إدارة

الإنتاج والعمليات

PRODUCTION AND OPERATION MANAGEMNT

إعداد وتصميم

أ.د راضي عبد الله علي — جامعة البصرة/ كلية الإدارة والاقتصاد

م.د رافد عبد الجليل مجيد — كلية شط العرب الجامعة

تم الإعداد

وفقا للمنهج السنوي للعام الدراسي 2007- 2008

وأعيد طباعتها حسب متطلبات نظام الكورسات للعام الدراسي 2024-2023

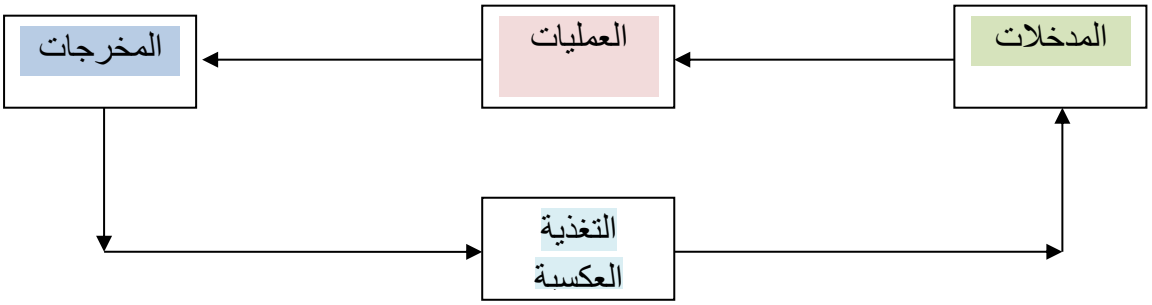
الفصل الأول

إدارة العمليات

Operation Management

العمليات

هي جميع الأنشطة المقترنة بعملية تحويل الموارد إلى سلع وخدمات. فالعمليات لا تقتصر على عملية الإنتاج بل تشمل مفهوما أوسع فالشركة المنتجة للسلع الملموسة تمارس عدد من الأنشطة يكون جزءا منها يختص بعملية التحويل والجزء الآخر يختص بالأنشطة اللازمة لعملية التحويل مثل الصيانة والنقد والترويج.



إن عملية تحويل الموارد إلى سلع وخدمات تجري في إطار نظام يطلق عليه (نظام الإنتاج Productive System) ويعرف بأنه مجموعة من العناصر المتداخلة التي تسعى إلى تحويل المدخلات إلى سلع وخدمات.

المدخلات Input

تمثل الموارد التي تدخل في عملية التحويل للحصول على سلع وخدمات متعددة الأشكال أو شكل واحد.

العمليات Processes

وتشير الى مجموعة من المعالجات التي تهدف إلى تحويل مدخلات نظام الإنتاج إلى سلع أو خدمات وان عمليات التحويل يمكن أن تجري داخل وحدات إنتاجية أو بواسطة الآلات .وتعد عملية التحويل العنصر الأساسي والمسؤول في نظام الإنتاج من خلال إضافة قيمة أو تحقيق منفعة ، وهناك عدة طرق للإضافة والمنفعة المتحققة:-

1- تغيير المدخلات من شكل إلى آخر أي إجراء معالجات التغيير بشكل المدخلات ويجعلها ذات شكل أكثر منفعة ويطلق عليها (المنفعة الشكلية).

2- تقليل المدخلات أو زيادة حجم المدخلات أو نقل المدخلات قد يزيد من قيمتها أو يحقق (منفعة مكانية).

3- خزن المدخلات من فترة إلى أخرى من شأنه زيادة بعض أنواع المدخلات بشرط أن لا تتعرض للتلف أو التقادم وأن تحقق (منفعة زمانية).

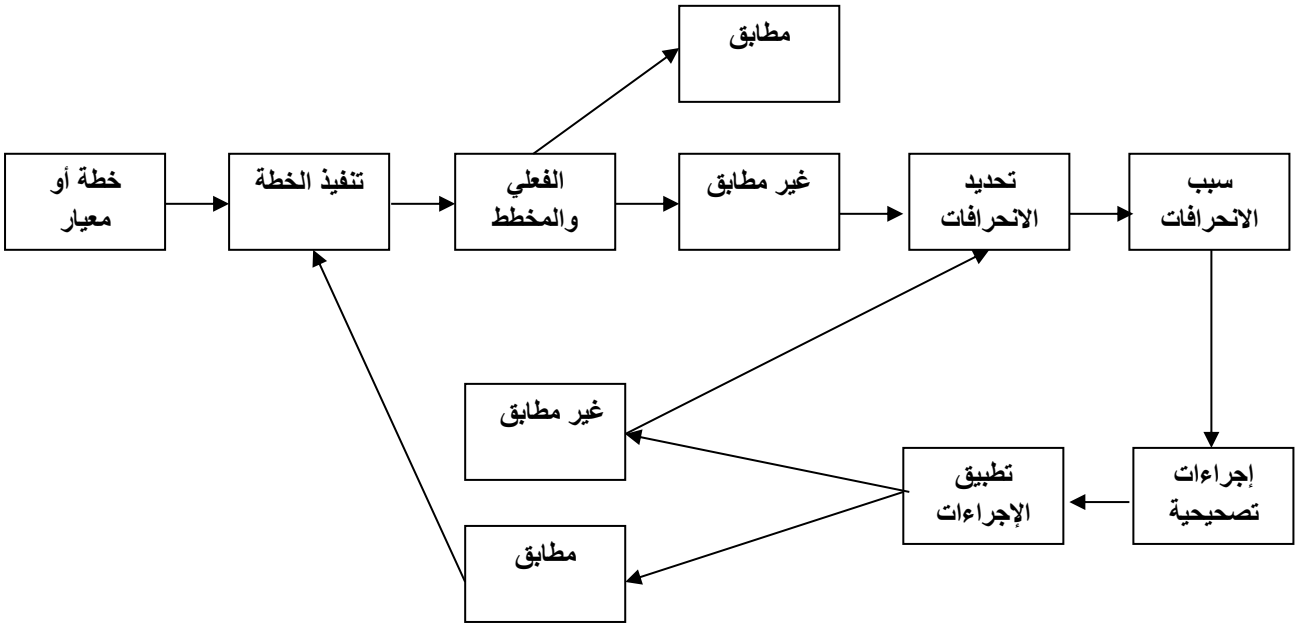
4- فحص المدخلات ونقصد بذلك أن تفحص المواد بشأنها زيادة قيمتها.

المخرجات Outputs

وهي حصيلة عملية التحويل وتتمثل بالسلع والخدمات إن السلع المنتجة تمر بقنوات متعددة قبل وصولها إلى المستهلك عكس الخدمات التي يتزامن استهلاكها مع إنتاجها.

التغذية العكسية Feedback

وهي العمليات المتمثلة بالمعلومات المرتدة من المجهزين أو المستهلكين ، والمخرجات يجب أن تحمل المواصفات وهذه التغذية تتمثل بتلك المعلومات التي يحصل عليها الأشخاص المسؤولين عن العمليات واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة.



الفرق بين السلعة والخدمة

السلعة	الخدمة
1- ملموسة ماديا	غير ملموسة
2- معمرة في أغلب الأحيان	سريعة التلف
3- يمكن نقلها من مكان إلى آخر	لا يمكن نقلها
4- يمكن تحويل ملكيتها	لا يمكن تحويل ملكيتها
5- الإنتاج لا يتزامن مع الاستهلاك	الإنتاج يتزامن مع الاستهلاك
6- يمكن تقييم الجودة قبل الاستهلاك	تقييم الجودة يتم بعد الاستهلاك
7- وسائل الإنتاج بعيدة عن المستهلك	وسائل الإنتاج لتقديم الخدمة قريبة على المستهلك
8- احتكاك الزبائن قليل بوسائل الإنتاج	احتكاك الزبائن عالي بوسائل تقديم الخدمة
9- المنتجات تباع في الأسواق المحلية والوطنية والدولية	تقدم الخدمة في الأسواق المحلية

الفصل الثاني

الإنتاج والإنتاجية

Production and Productivity

الإنتاجية هي مقدار العلاقة بين المخرجات والمدخلات أو هي القدرة على تكوين النتائج باستخدام عناصر الإنتاج المحددة أو هي حاصل قسمة المخرجات على المدخلات

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

حيث إن :- الإنتاجية =P

المخرجات = O

المدخلات = I

ويمكن تحديد وحدة قياس الإنتاجية من خلال وحدة قياس المخرجات ووحدة قياس المدخلات وهنا تظهر لنا حالتين:-

1) تكون خالية من وحدة القياس في حالة وحدة قياس المخرجات مساوية لوحدة قياس المدخلات ويجب التأكيد هنا إذا اختلفت وحدات قياس المدخلات فيجب توحيدها ،وفي أغلب الأحيان تحول الى وحدات نقدية.
2) تظهر وحدات قياس مركبة وتشمل وحدات قياس المدخلات والمخرجات حيث تشمل وحدة قياس المخرجات (البسط) على وحدة قياس المدخلات (المقام) .

قياس الإنتاجية Productivity Measurement

هناك ثلاث مقاييس للإنتاجية

1- الإنتاجية الكلية Total Productivity

وهي حاصل قسمة المخرجات الكلية على المدخلات الكلية

$$PT = \frac{OT}{IT} \times 100$$

$$PT = \frac{OT}{IT1+IT2+IT3....ITn}$$

2- الإنتاجية المتعددة العوامل Multifactor Productivity

وهي حاصل قسمة المخرجات الكلية على عنصرين أو أكثر من المدخلات بشرط أن تكون عدد العناصر أكبر من (1) وأقل من (nعدد العناصر) .

$$P_M = \frac{OT}{I_M} \times 100$$

حيث أن الإنتاجية متعددة العوامل = PM

المخرجات الكلية = OT

المدخلات متعددة العوامل $=I_M$

(عدد العوامل أكبر من 1 وأقل من n)

3- الإنتاجية الجزئية Partial-Factor Productivity

$$P_S = \frac{OT}{I_S} \times 100$$

حيث إن :- الإنتاجية الجزئية $=Ps$

المخرجات الكلية $=I_S$

المدخلات الجزئية (عنصر واحد فقط) $=Is$

ويمكن تقسيم الإنتاجية الجزئية الى :-

1) إنتاجية العمل (P_h) :-

$$P_h = \frac{OT}{I_h} \times 100$$

حيث إن :- إنتاجية العمل $=P_H$

مدخلات العمل $=I_h$

2) إنتاجية المواد الأولية (P_R) :-

$$P_R = \frac{OT}{I_R} \times 100$$

حيث إن :- إنتاجية المواد الأولية $=P_R$

مدخلات المواد الأولية $=I_R$

3) إنتاجية الأجور (P_W) :-

$$P_W = \frac{0T}{I_W} \times 100$$

حيث إن :- إنتاجية الأجور $= P_W$

مدخلات إنتاجية الأجور $= I_W$

4) إنتاجية الطاقة (P_E) :-

$$P_E = \frac{OT}{I_E} \times 100$$

حيث إن :- إنتاجية الطاقة $= P_E$

المدخلات من الطاقة $= I_E$

عند احتساب أو إيجاد الإنتاجية الكلية أو الإنتاجية المتعددة أو الإنتاجية الجزئية يتم مقارنتها مع فترات سابقة لنفس الشركة أو مقارنتها مع شركات أخرى ويتم ذلك من خلال حالتين:-

1) مؤشر الإنتاجية Productivity Index (PI)

$$PI = \frac{Pn}{Pb} \times 100$$

حيث إن :- إنتاجية سنة معينة $= P_n$

إنتاجية سنة الأساس $= Pb$

2) التغير في الإنتاجية Productivity Change (PC)

$$PC = \frac{Pn - Pb}{Pb} \times 100$$

حيث إن :- إنتاجية سنة معينة $= P_n$

إنتاجية سنة الأساس $= Pb$

هناك عدة طرق لتحسين الإنتاجية وهي :-

1- زيادة المخرجات مع ثبات المدخلات

مثال توضيحي// المدخلات = 4 والمخرجات = 8

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

$$P=\frac{8}{4}\times 100=200\%$$

إذا تم زيادة المخرجات =10

$$P=\frac{10}{4}\times 100=250\%$$

2- ثبات المخرجات مع تقليل المدخلات .

$$P=\frac{8}{3}\times 100=230\%$$

3- زيادة المخرجات بمعدل أكبر من زيادة المدخلات .

$$P=\frac{12}{5}\times 100=240\%$$

4- تخفيض المخرجات بمعدلات أكبر من تخفيض المدخلات .

$$P=\frac{7}{2}\times 100=350\%$$

5- زيادة المخرجات مع انخفاض المدخلات .

$$P=\frac{10}{2}\times 100=500\%$$

مثال (1)

الجدول الآتي يبين البيانات المستخلصة من سجلات إحدى الشركات المنتجة لأحد أنواع مساحيق الغسيل لعامي 2007-2008.

التفاصيل	2007	2008
كمية الإنتاج(وحدات)	426,400	693,000
ساعات العمل المباشرة	40,000	56,000
أجور العمل المباشرة(دولار)	360,000	700,000
الطاقة المستهلكةkw\h	700,000	800,000
كلفة الطاقة (دولار)	100,000	120,000
المواد الأولية المستخدمة(كغم)	240,000	370,000
كلفة المواد الأولية (دولار)	60,000	80,000

المطلوب/ حساب

1- الإنتاجية الكلية لعام 2007 و 2008.

2- الإنتاجية الجزئية (لأجور العمل المباشر ، والطاقة المستهلكة، والمواد الأولية).

3- الإنتاجية المتعددة العوامل للعمل والطاقة.

4- التغير في الإنتاجية لهذين العامين مع تفسير السبب.

5- مؤشر الإنتاجية لعام 2008.

الحل//

1- حساب الإنتاجية الكلية

$$\text{الانتاجية الكلية لعام 2007} = \frac{\text{المخرجات (وحدات)}}{\text{أجور العمل +كلفة الطاقة +كلفة المواد الأولية}} \times 100$$

$$= \frac{426400}{60000+100000+360000} \times 100$$

= 0.82% وحدة / دولار

$$\text{الانتاجية الكلية لعام 2008} = \frac{\text{المخرجات (وحدات)}}{\text{أجور العمل +كلفة الطاقة +كلفة المواد الأولية}} \times 100$$

$$= \frac{693000}{80000+120000+700000} \times 100$$

= 0.77% وحدة / دولار

2- حساب الإنتاجية الجزئية:

إنتاجية أجور العمل (2007)= $\frac{426400}{360000} \times 100$

= 1.18 وحدة / دولار

إنتاجية أجور العمل (2008)= $\frac{693000}{700000} \times 100$

= 0.99 وحدة / دولار

إنتاجية الطاقة (2007)= $\frac{426400}{700000} \times 100$

= 0.61 وحدة / KWH

إنتاجية الطاقة (2008)= $\frac{639000}{800000} \times 100$

= 0.87 وحدة / KWH

إنتاجية المواد الأولية (2007)= $\frac{426400}{240000} \times 100$

= 1.78 وحدة / كغم من المواد الأولية

إنتاجية أجور العمل (2008)= $\frac{639000}{370000} \times 100$

= 1.78 وحدة / كغم من المواد الأولية

3- حساب الإنتاجية المتعددة للعمل والطاقة

إنتاجية العمل والطاقة (2007)= $\frac{426400}{100000+360000} \times 100$

= 0.93 وحدة / دولار للعمل والطاقة

إنتاجية العمل والطاقة (2008)= $\frac{639000}{120000+700000} \times 100$

= 0.85 وحدة / دولار للعمل والطاقة

4- حساب التغير في الإنتاجية

$$\text{تغير الإنتاجية 2007 و 2008} = \frac{0.82 - 0.77}{0.82} \times 100 = \frac{0.77}{0.82} \times 100$$

$$= 6\% -$$

5- حساب مؤشر الإنتاجية 2008

$$\text{مؤشر الإنتاجية 2008} = \frac{0.77}{0.82} \times 100$$

$$= 94\%$$

مثال (2) واجب

يقوم قسم التجميع في شركة الهلال باستخدام ثلاث فئات من العمال درجة أولى وثانية وثالثة وتبلغ أجرة ساعة العمل لكل فئة (250,350,500)وحدة نقدية لكل فئة خلال الفصل الثالث والرابع من عام 2000.

خطة العمل	ساعات العمل	
	الفصل الثالث	الفصل الرابع
الأول	500	400
الثاني	300	400
الثالث	150	225
المخرجات	60000	750000

المطلوب//

1- حساب الإنتاجية للفصلين؟

2- ما هو مقدار التغيير في الإنتاجية ومؤشر الإنتاجية للفصل الرابع ،علما إن الإنتاج للفصل الرابع ازداد بنسبة (25%)عن الفصل الثالث الذي بلغ (600) وحدة؟

الحل//

الكفاءة والفاعلية Efficiency and Effectiveness

الكفاءة Efficiency:

تعرف على إنها القدرة على استغلال الموارد استغلالا صحيحا لتحقيق الأهداف وتحسب بالشكل التالي:-

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

حيث إن:- O_a= المخرجات الفعلية

I_a= المدخلات الفعلية

الفاعلية Effectiveness:

هي مقياس يوضح قدرة الشركة على تحقيق مجموعة من الأهداف وتحسب بالشكل التالي:-

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

حيث إن:- O_a= المخرجات الفعلية

O_p= المخرجات المخططة

مثال (3)

توفرت لديك لشركة معينة البيانات التالية:-

الإنتاج المخرجات =40000 وحدة ،المخرجات الفعلية = 1000000وحدة نقدية ،المخطط = 50000 وحدة .

المطلوب // أحسب الكفاءة إذا علمت أن هناك نسبة تلف (10%) ثم أحسب الفاعلية ؟

الحل//

الإنتاج الصالح = كمية المخرجات – الإنتاج التالف

= 40000 -(0.10×40000)

=40000 – 4000

= 36000 وحدة

كلفة الوحدة الواحدة = 1000000 ÷ 40000

= 25 دولار

قيمة الإنتاج الصالح (المخرجات)= 25×36000

= 900000 دولار

$$100 \times \frac{40000}{500000} 900000$$

الكفاءة = ———— ×100

1000000

= 90%

40000

الفاعلية = ———— ×100

1000000

= 80%

الفرق بين الكفاءة والفاعلية

الكفاءة	الفاعلية
تهتم من خلال أن تعمل الأشياء بشكل صحيح	أن تعمل الأشياء الصحيحة
هي حاصل قسمة المخرجات الفعلية على المدخلات الفعلية	هي حاصل قسمة المخرجات الفعلية على المخرجات المخططة
هي مقياس للمستويات التشغيلية	هي مقياس لأداء المنظمة ككل
تتأثر بتقليل الضياعات	تتأثر بتكاليف التشغيل الخاص بنظام الإنتاج وجودة الإنتاج والطاقة الإنتاجية ومعدل الإنتاج

الفصل الثالث

التنبؤ

Forecasting

هو تقدير الأحداث المستقبلية ومدى التغيرات التي يمكن أن تطرأ عليها ويقسم التنبؤ الى :-

1- التنبؤ الاقتصادي :-

ويهتم بدراسة التغيرات والأحداث الاقتصادية واتجاهاتها المستقبلية ويبين هذا النوع من التنبؤ الدورات الاقتصادية الناتجة عن معدلات التضخم والانكماش والتغير بالأسعار.

2- التنبؤ التكنولوجي :-

ويهتم بدراسة وتقدير التغيرات التكنولوجية للمستقبل وخاصة فيما يتعلق بظهور منتجات جديدة والاحتياج إلى معدات جديدة .

3- التنبؤ بالطلب:-

هو تقدير حجم المبيعات أو الطلب خلال مدة زمنية محددة للمستقبل والتنبؤ بالطلب يهتم بمبيعات الشركة ويفيد ذلك في تخطيط كمية الإنتاج. وبشكل عام يمكن تقسيم هذا النوع من التنبؤ وحسب الفترة الزمنية الى :-

1) التنبؤ قصير الأمد Short- Rang forecast:- يغطي هذا النوع مدة زمنية لا تزيد عن السنة ، وتستخدم الشركات هذا النوع من التنبؤ أيضا لتغطية مدة بحدود 3 أشهر وذلك لتنبؤ مشتريات الشركة ، جدولة الأعمال ، القوى العاملة اللازمة ، مستويات الإنتاج.
2) التنبؤ متوسط الأمد Medium-Rang Forecast:- وتمتد المدة الزمنية للتنبؤ من 3 أشهر إلى 3 سنوات ويستخدم هذا النوع من التنبؤ في تخطيط المبيعات ، تخطيط الإنتاج والميزانية ، تخطيط الإيرادات ، وتحليل مختلف خطط العمليات.
3) التنبؤ طويل الأمد Long-Term Forecasting:- وتمتد المدة الزمنية هنا لتغطي 3 سنوات أو أكثر في المستقبل ويستخدم هذا النوع من التنبؤ في المجالات التالية : التخطيط لسلع أو خدمات جديدة ، اختيار موقع العمل ، أو نشاطات البحث والتطوير.

خطوات التنبؤ بالطلب Steps of Demand Forecasting

بالنظر لأهمية نشاط التنبؤ فلقد أصبح هذا النشاط مهما في معظم الشركات ، وفيما يلي نلخص خطوات التنبؤ:-

1- **تحديد متطلبات التنبؤ**: أي تحديد القرار أو القرارات التي تتخذ بالاعتماد على نتائج التنبؤ . فمثلا يمكن أن تستخدم نتائج التنبؤ في اتخاذ قرارات الطاقة أو في تخطيط الاحتياجات من المواد اللازمة للإنتاج أو في تخطيط الاحتياجات من القوى العاملة.

2- **تحديد الهدف من التنبؤ**: أي هل التنبؤ سيجري لسلعة واحدة أو لمجموعة من السلع؟ وهل سيجري التنبؤ لمنتوج مرتفع الثمن أو منخفض الثمن ؟ فهناك فرق بين تنبؤ الطلب على الحاسبات الالكترونية وتنبؤ الطلب على الدبابيس.

3- **تحديد المرحلة التي وصل إليها المنتوج** في دورة حياته لان ذلك من شأنه إن يؤثر في اختيار الفترة التي سيغطيها التنبؤ قصير الأمد أو طويل الأمد.

4- **تحديد أسلوب التنبؤ:** أي هل أن الأسلوب الذي سيعتمد كمي أو نوعي أو مزيج من النوعين؟ ولقد ثبت عمليا بان أفضل أساليب التنبؤ هي التي تجمع بين الأساليب الكمية والخبرة الشخصية.

5- **جمع البيانات اللازمة لإجراء التنبؤ:** من مصادر موثوقة تمهيدا لإجراء التنبؤ، ومصادر البيانات متعددة منها : سجلات مبيعات الشركات ، الوسطاء ، رجال البيع، مديرو الفروع، المديرون التنفيذيون .....الخ.

6- **إجراء التنبؤ**: تطبيق الأسلوب الملائم للتنبؤ المطلوب بحيث يتوافق مع ذلك الطلب .

7- **مراجعة نتائج التنبؤ** عن طريق حساب الخطأ بين التنبؤ والطلب الحقيقي واتخاذ إجراءات تصحيحية لجعل التنبؤ قريبا من الطلب الحقيقي، ومن هذه الإجراءات مثلا: تحديث البيانات ، تغيير ثوابت الأسلوب الكمي المعتمد ، أو اعتماد أسلوب كمي أو نوعي آخر.

8- **حساب خطأ التنبؤ :** ويتم ذلك من خلال إيجاد مربع الفرق بين الطلب الفعلي والطلب المتنبئ به ويتم اضافة وطرح ذك الفرق أو ضعفي الفرق أو ثلاث أضعاف الفرق وهذا يعتمد على مستوى الثقة.

عناصر الطلب Demand Components

يتمكن مدير العمليات من دراسة نمط الطلب على المنتج من خلال البيانات الماضية عن الطلب وتقدم على شكل سلاسل زمنية والتي هي عبارة عن مجموعة من المشاهدات عن

إحدى الظواهر ، الطلب مثلا ،مرتب بحسب الفترات الزمنية لحدوثها (يوم، أسبوع، شهر.....الخ) وتتكون السلسة الزمنية من خمسة عناصر وهي :-

1- **المتوسط Average**: ويمثل مجموع الطلب لعدد الفترات مقسوما على تلك الفترات مثل مجموع المبيعات الأسبوعية في السنة مقسومة على 52 أسبوعا.

2- **الاتجاه Trend**: ويشير إلى الزيادة المضطردة أو التناقص المضطرد في الحركة العامة للسلسلة ، كالتغيير في الدخل ، السكان، استهلاك الطاقة.

3- **الأثر الموسمي Seasonal Influence**:ويشير إلى نمط الطلب الذي يعيد نفسه أو يتكرر بعد مرور فترة معينة مثل أسبوع، شهر أو فصل.

4- **الأثر الدوري Cyclical Influence**: ويشير الى النمط الذي يظهر بشكل دوري في السلسلة بين مدة طويلة (10 سنوات مثلا) وأخرى.

5- **الخطأ العشوائي Random Error**: وتشير هذه الأخطاء الى التغيرات التي تحصل للطلب لأسباب غير معروفة لذلك فان الخطأ العشوائي لا يمكن تنبؤه لأنه ينطوي على نمط معين.

نمط الطلب	نمط الأسلوب (أسلوب التنبؤ)
الطلب المستقر	المعدل البسيط ، المعدل المتحرك ، المعدل الموزون
الطلب الاتجاهي	المربعات الصغرى ، الانحدار البسيط
الطلب الموسمي	النماذج السببية المتمثلة بالانحدار البسيط والانحدار المتعدد
الطلب الدوري	أساليب وصفية وكمية
الطلب العشوائي	الأساليب الوصفية فقط (الحدسية)

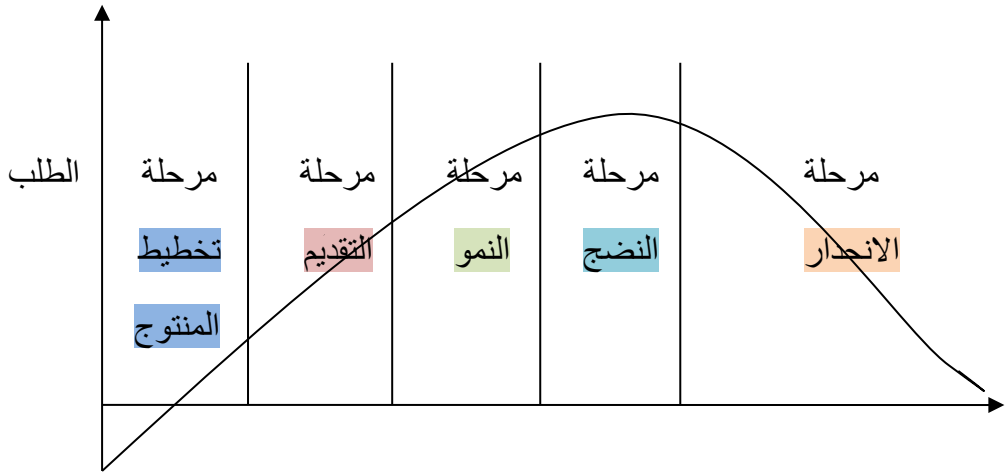
العوامل المؤثرة في الطلب Factors Affecting Demand

1- **العوامل الداخلية Internal Factors**: وهي مجموعة الأحداث والإجراءات الناتجة من داخل الشركة.

2- **العوامل الخارجية External Factors**: وهي الأحداث التي تؤثر على طلب منتجات الشركة من خارج حدودها ولا يمكن السيطرة عليها.

التنبؤ ودورة حياة المنتوج

تتكون دورة حياة السلع والخدمات عموما من خمس مراحل وكما موضح بالشكل أدناه:



من الشكل أعلاه عند الوصول الى مرحلة الانحدار وهنا يجب وضع خطة أما ان نقوم بتغيير المنتج أو تطويره وبعد ذلك تبدأ المراحل من جديد.

الأساليب الكمية للتنبؤ

أولا // معادلة خط الانحدار

$$y = a \pm bx$$

حيث إن: متغير تابع=y

متغير مستقل= x

(a , b) ثوابت تعتمد على قيمة x , y

$$B = \frac{\sum_{I=1}^{n} X\,y - n\,x\,y}{\sum X^2 - n\,(X)^2}$$

$$a = y - bX$$

$$X=\frac{\sum X}{n}$$

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

مثال (4)

البيانات التالية تمثل حجم المبيعات لبيانات سابقة والمطلوب إيجاد المبيعات للسنتين التاليتين؟

X	Y	X	XY	X^2
2010	800	1	800	1
2011	850	2	1700	4
2012	820	3	2460	9
2013	900	4	3600	16
2014	930	5	4650	25
المجموع	4300	15	13210	55

الحل//

$$X=\frac{15}{5}=3$$

$$y=\frac{4300}{5}=860$$

$$b=\frac{13210-5\times3\times860}{55-5\times(3)^2}$$

$$b=31$$

$$a=860-31\times3=76$$

$$\hat{y}_{2015}=767+31\times6=953$$

ثانيا// طريقة الرتب

$$r=1-\frac{6\sum d^2}{n(n^2-1)}$$

حيث أن d= الفرق بين الرتب

ويجب التأكد على شيئين:-

1- إشارة المقدار إذا كانت موجبة فالعلاقة بين المتغيرين طردية أما إذا كانت سالبة فالعلاقة عكسية.

2- مقدار الارتباط كلما كان قريب من (1) الصحيح فالعلاقة قوية.

$$-1 \leq r \leq 1$$

3- إذا ظهرت العلاقة قوية سواء كانت طردية أو عكسية يمكن استخدام طريقة المربعات الصغرى وإذا ظهر العكس يجب البحث عن طريقة أخرى.

4- المتغير المطلوب تقديره يمثل (y) والمتغير المعلوم يمثل (x).

مثال (5)

البيانات التالية تمثل عدد السيارات وعدد الإطارات والمطلوب تقدير عدد الإطارات للسنتين التاليتين إذا علمت أن عدد السيارات للسنتين التاليتين (22 ، 26) على التوالي الوحدات بالآلاف .

السنة	عدد السيارات(x)	عدد الإطارات(y)	dx رتب x	dy رتب y	d	d^2
2011	5	1	1	1	0	0
2012	7	2	2	2	0	0
2013	10	5	3	4	-1	1
2014	11	4	4	3	1	1
2015	15	7	5	5	0	0
2016	17	8	6	6	0	0
2017	18	11	7	7	0	0
2018	20	13	8	8	0	0
المجموع	104	51	//////////	//////////	0	2

الحل//

$$r = 1 - \frac{6\sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$r = 1 - \frac{6 \times 2}{8(64 - 1)}$$

$$= 0.977$$

نلاحظ أن الإشارة موجبة

إذن العلاقة طردية وقوية وعلى هذا الأساس يمكن التنبؤ بالإطارات على ضوء عدد السيارات.

لتكملة الحل //

السنة	عدد السيارات(x)	عدد الإطارات(y)	xy	x^2
2011	5	1	5	25
2012	7	2	14	49
2013	10	5	50	100
2014	11	4	44	121
2015	15	7	105	225
2016	17	8	136	289
2017	18	11	198	324
2018	20	13	260	400
المجموع	104	51	812	1533

$$x = \frac{104}{8} = 13$$

$$y = \frac{51}{8} = 6.375$$

$$b=\frac{812-(8)(13)(6.375)}{1533-(8)(13)^2}$$

$$=0.8232$$

$$a=6.375-(0.8232)(13)$$

$$=-4.3255$$

$$Y_{2019}=-4.3255+(0.8232)(24)$$

$$=17.6777$$

ثالثا// طريقة الأرقام القياسية:

تقوم هذه الطريقة على أساس توزيع الكمية المتنبئ بها حسب الفصول أو حسب المناطق الجغرافية أو حسب المصانع وذلك نتيجة التفاوت بالإنتاج أو الاستهلاك أو الطاقة الإنتاجية أو ظروف البيئة الاقتصادية.

مثال (6)

البيانات التالية تمثل مبيعات إحدى الشركات موزعة حسب الفصول والمطلوب// تقدير الكمية (التنبؤ بالكمية) حسب الفصول إذا علمت أن الكمية المقدرة للسنة التالية هي (136) وحدة.

السنة	Q1	Q2	Q3	Q4	المجموع
2014	7	8	15	12	42
2015	8	10	20	17	55
2016	10	15	25	20	70
2017	12	13	30	25	80
2018	15	20	35	30	100
المجموع	52	66	125	104	347

لحل طريقة الأرقام القياسية نتبع الخطوات التالية:-

1- إيجاد المجموع للفترات الزمنية والحالات المطلوب تقديرها ففي هذه الحالة نجد المجموع لكل سنة ولكل فصل (مجموع الأعمدة = مجموع الصفوف) .

2- إيجاد الوسط الحسابي للحالة المطلوبة (لكل فصل).

$$Q = \frac{\sum Q}{n}$$

$$Q_1 = \frac{52}{5} = 10.4$$

$$Q_2 = \frac{66}{5} = 13.2$$

$$Q_3 = \frac{125}{5} = 25$$

$$Q_4 = \frac{104}{5} = 20.8$$

3- إيجاد متوسط المتوسطات للفصول

$$Q = \frac{\sum Q}{n}$$ -4

5- إيجاد الرقم القياسي لكل فصل والناتج من حاصل قسمة الوسط الحسابي للفصل على متوسط المتوسطات

$$SQ = \frac{Q}{Q}$$

$$SQ_1 = \frac{10.4}{17.35} = 0.60$$

$$SQ_2 = \frac{13.2}{17.35} = 0.76$$

$$SQ_3 = \frac{25}{17.35} = 1.44$$

$$SQ_4 = \frac{20.8}{17.35} = 1.20$$

ملاحظة // يجب ان يكون مجموع الأرقام القياسية يساوي عدد الحالات المطلوب توزيعها ففي هذا المثال يجب أن يكون مجموعه يساوي 4.

6- إيجاد القيمة المقدرة لكل فصل وهو حاصل قسمة الكمية المطلوب توزيعها مقسوما على عدد الفصول أي مقسوما على 4 مضروبا بالرقم القياسي لكل فصل:

$$FQ_1 = \frac{136}{4} \times 0.60 = 20.3$$

$$FQ_2 = \frac{136}{4} \times 0.76 = 25.9$$

$$FQ_3 = \frac{136}{4} \times 1.44 = 49$$

$$FQ_4 = \frac{136}{4} \times 1.20 = 40.8$$

رابعا // التنبؤ بالطلب المستقر

هناك عدة طرق للتنبؤ في ظل الظروف الطبيعية أي أن المتغيرات في هذه الظروف تكون شبه ثابتة بحيث يكون التغير محدود أو بسيط ، ومن هذه الطرق :-

1- طريقة الوسط البسيط أو الوسط الحسابي:

$$F=\frac{\sum^{n} D_l}{n}$$

حيث أن :- D = الطلب الحقيقي

F = الطلب المتنبئ به

l = عدد المتغيرات

n= عدد الفترات الزمنية

2- طريقة الوسط الموزون أو المعدل الموزون أو الوسط الحسابي المرجح : وهذه الطريقة تعتمد على إعطاء أوزان نسبية لغرض إظهار الأهمية النسبية لكل فترة من الفترات أو لكل كمية من الكميات .

$$F_l=\frac{\sum D_l W_l}{\sum W_l}$$

حيث أن :- W_l = الوزن لكل فترة

إذا كان W_l كسر عشري $F_l=\sum D_l W_l$

ملاحظة مهمة // $\sum DW \neq \sum D_l \sum W_l$

مثال (7)

من البيانات التالية التي تمثل الطلب السنوي لسبع سنوات والمطلوب // تقدير الطلب للفترة اللاحقة؟

الطلب D		W_l	DW
15		2	30
13		3	39
12		2	24
10		1	10
15		3	45
20		4	80
15		5	75
المجموع	100	20	303

الحل //

$$F=\frac{\sum^{n} D_I}{n}=\frac{100}{7}=14.3$$

$$F=\frac{\sum DW}{\sum W}=\frac{303}{20}=15.15$$

في ضوء البيانات السابقة بالاعتماد على 3 سنوات الأخيرة وظهر الوزن النسبي لتلك السنوات الثلاث (0.2، 0.3، 0.5) على التوالي والمطلوب // تقدير الكمية المنتجة للسنة اللاحقة ؟

D	W_I	DW_I
15	0.3	4.5
20	0.4	8
15	0.3	4.5
المجموع	1	17

$$F_I=\sum D_I W_I$$

$$=17$$

في بعض الحالات قد يكون هناك فترتين خالية من الوزن النسبي فيتم إيجاد المتمم ويقسم بالتساوي بين الفترتين .

ملاحظة //

عند التنبؤ بالاعتماد على تسلسل الفترات الزمنية السابقة يتم احتساب الوزن النسبي من خلال قسمة تسلسل الفترة على مجموع الفترات الزمنية وعلى هذا الأساس سوف يظهر أن تأثير الفترات الأخيرة أكثر تأثيرا.

الفترة		الطلب D	الوزن النسبي
1		15	15×1/28=0.04
2		13	0.07
3		12	0.11
4		10	0.14
5		15	0.18
6		20	0.21
7		15	0.25
المجموع	28	100	1

خامسا // التنبؤ بالطلب المستقر بطريقة التسوية الأسية أو التعديل ألأسي:

تعتمد هذه الطريقة على فرضية أن فترة التنبؤ تتأثر تأثرا كبيرا بخطأ التنبؤ للفترة السابقة مباشرة ، وبموجبها نستطيع استبعاد المؤثرات الداخلية للشركة ويمكن تلخيص هذه الطريقة بالخطوات التالية :-

1) الاعتماد على الفترة السابقة للتنبؤ.
2) احتساب خطأ التنبؤ لهذه الفترة.

(D- F) = خطأ التنبؤ

الفرق بين الطلب الحقيقي والطلب المتنبئ به

3) تعديل خطأ التنبؤ باستخدام معادلة تعديل معين.

أما معامل التعديل ألأسي (α)ويتراوح بين الصفر والواحد الصحيح ويستخدم في تعديل خطأ التنبؤ من خلال ضربه في خطأ التنبؤ:

$$\alpha = D_t - F_t$$

t = الفترة الزمنية

وعلى هذا الأساس سوف يكون الطلب المتنبئ به للفترة اللاحقة على أساس الفترة السابقة:

$$F_{t+1} = F_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - F_{t-1})$$

t-1 = فترة سابقة t+1 = فترة لاحقة

مثال (8)

ظهرت للإحدى الشركات العراقية أن تنبؤ الطلب على منتجاتها في شهر شباط هو (500) وحدة والطلب الحقيقي لنفس الشهر (620) وحدة . والمطلوب // تقدير الطلب لشهر آذار إذا علمت أن معامل التعديل ألأسي هو(30%)؟

الحل //

$$F_{t+1}=F_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - F_{t-1})$$

آذار شباط شباط شباط

$$=500+0.30(620-500)$$

$$=536 \text{ وحدة}$$

ولغرض استبعاد التأثيرات الخارجية يتم من خلال تحديد الاتجاه العام وثابت الاتجاه العام . بالنسبة الى ثابت الاتجاه العام يتم تحديده من خلال جداول اقتصادية أما الاتجاه العام الخاص بالشركة يحسب وفق المعادلة التالية:-

$$F_tT_t=F_t+T_t$$

حيث أن :- التنبؤ بالاتجاه العام = F_tT_t

التنبؤ بالطلب بعد استبعاد المؤثرات الداخلية = F_t

الاتجاه العام = T_t

$$T_{t+1}=T_{t-1}+\beta(F_{t+1}-F_{t-1})$$

حيث أن :- معامل الاتجاه العام (استبعاد المؤثرات الخارجية)= β

مثال (9)

افترض أن الطلب لأحد المنتجات خلال الشهر السادس من عام 2014 بلغ (1000) وحدة وان الطلب المقدر التنبؤ به لنفس الشهر (800) وحدة فما هو الطلب المقدر للفترة اللاحقة باستخدام التعديل الاسي إذا كان معامل التعديل الاسي (20%) ومعامل الاتجاه العام (30%) مع العلم إن الاتجاه العام للشهر السادس هو (10) ؟

الحل //

1) احتساب التنبؤ بطريقة معامل التعديل الاسي اي استبعاد المؤثرات الداخلية:-

$$F_7=F_6+\alpha(D_6-F_6)$$

$$=800+0.20(1000-800)$$

$$=840 \quad \text{وحدة}$$

2) احتساب الاتجاه العام للشهر السابع:-

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

$$=10+0.30(840-800)$$

$$=22$$

3) احتساب التنبؤ بالاتجاه العام:-

$$F_tT_t=F_t+T_t$$

$$F_7T_7=F_7+T7$$

$$=840+22$$

$$=862$$

سادسا // متوسط الانحراف المطلق Mean Absolute Deviation (MAD)

يعتمد هذا المقياس أو المعيار على الانحرافات ما بين الطلب الحقيقي والطلب المقدر والفرق بين المقدارين أو الكميتين قد يكون موجبا أو سالبا ولغرض التخلص من الإشارة السالبة نقوم بأخذ القيمة المطلقة أي إهمال الإشارة ومتوسط القيمة المطلقة هو حاصل قسمة مجموع القيم المطلقة للفروقات على عددها.

$$MAD=\frac{\sum|D-F|}{n}$$

مثال (10)

اوجد متوسط الانحراف المطلق للبيانات التالية :-

n	D	F	(D-F)	|D-F|	∑|D-F|	MAD
1	50	50	0	0	0	0
2	45	50	-5	5	5	2.5
3	50	47.5	2.5	2.5	7.5	2.5
4	55	48.75	6.25	6.25	13.75	3.44
5	45	51.87	-6.87	6.87	20.62	4.12

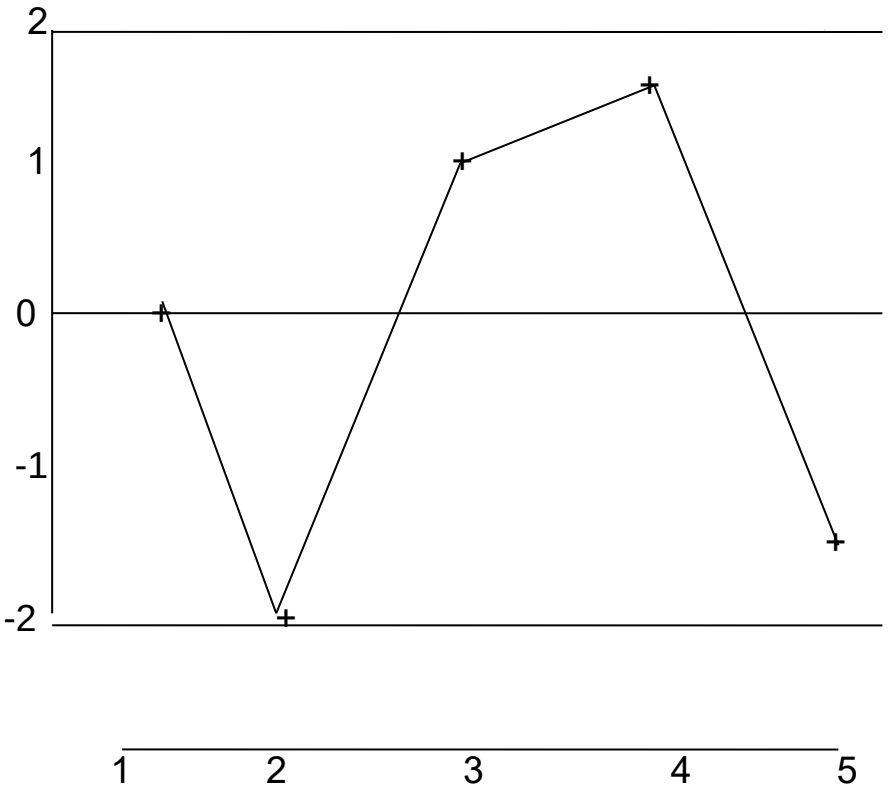
سابعا // علامة التجاوز (T.S) Tracking Signal

تستخدم هذه العلاقة لأغراض تحديد اتجاه الانحراف أما موجب أو سالب بالمقارنة مع متوسط الخطأ المطلق لهذه الانحرافات وهي ناتجة من حاصل قسمة مجموع الانحرافات ما بين الطلب الحقيقي والطلب المتنبئ به على كتوسط الانحرافات المطلق:

$$T.S = \frac{(D-F)}{MAD}$$

بالرجوع إلى المثال السابق أوجد علامة التجاوز إذا علمت أن الانحراف المسموح به(±1.5)؟

MAD	T.S
0	0
2.5	- 2
2.5	1
3.44	1.81
4.12	- 1.66



داخل السيطرة

ثامنا // مربع متوسط الخطأ (MSE)

وهو أحد المؤشرات التي توضح الخطأ الحاصل ما بين الطلب الحقيقي والطلب المقدر وهو ناتج حاصل قسمة مجموع مربعات الفرق بين الطلب الفعلي والمتوقع:

$$MSE=\frac{\sum(D-F)^2}{n}$$

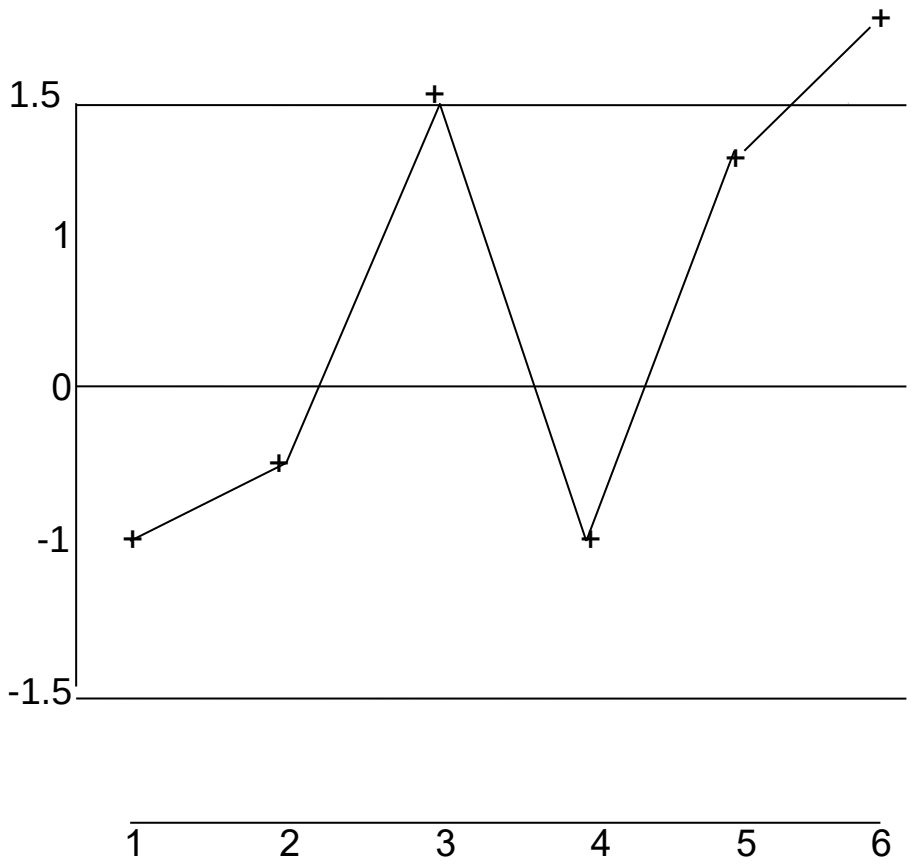
ويمكن إيجاد الانحراف المعياري بالاعتماد على مربع متوسط الخطأ وهو يمثل جذر مربع المتوسط :

$$S=\sqrt{MSE}$$

مثال (11)

البيانات التالية تمثل الطلب الحقيقي والطلب المتنبئ به لفرات زمنية . المطلوب // رسم مخطط التجاوز إذا علمت أن الانحراف المسموح به هو (±1.5) ثم احسب متوسط الخطأ والانحراف المعياري؟

n	F	D	(D-F)	|D-F|	∑|D-F|	MAD	T.S	$(D-F)^2$	$\sum(D-F)^2$	MSE	S
1	200	180	-20	20	20	20	-20/20=-1	400	400	400	20
2	200	190	-10	10	30	15	-0.6	100	500	250	15.8
3	200	230	30	30	60	20	1.5	900	1400	460	21.6
4	220	200	-20	20	80	20	-1	400	1800	450	21.2
5	220	250	30	30	110	22	1.36	900	2700	540	23.2
6	220	280	60	60	170	28	2.16	3600	6300	1050	32.4



التنبؤ ضمن حدود الانحراف المسموح به ما عدا الفترة الأخيرة خارج الحدود المسموح به

الفصل الرابع

اختيار موقع المصنع

Plant Location

يعد اختيار موقع المصنع من القرارات المهمة والصعبة التي تواجه الشركات الصناعية ويرجع السبب في ذلك إلى ضخامة حجم الاستثمارات المالية الموظفة في المصانع المنشأة حديثا أو في المصانع القديمة ، والى كون هذا القرار يرتبط باستراتيجيات طويلة الأمد تؤثر في مستقبل الشركة ونجاحها الى حد كبير ، ومن تلك الاستراتيجيات مثلا استراتيجية تجهيز المواد الخام واستراتيجيات التسويق ، واستراتيجيات التخزين . ويشمل مفهوم اختيار موقع المصنع البحث عن موقع المصنع الذي ينشأ أول مرة ، أو المصنع الذي ينشأ إلى جانب مصانع أخرى تابعة لشركة واحدة ويمتد هذا المفهوم ليشمل أيضا ، اختيار موقع المخازن التابعة للشركة سواء أكانت هذه المخازن للمواد المصنعة ، أم نصف المصنعة أم للمواد الخام وذلك لأن نشاط التخزين يعد مكملا لنشاط الإنتاج .

ولغرض اختيار أي موقع هناك عدة عوامل من ضمنها التكاليف وأمور أخرى يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار يتم دراستها ضمن دراسة الجدوى ، وأهم هذه العوامل :-

أولا // العوامل الاقتصادية : وتشمل :-

1- القرب أو البعد عن الأسواق .
2- القرب أو البعد عن المواد الأولية .
3- مدى توفر شبكات النقل .
4- مدى توفر الطاقة المحركة .
5- مدى توفر الأرض وتكاليفها .
6- مدى توفر مصادر المياه .
7- مدى ملائمة شبكات النقل للموقع .
8- الموارد البشرية المتوفرة .

ثانيا // العوامل الاجتماعية : وتشمل :-

1- اتجاهات المجتمع .
2- نوعية أساليب الحياة .
3- مدى توفر وسائل الخدمات ز
4- مدى توفر المدارس والكليات .

5- مدى توفر الخدمات الصحية والمستشفيات .

6- متطلبات المسؤولية الاجتماعية .

ثالثا // العوامل الطبيعية ك وتشمل :-

1- ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة .

2- مدى توفر الأمطار .

3- طبيعة الأرض وملائمتها لوسائل الإنتاج .

- بالإضافة إلى ذلك هناك ثلاث اتجاهات لاختيار الموقع :-

1) التوجه للضواحي .

2) التوجه للمدن الصناعية .

3) التوجه بالمنافسة .

- ويضاف في نفس الوقت اتجاه رابع وهو نسبي يتمثل بالمسؤولية الاجتماعية ، أي اختيار الموقع الذي يقلل الضرر الاجتماعي .

دراسة الجدوى للمشاريع الصناعية

يقصد بدراسة الجدوى للمشاريع هي مجموعة الأساليب العلمية التي تستخدم جميع الوسائل لغرض جمع وتحليل البيانات والتوصل إلى نتائج تحدد مدى صلاحية المشروع.

وتعد دراسة الجدوى عملية مستمرة حيث إنها تشمل المشاريع الجديدة والمشاريع القائمة والمستجدة (مثلا حالات توسع المشروع القائم أو إضافة خط إنتاجي جديد أو منتج جديد) وعلى الرغم من أن معظم دراسات الجدوى تغطي نفس المجالات المطلوبة إلا انه يمكن ملاحظة وجود بعض الاختلافات في نواحي التوجه والتركيز طبقا لنوع الصناعة.

أهمية دراسة الجدوى

1- تعتبر كاستثمار حيث ترتبط ارتباطا ماليا بهدف تحقيق منافع متوقعة مستقلا أو تكاليف لمشاريع استثمارية، وفي أغلب الأحيان ترغب الإدارة في التعرف مقدار الأموال التي تحتاج إليها في الفترات المقبلة لغرض توفيرها .

2- ترتبط الشركات أو المنشآت في أغلب الأحيان بالأصول المتخصصة لمدة طويلة من خلال المشاريع الاستثمارية وهنا يتطلب دقة في الاختيار.

3- إن اختيار الأصول الثابتة المتخصصة يؤثر على الطاقة الإنتاجية للمشروع وعلى طبيعة المنتجات وعلى الكلف.

4- حدوث بعض التغييرات في الظروف الاقتصادية أو الظروف التشغيلية خلال العمر الإنتاجي والاستثماري للمشروع مما يؤدي إلى تأثير على مستقبل المشروع اقتصاديا.

عنوان دراسة الجدوى

لغرض تحديد جدول مشروع ما لابد من إجراء مجموعة من الدراسات المتخصصة ويمكن تلخيصها بما يلي:-

1- دراسة الجدوى البيئية : ونعني بها التأكد من مدى توافق وانسجام المشروع مع البيئة.

2- دراسة الجدوى التسويقية : ويقصد بها دراسة السوق لغرض تسويق المنتج المراد تقديمه الى السوق من خلال التنبؤ بالطلب.

3- دراسة الجدوى الهندسية والفنية : ويقصد بها كافة الدراسات المرتبطة بالتكنولوجيا التي سوف يستخدمها المشروع في إنتاج منتجاته من السلع والخدمات.

4- دراسة الجدوى المالية : ونعني بها كافة التقديرات الخاصة بالأصول اللازمة للإنشاء وتشغيل المشروع ودراسة الجدوى المالية وتحويل تلك التقديرات إلى تقديرات كلفوية سواء كانت خاصة بالتكاليف الاستثمارية أو خاصة بالتكاليف التشغيلية.

5- دراسة الجدوى التجارية : تهتم بتحديد المعايير الخاصة بالمشروع ومن أهم هذه المعايير:-

- فترة الاسترداد.
- المعدل المتوسط / العائد.
- صافي القيمة الحالية.
- تحليل الكلف والعائد.
- المعدل الداخلي للعائد.
- تحليل الحساسية.

الاعتبارات الأساسية في تقييم المشاريع الصناعية

إن تقييم المشاريع الصناعية لا تتم إلا بعد الانتهاء من دراسة الجدوى وهناك الكثير من المعوقات التي تظهر عند تقييم المشاريع الصناعية ومن أهمها :-

1- صعوبة فصل النتائج المتداخلة بسبب تعدد وتنوع العوامل الداخلية في المشروع الصناعي.

2- صعوبة الحصول على البيانات الإحصائية الدقيقة .

3- صعوبة تحديد المدى الإقليمي للمشروع الصناعي .

وللتقييم لابد من مراعاة عدد من الشروط :-

1- المعرفة الدقيقة لحجم المواد اللازمة لتنفيذ وتشغيل المشروع.
2- وضوح طبيعة وحجم مخرجات المشروع من السلع والخدمات (الطاقة الإنتاجية).
3- الدراسة المتكاملة للجدوى الاقتصادية المتعلقة بالمشروع.
4- المعرفة الدقيقة والتفصيلية لمراحل تنفيذ المشروع وعمره الإنتاجي.
5- قابلية قياس وتقييم مدخلات ومخرجات المشروع .

التقييم المالي للمشروع

إن التقييم المالي للمشروع الصناعي يتطلب عدد كافي من البيانات المالية المتعلقة بتكاليف الإنتاج المحلية والمستوردة وسعر البيع والتدفقات النقدية لكل سنة من السنوات لعمر المشروع وهناك العديد من الطرق التي يمكن استخدامها منها لا تأخذ بالاعتبار القيمة الزمنية للنقود ومنها المعايير التي تأخذ في الاعتبار القيمة الزمنية للنقود ومن أهم هذه المعايير:-

أ- فترة الاسترجاع (فترة استرجاع رأس المال)

ويقصد بفترة الاسترداد هي الفترة الزمنية المطلوبة لاسترداد مجموع تكاليف الاستثمار عن طريق الإيرادات النقدية من ذلك الاستثمار، ويمكن احتساب فترة الاسترداد من خلال حاصل قسمة:

كلف استثمار المشروع / الإيرادات النقدية السنوية

ب- معدل العائد المحاسبي أو العائد على الاستثمار

العائد المحاسبي هو عبارة عن سعر الفائدة الذي يجعل القيمة الحالية لصافي عائد النقد المتوقع من الاستثمار مساوي للقيمة الحالية من الاستثمار فالعائد على الاستثمار هو حاصل قسمة:

متوسط صافي الربح السنوي بعد الضرائب خلال عمر المشروع

متوسط قيمة الاستثمار على المشروع

أو يمكن حسابه بطريقة أخرى هي :

صافي الربح

صافي مجموع الموجودات

ولغرض المفاضلة بين المشاريع فالمشروع الذي يعطي أكبر عائد يعتبر هو الأفضل

مثلا مشروع يحتاج إلى مبلغ (300)إلف وحدة نقدية (كلف استثمار) لغرض الإنشاء وقد قدر صافي الإيرادات النقدية (75000) دينار فما هي فترة الاسترداد

$$\text{فترة الاسترداد} = \frac{300000}{75000} = 4 \text{ سنة}$$

مثال(12)

يراد إنشاء مشروع صناعي يتكون من مكائن ومعدات من خلال الاستبدال والتطوير بسبب انخفاض كفاءته الإنتاجية وكانت الكلف المقدرة كالآتي:

1- الكلفة الاستثمارية الثابتة (5000) وحدة نقدية.

2- رأس المال التشغيلي لمدة شهرين (1390).

3- قيمة الإنتاج بسعر البيع (17200).

4- الأرباح السنوية (6065).

5- الاندثار السنوي (743).

المطلوب// ما هي فترة الاسترداد وما هو العائد على رأس المال المستثمر؟

$$\text{فترة الاسترداد} = \frac{1390+5000}{743+6065} = 0.95 \text{ سنة تقريبا } 11 \text{ شهر}$$

الحل//

$$\text{معدل العائد} = \frac{\text{الربح}}{\text{الكلف}} = \frac{6065}{5000+1390} = 0.95$$

الأساليب الكمية في اختيار موقع المصنع :-

1) إيجاد الكلفة الكلية لكل موقع ويتم اختيار أيهما أقل كلفة ز
2) نقطة التعادل الموقعية ويقصد بها استخدام تحليل التعادل عند اختيار الموقع بالاعتماد على التكاليف الإجمالية .

مثال (13)

ترغب إحدى الشركات العراقية في اختيار موقع لصناعتها خلال ثلاث مواقع بديلة وتوفرت لها المعلومات التالية :-

الموقع	التكاليف الثابتة F.C	التكاليف المتغيرة V.C
A	30000	7.5
B	60000	4.5
C	110000	2.5

الحل //

في نقطة التعادل الموقعية لا نحتاج سعر بيع .

1) حل أدنى الكلفة :

$$T.C = F.C + (V.C \times Q)$$

$T.C_A$= 30000+ (7.5 + 20000) = 180000 وحدة نقدية

$T.C_B$= 60000 + (4.5 + 20000) = 150000 وحدة نقدية

$T.C_C$= 110000+ (2.5 + 20000) = 160000 وحدة نقدية

وبذلك نختار الموقع (B) لأنه أقل كلفة وهو الأفضل.

2) نقطة التعادل الموقعية :

$$N - 1 = 2$$

$$Q = \frac{F.C_2 - F.C_1}{V.C_1 - V.C_2}$$

$$Q_1 = \frac{60000 - 30000}{7.5 - 4.5} = 10000$$

$$Q_2 = \frac{110000 - 60000}{4.5 - 2.5} = 25000$$

الموقع	كمية الإنتاج (فئة الكمية)
A	0 – 10000
B	10000 – 25000
C	25000 فأكثر

الطاقة السنوية تقع ضمن النطاق (B) وهو الأفضل .

الترتيب الداخلي للمصنع Facility Layout

يعرف الترتيب الداخلي : جميع الإجراءات التي تنظم الأقسام داخل الوحدات الإنتاجية مما يبسط من عملية تدفق المعلومات والمواد وتنقل الأشخاص .

أهداف الترتيب الداخلي :

1- تخفيض تكاليف مناولة المواد .
2- استخدام أفضل للمساحات المتوفرة ز
3- الاستفادة المثلى من مجهودات الأشخاص .
4- التخلص من الاختناقات والوقت الضائع .
5- تقليص وقت دورة الإنتاج ووقت ذروة المستهلك .

متطلبات الترتيب الجيد للمصنع :

1- استغلال الطاقة الإنتاجية والمساحات المشغولة والمتوفرة .
2- تنظيم حركة معدات المناولة بصورة عالية .
3- ضمان تدفق جيد للمعلومات والبيانات .
4- مراعاة التكاليف المترتبة على الحركة بين الأقسام ومراكز العمل المختلفة .

أنواع الترتيب الداخلي :

أولا / الترتيب الوظيفي (حسب كمية الإنتاج)

يعرف بأنه جميع الإجراءات التي تؤدي إلى تجميع المكائن والمعدات والعمليات والأشخاص ذات الطبيعة المتشابهة في قسم واحد ، ويهدف إلى تحقيق أفضل علاقة متبادلة بين الأقسام ويقلل متطلبات المناولة . ويهتم هذا النوع بالعلاقة المتبادلة بين الأقسام لأنها تنظم حركة المناولة .

- أهم مساوئ هذا الترتيب (صعوبة الجدولة ، تهيئة المعدات ، ارتفاع كمية المخزون ، الحاجة إلى عمال ذات مهارة عالية) .

ثانيا / الترتيب السلعي (حسب المنتج)

يعرف بأنه جميع الإجراءات التي تنظم المحطات والمراحل الإنتاجية بشكل تتابعي يعتمد في كل محطة لاحقة على المحطة السابقة وطبقا للاحتياجات الخاصة بمنتج معين .ويهدف لتعظيم كفاءة العمل في كل محطة وكذلك يهتم بموازنة خط الإنتاج لتحقيق الكفاءة العالية للمكائن والعاملين. يهتم هذا الترتيب كثيرا في معالجة حالات الاختناق والاختلاف بين طاقات المراحل .

- أهم مساوئ هذا الترتيب أنه غير مرن حيث أن التوقف في أي محطة يؤدي إلى توقف خط الإنتاج .

أدناه جدول يوضح الفرق بين الترتيب السلعي والوظيفي :-

الترتيب السلعي	الترتيب الوظيفي
استخدام عالي للأفراد والمعدات	يتصف بالمرونة العالية ويستجيب لتشكيلة متنوعة من المنتجات
يهتم بتكاليف المناولة	يهتم بتخفيض التكاليف الكلية
تكاليف المعدات الاستثمارية عالية	لا يتوقف نظام الإنتاج بتوقف محطة أو قسم
يهدف إلى تقليل المخزون	يتصف بالتنوع وتجديد العمل وهذا يعطي رغبة كبيرة للعاملين
يساعد في إجراءات عملية الرقابة	

طريقة النقاط (الأهمية النسبية)

مثال (14)

توفرت البيانات التالية عن مجموعة مواقع بديلة وأي المواقع أفضل :-

العوامل	الأهمية النسبية	المواقع		
		بغداد	البصرة	بابل
الاقتصادية				
كلف نقل	0.2	780	640	560
كلف عمل		1200	1020	1120
غير الاقتصادية				
مواد	0.3	35	80	70
صيانة	0.1	60	25	30
اتجاهات المجتمع	0.4	50	25	70

الأهمية النسبية تبدأ من 0 ← 1

التقدير يبدأ من 10←100

الحل //

1) تحويل التكاليف إلى منافع من خلال طرح كل قيمة من أكبر قيمة

بابل	البصرة	بغداد
1680	1660	1980
1980	1980	1980
300 –	320 –	0
300	320	0

(تهمل الإشارات السالبة لتصبح كلها ذات إشارات موجبة)

2) تحول القيم النقدية الى منافع بحذف (الصفر) من كل قيمة

بابل	البصرة	بغداد
30	32	0

3) إعادة الترتيب باستخدام الأهمية النسبية (ضرب الأهمية النسبية في كل رقم)

بابل	البصرة	بغداد	الأهمية النسبية	
6	6.4	0	0.2	منافع اقتصادية
21	24	10.5	0.3	المواد
3	2.5	6	0.1	الصيانة
28	10	20	0.4	اتجاهات المجتمع
58	42.9	36		

بابل هي الأفضل لأنها أكثر نقاط

خطوات موازنة خط الإنتاج

مثال (15)

توفرت لإحدى الشركات الصناعية عناصر العمل وأوقاتها وترتيباتها الموضحة في الجدول أدناه :-

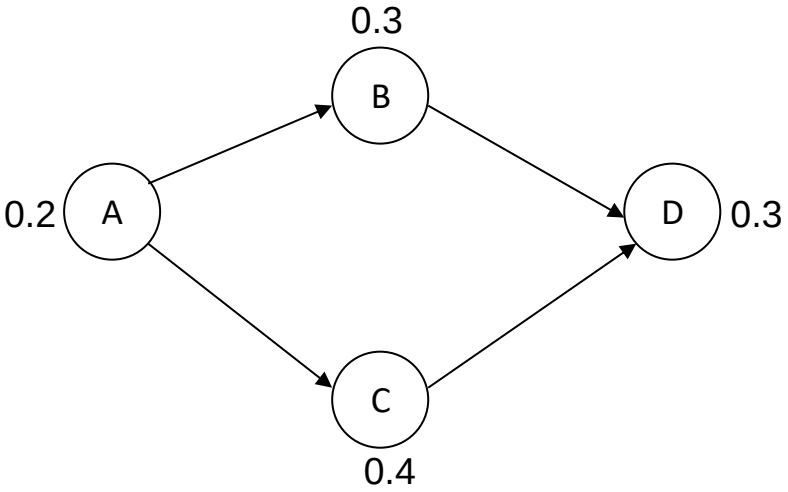
النشاط	الأسبقية	وقت المعالجة (دقيقة)
A	--------	0.2
B	A	0.3
C	A	0.4
D	C,B	O.3

فإذا علمت أن الخط الإنتاجي يعمل (40) ساعة أسبوعيا ينتج خلالها (6000) وحدة أوجد ما يلي :-

1) رسم مخططات الأسبقيات .
2) استخرج زمن الدورة الإنتاجية .
3) إيجاد أقل عدد نظري من المحطات .
4) إيجاد العدد الفعلي للمحطات (توزيع الأنشطة على المحطات) .
5) إيجاد كفاءة الخط الإنتاجي.
6) إيجاد نسبة الوقت الفائض والوقت الفائض في الخط الإنتاجي .

الحل //

1)



2) إيجاد زمن الدورة الإنتاجية Actual Cycle Time

ويقصد بها الوقت المصروف لإنتاج وحدة واحدة داخل الخط الإنتاجي وإحلال وحدة واحدة أخرى لوقت المعالجة ووقت المعالجة يمثل دائما أطول وقت بين المحطات وزمن الدورة الإنتاجية هو حاصل قسمة الوقت المتوفر للإنتاج على كمية الإنتاج .

$$\text{الدورة الإنتاجية } CT = \frac{\text{الوقت المتوفر } T}{\text{كمية الإنتاج } Q}$$

$$= \frac{60 \times 40}{6000}$$

$$= 0.4 \text{ دقيقة}$$

3) إيجاد العدد النظري للمحطات

هو حاصل قسمة مجموع أوقات الأنشطة على زمن الدورة الإنتاجية

$$\text{العدد النظري للمحطات} = \frac{\sum T}{CT}$$

$$= \frac{1.2}{0.4}$$

$$= 3 \text{ محطة}$$

- إذا ظهر العدد النظري كسر يقرب الى الواحد الصحيح مهما كان مثلا 3.1 ≈ 4

4) العدد الفعلي للمحطات = 4

5) لإيجاد الكفاءة هي عبارة عن حاصل قسمة العدد النظري للمحطات على العدد الفعلي للمحطات .

$$\text{الكفاءة} = 3/4 \times 100 = 75\%$$

6) إيجاد الوقت الفائض

$$\text{نسبة الوقت الفائض} = 100\% - \text{الكفاءة}$$

$$= 100\% - 75\% = 25\%$$

$$\text{مقدار الوقت الفائض} = 40 \times 60 \times 25/100 = 600 \text{ دقيقة}$$

لإيجاد الوقت الفائض لكل نشاط

هو الفرق بين وقت الدورة ووقت النشاط

النشاط	الوقت الفائض
A	0.4— 0.2 = 0.2
B	0.4 — 0.3 = 0.1
C	0.4 — 0.4= 0
D	0.4 — 0.3 = 0.1

- إذا دمجنا أكثر من نشاط يجب أن نجمع أوقاتهم ثم ننقص من وقت النشاط .

مثال (16)

يحاول مدير الإنتاج إعداد ترتيب احد خطوط الإنتاج الذي ينتج (500) وحدة يوميا الجدول التالي سبين الأنشطة اللازمة لتجميع الوحدة الواحدة وعلاقتها التتابعية والوقت القياسي لإنتاج كل نشاط علما إن الخط الإنتاجي يعمل (8) ساعات يوميا منها ساعة للطعام:-

النشاط	الأسبقية	وقت المعالجة(ثانية)
A	-----	45
B	A	11
C	B	9
D	-----	50
E	D	15
F	C	12
G	C	12
H	E	12
I	E	12
J	F,G,H,I	8
K	J	9

المطلوب:-

1- إعداد مخطط التتابع؟

2- حساب الدورة الإنتاجية؟

3- حساب العدد النظري للمحطات؟

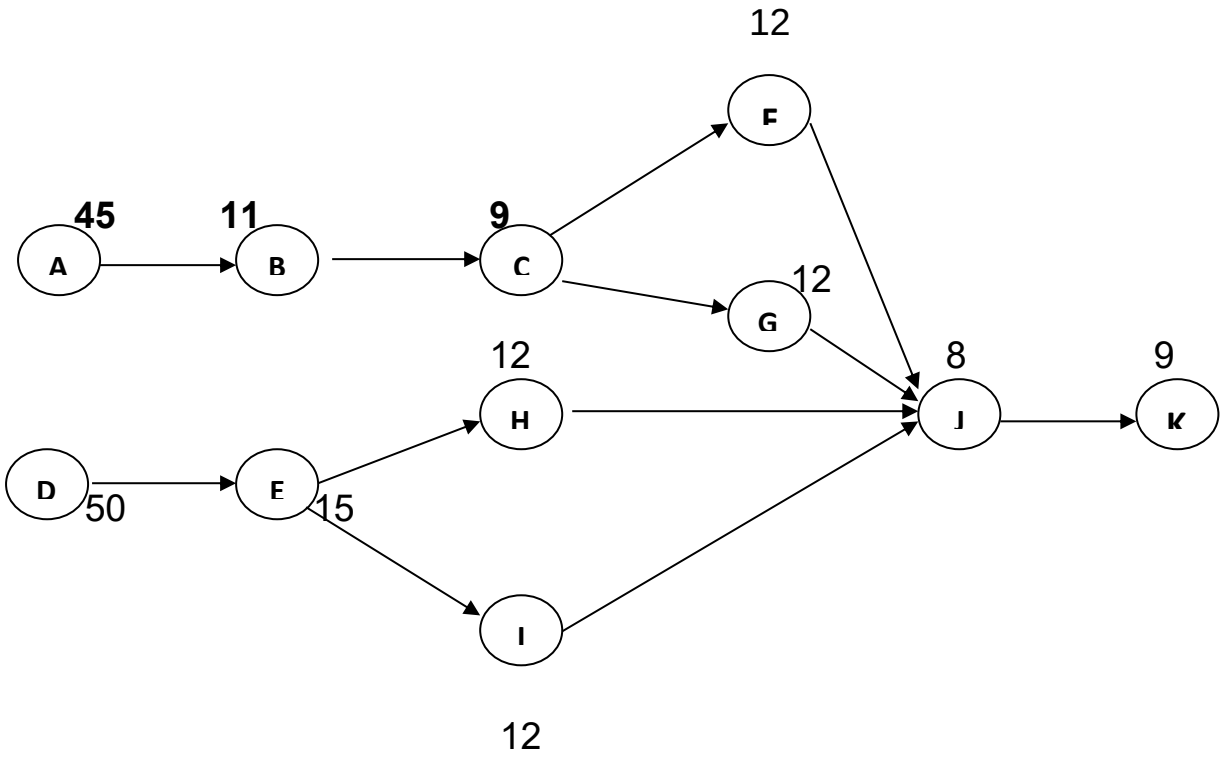
4- حساب كفاءة خط الإنتاج؟

5- حساب نسبة الوقت الضائع ومقدار الوقت الضائع؟

6- حساب الوقت الضائع لكل نشاط؟

الحل //

1)



2) إيجاد زمن الدورة الإنتاجية

الوقت المتوفر = 8 — 1(طعام) = 7 ساعة تضرب في 60 دقيقة ثم في 60 ثانية

$$\text{الدورة الإنتاجية } C\ T = \frac{\text{الوقت المتوفر } T}{\text{كمية الإنتاج } Q}$$

$$= \frac{7 \times 60 \times 60}{500}$$

$$= 50.4 \text{ ثانية}$$

3) حساب العدد النظري للمحطات

$$\text{العدد النظري للمحطات} = \frac{\sum T}{CT}$$

$$= \frac{194}{50.4}$$

$$= 4 \text{ محطة}$$

4) حساب الكفاءة

$$\text{كفاءة الخط الإنتاجي} = \frac{\text{وقت المعالجة}}{\text{وقت الدورة} \times \text{الوقت النظري}} \times 100$$

$$= \frac{195}{50.4 \times 4} \times 100$$

$$= 96.7\%$$

5) حساب نسبة الوقت الضائع

$$\text{نسبة الوقت الفائض} = 100\% - 96.7\% = 3.3\%$$

$$\text{مقدار الوقت الفائض} = 7 \times 60 \times 60 \times 3.3 = 83.16$$

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{الوقت النظري}}{\text{العدد الفعلي}} \times 100$$

$$= \frac{4}{5} \times 100 = 80\%$$

الفصل الخامس

تحليل وتصميم المنتج

Product analysis and design

يعبر عن تخطيط المنتج بأنه استراتيجية المنتج وتعرف بأنها مجموعة الإجراءات والخطوات التي يتم على أساسها باختيار وتصميم المنتج الجديد وقبل الدخول بالموضوع يجب فهم بعض المصطلحات أولا :-

المنتج : ويقصد به السلعة أو الخدمة.

كمية الإنتاج : تمثل الوسائل والمعدات والمهارات المستخدمة في الإنتاج لإنتاج منتج معين.

اختيار المنتجات : فهي تمثل فكرة المنتج الجديد ويقصد بها تكوين الفكرة عن المنتج الذي ترغب الشركة بإنتاجه وتقديمه للسوق.

وعلى هذا الأساس يمكن تحديد الخطوات التالية لإنتاج منتج جديد :-

1) توليد أو نشوء الفكرة : أي فكرة المنتج الجديد أي دراسة البيئة الداخلية والخارجية.
2) دراسة الجدوى : وهي عبارة عن دراسات اقتصادية وفنية حول فكرة المنتج الجديد لغرض تحديد معدل الفائض من الاستثمار ومعدل العائد الداخلي.
3) بناء أو التصميم الأولي : بعد تحديد الفكرة واختيارها تحول إلى الجهات الفنية والهندسية المتخصصة لغرض وضع الخرائط والمخططات والعلاقة بينهما.
4) القيام بالإنتاج واختبار السوق: يتم اختيار عينة من التصميم وينتج إنتاج تجريبي وعرضه في السوق لغرض التأكد من مدى استقبال السوق لهذا المنتج.
5) التصميم النهائي : بعد التأكد من أن المنتج سوف يروج في الأسواق وأخذ الملاحظات من التصميم التجريبي يتم إعادة التصميم ويصبح تصميم نهائي.
6) تحديد عملية الإنتاج وتصميمها : في هذه المرحلة يتم الانتقال إلى عملية الإنتاج النهائي الواسع من خلال تطبيق التصميم النهائي.

معايير تقويم أداء عملية التصميم :

وتشمل عدة نقاط وهي :-

1) عدد الأجزاء التي يتكون منها المنتج .
2) عدد الأجزاء القياسية أو النمطية أو المتشابهة .
3) مدى استخدام الموارد المتوفرة محليا .
4) تكاليف وجبة الإنتاج الأولى .

5) مدى العلاقة بين الكلفة والجودة ز

6) كلفة خدمة المستفيد النهائي أي (خدمات ما بعد البيع) .

تحليل القيمة (تحليل قيمة المنتج الجديد أو كيفية تخفيض كلفة المنتج) :

ويقصد بتحليل القيمة هي مجموعة الإجراءات والعمليات التحليلية التي تجري حول المنتج لتخفيض التكاليف والاحتفاظ بالقيمة الوظيفية ، والهدف من تحليل القيمة هو إنتاج منتج ذات جودة عالية يؤدي الغرض المطلوب السابق من إنتاجه وتتكون عملية تحليل القيمة من مجموعتين رئيسيتين هما :-

أولا / القيمة المظهرية أو الجمالية :

وهي الخصائص الظاهرية للمنتج المتأتية من الخصائص الشكلية التي يؤديها المنتج عند الاستخدام أو الاستعمال ز

ثانيا / القيمة الوظيفية للاستعمال :

ويقصد بها القيمة المضافة التي يقدمها المنتج عند الاستعمال .

وبشكل عام يمكن تحديد الخصائص الخاصة بتصميم المنتج بما يلي :-

1) التبسيط : أي تخفيض عدد الأجزاء التي يتكون منها المنتج من خلال التخلص من الحالات غير الضرورية .
2) النمطية أو المعيارية : أي إنتاج المنتجات بمواصفات قياسية تنطبق على جميع المنتجات الأخرى .
3) القيم المعيارية : وهو التصميم الذي يتكون من مجموعة من إجراءات قياسية من الممكن إعادة ترتيبها .

الأساليب الكمية في اختيار المنتج :

هناك عدة طرق لاختيار أحد المنتجات من بين عدة من المنتجات ، ومن أهم هذه الأساليب هما:-

أولا / مصفوفة التفضيل :

بموجب هذا الأسلوب يتم وضع معايير للمفاضلة ولكل معيار وزن نسبي ، والوزن النسبي يتناسب مع أهمية ذلك المعيار وكذلك يتم تحديد الصفات الخاصة بكل منتج كما موضح في المثال أدناه :-

مثال (17)

طلب منك إجراء اختبار لأحد المنتجات أيهما أفضل في شركة صناعية معينة :

الأهمية النسبية	خصائص المنتج
0.15	سعر البيع
0.10	جودة المنتج
0.20	قيمة المبيعات
0.10	الكلفة
0.20	الإسهام بالاستثمار
0.25	إمكانية الصنع

الحل //

المنتج B					المنتج A				
جيد جدا (5)	جيد (4)	متوسط (3)	ردئ (2)	ردئ جدا (1)	جيد جدا (5)	جيد (4)	متوسط (3)	ردئ (2)	ردئ جدا (1)
	+							+	
		+				+			
			+						+
			+						+
		+					+		
	+								+

المنتج A=(0.15×2)+(0.10×4)+(0.20×1)+(0.10×1)+(0.20×3)+(0.25×1)

=2.25

المنتج B=(0.15×4)+(0.10×3)+(0.20×2)+(0.10×2)+(0.20×3)+(0.25×4)

=2.90 وهو الأفضل

ثانيا / نقطة التعادل Break-Even Point

تعتبر نقطة التعادل أحدى أهم الوسائل لاختيار أحد المنتجات من بين عدد من المنتجات المتاحة فالمنتج الذي تحدد كمية إنتاجه أعلى من التعادل فيمكن قبوله أما المنتج الذي تكون كمية إنتاجه أقل من التعادل فيرفض . أما في الحالات التي تكون فيها جميع المنتجات أو بعض منها أعلى من التعادل نختار أيهما أعلى ربح .

$$Q = \frac{F.C}{P - V.C}$$

حيث أن :- كمية التعادل بالوحدات = Q

الكلفة الثابتة = F.C

الكلفة المتغيرة= V.C

السعر = P

$$QP = \frac{F.C}{1 - \frac{V.C}{P}}$$

حيث أن :- كمية التعادل بالمبالغ =Q P

ملاحظة //

1) إذا كانت الشركة تنتج منتج واحد فأن الكلفة الثابتة يتحملها ذلك المنتج.
2) إذا كانت للشركة أكثر من منتج فأن الكلفة الثابتة تتحملها جميع المنتجات وتوزع بينهما حسب قيمة المبيعات.

مثال (18)

تمتلك إحدى الشركات معدات لإنتاج منتج معين بمقدار (10000) وحدة نقدية وكلفة الأجور (1.5) للوحدة الواحدة والمواد (0.75) وحدة نقدية ، أما سعر البيع فهو (4) وحدة نقدية ز ما هي الكمية التي يمكن أن ينتجها لكي يكون الإنتاج اقتصادي علما أن الطلب المقدر (6000) وحدة ؟

V.C= المواد + الأجور

=1.5+ 0.75

=2.25 وحدة نقدية

$$Q = \frac{F.C}{P - V.C}$$

$$= \frac{10000}{4 - 2.25} = 5714$$

6000>5714

الإنتاج اقتصادي

ثانيا / في حالة إنتاج أكثر من منتج:

في هذه الحالة تكون التكاليف الثابتة موزعة على المنتجات التي تم إنتاجها من خلال إيجاد الوزن النسبي ويمكن تحديد كمية التعادل بالمبالغ وفقا للقانون التالي :-

$$\text{التعادل بالمبالغ } QP=\sum\frac{F.C}{(1-V.C/P)_{WI}}$$

حيث أن :- الكلفة الثابتة الكلية = F.C

الكلفة المتغيرة = V.C

سعر البيع = P

الوزن النسبي = W_I

عدد المنتجات = n

ويمكن استخراج كمية التعادل لكل منتج عن طريق قسمة قيمة المنتج على سعر البيع باستخدام القانون التالي :-

$$Q_I=\frac{[(QP)]_{WI}}{P}$$

مثال (19)

شركة تنتج ثلاث منتجات (A,B,C) بكلفة أجمالية ثابتة (4000) وحدة نقدية وعلى افتراض أن عدد الوحدات المباعة لكل منتج هي (500,700,200) و المطلوب // ما هو حجم المبيعات الذي يحقق التعادل والكمية لكل منتج ؟ علما أن البيانات المتعلقة بكل منتج كما يلي :-

البيانات	A	B	C
V.C	2	4	6
P	5	8	9

الحل // لغرض الحل نتبع الخطوات التالية :-

1) إيجاد الوزن النسبي لكل منتج والوزن النسبي للمنتج هو حاصل قسمة مبيعات المنتج على مجموع المبيعات الكلية .

$$W_I = \frac{(QP)_I}{\sum^n (QP)_I}$$

$$W_A = \frac{(500\times5)}{(500\times5)+(700\times8)+(200\times9)} = 0.2525$$

$$W_B = \frac{(700\times8)}{(500\times5)+(700\times8)+(200\times9)} = 0.5656$$

$$W_C = \frac{(200\times9)}{(500\times5)+(700\times8)+(200\times9)} = 0.1818$$

هناك شرط أساسي أن مجموع الأوزان النسبية للمنتجات = ا

2) إيجاد التعادل بالمبالغ لجميع المنتجات:-

$$\text{التعادل بالمبالغ } QP = \frac{4000}{[(1-2/5)0.2525]+[(1-4/8)0.5656]+[(1-6/9)0.1818]} = 8090$$

3) احتساب حصة كل منتج من المبيعات من حاصل ضرب التعادل في المبالغ في الوزن النسبي للمنتج ومن ثم ايجاد التعادل بالكميات لكل منتج من خلال حاصل قسمة التعادل بالمبالغ على سعر البيع لذلك المنتج :-

قيمة التعادل للمنتج A $Q_A = 8090\times0.2525 = 2042.7$

$$\text{بالكميات } Q_A = \frac{2042.7}{5} = 408$$

قيمة التعادل للمنتج B $Q_B = 8090\times0.5656 = 4575.7$

$$\text{بالكميات } Q_B = \frac{4575.7}{8} = 572$$

قيمة التعادل للمنتج C $Q_C = 8090\times0.1818 = 1470.7$

$$\text{بالكميات } Q_C = \frac{1470.7}{9} = 165$$

(مجموع الكميات بالمبالغ يجب أن = 8090)

التعادل في ظل ظروف عدم التأكد والمخاطرة

يقصد بظروف عدم التأكد والمخاطرة عدم وجود مقادير ثابتة ومحددة سواء كانت بالأسعار الداخلية والخارجية ، ففي هذه الحالة تعطى عدة قيم وبالاحتمالات المتعددة ويتم احتساب هذه القيم من خلال معاملاتها بالاحتمالات لغرض احتساب القيم المتوقعة أو المقادير.

مثال (20) واجب

تعمل إحدى الشركات الصناعية على أساس وجبتين أو ثلاث وجبات عند الزيادة على الطلب السنوي وكانت الشركة تستعمل تكاليف ثابتة مقدارها (50000) وحدة نقدية عند العمل بوجبة واحدة وتزداد التكاليف الثابتة بمقدار (25000) وحدة نقدية عند العمل بوجبتين ، كما تتطلب التكاليف الثابتة زيادة مقدارها (75000) وحدة نقدية عند العمل بثلاث وجبات ، علما أن الطاقة الإنتاجية للوجبة (400) وحدة ، وأن التكاليف المتغيرة كما يلي :-

V.C	الاحتمال	المتوقعة
15	0.2	15×0.2= 3
20	0.3	6
25	0.3	7.5
30	0.15	4.5
35	0.05	1.75
المجموع	1	22.75

المطلوب // إعطاء العمل بوجبة واحدة أو وجبتين أو ثلاث وجبات ؟ علما أن سعر البيع هو (200) وحدة نقدية .

الفصل السادس

الطاقة الإنتاجية

Production capacity

إن الطاقة هي أقصى مقدار أو معدل للمخرجات التي يمكن أن ينتجها مصنع ما ، أو وحدة / مرفق إنتاج معين خلال مدة زمنية معينة محددة ، ومرفق الإنتاج قد يكون ماكنة أو رجل أو محطة عمل أو خط إنتاج أو مصنع أو منظمة ككل . يجب على مدير العمليات أن يوفر الطاقة اللازمة لإنتاج وتجهيز المنتجات الكافية لمقابلة الطلب المتوقع وبخلاف ذلك فأن الشركة ستفقد فرصا عديدة للنمو وتحقيق الأرباح .

الأساليب الكمية لاحتساب الطاقة

هناك عدة أساليب لتحديد حجم الطاقة وهي:-

أولا / نقطة التعادل :-

مثال (21)

توفرت لديك المعلومات التالية عن إنتاج معين التكاليف الثابتة (200) ألف وحدة نقدية وسعر البيع للوحدة الواحدة (50) وحدة نقدية أما الكلفة المتغيرة والطلب المتوقع كما يلي :-

الاحتمال	الطلب	الاحتمال	الكلفة المتغيرة
0.2	50000	0.3	5
0.6	4600	0.5	8
0.2	6000	0.2	6

المطلوب// هل تقبل الطاقة أم ترفض؟

الحل//

- دائما مجموع الاحتمالات =1 وفي حالة احتمال مجهول نقوم بإضافة عدد لتكملة والواحد.
- في حالة إعطاء أكثر من احتمال يقاس كل على حدة للطلب أو الكلفة المتغيرة.

V.C المتوقعة =∑(V.C× الاحتمال)

=(5×0.3)+(8×0.5)+(6×0.2)

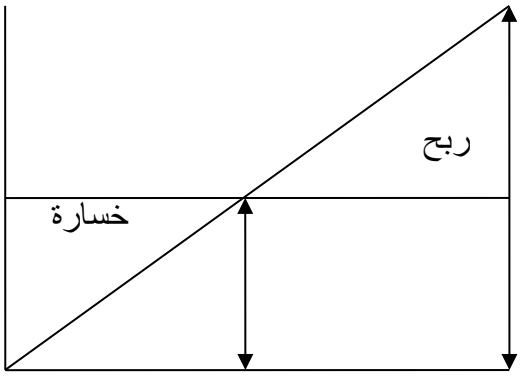
=6.7

$$\text{التعادل } Q = \frac{F.C}{P-V.C} = \frac{200000}{50-6.7} = 4900 \text{ وحدة}$$

الطلب = (50000×0.2)+(4600×0.6)+(6000×0.2)

= 13960 وحدة

الطاقة تقبل لأن الطلب المتوقع أعلى من نقطة التعادل .



4900 13960

ثانيا / شجرة القرار

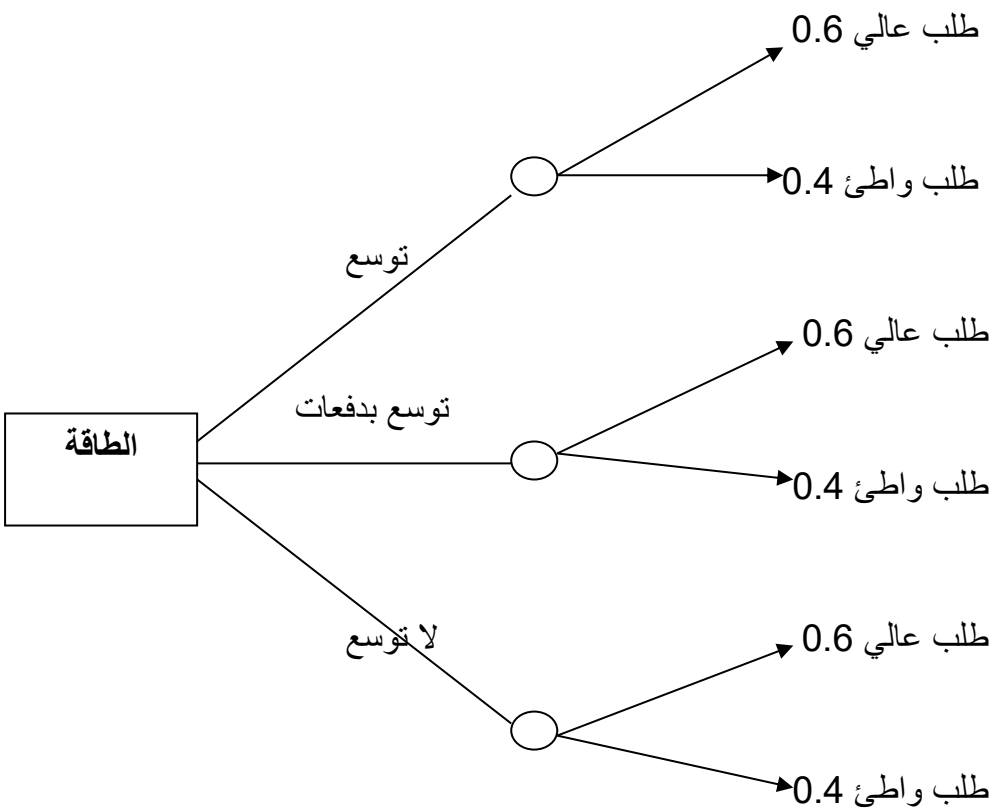
تستخدم طريقة شجرة القرار لاختيار البديل الأمثل من بين البدائل المتعددة حيث تظهر البدائل ككلفة وإيرادات واحتمال ظهور كل من الكلف والإيرادات، ويتم تطبيق هذه الطريقة لغرض اختيار أفضل البدائل من خلال أكبر إيراد وأقل كلفة.

مثال (22)

توفرت لديك البيانات التالية حول اختيار من بين ثلاث بدائل لقرار الطاقة وهي(طاقة كاملة التوسع ، والتوسع بدفعات ، ولا توسع) والبيانات أدناه موضحة كما يلي :-

البديل	الكلفة	العوائد			
		البديل الأول		البديل الثاني	
		طلب عالي 0.6	طلب واطئ 0.4	طلب عالي 0.6	طلب واطئ 0.4
طاقة كاملة	1500000	700000	50000-	700000	50000-
توسع بدفعات	850000	400000	10000	700000	50000-
لا توسع	0	100000	30000	100000	30000

المطلوب// اختيار البديل الأفضل من بين البدائل ؟



❖ في حالة الاحتمالات متشابهة تجمع جمع مباشر أما في حالة الاحتمالات مختلفة تضرب.

توسع ← 700000+700000= 1400000
توسع ← (— 50000)+(— 50000) =—100000
توسع بدفعات ← 400000+700000= 110000
توسع بدفعات ← 10000+ (— 50000)= — 40000
لا توسع ← 100000+100000=200000
لا توسع ← 30000+ 30000=60000

(الاحتمال× طلب كلي واطئ) + (الاحتمال ×طلب كلي عالي) = البديل

(0.4×100000) – (0.6 ×1400000) = البديل الأول (توسع)

= 800000 وحدة نقدية

(0.4×40000) – (0.6 ×1100000) = البديل الثاني (توسع بدفعات)

= 644000 وحدة نقدية

(0.4×40000) + (0.6 ×200000) = البديل الثالث(لا توسع)

= 144000 وحدة نقدية

اختيار البديل الأول لأنه أعلى قيمة

الكلفة – البديل = الربح

وحدة نقدية 700000– =1500000 –800000 = ربح البديل الأول

وحدة نقدية 206000– =850000 –644000 = ربح البديل الثاني

وحدة نقدية 144000 =0 –144000 = ربح البديل الثالث

البديل الثالث هو الأفضل لأنه موجب ويحقق ربح بسبب عدم وجود كلف.

مداخل إدارة الطاقة

يعتبر مدخل إدارة الطاقة هو مدخل يتم من خلاله تعديل الطاقة للموازنة مع الطلب باستخدام التسويات ، وهذه التسويات تكون قصيرة الأجل من خلال الطرق التالية:-

1) تغيير ساعات العمل من خلال تغيير ساعات العمل المطلوبة أو تغيير وجبات العمل أو استخدام ساعات عمل إضافية .
2) تشغيل عدد من العمال وقت إضافي أو وقت جزئي لزيادة الطاقة المطلوبة.
3) إعادة برامج الصيانة من خلال إعادة الجدولة للصيانة الوقائية لتأجيل بعض منها أو تأجيلها لفترة لاحقة.
4) استخدام العقود الفرعية مع الغير.
5) استخدام دفعات الإنتاج الكمي لتقليل أوقات التهيئة والإعداد .
6) استئجار معدات إضافية .

أنواع الطاقة

1- الطاقة التصميمية DC (القصوى Design Capacity (Maximum

وهي تمثل أعلى معدل للمخرجات التي يمكن أن يحققها نظام الإنتاج أو أي نشاط إنتاجي معين في ظل الظروف المثالية لا تسمح بتخصيص أو تسوية أوقات مطلوبة للصيانة الوقائية والتهيئة ، وهي حاصل ضرب عدد ساعات العمل (H) في عدد وجبات العمل (S) في أيام العمل في الأسبوع (D) في عدد الأسابيع (W) في عدد المكائن (n).

$$D.C= H \times S \times D \times W \times n$$

- يمكن احتساب الطاقة التصميمية بعدد الوحدات المنتجة فأن الطاقة التصميمية هي حاصل ضرب الطاقة الكلية المتاحة للماكنة في عدد الوحدات المنتجة.

$$D.C = AT \times Q$$

وفي بعض الأحيان نعوض (Q) بدل من (n)

حيث أن :- الطاقة الكلية المتاحة للماكنة = AT

- يمكن أن يستعاض عن التكامل للوحدات المنتجة وبالوقت المطلوب على أساس احتياج الوحدة الواحدة من الوقت .

$$D.C=\frac{AT+Q}{M}$$

حيث أن :- احتياج الوحدة الواحدة من الوقت = M

2- الطاقة الفاعلة (E.C) Effective Capacity

وتسمى أيضا بطاقة نظام الإنتاج وتمثل أقصى مخرجات يتوقع نظام الإنتاج أو المصنع الاستمرار بإنتاجها أو الاحتفاظ بنفس الكمية المنتجة بصورة واقعية في ظل ظروف اعتيادية ، فالطاقة الفاعلة هي حاصل قسمة الطاقة المتوقعة على الطاقة التصميمية.

$$E.C=\frac{\text{الطاقة المتوقعة}}{\text{الطاقة التصميمية}} \times 100$$

- يمكن إيجاد الطاقة الفاعلة أو الطاقة التصميمية من خلال إيجاد الطاقة الضائعة أو الخامدة أو المحجوزة (C.C) Cushion Capacity .

$$E.C = D.C - C.C$$

❖ في بعض الحالات الطاقة المحتجزة أو غير المستغلة يمكن إيجادها من خلال معدل الاستغلال (U%).

$$C.C = 100\% - U\%$$

مثال (23)

افترض أن الطاقة التصميمية لأحدى المصانع هي (1250) طن سنويا ، وقد قدرت الطاقة التي يتوقع تحقيقها (طاقة متوقعة) (1000) طن سنويا . ما هي الطاقة الفاعلة (طاقة نظام الإنتاج) ؟

الحل //

$$E.C = \frac{1000}{1250} \times 100 = 80\%$$

$$C.C = 100\% - 80\% = 20\%$$

$$\text{مقدار الطاقة المحتجزة} = 1250 \times \frac{20}{100} = 250$$

$$C.C = D.C - \text{الطاقة المتوقعة}$$

$$= 1250 - 1000$$

$$= 250$$

مثال (24)

في أحد مصانع الطاقة الإنتاجية (900) ساعة أسبوعيا ، ترغب الإدارة بالاحتفاظ بطاقة محتجزة مقدارها (20%) . ما هي الطاقة الفاعلة (طاقة نظام الإنتاج) ؟

الحل //

$$\text{نسبة طاقة نظام الإنتاج} = 100\% - 20\% = 80\%$$

$$\text{طاقة نظام الإنتاج} = 900 \times 80/100 = 720\ H$$

$$C.C = 900 \times 20/100 = 180$$

3- الطاقة المبرهنة أو المخرجات الفعلية (Actual Output (AO

وهي المقياس الذي يقيس المستوى الفعلي للمخرجات الفعلية التي يحققها نظام الإنتاج خلال مدة زمنية والتسمية الشائعة لها (المخرجات الفعلية).

❖ كفاءة النظام (S.E) System Efficiency

وهو مقياس يعبر عن نسبة المخرجات الفعلية الى طاقة النظام (الطاقة الفعلية)

$$S.E = \frac{AO}{E.C} \times 100$$

حيث أن :- المخرجات الفعلية = AO

الطاقة الفاعلة = E.C

مثال (25)

ماكينة صممت لعمل وجبة واحدة في اليوم بمعدل (8) ساعات يوميا خمس أيام في الأسبوع لإنتاج (150) وحدة بالساعة ، قدر الوقت المطلوب للصيانة بمعدل (15%) (محتجزة) من الوقت الكلي بسبب التوقعات وبلغ إنتاج الماكينة في الأسبوع (4500) وحدة .

المطلوب //

1) احتساب الطاقة التصميمية؟
2) الطاقة الفاعلة (طاقة النظام)؟
3) كفاءة تشغيل نظام الإنتاج ؟
4) مستوى الاستخدام ؟
5) الإنتاجية ؟

الحل //

1) D.C = 8×1×5×150

= 6000 وحدة / أسبوع

2) E.C= 6000×85/100

= 5100

3) $S.E = \frac{4500}{5100} \times 100$

= 88%

4)

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{4500}{6000} \times 100$$

= 75%

$$\text{الإنتاجية} = \frac{\text{المخرجات}}{\text{المدخلات من الوقت}} \times 100 = \frac{4500}{(5\times 8)\ 85/100} \times 100 \qquad (5$$

$$= 132\%$$

4- الطاقة المقدرة (R.C) Rated Capacity

وهو مقياس لقياس الطاقة القصوى القابلة للاستخدام لنظام الإنتاج ، أن الطاقة المقدرة تكون دائما أقل من أو تساوي الطاقة التصميمية .

$$R.C = D.C \times S.E \times E.C$$

- ❖ لا توجد طاقة أعلى من الطاقة التصميمية

وتحسب بالاعتماد على معامل كفاءة النظام ، الطاقة المقدرة تساوي حاصل ضرب الطاقة التصميمية في كفاءة النظام في مستوى الاستخدام .

مثال (26)

مكتب للطباعة والاستنساخ لديه 3 طابعات ليزرية ،الطاقة الفاعلة والمستغلة للطابعات (85%)وكفاءة نظام الإنتاج (90%) ، يعمل المكتب (7) أيام في الأسبوع وبوجبتي عمل في اليوم وقت الوجبة الواحدة (8) ساعات ،كل طابعة صممت لإصدار (70) صفحة في الساعة ، ما هو حجم الطاقة المقدرة للمكتب؟

الحل //

$$\text{ساعات العمل} = 8\times 2\times 7 = 112$$

$$D.C = 112\times 70 \times 3 = 23520$$

$$R.C = D.C \times SE\% \times E.C$$

$$= 23520 \times 0.85 \times 0.90$$

$$= 16934.4$$

احتساب عدد المكائن Computing The Number Of Machines

أن الأساس في تقدير احتياجات الطاقة في الأمد الطويل هو التنبؤ بالطلب ، وعند تحديد الطلب يتم على أساسه احتساب كمية الإنتاج المطلوبة وذلك من خلال تحديد كمية الإنتاج الكلية حيث يتم إضافة كمية التلف إلى الطلب المقدر لتحديد كمية الإنتاج المطلوبة .

$$TP = \frac{D}{1 - \frac{d}{100}}$$

حيث أن :-

TP = حجم الإنتاج الكلي

D = الطلب الحقيقي لمدة زمنية محددة

d = النسبة المئوية للتلف

d/100 = النسبة المتممة لنسبة التلف

- لغرض إنتاج المنتج أو المخرجات لا يتم الاعتماد على الوقت الأساسي بل يعتمد على الوقت القياسي ويمكن احتساب الوقت القياسي من خلال الصيغة التالية :-

$$S.T = \frac{B.T}{U\% - E\%}$$

- يذكر نسبة استغلال أي شيء يدخل في إنتاج الوحدة الواحدة .
- لا يتم إضافة مقدار النسبة التي تكون من ضمنها وقت التوقف .
- B.T + التوقفات الضرورية = S.T + التوقفات غير الضرورية = U.T.

هناك ثلاث أنواع من الأوقات :-

- الوقت الأساسي (B.T) Basic Time : ويتم تحديده من قبل المصمم.
- الوقت القياسي (S.T) Standard Time :وهو يمثل الوقت الأساسي مضافا إليه التوقفات الضرورية أو يمكن حسابه من نسبة الاستغلال .
- الوقت الفعلي (A.T) : وهو الوقت الذي صرف أو بذل أو أعطي للإنتاج فعلا ويتم تحديده بعد العملية الإنتاجية .

- احتساب الوقت الكلي المطلوب :-

$$R.T = T.P \times S.T$$

حيث أن :- الوقت الكلي المطلوب = R.T

- احتساب عدد المكائن (M):-

$$M = \frac{T.P \times S.T}{A.T}$$

$$M = \frac{R.T}{A.T}$$

مثال (27)

أحد المصانع يقوم بإنتاج (200) وحدة جيدة في الساعة (خالية من التلف) ، تتطلب عملية الإنتاج (2) دقيقة للوحدة الواحدة . قدرت كفاءة العاملين في المصنع (90%) وتلف (5) وحدات من كل (100) وبسبب وجود عدد من القيود الفنية فإن معدل الاستخدام (70% من الوقت).

المطلوب// احتساب عدد الوحدات المطلوب إنتاجها وكذلك احتساب عدد المكائن؟

الحل //

1) إيجاد حجم الإنتاج T.P

$$T.P = \frac{D}{1 - d/100} = \frac{200}{0.95} = 210.5$$

2) أيجاد الوقت القياسي (S.T)

$$S.T = \frac{B.T}{U\% \times E\%} = \frac{2}{0.90 \times 0.70} = 3.17$$

3) إيجاد عدد المكائن (M)

$$M = \frac{T.P \times S.T}{A.T} = \frac{210.5 \times 3.17}{1 \times 60} = 11.12 \approx 12 \text{ ماكينة}$$

مثال (28)

في أحد المصانع كان الطلب (1200) وحدة ومن المتوقع الزيادة في العام التالي بمقدار (20%) وترى إدارة المصنع أن عدد المكائن الموجودة لديها غير كافي لتلبية الطلب ، وقد تم جمع البيانات التالية في المصنع وهي:-

ت	التفاصيل	المقدار	وحدة القياس
1	عدد المكائن المتوفرة حاليا	3	ماكينة
2	الوقت الأساسي لإنتاج وحدة واحدة	2,35	ساعة
3	الوقت العاطل للماكينة في الساعة الواحدة	0,25	ساعة
4	الوقت العاطل للعامل في الساعة الواحدة	15	دقيقة
5	أعمال الصيانة السنوية	6	أسبوع
6	أيام العمل في الأسبوع	5	يوم
7	ساعات العمل اليومية	7	ساعة
8	وقت التهيئة والأعداد	0,5	ساعة
9	وقت الطعام للعاملين يوميا	30	دقيقة
10	نسبة التلف في المصنع	%10	---------

المطلوب:-احتساب عدد المكائن اللازمة لمقابلة الطلب هذا العام وهل يحتاج المصنع لشراء مكائن أم لا؟

الحل //

D=1200+(1200×20/100)=1440 وحدة

T.P= 1440/0.90 = 1600 وحدة

S.T= 2.35/0.75×0.75= 4.18 ساعة

R.T = T.P × S.T = 1600×4.18 = 6688 ساعة / أسبوع

A.T= 46 × 5 × (7 — 1) = 1380 الوقت المتوفر

(52 – 6 أسبوع) (30 دقيقة طعام - 0.5 ساعة تهيئة)

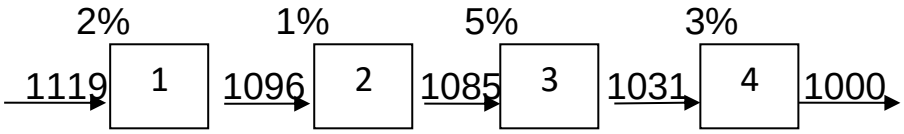
M=R.T/ A.T = 6688 / 1380 = 4.85 ≈ 5 ماكينة

عدد المكائن المطلوبة = 5 – 3 = 2 ماكينة

مثال (29)

منتج يمر بأربعة مراحل أو محطات كل محطة تتكون من ماكينتين أو أكثر وتتحمل نسب تلف على التوالي (3%,5%,1%,2%) وقدر الطلب المتوقع على المنتج (1000) وحدة سنويا. المطلوب // احتساب مدخلات ومخرجات كل مرحلة واحتساب عدد الوحدات التالفة ونسبة الطاقة الإضافية لكل مرحلة ؟

الحل //



المدخلات الرئيسية $T.P = \frac{1000}{0.98\times0.99\times0.95\times0.97} = 1118.5 \approx 1119$

$$T.P_4 = \frac{1000}{0.97} = 1031$$

$$T.P_3 = \frac{1031}{0.95} = 1085$$

$$T.P_2 = \frac{1085}{0.99} = 1096$$

$$T.P_1 = \frac{1096}{0.98} = 1119$$

المرحلة	نسبة التلف	المدخلات	المخرجات	عدد الوحدات التالفة	الطاقة الإضافية
1	2%	1119	1096	23	11.9%
2	1%	1096	1085	11	9.6%
3	5%	1085	1031	54	8.5%
4	3%	1031	1000	31	3.1%

❖ لاستخراج عدد الوحدات التالفة من خلال الفرق بين المدخلات والمخرجات.

ملاحظة//

لغرض احتساب الطاقة الإضافية من خلال حاصل قسمة الفرق بين مدخلات المرحلة والإنتاج الجيد على الإنتاج الجيد .

$$\text{الطاقة الإضافية} = \frac{\text{الإنتاج الجيد} - \text{مدخلات المرحلة}}{\text{الإنتاج الجيد}} \times 100$$

$$\text{الطاقة الإضافية الأولى} = \frac{1119 - 1000}{1000} \times 100 = 11.9\%$$

$$\text{الطاقة الإضافية الثانية} = \frac{1096 - 1000}{1000} \times 100 = 9.6\%$$

$$\text{الطاقة الإضافية الثالثة} = \frac{1085 - 1000}{1000} \times 100 = 8.5\%$$

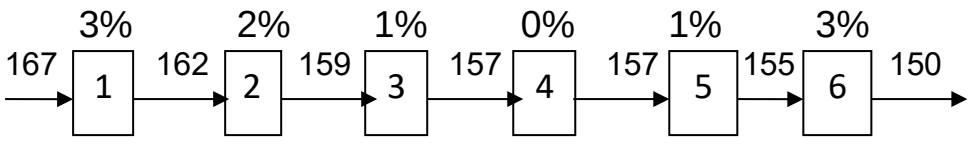
$$\text{الطاقة الإضافية الرابعة} = \frac{1031 - 1000}{1000} \times 100 = 3.1\%$$

وبهذا نلاحظ أن المرحلة الأولى تتحمل أعباء المراحل كلها أما الثانية تتحمل عن المرحلة الثالثة والرابعة فقط وهكذا لبقية المراحل ، لذلك تقل الطاقة الإضافية.

مثال (30)

خط إنتاجي يتكون من ست مراحل إنتاجية لغرض إنتاج (150) وحدة يتحمل نسب تلف على التوالي (3%,3%,2%,1%,0%,1%)

المطلوب // تحديد مدخلات ومخرجات كل مرحلة واحتساب الطاقة الاضافية ؟



$$T.P_{\text{الرئيسة}} = \frac{150}{0.97\times0.98\times0.99\times1\times0.99\times0.97} = 167$$

$T.P_6 = 150/0.97 = 155$

$T.P_5 = 155/0.99 = 157$

$T.P_4 = 157/\ 1 = 157$

$T.P_3 = 157/0.99 = 159$

$T.P_2 = 159/0.98 = 162$

$T.P_1 = 162/0.97 = 167$

المرحلة	نسبة التلف	المدخلات	المخرجات	عدد الوحدات التالفة	الطاقة الإضافية
1	3%	167	162	5	11%
2	2%	162	159	3	8%
3	1%	159	157	2	6%
4	0%	157	157	0	4.7%
5	1%	157	155	2	4.7%
6	3%	155	150	5	3.3%

مثال (31)

الجدول التالي يبين البيانات المتعلقة بأحد خطوط الإنتاج :-

البيانات	القيمة
الطلب السنوي	1000وحدة
حجم الدفعة	100 وحدة
الوقت القياسي	1 ساعة
وقت التهيئة والإعداد	3 ساعة

علما أن الخط الإنتاجي يعمل بوجبتين عمل بواقع (8)ساعات يوميا و(5) أيام في الأسبوع (52) أسبوع في السنة ويعمل بكفاءة (80%) . المطلوب:- أيجاد عدد المكائن؟

الحل //

$$M=\frac{\text{الوقت المطلوب } R}{\text{الوقت المتوفر } H}$$

الوقت المطلوب=(1000×1)+(1000/100)×3 = 10300 ساعة

الوقت المتاح=(52×5×8×2)×0.80= 3328 ساعة

$$M=\frac{10300}{3328}= 3 \text{ ماكينة}$$

الفصل السابع

إدارة الصيانة

Maintenance Management

إن المنافسة الحادة الحاصلة بين المنظمات الصناعية وما يخصص من استثمارات عالية في التقنيات الحديثة و يضع الإدارة العليا تحت تهديد مستمر لضمان تحقيق مستويات أداء عالية في تنفيذ خطط الإنتاج والمساعدة في تقليص الكلف غير الضرورية . وهكذا فأن الصيانة تحتل أهمية حيوية في المنظمات على اختلاف أنواعها وأحجامها ، إذ يؤدي إهمال الصيانة إلى انخفاض معوليه المكائن والآلات مما يؤدي إلى تدهور مستوى الأداء وبالتالي تردي الجودة في الأمد القريب . أما في الأمد البعيد فيكون لإهمال أنشطة الصيانة تأثيرات بالغة في تقليل العمر التشغيلي للمصانع وخطوط إنتاجها مما يتطلب من مديري الصيانة في المنظمة الصناعية المزج بين الخبرة الناتجة من المجالين الهندسي والإداري ، فدور المدير هنا دور المخطط والمحلل والمنظم والمشجع والمحفز للعاملين ، ومتخذ القرارات والمراقب والمبتكر .

وهناك تعاريف كثيرة أهمها :-

1- مجموعة من النظم الفنية التي تقوم بها إدارة الصيانة وجعل الماكنة والمعدة في حالة تشغيل جيدة .

2- مجموعة من العمليات تعمل لغرض المحافظة على الأجهزة والمعدات في حالة تشغيلية جيدة .

3- هي العمل الذي ينفذ للمحافظة على أدوات الإنتاج أو إرجاعها الى مستوى مقبول بكلفة مقبولة .

نستنتج من التعاريف أعلاه :-

1) الصيانة تهدف الى تقليل العطلات وليس منع العطل لأن منع العطل يعتبر مثاليا من الصعب الوصول اليه .

2) ينبغي الحفاظ على المكائن والمعدات وكافة تقنيات الإنتاج الأخرى بحالة تشغيلية جيدة ضمن كلفة معقولة .

3) إن الصيانة عملية فنية هندسية وهذه حقيقة لا يمكن إنكارها ، ولكن الصيانة لها أوجه إدارية إذ أنها لا يمكن تنفيذها بدون الوظائف الإدارية .

❖ وعلى هذا الأساس يمكن إعطاء تعريف شامل للصيانة وكما يلي :-

((مجموع الفعاليات الفنية والإدارية التي تهدف إلى المحافظة على الأجزاء والماكينة أو إعادتها إلى حالتها التشغيلية الطبيعية لأداء الغرض المطلوب منها بأقل وقت وأقل كلفة))

أهمية الصيانة

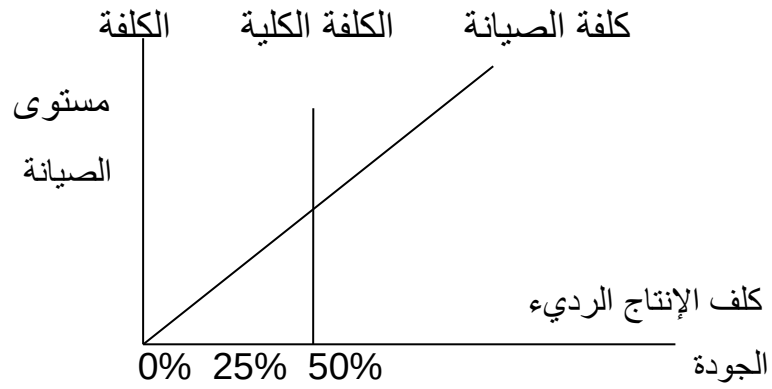
1- تساعد الصيانة في تقليل التوقفات المختلفة ز
2- تقليل العطلات وتحقيق فاعلية عالية للمكائن .
3- إن توقف الآلات والمعدات والمكائن يسبب توقف الإنتاج وتأخر تسليم الطلبات وخسارة المبيعات .
4- تؤدي الصيانة الرديئة إلى انخفاض مستوى جودة المنتج .
5- يؤدي انخفاض مستوى الصيانة إلى زيادة التوقفات الإنتاج .
6- إن فشل نظام الصيانة يعني فشل الإدارة التي من مسؤوليتها توفير صيانة جيدة .
7- تدعم الصيانة الجيدة تطبيق نظام الإنتاج الحديث .

أهداف الصيانة

إن الهدف الأساسي لأي قسم من أقسام الصيانة هو الوصول إلى أقل كلفة من التكاليف الثابتة:-

1) تكاليف أعمال الصيانة والمواد المستخدمة .
2) خسائر الإنتاج اللازمة من برامج الصيانة الرديئة أو غير الملائمة .

إن تحقيق التوازن الأمثل بين كلف الصيانة وكلف الخسائر الإنتاج موضحة بالشكل أدناه :-



أنواع الصيانة (تصنيف الصيانة)

أولا / الصيانة المخططة :-

وهي تنظيم أنشطة الصيانة وإنجازها والسيطرة عليها وفق تقديرات مسبقة وترفق هذه الإجراءات ضمن خطة موضوعة مسبقا وتنقسم إلى :-

1- الصيانة العلاجية (التصميمية) Corrective Maintenance :-

وهي الأنشطة التي تجري بعد حصول أو حدوث العطل من أجل إعادة الجزء الى **الحالة الاعتيادية .**

2- الصيانة الوقائية Preventive Maintenance :-

وهي الصيانة التي تنجز وفق خطة زمنية تعتمد على الاحتياجات لغرض تقليل أو احتمال وقوع العطل ، ويمكن تطبيق هدف الصيانة لغرض تحسين الأداء .

ثانيا / الصيانة غير المخططة :-

وهي تمثل جميع الأنشطة الخاصة بالصيانة التي تجري بدون أي تخطيط مسبق وتسمى بالصيانة الاضطرارية والتي تحتاج إلى ضرورة التدخل الفوري لمنع حدوث أي عطل أكبر.

وبشكل عام يمكن تنفيذ عملية الصيانة وفق الحالتين التاليتين :-

1) صيانة إثناء التشغيل : وهي الصيانة التي يمكن أن تتم على جزء من الماكينة أو الماكينة وهي في حال التشغيل .
2) صيانة إثناء التوقف : وهي الصيانة التي يمكن أن تتم لجزء من الماكينة أو الماكينة وهي في حالة توقف عن العمل .

مزايا الصيانة الوقائية (عيوب الصيانة العلاجية):-

1- تقليل التوقفات والعطلات غير المبرمجة للمصنع .

2- تقليل كلف الأعمال الإضافية لعمال الصيانة بسبب تنظيم أعمال الصيانة .

3- تقليل التوقفات الكبيرة لأغراض التصليحات .

4- انخفاض كلفة التصليح ، لأن العطلات بسيطة .

5- تقليل الإنتاج التالف وتحسين الجودة .

6- تقليص الحاجة إلى معدات بديلة وتقليل رؤوس الأموال .

7- تحديد المواد الاحتياطية ذات الكلف العالية .

8- تحقيق سيطرة أفضل على أدوات الصيانة والمواد الاحتياطية .

9- تحسين الظروف الخاصة بالسلامة الصناعية .

10-تقليل كلف الإنتاج .

- معيار المفاضلة بين الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية هو (أيهما أقل كلفة يكون هو الأفضل).

مثال (32)

لدى إحدى الشركات الصناعية (200) ماكينة قدرت كلفة الصيانة الوقائية للماكينة الواحدة (40) وحدة نقدية متوسط كلفة التصليحات (كلفة الخدمة) للماكينة الواحدة (300) وحدة نقدية وكان احتمال ظهور العطل للثلاثة أشهر الصيانة كما يلي :-

الشهر	احتمال العطل
1	0.5
2	0.3
3	0.2

المطلوب // أيهما أفضل الصيانة الوقائية أم الصيانة العلاجية ؟

الحل //

لغرض اختيار أفضل طريقة للصيانة من خلال المفاضلة بين الكلف من خلال إحدى الطرق التالية :

1) كلفة الصيانة الوقائية = كلفة العطل (مواد + أجور) + كلفة الخدمة (التصليحات)

2) كلفة الصيانة العلاجية = عدد العطلات × كلفة العطل المتوقع

الاحتمال × الفترة = العطل المتوقع

$$=(1\times0.5)+(2\times0.3)+(3\times0.2)$$

شهر1.7 =

كلفة الصيانة × فترة العطل = كلفة الصيانة العلاجية للماكينة الواحدة

=1.7 × 300

= 510 وحدة نقدية

عدد المكائن × كلفة صيانة الماكينة الواحدة = كلفة الصيانة العلاجية الكلية

= 510× 200

= 102000 وحدة نقدية

كلفة الخدمة + كلفة الصيانة = كلفة الصيانة الوقائية للماكينة الواحدة

= 300 + 40

= 340 وحدة نقدية

عدد المكائن × كلفة الصيانة للماكينة الواحدة = كلفة الصيانة الوقائية الكلية

= 340 ×200

= 68000 وحدة نقدية

بما أن الوقائية 68000 < العلاجية 102000

إذن الصيانة الوقائية أفضل لأنها أقل كلفة

مثال (33)

البيانات الموضحة أدناه تمثل تكرار حصول العطلات لإحدى المكائن للشركات خلال السنتين الماضيتين وان كل عطل يكلف الشركة (280000) وحدة نقدية تتضمن هذه المصاريف الخاصة بكلف المواد والأجور ، وقد تقدمت إحدى الشركات المتخصصة بالصيانة بعرض تنفيذ الصيانة الوقائية بكلفة (150000) وحدة نقدية شهريا وان هذه الشركة المتعهدة تضمن تقليل العطلات إلى عطل واحد شهريا وما يتجاوز عن ذلك فإنها ستكون ملزمه بإصلاحه مجانا ومن ضمن شروط العقد.

المطلوب:- تحديد أي الحالتين أفضل سياسة الصيانة الوقائية أم الصيانة العلاجية أي قبول العرض أم لا .علما إن الفترة الزمنية وعدد العطلات كما يلي:-

عدد الأشهر	عدد العطلات
2	0
8	1
10	2
3	3
1	4

الحل // لاحتساب عدد العطلات المتوقعة يجب أن تكون هناك احتمالات

الاحتمال = الشهر / مجموع الأشهر

عدد العطلات المتوقعة= (0×o.083)+(1×0.334)+(2×0.417)

= 1.71

الاحتمالات × الكلفة = الكلفة العلاجية للماكينة الواحدة

= 280000 × 1.71

= 479000 وحدة نقدية

كلفة العطل + كلفة العقد = الكلفة الوقائية للماكينة الواحدة

= 150000+280000

= 430000 وحدة نقدية

إذن الصيانة الوقائية أفضل

ملاحظة // إذا ذكر في السؤال تتحمل الشركة نصف العطل يتم تقسيم كلفة العطل على 2 ، وإذا تتجمل الشركة عطلين تضرب كلفة العطل × 2 .

الاتاحية Availability

تعرف بأنها الدرجة التي تكون فيها العملية أو الماكينة جاهزة للشروع بالعمل . أن الماكينة التي لا يمكن أن تعمل إلا بإجراء تصليح هي ماكينة لا تمتلك الإتاحية ، ويمكن احتساب الإتاحية من خلال قسمة متوسط الزمن بين العطلات على متوسط الزمن بين العطلات + زمن التصليح مضروبا ×100 ، ولا تكون الإتاحية 100% لأن البسط جزء من المقام .

$$\text{الإتاحية} = \frac{\text{متوسط الزمن بين العطلات}}{\text{متوسط الزمن بين العطلات + متوسط زمن التصليح}} \times 100$$

متوسط زمن العطلات : هو معدل الزمن اللازم لتصليح ماكينة أو عملية إنتاجية ابتداء من الزمن الذي فشلت به الماكينة وانتهاء بزمن تشغيلها .

مثال (34)

قامت شركة إنتاجية بتصميم إنتاجها الخاص بوسائل الترويج ولكن أصاب أحد المكائن عطل مما أدى الى توقفها عن العمل ويبلغ متوسط الزمن بين العطلات لهدف الماكينة (80) ساعة ومتوسط الزمن اللازم للتصليح (6) ساعة . كم تبلغ الإتاحية ؟

$$\text{الإتاحية} = \frac{\text{متوسط الزمن بين العطلات}}{\text{متوسط الزمن بين العطلات+ متوسط زمن التصليح}} \times 100$$

$$= \frac{80}{6 + 80} \times 100$$

$$= 93\%$$

❖ تكون الإتاحية 100% إذا كانت الماكينة مستمرة بالعمل دون انقطاع .

الفصل الثامن

الجدولة

Scheduling

هي عملية مستمرة لتخصيص الموارد لإنجاز المهام (Tasks) معينة وهي المرحلة الأخيرة من مراحل التخطيط قبل الإنتاج ، فهي تشير إلى تعيين أو تحديد أسبقيات أو تتابع الأعمال أو أوامر الإنتاج ، وتخصيص العمل على مراكز أو محطات العمل . إن الجدولة تحدد توقيت وأسبقيات (Sequencing) الإنتاج ،ومقدار أو حجم العمل الذي ينبغي أن يتم إكماله خلال أي مدة زمنية في كل مركز عمل ، وعلى الرغم من الطبيعة قصيرة الأمد لجدولة العمليات إلا أنها يمكن أن تكون ذات أهمية إستراتيجية . لقد أصبح التنافس على أساس الوقت أكثر انتشارا في بيئة الأعمال لذلك فإن التنافس ما بين الشركات أخذ يعتمد بصورة رئيسة على أساس السرعة ، والمعولية (Reliability) مما قد يجعل من الجدولة التي تستند على أساس التسليم في الوقت المحدد من العوامل الحاسمة في تحقيق النجاح الاستراتيجي للشركات في محيط الأعمال .

تختلف خصائص أنظمة الإنتاج وورش العمل عن أنظمة الإنتاج الواسعة (الإنتاج المستمر بدون انقطاع مثل المشروبات الغازية) وعلى هذا الأساس فأن الإنتاج حسب الطلب سوف تختلف أوقات العمل لكل أمر تشغيلي وهناك عدة طرق لغرض ترتيب أوامر التشغيل و وهدف الطرق تعتمد على :-

1- **وقت تدفق العمل:-** وهو مقدار الوقت اللازم لإنجاز العمل في المصنع .
2- **مدة الصنع :** المدة المحدودة لمعالجة مجموعة من الأعمال .
3- **التخلف :** وهو مقدار الوقت الذي يتجاوز موعد إنجاز العمل .
4- **التأخير :** وهو الفرق بين تأريخ إتمام العمل وموعد الاستحقاق ويمكن أن يكون موجب أو سالب .
5- **متوسط مخزون تحت التشغيل:**
6- **المخزون الكلي :**
7- **مستوى الاستخدام :**
8- **عدد الأوامر المتأخرة:**
9- **أطول فترة للتأخير:**

جدولة مجموعة الأعمال على ماكينة واحدة

يمكن جدولة مجموعة الأعمال على ماكينة واحدة بالاعتماد على الطرق التالية :-

أولا / ما يرد أولا يخدم أولا (FCFS) First Come First Served :-

هو الأمر الذي يكون تاريخ وصوله إلى المصنع يكون الأول في الاستحقاق ، وبموجب هذه الطريقة أو هذه القاعدة يتحقق نوع من العدالة إذ تفترض تنفيذ الأعمال حسب قدم الوصول وتهمل الاعتبارات الأخرى مثل تأريخ الاستحقاق أو وقت التشغيل الذي يتطلبه العمل .

ثانيا / أقصر وقت للتشغيل (SPT)Shorter Processing Time:-

وفق هذه الطريقة يتم ترتيب الأوامر ابتداء أيهما أقل وقت للعمل ،إن هذه الطريقة تحقق مزايا كبيرة.

ثالثا / أطول وقت للتشغيل (LPT) Long Processing Time :-

وهدف هذه الطريقة هي عكس طريقة أقصر وقت للتشغيل ، أي يتم ترتيب الأوامر تنازليا (أي ترتيب وقت الصيانة من الأكثر إلى الأقل).

رابعا / تأريخ الاستحقاق المبكر (EDD)Earliest Due Date:-

وهدف هذه الطريقة هو الترتيب تصاعديا لتاريخ انجاز العمل (تاريخ الاستحقاق) كأول خطوة في الحل ثم ترتيب باقي أعمدة الجدول .

المثال التالي يوضح بالتفصيل الطرق الأربعة أعلاه.

مثال (35)

تختص إحدى الورش بعملية التصليح ،وصلت إلى الورشة (5) محركات ذات مشاكل مختلفة (بأوقات مختلفة) والجدول أدناه يوضح تقديرات الأوقات اللازمة لانجازها وتاريخ التسليم استخدم الجدولة بالطرق التالية مع عمل جدول مقارنة بالنتائج لكل طريقة:-

1- ما يرد أولا يخدم أولا؟
2- اقصر وقت للتشغيل؟
3- أطول وقت للتشغيل؟
4- تاريخ الاستحقاق المبكر؟

المحرك	وقت الصيانة(يوم)	تاريخ الانجاز(الاستحقاق)
1	5	8
2	4	15
3	10	12
4	1	20
5	3	10

الحل //

أولا / الحل بطريقة (FCFS)

المحرك	الصيانة	التدفق	الاستحقاق	التخلف	التأخير
1	5	5	8	0	-3
2	4	9	15	0	-6
3	10	19	12	7	7
4	1	20	20	0	0
5	3	23	10	13	13
المجموع	23	76	65	20	11
المتوسط		15.2	13	4	2.2

ولغرض المفاضلة بين القواعد أو الطرق المستخدمة هناك مؤشرات يمكن استخدامها بالإضافة إلى وقت التخلف ووقت التأخير وهي :-

1) متوسط المخزون تحت التشغيل :

وهو حاصل قسمة وقت التدفق على وقت الصيانة

متوسط المخزون تحت التشغيل = مجموع وقت التدفق / مجموع وقت الصيانة = 76 / 23 = 3.3

2) متوسط إجمالي المخزون :

هو حاصل قسمة تاريخ الاستحقاق على وقت الصيانة

متوسط إجمالي المخزون = مجموع تاريخ الاستحقاق / مجموع وقت الصيانة = 65 / 23 = 2.8

3) مستوى الاستخدام:

وهو حاصل قسمة وقت الصيانة على وقت التدفق

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{\text{مجموع وقت الصيانة}}{\text{مجموع وقت التدفق}} \times 100 = \frac{23}{76} \times 100 = 30\%$$

4) عدد الأعمال المتأخرة : 2 وهي (7 ، 13)

5) أطول وقت للتأخير : هو 1 وهو (13)

ثانيا / الحل بطريقة (SPT):

1) نبدأ بترتيب الجدول مع مراعاة الأعمدة المهمة وحسب الترتيب والأولوية :

- وقت الصيانة أولا وهو الأهم في الجدول.
- المحرك ثانيا.
- تاريخ الاستحقاق ثالثا.

2) نبدأ بترتيب وقت الصيانة تصاعديا (من الأقل إلى الأكثر)، ويرتب حسب الأولوية باقي مفردات الجدول.

❖ نبدأ أيهما أقل وقت للعمل من حيث (وقت الصيانة).

التأخير	التخلف	الاستحقاق	التدفق	الصيانة	المحرك
-19	0	20	1	1	4
-6	0	10	4	3	5
-7	0	15	8	4	2
5	15	8	13	5	1
11	11	12	23	10	3
-16	16	65	49	23	المجموع
-3.2	3.2	13	9.8	4.6	المتوسط

1) متوسط المخزون تحت التشغيل :

$$\text{متوسط المخزون تحت التشغيل} = \frac{\text{مجموع وقت التدفق}}{\text{مجموع وقت الصيانة}} = \frac{49}{23} = 2.13$$

2) متوسط إجمالي المخزون :

$$\text{متوسط إجمالي المخزون} = \frac{\text{مجموع تاريخ الاستحقاق}}{\text{مجموع وقت الصيانة}} = \frac{65}{23} = 2.8$$

3) مستوى الاستخدام:

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{\text{مجموع وقت الصيانة}}{\text{مجموع وقت التدفق}} \times 100 = \frac{23}{49} \times 100 = 46\%$$

4) عدد الأعمال المتأخرة : 2 وهي (5 ، 11)

5) أطول وقت للتأخير : هو 1 وهو (11)

ثالثا / الحل بطريقة (LPT):

المحرك	الصيانة	التدفق	الاستحقاق	التخلف	التأخير
3	10	10	12	0	-2
1	5	15	8	7	7
2	4	19	15	4	4
5	3	22	10	12	12
4	1	23	20	3	3
المجموع	23	89	65	26	24
المتوسط	4.6	17.4	13	5.2	4.8

1) متوسط المخزون تحت التشغيل :

$$\text{متوسط المخزون تحت التشغيل} = \frac{\text{مجموع وقت التدفق}}{\text{مجموع وقت الصيانة}} = \frac{89}{23} = 3.4$$

2) متوسط إجمالي المخزون :

$$\text{متوسط إجمالي المخزون} = \frac{\text{مجموع تاريخ الاستحقاق}}{\text{مجموع وقت الصيانة}} = \frac{65}{23} = 2.8$$

3) مستوى الاستخدام:

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{\text{مجموع وقت الصيانة}}{\text{مجموع وقت التدفق}} \times 100 = \frac{23}{89} \times 100 = 25\%$$

4) عدد الأعمال المتأخرة : 4 وهي (7 ، 4 ، 12 ، 3)

5) أطول وقت للتأخير : هو 1 وهو (12).

رابعا / الحل بطريقة (EDD) :

التأخير	التخلف	الاستحقاق	التدفق	الصيانة	المحرك
-3	0	8	5	5	1
-2	0	10	8	3	5
6	6	12	18	10	3
7	7	15	22	4	2
3	3	20	23	1	4
11	16	65	76	23	المجموع
2.2	3.2	13	15.2	4.6	المتوسط

1) متوسط المخزون تحت التشغيل :

$$\text{متوسط المخزون تحت التشغيل} = \frac{\text{مجموع وقت التدفق}}{\text{مجموع وقت الصيانة}} = \frac{76}{23} = 3.3$$

2) متوسط إجمالي المخزون :

$$\text{متوسط إجمالي المخزون} = \frac{\text{مجموع تاريخ الاستحقاق}}{\text{مجموع وقت الصيانة}} = \frac{65}{23} = 2.8$$

3) مستوى الاستخدام:

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{\text{مجموع وقت الصيانة}}{\text{مجموع وقت التدفق}} \times 100 = \frac{23}{76} \times 100 = 30.2\%$$

4) عدد الأعمال المتأخرة : 3 وهي (6 ، 7 ، 3)

5) أطول وقت للتأخير : هو 1 وهو (7).

المؤشر	FCFS	SPT	EDD	LPT
متوسط المخزون تحت التشغيل	3.3	2.13	3.3	3.8
متوسط أجمالي المخزون	2.8	2.8	2.8	2.8
مستوى الاستخدام	30%	46%	30.2%	26%
عدد الأعمال المتأخرة	2	-2	3	4
أطول وقت	13	11	7	12
متوسط التخلف	4	3.2	3.2	5.2
متوسط التأخير	2.5	-3.2	2.2	4.8

ملاحظة //

المقارنة بين هذه القواعد يكون في الجدول أعلاه من خلال(أطول وأقصر والمبكر) ثم متوسط المخزون للثلاثة ومستوى الاستخدام و عدد العمال المتأخرة ، ----------وهكذا .

1- متوسط المخزون أيهما أقل وهو الأفضل (2.13).

2- متوسط إجمالي المخزون (2.8).

3- مستوى الاستخدام الأعلى هو الأفضل (46%).

4- عدد الأعمال المتأخرة الأقل هو الأفضل (2-).

5- أطول وقت أقصر هو الأفضل (7).

6- متوسط التخلف الأقل هو الأفضل (3.2).

7- متوسط التأخير (السالب) هو الأفضل (3.2-).

الطرق الديناميكية

أولا / النسبة الحرجة Critical Ratio (CR)

وهي حاصل قسمة تاريخ الاستحقاق مطروحا منه تاريخ اليوم الذي نظمت فيه الجدولة مقسوما على المتبقي من وقت التشغيل ، وإذا لم يذكر تاريخ إعداد الجدولة يعتبر (صفر).

$$CR=\frac{\text{تاريخ الاستحقاق — تاريخ اليوم}}{\text{وقت التنفيذ}}$$

مثال (36)

البيانات التالية تمثل أوامر التشغيل وتاريخ المعالجة والاستحقاق والمطلوب إعداد الجدول الخاص بتنفيذ الأعمال بطريقة (CR) وفق ما يلي:-

الأمر	وقت التشغيل (يوم)	الاستحقاق
A	10	16
B	8	30
C	20	24
D	2	40
E	6	20

الحل//

1) نستخرج CR

الأمر	وقت التشغيل (يوم)	الاستحقاق	CR
A	10	16	(16—0)/10=1.6
B	8	30	(30—0)/8=3.75
C	20	24	(24—0)/20=1.2
D	2	40	(40—0)/12=20
E	6	20	(20—0)/6=3.33

2) ترتيب الأنشطة تصاعديا بالاعتماد على قيمة CR كما يلي :-

النشاط	التشغيل	التدفق	الاستحقاق	التخلف	التأخير
C	20	20	24	0	-4
A	10	30	16	14	14
E	6	36	20	16	16
B	8	44	30	14	14
D	2	46	40	6	6
المجموع	46	176	130	50	46
المتوسط	9.2	35.2	26	10	9.2

1) متوسط المخزون تحت التشغيل :

$$\text{متوسط المخزون تحت التشغيل} = \frac{\text{مجموع وقت التدفق}}{\text{مجموع وقت التشغيل}} = \frac{176}{46} = 3.8$$

2) متوسط إجمالي المخزون :

$$\text{متوسط إجمالي المخزون} = \frac{\text{مجموع تاريخ الاستحقاق}}{\text{مجموع وقت التشغيل}} = \frac{130}{46} = 2.8$$

3) مستوى الاستخدام:

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{\text{مجموع وقت التشغيل}}{\text{مجموع وقت التدفق}} \times 100 = \frac{46}{176} \times 100 = 26.1\%$$

4) عدد الأعمال المتأخرة : 4 وهي (14، 16 ، 14 ، 6)

5) أطول وقت للتأخير : هو 1 وهو (16).

6) متوسط التخلف : 10.

7) متوسط التأخير : 9.2.

ثانيا / قاعدة الفائض (S) Slack:

وفقا لهذه القاعدة يتم احتساب الوقت الفائض وهو عبارة عن الفرق بين تاريخ الاستحقاق ووقت التشغيل وكذلك إذا تم إعداد الجدولة بعد فترة من الزمن يجب طرحها من تاريخ الاستحقاق .

مثال (37)

البيانات التالية تمثل أوامر التشغيل وتاريخ المعالجة والاستحقاق والمطلوب إعداد الجدول الخاص بتنفيذ الأعمال بطريقة (S) وفق ما يلي:-

الأمر	وقت التشغيل (يوم)	الاستحقاق
A	10	16
B	8	30
C	20	24
D	2	40
E	6	20

الحل //

1) إيجاد (S) لكل رمز:-

الأمر	وقت التشغيل (يوم)	الاستحقاق	S
A	10	16	(16–0) – 10=6
B	8	30	(30–0) – 8=22
C	20	24	(24–0) – 20=4
D	2	40	(40–0) – 12=28
E	6	20	(20–0) – 6=14

2) ترتيب الأنشطة تصاعديا بالاعتماد على قيمة (S):-

النشاط	التشغيل	التدفق	الاستحقاق	التخلف	التأخير
C	20	20	24	0	-4
A	10	30	16	14	14
E	6	36	20	16	16
B	8	44	30	14	14
D	2	46	40	6	6
المجموع	46	176	130	50	46
المتوسط	9.2	35.2	26	10	9.2

1) متوسط المخزون تحت التشغيل :

$$\text{متوسط المخزون تحت التشغيل} = \frac{\text{مجموع وقت التدفق}}{\text{مجموع وقت التشغيل}} = \frac{176}{46} = 3.8$$

2) متوسط إجمالي المخزون :

$$\text{متوسط إجمالي المخزون} = \frac{\text{مجموع تاريخ الاستحقاق}}{\text{مجموع وقت التشغيل}} = \frac{130}{46} = 2.8$$

3) مستوى الاستخدام:

$$\text{مستوى الاستخدام} = \frac{\text{مجموع وقت التشغيل}}{\text{مجموع وقت التدفق}} \times 100 = \frac{46}{176} \times 100 = 26.1\%$$

4) عدد الأعمال المتأخرة : 4 وهي (14، 16 ، 14 ، 6)

5) أطول وقت للتأخير : هو 1 وهو (16).

6) متوسط التخلف : 10.

7) متوسط التأخير : 9.2.

الجدولة باستخدام ماكينتين أو أكثر

يتم استخدام أوامر التشغيل لغرض التنفيذ باستخدام ماكينتين أو أكثر وفق الخطوات التالية:-

1) إكمال مجموعة الأعمال بأقل وقت ممكن .
2) تعظيم مستوى الاستخدام .
3) لقد طور جونسن خوارزمية سميت بقاعدة جونسن تساعد على إيجاد التتابع على ماكينتين متتاليتين ، وهناك خمس خطوات لهذه القاعدة :-
   1- أدرج أو حدد الأعمال بأقل وقت ممكن .
   2- أوجد العمل الذي له أقصر وقت تشغيل .
   3- إذا كان أقصر وقت للتشغيل يقع على الماكينة الأولى ضع العمل المناظر له في التتابع .
   4- أحذف العمل الذي تمت جدولته من المنافسة .
   5- أعد الخطوات المتبقية .

مثال (38)

توجد خمسة أعمال يجب أن تنفذ بشكل تعاقبي في أحد المصانع لإنتاج قطع الغيار ، أوقات التشغيل لغرض التنفيذ موضحة في الجدول أدناه :-

العمل	أوقات التشغيل	
	الأول	الثاني
A	8	10
B	8	2
C	20	8
D	12	20
E	6	6

المطلوب //

1) تحديد تتابع العمال باستخدام قاعدة جونسن لتقليل نفس الأعمال الكلية والوقت العاطل ؟

2) أرسم خارطة جانت لكل مركز أو ماكينة لتنفيذ وقت الأعمال الكلي للعمل في المركزين؟

3) إيجاد مستوى الاستخدام أو نسبة الاستغلال ونسبة الوقت العاطل أو غير المستغل؟

الحل //

الوقت	0	6	14	26	46	54	
المركز الأول	E 6	A 8	D 12	C 20	B 8		
المركز الثاني		E 6	A 10	D 20	C 8	B 2	
		6	12 14	24 26	46	54	56

- إذا ذكر وقت التهيئة والأعداد تضع (2) وإذا لم يذكر تضع (صفر).
- إذا تساوت أرقام الأنشطة نأخذ رقم نشاط الماكينة الثانية الأعلى ، لذلك في مثالنا هذا أخذنا الرقم (10) والرقم الثاني المتشابه يصبح أخير رقم .
- الوقت العاطل فقط على الماكينة الثانية .

الوقت العاطل للمركز الثاني =6+2+2=10

الوقت غير المستغل للمركز الأول = 56 – 54 =2

نسبة الاستخدام للمركز الأول = 54/56×100 = 96%

نسبة العطل للمركز الأول = 100% - 96% = 4%

$$\text{نسبة الاستخدام للمركز الثاني} = \frac{56 - 10}{56} \times 100 = 82\%$$

نسبة العطل للمركز الثاني = 100% - 82% =18%

مثال (39) واجب

الجدول التالي يبين تنفيذ الأنشطة على ماكينتين .اوجد تتابع الأعمال ومخطط جانت ومستوى الاستخدام على الماكينتين باستخدام قاعدة جونسن؟

العمل	أوقات التشغيل(ساعة)	
	الأول	الثاني
A	10	12
B	10	4
C	22	10
D	14	22
E	6	8
F	15	20

الحل //