الفصل الرابع

الترتيب الداخلي

-Layout-

1.4: المفهوم والأهمية:

يقصد بالترتيب الداخلي للمصنع تحديد أفضل المواقع لوسائل الإنتاج بما يؤمن انسيابية عملية الإنتاج بكفاءة وفاعلية كما ينصرف المفهوم إلى تحديد المواقع الملائمة للأقسام الخدمية، فضلاً عن مواقع تخزين المواد الأولية ، ومخزون ما بين العمليات ، أو مخزون المنتجات النهائية.

ينجم عن التخطيط الأمثل لعملية الترتيب الداخلي لوسائل الإنتاج منافع جمة أهمها:

أ. الاستخدام الأمثل للمساحة والطاقة المتاحة.

ب. تخفيض مستوى وكلفة مخزون -WIP-.

ج. تخفيض كلفة المناولة.

د. تقليل مناطق الاختناق ومن ثم تقليص الوقت الضائع.

هـ. زيادة الإنتاجية.

و. تحسين خدمة الزبون.

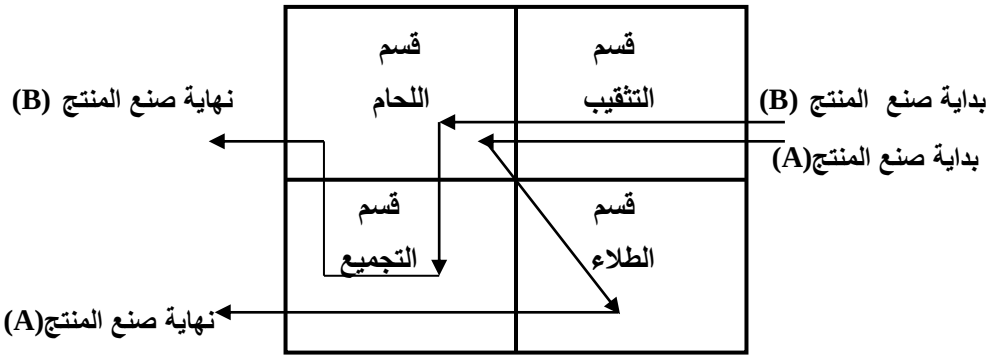
2.4: أنواع الترتيب الداخلي:

أ: الترتيب على أساس العملية:

ويقصد به تنظيم وسائل الإنتاج طبقاً إلى الوظائف أو عمليات الإنتاج المتشابهة، لذا يدعى بالتنظيم الوظيفي أيضاً. ويشمل ترتيب عوامل الإنتاج (الآلات والأفراد) حول العمليات. شكل (4-1).

يلاحظ من شكل رقم (4-1) تجميع العمليات الوظيفية الواحدة في قسماً متخصصاً، مثل عمليات التثقيب، أو اللحام أو الطلاء ، فيما يختلف مسار معالجة كل منتج مما يعني عدم مرور جميع الأجزاء أو المنتجات على ذات العمليات.

يناسب الترتيب على أساس العملية استراتيجية الصنع على وفق الطلب (نظامي إنتاج ورشة العمل والمشروع) ، التي تمتاز بانخفاض حجم الإنتاج وزيادة تنوع المنتج، مما يستدعي استخدام ذات الآلات لإنتاج منتجات مختلفة أو لتجهيز طلبيات زبائن ذات مواصفات متباينة. كما هو الحال في صناعات الأثاث والأدوات الاحتياطية والآلات الطباعية.



شكل رقم (4-1) : ترتيب ورشة العمل على أساس العملية

أولاً: مزايا التنظيم على أساس العملية:

(1) استخدام عناصر إنتاج عامة الأغراض، إذ يستدعي التنوع العالي معالجة منتجات مختلفة.

(2) مرونة اكبر في التعامل مع التغير في مزيج المنتج.

(3) كثافة رأسمالية منخفضة، ذلك إن حجم الإنتاج المنخفض وغير المتوقع لا يبرر استثمار رأسمال عالي في الآلات، يمكن أن يكرس لمنتج واحد كما في إستراتيجية الصنع لغرض الخزن.

(4) استغلال مرتفع للآلات في إنتاج منتجات متنوعة.

(5) توقف بعض الآلات لا يؤدي إلى توقف كامل المصنع.

(6) مستوى مهارة مرتفع للعاملين نتيجة التخصص في أداء العمليات كما في قسم التثقيب مثلاً.

(7) رقابة متخصصة.

ثانياً: مساوئ الترتيب على أساس العملية:

(1) معدل إنتاج منخفض.

(2) طول وقت الإنتاج نتيجة زيادة تكرار إعداد الآلة جراء التحول من منتج لآخر.

(3) كلفة مناولة عالية لصعوبة السيطرة على تدفق المواد الذي يتغير باختلاف المنتج.

(4) صعوبة التوازن بين طاقات محطات خط الإنتاج.

(5) مستوى مرتفع ومن ثم كلفة عالية لمخزون ما بين العمليات، الذي يستدعي مساحة أوسع.

(6) صعوبة التخطيط والرقابة على الإنتاج نتيجة تعقد عمليات الجدولة في ظل استمرار تغير جداول الإنتاج.

ب: الترتيب على أساس العملية باستخدام طريقة الرحلة –Trip–، المسافة -Distance- المقطوعة:

تساهم هذه الطريقة في اختيار الترتيب الأفضل استناداً إلى التجربة والخطأ بما يخفض كلفة مناولة المواد ومن ثم الكلفة الكلية. فيما تستخدم البرمجيات الحاسوبية المعقدة لتقييم التراتيب المعقدة ، إذ لا تمثل طريقة التجربة والخطأ الطريقة الأفضل في هذا المجال.

مثال رقم (4-1):

يبحث مدير العمليات عن ترتيب أفضل للمصنع (Z) المرتكز على أساس العمليات المتشابهة . وذلك باستخدام طريقة التجربة والخطأ بعد تحديد عدد الرحلات بين أقسام المصنع (المصفوفة أدناه)، مع ضرورة بقاء القسمين (E ، F) متجاورين لتداخل عملية الصنع فيهما ولتيسير عملية الرقابة.

الترتيب الحالي

C	**B**	**E**
A	**D**	**F**

عدد الرحلات*بين الأقسام

الأقسام	A	B	C	D	E	F
A	-	8	5		9	7
B		-	7	5		
C			-	8	5	9
D				-		5
E					-	5
F						-

الحل:

تقييم الترتيب الحالي:

وذلك عن طريق إعداد جدول استناداً إلى عدد الرحلات بين الأقسام الظاهرة في المصفوفة، مع احتساب عدد وحدات المسافة بين كل زوج من الأقسام. وفي ظل الترتيب الحالي، فإن المسافة بين قسمي (A ، C) المتجاوران تمثل وحدة واحدة ، في حين تحتسب المسافة بين قسمي (A ،B) ، (2) وحدة (وحدة واحدة أفقية وأخرى عمودية)، فيما تكون المسافة بين (A ، E) وحدة واحدة عمودية واثنتان أفقيتان . ويمثل مجموع حاصل ضرب عدد الرحلات (التحميل) × المسافة ، نتيجة تقييم الترتيب الحالي وكما يتضح في الجدول التالي.

* تمثل كل رحلة مقياساً لحركة المواد الأولية بين كل قسمين مختلفين في يوم عمل واحد.

أزواج الأقسام	عدد الرحلات (التحميل) (1)	وحدات المسافة (2)	الخطة الحالية (التحميل × المسافة) (1)× (2)
B,A	8	2	16
C,A	5	1	5
E,A	9	3	27
F,A	7	2	14
C,B	7	1	7
D,B	5	1	5
D,C	8	2	16
E,C	5	2	10
F,C	9	3	27
F,D	5	1	5
F,E	5	1	5

نتيجة تقييم الترتيب الحالي =137

تقييم الترتيب المقترح :

تحدد المواقع الجديدة للأقسام استنادا إلى اكبر عدد من المناولات الأماكن، يوميا فيما بينها . وهي الأقسام (A ، E = 9) ، (C ، F = 9) ، (A ، B = 8) و(C ، D = 8). ولأجل تقليل كلفة المناولة يحدد موقع تلك الأقسام قريبة من بعضها ما أمكن ، ويعرض الشكل الآتي الترتيب الجديد .

الترتيب المقترح

B	A	E
D	C	F

- عدم تغيير موقع قسمي (F,E) كما اشترطت بيانات السؤال.
- قسم (A) مجاور لقسم (E) نظرا لتسجيل أكبر عدد من الرحلات بينهما، كذلك قسمي (C) و(F).
- قسم (B) مجاور لقسم (A) نتيجة الحاجة إلى ثمان حركات مناولة بينهما يوميا ، كذلك قسمي (D,C).

وبعد تحديد وحدات المسافة لكل قسمين تتحرك بينهما المواد الأولية، تحتسب نتيجة تقييم الترتيب المقترح من خلال الجدول التالي.

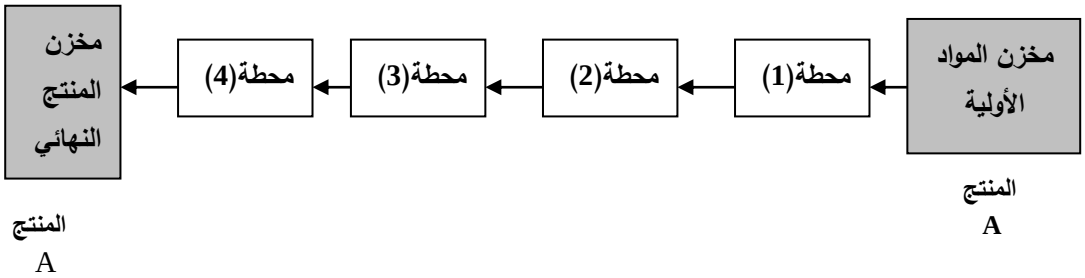
أزواج الأقسام	عدد الرحلات(التحميل) (1)	وحدات المسافة (2)	الخطة المقترحة (التحميل × المسافة) (1)×(2)
B,A	8	1	8
C,A	5	1	5
E,A	9	1	9
F,A	7	2	14
C,B	7	2	14
D,B	5	1	5
D,C	8	1	8
E,C	5	2	10
F,C	9	1	9
F,D	5	2	10
F,E	5	1	5

نتيجة تقييم الترتيب المقترح = 97

وبذا يعد الترتيب المقترح أفضل من الحالي نظراً لتخفيض كلفة مناولة المواد عن طريق تقليل المسافات بين الأقسام التي تزداد رحلات مناولة المواد الأولية فيما بينها.

ج : الترتيب على أساس المنتج:

ويعنى به تنظيم وسائل الإنتاج بشكل متتابع، بأي صيغة كانت -L ، أو □ ، أو O اعتمادا على طبيعة المنتج ، إذ يتتبع المسار المتسلسل لعمليات الإنتاج وتغدو مخرجات عملية معينة ، مدخلات لعملية لاحقة ، وبذا تنساب المدخلات من بداية خط الإنتاج، حتى تنتهي بالمخرجات، شكل رقم (4-2).



شكل رقم (4-2) : ترتيب نظام الإنتاج المستمر على أساس المنتج

يناسب الترتيب على أساس المنتج استراتيجية الصنع لغرض الخزن (أنظمة الإنتاج المستمر، والواسع والدفعة) ، ذات الإنتاج النمطي الواسع الحجم الذي يستدعي تحقق طلب كبير ومستمر لضمان الاستثمار الأمثل لوسائل الإنتاج ، ولكونه ترتيباً يكرس لمنتج معين، فإنه يمتاز بتنوع منخفض، كما هو الحال في صناعات النفط والكيمياويات.

أولاً: مزايا الترتيب على أساس المنتج:

(1) معدل إنتاج مرتفع.

(2) وقت إنتاج اقصر ناجم من انخفاض تكرار إعداد الآلة، مما يقلل الوقت غير المنتج المستغرق في التحول من منتج إلى آخر، الأمر الذي ينعكس في معدل معالجة أسرع.

(3) انخفاض كلفة المناولة نتيجة الانسياب المنتظم للمواد الأولية ومخزون ما بين العمليات من عملية إلى أخرى.

(4) مستوى منخفض لمخزون ما بين العمليات ومن ثم الحاجة إلى مساحة اقل.

(5) سهولة التخطيط وإمكانية الرقابة لكون العمل نمطي ومتتابع.

(6) انخفاض كلفة الإنتاج من جراء الاستخدام الكبير لمستوى منخفض من المهارة.

ثانياً: مساوئ الترتيب على أساس المنتج:

(1) مرونة منخفضة تجاه التغيير سواء عند تعديل المنتج أو تقديم آخر جديد نتيجة تخصص وسائل الإنتاج.

(2) كثافة رأس مال عالية في آلات متخصصة.

(3) تتحدد طاقة الخط بأبطأ محطة فيه مما يؤدي إلى استغلال منخفض للآلات.

(4) توقف كامل خط الإنتاج عند توقف آلة واحدة فيه مما يؤدي إلى زيادة الكلفة.

(5) تخصص منخفض للأفراد.

ومن الجدير بالإشارة إلى أهمية توازن طاقات محطات خط الإنتاج المنظم على أساس المنتج تجنباً لحدوث أي اختناق أو وقت ضائع، مع ضرورة تحديد العدد الأمثل لمحطات العمل وهذا ما سيتم تناوله في فقرة لاحقة من هذا الفصل.

يستعرض جدول رقم (4-1) أهم نقاط التباين بين نوعي الترتيب المتقدم ذكرهما.

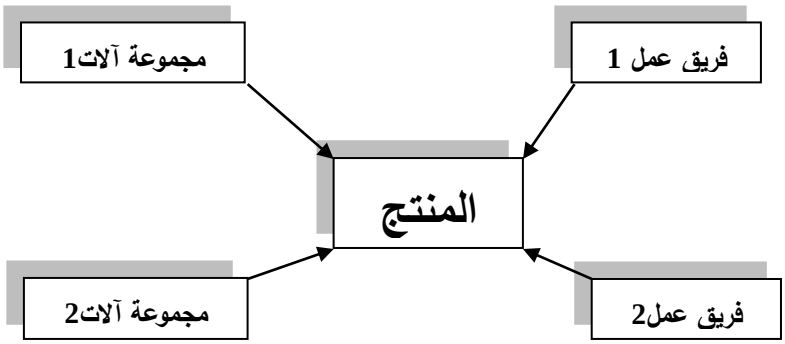
جدول رقم (4-1) : مقارنة بين الترتيب الداخلي على أساس العملية والترتيب الداخلي على أساس المنتج

الفقرات	على أساس العملية	على أساس المنتج
المفهوم:	- الترتيب على أساس تجميع العمليات المتشابهة مع بعضها.	- الترتيب على أساس تتابع عملية تصنيع المنتج.
الاستراتيجية المناسبة:	- الصنع على وفق الطلب (حجم إنتاج صغير وتنوع مرتفع).	- الصنع لغرض الخزن (حجم إنتاج كبير وتنوع منخفض).
الخصائص:	- تخصص عالي في الرقابة.	- تخصص واطئ في الرقابة.
	- السماح بالتوقفات.	- يؤدي توقف آلة واحدة إلى توقف كامل الخط.
	- تعقيد عملية الرقابة.	- سهولة عملية الرقابة.
	- صعوبة عملية التخطيط.	- سهولة عملية التخطيط.
	- طول وقت الإنتاج.	- قصر وقت الإنتاج.
	- مهارات عالية للأفراد.	- مهارات منخفضة للأفراد.
	- مخزون عالي بين العمليات.	- قلة المخزون بين العمليات.
	- كلفة مناولة مرتفعة.	- كلفة مناولة منخفضة نتيجة تسلسل العمليات بشكل متعاقب.
	- آلات عامة الأغراض.	- آلات محددة الأغراض (متخصصة).

د : الترتيب على أساس الموقع الثابت:

يمتاز هذا النوع من الترتيب بعدم ثبات عوامل الإنتاج، إذ تنتقل الآلات والأدوات والأفراد إلى موقع المنتج، الذي يكون ثابتاً، شكل رقم (4-3).

يناسب هذا النوع استراتيجية الصنع على وفق الطلب (نظام المشروع تحديداً)، وذلك عند صعوبة نقل المنتج لضخامة حجمه كما هو الحال في أعمال الهندسة المدنية وصناعة السفن والطائرات والمركبات الفضائية، الأمر الذي يستدعي تخفيض عدد انتقالات المنتج بين العمليات.



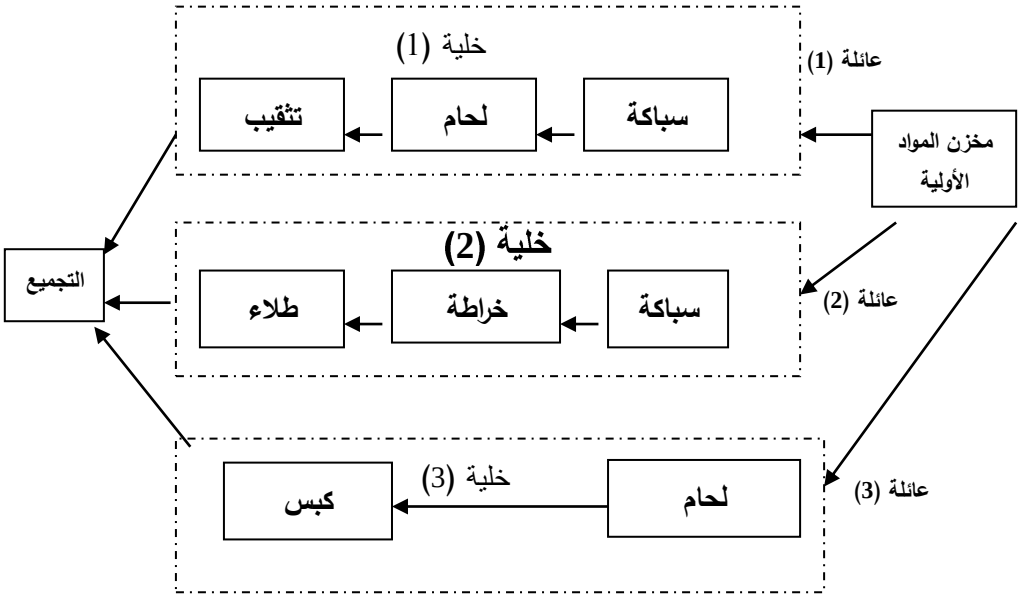
شكل رقم (4-3) : ترتيب نظام المشروع على أساس الموقع الثابت

هـ : الترتيب على أساس تقانة المجموعة -Group Technology-:

يناسب الترتيب على أساس تقانة المجموعة نظام الإنتاج بالدفعة، ويجمع بين الترتيب على أساس المنتج والترتيب على أساس العملية ، لذا يعرف أيضا بالترتيب الهجين ، الشائع الاستخدام في الواقع العملي ، شكل رقم (4-4).

يفضل هذا الترتيب عند وجود مجموعة كبيرة من الأجزاء ذات متطلبات صنع متشابهة. بعد أن يتم تحليل أجزاء المنتجات المصنعة وإعادة توحيدها في عوائل -Families- من الأجزاء ذات الخصائص المشتركة . ثم تخصص خلية -Cell– من مجموعة آلات لأداء عمليات إنتاج مختلفة من اجل تصنيع عائلة أجزاء معينة ، من اجل هذا يطلق على هذا النوع من الترتيب بالترتيب الخلوي -Cellular Layout- .

يساهم الترتيب على أساس تقانة المجموعة في تقليل وقت إعداد الآلة لاسيما عند وجود أجزاء كثيرة متنوعة، ومن ثم تقليل وقت الإنتاج، فضلاً عن تخفيض كلفة مناولة المواد ومخزون ما بين العمليات. كما هو الحال في صناعة الملابس والكتب.



شكل رقم (4-4) : ترتيب نظام الدفعة على أساس تقانة المجموعة

ويلاحظ من شكل رقم (4-4) تجميع الآلات على أساس العمليات، فيما يكون تتابع العمليات في كل خلية آلات على أساس المنتج.

3.4 : موازنة خط التجميع - Assembly Line Balancing :-

تتحدد طاقة الخط الإنتاجي بطاقة أوطأ محطة فيه ، عندما يتحرك المنتج عبر عمليات إنتاج متتابعة وذلك في الترتيب على أساس المنتج، مما يبرز أهمية تحقيق موازنة الخط عن طريق تقليل عدد محطات العمل إلى اقل ما يمكن ، بعد تحليل العمل وتجزئته إلى عناصره التي تمثل نشاطات ، أو فعاليات ، أو مهام أو عمليات مستقلة متعاقبة مع تحديد أسبقيات وأوقات انجازها بدقة، ثم تخصيصها على مجموعة محطات ينبغي أن تتساوى في مجموع وقت العمليات التي تعالج في كل منها ، وذلك من اجل تحقيق معدل مخرجات متساوي بين محطات العمل اللازمة لإنتاج المنتج، بما يؤمن الاستثمار الأمثل لعناصر الإنتاج.

تعاد موازنة الخط عند تغيير العملية، أو المنتج، أو وقت المعالجة، أو معدل المخرجات خلال وحدة زمنية معينة ويرافق تكرار إعادة توازن الخط إعادة تصميم العمل، وضياع الوقت والجهد والتأثير في مستوى الإنتاجية.

أمثلة رياضية (احتساب العدد النظري الادنى لمحطات العمل):

مثال رقم (4-2) :

في الآتي عمليات خط تجميع أحدى منتجات شركة التحرير العراقية لصناعة الأجهزة الكهربائية ، مع وقت انجاز كل عملية والعمليات السابقة لها. ما هو الحد النظري الأدنى لمحطات العمل ، فضلاً عن كفاءة الخط وخسارة الموازنة ، مع تخصيص العمليات على محطات العمل بهدف تحقيق أفضل موازنة ممكنة لخط التجميع . إذا كانت الطاقة الإنتاجية للخط (60) وحدة في اليوم ، والوقت المتاح للإنتاج (480) دقيقة في اليوم.

عناصر العمل لخط تجميع أحد منتجات شركة التحرير العراقية لصناعة الأجهزة الكهربائية

العمليات	الوقت(دقيقة)	العملية السابقة
A	**5**	**-**
B	**3**	**A**
C	**4**	**B**
D	**3**	**B**
E	**6**	**C**
F	**1**	**C**
G	**4**	**F,E,D**
H	**2**	**G**

مج الوقت = 28 دقيقة

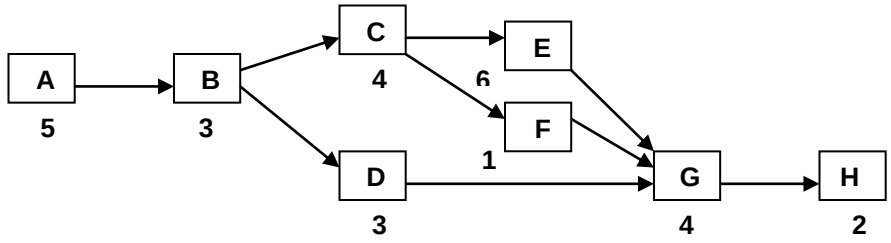
الحل:

أ. رسم مخطط الأسبقيات (التتابع):

وذلك بوضع كل عملية داخل مربع، وتدوين وقت المعالجة أسفل المربع ، مع الأخذ بعين الاعتبار تعاقب العمليات.

يبدأ المخطط في هذا المثال بعملية - A- التي لا تسبقها عملية أو عنصر عمل معين، وكما يأتي :

مخطط أسبقيات خط تجميع أحد منتجات شركة التحرير العراقية لصناعة الأجهزة الكهربائية



ب. تحديد معدل الإنتاج:

$$\text{معدل الإنتاج خلال الفترة (R)} = \frac{\text{إجمالي الإنتاج خلال الفترة}}{\text{الوقت المتاح للإنتاج خلال الفترة}}$$

$$\frac{\text{60 وحدة في اليوم}}{\text{480 دقيقة في اليوم}} = \frac{1}{8} \text{ وحدة في الدقيقة}$$

ج. تحديد وقت الدورة - Cycle Time - :

ويشير إلى أعلى وقت مسموح به لمعالجة الوحدة الواحدة في كل محطة، ويساوي مقلوب معدل الإنتاج وكما يأتي :

$$\text{وقت الدورة (C)} = \frac{1}{R} = \frac{1}{\text{معدل الإنتاج خلال الفترة}}$$

$$C = \frac{1}{\frac{1}{8}} = \frac{8}{1} \times 1 = 8$$ دقيقة الوقت اللازم لتجميع وحدة واحدة.

كما يمكن استخراج وقت الدورة باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{وقت الدورة} = \frac{\text{الوقت المتاح للإنتاج خلال الفترة}}{\text{أجمالي الإنتاج خلال الفترة}}$$

$$\text{وقت الدورة} = \frac{480 \text{ دقيقة في اليوم}}{60 \text{ وحدة في اليوم}} = 8 \text{ دقيقة}$$

يمثل وقت الدورة مقدار الوقت الأقصى المسموح به لبقاء الجزء في محطة العمل، ومن الضروري مراعاة كل مما يأتي:

أولا: تجانس الوحدات الزمنية لوقت الدورة مع وحدات قياس الوقت اللازم لإنجاز العمليات.

ثانيا: أن يكون وقت الدورة ≤ من وقت أي عملية ، إذ لا يمكن انجاز العملية في أكثر من محطة.

ثالثا: آن يكون وقت الدورة ≤ من مجموع الوقت اللازم لإنجاز جميع العمليات في أي محطة، وإلا تعد المحطة عنق الزجاجة الذي يعيق خط الإنتاج من تحقيق معدل الإنتاج المطلوب.

د. احتساب العدد النظري الأدنى لمحطات العمل:

تتحقق الموازنة المثلى عند تساوي وقت الدورة مع مجموع وقت العمليات في كل محطة وعندها يكون الوقت العاطل صفر، إلا إن ذلك لا يتحقق عمليا نتيجة تباين وقت المعالجة من عملية إلى أخرى، كذلك المقدرة الإنتاجية للأفراد والآلات.

$$\text{عدد المحطات(n)} = \frac{\text{مج (الوقت القياسي المطلوب لمعالجة جميع العمليات اللازمة لتجميع وحدة واحدة)}\Sigma(t)}{\text{وقت الدورة (C)}}$$

$$= \frac{28 \text{ دقيقة}}{8 \text{ دقيقة}} = 3,5 \approx 4 \text{ محطة العدد النظري الأدنى لمحطات العمل،}$$
إذ لا يمكن استخدام أجزاء المحطات عمليا

هـ . كفاءة -Efficiency- الخط:

وتمثل نسبة الوقت المنتج إلى الوقت الكلي وتحتسب بالمعادلة الآتية:

$$\text{الكفاءة(e)} = \frac{\text{مجموع الوقت القياسي المطلوب } \sum(t)}{\text{عدد المحطات (n) × وقت الدورة (C)}} \times 100\%$$

$$= \frac{28 \text{ دقيقة}}{4 \times 8} \times 100\% = \frac{28}{32} \times 100\% = 87,5\%$$

كما يمكن احتساب الكفاءة بالمعادلة الآتية:

$$\text{الكفاءة (e)} = \frac{\text{العدد النظري الأدنى لمحطات العمل}}{\text{العدد الفعلي لمحطات العمل}} \times 100\%$$

$$= \frac{3,5}{4} \times 100\% = 87,5\%$$

و.احتساب الوقت العاطل -Idle Time- أو خسارة الموازنة -Balance Delay-:

يمثل الوقت العاطل، الوقت الكلي الفائض غير المنتج في جميع محطات العمل عند تجميع وحدة واحدة ويحتسب كالآتي:

الوقت العاطل الكلي= مجموع وقت العمل المتاح - مجموع الوقت القياسي المطلوب ($\sum$ t)

= (عدد المحطات × وقت الدورة) - مجموع الوقت القياسي المطلوب

= (4 محطات × 8 دقيقة) - 28 دقيقة

= 32 دقيقة – 28 دقيقة = 4 دقيقة مجموع الوقت غير المنتج

في حين أن **نسبة عدم الكفاءة (نسبة الوقت العاطل الكلي أو نسبة خسارة الموازنة) =100 % - نسبة الكفاءة**

= 100 % - 87,5 % = 12, 5 %

أو = 1 – 0,875 = 0,125

كما يمكن أن تحتسب بالمعادلة الآتية:

$$\text{نسبة عدم الكفاءة} = \frac{\text{الوقت العاطل الكلي}}{\text{مجموع وقت العمل المتاح}} \times 100\ \%$$

$$= \frac{\text{(عدد المحطات× وقت الدورة) ـ مجموع الوقت القياسي المطلوب}}{\text{مجموع وقت العمل المتاح}} \times 100\ \%$$

$$= \frac{28 - (8\times4)}{32} \times 100\ \% = \frac{28 - 32}{32} \times 100\% = \frac{4}{32} \times 100\ \% = 12{,}5\%$$

وبذا يمكن احتساب الوقت العاطل الكلي كما يأتي :

= مجموع وقت العمل المتاح × نسبة الوقت العاطل (نسبة عدم الكفاءة)

= (عدد المحطات × وقت الدورة) × نسبة الوقت العاطل

= (4 × 8) × 0,125 = 4 دقيقة

ينتج الوقت العاطل عن اختلاف الحد الأدنى الفعلي لعدد محطات العمل عن الحد الأدنى النظري لذلك العدد. ولتوضيح ذلك يمكن استخراج نسبة الوقت غير المنتج كما يأتي :

$$\text{نسبة عدم الكفاءة} = \frac{\text{الحد الأدنى الفعلي لعدد المحطات ـ الحد الأدنى النظري لعدد المحطات}}{\text{الحد الأدنى الفعلي لعدد المحطات}} \times 100\%$$

$$= \frac{3{,}5 - 4}{4} \times 100\% = \frac{0{,}5}{4} \times 100\% = 12{,}5\%$$

ينجم من استخدام (4) محطات زيادة مجموع الوقت المتاح إلى (32) دقيقة ذلك أن (4محطة × 8 دقيقة =32 دقيقة) ومع إمكانية انجاز جميع العمليات بـ (3,5) محطة، وأن (3,5 × 8 دقيقة) = 28 دقيقة وهو يمثل مجموع الوقت القياسي المطلوب لإنجاز جميع العمليات ، فان هناك (4) دقيقة فائضة تعود لعدم استغلال (0,5 محطة × 8 دقيقة = 4 دقيقة) والتي تعكس الوقت العاطل. فيما يكون الوقت العاطل ومن ثم خسارة الموازنة صفراً عند التوازن العام حينما يتساوى عدد المحطات المطلوب نظرياً وفعلياً.

ز. تخصيص العمليات على المحطات:

وذلك بأتباع الخطوات الآتية:

أولا: البدء بالعملية الأولى التي لا تسبقها أي عملية.

ثانياً: ترشيح العمليات بعد العملية الأولى على أساس قاعدة معينة (هنا قاعدة وقت المعالجة الأطول).

ثالثاً: ضرورة عدم تجاوز مجموع الوقت القياسي المطلوب لمعالجة جميع العمليات في محطة معينة، وقت الدورة.

رابعاً: لا يمكن تخصيص عملية ما على أي محطة إلا بعد الانتهاء من تخصيص جميع العمليات التي تسبقها على محطة معينة.

خامساً: يطرح من وقت الدورة مجموع الوقت القياسي المطلوب لمعالجة جميع العمليات في محطة معينة، لاستخراج الوقت العاطل في تلك المحطة.

تخصيص العمليات على محطات عمل خط تجميع أحد منتجات شركة التحرير العراقية لصناعة الأجهزة الكهربائية

المحطة	العملية المرشحة	العملية المختارة	الوقت العاطل في كل محطة (وقت الدورة = 8 دقيقة)
1	A B	8 { 5 =A 3 =B	0 =8-8
2	D,C F, E, D F,E	8 { 4 =C 3 =D 1 =F	0 = 8-8
3	E	6 =E	2 = 6-8
4	G H	6 { 4 =G 2 =H	2 = 6-8

مجموع الوقت العاطل الكلي = 4 دقيقة

ملاحظات على الجدول:

ـ محطة (1): لا يمكن ترشيح عملية (B) إلا بعد تخصيص عملية (A) على محطة معينة.

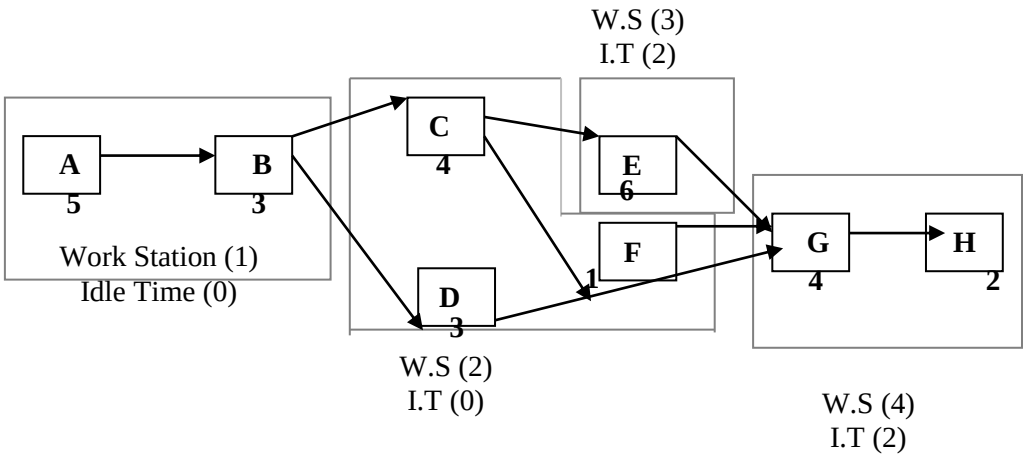
ـ محطة (2): تم اختيار عملية (C) قبل عملية (D) كونها الأطول وقتاً في المعالجة.

ـ محطة (2): إمكانية ترشيح عمليتي (F,E) بعد تخصيص عملية (C) على محطة (2) وليس قبل ذلك.

ـ محطة (3): إمكانية ترشيح عملية (G) على محطة (3) ، بعد تخصيص عملية(E) على ذات المحطة ، إلا أن مجموع وقت معالجتهما يتجاوز وقت الدورة، لذا لا يمكن تخصيصهما على محطة واحدة.

ـ محطة (4):لا يمكن ترشيح عملية (H) قبل تخصيص عملية (G)على محطة ما، كونها تسبق عملية(H).

فيما يظهر الشكل الآتي، محطات العمل الأربعة وما تتضمنه من عمليات ، فضلاً عن الوقت العاطل في كل محطة.



مثال رقم (4-3):

يستدعي تجميع محرك مبردة الهواء عدة عمليات، وكما مبين في جدول عناصر العمل. يعمل خط التجميع بواقع وجبة عمل واحدة يومياً، وبمعدل (8) ساعة لإنتاج (1200) وحدة أسبوعيا (ستة أيام عمل في الأسبوع). كم هو وقت الدورة، والعدد النظري الأدنى لمحطات العمل، وكفاءة الخط، والوقت

العاطل (خسارة الموازنة)، مع توضيح كيفية توزيع عناصر العمل على المحطات لموازنة الخط على وفق قاعدة وقت المعالجة الأطول.

عناصر العمل لتجميع محرك مبردة الهواء

عنصر العمل	الوقت (ثانية)	العنصر السابق
A	40	-
B	50	A
C	60	F,E,D
D	70	B
E	50	B
F	80	B
G	60	A
H	70	G
I	60	H
J	70	I,C

الحل:

$$\text{معدل الإنتاج في الساعة (R)} = \frac{\text{1200 وحدة في الأسبوع}}{\text{6 أيام في الأسبوع} \times \text{8 ساعة في اليوم}} = \frac{1200}{\text{48 ساعة}} = \text{25 وحدة في الساعة}$$

$$\text{وقت الدورة(C)} = \frac{1}{R} = \frac{1}{\text{25 وحدة في الساعة}} \quad \text{أو} \quad \frac{1}{25} \text{ من الساعة للوحدة}$$

$$C = \frac{1}{25} \times \text{60 دقيقة} \times \text{60 ثانية} = \text{144 ثانية لتجميع وحدة واحدة}$$

$$\text{أو معدل الإنتاج} = \frac{\text{1200 وحدة في الأسبوع}}{\text{6 أيام}} = \text{200 وحدة في اليوم}$$

$$C = \frac{\text{8 ساعة في اليوم}}{\text{200 وحدة في اليوم}} = \frac{1}{25} \times 60 \times 60 = 144 \text{ ثانية}$$

$$\text{أو C = مقلوب معدل الإنتاج} = \frac{48}{1200} = \frac{1}{25} \times 60 \times 60 = 144 \text{ ثانية}$$

بما أن مجموع الوقت اللازم لإنجاز جميع عناصر العمل = 610 ثانية

$$\therefore \text{عدد المحطات (n)} = \frac{\text{610 ثانية}}{\text{144 ثانية}} = 4,236 \approx 5 \text{ محطة}$$

$$\text{مستوى الكفاءة(e)} = \frac{610}{144 \times 5} \times 100\% = \frac{610}{270} \times 100\% = \% 84, 72$$

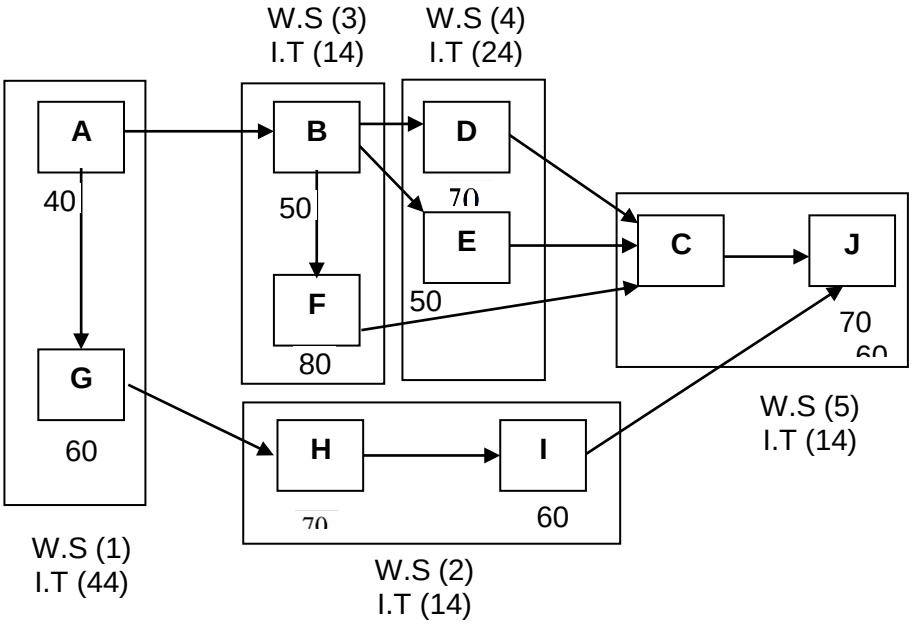
خسارة الموازنة = 100% - 84,72% = 15,28 %

الوقت العاطل= (5× 144) - 610 = 720 - 610 = 110 ثانية

تخصيص عناصر العمل على المحطات:

المحطة	عنصر العمل المرشح	عنصر العمل المختار	الوقت العاطل في كل محطة (وقت الدورة = 144 ثانية)
1	A	40 =A 100 60 =G	44 =100 –144
2	H, B	70 =H 130 60 = I	14 =130-144
3	B	50 = B 130 80 = F	14 =130-144
4	E, D	70=D 120 50=E	24 =120- 144
5	C	60 =C 130 70 =J	14 = 130- 144
		مجموع الوقت العاطل الكلي	= 110 ثانية

ويعرض الشكل مخطط أسبقيات عناصر العمل لمحرك مبردة الهواء، موزعة على خمسة محطات، مع تأشير الوقت العاطل في كل محطة.



مثال رقم (4-4):

تسعى شركة نبوخذ نصر لتقديم منتج جديد يتطلب (12) عملية تصنيع كما يظهر في جدول عناصر العمل، كيف تتم موازنة خط تصنيع المنتج ، إذا كان معدل الإنتاج (2) وحدة /ساعة.

العملية	وقت الإنجاز (دقيقة)	العملية السابقة
A	20	-
B	25	-
C	10	A
D	15	B
E	11	C, D
F	14	B
G	19	E
H	13	C
I	6	E , H
J	9	H
K	11	I , J
L	15	G, F, K

الحل:

$$\text{وقت الدورة (C)} = \frac{1}{R} = \frac{1}{2} \times 60 \text{ دقيقة} = 30 \text{ دقيقة لتجميع وحدة واحدة}$$

$$\therefore \text{ عدد المحطات (n)} = \frac{168 \text{ دقيقة}}{30 \text{ دقيقة}} = 5,6 \approx 6 \text{ محطة}$$

$$\text{مستوى الكفاءة (e)} = \frac{168}{30 \times 6} \times 100\% = \frac{168}{180} \times 100\% = 93,33\ \%$$

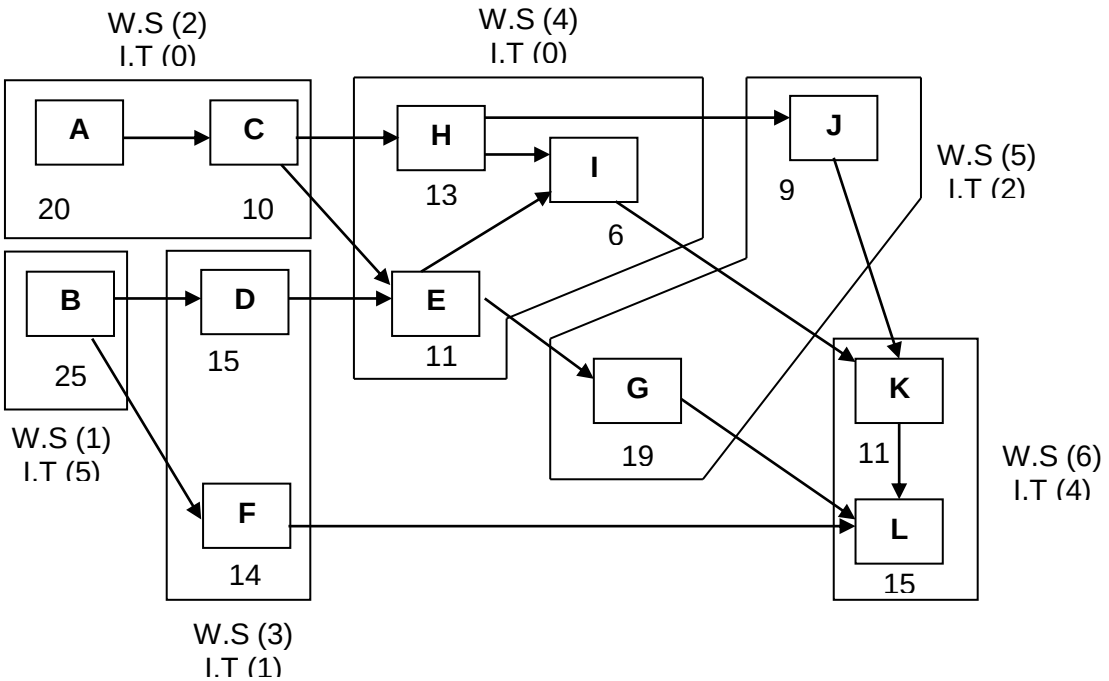
خسارة الموازنة = 100 % - 93,33 % = 6,67 %

الوقت العاطل = (6 × 30) – 168 = 180 – 168 = 12 دقيقة

تخصيص المهمات على المحطات:

المحطة	المهمة المرشحة	المهمة المختارة	الوقت العاطل في كل محطة (وقت الدورة = 30 دقيقة)
1	B , A	25 = B	5 = 25 - 30
2	F, D, A C, F, D	30 { 20 =A 10 = C	0 = 30 - 30
3	H, F, D E, H, F	29 { 15 = D 14 = F	1 = 29 - 30
4	E, H J, E I, J	30 { 13 = H 11 = E 6 = I	0 = 30 - 30
5	G, J J	28 { 19 = G 9 = J	2 = 28 - 30
6	K M	26 { 11 = K 15 = M	4 = 26 - 30

مجموع الوقت العاطل الكلي = 12 دقيقة


W.S (2)
I.T (0)
W.S (4)
I.T (0)
A
C
H
I
J
20
10
13
6
9
W.S (5)
I.T (2)
B
D
E
G
K
25
15
11
19
11
W.S (1)
I.T (5)
W.S (6)
I.T (4)
F
L
14
15
W.S (3)
I.T (1)

أسئلة ومسائل الفصل الرابع

س1: لكل من التنظيم على أساس العملية والتنظيم على أساس المنتج مزايا وانتقادات، تكلم عن ذلك.

س2: يختلف الترتيب الداخلي على أساس العملية عن الترتيب الداخلي على أساس المنتج من ناحية المفهوم، والاستراتيجية المناسبة، والخصائص وضح ذلك.

س3: يرغب مدير ورشة عمل لصناعة الأثاث بأيجاد ترتيب جديد يقلل كلفة المناولة، ويبين الجدول الآتي عدد الرحلات المقطوعة بين الأقسام الستة للورشة. ما هو الترتيب الأفضل الذي يحقق المعايير المحددة ومتطلبات المسافة المحددة ، ولدواعي أمنية ينبغي بقاء قسمي (2، 5) في موقعيهما.

الترتيب الحالي

2	3	1
4	5	6

عدد الرحلات بين الأقسام

الأقسام	1	2	3	4	5	6
1	-	80		20		20
2		-	10		70	
3			-	70		10
4				-	50	80
5					-	
6						-

س4: السؤال المركزي في الامتحان الوزاري الموحد لعام (2000-2001/الدور الأول) تحاول شركة الصناعات الكهربائية إنشاء خط إنتاج جديد لتجميع مضخة الماء الكهربائية. والجدول الأتي يبين الفعاليات اللازمة للتجميع والأوقات القياسية وعلاقات التتابع.

الفعالية	الوقت اللازم (ثانية)	الفعالية السابقة
A	40	-
B	30	A
C	50	A
D	40	B
E	5	B
F	25	C
G	15	C
H	20	D, E
I	18	F, G
J	20	H, I

المطلوب:

- رسم مخطط التتابع لهذا المنتج.
- احتساب محتوى العمل.
- احتساب العدد النظري لمحطات العمل إذا علمت أن عدد ساعات العمل (8) ساعة وترغب الشركة بإنتاج (60) مضخة في الساعة.
- تخصيص الأعمال على محطات العمل.
- احتساب الكفاءة ونسبة الوقت الضائع.
- هل يتمكن خط الإنتاج الذي توصلت إليه من إنتاج (60) وحدة في الساعة ؟

س5: السؤال المركزي في الامتحان الوزاري الموحد لعام (1998-1999/الدور الثاني):

ترغب إحدى المنظمات تحقيق معدل إنتاج قدرة (400) وحدة يومياً، وتعمل المنظمة لمدة ثمانية ساعات يومياً. وفيما يأتي بيانات نشاطاتها الإنتاج وأوقاتها وعلاقات التتابع بينها.

المطلوب:

- رسم مخطط الأسبقيات.
- تحديد العدد النظري الأدنى لمحطات العمل.
- تخصيص العمليات على المحطات واحتساب الوقت الفائض في كل محطة.
- احتساب كفاءة الخط التشغيلية.

العملية	العملية السابقة	وقت العملية (الإنجاز) دقيقة
A	-	0,2
B	A	0,2
C	-	0,8
D	C	0,6
E	B, D	0,3
F	E	1
G	F	0,4
H	G	0,3

س6: في الآتي جدول عمليات انجاز أحد منتجات شركة حمورابي للأجهزة المنزلية ووقت انجاز كل عملية بالدقائق، ما هو الحد النظري الأ دنى لعدد محطات العمل وكفاءة خط التجميع، فضلاً عن خسارة الموازنة، مع تخصيص العمليات على محطات العمل، إذا كان وقت الإنتاج المتاح (480) دقيقة في اليوم، ومقدار الإنتاج (10) وحدة في الساعة، وان عدد ساعات العمل في اليوم (8) ساعة وبوجبة عمل واحدة.

العملية	وقت الإنجاز (دقيقة)	العملية السابقة
A	1	-
B	3	A
C	2	B
D	4	B
E	1	C, D
F	3	A
G	2	F
H	5	G
I	1	E, H
J	3	I

س7: (أ) - افترض أن وقت الدورة = 80 ثانية، ما هو حجم الإنتاج اليومي.

(ب) - أوجد وقت الدورة بالثانية إذا كان خط الإنتاج يعمل وجبتي عمل في اليوم بمعدل (8) ساعة في الوجبة الواحدة، وان حجم الإنتاج (800) وحدة يومياً.