجد تحولات في الطلب، فإن *MRP II* يقوم إعادة تنظيم وإلغاء المئات من أوامر التصنيع والشراء المفتوحة، ومن ثم إصدار أوامر جديدة.

والسؤال: كيف يعمل نظام تخطيط متطلبات المواد *(MRP)*؟

هناك سؤالان مهمان يجب طرحهما هنا. ما المقدار المطلوب من أحد الأصناف؟ متى يكون هذا الصنف مطلوبًا لإكمال عدد معين من الوحدات في فترة زمنية معينة؟ تشتمل عملية نظام تخطيط متطلبات المواد على الخطوات التالية:

- إعداد جدول إنتاج رئيسي للصنف النهائي (وهذا هو خرج التخطيط الكلي/تخطيط الإنتاج). وبالتالي يتم ضبط جدول الإنتاج الرئيسي *(MPS)* على النحو التالي:
  - ✓ تحديد إجمالي متطلبات صنف معين.
  - ✓ تحديد صافي المتطلبات ووقت إصدار الأوامر للتصنيع أو التجميع الفرعي.

صافي المتطلبات = إجمالي المتطلبات – المخزون المتوفر

صافي المتطلبات = (إجمالي المتطلبات + المخصصات) – (المتوفر) + دُفعات الاستلام المجدولة

- إنشاء جداول تحدد الأجزاء والمواد الخاصة المطلوبة لإنتاج الأصناف النهائية. وستكون قائمة المواد مفيدة هنا.
- تحديد الأعداد المطلوبة بدقة.
- تحديد تواريخ إصدار الأوامر الخاصة بهذه المواد، بناءً على فترات التسليم.

ما هي مخرجات نظام تخطيط متطلبات المواد(*MRP*) ؟

إن المخرجات الأساسية لنظام تخطيط متطلبات المواد هي الأوامر المخططة من صف إصدار الأوامر المخططة في مصفوفة تخطيط متطلبات المواد التي تحدد تفاصيل التوقيت وكمية التجميعات الفرعية والأجزاء والمواد الخام المستخدمة لتخطيط إجراءات الشراء والتصنيع.

وتحديدًا تتضمن هذه المخرجات ما يلي:

- أوامر الشراء – ويتم إرسالها إلى الموردين الخارجيين
- أوامر العمل – ويتم إصدارها للعمال في ورشة العمل لعمليات الإنتاج داخل المصنع
- إشعارات الإجراءات أو إشعارات إعادة الجدولة – ويتم إصدارها للأصناف التي لم تعد هناك حاجة إليها بمجرد التخطيط لذلك أو للكميات التي قد يتم تغييرها

ما مزايا نظام تخطيط متطلبات المواد(*MRP*) ؟

إن نظام تخطيط متطلبات المواد هو إطار عمل لتوفير معلومات مفيدة لصناع القرار. والأساس في الاستفادة من مزايا أي نظام لتخطيط متطلبات المواد هو قدرة مخطّط المخزون على توظيف المعلومات بشكل جيد. وتتضمن المزايا الخاصة لنظام تخطيط متطلبات المواد ما يلي:

•رفع مستويات خدمة العملاء ورضاهم

- تحسين الاستفادة من المرافق والموظفين
- تحسين عمليات تخطيط المخزون وجدولته
- سرعة الاستجابة لتغيرات وتقلبات السوق
- تقليل مستويات المخزون دون التأثير على خدمة العملاء

يمثل نظام تخطيط متطلبات المواد *(MRP)* أداةً فعالةً جدًا لأنها تراعي التغيرات التي تحدث في افتراضات معينة خاصة في ظل ظروف متغيرة، وبالتحديد عندما تتغير مدخلات نظام تخطيط متطلبات المواد بسبب حدوث أحد الأعراض التالية في مجال الإنتاج:

- تأخر دُفعات التسليم المجدولة
- تغير أحجام الطلبات المخططة بفعل قيود تتعلق بالقدرة الإنتاجية
- تغير إجمالي المتطلبات مما يستلزم تغيير أحجام الدُفعات على مستويات المكونات الفرعية

- نقص المواد الخام لأحد المكونات الفرعية مما يؤدي إلى إلغاء الاحتياج إلى مكون فرعي ملازم له حيث يجب توفر كل منهما للإنتاج الأساسي
- استخدام نفس الأجزاء في مستويات مختلفة مما يشير إلى الحاجة إلى إعادة تنظيم قائمة المواد
- وجود تخفيضات في السعر أو بعض المزايا الأخرى التي تجعل من المستحسن شراء كمية أكبر من الاحتياجات المتوقعة

مثال: شركة أرام للأثاث

تقوم شركة أرام للأثاث بتجميع طاولات غرف الطعام باستخدام أجزاء جاهزة للأرجل الأربع وسطح الطاولة. وفترات تسليم هذه الأجزاء هي أسبوعان وثلاثة أسابيع على التوالي. ويستغرق التجميع أسبوعًا. وتتلقى الشركة طلبات بتسليم *20* طاولة في الأسبوع الخامس من فترة التخطيط و40 طاولة في الأسبوع السابع. والشركة لديها مخزون حالٍ يتكون من طاولتين كاملتين و*40* رجلاً و*22* سطح طاولة. متى ينبغي أن تطلب الشركة أجزاءً؟

جدول إنتاج شركة أرام الخاص بطاولات غرف الطعام موضح أدناه. ويوضح "إجمالي المتطلبات" لأصناف المستوى *0* وهي الطاولات.

بطرح مخزون الطاولات الجاهزة، نحصل على صافي المتطلبات. وبترك أسبوع للتجميع بعد ذلك، نحصل على أوقات البدء الموضحة في خطة التجميع التالية. توضح "دُفعات التسليم المجدولة" عدد الوحدات التي ستصبح متوفرة في غضون أسبوع.

المستوى *0* وهي طاولات غرف الطعام

المتطلبات	الأسبوع						
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	
إجمالي المتطلبات					*20*		*40*
المخزون الافتتاحي	*2*	*2*	*2*	*2*	*2*		
صافي المتطلبات					*18*		*40*
بدء التجميع				*18*		*40*	
دُفعات التسليم المجدولة					*18*		*40*

لمعرفة إجمالي المتطلبات لأصناف المستوى ***1*** (الأرجل والأسطح)، لاحظ أنه في الأسبوع الرابع، يكون صافي المتطلبات *18* طاولة، وهو ما يعادل إجمالي متطلبات يصل إلى *72* رجلاً و*18* سطح طاولة.

وبالمثل، يكون إجمالي متطلبات الأجزاء الأخرى هو:

الأرجل: *18* × *4* = *72* في الأسبوع الرابع، و*40* × *4* = *160* في الأسبوع السادس

أسطح الطاولات: *18* في الأسبوع الرابع و*40* في الأسبوع السادس

وبطرح المخزون المتوفر من إجمالي المتطلبات هذه، نحصل على صافي المتطلبات. لضمان وصول الأجزاء في موعدها، يجب طلبها مقدمًا، أي قبل أسبوعين بالنسبة للأرجل و3 أسابيع بالنسبة لأسطح الطاولات.

المستوى *1*: الأرجل

المتطلبات	الأسبوع					
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
إجمالي المتطلبات				*72*		*160*
المخزون الافتتاحي	*40*	*40*	*40*	*40*		
صافي المتطلبات				*32*		*160*
بدء التجميع		*32*		*160*		
دُفعات التسليم المجدولة				*32*		*160*

المستوى 1: أسطح الطاولات

المتطلبات	الأسبوع					
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
إجمالي المتطلبات				*18*		*40*
المخزون الافتتاحي	*22*	*22*	*22*	*22*	*4*	*4*
صافي المتطلبات						*36*
بدء التجميع			*36*			
دفعات التسليم المجدولة						*36*

متى ينبغي طلب الأجزاء؟

- الأسبوع الثاني: طلب *32* رجلاً
- الأسبوع الثالث: طلب *36* سطح طاولة
- الأسبوع الرابع: طلب *160* رجلاً وتجميع *18* طاولة
- الأسبوع السادس: تجميع *40* طاولة

المصادر والمراجع *References*

1. *Hedrick F. D. 2012 Inventory Management. Purchasing for Owners of Small Plants Buying for Retail Stores and Inventory Management*
2. *Syntetos A A and Boylan J E 2006. On the stock control performance of intermittent demand estimators International Journal of Production Economics, 103 36-47*
3. *Aisyati A, Jauhari W A and Rosyidi C N 2014 Periodic Review Model for Determining Inventory Policy for Aircraft Consumable Spare Parts International Journal of Business Research & Management (IJBRM) **5** 2014*
4. *Hung Kuo-Chen 2011 Continuous Review Inventory Models Under Time Value of Money and Crashable Lead Time Consideration Yugoslav Journal of Operations Research **21** 293-306*
5. *Tersine R J 1994 Principle of Inventory and Materials Management 4 (New Jersey: Prentice-Hall International, Inc)*
6. *Lin, Y-J. (2008). A periodic review inventory model involving fuzzy expected demand short and fuzzy backorder rate, Computers & Industrial Engineering, 54(3), Pages 666-676.*
7. *Wisner, J. D., Tan, K., Keong Leong, G., & Stanley. (2012). Demand Forecasting and Inventory Management (pp. 89-91). Mason, OH: Cengage Learning.*
8. *Writer, L. G. (2011). What Is the Difference Between a Periodic and Continuous Inventory Review Policy? Retrieved March 01, 2017,*

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
للمخزون دورا أساسيا لاستمرار أي المؤسسة، لوساطته في مختلف المبادلات التجارية.	صح	
المخزون هو موارد قابلة للاستخدام ولكنها خاملة ذات قيمة اقتصادية.	صح	
تشير إدارة التصنيع إلى الاحتفاظ بإمدادات كافية لشيء ما لتلبية نمط الطلب المتوقع.		خطأ
المخزن هو عبارة عن تطبيق المبادئ العلمية للمحافظة على التخطيط الأمثل والفعال من المواد		خطأ
يتم تحقيق كمية الأمر الاقتصادية لعنصر المخزون عندما يتم تعظيم تكاليف المخزون الاجمالية.		خطأ
إن التأخر في تحديد نقطة إعادة الطلب يفشل الغرض منها.	صح	
يتعامل التخطيط على المدى الطويل مع قرار العمل اليومي والجدولة مثل مشاكل المخزون.		خطأ
التخطيط على المدى القصير الذي يتعامل مع استراتيجية تقديم منتجات جديدة.		خطأ
تعد قائمة المواد التصنيعية أمرًا أساسيًا في تصميم أنظمة تخطيط موارد المؤسسة.	صح	
أهم تقنيات تخطيط المواد هي: (أ) تجزئة قائمة المواد، و(ب) تحليل الاستهلاك السابق.	صح	

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

1) يمكن اعتبار إدارة المخزون أحد الجوانب الهامة:

A. لإدارة البيانات والمعلومات
B. لإدارة المخرجات والمدخلات
C. لإدارة الإعلانات والمجهولات
D. لإدارة النفقات والإيرادات

2) يتوقف النجاح أو الفشل في كثير من المؤسسات على مدى:

A. سرعتها في تصنيع منتجاتها
B. نجاحها في تصنيع مدخلاتها
C. كفاءتها في إدارة مخزونها
D. كل الإجابات السابقة خاطئة

3) تشير الكمية المتغيرة من المواد ترتفع بالمدخلات وتنخفض بالمخرجات إلى:

A. التكاليف
B. الإيرادات
C. المخزن
D. المخزون

4) معظم نماذج الجرد الكلاسيكية هي:

A. كيفية في بيئتها
B. نوعية في طبيعتها
C. معيارية في طبيعتها
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

5) الطلب المستقل هو:

A. الطلب من منتج مستحدث
B. العرض من منتج نهائي
C. الطلب على منتج نهائي
D. العرض من المواد الأولية

6) الطلب المعتمد هو:

A. الطلب على الأجزاء أو المجموعات الفرعية
B. العرض من الأجزاء أو المجموعات الفرعية
C. العرض من المنتجات أو الخدمات النهائية
D. الطلب على المنتجات أو الخدمات النهائية

7) إذا كانت الشركة تخطط لإنتاج 200 سيارة في اليوم، فستحتاج إلى:

A. 1200 عجلة و400 ماسحة للزجاج الأمامي
B. 600عجلة و300 ماسحة للزجاج الأمامي
C. 1000 عجلة و150 ماسحة للزجاج الأمامي
D. 800 عجلة و400 ماسحة للزجاج الأمامي

8) يمثل حجم أو كمية الأمر لعنصر معين من المخزون الذي يترتب عليه أقل تكاليف مخزون إجمالية خلال الفترة:

A. مقياس الطلبيات الزائدة
B. كمية الطلب الاقتصادية
C. عرض الكمية الاقتصادية
D. كمية الطلب المفرطة

9) تتكون تكاليف المخزون الاجمالية من:

A. تكاليف الاتصال بالمورد للبيع وتكاليف الشحن
B. تكاليف الاستهلاك للبيع وتكاليف الطلب المرتبطة
C. تكاليف الاتصال بالعميل للشراء وتكاليف التوزيع
D. تكاليف الأمر بالشراء وتكاليف التخزين

10) يعتمد نموذج كمية الطلب الاقتصادية على عدة افتراضيات هامة منها:

A. الاستهلاك متغير، أي أن هناك طلب غير ثابت
B. أن تكاليف أمر الشراء غير معروفة وتظل متبدلة
C. حدوث نفاذ أو انقطاع للمخزون أحيانا
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

11) الخطوة الأولى في إدارة المخزون هي تصنيف المخزون بناءً على:

A. مرحلة استخدامه لإدارته بشكل كامل
B. فترة متاجرته لإدارته بشكل صحيح
C. معيار تشغيله لإدارته بشكل صحيح
D. درجة أهميته لإدارته بشكل صحيح

12) القانون الذي ينص على أن نسبة صغيرة من العناصر تمثل نسبة كبيرة من القيمة هو:

A. قانون الكمية الاقتصادية للطلب
B. قانون نقطة إعادة الطلب
C. قانون باريتو
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

13) من أهم خطوات إجراء تحليل ABC :

A. تحديد النسبة المئوية لتوقف الآلات حسب العنصر
B. تحديد الاستخدام السنوي أو المبيعات لكل عنصر
C. تصنيف العمال إلى مجموعات حسب المرحلة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

14) يتم تقليل إجمالي تكاليف المخزون عند:

A. تقليل كل من تكاليف التوزيع وتكاليف الشحن
B. تقليل كل من تكاليف التصنيع وتكاليف التحميل
C. تقليل كل من تكاليف السحب وتكاليف النقل
D. تقليل كل من تكاليف الإعداد وتكاليف الاحتفاظ

تضمن نقطة إعادة الطلب المثالية ألا تنخفض أعمال الشركة دون:

15) مقياس الجودة المطلوبة
A. معيار الكمية المباعة
B. مؤشر الكمية المنتجة
C. مستويات مخزون الأمان

16) عادة ما تكون نقطة إعادة الطلب المثالية أعلى بقليل من:

A. مستوى الإنتاج المطلوب لكل مادة مع الأخذ في الاعتبار وقت التسليم
B. مستوى المبيعات المحققة لكل مادة مع الأخذ في الاعتبار وقت التوزيع
C. مستوى مخزون الأمان لكل مادة مع الأخذ في الاعتبار وقت التسليم
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

17) يشير [متوسط الاستخدام اليومي × متوسط المهلة الزمنية بالأيام) + مخزون الأمان]، إلى:

A. كمية الطلب السنوية
B. كمية الطلب الاقتصادية
C. نقطة إعادة الطلب
D. عدد مرات الشراء

18) عدد مرات الشراء يساوي:

A. كمية الطلب الاقتصادية مقسومة على كمية الطلب السنوية
B. كمية الطلب الاقتصادية مقسومة على كمية الطلب اليومية
C. كمية الطلب السنوية مقسومة على كمية الطلب اليومية
D. كمية الطلب السنوية مقسومة على كمية الطلب الاقتصادية

19) تعتمد الأنواع المختلفة لفواتير المواد على:

A. المشتريات المفاجئة واحتياجات التوزيع
B. المبيعات المحتملة واحتياجات التوريد
C. الاستخدام المتوقع واحتياجات الأعمال
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

20) تتضمن قائمة المواد الجيدة دائمًا عناصر أساسية معينة، مثل:

A. درجة أفقية الشراء وعمودية البيع
B. اسم مورد المواد ومعلومات العميل
C. مستوى قائمة المواد ورقم الجزء
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

مسألة1: بفرض كمية الطلب للعنصر هي 1000 وحدة. ومخزون الأمان 300 وحدة. ومتوسط المهلة 6 أيام ومتوسط الاستهلاك 60 وحدة. **والمطلوب**: متوسط الطلب في المهلة، مستوى إعادة الطلب، الحد الأدنى لمستوى المخزون، المستوى الأقصى للمخزون. **لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*10.3*. نمذجة المخزون)**

مسألة2: تنتج شركة *400* ألبسة رجالية لبيعها لتجار الجملة. واحدة من المواد الخام التي تشتريها هي الغزول التي يتم شراؤها بسعر *150* دولارًا للطن. تشير التوقعات إلى احتياج يقدر بـ *300* طن من الغزول للسنة القادمة. يبلغ إجمالي التكلفة الدفترية السنوية لهذه المادة *55%* من تكلفة الاستحواذ (أي الشراء) وتكلفة الطلب هي *50* دولارًا. **والمطلوب**: ما هي كمية الطلب الاقتصادية؟ **لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (*10.8*: حساب كميات أمر المخزون).**

الوحدة 11

إدارة الصيانة والسلامة المهنية

كلمات مفتاحية: الصيانة، السلامة المهنية، الوثوقية

ملخص الفصل:

أصبحت المؤسسات تعتمد بشكل متزايد على التقنيات الإنتاجية التي تتجسد في الأصول المادية التي يجب الحفاظ عليها حتى تظل المؤسسة منتجة. وعادة ما يعتمد الحفاظ على هذه الأصول المادية على نهج الصيانة والفلسفات والنظريات والاستراتيجيات المثبتة. اتخاذ قرار بشأن نهج أو استراتيجية مناسبة ليست مهمة تافهة. تواجه الصناعات عددًا من نظريات ونماذج وأطر الصيانة المتاحة. ومن المستحسن أن يكون لدى الشركة إرشادات لاختيار أو اشتقاق فلسفة أو نهج أو استراتيجية صيانة مناسبة للشركة بناءً على احتياجات الأعمال والاحتياجات التشغيلية وأساليب الإنتاج. إن العجز أو التأخير في استغلال المعدات ينتج عنه عدة آثار سلبية تؤدي إلى إتلافها وتعطيلها وبالتالي يؤثر هذا التعطيل سلبيا على مردود النتائج وللتقليل من هذا العجز يستوجب علينا القيام بعمليات الصيانة لهذه المعدات أو الآلات.

المخرجات والأهداف التعليمية:

21.تمكن الطلاب من فهم المناهج والاستراتيجيات الأساسية للصيانة.

22.استيعاب الطلاب لأنواع الصيانة.

23.تمكن الطلاب من حساب تقديرات الوثوقية.

مقدمة

معلوم، أن هناك حاجة لصيانة الأصول المادية منذ أن بدأ الناس في بنائها. حيث نشأت الحاجة إلى إدارة الصيانة عن طريق زيادة عدد وحجم وتعقيد الأصول، وزيادة التخصص في مهام الصيانة التي يتعين القيام بها. تتطلب حياة تصميم معظم المعدات صيانة دورية. تحتاج الأحزمة إلى التعديل، ويجب الحفاظ على المحاذاة، ويلزم التشحيم المناسب للمعدات الدوارة، وما إلى ذلك. في بعض الحالات، تحتاج بعض المكونات إلى استبدال، على سبيل المثال، عجلة سيارة. تم تطوير أساليب مختلفة لمعرفة كيفية إجراء الصيانة لضمان وصول المعدات عمرها الافتراضي. وفي حال فشل إحدى المعدات (الصيانة التفاعلية)، فإن الطرق الأخرى هي الصيانة الوقائية أو الصيانة التنبؤية أو الصيانة المرتكزة على الوثوقية.

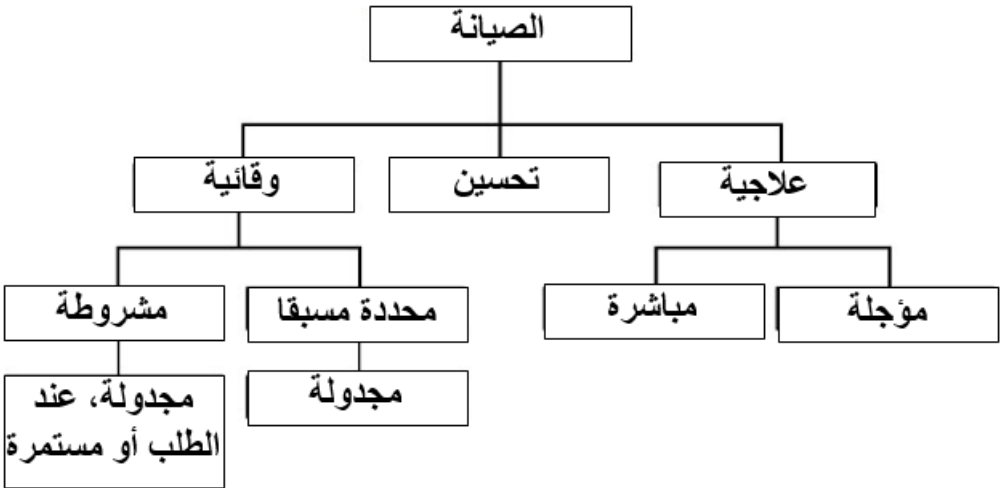
تعرف الصيانة بأنها "مجموعة من الإجراءات التي يتم تنفيذها على أحد الأصول بهدف الاحتفاظ بأصل في حالة معينة أو استعادتها إلى حالة محددة". وتعد وظيفة الصيانة جزءًا أساسيًا من أي منظمة كثيفة الأصول، وتحتاج إلى دعم أهداف أعمال المنظمة. ويعلم مديرو الصيانة أن وظيفة الصيانة لا يمكنها العمل بمفردها حتى تساهم الصيانة بشكل إيجابي في المحصلة النهائية لمشروع الأعمال، فموظفو الصيانة هم جزء من استراتيجية إنتاج شاملة. والصيانة ضرورية لضمان أن الأصول المادية موثوقة ومتاحة لتقديم المنتجات أو الخدمات. في المنشآت الكبيرة، يمكن أن تشكل القوى العاملة للصيانة ما يصل إلى 30 في المائة من إجمالي القوى العاملة في الشركة. وعند النظر في التأثير المالي للصيانة، يجب تضمين كل من التكاليف المباشرة (العمالة والمواد وقطع الغيار والأدوات والمعلومات والمقاولين) والتكاليف غير المباشرة (الإيرادات المفقودة بسبب التعطل وفقدان السمعة وتعويض العملاء والعقوبات).

11-1 المناهج الأساسية للصيانة

يتوفر حاليًا عدد من مناهج الصيانة المختلفة كما يوضحها الشكل (*11, 1*) وفق لتصنيف المواصفة القياسية البريطانية *BS EN13306*، والتي يشار إليها أحيانًا بالاستراتيجيات، للتطبيق في جميع طرق الإنتاج. تتشابه الخصائص الأساسية لنهج الصيانة إلى حد ما، ولكن تركيزها مختلف. نشأت الصيانة التي تركز على الوثوقية (*Reliability Centered Maintenance RCM*) في صناعة الطيران، وتركز على وثوقية المعدات. ونشأت الصيانة الإنتاجية الكاملة (*Total Productive Maintenance TPM*) في صناعة خط التجميع، وتركز على تحسين جودة الأشخاص والعمليات. ونشأت الصيانة التي تركز على الأعمال في صناعة العمليات، وتركز على إجراء صيانة فعالة من حيث التكلفة لتحقيق أهداف

العمل.

الشكل (*11, 1*): مناهج الصيانة حسب تصنيف المواصفة القياسية البريطانية *BS-EN-13306*



وفيما يلي عرض لأهم مناهج أو استراتيجيات الصيانة:

- **(أولا) الصيانة العلاجية (صيانة الأعطال) *(Corrective Maintenance CM)***

الصيانة العلاجية بسيطة جدًا: القيام بإصلاح الأشياء عند تعطلها، نظرًا لأنه لم يتم التخطيط للإصلاحات. والأعطال هي في الأساس "تشغيل حتى التعطل". حيث لا يتم اتخاذ أي إجراءات أو جهود للحفاظ على المعدات لأن المصمم كان يهدف في الأصل إلى ضمان الوصول إلى عمر التصميم. تشير بيانات الواقع إلى أن هذا لا يزال هو الوضع السائد للصيانة.

يمكن اعتبار مزايا صيانة الأعطال بمثابة سيف ذو حدين. إذا كنا نتعامل مع معدات جديدة، يمكننا أن نتوقع الحد الأدنى من حوادث الفشل. إذا كان برنامج الصيانة لدينا تفاعليًا تمامًا، فلن ننفق وقت القوى العاملة أو نتحمل تكلفة رأسمالية حتى يتم تعطل شيء ما. نظرًا لأننا لا نرى أي تكلفة صيانة مرتبطة، يمكننا أن ننظر إلى هذه الفترة على أنها توفر المال. في الواقع، خلال الوقت الذي نعتقد فيه أننا نحافظ على الصيانة وتكلفة رأس المال، فإننا ننفق بالفعل أموالًا أكثر مما كان لدينا في ظل نهج صيانة مختلف. نحن ننفق المزيد من المال المرتبط بتكلفة رأس المال لأنه، بينما ننتظر تعطل المعدات، نقوم بتقصير عمر المعدات مما يؤدي إلى استبدالها بشكل متكرر. قد نتحمل تكلفة عند تعطل الجهاز الأساسي المرتبط بفشله

مما يتسبب في فشل الجهاز الثانوي. هذه هي التكلفة المتزايدة التي لم نكن لنواجهها إذا كان برنامج الصيانة لدينا أكثر استباقية.

من المحتمل أن تكون تكلفة العمالة المرتبطة بالإصلاح أعلى من المعتاد لأن الفشل سيتطلب على الأرجح إصلاحات أكثر شمولاً مما كان مطلوبًا إذا لم يتم تشغيل قطعة المعدات إلى الفشل. من المحتمل أن تفشل قطعة الجهاز أثناء ساعات التوقف أو بالقرب من نهاية يوم العمل العادي. نظرًا لأننا نتوقع تشغيل المعدات إلى الفشل، فسوف نطلب مخزونًا كبيرًا من المواد لقطع الغيار، وهذه تكلفة يمكننا تقليلها وفقًا لإستراتيجية صيانة مختلفة.

مزاياها: تنطوي على استثمار منخفض التكلفة للصيانة، ومطلوب عدد أقل من الموظفين.

سلبياتها: زيادة التكلفة بسبب تعطل المعدات غير المخطط له، زيادة تكلفة العمالة وخاصة إذا كانت هناك حاجة لساعات إضافية، وزيادة تكلفة إصلاح أو استبدال المعدات الثانوية المحتملة أو تلف العملية من تعطل المعدات، وأيضا الاستخدام غير الفعال لموارد الموظفين.

- **(ثانيا) الصيانة الوقائية (المجدولة) *(Preventive Maintenance PM)***

تسمى أيضًا باسم الصيانة الاستباقية، الهدف من هذا النهج هو إطالة العمر الإنتاجي للأصل ومنع حدوث الأعطال. الصيانة الوقائية هي مجموعة من الأنشطة والإجراءات التي تتخذها إدارة الصيانة، وذلك للحفاظ على الآلات والمعدات في ظروف جيدة التشغيل، وتجنب الأعطال والخلل المفاجئ، من خلال معالجة أي قصور قبل وصوله إلى حالة التعطل أو الإخفاق. كما تجعل الأجهزة في حالة تشغيلية جيدة في كل الأوقات، وإعادتها إلى الحالة الطبيعية عند التعطل، للحصول على خطوط إنتاجية عالية الجودة، ضمن تكلفة معقولة ونظام محدد، وليكون مطابقة للمواصفات المطلوبة، من حيث الكمية والنوعية وجودة المنتج، وكذلك متطلبات الصحة والسلامة. يعتبر نظام الصيانة الوقائية الجيدة نبض الصيانة الفعالة، حيث يتوقف نجاح برنامج الصيانة الوقائية على تحقيق أقل الأعطال، وكذلك أقل تكاليف الإصلاح، لذلك يجب أن يكون نوعاً من التوازن بين أعمال الصيانة التصحيحية وأعمال الصيانة الوقائية، فتساهم الصيانة الوقائية في منع حدوث الأعطال

والانهيارات واكتشافها قبل حدوثها. يتم إجراء الصيانة الوقائية بصورة دورية (مجدولة)، وحسب خطة زمنية محدودة، توضع من قبل مصنعي الآلات، أو من قبل الفنيين ذوي الخبرة، والأخذ بعين الاعتبار مراجعة حالة المعدات، والكشف عليها بما يسمح باستمرارها في العمل دون تعرضها لأي توقف مفاجئ، كما تهتم الصيانة الإنتاجية بالمواعيد المحددة بصورة دقيقة جدا.

وتكمن أهمية الصيانة الوقائية في:

- الحد من الأعطال: بزيادة الفعالية الكلية للمعدات والآلات والتجهيزات، وفي حدود دنيا، والحفاظ على جودة المنتج، والحرص في جعل المخرجات في حدود الكميات المطلوبة، وبتكاليف منخفضة، فيكون الإنتاج أكثر كفاءة وأقل تكلفة.
- الصيانة الوقائية لتحقيق رضا المستهلك وقبوله للمنتج والحد من الانقطاع في العمليات
- الإنتاجية وبالتالي التزام المنظمة تجاه الزبائن، من حيث النقل والتسليم في الوقت المحدد.
- منتجات ذات جودة عالية: حيث ترتفع جودة المنتج، من خلال مطابقته للمواصفات المحددة.
- تجنب الأعطال المفاجئة: تمنع الصيانة الوقائية المستمرة من حدوث أعطال مفاجئة، قد تؤدي إلى توقف العمل.
- إطالة العمر الإنتاجي للآلات: تعمل الصيانة الجيدة على استغلال المعدات والأجهزة لمدة طويلة، وبالتالي خفض التكاليف الكلية للمنشأة.

أهم مزاياها: فعالة من حيث التكلفة في العديد من العمليات كثيفة رأس المال، تسمح المرونة بتعديل دورية الصيانة، زيادة دورة حياة المكونات، توفير الطاقة، انخفاض المعدات أو فشل العملية، يقدر من 12٪ إلى 18٪ وفورات في التكاليف على برنامج الصيانة التفاعلية.

أهم سلبياتها: من المحتمل أن تحدث حالات فشل فادحة، احتمالية حدوث تلف عرضي للمكونات أثناء إجراء الصيانة غير الضرورية.

- **(ثالثا) الصيانة التنبؤية *(Predictive Maintenance PM))***

يمكن تعريف الصيانة التنبؤية بأنها القياسات التي تكشف بداية آلية التحلل، وبالتالي السماح للتخلص من الضغوط السببية أو السيطرة عليها قبل أي تدهور كبير في الحالة المادية للمكون. وتختلف الصيانة التنبؤية عن الصيانة الوقائية من خلال

استناد الحاجة إلى الصيانة على الحالة الفعلية للآلة بدلاً من الجدول الزمني المحدد مسبقًا (تعتمد الصيانة الوقائية على الوقت)، فمثلا تعتمد الأنشطة مثل تغيير مواد التشحيم على وقت تشغيل المعدات. على سبيل المثال، معظم الناس يغيرون الزيت في سياراتهم كل 3000 إلى 5000 ميل. وتعتمد احتياجات تغيير الزيت على وقت تشغيل المعدات. ستكون هذه المنهجية مماثلة لمهمة الصيانة الوقائية. من ناحية أخرى، إذا قام مشغل السيارة بخصم وقت تشغيل السيارة وقام بتحليل الزيت في بعض الفترات لتحديد حالته الفعلية وخصائص التشحيم، قد يكون قادرًا على تمديد تغيير الزيت حتى قطع السيارة 10000 ميل. هذا هو الفرق الأساسي بين الصيانة التنبؤية والصيانة الوقائية، حيث يتم استخدام الصيانة التنبؤية لتحديد مهمة الصيانة المطلوبة بناءً على حالة المواد / المعدات الكمية.

سيقضي برنامج الصيانة التنبؤية المنسق جيدًا على أعطال المعدات الكارثية. ويمكن إجراء جدول أنشطة الصيانة لتقليل تكلفة العمل الإضافي أو حذفها. ومن الممكن تقليل أجزاء المخزون وطلبها، حسب الحاجة، في وقت مبكر لدعم احتياجات الصيانة النهائية وتحسين تشغيل المعدات، وتوفير تكلفة الطاقة وزيادة وثوقية المصنع. وحين يعمل برنامج الصيانة التنبؤية بشكل صحيح يمكن أن يحقق وفورات من 8٪ إلى 12٪ على برنامج يستخدم الصيانة الوقائية وحدها. اعتمادًا على تطبيق المنشأة على الصيانة التفاعلية وحالة المواد، يمكنها بسهولة تحقيق وفورات تتجاوز 30٪ –40٪. فمثلا: يزداد عائد الاستثمار 10 مرات، وتخفيض تكاليف الصيانة 25٪ – 30٪، والقضاء على الأعطال70٪ – 75٪، وتقليل وقت التوقف35٪ – 45٪، وزيادة الإنتاج 20٪ – 25٪.

ومن أهم مزاياها: زيادة عمر المكونات التشغيلية، والسماح بالإجراءات التصحيحية الاستباقية، وتلافي نقص المعدات أو توقف العمل، وانخفاض تكاليف قطع الغيار والعمالة، وجودة أفضل للمنتج، وتحسين سلامة العمال والبيئة، تحسين العامل الأخلاقي، ووفير الطاقة يقدر من 8٪ إلى 12٪ ويضاف لها وفورات التكاليف على برنامج الصيانة الوقائية.

وأهم سلبياتها: زيادة الاستثمار في معدات التشخيص، وزيادة الاستثمار في تدريب الموظفين.

➢ **(رابعا) الصيانة التي تركز على الوثوقية *(Reliability Centered Maintenance RCM)***

الهدف الرئيسي لنهج *RCM* هو زيادة وثوقية الأصل المادي من خلال تحديد أوضاع الفشل لعناصر ومكونات النظام، وترتيب نتيجة كل وضع فشل. ثم يتم تنفيذ الإجراء الوقائي إذا كانت عواقب الفشل تتعلق بالسلامة أو مخفية للمشغلين. مخرجات عملية *RCM* هي خطة حياة لكل مكون من مكونات النظام. تتكون خطة الحياة هذه من قائمة بالمهام الوقائية لنظام إجمالي (مهام التخلص المجدولة أو مهام الاستعادة المجدولة أو المهام الشرطية). ويتم أيضًا تحديد مهام البحث عن الفشل المجدولة للمكونات التي لها عواقب مخفية للفشل. تعالج الصيانة التي تركز على الوثوقية *(RCM)* حقيقة أن الفشل ليس دائمًا خطيًا *RCM* .هي عملية مشاركة تسعى إلى تحليل جميع أوضاع الفشل المحتملة لكل قطعة من المعدات وتخصيص خطة صيانة لكل آلة فردية .الهدف النهائي لـ *RCM* هو زيادة توافر المعدات أو الوثوقية. وتعتبر *RCM* صعبة التطبيق لأنه يجب تحليل كل أصل فردي وتحديد أولوياته بناءً على الأهمية الحرجة. الأصول الأكثر أهمية هي تلك التي من المرجح أن تفشل في كثير من الأحيان أو ستؤدي إلى نتائج كبيرة في حالة الفشل. نظرًا لأن كل قطعة من المعدات يتم تحليلها بمفردها، فمن المحتمل أن تكون النتيجة النهائية للشروع في جهد *RCM* هي وجود العديد من خطط الصيانة المختلفة مثلما تفعل قطع المعدات. وتعتبر *RCM* معقدة للغاية، إلى حد أنها ليست تقنية واقعية أو ضرورية لكل منظمة .وتتطلب فريق صيانة خبير للغاية يتقن الوقاية، والتفتيش الأساسي، والصيانة التنبؤية، ولديه حق الوصول إلى الكثير من البيانات الموجودة للأصول.

➢ **(خامسا) الصيانة الإنتاجية الكلية *Total Productive Maintenance (TPM)***

ينصب تركيز *TPM* على تطوير العاملين في صيانة الجودة واعتماد عيب صفري وخسارة صفر ونهج عدم الفشل تجاه إدارة الصيانة. غالبًا ما يُنظر إلى *TPM* على أنها نهج يركز على استخدام الأفراد للصيانة، وبالتالي فهو نهج أو فلسفة لجميع العاملين في مؤسسة الأعمال. تتمثل إحدى السمات الرئيسية لـ *TPM* في القضاء على جميع خسائر الماكينة لزيادة فعالية المعدات *(OEE)* إلى أقصى حد. ميزة رئيسية أخرى هي استخدام مجموعات العمل الصغيرة للتحقيق وحل المشاكل المتكررة والفشل في المصنع.

➢ **(سادسا) الصيانة التي تركز على الأعمال *(Business-Centred Maintenance BCM)***

الصيانة التي تركز على الأعمال *BCM* هي نهج عام يمكن تطبيقه في معظم الصناعات أو في معظم أنظمة التصنيع / الإنتاج أو أنظمة الخدمة، مثل مصانع العمليات الكيميائية أو محطات الطاقة أو الأنظمة المستخدمة في نوع الأسطول (الحافلات والقطارات) أو شبكات الاتصالات. تؤكد *BCM* على أهمية مواءمة وظيفة الصيانة مع أهداف الشركة. بعد ذلك، يتم استخدام الفهم الشامل لتشغيل النظام كمدخل للتحليل من أعلى إلى أسفل من أسفل إلى أعلى، حيث يتم تطوير خطة حياة لمكونات

وعناصر ووحدات النظام.

خلاصة القول: لا يوجد نهج واحد يناسب جميع أنواع للصيانة، كل نوع من الصيانة له مميزاته وعيوبه الفريدة، اعتمادًا على الأصل الذي نتحدث عنه، وتأثير مرحلة رحلة الوثوقية التي تعمل فيها المؤسسة، وتأثير التوقف عن العمل فيها .عادة ينصح بأن تبدأ من المكان المناسب لمجموعة الظروف والاستمرار في النمو من هناك .في النهاية، ستصل المؤسسة إلى مكان يمكنها فيه استخدام برنامج صيانة متوازن يأخذ جميع الأساليب في الاعتبار.

وتستخدم جميع مناهج أو استراتيجيات الصيانة عددًا من الأنواع أو التكتيكات الأساسية لكل أصل من أصول النظام الكلي التي يمكن تطبيقها على صيانة مكونات النظام الفني. فيما يلي توضيح التكتيكات الأربعة الأكثر استخدامًا:

- **تعمل عند الفشل (*Operate-To-Failure OTF*):** لا يتم تشغيل المعدات حتى يحدث الفشل، عندها يتم إجراء الاستبدال عادة. وغالبًا ما يكون هذا التكتيك هو الأرخص، حيث يتم استخدام عمر التصميم الكامل للمكون. ولكنها ليست ممارسة جيدة عندما تكون نتيجة الفشل شديدة، مثل فقدان الحياة أو تسرب المواد الضارة.
- **الصيانة على أساس الوقت (*Time Based Maintenance TBM*):** يتم إجراء الاستبدال أو التنظيف في وقت محدد مسبقًا حسب فترات الاستخدام. يستخدم هذا التكتيك للمكونات البسيطة التي تظهر وضعًا فاشلاً مع توزيع ضيق للفشل. وعيب هذا التكتيك هو استخدامه لجزء فقط من العمر الإنتاجي للمكونات.
- **الصيانة على أساس الحالة (*Condition – Based Maintenance CBM*):** بعض المعلمات التي تشير إلى حالة المعدات يتم قياسها بشكل مستمر أو دوري، ويتم الاستبدال عندما لا تكون الحالة مقبولة.
- **صيانة اكتشاف الأخطاء (*Fixed Field Maintenance FFM*):** يتم إجراء فحوصات دورية لتحديد ما إذا كانت معدات النسخ الاحتياطي أو المعدات الزائدة عن الحاجة أو معدات الحماية لا تزال تعمل بكامل طاقتها. وفي حال العكس، يتم إجراء الإصلاح أو الاستبدال.

تستخدم مناهج الصيانة المختلفة معظم أو كل أنواع وأساليب الصيانة. وتشجع جميع مناهج الصيانة على استخدام التكتيكات الوقائية، على الرغم من استخدام أساليب الصيانة التصحيحية أيضًا. تحتوي جميع المرافق على مزيج من التكتيكات الوقائية والتصحيحية، ومن الناحية النظرية يجب أن تكون هناك نسبة صيانة وقائية / إجمالية تقلل من إجمالي تكلفة الصيانة. ومع ذلك، لا يمكن تحديد هذه النسبة المثالية بسهولة.

2-11 العوامل التي تحدد كفاءة وفعالية الصيانة

من المهم أن يعي المدراء ما يجب عليهم إدارته وسبب أهميته وكيفية القيام بذلك. هذا هو المكان الذي تأتي فيه الكفاءة والفعالية. من خلال فهم الفرق بين هذين المفهومين، يمكن للمدراء تحقيق النجاح. الكفاءة والفعالية ليست الشيء نفسه .تُعرَّف الكفاءة بأنها القدرة على إنجاز شيء بأقل قدر من الوقت الضائع والمال والجهد أو الكفاءة في الأداء .تُعرَّف الفعالية بأنها الدرجة التي ينجح بها شيء ما في تحقيق النتيجة المرجوة؛ يحتاج المديرون إلى تقدير الطريقة التي يؤثر بها كل منهم على المنظمة.

وأحد مقاييس كفاءة الصيانة هو إجمالي تكاليف الصيانة مقارنة بقيمة الأصول البديلة Replacement Asset Value) (RAV، يشير البعض إلى هذا على أنه قيمة استبدال المعدات (Estimated Replacement Value ERV). ويتم تعريفها على أنها القيمة النقدية المطلوبة لاستبدال الأصول الحالية في المنظمة. وهي تشمل معدات الإنتاج والمعالجة، فضلاً عن المرافق، والدعم، وجميع التكاليف ذات الصلة. ومن خلال فهم التكاليف المرتبطة بصيانة الأصول، يمكن للمديرين تحديد أفضل الطرق لخفض نسبة RAV للشركة إلى 3 بالمائة، ثم 2 بالمائة وأخيرًا 1 بالمائة من تكلفة الصيانة كنسبة مئوية من RAVمن أجل الوصول إلى نجاح التشغيل والصيانة.

وعادة، يعتبر المدراء مسؤولون عن تحديد المزيج الأنسب من سياسات الأصول المادية، وإدارة العمل، وعمليات تحسين الوثوقية لتقليل تكاليف النفقات غير القيمة المضافة أو المتكررة.

مقياس آخر لكفاءة الصيانة هو الصيانة التصحيحية (CM) مقابل الصيانة الوقائية (PM) حيث لا يعطي تقييم تكاليف الصيانة الإجمالية RAV بشكل طبيعي تفاصيل كافية لتحديد مكان تطبيق التكاليف. ويمكن أن يساعد إجمالي ساعات العمل التي يتم إنفاقها على CM مقابل PM في مساعدة المديرين على تحديد ما إذا كانت ممارسات الصيانة فعالة في منع التوقف غير المجدول وتقليل CM. وإن النسبة المئوية للعمل المخطط له بدلاً من الإصلاحات الطارئة أو التصحيحية هو أيضًا مقياس فعال. وكذلك التوافق مع PM / CM هو مقياس يتبع عن كثب نسب CM مقابل PM ومقياس جيد للكفاءة. الغرض من PMهو جدولة الأنشطة حتى يتمكن الفنيون من اكتشاف أوجه القصور قبل أن تتطور إلى مشاكل أكثر تكلفة. لذا من المهم إكمال PMs هذه والقيام بذلك في الوقت المحدد. ويشمل CM الصيانة التي تم إجراؤها لإعادة العناصر إلى الحالة المناسبة. يتضمن برنامج الصيانة *PM* بعض العمليات المحددة - كيف ومتى يتم تنفيذ كل نوع من الخدمات. للحصول على أفضل النتائج (منع عمليات الإصلاح أو الاستبدال في وقت غير مناسب)، يجب التركيز في برنامج الصيانة أن يكون:

- ✓ التنفيذ بشكل ثابت وفقًا للجداول الزمنية الموصى بها

- ✓ أن يتم بشكل منهجي - باستخدام قوائم المراجعة والبروتوكولات المحددة لضمان إنجاز العمل بالطريقة نفسها تمامًا في كل مرة
- ✓ يمكن التحقق منه - مرة أخرى، باستخدام قوائم المراجعة، ولكن أيضًا جدولة وتتبع أي أعمال متابعة مطلوبة

ولتحقيق أقصى قدر من الفعالية، ينبغي تشجيع التقنيين على استخدام مبادرتهم الخاصة لتجاوز القائمة المرجعية. يمكن أن يساعد الفحص الإضافي أو الفحص المزدوج في الكشف عن المشكلات الوشيكة وتفاديها بأقل تدخل من حيث الوقت أو التكلفة.

يسهل استخدام تطبيق برنامج إدارة الصيانة تتبع ما تم القيام به ومتى، وما الذي يجب القيام به ومتى يتم جدولته، وتقدير تكاليفه. وتوفر البيانات المحدثة عن المعدات لتحقيق فعالية الصيانة.

ولقياس الفعالية، علينا أن تنظر إلى الصورة الأكبر. الهدف الأساسي من الصيانة الوقائية هو منع حدوث المشكلات التي قد تتسبب في تعطل الماكينة وإصلاحها وما إلى ذلك. فيجب قياس الحوادث الكبيرة والصغيرة التي تقع خارج برنامج الصيانة *PM* وكل عطل، وفشل في المكونات، والتوقيت والتكلفة ... إلخ. وكلما قل العدد، كلما كان برنامج الصيانة الوقائية يعمل بفعالية أكثر.

11-3 الصيانة الوقائية والعلاجية

التصور التقليدي لدور الصيانة هو إصلاح العناصر المعطلة (الصيانة العلاجية *(CM)*)، مع هذا المنظر الضيق، اقتصرت أنشطة الصيانة على المهام التفاعلية لإجراءات الإصلاح أو استبدال العنصر المعطل. وبالتالي، يتم تحديد هذا النهج على أنه الصيانة التفاعلية أو صيانة الانهيار أو الصيانة التصحيحية. من الواضح أن نطاق هذا الرأي يحتوي أيضًا على المهام الاستباقية مثل: الخدمة الروتينية والتفتيش الدوري، الاستبدال الوقائي، رصد الحالة. وتنفذ الصيانة العلاجية كإجراء علاجي بعد توقف الآلة، وقد يكون ذلك بسبب توقف بعض الأجزاء في الآلة أو تآكلها بدرجة كبيرة، وإحدى المشكلات الشائعة في تخطيط أعمال الصيانة العلاجية هي تحديد كمية الموارد المتوفرة لتنفيذها، فكلما كان فريق الصيانة كبيراً، كان وقت التصليح قصيراً، لكن بالمقابل يكون هناك وقت غير مستغل لفريق الصيانة.

من أجل الحفاظ على المعدات، يجب أن تقوم الصيانة ببعض الأنشطة الأخرى. تحتوي هذه الأنشطة على تخطيط العمل، وشراء ومراقبة المواد، وإدارة شؤون الموظفين، ومراقبة الجودة. هذا التنوع في المسؤوليات والأنشطة يحول الصيانة من

وظيفة بسيطة إلى وظيفة معقدة لإدارتها. ويجب أن تضمن الصيانة توافر المعدات من أجل إنتاج منتجات بمستويات كمية ونوعية إلزامية. يشمل نطاق إدارة الصيانة كل مرحلة في دورة حياة الأنظمة التقنية (المصنع والآلات والمعدات والمرافق) والمواصفات والاقتناء والتخطيط والتشغيل وتقييم الأداء والتحسين والتخلص. فلا يتم صيانة الآلات إلا عند الحاجة إلى الإصلاح. تحتوي هذه الفكرة على بعض نقاط الضعف مثل ما يلي: توقفات غير مخطط لها، ضرر مفرط، مشاكل قطع الغيار، تكاليف إصلاح عالية، وقت الانتظار والصيانة المفرطة، عالية المشاكل إطلاق النار المتاعب.

أما الصيانة الوقائية (*PM*) فتهدف لمنع وقوع الأعطال، أو تأخير وقوعها، وتحديد إمكانية الحاجة لإجراء التصليح. ويتم هذا النوع من الصيانة وفق جداول زمنية منتظمة محددة مسبقاً بحيث يحدد فيها الأجزاء الواجب استبدالها بعد ساعات تشغيل محددة. فهي نوع من الفحص المادي للمعدات لمنع تعطل المعدات. تشمل الصيانة الوقائية الأنشطة التي تبدأ بعد فترة من الوقت أو مقدار استخدام الماكينة. يعتمد هذا النوع من الصيانة على الاحتمال المقدر لتعطل المعدات في الفاصل الزمني المحدد. الأعمال الوقائية هي كما يلي: تزييت المعدات، تنظيف، استبدال الأجزاء، شد، تعديل.

11-4 أسباب فشل المركبات والمعدات

يحدث فشل في المعدات بشكل دائم، ويمكن أن يتم الإصلاح بسهولة مع الحد الأدنى من التكاليف أو الخسائر، أو قد يسبب الكوارث. وفهم سبب فشل المعدات هو خط الدفاع الأول ضد النتائج الخطيرة لوقت التعطل غير المخطط له. وهناك العديد من الأسباب الشائعة التي قد تؤدي إلى تعطل المعدات، ويمكن إجمال أهم الأسباب الشائعة لفشل المعدات بما يلي:

- **السبب رقم 1: عملية غير صحيحة:** هناك مجموعة كاملة من الأشخاص قد يتواجدون حول المعدات، وأحيانا داخلها، على أساس يومي والذين يمكن أن يكون لهم تأثير كبير على حالة التشغيل العامة، ومشغل المعدات هو واحد من هذه المجموعة. عادةً ما يتلقون تدريبًا متعمقًا على إجراءات التشغيل المناسبة واستكشاف الأخطاء الأساسية وإصلاحها وأفضل الممارسات لاستخدام المعدات الآمنة ذات الصلة بالآلات التي سيعملون معها. ومع ذلك، قد يأتي اليوم الذي ينتهي فيه المشغل بالعمل على آلة لم يتم تدريبه بشكل كافٍ عليها. في بعض الأحيان ينشأ هذا الموقف نتيجة لنقص الموظفين أو الغياب غير المتوقع. أحد الحلول لهذه المشاكل هو التأكد من أن لدى الشركة ما يكفي من المشغلين المدربين للسماح ببعض المرونة وخطة طوارئ لحالات نقص الموظفين. في هذه الحالة، يجب أن يحصل جميع المشغلين على بعض التدريب على كل قطعة من المعدات، وحتى الأصول التي لا يعملون معها عادةً. والأهم من ذلك، عدم السماح أبدًا لمشغل

باستخدام معدات ليس مؤهلا لتشغيلها. لن يساعد هذا فقط على تقليل الأخطاء التشغيلية، ولكن في بعض الصناعات، من الضروري الامتثال للوائح السلامة والصحة المهنية لأنواع معينة من المعدات.

- **السبب رقم 2: الفشل في إجراء الصيانة الوقائية:** تتطلب معظم المعدات صيانة منتظمة للحصول على الأداء الأمثل، ولكن في كثير من الأحيان، تكون الصيانة الوقائية هي المهمة الأولى التي يتعين على الشركة القيام بها عندما يكون لديها عدد قليل من الموظفين ومرهقين. من السهل التخلص من الصيانة الدورية عندما تبدو الأمور على ما يرام، وتعمل العديد من الشركات على افتراض أن العمال ذوي الخبرة سيحددون المشاكل الوشيكة قبل فشل المعدات تمامًا. ومع ذلك، فإن العديد من العلامات الخفية لتباطؤ الأداء أو المراحل الأولى من الفشل لا يمكن اكتشافها بسهولة وغالبًا لا تتم ملاحظتها. في حالات أخرى، تفتقر الشركات ببساطة إلى أساليب تخطيط فعالة لضمان إجراء الصيانة المستمرة. ويمكن أن تساعد معدات وآلات التتبع للأصول في الحفاظ على جداول الصيانة على المسار الصحيح وتشغيل المعدات بأقصى كفاءة تشغيلية. إن العناية بالمعدات من خلال عمليات الضبط المنتظمة ستطيل العمر القابل للاستخدام للمعدات. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للصيانة الوقائية تحديد المشاكل الصغيرة مع الحلول غير المكلفة قبل أن تصبح أعطالًا كبيرة ومكلفة. وعندما تستخدم إستراتيجيات فعالة لمراقبة المخزون للتأكد من أن لدى الشركة قطع الغيار المناسبة في العرض لأهم مهام الصيانة والأعطال الشائعة، يكون وقت التوقف عن الصيانة والإصلاحات الروتينية ضئيلاً.
- **السبب رقم 3: صيانة وقائية كثيرة:** قد لا يكون هناك مشكلة كافية للأسباب التي ذكرناها أعلاه، ولكن الكثير منها أيضًا سبب رئيسي للقلق. لذا يجب التحقق من المدونة إذا كانت الشركة تريد التعمق في مفهوم الأعطال بعد الصيانة. وفي كل مرة يدخل فيها إلى آلة لصيانتها، تفتح هذه القطعة من المعدات لمجموعة كاملة من المخاطر، وبمرور الوقت يمكن أن تتفاقم هذه المخاطر وتؤدي إلى الفشل.
- **السبب رقم 4: عدم المراقبة المستمرة للمعدات:** يجب أن تأخذ الصيانة التي تتم بناءً على حالة التشغيل لقطعة من المعدات العديد من الأشياء في الاعتبار: معلومات تاريخ معدات الشركة المصنعة إلى بيانات الوقت الحقيقي مثل تحليل الاهتزاز. تعتمد المراقبة المستمرة على بيانات الاستشعار لإنشاء خط أساس لما تبدو عليه حالة المعدات الجيدة من أجل الكشف عن التغييرات الدقيقة، والتي يمكن استخدامها للتنبؤ بالأعطال. وهذا يتيح مزيدًا من الوقت للتخطيط للطوارئ وجدولة وقت التوقف عن العمل لتقليل انقطاعات الإنتاج. هذا النوع من بيانات المراقبة التي يتم جمعها في العملية يمكن أن يساعد الشركات في تحديد أسباب زيادة الضغط على الآلات وضبط أعباء العمل والجداول الزمنية لتقليل الحمل على المعدات التي تعرض مؤشرات مبكرة للفشل الوشيك.

- **السبب رقم 5: ثقافة وثوقية سيئة (أو لا!):** مع الضغط الكبير من الإدارة العليا يعني أنه ليس هناك ثانية تهدر إذا كان هناك أي أمل في تحقيق الأهداف الإنتاجية. في هذه الظروف، قد يكون من المغري (والسهل جدًا) أن يلاحظ عامل الهاتف أو عامل الصيانة أن شيئًا ما لا يعمل بنسبة 100٪، ويقترح في نفسه حل "ضمادة التسكين عليه" ويقول: "سأكتشف ذلك عندما تهدأ الأمور". المشكلة هي أنه من الناحية الواقعية، لا تهدأ الأمور أبدًا إلى الحد الذي يكون لديه الوقت لإعادة النظر في هذا العمل. مما يعني أن حل الإسعافات الأولية يصبح حلًا شبه دائم حتى يتوقف عن العمل ويغدو فشلًا كاملاً. فالثقافة التنافسية السيئة في القمة تخلق عقلية "أنجزها بسرعة" والتي يمكن أن تؤدي إلى أوضاع مدمرة، وحلول مساعدة ضمادة، وأخطاء. ولكن من خلال ضمان التدريب الكافي للمشغل، وتشغيل الصيانة القائمة على الحالة في الوقت المناسب، والعمل من أجل ثقافة أفضل بشكل عام، سيكون لدى الشركة فرصة أفضل للحفاظ على تشغيل معداتها في أفضل حالاتها.

11-5 وسائل وأهداف قياس الصيانة

صيانة المرافق والمعدات لتبقى في حالة عمل جيدة أمر ضروري لتحقيق مستوى محدد من الجودة والوثوقية والعمل الفعّال .صيانة المصنع هي وظيفة خدمة مهمة لنظام إنتاج فعّال لأنه يساعد في الحفاظ على الكفاءة التشغيلية لمرافق المصنع وزيادة هذه الكفاءة، وبالتالي يساهم في الإيرادات من خلال تقليل تكاليف التشغيل وزيادة فعالية الإنتاج. وقد تم تصميم الصيانة في أي نشاط للحفاظ على الموارد في حالة عمل جيدة أو إعادتها إلى حالة التشغيل.

قد تبدو إدارة الصيانة الصناعية معقدة في بعض الأحيان بالنسبة للعديد من الشركات. ومع ذلك، هناك الكثير من الأدوات البسيطة التي يمكن أن تساعد الشركات على إتقانها بشكل مثالي. وكل ما تحتاجه الشركات أن تكون منظمة بشكل جيد، وأن تتواصل بسلاسة مع المتعاونين وأن تتخذ الخيار الصحيح لأنظمة: CMMS، TPM، FMECA، Kaizen المألوفة. فيما يلي ثماني طرق يعتمدها الخبراء كوسائل لجعل الصيانة الصناعية للمعدات أكثر مرونة.

- **أداة الصيانة الأولى: (*TPM* الصيانة الإنتاجية الإجمالية)**

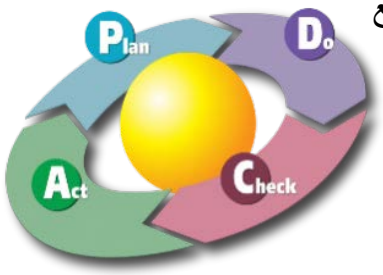
تتيح هذه الأداة تجنب عمليات الإغلاق غير المخطط لها، وفقدان الوقت في كل مرة يقوم فيها فني بتشغيل آلة أو نفايات عندما يعالج قطع المعدات المعيبة. ونتيجة لذلك، لم تعد المعدات غير الفعالة أو عدم الانتباه من بعض الفنيين مشكلة بعد الآن. من أجل الوصول إلى هذه النقطة، يتم تقسيم TPM إلى ثلاث أدوات واضحة:

- ✓ معدل الإنتاج الكلي، كمؤشر لمعدل استخدام المعدات؛

- ✓ صيانة ذاتية، والتي تسمح لمشغلي الإنتاج بأداء مهام صيانة مبسطة.
- ✓ استخدام الـ 5ss:

➢ *SEIRI*	*Sort;*	**فرز**
➢ *SEITON*	*Set In Order;*	**ترتيب**
➢ *SEISO*	*Shine;*	**تلميع**
➢ *SEIKETSU*	*Standardize;*	**توحيد**
➢ *SHITSUKE*	*Sustain;*	**إدامة**

➢ **أداة الصيانة الثانية: *Plan-Do-Check-Act PDCA***



PDCA، أو عجلة Deming، هي تقنية تهدف إلى تعزيز توقع وإدارة المشاريع الصناعية. تساعد هذه الأداة على تنظيم الأفكار وتقسيم العمل إلى عدة خطوات من أجل ضمان أن كل شيء يسير على ما يرام. يتوافق اختصار PDCA مع:

- ✓ *P* – "الخطة": خطط لما ستفعله
- ✓ *D*– "افعل": افعل ما تم التخطيط له
- ✓ *C*– "فحص": تأكد من أن العمل المنجز يتوافق مع ما تم التخطيط له في المقام الأول
- ✓ *A*– "فعل": رد الفعل حسب تقييم العمل المنجز.

➢ **أداة الصيانة الثالثة: مخطط إيشيكاوا**

يستخدم مخطط إيشيكاوا، المعروف أيضًا باسم مخططات هيكل السمكة، أو المخططات المتعرجة أو مخططات السبب والنتيجة، في إدارة الجودة. إنها طريقة تتمكن الشركة من خلالها تحديد الأصول والنتائج المختلفة لمسألة معينة. إنها أداة بسيطة للغاية، تحتاج فقط إلى سرد جميع الأسباب المحتملة للمشكلة التي تواجهها وتصنيفها وفقًا لفئات مختلفة. إذا أخذنا مثال الآلة، ما علينا سوى إنشاء فئات مثل الكهربائية والميكانيكية والهيدروليكية والأتمتة ثم سرد المشاكل المحتملة المتعلقة بها. تُستخدم هذه الأداة المرئية بشكل خاص في إدارة المخاطر لأنها تتيح لنا توقع الكثير من الصعوبات التي يمكن أن يكون لها عواقب وخيمة على نشاط الشركة.

➢ **أداة الصيانة الرابعة: الأسئلة الخمسة- *THE FIVE Ws***

5Ws هي أسئلة نحتاج إلى طرحها عندما تواجه مشكلة. وبالتالي، فهذه طريقة بسيطة للغاية للحصول على المعلومات التي نحتاجها بسرعة. الهدف هو التعامل مع إشكالية صناعية والإجابة على الأسئلة التالية: (Who) من شارك؟ (What) ماذا حدث؟ (Where) أين وقع الحدث؟ (When) متى حدث؟ (Why) لماذا حصل هذا؟ وبفضل هذه الطريقة، يمكن جمع الكثير من المعلومات التي من المحتمل أن تساعد على فهم المشكلة التي تواجه الشركة بشكل أفضل. ومن ثم يمكن تحديد مجال الإجراءات وترتيبها حسب الأولوية والتفاعل مع الحلول والاقتراحات المناسبة.

➢ **أداة الصيانة الخامسة: كايزن *KAIZEN***

تهدف الكايزن إلى تعزيز كفاءة المصنع وجودة الإنتاج بفضل التحسين البسيط والمستمر. من أجل أن تكون هذه الطريقة فعالة تمامًا، يحتاج جميع الموظفين إلى المشاركة في عملية التحسين المستمر هذه ويجب عليهم جميعًا التجمع لتحقيق هدفهم. لتطبيق هذه الطريقة، من الضروري:

- ✓ تنظيم جلسات توعية لتشجيع الموظفين على المشاركة والارتباط؛
- ✓ تدريب المديرين والفنيين على هذه الطريقة حتى يتمكنوا من فهم سبب كونها مفيدة للغاية؛
- ✓ توحيد العمليات وتنفيذ أدوات مثل PDCA، المقدمة أعلاه، أو أدوات إدارة الجودة التي تمنح الجميع فرصة للتعبير عن أنفسهم بحرية ومشاركة آرائهم.

➢ **أداة الصيانة السادسة: تحليل باريتو أو - *ABC***

يسمح تحليل باريتو، المعروف أيضا باسم القاعدة 20-80، بتحليل أعطال كبيرة من حيث التردد وكذلك الوقت الذي يقضيه. ينص على أن 20 ٪ (أو حتى أقل) من الأسباب مسؤولة عن 80 ٪ من مشاكل المصنع ويساعد على تحليل جميع القضايا للعثور على إجابة مناسبة. لاستخدام هذه الطريقة والحصول على نظرة عامة على الموقف، نحتاج أولاً إلى أخذ سجل الفشل في الاعتبار.

- **أداة الصيانة السابعة: *FAILURE MODE, EFFECTS & CRITICALITY ANALYSIS FMECA***

تهدف أوضاع الفشل والتأثيرات وتحليل الأهمية الحرجة (*FMECA*) إلى المساعدة في تحليل تدخلات الصيانة. حيث تسمح *FMECA* بإدارة الصيانة الصناعية، حيث يتم استخدام أداة السلامة التشغيلية هذه أيضًا في نهج الجودة. ولتحقيق أقصى استفادة منه، يجب اتباع الخطوات القليلة:

- تحديد طريقة الفشل وكذلك السبب؛
- تقييم تداعيات النظام والميزة التالفة والضرر الناتج عنها؛
- تحديد المعايير التالية:
  - ✓ *N: Number of breakdowns* عدد الأعطال
  - ✓ *O: Occurrence* حدوث
  - ✓ *S: Severity* شدة
  - ✓ *D: Detectability* قابلية الكشف
- ثم حساب الخطورة بفضل الصيغة التالية:

الخطورة = قابلية الاكتشاف * درجة الخطورة * الحدوث (*N= O*S*D*)

يمكن أن تتخذ *FMECA* أشكالًا مختلفة (وظيفية، إنتاجية، عملية، متوسط إنتاج، تدفق) ولها تأثيرات مختلفة في كل مرة ولكنها ستسمح أخيرًا بالحصول على وثيقة عمل ضرورية للغاية لمعرفة الإجراءات التي يجب اتخاذها، وما هي التدخلات للتخطيط، إلخ. ونتيجة لذلك، تعزز هذه الطريقة نتائج الإنتاج وتحد من مشاكل الفشل في نفس الوقت، كما تتيح تحليل عيوب الإنتاج، والبحث باستمرار عن التحسين، إلخ.

- **أداة الصيانة الثامنة: منهجية تقييم المخاطر الصناعية وفشل المعدات**

تستخدم منهجية تقييم المخاطر هذه بشكل خاص في تخطيط عمليات الصيانة. من أجل الاستفادة المثلى من ذلك، ويجب تقييم الفشل قبل إجراء دراسة تقييم المخاطر العامة. فإذا قررت الشركة تنفيذ هذه الأداة، فستتمكن من تحديد نوع الصيانة التي ترغب في وضعها (التنبؤية أو الوقائية على سبيل المثال)، لإدارة المخزون بشكل أفضل، وتحديد الإجراءات التي يجب اتباعها، إلخ..

ويمكن استخدام الأدوات الثمانية السابقة للوصول إلى تحقيق **أهداف الصيانة** التالية:

1. زيادة الوثوقية الوظيفية لمرافق الإنتاج.

2. التقليل من احتمال انقطاع الإنتاج غير المتوقع أو الانهيار عن طريق تحديد وكشف أي حالة قد تؤدي إلى ذلك.
3. جعل معدات وآلات المصانع متاحة دائما وجاهزة للاستخدام.
4. الحفاظ على قيمة المعدات والآلات عن طريق عمليات التفتيش الدورية والإصلاحات.
5. الحفاظ على الكفاءة الإنتاجية المثلى لمعدات وآلات المصانع.
6. الحفاظ على الدقة التشغيلية لمعدات المصنع.
7. لتقليل محتوى العمل في وظائف الصيانة.
8. تحقيق أقصى إنتاج بأقل تكلفة للإصلاح.
9. ضمان سلامة حياة وأطراف العمال.

11-6 حساب تقديرات الوثوقية

تعتمد الوثوقية على جودة القياس. في المعنى اليومي، الوثوقية هي "اتساق" أو "تكرار" المقاييس. قبل أن نتمكن من تحديد الوثوقية بدقة يجب أن نفهم الأسس. أولاً، علينا أن نتعلم أساس الوثوقية، كونها نظرية النقاط الحقيقية للقياس. إلى جانب ذلك، نحتاج إلى فهم الأنواع المختلفة لأخطاء القياس لأن الأخطاء في المقاييس تلعب دورًا رئيسيًا في تدهور الوثوقية. مع هذا الأساس، يمكن التفكير في النظرية الأساسية للوثوقية، وسنكتشف أنه لا يمكننا حساب الوثوقية - بل تقديرها فقط. هناك مجموعة متنوعة من أنواع الوثوقية المختلفة، وأن لكل منها طرق متعددة لتقديرها. في النهاية، من المهم دمج فكرة الوثوقية مع المعايير الرئيسية الأخرى لجودة القياس، الصلاحية، وتطوير فهم العلاقات بين الوثوقية وصحة القياس.

الوثوقية ومعامل الوثوقية: في البداية يجب أن نتآلف مع المقاييس أو الاختبارات الموثوقة. على سبيل المثال، هل سبق لك استخدام مقياس لتتبع وزنك؟ إذا كان وزنك ثابتًا بشكل عام، فقد تعني التقلبات الضخمة أن شيئًا ما يحدث بشكل خاطئ للغاية في جسمك، أو أن مقياسك لم يعد موثوقًا. إذا أخضعت مقياسك لاختبار وثوقية، فقد تجد أن معامل الوثوقية منخفض جدًا. المقياس الجديد، الذي يوفر لك قراءات مألوفة، من المرجح أن يكون لديه معامل وثوقية عالية.

تشير **الوثوقية** إلى كيفية قياس الاختبار بشكل يعتمد عليه باستمرار. إذا قام شخص بإجراء الاختبار مرة أخرى، فهل سيحصل على درجة اختبار مماثلة، أو درجة مختلفة كثيرًا؟ يقال إن الاختبار الذي ينتج درجات مشابهة للشخص الذي يكرر الاختبار يقيس خاصية موثوقة.

في حالات الاختبار، يجب أن تزودنا المقاييس بقياسات موثوقة لا تتقلب بشكل كبير عندما تظل الأشياء التي يتم قياسها كما هي. إذا لم تتغير قدرة شخص ما بشكل ملحوظ، فيجب ألا تختلف درجات الاختبار الخاصة به كثيرًا، بغض النظر عن عدد المرات التي يخضع فيها للاختبار. وفي العلوم الاجتماعية، تصف الوثوقية اتساق الإجراء.

في نظرية الوثوقية ليس من الممكن حساب الوثوقية بالضبط. بدلاً من ذلك، علينا أن نقدر الوثوقية، وهذا دائمًا جهد غير كامل. هناك أربع فئات عامة لتقديرات الوثوقية، ويقدر كل منها الوثوقية بطريقة مختلفة، وهي:

- ✓ **الوثوقية بين المراقبين**: تُستخدم لتقييم الدرجة التي يعطيها المقيمون / المراقبون المختلفون تقديرات متسقة لنفس الظاهرة.
- ✓ **وثوقية اختبار وإعادة الاختبار:** تستخدم لتقييم اتساق مقياس من وقت لآخر.
- ✓ **وثوقية النماذج المتوازية:** تُستخدم لتقييم اتساق نتائج اختبارين تم إنشاؤهما بنفس الطريقة من نفس مجال المحتوى.
- ✓ **وثوقية الاتساق الداخلي:** تستخدم لتقييم اتساق النتائج عبر العناصر داخل الاختبار.

معامل الوثوقية ودرجة الاتساق. قد تكون هناك أسباب عديدة لعدم اتساق الاختبار، مثل الأخطاء في التقييم التي تحدث عندما يكون لبيئة الاختبار تأثير على أداء المشاركين، أو مشكلات أخرى تتعلق بكيفية تصميم الاختبارات. ويمكن أن يساعدنا حساب معامل الوثوقية على فهم أخطاء الاختبار. وهناك طرق مختلفة لحساب المعامل، بما في ذلك الأنواع الأربعة من معاملات الوثوقية التي سنناقشها هنا. يمكن أن تساعدنا البرامج الإحصائية، مثل *SAS* و*SPSS*، في حساب جميع أنواع المعاملات الأربعة بشكل ملائم. تحسب الوثوقية من معدلات الفشل وتوزيعاتها التكرارية للأعطال الممكن حدوثها خلال فترة زمنية لعدد من نوع معين لقطعة الغيار والمعادلات الأساسية العامة التي يمكن التعرف عليها هي:

1- دالة كثافة احتمال الفشل *Probability density function of failure*

$$1- f(t)$$

2- التوزيع التراكمي لدالة احتمال الفشل *Cumulative distribution function of failure*

$$2- F(t) = \int_0^t f(t)dt$$

3- دالة الوثوقية (البقاء): احتمال بقاء العنصر دون عطل *Reliability function (survival)*

$$3- R(t) = 1- F(t)$$

4- العمر المحدد (اللحظي) للفشل (معدل الخطر) *Age-specific (instantaneous) failure {Hazard rate)*

$$4-Z(t)=f(t)/1-F(t)$$

5- متوسط الزمن إلى الفشل *Mean time to failure*

$$5-MTTF=\int_{o}^{\infty} tf(t)dt$$

وثوقية الاختبار وإعادة الاختبار: ضع في اعتبارك السيناريو الافتراضي التالي: أنت تقدم لطلابك اختبارًا للمفردات في 26 شباط وإعادة اختبار في 5 أذار. إذا لم تكن هناك تغييرات كبيرة في قدرات طلابك، فإن الاختبار الموثوق الذي يتم إجراؤه في هذين الوقتين المختلفين يجب أن يسفر عن نتائج مماثلة. للعثور على معامل وثوقية الاختبار وإعادة الاختبار، نحتاج إلى معرفة الارتباط بين الاختبار وإعادة الاختبار. في هذه الحالة، يمكننا استخدام صيغة معامل الارتباط، مثل معامل ارتباط بيرسون:

$$r = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

N هو العدد الإجمالي لأزواج الاختبار ونتائج الاختبار. يشار إلى وثوقية الاختبار من خلال معامل الوثوقية. يتم الإشارة إليه بالحرف "*r*"، ويتم التعبير عنه برقم يتراوح بين 0 و 1.00، مع $r = 0$ يشير إلى عدم الوثوقية، و $r = 1.00$ يشير إلى وثوقية كاملة. لا نتوقع العثور على اختبار موثوق به تمامًا. بشكل عام، سنرى وثوقية الاختبار كعشري، على سبيل المثال، $r = .80$ أو $r = .93$. وكلما زاد معامل الوثوقية، كلما كانت درجات الاختبار أكثر تكرارًا أو وثوقية. على سبيل المثال، إذا قام 50 طالبًا بإجراء الاختبار وإعادة الاختبار، فإن N ستكون 50. إذا قام 50 طالبًا بإجراء الاختبار وإعادة الاختبار، فسنحسب كل أزواج 50 من درجات الاختبار *(x)* ونضربهم في مجموع درجات الاختبار*(y)* .

معامل الوثوقية: لقياس دقة اختبار أو أداة قياس تم الحصول عليها عن طريق قياس نفس نتائج الأفراد مرتين وحساب ارتباط مجموعتي القياسات. ويتم تحديد معامل الوثوقية ويعطي من خلال الوظيفة التالية:

$$RC=(N(N-1))\times((Total\ Variance - Sum\ of\ Variance)\ Total\ Variance)$$

حيث: NN = عدد المهام

مثال: تم التعاقد مع ثلاثة أشخاص *(P)* وتم تعيينهم بثلاث مهام متميزة *(T)*، احسب معامل الوثوقية *RC*؟

P_0-T_0 = 10, P_1-T_0 = 20, P_0-T_1 = 30, P_1-T_1 = 40, P_0-T_2 = 50, P_1-T_2 = 60

الحل:

بالنظر إلى عدد الأشخاص *(P) = 3* عدد المهام *.3 = (N)* لإيجاد معامل الوثوقية، نتبع الخطوات التالية:

الخطوة 1: معرفة متوسط درجة الأشخاص ومهامهم أولاً.

متوسط درجة المهمة0: $(T_0) = 10 + 20/2 = 15$

متوسط درجة المهمة1: $(T_1) = 30 + 40/2 = 35$

متوسط درجة المهمة2: $(T_2) = 50 + 60/2 = 55$

الخطوة 2: بعد ذلك، نحدد التباين من أجل:

Variance of P_0-T_0 and P_1-T_0:

Variance = square (10-15) + square (20-15)/2 = 25

Variance of P_0-T_1 and P_1-T_1:

Variance = square (30-35) + square (40-35)/2 = 25

Variance of P_0-T_2 and P_1-T_2:

Variance = square (50-55) + square (50-55)/2 = 25

الخطوة 3: في الوقت الحاضر، نقوم بحساب التباين الفردي لـ:

T0- P0 و *T0- P1* و *T1- P 0* و *T1- P1* و *T2- P0* و *T2- P1*. للتأكد من قيمة التباين الفردية، يجب أن نضمّن جميع قيم التغيير المحسوبة أعلاه.

مجموع الفروق الفردية = 25 + 25 + 25 = 75

الخطوة 4: حساب التباين الكلي

Variance = square ((P_0-T_0)- normal score of Person 0)

= square (10-15) = 25

Variance = square ((P_1-T_0) - normal score of Person 0)

= square (20-15) = 25

Variance = square ((P_0-T_1)- normal score of Person 1)

= square (30-35) = 25

Variance = square (P_1-T_1)- normal score of Person 1)

= square (40-35) = 25

Variance = square (P_0-T_2)- normal score of Person 2)

= square (50-55) = 25

Variance = square (P_1-T_2)- normal score of Person 2)

= square (60-55) = 25

الآن، نقوم بتضمين كل واحدة من الصفات ونحسب التباين الكلي

التباين الكلي = 25 + 25 + 25 + 25 + 25 + 25 = 150

الخطوة الخامسة: نستبدل القيم الموجودة في المعادلة أدناه لنحسب معامل الوثوقية:

Reliability Coefficient (RC):

RC = (N(N−1))×((Total Variance −Sum of Variance)

= 3(3−1)×(150−75)150=0.75

11-7 معدل تكرار الحوادث، معدل تكرار الإصابة، ومتوسط معدل الشدة

الغرض من هذا العنصر هو توفير طريقة عملية وموحدة لتسجيل وقياس الحوادث وإصابات الموظفين التي تحدث في العمل .سيتم تصنيف معدلات الحوادث والإصابات وفقًا لرمز المعهد الأمريكي الوطني للمعايير *(ANSI, Z16.4)* سيتم استخدام هذه المعلومات لتقييم:

- ✓ خطورة اتجاهات إصابة العاملين.
- ✓ الحاجة النسبية للأنشطة المصممة لتعزيز ممارسات وإجراءات العمل الآمنة.
- ✓ فعالية الأنشطة المصممة لتعزيز أنشطة السلامة.
- ✓ التقدم المحرز في تحسين تجربة الإصابة للموظفين في بيئة عملهم، و
- ✓ أساس التحليل العام لفئات الإصابة للمساعدة في تحديد أولويات جهود الوقاية من الإصابة.

معدل (حوادث) الحوادث: يتم استخدام معدلات الحوادث، من مختلف الأنواع، في جميع أنحاء الصناعة. الأسعار هي مؤشرات على الأداء السابق فقط (مؤشرات متأخرة) وليست مؤشرات على ما سيحدث في الأداء المستقبلي للشركة (المؤشرات الرائدة). تم توحيد معدلات الحوادث، حتى تتمكن إدارة السلامة والصحة المهنية والوكالات التنظيمية الأخرى من مقارنة البيانات المهمة إحصائيًا وتحديد الأماكن التي قد تحتاج فيها الصناعات إلى مساعدة إضافية للبرنامج.

تستخدم إدارة السلامة والصحة المهنية معدلات الحوادث القابلة للتسجيل لتحديد أين تقارن التصنيفات المختلفة للشركات (التصنيع، وتجهيز الأغذية، والمنسوجات، ومحلات الماكينات، وما إلى ذلك) مع بعضها البعض فيما يتعلق بأداء السلامة في الماضي .على الرغم من أن إدارة السلامة والصحة المهنية يمكن أن تستخدم هذه البيانات لإجراءات التنفيذ، إلا إذا كانت معدلات الحوادث عالية باستمرار لشركة صغيرة على مدى عدد من السنوات. وهناك حسابات رياضية محددة تمكن أي شركة من الإبلاغ عن معدلات الحوادث القابلة للتسجيل ومعدلات الوقت الضائع ومعدلات الخطورة، بحيث تكون قابلة للمقارنة عبر أي صناعة أو مجموعة .يعتمد المعدل الأساسي القياسي للحسابات على 200.000 ساعة عمل .هذا الرقم (200.000) يساوي 100 موظف، يعملون 40 ساعة في الأسبوع، ويعملون 50 أسبوعًا في السنة .باستخدام هذا المعدل الأساسي الموحد، يمكن لأي شركة حساب أسعارها والحصول على نسبة مئوية لكل 100 موظف.

معدل الحوادث القابلة للتسجيل: حساب رياضي يصف عدد الموظفين لكل 100 موظف بدوام كامل تورطوا في إصابة أو مرض قابل للتسجيل. وإجمالي معدل الحوادث حساب رياضي يصف عدد الحوادث القابلة للتسجيل لكل 100 موظف بدوام كامل في أي إطار زمني معين.

معدل الوقت الضائع: حساب رياضي يصف عدد حالات الوقت الضائع لكل 100 موظف بدوام كامل في أي إطار زمني معين.

معدل فقدان العمل: حساب رياضي يصف عدد أيام العمل الضائعة لكل 100 موظف بدوام كامل في أي إطار زمني معين. حيث فقدان العمل *DART RATE* هو حساب رياضي يصف عدد الحوادث القابلة للتسجيل لكل 100 موظف بدوام كامل والتي أدت إلى أيام ضائعة أو مقيدة أو نقل الوظيفة بسبب إصابات أو أمراض متعلقة بالعمل.

معدل الشدة: حساب رياضي يصف عدد الأيام المفقودة مقارنةً بعدد الحوادث التي حدثت.

العمليات الحسابية:

1. معدل الحوادث القابلة للتسجيل(IR)

يتم حساب معدل الحوادث القابلة للتسجيل في *OSHA* أو معدل الحوادث) عن طريق ضرب عدد الحالات القابلة للتسجيل في 200000، ثم قسمة هذا العدد على عدد ساعات العمل في الشركة.

$$IR = \frac{\text{عدد الحالات القابلة للتسجيل} \times 200{،}000}{\text{عدد ساعات عمل الموظف}}$$

2. معدل الوقت الضائع (LTC)

يُعد "معدل الوقت الضائع" عملية حسابية مماثلة، فهو يستخدم فقط عدد الحالات التي تحتوي على أيام عمل ضائعة. يتم الحساب عن طريق ضرب عدد الحوادث التي تم فقدها بوقت 200،000 ثم قسمة ذلك على ساعات عمل الموظف في الشركة.

$$\textbf{LTC Rate} = \frac{\text{عدد حالات الوقت الضائع} \times 200{،}000}{\text{عدد ساعات عمل العامل}}$$

3. معدل نقل وظيفة (Days Away Restricted Transferred DART)

معدل *DART* جديد نسبيًا على الصناعة .يتم احتساب هذا المعدل عن طريق جمع عدد الحوادث التي لها يوم أو أكثر من أيام الضياع، أو يوم مقيد واحد أو أكثر أو أدى إلى انتقال الموظف إلى وظيفة مختلفة داخل الشركة، وضرب هذا الرقم في 200،000، ثم قسمة هذا الرقم بعدد ساعات العمل للموظفين في الشركة.

$$\textbf{معدل DART} = \frac{\text{إجمالي عدد حوادث DART} \times 200{،}000}{\text{عدد ساعات عمل العامل}}$$

4. معدل الشدة أو الخطورة (Severity Rate SR)

معدل الخطورة هو حساب يمنح الشركة متوسط عدد الأيام الضائعة لكل حادث قابل للتسجيل .يرجى ملاحظة أن عددًا قليلاً جدًا من الشركات يستخدم معدل الخطورة كحساب، لأنه يوفر متوسطًا فقط .يتم الحساب بقسمة إجمالي عدد أيام العمل المفقودة على إجمالي عدد الحوادث القابلة للتسجيل.

$$\textbf{SR} = \frac{\text{إجمالي عدد أيام العمل المفقودة}}{\text{إجمالي عدد الحوادث القابلة للتسجيل}}$$

تغطي السجلات والإحصاءات تسجيل ومعالجة البيانات اللازمة لحساب معدلات الحوادث والإصابات للموظفين، وتشكل أساسًا عامًا لتحليل الحوادث والإصابات المبلغ عنها .سيتم بعد ذلك استخدام هذه المعلومات لفحص برنامج السلامة والصحة، والذي قد يساعد في تحديد الاتجاهات والتدابير التي يجب اتخاذها لتحسين الوقاية من الحوادث.

مثال: لدينا بيانات العينة التالية:

- عدد الموظفين: 47، (جميع الموظفين بالساعة والأجر)
- عدد الساعات في الأسبوع: 935 111 (50 ساعة في الأسبوع)
- عدد إصابات الوقت الضائع: 5، (الموظف غير قادر على العمل في يوم العمل المجدول التالي)
- عدد الأيام المفقودة: 81، (أيام العمل المجدولة - لا تحتسب يوم الإصابة)
- عدد الوحدات المرخصة: 36، (قطع غيار، سيارات، شاحنات صغيرة، وإيرادات)
- عدد حوادث المركبات: 25، (أي مطالبة أو ضرر يتعلق بوحدة مرخصة)
- عدد حالات *OSHA* القابلة للتسجيل: 18، (إجمالي الحالات في سجل *(OSHA)*
- عدد أيام العمل الخفيفة: 10

- **معدل تكرار الإصابة في الوقت الضائع**

معادلة: عدد الإصابات المفقودة × 200000 / **إجمالي ساعات العمل** = 5 × 200000

بيانات العينة: 111935

معدل التردد: 8,93،

أي استنادًا إلى *5* إصابات في الوقت الضائع لـ *111935* ساعة من التعرض، ستعاني هذه الشركة *8,93* إصابة في الوقت الضائع بحلول الوقت الذي وصلت فيه إلى *200000* ساعة .ملحوظة: *200000* ساعة تمثل ما يعادل *100* موظف يعملون لمدة عام كامل.

- **معدل شدة الإصابة في الوقت الضائع**

الصيغة: **عدد أيام العمل المفقودة × 200000** / **إجمالي عدد ساعات العمل**

$$\text{بيانات العينة:} \quad \frac{18 \times 200000}{111{،}935}$$

معدل الخطورة: 32,26،

استنادًا إلى *18* يوم عمل ضائع لمدة *111935* ساعة من التعرض، ستعاني هذه الشركة *145* يومًا ضائعة بحلول الوقت الذي وصلت فيه إلى *200000* ساعة.

- **معدل التكرار القابل للتسجيل:**

$$\text{الصيغة:} \quad \frac{\text{عدد الإصابات / الأمراض القابلة للتسجيل} \times 200.000}{\text{إجمالي ساعات العمل}}$$

$$\text{بيانات العينة:} \quad \frac{81 \times 200000}{111{،}935}$$

معدل التردد: 144,73

استنادًا إلى*91* يوم عمل ضائع وخفيف للعمل لمدة *111935* ساعة من التعرض، ستشهد هذه المنطقة *162,59* يوم عمل ضائع وخفيف بحلول الوقت الذي وصلت فيه إلى*200000* ساعة.

- **معدل الشدة *D* القابل للتسجيل**

$$\textit{معدل الشدة} = \frac{\text{(عدد أيام العمل المفقودة + أيام العمل الخفيفة المفقودة)} \times 200000}{\text{إجمالي ساعات العمل}}$$

$$\text{بيانات العينة:} \quad \frac{(81 + 10) \times 200{،}000}{111{،}935}$$

معدل التردد: 162,59

استنادًا إلى *18*حالة قابلة للتسجيل لمدة *111935* ساعة من التعرض، ستشهد هذه الشركة 32.16 إصابة / مرضًا قابلاً للتسجيل بحلول الوقت الذي وصلت فيه إلى*200000* ساعة.

11-8 الاعتبارات الرئيسية في إعداد برنامج السلامة المهنية

من المهم إعطاء الأولوية لسلامة مكان العمل من أجل حماية الموظفين والأصول المالية. فيما يلي الاعتبارات الرئيسية في إعداد برنامج السلامة المهنية في مكان العمل.

الخطوة 1: إظهار التزام الشركة بالسلامة في مكان العمل: أفضل طريقة لبدء نشر الوعي حول أهمية السلامة في مكان العمل هي جعلها قيمة على مستوى الشركة. هذه الخطوة تتعلق معظمها بالإدارة، لأنها يجب أن تعكس هذه القيم في الكلمة والعمل. وهذا لا يعني فقط تشجيع الموظفين شفهيًا على اتباع إجراءات السلامة المناسبة، بل إجراء تحقيق شامل في كل حادث في مكان العمل.

الخطوة 2: تقييم المخاطر في مكان العمل: بعد ذلك، نحتاج إلى الحصول على تقييم مناسب للمخاطر اليومية بمكان العمل. بالإضافة إلى تلقي تقييم احترافي، يجب على الإدارة أيضًا إصدار استبيان على مستوى الشركة لإعطاء الموظفين الفرصة للتعبير عن مخاوف المخاطر المجهولة. فمن المهم الحصول على آراء الموظفين أيضًا. نظرًا لأن الموظفين يعملون في هذه الظروف كل يوم، فغالبًا ما يمكنهم تقديم نظرة ثاقبة حول المخاطر التي لا تكون واضحة للعين غير المدربة. خلال كل من التقييمات المهنية وتقييمات الموظفين، تأكد من إنشاء تمييز بين المخاطر في مكان العمل (تصميم / تخطيط المبنى)، ومخاطر النشاط (المتعلقة بالآلات)، والمخاطر البيئية (مخاطر جودة الهواء / الصحة).

الخطوة 3: إنشاء بروتوكول مكتوب للموظفين: بمجرد أن نقوم بتقييم جميع مخاطر مكان العمل بدقة، يمكنك البدء في إنشاء إرشادات لبرنامج الأمان في الشركة. ولخلق ثقافة أمان تُظهر المساءلة، يجب أن يكون الوصف الوظيفية للموظفين واضحة ومكتوبة، ويجب أن تحدد على وجه التحديد القضايا والمتطلبات المتعلقة بالسلامة والمسؤوليات الصحية. إن وجود هذه المتطلبات في الكتابة أمر بالغ الأهمية لأنه يقلل بشكل كبير من فرص التناقض وسوء التفسير.

الخطوة 4: التأكيد على تعليم الموظفين: بعد الانتهاء من وضع إرشادات السلامة في مكان العمل، حان الوقت لجذب الموظفين. يتم تدريب الموظفين دائمًا عندما يتم تعيين الموظف لأول مرة، ولكن القاعدة الأساسية الجيدة هي تدريب الموظفين

على أي تغييرات جديدة في الإجراء - بعد نقل الموظف، وعند استلام معدات جديدة، وعند ملاحظة مخاطر جديدة. يمكن أن تساعد أداة التحديث المتفرقة الموظفين على البقاء على اطلاع بأحدث الإجراءات.

الخطوة 5: التنفيذ والتقييم: من المهم التأكد من التحقيق في جميع حوادث مكان العمل، بغض النظر عن مدى صغرها. في أغلب الأحيان، يمكن منع هذه الحوادث تمامًا، ومن المهم تحديد السبب من أجل التوصل إلى حل أكثر أمانًا في المستقبل. على الرغم من هذه الحوادث المؤسفة، فإنها توفر فرصة لجعل ظروف العمل أكثر أمانًا للموظفين في المستقبل. يجب أيضًا الاستمرار في جعل تعليقات الموظفين أولوية، حتى لو كانت مجهولة. تتطور واجبات مكان العمل دائمًا، ويمكن أن تمثل مخاطر السلامة الجديدة نفسها بشكل أسرع مما يدركه معظم أصحاب العمل.

في نهاية المطاف، سيساعد اتباع هذه الخطوات أي شركة على تطوير وتنفيذ برنامج سلامة وفاعلية وقابل للتطبيق في مكان العمل. أهم جزء من التنفيذ هو خلق واستمرار تدفق مفتوح للتواصل بين الموظفين وأصحاب العمل.

11-9 هندسة السلامة المهنية

في حين أن مديري السلامة هم الذين يفرضون ممارسات السلامة اليومية، وجهود التدريب والوقاية، فإن مهندسي السلامة هم الذين يصممون الأنظمة والتكنولوجيا والبيئات والعمليات التي تسمح لمديري السلامة بالقيام بعملهم بفعالية. هم يقومون بإغلاق الفجوة بين قادة السلامة، والبحث والتطوير، والهندسة للسماح لكل مجال بالنجاح. إنها مسؤولية معقدة وصعبة لأنه يجب أخذ تخصصات متعددة بعين الاعتبار. لا يقتصر الأمر على فهم كيفية عمل العملية المقترحة فحسب، بل أيضًا على كيفية تأثيرها على مجالات التشغيل الأخرى والمكونات الهيكلية والموظفين. هناك الكثير من جمع البيانات والبحث والتحليل المطلوبة لهندسة السلامة الناجحة. بالإضافة إلى ذلك، يجب على مهندسي السلامة أيضًا العمل مع الاستبصار لتحديد المشكلات المحتملة في أنظمتهم في المستقبل.

في كثير من الحالات، غالبًا ما يكون مهندسو السلامة رد فعل على كارثة أو حادث. عندما تحدث إصابة أو وفاة أو حادث كبير في العمل، يتم استدعاء مهندسي السلامة لتقييم الوضع ومعرفة أين يمكن إجراء تحسينات لمنع حدوث مثل هذا الحدوث مرة أخرى. ولكن يجب على الشركات أن تدرك جيدًا أنه يجب التعرف على قيمة مهندسي السلامة قبل وقوع الحوادث من أجل التخفيف من المخاطر وإصلاح المشكلات قبل أن تصبح إشكالية. بالإضافة إلى ذلك، يتمتع مهندسو السلامة بخلفية تعليمية في الهندسة ويطبقون نفس المبادئ لخلق بيئة عمل آمنة. لديهم فهم قوي للعلم والرياضيات والتصميم لمساعدتهم على

تطوير أنظمة فعالة تستمر في العمل حتى عندما تفشل أجزاء أخرى.

ويقع على عاتق الإدارة مسؤولية الحفاظ على مكان عمل آمن وصحي. يمكن أن يساعد نظام إدارة السلامة المهنية في تركيز الجهود على تحسين بيئة العمل. فيجب القيام بمراجعة نظام السلامة المهنية. قد تكون بعض المكونات قوية وبعضها الآخر قد يحتاج إلى تعزيز. ويمكن استخدم **الدليل العملي لهندسة السلامة المهنية** التالي وتكييفه مع احتياجات المؤسسة. نظرًا لأن الشركات الصغيرة لا تستطيع في الغالب تحمل تكاليف السلامة المهنية داخل الشركة:

1. **تقديم التزام:** التأكد من تضمين السلامة والصحة في مكان العمل في خطة عملك ودمجها في جميع جوانب العمل.
2. **إشراك الموظفين:** في مكان عمل آمن وصحي، يكون للموظفين مصلحة في نجاح برنامج السلامة المهنية مسؤولية الجميع.
3. **تحديد ومراقبة المخاطر:** يجب أولا التعرف على المخاطر من خلال مراجعة سجلات الحوادث والإصابات والأمراض، ومراجعة سجلات إدارة السلامة والصحة المهنية، وسجلات الإسعافات الأولية، وتقارير تعويضات العمال، والشكاوى، ومراجعة تقارير عمليات التفتيش التنفيذية أو التأمينية.
4. **يتماشى مع تعليمات الدولة التي تعمل بها الشركة:** يجب على أصحاب العمل تحديد اللوائح التي تنطبق في أماكن عملهم والامتثال لها.
5. **تدريب الموظفين:** تدريب العاملين على المخاطر التي قد يتعرضون لها في العمل وكيفية حماية أنفسهم.
6. **دعم ثقافة السلامة:** يحمل العمال السلامة كقيمة؛ يهتمون بنشاط أنفسهم والآخرين، والاحترام المتبادل هو القاعدة.
7. **تحسين نظام السلامة المهنية باستمرار:** بمراجعة نقاط القوة والضعف في البرنامج، عن طريق إجراء عمليات تفتيش متكررة (يومية وأسبوعية حسب الحاجة) لمعدات وعمليات معينة.

ويقع على مهندس السلامة المهنية تخطيط وتنفيذ وتنسيق برامج السلامة، التي تتطلب تطبيق المبادئ والتكنولوجيا الهندسية، لمنع أو تصحيح ظروف العمل البيئية غير الآمنة.

11–10 أهداف وعملية التفتيش على السلامة المهنية

يمكن أن تتخذ عمليات التفتيش الرسمية أشكالًا مختلفة مثل:

- **جولات السلامة** - عمليات التفتيش العامة لمكان العمل.
- **أخذ عينات السلامة** - **أخذ عينات** منهجية لأنشطة أو عمليات أو مناطق خطرة معينة.
- **مسوحات السلامة** - عمليات التفتيش العامة لأنشطة أو عمليات أو مناطق خطرة معينة.

يتم إجراء عمليات التفتيش على الحوادث بعد وقوع حادث يتسبب في الوفاة أو الإصابة أو قرب الوفاة، مما قد يؤدي إلى إصابة أو حالة اعتلال الصحة ويتم إبلاغ هيئة إنفاذ الصحة والسلامة.

الهدف الأساسي للسلامة في مكان العمل هو منع الإصابات والأمراض والوفيات في مكان العمل. يطور أصحاب العمل خططًا تفصيلية تقدم إرشادات في حالة وقوع حادث أو حريق أو كارثة طبيعية أو حالة طوارئ أخرى. تحدد خطط السلامة في مكان العمل أيضًا أدوار ومسؤوليات أصحاب العمل والموظفين عند الاستجابة أثناء الحوادث. على سبيل المثال، بعض الموظفين مسؤولون عن توجيه العمال إلى سلالم أو مخارج الطوارئ. هدف آخر للسلامة في مكان العمل هو تقليل المخاطر الحالية وإزالتها لتحسين ظروف العمل. قد تتحول شركات التعدين، التي لديها بعض أعلى معدلات الإصابات والوفيات المرتبطة بالعمل، إلى معدات مختلفة أو تستخدم مواد كيميائية غير سامة لتقليل المخاطر في العمل.

جانب آخر مهم من السلامة في مكان العمل هو التنفيذ والتطبيق. داخل المؤسسات، يمكن لأصحاب العمل اتخاذ خطوات لضمان معرفة الإدارة بمسؤولياتهم، بالإضافة إلى الموارد المتاحة لمساعدتهم على تحقيق أهداف السلامة. كما يفرض أصحاب العمل أهداف السلامة من خلال إجراء عمليات مسح وتفتيش دورية لتقييم معدات الشركة وآلاتها ومرافقها. تستخدم المؤسسات هذه المعلومات لتحديد المخاطر المحتملة، وتحليل الحلول للتحكم في المخاطر أو القضاء عليها، وتطوير مواد الموظفين. يساعد إنشاء برنامج يساعد على قياس التقدم المؤسسات على تقييم ما إذا كانت قد حققت أهداف السلامة في مكان العمل.

تضمن عمليات التفتيش السلامة والامتثال للقوانين، ولكنها تضيء أيضًا المخاطر المحتملة في الشركة. بالإضافة إلى ذلك، تبلغ عمليات التفتيش عن الإصلاحات والاستبدالات التي يجب منحها الأولوية عندما يتعلق الأمر بتخطيط رأس المال. فيما يلي **أربع طرق تستفيد فيها المنظمة من إجراء عملية التفتيش الداخلية منتظمة:**

1. تساعد عمليات التفتيش على تحديد المخاطر الحالية (والمحتملة) في الشركة.
2. تساعد عمليات التفتيش فريق السلامة على تحديد الأسباب الكامنة لمخاطر السلامة.

3. معاينة قائمة مراجعة فحص سلامة مكان العمل.
4. تساعد عمليات التفتيش على مراقبة التقدم نحو السيطرة على المخاطر وتخفيفها.

المصادر والمراجع *References*

1. المنصور، كاسر (2000): إدارة الإنتاج والعمليات، دار الحامد، عمان، ص 272.
2. بفا، الوود إس، راكيش كي سارن (1999): إدارة الإنتاج والعمليات: مدخل حديث، تعريب: محمد محمود الشواربي، مراجعة: سرور علي إبراهيم سرور، دار المريخ للنشر، الرياض، ص 499.
3. بشماني، شكيب (2004): استخدام الإحصاء في دراسة اعتمادية المنتج، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الاقتصاد، جامعة حلب، ص
4. بستر فيلد، دال (1995): الرقابة على الجودة، ترجمة ومراجعة: سرور علي ابراهيم سرور، تقديم: عبد الله بن عبد الله العبيد، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، ص 471.
5. شافير، سكوت، جاك ميرديث (2005): إدارة العمليات: منهج عملية الأعمال بصفحات الانتشار، تعريب: سرور علي ابراهيم سرور، مراجعة: د. محمد يحيى عبد الرحمن، دار المريخ، الرياض، ص 1102
6. *Gaither, Norman (1994): production and operations Management, (6th ed.), the Dryden press, A Harcourt Brace college publisher, p. 818*
7. *Buffa, Elwood S. & Rakesh K. Sarin (1987): Modern production / operations Management, (8th ed.), John Wiley & sons, New York, p. 385*
8. *Hayes, Glenn E. & Harry G. Roming (1982): Modern Quality Control, (rev. ed.), Glenco publishing Co., Inc., Encino California, p. 426*
9. *Lewis, E. E. (1987): Introduction to Reliability Engineering, John Wiley & Sons, Inc., New York, p. 216*
10. *Ramakumar, R. (1993): Engineering Reliability: Fundamentals and Applications, Prentice – Hall, Inc., N. J., p. 154*

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
تتشابه الخصائص الأساسية لنهج الصيانة إلى حد ما، ولكن تركيزها مختلف.	صح	
نشأت الصيانة التي تركز على الوثوقية في صناعة التجميع، وتركز على وثوقية المعدات.		خطأ
نشأت الصيانة الإنتاجية الكاملة في صناعة خط الطيران، وتركز على تحسين جودة الأشخاص والعمليات.		خطأ
إذا كنا نتعامل مع معدات جديدة، يمكننا أن نتوقع الحد الأعلى من حوادث الفشل.		خطأ
الصيانة الوقائية هي وسيلة لزيادة وثوقية الأجهزة.	صح	
سيقضي برنامج الصيانة التنبؤية المنسق جيدًا على أعطال المعدات الكارثية.	صح	
في الصيانة على أساس الحالة (*CBM*) لا يتم تشغيل المعدات حتى يحدث الفشل.		خطأ
يجب التركيز في برنامج الصيانة على التنفيذ بشكل ثابت وفقًا للجداول الزمنية الموصى بها	صح	
تشمل الصيانة الوقائية الأنشطة التي تبدأ بعد فترة من الوقت أو مقدار استخدام الماكينة.	صح	
صيانة المعدات أمر انتقائي لتحقيق الجودة والوثوقية والعمل الفعّال.		خطأ

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

1) تشير مجموعة من الإجراءات التي يتم تنفيذها على أحد الأصول بهدف الاحتفاظ بأصل في حالة معينة أو استعادتها إلى حالة محددة إلى:

A. الوثوقية
B. التصنيع
C. الصيانة
D. الخدمة

2) في المنشآت الكبيرة، يمكن أن تشكل القوى العاملة للصيانة ما يصل:

A. إلى 30 في المائة من إجمالي القوى العاملة في الشركة.
B. إلى 70 في المائة من إجمالي القوى العاملة في الشركة.
C. إلى 3 في المائة من إجمالي القوى العاملة في الشركة.
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

3) الصيانة التفاعلية بسيطة جدًا وتشير إلى:

A. وضع برنامج الصيانة عند التشغيل
B. تصميم خطط الصيانة أثناء الإنتاج
C. القيام بإصلاح الأشياء عند تعطلها
D. كل الإجابات السابقة صحيحة

4) من مزايا الصيانة التفاعلية أنها:

A. تنطوي على استثمار منخفض التكلفة للصيانة
B. مطلوب عدد كبير من الموظفين
C. مطلوب عدد كبير من المعدات
D. كل الإجابات السابقة صحيحة

5) من سلبيات الصيانة التفاعلية:

A. زيادة التكلفة بسبب تعطل المعدات غير المخطط له
B. الاستخدام الفعال للموارد من الموظفين والمعدات.
C. انخفاض التكلفة بسبب توظيف المعدات المخطط له
D. كل الإجابات السابقة صحيحة

6) الهدف من الصيانة الوقائية هو:

A. إطالة العمر الإنتاجي للأصل ومنع حدوث الأعطال
B. تقصير العمر الإنتاجي للأصل والسماح بالأعطال
C. إطالة الوقت الصناعي للمنتج وحظر وقوع الاضطرابات
D. كل الإجابات السابقة خاطئة

7) من مزايا الصيانة الوقائية:

A. توفير الطاقة
B. هبوط الأسعار
C. فشل القياسات
D. ضغط الحسابات

8) من سلبيات الصيانة الوقائية:

A. من المقرر أن تكرس حلول توظيف باهظة
B. من المثبت أن تكرس ظروف عمل جيدة
C. من المحتمل أن تحدث حالات فشل فادحة
D. كل الإجابات السابقة خاطئة

9) يمكن تعريف الصيانة التنبؤية بأنها:

A. المؤشرات التي تراقب آلية التشغيل
B. المعايير التي تكشف نهاية آلية الارتباط

E. القياسات التي تكشف بداية آلية التحلل
C. كل الإجابات السابقة خاطئة

10) من مزايا الصيانة التنبؤية:
A. تقليل عمر المشكلات الاستراتيجية
B. السماح بالإجراءات التصحيحية الاستباقية
C. السماح بتشغيل المعدات أو استمرار العمل
D. نقصان تكاليف قياس التبديل والتوظيف

11) من سلبيات الصيانة التنبؤية:
A. تقليل التوظيف في المعدات الوقائية
B. زيادة الاستثمار في تدريب الموظفين.
C. تقليص الاستثمار في المنتجات الاحتياطية
D. كل الإجابات السابقة خاطئة

12) يتم في الصيانة على أساس الوقت إجراء الاستبدال أو التنظيف:
A. عندما لا تكون الحالة مقبولة.
B. استخدام عمر التصميم الكامل للمكون
C. في وقت محدد مسبقًا حسب فترات الاستخدام.
D. كل الإجابات السابقة صحيحة

13) تشير القدرة على إنجاز شيء بأقل قدر من الوقت الضائع والمال والجهد إلى:
A. الصيانة
B. الفعالية
C. الكفاءة
D. الإنتاجية

14) تشير الدرجة التي ينجح بها شيء ما في تحقيق النتيجة المرجوة إلى:
A. التوافقية
B. الإنتاجية
C. الفعالية
D. كل الإجابات السابقة صحيحة

15) أحد مقاييس كفاءة الصيانة هو إجمالي:
A. قيمة التشغيل مضافة لسعر الأصول البديلة
B. تكاليف الصيانة مقارنة بقيمة الأصول البديلة
C. سعر المنتج مضافة لسعر المواد الأولية
D. كل الإجابات السابقة صحيحة

16) تنفذ الصيانة العلاجية كإجراء:
A. وقائي قبل توقف الآلة
B. احتياطي عند توقف الآلة

C. جوهري عند شراء الآلة
D. علاجي بعد توقف الآلة

17) إحدى المشكلات الشائعة في تخطيط أعمال الصيانة العلاجية هي:
A. استثمار المبالغ المالية الضرورية لإلغائها
B. توظيف المبالغ النقدية اللازمة لاستمرارها
C. تحديد كمية الموارد المتوفرة لتنفيذها
D. كل الإجابات السابقة صحيحة

18) كلما كان فريق الصيانة كبيراً، كان:
A. مرحلة الإنتاج قصيرة، وبالمقابل وقت التصليح طويلا.
B. فترة التحضير قصيرة، وبالمقابل يكون الوقت متوفرا.
C. زمن التصنيع طويلا، وبالمقابل يكون الوقت مستغل تماما.
D. وقت التصليح قصيراً، وبالمقابل يكون هناك وقت غير مستغل.

19) من أهم الأسباب الشائعة لفشل المعدات:
A. عدم استخدام المعدات الأساسية سابقا
B. توقيت تخطيط الصيانة الاحتياطية
C. الفشل في إجراء الصيانة الوقائية
D. كل الإجابات السابقة صحيحة

20) الثقافة التنافسية السيئة في القمة تخلق عقلية "أنجزها بسرعة" يمكن أن تؤدي إلى:
A. نتائج جيدة، وتشغيل كامل للآلات دون أخطاء
B. حلول سريعة، وبطء الدعم الفوري رغم الأخطاء
C. أوضاع مدمرة، وحلول مساعدة ضمادة، وأخطاء
D. الحفاظ على تشغيل العمالة في أسوأ حالاتها

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

مسألة: لدينا بيانات العينة التالية:

- عدد الموظفين: 200، (جميع الموظفين بالساعة والأجر)
- عدد الساعات في الأسبوع: 10800 (40 ساعة في الأسبوع)
- عدد إصابات الوقت الضائع: 4، (الموظف غير قادر على العمل في يوم العمل المجدول التالي)
- عدد الأيام المفقودة: 75، (أيام العمل المجدولة - لا تحتسب يوم الإصابة)
- عدد الوحدات المرخصة: 28، (قطع غيار، سيارات، شاحنات صغيرة، وإيرادات)
- عدد حوادث المركبات: 60، (أي مطالبة أو ضرر يتعلق بوحدة مرخصة)

- عدد حالات *OSHA* القابلة للتسجيل: 15، (إجمالي الحالات في سجل *(OSHA)*
- عدد أيام العمل الخفيفة: 12

- **والمطلوب احسب:**

1. معدل تكرار الإصابة في الوقت الضائع؟
2. معدل شدة الإصابة في الوقت الضائع؟
3. معدل التكرار القابل للتسجيل؟
4. معدل الشدة D القابل للتسجيل؟

لمزيد من التوضيح راجع الفقرة (11-7 معدل تكرار الحوادث، معدل تكرار الإصابة، ومتوسط معدل الشدة)

الفصل 12

نظم التصنيع المتقدمة

كلمات مفتاحية: نظم التصنيع، *CIM*، *CAD*، *GT*، *CAPP*، *MRP*، *OPT*

ملخص الفصل:

منذ الاعتماد المبكر للأنظمة الميكانيكية لدعم عمليات الإنتاج، إلى خطوط التجميع المؤتمتة لغاية اليوم، كان التصنيع دائمًا صناعة نابضة بالحياة مع نظام بيئي يعتمد بشكل كبير على الابتكار والإبداع. لقد مكّن اكتشاف التقنيات الجديدة من حدوث العديد من التحولات والتطورات التكنولوجية (وستكون متوقعة باستمرار) من أجل الاستجابة والتكيف مع متطلبات السوق الديناميكية. سنتناول في هذا الفصل نظم التصنيع المتقدمة: *CIM*، *CAD*، *GT*، *CAPP*، *MRP*، *OPT* ونميز بين *ERP-MRPII-MRPI* وما هو مفهوم تكنولوجيا الإنتاج الأمثل (*OPT*) ونشرح دور الروبوتات في عالم التصنيع اليوم.

المخرجات والأهداف التعليمية:

1. تمكن الطلاب من فهم نظم التصنيع.
2. استيعاب الطلاب لنظم التصنيع المتقدمة: *CIM*، *CAD*، *GT*، *CAPP*، *MRP*، *OPT*.
3. استيعاب الطلاب لدور الروبوتات في عالم التصنيع اليوم.
4. تمكن الطلاب من التفريق بين *ERP-MRP II-MRP I*.
5. استيعاب الطلاب لمفهوم تكنولوجيا الإنتاج الأمثل (*OPT*)

مقدمة

يعتمد التصنيع التقليدي على استخدام المصانع المخصصة وخطوط الإنتاج بمرونة ضئيلة أو معدومة. يتضمن التصنيع المتقدم طرق إنتاج متعددة الاستخدامات تستفيد بشكل كامل من رأس المال وتكون أكثر كفاءة وفعالية واستجابة. على الرغم من وجود ظروف لا تزال فيها الأساليب التقليدية والمخصصة مناسبة، مثل عمليات الإنتاج الطويلة والمتوقعة، فإن التصنيع المتقدم لديه القدرة على استيعاب متطلبات الإنتاج المتنوعة والتخصيص الشامل الذي يواجه الصناعة بشكل شائع، دون الحاجة إلى استثمار رأسمالي مفرط.

يشمل التصنيع المتقدم جميع جوانب سلسلة القيمة من المفهوم إلى اعتبارات نهاية عمر المنتج، ويعتمد على تكنولوجيا اتصالات المعلومات (*Information and Communications Technology ICT*) لدمج أنشطة التصنيع والأعمال في عملية فعالة وسلسة. والتصنيع المتقدم هو استخدام التقنيات والمنهجيات المبتكرة لتحسين القدرة التنافسية في قطاعات التصنيع باعتماده مجموعة برامج قوية مصممة لتبسيط عملية تخطيط وإدارة عمليات الإنتاج. ويمكن تقسيم التقنيات المستخدمة في التصنيع المتقدم إلى ثلاث مجموعات رئيسية: الإنتاج الفعال والإنتاج الذكي والتنظيم الفعال.

يشمل الإنتاج الفعال التصميم والمحاكاة والنمذجة الفيزيائية والحاسوبية وتقنيات الإنتاج المتقدمة وتقنيات التحكم. وينصب التركيز على الهندسة المتزامنة بدلاً من الهندسة المتسلسلة. وتشمل تقنيات الإنتاج ذات الصلة النماذج الأولية السريعة، وصناعة الشكل الصافي القريب، والصب الدقيق، وتقنيات التصنيع، والانضمام. وينطوي الإنتاج الذكي على استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في التصنيع وأنظمة اللوجستيات ذات الصلة. بالإضافة إلى الآلات والخلايا الذكية وخطوط الإنتاج الموجهة نحو الإنتاج، وتتضمن الفلسفة تطبيق أنظمة من أجل إطالة العمر والاستخدام الأمثل لمرافق الإنتاج من خلال استراتيجيات المراقبة والصيانة والإصلاح الفعالة.

وينطوي التنظيم الفعال على التنسيق الفعال واستغلال موارد التصنيع. وهذا يشمل الموارد المادية والمعرفة. تشمل الموضوعات ذات الصلة العطاءات الافتراضية والشركات، والتسهيلات والموارد المشتركة، والمنظمات الجديدة، ووحدات الحضانة، وإدارة المعرفة والتجارة، والتجارة الإلكترونية. وينصب التركيز في هذا المجال على استخدام التكنولوجيا لتعزيز مشاركة وقدرة الشركات الصغيرة والمتوسطة وكذلك المنظمات الكبيرة.

12–1 نظم التصنيع: التطور والقدرة التنافسية

في مطلع القرن العشرين، جعل هنري فورد **نظام الإنتاج الضخم** شائعًا لتوليد كميات كبيرة من الوحدات المعيارية باستخدام خطوط التجميع المصممة للتنظيم المنتظم والمتسلسل للعمال والآلات وقطع الغيار. ثم جاء **نظام إنتاج تويوتا** في أوائل السبعينيات، وكان توجيهه الأساسي هو تقليل تكاليف الإنتاج عن طريق تقليل مصادر النفايات وتجنبها في نهاية المطاف. وقد توغلت هذه الفلسفة في نهاية المطاف في الدول الغربية بتطوير **نظام الإنتاج الرشيق** وتقنيات *Six Sigma*. بعد ذلك، جلبت بداية عصر الكمبيوتر **أنظمة إنتاج** بوحدات تحكم رقمية توفر الأتمتة والمرونة للمعدات، مثل الروبوتات الصناعية، وأدوات الآلات والأصول الهندسية الأخرى. مع هذه القدرات، يمكن للشركات المصنعة إجراء التخصيص الشامل أو التصنيع الرشيق وتزويد المستهلكين بالمنتجات التي يريدونها. وشهد العقدين الأخيرين نموًا مذهلاً في تقدم وتبني تكنولوجيا المعلومات وحتى شبكات التواصل الاجتماعي التي أثرت بشكل متزايد على تصور المستهلكين حول ابتكار المنتجات والجودة والتنوع وسرعة التسليم. أدى هذا السيناريو إلى إنشاء **نظام تصنيع قابل لإعادة التشكيل**، حيث يمكن تعديل هيكل المصنع بسهولة ومنهجية حتى يمكن زيادة الطاقة الإنتاجية بسرعة ويمكن أن تتكيف الوظائف بشكل أسرع.

وتتجلى في **نظم التصنيع المؤتمتة الحديثة**، العديد من الشكوك التي قد لا تكون قابلة للقياس الكمي أو حتى معروفة لصناع القرار، مما يجعلهم غير قادرين على تكوين أحكام واستنتاجات سليمة حول التشغيل والاستخدام الفعال لأصولهم. هذه الشكوك مستمرة داخل وخارج المصنع. تتضمن أمثلة عدم اليقين الداخلي تدهور عمليات التشغيل وظهور أحداث الفشل بدون أي أعراض يمكن التعرف عليها (مستوى المكون)؛ واختلاف وقت الدورة بسبب التشغيل غير المتسق والانهيار غير المخطط للأنظمة ووجود القصاصات وإعادة العمل التي قد تؤدي إلى صعوبات في تخطيط الإنتاج والجدولة (مستوى النظام أو عملية الإنتاج). وفي الوقت نفسه، يمكن أن تتجلى أوجه عدم اليقين الخارجية، التي تنبع عادةً من تطوير المنتجات بالكامل عبر سلسلة التوريد.

ساعد الاعتماد القوي لإيديولوجية "إنترنت الأشياء"، حتى في الصناعة التحويلية، في إرساء أسس **نظام التصنيع التنبئي** من خلال تحديد الهياكل الأساسية لشبكات الاستشعار الذكية والآلات الذكية. أصبح استخدام أدوات التنبؤ المسبق أكثر انتشارًا عبر قطاعات السوق المختلفة. المجال الذي استفاد من هذه التحليلات التنبؤية هو التكهن والإدارة الصحية. ويتناول تقييم حالة أحد أصول التصنيع واكتشاف حالات الفشل الأولية واستنتاج حدوث الفشل التالي حتى يمكن تنفيذ أنشطة الصيانة الاستباقية لتجنب الأعطال الكارثية والمكلفة للماكينة. يزود نظام التصنيع التنبئي الآلات والأنظمة بقدرات "الإدراك الذاتي"، مما يمنح المستخدمين قدرًا أكبر من الشفافية ويتجنب في النهاية المشكلات المحتملة المتعلقة بالإنتاجية والكفاءة والسلامة. والتكنولوجيا

الأساسية لنظام التصنيع التنبئي هي العامل الحسابي الذكي الذي يحتوي على برامج ذكية لإجراء وظائف النمذجة التنبؤية. سيقلل التحليل التنبئي لأداء المعدات وتقدير وقت الفشل من آثار هذه الشكوك وسيتيح للمستخدمين الفرصة بشكل استباقي لتنفيذ حلول التخفيف أو حتى الإجراءات المضادة لمنع فقدان الإنتاجية / الكفاءة في عمليات التصنيع. وتسمح أنظمة التصنيع التنبؤية للمستخدمين بالشفافية في العمليات بالمعلومات، مثل الحالة الصحية الفعلية، ومسار أداء المعدات أو سلوك التدهور، والرؤى المتعلقة بوقت وكيفية احتمال فشل المعدات، أو أي من مكوناتها.

وبما أن غاية كل نظم التصنيع السابقة هي تعزيز القدرة التنافسية للشركة، والتي تفهم بأنها قدرة الشركة على الأداء بشكل أفضل من الشركات المماثلة من حيث المبيعات والربحية والجودة والكفاءة، من بين أمور أخرى. لتحقيق هذا المستوى من الأداء تحتاج الشركة إلى الحصول على درجة أعلى من التخصص أو التميز في مجالات معينة مقارنة مع تلك التي تنافسها. يربط بعض المؤلفين القدرة التنافسية بالقدرة على الحفاظ على الأداء الجيد في جوانب مختلفة، أو لخفض تكلفة العمالة وزيادة الناتج المحلي الإجمالي، أو لتوليد والحفاظ على ميزة تنافسية. يشير نموذج بورتر إلى أنه يتم الحصول على القدرة التنافسية من خلال خلق قيمة أعلى، والتي يجب أن ترتبط مباشرة بأداء مالي متفوق أو ربحية أعلى من متوسط الصناعة.

ومن المعلوم، أن الموارد لا تؤدي في حد ذاتها إلى ميزة تنافسية، ولكن عندما يتم تشكيل مجموعة منها إلى قدرة، يمكنها أداء مهام أو أنشطة يمكن أن تخلق قيمة وتحقق ميزة تنافسية على منافسي الشركة. وفقًا لهذه النظرية، يتم دمج الموارد والقدرات القيمة والنادرة والفريدة وغير القابلة للاستبدال بمرور الوقت بطريقة منسقة حتى تصبح الكفاءات الأساسية للشركة. إن الطريقة الجيدة لقياس القدرة التنافسية للصناعات لدى الشركة هي من خلال قياس قدراتها التصنيعية، وهي قدرتها على تحقيق أداء عالي في أهدافها التصنيعية. هذه الأهداف، المعروفة في الأدبيات كأولويات تنافسية، هي اختيارات استراتيجية تتعلق بالقدرات المهمة لتحقيق بعض النتائج المتوقعة. ثم، فإن الأولويات التنافسية هي "أهداف" الشركة والقدرات التنافسية هي الإدراك "الفعلي" لتلك الأولويات في نقاط القوة الحقيقية. ونظرًا لأن القدرات التنافسية لشركة ما يُنظر إليها عمومًا على أنها مظهر مباشر للأولويات التنافسية لتلك الشركة، فقد استفاض الباحثون في دراسة تأثير تلك الأولويات التنافسية على القدرة التنافسية للشركة أو أداء الأعمال. وجد البعض منهم علاقة إيجابية بين المستويات العالية من القدرات التنافسية وتحقيق أداء عالي المستوى. لذلك، يبدو قياس أداء القدرات التنافسية طريقة مناسبة لوصف القدرة التنافسية الصناعية للشركة.

12-2 استراتيجية التصنيع والأولويات التنافسية

تم إجراء الكثير من الأبحاث حول العلاقة القائمة بين استراتيجية التصنيع وأداء الشركة. يوضح *Hallgren* أن أهم خاصيتين لوظيفة التصنيع هما قدرة النظام ووجود أهداف تصنيع محددة. يطلق *(Leong et al., 1990)* على هاتين الخاصيتين: الأولويات التنافسية وفئات القرار، على التوالي. ووفقًا لـ *(Grübner & Größler, 2006)*، القدرة التصنيعية هي قوة أو قدرة وحدة الأعمال على تحقيق أداء متوقع معين يتم قياسه باستخدام مؤشرات الأداء التشغيلي. لذلك، فإن القدرة التصنيعية للمصنع هي العلاقة بين محتوى استراتيجية التصنيع وأداء نظام التصنيع.

إن القدرة التصنيعية للشركة بحد ذاتها لا تحسن أدائها، والقرارات والإجراءات المتخذة هي التي تُحدث التغيير. فقرارات إدارة العمليات تتوزع إلى هيكلية وبنية تحتية. تتميز القرارات الهيكلية بتأثيرها على المدى الطويل بسبب الاستثمارات العالية المطلوبة والتي عادة ما تؤثر بشكل كبير على قدرات نظام التصنيع. وفي الوقت نفسه، تركز قرارات البنية التحتية على مساعدة عمليات الإدارة من مناطق مختلفة من الشركة لتقديم دعم أفضل لوظيفة التصنيع. تحدد هذه القرارات الموارد والعمليات والروتينات التي يجب استخدامها لتحقيق أهداف التصنيع. يحدد نمط القرارات والإجراءات التي تتخذها الشركة الخصائص والقدرات التشغيلية لنظام التصنيع. والعنصر الآخر في استراتيجية التصنيع هو أهداف أو أولويات التصنيع. حيث تظهر أربع أولويات تنافسية كأساسية: التكلفة أو الكفاءة والمرونة والجودة ووقت التسليم. ويضاف لها الابتكار، وخدمة العملاء، حماية البيئة، والخبرة الفنية.

الأولويات التنافسية متعددة الأبعاد بطبيعتها، مما يعني أن هناك مجموعة من المكونات أو الأبعاد التي تشرح كل أولوية وتساعد في قياسها. هناك سبع أولويات هي الأكثر أهمية وهي:

1) **استراتيجية قيادة التكلفة.** قد تضع الشركات نفسها في المقدمة من خلال تقديم أسعار جذابة. وول مارت وأمازون شركتان صعدتا إلى الواجهة من خلال هذه الاستراتيجية. فالأسعار المنخفضة نادرًا ما تكون طريقة مرغوبة للأفراد.
2) **استراتيجية التمايز.** من المحتمل أن تكون العلامة التجارية هي الطريقة الأكثر استخدامًا للتمييز بين شركة وأخرى. باستخدام هذه الطريقة، يفترض اسم مثل *Nike* أو *Rolex* تلقائيًا وضعًا مميزًا بصرف النظر عن جميع الأحذية أو الساعات الأخرى، ويجب على المسؤولين التنفيذيين الفرديين الذين يستخدمون هذه الطريقة السعي إلى إيجاد قوة أساسية أو موهبة تفصلهم عن الحزمة. ثم يستفيدون من هذه المهارة أو القدرة الفريدة من خلال زيادة ظهورهم وإدراك قيمتها للشركة.

3) **استراتيجية مبتكرة.** قد تتقدم الشركات قبل المنافسة من خلال القيام بالأشياء بطرق جديدة ومختلفة. لقد خلقت شركة *Insightec* طريقة للقضاء على أورام المخ وسرطانات أخرى دون قطع الجسم. من الواضح أنهم يكتسبون ميزة تنافسية على العمليات الجراحية التقليدية من خلال تقليل الألم والمخاطر ووقت طويل للتعافي، ويمكن للشركات اكتساب ميزة تنافسية عندما يكتشفون ويقدمون طرقًا مبتكرة للقيام بالأشياء للشركة. إذا كانت الأفكار المقدمة باستمرار تؤدي إلى فوائد للشركة، فستكون لديها هذه الميزة الأساسية.

4) **استراتيجية الفعالية التشغيلية.** بعض الشركات تفعل ما تفعله أفضل من أي شركة أخرى. بدأت *FedEx* باستراتيجية مبتكرة. لكنها واصلت ريادتها، رغم ظهور عشرات الشركات الأخرى في مجال الشحن بين عشية وضحاها، من خلال إنشاء أنظمة تشغيل أو طرق جديدة لتحليل البيانات. عندما تقوم بما تقوم به بشكل جيد للغاية، تكتسب ميزة تنافسية على أولئك الذين يفعلون ذلك بطريقة أطول وأبطأ.

5) **الاستراتيجية التنافسية القائمة على التكنولوجيا.** منذ أن أحدث هنري فورد ثورة في صناعة السيارات بخط التجميع، سعت الشركات للحصول على ميزة تنافسية باستخدام تقنية جديدة بطريقة جديدة. تمنح أجهزة الكمبيوتر وتطبيقات البرامج الشركات ميزة تنافسية. يقوم العمال الذين يتبنون التكنولوجيا الجديدة ويتعلمون إتقانها دائمًا بإعادة تعريف أو زيادة ميزتهم التنافسية على أولئك الذين يقاومون الأساليب الجديدة.

6) **الميزة التنافسية للتكيف.** مع تغير الأسواق والاقتصادات والعوامل الأخرى في البيئة غير المستقرة بشكل متزايد والتي لا يمكن التنبؤ بها، تتمتع الشركات التي يمكنها التكيف بميزة واضحة. عادة ما يشمل هذا الشركات الأصغر أو الحديثة، ولكن حتى أبل تفاوضت بنجاح على موجات التغيير. يمكن للتنفيذيين أن يجلبوا لشركاتهم القدرة على التكيف من خلال الانفتاح على التغيير. يمكنهم تنظيم التدريب وجلب مهارات جديدة وأكثر حداثة إلى الطاولة. ربما تكون القدرة على التكيف في المقام الأول حالة ذهنية.

7) **ميزة المعلومات.** تستفيد جميع الاستراتيجيات الأخرى تقريبًا من المعلومات الممتازة. فالميزة التنافسية هي المهارات اللازمة لتتفوق على المنافسين. معظم هؤلاء يأتون من خلال المعرفة والمعلومات. تسعى الشركات الناجحة إلى الحصول على أحدث التقنيات والاستراتيجيات والبيانات.

ومن المستحيل التفوق في كل هذه الأولويات في وقت واحد، مما يجعل من الضروري إقامة توازن أو مقايضة بينها. يتم ترتيب هذه الأولويات وفقًا لأهميتها للشركة أو للسوق. الفكرة الرئيسية هي أنه بمجرد إنشاء الترتيب الهرمي، من الممكن معرفة المهام التي يجب أن تؤديها وحدة التصنيع بشكل جيد، أو أين يجب تركيز المزيد من الموارد لتلبية متطلبات السوق

وتكون قادرة على المنافسة. ويتم استخدام العناصر التي تم الحصول عليها في الخطوات السابقة لإنشاء نموذج مرجعي للقدرة التنافسية للصناعة. ثم يتم استخدام هذا النموذج لاقتراح مؤشر القدرة التنافسية للتصنيع الذي يسمح للشركة بقياس قدراتها الإدراكية الحالية على النقيض من التركيز الاستراتيجي لجميع الصناعة. يمكن حساب مؤشر القدرة التنافسية للتصنيع (*Manufacturing Competitiveness Index MCI*) باستخدام المتوسط المرجح للدرجات فيما يتعلق بالأداء المقارن للمصنع في تلك القدرات التي تعتبرها الصناعة بأكملها مهمة. يتطلب حساب المؤشر أن يتم تعديل الدرجات التي تم الحصول عليها حسب أهمية كل عامل وفقًا للأولويات التنافسية للقطاع. ويتم إجراء هذا التعديل باستخدام أوزان لكل مكون ($F\ i$) وعنصر الترجيح الذي تم الحصول عليه من التباين الموضح بواسطة كل عامل ($\omega\ i$) والعوامل المعدلة $F\ i$ يتم حسابها عن طريق ضرب متوسط الأداء المقارن (P) الذي أبلغ عنه المصنع الذي يتم حساب MCI له، مع عامل الوزن (L) لكل مكون j الذي يتوافق مع كل عامل k، مقسومًا على مجموع كل عمليات التحميل لهذا العامل المحدد. المعادلة التي تصف هذه القيمة هي كما يلي:

$$F_i = \frac{\sum_{i=1}^{j} P_i L_i}{\sum_{i=1}^{j} L_i} \qquad \text{…….. (1)}$$

يمكن حساب الأوزان ω_i بقسمة النسبة المئوية للتغير لكل عامل على مجموع نسبة التباين المفسرة بجميع العوامل .والمعادلة للحصول على هذه القيمة هي كما يلي:

$$\omega_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^{k} V_i} \qquad \text{…….. (2)}$$

مما يعني أنه يمكن حساب مؤشر القدرة التنافسية للصناعة باستخدام المعادلة:

$$\omega_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^{k} V_i} \qquad \text{…….. (3)}$$

ستعطي هذه المعادلة قيمة يمكن أن تتراوح بين 1 و 5، ومن أجل جعل المؤشر أكثر فائدة، يمكن توحيد ذلك بين 0 و 100. ويمكن القيام بذلك باستخدام المعادلة المعدلة لمؤشر القدرة التنافسية التالية:

$$MCI = \frac{MCI - min\ MCI}{max\ MCI - min\ MCI}\ X\ 100 \qquad \text{..... (4)}$$

عندما يكون MCI هو مؤشر القدرة التنافسية للصناعة الذي تم تحقيقه، فإن الحد الأدنى لقيمة MCI هو الحد الأدنى لقيمة المؤشر الممكنة أو التي تحققها الشركات الأخرى، والحد الأقصى MCI هو أقصى مؤشر ممكن أو يتحقق إذا كانت هذه دراسة مقارنة مع شركات أخرى من نفس القطاع .تكمن فائدة هذا المؤشر في قدرته على قياس القدرة التنافسية للتصنيع بناءً على عوامل أخرى غير المقاييس المالية والاقتصادية التقليدية.

لا يمكن لمنظمات التصنيع الاستفادة الكاملة من استراتيجيات نظم التصنيع المذكورة أعلاه إلا إذا كان هناك توافق جيد بين مبادئ النموذج الذي يتم تبنيه وأهداف الشركة المؤسسية، وإذا تم الالتزام بإرشادات التنفيذ بأمانة. ومع ذلك، حتى الامتثال الصارم لا يضمن الحد الأقصى من الفوائد المحتملة بسبب عدم اليقين الذي يمكن العثور عليه في الآلات والأشخاص وحتى العمليات.

ويمكن ربط مشاكل التصنيع الداخلية بمجالين: **مرئي وغير مرئي**. تشمل الأمثلة على **المشكلات المرئية** أعطال المعدات، وعيوب المنتج، وأوقات الدورة الضعيفة، والتأخيرات الطويلة للوقت، والانخفاضات في الفعالية الإجمالية للمعدات (*Overall Equipment Effectiveness OEE*)، وما إلى ذلك. هذه ظروف واضحة للغاية والمعلومات التي يتم الحصول عليها من تحليل المشكلات المرئية هي في الأساس حقيقة. من ناحية أخرى، قد تحدث **مشكلات غير مرئية** مثل تدهور الماكينة، تآكل المكونات، وما إلى ذلك. يمكن أن يكون لهذه الشكوك آثار سلبية على عمليات التصنيع إذا لم يتم تنفيذ أي تحليلات واستراتيجيات تحكم تنبؤية بحكمة.

ما هو مطلوب بعد ذلك هو الأدوات والتقنيات التي يمكن أن توفر الشفافية، وهي قدرة المنظمة على الكشف عن هذه الشكوك وتحديدها كميا لتحديد تقدير موضوعي لقدرتها التصنيعية واستعدادها. لقد افترضت استراتيجيات التصنيع توفر المعدات بشكل مستمر والأداء الأمثل المستدام خلال كل استخدام، ومع ذلك فإن هذه الافتراضات لا تصح في المصنع الحقيقي. من أجل تحقيق الشفافية في المصنع، يجب على الصناعة أن تغرق وتحول نفسها إلى تصنيع تنبئي. يتطلب مثل هذا التطور استخدام أدوات وأساليب التنبؤ المسبق بحيث يمكن معالجة البيانات التي يتم إنشاؤها باستمرار من قبل المصانع بشكل منهجي في المعلومات. يمكن أن تساعد هذه المعلومات في توضيح أوجه عدم اليقين، مما يسمح لمديري الأصول والمشرفين على اتخاذ قرارات "مستنيرة" مثل:

- ✓ **تخفيض التكلفة** - من خلال معرفة الحالة الفعلية لأصول التصنيع، يمكن توفير أنشطة الصيانة في حالة أكثر ملاءمة (لم يفت الأوان بعد حدوث فشل وليس من السابق لأوانه استبدال جزء جيد تمامًا دون داعٍ). يُعرف هذا أيضًا باسم **الصيانة في الوقت المناسب.**
- ✓ **كفاءة التشغيل** - مع العلم عندما يكون من المحتمل أن تفشل المعدات، يمكن لمشرفي الإنتاج والصيانة جدولة أنشطتهم بحكمة، وبالتالي زيادة توافر المعدات ووقت التشغيل إلى أقصى حد.
- ✓ **تحسين جودة المنتج** - يمكن دمج أنماط التدهور وتقديرات حالة الماكينة في الوقت الفعلي تقريبًا مع عناصر التحكم في العملية بحيث يتم الحفاظ على جودة المنتج أثناء حساب المعدات أو انحرافات النظام بمرور الوقت.

12-3 تصنيف تكنولوجيا العملية

من الناحية التكنولوجية، فإن عمليات التصنيع هي تطبيق العمليات الفيزيائية والكيميائية لتغيير الهندسة، والخصائص، ومظاهر مادة البداية المحددة لصنع أجزاء أو منتجات؛ وتتضمن تجميع أجزاء متعددة لصنع المنتجات.

تلعب التكنولوجيا دورًا رئيسيًا في تطوير أنظمة التصنيع. فهناك عدد من الطرق لتصنيف تقنيات العمليات. على سبيل المثال، يمكننا تصنيفها من حيث طبيعة العملية؛ أي، عملية لتغيير الشكل أو الشكل، والعمليات الكيميائية، وعمليات المعلومات، وعمليات التجميع، وما إلى ذلك. وهناك تصنيف يسلط الضوء على التقدم التاريخي للعمليات الذي سيكون مفيدًا أيضًا في مقارنة كيفية تأثير كل منها على الأولويات التنافسية للتكلفة والمرونة والجودة وقدرة المؤسسة على الأداء في الوقت المحدد.

وبالتالي، لدينا **تصنيف** من ثلاثة أجزاء لتقنيات العملية: **يدوي، وميكانيكي، وآلي مؤتمت.**

دور العمالة وتكاليف العمالة مرتفع في التقنيات اليدوية، وهو وسيط في التقنيات الميكانيكية، ويقل إلى ما يقرب من الصفر في التقنيات الآلية. من ناحية أخرى، تزداد تكاليف رأس المال بالترتيب العكسي. كل هذه الأنواع الثلاثة من تقنيات العمليات مهمة في أنظمة العمليات اليوم، اعتمادًا على حجم المنتج، واستقرار تصميم المنتج، والمتطلبات التنافسية.

وتحت التقنيات الآلية، هناك فئتين فرعيتين عامة وخاصة استنادًا إلى حجم المنتج ومعايرته، يمكن أن تكون الماكينة إما مخصصة فقط لمنتج أو خط منتج، مما يجعلها آلة ذات أغراض خاصة، أو يمكن أن تكون عامة في تطبيقها على مجموعة أوسع من تصميمات المنتجات.

الآلات غير التخصصية لديها قدرات الاستخدام العام في مجالات تطبيقها. على سبيل المثال، الآلة الكاتبة هي آلة غير

تخصصية (للأغراض العامة). يمكن استخدامه لأنواع مختلفة من النسخ: الرسائل والمخطوطات وبعض أنواع الرسوم البيانية والأشكال.

منذ بداية الثورة الصناعية، كان هناك استبدال مستمر لقوة الآلة للقوة البشرية، بـ"الآلية"؟ التصنيف هو النتيجة. أدت الميكنة التقدمية لإنتاج أجزاء التوحيد القياسي ذات الحجم الكبير إلى أول الأنظمة الآلية تسمى "الأتمتة الصلبة". ولكن مع ظهور أجهزة الكمبيوتر، ولا سيما شريحة المعالجات الدقيقة، بدأت العمليات الآلية في استبدال الآلات بوظائف التحكم الخاصة بالمشغل البشري أيضًا، مما فتح مجال الأتمتة للمنتجات منخفضة الحجم. تم تطوير تقنيات عملية متقدمة جديدة ومثيرة، مثل الروبوتات والآلات التي يتم التحكم فيها رقميًا حيث يتم التحكم في الأدوات الآلية بواسطة الكمبيوتر.

12-4 التصنيع المتكامل بالحاسب (*Computer Integrated Manufacturing CIM*)

التصنيع بمساعدة الحاسوب *Computer-Aided Manufacturing (CAM)* هو استخدام برامج الحاسوب للتحكم في الماكينات والآلات ذات الصلة في مجال تصنيع قطع التشغيل، وفي جميع عمليات التصنيع، وعمليات الإنتاج، والإدارة والتخزين بهدف زيادة سرعة الإنتاج.

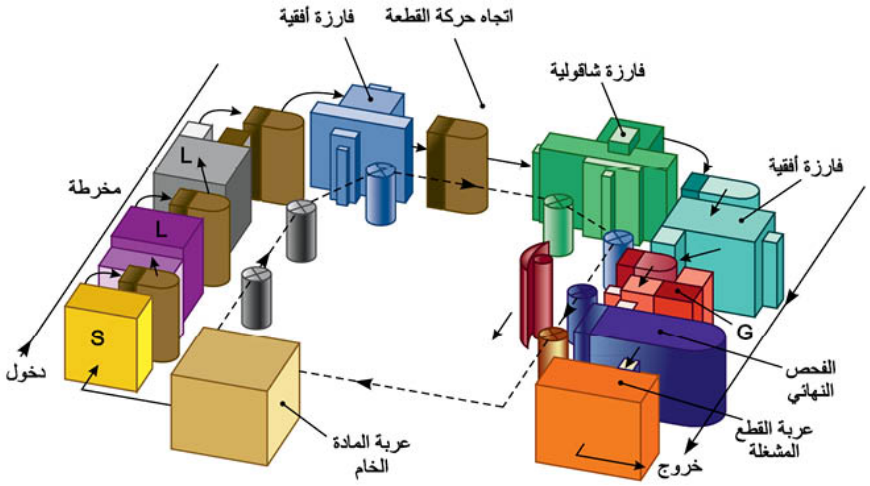
أما التصنيع المتكامل بالحاسوب *Computer Integrated Manufacturing CIM* يعني تطبيق الأتمتة الشاملة لمراحل عمليات التشغيل البينية كلها، تعمل فيه جميع آلات خطوط الإنتاج المؤتمتة والقابلة للبرمجة والأنظمة الرقمية: تحت قيادة ومراقبة حاسوبية دائمة. يتصف الإنتاج بمساعدة الحاسوب بالسرعة وبنسبة خطأ أقل وزيادة في درجة جودة المنتج ووثوقيته. أما الميزة المهمة فهي إمكان إيجاد عمليات إنتاج مؤتمتة. يتحقق الإنتاج المتكامل بمساعدة الحاسوب بالتحكم في عمليات التشغيل بدورة مغلقة معتمدة على معالجة المعلومات والمعطيات بالزمن الحقيقي.

في الإنتاج المتكامل بمساعدة الحاسوب، ترتبط المهام الوظيفية (التصميم، التحليل، التخطيط، عمليات التصنيع والتحكم) حاسوبياً بالوظائف الإدارية في المصنع (إدارة مناولة المواد، توفير السيطرة المباشرة ومراقبة جميع العمليات، شؤون العاملين، التسويق والتمويل) بغرض تحقيق الأداء الأمثل من ناحية الإنتاجية الكلية للمنظومة ممثلة في كل عناصرها، مثل زمن الإنتاج، واستغلال مكنات الإنتاج. يمكن أن يعد الإنتاج المتكامل بمساعدة الحاسوب مثالاً تطبيقياً لتقنيات نقل المعطيات والاتصالات في الصناعة. فمن أجل تنفيذ خلية تصنيع مرنة مثلاً - بوصفها شكلاً من أشكال الإنتاج المتكامل بمساعدة الحاسوب - لابد من توفر حاسوبين على الأقل، أحدهما للتحكم بذراع روبوت المناولة والتخزين، والثاني خاص بآلة التشغيل

الرقمية المبرمجة، وبينهما شبكة لنقل الأوامر ومعطيات الدخل والخرج إلى الخلية لضمان استمرار العمل.

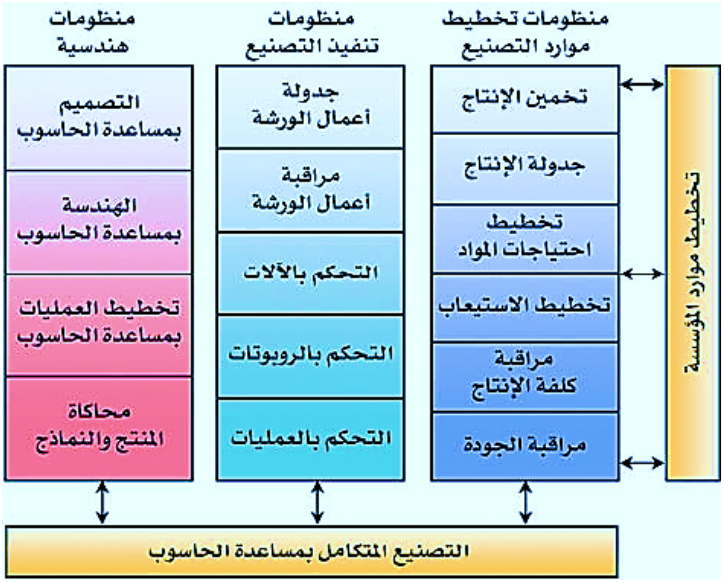
على سبيل المثال: مصنع تعليب آلي. تبدأ *CIM* بتطوير مفهوم المنتج الذي قد يكون موجودًا في منظمة التسويق؛ يشمل تصميم المنتج والمواصفات، وعادة ما تكون مسؤولية منظمة هندسية؛ ويمتد من خلال الإنتاج إلى التسليم وأنشطة ما بعد البيع الموجودة في خدمة ميدانية أو منظمة مبيعات. يتطلب تكامل هذه الأنشطة إتاحة معلومات دقيقة عند الحاجة وبالشكل المطلوب من قبل الشخص أو المجموعة التي تطلب البيانات. قد تأتي البيانات مباشرة من المصدر الأصلي أو من خلال قاعدة بيانات وسيطة، وقد ظهرت أنظمة *CIM* نتيجة للتطورات في التصنيع وتكنولوجيا الكمبيوتر. يبين الشكل (*12.1*) وحدة إنتاج متكامل بمساعدة الحاسوب مؤلفة من وحدة تخزين للمادة الخام، وعدد من مكنات التشغيل، ومنظومة فحص المنتج وإنهائه وتسليمه، حيث تنتقل المشغولة خلال مراحل دورة الإنتاج بنظام مناولة مؤتمت.

الشكل (*12.1*): وحدة إنتاج متكامل بمساعدة الحاسوب



يبيّن الشكل (12.2) المخطط الهيكلي لارتباط مختلف أقسام مؤسسة تعمل بطريقة التصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب التي تتضمن ثلاث منظومات رئيسة هي التصميم والتصنيع والموارد. وترتبط كلها بمنظومة تخطيط موارد المؤسسة التي تخضع لسياساتها المعتمدة.

الشكل (*12.2*) مخطط هيكلي لارتباط مختلف أقسام مؤسسة تعمل بطريقة التصنيع المتكامل بمساعدة الحاسوب



حيث يلعب الكمبيوتر دورًا مهمًا في دمج المجالات الوظيفية التالية لنظام *CIM*:

1. **تصميم المنتج.** تشمل التصميم الأولي والتنقيح والتحليل والتنفيذ.
2. **تصميم الأدوات والتجهيزات.** يستخدم لتطوير الأنظمة أو التركيبات التي تنتج الأجزاء.
3. **عملية التخطيط.** تصميم خطة توضح المسارات والعمليات والآلات والأدوات المطلوبة.
4. **برمجة الماكينات ذات التحكم العددي وأنظمة مناولة المواد.**
5. **تخطيط الإنتاج.** مثل تخطيط متطلبات المواد *Requirement Planning MRP* وتحميل الآلة والجدولة.
6. **تصنيع القطع.** الخراطة والحفر والطحن للوجه لعمليات إزالة المعادن.
7. **تصنيع المجسمات.** يتم تجميع الأجزاء الفرعية لإنشاء منتج نهائي أو تجميع فرعي.
8. **أعمال صيانة.** مراقبة أعطال الماكينة والتدخل فيها وحتى تصحيحها.
9. **رقابة جودة.** يتضمن ثلاث خطوات: تصميم النظام وتصميم المعلمة وتصميم التسامح.
10. **التفتيش.** تحدد فيما إذا كانت هناك أخطاء ومشكلات في الجودة أثناء تصنيع المنتج.
11. **التخزين والاسترجاع.** تضم المواد الخام ومخزون العمل والسلع التامة الصنع والمعدات.

12-5 التصميم بمساعدة الحاسب (*Computer-Aided Design CAD*)

التصميم بمساعدة الكمبيوتر *(Computer-Aided Design CAD)*، والمعروف أيضًا باسم الصياغة بمساعدة الكمبيوتر، هو تقنية كمبيوتر تصمم منتجًا وتوثق عملية التصميم، وهو عملية استخدام البرامج والأجهزة لإنشاء خطط المنتجات أو تحسينها أو تعديلها. من خلال السماح للمصممين بتعديل المواصفات التي سيتم استخدامها لاحقًا في المنتجات، فإن تدفقات العمل القائمة على التطبيق هذه تجعل من السهل تحقيق المهام المشتركة. قد يُسهل *CAD* عملية التصنيع من خلال نقل الرسوم البيانية التفصيلية لمواد المنتج وعملياته وتحمله وأبعاده مع اصطلاحات محددة للمنتج المعني .يمكن استخدامه لإنتاج مخططات ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد، والتي يمكن عندها تدويرها لعرضها من أي زاوية، حتى من الداخل بالنظر إلى الخارج .عادة ما تكون الطابعة أو الراسمة الخاصة مطلوبة لطباعة تصميمات احترافية. إن استخدام *CAD* يضيف العديد من المزايا مثل: تحسين كفاءة في جودة التصميم، وزيادة إنتاجية المهندس، وتحسين حفظ السجلات من خلال توثيق واتصالات أفضل على النحو التالي:

- يتم استخدام *CAD* لإنجاز التصميم الأولي للمنتج والتخطيطات والحسابات وإنشاء نماذج ومخططات ثنائية أو ثلاثية الأبعاد وإنشاء الرسومات وإصدارها، والتواصل مع التحليل والتسويق والتصنيع وموظفي المستخدمين النهائيين.
- لإنشاء تصميم مفاهيمي، وتخطيط المنتج، والقوة والتحليل الديناميكي للتجميع وعمليات التصنيع نفسها.
- يسهل *CAD* عملية التصنيع عن طريق نقل معلومات تفصيلية حول المنتج في شكل آلي يمكن تفسيره عالميًا بواسطة موظفين مدربين.
- يسمح استخدام أدوات برامج *CAD* بعرض الكائن من أي زاوية، حتى من الداخل بالنظر.
- واحدة من المزايا الرئيسية لرسم *CAD* هي أن التحرير عملية سريعة مقارنة بالطريقة اليدوية.
- يتم استخدام *CAD* على نطاق واسع من التصميم المفاهيمي وتخطيط المنتجات إلى تعريف تصنيع المكونات.
- يقلل *CAD* من وقت التصميم من خلال السماح بالمحاكاة الدقيقة بدلاً من بناء واختبار النماذج الأولية المادية.
- يعمل دمج نظام التصميم بمساعدة الكمبيوتر *(Computer-Aided Design CAD)* مع نظام التصنيع بمساعدة الكمبيوتر *(Computer-Aided Manufacturing CAM)* على تبسيط تطوير المنتج بشكل أكبر.
- يستخدم *CAD* حاليًا على نطاق واسع للمنتجات الصناعية وأفلام الرسوم المتحركة.
- لإعداد تقارير الأثر البيئي، حيث يتم استخدام التصاميم بمساعدة الكمبيوتر في الصور الفوتوغرافية لتقديم عرض للمظهر عند بناء الهياكل الجديدة.

واليوم، تغلغل استخدام *CAD* في جميع الصناعات تقريبًا .من الفضاء، الإلكترونيات إلى التصنيع، يستخدم *CAD* في جميع قطاعات الصناعة .نظرًا لأن *CAD* يشجع الإبداع ويسرع الإنتاجية، فقد أصبح أكثر فائدة كأداة مهمة للتصور قبل تنفيذ عملية التصنيع فعليًا .وهذا أيضًا أحد أسباب اكتساب تدريب *CAD* أهمية متزايدة.

توجد أنظمة CAD اليوم في جميع منصات الكمبيوتر الرئيسية، بما في ذلك Mac OS - Unix- Linux - Windows X وتتمحور واجهة المستخدم بشكل عام حول فأرة الكمبيوتر، ولكن يمكن أيضًا استخدام قلم ولوحة رسم رقمية .يمكن تحقيق التلاعب في العرض من خلال كرة الفضاء. تسمح بعض الأنظمة باستخدام نظارات مجسمة لعرض النماذج ثلاثية الأبعاد.

وأضيفت لها الهندسة بمعونة الحاسوب (computer aided engineering CAE) التي توفر منظومة أدوات مساعدة للمهندسين لتصميم المكونات الجزئية للمنتج مثال: حساب تصميم نابض ومدرجه العياري.

ومع تزايد عدد الشركات (إن لم يكن جميعها) التي تتجه إلى *CAD /CAM/ CAE* لتحقيق الكفاءة والدقة وخفض وقت تسويق المنتجات، هناك طلب متزايد على برامج *CAD* يشمل أهم منتجي الصناعة في هذا المجال *Auto CAD* و *Dassault Systems* و *Altair*.

12-6 مجموعة التكنولوجيا *(Group Technology GT)*

تقنية المجموعة *GT* بكل بساطة، فلسفة لاستغلال أوجه التشابه وتحقيق كفاءات تجميع مثل المشاكل في جميع مراحل التصميم والتصنيع. إذا كان من الممكن تصنيف الأجزاء إلى عائلات، وتم ترتيب الآلات في مجموعات، فيمكن بسهولة معالجة الأجزاء أثناء التصنيع بواسطة الروبوت. يجب أن يُفهم أن هناك علاقة بين المنتجات النهائية والأجزاء التي تصنع منها. في حين أن التجميعات قد لا تكون لها علاقة تذكر ببعضها البعض، فإن التجميعات الفرعية التي تم إنشاؤها منها ستعرض بعض الميزات المشابهة. من خلال استغلال أوجه التشابه الموجودة بين هذا العدد من الأجزاء، تعمل تقنية المجموعة على تقليل وقت وتكلفة التصنيع. وتقنية المجموعة هي نهج لتنظيم التصنيع يمكن تطبيقه في أي صناعة (تصنيع، لحام، مسبك، عمل مكبس، تزوير، قولبة بلاستيك، إلخ) حيث يتم استخدام إنتاج مجموعة صغيرة. وتظهر تطبيقات *GT* التوفير في الوقت وتجنب الازدواجية وتسهيل استرجاع المعلومات واستخدامها في الوقت المناسب.

- **من أهم مزايا تقنية المجموعة:**
  - أوقات إنتاج قصيرة لأن الآلات مغلقة معًا.
  - جودة أفضل لأن المجموعات تكمل الأجزاء والآلات مغلقة معًا تحت رئيس واحد.
  - انخفاض تكاليف مناولة المواد لأن الآلات مغلقة معًا تحت رئيس عمال واحد.
  - مساءلة أفضل . يمكن جعل رئيس العمال مسؤولاً عن التكاليف والجودة والانتهاء بحلول تاريخ الاستحقاق.
  - التدريب على الترويج منذ GT يوفر خط الخلافة لأن المجموعة عبارة عن قسم صغير.
  - تم تقليل وقت الإعداد منذ أن تم تجميع الأجزاء المتشابهة في نفس الوقت.
  - الروح المعنوية والرضا الوظيفي لأن معظم العمال يفضلون العمل في مجموعات.
  - تحسين الناتج بسبب تحسين استخدام الموارد.
  - التقدير المبسط والمحاسبة وإدارة العمل الجاري ومستويات المخزون النهائي مخفضة.

قد تكون عيوب تقنية المجموعة كما يلي.

- **تكلفة عالية:** تكلفة التنفيذ مرتفعة بشكل عام .وذلك لأن المستشار الخارجي مطلوب غالبًا لأن الخبرة الداخلية بشأن GTنادرًا ما تكون متاحة .يتطلب وقتًا طويلاً لإعداد التصحيح.
- **غير مناسب لمجموعة كبيرة ومتنوعة من المنتجات.**
  - لا يمكن وضع الإنتاج الكامل للشركة تحت GT، وبالتالي يجب أن تتعايش GT مع التخطيطات التقليدية.
  - **لا يناسب جميع التطبيقات.** هناك العديد من رموز GT المستخدمة ولا يوجد رمز GT واحد يناسب جميع التطبيقات.
  - التكلفة الإضافية لتنفيذ هذا النظام نتيجة معدل التغيير في مجموعة المنتجات والمزيج.
  - صعوبات العمليات خارج المجموعة (الخلية)، والتعايش مع الأنظمة غير الخلوية.

12-7 تخطيط العمليات بمساعدة الحاسوب (*Computer-Aided Process Planning CAPP*)

يترجم تخطيط العملية معلومات التصميم إلى خطوات العملية وتعليمات لتصنيع المنتجات بكفاءة وفعالية. نظرًا لأن عملية التصميم مدعومة بالعديد من الأدوات بمساعدة الكمبيوتر، فقد تطور تخطيط العملية بمساعدة الكمبيوتر (*CAPP*) لتبسيط وتحسين التخطيط وتحقيق استخدام أكثر فعالية لموارد التصنيع. ويشمل تخطيط العملية الأنشطة والوظائف لإعداد مجموعة

تفصيلية من الخطط والتعليمات لإنتاج جزء. يبدأ التخطيط بالرسومات الهندسية والمواصفات والأجزاء أو قوائم المواد وتنبؤات الطلب.

تطور تخطيط العمليات بمساعدة الكمبيوتر *CAPP* مبدئيًا كوسيلة لتخزين خطة عملية إلكترونيًا بمجرد إنشائها واسترجاعها وتعديلها لجزء جديد وطباعة الخطة (المرحلة الثانية). القدرات الأخرى لهذه المرحلة هي التكلفة المدفوعة بالجدول وأنظمة التقدير القياسية. ثم تطور هذا النهج الأولي بمساعدة الكمبيوتر إلى ما يعرف الآن بـ *"CAPP* المتغير". حيث يعتمد *CAPP* المتغير على أسلوب تشفير وتصنيف مجموعة تقنية *(GT)* لتحديد عدد أكبر من سمات أو معلمات الجزء. تسمح هذه السمات للنظام باختيار خطة عملية أساسية لعائلة الجزء وإنجاز حوالي 90٪ من أعمال التخطيط. سيضيف المخطط النسبة المتبقية البالغة عشرة بالمائة من الجهد لتعديل خطة العملية أو تحسينها. يتم إدخال خطط عملية خط الأساس المخزنة في الكمبيوتر يدويًا باستخدام مفهوم المخطط الفائق، أي تطوير خطط قياسية استنادًا إلى الخبرة والمعرفة المتراكمة للعديد من المخططين ومهندسي التصنيع (المرحلة الثالثة).

والمرحلة التالية من التطور هي نحو *CAPP* التوليدي (المرحلة الرابعة). في هذه المرحلة، يتم تضمين قواعد قرار تخطيط العملية في النظام. وستعمل قواعد القرار هذه بناءً على تقنية مجموعة جزء أو ميزات تقنية ترميز لإنتاج خطة عملية تتطلب الحد الأدنى من التفاعل والتعديل اليدوي (على سبيل المثال، إدخال الأبعاد). في حين أن أنظمة *CAPP* تتجه أكثر فأكثر نحو كونها مولدة، فإن النظام التوليدي الخالص الذي يمكن أن ينتج خطة عملية كاملة من تصنيف الأجزاء وبيانات التصميم الأخرى هو هدف المستقبل. سيشمل هذا النوع من النظام التوليدي البحت (في المرحلة الخامسة) استخدام إمكانات نوع الذكاء الاصطناعي لإنتاج خطط العملية وكذلك الاندماج الكامل في بيئة *CIM*. خطوة أخرى في هذه المرحلة هي *CAPP* الديناميكية والمولدة التي ستراعي قدرات المصنع والآلة، وتوافر الأدوات، ومركز العمل وأحمال المعدات، وحالة المعدات (على سبيل المثال، توقف الصيانة) في تطوير خطط العملية.

يشير *CAPP* الديناميكي والمولّد أيضًا إلى الحاجة إلى تكامل محكم مع نظام تخطيط موارد التصنيع لتتبع حالة أرضية المتجر وتحميل البيانات وتقييم التوجيهات البديلة وفقًا للجدول الزمني، وأخيرًا، ستقوم هذه المرحلة من *CAPP* بتغذية وحدات التحكم في معدات أرضية المتجر مباشرة، أو في بيئة أقل آلية، عرض رسومات التجميع عبر الإنترنت بالاقتران مع خطط العملية.

12.7.1. فوائد دمج *CAD / CAM* وميزات *CAPP*

تخطيط العمليات بمساعدة الكمبيوتر (CAPP) هو الرابط بين CAD و CAM في أنه يوفر تخطيط العملية لاستخدامها في إنتاج جزء مصمم. حيث يختص تخطيط العملية بتحديد تسلسل عمليات التصنيع الفردية اللازمة لإنتاج جزء أو منتج معين. ويتم توثيق تسلسل العملية الناتج في نموذج يشار إليه عادةً بورقة توجيه (تسمى أيضًا ورقة العملية أو ورقة الطريقة) تحتوي على قائمة بعمليات الإنتاج وأدوات الماكينة المرتبطة بجزء العمل أو التجميع. يشير تخطيط العمليات في التصنيع أيضًا إلى التخطيط لاستخدام الفراغات وقطع الغيار ومواد التعبئة والتغليف وتعليمات المستخدم (الكتيبات) وما إلى ذلك. ثم يترجم تخطيط العملية معلومات التصميم إلى خطوات العملية وتعليمات لتصنيع المنتجات بكفاءة وفعالية .نظرًا لأن عملية التصميم مدعومة بالعديد من الأدوات بمساعدة الكمبيوتر، فقد تطور تخطيط العملية بمساعدة الكمبيوتر (CAPP) لتبسيط وتحسين تخطيط العملية وتحقيق استخدام أكثر فعالية لموارد التصنيع.

12–8 الروبوتات *Robots*

تستخدم الروبوتات على نطاق واسع في صناعات مثل تصنيع السيارات لأداء مهام متكررة بسيطة، وفي الصناعات التي يجب أن يتم فيها العمل في بيئات خطرة على البشر. والروبوت هو تقاطع العلم والهندسة والتكنولوجيا التي تنتج آلات تسمى الروبوتات، والتي تحل محل (أو تكرر) الأعمال البشرية. وتتضمن العديد من جوانب الروبوتات الذكاء الاصطناعي. قد تكون الروبوتات مجهزة بما يعادل الحواس البشرية مثل الرؤية واللمس والقدرة على استشعار درجة الحرارة. البعض قادر حتى على اتخاذ قرارات بسيطة، وأبحاث الروبوتات الحالية موجهة نحو ابتكار الروبوتات بدرجة من الاكتفاء الذاتي تسمح بالحركة وصنع القرار في بيئة غير منظمة.

ويمكن ذكر بعض الخصائص الثابتة للروبوت:

- تتكون جميع الروبوتات من نوع ما من البناء الميكانيكي. يساعد الجانب الميكانيكي للروبوت في إكمال المهام في البيئة التي صمم من أجلها.
- تحتاج الروبوتات إلى مكونات كهربائية تتحكم فيها وتشغلها (بطارية مثلا).
- تحتوي الروبوتات على مستوى من برمجة الكمبيوتر. بدون مجموعة من التعليمات البرمجية تخبره بما يجب القيام به، سيكون الروبوت مجرد قطعة أخرى من الآلات البسيطة.

والسؤال المهم: هل تتغير طبيعة القدرة التنافسية للتصنيع؟ إذا استمر قانون مور في تحديد أداء المعالجات حتى عام 2050، فسيكون للكمبيوتر الشخصي العادي نفس القدرة على المعالجة مثل جميع العقول البشرية في العالم مجتمعة. حتى في حالة تباطؤ معدل الأداء، فمن شبه المؤكد أن هذا النمو في قوة المعالجة سيحول مجالات الروبوتات والأتمتة. تخيل مصنعاً تقوم فيه الآلات بكافة المهام الأكثر تعقيداً؛ سيكون سيقل الوظائف ذات المهارات المتدنية في هذا السيناريو تكون قوة العمل أكثر تناسبًا للوظائف ذات المهارات العالية (لدعم الآلات) للحصول على مزايا التكلفة.

- لطالما كانت قرارات التصنيع مدفوعة بجهود خفض التكلفة بحيث أصبح الإنتاج فعليًا سلعة يتم شراؤها بأقل تكلفة ممكنة. إن جدوى التقنيات الجديدة، مع العوامل الأخرى، تخلق خيارات طويلة المدى مع إمكانية الحفاظ على التزام البحث والتطوير لتحقيق فوائد طويلة الأجل.
- على خلفية تضخم تكلفة العمالة في الاقتصاد والاتجاهات الاقتصادية الأخرى، أصبح تقدم الأتمتة منافسًا للتكلفة مع بديل التوظيف العالي للعمالة، مما يقلل في النهاية من أهمية تكلفة العمالة كعامل موقع حاسم للتصنيع الجديد. نظرًا لأن الزيادات في قوة معالجة الكمبيوتر وتقنية أجهزة الاستشعار المتطورة وأنظمة التحكم في الذكاء الاصطناعي والتقدم التكنولوجي الآخر تقود الجيل التالي من الإنتاج الآلي، فإن مستقبل بصمة التصنيع يبدو على استعداد للتغيير الكبير في العديد من الصناعات، بسبب التركيز المتزايد على اقتصاد المعرفة بتحويل قدرات التصنيع الأساسية للشركة من العمالة المباشرة إلى الروبوتات. وقد لا يكون التصنيع في المستقبل هو الملاذ العالي للتوظيف البشري كما كان من قبل، ولكن من المرجح أن يستفيد من اقتصاد المعرفة من المواهب الفنية التي تنتجها الجامعات، والوصول إلى مطوري البرمجيات، وتعزيز ثقافة الابتكار الموجودة بالفعل في البلدان المتقدمة.

ويمكن استخدام المعرفة المكتسبة من بيئات الحضانة والتجارب الجامعية والشركات لتحديد الفرص والتحديات والدروس المستفادة للانتقال إلى الإنتاج بكميات أكبر. وسيستفيد التصنيع الأكثر تعقيدًا من الروبوتات بشكل أكثر لإتاحتها أسعار معقولة من خلال تشجيع التقارب بين أبحاث المنتجات والإنتاج وتطوير المنتجات؛ ورعاية مجموعة من المواهب التي يمكنها قيادة التغيير والوفاء بوعد التكنولوجيا؛ وإدارة بصماتهم بشكل استباقي لتحقيق التوازن بين استخدام الروبوتات في الإنتاج وإدارة التكلفة لترسخ الجيل القادم من التصنيع.

ونعيش اليوم العديد من تطبيقات الروبوتات في التصنيع، فقد كانت الصناعة التحويلية هي أقدم وأشهر مستخدم للروبوتات. كما تعمل الروبوتات والروبوتات المشاركة (الروبوتات التي تعمل جنبًا إلى جنب مع البشر) على اختبار وتجميع المنتجات بكفاءة، مثل السيارات والمعدات الصناعية. تشير التقديرات إلى أن هناك أكثر من ثلاثة ملايين روبوت صناعي قيد الاستخدام

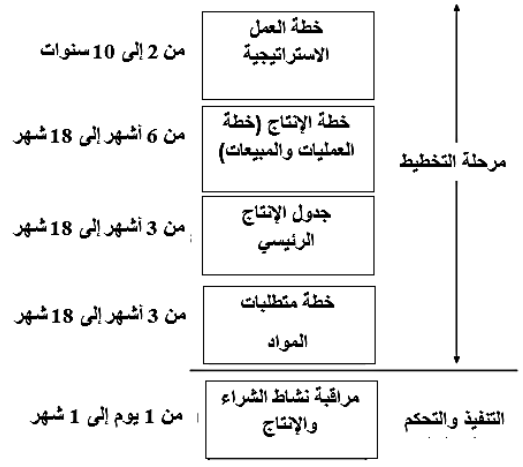
في الوقت الحالي. واليوم يتم استخدام معظم الروبوتات في عمليات التصنيع. يمكن تقسيم التطبيقات إلى ثلاث فئات: (1) مناولة المواد (2) عمليات المعالجة و (3) التجميع والتفتيش.

12–9 نظام التخطيط والتحكم في التصنيع *(Manufacturing Planning and Control System (MPC))*

يهتم نظام التخطيط والتحكم في الإنتاج (أو التصنيع) بالتخطيط والتحكم في جميع جوانب التصنيع، بما في ذلك المواد وآلات الجدولة والأشخاص وتنسيق الموردين والعملاء. يعد نظام *MPC* الفعال أمرًا حاسمًا لنجاح أي شركة. تصميم نظام *MPC* ليس مهمة لمرة واحدة؛ يجب أن يكون قابلاً للتكيف للاستجابة للتغيرات في الساحة التنافسية ومتطلبات العملاء والاستراتيجية وسلسلة التوريد وغيرها من المشاكل المحتملة.

هناك 5 مستويات في نظام التخطيط والتحكم في التصنيع (*MPC*) يوضحها الشكل (*12, 3*) التالي:

الشكل (12, 3): المستويات الخمسة في نظام التخطيط والتحكم في التصنيع(MPC)



وفيما يلي تفصيل هذه المستويات في نظام التخطيط والتحكم في التصنيع:

1) **خطة العمل الاستراتيجية (Strategic Business Plan SBP):** إن خطة العمل الاستراتيجية عبارة عن بيان بالأهداف والغايات الرئيسية التي تتوقع الشركة تحقيقها خلال 2 إلى 10 سنوات أو أكثر. إنه بيان للاتجاه الواسع ويظهر نوع العمل الذي ترغب الشركة في القيام به في المستقبل. وتقع مسؤولية تطوير برنامج تطوير المشروعات على عاتق الإدارة العليا. تضع كل دائرة خططها الخاصة لتحقيق الأهداف التي حددها برنامج تطوير المشروعات. سيتم تنسيق هذه

الخطة مع بعضها البعض ومع SBP. مستوى التفاصيل غير مرتفع. وهي معنية بمتطلبات السوق والإنتاج العامة (إجمالي السوق لمجموعات المنتجات الرئيسية) وليس مبيعات العناصر الفردية. وتتم مراجعة خطط الأعمال الاستراتيجية عادة كل ستة أشهر إلى سنة واحدة.

2) **خطة الإنتاج (Production Plan PP):** بالنظر إلى الأهداف التي تم وضعها خطة العمل الاستراتيجية SBP، تعنى إدارة الإنتاج بما يلي:

- ✓ كميات كل مجموعة منتجات التي يجب إنتاجها في كل فترة
- ✓ مستويات المخزون المطلوب؛
- ✓ موارد المعدات والعمالة والمواد اللازمة في كل فترة.
- ✓ توافر الموارد اللازمة.

مستوى التفاصيل غير مرتفع. ستظهر خطة الإنتاج مجموعات المنتجات الرئيسية أو العائلات.

يجب على مخططي الإنتاج وضع خطة لتلبية طلب السوق في حدود الموارد المتاحة للشركة. للتخطيط الفعال، يجب أن يكون هناك توازن بين الأولوية والقدرة. وجنبا إلى جنب مع السوق والخطط المالية، يهتم PP بتنفيذ خطة العمل الاستراتيجية. أفق التخطيط عادة ما يكون من 6 إلى 18 شهرًا ويتم مراجعته كل شهر أو ربع سنوي.

3) جدول الإنتاج الرئيسي (Master Production Schedule MPS): جدول الإنتاج الرئيسي هو خطة لإنتاج العناصر النهائية الفردية. يقوم بتفكيك PP ليعرض، لكل فترة، كمية كل عنصر نهائي يتم إجراؤه. المدخلات إلى MPS هي PP، والتنبؤ بالعناصر النهائية الفردية، وأوامر المبيعات، والمخزونات والقدرة الحالية. وفيه يكون مستوى التفاصيل أعلى. تم تطوير MPS للعناصر النهائية الفردية. ويمتد أفق التخطيط عادة من 3 إلى 18 شهرًا ولكنه يعتمد على مهلة الشراء والتصنيع. عادة تتم مراجعة الخطط وتغييرها أسبوعيًا أو شهريًا.

4) **تخطيط متطلبات المواد (Material Requirements Planning MRP (4):** تخطيط متطلبات المواد هو خطة لإنتاج وشراء المكونات المستخدمة في صنع العناصر فيMPS . يوضح الكميات المطلوبة ومتى ينوي التصنيع صنعها أو استخدامها. ويكون مستوى التفاصيل فيها مرتفع. يحدد MRP وقت الحاجة إلى المكونات والأجزاء لجعل كل عنصر نهائي. وأفق التخطيط هو على الأقل طالما مجتمعة مهلة الشراء والتصنيع. عادة ما تمتد من 3 إلى 18 شهرًا. وتشمل التحكم في نشاط الشراء والإنتاج (PAC). يستخدم التحكم في نشاط الشراء والإنتاج MRP لتحديد شراء أو تصنيع عناصر محددة. يمثل الشراء وPAC مرحلة التنفيذ والتحكم لنظام .MPC الشراء مسؤول عن إنشاء ومراقبة تدفق المواد

الخام إلى المصنع. عادة PAC مسؤولة عن تخطيط ومراقبة تدفق العمل من خلال المصنع. وأفق التخطيط قصير جدًا، من يوم إلى شهر. مستوى التفاصيل مرتفع لأنه معني بالمكونات الفردية ومحطات العمل والأوامر. تتم مراجعة الخطط ومراجعتها يوميًا.

5) **إدارة الطاقة (Energy Management EM):** في كل مستوى في نظام MPC، يجب اختبار خطة الأولوية مقابل الموارد والقدرات المتاحة لنظام التصنيع. إذا لم يكن بالإمكان توفير الطاقة عند الحاجة، فيجب تغيير الخطط. لا يمكن أن يكون هناك PP صالح وقابل للتطبيق ما لم يتم ذلك. وعلى مدى عدة سنوات، يمكن إضافة الآلات والمعدات والمصانع أو أخذها من التصنيع. ومع ذلك، في الفترات الزمنية المعنية من PP إلى PAC، لا يمكن إجراء هذا النوع من التغييرات. يمكن تحقيق بعض التغييرات، مثل تغيير عدد التحولات، والعمل الإضافي، والتعاقد من الباطن على العمل، في هذه الفترات الزمنية.

ويختلف كل مستوى في الغرض والمدى الزمني ومستوى التفاصيل. نظرًا لأن كل مستوى له فترة زمنية وأغراض مختلفة، ويختلف كل مستوى فيما يلي:

- ✓ الغرض من الخطة،
- ✓ أفق التخطيط: الفترة الزمنية من الآن إلى الفترة المحددة في المستقبل ضمن الخطة،
- ✓ مستوى التفاصيل: التفاصيل حول المنتجات التي تتطلبها الخطة،
- ✓ دورة التخطيط: معدل تكرار الخطة تتم مراجعة.

وفي كل مستوى، يجب الإجابة على 3 أسئلة:

- ➢ ما هي الأولويات: ما هو مقدار ما سيتم إنتاجه ومتى؟
- ➢ ما هي الطاقة المتاحة: ما هي الموارد التي لدينا؟
- ➢ كيف يمكن حل الاختلافات بين الأولويات والقدرة؟

12-10 نظام التصنيع في الوقت المناسب (*Just In Time JIT*)

تأمل جميع المنظمات الصناعية في احتواء تكاليف الإنتاج وشحن منتجاتها في أسرع وقت ممكن. يعالج التصنيع في الوقت المناسب *JIT* هذه المخاوف. إنه نظام يهدف إلى تقليل الأوقات التي يقضيها المنتج في الإنتاج، وفي الوقت نفسه، تقليل وقت

الاستجابة من الموردين. إن التحكم في المتغيرات هو المفتاح لخفض تكاليف الإنتاج مع زيادة الإنتاجية.

بدأ التصنيع في الوقت المناسب بشكل جدي بعد الحرب العالمية الثانية. بدأ المصنعون اليابانيون الذين يعانون من ضائقة مالية في تبني النظام لأنهم لم يتمكنوا من تمويل طرق إنتاج المخزون الكبيرة التي كانت تستخدمها الدول المتقدمة. كما افتقروا إلى الموارد الطبيعية والموظفين المتاحين لتولي إنتاج مخزون كبير. ونتيجة لذلك، قام هؤلاء المصنعون ببناء مصانع أصغر وتحويل كميات صغيرة من المواد الخام بسرعة إلى مجموعات صغيرة من المنتجات أو المكونات. سمحت هذه الكميات الأصغر للمصنعين بتوليد مستويات قابلة للاستمرار لرأس المال العامل مع تقليل مخاطرهم المالية.

والتصنيع في الوقت المناسب *JIT*، هو منهجية تهدف في المقام الأول إلى تقليل الدورة أوقات الأنشطة المختلفة داخل نظام الإنتاج بالإضافة إلى أوقات الاستجابة من الموردين والعملاء. *JIT* هي تقنية شائعة لإدارة المخزون ونوع المنهجية الهزيل المصممة لزيادة الكفاءة وخفض التكاليف وتقليل النفايات عن طريق استلام البضائع فقط حسب الحاجة. يسعى التصنيع في الوقت المناسب إلى تقليل التكاليف غير الأساسية وتحسين عائد الاستثمار *Return on Investment ROI* للمؤسسة. لكن *JIT* ليس حلاً سحريًا. إنه يتطلب بنية وعمليات محددة، والأهم من ذلك كله، الانضباط. ولا يقتصر على التحكم في مستويات المخزون. فيما يلي بعض **المكونات الأخرى لنظام *JIT* الكامل:**

- ✓ تحسين الجودة من خلال القضاء على العمل المعيب
- ✓ البقاء منظمًا بأساليب ممتازة للتدبير المنزلي
- ✓ أحجام أصغر
- ✓ تقليل وقت الإعداد ونهج مرنة للتحولات
- ✓ عبء عمل موحد في جميع أنحاء المصنع
- ✓ العمال المتدربون الذين لديهم مجموعات مهارات متعددة
- ✓ حركة انسيابية للمواد
- ✓ تصميم الأجزاء والمكونات لتسهيل المعالجة
- ✓ أدوات بصرية لتحسين الاتصال العام
- ✓ التصنيع الخلوي
- ✓ سحب الأنظمة التي تسمح للعمال بسحب المهام وهم جاهزون
- ✓ نظام *Kanban* الذي يطابق المخزون حسب الطلب ويصل إلى مستويات أعلى من الجودة والإنتاج

يعتبر *JIT* طريقة أكثر فعالية من حيث التكلفة للحفاظ على مستويات المخزون. والغرض منه هو تقليل كمية البضائع التي تحتفظ بها في أي وقت دون المساومة على أحجام الإنتاج. ولهذا مزايا عديدة مثل المساحة الأقل المطلوبة، وتحول أسرع للمخزون؛ ولا نحتاج إلى الكثير من المستودعات أو مساحة التخزين لتخزين البضائع مع انخفاض مستويات المخزون يعني أيضًا استثمارًا أقل.

وفي وقت لاحق، انتشر تطبيق تقنية التصنيع في الوقت المناسب في الولايات المتحدة حوالي عام 1977، وبحلول عام 1980 كانت معظم الدول المتقدمة قد طبقت بعض النسخ منها. وتستخدم العديد من الشركات الأخرى مفاهيم مماثلة على الرغم من أسماء مختلفة. استخدمت موتورولا مفهوم التصنيع قصير الدورة (*Supply Chain Management SCM*)، واستخدمت *IBM* مفاهيم تدفق التصنيع المستمر (*Continuous Flow Manufacturing CFM*) وتدفق تصنيع الطلب (*Manufacturing Flow of Demand DFM*). في الآونة الأخيرة، تم استبدال *JIT* بالمفاهيم الأحدث للتصنيع الخالي من الهدر والتي جاءت به أيضًا تويوتا. وعلى الرغم من أنها بدأت من تويوتا، ولكن اليوم يتم اعتمادها على نطاق واسع عبر الشركات في جميع أنحاء العالم. بعض الشركات الرائدة حيث يستخدمون *JIT* هي *Dell* و *HP* و *McDonalds* على سبيل المثال لا الحصر.

وترتبط *JIT* ارتباطًا وثيقًا بمفاهيم أخرى مثل *TQM* و *Kanban* والتحسين المستمر للعمليات وما إلى ذلك. تهدف *JIT* إلى إنتاج الكميات الدقيقة من العناصر للطلب الدقيق من خلال الحفاظ على الكمية الدقيقة فقط من المخزون على جانب المواد الخام وكذلك على أنهى الجانب الجيد. ولتحقيق هذا النوع من الإدارة الرشيقة، يتطلب الأمر تخطيطًا دقيقًا للغاية لإدارة سلسلة التوريد بأكملها بما في ذلك شراء المواد الخام حتى التسليم النهائي الجيد للعميل النهائي. ويحتاج هذا التخطيط بدوره إلى استخدام حلول تقنية وبرمجيات متطورة.

ما الذي يمكن للشركات توقعه بعد اعتمادها نظام في الوقت المناسب *JIT*؟

عندما تضع الشركات الوقت والجهد المناسبين لتنفيذ نظام التصنيع في الوقت المناسب، يمكن أن تتوقع الشركات رؤية تأثير شامل على إنتاجيتها، وإدارة المخاطر، وتكاليف التشغيل. وفيما يلي بعض **الفوائد التي يتمتع بها المصنعون حول العالم باستخدام *JIT*:**

1) تخفيض مستويات المخزون بشكل كبير
2) انخفاض تكاليف العمالة
3) مساحة أقل للعمل

4) تخفيض العمل الجاري
5) تحسينات في الجودة (عدد أقل من العيوب)
6) تخفيض أوقات الإنتاجية
7) ساعات قياسية أقل
8) زيادة عدد الشحنات

والسؤال: هل هناك مخاطر تنطوي على التصنيع في الوقت المناسب؟

بالنسبة للجزء الأكبر، ستشهد الشركات التي تستخدم ممارسات التصنيع في الوقت المناسب انخفاضًا في أوقات الدورات وأوقاتًا أسرع للتسويق وخفض تكاليف التشغيل. ولكن هناك مخاطر، خاصة بالنسبة للشركات الصغيرة. يمكن لمورد واحد يعاني من انهيار ولا يمكنه تسليم المواد التي تحتاجها الشركة أن يعطل أو يوقف عملية الإنتاج بأكملها. وأيضًا، يمكن أن تتجاوز طلبات العميل للمنتجات توقعات الشركة، مما قد يؤخر شحن السلع النهائية إلى العديد من العملاء. وللحصول على أفضل فرصة للنجاح في الوقت المناسب، من الأهمية بمكان أن تجد الشركات إما الموردين القريبين أو الذين يمكنهم توريد المواد بسرعة ودون إشعار مسبق متقدم. من المهم أيضًا أن يتنازل هؤلاء الموردون عن أي متطلبات للحد الأدنى من الطلبات التي يمكن أن تضر بالأعمال الصغيرة، والتي تشتري عادةً كميات أصغر من المواد.

هل يعمل التصنيع في الوقت المناسب مع نظام تخطيط موارد المؤسسات؟

الإجابة المختصرة هي "نعم" لأن معظم الشركات المصنعة قد تغلبت على أي تضارب متأصل بين تخطيط موارد المؤسسة (*Enterprise Resources Planning ERP*) وأنظمة التصنيع في الوقت المناسب وربطت النظامين بنجاح. حيث تتطلب *JIT* من الشركات المصنعة أن تكون دقيقة جدًا في توقعاتها للطلب على منتجاتها، ولاحقا تم تصميم نظام *ERP* عالي الجودة للقيام بذلك.

12-11 النظم المتقدمة للتصنيع: *Material Resources Planning MRP*

نظام تخطيط متطلبات المواد *Material Requirements Planning MRP I* هو نظام قائم على توقعات المبيعات يستخدم لجدولة عمليات تسليم المواد الخام وكمياتها، نظرًا لافتراضات وحدات الماكينات والعمالة المطلوبة لتحقيق توقعات المبيعات. ويتضمن *MRP I* الوظائف الرئيسية الثلاث التالية: جدولة الإنتاج الرئيسية، وفاتورة المواد، وتتبع المخزون.

تخطيط موارد التصنيع *Manufacturing Resource Planning MRP II* هو نظام معلومات متكامل تستخدمه الشركات. تطور تخطيط موارد التصنيع *MRP II* من أنظمة *MRP I* من خلال تضمين تكامل البيانات الإضافية، مثل احتياجات الموظفين والاحتياجات المالية. وتم تصميم هذا النظام لتركيز ودمج ومعالجة المعلومات لاتخاذ القرارات الفعالة في الجدولة، والتصميم الهندسي، وإدارة المخزون، ومراقبة التكاليف في التصنيع. ويتضمن *MRP II* الوظائف الرئيسية الثلاثة في *MRP I* ، بالإضافة إلى ما يلي: جدولة قدرة الآلة، وتوقعات الطلب، وتأكيد الجودة، ومحاسبة عامة

ويُنظر إلى كل من *MRP I* و *MRP II* على أنهما سابقان **لتخطيط موارد المؤسسة *(ERP)***، وهو عملية تستخدمها الشركات لإدارة ودمج الأجزاء المهمة من أعمالها. تعد العديد من تطبيقات برمجيات تخطيط موارد المؤسسات مهمة للشركات لأنها تساعدها على تنفيذ تخطيط الموارد من خلال دمج جميع العمليات اللازمة لتشغيل شركاتها بنظام واحد. ويدمج نظام معلومات إدارة تخطيط موارد المؤسسات *ERP* مجالات مثل التخطيط والشراء والمخزون والمبيعات والتسويق والتمويل والموارد البشرية. يُستخدم تخطيط موارد المؤسسات *(ERP)* بشكل متكرر في سياق البرامج، حيث تم تطوير العديد من التطبيقات الكبيرة لمساعدة الشركات على تنفيذ تخطيط موارد المؤسسات. ويضاف لها **تخطيط متطلبات الطاقة *CRP*** حيث تفهم *CRP* أيضًا كأداة إدارة تعتمد على استخدام موارد الشركة بكفاءة من خلال توقع توقعات الإنتاج بدقة. إذا وجدت شركة أن قدرتها الإنتاجية غير كافية، فقد تغير أهدافها الإنتاجية، أو تتخذ خطوات أخرى لجعل التوقعات تتماشى مع الطاقة والتي قد تشمل التعاقد مع شركة أخرى لديها قدرة زائدة للتعامل مع إنتاجها.

12-12 تكنولوجيا الإنتاج الأمثل *(Optimal Production Technology OPT)*

في خط الإنتاج، ليس للآلات وورش العمل بالضرورة نفس القدرة الإنتاجية لكل ساعة. تعتمد سرعة العمل والإخراج على محطات العمل والمهام من عمود إلى آخر. تعتبر الموارد ذات الطاقة المنخفضة عقبة أمام الإنتاج اليومي. إذا لم يتم تحديدها وأخذها في الاعتبار في التخطيط، فإنها ستولد مخزونات لن تتوقف عن الزيادة على مستواها. فجاءت طريقة *OPT* تكنولوجيا الإنتاج الأمثل أو المحسن كطريقة لإدارة تدفق الإنتاج. يعتمد بشكل أساسي على تحديد وإزالة عنق الزجاجة، والمخزونات غير المفيدة في خط الإنتاج. الهدف من هذه الطريقة هو وضع أقصى قدر من التدفق في الوقت المناسب عبر السلسلة بأكملها، دون إنشاء أي مخزون إضافي.

تسمح طريقة ***OPT*** بإجراء موازنة أفضل للتدفقات على الخط اللوجستي بأكمله. عنق الزجاجة هي محطات مهمة تحتاج

إلى مراقبة دقيقة. تحدد الطاقة الحدية لعنق الزجاجة حجم التدفق الذي يمر عبر الخط. إن تأخر عنق الزجاجة له تأثير مباشر على أوقات التصنيع والتسليم.

وعندما ننخرط في عملية نمو الإنتاج، مع خطر الاستثمار في الحصول على موارد إضافية وربما غير مجدية، تقترح طريقة ***OPT*** الكشف عن عنق الزجاجة وتحسين قدرتها. وهو نهج مستمر يتخذ الخطوات التالية القريبة من دورة *Deming* أو *PDCA*:

- ✓ تحديد عنق الزجاجة؛
- ✓ زيادة استخدامه وقدرته؛
- ✓ إعادة تقييم القدرة العالمية مقارنة بواحدة عنق الزجاجة؛
- ✓ موازنة سلسلة الأنشطة وحساب الأداء؛
- ✓ تكرار الخطوات السابقة على رقاب الزجاجة التالية.

والسمة المميزة الرئيسية ل *OPT* هي قدرتها على تحديد وعزل عمليات الاختناق والتركيز على هذه الاختناقات لتحديد خطط الإنتاج والجداول الزمنية للمحل بأكمله. قد تؤدي هذه الفكرة البسيطة إلى الاستخدام الأفضل لموارد التصنيع، مما يؤدي إلى إنتاجية أكبر وتكاليف أقل، وميزة استخدام عملية الاختناق هي قيادة التخطيط للعمليات المتبقية.

المصادر والمراجع *References*

1. Größler, Andreas & Grübner, André. (2006). An empirical model of relationships between manufacturing capabilities. International Journal of Operations & Production Management. 26. 458-485.
2. Leong, G. K., Snyder, D. L. and P. T. Ward, “Research in the process and content of manufacturing strategy,” Omega, Vol. 18, No. 2, pp. 109-122, 1990. Mohanty S, Ghosh R (2010) Planning a Scientific Career in Industry. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ
3. Stevenson, William J. *Production/Operations Management*. Seventh Edition. McGraw-Hill, 2002.
4. Matta, Andrea & Semeraro, Quirico. (2005). Design of advanced manufacturing systems: Models for capacity planning in advanced manufacturing systems.
5. Thareja, Priyavrat (2011). "Competitive Foundry Through Integration of TIPS (Technology, Innovation, Product Design, and Process Systems)". Trends in Mechanical Engineering & Technology. 1 (2–3).

أسئلة الفصل

1) أسئلة صح / خطأ *True/False*

السؤال	صح	خطأ
ينطوي الإنتاج الذكي على استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في التصنيع	صح	
يزود نظام التصنيع التنبئي الآلات والأنظمة بقدرات "الاستيعاب الجزئي"		خطأ
يشير نموذج بورتر إلى أنه يتم الحصول على القدرة التنافسية من خلال خلق قيمة أعلى	صح	
يربط بعض المؤلفين القدرة التنافسية بالقدرة على الحفاظ على خفض تكلفة العمالة وزيادة الناتج	صح	
الأولويات التنافسية هي "أهداف" الشركة والقدرات التنافسية هي الإدراك "الفعلي" لتلك الأولويات	صح	
تعني استراتيجية قيادة التكلفة أن تكون العلامة التجارية هي الطريقة الأكثر استخدامًا للتمييز بين الشركات		خطأ
تعني استراتيجية التمايز أن تضع الشركات نفسها في المقدمة من خلال تقديم أسعار جذابة		خطأ
تعني الاستراتيجية المبتكرة بعض الشركات تفعل ما تفعله أفضل من أي شركة أخرى		خطأ
آلات الأغراض العامة لديها قدرات الاستخدام الخاص والثابت في مجالات تطبيقها		خطأ
أدت الميكنة التقدمية لإنتاج أجزاء التوحيد القياسي ذات الحجم الكبير إلى أول الأنظمة الآلية	صح	
تلعب التكنولوجيا دورًا ثانويا في تطوير أنظمة التصنيع		خطأ

2) أسئلة خيارات متعددة *Multiple Choices*

1) يمكن تقسيم التقنيات المستخدمة في التصنيع المتقدم إلى ثلاث مجموعات رئيسية:

A. التصنيع الموجه والتصنيع الاستثنائي والتنظيم الإيجابي.
B. الإنتاج الفعال والإنتاج الذكي والتنظيم الفعال.
C. الإنتاج المنقول والتصنيع المتفرد والتنظيم الموجه.
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

2) كان توجه نظام إنتاج تويوتا الأساسي هو:

A. إضافة أنواع من الإنتاج عن طريق تنويع مصادر التوزيع
B. زيادة مستويات الإنتاج عن طريق زيادة مصادر التوريد
C. تقليل تكاليف الإنتاج عن طريق تقليل مصادر النفايات وتجنبها
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

3) جعل هنري فورد نظام الإنتاج الضخم شائعًا لتوليد كميات كبيرة من الوحدات المعيارية باستخدام:

A. مسارات التفرع المصممة للترتيب العشوائي والمتسلسل للعملاء والآلات وقطع الغيار.
B. خطوط التجميع المصممة للتنظيم المنتظم والمتسلسل للعمال والآلات وقطع الغيار.

C. اتجاهات التركيب المصممة للتنسيق الترتيبي والمتسلسل للتوريدات والمواد الأولية والآلات.
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

4) جلبت بداية عصر الكمبيوتر أنظمة إنتاج بوحدات تحكم رقمية توفر:
A. انتظام عمل المعدات، مثل خطوط الإنتاج التجميعي العام
B. ميكنة المعدات والمرونة، مثل الآلات الصناعية المتسلسلة
C. الأتمتة والمرونة للمعدات، مثل الروبوتات الصناعية
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

5) ساعد الاعتماد القوي لإيديولوجية "إنترنت الأشياء"، حتى في الصناعة التحويلية، في:
A. تثبيت بنى قانون تصنيع الورش المرن
B. تمكين تراكيب الإنتاج الهيكلي المنتظم
C. إرساء أسس نظام التصنيع التنبئي
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

6) غاية كل نظم التصنيع هي تعزيز:
A. القدرة التنظيمية للمبيعات
B. استيعاب المخزونات المباعة
C. القدرة التنافسية للشركة
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

7) تشير قدرة الشركة على الأداء بشكل أفضل من الشركات المماثلة من حيث المبيعات والربحية والجودة والكفاءة إلى:
A. الاستطاعة الاحتياطية للإنتاج
B. القدرة الوقائية للمعدات
C. القدرة التنافسية للشركة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

8) الطريقة الجيدة لقياس القدرة التنافسية للصناعات لدى الشركة هي:
A. من خلال قياس قدراتها التوريدية
B. من خلال قياس قدراتها التخزينية
C. من خلال قياس قدراتها التصنيعية
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

9) أهم خاصيتين لوظيفة التصنيع هما:
A. قدرة النظام ووجود أهداف تصنيع محددة.
B. سلامة التمركز وثبات القدرات التنظيمية.
C. قيمة المنتجات ودوام القدرات التسويقية.
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

10) تتوزع قرارات إدارة العمليات إلى:
A. هيكلية وبنية تحتية
B. إنشائية وتركيبية فوقية
C. تأليفية وتخطيطية قاعدية

D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

11) الأولويات التنافسية الأربع الأساسية هي:
A. العرض أو الطلب والمتانة والأهمية ووقت التخزين.
B. الأرباح أو المكاسب والصلابة والتميز ووقت النقل.
C. التكلفة أو الكفاءة والمرونة والجودة ووقت التسليم.
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

12) تشير استراتيجية الفعالية التشغيلية إلى:
A. أن تكون العلامة التجارية هي الطريقة الأكثر استخدامًا للتمييز بين شركة وأخرى
B. أن تضع الشركات نفسها في المقدمة من خلال تقديم أسعار جذابة
C. أن تفعل ما تفعله أفضل من أي شركة أخرى
D. القيام بالأشياء بطرق جديدة ومختلفة

13) تشير الاستراتيجية التنافسية القائمة على التكنولوجيا إلى:
A. استخدام تقنية جديدة بطريقة جديدة
B. إنشاء أنظمة تشغيل أو طرق جديدة بطريقة أطول
C. امتلاك الشركات ميزة التكيف بشكل واضح
D. التفوق في كل هذه الأولويات في وقت واحد

14) الميزة التنافسية هي:
A. التخطيط الاختياري لملاحقة خطط المنافسين
B. التسهيلات الضرورية لتتفوق على المستهلكين
C. حل التعقيدات الضرورية لتتفوق على المنتجين
D. المهارات اللازمة لتتفوق على المنافسين

15) لا يمكن لمنظمات التصنيع الاستفادة الكاملة من استراتيجيات نظم التصنيع إلا إذا كان:
A. ثمة انسجام تام بين تصميم المنتج الذي يتم بيعه وأهداف المستهلك
B. هناك ائتلاف جيد بين تصميم الاستراتيجية وغايات خطط التوزيع
C. هناك توافق جيد بين مبادئ النموذج الذي يتم تبنيه وأهداف الشركة
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

16) من الأمثلة على المشكلات المرئية لمشاكل التصنيع الداخلية:
A. ثبات الإنتاج، وسمات التصميم
B. أعطال المعدات، وعيوب المنتج
C. استمرارية التصنيع، وميزات الإنتاج
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

17) من الأمثلة على المشكلات غير مرئية لمشاكل التصنيع الداخلية:
A. اهتزاز الآلات، ورداءة المنتجات
B. تشابك الماكينات، وجودة المنتجات
C. تدهور الماكينة، تآكل المكونات

D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

18) تصنيف تقنيات العملية في ثلاثة أجزاء هي:
A. أوتوماتيكي، وميكانيكي، وآلي
B. ترتيبي، تسلسلي، وتجميعي مستقر
C. يدوي، وميكانيكي، وآلي مؤتمت
D. نظامي، واعتباطي، وعشوائي مرن

19) إن دور العمالة وتكاليف العمالة في التقنيات الآلية:
A. مرتفع للغاية ومكثف،
B. وسيط غير مكلف،
C. يقل إلى ما يقرب من الصفر
D. كل الأجوبة السابقة خاطئة

20) يلعب الكمبيوتر دورًا مهمًا في دمج المجالات الوظيفية التالية لنظام التصنيع المتكامل بالحاسب مثل:
A. تصميم المنتج
B. عملية التخطيط
C. تخطيط الإنتاج
D. كل الأجوبة السابقة صحيحة

3) أسئلة \ قضايا للمناقشة

هناك 5 مستويات في نظام التخطيط والتحكم في التصنيع *(MPC)* يمكن تواجدها في أي شركة، كيف يمكن الاختيار بينها، أو مكاملتها في منظمات الأعمال السورية.

لمزيد من التوضيح راجع الفقرة *12.8*. نظام التخطيط والتحكم في التصنيع *(MPC)*

المصادر والمراجع *References*

مصادر ومراجع الوحدة 1

1. محمد توفيق ماضي (1999): إدارة الإنتاج. الاسكندرية الدار الجامعية. ص ص 45 -46.
2. عبد الكريم محسن. صباح مجيد النجار (2006): إدارة الإنتاج والعمليات بغداد مكتبة الذاكرة. ص30
3. جبرين، علي هادي (2006): إدارة العمليات، دار الثقافة للنشر والتوزيع-عمان.
4. العزاوي، محمد (2006): الإنتاج وإدارة العمليات، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع- عمان.
5. نجم، نجم عبود (2001): إدارة العمليات (النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة)، الجزء الأول، معهد الإدارة العامة- الرياض.
6. العلي، عبد الستار محمد، إدارة الإنتاج والعمليات، دار وائل للنشر-عمان، 2000.
7. شقرا، أكرم (1995): إدارة الإنتاج / العمليات، منشورات جامعة دمشق، كلية الاقتصاد، ص 24.
8. إسماعيل، محمد بلال (2004): إدارة الإنتاج والعمليات. مدخل كمي. دار الجامعة الجديدة، الإسكندرية، ص، 23.
9. Elwood S. BUFFA (1975). Basic Production Management". 2nd edition. John Wiley & Sons Ltd, 683p.
10. Dilworth, James B. (1996): operations Management, (2nd ed.), Mc Graw – Hill, Inc., New York, Pp. 29-30.
11. Hayes, R. H. and S. C. Wheelwright. 1979. Link manufacturing process and product life cycles. Harvard Business Review (January-February): 133-140.
12. Johnson, G., Scholes, K., & Sexty, R. W., (1989): Exploring strategic management. Scarborough, Ontario: Prentice Hall.
13. Johnston, Robert & Graham Clarck (2005): Service Operations Management: improving Service Delivery, (2nd ed.), Pearson Education LTD., Harlow

14. Monks, Joseph G. (1987). Operations management: theory and problems. New York; McGraw-Hill, 3rd ed., International ed. 719 p.
15. Raid, D., & Sanders, N., (2002) "operations Management", John Wiley, Inc, Rights Reserved; 2002:8
16. Schroeder, Roger G. (1993): operations Management: Decision Making in the operation Function, McGraw – Hill, Inc., Singapore, p. 4
17. Stevenson, William J. (2002): Operations Management, (7th ed.), Mc Graw – Hill Companies, Inc., Boston, P. 23

مصادر ومراجع الوحدة 2

1. علي الشرقاوي، إدارة النشاط الإنتاجي (مدخل التحليل الكمي)، دار الجامعة الجديدة للنشر، مصر، 2003، ص 21.
2. جبرين، علي هادي، إدارة العمليات، دار الثقافة للنشر والتوزيع-عمان, 2006.
3. العزاوي، محمد، الإنتاج وإدارة العمليات، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع- عمان, 2006.
4. نجم، نجم عبود، إدارة العمليات (النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة)، الجزء الأول، معهد الإدارة العامة-الرياض, 2001.
5. العلي، عبد الستار محمد، إدارة الإنتاج والعمليات، دار وائل للنشر-عمان، 2000.
6. *Amoako-Gyampah, K., & Acquaah, M. (2008). Manufacturing strategy, competitive strategy and firm performance: an empirical study in a developing economy environment. International Journal of Production Economics, 111(2), 575-592.*
7. Choudhari, S., Adil, G., & Ananthakumar, U. (2012). Exploratory case studies on manufacturing decision areas in the job production system. International Journal of Operations & Production Management, 32(11), 1337-1361.

8. *Choudhari, S., Adil, G., & Ananthakumar, U. (2013). Configuration of manufacturing strategy decision areas in line production system: five case studies. International Guellec Dominique,*
9. *Dyer JH, Godfrey P, Jensen R, Bryce D. Strategic management: Concepts and tools for creating real world strategy. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016*
10. *Hamel G., and Prahalad C.K., (1989) "Strategic Intent" Harvard Business Review, May –June, 1989, Vol. 67. No. 3. pp63-78*
11. Jiménez, C., Garrido-Vega, P., Ríos, J., & González, S. (2011). Manufacturing strategy-technology relationship among auto suppliers. International Journal of Production Economics, 133(2), 508-517.
12. Kathuria, R., Porth, S., Kathuria, N., & Kohli, T. (2010). Competitive priorities and strategic consensus in emerging economies: evidence from India. International Journal of Operations & Production Management, 30(8), 879-896.
13. *Leskaj E. The challenges faced by the strategic management of public organizations. Administratie si Management Public, 2017; (29):151-161.*
14. *Pierre Ralle, Les nouvelles théories de la croissance, éd. La Découverte, 1997.*
15. Journal of Advanced Manufacturing Technology, 64(1-4), 459-474.

مصادر ومراجع الوحدة 3

1. حجازي، جمال طاهر أبو الفتوح: إدارة الإنتاج والعمليات. مدخل إدارة الجودة الشـــاملة. مكتبة القاهرة للطباعة. الزقازيق، طبعة أولى 2002، ص، 145.
2. علي هادي جبرين: إدارة العمليات. دار الثقافة للنشر والتوزيع. عمان، الطبعة الأولى، 2006، ص، 145-.148
3. غســـان قاســـم داود اللامي. أميرة شـــكرولي البياتي: إدارة الإنتاج والعمليات. مرتكزات معرفية وكمية. دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع. عمان- الأردن، 2008، ص ص، 85-91.

4. Gerwin, D., and N.J. Barrowman. "An Evaluation of Research on Integrated Product Development." *Management Science* 48, no. 7 (2002): 938–953.
5. Krishnan, V., and K.T. Ulrich. "Product Development Decisions: A Review of the Literature." *Management Science* 47, no. 1 (2001): 1–21.
6. Vonderembse, M.A., and G.P. White. *Operations Management: Concepts, Methods, and Strategies*. Danvers, MA: John Wiley & Sons, 2004.
7. T. Aven***On how to define, understand and describe risk*** *Reliability Engineering and System Safety, 95 (6) (2010), pp. 623-631.* https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.06.015
8. T. Becker, H. Stern. ***Future trends in human work area design for cyber-physical production Systems.*** *Procedia CIRP, 57 (2016), pp. 404-409*
9. Y. Chen. ***Integrated and intelligent manufacturing: perspectives and enablers*** *Engineering, 3 (2017), pp. 588-595*
10. B. Esmaeilian, S. Behdad, B. Wang***. The evolution and future of manufacturing: a review.*** *Journal of Manufacturing Systems, 39 (2016), pp. 79-100.*
11. Gartner Group***. Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2017*** *(Jan. 4, 2018).*
12. F. Qian, W. Zhong, W. Du***. Fundamental theories and key technologies for smart and optimal manufacturing in the process industry.*** *Engineering, 3 (2017), pp. 154-160*
13. K.G. Swift, J.D. Booker. ***Manufacturing Process Selection Handbook: From Design to Manufacture.*** *Butterworth-Heinemann, Waltham, MA, USA (2013), p. 456*
14. R.Y. Zhong, X. Xu, E. Klotz, S.T. Newman***. Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review.*** *Engineering, 3 (2017), pp. 616-630.*

15. *Roger G. Schroeder. (2008) Operation management, Contemporary and Cases Forth edition. University of Minnesota. New York. The MacGraw-Hill, p 47.*

مصادر ومراجع الوحدة 4

1. *MacCarthy, B.L. and Atthirawong, W. (2003), "Factors affecting location decisions in international operations – a Delphi study", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 23 No.7, pp. 794-818.*
2. *Barnes ،David (2008): Operations Management: an international Perspective،British Library Cataloguing-in publition Data. Thomson Learning ،Australia ،p.107*
3. *Schroeder ،Roger G. (2007): Operations Management: Contemporary Concepts and Cases ،(3rd ed.) ،Mc Graw – Hill Companies ،Inc. ،New York ،p. 249*
4. *Schroeder ،Roger G. (2008): Operations Management: Contemporary Concepts and Cases ،(4rd ed.) ،Mc Graw – Hill Companies ،Inc. ،New York ،p. 262*

مصادر ومراجع الوحدة 5

1. *Anderson, C. 2010. In the next industrial revolution, atoms are the new bits. Wired, January 25. Available at www.wired.com/magazine/2010/01/ff_newrevolution/all/1*
2. *Bhaskaran, S. R., V. Krishnan. 2009. Effort, revenue and cost sharing in collaborative new product development. Manage. Sci. 55(7): 1152–1169.*
3. ***Moshref-Javadi, M.**, & Lehto, M.R., 2016, "Material Handling Improvement in Warehouses by Parts Clustering," International Journal of Production Research, 54(14), 4256-4271.*
4. *Jabal-Ameli, M. S., & **Moshref-Javadi, M.**, 2014, "Concurrent Cell Formation and Layout Design Using Scatter Search," International Journal of Advanced*

Manufacturing Technology, 71, 1-22.

5. *Jabal-Ameli, M. S., **Moshref-Javadi, M.**, Bankian-Tabrizi, B., & Mohammadi, M., 2013, "Cell Formation and Layout Design with Alternative Routing: A Multi-Objective Scatter Search Approach," International Journal of Industrial and Systems Engineering, 14(3), 269-295.*
6. ***Moshref-Javadi, M.,** 2012, "A queuing theory approach to compare job shop and lean work cell considering transportations,"ISERC, May 19-23, Orlando, FL. **(Second place award)***
7. ***Moshref Javadi, M.,** & Jabalameli, M.S., 2011, "Concurrent Cell Formation and Layout Design under Multi-period Planning Horizons," 4th International Conference of Iranian Operations Research Society, May 18-19, Guilan, Iran.*
8. ***Moshref Javadi, M.,** & Bankian-Tabrizi, B., 2010, "A hybrid metaheuristic method to Minimize cost on non-identical parallel machines," IEEE 2nd International Conference on Software Technology and Engineering, October 3-5, San Juan, Puerto Rico.*
9. *Gray, C. F., & Larson, E. W. (2006). Project management: The managerial process (3rd ed.). New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.*

مصادر ومراجع الوحدة 6

1. البطل، منى محمد ابراهيم (2001) إدارة الإنتاج والعمليات. المبادئ العملية والتطبيق العملي مع نظرة مستقبلية لتحقيق القدرات التنافسية. كلية التجارة، جامعة قناة السويس. الطبعة الأولى، ص، 207.
2. التميمي، حسين عبد الله حسن (1997): إدارة الإنتاج والعمليات: مدخل كمي، دار الفكر، عمان، ص 480.
3. بفا، الوود إس، راكيش كي سارن (1999): إدارة الإنتاج والعمليات: مدخل حديث، تعريب: محمد محمود الشواربي، مراجعة: سرور علي إبراهيم سرور، دار المريخ للنشر، الرياض، ص ص 285 – 310
4. اللامي، غسان قاسم. البياتي أميرة شكرولي (2008) إدارة الإنتاج والعمليات. مرتكزات معرفية وكمية. دار

اليازوري للنشر والتوزيع، عمان. 2008. ص 411.

5. بلال، محمد إسماعيل (2004) إدارة الإنتاج والعمليات، مدخل كمي، الإسكندرية، الدار الجامعية، ص213، 263.
6. زمرير، جلوب (2004) إدارة الإنتاج والعمليات. دار زهران للنشر والتوزيع، عمان، ص 244.
7. غنيم، أحمد محمد (2001) إدارة الإنتاج والعمليات. مدخل التحليل الكمي، المكتبة العصرية للنشر والتوزيع، المنصورة، ص 421.
8. محمد الصيرفي (2005): الإدارة الصناعية. مؤسسة حورس الدولية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، ص 187.
9. *J.Y. Lee, Y.D. Kim, Minimizing the number of tardy jobs in a single-machine scheduling problem with periodic maintenance. Comput. Oper. Res. 39 (2012) 2196-2205.*
10. *aptiste, F. Della Croce, A. Grosso and V. T'Kindt, Sequencing a single machine with due dates and deadlines: an ILP-based approach to solve very large instances. J. Sched. 13 (2010) 39-47.*
11. *Baker, K., & Trietsch, D. (2009). Principles of sequencing and scheduling. Hoboken, NJ: Wiley.*
12. *Chen, Z.-L. (2010). Integrated production and outbound distribution scheduling: Review and extensions. Operations Research, 58, 130–148.*
13. *de Matta, R. 2017. "Scheduling a Manufacturing Process with Restrictions on Resource Availability." International Journal of Production Research, 18 pages.*
14. *Deif A, ElMaraghy H (2009) Modeling and analysis of dynamic capacity complexity in multi-stage production. Prod Plan Control 20(8):737–749*
15. *Deif A, ElMaraghy W (2006) A control approach to explore the dynamics of capacity scalability in reconfigurable manufacturing systems. J Manuf Syst 25(1):12–24*
16. *Foumani, M., A. Moeini, M. Haythorpe, and K. Smith-Miles. 2018. "A Cross-entropy Method for Optimising Robotic Automated Storage and Retrieval Systems." International Journal of Production Research, 23 pages.*

17. *H. Aissi, M.A. Aloulou and M.Y. Kovalyov, Minimizing the number of late jobs on a single machine under due date uncertainty. J. Sched. 14 (2011) 351-360.*
18. *Kumar, Sudhir and Kumar, Surendra (2008), Collaboration in Research Productivity in Oil Seed Research Institutes of India. Fourth International Conference on Webometrics, Informetrics and Scientometrics & Ninth Collnet Meeting Humboldt-Universitat zu Berlin, Institute for Library and Information Science (IBI). 1 August 2008. http://www.collnet.de/Berlin-2008/KumarWIS2008cir.pdf*
19. *Meng, R., Y. Rao, Y. Zheng, and D. Qi. 2017. "Modelling and Solving Algorithm for Two-stage Scheduling of Construction Component Manufacturing with Machining and Welding Process." International Journal of Production Research, 13 pages.*
20. *Moore, J. M. 1968. An n job, one machine-sequencing algorithm for minimizing the number of late jobs. Management Science 15(1): 102-109.*
21. *Prasad, D., and S. C. Jayswal. 2017. "Reconfigurability Consideration and Scheduling of Products in a Manufacturing Industry." International Journal of Production Research,*
22. *Qu, L., S. He, M. B. C. Khoo, and P. Castagliola. 2017. "A CUSUM Chart for Detecting the Intensity Ratio of Negative Events." International Journal of Production Research, 15 pages.*
23. *Valledor, P., A. Gomez, P. Priore, and J. Puente. 2018. "Solving Multi-objective Rescheduling Problems in Dynamic Permutation Flow Shop Environments with Disruptions." International Journal of Production Research, 15 pages.*

مصادر ومراجع الوحدة 7

1. ماضي، محمد توفيق، **" ادارة الإنتاج والعمليات: مدخل اتخاذ القرارات "**، الدار الجامعية للطبع والنشر، القاهرة، 1999: 282
2. محسن، عبد الكريم – النجار، صباح مجيد، **" ادارة الإنتاج والعمليات "**، دار وائل للطباعة والنشر،2006**:** 106
3. *Anderson, D. et al., 2012. Quantitative Methods for Business (Book Only). 1th ed. London: Cengage Learning.*
4. *Evan J. Douglas, Scott (1995). Managerial economics analysis and strategy. 4th ed., Prentice Hall international ed. London, 655 p.*
5. *Dwyer, L., Gill, A. & Seetaram, N. e., 2012. Handbook of research methods in tourism: Quantitative and qualitative approaches. London: Edward Elgar Publishing.*
6. *Fleischmann, B., van Nunen, J., Speranza, M. & Stähly, P. e., 2012. Advances in distribution logistics (Vol. 460). 1 ed. London: Springer Science & Business Media.*
7. *Frechtling, D., 2012. Forecasting tourism demand. 1 ed. London: Routledge.*
8. *Ghiani, G., Laporte, G. & Musmanno, R., 2013. Introduction to logistics systems management. 1 ed. London: John Wiley & Sons.*
9. *Guest, G., Namey, E. & Mitchell, M., 2012. Collecting qualitative data: A field manual for applied research. 1 ed. New Delhi: Sage.*
10. *Montgomery, D., Jennings, C. & Kulahci, M., 2015. Introduction to time series analysis and forecasting. 1 ed. London: John Wiley & Sons.*
11. *Punch, K., 2013. Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches. 1 ed. New Delhi: sage.*

مصادر ومراجع الوحدة 8

1. محمد ابديوي الحسين (2001). مقدمة في ادارة الإنتاج والعمليات. عمان، دار المناهج للنشر والتوزيع.

2. محمد العزاوي: الإنتاج وإدارة العمليات منهج كمي وتحليلي، دار اليازوردي، عمان، الأردن , 2006 , الطبعة العربية.
3. عبيدات، خالد. مقدمة في إدارة الإنتاج والعمليات. عمان، دار المسيرة للنشر. 2008.ص262.

4. *Hunter, Steve L. "The 10 Steps to Lean Production." FDM 76, no. 5 (2004): 22–25.*
5. *Stevenson, William J. Operations Management. 8th ed. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 2005.*
6. *Takeuchi, Hirotaka et al. "The Contradictions That Drive Toyota's Success." Harvard Business Review. June, 2008. http://harvardbusinessonline.hbsp.harvard.edu/hbsp/hbr/articles/article.jsp?articleID=R0806F&ml_action=get-article&print=true&ml_issueid=BR0806*
7. *Teresco, John, "Toyota's Real Secret: Hint, It's Not TPS." Industry Week 1 February 2007. http://www.industryweek.com/ReadArticle.aspx?ArticleId=13432*
8. *Rother, M. & Shook, J. 2003. Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda. Lean Enterprise Institute, 2003.*
9. *Vikas kumar, 2010, "JIT Based Quality Management: Concepts and Implications in Indian Context" International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(1), pp 40-50.*
10. *Richard B. chase. F. Robert Jacobs. Nicholas J. Aquilano: Operation management for Competitive Advantage. 11th[ed]. 2006. McGROW- HILL, Irwin. Libraray of congress Cataloging-in Publication, p 471.*
11. *Donald Waters: (2006) Operation Management. Producing Goods and Services. British Library Cataloguing-in Publication Data. First printed, p.248*
12. *Scholer,Roger. Susan Meyer: Operation management contemporary Concepts and*

Cases. 4th[ed]: University of Minnesota. McGraw Hill In: library of congress,2008. p 110.

مصادر ومراجع الوحدة 9

1. حسن، فالح محمد، فؤاد الشيخ سالم (1983): إدارة الإنتاج والتنظيم الصناعي، دار مجدلاوي، عمان، ص 265-270
2. باوند، روبرت جي (2002): أساسيات ضبط الجودة الإحصائي، ترجمة: حسن السيد، شفيق ياسين، مراجعة: مكي الحسني، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر بالتعاون مع المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، دمشق.
3. Ford Motor Company (1987): Continuing process control and process capability improvement: a guide to the use of control charts for improving Quality and productivity for company, Supplier and Dealer Activities, December, p.10
4. *Besterfield, Dale H. (2003):* total Quality management, *(3rd ed.), Pearson education, Inc., N.J., p. 8*
5. *BJ Erasmus, J. S. S. R.-K., 2013. Introduction to Business Management. 9th ed. Cape Town: Oxford.*
6. *Berry, L.L. and Parasuraman, A. (1991). Marketing Services: Competing Through Quality. New York: The Free Press.*
7. *Godfrey, A.B. and Kammerer,E.G. (1991). "Service Quality vs. Manufacturing Quality: Five Myths Exploded," in The Service Quality Handbook, Scheuing, E.E and Christopher, W.F. (Eds.). New York: American Management Association.*
8. *Gronroos, C. (1990). Service Management and Marketing: Managing Moments of Truth in Service Competition. Lexington, MA: Free Press.*
9. *Gronroos, C. (1991). "Quality Comes to Service," in The Service Quality Handbook, Scheuing, E.E and Christopher, W.F. (Eds.). New York: American*

Management Association.

مصادر ومراجع الوحدة 10

1. *Hedrick F. D. 2012 Inventory Management. Purchasing for Owners of Small Plants Buying for Retail Stores and Inventory Management*
2. *Syntetos A A and Boylan J E 2006. On the stock control performance of intermittent demand estimators International Journal of Production Economics, 103 36-47*
3. *Aisyati A, Jauhari W A and Rosyidi C N 2014 Periodic Review Model for Determining Inventory Policy for Aircraft Consumable Spare Parts International Journal of Business Research & Management (IJBRM) **5** 2014*
4. *Hung Kuo-Chen 2011 Continuous Review Inventory Models Under Time Value of Money and Crashable Lead Time Consideration Yugoslav Journal of Operations Research **21** 293-306*
5. *Tersine R J 1994 Principle of Inventory and Materials Management 4 (New Jersey: Prentice-Hall International, Inc)*
6. *Lin, Y-J. (2008). A periodic review inventory model involving fuzzy expected demand short and fuzzy backorder rate, Computers & Industrial Engineering, 54(3), Pages 666-676.*
7. *Wisner, J. D., Tan, K., Keong Leong, G., & Stanley. (2012). Demand Forecasting and Inventory Management (pp. 89-91). Mason, OH: Cengage Learning.*
8. *Writer, L. G. (2011). What Is the Difference Between a Periodic and Continuous Inventory Review Policy? Retrieved March 01, 2017,*

مصادر ومراجع الوحدة 11

1. المنصور، كاسر (2000): إدارة الإنتاج والعمليات، دار الحامد، عمان، ص 272.
2. بفا، الوود إس، راكيش كي سارن (1999): إدارة الإنتاج والعمليات: مدخل حديث، تعريب: محمد محمود الشواربي، مراجعة: سرور علي إبراهيم سرور، دار المريخ للنشر، الرياض، ص 499.
3. بشماني، شكيب (2004): استخدام الإحصاء في دراسة اعتمادية المنتج، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الاقتصاد، جامعة حلب، ص
4. بستر فيلد، دال (1995): الرقابة على الجودة، ترجمة ومراجعة: سرور علي ابراهيم سرور، تقديم: عبد الله بن عبد الله العبيد، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، ص 471.
5. شافير، سكوت، جاك ميرديث (2005): إدارة العمليات: منهج عملية الأعمال بصفحات الانتشار، تعريب: سرور علي ابراهيم سرور، مراجعة: د. محمد يحيى عبد الرحمن، دار المريخ، الرياض، ص 1102
6. *Gaither, Norman (1994): production and operations Management, (6th ed.), the Dryden press, A Harcourt Brace college publisher, p. 818*
7. *Buffa, Elwood S. & Rakesh K. Sarin (1987): Modern production / operations Management, (8th ed.), John Wiley & sons, New York, p. 385*
8. *Hayes, Glenn E. & Harry G. Roming (1982): Modern Quality Control, (rev. ed.), Glenco publishing Co., Inc., Encino California, p. 426*
9. *Lewis, E. E. (1987): Introduction to Reliability Engineering, John Wiley & Sons, Inc., New York, p. 216*
10. *Ramakumar, R. (1993): Engineering Reliability: Fundamentals and Applications, Prentice – Hall, Inc., N. J., p. 154*

مصادر ومراجع الوحدة 12

1. Größler, Andreas & Grübner, André. (2006). An empirical model of relationships between manufacturing capabilities. International Journal of Operations & Production Management. 26. 458-485.
2. Leong, G. K., Snyder, D. L. and P. T. Ward, “Research in the process and content of manufacturing strategy,” Omega, Vol. 18, No. 2, pp. 109-122, 1990. Mohanty S, Ghosh R (2010) Planning a Scientific Career in Industry. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ
3. Stevenson, William J. *Production/Operations Management*. Seventh Edition. McGraw-Hill, 2002.
4. Matta, Andrea & Semeraro, Quirico. (2005). Design of advanced manufacturing systems: Models for capacity planning in advanced manufacturing systems.
5. Thareja, Priyavrat (2011). "Competitive Foundry Through Integration of TIPS (Technology, Innovation, Product Design, and Process Systems)". Trends in Mechanical Engineering & Technology. 1 (2–3).