

الطريقة الخطية في الجدولة الزمنية (التنفيذ المتتابع)

Linear scheduling Method (Flow Method)

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

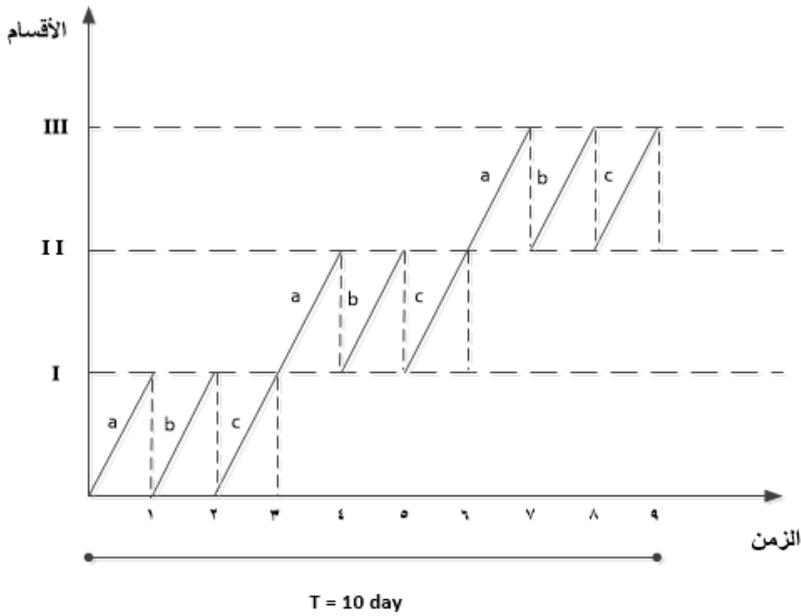
أولاً: طريقة التنفيذ المتسلسل :

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.



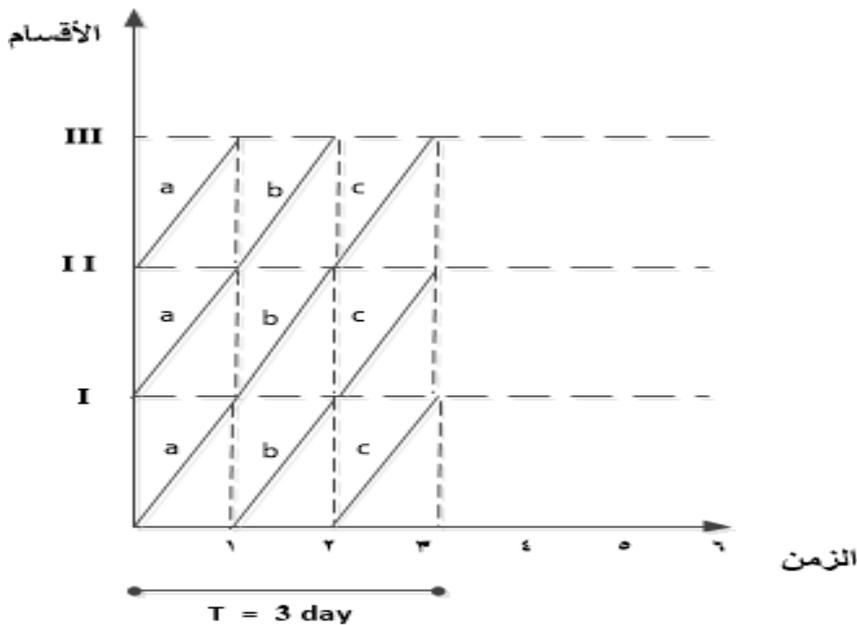
ثانياً: طريقة التنفيذ المتوازي :

مبدأ الطريقة:

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

صفات الطريقة:

- شدة التمويل أعظمية.
- فترة التنفيذ قليلة.



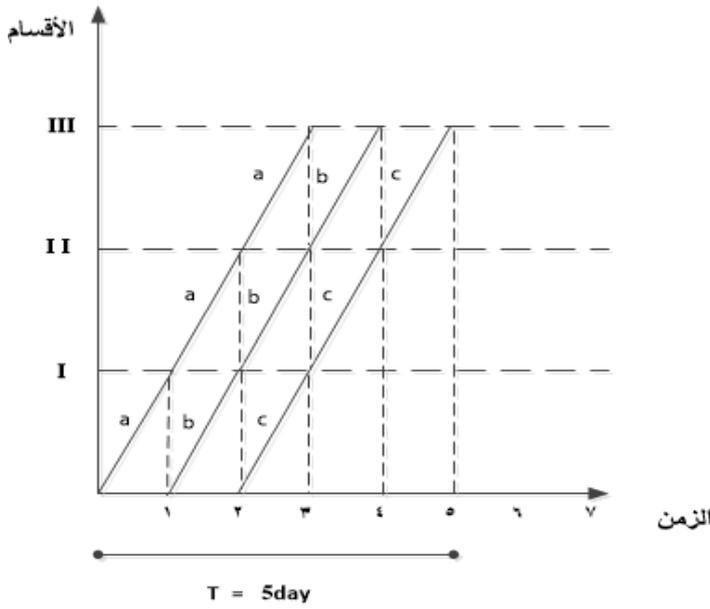
ثالثاً: طريقة التنفيذ المتتابع :

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.



تعريف هامة:

الدور (K): هو زمن تنفيذ عملية في قسم واحد. وتبعاً للدور تقسم الخطوط الانتاجية إلى:

1. خطوط انتاجية دورية:

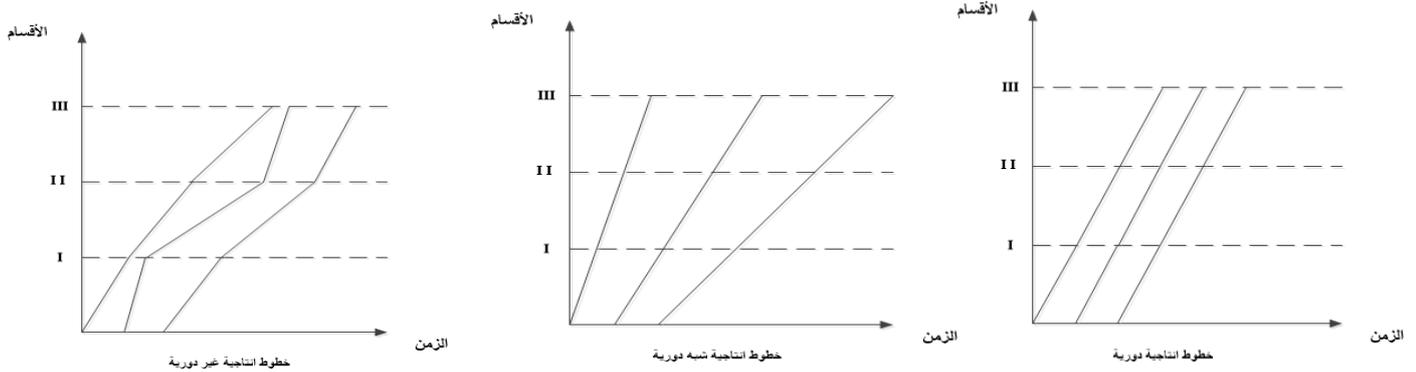
يكون الدور ثابت لجميع العمليات في جميع الأقسام (الخطوط الانتاجية مستقيمة متوازية).

2. خطوط انتاجية شبه دورية:

يكون الدور ثابت في عملية في جميع الأقسام، ويختلف من عملية إلى أخرى (الخطوط الانتاجية مستقيمة 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 شبه دوري مكون من 5/ اقسام وينفذ في كل قسم 4/ عمليات إنشائية أدوارها:

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

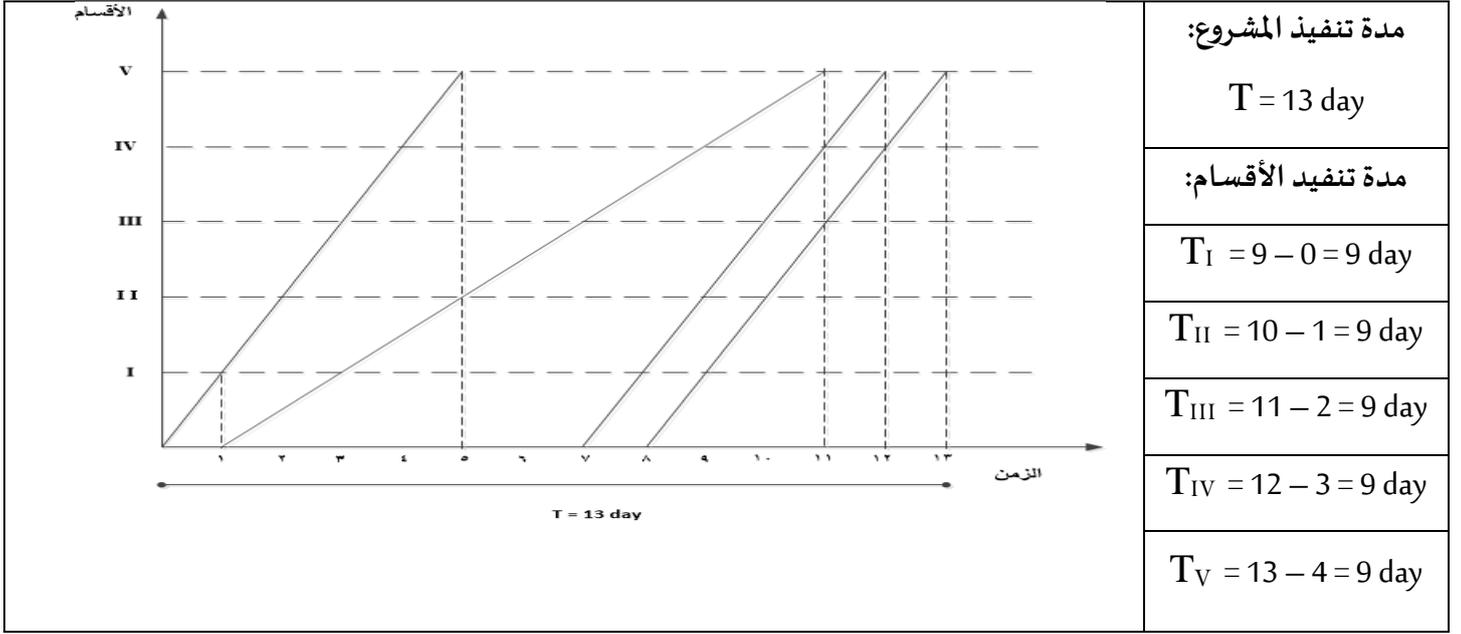
يطلب حساب مدة تنفيذ المشروع و مدة تنفيذ كل قسم بطريقة المصفوفة إذا كان التنفيذ متتابعياً، ثم رسم الخطوط الانتاجية.

الحل:

العملية القسم	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة
I	0 1 1	1 2 3	7 8	8 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

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.



المسألة الثانية:

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

1. حساب مدة تنفيذ المشروع و مدة تنفيذ كل قسم بطريقة المصفوفة إذا كان التنفيذ متتابعياً. والمطلوب:
2. رسم الخطوط الانتاجية.

3. حساب مدة التنفيذ بطريقة التسلسل 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	13 10 10 10	10 11 13 14

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

مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتتابع: $T = 19 \text{ day}$

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

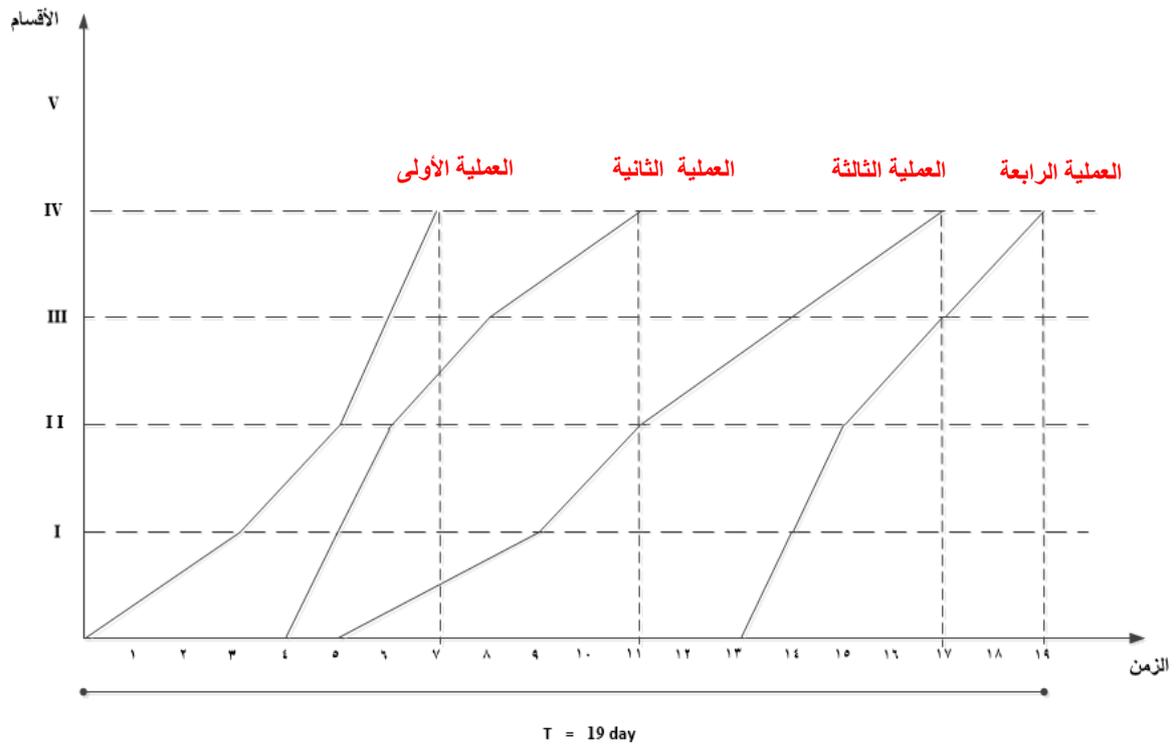
مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتسلسل:

$$T = \sum [\sum T_j] = \sum [T_{jI} + T_{jII} + T_{jIII} + T_{jIV}] = \sum [9 + 6 + 8 + 9] = 32 \text{ day}$$

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

مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتوازي:

$$T = \text{Max} [\sum T_j] = \text{Max} [T_{jI}, T_{jII}, T_{jIII}, T_{jIV}] = \text{Max} [9, 6, 8, 9] = 9 \text{ day}$$



المسألة الثالثة:

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 تنظيبي).

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.

الجل:

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	25 27 26 28	24 28 25 24

T = 46 day مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتتابع:

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

مدة تنفيذ الأقسام:

مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتسلسل:

$$T = \sum [\sum T_j] + \sum T_t = \sum [T_{jI} + T_{jII} + T_{jIII} + T_{jIV}] = \sum [16 + 24 + 23 + 17] + [4+4+4+4] = 80+16 = 96 \text{ day}$$

حيث أن:

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

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

مدة تنفيذ المشروع بطريقة التنفيذ المتوازي:

$$T = \text{Max} [\sum T_j] + T_t = \text{Max} [T_{jI}, T_{jII}, T_{jIII}, T_{jIV}] + T_t = \text{Max} [16, 24, 23, 17] + 4 = 28 \text{ day}$$