التنظيم الزمني لعمليات التنفيذ

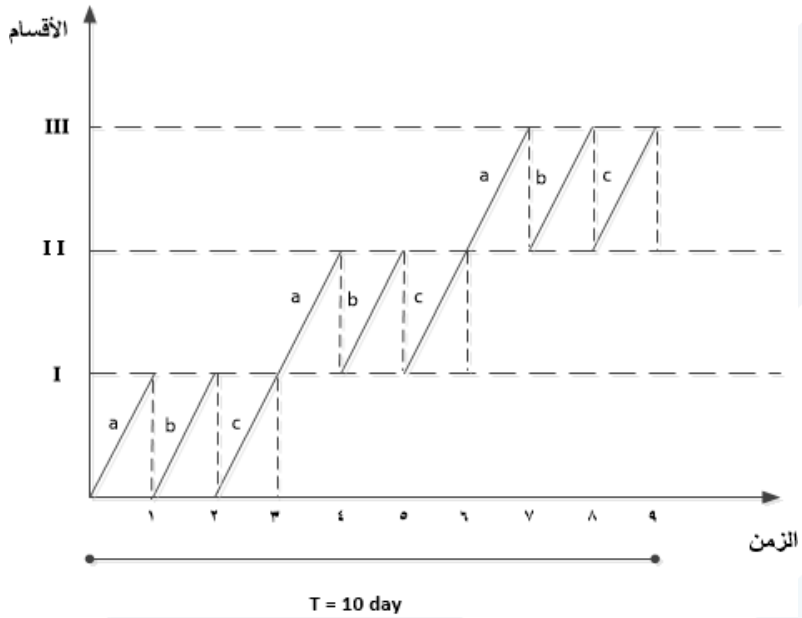
هناك ثلاثة أساليب لتنفيذ كل مشروع:

1. طريقة التنفيذ المتسلسل.
2. طريقة التنفيذ المتوازي.
3. طريقة التنفيذ المتتابع.

في البداية يجب تقسيم المشروع إلى /m/ قسم، وفي كل قسم يجري /n/ عملية. بفرض لدينا مشروع مقسم إلى ثلاثة أقسام (I – II - III) وفي كل قسم ستنفذ ثلاث عمليات ولتكن:

(a) أعمال التربة - (b) أعمال الهيكل – (c) أعمال الاكساء

أولاً: طريقة التنفيذ المتسلسل :



مبدأ الطريقة:

يتم إنشاء أي بناء بعد إنشاء البناء الذي يسبقه أي لا نبدأ بالقسم الثاني حتى يتم الانتهاء من جميع العمليات في القسم الأول.

صفات الطريقة:

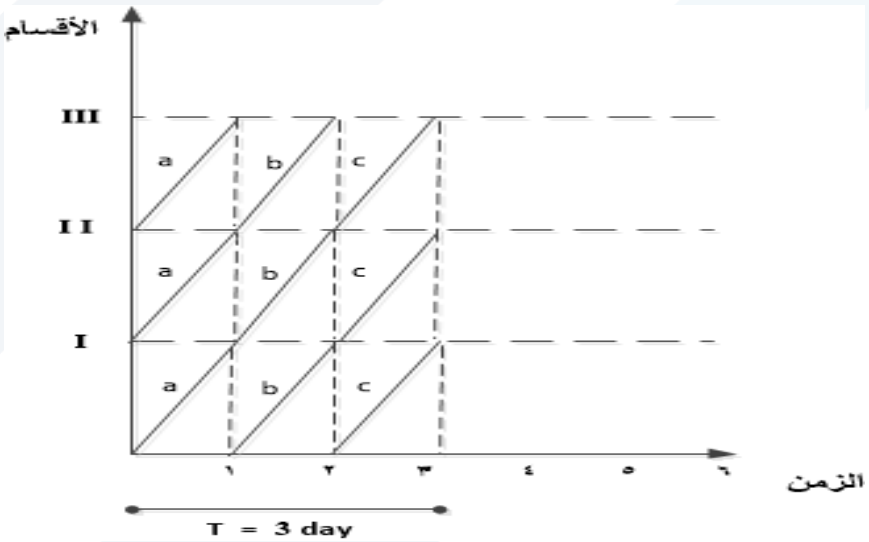
- شدة التمويل منخفضة.
- فترة التنفيذ طويلة.
- لا يوجد استمرارية في تنفيذ الأعمال المتشابهة أو استخدام الموارد.

مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتسلسل:

$$T = \sum [\sum Tj] = \sum [Tj_I + Tj_{II} + Tj_{III} + Tj_{IV}]$$

حيث أن: $\sum Tj$ مجموع أدوار العمليات في القسم الواحد.

ثانياً: طريقة التنفيذ المتوازي :



مبدأ الطريقة:

يتم تنفيذ جميع الأعمال المتماثلة بنفس الوقت في جميع الأبنية / الأقسام.

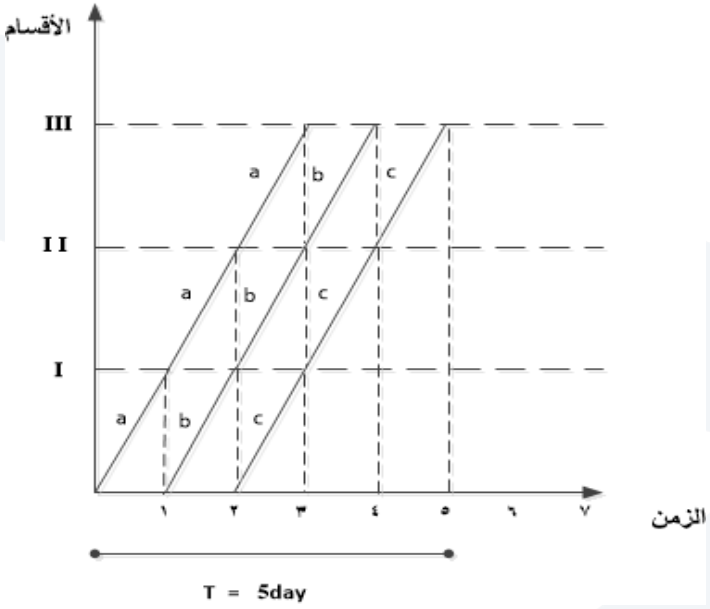
صفات الطريقة:

- شدة التمويل أعظمية.
- فترة التنفيذ قليلة.

مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتوازي:

$$T = Max [\sum Tj] = Max [Tj_I , Tj_{II} , Tj_{III} , Tj_{IV}]$$

ثالثاً: طريقة التنفيذ المتتابع :



مبدأ الطريقة:

يتم تنفيذ العملية الأولى في القسم الأول ثم الانتقال لتنفيذ العملية الأولى في القسم الثاني وبنفس الوقت يتم تنفيذ العملية الثانية في القسم الأول وهكذا....

صفات الطريقة:

- شدة التمويل وسطية.
- فترة التنفيذ وسطية.
- لا يوجد انقطاع في تنفيذ الأعمال المتشابهة أو استخدام الموارد.

الدور(K): هو زمن تنفيذ عملية في قسم واحد.

وتبعاً للدور تقسم الخطوط الانتاجية إلى:

1. **خطوط انتاجية دورية:**

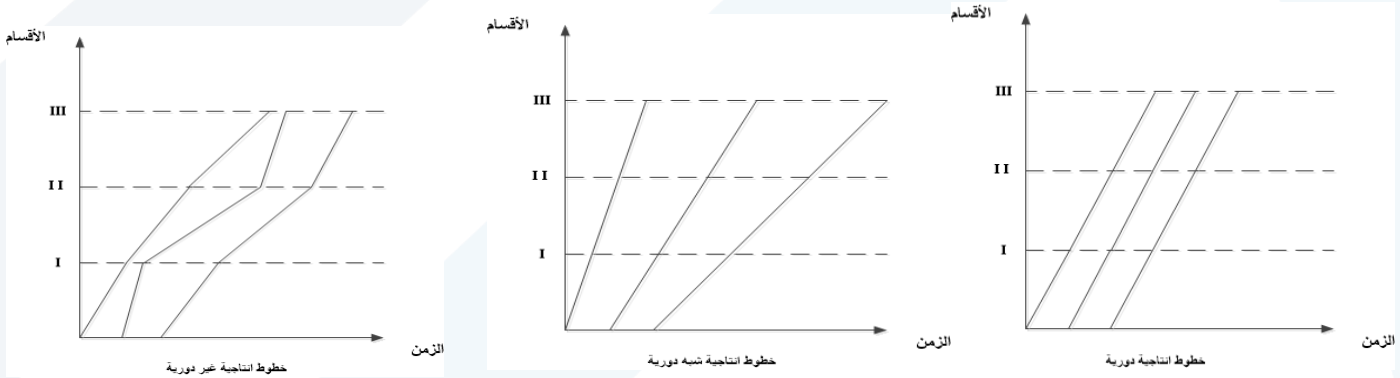
يكون الدور ثابت لجميع العمليات في جميع الأقسام (الخطوط الانتاجية مستقيمات متوازية).

2. **خطوط انتاجية شبه دورية:**

يكون الدور ثابت في عملية في جميع الأقسام، ويختلف من عملية إلى أخرى (الخطوط الانتاجية مستقيمات غير متوازية).

3. **خطوط انتاجية غير دورية:**

يختلف الدور من عملية إلى أخرى ومن قسم إلى قسم آخر، (الخطوط الانتاجية خطوط منكسرة).



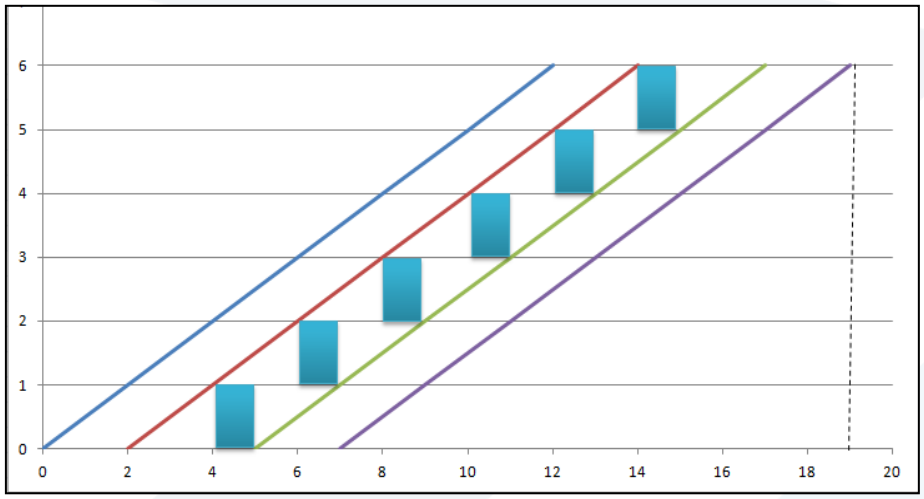
التوقفات التكنولوجية / التقنية (Tt) : فاصل زمني بين نهاية عملية وبداية عملية لاحقة في نفس القسم وذلك لأسباب تقنية خارجة عن إرادة المهندس ولا يمكن التحكم بها. مثل: التوقف عند صب البيتون لمدة معينة حتى تصلبه واكتسابه المقاومة المطلوبة ثم فك القالب - الظروف الجوية السيئة.

التوقفات التنظيمية(To) : فاصل زمني لأسباب تتعلق بأمور تنظيمية تفرضها ظروف التنفيذ وأحياناً يستطيع المهندس التحكم بها. مثل: تأمين جبهات عمل كافية - نقل الآليات من قسم لآخر – عدم تساوي الأدوار للعمليات قد يخلق توقفات تنظيمية.

المسألة الأولى:

ليكن لدينا خط انتاجي دوري مكون من أربع عمليات انشائية تنفذ في ستة أقسام ، فإذا علمت أن الدور ورديتان ، وأنه يوجد توقف تكنولوجي بين العمليتين الثانية والثالثة مقداره وردية واحدة. ما هي مدة تنفيذ المشروع بالوردية؟

مدة تنفيذ المشروع : 19 وردية



المسألة الثانية:

ليكن لدينا خط انتاجي شبه دوري مكون من /5/ اقسام وينفذ في كل قسم /4/ عمليات إنشائية أدوارها :

$(K_1 = 1 \quad \& \quad k_2 = 2 \quad \& \quad K_3 = 1 \quad \& \quad K_4=1)$

يطلب حساب مدة تنفيذ المشروع و مدة تنفيذ كل قسم بطريقة المصفوفة إذا كان التنفيذ تتابعياً، ثم رسم الخطوط الانتاجية.

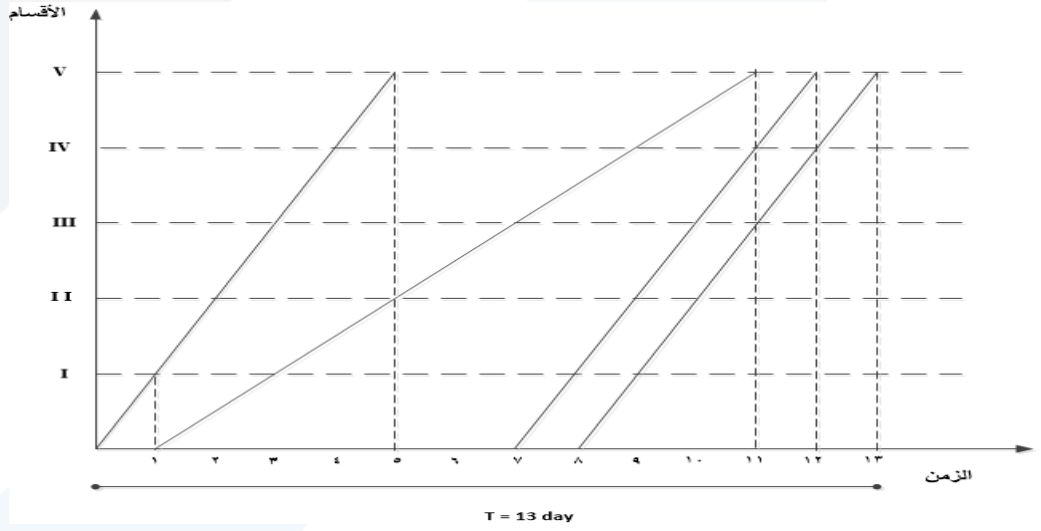
الحل:

ملاحظة هامة في الخطوط الانتاجية شبه الدورية:

- عندما: $k_i = K_{i+1}$ لا يحصل أي تقاطع ونستطيع البدء من القسم الأول أو الأخير.
- عندما: $K_{i+1} > k_i$ نبدأ من القسم الأول.

عندما: $K_{i+1} < k_i$ نبدأ من القسم الأخير.

العملية / القسم	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة
I	0 **1** 1	1 **2** 3	7 **1** 8	8 **1** 9
II	1 **1** 2	3 **2** 5	8 **1** 9	9 **1** 10
III	2 **1** 3	5 **2** 7	9 **1** 10	10 **1** 11
IV	3 **1** 4	7 **2** 9	10 **1** 11	11 **1** 12
V	4 **1** 5	9 **2** 11	11 **1** 12	12 **1** 13



مدة تنفيذ المشروع:

$T = 13$ day

مدة تنفيذ الأقسام:

$T_I = 9 - 0 = 9$ day

$T_{II} = 10 - 1 = 9$ day

$T_{III} = 11 - 2 = 9$ day

$T_{IV} = 12 - 3 = 9$ day

$T_V = 13 - 4 = 9$ day

المسألة الثالثة:

ليكن لدينا خط انتاجي غير دوري مؤلف من /4/ اقسام وينفذ في كل قسم /4/ عمليات إنشائية أدوارها مبينة في الجدول :

العملية / القسم	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة
I	3	1	4	1
II	2	1	2	1
III	1	2	3	2
IV	1	3	3	2

والمطلوب:

1. حساب مدة تنفيذ المشروع و مدة تنفيذ كل قسم بطريقة المصفوفة إذا كان التنفيذ تتابعياً.
2. رسم الخطوط الانتاجية.
3. حساب مدة التنفيذ بطريقة التنفيذ المتسلسل و المتوازي.

الحل:

العملية / القسم	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة
I	0 **3** 3	4 **1** 5	5 **4** 9	13 **1** 14
II	3 **2** 5	5 **1** 6	9 **2** 11	14 **1** 15
III	5 **1** 6	6 **2** 8	11 **3** 14	15 **2** 17
IV	6 **1** 7	8 **3** 11	14 **3** 17	17 **2** 19
التقارب الحرج		10 (11) 11 10	(17) 14 14 14	15 16 18 (19)

ملاحظة هامة: في الخطوط الانتاجية غير دورية نحسب التقارب الحرج لنعرف من أي قسم نبدأ.

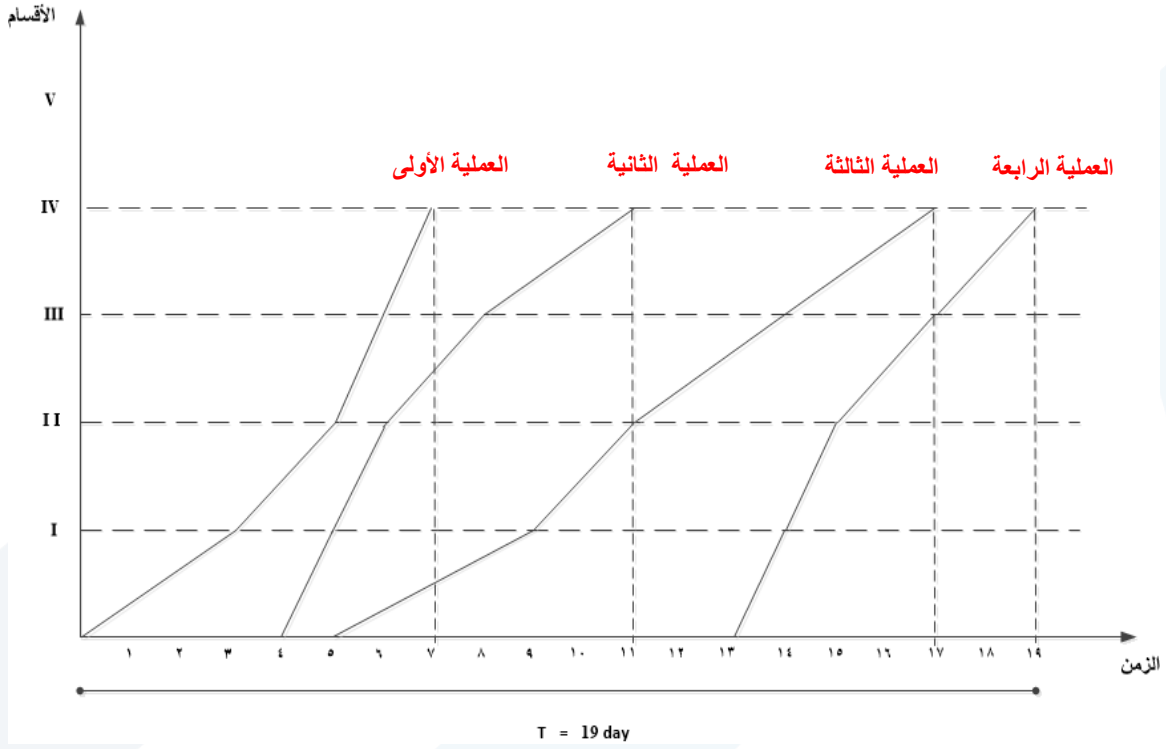
مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتتابع: $T = 19$ day

مدة تنفيذ الأقسام:	
$T_I = 14 - 0 = 14$ day	$T_{II} = 15 - 3 = 12$ day
$T_{III} = 17 - 5 = 12$ day	$T_{IV} = 19 - 6 = 13$ day

مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتسلسل:
$T = \sum [\sum Tj] = \sum [Tj_I + Tj_{II} + Tj_{III} + Tj_{IV}] = \sum [9 + 6 + 8 + 9] = 32\ day$

حيث أن: $\sum Tj$ مجموع أدوار العمليات في القسم الواحد.

مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتوازي:
$T = Max [\sum Tj] = Max [Tj_I , Tj_{II} , Tj_{III} , Tj_{IV}] = Max [9 , 6 , 8 , 9] = 9\ day$



المسألة الرابعة:

ليكن لدينا خط انتاجي **غير دوري** مؤلف من /4/ اقسام وينفذ في كل قسم /4/ عمليات إنشائية أدوارها مبينة في الجدول .

مع العلم أنه:

يوجد توقف تكنولوجي مدته /4/ أيام بعد العملية الثالثة.

وكذلك من أجل انتقال العمال والآليات من البناء الثاني إلى البناء الثالث نحتاج إلى زمن إضافي قدره يوم واحد للعملية الأولى و يومان للعملية الثانية والثالثة والرابعة (توقف تنظيمي).

العملية / القسم	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة
I	**6**	**4**	**3**	**3**
II	**4**	**5**	**7**	**8**
III	**7**	**6**	**5**	**5**
IV	**3**	**7**	**4**	**3**

والمطلوب:

1. حساب مدة تنفيذ المشروع و مدة تنفيذ كل قسم بطريقة المصفوفة إذا كان التنفيذ تتابعياً.
2. حساب مدة التنفيذ بطريقة التنفيذ المتسلسل و المتوازي.

الحل:

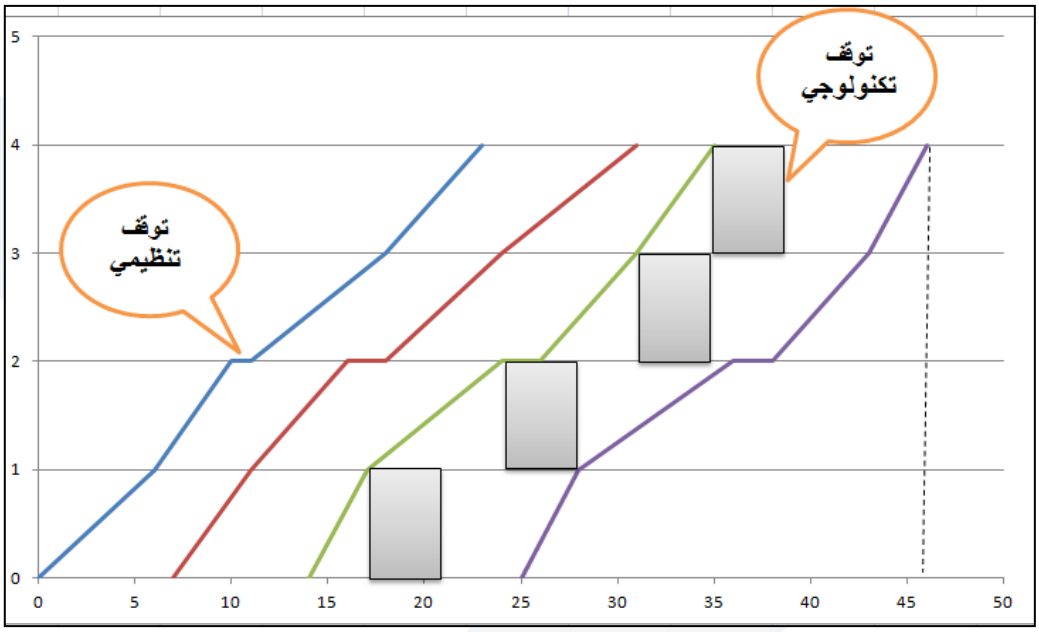
توقف تكنولوجي 4

العملية / القسم	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة
I	0 **6** 6	7 **4** 11	14 **3** 17	25 **3** 28
II	6 **4** 10	11 **5** 16	17 **7** 24	28 **8** 36
توقف تنظيمي	10 **1** 11	16 **2** 18	24 **2** 26	36 **2** 38
III	11 **7** 18	18 **6** 24	26 **5** 31	38 **5** 43
IV	18 **3** 21	24 **7** 31	31 **4** 35	43 **3** 46
التقارب الحرج		30 30 31 28	32 34 29 35	38 42 39 38

مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتتابع: $T = 46$ day

مدة تنفيذ الأقسام:

$T_I = 28 - 0 = 28$ day	$T_{II} = 36 - 6 = 30$ day
$T_{III} = 43 - 11 = 32$ day	$T_{IV} = 46 - 18 = 28$ day



مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتسلسل:
$T = \sum [\sum Tj] + \sum Tt = \sum [Tj_I + Tj_{II} + Tj_{III} + Tj_{IV}] =$ $\sum [16 + 24 + 23 + 17] + [4+4+4+4] = 80+16 = 96 \text{ day}$

حيث أن:

$\sum Tj$ مجموع أدوار العمليات في القسم الواحد.

$\sum Tt$ مجموع التوقفات التكنولوجية في القسم الواحد.

مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتوازي:
$T = Max [\sum Tj] + Tt = Max [Tj_I, Tj_{II}, Tj_{III}, Tj_{IV}] + Tt =$ $Max [16, 24, 23, 17] + 4 = 28 \text{ day}$